

# SIEMENS



功能手册

# SIMATIC

**S7-1500, S7-1500R/H, ET 200SP,  
ET 200pro**

循环和响应时间

版本

07/2018

[support.industry.siemens.com](http://support.industry.siemens.com)

## SIMATIC

### S7-1500 等时同步模式

#### 功能手册

文档指南

1

什么是等时同步模式?

2

使用等时同步模式

3

同步的时间顺序

4

组态等时同步模式

5

编程等时同步模式

6

## 法律资讯

### 警告提示系统

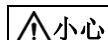
为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。



表示如果不采取相应的小心措施，**将会导致死亡或者严重的人身伤害。**



表示如果不采取相应的小心措施，**可能导致死亡或者严重的人身伤害。**



表示如果不采取相应的小心措施，**可能导致轻微的人身伤害。**

#### 注意

表示如果不采取相应的小心措施，**可能导致财产损失。**

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

### 合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

### 按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：



**Siemens** 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 **Siemens** 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

### 商标

所有带有标记符号 ® 的都是 **Siemens AG** 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

### 责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一个版本中。

# 前言

## 本文档的用途

本功能手册简要介绍了进行等时同步操作时，I/O 模块的等时同步模式功能信息：

- 在 SIMATIC S7-1500 中用作集中式 I/O
- 在 PROFINET IO 的分布式 I/O 系统中
- 在 PROFIBUS DP 的分布式 I/O 系统中
- 联合作为 PROFINET IO 的集中式和分布式 I/O

本文档将提供有关等时同步模式下组态和编程的信息。

## 所需的基本知识

要理解本手册中的内容，需要具备以下知识：

- 自动化技术的基本知识
- 工业自动化系统 SIMATIC 的知识
- 基于 Windows 的计算机知识
- 了解 STEP 7 (TIA Portal) 的使用

## 范围

本文档是 PROFINET 和 PROFIBUS 环境中 SIMATIC S7-1500 自动化系统及所有 SIMATIC 产品的基本文档。产品文档基于本文档。

本手册适用于 SIMATIC S7-1500 自动化系统 CPU 固件版本为 V2.6 或更高版本（S7-1500 紧凑型 CPU 和 S7-1500R/H CPU 除外）。此外，还要求 SIMATIC STEP 7 Professional V15.1 或更高版本。

## 约定

**STEP 7:** 在本文档中，“STEP 7”是指组态与编程软件“STEP 7 V15.1 (TIA Portal) 及以上版本”。

在本文档中包含有所述设备的相关图片，这些图可能与实际的设备略有不同。

请特别关注以下注意事项的相关信息：

---

### 说明

在注意事项中包含有关产品、产品操作或文档中应特别关注部分的重要信息。

---

## 安全信息

**Siemens** 为其产品及解决方案提供了工业安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了防止工厂、系统、机器和网络受到网络攻击，需要实施并持续维护先进且全面的工业安全保护机制。**Siemens** 的产品和解决方案仅构成此类概念的其中一个要素。

客户负责防止其工厂、系统、机器和网络受到未经授权的访问。只有在必要时并采取适当安全措施（例如，使用防火墙和/或网络分段）的情况下，才能将系统、机器和组件连接到企业网络或 Internet。

此外，需遵循西门子发布的有关安全措施指南。更多关于可执行的工业安全措施的信息，请访问 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

西门子不断对产品和解决方案进行开发和完善以提高安全性。**Siemens** 强烈建议您及时更新产品并始终使用最新产品版本。如果所用的产品版本不再支持，或未更新到最新版本，则会增加客户遭受网络攻击的风险。

要及时了解有关产品更新的信息，请订阅 **Siemens** 工业安全 RSS 源，网址为 (<https://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

## Siemens 工业在线支持

在此处可轻松快速地获取以下主题的最新信息：

- **产品支持**

提供了产品的所有信息和广泛的专有知识、技术规范、常见问题与解答、证书、下载资料和手册。

- **应用示例**

提供了解决自动化任务所使用的工具以及相关示例，还提供了函数块、性能信息以及视频。

- **服务**

介绍了行业服务、现场服务、技术支持、备件和培训提供情况的相关信息。

- **论坛**

提供了自动化技术相关的答疑和解决方案。

- **我的技术支持**

该部分是您在工业在线支持中的个人工作区，其中提供了消息、支持查询和可组态的文档。

由 Internet (<https://support.industry.siemens.com>) 上的西门子工业在线支持提供这部分信息。

## 网上商城

网上商城即为 Siemens AG 基于全集成自动化 (TIA) 和全集成能源管理 (TIP) 的自动化与驱动器解决方案领域的目录和订购系统。

Internet (<https://mall.industry.siemens.com>) 提供了自动化和驱动器领域的所有产品目录。

# 目录

|  |    |
|--|----|
| 前言 .....                                     | 3  |
| 1 文档指南 .....                                 | 7  |
| 2 什么是等时同步模式? .....                           | 12 |
| 3 使用等时同步模式 .....                             | 14 |
| 4 同步的时间顺序 .....                              | 16 |
| 4.1 PROFINET IO 和 PROFIBUS DP 上同步的时间顺序 ..... | 16 |
| 4.2 采用集中式组态时进行同步的时间顺序 .....                  | 18 |
| 5 组态等时同步模式 .....                             | 21 |
| 5.1 为 PROFINET IO 上的分布式 I/O 组态等时同步模式 .....   | 23 |
| 5.2 为 S7-1500 中的集中式 I/O 组态等时同步模式 .....       | 25 |
| 5.3 组态对集中式和分布式 I/O 的共同等时同步模式操作 .....         | 29 |
| 5.4 为 PROFIBUS DP 上的分布式 I/O 组态等时同步模式 .....   | 31 |
| 5.5 为运动控制应用组态等时同步模式 .....                    | 33 |
| 5.6 设置应用程序循环和延时时间 .....                      | 40 |
| 6 编程等时同步模式 .....                             | 42 |
| 6.1 根据的 IPO 模型进行的程序执行 .....                  | 43 |
| 6.2 根据 OIP 模型执行程序 .....                      | 45 |
| 6.3 对运动控制应用的等时同步模式进行编程 .....                 | 47 |
| 术语表 .....                                    | 48 |
| 索引 .....                                     | 54 |

# 文档指南

SIMATIC S7-1500 自动化系统、基于 SIMATIC S7-1500 的 CPU 1516pro-2 PN 和分布式 I/O 系统 SIMATIC ET 200MP、ET 200SP 与 ET 200AL 的文档分为 3 个部分。这样，用户可以根据具体需求快速访问自己所需的特定信息。



## 基本信息

在系统手册和入门指南中，对 SIMATIC S7-1500、ET 200MP、ET 200SP 和 ET 200AL 系统的组态、安装、接线和调试进行了详细介绍。对于 CPU 1516pro-2 PN，可参见相应的操作说明。STEP 7 在线帮助则为用户提供有关组态和编程方面的技术支持。

## 设备信息

产品手册中包含模块特定信息的简洁描述，如特性、端子图、功能特性、技术数据。

## 常规信息

功能手册中包含有关常规主题的详细介绍，如诊断、通信、运动控制、Web 服务器、OPC UA 等等。

相关文档，可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/CN/zh/view/109742705>) 免费下载。

产品信息数据表中记录了对这些手册的更改和补充。

有关产品信息，敬请访问 Internet:

- S7-1500/ET 200MP (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/68052815>)
- ET 200SP (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/73021864>)
- ET 200AL (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/99494757>)

## 手册集

手册集中包含系统的完整文档，这些文档收集在一个文件中。

可以在 Internet 上找到手册集:

- S7-1500/ET 200MP (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/86140384>)
- ET 200SP (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/84133942>)
- ET 200AL (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/95242965>)

## “我的技术支持”

通过“我的技术支持”（我的个人工作区），“工业在线技术支持”的应用将更为方便快捷。

在“我的技术支持”中，用户可以保存过滤器、收藏夹和标签，请求 CAx 数据以及编译“文档”区内的个人数据库。此外，支持申请页面还支持用户资料自动填写。用户可随时查看当前的所申请的支持请求。

要使用“我的技术支持”中的所有功能，必须先进行注册。

有关“我的技术支持”，敬请访问 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh>)。

## “我的技术支持” - 文档

在“我的技术支持”中的“文档”区域，用户可以使用整个手册或部分手册生成自己的手册。也可以将手册导出为 PDF 文件或后期可编辑的其它格式。

有关“我的技术支持” - 文档，敬请访问 Internet  
(<https://support.industry.siemens.com/My/ww/zh/documentation>)。

## “我的技术支持” - CAx 数据

在“我的技术支持”中的 CAx 数据区域，可以访问 CAx 或 CAe 系统的最新产品数据。仅需轻击几次，用户即可组态自己的下载包。

在此，用户可选择：

- 产品图片、二维码、3D 模型、内部电路图、EPLAN 宏文件
- 手册、功能特性、操作手册、证书
- 产品主数据

有关“我的技术支持” - CAx 数据，敬请访问 Internet  
(<https://support.industry.siemens.com/my/ww/zh/CAxOnline>)。

## 应用示例

应用示例中包含有各种工具的技术支持和各种自动化任务应用示例。自动化系统中的多个组件完美协作，可组合成各种不同的解决方案，用户无需再关注各个单独的产品。

有关应用示例，敬请访问 Internet  
(<https://support.industry.siemens.com/sc/ww/zh/sc/2054>)。

## TIA Selection Tool

通过 TIA Selection Tool，用户可选择、组态和订购全集成自动化 (TIA) 中的设备。该工具是 SIMATIC Selection Tool 的新一代产品，在一个工具中完美集成自动化技术的各种已知组态程序。

通过 TIA Selection Tool，用户可以根据产品选择或产品组态生成一个完整的订购列表。

TIA Selection Tool 可从 Internet (<https://w3.siemens.com/mcms/topics/en/simatic/tia-selection-tool>) 上下载。

## SIMATIC Automation Tool

通过 SIMATIC Automation Tool，可同时对不同的 SIMATIC S7 站进行系统调试和维护操作，而无需打开 TIA Portal 系统。

SIMATIC Automation Tool 支持以下各种功能：

- 扫描 PROFINET/以太网工厂网络，识别所有连接的 CPU
- 为 CPU 分配地址（IP、子网、网关）和站名称（PROFINET 设备）
- 将日期和已转换为 UTC 时间的 PG/PC 时间传送到模块中
- 将程序下载到 CPU 中
- 切换操作模式 RUN/STOP
- 通过 LED 指示灯闪烁确定 CPU 状态
- 读取 CPU 错误信息
- 读取 CPU 诊断缓冲区
- 复位为出厂设置
- 更新 CPU 和所连模块的固件版本

SIMATIC Automation Tool 可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/98161300>) 上下载。

## PRONETA

SIEMENS PRONETA（PROFINET 网络分析服务）用于在调试过程中快速分析工厂网络的具体状况。PRONETA 具有以下两大核心功能：

- 拓扑总览功能，分别扫描 PROFINET 和连接的所有组件。
- IO 检查，快速测试工厂接线和模块组态。

SIEMENS PRONETA 可从 Internet

(<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/67460624>) 上下载。

## SINETPLAN

**SINETPLAN** 是西门子公司推出的一种网络规划工具，用于对基于 **PROFINET** 的自动化系统和网络进行规划设计。使用该工具时，在规划阶段即可对 **PROFINET** 网络进行预测型的专业设计。此外，**SINETPLAN** 还可用于对网络进行优化，检测网络资源并合理规划资源预留。这将有助于在早期的规划操作阶段，有效防止发生调试问题或生产故障，从而大幅提升工厂的生产力水平和生产运行的安全性。

优势概览：

- 端口特定的网络负载计算方式，显著优化网络性能
- 优异的现有系统在线扫描和验证功能，生产力水平大幅提升
- 通过导入与仿真现有的 **STEP 7** 系统，极大提高调试前的数据透明度
- 通过实现长期投资安全和资源的合理应用，显著提高生产效率

**SINETPLAN** 可从 Internet (<https://www.siemens.com/sinetplan>) 上下载。

# 2

## 什么是等时同步模式？

### 等时同步操作的目标

自动化工程组态中等时同步模式功能的先进性，在我们的日常生活随处可见。

例如，数据传输与人们乘坐公共交通工具相似。假设公共交通工具以最大速度运行，同时在车站停留的时间极短，那么许多乘客只能眼巴巴地看着它们呼啸而去。但总的行进时间将由列车、公共汽车或地铁时钟来决定，因为经过良好调整的定时对于提供良好的服务来说必不可少。这一现象同样适用于自动化工程组态。除了较快的循环速度，各个循环间的紧密协调与同步也同最佳吞吐量息息相关。

### 及时性

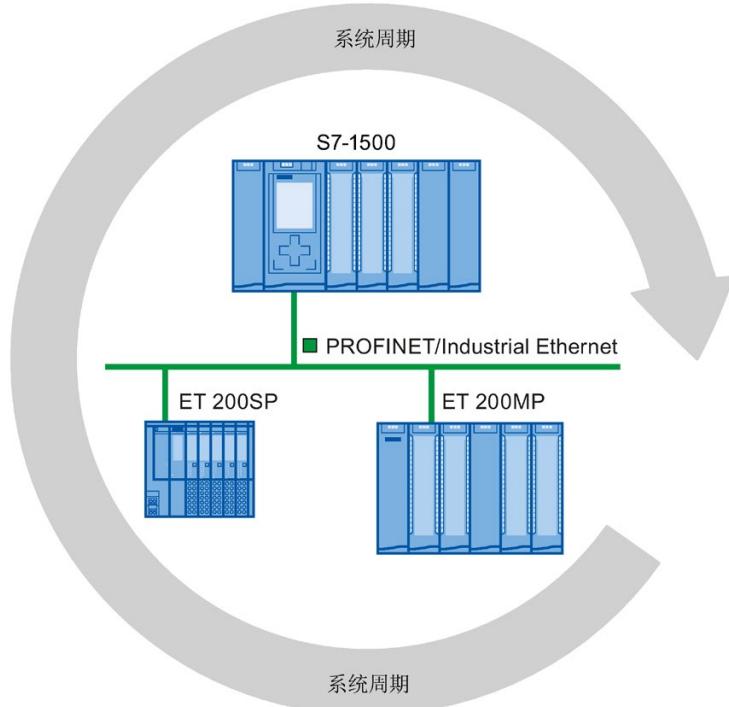


图 2-1 系统周期

在等时同步模式中，系统操作响应时间是否快速、准确取决于是否可及时提供所有相关数据。而这一切的根本是恒定总线循环时间。

等时同步模式功能可确保以恒定的时间间隔同步以下操作：

- 通过集中式和分布式 I/O 进行信号采集和输出
- 通过背板总线、PROFINET IO 或 PROFIBUS DP 进行信号传输
- 在 CPU 中，程序将按照本地时间以 PROFINET IO 或 PROFIBUS DP 恒定总线循环时间执行

这样，系统将以恒定的时间间隔对输入信号进行采集、处理并将输出信号输出。等时同步模式可确保过程响应时间精确重现与定义，以及集中式与分布式 I/O 的恒定总线循环和信号处理同步。

## 等时同步模式的优势

等时同步模式可实现对环路的高精准控制。

- 通过恒定的、可计算的死区时间，优化控制环路
- 响应时间确定且具有可靠的再现性
- 输入数据的一致（同时）读取
- 输出数据的一致（同时）输出
- 由于采样速率高于发送时钟限值，可对快速过程进行细分采样

# 3

## 使用等时同步模式

等时同步系统以固定的系统循环周期获取测量值和过程数据，并与该过程同步处理信号和输出。等时同步模式可显著提高控制指令并提高生产加工的精准度。不仅如此，等时同步模式还可大幅降低可能发生的过程响应时间波动。由于处理时间确定，因而设备的循环时间得以改进。与此同时，由于所有顺序的时间均可准确再现，即便快速过程也可实现可靠控制。随着循环时间的不断缩短，系统的处理速度进一步提高，从而极大降低了生产成本。

理论上讲，在需要同步获取测量值、协调移动过程、定义过程响应以及需同时执行的应用中，即可使用等时同步模式。因此，等时同步模式可用于各种应用。

### 示例：在等时同步模式下对多个测量点进行测量

#### 自动化任务

在凸轮轴的生产过程中，为了确保生产质量，需要对凸轮轴进行精确测量。

#### 特征

为此，在凸轮旋转过程中，需要使用一个组件对凸轮轴的位置和位移进行同步测量。

#### 解决方法

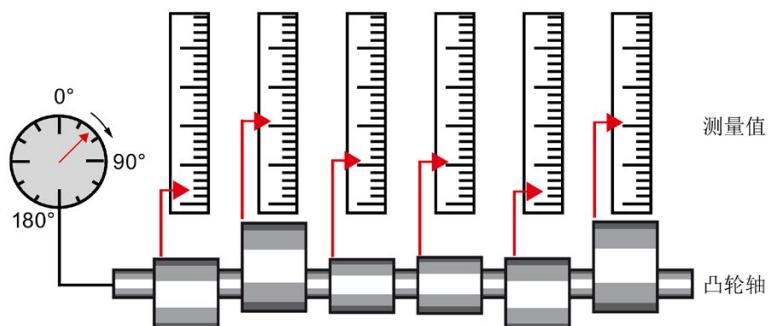


图 3-1 凸轮轴的测量

在等时同步模式中，在固定时间点可同时获取不同测量点的测量值。因此，可按照以下操作顺序：

- 连续旋转凸轮轴
- 在连续旋转过程中，同步测量位置和凸轮位移
- 加工下一个凸轮轴

这样，在每次旋转凸轮轴时，可同步测量该凸轮轴的所有位置和相关的测量值（红色）。在确保测量精度不变或提高的前提下，可实现机器周期时间大幅改进。

### **优势**

所需的测量时间显著缩短。

# 4

## 同步的时间顺序

### 简介

在以下章节中，将介绍同步操作中所有组件的基本时间顺序：在 S7-1500 中，分布式组态和集中式组态的同步操作不同。在该组态中，可组合使用等时同步 I/O 和非等时同步 I/O。

### 4.1 PROFINET IO 和 PROFIBUS DP 上同步的时间顺序

#### 简介

可在 CPU 上等时同步地操作分布式 I/O 系统中的 I/O 模块：

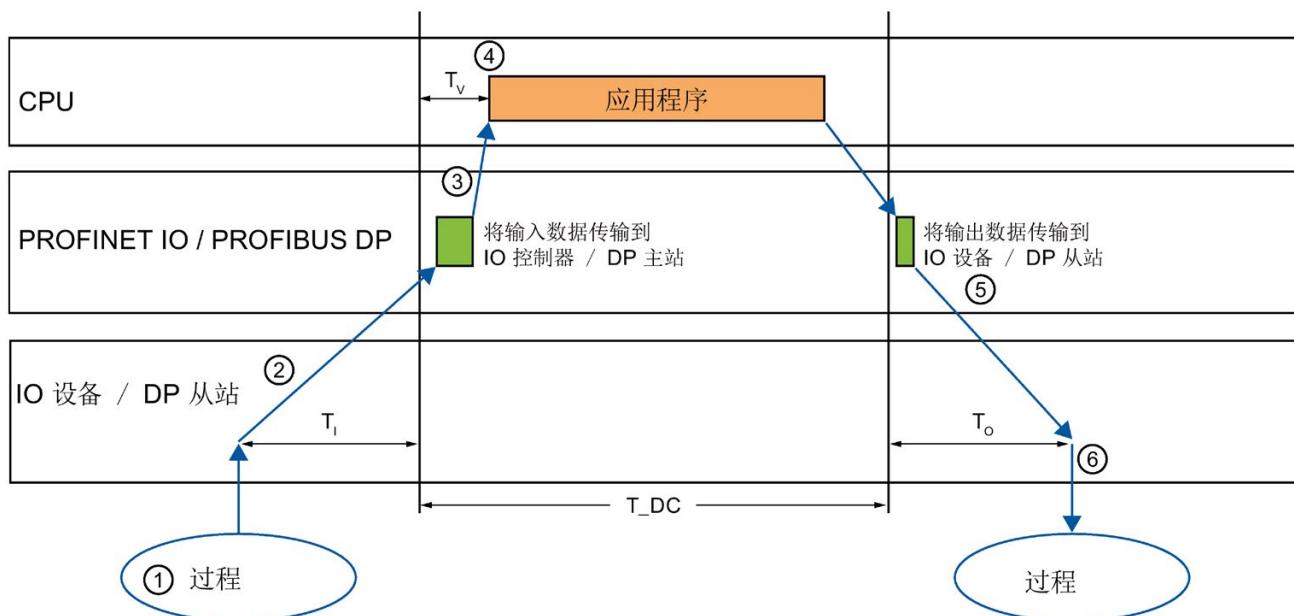
- 在 PROFINET IO 上，如分布式 I/O 系统 ET 200SP、ET 200MP 中
- 在 PROFIBUS DP 上，如分布式 I/O 系统 ET 200S、ET 200M 中。

与 I/O 模块相同，I/O 系统的接口模块必须支持等时同步模式。

## 从输入数据的读入到输出数据的输出

以下将对同步中所涉及的所有组件的基本时间顺序进行详细说明：

- ① 过程中的测量值采集
- ② 输入数据的等时同步读入
- ③ 通过子网将输入数据传输到 IO 控制器/DP 主站 (CPU)
- ④ 在 CPU 的等时同步应用中进行进一步处理
- ⑤ 通过子网将输出数据传输到输出 IO 设备/DP 从站
- ⑥ 输出数据的等时同步输出



$T_{DC}$  数据循环 (Time\_DataCycle)

$T_I$  读入输入数据的时间

$T_o$  用于将输出数据输出的时间

$T_v$  已组态的延迟时间

图 4-1 PROFINET IO/PROFIBUS DP 上同步的时间顺序

## 4.2 采用集中式组态时进行同步的时间顺序

为使所有的输入数据可供在下一个 PROFINET IO-/PROFIBUS DP 周期开始时通过子网传输，将 I/O 读入周期的开头提前时间  $T_I$ 。 $T_I$  是输入的“闪光灯”。在这一瞬间将读取所有的同步输入。可通过  $T_I$  补偿模数转换、背板总线时间等。提前时间  $T_I$  可由 STEP 7 组态，也可由用户手动组态。由 STEP 7 自动分配提前时间  $T_I$ 。使用默认设置时，STEP 7 可确保设置常用的最小  $T_I$ 。

子网将输入数据传输到 IO 控制器/DP 主站。启动应用程序来与周期同步。也就是会在可组态延时时间  $T_V$  后调用等时同步模式中断 OB。等时同步模式中断 OB 中的用户程序定义过程响应，并及时为下一个数据循环的开始提供输出数据。数据周期（发送时钟/DP 周期时间）的长度始终由用户来组态。

$T_O$  是对 IO 设备/DP 从站中的背板总线和数模转换进行补偿的时间。 $T_O$  则是输出的“闪光灯”。在这一瞬间将输出已同步的输出。时间  $T_O$  可由 STEP 7 组态，也可由用户组态。

STEP 7 将自动分配时间  $T_O$ 。STEP 7 将自动计算出常用的最小  $T_O$ 。

## 4.2 采用集中式组态时进行同步的时间顺序

### 简介

自固件版本 V2.6 起，可对 S7-1500 CPU 下游的 I/O 模块进行等时同步操作。

例外情况：一般情况下，不能对采用集中式组态的 I/O 模块进行等时同步操作：

- 对于 S7-1500 的紧凑式 CPU
- 对于 S7-1500R/H 的 CPU
- 集中组态的通信处理器 (CP) 或通信模块 (CM) 上有 PROFINET IO 和 PROFIBUS DP 系统
- 通信处理器 (CP) 或通信模块 (CM) 作为使用集中组态的智能设备或智能从站

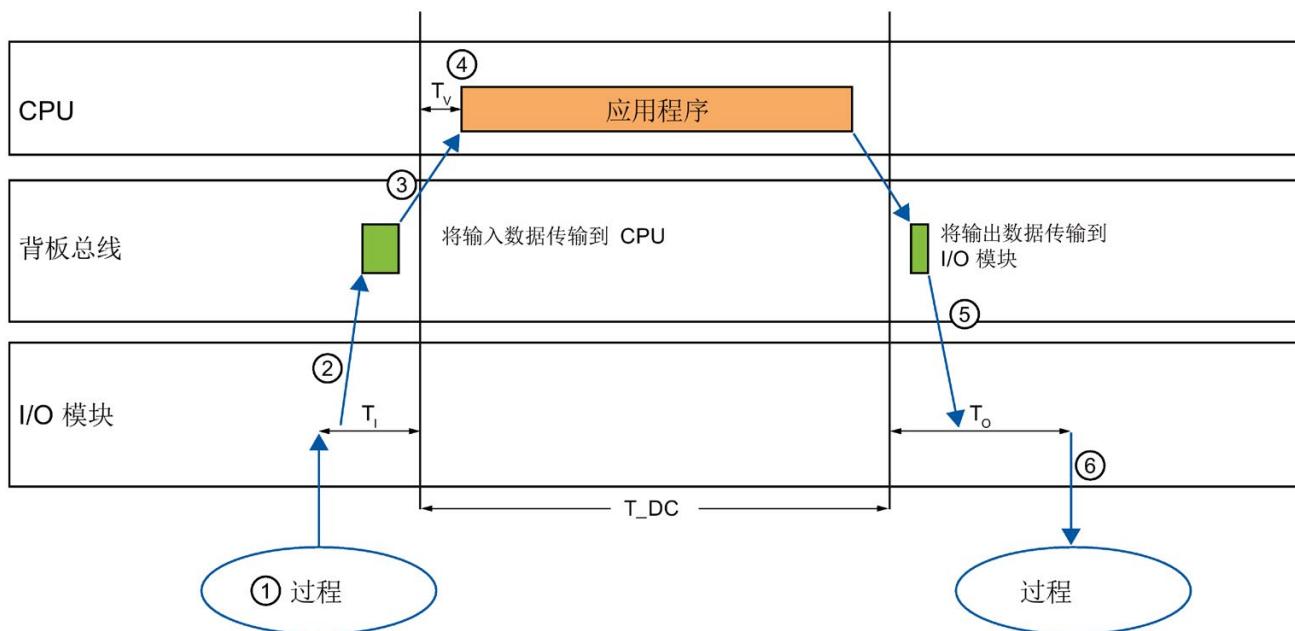
在集中式组态中使用等时同步 I/O 时，无法使用组态控制（选件处理）功能。

## 4.2 采用集中式组态时进行同步的时间顺序

## 从输入数据的读入到输出数据的输出

以下将对同步中所涉及的所有组件的基本时间顺序进行详细说明：

- ① 过程中的测量值采集
- ② 从集中式 I/O 等时同步读入输入数据
- ③ 将输入数据传输到 CPU
- ④ 在 CPU 的等时同步应用中进行进一步处理
- ⑤ 将输出数据传输到集中式 I/O
- ⑥ 输出数据的等时同步输出



$T_{DC}$  数据循环 (Time\_DataCycle)

$T_I$  读入输入数据的时间

$T_O$  用于将输出数据输出的时间

$T_v$  已组态的延迟时间

图 4-2 采用集中式组态时进行同步的时间顺序

## 4.2 采用集中式组态时进行同步的时间顺序

为使所有的输入数据可供在下一个周期开始时传输到 CPU，将 I/O 读入周期的开头提前时间  $T_I$ 。 $T_I$  是输入的“闪光灯”。该时间过后，会读入所有的同步输入。可通过  $T_I$  补偿模数转换等。提前时间  $T_I$  可由 STEP 7 组态，也可由用户手动组态。由 STEP 7 自动分配提前时间  $T_I$ 。使用默认设置时，STEP 7 可确保设置常用的最小  $T_I$ 。

背板总线将输入数据传输到 CPU。启动应用程序来与周期同步。也就是会在可组态延时时间  $T_V$  后调用等时同步模式中断 OB。等时同步模式中断 OB 中的用户程序定义过程响应，并及时为下一个数据循环的开始提供输出数据。数据循环（发送时钟）的长度始终由用户来组态。

在时间  $T_O$  内，数据会：

- 通过背板总线传输到 I/O 模块
- 在 I/O 模块中进行处理，例如转换为模拟值

时间  $T_O$  到期后，数据会输出到过程。

时间  $T_O$  可由 STEP 7 组态，也可由用户组态。STEP 7 将自动分配时间  $T_O$ 。STEP 7 将自动计算出常用的最小  $T_O$ 。

# 组态等时同步模式

可将 I/O 模块作为 SIMATIC S7-1500 中的集中式 I/O 以及分布式 I/O 系统中的分布式 I/O 进行等时同步操作。

还可共同对 PROFINET IO 上的集中式 I/O 和分布式 I/O 进行等时同步操作。

以下章节举例介绍了相应的组态步骤。

## 组态概述

### 设置 I/O 模块等时同步操作的参数

使用相应 I/O 模块的 I/O 地址特性执行以下功能：

- 为模块设置等时同步模式
- 将模块的输入和输出分配给过程映像分区和等时同步模式中断 OB

过程映像分区的数据会与已分配 OB 同步更新。通过等时同步模式中断，可使用背板总线、PROFIBUS DP 周期或 PROFINET 发送时钟等时同步启动程序。等时同步模式的处理优先级更高。

### 设置发送时钟或 DP 循环时间

发送时钟/DP 循环时间是用于交换数据的最短传输间隔。在等时同步模式下，发送时钟/DP 循环时间对应于数据循环 T\_DC。

对于 S7-1500 中的分布式 I/O，可在 CPU 的属性中设置发送时钟。对于 PROFINET IO，在 CPU 的 PROFINET 接口特性中或同步域中设置发送时钟。对于 PROFIBUS DP，在 DP 主站系统的特性中设置 DP 循环时间。

### 设置应用程序循环

应用程序循环是数据循环 T\_DC 的倍数。如果等时同步模式中断 OB 的运行时间较短，应用程序循环可与数据循环相同（= 发送时钟/DP 循环时间）。

可根据等时同步系统的发送时钟，相应地缩短等时同步模式中断 OB 的应用程序循环时间。将发送时钟的整数倍设置为减小系数。

减小执行等时同步模式中断 OB 的频率，使用该系数降低 CPU 利用率。在等时同步模式中断 OB 的特性中设置应用程序循环。

更多信息，请参见“编程等时同步模式 (页 42)”部分。

## 设置延时时间

延时时间是发送时钟的起始点与等时同步模式中断 OB 起始点之间的时间。在此时间段内，IO 控制器/DP 主站将与 IO 设备/DP 从站进行循环数据交换。

STEP 7 设置默认延时时间时，过程映像分区的等时模式更新将自动地处于应用程序循环的该执行窗口中。

在等时同步模式中断 OB 的特性中设置延时时间。延时时间越短，等时同步模式中断 OB 中用户程序的执行时间越长。

## PROFINET IO 上等时同步模式的其它组态：

- 将已互连 PROFINET 接口的 IRT 设为 RT 等级

在 PROFINET IO 上进行等时同步操作的前提条件是 IRT 通信（等时同步实时通信）。IRT 表示在预留的时间间隔内进行同步数据交换。

- 对组态的拓扑进行组态

IRT 通信的前提条件是拓扑组态。除预留的带宽外，还会对来自既定传输路径的帧进行交换，对数据通信进行进一步优化。为此，可使用组态的拓扑信息对通信进行规划。

- 使用同步域将 IO 设备（同步从站）分配给 IO 控制器（同步主站），以进行等时同步数据交换。

IRT 通信的前提条件是一个可以对同步域中所有 PROFINET 设备分配共同时基的同步周期。通过此时基同步，可实现同步域中 PROFINET 设备的同步传输周期操作。

## 5.1 为 PROFINET IO 上的分布式 I/O 组态等时同步模式

### 简介

下文基于 ET 200MP 分布式 I/O 系统中的 I/O 设备介绍了模块的等时同步模式组态。这一说明过程同样适用于其它分布式 I/O 系统（如，ET 200S 或 ET 200SP）。

I/O 控制器是一个 S7-1500 CPU。

### 要求

- STEP 7 的网络视图已打开。
- 已放置 S7-1500 CPU（如，CPU 1516-3 PN/DP）。
- 已放置一个接口模块 IM 155-5 PN HF (ET 200MP) 并通过 PROFINET IO 与 CPU 联网。
- 满足 IRT 组态的所有要求：
  - CPU 的已联网 PROFINET 接口与接口模块的端口已互连（拓扑组态）。
  - 将接口模块的 RT 等级的 PROFINET 接口设置为“IRT”（“高级选项 > 实时设置 > 同步”(Advanced options > Real time settings > Synchronization) 区域）。
  - 为 CPU 和接口模块的 PROFINET 接口分配“同步主站”和“同步从站”角色（在 PROFINET 接口特性中：“高级选项 > 实时设置 > 同步”(Advanced options > Real time settings > Synchronization) 区域）。

### 操作步骤

要在 I/O 和用户程序之间创建等时同步连接，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 的网络视图中选择“IM 155-5 PN HF”。切换到设备视图。
2. 插入可等时同步操作的 I/O 模块（例如 DI 16 x 24VDC HF）。

## 组态等时同步模式

### 5.1 为 PROFINET IO 上的分布式 I/O 组态等时同步模式

3. 转至巡视窗口中所选 I/O 模块的“I/O 地址”(I/O addresses) 区域。

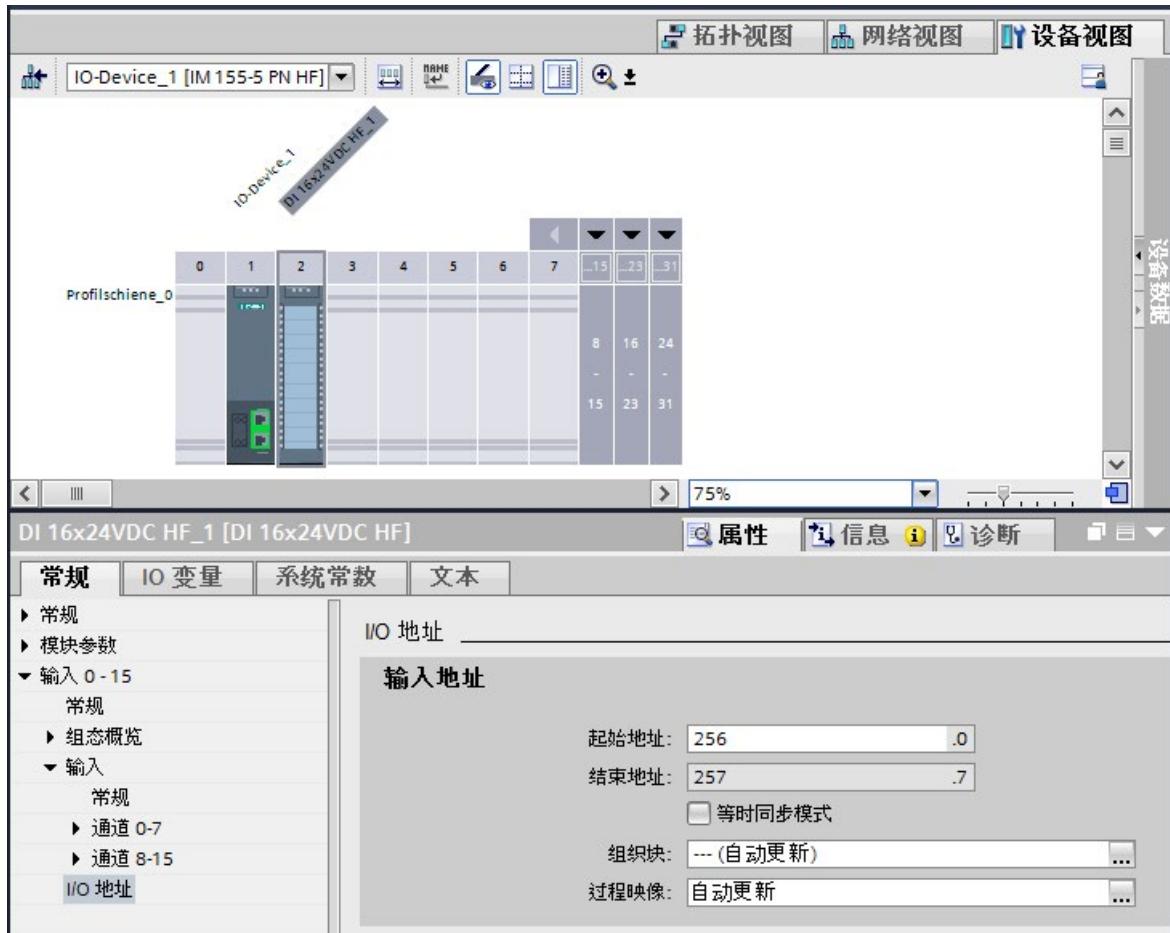


图 5-1 在 PROFINET IO 上组态等时同步模式

4. 在 I/O 地址区域中进行以下设置：

- 选择“等时同步模式”(Isochronous mode) 选项。
- 选择一个过程映像分区，如过程映像分区 1。
- 单击“组织块”(Organization block) 下拉列表。单击“添加”(Add) 按钮，或者选择已存在的 OB。将打开用于选择组织块的对话框。
- 选择“同步循环”(Synchronous Cycle) OB。单击“确定”(OK) 确认选择。

如果进行自动编号分配，将生成并打开 OB 61。

在巡视窗口中，可以继续直接在“等时同步模式”(Isochronous mode) 区域中设置应用程序循环和延时时间 (页 40)，并开始在指令部分中对 OB 进行编程。

5. 必要时，可在集中式组态中添加更多 I/O 模块，在硬件配置中添加 I/O 设备。调整等时同步模式的组态和设置。
6. 要获取有关计算得出的带宽信息或调整发送时钟，在网络视图中，选择 PROFINET 接口，然后导航到“高级选项 > 实时设置 > 同步 > 域设置”(Advanced options > Real time settings > Synchronization > Domain settings) 区域。

## 参考资料

有关 PROFINET 功能（如，IRT）的更多信息，请参见《PROFINET (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/49948856>) 功能手册》。

有关 STEP 7 中分布式 I/O 和驱动装置等时同步模式的参数分配与设置示例，请参见 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109480489>) 上的“常见问题与解答”。

## 5.2 为 S7-1500 中的集中式 I/O 组态等时同步模式

### 简介

下文中以 S7-1500 中的模拟量输入模块为例，介绍了如何为模块组态等时同步模式。此操作步骤同样适用于其它支持等时同步模式的 I/O 模块。

### 要求

- STEP 7 的网络视图已打开。
- 已放置 S7-1500 CPU（如，CPU 1516-3 PN/DP）。

### 操作步骤

要在 I/O 和用户程序之间创建等时同步连接，请按以下步骤操作：

1. 在 STEP 7 的网络视图中选择 CPU 1516-3 PN/DP。切换到设备视图。
2. 插入可等时同步操作的 I/O 模块（例如 AI 8 x UI HS）。

## 5.2 为 S7-1500 中的集中式 I/O 组态等时同步模式

3. 转至巡视窗口中所选 I/O 模块的“I/O 地址”(I/O addresses) 区域。

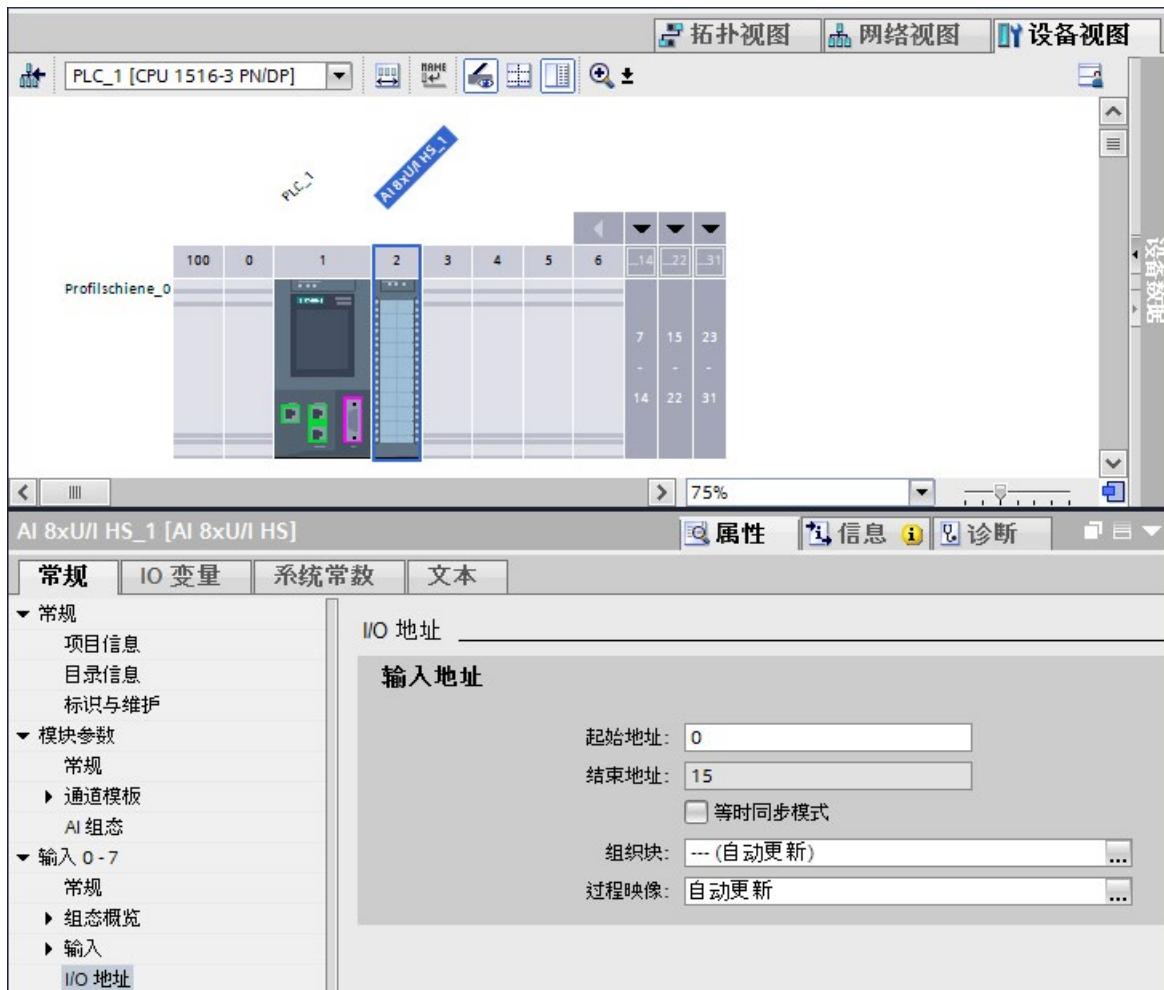


图 5-2 在 AI 模块上集中组态等时同步模式

4. 在 I/O 地址区域中进行以下设置：

- 选择“等时同步模式”(Isochronous mode) 选项。
- 选择一个过程映像分区，如过程映像分区 1。
- 单击“组织块”(Organization block) 下拉列表，然后单击“新增”(Add new) 按钮，或选择一个已存在的 OB。将打开用于选择组织块的对话框。
- 选择“同步循环”(Synchronous Cycle) OB。单击“确定”(OK) 确认选择。

如果进行自动编号分配，将生成并打开 OB 61。在巡视窗口选择“等时同步模式”(Isochronous mode) 区域，然后可以继续直接设置应用程序循环和延时时间 (页 40)，并开始在指令部分中对 OB 进行编程。

5. 如果由于所用模块的原因，等时同步系统仅可使用某一发送时钟（如 1 ms）操作，但过程值的采样速率必须更快，请使用过采样功能。示例中，使用采样速率将采样时钟最小化为 4 个子时钟。通过这种方式，每 250  $\mu$ s 对模拟输入模块通道的过程值进行一次采样。

在模拟输入模块特性的“模块参数 > AI 组态”(Module parameters > AI configuration) 区域中，在“细分采样”(Oversampling) 下设置每周期 4 次采样的采样速率。

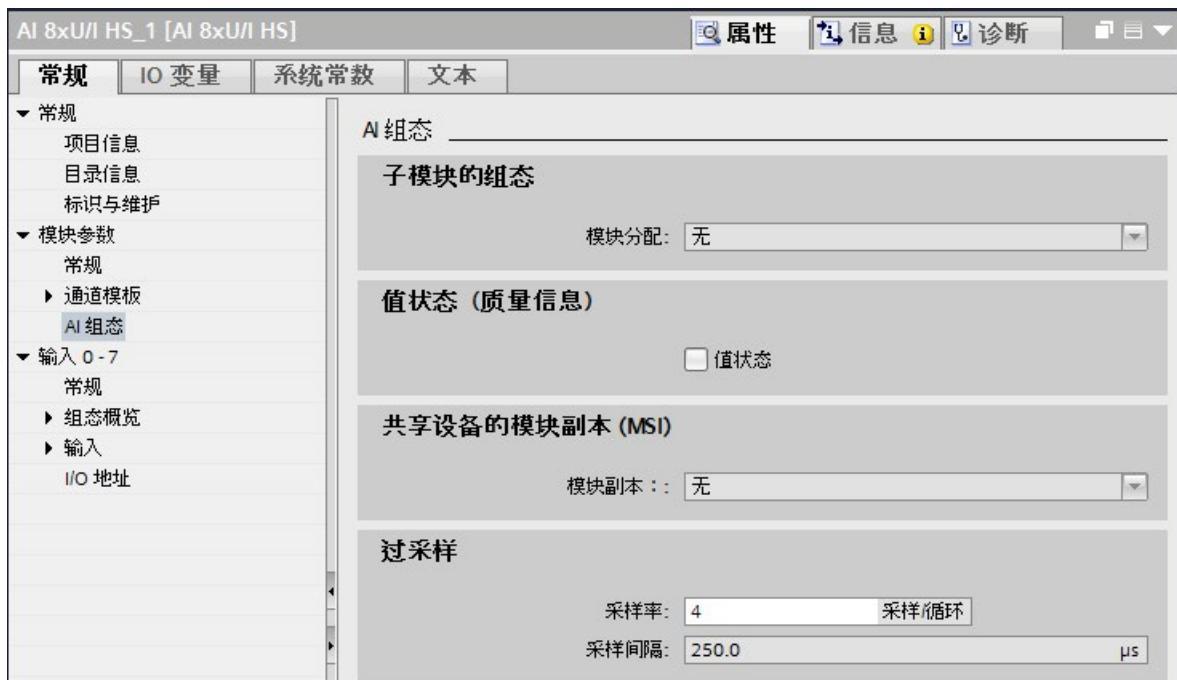


图 5-3 对 AI 模块组态过采样

6. 如有需要，可在设备视图中插入其它 I/O 模块。调整等时同步模式的组态和设置。
7. 在 STEP 7 的设备视图中选择 CPU 1516-3 PN/DP，以检查等时同步模式的设置。
8. 浏览至所选 CPU 巡视窗口中的“等时同步模式”(Isochronous mode) 区域。

## 5.2 为 S7-1500 中的集中式 I/O 组态等时同步模式

9. 在“本地模块的等时同步模式”(Isochronous mode for local modules) 区域中，检查以下各项：

- 是否已选择等时同步模式
- 是否选择“本地发送时钟”(Local send clock) 作为同步类型

如有必要，可调整发送时钟和数据等时同步读入/输出的时间  $T_i/T_o$ 。

10. 在“详情概览”(Detail overview) 区域中，包含可等时同步操作的组态的所有模块。根据需要为所需模块选择或取消选择等时同步模式。

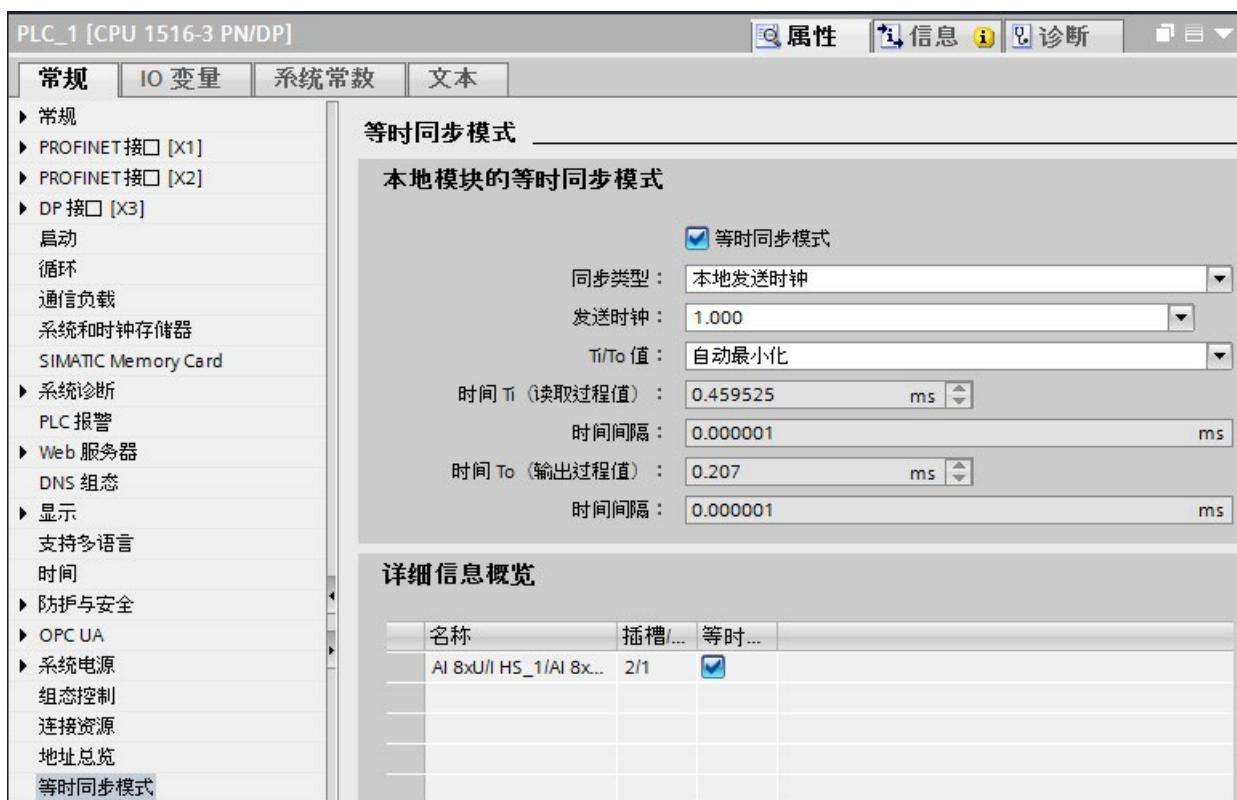


图 5-4 在 CPU 上集中组态等时同步模式

## 5.3 组态对集中式和分布式 I/O 的共同等时同步模式操作

### 简介

可共同对 S7-1500 中的集中式 I/O 和 PROFINET IO 上的分布式 I/O 进行等时同步操作。

为了协调和同步集中式和分布式 I/O 的处理循环，可在 STEP 7 中设置相同的发送时钟和等时同步模式中断 OB。

系统时钟通过集中式和分布式组态值得出。这里最重要的是集中式组态同步到的 PROFINET 发送时钟。如有必要，必须为 PROFINET IO 设置一个较大的发送时钟（考虑到整体系统）。

### 为集中式和分布式 I/O 设置相同的发送时钟

要使用同一发送时钟对 S7-1500 中组态为集中式 I/O 的模块以及 ET 200MP 中组态为分布式 I/O 的模块进行等时同步操作。

#### 要求

- 在 ET 200MP 中已将分布式 I/O 作为等时同步 I/O 连接到 PROFINET IO（参见“组态 PROFINET IO 上分布式 I/O 的等时同步模式 (页 23)”部分）。
- IO 控制器是一个 S7-1500 CPU。
- 已将 S7-1500 的集中式 I/O 作为等时同步 I/O 进行连接（参见“组态 S7-1500 中集中式 I/O 的等时同步模式 (页 25)”部分）。
- 已为集中式和分布式 I/O 组态相同的等时同步模式中断 OB 和相同的过程映像分区。

### 5.3 组态对集中式和分布式 I/O 的共同等时同步模式操作

#### 操作步骤

1. 浏览至 CPU 特性中的“等时同步模式”(Isochronous mode) 区域。
2. 在“本地模块的等时同步模式”(Isochronous mode for local modules) 区域中，在“同步类型”(Synchronization type) 下拉列表中选择“使用 PROFINET 接口 [X1] 的发送时钟”(Use send clock of PROFINET interface [X1])。

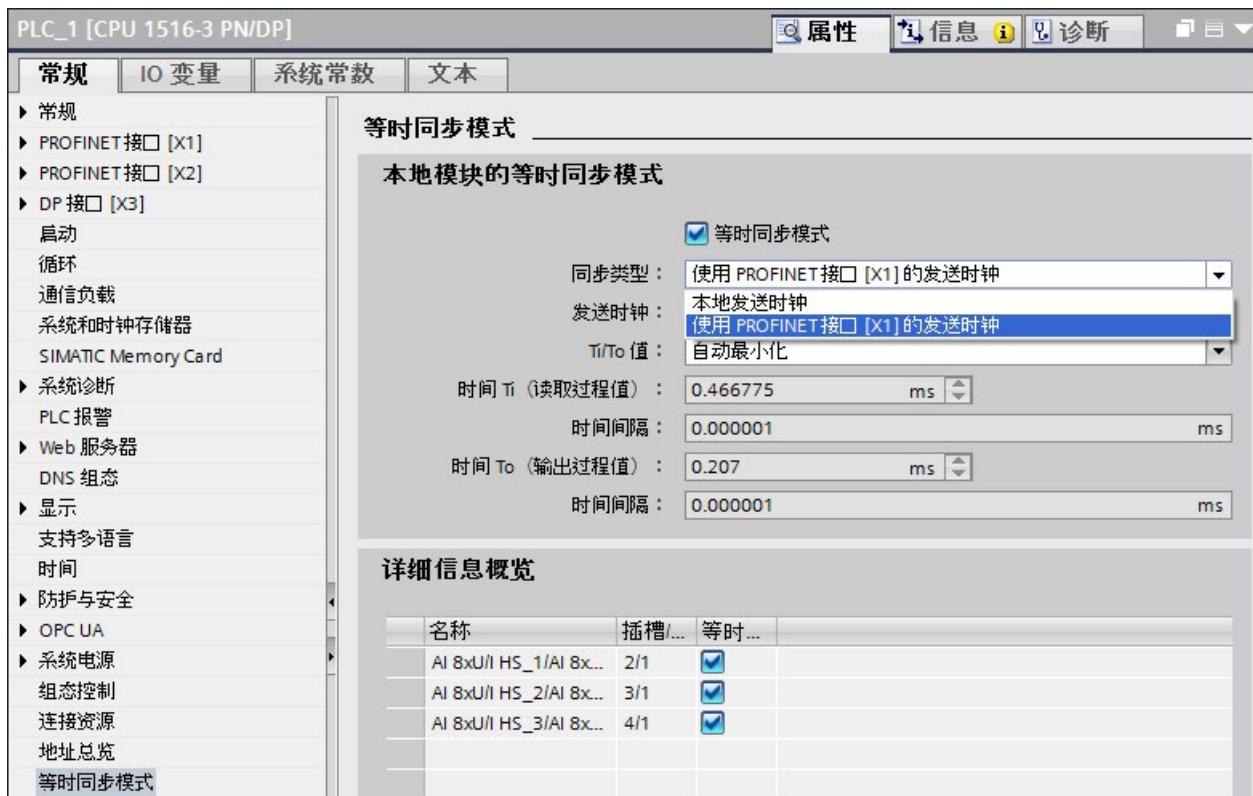


图 5-5 为集中式和分布式 I/O 设置相同的发送时钟

**结果：**集中式组态中的模块已使用 PROFINET 接口 X1 的发送时钟和  $T_1/T_0$  值。

#### 等时同步模式中断 OB 和过程映像分区

要对项目中的集中式和分布式 I/O 进行共同等时同步操作，必须满足以下条件：

#### 说明

确保已为要共同等时同步操作的集中式和分布式 I/O 组态相同的等时同步模式中断 OB 和相同的过程映像分区。

## 5.4 为 PROFIBUS DP 上的分布式 I/O 组态等时同步模式

### 简介

下文基于 ET 200S 分布式 I/O 系统介绍了如何为 DP 从站组态等时同步模式。这一过程同样适用于其它分布式 I/O 系统（如，ET 200M）。

IO 控制器是一个 S7-1500 CPU。

### 要求

- STEP 7 的网络视图已打开。
- 已放置一个 CPU（例如，CPU 1516-3 PN/DP）。
- 已插入一个支持等时同步模式的接口模块，并连接 CPU（如，IM 151-1 HF）。
- 已放置 I/O 模块（例如，2DI x DC24V HF 和 2DO x DC24V/0,5A HF）。
- 只有恒定总线循环时间主站可作为等时同步 PROFIBUS DP 上的主动站。
- 不允许将 SYNC/FREEZE 组分配给 DP 从站。

### 在 DP 从站上组态等时同步模式的步骤

1. 在网络视图中选择 DP 从站。浏览至巡视窗口中的“等时同步模式”(Isochronous mode) 区域。
2. 启用用于与该 DP 从站的 DP 循环同步的选项。

默认值：DP 从站从子网获取 Ti/To 值，因此，这些值对于 DP 主站系统的所有 DP 从站来说是自动相同的。

## 5.4 为 PROFIBUS DP 上的分布式 I/O 组态等时同步模式

3. 在“详情概览”(Detail overview) 中，为所要等时同步运行的 I/O 模块选择“等时同步模式”(Isochronous mode) 选项。
4. 针对要在等时同步模式中运行的所有 DP 从站，重复步骤 1 和 3。

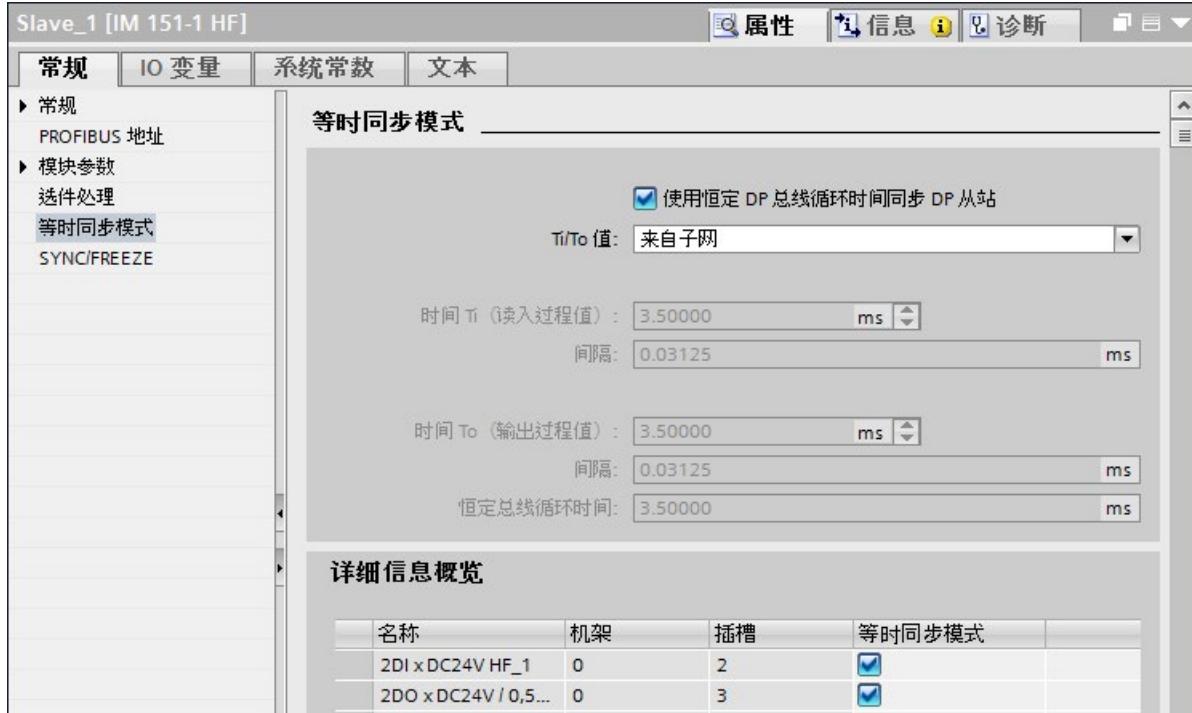


图 5-6 在 DP 从站上组态等时同步模式

## 组态 I/O 模块的步骤

1. 在设备视图中选择 I/O 模块。浏览至巡视窗口中的“I/O 地址”(I/O addresses) 区域。

– 选择用于等时同步模式的选项。

按照为 PROFINET IO 上的分布式 I/O 组态等时同步模式 (页 23)部分中的说明将过程映像分区分配给 I/O 模块。

## 5.5 为运动控制应用组态等时同步模式

### 简介

下文介绍了如何为带有凸轮输出的运动控制应用组态等时同步模式。

通过定位轴将 SINAMICS V90 驱动作为等时同步分布式 I/O 连接至 S7-1500 CPU。

驱动通过 CPU 内部运动控制功能进行控制。

通过工艺模块 TM 定时器 DIDQ 16 x 24V 将凸轮输出作为等时同步凸轮输出连接到 CPU。

### 要求

- STEP 7 的网络视图已打开。
- 已放置 S7-1500 CPU (如, CPU 1516-3 PN/DP)。

### 为驱动组态等时同步模式的步骤

要对驱动进行等时同步操作，可将驱动帧组态为等时同步帧。为确保 CPU 可控制该驱动装置，则需将该驱动装置分配给 CPU 的一个工艺对象。

执行下列组态步骤：

1. 将硬件目录中的 SINAMICS V90 驱动装置插入网络视图 (“其它现场设备 > PROFINET IO > 驱动装置 > Siemens AG > SINAMICS >> SINAMICS V90 PN”(Additional Field Devices > PROFINET IO > Drives > SIEMENS AG > SINAMICS > SINAMICS V90 PN))。
2. 在网络视图中，将 V90 的 PROFINET 接口连接到 CPU 的 PROFINET 接口 X1。
3. 切换到拓扑视图。互连设备 PROFINET 接口的对应端口。
4. 选择 V90 并切换到设备视图。
5. 在 V90 的特性中，通过“常规 > PROFINET 接口 > 高级选项”(General > PROFINET interface > Advanced options) 浏览至等时同步模式”(Isochronous mode) 区域。
6. 选择“等时同步模式”(Isochronous mode) 选项。

## 5.5 为运动控制应用组态等时同步模式

7. 在硬件目录中，双击“标准帧 3、...”(Standard Frame 3, ...)

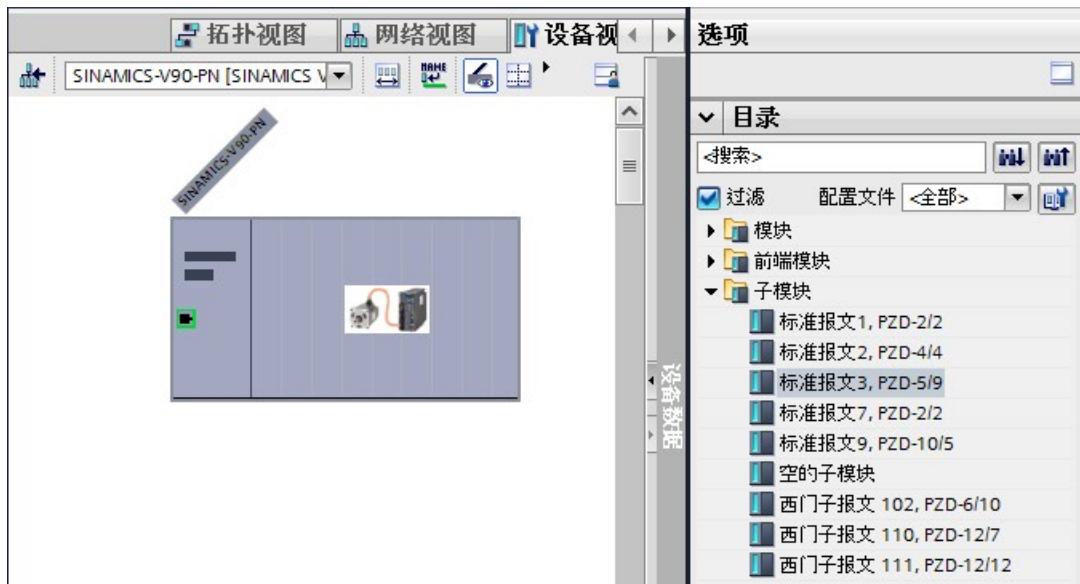


图 5-7 将标准帧 3 分配给 V90

8. 在 V90 的特性中，在详情概览中为“标准帧 3”(Standard Frame 3) 选择“等时同步模式”(Isochronous mode) 选项。

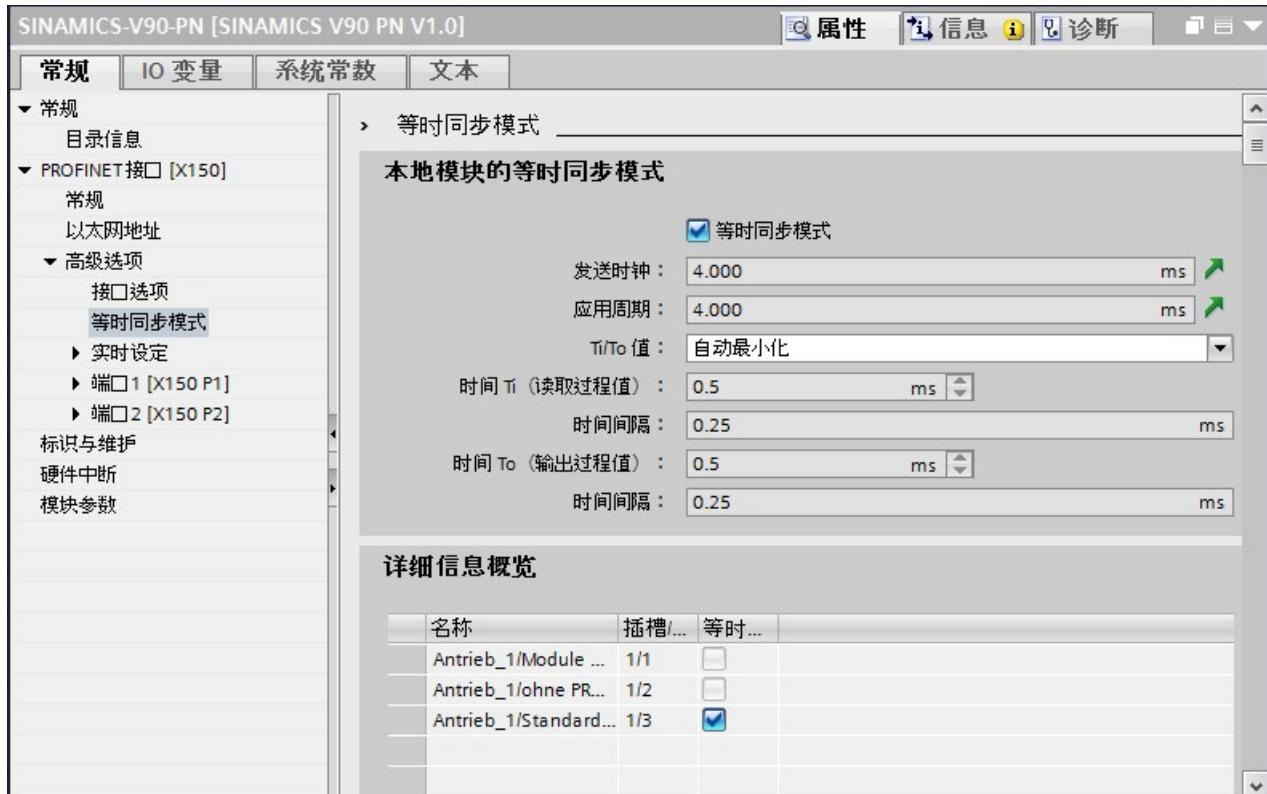


图 5-8 为标准帧 3 分配等时同步模式

9. 在项目树的 CPU 文件夹中，浏览至“工艺对象”(Technology objects)。

组态等时同步模式

## 5.5 为运动控制应用组态等时同步模式

10. 创建“定位轴”工艺对象。

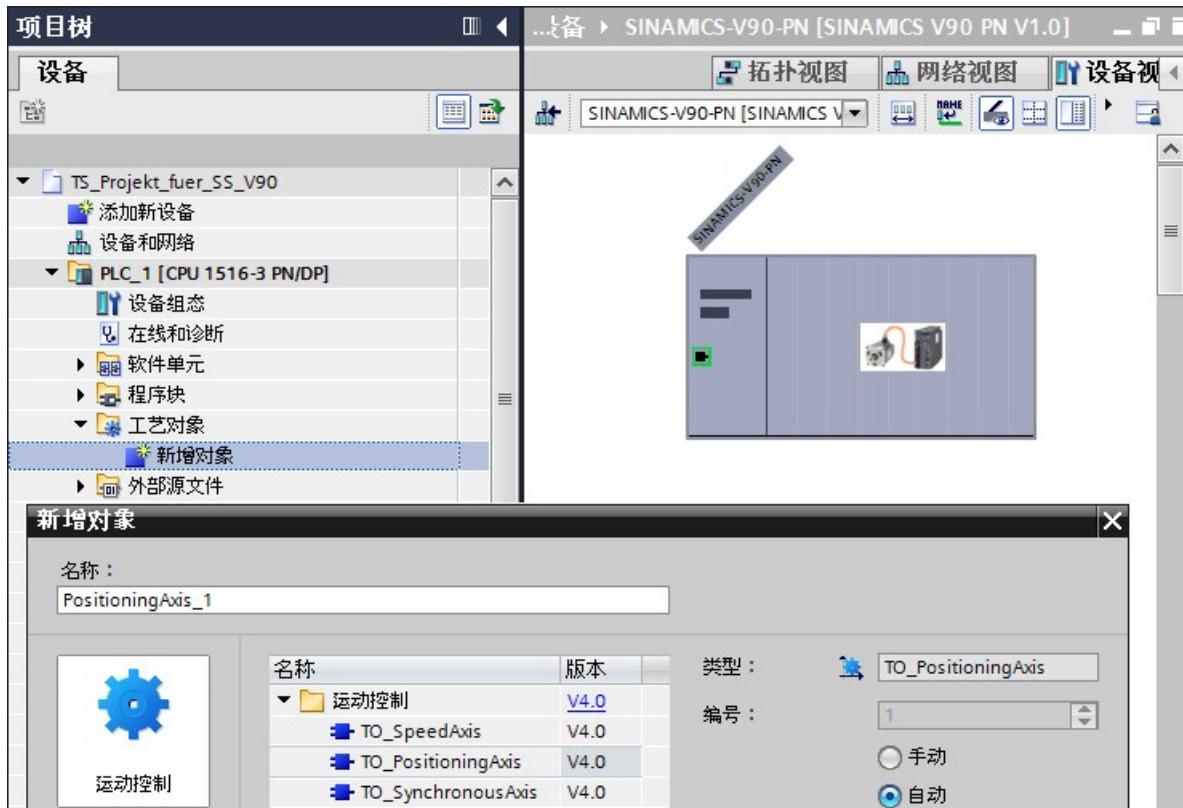


图 5-9 创建定位轴工艺对象

11. 将驱动装置 V90 分配给定位轴。

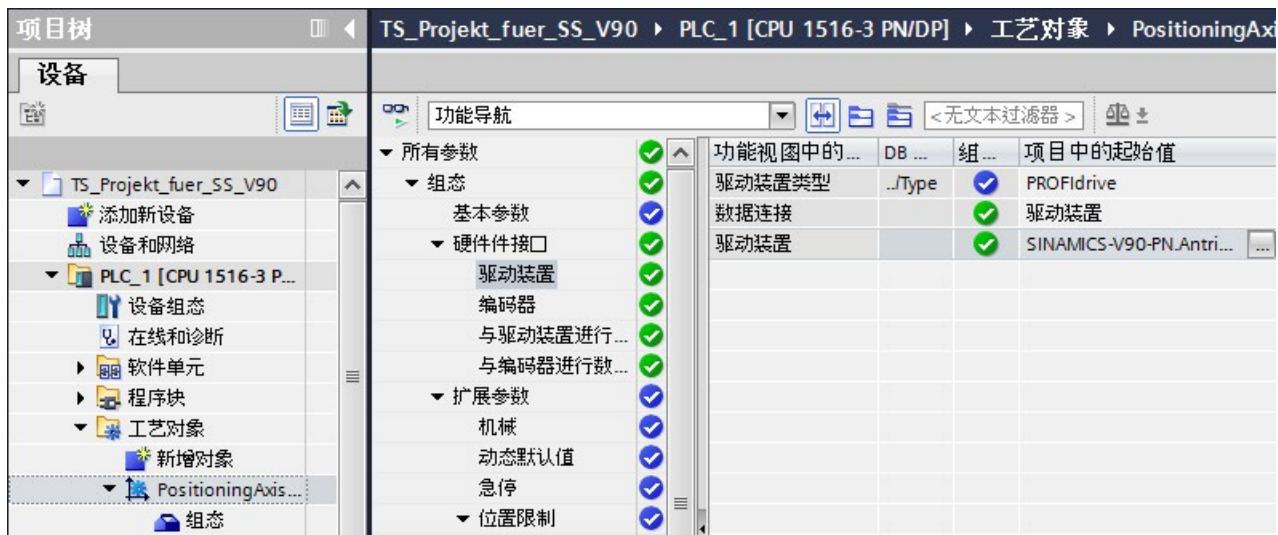


图 5-10 将驱动装置分配给定位轴

**结果:**

- 为 CPU 中创建轴后，会立即自动创建 MC Servo OB 并将其设为与 PROFINET IO 同步。
- 创建轴时，驱动会自动分配给 MC Servo OB 和 TPA OB Servo 过程映像分区。
- 驱动作为等时同步驱动连接。

### 使用定时器工艺模块为凸轮控制器组态等时同步模式的操作步骤

CPU 中的凸轮控制器执行等时同步操作，则需将 TM 定时器工艺模块组态为一个等时同步工艺模块。为使 CPU 能够等时同步地控制轴的输出凸轮，应将输出凸轮分配给 TM 定时器工艺模块。

执行下列组态步骤：

1. 切换到 CPU 的设备视图。
2. 从硬件目录中选择工艺模块 TM Timer DIDQ 16 x 24V。将该工艺模块放置在 CPU 右侧的插槽中。
3. 在该工艺模块的属性中，为各输出预设通道组态“0 个输入， 16 个输出”(0 inputs, 16 outputs) 和操作模式“定时器 DQ”(Timer DQ)。
4. 在工艺模块的“I/O 地址”(I/O addresses) 属性中，选择“等时同步模式”(Isochronous mode) 选项。
5. 为集中式和分布式 I/O 设置相同的发送时钟。更多信息，请参见“组态对集中式和分布式 I/O 的共同等时同步模式操作 (页 29)”部分。

## 5.5 为运动控制应用组态等时同步模式

- 在用于定位轴的项目树中，在“输出凸轮”(Output cams) 下添加新的输出凸轮。

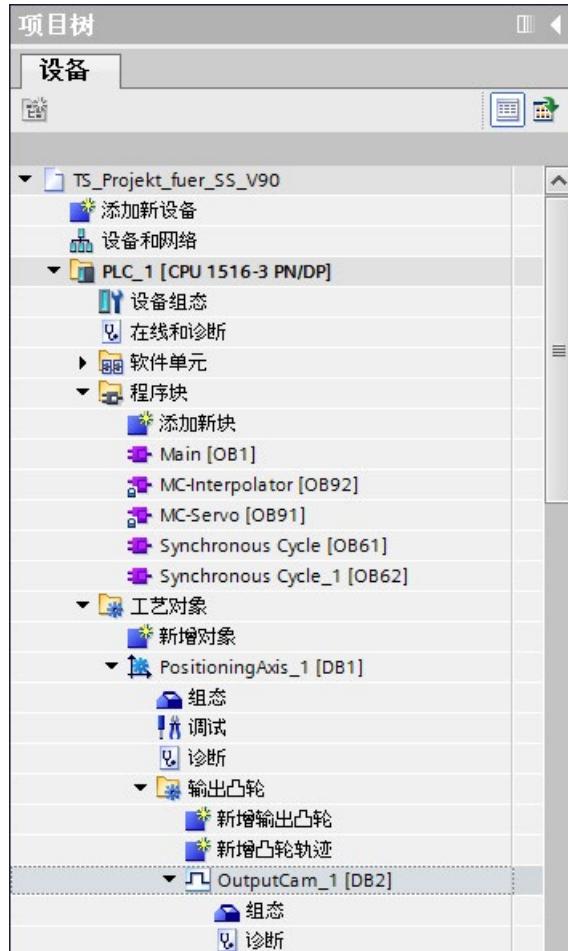


图 5-11 将输出凸轮分配给定位轴

7. 在组态的“输出凸轮输出”(Output cam output) 区域中，启用通过输出凸轮的工艺模块进行输出。分配凸轮输出。

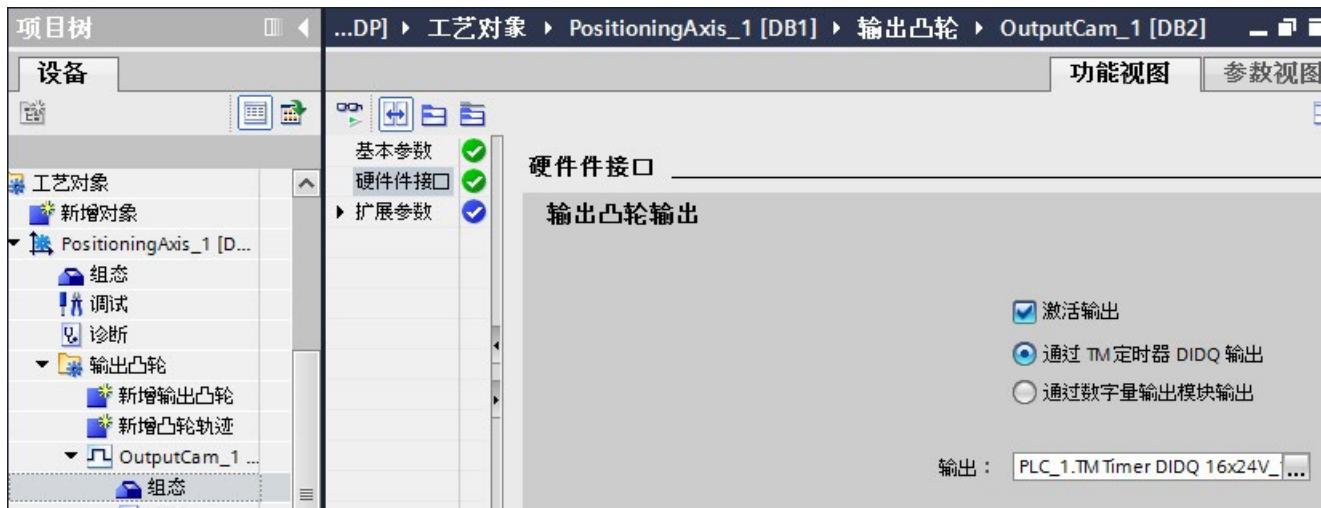


图 5-12 将工艺模块的输出分配给输出凸轮。

地址和 TPA OB Servo 过程映像分区会自动分配给工艺模块。

**结果：**凸轮输出组态为等时同步凸轮输出。

## 参考资料

有关对运动控制应用的等时同步模式进行编程的信息，请参见“编程等时同步模式”部分。

有关上述 OB 及其用法的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

有关 STEP 7 中分布式 I/O 和驱动装置等时同步模式的参数分配与设置示例，请参见 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/zh/view/109480489>) 上的“常见问题与解答”。

## 5.6 设置应用程序循环和延时时间

### 要求

- 在 STEP 7 中，已经创建了等时同步模式组态。
- 已创建等时同步模式中断 OB 同步循环 (OB 6x)。
- 等时同步模式中断 OB 处于打开状态。

### 设置应用程序循环

应用程序循环是数据循环 T\_DC (发送时钟) 的倍数。使用应用程序循环设置可减小因执行等时同步模式中断 OB 而增高的 CPU 利用率。下例中，仅会在 CPU 中每执行完 2 个数据循环 T\_DC 之后调用 OB。

要为等时同步模式应用程序设置应用程序循环，请按以下步骤操作：

1. 打开上述等时同步模式中断 OB 的“特性”(Properties) 对话框。
2. 在区域导航中，单击“等时同步模式”(Isochronous mode) 组。
3. 在“应用程序循环 (ms)”(Application cycle (ms)) 中设置应用程序循环。打开下拉列表框，选择应用程序循环。该下拉列表框中有多个可以作为应用程序循环的数据循环 T\_DC。下图中，数据循环 T\_DC 设置为 2 ms。

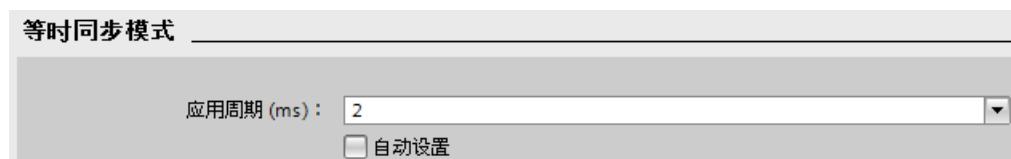


图 5-13 设置应用程序循环

## 设置延时时间

延时时间是发送时钟的起始点与等时同步模式中断 OB 起始点之间的时间。STEP 7 自动地将延时时间默认设置为执行窗口的起始时间。其结果是，过程映像分区的等时模式更新将自动地处于应用程序循环的该执行窗口中。请注意，在应用程序循环的执行窗口中，必需调用“SYNC\_PI”和“SYNC\_PO”指令。

还可以手动地设置该延时时间。延时时间越短，等时同步模式中断 OB 中用户程序的执行时间越长。

要为等时同步模式应用程序设置延时时间，请按以下步骤操作：

1. 打开上述等时同步模式中断 OB 的“特性”(Properties) 对话框。
2. 在区域导航中，单击“等时同步模式”(Isochronous mode) 组。
3. 清除“自动设置”(Automatic setting) 复选框。
4. 在“延时时间(ms)”(Delay time (ms)) 中，输入自己需要的延时时间。



图 5-14 设置延时时间

# 6

## 编程等时同步模式

### 在等时同步模式中断 OB 中进行编程

在程序中，只能在等时同步模式中断 OB 同步循环 (OB 6x) 中编程等时同步部分；运动控制应用只能在 MC-PreServo 和 MC-PostServo OB 中进行编程。

等时同步模式中断 OB 同步循环 (OB 6x) 集中应用于 S7-1500 中以及已分配分布式 I/O 系统中模块的等时同步操作。

由于按较高优先级处理等时同步模式中断，因此等时同步模式中断 OB 中仅处理程序中时间相关部分。等时同步模式中断将以一个组态的延时时间来调用。

### 通过调用指令方哪位等时同步 I/O

通过过程映像分区访问等时同步 I/O。也就是说，等时同步模块的地址必须位于一个过程映像分区中。

通过调用 SYNC\_PI 和 SYNC\_PO 指令时，CPU 可更新集中式或分布式组态中等时同步 I/O 的过程映像分区。

不需要为运动控制应用使用这些指令。OB MC-Servo 会自动更新过程映像分区。

---

#### 说明

建议：为了防止返回 OB 6x 的数据不一致，请勿在等时同步模式 OB 中使用“DPRD\_DAT”和“DPWR\_DAT”指令（直接数据访问）。

---

“SYNC\_PI”和“SYNC\_PO”指令只能在允许的执行窗口中更新过程映像分区。执行窗口从循环数据交换结束一直延伸到仍可及时复制输出的 T\_DE 结束之前的时间。必须在此时间窗口内启动数据交换。如果“SYNC\_PI”和“SYNC\_PO”指令在其执行窗口没有执行，指令将会以相应的错误消息指出这一问题。

## 程序执行模型

根据所需的响应时间以及等时同步模式中断 OB 的执行时间，可通过以下两种基本模型进行程序处理：

- **IPO** 模型（读取输入 (**Inputs**) - 处理 (**Processing**) - 写入输出 (**Outputs**)）
- **OIP** 模型（写入输出 (**Outputs**) - 读取输入 (**Inputs**) - 处理 (**Processing**)）

通过在用户程序中执行不同的 **SYNC\_PI** 和 **SYNC\_PO** 调用序列，可实施相应的基本模型。

## 6.1 根据的 IPO 模型进行的程序执行

如果等时同步模式中断 OB 的执行时间明显短于一个数据循环 **T\_DC**，则使用 IPO 模型。在 IPO 模型中，不得减小数据循环。也就是说，等时同步模式中断 OB 的应用程序循环等于数据循环 **T\_DC**。

IPO 模型的响应时间是最短的。

### 按照 IPO 模型在等时同步模式中断 OB 中进行编程

要按照 IPO 模型编程：

1. 在等时同步模式中断 OB 的开始处调用 **SYNC\_PI** 指令。
2. 然后调用实际用户程序。
3. 在等时同步模式中断 OB 的结束处调用“**SYNC\_PO**”指令。

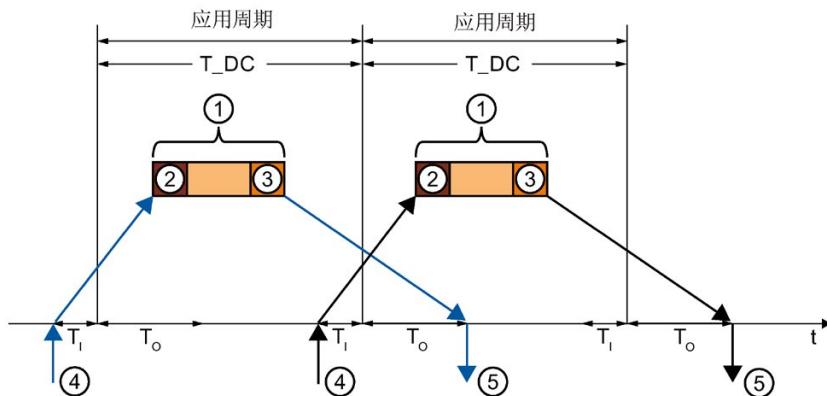
表格 6-1 基于 IPO 模型的执行序列

| 步骤 | 操作     | 说明   |
|----|--------|--|
| 1  | 读入 (I) | <b>SYNC_PI</b> 指令读入过程映像分区的输入，并将输入提供给等时同步模式中断 OB。 |
| 2  | 处理 (P) | 执行等时同步模式中断 OB 中的用户程序。                            |
| 3  | 输出 (O) | <b>SYNC_PO</b> 指令通过过程映像分区输出由用户程序更改的数据。           |

## 6.1 根据的 IPO 模型进行的程序执行

### IPO 模型中的信号顺序

下图显示了 IPO 模型中从 CPU 中过程值采集和处理开始到过程值输出的信号顺序：



- ① 执行等时同步模式中断 OB
- ② “SYNC\_PI”指令
- ③ “SYNC\_PO”指令
- ④ 在时间  $T_I$  等时同步读入 I/O 模块上的过程值
- ⑤ 在时间  $T_O$  等时同步输出 I/O 模块上的过程值

图 6-1 IPO 模型中的信号顺序

在时间  $T_I$  等时同步读入 I/O 上的过程值。IPO 模型中数据的处理是在一个数据周期  $T_{DC}$  内完成。输出数据始终在下一数据循环  $T_{DC}$  的  $T_O$  时间在 I/O 上提供。

在 IPO 模型中，从“输入端子”到“输出端子”的执行时间固定为  $T_I + T_{DC} + T_O$ 。

$T_I + 2 \times T_{DC} + T_O$  可确保异步执行事件的过程响应时间。

## 6.2 根据 OIP 模型执行程序

如果等时同步模式中断 OB 的执行循环时长不等，应用程序循环大于数据循环 T\_DC，则使用 OIP 模型。

在 OIP 模型中，与过程的数据交换时间始终确定。即，仅在指定时间进行数据交换。

### 按照 OIP 模型在等时同步模式中断 OB 中进行编程

要按照 OIP 模型编程：

1. 在等时同步模式中断 OB 的开始处调用 SYNC\_PO 指令。
2. 然后调用 SYNC\_PI 指令：
3. 然后调用实际用户程序。

表格 6-2 基于 OIP 模型的执行序列

| 步骤 | 操作     | 说明  |
|----|--------|---|
| 1  | 输出 (O) | SYNC_PO 指令通过过程映像分区的输出来输出上一次循环中由用户程序更改的数据。     |
| 2  | 读入 (I) | SYNC_PI 指令读入当前循环过程映像分区的输入，并将输入提供给等时同步模式中断 OB。 |
| 3  | 处理 (P) | 执行等时同步模式中断 OB 中的用户程序。                         |

## 6.2 根据 OIP 模型执行程序

### OIP 模型中的信号顺序

下图显示了 OIP 模型中从 CPU 中的过程值采集和处理开始到过程值输出的信号顺序：本例中，应用程序循环的时长是数据循环  $T_{DC}$  的二倍。

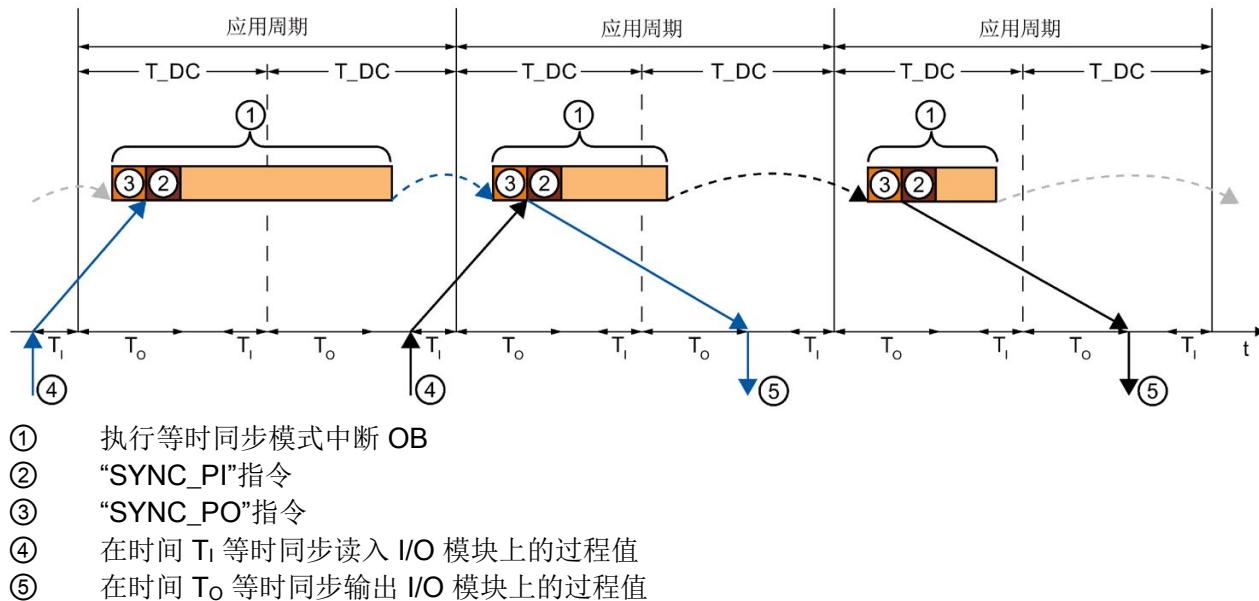


图 6-2 OIP 模型中的信号顺序

在时间  $T_I$  等时同步读入 I/O 上的过程值。在 OIP 模型中，数据是在 2 个应用程序循环中进行处理的。输出数据始终在下一应用程序循环  $T_{DC} + T_O$  时间在 I/O 上提供。

在 IPO 模型中，从“输入端子”到“输出端子”的执行时间固定为  $T_I + \text{应用程序循环} + T_{DC} + T_O$ 。

$T_I + 2 \times \text{应用程序循环} + T_{DC} + T_O$  可作为过程响应时间而得到保证。

## 6.3 对运动控制应用的等时同步模式进行编程

### MC-Servo、MC-PreServo 和 MC-PostServo OB

CPU 内部运动控制功能用于控制驱动。在 CPU 中创建轴时，会在用户程序中自动创建 MC Servo OB。该 OB 包含过程映像分区的自动更新。

如果将待执行的用户程序与 MC-Servo OB 进行同步，则需将该用户程序集成到 MC PreServo 或 MC PostServo OB 中。SNYC\_PI 和 SYNC\_PO 指令不是必需的。

过程映像分区始终按如下方式进行更新：

- 执行 MC-PreServo OB 前，读取相应的输入信息。
- 执行 MC-PostServo OB 后，输出相应的输出信息

MC Servo OB 运行时间必需大于等时同步 PROFINET IO 系统的发送时钟。如果 MC-Servo OB 的运行时间等于发送时钟的长度，则需：

- 在 MC-Servo OB 的属性中，缩短应用程序循环时间。  
同时
- 在 CPU 的 PROFINET 接口属性中，增加发送时钟。

---

#### 说明

MC-Servo OB 的缩减比率还会影响 Axis 工艺对象的轴控件。

如果缩减比率设置过高，则无法对该轴上的干扰进行合理补偿。

---

### 参考资料

有关上述 OB 及其用法的更多信息，请参见 STEP 7 在线帮助。

有关 STEP 7 中分布式 I/O 和驱动装置等时同步模式的参数分配与设置示例，请参见 Internet (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109480489>) 上的“常见问题与解答”。

# 术语表

## CPU

中央处理单元 (**CPU**) - S7 自动化系统中的核心模块，包含有控制单元和算术运算单元、存储器、操作系统以及编程设备的接口。

## DP 从站

PROFIBUS 上，基于 PROFIBUS DP 协议操作且遵循 EN 50170 标准第 3 部分的从站称为 DP 从站。

→ 另请参见“从站”

## DP 主站

特性符合 EN 50170 第 3 部分的主站称为 DP 主站。

→ 另请参见“主站”

## I/O 模块

可通过一个 CPU 或一个接口模块操作的所有模块。

## IO 控制器、PROFINET IO 控制器

PROFINET 系统中的中央设备，通常为典型的可编程逻辑控制器或 PC。IO 控制器可建立与 IO 设备的连接，与这些设备进行数据交换，并对系统进行监控。

## IO 设备、PROFINET IO 设备

PROFINET 系统中的分布式 I/O 设备，通过 IO 控制器（如，分布式 I/O、阀块、变频器和交换机）进行监控。

## IRT

IRT 是一种同步传输机制，用于在 PROFINET 设备之间进行 IRT 数据循环交换。在发送时钟内，系统为 IRT 数据预留有一定带宽。预留带宽可确保 IRT 数据在预留的同步时间间隔内进行传输，而不受其它网络高负载的影响（如，TCP/IP 通信或其它实时通信）。

## PROFIBUS

过程现场总线 (**Process Field Bus**) — 欧洲现场总线标准。

## PROFIBUS DP

支持 DP 协议的 PROFIBUS，符合 EN 50170 标准。DP 是指分布式 I/O 设备（快速、实时、循环数据交换）。对于用户程序，分布式 I/O 与集中式 I/O 的寻址方式完全相同。

## PROFINET

基于组件的开放式工业通信系统，通过分布式自动化系统的以太网进行数据通信。这种通信技术由 PROFIBUS 用户组织推出。

## PROFINET IO

PROFINET 分布式应用或模块化应用中采用的通信机制。

PROFINET IO 基于交换式以太网，支持全双工操作且传输带宽高达 100 Mbps。

## PROFINET IO 系统

分配有 PROFINET IO 设备的 PROFINET IO 控制器。

## RT

具有**实时**通信功能 (RT) 的 PROFINET IO 是一种优化的传输机制，适用于工厂自动化领域对时间要求较高的应用中。PROFINET IO 帧的优先级高于基于 IEEE802.1Q 的标准帧。这样，可确保自动化技术中所要求的确定性。

## STEP 7

STEP 7 是一个工程组态系统，包括创建 SIMATIC S7 控制器用户程序的编程语言。

## T\_DC

→ 参见“发送时钟”

## 背板总线

背板总线是一种串行数据总线，用于模块互相通信以及为模块提供所需电源。

## 参数

1. STEP 7 代码块的变量:
2. 设置模块特性的变量（每个模块一个或多个变量）

在出厂交付时，每个模块都配有相应的基本设置，可通过 STEP 7 组态进行更改。这些参数又分为静态参数和动态参数。

## 参数分配

参数分配是指将参数从 IO 控制器/ DP 主站传送到 IO 设备/ DP 从站。

## 从站

仅当主站发送请求后，从站才能与主站进行数据交换。

→ 另请参见“*DP 从站*”

## 发送时钟

IRT 或 RT 通信过程中，两个连续时间段之间的间隔。发送时钟是交换数据时最短的传输间隔。如果 IO 设备中激活 IRT 功能，则 T\_DC 等于发送时钟。

## 分布式 I/O 系统

带有 I/O 模块的系统，可在较远距离外从 CPU 进行控制。

## 过程映像 (I/O)

CPU 将输入和输出模块中的值传送到该存储区域内。循环程序开始时，CPU 将过程映像输出作为信号状态传送到输出模块中。CPU 随后将输入模块的信号状态读取到过程映像输入中。之后，CPU 将执行用户程序。

## 过程映像分区

在过程映像分区中，可根据程序中的具体应用将输入和输出数据进行分组，并将这些数据分配给某个 OB。

## 接口模块

分布式 I/O 系统中的模块。接口模块通过现场总线连接分布式 I/O 系统和 CPU (IO 控制器) , 并处理 I/O 模块中的数据。

## 模数转换

将模拟量输入信号转换为数字量信号, 从而在 CPU 中进行处理。

## 确定性

确定性是指系统以可预测 (确定的) 方式进行响应。

## 网络

网络由 1 个或多个相互连接的子网组成, 可包含任意数量的设备。各网络可相互独立共存。

## 响应时间

循环程序执行或时间驱动型程序执行的响应时间, 是指从检测到一个输入信号到相关联的输出信号发生变化之间的时间。

## 延时时间

在等时同步模式下, 延时时间是发送时钟与等时同步模式中断 OB 开始执行间的时间。在此时间段内, IO 控制器/DP 主站将与 IO 设备/DP 从站进行循环数据交换。

## 应用程序, 等时同步

等时同步模式中断 OB 中的用户程序。等时同步模式中断 OB 中的用户程序可确保等时同步操作, 以及统一更新所分配的过程映像分区。

## 用户程序

在 SIMATIC 中, 对 CPU 的操作系统和用户程序进行了区分。用户程序中包含用于控制设备或过程的所有指令、声明和信号处理数据。用户程序将分配给一个可编程模块 (如 CPU) , 并可由较小的单元组成。

### 执行窗口

在等时同步模式下，“SYNC\_PI”和“SYNC\_PO”指令只能在所允许的执行窗口内对过程映像分区进行更新。执行窗口是指可调用“SYNC\_PI”和“SYNC\_PO”指令的时间段。即，从循环数据交换结束一直延伸到输出仍可及时传输到 I/O 的数据循环 T\_DC 结束之前。在 STEP 7 中，延时时间预设为执行窗口的起始时间。调用块时将发出一条错误消息，指示超出执行窗口。

### 直接访问，直接数据访问

因编程需要，可直接对 I/O 进行读/写访问，取代通过过程映像的访问方式。直接（写）I/O 访问也会写入过程映像。这样，可防止过程映像的后续输出覆盖由直接访问所写入的值。

### 智能从站

由于 CPU 的“智能从站”功能可与 DP 主站进行数据交换，因此可用作子过程的智能预处理单元等。用作 DP 从站时，智能从站连接到“上位”DP 主站。

### 智能设备

由于 CPU 中的“智能设备”（智能 IO 设备）功能可与 IO 控制器进行数据交换，因此可用作子过程的智能预处理单元。用作 IO 设备时，智能设备将连接“上位”IO 控制器。

### 主站

通信网络/PROFIBUS 子网上的上位活动设备，且具有总线访问权限（令牌），可发送和接收数据。

### 子网

网络的一部分，具体参数取决于各设备（如 PROFINET）。子网中包含总线组件和所有连接的设备。子网可通过网关或路由器进行连接，从而组成一个网络。

### 自动化系统

在过程和生产工程组态中，对过程链进行开环和闭环控制的可编程逻辑控制器。自动化系统中包含有各种组件并集成有许多系统功能，具体取决于自动化任务。

## 总线

总线是多个设备间进行互连的传输介质，并通过电缆或光纤电缆以串行和并行方式进行数据传输。

## 组织块

组织块 (OB) 可作为 CPU 的操作系统与用户程序间的接口。组织块可确定用户程序的执行顺序。

# 索引

## D

DP 从站, 31  
DP 循环时间, 17, 21

## I

I/O 地址, 21  
IO 设备, 23  
IPO 模型, 43, 43  
IRT, 21

## O

OB MC PostServo, 47  
OB MC PreServo, 47  
OB MC Servo, 42, 47  
OIP 模型, 43, 45

## R

RT 等级, 21

## S

SYNC\_PI, 42, 43, 45  
SYNC\_PO, 42, 43, 45

## T

T\_DC, 17, 19, 21, 44, 46

Ti, 17, 19

凸轮

等时同步, 37

## F

发送时钟, 17, 19, 21, 29

## Z H

执行窗口, 42

## G

过采样, 25  
过程映像分区, 30

## T

同步域, 21  
同步循环, 42

## Y

延时时间, 21  
设置, 40  
运动控制应用, 33  
应用周期, 21  
设置, 40

## Q

驱动装置  
等时同步, 33

## T

拓扑组态, 21

## D

到, 17, 19

## Z H

轴

等时同步, 37

## T

提前时间, 17, 19

## D

等时同步模式

示例, 14

时间同步, 17, 19

定义, 12

组态, 23, 25, 31

等时同步模式中断 OB, 17, 19, 21, 30

OB 6x, 42

## S H

数据循环, 17, 19