

## 第一章 项目作业流程

从一个简单的项目开始学习 JX-300X 系统

1.1 前期设计

1.2 硬件选型

1.3 组态设计

1.4 设备安装

1.5 调试

1.6 投运

1.7 作业流程图

思考和练习

## 第二章 硬件选型

针对前文示例进行项目选型

请注意（外配要求）

思考和练习

## 第三章 组态设计

3.1 整理硬件及 I/O 信息，分配测点

动手试一试——整理信息，分配测点

3.2 建立组态文件

动手试一试——建立组态文件

注意：

3.3 主机设置

动手试一试——主机设置

3.4 控制站 I/O 组态

3.4.1 数据转发卡设置

动手试一试——数据转发卡设置

3.4.2 I/O 卡件设置

动手试一试——I/O 卡件设置

3.4.3 信号点设置

动手试一试——信号点设置

3.4.4 信号点设置的几个注意事项

3.5 控制方案的组态

3.5.1 常规控制方案组态

动手试一试——常规控制方案组态

3.5.2 自定义控制方案的组态

动手试一试——SCX 语言软件的登录

了解 SCX 语言的程序结构和语法规则

动手试一试——用 SCX 语言实现控制方案

动手试一试——图形化组态软件的登录

了解图形化组态软件

动手试一试——用图形化组态软件实现控制方案

### 3.6 工作站组态

#### 3.6.1 操作小组的组态

动手试一试——操作小组组态

#### 3.6.2 标准操作画面的制作

动手试一试——趋势画面

动手试一试——分组画面

动手试一试——一览画面

动手试一试——总貌画面

#### 3.6.3 流程图绘制

动手试一试——登录、建立流程图文件

动手试一试——绘制流程图

动手试一试——保存

#### 3.6.4 报表制作

动手试一试——报表制作

#### 3.6.5 自定义键组态

动手试一试——自定义键设定

#### 3.6.6 语音报警

### 3.7 编译、修正

思考和练习

## 第四章 安装

### 4.1 硬件安装：

#### 4.1.1 安装准备

#### 4.1.2 卡件安装

#### 4.1.3 通讯网络连接

#### 4.1.4 端子接线

### 4.2 软件安装

思考和练习

## 第五章 联机调试

### 5.1 上电步骤

### 5.2 组态下载和传送

#### 5.2.1 下载

#### 5.2.2 传送

### 5.3 权限设置及登录

#### 5.3.1 操作权限

#### 5.3.2 设置口令

#### 5.3.3 操作人员登录

### 5.4 熟悉操作界面

### 5.5 系统冗余配置测试

#### 5.5.1 主控卡的冗余测试

#### 5.5.2 数据转发卡的冗余测试

- 5.5.3 通信端口冗余测试
- 5.5.4 HUB 的冗余测试
- 5.6 主控制卡掉电测试
- 5.7 I/O 通道测试
  - 5.7.1 模拟输入信号测试
  - 5.7.2 开入信号测试
  - 5.7.3 模拟输出信号测试
  - 5.7.4 开出信号测试
- 5.8 ADVANTROL 软件测试
- 5.9 系统模拟联调
- 思考和练习

## 第六章 投运

### 思考和练习

## 第七章 维护与疑难解析

- 7.1 系统使用维护
  - 7.1.1 日常维护
  - 7.1.2 预防维护
  - 7.1.3 故障维护
  - 7.1.4 大修期间维护
  - 7.1.5 大修后系统上电
- 7.2 常见故障处理
  - 7.2.1 操作站故障。
  - 7.2.2 I/O 卡件故障。
  - 7.2.3 通信网络故障。
  - 7.2.4 信号线故障。
  - 7.2.5 电源箱故障。
  - 7.2.6 现场自控设备故障。
  - 7.2.7 异常断电。
- 7.3 疑难解析

# 第一章 项目作业流程

- \* 介绍工程项目的作业流程
- \* 提出简单的项目要求
- \* 针对提出的项目要求分析项目进行时的具体工作

工程项目的实现是个复杂的过程，这也是很多工程师非常关心的问题。

一般情况下，工程项目的实施围绕着用户方提出的项目要求，依次进行项目的前期系统设计（包括工艺设计、系统组态、流程图制作、报表制作、控制方案设计等），现场设备的采购、安装与连接、系统调试及投运等各项工作。

作为项目实施者的技术人员，首先需要了解工程项目的作业流程。DCS 装置的设计、安装和调试都需要根据作业流程的指导进行。

在本章中，首先将提出一些具体的项目要求，请读者仔细阅读，后文中将向读者介绍这些具体的项目要求按照什么样的步骤被一一实现。

## 从一个简单的项目开始学习 JX-300X 系统

对于任何的工程项目，都会有一些特定的项目要求，这一系列的要求将在项目的前期设计过程中，根据工艺的需要一一明确。

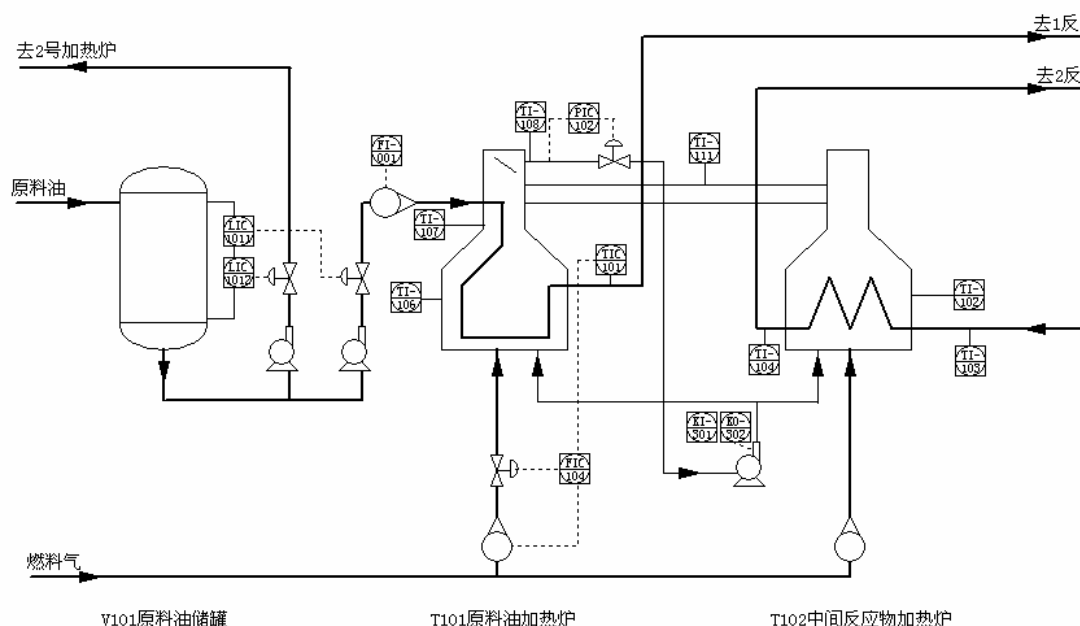
对于不同的项目，提出的要求也有较大的差别，一般需要从以下几个方面来考虑：

- **测点情况**：包括测点的具体数量及参数。测点详细情况需以《测点清单》的形式反映。要求测点齐全，满足控制要求。
- **控制要求**：有无线锁、累积或其他的控制要求。如有条件需提供《控制方案图》、《联锁原理图》。控制方案或联锁方案要求合理可行。
- **操作画面**：需要什么样的操作、监控画面。
- **报表样式**：如有报表需求，则需提供报表制作要求和样式。
- **现场实施**：根据现场的实际情况，设计安装图纸，并开展安装、调试和投运等工作。

明确、完整的提出项目要求，为系统选型和组态设计工作提供了准则和依据。

众所周知，加热炉是化工生产工艺中的一种常见设备。对于加热炉，工艺介质受热升温或同时进行汽化，其温度的高低会直接影响后一工序的操作工况和产品质量。当炉子温度过高时，会使物料在加热炉里分解，甚至造成结焦而产生事故，因此，一般加热炉的出口温度都需严加控制。

现有一套加热炉装置，原料油经原料油加热炉（设备号 T101）加热后去 1 反，中间反应物经中间反应物加热炉（设备号 T102）去 2 反。如下图：



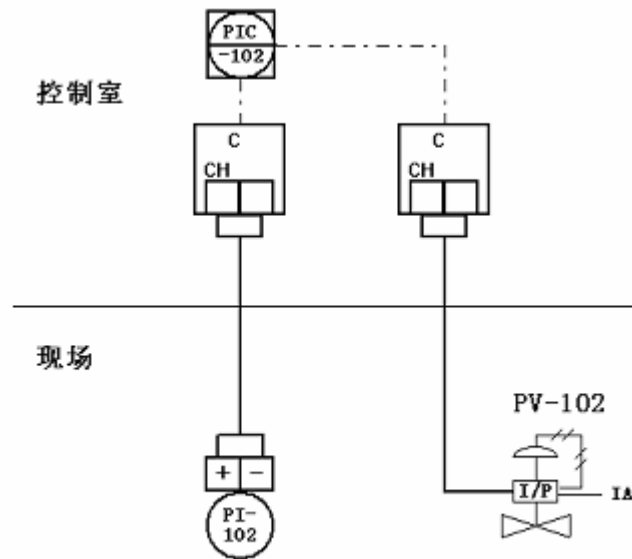
设备详细 I/O 资料如下表所列：

| 位 号     | 描 述         | 量 程       | 备 注         |
|---------|-------------|-----------|-------------|
| TI-101  | 原料油加热炉出口温度  | 0-600     | Pt100 热电偶   |
| TI-106  | 原料油加热炉炉膛温度  | 0-600     | K 型热电偶      |
| TI-107  | 原料油加热炉辐射段温度 | 0-1000    | K 型热电偶      |
| TI-108  | 原料油加热炉烟囱温度  | 0-300     | E 型热电偶      |
| TI-111  | 加热炉热风道温度    | 0-200     | E 型热电偶      |
| TI-102  | 反应物加热炉炉膛温度  | 0-600     | K 型热电偶      |
| TI-103  | 反应物加热炉入口温度  | 0-400     | K 型热电偶      |
| TI-104  | 反应物加热炉出口温度  | 0-600     | K 型热电偶      |
| PI-102  | 原料油加热炉烟气压力  | -100-0 Pa | 4-20mA      |
| LI-101  | 原料油储罐液位     | 0-100%    | 4-20mA      |
| FI-001  | 加热炉原料油流量    | 0-500M3/h | 4-20mA,要求配电 |
| FI-104  | 加热炉燃料气流量    | 0-500M3/h | 4-20mA,要求配电 |
| PV-102  | 加热炉烟气压力调节   |           | 输出 4-20mA   |
| FV-104  | 加热炉燃料气流量调节  |           | 输出 4-20mA   |
| LV-1011 | 液位调节 1      |           | 输出 4-20mA   |
| LV-1012 | 液位调节 2      |           | 输出 4-20mA   |
| KI-301  | 泵开关指示       |           | 开关量输入 (干触点) |
| KO-302  | 泵开关操作       |           | 开关量输出 (干触点) |

项目要求：

### 1、回路控制

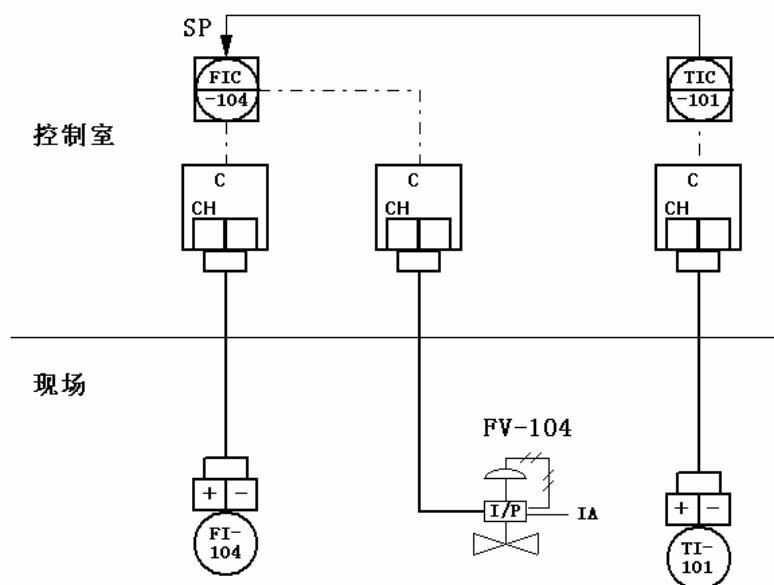
- 加热炉烟气压力 PI-102 需要进行控制，如下所示：



这里，PI-102 与 PV-102 构成了一个单回路，回路号为 PIC-102。

- 原料加热炉出口温度 (TI-101) 需要进行控制，由于加热炉具有较大的时间常数和纯滞后时间，简单的单回路控制效果不理想。在操作过程中，燃料气流量的波动是温度的主要干扰因素。因此，采用加热炉出口温度对燃料气流量的串级控制。这样的控制可以在燃料气流量发生的变化尚未影响到加热炉出口温度之前，通过内环的控制作用先行调节，快速减少甚至消除燃料气流量的干扰，从而改善控制质量。

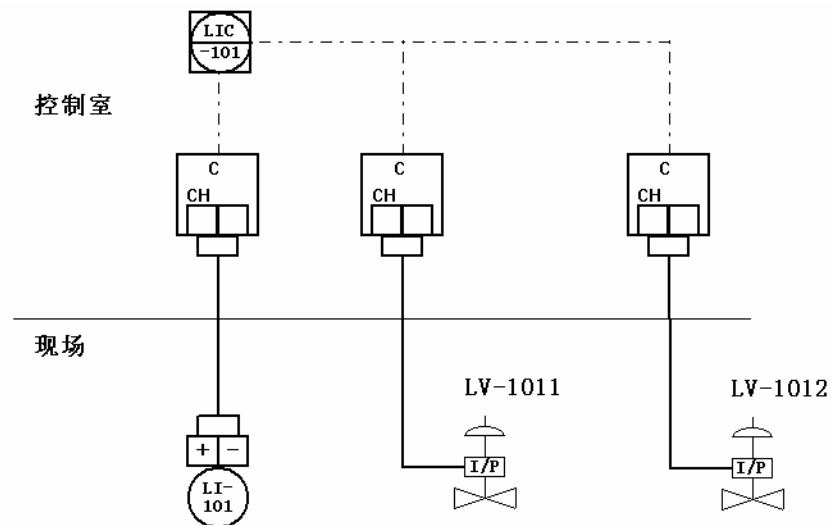
仪表回路图如下所示：



其中副回路（内环）是流量控制，流量测量信号为 FI-104，输给调节阀的信号是 FV-104，回路号为 FIC-104。主回路（外环）是温度控制，温度测量位号为 TI-101，回路号为 TRC-101。

- 原料油储罐液位（LI-101）调节采用分程控制，回路自动时 A 阀（LV-1011）\ B 阀（LV-1012）采用  $B=1.0-A$  的方式调节，在手动时，A 阀、B 阀都可以分别手动调节。

仪表回路图如下：



## 2、累积要求

- 对进入原料油加热炉的原料油流量 FR-001 进行累积，一定权限的操作者可以手动将累积值清零。

## 3、监控画面

- 根据工艺要求，绘制工艺流程图，并合理设计操作画面，方便操作使用。

## 4、报表记录

- 制作班报表，记录 PI-102，TI-101，TI-102，TI-106 四组数据：要求每一小时记录一次数据，每天 8:00，16:00，0:00 打印。



样表如下：

| 加热炉报表（班报表）                  |            |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| __班__组 组长__ 记录员__ __年__月__日 |            |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 时间                          |            | 9:00   | 10:00  | 11:00  | 12:00  | 13:00  | 14:00  | 15:00  | 16:00  |
| 内容                          | 描述         | 数据     |        |        |        |        |        |        |        |
| PI-102                      | 加热炉烟气压力    | -75.15 | -75.98 | -74.89 | -77.25 | -75.25 | -75.84 | -75.46 | -75.35 |
| TI-101                      | 加热炉出口温度    | 430.65 | 431.68 | 433.52 | 430.98 | 430.25 | 430.76 | 438.31 | 432.56 |
| TI-102                      | 反应物加热炉炉膛温度 | 650.02 | 651.63 | 650.35 | 650.96 | 651.98 | 650.35 | 651.21 | 649.32 |
| TI-106                      | 加热炉炉膛温度    | 480.31 | 485.65 | 487.62 | 485.24 | 481.69 | 480.35 | 475.65 | 480.12 |

围绕着所提的项目要求，用户需按照下述作业流程进行项目的实施。

## 1.1 前期设计

一般的工程项目，在签约之前，需要进行可行性和项目的基础设计，以确定工艺基本要求、系统的规模、测点的数目及特性（如量程、单位、阀特性、触点的常开和常闭等）、控制要求（如联锁、常规控制、特殊控制等）、需监控的流程画面（如带测点的工艺流程图样式、操作界面的样式）、报表样式及要求、控制室的布置设计等等。明确这些要求，为下一步的选型、组态、安装、调试等工作做了准备。

## 1.2 硬件选型

根据系统实际测点和控制情况，选择系统需要的硬件设备（机柜、机笼、卡件、操作站等），使硬件配置可以满足设计中的数据监控、画面浏览等要求，并为将来的系统扩展升级留有一定的余量。

一般的，前期设计和硬件选型完成以后，会形成诸如《合同》、《技术协议》、《联络会议纪要》、《工艺介绍》、《测点、控制要求》、《基础设计及评审意见》等设计输入文档。

## 1.3 组态设计

根据前期设计和硬件选型的结论，用 JX-300X 系统组态软件包中的相关软件实现控制站、操作站等硬件设备在软件中的配置，操作画面设计，流程图绘制、控制方案编写，报表制作等等。组态设计也是 JX-300X 系统培训的重点内容。

一般的，组态设计按照以下的步骤进行：

- 以系统整体构架为基础，进行总体信息的组态
- I/O 组态（I/O 设备、信号参数的设置）
- 控制组态（控制方案的实现）
- 操作组态（监控画面，如流程图等）
- 其他组态（如与异构化系统的连接等）

## 1.4 设备安装

设备安装之前，需要确定的是指控制室的环境布置是否符合 DCS 工作要求，是否具备供电条件，接地系统是否完成，机柜、操作台等是否就位，电缆的铺设是否符合标准，现场

仪表的就位是否正常。

确认安装的准备工作就绪以后，可以进行设备接线、卡件安装等工作。

安装工作依据的文档主要有设计时形成的《DCS 系统设备安装图》（包含《控制室布置图》、《DCS 安装尺寸图》、《DCS 系统配置图》）、《DCS 电缆布线规范》、《DCS 系统供电图》、《DCS 系统通讯图》、《DCS 系统接地图》、《测点清单》、《卡件布置图》、《端子接线图》、《外配部分接线图》等。

## 1.5 调试

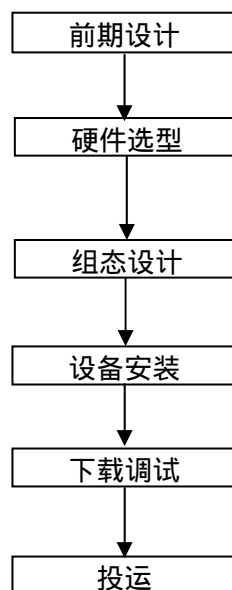
在设备就位的基础上，可以进行组态的下载以及控制系统的调试和联调。这些工作的进行测试了系统的各设备的通讯是否畅通，硬件工作是否正常，现场设备能否按照配置正确的工作，控制方案是否满足控制要求。

## 1.6 投运

将装置投入生产，实现自动控制。

## 1.7 作业流程图

下图为项目的作业流程图：



## 思考和练习

1. 对于一般的项目要求主要需从哪些方面考虑？
2. 简述一个项目的作业流程是怎样的？

## 第二章 硬件选型

- \* 介绍硬件选型如何进行
- \* 针对上一章节的项目要求进行选型示范
- \* 外配件选型的简单说明

明确地提出项目要求以后，接下来需要根据要求，进行硬件的选型。硬件选型一般按照以下步骤说明：

1. 根据《测点清单》中测点性质确定系统 I/O 卡件的类型及数量(适当留有余量)，对于重要的信号点要考虑是否进行冗余配置；
2. 根据 I/O 卡件数量和工艺要求确定控制站和操作站的个数；
3. 根据上述设备的数量配置其它设备，如机柜、机笼、电源、操作台等；
4. 在有防爆要求的场合，需要考虑选配合适的安全栅；
5. 对于开关量，根据其数量和性质要考虑是否选配相应的端子板、转接端子和继电器；
6. 对于现场一次仪表的选型，本手册不做介绍。

## 针对前文示例进行项目选型

接下来，针对上一章节中的项目要求来进行系统的硬件选型。

首先对测点进行统计，得到如下的结果：

表 测点分类统计表

| 信号类型 | 参与控制的信号点数   | 不参与控制的信号点数 | 总计点数 |
|------|-------------|------------|------|
| AI   | 热电偶         | 0          | 7    |
|      | 热电阻         | 1          | 0    |
|      | 4~20mA（配电）  | 2          | 0    |
|      | 4~20mA（不配电） | 2          | 0    |
| AO   | 4~20mA      | 4          | 0    |
| DI   | 开入          | -          | 1    |
| DO   | 开出          | -          | 1    |

对上表进行分析，得知：

- 1、测点中热电偶 AI 点共七点，其中 K 型热电偶五点，E 型热电偶两点，均不参与控制。  
热电偶信号由 SP314 卡件来采集，SP314 卡件为四点卡，一块卡件采集四路信号。对于不同类型的热电偶信号，一般建议在有条件的情况下采用不同的卡件进行采集。对于 K 型热电偶 AI 点，需要两块 SP314 卡件，富余三个通道。对于 E 型热电偶 AI 点，需要一块 SP314 卡件，富余两个通道。所以总计需要三块 SP314 卡件。
- 2、测点中热电阻 AI 点共一点，参与控制。热电阻信号由 SP316 卡件来采集，SP316 卡件为两点卡，一块卡件采集两路信号，所以至少需要一块 SP316 卡件，富余一个通道。考虑到参与控制的信号的安全性，建议采用冗余配置，所以需要两块相同的 SP316 卡件。
- 3、测点中标准电流 AI 点（配电）共两点，参与控制。标准电流 AI 点（不配电）共两点，参与控制。标准电流信号由 SP313 卡件来采集，考虑到信号的质量，建议配电和不配电的信号分别采用不同的卡件采集，尽量不要集中在一块卡件上。SP313 卡件为四点卡，一块卡件采集四路信号，所以至少需要两块 SP313 卡件，每块卡件各富余两个通道。考虑到参与控制的信号的安全性，建议采用冗余配置，所以需要四块相同的 SP313 卡件。
- 4、测点中AO 点共四点，参与控制。AO 信号由 SP322 卡件来处理，SP322 卡件为四点卡，一块卡件处理四路信号，所以至少需要一块 SP322 卡件。考虑到参与控制的信号的安全性，建议采用冗余配置，所以需要两块相同的 SP322 卡件。
- 5、测点中DI 点共一点，为干触点信号。该 DI 信号可由 SP363 卡件来处理，SP363 卡件为七点卡，一块卡件处理七路信号，所以至少需要一块 SP363 卡件。另外，对于 DI 信号，

我们采用端子板（系统型号 SP590）或端子进行转接，所以我们还需要一块 SP590 端子板。

- 6、测点中干触点 DO 点 共一点。该 DO 信号可由 SP362 卡件来处理，SP362 卡件为七点卡，一块卡件处理七路信号，所以至少需要一块 SP362 卡件。对于 DO 信号，需要考虑卡件的驱动能力以及与现场设备的隔离，因此，在这里还需要选购一只继电器（如 RM2S-U）。

通过上面的分析，实现测点清单上的所有信号的采集和控制需要的 I/O 卡件为：SP313 卡件 4 块、SP314 卡件 3 块、SP316 卡件 2 块、SP322 卡件 2 块、SP362 卡件 1 块、SP363 卡件 1 块，共计 13 块 I/O 卡。以上统计数据中，如果考虑到将来的系统扩展及备品备件要求，各种卡件还需要相应增加。

由此分析，得知，系统控制站规模不大，一个控制站（需一对冗余配置的主控制卡）一个 I/O 机笼（需一对冗余配置的数据转发卡）即可。一个 I/O 机笼中可以插放 16 块 I/O 卡件，本例中只需要 13 块卡件，剩余的 3 个空槽位需要配上空卡。相应的，硬件配置上需要配一个机柜、一个电源箱机笼、两只互为冗余的电源模块。

根据实际要求，系统至少需配置一台操作站（兼工程师站）。

系统硬件的配置基本上就完成了，具体配置表如下所示。

系统硬件：

| 序号 | 名称          | 型号      | 单位 | 数量 |
|----|-------------|---------|----|----|
| 1  | I/O 机笼      | SP211   | 个  | 1  |
| 2  | 数据转发卡       | SP233   | 块  | 2  |
| 3  | 主控制卡        | SP243X  | 块  | 2  |
| 4  | 电源箱机笼       | SP251   | 个  | 1  |
| 5  | 电源          | SP251-1 | 个  | 2  |
| 6  | 电流信号输入卡     | SP313   | 块  | 4  |
| 7  | 电压信号输入卡     | SP314   | 块  | 3  |
| 8  | 热电阻信号输入卡    | SP316   | 块  | 2  |
| 9  | 模拟量输出卡      | SP322   | 块  | 2  |
| 10 | 触点型开关输入卡    | SP363   | 块  | 1  |
| 11 | 晶体管触点开关量输出卡 | SP362   | 块  | 1  |
| 12 | 开关量转接端子板    | SP590   | 块  | 1  |
| 13 | 空卡          | SP000   | 块  | 3  |
| 14 | 操作员键盘       | SP032   | 个  | 1  |

软件：

| 序号 | 名称                  | 型号规格     | 单位 | 数量 |
|----|---------------------|----------|----|----|
| 1  | AdvanTrol 软件（含工程师狗） |          | 套  | 1  |
| 2  | 操作系统                | WIN 2000 | 套  | 1  |

其它：

| 序号 | 名称       | 型号规格        | 单位 | 数量 |
|----|----------|-------------|----|----|
| 1  | 机柜       | SP202       | 个  | 1  |
| 2  | Scnet 网卡 | SP023       | 块  | 2  |
| 3  | 操作站主机    | DELL/GX-260 | 台  | 1  |
| 4  | 显示器      | DELL,P1130  | 台  | 1  |
| 5  | 立式操作台    | SP071       | 台  | 1  |
| 6  | 集线器      | SP423       | 个  | 2  |





## 请注意（外配要求）：

在工程项目中，当从有防爆要求的场所引入和输出信号时，要考虑用安全栅进行隔离。应根据信号的类型选用相应的安全栅。目前与浙大中控 JX-300X 系统配用的安全栅主要有：龙飞集团的 LB900 系列齐纳安全栅、LF1000 系列隔离式安全栅，P+F 公司的齐纳安全栅和隔离式安全栅，MTL 公司的齐纳安全栅和隔离式安全栅。如下表：

|             | RTD                 | TC        | 配电               | AO                  | DI      | DO       |
|-------------|---------------------|-----------|------------------|---------------------|---------|----------|
| 乐清 LB900 系列 | LB955               | LB960     | LB930<br>LB987sp | LB940<br>LB928      | LB987S  |          |
| 德国 P+F 公司   | Z954                | Z960      | Z728<br>Z787.H   | Z728                | Z715    |          |
| 英国 MTL      | MTL755ac<br>MTL4755 | MTL760 ac | MTL787SP+        | MTL728+<br>MTL787S+ | MTL787S | MTL787S+ |

在工程项目中当遇到有源的开关量信号输入 DCS 时，必须采用继电器隔离。继电器的选用要根据信号的类型（主要是电压等级，一般有 220VAC、24VDC、380VAC），由有源开关量信号控制继电器线包的动作，继电器触点作为 DCS 卡件的输入信号。

无源的开关量信号输入转接时采用 SP590 端子板或接线端子。

对需要无源输出的一般信号（在 220VAC、触点容量小于 5 安培,24VDC、触点容量小于 2.5 安培时），用扩展继电器（如 RM2S-U）作为隔离继电器，由卡件通断控制继电器线包的动作，其触点作干触点输出即可。但如果是有大容量要求对象的触点，其扩展方式可考虑用接触器或其他方式。特别要注意的是当被控设备为直流负载时，要根据其电流、电压慎重选择扩展设备，以满足其容量要求。

当控制对象为电磁阀类时，需要输出有源触点，应在扩展继电器的触点上串接电源（通常有 220VAC 或 24VDC 两种）。同时应注意其容量要求。

## 思考和练习

1. 硬件选型时，I/O 卡件选型的主要依据是什么？
2. 硬件选型时，控制站和操作站的数量主要由哪些因素决定？
3. 目前与浙大中控 JX-300X 系统配用的安全栅主要有哪几种？
4. 在工程项目中当遇到有源的开关量信号输入 DCS 时，必须采用什么措施？
5. 在本章提到的选型案例中，如再需要增加 4 点标准电流 AI 测点（4~20mA）、2 点热电偶 AI 测点（K 型）、2 点 AO 测点（4~20mA）、2 点 DI（干触点），请问是否需要增加硬件配置？如需要，则增加哪些硬件？

## 第三章 组态设计

- \* 介绍进行组态设计的基本步骤
- \* 介绍组态文件的建立、保存
- \* 介绍组态软件的使用方法,包括如何进行主机设置,如何进行控制站 I/O 组态,如何进行操作画面的制作,如何进行流程图的绘制、报表的制作以及控制方案的编写。并针对具体实例进行示范
- \* 介绍组态文件的编译和修正方法

考虑到实际现场情况的复杂性,系统的许多功能及匹配参数需要根据具体情况由用户设定。例如:用户配置了什么样的硬件设备,系统采集什么样的信号、采用何种控制方案、怎样控制、操作时需显示什么数据、如何操作等等。这些需要用户为系统设定各项参数的操作即所谓的“系统组态”。

对于一个项目的组态设计,主要是指利用 JX-300X DCS 系统组态软件包,在工程师站上完成的设计、配置工作,这样的组态设计基本上是按照下面的步骤进行的:

1. 整理硬件及 I/O 信息,分配测点
2. 建立组态文件
3. 主机设置
4. 控制站 I/O 组态
5. 控制方案组态
6. 操作站组态
7. 编译、修正

本章节将以组态设计的步骤为线索,对组态设计的过程进行详细的阐述。

### 3.1 整理硬件及 I/O 信息，分配测点

组态工作正式开始之前，需要根据实际系统硬件选型的结论，整理硬件信息并进行测点的分配。在这里，需要进行的工作包括：

- 确定有几个控制站
- 每个控制站分配几个机笼
- 每一个机笼中的卡件按什么样的顺序来布置
- 每一块卡件具体处理哪一些测点信号，这些信号分别位于该卡件的哪一通道

在一般情况下，硬件的分配遵循以下原则：

- 根据工艺情况，同一装置或是有关联的装置分布在一个控制站。
- 在一个控制站内部，按卡件类型分布，同类型的卡件相对集中排布。
- 在卡件排布时，注意 A 类卡和 B 类卡的排布要求。
- 在条件允许的情况下，在一个控制站内一个类型的测点后应考虑一定的备点，控制站中应留有几个空余槽位，为设计更改留余量。

## 动手试一试——整理信息，分配测点

根据上一章节中的选型工作，可知目前已经基本确定下来系统的硬件规模，卡件的型号及数量等。系统中仅有一个控制站、一个机笼，所以接下来需要确定卡件在机笼中按照什么样的顺序排列，并作出卡件布置图。

对于本例课题中的工程项目，由于卡件数量较少，布置起来比较简单，下面是一个参考示意图。

1#机柜 1#机笼卡件布置图

| 1              | 2 | 3  | 4 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|----------------|---|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 冗余             |   | 冗余 |   | 冗余 |    | 冗余 |    |    |    |    |    | 冗余 |    | 冗余 |    |    |    |    |    |
| S              | S | S  | S | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  |
| P              | P | P  | P | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  |
| 2              | 2 | 2  | 2 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 0  | 3  | 3  | 3  | 3  | 0  | 0  | 3  | 3  |
| 4              | 4 | 3  | 3 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 2  | 2  | 0  | 0  | 6  | 6  |
| 3              | 3 | 3  | 3 | 3  | 3  | 3  | 3  | 4  | 4  | 4  | 0  | 6  | 6  | 2  | 2  | 0  | 0  | 2  | 3  |
| X              | X |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| SUPCON JX-300X |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |



**思考：**机笼中的卡件是不是可以任意摆放的？（提示：需注意冗余卡件的位置和 A、B 类卡件的位置。）

接下来就是对于测点的分配了，需要根据实际情况来对项目测点清单中的所有测点进行位置分配，确定哪一个测点在哪一块卡件的哪一个通道上进行采集或控制。具体配置可参考下表所列。

|                       | 序号 | 卡件型号  | 卡件通道   |        |         |         |    |    |    |
|-----------------------|----|-------|--------|--------|---------|---------|----|----|----|
|                       |    |       | 00     | 01     | 02      | 03      | 04 | 05 | 06 |
| 测<br>点<br>分<br>配<br>图 | 00 | SP313 | PI-102 | LI-101 | 备用      | 备用      |    |    |    |
|                       | 01 | SP313 | PI-102 | LI-101 | 备用      | 备用      |    |    |    |
|                       | 02 | SP313 | FI-001 | FI-104 | 备用      | 备用      |    |    |    |
|                       | 03 | SP313 | FI-001 | FI-104 | 备用      | 备用      |    |    |    |
|                       | 04 | SP314 | TI-106 | TI-107 | 备用      | 备用      |    |    |    |
|                       | 05 | SP314 | TI-102 | TI-103 | TI-104  | 备用      |    |    |    |
|                       | 06 | SP314 | TI-108 | TI-111 | 备用      | 备用      |    |    |    |
|                       | 07 | SP000 |        |        |         |         |    |    |    |
|                       | 08 | SP316 | TI-101 | 备用     |         |         |    |    |    |
|                       | 09 | SP316 | TI-101 | 备用     |         |         |    |    |    |
|                       | 10 | SP322 | PV-102 | FV-104 | LV-1011 | LV-1012 |    |    |    |
|                       | 11 | SP322 | PV-102 | FV-104 | LV-1011 | LV-1012 |    |    |    |
|                       | 12 | SP000 |        |        |         |         |    |    |    |
|                       | 13 | SP000 |        |        |         |         |    |    |    |
|                       | 14 | SP362 | KO-302 | 备用     | 备用      | 备用      | 备用 | 备用 | 备用 |
|                       | 15 | SP363 | KI-301 | 备用     | 备用      | 备用      | 备用 | 备用 | 备用 |

根据上面的卡件布置图和测点分配清单，组态工作就可以顺理成章的开始了。

## 3.2 建立组态文件

正式开始进行组态的时候，首先需要新建一个组态文件，将系统的配置信息集中、完整的体现在组态文件中。

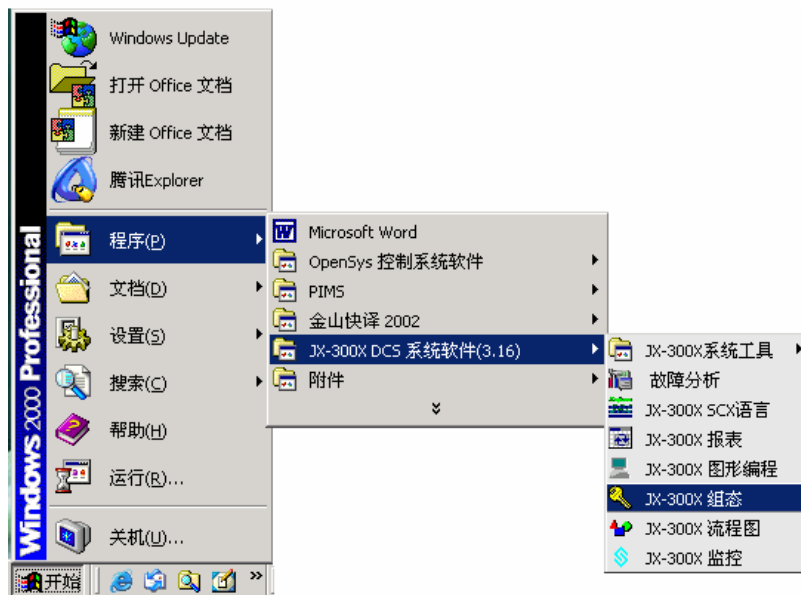
新建组态文件的时候要指定文件的存放路径及文件名。

## 动手试一试——建立组态文件

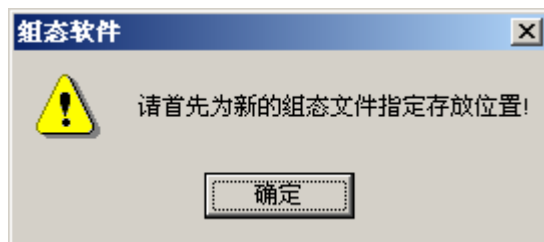
执行步骤：



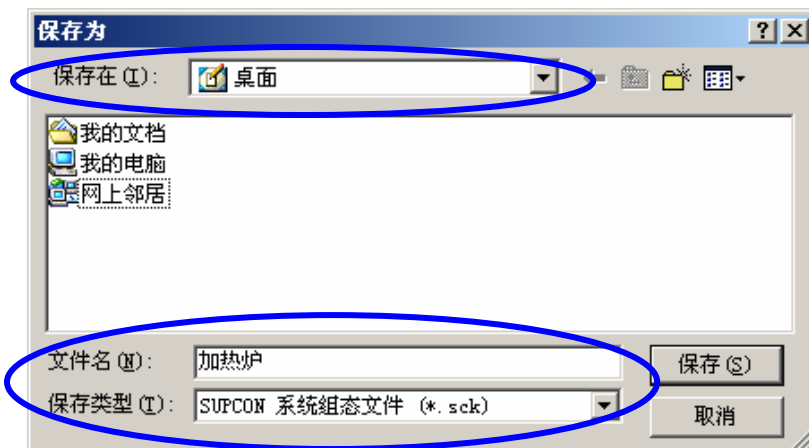
1、双击桌面图标，或在操作系统开始菜单中选择相应的命令，如下：



将出现下面的提示框：

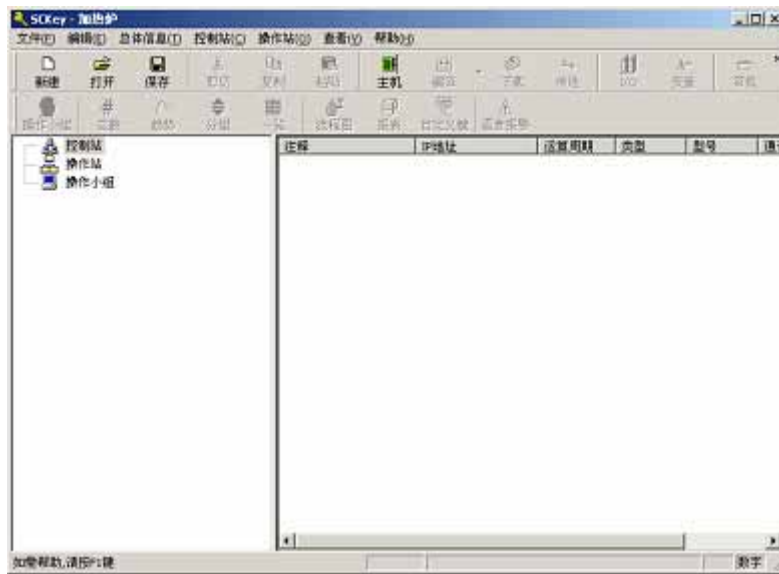


2、点击“确定”按钮，出现下面对话框：






3、设置文件名“加热炉”，指定保存路线。点击“保存”。弹出组态软件的界面如下。



4、补充说明：若您打开的是一个已经存在的组态文件，在组态软件的界面中，点击“新

建”按钮  **新建**，或使用[文件]/<新建>菜单项命令也可以完成新建一个组态文件的操作。

**注意：**

新建组态文件的时候，系统会生成（文件名）.sck 的组态文件，同时，在同一个目录下系统会自动地生成一个和组态文件同名的文件夹。如下图，本例中组态文件名为“加热炉”。



该文件夹下面包含着一些小的文件夹，如下图所示：



这些小文件夹具体的名称和作用如下：

- control：存放图形化组态文件
- flow：存放流程图文件
- lang：存放 SCX 语言文件
- report：存放报表文件
- run：存放运行文件，如\*.scc、\*.sco 等文件
- temp：存放临时文件


在组态中，所绘制的流程图、制作的报表、编写的程序等都需要正确的存放在相应的文件夹中。

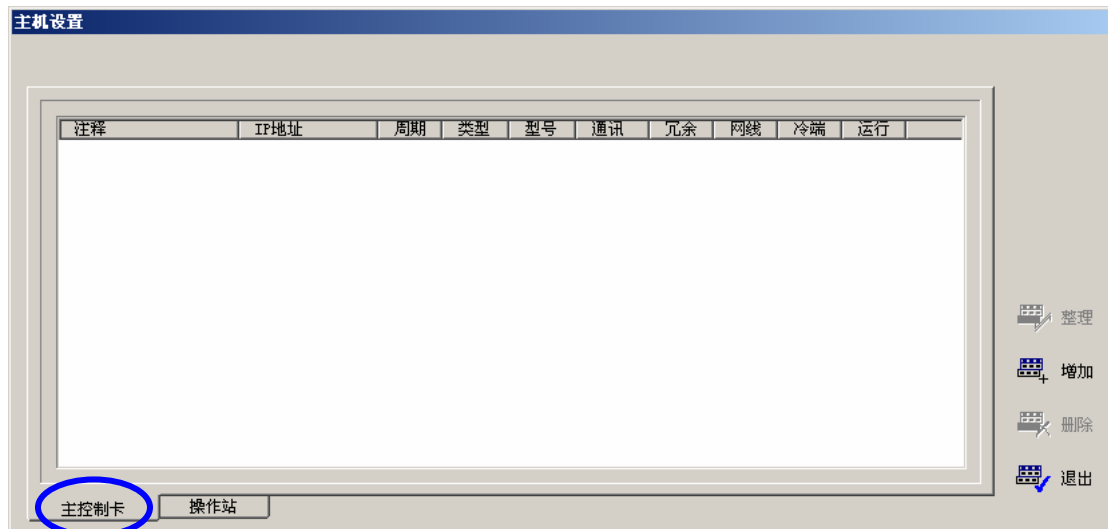
### 3.3 主机设置

建立了新的组态文件以后，首先进行主机设置，主机设置是指对系统控制站（主控制卡）、操作站以及工程师站的相关信息配置，包括各个控制站的地址、控制周期、通讯、冗余情况、各个操作站或工程师站的地址等一系列的设置工作。

## 动手试一试——主机设置

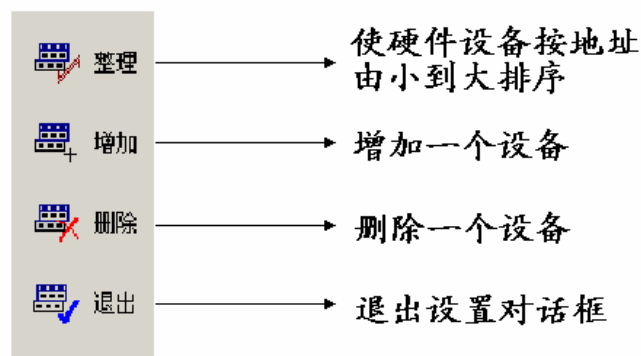
设置步骤：

- 1、点击组态软件界面中的“主机”按钮 ，在弹出的对话框中设置主机。（该命令也能在[总体信息]/<主机设置>菜单项中找到。）

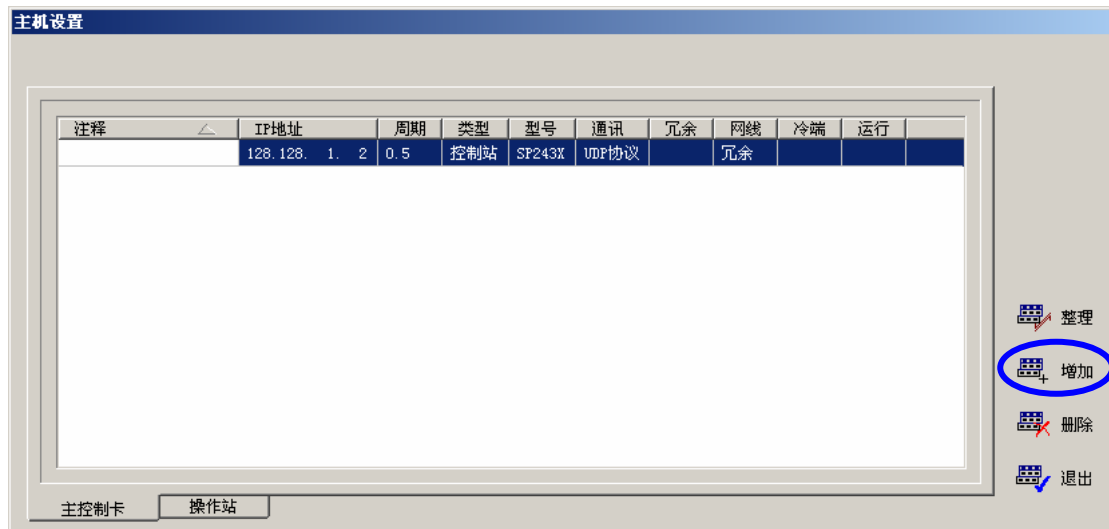


这时对话框突出显示“主控制卡”选项卡，在这里可以进行对控制站（主控制卡）的设置。

在对话框的右侧纵向排列了四个命令按钮，分别为：**整理**、**增加**、**删除**、**退出**。这些命令按钮的作用如下图所示：



- 2、点击“增加”按钮，增加控制站。



### 3、填写相应控制站的参数：

**注释：**对该控制站的相应文字说明。

**IP 地址：**JX-300X 系统主控制卡在 SCnet II 网络中的地址。JX-300X 系统中最多可组 15 个控制站，控制站 IP 要求在 2~31 之间，对 TCP/IP 协议地址采用下面表格所示的系统约定：

| 类别    | 地址范围      |        | 备 注                                                                   |
|-------|-----------|--------|-----------------------------------------------------------------------|
|       | 网络码       | 主机码    |                                                                       |
| 控制站地址 | 128.128.1 | 2 ~ 31 | 每个控制站包括两块互为冗余的主控制卡。每块主控制卡享用不同的网络码。IP 地址统一编排，相互不可重复。地址应与主控卡硬件上的跳线地址匹配。 |
|       | 128.128.2 | 2 ~ 31 |                                                                       |

由于本例系统中只有一个控制站，并且主控制卡冗余配置，所以，将互为冗余的两块主控制卡 IP 分别指定为“2”和“3”，此处需在 IP 地址一栏中填写：“128.128.1.2”。

**周期：**表示采样、控制和运算的周期，默认为 0.5，单位为秒，该周期值范围在 0.1-5.0 秒之间，必须为 0.1 秒的整数倍。在大部分场合下，0.5 秒的周期已经可以满足控制要求。本例采用的周期为 0.5 秒。

**类型：**通过软件和硬件的不同配置可构成不同功能的控制结构，如控制站、逻辑站、采集站。它们的核心单元都是主控制卡 SP243X。

本例为控制站。

**型号：**主控卡的型号，在 JX-300X 中只有一个型号，为 SP243X。

**通讯：**数据通讯过程中要遵守的协议。目前通讯采用 UDP 用户数据报协议。UDP 协议是 TCP/IP 协议的一种，具有通讯速度快的特点。

**冗余：**冗余单元栏显示为“✓”，则表示当前主控制卡设为冗余单元，即该控制站中具备两块互为冗余的主控制卡。要取消冗余单元设置，再单击相应冗余单元栏，使“✓”消隐。

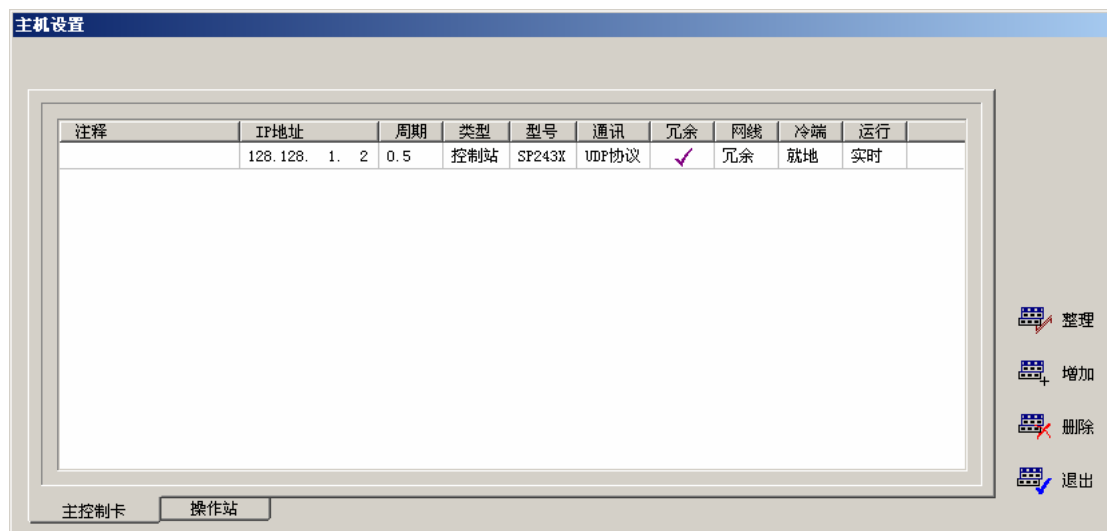
本例为冗余配置，所以单击相应的单元栏，使其显示为“✓”。采用了这样的配置，就不再需要对 IP 地址为 3 的那块主控制卡进行设置了，系统会根据冗余规则自行寻找另一块卡件。

**网线：**JX-300X 中，每个控制站有两块主控制卡，每块主控制卡都具有两个通信口，位于上方的通信口称为网络 A，位于下方的通信口称为网络 B，当两个通信口同时被使用时称为冗余网络通讯。所以在此必须填写需要使用网络 A、网络 B 还是冗余网络进行通讯冗余。

本例中采用冗余网络，选择“冗余”选项。

**冷端和运行：**不用设置。

填写完整上述参数，主控制卡设置完毕。效果如下：



**思考：**若主控制卡不采用冗余配置，在组态中应该如何设置？

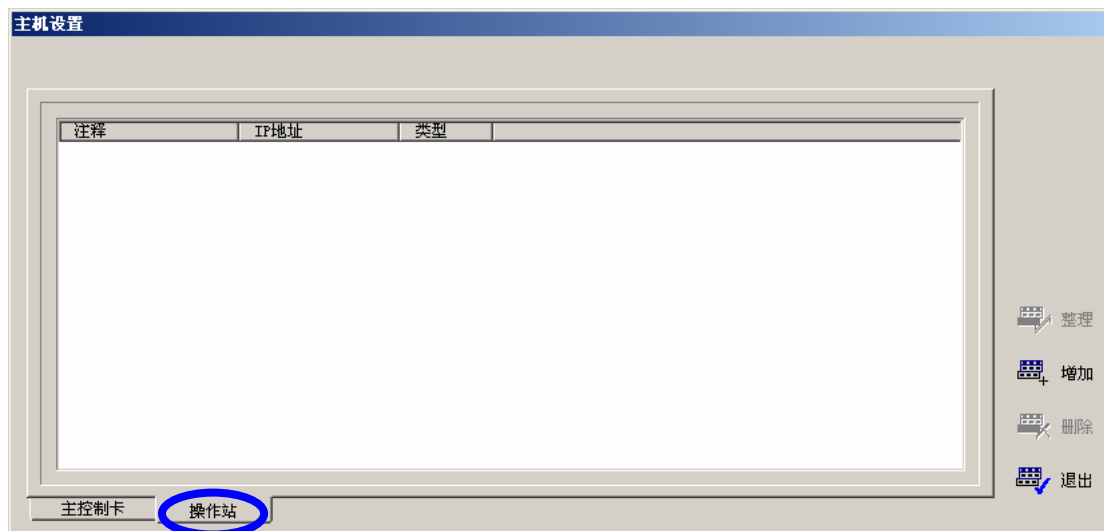


**思考：**若系统中有多个控制站，应该如何操作？

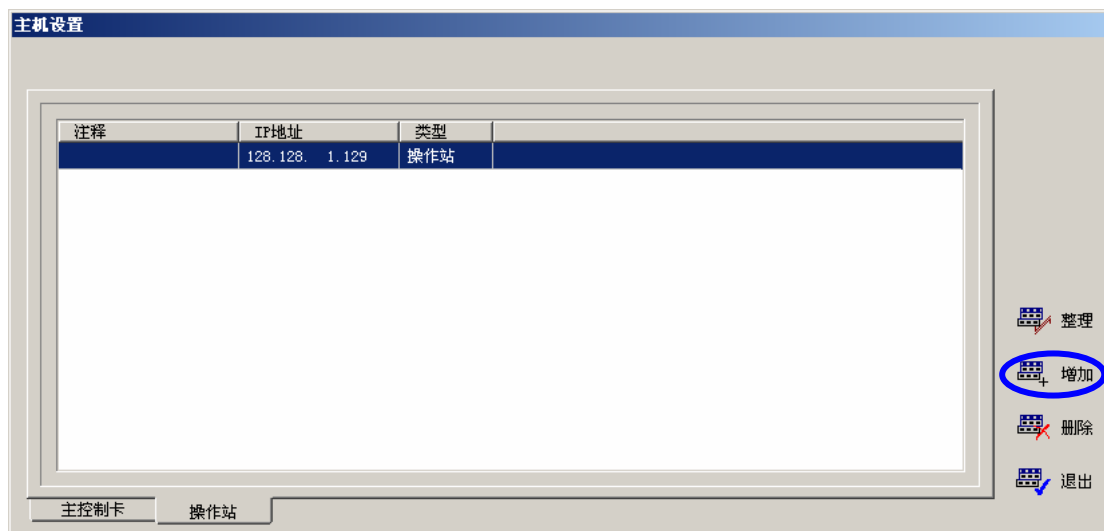


**思考：**在这里的“整理”按钮有什么作用？

4、点击“操作站”标签名，使操作站选项卡突出显示，可对操作站进行配置。



5、点击“增加”按钮，增加操作站。



6、填写相应的参数：

**注释：**对该站点的相应文字说明。

**IP 地址：**JX-300X 系统操作站在 SCnet II 网络中的地址。JX-300X 系统中最多可组 32 个操作站或工程师站，这些站点的 IP 要求在 129~160 之间，对 TCP/IP 协议地址采用下面表格所示的系统约定：

| 类 别   | 地 址 范 围   |           | 备 注                                                         |
|-------|-----------|-----------|-------------------------------------------------------------|
|       | 网络码       | IP 地址     |                                                             |
| 操作站地址 | 128.128.1 | 129 ~ 160 | 每个操作站包括两块互为冗余的网卡。两块网卡享用同一个 IP 地址，但应设置不同的网络码。IP 地址统一编排，不可重复。 |
|       | 128.128.2 | 129 ~ 160 |                                                             |

在组态工作中，为了使工程组态具有可读性及一致性，方便系统维护人员及其它人员对系统组态进行维护，必须遵循一定的**规范**来进行。

一般的，对操作站或工程师站的地址及计算机名采用：工程师站 IP 地址 130，计算机

名为“ Eng130 ”;普通操作站 IP 地址 131、132、133……,计算机名为“ OS131 ”、“ OS132 ”、“ OS133 ”……。

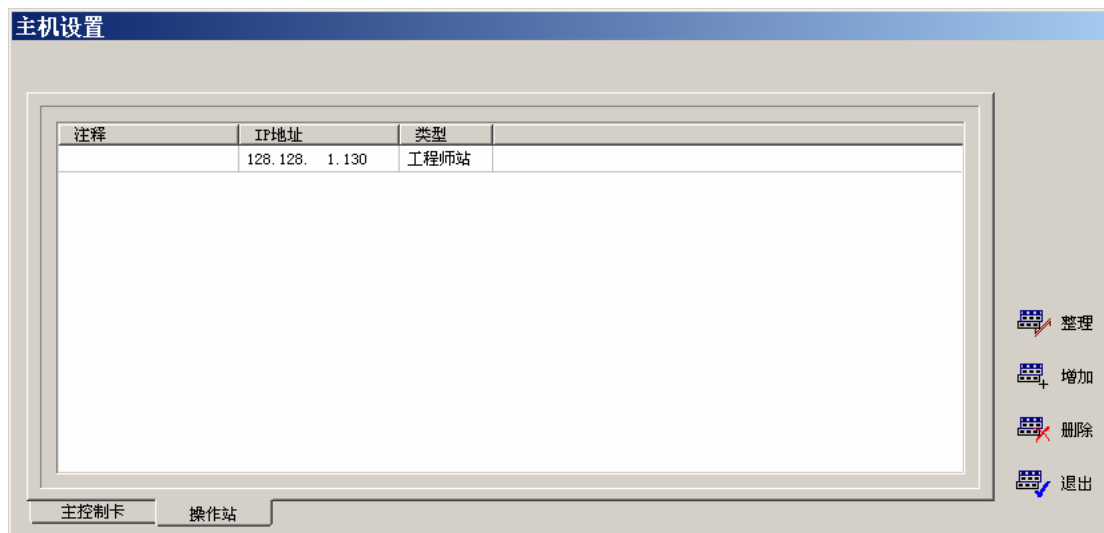
在本例的项目中只配置了一台计算机作工程师站兼操作站,在这里可将系统中的工程师站(代操作站)IP 分别指定为 130,所以在 IP 地址一栏中填写:“ 128.128.1.130 ”。系统会根据冗余规则自动识别该站点的另一块网卡的地址“ 128.128.2.130 ”。

**类型**:操作站类型分为工程师站、数据站和操作站三种,可在下拉组合框中选择。

- 工程师站主要用于系统维护、系统设置及扩展。
- 操作站是操作人员完成过程监控任务的操作界面。
- 数据站是用于数据处理的,目前系统保留,尚未使用。

在本例中,类型选择为工程师站。

填写完整上述参数,操作站、工程师站设置完毕。效果如下:



**思考**:如系统中有多个操作站和工程师站,该如何设置?

7、点击“退出”按钮,退出主机设置。



## 3.4 控制站 I/O 组态

主机设置完成以后，可以进行控制站的 I/O 组态，I/O 组态主要包括下面的一些内容：

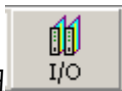
1. 数据转发卡设置
2. I/O 卡件设置
3. 信号点设置

### 3.4.1 数据转发卡设置

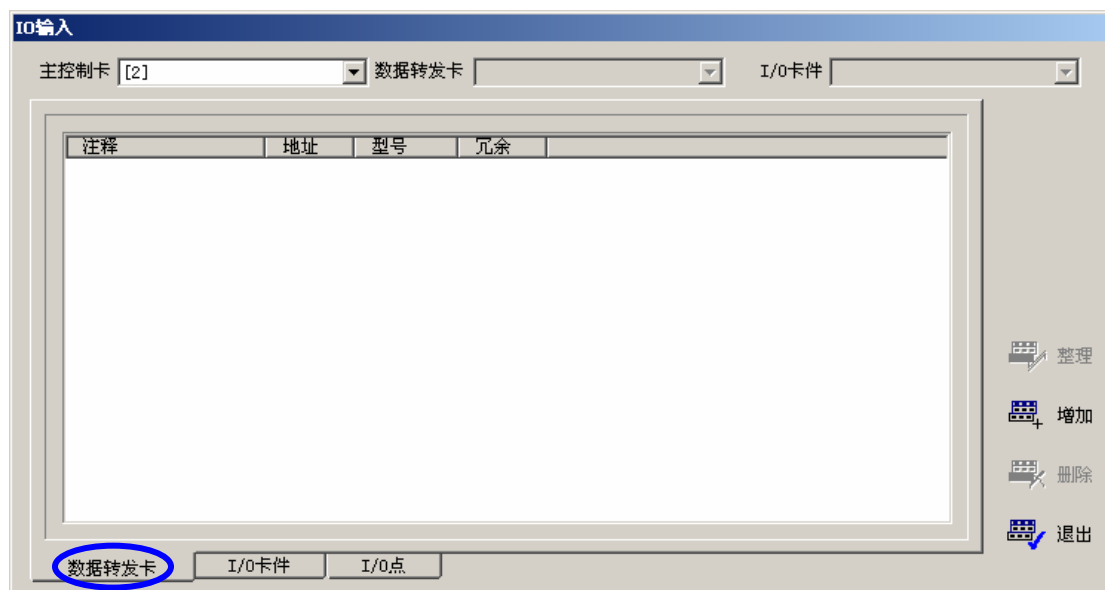
I/O 组态首先从数据转发卡组态开始。数据转发卡组态是对某一控制站内部的数据转发卡在 SBUS-S2 网络上的地址以及卡件的冗余情况等参数进行组态。

## 动手试一试——数据转发卡设置

步骤如下：

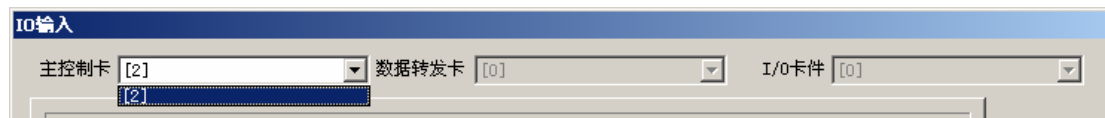


- 1、点击“ I/O ”工具按钮，或点击[控制站]/<I/O 组态>菜单项，弹出设置的对话框。



I/O 配置对话框中，当前突出显示的选项卡就是“数据转发卡”，在该画面中，可以进行数据转发卡的设置。

- 2、画面上方有一“主控制卡”下拉选择菜单，如下所示：



此项下拉菜单中，列表列出“主机设置”组态中登录的所有主控制卡，您可以通过下拉菜单选择对哪一个控制站的数据转发卡进行设置。比如，若需要设置 IP 地址为 4 的控制站下面带载的数据转发卡，就通过下拉菜单选择[4]号地址。该主控制卡一旦确定，数据转发卡窗口中列出的数据转发卡都将挂接在该主控制卡上。一块主控制卡下最多可组 16 块（8 对）数据转发卡。

本例中，只有一个控制站，控制站地址为 2，所以主控制卡的下拉选择菜单中，选择[2]号地址。

- 3、选择好控制站以后，点击“增加”按钮，在该控制站增加数据转发卡。

#### 4、填写相应的参数：

**注释：**对该数据转发卡的相应文字说明。

**地址：**当前数据转发卡在挂接的主控制卡上的地址，地址值设置为 0～15 内的偶数，并要求遵循冗余规则，地址不可重复。如系统中有多对数据转发卡，地址必须递增上升，不能跳跃。

根据本例的项目配置，可知，控制站中只有一对冗余的数据转发卡，即数据转发卡要和主控制卡放在同一个 I/O 机笼，对于放置了主控制卡的机笼，必须将该机笼的数据转发卡的地址设置成 00 和 01。所以在地址栏中，需要填写的地址为“00”。

**型号：**目前只有 SP233 可供选择。

**冗余：**点击此栏将当前组态的数据转发卡设为冗余单元。设置冗余单元的方法及注意事项同主控制卡。

本例中系统采用的数据转发卡为冗余配置，所以需要在相应的栏目中打上勾。这样与地址为“00”的数据转发卡冗余的那块卡件就不必重新设置了，系统会根据冗余规则自动识别该机笼的另一块数据转发卡的地址“01”。

填写完整上述参数，数据转发卡设置完毕。效果如下：

**IO输入**

主控制卡 [2] 数据转发卡 [0] I/O卡件 [0]

| 注释 | 地址 | 型号    | 冗余 |
|----|----|-------|----|
|    | 00 | SP233 | ✓  |

数据转发卡 I/O卡件 I/O点

整理 增加 删除 退出

5、点击“退出”，完成数据转发卡设置。



思考：当一个控制站中有多个机笼时，该如何配置？



思考：怎么来判断一个控制站内配置了几个机笼？



思考：某机笼数据转发卡不采用冗余配置，该如何操作？地址设置的时候应该注意什么？



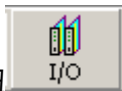
思考：JX-300X 的一个控制站，最多可以组态多少数据转发卡？

### 3.4.2 I/O 卡件设置

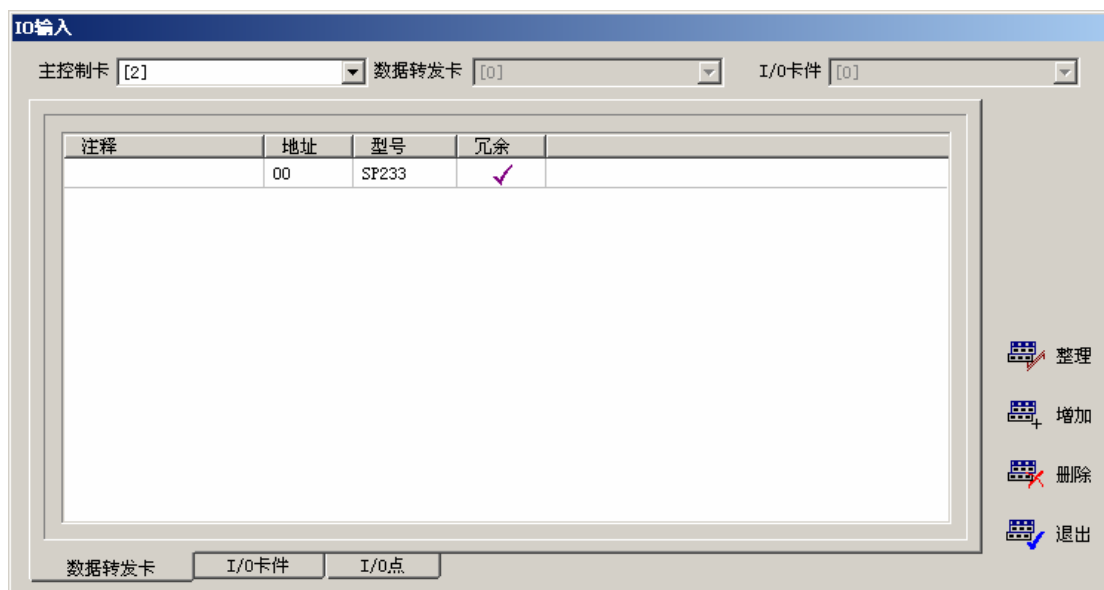
数据转发卡设置完毕后，可以进行 I/O 卡件设置。I/O 卡件设置是对 SBUS-S1 网络上的 I/O 卡件型号及地址等参数进行组态。I/O 卡件设置在 I/O 卡件组态画面中进行。

## 动手试一试——I/O 卡件设置

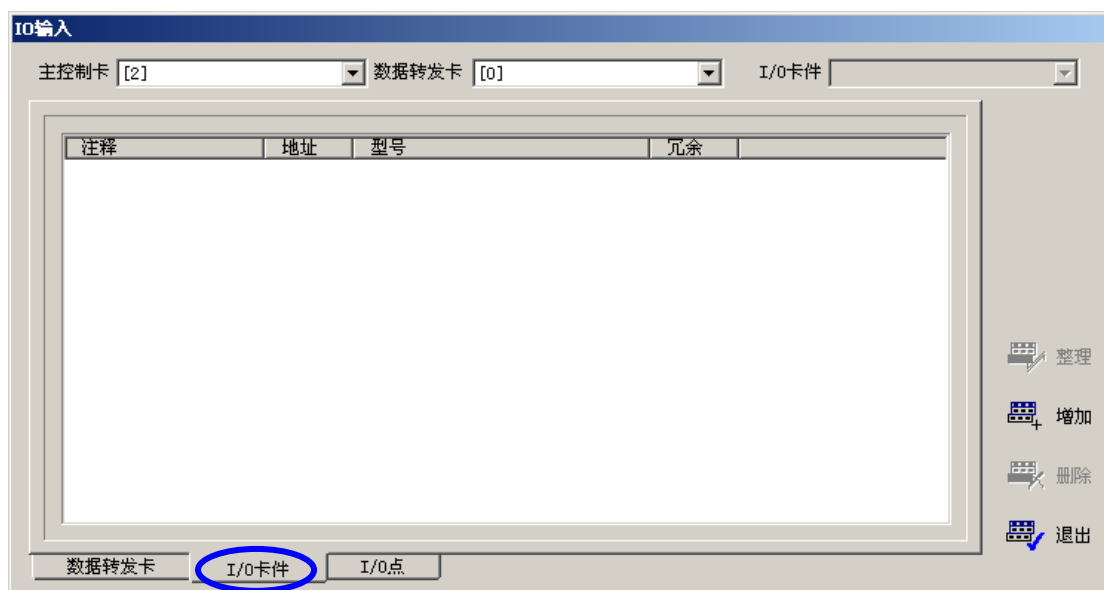
步骤如下：



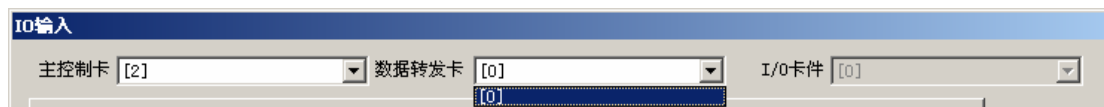
- 1、点击“I/O”工具按钮，或点击[控制站]/<I/O 组态>菜单项，弹出设置的对话框。



- 2、点击“I/O 输入”对话框中的“I/O 卡件”选项卡，会将相应的组态画面突出显示。在该画面中，可以进行 I/O 卡件的设置。



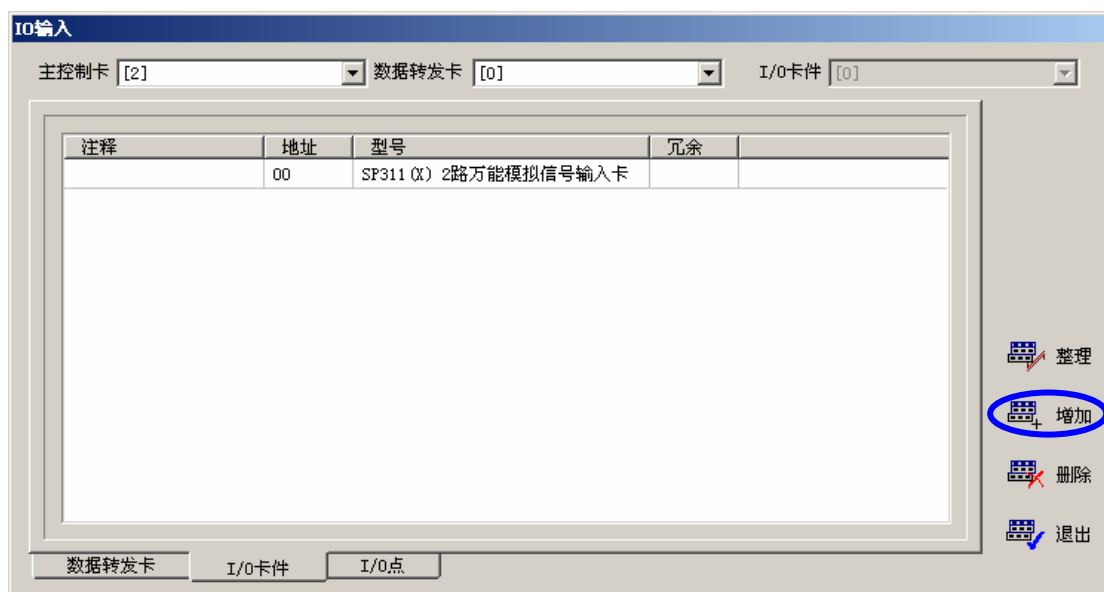
- 3、画面上方有“主控制卡”和“数据转发卡”下拉选择菜单，如下所示：



此项下拉菜单中，列表列出“主机设置”组态中登录的所有主控制卡和“数据转发卡设置”中组态过的所有数据转发卡，您可以通过下拉菜单选择对哪一个控制站的哪一个机笼中的 I/O 卡件进行设置。比如，在主控制卡、数据转发卡设置完毕以后，若需要设置 IP 地址为 4 的控制站中，地址为 6 的机笼中的 I/O 卡件，就通过主控制卡后面的下拉菜单选择[4]号地址，数据转发卡后面的下拉菜单选择[6]号地址。主控制卡和数据转发卡一旦确定，I/O 卡件窗口中列出的 I/O 卡件都将挂接在该数据转发卡之下。一块（对）数据转发卡下可组 16 块 I/O 卡件。

本例中，只有一个控制站、一个机笼，根据前面的组态，在主控制卡的下拉选择菜单中，选择[2]号地址，在数据转发卡的下拉选择菜单中，选择[0]号地址。

4、选择好控制站及数据转发卡以后，点击“增加”按钮，在该机笼增加 I/O 卡。如下：



5、填写相应的参数：

本例中，根据前面设计完成的卡件布置图，将如下进行 I/O 卡件参数设置。



1#机柜 1#机笼卡件布置图

|                |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------|---|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1              | 2 | 3  | 4 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 冗余             |   | 冗余 |   | 冗余 |    | 冗余 |    |    |    |    |    | 冗余 |    | 冗余 |    |    |    |    |    |
| S              | S | S  | S | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  |
| P              | P | P  | P | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  |
| 2              | 2 | 2  | 2 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 0  | 3  | 3  | 3  | 3  | 0  | 0  | 3  | 3  |
| 4              | 4 | 3  | 3 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 2  | 2  | 0  | 0  | 6  | 6  |
| 3              | 3 | 3  | 3 | 3  | 3  | 3  | 3  | 4  | 4  | 4  | 0  | 6  | 6  | 2  | 2  | 0  | 0  | 2  | 3  |
| X              | X |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| SUPCON JX-300X |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

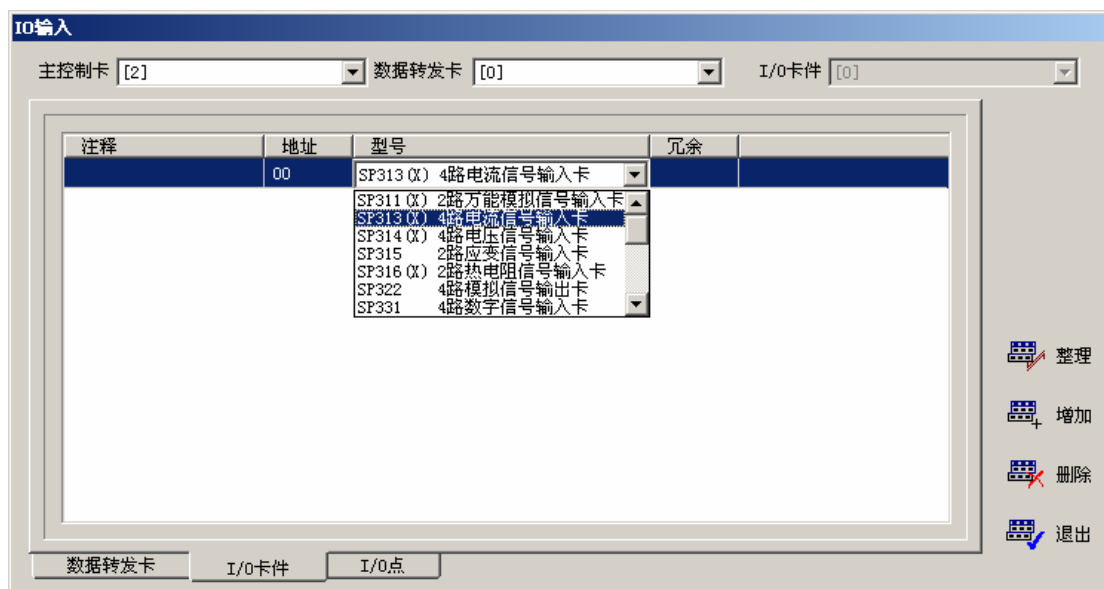
**注释：**对该卡件的相应文字说明。

**地址：**卡件的地址设置。在系统中 I/O 卡件的地址范围在 00~15 之间，I/O 卡件的组态地址应与它在控制站机笼中的排列编号相匹配，并要求遵循冗余规则。

根据卡件布置图，00、01 槽位上插放着冗余工作的两块 SP313 卡件。所以本例中地址填写“00”。

**型号：**从下拉列表选定当前组态 I/O 卡件的类型。JX-300X 系统提供多种 I/O 卡件以供用户选择。

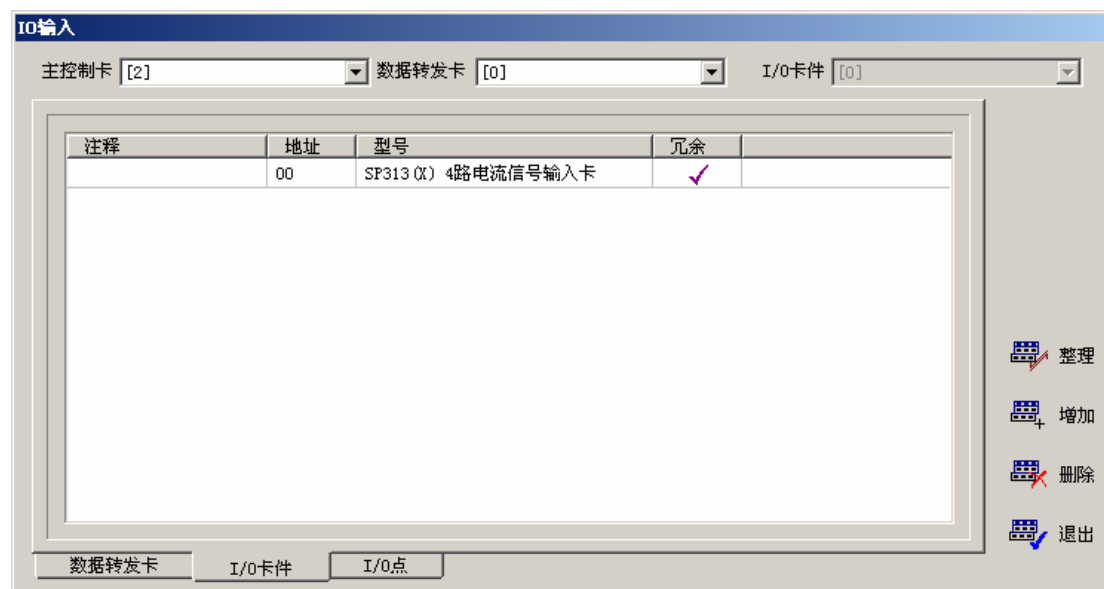
本例中该槽位上插放的卡件为 SP313，所以型号一栏中从下拉菜单中选择“SP313 4 路电流信号输入卡”。



**冗余：**点击此栏将当前组态的卡件设为冗余单元。设置冗余单元的方法及注意事项同主控制卡。若 I/O 卡件采用冗余配置，只需在相应的栏目中打上勾。与该卡件冗余的那块卡件不必重新设置，系统会根据冗余规则自动识别另一块 I/O 卡件。

本例中该槽位卡件是冗余配置的，所以冗余一栏中打勾，系统会自动识别与 00 号卡件冗余的 01 号 SP313 卡件。因此 01 号卡件不必单独设置。

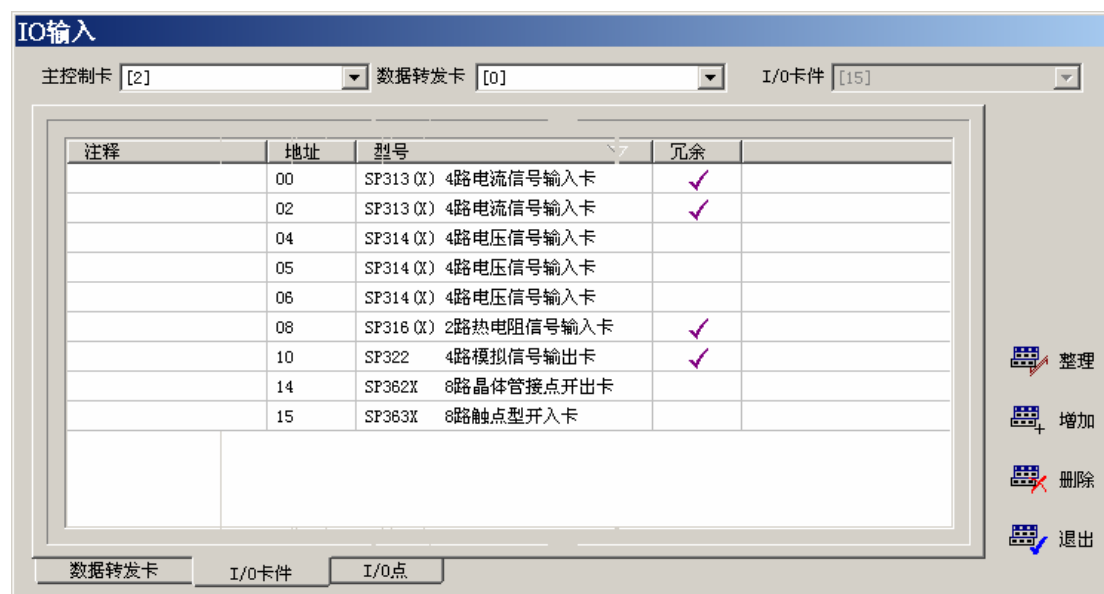
效果如下：



这样 00、01 号槽位上的卡件就组态完毕了。

同样的方法，重复步骤 4 和 5，根据卡件布置图对系统中用到的卡件一一进行组态。

组态完毕的效果图如下：



6、根据卡件布置图进行 I/O 卡件的组态，如有需要，重复 3、4、5 步骤。将所有的卡件全部组态完毕以后，点击“退出”按钮，I/O 卡件设置完毕。



思考：I/O 卡件的组态和 I/O 卡件的硬件排布有何联系？

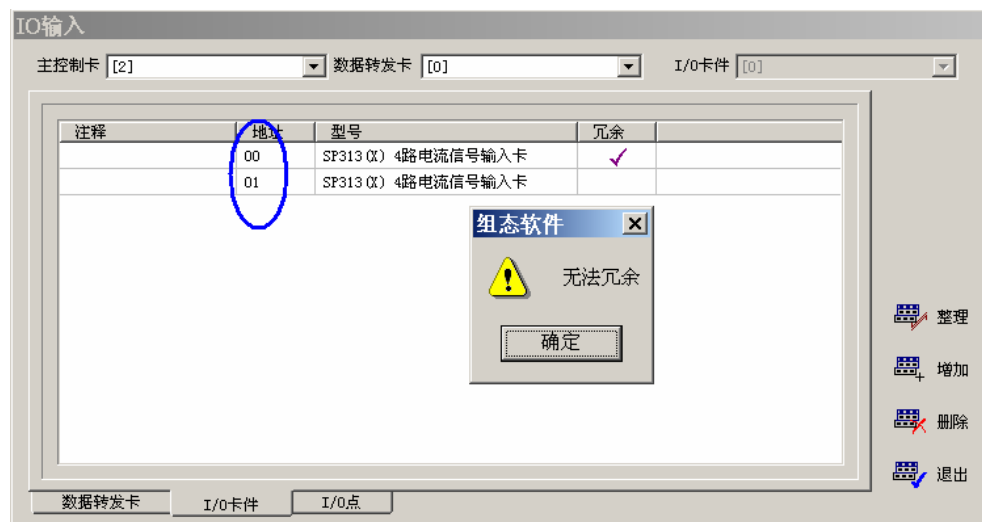


**思考：**组态的过程中，发现无法在“冗余”设置栏中打勾，这是为什么？

提示：1、该类型卡件不能冗余，如下：



2、该卡件地址为偶数，但是紧接在后的地址被组态中的其他卡件占用。如下：

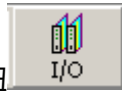


### 3.4.3 信号点设置

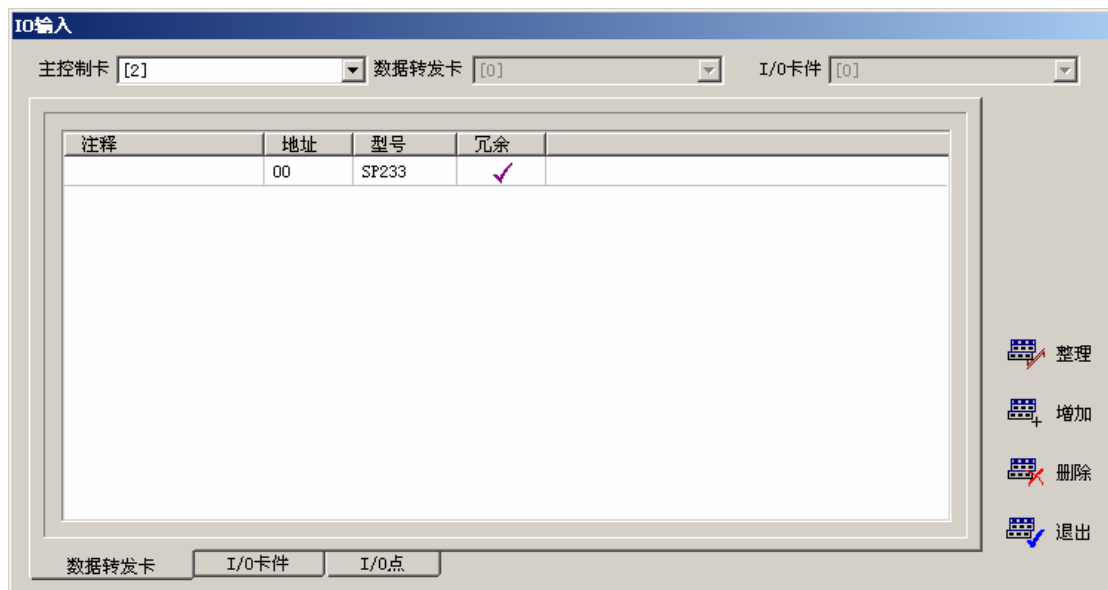
I/O 卡件设置完毕后，可以进行 I/O 信号点设置。I/O 信号点设置在 I/O 点组态画面中进行。

## 动手试一试——信号点设置

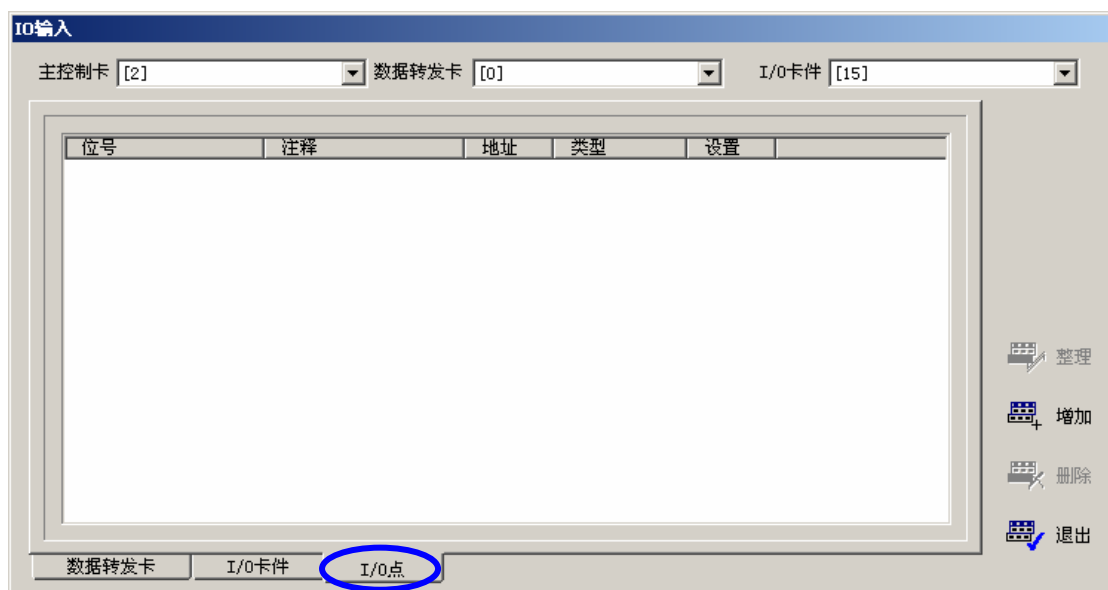
步骤如下：



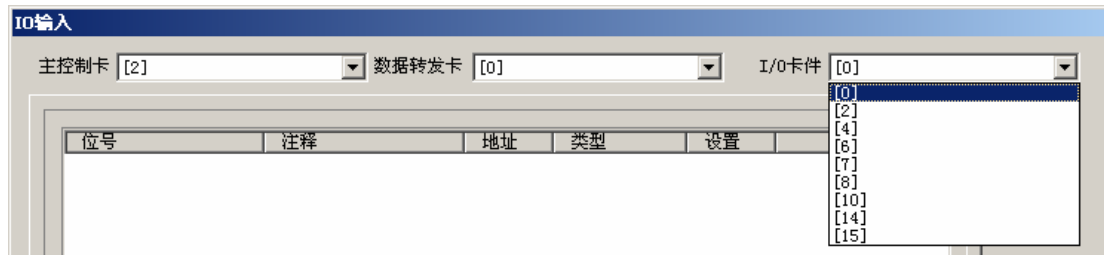
- 1、点击“ I/O ”工具按钮，或点击[控制站]/<I/O 组态>菜单项，弹出设置的对话框。



- 2、点击“ I/O 输入 ”对话框中的“ I/O 点 ”选项卡，会将相应的组态画面突出显示。在该画面中，可以进行 I/O 卡件的设置。



- 3、画面上方有“主控制卡”、“数据转发卡”和“ I/O 卡件 ”下拉选择菜单，如下所示：



此项下拉菜单中，列表列出“主机设置”组态中登录的所有主控制卡、“数据转发卡设置”中组态过的所有数据转发卡和“I/O卡件设置”中组态的所有I/O卡件，您可以通过下拉菜单选择对某一个控制站的某一个机笼中的某I/O卡件下的某信号点进行设置。比如，在主控制卡、数据转发卡和I/O卡件设置完毕以后，若需要设置IP地址为4的控制站中，地址为6的机笼中的0号I/O卡件下面的某个信号，就通过主控制卡后面的下拉菜单选择[4]号地址，数据转发卡后面的下拉菜单选择[6]号地址，I/O卡件后面的下拉菜单选择[0]号地址。主控制卡、数据转发卡和I/O卡件一旦确定，I/O点窗口中列出的I/O信号点都将挂接在该I/O卡件之下。

本例中，根据测点分配图，如下：

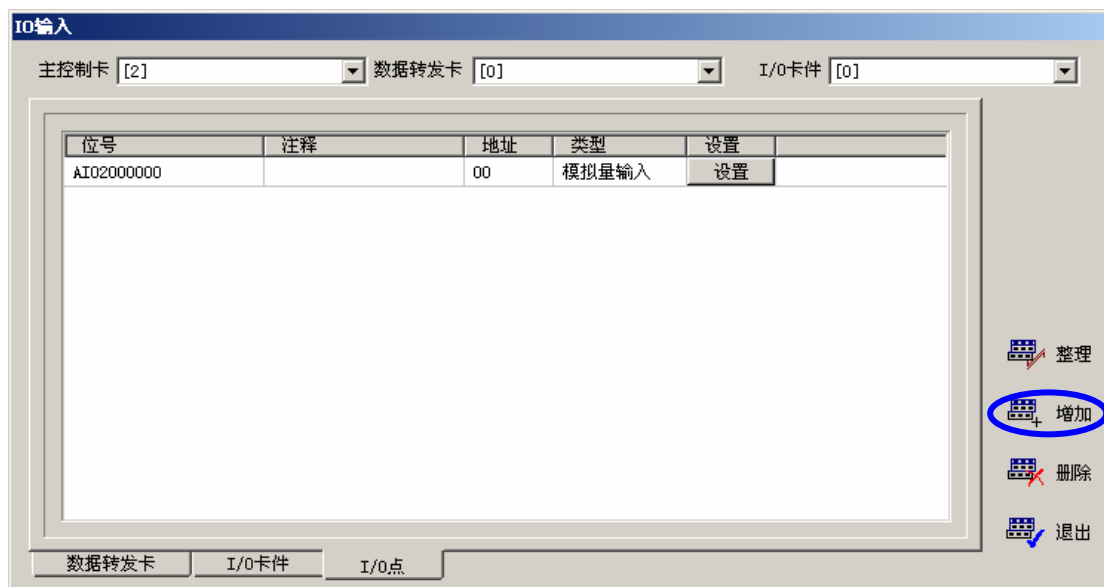
测点分配图

| 序号 | 卡件型号  | 卡件通道   |        |         |         |    |    |    |
|----|-------|--------|--------|---------|---------|----|----|----|
|    |       | 00     | 01     | 02      | 03      | 04 | 05 | 06 |
| 00 | SP313 | PI-102 | LI-101 | 备用      | 备用      |    |    |    |
| 01 | SP313 | PI-102 | LI-101 | 备用      | 备用      |    |    |    |
| 02 | SP313 | FI-001 | FI-104 | 备用      | 备用      |    |    |    |
| 03 | SP313 | FI-001 | FI-104 | 备用      | 备用      |    |    |    |
| 04 | SP314 | TI-106 | TI-107 | 备用      | 备用      |    |    |    |
| 05 | SP314 | TI-102 | TI-103 | TI-104  | 备用      |    |    |    |
| 06 | SP314 | TI-108 | TI-111 | 备用      | 备用      |    |    |    |
| 07 | SP000 |        |        |         |         |    |    |    |
| 08 | SP316 | TI-101 | 备用     |         |         |    |    |    |
| 09 | SP316 | TI-101 | 备用     |         |         |    |    |    |
| 10 | SP322 | PV-102 | FV-104 | LV-1011 | LV-1012 |    |    |    |
| 11 | SP322 | PV-102 | FV-104 | LV-1011 | LV-1012 |    |    |    |
| 12 | SP000 |        |        |         |         |    |    |    |
| 13 | SP000 |        |        |         |         |    |    |    |
| 14 | SP362 | KO-302 | 备用     | 备用      | 备用      | 备用 | 备用 | 备用 |
| 15 | SP363 | KI-301 | 备用     | 备用      | 备用      | 备用 | 备用 | 备用 |

首先将设置机笼中的00、01号这两块冗余卡件挂接的信号点，在主控制卡的下拉选择菜单中，选择[2]号地址，在数据转发卡的下拉选择菜单中，选择[0]号地址，在I/O卡件的

下拉选择菜单中，选择[0]号地址。

4、选择好控制站、数据转发卡及 I/O 卡件以后，点击“增加”按钮，在卡件下增加信号点。



5、填写相应的参数：

**位号：**为了区别不同的信号，需要给每一个信号取一个唯一的名字，即位号名。

在这里，根据测点分配图，在该步骤中将首先设置的位号名为 PI-102，需按要求进行修改。

**注释：**对该信号点的相应文字说明。

**地址：**信号的通道地址设置。通道地址范围的大小与卡件的点数有关，不同的卡件可能会有不同的通道个数。

本例中，根据测点分配图，PI-102 被安排在 00 号卡件的 0 号通道中。在这里，地址应填写“00”。

**类型：**此项显示当前信号点信号的输入/输出类型，本栏目用户无权修改，栏目中的填充文字是根据卡件的性质来决定的。

由于本卡件为 SP313，所以类型为“模拟量输入”。

**设置：**点击“设置”按钮，在弹出的对话框中，可以对相应信号点的具体参数进行配置。如下：

在弹出的对话框中根据测点的具体情况填写信号的量程、单位，通过下拉菜单选择正确的信号类型。

点击“确定”按钮确认上面的操作。第一个信号点就组态完毕了，效果如下：



**IO输入**

主控制卡 [2] 数据转发卡 [0] I/O卡件 [0]

| 位号     | 注释      | 地址 | 类型    | 设置 |
|--------|---------|----|-------|----|
| PI-102 | 加热炉烟气压力 | 01 | 模拟量输入 | 设置 |

数据转发卡 I/O卡件 I/O点

整理 增加 删除 退出

6、重复步骤 4 和 5，继续点击“增加”按钮，根据测点分配图设置该卡件上的其它信号点。

效果如下：

**IO输入**

主控制卡 [2] 数据转发卡 [0] I/O卡件 [0]

| 位号     | 注释      | 地址 | 类型    | 设置 |
|--------|---------|----|-------|----|
| PI-102 | 加热炉烟气压力 | 00 | 模拟量输入 | 设置 |
| LI-101 | 原料油储罐液位 | 01 | 模拟量输入 | 设置 |

数据转发卡 I/O卡件 I/O点

整理 增加 删除 退出



**思考：**对这一对卡件的信号点组态完成了吗？

工程设计时，这一对冗余配置的 SP313 卡件上采集了两点信号，富余了两个通道。但是在组态中，为了将来能方便的进行系统扩展，需要在这两个富余的通道上分别组一个空位号。

为方便识别，空位号一般采用下面的命名原则：

- 模入点采用“NAI\*\*\*\*”，描述采用“备用”。
- 模出点采用“NAO\*\*\*\*”，描述采用“备用”。
- 开入点采用“NDI\*\*\*\*”，描述采用“备用”。

- 开出点采用“NDO\*\*\*\*”，描述采用“备用”。
- “\*\*\*\*”中第一位为主控卡地址(取 1 位)，第二位为数据转发卡地址，第三位为卡件地址，第四位为通道地址，地址为整数。

所以需要在富余的 02 和 03 通道上按照上述原则分别组上空位号，效果如下：

**IO输入**

主控卡 [2] 数据转发卡 [0] I/O卡件 [0]

| 位号      | 注释      | 地址 | 类型    | 设置 |
|---------|---------|----|-------|----|
| PI-102  | 加热炉烟气压力 | 00 | 模拟量输入 | 设置 |
| LI-101  | 原料油储罐液位 | 01 | 模拟量输入 | 设置 |
| NAI2002 | 备用      | 02 | 模拟量输入 | 设置 |
| NAI2003 | 备用      | 03 | 模拟量输入 | 设置 |

整理 增加 删除 退出

数据转发卡 I/O卡件 I/O点

到此，对于 0 号卡件的信号点已经组态完毕了。

7、重复步骤 3、4、5、6，重新选择卡件，根据测点配置表将信号点一一进行组态。组态时要注意对卡件中富余通道上也一定要组态上空的位号，组态完毕的效果图如下：

**IO输入**

主控卡 [2] 数据转发卡 [0] I/O卡件 [2]

| 位号      | 注释       | 地址 | 类型    | 设置 |
|---------|----------|----|-------|----|
| FI-001  | 加热炉原料油流量 | 00 | 模拟量输入 | 设置 |
| FI-104  | 加热炉燃料气流量 | 01 | 模拟量输入 | 设置 |
| NAI2022 | 备用       | 02 | 模拟量输入 | 设置 |
| NAI2023 | 备用       | 03 | 模拟量输入 | 设置 |

整理 增加 删除 退出

数据转发卡 I/O卡件 I/O点

### IO输入

主控制卡 [2] 数据转发卡 [0] I/O卡件 [4]

| 位号      | 注释       | 地址 | 类型    | 设置 |
|---------|----------|----|-------|----|
| TI-106  | 加热炉炉膛温度  | 00 | 模拟量输入 | 设置 |
| TI-107  | 加热炉辐射段温度 | 01 | 模拟量输入 | 设置 |
| NAI2042 | 备用       | 02 | 模拟量输入 | 设置 |
| NAI2043 | 备用       | 03 | 模拟量输入 | 设置 |

整理 增加 删除 退出

数据转发卡 I/O卡件 I/O点

### IO输入

主控制卡 [2] 数据转发卡 [0] I/O卡件 [5]

| 位号      | 注释         | 地址 | 类型    | 设置 |
|---------|------------|----|-------|----|
| TI-102  | 反应物加热炉炉膛温度 | 00 | 模拟量输入 | 设置 |
| TI-103  | 反应物加热炉入口温度 | 01 | 模拟量输入 | 设置 |
| TI-104  | 反应物加热炉出口温度 | 02 | 模拟量输入 | 设置 |
| NAI2053 | 备用         | 03 | 模拟量输入 | 设置 |

整理 增加 删除 退出

数据转发卡 I/O卡件 I/O点

### IO输入

主控制卡 [2] 数据转发卡 [0] I/O卡件 [6]

| 位号      | 注释       | 地址 | 类型    | 设置 |
|---------|----------|----|-------|----|
| TI-108  | 加热炉烟囱温度  | 00 | 模拟量输入 | 设置 |
| TI-111  | 加热炉热风道温度 | 01 | 模拟量输入 | 设置 |
| NAI2062 | 备用       | 02 | 模拟量输入 | 设置 |
| NAI2063 | 备用       | 03 | 模拟量输入 | 设置 |

整理 增加 删除 退出

数据转发卡 I/O卡件 I/O点

**IO输入**

主控制卡 [2] 数据转发卡 [0] I/O卡件 [8]

| 位号      | 注释      | 地址 | 类型    | 设置 |
|---------|---------|----|-------|----|
| TI-101  | 加热炉出口温度 | 00 | 模拟量输入 | 设置 |
| NAI2081 | 备用      | 01 | 模拟量输入 | 设置 |

数据转发卡 I/O卡件 I/O点

整理 增加 删除 退出

**IO输入**

主控制卡 [2] 数据转发卡 [0] I/O卡件 [10]

| 位号      | 注释         | 地址 | 类型    | 设置 |
|---------|------------|----|-------|----|
| FV-102  | 加热炉烟气压力调节  | 00 | 模拟量输出 | 设置 |
| FV-104  | 加热炉燃料气流量调节 | 01 | 模拟量输出 | 设置 |
| LV-1011 | 液位调节1      | 02 | 模拟量输出 | 设置 |
| LV-1012 | 液位调节2      | 03 | 模拟量输出 | 设置 |

数据转发卡 I/O卡件 I/O点

整理 增加 删除 退出

**IO输入**

主控制卡 [2] 数据转发卡 [0] I/O卡件 [14]

| 位号       | 注释    | 地址 | 类型    | 设置 |
|----------|-------|----|-------|----|
| KO-302   | 泵开关操作 | 00 | 开关量输出 | 设置 |
| ND020141 | 备用    | 01 | 开关量输出 | 设置 |
| ND020142 | 备用    | 02 | 开关量输出 | 设置 |
| ND020143 | 备用    | 03 | 开关量输出 | 设置 |
| ND020144 | 备用    | 04 | 开关量输出 | 设置 |
| ND020145 | 备用    | 05 | 开关量输出 | 设置 |
| ND020146 | 备用    | 06 | 开关量输出 | 设置 |

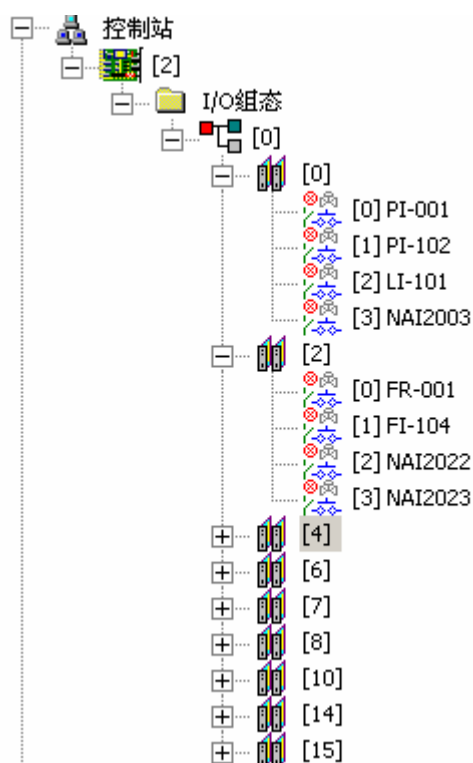
数据转发卡 I/O卡件 I/O点

整理 增加 删除 退出



8、点击“退出”按钮，至此，I/O 组态全部完成。

在组态软件界面左侧的显示区中，可以看见树状的系统结构图，前面所组态的卡件和信号点都可以在该结构图中找到。

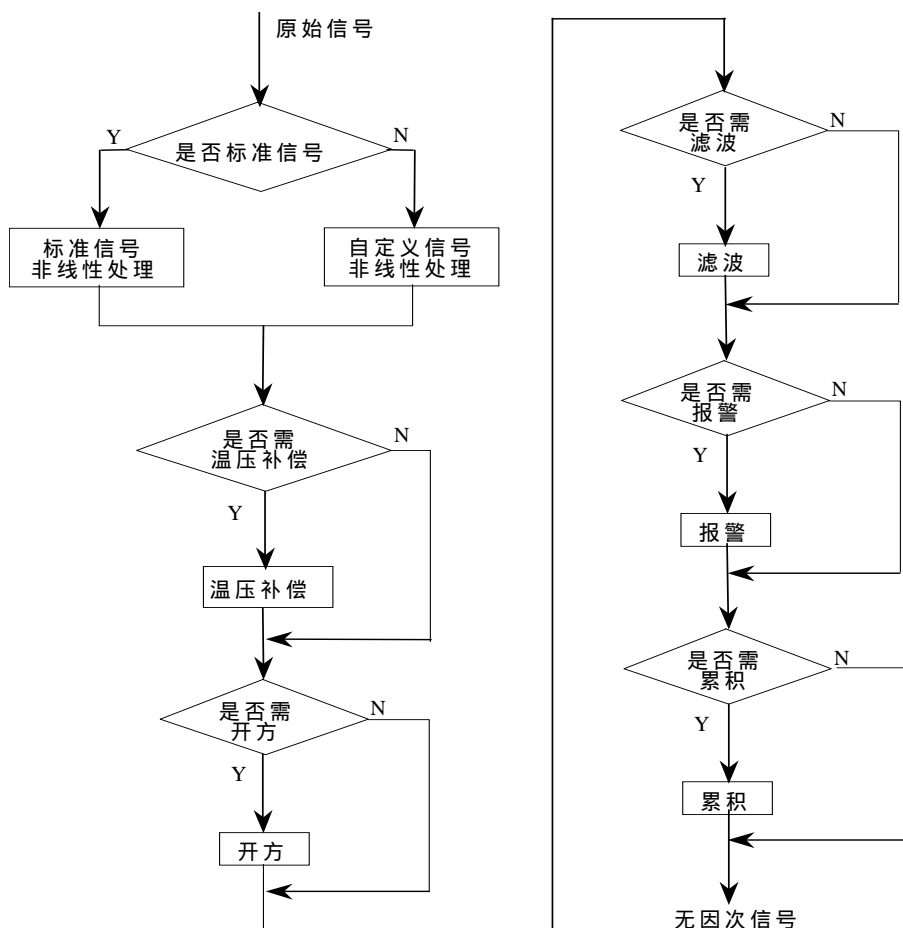


### 3.4.4 信号点设置的几个注意事项



**思考 1：**JX-300X 系统对模拟量输入信号的处理是如何进行的？

**提示：**系统首先判断采集到的原始信号是不是标准信号，如果是则根据信号类型调用相应的内置标准非线性处理方案，此外对某些标准温度信号，还加入了冷端补偿的处理；如果信号类型为自定义，则调用用户设定的非线性处理方案（即调用用户为该信号定义的折线表处理方案）。接着，系统依据用户的设定要求，逐次进行温压补偿、滤波、开方、报警、累积等处理。经过输入处理的信号已经转化为一个无单位的百分型信号量，即无因次信号。处理过程如下图所示：



**思考 2：**信号点设置对话框中的“累积”单元如何设置？

**提示：**当信号点所取信号是累积量时，选中累积复选框，在时间系数项、单位系数项中填入相应系数，计算方法见后；在单位项中填入所需累积单位，软件提供部分常用单位，用户亦可定义自己的单位。

系数的计算方法如下：

工程单位：单位 1/时间 1

累计单位：单位 2

时间系数=时间 1/秒

单位系数=单位 2/单位 1

例如：位号 FI-001 需要累积，设置框如下：

模拟量输入

位号: FI-001 注释: 加热炉原料油流量 信号类型: 电流4~20mA

下限: 0 上限: 500 单位: M3/h 折线表:

☐ 温度补偿  
温度位号: ? 设计温度: 0 °C

☐ 压力补偿  
压力位号: ? 设计压力: 0 Mpa

☐ 滤波  
滤波常数: 0 秒 ☐ 开方  
小信号切除: 0 %

☒ 累积  
时间系数: 3600 单位系数: 1000 单位: KM3

☐ 报警

高高限: 0 级别: 0 高高/低低死区: 0

高 限: 0 级别: 0

低 限: 0 级别: 0 高/低死区: 0

低低限: 0 级别: 0

确定 取消

此时：工程单位： $\text{m}^3/\text{h}$ ，这里  $\text{m}^3$  为单位 1，h 为时间 1；

累积单位： $\text{km}^3$ ，这里  $\text{km}^3$  为单位 2；

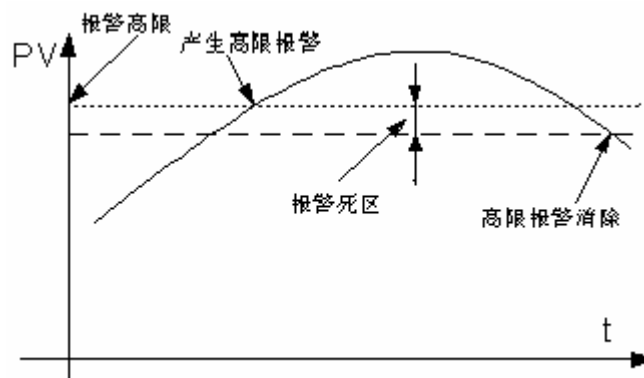
时间系数=时间 1/秒，也就是= $\text{h}/\text{秒}$ ，即  $3600 \text{ 秒}/\text{秒}=3600$ ；

单位系数=单位 2/单位 1，也就是= $\text{km}^3/\text{m}^3$ ，为 1000。



**思考 3：**报警死区有何作用？

**提示** 增加报警死区处理功能的目的是为了防止测量值信号在报警限附近频繁抖动而导致的报警消息频繁产生的现象，报警处理过程原理如下图所示：



报警死区可以在信号点设置时进行设定，如下：

模拟量输入

位号: FI-001 注释: 加热炉原料油流量 信号类型: 电流4~20mA

下限: 0 上限: 500 单位: M3/h 折线表:

☐ 温度补偿  
温度位号: ? 设计温度: 0 °C

☐ 压力补偿  
压力位号: ? 设计压力: 0 MPa

☐ 滤波  
滤波常数: 0 秒

☐ 开方  
小信号切除: 0 %

☐ 累积  
时间系数: 3600 单位系数: 1000 单位: M3

☒ 报警

高高限: 500 级别: 0 高高/低死区: 5  
高限: 450 级别: 0  
低限: 50 级别: 0 高/低死区: 5  
低低限: 0 级别: 0

确定 取消



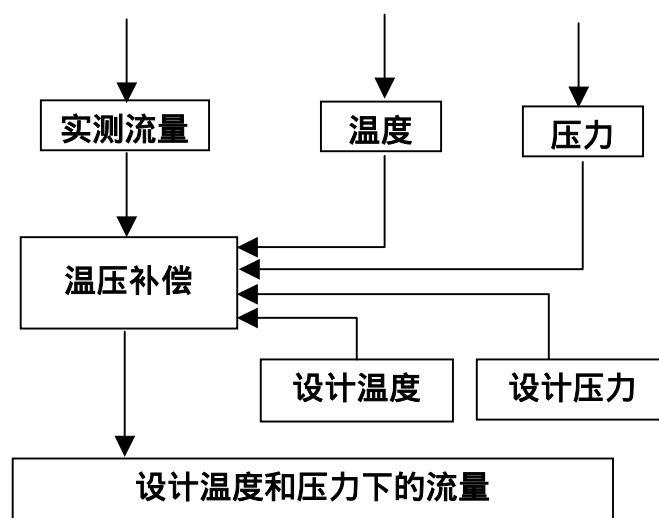
思考 4 : 组态中的温压补偿是如何完成的 ?

提示 :

当信号点所取信号需温度补偿时,选中**温度补偿**复选框,将打开后面的**温度位号**和**设计温度**二项,点中**温度位号**项后面的 $\text{?}$ 按钮,此时会弹出位号选择对话框从中选中补偿所需温度信号的位号,位号也可直接填入,但需说明的是所填位号必须已经存在。在**设计温度**项中填入设计的标准温度值。

当信号点所取信号需进行压力补偿时,选中**压力补偿**复选框,将打开后面的**压力位号**和**设计压力**二项,压力位号的设置与温度补偿中温度位号设置一样。在**设计压力**项中填入设计的标准压力值。

具体补偿方式见下图 :







**注意：**本系统所定义的温压补偿是用理想气体状态方程 ( $\frac{PV}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0}$ ) 处理的。这就是说：被补偿的流量信号应该来自于近似理想气体，而对诸如水蒸汽这样的非理想气体不适用。

在设定温压补偿时，必须保证各信号量单位的绝对统一。对温度补偿，系统设定设计温度的单位为  $^{\circ}\text{C}$ ，不可更改，它决定了通过位号引用的补偿温度的单位也必须为  $^{\circ}\text{C}$ ，这需要用用户设定保证。对压力补偿同样如此，系统设定设计温度的单位 MPa，不可更改，它决定了通过位号引用的补偿压力的单位也必须为 MPa，这也要用户设定保证。以下为进行温压补偿的计算公式：

$$V = \frac{0.1013 + X_P \cdot (P_{\max} - P_{\min})}{0.1013 + P_s} \cdot \frac{273.15 + T_s}{273.15 + X_T \cdot (T_{\max} - T_{\min})} \cdot V_0$$

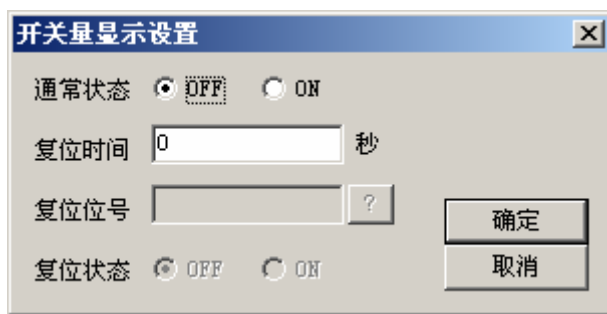
其中  $P_s$  为设计压力， $X_p$  为当前补偿压力的百分量， $P_{\max}$  和  $P_{\min}$  为补偿压力的上/下限幅， $T_s$  为设计温度， $X_t$  为当前补偿温度的百分量， $T_{\max}$  和  $T_{\min}$  为补偿温度的上/下限幅， $V_0$  为实测的流量信号百分量， $V$  为设计状态的流量信号百分量。



**思考 5：**开出信号组态窗口中的“显示方式”有何作用？

**提示：**

当显示方式设置为时间恢复按钮时，按下此项旁边的“设置”按钮，将出现下图所示对话框：



对话框中可设项说明如下：

通常状态：显示变量通常所处状态（ON/OFF）。

复位时间：变量复位时间间隔，单位为“秒”。

[举例]：将开出信号通常状态设为 ON、复位时间设为 2 秒，在运行时若某时刻该开出信号变为为 OFF，过 2 秒后，该开出信号又会恢复到通常状态 ON。

当显示方式设置为位号恢复按钮时，按下此项旁边的“设置”按钮，将出现下图所示对话框：



对话框中可设项说明如下：

通常状态：显示变量通常所处状态（ON/OFF）。

复位位号：复位位号可通过此项后的按钮进行查询选择。

复位状态：此项定义了复位位号复位时的状态。

[举例]：若开出位号{HO-207}的通常状态设为 ON、复位位号为{HI-208}、复位状态为 OFF，运行时{HO-207}处于 ON 状态，如果某时刻{HO-207}变为 OFF，则监控软件将一直检测{HI-208}的值，一旦{HI-208}的值变为 OFF 时，{HO-207}自动恢复为 ON 状态。



**思考 6：**修改组态时，如何做到快速查找某一位号？

**提示：**

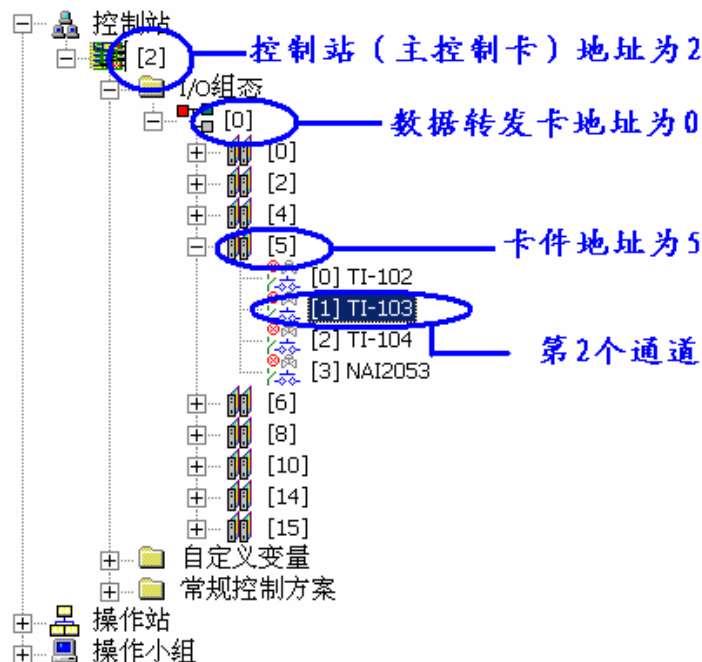
1、若知道位号名，可通过点击[查看]/<位号查询>菜单项，在弹出的对话框中查找。例如查找位号 FI-104，可在对话框中“欲查询的位号”一栏中填写“FI-104”：如下：

| 位号      | 注释         | 地址          | 类型    |
|---------|------------|-------------|-------|
| PI-102  | 加热炉烟气压力    | 02-00-00-00 | 模拟量输入 |
| LI-101  | 原料油储罐液位    | 02-00-00-01 | 模拟量输入 |
| NAI2002 | 备用         | 02-00-00-02 | 模拟量输入 |
| NAI2003 | 备用         | 02-00-00-03 | 模拟量输入 |
| FI-001  | 加热炉原料油流量   | 02-00-02-00 | 模拟量输入 |
| FI-104  | 加热炉燃料气流量   | 02-00-02-01 | 模拟量输入 |
| NAI2022 | 备用         | 02-00-02-02 | 模拟量输入 |
| NAI2023 | 备用         | 02-00-02-03 | 模拟量输入 |
| TI-106  | 加热炉炉膛温度    | 02-00-04-00 | 模拟量输入 |
| TI-107  | 加热炉辐射段温度   | 02-00-04-01 | 模拟量输入 |
| NAI2042 | 备用         | 02-00-04-02 | 模拟量输入 |
| NAI2043 | 备用         | 02-00-04-03 | 模拟量输入 |
| TI-102  | 反应物加热炉炉膛温度 | 02-00-05-00 | 模拟量输入 |
| TI-103  | 反应物加热炉入口温度 | 02-00-05-01 | 模拟量输入 |
| TI-104  | 反应物加热炉出口温度 | 02-00-05-02 | 模拟量输入 |
| NAI2053 | 备用         | 02-00-05-03 | 模拟量输入 |
| TI-108  | 加热炉烟囱温度    | 02-00-06-00 | 模拟量输入 |
| TI-111  | 加热炉热风道温度   | 02-00-06-01 | 模拟量输入 |
| NAI2062 | 备用         | 02-00-06-02 | 模拟量输入 |

欲查询的位号

查询 退出

- 2、若知道位号组态在某卡件的某通道上，可以在组态树中进行查找。例如需查地址为 2 的控制站的第一个机笼的 5 号卡件第 2 个通道上的位号，可在组态树中进行如下查找：



思考 7：如现有系统扩展的需要，要求增加如下信号：

| 位 号    | 描 述       | 量 程   | 备 注    |
|--------|-----------|-------|--------|
| TI-201 | 原料油储罐出口温度 | 0-200 | E 型热电偶 |

|        |            |           |        |
|--------|------------|-----------|--------|
| PI-201 | 反应物加热炉入口压力 | -100-0 Pa | 4-20mA |
| PI-202 | 反应物加热炉出口压力 | -100-0 Pa | 4-20mA |

该如何操作？

**提示：**

1、整理新增的测点信息。

整理可知，本例中增加了 E 型热电偶信号 1 点，需要 SP314 卡件来处理；标准电流信号 2 点（不配电）需要 SP313 卡件来处理。以上信号均不参与控制。

2、根据原硬件配置信息，清点冗余通道信息，与新增测点统计结果比较，看原有系统的余量是否能够满足系统扩展需要。如系统原有的余量不足，则需根据实际情况增加硬件设备。

根据前面的信息，原硬件配置中，SP314 卡件有 5 个冗余通道，SP313 不配电卡件有 2 个冗余通道。由此可知，硬件配置中，SP314、SP313 都已够用。

3、修改“卡件布置图”和“测点分配图”。

本例中没有新增的硬件，“卡件布置图”不必调整。新增的测点由哪些卡件处理需根据实际情况安排，参考图纸如下：

测点分配图

| 序号 | 卡件型号  | 卡件通道   |        |         |         |    |    |    |
|----|-------|--------|--------|---------|---------|----|----|----|
|    |       | 00     | 01     | 02      | 03      | 04 | 05 | 06 |
| 00 | SP313 | PI-102 | LI-101 | PI-201  | PI-202  |    |    |    |
| 01 | SP313 | PI-102 | LI-101 | PI-201  | PI-202  |    |    |    |
| 02 | SP313 | FI-001 | FI-104 | 备用      | 备用      |    |    |    |
| 03 | SP313 | FI-001 | FI-104 | 备用      | 备用      |    |    |    |
| 04 | SP314 | TI-106 | TI-107 | 备用      | 备用      |    |    |    |
| 05 | SP314 | TI-102 | TI-103 | TI-104  | 备用      |    |    |    |
| 06 | SP314 | TI-108 | TI-111 | TI-201  | 备用      |    |    |    |
| 07 | SP000 |        |        |         |         |    |    |    |
| 08 | SP316 | TI-101 | 备用     |         |         |    |    |    |
| 09 | SP316 | TI-101 | 备用     |         |         |    |    |    |
| 10 | SP322 | PV-102 | FV-104 | LV-1011 | LV-1012 |    |    |    |
| 11 | SP322 | PV-102 | FV-104 | LV-1011 | LV-1012 |    |    |    |
| 12 | SP000 |        |        |         |         |    |    |    |
| 13 | SP000 |        |        |         |         |    |    |    |
| 14 | SP362 | KO-302 | 备用     | 备用      | 备用      | 备用 | 备用 | 备用 |
| 15 | SP363 | KI-301 | 备用     | 备用      | 备用      | 备用 | 备用 | 备用 |

4、根据图纸修改组态，填写相关的位号参数。

5、保存修改，重新编译、下载。

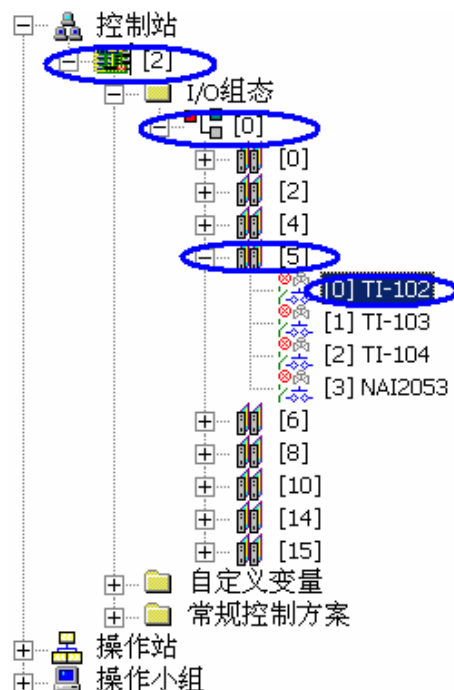


**思考 8：**因系统工艺变更，取消反应物加热炉炉膛温度 TI-102，怎么处理？

**提示：**通过位号查询，找到位号 TI-102，如下：

| 位号查询    |            |             |       |
|---------|------------|-------------|-------|
| 位号      | 注释         | 地址          | 类型    |
| PI-102  | 加热炉烟气压力    | 02-00-00-00 | 模拟量输入 |
| LI-101  | 原料油储罐液位    | 02-00-00-01 | 模拟量输入 |
| NAI2002 | 备用         | 02-00-00-02 | 模拟量输入 |
| NAI2003 | 备用         | 02-00-00-03 | 模拟量输入 |
| FI-001  | 加热炉原料油流量   | 02-00-02-00 | 模拟量输入 |
| FI-104  | 加热炉燃料气流量   | 02-00-02-01 | 模拟量输入 |
| NAI2022 | 备用         | 02-00-02-02 | 模拟量输入 |
| NAI2023 | 备用         | 02-00-02-03 | 模拟量输入 |
| TI-106  | 加热炉炉膛温度    | 02-00-04-00 | 模拟量输入 |
| TI-107  | 加热炉辐射段温度   | 02-00-04-01 | 模拟量输入 |
| NAI2042 | 备用         | 02-00-04-02 | 模拟量输入 |
| NAI2043 | 备用         | 02-00-04-03 | 模拟量输入 |
| TI-102  | 反应物加热炉炉膛温度 | 02-00-05-00 | 模拟量输入 |
| TI-103  | 反应物加热炉入口温度 | 02-00-05-01 | 模拟量输入 |
| TI-104  | 反应物加热炉出口温度 | 02-00-05-02 | 模拟量输入 |
| NAI2053 | 备用         | 02-00-05-03 | 模拟量输入 |
| TI-108  | 加热炉烟囱温度    | 02-00-06-00 | 模拟量输入 |
| TI-111  | 加热炉热风道温度   | 02-00-06-01 | 模拟量输入 |
| NAI2062 | 备用         | 02-00-06-02 | 模拟量输入 |

通过位号地址 02-00-05-00，在组态树上找到相应的位号，如下：



双击找到的位号，弹出 I/O 信号设置框，将位号名改为 NAI2050，注释改为“备用”。

如下：

IO输入

主控制卡 [2]
数据转发卡 [0]
I/O卡件 [5]

| 位号      | 注释         | 地址 | 类型    | 设置 |
|---------|------------|----|-------|----|
| NAI2050 | 备用         | 00 | 模拟量输入 | 设置 |
| TI-103  | 反应物加热炉入口温度 | 01 | 模拟量输入 | 设置 |
| TI-104  | 反应物加热炉出口温度 | 02 | 模拟量输入 | 设置 |
| NAI2053 | 备用         | 03 | 模拟量输入 | 设置 |

整理
增加
删除
退出

数据转发卡
I/O卡件
I/O点

完成上述操作以后，还需拆去相应的端子上的接线，并重新编译下载。



**思考 9：**为何不把 TI-102 位号直接删除，而是更名为 NAI2050？

**提示：**参见第七章“下载”部分的相关说明。

## 3.5 控制方案的组态

I/O 组态完毕以后，接下来需要考虑系统中有无一些需要控制的信号和要求，如有，需要用控制方案组态来实现。控制方案的组态分为：

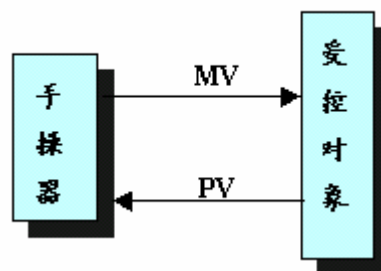
- 常规控制方案组态；
- 自定义控制方案的组态。

### 3.5.1 常规控制方案组态

组态软件提供了一些常规的控制方案，对一般要求的常规控制，基本都能满足要求。这些控制方案易于组态，操作方便，且实际运用中控制运行可靠、稳定，因此对于无特殊要求的常规控制，建议采用系统提供的控制方案，而不必用户自定义。

JX-300X 系统以基本 PID 算式为核心进行扩展，设计了串级、前馈、串级前馈（三冲量）等多种控制方案，下面将重点介绍以下控制方案：手操器、单回路、串级控制、前馈、串级前馈（三冲量）、比值控制、串级变比值、采样控制方案。

手操器：



手操器




AdvanTrol 中手操器调整画面



| 变量 | 变量说明 |
|----|------|
| PV | 测量值  |
| MV | 控制量  |

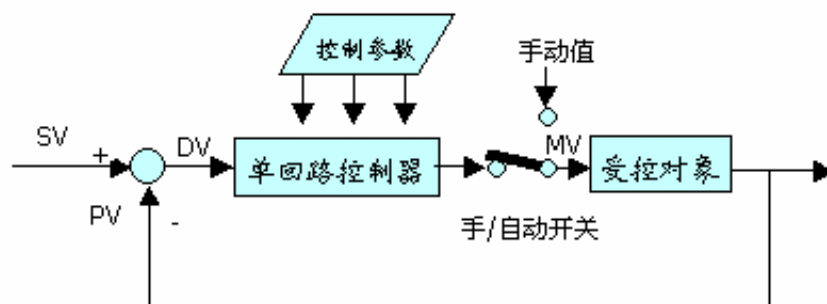
手操器可以根据操作员的操作指令以设定阀位值,来实现阀位信号的实时输出,没有设定值和 PID 的控制运算功能,只提供一个测量值的显示接口和一个阀位手动操作输出的功能。一般地,手操器输出阀位值与一定的被控对象的测量值 PV 相对应,所以可通过组态(填写手操器的输入位号)将一定的输入变量值实时地显示在手操器的控制仪表内。在该手操器控制仪表内,这个输入变量的作用仅仅是显示功能,它可以帮助操作员尽快了解阀位变化对控制对象发生的状态变化的情况。

AdvanTrol 中 PV 与 MV 来源于组态软件,具体值在实时运行中得到。PV 与 MV 在组态中设定方法如下:(以下的回路说明中 PV 和 MV 的设定与之相同)

- I. 选择[控制站]/<I/O 组态>/IO 点选项卡,对回路设置中要选择的回路模入类型输入位号 1 进行设置,对回路设置中要选择的回路模出类型输出位号 2 进行设置。
- II. 选中[控制站]/<常规控制方案>,打开常规控制回路组态窗口,单击相应回路的  按钮,在弹出的回路设置对话框中的回路输入中选位号 1,在对话框中的输出位号中选位号 2。此时,PV 对应 I/O 点 1 位号,MV 对应 I/O 点 2 位号。

### 单回路：

单回路 PID 控制的是最常用的控制系统。绝大多数情况下,它已能满足生产要求。



单回路控制原理图

其中控制参数包括：比例度  $P$ ，积分时间  $I$ ，微分时间  $D$ ，控制周期  $T_s$

| 变量 | 变量说明       |
|----|------------|
| SV | 给定值        |
| PV | 测量值        |
| MV | 控制量        |
| DV | 偏差 (PV-SV) |



AdvanTrol 中单回路调整画面

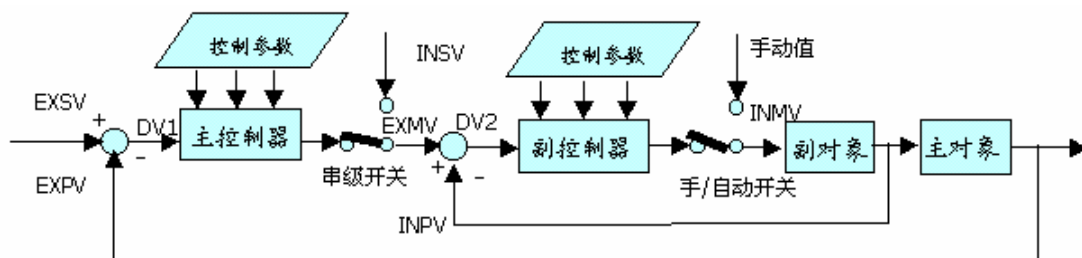
## 串级控制：

单回路 PID 控制是最常见的控制算法，在绝大多数情况下，它已能满足生产要求。但在某些场合，这种简单的控制算法可能会不合要求。这些场合包括：

- 过程可控程度差，如对象具有大纯滞后的情况；
- 过程具有较明显的时变特性或非线形特性；
- 扰动剧烈，而且幅度大；
- 控制性能要求较高；
- 过程参数之间存在严重关联；

为了改进算法以满足上述场合的控制要求，在单回路基础上，开发了串级控制等有效的控制方法，以下对改进的各种控制方法进行说明：

当需要用一个控制器的输出来改变另一个控制器的给定值时，这样连接起来的两个控制器就被称作是“串级”的。两个控制器都有各自的测量输入，但只有主控制器具有自己独立的给定值，副控制器的输出信号送给被控制过程。该系统称为串级控制系统。



串级控制原理图



AdvanTrol 中串级内环调整画面



AdvanTrol 中串级外环调整画面

| 变量   | 变量说明             |
|------|------------------|
| ExSv | 外环给定值            |
| ExPv | 外环测量值            |
| ExMv | 外环控制量            |
| DV1  | 外环偏差 (ExPv-ExSv) |
| InSv | 内环给定值            |
| InPv | 内环测量值            |
| InMv | 内环控制量            |
| DV2  | 内环偏差 (InPv-InSv) |

要点：

- I. 其中的手/自动开关、串级开关具有由低向高的联动功能，即手/自动开关切向手动时，串级开关无法投入使用。
- II. 手/自动开关、串级开关具有无扰动切换功能。

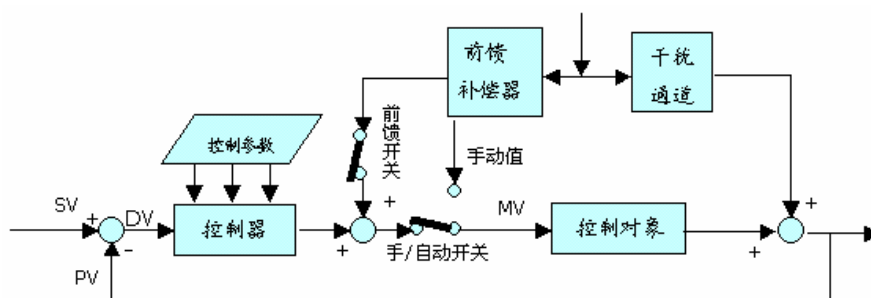
前馈：

前馈控制的概念是测取进入过程的干扰（包括外界干扰和给定值变化），并按其信号产生合适的控制作用去改变操纵变量，使受控变量维持在给定值上。

前馈控制可使受控变量连续的维持在恒定的给定值上，而反馈控制系统是做不到的，这是因为反馈控制是按被控变量的偏差动作的，在干扰作用下，受控变量总要经历一个偏离给定值的过度过程。前馈控制本身不形成闭合反馈回路，不存在闭合稳定性问题，因而也就不存在控制精度与稳定性的矛盾。但它不存在受控变量的反馈，也即对于补偿的效果没有检验的手段，控制结果无法消除受控变量的偏差，系统无法获得这一信息而作进一步的矫正，因此将反馈与之结合，保持了反馈控制能克服多种扰动及对受控变量最终校验的长处。

JX-300X 系统中前馈控制器的传递函数：

$$G_f(S) = K_f \frac{T_2 S + 1}{T_1 S + 1} e^{-T_f S} + C_0$$



前馈控制原理图



AdvanTrol 中前馈控制调整画面

| 变量 | 变量说明    |
|----|---------|
| SV | 给定值     |
| PV | 测定值     |
| DV | 偏差      |
| MV | 前馈控制控制量 |
| Kf | 前馈增益    |
| T2 | 滞后时间    |
| T1 | 超前时间    |
| Tf | 纯滞后     |
| Co | 前馈偏置    |

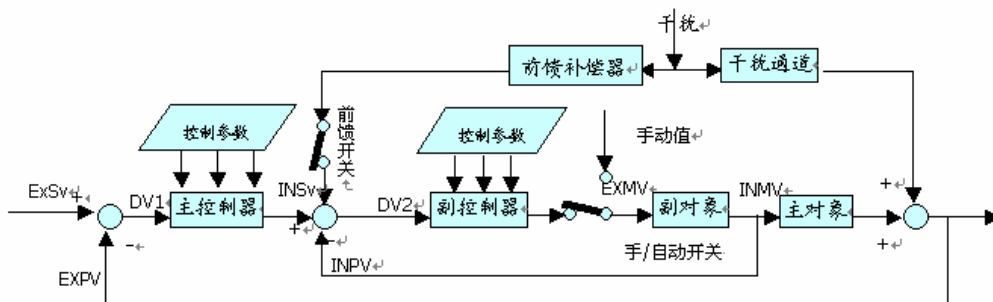
### 串级前馈（三冲量）：

串级前馈结合了串级回路与前馈回路的优点。

JX-300X 系统中前馈控制器的传递函数：

$$G_f(S) = K_f \frac{T_2 S + 1}{T_1 S + 1} e^{-T_f S} + Co$$

前馈控制器需要设置的相关参数：时间常数 T1，T2，Tf，放大倍数 Kf，以及前馈控制选择开关（要/否）。



三冲量控制原理图



Advantrol 中串级前馈内环调整画面

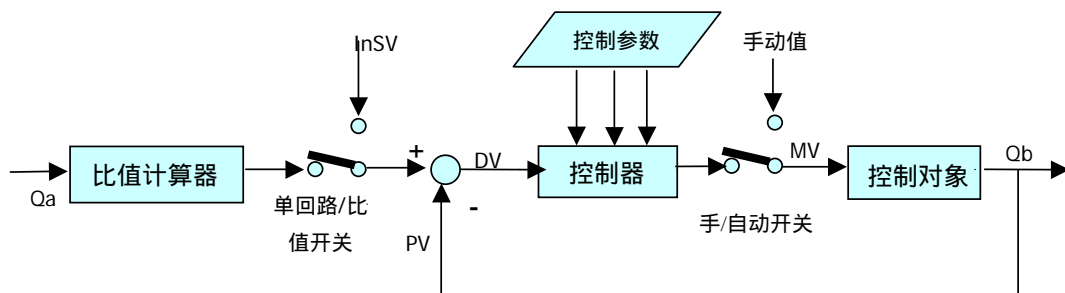


Advantrol 中串级前馈外环调整画面

| 变量   | 变量说明                |
|------|---------------------|
| ExSv | 外环给定值               |
| ExPv | 外环测定值               |
| ExMv | 外环控制量               |
| DV1  | 外环偏差 ( ExPv-ExSv )  |
| InPv | 内环给定值               |
| InSv | 内环测定值               |
| InMv | 内环控制量               |
| DV2  | 内环偏差 ( InPv- InSv ) |
| Kf   | 前馈增益                |
| T2   | 滞后时间                |
| T1   | 超前时间                |
| Tf   | 纯滞后                 |
| Co   | 前馈偏置                |

### 比值控制：

在实际工业控制中，往往需要两种或两种以上的物料按一定的比值混合或进行化学反应。例如硝酸生产中的氧化炉，氨和空气应保持一定的比例，否则将造成反应不正常，而氨和空气比超过一定极限将会引起爆炸。比值控制的目的，就是为了实现两种物料流量符合一定的比例，以使生产能安全正常的进行。控制方案的框图如图：



比值控制原理图

当主变量  $Q_a$  变化时，其信号送到比值计算器，比值计算器按预先设置好的比值系数使输出成比例变化，并作为副变量控制器的给定值，此时副变量调节是一个随动系统， $Q_b$  经调节作用自动跟随  $Q_a$  变化，使其在新的工况下保持两变量比值  $r$  不变。当副变量由于自身的干扰而变化时，因为它是一个定值系统，经控制后可以克服自身的干扰。



AdvanTrol 中单回路比值调整画面

| 变量   | 变量说明  |
|------|-------|
| Qa   | 主变量   |
| Qb   | 副变量   |
| InSV | 内部给定值 |
| PV   | 反馈测量值 |
| DV   | 偏差    |
| MV   | 预算控制量 |

根据量程、实际的比值关系，无因次的比值系数  $K_r$  计算方法：

$$K_r = \frac{X_a}{X_b} = \frac{F_a}{F_b} * \frac{F_b \max - F_b \min}{F_a \max - F_a \min} = r * \frac{F_b \max - F_b \min}{F_a \max - F_a \min} ;$$

由此可见，比值系数与实际的流量之比不一定相同，但两者有一一对应关系。当两流量的量程和工程单位相同时， $K_r$  与  $r$  相等。所以，该比值系数  $K_r$  与两流量之比  $r$  和测量仪表的量程有关。

| 变量    | 变量说明             | 变量类型          |
|-------|------------------|---------------|
| $K_r$ | 比值系数             | 无因次化          |
| $r$   | 两流量之比            | 工程量 $F_a/F_b$ |
| $X_a$ | 位号值（系统内部采用半浮点表示） | 无因次化          |
| $X_b$ | 位号值（系统内部采用半浮点表示） | 无因次化          |
| $F_a$ | 流量 a 的工程值        | 工程量           |



|       |           |     |
|-------|-----------|-----|
| Fb    | 流量 b 的工程值 | 工程量 |
| Fbmax | 流量 b 量程上限 | 工程量 |
| Fbmin | 流量 b 量程下限 | 工程量 |
| Famax | 流量 a 量程上限 | 工程量 |
| Famin | 流量 a 量程下限 | 工程量 |

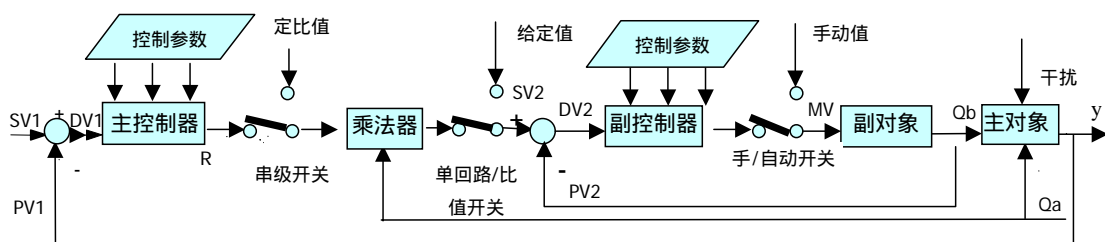
### 串级变比值：

在工业生产中，干扰因素很多，当系统存在除流量干扰以外的其他干扰时，原来设定的比值参数就可能不能保证产品最终质量，需重新进行设置。因此，为了控制某些工艺参数稳定，常常需要通过改变两物料的比值的方法来达到其控制目的，这就产生了变比值控制方案。

在 JX-300X 系统中，串级变比值方案采用乘法器的方法来实现变比值。

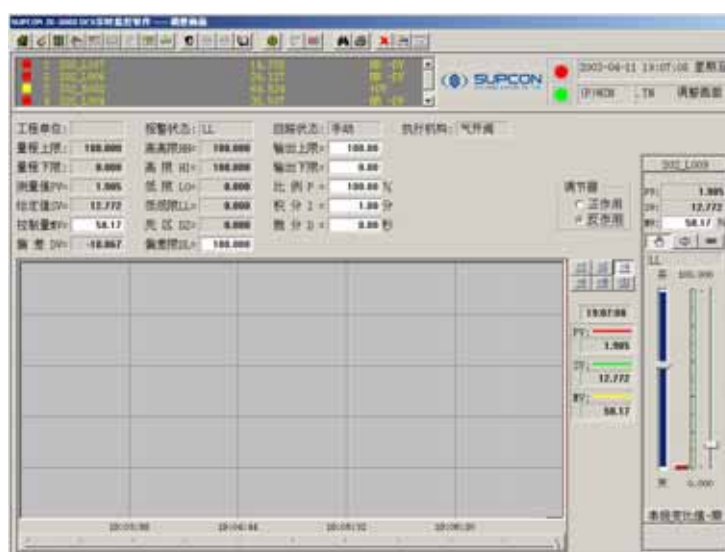
当系统中出现除流量干扰外的其它干扰引起主参数  $y$  变化时，通过主反馈回路使主控制器输出变化，修改两流量的比值，以保持主参数稳定。对于进入系统的主流量  $Q_a$  干扰，由于比值控制回路的快速随动跟踪，使副流量按  $Q_b = r \times Q_a$  关系变化，以保持参数  $y$  稳定，它起了静态前馈作用。对于副流量本身的干扰，同样可以通过自身的控制回路克服，它相当于串级控制系统的副回路。因此这种变化的比值控制系统实质上是一种静态前馈-串级控制系统。由于两流量比值是由表征最终质量的第三参数  $y$  给出的，也有人把这种变化控制系统称为由第三参数给定的比值控制系统。

乘法器的串级变比值控制方案实现的方法如下图，主控制器的输出作为变比值系数  $R$ ，采用乘法器实现  $Q_a$ 、 $Q_b$  的比值关系，即  $R \times Q_a = Q_b$ 。然后，将流量信号  $Q_a$  乘以比值系数  $R$  作为副控制器的给定值。在控制处于稳定状态下，主、副流量  $Q_a$ 、 $Q_b$  的静态关系应为  $R \times Q_a = Q_b$ 。为了控制策略的实现无扰动切换和工程实现，乘法器采用以下算式： $(R \times Q_a) \times K_r + C_o$ （其中  $K_r$  为比值系数， $C_o$  为静态偏移量）。

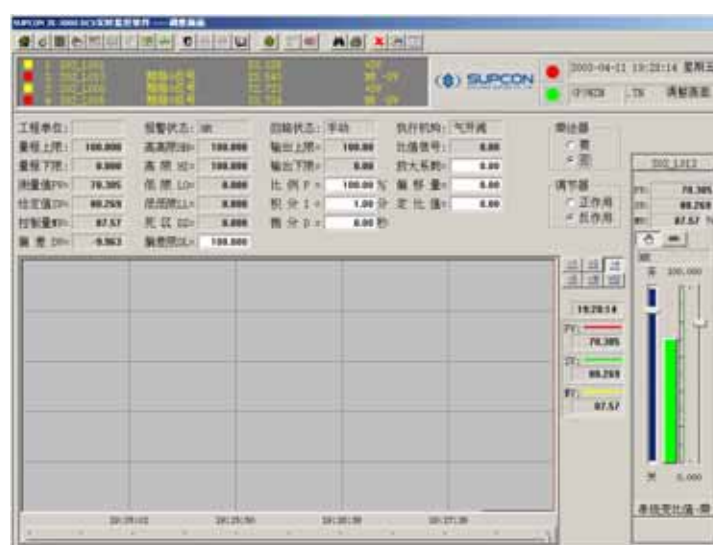


采用乘法器实现的串级变比值方案

| 变量   | 变量说明             |
|------|------------------|
| Qa   | 主变量              |
| Qb   | 副变量              |
| SV1  | 主变量给定值           |
| PV1  | 主变量测定值           |
| DV1  | 主变量偏差值 (PV1-SV1) |
| R    | 变比值              |
| SV2  | 副变量给定值           |
| InSV | 副变量内部给定值         |
| PV2  | 副变量测定值           |
| DV2  | 副变量偏差值 (PV2-DV2) |
| MV   | 控制量              |



AdvanTrol 中串级变比值-乘法器内环回路调整画面



AdvanTrol 中串级变比值-乘法器外环回路调整画面

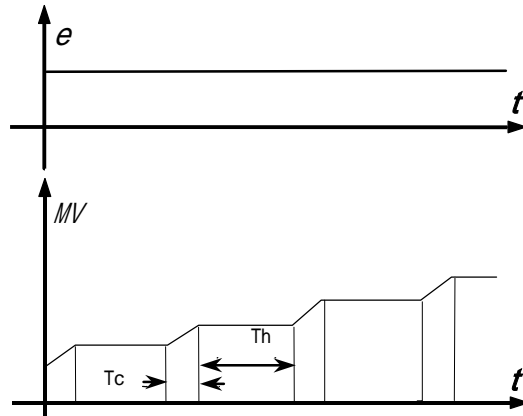
要点：

- I. 手/自动开关、单回路/比值、串级开关具有由低向高的联动功能，即处于最低的手自动开关切向手动，则单回路/比值、串级开关无法投入；当单回路/比值开关切向内部设值时，串级开关无法投入。
- II. 手/自动开关、单回路/比值、串级开关具有无扰动切换功能。

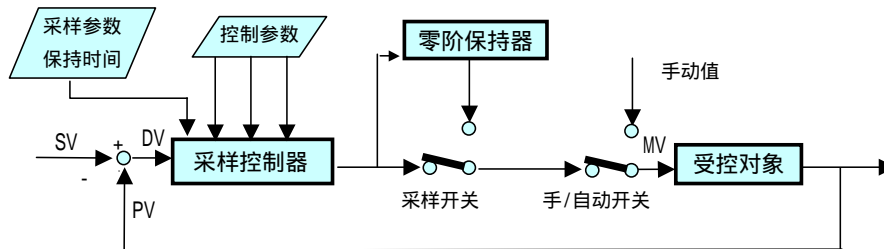
### 采样控制方案：

使用常规 PID 控制方案很难控制纯滞后时间比较大的过程。这是因为作用于系统上的扰动必须要经过纯滞后时间  $t_0$  后，才开始使被控变量有所反应，而控制器对被控参数偏差的控制作用又不能适时的反映出来，以致造成控制过头，引起过程超调严重、甚至发生振荡。这是大滞后过程难以控制的原因，为此可以采用“调一下、等一等”的方法。即当控制器输出达一定时间后，就不再使输出增加（或减少）了，而是保持此输出值（保持的时间与纯滞后时间  $t_0$  相等或再长些），直到控制作用的效果在被控量变化中反映出来为止，然后再根据偏差的大小决定下一步的控制动作。这种方法的核心思想是避免控制器进行不必要的误操作，过而宁愿让控制作用弱一些。这种按偏差按一定周期性断续控制的方式，称为采样控制。它的基本控制框图同单回路控制系统方框图，当控制器具有积分作用时，采样控制的动态特性如下图。

如图， $T_c$  是控制器的控制作用（运算输出）的时间， $T_h$  是控制器控制输出的保持时间。采样控制的工作过程是：当被调参数出现偏差  $e(t)$  以后，只有在采样开关闭合的时间  $T_c$  内，控制器才根据这个偏差信号进行相应的控制运算（积分作用），并输出给执行机构；当时间过  $T_c$  区（控制区）后，采样开关立即打开，控制器的停止控制运算，输出保持在采样开关切断时的控制器的输出值上，这个输出值将维持  $T_h$  的一段时间（保持区）；然后再进入  $T_c$  的控制区，控制器又开始积分作用。如此周而复始，直到偏差完全消除。



采样控制的动态特性



采样控制框图



AdvanTrol 中采样控制回路调整画面

| 变量 | 变量说明        |
|----|-------------|
| SV | 给定值         |
| PV | 测量值         |
| MV | 控制量         |
| DV | 偏差值 (PV-SV) |

当处于控制区  $T_c$  内时,  $e(t) = PV - SV$ , 控制器进行正常的控制运算输出; 当处于保持区  $T_h$  内时, 控制器停止运算, 输出保持。

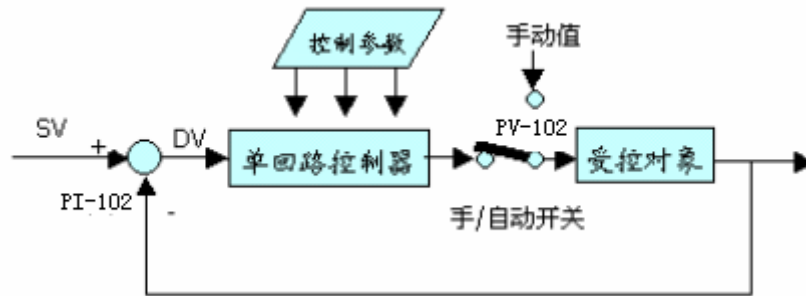
这是一种断续的控制方式, 它无需掌握精确的过程动态特性, 就能克服被控变量中纯滞后对控制带来的不利影响, 但必须注意此时采样控制保持时间的选取应略大于过程的纯滞后时间。

常规控制方案可在组态中进行设置。

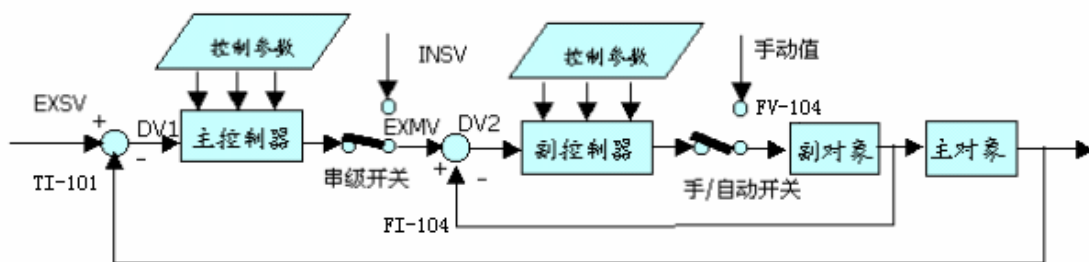
## 动手试一试——常规控制方案组态

在本例的控制要求中，回路控制的前两个要求都是标准的常规回路，如下：

- PI-102 与 PV-102 构成了一个单回路，回路号为 PIC-102。




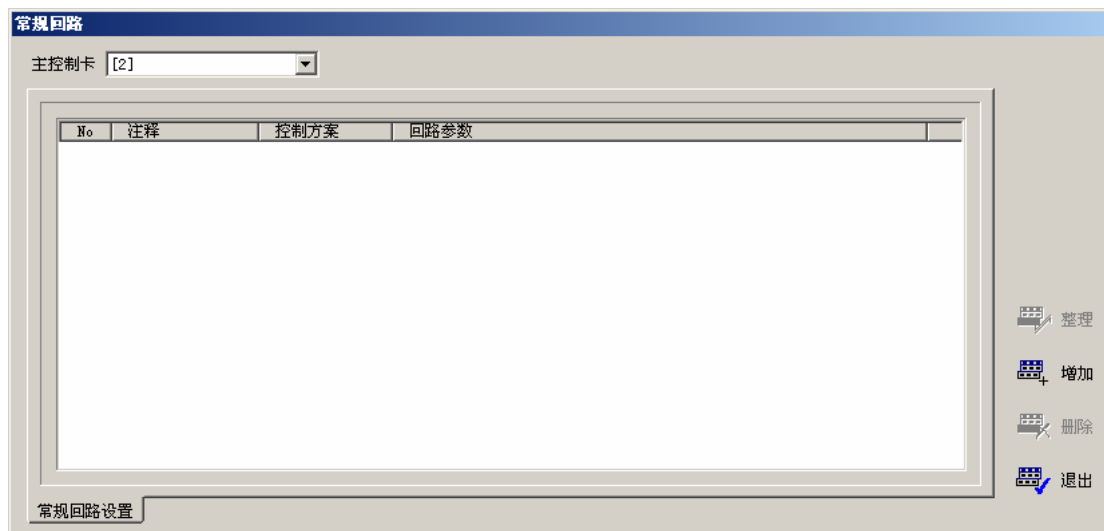
- 原料加热炉出口温度 (TI-101) 控制是一个串级控制，其中副回路是流量控制，流量测量信号为 FI-104，输给调节阀的信号是 FV-104，回路号为 FIC-104。主回路是温度控制，温度测量位号为 TI-101，回路号为 TRC-101。



在此，可以通过常规控制方案组态来实现。

步骤如下：

- 1、点击“常规”按钮 ，或选中[控制站]/<常规控制方案>菜单项，在弹出的对话框中设置常规控制方案。



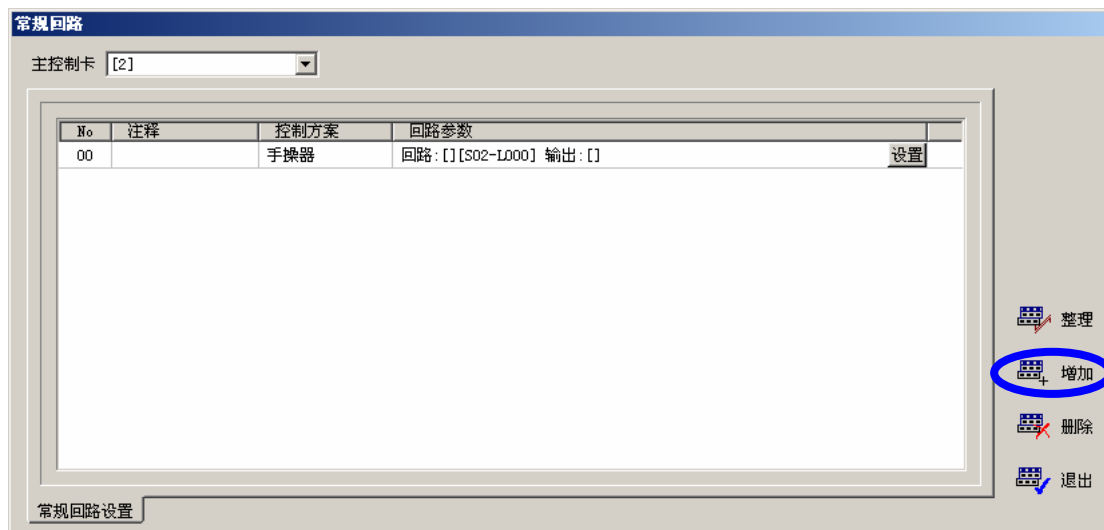
2、画面的上方有一个“主控卡”的下拉选择菜单，如下图所示：



此项下拉菜单中，列表列出所有已组态登录的主控制卡，用户必须为当前组态的控制回路指定主控制卡，主控制卡一旦确定，对后面组态的控制回路的运算和管理就由所指定的主控制卡负责。

在本例中，所有的控制回路都在地址为[2]的控制站中运算，所以在这里，根据前面的组态，在主控制卡的下拉选择菜单中，选择[2]号地址。

3、选定主控制卡以后，点击“增加”按钮，增加控制方案，如下：



4、填写相应的参数：

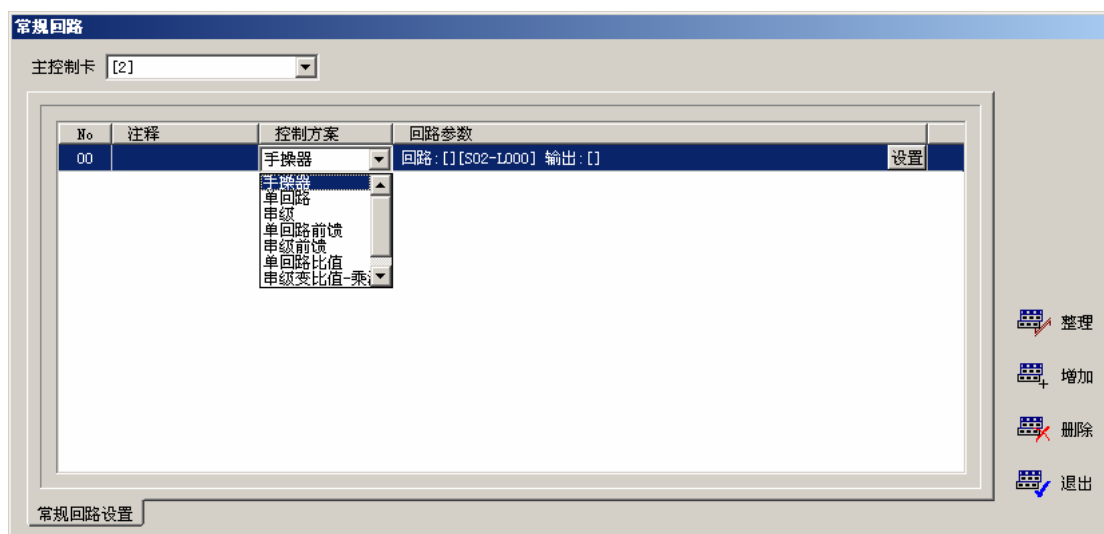
**No：**该控制回路地址序号，按“整理”按钮后会按地址大小排序。

**注释：**此项填写当前控制方案的文字描述。


**控制方案：**此项列出了 JX-300X 系统支持的 8 种常用的典型控制方案，见下表：

| 控 制 方 案    | 回 路 数 |
|------------|-------|
| 手 操 器      | 单 回 路 |
| 单 回 路      | 单 回 路 |
| 串 级        | 双 回 路 |
| 单回路前馈      | 单 回 路 |
| 串级前馈       | 双 回 路 |
| 单回路比值      | 单 回 路 |
| 串级变比值——乘法器 | 双 回 路 |
| 采样控制       | 单 回 路 |

可根据自己的需要在该栏目的下拉菜单中选择适当的控制方案，如下图：



在本例中，将首先设置第一个控制回路：PI-102 与 PV-102 构成的一个单回路，回路号为 PIC-102。所以在本栏中选择“单回路”。

**回路参数：**此功能用于确定所组控制方案的输出方法。单击后面的  按钮，在弹出的回路设置对话框中可进行回路参数的设置，如下图：



回路设置

回路1位号 S02-L000

回路1注释

回路1输入 ?

回路2位号

回路2注释

回路2输入 ?

☐ 分程 分程点 50 %

输出位号1 ?

输出位号2 ?

跟踪位号 ?

确定 取消

回路 1/回路 2 功能组用以对控制方案的各回路进行组态(回路 1 为内环,回路 2 为外环,对于单回路的控制只需要填写回路 1 功能组信息)。

其中回路位号项填入该回路的位号;回路注释项填入该回路的说明描述;回路输入项填入相应输入信号的位号,常规控制回路输入位号只允许选择 AI 模入量,位号也可通过 按钮查询选定。

在本例中,只有一个回路,所以“回路 1 位号”项中填写“PIC-102”,“回路 1 注释”项中填写相应的注释,“回路 1 输入”项中填写“PI-102”。

当控制输出需要分程输出时,选择分程选项 ☒ 分程,并在分程点输入框中填入适当的百分数(如分程点为 40%时,填写 40)。

如果分程输出,输出位号 1 填写回路输出<分程点时的输出位号,输出位号 2 填写回路输出>分程点时的输出位号。

如果不加分程控制,则只需填写输出位号 1 项。

常规控制回路输出位号只允许选择 AO 模出量,位号可通过一旁的 按钮进行查询。

在本例中,没有分程控制,不选择分程项 ☐ 分程,在“输出位号 1”项中填写“PV-102”。

**跟踪位号:**当该回路外接硬手操器时,为了实现从外部硬手动到自动的无扰动切换,必须将硬手动阀位输出值作为计算机控制的输入值,跟踪位号就用来记录此硬手动阀位值。

在本例中,跟踪位号不必设置。

**其他位号:**当控制方案选择前馈类型或比值类型时,会出现“其他位号”项。当控制

方案为前馈类型时，在此项填入前馈信号的位号；当控制方案为比值类型时，在此项填入传给比值器信号的位号。

在本例中，无其他位号设置要求。

设置效果如下：

**回路设置**

回路1位号: PIC-102

回路1注释: 加热炉烟气压力控制

回路1输入: PI-102

回路2位号:

回路2注释:

回路2输入:

☐ 分程 分程点: 50 %

输出位号1: PV-102

输出位号2:

跟踪位号:

确定 取消

设置完毕后，点击“确定”按钮确认刚才进行的设置。

至此，第一个回路组态完成了。效果如下：

**常规回路**

主控制卡: [2]

| No. | 注释        | 控制方案 | 回路参数                                                |
|-----|-----------|------|-----------------------------------------------------|
| 00  | 加热炉烟气压力控制 | 单回路  | 回路: [PI-102] [PIC-102] 输出: [PV-102] <span>设置</span> |

整理 增加 删除 退出

常规回路设置

5、重复步骤 3、4，添加另一个回路，如下：

点击“增加”按钮，增加控制回路，控制方案为“串级”，如下图：

常规回路

主控制卡 [2]

| No | 注释        | 控制方案 | 回路参数                                |    |
|----|-----------|------|-------------------------------------|----|
| 00 | 加热炉烟气压力控制 | 单回路  | 回路: [PI-102] [PIC-102] 输出: [FV-102] | 设置 |
| 01 | 加热炉出口温度控制 | 串级   | 回路: [PI-102] [PIC-103] 输出: [FV-102] | 设置 |

整理 增加 删除 退出

常规回路设置

点击“设置”按钮，进行参数设置：

回路设置

回路1位号 FIC-104

回路1注释 内环

回路1输入 FI-104 ?

回路2位号 TIC-101

回路2注释 外环

回路2输入 TI-101 ?

☐ 分程 分程点 50 %

输出位号1 FV-104 ?

输出位号2 ?

跟踪位号 ?

确定 取消

点击“确定”按钮，确认上述操作。效果如下：

常规回路

主控制卡 [2]

| No | 注释        | 控制方案 | 回路参数                                                   |    |
|----|-----------|------|--------------------------------------------------------|----|
| 00 | 加热炉烟气压力控制 | 单回路  | 回路: [PI-102] [PIC-102] 输出: [FV-102]                    | 设置 |
| 01 | 加热炉出口温度控制 | 串级   | 回路: [FI-104] [FIC-104] [TI-101] [TIC-101] 输出: [FV-104] | 设置 |

整理 增加 删除 退出

常规回路设置

6、项目要求中的常规回路全部组态过以后，点击“退出”按钮，退出常规控制回路组态。

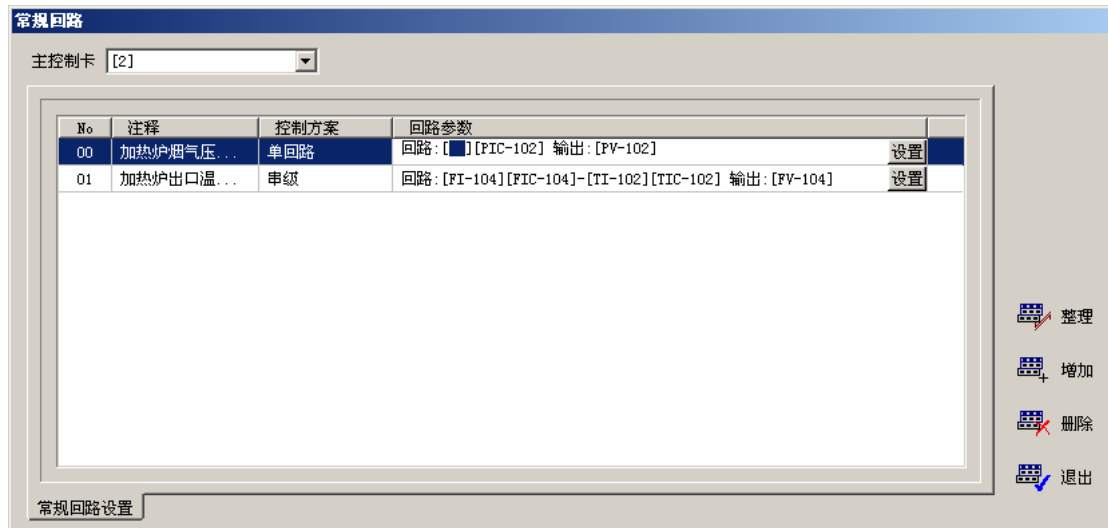


思考：在一个控制站中，最多可以有多少个常规回路？（提示：64）



思考：修改了回路参数，为什么不能生效？

提示：进行回路参数的修改一定要点击“设置”按钮，在弹出的对话框中进行修改，修改完成以后点击“确定”按钮进行确认。而如下的修改是在回路参数的显示行中进行的，这样的修改是无效的：



### 3.5.2 自定义控制方案的组态


常规控制回路的输入和输出只允许 AI 和 AO，对一些有特殊要求的控制，用户必须根据实际需要自己定义控制方案。用户自定义控制方案可通过 SCX 语言编程和图形编程二种方式实现。

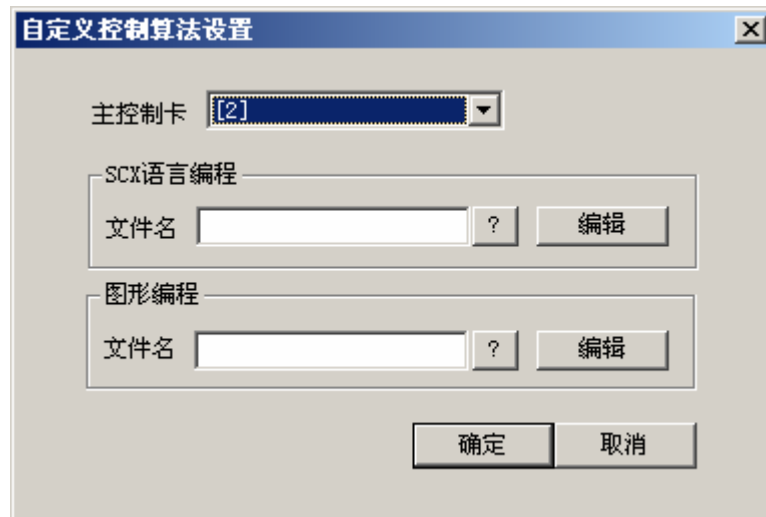
在本例中，有两个控制要求，分别是：

- 原料油储罐液位(LI-101)调节采用分程控制,回路自动时 A 阀(LV-1011) \ B 阀(LV-1012) 采用  $B=1.0-A$  的方式调节，在手动时，A 阀、B 阀都可以分别手动调节。
- 对进入原料油加热炉的原料油流量 FI-001 进行累积，一定权限的操作者可以手动将累积值清零。

对这些仅用常规控制方案无法实现的控制要求，通常需要用编程的方法来完成，把这类控制方案称为自定义控制方案。JX-300X 系统提供了两种实现自定义控制方案的编程方法（SCX 语言编程和图形化组态），接下来将分别介绍。

## 动手试一试——SCX 语言软件的登录

- 1、点击“算法”按钮 ，或选中[控制站]/<自定义控制方案>菜单项，在弹出的对话框中设置控制方案。



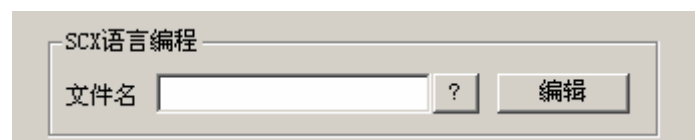
- 2、画面的上方有一个“主控制卡”的下拉选择菜单，如下图所示：




此项下拉菜单中，列表列出所有已组态登录的主控制卡，用户必须为当前组态的自定义控制方案指定主控制卡，主控制卡一旦确定，对下面组态的控制方案的运算和管理就由所指定的主控制卡负责。

在本例中，所有的控制方案都在地址为[2]的控制站中运算，所以在这里，根据前面的组态，在主控制卡的下拉选择菜单中，选择[2]号地址。

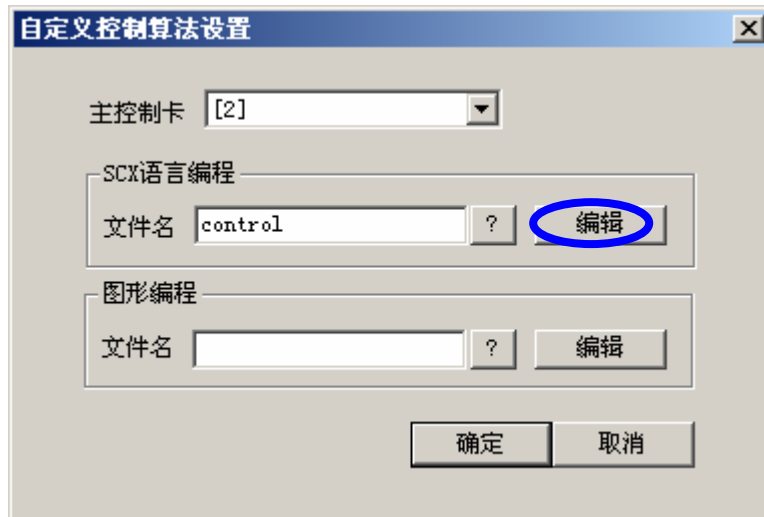
- 3、对话框中部为 SCX 语言编程软件的登录框，如下图：



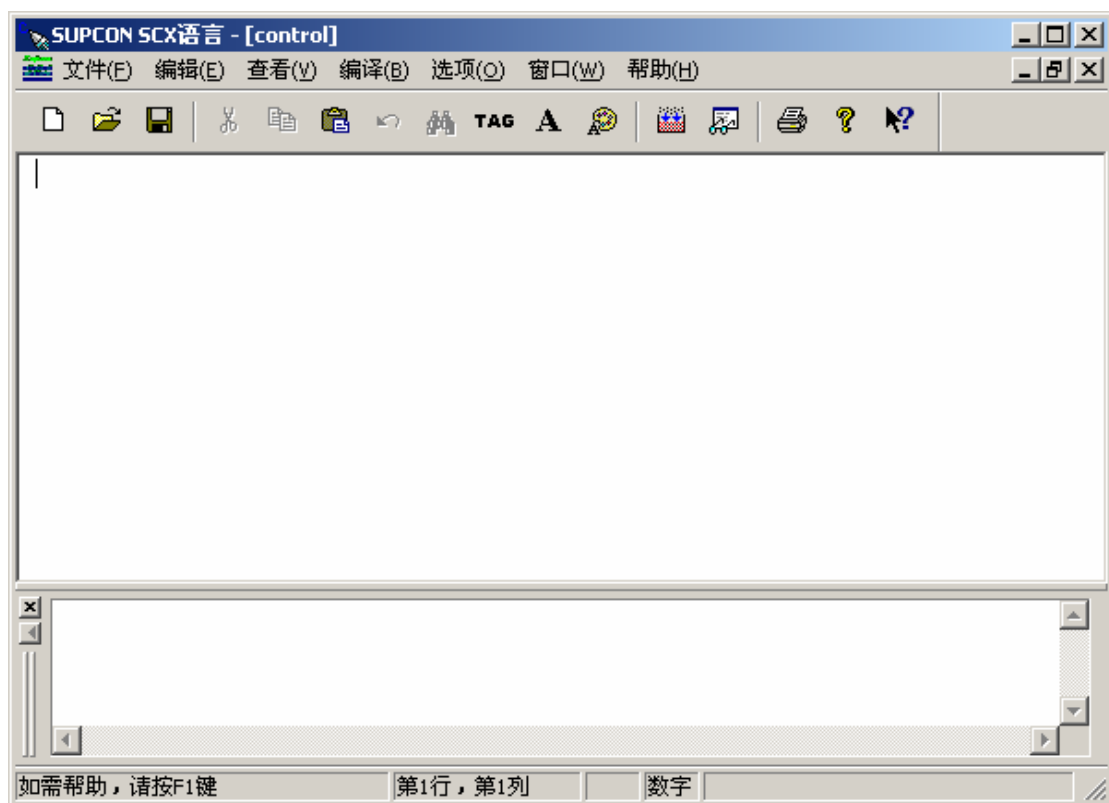
此框中“文件名”一栏中填入与当前控制站相对应的 SCX 语言源代码文件名，用户自定义控制方案的 SCX 语言源代码以“.SCL”为扩展名存放。旁边的  按钮提供文件查询功能。

可以采用这样的方法来新建一个 SCX 语言文件：

在“文件名”一栏中填入想建立的文件名，然后点击“编辑”按钮，进入 SCX 语言编辑软件的操作界面，如下：



真正的语言编程的工作是在下面的界面中完成的：



这样，一个新的 SCX 语言文件就建立了，并且被自动保存在相应的路径下（具体路径请参考前文的说明），用户可以在弹出的软件界面中进行语言程序的编写。

## 了解 SCX 语言的程序结构和语法规则

### 1、程序结构

```
global declaration          //全局定义程序 ( 1 , 2 )

[return-type /* ( 4 ) */] funcn /*子函数名*/ ([parameter list/* ( 3 ) */])

//子函数入口

{                            //[]中的内容可写，也可不写(以下同)

statements sequence         //语句序列

}

main( )                     //主函数入口

{                            //大括号{}必须分别单行书写，缺一不可(以下同)

statements sequence         //语句序列

}
```



1：全局定义程序包括宏定义、全局变量定义、函数头定义和折线表定义。

2：每行“//”后，或“/\*”、“\*/”间的文字为程序注释，用于加入说明文字。

3：为子函数的参数类型定义表。该表中可以只定义一个参数，也可以定义多个参数。

4：为子函数的返回值类型定义。每个子函数只有一个返回值。

### 2、变量类型

➤ 在 SCX 语言中，有 5 种基本数据类型的数值，见下表。

| 类 型  | 关键字*        | 字节数 | 表 示 范 围                                                  |
|------|-------------|-----|----------------------------------------------------------|
| 半浮点型 | Sfloat      | 2   | -7.9997 ~ +7.9997                                        |
| 开关型  | Bool        | 1   | 0 ~ 255                                                  |
| 浮点型  | Float       | 4   | $\pm 1.175490351\text{E-}38 \sim 3.402823466\text{E+}38$ |
| 长整型  | Long [int]  | 4   | -2147483648 ~ 2147483647                                 |
| 整数   | Int         | 2   | -32768 ~ +32767                                          |
| 数组   | 变量[下标]      | 同类型 |                                                          |
| 结构   | struct 结构名  | 不定  |                                                          |
| 累积型  | structAccum | 8   |                                                          |

说明：

半浮点型：用于位号的赋值和运算。





|    |              |          |
|----|--------------|----------|
| LO | 报警下限 (14 位)  | Sfloat** |
| LL | 报警下下限 (14 位) | Sfloat** |
| DZ | 报警死区 (14 位)  | Sfloat** |

#### 4、基本功能块引用

JX-300X DCS 中，每个控制站有 64 个自定义回路，其中包括 BSC 模块和 CSC 模块，同一序号的功能块只能使用一次。

| 功能模块 | 运行函数                               | 参数说明                                                 | 举例                                                          |
|------|------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| BSC  | bsc(sfloat pv, int n)              | pv：被控量<br>n：模块序号 0 ~ 63<br>返回输出阀位值                   | _TAG("LV-1011")=bsc(_TAG("LI-101").PV,0)                    |
| CSC  | csc(sfloat pvEx,sfloat pvIn,int n) | pvEx：外环被控量<br>pvIn：内环被控量<br>n：模块序号 0 ~ 63<br>返回输出阀位值 | _TAG("LV-1011")=bsc(_TAG("TI-101").PV, _TAG("LI-101").PV,0) |

每个回路模块都有自己的一系列成员变量，要对这些成员变量进行访问或设置，可以通过系统变量 g\_bsc[n]和 g\_csc[n]来实现。

例如：g\_bsc[1].SwAM=ON，可以将 1 号单回路设为手动状态。

#### 5、运算符

SCX 语言支持算术、逻辑运算、关系比较运算以及其他特殊运算，按运算符优先级从高到低有：

| 类 型  | 运 算 符 | 描 述      | 优先级 |
|------|-------|----------|-----|
| 其他运算 | { }   | 语句块      | 10  |
|      | .     | 取模块或位号成员 | 9   |
|      | ( )   | 括号       | 8   |
| 逻辑运算 | NOT   | 逻辑非      | 7   |
| 算术运算 | +     | 单目正      | 6   |
|      | -     | 单目负      |     |
|      | *     | 乘        | 5   |
|      | /     | 除        |     |
|      | +     | 加        | 4   |
|      | -     | 减        |     |
| 关    | <     | 小于       | 3   |

|                       |     |      |   |
|-----------------------|-----|------|---|
| 系<br>比<br>较<br>运<br>算 | <=  | 小于等于 |   |
|                       | >   | 大于   |   |
|                       | >=  | 大于等于 |   |
|                       | ==  | 等于   |   |
|                       | !=  | 不等于  |   |
| 逻 辑 运<br>算            | AND | 逻辑与  | 2 |
|                       | OR  | 逻辑或  |   |
| 其 他<br>运算             | =   | 赋值   | 1 |



注意：SCX 语言语法规定，逻辑运算可以和比较运算混合，但禁止算术运算和逻辑运算混合。

## 6、语法规则

### ➤ 宏定义

语法：#define 宏名 常数

解释：定义一个常数。

举例：

```
#define Pi          3.14
```

### ➤ 变量声明

语法：

数据类型 变量名 1, 变量名 2, ..., 变量名 n ;

数据类型 变量名[数组长度] ; //数组声明

解释：

变量声明必须单行列出，不能在声明行对变量赋值。

数组只能是一维的。引用数组时，下标范围从 0 至数组长度减一。

举例：

```
sfloat    sA[60];          //表示共有 60 个半浮点数，起始下标为 0，末尾下标为 59
```

```
sfloat    Ti210a,Ti210b;    //变量 Ti210a 和 Ti210b 的数据类型都是半浮点型，  
                             //可以放在同一行进行数据类型定义
```



全局变量和局部变量的声明在语法上都是一致的。只是全局变量是定义在全局定义程序块中，在程序各函数中都有效；而局部变量是定义在某个具体函数中，只在该函数中有效。

### ➤ 常用语句

| 序号 | 语句                   | 举例                                                                                     | 说明                                                                                                                                                                                                          |
|----|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 赋值语句                 | temp_A = (temp_B + C) * D / temp_F ;<br>_TAG("DP205B")=ON ; //将开关动作按钮置为 ON 状态          | 变量名 = 运算表达式                                                                                                                                                                                                 |
| 2  | 条件语句                 | if (A > B)<br>{<br>x = A ;     //语句序列 1<br>}<br>else<br>{<br>x=C ;     //语句序列 2<br>}   | 计算 if 后面的条件表达式 ,<br>如果值为真 ,执行相应的语句序列 1 ; 否则 , 执行 else 后面的语句序列 2                                                                                                                                             |
| 3  | 循环语句<br>( for 循环 )   | int Stat[23] ;<br>int I ;<br>for (I=0 ; I<23 ; I=I+1)<br>{<br>Stat[I] = I ; //循环体<br>} | 按以下步骤进行 :<br>1) 计算初值、终值和增量 , 增量缺省值为 1 ;<br>2) 初值赋给计数变量 ;<br>3) 比较计数变量和终值 : 如果计数变量 < 终值 (此时增量 > 0)或计数变量 > 终值(此时增量 < 0), 则执行循环体语句 , 然后执行步骤 4)和 5); 否则 , 程序跳出循环 , 转入执行 for 块后的语句<br>4) 计数变量加上增量 ;<br>5) 转步骤 3。 |
| 4  | 循环语句<br>( while 循环 ) | int D ;<br>D = 10<br>while (D >= 5)<br>{<br>D = D - 1 ;     //循环体<br>}                 | 按以下步骤进行 :<br>1) 计算条件表达式的值 ;<br>2) 如果值为真 ,执行循环体语句 , 重复步骤 1 ; 如为假 , 程序跳出循环 , 转入执行 while 块后语句                                                                                                                  |

### ➤ 函数和子程序

函数或子程序是一个独立的程序块 , 具有某一特定的功能。

#### i. 定义函数或子程序

[返回类型] 函数或子程序名([参数列表])

{

...

}

其中，参数列表形式如下：数据类型 参数 1，...，数据类型 参数 n

此时，参数 1 ~ 参数 n 称为形式参数，简称形参。

## ii. 调用函数或子程序

引用函数或子程序时，若该函数或子程序定义了形参，则必须传入相应的实际参数（简称实参）。函数或子程序只能作为单独的一句语句调用，实现子程序的功能。如果有返回值，则实现了函数的功能，可以在等式的右边引用（不能作为运算表达式的一个操作数据项）。

举例

```
int Max(int A , int B)
{
    If (A > B)
    {
        return A ;
    }
    else
    {
        return B ;
    }
}

main ( )
{
    int A , B , C ;
    Initialize ;
    ...
    C = Max(A , B) ;
}
```



组态软件规定 SCX 语言组态时，自定义控制程序入口函数名为 main()。



子函数需先定义，后引用。

## 动手试一试——用 SCX 语言实现控制方案

要求：原料油储罐液位（LI-101）调节采用分程控制，回路自动时 A 阀（LV-1011）B 阀（LV-1012）采用  $B=1.0-A$  的方式调节，在手动时，A 阀、B 阀都可以分别手动调节。

方案示意图如下：

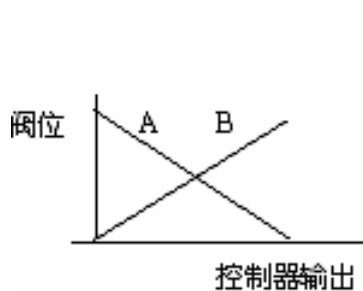


图 A、B 阀调节示意图

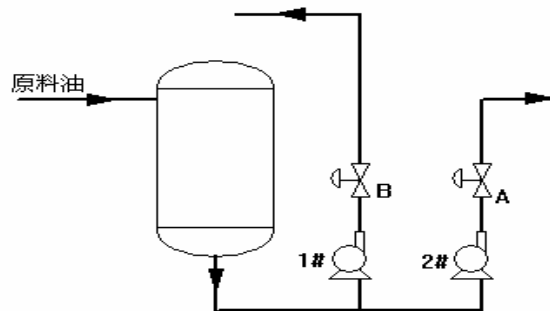
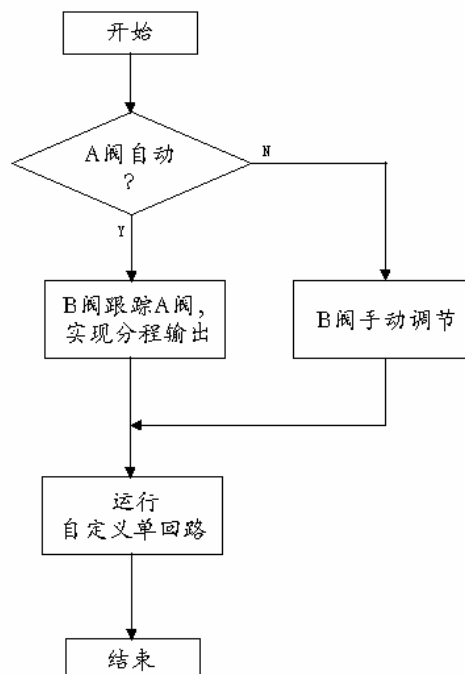


图 原料油储罐流程示意图

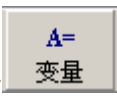
对于控制方案的要求，应当认真分析，在编程之前，需要有一个清晰的思路，为此，将作出程序框图，如下：

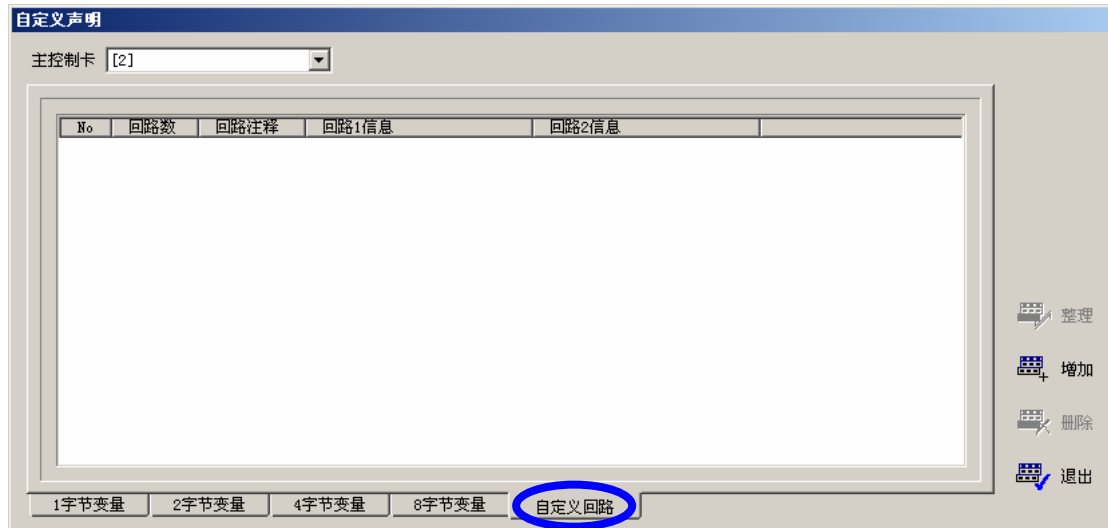


方案的设计思路是这样的：首先，将 A 阀控制和 B 阀控制当做两个独立的单回路，在组态软件中增加这样两个自定义回路，然后在程序中进行判断，根据 A 阀的手自动状态来确定 B 阀的工作方式。

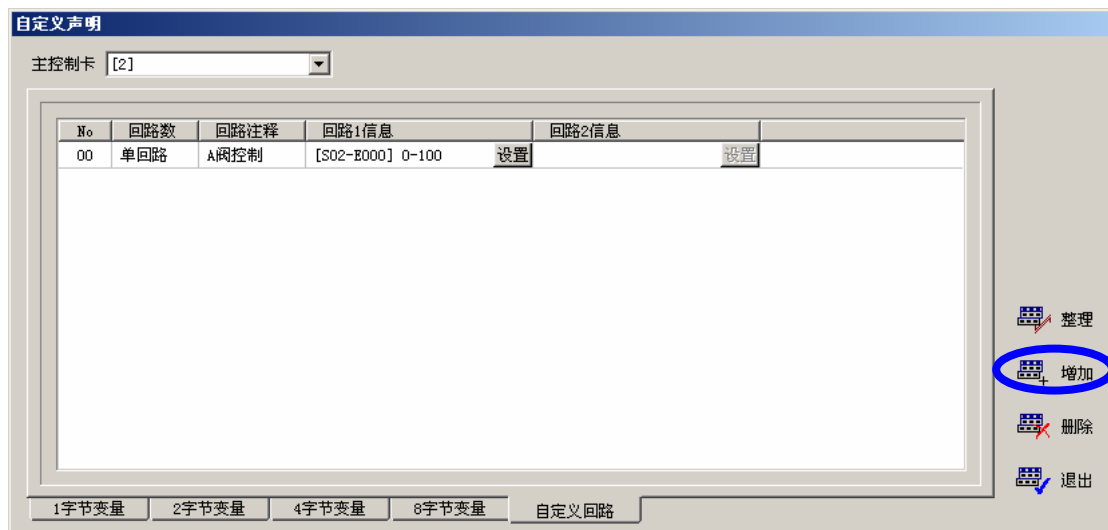
实现方法：

A、组态软件中增加自定义回路：

点击  按钮，弹出如下对话框：



选择好控制站以后，增加自定义回路。如下：



此处，增加的序号为[0]的单回路对应 A 阀的控制，点击“设置”按钮进行回路设置，如下：



自定义回路输入对话框，包含以下输入项：

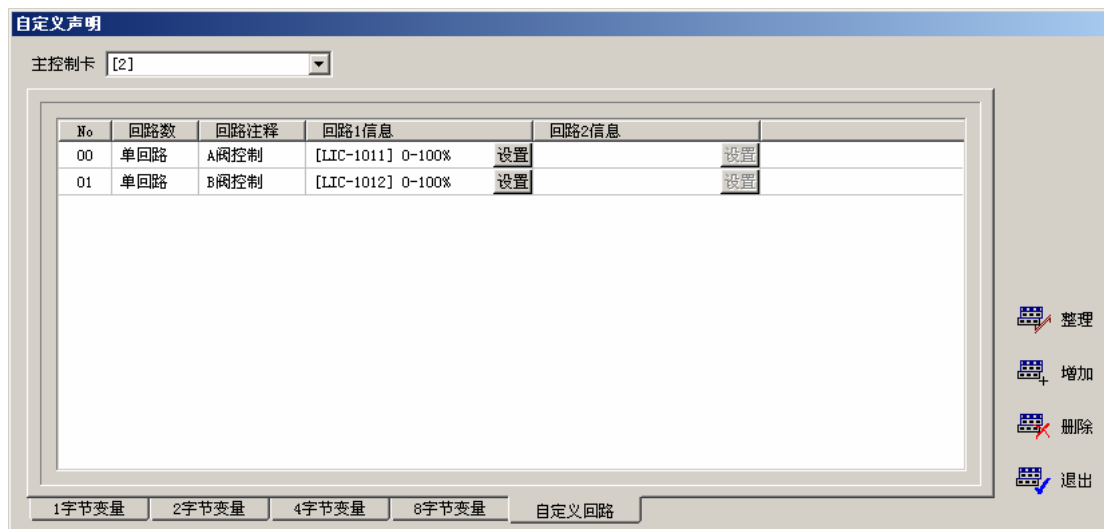
- 位号: LIC-1011
- 注释: (空)
- 下限: 0
- 上限: 100
- 单位: %
- 确定按钮
- 取消按钮

此处填写的上下限、单位为回路输入位号的上下限和单位。



**思考：**这里的位号名有什么作用？（提示：实时监控中通过位号名查找该回路，从而设置回路参数，进行回路调整。）

同样的方法再增加一个单回路，对应着 B 阀的控制，设置完毕后效果如下：



自定义声明对话框，主控制卡选择 [2]。显示回路列表：

| No | 回路数 | 回路注释 | 回路1信息             | 回路2信息 |
|----|-----|------|-------------------|-------|
| 00 | 单回路 | A阀控制 | [LIC-1011] 0-100% | 设置    |
| 01 | 单回路 | B阀控制 | [LIC-1012] 0-100% | 设置    |

右侧操作按钮：整理、增加、删除、退出。


底部选项卡：1字节变量、2字节变量、4字节变量、8字节变量、自定义回路。

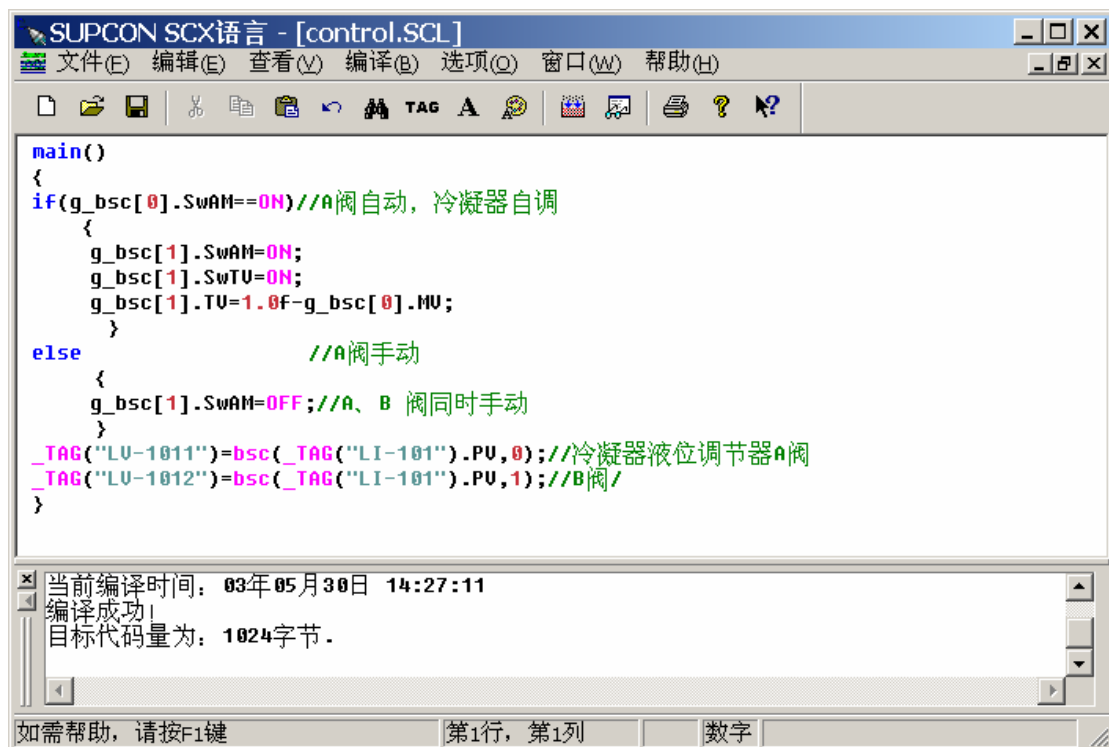
B、通过上面介绍的方法，进入 SCX 语言编辑环境，在编辑区中编写如下参考代码：

```
main()
{
    if(g_bsc[0].SwAM==ON)//A 阀自动，冷凝器自调
    {
        g_bsc[1].SwAM=ON;
        g_bsc[1].SwTV=ON;
        g_bsc[1].TV=1.0f-g_bsc[0].MV;
    }
    else
        //A 阀手动
```



```
{  
    g_bsc[1].SwAM=OFF;//A、B 阀同时手动  
}  
  
_TAG("LV-1011")=bsc(_TAG("LI-101").PV,0);//冷凝器液位调节器 A 阀  
_TAG("LV-1012")=bsc(_TAG("LI-101").PV,1);//B 阀/  
}
```


C、程序编好后，点击工具栏上的**编译按钮**  进行编译。

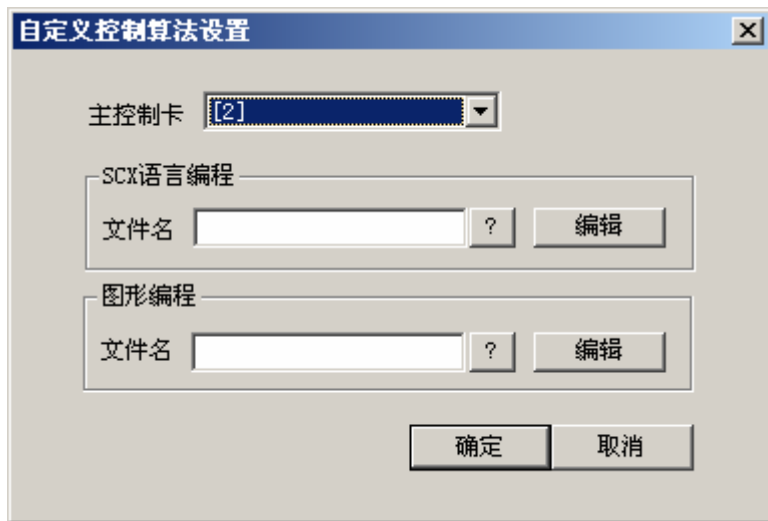


在“错误信息栏”中将显示编译过程中的错误。点击错误信息，光标将跳到出错的行，可以根据提示进行修改，直至系统提示编译成功。

## 动手试一试——图形化组态软件的登录

除了 SCX 语言，JX-300X DCS 还提供了另外一个自定义编程的软件，那就是图形化组态软件。用图形化组态软件编程同样需要先建立一个自定义控制方案文件，方法如下：

- 1、点击“算法”按钮 ，或选中[控制站]/<自定义控制方案>菜单项，在弹出的对话框中设置控制方案。



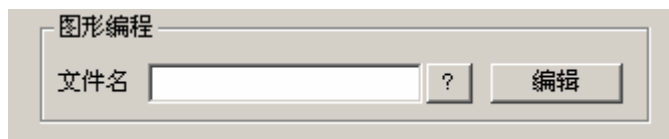
- 2、画面的上方有一个“主控制卡”的下拉选择菜单，如下图所示：




此项下拉菜单中，列表列出所有已组态登录的主控制卡，用户必须为当前组态的自定义控制方案指定主控制卡，主控制卡一旦确定，对下面组态的控制方案的运算和管理就由所指定的主控制卡负责。

在本例中，所有的控制方案都在地址为[2]的控制站中运算，所以在这里，根据前面的组态，在主控制卡的下拉选择菜单中，选择[2]号地址。

- 3、对话框下部为图形化组态软件的登录框，如下图：

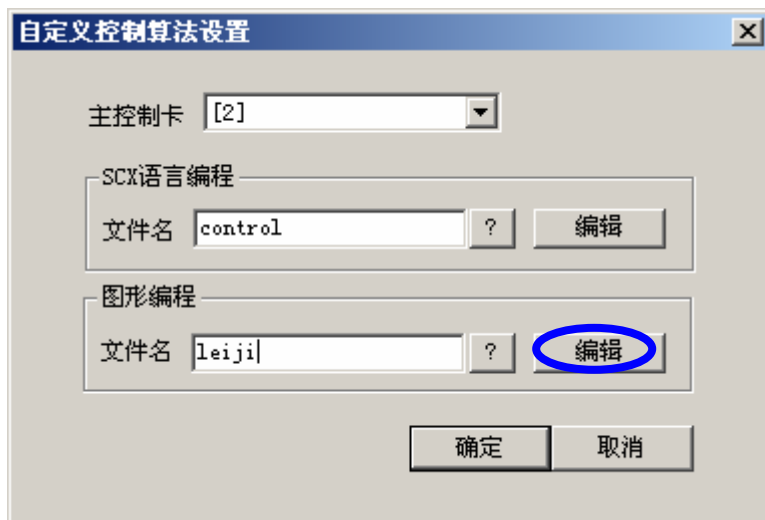


此框中“文件名”一栏中填入与当前控制站相对应的图形编程文件文件名，图形文件

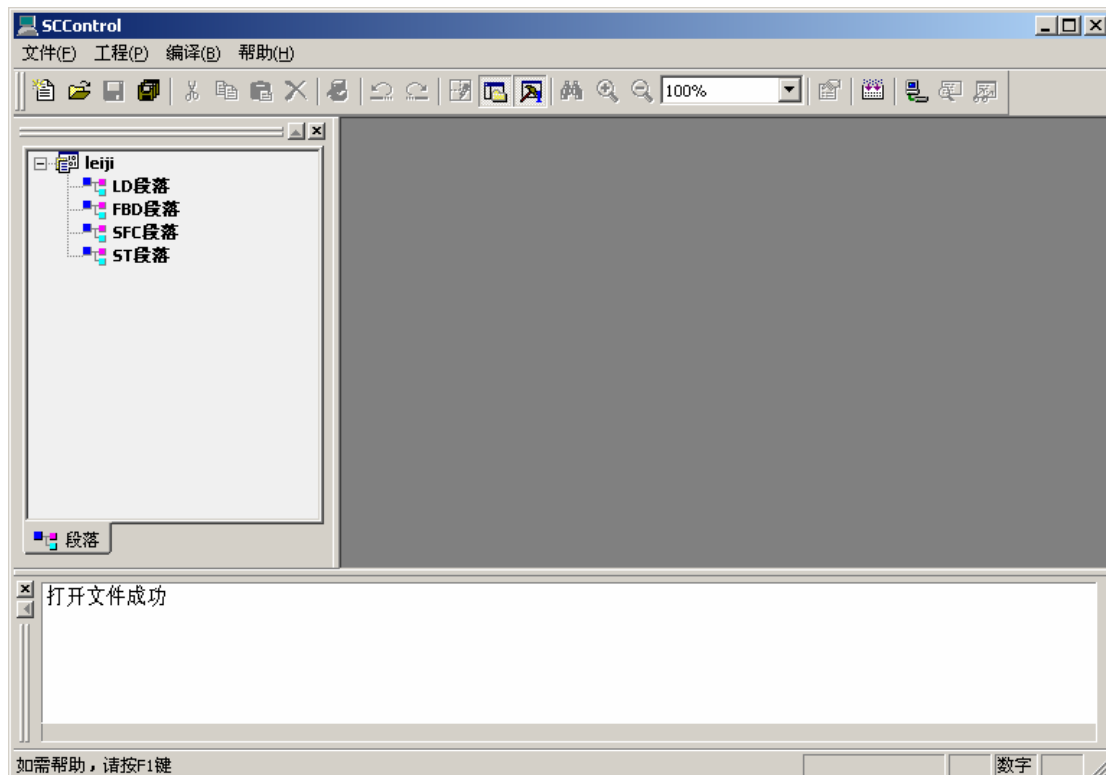
以“.PRJ”为扩展名。旁边的按钮提供文件查询功能。

可以采用这样的方法来新建一个图形化组态文件：

在“文件名”一栏中填入想建立的文件名，然后点击“编辑”按钮，进入图形化组态软件的操作界面，如下：



真正的图形化编程的工作是在下面的界面中完成的：



这样，一个新的图形化组态工程文件就建立了，并且被自动保存在相应的路径下（具体路径请参照前文的说明），用户可以在弹出的软件界面中进行控制方案的编写。


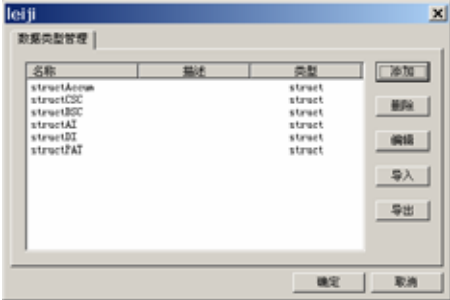

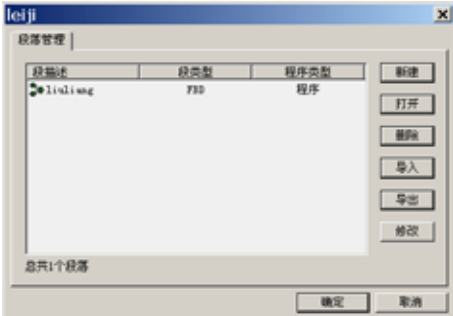
## 了解图形化组态软件

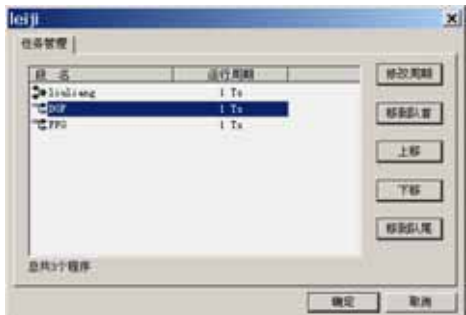
### 1、工程管理

SCControl 对图形编程文件进行工程化管理。一个控制站的所有程序叫做一个工程，工程包含一个或多个段落（Section），按类型段落可分为程序段落和模块段落。每个段落可以用不同的编辑器来实现。

可以通过 SCControl 菜单栏上的**工程管理**菜单来对一个图形化工程进行管理。

工程管理菜单选项介绍

| 菜单选项    | 功能说明                                                                                               | 参考图                                                                                  |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 控制站地址   | 设置与该工程相对应的控制站的地址                                                                                   |    |
| 数据类型编辑器 | <p>用户可以用数据类型编辑器生成自己的数据类型。</p> <p>通过导入/导出功能，用户可以将数据类型导出到一个文件中，供其他工程使用；或者将其它工程编辑好的数据类型导入到本工程中使用。</p> |  |
| 变量编辑器   | 通过变量编辑器可以增加/删除全局变量，或者将全局变量进行导入/导出                                                                  |  |
| 段落管理    | 通过段落管理器可以增加/删除段落；或者将段落进行导入/导出，实现工程间的段落共享                                                           |  |

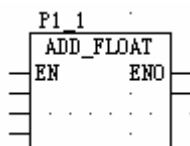
|      |                           |                                                                                    |
|------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 任务管理 | 通过任务管理器可以改变不同段落的执行周期和执行顺序 |  |
|------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

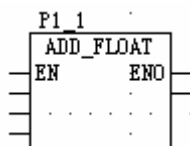
## 2、段落编辑器

SCControl 提供了四种类型的段落编辑器，编程时针对不同情况合理的选择不同的编辑器会起到事半功倍的效果。

### ➤ 功能块图（FBD）编辑器

#### i. 功能块程序的构成



组成功能块程序的基本元素是功能块，例如 ，每一个功能块都有各自不同的功能，同时具有输入/输出两类引脚。数据通过输入引脚送入到功能块，经过处理后的结果通过输出引脚送出。

功能块程序就是通过不同的功能块按照一定的顺序连接在一起对信号进行处理，最后输出使用者想要的结果。选用哪种类型的功能块以及功能块之间的连接顺序取决于控制方案的要求。

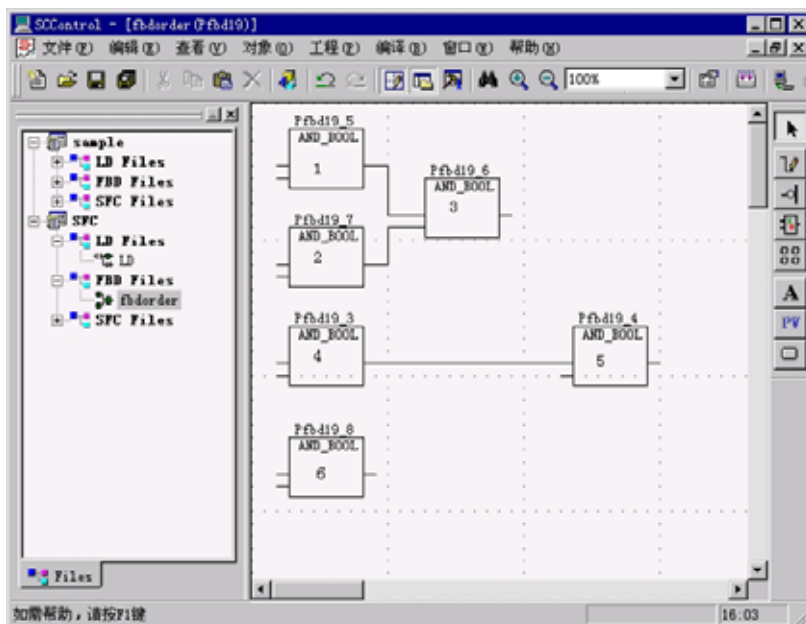
#### ii. 功能块程序的执行次序

在功能块程序内那些输入只连接变量或位号或常数的模块，被称为区段的起始模块；当有多个起始模块时，在图形区域中位置最上的模块称为启动模块。

功能块程序的执行从启动模块开始，程序内的执行次序由数据流决定。

功能块程序中区段间的执行次序由区段的启动模块在段落图形中的位置决定。执行次序由上到下。

下图说明了功能块图的执行次序。



### iii. 功能块库

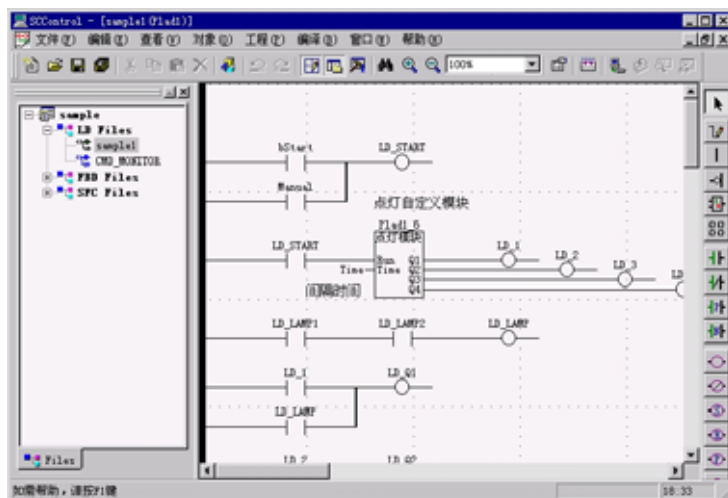
功能块图编辑器提供了丰富的功能块库，通过调用这些功能块可以大大节省编程时间，使编程工作简单易行。

功能块库包括 IEC 模块库，辅助模块库和自定义模块库。其中，IEC 模块库和辅助模块库包含了系统定义的各种常用模块；用户可以将自己制作的模块存放到自定义模块库中，以供其它的程序调用。

具体模块的使用方法可以参考附录或者查阅在线帮助。

### ➤ 梯形 (LD) 图编辑器

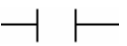
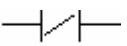
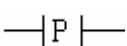
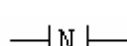
梯形图编辑器将基本的功能块、线圈、触点和信号（变量、位号）组成梯形图。



梯形图段落的设计对应于继电器开关的梯级（rung）。图形的左边是汇流条，相应于梯级的相线（L）。只有直接或间接与相线有开关量相连的元素在编程期间被“扫描”。右

汇流条缺省不画出。但可以认为所有的线圈和 FFB 开关量输出都连接到右汇流条上，从而建立电流回路。

i. 触点

| 触点类型  | 功能                                                                                       | 参考图                                                                                 |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 常开触点  | 在常开触点中，如果相关 BOOL 变量的状态为 ON 时，左链路的状态复制至右链路。否则的话，右链路的状态为 OFF。                              |  |
| 常闭触点  | 在常闭触点中，如果相关 BOOL 变量的状态为 OFF 时，左链路的状态复制至右链路。否则的话，右链路的状态为 OFF。                             |  |
| 正跳变触点 | 在正跳变触点中，如果相关 BOOL 变量的状态从 OFF 跳变为 ON 时，同时左链路的状态为 ON 的话，则右链路在下一个程序周期为 ON。否则的话，右链路的状态为 OFF。 |  |
| 负跳变触点 | 在负跳变触点中，如果相关 BOOL 变量的状态从 ON 跳变为 OFF 时，同时左链路的状态为 ON 的话，则右链路在下一个程序周期为 ON。否则的话，右链路的状态为 OFF。 |  |

ii. 线圈

| 线圈类型  | 功能                                                                        | 参考图                                                                                   |
|-------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 常开线圈  | 在线圈中，左链路的状态复制至相关的布尔变量和右链路。线圈通常跟在触点之后，但它们也能够后接触点。                          |  |
| 常闭线圈  | 在常闭线圈中，左链路的状态复制至右链路。左链路的取反状态复制至相关的布尔变量。如果左链路为 OFF，则右链路将为 OFF，而相关变量将为 ON。  |  |
| 置位线圈  | 在置位线圈中，左链路的状态复制至右链路。如果左链路为 ON，则相关的布尔变量置为 ON。否则的话，它保持不变。相关布尔变量能够借助复位线圈复位。  |  |
| 复位线圈  | 在复位线圈中，左链路的状态复制至右链路。如果左链路为 ON，则相关的布尔变量置为 OFF。否则的话，它保持不变。相关布尔变量能够借助置位线圈置位。 |  |
| 正跳变线圈 | 在正跳变线圈中，左链路的状态复制至右链路。如果左链路从 OFF 跳变为 ON，则相关的布尔变量将在一个程序周期内为 ON。             |  |
| 负跳变线圈 | 在负跳变线圈中，左链路的状态复制至右链路。如果左链路从 ON 跳变为 OFF，则相关的布尔变量将在一个程序周期内为 ON。             |  |

iii. 梯形图程序的执行次序

在梯形图区段输入只连接变量或位号或常数或左汇流条的被称为区段的起始模块。

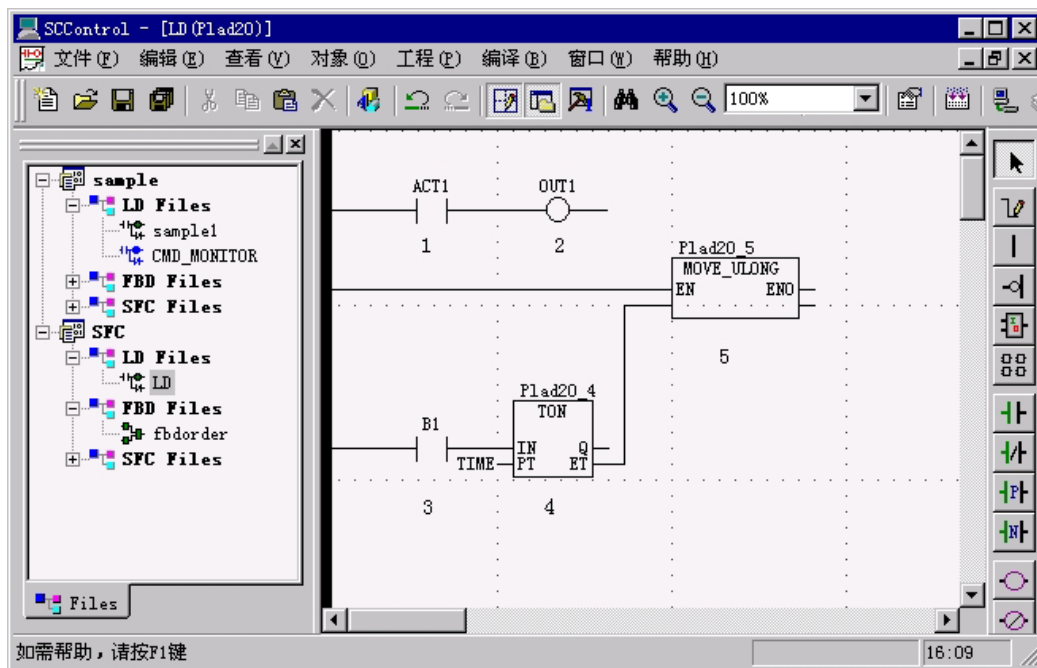
区段内有多个起始模块时，在图形区域中位置最上的模块称为启动模块。

梯形图区段从启动模块开始执行。

梯形图区段内的执行次序由区段内的数据流决定。

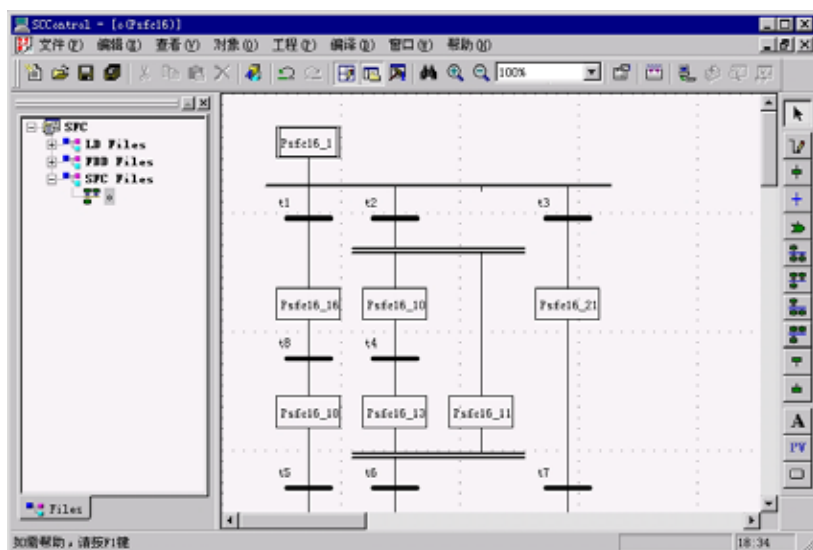
梯形图段落中区段间的执行次序由区段的启动模块在段落图形中的位置决定。执行次序由上到下。

下图说明了梯形图的执行次序。



### ➤ 顺控图 (SFC) 编辑器

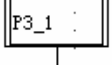
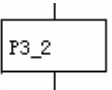
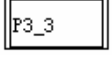

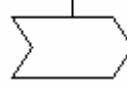
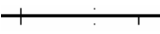
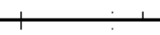
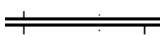
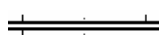
顺控图用步和转换构件程序段，步中通过定义操作实现对流程的操纵。通过转换实现流程的按顺序前进。





### i. 顺控图的基本元素

顺控图的基本元素主要包括步、转换以及控制程序流程的跳转、分支和结合。

| 元素 | 说明                                                                                                                                                                                                        | 参考图                                                                                        |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 步  | <p>步是控制流程中相对独立的一组操作的集合。在步中可以定义随意数目的各种类型的操作,通过操作实现对流程的控制。</p> <p>步在激活时才执行相应的操作。步在紧接在前的转换条件满足时激活。步在紧接在后的转换条件满足时退出激活状态。</p> <p>步的上面只能接转换、并行分支或择一接合。步的下面只能接转换、并行接合或择一分支。</p>                                  |  起始步    |
|    |                                                                                                                                                                                                           |  中间步    |
|    |                                                                                                                                                                                                           |  终止步    |
| 转换 | <p>转换用来指明将控制从一个步转移到其它步的条件。</p> <p>当转换条件满足时,紧接在前的步从激活态变成不激活态。然后紧接在后的步将从不激活态转变成激活态。</p> <p>只有当所有紧接在前的步都在激活状态时,转换的条件才被测试。</p> <p>转换条件由一个布尔变量或布尔表达式定义。</p> <p>转换的上面只能接步、择一分支、并行接合。转换的下面只能接步、择一接合、并行分支、跳转。</p> |  转换     |
| 其它 | <p>跳转允许程序从不同的步继续执行。根据跳转目标的不同,可以构成顺序跳转和顺序环路,不能在不同的并行区域间跳转。</p>                                                                                                                                             |  跳转   |
|    |                                                                                                                                                                                                           |  择一分支 |
|    | <p>在择一分支结构内只能有一个分支被激活;分支跳转的优先级从左到右;择一分支和择一接合必须一一对应;分支必须结束于同一择一接合或者结束于跳转。</p>                                                                                                                              |  择一结合 |
|    | <p>并行分支使流程中几个子流程同时进行。各分支的执行同时进行,不相互影响。只有当所有的分支的最后一步都激活时,才测试并行接合紧接的转换的条件是否满足。</p> <p>并行分支和并行接合必须一一对应;在并行结构内部的跳转不能跳到并行结构的外部。</p>                                                                            |  并行分支 |
|    |                                                                                                                                                                                                           |  并行结合 |

### ii. 步的属性

在顺控图(SFC)编辑器中,双击步,将弹出如下图所示的属性对话框,在这里可以对步的属性进行设置。

**步属性**

名称: P4\_3

变量类型  
☒ 变量 ☐ 位号

运行时间 p4\_time ...

限定词 时间 操作变量 操作描述  
D 5000 delay1 ... 延时5秒到下一步

| 限定词 | 限定时间 | 操作变量           | 操作描述     |
|-----|------|----------------|----------|
| S   |      | f1             | 开电机一     |
| R   |      | f2             | 锁住电机二    |
| R   |      | f3             | 锁住电机三    |
| D   | 5000 | delay1         | 延时5秒到下一步 |
| =   |      | SFLD0AT1 = 0.2 | sdf      |

增加 删除 上移 下移 修改

确定 取消 帮助

| 属性内容 | 说明                          |
|------|-----------------------------|
| 运行时间 | 指定将步的激活时间赋给 ULONG 类型的变量用于显示 |
| 变量类型 | 指定选择变量时使用系统位号浏览还是使用变量浏览     |
| 限定词  | 指定当前操作的类型                   |
| 时间   | 指定当前操作的限定时间                 |
| 操作变量 | 指定操作的对象                     |
| 操作描述 | 用于对当前操作添加注释                 |

通过**增加**、**删除**按钮在当前步中加入或删除操作。

选择操作后可以通过**上移**和**下移**更改操作的执行次序。

通过**修改**按钮可以修改当前操作。

### iii. 操作

操作是对系统信号（变量、位号）进行的操纵的描述。一个步中可以有 0 个或多个操作。

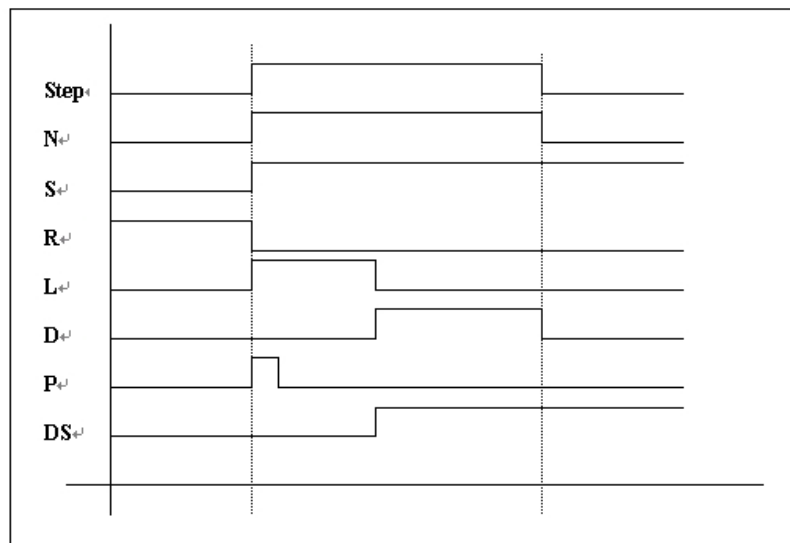
操作有多种类型，操作类型由操作限定词来描述。操作可以是一个布尔变量（操作变量），也可以是一个赋值表达式。在步属性窗口内通过选择不同的限定词可以选择不同的操作，并可以编辑操作。

| 操作     | 说明                                       |
|--------|------------------------------------------|
| N 操作   | 在步的整个激活期间激活,随着步退出激活状态恢复成不激活状态            |
| S 操作   | 在步激活后将一直保持激活                             |
| R 操作   | 在步激活后将一直保持在不激活状态                         |
| L 操作   | 在步激活后在限定的时间内保持激活,超出时间恢复成不激活状态            |
| D 操作   | 在步激活后经过限定的时间后,变为激活状态,随着步变成不激活状态,操作恢复成不激活 |
| P 操作   | 在步激活后只激活一个程序扫描时间,然后恢复成不激活状态              |
| DS 操作  | 在步激活后经过限定的时间后,变为激活状态,并一直维持               |
| = 赋值操作 | 表示在步的整个激活期间赋值操作一直进行直到步退出激活状态恢复成不激活状态。    |



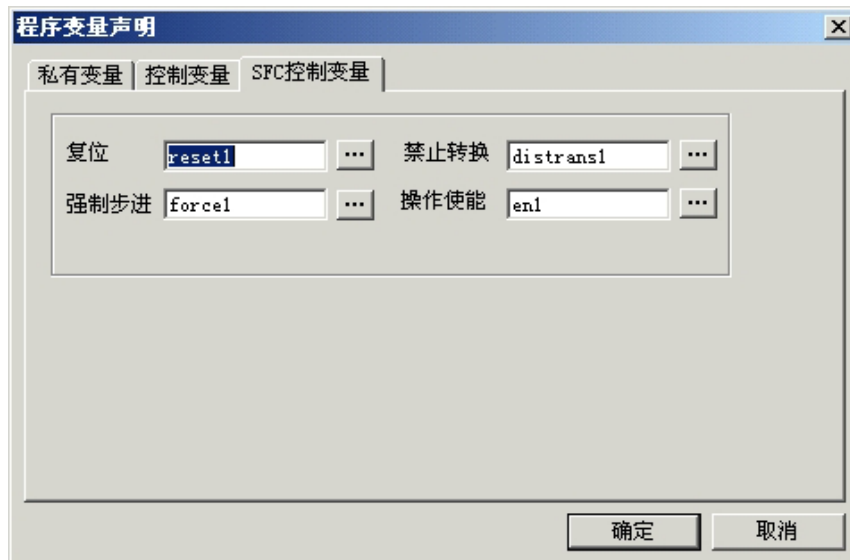
在以上类型的操作中,操作变量只能定义为布尔量,其中使用 L、D、DS 操作限定词时必须指定限定时间。限定的时间单位是 ms。

在使用赋值操作限定词时,必须指定赋值表达式。



#### iv. 控制变量

在 SCControl 软件的菜单项中选择[对象]/<变量定义>将弹出如下对话框,选中其中标签为 SFC 控制变量的选项卡,可以设置控制变量来控制 SFC 程序的运行。



控制变量使用说明

| 控制变量     | 使用说明                                                                      |
|----------|---------------------------------------------------------------------------|
| 运行控制变量   | 为 ON 时，SFC 程序正常执行。为 OFF 时，所有其它控制变量都无效，SFC 程序停止运行。                         |
| 复位变量     | 状态为 ON 时，SFC 程序起始步被设置为激活步，其它步都强制变为不激活状态，顺控程序从头开始重新执行。当运行变量为 OFF 时，复位变量无效。 |
| 禁止转换变量   | 当禁止转换变量为 ON 时，当前激活步将一直保持执行而不管紧接的转换条件是否满足。转换条件测试将不进行。禁止转换变量受运行变量和复位变量的影响。  |
| 强制步进变量   | 步进变量为 ON 时，当前激活步不管转换条件是否满足，都变为不激活状态，按顺序的下一步变为激活状态。强制步进变量受以上所有变量的影响。       |
| 操作使能变量操作 | 操作使能变量为 ON 时，步中的操作才被执行。                                                   |

### ➤ ST 语言

在 SCControl 中可以把 ST 语言和其它图形编程语言组合使用，其使用方法如下：

- ✓ 在工程中加入 ST 语言段落。可以编制函数和模块。
- ✓ 可以在梯形图和功能块图中插入文本代码模块，在模块中用 ST 语言编程。
- ✓ 可以在顺控图中的步的操作中使用 = 操作限定词，然后可以用 ST 语言编程。
- ✓ 在顺控图的转换条件中可以使用 ST 语言的逻辑表达式来指定条件。

# i. 运算符

按运算优先级从高到低有：

运算符及其优先级

| 类型   | 运算符    | 描述    | 优先级 |
|------|--------|-------|-----|
| 其它   | ( )    | 表达式运算 | 9   |
|      | .      | 取结构成员 | 8   |
|      | []     | 取数组成员 |     |
|      | -      | 单目负   | 7   |
| 逻辑运算 | NOT    | 取反    |     |
| 算术运算 | *(MUL) | 乘     | 6   |
|      | /(DIV) | 除     |     |
|      | MOD    | 取余    |     |
|      | +(ADD) | 加     | 5   |
|      | -(SUB) | 减     |     |
| 比较运算 | >      | 大于    | 4   |
|      | >=     | 大于等于  |     |
|      | <=     | 小于等于  |     |
|      | <      | 小于    |     |
|      | =      | 等于    |     |
|      | <>     | 不等于   |     |
| 逻辑运算 | AND    | 与     | 3   |
|      | XOR    | 异或    | 2   |
|      | OR     | 或     | 1   |

# ii. 语句

| 语句         | 例子                                                                                   | 说明                                                                                          |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 赋值语句       | A = B;<br>A = B + 1;                                                                 | 赋值语句将“=”右边表达式的值赋给左边的变量。                                                                     |
| 函数调用、功能块调用 | A = FUNC(P1,P2);<br>FB1(IN1,OUT1,OUT2);                                              | 函数和功能块的调用包括函数名或功能块名随后跟着小括号对,括号内为参数,参数间由逗号隔开。调用功能块时要严格按照输入输出顺序,先输入输入参数,再输入输出参数,参数顺序按照定义时的顺序。 |
| RETURN     | RETURN;                                                                              | 返回语句                                                                                        |
| IF         | IF A > 0 THEN<br>B = 1;<br>ELSEIF A > -5 THEN<br>B = 2;<br>ELSE<br>B = 3;<br>END_IF; | IF 语句规定了一组语句在规定的逻辑表达式为 TRUE 时执行。当逻辑表达式为 FALSE 时,这些语句不被执行,或在 ELSE(ELSEIF)中规定的另一组语句被执行。       |
| CASE       | TW = FUNC1();<br>CASE TW OF                                                          | CASE 语句规定了整数类型的选择项,以及选择项在不同的值时的几组语句组。当选择项等于某个规定的值                                           |

|        |                                                                                       |                                                                                                                                     |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | <pre> 1 : I = 1; 2 : I = 2; ELSE I = 3; END_CASE;</pre>                               | <p>时，相应的语句组被执行，当没有规定的值符合时在 ELSE 中的语句组将被执行（在 CASE 语句中定义了 ELSE 分支）。</p>                                                               |
| FOR    | <pre> J = 10; FOR I = 1 TO 100 BY 2 DO IF B1 THEN J = 1; EXIT; END_IF; END_FOR;</pre> | <p>在 FOR 语句例中，I 为控制变量，1 为初始值，100 为终止值，2 为步进值。在 FOR 语句中控制变量的初始值、终止值、步进值必须是相同的整型。步进值缺省为 1。终止条件的判断一开始就进行，当初始值大于终止值时，规定的语句组一次都不会执行。</p> |
| WHILE  | <pre> J = 1; WHILE J &lt;= 100 AND B1 DO J = J + 2; END_WHILE;</pre>                  | <p>条件的判断一开始就进行，当条件一开始就变 FALSE 时，规定的语句组一次都不会执行。</p>                                                                                  |
| REPEAT | <pre> J = 1; REPEAT J = J + 2; UNTIL J = 101 OR B1 END_REPEAT;</pre>                  | <p>终止条件的判断在语句组执行一次后才进行，所以规定的语句组至少会执行一次</p>                                                                                          |
| EXIT   | EXIT;                                                                                 | 跳出语句                                                                                                                                |
| EMPTY  | ;                                                                                     | 空语句                                                                                                                                 |

## 动手试一试——用图形化组态软件实现控制方案


熟悉了图形化组态软件之后，用户可以采用图形化组态的方式实现下面的控制要求：  
对进入原料油加热炉的原料油流量 FR-001 进行累积，一定权限的操作者可以手动将累积值清零。

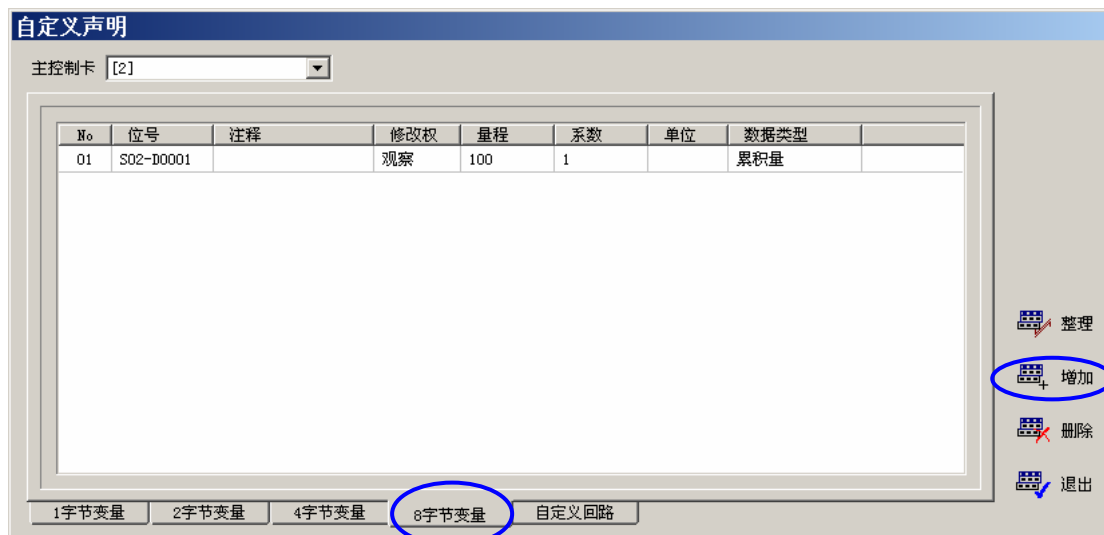
参考步骤：

1、自定义一个 8 字节的累积量 FQ-001，用以存放累积值。自定义一个开关量 CLR，用来对累积量进行清零。CLR 为 ON 时累积量清零，同时累积模块停止累积；CLR 为 OFF 时，重新开始累积。

打开组态软件：



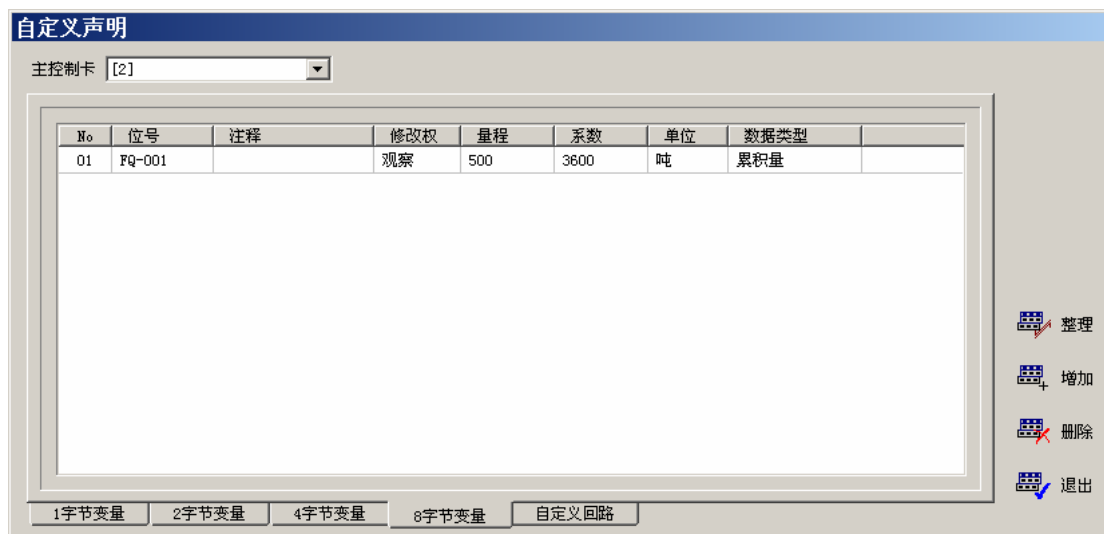
在组态软件中，点击  变量，弹出如下对话框



选中“8字节变量”标签，单击“增加”来定义一个八字节的累积量。

自定义8字节累积量系数问题是这样的：若瞬时量 FI-001 单位为吨/小时，累积量 FQ-001 单位为吨，则自定义累积量系数=3600、量程为瞬时量量程。

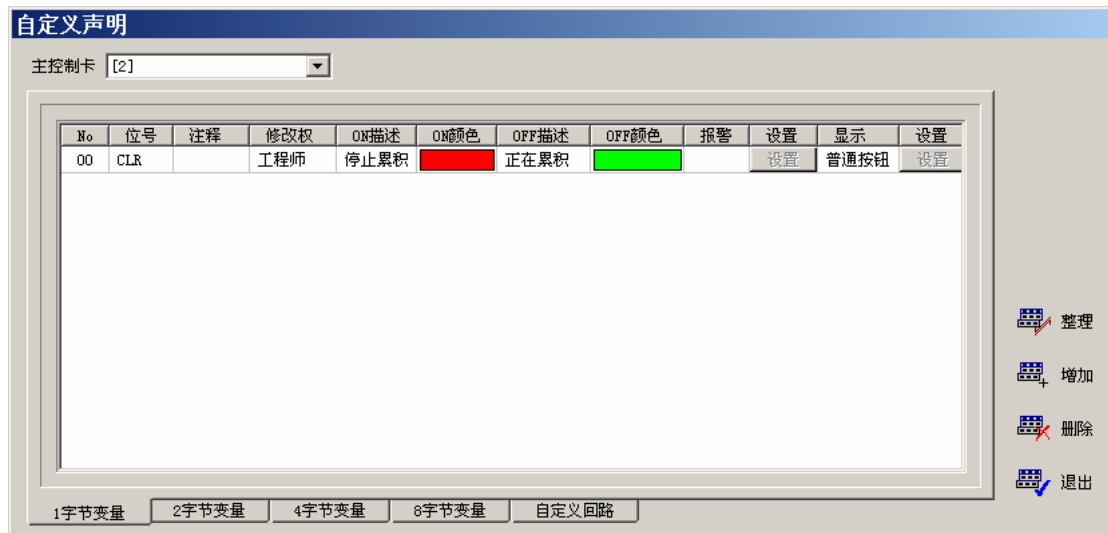
设置结果如下：



选中“1字节变量”标签，按同样的步骤定义一个开关量 CLR。该开关量的修改权限设为“工程师”，表明只有工程师以上级别的用户才有权对累积量清零；ON 描述为“停止累积”，颜色为红色，OFF 描述为“正在累积”，颜色为绿色，这些颜色和描述将会在监控画面中对应的模拟仪表上显示。

CLR 设置效果如下：





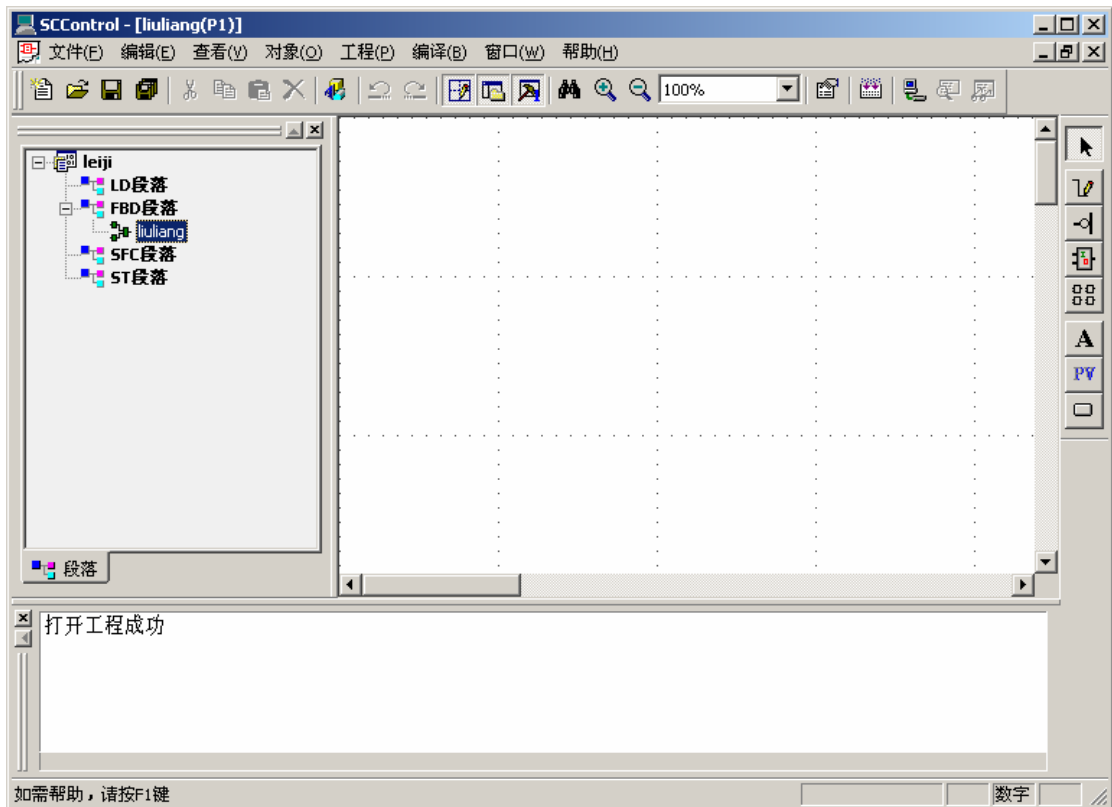
现在，变量定义完成了。

## 2、在图形化组态软件界面中创建新段落。


点击[文件]/<新建程序段>命令项，或使用[工程]/<段落管理>添加 FBD 程序段落，并命名：



点击确定按钮，弹出编辑界面。



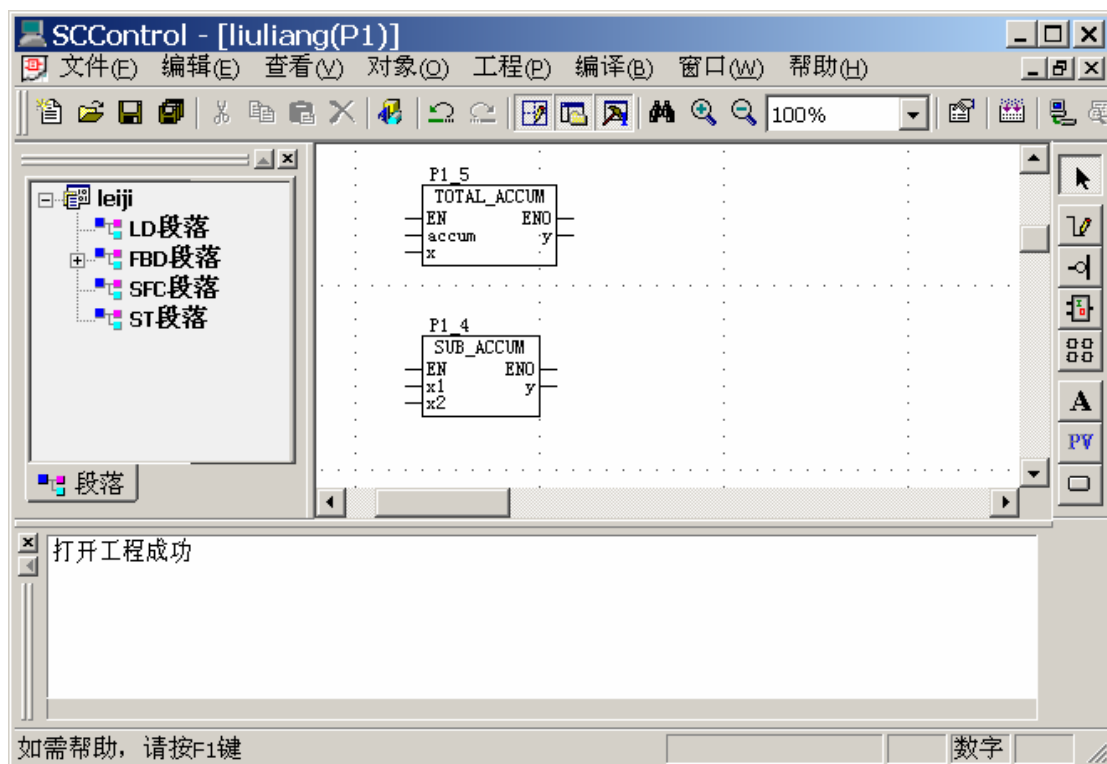
3、编写程序代码，对于 FBD 段落，程序主要是由各种功能块和不同的信号组成的。

通过点击右侧的工具按钮 ，在下面的对话框中选中需要使用的功能块，

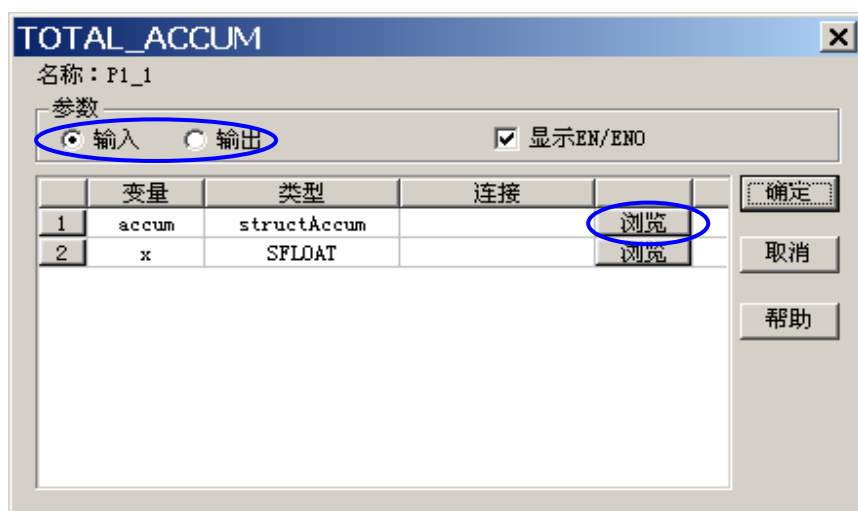


点击“确定”按钮，可以将相应的功能块添加到编辑区。

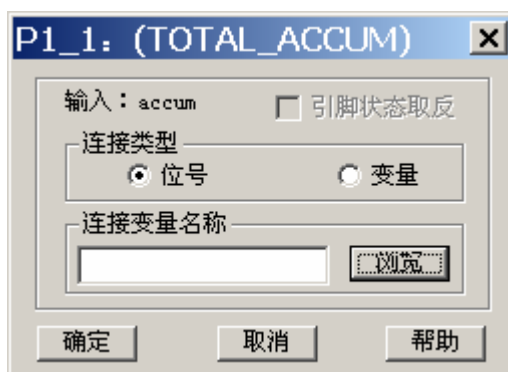
接下来把所有用到的功能块添加到编辑区，如下图：



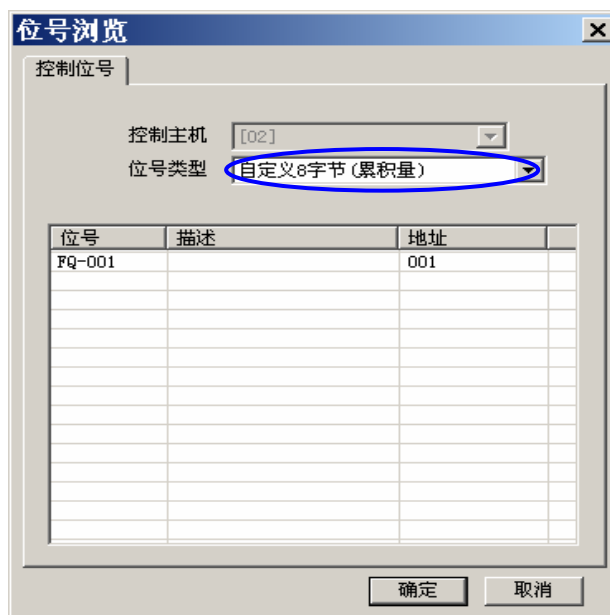
双击功能块，弹出下面对话框，可在功能块的引脚上连接变量。通过“输入、输出”的参数选择，可以分别设置输入输出引脚：



单击与不同引脚相对应的“浏览”按钮，将弹出如下的对话框，用户可以一步一步的给相应的引脚添加变量。



单击“浏览”按钮，可以浏览所有组态过的量（通过“连接类型”可以选择浏览位号或者变量），如下图所示：



通过选择“位号类型”为“自定义8字节(累积量)”，可以看到前面所定义过的累积量 FQ-001，选中并单击“确定”，这个变量被连接到功能块对应的引脚上。

按照刚才的步骤，将功能块的所有引脚都添加上相应的变量。

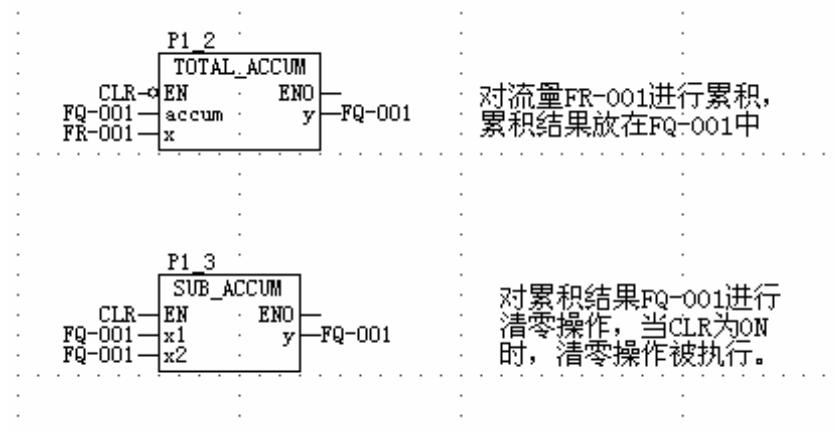
“ EN/ENO ” 引脚：

每个功能块除了输入输出引脚外，还有一对“EN/ENO”引脚，如果当调用功能块时 EN 值等于 OFF，则由该功能块定义的算法将不被执行，ENO 值自动设置成 OFF。如果当调用功能块时 EN 值等于 ON，则由功能块定义的算法将被执行，算法执行完成后，ENO 值自动设置成 ON。

因此可以通过“EN”引脚来控制该功能块的算法是否被执行。在本例中,开关量 CLR 为 ON 时,执行“清零”(对应 SUB\_ACCUM 功能块)算法,因此可将 CLR 连接到“清零”模块的“EN”引脚;开关量 CLR 为 OFF 时,执行“累积”(对应 TOTAL\_ACCUM 功能

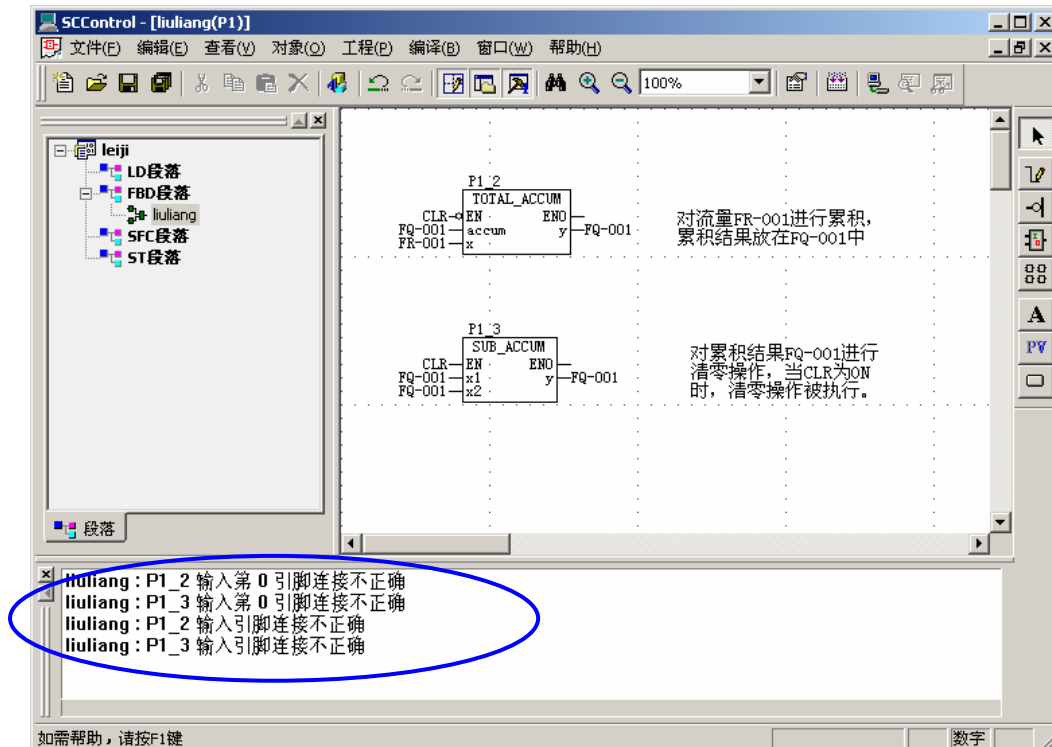
块) 算法, 因此可将 CLR 取反, 然后连接到“累积”模块的“EN”引脚。

程序编好后, 参考代码如下:



4、接下来, 需要对程序进行编译。

点击工具条上的 “生成目标代码”按钮 (此功能也可通过菜单栏中选择[编译]/<编译工程>实现), 在“错误信息栏”中将显示编译过程中的错误。点击错误信息, 编辑区中对应的出错模块将被标志出来, 用户可以根据提示进行修改, 直至系统提示编译成功后, 再到组态软件中进行联编, 直至成功。



**思考：**上图中的错误信息可能是什么原因引起的？（提示：可能是变量没有进行正确定义造成的。）



**思考：**发现从组态软件中的“算法设置”对话框中无法进入 SCX 语言编程环境，为什么？（提示：软件狗没有正确安装。）



**注意：**对于一个指定的控制站，最多只能有一个 SCX 语言文件和一个图形化组态文件被执行。

## 3.6 操作站组态

经过上面所述的一系列操作，进行了主机设置、控制站数据转发卡组态、I/O 卡件组态、I/O 信号点组态、常规控制方案组态和自定义控制方案组态，至此，控制站的组态工作就已经完成了。接下来，将进行操作站组态。

操作站的组态主要包括下面的几个方面的内容：

- 操作小组的组态
- 标准操作画面的制作
- 流程图绘制
- 报表制作
- 自定义键组态

接下来依然以前文中的项目为例，说明如何进行操作站的组态工作。

### 3.6.1 操作小组的组态

在实际的工程应用中,往往并不是每个操作站都需要查看和监测所有的操作画面,例如,某工程采用 DCS 控制现场的两个工段,每个工段由指定的操作工分别在两台不同的操作站上进行监控操作,众所周知,这时现场往往会要求这两个操作站上可以显示完全独立的两组画面,即工段一的操作站上只需要显示与工段一有关的操作画面,工段二的操作站上只需要显示与工段二有关的操作画面,这时,可以利用操作小组对操作功能进行划分,每一个不同的操作小组可观察、设置、修改指定的一组标准画面、流程图、报表、自定义键。系统运行时两个操作站上运行不同的操作小组,从而满足现场应用需要。

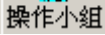
对于一些规模较大的系统,一般建议设置一个总操作小组,它包含所有操作小组的组态内容,这样,当其中有一操作站出现故障,可以运行此操作小组,查看出现故障的操作小组运行内容,以免时间耽搁而造成损失。

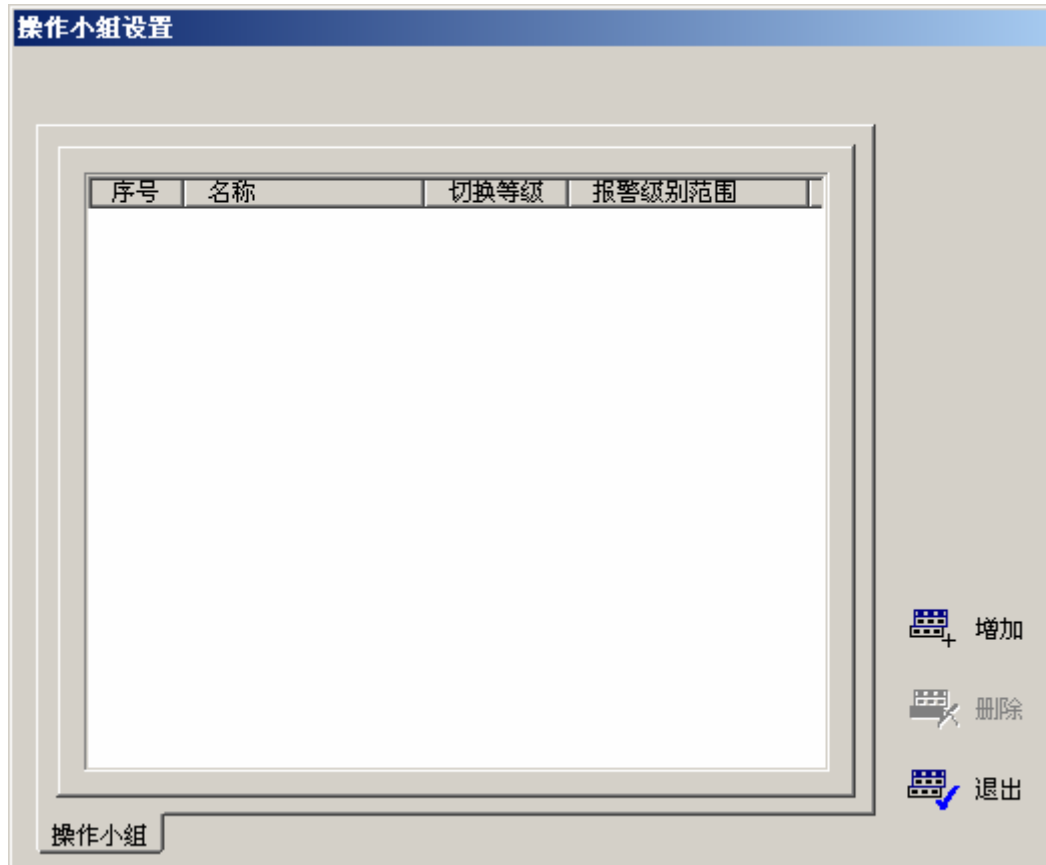


## 动手试一试——操作小组组态

操作小组的组态步骤如下：



- 1、点击“操作小组”按钮 ，或选中[操作站]/<操作小组设置>菜单项，在弹出的对话框中设置操作小组。



- 2、点击“增加”按钮，增加操作小组。

**操作小组设置**

| 序号 | 名称      | 切换等级 | 报警级别范围 |
|----|---------|------|--------|
| 00 | TEAM001 | 观察   |        |

操作小组

增加 删除 退出

### 3、填写相应的参数：

**序号：**此栏填入操作小组设置时的序号，操作小组最多可以有 16 个，序号的范围是 00~15。

**名称：**此栏为各操作小组的名字。在本例中，将该操作小组起名为“加热炉”。

**切换等级：**从此栏下拉菜单中为操作小组选择登录等级，JX-300X 系统提供**观察**、**操作员**、**工程师**、**特权**四种操作等级。在 AdvanTrol 监控软件运行前，需要选择启动操作小组名称，该操作小组启动后，用户便可以看见指定的操作画面。

当切换等级选为**观察**时，表明该操作小组对观察、操作员、工程师和特权级别的用户都是开放的，任何级别的用户都可以在监控中操作该小组的画面。

当切换等级选为**操作员**时，表明该操作小组对操作员、工程师和特权级别的用户是开放的，除观察级别以外的用户都可以在监控中操作该小组的画面。

当切换等级选为**工程师**时，表明该操作小组对工程师和特权级别的用户是开放的，工程师和特权级别的用户可以在监控中操作该小组的画面。

当切换等级选为**特权**时，表明该操作小组仅对特权级别的用户开放，只有特权级别的用户才可以在监控中操作该小组的画面。

本例中，将切换等级选为“操作员”。

**报警级别范围：**限制该操作小组可以查看的报警信息的级别，该功能可以过滤与本小组无关的一些报警信息。如此处填写“1-5，8”，则表示该小组能够查看级别为1、2、3、4、5、8的报警信息。此处不填写，表示本小组可以查看所有级别的报警信息。

本例中，此处不填写。

参数设置效果如下：

操作小组设置

| 序号 | 名称  | 切换等级 | 报警级别范围 |
|----|-----|------|--------|
| 00 | 加热炉 | 操作员  |        |

操作小组

增加

删除

退出

4、如有必要，重复步骤2、3，添加其他操作小组。


5、点击“退出”按钮，完成操作小组设置。

### 3.6.2 标准操作画面的制作

系统的标准画面组态是指对系统已定义格式的标准操作画面进行组态。其中包括**总貌画面**、**趋势曲线**、**控制分组**、**数据一览**等四种操作画面的组态。以下将分别介绍说明。

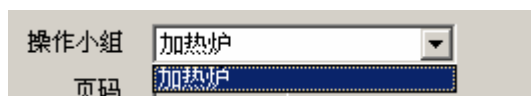
## 动手试一试——趋势画面

趋势画面组态步骤：

- 1、点击“趋势”按钮 ，或选中[操作站]/<趋势画面>菜单项，在弹出的对话框中设置标准趋势画面。



- 2、画面上方有一“操作小组”下拉选择菜单，如下所示：



此项指定趋势画面的当前页在哪个操作小组中显示。

本例中只有一个操作小组，所以选择“加热炉”。

- 3、选择好操作小组以后，点击“增加”按钮，在该操作小组中增加趋势画面。

#### 4、设置画面内容：

**页码**：此项选定对哪一页趋势画面进行组态。JX-300X 系统至多提供 640 页的趋势画面。一般的，对页码不必修改。


**页标题**：指定该页趋势画面的页标题，即对该页内容的说明。

本例中，可描述为“加热炉趋势”或其他。

**记录周期**：此项指定当前页中所有趋势曲线共同的记录周期，时间单位‘秒’。记录周期必须为整数秒，取值范围为 1～3600。

**记录点数**：此项指定当前页中所有趋势曲线共同的记录点数，取值范围 1920～2592000。

根据记录点数和周期，可以计算出某信号的趋势数据保存的时间长短。本例中，对一些信号需要保留 30 天的趋势数据，在这里，将记录点数设为 2592000，周期设为 1，则每一条趋势曲线都是每 1 秒钟记录一点，一共保留最近的 2592000 点，总保留时间为  $1 \times 2592000$  秒，约等于 30 天，30 天以前的数据将被刷新。

**趋势曲线组**：每页趋势画面至多包含八条趋势曲线，每条曲线通过位号来引用。一旁的  按钮提供位号查询的功能。

本例中，设置效果如下：

**趋势画面设置**

操作小组: 加热炉

页码: 1

页标题: 加热炉趋势

记录周期: 1 秒

记录点数: 2592000 点

|   |        |   |
|---|--------|---|
| 1 | PI-102 | ? |
| 2 | FI-104 | ? |
| 3 | TI-106 | ? |
| 4 | TI-107 | ? |
| 5 | TI-104 | ? |
| 6 | TI-102 | ? |
| 7 | TI-108 | ? |
| 8 | TI-111 | ? |

页码 页标题

|    |       |
|----|-------|
| 01 | 加热炉趋势 |
|----|-------|

整理

增加

删除

退出



**思考:**如果某页趋势画面要求保留 20 天内数据不丢失,记录间隔是 10 秒,如何设置?  
(提示:记录周期设为 10 秒,记录点数设为 172800 点,记录时间共计  $10 \times 172800 = 1728000$  秒,正好是 20 天。)




**思考:**如果在操作画面中增加一幅历史趋势,要求数据保存时间 15 天,记录周期是 1 分钟,并要求在操作中要对指定的 3 个信号点进行对比查看操作,请问如何组态?

5、根据需要,可重复步骤 2、3、4,增加多幅画面。

6、画面设置完毕,点击“退出”,完成设置。

## 动手试一试——分组画面

分组画面组态步骤：

- 1、点击“分组”按钮 ，或选中[操作站]/<分组画面>菜单项，在弹出的对话框中设置标准分组画面。



- 2、画面上方有一“操作小组”下拉选择菜单，如下所示：



此项指定分组画面的当前页在哪个操作小组中显示。

本例中只有一个操作小组，所以选择“加热炉”。

- 3、选择好操作小组以后，点击“增加”按钮，在该操作小组中增加分组画面。



分组画面设置

操作小组: 加热炉

页码: 1

页标题:

1: ?

2: ?

3: ?

4: ?

5: ?

6: ?

7: ?

8: ?

页码 页标题

01

整理

增加

删除


退出

#### 4、设置画面内容：

**页码**：此项选定对哪一页分组画面进行组态。JX-300X 系统至多提供 320 页的总貌画面。一般的，对页码不必修改。

**页标题**：指定该页分组画面的页标题，即对该页内容的说明。

本例中，可根据要求描述为“原料油加热炉分组”或其他。

**仪表组**：每页仪表分组画面至多包含八个仪表，每个仪表通过位号来引用。一旁的  按钮提供位号查询的功能。

本例中，设置效果如下：

### 分组画面设置

操作小组: 加热炉

页码: 1

页标题: 原料油加热炉部分

|   |        |   |
|---|--------|---|
| 1 | TI-101 | ? |
| 2 | TI-107 | ? |
| 3 | TI-106 | ? |
| 4 | FI-104 | ? |
| 5 | TI-111 | ? |
| 6 | TI-108 | ? |
| 7 | PI-102 | ? |
| 8 | FI-001 | ? |

页码 页标题

|    |         |
|----|---------|
| 01 | 原料油加热炉部 |
| 02 | 反应物加热炉部 |
| 03 | 回路分组    |

整理

增加

删除

退出

### 分组画面设置

操作小组: 加热炉

页码: 2

页标题: 反应物加热炉部分

|   |        |   |
|---|--------|---|
| 1 | TI-104 | ? |
| 2 | TI-102 | ? |
| 3 | TI-103 | ? |
| 4 |        | ? |
| 5 |        | ? |
| 6 |        | ? |
| 7 |        | ? |
| 8 |        | ? |

页码 页标题

|    |         |
|----|---------|
| 01 | 原料油加热炉部 |
| 02 | 反应物加热炉部 |
| 03 | 回路分组    |

整理

增加

删除

退出

### 分组画面设置 ✕

操作小组 加热炉 ▼

页码 3

页标题 回路分组

1 PIC-102 ?

2 FIC-104 ?

3 TIC-101 ?

4 LIC-1011 ?

5 LIC-1012 ?

6  ?

7  ?

8  ?

| 页码 | 页标题     |
|----|---------|
| 01 | 原料油加热炉部 |
| 02 | 反应物加热炉部 |
| 03 | 回路分组    |

整理

增加

删除

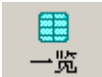
退出

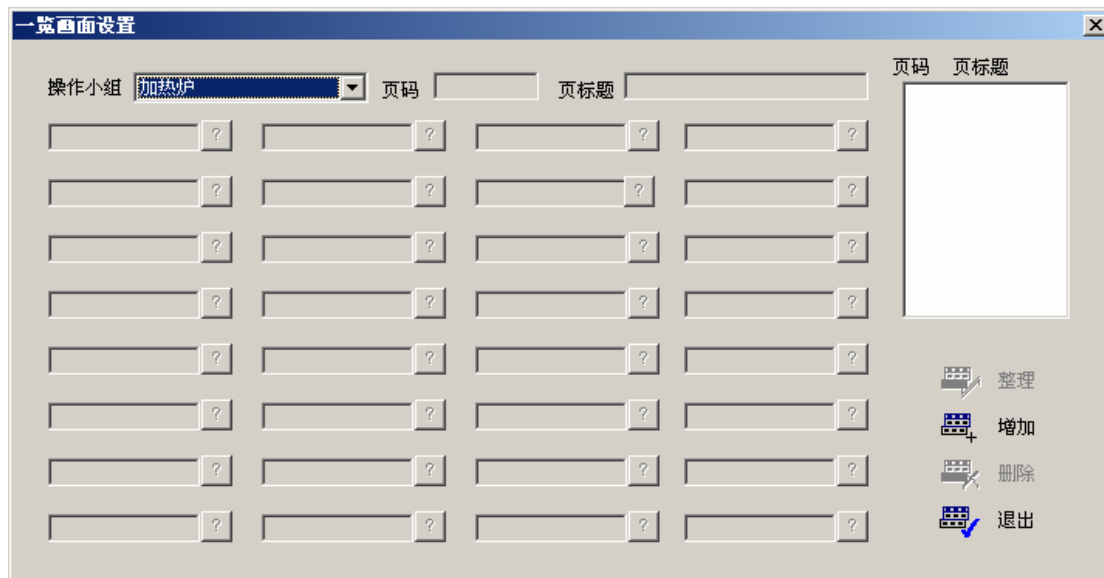
5、根据需要，可重复步骤 2、3、4，增加多幅画面。

6、画面设置完毕，点击“退出”，完成设置。

## 动手试一试——一览画面

一览画面组态步骤：

- 1、点击“一览”按钮  一览，或选中[操作站]/<一览画面>菜单项，在弹出的对话框中设置标准一览画面。



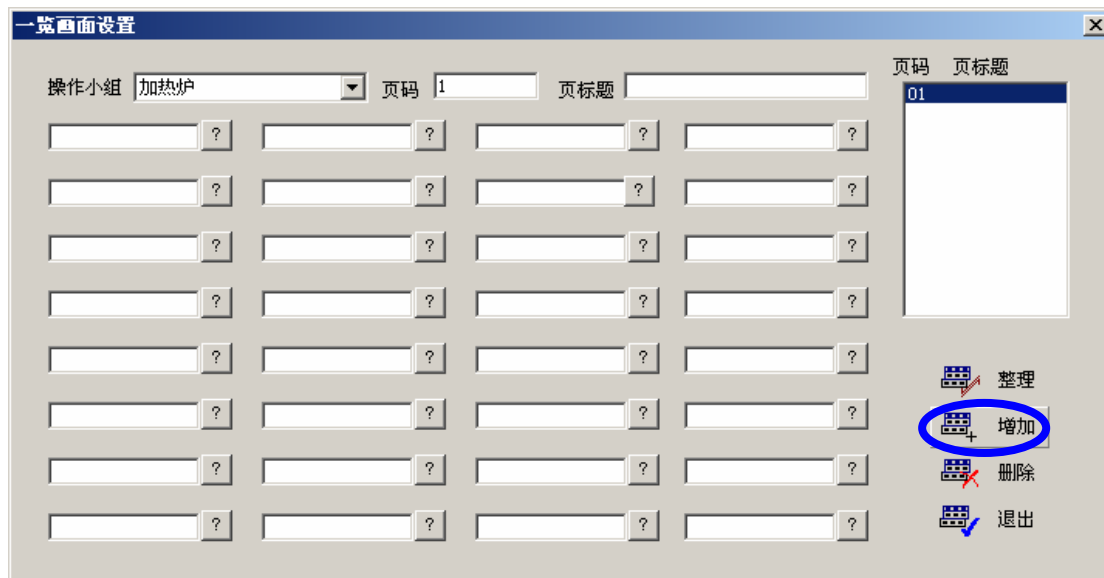
- 2、画面上方有一“操作小组”下拉选择菜单，如下所示：



此项指定一览画面的当前页在哪个操作小组中显示。

本例中只有一个操作小组，所以选择“加热炉”。

- 3、选择好操作小组以后，点击“增加”按钮，在该操作小组中增加一览画面。




#### 4、设置画面内容：

**页码**：此项选定对哪一页一览画面进行组态。JX-300X 系统至多提供 160 页的一览画面。一般的，对页码不必修改。

**页标题**：指定该页一览画面的页标题，即对该页内容的说明。

本例中，可根据需要描述为“原料油加热炉一览”或其他。

**显示块**：每页数据分组画面包含  $8 \times 4$  共 32 个显示块。每个显示块中填入引用位号，一旁的  按钮提供位号查询服务。在实时监控中，通过引用位号引入对应参数的测量值。

本例中，设置效果如下：




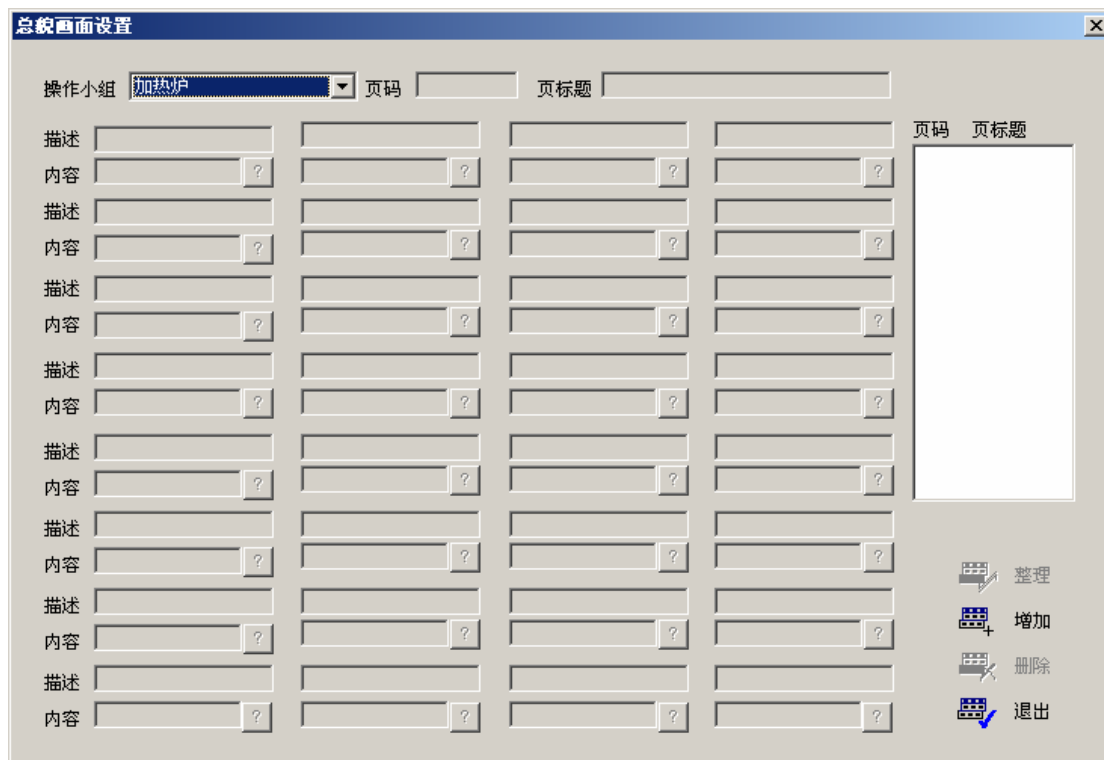
5、根据需要，可重复步骤 2、3、4，增加多幅画面。

6、画面设置完毕，点击“退出”，完成设置。

## 动手试一试——总貌画面

总貌画面组态步骤：

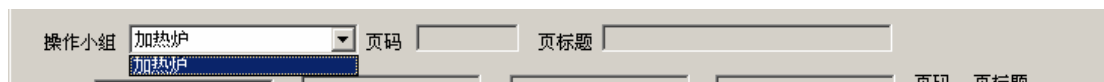
- 1、点击“总貌”按钮，或选中[操作站]/<总貌画面>菜单项，在弹出的对话框中设置标准总貌画面。



总貌画面设置对话框。顶部有“操作小组”下拉菜单（当前选中“加热炉”）、“页码”输入框和“页标题”输入框。下方是一个表格，用于配置画面内容。表格右侧有一个“页码 页标题”列表。底部右侧有四个按钮：整理、增加、删除、退出。

| 描述 | 内容 | 描述 | 内容 | 描述 | 内容 | 描述 | 内容 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
|    | ?  |    | ?  |    | ?  |    | ?  |
|    | ?  |    | ?  |    | ?  |    | ?  |
|    | ?  |    | ?  |    | ?  |    | ?  |
|    | ?  |    | ?  |    | ?  |    | ?  |
|    | ?  |    | ?  |    | ?  |    | ?  |
|    | ?  |    | ?  |    | ?  |    | ?  |
|    | ?  |    | ?  |    | ?  |    | ?  |
|    | ?  |    | ?  |    | ?  |    | ?  |
|    | ?  |    | ?  |    | ?  |    | ?  |
|    | ?  |    | ?  |    | ?  |    | ?  |
|    | ?  |    | ?  |    | ?  |    | ?  |
|    | ?  |    | ?  |    | ?  |    | ?  |
|    | ?  |    | ?  |    | ?  |    | ?  |
|    | ?  |    | ?  |    | ?  |    | ?  |

- 2、画面上方有一“操作小组”下拉选择菜单，如下所示：



操作小组：加热炉

此项指定总貌画面的当前页在哪个操作小组中显示。

本例中只有一个操作小组，所以选择“加热炉”。

- 3、选择好操作小组以后，点击“增加”按钮，在该操作小组中增加总貌画面。


#### 4、设置画面内容：

**页码**：此项选定对哪一页总貌画面进行组态。JX-300X 系统至多提供 160 页的总貌画面。一般的，对页码不必修改。

**页标题**：指定该页总貌画面的页标题，即对该页内容的说明。

本例中，可描述为“加热炉总貌”。

总貌画面组态窗口右边有一列表框，在此列表框中显示已组态的总貌画面页码和页标题，用户可在其中选择一页进行修改等操作，也可使用 PageUp 和 PageDown 键进行翻页。


**显示块**：每页总貌画面包含  $8 \times 4$  共 32 个显示块。每个显示块包含描述和内容两行：上行写说明注释；下行填入引用位号，一旁的  按钮提供位号查询服务。通过选择[操作主机]引用画面标识位号，还可对总貌画面页、分组画面、趋势曲线、流程图画面、数据一览画面等进行索引，见下表：

| 标识符格式        | 说明          |
|--------------|-------------|
| {%OV}+{页号 N} | 显示总貌画面第 N 页 |
| {%CG}+{页号 N} | 显示分组画面      |
| {%TG}+{页号 N} | 显示趋势画面      |
| {%GR}+{页号 N} | 显示流程图画面     |
| {%DV}+{页号 N} | 显示数据一览画面    |
| {*}+{符号文字}   | 显示*后面的符号文字  |

本例中，将做这样的设计：该页总貌画面的左边两列显示块根据需要显示相关位号实时

信息,右边两列的显示块根据需要设置为操作画面的索引,要求在实时监控中点击相应的显示块时可以快速定位到指定的操作画面中。

操作如下:

点击左上角第一个显示块一旁的  按钮,弹出如下对话框:

**请选择位号**

控制位号 | 操作主机

控制主机: [02]

位号类型: 模入量

| 位号      | 描述         | 地址          |
|---------|------------|-------------|
| FI-104  | 加热炉燃料气流量   | 02-00-02-01 |
| NAI2022 | 备用         | 02-00-02-02 |
| NAI2023 | 备用         | 02-00-02-03 |
| TI-106  | 加热炉炉膛温度    | 02-00-04-00 |
| TI-107  | 加热炉辐射段温度   | 02-00-04-01 |
| NAI2042 | 备用         | 02-00-04-02 |
| NAI2043 | 备用         | 02-00-04-03 |
| TI-102  | 反应物加热炉炉膛温度 | 02-00-05-00 |
| TI-103  | 反应物加热炉入口温度 | 02-00-05-01 |
| TI-104  | 反应物加热炉出口温度 | 02-00-05-02 |
| NAI2053 | 备用         | 02-00-05-03 |
| TI-108  | 加热炉烟囱温度    | 02-00-06-00 |
| TI-111  | 加热炉热风道温度   | 02-00-06-01 |
| NAI2062 | 备用         | 02-00-06-02 |

确定 取消

选择需要的位号,点击“确定”。



**请选择位号**

控制位号 | 操作主机

控制主机 [02]

位号类型 模入量

| 位号      | 描述         | 地址          |
|---------|------------|-------------|
| PI-102  | 加热炉烟气压力    | 02-00-00-00 |
| LI-101  | 原料油储罐液位    | 02-00-00-01 |
| NAI2002 | 备用         | 02-00-00-02 |
| NAI2003 | 备用         | 02-00-00-03 |
| FI-001  | 加热炉原料油流量   | 02-00-02-00 |
| FI-104  | 加热炉燃料气流量   | 02-00-02-01 |
| NAI2022 | 备用         | 02-00-02-02 |
| NAI2023 | 备用         | 02-00-02-03 |
| TI-106  | 加热炉炉膛温度    | 02-00-04-00 |
| TI-107  | 加热炉辐射段温度   | 02-00-04-01 |
| NAI2042 | 备用         | 02-00-04-02 |
| NAI2043 | 备用         | 02-00-04-03 |
| TI-102  | 反应物加热炉炉膛温度 | 02-00-05-00 |
| TI-103  | 反应物加热炉入口温度 | 02-00-05-01 |

确定 取消

指定的位号和注释被自动填充到相应的显示块中：

**总貌画面设置**

操作小组 加热炉 页码 1

描述 加热炉烟气压力

内容 PI-102 ?

描述

同样的方法，设置其他位号，设置效果如下：


**总貌画面设置**

操作小组: 加热炉 页码: 1 页标题: 加热炉总貌

| 描述       | 内容     | 描述        | 内容     | 描述 | 内容 | 描述 | 内容 |
|----------|--------|-----------|--------|----|----|----|----|
| 加热炉烟气压力  | PI-102 | 加热炉烟肉温度   | TI-108 |    |    |    |    |
| 加热炉原料油流量 | FI-001 | 反应物加热炉出口温 | TI-104 |    |    |    |    |
| 原料油储罐液位  | LI-101 | 反应物加热炉炉膛温 | TI-102 |    |    |    |    |
| 加热炉出口温度  | TI-101 | 反应物加热炉入口温 | TI-103 |    |    |    |    |
| 加热炉辐射段温度 | TI-107 | 反应物加热炉炉膛温 | TI-102 |    |    |    |    |
| 加热炉炉膛温度  | TI-106 |           |        |    |    |    |    |
| 加热炉燃料气流量 | FI-104 |           |        |    |    |    |    |
| 加热炉热风道温度 | TI-111 |           |        |    |    |    |    |

页码 页标题  
01 加热炉总貌

整理 增加 删除 退出

点击第三列第一行显示块一旁的  按钮，弹出如下对话框：

**请选择位号**

控制位号 操作主机

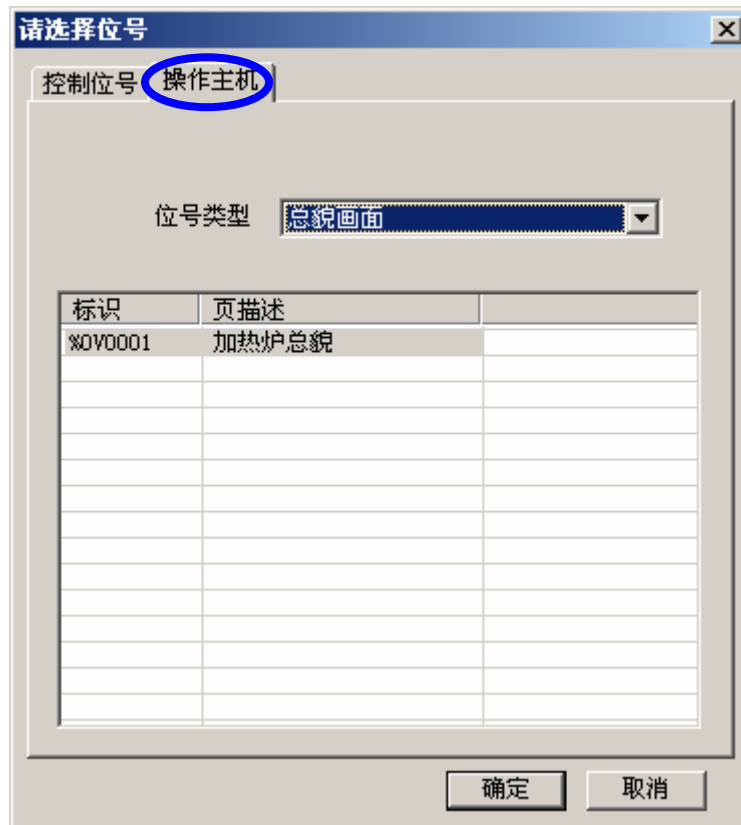
控制主机: [02]

位号类型: 模入量

| 位号      | 描述         | 地址          |
|---------|------------|-------------|
| PI-102  | 加热炉烟气压力    | 02-00-00-00 |
| LI-101  | 原料油储罐液位    | 02-00-00-01 |
| NAI2002 | 备用         | 02-00-00-02 |
| NAI2003 | 备用         | 02-00-00-03 |
| FI-001  | 加热炉原料油流量   | 02-00-02-00 |
| FI-104  | 加热炉燃料气流量   | 02-00-02-01 |
| NAI2022 | 备用         | 02-00-02-02 |
| NAI2023 | 备用         | 02-00-02-03 |
| TI-106  | 加热炉炉膛温度    | 02-00-04-00 |
| TI-107  | 加热炉辐射段温度   | 02-00-04-01 |
| NAI2042 | 备用         | 02-00-04-02 |
| NAI2043 | 备用         | 02-00-04-03 |
| TI-102  | 反应物加热炉炉膛温度 | 02-00-05-00 |
| TI-103  | 反应物加热炉入口温度 | 02-00-05-01 |

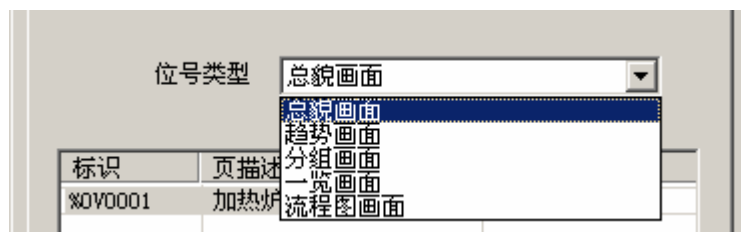
确定 取消

点击“操作主机”标签使相应的画面突出显示，如下：



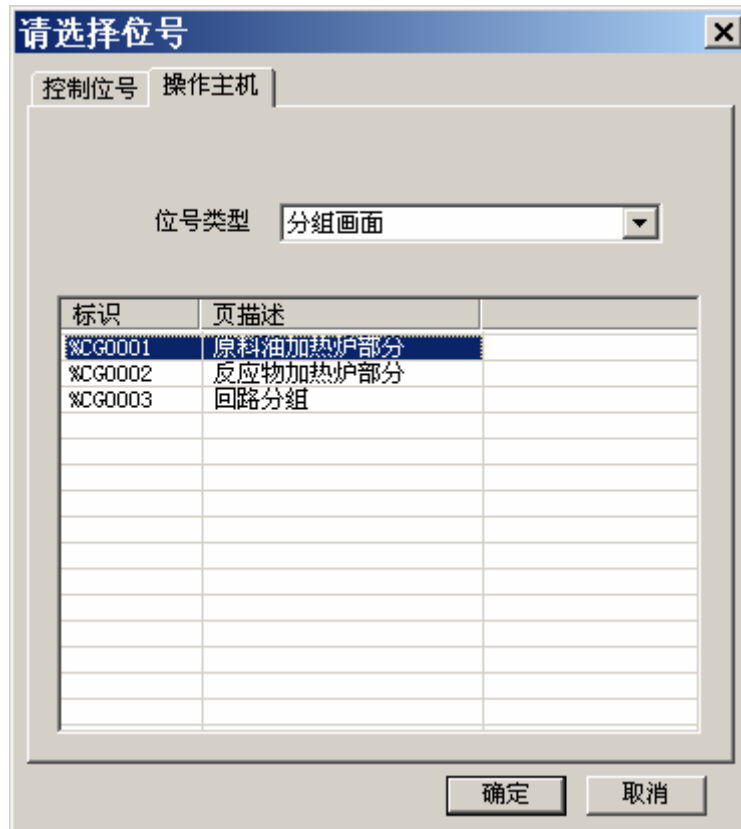
在这里可以通过引用画面标识位号来对操作画面进行索引。

在该画面中，有一位号类型下拉菜单，如下：

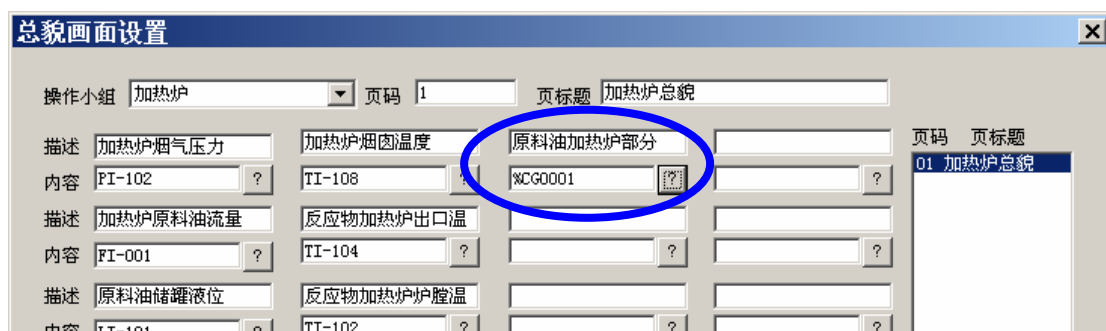


在这里，需要进行手动选择。位号类型中可以选择总貌画面、趋势画面、分组画面、一览画面和流程图画面。

当某一类型的画面被选中以后，下面的列表中会以页码先后为序显示出所有该类型的画面，可以对任一张画面进行选择。如下：



点击“确定”按钮，确认前面的选择，这时将返回总貌画面的设置页，效果如下：



这样，在运行监控软件的时候，点击该页总貌画面的相应显示块，指定的操作画面便会自动弹出。

同样的方法，设置其他画面索引，设置效果如下：

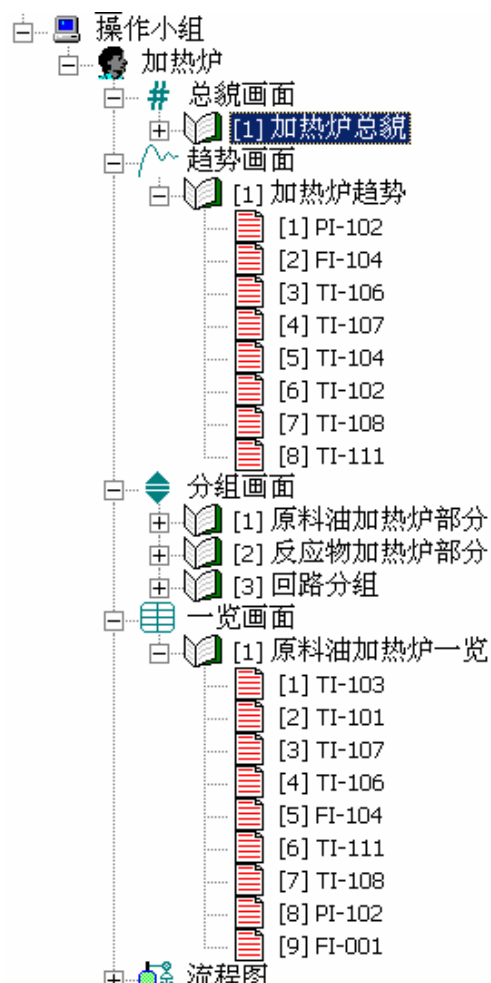
**总貌画面设置**

操作小组: 加热炉 页码: 1 页标题: 加热炉总貌

| 描述       | 内容     | 描述        | 内容     | 描述       | 内容      | 页码 | 页标题   |
|----------|--------|-----------|--------|----------|---------|----|-------|
| 加热炉烟气压力  | PI-102 | 加热炉烟囱温度   | TI-108 | 原料油加热炉部分 | %CG0001 | 01 | 加热炉总貌 |
| 加热炉原料油流量 | FI-001 | 反应物加热炉出口温 | TI-104 | 反应物加热炉部分 | %CG0002 |    |       |
| 原料油储罐液位  | LI-101 | 反应物加热炉炉膛温 | TI-102 | 回路分组     | %CG0003 |    |       |
| 加热炉出口温度  | TI-101 | 反应物加热炉入口温 | TI-103 | 加热炉趋势    | %TG0001 |    |       |
| 加热炉辐射段温度 | TI-107 | 反应物加热炉炉膛温 | TI-102 | 原料油加热炉一览 | %DV0001 |    |       |
| 加热炉炉膛温度  | TI-106 |           |        | 加热炉流程    | %GR0001 |    |       |
| 加热炉燃料气流量 | FI-104 |           |        |          |         |    |       |
| 加热炉热风道温度 | TI-111 |           |        |          |         |    |       |

整理 增加 删除 退出

至此，上述四种标准操作画面的组态完成，在组态软件界面左侧的显示区中，可以看见树状的系统结构图，前面所组态各种操作画面都可以在该结构图中找到。





**思考：**某用户欲进行操作画面的组态，但是打开组态文件以后发现工具栏如下：



相应的操作按钮无法激活，为什么？

**提示：**操作小组没有组态，由于添加任何的操作画面都需要指定相应的操作小组，所以用户的组态顺序必须是：先操作小组，后操作画面。

### 3.6.3 流程图绘制

标准的操作画面是系统定义的格式固定的操作画面,实际工程应用中,仅用这样的操作画面,还不能形象的表达现场各种特殊的实际情况。JX-300X 系统有专门的流程图制作软件来进行工艺流程图的绘制。

一般的,流程图制作的步骤如下:

- 在组态软件中进行流程图文件登录;
- 启动流程图制作软件;
- 设置流程图文件版面格式(大小、格线、背景等);
- 根据工艺流程要求,用静态绘图工具(详见第四部分)绘制工艺装置的流程图;
- 根据监控要求,用动态绘图工具(详见第四部分)绘制流程图中的动态监控对象;
- 绘制完后,用样式工具(详见第四部分)以完善流程图;
- 保存流程图文件至硬盘上:以登录时所用文件名保存;

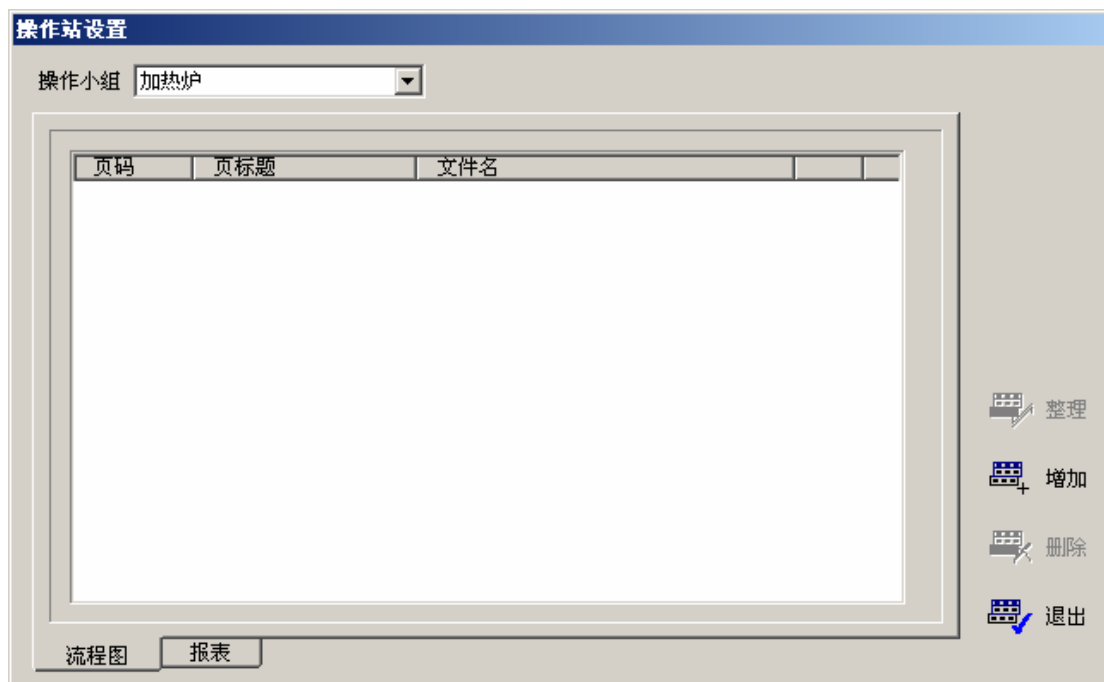
## 动手试一试——登录、建立流程图文件

在本例中，有一幅工艺流程图需要绘制，那么首先请大家来一起探讨究竟如何建立流程图文件，如何将流程图文件和组态文件联系到一起。一般的，流程图软件的登录和文件的建立按照下面的步骤进行。

1、流程图登录：系统流程图登录是通过**流程图登录**窗口完成的。点击“流程图”按钮



，或选中[操作站]/< 流程图>菜单项，即可进入系统**流程图登录**窗口。



2、画面上方有一“操作小组”下拉选择菜单，如下所示：

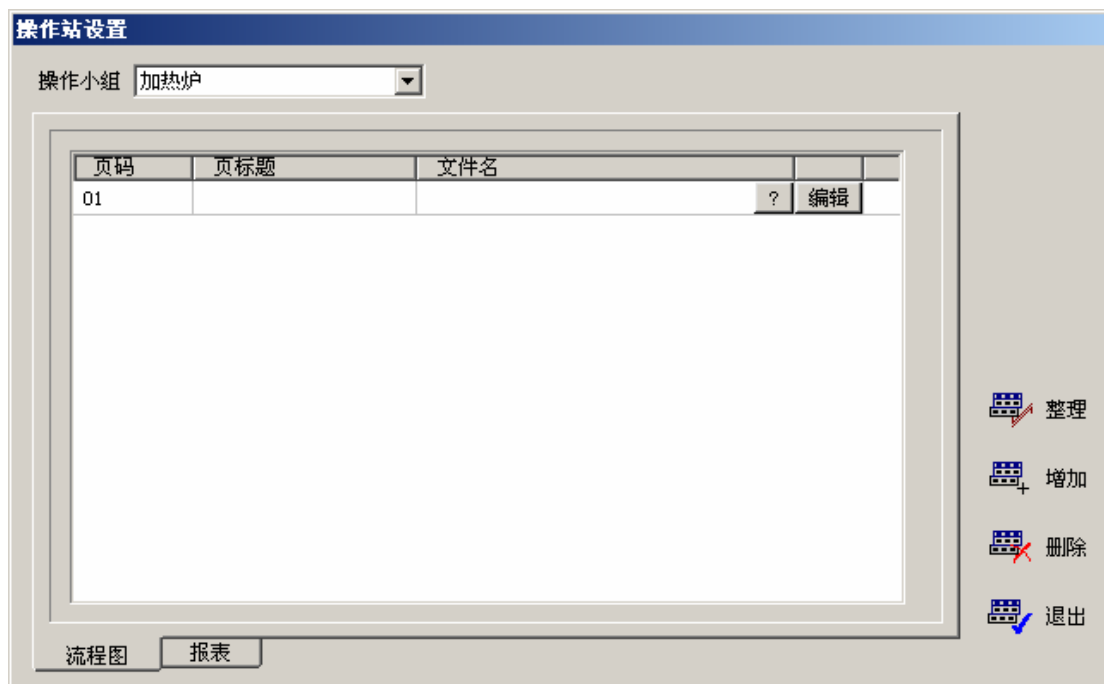


此项指定流程图画面的当前页在哪个操作小组中显示。

本例中只有一个操作小组，所以选择“加热炉”。

3、选择好操作小组以后，点击“增加”按钮，在该操作小组中增加一条流程画面的链接信息。





#### 4、填写相关参数：

**页码：**此项选定对哪一页流程图进行组态，每一页包含一个流程图文件。JX-300X 系统至多提供 640 页的流程图页面。



一般的，对页码不必修改。


**页标题：**此项显示指定页的页标题，即对该页内容的说明。

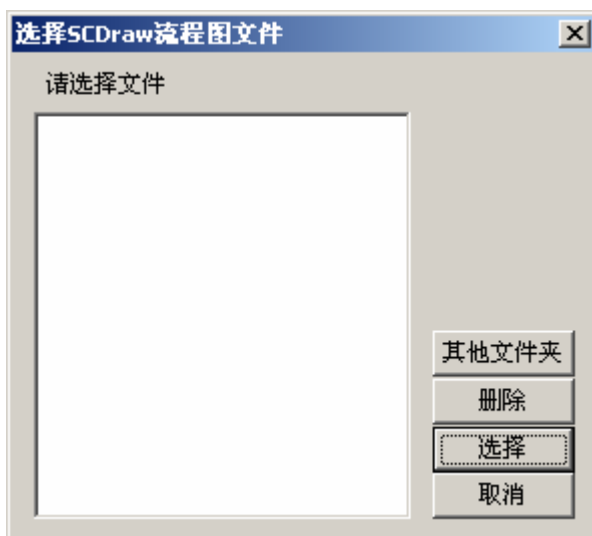
本例中，定义的流程图起名为“加热炉流程”。

**文件名：**此项选定欲登录的流程图文件。

流程图文件必须以“.SCG”为扩展名，并存放在指定的文件夹中（具体路径见上文所述）。每个“\*.SCG”文件包含一幅流程图。

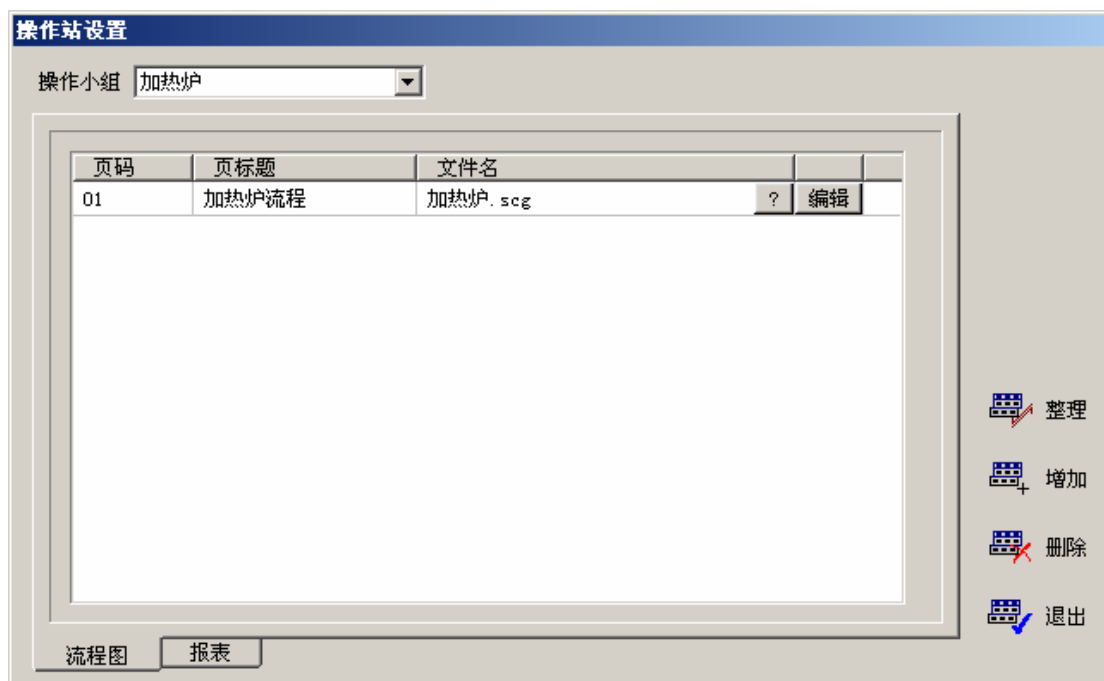
如流程图文件已存在，并正确存放，文件名可通过后边的  按钮选择。此时点击  按钮，将启动流程图制作软件，对当前选定的流程图文件进行编辑组态。

但本例中，需要的流程图文件还没有建立，点击  按钮，出现的是如下的空列表：

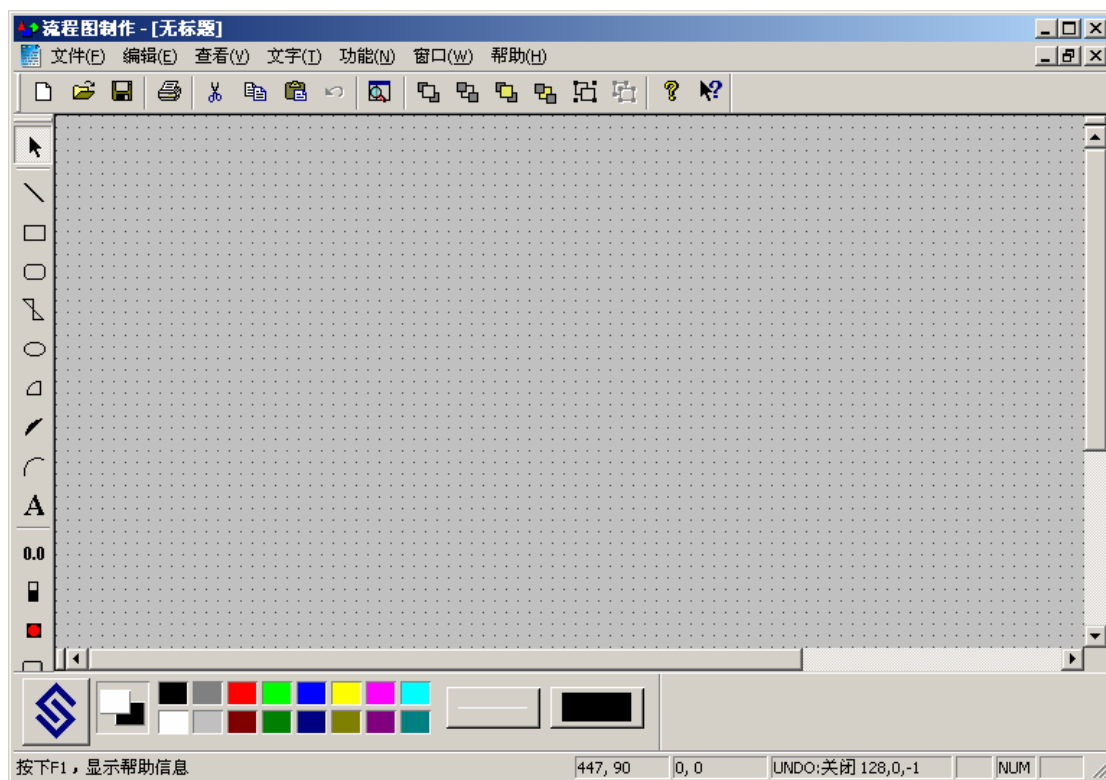


所以此处文件名必须手动填写，将该流程图文件命名为“加热炉.scg”。

参数设置效果如下：



5、点击“编辑”按钮，将启动流程图制作软件，这时，一个流程图文件就新建成功了。弹出的界面如下：



流程图制作软件画面分为标题栏、菜单栏、菜单图标栏、绘制工具栏、样式工具栏、作图区、信息栏、窗口按钮（最大化、最小化、关闭）及滚动条（上下、左右）。

标题栏显示正在操作的文件名称。尚未命名时，该窗口会被命名为“SUPCON 流程图制作—[无标题]”。

菜单栏显示经过归纳分类后的菜单项，单击某一项将自动打开其下拉式菜单。

菜单图标栏是由菜单命令中筛选出较为常用的命令，将命令下达的方式图象按钮化，十七个图标分别代表十七个主要功能。

工具栏包括绘制工具栏和样式工具栏。从点、线、圆、矩形及各种工业装置的绘制，各种字符输入以及常用标准模板的添加，到对颜色、填充方式、线型、线宽等的选择，均可通过该栏内的工具图标实现。

作图区是位于屏幕正中的最大区域，是本软件的工作区域。所有的操作最终都反映在作图区的变化上，该区域的内容将被保存到相应流程图文件中。

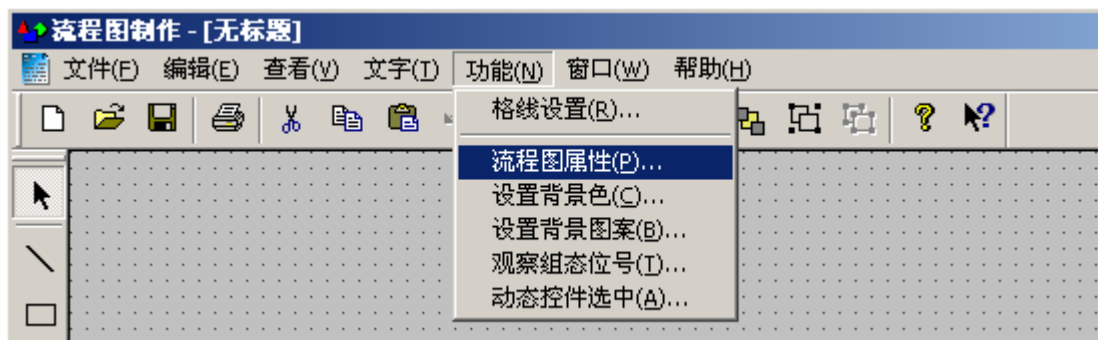
信息栏显示相关的操作提示、当前鼠标在作图区的精确位置和所选取面积（或所作图形的起始点的横坐标和终止的纵坐标）的宽和高等信息。

在后面的课程中，将向读者详细介绍如何进行流程图的绘制。

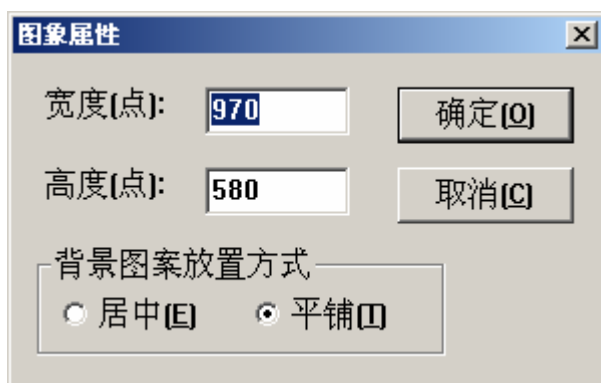
## 动手试一试——绘制流程图

- 1、在进行流程图绘制之前，需要仔细阅读设计院提供的图纸，对于一些涉及设备、测点很多，画面非常复杂的流程图，建议在工艺人员的协助下进行图纸的分割，使监控界面中看到的流程图画面能够清晰、直观的描述现场的工艺流程。
- 2、绘制流程图，首先要确定流程图的画面大小和背景颜色等属性。

下面，点击“流程图属性”菜单项：

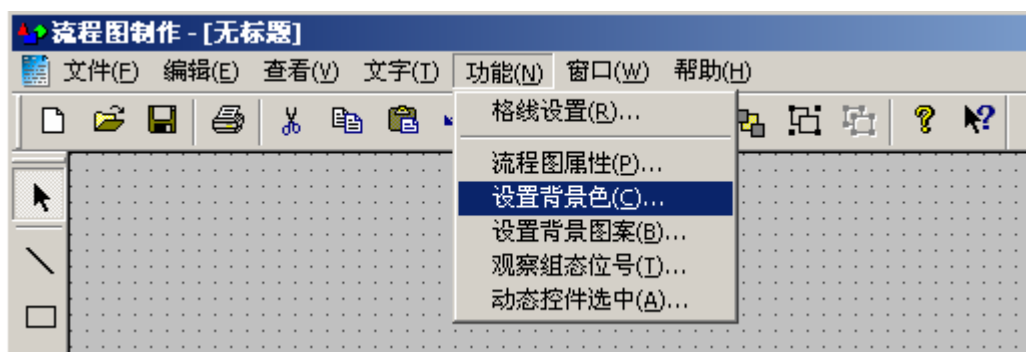


弹出设置框如下：

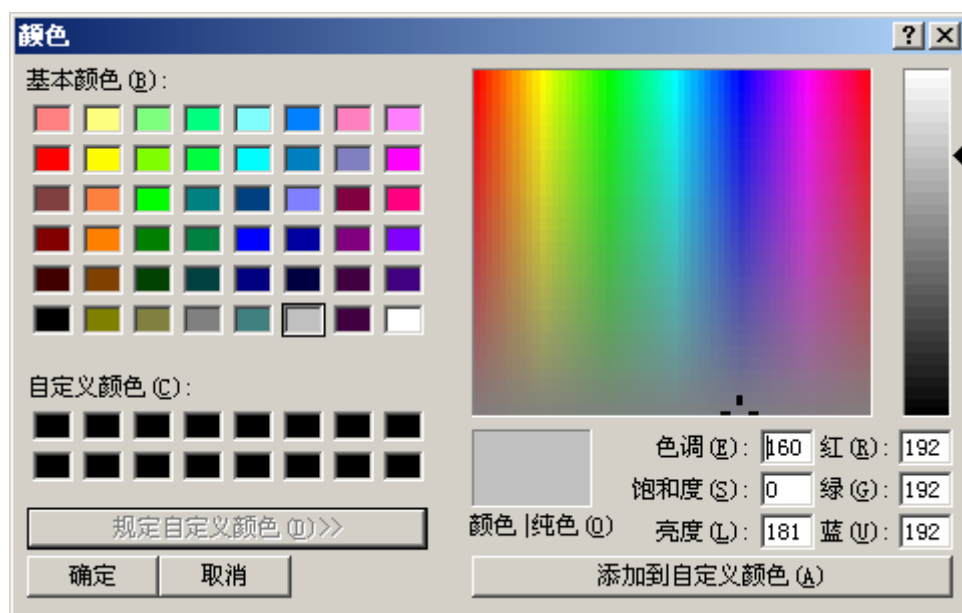


这里的“宽度”和“高度”决定了流程图画面的大小，一般的，默认的大小为 970\*580，因为这个大小的流程图在监控画面中浏览时，正好是全屏，不需移动屏幕滚动条来进行查看。

一张流程图在添加图形元素之前，应首先确定背景颜色。对于流程图的背景颜色，可以选中“设置背景色”菜单项：

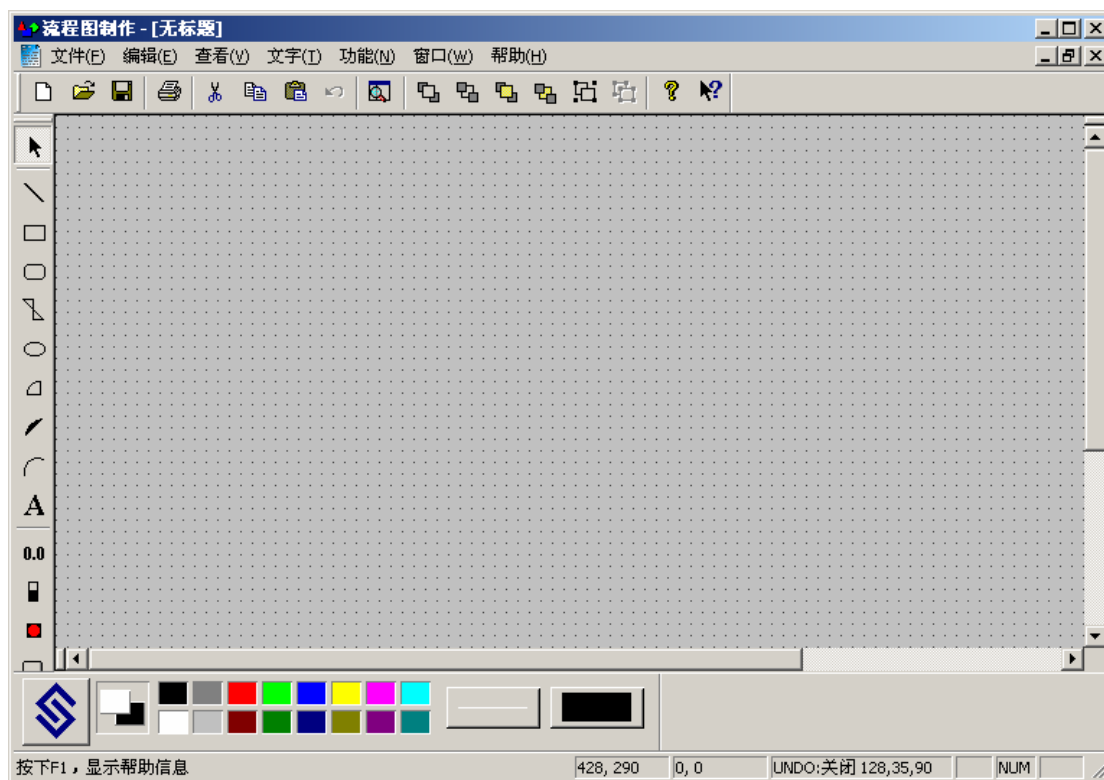


在弹出的对话框中进行设置：



一般的，考虑到操作员的工作需要，背景色不宜设置的很花哨，灰色和黑色是比较常见的选择。

本例中，选择灰色作为背景色，选择后效果如下：



3、接下来，就可以在该流程图上添加图形元素了。

对于流程图制作软件，出现在画面上的图形元素可以粗略的分为两类：静态的图形元素和动态的图形元素。

静态图形元素包括出现在流程图画面上的直线、弧线、各种矩形、圆、多边形等各种工业装置的基本组成单元以及标注的字符等；

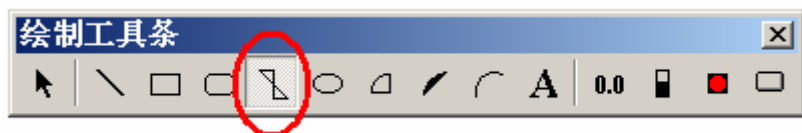
动态图形元素主要是指流程图画面上出现的动态数据、动态棒状图、动态开关、命令按钮等。

图形元素的绘制主要通过软件界面左侧的绘制工具栏上的功能按钮来实现。

把鼠标移至某一功能按钮，在其旁边将出现该功能按钮的名称，同时画面下方的信息栏将提示相关的操作信息，如下图所示：




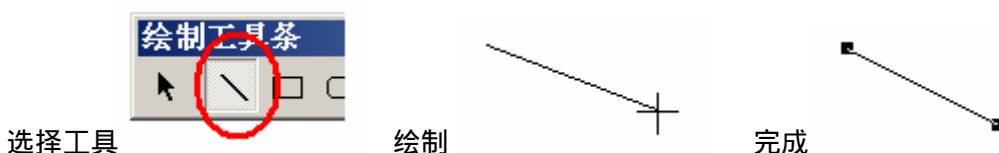
单击某一功能按钮即选中该功能，同时该功能按钮呈按下状态（未被选中的功能按钮呈突起状态），表明此时可以进行该种图形元素的绘制。下图是选中“多边形”功能的实例图形：



利用绘制工具在流程图画面上添加各种图形元素的方法很简单，介绍如下：

#### 直线：


绘制：单击按钮，将光标移至作图区，光标呈+字形状。将+字移至直线起始点按住左键拖动鼠标至直线终点，放开左键，即完成该直线的绘制。完成的直线两个端点各有一个黑色的小方块，此方块为直线的选中标志。多条直线的绘制可以重复上述操作。结束直线绘制操作可以单击鼠标右键或选择其它操作。

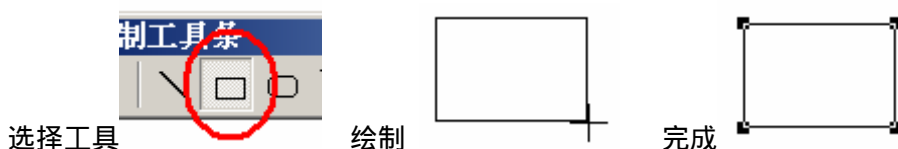


移动：用光标箭头点住直线两端选中标志的中间部分（但不能点两端的选中标志），直线呈反色显示，拖动鼠标即可移动该直线。直线在移动过程中为深灰色。

改变直线的长度或倾斜度：用光标箭头点住直线的选中标志（两端中的任意一个），拖动鼠标即可改变直线的长度或倾斜度，可以重复本操作直至满意为止。直线在改变过程中为深灰色。

#### 矩形：


绘制：单击按钮，将光标移至作图区，光标呈+字形状。将+移至矩形起始点（即矩形左上角），按住左键拖动鼠标至矩形终点，放开左键，即完成该矩形的绘制。完成的矩形四个端点各有一个黑色的小方块，此方块为矩形的选中标志。多个矩形的绘制可以重复上述操作。结束矩形绘制操作可以单击鼠标右键或选择其它操作。



移动：用光标箭头点住矩形内的任意部分（包括边框，但不能点四角的选中标志），矩形呈反色显示，拖动鼠标即可移动该矩形。矩形在移动过程中为深灰色的矩形框（即便您已选择了填充功能）。


改变矩形的形状：用光标箭头点住矩形的选中标志（四角中的任意一个），拖动鼠标即可改变矩形的形状。矩形在改变过程中为深灰色的实线矩形框。

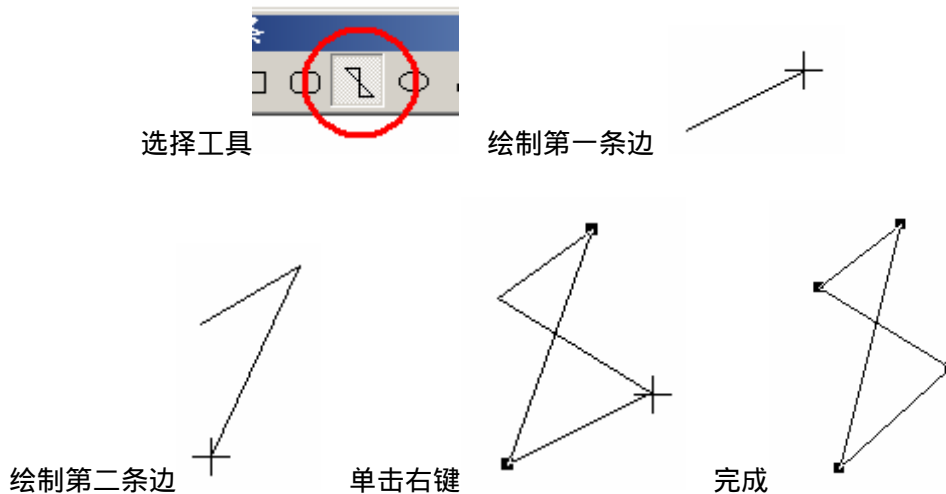
#### 圆角矩形：

绘制：的使用和矩形绘制工具相同，请参照矩形绘制工具的操作过程。

改变形状：用光标箭头点住圆角矩形四角的选中标志，拖动鼠标可改变圆角矩形的大小。用光标箭头点住圆角矩形内部左上角的圆角选中标志，拖动鼠标可改变圆角矩形的圆角弧度。

#### 多边形：

绘制：单击按钮，将光标移至作图区，光标呈+字形状。自多边形起始点用鼠标左键点一下然后放开，可以看到从起始点引出一条直线，移动鼠标至多边形的下一个顶点，点一下继续移动鼠标，重复上述操作直至倒数第二个顶点，单击鼠标右键，即完成一个多边形的绘制。完成的多边形每个端点各有一个黑色的小方块，此方块为多边形的选中标志。多个多边形的绘制可以重复上述操作。结束多边形绘制操作可以单击鼠标右键或选择其它操作。



移动：用光标箭头点住多边形的边线或内部（但不能点各顶点的选中标志），多边形呈反色显示，拖动鼠标即可移动该多边形。多边形在移动过程中为深灰色的多边形框。

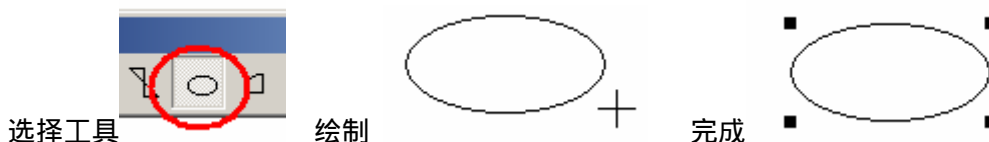
改变多边形的形状：用光标箭头点住多边形的选中标志，拖动鼠标即可改变多边形的形状。多边形在改变过程中为深灰色的实线多边形框（即便已选择了填充功能）。

多边形绘制工具只能用于绘制封闭图形。


#### 椭圆：

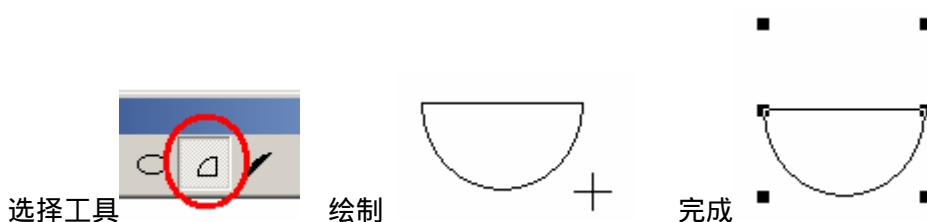
椭圆绘制工具的使用和矩形绘制工具基本相同，请参照矩形绘制工具的操作过程。





### 饼状图：

绘制：单击  按钮，将光标移至作图区，光标呈 + 字形状，按住左键拖动鼠标，画面上将出现一个随鼠标移动而改变形状的饼状图形，放开左键，即完成该饼状图的绘制。完成的饼状图周围有四个黑色的小方块，此方块为饼状图的选中标志。多个饼状图的绘制可以重复上述操作。结束饼状图绘制操作可以单击鼠标右键或选择其它操作。

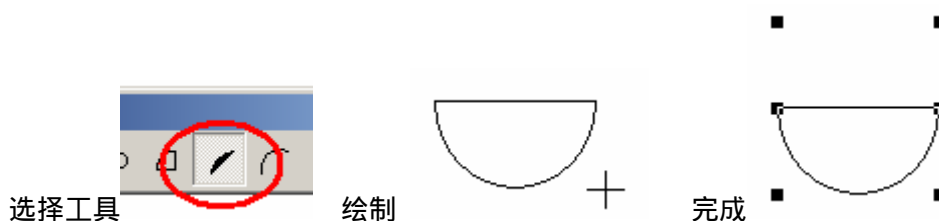


移动：用光标箭头点住饼状图选中标志内的任意部分（但不包括选中标志），饼状图呈反色显示，拖动鼠标即可移动该饼状图。饼状图在移动过程中为深灰色的饼状图框（即便您已选择了填充功能）。

改变饼状图的形状：用光标箭头点住饼状图的一个选中标志，拖动鼠标即可改变饼状图的形状。饼状图在改变过程中为深灰色的饼状图框。

### 弧状图：

弧状图绘制工具的使用和饼状图绘制工具基本相同，请照饼状图绘制工具的操作过程。





### 弧线：

弧线绘制工具的使用和饼状图绘制工具基本相同，请参照饼状图绘制工具的操作过程。




### 文字：

单击  按钮，将光标移至作图区，光标呈 | 形状。将 | 移至欲写入文字的位置，单击，可以看到一个文字写入框和一个闪烁的光标：，此时就可以写入文字了。按 Esc 键结束当前文字的写入，移动鼠标将 | 移至其它欲写入文字的位置，单击，重新开始一段文字的写入。结束文字输入操作可以单击鼠标右键或选择其它操作。

如果想修改已写入的文字，请在写入的文字上双击鼠标右键；如欲改变文字的字体和大小可以选择 **文字\选择字体** 命令。

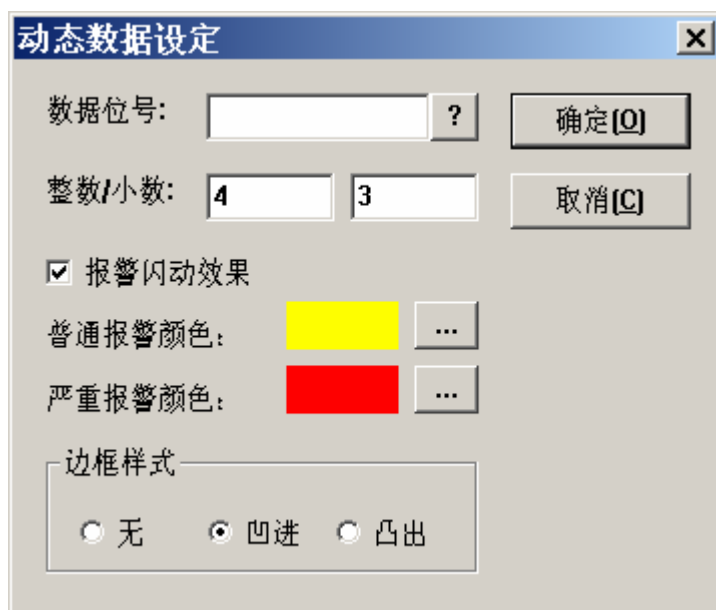
选中文字后按住左键拖动鼠标可以移动文字。


#### 动态数据：

添加：单击  按钮，将光标移至作图区，光标呈 + 形状。在需要加入动态数据的位置加入该动态数据（与矩形操作一致）。



设置：双击该动态数据框，就会弹出动态数据设定对话框，如下图所示：




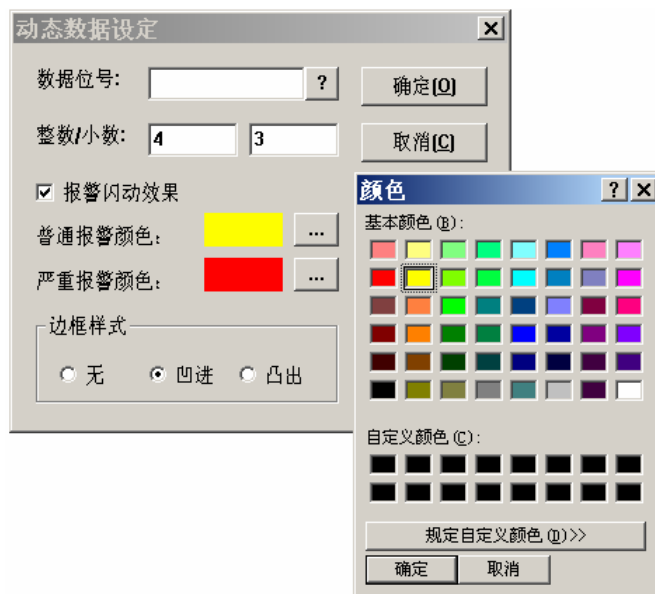
在 **数据位号** 一栏中填入需要显示的数据位号，如果不清楚具体位号，可以单击位号查询按钮 ，进入数据引用对话框，如下图所示：



在数据引用对话框中，用鼠标左键选定所需位号，再单击确定即可；

**整数/小数**一栏中，用户根据需要填入相应数字，该功能用于分别指定实时操作时动态数据显示的整数和小数的有效位数；


**报警闪动效果**一栏中，前面的复选框打勾 ☒ 表示该功能有效，当该数据比较重要时请选取该功能，以使其报警状态能及时引起操作员注意；对于报警颜色，用户可以按下按钮 ，在颜色选取对话框根据实际情况以及习惯来选择，如下图：



**边框样式**一栏用于改变该动态数据的外观，如下：

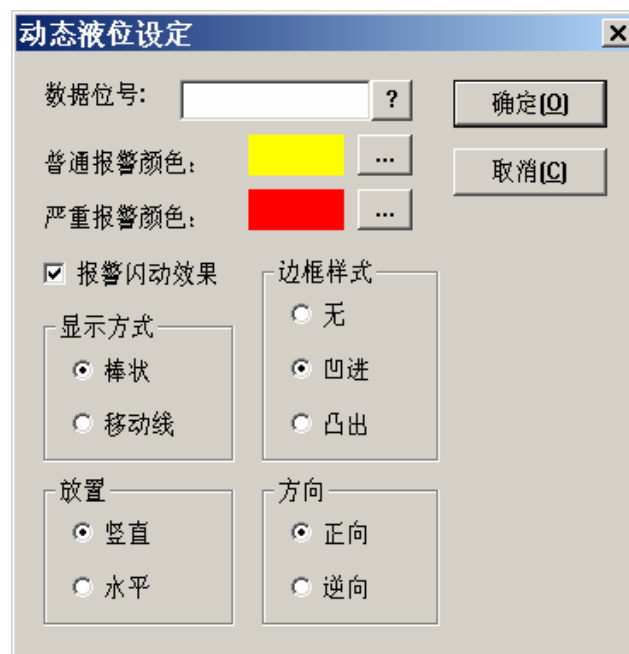


### 动态棒状图：

添加：单击  按钮，将光标移至作图位置，移动 + 字光标画出合适的棒状图，即完成棒状图绘制。




设置：双击动态棒状图框，进入动态液位设定对话框，如下图所示：

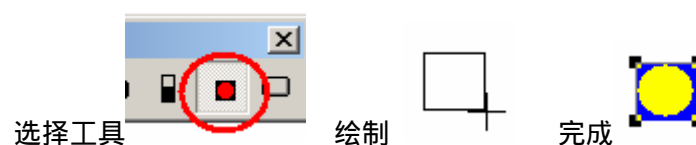


依次设定数据位号、报警色、报警闪动效果；

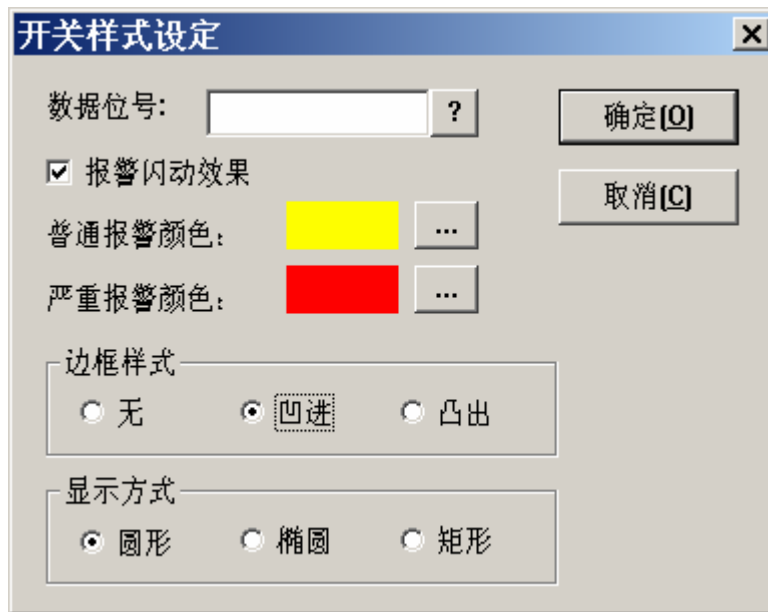
根据实际情况及具体要求分别选择相应的显示方式、放置方式、方向以及该动态液位的边框样式。

### 动态开关：

添加：单击  按钮，将光标移至作图位置，移动 + 字光标画出合适大小的开关，即完成开关绘制。




设置：双击动态开关，进入动态开关样式设定对话框，如下图所示：



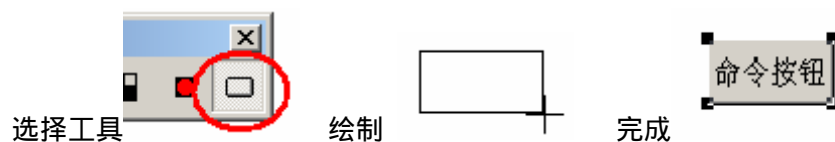
依次设定数据位号、报警色、报警闪动效果；

根据实际情况及具体要求分别选择相应的显示方式及边框样式。

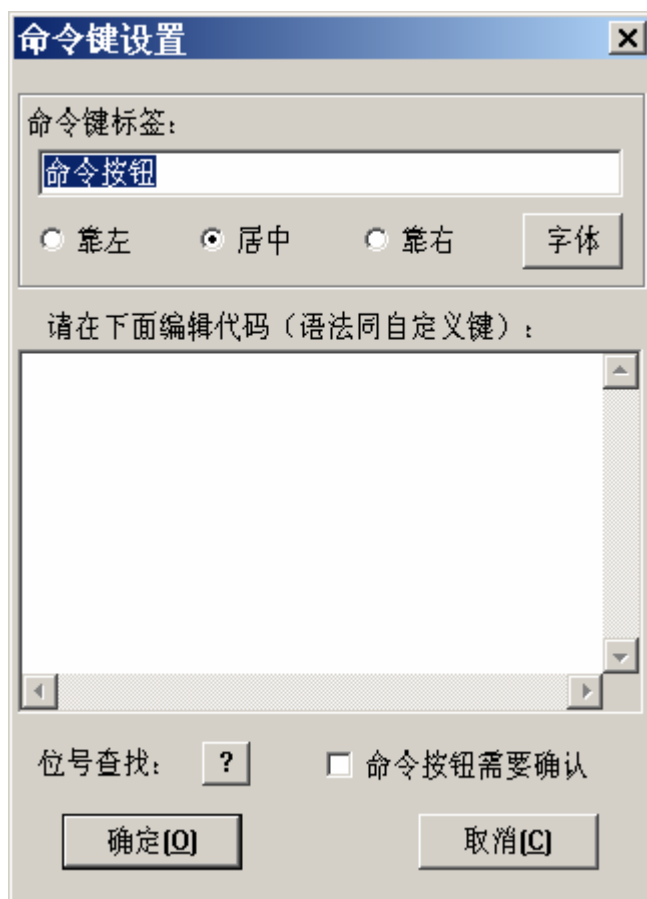
**命令按钮：**

添加：用户使用命令按钮工具可以在流程图界面添加自定义按钮。在实时监控软件的流程图画面，操作人员可以点击按钮来实现如翻页和赋值的功能，大大简化了操作步骤。


命令按钮的绘制方法同矩形的绘制。

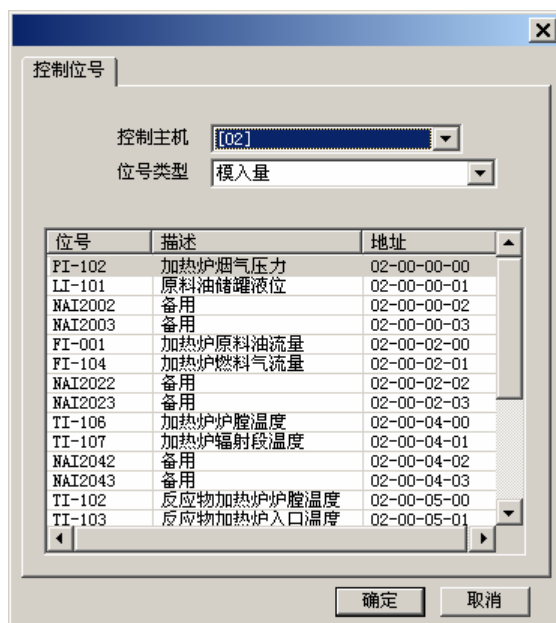


设置：双击命令按钮图框，进入命令按钮设定对话框，如下图所示：

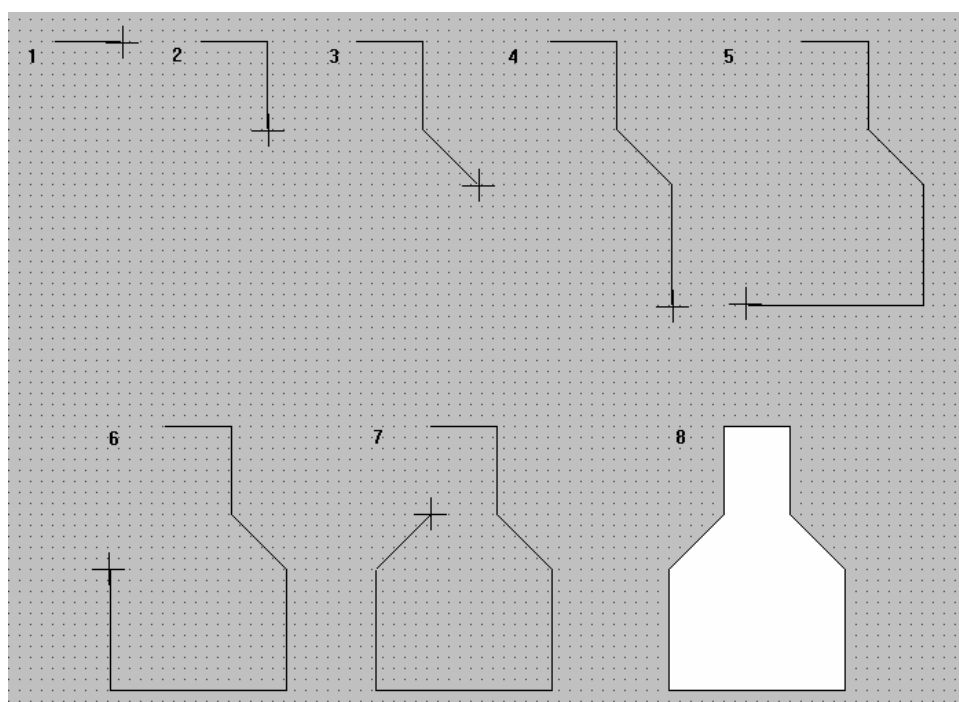


命令键标签一栏填写命令按钮标签的名称，选择靠左、居中或靠右可改变按钮标签的位置，单击“字体”可对按钮标签进行字体编辑。

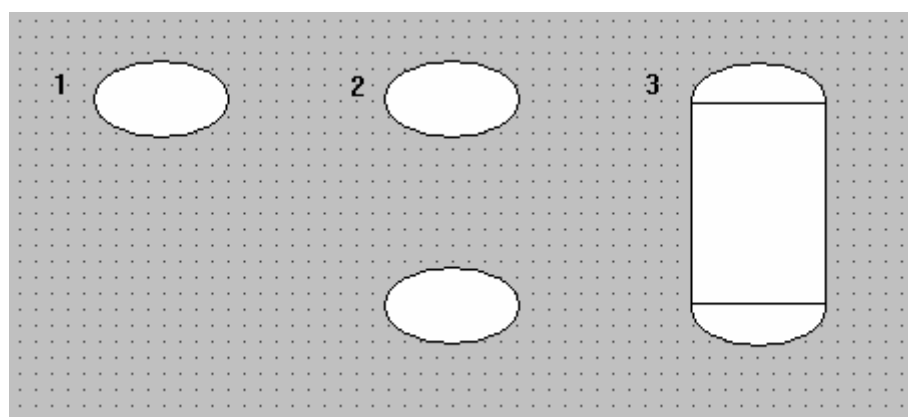
单击位号查找： 按钮，进入位号引用对话框，在位号引用对话框中，用鼠标左键选定所需位号，再单击确定，即可引用所需位号。如下图所示；





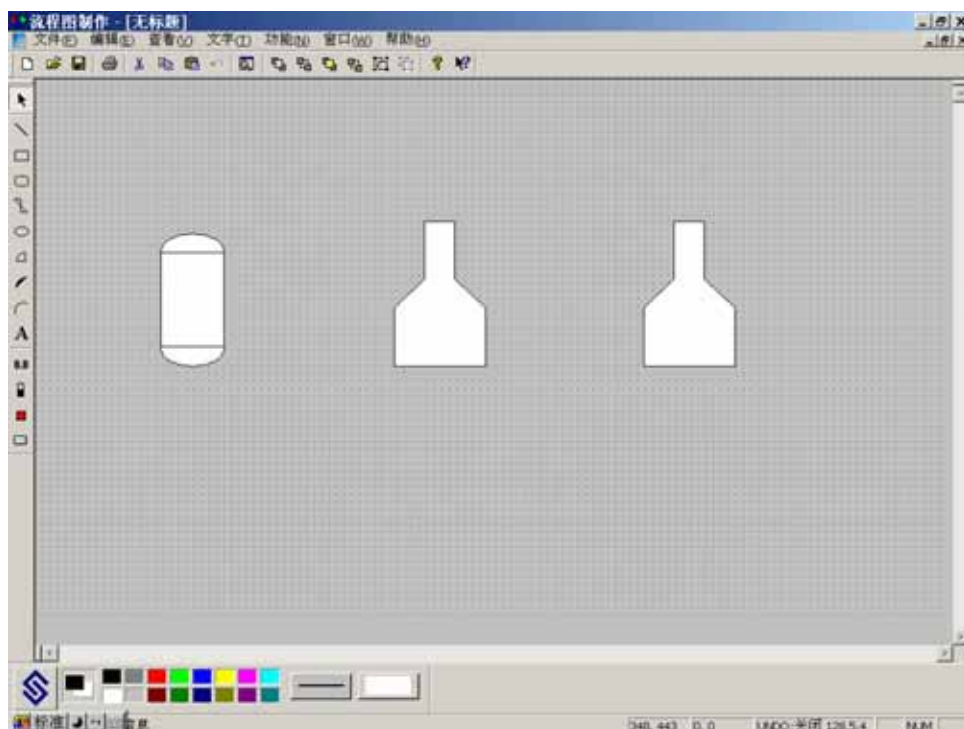


用椭圆绘制工具和矩形绘制工具来绘制原料油储罐的形状。

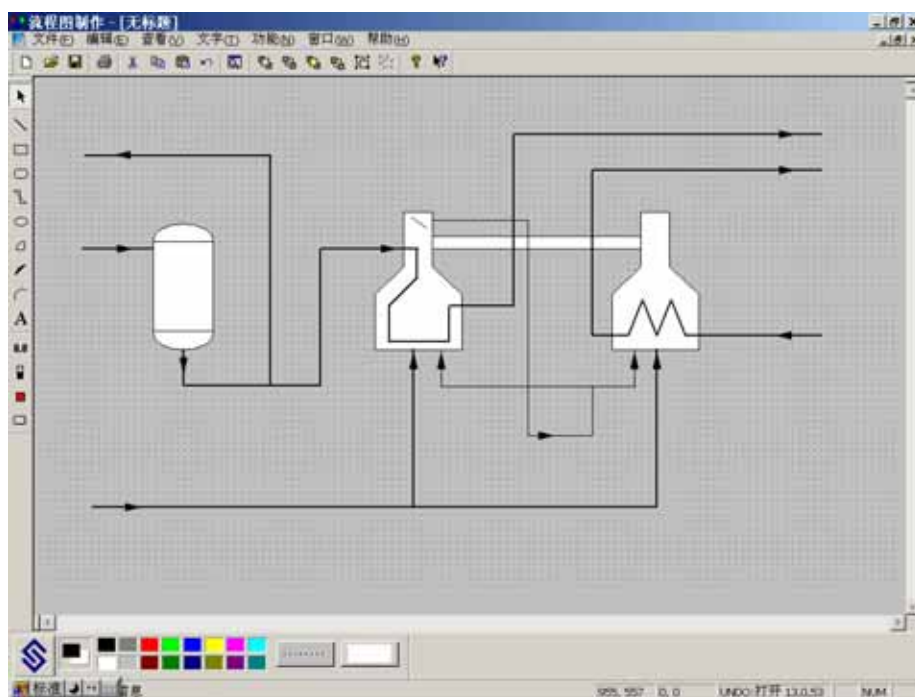


将绘制好的图形移动到画面合适的位置上。如下：

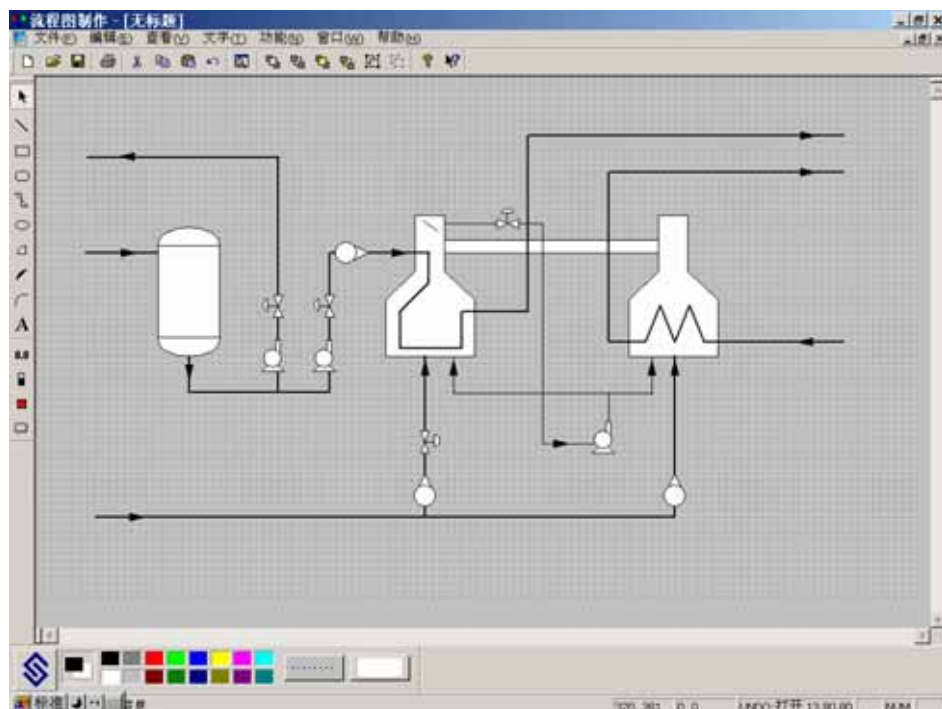




第二步：根据图纸添加管线：




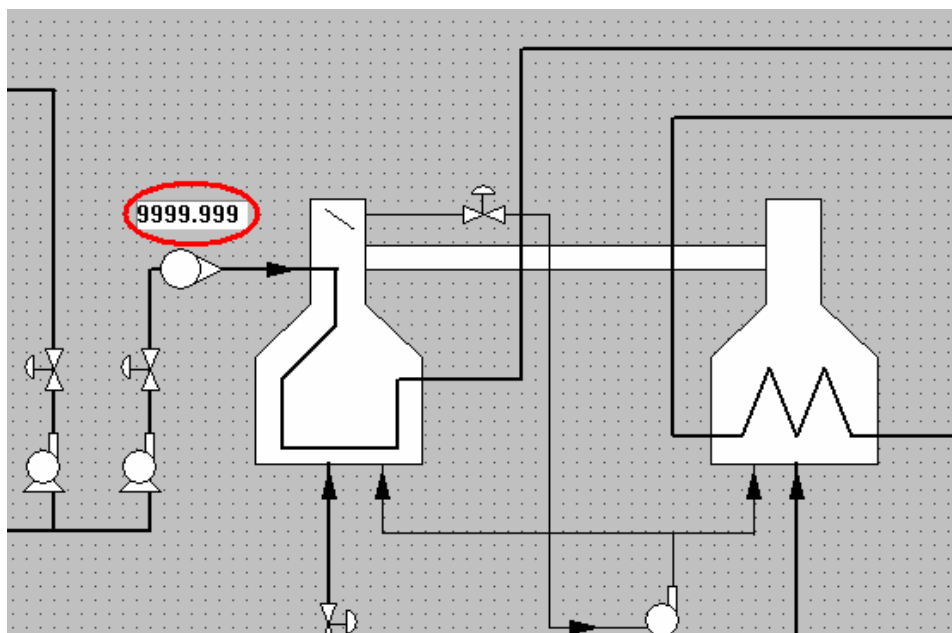
第三步：添加相关的仪表、设备：



至此，流程图上的静态的图形元素绘制完毕。

**第四步：**添加动态的数据。一些需要在实时监控画面中进行观测的数据，必须以动态数据的形式进行添加。

点击工具栏中的  按钮，在流程图上合适的位置添加动态数据框。



双击该动态数据框，进行设置：

动态数据设定

数据位号:  ? 确定 [O]

整数/小数:   取消 [C]


☒ 报警闪动效果

普通报警颜色:  ...

严重报警颜色:  ...

边框样式

☐ 无 ☒ 凹进 ☐ 凸出

数据位号栏中填写相应的数据位号，也可以通过后面的  按钮进行查找。在此处，根据图纸要求填入“FI-001”。

“整数/小数”设置框用来设置显示时该数据的整数和小数位。在此处根据需要，分别设置为3和2。

效果如下：

动态数据设定

数据位号:  ? 确定 [O]

整数/小数:   取消 [C]

☒ 报警闪动效果

普通报警颜色:  ...

严重报警颜色:  ...

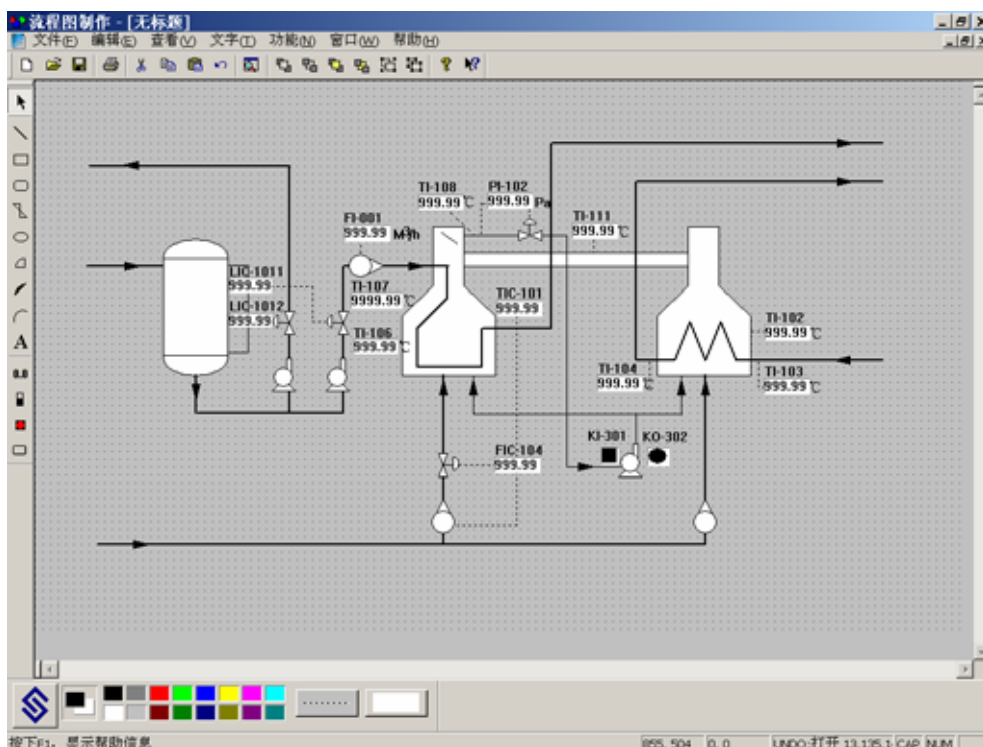
边框样式

☐ 无 ☒ 凹进 ☐ 凸出

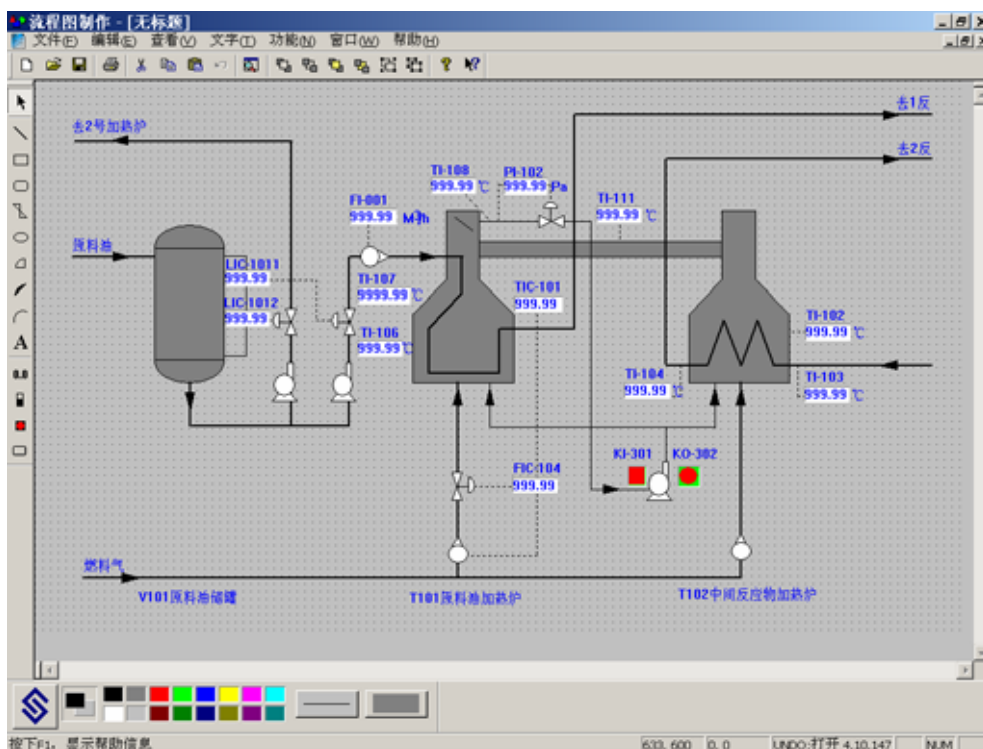
按照同样的方法，对其他动态数据进行添加。

为了查阅方便，将相应的位号名以文本的形式添加到动态数据旁边。

效果如下：



第五步：填写设备、管线标注，调整画面元素位置及颜色等，使画面清晰美观。




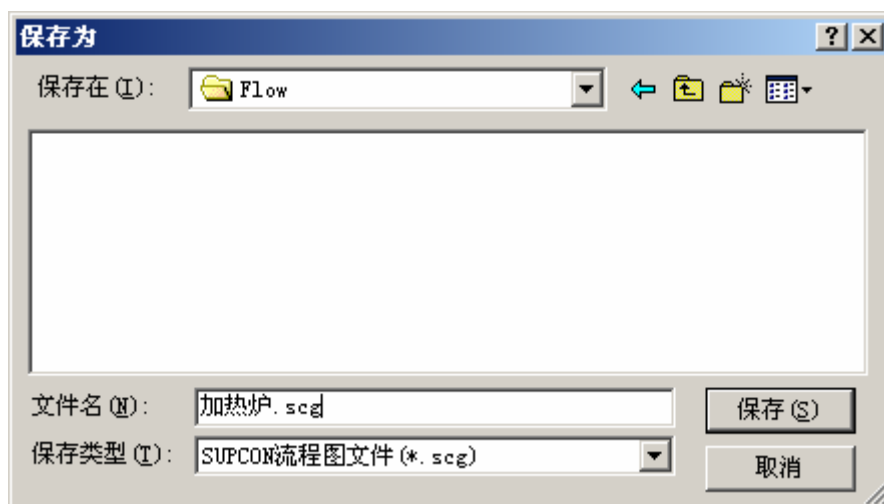
这样一张流程图的绘制就完成了。



思考：如何改变图形元素的颜色？（提示：简单的说，对于任何一个图形元素，通过在样式工具栏中点击相应的颜色块可以改变图形元素的颜色，左键点击改变图形的边框色，右键点击改变图形的填充色。）

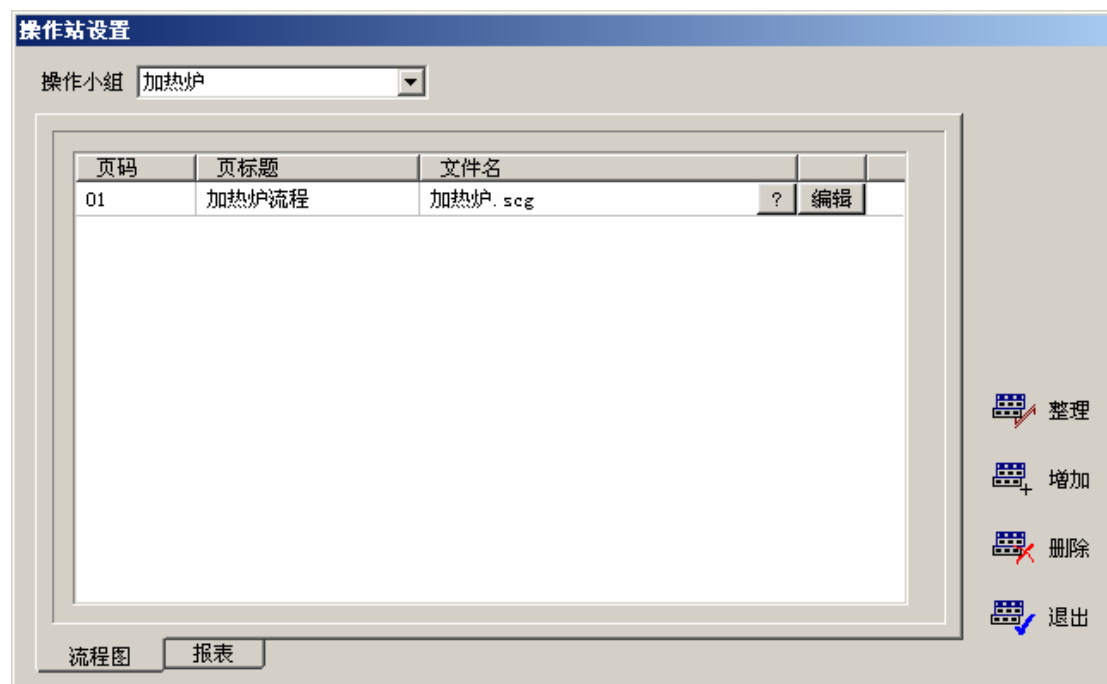
## 动手试一试——保存


- 1、图形元素绘制完毕以后，应保存流程图，点击“保存”按钮，如下

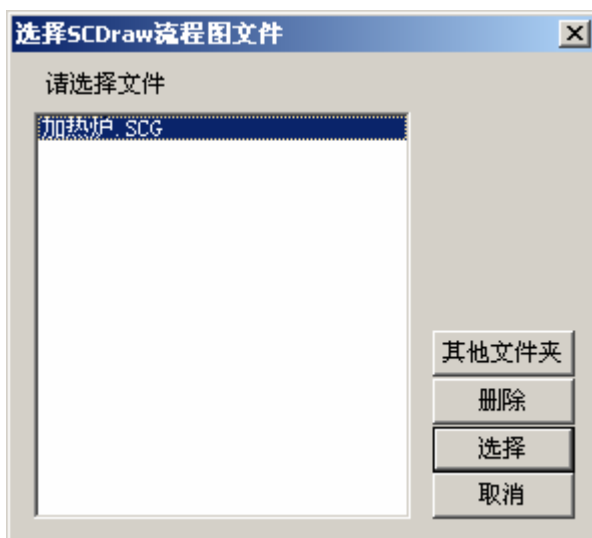


文件名与组态登录时一致，并注意保存在正确的路径下。

- 2、关闭流程图制作软件，回到系统组态软件的界面上。打开下面的对话框：



点击按钮，弹出如下选择框：



列表中有一流程图文件名为“加热炉”，和前面栏目中填写的一致。

点击“编辑”按钮弹出刚才绘制的流程图，可以进行修改。

如此检查，说明该流程图文件和组态文件的连接正确。

至此，流程图的制作和连接都已经完成。如有需要，重复上面的步骤继续添加流程画面。

**?** 思考：某用户添加了一页新流程图，并进行了精心的绘制，但是进入监控画面中却无法找到该页流程图，为什么？（提示：检查流程图存放的路径是否正确，以及在流程图登录对话框中，相应的流程图文件有没有进行正确的连接）

**?** 思考：为什么对流程图进行了修改，在监控画面上面却没有体现？（提示：有没有重新编译？监控软件有没有重新启动？）

**?** 思考：绘制的流图中，动态数据在监控中无法显示，监控时点击该数据框也无法弹出相应的模拟仪表，为什么？（提示：在流程图制作软件中检查该动态数据框有没有被组合）

### 3.6.4 报表制作

传统的工业控制中，报表由操作工记录完成。对于 JX-300X 系统，数据报表的生成则可以根据一定的配置自动生成。这样的配置由专门的报表制作软件来进行。

## 动手试一试——报表制作

在本例中，有一张报表需要自动生成，要求如下：

制作班报表，记录 PI-102，TI-101，TI-102，TI-106 四组数据：要求每一小时记录一次数据，每天 8：00，16：00，0：00 打印。

样表如下：

| 加热炉报表（班报表） |            |         |        |          |        |             |        |        |        |
|------------|------------|---------|--------|----------|--------|-------------|--------|--------|--------|
| __班__组     |            | 组长_____ |        | 记录员_____ |        | ____年__月__日 |        |        |        |
| 时间         |            | 9:00    | 10:00  | 11:00    | 12:00  | 13:00       | 14:00  | 15:00  | 16:00  |
| 内容         | 描述         | 数据      |        |          |        |             |        |        |        |
| PI-102     | 加热炉烟气压力    | -75.15  | -75.98 | -74.89   | -77.25 | -75.25      | -75.84 | -75.46 | -75.35 |
| TI-101     | 加热炉出口温度    | 430.65  | 431.68 | 433.52   | 430.98 | 430.25      | 430.76 | 438.31 | 432.56 |
| TI-102     | 反应物加热炉炉膛温度 | 650.02  | 651.63 | 650.35   | 650.96 | 651.98      | 650.35 | 651.21 | 649.32 |
| TI-106     | 加热炉炉膛温度    | 480.31  | 485.65 | 487.62   | 485.24 | 481.69      | 480.35 | 475.65 | 480.12 |

对于上面的报表制作要求进行分析，得知：

样表中显示的一部分内容是固定不变的，如表头、文字描述；另一部分内容是根据实际时间和信号数值的变化而变化的，如记录的时间和数据。所以在报表制作时需要注意，对这两部分内容将采用不同的方法编辑。

报表中的时间和数据均要求每小时记录一次，这一点表明该报表的记录周期为一小时。

报表为班报表，每个数据记录 8 次，8 小时打印一张，这一点表明该报表的输出周期为 8 小时。

报表要求在每天 8：00，16：00，0：00 打印，这个特殊的要求表明，报表的打印条件也是在制作过程中不能忽视的一个问题，这一点可以采用事件的方式来实现。

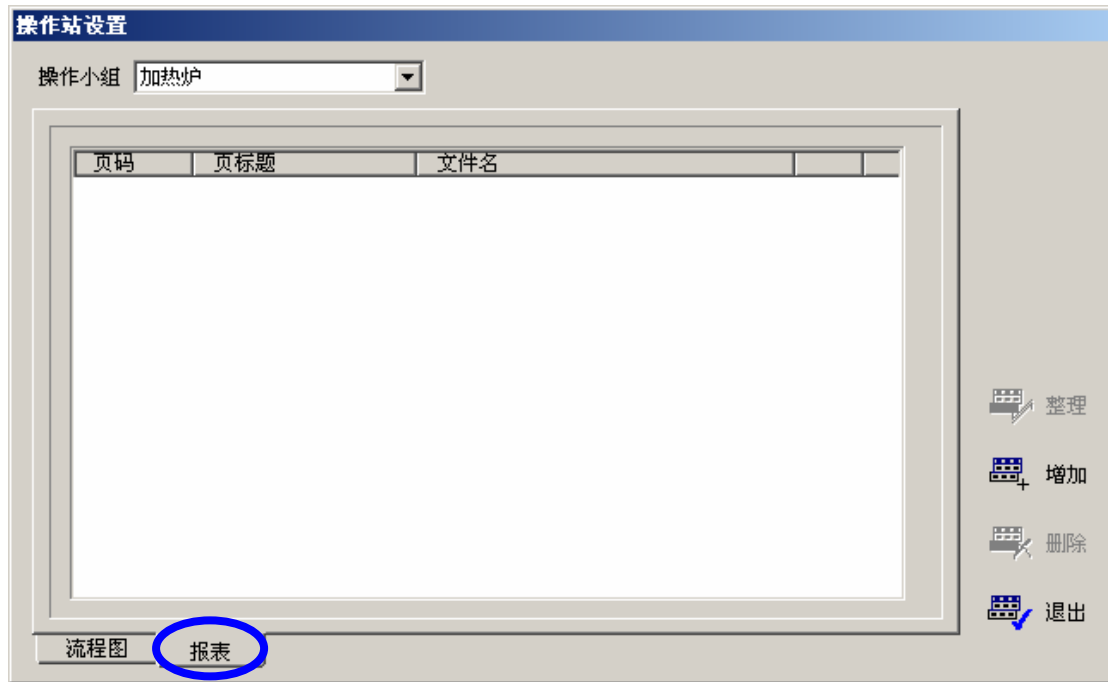
那么具体该如何实现？需要按照下面的步骤来进行：

1、首先是报表制作软件的登录，系统报表登录是通过**报表登录**窗口完成的。点击“报表”



按钮，或选中[操作站]/< 报表>菜单项，即可进入系统**报表登录**窗口。





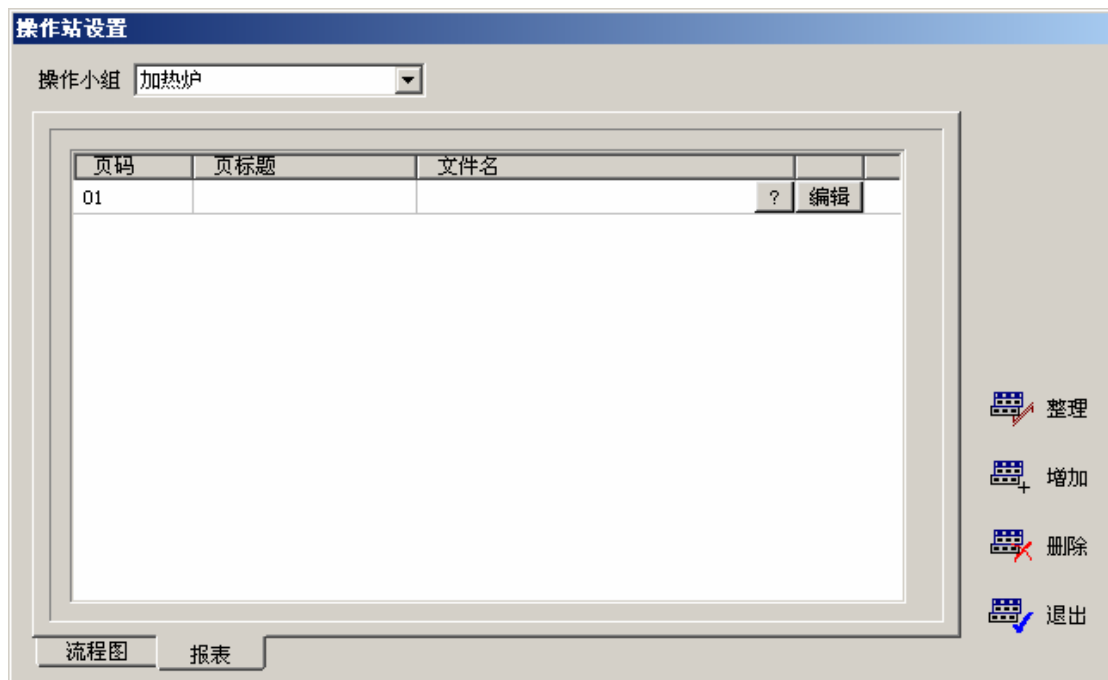
2、画面上方有一“操作小组”下拉选择菜单，如下所示：



此项指定系统报表的当前页在哪个操作小组中打印。

本例中只有一个操作小组，所以选择“加热炉”。

3、选择好操作小组以后，点击“增加”按钮，在该操作小组中增加一条系统报表的链接信息。



#### 4、填写相关参数：

**页码：**此项选定对哪一份报表进行组态，每一页包含一个报表文件。JX-300X 系统至多提供 128 页的流程图页面。



一般的，对页码不必修改。


**页标题：**此项显示指定页的页标题，即对该页内容的说明。

本例中，所定义的报表起名为“加热炉报表”。

**文件名：**此项选定欲登录的报表文件。

报表文件必须以“.CEL”为扩展名，并存放在指定的文件夹中(具体路径见上文所述)。每个“.CEL”文件包含一份报表。

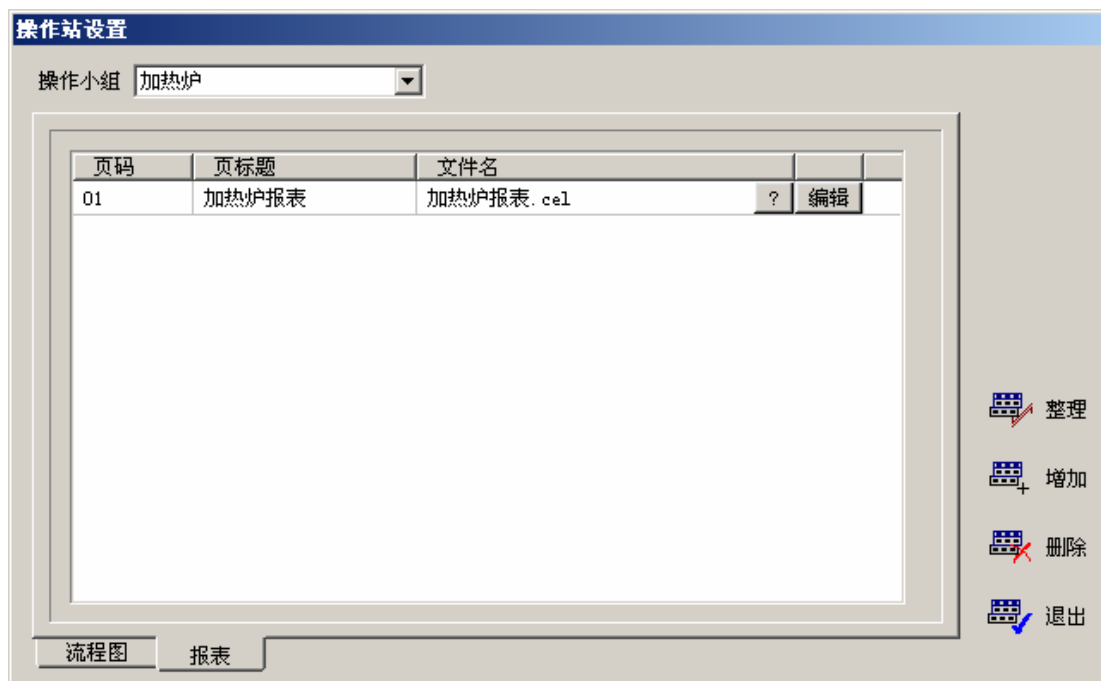
如报表文件已存在，并正确存放，文件名可通过后边的  按钮选择。此时点击  按钮，将启动报表制作软件，对当前选定的报表文件进行编辑组态。

但本例中，需要的报表文件还没有建立，点击  按钮，出现的是如下的空列表：

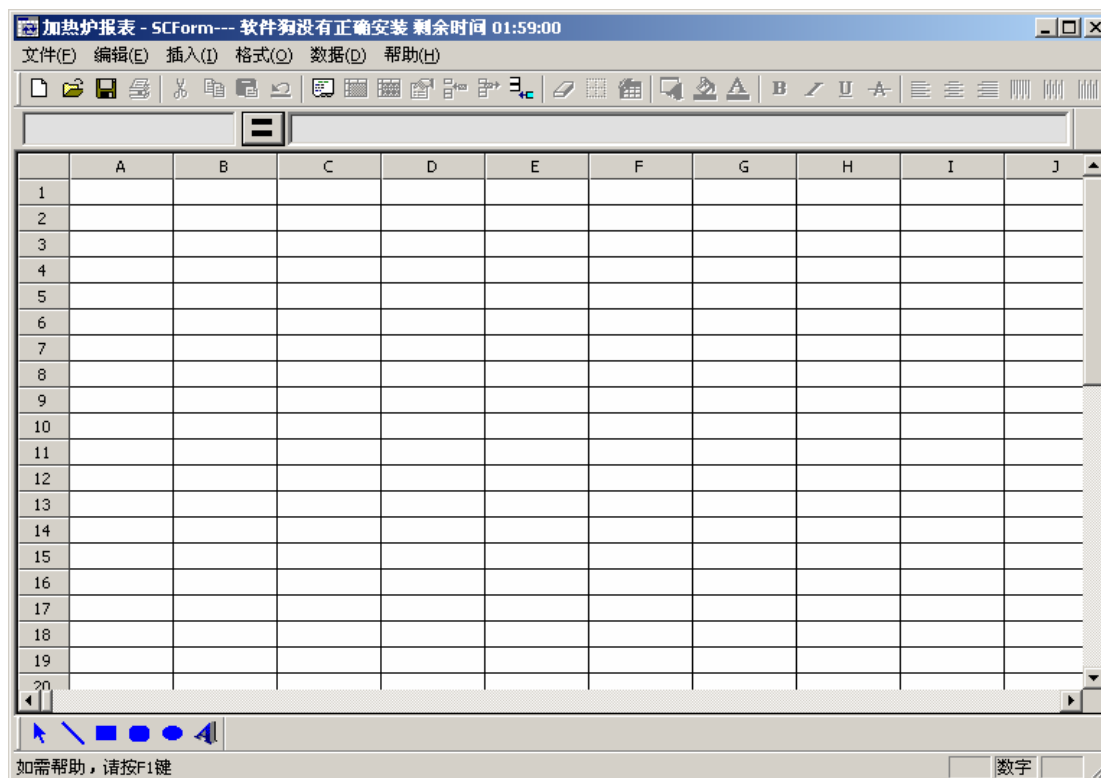


所以此处文件名必须手动填写，将该报表文件命名为“加热炉报表.scg”。

参数设置效果如下：



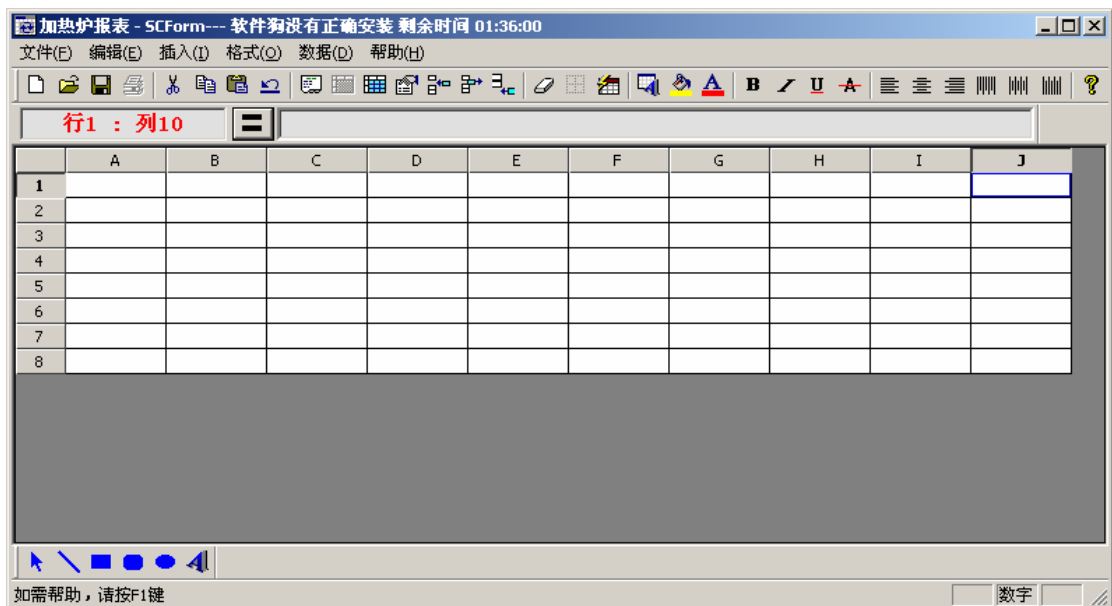
5、点击“编辑”按钮，启动报表制作软件，弹出界面如下：




6、成功进入报表制作软件以后，根据以下步骤进行报表的编辑：

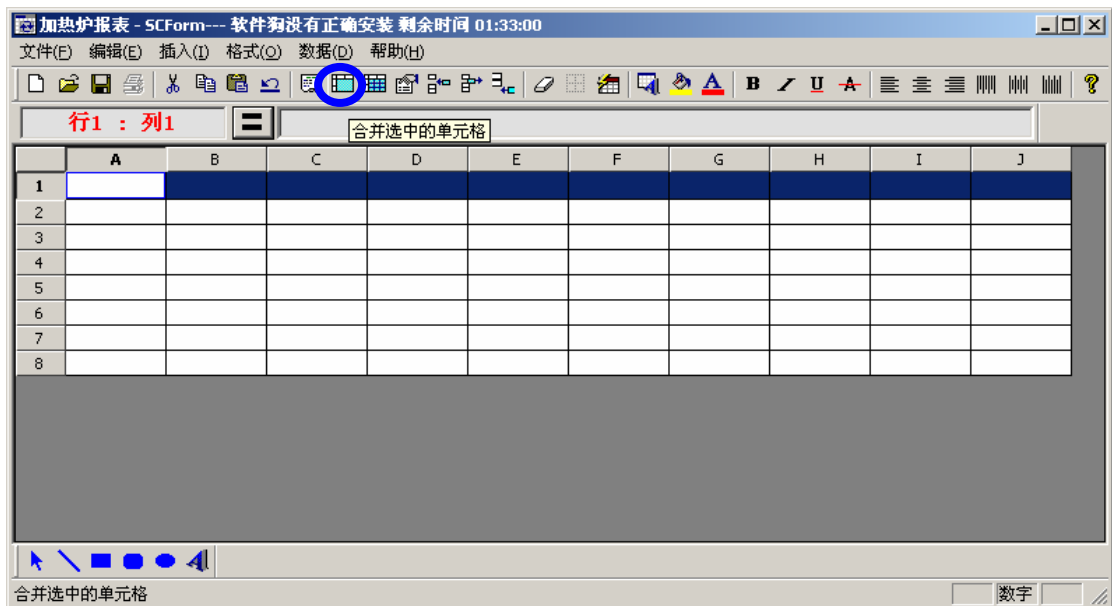
**步骤一：**根据原始样表设计要求确定所需的行列数，本例中的报表为 8 行，10 列。

删除多余的行列，如下：

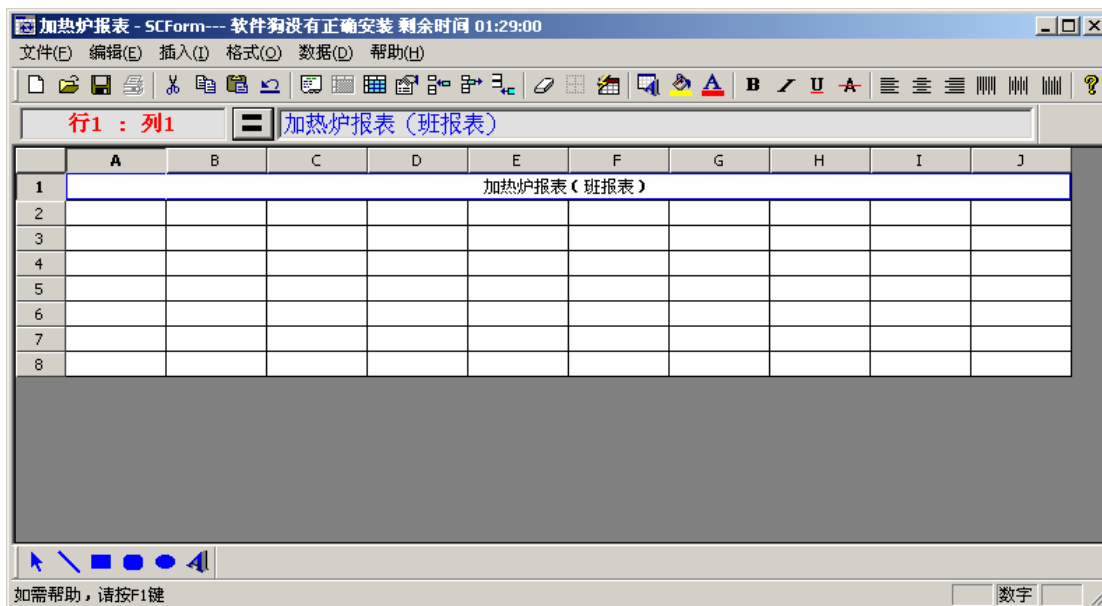


第二步：制作表头。

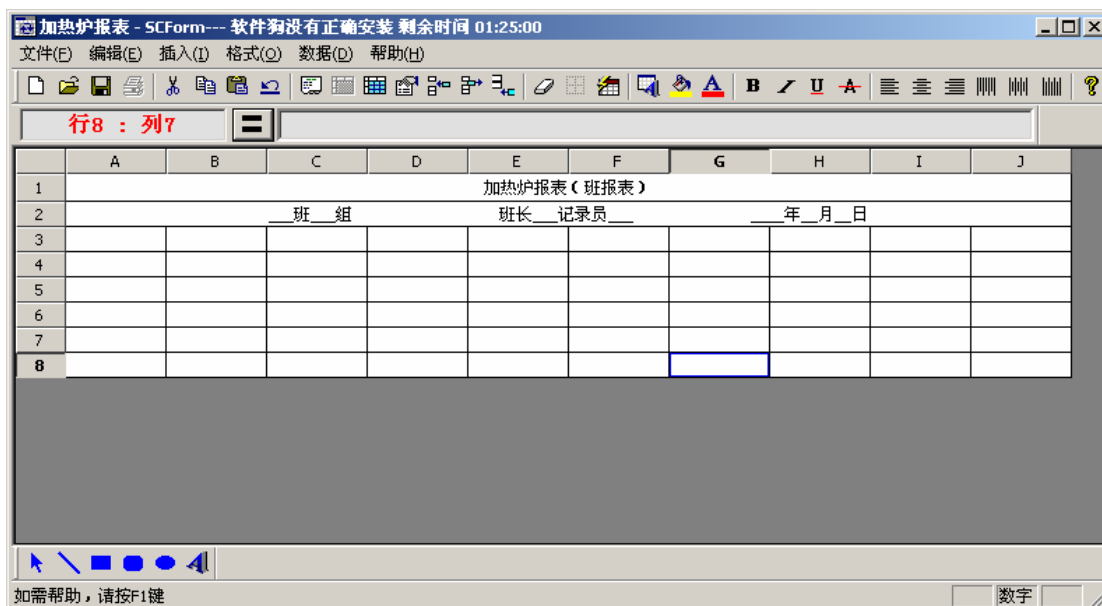
合并第一行的所有单元格：选中第一行，单击工具栏中的“合并单元格”按钮，或用快捷键“ALT+X”，即可合并第一行单元格。



双击合并后的单元格，即可在此合并格内填入相应内容“加热炉报表（班报表）”。



相同的方法合并第二行的所有单元格，并填入“\_\_班\_\_组 班长\_\_记录员\_\_ \_\_年\_\_月\_\_日”。



表头制作完毕。

第三步：报表格式设定。

合并第三行的 A、B 列，写入“时间”：

加热炉报表 - SCForm--- 软件狗没有正确安装 剩余时间 01:22:00

文件(E) 编辑(E) 插入(I) 格式(O) 数据(D) 帮助(H)

行5 : 列3

|   | A           | B | C      | D | E     | F | G | H | I | J |
|---|-------------|---|--------|---|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | 加热炉报表 (班报表) |   |        |   |       |   |   |   |   |   |
| 2 | 班 组         |   | 班长 记录员 |   | 年 月 日 |   |   |   |   |   |
| 3 | 时间          |   |        |   |       |   |   |   |   |   |
| 4 |             |   |        |   |       |   |   |   |   |   |
| 5 |             |   |        |   |       |   |   |   |   |   |
| 6 |             |   |        |   |       |   |   |   |   |   |
| 7 |             |   |        |   |       |   |   |   |   |   |
| 8 |             |   |        |   |       |   |   |   |   |   |

如需帮助, 请按F1键

第四行的 A、B 列分别填入“内容”、“描述”；第五行的 A、B 列分别填入“PI-102”、“加热炉烟气压力”；第六行的 A、B 列分别填入“TI-101”、“加热炉出口温度”；第七行的 A、B 列分别填入“TI-102”、“反应物加热炉炉膛温度”；第八行的 A、B 列分别填入“TI-106”、“加热炉炉膛温度”。

调整 A、B 列宽到合适的位置。

加热炉报表 - SCForm

文件(E) 编辑(E) 插入(I) 格式(O) 数据(D) 帮助(H)

行8 : 列10

|   | A           | B          | C      | D | E     | F | G | H | I | J |
|---|-------------|------------|--------|---|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | 加热炉报表 (班报表) |            |        |   |       |   |   |   |   |   |
| 2 | 班 组         |            | 班长 记录员 |   | 年 月 日 |   |   |   |   |   |
| 3 | 时间          |            |        |   |       |   |   |   |   |   |
| 4 | 内容          | 描述         |        |   |       |   |   |   |   |   |
| 5 | PI-102      | 加热炉烟气压力    |        |   |       |   |   |   |   |   |
| 6 | TI-101      | 加热炉出口温度    |        |   |       |   |   |   |   |   |
| 7 | TI-102      | 反应物加热炉炉膛温度 |        |   |       |   |   |   |   |   |
| 8 | TI-106      | 加热炉炉膛温度    |        |   |       |   |   |   |   |   |

如需帮助, 请按F1键

合并第四行的 C 列至 J 列，写入“数据”。

加热炉报表 - SCForm--- 软件狗没有正确安装 剩余时间 01:52:00

文件(E) 编辑(E) 插入(I) 格式(O) 数据(D) 帮助(H)

行4 : 列3 数据

|   | A                                      | B          | C  | D | E | F | G | H | I | J |
|---|----------------------------------------|------------|----|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 加热炉报表 (班报表)                            |            |    |   |   |   |   |   |   |   |
| 2 | ____班 组 _____ 班长 _____ 记录员 _____ 年 月 日 |            |    |   |   |   |   |   |   |   |
| 3 | 时间                                     |            |    |   |   |   |   |   |   |   |
| 4 | 内容                                     | 描述         | 数据 |   |   |   |   |   |   |   |
| 5 | PI-102                                 | 加热炉烟气压力    |    |   |   |   |   |   |   |   |
| 6 | TI-101                                 | 加热炉出口温度    |    |   |   |   |   |   |   |   |
| 7 | TI-102                                 | 反应物加热炉炉膛温度 |    |   |   |   |   |   |   |   |
| 8 | TI-106                                 | 加热炉炉膛温度    |    |   |   |   |   |   |   |   |

如需帮助, 请按F1键

数字

至此, 报表上的一些固定内容已经设置完毕。

**第四步：时间对象的组态和填充。**

样表上的第二行中一些单元格要求填充数据记录的时间, 这些时间对象要求为 xx:xx(时:分)形式。为此首先进行时间量的组态。

选中[数据]/<时间引用>菜单项, 弹出如下对话框：

时间量组态

| 时间量     | 引用事件 | 时间格式 | 说明 |
|---------|------|------|----|
| Timer1  |      |      |    |
| Timer2  |      |      |    |
| Timer3  |      |      |    |
| Timer4  |      |      |    |
| Timer5  |      |      |    |
| Timer6  |      |      |    |
| Timer7  |      |      |    |
| Timer8  |      |      |    |
| Timer9  |      |      |    |
| Timer10 |      |      |    |
| Timer11 |      |      |    |

清除(C) 退出(E)

对 Timer1 进行组态：引用事件一栏为“NO EVENT”，时间格式一栏通过下拉菜单选择 xx:xx(时:分)：



“说明”中可进行相关的注释。

请注意，对任何一个单元栏目进行设置以后，都需要按键盘“回车”键对刚才的操作进行确认。

时间组态效果如下：



时间对象 Timer1 组态完毕，以后在编辑界面上任何单元格引用 Timer1，生成的报表就会在相应单元格中以 xx:xx(时:分)的形式记录当前时间。

点击“退出”，回到编辑界面。

选中第三行的 C 列至 J 列，用填充位号的方式快速地填写时间对象：单击菜单栏“编辑”中的“填充”菜单项，或用快捷键“ALT+S”，即可弹出“填充序列”对话框，如下：



**填充序列**

单位

☒ 位号      ☐ 工作日  
☐ 数值      ☐ 日期  
☐ 时间对象      ☐ 自动

步长值: 1      ☒ 步长有效

起始值: =TAG[0] ?

确定      取消

先选择要填充数据的类别，在这里是时间对象，起始值为 Timer1[0]：

**填充序列**

单位

☐ 位号      ☐ 工作日  
☐ 数值      ☐ 日期  
☒ 时间对象      ☐ 自动

步长值: 1      ☒ 步长有效

起始值: =Timer1[0] ?

确定      取消

单击“确定”完成。效果如下：

加热炉报表 - SCForm--- 软件狗没有正确安装 剩余时间 01:35:00

文件(E) 编辑(E) 插入(I) 格式(O) 数据(D) 帮助(H)

1行 × 8列      数据

|   | A           | B          | C          | D          | E          | F          | G          | H          | I          | J          |
|---|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 加热炉报表 (班报表) |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 2 | 班 组         |            | 班长 记录员     |            | 年 月 日      |            |            |            |            |            |
| 3 | 时间          |            | =Timer1[0] | =Timer1[1] | =Timer1[2] | =Timer1[3] | =Timer1[4] | =Timer1[5] | =Timer1[6] | =Timer1[7] |
| 4 | 内容          | 描述         | 数据         |            |            |            |            |            |            |            |
| 5 | PI-102      | 加热炉烟气压力    |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 6 | TI-101      | 加热炉出口温度    |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 7 | TI-102      | 反应物加热炉炉膛温度 |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 8 | TI-106      | 加热炉炉膛温度    |            |            |            |            |            |            |            |            |

如需帮助，请按F1键      数字

这里的 Timer1[0]表示监控软件启动以后 ,记录的第一个时间填写在该单元格中 ,Timer1[1]

为间隔了一个记录周期(记录周期的长短在[数据]/< 报表输出>菜单项中定义)以后记录的时间, Timer1[2]、Timer1[3].....可依次类推。

**第五步：位号的组态和填充。**

样表上的第五行至第八行中一些单元格要求填充指定位号的实时数据,这些数据均要求记录两位小数。对于需要进行记录的数据,首先必须进行位号的引用。

选中[数据]/<位号引用>菜单项,弹出如下对话框:



位号量组态对话框，包含以下表格：

|    | 位号名 | 引用事件 | 模拟量小数位数 | 说明 |
|----|-----|------|---------|----|
| 1  |     |      |         |    |
| 2  |     |      |         |    |
| 3  |     |      |         |    |
| 4  |     |      |         |    |
| 5  |     |      |         |    |
| 6  |     |      |         |    |
| 7  |     |      |         |    |
| 8  |     |      |         |    |
| 9  |     |      |         |    |
| 10 |     |      |         |    |
| 11 |     |      |         |    |
| 12 |     |      |         |    |
| 13 |     |      |         |    |

底部按钮：清除(C)、退出(E)

先对位号 PI-102 进行引用：位号名一栏为“PI-102”，引用事件一栏为“NO EVENT”，模拟量小数位数一栏为 2，“说明”中可进行相关的注释：

位号量组态

|    | 位号名    | 引用事件     | 模拟量小数位数 | 说明 |
|----|--------|----------|---------|----|
| 1  | PI-102 | No Event | 2       |    |
| 2  |        |          |         |    |
| 3  |        |          |         |    |
| 4  |        |          |         |    |
| 5  |        |          |         |    |
| 6  |        |          |         |    |
| 7  |        |          |         |    |
| 8  |        |          |         |    |
| 9  |        |          |         |    |
| 10 |        |          |         |    |
| 11 |        |          |         |    |
| 12 |        |          |         |    |
| 13 |        |          |         |    |

清除(C) 退出(E)

请注意，对任何一个单元栏目进行设置以后，都需要按键盘“回车”键对刚才的操作进行确认。

位号引用完毕，以后在编辑界面上任何单元格引用该位号，生成的报表就会在相应单元格中记录当前位号数值。

同样的方法，引用另外几个位号，效果如下：

位号量组态

|    | 位号名    | 引用事件     | 模拟量小数位数 | 说明 |
|----|--------|----------|---------|----|
| 1  | PI-102 | No Event | 2       |    |
| 2  | TI-101 | No Event | 2       |    |
| 3  | TI-102 | No Event | 2       |    |
| 4  | TI-106 | No Event | 2       |    |
| 5  |        |          |         |    |
| 6  |        |          |         |    |
| 7  |        |          |         |    |
| 8  |        |          |         |    |
| 9  |        |          |         |    |
| 10 |        |          |         |    |
| 11 |        |          |         |    |
| 12 |        |          |         |    |
| 13 |        |          |         |    |

清除(C) 退出(E)

点击“退出”，回到编辑界面。

选中第五行的 C 列至 J 列，用填充位号的方式快速地填写相应位号：单击菜单栏“编辑”

中的“填充”菜单项，或用快捷键“ALT+S”，即可弹出“填充序列”对话框，如下：



填充序列对话框，包含以下元素：

- 单位：
  - ☒ 位号
  - ☐ 工作日
  - ☐ 数值
  - ☐ 日期
  - ☐ 时间对象
  - ☐ 自动
- 步长值：1
- ☒ 步长有效
- 起始值：={TAG}[0]
- 确定 取消

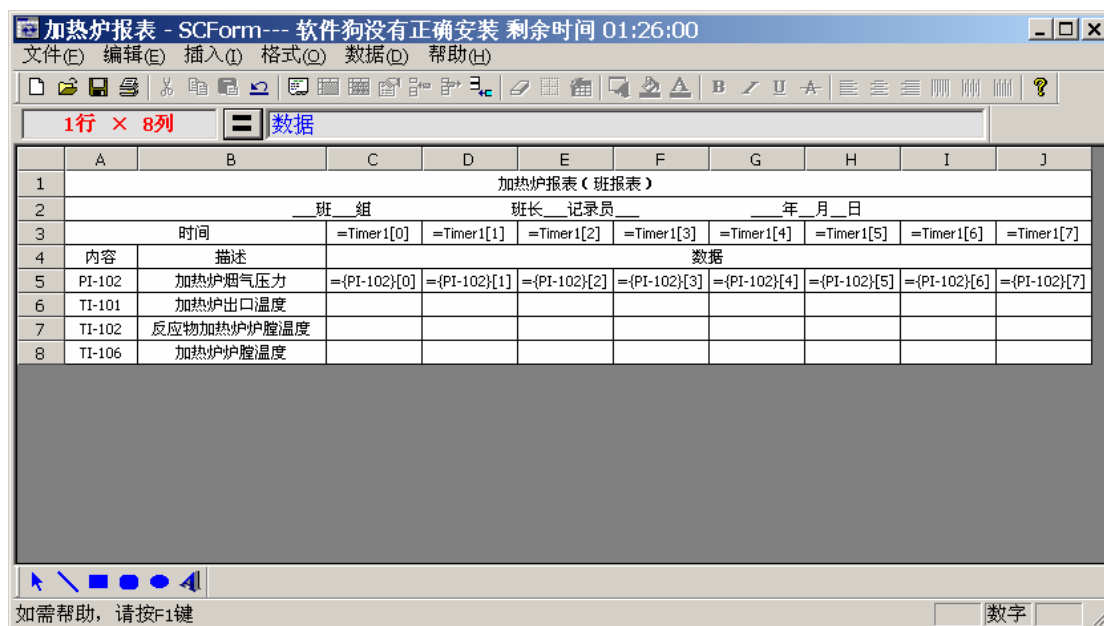
先选择要填充数据的类别，在这里是位号，起始值为{PI-102}[0]：



填充序列对话框，包含以下元素：

- 单位：
  - ☒ 位号
  - ☐ 工作日
  - ☐ 数值
  - ☐ 日期
  - ☐ 时间对象
  - ☐ 自动
- 步长值：1
- ☒ 步长有效
- 起始值：={PI-102}[0]
- 确定 取消

单击“确定”完成。效果如下：



加热炉报表 - SCForm--- 软件狗没有正确安装 剩余时间 01:26:00

文件(E) 编辑(E) 插入(I) 格式(O) 数据(D) 帮助(H)

1行 × 8列 数据

|   | A                | B        | C          | D          | E          | F          | G          | H          | I          | J          |
|---|------------------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 加热炉报表 (班报表)      |          |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 2 | 班 组 班长 记录员 年 月 日 |          |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 3 | 时间               |          | =Timer1[0] | =Timer1[1] | =Timer1[2] | =Timer1[3] | =Timer1[4] | =Timer1[5] | =Timer1[6] | =Timer1[7] |
| 4 | 内容               | 描述       | 数据         |            |            |            |            |            |            |            |
| 5 | PI-102           | 加热炉烟气压   | =PI-102[0] | =PI-102[1] | =PI-102[2] | =PI-102[3] | =PI-102[4] | =PI-102[5] | =PI-102[6] | =PI-102[7] |
| 6 | TI-101           | 加热炉出口温   |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 7 | TI-102           | 反应物加热炉膛温 |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 8 | TI-106           | 加热炉炉膛温   |            |            |            |            |            |            |            |            |

如需帮助，请按F1键

数字

采用同样的方法，填充另外的一些位号，效果如下：

The screenshot shows a software window titled "加热炉报表 - SCForm" with a menu bar (文件(F), 编辑(E), 插入(I), 格式(O), 数据(D), 帮助(H)) and a toolbar. Below the toolbar is a status bar showing "1行 × 8列" and a "数据" button. The main area contains a table with columns A through J. The table has a header row (row 1) with the title "加热炉报表 (班报表)". Row 2 contains fields for "班 组", "班长", "记录员", and "年 月 日". Row 3 contains timer fields: "=Timer1[0]", "=Timer1[1]", "=Timer1[2]", "=Timer1[3]", "=Timer1[4]", "=Timer1[5]", "=Timer1[6]", and "=Timer1[7]". Row 4 contains "内容" and "描述" columns. Row 5 contains data fields for "PI-102" (加热炉烟气压力) with values from "=PI-102[0]" to "=PI-102[7]". Row 6 contains data fields for "TI-101" (加热炉出口温度) with values from "=TI-101[0]" to "=TI-101[7]". Row 7 contains data fields for "TI-102" (反应物加热炉膛温度) with values from "=TI-102[0]" to "=TI-102[7]". Row 8 contains data fields for "TI-106" (加热炉炉膛温度) with values from "=TI-106[0]" to "=TI-106[7]". The bottom status bar shows "如需帮助, 请按F1键" and a "数字" button.

这里的{PI-102}[0]表示监控软件启动以后，将对{PI-102}记录的第一个工程值填写在该单元格中，{PI-102}[1]为间隔了一个记录周期（记录周期的长短在[数据]/< 报表输出>菜单项中定义）以后记录的工程值，{PI-102}[2]、{PI-102}[3]……可依次类推。

至此，报表的样式设置和数据填充都已经完成。

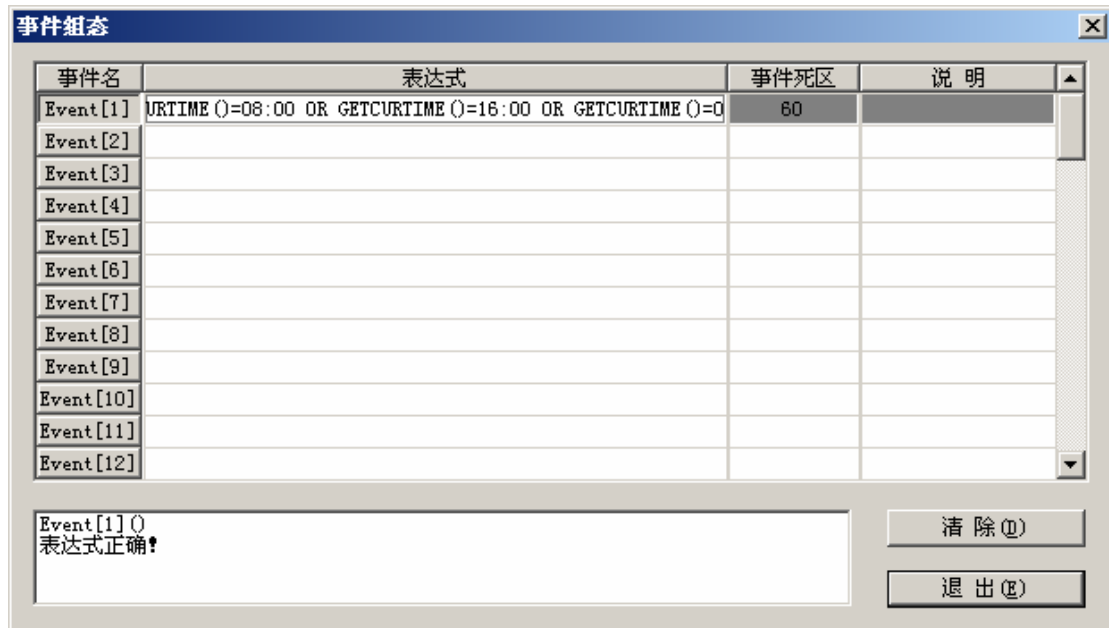
**第六步：报表事件组态。**

选中[数据]/<事件定义>菜单项，弹出如下对话框：

The screenshot shows a dialog box titled "事件组态" with a table containing columns: "事件名" (Event Name), "表达式" (Expression), "事件死区" (Event Dead Time), and "说明" (Description). The table lists events from Event[1] to Event[12]. Below the table is a text input field containing "Event[1]" and two buttons: "清除(C)" (Clear) and "退出(E)" (Exit).

对 Event[1]进行组态：表达式一栏中写入如下表达式：GETCURTIME()=08:00 OR GETCURTIME()=16:00 OR GETCURTIME()=00:00，事件死区一栏中写入：60，“说明”中可

进行相关的注释。这样事件 Event[1]就定义完成：



| 事件名       | 表达式                                                       | 事件死区 | 说 明 |
|-----------|-----------------------------------------------------------|------|-----|
| Event[1]  | URTIME ()=08:00 OR GETCURTIME ()=16:00 OR GETCURTIME ()=0 | 60   |     |
| Event[2]  |                                                           |      |     |
| Event[3]  |                                                           |      |     |
| Event[4]  |                                                           |      |     |
| Event[5]  |                                                           |      |     |
| Event[6]  |                                                           |      |     |
| Event[7]  |                                                           |      |     |
| Event[8]  |                                                           |      |     |
| Event[9]  |                                                           |      |     |
| Event[10] |                                                           |      |     |
| Event[11] |                                                           |      |     |
| Event[12] |                                                           |      |     |

Event[1] ()  
表达式正确!

清除 (C)

退出 (E)

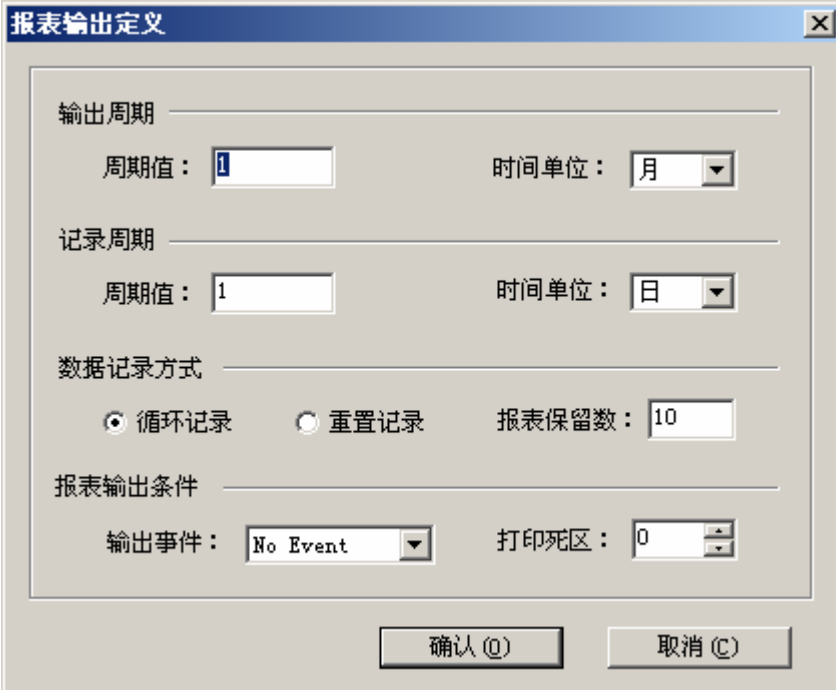
请注意，对任何一个单元栏目进行设置以后，都需要按键盘“回车”键对刚才的操作进行确认。

该事件表达式的意义是：当时间为 8：00 或 16：00 或 00：00 的时候事件发生，将来会利用该事件的发生来触发报表的生成。

点击“退出”，回到编辑界面，事件组态完成。

**第七步：报表输出设置。**

选中[数据]/<报表输出>菜单项，弹出如下对话框：



报表输出定义对话框的截图。对话框包含以下配置项：

- 输出周期**：周期值为 1，时间单位为 月。
- 记录周期**：周期值为 1，时间单位为 日。
- 数据记录方式**：包含两个单选按钮，☒ 循环记录 和 ☐ 重置记录。右侧的报表保留数为 10。
- 报表输出条件**：输出事件为 No Event，打印死区为 0。

底部有 确认 (O) 和 取消 (C) 两个按钮。

在报表输出对话框中，将确定**报表周期**、**记录周期**、**记录方式**、**事件输出**。

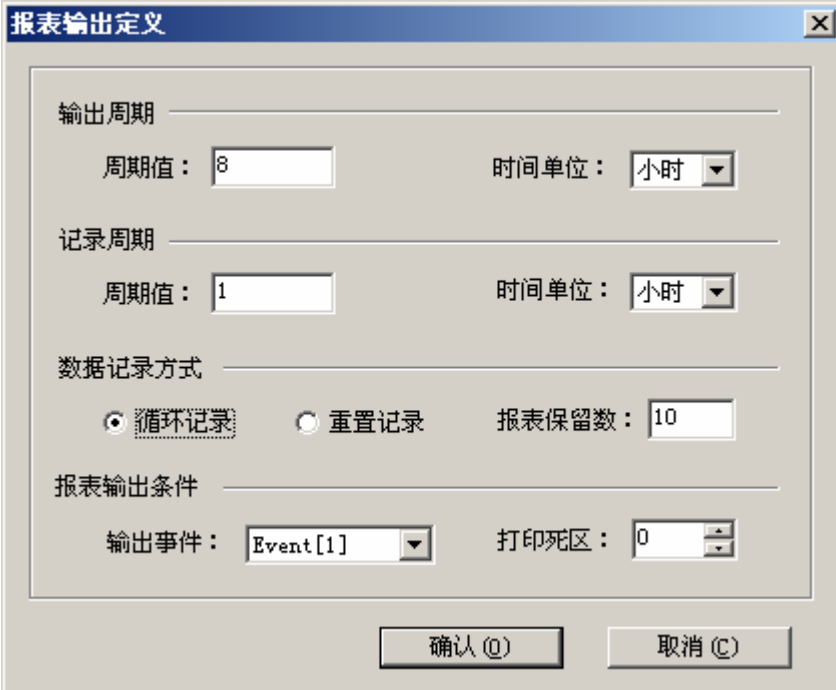
报表输出是由“输出事件”决定，若是 NO EVENT，则报表按输出周期输出，否则事件发生，报表输出。报表周期从启动 ADVANTROL 开始计算。

记录周期就是从报表周期开始，每隔一个记录周期，报表根据设置记录一组数据，直到输出周期结束。

记录方式有“循环”和“重置”两种：“循环记录”指一个报表周期结束后，“输出事件”还未发生。则第二个周期数据从第一个周期起始开始覆盖第一个周期数据；“重置记录”方式是清空第一个周期数据，再记录第二周期数据。

本例中输出周期为 8 小时，记录周期为 1 小时，记录方式为循环，输出事件为“Event[1]”。

效果如下：



报表输出定义

输出周期

周期值: 8 时间单位: 小时

记录周期

周期值: 1 时间单位: 小时

数据记录方式

☒ 循环记录 ☐ 重置记录 报表保留数: 10

报表输出条件

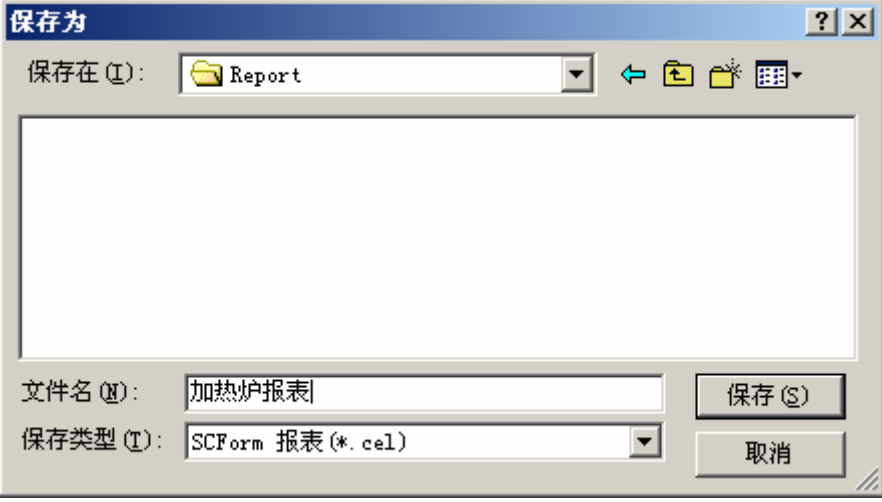
输出事件: Event[1] 打印死区: 0

确认 (O) 取消 (C)

点击“确认”，回到编辑界面，输出设置完成。

第八步：保存。

点击“保存”按钮, 保存前面进行的设置，如下：



保存为

保存在 (I): Report

文件名 (N): 加热炉报表

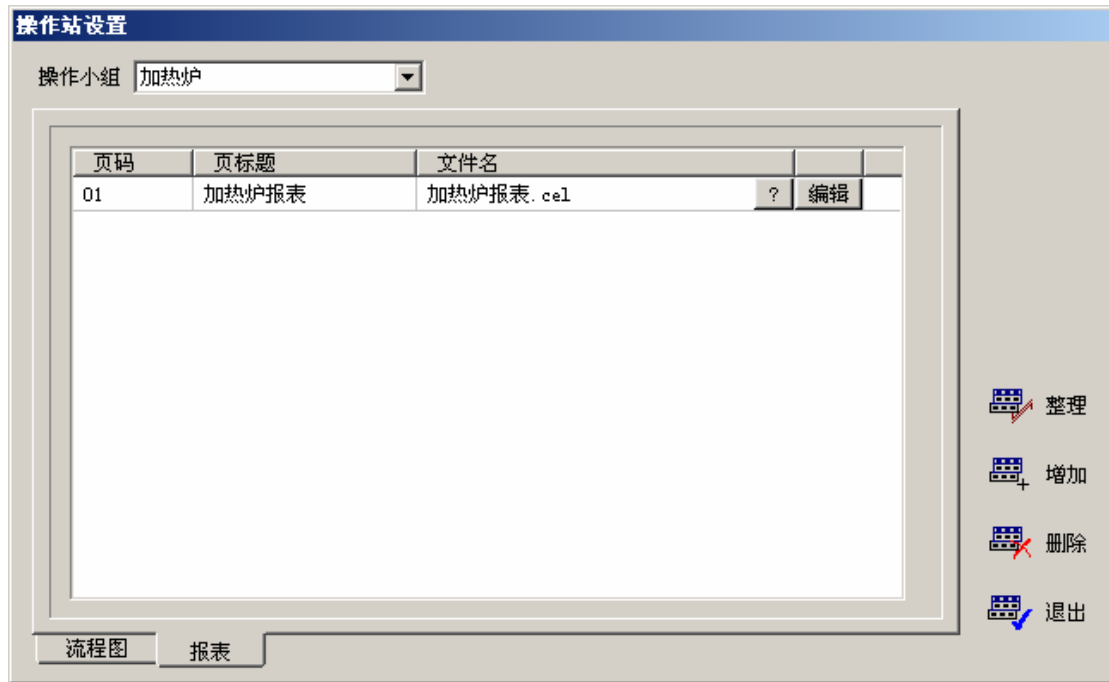
保存类型 (T): SCForm 报表 (\*.cel)

保存 (S) 取消

文件名与组态登录时一致，并注意保存在正确的路径下。

7、关闭报表制作软件，回到系统组态软件的界面上。打开下面的对话框：





点击  按钮，看见：



列表中有一报表文件名为“加热炉报表”，和前面栏目中填写的一致。

点击“编辑”按钮弹出刚才制作的报表，可以进行修改。

如此检查，说明该报表文件和组态文件的连接正确。

报表的制作和连接都已经完成。如有需要，重复上面的步骤继续添加其他报表。



**思考：**编译时提示单元格引用错误。（提示：是否没有进行位号引用。）

### 3.6.5 自定义键组态

自定义键用于设置操作员键盘上自定义键功能。

自定义键的组态从[**操作站**]/<**自定义键**>开始。单击该菜单项，或对应的工具按钮



，即可进入自定义键组态窗口。




和前面的一些组态类似，可以选择操作小组以指定当前自定义键在哪个操作小组中启用。

通过点击“增加”按钮可增加自定义键。

键号表示哪一个键进行组态。JX-300X 系统至多提供 24 个自定义键。

键描述填写当前自定义键的文字描述。

键定义语句中，可以对当前选择的自定义键进行编辑，按后面的按钮提供对已组态位号的查找功能。


自定义键的语句类型包括按键（KEY）、翻页（PAGE）、位号赋值（TAG）3 种，格式如下：

KEY： （键名）

PAGE： （PAGE）（页面类型代码）[页码]

TAG： （{位号}[.成员变量]）(=)（数值）


( ) 中的内容表示必须部分；[ ] 中的内容表示可选部分。在位号赋值语句中，如果有成员变量，位号与成员变量间不可有间隔符（包括空格键、TAB 键），除上述三类语句格式，注释符“；”表示本行自此以后为注释，编译时将略过。具体使用请参照相关说明书。

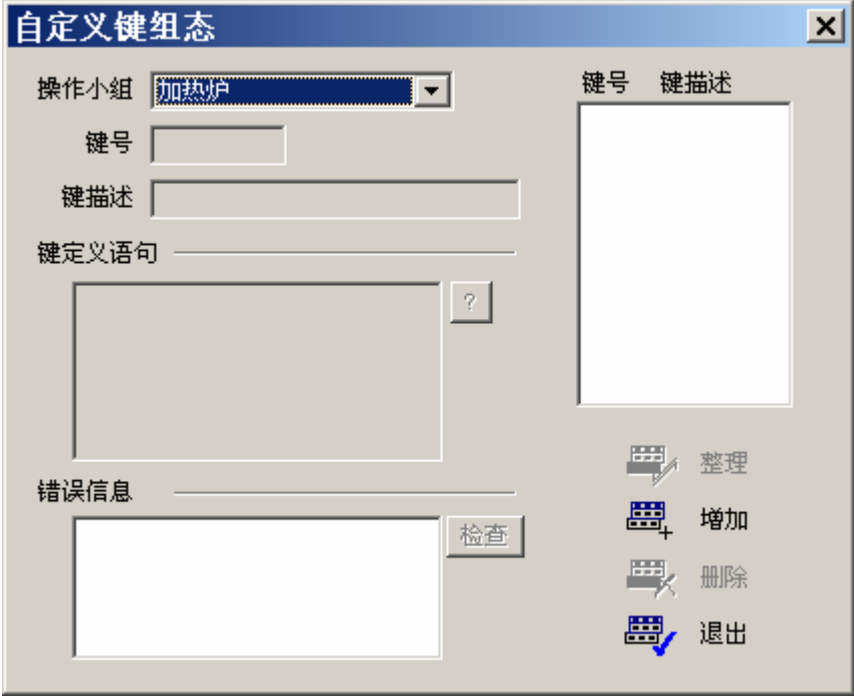
错误信息窗口的作用为写好键定义语句后，点击  将提供对已组态键代码的语法检查功能，检查结果显示在错误信息框中。

## 动手试一试——自定义键设定

本例中没有明确提出自定义键的要求,若在本例中增加一个自定义键:自定义操作员键盘的 1 号键,要求当操作员按下操作员键盘 1 号自定义键时,可快速翻页到流程图第一页面。如何实现?

参考步骤:

1、点击 [操作站]/<自定义键>菜单项或对应的工具按钮  ,即可弹出自定义键组态窗口。



自定义键组态窗口包含以下元素：

- 操作小组：下拉菜单，当前选择“加热炉”。
- 键号：输入框。
- 键描述：输入框。
- 键定义语句：输入框，右侧有一个“?”按钮。
- 错误信息：输入框，右侧有一个“检查”按钮。
- 右侧列表：标题为“键号 键描述”，下方是一个空列表。
- 底部操作按钮：整理、增加、删除、退出。

2、操作小组选择“加热炉”。

3、点击“增加”按钮，增加一个自定义键组态信息。

**自定义键组态**

操作小组: 加热炉

键号: 1

键描述:

键定义语句:

错误信息:

检查

键号 键描述

01

整理

增加

删除

退出

4、填写相关参数，如下：

**自定义键组态**

操作小组: 加热炉

键号: 1

键描述: 翻页到：“加热炉流程图”

键定义语句: PAGE GR 01

流程图画面代码

流程图画面页码

检查

键号 键描述

01 翻页到：“加热炉流程图”

整理


增加

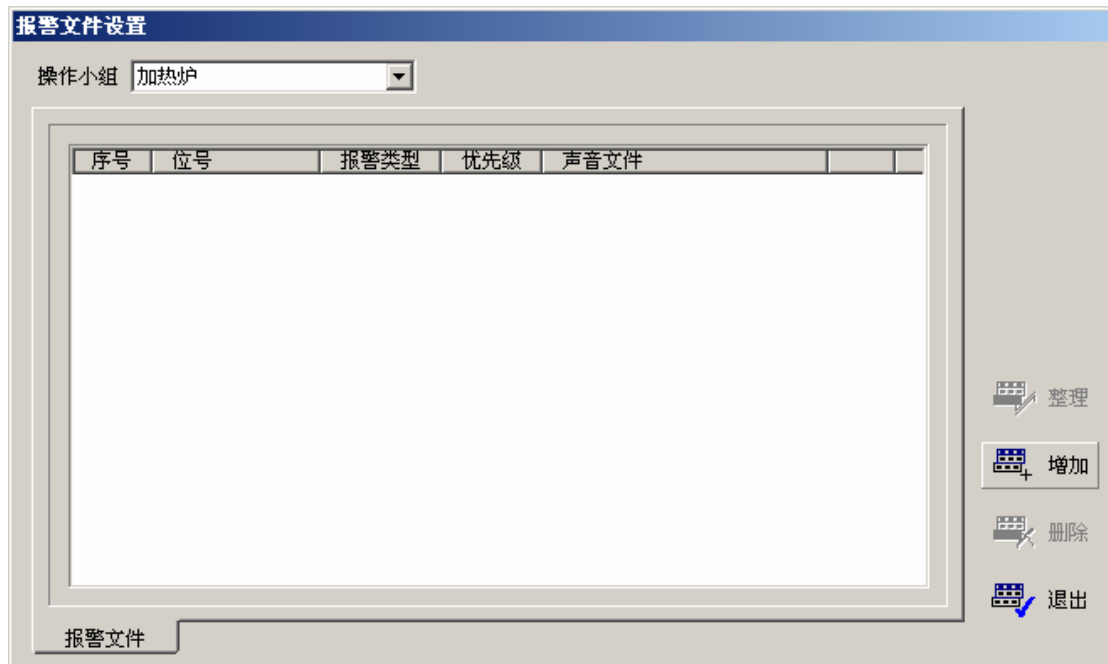
删除

退出

5、点击“检查”按钮，确定语句无误时，点击“退出”按钮，完成设置。


### 3.6.6 语音报警


选中[操作站]/<语音报警>菜单项，或点击相关的工具按钮，即可进入语音报警组态窗口。



和前面的一些组态类似，可以选择操作小组以指定当前语音报警在哪个操作小组中启用。

通过点击“增加”按钮可增加语音报警。

位号一栏可选择对哪一个位号进行报警，报警类型可选择上上限报警、上限报警、下限报警、下限报警等。优先级中填入该信号报警的优先级，当语音报警条件满足时，优先级的数值越小的报警首先发出声音，优先级相同时，按顺序报警。声音文件一栏中可选择特定的声音文件，报警时，将根据该声音文件产生相应的声音。声音文件可通过旁边的按钮进行选择。选择一声音文件后，按下试听按钮可试听报警时发出的声音，从而选择合适的声音文件。

 **思考：**若本例中有这样的要求：需要当原料油加热炉出口温度发生上限报警时，产生语音提示：“加热炉出口温度超限，请操作人员注意！”，如何实现？

**提示：**

- 1、录制语音文件，保存在计算机硬盘上。



### 3.7 编译、修正

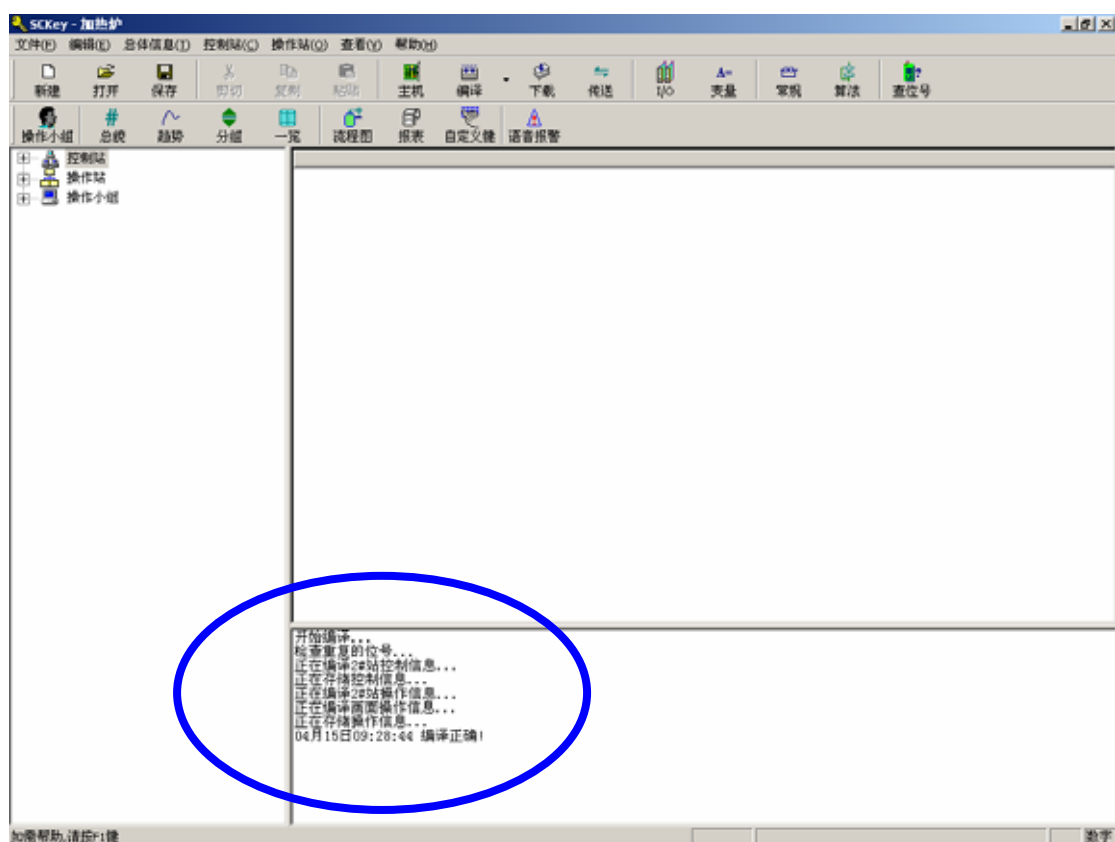
完成了上面的所有组态设计工作以后，需要对文件进行编译。

用户定义的组态文件必须经过系统编译，才能下载给控制站执行，或传送到操作站监控。



编译命令是通过点击编译按钮，或选中[总体信息]\<编译>菜单项发出的。

组态编译包括对系统组态信息、流程图、SCX 自定义语言及报表信息等一系列组态信息文件的编译。编译的情况（如编译过程中发现有错误信息）显示在右下方操作区中。如下：



要将错误信息列表隐去，可再选择一次[查看]\<错误信息>菜单项，把原来此菜单项前的选中标志“ ”消去；相反，如果需要查看错误列表时，再选择一次[查看]\<错误信息>，使此菜单项前显示出选中标志。

编译只可在控制站与操作站都组态以后进行，否则<编译>不可选。编译之前 SCKey 会自动将组态内容保存。

编译后提示“编译正确”，则表示组态文件无误，可以进行下载调试了。

编译中错误常见的信息及解决方法如下：



位号重复：点击[查看]/<位号查询>或工具栏中的，弹出位号查询对话框，如下

图：





点击位号标题栏对位号排序以便于位号查询，找到重复位号后，查看其相应的地址，结合位号类型和地址查找此位号的组态窗口，在此进行位号的修改。


例如，重复位号相应地址为 00-02-01-00，则打开[控制站]/<I/O 组态>，查找 0 号地址主控制卡\2 号地址数据转发卡\1 号 I/O 卡件\ I/O 点组态窗口，对 0 号地址的 I/O 点位号作修改。


**AI 位号#的压力补偿位号错误**：双击编译中产生的错误信息，将弹出此位号的组态窗口，在此进行位号的修改。


**AI 位号#的温度补偿位号错误**：双击编译中产生的错误信息，将弹出此位号的组态窗口，在此进行位号的修改。


**[#]站的[#]常规控制方案回路[#]的 PV1 错误**：双击编译中产生的错误信息，将弹出此位号的组态窗口，点击按钮，在弹出的回路设置对话框中进行 PV1 的修改。

**[#]站的[#]常规控制方案回路[#]的 PV2 错误：**双击编译中产生的错误信息，将弹出此位号的组态窗口，点击  按钮，在弹出的回路设置对话框中进行 PV2 的修改。

**[#]站的[#]常规控制方案回路[#]的 A01 错误：**双击编译中产生的错误信息，将弹出此位号的组态窗口，点击  按钮，在弹出的回路设置对话框中进行 A01 的修改。

**[#]站的[#]常规控制方案回路[#]的 A02 错误：**双击编译中产生的错误信息，将弹出此位号的组态窗口，点击  按钮，在弹出的回路设置对话框中进行 A02 的修改。

**[#]站的[#]常规控制方案其他位号错误：**双击编译中产生的错误信息，将弹出此位号的组态窗口，点击  按钮，在弹出的回路设置对话框中进行其它位号的修改。

**[#]站的[#]常规控制方案的跟踪位号错误：**双击编译中产生的错误信息，将弹出此位号的组态窗口，点击  按钮，在弹出的回路设置对话框中进行跟踪位号的修改。

**[#]操作小组总貌画面第[#]页第[#]位置填写错误：**双击编译中产生的错误信息，将弹出操作小组总貌画面组态窗口，在此进行相应修改。

**[#]操作小组趋势画面第[#]页第[#]位置填写错误：**双击编译中产生的错误信息，将弹出操作小组趋势画面组态窗口，在此进行相应修改。

**[#]操作小组趋势画面第[#]页第[#]位置（趋势不能包含 A0 和自定义 4/8 字节变量）：**双击编译中产生的错误信息，将弹出操作小组趋势画面组态窗口，在此进行相应修改。

**[#]操作小组分组画面第[#]页第[#]位置填写错误：**双击编译中产生的错误信息，将弹出操作小组分组画面组态窗口，在此进行相应修改。

**[#]操作小组分组画面第[#]页第[#]位置（分组不能包含 A0）：**双击编译中产生的错误信息，将弹出操作小组分组画面组态窗口，在此进行相应修改。

**[#]操作小组一览画面第[#]页第[#]位置填写错误：**双击编译中产生的错误信息，将弹出操作小组一览画面组态窗口，在此进行相应修改。

**[#]操作小组流程图[#]文件操作错误：**此错误信息代表流程图信息文件不存在或无法打开。双击编译中产生的错误信息，将弹出此流程图登录窗口，在此进行修改。

**[#]操作小组流程图[#]有编译错误：**此错误信息代表流程图文件存在但流程图出错。双击编译中产生的错误信息，将弹出此流程图登录窗口，在此进行修改。

**无法调用流程图编译程序：**查对 SCDRAW.EXE 文件是否存在或连接是否出错。

**[#]操作小组报表[#]文件操作错误：**此错误信息代表报表文件不存在或无法打开。双

击编译中产生的错误信息，将弹出此报表登录窗口，在此进行修改。

**[#]操作小组报表[#]有编译错误：**此错误信息代表报表文件存在但出错。双击编译中产生的错误信息，将弹出此报表登录窗口，在此进行修改。

**无法调用报表编译程序：**查对 SCForm .EXE 文件是否存在或连接是否出错。

**[#]站的 SCX 文件[#]操作错误：**此错误信息代表 SCX 语言文件不存在或无法打开。双击编译中产生的错误信息，将弹出自定义控制算法设置窗口，在此进行相应的 SCX 文件修改。

**[#]站的 SCX 文件[#]有编译错误：**此错误信息代表 SCX 语言文件存在但出错。双击编译中产生的错误信息，将弹出自定义控制算法设置窗口，在此进行相应的 SCX 文件修改。

**无法调用 SCX 编译程序：**查对 SCLang .EXE 文件是否存在或连接是否出错。

**[#]站的图形编程文件[#]操作错误：**此错误信息代表图形编程文件不存在或无法打开。双击编译中产生的错误信息，将弹出自定义控制算法设置窗口，在此进行相应的图形编程文件修改。

**[#]站的图形编程文件[#]有编译错误：**此错误信息代表图形编程文件存在但出错。双击编译中产生的错误信息，将弹出自定义控制算法设置窗口，在此进行相应的 LAD 文件修改。

**无法调用图形编程编译程序：**查对 SCControl .EXE 文件是否存在或连接是否出错。

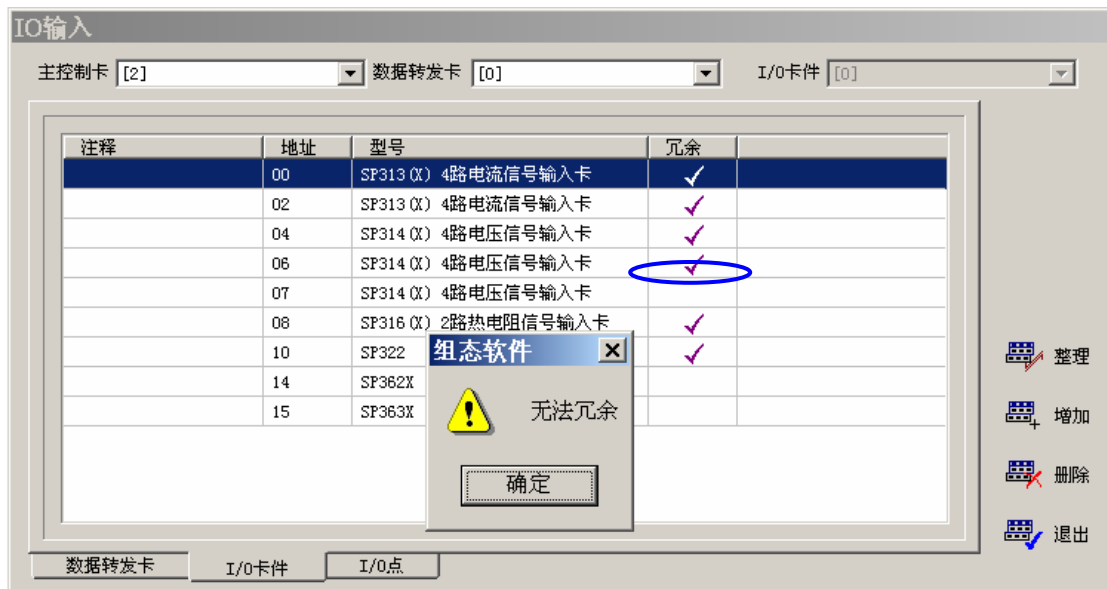
**[#]操作小组自定义键#号错误：**双击编译中产生的错误信息，将弹出此自定义键组态窗口，在此进行相应修改



**思考：**如何在本机上备份组态，如何还原？如果从光盘中还原组态，应注意什么问题？（提示：备份组态需要备份的文件包括组态文件\*.SCK，以及相关的流程图、报表、语言编程、图形编程等等；从光盘中还原组态，注意还原后的文件属性不能是“只读”。）

## 思考和练习

1. 试述组态设计的基本步骤。
2. 硬件的分配应遵循什么原则？
3. 新建一个组态时，系统会自动生成一个与组态文件名相同的文件夹，该文件夹下面又包括了六个不同的文件夹，其中每个文件夹都由自己的存放内容，在文件存放的时候需要注意。试写出这六个文件夹的名字及其作用。
4. 如图所示当把地址为 06 的 I/O 卡件设为冗余工作时，弹出“无法冗余”的提示，思考出错的原因及解决的办法。



5. 控制站组态的顺序是怎样的？
6. 操作站的组态主要包括哪几个方面的内容？
7. 若组态文件存放路径为 C:\DCSData\test.sck, 则流程图和报表文件的存放路径分别是什么？
8. 新作了一幅流程图，保存正确，编译也通过了，为什么在监控画面中看不到？
9. 判断：在系统组态时，对各 I/O 卡件所组态的地址一定与相应卡件的地址拨号相对应。（      ）
10. 判断：在系统组态完毕时，应首先进行编译，然后对编译的结果进行保存。（      ）
11. 判断：在流程图的制作过程中，在添加颜色时，点击鼠标的右键操作是改变边框色，点击鼠标的左键是填充色。（      ）

12. 判断：在用 SCX 语言编写程序时，应先写主函数，后写子函数。（     ）
13. 判断：用 SCX 语言编写的程序的存放目录最多支持 3 层目录，且文件名最多不超过 8 个英文字符。（     ）
14. 判断：在图形化组态编程中，一个控制站就对应着一个工程，我们可以使用 LD、FBD、SFC、ST 语言等编辑器进行段落的编辑。（     ）
15. 判断：在图形化组态编程中，一个工程由多个段落组成，而每个段落可对应多个编辑器。（     ）

## 第四章 安装

- \* 介绍系统的硬件安装,包括安装的准备、卡件安装、网络连接以及端子接线等
- \* 介绍操作系统和 JX-300X 系统软件安装步骤

设备的安装工作涉及到的内容非常的多,往往是工程师进行组态设计,同时,现场的安装工作也按顺序展开。

安装工作按性质分可以粗略的分为两大类:硬件安装和软件安装,它们主要包括的内容有:

- 硬件安装:安装准备,包含电缆布设、供电、接地到位、环境配置到位等;  
卡件安装;  
通讯网络连接;  
端子接线。
- 软件安装:操作站、工程师站操作系统安装;  
操作站、工程师站 DCS 软件包安装;

## 4.1 硬件安装：

### 4.1.1 安装准备

在进行安装之前，我们需要确定一些准备工作是否就绪，如控制室是否符合 DCS 工作的环境要求，硬件设备有没有就位，电缆的敷设是否合乎规范，接地系统是否完成以及系统的电源是否满足供电要求。具体分析如下：

#### 控制室的环境布置

设备到达现场后，要准备安装，安装之前要求控制室满足相关规定：

- (1) 控制室温度 0-50 ，避免阳光直射，一般建议在 20-28 下工作；
- (2) 控制室湿度 10-90%RH，没有凝露，一般建议在  $55 \pm 10\%RH$  下工作；
- (3) 含尘量应保持在  $0.1mg/m^3$  以下，避免腐蚀性气体和导电粉尘进入控制室；
- (4) 电磁干扰尽可能小，在大型电机、变频器附近，会产生很强的电磁干扰，应尽可能采取措施减小干扰。包括采用屏蔽电缆、整个控制室在施工时添加屏蔽网、信号线与电气线分开敷设等；
- (5) 对于存在腐蚀性气体的环境，应考虑将干净压缩空气鼓入控制室，保证控制室保持一定的正压。

根据控制室的实际尺寸，合理安排控制站机柜、操作台等设备的摆放位置，作出控制室布置图。

#### 硬件设备就位

机柜、操作台按照预先的设计布置就位，设备固定完毕，计算机安装在操作台内。

一般情况下控制柜、操作台应固定在槽钢的支架上，槽钢的制作按照浙大中控提供的设备底盘尺寸进行，若控制室采用防静电地板，槽钢高度应与地板的高度相同，一般情况下，为保证正常进线，建议槽钢的高度应保证进线空间的高度在 15cm 左右。槽钢浮空或采用绝缘物使之与控制机柜隔离。

现场仪表按要求就位。

#### 供电系统满足 DCS 工作要求

DCS 系统采用两路独立的电源供电，电压范围在  $220VAC \pm 10\%$ ，频率范围为  $50 \pm 1Hz$ 。

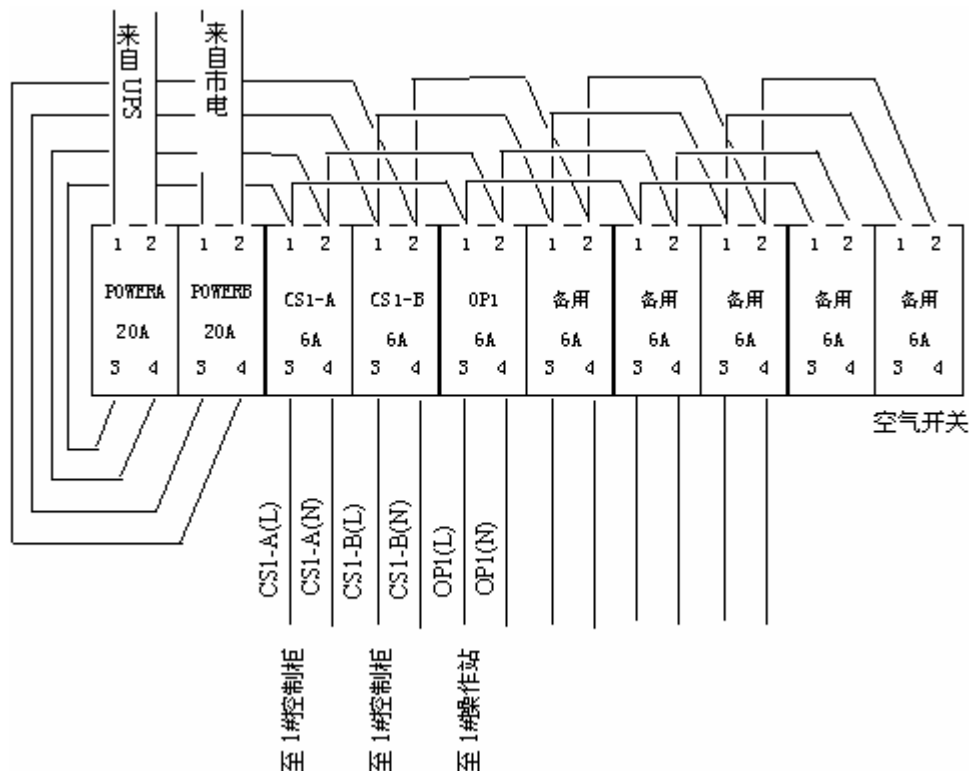
系统要求每路电源分别可提供 220V、 $\geq 20A$  的供电能力。一般情况下，进分电箱电源线

直径应 $\geq 6\text{mm}$ ，分电箱内部和出分电箱电源线直径应 $\geq 2.5\text{mm}$ 。

JX-300X DCS 系统控制站每只电源功率为  $110\text{W}$ ，每个操作站功率不大于  $500\text{W}$ 。

系统要求通过分电箱给各单元供电，分电箱由空气开关构成。分电箱一般由用户提供，安装在电气柜内，并应在系统上电前具备供电条件。

针对我们的项目要求，可以设计出系统的供电示意图：



### 接地系统完成

DCS 中接地的种类主要有以下三类：系统地、屏蔽地和安全地。

#### 系统地

控制系统中的基准电位是各回路工作的参考电位，基准电位的连线称为系统地，通常是控制回路直流电位的零伏导线。系统地是三类接地中最重要的一类。

#### 屏蔽地

为了抑制变化电场的干扰，控制系统中广泛采用多种静电屏蔽，如变压器的静电屏蔽层、线路的屏蔽层或局部空间的屏蔽罩等。所有作静电屏蔽用的导体都必须良好接地才能发挥作用，即使是作电磁屏蔽用的导体也以接地为好。

#### 安全地

安全地也称保护地。根据一般的人体电阻，已对各种环境下允许直接接触的安全电压值作出规定：普通环境为  $30\text{V}$  左右；潮湿环境和手持设备为  $24\text{V}$  左右。凡工作电压超出上述安



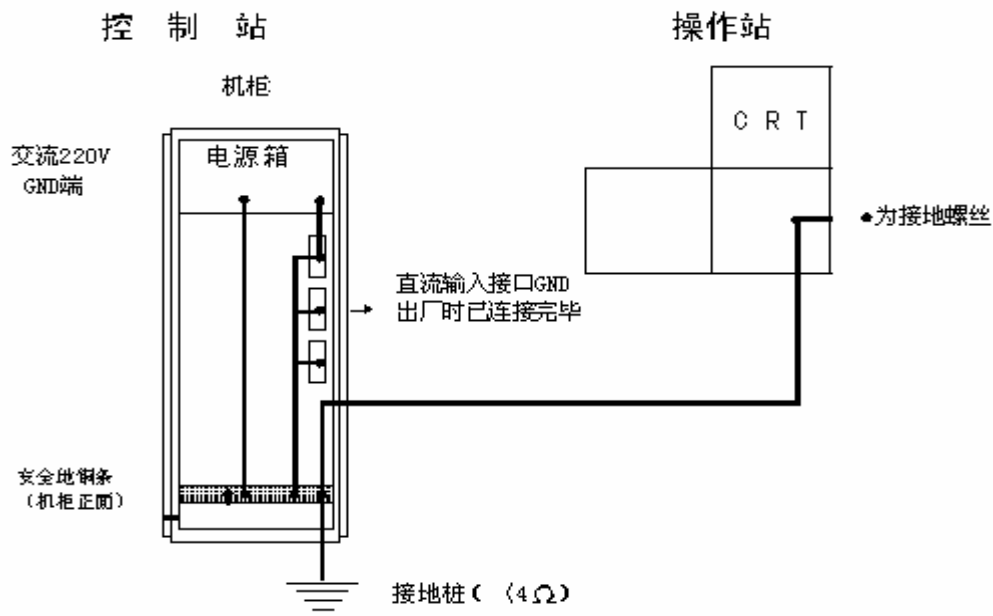
全电压的用电设备，其接触部位——外壳、机座、操作手柄等金属部件都必须接地，称为保护接地。

JX-300X DCS 系统接地遵循如下原则：

如现场能满足等电位接地条件，那么采用等电位接地：即除电源中性线一次接地以外，其他各种接地分类汇总后接到建筑物各层面的等电位连接板上，其中包括电气的防雷引下线、结构钢筋、金属设备、进线配电箱 PE（保护接地线）及管道等，进而和接地极相连。在全厂已构成接地网并且接地电阻已满足要求的工艺装置中，可以很容易地实现等电位接地。一般的，需要将 DCS 系统内的接地点先联成一个独立的接地网，最后将系统内的这个接地网中的一点与全厂接地网相连。联接电阻总和 $<1$  欧姆，接地电阻 $<4$  欧姆，接地线尽可能选得短、粗、扁。

如现场不能满足等电位接地条件，那么采用单独接地（一点接地）。接地电阻 $<4$  欧姆，大的用电场合 $<1$  欧姆。控制站和操作站应远离避雷泄流通路，其整个接地网和避雷接地点的最短距离应大于 15 米。接地线尽可能选得短、粗、扁。

DCS 机柜出厂时，柜内控制站的安全地、系统地和屏蔽地已经接到控制站汇流铜条上了，操作站亦有类似的接地铜条。对于前面的项目要求，接地系统图如下所示：



### 电缆敷设

电缆的合理布设可以有效地减少外部环境对信号的干扰以及各种电缆之间的相互干扰，并也可以避免雷电等自然现象的破坏，从而提高系统运行的稳定性。

一般的，我们对不同的信号分类如下：

(1) 类信号：热电阻信号、热电偶信号、毫伏信号、应变信号等低电平信号。

(2) 类信号：0~5V、1~5V、4~20mA、0~10mA 模拟量输入信号；4~20mA、0~10mA 模拟量输出信号；电平型开关量输入信号；触点型开关量输入信号；脉冲量输入信号；24VDC 小于 50mA 的阻性负载开关量输出信号。

(3) 类信号：24V~48VDC 感性负载或者电流大于 50mA 的阻性负载的开关量输出信号。

(4) 类信号：110VAC 或 220VAC 开关量输出信号，此类信号的馈线可视作电源线处理布线的问题。

其中，类信号很容易被干扰，类信号容易被干扰，而和类信号在开关动作瞬间会成为强烈的干扰源，通过空间环境干扰附近的信号线。

对于类信号电缆，必须采用屏蔽电缆，有条件时最好采用屏蔽双绞电缆。

对于类信号，尽可能采用屏蔽电缆，其中类信号中用于控制、联锁的模式输入信号、开入信号，必须采用屏蔽电缆，有条件时最好采用屏蔽双绞电缆。

对于类信号严禁与、类信号捆在一起走线，应作为 220V 电源线处理，与电源电缆一起走线，有条件时建议采用屏蔽双绞电缆。

对于类信号，允许与 220V 电源线一起走线（即与类信号相同），也可以与、类信号一起走线。但在后者情况下类信号必须采用屏蔽电缆，最好为屏蔽双绞电缆，且与、类信号电缆相距 15cm 以上。

为保证系统稳定、可靠、安全地运行，与 DCS 系统相连的信号电缆还必须保证：

类信号中的毫伏信号、应变信号应采用屏蔽双绞电缆，这样，可以大大减小电磁干扰和静电干扰。

条件允许的情况下，~类信号尽可能采用屏蔽电缆（或屏蔽双绞电缆），还应保证屏蔽层只有一点接地，且要接地良好。



**绝对禁止**大功率的开关量输出信号线、电源线、动力线等电缆与直接进入 DCS 系统的、类信号电缆并行捆绑。



**绝对禁止**采用一根多芯电缆中的部份芯线用于传输类或类的信号，另外部分芯线用于传输类或类信号。

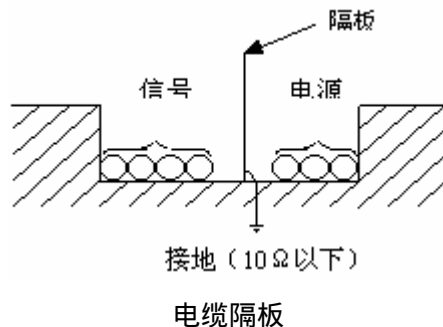


**严禁**同一信号的几芯线分布在不同的几条电缆中（如三线制的热电阻）。

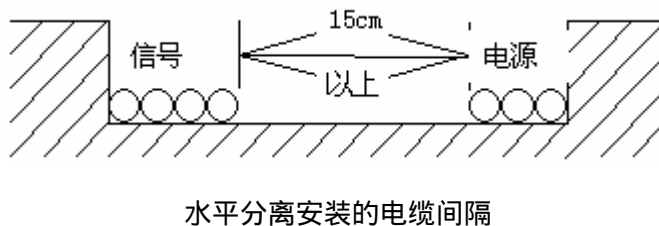
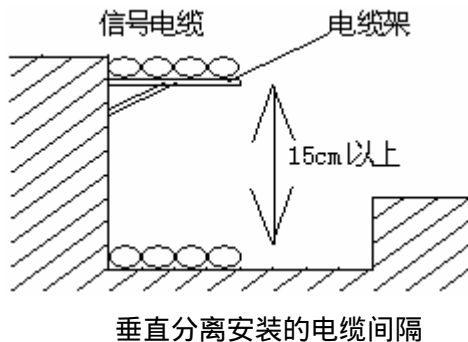
因此，在现场电缆敷设中，我们必须有效地分离、类信号电缆、电源线等易产生干扰的电缆，使其与现场布设的、类信号的电缆保持在一定的安全距离（如 15cm）以上。

当这二种电缆无法满足分开走线要求时，它们必须都采用屏蔽电缆（或屏蔽双绞电缆），且满足以下要求：

1、如果信号电缆和电源电缆之间的间距小于 15cm时，必须在信号电缆和电源电缆之间设置屏蔽用的金属隔板，并将隔板接地。详细参见下图：

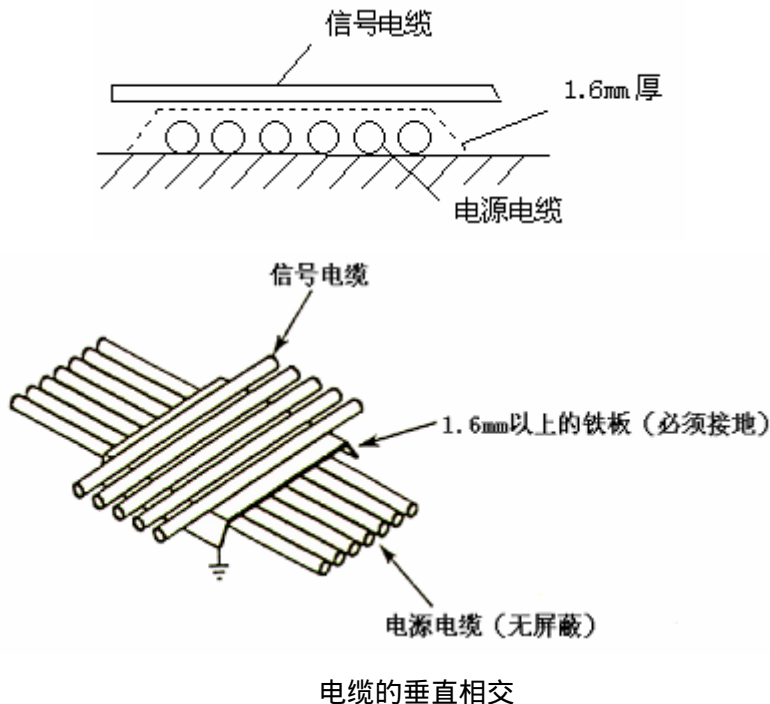


2、当信号电缆和电源电缆垂直方向或水平方向分离安装时，信号电缆和电源电缆之间的间距应大于 15cm，参见下图：



对于某些干扰特别大的应用场合，如电源电缆上挂接电压为 220V AC，电流在 10A 以上感性负载，而且电源电缆不带屏蔽层时，那么要求它与信号电缆的垂直方向间隔距离必须在 60cm 以上。

3、在两组电缆垂直相交时，若电源电缆不带屏蔽层如图中虚线所示，最好用厚度在 1.6mm 以上的铁板覆盖交叉部分。详见下图：



### 作好防雷措施

雷电，是伴随有闪电和雷鸣的一种可怖而雄伟壮观的自然现象。人们通常所说的雷雨，但有时出现了雷电现象而未必有雨，因此雷电这个名词要比雷雨来得确切一些。过去，人们既不能解释这种现象，更谈不上和它斗争，雷电被人们当神来崇拜。自 18 世纪弗兰克林著名的风筝实验以来，人们致力于雷电及其防护的研究实践已有 200 年的历史，对雷电的防护已经取得了很大成绩，积累了丰富的经验。

当人类社会进入电子信息时代后，雷灾出现的特点与以往有极大的不同。声、光、电现象同时迸发的直击雷，击毁其放电通道上的建筑物和生命财产，人们已很熟悉，也有较成熟可靠的防护技术。但伴随着雷电产生的雷电电磁脉冲，以电磁感应作用和电流波形式，对近十多年来迅速发展的电子、信息、控制设备的破坏和危害，是上个世纪九十年代以来雷电灾害最显著的特征。它的成灾率更高，损失更大，因而也就成了防雷技术中一个急需解决的重要课题。

#### A 防雷概念的转换

建筑物的防雷是一门古老的技术。但是防雷技术在近二十年发生了很大的变化，其中重要的是在防雷概念上有如下几点转变：

- 1) 防雷的重点从侧重人身和电气设备的安全转变到着重通讯和信息系统的的核心安全；过去建筑物的防雷技术以防直击雷为主，侧重防机械性破坏和雷电反击，现在则以防感应雷击为主，侧重防雷电的电磁感应效应。

2) 外部的防雷技术从以前的避雷针和避雷带转变为现今的避雷网和法拉第笼；内部的防雷技术从以前的以隔离方式为主转变为现今的以等电位联结方式为主。

3) 以前的接地系统是否合格以接地电阻值为准，现在侧重于接地结构兼顾接地电阻值，特别是从独立接地到等电位联结方式的转变。

但直至现今，防雷的理论基础仍然还是安全地引雷入地。闪电是一个电流源（更确切地说是电流波），而不是电压源。防雷装置是给雷电流提供一条或几条低阻抗的接地通道。这些基本的技术概念仍然没变。

## B 雷电对分散控制系统危害的形式

雷电对分散型控制系统的危害主要是直击雷和雷电电磁脉冲干扰（也称雷电波）两种。对于有爆炸危险的建筑还要考虑雷电感应（包括静电感应和电磁感应）的危害。

**直击雷：**雷电直接击在建筑物上，产生电效应、热效应和机械力者。

**雷击电磁脉冲：**作为干扰源的直接雷击和附近雷击所引起的效应。绝大多数是通过连接导体的干扰，如雷电流或部分雷电流、被雷电击中的装置的电位升高以及磁辐射干扰。

**雷电感应：**雷电放电时，在附近导体上产生的静电感应和电磁感应，它可能使金属部件之间产生火花。

**直击雷**对分散型控制系统的危害指的是：

雷电直接击中建筑物或地面上，雷电流沿引下线、接地体流动过程中，在土壤中产生强大的感应电磁场，通过感应耦合到 DCS 等电子设备内，损坏 DCS 等电子设备，导致生产装置停车；

当控制室建筑物的防直击雷装置在接闪时，强大的瞬间雷电流通过引下线流入接地装置，会使局部的地电位浮动，如果防雷的接地装置是独立的，它和控制系统的接地极没有足够距离的话，则他们之间会产生放电，这种现象称之为雷电反击，它会对控制室内的 DCS 系统产生干扰或损坏。

**雷电电磁脉冲干扰**指的是由强大的雷闪电流产生的脉冲电磁场，它对 DCS 系统的干扰可以有如下两种形式：

当控制室建筑物的防直击雷装置在接闪时，在引下线内通过强大的瞬间雷电流，如果在引下线周围的一定距离内设有连接 DCS 系统的电缆（包括电源、通信以及 I/O 电缆），则会产生电磁辐射，干扰或损坏 DCS 系统；

当控制室周围发生雷击放电时，会在各种金属管道、电缆线路上产生感应电压。如果这些管道和线路引进到控制室把过电压传到 DCS 系统上，就会对 DCS 系统产生干扰或损坏。

此外，当空中携带大量电荷的雷云从控制室上空经过时，由于**静电感应**使地面某一范围带上异种电荷，当直击雷发生后，云层带电迅速消失，而地面某些范围由于散流电阻大，以至出现局部高电位，它会对周围的导线或金属物产生影响，这种静电感应电压也会对 DCS 系统产生干扰或损坏。

**静电感应**：由于雷云的作用，使附近导体上感应出与雷云符号相反的电荷，雷云主放电时，先导通道中的电荷迅速中和，在导体上的感应电荷得到释放，如不就近泄入地中就会产生很高的电位

上述几种的雷电干扰形式，最严重的干扰源是雷击造成的地电位浮动和引下线中雷电流的电磁辐射。

雷电引起的各种过电压可达数百乃至数千伏，而 DCS 系统的耐压值都很低，一般承受不了正负 5V 的电压波动。美国通用研究公司 R.D.希尔用仿真试验建立的模型表明：对无屏蔽的计算机，当雷电电磁脉冲的磁场强度超过 0.03 高斯时，计算机会误动作，当超过 2.4 高斯时，计算机会永久性损坏，所以如无一定的防护措施，即便是质量很高的 DCS 系统，也很难保证在雷击情况下仍然可以安全地运行。

## C 分散型控制系统及控制室防雷的主要措施

分散型控制系统及控制室防雷的主要措施包括两个方面，一为防直击雷，二为防雷击电磁脉冲，现分别简述。

### ● 防直击雷

防直击雷主要体现在对 DCS 设备所在的控制室如何进行防雷。根据《建筑物防雷设计规范》(GB 50057-94, 2000 年版)的规定，建筑物应根据其重要性、使用性、发生雷电事故的可能性和后果，按防雷要求分为第一类防雷建筑物、第二类防雷建筑物和第三类防雷建筑物。第一类要求最高，第二类次之。DCS 控制室如果和生产装置在同一建筑物内，其防雷要求和防直击雷设施应联同生产装置的特点综合确定和设计。如果 DCS 控制室是独立的建筑物，应按第三类防雷建筑物设防；控制室屋顶应设避雷网（并按第三类防雷建筑物考虑网格尺寸），经引下线连至接地网（并考虑冲击接地电阻值的大小和避雷网周边引下线的数量），引下线要与进入控制室的管道和电缆相隔 2 米以上的距离，而且进入控制室的管道和电缆在进入控制室前要进行等电位联接。

### ● 防雷击电磁脉冲

防雷击电磁脉冲大致有如下三种方法：

**电磁屏蔽** 将控制室的墙和屋面内的钢筋、金属门窗等进行等电位联接，并与防直击雷装置相联接，使控制室形成一个“笼式”避雷网。对进出控制室的各种电缆、也同样要采取屏蔽措施，特别是在那些容易被雷电波侵入的地方。这样，可以大大减小雷电波导入控制室内的强度。

**等电位联接** 对控制室内 DCS 系统的接地系统以及金属构件等进行等电位联接后，即使受到电磁脉冲影响，由于它们之间不存在电位差，所以不可能对电子元件构成干扰。飞行器内的电子设备由于和飞行器的金属外壳作了等电位联接，因此免受了雷电的影响就是这个缘故。

**采用 SPD（电涌保护器）** 电涌保护器是一种限制瞬态过电压和分走电涌电流的器件。按其在 DCS 中的用途可分为电源防雷器、I/O 信号防雷器和通讯线路防雷器三种。当有连接电缆从室外或其他系统进入控制室时，装设 SPD 可以防护电子设备免遭雷电浪涌的闪击。

作为综合防雷**总的原则**是：1、将绝大部分雷电流直接接闪引入地下泄散（外部保护）；2、阻塞沿电源线或数据、信号线引入的过电压波（内部保护及过电压保护）；3、限制被保护设备上浪涌过压幅值（过电压保护）

#### D 防雷的几个误区

1、通信电缆（主要指需要进行防雷保护的空間内的电缆铺设）

**误区 1：**通信电缆走线槽的材质是环氧树脂的，无法实现接地屏蔽。

**误区 2：**尽管通信电缆放置金属走线槽内，但由于金属走线槽没有在两端接地，起不了电磁屏蔽作用。

**误区 3：**连接电缆虽沿地沟敷设，但很浅，如 0.3 米，起不了屏蔽作用。**提示：**在需要进行防雷保护的空間内，所有通讯线路，应采用**屏蔽**电缆，其屏蔽层应至少在**两端**并宜在防雷区交界处作等电位联接，当系统要求只在一端作等电位联接时，应采用双层屏蔽，外层屏蔽可采用**金属**保护管或金属桥架等并按上述要求处理。最好将所有 I/O 电缆沿地下 **0.8 米**走线。

2、距离



**误区 1：**避雷针的引下线贴近 I/O 电缆；

**提示：**通信电缆要和避雷带、避雷针引下线的距离至少在 3 米以上。

**误区 2：**I/O 电缆与引下线存在着十字交错，没有隔离。

**提示：**十字交错处用金属板屏蔽并接地。

**误区 3：**系统单独接地，系统地和避雷地比较接近。

**提示：**两者的距离要大于 20 米，或采用等电位接地。

另外，控制室周边的环境也很重要，如附近的高压输电线，变电所、变压器等都是一个明显的引雷点，还有当地的雷暴日数等等。

控制室本身的周边环境、控制系统是否等电位联结、以及电缆走线及其屏蔽情况等对系统的防雷能力有着举足轻重的影响，所以防雷工作也是个系统工程，由于篇幅有限，详细的防雷措施可参考《建筑物防雷设计规范》(GB 50057—94，2000 年版)、《通信局(站)雷电压过电压保护工程设计规范》(YD 5098-2001)、《民用建筑物电气设计规范》(JGJ/T 16—92)等。



## 4.1.2 卡件安装

控制柜出厂时已柜内的电源箱、机笼等经安装完毕，根据硬件配置表，需清点实际硬件的数量和配置计划是否一致，有无遗漏。接着按照事先设计好的卡件布置图把卡件插入相应的卡槽里。

安装卡件之前，需要对卡件上的拨号开关或跳线进行正确的设置，保证上电以后，卡件通讯正常并处于正确的工作方式。设置的方法可以参考系统硬件说明书。

由于卡件中大量地采用了电子集成技术，所以防静电是安装、维护中所必须注意的问题。在插拔卡件时，严禁用手去触摸卡件上的元器件和焊点，卡件在保存和运输中，要求包装在防静电袋中，严禁随意堆放。

插拔卡件的正确手势如下图所示：

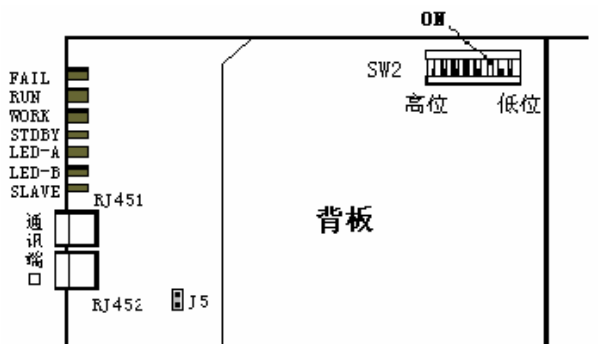


对于前文中提出的项目要求，我们在组态设计前已经做好了卡件布置图如下，根据卡件布置图，需要依次将卡件插进相应的卡槽中。

1#机柜 1#机笼卡件布置图

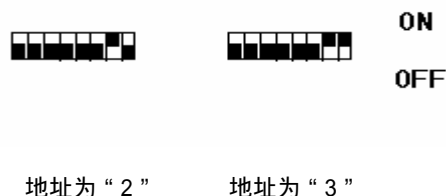
| 1              | 2 | 3  | 4 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|----------------|---|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 冗余             |   | 冗余 |   | 冗余 |    | 冗余 |    |    |    |    |    | 冗余 |    | 冗余 |    |    |    |    |    |
| S              | S | S  | S | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  | S  |
| P              | P | P  | P | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  | P  |
| 2              | 2 | 2  | 2 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 0  | 3  | 3  | 3  | 3  | 0  | 0  | 3  | 3  |
| 4              | 4 | 3  | 3 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 2  | 2  | 0  | 0  | 6  | 6  |
| 3              | 3 | 3  | 3 | 3  | 3  | 3  | 3  | 4  | 4  | 4  | 0  | 6  | 6  | 2  | 2  | 0  | 0  | 2  | 3  |
| X              | X |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| SUPCON JX-300X |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

机笼中左侧的第一、第二两个槽位相对较宽，插放的卡件为一对互为冗余的 SP243X（主控制卡），主控制卡卡件示意图如下：



卡件上背板的右上角有一个红色的拨号开关 SW2 ,用于设置卡件的 IP 地址。主控制卡上 IP 地址的拨号设置要与组态设置一致。

在组态中，我们将该控制站两块主控制卡地址设置成 2 和 3，两块卡件拨号开关的设置方法分别如图：



地址为“2”

地址为“3”

卡件上还有一个跳线 J5，当 J5 插入短路块时 (ON)，卡件内置的后备电池将工作。如果用户需要强制丢失主控制卡内 SRAM 的数据 (包括系统配置、控制参数、运行状态等)，只须拔去 J5 上的短路块。出厂时的缺省设置为 ON，即后备电池处于上电状态，RAM 数据在失电的情况下，组态数据不会丢失。在这里，我们保持缺省设置。

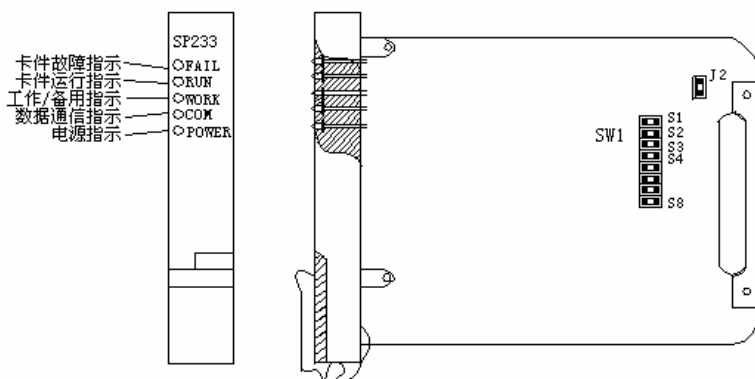
提示：您知道跳线的设置方法吗？

|                                                                |      |                              |
|----------------------------------------------------------------|------|------------------------------|
| 这个图例展示了一个 2 针的跳线，当跳线帽放置在两个针脚上的时候，跳线短路，如果移开跳线帽或放置跳线帽在一个针上，跳线打开。 |      | 这个图例展示了一个 3 针的跳线，1 针和 2 针短路。 |
|                                                                |      |                              |
| Short                                                          | Open |                              |

卡件的跳线和拨号开关设置完毕以后，小心地将卡件插进机笼最左侧的两个卡槽中，主控制卡安装完毕。

在机笼的第三、第四槽位上，紧接着主控制卡插放的是两块互为冗余的数据转发卡。数

据转发卡卡件示意图如下：



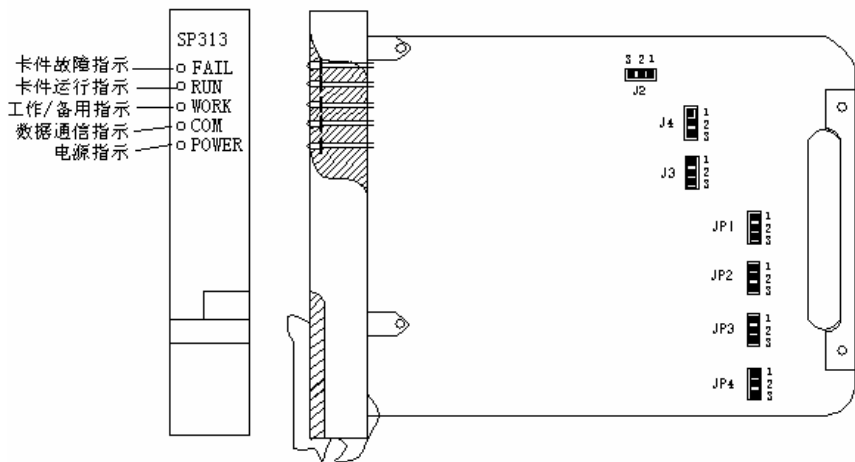
卡件的背板上的跳线 SW1 是数据转发卡的地址设置跳线，其中的 S1、S2、S3、S4 用来设置地址，S1 为最低位，S4 为最高位，跳线上插入短路块代表该位上的数是 1。

数据转发卡上 IP 地址的跳线设置要与组态设置一致。在组态中，我们将该控制站两块数据转发卡地址设置成 0 和 1，具体的说，这两块数据转发卡的地址设置跳线应该如此设置：地址设置为 0 的一块不要插短路块，地址设置为 1 的卡件地址设置跳线 SW1 最上面的一个跳线 S1 上插入短路块。

卡件背板上的跳线 J2 是冗余配置跳线，采用冗余工作方式配置 SP233 卡件时，互为冗余的两块 SP233 卡件的 J2 跳线必须都用短路块插上（ON）。在项目组态中我们采用冗余方式配置了数据转发卡，所以我们这里的两块 SP233 上都要在 J2 跳线上插入短路块。

卡件的跳线设置完毕以后，小心地将卡件插进机笼最左侧的两个卡槽中，数据转发卡安装完毕。

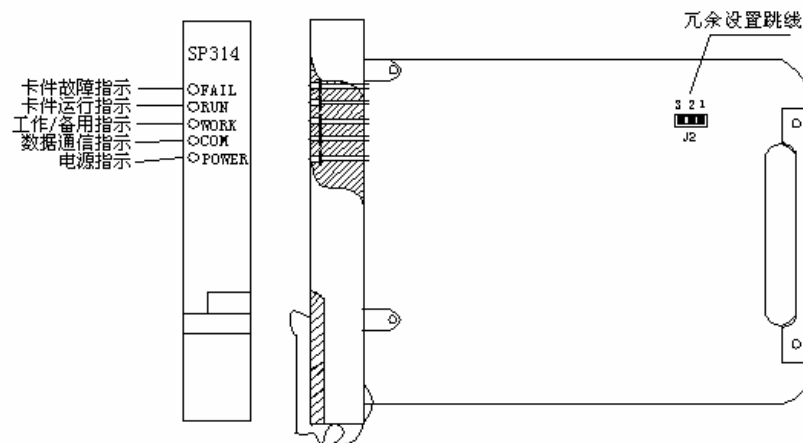
根据卡件布置图，可知机笼中 I/O 卡件插槽的 0、1、2、3 号分别插放了 4 块 SP313 卡，卡件两两冗余的工作。SP313 卡件示意图如下：



卡件背板上的跳线 J2、J3、J4 是冗余配置跳线，采用冗余工作方式配置 SP313 卡件时，互为冗余的两块 SP313 卡件的 J2、J3、J4 跳线必须同时用短路块将 2-3 两个针脚短接；采用单卡工作方式配置 SP313 卡件时，该块 SP313 卡件的 J2、J3、J4 跳线必须同时用短路块将 1-2 两个针脚短接。在项目组态中我们采用冗余方式配置了 SP313，所以我们这里的四块 SP313 上都要同时用短路块将 2-3 针脚短接。

卡件背板上的跳线 JP1、JP2、JP3 和 JP4 是配电设置跳线，JP1 对应着卡件的第一通道，JP2 对应着卡件的第二通道，JP3 对应着卡件的第三通道，JP4 对应着卡件的第四通道。SP313 卡件的某一通道需要配电时，相应通道的配电跳线 JPX 必须用短路块将 1-2 两个针脚短接。SP313 卡件的某一通道不需要配电时，相应通道的配电跳线 JPX 必须用短路块将 2-3 两个针脚短接。在项目设计中，三个不配电的信号由插在 0 号和 1 号槽上的冗余卡件来采集，所以，我们需要将两块 SP313 卡件的配电跳线设置为不配电的状态，这两块卡件插入机笼的 0 号和 1 号 I/O 卡件插槽；两个个配电的信号由插在 2 号和 3 号槽上的冗余卡件来采集，所以，我们需要将另外两块 SP313 卡件的配电跳线设置为配电的状态，这两块卡件插入机笼的 2 号和 3 号 I/O 卡件插槽。

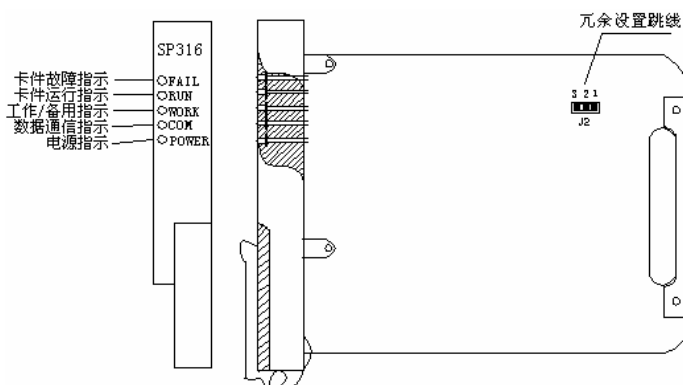
根据卡件布置图，可知机笼中 I/O 卡件插槽的 4、5、6 号分别插放了 3 块 SP314 卡，卡件单卡均为工作。SP314 卡件示意图如下：



卡件背板上的跳线 J2 是冗余配置跳线。采用冗余工作方式配置 SP314 卡件时，互为冗余的两块 SP314 卡件的 J2 跳线必须同时用短路块将 2-3 两个针脚短接；采用单卡工作方式配置 SP314 卡件时，该块 SP314 卡件的 J2 跳线必须用短路块将 1-2 两个针脚短接。

在项目组态中我们采用单卡方式配置了插在 4、5、6 号槽位上的 SP314 卡件，所以我们需要将这三块 SP314 卡件上的 J2 跳线用短路块将 1-2 针脚短接，然后插入相应的卡槽。

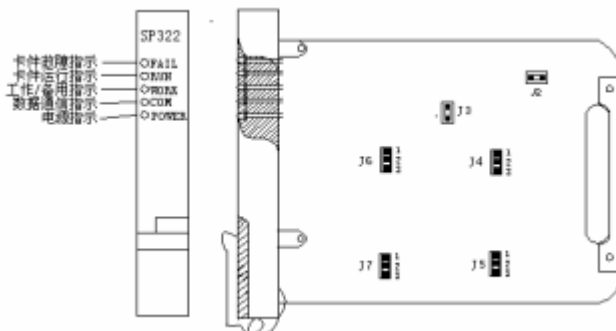
根据卡件布置图，可知机笼中 I/O 卡件插槽的 8、9 号分别插放了 2 块 SP316 卡，卡件冗余工作。SP316 卡件示意图如下：



卡件背板上的跳线 J2 是冗余配置跳线。采用冗余工作方式配置 SP316 卡件时，互为冗余的两块 SP316 卡件的 J2 跳线必须用短路块将 2-3 两个针脚短接；采用单卡工作方式配置 SP316 卡件时，该块 SP316 卡件的 J2 跳线必须用短路块将 1-2 两个针脚短接。

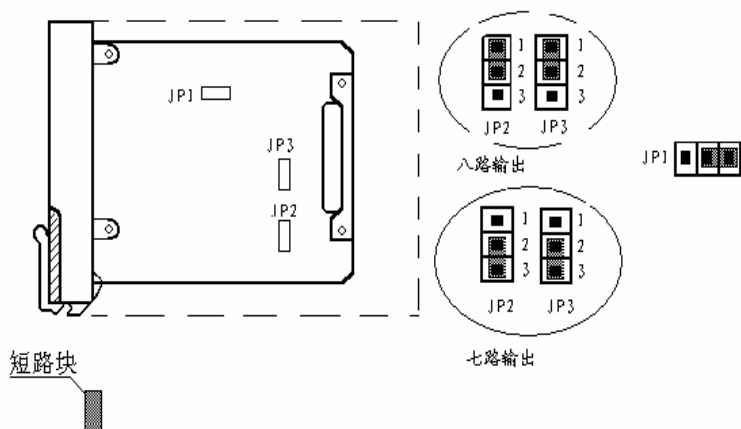
在项目组态中我们采用冗余方式配置了这两块 SP316 卡件，所以我们需要将两块 SP316 卡件上的 J2 跳线同时用短路块将 2-3 针脚短接，然后依次将卡件插入 8、9 号槽位。

根据卡件布置图，可知机笼中 I/O 卡件插槽的 10、11 号分别插放了 2 块 SP322 卡，卡件冗余工作。SP322 卡件示意图如下：



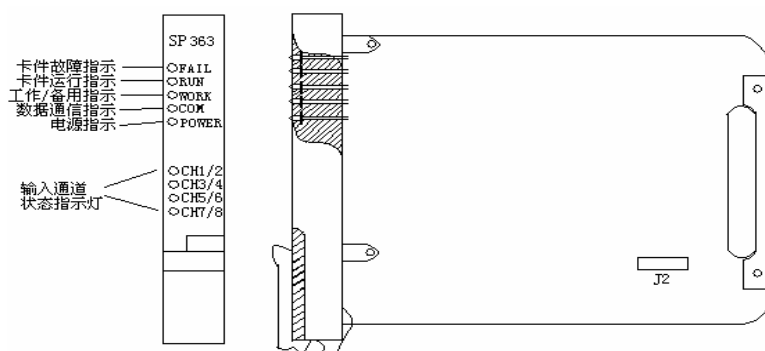
卡件背板上的跳线 J2 是冗余配置跳线，采用冗余工作方式配置 SP322 卡件时，互为冗余的两块 SP322 卡件的 J2 跳线必须同时插上短路块；采用单卡工作方式配置 SP322 卡件时，该块 SP322 卡件的 J2 跳线无需短路块。在项目组态中我们采用冗余方式配置了这两块 SP322 卡件，所以我们需要将两块 SP322 卡件上的 J2 跳线同时插上短路块。至于卡件的其它跳线，保留默认值。设置好 J2 跳线以后，将卡件插入 10、11 号槽位。

根据卡件布置图，可知机笼中 I/O 卡件插槽的 14 号插放了 1 块 SP362 卡。SP362 卡件示意图如下：



卡件背板上的跳线 JP2、JP3 是通道数选择跳线，根据跳线设置可以选择卡件工作的通道数，具体的设置方法如上图。在项目设计中我们将卡件设置为 7 路输出的工作方式，按照上面的图示进行跳线设置以后，将卡件插入 14 号槽位。

根据卡件布置图，可知机笼中 I/O 卡件插槽的 15 号插放了 1 块 SP363 卡。SP363 卡件示意图如下：



卡件背板上的跳线 J2 是通道数选择跳线，根据跳线设置可以选择卡件工作的通道数，具体的设置方法如下图：



在项目设计中我们将卡件设置为 7 路输出的工作方式，按照上面的图示进行跳线设置以后，将卡件插入 15 号槽位。

上述卡件全部插放完毕以后，机笼中还空余三个槽位。根据卡件布置图，可知机笼中 I/O 卡件插槽的 7、12、13 号插放了 3 块 SP000 卡（空卡），在组态设计中，我们没有在这三个槽位上安排卡件。所以此时还需要将事先准备的空卡分别插放在这几个槽位中。

至此，对 I/O 卡件的安装就完成了。



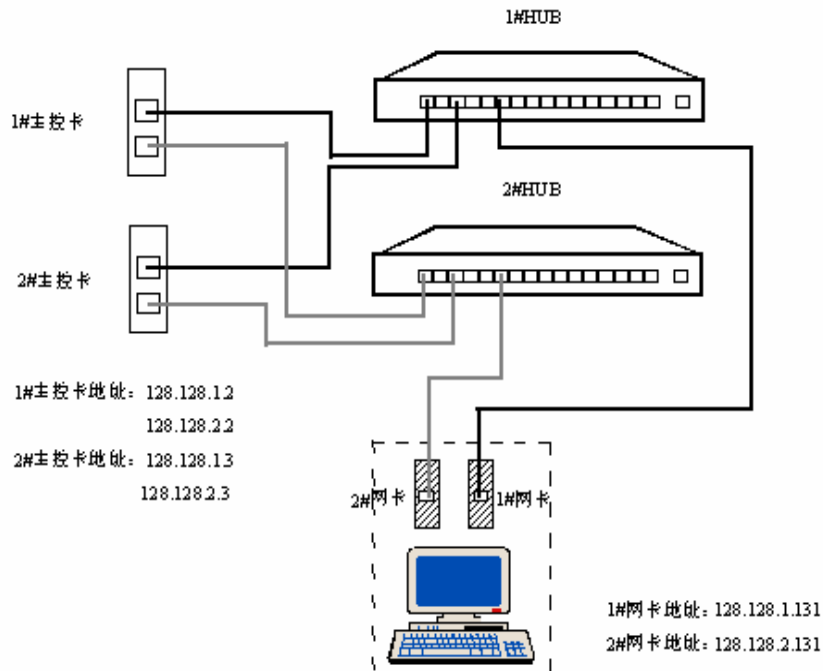
**思考：**卡件安装应注意些什么问题？

### 4.1.3 通讯网络连接

JX-300X DCS 系统的控制站、操作站、工程师站是通过过程控制网络 SCnet 连接起来的,通信结构一般为冗余的星型结构。通信介质根据用户配置,选用 AMP 5 类双绞线、细缆、粗缆或光缆。

暴露在地面的双绞线必须使用保护套管;电气干扰较严重的场所,双绞线必须使用金属保护套管。

具体的网络连接方法很简单:对于任意的控制站,每块主控制卡上有两个通讯口,上面的称为 A 口,下面的称为 B 口。连接的时候将这两个通讯口分别用网络连接线连接到两个 HUB 上,连接的时候请注意,机柜中有两个 HUB,上下排列,连接时主控制卡上面的通讯口(A 口)用网络连接线连到上面的 HUB 上,下面的通讯口(B 口)用网络连接线连到下面的 HUB 上。对于操作站或工程师站,采用双网卡连接到 Scnet II 网络中。连接时将标记为 1#的网卡用连接线与机柜中上面的 HUB 相连,将标记为 2#的网卡用连接线与机柜中下面的 HUB 相连。



**思考:**若系统有两个控制站、两个操作站和一个工程师站,请画出网络连接示意图,并标注各站点的地址(站与站间距 50m 之内)。



**思考:**若系统有两个控制站、一个操作站和一个远程工程师站(与其它站点间距 150m),



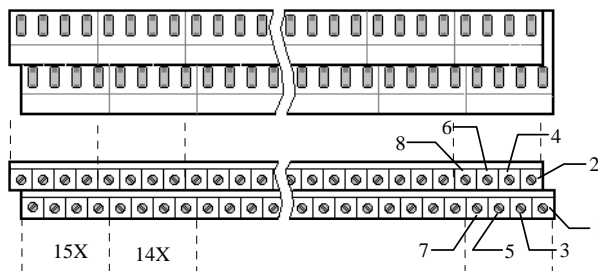
---

请画出网络连接示意图，并标注各站点的地址。

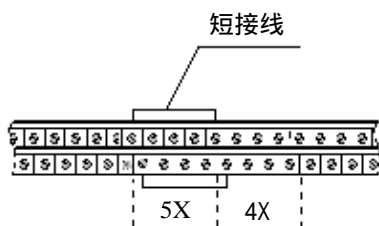
### 4.1.4 端子接线

卡件和现场设备就位了以后，可以对 I/O 卡件进行端子接线。

在 JX-300X DCS 系统中，机笼里的每一个插槽中的 I/O 卡件，在机笼的后面都有相应的接线端子。一块卡件对应着 8 个接线端子。端子由右至左 编号  $00x \sim 15x$ ，前两位数据表示卡件号  $00 \sim 15$ ， $x$  表示该卡件对应的 8 只端子的序号 A~H。如下图所示：



对于当相邻卡件设置成冗余方式时，采用并联冗余接线即相邻的端子对应相连（如 4# 卡件与 5# 卡件设置为冗余时，则 04A 与 05A、04B 与 05B、04C 与 05C、04D 与 05D 等端子用细导线分别短接）。见下图。



常用卡件的具体接线方法如下：

SP313 端子的接法

不作为配电器使用时，输入信号的正端接 B (D, F, H)，负端接 A (C, E, G)

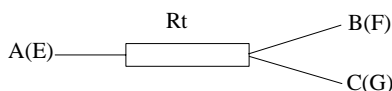
作为配电器使用时，输入信号的正端接 A (C, E, G)，负端接 B (D, F, H)

SP314 端子的接法

电压信号输入：正端接 A (C, E, G)，负端接 B (D, F, H)

SP316 端子的接法

热电阻输入接线，请参见下图。



### SP322 端子的接法

信号输出：正端接 A ( C , E , G ), 负端接 B ( D , F , H )

### SP362 端子的接法

SP362 一般作为七路输出模式：

| 端子 | 信号  | 端子 | 信号  |
|----|-----|----|-----|
| A  | 第一路 | B  | 第二路 |
| C  | 第三路 | D  | 第四路 |
| E  | 第五路 | F  | 第六路 |
| G  | 第七路 | H  | 公共端 |

### SP363 端子的接法

SP363 一般作为七路输入模式：

| 端子 | 信号  | 端子 | 信号  |
|----|-----|----|-----|
| A  | 第一路 | B  | 第二路 |
| C  | 第三路 | D  | 第四路 |
| E  | 第五路 | F  | 第六路 |
| G  | 第七路 | H  | 公共端 |

卡件端子接线前，需要具备完整的端子接线图，按图施工。

对于前文中提到的工程项目，我们可以作出端子接线图，如后文所附。

## 4.2 软件安装

SUPCON WebField JX-300X 集散控制系统的操作平台支持中文 Windows NT4.0 和 Windows 2000。在出厂前，操作系统已经安装在操作站的计算机硬盘中。为了以后在现场能更好的维护系统，下面将介绍操作站、工程师站的操作系统和 AdvanTrol 软件包的安装步骤：

### 1、装机准备

1. Windows98 启动盘（保证对光驱的支持）
2. 操作系统安装光盘
3. 操作系统补丁安装光盘（WIN NT 使用 NT Service Pack4，WIN2000 使用 SP2）
4. 显示卡驱动程序安装盘
5. 网卡驱动程序安装盘
6. IE5.0 安装光盘
7. AdvanTrol 软件包安装光盘

### 2、安装操作系统

1. 硬盘分区和格式化
2. 安装操作系统
3. 安装操作系统补丁程序
4. 安装显卡驱动程序
5. 安装网卡驱动程序
6. 安装 IE5.0



**思考：**为什么安装双网卡，网卡的 IP 地址如何设置？

### 3、安装 AdvanTrol 软件包

1. 将安装光盘插入光驱，运行安装程序，即可按照安装向导的提示，一步一步进行安装：
2. 在安装画面弹出“欢迎”对话框中，点击“下一个”；
3. 接受软件许可协议；
4. 将目标文件夹设置为缺省值；
5. 在“设置类型”中，有：操作站安装、工程师站安装、自定义安装 3 个选项，安装时，可根据需要安装相应的类型：

6. 将“程序文件夹”设置为缺省值；
7. 待复制完文件后，键入相应的用户名称和装置名称；
8. 在“建立特权用户”对话框中，填入欲添加的特权用户名称，并设置相应的密码，点击“确定”后，该特权用户即被添加到左面的“特权用户列表”中，用户如果需要多个特权用户，可仿照进行；
9. 点击“下一步”，弹出“设置主操作站”对话框，提示为：“您是否需要将当前操作站设置为主操作站？”并提示：“注意：一个控制系统只能有一个主操作站 !!!”，安装时根据实际情况，如果该操作站是主操作站，则选择“是”；如果不是，选择“否”（在一套 DCS 系统中可能存在多个操作站，为了进行时钟同步，必须有一个操作站作为主操作站，并以主操作站的时间为标准时间。每隔一段时间，主操作站向控制站和其他操作站发出时钟信息，使其他操作站的时钟保持一致）；
10. 重新启动计算机，完成安装。



**思考：**安装完成后，发现组态软件显示不正常，为什么？（提示：分辨率设置是否正确，是否安装 IE5）

## 思考和练习

1. 在 300X 软件安装的过程中会提示我们选择安装类型是操作站安装、工程师站安装还是自定义安装，这三种选择有什么区别？
2. 如现场 AdvanTrol 软件需要升级，应该如何操作？
3. 根据系统要求，Windows NT 操作系统的补丁是多少？Windows 2000 操作系统的补丁是多少？
4. 哪种磁盘格式支持 Windows NT 操作系统的安装？哪种磁盘格式支持 Windows 2000 操作系统的安装？
5. 使用 FAT16 格式的硬盘分区，其最大支持存储空间为（ ）。  
A . 8G                      B . 4G                      C . 2G                      D . 1G
6. 在电缆布设中，应注意哪些问题？
7. DCS 中接地的种类主要有哪几类？
8. 如果两块卡件互为冗余工作，其对应端子应如何接线？
9. 根据贵单位的实际情况，简述你们是如何设计防雷系统的？
10. 在系统的接地中，现场的接地点应离避雷针或泻雷的地方的距离保持在\_\_\_\_米以上。
11. 在接地电阻中，一般小型用电场合要求小于\_\_\_\_欧，而一般的大型的用电场合要求小于\_\_\_\_欧。  
A . 4 欧姆    B . 1 欧姆    C . 2 欧姆    D . 8 欧姆
12. 符合本质安全的仪表，在现场使用时必须配接\_\_\_\_\_。
13. 数据转发卡的 SBUS 总线端口波特率设置位 OFF 档为 625Kbps, ON 档为 156.25Kbps。( )
14. 如果在现场出现工程师密码丢失，怎么办？如果特权密码丢失，又怎么办？如果 CMOS 密码丢失，怎么办？
15. 如果使用同轴细缆连接的时候，当通讯距离在\_\_\_\_\_米以上，要求电缆两端必须使用\_\_\_\_\_欧姆终端匹配电阻，否则通讯无法成功。

## 第五章 联机调试

- \* 介绍如何进行系统上电
- \* 介绍组态的下载和传送
- \* 介绍系统联调的步骤和方法

联调是投运前很重要的准备工作。完成了操作站的安装，控制柜的卡件布置，系统的接地、供电及通信网络的连接，就可以进入联机调试阶段了。

本章节主要介绍系统上电检查和系统联调的步骤及方法。

## 5.1 上电步骤

在系统上电前，必须确保系统地、安全地、屏蔽地已连接好，并符合 DCS 的安装要求。必须确保 UPS 电源（如果有）、控制站 220V 交流电源、控制站 5V、24V 直流电源、操作站 220V 交流电源等均已连接好，并符合设计要求。然后按下列步骤上电：

- 1) 打开总电源开关；
- 2) 打开不间断电源（UPS）的电源开关；
- 3) 打开各个支路电源开关；
- 4) 打开操作站显示器电源开关；
- 5) 打开操作站工控机电源开关；
- 6) 最后逐个打开控制站电源开关。



避免由于不正确的上电顺序，而对系统的部件产生大的冲击。



系统全部上电完毕以后，UPS（不间断电源）的实际功率不应超过其额定功率的 60%。




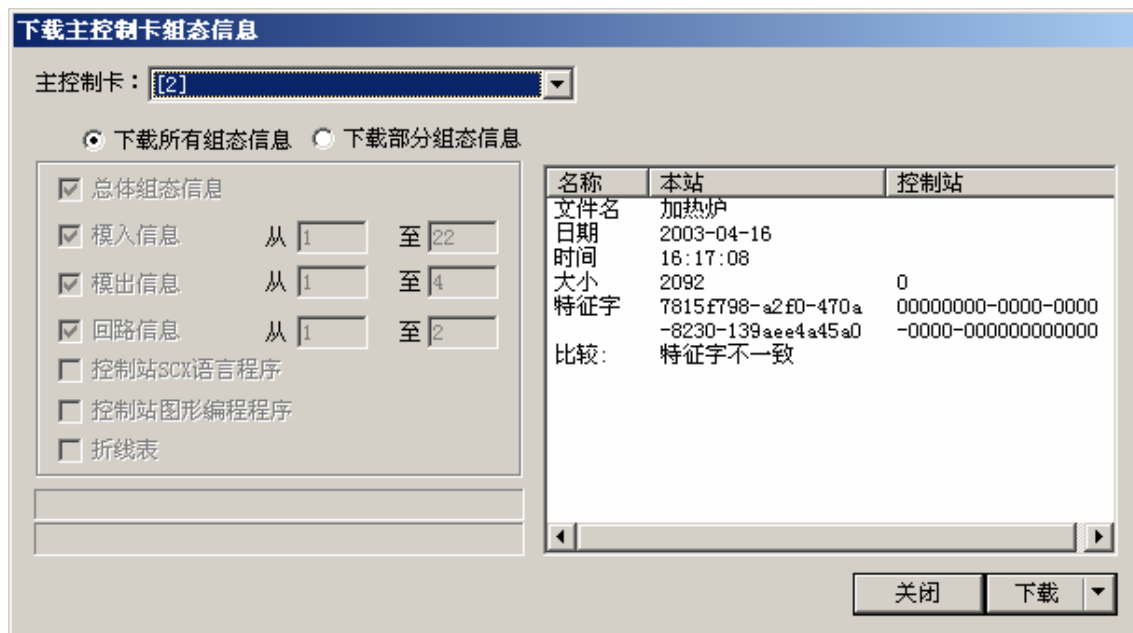
## 5.2 组态下载和传送

完成上电工作后，须查看通讯是否通畅，各个卡件是否工作正常，上位机的安装是否满足相关规范，然后，开始下载组态。

### 5.2.1 下载

在工程师站上打开已经完成的组态文件，进行保存，编译。到系统提示编译正确，就可以将数据下载到控制站。

选择[总体信息]/<组态下载>菜单项，或点击“下载”按钮，将打开组态下载对话框。



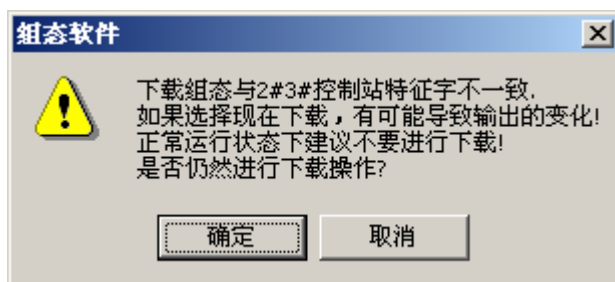
在对话框的上方有一个“主控制卡”的下拉选择菜单，菜单列表中显示了组态中已经设置的主控制卡。本例中可以选择地址为 2 的主控制卡。

组态下载可有二种方式：**下载所有组态信息**和**下载部分组态信息**。如果用户对系统非常了解或为了某一明确的目的，可采用下载部分组态信息，否则请采用下载所有组态信息。本例中选择下载所有组态信息。

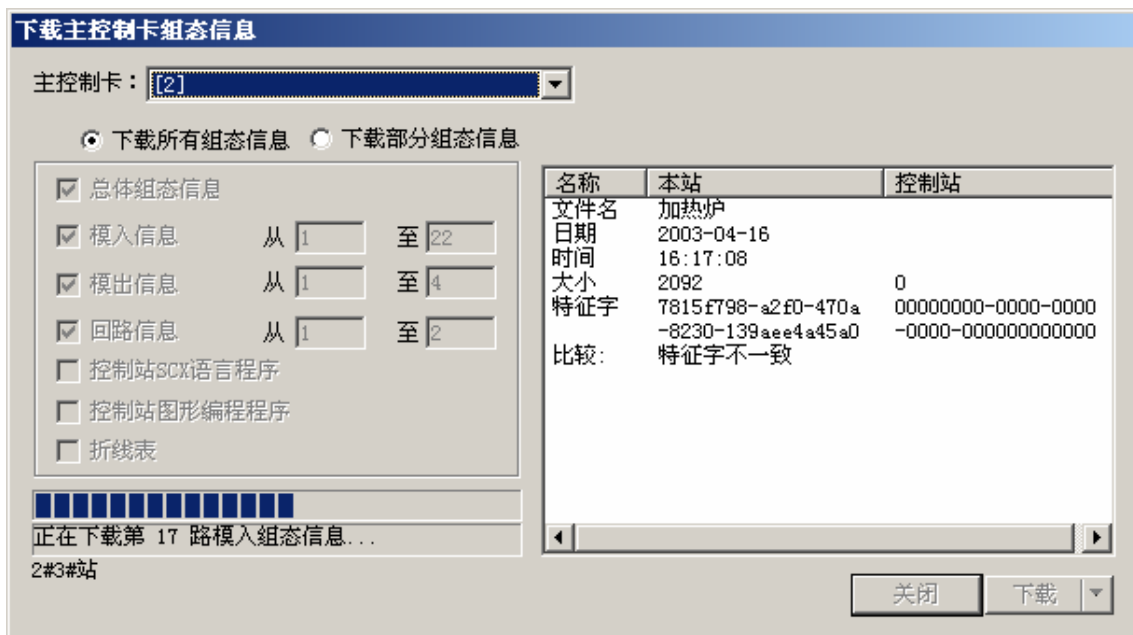
信息显示区中‘本站’一栏显示正要下载的文件信息，其中包括文件名、编译日期及时间、文件大小、特征字。‘控制站’一栏则显示现控制站中的.SCC 文件信息。由工程师来决定

是否用本站内容去覆盖原控制站中内容。

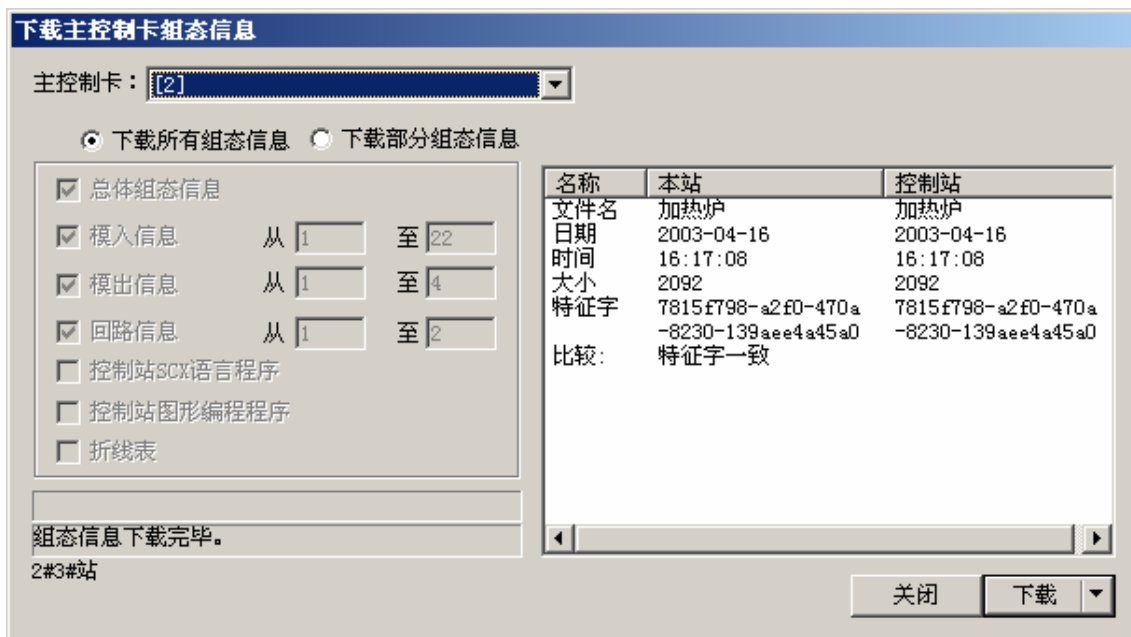
点击下载按钮 ，弹出如下提示框：



点击确定，开始下载。



下载执行后，本站的内容覆盖了控制站原内容，此时，本站一栏中显示的文件信息与控制站一览显示的文件信息相同。



点击“关闭”按钮，关闭对话框，组态下载完成。

在下载时如弹出下面对话框，则说明通讯不畅，此时需检查通讯线路。



组态下载用于将上位机上的组态内容编译后下载到控制站。在修改与控制站有关的组态信息（总体信息配置、I/O 设置、常规控制方案组态、SCX 语言、图形化组态程序等）后，需要重新下载组态信息；如果修改操作主机的组态信息（标准画面组态、流程图组态、报表组态等）则不需下载组态信息。



## 组态下载请注意：

对于 DCS 的组态下载，一般的可以有“在线”和“离线”两种方式。对不影响控制数据结构与控制策略的小修改，如数据显示方法更改等，都允许“在线”修改并下载，这些下载过程可以在系统运行过程中实时进行，不影响工艺装置正常控制。一旦用户进行了更改系统控制站数据结构、系统定义、增删变量、更改控制程序等操作，控制站的变量在重新编译后其内存地址可能重排。下载组态后，可能会造成有些变量的状态发生扰动，所以在这种情况下载，需要工艺装置停车或系统运行在不危险的场合中。

在线下载属于技术性要求很高的工作，必须非常熟悉我们系统特性的维护工程师才能实施。

一般的，组态的修改和下装要遵循如下原则：

当修改了 I/O 点量程、流程图、趋势曲线、数据一览、控制分组、总貌画面或报表等内容后只需重新进行编译，而不需要重新下载。即操作站组态修改只需重新编译而不需要重新下载。

修改 I/O 点位号名称后，需要重新编译下载，如该位号不参与控制及联锁可在线下载，否则请将联锁与控制暂停（比如控制回路切为手动）后下载。

修改自定义语言程序（包括 SCX 程序和 Sccontrol 图形化程序）后，需要重新编译下载；但要根据实际情况决定能否在线下载。

- 当下载自定义语言程序（包括 SCX 程序和 Sccontrol 图形化程序）的时候，系统将暂时停止原来程序的运行（包括控制回路、联锁及其它控制程序），时间约为几秒，当下载结束后，新程序自动恢复运行；如果在装置运行期间自定义程序不允许有暂停过程，则必须在停车时下载。
- 如果增加的程序与其它控制联锁程序无关且该程序段也不是用于联锁及控制时，编译后可以在线下载；
- 如果修改的程序参与联锁及控制时，需将相应的联锁切为停用、相应的控制回路切为手动、相应的控制暂停后进行下载。
- 增加修改程序时，引用的全局或局部变量是否也用于其它程序段（用于联锁或控制）；如果是应将相应的联锁切为停用、相应的控制回路切为手动、相应的控制暂停后进行下载。如果在自定义程序中添加、删除了全局变量，即使先后顺序仍保持一致，

仍可能会引起其它全局变量的内存地址变化。因此在正常运行的装置中不能任意增减自定义程序当中的全局变量，必要时最好停车重新下载程序。

- 增加自定义位号时应根据该自定义位号在自定义程序当中的作用而选择下载方式；删除、插入自定义位号时必须停车下载。
- 常规控制回路增减后编译下载可能导致问题，尽量停车进行；常规回路组态时应按顺序连续往下组态，不要跳序号。自定义回路增减时不影响原有的其他回路信息。

在增加、删除 I/O 卡件，增加、删除 I/O 点位号需要重新编译，并必须停车下载。

(1)建议在线增加卡件时，在最后一个机笼的最后槽位增加卡件；需要在线减少卡件时，组态中不要删除卡件的组态，在停车时进行删除卡件操作。(2)建议在工程及大修过程中开车前，将每个卡件内的所有通道都组上位号，这样下次增减通道可以认为是位号名称以及信号类型的修改，不会引起地址映射不了一一对应的问题。可实现在线下载。

修改卡件类型(如果同属 AI 卡且修改前后该卡位点数相同,比如 SP313 与 SP314 或 SP311 与 SP316 之间修改)时可以在线下载。




**思考：**什么叫“在线”下载，什么叫“离线”下载？

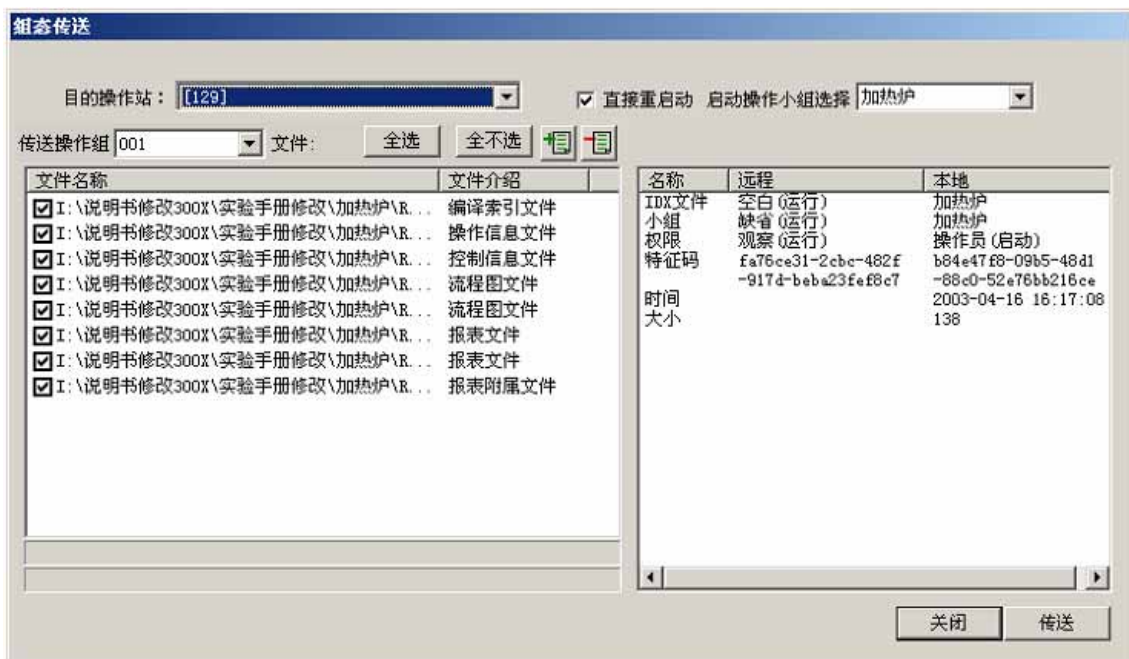


**思考：**组态中修改哪些内容可以“在线”下载，修改哪些内容可以不用下载，修改哪些内容必须“离线”下载？

## 5.2.2 传送

组态传送用于将编译后的.SCO 操作信息文件、.IDX 编译索引文件、.SCC 控制信息文件等通过网络从工程师站传送给操作站。


选择[总体信息]/<组态传送>菜单项，或点击“传送”按钮，打开组态传送对话框。

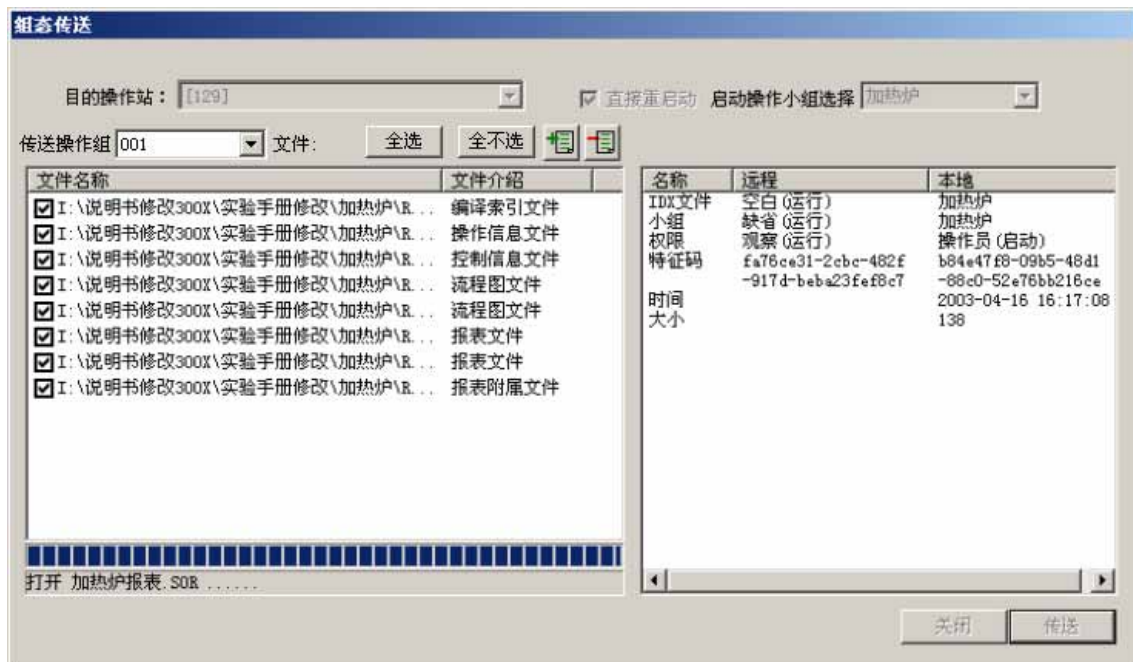


首先，需要选择目的操作站，即指定向哪一个操作站传送组态信息。

“直接重启动”复选框选中时，在远程运行的 AdvanTrol 监控软件在传送结束后，将自动重载组态文件，该组态文件就是传送过去的文件；以<启动操作小组选择>选择的操作小组直接运行。未选择此复选框，则 AdvanTrol 重载组态文件后，弹出对话框要求操作人员选择操作小组。

信息显示区中，“远程”为将被传送文件传送给目的操作站。此栏显示目的操作站中的 IDX 文件信息，其中包括文件名、编译日期及时间、文件大小。‘本地’为本地工程师站上文件信息。由工程师来决定是否用本地内容去覆盖原目的操作站中内容。如果用户所修改的内容影响某操作小组，该操作小组所对应的.SCO 文件的特征字会自动改变，因此通过比较特征字的方法可知工程师站上的文件和操作站上的文件是否一致。


点击“传送”按钮，开始组态传送：



组态传送完毕效果如下：



点击“关闭”按钮，关闭对话框，组态传送结束。

**思考：**发现组态无法传送，为什么？（提示：组态传送前必须在操作站安装 FTP Sever (文件传输协议服务器)，该协议会在软件安装时自动安装。传送组态中要保证 FTP Sever 正在运行。这时任务栏中会有相应的图标  显示。）

**思考：**组态传送完毕以后，目的操作站会有哪些变化？



## 5.3 权限设置及登录

### 5.3.1 操作权限

可按下面的说明，选择操作者的操作权限：

1. 观察：只可观察各监控画面，而不能进行任何修改；
2. 操作员权限：可修改修改权限设为操作员的自定义变量、回路、回路给定值、手自动切换、手动时的阀位值、自动时的 MV；
3. 工程师权限：包括操作员的全部权限，可以退出监控，还可修改组态、下载组态、修改控制器的 PID 参数、前馈系数；
4. 特权权限：包括工程师的全部权限，还增加了系统操作者权限分配和口令维护功能。



### 5.3.2 设置口令

1. 特权口令设置:
  - 初始的特权权限在系统软件安装时设置。
2. 工程师、操作员口令的设置:
  - 进入实时监控画面，以特权用户登录；
  - 对想要增删或修改的工程师或操作员姓名和口令进行维护操作。

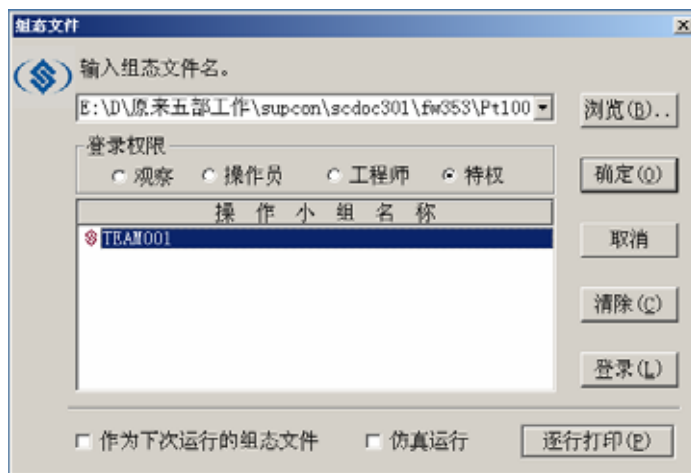


特权口令、工程师口令要保密，防止非法操作。如发生泄密，应及时更换口令。

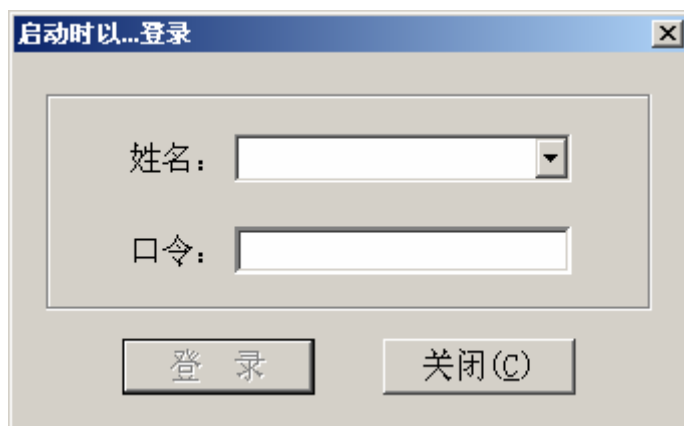
### 5.3.3 操作人员登录




在 Windows 操作系统桌面上用鼠标双击 AdvanTrol 实时监控图标，进入实时监控登录画面：



用鼠标点击“登录”按钮，系统弹出如下所示窗口：




在姓名栏输入操作者的登录姓名，或点击“”，在其下拉菜单中选定已登录的姓名；在口令输入栏内输入与登录姓名相应的口令，按“确认”键，或用鼠标点击“登录”按钮。

当系统提示“XXX 已登录”时，如下：



点击“确定”则登录完成。

若此时已经进入了实时监控软件的界面，其他操作人员要登录，需点击工具条中的“口令”按钮，在弹出的对话框中用同样的方法填写用户名和密码，进行登陆。



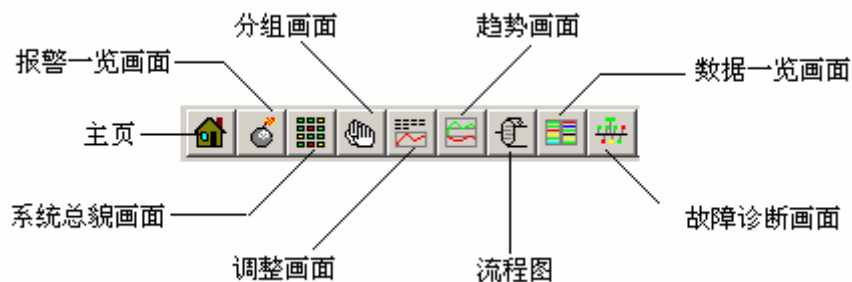
## 5.4 熟悉操作界面

登录实时监控软件以后，弹出如下界面：




该画面为实时监控画面的初始画面，往往用来描述系统情况或操作规程。AdvanTrol 允许用户修改或编写该画面，用户可以用任何一种编辑 HTML 的工具修改 Introduction.htm 文件或自编一个 HTML 文件并保存为 Introduction.htm。（注：请把它和您的组态文件放在同一个目录下，否则 AdvanTrol 启动时将无法调用该文件。）

点击界面上方的一些按钮可以进入相应的操作画面：







具体如下：

报警一览画面：按操作员键盘“报警一览”键或用鼠标按 图标查看报警一览画面。





报警一览画面是主要监控画面之一，根据组态信息和工艺运行情况动态查找新产生的报警信息并显示符合显示条件的信息。

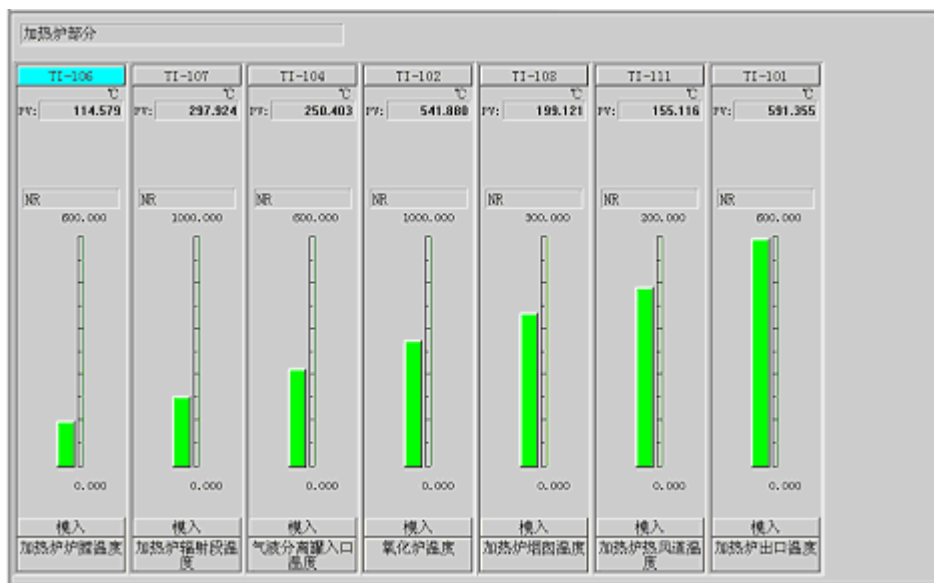
| 序号 | 报警时间           | 位号       | 描述       | 类型     | 优先级 | 确认时间 | 消除时间           |
|----|----------------|----------|----------|--------|-----|------|----------------|
| 1  | 12-02 10:56:12 | LIC-1012 |          | NR -DV | 0   |      |                |
| 2  | 12-02 10:56:09 | LIC-1011 |          | NR -DV | 0   |      |                |
| 3  | 12-02 10:56:08 | TRC-101  | 外环       | NR -DV | 0   |      | 12-02 10:56:14 |
| 4  | 12-02 10:56:02 | FIC-104  | 内环       | NR -DV | 0   |      | 12-02 10:56:11 |
| 5  | 12-02 10:55:59 | FIC-102  | 加热炉烟气... | NR -DV | 0   |      | 12-02 10:56:08 |
| 6  | 12-02 10:55:32 | LIC-1012 |          | +DV    | 0   |      | 12-02 10:55:41 |
| 7  | 12-02 10:55:29 | LIC-1011 |          | +DV    | 0   |      | 12-02 10:55:37 |
| 8  | 12-02 10:55:26 | TRC-101  | 外环       | +DV    | 0   |      | 12-02 10:55:34 |
| 9  | 12-02 10:55:22 | FIC-104  | 内环       | +DV    | 0   |      | 12-02 10:55:31 |
| 10 | 12-02 10:55:19 | FIC-102  | 加热炉烟气... | +DV    | 0   |      | 12-02 10:55:28 |
| 11 | 12-02 10:54:52 | LIC-1012 |          | NR -DV | 0   |      | 12-02 10:55:01 |
| 12 | 12-02 10:54:50 | FIC-104  | 内环       | NR -DV | 0   |      | 12-02 10:54:51 |
| 13 | 12-02 10:54:50 | TRC-101  | 外环       | NR -DV | 0   |      | 12-02 10:54:54 |
| 14 | 12-02 10:54:50 | LIC-1011 |          | NR -DV | 0   |      | 12-02 10:54:57 |


系统总貌画面：按操作员键盘“系统总貌”键或用鼠标按 图标查看系统总貌画面。




如有多页，可通过翻页键（前翻）、（后翻）、（翻到指定页）进行切换。系统总貌画面是主要监控画面之一，由用户在组态软件中产生。系统总貌画面是各个实时监控操作画面的总目录，主要用于显示重要的过程信息，或作为索引画面用，可作为相应画面的操作入口，也可以根据需要进行特殊菜单页。

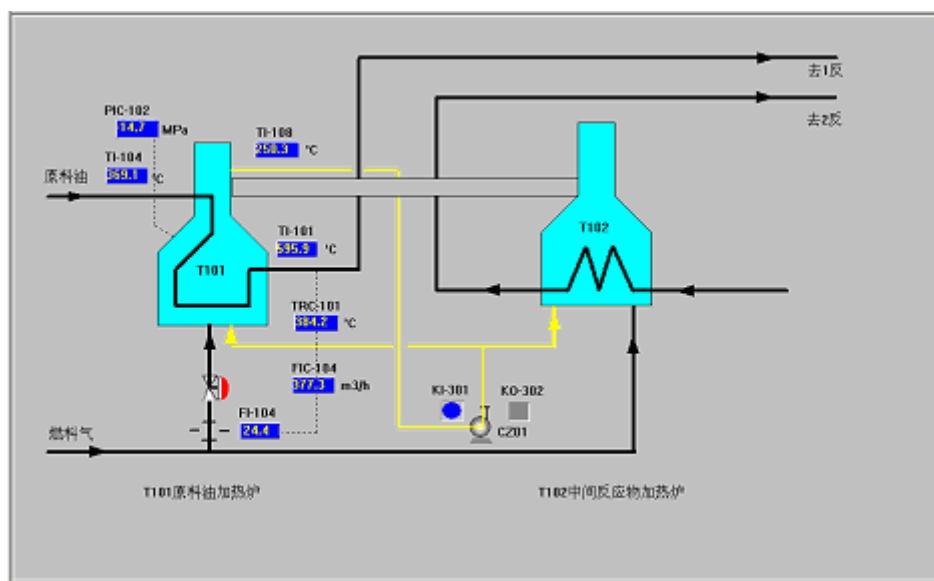
|                                         |                                      |                                    |  |
|-----------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 加热炉烟气压力<br>PI-102<br>NR<br>-21.145 MPa  | 加热炉出口温度<br>TI-101<br>NR<br>61.685 °C | 加热炉部分<br>CG0001<br>■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ |  |
| 加热炉烟气流量<br>FI-104<br>NR<br>699.512 t/h  | 冷凝器液位<br>LI-101<br>NR<br>88.059 %    | 回路分组<br>CG0002<br>■ ■ ■ ■          |  |
| 加热炉膛温度<br>TI-106<br>NR<br>239.114 °C    | 补偿压力<br>PI-001<br>NR<br>4.072 MPa    | 加热炉趋势<br>TG0001                    |  |
| 加热炉辐射温度<br>TI-107<br>NR<br>271.306 °C   | 补偿温度<br>TI-001<br>NR<br>539.927 °C   | 加热炉一览<br>TW0001                    |  |
| 气液分离罐入口温度<br>TI-104<br>NR<br>101.099 °C | 流量信号<br>FR-001<br>NR<br>4946.276 t/h |                                    |  |
| 氯化炉温度<br>TI-102<br>NR<br>86.203 °C      |                                      |                                    |  |
| 加热炉膛内温度<br>TI-108<br>NR<br>8.864 °C     |                                      |                                    |  |
| 加热炉炉尾温度<br>TI-111<br>NR<br>0.440 °C     |                                      |                                    |  |

控制分组画面：按操作员键盘“控制分组”键或用鼠标按 图标查看控制分组。如有多页，可通过翻页键（前翻）、（后翻）、（翻到指定页）进行切换。

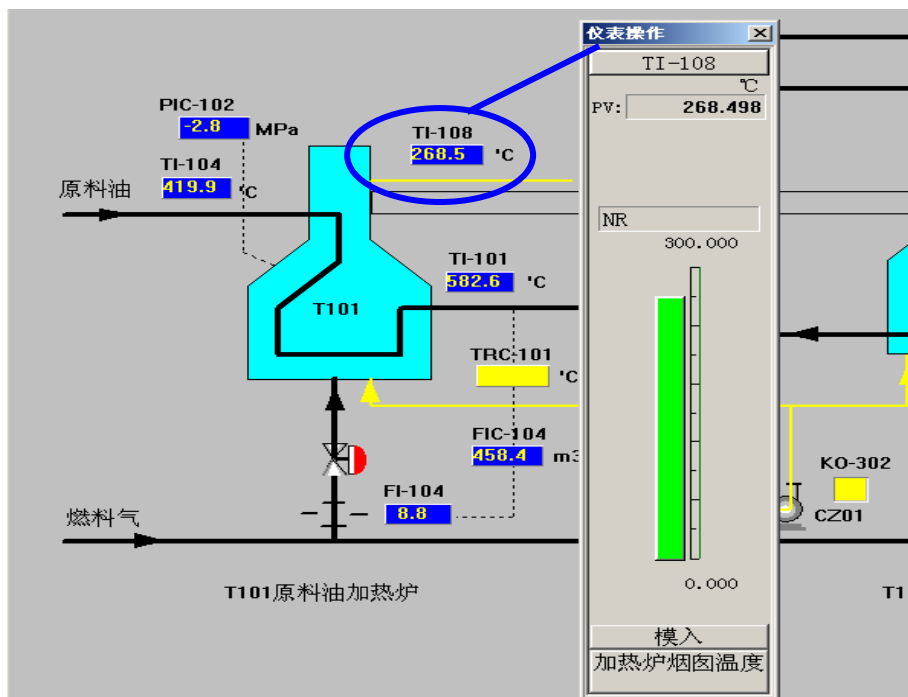


流程图画面：按操作员键盘“工艺流程”键或用鼠标按  图标查看流程图。如有多页，



可通过翻页键  (前翻)、 (后翻)、 (翻到指定页) 进行切换。

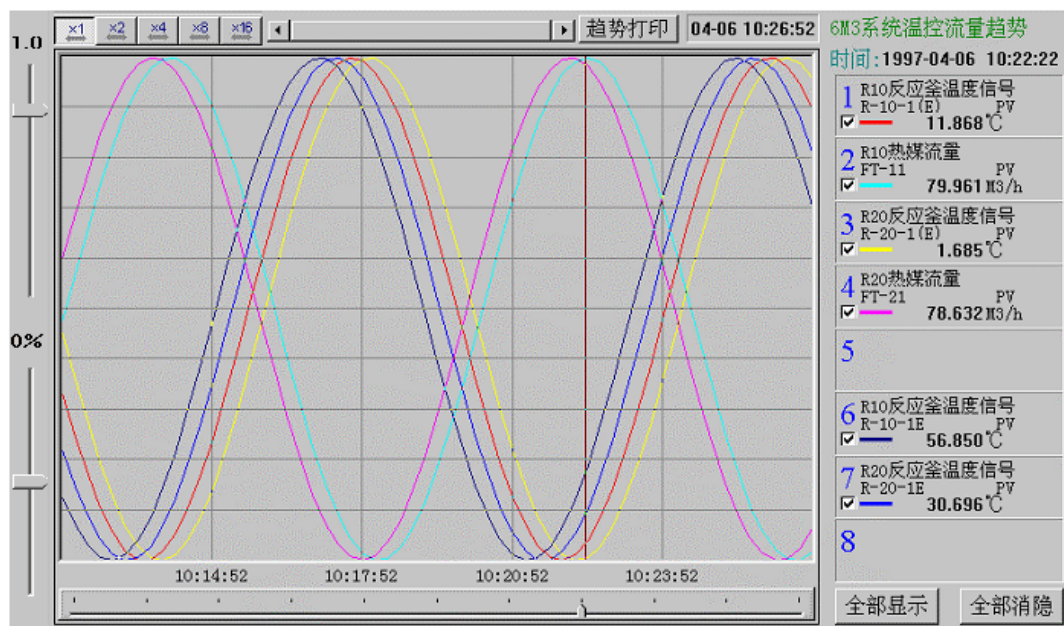


点击画面上的动态数据框，会弹出相应数据的模拟仪表框，如下：

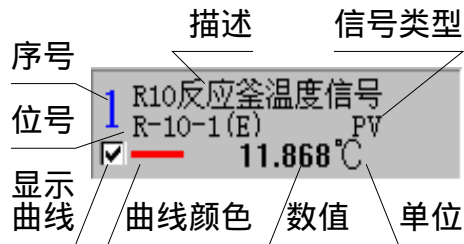



趋势图画面：按操作员键盘“趋势图”键或用鼠标按  图标查看趋势图。如有多页，




可通过翻页键  (前翻)、 (后翻)、 (翻到指定页) 进行切换。



每个位号有一详细描述的信息块。双击模入量位号、自定义半浮点位号、回路信息块可调出相应位号的调整画面。



数据一览画面：按操作员键盘“数据一览”键或用鼠标按  图标查看数据一览。如有

多页，可通过翻页键 （前翻）、（后翻）、（翻到指定页）进行切换。

| 序号 | 位号     | 描述        | 数值      | 单位 | 序号 | 位号 | 描述 | 数值 | 单位 |
|----|--------|-----------|---------|----|----|----|----|----|----|
| 1  | TI-106 | 加热炉炉膛温度   | 54.524  | ℃  | 17 |    |    |    |    |
| 2  | TI-107 | 加热炉辐射段... | 72.029  | ℃  | 18 |    |    |    |    |
| 3  | TI-104 | 气液分离罐入... | 12.747  | ℃  | 19 |    |    |    |    |
| 4  | TI-102 | 氧化炉温度     | 0.244   | ℃  | 20 |    |    |    |    |
| 5  | TI-108 | 加热炉烟道温度   | 2.150   | ℃  | 21 |    |    |    |    |
| 6  | TI-111 | 加热炉热风道... | 10.200  | ℃  | 22 |    |    |    |    |
| 7  | TI-101 | 加热炉出口温度   | 102.021 | ℃  | 23 |    |    |    |    |
| 8  |        |           |         |    | 24 |    |    |    |    |
| 9  |        |           |         |    | 25 |    |    |    |    |
| 10 |        |           |         |    | 26 |    |    |    |    |
| 11 |        |           |         |    | 27 |    |    |    |    |
| 12 |        |           |         |    | 28 |    |    |    |    |
| 13 |        |           |         |    | 29 |    |    |    |    |
| 14 |        |           |         |    | 30 |    |    |    |    |
| 15 |        |           |         |    | 31 |    |    |    |    |
| 16 |        |           |         |    | 32 |    |    |    |    |

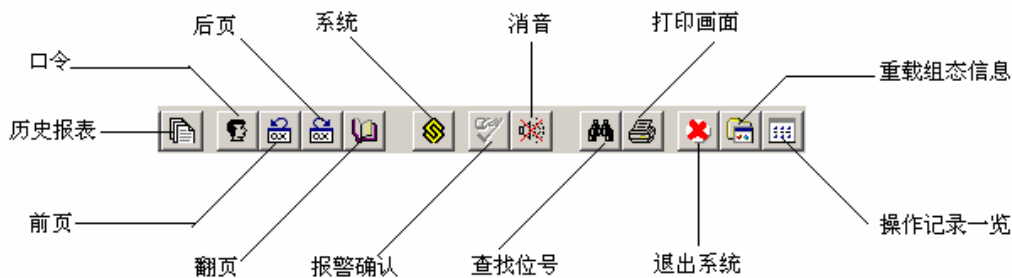
调整画面：调整画面以数值、趋势图和内部仪表图显示位号信息。调整画面显示如下类型位号：模入、自定义半浮点量、手操器、自定义回路、单回路、串级回路、前馈控制回路、串级前馈控制回路、比值控制回路、串级变比值控制回路、采样控制回路。

下图为单回路的调整画面，在该画面中，可以对回路进行 PID 参数设定，手自动调节，正反作用设定等操作。



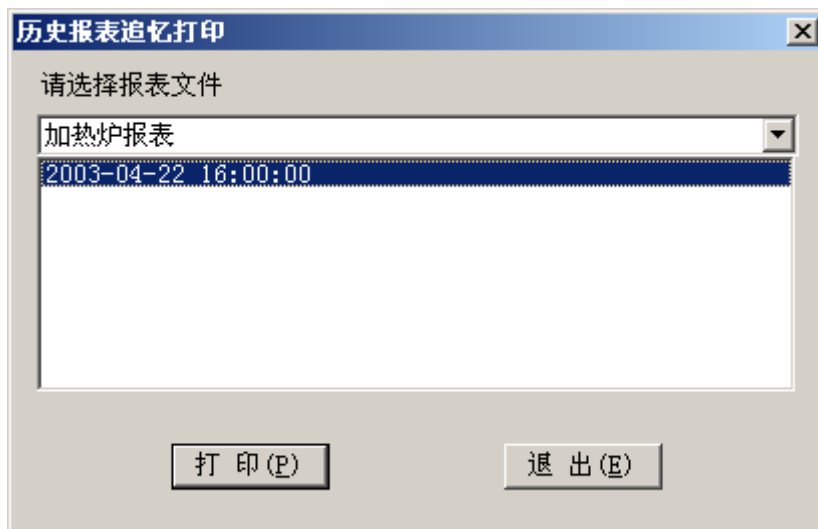


还有一些其它按钮，可以进行诸如登录、翻页、设置等操作：



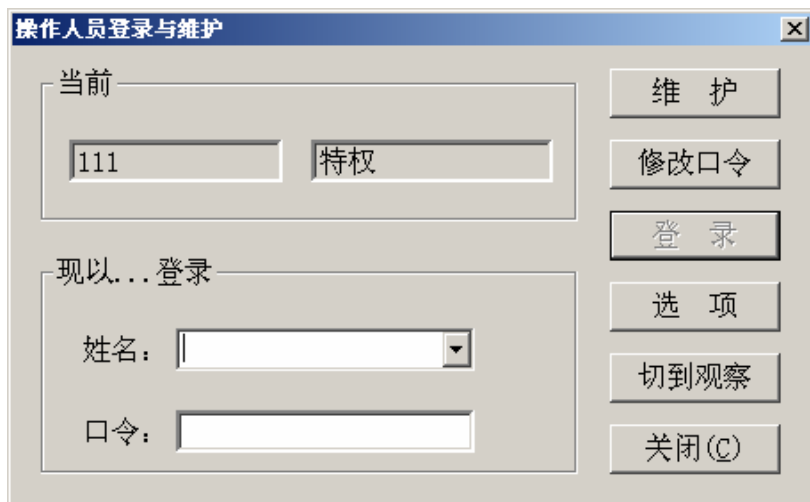
在这里，对一些功能按钮进行说明如下：

历史报表：点击该按钮，弹出历史报表追忆打印对话框：



在这里，可以对已经生成的报表进行追忆打印。

口令：点击口令按钮，弹出相应的对话框，如下：



在这里，除了可以进行上文所述的用户登录操作以外，还可以进行诸如用户维护，口令

修改，选项设置，切换到观察等操作。

操作人员维护

姓名: [下拉菜单]

权限

- ☐ 观察
- ☐ 操作员-
- ☐ 操作员
- ☐ 操作员+
- ☐ 工程师-
- ☐ 工程师
- ☐ 工程师+
- ☐ 特权-
- ☐ 特权
- ☐ 特权+

口令: [输入框]

校验: [输入框]

修改 新增

删除 返回

口令选项

- 启动时以 111 登录。
- 允许 操作员- 以上切换到观察状态。
- ☐ 允许切换程序

确定(O) 取消(C)

系统：点击该按钮，用户将在“系统”对话框中获取此实时监控软件版本、版权所有，拥有本软件合法使用权的装置、相应的用户名称，组态文件信息。

系统

SUPCON JX-300X DCS实时监控软件 V3.16

版权所有 (C) 1998-2001 浙大中控技术有限公司

本软件使用权属于:

装置名称: SUP

用户名称: SUPCON1

报表打印选择

☒ 打印到打印机。

主操作站设置

☒ 该操作站设为主操作站。

报警声音

更改报警声音设置。

更改

系统信息

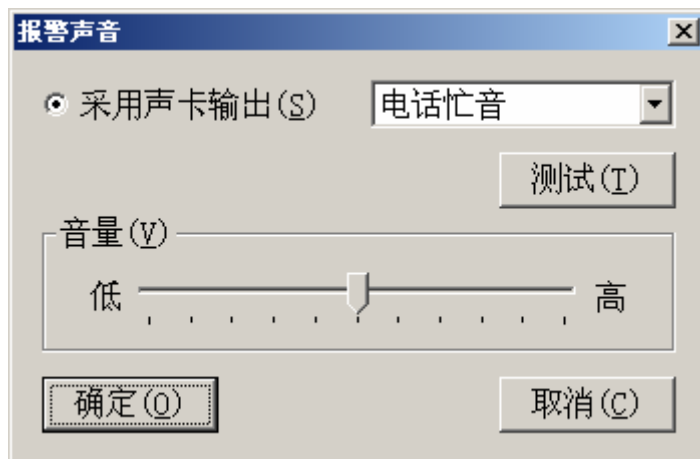
显示系统信息。

显示

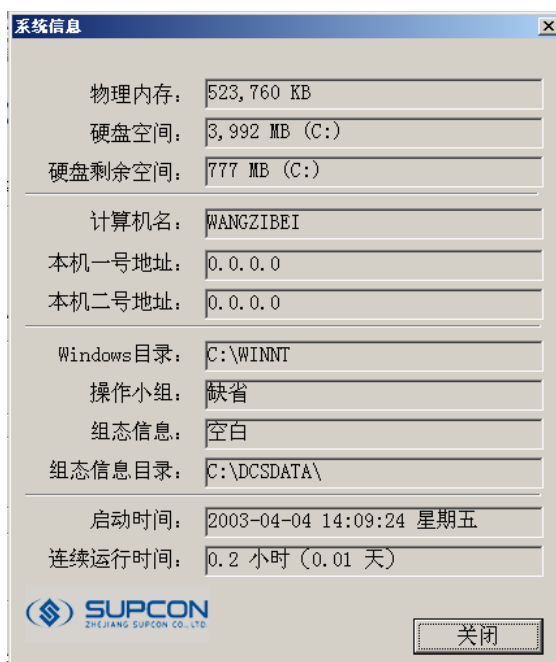
关闭

当组态包含报表信息时，对所生成的报表有两种处理情况，若在“报表打印选择”框内设定打印到打印机（缺省），则报表一产生就立即打印出来并且生成报表文件，若没选择该选项，则只生成报表文件，不打印，所生成的报表文件可在历史报表中追忆。

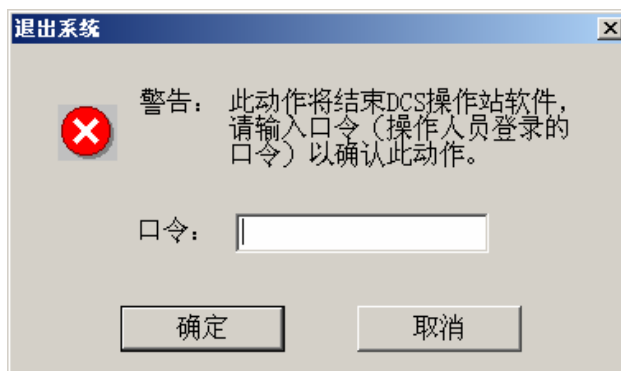
另外，用户可以在这里设置系统报警的声音：



在系统信息中，用户可以查看到相关的系统情况：



退出系统：在工程师以上权限（包括工程师）时可退出实时监控软件。注意，退出实时监控软件则意味着本操作站将停止采集控制站的实时控制信息，并且不能对控制站进行监控，但对过程控制和其他操作站无影响。在退出实时监控软件时要求输入当前操作人员的指定密码（亦即登录时的口令），如下图所示。输入正确的密码后，退出实时监控软件。



重载组态信息：如果要调用新的组态，无需退出 Advantrol，只要单击“重载组态”按钮



，弹出“重载组态”对话框，选择正确的组态文件和操作小组，单击“确定”按钮，新的组态文件即被重新载入。

操作记录一览：AdvanTrol 能记录任何对控制站数据做了改变的操作，例如手/自动切换、给定阀位的变化、下传组态、操作人员登记、系统配置的更改等。单击“操作一览”按钮，可在操作记录一览表中查到到某一时刻的操作。

| 操作记录一览 |                     |                          |       |    |
|--------|---------------------|--------------------------|-------|----|
| 操作记录列表 |                     |                          |       |    |
| 第 1 页  |                     |                          | 共 1 页 |    |
| 序号     | 操作时间                | 操作记录                     | 操作员   | 类型 |
| ◆1     | 2003/04/23 08:46:20 | 设定报表不打印到打印机              | 111   | 系统 |
| ◆2     | 2003/04/23 08:46:15 | 启动I:\说明书修改300X\实验手册修改\加热 | 111   | 系统 |
| ◆3     | 2003/04/22 17:44:54 | 关闭系统                     | 111   | 系统 |
| ◆4     | 2003/04/22 10:02:07 | 设定报表不打印到打印机              | 111   | 系统 |
| ◆5     | 2003/04/22 10:02:02 | 启动I:\说明书修改300X\实验手册修改\加热 | 111   | 系统 |
| ◆6     | 2003/04/22 10:02:00 | 关闭系统                     | 111   | 系统 |
| ◆7     | 2003/04/22 09:15:37 | 设定报表不打印到打印机              | 111   | 系统 |
| ◆8     | 2003/04/22 09:15:31 | 启动I:\说明书修改300X\实验手册修改\加热 | 111   | 系统 |
| ◆9     | 2003/04/22 09:15:27 | 关闭系统                     | 111   | 系统 |
| ◆10    | 2003/04/22 09:15:22 | 设定报表不打印到打印机              | 111   | 系统 |
| ◆11    | 2003/04/22 09:02:09 | 启动I:\说明书修改300X\实验手册修改\加热 | 111   | 系统 |
| ◆12    | 2003/04/21 17:16:00 | 关闭系统                     | 111   | 系统 |
| ◆13    | 2003/04/21 16:53:07 | 设定报表不打印到打印机              | 111   | 系统 |
| ◆14    | 2003/04/21 16:52:57 | 启动I:\说明书修改300X\实验手册修改\加热 | 111   | 系统 |
| ◆15    | 2003/04/18 10:19:37 | 关闭系统                     | 111   | 系统 |
| ◆16    | 2003/04/18 09:56:58 | 启动I:\说明书修改300X\实验手册修改\加热 | 111   | 系统 |
| ◆17    | 2003/04/17 09:57:19 | 关闭系统                     | 111   | 系统 |
| ◆18    | 2003/04/17 09:08:24 | 启动I:\说明书修改300X\实验手册修改\加热 | 111   | 系统 |
| ◆19    | 2003/04/16 17:15:00 | 关闭系统                     | 无名    | 系统 |


打印(P) 《 第一页 < 前一页 后一页 > 最后一页 》 关闭(C)



思考：如何增加新用户？



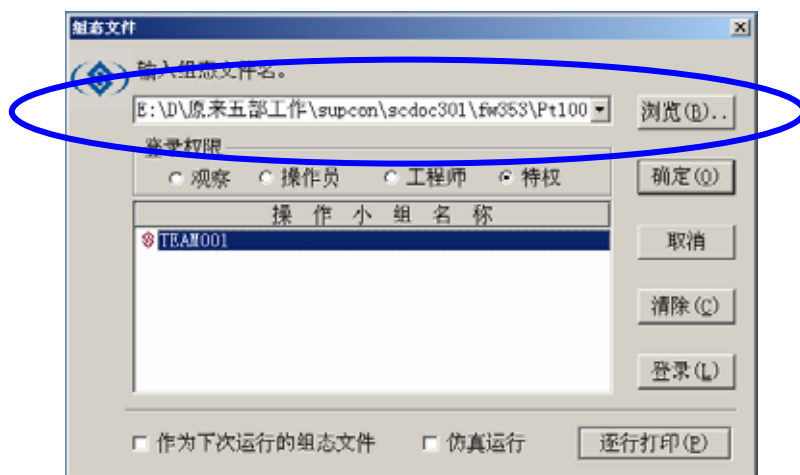
思考：知道位号名，如何在监控画面中找到该位号？

提示：通过  按钮进行位号查询。



思考：为什么进入监控界面以后，看不到组态中定义过的操作画面？

提示：登录监控软件时，需要首先通过浏览按钮选择正确的组态文件。



思考：回路调整画面中，无法修改 PID 参数，为什么？

提示：操作权限不够。

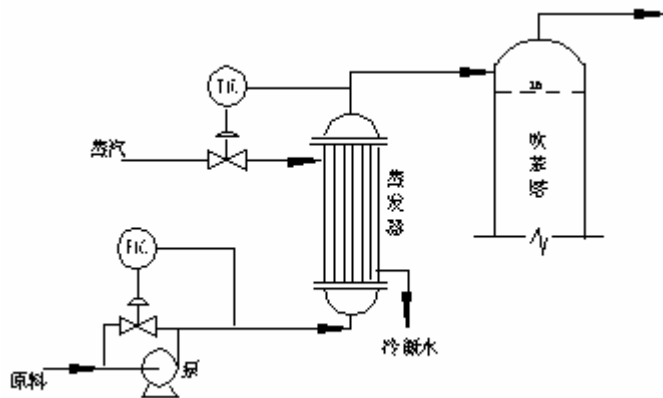


思考：回路的正反作用如何确定？

提示：简单地说，当被控量存在正偏差时，需要调节阀开大，这就是正作用。反之就是反作用。



思考：判断下图中 TIC 和 FIC 回路的正反作用：




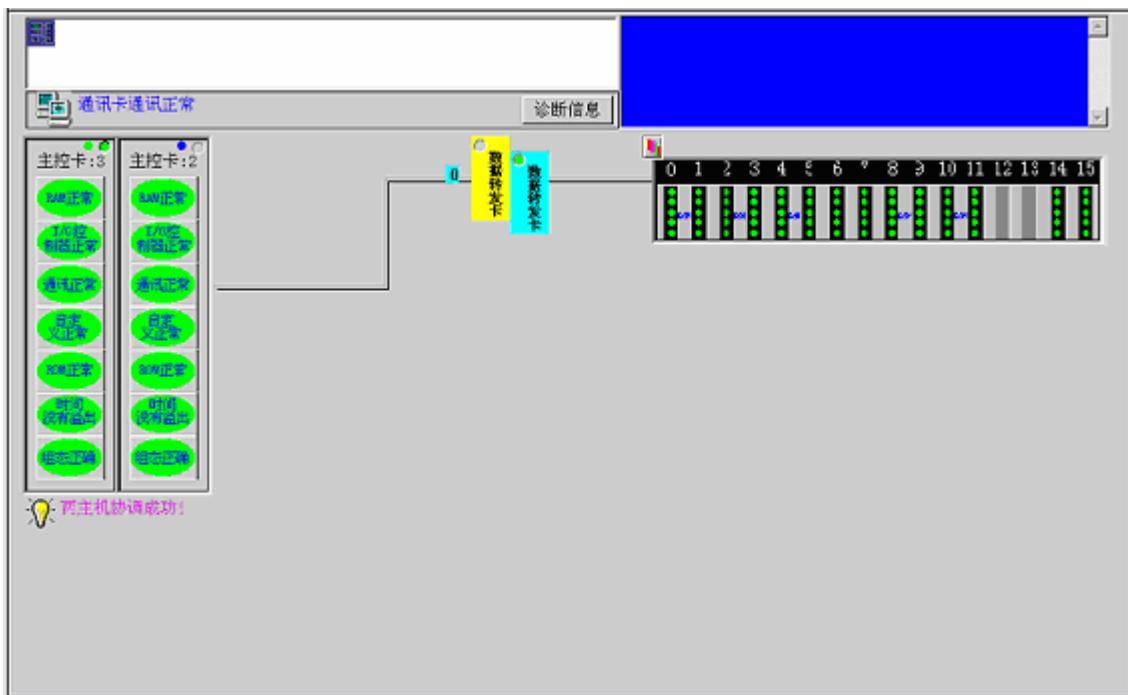
提示：TIC 反作用，FIC 正作用。

## 5.5 系统冗余配置测试

系统冗余测试的目的是确保系统中各类冗余部件协同工作正常。

### 5.5.1 主控卡的冗余测试

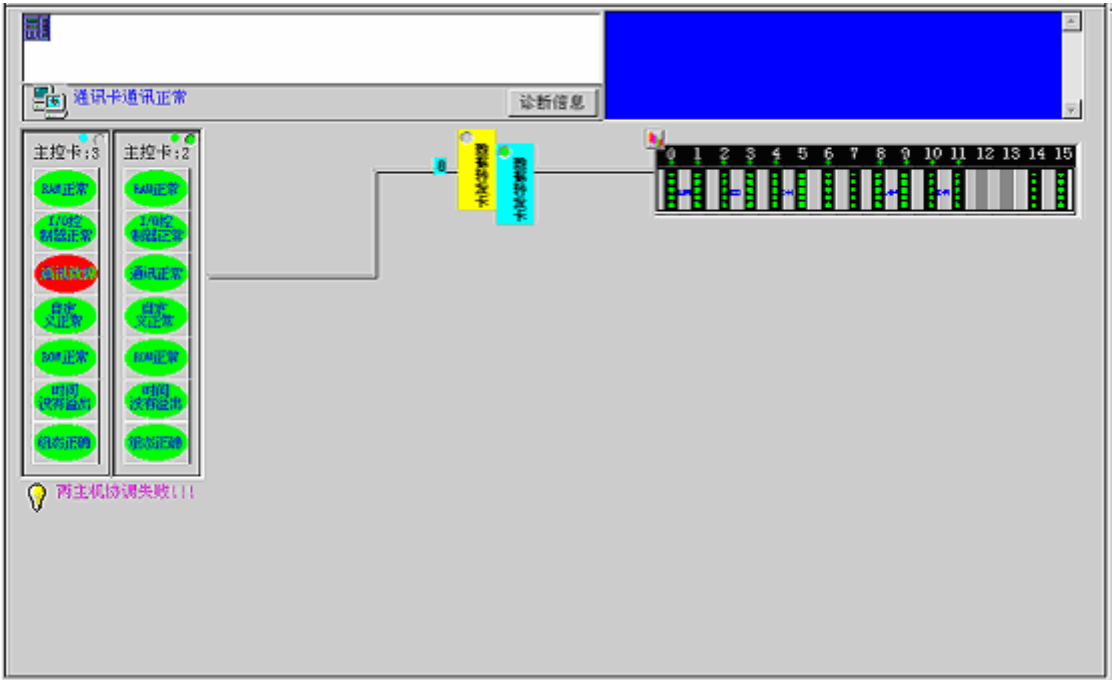
在操作站上点击按钮，将监控画面切换到故障诊断画面，如下：



画面上显示两块主控制卡的工作都正常。

将控制站互为冗余的两块主控卡中的工作卡拔出，观察另一块主控卡是否能够从后备状态切换至工作状态，观察切换时其它卡件运行情况；同时注意观察系统的控制结果在切换前后是否有异常。

此时的故障诊断画面显示如下：



2 分钟后，将拔出的卡重新插回机笼，观察备卡拷贝数据的现象是否正常。观察这个过程中，回路运算有无异常。

交换测试，确保两块卡能相互间无扰切换。

测试完毕后，填写下面的记录表格：

| 主控卡     | 无扰切换 | 组态拷贝 | 拷贝信息 | 故障切换 | 是否抢控制权 |
|---------|------|------|------|------|--------|
| 控制站主/备卡 |      |      |      |      |        |
|         |      |      |      |      |        |

### 5.5.2 数据转发卡的冗余测试

将控制站互为冗余的数据转发卡中的工作卡拔出，观察另一块转发卡是否能够从后备状态切换至工作状态；同时注意观察本机笼 I/O 卡件在切换的过程中是否受到扰动。

将拔出的数据转发卡插回机笼，观察插入后插入通信报警是否正确，备卡在拷贝数据的过程中，观察拷贝过程有无异常，观察拷贝过程中数据转发卡与 I/O 卡件的通信有无异常。

交换测试，确保两块卡能无扰切换。

测试完毕后，填写下面的记录表格：

| 数据转发卡 | 无扰切换 | 信息拷贝 | 故障切换 | 是否抢控制权 |
|-------|------|------|------|--------|
| 00/01 |      |      |      |        |
|       |      |      |      |        |



### 5.5.3 通信端口冗余测试

只保留一个通信端口，进行单口的组态下载，观察下载能否顺利、通畅进行。

将互为冗余的两层通信网络分别破坏，如拔出一根与网卡或主控制卡的通信线，断开两根与主控制卡相连的通信电缆（一上一下）或其它可模拟的故障方式，观察系统能否正常通信，观察主控制卡的切换能否完成。

测试完毕后，填写下面的记录表格：

| 通信端口           | 正常 | 不正常 | 备注 |
|----------------|----|-----|----|
| ____#主控制卡 1#端口 |    |     |    |
| ____#主控制卡 2#端口 |    |     |    |
| ____#主控制卡 1#端口 |    |     |    |
| ____#主控制卡 2#端口 |    |     |    |

| 通讯端口        | 正常 | 不正常 | 备注 |
|-------------|----|-----|----|
| 129 网卡 1#端口 |    |     |    |
| 129 网卡 2#端口 |    |     |    |

### 5.5.4 HUB 的冗余测试

只让一个 HUB 带电工作，另一个 HUB 停电，进行组态下载，观察下载是否能够通畅完成。

测试完毕后，填写下面的记录表格：

| HUB 工作       | 正常 | 不正常 | 备注 |
|--------------|----|-----|----|
| 1# HUB 单独工作  |    |     |    |
| 2# HUB 单独工作  |    |     |    |
| 1、2#HUB 同时工作 |    |     |    |

## 5.6 主控制卡掉电测试

关闭各控制站的全部电源，120 秒后重新上电，观察主控卡中控制参数及组态等信息是否改变或丢失。

测试完毕后，填写下面的记录表格：

| 控制站编号      | 正常 | 不正常 | 备注 |
|------------|----|-----|----|
| _____# 控制站 |    |     |    |
|            |    |     |    |

## 5.7 I/O 通道测试

I/O 卡件的通道测试，亦可称为静态调试。在这时需要检查各个 I/O 通道是否工作正常。一般的测试方法是对每一通道进行 25%、50%、75% 三点测试，并记录相应数据。**此工作一般在工厂完成。**本节课程向读者介绍通道测试的常用方法。

测试时，直接在 I/O 卡件端子上输入模拟信号或者接入测量用的万用表等工具，以测试 I/O 卡件的输入输出是否正常。

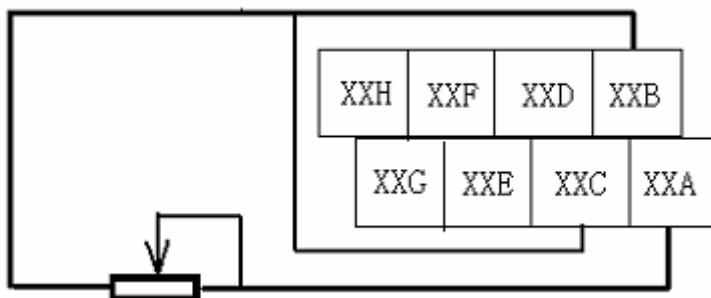
### 5.7.1 模拟输入信号测试

根据组态信息，针对不同的信号类型、量程，利用各种信号源（如电阻箱、电子电位差计等）对 I/O 通道逐一进行测试并在必要时记录测试数据。

请根据下面的调试报告提示的步骤完成系统联机调试，并记录相关数据。

#### • 热电阻信号

根据信号量程，利用标准电阻箱在端子侧改变输入电阻值，如下：

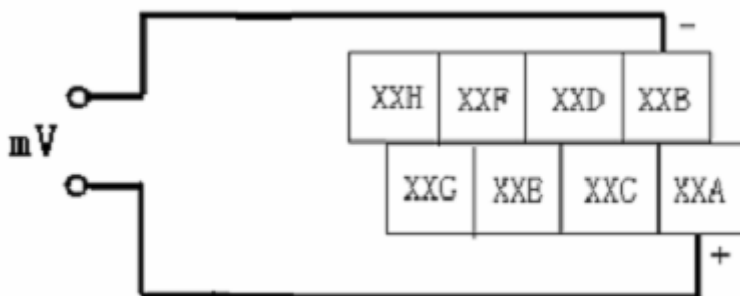


观察操作站实时监控画面显示的信号值是否与对应的输入电阻正确对应，并作记录。

| 热电阻信号测试记录 |        |    |    |      |       |       |       |
|-----------|--------|----|----|------|-------|-------|-------|
|           | 信号通道地址 | 正端 | 负端 | 信号量程 | 25%FS | 50%FS | 75%FS |
| TI-101    |        |    |    |      |       |       |       |
| 测试结果      |        |    |    |      |       |       |       |

#### • 热电偶信号

根据信号量程，利用电子电位差计在端子侧改变输入毫伏信号值，如下：



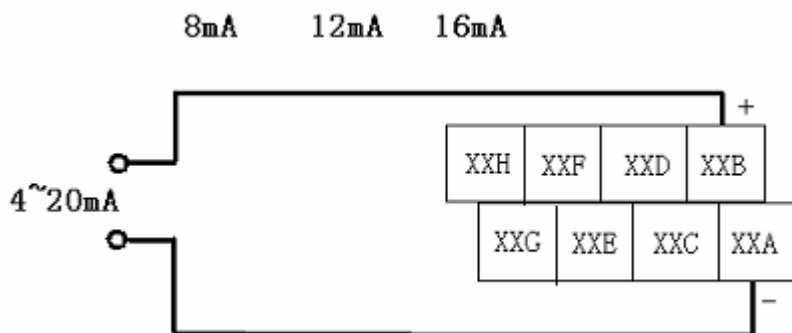
观察操作站实时监控画面显示的信号值是否与输入的毫伏信号值正确对应，并作记录（请注意冷端温度对显示结果的影响）。

| 热电偶信号测试记录 |        |    |    |      |       |       |       |
|-----------|--------|----|----|------|-------|-------|-------|
|           | 信号通道地址 | 正端 | 负端 | 信号量程 | 25%FS | 50%FS | 75%FS |
| TI-106    |        |    |    |      |       |       |       |
| TI-107    |        |    |    |      |       |       |       |

|        |  |  |  |  |  |  |  |
|--------|--|--|--|--|--|--|--|
| TI-108 |  |  |  |  |  |  |  |
| TI-111 |  |  |  |  |  |  |  |
| TI-104 |  |  |  |  |  |  |  |
| TI-001 |  |  |  |  |  |  |  |
| TI-102 |  |  |  |  |  |  |  |
| 测试结果   |  |  |  |  |  |  |  |

### • 电流信号

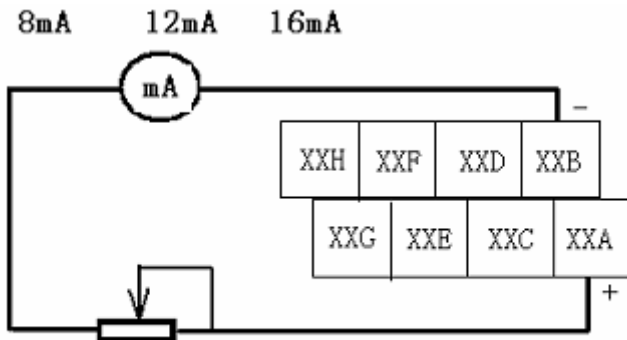
不配电信号：根据信号量程及信号类型（Ⅱ或Ⅲ型），利用标准信号发生器（要求精度较高，不低于卡件精度），在端子侧改变输入毫安信号值，如下：



同时观察操作站实时监控画面显示的信号值是否与输入的信号正确对应，并作记录。

| 电流信号测试记录 |        |    |    |      |       |       |       |
|----------|--------|----|----|------|-------|-------|-------|
|          | 信号通道地址 | 正端 | 负端 | 信号量程 | 25%FS | 50%FS | 75%FS |
| PI-001   |        |    |    |      |       |       |       |
| PI-102   |        |    |    |      |       |       |       |
| LI-101   |        |    |    |      |       |       |       |
| 测试结果     |        |    |    |      |       |       |       |

配电信号：所需工具为电阻箱、电流表和若干导线。将配电卡件通道、电阻箱和电流表构成一回路，如下：



调节电阻值使电流表分别指示在 8mA (25%)、12mA (50%) 和 16mA (75%)，记录实时监控中相应位号的值。

并作记录如下：

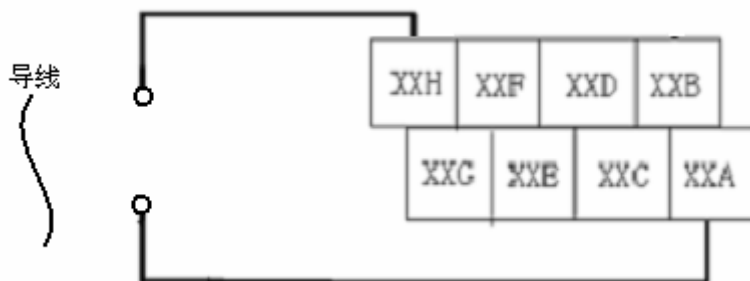
| 电流信号测试记录 |        |    |    |      |       |       |       |
|----------|--------|----|----|------|-------|-------|-------|
|          | 信号通道地址 | 正端 | 负端 | 信号量程 | 25%FS | 50%FS | 75%FS |
| FR-001   |        |    |    |      |       |       |       |
| FI-104   |        |    |    |      |       |       |       |
| 测试结果     |        |    |    |      |       |       |       |

#### • 电压信号

根据信号量程及信号类型（II 或 III 型），利用标准信号发生器（要求精度较高，不低于卡件精度），在端子侧改变输入电压值，同时观察操作站实时监控画面显示的信号值是否与输入信号正确对应，并作记录。本例中无此种信号。

## 5.7.2 开入信号测试

根据组态信息对信号进行逐一测试：用一短路线将对应信号端子短接与断开，如下：



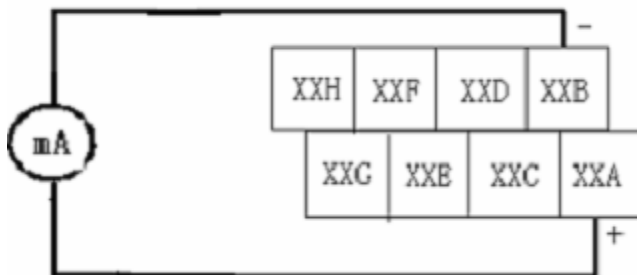
同时观察操作站实时监控画面中对应开关量显示是否正常，并记录测试数据。

| 开入信号测试记录 |        |    |    |    |    |
|----------|--------|----|----|----|----|
|          | 信号通道地址 | 正端 | 负端 | 短接 | 断开 |
| KI-301   |        |    |    |    |    |
| 测试结果     |        |    |    |    |    |



### 5.7.3 模拟输出信号测试

根据组态信息选择相应的内部控制仪表，手动改变 MV（阀位）值，MV 值一般顺序地选用 25%FS、50%FS、75%FS，同时用万用表测量对应卡件信号端子输出电流（II 或 III 型），如下：

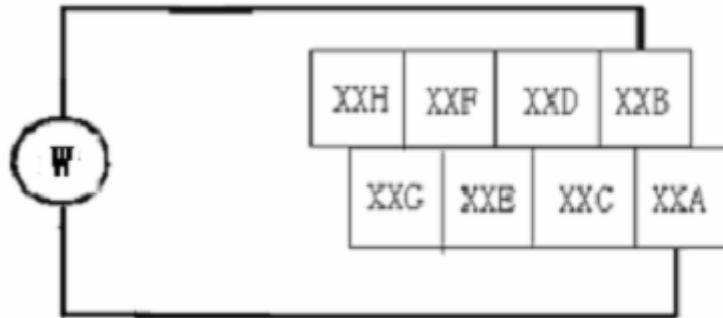


同时观察操作站实时监控画面中对应模出量是否与手动输入的 MV 值正确对应，并作记录。

| 模拟输出信号测试记录 |        |    |    |      |       |       |       |
|------------|--------|----|----|------|-------|-------|-------|
|            | 信号通道地址 | 正端 | 负端 | 信号量程 | 25%FS | 50%FS | 75%FS |
| PV-102     |        |    |    |      |       |       |       |
| FV-104     |        |    |    |      |       |       |       |
| LV-1011    |        |    |    |      |       |       |       |
| LV-1012    |        |    |    |      |       |       |       |
| 测试结果       |        |    |    |      |       |       |       |

### 5.7.4 开出信号测试

根据组态信息选择相应的内部控制仪表，改变开关量输出的状态，同时用万用表在信号端子侧测量其电阻值或电压值，如下：



并记录开关闭合和断开时端子间的测试值。

| 开出信号测试记录 |        |    |    |          |          |
|----------|--------|----|----|----------|----------|
|          | 信号通道地址 | 正端 | 负端 | 开关闭合时测量值 | 开关断开是测量值 |
| KI-302   |        |    |    |          |          |
| 测试结果     |        |    |    |          |          |



调试时，可组态一幅流程图画面，将各路输入输出信号按卡件排列顺序排在一起，便于 I/O 测试时的观察和操作。



**思考：**如何有效区分系统和现场仪表造成的问题？

## 5.8 ADVANTROL 软件测试

调试阶段的工作内容之一就是对监控软件 Advantrol 的功能进行测试，以确认其符合用户的要求。测试内容主要包含以下几个方面：

- 系统是否完成了用户在流程画面方面的要求。
- 测试操作员站的报警管理功能是否符合要求。
- 测试数据一览的功能是否符合要求。
- 测试系统的历史数据管理功能（趋势图）是否符合要求。
- 测试定时报表打印、随机报表打印。
- 测试屏幕硬拷贝功能，口令管理。
- 测试工程应用中涉及的控制方案是否能够实现，并在此阶段将控制方案成型。

## 5.9 系统模拟联调

当现场仪表安装完毕、信号电缆已经按照接线端子图连接完毕并已通过上电检查等各步骤后，可以进行系统模拟联调。

联调的方法和前文所述的 I/O 通道调试基本相同，只是通道调试采用的是模拟信号，而系统联调采用的是真实的现场设备信号。

联调的内容主要有：

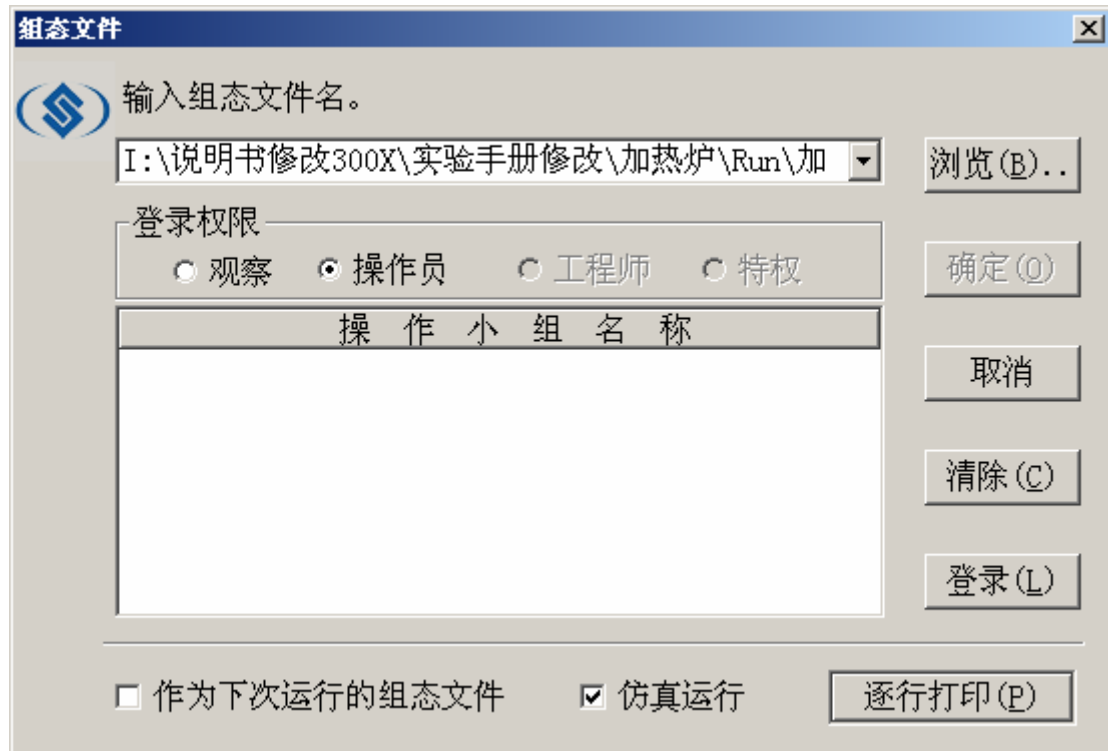
- 对各模拟信号进行联动调试，确认连线正确，显示正常。
- 对各调节信号进行联动调试，确认阀门动作正常、气开气关正确、根据工艺确定正反作用。
- 联系现场设备，确定 DO 信号控制现场设备动作正常，DI 信号显示正常。
- 联系现场设备，确定控制方案动作正常，联锁输出正常，能满足工艺开车的需要。

联调后，以下三个问题应解决，以保证系统可以顺利投运。

- 信号错误，包括接线、组态问题。
- DCS 与现场仪表匹配问题。
- 现场仪表是否完好。

## 思考和练习

1. 试述 300X 系统的上电步骤。
2. 登录实时监控软件时，发现看不见所需要的操作小组，如下图，为什么？



3. 实时监控中第一个特权用户是如何产生的？
4. 在操作指导画面中，如何增加现场生产的操作指导文档？
5. 判断：在实时监控画面中，在一定的权限内我们可以查看系统的操作纪录。（ ）
6. 判断：在实时监控画面中，如需要进行不同操作小组的切换，一定要退回桌面重新登录实时监控软件才可以。（ ）
7. 通道测试时，发现 SP314 卡件热电偶信号在监控画面中的显示值与实际端子上输入的信号值相差 20 余度，为什么？

## 第六章 投运

### \* 介绍投运的条件和简单步骤

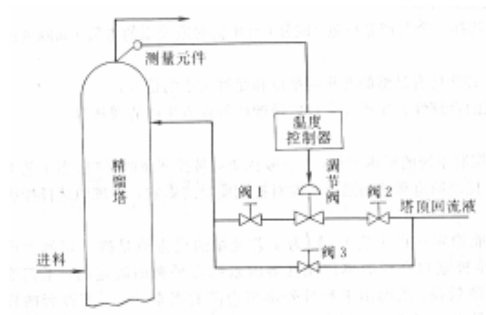
所谓控制系统的投运，是指当系统设计、安装、调试就绪，或者经过停车检修之后，使控制系统投入使用的过程。要使控制系统顺利地投入运行，首先必须保证整个系统的每一个组成环节都处于完好的待命状态。这就要求操作人员(包括仪表人员)在系统投运之前，对控制系统的各种装置、连接管线、供气、供电等情况进行全面检查。同时要求操作人员掌握工艺流程，熟悉控制方案，了解设计意图，明确控制目的与指标，懂得主要设备的功能，以及所用仪表的工作原理和操作技术等。

一般的，投运前，应具备的条件如下：

- 系统联调完成，各测点显示正常，各阀门、电机等动作正常。
- 最终控制方案经过模拟运行，确保正常运行。
- 厂方确认工艺条件成熟，可以进行投运。
- 工程人员确认系统正常，可以进行投运。
- 操作人员、维护人员经过现场操作、维护培训。

对于控制回路的投运，应遵循“先手动，后自动”的原则，在手动调节稳定的前提下，进行自动运行。

接下来，我们结合一个简单的案例，介绍控制系统的投运步骤：



精馏塔塔顶温度调节系统原理图

1、现场手动操作：简单控制系统的构成如上图所示。先将切断阀1和阀2关闭，手动操作旁通阀3，待工况稳定后，可以转入手动遥控调节。

2、手动遥控：由手动操作变换为手动遥控的过程是:先将阀 1 全开，然后慢慢地开大阀 2，关小阀 3，与此同时，拨动控制器的手操拨盘，逐渐改变调节阀的开度，使被控变量基本不变，直到旁通阀 3 全关，切断阀 2 全开为止。待工况稳定后，即被控变量等于或接近设定值后，就可以从手动切换到自动控制。

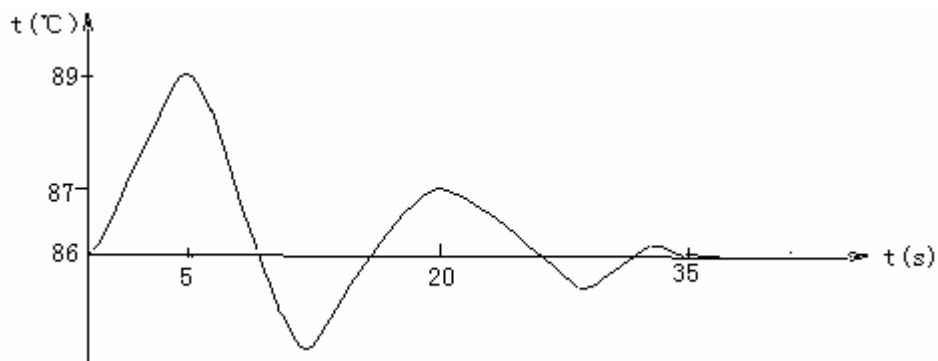
3、由手动遥控切换到自动：在进行手动到自动切换前，需将控制器的比例度、积分时间和微分时间置于已整定好的数值上。对于第一次投运的系统，控制器参数可参照后面所附表格，预置在该类系统控制器参数常见范围的某一数值上。然后观察被控变量是否基本上稳定在设定值或极小偏差，若是，立刻把切换开关从手动切换到自动(指无中间平衡类控制器)，再继续观察，如被控变量仍然稳定在给定值上，切换成功。如切自动后，被控变量波动剧烈，可反切到手动，重复上述步骤；如果切自动后，被控变量有波动，且不很理想时，可通过控制器的参数设定，使自动控制达到正常运行状态，即被控变量基本上稳定在设定值上或附近，最大偏差不超过工艺允许值。

选择  $\delta$ 、 $T_i$  和  $T_D$  的一些规则

| 比例度                         | 积分时间 $T_i$                    | 微分时间 $T_D$                                   |
|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------|
| ，将使衰减比 $n$ ，振荡倾向            | $T_i$ ，将使衰减比 $n$              | $T_D$ ，将使衰减比 $n$ （但 $T_D$ 太大时， $n$ ）         |
| 应大于临界值，例如增大一倍               | $T_i$ 应取振荡周期的 $\frac{1}{2}$ 倍 | 取 $T_D = (\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}) T_i$ |
| $K_0$ （对象放大系数）大时， $T_i$ 应大些 | 引入积分作用后，应比单纯比例时增大（10～20）%     | 引入微分作用后，可比单纯比例时减小（10～20）%                    |
| $T_0$ 大时，应大些                |                               |                                              |

## 思考和练习

1. 控制回路的投运，应遵循什么原则？
2. 判断：常规控制方案中的 P、I、D 参数在实时监控画面中不能进行修改，而在自定义控制方案中的 P、I、D 参数在实时监控画面中能进行修改。（      ）
3. 在设定回路参数时发现偏差始终存在一些余量，导致测量值经常在给定值附近小幅振动，此时应该（      ）。  
A．增加比例度    B．增加微分时间    C．减小积分时间    D．减小比例度
4. PID 工程参数整定方法有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
5. 一个温度控制系统的过渡过程记录曲线如下：
  - ． 衰减比等于\_\_\_\_\_。
  - ． 最大偏差等于\_\_\_\_\_。
  - ． 余差等于\_\_\_\_\_。



请你判断该控制系统的调节规律应为什么。若该温度控制系统的控制要求为  $86 \pm 2$  ，  
请问是否满足控制要求？若不满足则应对比例度（P）、积分时间（T）进行如何修改。



## 第七章 维护与疑难解析

- \* 介绍系统使用维护的相关事项
- \* 介绍常见故障的处理
- \* 分析系统使用中的一些疑难问题

### 7.1 系统使用维护

DCS 系统是由系统软、硬件，操作台盘及现场仪表组成的。系统中任一环节出现问题，均会导致系统部分功能失效或引发控制系统故障，严重时会导致生产停车。因此，要把构成控制系统的所有设备看成一个整体，进行全面维护管理。

#### 7.1.1 日常维护

##### 7.1.1.1 中控室管理

应加强中控室人员和设备管理。为保证系统运行在适当条件下，请遵守以下各项：

- 密封所有可能引入灰尘、潮气和鼠害或其它有害昆虫的走线孔（坑）等；
- 保证空调设备稳定运行，保证室温变化小于 $+5^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ，避免由于温度、湿度急剧变化导致在系统设备上的凝露；
- 现场与控制室合理隔离，避免现场灰尘进入控制室，同时控制室定时清扫，保持清洁。

##### 7.1.1.2 操作站硬件管理

- 文明操作，爱护设备，保持清洁，防灰防水；
- 严禁擅自改装、拆装机器；
- 键盘与鼠标操作须用力恰当，轻拿轻放，避免尖锐物刮伤表面；
- 尽量避免电磁场对显示器的干扰，避免移动运行中的工控机、显示器等，避免拉动或碰伤设备连接电缆和通讯电缆等。

- 显示器使用时应注意：
  - 显示器应远离热源，保证显示器通风口不被他物挡住；
  - 在进行连接或拆除前，请确认计算机电源开关处于“关”状态。此操作疏忽可能引起严重的人员伤害和计算机设备的损坏；
  - 显示器不能用酒精和氨水清洗，如确有需要，请首先关断电源，用湿海绵清洗。

#### 7.1.1.3 操作站软件管理

- 严禁使用非正版 Windows NT 软件（非正版 Windows NT 软件指随机赠送的 OEM 版和其它盗版软件）；
- 操作人员严禁退出实时监控；
- 操作人员严禁修改计算机系统的配置设置，严禁任意增加、删除或移动硬盘上的文件和目录；
- 系统维护人员应谨慎使用外来软盘或光盘，防止病毒侵入；
- 严禁在实时监控操作平台进行不必要的多任务操作；
- 系统维护人员应做好系统所需的各种驱动软件的硬盘备份。
- 系统维护人员应做好控制子目录文件（组态、流程图、SCX 语言、图形化编程及报表文件等）、各自控回路的 PID 参数、调节器正反作用等系统数据的硬盘备份记录工作，同时要求采用书面、软盘、光盘等进行备份；对系统组态、控制参数作出必要修改后，系统维护人员应及时做好记录及备份更新工作。

#### 7.1.1.4 操作站检查

- 工控机、显示器、鼠标、键盘等硬件是否完好；
- 实时监控工作是否正常，包括数据刷新、各功能画面的（鼠标和键盘）操作是否正常；
- 查看故障诊断画面，是否有故障提示。

#### 7.1.1.5 控制站管理

- 严禁擅自改装、拆装系统部件；
- 不得拉动机笼接线；
- 不得拉动接地线；

- 避免拉动或碰伤供电线路；
- 锁好柜门。

#### 7.1.1.6 控制站检查

- 卡件是否工作正常，有无故障显示（FAIL 灯亮）；
- 电源箱是否工作正常，电源风扇是否工作，5V、24V 指示灯是否正常。

#### 7.1.1.7 通信网络管理

- 不得拉动或碰伤通信电缆；
- 通信网络分 A 网、B 网，分别对应相应的网卡、HUB，不得相互交换。

### 7.1.2 预防维护

在工艺生产允许前提下，每年至少应进行一次预防性的维护，以掌握系统运行状态，消除故障隐患。

冗余测试：正常的冗余是二块卡互为热备用，可分别切到工作状态，并维持系统的正常工作。冗余测试的目的是避免冗余耗尽。

- 卡件冗余测试：通过带电插拔互为冗余的卡件，检查冗余是否正常。

主控卡：互为冗余的二块主控卡应可以分别切为工作状态，并实现各项数据采集控制输出功能。通过查看操作站监控流程图、故障诊断画面、查看机笼 I/O 卡件故障灯状态，可以判断工作的主控卡是否正常工作。

数据转发卡：互为冗余的数据转发卡应可以分别切为工作状态，并实现 I/O 卡与主控卡之间通信。通过查看操作站监控流程图、故障诊断画面、查看机笼 I/O 卡件故障灯状态，可以判断工作的数据转发卡是否正常工作。

冗余 I/O 卡件：互为冗余 I/O 卡件应可以分别切为工作状态，并实现组态设定的数据采集或控制输出功能。

AI 卡，通过信号线外加信号，同时查看操作站监控流程图、故障诊断画面、查看机笼 I/O 卡件故障灯状态，可以判断工作的 AI 卡是否正常工作。

AO 卡，通过调整输出指令，并在对应的 I/O 端子上采用万用表测量等方法，同时查看操作站监控流程图、故障诊断画面、查看机笼 I/O 卡件故障灯状态，可以判断工作的 AO 卡是否

正常工作。

- 通信冗余测试：通信冗余包括操作站网卡、通信线、HUB、等，通过分别带电断开一路通信线接头，HUB 电源，检查操作站数据刷新、操作输出是否正确。
- 供电冗余，供电冗余包括交流供电冗余和直流供电冗余。

交流供电冗余：通过分别断开冗余交流进线的一路，系统有一半的交流供电回路失电，但系统应仍然可以正常工作。


直流供电冗余是通过交流供电冗余实现的。

UPS 测试：通过断开 UPS 交流进线，测试 UPS 电池供电能力。UPS 应电池定期放电，一般建议每月一次，放电方法：断开 UPS 交流供电采用电池供电，至电池即将释放完为止。

### 7.1.3 故障维护

发现故障现象后，系统维护人员首先要找出故障原因，进行正确的处理。

#### 1. 操作站故障

- 实时监控中，过快地翻页或开辟其它窗口，可能引发 Windows 系统保护性关闭运行程序，而退出实时监控，维护人员应首先关闭其它应用程序，然后双击实时监控图标 ，重新进入实时监控；
- 由于静电积聚，键盘可能亮红灯，这种现象不会影响正常操作，可以小心拔出键盘接头，大约 3 分钟后再小心插回。
- 操作站硬件故障：包括显示器、工控主机等。

显示器故障与显卡故障要区分开，若显示器显示不正常，通过更换显示器可以判断是否为故障，即：若更换显示器后显示正常，则可以确认为显示器故障，否则可能为显卡故障或主机其他部件故障。

主机故障，主机故障包括：

硬盘、主板、内存条、显卡、声卡等硬件故障，一般必须由供应商提供备件后才能解决，更换硬件时应首先关断主机电源。

还包括 WIN NT 平台、相关硬件驱动程序、SUPCON WebField JX-300X DCS 系统软件等软件故障，由于所有的软件在主机硬盘、光盘上都有备份，经过培训的维护工程师应根据具体故障原因维护。

由于主机故障可能引起组态、程序、控制参数等工程文件数据丢失，故应在软盘、光盘

上做好这些工程文件数据的备份。

## 2. 控制站 I/O 卡件故障

确认卡件出现故障后要及时换上备用卡，并及时与浙大中控自动化有限公司取得联系。

在进行系统维护时，如果接触到系统组成部件上的集成元器件、焊点，极有可能产生静电损害，静电损害包括卡件损坏、性能变差和使用寿命缩短等。为了避免操作过程中由于静电引入而造成损害，请遵守：

- 所有拔下的或备用的 I/O 卡件应包装在防静电袋中，严禁随意堆放；
- 插拔卡件之前，须作好防静电措施，如带上接地良好的防静电手腕，或进行适当的人体放电；
- 避免碰到卡件上的元器件或焊点等。

卡件经维修或更换后，必须检查并确认其属性设置，如卡件的配电、冗余等跳线设置。

## 3. 控制站电源故障

控制站电源故障包括 5V、24V 指示灯显示不正常、电源输出电压不正常、冷却风扇工作不正常等，一般采用更换电源部件、返修的措施解决。经系统培训维护工程师可以在不影响系统工作的前提下带电维修电源箱，但强烈建议在系统停车检修期间停电维修。

## 4. 通信网络故障

- 通信接头接触不良会引起通信故障，确认通信接头接触不良后，可以利用专用工具重做接头；
- 由于通信单元有地址拨号，通信维护时，网卡、主控卡、数据转发卡的安装位置不能变动；更换网卡、主控卡、数据转发卡时应注意卡件地址与原有卡件保持一致，
- 通信线破损应及时予以更换；
- 合理绑扎通信线，避免由于通信线缆重量垂挂引起接触不良。

## 5. 信号线故障

维护信号线时避免拉动或碰伤系统线缆，尤其是线缆的连接处。

## 6. 现场设备故障

检修现场控制设备之前必须征得中控室操作人员的允许。检修结束后，要及时通知中控人员，并进行检验。操作人员应将自控回路切为手动，阀门维修时，应起用旁路阀。

## 7.1.4 大修期间维护

### 7.1.4.1 系统断电步骤

1. 每个操作站依次退出实时监控及操作系统后，关操作站工控机及显示器电源；
2. 逐个关控制站电源箱电源；
3. 关闭各个支路电源开关；
4. 关闭不间断电源（UPS）电源开关；
5. 关闭总电源开关。

### 7.1.4.2 大修维护内容

大修期间对 DCS 系统应进行彻底的维护，内容包括：

停电维护：

- 操作站、控制站停电吹扫检修。包括工控机内部，控制站机笼、电源箱等部件的灰尘清理。
- 系统供电线路检修。包括分电箱、端子排、继电器、安全栅等。确保各部件工作正常、线路可靠连接。**！特别注意，断电后 UPS 电池仍然会产生很高电压，注意安全。**
- 接地系统检修。包括端子检查、对地电阻测试。
- 通信线路连接线、连接点检查，确保各部件工作正常、线路可靠连接。做好双重化网络线的标记

现场设备检修。具体做法请参照有关设备说明书。

## 7.1.5 大修后系统上电

系统重新上电前必须确认接地良好，包括接地端子接触、接地端对地电阻（要求 $< 4$  欧姆）。系统维护负责人确认条件具备后方可上电，应严格遵照上电步骤进行。系统总体上电步骤，请按如下步骤进行：

- 1) 首先合上配电箱的总断路器，检查输出电压是否符合  $220V \pm 10\%$ ；
- 2) 合上配电箱内的各支路断路器，分别检查输出电压；
- 3) 若配有 UPS 或稳压电源，检查 UPS 或稳压电源输出电压是否正常，不正常则查找原

因，恢复后才能继续以下上电步骤；

- 4) 控制站上电。
- 5) 操作站上电。

#### 7.1.5.1 控制站上电步骤

- 1) 电源箱依次上电检查；
- 2) 机笼配电检查；
- 3) 卡件自检；
- 4) 卡件冗余测试等。

#### 7.1.5.2 操作站上电步骤

- 1) 操作站的显示器、工控机等设备上电；
- 2) 计算机自检通过，检查确认 Windows NT 系统软件、JX-300X 系统软件及应用软件的文件夹和文件是否正确；
- 3) 硬盘剩余空间无较大变化，并通过磁盘表面测试。

#### 7.1.5.3 通信系统冗余测试

- 1) 检查网络线缆通断情况，确认连接处接触良好，并及时更换故障线缆；
- 2) 上电前检查确认双重化网络线的标记、确认同轴细缆、粗缆的网络接头导电部分不得与机柜等导体相碰（粗缆接地线除外），不得碰在一起；
- 3) 上电后做好网络冗余性能的测试，方法如下：

先进行冗余切换测试，看两块主控卡是否均工作正常，是否存在抢控制权现象。

再对两块主控卡轮流进行以下单卡测试：

- 断开 2#通讯线，维持 1#通讯线，利用下载组态功能测试是否正常，正常则表明 1#通讯网络正常；
- 断开 1#通讯线，维持 2#通讯线，利用下载组态功能测试是否正常，正常则表明 2#通讯网络正常。
- 断开主控卡上口通讯线，应显示相应控制站的总线 0 故障；断开主控卡下口通讯线，应显示相应控制站的总线 1 故障；否则可能为主控卡某一口有故障。

- 对每个机笼的数据转发卡进行冗余切换测试，数据转发卡工作是否正常，是否存在抢控制权现象。
- 冗余卡件冗余切换测试。对控制站内互为冗余的卡件进行冗余切换测试，即轮流插拔互为冗余的 I/O 卡，看两块互为冗余的两块 I/O 卡是否均能正常工作。是否存在抢控制权现象。

#### 7.1.5.4 常规控制回路参数重新整定及投运

常规回路的参数包括控制器的 PID 参数和回路的正反作用设置。

其中，P 代表比例作用的强弱，P 的数值越小，意味着控制器的比例作用越强，比例作用是任何一种控制方案所必需的基本控制作用，除了一些极特殊的情况外，用户一般都要对比例作用的 P 参数进行设置；

I 代表积分作用的积分时间，I 的数值越小，积分作用越强。积分作用的目的是消除控制回路测量值和设定值之间的偏差，只要偏差存在，控制器就会驱动调节阀动作，直到偏差为零。积分作用可以提高控制精度，但是它降低了回路的稳定性；

D 代表微分作用的微分时间，D 的数值越大，微分作用越强。微分作用的目的是对一些对象反应比较慢的回路（如温度控制回路）的控制作用进行提前的纠正，防止测量值出现大的波动和超调。

在系统停车之后重新投运控制回路，最好的办法是将各个回路过去已经成功整定过的 PID 参数做好记录，在重新投运时再次输入。对于回路的正反作用设置，在投运时可以不用考虑调节阀的气开和气关形式，一律把调节阀当作气开阀看待，因为系统已经在对模拟量输出点组态时做了相应的设置，这是本系统和其它模拟仪表与 DCS 系统的不同之处。

#### 7.1.5.5 复杂回路投运

复杂回路是指除常规回路之外的各种控制回路。复杂回路的投运要依据具体情况而定，基本的原则是先内环、后外环、再加前馈（以三冲量控制为例）。




## 7.2 常见故障处理

DCS 自动控制系统是由其自身的软、硬件，以及操作台盘及现场仪表（变送器、测量开关、电缆及执行结构等）组成的有机整体。系统中任一环节出现问题，均会导致系统部分功能失效或引发控制系统故障，严重时会导致生产停车等事故。要把构成控制系统的所有设备看成一个整体，进行全面维护管理。

由于具有大量的冗余设计，所以 DCS 系统能够正常工作并不表示 DCS 系统无故障，有可能存在冗余部件或功能失效即冗余耗尽的问题。为此应加深对 DCS 原理、功能的理解，定期巡检、及时处理系统的小故障，确保系统具有各项功能稳定可靠。

### 7.2.1 操作站故障。

- 当操作站计算机由于异常断电、人为等原因，计算机不能启动时请参照使用说明重新安装操作系统和 JX-300X DCS 系统软件。
- 实时监控中，过快的翻页或开辟其他窗口，可能引发 Windows 操作系统保护性关闭运行程序，而退出实时监控。维护人员应首先关闭其他应用程序，然后双击实时监控图标 ，重新进入实时监控。

### 7.2.2 I/O 卡件故障。

- 当出现卡件 FAIL 灯亮、非冗余卡件 WORK 灯不亮、卡件 COM 灯不亮时请检查位于该卡件上的信号点是否正常，如果不正常请立即更换该卡件。确认卡件出现故障后要及时换上备用卡，并及时与浙大中控技术有限公司用户服务部取得联系。
- 卡件更换前，应将配电、冗余等跳线跳到原卡件位置。

### 7.2.3 通信网络故障。

发生网络故障时，实时监控软件 Advantrol 的故障诊断画面上会有相应的提示。

JX-300X 网络分两层，SCnet II 和 SBUS 网络。

SCnet II 是主控卡与上位监控的操作站与工程师站，或者数据服务器(如 OPC SERVER)之间互联的网络，采用冗余的结构。SBUS 网络是主控卡与各个 I/O 卡件之间进行通讯互联的网

络。

当 SCnet II 网络发生报警的时候，Advantrol 将提示系统报警。

属于网络故障的报警有：

- 1、提示主控卡网络故障
- 2、提示 1 号网络故障或者 2 号网络故障。
- 3、提示 I/O 控制器故障。
- 4、提示数据转发卡故障。

网络故障可采取下述的方法解决之：

一、主控卡的网络功能故障发生的时候，将提示主控卡网络故障，可采取替换法确认之。确认是主控卡故障，更换主控卡。

二、上位机网卡安装不正常，也将提示故障。首先应确定网卡的驱动安装正确，其次需确定安装的网络协议是否符合相关规定，需确认上位机的网卡 IP 地址以及子网掩码是否按照有关规定填写的。IP 地址需设置为 128.128.X.XXX(X 为 1 或者 2, 对应于 1 号与 2 号网络, XXX 取 129-160 之间的数值)，子网掩码需设置为 255.255.255.0。对于网络协议，应只添加 TCP/IP 协议与 NETBUI 协议，添加其他协议，将导致网络故障。

三、确认 HUB 工作正常，HUB 故障时，网络将发生故障，此时需要更换 HUB。

四、确认双绞线连接正确，双绞线必须按照浙大中控的相关规定进行连接，处于 1 号网络和 2 号网络的网线不能混淆，即 1 号网络的双绞线只能连接主控卡的 PORT-A，标记为 1# 的 HUB，以及 IP 地址设置为 XXX.XXX.1.XXX 的网卡，相应的 2 号网络的双绞线只能连接主控卡的 PORT-B，标记为 2# 的 HUB，以及 IP 地址设置为 XXX.XXX.2.XXX 的网卡。错误的连接将导致网络故障。

五、确认双绞线的正确使用。双绞线自身损坏或者其长度超过规定的长度，将导致网络故障。对于 JX-300X，用于连接的双绞线不能超过 100 米。

对于 SBUS 网络故障，主要有列的情形：

- 1) 主控卡的 SBUS 网络控制器故障。使用替代法确定后，更换主控卡解决。
- 2) 数据转发卡 SP233 故障，SP233 故障有种情形，一是卡件本身故障，需确认后，更换卡件；二是设置故障，其地址设置必须符合相关的规定，同一控制站内不能出现地址重复的 SP233。
- 3) SBUS 线故障。检查 SBUS 线的连接处有无松动。

### 7.2.4 信号线故障。

维护信号线时注意不要损伤通信网络、电源线。

### 7.2.5 电源箱故障。

如果电源箱的 24V、5V 指示灯不亮时，请确认该电源箱的输入电源是否正常，如果输入电源不正常请解决输入电源问题，如果输入电源正常则可确认为电源箱故障。

### 7.2.6 现场自控设备故障。

检修现场自控设备之前必须征得中控室操作人员的允许，方可以检修。此时，操作人员应将自控回路切为手动，阀门维修时，应起用旁路阀。检修结束后，要及时通知中控室操作人员，并进行检验。

### 7.2.7 异常断电。

当系统出现异常断电，再次上电时，请将所有控制回路切手动并检查系统的各项参数是否正常，如有必要请下载组态。

## 7.3 疑难解析

问：SP313 上某一信号点显示不正确。

答：可能是配电跳线的配置和实际的信号情况不相符合，请检查信号相应通道的配电跳线是否正确配置。

问：UPS 的选择是不是容量越大越好？

答：UPS 的选用要注意负荷的大小，不是容量越大越好，在 UPS 容量超出负荷很大时，双路电切换容易发生故障，将内部的融丝烧断从而导致电源丢失。此现象特别是在负荷为感性时更易发生。

问：请问机笼中卡件排布的规则？

答：当 I/O 卡件按冗余方式配置时，互为冗余的两卡件槽位地址遵循“**I 和 I+1 连续，且 I 必须为偶数， $0 \leq I < 15$** ”的原则。

当 I/O 卡件按非冗余方式配置时，需注意卡件槽位地址不能随意配置。

I/O 卡件分为 A、B 两类。

A 类：SP311，SP313，SP314，SP315，SP316，SP317，SP322，SP331，SP332

B 类：SP323，SP335，SP341，SP361，SP362，SP363，SP364

在配置时应遵循以下原则：

- 同一分类中的两块卡件可以任意配置槽位地址。
- 不同分类中的两块卡件不能配置在相邻的两个冗余槽位，例如 6，7 号槽位；但可以配置在相邻的两个不冗余槽位，例如 7，8 号槽位。
- SP334 不属于以上二类，因此可以插在任何槽位。

问：系统重启后，控制站许多卡件均闪红灯，下载组态后，现象消失。

答：可能是主控卡的后备锂电池（电压 3.6V）失效，它的作用是用于断电情况下保护主控卡 SRAM 的数据（包括组态信息、控制算法等）。可用万用表测量后备锂电池的电压，如果偏移 3.6V 较大，就有故障，需更换电池；若电压约 3.6V，锂电池是正常的，就要分析其它原因了。

问：系统主控卡出现经常性故障灯闪烁，并重新启动，导致所有卡件通讯故障，经历数秒后一般能恢复正常。

答：故障原因为主控卡机笼供电电压过低，导致主控卡不能正常工作，电压上去后，主控卡恢复了正常工作。建议在系统所处电网供电电压波动较大时需采用 UPS 供电以保证系统正常运行。

问：SP316 某一信号点显示不准。

答：可能是调换了模块却未修改组态中的量程（即更换了现场仪表类型却未修改相应 I/O 点的组态）。

问：系统中多块卡件遭雷击损坏。。

答：经现场考察和分析，该系统装置控制室所在建筑物的避雷针，其引下线贴近 I/O 电缆的进线口。I/O 电缆的走线槽材质为环氧树脂，无法实现接地屏蔽。造成雷电波通过 I/O 电缆进入 DCS 系统。另外装置的系统地和避雷地相互贴近，这也是遭受雷电破坏的原因之一。建议改变避雷针引下线的走向，使其远离 I/O 电缆 3 米以上的距离；改进系统的接地状况，使其距避雷地大于 20 米；I/O 电缆与引下线的交错处应采用金属板屏蔽并接地。