

# PowerFlex 系列变频器 应用实例



東北大學 罗克韦尔自动化实验室



# 目 录

第 1 章 变频器的介绍.....	1
1.1 交流调速系统简介.....	1
1.1.1 概述.....	1
1.1.2 交流调速原理简介.....	2
1.2 变频器的工作原理.....	4
1.3 变频器的控制方式.....	7
1.4 变频器的容量选择.....	10
1.5 变频电动机的选择.....	11
1.6 变频器的外围设备.....	13
1.6.1 变压器 T .....	14
1.6.2 无熔丝低压断路器 QF.....	15
1.6.3 接触器 KM .....	16
1.6.4 电抗器.....	17
1.6.5 EMC 滤波器 FIL .....	19
1.6.6 制动电阻.....	21
1.6.7 过载继电器.....	25
第 2 章 变频器的控制方式.....	26
2.1 U/f 控制模式.....	27
2.1.1 U/f 控制原理.....	27
2.1.2 U/f 曲线的类型.....	28
2.2 矢量控制模式.....	32
2.2.1 矢量控制的基本思想.....	33
2.2.2 转子磁场定向的矢量控制.....	36
第 3 章 PowerFlex4 系列变频器实验.....	40
3.1 PowerFlex 4 系列交流变频器简介 .....	40
3.2 PowerFlex40 的应用.....	41
3.2.1 PowerFlex40 变频器选型.....	41
3.2.2 PowerFlex40 硬件接线.....	42
3.2.3 PowerFlex40 内置键盘操作.....	44
3.2.4 PowerFlex40 设备级控制实验.....	47
3.2.5 PowerFlex40 的 EtherNet/IP 网络控制.....	54
3.2.6 PowerFlex40 的 DeviceNet 网络控制.....	61
3.2.7 PowerFlex40 的多变频器模式.....	81
3.3 PowerFlex400 的应用.....	99
3.3.1 PowerFlex400 变频器选型.....	99
3.3.2 PowerFlex400 硬件接线.....	100
3.3.3 Auto/Manual 功能.....	102
3.3.4 休眠/唤醒功能.....	106
3.3.5 变频器内置 PID 调节功能.....	108
3.3.6 一拖多的功能.....	112
3.3.7 飞速起动与断电后重起动功能 .....	116
3.4 PowerFlex4 的应用.....	118
3.4.1 PowerFlex4 变频器选型.....	118
3.4.2 PowerFlex4 硬件接线.....	119
3.4.3 PowerFlex4 的 Modbus 网络控制.....	120

第 4 章 PowerFlex70 系列变频器实验.....	135
4.1 PowerFlex70 系列交流变频器简介.....	135
4.2 PowerFlex70 变频器的应用.....	137
4.2.1 PowerFlex70 变频器的产品选型指南.....	137
4.2.2 PowerFlex70 硬件接线.....	138
4.2.3 PowerFlex70 的内置键盘操作.....	148
4.2.4 PowerFlex70 的 DeviceNet 网络控制.....	153
4.2.5 PowerFlex70 的 ControlNet 网络控制.....	177
4.2.6 PowerFlex70 的 EtherNet 网络控制.....	186
4.2.7 PowerFlex70 的计数功能实验.....	194
4.2.8 PowerFlex70 的 Auto/Manual 实验.....	196
4.2.9 PowerFlex70 的对等实验.....	199
4.2.10 PowerFlex70 变频器的断电后重起与飞速起动功能.....	204
4.2.11 滑差补偿功能.....	205
第 5 章 PowerFlex700 VC 系列变频器实验.....	207
5.1 PowerFlex700 系列交流变频器介绍.....	207
5.1.1 PowerFlex700 系列交流变频器的灵活性.....	207
5.1.2 PowerFlex700 变频器的产品选型.....	207
5.2 PowerFlex700 I/O 接线.....	209
5.3 PowerFlex700 的内置键盘操作.....	211
5.4 PowerFlex700VC B 系列变频器的速度曲线功能.....	218
5.5 PowerFlex700VC B 系列变频器的位置控制功能.....	229
5.6 PowerFlex700VC B 系列数字量输出屏蔽.....	239
5.7 PowerFlex700VC B 系列变频器的高电平数字量输入.....	240
5.8 PowerFlex700VC B 系列变频器的动态用户设置.....	241
第 6 章 PowerFlex ® 700S Phase II 变频器实验.....	243
6.1 PowerFlex ® 700S 系列交流变频器介绍.....	243
6.1.1 PowerFlex ® 700S 系列交流变频器特性介绍.....	243
6.1.2 PowerFlex ® 700S 变频器的产品选型.....	244
6.2 PowerFlex ® 700S 端子.....	250
6.2.1 PowerFlex ® 700S 电源端子.....	250
6.2.2 PowerFlex ® 700S 控制端子.....	252
6.3 PowerFlex ® 700S 的内置键盘操作.....	254
6.4 PowerFlex ® 700S Phase II 的 Startup.....	258
6.5 PowerFlex ® 700S Phase II 点到点的位置控制实验.....	260
6.6 PowerFlex ® 700S Phase II 步序器实验.....	267
6.7 PowerFlex ® 700S Phase II 齿轮比跟随器实验.....	270
6.8 PowerFlex ® 700S Phase II 齿轮比跟随同步连接实验.....	274
附录 A.....	286
附录 B.....	292
附录 C.....	302
附录 D.....	309

# 第 1 章

## 第 1 章 变频器的介绍

变频器是近 10 年发展起来的交流电动机新型变频调速装置，它具有调速精度高、响应快、保护功能完善、过载能力强、节能显著、维护方便、智能化程度高、易于实现复杂控制等优点，已在我国推广普及。变频器的功率从几百瓦到几百千瓦，主要是进口变频器，有罗克韦尔自动化、西门子、ABB、安川、富士、台达公司等产品。这些产品更新换代快，竞争激烈，其总的的趋势是向小型化、智能化、多功能、大容量、低价格的方向发展。现代变频器大都采用高速全控开关器件 GTR、IGBT 等管，由这些功率开关器件组成 PWM 电压型逆变器，智能功率模块 IPM 也已在变频器中广泛被采用。现代变频器的控制系统要比早先产品复杂得多，而且是数字化的，它采用微处理器控制，也有的采用 32 位数字信号处理器 DSP，为实现高级控制方式和复杂性能提供了保证。变频器现在作为交流电动机变频调速用的高新技术产品，在国民经济的各部门得到了广泛的应用。变频器一方面可用以驱动通用型交流电动机，但不一定使用专用变频电机；另一方面变频器具有各种可供选择的功能，能适应许多不同性质的负载机械。

本章首先介绍了交流调速系统得到普遍应用的背景，通过理论分析阐明为何变频调速成为交流调速系统的主流，然后介绍变频器基本工作原理、控制方式等，使您能够通过本章的学习达到对变频器的初步了解。

### 1.1 交流调速系统简介

#### 1.1.1 概述

众所周知，直流调速系统具有较为优良的静、动态性能指标。在很长的一个历史时期内，调速传动领域基本上由直流电动机调速系统所垄断。直流电动机虽有调速性能好的优越，但也有一些固有的难于克服的缺点，主要是机械式换向器带来的弊端。其缺点是：

维修工作量大，事故率高；容量、电压、电流和转速的上限值均受到换向条件的制约，在一些大容量、特大容量的调速领域中无法应用；使用环境受限，特别是在易燃易爆场合难于应用。而交流电动机有一些固有的优点：容量、电压、电流和转速的上限，不像直流电动机那样受限制；结构简单、造价低；坚固耐用，事故率低，容易维护。它的最大缺点是调速困难，简单调速方案的性能指标不佳。随着交流电动机调速的理论问题的突破和调速装置（主要是变频器）性能的完善，交流电动机调速性能差的缺点已经得到了克服。目前交流调速系统的性能已经可以和直流调速系统相匹敌，甚至可以超过直流系统。

在电气调速传动领域内，由直流电动机占统治地位的局面已经受到了猛烈的冲击。目前，从数百瓦级的家用电器直到数千千瓦级乃至数万千瓦级的调速传动装置，可以说无所不含的都可以用交流调速传动方式来实现。交流调速传动已经从最初的只能用于风机、泵类的调速过渡到针对各类高精度、快响应的高性能指标的调速控制。从性能价格比的角度看，交流调速装置已经优于直流调速装置。

目前人们所说的交流调速传动，主要是指采用电子式电力变换器对交流电动机的变频调速传动。除变频器以外的另一些简单的调速方案，例如变极调速、定子调压调速、转差离合器调速等，虽然仍在特定场合有一定的应用，但由于其性能较差，终将被变频调速所取代。

交流调速传动控制技术之所以发展得如此迅速，和如下一些关键性技术得突破性进展有关，它们是电力电子器件（包括半控型和全控型器件）的制造技术、基于电力电子电路的电力变换技术、交流电动机的矢量变换控制技术、直接转矩控制技术、PWM（Pulse Width Modulation）技术以及以微型计算机和大规模集成电路为基础的全数字化控制技术等。

### 1.1.2 交流调速原理简介

异步电动机定子对称的三相绕组中通入对称的三相交流电，此时电机气隙内会产生一个旋转磁场，其旋转速度为同步转速

$$n_0 = \frac{60f_1}{p} \quad (1-1)$$

式中： $f_1$ ——定子绕组电源频率；

$p$ ——电机磁极对数。

异步电动机转差率

## 第1章

$$s = \frac{n_0 - n}{n_0} \quad (1-2)$$

则异步电动机转速

$$n = n_0(1 - s) = \frac{60f_1}{p}(1 - s) \quad (1-3)$$

由电机学可知，转差功率

$$P_s = sP_{em} = P_{cu2} \quad (1-4)$$

式中： $P_{em}$ ——电磁功率；

$P_{cu2}$ ——转子铜耗。

表 1-1 异步电动机各种调速方法性能指标的评价

调速方法 比较项目	变极	变频	变转差率			
			调压调速	转子串电阻	电磁转差离合器调速	串级调速
是否改变同步转速 ( $n_0 = 60f_1/p$ )	变	变	不变	不变	不变	不变
调速指标	静差率(转速相对稳定性)	小(好)	小(好)	开环时大 闭环时小	大(差)	开环时大 闭环时小
	在一般静差率要求下的调速范围 D	较小 (D=2~4)	较大 (D=10)	闭环时较大 (D=10)	小 (D=2)	闭环时较大 (D=10)
	调速平滑性 (有级调速)	差	好 (无级调速)	好 (无级调速)	差 (有级调速)	好 (无级调速)
	低速时效率	高	高	低	低	中
	适应负载类型	恒转矩 恒功率	恒转矩 恒功率	通风机 恒转矩	恒转矩	通风机 恒转矩
	设备投资	少	多	较少	少	较少
	电能损耗	小	较小	大	大	较小
运用电机类型		多速电机 (鼠笼式)	鼠笼式	一般为绕线式 小容量时 可采用特殊 鼠笼式	绕线式	滑差电机
						绕线式

表1-1给出了各种调速方法性能指标的比较，以便了解。

由式(1-4)可知，变极调速与变频调速为转差功率不变型，不论其转速高低，转差功率消耗基本不变，因此调速效率为最高。在变转差率 $s$ 的调速方法中，定子调压、转子串电阻及电磁转差离合器这三种调速为转差功率消耗型。因为 $n \uparrow \rightarrow s \uparrow \rightarrow p_s$ ，随转速的降低，转差功率将转换成热能消耗掉，所以调速效率最低。串级调速的指导思想是回收转差功率 $p_s$ ，因此它属于转差功率回馈型。在低速时，一部分能量消耗在转子中，大部分能量回馈给电网或转化成机械能，调速效率居中。在电力电子技术和计算机控制技术突飞猛进发展的今天，交流调速的主流为变频调速。

## 1.2 变频器的工作原理

变频器的主要任务就是把恒压恒频 (constant voltage constant frequency, CVCF) 的交流电转换为变压变频 (variable voltage variable frequency, VVVF) 的交流电，以满足交流电机变频调速的需要。

变频器的种类很多，通过了解它们的分类，有利于我们认识变频器的性能和区别，这是用好变频器的前提。变频器的种类可以按照以下几种方式划分：按应用分，有变频器和专用变频器；按结构分，有交-交变频器（直接变频器）和交-直-交（间接变频器）；在交-直-交变频器中，按直流侧电源性质分，有电压源型变频器和电流源型变频器；按输出电压调节方式分，有脉冲幅值调节方式(pulse amplitude modulation, PAM)和脉宽调制方式(pulse width modulation, PWM)。此外，变频器还可以按照导通模式、输出电压波形、逆变器调制方式等划分为许多种类。我们通常使用的通用型变频器大多为交-直-交 PWM 电压型变频器，下面将以此类变频器为例进行介绍。

交-直-交变频器是把频率不变的工频交流电通过整流器变成直流电，然后再把直流电转换成频率、电压均可控制的交流电，它的主电路由整流器、中间直流环节（直流母线）和逆变器组成，如图1-1所示。

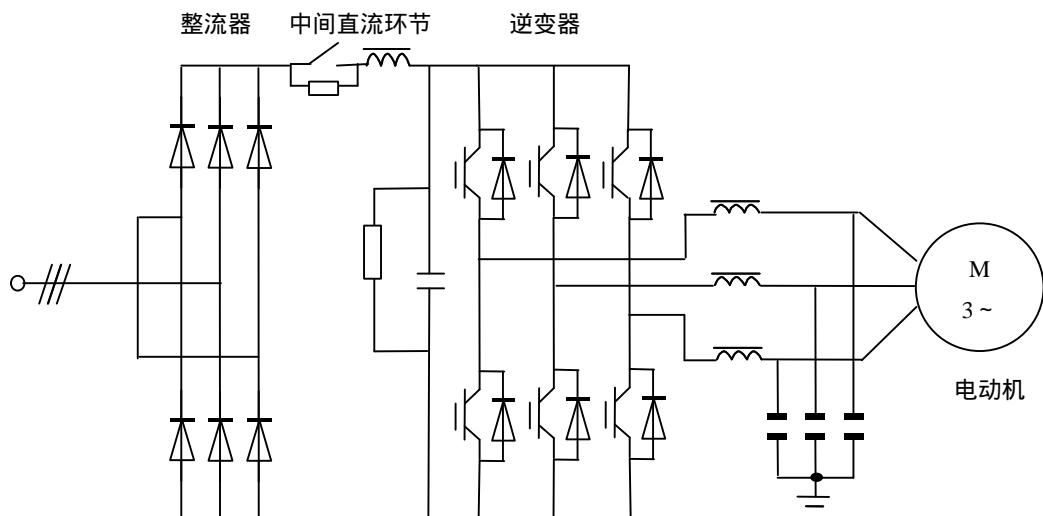


图 1-1 变频器的基本构成

### 1. 整流器

电网侧变流器 是整流器，它的作用是把三相（也可以是单相）交流电整流成直流电。

图 1-1 中的整流单元是由 VD1—VD6 组成的三相整流桥，它们将工频 380V 的交流电整流成直流，平均直流电压可用式（1-5）表示：

$$U_D = 1.35U_L = 1.35 \times 380 = 513V \quad (1-5)$$

式中  $U_L$  ——电源的线电压

变频器中采用如图 1-1 所示的二极管不可控桥式整流电路方案的占绝大多数。当逆变器采用 PWM 方案的情况下，这是一种较好的方案。与晶闸管整流器相比，这种方案在全速度范围内网侧功率因数比较高。由于不必设置相应的控制电路，所以控制简单，成本也较低。

二极管桥式整流电路的工作原理十分简单，不必深入分析。这里主要就其用于变频器时的一些技术问题进行必要的说明。理论上讲，二极管整流器的原侧功率因数应该接近于 1，但实际上，由于中间直流回路采用大电容作为滤波，其值小于 1。整流器的输入电流实际上是电容器的充电电流，呈较为陡峻的脉冲波，其谐波分量较大。虽然其基波功率因数  $\cos j_1$  接近于 1，但总功率因数却不可能是 1。高次谐波电流造成的不良影响简述如下：

（1）占用电网容量。一般情况下应考虑电源设备的裕量。

(2) 引起电网电压波形畸变。电网容量越大，观察到的电流波形越陡峻，畸变越严重。与此相反，电网容量相对较小，电压波形的畸变较严重。同时畸变程度与变频器的负载大小有关。由于电流、电压波形的畸变，供电线路上的其他设备必然受到影响，引起过热、噪声、振动甚至误工作。变频器的应用日益增多，对电网的污染问题不容忽视。

(3) 对改善功率因数用的电力电容器产生不良影响。当变频器单机容量或总和容量较大时，这种影响便会显现出来。一旦由于高次谐波而引起并联谐振，电力电容器则流入异常大的电流，引起过热或绝缘而损坏。这种情况下，高次谐波电流的幅值将特别大，危及电力电容器的安全。解决的办法有如下几种：1) 改变电容器回路中电感的可调部分。2) 高次谐波含量较多时，增加电容回路串联电抗器的电抗值。3) 投入电力电容器的调整容量。4) 电力电容器设置位置适当改变。

## 2. 逆变器

负载侧的变流器 为逆变器。最常见的结构形式是利用六个半导体主开关器件组成的三相桥式逆变电路。有规律地控制逆变器中主开关器件的通与断，可以得到任意频率的三相交流电输出。图 1-2 中由  $V_1 - V_6$  组成了三相逆变桥，V 导通时相当于开关接通，V 截止时相当于开关断开。

三相逆变电路的原理图见图 1-2 所示：

图 1-2 a) 中， $S_1 - S_6$  组成了桥式逆变电路，这 6 个开关交替地接通、关断就可以在输出端得到一个相位互相差  $2p/3$  的三相交流电压。当  $S_1, S_4$  闭合时， $U_u - v$  为正； $S_3, S_4$  闭合时， $U_u - v$  为负。用同样的方法可得： $S_2, S_6$  同时闭合和  $S_1, S_6$  同时闭合，得到  $U_w - u$ 。 $S_5, S_2$  同时闭合和  $S_1, S_6$  同时闭合，得到  $U_w - u$ 。为了使三相交流电  $U_u - v$ 、 $U_v - w$ 、 $U_w - u$  在相位上依次相差  $2p/3$ ；各开关的接通、关断需符合一定的规律，其规律在图 1-2 b) 中已标明。根据该规律可得  $U_u - v$ 、 $U_v - w$ 、 $U_w - u$  波形如图 1-2 c) 所示。

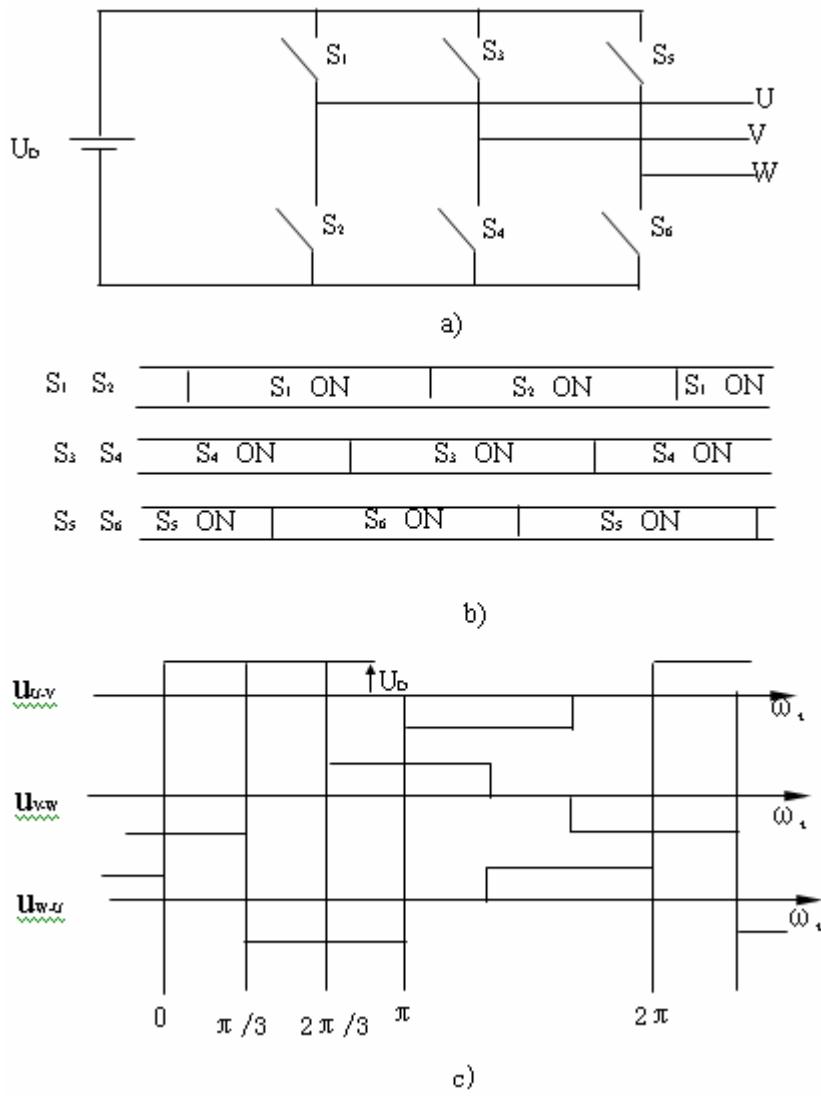


图 1-2 三相逆变电路的原理图

观察 6 个开关的位置及波形图可以发现以下两点：

- (1) 各桥臂上的开关始终处于交替打开、关断的状态如  $S_1$ 、 $S_2$ ；
- (2) 各相的开关顺序以各相的“首端”为准，互差  $2p/3$  电角度。如  $S_3$  比  $S_1$  滞后  $2p/3$ ， $S_5$  比  $S_3$  滞后  $2p/3$ 。

上述分析说明，通过 6 个开关的交替工作可以得到一个三相交流电，只要调节开关的通断速度就可调节交流电频率，当然交流电的幅值可通过  $U_d$  的大小来调节。

现在常用的逆变管有绝缘栅双极晶体管(IGBT)，大功率晶体管(GTR)、可关断晶闸管

(GTO)、功率场效层晶体管(MOSFET)等。其中续流二极管( $VD_7 - VD_{12}$ )功能有下面几点：

- (1) 由于电动机是一种感性负载，工作时其无功电流返回直流电源需要  $VD_7 - VD_{12}$  提供通路；
- (2) 降速时电动机处于再生制动状态， $VD_7 - VD_{12}$  为再生电流提供返回直流的通路；
- (3) 逆变时  $VD_7 - VD_{12}$  快速高频率地交替切换，同一桥臂的两管交替地工作在导通和截止状态，在切换的过程中，也需要给线路的分布电感提供释放能量的通路。

### 3. 中间直流环节

由于逆变器的负载为异步电动机，属于感性负载。无论电动机处于电动或发电制动状态，其功率因数总不会为 1。因此，在中间直流环节和电动机之间总会有无功功率的交换。这种无功能量要靠中间直流环节的储能元件（电容器或电抗器）来缓冲。所以又常称中间直流环节为中间直流储能环节。

## 1.3 变频器的控制方式

当对异步电动机调速时，需要根据电动机的特性对供电电压（电流）和频率进行适当控制，采用不同的控制方法所得到的调速性能、特性和作用是不同的。

变频器所采用的控制方式可按系统结构分为两类：开环控制和闭环控制。开环控制主要是  $U/f$  协调控制。闭环控制需要速度等反馈信息，可进行转差频率控制、矢量变换控制等。变频器的控制方式是按  $U/f$  控制、转差频率控制、矢量控制的顺序发展起来的，越是后来的控制方式其性能越优良。特别是矢量控制技术，可以实现与直流电动机拖动系统相当的调速性能。当然，先进的控制方式其控制比较复杂，需要专门的知识，同时需要调整的因素多，变频器的价格也比较高。目前各种控制方式的变频器已产品化，我们可根据调速目的、用途和调速系统所需的性能指标选择合适的控制方式的变频器，以构成性价比高的交流调速系统。

按照变频器控制方法的难易程度和算法的不同，变频器的控制方式可分为：

### 1. $U/f$ 控制方式

这种方式经常应用于简单的开环频率控制应用场合，而不能控制任何在矢量技术中特有的组成部分。 $U/f$  变频器调节电动机的实际频率，从而产生期望速度。大多数的  $U/f$  变频器不能区分磁通电流与转矩电流，而只能以满电动机电流进行处理。这种变频器依赖于简单的电流限制策略，通常使用增加电压提升的方法来产生更大的起动转矩。尽管这种电压

提升能够提供额外的起动转矩，它却需要更大的电流，并且经常会发生“电流限制”的情况从而使得性能变差。尽管  $U/f$  技术看起来类似于矢量控制，但通过实际运行中的对比可以看出几乎在所有的领域中都显现了“无矢量控制”的性能，包括起动，加速，低速运行情况以及转矩控制时。

## 2. 无速度传感器矢量控制方式

这种方式提供了一种性能介于  $U/f$  控制方式与纯磁场定向控制方式之间的控制方式。无速度传感器或者开环矢量控制可以提供较大的起动，加速以及冲击负载转矩，较宽的恒转矩调速范围（包括基本速度），并且还可以改善低速性能，但是它并不是转矩控制变频器，因此，不能调节电动机中产生的转矩量。它们也无法挑战磁场定向控制在动态响应，高性能速度调节或速度范围领域内的卓越性能。它所能做到的是电动机每安培所提供的更高转矩。通过建立满定子磁通并不断观测估算“过磁通”状况，无速度传感器矢量控制可以提供用户所需的最大电动机转矩（接近衰减）。这包括所有苛刻性工作领域：脱扣、加速和减速，冲击性负载，低速和“弱磁”或基速以上工作场合。

## 3. 磁场定向控制方式

这种方式由于既控制电流环节组成部分（磁通电流和转矩电流）并控制它们之间的夹角（矢量和），因此它既可以调节速度又可以调节转矩。这种变频器提供良好的转矩特性以及更严格的速度调节，更宽的速度范围和更高的响应带宽。专用的自适应控制器提供了独立的转矩与磁通控制，从而允许对电动机速度和转矩的连续调节。

以上各种控制方式的控制性能比较如表 1-2 中所示。

表 1-2 三种控制方式的控制性能比较

控制方式 控制性能	电压/频率	无速度传感器矢量控制	磁场定向控制
速度控制	频率控制 滑差补偿	频率控制滑差补偿 编码器反馈	速度控制 编码器反馈
速度调节	1%	滑差补偿 0.5% 编码器 0.1%	开环 0.5% 闭环 0.001%
转矩调节	NA	NA	取决于电动机 2-5%
速度范围	40:1	120:1	开环 120:1 闭环>1000:1

续表 1-2

起动转矩	150%	250%	取决于变频器/电动机 150% 最小 400% 最大
快速加速转矩	150%	150%	取决于变频器/电动机 150% 最小 400% 最大
峰值运行转矩	250%	260%	取决于变频器/电动机 150% 最小 400% 最大
动态响应	N/A	6-12 弧度	30 弧度开环 100 弧度闭环

## 1.4 变频器的容量选择

变频器的容量选择要根据不同的负载来确定。

变频器说明书中的“配用电动机容量”只适用于连续恒定负载，如鼓风机、泵类。对于变动负载、断续负载和短时负载，电动机允许短时间过载，因此变频器的容量应按运行过程中可能出现的最大工作电流来选择，

$$I_{CN} = I_{M \max} \quad (1-6)$$

式中  $I_{CN}$  ——变频器额定电流；

$I_{M \max}$  ——电动机最大工作电流。

变频器的过载能力的允许时间只有 1 分钟，这只是对于设定电动机的启动和制动过程才能有意义。而电机的短时过载是相对于达到稳定温升所需的时间而言的，通常是远远超过 1 分钟。

对于连续恒负载运转时所需变频器容量计算可按下式进行

$$P_{CN} = k \sqrt{3} U_M I_M \times 10^{-3} \quad (1-7)$$

$$I_{CN} = k I_M \quad (1-8)$$

式中  $k$  ——电流波形系数 ( PWM 方式取 1.05~1.0 )；

$P_{CN}$  ——变频器额定容量 (  $kV \cdot A$  )；

$I_M$ 、 $U_M$ ——电动机额定电流、电压；

$I_{CN}$ ——变频器额定电流。

在变频器驱动绕线式异步电动机时，由于绕线式异步电动机绕组阻抗较鼠笼式异步电动机小，容易发生纹波电流而引起过电流跳闸现象，所以应选择比通常容量稍大的变频器。

## 1.5 变频电动机的选择

在电动机选择问题上，我们分两个方面讨论：在新设计的系统中，什么类型的电动机是最适当的选择；在改造工程中，什么类型的电动机可以保留使用。

### 1. 新设计系统的电动机选择

通用变频器是针对交流异步电动机设计的，由于变频调速时不再需要考虑改变转子回路电阻，没有必要采用绕线转子异步电动机，而多数通用变频器的预置电动机模型都是四极电动机模型。因此，一般而言，四极笼型交流异步电动机是合适的电动机选择。

额定频率 50 Hz 的四极电动机，其同步转速是 1500 r/min，需要靠机械减速机构的减速比设置，使电动机调速范围与工艺需要的调速范围配合起来。同步转速是变频调速时恒转矩运行和恒功率运行的转折点，向下调速时，转矩不变，功率与转速正比，如果调速范围上限低于同步转速，电动机的功率能力将不能充分发挥，也就是电动机需要选样的比实际需要的功率大；向上调速时，功率不变，转矩随转速增大而衰减，如果调速范围上限高于同步转速，电动机的转矩输出能力将不能充分发挥，而且在超同步运行段，一些变频器在矢量控制下的运行性能不能达到最佳效果。

因此，通过减速比选择，尽量上工艺的调速上限对准电动机同步转速，是最能够充分发挥电动机能力的方式。对于四极电动机，开环  $U/f$  控制的调速范围大约为 150 ~ 1470 r/min，无速度传感器矢量控制及直接转矩控制的调速范围大约为 60 ~ 1500 r/min，有速度传感器矢量控制及直接转矩控制的调速范围大约为 5 ~ 1500 r/min，在 5 r/min 以下持续运转时转速的相对稳定性差，但也能够运行。这些数据可以作为减速比选择的参考依据。

当选择四极电动机配备减速比有困难时，二极、六极和八极电动机也可以选择。

普通笼型电动机是空气自冷式的，外壳冷却依靠端部的风扇叶片，内部空气流通依靠转子两端的搅拌叶片，叶片都固定在转子轴上跟随转子转动，随着转子转速降低，端部风

扇叶片逐步失去散热能力，转速进一步降低时，内部搅拌叶片也失去使空气流通的能力。

因此，对于二次方转矩负载，由于随着转速降低转矩也降低，发热程度降低，因此，使用普通笼型电动机是最佳选择，但建议不要在40%同步转速以下长期运行；对于恒转矩负载，如果满负载长期运行(以连续运行时间超过10min，或断续运行时暂载率超过40%为准)的转速在60%同步转速以上，使用普通笼型电动机是合适选择；满负载长期运行时的转速在25%~60%同步转速之间，使用带有外部强制风冷的笼型电动机是合适选择，这种电动机也被称为变频专用电动机；如果满负载长期运行的转速达到25%同步转速以下，则应该使用完全的强制冷却笼型电动机，有的厂家称这种电动机为矢量控制变频专用电动机。

当电动机用于超过同步转速运行时，除电磁转矩输出能力弱磁原因要降低外，由于转速增加，会增加轴承磨损，离心力增加，需要更高的转子机械强度。因此，在超同步转速120%以上运行时，应选择增强了机械强度、高速轴承的变频专用电动机，并且运行转速不要超过其说明书提供的转速上限。

再生制动时直流母线电压会升高，这对电动机绝缘能力有一定要求，不要选择绝缘等级太低的电动机。电压型脉宽调制变频器的 $dv/di$ 比较高，对于电动机绝缘可能产生疲劳性损伤，因此，用于变频调速的电动机寿命可能受到影响，运行维护时要注意绝缘检查。

有的时候，采用同步电动机变频调速可以取得良好的转速精度，可以考虑选择交流同步电动机。

## 2. 改造工程的电动机保留使用考虑

对于改造工程的变频调速系统，如果能够保留原有电动机继续使用，不仅可以节省电动机投资，还避免了机座号改变件带来的基础重新施工等麻烦。那么什么类型的电动机可以保留使用呢？

普通笼型异步电动机在二次方转矩负载应用，以及恒转矩负载下满负载长期运行转速在同步转速的60%以上，并且会出现120%以上超同步运行的情况，可以考虑保留使用。

绕线转子异步电动机，将转子短接后运行特征接近笼型异步电动机，在上述同样的限制条件下可以保留使用。短接转子的方式有两种：在转子内部直接短接三相绕组，优点是绕过了集电环结构，维护变得简单，但短接结构强度要适应离心力情况，并且空间几何布置要对称，以避免影响转子的动态平衡；在接线盒位置短接，优点是施工简单，缺点是原有集电环结构仍然起作用，需要定期维护滑环。综合比较，推荐采用接线盒短接方式。

变极电动机即多速电动机，基本结构属于笼型电动机，在同样的限制条件下可以保留

使用，定子可固定连接为一种极数。若要保留变极方式，变频器容量要按照最大额定电流的接法来选择，电动机的参数要分组保存，并且在变极时自动切换，外部控制功能上则要保证只在电动机停止时改变极数。

在空载起动、负载比较稳定、起动时间没有特殊要求的应用中，同步电动机可以保留作为他控方式运行。散热方式对负载和转速关系的限制及超同步限制向上。变频器应采用  $U/f$  控制方式，不能够使用对异步电动机的矢量控制模式，也不能使用转差补偿功能，起动时间设置要长，过渡圆弧时间设置也要长一些，否则起动时容易失步。

专用于同步电动机的矢量控制及自控型同步电动机变频调速控制性能远比他控型开环调速要好，但需要专用型变频器。

对于防爆电动机，变频器本身一般不具备防爆能力，需要安装在非防爆场所，变频器输出电流的载波对于防爆功能略有影响，因此，防爆电动机的防爆等级需要在变频器驱动下重新检测确定，如果仍然符合要求，在满足散热条件和超同步运行限制前提下，可以使用。

锥形转子制动的电动机(如电动葫芦的电动机)依靠弹簧力自行进行机械制动，运行时靠磁场的轴向分量推离制动位置，为保证必要的初始磁场强度，起动时应该将最低频率设置适当提高，对应最低频率电压也相应提高，由于无法脱离制动部分进行参数自动辨识运行，因此，建议不要使用矢量控制和直接转矩控制模式。

单相电动机使用的起动辅助措施一般不能适应变频变压的运行条件，因此通用变频器组成的调速系统一般不允许使用单相电动机，否则可能烧毁电动机，适用于单相电动机调速的变频器属于特种变频器。

## 1.6 变频器的外围设备

在选定了变频器之后，下一步的工作就是根据需要选择与变频器配合工作的各种外围设备。正确选择变频器外围设备主要是为了以下几个目的：

- (1) 保证变频器驱动系统能够正常工作；
- (2) 提供对变频器和电机的保护；
- (3) 减少对其他设备的影响。

变频器的外围设备主要包括图 1-3 给出的几种类型。该图是一个示意图，它以变频器

为中心，给出了所有类型的外围设备，而下表则给出了这些外围设备的主要功能。在实际应用过程中，用户可以根据需要进行选择。

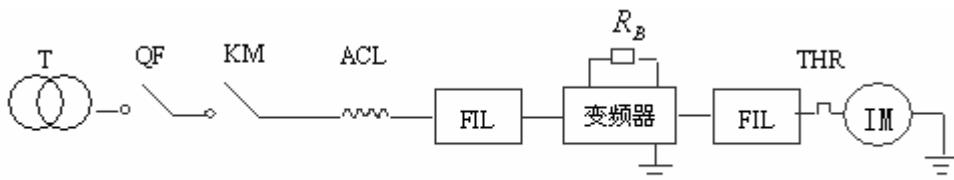


图 1-3 变频器的外围设备接线图

表 1-3 变频器的外围设备功能

设备名称	要否	功能
变压器 T	绝对需要	将电网电压转换为变频器所需的电压
无熔丝低压断路器 QF	绝对需要	(1) 电源的开闭 (2) 防止发生过载合短路时的大电流烧毁设备
电磁接触器 KM	根据系统需要进行选择	(1) 当变频器跳闸时将变频器从电源切断 (2) 使用制动电阻器的情况下发生短路时将变频器从电源切断
滤波器 FIL	根据系统需要进行选择	降低变频器传至电源一侧的噪声
输入电抗器 ACL	建议设置	(1) 电源的匹配 (2) 改善功率因数 (3) 降低告辞谐波对其他设备的影响
输出电抗器 ACL	根据系统需要进行选择	降低电动机的电磁噪声
过载继电器 THR	根据系统需要进行选择	(1) 使用一台变频器驱动多台电动机时对电动机进行过载保护 (2) 对不能使用变频器内电子热保护的电动机进行热保护

### 1.6.1 变压器 T

变压器的作用是将供电电网的高压电源转换为变频器所需要的电压( 200V 或 400V )。对于以电压型变频器为负载的变压器来说，在决定其容量时应该考虑的因素为接通变频器时的冲击电流和由此造成的变压器副边的压降。

变压器容量的具体计算可以参考式 ( 1-9 )：

$$\text{变频器的容量} = \frac{P}{r_h} \quad (1-9)$$

式中  $P$  ——变频器输出功率 (被驱动电机的总容量),  $kw$ ;

$r_t$  ——变频器的输入功率因数 (无输入电抗器时为 0.6~0.8, 有输入电抗器时为 0.8~0.85);

$h$  ——变频器效率 (约为 0.95, PWM 控制变频器の場合)。

在初步选择了变压器容量之后, 下一步要考虑的问题为接通变频器时变压器副边的电压降问题。

变频器的工作过程是一个交流 - 直流 - 交流的电源转换过程。在电压型变频器中, 为了得到质量较高的直流电压, 在其直流中间电路中设有大容量的平滑电容。当接通变频器电源时, 平滑电容将被充电, 并在充电过程中流入较大的浪涌电流, 而这个浪涌电流又将给变压器副边带来一个短时间的电压降。为了抑制这种现象的影响, 通常在变频器内部设有限流电阻, 将浪涌电流的峰值限制在额定电流的 2~3 倍左右。但是, 当变压器的容量不够大时, 因为上述电压降所占比重相对较大, 所以有可能使变频器因供电电压过低 (低于额定电压的 15%~25%) 而出现跳闸现象。因此, 希望在接通变频器时变压器副边的压降能够保持在 10% 以下。

变压器副边的电压降可以通过式 (1-10) 求得。当求得的电压降超过 10% 时, 则应重新考虑根据式 (1-9) 求得的变压器容量。

$$\Delta E_r = X_t \% \frac{n P_i}{P_t} \quad (1-10)$$

式中  $P_i$  ——变频器合计总容量,  $kvA$ ;

$P_t$  ——变压器容量,  $kvA$ ;

$X_t \%$  ——以百分比表示的变压器阻抗;

$n$  ——接通电源时的电流倍数 (通常为额定电流的 2~3 倍)。

## 1.6.2 无熔丝低压断路器 QF

在直流回路上, 滤波电容和逆变器之间, 常常装设有快速断路器, 这个断路器具有对逆变器及以后部分的保护能力。它是一种电源开关, 决定各用电设备是否供电。在检修用

电设备时，则起隔离电源的作用。

### 1. 功用

(1) 隔离作用。当变频器进行维修时，或长时间不用时，将 QF 切断，使变频器与电源隔离。

(2) 保护作用。低压断路器大都具有过电流及欠电压等保护功能，当变频器的输入侧发生短路或电源电压过低等故障时，可迅速进行保护。

### 2. 选择

因为低压断路器具有过电流保护功能，为了避免不必要的误动作，取

$$I_{QN} \geq (1.3 \sim 1.4)I_N \quad (1-11)$$

式中  $I_{QN}$  —— 低压断路器的额定电流；

$I_N$  —— 变频器的额定电流。

## 1.6.3 接触器 KM

因为在使用变频器对异步电动机进行起动、停止等控制时，是通过变频器的控制端使用指令进行的，而不是通过电磁接触器进行的，所以在正常运行时并不需要电磁接触器。但是，为了在变频器出现故障时能够将变频器从电源切断，则需要设置电磁接触器。此外，在使用制动电阻的场合，也需要设置电磁接触器。在制动电路晶体管出现故障时，由于在制动电阻中将连续流过大电流，所以如不尽快切断电路，具有短时间额定值特性的制动电阻将会被烧毁。在这种情况下，可以利用装在制动电阻上的过载继电器的信号将电磁接触器释放，从而达到保护制动电阻的目的。在选择电磁接触器时应注意使其容量满足额定电流大于变频器的输入电流值。

### 1. 输入侧接触器

- (1) 可通过按钮方便地控制变频器的通电与断电；
- (2) 当变频器发生故障时，可自动切断电源。

### 2. 输出侧接触器

输出接触器仅用于和工频电源切换等特殊情况下，一般不用。

### 1.6.4 电抗器

对于电抗器来说，根据其使用目的，也可以分为输入用电抗器和输出用电抗器。接在电网电源与变频器输入端之间的输入电抗器的主要作用是为了改善系统的功率因数和实现变频器驱动系统与电源之间的匹配，而接在变频器输出端和电动机之间的输出电抗器的主要作用则是为了降低电动机的运行噪音。

在选择电抗器的容量时，一般可以根据式(1-12)进行计算。

$$L = \frac{(2\% \sim 5\%)V}{2p fI} \quad (1-12)$$

式中  $V$  ——额定电压，V；

$I$  ——额定电流，A；

$f$  ——最大频率，Hz。

#### 1. 输入电抗器

使用输入电抗器的主要目的有：实现变频器和电源的匹配，改善功率因数，减少高次谐波的不良影响。

在下述情况下，因为变频器和电源不匹配，所以会使变频器输入电流的增值显著增加，并对变频器内部电路产生不良影响，所以应设置输入电抗器。

- (1) 电源容量在500kVA以上，并且为变频器的容量的10倍以上时；
- (2) 和采用了晶闸管换流的设备接在同一变压器上时；
- (3) 和弧焊设备等畸变波发生源接在同一电源系统上时；
- (4) 存在大的电压畸变时(例如，当电路中接有改善功率因数用的电容器时，将变频器接入电源时电容的充电电流将引起电压畸变，而这种电压畸变将有可能使运行状态中的变频器出现过电流现象并烧坏主电路二极管)；
- (5) 电源电压不平衡时。

由于半导体换流器件的影响，变频器的输入电压和电流波形存在着畸变，即除了基波之外还存在着高次谐波。变频器功率因数的计算也不能像通常那样，用电网电源基波的电压和电流的余弦值表示，而必须用电源的有功和无功的比值来表示。变频器的功率因数因系统而异，在某些情况下它们可能很差，因此必须采取适当措施对其加以改善，以达到提高整个交流调速系统的运行效率的目的。

为了改善变频器的输入功率因数，可以在变频器输入端接入输入电抗器来减少高次谐波。而对于大容量变频器来说，有时也采用在变频器内部的整流电路和平滑电容之间接入直流电抗器的方法来代替输入电抗器。

虽然输入电抗器的容量选择和电源容量有较大关系，但在一般情况下可以按照在额定电压和额定电流条件下使电抗器上的电压降在2%~5%之间的原则进行选择。这时，综合功率因数一般可以改善至80%~85%。

当在同一电源系统中接有改善功率因数用的电容器时，变频器产生的电流的高次谐波成分流入电容器将使电容器电压上升，并可能产生不良影响。虽然在考虑高次谐波的影响时应该考虑电源系统本身的阻抗大小，但一般说来，只要电容器的容量满足下式，就不会出现问题。

改善功率因数用电容器容量 < 电源短路容量 / 200

此外，在考虑变频器产生的高次谐波对改善功率因数用电容器产生的不良影响时还应考虑电容器是否会出现过载。当有可能出现过载时，则应根据需要采取以下对策：

- (1) 和电容串联的形式接入电抗器；
- (2) 在变频器输入端接入输入电抗器，以减少高次谐波；
- (3) 重新考虑改善功率用电容器的位置。

## 2. 输出电抗器

使用输出电抗器的目的主要是为了降低变频器输出中存在的高次谐波的不良影响。它包括以下两方面的内容：

(1) 降低电动机噪声。在利用变频器进行调节控制时，由于高次谐波的影响，电动机产生的磁噪声和金属音噪声将大于采用电网电源直接驱动时。通常电动机的噪声为70~80dB，通过接入电抗器，可以将噪声降低5dB左右。

此外，在希望进一步降低电动机噪声时，则应该选用低噪声变频器。

(2) 降低输出高次谐波的不良影响。当负载电动机的阻抗比标准电机小时（例如：驱动高额电动机和8极电动机时，变频器的容量小于电动机的容量时，以及希望将变频器的起动转矩增加10%~20%时等），随着电动机电流的增加，有可能出现下述异常现象：

- 1) 由过电流造成的保护电路误动作；
- 2) 变频器进入限流动作以至于得不到足够大的转矩；
- 3) 转矩效率降低；

4) 电动机过热。

因此，在这些情况下，应该选用输出电抗器对变频器的输出进行平滑，以达到减少输出高次谐波产生不良影响。

### 3. 分类

电抗器主要有两种：

#### (1) 交流电抗器 AL

交流电抗器除了提高功率因数以外，还有以下功能：

- 1) 削弱由电源侧短暂的尖峰电压引起的冲击电流；
- 2) 削弱三相电源电压不平衡的影响。在只接交流电抗器的情况下可将功率因数提高到 0.85 以上。

表 1-4 常用交流电抗器的规格表

电动机容量/kW	30	37	45	55	75	90	110	132	160	200	220
允许电流/A	60	75	90	110	150	170	210	250	300	380	415
电感量/mH	0.32	0.26	0.21	0.18	0.13	0.11	0.09	0.08	0.06	0.05	0.05

#### (2) 直流电抗器 DL

表 1-5 常用直流电抗器的规格表

电动机容量/kW	30	37~55	75~90	110~132	160~220	220	280
允许电流/A	75	150	220	280	370	560	740
电感量/ $\mu$ H	600	300	200	140	110	70	55

直流电抗器可将功率因数提高到 0.9 以上。由于其体积较小，因此许多变频器已将直流电抗器直接装在变频器内。直流电抗器除了提高功率因数外，还可削弱在电源刚接通瞬间的冲击电流。如果同时配用交流电抗器和直流电抗器，则可将变频调速系统的功率因数提高至 0.95 以上。

## 1.6.5 EMC 滤波器 FIL

交流或者直流电抗器抑制了变频器对于电网以及电网对于变频器的大部分干扰，一般而言，输入侧电抗器总是需要的。除了这些干扰外，还有其他一些干扰。

有干扰就要采取对策，这些对策的目的是消除或者减小干扰的危害，而不一定要消除干扰本身。各种对策总是有一定代价的，因此，如果某些干扰对于具体工程不构成实际危

害则不必去管它。

### 1. 输入侧噪声滤波器

有了电抗器之后的输入电流里仍然剩余有谐波成分。如果要进一步抑制这些谐波成分，需要输入侧噪声滤波器。

输入侧噪声滤波器是由电容和电感组成的复合电路，它对谐波的滤除作用优于单纯的电抗器。如果需要加装滤波器，建议选择变频器厂家推荐的型号。输入侧噪声滤波器的安装位置是在变频器前，其他低压电器之后。如果装设了输入侧交流电抗器，则滤波器应该在电抗器之后。

加装了电抗器后，输入侧的干扰情况对于变频器自身工作一般已经没有妨碍了，有了电抗器之后，变频器对电网的谐波干扰也已经符合常规的电磁兼容标准 EMC，也即对于同样符合常规电磁兼容标准 EMC 的电子设备的工作应该没有危害了。它只在电网中连接有抗谐波干扰能力较差，因此对电磁兼容的要求很高的电子设备时选择。

在我国，电网的谐波治理水平偏低，变频器往往不是局部电网中惟一的谐波干扰源，因此，当电网中连接有电磁兼容要求特别高的设备时，在该设备前端装设滤波器的方法更加合理一些。

在上程实践中需要装设输入侧噪声滤波器的情况较少发生。

### 2. 输出侧噪声滤波器

针对输出侧高频载波干扰，可采取的对策有两类：一是减少和抑制高频载波的成分；二是阻断载波干扰的传播途径。加装输出侧噪声滤波器属于第一类对策，即减少载波成分的对策。

输出侧噪声滤波器通常由电感、电容和电阻组成复合电路，选择时建议选用变频器厂家推荐的型号规格。输出噪声滤波器的安装连接位置在变频器输出侧最靠近变频器的位置。

出于其中有电容元件，接线时一定要按照说明书的方向连接。如果把应该连接到电动机的端子接到了变频器侧，很可能会把其中的电容器并联到变频器输出端，变频器输出的方波调制电压会在电容器上激励出尖峰电流，可能损坏变频器或者滤波器。

同样的理由，使用变频器时不能在电动机上并联电容器来补偿功率因数，如果是原来并联了就地补偿电容器的改造工程，并联补偿电容器必须拆除。电动机的无功功率不能穿越中间直流回路，因此不会影响变频器网侧功率因数，只会影响到从变频器到电动机这一段电缆上的无功损耗。

与阻断载波干扰途径的对策比较，输出滤波器成本比较高，因此应该只在阻断方式难以发挥作用时采用。

从变频器到电动机是直接电缆连接，输出载波干扰会经过电缆直接进入电动机，这部分干扰是无法阻断的。直接传输干扰有几个主要危害：在电动机内产生高频噪声、在电动机内产生力矩脉动和附加发热、在输出电缆上产生分布电容接地电流、在输出电缆上因为高频集肤效应产生附加发热。

脉宽调制变频器的高频噪声音量很小，但频率高，有点刺耳。在本地噪声水平高的工业环境中这不是问题，在本地噪声低的环境中则需要考虑，例如居民区夜间运行的情况。尽量提高载波频率会进一步降低噪声，副作用是开关损耗增加，变频器输出功率应该降低，另外噪声会变得更加尖锐。当改变载波频率仍然不能满足要求时，输出侧噪声滤波器可以明显降低高频噪声水平。

载波电流引起的高频转矩脉动和电动机附加发热在多数情况下对于运行性能都不构成严重影响。对于稳态转速精度要求特别高的应用，输出噪声滤波器会对转矩脉动起到抑制作用，但能够在多大程度上改善运行性能则难以估计，因为转矩脉动不是影响稳态转速精度的唯一因素。

在输出电缆分布电容上产生的接地漏电流，在不超过规定标准时不会产生实际危害，当电缆分布电容比较大时，高频载波引起的接地电流可能超标，引起接地保护动作，使系统无法正常运行。这种情况可以将变频器尽量靠近电动机，缩短输出电缆长度以降低分布电容来解决。若无法通过这种方法解决，例如潜水泵的情况，则可考虑加设输出噪声滤波器。

由于集肤效应在电缆上产生的附加发热只需要电缆载流能力留出足够的裕量就能够解决了，校核电缆载流能力时，按照电动机额定电流的 1.2 倍考虑即可。实际工程中为减少电缆电压降，输出电缆载流能力通常有富裕，因此，这样校核的结果不一定导致加大电缆截面。实际工程中需要选择输出噪声滤波器的情况也并不多。

## 1.6.6 制动电阻

在采用了变频器的交流调速控制系统中，电动机的减速是通过降低变频器输出频率而实现的。当需要电动机以比自由减速更快的速度进行减速时，可以加快变频器输出频率的降低速率，使其输出频率对应的速度低于电动机的实际转速，对电动机进行再生制动。在

这种情况下，异步电动机将成为异步发电机，而负载的机械能将被转换为电能并被馈还给变频器。但是，当上述馈还能量过大时，变频器本身的过电压保护电路将会动作并切断变频器输出，使电动机处于自由减速状态，反而无法达到快速减速的目的。为了避免出现上述现象，使上述能量在直流中间回路的其他部分消耗，而不造成电压升高，在电压型变频器中通常采用图 1-4 所示的再生制动电路。在图 1-4 所示的再生制动回路中，当直流中间回路的电压上升到一定值时，制动三极管将会导通，使直流电压通过制动电阻放电，并将馈还给直流回路的能量以热能的形式消耗掉。

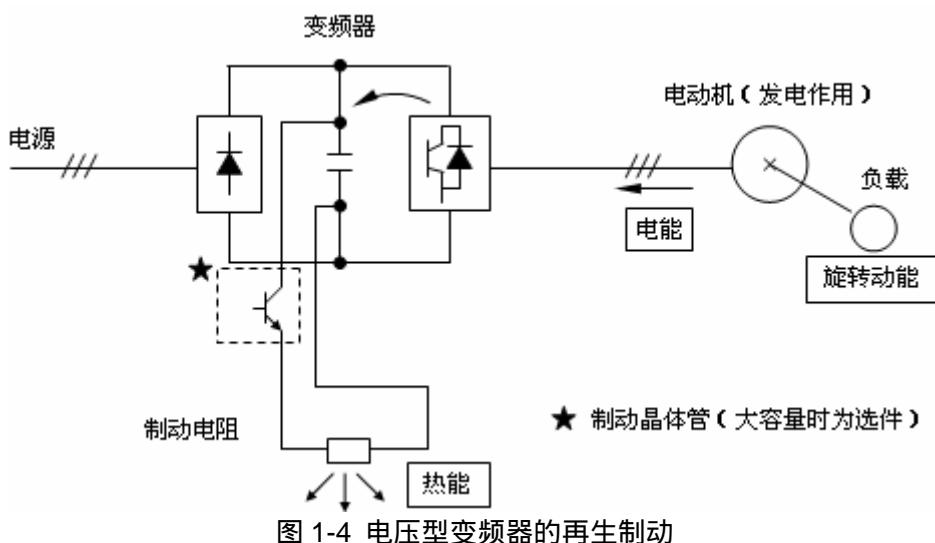


图 1-4 电压型变频器的再生制动

制动电阻的选择方法与步骤：

(1) 计算制动力矩。首先按式 (1-13) 计算制动转矩  $T_B$  ( $N\cdot m$ )

$$T_B = \frac{(J_M + J_L)(n_1 - n_2)}{9.55t_s} - T_L \quad (1-13)$$

式中  $J_M$  ——电动机转动惯量， $kg\cdot m^2$ ；

$J_L$  ——负载转动惯量（折算至电动机轴的） $kg\cdot m^2$ ；

$n_1$  ——减速开始速度， $r/min$ ；

$n_2$  ——减速完成速度， $r/min$ ；

$t_s$  ——减速时间， $s$ ；

$T_L$  ——负载转矩， $N\cdot m$ 。

(2) 计算制动电阻的阻值。在进行再生制动时，即使不加放电的制动电阻，电动机内部也会有 20% 的铜损被转换为制动转矩。考虑到这个因素，可以先按式 (1-14) 初步计算制动电阻的预选值。

$$R_{OB} = \frac{V_C^2}{0.1047(T_B - 0.2T_M)n_1} \quad (1-14)$$

式中  $V_C$  —— 直流电流电压，V；

$V_C = 380V$  (200V 级)；

$V_C = 760V$  (400V 级)；

$T_B$  —— 制动转矩， $N\cdot m$ ；

$T_M$  —— 电动机额定转矩， $N\cdot m$ ；

$n_1$  —— 减速开始速度， $r/min$ 。

若在式 (1-13) 中， $(T_B - 0.2T_M) < 0$  则没有必要加制动电阻。

如图 1-4 所示，放电电路由制动电阻和三极管组成。而电路电流的最大允许值则取决于三极管本身的允许电流  $I_C$ 。即制动电阻所能选择的最小值  $R_{min}$  为：

$$R_{min} = \frac{V_C}{I_C} \quad (1-15)$$

因此，制动电阻的阻值应由条件  $R_{min} < R_B < R_{OB}$  决定。

有时厂家也为自己的产品给出制动电阻最小值的参考值，可供用户在选择制动电阻时参考。

(3) 计算制动电阻的平均消耗功率  $P_{ro}$  (kw)。如前所述，电动机额定转矩的 20% 制动转矩由电动机内部损失产生，因此可按式 (1-16) 求得电动机制动时制动电阻上消耗的平均功率：

$$P_{ro} = 0.1047(T_B - 0.2T_M) \frac{n_1}{n_2} \times 10^{-3} \quad (1-16)$$

(4) 计算制动电阻的额定功率  $P_o$  (kw)。制动电阻的选择将根据电动机是否处于反复加减速模式而异。图 1-5 给出了减速模式，而图 1-6 则给出了通常作为制动电阻使用的一种电阻的功率增加率特性示意图。

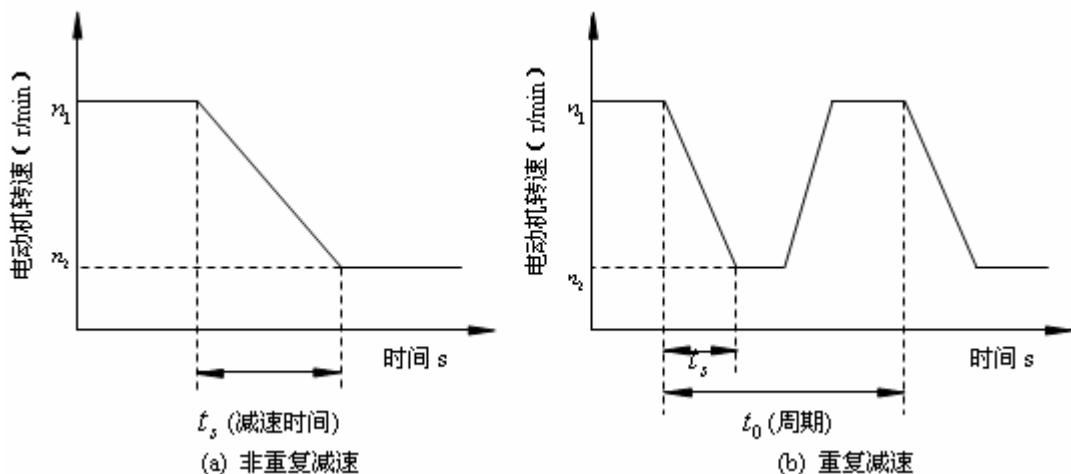


图 1-5 减速模式

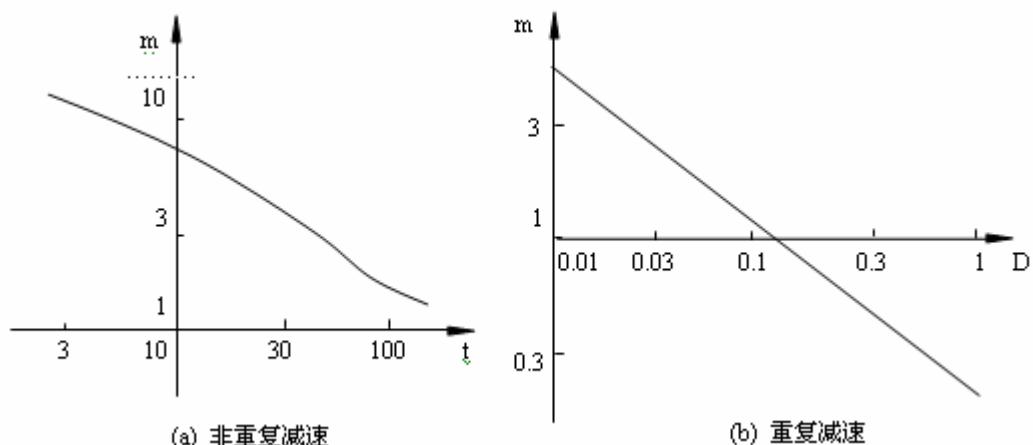


图 1-6 电阻的功率增加率

在选择制动电阻时应根据电动机的减速模式首先根据图 1-6 求出功率增加率  $m$ ，并利用前面求得的制动电阻的平均消耗功率  $P_{ro}$  决定制动电阻的额定功率  $P_o$ 。

$$P_o > \frac{P_{ro}}{m} \quad (1-17)$$

而实际的制动电阻则应根据上面求得的图 1-4 阻值和额定功率从市场上可以买到的电阻中选择。

### 1.6.7 过载继电器

普通电动机是以在电网电源下运行为前提而设计的，因此能够在电网电源驱动下进行长时间的连续运行。但是，当将这样的普通电动机改为由变频器驱动并进行连续运转时，由于变频器输出中高次谐波的影响，即使电动机以低于额定转速的速度运行而且电流在额定电流以下，单由风扇进行冷却也难以满足需要。尤其是当负载为恒转矩负载时，即使电动机的转速在额定转速以下，电动机的电流也基本上等于额定电流，所以与电网电源驱动相比，电机的温升变大，甚至会出现烧损电机的可能。所以当电动机连续工作在低速区域时，以电动机额定电流为基准而选定的保护用过载继电器并不能为电机提供保护，所以在决定过载继电器时应该加以注意。

一般来说目前的新型变频器部具有电子热保护功能，并不用要专门设置外部过载继电器为电动机提供保护。但是，在下述情况下则应该设置过载继电器，以达到为电动机提供保护的目的。

(1) 电动机容量在正常适用范围以外时。由于变频器的电子热保护功能的设计和参数设定都是以正常适用范围内的电动机为对象的，当对象电动机的容量在正常适用范围以外(例如，电动机的容量小于正常适用的电机的容量)时，无法利用根据标准设定所得到的电子热保护功能对电动机进行保护。因此，在这种情况下，为了为电动机提供可靠的保护，应该另外设置过载继电器。但是，如果变频器的电子热保护设定值可以在所需范围内进行调节，则可以省略过载继电器。

(2) 用一台变频器驱动多台电动机时。虽然通过电子热保护可以对负载电机进行热保护，但是为了为电动机提供可靠保护，应为每台电动机设置过载继电器。

此外，在上述情况下应同时使用变频器的“限制频率下限”的功能，以防止电动机以低于允许运行范围的频率运行。

## 第 2 章

# 第 2 章 变频器的控制方式

变频器的控制模式指的是针对频率、电压、磁通和电磁转矩等参数之间的配合关系，比较常用的控制模式有  $U/f$  控制模式和矢量控制模式两大类，其中在原理上最简单的是  $U/f$  模式。

电压与频率配合调整是变频调速的基本原理，电压与频率以函数关系共同变化是最容易想到的方法。它的主要目标是转速的调节，而交流电动机转速又主要与频率有关，因此在改变交流电动机输入频率的同时改变电动机的电压，并保持电动机磁通近似恒定，这样在保证电动机的效率、功率因数不下降的前提下，使电机保持在一个较宽的调速范围内。由于此种方式是控制电压（Voltage）与频率（Frequency）的比，故称为  $U/f$  控制。

$U/f$  控制属于转速开环控制方式，无需速度传感器，控制电路简单，负载可以是通用标准异步电动机，所以通用性强、经济性好，是目前变频器使用较多的一种控制模式。 $U/f$  恒定控制方式的思想是建立在异步电动机的静态数学模型基础上。因此动态性能指标不高，对于轧钢、造纸设备等对动态性能要求较高的应用，就必须得采用矢量控制变频器。

矢量控制是根据交流电动机的动态数学模型，利用坐标变换的手段，将交流电动机的定子电流分解成磁场分量电流和转矩分量电流，并分别加以控制，即模仿自然解耦的直流电动机的控制方式，对电动机的磁场和转矩分别加以控制，从而获得类似于直流调速系统的动态性能。

## 2.1 $U/f$ 控制模式

### 2.1.1 $U/f$ 控制原理

由电机学可知，异步电动机定子每相绕组感应电动势为式 (2-1)

$$E_1 = 4.44 f_1 N_1 K_{N1} \Phi_m \quad (2-1)$$

其中  $f_1$ ——定子频率；

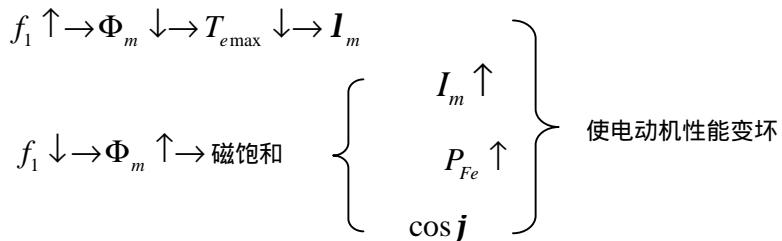
$N_1$ ——定子每相绕组匝数；

$K_{N1}$ ——绕组系数；

$\Phi_m$ ——主磁通。

由于感应电动势  $E_1$  是由定子绕组切割旋转磁通而产生的，无法从电动机外部进行直接控制，因此在一般情况下通过  $U_1 \approx E_1 = 4.44 f_1 N_1 K_{N1} \Phi_m$ ，通过控制定子电压  $U_1$  来控制电动机的相电势  $E_1$ 。在调频过程中，为保持主磁通  $\Phi_m$  不变，必须令  $U_1/f_1 = \text{常数}$  进行调压调频控制。

如果只调频率  $f_1$ ，而不调定子电压  $U_1$ ，则会使主磁  $\Phi_m$  变化，从而使电动机特性变坏，因此变频必须同时变压。例如，当电压  $U_1$  不变时，只改变频率  $f_1$ ，则



其中  $T_{e\max}$ ——电动机最大转矩；

$I_m$ ——过载能力；

$P_{Fe}$ ——铁耗；

$\cos j$ ——功率因数。

图 2-1 的异步电动机定子电压方程式为

$$\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + (R_1 + jX_1) \dot{I}_1 \quad (2-2)$$

所以在  $U_1/f_1 = \text{常数}$  控制的情况下进行调速时，随着频率的下降，电动机的临界转矩

和带负载能力（用有效转矩  $T_{\max}$  表示）也有所下降，如图 2-2 所示。

当频率  $f_1$  下降时，输入电压  $U_1$  随之下降。但在负载不变的情况下，电流  $I_1$  及其阻抗压降却基本不变，于是感应电动势  $E_1$  所占的比例必将减小。由式 (2-1) 知，磁通  $\Phi_m$  也必减小，结果是导致电动机的临界转矩也减小。因此，在低频时电压  $U_1$  必须进行补偿。

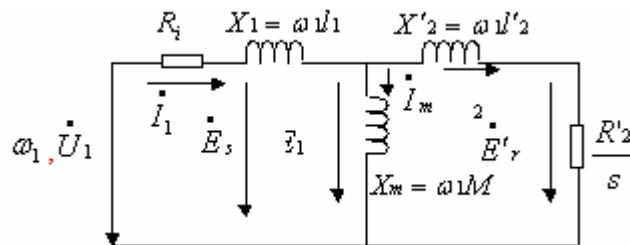


图 2-1 等效电路

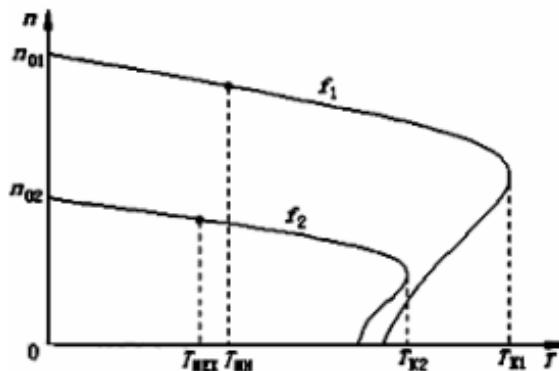


图 2-2 频率下降 ( $U/f=C$ ) 后的机械特性

### 2.1.2 $U/f$ 曲线的类型

#### 1. 基本 $U/f$ 线

在变频器的输出频率从  $0 \text{ Hz}$  上升到基本频率的过程中，输出电压从  $0 \text{ V}$  成正比地上升到最大输出电压  $U/f$  线，称为基本  $U/f$  线，比较典型的几种如图 2-3 所示。

图 2-3 (a) 所示，是我国工矿企业中用得最多的情形。当变频器的输出频率从  $0 \text{ Hz}$  上升到  $50 \text{ Hz}$  时，输出电压从  $0 \text{ V}$  成正比地上升到  $380 \text{ V}$ 。

图 2-3 (b) 所示，变频器的最大输出频率可以上升至  $100 \text{ Hz}$ 。

图 2-3 (c) 所示，当变频器的输出频率上升到  $50 \text{ Hz}$  时，输出电压只上升到  $220 \text{ V}$ ，

如果频率继续上升至  $86.5\text{ Hz}$  时，电压可达  $380\text{ V}$ 。

图 2-3 (d) 所示，是基本频率为  $60\text{ Hz}$ 、最大输出电压为  $380\text{ V}$  时的基本  $U/f$  线，在这种情况下，当频率为  $50\text{ Hz}$  时，输出电压只有  $317\text{ V}$ 。

基本  $U/f$  线的特征是

$$k_U = k_1 \quad (2-3)$$

$$k_U = U_X / U_N \quad (2-4)$$

$$k_f = f_X / f_N \quad (2-5)$$

式中  $k_U$  —— 电压调节比；

$k_f$  —— 频率调节比；

$f_X$  —— 变频器的输出频率， $\text{Hz}$ ；

$U_X$  —— 当变频器的输出频率为  $f_X$  时的输出电压， $\text{V}$ ；

$f_N$ 、 $U_N$  —— 电动机的额定频率与额定电压。

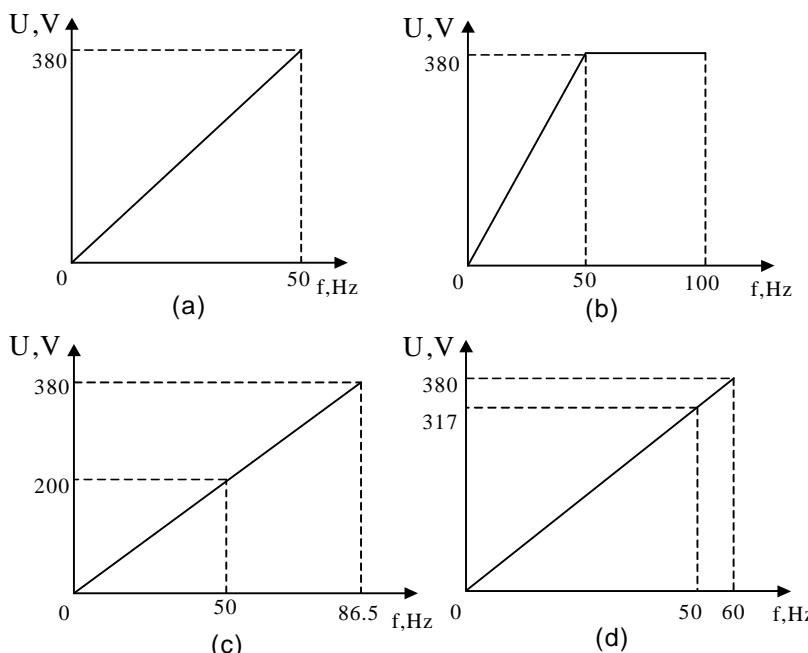


图 2-3 基本  $U/f$  线的几种类型

(a)  $380\text{ V}/50\text{ Hz}$ ；(b)  $380\text{ V}/50\text{~}100\text{ Hz}$ ；(c)  $220\text{ V}/50\text{ Hz}$ ；(d)  $380\text{ V}/60\text{ Hz}$ ；

2. 其它类型的  $U/f$  曲线

## (1) 直线型

变频器在“恒转矩区”供用户选择的  $U/f$  线是许多条直线，如图 2-4 所示。对于二次方律负载，则专门提供了两条“低减  $U/f$  线”，如图中的 01 号曲线和 02 号曲线所示。

不同变频器对  $U/f$  线的预置方法略有差异，这里举出两种比较典型的例子：

- 1) 编号方式。变频器对所提供的  $U/f$  线从小到大编号。通常基本  $U/f$  线为 1 号，编号越大，补偿量也越大，用户可根据需要进行选择；
- 2) 起点补偿量预置方式。用户可直接预置  $f_X = 0$  时的补偿量  $U_c \%$ ，其定义是

$$U_c \% = \frac{U_c}{U_N} \times 100\% \quad (2-6)$$

式中： $U_c$  —— 起点补偿电压。

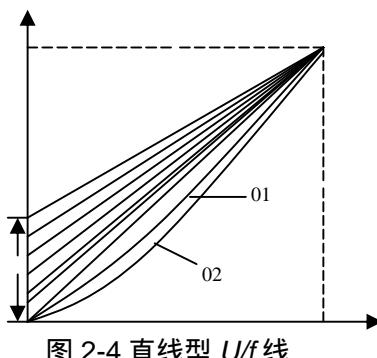


图 2-4 直线型  $U/f$  线

## (2) 折线型

经补偿后的  $U/f$  线为折线，如图 2-5 所示。预置方法有：

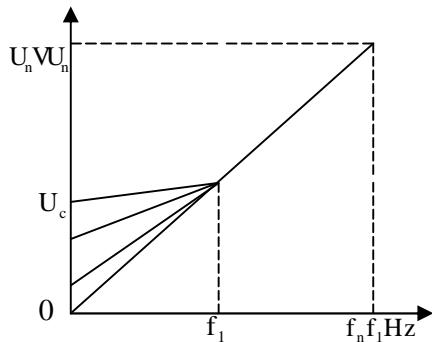


图 2-5 折线型  $U/f$  线

## 1) 起点补偿量预置型

起点补偿量  $U_C$  %；

转折频率  $f_1$ ，即转折点所在位置的频率。

## 2) 坐标预置型。用户可直接预置各转折点的坐标，如图所示；

3) 多段  $U/f$  线型。有的变频器可以将  $U/f$  线分成若干段，各段转折点的坐标可由用户根据负载的特点任意预置。多段  $U/f$  线也称为可编程  $U/f$  线。

## (3) 转矩的自动补偿

变频器可以根据负载电流的大小自动的调整电压的补偿量，常称为“自动转矩提升”功能。

变频器负载进行自动转矩补偿时，不同补偿程度的  $U/f$  线是互相平行的，如图 2-6 所示。

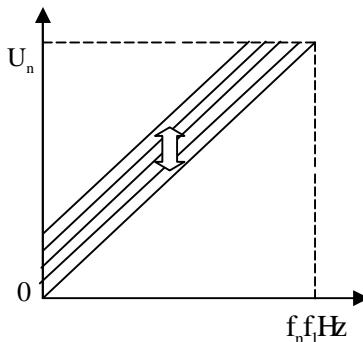


图 2-6 转矩自动补偿

采用自动转矩补偿功能的最大优点，是可以加大启动转矩。当启动电流为额定电流的 150% 时，启动转矩可达额定转矩的 200% 左右。在预置自动转矩补偿功能时，需注意以下事项：

- 1) 采用自动转矩补偿功能后，在变频器内部，需要不断的进行检测、比较、判断和执行等程序，故拖动系统的动态响应能力较差。因此，对于负载变化较剧烈的情况，不宜采用此功能；
- 2) 当电动机的基本频率超过额定频率时，变频器的运算可能发生较大偏差，故不宜采用此功能；
- 3) 当负载所要求的恒转矩运行范围较大时，拖动系统的运行可能不够稳定，不宜采用此功能。

## (4) 手动转矩补偿的预置要点

- 1) 开始时可将补偿量预置的小一些，如果带负载困难，则逐渐加大补偿量，直至能够带动负载为止。
- 2) 如果补偿量预置的较大，则应观察拖动系统在负载最轻时的电流大小。如电流过大，说明磁路饱和严重，应适当降低补偿量。
- 3) 在带负载困难的情况下，应考虑加大传动比相结合的方法。

## 2.2 矢量控制模式

*U/f* 控制模式是在磁通近似恒定的前提下，以开环方式进行的频率控制，稳态运行时依靠转速差产生电磁转矩与负载转矩的自然平衡，因此存在一个与负载转矩和频率提升速度相关的转速偏差和动态延迟。对于一般的、多数的应用，这种偏差与延迟是可以接受的，如风机、泵类机械的节能运转及生产流水线的工作台传动等。有的应用对转速精度有要求，可以通过速度闭环控制来减小或消除稳态转速偏差。但对于轧钢、造纸设备等对动态性能要求较高的应用，根据自动控制原理可知，仅有速度闭环控制是不够的。要想提高系统的动态响应速度，增强抗干扰性能，按照电力拖动基本运动方程，就是使加速度按需要准确地变化，这也意味着需要对电磁转矩进行快速而准确地控制。

众所周知，晶闸管供电的直流电动机双闭环调速系统具有优良的静、动态调速特性，其根本原因在于作为控制对象的他励直流电动机电磁转矩能够容易而灵活地进行控制。作为变频调速系统的控制对象——交流电动机是否可以模仿直流电动机转矩控制规律而加以控制呢？

1971 年德国学者 Blaschke 等人首先提出了矢量变换控制 ( Transvector control ) 实现了这种控制思想。它是设法模拟直流电动机的控制特点对交流电动机进行控制。根据电机学原理可知，调速的关键是转矩控制，直流电动机之所以调速性能好的根本原因就在于它的转矩容易控制。直流电动机的转矩表达式为： $T = C_M \Phi I_a$  可以分别控制电枢电流  $I_a$  和磁通  $\Phi_m$  两个参数，它们之间互成直角坐标正交关系，且为两个独立变量，可以分别进行调节，在电路上互不影响。交流异步电动机的转矩表达式为： $T = C_M \Phi_m I_2 \cos j_2$ ，式中转子阻抗角  $j_2 = \arctg x_2 / r_2$ 。异步电动机的转矩与转子电流  $I_2$ 、气隙有效磁通  $\Phi_m$  有关，且与转速（转差率  $s$ ）有关， $I_2$  与  $\Phi_m$  两个参数既不成直角又不是独立变量，转矩的这种复杂关系使异步电动机难于控制。而矢量变换控制成功地解决了交流电动机电磁转矩的有效控制同

直流调速系统一样，实现了交流电动机的磁通和转矩分别独立控制，从而使交流电动机变频调速系统具有了直流调速系统的全部优点。

自 20 世纪 70 年代至今，矢量控制理论及应用技术经历了三十多年的发展和实践，形成了当今在工业生产中得到普遍应用的高性能交流调速系统。

### 2.2.1 矢量控制的基本思想

在变频器调速技术成熟之前，直流电动机的调速特性被公认为是最好的，如图 2-7 所示。究其原因，直流电动机优异的调速性能是具备了如下三个条件：

1. 磁极固定在定子机座上，在空间能产生一个稳定直流磁场。
2. 电枢绕组是固定在转子铁心槽里，在空间能产生一个稳定的电枢磁势，并且电枢磁势总是能保持与磁场相垂直，产生转矩最有效。电枢磁势与磁场保持垂直主要靠换向器作用使电枢电流在  $N$  极和  $S$  极下方发生变化，并采用补偿绕组防止电枢反应使磁场扭歪，以及碳刷位置安装的正确。
3. 励磁电流与电枢电流在各自回路中，分别可调、可控。

下面分析三相异步电动机的情况：

1. 定子通三相正弦对称交流电时产生一个随着时间、空间都在变化的旋转磁场。
2. 转子磁势和旋转磁场之间不存在垂直关系。
3. 异步电动机转子是短路的，只能在定子方面调节电流，组成定子电流的两个部分——励磁电流和转矩电流都在变化，存在非线性关系，因此对这两部分电流不可能分别调节和控制。

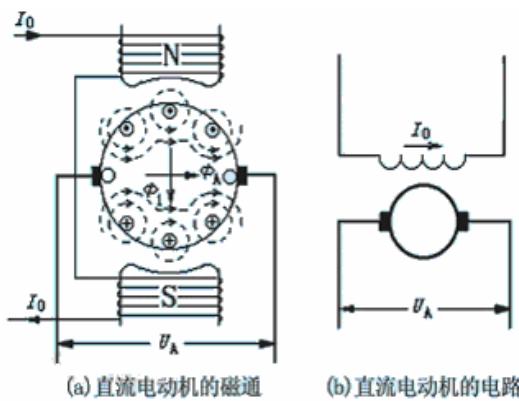


图 2-7 直流电动机原理图

可见异步电动机之所以调速性能差，就是它不具备直流电动机优异调速性能的三个条件，如果在控制上想办法能达到那些要求，那么它的调速性能也一定是优异的。

三相异步电动机在空间上产生的是旋转磁场，如果要模拟直流电动机的电枢磁势与磁场垂直，并且电枢磁势大小和磁场强弱分别可调，可设想如图 2-8 所示的异步电动机  $M$ 、 $T$  两相绕组模型。该模型有两个互相垂直的绕组， $M$  绕组和  $T$  绕组以角频率  $\omega_s$  在空间旋转。 $M$ 、 $T$  绕组分别通以直流电流  $i_M$  和  $i_T$ 。 $i_M$  在  $M$  绕组轴线方向产生磁场， $i_M$  称励磁电流，调节  $i_M$  大小可以调节磁场强弱。 $i_T$  在  $T$  绕组轴线方向产生磁势，这个磁势总与磁场同步旋转，而且与磁场方向垂直，调节  $i_T$  大小可以在磁场不变时改变转矩大小， $i_T$  称转矩电流。 $i_M$  和  $i_T$  分别属于  $M$ 、 $T$  绕组，因此分别可调、可控。异步电动机如果按照  $M$ 、 $T$  两相绕组模型运行就可以满足直流电动机调速性能好的三个条件。

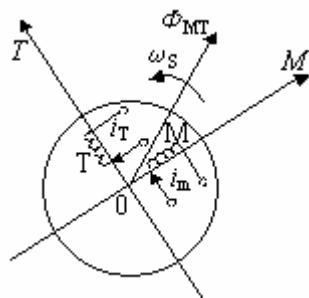


图 2-8 异步电动机等效的旋转直流绕组模型

根据电机学原理知道异步电动机的三相静止对称定子绕组中，通入对称三相正弦交流电流  $i_A$ 、 $i_B$ 、 $i_C$  时，则形成三相基波合成旋转磁动势，并由它建立相应的旋转磁场  $f_{ABC}$ ，如图 2-9 (a) 所示，其旋转角速度等于定子电流的角频率  $\omega_s$ 。然而，产生旋转磁场不一定非要三相绕组不可，除单相以外任意的多相对称绕组，通入多相对称正弦电流，均能产生旋转磁场，如图 2-9(b) 所示的异步电动机，具有位置互差  $90^\circ$  的两相静止定子绕组  $a$ 、 $b$ ，当通入两相对称正弦电流  $i_a$ 、 $i_b$  时，也可以产生旋转磁场  $\Phi_{ab}$ 。如果这个旋转磁场的大小、转速及转向与图 2-9 (a) 所示三相交流绕组所产生的旋转磁场完全相同，则可认为图 2-9 (a) 和图 2-9 (b) 所示的两套交流绕组等效。

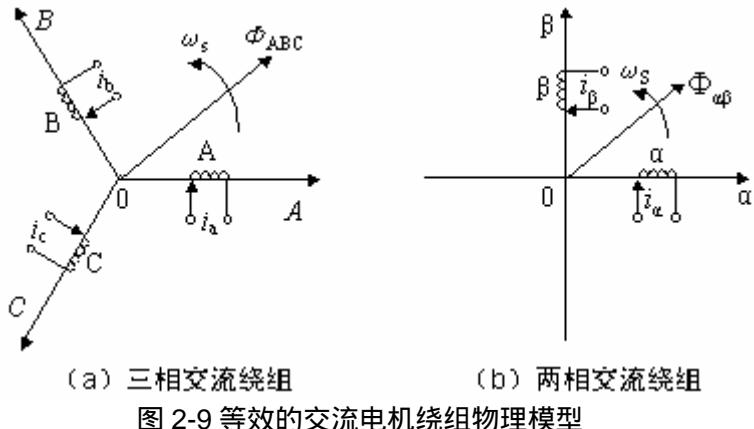


图 2-9 等效的交流电机绕组物理模型

由此可知，处于三相静止坐标系的三相固定对称交流绕组，以产生同样的旋转磁场为准则，可以等效为静止两相直角坐标系的两相对称固定交流绕组，并可知三相交流绕组中的三相对称正弦交流电流  $i_A$ 、 $i_B$ 、 $i_C$  与二相对称正弦交流电流  $i_a$ 、 $i_b$  之间必存在着固定的变换关系。

旋转矢量控制的思路就是要把三相异步电动机等效为两相  $a$ 、 $b$  静止系统模型，再经过旋转坐标变换为磁场方向与  $M$  轴方向一致的同步旋转的两相  $M$ 、 $T$  模型。其中电流矢量  $i$  是一个空间矢量，它实际上代表三相电机产生的合成磁势，是沿空间做正弦分布的量，不同于在电路中电流随时间按正弦变化的时间相量。电流矢量分解为与  $M$  轴平行的产生磁场的分量——励磁电流  $i_M$  和与  $T$  轴平行的产生转矩的分量——转矩电流  $i_T$ 。前者可理解为励磁磁势，后者可理解为电枢磁势。通过控制  $i_M$ 、 $i_T$  大小也就是电流矢量  $i$  的幅值和方向 ( $M$ 、 $T$  坐标系统中的  $b$  角) 去等效地控制三相电流  $i_A$ 、 $i_B$ 、 $i_C$  的瞬时值，这样只要调节电机的磁场与转矩就可达到调速的目的。

设  $\Phi_{MT}$  为  $M$  绕组和  $T$  绕组分别通入直流电流  $i_M$  和  $i_T$  时产生的合成磁通，且在空间固定不动。如果人为地使这两个绕组旋转起来，则  $\Phi_{MT}$  也自然地随着旋转。当观察者站在  $M$  -  $T$  绕组上与其一起旋转，在它看来，仍是两个通入直流电流的固定绕组。若使  $\Phi_{MT}$  的大小、转速和转向与图 2-9 (b) 所示二相交流绕组所产生的旋转磁场  $\Phi_{ab}$  及图 2-9 (a) 所示三相交流绕组产生的旋转磁场  $f_{ABC}$  相同，则  $M$  -  $T$  直流绕组与  $a$  -  $b$  交流绕组及与  $A$  -  $B$  -  $C$  交流绕组等效。显而易见，使固定的  $M$  -  $T$  绕组旋转起来，只不过是一种物理概念上的假设，然而，实际上这种旋转的实现，可以通过矢量坐标变换的方法完成。在旋转磁场等效的原则下， $a$  -  $b$  交流绕组等效为  $M$  -  $T$  直流绕组，这时  $a$  -  $b$  交流绕组中的交

流电流  $i_a$ 、 $i_b$  与  $M$ - $T$  直流绕组中的直流电流  $i_M$ 、 $i_T$  之间也必然存在着固定的变换关系。

电流矢量在  $a$ 、 $b$  坐标系为  $i_a$ 、 $i_b$ ，换算到以  $\omega_s$  角频率旋转的  $M$ 、 $T$  坐标系为  $i_M$ 、 $i_T$  时有下列关系：

$$\begin{cases} i_M = i_a \cos q + i_b \sin q \\ i_T = i_b \cos q - i_a \sin q \end{cases} \quad (2-7)$$

其中  $q$  为  $M$ 、 $T$  坐标相对于  $a$ 、 $b$  坐标旋转的角度。

这样要调节磁场确定  $i_M$  值，要调节转矩确定  $i_T$  值，通过变换运算就可知道三相电流  $i_A$ 、 $i_B$ 、 $i_C$  的大小，控制  $i_A$ 、 $i_B$ 、 $i_C$  也就达到预想的目的，如图 2-10 所示，即达到控制转矩 ( $i_T$ ) 和控制磁场 ( $i_M$ ) 的目的。

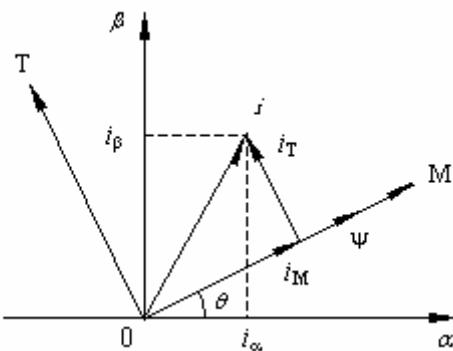


图 2-10  $a$ 、 $b$  坐标与  $M$ 、 $T$  坐标系统

由于是矢量控制也就是说不仅控制电流幅值大小，而且考虑方向体现在  $i_M$ 、 $i_T$  分配比例是确定的，这就与以往的调速办法不同。如变压变频 (VVVF) 的调速方法是属于标量控制，必然要经过较长时间调节才能达到稳定运行。矢量控制的主要特点是动态响应快，使交流电机的调速性能有本质上的提高。

## 2.2.2 转子磁场定向的矢量控制

旋转矢量控制技术的关键在于通过旋转坐标变换使转子磁链与旋转坐标  $M$  轴重合，也叫磁场定向。电流矢量分为励磁电流分量和转矩电流分量，分别控制磁场和转矩，其动态响应比标量控制方法优越是毫无疑问的。磁场定向不仅限于转子磁链定向，也可以用合成

气隙磁势以及定子磁链定向。目前最常用的是按转子磁场定向的矢量控制方案，如图 2-11 所示。按转子全磁链矢量  $\mathbf{y}_r$  定向，就是将  $M$  轴取向于  $\mathbf{y}_r$  轴。

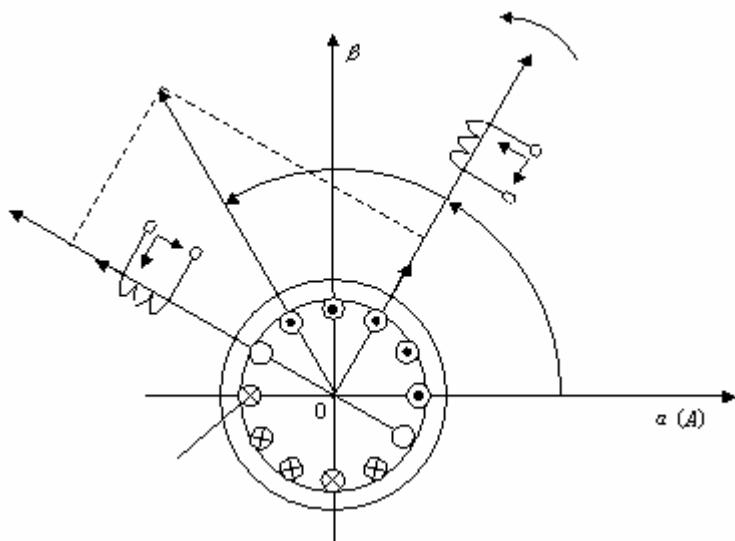


图 2-11 转子磁场定向模型

按转子磁链（磁通）定向的三相异步电动机数学模型如下：

### 1. 电压方程

由图 2-11 中可以看出，由于  $M$  轴取向于转子全磁链  $\mathbf{y}_r$  轴， $T$  轴垂直于  $M$  轴，从而使  $\mathbf{y}_r$  在  $T$  轴上的分量为零，表明了转子全磁链  $\mathbf{y}_r$  唯一由  $M$  轴绕组中电流所产生，可知定子电流矢量  $\mathbf{i}_s$  ( $F_s$ ) 在  $M$  轴上的分量  $i_{sM}$  是纯励磁电流分量；在  $T$  轴上的分量  $i_{sT}$  是纯转矩电流分量； $\mathbf{y}_r$  在  $M-T$  轴系上的分量可用方程表示为

$$\mathbf{y}_{rM} = \mathbf{y}_r = L_{md} i_{sM} + L_{rd} i_{rM} \quad (2-8)$$

$$\mathbf{y}_{rT} = 0 = L_{md} i_{sT} + L_{rd} i_{rT} \quad (2-9)$$

### 2. 转矩方程

三相异步电动机在  $M-T$  轴上的电磁转矩方程为：

$$T_{ei} = n_p L_{md} (i_{sT} i_{rM} - i_{sM} i_{rT}) \quad (2-10)$$

将式 (2-8) 式 (2-9) 代入式 (2-10) 中，得

$$T_{ei} = n_p L_{md} (i_{sT} i_{rM} - i_{sM} i_{rT})$$

$$\begin{aligned}
 &= n_p L_{md} \left[ i_{sT} i_{rM} - \frac{\mathbf{y}_r - L_{rd} i_{rM}}{L_{md}} \left( -\frac{L_{md}}{L_{rd}} i_{sT} \right) \right] \\
 &= n_p \frac{L_{md}}{L_{rd}} \mathbf{y}_r i_{sT} \\
 &= C_{IM} \mathbf{y}_r i_{sT}
 \end{aligned} \tag{2-11}$$

式中， $C_{IM} = n_p \frac{L_{md}}{L_{rd}}$  为转矩系数。

式 (2-11) 表明，在同步旋转坐标系上，如果按异步电动机转子磁链定向，则异步电动机的电磁转矩模型就与直流电动机的电磁转矩模型完全一样了。

而转子磁链  $\mathbf{y}_r$

$$\mathbf{y}_r = \frac{L_{md}}{T_r p + 1} i_{sM} \tag{2-12}$$

式中， $T_r = \frac{L_{rd}}{R_r}$

在转子磁链定向中，如能保持式 (2-12) 中的  $i_{sM}$  恒定，即保持  $\mathbf{y}_r$  恒定，则电磁转矩与定子电流矢量的转矩电流分量  $i_{sT}$  成正比。在旋转坐标系中，对电磁转矩的控制与对直流电动机的控制完全相类似。

### 3. 矢量控制的基本结构

通过矢量坐标变换和按转子磁链定向，最终得到三相异步电动机在同步旋转坐标系上的等效直流电动机模型。余下工作就是如何模仿直流电动机转速控制方法来设计三相异步电动机矢量控制系统的控制结构。

根据直流调速系统的转速控制原则，可设置转速调节  $ASR$  和磁链调节器  $AyR$ ，分别控制转速  $w$  和磁链  $\mathbf{y}_r$ ，形成转速闭环系统和磁链闭环系统。通过对磁链  $\mathbf{y}_r$  的闭环控制可实现  $\mathbf{y}_r = const = const$ ，使转矩只受转矩电流分量  $i_{sT}$  控制，从而在稳态时可消除转矩形成环节非线性因素影响。为了消除或降低励磁惯性对转矩  $T_{ei}$  的影响，即消除或降低两个子系统之间的动态耦合，可在转速闭环内设置有源校正环节。

模仿直流调速系统构造的三相异步电动机矢量控制系统的基本结构图如图 2-12 所示。

由图 2-12 可以看出，虚线框内部分中，反旋转变换  $VR^{-1}$  与电机内部的正旋转变换  $VR$  抵消， $2/3$  变换与电机内部  $3/2$  变换抵消。因此在设计控制器时，虚线框内矢量坐标部分可以，不必考虑。

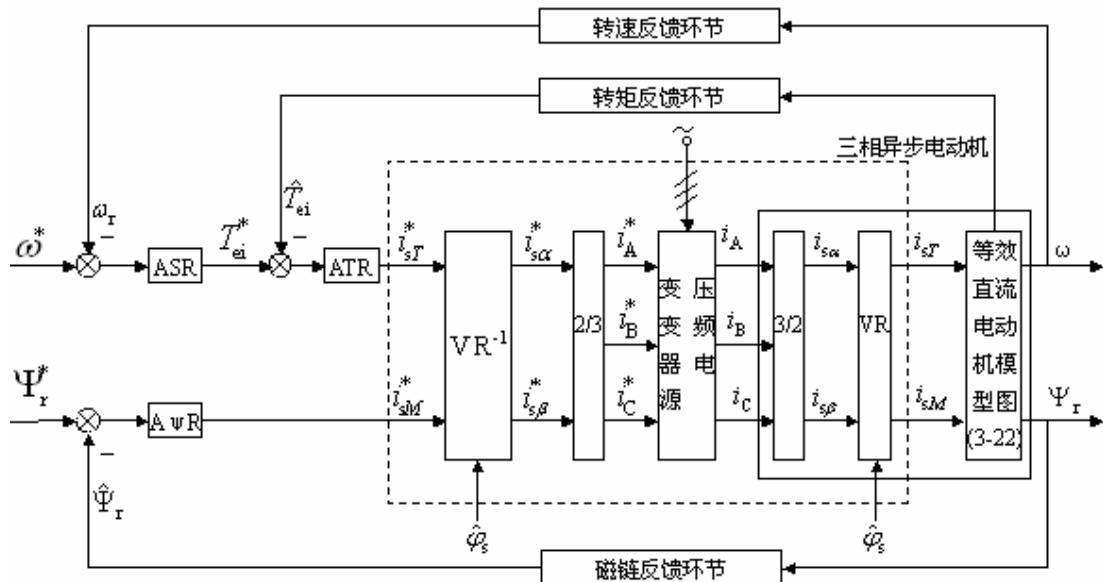


图 2-12 矢量控制系统结构图

# 第 3 章

---

## 第 3 章 PowerFlex4 系列变频器实验

### 3.1 PowerFlex 4 系列交流变频器简介

罗克韦尔自动化推出的 PowerFlex 4 系列交流变频器是 PowerFlex 变频器家族中尺寸最小且效率高的成员，它设计紧凑、节省空间，给用户提供了强大的电机转速控制能力。

PowerFlex4 系列变频器包括三种产品 PowerFlex4、PowerFlex40 和 PowerFlex400。它们是设备级速度控制的理想产品，提供多样性应用，满足了全球 OEM 和最终用户对于灵活性、节省空间和使用方便的要求。它们同样可以作为机械工具、风扇、水泵、传送机和物料处理系统中速度控制的廉价替代品。PowerFlex4、PowerFlex40 和 PowerFlex400 具有以下四个方面共性。

#### 1. 安装灵活

额定值为 4kW ( 5HP ) 以内的变频器可以使用 DIN 导轨进行方便的安装。面板安装同样提供了更多的灵活性。

Zero Stacking? 允许环境温度高达 40°，这样可以节省宝贵的面板空间。当环境温度为 50° 时，允许变频器间保留最小的空间。

#### 2. 简易的起动和运行

- 数字键盘有一个 4 位数字显示屏和 10 个外置的直观显示控制状态的 LED 指示灯。
- 键盘、控制键和本地电位计可以在机箱外操作，简化了起动过程。
- 10 个最常用的参数被分为一组以便快速、简便的起动。

#### 3. 灵活的编程和网络解决方案

集成的 RS-485 通讯使变频器可以在多分支网络中结构使用。串行通讯转换模块可以连接到任何具有支持 DF1 协议的控制器上。

DriveExplorer 和 DriveExecutive 软件可以被用于编程、监视和控制变频器。

NEMA 4X 远程和 NEMA 1 手持 LCD 键盘提供了更多编程能力和控制的灵活性。

#### 4. 优化性能

可拆卸的 MOV 接地用于不接地供电系统中时，可以提供简便的操作。

继电器预充电控制限制了浪涌电流。

内置制动电阻用于 0.75kW ( 1.0HP ) 和更大功率的设备，它提供了简单的低成本的动力制动能力。

可设定的 DIP 开关使接线更灵活，可设置 24V 直流灌入型或拉出型控制。

## 3.2 PowerFlex40 的应用

PowerFlex40 的设计结合了应用灵活和控制功能强的优点，以无速度传感器矢量控制和外置 I/O 能力为特征。除此之外，它还具有以下高级特性：

- 无速度传感器矢量控制在很宽的速度范围内扩展了高转矩输出，并适应于不同的电机特性。
- 可变的 PWM 允许变频器在低频下输出更大的电流。
- 具有 PID 能力的两个模拟量输入通道增加了应用的灵活性。
- 计时器、计数器、基本逻辑和步序逻辑功能可减少硬件设计成本并简化控制方案。
- DeviceNet 通讯选择卡可以改善控制的性能。

### 3.2.1 PowerFlex40 变频器选型

PowerFlex40 变频器目录号说明，如图 3-1 所示。PowerFlex40 产品选型，如附录表 A-1 所示。

22A	-	A	1P5	N	1	1	4
变频器	破折号	电压额定值	额定值	机壳	操作面板	辐射级别	通讯槽
代码							代码 版本
22A PowerFlex4							4 RS485
22B PowerFlex40		代码 电压 相位				代码 额定值	
		V 120V AC 1				0 无滤波	
		A 240V AC 1				1 数字 EMI 滤波 (只	
		B 240V AC 3				适用于 200-240V，	
		D 480V AC 3				1 相)	
				代码 接口模块			
				1 固定键盘			
代码				代码 机壳			
				N 面板安装-IP ( NEMA 敞开式 )			
③380V-480V				③100V-120V 输入或 200V-240V 输入			
代码 Amps KW ( HP )				代码 Amps KW ( HP )			
1P4 1.4 0.4 ( 0.5 )				1P5 1.5 0.2 ( 0.25 )			
2P3 2.3 0.75 ( 1.0 )				2P3 2.3 0.4 ( 0.5 )			
4P0 4.0 1.5 ( 2.0 )				4P5 4.5 0.75 ( 1.0 )			
6P0 6.0 2.2 ( 3.0 )				5P0 5.0 0.75 ( 1.0 )			
8P7 8.7 3.7 ( 5.0 )				6P0 6.0 1.1 ( 1.5 )			
010 10.5 4.0 ( 5.0 )				8P0 8.0 1.5 ( 2.0 )			
012 12 5.5 ( 7.5 )				012 12 2.2 ( 3.0 )			
017 17 7.5 ( 10.0 )				017 17.5 3.7 ( 5.0 )			
				0.24 24 5.5 ( 7.5 )			

图 3-1 PowerFlex40 变频器目录号说明

### 3.2.2 PowerFlex40 硬件接线

PowerFlex40变频器的控制端子接线方式如图3-2所示，各端子说明如表3-1所示：

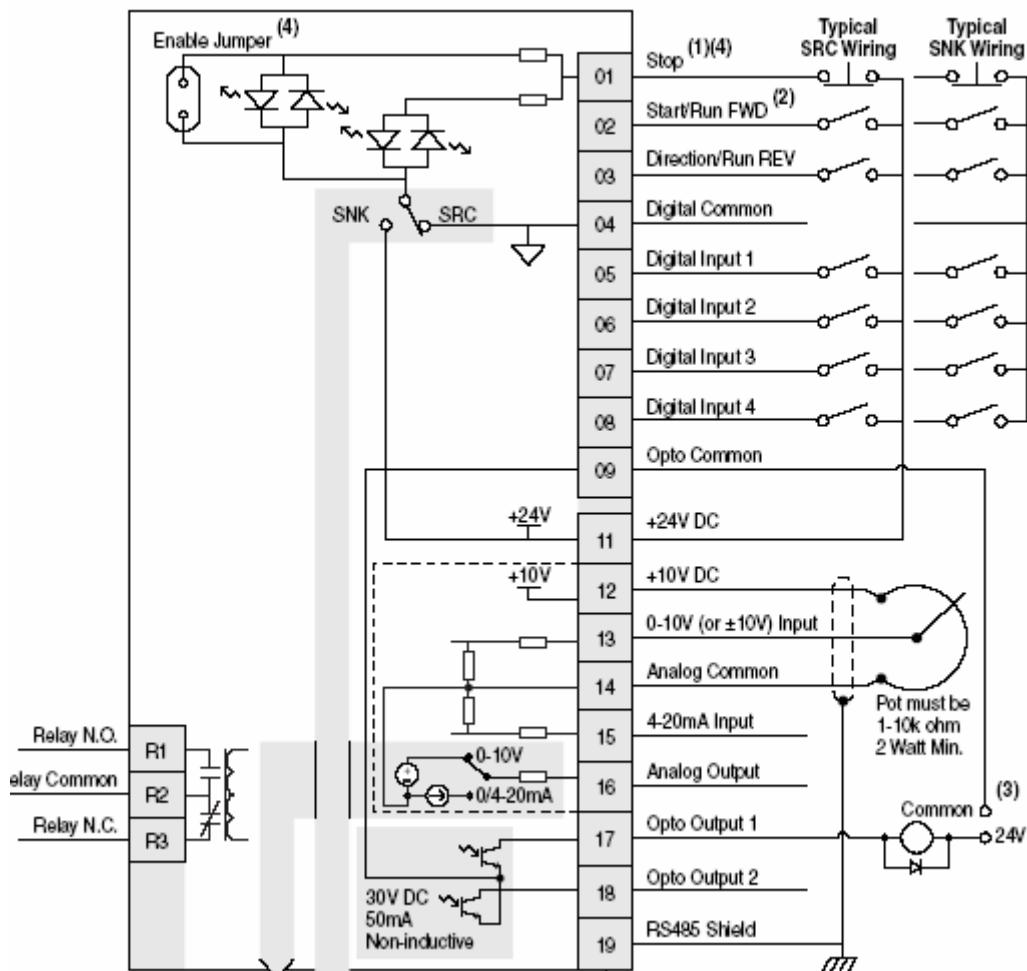


图3-2 控制端子接线图

在电机起动前，用户必须检查控制端子接线：

1. 检查并确认所有输入都连接到正确的端子且很安全。
2. 检查并确认所有的数字量控制电源是24V。
3. 检查并确认灌入(SNK)/拉出(SRC)DIP开关被设置与用户控制接线方式相匹配。

注意：缺省状态DIP开关为拉出(SRC)状态。I/O端子01(停止)和11(+24VDC)短接以允许从键盘起动。如果控制接线方式改为灌入(SNK)，该短接线必须从I/O端子01和11间去掉，并安装到I/O端子01和04之间。

表3-1 控制I/O端子

序号	信号名称	缺省值	说明	相关参数
R1	常开继电器	故障	输出继电器常开点	A055[Relay Out Sel]
R2	继电器公共端	-	输出继电器公共端	
R3	常闭继电器	故障	输出继电器常闭点	A055[Relay Out Sel]
模拟量输出选择DIP开关		0-10V	设置模拟量输出为电压或电流，必须与A065[Analog Out Sel]相匹配	
灌入/拉出DIP开关		拉出(SRC)	通过DIP开关设置，输入端子可接成灌入(SNK)或拉出(SRC)方式	
01	停止	惯性	电机起动前，必须有一常闭输入点	P036[Start Source]
02	起动/正转	未激活	缺省状态下，命令来自内置键盘	P036, P037[Stop Mode]
03	方向/反转	未激活		P036, P037 A095[Reverse Disable]
04	数字量公共端	-	用于数字量输入	
05	数字量输入1	预设频率值	通过A051[Digital In1 Sel]设定	
06	数字量输入2	预设频率值	通过A052[Digital In2 Sel]设定	
07	数字量输入3	本地	通过A053[Digital In3 Sel]设定	
08	数字量输入4	慢进正转	通过A054[Digital In4 Sel]设定	
09	光耦公共端	-	用于光电耦合输出端。	
11	+24V DC	-	变频器为数字量输入供电，最大输出电流100mA	
12	+10V DC	-	变频器为外部电位计提供0-10V，最大输出电流15mA	
13	±10V输入	未激活	用于外部0-10V(单极性)或±10V(双极性)输入供电	P038[Speed Reference] A051-A054 A123[10V Bipolar Enbl] A132[PID Ref Select]
14	模拟量公共端	-	用于0-10V或4-20mA输入	
15	4-20mA输入	未激活	用于外部4-20mA输入供电	P038, A051-A054, A132
16	模拟量输出	输出频率0-10	缺省模拟量输出值为0-10V要转换为电流值，改变模拟量选择开关为0-20mA	A065[Analog Out Sel] A066[Analog Out High]
17	光耦输出1	电机运行	由A058[Opto Out1 Sel]设定	A059[Opto Out1 Level] A064[Opto Out Logic]
18	光耦输出2	到达频率	由A061[Opto Out2 Sel]设定	A062[Opto Out2 Level] A064[Opto Out Logic]
19	RS-485(DSI)屏蔽	-	终端必须连接到安全地-PE	

### 3.2.3 PowerFlex40 内置键盘操作

PowerFlex40 内置键盘的外观如图 3-3 所示，菜单说明如表 3-2 所示，各 LED 和按键指示如表 3-3，表 3-4 所示。

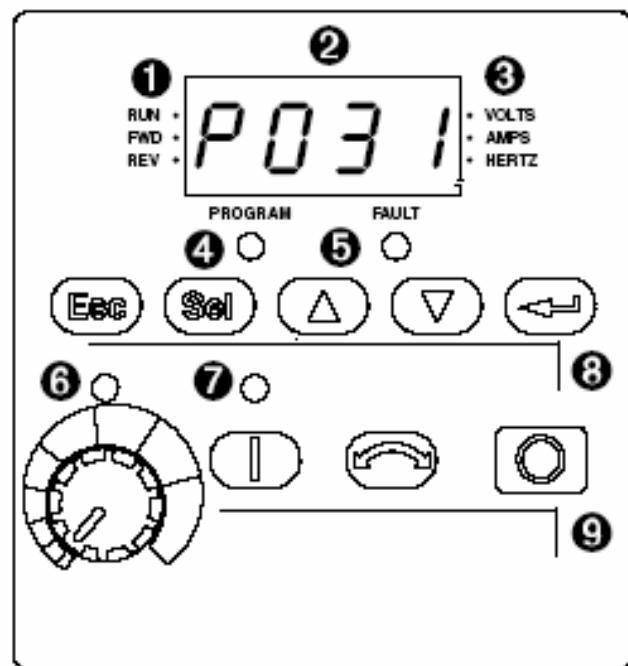


图 3-3 PoweFlex40 内置键盘外观

表 3-2 菜单说明

菜单	说明
<b>d</b>	显示组（只能查看） 包括通常要查看的变频器运行状况
<b>P</b>	基本编程组 包括大多数常用的可编程功能
<b>R</b>	高级编程组 包括其余的可编程功能
<b>F</b>	故障指示 包括特殊故障情况的代码 只有当故障发生时才显示

表3-3 各指示灯说明

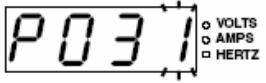
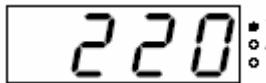
编号	LED	LED状态	说明
1	运行/方向状态	固体红	标识变频器正在运行和命令的电机方向。
		闪烁红	变频器接受命令正在改变方向。
2	符号显示	固体红	标识参数号，参数值，或故障代码。
		闪烁红	单个数字闪烁标识该数字可被编辑。所有数字闪烁标识故障。
3	显示单位	固体红	标识当前显示参数的单位。
4	编程状态	固体红	标识参数值可以被修改。
5	故障状态	闪烁红	标识变频器故障。
6	电位计状态	固体绿	标识内置键盘上的电位计处于激活状态。
7	起动键状态	固体绿	标识内置键盘上的起动键处于激活状态。

表3-4 各按键说明

编号	图示	名称	说明
8		退出	在编程菜单中后退一步。取消参数值的改变并退出编程模式。
		选定	在编程菜单中进一步。在查看参数值时，可选择参数数字。
		上下箭头	在组内和参数中滚动。增加/减少闪烁的数字值。
		进入	在编程菜单中进一步。保存改变后的参数值。
9		电位计	用于控制变频器的转速。缺省值为激活。
		起动	用于起动变频器。缺省值为激活。
		反转	用于反转变频器方向。缺省值为激活。
		停止	用于停止变频器或清除故障。该键一直激活。

熟悉内置键盘各部分含义后，通过表3-5了解如何查看和编辑变频器的参数。

表3-5 查看和编辑变频器参数

步骤	按键	显示实例
1. 当变频器上电后，用户上次选择显示组参数闪烁显示。然后为显示该参数当前值。		
2. 按下 Esc 键，显示上电后的显示组参数。参数号闪烁。		
3. 再次按下 Esc 键进入参数组菜单。		
4. 按下向上或向下箭头在组菜单中滚动( d,P 和 A )。	 or 	
5. 按下 Enter 或选择键进入参数组。该组上次查看的参数最右侧数字将闪烁。	 or 	
6. 按下向上或向下箭头在组内参数中滚动。	 or 	
7. 按下 Enter 或选择键来查看参数值。如果用户不想编辑参数值，按下 Esc 键返回。	 or 	
8. 按下 Enter 或选择键进入编程模式来编辑参数值。此时，Program LED 指示灯表示该参数是否可被编辑。	 or 	
9. 按下向上箭头或向下箭头来修改参数值。达到期望值后，按选择键修改下一位。	 or 	
10. 按下 Esc 取消修改。 或者按下 Enter 键保存修改。	 	
11. 按下 Esc 返回到参数列表。连续按下 Esc 退出参数菜单。		

### 3.2.4 PowerFlex40 设备级控制实验

PowerFlex40 支持更为廉价的设备级控制，包括计时器和计数器功能、基于布尔逻辑控制数字输出的基本逻辑功能、步序逻辑功能等。这些功能可广泛应用于搅拌机、装填机以及包装机、码垛机等场合。

#### 1. 计时器和计数器实验

PowerFlex40 自带计时器和计数器功能，数字输入基于计时、计数功能控制数字输出，如图 3-4 所示。其计数上限为 9999，计时上限为 9999 秒。



图 3-4 计数器和计时器功能

#### (1) 计数器实验

假设 PowerFlex40 应用于以下实例：

- 光眼（数字量输入 1）用于计算传送线上的包装箱数量
- 计数值一旦到 5，机械臂将 5 个包装箱推到打包区
- 机械臂返回，并将计数器复位

实验步骤：

数字量输入和输出控制计数器功能。设置 A051[Digital In1 Sel]（数字量输入 1 选择）设为 19，“计数器输入”。

设置 A052[Digital2 In1 Sel]（数字量输入 2 选择）设为 21，“复位计数器”。

数字量输出（继电器和光耦类型）设置选择输出、定义预设值并指示何时达到该预设值。设置 A055[Relay Out Sel]（继电器输出选择）设为 17，“计数器输出”。

设置 A056[Relay Out Level]（继电器输出等级）设为 5.0（计数）。

实验结果：

将 Digital In1 开关闭合，通过面板查看 d014[Dig In Status]（数字量输入状态）的最右

端位是否为 1。

查看参数 d025[Counter Status] (计数器状态) 是否计数。

重复开闭 Digital In1, d025[Counter Status] (计数器状态) 由 0 增加到 5, 此时 Relay 指示灯点亮, 表示输出继电器闭合。

将 Digital In2 开关闭合, 此时计数器复位, 同时将 d025[Counter Status] (计数器状态) 值清零。

## (2) 计时器实验

使用 PowerFlex40 的 Digital In1 (数字量输入 1) 开关, 控制输出继电器在计时 10 秒后闭合。

实验步骤:

数字量输入和输出控制计时器功能。设置 A051[Digital In1 Sel] (数字量输入 1 选择) 设为 18, “起动计时器”。

设置 A052[Digital In1 Sel] (数字量输入 2 选择) 设为 20, “复位计时器”。

数字量输出 (继电器和光耦类型) 设置选择输出、定义预设值并指示何时达到该预设值。设置 A055[Relay Out Sel] (继电器输出选择) 设为 16, “计时器输出”。

设置 A056[Relay Out Level] (继电器输出等级) 设为 10.0 秒。

实验结果:

将 Digital In1 开关闭合, 通过面板查看 d014[Dig In Status] (数字量输入状态) 的最右端位是否为 1。

查看参数 d026[Timer Status] (计时器状态) 是否开始计时。

参数 d026[Timer Status] (计时器状态) 至 10.0 秒, 此时 Relay 指示灯点亮, 表示输出继电器闭合。

将 Digital In2 开关闭合, 此时计时器复位, 同时将 d026[Timer Status] (计时器状态) 值清零。

## 2. 基本逻辑功能

PowerFlex40 自带基本逻辑控制功能, 如图 3-5 所示。它的两个数字量输入可被编程为“逻辑输入 1”和/或“逻辑输入 2”。根据一个或两个输入的逻辑功能 (AND,OR) 值编程数字量输出值。基本逻辑功能也可用于步序逻辑控制中。此功能适用于包装机、传送机和码垛机等场合。

实验步骤:

数字量输入和输出控制基本逻辑功能。设置 A051[Digital In1 Sel] (数字量输入 1 选择) 设为 23, “逻辑输入 1”。

设置 A052[Digital In1 Sel] (数字量输入 2 选择) 设为 24, “逻辑输入 2”。

数字量输出 (继电器和光耦类型) 设置选择输出、定义预设值并指示何时达到该预设值。设置 A055[Relay Out Sel] (继电器输出选择) 设为 13, “Logic 1&2”。

此时, Digital In1 和 Digital In2 为“逻辑与”关系, 将两开关闭合, Relay 指示灯点亮, 表示输出继电器闭合。否则, 输出继电器断开。

设置 A055[Relay Out Sel] (继电器输出选择) 设为 14, “Logic 1 or 2”。

此时，Digital In1 和 Digital In2 开关为“逻辑或”关系，将两开关断开，输出继电器断开。否则，输出继电器闭合。



图 3-5 基本逻辑控制功能

### 3. 步序逻辑功能

PowerFlex40 内置步序逻辑功能，如图 3-6 所示。通过对最多 8 个预设速度进行逻辑编程实现步序控制。每个步序可以通过编程，基于数字输入状态、特定时间来实现。根据已执行的各步骤也可控制数字量输出的状态。此功能适用于定位、往返运输物料车、机械工具以及批量处理等场合。

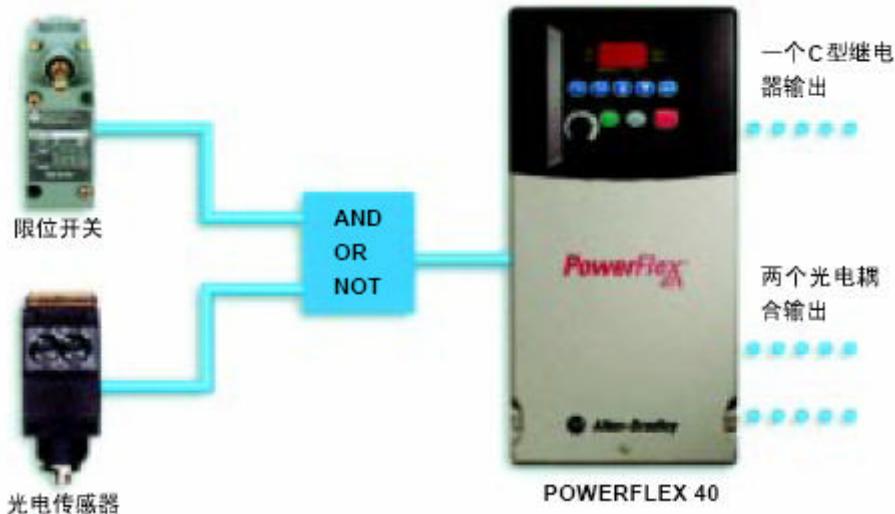


图 3-6 步序逻辑功能

## (1) 特定时间的步序逻辑功能

实验步骤：

设置参数 P038[Speed Reference] (速度参考值) 为 6 “ Stp Logic ” (步序逻辑控制)

设置参数 A140[Step Logic 0]—A147[Step Logic 7] (步序逻辑 7), 确定步序逻辑方式。Step Logic 以一个有效的起动命令开始顺序动作, 起始动作为 A140[Step Logic 0]。其参数设置方法参考图 3-7 及以下解释：

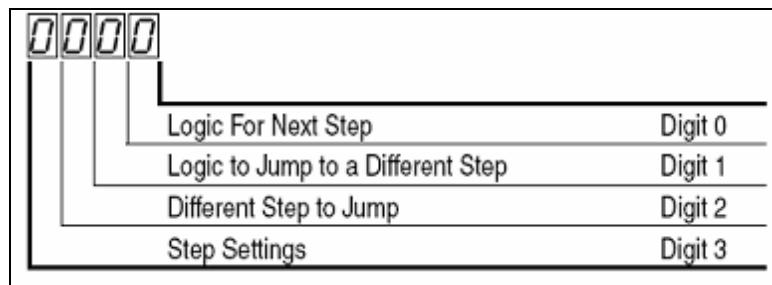


图 3-7 A140 参数说明

Digit 0：下步触发逻辑命令

该数据位定义了触发下步的逻辑命令。当外部条件符合程序设置时便进入下一步。从第 0 步依次至第 7 步。例如 Digit 0 设置为 3, 当 “Logic In2” 激活, 程序进入下一步。

Digit 1：跳转到不同步的逻辑命令

如果该位设置值不为 F, 那么当该条件满足, 程序将自动屏蔽 Digit 0, 并跳转到由 Digit 2 所定义的步序。当 Digit 1 所设定的条件满足, Digit 2 设置了跳转的下一步或中止程序。Digit0 和 Digit1 的设置代码如表 3-6 所示。

表 3-6 Digit0 和 Digit1 的设置代码

序号	描述
0	忽略步序(立即跳转)
1	到达步序逻辑时间 X, 进入下一步
2	如果 “Logic In1” 被激活, 则进入下一步
3	如果 “Logic In2” 被激活, 则进入下一步
4	如果 “Logic In1” 不被激活, 则进入下一步
5	如果 “Logic In2” 不被激活, 则进入下一步
6	如果 “Logic In1” 或 “Logic In2” 被激活, 则进入下一步
7	如果 “Logic In1” 且 “Logic In2” 被激活, 则进入下一步
8	如果 “Logic In1” 和 “Logic In2” 都不被激活, 则进入下一步
9	如果 “Logic In1” 被激活且 “Logic In2” 不被激活, 则进入下一步
A	如果 “Logic In2” 被激活且 “Logic In1” 不被激活, 则进入下一步
b	在经过步序逻辑时间 X 且 “Logic In1” 被激活时, 进入下一步

续表 3-6

序号	描述
C	在经过步序逻辑时间 X 且”Logic In2”被激活时,进入下一步
d	在经过步序逻辑时间 X 且”Logic In1”不被激活时,进入下一步
E	在经过步序逻辑时间 X 且”Logic In2”不被激活时,进入下一步
F	不跳转/忽略 Digit 2 的设置

Digit 2：跳转到不同步序。Digit 2 的设置代码如表 3-7 所示。

表 3-7 Digit 2 的设置代码

序号	描述
0	跳转到步序 0
1	跳转到步序 1
2	跳转到步序 2
3	跳转到步序 3
4	跳转到步序 4
5	跳转到步序 5
6	跳转到步序 6
7	跳转到步序 7
8	结束程序(正常停止)
9	结束程序(惯性停止)
A	结束程序并且出错(F2)

Digit 3：步序设置

该位定义了当前步序的加速/减速曲线、速度命令以及继电器输出等。Digit1 的设置代码如表 3-8 所示。

表 3-8 Digit1 的设置代码

所需设置	用户加减速参数	步序逻辑输出状态	命令方向
0	加速/减速 1	关闭	前向
1	加速/减速 1	关闭	反向
2	加速/减速 1	关闭	无输出
3	加速/减速 1	开启	前向
4	加速/减速 1	开启	反向
5	加速/减速 1	开启	无输出
6	加速/减速 2	关闭	前向
7	加速/减速 2	关闭	反向
8	加速/减速 2	关闭	无输出
9	加速/减速 2	开启	前向

## 第3章 PowerFlex4系列变频器实验

续表 3-8

所需设置	用户加减速参数	步序逻辑输出状态	命令方向
A	加速/减速 2	开启	反向
b	加速/减速 2	开启	无输出

给出 8 个步序的参数设置如表 3-9 所示。

表 3-9 步序参数设置

频率预设值参数	值	步序逻辑参数	值	逻辑时间参数	值
A070 [Preset Freq 0]	5.0	A140 [Stp Logic 0]	00F1	A150 [Stp Logic Time 0]	10.0
A071 [Preset Freq 1]	10.0	A141 [Stp Logic 1]	00F1	A151 [Stp Logic Time 1]	10.0
A072 [Preset Freq 2]	15.0	A142 [Stp Logic 2]	00F1	A152 [Stp Logic Time 2]	3.0
A073 [Preset Freq 3]	20.0	A143 [Stp Logic 3]	00F1	A153 [Stp Logic Time 3]	6.0
A074 [Preset Freq 4]	40.0	A144 [Stp Logic 4]	00F1	A154 [Stp Logic Time 4]	13.0
A075 [Preset Freq 5]	5.0	A145 [Stp Logic 5]	00F1	A155 [Stp Logic Time 5]	8.0
A076 [Preset Freq 6]	45.0	A146 [Stp Logic 6]	00F1	A156 [Stp Logic Time 6]	10.0
A077 [Preset Freq 7]	10.0	A147 [Stp Logic 7]	3811	A157 [Stp Logic Time 7]	8.0

通过参数 A070-A077[Preset Freq x]( 预设频率 x )设置表 3-9 中变频器的 8 个预设速度。

每步序的操作时间由参数 A150-A157[Stp Logic Time x] ( 步序逻辑时间 ) 设置。

设置 A055[Relay Out Sel] ( 继电器输出选择 ) 设为 15 , “ StpLogic Out ” ( 步序逻辑输出 )

以上参数设置完成后 , 打开起动开关 , 变频器将按图 3-8 所示曲线运行。

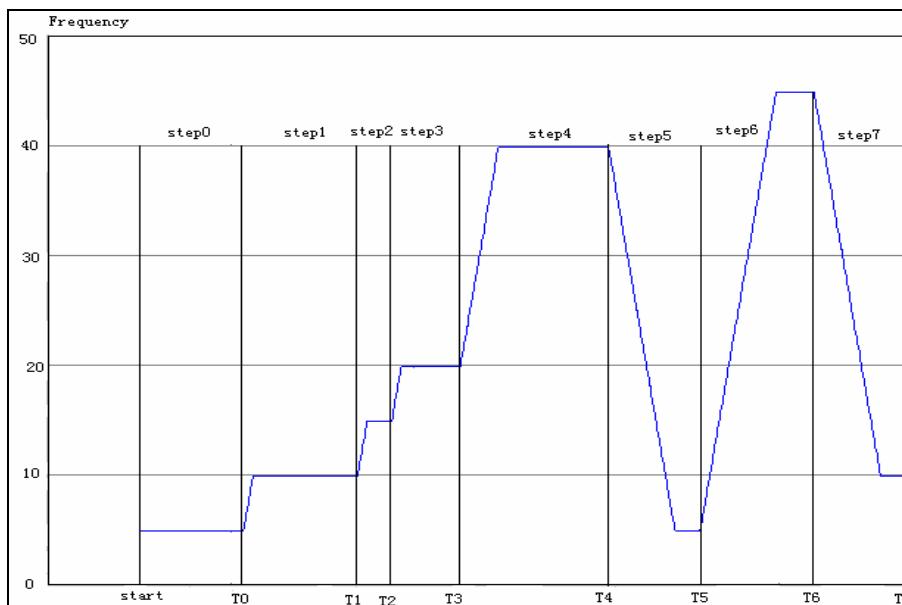


图 3-8 变频器运行曲线

所有步序运行结束后，输出继电器闭合，RELAY 指示灯点亮。

## (2) 基于基本逻辑功能的步序逻辑功能

通过组态数字量输入和数字量输出实现基本逻辑确定步序。逻辑输入 1 和逻辑输入 2 由编程参数 A051-A052[Digital Inx Sel]（数字量输入选择）设为 23，“Logic In1”（逻辑输入 1）或 24，“Logic In2”（逻辑输入 2）。

实验步骤：

设置参数 P038[Speed Reference]（速度参考值）为 6“Stp Logic”（步序逻辑控制）。

设置参数 A051[Digital In1 Sel] 为 23（逻辑输入 1）和参数 A052[Digital In2 Sel] 为 24（逻辑输入 2），这样就可以通过控制逻辑输入 1 和逻辑输入 2 的状态来控制步序逻辑。

设置参数 A140[Stp Logic 0]—A147[Stp Logic 7]，确定步序逻辑方式，如表 3-10 所示。

表 3-10 步序逻辑参数设置

步序逻辑参数	值	说明
A140 [Stp Logic 0]	00F2	Logic In1 为真，跳入下一步
A141 [Stp Logic 1]	00F3	Logic In2 为真，跳入下一步
A142 [Stp Logic 2]	00F4	Logic In1 为假，跳入下一步
A143 [Stp Logic 3]	00F5	Logic In2 为假，跳入下一步
A144 [Stp Logic 4]	00F6	Logic In1 或 Logic In2 为真，跳入下一步
A145 [Stp Logic 5]	00F7	Logic In1 和 Logic In2 为真，跳入下一步
A146 [Stp Logic 6]	00F8	Logic In1 和 Logic In2 为假，跳入下一步
A147 [Stp Logic 7]	00F2	Logic In1 为真，跳入下一步

通过参数 A070-A077[Preset Freq x]（预设频率 x）设置变频器的 8 个预设速度。本次设置与上一实验相同。

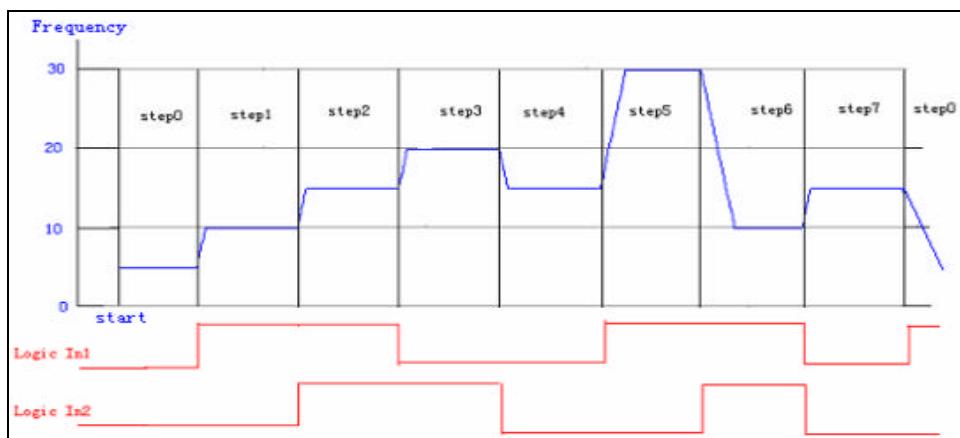


图 3-9 变频器运行曲线

以上参数设置完成后，打开起动开关，通过操作 Demo 箱上 Digital In1 和 Digital In2 开关，变频器将按图 3-9 所示曲线运行。

### 3.2.5 PowerFlex40的EtherNet/IP网络控制

实验主题：

- 创建一个ControlLogix项目
- 通过EtherNet/IP控制PowerFlex40变频器

实验步骤：

1. 变频器参数设置。将带有22-COMM-E适配器的PowerFlex40变频器上电，通过它的操作面板对其参数进行设置。为实现网络控制，将P36[Start Source]（起动源）设为5，即选择Comm Port（通讯端口给定）；将P38[Speed Reference]（速度给定）设为5，即选择Comm Port（通讯端口给定）。
2. RSLinx通讯组态。单击Start->Program->Rockwell Software->RSLinx->RSLinx，启动RSLinx，如图3-10所示。

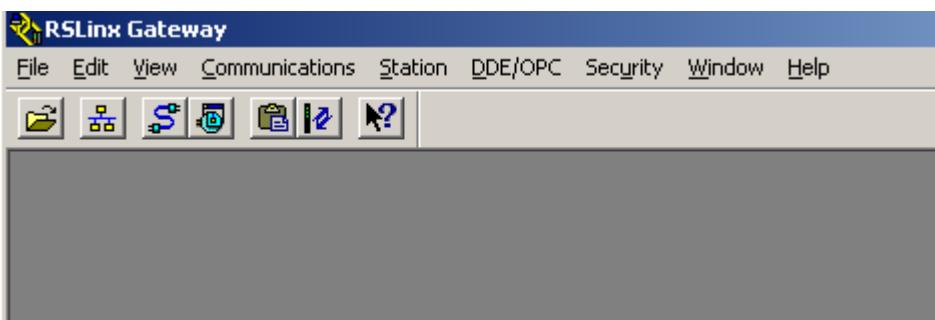


图3-10 RSLinx启动界面

3. 单击菜单栏 Communications->Configure Drivers... 或在工具条上单击 Configure Drivers（组态驱动），如图3-11所示。

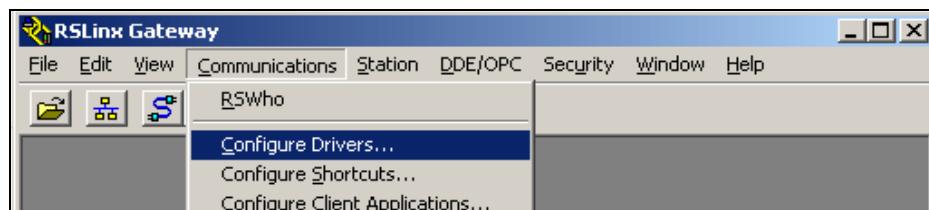


图3-11 组态驱动

4. 弹出标题为Configure Driver Types的窗口。单击Available Driver Types对话框中的下拉箭头，选择Ethernet devices，如图3-12所示。这些驱动是Allen-Bradley公司的产品在各种网络上的通讯卡的驱动程序，这些通讯卡的驱动程序保证了用户对网络的灵活选择和使用。可以根据设备的实际情况来选择适当的驱动程序，注意要和你使用的硬件类型相匹配。

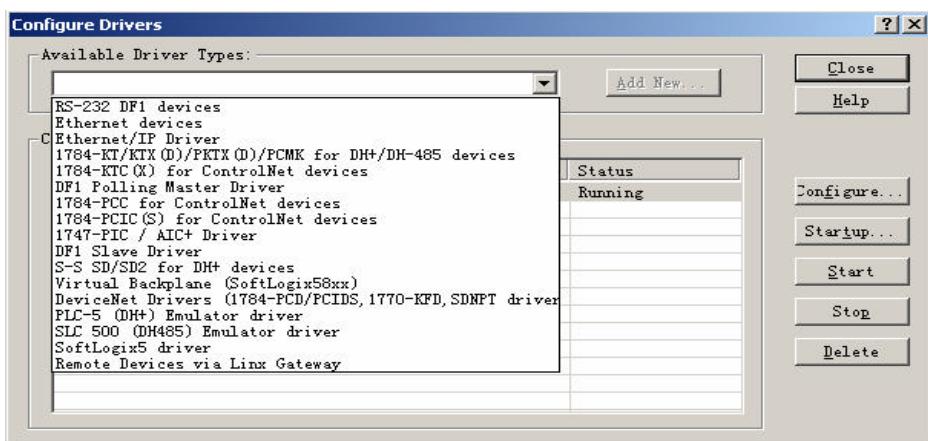


图 3-12 选择驱动组态类型

5. 单击 Add New 按钮，将弹出如图 3-13 所示窗口。



图 3-13 命名驱动

6. 单击 OK，会弹出如图 3-14 所示窗口，按照指导说明在 Station 的 Host Name 中输入的 IP 地址。PowerFlex40 IP 地址：192.168.1.56；1756-ENBT IP 地址：192.168.1.57。

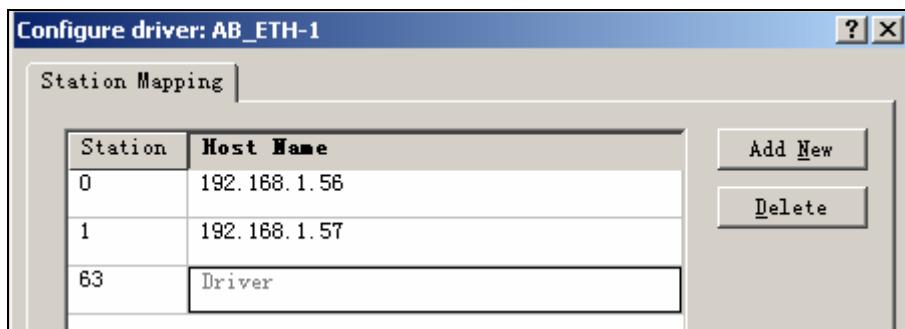


图 3-14 添加 IP 地址

7. 单击工具栏中本地连接的图标 ，检查计算机网卡的 IP 地址设置，并确认 IP address:192.168.1.XXX；Subnet mask:255,255,255,0；Default gateway:192.168.1.1，如有不同，请修改为上述配置，如图 3-15 所示。

## 第3章 PowerFlex4系列变频器实验

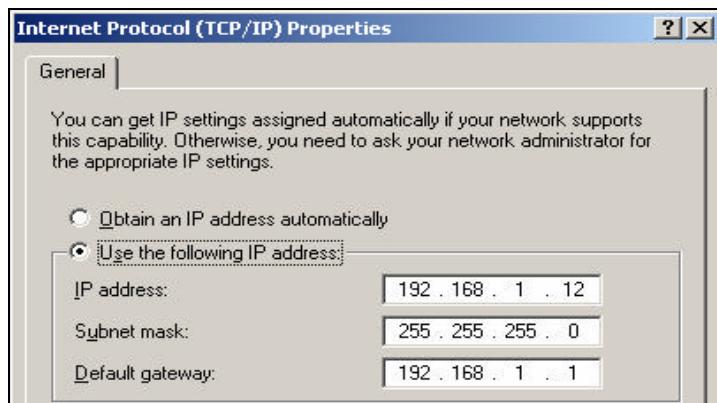


图 3-15 检查 IP 设置

8. 单击 OK，在 Configure Driver 窗口下的列表中出现 AB\_ETH-1 A-B Ethernet RUNNING 字样表示该驱动程序已经运行，如图 3-16 所示。

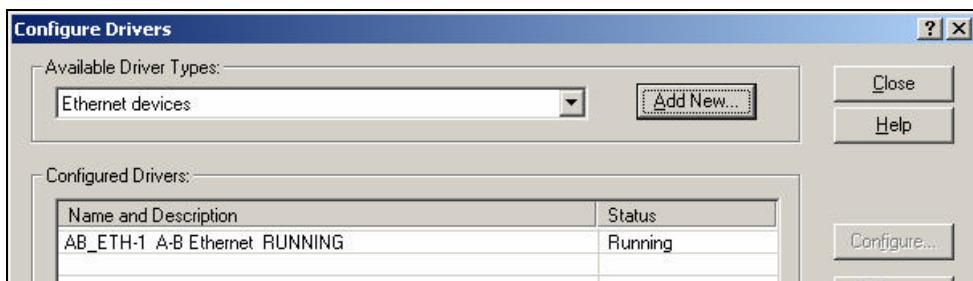


图 3-16 驱动程序已运行

9. 单击 Close 回到 RSLinx 初始界面，单击 Communications->RSWho，现在工作区左侧列表中多了 AB\_ETH-1 网络图标，选中右上角 Autobrowse 或单击 Refresh，如果驱动组态正常，单击该网络图标，会出现所配置好的设备的图标，如图 3-17 所示。

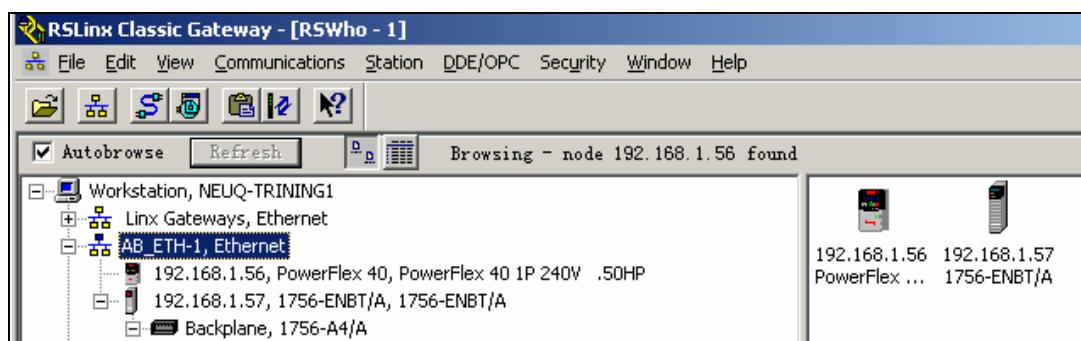


图 3-17 新组建的 Ethernet 网络

10. 接下来，进行 RSLogix5000 编程。双击桌面上  图标，打开 RSLogix5000 软件，

如图 3-18 所示。



图 3-18 RSLogix5000 启动界面

11. 单击 *File->New* 创建新项目。看到 *New Controller* (新建控制器项目) 界面。起始槽号为 0。直接观察 *ControlLogix Demo* 箱，确定 Logix5555 控制器所在槽位；也可以打开 *RSLinx* 软件，组态通讯，在 *RSWho* 中确定 Logix5555 控制器槽位，第二种方法显然更适用于操作员进行远程操作。配置好的画面如图 3-19 所示：

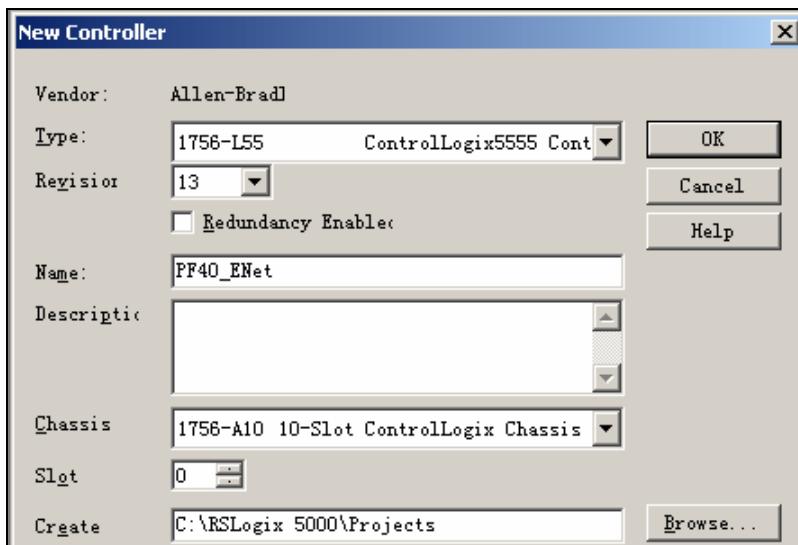


图 3-19 新建控制器对话框

单击 *OK*，现在已经创建了一个 ControlLogix 项目。此时还没有添加任何与项目相关的 I/O 模块，项目中也没有可执行的代码（如梯形图）。

12. 右键单击 I/O 组态文件夹，选择 *New Module* (添加新模块)，如图 3-20 所示。



图 3-20 添加新模块

13. 在选择模块类型对话框中，单击选定 1756-ENBT 模块。弹出该模块选择主要版本号对话框，如图 3-21 所示。

## 第3章 PowerFlex4系列变频器实验

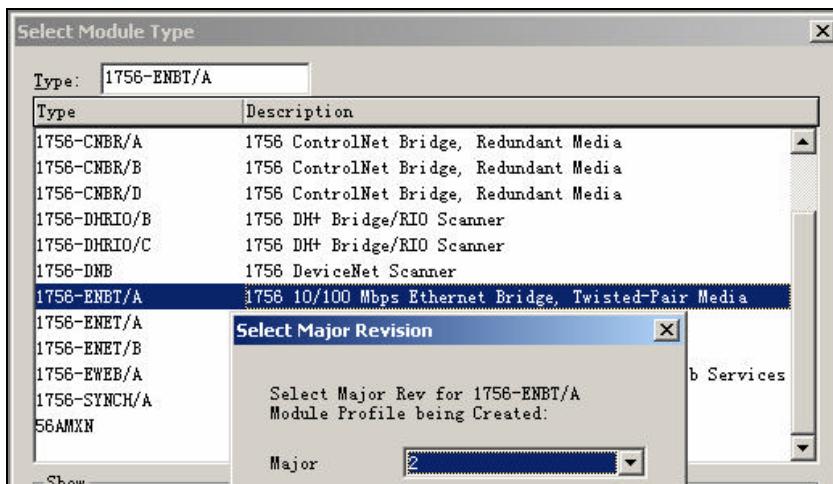


图 3-21 选择模块类型

14. 1756-ENBT 模块位于 1 号槽，IP 地址为 192.168.1.57，按照图 3-22 示内容填写，单击 Finish (完成)。

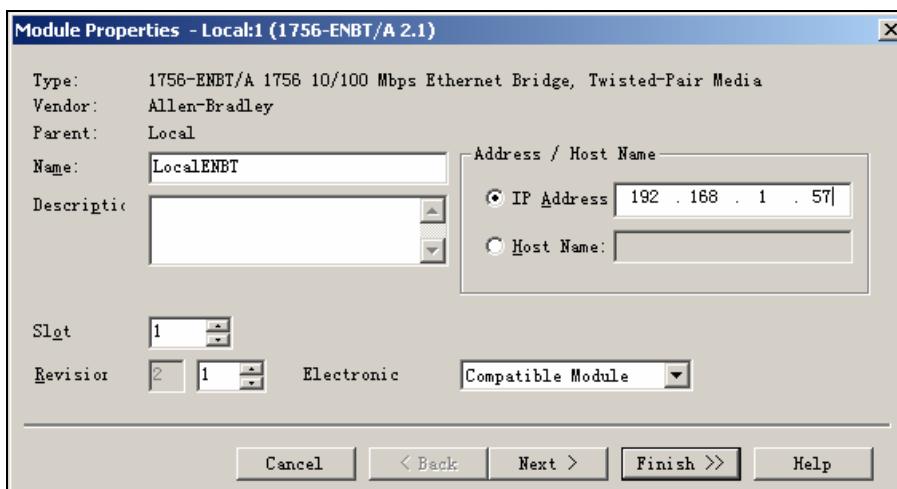


图 3-22 设置模块属性

15. 右键单击 1756-ENBT 模块，选择 New Module (添加新模块)，如图 3-23 所示。

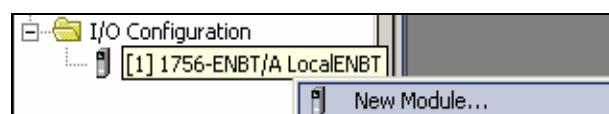


图 3-23 添加新模块

16. 因为 PowerFlex4 变频器通过 22-Comm-E 模块接入 EtherNet/IP 网络，在选择模块类型对话框中，单击选定 ETHERNET-MODULE 通用模块，如图 3-24 所示。

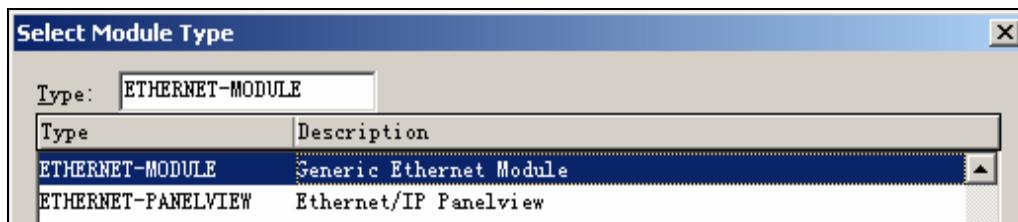


图 3-24 选择 ETHERNET-MODULE 模块

17. 2-Comm-E 的 IP 地址：192.168.1.56，且 Connection Parameters (连接参数) 设置如图 3-25 所示。

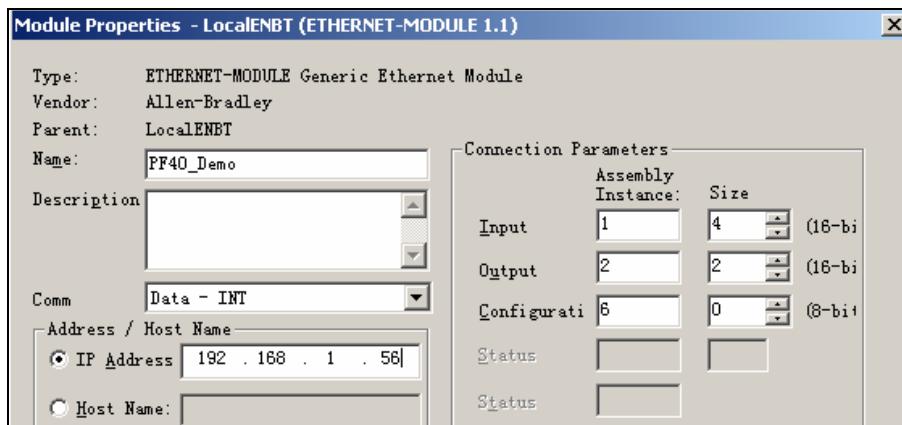


图 3-25 设置通用模块属性

18. 自动生成如图 3-26 所示数据结构体，I/O 映像具体含义如表 3-11，逻辑命令字含义如附录表 A-2。

Tag Name	Value	Force Mask	Style	Type
+PF40_Demo:C	(....)	(....)		AB:ETHERN...
-PF40_Demo:I	(....)	(....)		AB:ETHERN...
-PF40_Demo:I.Data	(....)	(....)	Decimal	INT[4]
+PF40_Demo:I.Data[0]	0		Decimal	INT
+PF40_Demo:I.Data[1]	0		Decimal	INT
+PF40_Demo:I.Data[2]	0		Decimal	INT
+PF40_Demo:I.Data[3]	0		Decimal	INT
-PF40_Demo:O	(....)	(....)		AB:ETHERN...
-PF40_Demo:O.Data	(....)	(....)	Decimal	INT[2]
+PF40_Demo:O.Data[0]	0		Decimal	INT

图 3-26 自动生成数据结构体

表 3-11 PF40 I/O 映像含义

输入字 (4个整型数据)	输出字 (2个整型数据)
PF40_Demo:I.Data[0] = ENBT Overhead	PF40_Demo:O.Data[0] = PF40 逻辑命令字
PF40_Demo:I.Data[1] = ENBT Overhead	PF40_Demo:O.Data[1] = PF40 速度参考字
PF40_Demo:I.Data[2] = PF40 逻辑状态字	
PF40_Demo:I.Data[3] = PF40 反馈字	

19. 将程序下载到 ControlLogix 控制器中，然后将 PowerFlex 结构体中 PF40\_Demo:O.Data[0].1 起动位置 1，并给定 PF40\_Demo:O.Data[1] 频率值，如图 3-26 所示。此时，变频器控制的电机开始旋转。

### 3.2.6 PowerFlex40 的 DeviceNet 网络控制

实验主题：

- 掌握 PowerFlex40 通过 22-Comm-D 接入 DeviceNet 网络
- 通过 RSNetworx for DeviceNet 软件组态 PowerFlex40
- 通过 RSNetworx for DeviceNet 软件组态 1756-DNB
- 编写程序，实现 Logix 控制器与 PowerFlex40 的显性信息通讯

硬件配置：

1. PowerFlex 40&400 变频器通过 22-COMM-D 适配器接入 DeviceNet 网络，如图 3-27 所示：

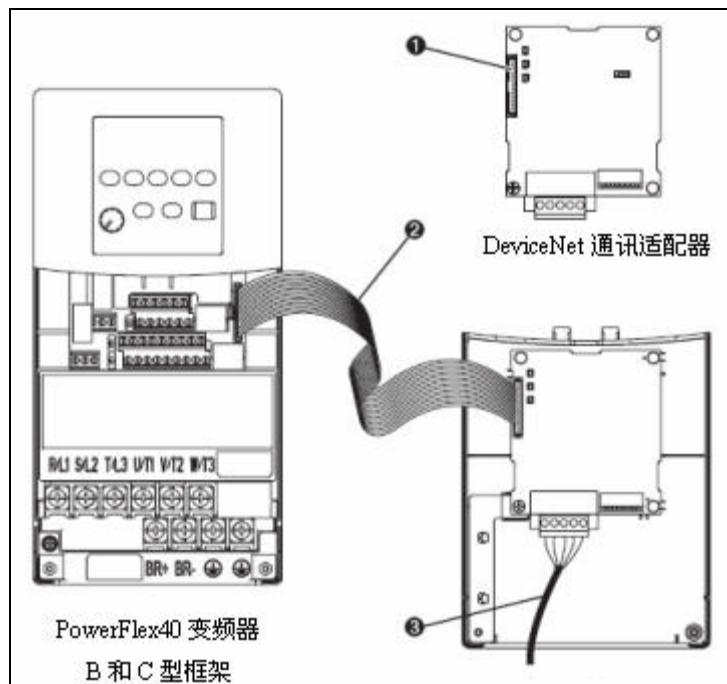


图 3-27 安装 22-COMM-D 通讯适配器

表 3-12 安装 22-COMM-D 通讯适配器说明

#	说明
	DSI 连接器
	15.24cm 内部接口电缆
	DeviceNet 电缆

2. 通过 22-COMM-D 通讯卡上 DIP 拨码开关设置节点地址和数据传送速率，设置规则如表 3-13 所示，并选择单变频器模式或多变频器模式。在此，节点地址设为 5，传送速

## 第3章 PowerFlex4系列变频器实验

率为 125kbps，单变频器工作模式。

表 3-13 设置规则

拨码开关	说明	缺省值	
SW1	节点地址最低位	1	节点号 63
SW2	节点地址位 1	1	
SW3	节点地址位 2	1	
SW4	节点地址位 3	1	
SW5	节点地址位 4	1	
SW6	节点地址最高位	1	
SW7	数据速率最低位	1	
SW8	数据速率最高位	1	自动检测速率

注意：如果所有的拨码开关都处于关状态（值为0），则节点地址由参数 2 [DN Addr Cfg]，通讯速率由参数4 [DN Rate Cfg] 设定。

实验步骤：

5. 变频器参数设置。将带有 22-COMM-D 适配器的 PowerFlex40 变频器上电，通过它的操作面板对其参数进行设置，在此，为实现网络控制，将 P36[Start Source]（起动源）设为 5，即选择 Comm Port（通讯端口给定）；将 P38[Speed Reference]（速度给定）设为 5，即选择 Comm Port（通讯端口给定）。

6. RSLinx 通讯网络组态。单击 Start->Program->Rockwell Software->RSLinx->RSLinx，起动 RSLinx，如图 3-28 所示。

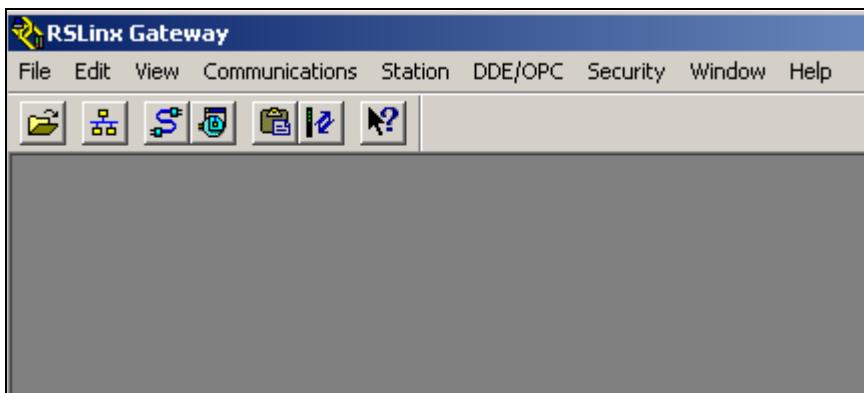


图 3-28 RSLinx 启动界面

7. 单击菜单栏 Communications->Configure Drivers... 或在工具条上单击 Configure Drivers（组态驱动），如图 3-29 所示。

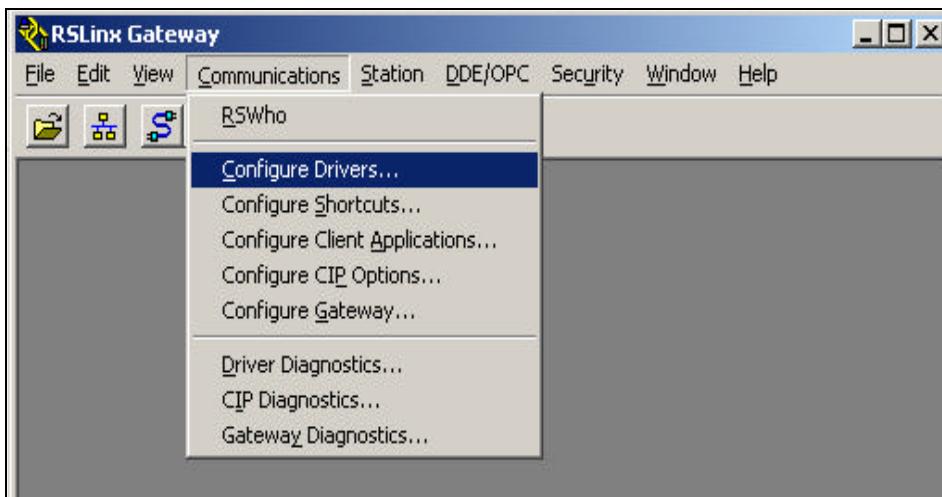


图 3-29 组态驱动

8. 弹出标题为 Configure Driver 的窗口。单击 Available Driver Types 对话框中的下拉箭头，选择 Ethernet devices，如图 3-30 所示。

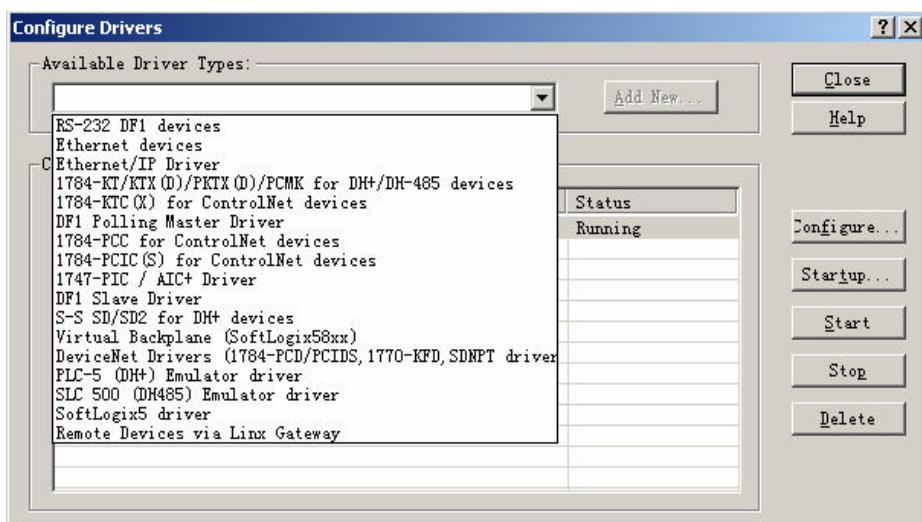


图 3-30 选择驱动组态类型

9. 单击 Close 回到 RSLinx 初始界面，单击 *Communications->RSWho*，并选中右上角 Autobrowse 或单击 Refresh，如果驱动组态正常，单击该网络图标，会出现所配置好的设备的图标，用户可通过 ControlLogix 背板的“透明”网关功能，访问 DeviceNet 网络上的设备，如图 3-31 所示。

## 第3章 PowerFlex4系列变频器实验

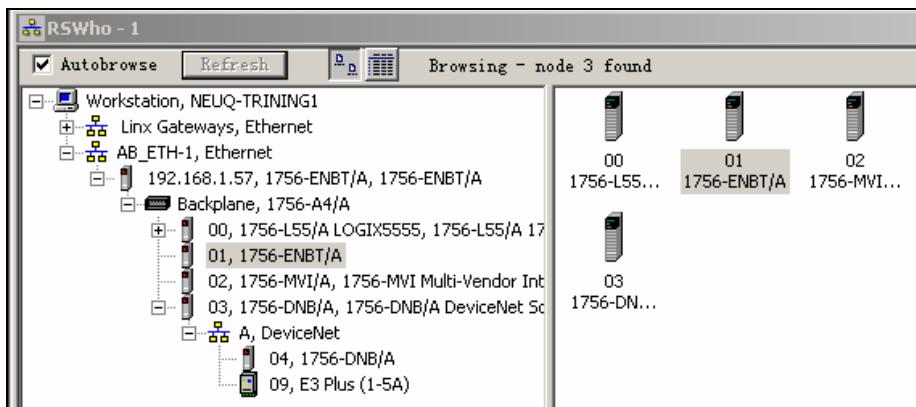


图 3-31 查看 DeviceNet 网络

10. *RSNetworx for DeviceNet* 网络组态。单击 *Start->Program->Rockwell Software->RSNetworx->RSNetworx for DeviceNet*，打开 RSNetworx for DeviceNet 软件。

11. 单击在线图标，弹出网络浏览器界面，选择访问 DeviceNet 网络的路径。在此我们选择 Ethernet 网络驱动，逐层展开后选择 DeviceNet 网络，然后单击 OK。

12. 此时，RSNetWrox 开始扫描网络。RSNetWrox 将自动查找网络驱动列表下的所有设备。扫描完成后，DeviceNet 网络上设备均以图标形式显示，如图 3-32 所示。

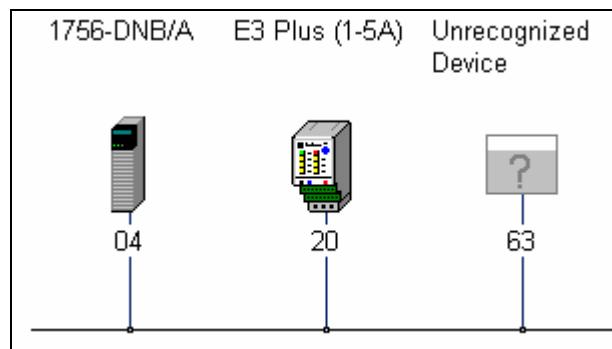


图 3-32 扫描到的 DeviceNet 网络

13. 我们需要创建或注册 EDS 文件。罗克韦尔自动化所有设备的 EDS 文件可以向设备供应商索取，也可在以下网址获取：<http://www.ab.com/networks/eds>。或者，用户还可以在 DeviceNet 的官方组织 ODVA(Open DeviceNet Vendor's Association)网站上查找：<http://www.odva.org>。除此之外，用户还可以从设备中上载 EDS 文件信息。部分设备支持该功能。首先，右键单击 Unrecognized Device 图标并选择 Register Device... (注册设备)，如图 3-33 所示。

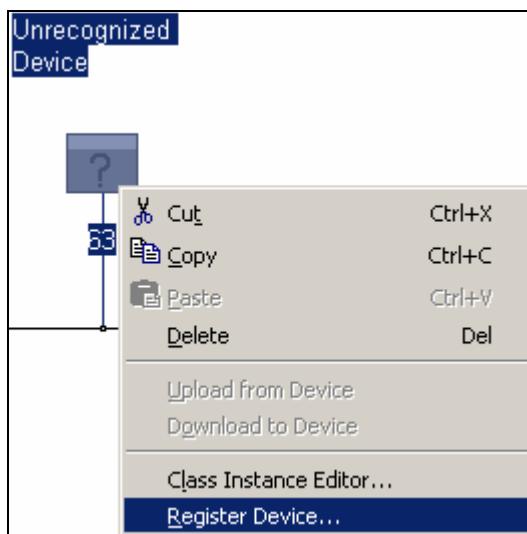


图 3-33 注册设备

14. 此时，EDS 向导会自动运行，帮助用户注册该设备，如图 3-34 所示。

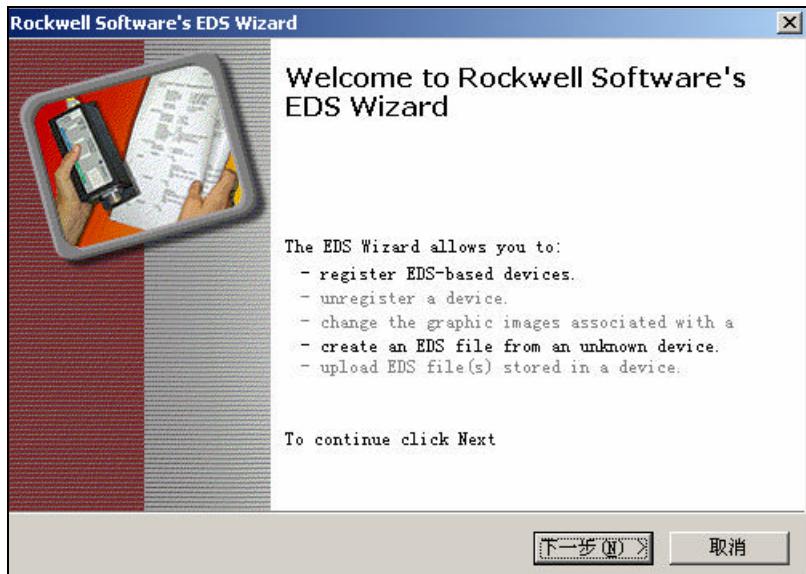


图 3-34 EDS 注册向导

15. 单击 Next( 下一步 )，出现任务选择对话框，如图 3-35 所示。如果用户已获取 EDS 文件，选择 Register an EDS file( 注册 EDS 文件 )；否则，选择 Creat an EDS file( 创建 EDS 文件 )。

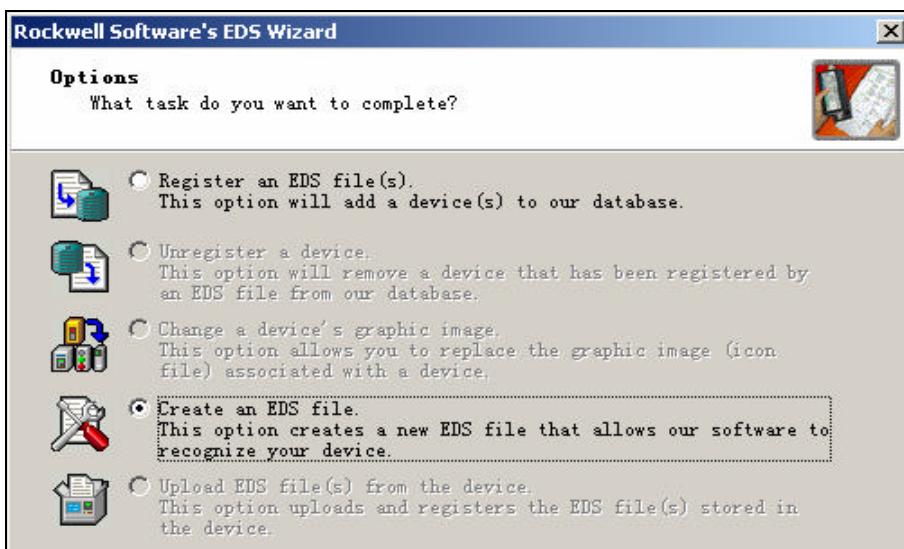


图 3-35 创建 EDS 文件

16. 按照提示完成 EDS 文件的创建，可以输入产品序列号或留空，如图 3-36 所示。

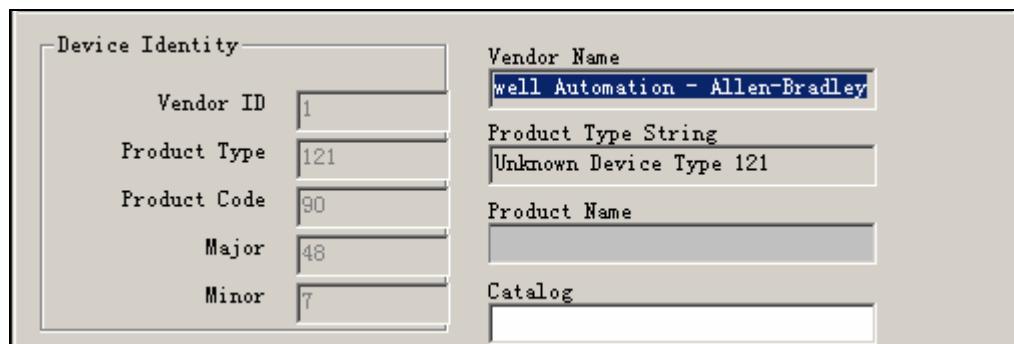


图 3-36 EDS 文件注册向导

17. 单击 Next，选择缺省连接类型（轮询、COS[状态改变]或选通）。此处选择轮询复选框并设置 PowerFlex40 缺省字大小。缺省大小为 4 个输入字节和 4 个输出字节。单击 Next，RSNetWorx 将从 PowerFlex40 中上载参数信息并开始建立 EDS 文件，如图 3-37 所示。

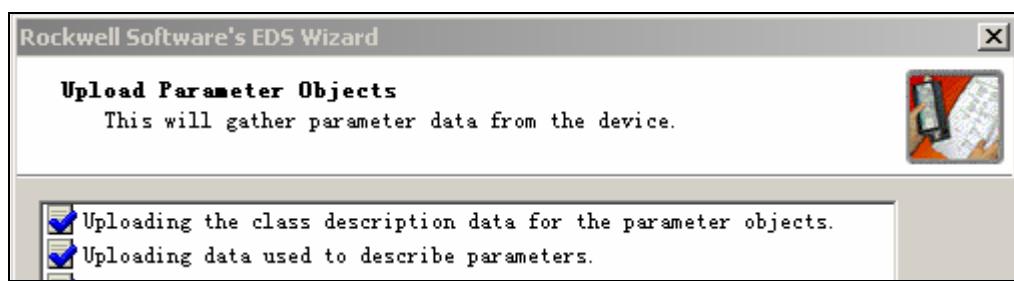


图 3-37 上载参数对象

18. 完成后，单击 OK。

19. 鼠标右击 PowerFlex 40 图标，选择 Properties (属性)，如图 3-38 所示。

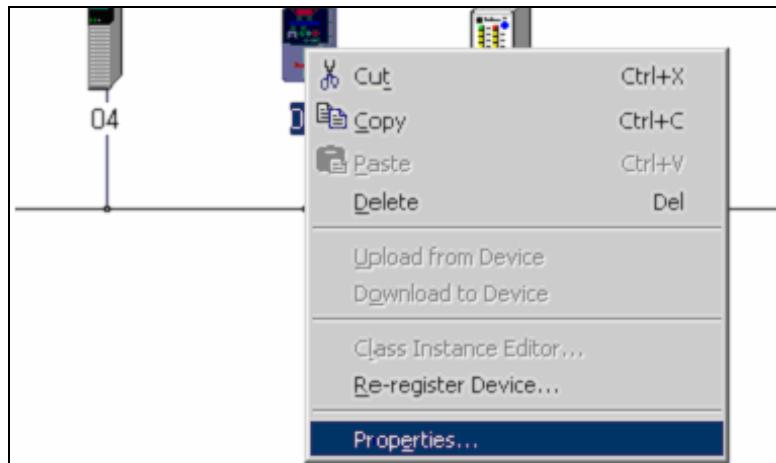


图 3-38 查看 PowerFlex 40 属性页

20. 单击 Parameters (参数) 选项卡，如图 3-39：

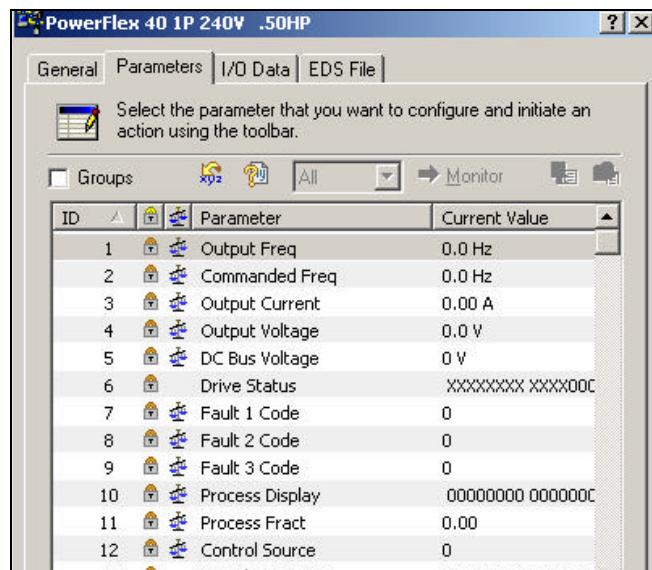


图 3-39 PowerFlex 40 参数选项卡

21. 将参数 P172- [DSI I/O Cfg] 设置为 Drv 0，点击 Apply，将修改后的参数下载。

22. 组态扫描器 1756-DNB。主扫描器 (1756-DNB) 中扫描列表包含与网络上每个设备通讯所需信息。如果某个设备不存在于扫描列表中，处理器无法周期的向该设备发送信息。双击 1756-DNB，并单击 Module 选项卡。将 Slot (槽号) 修改成 1756-DNB 当前所在槽号 3，如图 3-40 所示。

## 第3章 PowerFlex4系列变频器实验

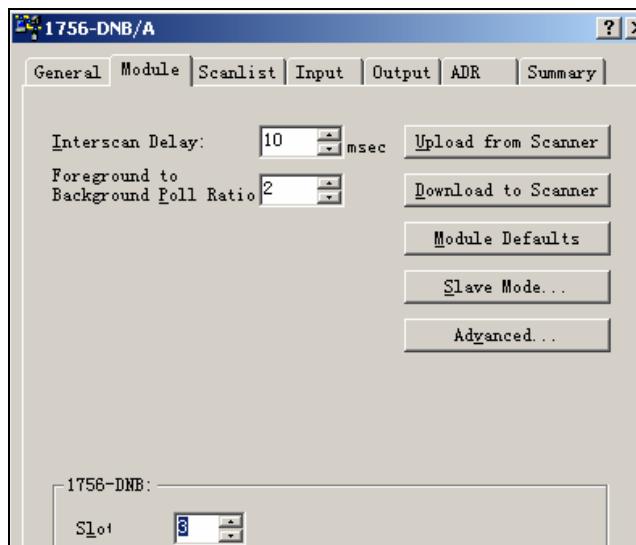


图 3-40 设置 1756-DNB 槽号

23. 组态扫描器 Scanlist (扫描列表)。单击扫描列表选项卡，将看到所有设备在可用设备窗口中。用户可单击可用设备窗口中设备图标，使用单箭头一次添加一个设备。将 5 号节点 PowerFlex 40 添加到 Scanlist (扫描列表) 中，如图 3-41 所示。

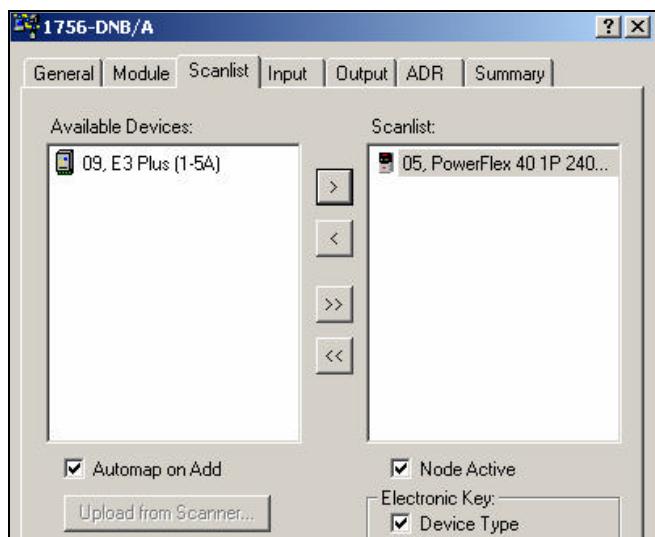


图 3-41 组态扫描器 Scanlist

24. 单击 5 号节点 PowerFlex 40，然后选择 Edit I/O Parameters (编辑 I/O 参数)。在弹出的对话框中复选 Polled (轮询)，并设置 Input (输入字)：4 个字节，Output (输出字)：4 个字节，Poll rate (轮询速率)：Every Scan。

25. 设置完成，点击 OK。

26. 选择 Input (输入字) 选项卡，自动映射 I/O 地址，如图 3-42 所示。

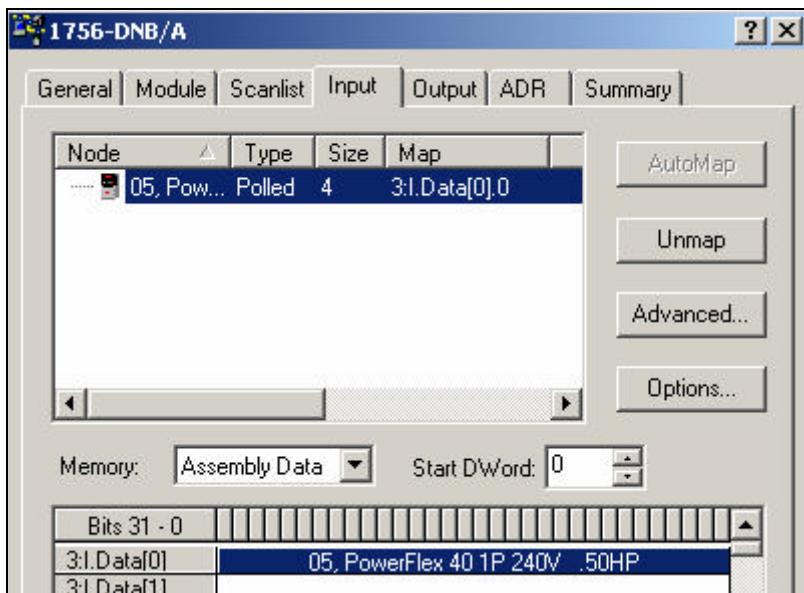


图 3-42 映射 I/O 地址

27. 继续选择 Output (输出字) 选项卡，自动映射 I/O 地址，然后选择 Apply 接受更新。修改后的地址如图 3-43：

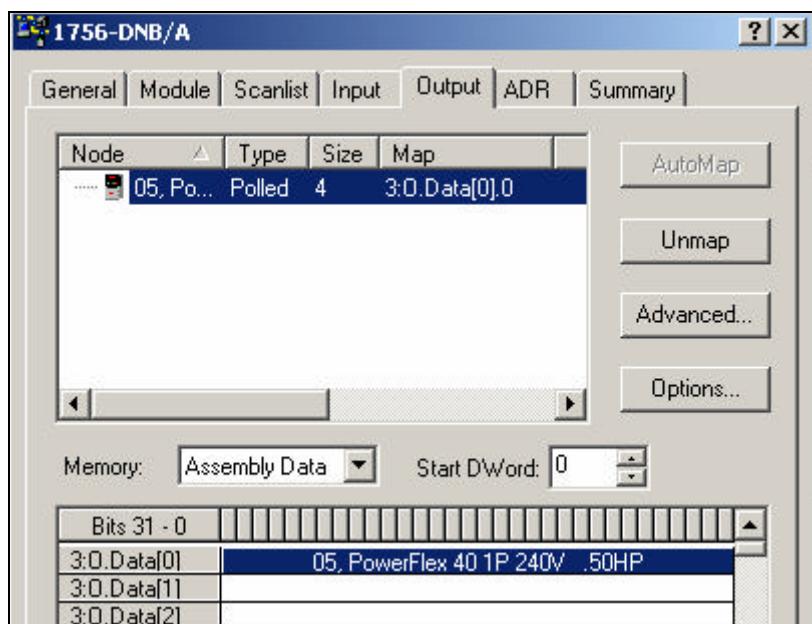


图 3-43 映射 I/O 地址

28. RSLogix5000 编写控制程序。双击桌面上  图标，打开 RSLogix5000 软件。  
 29. 单击 File->New 创建新项目。配置好的画面如图 3-44 所示：

## 第3章 PowerFlex4系列变频器实验

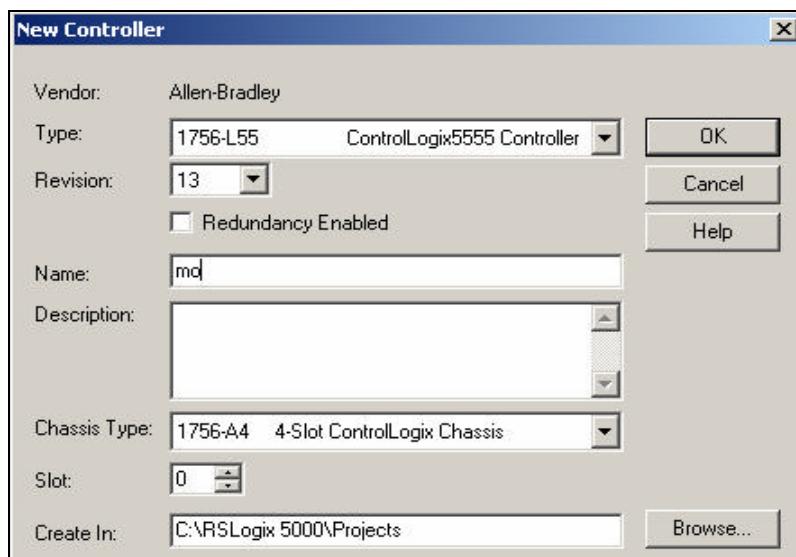


图 3-44 新建控制器项目

30. 在 RSLogix5000 的 I/O 组态中添加 1756-DNB 模块。鼠标右键单击 I/O 组态，并选择 New Module (新模块)，如图 3-45 所示。

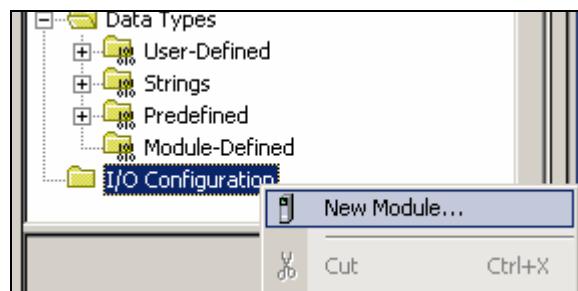


图 3-45 添加新模块

31. 在弹出的画面中选择 1756-DNB。选中之后，单击 OK，如图 3-46 所示。

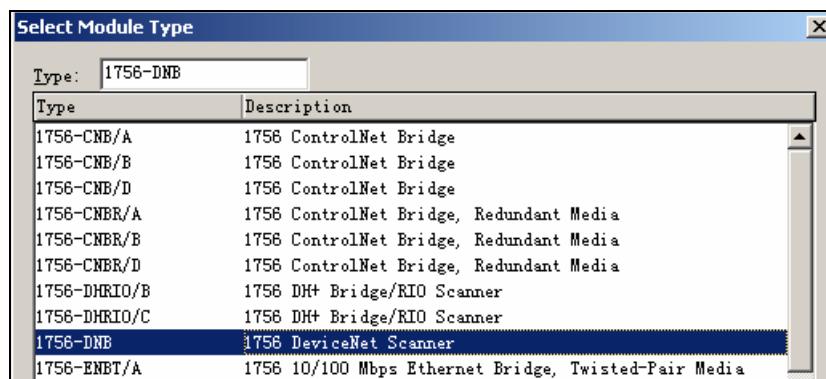


图 3-46 选择模块类型

32. 1756-DNB 模块位于 3 号槽，按照图 3-47 中所示内容填写，单击完成。

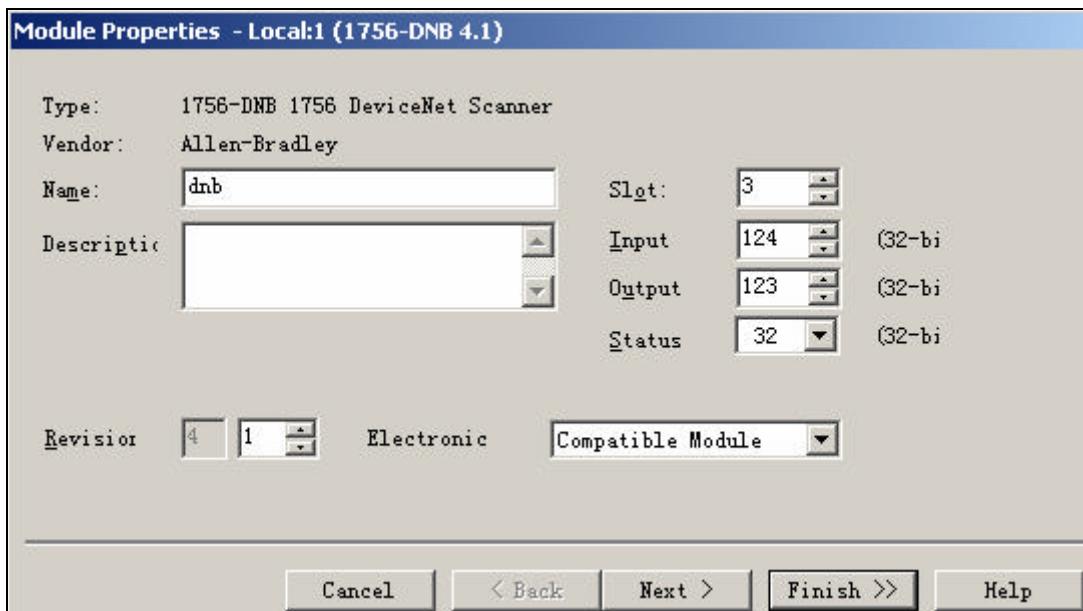


图 3-47 DNB 模块设置

33. 左键单击选择 Controller Tags ( 控制器域标签 )，单击右键在弹出菜单中选择 Monitor Tags ( 监视标签 )，弹出如图 3-48 所示窗口。



图 3-48 监视标签

34. 此时，Controller ( 控制器作用域 ) 生成预定义标签，如图 3-49 所示。标签名称遵循以下格式：

Location : SlotNumber : Type.MemberName.SubMemberName.Bit

位置(本地或远程) : 槽号 : 类型.成员名称.子成员名称.位

## 第3章 PowerFlex4 系列变频器实验

Scope: DNB (controller)		Show: Show All	Sort	Tag Name	Type
Tag Name	Value	Force Mask	Style	Type	
+ Local:3:I	{...}	{...}		AB:1756_DN...	
- Local:3:0	{...}	{...}		AB:1756_DN...	
- Local:3:0.CommandRegister	{...}	{...}		AB:1756_DN...	
- Local:3:0.CommandRegister.Run	0		Decimal	BOOL	
- Local:3:0.CommandRegister.Fault	0		Decimal	BOOL	
- Local:3:0.CommandRegister.Disa...	0		Decimal	BOOL	
- Local:3:0.CommandRegister.HaltS...	0		Decimal	BOOL	
- Local:3:0.CommandRegister.Reset	0		Decimal	BOOL	
+ Local:3:0.Data	{...}	{...}	Decimal	DINT[123]	
+ Local:3:S	{...}	{...}		AB:1756_DN...	

图 3-49 自动生成的结构体

在此，我们需要了解 PowerFlex40 映射在 DNB 输入字和输出字的含义。如表 3-14 所示：

表 3-14 I/O 映射字含义

字	状态字	控制字
字 0	逻辑状态字	逻辑命令字
字 1	反馈	命令参考值

35. 接下来，需要创建一个新的标签。右键单击 Controller Tags ( 控制器标签 )，在弹出的菜单中选择 New Tag... ( 新建标签 )。在对话框中输入名称 Drive Input Image，数据类型选择 INT [2]，标签类型为 Base ( 基本型 )，范围为 mo ( Controller )，显示类型为 Decimal ( 十进制 )。同理，继续创建标签 Drive Output Image。

36. 创建控制器范围内的标签，如表 3-15 所示。

表 3-15 程序范围内标签列表

标签名称	类型	说明
DriveCommandStop	BOOL	逻辑命令位 0 ( 停止位 )
DriveCommandStart	BOOL	逻辑命令位 1 ( 起动位 )
DriveCommandJog	BOOL	逻辑命令位 2 ( 慢动位 )
DriveCommandClearFaults	BOOL	逻辑命令位 3 ( 清除故障位 )
DriveCommandForward	BOOL	逻辑命令位 4 ( 正转 )
DriveReference	INT	速度参考值
DriveStatusReady	BOOL	逻辑状态位 0 ( 准备好 )
DriveStatusActive	BOOL	逻辑状态位 1 ( 运行 )
DriveStatusForward	BOOL	逻辑状态位 3 ( 正转 )
DriveStatusFaulted	BOOL	逻辑状态位 7 ( 故障 )
DriveStatusAtReference	BOOL	逻辑状态位 8 ( AT SPEED )
DriveFeedback	INT	速度反馈值

37. 输入梯形图逻辑。右键单击 *MainTask->MainProgram->MainRoutine*，从弹出菜单中选择 *Open* (打开)，如图 3-50 所示。

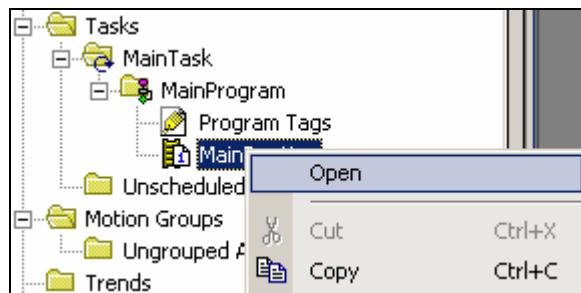


图 3-50 打开主例程

38. 在弹出的编程窗口图 3-52 中编写主例程。注意出现在右边窗口的梯级，此梯级处于编辑 (Edit) 模式，在梯级的左边标着“e”。现在可以添加指令和梯级了。

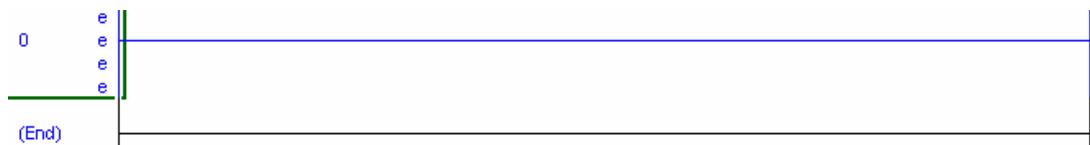


图 3-51 编程窗口

39. 输入如下程序：

首先，使能 1756-DNB 模块，如图 3-52 所示，编程置位 Local:3:O.CommandRegister.Run。



图 3-52 使能 DNB 模块运行位

然后，编程监视变频器运行状态。程序如

图 3-53 所示：

## 第3章 PowerFlex4系列变频器实验

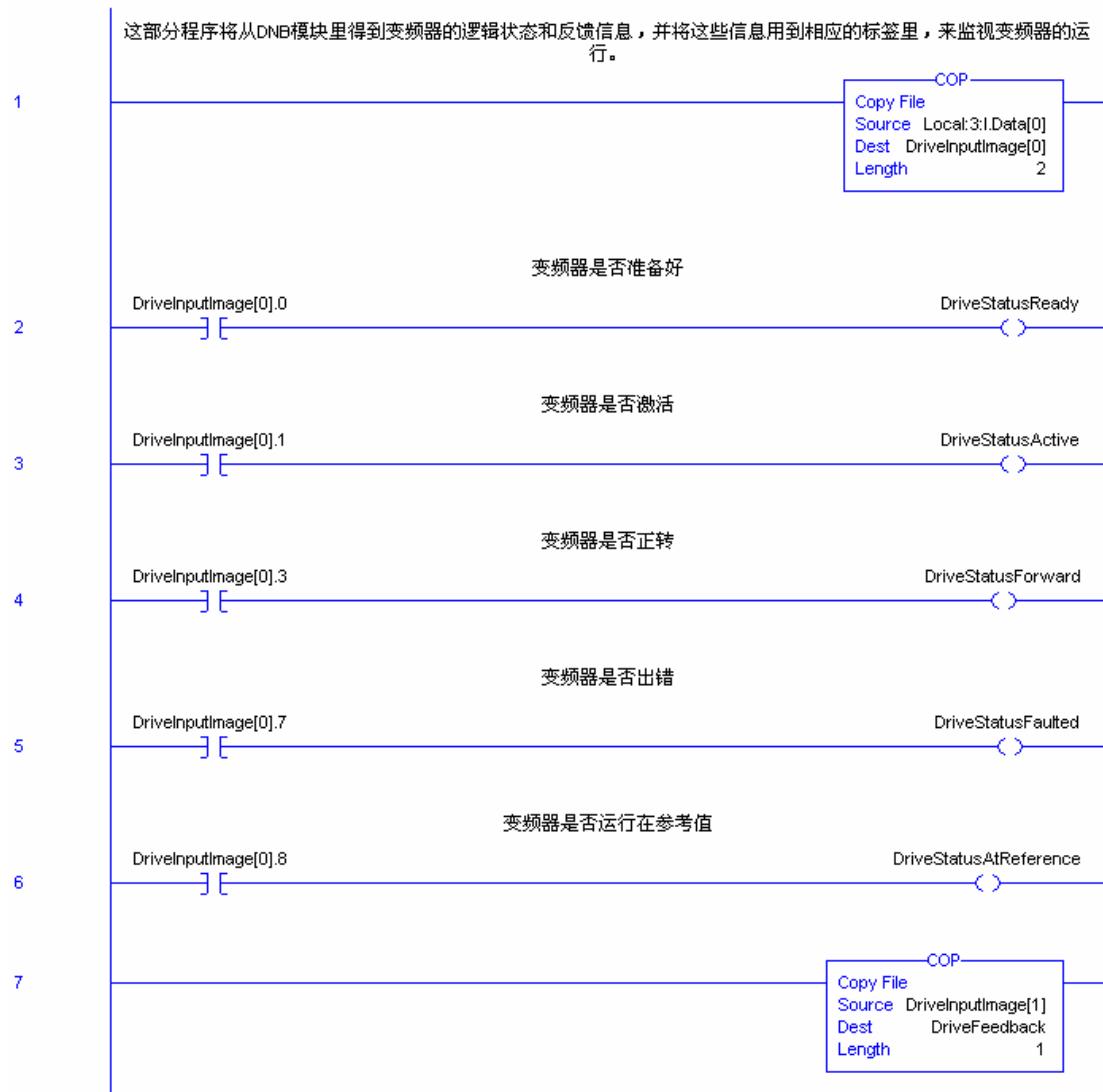


图 3-53 变频器状态监视程序

接着，编程控制变频器运行，程序如图 3-54 所示。



图 3-54 变频器控制程序

40. 单击工具条上  按钮，校验整个项目并纠正出现的错误。
41. 保存该项目。
42. 单击 *Communications->Who Active*，弹出如图 3-55 所示对话框。



图 3-55 选择 Who Active

## 第3章 PowerFlex4系列变频器实验

43. 选择如图 3-56 所示处理器，并单击下载。

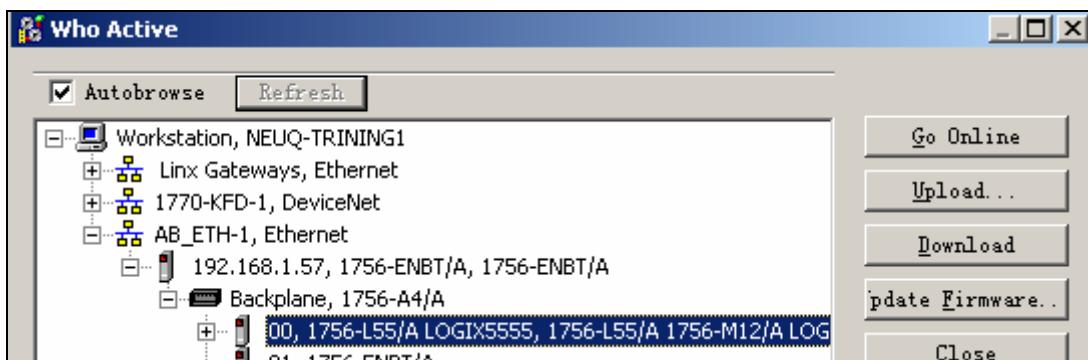


图 3-56 选择处理器

44. 将处理器设置为 RUN (运行) 模式。可通过手动调节处理器上的钥匙位置。也可通过 RSLogix5000 软件 (此前钥匙位于 Remote), 如图 3-57 所示。

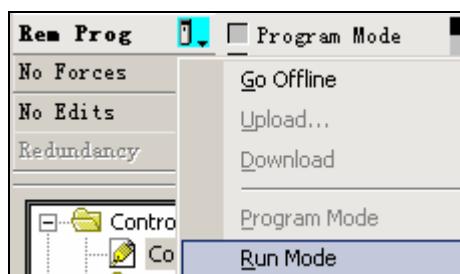


图 3-57 设为运行模式

此时，我们查看 1756-DNB 模块，其 LED 显示为“ A#04 , RUN ”，表示该模块当前处于运行状态。

45. 将标签 DriveReference 值设为 300，即将变频器预定频率设为 30Hz。右键单击 DriveCommandStart，并选择 Toggle Bit(触发该位)，起动控制程序，变频器以设定频率 30Hz 运行。

46. 控制器与 PowerFlex 40 变频器显性信息通讯实验。首先，新建梯级，并在该梯级上添加 MSG 指令。右键单击 Message Control (信息控制)，选择 New Tag (新建标签)，如图 3-58 所示。

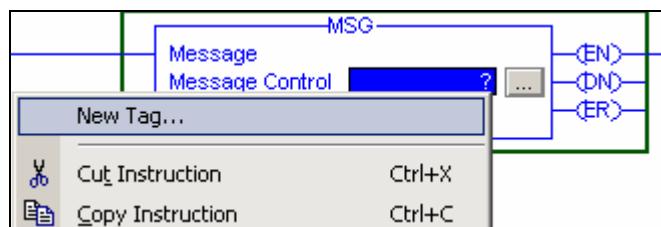


图 3-58 添加 MSG 指令

47. 新建 Message Control 标签命名为 MSG ,如图 3-60 所示 ,数据类型为 MESSAGE。

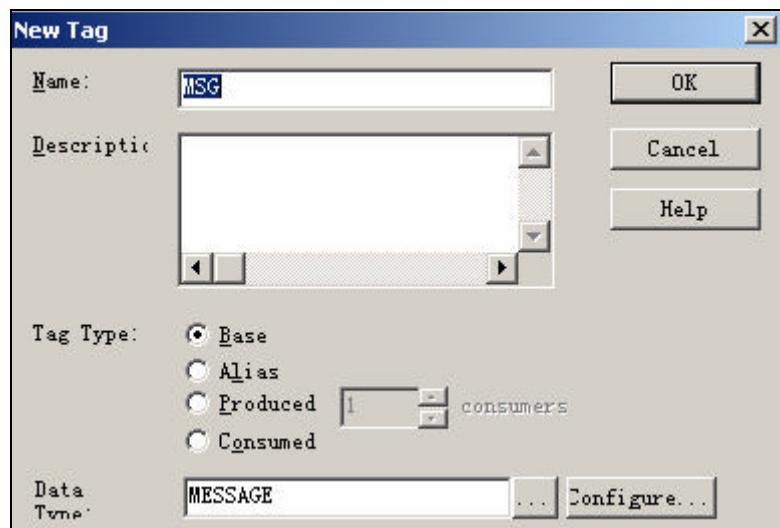


图 3-59 设置 MSG 标签

48. 添加 XIO 指令 ,并双击问号 ,选择标签 msg.EN( MSG 指令使能位 ),如图 3-60 所示。



图 3-60 设置 XIO 标签

49. 单击 MSG 指令中的... (省略号) ,配置通讯参数 ,如图 3- 61 所示。

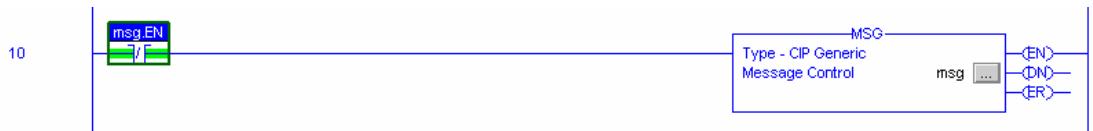


图 3- 61 配置通讯参数

50. 单击...进入 Message Configuration ( 组态 ) 界面 ,选择 Communication ( 通讯 ) 选项卡。单击 Browse 按钮 ,在 Message Path Browser ( 信息路径浏览 ) 中选择 1756-DNB ,如图 3-62 所示 ,单击 OK 。

## 第3章 PowerFlex4系列变频器实验

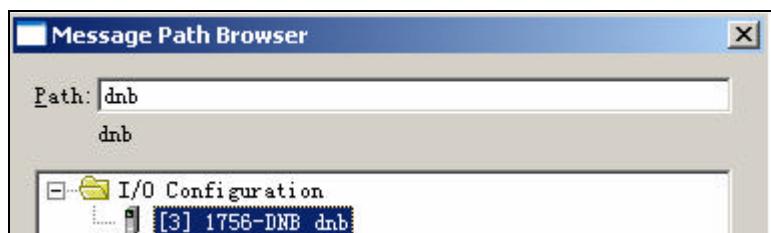
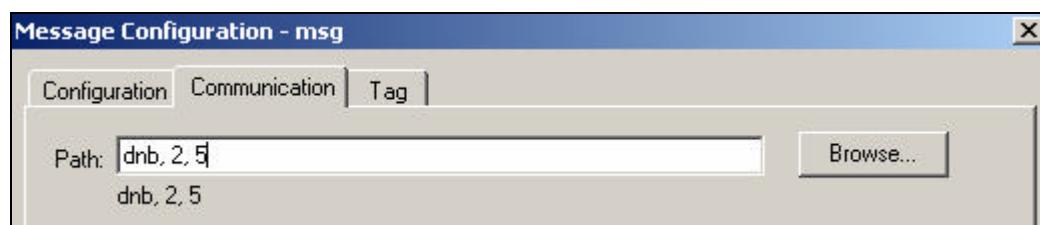


图3-62 信息路径设置

51. 在 Communication 选项卡中 Path (路径) 栏内填写完整, 如



52. 图3-63所示。其中,2表示DeviceNet网络端口,5表示PowerFlex40的网络节点号。

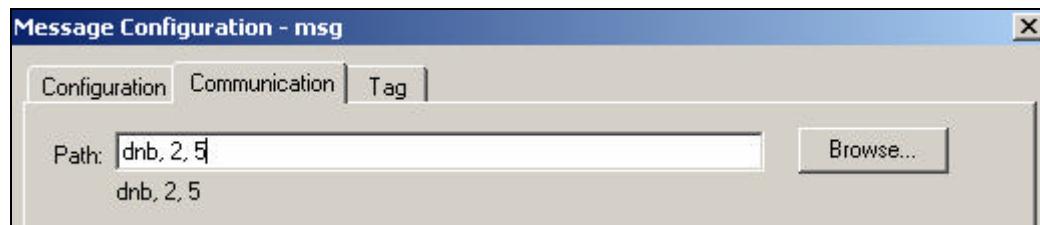


图3-63 Communication 选项卡设置

53. 选择 Configuration (组态选项卡), 如图3-64所示, 通过设置以下参数获取变频器 Output Current (输出电流) 值。

设置 Message Type (信息类型): CIP Generic, Service Type (服务类型): Get Attribute Single, Service Code (服务代码): e (缺省), Class (类): f, Instance (实例): 3, Attribute (属性): 1。

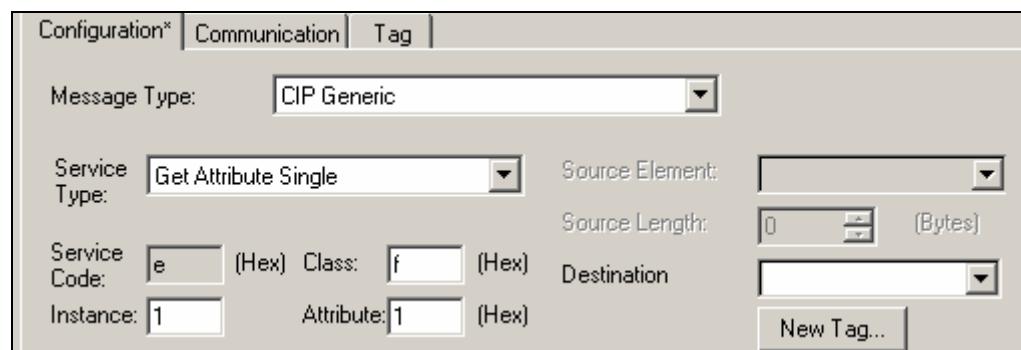


图3-64 配置通讯参数

54. 单击组态选项卡的 New Tag... ( 创建新标签 ), 创建用于存储输出电流的 INT 型标签 Current。

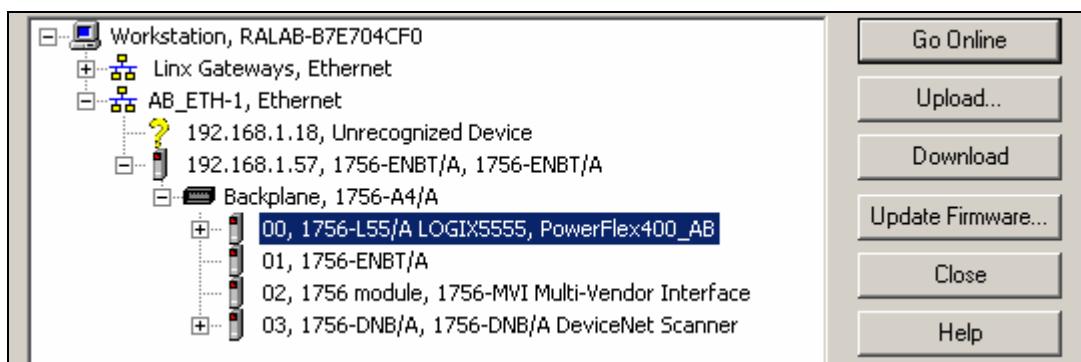
55. 单击工具条上  按钮校验整个项目并纠正出现的错误，并保存该项目。

56. 单击 *Communications->Who Active* , 弹出如图 3-65 所示对话框。



图3-65 选择 Who Active

57. 选 择 如



58. 图 3-66 所示处理器，并单击下载。

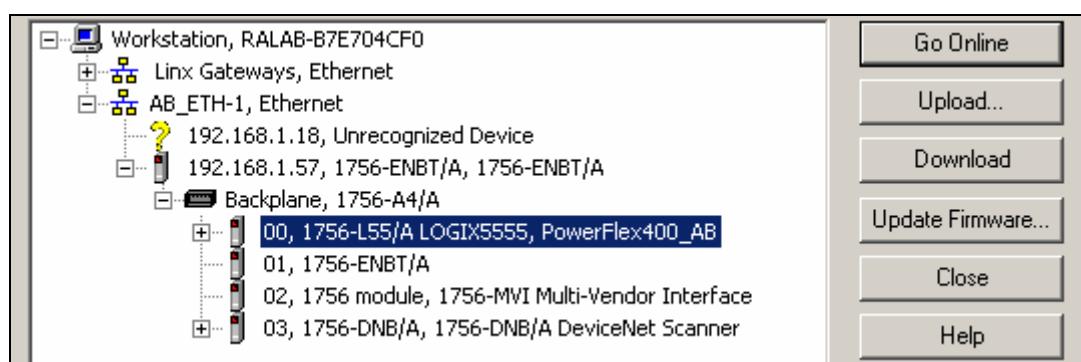


图3-66 选择下载的处理器

59. 将处理器设置为 RUN ( 运行 ) 模式。可通过手动调节处理器上的钥匙位置。也可通过 RSLogix5000 软件 ( 此前钥匙位于 Remote ) 设置 , 如图 3-67 所示。

第3章 PowerFlex4系列变频器实验

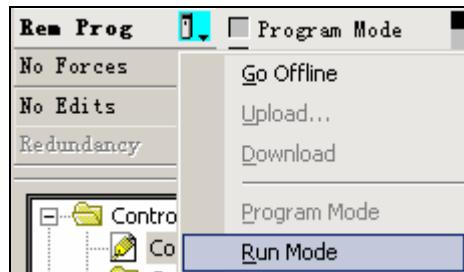


图 3-67 设为运行模式

60. 查看标签数据库，Current 值为变频器输出电流的 100 倍，如图 3-68 所示。

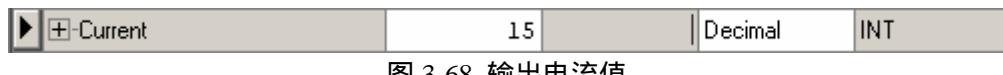


图 3-68 输出电流值

### 3.2.7 PowerFlex40的多变频器模式

#### 单变频器与多变频器模式比较

单变频器模式是一种典型的网络连接方式。此时，每个连接到 DeviceNet 上的变频器节点需要一块 22-COMM-D 通讯适配器。其典型连接如图 3-69 所示。

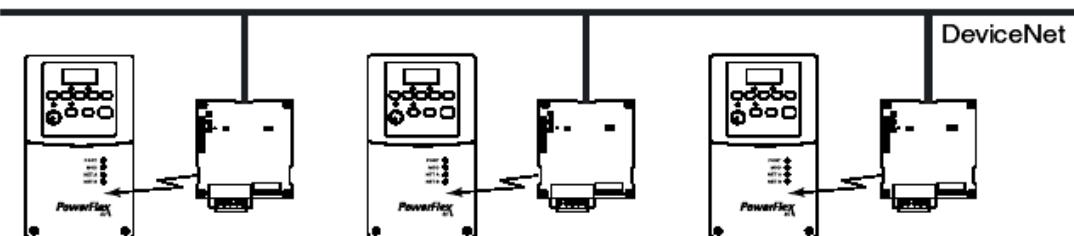


图 3-69 单变频器模式网络连接

多变频器模式是另一种网络连接方式。此时，每个 DeviceNet 节点可包含一至五个变频器。第一个变频器必须是带有 22-COMM-D 适配器的 PowerFlex 40 变频器。其余的变频器可以为 PowerFlex 4 或 40，并与第一个变频器构成基于 RS-485 的菊花链连接。其典型连接如图 3-70 所示。

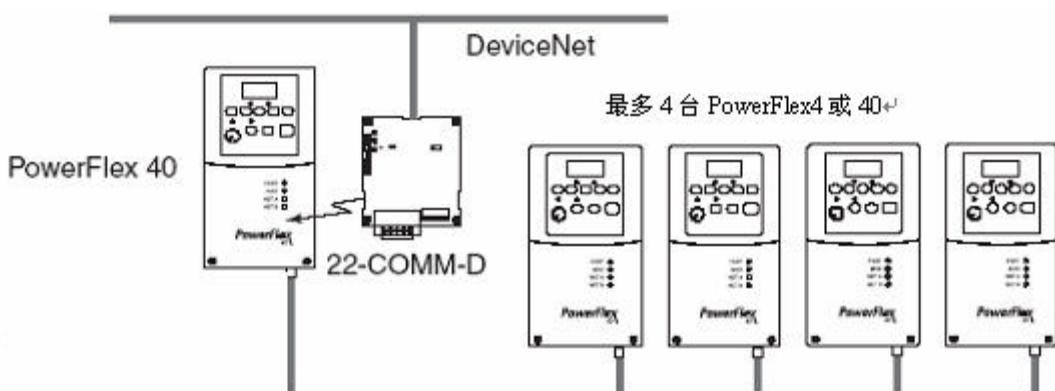


图 3-70 多变频器模式网络连接

多变频器模式和单变频器模式相比，具有以下优点：

- 更低的硬件成本。通过一块 22-COMM-D 适配器来连接 5 台变频器，降低了硬件的成本。并且在菊花链中，可以使用 PowerFlex 4 来替代 PowerFlex 40。
- 减少占用网络上节点数 (DeviceNet 网络上最多只有 64 个节点)。例如，在单变频器模式下，要控制 30 台变频器需要占用 30 个 DeviceNet 的节点；而在多变频器模式下，只需要 6 个 DeviceNet 的节点。

## 第3章 PowerFlex4系列变频器实验

- 可以实现通过 DeviceNet 来控制 PowerFlex 4 变频器 ( PowerFlex 4 变频器没有内部 DeviceNet 通讯接口 )

- 控制器可以实现对每台变频器的控制、监视以及参数的读写

实验主题：

- 构建 PowerFlex40 多变频器链路结构
- 通过 RSNetworx for DeviceNet 软件组态 PowerFlex40
- 通过 RSNetworx for DeviceNet 软件组态 1756-DNB
- 编写程序，实现与多台 PowerFlex40 的显性信息通讯

硬件配置：

通过多变频器模式，用一台带有 22-COMM-D 适配器的 PowerFlex 40 变频器，通过 RS-485 接口链接一台 PowerFlex 40 变频器和两台 PowerFlex 4 变频器，实现四台变频器的顺序起动和停止功能。其接线方式如图 3-71 所示。

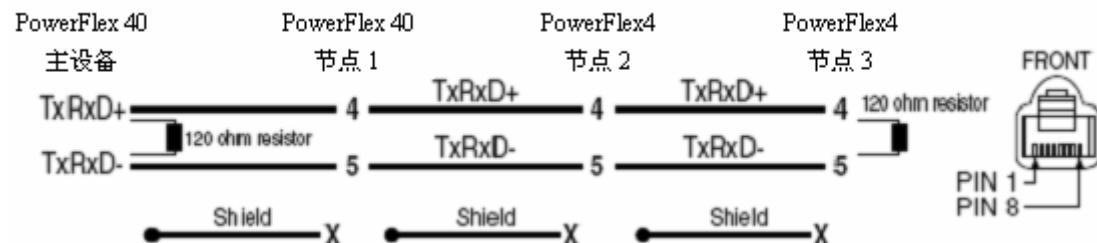


图 3-71 多变频器接线方式

实验步骤：

1. 设置变频器内部参数。将所有变频器上电，按照表 3-16 所示设置参数。

表 3-16 变频器参数设置

参数名称	参数值			
	变频器 0	变频器 1	变频器 2	变频器 3
P36-[Start Source] (起动源)	5	5	5	5
P38-[Speed Reference] (速度参考)	5	5	5	5
A103-[Comm Data Rate] (通讯速率)	4	4	4	4
A104-[Comm Node Addr] (通讯节点地址)	1	2	3	4
A105-[Comm Loss Action] (通讯丢失动作)	0	0	0	0
A106-[Comm Loss Time] (通讯丢失时间)	5	5	5	5
A107-[Comm Format] (通讯格式)	0	0	0	0

各参数含义如表 3-17 所示：

表 3-17 变频器各参数含义

参数名称	参数值
P36-[Start Source] (起动源)	5 ("RS-485[DSI]端口")
P38-[Speed Reference] (速度参考)	5 ("RS-485[DSI]端口")
A103-[Comm Data Rate] (通讯速率)	4 ("19.2K")
A104-[Comm Node Addr] (通讯节点地址)	1-247 (唯一地址)
A107-[Comm Format] (通讯格式)	0 ("RTU 8-N-1")

2. RSLinx 通讯组态方式与单变频器模式时相同。上位机通过以太网接入 ControlLogix 机架，并经由背板访问 DeviceNet 网络。

3. RSNetWorx for DeviceNet 软件组态与单变频器实验类似。另外，还需要设置如表 3-18 所示参数。

表 3-18 变频器参数设置

参数	设值
15-[DSI I/O Cfg] (DSI I/O 组态)	Drv 0-3
17-[Drv 0 Addr] (变频器 0 地址)	变频器 0 中参数 A104-[Comm Node Addr]
18-[Drv 1 Addr] (变频器 1 地址)	变频器 1 中参数 A104-[Comm Node Addr]
19-[Drv 2 Addr] (变频器 2 地址)	变频器 2 中参数 A104-[Comm Node Addr]
20-[Drv 3 Addr] (变频器 3 地址)	变频器 3 中参数 A104-[Comm Node Addr]

对于本实验，参数设置如图 3-72 所示。

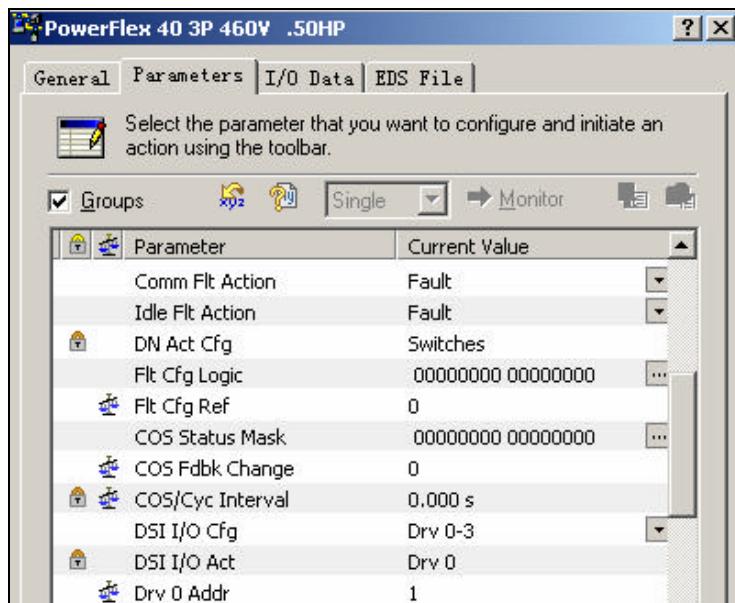
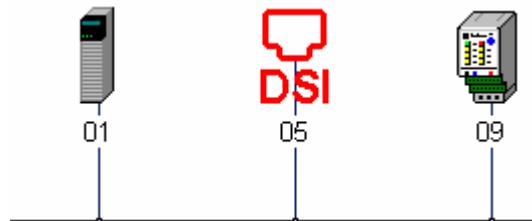


图 3-72 多变频器模式参数设置

4. 以上修改完成后，将通讯卡 22-COMM-D 的跳线设置由单变频器模式改为多变频器模式，并复位适配器或重上电。注意：只有在单变频器模式下，才能通过 RSNetWorx for DeviceNet 软件设置 22-COMM-D 的参数。

5. 通过 RSNetWorx for DeviceNet 软件扫描网络，如



6. 图 3-73 所示。

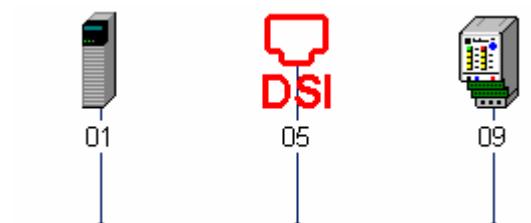


图 3-73 多变频器模式网络扫描图

7. 组态扫描器 1756-DNB 模块。根据变频器数量对应 22-COMM-D 不同的输入和输出映射字，如表 3-19 所示。单击 5 号节点 22-COMM-D，将其加入 1756-DNB 扫描列表。然后，单击 Edit I/O Parameters (编辑 I/O 参数)。由于我们选择了 Multi-Drive 模式的 Drive 0-3，在弹出对话框中复选 Polled (轮询)，并设置 Input：16 个字节，Output：16 个字节，Poll Rate (轮询速率)：Every Scan。如图 3-74 所示。

表 3-19 输入/输出组态

输入大小	输出大小	逻辑命令/状态	速度参考/反馈	参数 16-[DSI I/O Active]	参数 1-[Mode]
4	4			Drive 0	Single
8	8			Drive 0-1	Multi-Drive
12	12			Drive 0-2	
16	16			Drive 0-3	
20	20			Drive 0-4	

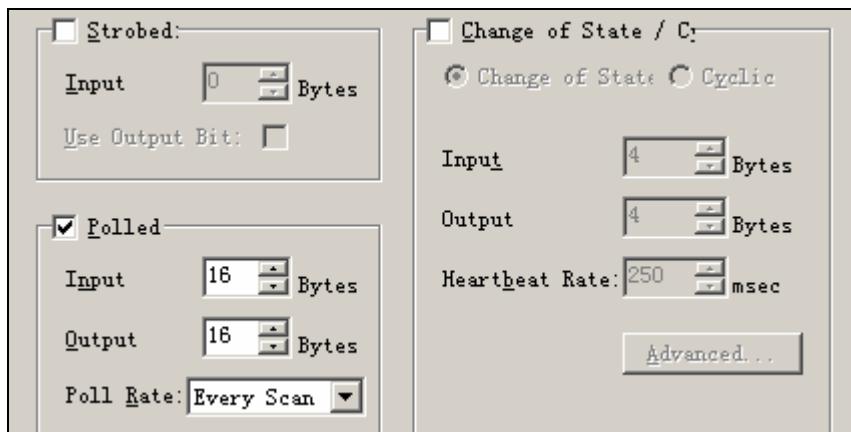


图 3-74 设置输入和输出字

8. 将 PowerFlex40 加入扫描列表，采用自动地址映射。单击输入映射字选项卡，输入映射字如图 3-75 所示。

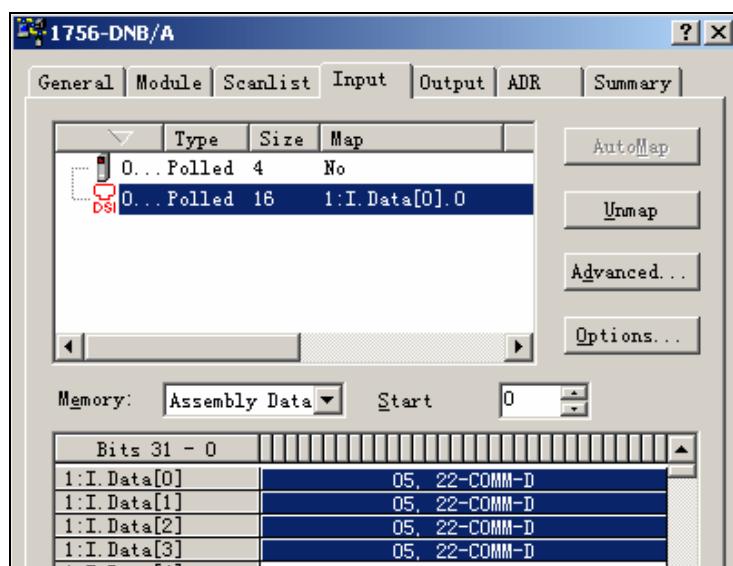


图 3-75 输入映射字

单击输出映射字选项卡，输出映射字如图 3-76 所示。

## 第3章 PowerFlex4系列变频器实验

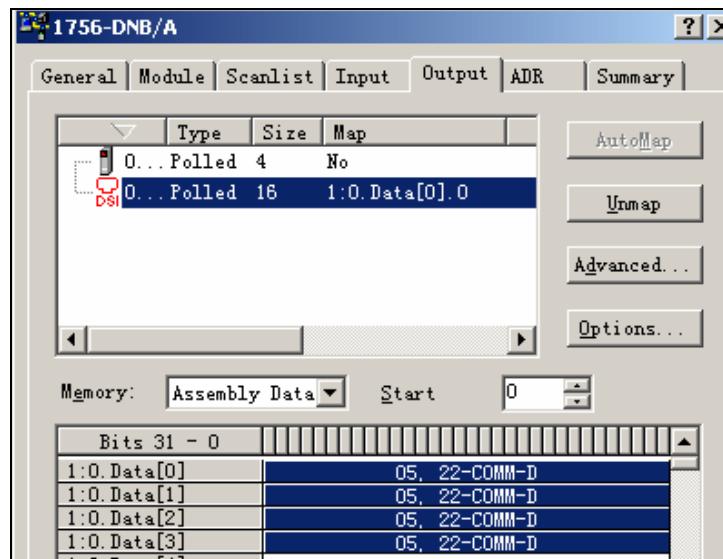


图 3-76 输出映射字

9. 通过 RSLogix5000 编写控制程序。双击桌面上  图标，打开 RSLogix5000 软件。
10. 单击 *File->New* 创建新项目。配置好的画面如下图 3-77 所示：

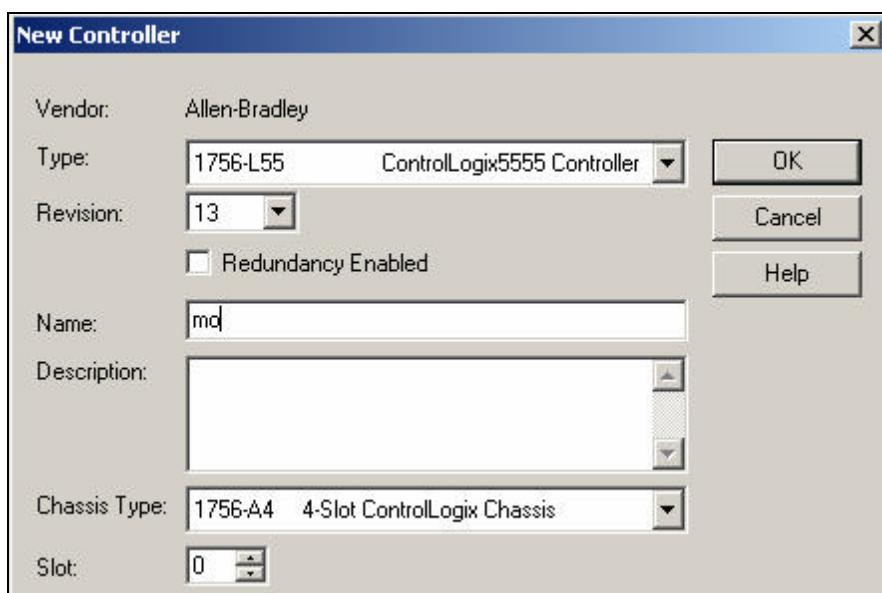


图 3-77 新建控制器项目

11. 在 RSLogix5000 的 I/O 组态中添加 1756-DNB 模块。鼠标右键单击 I/O 组态，并



12. 图 3-78 所示。



图 3-78 添加新模块

13. 在弹出的画面中选择 1756-DNB。选中之后，单击 OK，如图 3-79 所示。

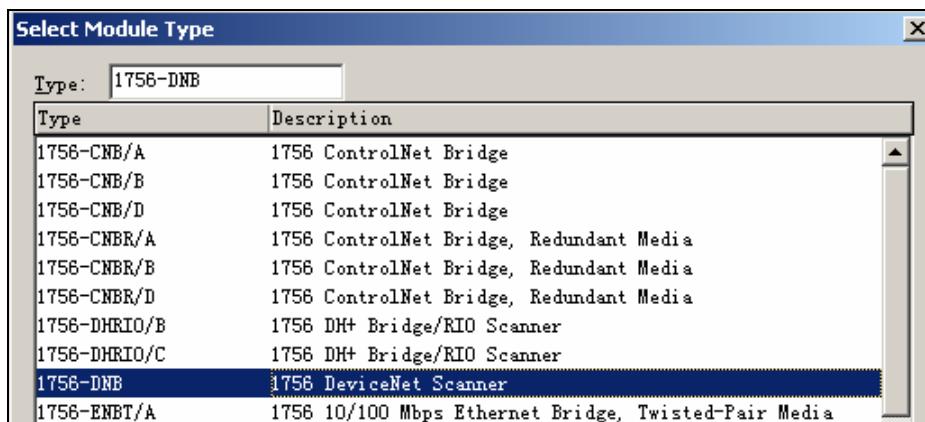


图 3-79 选择模块类型

14. 1756-DNB 模块位于 3 号槽，按照图 3-80 中所示内容填写，单击完成。

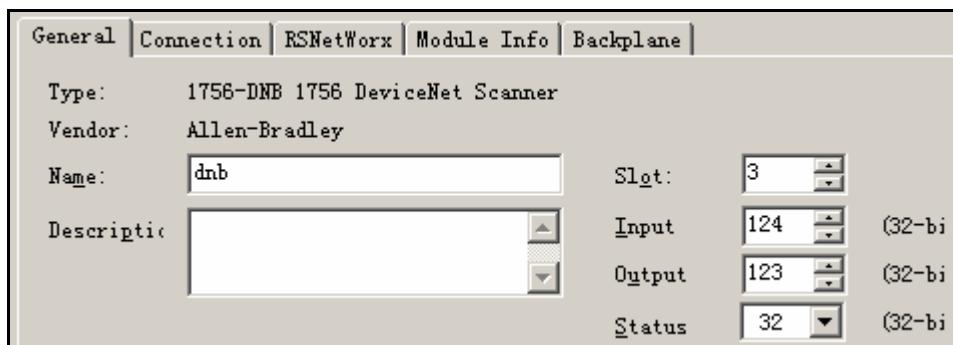


图 3-80 DNB 模块设置

15. 左键单击选择 Controller Tags ( 控制器域标签 ), 单击右键在弹出菜单中选择 Monitor Tags ( 监视标签 ), 弹出如图 3-81 所示窗口。

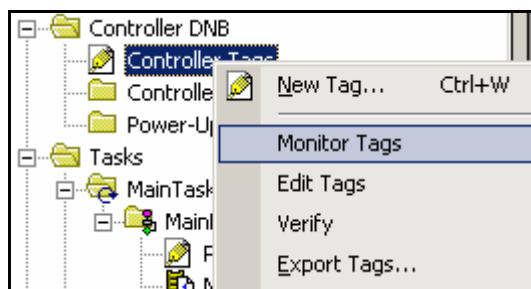


图 3-81 监视标签

16. 此时，Controller（控制器作用域）生成预定义标签，如图 3-82 所示。标签名称遵循以下格式：

Location：SlotNumber：Type.MemberName.SubMemberName.Bit

位置(本地或远程)：槽号：类型.成员名称.子成员名称.位

Scope:	DNB(controller)	Show:	Show All	Sort	Tag Name	Type
	Tag Name		Value	Force Mask	Style	
	+ Local:3:1		{...}	{...}		AB:1756_DN...
	- Local:3:0		{...}	{...}		AB:1756_DN...
	- Local:3:0.CommandRegister		{...}	{...}		AB:1756_DN...
	- Local:3:0.CommandRegister.Run		0		Decimal	BOOL
	- Local:3:0.CommandRegister.Fault		0		Decimal	BOOL
	- Local:3:0.CommandRegister.Disa...		0		Decimal	BOOL
	- Local:3:0.CommandRegister.HaltS...		0		Decimal	BOOL
	- Local:3:0.CommandRegister.Reset		0		Decimal	BOOL
	- Local:3:0.Data		{...}	{...}	Decimal	DINT[123]
	+ Local:3:5		{...}	{...}		AB:1756_DN...

图 3-82 自动生成结构体

在此，我们需要了解 PowerFlex40 映射在 DNB 输入字和输出字的含义。如表 3-20 所示：

表 3-20 I/O 映射字含义

字	输入状态字	输出控制字
字 0	Drive0 逻辑状态字	Drive0 逻辑命令字
字 1	Drive0 速度反馈值	Drive0 命令参考值
字 2	Drive1 逻辑状态字	Drive1 逻辑命令字
字 3	Drive1 速度反馈值	Drive1 命令参考值
字 4	Drive2 逻辑状态字	Drive2 逻辑命令字
字 5	Drive2 速度反馈值	Drive2 命令参考值
字 6	Drive3 逻辑状态字	Drive3 逻辑命令字

字 7	Drive3 速度反馈值	Drive3 命令参考值
-----	--------------	--------------

17. 创建控制器范围的标签，如表 3-21 所示。

表 3-21 创建通用标签

标签名称	类型	说明
DriveInputImage	INT[8]	输入映像表
DriveOutputImage	INT[8]	输出映像表

18. 为 Drive1 创建 MainProgram 程序范围的标签，如表 3-22 所示。

表 3-22 程序范围内标签列表

标签名称	类型	说明
Drive1CommandStop	BOOL	逻辑命令位 0 ( 停止位 )
Drive1CommandStart	BOOL	逻辑命令位 1 ( 起动位 )
Drive1CommandJog	BOOL	逻辑命令位 2 ( 慢动位 )
Drive1CommandClearFaults	BOOL	逻辑命令位 3 ( 清除故障位 )
Drive1CommandForward	BOOL	逻辑命令位 4 ( 正转 )
Drive1Reference	INT	速度参考值
Drive1StatusReady	BOOL	逻辑状态位 0 ( 准备好 )
Drive1StatusActive	BOOL	逻辑状态位 1 ( 运行 )
Drive1StatusForward	BOOL	逻辑状态位 3 ( 正转 )
Drive1StatusFaulted	BOOL	逻辑状态位 7 ( 故障 )
Drive1StatusAtReference	BOOL	逻辑状态位 8 ( AT SPEED )
Drive1Feedback	INT	速度反馈值

与 Drive1 相同，用户也可为 Drive0、Drive2 和 Drive3 创建相应标签。

19. 输入梯形图逻辑。右键单击 *MainTask->MainProgram*，选择 *New Routine...* ( 新建例程 )，如图 3-83 所示。

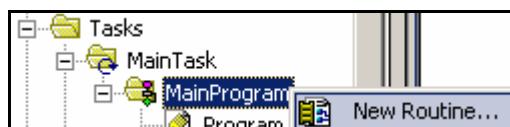


图 3-83 新建例程

20. 将该例程命名为 Drive0，类型为梯形图，如图 3-84 所示。同理，创建例程 Drive1，Drive2 和 Drive3。

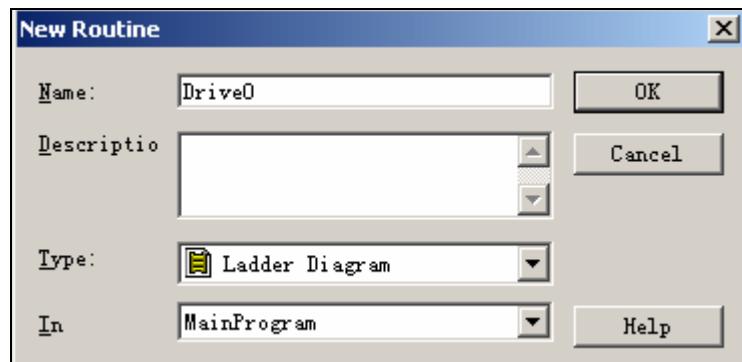
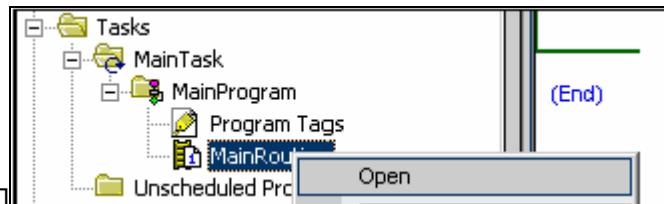


图 3-84 设置例程属性

21. 右键单击 *MainTask->MainProgram->MainRoutine*，从弹出菜单中选择 Open ( 打开 )，如



22. 图 3-85 所示。

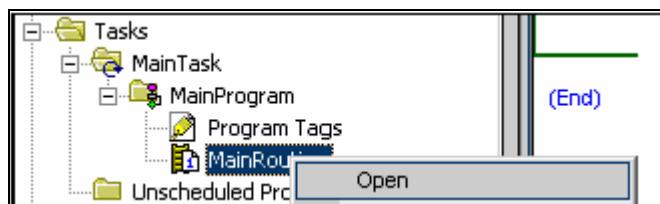


图 3-85 打开主例程

23. 在弹出的编程窗口图 3-86 中编写主例程。注意出现在右边窗口的梯级，此梯级处于编辑 ( Edit ) 模式，在梯级的左边标着 “e”。现在可以添加指令和梯级了。

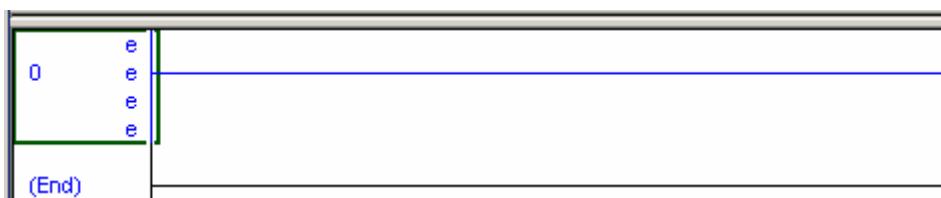


图 3-86 编程窗口

24. 输入如下程序：

首先，使能 1756-DNB 模块，编程置位 Local:3:O.CommandRegister.Run，如



图 3-87 使能 DNB 模块运行位

25. 按照上述步骤，编写主例程（MainRoutine），如图 3-88 所示。主例程用于运行 1756-DNB 扫描器，自主扫描器中读取网络输入映像，调用多个变频器控制子程序并将网络的输出映像写至扫描器。



图 3-88 编写主例程

26. 以 Drive1 为例，编写其状态和速度反馈监视程序，如图 3-89 所示。

## 第3章 PowerFlex4系列变频器实验



图 3-89 Drive1 监视程序

27. 编写 Drive1 的命令和速度给定控制程序，如图 3-90 所示。

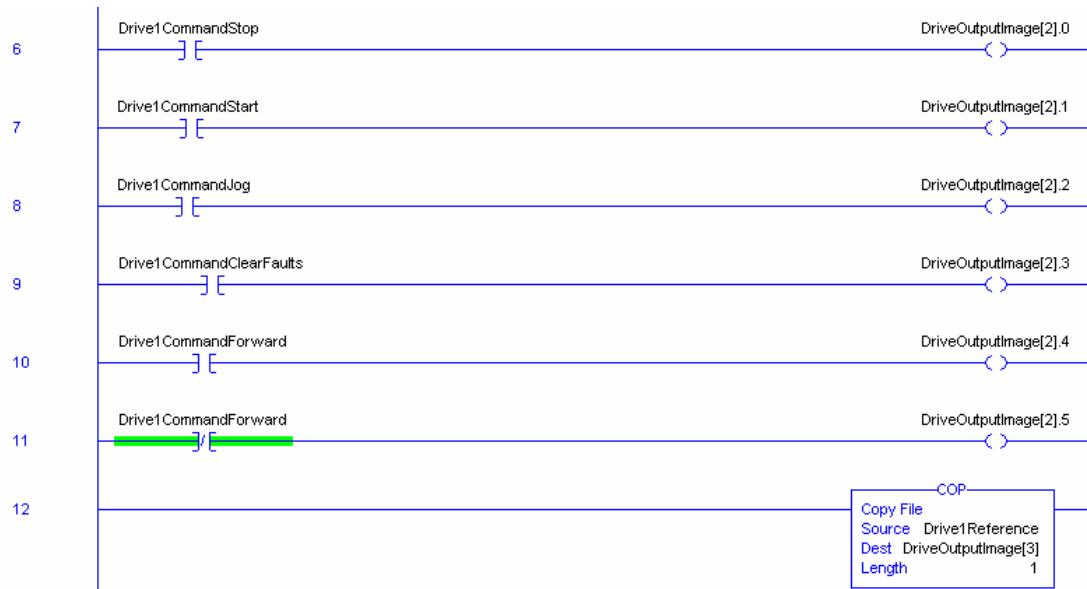
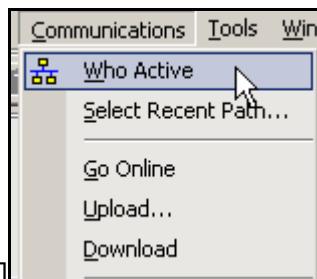


图 3-90 Drive1 控制程序

28. 同理，将 Drive0、Drive2 和 Drive3 的程序编写完成。

29. 单击工具条上 按钮，校验整个项目并纠正出现的错误。

30. 保存该项目。



31. 单击 *Communications->Who Active* , 弹出如

32. 图 3-91 所示对话框。

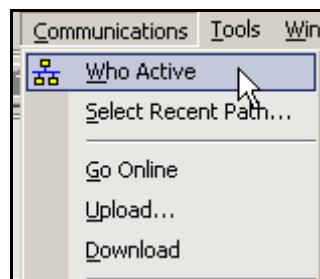


图 3-91 选择 Who Active

33. 选择如图 3-92 所示处理器 , 并单击下载。

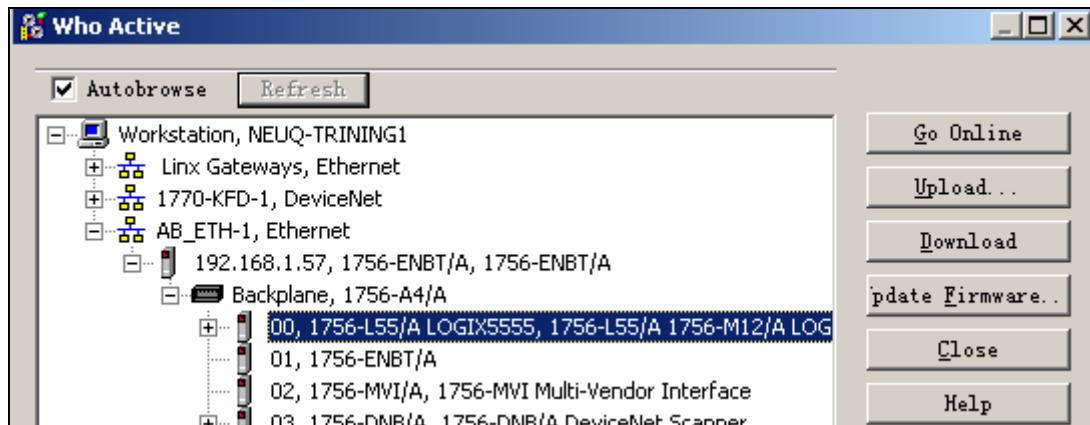


图 3-92 选择处理器

34. 将处理器设置为 RUN ( 运行 ) 模式。可通过手动调节处理器上的钥匙位置。也可通过 RSLogix5000 软件 ( 此前钥匙位于 Remote ) , 如图 3-93 所示。

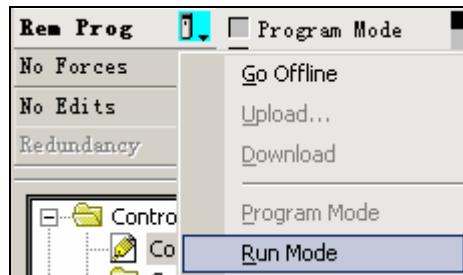


图 3-93 设为运行模式

35. 此时，我们查看 1756-DNB 模块，其 LED 显示为“ A#04，RUN ”，表示该模块当前处于运行状态。

36. 将标签 Drive1Reference 值设为 300，即将变频器给定频率设为 30Hz。右键单击 Drive1CommandStart，并选择 Toggle Bit (触发该位)，起动控制程序，如图 3-94 所示。变频器以设定频率 30Hz 运行。

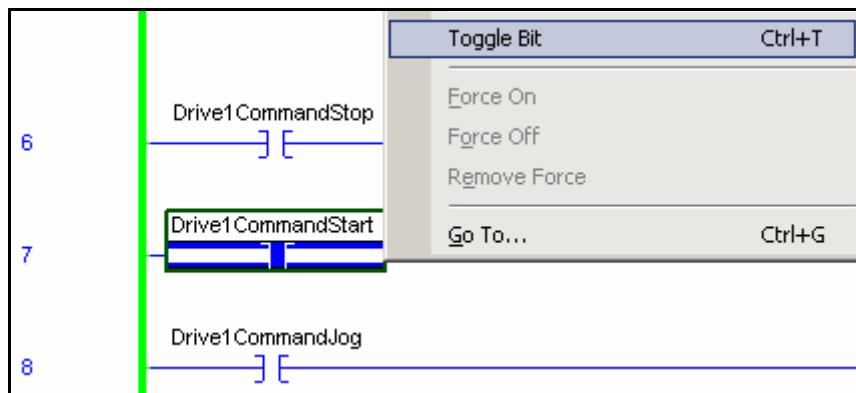


图 3-94 触发起动位

37. 控制器与多变频器模式下各变频器的显性信息通讯实验。首先，新建梯级，在该梯级上添加 MSG 指令。然后，右键单击 Message Control，选择 New Tag，如图 3-95 所示。

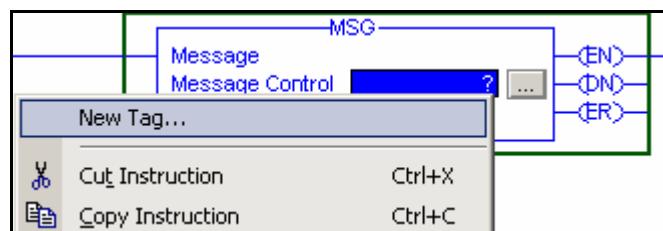


图 3-95 添加 MSG 指令

38. 新建 Message Control 标签命名为 MSG，如图 3-96 所示，数据类型为 MESSAGE。

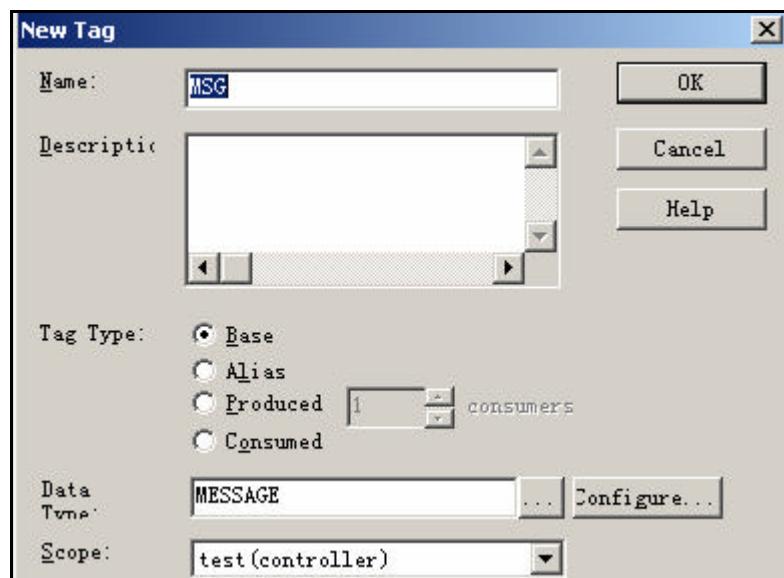


图 3-96 设置 MSG 标签

39. 添加 XIO 指令，双击问号，选择标签 msg.EN ( MSG 使能位 )，如图 3-97 所示。

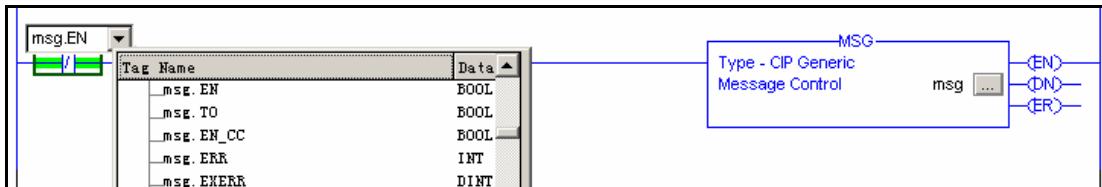


图 3-97 设置 XIO 标签

40. 单击 MSG 指令中的... (省略号)，配置通讯参数。

41. 单击...进入 Message Configuration (组态) 界面，选择 Communication (通讯) 选项卡。单击 Browse 按钮，在 Message Path Browser (信息路径浏览器) 中选择 1756-DNB，如图 3-98 所示，单击 OK。

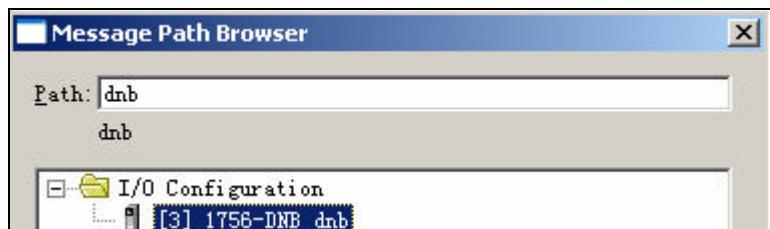
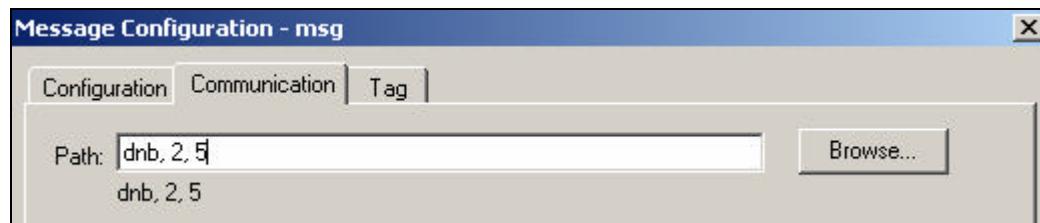


图 3-98 信息路径设置

42. 在 Communication 选项卡中 Path (路径) 栏内填写完整，如

## 第3章 PowerFlex4系列变频器实验



43. 图3-99所示。其中，2表示DeviceNet网络端口，5表示PowerFlex40的网络节点号。

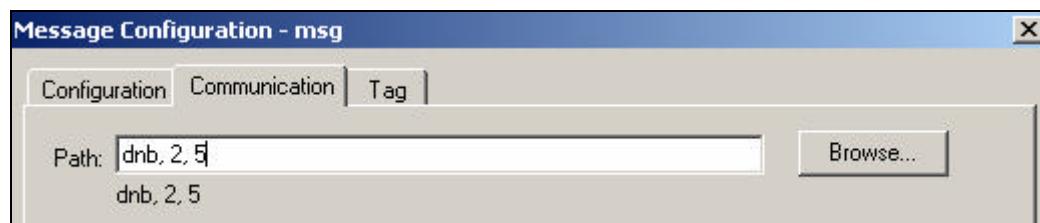


图3-99 Communication 选项卡设置

44. 显性信息通讯在多变频器模式下与单变频器模式的不同之处在于参数寻址。在单变频器模式下，Instance（实例）值与变频器中期望参数值相同。在多变频器模式下，适配器和每个变频器的参数应偏移400 hex (1024 decimal)，如表3-23所示。

例如，要获取参数P03-[Output Current]，需设置Instance（实例）值如下所示：

Drive 0 Instance = 17411 (17408+3)

Drive 1 Instance = 18435 (18432+3)

Drive 2 Instance = 19459 (19456+3)

Drive 3 Instance = 20483 (20480+3)

表3-23 变频器实例值

实例	设备	参数
4000h(16384 dec)-43FFh	22-COMM-D	0-1023
4400h(17408 dec)-47FFh	Drive0	0-1023
4800h(18432 dec)-4BFFh	Drive1	0-1023
4000h(19456 dec)-4FFFh	Drive2	0-1023
5000h(20480 dec)-53FFh	Drive3	0-1023
5400h(21504 dec)-57FFh	Drive4	0-1023

以Drive1为例，单击Configuration Tab（组态选项卡），如图3-100所示。通过设置以下参数获取变频器Output Current（输出电流）值。

设置Message Type（信息类型）：CIP Generic，Service Type（服务类型）：Get Attribute Single，Service Code（服务代码）：e（缺省），Class（类）：f，Instance（实例）：18435，Attribute（属性）：1。

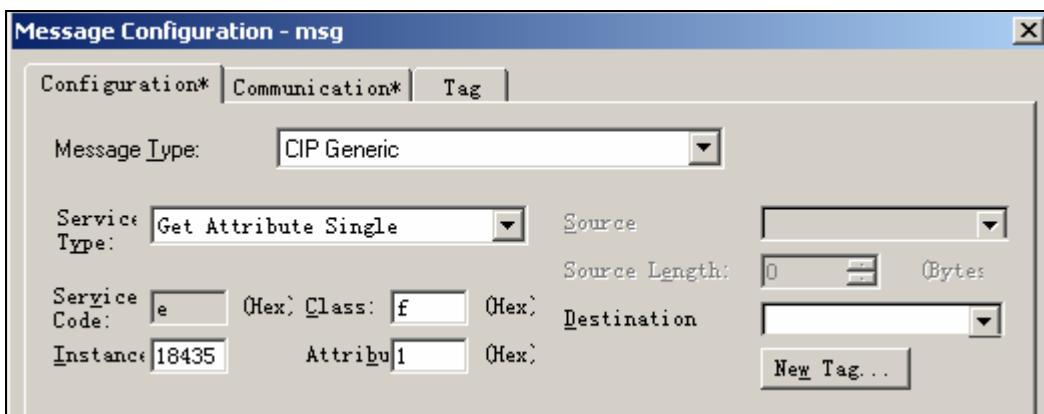


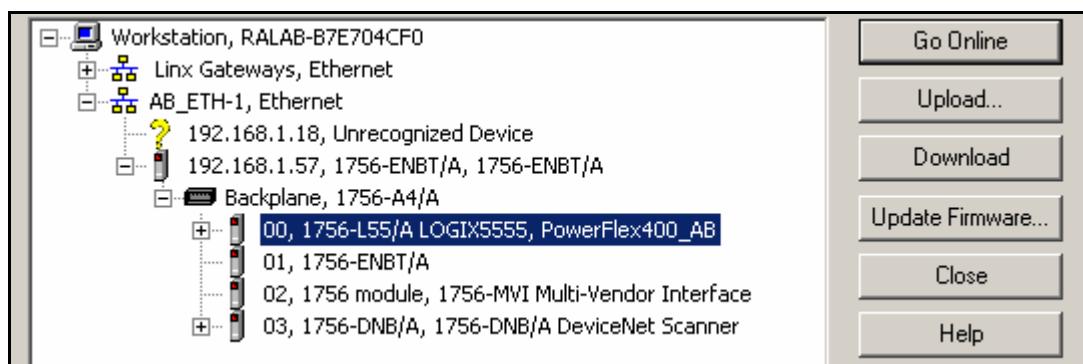
图 3-100 配置通讯参数

45. 单击组态选项卡的 New Tag... ( 创建新标签 ), 创建用于存储输出电流的 INT 型标签 Current。
46. 单击工具条上 按钮校验整个项目并纠正出现的错误，并保存该项目。
47. 单击 Communications->Who Active , 弹出如图 3-101 所示对话框。



图 3-101 选择 Who Active

48. 选择如



49. 图 3-102 所示处理器，并单击下载。

## 第3章 PowerFlex4系列变频器实验

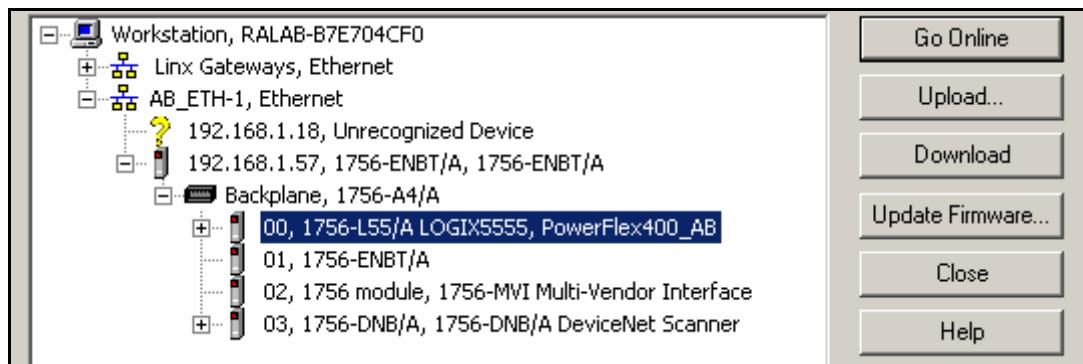


图 3-102 选择下载的处理器

50. 将处理器设置为 RUN (运行) 模式。可通过手动调节处理器上的钥匙位置。也可通过 RSLogix5000 软件 (此前钥匙位于 Remote) 设置, 如图 3-103 图所示。

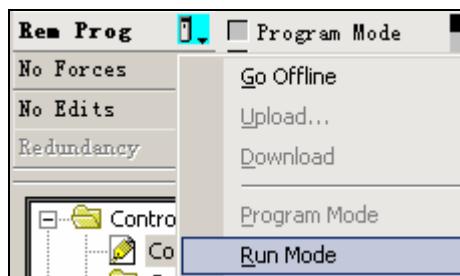


图 3-103 设为运行模式

51. 运行变频器 1, PowerFlex4, 给定频率 40.0Hz, 输出电流 0.18A。
52. 查看标签数据库, Current 值为变频器实际输出电流的 100 倍, 如图 3-104 所示。



图 3-104 查看输出电流值

### 3.3 PowerFlex400 的应用

PowerFlex400 交流变频器在给用户提供风机和泵类系统提供简便安装的同时，提供了广泛而独特的功能特性，它能和楼宇控制系统进行有效的无缝连接。PowerFlex400 的设计满足了全球 OEM、承包商以及最终用户对灵活性、空间节省和简单使用的需求。对于在变转矩负载特性风机和泵的速度控制，PowerFlex400 是一款经济而实用的变频器。它具有以下应用特性：

- 可组态的键盘手动-关断-自动键功能
- 与楼宇消防和救生安全系统的无缝连接
- 比例、积分、微分控制回路

#### 3.3.1 PowerFlex400 变频器选型

产品目录号说明如图 3-105 所示，PowerFlex400 产品选型如附录表 A-3 和 A-4。

22C	-	D	038	A	1	0	3
变频器	破折号	电压额定值	额定值	机壳	操作面板	辐射级别	通讯槽
代码 22C PowerFlex400		↓				↓	代码 版本 3 RS485
代码 电压 相位 B 240V AC 3					↓	代码 额定值 0 无滤波	
D 480V AC 3					↓	代码 接口模块 1 固定键盘	
				↓	代码 机壳 N 面板安装-IP20UL Open-Type A 面板安装-IP30NEMA 1/UL Type F 法兰安装- IP20UL Open-Type		
输出电流 @200V-240V 60HZ 输入					↓	输出电流 @38V-480V 输入	
代码 Amps KW (HP) 框架				代码 Amps KW (HP) 框架			
012 12 2.2 (3.0) C				6P0 6.0 2.2 (3.0) C			
017 17.5 3.7 (5.0) C				010 10.5 4.0 (5.0) C			
024 24 5.5 (7.5) C				012 12 5.5 (7.5) C			
033 33 7.5 (10) C				017 17 7.5 (10) C			
049 49 11 (15) D				022 22 11 (15) C			
065 65 15 (20) D				030 30 15 (20) C			
075 75 18.5 (25) D				038 38 18.5 (25) D			
090 90 22 (30) D				045 45.5 22 (30) D			
120 120 30 (40) E				060 60 30 (40) D			
145 145 37 (50) E				072 72 37 (50) E			
				088 88 45 (60) E			
				105 105 55 (75) E			
				142 142 75 (100) E			
				170 170 90 (150) F			
				208 208 110 (150) F			

图 3-105 产品目录号说明

### 3.3.2 PowerFlex400 硬件接线

PowerFlex400 变频器的控制端子接线方式如图 3-106 所示。

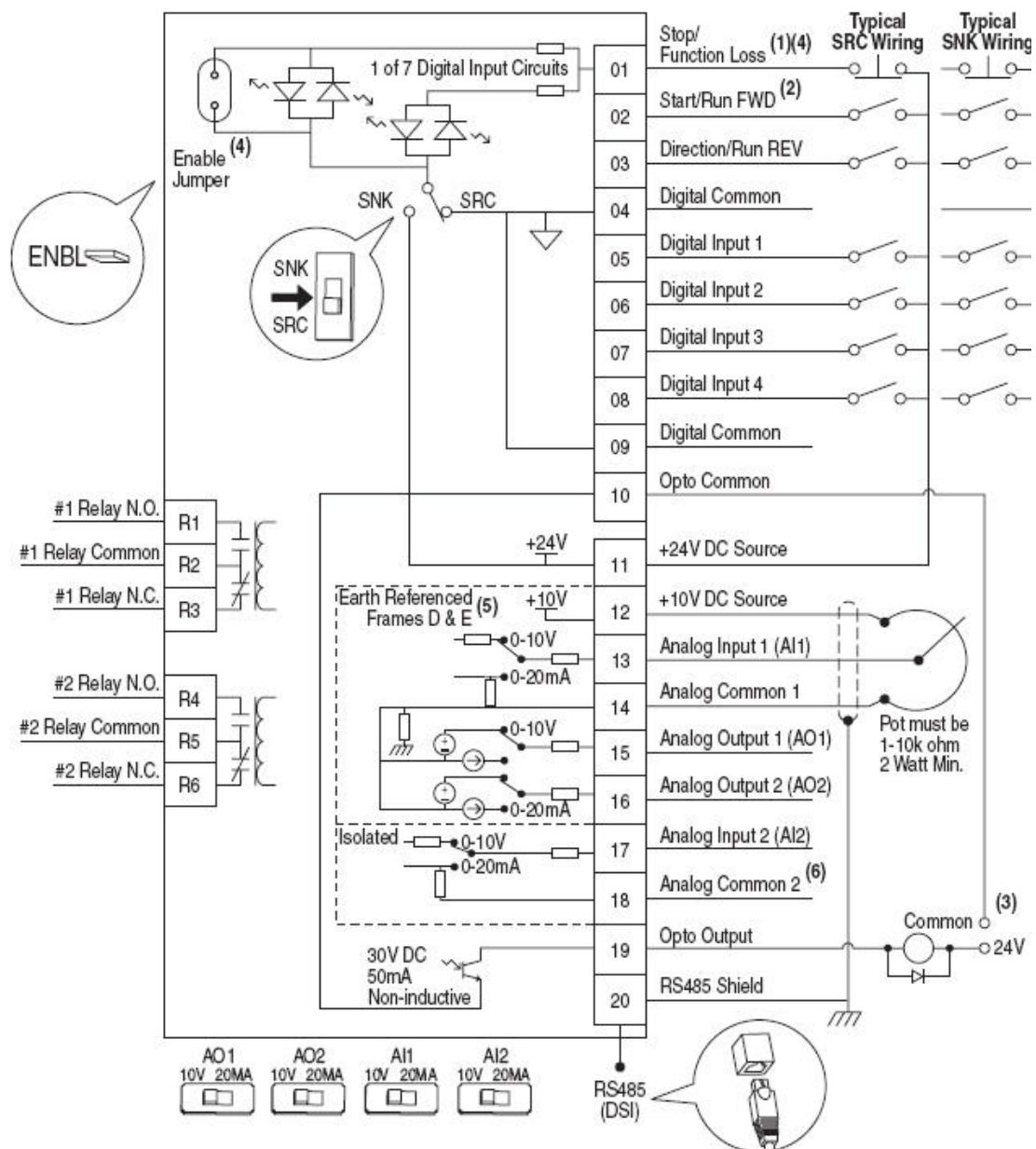


图 3-106 控制端子接线图

各端子说明如表 3-24, 表 3-25 所示。

表 3-24 控制 I/O 端子

序号	信号名称	缺省值	说明	相关参数
01	停止/功能丢失	惯性	电机起动前，必须有厂家安装的跳线或者常闭输入点。	P036[Start Source]
02	起动/正转	-	手动模式下，命令来自内置键盘。自动模式下，I/O 端子 02 被激活。	P036,P037[Stop Mode]
03	方向/反转	未激活		P036,P037 A166[Reverse Disable]
04	数字量公共端	-	用于数字量输入。将该端子连接到 I/O 端子 09。数字量输入与模拟量 I/O 及光电耦合输出隔离。	
05	数字量输入 1	消防强制输入 (2)	通过 T051[Digital In1 Sel]设定。	
06	数字量输入 2	本地	通过 T052[Digital In2 Sel]设定。	
07	数字量输入 3	清除故障	通过 T053[Digital In3 Sel]设定。	
08	数字量输入 4	通讯口	通过 T054[Digital In4 Sel]设定。	
09	数字量公共端	-	用于数字量输入，将该端子连接到 I/O 端子 04。数字量输入与模拟量 I/O 及光电耦合输出隔离。	
10	光耦公共端	-	用于一对光电耦合输出端。	
11	+24V DC	-	变频器为数字量输入供电。最大输出电流 100mA。	
12	+10V DC	-	变频器为外部电位计提供 0-10V。最大输出电流 15mA。	
13	模拟量输入 1	0-10V	用于外部 0-10V (单极性) 0-20mA 或 4-20mA 输入。缺省输入为 0-10V。	T069[Analog In1 Sel] T070[Analog In1 Lo] T071[Analog In1 Hi] T072[Analog In1 Loss]
14	模拟量公共端	-	模拟量输入 1 和模拟量输出 1 和 2 的公共端。	
15	模拟量输出 1	输出频率 0-10	缺省模拟量输出值为 0-10V。要转换为电流值，改变模拟量输出 1 选择开关为 0-20mA。	P038[Speed Reference] T051-T054[Digital In Sel] A152[PID Ref Sel]
16	模拟量输出 2	输出 0-10	缺省模拟量输出值为 0-10V。要转换为电流值，改变模拟量输出 2 选择开关为 0-20mA。	T082[Analog Out1 Sel] T084[Analog Out1 Setpt] T085[Analog Out2 Sel], T086[Analog Out2 High] T084[Analog Out2 Setpt]

续表 3-24

序号	信号名称	缺省值	说明	相关参数
17	模拟量输入 2	0-10V	用于外部光电隔离的 0-10V (单极性) 10V (双极性) 0-20mA 或 4-20mA 输入。缺省输入为 0-10V。	T073[Analog In2 Sel] T074[Analog In2 Lo] T075[Analog In2 Hi] T076[Analog In2 Loss]
18	模拟量公共端 2	-	用于模拟量输入 2。	
19	光耦输出	到达频率	由 T065[Opto Out Sel]设定	T065[Opto Out Sel] T066[Opto Out Level] T068[Opto Out Logic]
20	RS-485 (DSI) 屏蔽	-	终端必须连接到安全地-PE	

表 3-25 继电器和 DIP 开关

序号	信号名称	缺省值	说明	相关参数
R1	#1 常开继电器	准备好/故障	#1 输出继电器常开点	T055[Relay Out1 Sel]
R2	#1 继电器公共端	-	输出继电器公共端	
R3	#1 常闭继电器	准备好/故障	#1 输出继电器常闭点	T055[Relay Out1 Sel]
R4	#2 常开继电器	电机运行	#2 输出继电器常开点	T060[Relay Out2 Sel]
R5	#2 继电器公共端	-	输出继电器公共端	
R6	#2 常闭继电器	电机运行	#2 输出继电器常闭点	T060[Relay Out2 Sel]
模拟量输出选择 DIP 开关		0-10V	设置模拟量输出为电压或电流。	
灌入/拉出 DIP 开关		拉出 (SRC)	通过 DIP 开关设置, 输入端子可接成灌入 (SNK) 或拉出 (SRC) 方式。	

### 3.3.3 Auto/Manual 功能

PowerFlex400 出厂缺省参数值允许变频器由数字键盘控制。使用数字键盘可以直接使变频器起动、停止、改变方向以及控制速度, 而不需要任何编程。通过 P042[AUTO MODE] (自动模式) 4 种设置: “No function” (无功能) “Hnd-off-Auto” (手动-关断-自动) “Local/Remote” (本地/远程模式) “Auto/Manual” (自动/手动模式), 可用于选择运行模式。

#### 1. Hand-off-Auto Mode 手动-关断-自动模式

在手动模式:

- 起动命令来自数字键盘 start/hand 键, 速度参考值来自数字键盘速度增加与减少键。
- 如果按下自动键, 变频器输出频率为零, 并将控制从手动模式转换到自动模式。

在自动模式：

- 自动键 LED 发光。
- 起动命令取决于 P036[Start Source] (起动源)。
- 速度参考命令取决于 P038[Speed Reference] (速度参考值)。
- start/hand 键无扰地将控制转换到数字键盘，同时将速度参考值转换到数字键盘？
- 内置面板的停止键会停止变频器，并且变频器转换到手动模式。

手动-关断-自动模式下，面板指示灯状态说明如下表 3-26 所示。

表 3-26 面板指示灯状态说明

手动模式			自动模式	
键	LED	键功能	LED	键功能
	亮 	起动变频器。 按速度增加/减少键运行。	亮 	改变至手动模式并起动变频器。按速度增加/减少键运行。
	亮 	调整速度。	灭 	不激活。 该键只在 P038[Speed Reference]=0 时有效。
	灭 	改变至自动模式。	亮 	不激活。
	N/A	变频器停车。	N/A	改变至手动模式并使变频器停车。

实验步骤：

- (1) 将 P042[AUTO MODE](自动模式)设为 1“Hnd-Off-Auto”(手动-关断-自动模式)。
- (2) 数字键盘设定速度值为 40Hz。P036 [Start Source] (起动源) 设置为三线控制，P038[Speed Reference] (速度参考值) 设置为内部频率 60Hz。

可以观测输出频率变化的时序如图 3-107 所示：

## 2. Auto/Manual Mode 自动/手动模式

在手动模式：

- 起动命令由 P036 [Start Source] (起动源) 决定。
- 速度参考命令由数字速度增加和减少键决定。
- 自动键会无扰的将频率控制转换到自动模式。

在自动模式：

- 自动键 LED 发光。
- 起动命令由 P036 [Start Source] (起动源) 决定。
- 速度参考值命令由 P038 [Speed Reference] (速度参考值) 决定。

- 自动键会无波动地将频率控制转换到数字键盘。

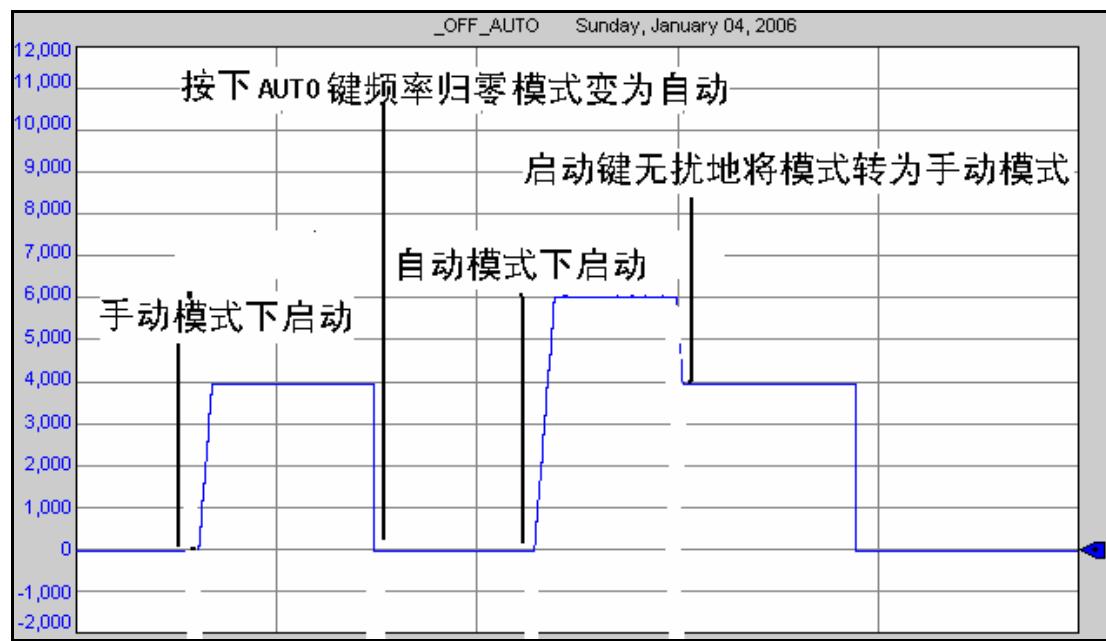


图 3-107 输出频率

自动/手动模式下，面板指示灯状态说明如下表 3-27 所示。

表 3-27 面板指示灯状态说明

手动模式			自动模式	
键	LED	键功能	LED	键功能
	亮 	起动变频器。 按速度增加/减少键运行。	亮 	改变至手动模式并起动变频器。按速度增加/减少键运行。
	亮 	调整速度。	灭 	不激活。 该键只在 P038[Speed Reference]=0 时有效。
	灭 	改变至自动模式。	亮 	不激活。
	N/A	变频器停车。	N/A	改变至手动模式并使变频器停车。

## 实验步骤：

- (1) 将参数 P042[AUTO MODE] (自动模式) 设置为 3 “Auto/Manual” (自动/手动模式)。
- (2) 数字键盘设定速度值为 40Hz。P036 [Start Source] (起动源) 设置为三线控制 P038[Speed Reference] (速度参考值) 设置为内部频率 60Hz。

可以观测输出频率变化的时序如图 3-110 所示：

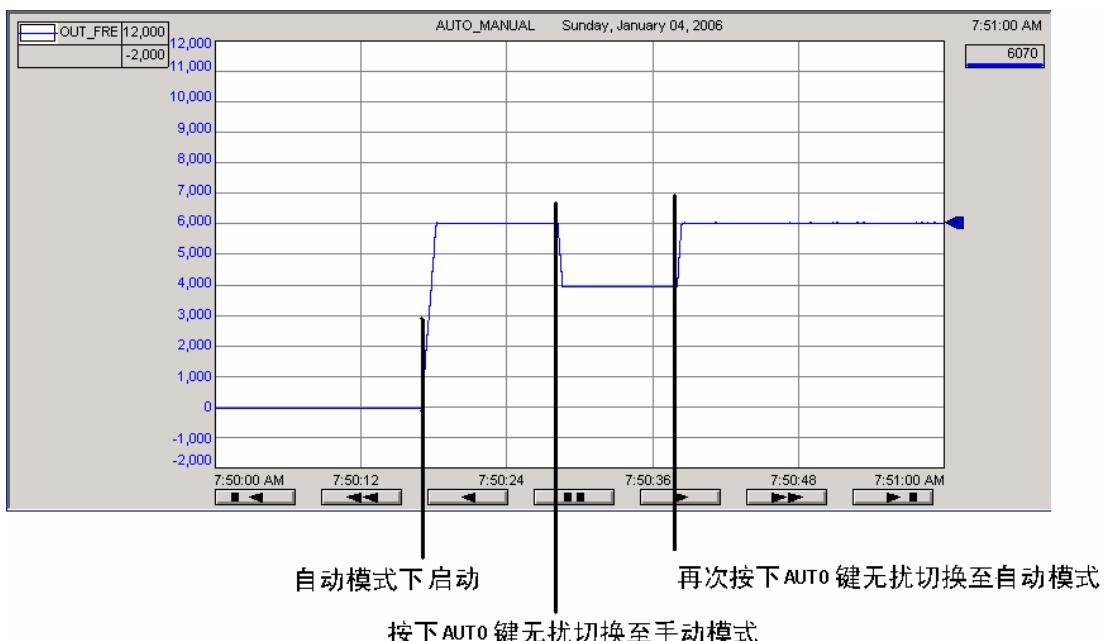


图 3-108 输出频率变化时序

### 3. Local/Remote Mode 本地/远程模式

在本地模式：

- 起动命令来自数字键盘 start/hand 键，速度参考值来自数字键盘速度增加和减少键。
- 自动键会停止变频器，然后变频器转换到远程模式。

注意：如果变频器正在运行并且 P036 [Start Source] (起动源) =3 或 6 (2-线控制)，当切换到远程模式时，如果有效起动命令出现，变频器将继续运行在由 P038[Speed Reference] (速度参考值) 所决定的参考值。

在远程模式：

- 自动键 LED 发光。
- 起动命令由 P036 [Start Source] (起动源) 决定。?
- 速度参考值命令由 P038 [Speed Reference] (速度参考值) 决定。
- 自动键会停止变频器，然后变频器转换到本地模式。

本地/远程模式下，面板指示灯状态说明如下表3-28所示。

表3-28 面板指示灯状态说明

手动模式			自动模式	
键	LED	键功能	LED	键功能
	亮 	起动变频器。 按速度增加/减少键运行。	亮 	改变至手动模式并起动变频器。按速度增加/减少键运行。
	亮 	调整速度。	灭 	不激活。 该键只在P038[Speed Reference]=0时有效。
	灭 	改变至自动模式。	亮 	不激活。
	N/A	变频器停车。	N/A	改变至手动模式并使变频器停车。

### 3.3.4 休眠/唤醒功能

变频恒压供水系统中水流量是不断变化的，在相似工况下，水泵的水力功率与三次方转速成正比。当水流量接近为零时，泵转速最低，通常情况下，变频恒压供水在零流量下消耗的功率约为相同大小恒速泵额定功率的1/4或更小，但变频泵长期在零流量下运转所消耗的能量不可小视，尤其是当泵的功率较大时，此缺点更为突出。PowerFlex400内建的Sleep/Wake（休眠/唤醒）功能可以很好的解决该问题。当水流量接近于零时，变频器自动进入休眠状态，停止水泵运行；当水流量达到设定值时，变频器自动唤醒，重新启动并恢复恒压供水。从而可以做到不用水时自动停泵而没有能量损耗，具有最佳的节能效果。

下面通过实验来说明Sleep/Wake（休眠/唤醒）的实际应用。假设水流量通过传感器转换为0-10V的电压信号，并接入PowerFlex400的模拟量1输入端。在此，当电压低于某一设定值（这里设为4V）时，表示水流量特别低，变频器将进入休眠状态；当电压高于4V时，变频器被唤醒，重新进入工作状态控制水泵。

实验步骤：

1. 将PowerFlex400变频器参数P036[Start Source]（起动源）设为1，“3-wire”（三线控制）。
2. 将参数P038[Speed Reference]（速度参考值）设为2，“Analog In1”（模拟量输入1）。

3. 将参数 T069 [Analog In 1 Sel] ( 模拟量输入 1 选择 ) 设为 2 “ Voltage Mode 0-10V ” ( 电压模式 , 0-10V )

4. 设置休眠/唤醒功能的相关参数 , 步骤如下 :

参数 T077 [Sleep-Wake Sel] ( 休眠/唤醒选择 ) 设为 1 , “ Analog In1 ” ( 模拟量输入 1 )

参数 T078 [Sleep Level] ( 休眠幅值 ) 设置为 40% , 表示外部模拟量输入减小到 4V 时 , 变频器进入休眠模式。

参数 T079 [Sleep Time] ( 休眠时间 ) 设置为 0 。

参数 T080 [Wake Level] ( 唤醒幅值 ) 设置为 40% , 表示外部模拟量输入增加到 4V 时 , 变频器被唤醒。

参数 T081 [Wake Time] ( 唤醒时间 ) 设置为 0 。

5. 手动调节模拟量输入从 0v 至 10v , 再调回至 4v , 变频器输出频率如图 3-111 所示。

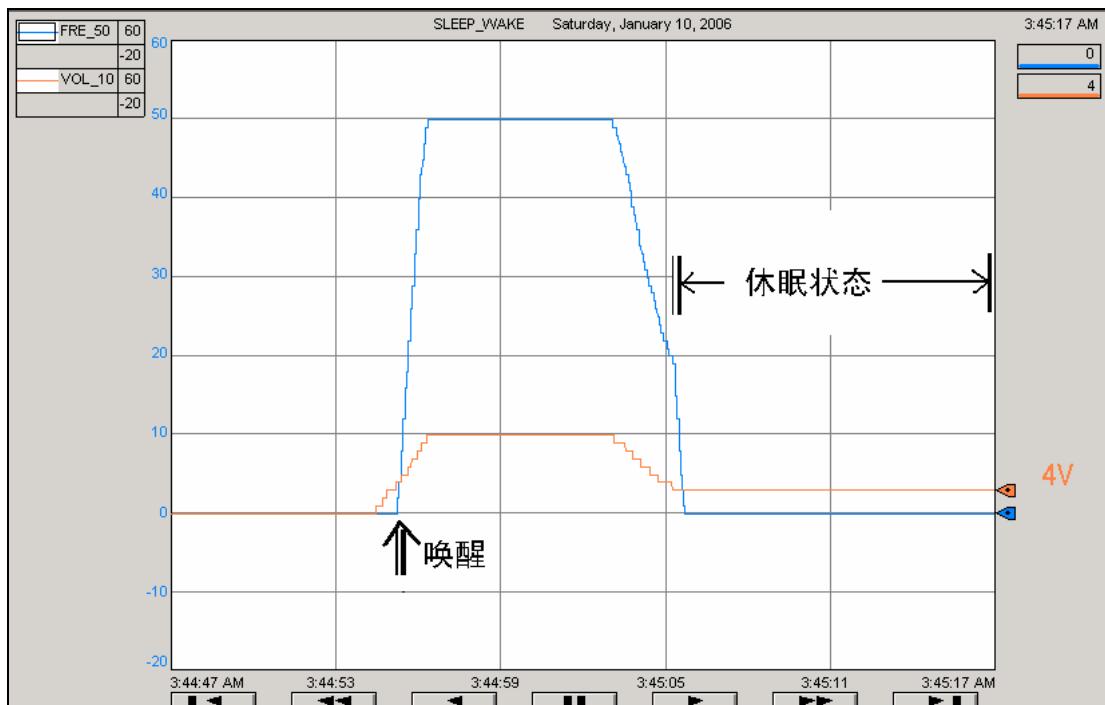


图 3-109 变频器输出频率

从趋势图中我们可以看到 , 当模拟量输入未到达唤醒值时 , 变频器一直处于休眠状态 ( 输出频率为 0 ) , 直到电压达到唤醒值时 , 变频器输出频率才开始与模拟量电压成斜坡上升。在模拟量输入值降低至休眠值时 , 变频器又回到了休眠状态。若电压值没有到达唤醒值那么变频器将一直处于休眠状态。

### 3.3.5 变频器内置 PID 调节功能

在过程控制领域的应用中，传统的变频调速设备往往需要带有模入/模出的可编程控制器的配合使用，才能实现 PID 调节。由于 PID 算法的编程难度较大，设备成本高，调试困难，因此罗克韦尔自动化的 PowerFlex 400 变频器内置了 PID 调节功能。PID 运算在变频器内部实现，省去了对 PLC 内存容量的要求和对 PID 算法的编程，而且 PID 参数的在线调试比较容易，不仅降低了生产成本，而且大大提高了生产效率。

#### 1. PID 控制回路

PowerFlex400 变频器带有内置的 PID（比例、积分和微分）控制回路。PID 回路用于将过程反馈量（如压力、流量或张力）维持在期望的设定值。PID 回路通过将反馈值与给定值进行比较得到的偏差量，经过 PID 的调节，将偏差量减少至 0。要使能 PID 回路，参数 A152[PID Ref Sel]的值必须设为非零值。

使用者可以选择独立控制（Exclusive Control）PID 回路和配合控制（Trim Control）PID 回路两种基本方式。

使用独立控制（Exclusive Control）方式时，速度给定值（Speed Reference）为 0，且 PID 输出为独立频率命令值。当 A152[PID Ref Sel]（PID 给定选择）设为 1、2、3 或 4。该组态无需速度给定值，只需设置过程控制的期望设定点，例如泵的流量控制。控制原理如图 3-110 所示。

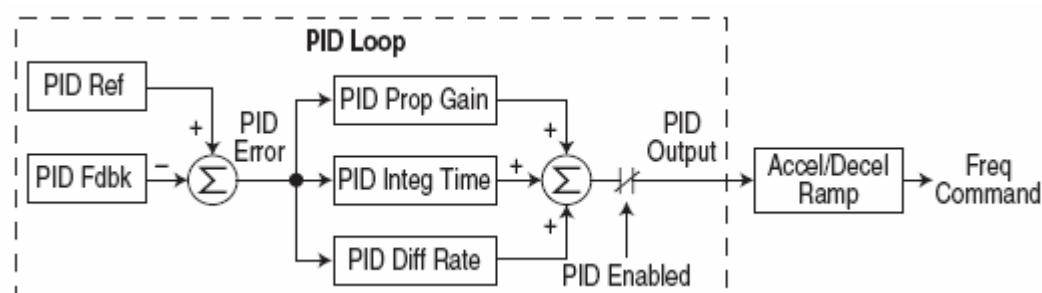


图 3-110 独立控制原理图

使用配合控制（Trim Control）方式时，PID 的输出值添加到速度给定值上。在配合模式下，PID 回路输出旁路加/减速斜坡。当参数 A152[PID Ref Sel]（PID 给定选择）设为 5 时，选择配合控制。控制原理图 3-111 如所示。

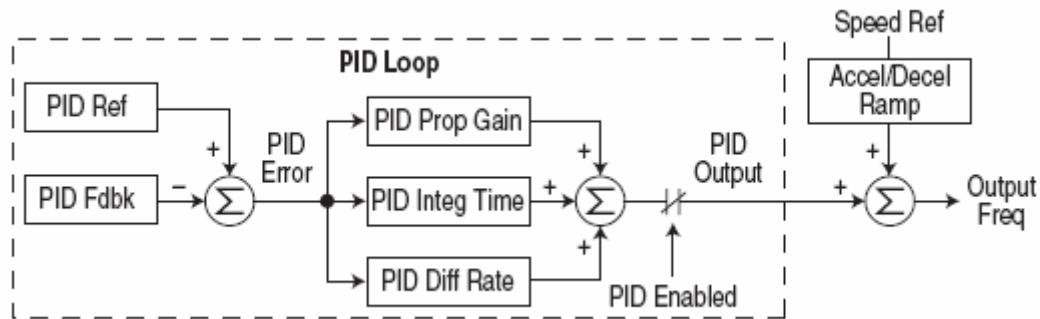


图 3-111 配合控制原理图

## 2. PID 给定和反馈值

参数 A152[PID Ref Sel] ( PID 给定选择 ) 用于使能 PID 模式并选择 PID 给定值的源。如果 A152[PID Ref Sel] 不设为 0( PID Disabled ), 也可通过使用可编程的数字量输入选项( 参数 T051-T054 ) 来选择 PID 模式。参数 A152[PID Ref Sel] 的选项说明如表 3-29 所示 , 参数 A153[PID Feedback Sel] 的选项说明如表 3-30 所示。

表 3-29 参数 A152[PID Ref Sel]的选项

选项	说明
0 “ PID Disabled ”	禁用 PID 回路 ( 缺省设置 )
1 “ PID Setpoint ”	选择独立控制。 A157[PID Setpoint] 用于设置 PID 给定值。
2 “ Analog In 1 ”	选择独立控制。选择模拟量输入 1。
3 “ Analog In 2 ”	选择独立控制。选择模拟量输入 2。
4 “ Comm Port ”	选择独立控制。由网络给定。
5 “ Setpnt , Trim ”	选择配合控制。 A157[PID Setpoint] 用于设置 PID 给定值。
6 “ 0-10V , Trim ”	选择配合控制。选择 0-10V 输入。
7 “ 4-20mA , Trim ”	选择配合控制。选择 4-20mA 输入。
8 “ Comm , Trim ”	选择配合控制。由网络给定。

表 3-30 参数 A153[PID Feedback Sel]的选项

选项	说明
0 “ Analog In 1 ”	选择模拟量输入 1 ( 缺省设置 )
1 “ Analog In 2 ”	选择模拟量输入 2
2 “ Comm Port ”	由网络给定

## 3. 模拟量 PID 给定信号的标定和反向

参数 T070[Analog In 1 Lo] ( 模拟量输入 1 低限 ), T071[Analog In 1 Hi] ( 模拟量输入 1 高限 ), T074[Analog In 2 Lo] ( 模拟量输入 2 低限 ) 和 T075[Analog In 2 Hi] ( 模拟量输入 2 高限 ) 用于标定和反向模拟量 PID 给定值。

### ● 标定功能

对于0-5V电压信号，设置如下参数使得0V=0%PID给定值和5V=100%PID给定值。PID标定功能曲线如图3-112所示。

- (1) T069[Analog In 1 Sel] (模拟量输入1选择)或T073[Analog In 2 Sel] (模拟量输入2选择)=2“Voltage Mode- Unipolar”(电压模式-单极性)
- (2) T70[Analog In 1 Lo] (模拟量输入1低限)或T074[Analog In 2 Lo] (模拟量输入2低限)=0.0%
- (3) T071[Analog In 1 Hi] (模拟量输入1高限)或T075[Analog In 2 Hi] (模拟量输入2高限)=50.0%
- (4) A152[PID Ref Sel] (PID参考选择)=0“0-10V Input”

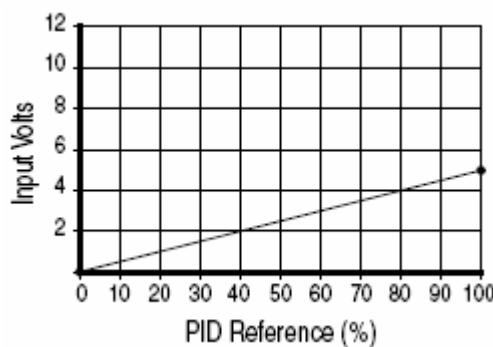


图3-112 PID标定功能

### ● 反向功能

对于4-20mA信号，以下的参数设置用于一个20mA信号对应PID参考值的0%而且4mA信号对应PID参考值的100%。PID反向功能如图3-113所示。

- (1) T069[Analog In 1 Sel] (模拟量输入1选择)或T073[Analog In 2 Sel] (模拟量输入2选择)=1“Current Mode 4-20mA”(电流模式4-20mA)
- (2) T070[Analog In 1 Lo] (模拟量输入1低限)或T074[Analog In 2 Lo] (模拟量输入2低限)=100%
- (3) T071[Analog In 1 Hi] (模拟量输入1高限)或T075[Analog In 2 Hi] (模拟量输入2高限)=50.0%
- (4) A152[PID Ref Sel] (PID参考选择)=2“Analog In 1”(模拟量输入1)或3“Analog In 2”(模拟量输入2)

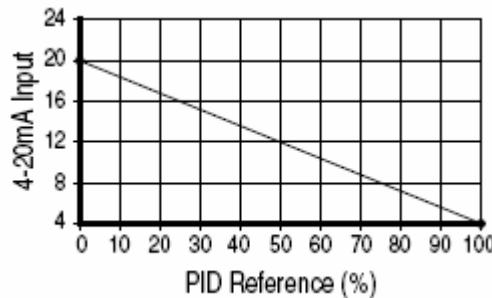


图 3-113 PID 反向功能

#### 4. PID 死区设置

参数 A158[PID Deadband] ( PID 死区 ) 用于设置变频器可以忽略的 PID 给定值的范围。

举例：

- ( 1 ) [PID Deadband] ( PID 死区 ) 设为 5.0。
- ( 2 ) PID 给定值设为 25%。
- ( 3 ) 当 PID 偏差值在 20% 至 30% 之间，PID 调节器不会发挥作用。

#### 5. PID 增益

PID 调节器包括比例、积分和微分增益。

( 1 ) A154[PID Prop Gain] ( PID 比例增益 ) 输出一个速度命令为 PID 偏差的比例增益。例如，当 PID 偏差值为模拟量输入范围的 100% 时，比例增益为 1 将输出最大频率的 100%。[PID Prop Gain] ( PID 比例增益值 ) 越大，比例调节部分响应越高，否则，响应越低。将[PID Prop Gain] ( PID 比例增益 ) 设为 0 以禁止 PID 回路的比例调节部分。

( 2 ) A155[PID Integ Time] ( PID 积分时间 ) 用于消除稳态误差。例如，如果积分增益为 2，当 PID 增益为 100% 时，积分增益调节器的输出会在 2 秒时积分至最大频率的 100%。[PID Integ Time] ( PID 积分时间 ) 使得积分调节器响应较慢，否则，其响应较快。设置[PID 积分时间]为 0 以禁止 PID 回路的积分调节器。

( 3 ) A156[PID Diff Rate] ( PID 微分速率 ) 影响 PID 输出值的更改速率。偏差较大时，微分调节作用较大；否则，作用较小。该参数设为 1.00，当过程偏差值以 1%/s 的速率变化时，过程响应为[最小频率]的 0.1%。[PID Diff Rate] ( PID 微分速率 ) 越大，其作用效果越明显。在多数应用实例中，无需微分增益。设置[PID Diff Rate]为 0.00 ( 工厂缺省值 ) 以禁止 PID 回路的微分调节器。

### 3.3.6 一拖多的功能

多泵并联变频恒压供水的工作模式通常是：当用水流量小于一台泵在工频恒压条件下的流量，由一台变频泵调速恒压供水；当用水流量增大，变频泵的转速自动上升；当变频泵的转速上升到工频转速，用水流量将进一步增大，此时由变频器控制起动另外一台工频泵投入，该工频泵提供的流量是恒定的（工频转速恒压下的流量），其余各并联工频泵按相同的原理投入。

在多泵并联变频恒压变量的供水情况下，当用水流量下降，变频调速泵的转速下降（变频器供电频率下降）；当频率下降到零流量的时候，变频器发出一个指令，自动关闭一台工频泵使之超出并联供水。为了减少工频泵自动投入或超出时的冲击（水力的或电流的冲击）。在投入时，变频泵的转速自动下降，然后慢慢上升以满足恒压供水的要求。在超出时，变频泵的转速应自动上升，然后慢慢下降以满足恒压供水的要求。上述频率自动上升和下降由供水变频控制器控制。

PowerFlex400 内置辅助电机控制特性。通过该功能，PowerFlex400 变频器除直接控制一台电机外，还能对最多 3 台电机进行操作。系统输出可以由 0%（辅助电机关闭且变频器控制电机零速）至 400%（3 台辅助电机工作且变频器控制电机全速）。PowerFlex400 提供六种模式，如表 3-31 所示，实例 1 和实例 2 是典型用法。

表 3-31 辅助电机模式

R240 选项	内部继电器		辅助继电器					
	1	2	3	4	5	6	7	8
1 Aux Mtr	电机 2 的 交流							
2 Aux Mtr	电机 2 的 交流	电机 3 的 交流						
3 Aux Mtr	电机 2 的 交流	电机 3 的 交流	电机 4 的 交流					
1 Mtr + Swap	电机 1 的 变频器	电机 1 的 交流	电机 2 的 变频器	电机 2 的 交流				
2 Mtr + Swap	电机 1 的 变频器	电机 1 的 交流	电机 2 的 变频器	电机 2 的 交流	电机 3 的 变频器	电机 3 的 交流		
3 Mtr + Swap	电机 1 的 变频器	电机 1 的 交流	电机 2 的 变频器	电机 2 的 交流	电机 3 的 变频器	电机 3 的 交流	电机 4 的 变频器	电机 4 的 交流

实例 1：一个辅助电机且不带自动切换，接线如图 3-114 所示。

实验步骤：

1. 将 PowerFlex400 变频器参数 P036 [Start Source]（起动源）设为 1，“3-wire”（三线控制）

2. 设置 PID 回路。将参数 A152[PID Ref Sel] ( PID 参考值选择 ) 设为 1 “ PID Setpoint ” ( PID 给定 )；同时将参数 A157[PID Setpoint] ( PID 给定值 ) 设为 100%。此时，PID 给定值为内部频率的 80%。

3. 将参数 A153[PID Feedback Sel] ( PID 反馈选择 ) 设为 0，“ Analog In 1 ” ( 模拟量输入 1 )；同时，设置参数 A154[PID Prop Gain] ( PID 比例系数 ) 设为 1.00；A155[PID Integ Time] ( PID 积分时间 ) 设为 10s；A156[PID Diff Rate] ( PID 微分系数 ) 设为 0，其余值保持为出厂缺省值。

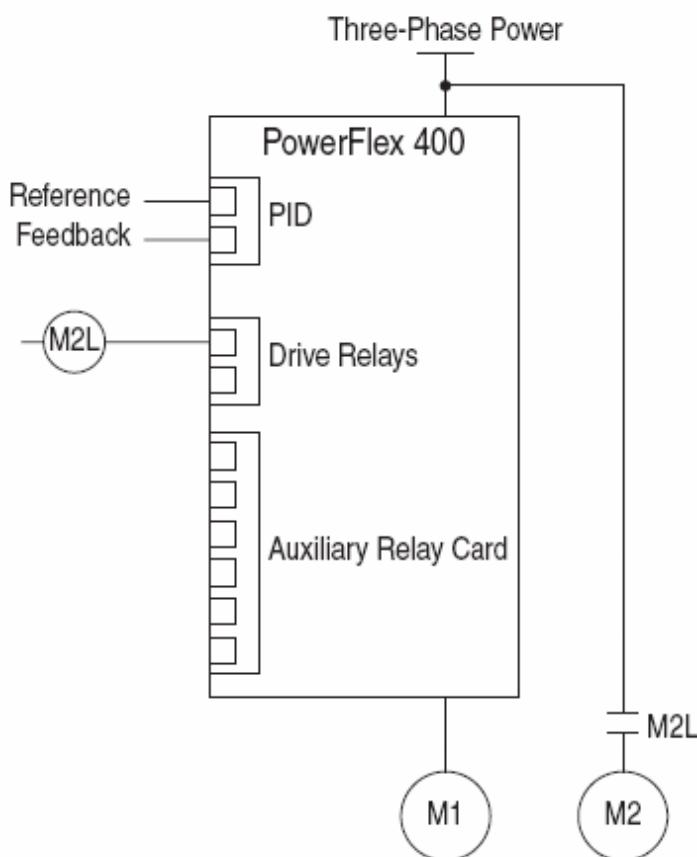


图 3-114 一个辅助电机且不带自动切换接线图

4. 将参数 T055 [Relay Out1 Sel] ( 继电器 1 输出选择 ) 设为 23，“ Aux Motor ” ( 辅助电机 )
5. 使能辅助电机模式，设置 R239 [Aux Motor Mode] ( 辅助电机模式 )，“ Enabled ” ( 使能 )
6. 确定辅助电机数量为 1，设置 R240 [Aux Motor Qty] ( 辅助电机数量 ) 为 1，“ 1 Aux Mtr ” ( 一台辅助电机 )
7. 当 Motor#1 到达某个频率值时 Motor#2 起动。该值通过参数 R241[Aux 1 Start Freq]

(辅助电机 1 起动频率) 设定为 25.0Hz。

8. 当 Motor#1 到达辅助电机 1 起动频率值后, Motor#2 延时起动的时间通过参数 R250[Aux Start Delay] (辅助电机起动延迟时间) 设为 5.0s。

9. 当 Motor#1 到达某个频率值时, Motor#2 停车。该值通过参数 R242[Aux 1 Stop Freq] (辅助电机 1 停止频率) 设定为 10.0Hz。

10. 当 Motor#1 到达辅助电机 1 停止频率值后, Motor#2 延时停止的时间通过参数 R251[Aux Stop Delay] (辅助电机停止延迟时间) 设为 5.0s。

## 实验结果：

起动变频器，调节 PID 反馈 (Analog In1) 小于其 PID 给定值，变频器加速运行，当输出频率达到 R241[Aux 1 Start Freq] (辅助电机 1 起动频率) 设定值时，继电器 1 经延迟 5 秒后闭合，RELAY OUT 1 指示灯点亮。

调节 PID 反馈 (Analog In1) 大于其 PID 给定值, 变频器减速运行, 当输出频率减至 R242[Aux 1 Stop Freq](辅助电机 1 停止频率) 设定值时, 继电器 1 经延迟 5 秒后断开, RELAY OUT 1 指示灯熄灭。

实例 2：一个辅助电机带有自动切换，如图 3-115 所示。

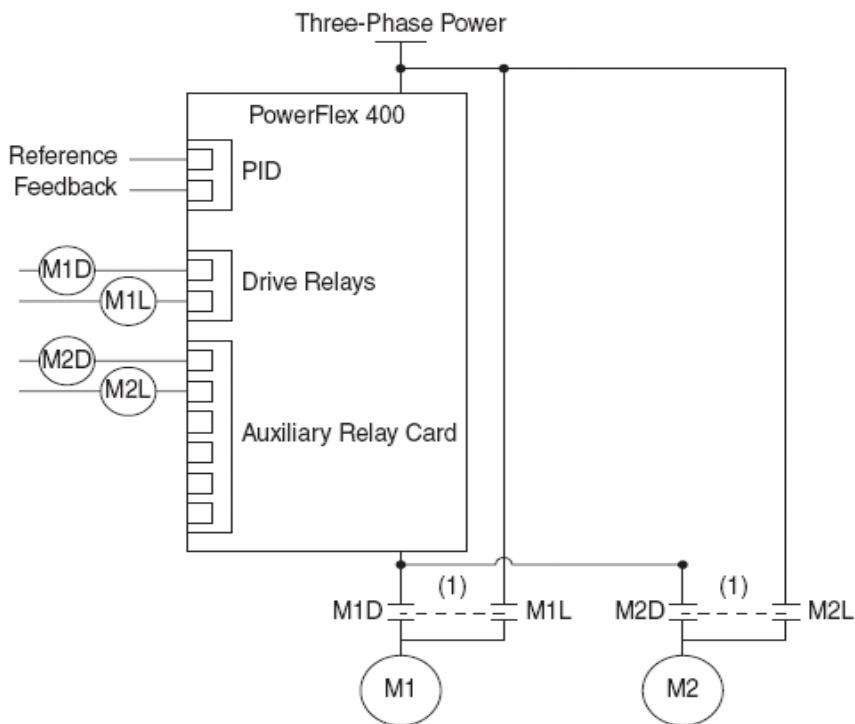


图 3-115 一个辅助电机带自动切换接线图

带自动切换的辅助电机模式与前一种方式的区别在于,当需要投入另一台辅助电机时,并不是直接把辅助电机直接接入工频启动,而是把第一台电机切换至工频运行,第二台电

机由变频器启动。此时，需要添加一块 Auxiliary Relay Card (辅助继电器扩展卡)，其安装如图 3-116 所示。

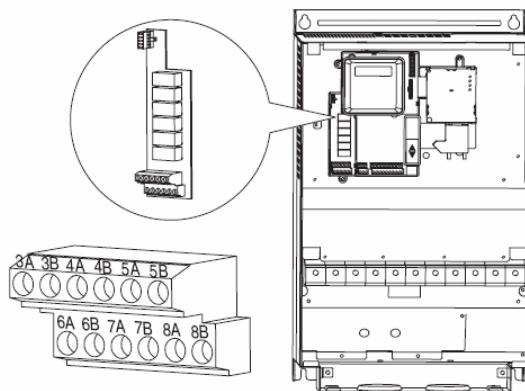


图 3-116 安装辅助继电器扩展卡

#### 实验步骤：

1. 将 PowerFlex400 变频器参数 P036 [Start Source] (起动源) 设为 1，“3-wire”(三线控制)。
2. 设置 PID 回路。将参数 A152[PID Ref Sel](PID 参考值选择)设为 1，“PID Setpoint”(PID 给定)；同时将参数 A157[PID Setpoint] (PID 给定值) 设为 100%。此时，PID 给定值为内部频率的 80%。
3. 将参数 A153[PID Feedback Sel] (PID 反馈选择) 设为 0，“Analog In 1”(模拟量输入 1)；同时，设置参数 A154[PID Prop Gain] (PID 比例系数) 设为 1.00；A155[PID Integ Time] (PID 积分时间) 设为 10s；A156[PID Diff Rate] (PID 微分系数) 设为 0，其余值保持为出厂缺省值。
4. 将参数 T055 [Relay Out1 Sel] (继电器 1 输出选择) 设为 23，“Aux Motor” (辅助电机)。  
参数 T060 [Relay Out2 Sel](继电器 2 输出选择)设为 23，“Aux Motor” (辅助电机)。  
参数 R221 [Relay Out3 Sel](继电器 3 输出选择)设为 23，“Aux Motor” (辅助电机)。  
参数 R224 [Relay Out4 Sel](继电器 4 输出选择)设为 23，“Aux Motor” (辅助电机)。
5. 使能辅助电机，设置 R239 [Aux Motor Mode](辅助电机模式)，“Enabled”(使能)。
6. 确定辅助电机数量为 1，设置 R240 [Aux Motor Qty] (辅助电机数量) 为 4，“1 Mtr+Swap”(一台辅助电机+自动切换)。
7. 当 Motor#1 到达某个频率值时，Motor#2 起动。该值通过参数 R241[Aux 1 Start Freq] (辅助电机 1 起动频率) 设定为 40.0Hz。
8. 当 Motor#1 到达辅助电机 1 起动频率值后，Motor#2 延时起动的时间通过参数 R250[Aux Start Delay] (辅助电机起动延迟时间) 设为 5.0s。
9. 当 Motor#1 到达某个频率值时，Motor#2 停车。该值通过参数 R242[Aux 1 Stop Freq]

(辅助电机1停止频率)设定为10.0Hz。

10. 当Motor#1到达辅助电机1停止频率值后, Motor#2延时停止的时间通过参数R251[Aux Stop Delay] (辅助电机停止延迟时间)设为5.0s。

### 3.3.7 飞速起动与断电后重起动功能

由于工业现场比较复杂,有时会发生瞬时停电或瞬时欠电压的情况。在负载运行中,发生瞬间停电或电压下降时,变频器一般在大约数秒内即停止输出。所以,当恢复电源时,电动机正处于旋转之中,变频器常常起动不起来。

为了防止这一现象,有效的方法是设定瞬时停电再起动及飞速起动功能配合使用。瞬时停电后,只要变频器功能单元有显示,再起动功能始终维持,当电源恢复时变频器瞬时停电再起动功能可与电流限制功能同时作用,使正在自由旋转的电动机平滑地加速再起动,从而避免电机经历先停车,重新启动,再加速到给定频率的过程。

飞速启动功能是指当电动机在一定转速下,再进行启动时,变频器可以自动鉴别电机旋转的方向和转速,来启动这种正在旋转的电机。通过变频器的输出与正在旋转的电机相匹配,实现与旋转的电机平滑的实行对接,并根据控制的要求继续稳定运行。

瞬时断电的含义是电源电压由于某种原因突然下降或电源电压消失,但很快又恢复,停电时间 $t_0$ 很短如图3-117(a)所示。

断电后变频器各部分的电压变化如图3-115所示。变频器内主要有三种电源:

- 主电路直流电压:在刚断电的瞬间,逆变电路还在工作,故电压下降很快,设主电路直流电压从额定状态的 $U_{DN}$ 下降到下限值 $U_{DL}$ (欠压保护的动作电压)所需时间为 $t_{od}$ ,如图3-117(b)。

- 控制电路的直流电压

- 逆变管驱动电路的电压:一方面,IGBT管是电压控制器件,驱动电流十分微小,短时间内的电压下降有限,另一方面,驱动电路对电压的要求也不十分严格。所以,对于瞬时停电来说,可以不予考虑。

变频器对瞬时断电的处理方法,根据断电时间 $t_0$ 的不同,分别处理如下:

- 当 $t_0 < t_{od}$ 时,变频器可以不予理会。
- 当 $t_{od} < t_0 < t_c$ 时,由于控制回路的电压尚未下降,故变频器因欠电压而跳闸后允许重合闸。

- 当 $t_0 > t_c$ 时,由于变频器内的控制系统已经不能再保持正常工作,变频器跳闸后将不允许重新合闸。

对于PowerFlex400变频器,通过设置参数A163[Auto Rstrt Tries](自动重启尝试)和A164[Auto Rstrt Delay](自动重启延迟)。

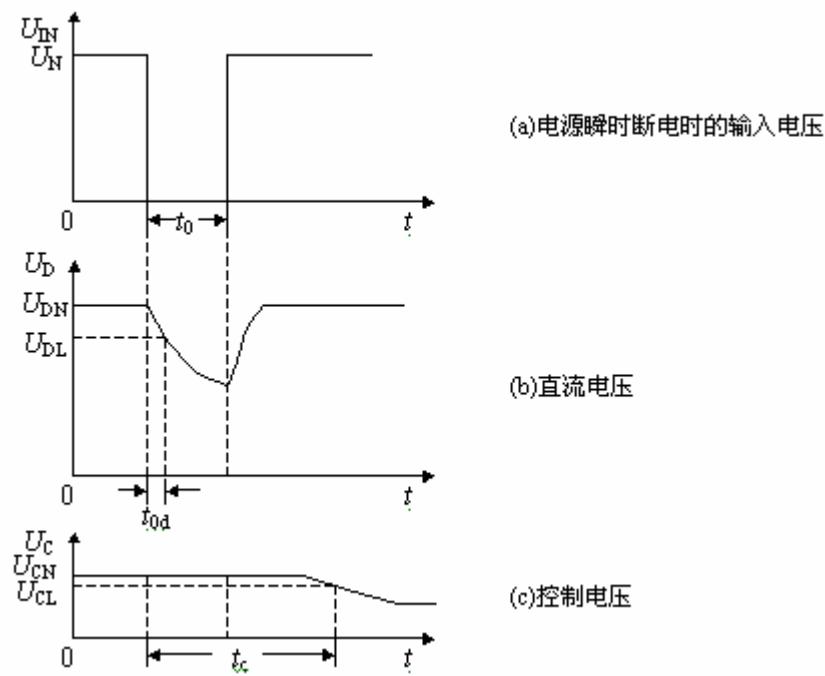


图 3-117 瞬时电压

#### 实验步骤：

1. 将 PowerFlex400 变频器参数 P036 [Start Source] (起动源) 设为 0, “Keypad”(键盘控制)。
2. 设置参数 A163[Auto Rstrt Tries] (自动重起尝试) 为 2。
3. 设置参数 A164[Auto Rstrt Delay] (自动重起延迟) 为 2.0s。
4. 将 PowerFlex400 变频器断电, 等待 LED 显示消失后重上电, 等待大约 2 秒后, 变频器重起动。
5. 将参数 A167[Flying Start En] (使能飞速起动) 设为 1, “Enabled”(使能)。只有当这一参数设置成 Enabled (使能) 时飞速启动功能才有效果。

实验现象：当正在工作的变频器被突然断电后，在自动重起延迟时间内，恢复变频器的供电，此时变频器会立即输出断电前的给定频率，再上电时，电机从当前转速平滑加速到给定频率，而无需经历停止，再加速的过程。

另外，如果需要清除 Type 1 故障并重启变频器：

- 设置参数 A163[Auto Rstrt Tries] (自动重起尝试) 为非零值
  - 设置参数 A164[Auto Rstrt Delay] (自动重起延迟) 为非零值
- 如果需要清除过电压、欠电压或温度过高故障但不重启变频器
- 设置参数 A163[Auto Rstrt Tries] (自动重起尝试) 为非零值
  - 设置 A164[Auto Rstrt Delay] (自动重起延迟) 为零值

## 3.4 PowerFlex4 的应用

PowerFlex4 交流变频器在其紧凑的，节省空间的设计中为用户提供了功能强大的电动机速度控制，它是 PowerFlex 变频器系列中尺寸最小、最经济有效的一个成员。该变频器可以提供的额定功率和电压等级分别为 0.2~3.7 kW 和 120V、240V、480V。它是为满足全球 OEM 和终端用户对于灵活性、节省空间和使用方便的要求而设计的，是机械工具、风扇、泵、传送带和物流处理系统等应用场合进行速度控制的经济有效的选择。

它具有以下特性：

- PowerFlex4 变频器有一个集成键盘，可利用本地电位器和控制键在机箱外进行操作
- 在基本程序组中包含了十个最常见应用参数，使得编程快捷方便
- PowerFlex4 变频器具有内置的 RS-485 通信能力，可以用在多种网络连接中，也可以通过微机进行编程
- 当用在不接地配电系统时，可拆卸的 MOV（金属氧化物变阻器）接地保护可以提供无故障操作
- PWM（脉宽调制）频率可以调节到高达 16kHz，从而保证了低噪音的运行

### 3.4.1 PowerFlex4 变频器选型

产品目录号说明，如图 3-118 所示，产品选型，如附录表 A-5。

22A	-	A	1P5	N	1	1	4
变频器	破折号	电压额定值	额定值	防护等级	操作面板	辐射级别	通讯槽
代码							代码 版本
22A PowerFlex4							4 RS485
代码 电压 相位							
V 120V AC 1							代码 额定值
A 240V AC 1							0 无滤波器
B 240V AC 3							1 内置 EMI 滤波器
D 480V AC 3							
输入电压为 380V-480V 时的输出电流							
代码 Amps KW (HP)							
1P4 1.4 0.37 (0.5)							代码 Amps KW (HP)
2P3 2.3 0.75 (1.0)							1P5 1.5 0.2 (0.25)
4P0 4.0 1.5 (2.0)							2P3 2.3 0.37 (0.5)
6P0 6.0 2.2 (3.0)							4P5 4.5 0.75 (1.0)
8P7 8.7 3.7 (5.0)							8P0 8.0 1.5 (2.0)
							012 12 2.2 (3.0)
							017 17.5 3.7 (5.0)

图 3-118 产品目录号说明

### 3.4.2 PowerFlex4 硬件接线

PowerFlex4 变频器的控制端子接线方式如图 3-119 所示。

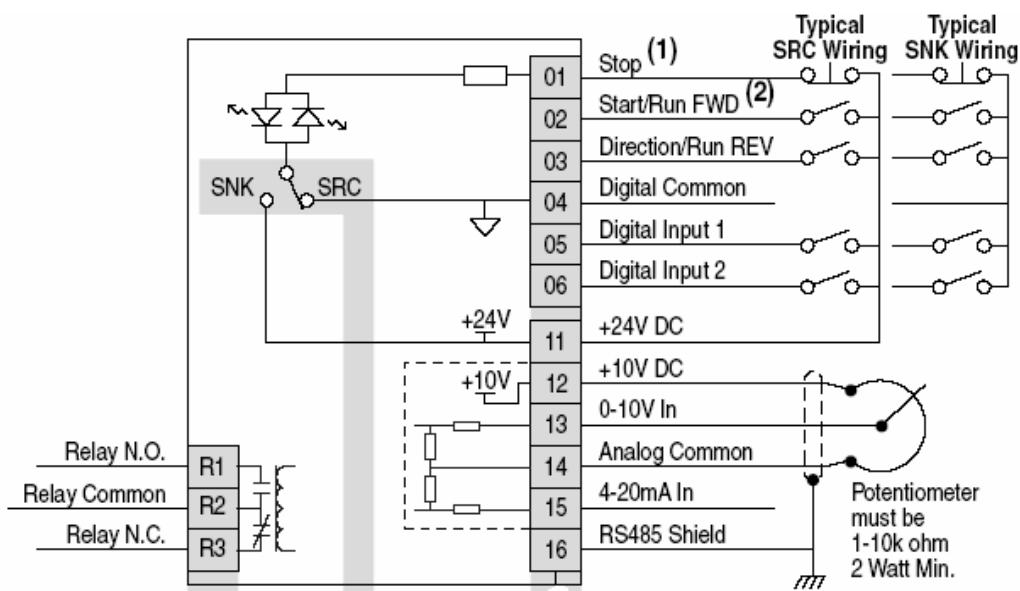


图 3-119 控制端子接线图

各端子说明如表 3-32 所示：

表 3-32 控制 I/O 端子

序号	信号名称	缺省值	说明	相关参数
R1	常开继电器	故障	输出继电器常开点	A055[Relay Out Sel]
R2	继电器公共端	-	输出继电器公共端	
R3	常闭继电器	故障	输出继电器常闭点	A055[Relay Out Sel]
灌入/拉出 DIP 开关		拉出 (SRC)	通过 DIP 开关设置，输入端子可接成灌入 (SNK) 或拉出 (SRC) 方式。	
01	停止	惯性	电机起动前，必须有一常闭输入点。	P036[Start Source]
02	起动/正转	未激活	缺省状态下，命令来自内置键盘。	P036,P037[Stop Mode]
03	方向/反转	未激活		P036,P037 A095[Reverse Disable]
04	数字量公共端	-	用于数字量输入	
05	数字量输入 1	预设频率值	通过 A051[Digital In1 Sel] 设定。	
06	数字量输入 2	预设频率值	通过 A052[Digital In2 Sel] 设定。	

续表 3-32

序号	信号名称	缺省值	说明	相关参数
11	+24V DC	-	变频器为数字量输入供电。最大输出电流 100mA。	
12	+10V DC	-	变频器为外部电位计提供 0-10V。最大输出电流 15mA。	
13	0-10V 输入	未激活	用于外部 0-10V (单极性) 或电位计。	P038[Speed Reference]
14	模拟量公共端	-	用于 0-10V 或 4-20mA 输入。	
15	4-20mA 输入	未激活	用于外部 4-20mA 输入供电	P038,A051-A054,A132
16	RS-485 (DSI) 屏蔽	-	终端必须连接到安全地-PE	

### 3.4.3 PowerFlex4 的 Modbus 网络控制

PowerFlex4 系列变频器集成的 RS-485 通讯使其可以在多分支网络结构中使用。简单的 RS-485 通讯解决方案包括以下三种：

- PC 机使用 DriveExplorer 或 DriveExecutive 软件进行控制和监视，如图 3-120 所示。

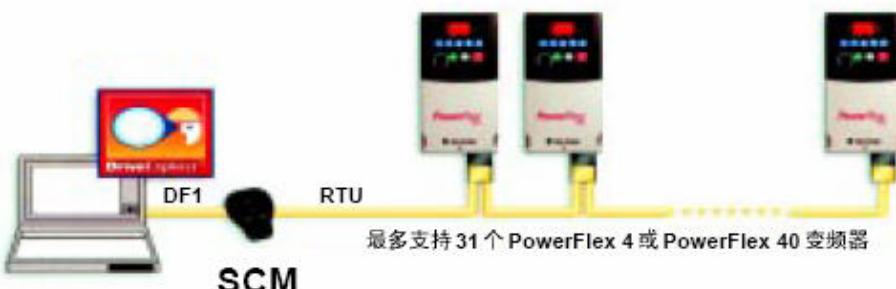


图 3-120 PC 机监控 PowerFlex4

- PLC 通过 DF1 协议控制变频器，如图 3-121 所示。



图 3-121 PLC 控制 PowerFlex4

- 与所有可以成为 RTU 主站的设备兼容，如图 3-122 所示。



图 3-122 RTU 主站设备控制 PowerFlex4

#### 实验主题：

- 了解 PowerFlex4 变频器的 Modbus 功能码；
- 掌握将 PowerFlex4 变频器接入 Modbus 网络的硬件连接；
- 组态 PowerFlex4 作为 Modbus 网络从设备；
- 配置 MicroLogix1500 作为 Modbus 网络主设备；
- 编程实现 MicroLogix1500 读写 PowerFlex4 的信息。

#### Modbus 网络简介：

RS-485/MODBUS 是现在流行的一种布网方式，其特点是实施简单方便，从其功能上看，可认为是一种现场总线。它通过 24 种总线命令实现 PLC 与外界的信息交换，具有 MODBUS 接口设备的可以很方便的进行组态。

MODBUS 传输协议定义了控制器可识别和使用的信息类型，而无须考虑通信网络的拓扑结构。它定义了各种数据帧格式，描述了控制器访问另一设备的过程，怎样做出应答响应，以及可检查和报告的错误。

MODBUS 有两种传送模式，RTU ( Remote Terminal Unit ) 和 ASCII 码。它把通信参与者规定为主站和从站。主站可向多个从站发送通信请求，最多可达 247 个从站。每个从站都有自己的地址编号。

MODBUS 的 RTU 模式规定通信字符串的最后两个字节用于传递循环冗余校验数据。其校验方式是将整个字符串（不包括最后两个字节）的所有字节按规定的方式进行位移并进行 XOR ( 异或 ) 计算。接收方在收到该字符串时按同样方式进行计算，并将结果同收到的循环冗余校验的两个字节进行比较，如果一致则认为通信正确，如果不一致，则认为通信有误，从站将发送 CRC 错误应答。MODBUS 的 RTU 模式采用 CRC-16 的冗余校验方式。

控制器与 PLC 之间通信的内容包括主站对从站的读取和写入。MODBUS 规定，只有主站具有主动权，从站只能被动的响应，包括回答出错信息。数据通信的一般格式如下：

主站	从站地址	功能码	数据起始地址	数据量	CRC 校验码
从站	从站地址	功能码	数据量	应答数据	CRC 校验码

从功能上讲，MODBUS 包括 24 种命令，每一功能都有相应的功能码。最基本的功能主要包括 AI/AO、DI/DO 的数据传送，PLC 如果支持 MODBUS，那么都应该包含这些基

## 第3章 PowerFlex4系列变频器实验

本命令。PLC 将模拟量和数字量存放在不同的寄存器中。模拟量在 PLC 中是保存在寄存器 (Holding Register) 中，数字量保存在线圈中 (Holding Coils)。

PowerFlex 4 所支持功能码：

PowerFlex4 变频器所用外设接口 (DSI) 支持部分 Modbus 功能码，如表 3-33 所示：

表 3-33 Modbus 功能码和命令

Modbus 功能码 (十进制)	命令
03	读寄存器
06	写单个寄存器
16	写多个寄存器

- 在此实验中，寄存器地址要都要偏移 1，例如逻辑命令的寄存器地址是 8192，而在实验中就要设置为 8193。

- PowerFlex4 变频器可通过发送功能码 06，将信息写入寄存器地址 8193 (逻辑命令字) 和 8194 (速度参考值) 来实现网络控制，如附录表 A-6。此时，PowerFlex4 中参数 P036[Start Source] (起动源) 和 P038[Speed Reference] (速度参考值) 设为 5，“RS-485 (DSI) Port” (RS-485 通讯端口)

- PowerFlex4 变频器可通过发送功能码 03，读取寄存器地址 8449 (逻辑状态) 和 8452 (输出频率) 信息，如附录表 A-7。此时，PowerFlex4 中参数 P036[Start Source] (起动源) 设为 5，“RS-485 (DSI) Port” (RS-485 通讯端口)

硬件配置：本实验将使用 MicroLogix 控制器在 RS-485 网络上通过 Modbus RTU 模式监视并控制 PowerFlex4 系列变频器。硬件接线如图 3-123 所示，图中说明如表 3-34 所示。

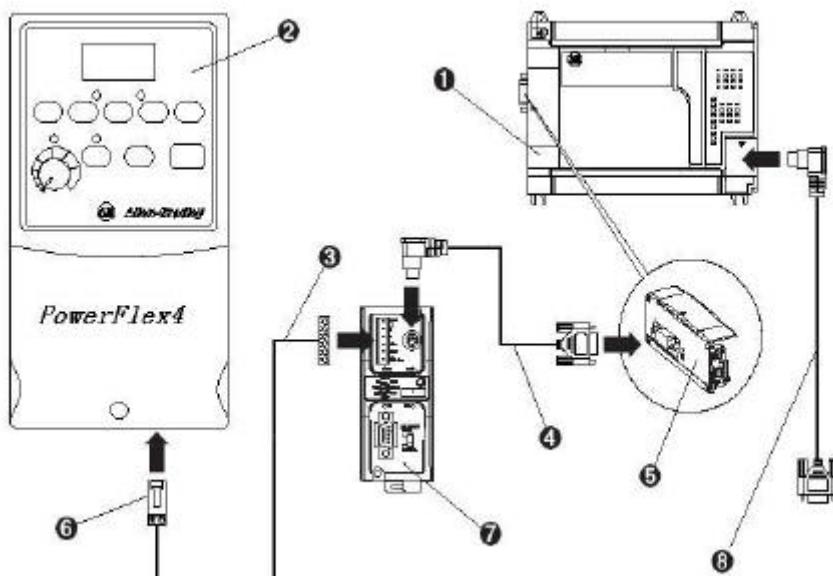


图 3-123 硬件接线示意图

表 3-34 示意图说明

序号	说 明
	MicroLogix 1500 LRP C 系列 , 版本号 C , 固件版本 9.0 控制器
	PowerFlex 4 系列变频器 , 固件版本号 1.xxx 以及更高
	Belden#3105A 或等价电缆
	1761-CBL-PM02 MicroLogix 编程电缆。如果无此电缆 , 用户可用 1761-CB2-AC00 电缆替代。
	MicroLogix1500 LRP 控制器左侧通道 1 , 九针串行连接口
	AK-U0-RJ45-TB2P 终端块连接器
	1761-NET-AIC MicroLogix AIC+高级接口转换模块固件版本号 1.xxx。用户需要为该转换模块提供外接 24V 直流电源。
	RS-485 网络接线
	第二根 1761-CBL-PM02 MicroLogix 编程电缆 ( 用于上载/下载程序 )

Modbus 网线连接如图 3-124 所示。

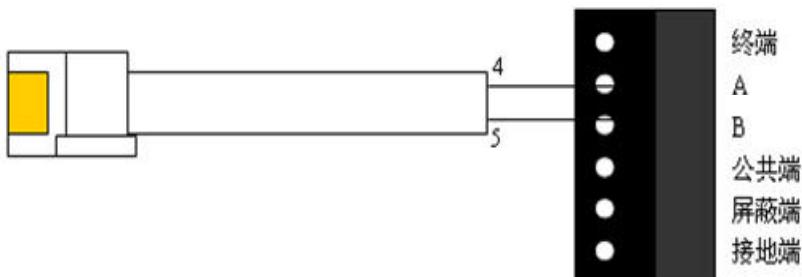


图 3-124 Modbus 网线连接示意图

### 实验步骤：

#### 1. 参数设置

(1) PowerFlex4 变频器参数设置如下

- P036[Start Source]设为 5 “ Comm Port ” ( 通讯端口 )
- P038[Speed Reference]设为 5 “ Comm Port ” ( 通讯端口 )
- A51[数字量输入 1 选项]设为 6 “ 通讯端口 ”
- A52[数字量输入 1 选项]设为 0 “ 不使用 ”
- A103[通讯数据传输率]设为 4 “ 19.2K ”
- A104[通讯节点地址]设为 2
- A107[通讯格式]设置为 0 “ RTU 8-N-1 ”

(2) MicroLogix AIC+ 高级接口转换器设置旋转开关到 “ Auto ( 自动 ) ” 位置。

#### 2. 软件组态

MicroLogix1500 LRP C 系列可编程控制器具有两个通讯通道 Channel 0 ( 通道 0 ) 和 Channel 1 ( 通道 1 ) , 这两个通讯通道中任何一个在 Modbus 网络中均可以设置成 Modbus RTU Master 的形式 , 但与 PC 机连接的通道必须设置为 DF1 全双工的形式 , 如果组态错误

## 第3章 PowerFlex4系列变频器实验

的话就会使PC机与可编程控制器之间断开连接。注意：对于MicroLogix1500 LRP可编程控制器，在可编程控制器处理器上面的9针串口为Channel 1而在可编程控制器背板上的8孔串口为Channel 0。

(1) RSLinx网络组态。单击Start->Program->Rockwell Software->RSLinx->RSLinx，启动RSLinx，如图3-125所示。



图 3-125 RSLinx 启动界面

(2) 单击菜单栏中 Communications->Configure Drivers... 或在工具条上单击 Configure Drivers (组态驱动)，如图3-126所示。

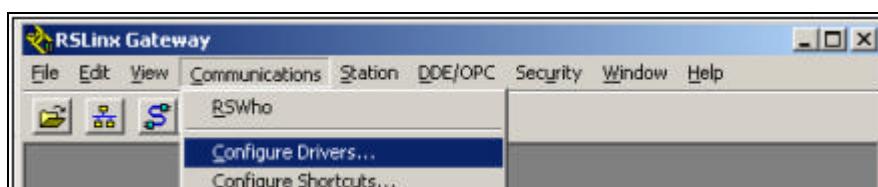


图 3-126 选择驱动组态

(3) 弹出标题为 Configure Driver Types 的窗口。单击 Available Driver Types (可用驱动程序类型)对话框中的下拉箭头，对于本次实验，我们需通过计算机的RS232串行通讯口接入DF1网络，因此选择RS-232 DF1 devices，如图3-127所示。

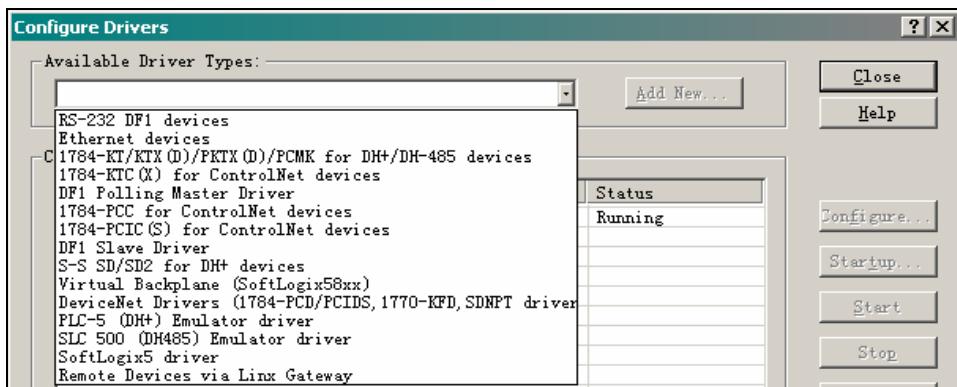


图 3-127 选择所需驱动程序

(4) 单击 Add New (添加新驱动) 按钮, 将弹出如图 3-128 所示窗口。



图 3-128 添加新驱动

(5) 单击 OK, 会弹出如图 3-129 所示窗口, 单击 Auto-Configure (自动组态), 若显示“Auto Configuration Successful !”, 则表示组态成功。

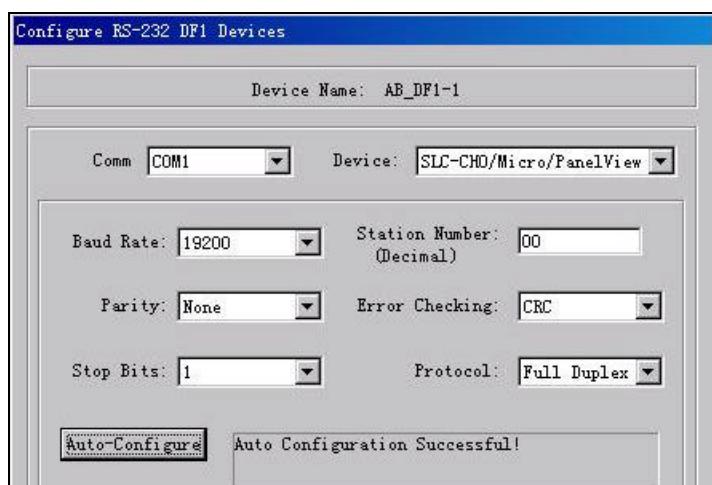


图 3-129 组态成功画面

(6) RSLogix5000 软件编程。单击 Start->Program->Rockwell Software->RSLogix500 English-> RSLogix500 English, 启动 RSLogix500 软件。新建项目, 处理器类型选择

## 第3章 PowerFlex4系列变频器实验

MicroLogix1500 LRP Series C, 如图 3-130 所示：

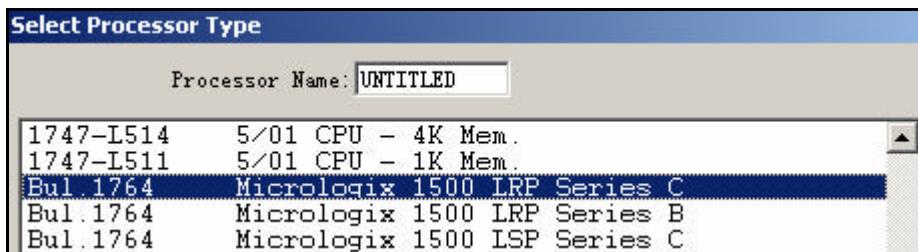


图 3-130 选择处理器类型

(7) 双击 IO 组态文件夹，弹出如图 3-131 对话框，配置 MicroLogix 输入/输出模块。

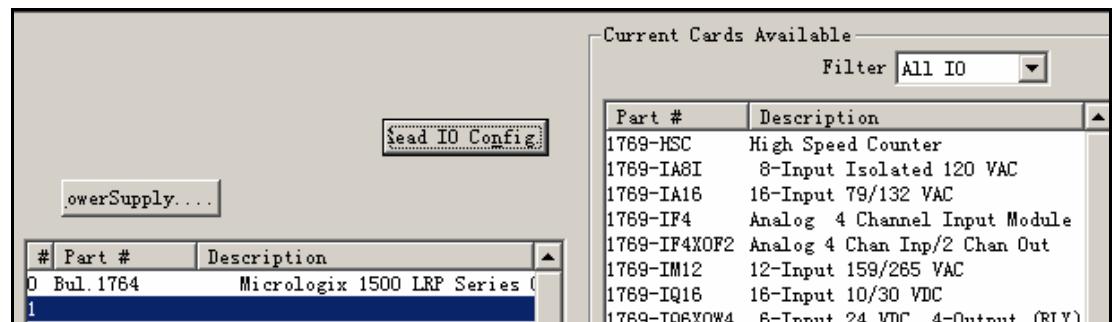


图 3-131 IO 组态对话框

(8) 单击 Read IO Config. (读 I/O 组态信息) 按钮，弹出读 I/O 组态信息对话框，如图 3-132 所示。

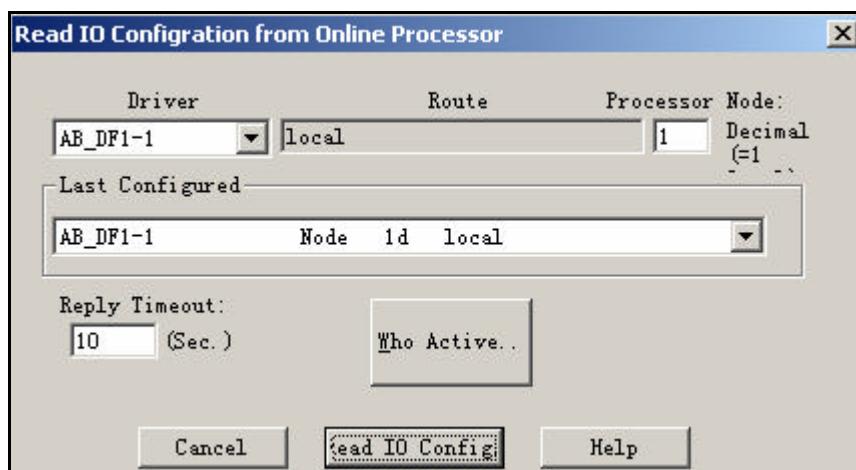


图 3-132 读取 IO 组态信息

(9) 单击 Read IO Config. (读取 I/O 组态信息) 按钮，则处理器自动读取当前背板型号，已连接的输入输出模块及相应参数，如图 3-133 所示：

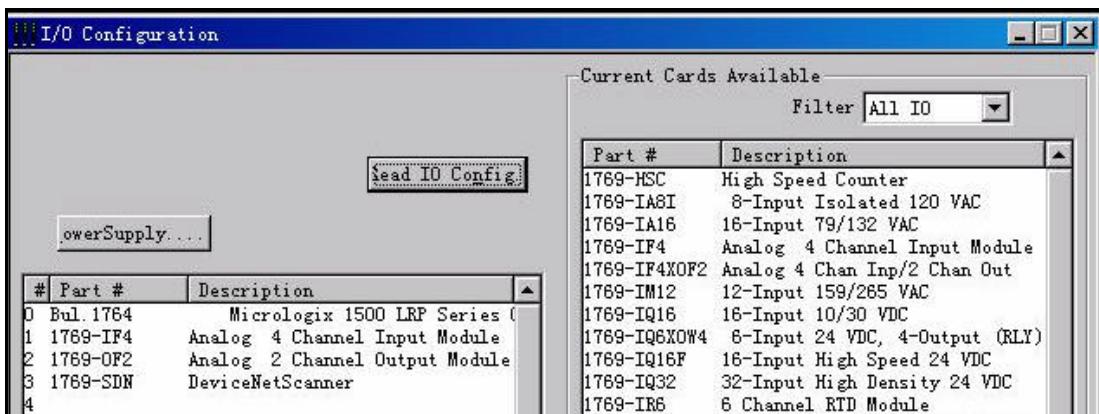


图 3-133 IO 组态完成

(10) 双击 Channel Configuration (通道组态) 文件夹，单击 Channel 1 选项卡，如图 3-134 所示，设置以下参数：

- Driver (通讯驱动类型): Modbus RTU Master
- Baud (通讯波特率): 19.2K
- Party (奇偶校验位): NONE
- Control Line (控制线): No Handshaking
- InterChar.Timeout (通讯超时): 0
- Pre Transmit Delay (预置传输延迟): 0

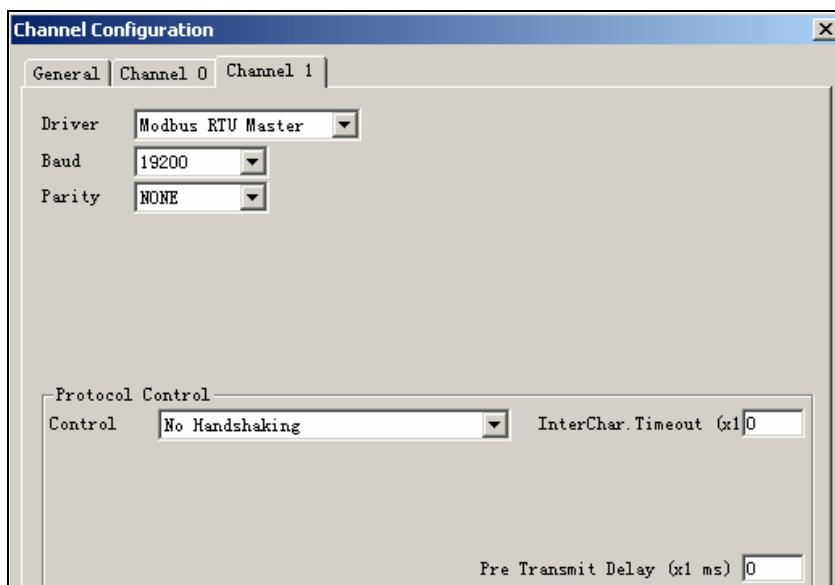


图 3-134 设置通道 1 参数

注意：要设置上述参数，RSLogix500 软件版本一般为 6.10.00 或更高，要查看当前使用软件的版本，可在菜单栏中单击 Help (帮助) ->About RSLogix500 (关于 RSLogix500)。

## 第3章 PowerFlex4系列变频器实验

(11) 使用 RSLogix500 软件编写通讯控制程序。建立 Message (信息) 和 Interger (整型) 数据文件, 分别命名为 MSG 和 Drive。其步骤如下:

右键单击 Data Files (数据文件), 选择 New (新建), 如图 3-135 所示。

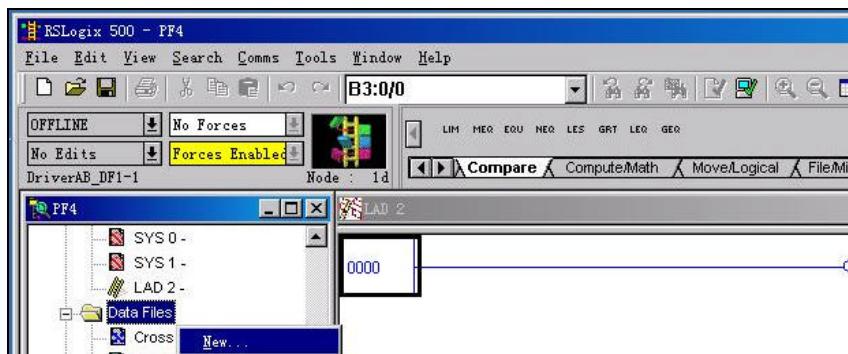


图 3-135 新建数据文件

新建 Message (信息) 数据文件, 相关参数设置如图 3-136 所示:

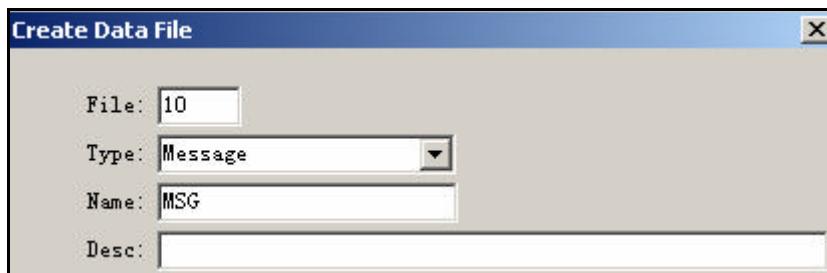


图 3-136 新建 Message 数据文件

新建 Interger (整型) 数据文件, 相关参数设置如图 3-137 所示:

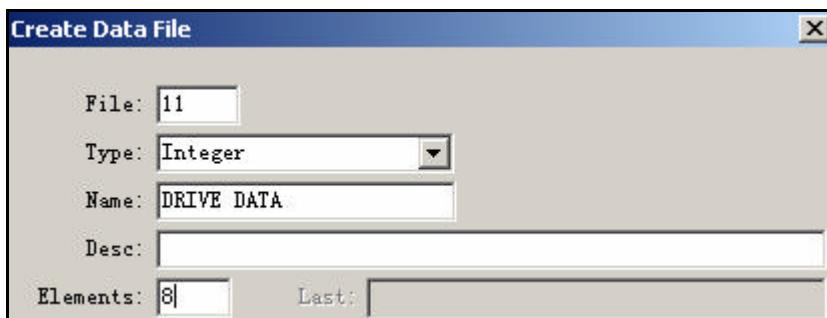


图 3-137 新建整型数据文件

表 3-35 给出新建的整型文件 N11 各字的含义, 以便更有效的控制变频器。

表3-35 整型文件N11的含义

数据列表地址	说明
N11:0	逻辑状态字
N11:1	速度反馈字
N11:2	逻辑命令字
N11:3	速度参考字

(12) 编写读取变频器逻辑状态程序,如图3-138所示:

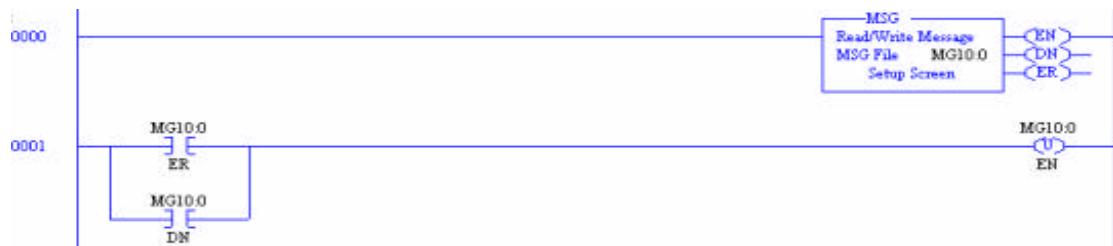


图3-138 读取变频器逻辑状态程序

其中,第0行梯级MSG指令用于读取变频器逻辑状态字。

第1行梯级用于实现MSG指令的连续执行。

(13) 设置Message指令的读取变频器逻辑状态字的相关参数,如图3-139所示,参数说明如表3-36所示:

表3-36 MSG指令参数设置

名称	作用	值
Channel (通道)	选择通讯端口	1
Modbus Command (Modbus命令)	选择信息功能	03 Read Holding Registers (4xxxx)
Data Table Address (数据目标地址)	选择未用数据文件	N11:0 (用户自定义)
Size in Elements (元素大小)	元素为整型	1
Message Timeout (信息传输超时)	设置信息传输超时 (秒)	2
MB Data Address (1-65535) (Modbus数据地址)	选择变频器的数据寄存器地址	8449 (变频器内部定义)
Slave Node Address(十进制) (从节点地址)	选择变频器的节点地址	2 (在A[104]通讯节点地址中设定) 数值由用户自定义

## 第3章 PowerFlex4系列变频器实验



图 3-139 MSG 指令参数设置

(14) 读取变频器状态结果存储于 N11:0，如图 3-140 所示：

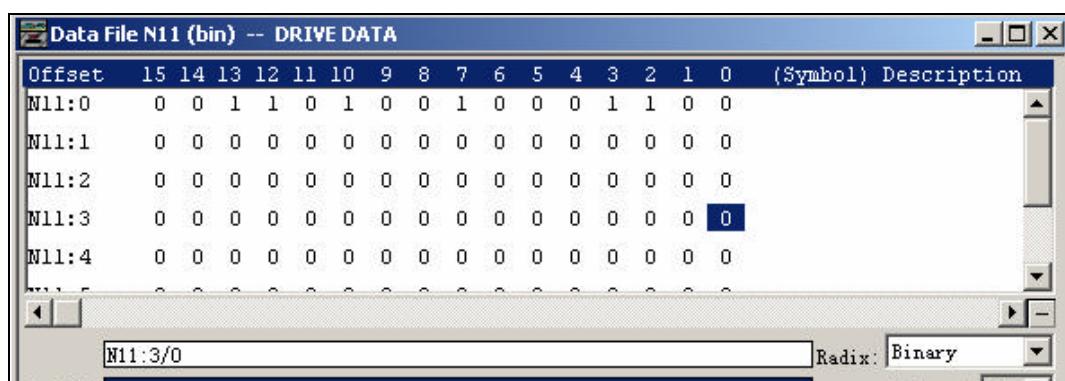


图 3-140 显示变频器状态

(15) 编写获取速度反馈程序部分，如图 3-141 所示。

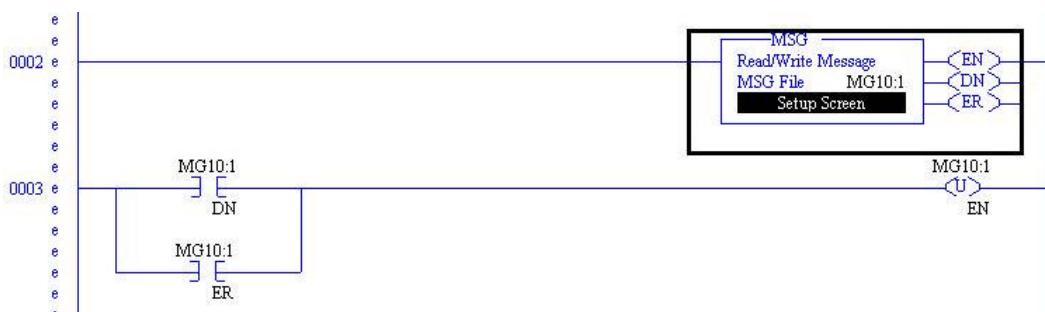


图 3-141 速度反馈逻辑程序

其中，第 0 行梯级 MSG 指令用于读取变频器速度反馈值。

第 1 行梯级用于实现 MSG 指令的连续执行。

(16) 设置 Message 指令的相应参数，如表 3-37 所示，相关设置如图 3-142 所示：

表 3-37 MSG 指令参数设置

参数名称	参数作用：	值
Channel (通道)	选择通讯端口	1
Modbus Command (Modbus 命令)	选择文件传输形式	03 Read Holding Registers (4xxxx)
Data Table Address(数据目标地址)	选择一个未用到的数据文件	N11:1 (用户自定义)
Size in Elements (元素大小)	元素大小 (整型)	1
Message Timeout (信息传输超时)	设置信息传输超时 (秒)	2
MB Data Address(1-65535) (Modbus 数据地址)	选择驱动器的数据寄存器地址	8452 (变频器内部定义)
Slave Node Address(十进制) (从节点地址)	选择驱动器的节点地址	2 (在 A[104] 通讯节点地址中设定) 数值由用户自定义

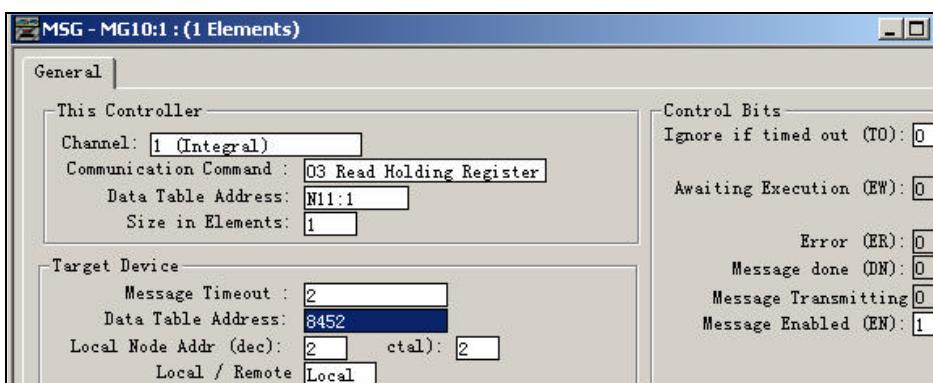


图 3-142 设置 Message 指令参数

(17) 编写变频器逻辑命令程序，如图 3-143 所示：



图 3-143 逻辑命令程序

其中，第 0 行梯级 MSG 指令用于设定变频器的逻辑命令。

第 1 行梯级用于实现 MSG 指令的连续执行。

(18) 设置该 MSG 指令的相应参数，如表 3-38 所示，相关设置如图 3-144 所示：

## 第3章 PowerFlex4系列变频器实验

表 3-38 MSG 指令参数设置

参数名称	参数作用：	值
Channel (通道)	选择通讯端口	1
Modbus Command (Modbus 命令)	选择文件传输形式	06 Write Single Registers (4xxxx)
Data Table Address (数据目标地址)	选择一个未用到的数据文件	N11:2 (用户自定义)
Size in Elements (元素大小)	元素大小 (整型)	1
Message Timeout (信息传输超时)	设置信息传输超时 (秒)	2
MB Data Address (1-65535) (Modbus 数据地址)	选择驱动器的数据寄存器地址	8193 (变频器内部定义)
Slave Node Address(十进制) (从节点地址)	选择驱动器的节点地址	2 (在 A[104] 通讯节点地址中设定) 数值由用户自定义

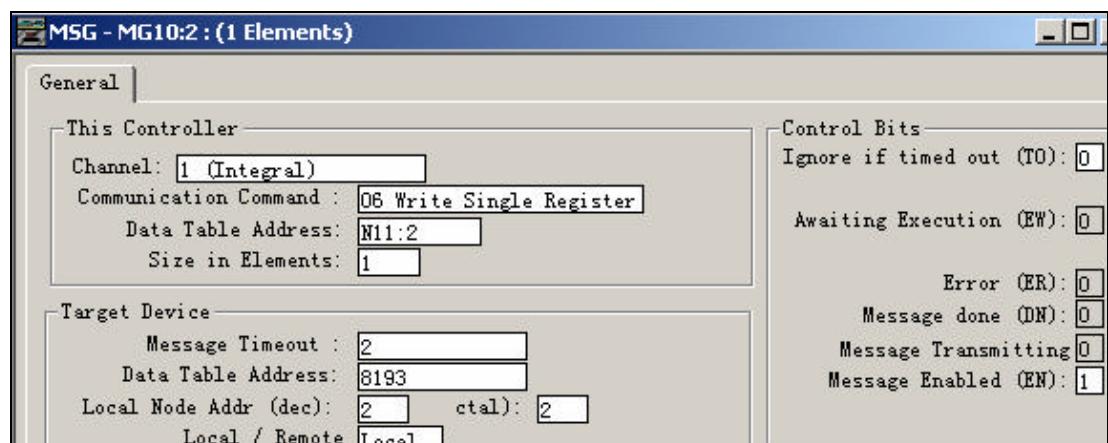


图 3-144 设置 MSG 指令参数

(19) 程序编写完成后，将变频器运行位 N11:2/1 设为 1，此时变频器起动，且状态反馈值 N11:0 表示其状态，如图 3-145 所示。

Offset	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	(Symbol)	Description
N11:0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1		
N11:1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
N11:2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		
N11:3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

图 3-145 控制变频器起动

(20) 编写设定速度参考值程序，如图 3-146 所示。

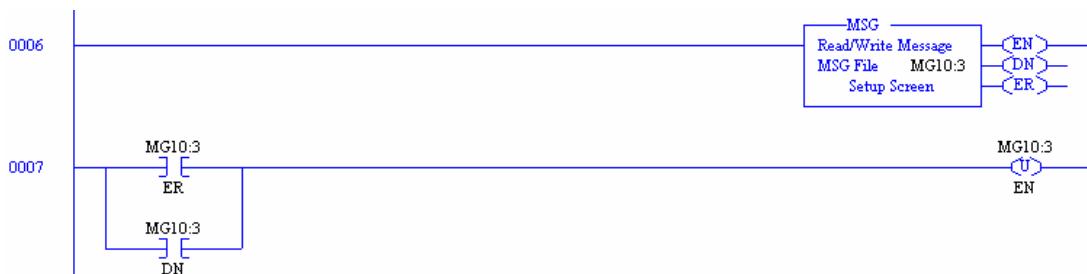


图 3-146 编写给定速度参考值程序

其中，第 0 行梯级 MSG 指令用于设定变频器速度参考值。

第 1 行梯级用于实现 MSG 指令的连续执行。

设置 MSG 指令中相应参数，如表 3-39 所示，相关设置如图 3-147 所示。

表 3-39 MSG 指令参数设置

参数名称	参数作用：	值：
Channel (通道)	选择通讯端口	1
Modbus Command (Modbus 命令)	选择文件传输形式	06 Write Single Registers (4xxxx)
Data Table Address (数据目标地址)	选择一个未用的数据文件	N11:3 (用户自定义)
Size in Elements (元素大小)	元素大小 (整型)	1
Message Timeout (信息传输超时)	设置信息传输超时 (秒)	2
MB Data Address (1-65535) (Modbus 数据地址)	选择驱动器的数据寄存器地址	8194 (变频器内部定义)
Slave Node Address (十进制) (从节点地址)	选择驱动器的节点地址	2 (在 A[104] 通讯节点地址中设定) 数值由用户自定义

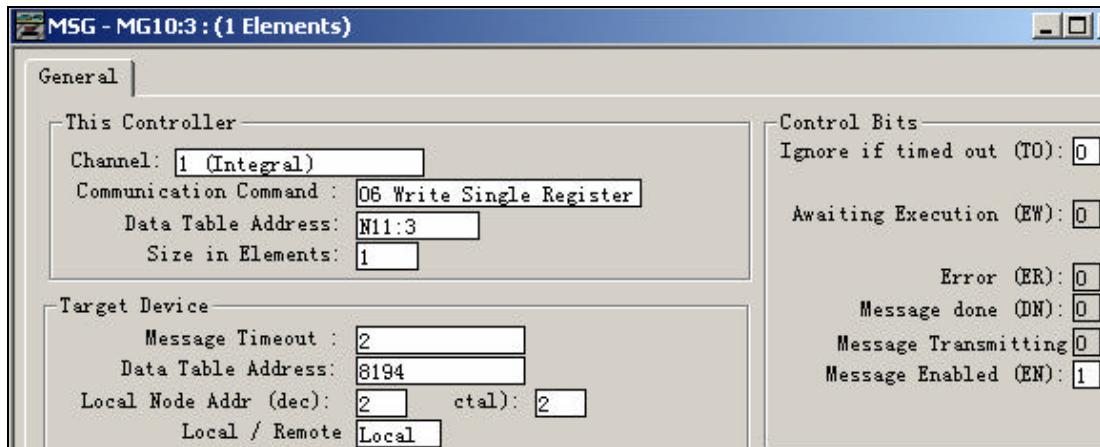


图 3-147 设置 MSG 指令参数

(21) 变频器其他参数的修改与读取都可以用 MSG 指令来实现，寄存器的地址就是相

## 第3章 PowerFlex4系列变频器实验

应的参数号码，但是要偏移1。例如修改参数39[Accel time1]，要将寄存器地址设置为40。相应的设置如图3-148所示。

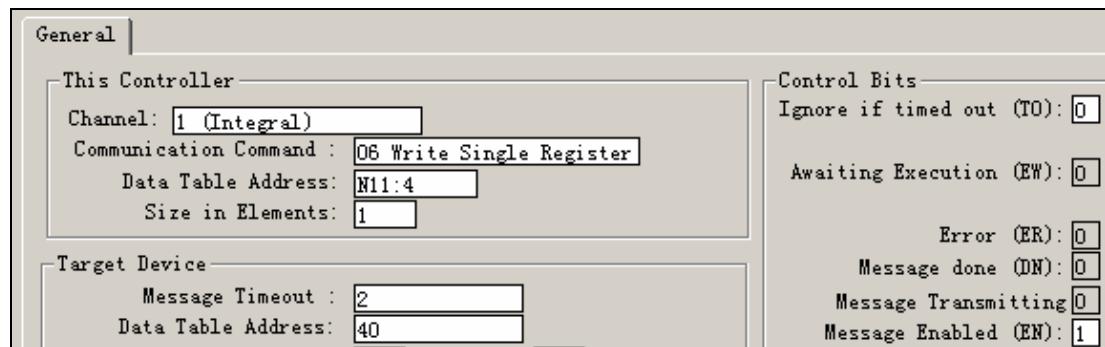


图3-148 设置MSG指令参数

# 第 4 章

## 第 4 章 PowerFlex70 系列变频器实验

### 4.1 PowerFlex70 系列交流变频器简介

Rockwell 公司的 PowerFlex70 变频器的设计满足全球对变频器的标准和功率的要求，使全球的用户能够“开箱即用”，它的额定电压功率分别为：240VAC，0.37 到 7.5kW；380V-480VAC，0.37 到 37kW；600VAC，0.37 到 15kW。它的主要特点如下：

#### 1. 安装简单：

- 控制端子和动力端子标注清晰、合适的布局使动力线和控制线能方便的进入变频器内部，合理的走线布局使控制回路和动力回路互相之间的干扰降低到最小。
- 紧凑的面板装配设计，节省了宝贵的面板空间
- 多种封装方式，例如防水型 (IP66) 和法兰式安装的散热器，提供了灵活性和节省了空间。法兰式安装可以将散热片安装在机柜壳后，从而避免了在控制柜内存在发热源。
- 集成电磁兼容性 (EMC) 解决方案，能够满足 EMC 电磁兼容性的要求，包括欧洲的 CE 标准

#### 2. 调试方便：

- PowerFlex70 系列配备支持多种语言的液晶显示操作面板 (LCD) 为用户的应用编程提供了运用灵活、性价比高的多种选择。
- 操作面板提供一个 S.M.A.R.T 启动帮助程序，使用户不用深入地了解变频器的参数结构就可对变频器进行简单的设置
- 和其他 Rockwell 公司的变频器一样，PowerFlex70 变频器支持基于 PC 的编程软件 DriveExecutive<sup>TM</sup> 和 DriveExplorer<sup>TM</sup>。DriveExecutive<sup>TM</sup> 界面友好、操作灵活，能够对已经连线和未连线的变频器分别进行“在线”及“离线”监控与组态；DriveExplorer 简单灵活，能够对已经连线的变频器进行“在线”监控与组态

#### 3. 设计方便

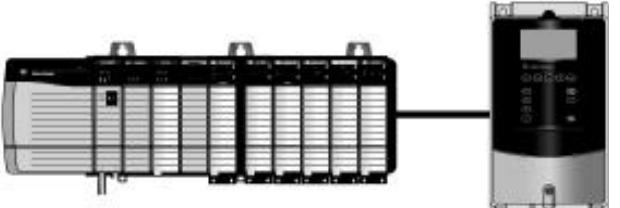
- 内置标准的制动单元，加上外置制动电阻，这样就可以提供性价比很高的制动功能。在节省了安装空间的同时，能在短时间内提供最大的制动转矩
- 无需增加其他硬件，比例/积分 (PI) 功能可提供简单的过程控制

#### 4. 通信灵活

## 第 4 章

Rockwell 的 PowerFlex7 系列变频器使用罗克韦尔自动化的 NetLinx™ 开放网络体系。它为 DeviceNet™ 设备网、ControlNet™ 控制网和 EtherNet/IP 网络提供一系列通用的特性和服务，并导致更低的所有者生产成本。当用户进行控制、组态和采集数据的时候，可以很容易地管理从车间底层到顶层的信息并无缝地将他们集成为一个完整的系统。

表 4-1 罗克韦尔自动化的 NetLinx 开放体系和其他开放通信网络的功能

DeviceNet	ControlNet	EtherNet/IP	Remote I/O	RS-485 DF1	Profibus	Interbus-S	
							(非连接信息)允许其它网络设备 (例如 : PanelView ) 直接与变频器通讯 , 而不需要让信息通过网络扫描器进行路由
							适配器路由用 PC 机连接到一台变频器 , 然后通过它与网络上的其它变频器通讯 , 而不需要让信息通过网络扫描器进行路由
							可以通过网络实现 100% 的参数访问
							自动速率识别能够减少在最初安装过程中遇到的麻烦
							状态改变 (COS) 能够根据用户事先定义的状态来发送控制信息 , 从而显著减少网络数据流量 , 每个节点的配置都非常灵活 (例如 “ 参考输入量的变化必须大于 5% ”)
							对等控制能够设定 “ 主 ”“ 从 ” 两类变频器 , 一个或多个变频器作为 “ 从 ” 变频器 ( 数据消费者 ) , 并根据 “ 主 ” 变频器 ( 数据生产者 ) 的状态来运行 , 这样可以显著减少网络中的数据流量
							ADR ( 自动设备替换 ) 功能可以在更换变频器时 , 显著地节省时间并提高工作效率 , 在允许网络扫描器支持该功能 , 它能自动探测到新的变频器 , 并将所需的设置参数自动下载到该变频器中
							配置灵活的故障处理方式 - 当网络出现故障时 , 适配器能够按照预先配置好的方式执行相应的措施 , 如斜坡停止 , 滑行停止或保持原有状态 , 同时向用户发送已设定好的逻辑控制信息和速度参考值 , 另外 , 还可根据网络遇到的不同问题 ( 如 : 网络折断等 ) , 网络空闲 ( 如 : PLC 被置于 “ 编程 ” 状态 ) 采取不同的措施

## 4.2 PowerFlex70 变频器的应用

### 4.2.1 PowerFlex70 变频器的产品选型指南

1. PowerFlex70 产品目录号如图 4-1 所示。

图 4-1 PowerFlex70 产品目录说明

#### 2. PowerFlex70 产品电压等级

200 ~ 240V AC , 三相交流 PowerFlex70 变频器产品目录号如附录表 4-1 所示。

300 ~ 480V AC, 三相交流 PowerFlex70 变频器产品目录号如附录表 4-2 所示。

600V AC , 三相交流 PowerFlex70 变频器产品目录号如附录表 4-3 所示。

#### 3. 人机界面模块 , 产品目录号如附录表 4-4 所示。

#### 4. 接口电缆产品目录号如附录表 4-5 所示。

#### 5. 通讯适配器选件产品目录号如附录表 4-6 所示。

#### 6. 动态制动电阻产品目录号如附录表 4-7、4-8 所示。

轻负载内置动态制动电阻 : 可以在变频器后背表面直接安装有限的制动电阻 , 而无需

额外的空间。内置的电阻不具备破坏性，不需要安装额外的电阻过热保护电路。产品目录号如附录表 4-7 所示。

中等负载外置动态制动电阻：这类电阻可以提供较内置型电阻更大的负载周期能力，同时包括一个内置的热敏切换开关来保护外部电路的安全。产品目录号如附录表 4-8 所示。

7. 电抗器选件产品目录号如附录表 4-9 所示。

#### 4.2.2 PowerFlex70 硬件接线

I/O 接线的重要说明如下：

- 应使用铜导线
- 推荐使用绝缘等级 600V 或以上的导线
- 控制和信号线应与电源线隔开至少 0.3 米 (1 英尺)
- 标有 “(-)” 或 “Common” 的 I/O 接线端不能与大地相连，其设计的目的是减少共模干扰。上述接线端接地将引起信号噪声。

变频器内端子的位置如图 4-2 所示。

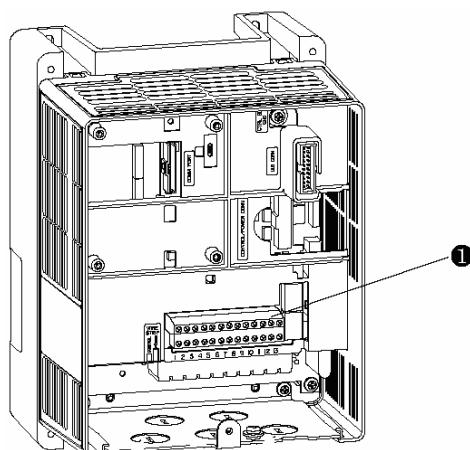


图 4-2 变频器内端子的位置

I/O 端子块规格说明如表 4-2 所示。

表 4-2 I/O 端子块规格说明

编号	名称	说明	导线尺寸范围		转矩
			最大值	最小值	
1	I/O 端子块	信号和控制连接端	1.5mm (16AWG)	0.05mm (30AWG)	0.5 牛顿-米 (4.4 磅-英寸)

I/O 端子含义说明如表 4-3 所示。

## 第4章

表 4-3 I/O 端子含义说明

序号	信号	出厂默认	说明	相关参数
1	数字输入 1 选择	停止 - CF		
		CF = 清除故障	11.2mA@24VDC “on (闭合)”状态，最小值为 19.2V “off (打开)”状态，最大值为 3.2V 重要事项：只适用于 24VDC，不适用于 115VAC 电路。	361[Digital In1 Sel] - 366[Digital In1 Sel6]
2	数字输入 2 选择	起动		
3	数字输入 3 选择	点动		
4	数字输入 4 选择	速度选择 1		
5	数字输入 5 选择	速度选择 2		
6	数字输入 6 选择	速度选择 3		
7	24V 公共端			
8	数字输入公共端		数字输入 1 - 6 的驱动电源 最大负荷 150mA	
9	+ 24V 直流			
10	+ 10V 参考电势		最小负荷 2 千欧	
11	数字输出 1-常开	故障	额定电阻负载： 最大值 250VAC , 220DC 250VAC , 220DC 最大值 3A AC/DC 1.5A AC/DC 最小值 10 mA , 10mV DC 最大值 50VA , 60W 25VA , 30W	380[Digital Out1 Sel] - 387[Dig Out2 OffTime]
12	数字输出 1 公共端			
13	数字输出 1-常闭			
14	模拟电压输入 1(-)			
15	模拟电压输入 1( + )	( 1 ) 电压 在 14-15 处读取	非隔离 <sup>(3)</sup> , 0 ~ +10V , 10 位 , 52k 输入阻抗	320[Anlg In Config] - 327[Anlg In 2 Loss]
16	模拟电流输入 1(-)		非隔离 <sup>(3)</sup> , 4 ~ 20mA , 10 位 , 100 输入阻抗	
17	模拟电流输入 1( + )	( 1 ) 电压 在 18-19 处读取		
18	模拟电压输入 2(-)		带隔离 <sup>(3)</sup> , 双极性 , 差分 , 0 ~ +10V 单极性 (10 位) 或 ± 10V 双极性 (9 位 & 符号位) 52k 输入阻抗	
19	模拟电压输入 2( + )			
20	模拟电流输入 2(-)		带隔离 <sup>(3)</sup> , 4 ~ 20mA , 9 位 & 符号位 , 100 输入阻抗	
21	模拟电流输入 2( + )			

续表 4-3

序号	信号	出厂默认	说明	相关参数
----	----	------	----	------

## 第 4 章

22	模拟电压输出 ( - ) /公共电势	输出频率	0 ~ +10V , 10 位 , 10k ( 最小值 2k ) 阻抗	341[Anlg Out Absolut] - 344[Analog Out1 Lo]
23	模拟电压输出 ( + )			
24	数字输出 2-N.O.	运行		380 ( 数字输出 1 选择 )
25	数字输出 2 公共端			- 387 ( 数字输出 2 关闭时间 )
26	数字输出 2-N.C			

<sup>(1)</sup> 这些输入/输出取决于许多参数。

<sup>(2)</sup> 差分隔离 PE 端的外部电压源低于 10V。

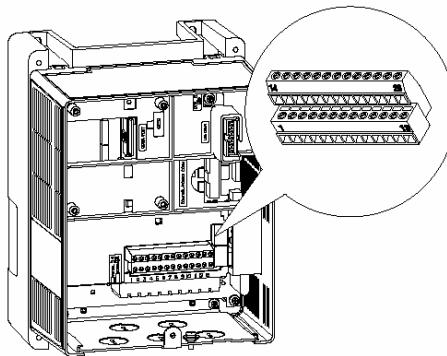
<sup>(3)</sup> 差分隔离 PE 端的外部电压源必须保持在低于 160V , 输入为高抗扰性共模信号。

I/O 接线示例如表 4-4 所示。

## 第4章

表 4-4 I/O 接线示例

## 控制信号接线



编号	信号	出厂缺省值	说明	相关参数
1	数字量输入1选择	停止-CF(CF = 故障清除)	11.2mA@24VDC 最小导通ON状态电压19.2V 最大关闭OFF状态电压2V	361-368
2	数字量输入2选择	起动		
3	数字量输入3选择	自动/手动		
4	数字量输入4选择	速度选择1		
5	数字量输入5选择	速度选择2		
6	数字量输入6选择	速度选择3		
7	24V 公共端	—	重要事项：仅能使用24VDC，不适用于115VAC电路。 输入信号可以接线为拉电流或灌电流方式。	
8	数字量输入公共端	—	变频器为数字量输入1-6 供电。 最大负载电流150mA	
9	+24VDC	—		
10	+10V 电位计基准端	—	最小2KΩ输出端	
11	数字量输出1-常开①	无触点	最大驱动负载： 250V AC/30V DC 50VA/60W 最小驱动负载： 25V/30W	380-387
12	数字量输出1-公共端			
13	数字量输出1-常闭①	触点		
14	模拟量输入1(负电位端)	对于电压输入- 电压值在14和 15端子间②	非隔型, 0~+10V, 10位精度, 100kΩ输入阻抗③	320-327
15	模拟量输入1(正电位端)		非隔型, 4~20mA, 10位精度, 100kΩ输入阻抗③	
16	模拟量输入2(负电位端)	16端子间②	隔型, 差分, 0~+10V, 10位精度, 100kΩ输入阻抗③	
17	模拟量输入2(正电位端)		隔型, 差分, 4~20mA, 10位精度, 100kΩ输入阻抗③	
18	模拟量输入2(负电位端)	对于电压输入- 电压值在18和 19端子间②	隔型, 差分, 0~+10V, 10位精度, 100kΩ输入阻抗③	
19	模拟量输入2(正电位端)		隔型, 差分, 4~20mA, 10位精度, 100kΩ输入阻抗③	
20	模拟量输入2(负电位端)	19端子间②	隔型, 4~20mA, 10位精度, 100kΩ输入阻抗③	
21	模拟量输入2(正电位端)			
22	10V 电位计公共端 模拟量输出(负电位端) 模拟量输出(负电流端)	输出端子②	0~+10V, 10位精度, 10kΩ驱动负载, 最小2kΩ输出。 0~20mA, 10位精度, 最大负载400Ω输出③ 以粗体作为热插拔参考点。 如需使用内部10V供电(接线端子10), 请使用公共端。	341-344
23	模拟量输出(正电位端) 模拟量输出(负电位端)			
24	数字量输出2-常开	运行	详细说明见11-13	380-387
25	数字量输出2-公共端			
26	数字量输出2-常闭			

①触点处于松弛状态，在变频器通电时，继电器状态立即改变。

②这些输入/输出取决于许多参数。参阅“相关参数”。

③差分隔离：为了避免影响变频器的PE，外部电源必须小于10V。

④差分隔离：为了避免影响变频器的PE，外部电源必须维持在小于160V。输入端提供了高抗共模抑制。

⑤模拟量输出电流，仅适用于增益型的变频器。

## 第4章

## 控制信号接线，继续

## I/O接线

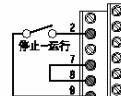
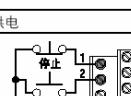
名称	电缆尺寸范围①		转矩	
	最大值	最小值	最大值	推荐
I/O块子端	1.5MM <sup>2</sup> (16AWG)	0.05MM <sup>2</sup> (30AWG)	0.55 N·M(4.9 LB-IN.)	0.5 N·M(4.4 LB-IN.)

①接线端子均可接受最大/最小尺寸的电缆。这不是推荐值

## I/O接线实例

输入输出	连接示例	所需的参数设置
电位计单极型速度基准值(1) 10KΩ 电位计推荐使用 (2KΩ 最小)		选择速度基准源: 参数090=1 “模拟输入1” 调节比例: 参数091, 092, 322, 323 检查结果: 参数016
操纵杆双极型速度基准值(1) ±10V输入		选择方向模式: 参数190=1 “双极型” 调节比例: 参数091, 092, 325, 326 检查结果: 参数017
模拟量输入双极型速度基准值 ±10V输入		调节比例: 参数091, 092, 325, 326 检查结果: 参数017
模拟量输入单极型速度基准值 0~+10V输入		调节比例: 参数091, 092, 325, 326 检查结果: 参数017
模拟量输入, PTC PTC OT SET > 5V PTC OT CLEARED < 4V PTC SHORT < 0.2V		设置状态1: 参数238, Bit #7 = 1 "Enabled" 设置状态2: 参数259, Bit #11 = 1 "Enabled"
模拟量输入单极型速度基准值 4-20mA输入		设置输入方式为电流型: 参数320, BIT#1=1 “电流” 调节比例: 参数091, 092, 325, 326 检查结果: 参数017
模拟量输出单极型 0~+10V输出, 针脚驱动2KΩ继电器 (25mA短路电流限制)		选择输出源: 参数342 调节比例: 参数343, 344

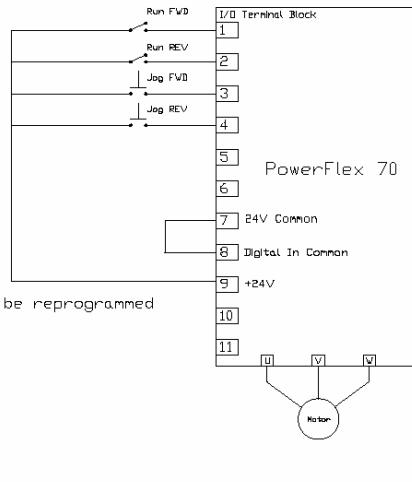
### 控制信号接线. 继续

输入/输出	连接示例	所需的参数设置
2线控制不可反转	内部供电 	禁止数字量输入1： 参数361=0 “不使用” 设置数字量输入2： 参数362=7 “运行”
2线控制可反转	外部供电 	设置数字量输入1： 参数361=8 “正向运行” 设定数字量输入2： 参数362=9 “反向运行”
3线控制	内部供电 	使用出厂缺省参数设置
3线控制	外部供电 	使用出厂缺省参数设置
数字量输出 在正常状态下C型继电器保持处于断电状态		连接输出： 参数380, 384 编辑参数366
故障输入 显示故障状态		故障控制 编辑参数366 报警控制 编辑参数366 对：故障控制，去关闭能跳线

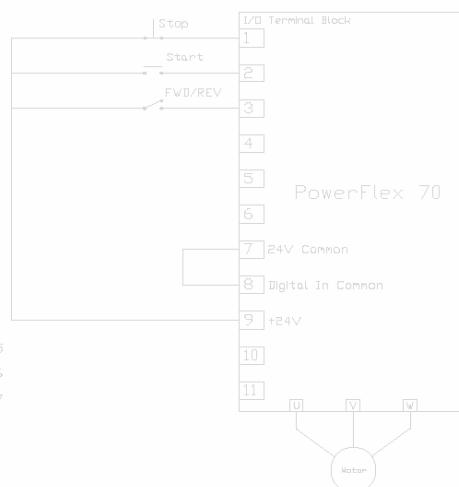
## 第4章

## 接线举例及对应参数设置

2线控制 运行 正向/运行 反向，点动 正向/反向  
变频器提供24VDC电源



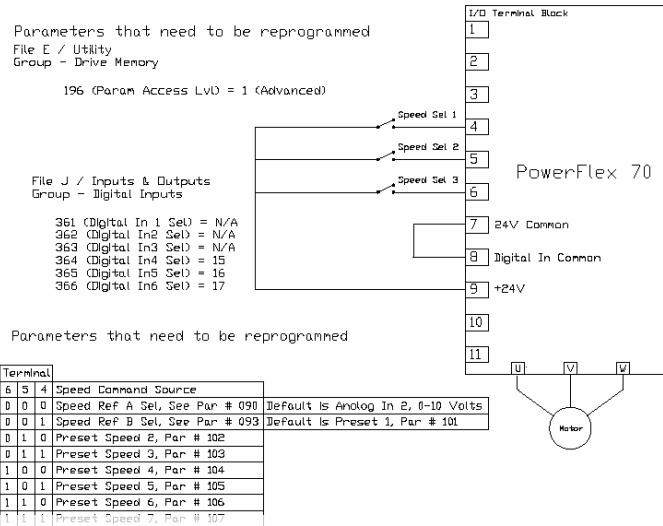
3线控制，启动/停止，正向/反向  
变频器提供24VDC电源



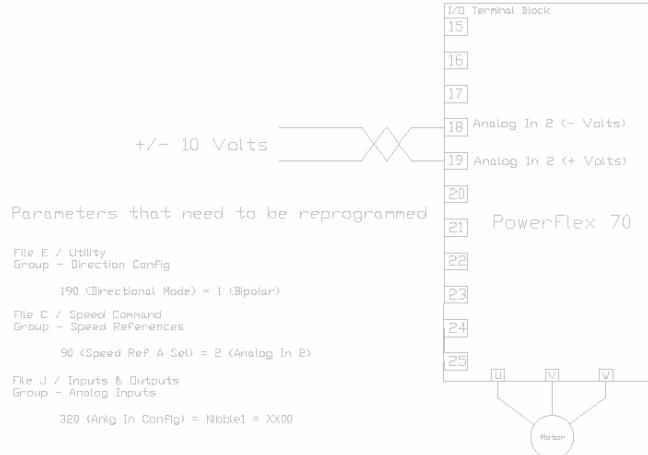
## 第4章

## 接线举例及对应参数设置，续

## 可选的多速度源

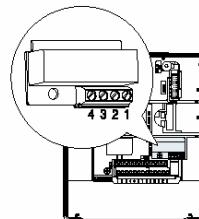


## 双极性速度命令给定+/- 10 Volts



**安全断开接口板 (Safe Off Board)****端子说明**

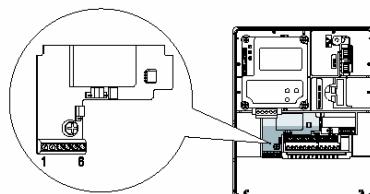
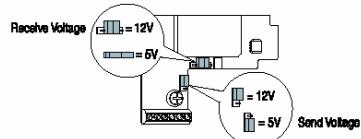
No.	Signal	Description
1	Monitor - N.C.	Normally closed contacts for monitoring relay status. Maximum Resistive Load: 250V AC / 30V DC / 50 VA / 60 Watts Maximum Inductive Load: 250V AC / 30V DC / 25 VA / 30 Watts
2	Common - N.C.	
3	+24V DC	Connections for user supplied power to energize coil.
4	24V Common	

**连接举例**

对于更详细的连接举例, 请参考PowerFlex 70用户手册有关DriveGuard™安全断开接口板选件(Safe-Off Option)

**编码器接口板 (Encoder Board)****端子说明**

No.	Signal	Description
1	5-12V Power	Internal power source 250 mA (isolated).
2	Power Return	
3	Encoder B (NOT)	Single channel or quadrature B input.
4	Encoder B	
5	Encoder A (NOT)	Single channel or quadrature A input.
6	Encoder A	

**跳线设置****连接举例**

I/O	Connection Example	I/O	Connection Example
Encoder Power - Internal Drive Power Internal (drive) 12V DC, 250mA		Encoder Power - External Power Source	
Encoder Signal - Single-Ended, Dual Channel		Encoder Signal - Differential, Dual Channel	

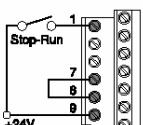
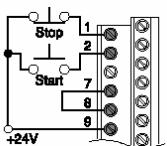
## 第4章

输入/输出	连接示例	所需的参数设置
电位计单极型速度基准值(1) 10KΩ 电位计推荐使用 (2KΩ 最小)		选择速度基准源: 参数090=1 “模拟输入” 调节比例: 参数091, 092, 322, 323 检查结果: 参数016
模拟杆双极型速度基准值(1) ±10V输入		选择方向模式: 参数190=1 “双极型” 调节比例: 参数091, 092, 325, 326 检查结果: 参数017
模拟量输入, 双极型速度基准值 ±10V输入		调节比例: 参数091, 092, 325, 326 检查结果: 参数017
模拟量输入, 单极型速度基准值 0~+10V输入		调节比例: 参数091, 092, 325, 326 检查结果: 参数017
模拟量输入, PTC PTC OT SET > 5V PTC OT CLEARED < 4V PTC SHORT < 0.2V		设定故障1: 参数238, Bit #7 = 1 "Enabled" 设定报警1: 参数259, Bit #11 = 1 "Enabled"
模拟量输入, 单极型速度基准值 4-20mA输入		调整输入方式为电流型: 参数320, Bit#1=1 “电流” 调节比例: 参数091, 092, 325, 326 检查结果: 参数017
模拟量输出单极型 0~+10V输出, 能够驱动2K欧姆的 (25mA短路电流限制)		选择输出源: 参数342 调节比例: 参数343, 344

续表 4-4

输入/输出	连接示例		相关参数
模拟/数字输出 0 至 +10V 输出 —能驱动 2k 欧姆的 负载 (25mA 短路电 流限制)	模拟输出	数字 N.O/N.C 输出	361[Digital In1 Sel] -366[Digital In1 Sel6] 380[Digital Out1 Sel] - 387[Dig Out2 OffTime]
2 线控制—非反向	24V DC 输入 : [数字输入 1 选择] = “运行”		361[Digital In1]

## 第 4 章

<p>只需设置 2 线功能 ( 参阅 [ 数字输入 1Sel 选择 ] ) 若选择 3 线选项 , 将产生类型 2 报警。</p>	 <p>重要事项 : 2 线控制的编程输入使所有 HIM 启动按钮功能失效</p>	<p>Sel] - 366[Digital In1 Sel6]</p>
<p>3 线控制 只需设置 3 线功能 ( 参阅 [ 数字输入 1Sel 选项 ] ), 若产生类型 2 报警。</p>	<p>24V DC 输入 : [ 数字输入 1 选择 ]= “ 停止-CF ” [ 数字输入 2 选择 ]= “ 起动 ”</p> 	

### 4.2.3 PoweFlex70 的内置键盘操作

#### 1. 变频器的起动

##### (1) 接通变频器电源之前

- 确定所有输入均与变频器的端子正确连接, 并确保安全。
  - 检验断开设备的输入电源是否在变频器正常工作时的额定值范围。
  - 检验任何控制电源是否为 24 伏。
- (2) 给变频器施加 AC 电源和控制电压
- 如果将 6 个数字量输入的任意一个组态为“ 停机—CF ”( CF= 故障清除 ) 或“ 使能 ” , 应检验信号是否存在 , 或检验变频器是否不能启动。如果出现故障码 , 请参阅故障代码。
  - 如果此时 STS LED 没有变绿 , 请参看状态指示器和下面有关的说明。
- (3) 继续启动例行程序。

变频器的外观状态图如图 4-3 所示。

## 第 4 章



图 4-3 变频器状态图

对变频器的各种状态的说明如表 4-5 所示。

表 4-5 变频器状态表

#	名称	颜色	状态	说明
1	STS (状态)	黄色	闪烁	变频器处于准备状态，但没有运行，并且没有故障
			稳定	变频器处于运行状态，没有故障
			闪烁	满足了类型 2 报警条件，变频器不能起动 查看参数 212
			变频器停机	
			闪烁	满足了间歇性类型 1 报警条件 查看参数 211[变频器报警 1]
			变频器运行	
			闪烁	满足了连续性类型 1 报警条件 查看参数 211[变频器报警 1]
		红色	变频器运行	
			闪烁	出现故障
			稳定	出现不可复位的故障
2	端口	参阅《通信适配器用户手册》	内部通信链路 DPI 端口状态 (如有的话)	
	MOD		通信链路模块状态 (已安装时)	
	网络 A		网络状态 (如已连接)	
	网络 B		网络 B 状态 (如已连接)	

PowerFlex 70 所设计的起动过程简单、高效。如果用户安装有 LCD HIM 则相应提供了 2 种起动方法。使得用户可按照实际需要选择所需的起动级别。

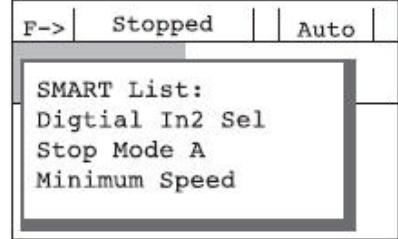
- S.M.A.R.T 起动

通过对大多数常有功能中的数值进行编程，本例行程序使得用户能快速设置变频器。在大多数应用场合中，其起动过程只要求对某些参数进行修改。PowerFlex 70 变频器的 LCD

HIM 提供了 S.M.A.R.T 起动方式，其显示了最常用修改的参数，设置方法如表 4-6 所示。利用这些参数，可设置下列功能：

- S — 起动方式和停机方式
- M — 最小速度和最大速度
- A — 加速时间 1 和减速时间 1
- R — 给定值信号源
- T — 电动机热过载

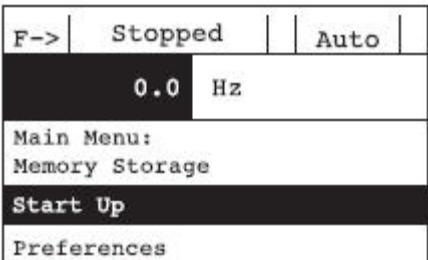
表 4-6 S.M.A.R.T 起动例行程序

步骤	按键	LCD 显示示例
<p>按 ALT 键和 ESC 键 (S.M.A.R.T) 则 S.M.A.R.T 起动屏幕出现。</p> <p>查看和修改所需的参数值。</p> <p>有关 HIM 的信息。</p> <p>按 ESC 键则退出 S.M.A.R.T 起动。</p>	  	

● 辅助起动

本例行程序提供用户在大多数应用场合下起动变频器时所需的有关信息，比如线供电和电动机数据、常用可调整参数和 I/O 等。辅助起动设置方法如表 4-7 所示。

表 4-7 辅助起动运行

步骤	按键	LCD 显示示例
<p>在主菜单中，按向上光标键或向下光标键滚动到“起动”。</p> <p>按回车键。</p>	  	

2. 变频器的外部和内部的通讯接线

- (1) PowerFlex70 变频器的端口位置指示如图 4-4 所示。

## 第 4 章

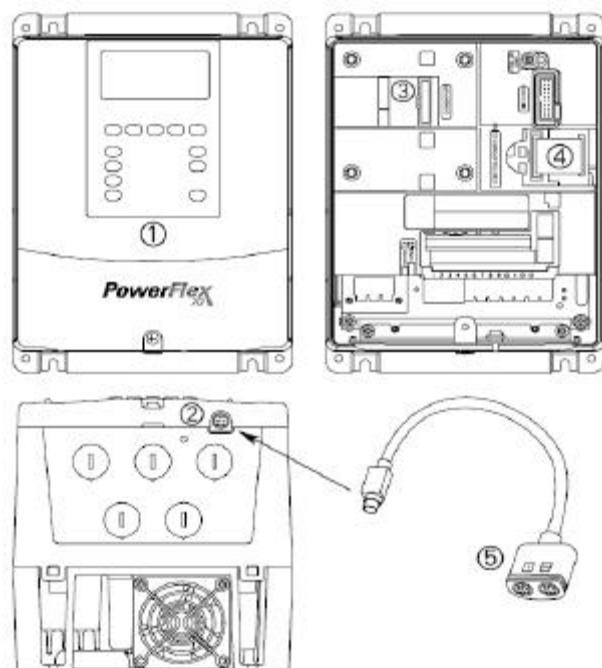


图 4-4 变频器的端口位置

PowerFlex70 变频器的端口位置使用说明如表 4-8 所示。

表 4-8 端口使用说明

编号	连接端口	说明
	DPI 端口 1	机箱内安装时的 HIM 连接
	DPI 端口 2	手持或远程选件的电缆连接
	DPI 端口 3 或 1	连接到 DPI 端口 2 的分配电缆，提供一个附加端口
	控制/功率单元连接	控制与功率单元板间的连接
	DPI 端口 5	通信适配器的电缆连接

## (2) HIM 概述

LCD 上显示要素说明如表 4-9 所示。

表 4-9 LCD 显示要素

显示	说明
<p>F-&gt; Power Loss Auto</p> <p>0.0 Hz</p> <p>Main Menu: Diagonstics Parameter Device Select</p>	方向 变频器状态 报警 自动/手动 信息提示
	指定或输出的频率
	编程/监控/故障解决

## 第 4 章

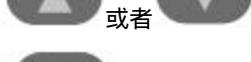
ALT 功能：要使用 ALT 功能，按下 ALT 键后放开，再按下与下列功能对应的编程键。ALT 键功能如表 4-10 所示。

表 4-10 ALT 功能表

按 ALT 键后再按下.....		使用功能.....	HIM 类型
ALT		S.M.A.R.T	显示 S.M.A.R.T 屏幕 只适用于 LCD
		登录/注销	登录修改参数。 注销保存参数。 修改密码。 只适用于 LED
		查看	快捷键盘允许你选择： 参数访问级别（基本或高级） 参数显示格式（数字列表或文件 -组-参数） 已变化的参数列表 只适用于 LCD
		装置	选择编辑一个已连接的适配器。 只适用于 LED
		语言	显示语言选择屏幕。 只适用于 LCD
		自动/手动	在自动和手动模式间切换 LCD 和 LED
		拆卸	如果 HIM 不是最后一个控制设备，且没有对变频器进行手动控制，则允许拆除 HIM，不会造成故障。 LCD 和 LED
		EXP	允许输入作为注释的数值（对 PowerFlex70 不适用） 只适用于 LCD
		参数编号	允许输入参数编号，用作查看/ 编辑。 只适用于 LCD

使用 LCD HIM 查看和编辑参数操作举例如表 4-11 所示。

表 4-11 LCD HIM 操作举例

步骤	按键	显示内容范例
<p>1. 在主菜单中，按向上箭头或向下箭头键滚到到“Parameter (参数)”</p> <p>2. 按回车键，在顶行显示“PGP File(文件)”在它下面显示 3 个开头的文件</p> <p>3. 按向上箭头键或向下箭头键在文件列中滚动</p> <p>4. 按回车选择文件。文件的下面显示文件所在的组</p> <p>5. 重复步骤 3 和 4 选择某个组的某个参数。出现参数的数值屏幕</p> <p>6. 按回车键进入编辑模式</p> <p>7. 按向上箭头键或向下箭头键编辑值。如果有需要，可以按 Sel 键选择不同的数字、字符或位。允许修改的数字或位会变成高亮</p> <p>8. 按回车键保存数值。如果想取消这次修改，按 Esc 键</p> <p>9. 按向上箭头键或向下箭头键可以在改组所有的参数中滚动，按 Esc 键返回到组列表</p>	 或者   或者    或者    或者 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <b>FGP: File</b>          Monitor  <b>Motor Control</b>          Speed Reference       </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <b>FCP: Group</b>          Motor Data  <b>Torq Attributes</b>          Volts per Hertz       </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <b>FGP: Parameter</b>          Maximum Voltage  <b>Maximum Freq</b>          Compensation       </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <b>FGP:</b> Par 55          Maximum Freq  <b>60.00 Hz</b>          25 &lt;&gt; 400.00       </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <b>FGP:</b> Par 55  <b>Maximum Freq</b>          90.00 Hz          25 &lt;&gt; 400.00       </div>

#### 4.2.4 PowerFlex70 的 DeviceNet 网络控制

实验主题：

- 在 Rslinx 中组态本实验所使用的驱动。
- 使用 RSNetWorx for DeviceNet 将变频器的信息映射到 DNB 中并且设置变频器的

参数。

- 创建一个 Controllogix 项目来控制变频器。
- 使用 DataLinks 设置/读取变频器的参数。
- 使用显性信息设置/读取变频器的参数。

硬件接线：将 20-COMM-D 适配器和 PowerFlex 70 变频器以及 DeviceNet 网络、以太网相连，其中 20-COMM-D 是为 PowerFlex7 系列变频器设计的内置的由 DPI 端口向 DeviceNet 转换的适配器，设置 20-COMM-D 的节点地址及波特率。这里设置节点地址为 4，波特率为 125kbps，网络图如图 4-5 所示：

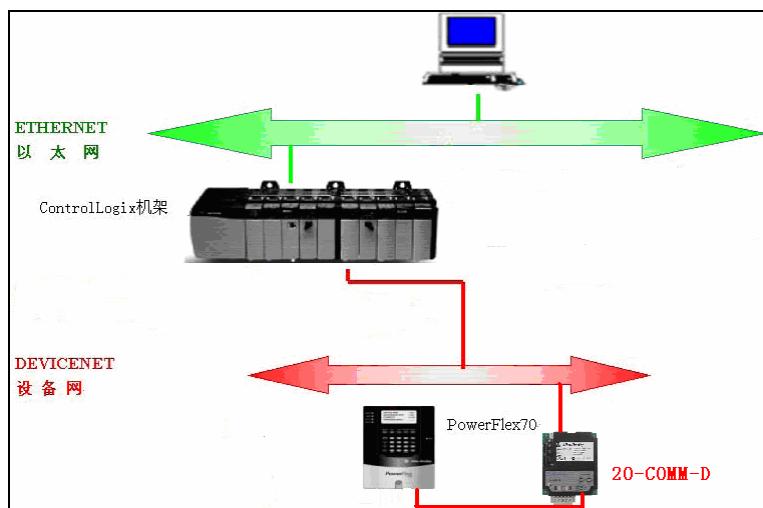


图 4-5 实验网络图

实验步骤：

1. 单击 Start->Program->Rockwell Software->RSLinx->RSLinx，启动 RSLinx，如图 4-74 所示。

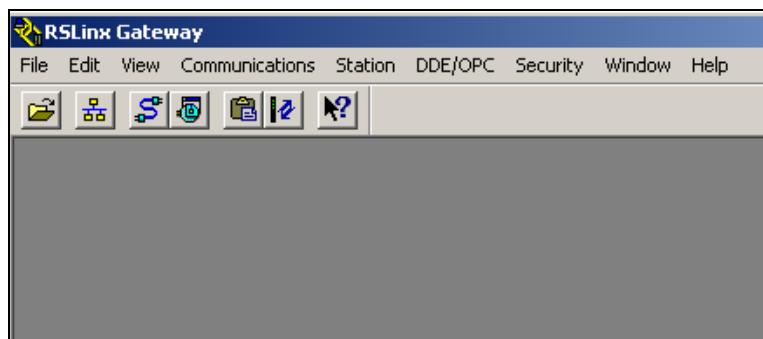


图 4-6 RSLinx 起动界面

2. 点击 Configure dirves  图标，选择 EtherNet 的驱动，如图 4-7 所示。

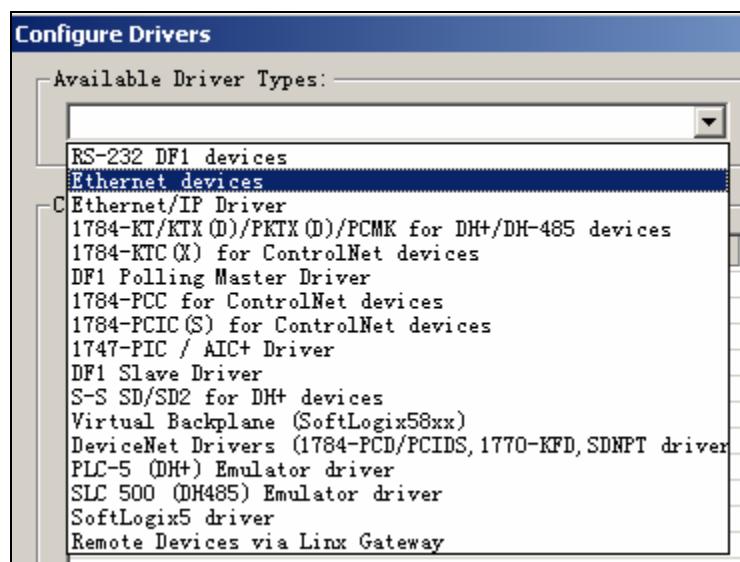


图 4-7 选择 EtherNet 的驱动

3. 单击 Add New 按钮，将弹出如图 4-8 所示的窗口。



图 4-8 添加新的 RSLinx 驱动

点击 OK，会弹出如图 4-9 所示窗口，添加实验箱上的 1756-ENBT 的 IP 地址。

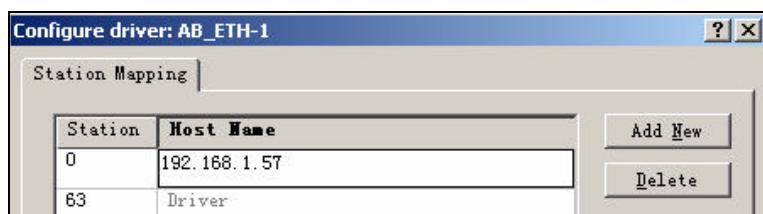


图 4-9 添加 EtherNet 模块的 IP 地址

4. 单击操作系统工具栏中本地连接的图标 ，检查计算机网卡的 IP 地址设置，并确认 IP address : 192 , 168 , 1 , XXX ; Subnet mask : 255 , 255 , 255 , 0 ; Default gateway : 192 , 168 , 1 , 1，如有不同，修改为上述配置，如图 4-10 所示。

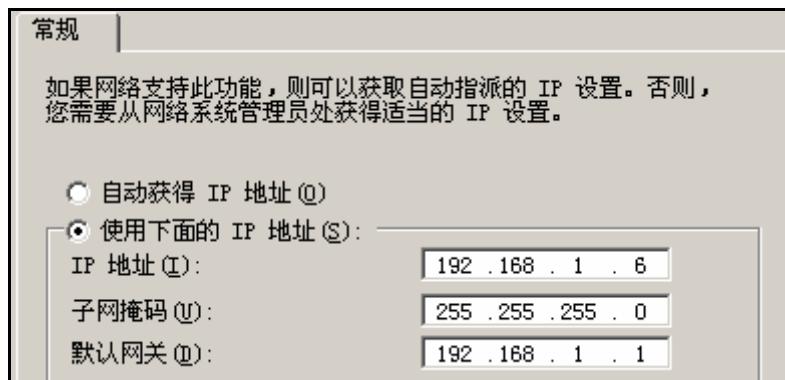


图 4-10 配置本机的 IP 地址

5. 单击 OK，在 Configure Driver 窗口下的列表中出现 AB\_ETH-1 A-B EtherNet RUNNING 字样，表示该驱动程序已经运行，如图 4-11 所示。

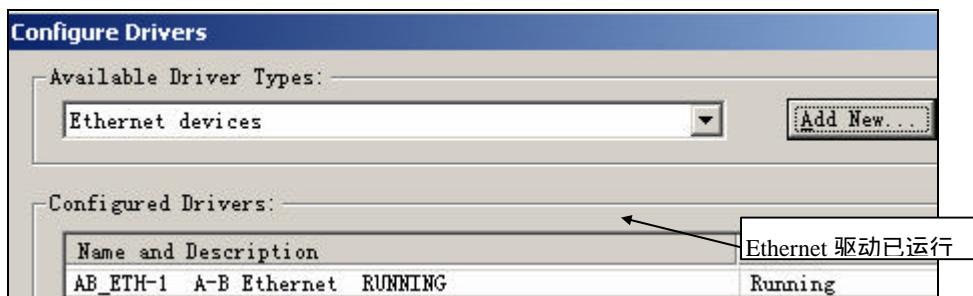


图 4-11 驱动正常运行

6. 单击 Close 回到 RSLinx 初始界面，单击 *Communications->RSWho*，现在工作区左侧列表中多了 AB\_ETH-1 网络图标，选中右上角 *Autobrowse* 或单击 *Refresh*，如果驱动组态正常，单击该网络图标，会出现所配置好的设备的图标，如图 4-12 所示。

## 第 4 章

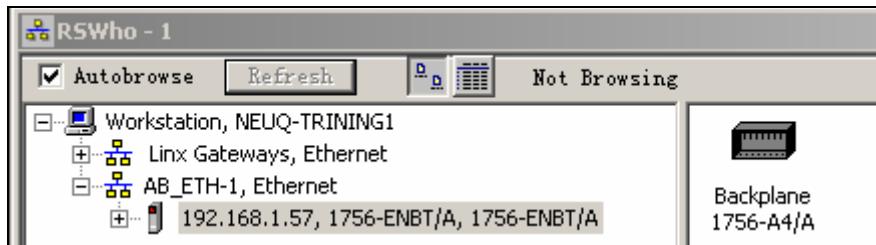


图 4-12 新组建的 EtherNet 网络

7. 用户可通过 ControlLogix 背板的“透明”网关功能，访问 DeviceNet 网络上的设备，如图 4-13 所示。

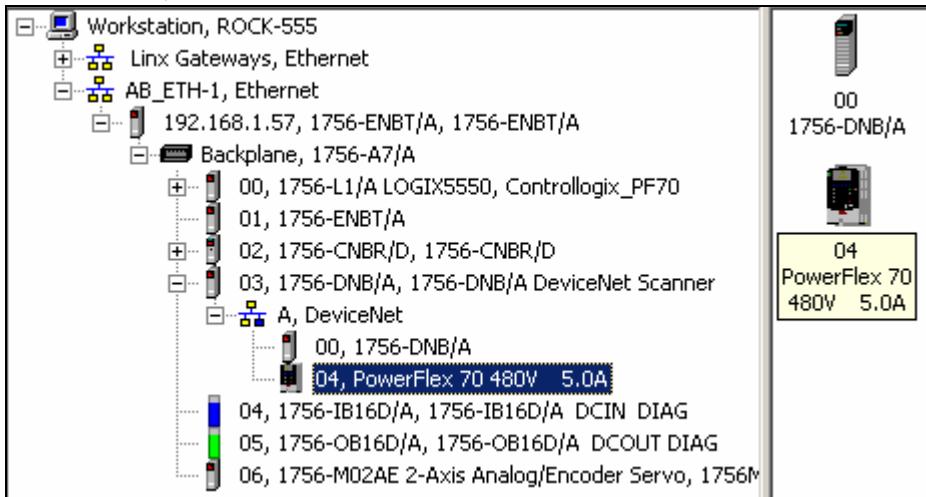


图 4-13 查看 DeviceNet 网络

8. 接下来，我们使用 *RSNetworx for DeviceNet* 来对变频器的信息进行映射。单击 *Start->Program->Rockwell Software->RSNetworx->RSNetworx for DeviceNet* 打开 RSNetworx for DeviceNet 软件。

9. 单击在线图标 ，弹出网络浏览界面，选择访问 DeviceNet 网络的路径。在此我们选择 EtherNet 网络驱动，逐层展开后选择 DeviceNet 网络，然后单击 OK，如图 4-14 所示。

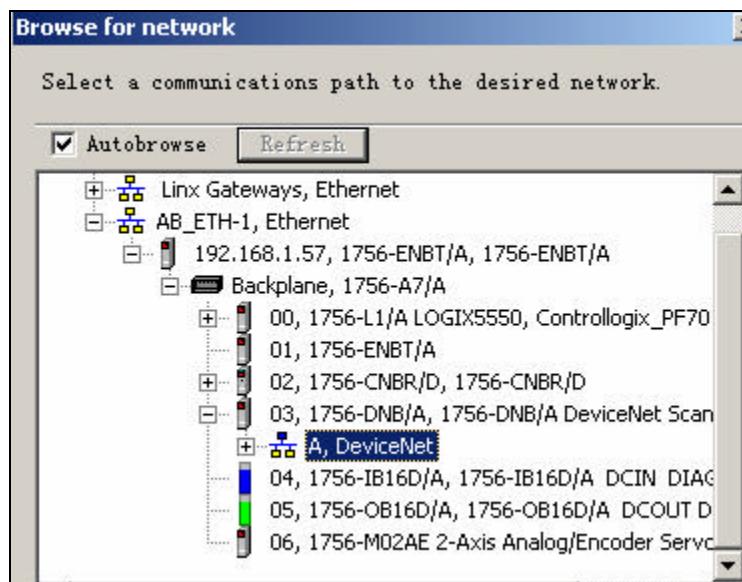


图 4-14 选择要扫描的网络

10. 此时，RSNetWrox 开始扫描网络。RSNetWrox 将自动查找网络驱动列表下的所有设备。扫描完成后，DeviceNet 网络上设备均以图标形式显示，如图 4-15 所示。

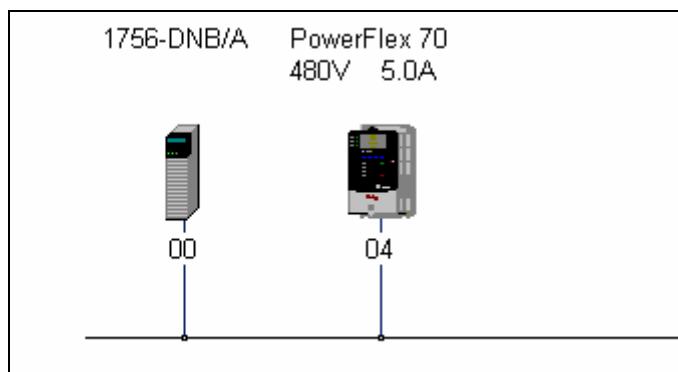


图 4-15 网络上的设备

11. 双击 PowerFlex70 图标，弹出如下对话框，点击 Upload 上载变频器参数，如图 4-16 所示。

## 第 4 章

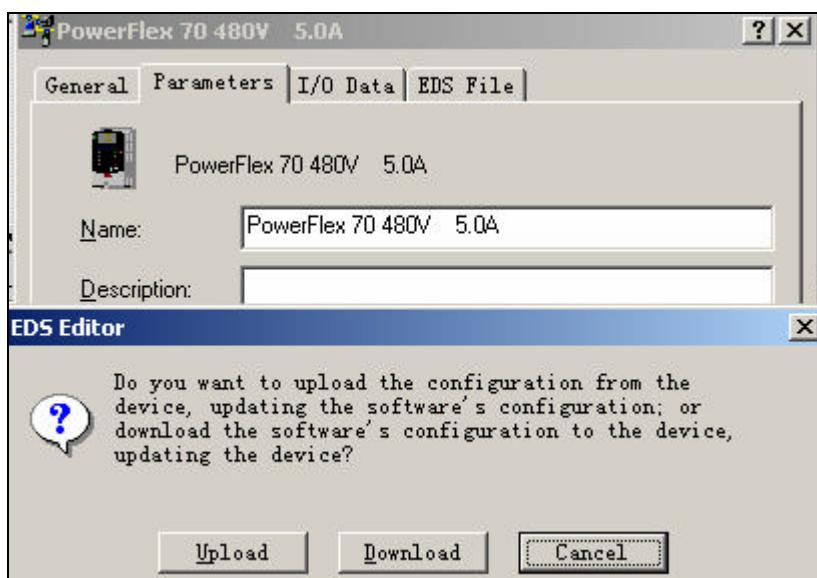


图 4-16 上载变频器的参数

12. 上载的参数共有 430 个，参数列表如图 4-17 所示。

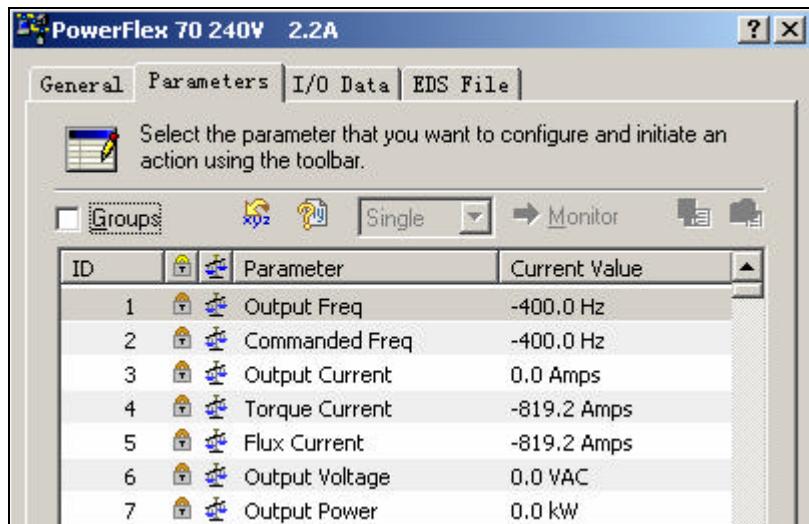


图 4-17 变频器的参数信息

- 90[Speed Ref A Sel] 设置为 DPI Port5，表示速度给定来源于 DPI 端口 5
  - 276【Logic mask】的第 1、2、3、5 位设置成 1，目的是使能 DPI 通讯端口
- 参数设置过程如图 4-18、图 4-19 所示。

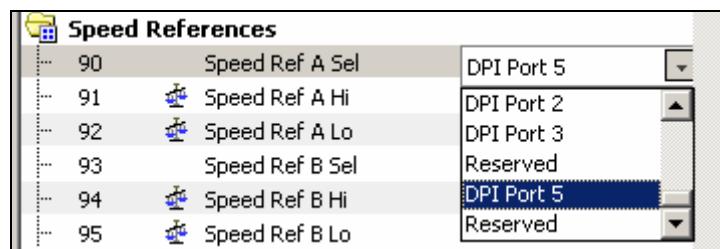


图 4-18 选择通讯端口

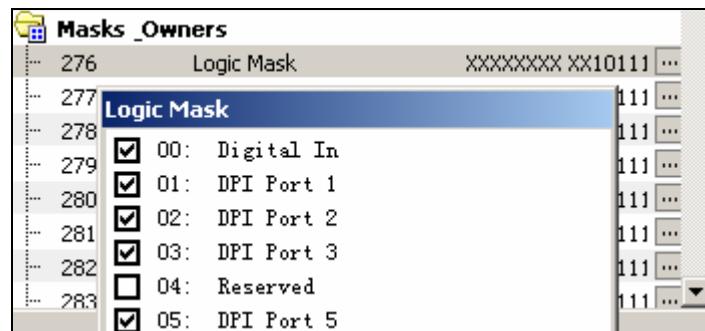


图 4-19 使能通讯端口

13. 设置扫描器 1756-DNB。扫描器 1756-DNB 的扫描列表中包含与网络上每个设备通讯所需的信息。如果某个设备不存在于扫描列表中，处理器无法周期的向该设备发送信息。双击 1756-DNB/A 模块，选择 Module 选项卡，弹出如下对话框，单击 Upload。将 Slot (槽号) 修改成 1756-DNB 当前所在槽号 3，如图 4-20 所示。

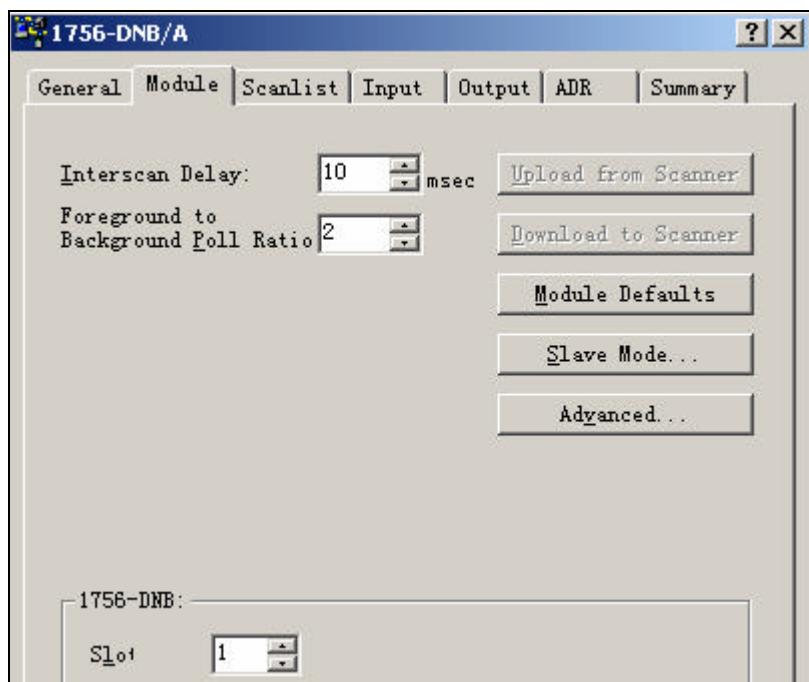


图 4-20 设置 1756-DNB 槽号

14. 组态扫描器 Scanlist (扫描列表)。单击扫描列表选项卡，将看到所有设备在可用设备窗口中。用户可单击可用设备窗口中设备图标，使用单箭头将 4 号节点 PowerFlex 70 添加到 Scanlist (扫描列表) 中，如图 4-21 所示。

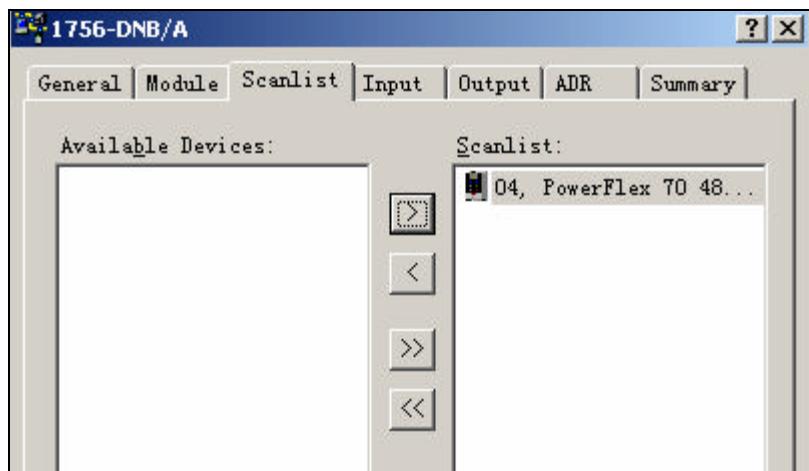


图 4-21 将 PF70 放入扫描列表

15. 单击 4 号节点 PowerFlex 70，然后选择 Edit I/O Parameters (编辑 I/O 参数)，在弹出的对话框中选择 Polled (轮询)，并设置 Input (输入字)：4 个字节，Output (输出字)：

## 第 4 章

4 个字节 , Poll rate ( 轮询速率 ) : Every Scan。

16. 我们在上步中选中了 Automap on Add , 所以我们省略了手动映射输入 / 输出 , 如果我们如图 4-22 所示点击掉 Automap on Add , 如红色标记 , 则我们需要做下面的两步。

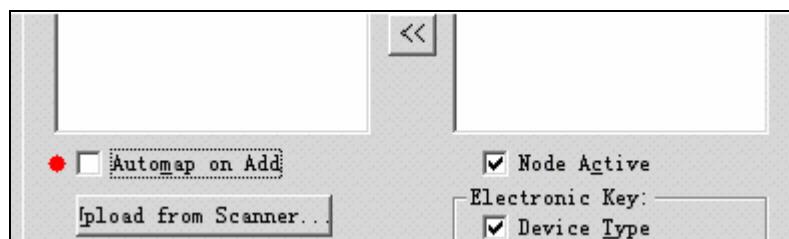


图 4-22 改变自动映象选项

17. 选择 Input 选项卡 , 可以由 Start 选择映射起始位置 , 单击 AutoMap , 即可完成输入字的映射 , 如图 4-23 所示。

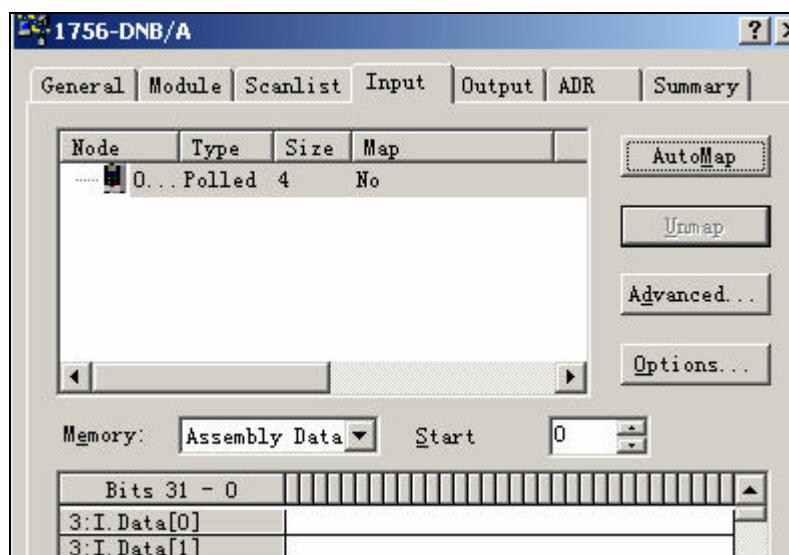


图 4-23 点击 AutoMap 自动映射

18. 输出字的映射与输入字的映射相同 , 只是 Output 选项卡中设置。

19. 输入输出映像结束后 , 点击应用按钮 , 弹出下面对话框 , 询问是否下载这些设置到变频器中 , 单击 “ 是 ” , 如图 4-24 所示。

## 第4章

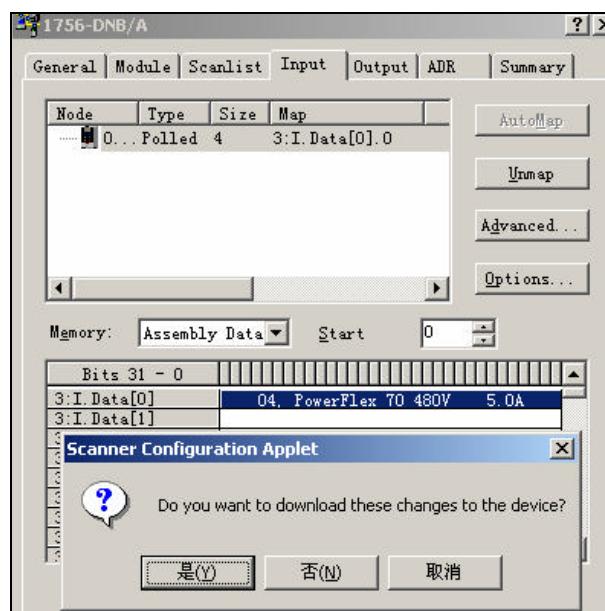


图 4-24 下载修改后的设置

此时已经完成了 DeviceNet 的组态。

20. 单击 *Start->Program->Rockwell Software->RSLogix 5000 Enterprise Series->RSLogix 5000*，启动 RSLogix5000。

21. 选择 *File->New* 或单击  按钮，创建一个新的项目。并在弹出的新建控制器项目对话框中设置如图 4-25 所示的参数。

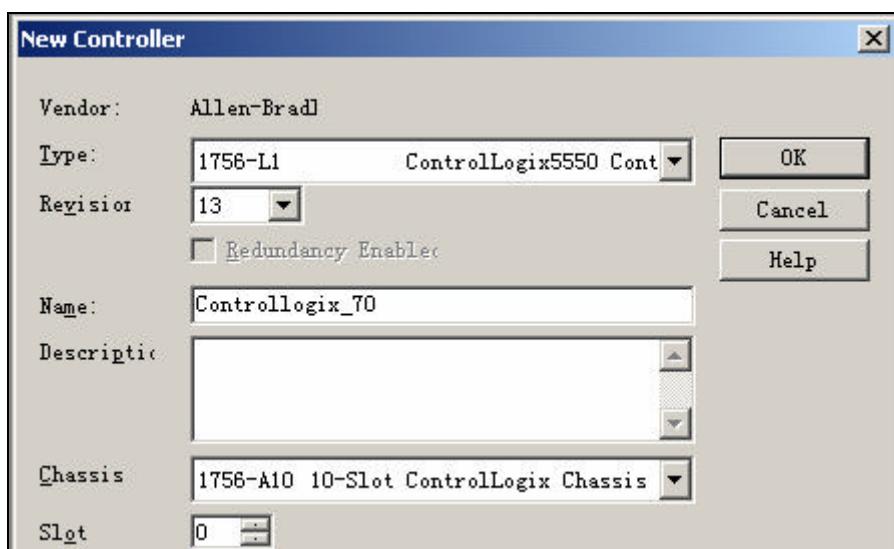


图 4-25 新建一个 ControlLogix5000 项目

## 第 4 章

22. 在项目资源管理器中，右击 *I/O Configuration* 文件夹，从弹出菜单中选择 *New Module....* 如图 4-26 所示，选择模块 1756-DNB。

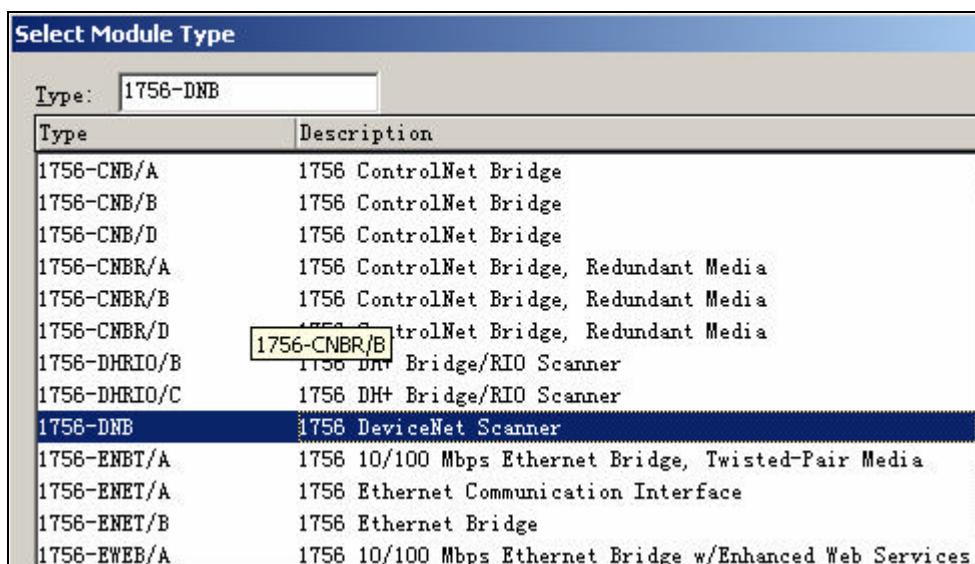


图 4-26 选择 DeviceNet 扫描模块

23. 点击 OK，然后填写必要的信息，点击 Finish，如图 4-27 所示。

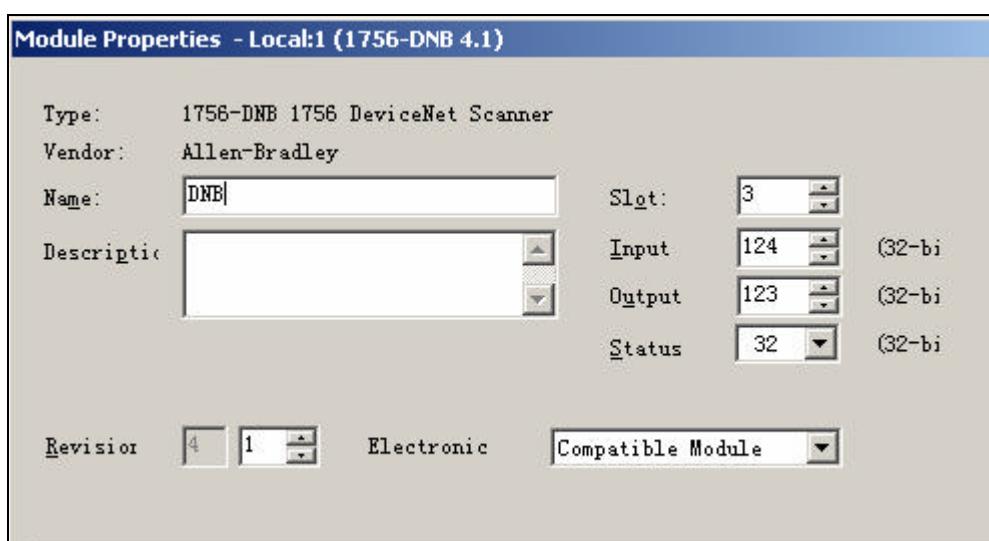


图 4-27 填写 DNB 的组态信息

24. 左键单击选择 Controller Tags (控制器域标签)，单击右键在弹出菜单中选择 Monitor Tags (监视标签)，弹出如图 4-28 所示窗口。

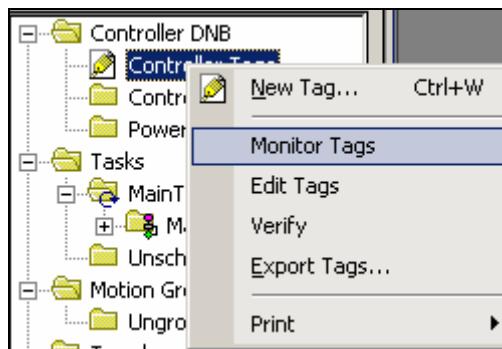


图 4-28 监视标签

此时，Controller（控制器作用域）生成预定义标签，如图所示。标签名称遵循以下格式：Location : SlotNumber : Type.MemberName.SubMemberName.Bit  
位置(本地或远程)：槽号：类型.成员名称.子成员名称.位。

在此，我们需要了解 PowerFlex70 映射在 DNB 输入字和输出字的含义。如表 4-12 所示：

表 4-12 I/O 映射字含义

	状态字	控制字
字 0	逻辑状态字	逻辑命令字
字 1	反馈	命令参考值

25. 接下来，需要创建一个新的标签。右键单击Controller Tags（控制器标签），在弹出的菜单中选择New Tag...（新建标签）。在对话框中输入名称Drive\_Input\_Image，数据类型INT [2]，标签类型为Base（基本型），范围为控制器，显示类型为Decimal（十进制）。同理，继续创建标签Drive\_Output\_Image。

26. 创建控制器范围内的标签，如表4-13所示。

表 4-13 程序范围内标签列表

标签名称	类型	说明
DriveCommandStop	BOOL	逻辑命令位 0 (停止位)
DriveCommandStart	BOOL	逻辑命令位 1 (起动位)
DriveCommandJog	BOOL	逻辑命令位 2 (慢动位)
DriveCommandClearFaults	BOOL	逻辑命令位 3 (清除故障位)
DriveCommandForward	BOOL	逻辑命令位 4 (正转)
DriveReference	INT	速度参考值
DriveStatusReady	BOOL	逻辑状态位 0 (准备好)
DriveStatusActive	BOOL	逻辑状态位 1 (运行)

续表 4-13

标签名称	类型	说明
DriveStatusForward	BOOL	逻辑状态位 3 ( 正转 )
DriveStatusFaultd	BOOL	逻辑状态位 7 ( 故障 )
DriveStatusAtReference	BOOL	逻辑状态位 8 ( 达速 )
Drive Feedback	INT	速度反馈值

27. 输入梯形图逻辑。右键单击 *MainTask->MainProgram->MainRoutine*，从弹出菜单中选择 *Open*，如图 4-29 所示。

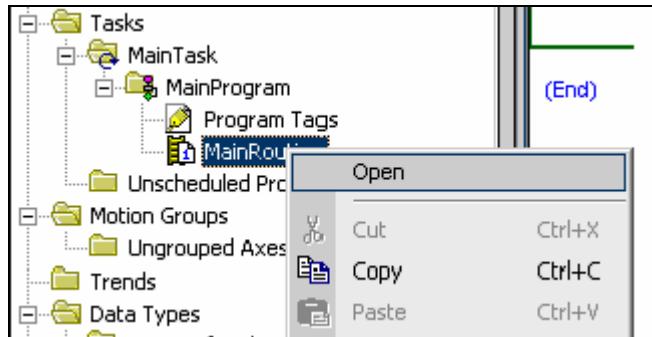


图 4-29 打开主例程

28. 在弹出的编程窗口中编写主例程。注意出现在右边窗口的梯级，此梯级处于 *Edit* 模式，在梯级的左边标着“e”。现在可以添加指令和梯级了，如图 4-30 所示。

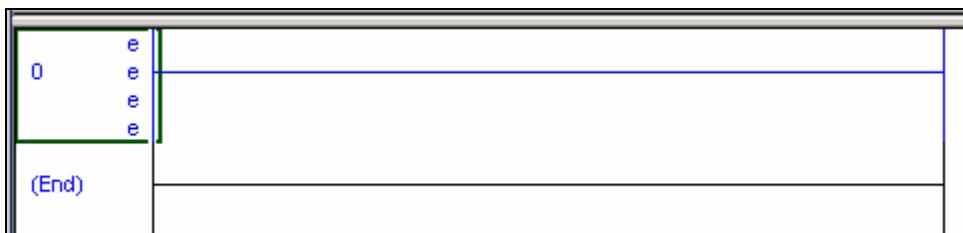


图 4-30 编程窗口

29. 输入如下程序：

首先，使能 1756-DNB 模块，编程置位 *Local:3:O.CommandRegister.Run*，如图 4-31 所示。

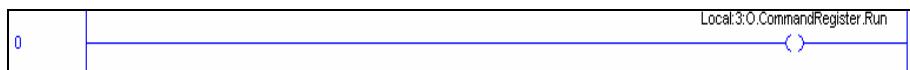


图 4-31 使能 DNB 模块运行位

## 第 4 章

然后，编写监视变频器运行状态的程序，程序如图 4-33 所示。

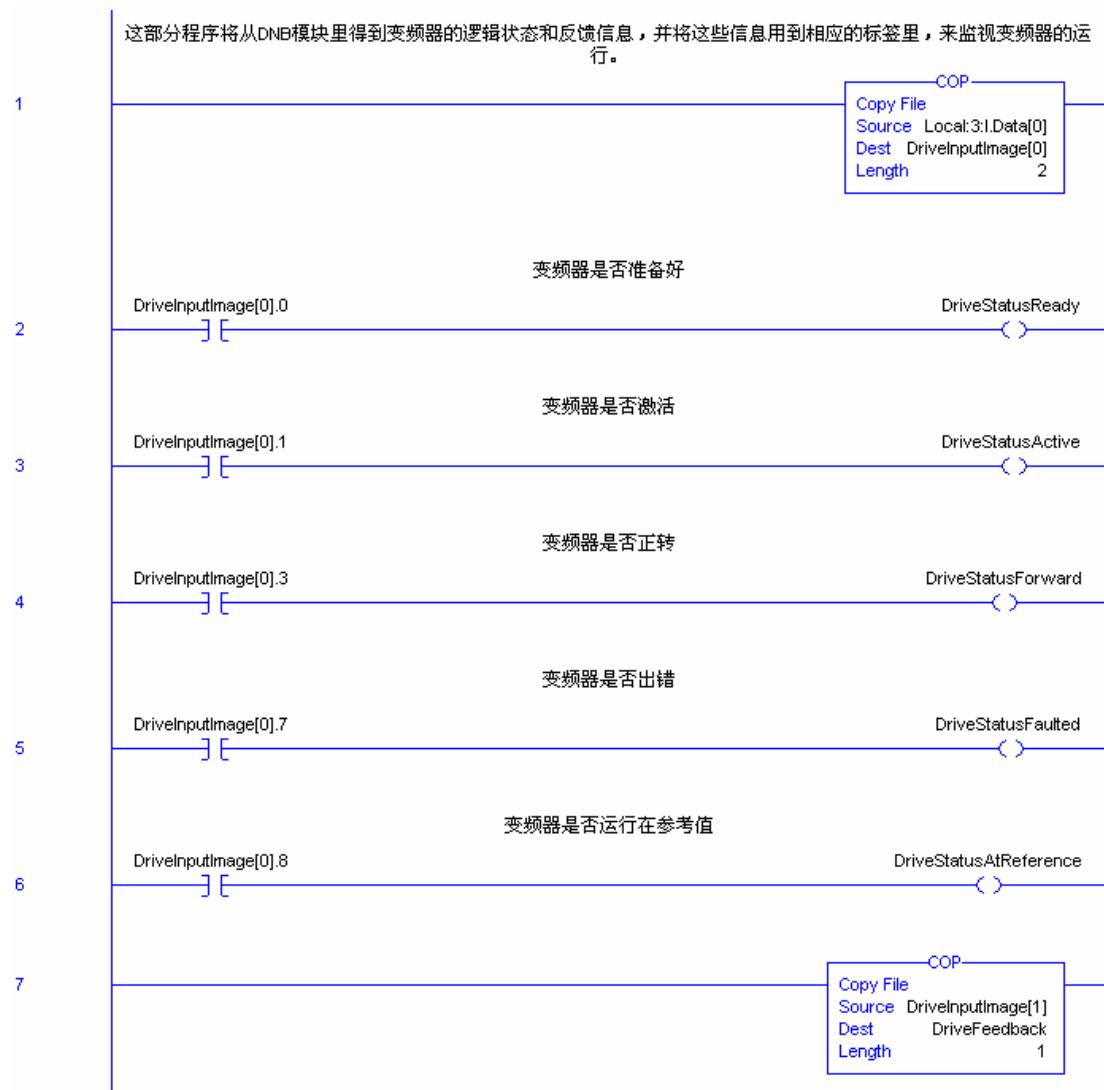


图 4-32 变频器状态监视程序

接着，编写控制变频器运行的程序，程序如图 4-33 所示：

## 第4章



图 4-33 变频器控制程序

30. 单击工具条上 按钮，校验整个项目并纠正出现的错误。
31. 保存该项目。
32. 点击 *Communication e->RSWho* ,选择处理器 ,将该程序下载到处理器中 ,如图 4-34 所示。

## 第 4 章

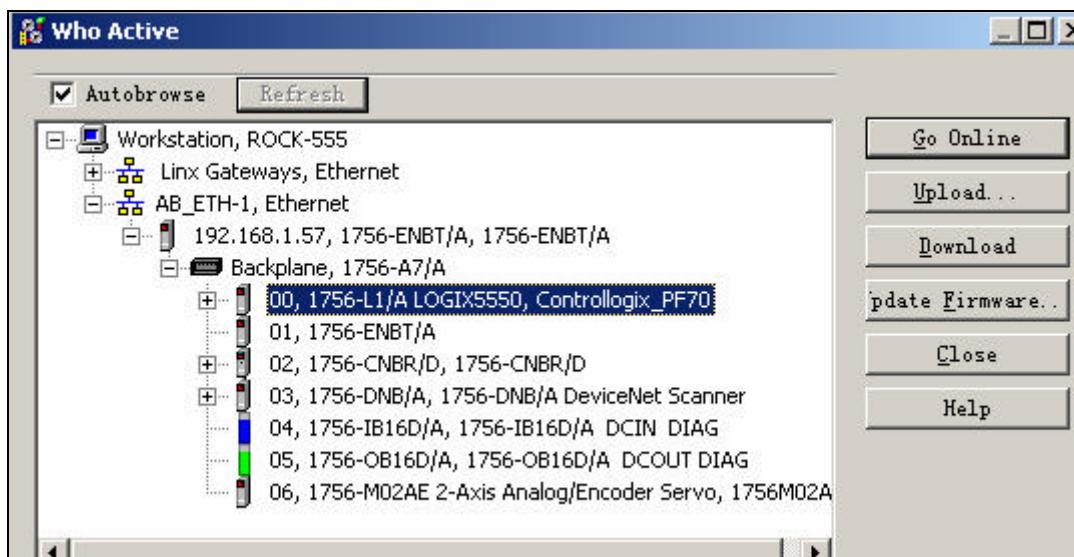


图 4-34 将程序下载到处理器中

33. 将处理器设置为 RUN (运行) 模式。可通过手动调节处理器上的钥匙位置。也可通过 RSLogix5000 软件 (此前钥匙位于 Remote) 设置, 如图 4-35 所示。

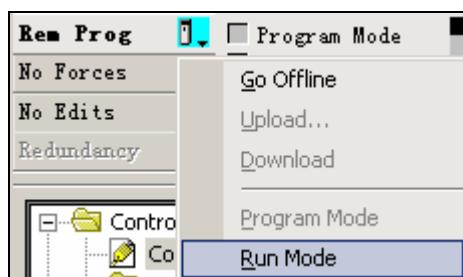


图 4-35 设为运行模式

34. 此时, 我们查看 1756-DNB 模块, 其 LED 显示为 “A#04, RUN”, 表示该模块当前处于运行状态。

35. 将标签 DriveReference 值设为 10000, 即将变频器预定频率设为 33.57Hz。右键单击 DriveCommandStart, 并选择 Toggle Bit (触发该位), 起动控制程序, 如图 4-36 所示。变频器以设定频率 30Hz 运行。

## 第 4 章

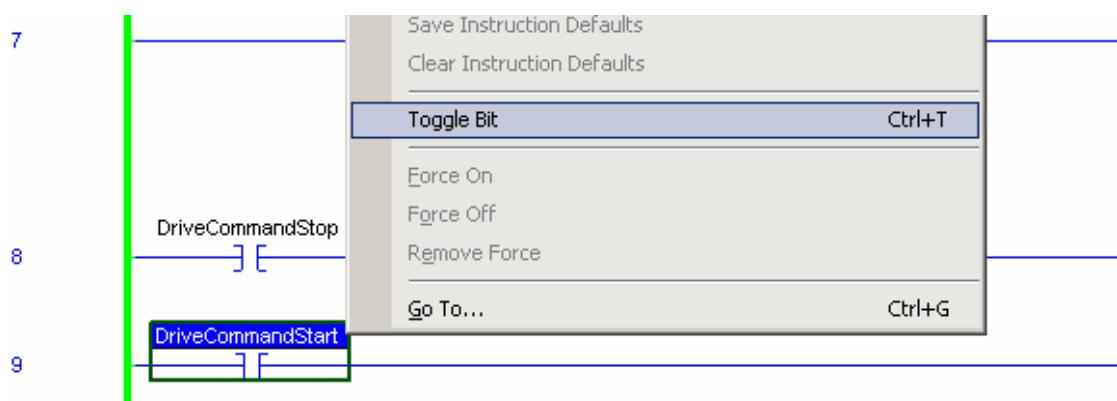


图 4-36 起动变频器

到此，已经完成了通过 DeviceNet 网络对变频器进行控制的实验。

36. DataLink 是 PowerFlex70 变频器同控制器传输数据的一种机制。DataLink 允许变频器的参数被改变而不需要使用外在的信息。当我们使能 DataLink 功能时，每一个 DataLink 将占用两个 16-bit 或 32-bit (与变频器的类型有关)，长度可以通过 20-COMM-D 的参数 [DataLink Size] 观察到。参数组 DeviceNet Module 中参数的组态，主要是设置 20-COMM-D 的参数。

- 参数 400 [DPI I/O Cfg] (DPI I/O 组态) 设置为 00011，目的是使能 Logic Command/Reference 和 DataLinkA，如图 4-37 所示。

ID	Parameter	Current Value
400	DPI I/O Config	XXX00001
401	DPI I/O Config	
402	00: Cmd/Ref	000
403	01: Datalink A	000
404	02: Datalink B	000
405		

图 4-37 打开 DataLink A

- 参数 412[M-S Input]与参数 413[M-S Output]设置为 00011，如图 4-38 所示。这些参数设置也可以通过 HIM 来进行。

ID	Parameter	Current Value
412	M-S Input	XXX00001
413	M-S Input	
414	00: Cmd/Ref	000
415	01: DL A Input	000
416	02: DL B Input	000
417		

图 4-38 使能 DataLink A 的输入

37. 置该组中的参数 396[Reset Moudule]为 reset module , 使上面设置的 20-COMM-D 的参数生效 , 如图 4- 39 所示。

... 395		Datalink Size	16-bit
... 396		Reset Module	Reset Module
... 397		Comm Flt Action	Fault

图 4- 39 重置模块

38. 变频器参数的设定 , 在 DataLink 组中设置参数 300[Data InA1]为 101[Preset Speed1] , 同变频器的预置速度 1 相连 , 用来改变预置速度值 ; 参数 310[Data Out A1]设置为 1[Out Freq] , 同变频器的输出频率相连接 , 如图 4-40 所示。

... 300		Data In A1	101
... 301		Data In A2	0
... 302		Data In B1	0
... 303		Data In B2	0
... 304		Data In C1	0
... 305		Data In C2	0
... 306		Data In D1	0
... 307		Data In D2	0
... 310		Data Out A1	1
... 311		Data Out A2	0

图 4-40 设置 DataLink

39. 在 DNB 模块中的 Input 和 Output 选项卡中建立映射关系。双击 DNB 模块 , 选择 Scanlist 选项卡 , 上载扫描列表 , 在 Scanlist 中选择 PowerFlex70 变频器 , 点击 Edit I/O paramater , 如图 4-41 所示。

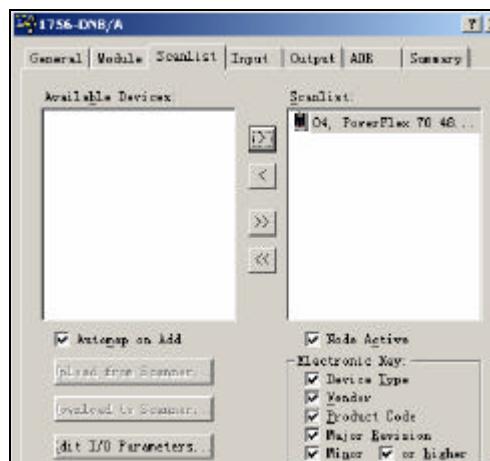


图 4-41 选择要编辑的 PF70

40. 在该对话框内选中 Polled，在 Input 中输入 8，在 Output 中输入 8。这里输入的字节数要根据变频器内参数 400、412、413 和变频器的类型有关。Powerflex70 变频器是 16 位的，具体的逻辑命令/速度基准和数据连接是 16 位还是 32 位可参看参数组 DeviceNet Module 的参数 394[Ref/Fdb Size]和 P395[DataLink Size]，这里都是 16 位的。设置完成后点击 OK，如图 4-42 所示。

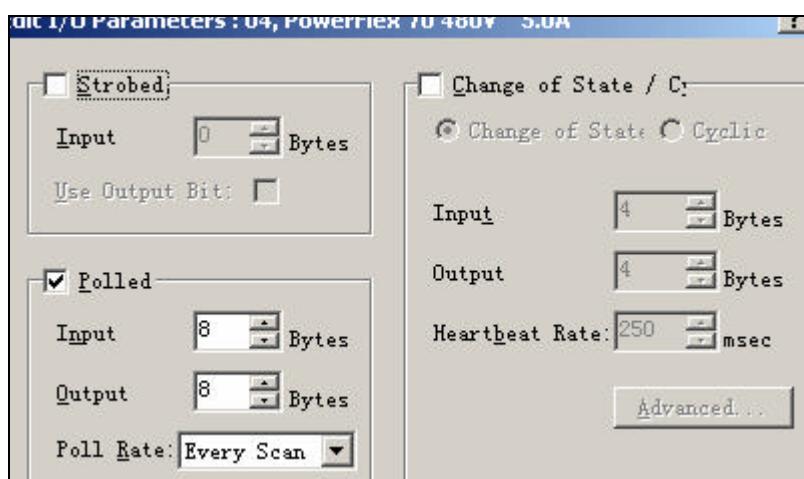


图 4-42 修改输入输出的大小

开启的 DataLink 通道数目与输入输出字节的对照如表 4-14 所示。

表 4-14 映射选择表

Input	Output	Logic command/status	Reference/Feedback(16bit)	DataLinks(16bit)			
				A	B	C	D
4	4						
8	8						
12	12						
16	16						
20	20						

41. 点击“应用”下载到 DNB 模块中。此前的 Input/Output 映射可参考设备网的组态。现在已经完成了网络的设置。

42. 再次启动电机，查看标签 Local:3:I.Data[1]的低 16 位，表示输出频率，如图 4-43 所示。

## 第 4 章

Local:3:I.Data[1]	41	Decimal
Local:3:I.Data[1].0	1	Decimal
Local:3:I.Data[1].1	0	Decimal
Local:3:I.Data[1].2	0	Decimal
Local:3:I.Data[1].3	1	Decimal
Local:3:I.Data[1].4	0	Decimal
Local:3:I.Data[1].5	1	Decimal
Local:3:I.Data[1].6	0	Decimal
Local:3:I.Data[1].7	0	Decimal
Local:3:I.Data[1].8	0	Decimal
Local:3:I.Data[1].9	0	Decimal
Local:3:I.Data[1].10	0	Decimal
Local:3:I.Data[1].11	0	Decimal
Local:3:I.Data[1].12	0	Decimal
Local:3:I.Data[1].13	0	Decimal
Local:3:I.Data[1].14	0	Decimal
Local:3:I.Data[1].15	0	Decimal
Local:3:I.Data[1].16	0	Decimal

图 4-43 变频器的频率输出标签

43. 修改标签 Local:3:O.Data[1]的低 16 位 ,表示修改的是预置频率 1 ,如图 4-44 所示。

Local:3:O.Data[1]	40	Decimal
Local:3:O.Data[1].0	0	Decimal
Local:3:O.Data[1].1	0	Decimal
Local:3:O.Data[1].2	0	Decimal
Local:3:O.Data[1].3	1	Decimal
Local:3:O.Data[1].4	0	Decimal
Local:3:O.Data[1].5	1	Decimal
Local:3:O.Data[1].6	0	Decimal
Local:3:O.Data[1].7	0	Decimal
Local:3:O.Data[1].8	0	Decimal
Local:3:O.Data[1].9	0	Decimal
Local:3:O.Data[1].10	0	Decimal
Local:3:O.Data[1].11	0	Decimal
Local:3:O.Data[1].12	0	Decimal
Local:3:O.Data[1].13	0	Decimal
Local:3:O.Data[1].14	0	Decimal
Local:3:O.Data[1].15	0	Decimal
Local:3:O.Data[1].16	0	Decimal

图 4-44 变频器的预置频率标签

此时 , 已经完成了关于 20-COMM-D 的 DataLinks 功能的实验。

44. 显性信息可以用于读取 PowerFlex70 变频器中非逻辑状态和速度反馈的参数 , 也可以用于修改 PowerFlex70 中非逻辑命令和速度给定的参数。当使用显性信息改写参数值

的时候，会将其写入 EEPROM，连续进行参数值修改会烧坏 EEPROM。

在 Mainroutine 中写入以下的程序，如图 4-45 所示。

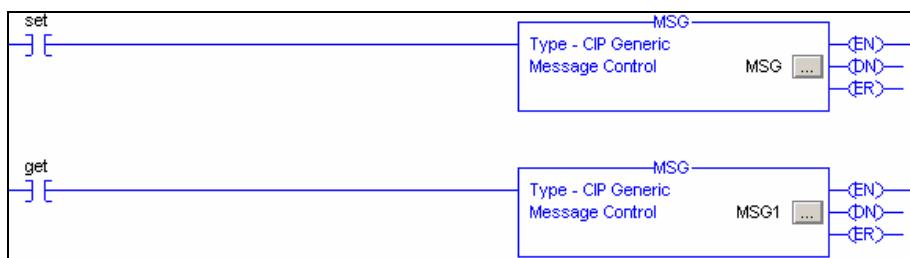


图 4-45 显性信息程序

45. 点击 MSG 的 按钮，出现显性信息的配置，其中 ControlNet、DeviceNet 和 EtherNet 都使用 CIP Generic，因为三种网络都符合通用工业协议 (Common Industrial Protocol)。

- 在 Service Type 中选择 Set Attribute Single，表示修改一个参数
- 在 Class 中添写 f，表示我们要对参数进行修改
- 在 Instance 中添写要修改的参数号
- 在 Attribute 中选择 1 表示我们要修改的是这个参数的数值，而不是最大值，最小值，或者关于这个参数其他的设置。
- Source 表示该参数在控制器中的地址
- Source Length 表示参数的字长

这个实验我们设置的是 102[Preset Speed 1]，如图 4-46 所示。

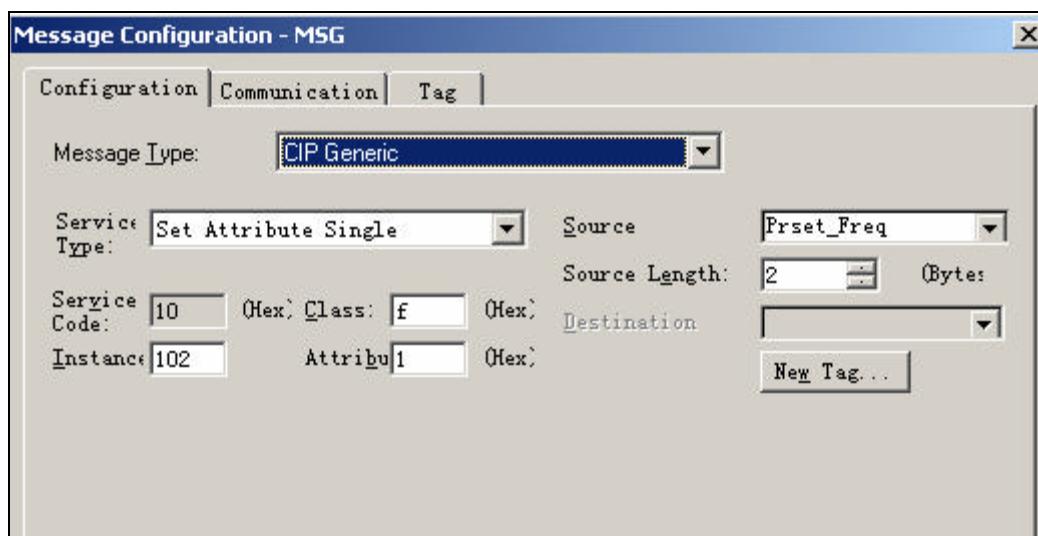


图 4-46 MSG 的显性信息配置

46. 点击 Communication 选项，出现显性信息的通讯路径。点击 Browse 按钮，出现路径选择画面，选择 1756-DNB DNB，在其后填写 2 和 4。ControlNet、DeviceNet 和 EtherNet 的通讯都定义为类型 2。本实验中 PowerFlex70 在 DeviceNet 上的节点号是 4，这样就将变频器和处理器的通讯路径设置完成了，如图 4-47 所示。

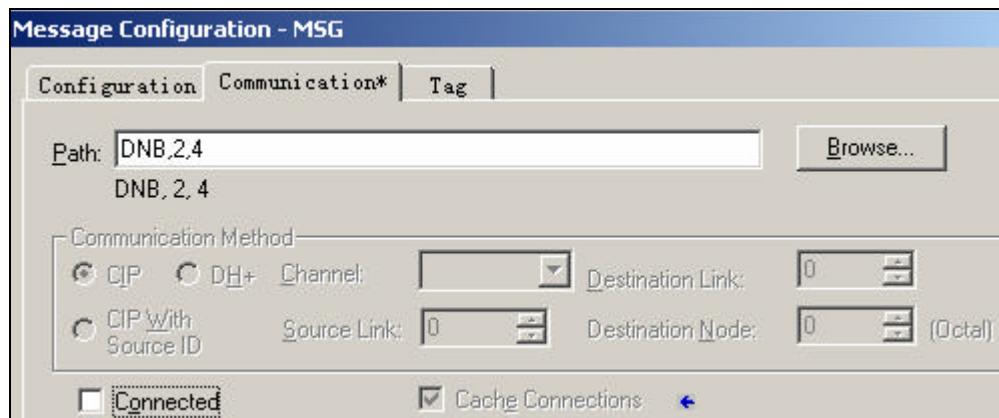


图 4-47 MSG 的通讯路径

47. 点击 MSG1 的 [...] 按钮，出现显性信息的配置。按照步骤 35 填写即可，应注意的是我们要读取参数，需在 Service type 中选择 Get Attribute Single，Destination 是保存读取出的变频器参数的地址，如图 4-48 所示。

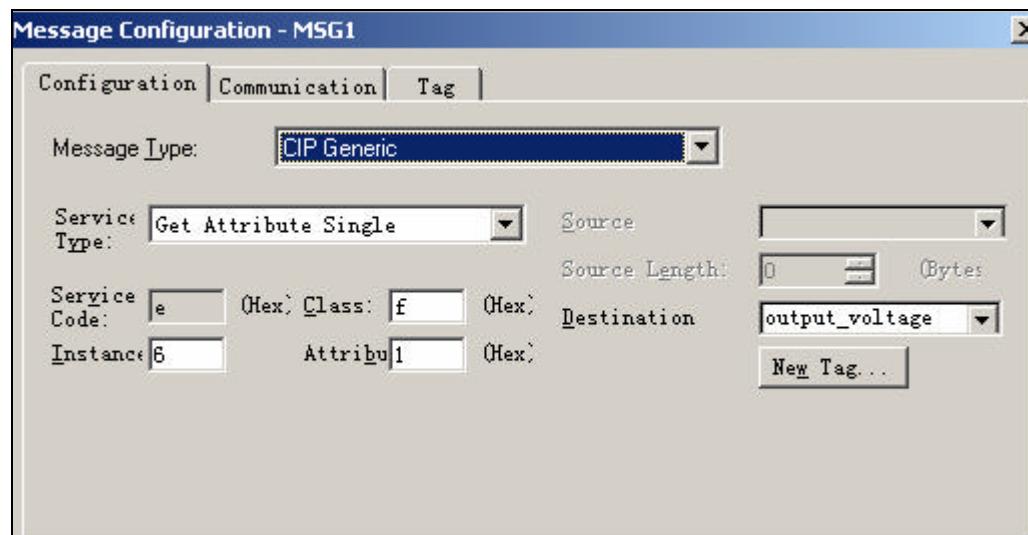


图 4-48 MSG1 的显性信息配置

48. 点击 Communication 选项，按照步骤 36 设置通讯路径，如图 4-50 所示。

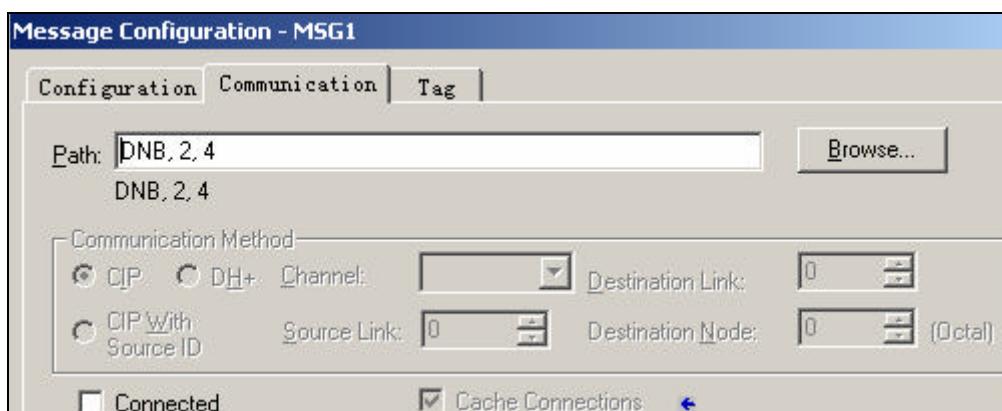


图 4-49 MSG1 的显性信息通讯路径

49. 下载程序到处理器中。起动电机，在标签 Prset\_Freq 中写入数值，在程序中使能常开节点 set，此时预置频率已修改完毕。使能开关 get，查看标签 Output\_voltage，读取的数值便是当前变频器的输出电压，但不是实际值，而是经过一些比例换算后的数值，简单的换算通过程序即可实现。

### 4.2.5 PowerFlex70 的 ControlNet 网络控制

实验主题：

- 在 Rslinx 中组态 ControlNet 的驱动
- 创建一个 ControlLogix 项目
- 添加 ControlNet 网络的 PowerFlex70 变频器
- RSLogix5000 自动生成 PowerFlex70 结构体
- RSNetWorx for ControlNet 规划 ControlNet 网络
- 设置变频器参数
- 使用 DataLinks 设置/读取变频器参数

硬件接线：将安装有 20-COMM-C 适配器的 PowerFlex70、ControlLogix 框架和计算机分别连接在 ControlNet 上。其中 20-COMM-C 是为 PowerFlex7 系列变频器设计的内置的由 DPI 端口向 ControlNet 转换的适配器，需设置 20-COMM-C 的节点地址及波特率。这里设置节点地址为 2，波特率为 125kbps。ControlLogix 框架是通过 1756-CNBR 连接在 ControlNet 上；计算机是通过安装在主板上的 1784-PCIC ( S ) for ControlNet Device 卡连接在控制网上的，网络连接如图 4-50 所示：

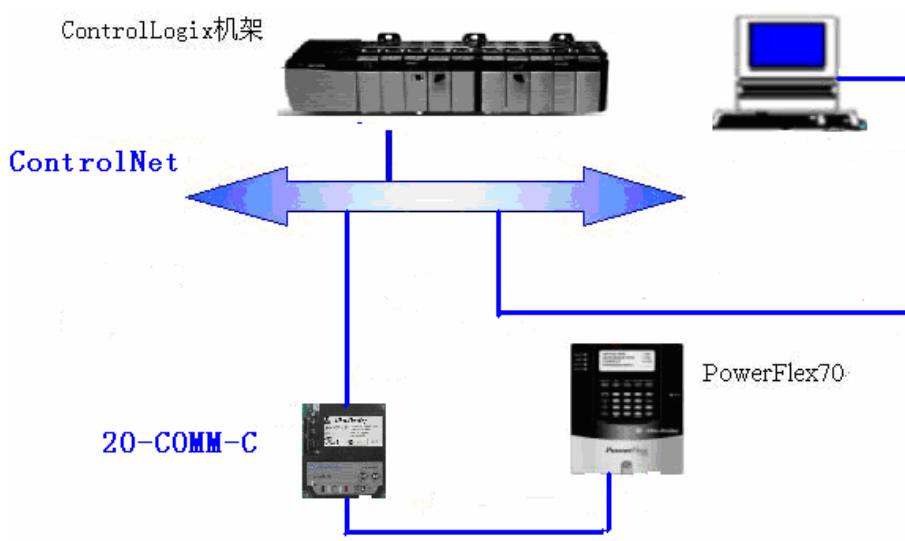


图 4-50 实验网络图

实验步骤：

1. 单击 Start->Program->Rockwell Software->RSLinx->RSLinx，启动 Rslinx。如图 4-51 所示。

## 第 4 章

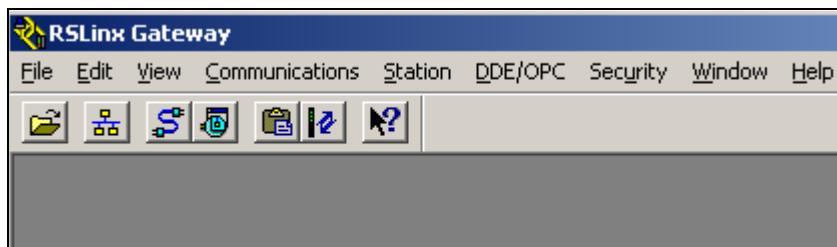


图 4-51 RSLinx 起动界面

2. 点击 Configure dirves  图标，选择 ControlNet 的驱动，如图 4-52 所示。

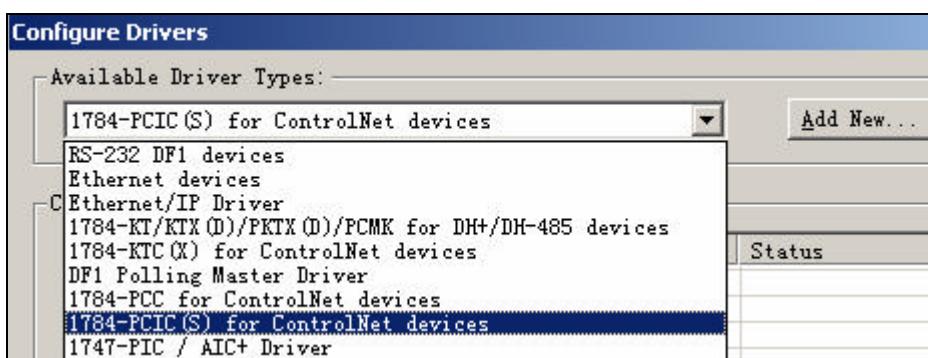


图 4-52 新建 ControlNet 驱动

3. 点击 RsWho  图标，得到 Rslinx 的组态树，如图 4-53 所示。

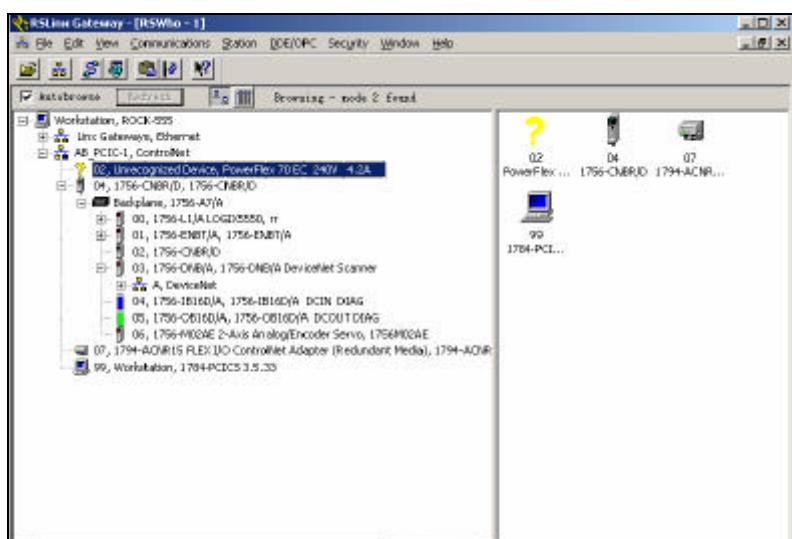


图 4-53 查看组态树

4. 单击 *Start->Program->Rockwell Software->RSLogix 5000 Enterprise Series->RSLogix 5000*，启动 RSLogix5000。
5. 选择 *File->New* 或单击  按钮，创建一个新的项目。并在弹出的新建控制器项目对话框中设置如图 4-54 所示的参数。

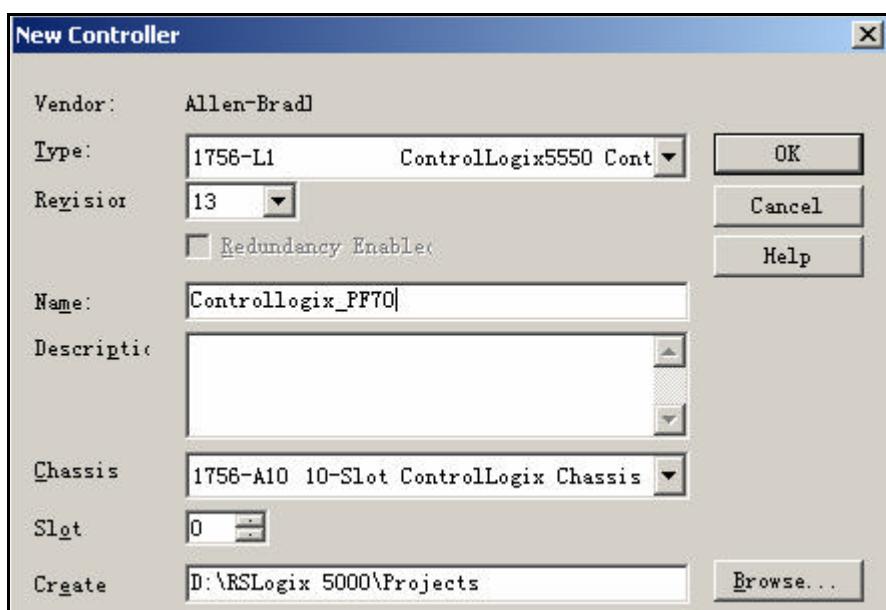


图 4-54 新建控制器项目

6. 在项目资源管理器中，双击 I/O Configuration 文件夹，右键单击 1756-CNBR/D，从弹出菜单中选择 New Module.... 如图 4-55 所示。

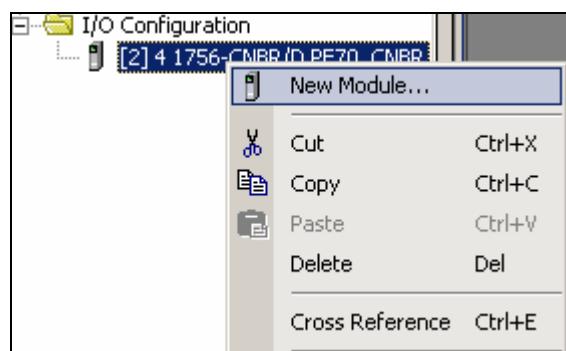


图 4-55 添加新模块

7. 选择模块类型，如图 4-56 所示，选择 PowerFlex 70-C。PowerFlex 70 变频器通过 20-COMM-C 通讯卡接入 ControlNet 网络。

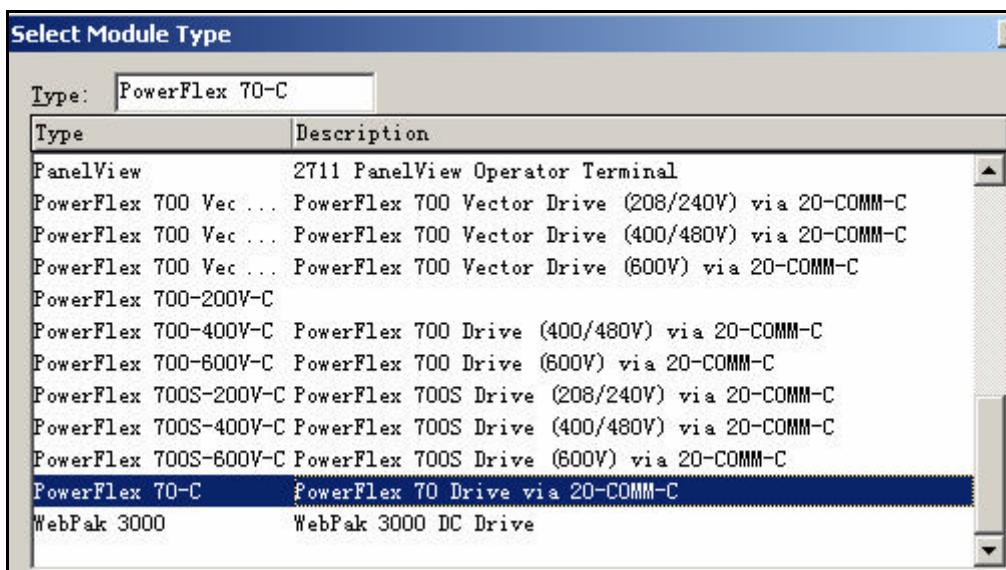


图 4-56 选择模块类型

8. 点击 OK ,弹出如图 4-57 所示的模块属性对话框 ,设置模块名称以及在 ControlNet 上的节点地址和数据链路等参数。

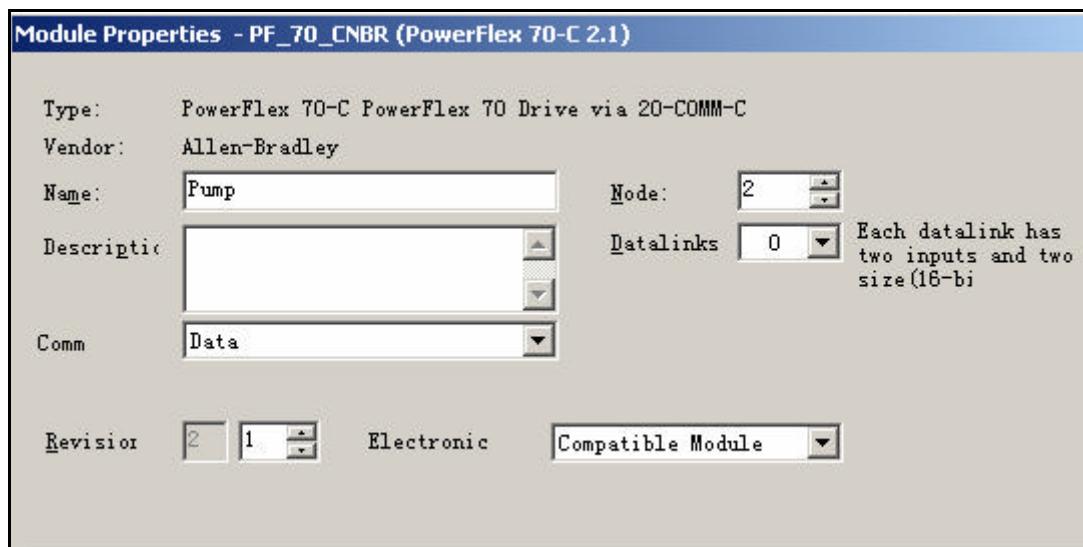


图 4-57 模块属性对话框

9. 右键单击 Controller Tags ,从弹出菜单中选择 Monitor Tags ( 监视标签 ) ,如图 4-58 所示。该项用于控制器运行时 ,直接观看到输入标签值的变化 ,也可直接为输出标签值进行设定。

## 第 4 章



图 4-58 监视标签

10. 标签列表中出现自动生成的结构体，如图 4-59 所示，您会发现每个标签名都指示了具体含义，可以直接在程序中调用。

Pump:0	(...)	(...)		AB:PowerF...
+ Pump:0.DriveLogicRslt	2#0000_...		Binary	INT
- Pump:0.Stop	0		Decimal	BOOL
- Pump:0.Start	0		Decimal	BOOL
- Pump:0.Jog	0		Decimal	BOOL
- Pump:0.ClearFault	0		Decimal	BOOL
- Pump:0.Forward	0		Decimal	BOOL
- Pump:0.Reverse	0		Decimal	BOOL
- Pump:0.LocalContrl	0		Decimal	BOOL
- Pump:0.MOPInc	0		Decimal	BOOL
- Pump:0.Accel1	0		Decimal	BOOL
- Pump:0.Accel2	0		Decimal	BOOL
- Pump:0.Decel1	0		Decimal	BOOL
- Pump:0.Decel2	0		Decimal	BOOL
- Pump:0.SpdRefID0	0		Decimal	BOOL
- Pump:0.SpdRefID1	0		Decimal	BOOL
- Pump:0.SpdRefID2	0		Decimal	BOOL
- Pump:0.MOPDec	0		Decimal	BOOL
+ Pump:0.CommandedFreq	0		Decimal	INT
+ Pump:0.UserDefinedData	{...}	{...}	Decimal	INT[8]

图 4-59 自动生成的 PowerFlex70 结构体

11. 将程序下载到 ControlLogix 控制器中，在 I/O Configure 中会出现如图 4-60 所示的情况。

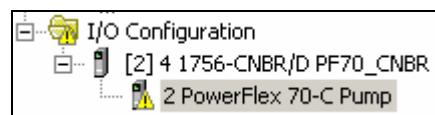


图 4-60 I/O 配置错误提示

右击 PowerFlex70-C Pump，进入 Properties 对话框，点击 Connection, 提示出现了连接

未规划的错误，如图 4-61 所示。

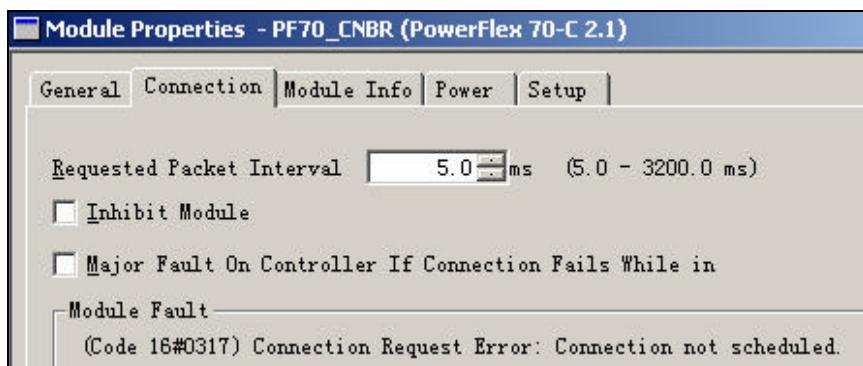


图 4-61 连接未规划

12. 单击 *Start->Program->Rockwell Software->RSNetworx-> RSNetworx for ControlNet* 打开 RSNetworx for ControlNet 软件。

13. 点击 online  图标，出现如图 4-62 所示的选择网络的对话框。选择 AB\_PCIC\_1，ControlNet 网络，点击 OK，开始扫描网络。

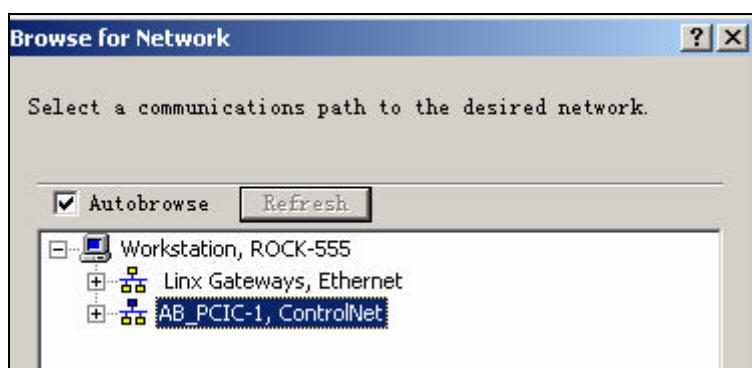


图 4-62 选择 Controlnet 网络

ControlNet 网络上扫描到的设备如图 4-63 所示。

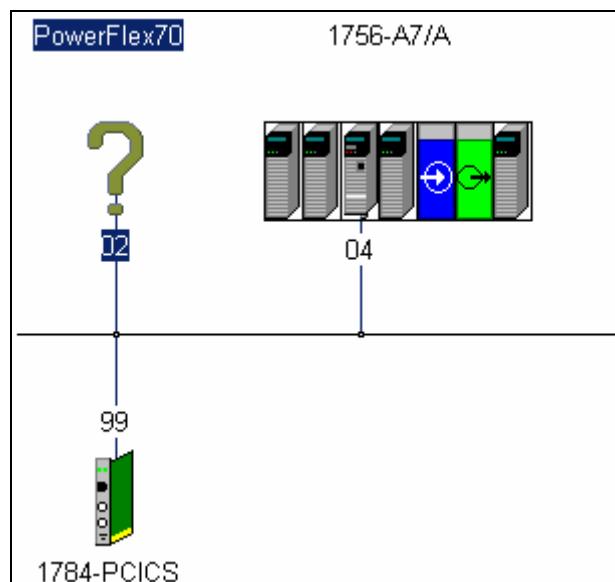


图 4-63 扫描到的 ControlNet 网络

点击 Edits enable , 点击 存盘 , 出现 Save Configuration 对话框 , 点击 OK , 如图 4-64 所示。

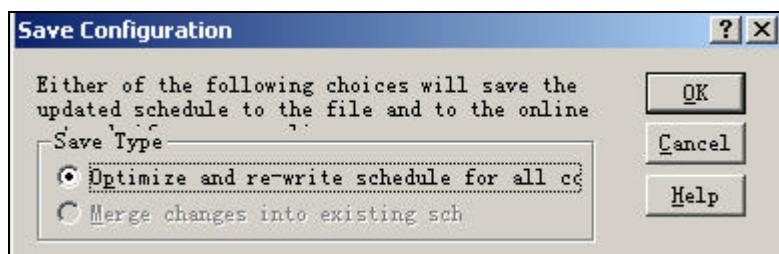


图 4-64 保存配置

14. ControlNet 网络规划结束。这时在 I/O Configure 中仍会出现如下的情况 ,如图 4-65 所示。

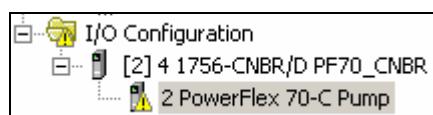


图 4-65 I/O 配置错误提示

右击 PowerFlex70-C Pump , 进入 Properties 对话框 , 点击 Connection, 提示出现了 Electronic Keying Product code mismatch 的错误 , 如图 4-66 所示。

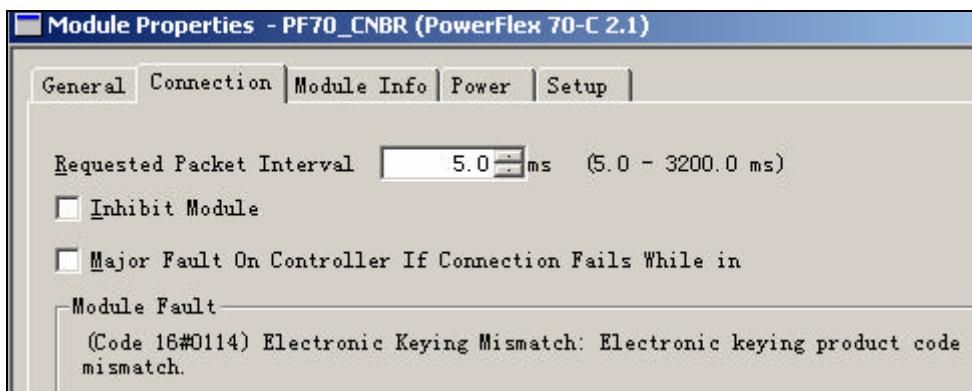


图 4-66 电子锁模式不匹配

点击 General , 选择 Disable Keying , 点击 OK。此时的 I/O Configure 正常 , 如图 4-67 所示。

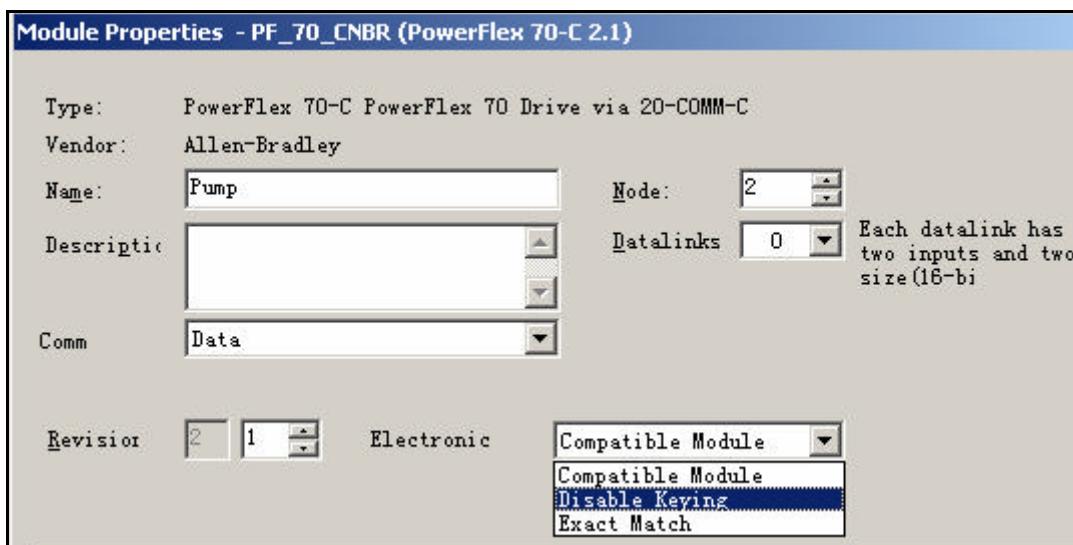


图 4-67 电子锁禁止模式

### 15. 通过 HIM 将变频器的参数

- 90[Speed Ref A Sel]设置为 DPI Port5 , 路径为 *Parameter->Speed Command->Speed Reference->Speed Ref A Sel*
- 276[Logic mask]的第 1、2、3、5 位设置成 1 , 目的是使能 DPI 通讯端口 , 路径是 *Parameter->Communication->Masks&Owners->Logic mask*

16. 选择处理器为 run mode , 将 PowerFlex70 结构体中 Pump:O.Start 启动位置 1 , 并给定 Pump:O.CommandedFreq 频率值。此时 , 变频器控制的电机开始旋转。

17. 右键单击 PoweFlex 70-C Pump , 点击 Properties , 设置 DataLinks 打开的个数 , 这里我们设置为 4。

18. 在 LCD HIM 上进入 *Device Select->20-COMM-C->DPI I/O Cfg* , 将第 1 至第 5 位设置为 1 ; 选择 M-S Input 和 M-S Output 的第 1 位至第 5 位设置成 1 , 目的是为了使能 4 个 DataLink 通道。然后将 20-COMM-C 重置或重新上电。

19. 在 LCD HIM 上进入 *Device Select->PowerFlex70* , 点击 *Parameters->Communication->DataLinks* , 在参数 300[Data In A1]至 307[Data In D4]中设置变频器的可 Write/Read 的参数的参数号 ; 在参数 310[Data Out A1]至 317[Data Out D4]中设置变频器的任意参数的参数号。例如 , 将参数 300[Data In A1]设置为 140[Accl time1] , 参数 301[Data In A2]设置为 142[Accl time2] , 将参数 310[Data Out A1]设置为 1[Out Freq] , 参数 311[Data Out A2]设置为 6[Out Voltage]。

20. 起动电机 , 查看标签 Pump:I.UserDefinedData[0]和 Pump:I.UserDefinedData[1] , 可以看到从变频器中读取的输出频率和输出电压 , 这个数值是实际数值经过一些比例换算得到的 , 可以通过简单的程序换算出实际值 , 这里不再赘述 , 在标签 Pump:O.UserDefinedData[0]和 Pump:O.UserDefinedData[1]中写入电机的加速时间 , 如图 4-68、图 4-69 所示。

[-] Pump:I.UserDefinedData	{...}	{...}	Decimal	INT[8]
[+] Pump:I.UserDefinedData[0]	159		Decimal	INT
[+] Pump:I.UserDefinedData[1]	592		Decimal	INT

图 4-68 Data In 标签

[-] Pump:O.UserDefinedData	{...}	{...}	Decimal	INT[8]
[+] Pump:O.UserDefinedData[0]	15		Decimal	INT
[+] Pump:O.UserDefinedData[1]	13		Decimal	INT

图 4-69 Data Out 标签

至此 , 已完成了 ControlLogix 在 ControlNet 网络上控制 PowerFlex70 变频器的实验 !

### 4.2.6 PowerFlex70 的 EtherNet 网络控制

实验主题：

- 在 Rslinx 中组态 EtherNet/IP 的驱动
- 创建一个 ControlLogix 项目
- 添加 EtherNet/IP 网络的 PowerFlex70 变频器
- RSLogix5000 自动生成 PowerFlex70 结构体
- 设置 PowerFlex70 变频器参数
- 使用 DataLinks 设置/读取变频器参数

硬件接线：将安装有 20-COMM-E 适配器的 PowerFlex70、ControlLogix 框架和计算机分别连接在 EtherNet 上。其中 20-COMM-E 是为 PowerFlex7 系列变频器设计的内置的由 DPI 端口向 EtherNet 转换的适配器，设置 20-COMM-E 的 IP 地址。这里设置的 IP 地址为 192.168.1.99。ControlLogix 框架是通过 1756-ENBT 连接在 EtherNet 上的，IP 地址为 192.168.1.57。计算机是通过安装在主板上的网卡连接在 EtherNet 上的，如图 4-69 所示。

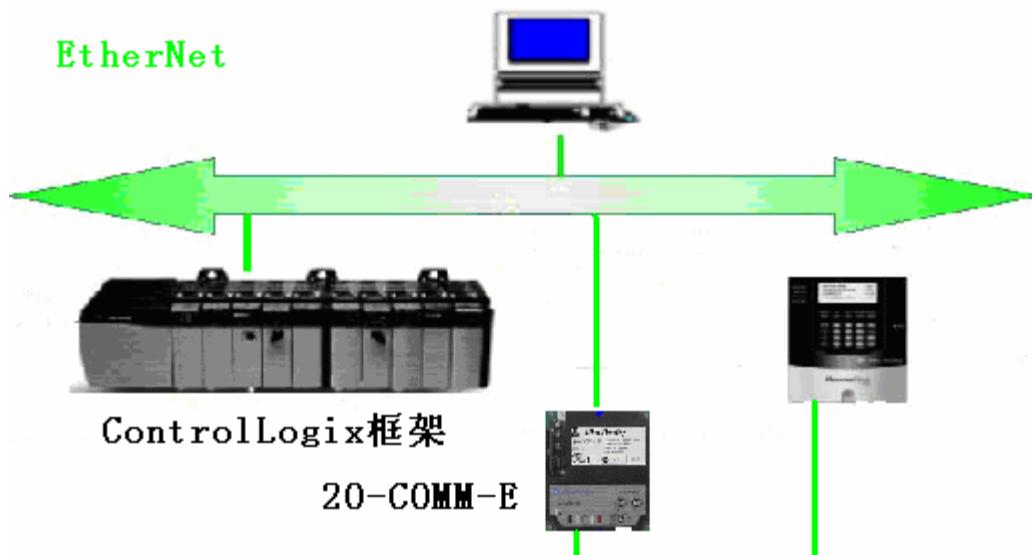


图 4-70 实验网络图

实验步骤：

1. 单击 *Start->Program->Rockwell Software->RSLinx->RSLinx* ,启动 Rslinx ,如图 4-71 所示。

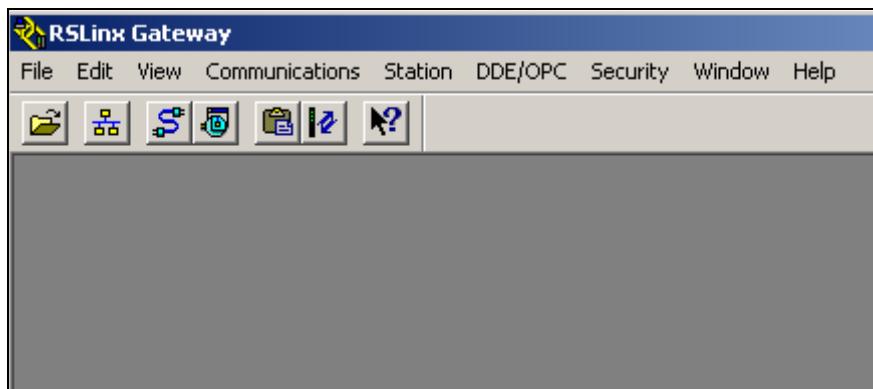


图 4-71 RSLinx 起动界面

2. 点击 Configure drives  图标，选择 EtherNet 的驱动，如图 4-72 所示。

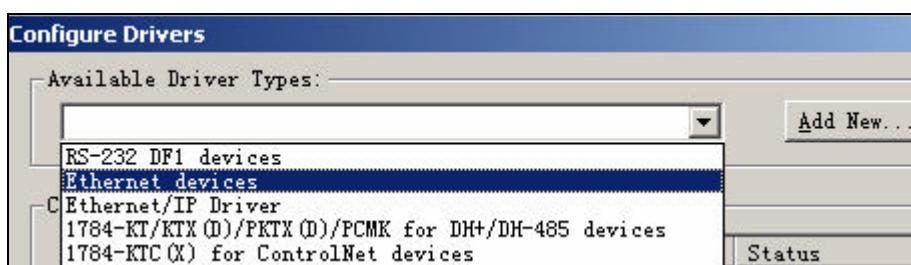


图 4-72 选择 EtherNet 的驱动

3. 点击 Add New，将 PowerFlex70 和 ControlLogix 框架的 IP 地址添加进新建的 AB\_ETH-1 驱动中，如图 4-73 所示。

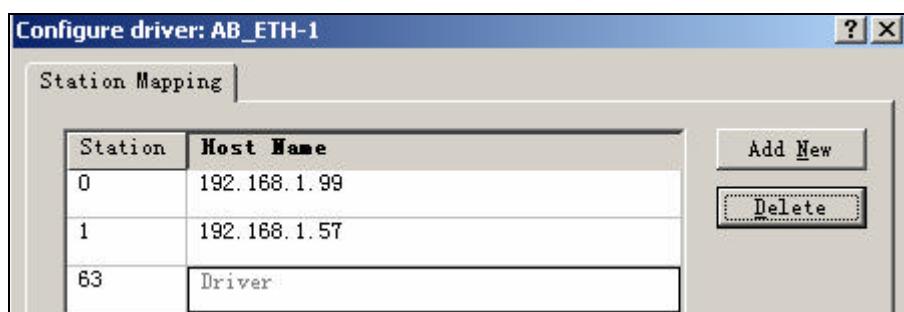


图 4-73 添加 IP 地址

4. 点击 RsWho  图标，得到如图 4-74 所示的 Rslinx 的组态树。

## 第 4 章

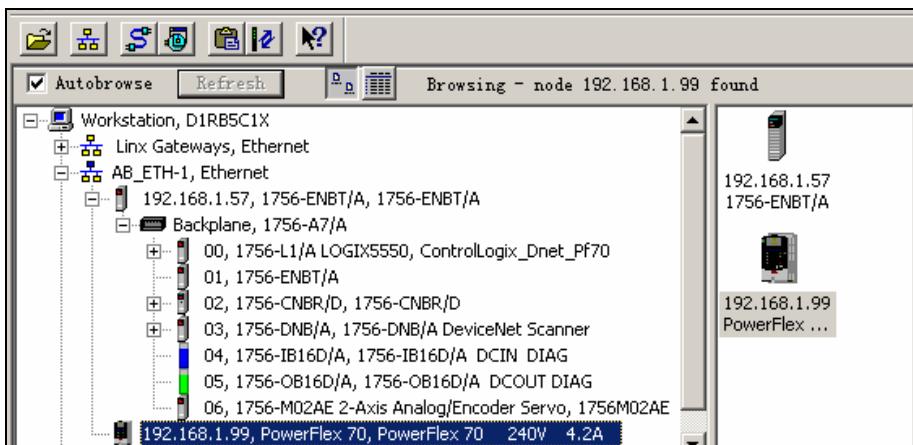


图 4-74 新组建的 EtherNet 网络

5. 单击 *Start->Program->Rockwell Software->RSLogix 5000 Enterprise Series->RSLogix 5000*，启动 RSLogix5000，如图 4-75 所示。

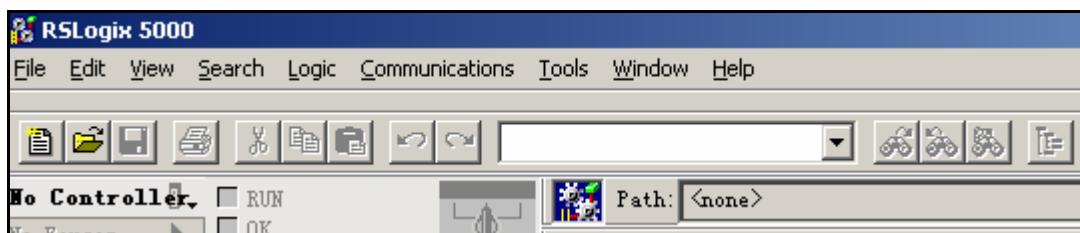


图 4-75 RSLogix5000 启动界面

6. 选择 *File->New* 或单击 按钮，创建一个新的项目，并在弹出的新建控制器项目对话框中设置如图 4-76 所示的参数。

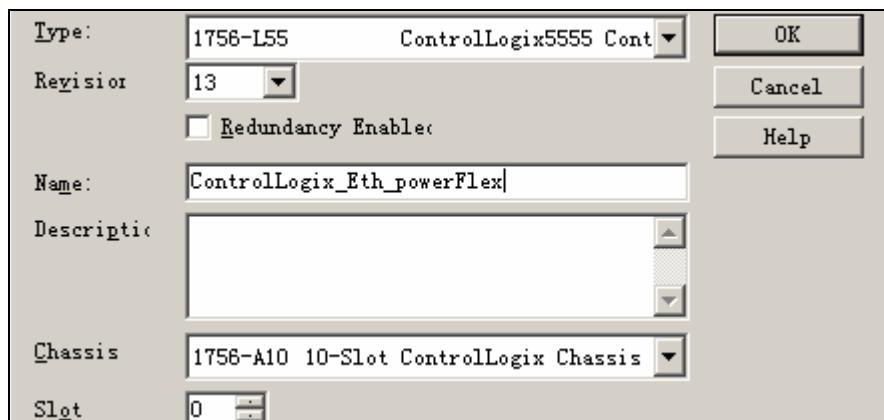


图 4-76 新建控制器项目

## 第 4 章

7. 在项目资源管理器中,右键单击 I/O Configuration 文件夹,从弹出菜单中选择 New Module.... 如图 4-77 所示。

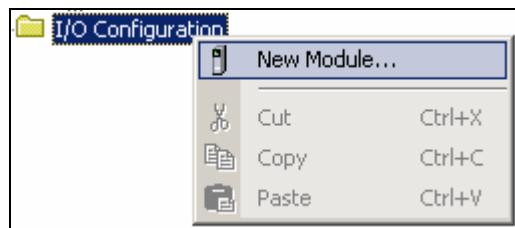


图 4-77 添加新模块

8. 选择模块类型,如图 4-78 所示选择 1756-ENBT/A。

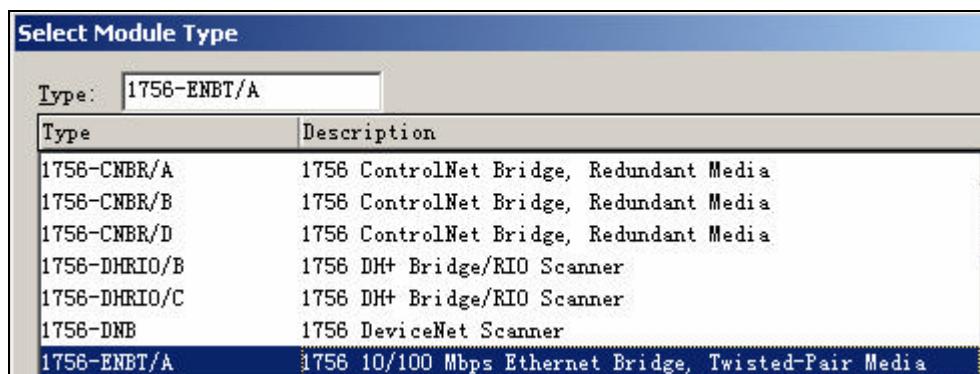


图 4-78 添加 ENB 模块

9. 设置 1756-ENBT/A 相关参数,如图 4-80 所示。

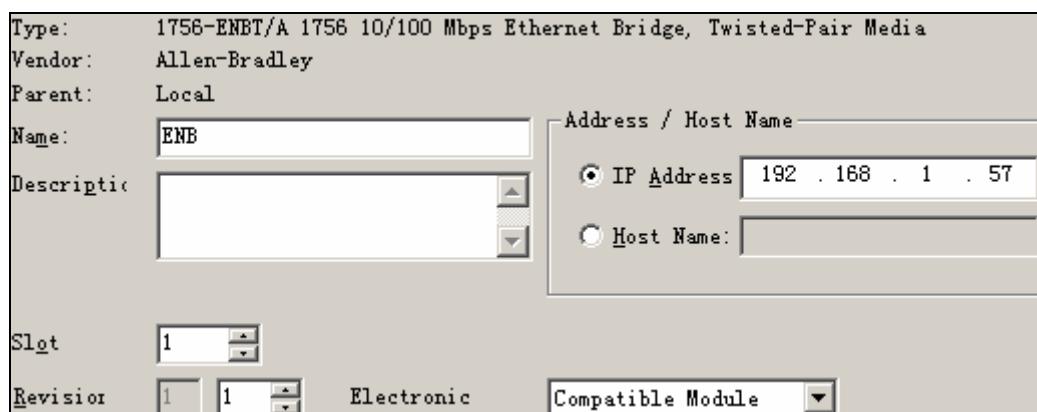


图 4-79 设置 ENB 模块参数

10. 在项目资源管理器中,双击 I/O Configuration 文件夹,右键单击 1756-ENBT/A,从弹出菜单中选择 New Module.... 如图 4-80 所示。

## 第4章

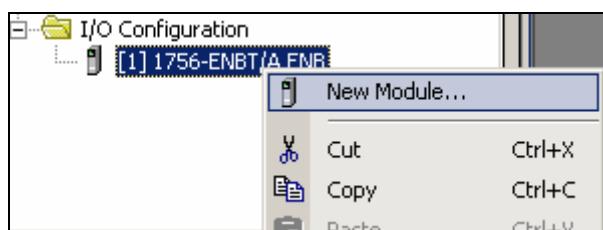


图 4-80 添加 PowerFlex 70-E

11. 选择模块类型，如图 4-81 所示，选择 PowerFlex 70-E，PowerFlex 70 变频器通过 20-COMM-E 通讯卡接入 EtherNet/IP 网络。

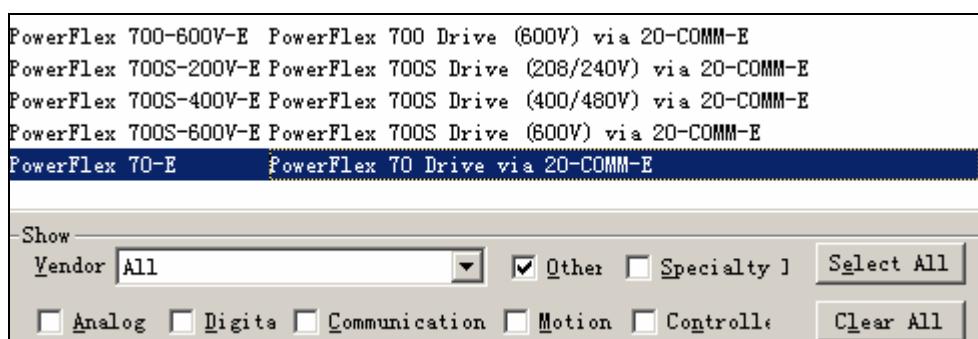


图 4-81 选择模块类型

12. 点击 OK，弹出如图 4-82 所示模块属性对话框，设置模块名称以及 IP 地址等参数。

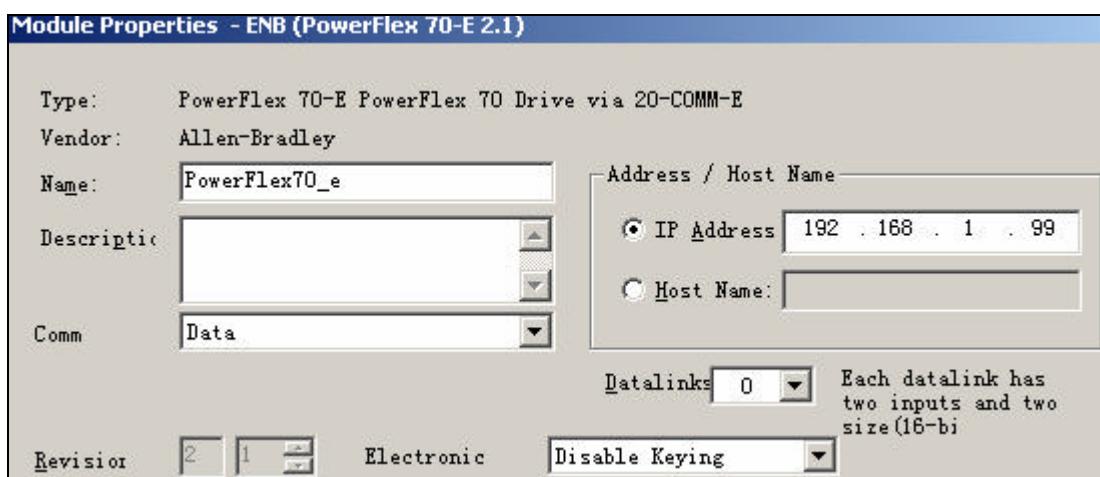


图 4-82 模块属性对话框

13. 右键单击 Controller Tags，在弹出菜单中选择 Monitor Tags，如图 4-82 所示。该项用于控制器运行时，直接观看到输入标签值的变化，也可直接为输出标签值进行设定。



图 4-83 监视标签

14. 标签列表中出现自动生成的结构体，如图 4-84 所示，会发现每个标签名都指示了具体含义，可以直接在程序中调用。

+ PowerFlex70_e:1	(...)	(...)		AB:PowerFle...
- PowerFlex70_e:0	(...)	(...)		AB:PowerFle...
+ PowerFlex70_e:0.DriveLogicRslt	2#0000_...		Binary	INT
- PowerFlex70_e:0.Stop	0		Decimal	BOOL
- PowerFlex70_e:0.Start	0		Decimal	BOOL
- PowerFlex70_e:0.Jog	0		Decimal	BOOL
- PowerFlex70_e:0.ClearFault	0		Decimal	BOOL
- PowerFlex70_e:0.Forward	0		Decimal	BOOL
- PowerFlex70_e:0.Reverse	0		Decimal	BOOL
- PowerFlex70_e:0.LocalContrl	0		Decimal	BOOL
- PowerFlex70_e:0.MOPInc	0		Decimal	BOOL
- PowerFlex70_e:0.Accel1	0		Decimal	BOOL
- PowerFlex70_e:0.Accel2	0		Decimal	BOOL
- PowerFlex70_e:0.Decel1	0		Decimal	BOOL
- PowerFlex70_e:0.Decel2	0		Decimal	BOOL
- PowerFlex70_e:0.SpdRefID0	0		Decimal	BOOL
- PowerFlex70_e:0.SpdRefID1	0		Decimal	BOOL
- PowerFlex70_e:0.SpdRefID2	0		Decimal	BOOL
- PowerFlex70_e:0.MOPDec	0		Decimal	BOOL
+ PowerFlex70_e:0.CommandedFreq	0		Decimal	INT
+ PowerFlex70_e:0.UserDefinedData	{...}	{...}	Decimal	INT[2]

图 4-84 自动生成的 PowerFlex 结构体

15. 通过 HIM 将参数

- 参数 90[Speed Ref A Sel] 设置为 DPI Port5，路径为 *Parameter->Speed command->Speed Reference->Speed Ref A Sel*。

- 参数 276[Logic mask]的第 1、2、3、5 位设置成 1，目的是使能 DPI 通讯端口。路径是 *Parameter->Communication->Masks Owners->Logic mask*。

16. 将程序下载到 ControlLogix 控制器中，然后将 PowerFlex70 结构体中 PowerFlex70\_e:O.Start 启动位置 1，并给定 PowerFlex70\_e:O.CommandedFreq 频率值。此时，变频器控制的电机开始旋转。

17. 右击 PowerFlex 70-E PowerFlex70\_e，修改 DataLinks 打开的个数，这里我们设置为 1，如图 4-85 所示。

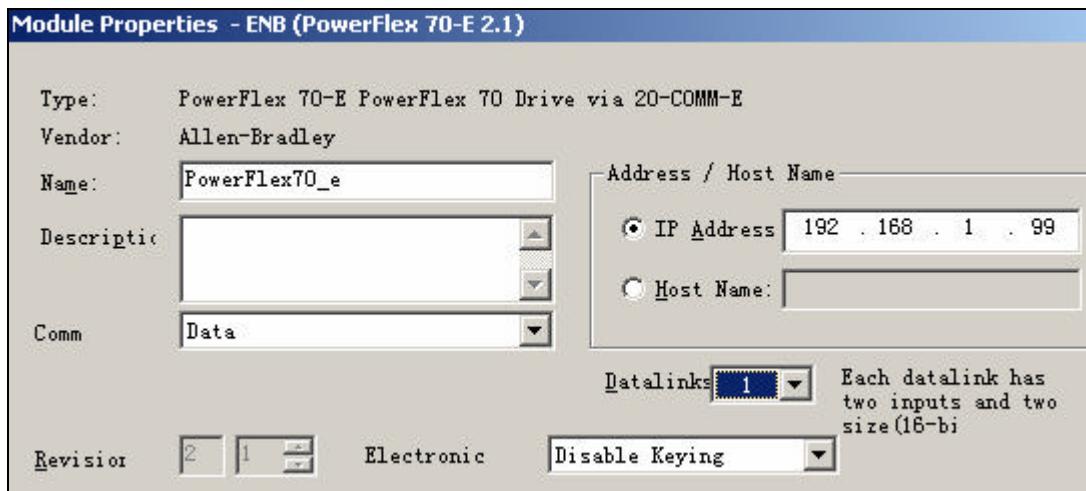


图 4-85 打开 1 个 DataLinks 通道

18. 在 HIM 面板上进入 *Device Select->20-COMM-E*，将参数 23[DPI I/O Config]的第一位设置为 1；将参数 35[M-S Input]和 36[M-S Output]的第一位设置成 1，目的是为了使能 1 个 DataLinks 通道，同时一定要将 Reset Module 置 1，这样变频器的设置才能生效。

19. 在 HIM 面板上进入 *Device Select->PowerFlex70*，点击 *Parameters->Communication->Datalinks*，在参数 300[Data In A1]至 307[Data In D4]中设置变频器的可修改的参数的参数号；在参数 310[Data Out A1]至 317[Data Out D4]中设置变频器的任意参数号。例如，将参数 301[Data In A1]设置为 140[Accl time1]，参数 302[Data In A2]设置为 142[Accl time2]，将参数 310[Data Out A1]设置为 1[Out Freq]，参数 311[Data Out A2]设置为 6[Out Voltage]。

20. 启动电机，查看标签 PowerFlex70\_e:I.UserDefinedData[0] 和 PowerFlex70\_e:I.UserDefinedData[1]，可以看到从变频器中读取的输出频率和输出电压，这个数值不是实际数值，而是经过一些比例换算得到的，可以通过简单的程序换算出实际值，这里不再赘述；在标签 PowerFlex70\_e:O.UserDefinedData[0] 和 PowerFlex70\_e:O.UserDefinedData[1]中写入电机的加速时间，如图 4-86、图 4-87 所示。

## 第4章

[-] PowerFlex70_e:I.UserDefinedData	{...}	{...}	Decimal	INT[2]
[+] PowerFlex70_e:I.UserDefinedData[0]	45		Decimal	INT
[+] PowerFlex70_e:I.UserDefinedData[1]	177		Decimal	INT

图 4-86 Data In 标签

[-] PowerFlex70_e:O.UserDefinedData	{...}	{...}	Decimal	INT[2]
[+] PowerFlex70_e:O.UserDefinedData...	10		Decimal	INT
[+] PowerFlex70_e:O.UserDefinedData...	16		Decimal	INT

图 4-87 Data Out 标签

至此，已完成了 ControlLogix 在 EtherNet/IP 网络上控制 PowerFlex70 变频器的实验！

### 4.2.7 PowerFlex70 编码器反馈实验

PowerFlex70 可以接受编码器反馈信号，不过需要安装 20A-ENC-1 编码器接口卡。下面对 20A-ENC-1 作如下介绍：

20A-ENC-1 可以提供 5-12V 的直流电压，并且可以接受 5-12V 的差分信号输入。20A-ENC-1 的编码器接口卡的位置如图 4-88 所示。

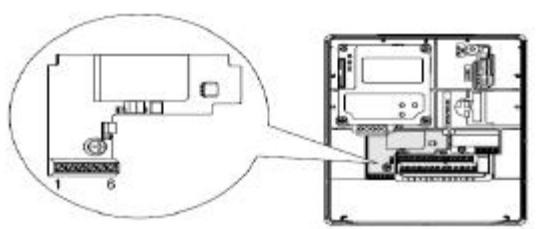


图 4-88 20A-ENC-1 的位置

接线端子列表如表 4-15 所示。

表 4-15 接线端子表

编号	端子	功能描述
1	5-12V 电压	内部电压源 250 mA(独立)
2	电压负端	
3	计数输入 B ( - )	单通道或 B 相输入
4	计数输入 B ( + )	
5	计数输入 A ( - )	单通道或 A 相输入
6	计数输入 A ( + )	

编码器的供电输入线接法如图 4-89、图 4-87 所示。

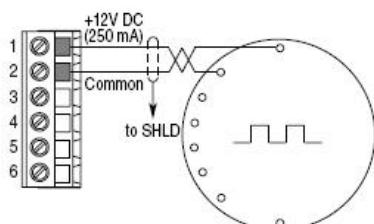


图 4-89 内部供电

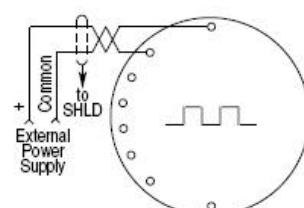


图 4-90 外部供电

图 4-89 是由 20A-ENC-1 来对编码器供电的接法，供电电压为+12V ( 250mA )；图 4-90 是由外部电源为编码器供电的接线图，电压及电流的要求同内部供电一样。

编码器的信号输入线接法如图 4-91、图 4-92 所示。

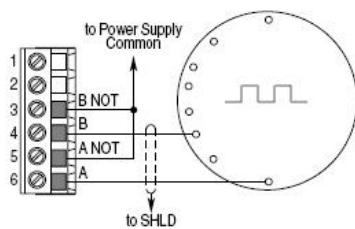


图 4-91 双通道单端信号

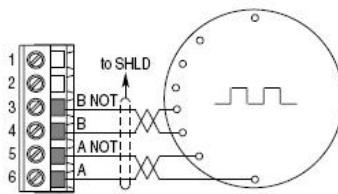


图 4-92 双通道差分信号

与编码器反馈相关的变频器参数设置如下：

- 参数 80[Feedback Select]设置为 3[Encoder]。
- 当使用差分编码器，且 PowerFlex70 变频器是增强型变频器，选择控制方式为 FVC 矢量模式时，参数 412[Motor Fdbk Type]设置为 0[Quadrature]/1[Quad Check]。
- 当使用单通道编码器，且 PowerFlex70 变频器的控制方式是无速度传感器矢量控制或恒压频比控制时，参数 412[Motor Fdbk Type]设置为 2[Single Chan]/3[Single Check]。
- 参数 413[Encoder RPM]，在 FVC 矢量模式下，为了改善操作需设置它大于等于  $64 \times$  电机磁极数，这里缺省设置为 1024RPM。
- 参数 414[Enc Pos Feedback]用来显示编码计数值，该参数为只读参数。对于单通道编码器，电机每旋转一周该参数增加参数 413 中定义的数值；对于差分编码器，电机每旋转一周，该参数以 4 倍的 413 参数的值增加。
- 参数 415[Encoder speed]也为只读参数，该参数用来显示从反馈装置反馈回的电机速度值。

### 4.2.8 PowerFlex70 的 Auto/Manual 实验

#### 1. 实验准备

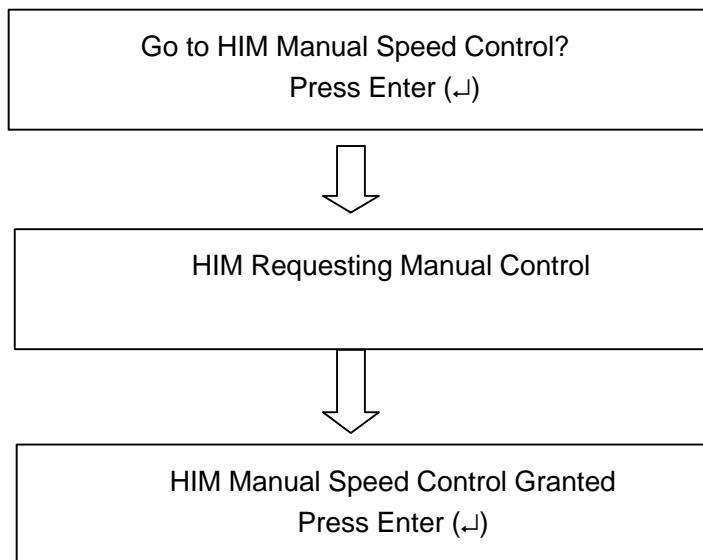
- 给 PowerFlex70EC demo 上电。
- 在主菜单中的“Memory Storage”中，将变频器“Reset to Defaults”。
- 将选择开关 IN4, IN5 打到 open 位置（左端）。

#### 2. 实验

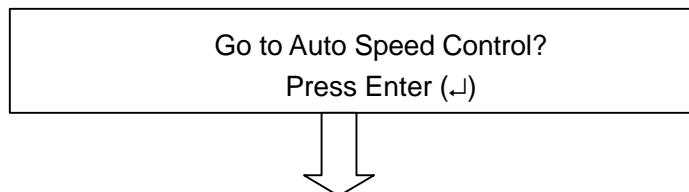
##### (1) PLC = 自动, HIM = 手动

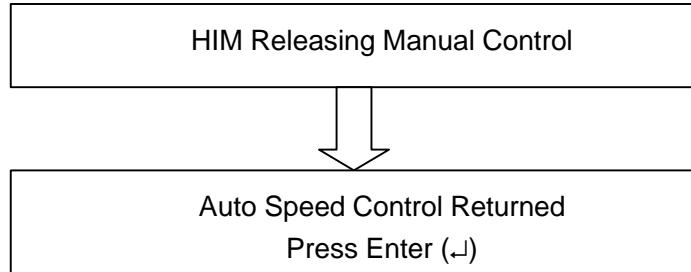
自动模式由 PLC 运行处理，自动速度给定值由 PLC 通过安装在变频器中的通信模块给定。由于内部通信指定为端口 5，所以参数 90[Speed Ref A Sel]设置为 DPI 端口 5。此时 HIM 上的起动和点动键在自动和手动模式下都起作用。

- 获得手动控制：按 ALT 键，然后在 HIM 上选择 Auto/Manual。当选择 HIM 手动控制，变频器速度指令则来源于 HIM 上的速度控制键或者模拟电位器。操作过程如下。



- 释放到自动控制：按 ALT 键，然后在 HIM 上再次选择 Auto/Manual。当 HIM 释放手动控制，变频器速度指令返回到 PLC。操作过程如下。





(2) PLC = 自动 , 端子块 = 手动

自动模式由 PLC 运行 , 并且需要从连接到变频器 I/O 端子块的模拟电位计进行手动控制。自动速度基准由 PLC 通过安装在变频器中的通信模块给定。

- 由于内部通信指定为端口 5 , 所示参数 90[Speed Ref A Sel]设置为 DPI 端口 5 , 同时变频器的启动来自于自动基准源。
- 由于手动速度基准由模拟输入给定 , 所以参数 96[TB Man Ref Sel]设置为模拟输入 1 或者模拟输入 2。同时使变频器处于 3 线控制方式。

注意 如果模拟输入 1 设置给了参数 96[TB Man Ref Sel] , 那么参数 117[Trim In Select]、128[PI Feedback Sel]、126[PI Reference Sel]、147[Current Lmt Sel]这四个参数都不能选择模拟输入 1 , 否则 , 在自动手动切换后参数 96[TB Man Ref Sel]无效。

这次实验我们尝试一种简便易行的自动手动切换方式 , 将参数 366[Digital in6 Sel]设置为 “ AUTO/MANUAL ” 。

- 获得手动控制 : 闭合数字输入 6 ( 右端 ) , 速度指令来自于电位计 , 此时已切换到手动控制。
- 释放到自动控制 : 断开数字输入 6 ( 左端 ) , 速度指令返回到 PLC 控制 , 此时为自动控制。

注意 : 手动控制是互斥的 , 如果一块 HIM 或者 I/O 端子块采用了手动控制 , 其它设备都不能设置为手动控制 , 除非手动控制设备释放了手动控制。如果 HIM 采用手动控制 , 此时移除变频器电源 , 当再次上电时 , 变频器会返回到自动模式。

(3) PowerFlex70 增强型实验 : 上两个实验在切换自动/手动的时候 , 只是改变了速度基准的来源 , 这个实验能够让速度基准来源和起动/点动控制同时切换。参数 192[AutoMan Cnfg]起到了关键作用。

- 设置变频器参数 364[Digital in4 Sel]为 run , 参数 362[Digital in2 Sel]为 Not Used , 使其处在两线控制。设置参数 192[AutoMan Cnfg]的第 1 位 ( Manual Mode ) 为 1。这使得变频器只有在手动模式时 , HIM 上的起动和点动控制才有效。
- 当切换到自动模式时 , 点击 HIM 上的起动键 , 可以看到不起作用。
- 切换回手动模式下 , 停止变频器 , 尝试闭合 IN4 起动变频器。可以看到两线控制起动无效。
- 断开 IN4 , 设置变频器参数 362[Digital in2 Sel]为 Start , 参数 364[Digital in4 Sel]为 not Used,使变频器处在 3 线控制。

#### 第 4 章

---

- 仍在手动模式下，使用 IN2 起动变频器，可以看到不起作用。
- 切换到自动模式下，HIM 上的起动键和 IN2 都能起动变频器。可以看到，在两线控制的模式下，参数 192[AutoMan Cnfg]的第 1 位（Manual Mode）才能起到作用。
- 设置参数 192[AutoMan Cnfg]的第 3 位（HIM Disable）为 1。在 3 线控制下，自动模式时，HIM 上的起动和点动键不起作用。
- 切换到手动模式时，使用 HIM 上的起动键，变频器能够起动。

#### 4.2.9 PowerFlex70 的 Peer to Peer 实验

实验平台的搭建如图 4-93 所示,由两个 PowerFlex70 的 Demo 箱组成。



图 4-93 实验平台

20-COMM-D 卡是实现 DPI 端口与 DeviceNet 通讯的一个适配器。它能够支持主从通讯和对等通讯，其中主从通讯为 PowerFlex70 同 Scanner 的通讯，而对等通讯就是让两个变频器直接通过适配器通讯，而不需要经过控制器。为了演示实验，需要设置主从变频器。下面了解一下什么是主从变频器和适配器，如表 4-16 所示。

表 4-16 实验中的名词解释

DPI 主	用 DPI 通讯的、有 DPI 外设的产品，例如网络适配器和用户操作设备。PowerFlex70 变频器就是 DPI 主设备。
DPI 外设	像网络适配器和用户操作面板这类通过 DPI 端口通讯的设备就是 DPI 外设。20-COMM-D 就是 DPI 外设。
20-COMM-D	该设备安装在带有主 DPI 端口的内部，它能够提供到设备网的连接。
对等 I/O	这是一种在两个网络适配器之间实现发送和接受 I/O 信息的方法 20-COMM-D 就是支持这种方法的 DPI 外设。
主适配器	发送对等 I/O 信息到从适配器。(主适配器也可以是一个从适配器)
从适配器	接受由主适配器发来的对等 I/O 信息。(从适配器也可以是一个主适配器)

##### 1. 实验准备

###### ● 对等 I/O 概述

对等 I/O 信息是传输在设备网上的一组带有标志符的信息。一旦在网络适配器上组态好，信息的发送和接受由适配器来完成而不需要扫描器和外部控制器。

一个主适配器发送来自主变频器的数据（连接参数）到从适配器，从适配器再把这些数据送到从变频器，这些数据可以是逻辑命令、参考源和数据连接，从而实现了由主变频器传送数据到从变频器。

###### ● 实验接线

用一段设备网电缆连接两个实验箱，如图 4-92 所示。用菊花链接头连接两个 20-COMM-D 适配器。在两个终端必须接两个 120 欧姆的电阻，连接在各自的信号线（也就是白色和蓝色）之间。在任一接头的电源线（红色和黑色）引出两条线，分别接到 PowerFlex 70 的端子 9（+24V）和端子 7（24V 公共端）上，这是为设备网供电的。在端子 9 和 7 之间有 150mA 的电流，而 20-COMM-D 的最大拉电流是 120mA，这在实验中是可行的，但是在实际中不推荐使用。

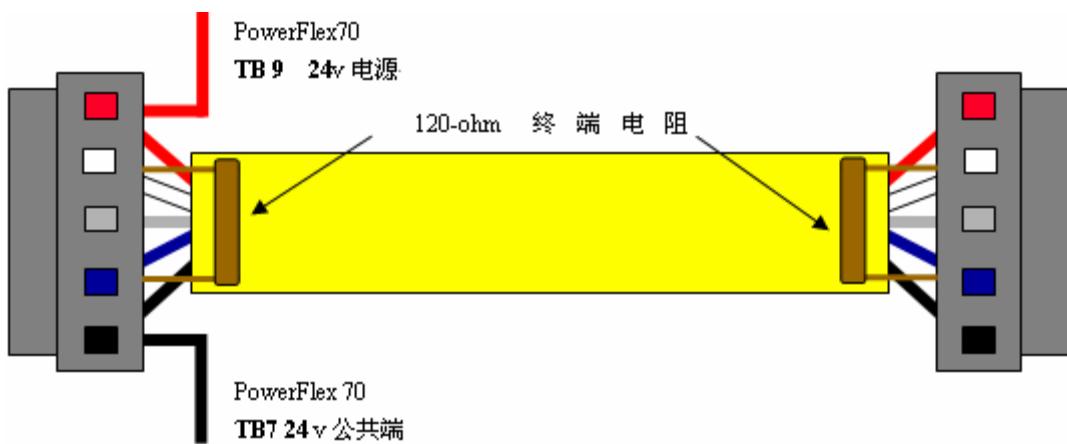


图 4-94 设备网细缆接线

## 2. 实验初始设置

为了从一个通常组态的系统实现对等通讯，需要执行以下的设置：

- 在主的 20-COMM-D 上设置节点地址为“01”，波特率为“500K”。
- 在从的 20-COMM-D 上设置节点地址为“02”，波特率为“500K”。
- 复位 PowerFlex 70 到默认值（E 文件变频器存储器参数 197 [Reset To Defaults] 到“Factory”）。

- 复位 20-COMM-D 适配器到默认值（设置 20-COMM-D 参数 9 [Reset Module] 为到“Set Defaults”）。
- 给两个实验箱依次上电。

注意：为了能够访问到在实验中用到的参数，两个变频器参数的访问级别设置为高级。有两种方法实现。

- 按 ALT+Sel 键，Para Access Lvl Advanced。
- 执行下列步骤：Parameter-> Utility-> Drive Memory-> Param Access Lvl，选择 Advanced，点击 Enter。

至此我们完成了初始的设置。

## 3. 实验

### (1) 对等的逻辑启动/停止

在该实验中，主变频器将提供逻辑命令到从变频器中。这个实验将演示起动、停止等动作。

## 第 4 章

主适配器的组态：主 20-COMM-D 适配器（地址 1）被组态为发送来自 DataLink A 的参数，通过对等 I/O 连接到从 20-COMM-D 适配器，需要组态的参数如表 4-25 所示。

表 4-17 主适配器参数组态

13	DPI I/O Config	xxxx xxxx xxx0 0011	使能数据连接 A
39	Peer A Output	DL A Output”	确定发送到 Peer A 输出的数据源
41	Peer Out Enable	On (最后设置)	使能适配器发送 Peer I/O
42	Peer Out Time	0.01 Sec	发送 Peer I/O 的时间间隔
43	Peer Out Skip	1 (默认)	Peer I/O 数据之间的时间间隔倍数

- 参数 41[Peer Out Enable]必须最后设定，因为一些对等参数只有在 Peer Out 为 off 时才能组态。
- Peer I/O 之间传输的时间间隔等于参数 42[Peer Out Time]乘参数 43[Peer Out Skip]。这样设置意思是主 20-COMM-D 发送参数数据（从主变频器接受的 DataLink A）到网络上的时间是 0.01s。如果对等输出的时间比这里的小的多，那么从变频器可能丢失来自 HIM 的按键响应。

- 使用参数 9[Reset Module]复位适配器（一些参数需要重设，如参数 13）。

主 PowerFlex 70 变频器的组态如表 4-18 所示：发送参数 271 [Drive Logic Rslt]到主 20-COMM-D，通过使用 DataLink A1 (Communication Folder (File H) / DataLinks) 实现。主适配器利用 Peer A Output.发送数据到从适配器。

表 4-18 主变频器参数组态

310	Data Out A1	271	Pr.271 Drive logic Rslt
-----	-------------	-----	-------------------------

从适配器的组态如表 4-19 所示：从适配器被组态为接受来自主适配器的 Peer I/O，并用它作为逻辑命令控制从变频器。

表 4-19 从适配器参数组态

25	M-S Input	xxx0 0000	禁止来自主从输入的 Cmd/Ref(命令与给定值)，因为适配器将收到自己的来自另一个适配器的 Cmd/Ref，以代替一个扫描器
26	M-S Output	xxx0 0001 (default)	因为这个网络上没有扫描器，此参数的设置并不重要
30	Peer A Input	Cmd/Ref	确定由 Peer A Input 的数据的存放地址
32	Peer Cmd Mask	1111 1111 1111 1111	选择来自主适配器的用来作为从适配器逻辑的数据的位，此参数也能用来选择从变频器将要响应的功能。
33	Peer Ref Adjust	100.00 %	控制来自主的给定值的缩放比例。100.00%意思是无缩放

续表 4-19

34	Peer Flt Action	Fault (default)	控制当 Peer I/O 时间超时时执行的动作
35	Peer Node to Inp	1	确定从适配器接收 Peer I/O 的主适配器的节点地址
36	Peer Inp Timeout	0.50 Sec	控制 20-COMM-D 在接受 Peer I/O 数据包的等待时间
37	Peer Inp Enable	On (set last)	使能适配器接受 Peer I/O

- 参数 37[Peer Inp Enable]必须最后设定，因为一些对等参数必须在 Peer Input 禁止时才可以修改。

● 使用参数 9[Reset Module]复位从适配器（一些参数需要重新设置，如参数 13），演示对等逻辑起动/停止

- 通过主 HIM 起动两个变频器。
- 在主 HIM 上改变两个变频器的方向。
- 在主 HIM 上实现两个变频器的点动运行。
- 通过从变频器上的 HIM 停止从变频器。
- 通过主 HIM 停止两个变频器。
- 可以分别调整各自的输入电位器来调整自己的速度。

#### (2) 增加对等通讯给定值

在该实验中，主变频器将把给定值加到逻辑命令中发送到从变频器。

主变频器组态如表 4-20 所示。

- 组态主变频器通过 DataLink A2(H 文件/DataLink)发送参数 272[Drive Ref Rslt]的值到主 20-COMM-D。然后主适配器将发送数据到从适配器中。

- 主变频器给定值可以通过几种不同方法设定 (C 文件/ Speed References)。下面的设定最利于实验的演示。

表 4-20 主变频器参数组态

90	Speed Ref A Sel	“Analog In 2” (default)	通过实验箱的电位计改变速度
		“DPI Port 1”	通过 HIM 来改变速度
311	Data Out A2	272	Drive Ref Rslt

从变频器组态如表 4-21 所示。

- 组态从变频器接受来自从适配器的给定值 (C 文件/ Speed References)。从适配器将接受来自主适配器的给定值 (同第一个实验中组态好的 Cmd/Ref 一起通过 Peer I/O 传输)。

表 4-21 从变频器参数组态

90	Speed Ref A Sel	“DPI Port 5”
----	-----------------	--------------

演示对等给定值实验

- 通过主变频器上的电位计或 HIM 改变两个变频器的速度，至于选择电位计还是 HIM 取决于主变频器参数 90[Speed Ref A Sel]的设定。
- 通过对从适配器参数 33[Peer Ref Adjust]的调整，使从变频器的速度同主变频器的

速度成比例的运行。此参数立即生效，不需要设参数 37[Peer Inp Enable]为 off。如果您设定参数 33[Peer Ref Adjust]为 50%，则从变频器的速度将是主变频器的一半。

- 注意不同的从适配器参数 33[Peer Ref Adjust]可以设定为不同的值。这一特点适用于各个从变频器连在同一主变频器上，但运行在不同的速度，各自的速度可以任意的与主变频器成比例运行。

### (3) 增加对等参数

在这个实验中，主变频器将上升和下降时间同逻辑命令和给定值一起传输到从变频器。主适配器与主变频器组态如表 4-22、表 4-23 所示。

- 主 20-COMM-D 适配器现在被组态成通过 Peer I/O 发送来自 DataLink B 的参数数据到从 20-COMM-D 适配器。下面的参数列表表明需要组态的参数。

表 4-22 主适配器参数组态

13	DPI I/O Config	xxxx xxxx xxx0 0111	使能 DataLink B
40	Peer B Output	DL B Output	确定发送到 Peer B 的数据源
41	Peer Out Enable	On (最后设置)	使能适配器发送 Peer I/O

- 注意在改变其它对等参数之前参数 41[Peer Out Enable]必须设置为 off，当完成参数设置后再把该参数设置为 On。
- 使用参数 9[Reset Module]复位主适配器（一些参数可能需要重设，如参数 13）。
- 组态 DataLinks B1 和 B2 从主变频器中得到参数数据。

表 4-23 主变频器参数组态

312	Data Out B1	140	Pr.140 is [Accel Time 1]
313	Data Out B2	142	Pr.142 is [Decel Time 1]

从变频器与从适配器组态如表 4-24、表 4-25 所示。

- 从变频器需要被组态去接收连接数据，并把它用作上升/下降时间。

表 4-24 从变频器参数组态

302	Data In B1	140	Pr.140 is [Accel Time 1]
303	Data In B2	142	Pr.142 is [Decel Time 1]

- 从适配器需要被组态发送连接数据到从变频器。

表 4-25 从适配器参数组态

13	DPI I/O Config	xxxx xxxx xxx0 0101	使能 DataLink B
31	Peer B Input	“DL B Input”	确定 Peer B 输入到 DataLink B
37	Peer Input Enable	On (set last)	使能适配器去接收 Peer I/O

- 参数 37[Peer Input Enable]在设置其它参数之前必须设定为 OFF，当设完其它参数后马上设定为 on。

- 使用参数 9[Reset Module]复位从适配器（一些参数需要从设，如参数 13）。

对等参数实验演示

调整主变频器上的参数 140[Accel time1]和 142[Decel time1]，那么从变频器上的参数 140 和参数 142 也将自动的做相应的调整。可以单独调整上升或下降参数或者两个同时调整。

到此我们完成了所有有关对等传输的实验。

#### (4) 补充信息

如果系统组态和操作正确，那么 20-COMM-D 的 LED 状态如表 4-26 所示。

表 4-26 20-COMM-D 的 LED 状态

Drive LED	Master 20-COMM-D	Slave 20-COMM-D
PORT	Green	Green
MOD	Flashing Green	Green
NET A	Flashing Green	Flashing Green

- 主从的 PORT LED 为稳定绿色，说明两个适配器完全的同它们各自的变频器相连且通讯正常。
- 从 MOD LED 为稳定绿色，说明它正接收来自网络的 I/O 并且把它传输到从变频器。
- 主 MOD LED 为闪烁绿色，说明适配器是运行的，但是没有接收来自网络的 I/O。
- 主从 NETA LED 都为闪烁绿色时，说明适配器完全的连接到了网络上，但是没有扫描器控制它们。

### 4.2.10 PowerFlex70 变频器的断电后重起与飞速起动功能

由于工业现场比较复杂，有时会发生瞬时停电或瞬时欠电压的情况。在负载运行中，发生瞬间停电或电压下降时，变频器一般在大约数秒内即停止输出。所以，当恢复电源时，电动机正处于旋转之中，变频器常常起动不起来。为了防止这一现象，有效的方法是设定变频器瞬时停电再起动与飞速起动功能配合使用。瞬时掉电后，只要变频器功能单元有显示，再起动功能始终维持，当电源恢复时变频器瞬时掉电再起动功能可与电流限制功能同时作用，使正在自由旋转的电动机平滑地加速再起动，从而避免电机经历先停车，重新启动，再加速到给定频率的过程。

对于 PowerFlex70 变频器，通过设置参数 A174[Auto Rstrt Tries]（自动重启尝试次数）可以实现这个功能。

实验步骤：

1. 设置参数 174[Auto Rstrt Tries]（自动重启尝试次数）为 2。
2. 设置参数 175[Auto Rstrt Delay]（自动重启延迟）为 2.0s。
3. 设置参数 169[Flying Start EN]为 1，使能飞速起动。
4. 设置参数 170[Flying StartGain]为缺省值 4000，飞速起动增益为缺省值。
5. 将 PowerFlex70 变频器断电，LED 显示错误提示 undervoltage，以及断电后重启的延迟时间，在延迟时间内重新上电，可以使变频器重起动，正常加速到给定频率。

实验现象：断电后重起动功能与飞速起动功能配合使用时，当断电后重起时，在电机

无需停车的情况下，变频器迅速输出使用者设置的给定频率，使电机平滑的加速，达到给定转速。

#### 4.2.11 滑差补偿功能

滑差补偿功能是通过预置“转差补偿”适当调整变频器的输出频率，使电动机因转差率而降低了的转速得到补偿。电动机的同步转速从 $n_0$ 上升至 $n_0'$ ，而拖动系统的工作点则从 $Q$ 上升至 $Q'$ ，使拖动系统的转速与原来给定的同步转速 $n_0$ 相等。由于变频器的给定频率并未改变，因此，宏观地从转速给定的角度看，电动机的机械特性变“硬”了，如图4-95所示。

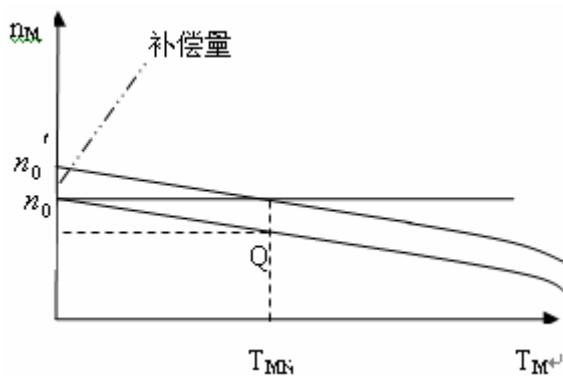


图4-95 转差补偿原理图

滑差补偿是按检测或计算得到的电流或转矩值来进行频率微调的，不对磁场产生影响不会导致磁场饱和或弱磁，但能引起速度不稳定或速度过补偿，因而产生不利于系统稳定运行的结果。所以在选择时应取较小的补偿值，一般取额定转差率的1/3或更小值。

但是，实践证明由于补偿数值的计算依赖于电流值和电机的计算参数，如电阻和电感值等等，而这些参数特别是电阻值随温度变化的范围很大，甚至达到100%以上，所以这种补偿具有稳定性差的缺点。有时反而造成速度不稳定，影响了正常运行。例如在造纸机多分布传动设备中要求速度的稳定度在0.3%以内，而对于±0.1HZ的频率变化，速度变化近似为  $n=0.1f \times 60/p=150r/min$ ，已经达到额定速度的10%左右。所以，滑差补偿值必须在此变化值以内，否则引起速度过补偿，反而起到相反的作用。根据固有机械特性和额定转差率，则可以确定滑差补偿的补偿值应在额定转差率范围内。

但总体来说，此参数的设定方法视变频器的种类而具体确定。

- 设置参数80[Feedback Select]为Slip Comp.
- 设置参数121[Slip RPM@FLA]，首次为缺省值，该参数是电机处在满载电流时，补偿到变频器的输出值。
  - 设置参数122[Slip Comp Gain]，滑差补偿响应时间，该参数为缺省值即可。
  - 在保证给定频率不变的情况下，不断增加参数121[Slip RPM@FLA]的数值，可以

看到变频器的输出频率在增加，如图 4-96 所示。

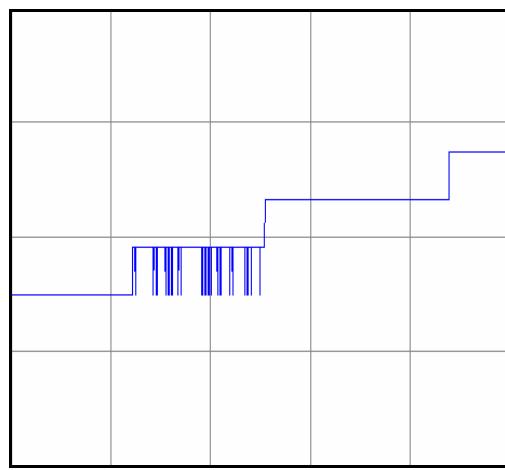


图 4-96 改变滑差补偿时变频器的输出频率

# 第 5 章

## 第 5 章 PowerFlex700 VC 系列变频器实验

### 5.1 PowerFlex700 系列交流变频器介绍

#### 5.1.1 PowerFlex700 系列交流变频器简介

PowerFlex700VC 是 PowerFlex 工程型变频器家族的一员。正象人们对罗克韦尔自动化产品所期望的那样，PowerFlex 700 交流变频器提供了简捷实用的卓越性能。PowerFlex 700 交流变频器主要用于控制三相感应电动机，从最简单的速度控制到最苛刻的转矩控制，满足应用系统的要求。它有两种配置方式：其中标准控制方式主要包括电压/频率 (V/f) 控制和无速度传感器矢量控制；矢量控制主要包括电压/频率 (V/f) 控制和无速度传感器矢量控制以及矢量控制。矢量控制选项使用了艾伦 - 布拉德利获得专利的 Force 技术™ (磁通定向控制)，提供了世界级的电动机控制方案。

#### 5.1.2 PowerFlex700 变频器的产品选型

Rockwell 的 PowerFlex700 变频器对于多种工业应用场合有着优秀的解决方法，分别体现了变频器的各种特性。

- 应用于泵、风机和鼓风机

石油加工过程、化工厂、压滤机和连续负载的应用场合都要求精确的控制。PowerFlex700 变频器为各种系统的气流提供更精确和高效的流量控制，并且非常节能。各种特性例如灵活的模拟 I/O、飞车启动、变加速/减速率和跨越频率增加了适用性并降低了对附加组件的需求。如，HVAC 系统、再循环系统、输油管线。

- 应用于物料的处理

各种负载变化需求经常在诸如包装或罐装生产线之类的物流处理设备中出现，PowerFlex700 变频器可以很容易地处理它们。S-曲线加速、滑差补偿、反向滑差补偿、速度脱扣等这些特性从最简单的启动要求到最严格的转速控制为你提供了灵活的应用以满足你的要求。如，瓶转线、包装生产线、皮带传送机。

- 应用于挤压机和搅拌机

挤压机和类似的应用场合在很大速度范围内要求恒转矩运行。这些负载需要很高的起动转矩。PowerFlex700 的过载能力和无速度传感器矢量控制功能易于解决这些应用要求。

搅拌机和计量泵需要精确的转速控制和外部过程参考值的跟踪。PowerFlex700 提供的编码器反馈和内部 PI 环提高了满足过程控制需要的灵活性。如，搅拌机、压榨机、熔炉。

### ● 应用于特殊情况

PowerFlex700 变频器可以应用于有循环负载、大转动惯量、高加速度、高冲击负载、大转矩运行要求、增强制动、最大转矩需求和快速动态响应的特殊应用。如，回旋卷扬机、滚筒机、冲压机。

#### 1. PowerFlex700 产品目录号如图 5-1 所示。

20B	D	2P1	A	3	A	N	N	A	R	A	C	0
变频器	电压额定值	额定功率	机壳	操作面板	技术文档	制动器	制动器电阻	辐射级别	通讯卡	I/O		反馈
<b>代码 类型</b>												
20B 700												
20A 70												
<b>代码 电压 相位 类型<sup>(1)</sup></b>												
B 240V AC 3 SA												
C 400V AC 3 SA												
D 480V AC 3 SA												
E 600V AC 3 SA												
F 690V AC 3 SA												
<b>代码 操作员界面</b>												
0 空白盖板												
2 数字 LCD												
3 全数字 LCD												
4 模拟 LCD												
5 只编程 LCD												
1K2 1200 940												
<b>代码 机壳</b>												
A IP 20 (NEMA 类型 1)												
<b>代码 安培 马力<sup>(2)</sup></b>												
1P1 1.1 0.5												
2P1 2.1 1.0												
3P4 3.4 2.0												
005 5 3.0												
008 8 5.0												
011 11 7.5												
014 14 10												
022 22 15												
同样的方法直到 999A												
大于 1000 看下面的例子												
<b>代码 代码</b>												
(1) 输出电流 480V、60 赫兹输入。												
(2) SA= 标准变频器 w/AC 输入。 CB= 共用母线变频器 w/DC 输入。												
<b>代码 代码</b>												
A 无												
B 标准编码器												
<b>代码 代码</b>												
A 标准 24V DC/AC												
B 标准 120V AC												
<b>代码 版本</b>												
D DeviceNet												
R RIO												
C ControlNet (同轴电缆)												
F ControlNet (光纤)												
S RS485DF-1												
H RS485 HVAC												
P Profibus DPV1												
I Interbus												
L LonWorks												
E Ethernet												
N N/A												

图 5-1 PowerFlex700 产品目录说明

#### 2. PowerFlex700 产品电压等级

208/240V AC，三相交流 PowerFlex700 变频器产品目录号如附录表 5-10 所示。

380/480V AC，三相交流 PowerFlex700 变频器产品目录号如附录表 5-11 所示。

600-690V AC，三相交流 PowerFlex700 变频器产品目录号如附录表 5-12 所示。

3. 人机界面模块，产品目录号如附录表 5-13 所示。

4. 接口电缆产品目录号如附录表 5-14 所示。

5. 通讯适配器选件产品目录号如附录表 5-15 所示。

6. 动态制动电阻产品目录号如附录表 5-16 所示。

7. 电抗器选件产品目录号如附录表 5-17 所示。

8. I/O 选件产品目录号如附录 5-18 所示。

9. 速度反馈输入卡（只限于矢量控制）产品目录号如附录 5-19 所示。

## 5.2 PowerFlex700 I/O 接线

PowerFlex700 I/O 接线的重要说明如下：

- 应使用铜导线
- 推荐使用绝缘等级 600V 或以上的导线
- 控制和信号线应与电源线隔开至少 0.3 米 (1 英尺)
- 标有“(-)”或“Common”的 I/O 接线端不能与大地相连，其设计的目的是减少共模干扰。上述接线端接地将引起信号噪声。

变频器内部端子的位置如图 5-2 所示。-

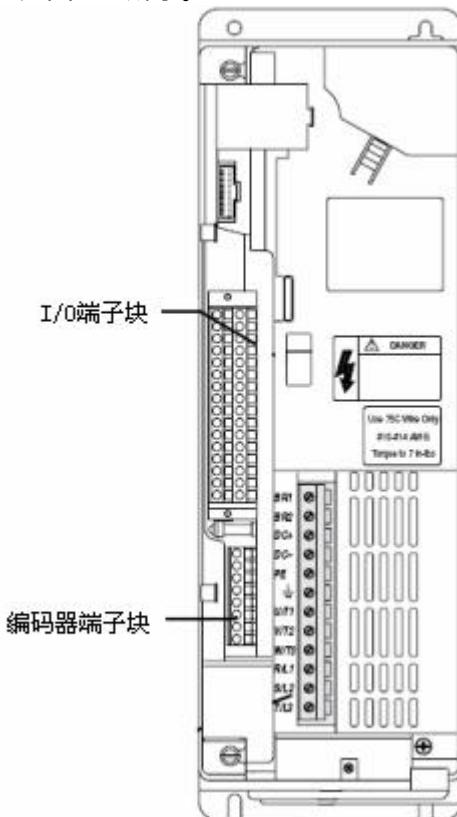


图 5-2 变频器内端子的位置

PowerFlex700 变频器的 I/O 端子块含义说明如表 5-1 所示。

表 5-1 I/O 端子块含义说明如所示。

序号	信号	缺省	说明	相关参数
1	模拟量输入 1(-) <sup>(1)</sup>	(2)	带隔离 <sup>(3)</sup> ，双极性，差分，±10V/4-20mA，	320-327
2	模拟量输入 1(+) <sup>(1)</sup>		11 位 & 信号，88k 欧姆输入阻抗。对于	
3	模拟量输入 2(-) <sup>(1)</sup>		4-20mA，必须在终端块 17 & 18 ( 或 19 &	

## 第 5 章

4	模拟量输入 2(+) <sup>(1)</sup>			
5	公共端	-	(+)和(-)10V 电位参考	
6	模拟量输出 1(-)	(2)	双极性 ( 电流输出不是双极性 ) , ± 10V/4-20mA , 11 位 & 信号 , 电压模式 - 电流最大 5mA。电流模式 - 最大负载阻抗 400 欧姆。	340-347
7	模拟量输出 1(+)			
8	模拟量输出 2(-)			
9	模拟量输出 2(+)			
10	HW PTC 输入 1	-	1.8k 欧姆 PTC , 内置 3.32k 欧姆上拉电阻	238 259
11	数字量输出 1 - N.C. <sup>(4)</sup>	故障	最大电阻负载 :	380-391
12	数字量输出 1 公共端		240V AC/30V DC - 1200VA,150W	
13	数字量输出 1 - N.O. <sup>(4)</sup>	无故障	最大电流 : 5A , 最小负载 : 10mA	

续表 5-1

序号	信号	缺省	说明	相关参数
14	数字量输出 2 - N.C. <sup>(4)</sup>	不运行	最大电感负载 :	
15	数字量输出 2/3 公共端		240V AC/30V DC - 840VA,105W	
16	数字量输出 3 - N.O. <sup>(4)</sup>	运行	最大电流 : 3.5A , 最小负载 : 10mA	
17	电流输入跳线 <sup>(1)</sup> - 模拟量输入 1		将跳线放置在 17 & 18 ( 或 19 & 20 ) 组态 电流型模拟量输入。	
18	电流输入跳线 <sup>(1)</sup> - 模拟量输入 2			
21	- 10V 电位参考	-	最小负载 2k 欧姆	
22	+ 10V 电位参考	-		
23	HW PTC 输入 2	-	参考上文	
24	+ 24V DC <sup>(5)</sup>	-	变频器提供逻辑输入电源。 <sup>(5)</sup>	
25	数字量输入公共端	-		
26	24V 公共端 <sup>(5)</sup>	-	内置电源公共端。	
27	数字量输入 1	停止 - CF	115V AC , 50/60Hz - 光电隔离 低电平 : 小于 30V AC 高电平 : 大于 100V AC 24V DC - 光电隔离 低电平 : 小于 5V DC 高电平 : 大于 20V DC 11.2mA DC	361 - 366
28	数字量输入 2	起动		
29	数字量输入 3	自动/手动		
30	数字量输入 4	速度 1		
31	数字量输入 5	速度 2		
32	数字量输入 6/硬件使能	速度 3		

(1) 重要 : 4-20mA 操作需要将 17 & 18 ( 或 19 & 20 ) 跳线。如果不跳线变频器可能被损坏。

(2) 这些输入/输出取决于许多参数 ( 参见 “ 相关参数 ” ) 。

(3) 差分隔离 - 相对于 PE 端 , 外部电压电源应低于 160V , 输入为高抗共模干扰性能能力。

(4) 当条件满足时继电器将被选作其他功能而激活 , 当条件不存在时继电器断开。

(5) 最大负载 150mA , 在 115V 型中不存在。

编码器端子块含义说明如表 5-2 所示 :

表 5-2 编码器端子块含义说明

序号	描述
----	----

## 第 5 章

8	+ 12V <sup>(1)</sup> DC 电源	内置电源 250mA
7	+ 12V <sup>(1)</sup> DC 返回 ( 公共端 )	
6	编码器 Z ( 非 )	脉冲 , 标记或计数输入。 <sup>(2)</sup>
5	编码器 Z	
4	编码器 B ( 非 )	差分 B 输入
3	编码器 B	
2	编码器 A ( 非 )	单通道或差分 A 输入
1	编码器 A	

(1) 在 20B-ENC-1 编码器板上使用跳线选择 + 5/12V

(2) 当 A & B 被编码器使用时 , Z 通道能作为一个输入脉冲。

### 5.3 PoweFlex 700 的内置键盘操作

#### 1. 变频器的启动

##### (1) 接通变频器电源之前

- 确定所有输入均与变频器的端子正确连接并确保安全。
- 检验断开设备的输入电源是否在变频器正常工作时的额定值范围。
- 检验任何控制电源是否正确。

该过程需要安装 HIM。如果操作员界面不可用 , 远程设备将用来起动变频器。

##### (2) 给变频器施加 AC 电源和控制电压

- 如果将 6 个数字量输入的任意一个组态为“停机—CF”( CF= 故障清除 ) 或“使能 ” , 应检验信号是否存在 , 或检验变频器是否不能启动。如果出现故障码 , 请参阅故障代码。
- 如果此时 STS LED 没有变绿 , 请参看状态指示器和下面有关的说明。

##### (3) 继续启动例行程序。

变频器的外观状态如

图 5-3 所示。

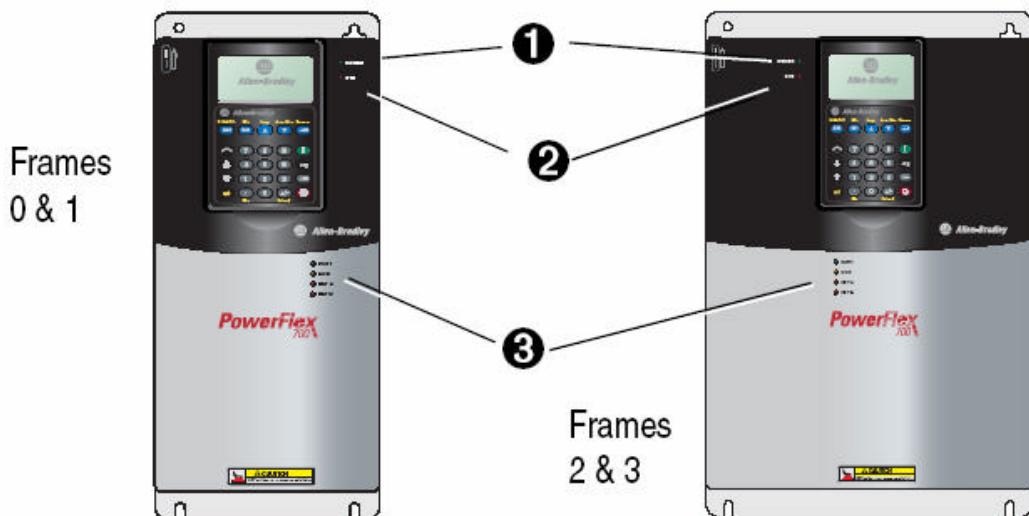


图 5-3 变频器状态图

对变频器的各种状态的说明如表 5-3 所示。

表 5-3 变频器状态表

#	名称	颜色	状态	说明
1	PWR (电源)	绿色	稳定	变频器接通电源时反光
2	STS (状态)	绿色	闪烁	变频器处于准备状态，但没有运行，并且没有故障
			稳定	变频器处于运行状态，没有故障

续表 5-3

#	名称	颜色	状态	说明
2	STS (状态)	黄色	闪烁 变频器停机	满足起动受限条件，变频器不能起动 查看参数 214【起动受限】
			闪烁 变频器运行	满足了间歇性类型 1 报警条件 查看参数 211【变频器报警 1】
			闪烁 变频器运行	满足了连续性类型 1 报警条件 查看参数 211【变频器报警 1】
		红色	闪烁	出现故障，查看【错误 x 代码】或错误序列
			稳定	出现不可复位的故障
3	端口	参阅《通信适配器用户手册》	内部通信链路 DPI 端口状态 (如有的话)	
	MOD		通信链路模块状态 (已安装时)	
	网络 A		网络状态 (如已连接)	
	网络 B		网络 B 状态 (如已连接)	

PowerFlex 700 所设计的起动过程简单、高效。如果用户安装有 LCD HIM 则相应提供了 3 种起动方法。使得用户可按照实际需要选择所需的起动级别。

- S.M.A.R.T 起动

通过对大多数常有功能中的数值进行编程，本例行程序使得用户能快速设置变频器。在大多数应用场合中，其起动过程只要求对某些参数进行修改。PowerFlex 700 变频器的 LCD HIM 提供了 S.M.A.R.T 起动方式，其显示了最常用修改的参数，设置方法如表 5-4 所示。利用这些参数，可设置下列功能：

S — 起动方式和停机方式

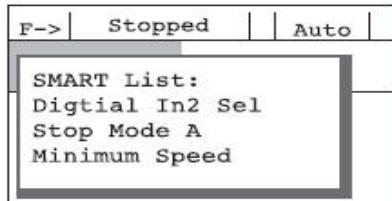
M — 最小速度和最大速度

A — 加速时间 1 和减速时间 1

R — 基准值信号源

T — 电动机热过载

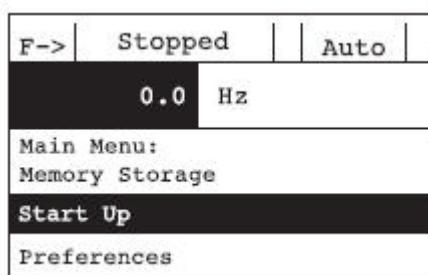
表 5-4 S.M.A.R.T 起动例行程序

步骤	按键	LCD 显示示例
<p>1. 按 ALT 键和 ESC 键 (S.M.A.R.T) 则 S.M.A.R.T 起动屏幕出现。</p> <p>2. 查看和修改所需的参数值。有关 HIM 的信息。</p> <p>3. 按 ESC 键则退出 S.M.A.R.T 起动。</p>	   	

- 辅助起动

本例行程序提供用户在大多数应用场合下起动变频器时所需的有关信息，比如线供电和电动机数据、常用可调整参数和 I/O 等。有两种辅助起动级别，基础和详细。辅助起动设置方法如表 5-5 所示。

表 5-5 辅助起动运行

步骤	按键	LCD 显示示例
<p>1. 在主菜单中，按向上光标键或向下光标键滚动到“起动”。</p> <p>2. 按回车键。</p>	   	

- 提升/转矩校对起动

可以通过辅助起动来调节电机的转矩校对应用。然而，本例行程序建议电机与提升/

起重设备分离。

转矩校对是 PowerFlex 700 为需要电机控制和机械制动协调应用的场合而设置的特性。优先释放机械制动,变频器将连续地查看电机的输出位并校对合适的电机控制(转矩校对)。变频器也将校对机械制动是否拥有释放变频器控制的本地优先控制(制动校对)。当变频器制动设置完成之后,监控电机的动作,以确保制动能力能保持住负载。转矩校对可在有编码器或无编码器情况下运行。

带编码器的转矩校对功能:

- 转矩校对(包括建立磁通和上次转矩测量)
- 制动校对
- 制动滑差(如果制动滑差/失败,它将慢慢减少负载)
- float 能力(能够在零速度时保持满转矩的能力)
- 微定位
- 快速停止
- 失速错误、输出相丢失错误、编码器丢失错误。

不带编码器的转矩校对功能:

- 转矩校对
- 制动校对
- 微定位
- 快速停止
- 失速错误、输出相丢失错误。

重要:不带编码器的转矩校对不提供制动滑差探测和 Float 能力(在零速度时保持负载的能力)

2. 变频器的外部和内部的通讯接线

- (1) PowerFlex700 变频器的端口位置指示如
- (2) 图 5-4 所示。

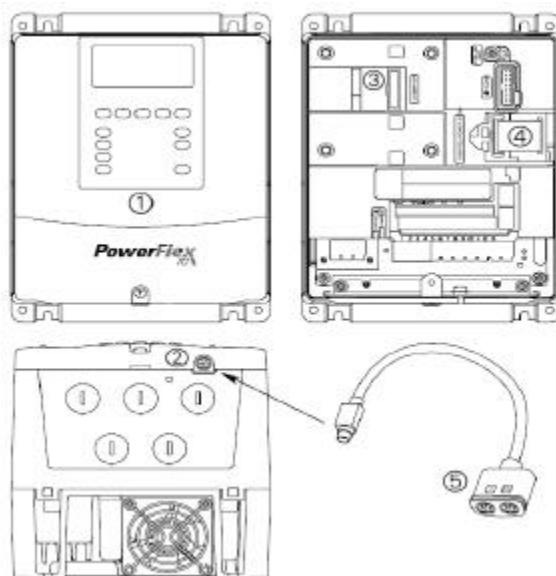


图 5-4 变频器的端口位置

PowerFlex700 变频器的端口位置使用说明如表 5-6 所示。

表 5-6 端口使用说明

编号	连接端口	说明
	DPI 端口 1	机箱内安装时的 HIM 连接
	DPI 端口 2	手持或远程选件的电缆连接
	DPI 端口 3 或 1	连接到 DPI 端口 2 的分配电缆，提供一个附加端口
	控制/功率单元连接	控制与功率单元板间的连接
	DPI 端口 5	通信适配器的电缆连接

### (3) HIM 概述

LCD 上显示要素说明如表 5-7 所示。

表 5-7 LCD 显示要素

显示	说明																		
<table border="1"> <tr> <td>F-&gt;</td> <td>Power Loss</td> <td>Auto</td> </tr> <tr> <td>0.0</td> <td>Hz</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Main Menu:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Diagnostics</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Parameter</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Device Select</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	F->	Power Loss	Auto	0.0	Hz		Main Menu:			Diagnostics			Parameter			Device Select			方向 变频器状态 报警 自动/手动 信息提示
F->	Power Loss	Auto																	
0.0	Hz																		
Main Menu:																			
Diagnostics																			
Parameter																			
Device Select																			
	指定或输出的频率																		
	编程/监控/故障解决																		

ALT 功能：要使用 ALT 功能，按下 ALT 键后放开，再按下与下列功能对应的编程键。ALT 键功能如表 5-8 所示。

表 5-8 ALT 功能表

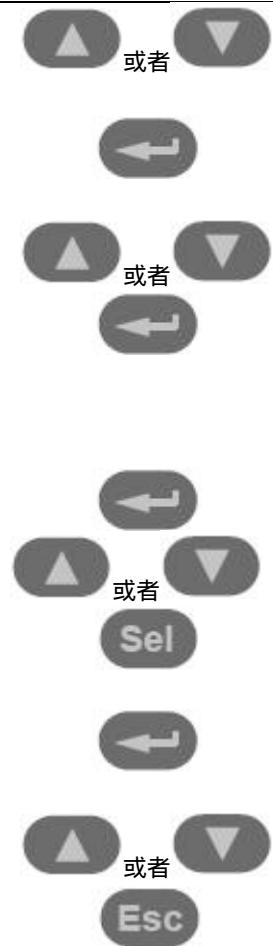
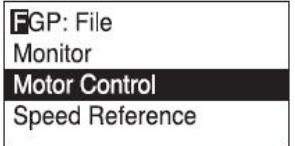
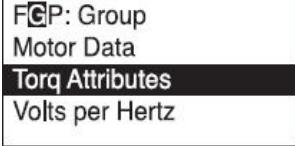
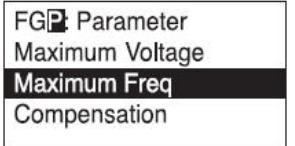
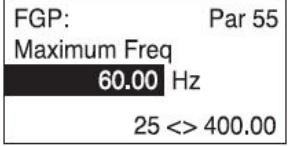
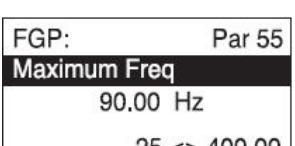
## 第 5 章

按 ALT 键后再按下.....	使用功能.....	HIM 类型
<b>ALT</b>	 Esc	S.M.A.R.T 显示 S.M.A.R.T 屏幕 只适用于 LCD
	 Esc	登录/注销 登录修改参数。 注销保存参数。 修改密码。 只适用于 LED
	 Sel	查看 快捷键盘允许你选择： 参数访问级别（基本或高级） 参数显示格式（数字列表或文件 -组-参数） 已变化的参数列表 只适用于 LCD
	 Sel	装置 选择编辑一个已连接的适配器。 只适用于 LED
	 ▲	语言 显示语言选择屏幕。 只适用于 LCD
	 ▼	自动/手动 在自动和手动模式间切换 LCD 和 LED
	 ←	拆卸 如果 HIM 不是最后一个控制设备，且没有对变频器进行手动控制，则允许拆除 HIM，不会造成故障。 LCD 和 LED
	 .	EXP 允许输入作为注释的数值（对 PowerFlex70 不适用） 只适用于 LCD
	 +/—	参数编号 允许输入参数编号，用作查看/ 编辑。 只适用于 LCD

使用 LCD HIM 查看和编辑参数操作举例如  
表 5-9 所示。

表 5-9 LCD HIM 操作举例

## 第 5 章

步骤	按键	显示内容范例
<p>1. 在主菜单中，按向上箭头或向下箭头键滚到到“Parameter (参数)”</p> <p>2. 按回车键，在顶行显示“PGP File(文件)”在它下面显示 3 个开头的文件</p> <p>3. 按向上箭头键或向下箭头键在文件列中滚动</p> <p>4. 按回车选择文件。文件的下面显示文件所在的组</p> <p>5. 重复步骤 3 和 4 选择某个组的某个参数。出现参数的数值屏幕</p> <p>6. 按回车键进入编辑模式</p> <p>7. 按向上箭头键或向下箭头键编辑值。如果有需要，可以按 Sel 键选择不同的数字、字符或位。允许修改的数字或位会变成高亮</p> <p>8. 按回车键保存数值。如果想取消这次修改，按 Esc 键</p> <p>9. 按向上箭头键或向下箭头键可以在改组所有的参数中滚动，按 Esc 键返回到组列表</p>		    

PowerFlex700 增加了位置控制/速度曲线的功能，该功能用位置调节器提供了点到点的位置定位功能，用速度调节器提供了速度曲线功能。点到点的位置定位既可以是位置增量的移动，也可以是相对于 0 位向绝对位置的移动。位置调节器需要编码器反馈。下面以实验来分别介绍 PowerFlex700VC B 系列变频器的速度曲线功能和位置指引功能。

## 5.4 PoweFlex700VC B 系列变频器的速度曲线功能

1. **实验背景** :The PowerFlex 700VC Ser. B 对于简单的速度曲线/位置控制有着优秀的解决办法。它包括 16 个 Step，可以对速度或位置或者是两者的结合使用进行编程控制。每一个 Step 可以重复几次或者无穷次循环，并且当前 Step 的下一 Step 可以设置为任意的 Step，不需要按照数字顺序执行。

### 2. 实验目的：

设计这个实验的目的是让使用者熟练的使用 PowerFlex 700VC Series B 变频器的速度/位置曲线特性。

- 将变频器的 I/O 端子与 Demo 上的常开按钮和开关相连
- 将变频器设置为 Speed Profile，在这个实验中，Speed Profile 包括 4 个步骤。Step1：变频器运行 5 秒，然后停止 5 秒；Step2：手动按下 Profiler 输入 5 次，每次的时间间隔大于等于 1.0 秒；Step3：变频器再次运行 5 秒，然后停止 5 秒；Step4：此后变频器关闭输出。

### 3. 实验设备：

- 带有 20-COMM-D 的 PowerFlex ® 700VC Ser. B Demo
- External Dynamic Brake Resistors
- 装有 RSNetWorx 软件的 PC 机
- 带有 ControlLogix 处理器和 DNB 模块的 ControlLogix 框架

### 4. I/O 端子设置

设置 Demo 箱上的按钮和开关来模拟发送 Home Limit、Stop、Find Home、Profile Input 和 Pos Sel 信号，如 表 5-10 所示。

表 5-10 I/O 端子同开关 & 按钮的连接

连接	连接到
+24V	Digital In Common
1 <sup>st</sup> N.O. Pushbutton	DI1
2 <sup>nd</sup> N.O. Pushbutton	DI2
3 <sup>rd</sup> N.O. Pushbutton	DI3
1 <sup>st</sup> Selector Switch	DI4
2 <sup>nd</sup> Selector Switch	DI5
3 <sup>rd</sup> Selector Switch	DI6

变频器的 I/O 端子同 Demo 箱上的按钮和开关的接线如图 5-5 所示。

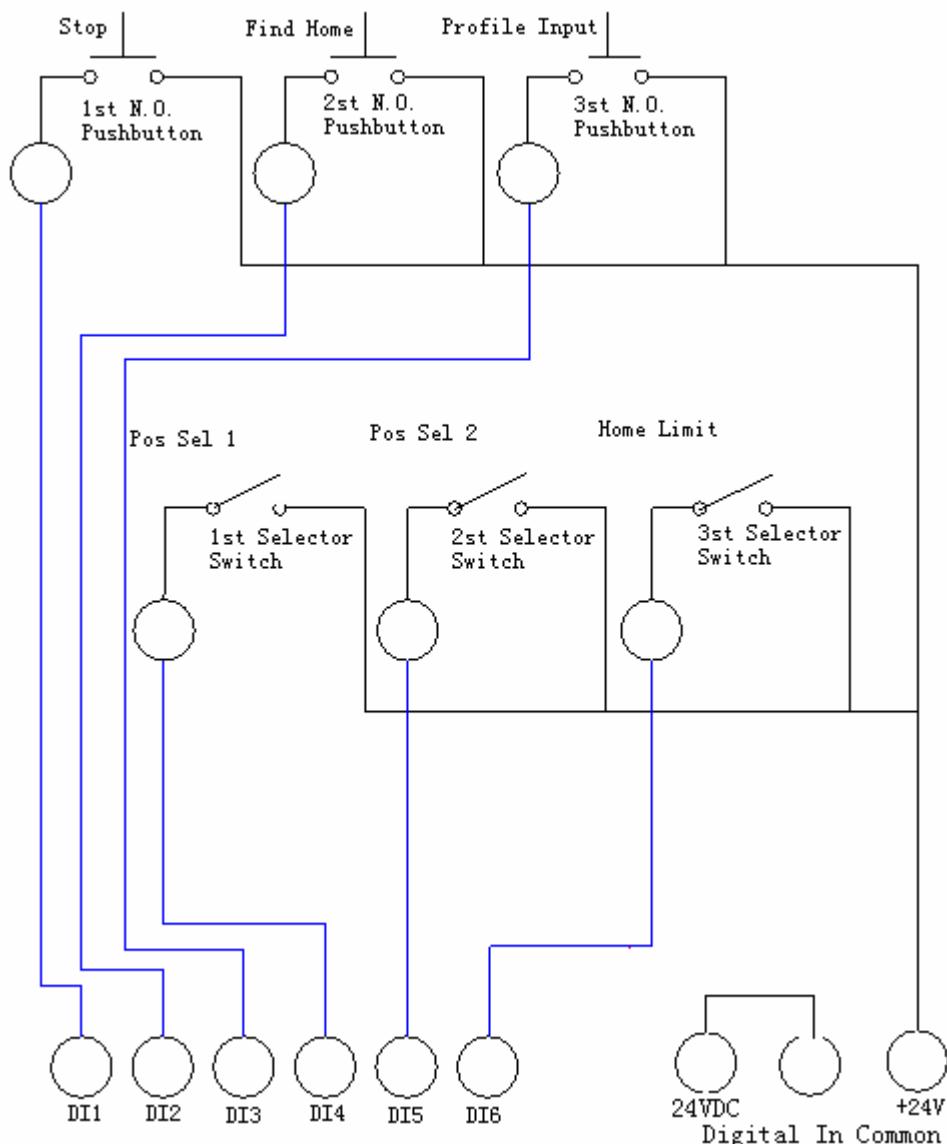


图 5-5 I/O 端子同外部输入接线

### 5. 将变频器配置为 Speed Profiler 的实验过程

(1) 将变频器上电。

(2) 在 HIM 选择 *Memory Storage* → *Reset to Defaults* ,然后按 *Enter* 键 ,将变频器下电 ,显示变频器断电后 ,再次将变频器上电。

(3) 使用 HIM 选择 *Start-Up* ,使用 *Basic Configuration* ,在 *Motor Control* 中将变频器设置为 V/H 控制 ;在 *Motor Data/Ramp* 中输入电机的铭牌和加速、减速时间 ,这个实验中电机的额定数据如

(4) 表 5-11 所示。

表 5-11 电机的额定参数

Volts	230VAC
RPM	1600
Amps	0.22
HP	0.1

(5) 将 PowerFlex700VC SeriesB 变频器通过 20-COMM-D 连接在 DeviceNet 网络上，ControlLogix 处理器通过 1756DNB 模块连接到相同的 DeviceNet 网络上，通过 RSNetWorx 软件修改变频器参数，设备连接图如图 5-6 所示。

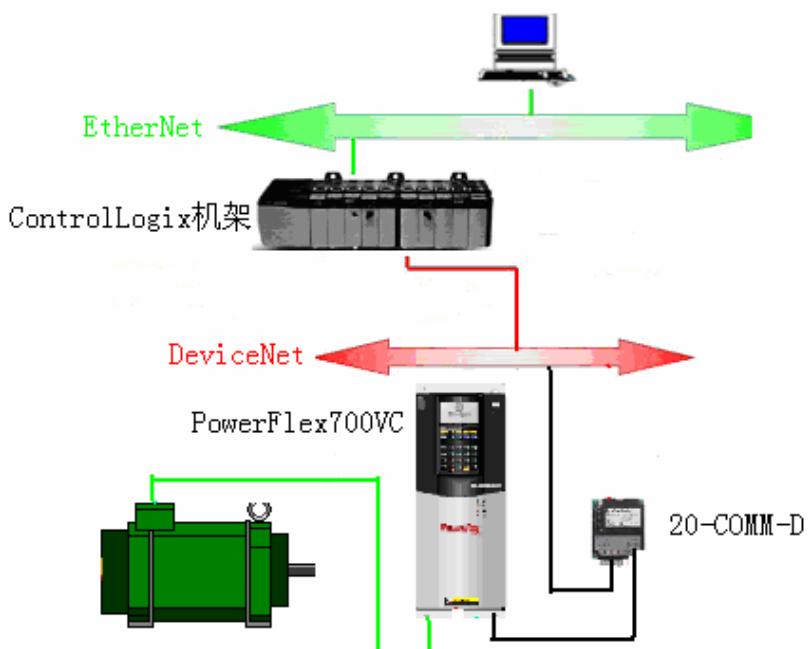


图 5-6 实验设备连接图

(6) 单击 *Start*→*Programme*→*Rockwell Software*→*RSLinx*→*RSLinx*，启动 RSLinx。单击  图标，选择如下的 Ethernet/IP 驱动，如图 5-7 所示。



图 5-7 选择 Ethernet/IP 驱动

## 第5章

(7) 点击 Add New...添加新的 Ethernet/IP 驱动，如图 5-8 所示。点击确定。

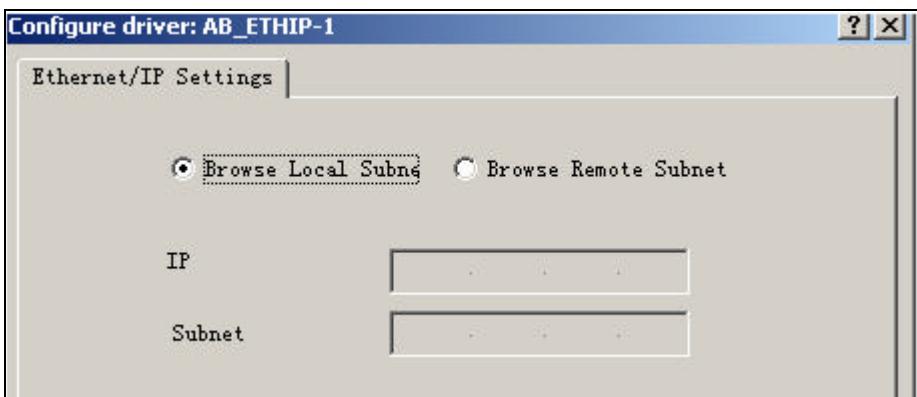


图 5-8 添加 Ethernet/IP 驱动

(8) 单击 图标，展开刚才添加的 Ethernet/IP 驱动，如图 5-10 所示。

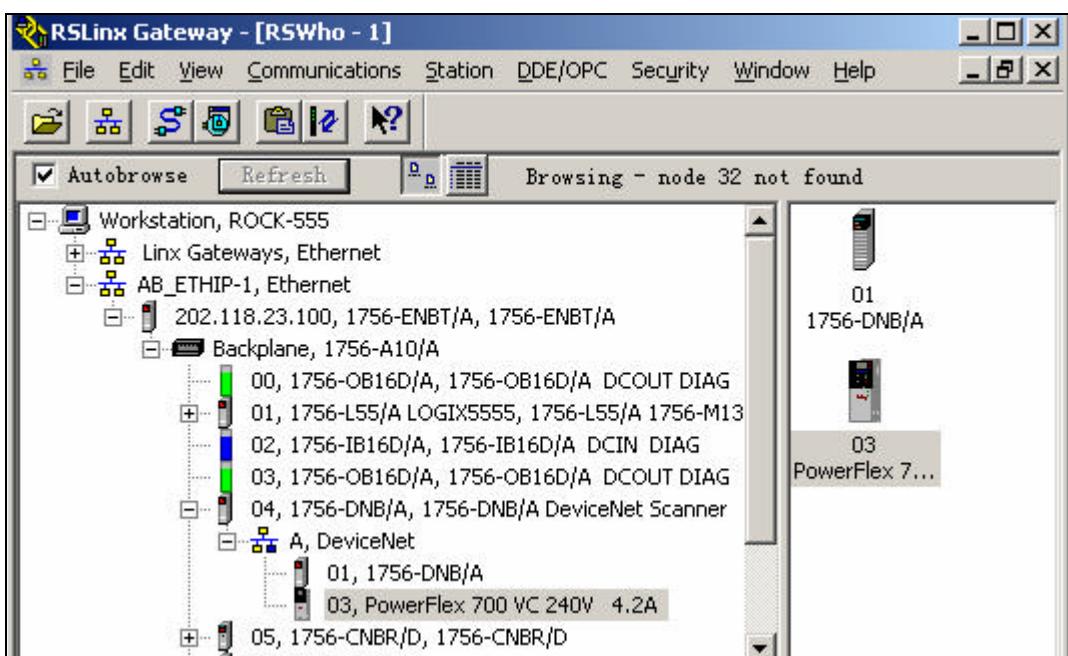


图 5-9 获得驱动组态树

(9) 单击 Start→Programme→Rockwell Software →RSNetWorx→NetWorx for DeviceNet，打开 RSNetworx for DeviceNet 软件。点击工具栏上的 图标，显示“Browse for network”对话框，选择 DeviceNet，点击 OK，如图 5-10 所示。

## 第 5 章

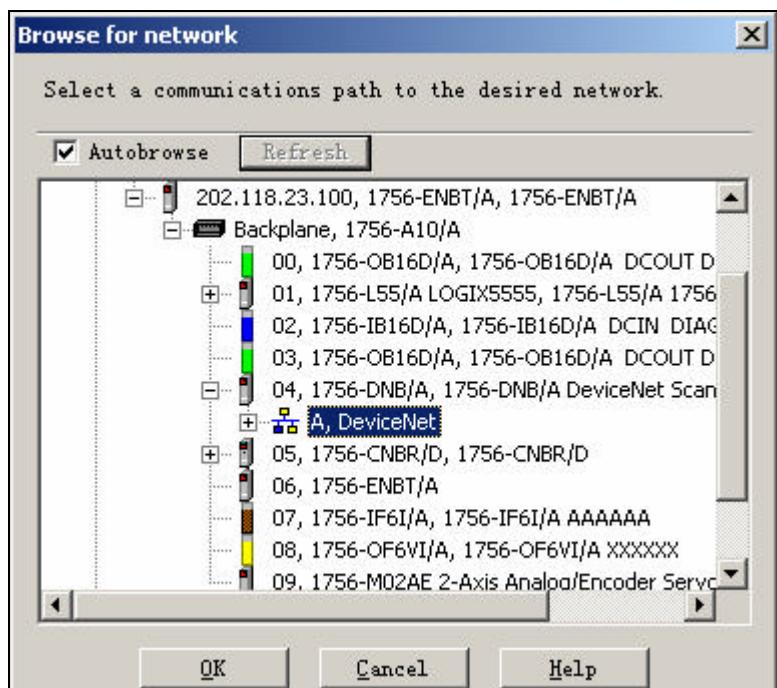


图 5-10 连接到网络

(10) 此时，RSNetWorx 开始扫描网络。RSNetWorx 将自动查找网络驱动列表下的所有设备。扫描完成后，DeviceNet 网络上设备均以图标形式显示，如图 5-11 所示。

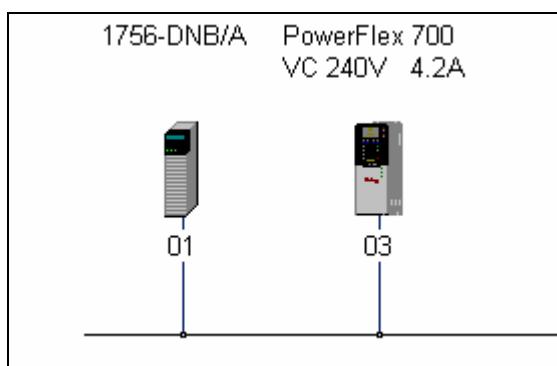


图 5-11 DeviceNet 网络上的设备

(11) 双击 PowerFlex700 图标，弹出如下对话框，点击 Upload 上载变频器参数，如图 5-12 所示。

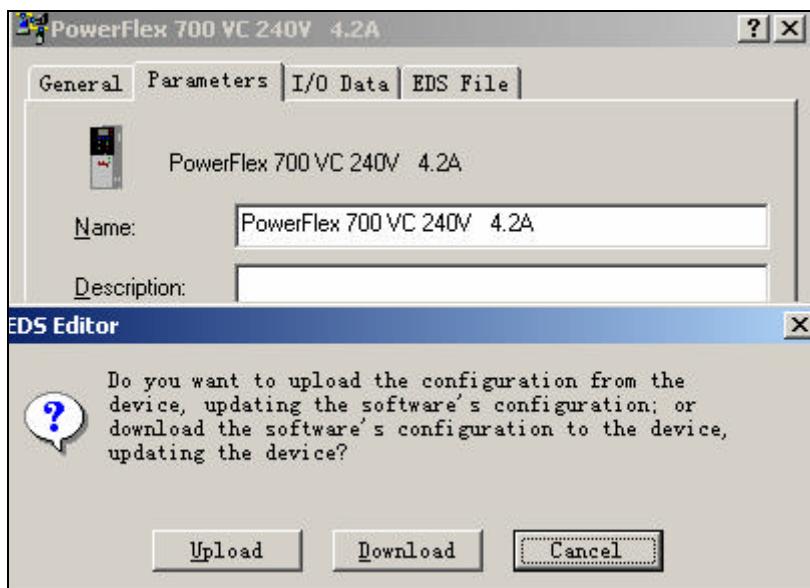


图 5-12 上载变频器参数

(12) 在变频器的参数列表中设置如表 5-12 所示的参数。

表 5-12 设置变频器的控制方式

参数	设置	描述
P88 [Speed/Torque Mode]	7	变频器设置为 Profiler 模式
P190 [Direction Mode]	1	变频器设置为双向速度给定
P361[Digital In1 Sel]	49	Stop-CF
P362[Digital In2 Sel]	57	Find Home
P363[Digital In3 Sel]	52	Profile Input
P364[Digital In4 Sel]	53	Pos Sel1
P364[Digital In5 Sel]	54	Pos Sel2
P364[Digital In6 Sel]	50	Home Limit

在这里将参数 362[Digital In2 Sel]设置为 Find Home ,将参数 364[Digital In6 Sel]设置为 Home Limit ,设置这两个数字量输入的目的是在使用 Pos/Spd Prof 模式前使变频器执行内置的归位例程。本实验中使用的归位方式是 Homing to Limit Switch without Encoder Feedback。

当参数 362[Digital In2 Sel]给出 Find Home 命令时 ,变频器的起动键起动归位例程。此时参数 700 [Profile Status]的第 11 位 Homing 被置 1。变频器会以参数 714 [Find Home Ramp] 的斜坡加速度加速到参数 713 [Find Home Speed]指定的速度 ,并保持这个速度 ,直到参数 364[Digital In6 Sel]给出 Home Limit 脉冲 ,变频器将减速到 0。如果归位限制开关断开 ,变频器在减速到 0 后会反向加速到十分之一参数 713[Find Home Speed]的大小 ,到达归位限制开关位置后变频器停止。归位例程如图 5-13 所示。

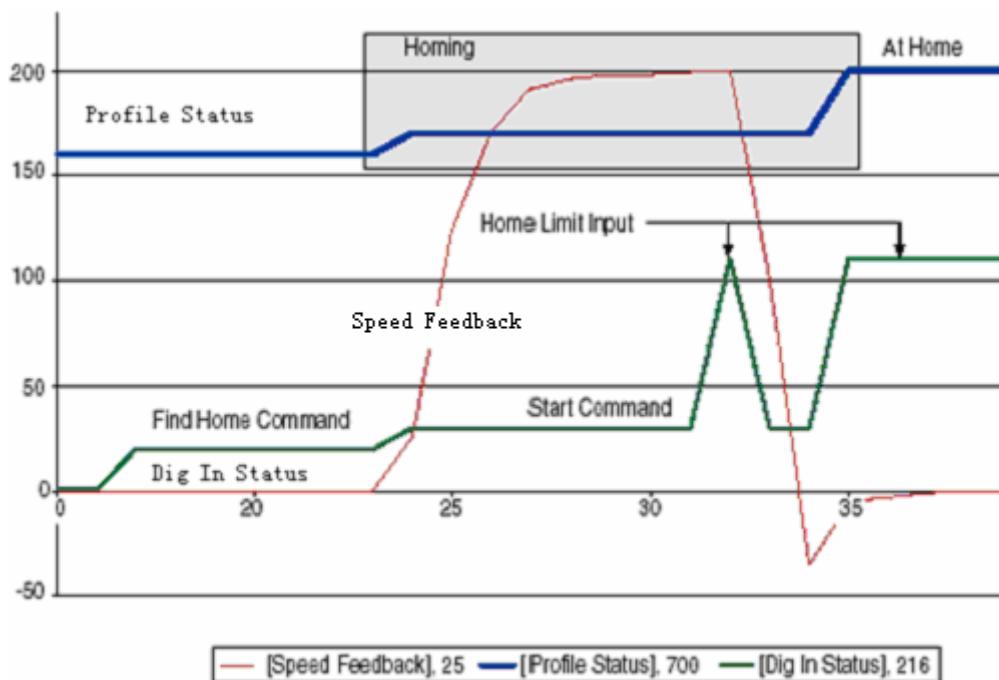


图 5-13 变频器 Homing to Limit Switch without Encoder Feedback 例程

(13) 在变频器参数列表中设置如表 5-13 所示的参数。参数 713[Find Home Speed]是变频器执行归位例程的速度，参数 714[Find Home Ramp]是变频器执行归位例程的加速度。参数设置过程如图 5-14 所示。

表 5-13 ProfSetup/Status 组中需设置的参数

Parameter	Value	Description
P713[Find Home Speed]	-5.0	归位例程的速度
P714[Find Home Ramp]	0.1	归位例程的加速度

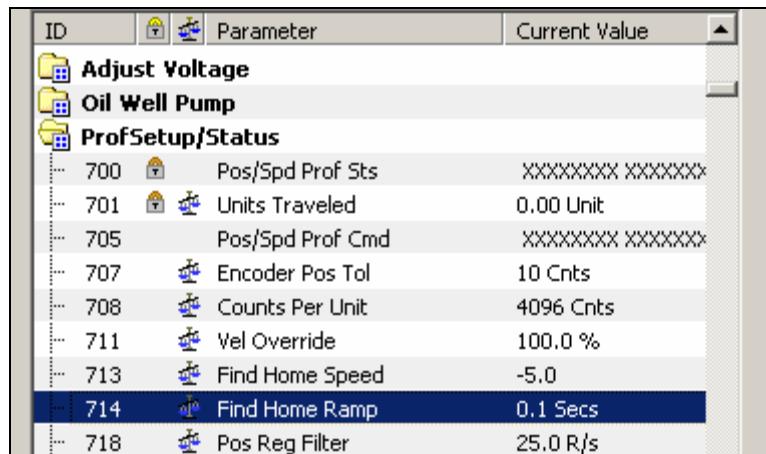


图 5-14 设置 Profsetup/Status 参数

## 第 5 章

(14) 选择 Profile Step 1 参数组，在下边的参数列表中输入如表 5-15 所示的步骤 1 的所有参数值，然后选择 Profile Step 2，输入步骤 2 的所有参数值，以此类推。参数输入状态如图 5-15 所示。

ProfSetup/Status		
Profile Step 1		
720	Step 1 Type	Time
721	Step 1 Velocity	15.0
722	Step 1 AccelTime	1.00 Secs
723	Step 1 DecelTime	1.00 Secs
724	Step 1 Value	5.00
725	Step 1 Dwell	5.00
726	Step 1 Batch	1
727	Step 1 Next	2

图 5-15 输入 Step1 的参数

每一种类型的速度曲线的 Step 拥有如表 5-14 所示的功能参数。

表 5-14 速度曲线的 6 种类型

Step 类型						
	Time	Time Blend	Digital Input	Encoder Incremental Blend	Parameter Level	End
Value	总运行时间	总时间	选用的数字量输入	位置 & 方向	参数号±	NA
Velocity	速度 & 方向	速度 & 方向	速度 & 方向	速度	速度 & 方向	NA
Accel Time	加速度	加速度	加速度	加速度	加速度	NA
Decel Time	减速度	减速度	减速度	减速度	减速度	减速度
Next Step Condition	达到 Step Value 中的时间值	达到 Step Value 中的时间值	达到数字输入次数	到达 Step Value 中的位置值	Step Value 指定的参数值 > 或者 < Step Dwell 中的值	减速到 0
Dwell	等待时间	NA	等待时间	NA	比较值	等待时间
Batch	该步重复次数	NA	数字量输入次数	NA	NA	NA
Next	下一步	下一步	下一步	下一步	下一步	停止

注：NA 表示这个参数不使用

如果实验设备中没有安装编码器，只能实现 Time、Time Blend 和 Digital input 类型的速度曲线；安装了编码器之后，那么可以实现 Encoder incremental Blend 和 Parameter 类型的速度曲线。

## 第 5 章

在这个实验中设置了 4 个 Step ,速度曲线 Step1-4 的参数按照表 5-15 所示的情况设置。

表 5-15 Profile Step1-4 的参数设置

参数	值	描述
720 Step 1	1 = Time	Step Type
721	15.0	Velocity (Hz)
722	1.00	Accel Time (Sec)
723	1.00	Decel Time (Sec)
724	5.00	Value (Time)
725	5.00	Dwell (Sec)
726	1	Batch
727	2	Next Step
730 Step 2	3 = Dig Input	Step Type
731	0.0	Velocity (Hz)
732	1.00	Accel Time (Sec)
733	1.00	Decel Time (Sec)
734	3	Value (Digital Input #)
735	1.0	Dwell (Sec)
736	5	Batch (five repeats of this step)
737	3	Next Step
740 Step 3	1 = Time	Step Type
741	45.0	Velocity (Hz)
742	1.00	Accel Time (Sec)
743	1.00	Decel Time (Sec)
744	5.00	Value (Time)
745	5.00	Dwell (Sec)
746	1	Batch
747	4	Next Step
750 Step 4	0 = End	Step Type
751	0.0	Velocity (Hz)
752	1.00	Accel Time (Sec)
753	1.00	Decel Time (Sec)
754	0.00	Value (Time)
755	0.00	Dwell (Sec)
756	1	Batch
757	5	Next Step

## 6. 检查实验效果

- (1) 在以上实验参数设置结束后 , 变频器上的 STS 指示灯会变成菊黄色 , 查看手册中的 Drive Alarm 1 , 提示我们没有进行电机归位的例程。
- (2) 按住 Digital Input 2(Find Home) , 点击 HIM 上的起动键 , 同时释放两键。变频器

## 第 5 章

会执行内建的规位例程，此时电机在 - 5Hz 的频率下旋转。当将 3<sup>rd</sup> Selector Switch 闭合（模拟电机到达规位限制开关），变频器会停止并且清除归位警告。

(3) 将 1<sup>st</sup> Selector Switch & 2<sup>nd</sup> Selector Switch 断开，电击 HIM 上的起动键来起动变频器，可以看到此时变频器不能起动，因为并没有选择起始的步骤。

(4) 将 1<sup>st</sup> Selector Switch 闭合，此时变频器从 Step1 开始运行。变频器的运行过程与实验目的中描述的实验过程一致。

(5) 将 2<sup>nd</sup> Selector Switch 闭合，点击 HIM 上的起动键起动变频器，可以看到此时变频器从 Step3 开始运行。

7. 通过改变每一个 Step 的类型，可以设计出很多种速度曲线的实验。比如将 Step 设置为 TimeBlend 或者 Parameter Level 等选项。下表是一个关于 TimeBlend 的速度曲线实验，按照如表 5-16 所示的内容设置变频器，然后验证实验效果。

表 5-16 速度曲线实验

参数	值	描述
720 Step 1	2 = TimeBlend	Step Type
721	15.0	Velocity (Hz)
722	1.00	Accel Time (Sec)
723	1.00	Decel Time (Sec)
724	5..00	Value (Time)
725	5.00	Dwell (Sec)
726	1	Batch
727	2	Next Step
730 Step 2	2 = Time Blend	Step Type
731	45.0	Velocity (Hz)
732	1.00	Accel Time (Sec)
733	1.00	Decel Time (Sec)
734	5	Value (Sec)
735	.1	Dwell (Sec)
736	5	Batch
737	3	Next Step
740 Step 3	1 = Time	Step Type
741	30.0	Velocity (Hz)
742	1.00	Accel Time (Sec)
743	1.00	Decel Time (Sec)
744	5.00	Value (Time)
745	5.00	Dwell (Sec)
746	1	Batch
747	4	Next Step
750 Step 4	0 = End	Step Type

## 第5章

续表 5-17

参数	值	描述
751	0.0	Velocity (Hz)
752	1.00	Accel Time (Sec)
753	1.00	Decel Time (Sec)
754	0.00	Value (Time)
755	0.00	Dwell (Sec)
756	1	Batch
757	5	Next Step

## 5.5 PoweFlex700VC B 系列变频器的位置控制功能

1. 实验背景 : The PowerFlex 700VC Ser. B 对于简单的速度曲线/位置控制有着优秀的解决办法。它包括 16 个 Step , 可以对速度或位置或者是两者的结合使用进行编程控制。每一个 Step 可以重复几次或者无穷次循环 , 并且当前 Step 的下一 Step 可以设置为任意 Step , 不需要按照数字顺序执行。

2. 实验目的 : 设计这个实验的目的是让使用者熟练的使用 PowerFlex 700VC Series B 变频器的速度/位置曲线特性。这个实验分成 4 个部分 :

- 将变频器控制模式设置为位置控制功能
- 执行变频器的归位例程
- 验证编码器增量位置控制
- 验证编码器绝对位置控制

3. 实验设备 :

- 带有 20-COMM-D 的 PowerFlex ® 700VC Ser. B Demo
- External Dynamic Brake Resistors
- 装有 RSNetWorx 软件的 PC 机
- 带有 ControlLogix 处理器和 DNB 模块的 ControlLogix 框架
- 带有差分编码器的交流电动机

4. I/O 端子设置

设置 Demo 箱上的按钮和开关来模拟发送 Home limit、Stop、Find Home、Position Redefine 和 Pos Sel 信号 , 如表 5-17 所示。

表 5-17 I/O 端子同开关和按钮的连接

连接	连接到
+24V	Digital In Common
1 <sup>st</sup> N.O. Pushbutton	DI1
2 <sup>nd</sup> N.O. Pushbutton	DI2
3 <sup>rd</sup> N.O. Pushbutton	DI3
1 <sup>st</sup> Selector Switch	DI4
2 <sup>nd</sup> Selector Switch	DI5
3 <sup>rd</sup> Selector Switch	DI6

变频器的 I/O 端子同 Demo 箱上的按钮和开关的接线如图 5-16 所示。

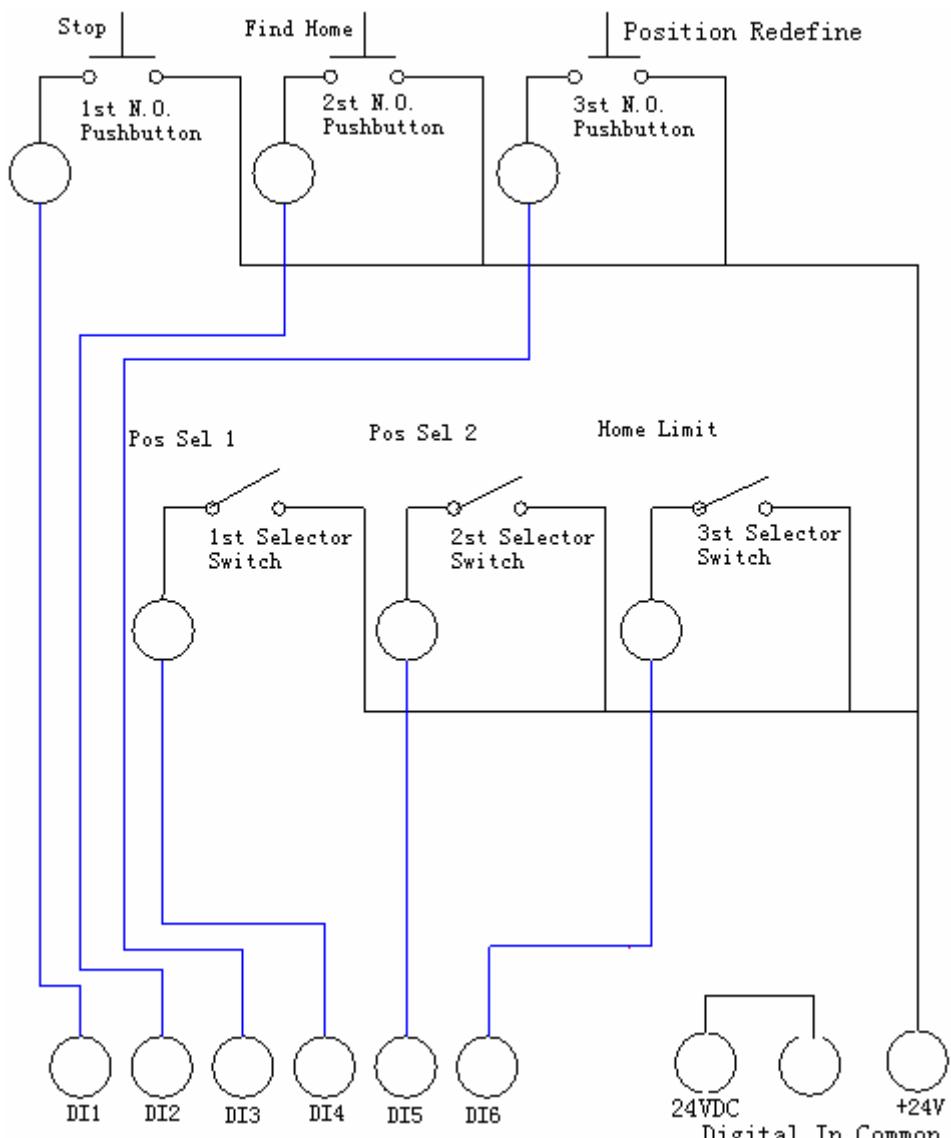


图 5-16 I/O 端子同外部输入接线

##### 5. 将变频器配置为 Position Profiler 的实验过程

- (1) 将交流电动机的编码器连接在 PowerFlex ® 700VC Ser. B Demo 的编码器接口上。
- (2) 将变频器上电。
- (3) 在 HIM 选择 *Memory* → *Reset to Defaults*，然后按 *Enter* 键，将变频器下电，显示变频器断电后，再次将变频器上电。
- (4) 使用 HIM 选择 *Start-Up*，使用 *Basic* 配置，在 *Motor Control* 中将变频器设置为 V/H 控制；在 *Motor Data/Ramp* 中输入电机的铭牌和加速、减速时间，这个实验中电机的额定数据如表 5-18 所示。

表 5-18 电机的额定参数

Volts	220VAC
RPM	1500
Amps	2.14A
HP	0.5
Encoder PPR	1024

(5) 将 PowerFlex700VC SeriesB 变频器通过 20-COMM-D 连接在 DeviceNet 网络上，将 ControlLogix 处理器通过 1756DNB 模块连接到 DeviceNet 网络上，通过 RSNetWorx 软件修改变频器参数。设备连接图如图 5-17 所示。

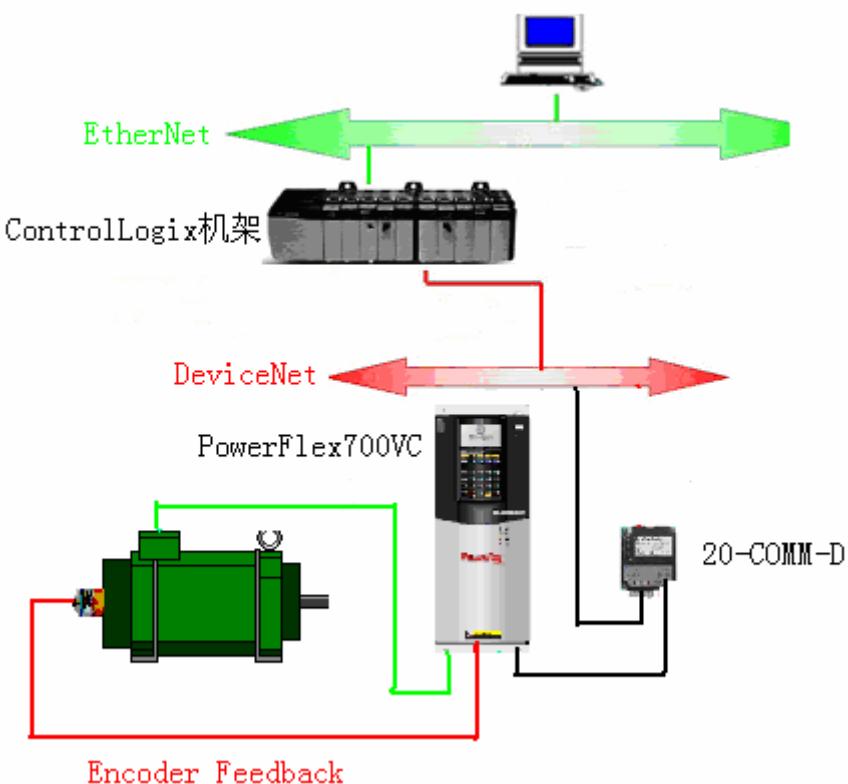


图 5-17 实验设备连接图

(6) 单击 **Start**→**Programme**→**Rockwell Software**→**RSLinx**→**RSLinx**，启动 RSLinx。单击  图标，选择如下的 Ethernet/IP 驱动，如图 5-18 所示。

## 第5章



图 5-18 选择 Ethernet/IP 驱动

(7) 点击 Add New...添加新的 Ethernet/IP 驱动 , 如图 5-19 所示 , 点击确定。

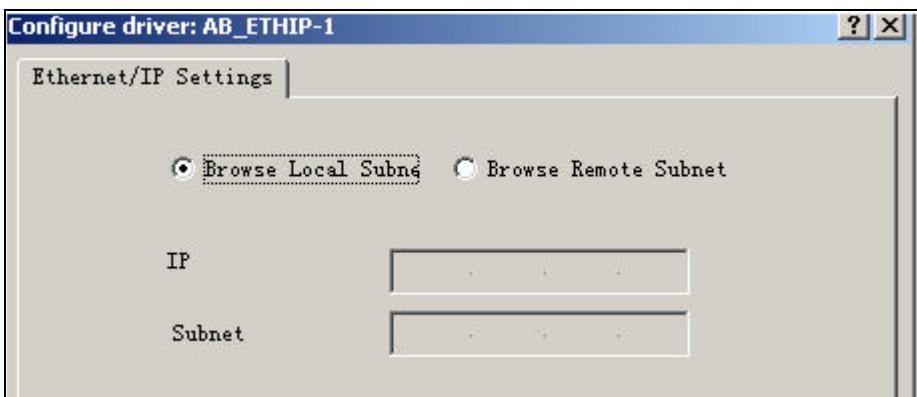


图 5-19 添加 Ethernet/IP 驱动

(8) 单击  图标 , 展开刚才添加的 Ethernet/IP 驱动 , 如图 5-20 所示。

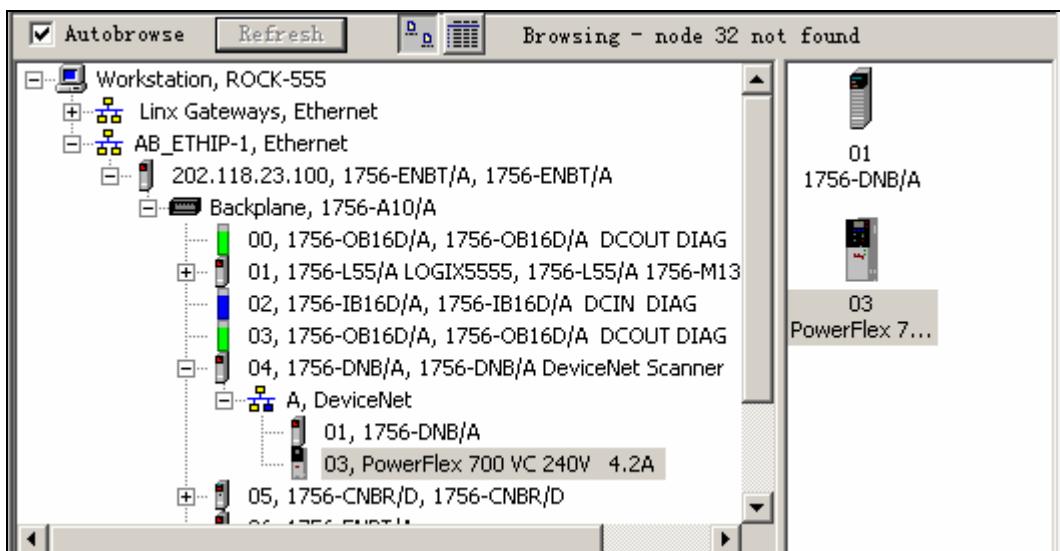


图 5-20 获得驱动组态树

## 第 5 章

(9) 单击 *Start*→*Programme*→*Rockwell Software*→*RSNetWorx*→*NetWorx for DeviceNet*，打开 RSNetWorx for DeviceNet 软件。点击工具栏上的  图标，显示“Browse for network”对话框，选择 DeviceNet，点击 OK，如图 5-21 所示。

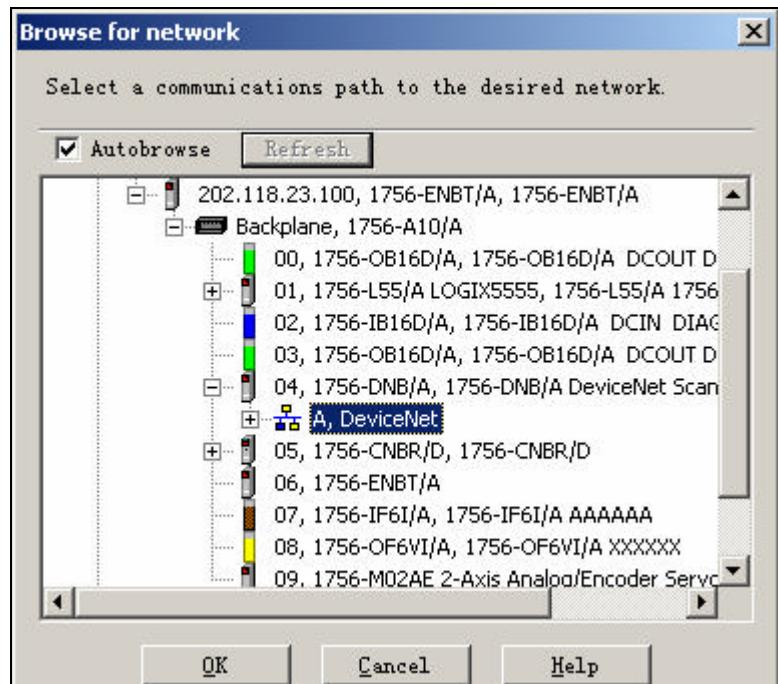


图 5-21 连接到网络

(10) 此时，RSNetWorx 开始扫描网络。RSNetWorx 将自动查找网络驱动列表下的所有设备。扫描完成后，DeviceNet 网络上设备均以图标形式显示，如图 5-22 所示。

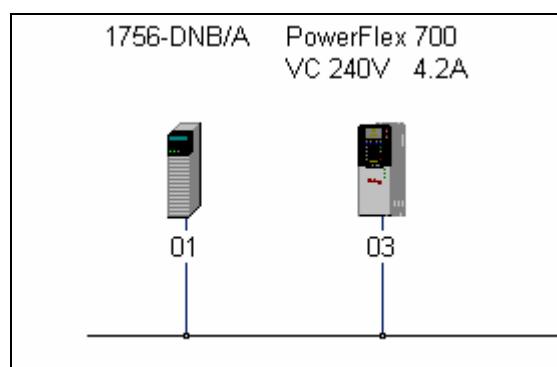


图 5-22 DeviceNet 网络上的设备

(11) 双击 PowerFlex700 VC 变频器的图标，弹出如下对话框，点击 *Upload* 上载变频器参数，在参数列表中设置如表 5-19 所示的参数。

表 5-19 设置变频器的控制方式

参数	设置	描述
P88 [Speed/Torque Mode]	7	变频器设置为 Profiler 模式
P190 [Direction Mode]	1	变频器设置为双向速度给定
P423 [Encoder Z Chan]	2	将编码器的 Z 通道设置为 marker 输入
P361 [Digital In1 Sel]	4	Stop
P362 [Digital In2 Sel]	49	Find Home
P363 [Digital In3 Sel]	48	Redefine Position
P364 [Digital In4 Sel]	52	Pos Sel1
P364 [Digital In5 Sel]	53	Pos Sel2
P364 [Digital In6 Sel]	50	Home Limit
P79 [Speed Unit]	1	RPM

当参数 362 [Digital In2 Sel] 给出 Find Home 命令时，变频器的起动键起动归位例程。此时参数 700 [Profile Status] 的第 11 位 Homing 被置 1。变频器会以参数 714 [Find Home Ramp] 的斜坡加速度加速到参数 713 [Find Home Speed] 指定的速度，并保持这个速度，直到参数 364 [Digital In6 Sel] 给出 Home Limit 脉冲，变频器将减速到 0，然后反向加速，当编码器 Z 通道中给出首个脉冲时，变频器将以参数 713 [Find Home Speed] 十分之一的速度到达归位限制开关。此时参数 700 [Profile Status] 的第 13 位 At Home 被置 1，变频器停止。归位例程如图 5-23 所示。

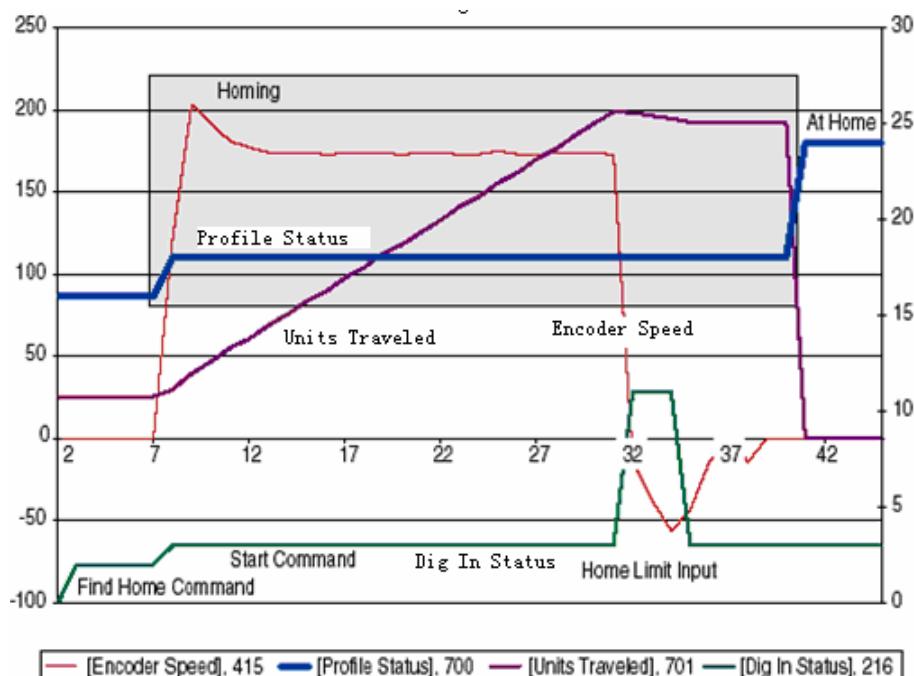


图 5-23 变频器 Homing to Marker Pulse with Encoder Feedback 例程

## 第 5 章

(12) 在参数列表中设置如下所示的参数, 设置过程如图 5-24 所示。参数 713[Find Home Speed]是变频器执行归位例程的速度, 参数 714[Find Home Ramp]是变频器执行归位例程的加速度。参数 718[Pos Reg Filter]和参数 719[Pos Reg Gain]的默认比例关系约为 6 比 1, 最小的比例关系不能小于 4 比 1。这两个参数对于位置调节十分重要。

参数 708[Counts Per Unit]表示行走一个位置单元编码器的脉冲个数。这里我们将参数 412[Motor Fdbk Type]设置为 Quadrature, 则电机每转过一周, 编码器产生脉冲数是参数 413[Encoder PPR]的 4 倍, 那么可以计算出行走一个位置单元时对应电机转过的周数为  $81920/(4 \times 1024)=20$ 。

表 5-20 ProfSetup/Status 组中需设置的参数

参数	数值	描述
P707 [Encoder Pos Tol]	10	Position tolerance in encoder counts
P708 [Counts Per Unit]	81920	每个位置单元编码器的计数值
P713[Find Home Speed]	-5.0	归位例程的速度
P714[Find Home Ramp]	0.1	归位例程的加速度
P718[Pos Reg Filter]	25.0	位置调节器的低通滤波器
P719[Pos Reg Gain]	4.0	位置调节器的增益

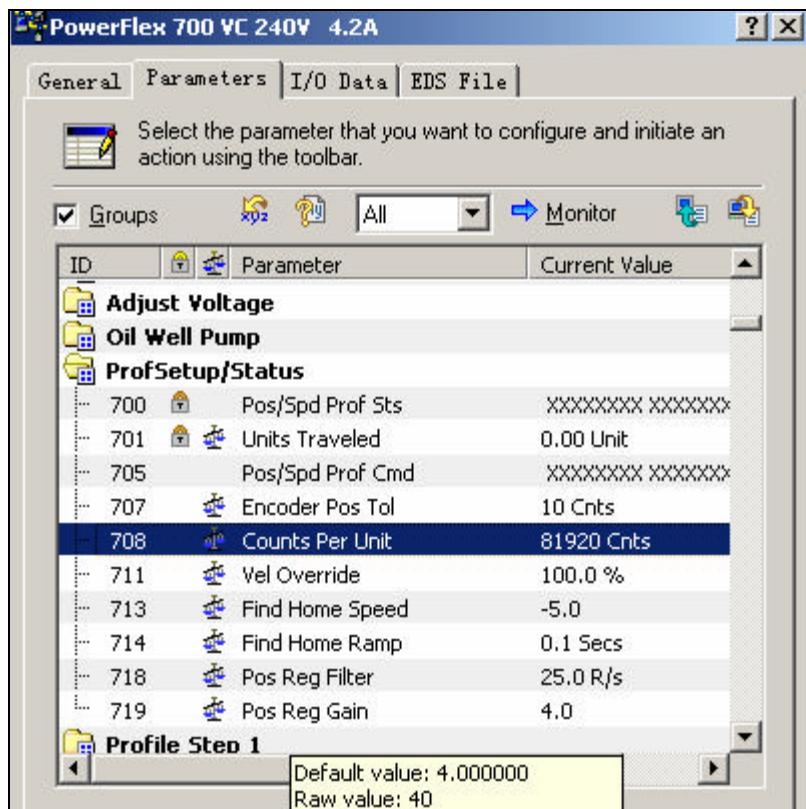


图 5-24 设置 ProfSetup/Status 参数

(13) 选择 Profile Step 1 参数组，在参数列表中输入如表 5-22 所示的步骤 1 的所有参数值，然后选择 Profile Step 2，输入步骤 2 的所有参数值，以此类推。参数输入状态如图 5-25 所示。

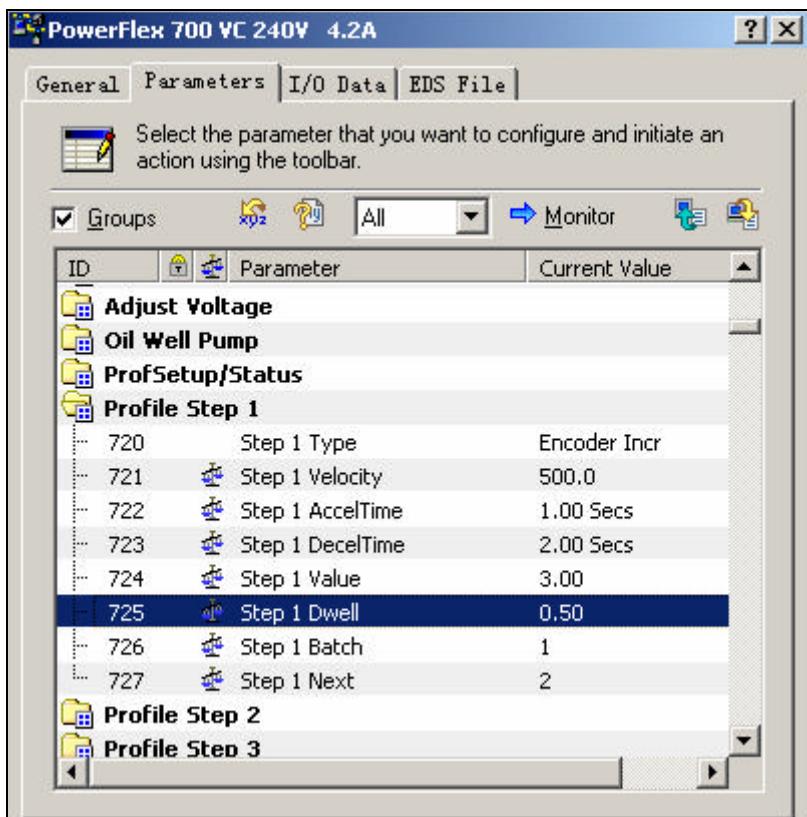


图 5-25 输入 Step1 的参数

每一种类型的位置控制 Step 拥有如表 5-21 所示的功能参数。

表 5-21 位置控制的 3 种类型

	Step 类型		
	Encoder Absolute	Encoder Incremental	End Hold Position
Value	位置和方向	位置和方向	NA
Velocity	速度	速度	NA
Accel Time	加速率	加速率	NA
Decel Time	减速率	减速率	NA
Next Step Condition	到达位置	到达位置	到达位置
Dwell	等待时间	等待时间	等待时间
Batch	NA	重复执行的次数	NA
Next	下一步	下一步	停止

注：NA 表示这个参数不使用

## 第 5 章

类型 Encoder Absolute 的特点是，在执行这个 Step 的时候，电机运行到以 UnitesTraveled 等于 0 为原点的绝对位置，这个位置由 Value 来指定；类型 Encoder Incremental 的特点是，电机运行以当前位置为起点的长度，这个长度由 Value 来定义。

这个实验设置了 4 个 Step，位置控制 Step1-4 的参数按照表 5-22 所示的情况设置。

表 5-22 Profile Step1-4 的参数设置

Parameter	Value	Description
720 Step 1	4 = Encoder Incr	Step Type
721	500.0	Velocity (RPM)
722	2.00	Accel Time (Sec)
723	2.00	Decel Time (Sec)
724	10.00	Value (Position Units)
725	3	Dwell (Sec)
726	1	Batch
727	2	Next Step
730 Step 2	4 = Encoder Incr	Step Type
731	1000.0	Velocity (RPM)
732	2.00	Accel Time (Sec)
733	2.00	Decel Time (Sec)
734	-15.00	Value (Position Units)
735	3	Dwell (Sec)
736	1	Batch (five repeats of this step)
737	3	Next Step
740 Step 3	4 = Encoder Abs	Step Type
741	1300.0	Velocity (RPM)
742	2.00	Accel Time (Sec)
743	2.00	Decel Time (Sec)
744	10.00	Value (Position Units)
745	1.00	Dwell (Sec)
746	1	Batch
747	4	Next Step
750 Step 4	7 = End Hold Pos	Step Type
751	0.0	Velocity (RPM)
752	1.00	Accel Time (Sec)
753	1.00	Decel Time (Sec)
754	0.00	Value (Position Units)
755	0.00	Dwell (Sec)
756	1	Batch
757	5	Next Step

6. 检查实验效果

## 第 5 章

---

- (1) 在以上实验参数设置结束后，变频器上的 STS 指示灯会变成菊黄色，查看手册中的 Drive Alarm 1，提示我们没有进行电机归位的例程。
- (2) 按住 Digital Input 2(Find Home) ，点击 HIM 上的起动键，同时释放两键。变频器会执行内建的规位例程，此时电机在 - 5Hz 的频率下旋转。当将 3<sup>rd</sup> Selector Switch 闭合( 模拟电机到达规位限制开关 )，变频器会停止并且清除归位警告。
- (3) 闭合 Selector Switch 1，打开 Selector Switch 2。
- (4) 使用 Drive Executive 软件，监视参数 700 [Profile Status]、参数 701[Units travled]、参数[Encoder Speed]，点击 HIM 上的起动键。
- (5) 使用者可以在 Pos/Spd Profile 模式下自己创造最多 16 个 Step 的控制过程。在这个实验模型平台上，可以将速度类型的 Step 和位置类型的 Step 同时设置进使用者的控制过程

## 5.6 PowerFlex700VC B 系列数字量输出屏蔽

1. 实验背景 :PowerFlex 700VC B 系列变频器为数字量输出增加了屏蔽功能。这项功能允许用户使用参数 394[Dig Out Mask]的一位或者几位的组合来激活一个数字量输出。
2. 实验目的 :让用户熟悉数字量输出屏蔽的操作和灵活性。
3. 实验设备 :PowerFlex 700VC B 系列变频器 Demo 箱。
4. 实验准备
  - 1) 为 PowerFlex 700VC B 系列变频器 Demo 箱上电。
  - 2) 将变频器恢复工厂默认。
  - 3) 将 Demo 箱上的开关 IN4、IN5 打开(左端),如果 HIM 上的状态显示“ Not Enabled ”,那么将 IN6 闭合(右端)。
5. 对数字量输出屏蔽编程

这个实验是当变频器在 Manual 模式时,数字量输出 1 闭合。

  - 1) 将参数 380[Digital Out1 Sel]设置为“ Mask 1 OR ”。
  - 2) 将参数 393[Dig Out Param]设置为“ Drive Status 1 ”。
  - 3) 将参数 394[Dig Out Mask]的第 15 位“ Spd Ref ID 3 ”置 1。确保所有其他位为 0。
  - 4) 在 HIM 上操作将变频器设置为“Manual Control”,检查此时数字量输出 1 的灯点亮。

5) 在 HIM 上操作将变频器设置为“ Auto Control ”,检查此时数字量输出 1 的灯熄灭。

这个实验是当电机切换旋转方向时数字量输出 1 切换状态。

  - 1) 将参数 380[Digital Out1 Sel]设置为“ Mask 1 AND ”。
  - 2) 将参数 393[Dig Out Param]设置为“ Drive Status 1 ”。
  - 3) 将参数 394[Dig Out Mask]的第 3 位“ Actual Dir ”置 1。确保所有其他位为 0。
  - 4) 将参数 80[Feedback Select]设置为“ Encoder ”。
  - 5) 不起动变频器。用手转动电机的轴,检查电机只有在一个方向下旋转时,数字量输出 1 的灯点亮。因为使用了编码器,所以不管变频器是否启动,“ Act Dir ”使用编码器得来的电机方向。如果没有使用编码器,变频器将使用命令方向。
  - 6) 将参数 394[Dig Out Mask]的第 3 位“ Actual Dir ”和第 1 位“ Active ”置 1。确保所有其他位为 0。
  - 7) 手动转动电机轴,可以看到电机无论怎样转动,数字量输出 1 都是熄灭的。
  - 8) 启动变频器,可以看到电机只在一个方向下旋转时数字量输出 1 点亮。因为在第 6 步设置了“ Active ”,所以只有在变频器运行时,数字量输出 1 的灯才会点亮。

## 5.7 PowerFlex700VC B 系列变频器的高电平数字量输入

1. 实验背景 :PowerFlex 700VC B 系列变频器增加了高电平数字量输入。这项功能允许当变频器上电时立刻启动变频器。

2. 实验目的 :让用户熟悉高电平数字量输入的操作。
3. 实验设备 :PowerFlex 700VC B 系列变频器 Demo 箱。
4. 实验准备
  - 1) 为 PowerFlex 700VC B 系列变频器 Demo 箱上电。
  - 2) 将变频器恢复工厂默认。
  5. 设置高电平数字量输入

这个实验是将数字量输入设置为高电平输入。

1) 将参数 361[Digital In1 Sel]至参数 363[Digital In3 Sel]设置为 “ Not Used ”。  
2) 将参数 364[Digital In4 Sel]设置为 “ Stop-CF ”。让开关处在打开的位置 (左)。  
3) 将参数 365[Digital In5 Sel]设置为 “ Run Level ”。让开关处在打开的位置 (左)。  
4) 将参数 366[Digital In6 Sel]设置为 “ Enable ”。让开关处在闭合的位置 (右)，以使能变频器。

- 5) 将参数 190[Direction Mode]设置为 “ Unipolar ”。
- 6) 将开关 4 打到右端，解除 Stop 命令。
- 7) 将开关 5 达到右端，启动变频器。
- 8) 当变频器运行时，关闭 Demo 箱电源，然后重新上电。可以看到变频器无需使用启动命令就可以再次启动。
- 9) 当变频器运行时，将开关 6 打到左端，解除变频器的使能。此时变频器停止。
- 10) 将开关 6 打到右端，重新使能变频器，可以看到变频器无需使用启动命令就可以再次启动。

11) 拿掉 HIM 并重新安装，此时出现错误信息，变频器停止。

12) 点击停止按钮清除错误，变频器不会启动。

6. 设置脉冲数字量输入

这个实验是将数字量输入设置为脉冲输入。

1) 将参数 361[Digital In1 Sel]至参数 363[Digital In3 Sel]设置为 “ Not Used ”。  
2) 将参数 364[Digital In4 Sel]设置为 “ Stop-CF ”。让开关处在打开的位置 (左)。  
3) 将参数 365[Digital In5 Sel]设置为 “ Start ”。让开关处在打开的位置 (左)。  
4) 将参数 366[Digital In6 Sel]设置为 “ Enable ”。让开关处在闭合的位置 (右)，以使能变频器。

5) 将开关 4 打到右端，解除 Stop 命令。

6) 将开关 5 达到右端，启动变频器。

7) 当变频器运行时，关闭 Demo 箱电源，然后重新上电。可以看到变频器在没有启

动命令的情况下不能再次启动。

8) 再次启动变频器，当变频器运行时，将开关 6 打到左端，解除变频器的使能。此时变频器停止。

9) 将开关 6 打到右端，重新使能变频器，可以看到变频器在没有启动命令的情况下不能再次启动。

## 5.8 PowerFlex700VC B 系列变频器的动态用户设置

1. 实验背景：PowerFlex 700 系列变频器增加了 3 个参数存储器，叫做用户设置。当变频器停止时，可以使用 HIM 命令或者参数命令载入任何一个用户设置。PowerFlex 700VC B 系列变频器可以使用参数或者数字量输入来快速地将用户设置载入内存，而不影响到非易失性内存。

2. 实验目的：让使用者熟悉动态用户设置的灵活操作，通过数字量输入或通过参数都可以载入用户设置。

### 3. 实验设备

- 带有 20-COMM-D 的 PowerFlex® 700VC Ser. B Demo
- External Dynamic Brake Resistors
- 装有 RSNetWorx 软件的 PC 机
- 带有 ControlLogix 处理器和 DNB 模块的 ControlLogix 框架

### 4. 实验准备

1) 给 Demo 箱上电  
2) 在 RSNetWorx 软件下将变频器参数上载，将参数 204[Dyn UserSet Cnfg]的第 0 位 (Dynamic Mode) 设置为 0 (disabled)。

3) 将变频器恢复工厂缺省。

4) 将 IN4、IN5、IN6 打到断开的位置 (左)。

### 5. 保存用户设置，并常规的获取用户设置

1) 通过 DeviceNet 连接到变频器之后，在 RSNetWorx 软件下修改任意的参数，这里只修改参数 195[Mop Rate]，设置为 10。

2) 在参数 199[Save To User Set]中选择 User Set1，将刚刚设置的变频器参数保存在用户设置 1 中。

3) 将参数 195[Mop Rate]另外设置 20 和 30，保存在 User Set2 和 User Set3 中。

4) 在参数 198[Load From User Set]中选择 User Set1，将刚刚保存在用户设置 1 中的参数载入变频器内存，可以看到参数 195[Mop Rate]的数值为 10。

5) 重复步骤 4，载入 User Set2 和 User Set3 的参数。

### 6. 用户设置的动态模式操作

这个实验证明了用户设置可以动态的切换。在这个操作模式下，数字量输入设置在 3 个用户设置中必须一致。

- 1) 实验准备中已经将变频器恢复了工厂缺省, 所以此时数字量输入是工厂缺省状态。将参数 204[Dyn UserSet Cnfg]的第 0 位 ( Dynamic Mode ) 设置为 1, 使能动态用户设置。
- 2) 将参数 204[Dyn UserSet Cnfg]的第 1 位 ( Ctrl Source ) 设置为 1。这项设置的目的是使用户可以通过操作参数 205[Dyn UserSet Sel]的两位来切换用户设置。切换规律如表 5-23 所示。

表 5-23 用户设置切换规律

UserSet Sel2	UserSet Sel 1	
0	0	User Set1
0	1	User Set2
1	0	User Set3
1	1	User Set3

- 3) 按照上表切换用户设置后, 检查到参数 195[Mop Rate]和刚刚设置过的一致。但是这两位不能在变频器运行的状态下改变。同时监视参数 206[Dyn UserSet Actv]。
- 4) 尝试使用数字量输入来切换用户设置。注意, 在参数 204[Dyn UserSet Cnfg]的第 1 位为 1 的状态下, 不能进行参数的修改。
- 5) 将参数 204[Dyn UserSet Cnfg]的第 1 位设置为 0。
- 6) 将参数 364[Digital In4 Sel]设置为 UserSet Sel2, 参数 365[Digital In5 Sel]设置为 UserSet Sel1, 这么做的目的是使用数字量输入来进行用户设置的切换。
- 7) 在设置完这两个数字量输入后, 将参数 195[Mop Rate]设置为 10, 然后在参数 199[Save To User Set]中选择 User Set1, 将刚刚设置的变频器参数保存在用户设置 1 中。
- 8) 重复第 6 步, 然后将参数 195[Mop Rate]设置为 20 和 30, 然后分别保存到用户设置 2 和用户设置 3 中。此时就可以通过数字量输入来切换用户设置了。切换规律如表 5-24 所示。

表 5-24 用户设置数字量切换规律

Digital In4	Digital In5	
UserSet Sel2	UserSet Sel 1	
0	0	User Set1
0	1	User Set2
1	0	User Set3
1	1	User Set3

- 9) 将参数 204[Dyn UserSet Cnfg]的第 0 位( Dynamic Mode )设置为 1, 第 1 位( Ctrl Source ) 设置为 0。
- 10) 操作 IN4 和 IN5, 可以看到每次切换都载入了相应的用户设置。同时监视参数 206[Dyn UserSet Actv]。

# 第 6 章

## 第 6 章 PowerFlex® 700S Phase II 变频器实验

### 6.1 PowerFlex700S 系列交流变频器介绍

#### 6.1.1 PowerFlex700S 系列交流变频器特性介绍

A-B 公司的 PowerFlex700S 交流变频器 , 是 PowerFlex 7 系列电力传动平台中的性能最高的可编程变频器 , 它不但可以提供高性能的变频控制而且同时提供位置控制与伺服控制。 PowerFlex700S 变频器内置高性能 Logix™ 引擎 , 使得 PowerFlex700S 不但具有强大的传动性能 , 而且具备灵活的控制功能。因此 , PowerFlex700S 创造了一个功能强大的 , 费用合理的变频和控制解决的方案。以下是该款变频器的特性介绍。

- 创新的书架设计允许 Zero Stacking™( 零堆积 ) , 在变频器之间不需要间距就能并列安装
- PowerFlex 系列变频器的设计将输入和输出的噪音衰减技术结合起来 , 它满足世界级的 EMC 标准。 PowerFlex 系列变频器将高性能的额定元器件和重要的稳压设备相结合 , 可同时实现输出对地短路、输出相间短路和输入缺相保护 , 大幅度的削减了电源调节器额外需要的硬件结构
- PowerFlex700S 交流变频器带有能够进行简单接线和快速拆除的可插拔控制端子块 , PowerFlex700S 的主板也做成拉出式 , 非常方便用户的维修与更换。
- PowerFlex700S 变频器内置具有编程能力的嵌入式 Logix 控制和辅助功能控制的处理器 DriveLogix
- Logix 平台支持通用的编程环境和多种编程语言 , 如梯形图、功能块、顺序流程图和结构文本
- 每个工程支持 8 个独立的任务 , 包括一个连续型任务和 7 个周期型任务 , 每个任务下可以创建 32 个程序 , 每个程序下可以创建的例程数不受限制
  - DriveLogix 处理器提供 5 兆字节的标准用户存储空间
  - DriveLogix 处理器拥有 CompactFlash™ 技术所支持的非易失性存储功能
  - DriveLogix 处理器可连接 16 个本地 Compact I/O 模块 , 参见下图所示
  - DriveLogix 处理器拥有 RS-232 通讯端口和本地扩展 I/O 通讯端口
  - 虚拟背板概念使得程序具有可移植到别的 Logix 平台的能力 , 实现 NetLinx™ 体系

## 结构的无缝集成和直接通讯驱动



## 6.1.2 PowerFlex700S 变频器的产品选型

1. PowerFlex700 产品目录号如表 6-1 所示。

表 6-1 PowerFlex700 产品目录号

1-3	4	5-7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
20D	C	2P1	A	0	E	Y	N	A	N	A	N	E
a	b	c	D	e	f	g	h	i	j	k	l	m

下面对产品目录的每一项做详细的说明。

表 6-2 1-3 的说明

a	
变频器	
代码	类型
20D	PowerFlex 700S

表 6-3 4 的说明

b			
额定电压			
代码	电压	相数	预充电
B	240V ac	3	-
C	400V ac	3	-
D	480V ac	3	-
E	600V ac	3	-
F	690V ac	3	-
H	540V dc	-	无

## 第六章

J	650V dc	-	无
K	810V dc	-	无
M	932V dc	-	无
N	325V dc	-	有
P	540V dc	-	有
R	650V dc	-	有
T	810V dc	-	有
W	932V dc	-	有

框架规格在 1-4 之间的直流输入使用相应的交流输入代码 B, C, D, 或者 E.

注意：对于 600V 级别的变频器我们没有做与 CE 认证有关的测试。

适用于 5 型及以上级别框架。

适用于 5 型或者 6 型框架。

表 6-4 5-7 的说明 C1

C1															
额定 ND															
208/240V,60Hz 输入															
代码	4P2	6P8	9P6	015	022	028	042	052	070	080	104	130	154	192	260
208VA	4.8	7.8	11	17.5	25.3	32.2	48.3	56	78.2	92	120	130	177	221	260
240VA	4.2	6.8	9.6	15.3	22	28	42	52	70	80	104	130	154	192	260
HP	1.0	2.0	3.0	5.0	7.5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100

表 6-5 5-7 的说明 C2

C2															
额定 ND															
400V,50Hz 输入															
代码	2P1	3P5	5P0	8P7	011	015	022	030	037	043	056	072	085	105	125
A	2.1	3.5	5.0	8.7	11.5	15.4	22	30	37	43	56	72	85	105	125
KW	0.75	1.5	2.2	4.0	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55	55
代码	170	205	260	261	300	385	460	500	590	650	730	820	920	1030	
A	170	205	160	261	300	385	460	500	590	650	730	820	920	1030	
KW	90	110	132	132	160	200	250	250	315	355	400	450	500	560	

表 6-6 5-7 的说明 C3

C3														
额定 ND														
480V,60Hz 输入														

## 第六章

代码	2P1	3P4	5P0	8P0	011	014	022	027	034	040	052	065	077	096	125
A	2.1	3.4	5.0	8.0	11.0	14.0	22	27	34	40	52	65	77	96	125
KW	1.0	2.0	3.0	5.0	7.5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100
代码	156	180	248	261	300	385	460	500	590	650	730	820	920	1030	
A	156	180	248	261	300	385	460	500	590	650	730	820	920	1030	
KW	125	150	200	200	250	300	350	450	500	500	600	700	800	900	

表 6-7 5-7 的说明 C4

C4
额定 ND
480V,60Hz 输入

续表 6-7

代码	P71	2P7	3P9	6P1	9P0	011	017	022	027	032	041	052	062	077	099
A	1.7	2.7	3.9	6.1	9	11	17	22	27	32	41	52	62	77	99
KW	1	2	3	5	7.5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100
代码	125	144	170	208	261	325	385	416	460	502	590	650	750	820	
A	125	144	170	208	261	325	385	416	460	502	590	650	750	820	
KW	125	150	150	200	250	350	400	450	450	500	600	700	800	900	

表 6-8 5-7 的说明 C4

C5
额定 ND
480V,60Hz 输入
代码
052
060
082
098
119
142
170
208
261
A
52
60
82
98
119
142
170
208
261
KW
45
55
75
90
110
132
160
200
250
代码
325
385
416
460
502
590
650
750
820
A
325
385
416
460
502
590
650
750
820
KW
315
355
400
450
500
560
630
710
800

表 6-9 8 的说明

d	
外壳	
代码	外壳
A	IP20, NEMA 1
N	开放式/IP00
F	IP54, NEMA 12

仅仅适用于 5 型及以上级别的框架。

5 型及 6 型不确定。

表 6-10 9 的说明

## 第六章

e	
HIM	
代码	操作界面
0	黑盖
2	数字式液晶显示
3	全数字液晶显示
5	仅限于编程液晶显示

表 6-11 10 的说明

f	
文件	
代码	文档
E	快速起动向导
N	没有文件

表 6-12 11 的说明

g	
制动	
代码	是否带有 IGBT 制动
Y	是
N	否

IGBT 制动仅限于 1-3 型框架和某些 4-9 型框架

表 6-13 12 的说明

h	
制动电阻	
代码	是否有制动电阻
Y	有
N	无

对于 3 型或 3 型以上的框架规格的变频器无效。

表 6-14 13 的说明

i		
辐射		
代码	CE 滤波器	CM 斩波器
A	有	有
B	有	无

## 第六章

N	无	无
---	---	---

仅适用于为 1-6 型。

仅适用于为 9 型及 9 型以上。

用于不接地的分布式系统(仅用于 9 型)。

表 6-15 14 的说明

j	
通讯卡	
代码	版本
N	没有通讯卡

续表 6-15

代码	版本
C	DPI ControlNet 通讯卡 (同轴电缆)
D	DPI DeviceNet 通讯卡
E	DPI EtherNet/IP 通讯卡
Q	DPI ControlNet (光纤) 通讯卡
R	DPI RIO 通讯卡
S	DPI RS-485 DF1 通讯卡
1	DriveLogix ControlNet 通讯卡(同轴电缆)
2	DriveLogix ControlNet 通讯卡，冗余(同轴电缆)
3	DriveLogix ControlNet 通讯卡(光纤)
4	DriveLogix ControlNet 通讯卡，冗余(光纤)
5	DriveLogix DeviceNet 通讯卡(开放式连接)
6	DriveLogix EtherNet/IP 通讯卡

表 6-16 15 的说明

K				
控制选项				
代码	控制选相	逻辑扩展	同步连接(SynchLink)	盒子
A	PhaseII	无	无	扩展式
B	PhaseII	无	有	扩展式
C	PhaseII	有	无	扩展式
D	PhaseII	有	有	扩展式
G	PhaseII	N/A	无	Slim
H	PhaseII	N/A	有	Slim

## 第六章

表 6-17 16 的说明

1	
反馈	
代码	选项
N	空
A	位置解析器
B	Stagman 高分辨率编码器
C	多设备接口
E	第二个编码器接口
S	安全断开接口(带有第二编码器)

需要扩展盒子

表 6-18 17 的说明

m	
附加组态	
E	PhaseII 控制
K	PhaseII 控制带 DriveLogix5730 处理器
L	PhaseII 控制带 DriveLogix5730 处理器和 EtherNet/IP 通讯接口

2. PowerFlex700S 产品电压等级

208/240V 三相交流 PowerFlex700S 变频器产品目录号如附录 6-1 所示。

380-480V 三相交流 PowerFlex700S 变频器产品目录号如附录 6-2 所示。

600/690V 三相交流 PowerFlex700S 变频器产品目录号如附录 6-3 所示。

540/650V 直流 PowerFlex700S 变频器产品目录号如附录 6-4 所示。

810/932V 直流 PowerFlex700S 变频器产品目录号如附录 6-5 所示。

3. 通讯适配器选件产品目录号如附录 6-6 所示。

4. 同步连接附件产品目录号如附录 6-7 所示。

5. 隔离变压器产品目录号如附录 6-8 所示。

6. 母线/负载电抗器产品目录号如附录 6-9 所示。

7. 反射波衰减设备产品目录号如附录 6-10 所示。

8. 终端器产品目录号如附录 6-11 所示。

9. 推荐使用的屏蔽/铠装电缆如附录 6-12 所示。

10. 推荐使用的控制电缆如附录 6-13 所示。

11. 电缆限制如附录 6-14 所示。

## 6.2 PowerFlex700S 端子

### 6.2.1 PowerFlex700S 电源端子

PowerFlex700S 变频器的框架类型如图 6-1 所示。

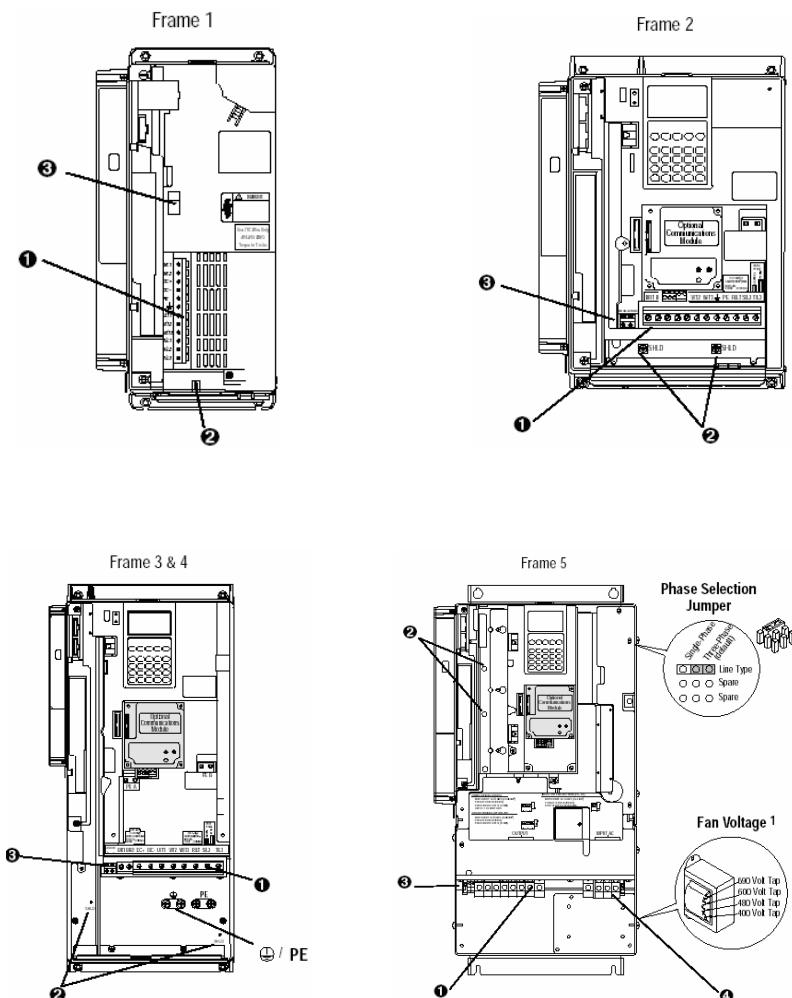


图 6-1 PowerFlex700S 变频器的框架类型

PowerFlex700S 的电源端子块技术规范如表 6-19 所示。

表 6-19 电源端子块技术规范

编	名称	框架	说明	接线规格范围 <sup>(1)</sup>	转矩	终
---	----	----	----	-----------------------	----	---

## 第六章

号				最大值	最小值	最大值	推荐使用值	端块大小
	电源端子块	1	所有的电源端子	4.0 mm <sup>2</sup> (10AWG)	0.5 mm <sup>2</sup> (22AWG)	1.7 N·m (15lb.-in.)	0.8 N·m (7lb.-in.)	-
		2	所有的电源端子	10.0 mm <sup>2</sup> (6 AWG)	0.8 mm <sup>2</sup> (18AWG)	1.7 N·m (15lb.-in.)	1.4 N·m (12lb.-in.)	-
		3	所有的电源端子	25.0 mm <sup>2</sup> (3AWG)	2.5 mm <sup>2</sup> (14AWG)	3.6 N·m (32lb.-in.)	1.8 N·m (16lb.-in.)	-
			所有的电源端子	10.0 mm <sup>2</sup> (6 AWG)	0.8 mm <sup>2</sup> (18AWG)	1.7 N·m (15lb.-in.)	1.4 N·m (12lb.-in.)	-
		4	所有的电源端子	35.0 mm <sup>2</sup> (1/0AWG)	10 mm <sup>2</sup> (8AWG)	4.0 N·m (24lb.-in.)	4.0N·m (24lb.-in.)	-
		5(75HP) <sup>(3)</sup>	R,S,T,BR1,2, DC+,DC-,U,V,W	50.0mm <sup>2</sup> (1/0AWG)	2.5 mm <sup>2</sup> (14AWG)	参阅 注意 <sup>(4)</sup>	参阅 注意 <sup>(4)</sup>	-
			PE	50.0 mm <sup>2</sup> (1/0AWG)	4.0mm <sup>2</sup> (12AWG)			
		5(100HP) <sup>(3)</sup>	R,S,T,DC+,DC-, U,V 和 W	70.0 mm <sup>2</sup> (2/0AWG)	16.0mm <sup>2</sup> (6AWG)			
			BR1, 2	50.0 mm <sup>2</sup> (1/0AWG)	2.5 mm <sup>2</sup> (14AWG)	参阅 注意 <sup>(4)</sup>	参阅 注意 <sup>(4)</sup>	-
			PE	50.0 mm <sup>2</sup> (1/0AWG)	4.0mm <sup>2</sup> (12AWG)			

续表 6-19

编 号	名称	框架	说明	接线规格范围 <sup>(1)</sup>		转矩		终 端 块 大 小
				最大值	最小值	最大值	推荐使用值	
			6	所有的电源端子	120.0mm <sup>2</sup> (4/0AWG)	2.5 mm <sup>2</sup> (14AWG)	6 N·m (52 lb.-in.)	6 N·m (52 lb.-in.)
			9 <sup>(5)</sup>	电源输入端子 - L1, L2, L3 连接电机端子 - U/T1, V/T2, W/T3	185.0mm <sup>2</sup> 350 MCM	95.0mm <sup>2</sup> (4/0AWG)	40 N·m (340lb.-in.)	40 N·m (340lb.-in.)
			10 <sup>(5)</sup>	电源输入端子 - L1, L2, L3 连接电机端子 - U/T1, V/T2, W/T3	300 mm <sup>2</sup> (600MCM)	2.1 mm <sup>2</sup> (14AWG)	-	40 N·m (354lb.-in.)
	屏蔽端子	1-6	接线屏蔽的终端	-	-	1.6 N·m (14 lb.-in.)	1.6 N·m (14 lb.-in.)	-
		9	接线屏蔽的终端	95.0 mm <sup>2</sup> 4/0 AWG	5.0 mm <sup>2</sup> 10 AWG	22 N·m (187lb.-in.)	22 N·m (187lb.-in.)	-
		10	接线屏蔽的终端	300 mm <sup>2</sup> (600MCM)	2.1 mm <sup>2</sup> (14 AWG)	-	40 N·m (354lb.-in.)	M 10

## 第六章

辅助的端子块	1-4	辅助的控制电压 <sup>(3)</sup> PS+, PS-	1.5 mm <sup>2</sup> (16 AWG)	0.2 mm <sup>2</sup> (24 AWG)	-	-	-
	5-6		4.0 mm <sup>2</sup> (10 AWG)	0.5 mm <sup>2</sup> (22 AWG)	0.6 N·m (5.3lb.-in.)	0.6 N·m (5.3lb.-in.)	-
风扇端子块 (仅用于公共母线)	5-6	用户提供风扇电压 0V AC, 120V AC, 240V AC	4.0 mm <sup>2</sup> (10 AWG)	0.5 mm <sup>2</sup> (22 AWG)	0.6 N·m (5.3lb.-in.)	0.6 N·m (5.3lb.-in.)	-
直流总线 (2个端子)	9 <sup>(7)</sup>	直流输入/外部制动(内部制动选项没有选定)	185.0mm <sup>2</sup> 350MCM	95.0 mm <sup>2</sup> 4/0 AWG	40 N·m (340lb.-in.)	40 N·m (340lb.-in.)	-
	10 <sup>(8)</sup>		300 mm <sup>2</sup> (600MCM)	2.1 mm <sup>2</sup> (14 AWG)	-	40 N·m (354lb.-in.)	M 12
带有制动功能的直流总线(3个端子)	9 <sup>(7)</sup>	直流输入/内部制动(内部制动选项已选定)	185.0mm <sup>2</sup> 350 MCM	95.0 mm <sup>2</sup> 4/0 AWG	40 N·m (340lb.-in.)	40 N·m (340lb.-in.)	-
	10 <sup>(8)</sup>		300 mm <sup>2</sup> (600MCM)	2.1 mm <sup>2</sup> (14 AWG)	-	40 N·m (354lb.-in.)	M 12
电缆夹	9, 10	电缆夹防止把电缆拉紧					-

<sup>(1)</sup>这些是端子块最大/最小规格 - 不是推荐值。

<sup>(2)</sup>在对终端块进行拆卸或安装时,为了避免对端子造成损坏,我们在端子的另一端给加上螺母增加反抗转矩。

<sup>(3)</sup>不是所有的端子在变频器上都有。

<sup>(4)</sup>参阅变频器内的端子块标签。

<sup>(5)</sup>不要超过最大的接线规格。可能需要并联连接。

<sup>(6)</sup>外部的控制电源: UL 安装 - 300V DC, ± 10%。非 UL 安装 - 270-600V DC, ± 10%。

1-6 型框架, 100 W

<sup>(7)</sup>直流端子和制动手柄均可拆卸。

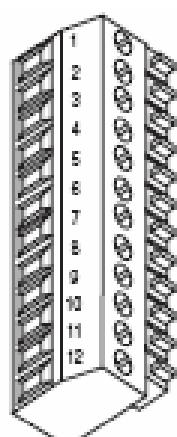
<sup>(8)</sup>这些接线都是导电条类型的,需要使用接线片类型的连接器。

## 6.2.2 PowerFlex700S 控制端子

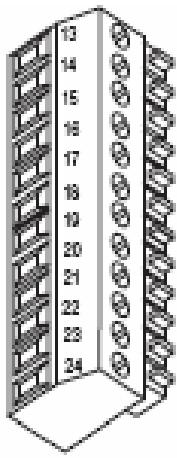
PowerFlex700S 的 TB1、TB2 端子块说明如表 6-20、表 6-21 所示。

表 6-20 TB1 端子块说明

编 号	信号	出 厂 缺 省 值	说 明	相 关 参 数
1	模拟量输入 1 公共端	V	双极型, 差动输入 +/-10V, 0-20 mA, 13 位 +信号	
2	模拟量输入 1 (+/-)		电压情况下 20 千欧 阻抗 电流情况下 500 欧 阻抗	800
3	屏蔽	NA	模拟输入已屏蔽	
4	模拟量输入 2 公共端	V	双极型, 差动输入 +/-10V, 0-20 mA, 13 位 +信号	

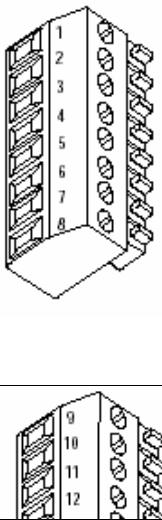


## 第六章



5	模拟量输入 2 (+/-)		电压情况下 20 千欧 阻抗 电流情况下 500 欧阻抗	806
6	模拟量输入 3 [NTC-] 公共端	V	差分输入 t, 0-10V, 10 位 (电机控制方式 FOC2, 这是温度适应输入方式)	
7	模拟量输入 3 [NTC+]			812
8	屏蔽	NA	模拟输出已屏蔽	
9	模拟量输出 1 (-)	V	双极型, 差分输入 +/-10V, 0-20	832
10	模拟量输出 1 (+)		mA, 13 位 +信号	833
11	模拟量输出 2 (-)	V	至少 2k Ohm 负载	839
12	模拟量输出 2 (+)			840
13	+10V	NA	额定值：最大负载电流 20 mA (推荐 5 千欧 pot)	
14	10V 公共端	NA		
15	-10V	NA		
16	编码器 A 端	NA	每个通道的标称电流为：20mA	
17	编码器 A 非端	NA		
18	编码器 B 端	NA		
19	编码器 B 非端	NA		
20	编码器 Z 端	NA		230-
21	编码器 Z 非端	NA		233
22	编码器供电 +	NA	给编码器提供 12V 或者 5V 直流 电源输入的接口 Rating：最大值为 300mA	
23	编码器供电 -	NA		
24	编码器屏蔽	NA	编码器屏蔽线连线点	

表 6-21 TB2 端子块说明



编 号	信号	出 厂 缺 省 值	说明	相 关 参 数
1	24V 直流公共端 (-)	NA	变频器提供的 24V 直流逻辑输入电源 额定值：最大负载时 300mA	
2	24V 直流源 (+)	NA		
3	数字量输出 1		24V 交流, 集电极开路额定值： 内部电源=150mA 外部电源=750mA	816 847
4	数字量输出 1/2 公共端	NA	数字量输出端 1 和 2 的公共端	
5	数字量输出 2		24V 交流, 集电极开路额定值： 内部电源=150mA 外部电源=750mA	851 852
6	继点输出 3 (NC)		继点触点输出 额定值： 115V AC/24V AC=2A (最大), 感性/阻性	
7	继点输出 3 公共端	NA		856
8	继点输出 3(不使用)			867
9	数字量输入 1-3 公共端	NA	数字量输入 1-3 的公共端	
10	数字量输入 1		12-24V 直流电源高速数字量输入 负载：在 24V 直流输入下 15 mA	825
11	数字量输入 2			826
12	数字量输入 3		负载：在 24V 直流电源输入下 15 mA	827

## 第六章

	13	数字量输入 4-6 公共端	NA	数字量输入 4-6 的公共端	
	14	数字量输入 4		负载：在 24V 直流输入下 10mA	828
	15	数字量输入 5		灌入/拉出	829
	16	数字量输入 6	HW 使能	负载：在 115V 交流输入下 7.5mA	830

## 6.3 PoweFlex700S 的内置键盘操作

- 变频器的外部和内部的通讯接线如图 6-2 所示。

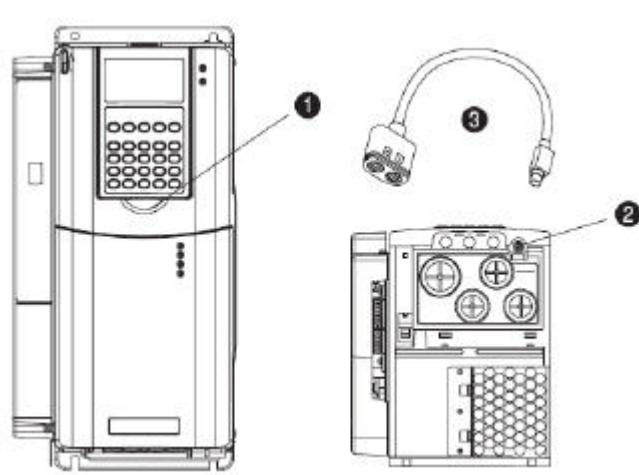


图 6-2 PowerFlex700S 的通讯端口

通讯端口号说明如表 6-22 所示。

表 6-22 通讯端口说明

编号	连接端口	说明
	DPI 端口 1	机箱内安装的 HIM 连接
	DPI 端口 2	手持或远程选件的电缆连接
	DPI 端口 3 或 2	连接到 DPI 端口 2 的分配电缆, 提供一个附加端口

- HIM 显示信息如表 6-23 所示。

表 6-23 HIM 信息说明

显示	说明
	方向 变频器状态 报警 自动/手动 信息提示
	指定或输出的频率
	编程/监控/故障解决

## 第六章

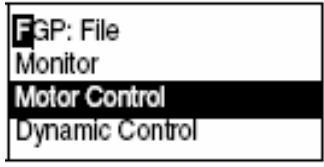
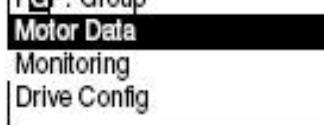
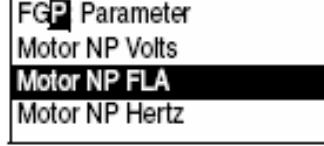
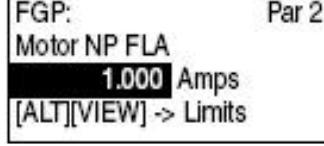
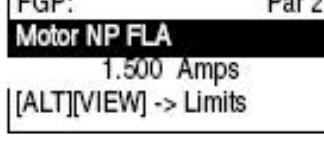
ALT 功能：要使用 ALT 功能，按下 ALT 键后放开，再按下与下列功能对应的编程键。ALT 键功能如表 6-24 所示。

表 6-24 ALT 键功能说明

按 ALT 键后再按下.....	使用功能.....		
<b>ALT</b>	 Esc	S.M.A.R.T	该功能不可用
	 Sel	查看	允许你选择：参数显示格式和参数或组的详细信息
	 ▲	语言	该功能不可用
	 ▼	自动/手动	该功能不可用
	 ←	拆卸	如果 HIM 不是最后一个控制设备，且没有对变频器进行手动控制，则允许拆除 HIM，不会造成故障。
	 •	EXP	允许输入作为注释的数值
	 +/—	参数编号	允许输入参数编号，用作查看/编辑。

使用 LCD HIM 查看和编辑参数操作举例如表 6-25 所示。

表 6-25 使用 LCD HIM 查看和编辑参数操作过程

步骤	按键	显示内容范例
1. 在主菜单中，按向上箭头或向下箭头键滚到到“Parameter (参数)”	 或者 	
2. 按回车键，在顶行显示“PGP File(文件)”在它下面显示 3 个开头的文件		
3. 按向上箭头键或向下箭头键在文件列中滚动	 或者 	
4. 按回车选择文件。文件的下面显示文件所在的组		
5. 重复步骤 3 和 4 选择某个组的某个参数。出现参数的数值屏幕		
6. 按回车键进入编辑模式		
7. 按向上箭头键或向下箭头键编辑值。如果有需要，可以按 Sel 键选择不同的数字、字符或位。允许修改的数字或位会变成高亮	 或者 	
8. 按回车键保存数值。如果想取消这次修改，按 Esc 键		
9. 按向上箭头键或向下箭头键可以在改组所有的参数中滚动，按 Esc 键返回到组列表	 或者 	

### 3. 参数连接

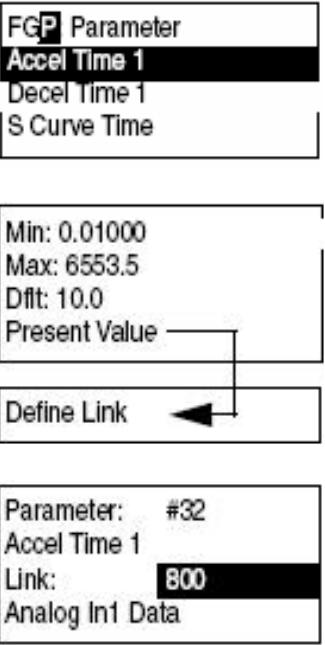
大部分的参数值可以由用户直接地输入。然而，某些参数可以“连接”，即某一参数值可以变成另一个参数值。例如：将一个模拟量输入值连接到[Accel Time 1] ( 加速时间 1 )，而不是通过 HIM 直接输入一个加速时间。参数连接允许通过模拟量信号改变参数值。这为高级应用提供一个附加适应性。

设置每一个参数连接都有两部分：

- 源参数——信息的发送者
- 目的参数——信息的接收者

建立一个连接的过程如表 6-26 所示。

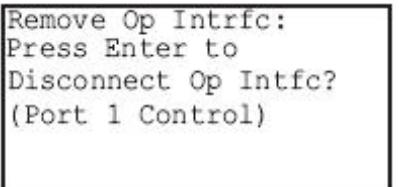
表 6-26 建立连接

步骤	按键	显示内容范例
<p>1. 选择一个要连接的有效目的参数。显示参数值。</p> <p>2. 按回车键编辑该参数。光标将移动到数值上。</p> <p>3. 按 ALT 和参看 (Sel)。然后按向上箭头键或向下箭头键把“当前值”改变为“定义连接”，按回车键。</p> <p>4. 输入源参数号并按回车键。通过重复步骤 1-4 和选择“当前值”或“定义连接”，连接的参数现在可以在两种不同的方式下查看。如果尝试编辑一个连接参数的数值，将显示“参数被连接！”指示该参数值来自源参数，不能编辑。</p> <p>5. 如果移除连接，重复步骤 1-5 并改变源参数号为 0</p> <p>6. 按 Esc 键返回到组列表</p>		

#### 4. 卸载/安装 HIM

可以在变频器上电工作的情况下卸载或安装 HIM，操作过程如表 6-27 所示。

表 6-27 卸载或安装 HIM 的过程

步骤	按键	显示内容范例
<p>1. 卸载 HIM...</p> <p>2. 按 Alt 键和回车 (卸载) 键。出现卸载 HIM 配置屏幕。</p> <p>3. 按回车键确定你要卸载 HIM。</p> <p>4. 从变频器上卸载 HIM</p> <p>安装 HIM...</p> <p>插入到变频器中或连接电缆</p>		

## 6.4 PowerFlex ® 700S Phase II 的 Startup

1. 实验目的 :设计这个实验的目的是让使用者能够熟练地使用 HIM 进行 700S Phase II 变频器的起动操作。
2. 实验设备 :
  - PowerFlex ® 700S Phase II Demo
  - 带有差分编码器的交流电机
3. 实验准备 :
  - 将交流电机连接在 700S demo 背后的电机连接器上
  - 将交流电机的编码器连接在 700S demo 背后的编码器连接器上
  - 将 demo 上电
  - 将变频器的参数恢复到工厂缺省值
4. 通过 HIM 的辅助起动
  - (1) 电机数据
    - 1) 从 HIM 上的主菜单进入 Start-up 历程。如果上次的 Startup 没有完成 , 选择 Start Over。
    - 2) 现在变频器询问你是否要仿照 PowerFlex 700 Start-up。选择否然后点击确定。
    - 3) 选择 Motor Cnfg/Tests。阅读显示的文字并且点击确定。此时 HIM 显示的信息表示在 Motor Cnfg/Tests 的过程中 , HIM 将是起动/停止源。点击确定继续 Start-up 历程。
    - 4) 选择 Motor/Ctrl Data 并点击确定。
    - 5) 现在你进入了选择控制模式的菜单。选择 FOC 控制方式。这是 Powerflex700S 和 700VC 的矢量控制方式。
    - 6) 输入电机的额定数据。注意电机的极数是由输入的电机数据计算出来的。
    - 7) 对于动态制动电阻的配置 , 我们选择 none。这表示没有动态制动电阻或者没有其他方式消耗掉再生能量。当选择 none 时 , 总线调节器自动地投入来防止过电压错误。
  - (2) 电机测试
    - 1) 按照顺序执行电机测试。首先选择反馈配置。当反馈丢失时 , 设置变频器报错并惯性停车。将编码器 0 和编码器 1 设置为 1024PPR。
    - 2) 执行电源诊断测试。在这项测试中 , 需要在 HIM 上起动变频器。当测试完成时点击 stop 键。
    - 3) 执行方向测试。这项测试用于检查电机的转动方向是否正确。
      - 如果当前电机转动的方向不是正向 , 选择 no , 然后将变频器下电 , 更换电机任意两项的顺序 , 或者改变变频器内部的参数以实现换向。再次测试电机转动方向 , 此时电机应该以另一个方向转动。
    - 4) 执行电机的 Auto-tune。这项工作可以测量电机的特性。连接负载的电机要可以执行 rotate tune。如果负载太大或者在 Auto-tune 过程中负载不允许转动 , 用户可以执行 static tune。static tune 测量除磁通电流以外的电机特性 , 而变频器会根据电机数据估算出磁通电流。
    - 5) 执行惯量测试。惯量测试通常要在连接了负载的电机上执行。变频器会提示你输入速度调节器的带宽参数。可以设置 10 rad/sec。
    - 6) 惯量测试完成后退出电机测试菜单。

## (3) 速度限制

1) 设置正向速度限制为 2000RPM，反向速度限制为-2000RPM。设置绝对超速为缺省值。

2) 完成速度限制设置后，退出 Motor Cnfg/Tests 菜单。

## (4) 速度给定

1) 在 Startup 菜单中，选择 Application Cnfg。

2) 选择 Speed Control。设置 +/- Speed Reference 来控制方向。+/-Speed Reference 意味着变频器可以接受正向或者反向的速度给定值，给定值可以来自模拟量输入，预置速度，或者网络。

3) 设置 HIM 做为速度给定。

4) 选择数字量输入。选择 3 线控制。设置正常停车方式为斜坡停车。

5) 设置所有的数字量输入为“Not Used”。使用 HIM 上的起动键和停车键来控制变频器。

6) 从 Application Cnfg 菜单中退出。

7) 从 Assisted Startup 历程中退出。

## 5. 运行变频器

(1) 如果在 HIM 上提示“Reset Required”，那么将变频器重新上电。当某些与 SynchLink 相关的参数改变时，会出现“Reset Required”的情况。

(2) 在 HIM 上起动 700S，在 HIM 上改变变频器的给定频率。

(3) 退到 HIM 的主显示画面，上面显示速度、直流母线电压、输出频率。

(4) 停止变频器。

## 6.5 PowerFlex ® 700S Phase II 点到点位置控制实验

1. 实验背景 : The PowerFlex ® 700S Phase II 加入了“Pt to Pt”的位置控制功能。用户可以使用“Pt to Pt”位置控制功能来使变频器运行给定的距离。在不使用 DriveLogix 处理器的情况下，以工程单位为给定单位的给定值经过电子齿轮比后对变频器进行点到点的位置控制。“Pt to Pt”功能的典型应用场合为旋转工作台。

2. 实验目的 : 设计这个实验的目的是让使用者熟练的使用 PowerFlex ® 700S Phase II 变频器的点到点的位置控制功能。

3. 实验设备 :
  - 带有 20-COMM-E 的 PowerFlex ® 700S Phase II Demo
  - 带有差分编码器的交流电机
  - 以太网线
  - 装有 Drive Executive 软件的 PC
4. 实验准备
  - 使用以太网线将计算机和 PowerFlex ® 700S Phase II Demo 上的 20-COMM-E 连接起来
  - 将交流电机连接在 PowerFlex ® 700S Phase II Demo 背后的电机连接器上
  - 将交流电机编码器连接在 PowerFlex ® 700S Phase II Demo 背后的编码器连接器上
  - 将 Demo 上电
  - 在进行试验前要完成“PF700S Startup”实验，且不要将变频器恢复工厂缺省值。
5. 实验 1：点到点的位置控制实验

这个实验中将变频器设置为使用点到点的位置控制功能。

- (1) 单击 *Start* → *Programme* → *Rockwell Software* → *RSLinx* → *RSLinx*，启动 RSLinx。单击  图标，选择如下的驱动，如图 6-3 所示。



图 6-3 选择 Ethernet/IP 驱动

- (2) 点击 Add New 添加一个新的 Ethernet/IP 驱动，操作如图 6-3 所示。

## 第六章

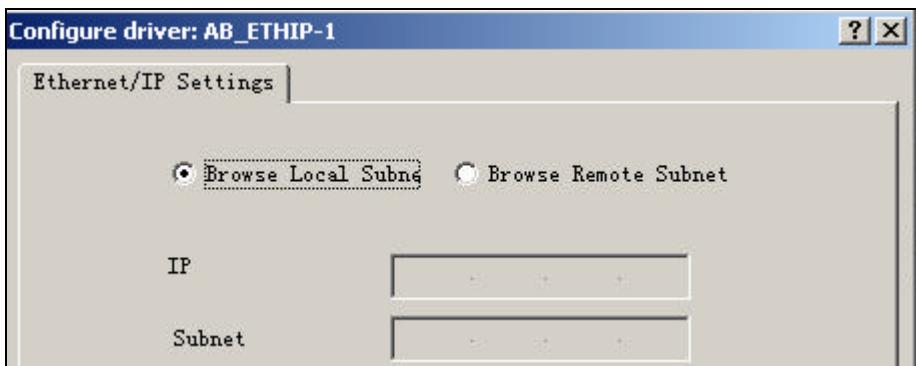


图 6-4 添加一个新的 Ethernet/IP 驱动

(3) 单击 *Start*→*Programme*→*Drive Tools*→*Drive Executive* ,打开 Drive Executive 软件。点击工具栏上的  图标 ,显示“Connect to the Drive”对话框 ,选择 IP 地址是 202.118.23.100 的变频器 ,点击 OK ,如图 6-5 所示。

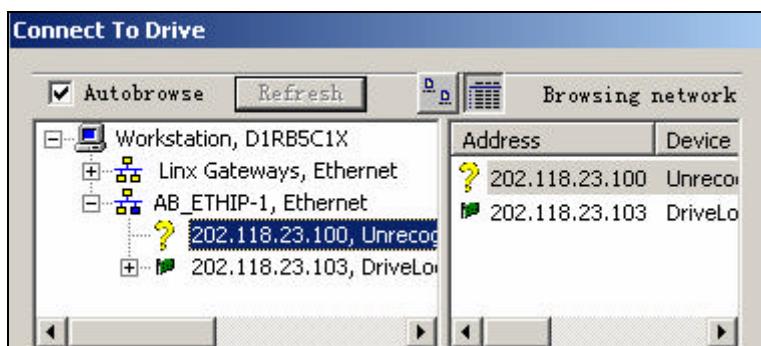


图 6-5 选择网络上的变频器

(4) 连接上变频器后 ,变频器参数线性列表显示如图 6-6 所示。

#	Parameter N...	Value	Units	Internal ...	S...
1	Motor NP Volts	460	Volt	460	0
2	Motor NP FLA	22.0000	Amps	0x41B000...	0
3	Motor NP Hertz	60.0000	Hz	0x427000...	0
4	Motor NP RPM	1750	RPM	1750	0
5	Motor NP Power	30.0000	Hp	0x41F000...	0
6	Mtr NP Pwr Un...	Hp		0	0
7	Motor Poles	4	Pole	4	0
9	Total Inertia	2.0000	Sec	0x400000...	0
10	Speed Ref 1	0.0000		0x000000...	0
11	Spd Ref1 Divide	1.0000		0x3F8000...	0
12	Speed Ref 2	0.0000		0x000000...	0
13	Spd Ref2 Multi	1.0000		0x3F8000...	0

图 6-6 变频器的参数列表

## 第六章

(5) 在 DriveExecutive 软件中 选择 *View→Options* ,点击 *Components* ,选中 *Show hidden parameters* ,然后点击 *OK*。这项操作使我们能够查看到所有与位置实验相关的参数。如图 6-7 所示。

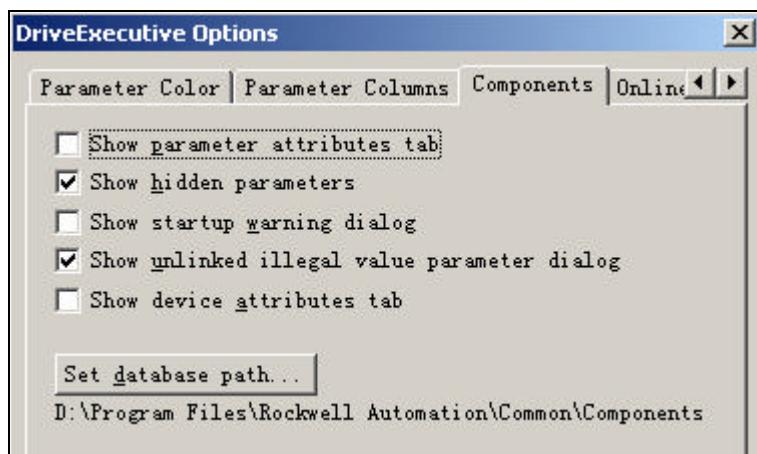


图 6-7 显示隐藏参数

(6) 修改 Linear list 中参数的方法。以修改参数 27 [Speed Ref A Sel]为例 ,双击该参数 ,然后出现如图 6-8 所示的对话框。

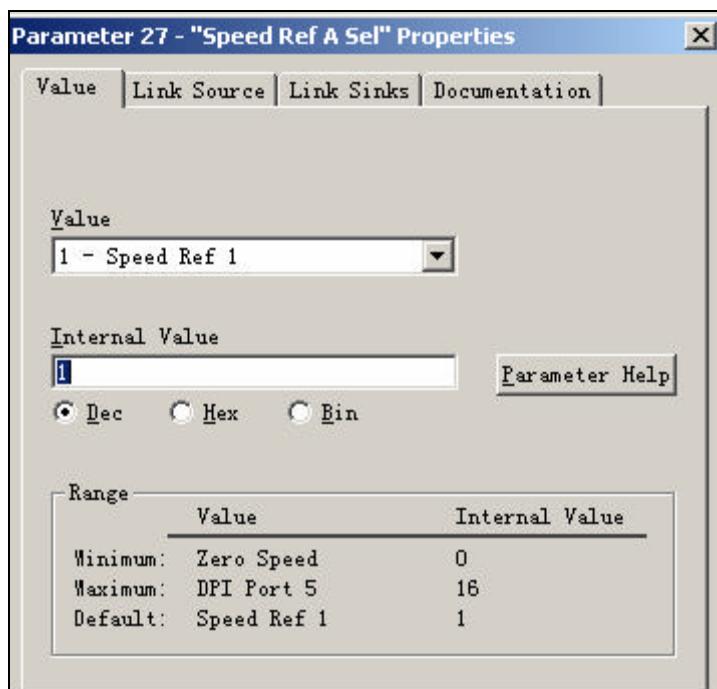


图 6-8 参数对话框

(7) 点击 *Value* 的下拉键 ,出现该参数可供选择的选项 ,选择后点击 *OK* 保存设置 ,如图 6-9 所示。

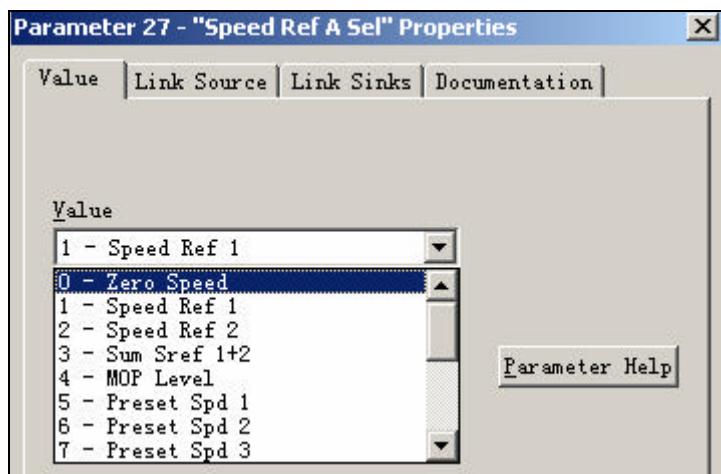


图 6-9 修改参数

(8) 按照上述方法，在 Drive Executive 软件的 Linear list 中修改如表 6-28 所示的参数。

表 6-28 参数修改列表

参数	设置	详细描述
P27 [Speed Ref A Sel]	0 = “Zero Speed”	在 pt to pt 模式中没有速度给定值
P90 [Spd Reg BW]	10 rad/sec	速度调节器带宽的缺省设置
P147 [FW Functions En]	Bit 16 = 1, 其它位不变	在固件中使能位置功能
P151 [Logic Command]	Bit 13 = 1, 其它位不变	打开位置使能位
P740 [Position Control]	Bit 1 = 1, 其他位不变	位置环调节器的输出加到速度给定上
P742 [Posit Ref Sel]	2 = “Pt to Pt”	选择点到点的位置控制
P745 [PositRef EGR Mul]	4096	位置环命令齿轮比的分母。电机每转一周变频器计 4 倍的编码器 PPR 脉冲边沿
P746 [PositRef EGR Div]	360	位置环命令齿轮比的分子 360 度 = 4096 个编码器脉冲边沿
P759 [Pt-Pt Accel Time]	1 秒	选择位置环的加速时间
P760 [Pt-Pt Decel Time]	1 秒	选择位置环的减速时间
P768 [PositReg P Gain]	4 rad/sec	位置调节器的缺省比例增益
P775 [XReg Spd LoLim]	-1750 RPM	设置位置环的反向最大速度
P776 [XReg Spd HiLim]	1750 RPM	设置位置环的正向最大速度

(9) 在 HIM 上启动变频器。将参数 758 [Pt-Pt Posit Ref] 设置为 360 度。观察到电机转过 360 度。当变频器完成运行时，观察电机到达指定位置的平滑性。也可以通过查看参数 769 [Position Error] 来得到位置的超调。

(10) 在参数 758 [Pt-Pt Posit Ref] 中设置几个不同的数值，观察电机的动作。然后将参数 758 [Pt-Pt Posit Ref] 设置为 0，使变频器回到位置 0。

(11) 停止变频器。

(12) 修改速度调节器的带宽来改善变频器的位置控制性能，设置如表 6-29 所示的参数。

## 第六章

表 6-29 修改速度环带宽参数

参数	设置	详细描述
P89 [Spd Err Filt BW]	500 rad/sec	该值>5 倍的参数 90 的值
P90 [Spd Reg BW]	100 rad/sec	设置速度调节器的带宽。该参数和系统的惯量同时决定了参数 81 [Spd Reg P Gain]和参数 82 [Spd Reg I Gain]的大小。很大的带宽使速度调节器响应的更快。

- (13) 在 HIM 上起动变频器。
- (14) 将参数 758 [Pt-Pt Posit Ref]设置为 36000 度。可以看到性能的某些区别吗？
- (15) 在参数 758 [Pt-Pt Posit Ref]设置几个不同的数值，观察电机的动作。然后将参数 758 [Pt-Pt Posit Ref]设置为 0。停止变频器。
- (16) 修改位置调节器的比例增益来改善变频器的性能，设置如表 6-30 所示的参数。

表 6-30 修改位置环比例增益

参数	设置	详细描述
P768 [PositRef P Gain]	20 rad/sec	该参数是位置调节器的比例增益，一般设置为速度环带宽参数的三分之一到五分之一。

- (17) 在 HIM 上起动变频器。
  - (18) 将参数 758 [Pt-Pt Posit Ref]设置为 36000 度。可以看到性能的某些区别吗？
  - (19) 将参数 758 [Pt-Pt Posit Ref]设置为 0。停止变频器。
6. 实验 2：使用数字量输入来控制点到点的位置定位
- PowerFlex700S Phase II 可以使用 4 个数字量输入来选择 16 个预置位置。变频器内置的位交换功能块和 16 个预置位置的选择开关可以完成这个实验。在这个实验中我们使用 2 个数字量输入来选择 4 个预置位置。

为点到点的控制设置连接。变频器中的参数连接是变频器内置的软连接方式。连接的意义是将源参数的数值发送到目的参数中。双击参数 758 [Pt-Pt Posit Ref] 点击 Link Source，然后选择参数。操作方法如图 6-10 所示。

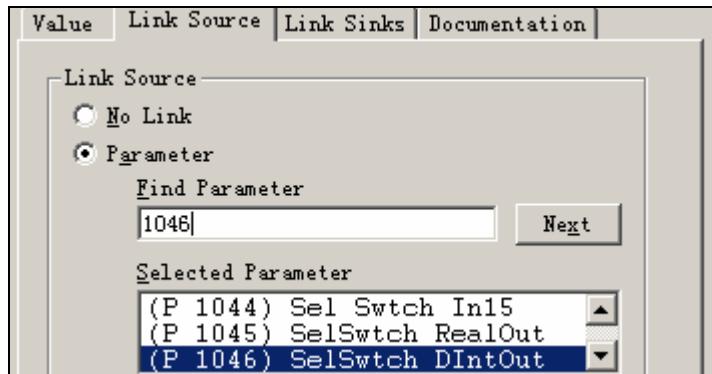


图 6-10 设置参数连接

- (1) 在 Drive Executive 软件中设置如表 6-31 所示的参数连接。

## 第六章

表 6-31 参数连接列表

目的参数	源参数	详细描述
P758 [Pt-Pt Posit Ref]	P1046 [SelSwtch Dint Out]	将 16 个预置位置的选择开关的输出 即参数 1046 [SelSwtch Dint Out]连接到点到点的位置给定
P862 [BitSwap 1B Data]	P824 [Local I/O Status]	P824 [Local I/O Status]用于监视数字量输入状态
P865 [BitSwap 2A Data]	P864 [BitSwap 1 Result]	位交换 1 的输出发送给位交换 2 的输入
P867 [BitSwap 2B Data]	P824 [Local I/O Status]	P824 [Local I/O Status]用于监视数字量输入状态
P870 [BitSwap 3A Data]	P869 [BitSwap 2 Result]	位交换 2 的输入发送给位交换 3 的输入
P872 [BitSwap 3B Data]	P824 [Local I/O Status]	P824 [Local I/O Status]用于监视数字量输入状态
P1022 [Sel Switch Ctrl]	P874 [BitSwap 3 Result]	位交换 3 的输出发送给参数 1022 [Sel Switch Ctrl]

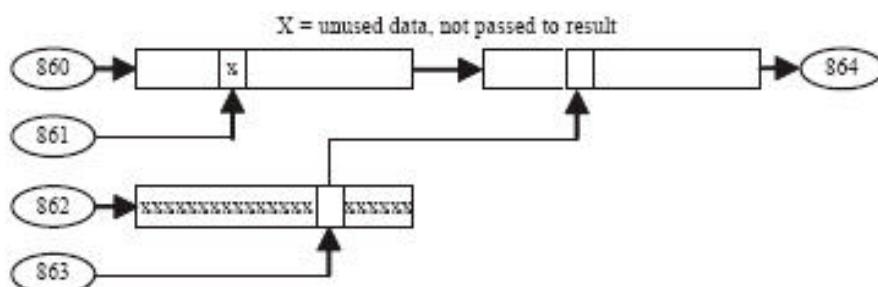
(2) 在 Drive Executive 软件中设置如表 6-32 所示的参数。

表 6-32 参数设置列表

参数	设置	详细描述
P860 [BitSwap 1A Data]	所有的位为 0	
P861 [BitSwap 1A Bit]	0	位交换 1 用于开启参数 1022 [Sel Switch Ctrl] 的第 0 位
P863 [BitSwap 1B Bit]	3	使用数字量输入 3
P866 [BitSwap 2A Bit]	1	位交换 2 用于开启参数 1022 [Sel Switch Ctrl] 的第 1 位
P868 [BitSwap 2B Bit]	4	使用数字量输入 4
P871 [BitSwap 3A Bit]	2	位交换 3 用于开启参数 1022 [Sel Switch Ctrl] 的第 2 位
P873 [BitSwap 3B Bit]	5	使用数字量输入 5
P1029 [SelSwtch In00]	0	0 度
P1030 [SelSwtch In01]	1980	1980 度 (5.5 圈)
P1031 [SelSwtch In02]	18090	18045 度 (50.25 圈)
P1032 [SelSwtch In03]	36000	36000 度 (100 圈)

上述参数连接和参数设置使用到了位交换功能。将上述位交换功能解释如下：

- 参数 860 [BitSwap 1A Data] 为被交换的数据 1 , 设定参数 861 [BitSwap 1A Bit] 的值为 0 , 指出 860 [BitSwap 1A Data] 的第 0 位将被交换 ; 参数 862 [BitSwap 1B Data] 为交换数据 1 , 设定参数 863 [BitSwap 1B Bit] 的值为 3 , 指出 862 [BitSwap 1B Data] 的第 3 位将参与位交换。上述设定完成后 , 参数 860 [BitSwap 1A Data] 的第 0 位将与参数 862 [BitSwap 1B Data] 的第 3 位进行交换。位交换的结果保存在参数 864 [BitSwap 1 Result] 中 , 交换过程如图 6-11 所示。



## 第六章

图 6-11 位交换过程

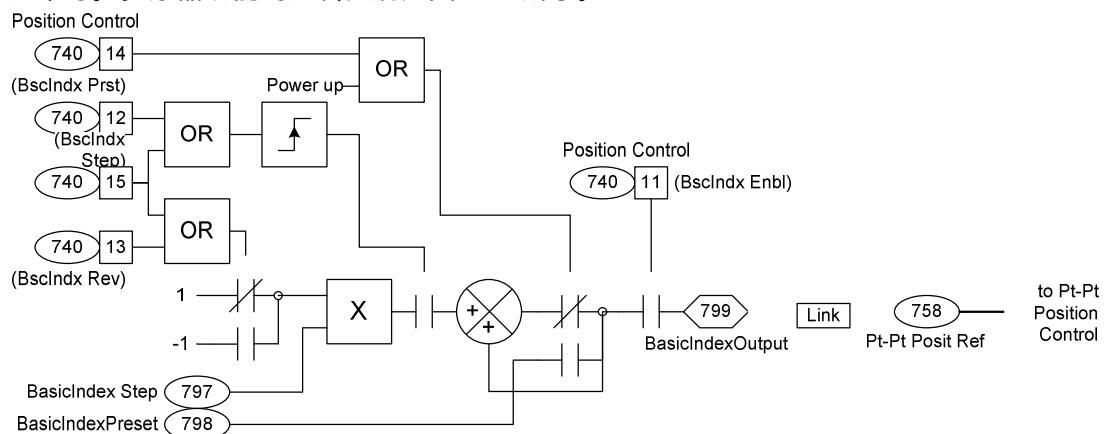
- 数据 1 是一个 16 位的字，且所有位都为 0，将本地 I/O 状态的第 3 位替换到数据 1 的第 0 位，替换结果再送给参数 864
- 再将本地 I/O 状态的第 4 位替换到数据 2 的第 1 位，替换结果再送给参数 869
- 再将本地 I/O 状态的第 5 位替换到数据 3 的第 2 位，替换结果再送给参数 1022 [Sel Switch Ctrl]，即此时参数 1022 [Sel Switch Ctrl] 的第 0、1、2 位由本地 I/O 的第 3、4、5 位来控制，本地 I/O 状态字的第 3、4、5 位分别是变频器数字量输入 3、4、5 的状态
- 参数 1022 [Sel Switch Ctrl] 的第 0 位用来更新数据输出，第 1 - 4 位用来选择 16 个预置位置，这样我们就实现了通过控制数字量输入 3、4、5 来选择预置位置
- 这里我们预置了 4 个位置，可以通过数字量输入 4、5 来选择

## 测试实验设置

- 让数字量输入 4 和数字量输入 5 处在打开的位置
- 校准电机以确保知道 0 度的位置
- 在 HIM 上起动变频器
- 闭合数字量输入 4，然后点击数字量输入 3。检查变频器到达位置 1 (5.5 圈)
- 打开数字量输入 4，然后点击数字量输入 3。检查变频器返回到位置 0 (0 度)
- 闭合数字量输入 5，然后点击数字量输入 3。检查变频器到达位置 2 (50.25 圈)
- 保持数字量输入 5 的位置不变，并闭合数字量输入 4。然后点击数字量输入 3。检查变频器到达位置 3 (100 圈)
- 打开数字量输入 4 和数字量输入 5，然后点击数字量输入 3。检查变频器返回到位置 0
- 不要将变频器恢复到工厂缺省值

## 6.6 PowerFlex 700S Phase 步序器实验

1. 实验背景：PowerFlex 700S 具有“步序器”功能，该功能每执行一步，点对点的位置给定值就增加或减少 1 个单位。位置给定值可以通过上个实验中的点到点位置控制来给定。使用变频器的步序器功能无需 DriveLogix 处理器。下面的实验将利用两个数字量输入来实现步序器功能。步序器在实际中的一个典型应用是步序传送带，如给冲床送料的传送带等。步序器功能的逻辑实现如图 6-12 所示。



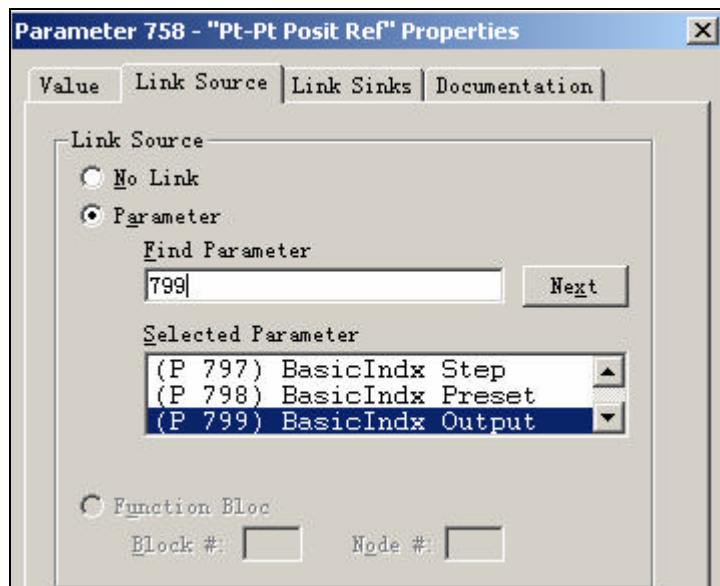


图 6-13 设置参数连接

(3) 配置步序器的参数。这一部分将描述如何设置变频器的参数，使其能够实现点到点的位置控制功能。在变频器中设置如表 6-33 所示的参数。

表 6-33 设置变频器的参数

参数	设置	详细描述
P90 [Spd Reg BW]	10 rad/sec	速度调节器的缺省带宽设置
P27 [Speed Ref A Sel]	0 = “Zero Speed”	在点到点模式下没有速度给定
P147 [FW Functions En]	Bit 16 = 1, 其它位不变	在固件中使能位置功能
P151[LogicCommand]	Bit 13 = 1, all other bits off	打开位置使能位
P740[Position Control]	Bit 1 = 1, Bit 11 = 1 其它位不变	设置位 1 的目的是将位置调节器的输出加到速度给定上；位 11 是打开步序器功能
P742 [Posit Ref Sel]	2 = “Pt to Pt”	选择点到点的定位模式
P745 [PositRef EGR Mul]	4096	位置环命令齿轮比分子； 电机旋转一圈，变频器计 4 倍的 Encoder PPR 脉冲边沿
P746 [PositRef EGR Div]	360	位置环命令齿轮比分母； 360 度 = 4096 编码器脉冲边沿
P759[ Pt-Pt Accel Time]	1 second	位置环的加速时间设定为 1 秒
P760 [Pt-Pt Decel Time]	1 second	位置环的减速时间设定为 1 秒
P768 [PositReg P Gain]	4 rad/sec	位置调节器比例增益的缺省值
P775 [XReg Spd LoLim]	-1750 RPM	设定位置环的反向最大速度
P776 [Xreg Spd HiLim]	1750 RPM	设定位置环的正向最大速度
P797 [Posit Index Step]	90	步序器的步长利用电机旋转的度数来衡量，这里设定补偿为 90 度
P828 [Dig In4 Sel]	21 – Indx Step	数字量输入 4 指示正向前进
P829 [Dig In5 Sel]	22 – Indx StepRev	数字量输入 5 指示反向前进

(4) 在 HIM 上启动变频器。

## 第六章

(5) 触发 PowerFlex® 700S Phase II 数字量输入 4, 检验步序器前进的步长是否为电机正向旋转 90 度。

(6) 触发 PowerFlex® 700S Phase II 数字输入 5, 检验步序器前进的步长是否为电机向另一个方向旋转 90 度。

(7) 停止变频器。

(8) 下面将修改速度调节器的带宽参数以期获得更良好的性能, 设定如表 6-34 所示的参数。

表 6-34 修改速度环带宽

参数	设置	详细描述
P89 [Spd Err Filt BW]	500 rad/sec	设定为参数 90 大小的 5 倍以上 (含 5 倍)
P90 [Spd Reg BW]	100 rad/sec	为速度调节器设定带宽。[Spd Reg BW]和系统惯量共同决定了参数 81 [Spd Reg P Gain]和参数 82 [Spd Reg I Gain]的值。[Spd Reg BW]的值越大, 速度调节器的响应越快, 这一点我们将在下面的应用中得以验证

(9) 启动变频器, 使用步序器功能使变频器先后运行于正向和反向状态下, 观察响应是否相同。

(10) 下面将修改位置调节器的带宽参数以期获得更良好的性能, 设定如表 6-35 所示的参数。

表 6-35 修改位置环比例增益

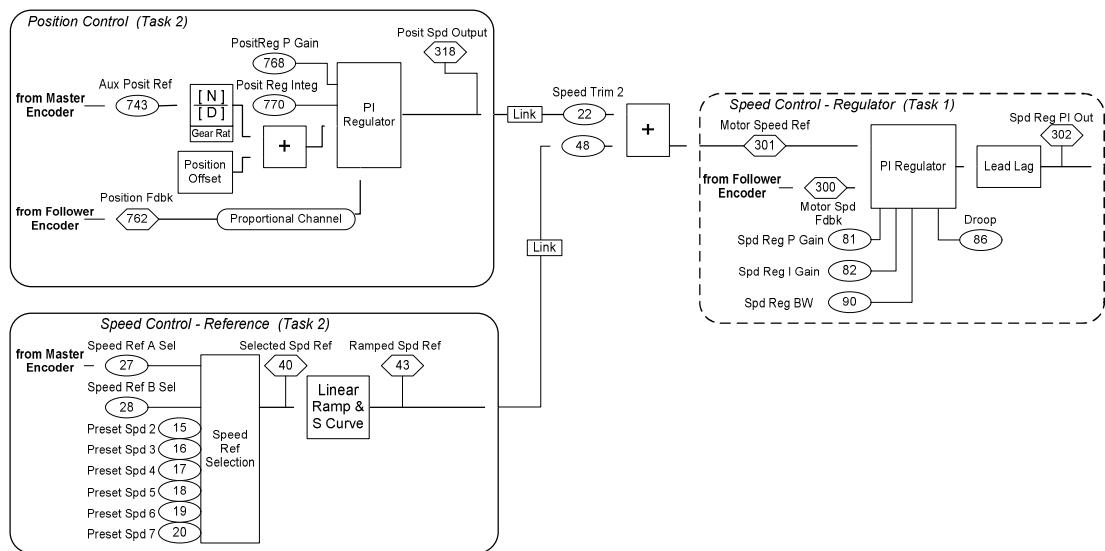
参数	设置	详细描述
P768 [PositRef P Gain]	20 rad/sec	该参数为位置调节器的比例增益, 其设定范围是参数 90 [Spd Reg BW]大小的 1/3 到 1/5

(11) 启动变频器, 使用步序器功能使变频器先后运行于正向和反向步序状态下, 观察响应速度是否相同。

(12) 停止变频器, 不要将变频器恢复到默认值。

## 6.7 PowerFlex ® 700S Phase II 齿轮比跟随实验

1. 实验背景：对于主从齿轮比系统，PowerFlex ® 700S Phase II 是一款性能非常优良的控制设备。电子齿轮跟随的含义是变频器所驱动的电机的速度和位置会跟随主编码器(手轮)的速度和位置，两者是通过虚拟的电子齿轮联系在一起。当主编码器旋转时，变频器将跟随其运动的速度和位置开始运动。位置环的引入可以通过增大或减小速度给定值(利用 Speed Trim 2 进行连接)来修正跟随误差，并保持主从两个编码器处于相同的状态。变频器最终得到的速度给定值将送入速度环调节器。齿轮比可根据速度和位置的不同而设定为不同的值。值得注意的是，位置环是在 PowerFlex ® 700S Phase II 内部完成的，无需通过 DriveLogix 处理器编程实现齿轮比的计算和位置跟随功能。比较典型的应用如一个由变频器驱动的滚轴跟随机器的另一部分运动，以及瓶子的填充压盖机。电子齿轮跟随的逻辑实现如图 6-14 所示。



## 第六章

- 将交流电机连接在 PowerFlex® 700S Phase II demo 背后的电机连接器上
- 将交流电机编码器连接在 PowerFlex® 700S Phase II demo 背后的编码器连接器上
- 将 demo 上电
- 我们将使用以前实验的电机数据和电机调试结果，因此，不要将变频器恢复工厂缺省。

## 5. 实验设置：

我们将变频器配置为从动者以跟随演示板前方的手轮编码器运动。

(1) 连接变频器的实验过程与上一实验中实验设置的步骤 1) 至步骤 4) 相同，在此不赘述。

(2) 设定参数连接，双击参数 12[Speed Ref 2]，此时，屏幕上会显示参数对话框。点击 Link Source 标签，然后进行参数选择。设置这个连接的目的是将手轮编码器反馈的速度作为速度给定 2，操作过程如图 6-15 所示。

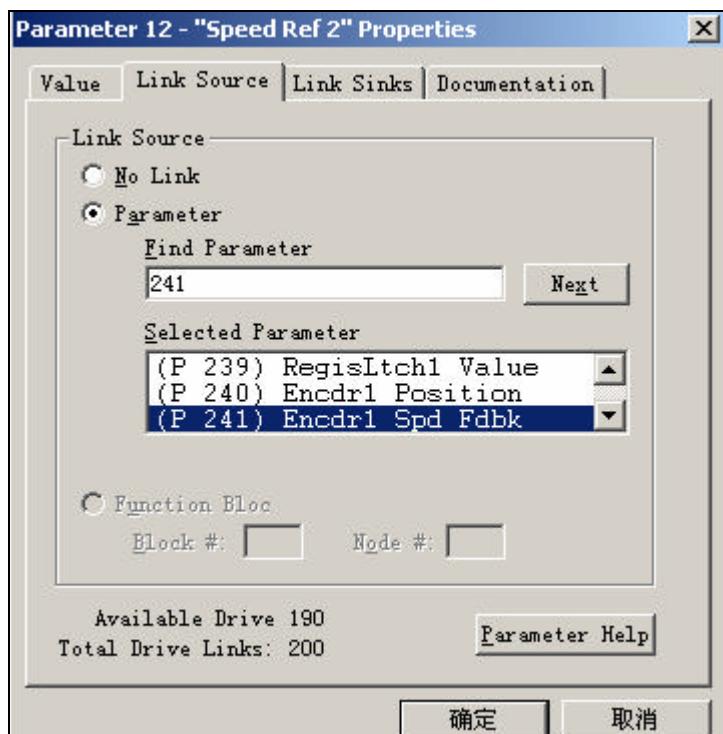


图 6-15 设置参数连接

使用上述方法，按照如表 6-36 所示设置变频器的参数连接。

表 6-36 需要设置的参数连接

目的参数	源参数	详细描述
P12 [ Speed Ref 2]	P241 [Encdr1 Spd Fdbk]	来自编码器 1 (手轮编码器) 的速度反馈作为速度给定值
P22 [Speed Trim 2]	P318 [Posit Spd Output]	位置环的输出用来微调速度给定值
P740 [Position Control]	No link	删除 P740 的所有连接

## 第六章

目的参数	源参数	详细描述
P743 [Aux Posit Ref]	P240 [Encdr1 Position]	来自编码器 1 ( 手轮编码器 ) 的位置反馈 作为位置给定值

(3) 在 Drive Executive 的 Linear List 中设置如表 6-37 所示的变频器参数。

表 6-37 需设置的变频器参数

参数	设置	详细描述
P27 [Speed Ref A Sel]	2 “Spd Ref 2”	选择来自手轮编码器的速度给定值 2 作为速度给定值
P90 [Speed Reg BW]	10 rad/sec	speed Reg BW 的默认设置
P128 [Regen Power Lim]	-2.0 per unit	在使用动态停车时 , 能够使用的再生能源限值可以达到 -200%
P147 [FW Functions En]	Bit 16 = 1, 其它位不变	使能固件中的位置功能
P151 [Logic Cmd]	Bit 0 =1, Bit 13 = 1, 其它位都为 0	设定位 0 禁止速度给定斜坡 ; 设定位 13 使能位置环
P242 [Encoder1 PPR]	1024	手轮编码器每转发出的脉冲数
P740 [Position Control]	Bit 1 = 1, 其它位不变	设定位 1 将允许位置环输出速度信号 , 以修正跟随误差
P742 [Posit Ref Sel]	1=AuxPositRef	将位置给定设置为辅助位置给定 , 而辅助位置给定值来自于手轮编码器的位置反馈 , 所以变频器的位置将跟随手轮的位置。辅助位置给定的典型应用就是跟随运动
P745 [PositRef EGR Mul]	1	位置环指令齿轮比分子
P746 [PositRef EGR Div]	1	位置环指令齿轮比分母
P768 [PositRef P Gain]	4	位置环比例增益的缺省值

(4) 此时从动变频器的齿轮比配置为 1:1。在 HIM 上起动变频器 检验参数 741 [Position Status] 的位 7 是否使能 , 此位代表速度环是否使能。

(5) 缓慢地旋转手轮 1 圈 , 检验电机是否与手轮同一方向旋转 1 圈。同时观察参数 769 [Position Error] , 通常情况下 , 位置误差在加速和减速过程中最大。而且 , 如果功率、转矩或电流达到了限值 , 位置误差也会变大。

注意 : 变频器记录编码器脉冲的边沿。对于差分编码器 , 变频器记录的是 A , Anot , B , Bnot 信号。例如 , 当电机转 1 圈时 , 1024PPR 的编码器记录 4096 次。位置给定和位置偏差记录的都是脉冲的边沿。所以 20 个偏差信号实际上是  $(20/4096) \times 360 = 1.8$  度。

(6) 停止变频器。

(7) 下面将修改速度调节器的带宽参数以期获得更良好地性能。设定如表 6-38 所示的参数。

表 6-38 修改速度环带宽参数

参数	设置	详细描述
P89 [Spd Err Filt BW]	500 rad/sec	该参数设定为参数 90 大小的 5 倍以上 ( 含 5 倍 )
P90 [Spd Reg BW]	100 rad/sec	为速度调节器设定带宽。 [Spd Reg BW] 和系统惯量共同决定了参数 81 [Spd Reg P Gain] 和参数 82 [Spd Reg I Gain] 的大小。 [Spd Reg BW] 的值越大 , 速度调节器的响应就越快 , 这一点我们将在下面的应用中得以验证。

(8) 启动变频器 , 旋转手轮并观察电机的跟随性能 , 能看出有不同吗 ? 停止变频器。

## 第六章

下面将修改位置环调节器的比例增益，设定如表 6-39 所示的参数。

表 6-39 修改位置环比例增益

参数	设置	详细描述
P768 [PositRef P Gain]	20 rad/sec	该参数为位置调节器的比例增益，其设定范围是参数 90 [Spd Reg BW] 大小的 1/3 到 1/5。需要注意的是，位置调节器的积分增益是被禁止的，一般来说在位置随动机构中无需此项功能。

(9) 启动变频器，旋转手轮并观察电机的跟随性能，能看出有什么不同吗？

(10) 停止变频器。

(11) 修改变频器齿轮比，以改变随动机构的旋转速度和位置，设置如表 6-40 所示参数。

注意：速度给定比例和位置环的电子齿轮比例必须设置为相同的比例。如果只设置位置环电子齿轮比例，那么随动机构将不能跟随上手轮的旋转。

表 6-40 修改跟随机构的齿轮比

参数	设置	详细描述
P13 [Spd Ref2 Multi]	0.25	设置速度给定值的比率
P745 [PositRef EGR Mult]	1	设置位置环电子齿轮比的分子
P746 [PositRef EGR Div]	4	设置位置环电子齿轮比的分母

(12) 齿轮比已经设置为 0.25，起动变频器，旋转手轮 4 圈，检验电机是否旋转 1 圈。

(13) 再次修改变频器的齿轮比，设置如表 6-41 所示的参数。

表 6-41 修改跟随机构的齿轮比

参数	设置	详细描述
P13 [Spd Ref2 Multi]	2	设置速度给定值的比率
P745 [PositRef EGR Mult]	2	设置位置环电子齿轮比的分子
P746 [PositRef EGR Div]	1	设置位置环电子齿轮比的分母

(14) 现在齿轮比已经设置为 2，起动变频器，旋转手轮 1 圈，检验电机是否旋转 2 圈。

(15) 停止变频器，不要将变频器恢复到缺省值。

## 6.8 PowerFlex ® 700S Phase II 齿轮比跟随 SynchLink 实验

1. 实验背景：在主从齿轮比多变频器系统中，带有 SynchLink 功能的 PowerFlex ® 700S Phase II 是一款性能非常杰出的控制设备。SynchLink 功能是在 PowerFlex ® 700S Phase II 中完成的，而不是在 DriveLogix 中，因此 DriveLogix 就无需使用 SynchLink。这样可以大大节约成本并省去了部分的安装工作。在所示的框图中，#1 变频器跟随主编码器（手轮编码器）的位置和速度给定值运行。然后，#1 变频器会将从主编码器反馈回的速度和位置给定值通过 SynchLink 发送到#2 变频器，此时#2 变频器被设定为跟随同一个手轮运动。齿轮比可以根据速度和位置的不同而设定为不同的值。齿轮比跟随 SynchLink 功能的逻辑实现如图 6-16 所示。

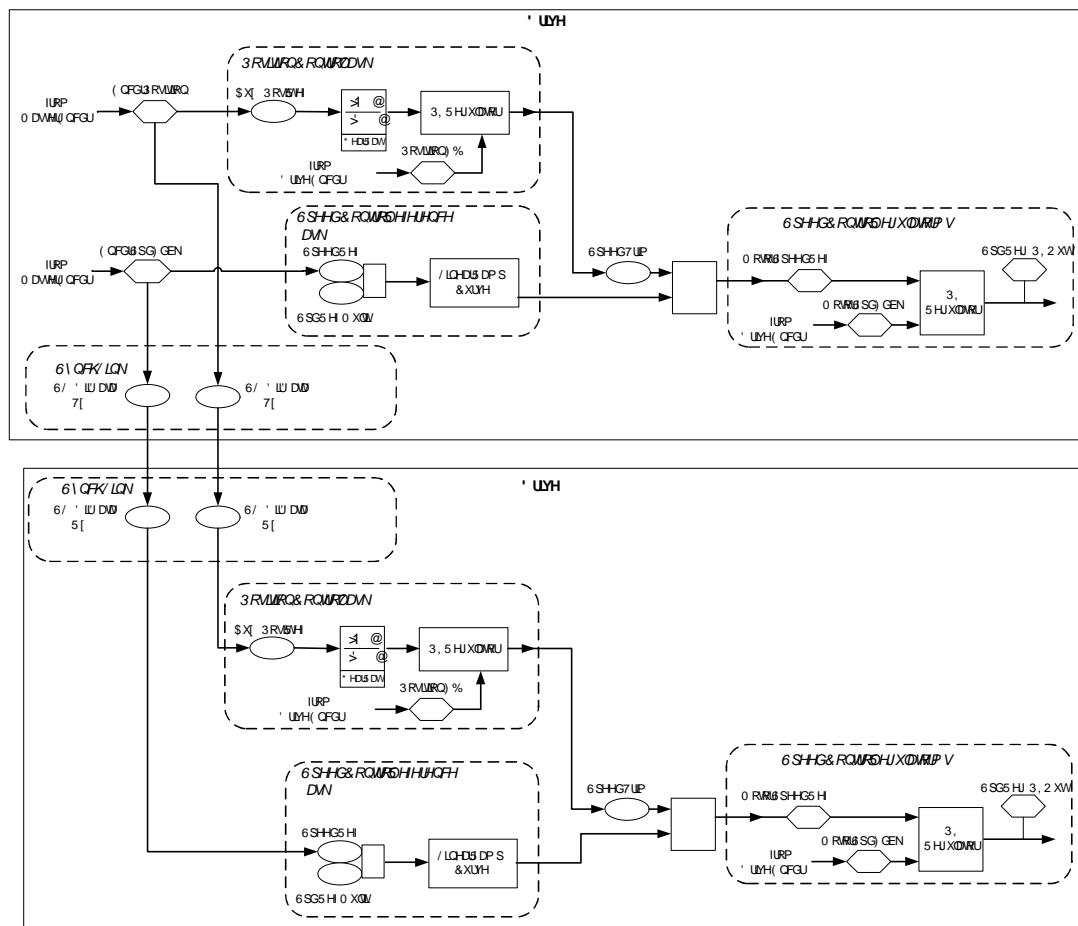


图 6-16 齿轮比跟随 SynchLink 功能的逻辑框图

2. 实验目的：设计这个实验的目的是为了让使用者熟练的使用变频器的齿轮比跟随

器功能以及 SynchLink 通讯功能。这个实验分为两个部分：

- 在两台变频器上使用 DriveExecutive SynchLink 对话框配置 SynchLink 通讯
  - 配置手轮和两台变频器之间的齿轮比
3. 实验设备：
- 两台带有 20-COMM-E 的 PowerFlex ® 700S Phase II Demos
  - 两台带有差分编码器的交流电机
  - 一根 SynchLink 光纤电缆
  - 以太网线
  - 安装了 DriveExecutive 的 PC 机
4. 实验准备：
- 使用以太网线将计算机和两台 PowerFlex700S Phase II Demos 都连接在以太网上。
  - 将两台交流电机非别连接在 PowerFlex700S Phase II demo 背后的电机连接器上
  - 将两台交流电机的编码器连接在 700S demo 背后的编码器连接器上
  - 使用 SynchLink 光纤连接两台 demo。如果 Drive1 只做为发送端，Drive2 只做为接收端，那么只需要一个光纤。连接方法是将 Drive1 的发送端连接到 Drive2 的接收端。变频器内的光纤连接头的位置如图 6-17 所示。

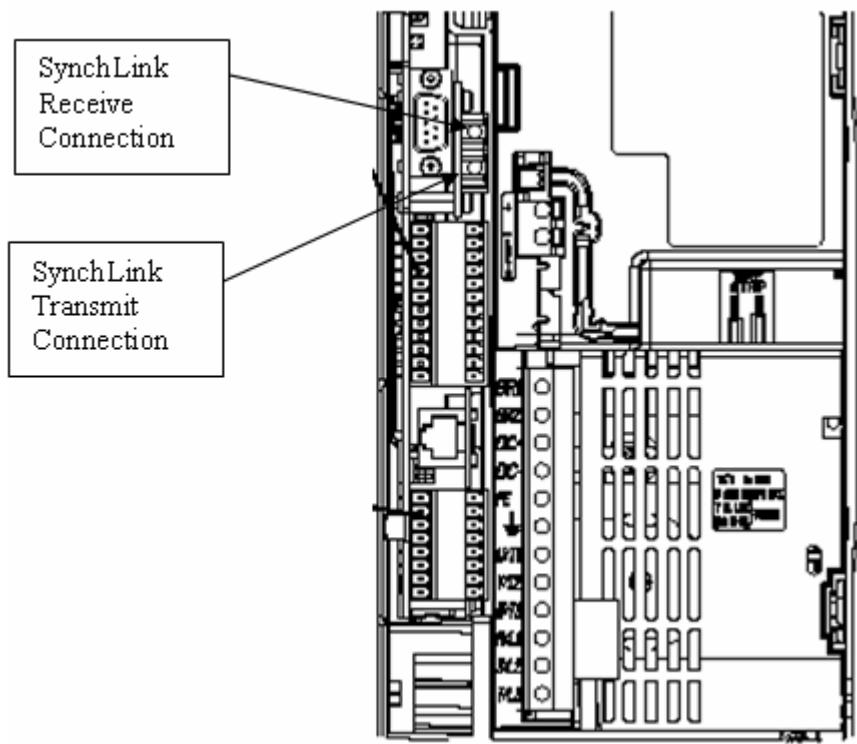


图 6-17 SynchLink 光纤连接头

- 将 demo 上电
- 在进行这个实验前，带有手轮的 #1 变频器必须已经完成了“PF700S Phase II 齿轮比跟随器”实验，我们将用到这个实验中的设置。因此，不要将 #1 变频器恢复到工厂缺省值。

## 5. 实验设置

SynchLink 的设定：在实验设置的这一部分，我们可以配置多台变频器通过 SynchLink 来跟随同一个手轮编码器运行。因为实验中我们只用一根光纤连接了两台变频器，所以一台变频器做为发送节点，另一台变频器做为接收节点。

1) 在这个实验中用到了两台变频器，两台变频器内都安装了 20-COMM-E 以太网适配器，计算机访问变频器的方式都是通过以太网。这里我们将 #1 变频器的 IP 地址设置为 202.118.23.100，将 #2 变频器的 IP 地址设置为 202.118.23.101，设置方法为在 #1 变频器的 HIM 上选择 Device select，选择 20-COMM-E，进入以太网适配器的参数菜单，将参数 03[IP Addr Cfg 1] - 参数 06[IP Addr Cfg 4]设置为 202、118、23、100，同时还需要设置以太网适配器的子网掩码，将参数 07[Subnet Cfg 1] - 参数 010[Subnet Cfg 4]设置为 255、255、255、0；#2 变频器的 IP 地址与子网掩码设置方法与此相同。计算机的 IP 地址设置为 202.118.23.99，子网掩码为 255.255.255.0。

2) 单击 *Start*→*Programme*→*Rockwell Software*→*RSLinx*→*RSLinx*，启动 RSLinx。单击  图标，选择如下的驱动，如图 6-18 所示。

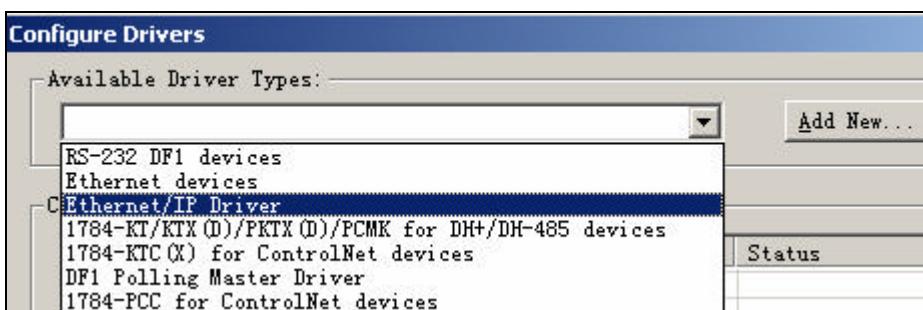


图 6-18 选择 Ethernet/IP 驱动

3) 点击 Add New，添加一个新的 Ethernet/IP 的驱动后点击 OK，操作如图 6-19 所示。

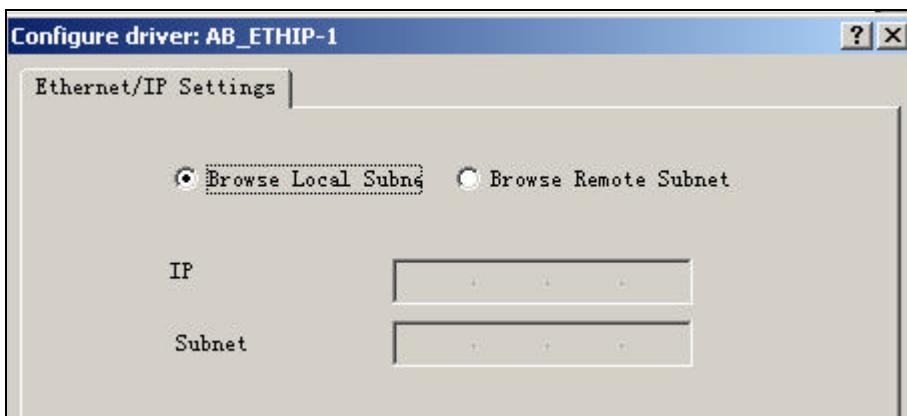


图 6-19 添加一个新的 Ethernet/IP 驱动

4) 单击 *Start*→*Programme*→*Drive Tools*→*Drive Executive*，打开 Drive Executive 软件。点击工具栏上的  图标，显示“Connect to the Drive”对话框，选择 IP 地址是 202.118.23.100

## 第六章

的变频器，即选择 #1 变频器。操作如图 6-20 所示。

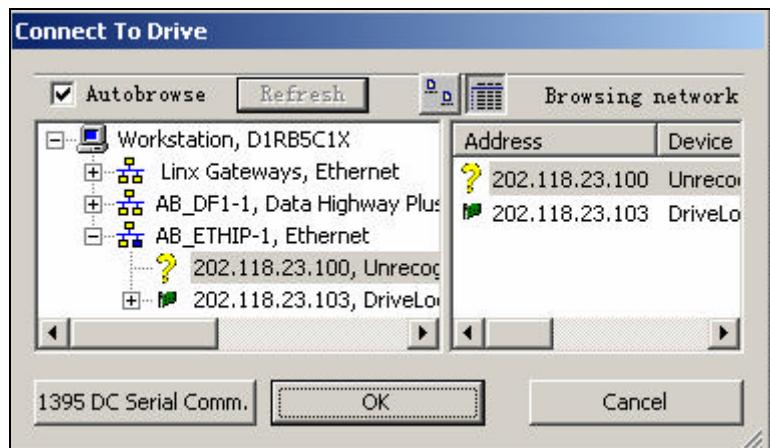


图 6-20 连接到 #1 变频器

5) 在这一部分我们将进行#1 变频器的 SynchLink 配置，使其能够通过 SynchLink 发送来自#1 变频器的编码器 1 (手轮编码器) 的速度反馈值和位置值。

6) 在 DriveExecutive 的主菜单中，选择 Drive 栏下的 Display SynchLink 选项，如图 6-21 所示。

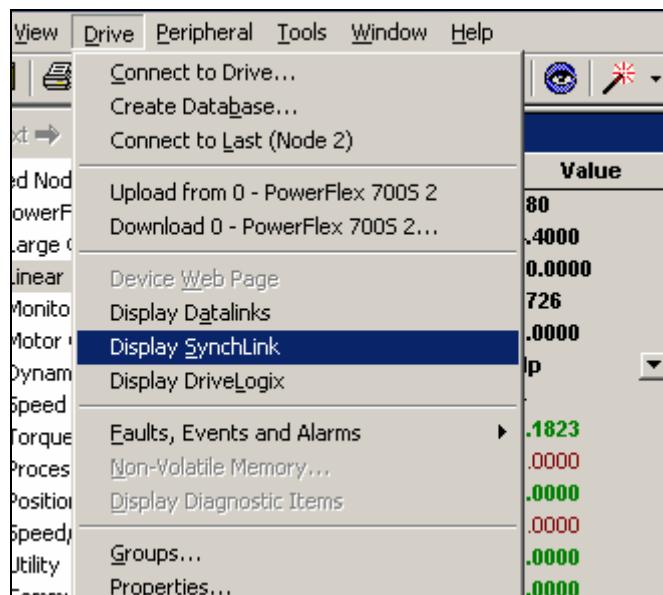


图 6-21 选择 SynchLink

7) 屏幕上显示的对话框用于设定 SynchLink 的通讯，点击 Data 对话框，如图 6-22 所示。

## 第六章



图 6-22 SynchLink 中的 Data 对话框

8) 因为我们配置的是#1 变频器，所以我们只需要配置 SynchLink 中数据的发送，无需配置数据的接收。点击 Transmit Format 的下拉键，会出现如图 6-23 所示的发送格式选择菜单，这里我们选择 4 Direct Words 和 18 Buffered Words。

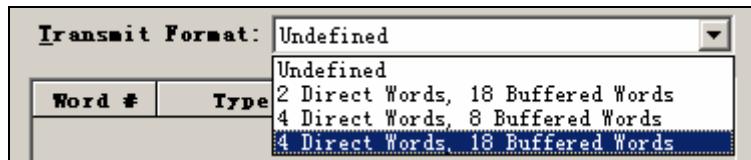


图 6-23 选择 #1 变频器的发送格式

9) 然后我们看到 PowerFlex700S Phase II 变频器为我们配置了 4 个直接连接的字，18 个缓冲连接的字，如图 6-24 所示。

Word #	Type	Source	Value
Direct - 0	Undefined	DINT	0
Direct - 1	Undefined	DINT	0
Direct - 2	Undefined	DINT	0
Direct - 3	Undefined	DINT	0
Buffer - 0	Undefined	DINT	0
Buffer - 1	Undefined	DINT	0
Buffer - 2	Undefined	DINT	0
Buffer - 3	Undefined	DINT	0
Buffer - 4	Undefined	DINT	0
Buffer - 5	Undefined	DINT	0
Buffer - 6	Undefined	DINT	0
Buffer - 7	Undefined	DINT	0
Buffer - 8	Undefined	DINT	0
Buffer - 9	Undefined	DINT	0

图 6-24 #1 变频器的发送格式

10) 在 Direct Word-0 一项中，选择 Parameter 作为 Type。然后在 Source 中，点击 ，选择参数 241 [Encdr1 Spd Fdbk]作为 Direct Word 0 的 Source 参数。上述设定的含义是将来自手轮编码器的速度反馈值发送到光纤网络上。Direct Word-0 参数设置如图 6-25 所示。

## 第六章

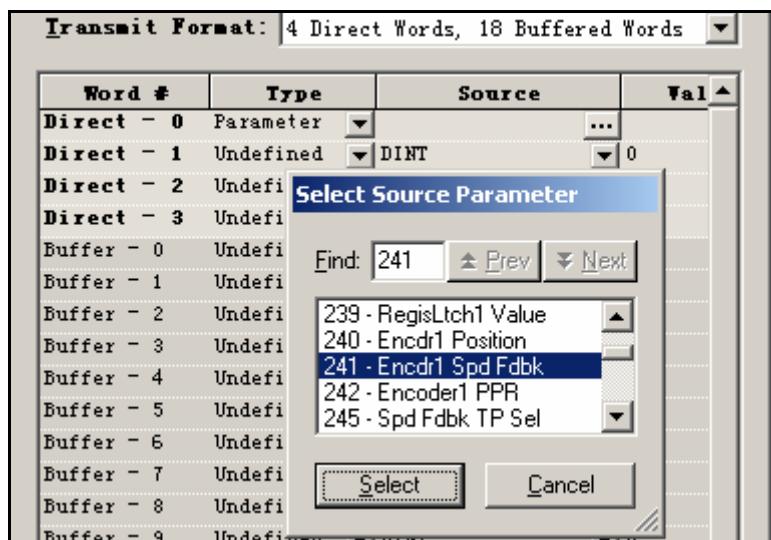


图 6-25 配置在 Direct Word-0

11) 在 Direct Word-1 一项中，选择 Feedback 作为 Type。然后在 Source 中，点击 ，选择参数 241[Encoder 1 Position]作为 Direct Word-1 的 Source 参数。上述设定的含义是将来自手轮编码器的位置反馈值发送到光纤网络上。Direct Word-1 参数设置如图 6-26 所示。

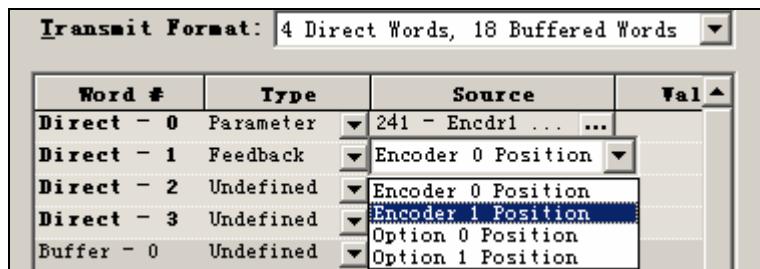


图 6-26 配置 Direct Word-1

12) 选中 Time Keeper 选项。这项操作的含义是将#1 变频器作为 SynchLink 的记时器，而#2 变频器则与#1 变频器的时钟同步，如图 6-27 所示。

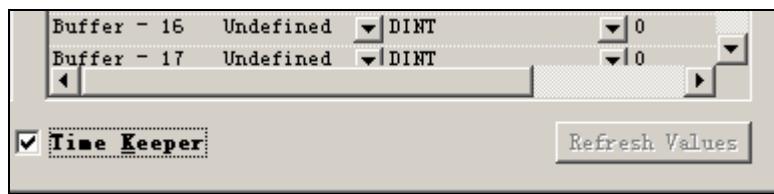


图 6-27 将 #1 变频器设置为计时器

13) 点击 Apply，应用 SynchLink 的设置。然后点击 OK 关闭 SynchLink 对话框。至此，我们完成了#1 变频器的 SynchLink 设定。

14) 点击 Drive Executive 工具栏上的 图标，显示“Connect to the Drive”对话框，选

## 第六章

择 IP 地址是 202.118.23.101 的 #2 变频器，操作方法与步骤 4 相同。

15) 在这一部分我们将进行#2 变频器的 SynchLink 配置，使其能够通过 SynchLink 接收来自#1 变频器上编码器 1 (手轮编码器) 的速度反馈值和位置反馈值。这样#2 变频器将利用此速度反馈值和位置反馈值作为自己的速度和位置的给定值。

16) 双击 P12[Speed Ref 2] 选择 Link Source 标签并选择 No Link ,以删除参数 12 [Speed Ref 2]的连接，然后点击 OK。操作如图 6-28 所示。

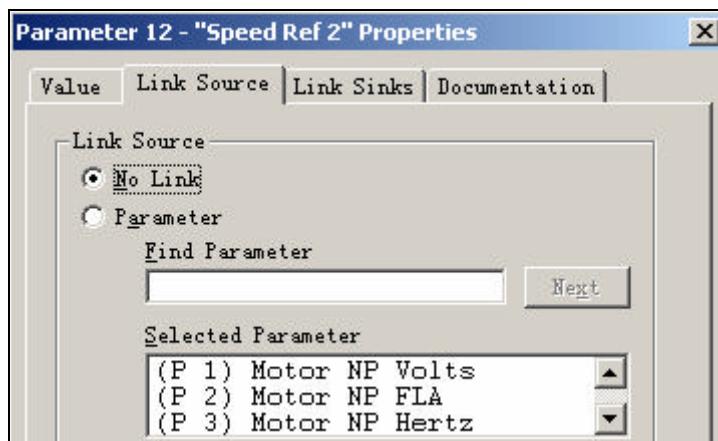


图 6-28 删 除参数 12 [Speed Ref 2]的连接

17) 如果收到如所示的提示信息，点击 OK，如图 6-29 所示。

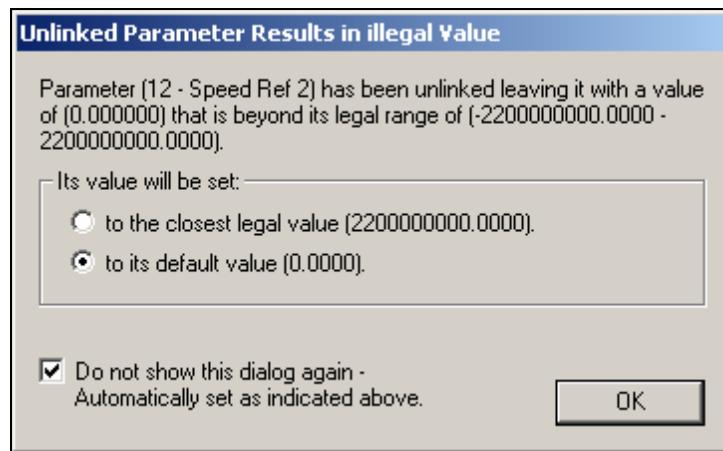


图 6-29 提示对话框

18) 双击参数 743 [Aux Posit Ref]，使用同样方法删除该参数的连接，如图 6-30 所示。

## 第六章

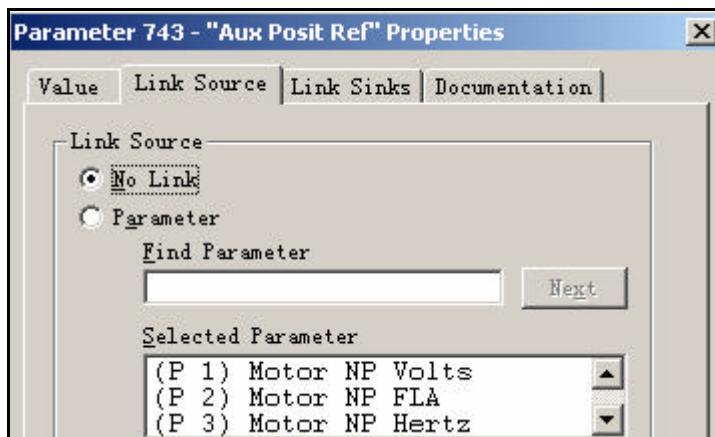


图 6-30 删除参数的连接

19) 在 Drive Executive 软件的主菜单中，选择 Drive 栏下的 Display SynchLink 选项。如图 6-31 所示。

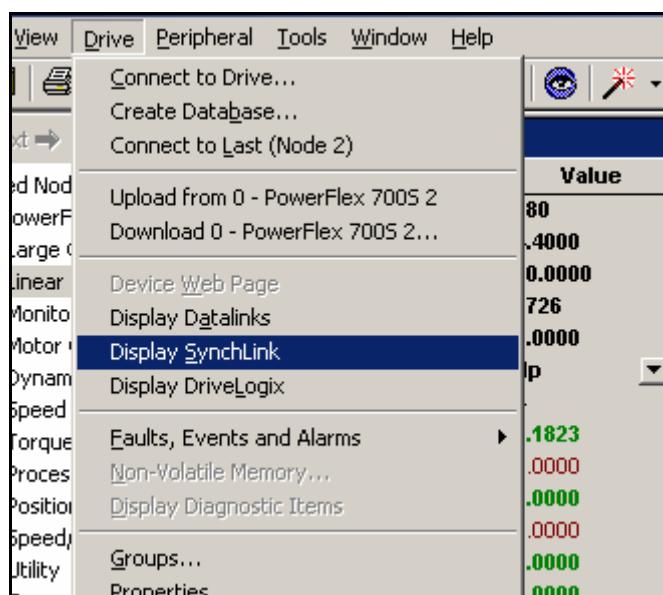


图 6-31 选择 SynchLink

20) 屏幕上显示的对话框用于设定 SynchLink 的通讯，点击 Data 对话框，如图 6-32 所示。



图 6-32 SynchLink 中的 Data 对话框

## 第六章

21) 因为我们配置的是#2 变频器，所以我们只需要配置 SynchLink 中数据的接收，无需配置数据的发送。点击 Receive Format 的下拉键，会出现如图 6-33 所示的接收格式选择菜单，这里我们选择 4 Direct Words 和 18 Buffered Words。

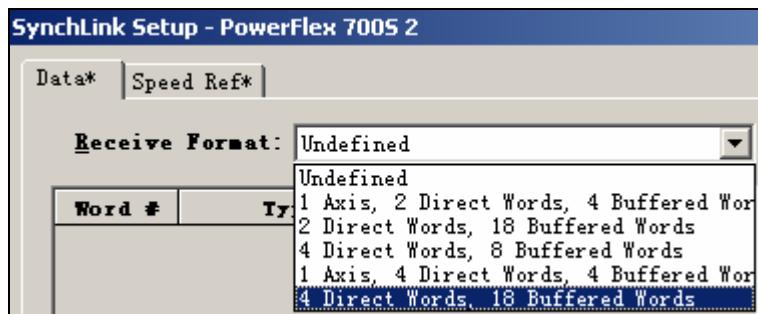


图 6-33 选择 #2 变频器的接收格式

22) 然后我们看到 PowerFlex700S Phase II 变频器为我们配置了 4 个直接连接的字，18 个缓冲连接的字，如图 6-34 所示。

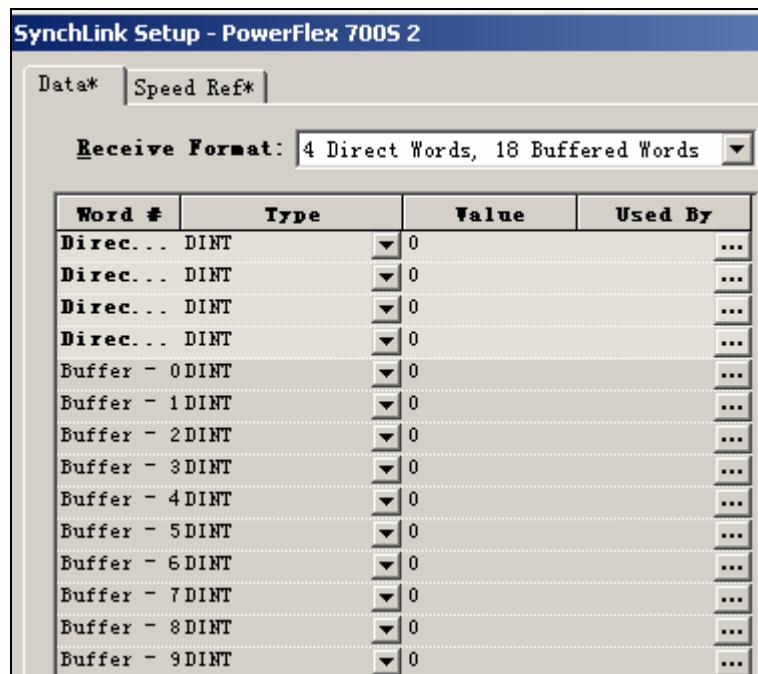


图 6-34 #1 变频器的发送格式

23) 在 Direct Word-0 一项中，选择 Real 作为 Type。然后在 Used By Parameter 中，点击 ，选择参数 12[Speed Ref 2]，此时设定了参数 12[Speed Ref 2]来使用 Direct Word 0 接收的数据。2# 变频器的 Direct Word-0 接收 #1 变频器的 Direct Word-0 发送出的数据。上述设定的含义是 #2 变频器将来自手轮的速度反馈值作参数 12[Speed Ref 2]的速度给定值。参数设置如图 6-35 所示。

## 第六章

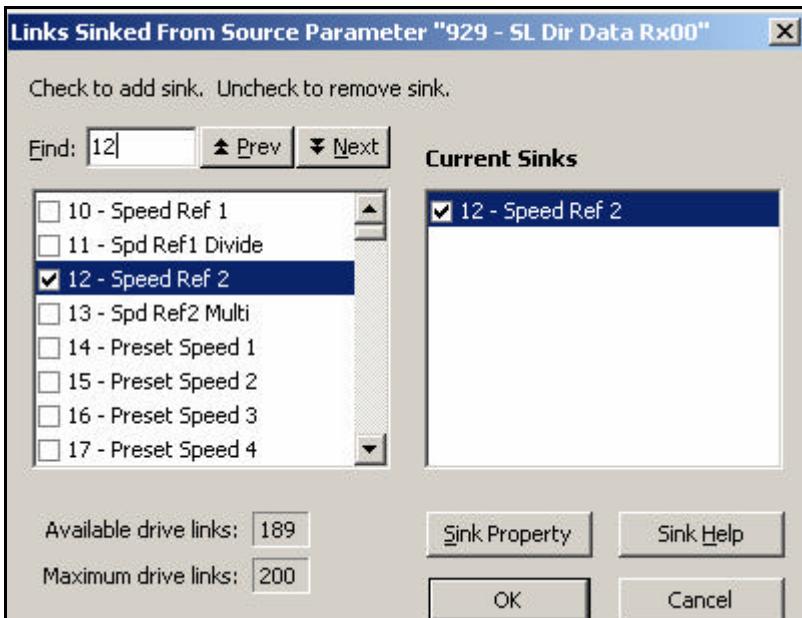


图 6-35 配置 Direct Word-0

24) 在 Direct Word-1 一项中，选择 DINT 作为 Type。然后在 Used By Parameter 中，点击 ，选择参数 743 [Aux Posit Ref]，此时定义了参数 743 [Aux Posit Ref] 来使用 Direct Word-1 接收的数据。2# 变频器的 Direct Word-1 接收 #1 变频器的 Direct Word-1 发送出的数据。上述设置的含义是 #2 变频器将来自手轮的位置反馈值作为自己的位置给定。Direct Word-1 参数设置如图 6-36 所示。

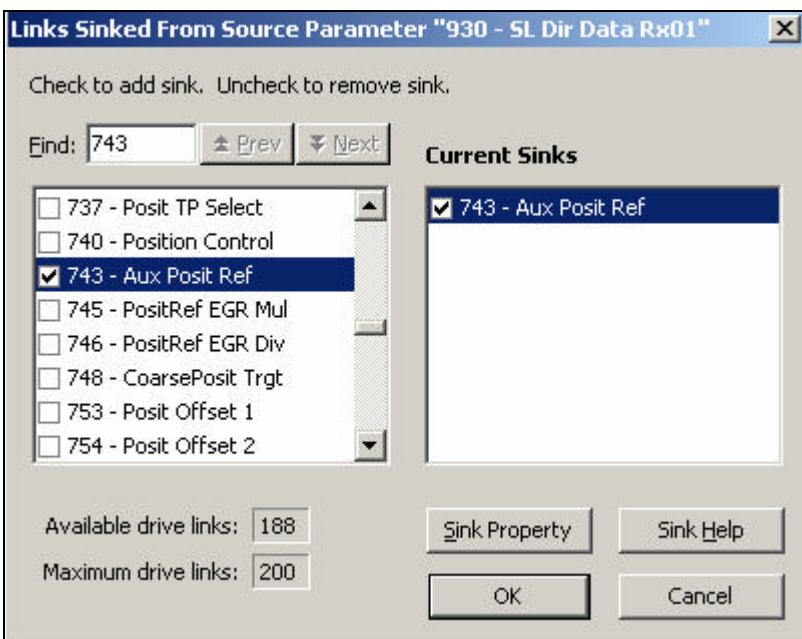


图 6-36 配置 Direct Word-1

25) 此时 #2 变频器的 SynchLink 设定已经结束，点击 Apply，然后点击 OK 关闭 SynchLink 对话框。

26) 此时已经将 #2 变频器的参数 12[Speed Ref 2] 设置为接收 #1 变频器的手轮编码器的速度反馈，但在 #2 变频器中还要将参数 27[Speed Ref A Sel] 设置为使用参数 12[Speed Ref 2] 的数值，因为参数 27[Speed Ref A Sel] 才是变频器的最终速度给定参数。参数设置方法如图 6-37 所示。

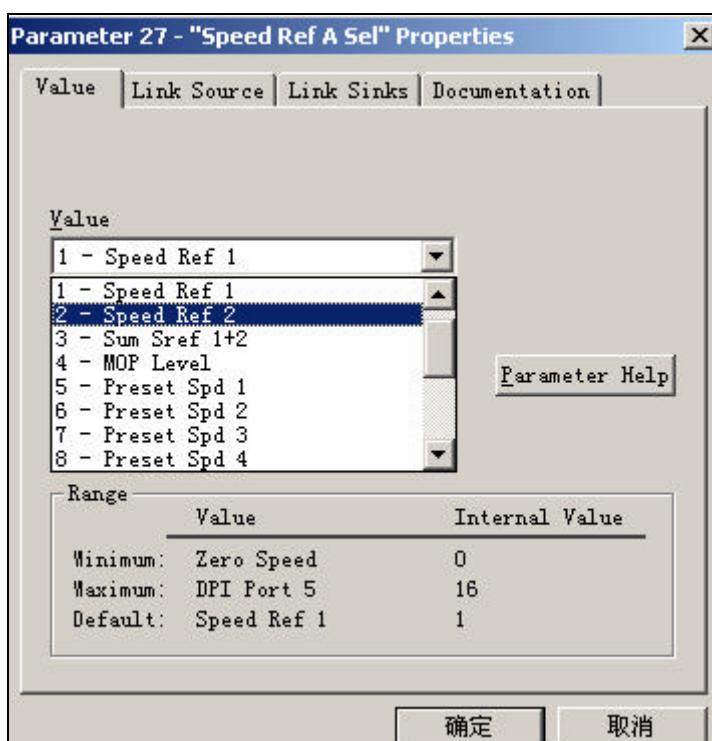


图 6-37 设置速度给定 A

27) 然后进行初始化 SynchLink 的工作。关闭两台变频器，这是 SynchLink 开始发送和接受数据的必要操作。当两台变频器都显示关闭后，首先起动记时器变频器 (#1 变频器)，然后再起动#2 变频器。

##### 5. 配置变频器为随动机构

1) 配置#1 变频器的齿轮比，在 #1 变频器的参数列表中设定如表 6-42 所示的参数。

表 6-42 配置#1 变频器的齿轮比

目的	源	详细描述
P13 [Spd Ref2 Multi]	1.25	设定速度给定值的比率
P745 [PositRef EGR Mult]	125	设定位置环电子齿轮比的分子
P746 [PositRef EGR Div]	100	设定位置环电子齿轮比的分母

2) 配置#2 变频器的齿轮比，在 #2 变频器的参数列表中设定如表 6-43 所示的参数。

## 第六章

表 6-43 配置#2 变频器的齿轮比

目的	源	详细描述
P13 [Spd Ref2 Multi]	1.50	设定速度参考值的范围
P745 [PositRef EGR Mult]	150	设定位置环电子齿轮比的分子
P746 [PositRef EGR Div]	100	设定位置环电子齿轮比的分母

## 6. 验证实验设置

随动机构#1 变频器的电子齿轮比已经被设定为 1:1.25 , #2 变频器的电子齿轮比被设定为 1:1.5。缓慢旋转手轮 4 圈 , 观察 #1 电机和 #2 电机的运行。检验#1 电机是否旋转了 5 圈 , 而#2 电机旋转了 6 圈。

如果想让实验效果更加明显一些 , 可以将 #1 变频器的电子齿轮比设置为 1:3 , #2 变频器的电子齿轮比设置为 1:5 , 这样 , 当手轮旋转 1 圈时 , #1 电机将旋转 3 圈 , #2 电机将旋转 5 圈。

## 附录

## 附录 A

表 A-1 PowerFlex40 产品选型

变频器额定值					PowerFlex40	
输入电压	输出电压	千瓦	马力	输出电流	目录号	框架
100V-120V 50/60Hz 单相无滤波	0-230V 三相	0.4	0.5	2.3 A	22B-V2P3N104	B
		0.75	1	5.0A	22B-V5P0N104	B
		1.1	1.5	6.0A	22B-V6P0N104	B
200V-240V 50/60Hz 单相带有内置 “S型”的EMC 滤波器	0-230V 三相	0.4	0.5	2.3A	22B-A2P3N114	B
		0.75	1	5.0A	22B-A5P0N114	B
		1.5	2	8.0A	22B-A8P0N114	B
		2.2	3	12A	22B-A012N114	C
200V-240V 50/60Hz 单相无滤波	0-230V 三相	0.4	0.5	2.3A	22B-A2P3N104	B
		0.75	1	5.0A	22B-A5P0N104	B
		1.5	2	8.0A	22B-A8P0N104	B
		2.2	3	12A	22B-A012N104	C
200V-240V 50/60Hz 三相无滤波	0-230V 三相	0.4	0.5	2.3A	22B-B2P3N104	B
		0.75	1	5.0A	22B-B5P0N104	B
		1.5	2	8.0A	22B-B8P0N104	B
		2.2	3	12.0A	22B-B012N104	B
		3.7	5	17.5A	22B-B017N104	B
		5.5	7.5	24.0A	22B-B024N104	C
		7.5	10	33.0 A	22B-B033N104	C
380V-480V 50/60Hz 三相无滤波	0-460V 三相	0.4	0.5	1.4 A	22B-D1P4N104	B
		0.75	1	2.3 A	22B-D2P3N104	B
		1.5	2	4.0 A	22B-D4P0N104	B
		2.2	3	6.0 A	22B-D6P0N104	B
		4	5	10.5 A	22B-D010N104	B
		5.5	7.5	12.0 A	22B-D012N104	C
		7.5	10	17.0A	22B-D017N104	C

表 A-2 逻辑命令字含义

逻辑位																命令	说明
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		
																X	停止位 0 =不停止 1 =停止
																X	起动位 0 =不起动 1 =起动
																X	慢动位 0 =不慢动 1 =慢动
																X	清除故障 0 =不清除故障 1 =清除故障
																X X	方向 00 =无命令 01 =正转命令 10 =反转命令 11 =改变方向
																X	不使用
																X	不使用
																X X	加速度 00 =无命令 01 =加速度 1 命令 10 =加速度 2 命令 11 =保持加速度
																X X	减速度 00 =无命令 01 =减速度 1 命令 10 =减速度 2 命令 11 =保持减速度
																	选择速度参考值 000 =无命令 001 =频率源=选择 010 =频率源=内部频率 011 =频率源=通讯口 100 =预设频率 1 101 =预设频率 2 110 =预设频率 3 111 =预设频率 4
X	X	X															不使用

## 附录

表 A-3 PowerFlex400 产品选型

输入电压	变频器额定值		输出电流 (A)		目录号	框架
	千瓦 (kw)	马力 (HP)	45	50		
240V 50/60Hz 三相	5.5	7.5	24	24	22C-B024N103	C
	7.5	10	33	33	22C-B033N103	C
	11	15	49	49	22C-B049N103	D
	15	20	65	65	22C-B065N103	D
	18.5	25	75	75	22C-B075N103	D
	22	30	90	81	22C-B090N103	D
	30	40	120	120	22C-B120N103	E
	37	50	145	130	22C-B145N103	E
480V 50/60Hz 三相	5.5	7.5	12	12	22C-D012N103	C
	7.5	10	17	17	22C-D017N103	C
	11	15	22	22	22C-D022N103	C
	15	20	30	27	22C-D030N103	C
	18.5	25	38	38	22C-D038A103	D
	22	30	45.5	45.5	22C-D045A103	D
	30	40	60	54	22C-D060A103	D
	37	50	72	72	22C-D072A103	E
	45	60	88	88	22C-D088A103	E
	55	75	105	105	22C-D105A103	E

表 A-4 法兰式安装的变频器选型表

输入电压	变频器额定值		输出电流 (A)		PowerFlex400	
	千瓦 (kw)	马力 (HP)	45	50	目录号	框架
240V 50/60Hz 三相	5.5	7.5	24	24	22C-B024F103	C
	7.5	10	33	33	22C-B033F103	C
480V 50/60Hz 三相	5.5	7.5	12	12	22C-D012F103	C
	7.5	10	17	17	22C-D017F103	C
	11	15	22	22	22C-D022F103 <sup>(1)</sup>	C
	15	20	30	27	22C-D030F103 <sup>(1)</sup>	C

(1) 需要直流母线电感线圈

表 A-5 PowerFlex4 产品选型表

变频器额定值			PowerFlex4		
输入电压	千瓦	马力	输出电流	目录号	框架
100V-120V 50/60Hz 单相 无滤波	0.2	0.25	1.5A	22A-V1P5N104	A
	0.37	0.5	2.3 A	22A-V2P3N104	A
	0.75	1	4.5A	22A-V4P5N104	B
200V-240V 50/60Hz 单相 带有内置“S” 型”的 EMC 滤 波器	0.2	0.25	1.5A	22A-A1P5N114	A
	0.37	0.5	2.3A	22A-A2P3N114	A
	0.75	1	4.5A	22A-A4P5N114	A
	1.5	2	8.0A	22A-A8P0N114	B
200V-240V 50/60Hz 单相 无滤波	0.2	0.25	1.5A	22A-A1P5N104	A
	0.37	0.5	2.3A	22A-A2P3N104	A
	0.75	1	4.5A	22A-A4P5N104	A
	1.5	2	8.0A	22A-A8P0N104	B
200V-240V 50/60Hz 三相 无滤波	0.2	0.25	1.5A	22A-B1P5N104	A
	0.37	0.5	2.3A	22A-B2P3N104	A
	0.75	1	4.5A	22A-B4P5N104	A
	1.5	2	8.0A	22A-B8P0N104	A
	2.2	3	12.0A	22A-B012N104	B
	3.7	5	17.5A	22A-B017N104	B
380V-480V 50/60Hz 三相 无滤波	0.37	0.5	1.4 A	22A-D1P4N104	A
	0.75	1	2.3 A	22A-D2P3N104	A
	1.5	2	4.0 A	22A-D4P0N104	A
	2.2	3	6.0 A	22A-D6P0N104	B
	3.7	5	8.7 A	22A-D8P7N104	B

## 附录

表 A-6 PowerFlex4 变频器寄存器

寄存器地址 (十进制)	相应位 :	说明
8192	0	1=停止 , 0=不停止
	1	1=启动 , 0=不启动
	2	1=慢进 , 0=不慢进
	3	1=清除错误 , 0=不清除错误
	5,4	00=无命令设置
		01=正转命令
		10=反转命令
		11=无命令设置
	6	未使用
	7	未使用
	9,8	00=无命令设置
		01=使能加速度 1
		10=使能加速度 2
		11=保持所选加速度
	11,10	00=无命令设置
		01=使能减速度 1
		10=使能减速度 2
		11=保持所选减速方式
	14,13,12	000=无命令设置
		001=频率源=P036[Start Source]
		010=频率源=A069[Internal Freq]
		011=频率源=通讯 (地址 8193 )
		100=A070[Preset Freq 0]
		101= A071[Preset Freq 1]
		110= A072[Preset Freq 2]
		111= A073[Preset Freq 3]
	15	未使用
8193	十进制频率输入 (注意 : 对于 PowerFlex4&40 , 十进制数中包含一个已固定的小数点。例如输入十进制数 100 表示设置频率为 10.0Hz ; 对于 PowerFlex400 , 十进制数中包含一个已固定的小数点 , 例如输入十进制数 100 表示设置频率为 1.0Hz。 )	

表 A-7 PowerFlex4 变频器寄存器

寄存器地址(十进制)	相应位 :	说明
8448	0	1=准备好 , 0=未准备好
	1	1=运行状态 , 0=没有运行
	2	1=正转命令 , 0=反转命令
	3	1=正转状态 , 0=反转状态
	4	1=加速状态 , 0=非加速状态
	5	1=减速状态 , 0=非减速状态
	6	1=警告 , 0=无警告
	7	1=故障状态 , 0=非故障状态
	8	1=达到速度参考值 , 0=未达到速度参考值
	9	1=速度参考值由通讯端口控制
	10	1=操作命令由通讯端口控制
	11	1=参数处于锁定状态
	12	数字输入 1 状态
	13	数字输入 2 状态
	14	未使用
	15	未使用
8451	十进制频率反馈值。(注意:对于 PowerFlex4&40, 十进制数中包含一个已固定的小数点。例如输入十进制数 100 表示设置频率为 10.0Hz; 对于 PowerFlex400, 十进制数中包含一个已固定的小数点, 例如输入十进制数 100 表示设置频率为 1.0Hz。)	

## 附录

## 附录 B

表 B-1 200 ~ 240V AC 变频器产品目录号

输出电流						额定功率				IP20. NEMA 类型 1. 无 HIM 人机界面模块		框架 尺寸	
240V AC 输入			280V AC 输入			正常负载		重负载		产品目录 号 20A	法兰类型 20A		
连续 工作	1 分 钟	3 秒 钟	连续 工作	1 分 钟	3 秒 钟	千瓦	马力	千瓦	马力				
2.2	2.4	3.3	2.5	2.7	3.7	0.37	0.5	0.25	0.33	B2P2A0A YNNNNN	B2P2F0A YNNNNN	A	
										B2P2A0A YNANNNN A	B2P2F0A YNNNNN A	B	
4.2	4.8	6.4	4.8	5.5	7.4	0.75	1	0.55	0.75	B4P2A0A YNNNNN	B4P2F0A YNNNNN	A	
										B4P2A0A YNANNNN A	B4P2F0A YNNNNN A	B	
6.8	9	12	7.8	10. 3	13. 8	1.5	2	1.1	1.5	B6P8A0A YNNNNN	B6P8F0A YNNNNN	B	
										B6P8A0A YNNNNN	B6P8F0A YNNNNN	B	
9.6	10.6	14. 4	11	12. 1	16. 5	2.2	3	1.5	2	B9P6A0A YNNNNN	B9P6F0A YNNNNN	B	
										B9P6A0A YNNNNN	B9P6F0A YNNNNN	B	
15.3	17.4	23. 2	17. 5	19. 2	26. 2	4	5	3	3	B015A0A YNNNNN	B015F0A YNNNNN	C	
22	24.2	33	25. 3	27. 8	37. 9	5.5	7.5	4	5	B022A0A YNNNNN	B022F0A YNNNNN	D	
28	33	44	32. 2	37. 9	50. 6	7.5	10	5.5	7.5	B028A0A YNNNNN	B028F0A YNNNNN	D	

表 B-2 300 ~ 380V AC 变频器产品目录号

输出电流						额定功率				IP20, NEMA 类型 1. 无 HIM 人机界面模块		框架 尺寸	
480V AC 输入			380V-400V AC 输入			正常负载		重负载		产品目录 号 20A	法兰类型 20A		
连续 工 作	1分 钟	3秒 钟	连续 工 作	1分 钟	3秒 钟	千瓦	马力	千瓦	马力				
1.1	1.2	1.6	1.3	1.4	1.9	0.37	0.5	0.25	0.33	D1P1A0A YNNNNNN	D1P1F0A YNNNNNN	A	
										D1P1A0A YNNNNNN	D1P1F0A YNNNNNN	B	
2.1	2.4	3.2	2.1	2.4	3.2	0.75	1	0.55	0.75	D2P1A0A YNNNNNN	D2P1F0A YNNNNNN	A	
										D2P1A0A YNNNNNN	D2P1F0A YNNNNNN	B	
3.4	4.5	6	3.5	4.5	6	1.5	2	1.1	1.5	D3P4A0A YNNNNNN	D3P4F0A YNNNNNN	B	
										D3P4A0A YNNNNNN	D3P4F0A YNNNNNN	B	
5	5.5	7.5	5	5.5	7.5	2.2	3	1.5	2	D5P0A0A YNNNNNN	D5P0FA0 AYNNNNNN N	B	
										D5P0A0A YNNNNNN	D5P0F0A YNNNNNN	B	
8	8.8	12	8.7	9.9	13.2	4	5	3	3	D8P0A0A YNNNNNN	D8P0A0A YNNNNNN		
										D8P0A0A YNNNNNN	D8P0F0A YNNNNNN		
11	12.1	16.5	11.5	13	17.4	5.5	7.5	4	5	D011A0A YNNNNNN	D011F0A YNNNNNN	C	
14	16.5	22	15.4	17.2	23.1	7.5	10	5.5	7.5	D014A0A YNNNNNN	D014F0A YNNNNNN		
22	24.2	33	22	24.2	33	11	15	7.5	10	D022A0A YNNNNNN	D022F0A YNNNNNN	D	
27	33	44	30	33	45	15	20	11	15	D017A0A YNNNNNN	D017F0A YNNNNNN	D	

## 附录

表 B-3 600V AC 变频器产品目录号

输出电流			额定功率				IP20. NEMA 类型1.无HIM 人机界面模块		框架 尺寸	
600V AC 输入			正常负载		重负载		产品目录号	法兰类型		
连续工作	1分钟	3分秒	千瓦	马力	千瓦	马力				
0.9	1	1.4	.037	0.5	0.25	0.33	E0P9A0AYN NNNN	E0P9F0A YNNNNNN	A	
1.7	1.9	2.6	0.75	1	0.55	0.75	E1P7A0AYN NNNN	E1P7F0A YNNNNNN	A	
2.7	3.6	4.8	1.5	2	1.1	1	E2P7A0AYN NNNN	E2P7F0A YNNNNNN	A	
3.9	4.3	5.8	2.2	3	1.5	1.5	E3P9A0AYN NNNN	E3P9F0A YNNNNNN	B	
6.1	6.7	9.1	4	5	3	3	E6P1A0AYN NNNN	E6P1F0A YNNNNNN	B	
9	9.9	13.5	5.5	7.5	4	5	E9P0A0AYN NNNN	E9P0F0A YNNNNNN	C	
11	13.5	18	7.5	10	5.5	7.5	E011A0AYN NNNN	E011F0AY YNNNNNN	C	
17	18.7	25.2	11	15	7.5	10	E017A0AYN NNNN	E017F0AY YNNNNNN	D	
22	25.5	34	15	20	11	15	E022A0AYN NNNN	E022F0AY YNNNNNN	D	

表 B-4 HIM 产品目录号

手持/本地 (安装在变频器上) 类型	产品目录号 用户自行安装	工厂安装 (位置 9)
空白 HIM	20 - HIM - A0	0
数字 LED HIM	20 - HIM - A1	1
数字 LCD HIM	20 - HIM - A2	2
全数字 LCD HIM	20 - HIM - A3	3
带模拟电位计的 LCD HIM	20 - HIM - A4	4
只编程 LCD HIM	20 - HIM - A5	5
控板 (面板安装) IPGG.UL 类型 4 x /12		
全数字 LCD HIM	20 - HIM - C3	-
只编程 LCD HIM	20 - HIM - C5	-

数字 LED HIM 不能手持使用，只能安装在变频器上

只能用于室内安装

包括一根 1 米长的 PowerFlex HIM 接口电缆 (20-HIM-10)

表 B-5 接口电缆产品目录号

说明	产品目录号
PowerFlex HIM 接口电位 1 米 ( 39 英寸 )	20 - HIM - H10
电缆包 ( 公头 - 母头 )	
0.33 米 ( 1.1 英尺 )	1202 - H03
1 米 ( 3.3 英尺 )	1202 - H10
3 米 ( 9.8 英尺 )	1202 - H30
9 米 ( 29.5 英尺 )	1202 - H90
DPI/SCANportTM 一口分二口电缆	1203 - S03

仅当 HIM 模块需要手持使用或远程安装时使用  
需要 20-HIM-H10 电缆配合 , 从而使最大距离延长 10 米。

表 B-6 通讯适配器产品目录号

说明	产品目录号	工厂安装 用户安装 ( 位置 14 )
ControlNet 通讯适配器	20 - COMM - C	C
DeviceNet 通讯适配器	20 - COMM - D	D
EtherNet 通讯适配器	20 - COMM - E	E
远程 I/O 通讯适配器	20 - COMM - R	R
Profibus 通讯适配器	20 - COMM - P	N/A
Interbus 通讯适配器	20 - COMM - I	N/A
小型自供电串口转换器 ( RS-232 ) 包括 1203 - SFC 和 1202 - C10 电缆	1203 - SSS	N/A
空串行调制解调器适配器	1203 - SNM	N/A

## 附录

表 B-7 轻负载内置动态制动电阻产品编号

PowerFlex 70 AC 变频器			轻负载内置动态制动电阻								
正常负载 千瓦(马力)	重负载 千瓦(马力)	最小 动态 内置 电阻 阻值 (欧 姆)	部件编号	电阻 阻值 (欧姆)	持续功 率(千焦)	最大 热量	最大制 动扭矩 (%正常 负载)	典型应用 1		典型应用 2	
200 ~ 240V 交流输入变频器											
0.37(0.5)	0.25(0.33)	33	20AB-DB1-A	62	0.048	8.3	307%	100%	25.9%	150%	17.3%
0.75(1)	0.37(0.5)	33	20AB-DB1-A	62	0.048	7.3	300%	100%	12.8%	150%	8.5%
1.5(2)	1.1(1.5)	33	20AB-DB1-B	62	0.028	0.8	160%	100%	3.7%	150%	2.5%
2.2(3)	1.5(2)	33	20AB-DB1-B	62	0.028	0.8	109%	100%	2.5%	109%	2.3%
4(5)	3(3)	30	20AB-DB1-C	62	0.040	0.8	60%	60%	3.3%	N/A	N/A
5.5(7.5)	4(5)	23	20AB-DB1-D	22	0.036	0.9	117%	100%	1.3%	117%	1.1%
7.5(10)	5.5(7.5)	23	20AB-DB1-D	22	0.036	0.9	86%	86%	1.1%	N/A	N/A
400 ~ 480V 交流输入变频器											
0.37(0.5)	0.25(0.33)	68	20AB-DB1-A	115	0.048	8.3	320%	100%	25.9%	150%	17.3%
0.75(1)	0.37(0.5)	68	20AB-DB1-A	115	0.048	9.0	259%	100%	12.8%	150%	8.5%
1.5(2)	1.1(1.5)	68	20AB-DB1-A	115	0.048	2.4	243%	100%	6.4%	150%	4.3%
2.2(3)	1.5(2)	68	20AB-DB1-B	115	0.028	0.9	206%	100%	2.5%	150%	1.7%
4(5)	3(3)	68	20AB-DB1-B	115	0.028	0.9	129%	100%	1.4%	129%	1.1%
5.5(7.5)	4(5)	74	20AB-DB1-C	115	0.04	0.9	94%	94%	1.5%	N/A	N/A
7.5(10)	5.5(7.5)	74	20AB-DB1-C	115	0.04	0.9	69%	69%	1.5%	N/A	N/A
11(15)	7.5(10)	44	20AB-DB1-D	62	0.036	0.8	87%	87%	0.8%	N/A	N/A
15(20)	11(15)	31	20AB-DB1-D	62	0.036	0.8	64%	64%	0.8%	N/A	N/A
600V 交流输入变频器											
0.37(0.5)	0.25(0.33)	117	20AB-DB1-A	115	0.048	8.3	287%	100%	25.9%	150%	17.3%
0.75(1)	0.37(0.5)	117	20AB-DB1-A	115	0.048	9.0	263%	100%	12.8%	150%	8.5%
1.5(2)	1.1(1.5)	117	20AB-DB1-A	115	0.048	2.4	243%	100%	6.4%	150%	4.3%
2.2(3)	1.5(2)	117	20AB-DB1-B	115	0.028	0.9	202%	100%	2.5%	150%	1.7%
4(5)	3(3)	80	20AB-DB1-B	115	0.028	0.9	193%	100%	1.4%	150%	0.9%
5.5(7.5)	4(5)	80	20AB-DB1-C	115	0.04	0.9	147%	100%	1.5%	147%	1.0%
7.5(10)	5.5(7.5)	80	20AB-DB1-C	115	0.04	0.9	108%	100%	1.1%	108%	1.0%

续表 B-7

PowerFlex 70 AC 变频器			轻负载内置动态制动电阻								
正常负载 千瓦(马力)	重负载 千瓦(马力)	最小动态 内置电阻 阻值(欧 姆)	部件 编号	电阻阻 值(欧 姆)	持续功 率(千 焦)	最大 热量	最大制动 转矩(% 正常负 载)	典型应用 1		典型应用 2	
								制动转矩 (%正常 负数)	负载周 期(%电 机)	制动转矩 (%正常 负数)	负载周 期(%电 机)
11(15)	7.5(10)	48	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
15(20)	11(15)	48	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

表 B-8 中等负载外置动态制动电阻

PowerFlex 70 AC 变频器			中等负载内置动态制动电阻								
正常负载 千瓦(马力)	重负载 千瓦(马力)	最小 动态 内置 电阻 阻值 (欧 姆)	部件编号	电阻 阻值 (欧 姆)	持续功 率(千 焦)	最大 热量	最大制 动转矩 (%正常 负载)	典型应用 1		典型应用 2	
								制动转 矩 (%正常 负数)	负载周 期(%电 机)	制动转 矩 (%正常 负数)	负载周 期(%电 机)
200 ~ 240V 交流输入变频器											
0.37(0.5)	0.25(0.33)	33	AK-R2-091P500	91	0.086	17	293%	100%	46%	150%	31%
0.75(1)	0.37(0.5)	33	AK-R2-091P500	91	0.086	17	218%	100%	23%	150%	15%
1.1(1.5)	0.75(1)	33	AK-R2-091P500	91	0.086	17	109%	100%	11%	109%	11%
2.2(3)	1.1(1.5)	33	AK-R2-047P500	47	0.166	33	144%	100%	15%	144%	11%
4(5)	2.2(3)	30	AK-R2-047P500	47	0.166	33	79%	79%	11%	N/A	N/A
5.5(7.5)	4(5)	23	AK-R2-030P1K2	30	0.26	52	90%	%	10%	N/A	N/A
7.5(10)	5.5(7.5)	23	AK-R2-030P1K2	30	0.26	52	66%	66%	10%	N/A	N/A
400 ~ 480V 交流输入变频器											
0.37(0.5)	0.25(0.33)	68	AK-R2-360P500	360	0.086	17	305%	100%	47%	150%	31%
0.75(1)	0.37(0.5)	68	AK-R2-360P500	360	0.086	17	220%	100%	23%	150%	15%
1.1(1.5)	0.75(1)	68	AK-R2-360P500	360	0.086	17	110%	100%	12%	110%	11%
2.2(3)	1.1(1.5)	68	AK-R2-120P1K2	120	0.26	52	197%	100%	24%	150%	16%
4(5)	2.2(3)	68	AK-R2-120P1K2	120	0.26	52	124%	100%	13%	124%	10%
5.5(7.5)	4(5)	74	AK-R2-120P1K2	120	0.26	52	90%	90%	10%	N/A	N/A
7.5(10)	5.5(7.5)	74	AK-R2-120P1K2	120	0.26	52	66%	66%	10%	N/A	N/A
11(15)	7.5(10)	44	See Note 3	60	0.52	104	90%	90%	10%	N/A	N/A
15(20)	11(15)	31	See Note 3	60	0.52	104	66%	66%	10%	N/A	N/A

## 附录

续表 B-8

PowerFlex 70 AC 变频器			中等负载内置动态制动电阻								
正常负载 千瓦(马 力)	重负载 千瓦(马力)	最小 动态 内置 电阻 阻值 (欧 姆)	部件编号	电阻 阻值 (欧 姆)	持续功 率(千 焦)	最大 热量	最大制 动转矩 (%正常 负载)	典型应用 1		典型应用 2	
								制动转 矩 (%正常 负载数)	负载周 期(%电 机)	制动转 矩 (%正常 负载数)	负载周 期(%电 机)
600V 交流输入变频器											
0.37(0.5)	0.25(0.33)	117									
0.75(1)	0.37(0.5)	117									
1.1(1.5)	0.75(1)	117									
2.2(3)	1.1(1.5)	117									
4(5)	2.2(3)	80									
5.5(7.5)	4(5)	80									
7.5(10)	5.5(7.5)	80									
11(15)	7.5(10)	48									
15(20)	11(15)	48									

Note1：请检查电阻阻值是否符合所运用变频器最小制动电阻阻值的要求；

Note2：负载周期的定义为全速运行减速到 0，如果为持续的回馈运行，负载周期能力为表中所列值的一般。典型应用 1 表示，最大制动转矩能力可达 100%；典型应用 2 表示，最大制动转矩能力可以超过 100%，最大达到 150%；

Note3：对于 11kw 和 15kw ( 15 和 20HP ) 的应用情况，可以采用两个 7.5kw ( 10HP ) 的电阻并联使用。

表 B-9 电抗器产品目录号

变频器产品目录号		额定值		3%阻抗		5%阻抗	
		正常 负载	重负载	IP00 (开放 式)	IP10(NEMA 类型 1)	IP00 (开放 式)	IP10(NEMA 类型 1)
预配置	标准			产品目录号	产品目录号	产品目录号	产品目录号
280V 60Hz 二相							
21AX2P2	20AB2P2	0.5HP	0.33HP	1321-3R2-D	1321-3RA2-D	1321-3R2-A	1321-3RA2-A
21AX4P2	20AB4P2	1HP	0.75HP	1321-3R4-A	1321-3RA4-A	1321-3R4-B	1321-3RA4-B
21AX6P8	20AB6P8	2HP	1.5HP	1321-3R8-A	1321-3RA8-A	1321-3R8-B	1321-3RA8-B
21AX9P6	20AB9P6	3HP	2HP	1321-3R12-A	1321-3RA12-A	1321-3R12-B	1321-3RA12-B
21AX015	20AB015	5HP	3HP	1321-3R18-A	1321-3RA18-A	1321-3R18-B	1321-3RA18-B
21AX022	20AB022	7.5HP	5HP	1321-3R25-A	1321-3RA25-A	1321-3R25-B	1321-3RA25-B
21AX028	20AB028	10HP	7.5HP	1321-3R35-A	1321-3RA35-A	1321-3R35-B	1321-3RA35-B
240V 50/60Hz 二相							
21AB2P2	20AB2P2	0.5HP	0.33HP	1321-3R2-D	1321-3RA2-D	1321-3R2-A	1321-3RA2-A
21AB4P2	20AB4P2	1HP	0.75HP	1321-3R4-A	1321-3RA4-A	1321-3R4-B	1321-3RA4-B
21AB6P8	20AB6P8	2HP	1.5HP	1321-3R8-A	1321-3RA8-A	1321-3R8-B	1321-3RA8-B
21AB9P6 +	20AB9P6 +	3HP	2HP	1321-3R12-A	1321-3RA12-A	1321-3R12-B	1321-3RA12-B
21AB9P6	20AB9P6	3HP	2HP	1321-3R8-A	1321-3RA8-A	1321-3R8-B	1321-3RA8-B
21AB015 +	20AB015 +	5HP	3HP	1321-3R18-A	1321-3RA18-A	1321-3R18-B	1321-3RA18-B
21AB015	20AB015	5HP	3HP	1321-3R12-A	1321-3RA12-A	1321-3R12-B	1321-3RA12-B
21AB022 +	20AB022 +	7.5HP	5HP	1321-3R25-A	1321-3RA25-A	1321-3R25-B	1321-3RA25-B
21AB022	20AB022	7.5HP	5HP	1321-3R18-A	1321-3RA18-A	1321-3R18-B	1321-3RA18-B
21AB028 +	20AB028 +	10HP	7.5HP	1321-3R35-A	1321-3RA35-A	1321-3R35-B	1321-3RA35-B
21AB028	20AB028	10HP	7.5HP	1321-3R25-A	1321-3RA25-A	1321-3R25-B	1321-3RA25-B
480V 60Hz 二相							
21AD1P1	20AD1P1	0.5HP	0.33HP	1321-3R2-B	1321-3RA2-B	1321-3RA2-C	1321-3RA2-C
21AD2P1 +	20AD2P1 +	1HP	0.75HP	1321-3R2-A	1321-3RA2-A	1321-3R2-B	1321-3RA2-B
21AD2P1	20AD2P1	1HP	0.75HP	1321-3R2-B	1321-3RA2-B	1321-3R2-C	1321-3RA2-C

## 附录

续表 B-9

变频器产品目录号		额定值		3%阻抗		5%阻抗	
		正常 负载	重负载	IP00(开放式)	IP10(NEMA 类型1)	IP00(开放式)	IP10(NEMA 类型1)
预配置	标准			产品目录号	产品目录号	产品目录号	产品目录号
21AD3P4	20AD3P4	2HP	1.5HP	1321-3R4-B	1321-3RA4-B	1321-3R4-C	1321-3RA4-C
21AD5P0 +	20AD5P0 +	3HP	2HP	1321-3R4-B	1321-3RA4-B	1321-3R4-C	1321-3RA4-C
21AD5P0 +	20AD5P0 +	3HP	2HP	1321-3R8-B	1321-3RA8-B	1321-3R8-C	1321-3RA8-C
21AD8P0 +	20AD8P0 +	5HP	3HP	1321-3R8-B	1321-3RA8-B	1321-3R8-C	1321-3RA8-C
21AD8P0	20AD8P0	5HP	3HP	1321-3R4-B	1321-3RA4-B	1321-3R4-C	1321-3RA4-C
21AD011 +	20AD011 +	7.5HP	5HP	1321-3R12-B	1321-3RA12-B	1321-3R12-C	1321-3RA12-C
21AD011	20AD011	7.5HP	5HP	1321-3R8-B	1321-3RA8-B	1321-3R8-C	1321-3RA8-C
21AD014 +	20AD014 +	10HP	7.5HP	1321-3R18-B	1321-3RA18-B	1321-3R18-C	1321-3RA18-C
21AD014	20AD014	10HP	7.5HP	1321-3R12-B	1321-3RA12-B	1321-3R12-C	1321-3RA12-C
21AD022 +	20AD022 +	15HP	10HP	1321-3R25-B	1321-3RA25-B	1321-3R25-C	1321-3RA25-C
21AD022	20AD022	15HP	10HP	1321-3R18-B	1321-3RA18-B	1321-3R18-C	1321-3RA18-C
21AD027 +	20AD027 +	20HP	15HP	1321-3R35-B	1321-3RA35-B	1321-3R35-C	1321-3RA35-C
21AD027	20AD027	20HP	15HP	1321-3R25-B	1321-3RA25-B	1321-3R25-C	1321-3RA25-C
600V 60Hz 二相							
20AE0P9 +	-	0.5HP	0.33HP	1321-3R1-C	1321-3RA1-C	1321-3R1-B	1321-3RA1-B
20AE0P9 +	-	0.5HP	0.33HP	1321-3R1-B	1321-3RA1-B	1321-3R1-A	1321-3RA1-A
20AE1P7	-	1HP	0.75HP	1321-3R2-B	1321-3RA2-B	1321-3R2-C	1321-3RA2-C
20AE2P7 +	-	2HP	1.5HP	1321-3R2-A	1321-3RA2-A	1321-3R2-B	1321-3RA2-B
20AE2P7	-	2HP	1.5HP	1321-3R2-B	1321-3RA2-B	1321-3R2-C	1321-3RA2-C

续表 B-9

变频器产品目录号		额定值		3%阻抗		5%阻抗	
		正常 负载	重负载	IP00(开放式)	IP10(NEMA 类型 1)	IP00(开放式)	IP10(NEMA 类型 1)
预配置	标准			产品目录号	产品目录号	产品目录号	产品目录号
20AE3P9 +	-	3HP	2HP	1321-3R4-C	1321-3RA4-C	1321-3R4-D	1321-3RA4-D
20AE3P9	-	3HP	2HP	1321-3R4-B	1321-3RA4-B	1321-3R4-C	1321-3RA4-C
20AE6P1	-	5HP	3HP	1321-3R8-C	1321-3RA8-C	1321-3R8-D	1321-3RA8-D
20AE6P1	-	5HP	3HP	1321-3R4-B	1321-3RA4-B	1321-3R4-C	1321-3RA4-C
20AE9P0 +	-	7.5HP	5HP	1321-3R8-B	1321-3RA8-B	1321-3R8-C	1321-3RA8-C
20AE9P0 +	-	7.5HP	5HP	1321-3R8-C	1321-3RA8-C	1321-3R8-D	1321-3RA8-D
20AE011 +	-	10HP	7.5HP	1321-3R12-B	1321-3RA12-B	1321-3R12-C	1321-3RA12-C
20AE011 +	-	10HP	7.5HP	1321-3R8-B	1321-3RA8-B	1321-3R8-C	1321-3RA8-C
20AE017 +	-	15HP	10HP	1321-3R18-B	1321-3RA18-B	1321-3R18-C	1321-3RA18-C
20AE017 +	-	15HP	10HP	1321-3R12-B	1321-3RA12-B	1321-3R12-C	1321-3RA12-C
20AE022 +	-	20HP	15HP	1321-3R25-B	1321-3RA25-B	1321-3R25-C	1321-3RA25-C
20AE022 +	-	20HP	15HP	1321-3R18-B	1321-3RA18-B	1321-3R18-C	1321-3RA18-C

正常负载输入

正常负载输出

正常负载输入、输出

重负载输入

重负载输出

重负载输入、输出

重负载输出对应的阻抗为 2% (而不是 3%) 和 3.1% (而不是 5%)

正常负载输入、输出和重负载输入、输出 :重负载输入对应的阻抗为 2.12%而不是 3%) 和 3.2% (而不是 5%)

对于外部安装在预配置的变频器上的电抗器提供了专门的产品目录号，见可选则电抗器。输入电抗器的规格量依照 NEC 基本电机电流，输出电抗器的尺寸依照变频器相关的输出电流

## 附录

## 附录 C

表 C-1 208/240V AC 变频器产品目录号

输出电流						标称功率额定值				IP20. NEMA 类型	框架规格
240V AC 输入			280V AC 输入			负载		重载		1.	
连续工作	1分钟	3分秒	连续工作	1分钟	3分秒	千瓦	马力	千瓦	马力	产品目录号 20B...	
2.2	2.4	3.3	2.5	2.8	3.8	0.37	0.5	-	0.33	B2P2A0AYNBNA0	0
4.2	4.8	6.4	4.8	5.6	7	0.75	1	0.37	0.75	B4P2A0AYNBNA0	0
6.8	9	12	7.8	10.4	13.8	1.5	2	0.75	1.5	B6P8A0AYNBNA0	1
9.6	10.6	14.4	11	12.1	17	2.2	3	1.5	2	B9P6A0AYNBNA0	1
15.3	16.8	23	17.5	19.3	26.3	4	5	2.2	3	B015A0AYNBNA0	1
22	24.2	33	25.3	27.8	38	5.5	7.5	4	5	B022A0AYNBNA0	1
28	33	44	32.2	38	50.6	7.5	10	5.5	7.5	B028A0AYNBNA0	2
42	46.2	63	48.3	53.1	72.5	11	15	7.5	10	B042A0AYNBNA0	3
52	63	80	56	64	86	15	20	11	15	B052A0AYNBNA0	3
70	78	105	78.2	86	117.3	18.5	25	15	20	B070A0ANNANA0	4
80	105	136	92	117.3	156.4	33	30	18.5	25	B080A0ANNANA0	4
104 (80)	115 (120)	175 (160)	120 (92)	132 (138)	175 (175)	30	40	22	30	B104A0ANNANA0	5
130 (104)	143 (156)	175 (175)	130 (104)	143 (156)	175 (175)	37	50	30	40	B130A0ANNANA0	5
154 (130)	169 (195)	231 (260)	177 (150)	195 (225)	266 (300)	45	60	37	50	B154A0ANNANA1	6
192 (154)	211 (231)	288 (308)	221 (177)	243 (266)	308 (308)	55	75	45	60	B192A0ANNANA2	6

表 C-2 380/480V AC 变频器产品目录号

输出电流						额定功率		IP20. NEMA 类型 1. 无 HIM 人机界面模块		框架尺寸
480V AC 输入			380V-400V AC 输入			正常负载	重载	产品型号 480V AC	产品型号 480V AC	
连续工作	1分钟	3秒钟	连续工作	1分钟	3秒钟	千瓦	千瓦	20B...	20B...	
1.1	1.2	1.6	1.3	1.4	1.9	0.37	0.25	D1P1A0AYNA NA0	C1P3A0AYNA NA0	0
2.1	2.4	3.2	2.1	2.4	3.2	0.75	0.55	D2P1A0AYNA NA0	C2P1A0AYNA NA0	0
3.4	4.5	6	3.5	4.5	6	1.5	0.75	D3P4A0AYNA NA0	C3P5A0AYNA NA0	0
5	5.5	7.5	5	5.5	7.5	2.2	1.5	D5P0A0AYNA NA0	C5P0A0AYNA NA0	0
8	8.8	12	8.7	9.9	13.2	4	2.2	D8P0A0AYNA NA0	C8P7A0AYNA NA0	0
11	12.1	16.5	11.5	13	17.4	5.5	4	D011A0AYNA NA0	C011A0AYNA NA0	0
14	16.5	22	15.4	17.2	23.1	7.5	5.5	D014A0AYNA NA0	C015A0AYNA NA0	1
22	24.2	33	22	24.2	33	11	7.5	D022A0AYNA NA0	C022A0AYNA NA0	1
27	33	44	30	33	45	15	11	D027A0AYNA NA0	C030A0AYNA NA0	2
34	40.5	54	37	45	60	18.5	15	D034A0AYNA NA0	C037A0AYNA NA0	2
40	51	68	43	56	74	22	18.5	D040A0AYNA NA0	C043A0AYNA NA0	3
52	60	80	56	64	86	30	22	D052A0AYNA NA0	C056A0AYNA NA0	3
65	78	104	72	84	112	37	30	D065A0AYNA NA0	C072A0AYNA NA0	3
77 (65)	85 (98)	116 (130)	85 (72)	94 (108)	128 (144)	45	37	D077A0AYNA NA0	C085A0AYNA NA0	4
96 (77)	106 (116)	144 (154)	105 (85)	116 (128)	158 (170)	55	45	D096A0AYNA NA0	C105A0AYNA NA0	5
125 (96)	138 (144)	163 (168)	125 (96)	138 (144)	163 (168)	75	55	D125A0AYNA NA0	C125A0AYNA NA0	5

## 附录

续表 C-2

输出电流						额定功率		IP20. NEMA 类型 1. 无 HIM 人机界面模块		框架尺寸
480V AC 输入			380V-400V AC 输入			正常负载	重载	产品型号 480V AC	产品型号 480V AC	
连续工作	1分钟	3秒钟	连续工作	1分钟	3秒钟	千瓦	千瓦	20B...	20B...	
156 (125)	172 (188)	233 (250)	170 (140)	187 (210)	255 (280)	90	75	D156A0AYNA NA0	C170A0AYNA NA0	6
180 (156)	198 (234)	270 (312)	205 (170)	220 (255)	289 (313)	110	90	D180A0AYNA NA0	C205A0AYNA NA0	6

表 C-3 600-690V AC 变频器产品目录号

输出电流						标称功率额定值				IP20. NEMA 类型 1.	框架规格	
600V AC 输入			690V AC 输入			负载		重载		产品目录号 20B...		
连续工作	1分钟	3分秒	连续工作	1分钟	3分秒	千瓦	马力	千瓦	马力			
1.7	2	2.6	N/A	-	-	0.75	1	0.37	0.5	E1P7A0AYNBNA0	0	
2.7	3.6	4.8	N/A	-	-	1.5	2	0.75	1	E2P7A0AYNBNA0	0	
3.9	4.3	5.9	N/A	-	-	2.2	3	1.5	2	E3P9A0AYNBNA0	0	
6.1	6.7	9.2	N/A	-	-	4	5	2.2	3	E6P1A0AYNBNA0	0	
9	9.9	13.5	N/A	-	-	5.5	7.5	4	5	E9P0A0AYNBNA0	0	
11	13.5	18	N/A	-	-	7.5	10	5.5	7.5	E011A0AYNBNA0	1	
17	18.7	25.5	N/A	-	-	11	15	7.5	10	E017A0AYNBNA0	1	
22	25.5	34	N/A	-	-	15	20	11	15	E022A0AYNBNA0	2	
27	33	44	N/A	-	-	18.5	25	15	20	E027A0AYNBNA0	2	
32	40.5	54	N/A	-	-	22	30	18.5	25	E032A0AYNBNA0	3	
41	48	64	N/A	-	-	30	40	22	30	E041A0AYNBNA0	3	
52	61.5	82	N/A	-	-	37	50	30	40	E052A0AYNBNA0	3	
62	78	104	N/A	-	-	45	60	37	50	E062A0ANNBNA0	4	
77	85	116	82	90	120	75	75	55	60	E077A0ANNBNA0	5	
(63)	(94)	(126)	(60)	(90)	(123)							
99	109	126	98	108	127	90	100	75	75	E099A0ANNBNA0	5	
(77)	(116)	(138)	(82)	(123)	(140)							
125	138	188	119	131	179	110	125	90	100	E125A0ANNBNA0	6	
(99)	(149)	(198)	(98)	(147)	(196)							
144	158	216	142	156	213	132	150	110	125	E144A0ANNBNA0	6	
(125)	(188)	(250)	(119)	(179)	(238)							

表 C-4 人机界面模块产品目录号

描述	远程 (面板安装) IP66, UL 类型 4 x 12
	目录号
空白盖板	-
LCD 显示, 数字量速度	-
LCD 显示, 全数字式键盘	20-HIM-C3
LCD 显示, 模拟量速度电位计	-
LCD 显示, 只带编程功能	20-HIM-C5

只适于室内

包括一根 PowerFlex HIM 接口电缆 (20-HIM-H10)

表 C-5 接口电缆产品目录号

描述	型号
用于 LCDHIMs 的底座选件, NEMA1/IP20	20-HIM-B1
PowerFlex HIM 接口电缆, 1 米 (39 英寸)	20-HIM-H10
电缆选件 (针型 - 孔型)	
0.33 米 (1.1 英尺)	1202-H03
1 米 (3.3 英尺)	1202-H10
3 米 (9.8 英尺)	1202-H30
9 米 (29.5 英尺)	1202-H90
DPI/SCANport <sup>TM</sup> 一扩二的扩展电缆	1203-S03

包括一根连接到变频器的接口电缆 (1202-C30)

当 HIM 作为手持型或远程型使用时才必须

配合 20-HIM-H10 可满足最大距离 10 米的要求 (32.8 英尺)

表 C-6 通讯适配器选件产品目录号

用户安装的件	型号
ControlNet 通讯适配卡	20-COMM-C
DeviceNet 通讯适配卡	20-COMM-D
EtherNet/IP 通讯适配卡	20-COMM-E
Interbus 通讯适配卡	20-COMM-I
Profibus 通讯适配卡	20-COMM-P
远程 I/O 通讯适配卡	20-COMM-R
RS-485 DF1 通讯适配卡	20-COMM-S
串行 Modem 适配卡	1203-SNM
智能自供电串行转换器 (RS-232) 包括 1203-SF 和 1202-C10 电缆	1203-SSS

## 附录

表 C-7 动态制动电阻产品目录号

## 用户安装的配件

变频器输入电压	制动器电阻	框架	型号
208-240V AC	62Ω	0	20BB-DB1-0
	62Ω	1 ( 2-5Hp )	20BB-DB1-1
	22Ω	1 ( 7.5Hp )	20BB-DB2-1
	22Ω	2	20BB-DB1-2
380-480V AC	115Ω	0	20BD-DB1-0
	115Ω	1	20BD-DB1-1
	62Ω	2	20BD-DB1-2

## 出厂安装的选件

变频器输入电压	制动器电阻	框架	代码
208-240V AC	62Ω	0	Y
	62Ω	1 ( 2-5Hp )	Y
	22Ω	1 ( 7.5Hp )	Y
	22Ω	2	Y
380-480V AC	115Ω	0	Y
	115Ω	1	Y
	62Ω	2	Y

表 C-8 电抗器选件产品目录号

标准变频器 型号	HP 额定值		3%阻抗		5%阻抗	
			IP00 (开放 式)	IP11 (Nema1 型)	IP00 (开放 式)	IP11 (Nema1 型)
	一般 负载	重载	型号	型号	型号	型号
20BD1P1	0.5	0.33	1321-3R1-C	1321-3RA1-C	1321-3R1-B	1321-3RA1-B
20BD1P1	0.5	0.33	1321-3R2-B	1321-3RA2-B	1321-3R2-C	1321-3RA2-C
20BD2P1	1	0.75	1321-3R2-A	1321-3RA2-A	1321-3R2-B	1321-3RA2-B
20BD3P4	2	1.5	1321-3R4-B	1321-3RA4-B	1321-3R4-C	1321-3RA4-C
20BD3P4	2	1.5	1321-3R4-C	1321-3RA4-C	1321-3R4-D	1321-3RA4-D
20BD5P0	3	2	1321-3R4-B	1321-3RA4-B	1321-3R4-C	1321-3RA4-C
20BD5P0	3	2	1321-3R8-C	1321-3RA8-C	1321-3R8-D	1321-3RA8-D
20BD8P0	5	3	1321-3R8-B	1321-3RA8-B	1321-3R8-C	1321-3RA8-C
20BD8P0	5	3	1321-3R4-B	1321-3RA4-B	1321-3R4-C	1321-3RA4-C
20BD011	7.5	5	1321-3R12-B	1321-3RA12-B	1321-3R12-C	1321-3RA12-C
20BD011	7.5	5	1321-3R8-B	1321-3RA8-B	1321-3R8-C	1321-3RA8-C
20BD014	10	7.5	1321-3R18-B	1321-3RA18-B	1321-3R18-C	1321-3RA18-C
20BD014	10	7.5	1321-3R12-B	1321-3RA12-B	1321-3R12-C	1321-3RA12-C
20BD022	15	10	1321-3R25-B	1321-3RA25-B	1321-3R25-C	1321-3RA25-C
20BD022	15	10	1321-3R18-B	1321-3RA18-B	1321-3R18-C	1321-3RA18-C
20BD027	20	15	1321-3R35-B	1321-3RA35-B	1321-3R35-C	1321-3RA35-C
20BD027	20	15	1321-3R25-B	1321-3RA25-B	1321-3R25-C	1321-3RA25-C
20BD034	25	20	1321-3R35-B	1321-3RA35-B	1321-3R35-C	1321-3RA35-C
20BD040	30	25	1321-3R35-B	1321-3RA35-B	1321-3R35-C	1321-3RA35-C
20BD040	30	25	1321-3R45-B	1321-3RA45-B	1321-3R45-C	1321-3RA45-C
20BD052	40	30	1321-3R45-B	1321-3RA45-B	1321-3R45-C	1321-3RA45-C
20BD052	40	30	1321-3R55-B	1321-3RA55-B	1321-3R55-C	1321-3RA55-C
20BD065	50	40	1321-3R55-B	1321-3RA55-B	1321-3R55-C	1321-3RA55-C
20BD065	50	40	1321-3R80-B	1321-3RA80-B	1321-3R80-C	1321-3RA80-C
20BD096	75	60	1321-3R80-B	1321-3RA80-B	1321-3R80-C	1321-3RA80-C
20BD096	75	60	1321-3R100-B	1321-3RA100-B	1321-3R100-C	1321-3RA100-C
20BD125	100	75	1321-3R100-B	1321-3RA100-B	1321-3R100-C	1321-3RA100-C
20BD156	100		1321-3R130-B	1321-3RA130-B	1321-3R130-C	1321-3RA130-C
20BD156		125	1321-3R160-B	1321-3RA160-B	1321-3R160-C	1321-3RA160-C
20BD180	125		1321-3R160-B	1321-3RA160-B	1321-3R160-C	1321-3RA160-C
20BD180		150	1321-3R200-B	1321-3RA200-B	1321-3R200-C	1321-3RA200-C

## 附录

表 C-9 I/O 选件产品目录号

## 标准控制盒

选择用户安装的配件 - 保留缺省值为 N		
描述	型号	
24V DC/AC		20-DA1-A0
115V AC		20-DA1-B0

出厂安装的选件代码选择		
控制类型	型号	代码
标准	无 I/O	N
标准	24V DC/AC	A
标准	115V AC	B

## 矢量控制选项

选择用户安装的配件 - 保留缺省值为 N		
控制类型	描述	型号代码
带 24V DC I/O 的矢量控制	24V DC/AC	20B-VECT-C0
具有 115V DC 的矢量控制	115V AC	20B-VECT-D0

出厂安装的选件代码选择		
控制类型	描述	代码
矢量	24V DC	C
矢量	115V AC	D

注释：矢量控制选件只使用 DPI

表 C-10 速度反馈输入卡产品目录号

## 缺省值为“0” - 不使用反馈选件

选择用户安装的配件 (只适于矢量控制) - 保留缺省值为“0”		
描述	型号	
12V 编码器		20B-ENC-1

## 选择目录号 - 出厂安装的配件 (适于矢量控制)

出厂安装的选件代码选择		
描述	代码	
无编码器		0
12V 编码器		1

## 附录 D

表 D-1 208/240V 三相变频器

240V 交流输入				208V 交流输入				IP20, NEMA1		框架规格	
输出电流(A)			标称负载 HP	输出电流(A)			标称负载 (Kw)	重载 (kW)	产品目录号 20D...		
持续	1分钟	3秒		持续	1分钟	3秒					
4.2	4.8	6.4	1	0.75	4.8	5.6	7	0.75	0.37	B4P2A0EYNANANE	
6.8	9	12	2	1.5	7.8	10.4	13.8	1.5	0.75	B6P8A0EYNANANE	
9.6	10.6	14.4	3	2	11	12.1	17	2.2	1.5	B9P6A0EYNANANE	
15.3	16.8	23	5	3	17.5	19.3	26.3	4	2.2	B015A0EYNANANE	
22	24.2	33	7.5	5	25.3	27.8	38	5.5	4	B022A0EYNANANE	
28	33	44	10	7.5	32.2	38	50.6	7.5	5.5	B028A0EYNANANE	
42	46.2	63	15	10	48.3	53.1	72.5	11	7.5	B042A0EYNANANE	
52	63	80	20	15	56	64	86	15	11	B052A0EYNANANE	
70	78	105	25	20	78.2	86	117.3	18.5	15	B070A0EYNANANE	
80	105	136	30	25	92	117.3	156.4	22	18.5	B080A0EYNANANE	
104 (80)	115 (120)	175 (160)	40	30	120 (92)	132 (138)	175 (175)	30	22	B104A0EYNANANE	
130 (104)	143 (156)	175 (175)	50	40	130 (104)	143 (156)	175 (175)	30	30	B130A0EYNANANE	
154 (130)	169 (195)	231 (260)	60	50	177 (150)	195 (225)	266 (300)	45	37	B154A0EYNANANE	
192 (154)	211 (231)	288 (308)	75	60	221 (177)	243 (266)	308 (308)	55	45	B192A0EYNANANE	
260 (205)	286 (305)	390 (410)	100	75	260 (205)	286 (305)	390 (410)	66	55	B260A0EYNANANE	

在这些列表中目录代码和输出电流相对应。为了获得表中右侧显示的更大电流，变频器必须被设置为较低的工作电压。

这些数据都是在 240V 交流输入下得出的。

这些变频器有两个电流额定值。一种用于标称负载应用系统，另一种用于重载应用系统(在圆括号内)。变频器可以在任意一额定值运行。

## 附录

表 D-2 380-480V 交流, 三相变频器

480V 交流输入				380-400V 交流输入				IP20,NEMA1		框架规格	
输出电流(A)			标称负载 HP	输出电流(A)			标称 负载 kW	重载 kW	产品目录号 20D...		
持续	1分钟	3秒		持续	1分钟	3秒					
2.1	2.4	3.2	1	0.7 5	2.1	2.4	3.2	0.75	0.55	D2P1A0EYNA NANE	
3.4	4.5	6	2	1.5	3.5	4.5	6	1.5	0.75	D3P4A0EYNA NANE	
5	5.5	7.5	3	2	5	5.5	7.5	2.2	1.5	D5P0A0EYNA NANE	
8	8.8	12	5	3	8.7	9.9	13.2	4	2.2	D8P0A0EYNA NANE	
11	12.1	16.5	7.5	5	11.5	13	17.4	5.5	4	D011A0EYNA NANE	
14	16.5	22	10	7.5	15.4	17.2	23.1	7.5	5.5	D014A0EYNA NANE	
22	24.2	33	15	10	22	24.2	33	11	7.5	D022A0EYNA NANE	
27	33	44	20	15	30	33	45	15	11	D027A0EYNA NANE	
34	40.5	54	25	20	37	45	60	18.5	15	D034A0EYNA NANE	
40	51	68	30	25	43	56	74	22	18.5	D040A0EYNA NANE	
52	60	80	40	30	56	64	86	30	22	D052A0EYNA NANE	
65	78	104	50	40	72	84	112	37	30	D065A0EYNA NANE	
77 (65)	85(98) (130)	116 (154)	60	50 (72)	85 (108)	94 (144)	128 (170)	45	37	D077A0ENNA NANE	
96 (77)	106 (116)	144 (154)	75	60 (85)	105 (128)	116 (128)	158 (170)	55	45	D096A0ENNA NANE	
125 (96)	138 (144)	163 (168)	100	75 (96)	125 (144)	138 (144)	163 (168)	55	45	D125A0ENNA NANE	

续表 D-2

480V 交流输入				380-400V 交流输入				IP20,NEMA1		框架规格	
输出电流(A)			标称负载 HP	输出电流(A)			标称 负载 kW	重载 kW	产品目录号 20D...		
持续	1分钟	3秒		持续	1分钟	3秒					
156 (125)	172 (188)	233 (250)	125	100	170 (140)	187 (210)	255 (280)	90	75	D156A0ENNA NANE	6
180 (156)	198 (234)	270 (312)	150	125	205 (170)	220 (255)	289 (313)	110	90	D180A0ENNA NANE	6
248 (180)	273 (270)	372 (360)	200	150	260 (205)	286 (308)	390 (410)	132	110	D248A0ENNA NANE	6
261 (205)	287 (308)	410 (410)	200	150	261 (205)	287 (308)	410 (410)	132	110	D261A0ENNB NANE	9
300 (245)	330 (368)	450 (490)	250	200	300 (245)	330 (368)	450 (490)	160	130	D300A0ENNB NANE	9
385 (300)	424 (450)	600 (600)	300	250	385 (300)	424 (450)	600 (600)	200	100	D385A0ENNB NANE	10
460 (385)	506 (578)	770 (770)	350	300	460 (385)	506 (578)	770 (770)	250	200	D460A0ENNB NANE	10
500 (420)	550 (630)	750 (840)	450	350	500 (420)	550 (630)	750 (840)	250	250	D500A0ENNB NANE	10
590 (520)	649 (780)	956 (956)	500	450	590 (520)	649 (780)	956 (956)	315	250	D590A0ENNB NANE	11
650 (590)	715 (885)	1062 (1062)	500	500	650 (590)	715 (885)	1062 (1062)	355	315	D650A0ENNB NANE	11
730 (650)	803 (975)	1095 (1170)	600	500	730 (650)	803 (975)	1095 (1170)	400	355	D730A0ENNB NANE	11

## 附录

续表 D-2

480V 交流输入				380-400V 交流输入				IP20,NEMA1	框架规格		
输出电流(A)			标称负载 HP	输出电流(A)			标称 负载 kW	重载 kW			
持续	1分钟	3秒		持续	1分钟	3秒					
820 (730)	902 (1095)	120 (1314)	700	600	820 (730)	902 (1095)	1230 (1314)	450	400	D820A0ENNB NANE	12
920 (820)	1012 (1230)	1380 (1476)	800	700	920 (820)	1012 (1230)	1380 (1476)	500	450	D920A0ENNB NANE	12
1030 (920)	1133 (1370)	1555 (1600)	900	800	1030 (920)	1133 (1370)	1555 (1600)	560	500	D1K0A0ENNB NANE	12

与输出电流相对应的记录数据在以下这些纵列中，变频器必须通过编程实现降低电压来获得较高的如下所示的电流。

这些数据都是在 240V 交流输入下得出的。

这些变频器有两个电流额定值。一种用于标称负载应用系统，另一种用于重载应用系统(在圆括号内)。变频器可以在任意一额定值运行。

环境温度为 45°C 时 380-400V、85 A 额定值。

环境温度为 40°C 时 380-400V、205 A 额定值。

这是本书出版时的信息，在定购之前请核实。

环境温度为 40°C 时的额定值。

表 D-3 600/690V 交流三相变频器

600V 交流输入				690V 交流输入						IP20,NEMA1	框架规格	
输出电流(A)			标称负载 HP	输出电流(A)			标称负载 Kw	重载 kW	产品目录号 20D...			
持续	1分钟	3秒		持续	1分钟	3秒						
1.7	2	2.6	1	0.5	—	—	—	—	E1P7A0EYNAN ANE	1		
2.7	3.6	4.8	2	1	—	—	—	—	E2P7A0EYNAN ANE	1		
3.9	4.3	5.9	3	2	—	—	—	—	E3P9A0EYNAN ANE	1		
6.1	6.7	9.2	5	3	—	—	—	—	E6P1A0EYNAN ANE	1		
9	9.9	13.5	7.5	5	—	—	—	—	E9P0A0EYNAN ANE	1		
11	13.5	18	10	7.5	—	—	—	—	E011A0EYNAN ANE	1		
17	18.7	25.5	15	10	—	—	—	—	E017A0EYNAN ANE	1		
22	25.5	34	20	15	—	—	—	—	E022A0EYNAN ANE	2		
27	33	44	25	20	—	—	—	—	E027A0EYNAN ANE	2		
32	40.5	54	30	25	—	—	—	—	E032A0EYNAN ANE	3		
41	48	64	40	30	—	—	—	—	E041A0EYNAN ANE	3		
52	61.5	82	50	40	—	—	—	—	E052A0EYNAN ANE	3		
62	78	104	60	50	—	—	—	—	E062A0EYNAN ANE	4		
77 (63)	85 (94)	116 (126)	75	60	82 (60)	90 (90)	120 (123)	75	55	E077A0ENNAN ANE	5	
99 (77)	109 (116)	126 (138)	100	75	98 (82)	108 (123)	127 (140)	90	75	E099A0ENNAN ANE	5	
125 (99)	138 (149)	188 (198)	125	100	119 (98)	131 (147)	179 (196)	110	90	E125A0ENNAN ANE	6	

## 附录

续表 D-3

600V 交流输入				690V 交流输入				IP20,NEMA1		框架规格	
输出电流(A)			标称负载 HP	输出电流(A)			标称负载 Kw	重载 kW			
持续	1分钟	3秒		持续	1分钟	3秒					
144 (125)	158 (188)	216 (250)	150	125	142 (119)	156 (179)	213 (238)	132	110	E144A0ENNAN ANE	
170 (144)	187 (216)	245 (245)	150	150	170 (144)	187 (216)	245 (245)	160	132	E170A0ENNBN ANE	
208 (170)	230 (250)	289 (289)	200	150	208 (170)	230 (250)	289 (289)	200	160	E208A0ENNBN ANE	
261 (208)	287 (312)	375 (375)	250	200	261 (208)	287 (312)	375 (375)	250	200	E261A0ENNBN ANE	
325 (261)	358 (392)	470 (470)	350	250	325 (261)	358 (392)	470 (470)	315	250	E325A0ENNBN ANE	
385 (325)	424 (488)	585 (585)	400	350	385 (325)	424 (488)	585 (585)	355	315	E385A0ENNBN ANE	
416 (325)	458 (488)	585 (585)	450	350	416 (325)	458 (488)	585 (585)	400	315	E416A0ENNBN ANE	
460 (385)	506 (578)	693 (693)	450	400	460 (385)	506 (578)	693 (693)	450	355	E460A0ENNBN ANE	
502 (460)	552 (690)	828 (828)	500	450	502 (460)	552 (690)	828 (828)	500	450	E502A0ENNBN ANE	
590 (502)	649 (753)	904 (904)	600	500	590 (502)	649 (753)	904 (904)	560	500	E590A0ENNBN ANE	
650 (590)	715 (885)	1062 (1062)	700	650	650 (590)	715 (885)	1062 (1062)	630	560	E650A0ENNBN ANE	

续表 D-3

600V 交流输入			690V 交流输入			IP20,NEMA1		框架规格		
输出电流(A)		标称负载 HP	输出电流(A)		标称负载 kW					
持续	1分钟		持续	1分钟						
750 (650)	825 (975)	1170 (1170)	800	700	750 (650)	825 (975)	1170 (1170)	710 630	E750A0ENNBN ANE	12
820 (750)	902 (975)	1170 (1170)	900	700	820 (750)	902 (975)	1170 (1170)	800 630	E820A0ENNBN ANE	12

在这些列表中目录代码和输出电流相对应。为了获得表中右侧显示的更大电流，变频器必须被设置为较低的工作电压。

对于 600V 级别的变频器我们没有做与 CE 认证有关的测试。

目录代码是在 600V 交流输入下给出的。

这些变频器有两个电流额定值。一种用于标称负载应用系统，另一种用于重载应用系统(在圆括号内)。变频器可以在任意一额定值运行。

环境温度为 45°C 时的额定值

## 附录

表 D-4 540/650V 直流输入变频器

650V 直流输入				540V 直流输入						IP20,NEMA1	框架规格	
输出电流(A)			标称负载 HP	输出电流(A)			标称负载 kW	重载 kW	预充 直流电	产品目录号 20D...		
持续	1分钟	3秒		持续	1分钟	3秒						
96 (77)	106 (116)	144 (154)	75	60	105 (850)	116 (128)	158 (170)	55	45	无	J096A0ENNAN ANE	5
96 (77)	106 (116)	144 (154)	75	60	105 (850)	116 (128)	158 (170)	55	45	有	R096A0ENNA NANE	5
125 (96)	138 (144)	163 (168)	100	75	125 (96)	138 (144)	163 (168)	55	45	无	J125A0ENNAN ANE	5
125 (96)	138 (144)	163 (168)	100	75	125 (96)	138 (144)	163 (168)	55	45	有	R125A0ENNA NANE	5
156 (125)	172 (188)	233 (250)	125	100	170 (140)	187 (210)	255 (280)	90	75	无	J156A0ENNAN ANE	6
156 (125)	172 (188)	233 (250)	125	100	170 (140)	187 (210)	255 (280)	90	75	有	R156A0ENNA NANE	6
180 (156)	198 (234)	270 (312)	150	125	205 (170)	220 (255)	289 (313)	110	90	无	J180A0ENNAN ANE	6
180 (156)	198 (234)	270 (312)	150	125	205 (170)	220 (255)	289 (313)	110	90	有	J180A0ENNAN ANE	6
248 (180)	273 (270)	372 (360)	200	150	260 (205)	286 (308)	390 (410)	132	110	无	J248A0ENNAN ANE	6
248 (180)	273 (270)	372 (360)	200	150	260 (205)	286 (308)	390 (410)	132	110	有	R248A0ENNA NANE	6

在这些列表中目录代码和输出电流相对应。为了获得表中右侧显示的更大电流，变频器必须被设置为较低的工作电压。

目录代码是在 650V 直流输入下给出的。

这些变频器有两个电流额定值。一种用于标称负载应用系统，另一种用于重载应用系统(在圆括号内)。变频器可以在任意一额定值运行。

环境温度为 45°C 时的额定值。

环境温度为 40°C 时的额定值。

表 D-5 810/932V 直流输入变频器

810V 直流输入			932V 直流输入						IP20,NEMA1	框架规格		
输出电流(A)			标称负载 HP	输出电流(A)			标称负载 kW	重载 kW	预充 直流电	产品目录号 20D...		
持续	1分钟	3秒		持续	1分钟	3秒						
99 (77)	109 (116)	126 (138)	100	75	98 (82)	108 (123)	127 (140)	90	75	有	T099A0ENNANA NE	5
144 (125)	158 (188)	216 (250)	150	125	142 (119)	156 (179)	213 (238)	132	110	有	T144A0ENNANA NE	6

在这些列表中目录代码和输出电流相对应。为了获得表中右侧显示的最大电流，变频器必须被设置为较低的工作电压。

目录代码是在 810V 直流输入下给出的。

这些变频器有两个电流额定值。一种用于标称负载应用系统，另一种用于重载应用系统(在圆括号内)。变频器可以在任意一额定值运行。

环境温度为 45°C 时的额定值。

表 D-6 通讯附件

说明	目录号
DriveLogix 3m RS-232 编程电缆	1756-CP3
DriveLogix Compact I/O 3.28 英尺(1 米)，左侧总线端盖	20D-DL2-CL3
DriveLogix Compact I/O 3.28 英尺(1 米)，右侧总线端盖	20D-DL2-CR3
智能自供电串行转换器(RS-232)，包括 1203-SFC 和 1202-C10 电缆	1203-SSS
串行 Null Modem 适配器	1203-SNM
ControlNet T 型连接器/直角，1 m 同轴电缆配件	1786-TPR

表 D-7 同步连接附件

说明	目录号
同步连接本模块(可接 4 个分流机模块)	1751-SLBA/A
同步连接带 4 个接口的分流机模块	1751-SL4SP/A
同步连接旁路开关模块	1751-SLBP/A
2 × 1m 光纤连接的电源监控/同步连接	1403-CF001
2 × 3m 光纤连接的电源监控/同步连接	1403-CF003
2 × 5m 光纤连接的电源监控/同步连接	1403-CF005
10m 光纤连接的电源监控/同步连接	1403-CF010
20m 光纤连接的电源监控/同步连接	1403-CF020

## 附录

续表 D-7

说明	目录号
50m 光纤连接的电源监控/同步连接	1403-CF050
100m 光纤连接的电源监控/同步连接	1403-CF100
250m 光纤连接的电源监控/同步连接	1403-CF250

仅限于 DriveLogix 选项。

需要扩展盒。

表 D-8 隔离变压器

电机额定值 (HP)	240V, 60 Hz, 三相	460V, 60 Hz, 三相
	240V 原边 & 240V 副边	460V 原边 & 460V 副边
	IP 32(Nema 3R) 目录号	IP 32(Nema 3R) 目录号
0.33	1321-3TW005-AA	1321-3TW005-BB
0.5	1321-3TW005-AA	1321-3TW005-BB
0.75	1321-3TW005-AA	1321-3TW005-BB
1	1321-3TW005-AA	1321-3TW005-BB
1.5	1321-3TW005-AA	1321-3TW005-BB
2	1321-3TW005-AA	1321-3TW005-BB
3	1321-3TW005-AA	1321-3TW005-BB
5	1321-3TW007-AA	1321-3TW007-BB
7.5	1321-3TW011-AA	1321-3TW011-BB
10	1321-3TW014-AA	1321-3TW014-BB
15	1321-3TW020-AA	1321-3TW020-BB
20	1321-3TW027-AA	1321-3TW027-BB
25	1321-3TW034-AA	1321-3TW034-BB
30	1321-3TW040-AA	1321-3TW040-BB
40	1321-3TW051-AA	1321-3TW051-BB
50	1321-3TW063-AA	1321-3TW063-BB
60	-	1321-3TW075-BB
75	-	1321-3TW093-BB
100	-	1321-3TW118-BB
125	-	1321-3TW145-BB
150	-	1321-3TW175-BB

表 D-9 母线/负载电抗器

变频器目 录号	负载	HP	输入母线电抗器		输出母线电抗器	
			IP00(开放式)	IP11(Nema1)	IP00(开放式)	IP11(Nema1)
			目录号	目录号	目录号	目录号
3%阻抗-240V,60Hz,3相						
20DD2P2	重载	0.33	1321-3R2-D	1321-3RA2-D	1321-3R2-D	1321-3RA2-D
20DD2P2	标称负载	0.5	1321-3R2-D	1321-3RA2-D	1321-3R2-D	1321-3RA2-D
20DD4P2	重载	0.75	1321-3R4-A	1321-3RA4-A	1321-3R4-A	1321-3RA4-A
20DD4P2	标称负载	1	1321-3R4-A	1321-3RA4-A	1321-3R4-A	1321-3RA4-A
20DD6P8	重载	1.5	1321-3R8-A	1321-3RA8-A	1321-3R8-A	1321-3RA8-A
20DD6P8	标称负载	2	1321-3R8-A	1321-3RA8-A	1321-3R8-A	1321-3RA8-A
20DD9P6	重载	2	1321-3R8-A	1321-3RA8-A	1321-3R12-A	1321-3RA12-A
20DD9P6	标称负载	3	1321-3R12-A	1321-3RA12-A	1321-3R12-A	1321-3RA12-A
20DD015	重载	3	1321-3R12-A	1321-3RA12-A	1321-3R18-A	1321-3RA18-A
20DD015	标称负载	5	1321-3R18-A	1321-3RA18-A	1321-3R18-A	1321-3RA18-A
20DD022	重载	5	1321-3R18-A	1321-3RA18-A	1321-3R25-A	1321-3RA25-A
20DD022	标称负载	7.5	1321-3R25-A	1321-3RA25-A	1321-3R25-A	1321-3RA25-A
20DD028	重载	7.5	1321-3R25-A	1321-3RA25-A	1321-3R35-A	1321-3RA35-A
20DD028	标称负载	10	1321-3R35-A	1321-3RA35-	1321-3R35-A	1321-3RA35-A
20DD042	重载	10	1321-3R35-A	1321-3RA35-A	1321-3R45-A	1321-3RA45-A
20DD042	标称负载	15	1321-3R45-A	1321-3RA45-A	1321-3R45-A	1321-3RA45-A
20DD052	重载	15	1321-3R45-A	1321-3RA45-A	1321-3R55-A	1321-3RA55-A
20DD052	标称负载	20	1321-3R55-A	1321-3RA55-A	1321-3R55-A	1321-3RA55-A
20DD070	重载	20	1321-3R80-A	1321-3RA80-A	1321-3R80-A	1321-3RA80-A
20DD070	标称负载	25	1321-3R80-A	1321-3RA80-A	1321-3R80-A	1321-3RA80-A
20DD080	重载	25	1321-3R80-A	1321-3RA80-A	1321-3R100-A	1321-3RA100-A
20DD080	标称负载	30	1321-3R100-A	1321-3RA100-A	1321-3R100-A	1321-3RA100-A
20DD104	重载	30	1321-3R80-A	1321-3RA80-A	1321-3R80-A	1321-3RA80-A
20DD104	标称负载	40	1321-3R100-A	1321-3RA100-A	1321-3R100-A	1321-3RA100-A
20DD130	重载	40	1321-3R100-A	1321-3RA100-A	1321-3R100-A	1321-3RA100-A
20DD130	标称负载	50	1321-3R130-A	1321-3RA130-A	1321-3R130-A	1321-3RA130-A
20DD154	重载	50	1321-3R130-A	1321-3RA130-A	1321-3R130-A	1321-3RA130-A
20DD154	标称负载	60	1321-3R160-A	1321-3RA160-A	1321-3R160-A	1321-3RA160-A
20DD192	重载	60	1321-3R160-A	1321-3RA160-A	1321-3R160-A	1321-3RA160-A
20DD192	标称负载	75	1321-3R200-A	1321-3RA200-A	1321-3R200-A	1321-3RA200-A
5%阻抗-240V,60Hz,3相						
20DD2P2	重载	0.33	1321-3R2-A	1321-3RA2-A	1321-3R2-A	1321-3RA2-A
20DD2P2	标称负载	0.5	1321-3R2-A	1321-3RA2-A	1321-3R2-A	1321-3RA2-A
20DD4P2	重载	0.75	1321-3R4-B	1321-3RA4-B	1321-3R4-B	1321-3RA4-B

## 附录

续表 D-9

变频器目 录号	负载	HP	输入母线电抗器		输出母线电抗器	
			IP00(开放式)	IP11(Nema1)	IP00(开放式)	IP11(Nema1)
			目录号	目录号	目录号	目录号
20DD4P2	标称负载	1	1321-3R4-B	1321-3RA4-B	1321-3R4-B	1321-3RA4-B
20DD6P8	重载	1.5	1321-3R8-B	1321-3RA8-B	1321-3R8-B	1321-3RA8-B
20DD6P8	标称负载	2	1321-3R8-B	1321-3RA8-B	1321-3R8-B	1321-3RA8-B
20DD9P6	重载	2	1321-3R8-B	1321-3RA8-B	1321-3R12-B	1321-3RA12-B
20DD9P6	标称负载	3	1321-3R12-B	1321-3RA12-B	1321-3R12-B	1321-3RA12-B
20DD015	重载	3	1321-3R12-B	1321-3RA12-B	1321-3R18-B	1321-3RA18-B
20DD015	标称负载	5	1321-3R18-B	1321-3RA18-B	1321-3R18-B	1321-3RA18-B
20DD022	重载	5	1321-3R18-B	1321-3RA18-B	1321-3R25-B	1321-3RA25-B
20DD022	标称负载	7.5	1321-3R25-B	1321-3RA25-B	1321-3R25-B	1321-3RA25-B
20DD028	重载	7.5	1321-3R25-B	1321-3RA25-B	1321-3R35-B	1321-3RA35-B
20DD028	标称负载	10	1321-3R35-B	1321-3RA35-B	1321-3R35-B	1321-3RA35-B
20DD042	重载	10	1321-3R35-B	1321-3RA35-B	1321-3R45-B	1321-3RA45-B
20DD042	标称负载	15	1321-3R45-B	1321-3RA45-B	1321-3R45-B	1321-3RA45-B
20DD052	重载	15	1321-3R45-A	1321-3RA45-A	1321-3R55-A	1321-3RA55-A
20DD052	标称负载	20	1321-3R55-A	1321-3RA55-A	1321-3R55-A	1321-3RA55-A
20DD070	重载	20	1321-3R80-B	1321-3RA80-B	1321-3R100-B	1321-3RA100-B
20DD070	标称负载	25	1321-3R100-B	1321-3RA100-B	1321-3R100-B	1321-3RA100-B
20DD080	重载	25	1321-3R100-B	1321-3RA100-B	1321-3R130-B	1321-3RA130-B
20DD080	标称负载	30	1321-3R100-B	1321-3RA100-B	1321-3R130-B	1321-3RA130-B
20DD104	重载	30	1321-3R80-B	1321-3RA80-B	1321-3R80-B	1321-3RA80-B
20DD104	标称负载	40	1321-3R100-B	1321-3RA100-B	1321-3R100-B	1321-3RA100-B
20DD130	重载	40	1321-3R100-B	1321-3RA100-B	1321-3R100-B	1321-3RA100-B
20DD130	标称负载	50	1321-3R130-B	1321-3RA130-B	1321-3R130-B	1321-3RA130-B
20DD154	重载	50	1321-3R160-B	1321-3RA160-B	1321-3R160-B	1321-3RA160-B
20DD154	标称负载	60	1321-3R200-B	1321-3RA200-B	1321-3R200-B	1321-3RA200-B
20DD192	重载	60	1321-3R200-B	1321-3RA200-B	1321-3R200-B	1321-3RA200-B
20DD192	标称负载	75	1321-3R200-B	1321-3RA200-B	1321-3R200-B	1321-3RA200-B

变频器 目录号	负载	HP	输入母线电抗器		输出母线电抗器	
			IP00(开放式)	IP11(Nema1)	IP00(开放式)	IP11(Nema1)
			目录号	目录号	目录号	目录号
3%阻抗-480V,60Hz,3相						
20DD1P1	重载	0.33	1321-3R1-C	1321-3RA1-C	1321-3R2-B	1321-3RA2-B
20DD1P1	标称负载	0.5	1321-3R1-C	1321-3RA1-C	1321-3R2-B	1321-3RA2-B
20DD2P1	重载	0.75	1321-3R2-A	1321-3RA2-A	1321-3R2-A	1321-3RA2-A
20DD2P1	标称负载	1	1321-3R2-A	1321-3RA2-A	1321-3R2-A	1321-3RA2-A

续表 D-9

变频器 目录号	负载	HP	输入母线电抗器		输出母线电抗器	
			IP00(开放式)	IP11(Nema1)	IP00(开放式)	IP11(Nema1)
			目录号	目录号	目录号	目录号
20DD3P4	重载	1.5	1321-3R4-C	1321-3RA4-C	1321-3R4-B	1321-3RA4-B
20DD3P4	标称负载	2	1321-3R4-B	1321-3RA4-B	1321-3R4-B	1321-3RA4-B
20DD5P0	重载	2	1321-3R4-B	1321-3RA4-B	1321-3R8-C	1321-3RA8-C
20DD5P0	标称负载	3	1321-3R4-B	1321-3RA4-B	1321-3R8-C	1321-3RA8-C
20DD8P0	重载	3	1321-3R4-B	1321-3RA4-B	1321-3R8-B	1321-3RA8-B
20DD8P0	标称负载	5	1321-3R8-B	1321-3RA8-B	1321-3R8-B	1321-3RA8-B
20DD011	重载	5	1321-3R8-B	1321-3RA8-B	1321-3R12-B	1321-3RA12-B
20DD011	标称负载	7.5	1321-3R12-B	1321-3RA12-B	1321-3R12-B	1321-3RA12-B
20DD014	重载	7.5	1321-3R12-B	1321-3RA12-B	1321-3R18-B	1321-3RA18-B
20DD014	标称负载	10	1321-3R18-B	1321-3RA18-B	1321-3R18-B	1321-3RA18-B
20DD022	重载	10	1321-3R18-B	1321-3RA18-B	1321-3R25-B	1321-3RA25-B
20DD022	标称负载	15	1321-3R25-B	1321-3RA25-B	1321-3R25-B	1321-3RA25-B
20DD027	重载	15	1321-3R25-B	1321-3RA25-B	1321-3R35-B	1321-3RA35-B
20DD027	标称负载	20	1321-3R35-B	1321-3RA35-B	1321-3R35-B	1321-3RA35-B
20DD034	重载	20	1321-3R35-B	1321-3RA35-B	1321-3R45-B	1321-3RA45-B
20DD034	标称负载	25	1321-3R35-B	1321-3RA35-B	1321-3R45-B	1321-3RA45-B
20DD040	重载	25	1321-3R35-B	1321-3RA35-B	1321-3R55-B	1321-3RA55-B
20DD040	标称负载	30	1321-3R45-B	1321-3RA45-B	1321-3R55-B	1321-3RA55-B
20DD052	重载	30	1321-3R45-B	1321-3RA45-B	1321-3R80-B	1321-3RA80-B
20DD052	标称负载	40	1321-3R55-B	1321-3RA55-B	1321-3R80-B	1321-3RA80-B
20DD065	重载	40	1321-3R55-B	1321-3RA55-B	1321-3R80-B	1321-3RA80-B
20DD065	标称负载	50	1321-3R55-B	1321-3RA55-B	1321-3R80-B	1321-3RA80-B
20DD077	重载	50	1321-3R80-B	1321-3RA80-B	1321-3R80-B	1321-3RA80-B
20DD077	标称负载	60	1321-3R80-B	1321-3RA80-B	1321-3R80-B	1321-3RA80-B
20DD096	重载	60	1321-3R80-B	1321-3RA80-B	1321-3R80-B	1321-3RA80-B
20DD096	标称负载	75	1321-3R100-B	1321-3RA100-B	1321-3R100-B	1321-3RA100-B
20DD125	重载	75	1321-3R100-B	1321-3RA100-B	1321-3R100-B	1321-3RA100-B
20DD125	标称负载	100	1321-3R130-B	1321-3RA130-B	1321-3R130-B	1321-3RA130-B
20DD156	重载	100	1321-3R130-B	1321-3RA130-B	1321-3R130-B	1321-3RA130-B
20DD156	标称负载	125	1321-3R160-B	1321-3RA160-B	1321-3R160-B	1321-3RA160-B
20DD180	重载	125	1321-3R160-B	1321-3RA160-B	1321-3R160-B	1321-3RA160-B
20DD180	标称负载	150	1321-3R200-B	1321-3RA200-B	1321-3R200-B	1321-3RA200-B
20DD248	重载	150	1321-3R200-B	1321-3RA200-B	1321-3R200-B	1321-3RA200-B
20DD248	标称负载	200	1321-3RB250-B	1321-3RB250-B	1321-3RB250-B	1321-3RB250-B

## 附录

续表 D-9

变频器 目录号	负载	HP	输入母线电抗器		输出母线电抗器	
			IP00(开放式)	IP11(Nema1)	IP00(开放式)	IP11(Nema1)
			目录号	目录号	目录号	目录号
5%阻抗-480V,60Hz,3相						
20DD1P1	重载	0.33	1321-3R1-B	1321-3RA1-B	1321-3R2-B	1321-3RA2-B
20DD1P1	标称负载	0.5	1321-3R1-B	1321-3RA1-B	1321-3R2-B	1321-3RA2-B
20DD2P1	重载	0.75	1321-3R2-B	1321-3RA2-B	1321-3R2-B	1321-3RA2-B
20DD2P1	标称负载	1	1321-3R2-B	1321-3RA2-B	1321-3R2-B	1321-3RA2-B
20DD3P4	重载	1.5	1321-3R4-D	1321-3RA4-D	1321-3R4-C	1321-3RA4-C
20DD3P4	标称负载	2	1321-3R4-D	1321-3RA4-D	1321-3R4-C	1321-3RA4-C
20DD5P0	重载	2	1321-3R4-C	1321-3RA4-C	1321-3R8-D	1321-3RA8-D
20DD5P0	标称负载	3	1321-3R4-C	1321-3RA4-C	1321-3R8-D	1321-3RA8-D
20DD8P0	重载	3	1321-3R4-C	1321-3RA4-C	1321-3R8-C	1321-3RA8-C
20DD8P0	标称负载	5	1321-3R8-C	1321-3RA8-C	1321-3R8-C	1321-3RA8-C
20DD011	重载	5	1321-3R8-C	1321-3RA8-C	1321-3R12-C	1321-3RA12-C
20DD011	标称负载	7.5	1321-3R12-C	1321-3RA12-C	1321-3R12-C	1321-3RA12-C
20DD014	重载	7.5	1321-3R12-C	1321-3RA12-C	1321-3R18-C	1321-3RA18-C
20DD014	标称负载	10	1321-3R18-C	1321-3RA18-C	1321-3R18-C	1321-3RA18-C
20DD022	重载	10	1321-3R18-C	1321-3RA18-C	1321-3R25-C	1321-3RA25-C
20DD022	标称负载	15	1321-3R25-C	1321-3RA25-C	1321-3R25-C	1321-3RA25-C
20DD027	重载	15	1321-3R25-C	1321-3RA25-C	1321-3R35-C	1321-3RA35-C
20DD027	标称负载	20	1321-3R35-C	1321-3RA35-C	1321-3R35-C	1321-3RA35-C
20DD034	重载	20	1321-3R35-C	1321-3RA35-C	1321-3R45-C	1321-3RA45-C
20DD034	标称负载	25	1321-3R35-C	1321-3RA35-C	1321-3R45-C	1321-3RA45-C
20DD040	重载	25	1321-3R35-C	1321-3RA35-C	1321-3R55-C	1321-3RA55-C
20DD040	标称负载	30	1321-3R45-C	1321-3RA45-C	1321-3R55-C	1321-3RA55-C
20DD052	重载	30	1321-3R45-C	1321-3RA45-C	1321-3R80-C	1321-3RA80-C
20DD052	标称负载	40	1321-3R55-C	1321-3RA55-C	1321-3R80-C	1321-3RA80-C
20DD065	重载	40	1321-3R55-C	1321-3RA55-C	1321-3R80-C	1321-3RA80-C
20DD065	标称负载	50	1321-3R55-C	1321-3RA55-C	1321-3R80-C	1321-3RA80-C
20DD077	重载	50	1321-3R80-C	1321-3RA80-C	1321-3R80-C	1321-3RA80-C
20DD077	标称负载	60	1321-3R80-C	1321-3RA80-C	1321-3R80-C	1321-3RA80-C
20DD096	重载	60	1321-3R80-C	1321-3RA80-C	1321-3R80-C	1321-3RA80-C
20DD096	标称负载	75	1321-3R100-C	1321-3RA100-C	1321-3R100-C	1321-3RA100-C
20DD125	重载	75	1321-3R100-C	1321-3RA100-C	1321-3R100-C	1321-3RA100-C
20DD125	标称负载	100	1321-3R130-C	1321-3RA130-C	1321-3R130-C	1321-3RA130-C
20DD156	重载	100	1321-3R130-C	1321-3RA130-C	1321-3R130-C	1321-3RA130-C
20DD156	标称负载	125	1321-3R160-C	1321-3RA160-C	1321-3R160-	1321-3RA160-C
20DD180	重载	125	1321-3R160-C	1321-3RA160-C	1321-3R160-C	1321-3RA160-C

续表 D-9

20DD180	标称负载	150	1321-3R200-C	1321-3RA200-C	1321-3R200-C	1321-3RA200-C
20DD248	重载	150	1321-3R200-C	1321-3RA200-C	1321-3R200-C	1321-3RA200-C
20DD248	标称负载	200	1321-3RB250-C	1321-3RAB250-C	1321-3RB250-C	1321-3RAB250-C

表 D-10 反射波衰减设备

## 带共模扼流圈的反射波衰减设备

说明	适用于	型号(散件)
380-600V AC, 17.5A IP20 (NEMA1)	3.7-7.5 KW (5-10HP)	1204-RWC-17-A

## 反射波衰减设备

说明	适用于	型号(散件)
380-575V AC, 9A IP 20 (NEMA 1)	0.37-3.7 kW (0.5-5HP) 380-460V & 500-600V A型框架设备	1204-RWR2-09-B

表 D-11 终端器

说明	适用于	型号(散件)
IP65 (NEMA 4x) 包括连接电缆	0.37-1.5 kW (0.5-2HP) 460V 变频器 0.75-597 kW (1-800 HP) 575V 变频器	1204-TFA1
	1.5-597 kW (2-800 HP) 460V 变频器 0.75-597 kW (1-800 HP) 575 变频器	1204-TFB2

表 D-12 推荐使用的屏蔽/铠装电缆

区域	额定值/类型	说明
标准(选项 1)	600V, 900C(1940F) XHHW2/RHW-2 Anixter B209500-B209507, Belden 29501-29507 或同等产品	•带有 XLPE 绝缘的 4 芯镀锡的铜导线。 •铜编织层/铝金属薄片混合屏蔽和镀锡的铜管 线。 •PVC 套管。
标准(选项 2)	600V, 900C(1940F) RHH/RHW-2 Anixter OLF-7xxxx 或同等产品	•带有 XLPE 绝缘的 3 芯镀锡的铜导线。 •单个千分之 5 英寸的螺旋铜带(至少交迭 25%)， 并且带有与屏蔽线相连的 3 芯裸铜底材。 •PVC 套管
等级 I&II 类别 I&II	600V, 900C(1940F) RHH/RHW-2 Anixter 7V-7xxxx-3G 或同等产品	•带有 XLPE 绝缘的 3 芯镀锡的裸铜导线，并且具 有持久的抗皱性焊接铝铠装 •防日光照射的黑色 PVC 套管 •底材为#10AWG 或更小号的 3 芯接地铜导线

## 附录

表 D-13 推荐使用的控制电缆

信号类型	电缆类型	说明
标准模拟量 I/O	Belden 8760/9460(或同等产品)	0.750 mm <sup>2</sup> (18AWG) , 双绞线 , 100%屏蔽 并带排水线
	Belden 8770(或同等产品)	0.750 mm <sup>2</sup> (18AWG) , 3 根导线 , 屏蔽的 适用于远程电位计。
编码器加 I/O	小于或等于 30m(98ft) Belden 9730(或同等产品)	0.196 mm <sup>2</sup> (24AWG) , 个别屏蔽
	大于或等于 30m(98ft) Belden 9730(或同等产品)	0.750 mm <sup>2</sup> (18AWG) , 双绞线 , 屏蔽
Stegman 编码器	带有 C12 FUR 连接的 Stegman 6-411682-xx 电缆	0.750 mm <sup>2</sup> (18AWG) , 双绞线 , 300V, 最 低 80o C (176o F)
解析器	Paige 412081(或同等产品) 扭转度 , 容量, 阻感性 等特性与专业 电缆相同或者优于专业电缆	
同步连接	Versalink V-系统 Lucent 技术 专业光纤隔离技术 1403-CF BLK	200/230 微米 HCS (镀二氧化硅硬化) 650 nm (红色的) 数据传送速率 5 Mbps
EMC 兼容	详细信息请参阅 13 页的“产品选型”	