



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 25740.2—2013  
代替 GB/Z 25740.2—2010

## PROFIBUS & PROFINET

### 技术行规 PROFIdrive

### 第 2 部分：行规到网络技术的映射

PROFIBUS & PROFINET Technical Profile PROFIdrive—  
Part 2: Mapping of Profile to Network Technologies

(PNO Version 4.1.1, IDT)

2013-12-31 发布

2014-08-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	V
引言 .....	VI
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语、定义和缩略语 .....	2
3.1 术语和定义 .....	2
3.2 缩略语 .....	5
4 到 PROFIBUS DP 的映射 .....	7
4.1 概述 .....	7
4.2 到 PROFIBUS 数据类型的映射 .....	7
4.3 PROFIBUS DP 上的基本模型 .....	8
4.4 PROFIBUS DP 上的驱动模型 .....	13
4.5 DO IO 数据 .....	14
4.6 参数访问 .....	25
4.7 P-Device 组态 .....	32
4.8 报警机制 .....	36
4.9 时钟同步操作 .....	36
4.10 PROFIBUS DP 特定参数 .....	57
4.11 应用类的特定通信功能 .....	58
5 到 PROFINET IO 的映射 .....	59
5.1 概述 .....	59
5.2 到 PROFINET IO 数据类型的映射 .....	59
5.3 PROFINET IO 中的基本模型 .....	60
5.4 PROFINET IO 中的驱动模型 .....	66
5.5 DO IO 数据 .....	70
5.6 参数访问 .....	71
5.7 P-Device 组态 .....	73
5.8 报警机制 .....	74
5.9 时钟同步操作 .....	77
5.10 PROFINET IO 特定参数 .....	79
5.11 应用类特定通信功能 .....	80
参考文献 .....	81
图 1 PROFIdrive 文件结构 .....	VII
图 2 PROFIdrive 驱动系统中的 PROFIBUS DP 设备 .....	8
图 3 PROFIBUS DP 上的 PROFIdrive 设备及其之间的关系 .....	9
图 4 PROFIBUS DP 上 PROFIdrive 通用通信模型 .....	9

图 5	PROFIBUS DP DXB 通信说明 .....	10
图 6	PROFIBUS DP 上的 PROFIdrive 同步通信 .....	11
图 7	PROFIBUS 上的 P-Device 通信模型 .....	12
图 8	PROFIBUS DP 上基本模型状态机的映射 .....	13
图 9	PROFIBUS DP 特定 P-Device 逻辑模型(多轴驱动器) .....	13
图 10	PROFIBUS 槽到 PROFIdrive DO 的映射 .....	14
图 11	DXB 通信的应用示例 .....	18
图 12	具有 DXB 关系的同构 P-Device 内部数据流 .....	21
图 13	DXB 订阅者表(在 Prm-Block 中)的结构 .....	22
图 14	具有从站间循环数据交换的 PROFIBUS 时序图 .....	23
图 15	PROFIBUS 同构的 P-Device 的 PAP 和参数访问机制 .....	25
图 16	PROFIBUS 异构 P-Device 的 PAP 和参数访问机制 .....	26
图 17	通过 MS1 AR 或 MS2 AR 的报文序列 .....	27
图 18	驱动单元结构 .....	33
图 19	PROFIBUS DP 上模块化驱动单元类型的组态和通信通道 .....	35
图 20	PROFIBUS DP 上 DU 的参数 P978(所有 DO-ID 的列表)的含义 .....	35
图 21	PROFIBUS DP 上复杂模块化驱动单元 P978 的示例 .....	36
图 22	等时同步 DP 周期的顺序 .....	36
图 23	时间设置 .....	37
图 24	示例:最简单的 DP 周期 .....	39
图 25	优化的 DP 周期 .....	40
图 26	示例:优化的 DP 周期( $T_{MAPC} = 2 \times T_{DP}$ ) .....	41
图 27	启动(时间顺序) .....	42
图 28	阶段 1:从站参数化,组态 .....	43
图 29	阶段 2:使用时钟全局控制的 PLL 同步 .....	44
图 30	阶段 3:从站应用与主站 Sign-Of-Life 的同步 .....	45
图 31	启动过程的阶段 2 和阶段 3 的状态图 .....	46
图 32	阶段 4:主站应用到从站 Sign-Of-Life 的同步 .....	47
图 33	示例:从启动到循环操作(阶段 1) ( $T_{MAPC}/T_{DP} = 2/1$ ) .....	48
图 34	示例:从启动到循环操作(阶段 2) ( $T_{MAPC}/T_{DP} = 2/1$ ) .....	48
图 35	示例:从启动到循环操作(阶段 3) ( $T_{MAPC}/T_{DP} = 2/1$ ) .....	49
图 36	示例:从启动到循环操作(阶段 4) ( $T_{MAPC}/T_{DP} = 2/1$ ) .....	50
图 37	示例:从启动到循环操作(阶段 5) ( $T_{MAPC}/T_{DP} = 2/1$ ) .....	51
图 38	在从站内用于时钟保存的 PLL .....	54
图 39	运行时间补偿 .....	55
图 40	DP 周期违反 .....	56
图 41	示例:时钟失效(在 4 个 DP 周期后出现故障) .....	57
图 42	PROFIdrive 驱动系统中的 PROFINET IO 设备 .....	60
图 43	PROFIdrive 设备和它们在 PROFINET IO 上的关系 .....	61
图 44	PROFINET IO 上的 PROFIdrive 通用通信模型 .....	62
图 45	用于 PROFINET IO 上的 PROFIdrive 的同步通信 .....	63
图 46	PROFINET IO 上的 P-Device 通信模型 .....	63
图 47	IO AR 和监控设备 AR 的内容 .....	64

图 48	用于 P-Device 间循环数据交换的 M CR .....	65
图 49	基本模型状态机在 PROFINET IO 上的映射 .....	66
图 50	PROFINET IO 特定逻辑 P-Device 模型(多轴驱动器) .....	67
图 51	用 PROFINET IO 子模块(CO)表示 PROFIdrive DO .....	67
图 52	PROFINET IO 上 P-Device 的层次模型 .....	68
图 53	DO IO 数据块的模块化(示例) .....	70
图 54	用于基本模式参数访问的请求和响应的数据流 .....	72
图 55	PROFINET IO 上的模块化驱动单元类型的组态和通信通道 .....	73
图 56	PROFINET IO 上 DU 的参数 P978“所有 DO-ID 列表”的含义 .....	74
图 57	根据故障类机制生成诊断数据 .....	76
图 58	同步数据周期的序列 .....	78
表 1	数据类型的映射 .....	7
表 2	标准报文的 DP ID 和 PROFIdrive ID .....	15
表 3	1 个驱动轴,标准报文 3 .....	16
表 4	2 个驱动轴,标准报文 3 .....	16
表 5	2 个驱动轴,标准报文 3,每个轴一个 DXB 链接,1 个链接 2 个字 .....	17
表 6	1 个驱动轴,标准报文 20 .....	17
表 7	从站 No.11(发布者) .....	19
表 8	从站 No.12(发布者和订阅者) .....	20
表 9	涂敷驱动器的 DXB 通信链接的组态 .....	20
表 10	从站 No.10(订阅者) .....	20
表 11	放卷机 DXB 通信链接的组态 .....	21
表 12	用于从站与从站通信(数据交换广播,DXB)的参数(Set_Prm,GSD) .....	24
表 13	用于 PROFIBUS DP 参数访问的服务 .....	27
表 14	为参数访问定义的 PAP .....	27
表 15	DP 从站处理的状态机 .....	28
表 16	MS1/MS2 AR 报文帧,写请求 .....	28
表 17	MS1/MS2 AR 报文帧,写响应 .....	29
表 18	MS1/MS2 AR 报文帧,读请求 .....	29
表 19	MS1/MS2 AR 报文帧,读响应 .....	29
表 20	过程数据 ASE 报文帧,错误响应 .....	30
表 21	PROFIdrive 错误类别和代码的分配 .....	30
表 22	数据块长度 .....	31
表 23	由于过程数据 ASE 数据块长度引起的限制 .....	32
表 24	用于 MS1/MS2 AR 服务的 GSD 参数 .....	32
表 25	用于启动、循环操作的 DP 服务 .....	41
表 26	“时钟周期同步驱动器接口”使用的参数(Set_Prm,GSD) .....	51
表 27	同步类型的可能组合 .....	52
表 28	等时同步模式的条件 .....	53
表 29	PLL 的输入信号 .....	54
表 30	PLL 的输出信号 .....	55
表 31	通信系统接口的 PROFIBUS DP 特定参数的概述 .....	57



表 32	按参数号列出的 PROFIdrive 特定参数 .....	57
表 33	参数 963 中波特率的编码 .....	58
表 34	应用类的特定通信功能 .....	59
表 35	数据类型映射 .....	59
表 36	子模块 ID 的结构 .....	69
表 37	子模块类型类的定义 .....	69
表 38	参数访问模式(PAP)的定义 .....	71
表 39	AlarmNotification-PDU 的使用 .....	74
表 40	ChannelDiagnosisData 使用 .....	75
表 41	ChannelErrorType 的使用 .....	76
表 42	DiagnosisData 的使用 .....	77
表 43	用于“通信系统接口”的特定 PROFINET IO 参数概述 .....	79
表 44	按参数号列出的 PROFIdrive 特定参数 .....	79
表 45	应用类的特定通信功能 .....	80

广东省网络空间安全协会受控资料

## 前 言

GB/T 25740《PROFIBUS & PROFINET 技术行规 PROFIdrive》分为 2 个部分：

- 第 1 部分：行规规范；
- 第 2 部分：行规到网络技术的映射。

本部分为 GB/T 25740 的第 2 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/Z 25740.2—2010《PROFIBUS & PROFINET 技术行规 PROFIdrive 第 2 部分：行规到网络技术的映射》。

本部分与 GB/Z 25740.2—2010 的主要变化如下：

- 将图 14 中的从站间通信更改为：从站间的循环通信；
- 在表 37 中增加了类型类，用于标准报文 30~32 以及标准报文 81~84。

本部分使用翻译法等同采用 PROFIBUS 国际组织技术规范 PNO Version 4.1.1《PROFIBUS & PROFINET 技术行规 PROFIdrive 第 2 部分：行规到网络技术的映射》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 20540.5—2006 测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型 3:PROFIBUS 规范 第 5 部分：应用层服务定义(IEC 61158-5-3:2003,MOD)
- GB/T 20540.6—2006 测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型 3:PROFIBUS 规范 第 6 部分：应用层协议规范(IEC 61158-6-3:2003,MOD)
- GB/Z 20541.1—2006 测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型 10:PROFINET 规范 第 1 部分：应用层服务定义(IEC 61158-5-10:2003,MOD)
- GB/Z 20541.2—2006 测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型 10:PROFINET 规范 第 2 部分：应用层协议规范(IEC 61158-6-10:2003,MOD)

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国工业过程测量和控制标准化技术委员会(SAC/TC 124)归口。

本部分起草单位：机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、上海自动化仪表股份有限公司、中科院(沈阳)自动化研究所、西南大学、中国石化集团上海工程有限公司、清华大学、北京理工大学、上海步科自动化股份有限公司、北京机械工业自动化研究所、西门子(中国)有限公司、南京埃斯顿自动化公司。

本部分主要起草人：谢素芬、高镜媚、刘丹、包伟华、杨志家、刘枫、高欣、肖曦、冬雷、池家武、李百煌、惠敦炎、薛惠霞、臧秀娟。

## 引 言

IEC 61800-7 描述了控制系统和电力驱动系统(PDS)之间一种通用的接口。这种接口可以被嵌入控制系统内。控制系统本身也可以置于驱动器内(有时称之为“智能驱动器”)。通用的 PDS 接口不是任何通信网络技术(例如 PROFIBUS 和 PROFINET)所专用的。IEC 61800-7-1 的附录中规定了不同驱动行规类型对通用 PDS 接口的映射。

有多种物理接口可供利用(模拟和数字的输入和输出,串行和并行的接口,现场总线和网络)。对于某些应用领域(如运动控制)和某些设备类(如标准驱动器、定位装置),现已定义了基于特定物理接口的行规。相应驱动器和应用程序接口的实现则是自有的,并且是多种多样的。

PROFIdrive 定义了一组被映射到行规的通用的驱动控制功能、参数和状态机或操作顺序的描述。

PROFIdrive 符合 IEC 61800-7 系列标准。IEC 61800-7 提供了一种访问驱动器的功能和数据的方式,而该方式与所用的驱动行规和通信接口无关。目的是建立一种具有通用功能和对象的通用驱动器模型,这种模型适合映射到不同通信接口,从而能够提供控制器中的运动控制(或速度控制,或驱动控制应用)的通用实现,而无需任何专门的驱动器实现的知识。定义通用接口的原因如下:

- a) 对于驱动设备制造商:
  - 向系统集成商提供的支持可以少花精力;
  - 由于采用通用的名词术语,在描述驱动功能时相对简便;
  - 驱动器的选用不取决于可用的专门技术支持。
- b) 对于控制设备制造商:
  - 不受总线技术影响;
  - 易于进行设备的集成;
  - 与驱动器的制造商无关。
- c) 对于系统集成商(构建模块、机器、成套装置等):
  - 对于设备集成可以少花精力;
  - 对于驱动模型化的理解方式是唯一的;
  - 与总线通信技术无关。

采用若干不同的驱动器和特定的控制系统来设计运动控制的应用时,需要花费很多精力。为实现系统软件和理解各个部件的功能描述,都可能耗费项目的资源。在某些情形下,这些驱动器不能共享相同的物理接口。有些控制设备仅支持一种接口,而这样的接口恰恰又不能得到特定驱动器的支持。另一方面,又规定了不相兼容的功能和数据结构。这就使得系统集成商不得不为应用软件编写接口软件,以处理原本不应由他们负责的工作。

某些应用需要在现有组态中进行设备替换或新设备的集成。这样就会面对不同的不相兼容的解决方案。采用一种驱动行规和制造商特定的扩展的解决方案,可能是不可接受的。这就降低了选择的自由度,使得所选择的设备从最适合于该应用改变至可用于特定物理接口并得到控制器支持。

图 1 表示本部分与 IEC 61800 和 IEC/TR 62390 的关系。设计符合本标准的设备不需符合 IEC 61800-7-1 中通用 PDS 接口规范。IEC 61800-7-1 可被用来指导人们从驱动器的抽象视角按照 IEC 61800-7-1 中的抽象名词术语进行转换,例如将 PROFIdrive 的命令转换为更通用的术语。

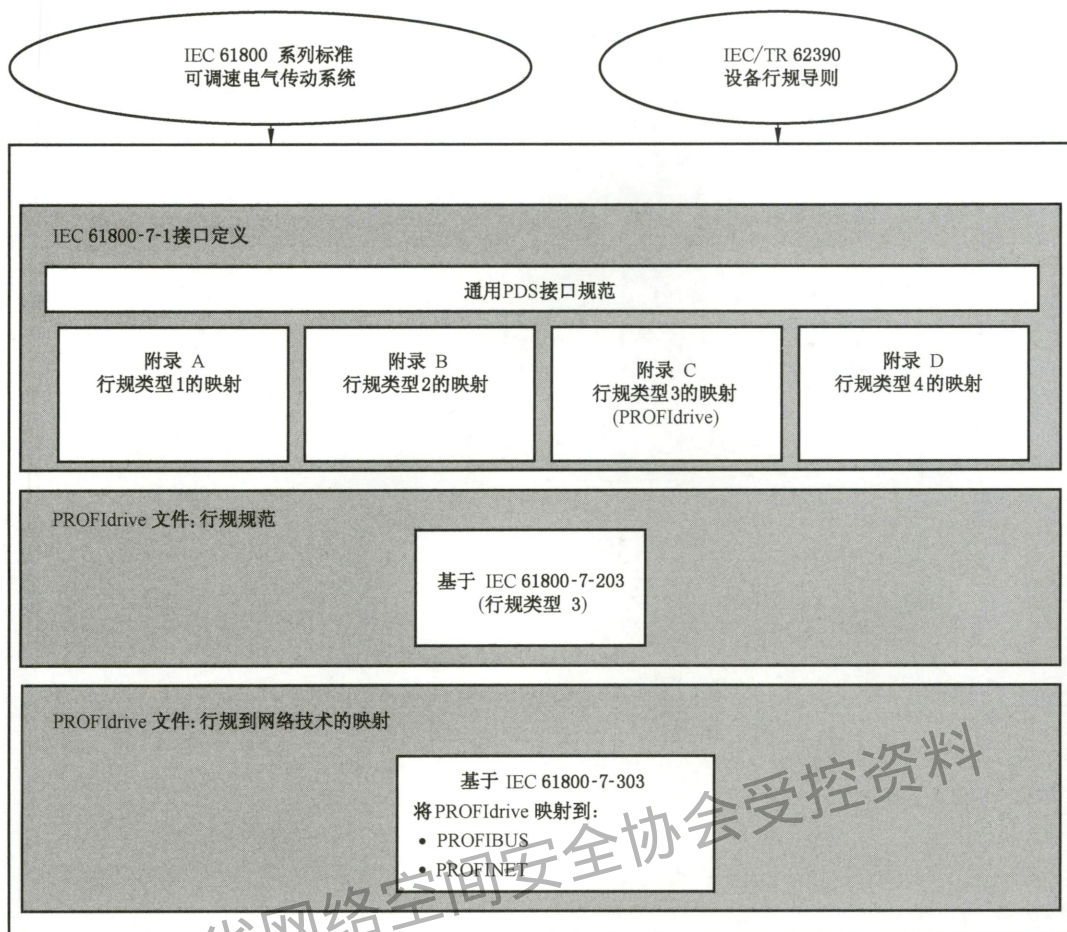


图 1 PROFIdrive 文件结构

# PROFIBUS & PROFINET

## 技术行规 PROFIdrive

### 第 2 部分：行规到网络技术的映射

#### 1 范围

GB/T 25740 的本部分规定了如何将 PROFIdrive 行规映射到不同的网络技术：

- PROFIBUS DP, 见第 4 章；
- PROFINET IO, 见第 5 章。

#### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

IEC 61158(所有部分) 工业通信网络 现场总线规范(Industrial communication networks—Fieldbus specifications)

IEC 61158-5-3 工业通信网络 现场总线规范 第 5-3 部分:应用层服务定义 类型 3 元素(Industrial communication networks—Fieldbus specifications—Part 5-3: Application layer service definition—Type 3 elements)

IEC 61158-5-10 工业通信网络 现场总线规范 第 5-10 部分:应用层服务定义 类型 10 元素(Industrial communication networks—Fieldbus specifications—Part 5-10: Application layer service definition—Type 10 elements)

IEC 61158-6-3 工业通信网络 现场总线规范 第 6-3 部分:应用层协议规范 类型 3 元素(Industrial communication networks—Fieldbus specifications—Part 6-3: Application layer protocol specification—Type 3 elements)

IEC 61158-6-10 工业通信网络 现场总线规范 第 6-10 部分:应用层协议规范 类型 10 元素(Industrial communication networks—Fieldbus specifications—Part 6-10: Application layer protocol specification—Type 310 elements)

IEC 61784-1 工业通信网络 行规 第 1 部分:现场总线行规(Industrial communication networks—Profiles—Part 1: Fieldbus profiles)

IEC 61784-2 工业通信网络 行规 第 2 部分:用于基于 ISO/IEC 8802-3 的实时网络的附加现场总线行规(Industrial communication networks—Profiles—Part 2: Additional fieldbus profiles for real-time networks based on ISO/IEC 8802-3)

IEC 61800-7 (所有部分)可调速电力驱动系统 电力驱动系统通用接口及行规使用(Adjustable speed electrical power drive systems—Generic interface and use of profiles for power drive systems)

IEC 61800-7-203 可调速电力驱动系统 第 7-203 部分 电力驱动系统通用接口及行规使用 行规类型 3 规范(Adjustable speed electrical power drive systems—Part 7-203: Generic interface and use of profiles for power drive systems—Profile type 3 specification)

### 3 术语、定义和缩略语

#### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

##### 3.1.1

**实际值 actual value**

给定时刻的变量值。

[IEV 351-21-02]

##### 3.1.2

**算法 algorithm**

能根据输入数据值计算出输出数据值的一个完全确定的、有限的操作序列。

[IEV 351-21-37]

##### 3.1.3

**应用 application**

专用于工业过程测量与控制中某个问题的解决方案的软件功能元素。

注：应用可分布在资源中，也可与其他应用通信。

[IEC/TR 62390:2005,3.1.2,已修改]

##### 3.1.4

**属性 attribute**

一个实体的性质或特性。

[IEC/TR 62390:2005,3.1.3]

##### 3.1.5

**类 class**

具有相同属性、操作、方法、关系和语义的对象集的描述。

[ISO/IEC 19501,已修改]

##### 3.1.6

**时钟周期同步应用 clock cycle synchronous application**

在数字驱动器和控制系统中，闭环控制软件的采样和循环时间的同步。

##### 3.1.7

**命令 commands**

由应用控制程序发给 PDS 的命令集，用以控制 PDS 的行为或 PDS 的功能组件。

注 1：行为可通过状态或工作模式反映。

注 2：不同的命令可以分别用一个比特表示。

##### 3.1.8

**控制 control**

为达到规定的目标，对过程或过程内的有目的作用。

[IEV 351-21-29]

##### 3.1.9

**控制设备 control device**

在模块/部件或设备中包含控制 PDS 的应用程序的物理单元。

##### 3.1.10

**数据类型 data type**

数值及应允许对其操作的集。

[ISO/IEC 2382-15:1999,15.04.01,已修改]

### 3.1.11

#### 设备 device

现场设备,工业自动化系统的具有连网功能的独立物理实体,它能够执行特定上下关系中的特定功能,并通过其接口进行界定。

[IEC 61499-1:2005,3.30,已修改]

自动化系统中执行控制、驱动和/或传感功能,并与其他这类实体交互的实体。

[ISO 15745-1:2003,3.11]

### 3.1.12

#### 设备行规 device profile

依据设备模型,对设备的参数、参数集合和行为的表示,该表示描述了通过网络可观测到的设备的数据和行为。

注:该定义来自 IEC/TS 61915,通过增加设备功能结构对 IEC/TS 61915 进行扩展。

[IEC/TR 62390:2005,3.19,已修改]

### 3.1.13

#### DO IO 数据 DO IO Data

驱动对象(驱动轴)的所有输入数据和输出数据(循环传输)的集合。

### 3.1.14

#### 驱动对象 Drive Object

驱动单元的功能组件。

### 3.1.15

#### 驱动单元 Drive Unit

与一个中央处理单元相关的所有功能组件组成的逻辑设备。

### 3.1.16

#### 功能组件 functional element

软件的实体或软件与硬件组合的实体,能完成设备的特定功能。

注 1:一个功能组件具有一个接口、与其他功能组件和功能的关联。

注 2:一个功能组件由功能块、对象或参数表组成。

[IEC/TR 62390:2005,3.1.12]

### 3.1.17

#### 输入数据 Input Data

设备向控制器循环发送的数据。

### 3.1.18

#### 接口 interface

由功能特性、信号特性或其他适当特性定义的两个实体间的共有边界。

[IEV 351-21-35,已修改]

### 3.1.19

#### IO 数据 IO Data

设备的输入数据和输出数据。

### 3.1.20

#### 等时同步模式 Isochronous Mode

用于时钟周期同步的通信系统服务,它通过在每个周期开始发送一个时钟周期信号来产生恒定的(时序)总线周期。

3.1.21

**模型 model**

依据已知定律、认定或特定假设的,具有足够精度的系统或过程的数学或物理表示。

[IEV 351-21-36]

3.1.22

**操作模式 operating mode**

操作员干预控制设备的方式和程度的特性。

[IEV 351-31-01]

3.1.23

**输出数据 Output Data**

控制器向设备循环发送的数据。

3.1.24

**参数 parameter**

表示设备信息的数据元素,可从设备读出或写入,例如,通过网络或本地 HMI。

注 1: 根据 IEC/TS 61915 改写。

注 2: 一个参数被典型地表征为参数名、数据类型和访问方式。

[IEC/TR 62390:2005,3.1.22,已修改]

3.1.25

**过程数据 Process data**

与控制过程相关的数据,如增益系数和状态变量,典型情况下被映射为参数。

3.1.26

**行规 profile**

依照通信行规和设备行规,对 PDS 接口的参数、参数集和行为的表示。

3.1.27

**设定值 setpoint**

用于控制 PDS 的应用控制程序输出数据的值或变量。

3.1.28

**状态 status**

PDS 发给应用控制程序的信息集,反映 PDS 或 PDS 的功能组件的状态或模式。

注: 不同的状态信息可以分别用每一个比特编码。

3.1.29

**工艺功能 technological functions**

自动实现应用特定过程的闭环控制和顺序控制。

3.1.30

**类型 type**

规定了通用属性的硬件或软件元素,该通用属性由类型的所有实例共享。

[IEC/TR 62390:2005,3.1.25]

3.1.31

**变量 variable**

可取多个不同值,但在某一时刻只能取一个值的软件实体。

[IEC/TR 62390:2005,3.1.27]

注: 变量值和参数值常被限制为一个确定数据类型。



## 3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ACx	Application Class x, where x is the number of the AC	应用类 x, 其中 x 是 AC 的编号
AP	Application Process	应用过程
API	Application Process Identifier	应用过程标识符
AR	Application Relationship	应用关系
ASE	Application Service Element	应用服务元素
CM	Context Management	上下关系管理
CO	Communication Object	通信对象
CR	Communication Relationship	通信关系
C-LS	Controller's Sign-Of-Life	控制器的活动标记
DO	Drive Object	驱动对象
DO-LS	Drive Object Sign-Of-Life	驱动对象的活动标记
DP	Decentralised (distributed) Periphery	分散(分布式)外围设备
DSC	Dynamic Servo Control	动态伺服控制
DU	Drive Unit	驱动单元
DX	Data_Exchange	数据交换
DXB	Data-eXchange-Broadcast	数据交换广播
f	frequency	频率
FDL	Fieldbus Data Link (Layer 2)	现场总线数据链路(第 2 层)
GAP	Area between own station address and the next one (attempt to include new active stations)	在本站地址和下一站地址间的区域(尝试包括新的活动站)
GC	Global Control Telegram	全局控制报文
GSD	Device Data File (device description, input for a bus configuring tool)	设备数据文件(设备描述、总线组态工具的输入)
HW	Hardware	硬件
ID	Identifier	标识符
IOAR	IO Application Relationship	IO 应用关系
IOCS	IO Consumer Status	IO 消费者状态
IOPS	IO Producer Status	IO 生产者状态
IO Data	IO Data; is transmitted cyclically	IO 数据, 被循环传输
IP	Internet Protocol	因特网协议
IRT	Isochronous Realtime Ethernet	等时同步实时以太网
I/O	Input/Output	输入/输出
LS	Sign-Of-Life	活动标记
MAP	Module Access Point	模块访问点
MSG	Acyclic services (Message)	非循环服务(报文)
M CR	Multicast CR	多播通信关系
MS0 AR	PROFIBUS MS0 AR (cyclic data exchange between master (class1) and slave)	PROFIBUS MS0 应用关系(1 类主站和从站间的循环数据交换)
MS1 AR	PROFIBUS MS1 AR (acyclic data exchange between master (class1) and slave)	PROFIBUS MS1 应用关系(1 类主站和从站间的非循环数据交换)

MS2 AR	PROFIBUS MS2 AR (acyclic data exchange between master (class2) and slave)	PROFIBUS MS2 应用关系(2类主站和从站间的非循环数据交换)
NAMUR	Standards Working Group for Instrumentation and Control in the Chemical Industry	德国化工仪表与控制标准化工作组
NC	Numerical control system with a numeric control command set	带有数控命令集的数控系统
OP	Operator Panel	操作面板
Pxxx	Parameter (identified by number xxx)	参数(通过数字 xxx 标识)
PAP	Parameter Access Point	参数访问点
PC	Personal Computer	个人计算机
PDS	Power Drive System	电气传动系统
P-Device	Peripheral Device (PROFIdrive Base Model)	外围设备(PROFIdrive 基本模型)
PDU	Protocol Data Unit	协议数据单元
PG	Programming device	编程设备
PLC	Programmable Logic Controller without a Motion Control command set	不带有运动控制命令集的可编程序逻辑控制器
PLL	Phase Locked Loop (phase control loop)	锁相环(相位控制环)
PNO	PROFIBUS User Organization	PROFIBUS 用户组织
PNU	Parameter Number	参数号
PROFIBUS	Process Field Bus	过程现场总线(见 IEC 61158 类型 3 元素和 IEC 61784-1)
PROFINET	Process Field Net	过程现场网络(见 IEC 61158 类型 10 和 IEC 61784-2)
RES	Reserve	保留
RT	Real time Ethernet	实时以太网
SAP	Service Access Point	服务访问点
SW	Software	软件
SYNC	Synchronization	同步
SYNCH	Synchronization Telegram (global control)	同步报文(全局控制)
T <sub>BASE_DP</sub>	Time base of T <sub>DP</sub>	T <sub>DP</sub> 的时基
T <sub>BASE_IO</sub>	Time base of T <sub>I</sub> , T <sub>O</sub>	T <sub>I</sub> 、T <sub>O</sub> 的时基
t <sub>BIT</sub>	Bit-Time	比特时间
TCA_Min	Lacktime for the Controller application process	控制器应用过程需要的延时
TCA_Valid	Time for Input Data available	可用输入数据的时间
T <sub>DC</sub> , T <sub>DC</sub>	Data-Cycle-Time	数据循环时间
T <sub>DP</sub>	DP-Cycle-Time	DP 循环时间
T <sub>DP_MAX</sub>	Maximum of T <sub>DP</sub>	T <sub>DP</sub> 的最大值
T <sub>DP_MIN</sub>	Minimum of T <sub>DP</sub>	T <sub>DP</sub> 的最小值
T <sub>DX</sub>	Data_Exchange-Time	数据交换时间
T <sub>J</sub>	Jitter-Time	抖动时间
T <sub>I</sub>	Input-Time	输入时间
T <sub>L_MIN</sub>	Minimum of T <sub>I</sub>	T <sub>I</sub> 的最小值

T <sub>ID1</sub>	Idle-Time 1	空闲时间 1
T <sub>ID2</sub>	Idle-Time 2	空闲时间 2
T <sub>input_valid</sub>	Lack time for the acquisition process	获取过程需要的延时
T <sub>IO_Input</sub>	Time for <i>actual value</i> acquisition	实际值采集时间
T <sub>IO_InputMin</sub>	Lack time for the acquisition process	获取过程需要的最小延时
T <sub>IO_Output</sub>	Time for setpoint transfer	设定值传输的时间
T <sub>IO_OutputMin</sub>	Lack time for the setpoint transfer process	设定值传输过程需要的延时最小值
T <sub>IO_OutputValid</sub>	Time for Output Data available	可用输出数据的时间
T <sub>M</sub>	Master-Time	主站时间
T <sub>MAPC</sub>	Master_Application_Cycle-Time	主站应用周期时间
T <sub>O</sub>	Output-Time	输出时间
T <sub>O_MIN</sub>	Minimum of (T <sub>O</sub> -T <sub>DX</sub> )	(T <sub>O</sub> -T <sub>DX</sub> )的最小值
T <sub>PLL_D</sub>	PLL-Delay	PLL 延时
T <sub>PLL_W</sub>	PLL-Window	PLL 窗口
T <sub>SAPC</sub>	Slave_Application_Cycle-Time	从站应用循环时间
T <sub>SC</sub>	Speed Controller Sampling Time	速度控制器采样时间
T <sub>SDR</sub>	Station_Delay_Responder Time	站延时响应时间
T <sub>TR</sub>	Target_Rotation-Time	目标轮转时间
T <sub>WD</sub>	Watchdog-Time	看门狗时间
UUID	Universal Unique Identifier	全局唯一标识符
TOK	Token passing	令牌传递
VIK	Association of the Industrial and Industrial Power Producers	工业消费者和工业电力生产者协会
ZSW	Status Word	状态字

#### 4 到 PROFIBUS DP 的映射

##### 4.1 概述

本章定义了 PROFIdrive 基本模型到 PROFIBUS DP 通信系统的映射(见 IEC 61158 类型 3 元素)。

##### 4.2 到 PROFIBUS 数据类型的映射

表 1 示出了 PROFIdrive 标准数据类型到 PROFIBUS DP 特定数据类型的映射。

表 1 数据类型的映射

在 PROFIdrive 行规中使用的数据类型	在 PROFIBUS DP 中等价的数据类型	参考定义
Boolean	Boolean	IEC 61158-5-3
Integer8	Integer8	IEC 61158-5-3
Integer16	Integer16	IEC 61158-5-3
Integer32	Integer32	IEC 61158-5-3
Unsigned8	Unsigned8	IEC 61158-5-3

表 1 (续)

在 PROFIdrive 行规中使用的数据类型	在 PROFIBUS DP 中等价的数据类型	参考定义
Unsigned16	Unsigned16	IEC 61158-5-3
Unsigned32	Unsigned32	IEC 61158-5-3
FloatingPoint	FloatingPoint	IEC 61158-5-3
VisibleString	VisibleString	IEC 61158-5-3
OctetString	OctetString	IEC 61158-5-3
TimeOfDay(带有日期指示)	TimeOfDay(带有日期指示)	IEC 61158-5-3
TimeDifference	TimeDifference	IEC 61158-5-3
Date	Date	IEC 61158-5-3
TimeOfDay(不带日期指示)	TimeOfDay(不带日期指示)	IEC 61158-5-3
TimeDifference(带日期指示)	TimeDifference(带日期指示)	IEC 61158-5-3
TimeDifference(不带日期指示)	TimeDifference(不带日期指示)	IEC 61158-5-3

### 4.3 PROFIBUS DP 上的基本模型

#### 4.3.1 通信设备

当使用 PROFIBUS DP 作为通信网络时,PROFIdrive 设备被映射到下列 PROFIBUS DP 对象:

- 控制器:用 PROFIBUS DP 主站(1类)表示 PROFIdrive 控制器。例如,一个 PLC、NC 或 PC。
- P-Device:用 PROFIBUS DP 从站表示 PROFIdrive P-Device。P-Device 与自动化系统的一个或多个轴相关。
- 监控设备:用 PROFIBUS DP 主站(2类)表示 PROFIdrive 监控设备。例如,一个 PG 或 OP。

图 2 示出了使用 PROFIBUS DP 作为通信网络的一个典型 PROFIdrive 驱动系统的拓扑结构。

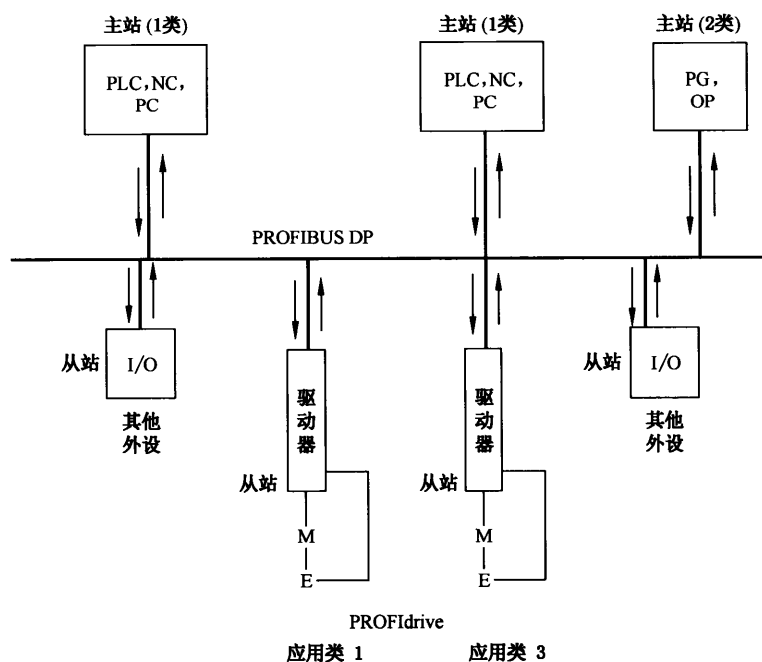


图 2 PROFIdrive 驱动系统中的 PROFIBUS DP 设备

4.3.2 通信关系

PROFIdrive 设备间的通信关系按以下方式被映射到 PROFIBUS DP:

- 控制器——P-Device;其关系表示为 MS0 AR+MS1 AR;
- 监控设备——P-Device;其关系表示为 MS2 AR;
- P-Device——P-Device;其关系表示为 DP 从站间的循环数据交换 (DXB)。

图 3 示出了 PROFIBUS DP 上的 PROFIdrive 设备及其之间的关系。

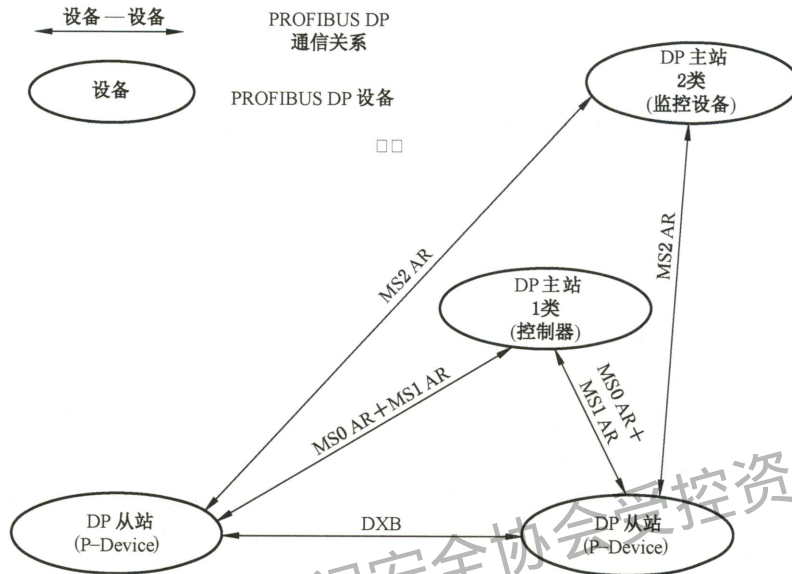


图 3 PROFIBUS DP 上的 PROFIdrive 设备及其之间的关系

4.3.3 通信网络

PROFIdrive 将 PROFIBUS DP 作为通信系统时,其通用通信模型如图 4 所示。使用 PROFIBUS DP,具有不同网络接口(主站接口或从站接口)意味着也具有不同的站。因此,在通用通信模型中,站与设备对象是相同的。

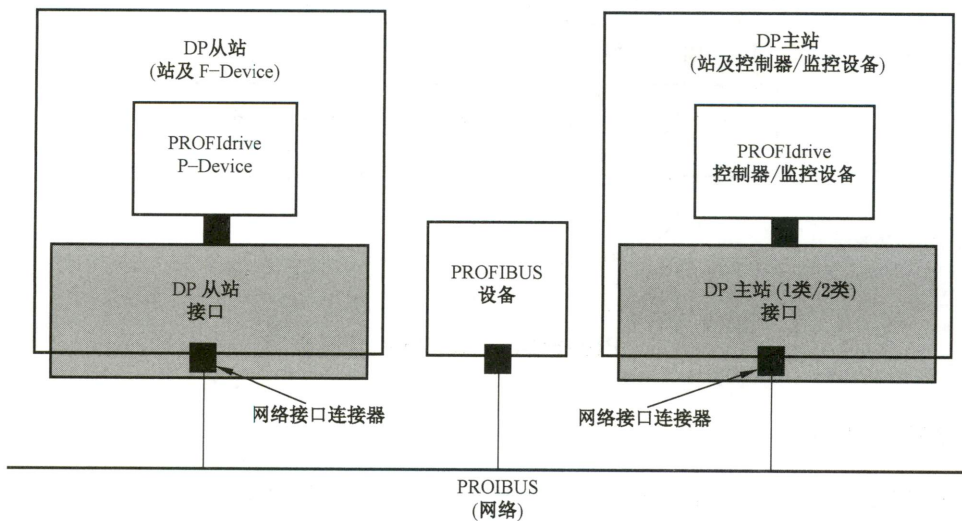


图 4 PROFIBUS DP 上 PROFIdrive 通用通信模型



使用 PROFIBUS, 在单主站或多主站操作下, 最多 126 个设备 (即主站或从站) 可以被连接到一个总线上。这样, 具有不同驱动对象及其他外围设备 (如 I/O) 的 PROFIdrive P-Device 可以在一个总线上被操作。

因此, 在 PROFIBUS DP 上的 PROFIdrive 设备可通过以下地址信息被精确定义:

- 网络 (PROFIBUS 总线/域);
- 设备 (PROFIBUS 节点地址)。

#### 4.3.4 通信服务

##### 4.3.4.1 概述

PROFIdrive 基本模型通信服务由以下 PROFIBUS DP 机制提供。

##### 4.3.4.2 循环数据交换

PROFIBUS DP 的循环数据交换服务是通过两个不同的 PROFIBUS DP 通信机制来实现的, 选择哪种机制取决于通信关系:

- 对于主站/从站 (控制器/P-Device) 关系, 通过使用 Data\_Exchange 报文 (DX) 完成用户数据的简单传输来实现循环数据交换;
- 对于从站/从站 (P-Device/P-Device) 关系, 循环数据交换通过使用 DP 从站间循环数据交换 (DXB) 机制来实现。所谓的发布者—订阅者模型是基于一个发布者 (被动站), 它不仅将其实际数据提供给 DP 主站, 还提供给所有其他站 (订阅者), 使得其他从站可以获取并处理该数据。因此, 通过 PROFIBUS DP 系统的组态, DP 从站间的 DXB 关系被组态, 并包含关于哪些订阅者获取哪些发布者数据的信息。DXB 通信被耦合到 DP 的循环用户数据交换。图 5 示出了 DXB 通信机制。

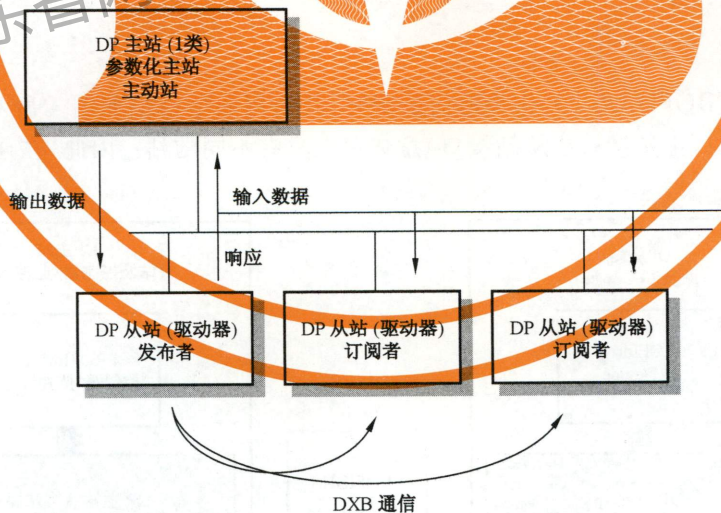


图 5 PROFIBUS DP DXB 通信说明

##### 4.3.4.3 非循环数据交换

通过 PROFIBUS DP 的 MS1 AR 或 MS2 AR 来实现非循环数据交换服务。

非循环通信使用 MS1 AR 和 MS2 AR 机制对数据块进行读 (READ) 和写 (WRITE)。

这允许把启动 (start-up) 工具作为 DP 主站 (2 类) 连接到 PROFIBUS DP 上, 并且实现一系列功能, 例如通过控制读出 DO IO 数据归一化。



#### 4.3.4.4 报警机制

对于 PROFIBUS DP 上的 PROFIdrive, 不使用报警机制。诊断和故障管理是通过使用基于标准参数访问和循环 PROFIdrive 控制字和状态字的 PROFIdrive 机制来实现的。

#### 4.3.4.5 时钟同步操作

PROFIBUS DP 上的时钟同步操作是通过使用 PROFIBUS DP-V2 的等时同步模式来实现的。在 PROFIBUS DP 等时同步模式中的时钟周期同步操作是通过使用一个等时同步时钟信号来实现的。该循环的、等时同步的时钟信号作为全局控制(Global Control)报文,从 DP 主站(1类)发送到所有 PROFIBUS 从站。这样,支持等时同步操作的从站可以将其应用(内部时钟/从时钟)与主时钟(见 IEC 61158 类型 3)同步。

每个站中特定的错误机制使得稳定的通信成为可能,即使主时钟存在突发失效的情况下也是如此。

对于 PROFIdrive 而言,PROFIBUS 等时同步模式是驱动器同步的基础。不仅总线系统上的报文互换在一个同步的时间帧中实现,而且内部控制算法——如驱动器中的闭环速度和电流控制器,或更高级自动化系统中的控制器——也是同步的(见图 6)。

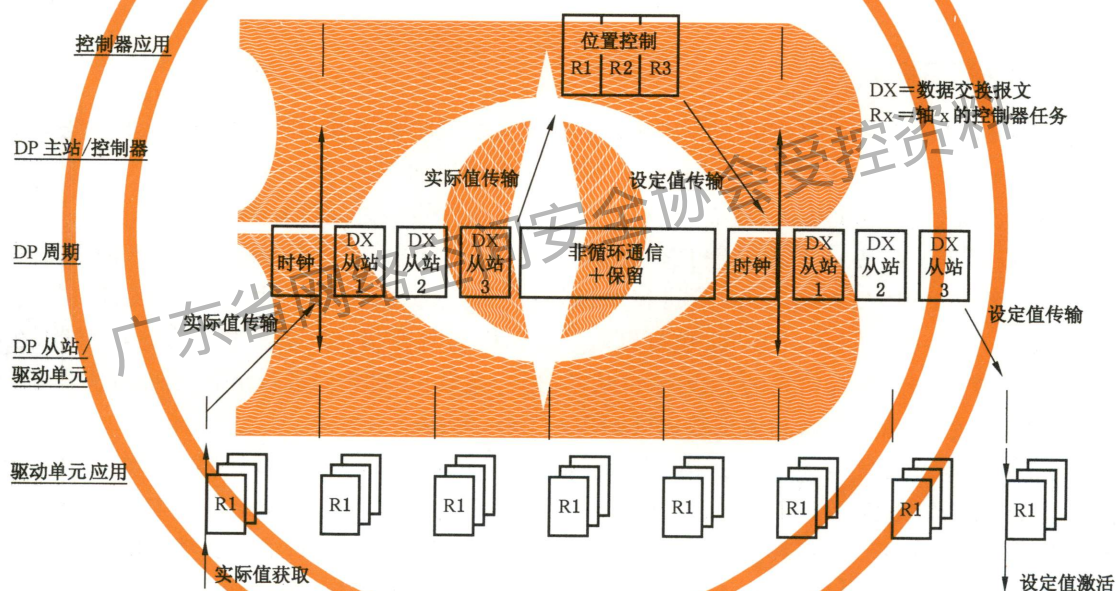


图 6 PROFIBUS DP 上的 PROFIdrive 同步通信

#### 4.3.5 P-Device 通信模型

图 7 示出了使用 PROFIBUS DP 作为通信系统时,P-Device 的通信模型。

PROFIBUS DP 时钟脉冲发生类型(见 4.9.5)仅允许在总线上有一个同步 DP 主站(1类)。该总线上的其他主站只能是非同步 DP 主站(1类或 2类)。关于周期时间的分配,2类 DP 主站服从于 1类 DP 主站,这样增加了最小 DP 周期时间  $T_{DP}$ (见 4.9)。

当使用同步操作时,推荐遵循以下总线拓扑限制:

- 1类主站可以不受限制地使用所有可用的服务;总线上的其他通信伙伴应被限制为最多 2 个 MS2 AR 通道(服务:Initiate、Read、Write、Data transport);
- 用于周期同步应用(令牌持有时间)的 DP 主站(2类)必须被认证。



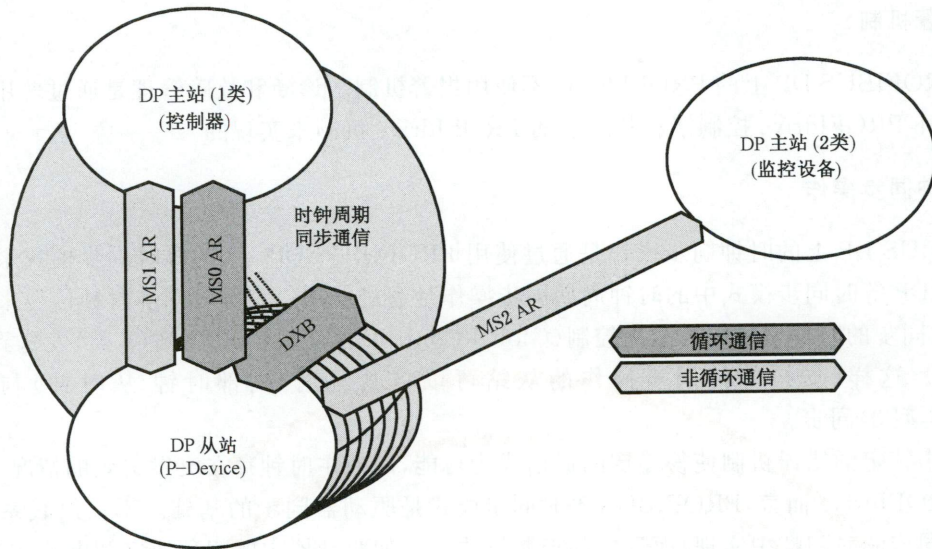


图 7 PROFIBUS 上的 P-Device 通信模型

#### 4.3.6 基本模型状态机

对于 PROFIBUS 上的 PROFIdrive, 其基本模型状态机的状态被映射到 PROFIBUS 状态, 见图 8。在不同阶段所要执行的动作以及相应的 PROFIBUS 状态描述如下:

- Offline(离线): 在 Offline 状态, 没有通信服务可用。设备之间没有数据传递;
- Phase1(第 1 阶段): 本状态是 PROFIBUS 的 Clear 状态, 同时是 PROFIdrive 的 Preparation 状态的第 1 部分。在第 1 阶段, 进行非循环数据传输。因此, 控制器和监控设备可执行对 P-Device 的参数访问。P-Device 也可以通过报警机制向控制器发送异常信号。典型地, 在此模式下, 控制器对分配给它的 P-Device(从站)进行参数化, 对它们进行组态, 并准备开始 IO 数据交换。在本状态, 输入和输出数据(DO IO Data)无效;
- Phase2(第 2 阶段): 本状态是 PROFIdrive 的 Preparation 状态的第 2 部分, 此时 PROFIBUS 已处于工作状态, 并且 P-Device(从站)试图根据等时同步模式的规定将其本地时钟与主时钟同步。在此阶段, 循环数据交换被激活, 并且全局控制报文由 DP 主站(1类)来发送。此外, 其他通信系统服务(MS1 AR、MS2 AR、报警机制)也被激活, 并处于运行中;
- Phase3(第 3 阶段): 本状态是 PROFIdrive 的 Synchronization 状态的第 1 部分, 此时 PROFIBUS 已处于工作状态(输入和输出数据有效), 所有从时钟都与主时钟同步, 并且 PROFIdrive 应用层试图通过使用活动标记机制(Life Sign Mechanism)来同步它们的任务。在本阶段, 主站活动标记(M-LS)被同步(见 IEC 61800-7-203, 6.3.12);
- Phase4(第 4 阶段): 本状态是 PROFIdrive 的 Synchronization 状态的第 2 部分, 此时 PROFIBUS 已处于工作状态(输入和输出数据有效), 所有从时钟都与主时钟同步, 并且 PROFIdrive 应用层试图通过使用活动标记机制(Life Sign Mechanism)来同步它们的任务。在本阶段, 从站活动标记(S-LS)被同步而主站活动标记已被同步(IEC 61800-7-203, 6.3.12);
- Operation(操作): 在 Operation 状态, 所有通信服务都是可用的且被激活, 而且应用层的功能对象也被同步, 整个 PROFIdrive 应用已准备好进行操作。



PROFIdrive					
	参数访问、ID数据无效		参数访问、ID数据有效 从时钟与主时钟同步		
通信层			应用层		
Offline	Preparation		Synchronization		Operation
	第1阶段	第2阶段	第3阶段	第4阶段	
PROFIBUS					
offline	Clear	Operate	Operate	Operate	Operate
	参数访问 组态 (Check User Prm, IsoM Parameter, Check Cfg)	PLL-同步 <sup>a</sup> (DX, Global Contol) 全局控制	M-LS-synchr	S-LS-synchr	

<sup>a</sup> 如果要求时钟同步操作。

图 8 PROFIBUS DP 上基本模型状态机的映射

#### 4.3.7 通信对象(CO)定义

对于 PROFIdrive, PROFIBUS 槽被定义为公用通信对象。通信对象/槽应被用来作为 IO 数据、参数访问的通信对象。

#### 4.4 PROFIBUS DP 上的驱动模型

##### 4.4.1 P-Device

图 9 示出了映射到 PROFIBUS 从站设备的 PROFIdrive P-Device。在 PROFIBUS 系统中用于驱动器对象的逻辑地址元素为：

- PROFIBUS 域；
- 节点地址；
- 驱动单元；
- DO-ID。

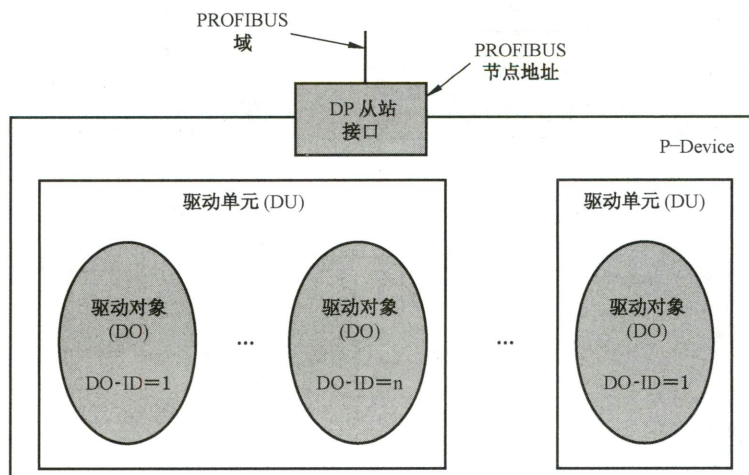


图 9 PROFIBUS DP 特定 P-Device 逻辑模型(多轴驱动器)

#### 4.4.2 驱动单元

图 9 示出了 P-Device 内的 PROFIdrive DO 组成的驱动单元(DU)。DO 与 DU 的从属关系与全局 PROFIdrive 参数有效性范围的确定相关。属于一个 DU 的 PROFIBUS 槽组成一个具有连续槽号的块。不允许把不同 DU 的槽混合在一起。

P-Device 内的 DU 的标识可通过对用于该 P-Device 所有槽的全局 PROFIdrive 参数 PNU 964.5 (DO 个数)进行评估来实现。若 PNU 964 存在,则把该槽作为属于 PROFIdrive DO 的一个槽来标识(这在异构 P-Device 中很重要)。轴号及与轴分隔槽相关性的评估,指示每个 DU 的起始槽和终止槽。

#### 4.5 DO IO 数据

##### 4.5.1 用于 DO IO 数据组态的通信对象

在 PROFIBUS 中,槽由输入数据和/或输出数据组成。对于 PROFIdrive,一个或多个 PROFIBUS 槽的 IO 数据被映射到 DO 的设定值和实际值。

图 10 示出了在多轴或模块化驱动单元中典型的 DO 映射。单轴 DU 至少由一个槽/通信对象(输入/输出 IO 数据)组成。在多轴或模块化驱动单元,与一个 DO 相关的槽通过一个特殊的“轴分隔(Axis Separator)”槽与下一个 DO 的槽相分隔。轴分隔槽是空的,因此它不包含任何 IO 数据。

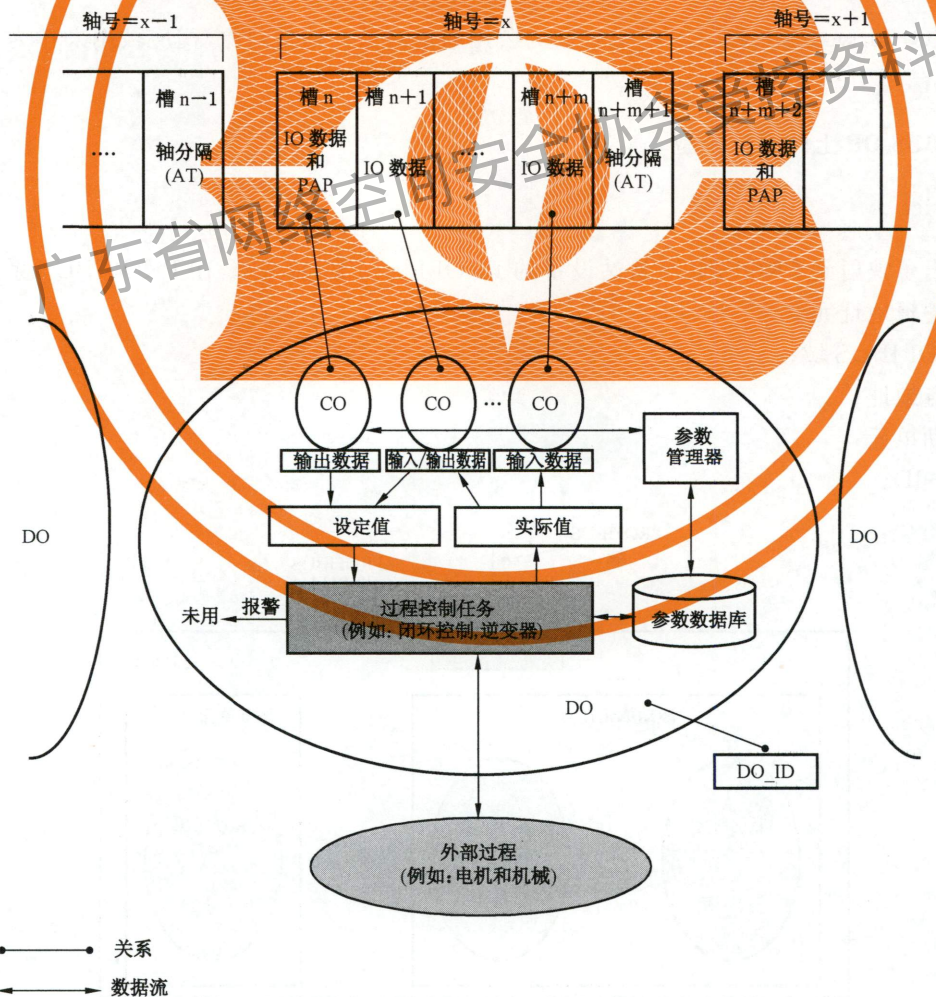


图 10 PROFIBUS 槽到 PROFIdrive DO 的映射

对于 PROFIBUS 上的 PROFIdrive, 定义了以下槽类型:

- 标准 DP 槽(标准组态标识/DP ID):
  - 用于输入 IO 数据或输出 IO 数据。
- 行规特定槽(特殊的组态标识/PROFIdrive ID):
  - 轴分隔(空/无 IO 数据);
  - PROFIdrive 标准报文(输入+输出 IO 数据);
  - DXB(DXB 输出 IO 数据)。

属于一个 DO 的一组槽用轴号(Axis-Number)标识。轴号从 1 开始并至少包含一个槽。值得注意的是, 驱动单元可能包含比最高轴号更多的 DO, 因为它还包含无 IO 数据的 DO。

#### 4.5.2 标准报文组态

驱动对象支持的每种报文类型应由相关 ID 来描述。主站发送给从站的报文被解释为输出数据, 主站从从站接收的报文被解释为输入数据。

表 2 列出了推荐的用于传输 PROFIdrive 标准报文(在 IEC 61800-7-203 的 6.3.4.3 中定义)的 DP ID 和 PROFIdrive ID。推荐 DP ID 是为了数据传输具有整个长度上的一致性。

表 2 标准报文的 DP ID 和 PROFIdrive ID

标准 报文	标准报文的概要描述	DP ID		PROFIdrive ID
		设定值方向	实际值方向	推荐使用特殊的组态标识
1	速度设定值(16 比特), 无传感器, 无 Sign-Of-Life	IO 数据部分 输出模块 2 个字 1110 0001=0xE1	IO 数据部分 输入模块 2 个字 1101 0001=0xD1	2 个字输出, 2 个字输入 0xC3 0xC1 0xC1 0xFD 0x00 0x01
2	速度设定值(32 比特), 无传感器, 附加控制字	IO 数据部分 输出模块 4 个字 1110 0011=0xE3	IO 数据部分 输入模块 4 个字 1101 0011=0xD3	4 个字输出, 4 个字输入 0xC3 0xC3 0xC3 0xFD 0x00 0x02
3	速度设定值(32 比特), 附加控制字, 有 1 个传感器	IO 数据部分 输出模块 5 个字 1110 0100=0xE4	IO 数据部分 输入模块 9 个字 1101 1000=0xD8	5 个字输出, 9 个字输入 0xC3 0xC4 0xC8 0xFD 0x00 0x03
4	速度设定值(32 比特), 附加控制字, 有 2 个传感器	IO 数据部分 输出模块 6 个字 1110 0101=0xE5	IO 数据部分 输入模块 14 个字 1101 1101=0xDD	6 个字输出, 14 个字输入 0xC3 0xC5 0xCD 0xFD 0x00 0x04
5	速度设定值(32 比特), 附加控制字, 有 1 个传感器, DSC	IO 数据部分 输出模块 9 个字 1110 1000=0xE8	IO 数据部分 输入模块 9 个字 1101 1000=0xD8	9 个字输出, 9 个字输入 0xC3 0xC8 0xC8 0xFD 0x00 0x05
6	速度设定值(32 比特), 附加控制字, 有 2 个传感器, DSC	IO 数据部分 输出模块 10 个字 1110 1001=0xE9	IO 数据部分 输入模块 14 个字 1101 1101=0xDD	10 个字输出, 14 个字输入 0xC3 0xC9 0xCD 0xFD 0x00 0x06



表 2 (续)

标准 报文	标准报文的概要描述	DP ID		PROFIdrive ID 推荐使用特殊的组态标识
		设定值方向	实际值方向	
7	定位接口(传输移动块)	IO 数据部分 输出模块 2 个字 1110 0001=0xE1	IO 数据部分 输入模块 2 个字 1101 0001=0xD1	2 个字输出,2 个字输入 0xC3 0xC1 0xC1 0xFD 0x00 0x07
8	位置设定值, 速度设定值 附加控制字	IO 数据部分 输出模块 5 个字 1110 0100=0xE4	IO 数据部分 输入模块 5 个字 1101 0100=0xD4	5 个字输出,5 个字输入 0xC3 0xC4 0xC4 0xFD 0x00 0x08
9	定位接口(带有目标 位置和速度)	IO 数据部分 输出模块 6 个字 1110 0101=0xE5	IO 数据部分 输入模块 5 个字 1101 0100=0xD4	6 个字输出,5 个字输入 0xC3 0xC5 0xC4 0xFD 0x00 0x09
20	速度设定值(16 比特)用于过程技术的 n <sub>set</sub> 接口,见 IEC 61800- 7-203 中 6.5.5	IO 数据部分 输出模块 2 个字 1110 0001=0xE1	IO 数据部分 输入模块 6 个字 1101 0101=0xD5	2 个字输出,6 个字输入 0xC3 0xC1 0xC5 0xFD 0x00 0x14
<p>注 1: DP ID 的编码,见 IEC 61158-6-3。 注 2: 在主站对 IO 数据部分的组态中,IO 数据可以分布在几个模块中。 注 3: PROFIdrive ID:实际被组态的报文可以在参数 P922“报文选择”中查找。</p>				

对于带有 1 个轴、2 个轴及 DXB 通信的标准报文 3,使用 DP ID 或 PROFIdrive ID 的组态报文示例见表 3、表 4 及表 5。

表 3 1 个驱动轴,标准报文 3

槽	1	2
DP ID	0xE4(输出)	0xD8(输入)
PROFIdrive ID	0xC3 0xC4 0xC8 0xFD 0x00 0x03	—

表 4 2 个驱动轴,标准报文 3

驱动轴	1			2		
	1	2	3	4	5	6
槽	1	2	3	4	5	6
DP ID	0xE4(输出)	0xD8(输入)	0x01 0xFE (轴分隔)	0xE4(输出)	0xD8(输入)	0x01 0xFE (轴分隔)
槽	1	2	3	4		
PROFIdrive ID	0xC3 0xC4 0xC8 0xFD 0x00 0x03	0x01 0xFE (轴分隔)	0xC3 0xC4 0xC8 0xFD 0x00 0x03	0x01 0xFE (轴分隔)		

表 5 2 个驱动轴,标准报文 3,每个轴一个 DXB 链接,1 个链接 2 个字

驱动轴	1				2			
槽	1	2	3	4	5	6	7	8
DP ID	0xE4 (输出)	0xD8 (输入)	0x81 0xC1 0xF9 (1 个 DXB 链接)	0x01 0xFE (轴分隔)	0xE4 (输出)	0xD8 (输入)	0x81 0xC1 0xF9 (1 个 DXB 链接)	0x01 0xFE (轴分隔)
槽	1	2	3	4	5	6		
PROFIdrive ID	0xC3 0xC4 0xC8 0xFD 0x00 0x03	0x81 0xC1 0xF9 (1 个 DXB 链接)	0x01 0xFE (轴分隔)	0xC3 0xC4 0xC8 0xFD 0x00 0x03	0x81 0xC1 0xF9 (1 个 DXB 链接)	0x01 0xFE (轴分隔)		

注：在组态报文中,用空槽编码(0x01 0x00 0xF9)代替 DXB 槽(0x81 0xC1 0xF9)是有效的。  
对于带有 1 个轴的标准报文 20,使用 DP ID 或 PROFIdrive ID 的组态报文示例见表 6。

表 6 1 个驱动轴,标准报文 20

槽	1	2
DP ID	0xE1(输出)	0xD5(输入)
PROFIdrive ID	0xC3 0xC1 0xC5 0xFD 0x00 0x14	

### 4.5.3 DP 从站间的循环数据交换(DXB)

注：在下文中,仅涉及 DXB 通信。DP 从站间的循环数据交换和数据交换广播(DXB)具有相同含义。PROFIBUS DP 中 DP 从站间循环数据交换所用的服务是数据交换广播(Data-eXchange Broadcast)。

#### 4.5.3.1 概述

DP 从站间的循环数据交换(DXB)允许 DP 节点也能全部或部分地读取 DP 从站的输入数据(实际值),并使用它们作为输出数据(设定值)。这样,就扩展了 PROFIBUS 的可能应用,尤其在驱动工程中的分布式应用领域。

通过 DXB,信号可以从一个驱动器发送到另一个驱动器,例如:

- 在造纸、制箔、拉丝机及纤维拉伸车间,用于建设定值级联的速度设定值;
- 用于驱动器负载分布控制器的转矩设定值,这些驱动器可机械耦合或通过材料进行耦合,如用于印刷机的纵向主轴驱动器或 S-鼓轮(S-drum)驱动器;
- 用于多电机驱动器加速度预控制的加速度设定值( $dv/dt$ );
- 位置设定值,例如用于电子轴。

DXB 的基本特性如下:

——通用特性:

- 通过 DXB 传输数据的所有节点都位于 1 个 PROFIBUS 网络;
- 通过 DXB 传输的所有数据都在 1 个 DP 周期中被交换;
- 数据在每个 DP 周期都通过 DXB 被循环传输;

- DXB 关系(链接)是稳态的。即在运行期间,如果不重新参数化主站和 DP 从站,则这些关系不能被重新组态;
- 每个 DXB 通信链接应通过总线组态工具进行组态;
- 对每个通过 DXB 接收数据的 DP 从站(订阅者),DXB 通信链接应进行面向目标的组态;
- 在启动(参数化)阶段,已组态的 DXB 通信链接的描述数据(订阅者表)被分发给订阅者。

——DP 主站:

- 需要一个可以初始化 DXB 通信的 DP 主站,这样 DP 从站才可以相互通信;
- DP 主站将由发布者发送的所有数据作为输入数据接收而不需要任何特殊组态;
- 受发布者控制的订阅者数据,相关 DP 主站不将其作为输出数据发送。

——DP 从站:

- DP 从站可以通过 DXB 发布数据(发布者功能)以及接收数据(订阅者功能)。符合 PROFIdrive 并以 DXB 方式通信的驱动器应能够从至少一个节点接收数据,并发布其所有输入数据;
- DP 从站应还能够以非 DXB 通信方式与标准 DP 主站进行操作。DXB 通信可以由适当参数化的总线进行接通或断开(on 或 off)。

——发布者:

- 发布者应支持“DXB 请求”和“DXB 响应”的 PROFIBUS 功能;
- 发布者应支持 GSD 文件中的“Publisher\_supp”关键字。

——订阅者:

- 订阅者应支持 GSD 文件中的“Subscriber\_supp”关键字;
- 订阅者应支持参数化数据的块结构来装载订阅者表;
- 订阅者应为每个 DXB 链接支持一种监控机制(DXB 定时器)。

#### 4.5.3.2 应用示例

图 11 示出了在金属箔涂敷车间中 DXB 通信的一个示例。

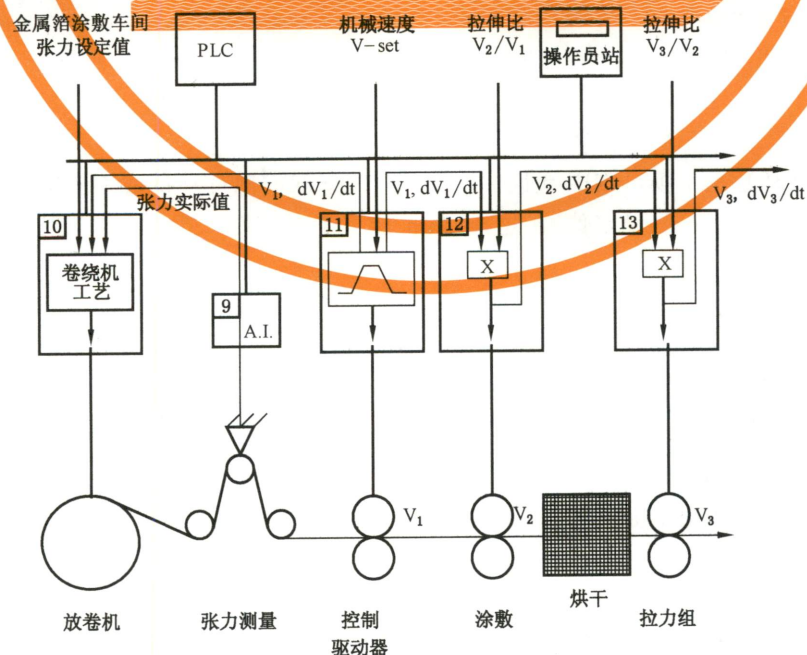


图 11 DXB 通信的应用示例

PLC 是 PROFIBUS DP 主站(1 类)。所有驱动器和分布式 I/O 都作为被动节点(DP 从站)通过网络与 PLC 进行连接。控制驱动器从 DP 主站系统接收机械设定值 V-set。其他驱动器从 DP 主站接收各自的拉伸比或张力设定值。这些值几乎是不变的或变化极其缓慢。

驱动器通过 PROFIBUS 的 DXB 通信进行耦合,形成自治的设定值级联,自动跟随控制驱动器计算出的中心斜坡函数发生器的速度设定值。卷绕机检测来自张力测量设备的分布式模拟输入的张力实际值(也通过 DXB 通信)。命令变量被快速、自动地从驱动器传送到驱动器而不需任何主站系统所要求的计算。

这意味着在加速和减速阶段,将主站系统从有严格时间要求(快速)的设定值计算中解放出来。所有动态命令变量都是以分散化的方式计算的,并通过总线被分发到后继驱动器。

#### 4.5.3.3 用户模型及组态

发布者和订阅者被模型化为常规的 DP 从站。

订阅者接收用于 DXB 通信关系的额外的描述对象。

总线组态分两步进行:

——第一步:对所有 DP 从站的输入数据和输出数据进行组态;

——第二步:为每个订阅者组态 DXB 通信关系。

在组态报文中用于 DXB 通信的组态标识符:

——对于每个 DXB 通信链接,应在组态字符串中设置一个使用特殊组态标识符格式的 ID;

——用于 DXB 通信的 ID:0x81、0xCy-1、0xF9(y——链接数据的长度,单位为字)。

用 4.5.3.2 的示例描述 DXB 通信的组态。

控制驱动器组态如表 7 所示。

表 7 从站 No.11(发布者)

模块	ID	I/O 偏移量	工艺上的含义
1	输出数据,2 个字	0	控制字 1
		1	—
		2	V-set
		3	(机械速度)
2	输入数据,3 个字	0	状态字 1
		1	—
		2	V1
		3	(控制驱动器的速度)
		4	dV1/dt
		5	(金属薄带的加速度)

后续驱动器(涂敷)的组态如表 8 所示。

表 8 从站 No.12(发布者和订阅者)

模块	ID	I/O 偏移量	工艺上的含义
1	输出数据,2 个字	0	控制字 1
		1	—
		2	V2/V1
		3	—
2	输入数据,3 个字	0	状态字 1
		1	—
		2	V2
		3	—
		4	dV2/dt
		5	—

后续驱动器(涂敷)为再后续的驱动器提供作为发布者数据的级联设定值 V2 和 dV2/dt,见表 9。

表 9 涂敷驱动器的 DXB 通信链接的组态

链接	发布者 No.	长度		输出偏移量 <sup>b</sup>	工艺上的含义
		输入偏移量 <sup>a</sup> 发布者	订阅者		
1	11	2	4	4	V1
—	—	—	—	5	(控制驱动器的速度)
—	—	—	—	6	dV1/dt
—	—	—	—	7	(金属薄带的加速度)

<sup>a</sup> 发布者输入数据中的偏移量(以字节为单位,从 0 起始),订阅者应从该点获取数据。  
<sup>b</sup> 订阅者输出数据中的偏移量(以字节为单位,从 0 起始),发布者数据在此被映射。

放卷机组态如表 10 和表 11 所示。

表 10 从站 No.10(订阅者)

模块	ID	I/O 偏移量	工艺上的含义
1	输出数据,2 个字	0	控制字 1
		1	—
		2	张力设定值
		3	—
2	输入数据,2 个字	0	状态字 1
		1	—
		2	张力实际值
		3	—



表 11 放卷机 DXB 通信链接的组态

链接	发布者 No.	输入偏移量 <sup>a</sup> 发布者	长度	输出偏移量 <sup>b</sup> 订阅者	工艺上的含义
1	11	2	4	4	V1
				5	(控制驱动器的速度)
				6	dV1/dt
				7	(金属薄带的加速度)
2	9	0	2	8	张力实际值
				9	

<sup>a</sup> 发布者输入数据中的偏移量(以字节为单位从 0 起始),订阅者应从该点获取数据。  
<sup>b</sup> 订阅者输出数据中的偏移量(以字节为单位从 0 起始),发布者数据在此被映射。

4.5.3.4 设备内部数据映射

通过从发布者到订阅者的链接定义,订阅者设备能够从相关广播报文中过滤出链接数据。因为 PROFIdrive 设备具有轴模块结构,所以链接数据到轴输入数据的映射是必要的(见图 12)。用于 DXB 过滤的信息和已过滤数据到 PROFIdrive 轴输入数据字段的相关映射在 DXB 订阅者表中进行组合。订阅者表的结构和处理在 4.5.3.5 中进行描述。

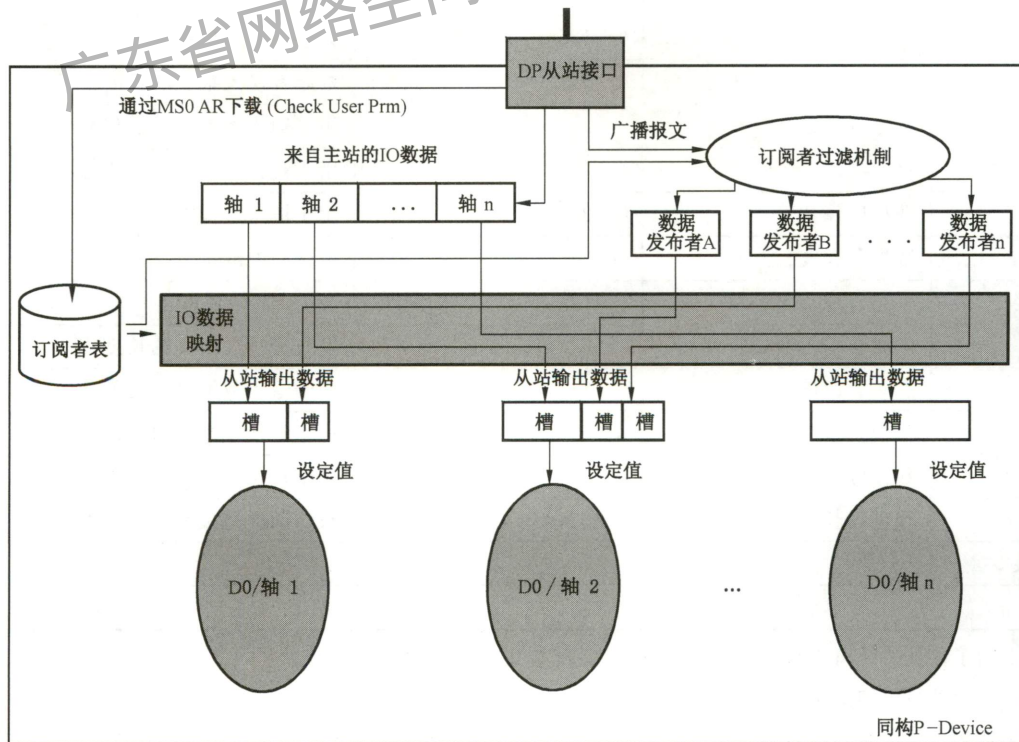


图 12 具有 DXB 关系的同构 P-Device 内部数据流

4.5.3.5 订阅者表

4.5.3.5.1 概述

为了使 DP 从站能够在运行时作为总线上的订阅者进行操作,应通过 Check User Prm 或 Check Ext User Prm 服务(如支持)将订阅者表装载到 DP 从站中。同组态数据一起,DP 从站可以执行所要求的检查和设置,因此可将来自 DP 主站和发布者的数据映射到它自己的输出范围(轴)。

4.5.3.5.2 DXB 订阅者表的结构

DXB 订阅者表(见图 13)由一个或多个链接块组成。以下信息被保存在订阅者表的链接块中:

- 要访问哪个发布者;
- 发布者输入数据的长度(用于测试目的);
- 要访问的链接数据是从发布者输入数据的哪一点开始的(字节偏移量);
- 过滤后的链接数据被合并到哪个轴(DO);
- 过滤后的链接数据应被加入到轴输入 IO 数据流的哪一点;
- 要访问的数据有多少(字节)。

元素	描述	值	说明
块首部	块长度	8~234	包括长度字节
	命令	0x07	DXB 订阅者表标识符
	槽	0	设备
	定界符	0x00	保留
版本	版本 ID	0x01	PROFIdrive 版本 1
链接 1	发布者地址	0~125	源 DP 从站地址
	发布者输入数据长度	1~244	发布者输入报文的长度
	发布者源偏移量	0~243	用于输入数据访问的偏移量
	目的槽号	0~244	用于链接数据映射的槽号
	数据区偏移量	0~244	用于链接数据映射的偏移量
链接 2	发布者地址	0~125	源 DP 从站地址
	发布者输入数据长度	1~244	发布者输入报文的长度
	发布者源偏移量	0~243	用于输入数据访问的偏移量
	目的槽号	0~244	用于链接数据映射的槽号
	数据区偏移量	0~244	用于链接数据映射的偏移量
链接 3	数据区长度	1~244	被访问的链接数据的长度
	...		
	...		
<p>注 1: 为了保证系统可扩展,在订阅者表中提供版本 ID。</p> <p>注 2: 表长度可以通过块首部的长度规范来确定。</p> <p>注 3: 如果一个发布者的数据必须被分发给一个订阅者上的几个轴,则可通过在订阅者表中存放多个链接登录项来实现。</p>			

图 13 DXB 订阅者表(在 Prm-Block 中)的结构

#### 4.5.3.5.3 订阅者表的数据传输路径

可通过两个不同的传输路径将订阅者表传送到从站：

- 使用 Check User Prm 服务(包括报文首部的过滤器表的最大长度被限制为 234 个字节)。因主站通常支持,故推荐该方式；
- 或者使用 Check Ext User Prm 服务(包括报文首部的过滤器表的最大长度被限制为 244 个字节)。

所使用的特定路径取决于参数化主站、总线组态工具和从站所支持的服务(见 4.5.3.8)。

#### 4.5.3.6 时序特性

##### 4.5.3.6.1 总线周期

DP 周期通过发布者广播报文和下一个主站报文之间的延时时间加以扩展(对比没有 DXB 通信的 DP 周期)。

图 14 示出了具有 DXB 通信的时序图。

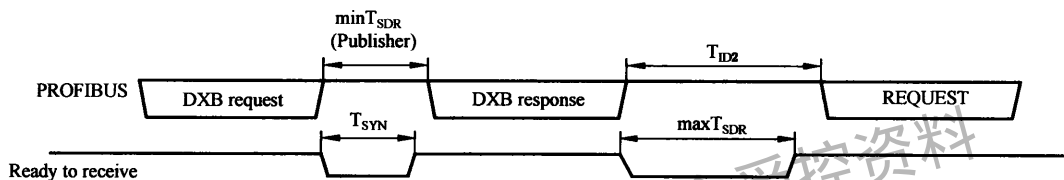


图 14 具有从站间循环数据交换的 PROFIBUS 时序图

通过使用保证短响应时间的控制器可优化时序。在这种情况下,  $\max T_{SDR}$  应在所有设备的 GSD 文件中进行规定。这样,总线组态工具在计算  $T_{ID2}$  时可用该值。

##### 4.5.3.6.2 发布者数据的延迟时间

在主站输出数据被接收的时刻,如果在周期中发布者位于订阅者之前,则发布者的数据来自实际的周期;如果在周期中发布者位于订阅者之后,则发布者的数据来自上一个周期。这种并发可通过使用时钟周期同步进行优化。

#### 4.5.3.7 监视和诊断

##### 4.5.3.7.1 概述

订阅者监视 DXB 通信链接,并且可以识别操作中的各种错误。订阅者为每个 DXB 通信链接保存一个状态报告,并向其参数化 DP 主站通知每个状态变化。这意味着该 DP 主站具有关于所有 DXB 通信链接状态的基本信息。

订阅者对每个发布者都监视其时间和数据。时间监视间隔对应于 PROFIBUS DP 的响应监视。因为对照组态的长度来检查数据,因此在数据传输过程中可以检测出稳态组态错误和动态错误。当错误发生时,因为发布者将其数据作为广播进行发送,因此数据不被重发。如果订阅者识别出一个失效,则它应以应用特定方式作出响应,并向其主站发送诊断报文。

主站可以始终向订阅者询问所有 DXB 通信链接的状态。当被主站询问时,从站通过 DXB 链接状态对象告知 DXB 通信链接状态。在此对象中,发送发布者地址和每个 DXB 通信链接的链接状态(见 IEC 61158 类型 3)。

4.5.3.7.2 在订阅者中监视被访问的数据

为了避免链接的动态和稳态错误,订阅者应识别发布者数据的长度(对应于输入数据长度)。

——由于发布者内部的错误,可能发生动态错误(发布者发送的数据不是太短就是太长);

——如果链接在发布者数据之外,可能发生稳态错误。

如果订阅者识别出长度错误,则不执行用于该发布者的链接。然后该订阅者内的应用可据此作出响应。

4.5.3.7.3 订阅者对于发布者中用户数据失效的响应

这个响应是制造商特定的。为了识别该失效,DP 主站/DP 从站可使用 sign-of-life 作为时钟周期的同步关系。发布者生成 sign-of-life,订阅者监视此 sign-of-life。

4.5.3.8 组态,GSD 扩展

GSD 文件(设备数据文件)是组态工具的基础和输入。该 GSD 文件应由 DP 从站的设备制造商提供,这些从站在 PROFIBUS DP 上作为订阅者/发布者工作。

表 12 给出实现 DXB 通信所必需的参数。

表 12 用于从站与从站通信(数据交换广播,DXB)的参数(Set\_Prm,GSD)

参数	说明	Set_Prm	GSD	数据类型	单位 (内部)	最小要求值		典型值	
						发布者	订阅者	(内部)	(绝对)
DPV1_Slave	支持 DPV1 功能		x	Boolean (1;True)		—	True	1	True
Publisher_supp	支持发布者功能		x	Boolean (1;True)	—	True	True	1	True
Subscriber_supp	支持订阅者功能		x	Boolean (1;True)	—	False	True	1	True
DXB_Max_Link_Count	与不同发布者链接的最大可能链接数		x	Unsigned8	—	—	1	8	8
DXB_Max_Data_Length	与一个发布者链接的最大可能数据长度		x	Unsigned8	Byte	—	2	32	32
MaxTsdr_xx	xx 兆波特率下最大从站处理时间		x	Unsigned16	t <sub>BIT</sub>	≤800	≤800	400	33.2 μs <sup>a</sup>
DXB_Subscribable_Block_Location	支持的用于 DXB 订阅者表的 SAP		x	Unsigned8	—	—	0	1	1
Publisher_Addr	链接的发布者地址	x		Unsigned8	—				
Publisher_Length	发布者输入数据的总长度	x		Unsigned8	Byte				
Sample_Offset	链接的起始	x		Unsigned8	Byte				
Sample_Length	链接长度	x		Unsigned8	Byte				

<sup>a</sup> 在 12 Mbit/s 下的值。

如果使用扩展参数化,则还需要其他 GSD 参数(见 PNO/3.502)。

#### 4.6 参数访问

##### 4.6.1 用于参数访问的 PAP

对于 PROFIBUS 上的 PROFIdrive,过程数据 ASE 索引 47 (DS47) 被定义为 PAP,以提供 PROFIdrive 基本模式参数访问。仅为 PROFIBUS 定义了基本模式参数访问的全局服务。对基本模式参数访问(Base Mode Parameter Access)的访问是通过特定 CO(槽)的索引 47(DS47)上的过程数据 ASE 读/写来完成的。

PROFIBUS 上的每一个 PROFIdrive P-Device 都应通过与 PROFIdrive DO(在一个 DU 内)相关的所有槽来支持基本模式参数访问-全局。同构的 P-Device 也应该通过槽 0 和 DS47 来支持基本模式全局参数访问。整个驱动单元的所有 PROFIdrive 参数(包含所有的 DO,全局和本地参数),可通过某个 DU 的所有 PAP 来访问。图 15 和图 16 示出了在不同 P-Device 中的驱动单元的参数访问机制。

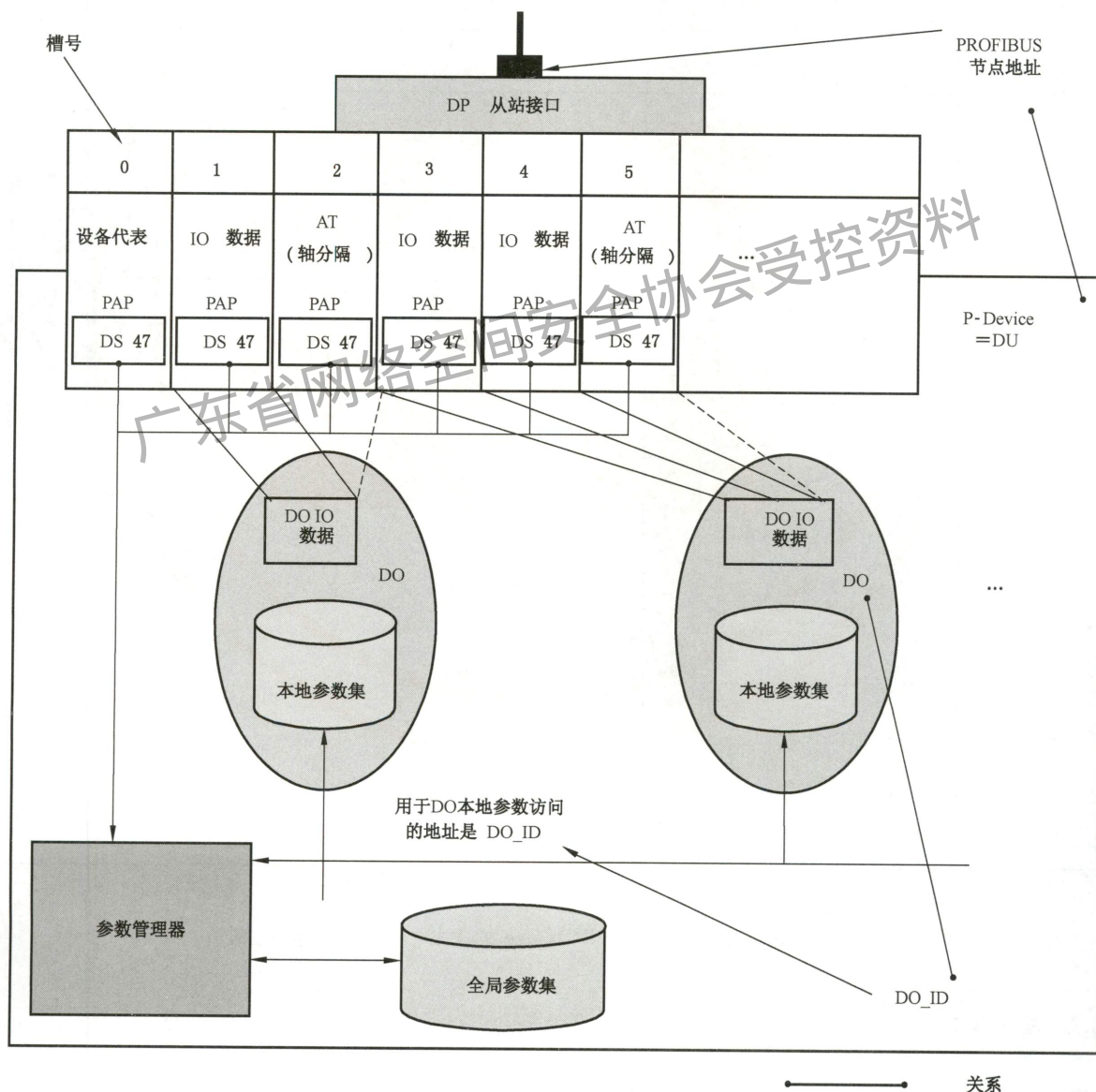


图 15 PROFIBUS 同构的 P-Device 的 PAP 和参数访问机制



DO本地参数的寻址只需通过发送给设备的参数请求数据结构中的 DO-ID 来实现。见 IEC 61800-7-203,6.2.3)。

提醒注意以下约定：

- 通过槽 0-PAP 也可以对同构 P-Device 的所有 DO 进行参数访问。DO 的寻址通过在请求报文首部数据结构(基本模式参数访问-全局)中传递的 DO-ID 来实现；
- 异构类型的 P-Device 不应支持槽 0 的 PAP。可以通过读访问全局参数 PNU964 来测试 P-Device 是否为同构类型。如果访问成功,则 P-Device 为同构类型；
- 在一个驱动单元内,通过与 DU 相关的每一 PAP 可以访问 DU 内每一 DO 的本地参数。
- 通过与特定 DO 相关的所有 CO(多个槽)的 PAP,可以对该 DO 进行参数访问；
- 推荐通过特定 DO 的相关槽的第一个槽(最低槽号)的 PAP 来执行对该 DO 的参数访问。

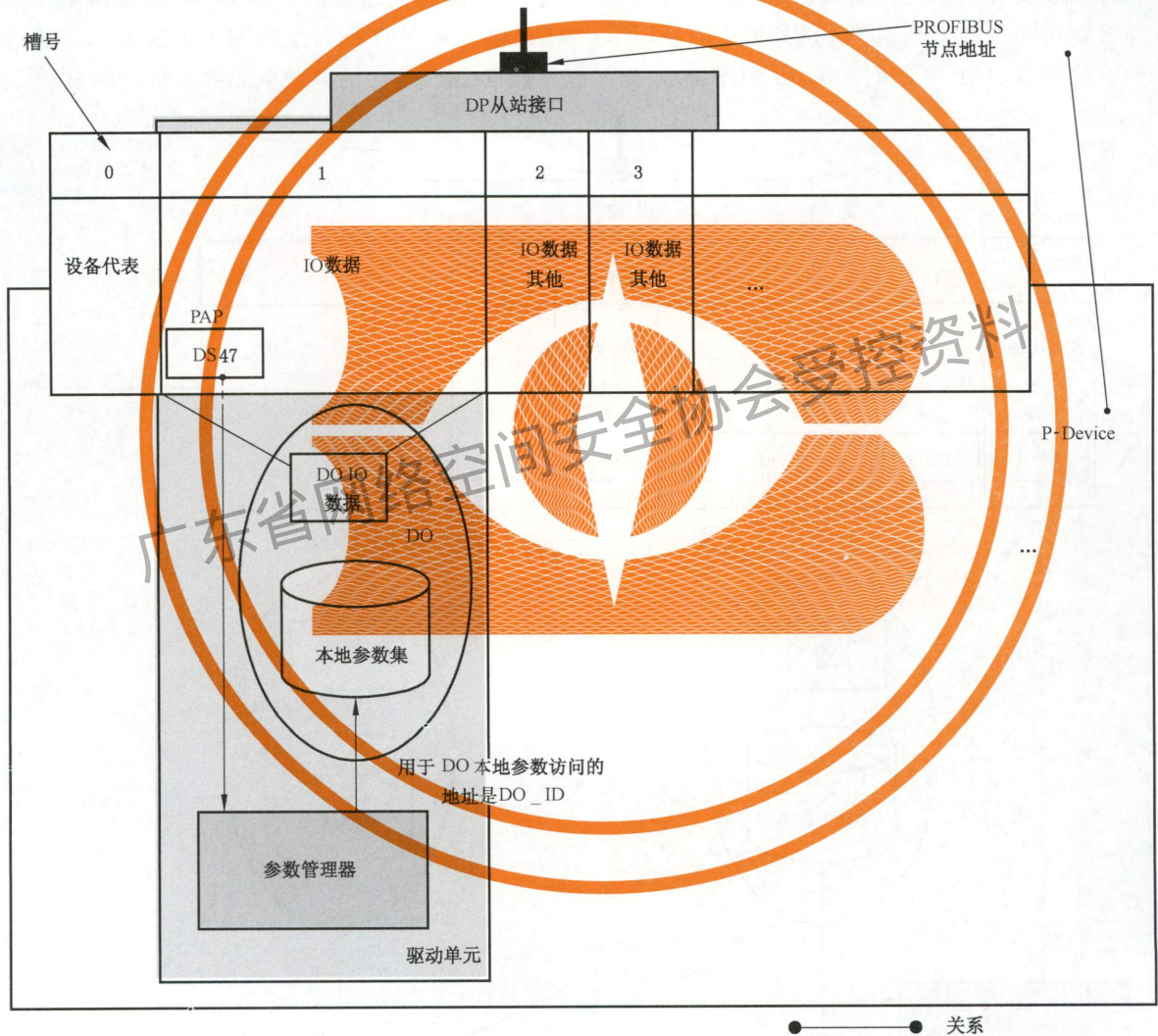


图 16 PROFIBUS 异构 P-Device 的 PAP 和参数访问机制

#### 4.6.2 基本模式参数访问机制的定义

##### 4.6.2.1 概述

在本条中,规定了通过 MS1/MS2 AR 过程数据 ASE 读、写服务来传输基本模式参数访问的请求/响应数据结构。表 13 给出了用于参数通道的 PROFIBUS DP 服务的概要。

表 13 用于 PROFIBUS DP 参数访问的服务

服务	DP	DPV1	
主站类型	1 类 (PLC)		2 类 (PG, B&B)
连接类型	MS0 AR	MS1 AR	MS2 AR
服务	数据交换	过程数据 ASE 读/写	数据传输
PROFIdrive 应用	DO IO 数据	参数请求	—

注：斜体表明该服务用于参数访问。

PAP 的寻址是通过 CO/槽和索引/DS(数据块)来实现的。其定义参照了通过 MS1 AR 和 MS2 AR 的读和写服务。因为它只能由 DP 主站(2 类)访问,因此没有使用数据传输服务。

PROFIdrive 的驱动行规定义了用于 PROFIBUS DP 上参数访问的以下 PAP,见表 14。

表 14 为参数访问定义的 PAP

PAP	内容	索引(过程数据 ASE)
基本模式 PAP	基本模式全局参数访问的访问点	47

4.6.2.2 参数访问的 MS1/MS2 AR 读/写序列

写请求中的数据对应于参数请求。读响应中的数据对应于参数响应。

首先发送带有参数请求的写请求。主站应发送一个读请求,然后从站以含有参数响应的读响应作为应答,见图 17 和表 15。

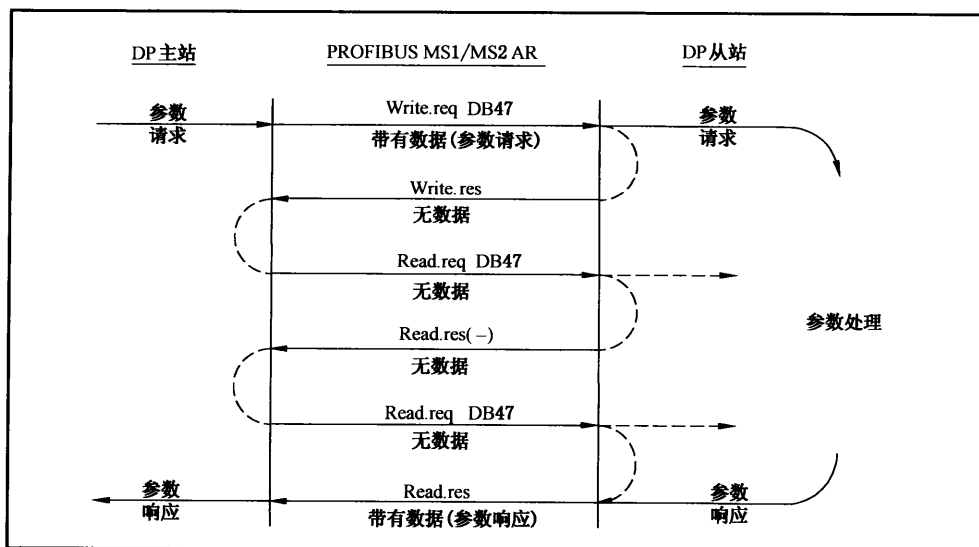


图 17 通过 MS1 AR 或 MS2 AR 的报文序列

表 15 DP 从站处理的状态机

事件		状态			
		Connection disconnected	Idle	Request being processed	Response available
Connection being established	动作		Reset processing		
	下一状态	Idle	Idle		
Connection being disconnected	动作	(ignore)	Reset processing		
	下一状态	—	Connection disconnected		
Write.req	动作	(protocol error) Write.res(-)	Start processing Write.res(+)	Write.res(-) "state conflict"	Reject response Start processing Write.res(+)
	下一状态	—	Request being processed	—	Request being processed
Read.req	动作	(protocol error) Read.res(-)	Read.res(-) "state conflict"		Read.res(+)
	下一状态	—	—	—	Idle
Processing completed	动作	Reject	Reject		(internal error) reject
	下一状态	—	—	Response available	—

注 1: 列规定状态,行解释事件。每一行分为两部分:一个描述动作,另一个描述下一状态。  
 注 2: 本状态机对于 MS1 AR 或 MS2 AR 有效。如果已建立几个连接,则应有相应数量的状态机。MS1 AR 或 MS2 AR 报文序列的顺序总是:首先是写请求,然后是读请求。

4.6.2.3 MS1 AR、MS2 AR 报文帧

4.6.2.3.1 标准案例

以下的 4 种 MS1/MS2 AR 报文(见表 16、表 17、表 18 和表 19)用于通过 PAP(槽 X,索引 47)传输成对的参数请求/参数响应。

——在写请求中参数请求的传输:

表 16 MS1/MS2 AR 报文帧,写请求

块	字节 n	字节 n+1
写请求报文首部	Function_Num =0x5F (写)	Slot_Number=...
	Index=47	Length=(数据)
数据(长度)	参数请求...	
	...	

——使用写响应(无数据)对参数请求的短确认:



表 17 MS1/MS2 AR 报文帧,写响应

块	字节 n	字节 n+1
写响应报文首部	Function_Num =0x5F (写)	Slot_Number =(镜像值)
	Index=(镜像值)	Length=(镜像值)

——读请求(无数据)中的参数响应请求:

表 18 MS1/MS2 AR 报文帧,读请求

块	字节 n	字节 n+1
读请求报文首部	Function_Num =0x5E (读)	Slot_Number=...
	Index=47	Length=MAX

——读响应中的参数响应的传输:

表 19 MS1/MS2 AR 报文帧,读响应

块	字节 n	字节 n+1
读响应报文首部	Function_Num =0x5E (读)	Slot_Number =(镜像值)
	Index=(镜像值)	Length=(数据)
数据(长度)	参数响应...	
	...	

MS1/MS2 AR 报文首部中元素的含义和使用:

——Function\_Num:

服务(Read, Write, Error)的 ID

——Slot\_Number:

MS1/MS2 AR: 在请求中对 DP 从站的实模块或虚模块的寻址,在响应中为请求的镜像值。  
PROFIdrive: 未赋值。

——Index (过程数据 ASE):

MS1/MS2 AR: 在请求中对 DP 从站数据块的寻址,在响应中为请求的镜像值。  
PROFIdrive: 定义的索引号 47 用于参数请求和参数响应 (DS47)。

——Length:

MS1/MS2 AR: 在写请求和读响应中,为传输数据的长度,以字节为单位。

PROFIdrive: 参数请求/参数响应的长度。

MS1/MS2 AR: 在读请求中,请求的数据块的长度。

PROFIdrive: 可能的最大长度。

MS1/MS2 AR: 在写响应中,DP 从站接受的数据长度。

PROFIdrive: 来自写请求的长度的镜像值。

#### 4.6.2.3.2 错误案例

如果存在错误,则对读或写请求的应答是一个错误响应(见表 20)。

——过程数据 ASE 错误响应:

表 20 过程数据 ASE 报文帧, 错误响应

块	字节 n	字节 n+1
错误	Function_Num =0xDF (写错误) =0xDE (读错误)	Error Decode = 128
	Error_Code_1	Error_Code_2 =(可忽略 ⇒ 常设为 0)

——Error\_Decode:

过程数据 ASE: 解释 Error\_Code\_1/2 的 ID。

PROFIdrive: 始终为 128。

——Error\_Code\_1:

过程数据 ASE: 细分为错误类别(4 比特)和错误代码(4 比特); 见表 21。

PROFIdrive: 使用某些代码。

——Error\_Code\_2:

过程数据 ASE: 应用特定。

PROFIdrive: 未使用(总是等于 0)

表 21 PROFIdrive 错误类别和代码的分配

Error_Class (来自 IEC 61158)	Error Code (来自 IEC 61158)	PROFIdrive 应用
0x0..0x9=保留		
0xA=应用	0x0=读错误 0x1=写错误 0x2=模块失效 0x3~0x7=保留 0x8=版本冲突 0x9=不支持的特性 0xA~0xF=用户特定	
0xB=访问	0x0=无效索引	0xB0=无 PAP (DS47): 不支持参数请求
	0x1=写长度错误 0x2=无效的槽 0x3=类型冲突 0x4=无效区域	0x1=参数请求块对该 PAP 太长
	0x5=状态冲突	0xB5=由于内部的处理状态, 暂时不能访问 PAP (DS47)
	0x6=拒绝访问	
	0x7=无效范围	
	0x8=无效参数 0x9=无效类型 0xA~0xF=用户特定	

表 21 (续)

Error_Class (来自 IEC 61158)	Error_Code (来自 IEC 61158)	PROFIdrive 应用
0xC=资源	0x0=读限制冲突 0x1=写限制冲突	
	0x2=资源忙	
	0x3=资源不可用	
	0x4..0x7=保留 0x8..0xF=用户特定	
0xD...0xF=用户特定		

## 4.6.2.4 数据块长度

如果使用了 MS1/MS2 AR 过程数据 ASE(见 IEC 61158 类型 3 元素)的数据块长度限制,则建议采用以下传输数据量的设定,以帮助优化 DP 周期(见表 22 和表 23)。

可被传输的数据量是最大数据块长度的一个函数。

数值数据作为计算基础:

表 22 数据块长度

(以字节为单位的长度)	全长	二分之一	四分之一
Profibus 最大长度	255	127	63
FDL 用户数据	244	116	52
MS1/MS2 AR 用户数据	240	112	48
参数地址和参数值	236	108	44
FDL 报文首部	11		
过程数据 ASE 首部	4		
参数首部	4		
参数地址	6		
参数值首部	2		

公式:

——MS1/MS2 AR 用户数据长度作为参数个数和参数值个数的函数:

$$\text{MS1/MS2 AR 用户数据长度} = \text{参数首部}(=4) +$$

$$\text{参数个数} \times (\text{参数地址}(=6) + \text{参数值首部}(=2) + \text{数据格式}(=1,2,4) \times \text{参数值的个数})$$

——对于特定 MS1/MS2AR 用户数据长度(参数值个数=1)的最大参数个数:

$$\text{参数个数} = (\text{MS1/MS2AR 用户数据长度} - \text{参数首部}(=4))$$

$$/(\text{参数地址}(=6) + \text{参数值首部}(=2) + \text{数据格式}(=1,2,4))$$

——对于特定 MS1/MS2AR 用户数据长度(参数个数=1)的最大参数值个数:

$$\text{元素个数} = (\text{MS1/MS2AR 用户数据长度} - \text{参数首部}(=4))$$

—参数地址(=6)—参数值首部(=2))  
/数据格式(=1,2,4)

表 23 由于过程数据 ASE 数据块长度引起的限制

对象	任务	受限于	数据块长度 240 字节		数据块长度 112 字节		数据块长度 48 字节	
			字	双字	字	双字	字	双字
一个参数。 几个元素	请求	元素个数	117	58	53	26	21	10
	修改		114	57	50	25	18	9
多个参数， 每个参数一个元素	请求	参数个数	39	39	18	18	7	7
	修改		23	19	10	9	4	3
完整描述或字符串	请求	以字节为 单位的长度	234		106		42	
	修改		228		100		36	
文本(长度=16)	请求	请求个数	14		6		2	
	修改		14		6		2	

4.6.2.5 功能的可剪裁性

- 多参数访问:是/否;
- 参数描述可用:是/否;  
如果参数描述不可用,则应将参数描述作为文件添加到该驱动器中。
- 过程数据 ASE 数据块长度:为了在等时同步模式时获得更短的总线周期,对该数据块长度进行了限制。

4.6.2.6 MS1/MS2 AR 服务的 GSD 参数

在表 24 中列出的 GSD 参数与 MS1/MS2 AR 服务有关。

表 24 用于 MS1/MS2 AR 服务的 GSD 参数

参数	说明
DPV1_Slave	支持 MS1/MS2 AR
C1_Max_Data_Len	与 DP 主站(1类)通信的通信通道的最大 MS1/MS2 AR 数据块长度
C2_Max_Data_Len	与 DP 主站(2类)通信的通信通道的最大 MS1/MS2 AR 数据块长度
C1_Read_Write_supp	支持 DP 主站(1类)的读写服务
C2_Read_Write_supp	支持 DP 主站(2类)的读写服务
C2_Max_Count_Channels	DP 从站的最大活动 MS2 AR 数

注:对于等时同步模式的 GSD 登录项,数据交换广播和 MS1/MS2 AR 服务在 PNO/3.502 中给出。

4.7 P-Device 组态

4.7.1 PROFIBUS DP 上的 P-Device 组态

根据 PROFIdrive 基本模型, P-Device 可以是同构类型或异构类型。为了评估 PROFIBUS 上

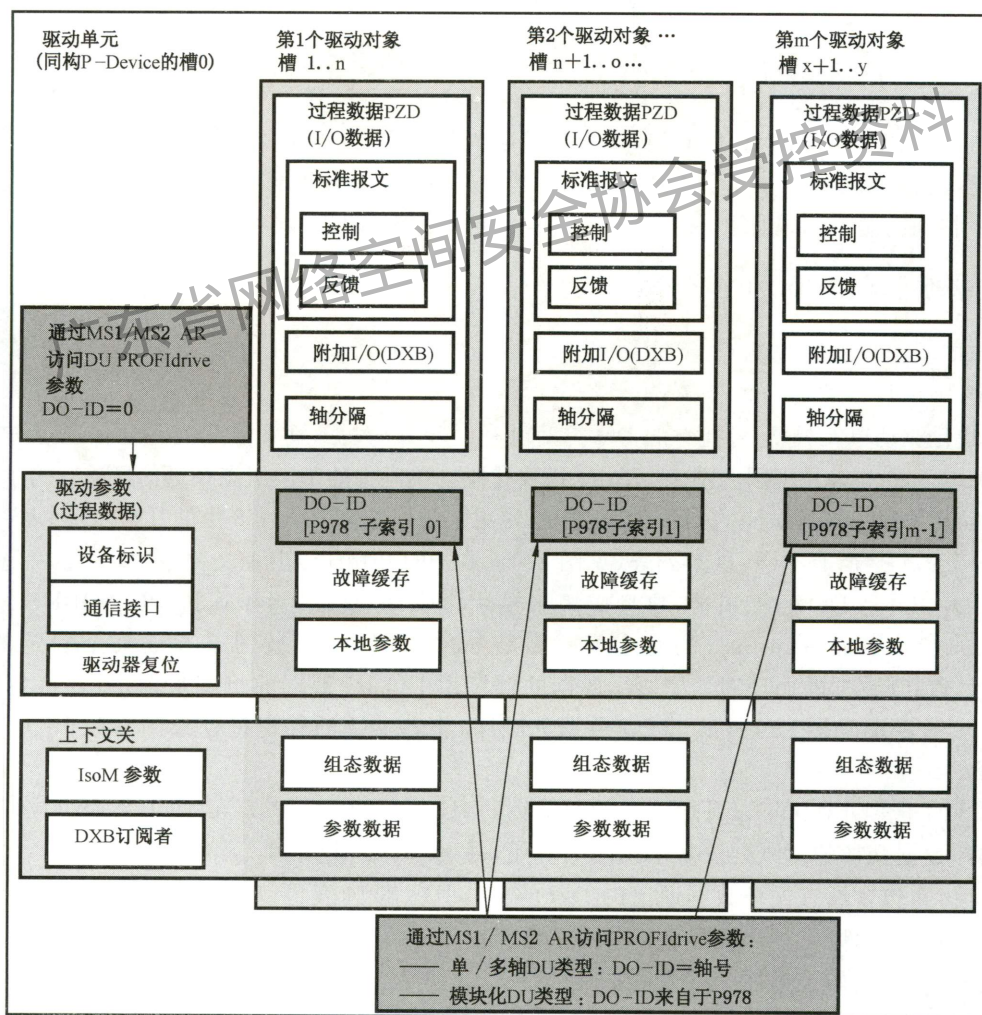
P-Device 的类型,可以尝试通过槽 0 及 DS47 来读取全局参数 PNU964 进行判断。如果读访问成功,则 P-Device 为同构类型,并且通过 P-Device 的每个槽也可以进行参数访问。该同构 P-Device 仅包含一个驱动单元,该驱动单元构成了整个 P-Device(所有槽)。

如果在槽 0 上的参数读取尝试失败,则该 P-Device 为异构类型。在此情况下,P-Device 可能包含几个驱动单元中的一个。为了进一步评估 P-Device 组态,必需找出与 PROFIdrive DO 相关的 P-Device 的所有槽。这可以通过 DS47 对全局参数 PNU964.5 (DO 的个数)进行读访问来完成。当找到 PROFIdrive 的槽,并且所有 PROFIdrive 槽的 PNU964.5 的内容被评估时,才能确定槽对 DO 的分配,以及槽和 DO 对驱动单元的分配。

需要注意的是,编码器设备也支持 PROFIdrive 参数通道和设备标识参数。为了确定设备是 PROFIdrive 设备还是编码器设备,需要评估参数 965 中的行规号。如果行规号为 3,则该设备是 PROFIdrive 设备。

#### 4.7.2 PROFIBUS DP 上的驱动单元组态

图 18 给出了 PROFIBUS 上通用驱动单元(DU)的组态。该图也给出了 IO 数据的相关数据对象、本地和全局的参数数据,以及设备或 DO 相关的组态数据。DU 类型的一般分类见 IEC 61800-7-203,6.1.3.7。



注：圆括号中的内容是在 PROFIBUS 规范中使用的(见 IEC 61158 类型 3 元素)。

图 18 驱动单元结构

一个 DU 逻辑上包含一个或几个驱动对象(DO)。用 DO-ID=0 表示驱动单元。

DO 至少包含其特定参数。

轴类型的 DO 也由其 IO 数据(设定值,实际值)、轴特定参数和轴特定组态数据组成。

DO IO 数据的组成是:若干个包含此 DO 报文所用 IO 数据的槽,以及轴分隔。对于其他 IO 数据或 DXB 通信可能还有更多的槽。

上下文关系包括 DO 的组态数据。组态数据本身由每个槽的组态标识符和参数数据组成。设备的所有组态标识符被组合为一个组态串,这个串通过组态报文被传送给设备。

该参数数据由 IsoM 参数、DXB-订阅者表和 DO 特定参数组成。

说明:

——设备本身没有 IO 数据,IO 数据被分配给 DO。

——最后一个 DO 末尾处的轴分隔是可选的。

——如果一个驱动单元只包含一个 DO,则该 DO 的轴分隔是可选的。

——允许使用比标准组态短的组态:如果只有一部分 DO 交换 IO 数据,并且这部分设置位于“DO-ID 列表”(见“驱动对象标识”)中不交换 IO 数据的 DO 的前面,则允许对没使用的 DO 不分配轴分隔。

——不允许使用比标准组态长的组态。

如果使用了标准组态,组态报文中要求的 ID 包含方向(I/O)、格式(字)、数据长度和数据一致性的信息(整个长度上的一致性)。

DP 从站的槽和 DO 信息,及其 ID 被视为“DP 从站组态”。对于在 DP 主站通过使用 GSD 数据进行组态的组态信息,当在 DP 主站和 DP 从站之间建立循环通信时,使用 Check Cfg 服务来发送该组态。DP 从站检查收到的组态与已保存的组态是否一致。可使用 Get Cfg 服务读回组态。

#### 4.7.3 获取驱动对象 ID (DO-ID)

为了通过“基本模式参数访问-全局”选择一个专用的 DO,其 DO-ID 被用于寻址。对于单轴和多轴驱动单元,把 DO-ID 设置为与轴号相等。

由于模块化驱动单元类型,可能有的 DO 类型没有循环 IO 数据,而通过非循环通信通道进行参数访问,因此 DO-ID 可能与轴号不同。图 19 示出了模块化驱动单元中的基本组态和通信通道。为了将循环通信通道的轴号和非循环参数访问的 DO-ID 相关联,使用了全局参数 PNU978 中的“DO-ID 列表”。

参数 PNU978 是所有 DO-ID 的列表(见图 20)。在 PROFIdrive 上下文关系中,为每一 DO 分配一个 DO-ID。DO-ID 是 DO 的标识符,典型应用于模块化驱动单元。对于通过 PROFIBUS MS1/MS2 AR(见 IEC 61800-7-203 中 6.2.3)的基本模式参数访问,该标识符被用来寻址某个确定的 DO(见图 19)。在交换 IO 数据的循环通信中,IO 数据的顺序由 DO IO 数据的组态来确定,并且与轴号相对应(见图 21)。按照驱动器 DO 接收其 IO 数据的顺序,将各 DO 的标识符登录到参数 PNU978 中(见图 19 和图 20)。

PNU978 的子索引对应于以升序编号的驱动轴的 IO 数据视图。P978 由两个列表组成(见图 20)。第一个有循环数据交换的 DO 列表从子索引 0 开始,并以 0 DO-ID 结束。第二个列表子索引紧跟在第一个列表之后,它包含没有循环数据通道的 DO 的 DO-ID。该列表也以 0 DO-ID 结束。因此,如果检测到第二个 0 DO-ID,则已列出该设备的所有 DO-ID。

在数据交换中,应始终遵循如下规则:

——在列表中没有间隙;

——用 0 表示每一列表的结束,如果检测到第二个 0,则已列出所有的 DO;

——每一编号只出现一次;

——DO-ID=255 表示:不是有效的 DO-ID,而是未分配 DO 的 DO IO 数据循环通信通道。



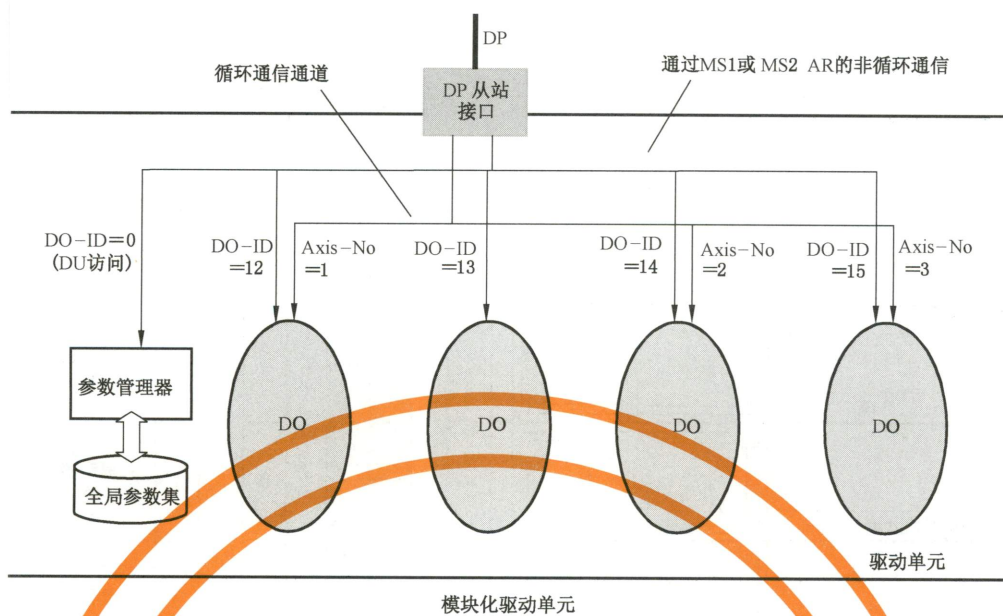


图 19 PROFIBUS DP 上模块化驱动单元类型的组态和通信通道

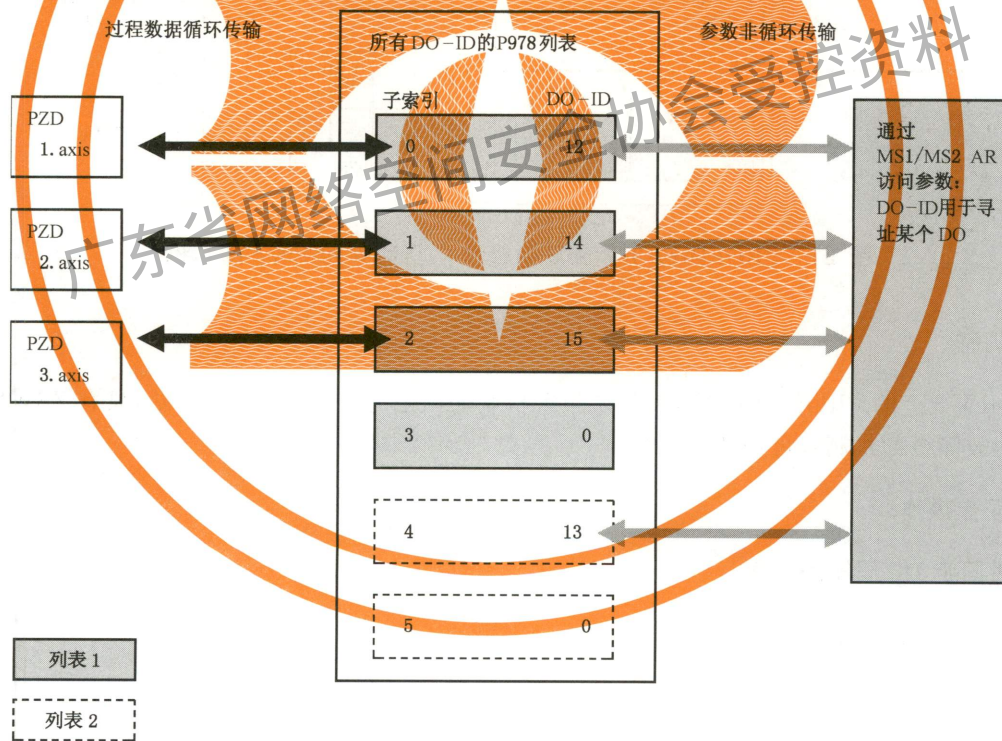


图 20 PROFIBUS DP 上 DU 的参数 P978(所有 DO-ID 的列表)的含义

值得注意的是,对于 PROFIBUS DP 上模块化驱动单元,参数 P978 是必备的。如果存在 P978,则用于 DO 参数访问的 DO-ID 应该从 P978 中取出。如果由于任何原因要求 DO-ID 不等于轴号,则 P978 也可用于(可选地)单轴和多轴驱动单元。如果驱动单元不含有 P978,则用于 DO 参数访问的 DO-ID 应等于 IO 数据的轴号。

IEC 61800-7-203,6.4.2 定义了参数 P978 更多的细节。图 21 是使用 PNU978 进行典型的多轴驱动单元组态的示例。

在模块化 DU 中 DO 类型的识别是通过 P975 的评估来实现的(见 IEC 61800-7-203 中 6.3.9.3)。

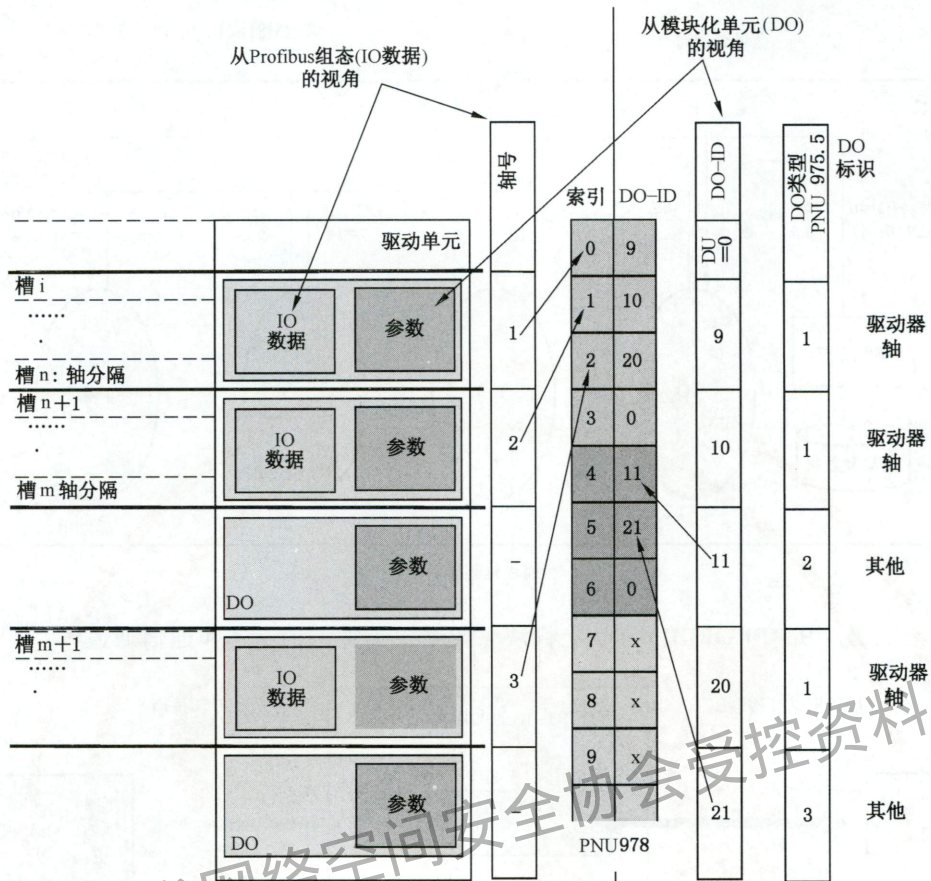


图 21 PROFIBUS DP 上复杂模块化驱动单元 P978 的示例

#### 4.8 报警机制

PROFIBUS 上的 PROFIdrive 中,未规定报警机制的用法。因此对于 DP 主站,只有 ZSW1 和通过参数访问的故障缓冲机制是可用的。

#### 4.9 时钟同步操作

##### 4.9.1 等时同步 DP 周期的顺序

图 22 示出了等时同步 DP 周期的序列。

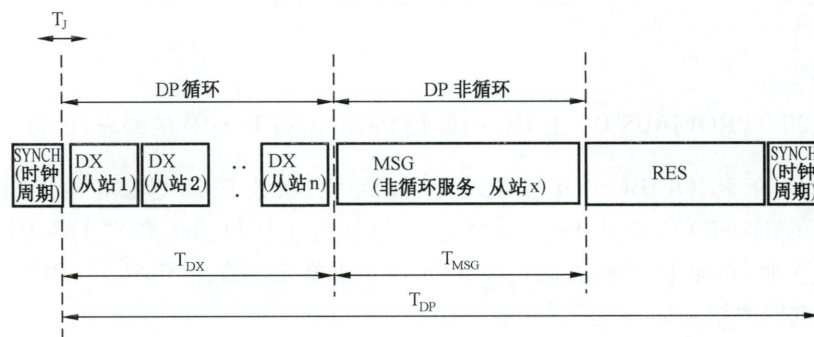


图 22 等时同步 DP 周期的顺序





此外,以下为 DP 周期时间的一般条件:

—— $T_{DP} \geq \max T_{DP\_MIN}$  所有从站的  $T_{DP\_MIN}$  的最大值。

在 GSD 文件中的时间设置:

—— $T_{BASE\_DP}$   $T_{DP}$  的时基(单位:  $[1/12 \mu s]$ , 例如,  $3\ 000 = 250 \mu s$ );

—— $T_{DP\_MIN}$  最小 DP 周期时间(单位:  $[T_{BASE\_DP}]$ , 例如,  $2 = 500 \mu s$ );

——规定的值应满足下面条件:

$$T_{BASE\_DP} = 1 \text{ ms} / 2^n, n = 0 \sim 5 (\text{整数})$$

这表示可以选择下列值之一:

$$T_{BASE\_DP}: 375/750/1\ 500/3\ 000/6\ 000/12\ 000 = \\ 31.25 \mu s / 62.5 \mu s / 125 \mu s / 250 \mu s / 500 \mu s / 1\ 000 \mu s。$$

驱动器也应处理允许的所选值的倍数。

当组态时(见 4.9.4),由此产生的 DP 周期时间应作为缺省值提供。但也可输入其他(更高)值。

b)  $T_1$ (输入时间:实际值获取的时间)

参数的详细描述,见 IEC 61158。

在 GSD 文件中的时间设置:

—— $T_{BASE\_IO}$ :  $T_1$ 、 $T_0$  的时基(单位:  $[1/12 \mu s]$ , 例如,  $3\ 000 = 250 \mu s$ );

—— $T_{L\_MIN}$ : 最小  $T_1$ (单位:  $[T_{BASE\_IO}]$ , 例如,  $1 = 250 \mu s$ );

——规定的值应满足下面条件:

$$T_{BASE\_IO} = 1 \text{ ms} / 2^n, n = 0 \sim 5 (\text{整数})$$

这表示可以选择下列值之一:

$$T_{BASE\_IO}: 375/750/1\ 500/3\ 000/6\ 000/12\ 000 = \\ 31.25 \mu s / 62.5 \mu s / 125 \mu s / 250 \mu s / 500 \mu s / 1\ 000 \mu s。$$

驱动器也应能处理允许的所选值的倍数。

c)  $T_0$ (输出时间:设定值传递的时间)

参数的详细描述,见 IEC 61158。

在 GSD 文件中的时间设置:

—— $T_{BASE\_IO}$ :  $T_1$ 、 $T_0$  的时基(单位:  $[1/12 \mu s]$ , 例如,  $3\ 000 = 250 \mu s$ );

—— $T_{O\_MIN}$ : 最小  $(T_0 - T_{DX})$ (单位:  $[T_{BASE\_IO}]$ , 例如,  $1 = 250 \mu s$ );

——规定的值应满足下面条件:

$$T_{BASE\_IO} = 1 \text{ ms} / 2^n, n = 0 \sim 5 (\text{整数})$$

这表示可以选择下列值之一:

$$T_{BASE\_IO}: 375/750/1\ 500/3\ 000/6\ 000/12\ 000 = \\ 31.25 \mu s / 62.5 \mu s / 125 \mu s / 250 \mu s / 500 \mu s / 1\ 000 \mu s。$$

驱动器也应能处理允许的所选值的倍数。

d)  $T_M$ (主站时间:主站控制的开始)

参数的详细描述,见 IEC 61158。

e)  $T_{MAPC}$  和  $T_{SAPC}$  (Master\_Application\_Cycle-, Slave\_Application\_Cycle-Time:应用周期时间)

参数的详细描述,见 IEC 61158。

f)  $T_{MAPC}$ ,  $T_{DP}$ ,  $T_{SAPC}$  的不同值

如果是组合的 DP 周期,则可以针对主站应用周期和从站应用周期设置不同的从站特定值,但应考虑以下的设置约束。

$$T_{MAPC} \geq T_{DP} \geq T_{SAPC}$$

$$T_{MAPC} = n \times T_{DP} \quad (n=1 \sim 14, \text{限制使用从站的 Sign-Of-Life, 见 4.9.3})$$

g) 传输时间

根据使用的模型, 下面的传输时间是相关的:

——主站→从站:  $1 \sim 2 T_{DP}$ , 由  $T_O$  决定;

——从站→主站:  $1 \sim 3 T_{DP}$ , 由  $T_I$  和  $T_M$  决定;

——主站↔从站 通过 HW 和 SW 接口的额外延时(例如: 通信 RAM)。

在工艺功能如轴插补或预控制的情况下, 对于参与的从站要求相同的传输时间(延时)。

h) 模型的可剪裁性

下面参数允许对主站、从站和总线分别剪裁:

——主站(应用)→ $T_{MAPC}, T_M$ ;

——从站(应用)→ $T_{SAPC}, T_I, T_O$ ;

——总线→ $T_{DP}$ 。

在主站系统中, 时钟周期同步可在缓冲同步模式或优化的等时同步 DP 周期中实现(见 IEC 61158-5-3)。

4.9.2.2 示例(最简单的 DP 周期)

在本例中(图 24), 对于位置控制环的一个响应, 需要 4 个 DP 周期:

- 1) 实际值获取 (在从站);
- 2) 实际值传递 (从站→主站);
- 3) 位置控制 (在主站);
- 4) 设定值传递 (主站→从站)。

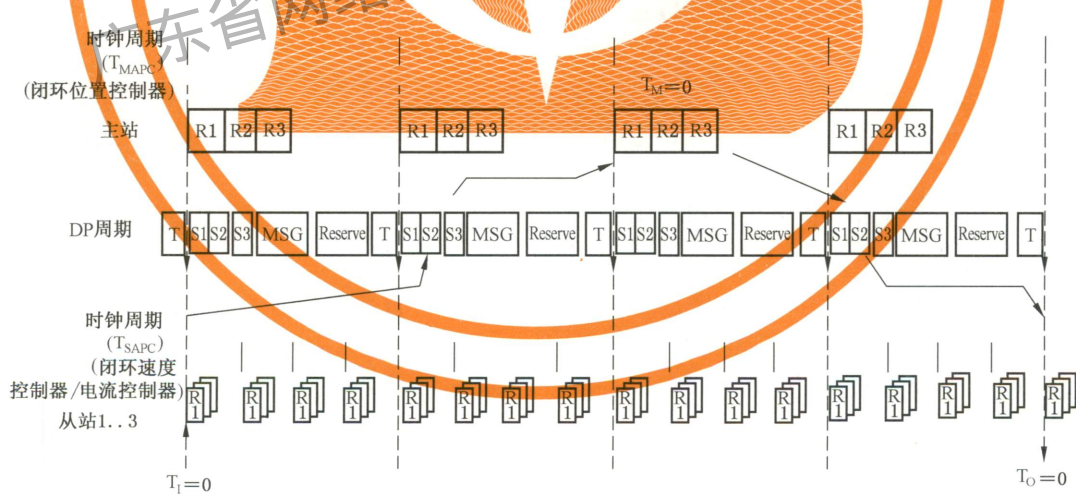


图 24 示例: 最简单的 DP 周期

在最简单的 DP 周期内, 使用缓冲等时同步模式。该模型对主站的计算能力要求最低, 但增加了控制延时: 延时 =  $4 \times T_{DP}$ 。

4.9.2.3 示例(优化的 DP 周期)

在一个优化的 DP 周期内(见图 25), 使用增强的等时同步模式。对“实际值获取、实际值传递、位置控制、设定值传递”的顺序进行了时间优化, 以最小化控制延时。



在应用类 4“带有集中插补的定位和位置控制”的时钟周期同步需要该模式。

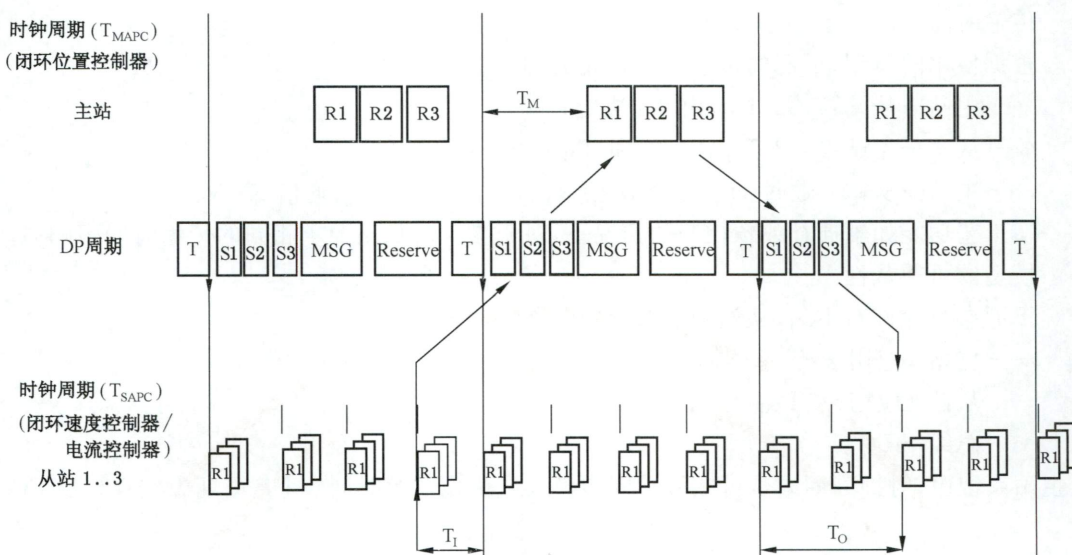


图 25 优化的 DP 周期

对于时间设置,见 4.9.2.1。

a) 从站优化 ( $T_1$ )

该时间用于使实际值获取同步,应尽可能地接近 DP 周期的终止时刻。

b) 从站优化 ( $T_0$ )

该时间用于使所有从站的设定值获取同步,应尽可能地接近循环数据传输的终止时刻。

c) 主站优化 ( $T_M$ )

为实现主站优化,增加了位置控制器时间偏移  $T_M$ ,以便在同一个 DP 周期内位置控制器可使用发送值。在位置控制器内新设定值的计算,应在对从站的下一轮数据传输之前完成。

该偏移可通过两种方法来实现:

- 1) 在 DP 周期内的从站顺序是未知的。位置控制器偏移到所有从站的数据交换已完成的时刻。
- 2) 在 DP 周期内的从站顺序是已知的。位置控制可按数据传输的顺序执行。一个轴的位置控制器的偏移,只需考虑分配给它的从站数据交换的结束时刻。

该模型对于计算性能、以及主站和从站的顺序控制提出了更高的要求,但它最小化控制相关的延时。

控制相关的延时按下面公式计算:

$$\text{延时} = T_{DP} + T_1 + T_0$$

4.9.2.4 示例 (优化的 DP 周期,  $T_{MAPC} = 2 \times T_{DP}$ )

在本例中(见图 26),减少了主站的计算时间。这是因为位置控制器周期是 DP 周期的倍数。如果在主站中控制的运行时间只占主站整个运行时间的一小部分,则该设置是必要的。对于时间设置,见 4.9.2.1。

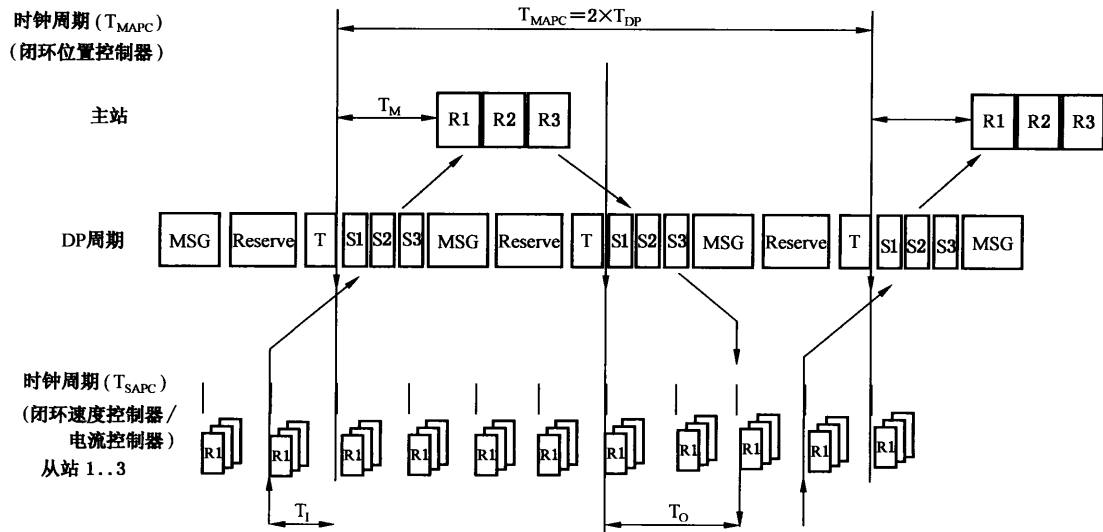


图 26 示例:优化的 DP 周期 ( $T_{MAPC} = 2 \times T_{DP}$ )

4.9.3 启动,循环操作

4.9.3.1 执行(概述)

当处于启动和循环操作时,需要下面的 DP 服务(见表 25):

表 25 用于启动、循环操作的 DP 服务

功能	DP 服务
从站参数化/组态	Check User Prm, Check Cfg
时钟周期传输	Global Control
用户数据传输 Sign-Of-Life 传输(从站、主站)	Data Exchange

启动由下面的阶段组成:

- 阶段 1: 从站参数化,从站组态;
- 阶段 2: PLL 与周期全局控制的同步;
- 阶段 3: 从站应用与主站 Sign-Of-Life 的同步;
- 阶段 4: 主站应用与从站 Sign-Of-Life 的同步。

图 27 所示为启动时的时间顺序:

在循环操作中出现一个错误后,可用下面的启动点:

- A: 再次启动;例如,在错误参数赋值后,由主站应用启动(对行规参数 P972 的写访问);
- B: PLL 的重新同步;例如,在时钟失效后,由主站应用启动(Operate 和 Data\_Exchange 模式);
- C: 在与主站 Sign-Of-Life (LS)的同步失败后的重新同步,由从站应用启动(自主地);
- D: 在与从站 Sign-Of-Life 的同步失败后的重新同步,由主站应用启动(独立地)。

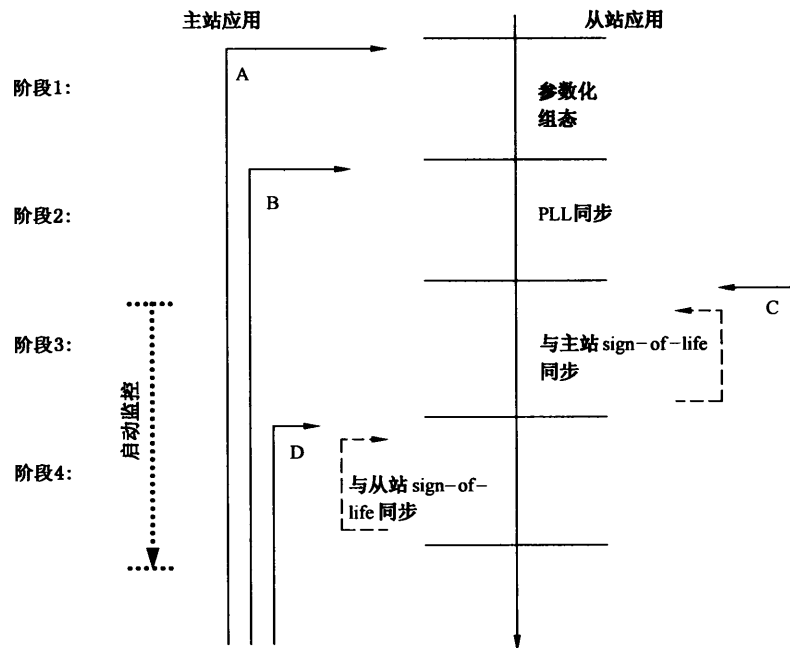


图 27 启动(时间顺序)

如果系统重启(完全地或部分地,见 A~D),其方式处理应与新一轮启动相同(如同 Power-On 之后的情况)。

Sign-Of-Life 被用来监视主站和从站应用的同步。对于多轴驱动单元,推荐以轴特定的方式来实现从站的 Sign-Of-Life 和主站 Sign-Of-Life 的处理。

上电同步框图没有考虑 Sign-Of-Life 的传输时间。根据所用的模型(见 4.9.2.2~4.9.2.4),以下传输时间说明其相关性:

- 主站→从站:  $1 \sim 2 T_{DP}$ , 取决于  $T_O$ ;
- 从站→主站:  $1 \sim 3 T_{DP}$ , 取决于  $T_I$  和  $T_M$ ;
- 主站↔从站 由于 HW/SW 接口产生的附加延时(如通信 RAM)。

然而对于同步功能,由于不要求从站的不同 sign-of-life 具有与主站 sign-of-life 相同或确定的相位关系,因此恒定的传输时间不会产生问题。

下面顺序被规定用于比值  $T_{MAPC}/T_{DP}=1/1$ 。结束示例规定了比值  $T_{MAPC}/T_{DP}=2/1$  的顺序。

#### 4.9.3.2 阶段 1: 从站参数化, 组态

在主站应用进入到状态 Operate 之前,在从站应用中首先需要使用 Check User Prm (见 IEC 61158 类型 3)传递的值供 DP、驱动器和 PLL 参数化。

Check Cfg 服务包含 DP 组态(见 4.5.2)。

通信应被复位(使用 Check User Prm 重新参数化,见图 27 中的 A),以允许新的参数化,例如:由于不正确的参数化导致的故障后执行的 PLL 参数化(通过向行规参数 P972 写入某个确定值来复位驱动器)。

图 28 所示为阶段 1 的操作顺序。



主站应用		DP 主站		DP 从站		从站应用
...						
		Check User Prm ( IsoM Parameter )	→		→	DP 参数化 驱动器参数化 PLL 参数化
...						
		Check Cfg	→		→	DP 组态
...						
		Global Control ( Clear, Sync/Freeze, Group 0/8 ) DX (Nil)	→			
			→			
			←	DX (S-LS=0)		

图 28 阶段 1: 从站参数化, 组态

#### 4.9.3.3 阶段 2: 使用时钟全局控制的 PLL 同步

PLL 参数化应在 PLL 同步前完成(见 4.9.5.3)。

如果从站应用在全局控制(Global Control, GC)的状况中识别出 Operate, 并接收到有效数据交换报文, 则从站应用启动 PLL 同步。主站从 Clear 到 Operate 的任何改变将导致一个新的启动, 该启动以 PLL 同步(见图 27 中的 B)开始, 直到从站 Sign-Of-Life 中止。

为启动一个新的同步, PLL 同步不一定需要从 Clear 到 Operate 的转换。只要发送带有组 8 的 GC, 则应能实现 PLL 同步。

在已完成 PLL 同步后, 如果满足用于循环操作的从站内部条件, 则开始循环操作, 且从站应用以时钟监视(Clock monitoring)开始(见 4.9.6)。

对于 PLL 同步, 主站的 Sign-Of-Life 的状况并不重要。主站 Sign-Of-Life 的开始和启动监视(Running-up monitoring)的开始可稍后进行。主站应用可利用这一点延迟从站同步。例如: 如果为适配循环接口, 主站应用从从站读取参数, 则只有在此过程结束后才启动主站的 Sign-Of-Life 和启动监视。

在启动监视时间超时后, 主站应用发出相应报警。

如果主站应用执行由 Operate 到 Clear 的转换, 则下面操作适用:

- 数据交换期间, 主站将输出数据切换到安全模式(无 FailSafe 则输出数据=0, 有 FailSafe 则输出数据长度=0)。结果是主站 Sign-Of-Life 失效。为使从 Clear 到 Operate 的转换与阶段 2 中的转换具有相同的条件, 从站 Sign-Of-Life 被设置为 0;
- 连续传输时钟周期的全局控制 (→保存来自/至第二层(DLL)的事件);
- PLL 同步可被保留用于特定应用。

阶段 2 的操作顺序见图 29。

主站应用		DP 主站		DP 从站		从站应用
...						
		Global Control ( Clear, Sync/Freeze, Group 0/8 )	→			
		DX (Nil)	→ ←	DX (S-LS=0)		
...						
状况 Operate + Data_Exchange	→	GC ( Operate, Sync/Freeze, Group 8 ) DX (M-LS=Nil)	→ → ←	DX (S-LS=0)	→	开始: PLL 同步
...						
开始: M-LS=1 开始: 启动监视	→	GC (Operate ...) DX (M-LS=1)	→ ←	DX (S-LS=0)		
...						
M-LS+1	→	GC (Operate ...) DX (M-LS=n)	→ → ←	DX (S-LS=0)		结束: PLL 同步 开始: 时钟监视
...						
M-LS+1	→	GC (Operate ...) DX (M-LS=n)	→ → ←	DX (S-LS=m)		S-LS+1
改变: Operate → Clear	→	GC (Clear ...) DX (Nil)	→ → ←	DX (S-LS=m+1)		S-LS=0
	→	GC (Clear ...) DX (Nil)	→ → ←	DX (S-LS=0)		S-LS=0

图 29 阶段 2:使用时钟全局控制的 PLL 同步

4.9.3.4 阶段 3: 从站应用与主站 Sign-Of-Life 的同步

在 PLL 同步成功后,当主站 Sign-Of-Life 改变时( $n \rightarrow n+1$ ),从站应用以 1~15 间任意值启动从站的 Sign-Of-Life (DP 周期内的计数器)。在从站的 Sign-Of-Life 同步结束时,从站的 Sign-Of-Life 首先被传递给主站,其结果是只有在从站同步之后才执行主站应用与从站 Sign-Of-Life 的同步。

在主站 Sign-Of-Life 改变时( $n \rightarrow n+1$ ),从站启动 Sign-Of-Life 同步。在每个 DP 周期内,从站应用测试主站的 Sign-Of-Life。在下一个主站应用周期,从站应用中的主站 Sign-Of-Life 的期望值如下:

主站  $LS=n+1$  (最大 15)

如果被测试的主站 Sign-Of-Life 与期望值不符,则重新启动同步。只有在从站应用中不同主站的 Sign-Of-Life 的整个值范围与主站应用周期中的期望值匹配时,才认为同步阶段已完成。然后从站的 Sign-Of-Life 被首次传输给主站(见上文)。

在 Sign-Of-Life 同步已完成后,从站应用开始主站 Sign-Of-Life 循环监视(见 4.9.6)。

阶段 3 的操作顺序见图 30。阶段 2 和阶段 3 的状态图见图 31。

主站应用		DP 主站		DP 从站		从站应用
...						
M-LS+1	→	GC ( Operate, Sync/Freeze, Group 8 ) DX (M-LS=n)	→	DX (S-LS=0)		
M-LS+1	→	GC (Operate ...) DX (M-LS=n+1)	→	DX (S-LS=0)	→	开始: M-LS 同步
M-LS+1	→	GC (Operate ...) DX (M-LS=n+2)	→	DX (S-LS=0)	→	检查: M-LS (1,OK)
...						
M-LS+1	→	GC (Operate ...) DX (M-LS=n)	→	DX (S-LS=0)	→	检查: M-LS (x,OK) 结束: M-LS 同步
M-LS+1	→	GC (Operate ...) DX (M-LS=n+1)	→	DX (S-LS=0)		开始: S-LS (对于主站) 开始: M-LS 监视
M-LS+1	→	GC (Operate ...) DX (M-LS=n+2)	→	DX (S-LS=m)	←	S-LS=m+1

图 30 阶段 3: 从站应用与主站 Sign-Of-Life 的同步

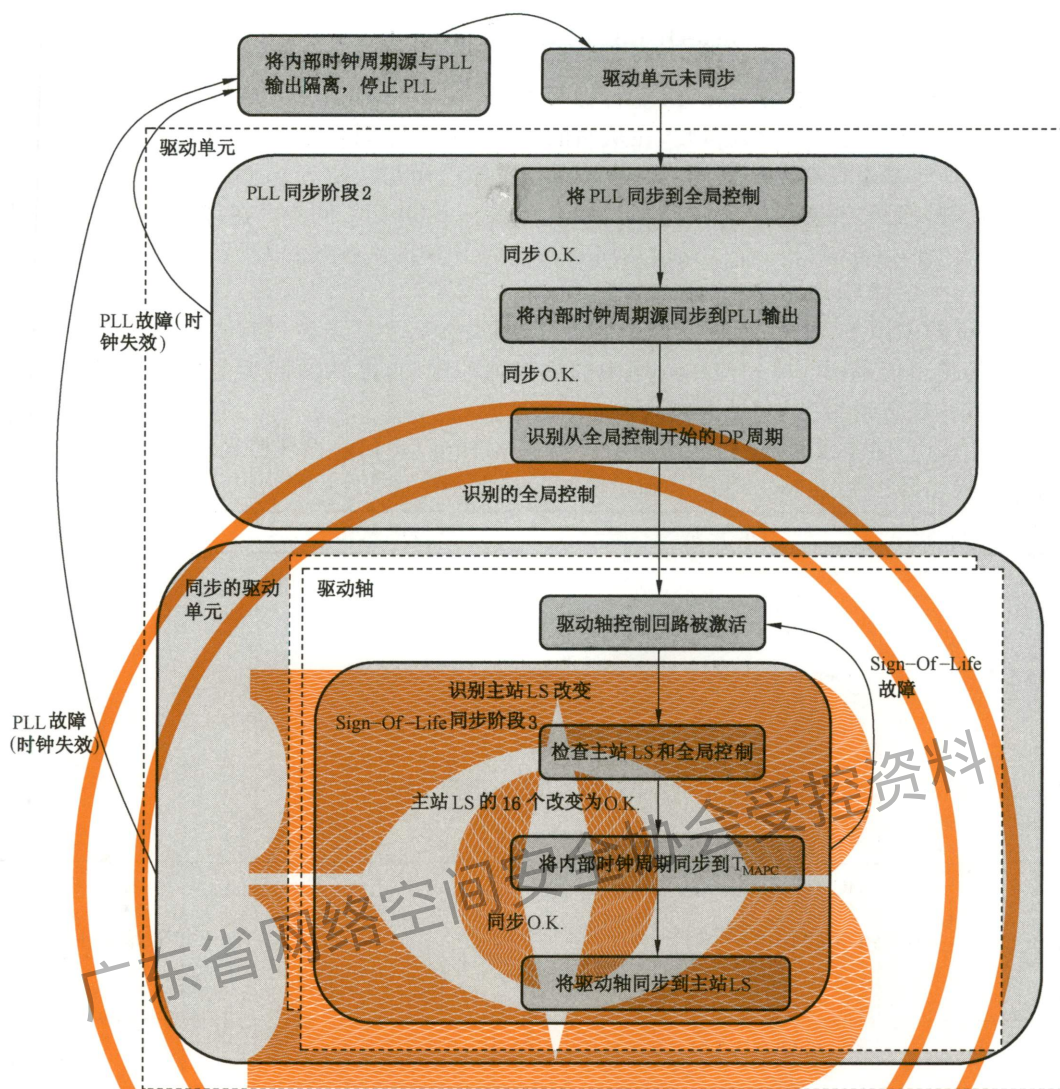


图 31 启动过程的阶段 2 和阶段 3 的状态图

#### 4.9.3.5 阶段 4: 主站应用与从站 Sign-Of-Life 的同步

在主站应用状态从 Clear→Operate 的瞬时, 主站应用以 1~15 间的任意值启动主站的 Sign-Of-Life(主站应用周期内的计数器)。

在收到一个从站的 Sign-Of-Life(m 不等于 0)时, 主站应用启动 Sign-Of-Life 同步。在每个主站应用周期内, 主站应用测试从站的 Sign-Of-Life。在下一个主站应用周期内, 从站 Sign-Of-Life 的期望值如下:

$$\text{从站 LS} = m + \text{主站应用周期} / \text{DP 周期} = m + T_{MPAC} / T_{DP} \quad (\text{最大 } 15)$$

如果被测试的从站 Sign-Of-Life 与期望值不匹配, 则重新启动阶段 4 的同步。只有在主站应用中不同从站的 sign-of-life 的整个值范围与主站应用周期中的期望值匹配时, 才认为同步阶段已完成。

在已完成启动同步后, 主站应用终止启动监视, 并开始从站 Sign-Of-Life(见 4.9.6)的循环监视。

应用(主站、从站)监视彼此的 Sign-Of-Life(见 4.9.6)。如果(主站或从站应用)Sign-Of-Life 失效, 则对方将自动地试图使自身与失效的应用重新同步。

如果从站应用检测到主站的 Sign-Of-Life 失效, 则从站应用立即试图与主站 Sign-Of-Life 重新同步(见图 27 中 C)。这样, 同步操作可在用户确认后继续。这种重新同步也导致从站的 Sign-Of-Life 中止。

如果主站应用检查到从站的 Sign-Of-Life 失效, 则主站应用立即试图与从站的 Sign-Of-Life 重新

同步(见图 27 中 D)。这样,循环操作可在用户确认该故障后继续。阶段 4 的该操作顺序见图 32。

主站应用		DP 主站		DP 从站		从站应用
...						
		GC ( Operate, Sync/Freeze, Group 8 ) DX (M-LS=n)	→  → ←			开始: S-LS (对于主站) 开始: M-LS 监视
M-LS+1 开始: S-LS 同步	→  ←	GC (Operate ...) DX (M-LS=n+1)	→ → ←		DX (S-LS=0)  DX (S-LS=m)	S-LS+1
M-LS+1 检查: S-LS (1.Ok)	→  ←	GC (Operate ...) DX (M-LS=n+2)	→ → ←		DX (S-LS=m+1)	S-LS+1
...						
M-LS+1 检查: S-LS (x.Ok) 结束: S-LS 同步	→  ←	GC (Operate ...) DX (M-LS=n)	→  ←		DX (S-LS=m)	S-LS+1
M-LS+1 结束: 启动监视 开始: S-LS 监视	→	GC (Operate ...) DX (M-LS=n+1)	→ → ←		DX (S-LS=m+1)	S-LS+1
M-LS+1 监视 S-LS	→  ←	GC (Operate ...) DX (M-LS=n+2)	→ → ←			→ 监视 M-LS ← S-LS +1

图 32 阶段 4:主站应用到从站 Sign-Of-Life 的同步

4.9.3.6 示例：从启动到循环操作( $T_{MAPC}/T_{DP} = 2/1$ )

操作顺序的一个完整示例见图 33~图 37。

主站应用		DP 主站		DP 从站		从站应用
		Set_Prm	→		→	PLL 参数化
...						

图 33 示例：从启动到循环操作(阶段 1) ( $T_{MAPC}/T_{DP} = 2/1$ )

主站应用		DP 主站		DP 从站		从站应用
		GC (Clear)	→			
		DX (Nil)	→			
			←	DX (S-LS=0)		
状态改变： Clear→ Operate	→	GC (Operate)	→		→	开始：PLL 同步
	→	DX (M-LS=0)	→			
			←	DX (S-LS=0)		
...						
开始：M-LS=1		GC (Operate)	→			
		DX (M-LS=1)	→			
开始：启动监视			←	DX (S-LS=0)		
...						
		GC (Operate)	→			
		DX (M-LS=n)	→			
			←	DX (S-LS=0)		
						结束：PLL 同步 开始：时钟监视 开始：循环操作
...						

图 34 示例：从启动到循环操作(阶段 2) ( $T_{MAPC}/T_{DP} = 2/1$ )



主站应用		DP 主站		DP 从站		从站应用
		GC (Operate)	→			
		DX (M-LS= $n+1$ )	→		→	开始: LS 同步 开始: S-LS = 1 (仅内部)
			←	DX (S-LS=0)		
		GC (Operate)	→			
		DX (M-LS= $n+1$ )	→		→	检查: M-LS
			←	DX (S-LS=0)		
		GC (Operate)	→			
		DX (M-LS= $n+2$ )	→		→	检查: M-LS (1.OK)
			←	DX (S-LS=0)		
		GC (Operate)	→			
		DX (M-LS= $n+2$ )	→		→	检查: M-LS
			←	DX (S-LS=0)		
...						
		GC (Operate)	→			
		DX (M-LS= $n$ )	→		→	检查: M-LS (x.OK) 结束: LS 同步
			←	DX (S-LS=0)		

图 35 示例:从启动到循环操作(阶段 3) ( $T_{MAPC}/T_{DP} = 2/1$ )

主站应用		DP 主站		DP 从站		从站应用
		GC (Operate) DX (M-LS=n)	→ → ←	DX (S-LS=m)	←	开始: S-LS (对于主站) 开始: M-LS 监视
开始: LS 同步	←	GC (Operate) DX (M-LS=n+1)	→ → ←	DX (S-LS=m +1)		
		GC (Operate) DX (M-LS=n+1)	→ → ←	DX (S-LS=m +2)		
检查: S-LS (1.OK)	←	GC (Operate) DX (M-LS=n+2)	→ → ←	DX (S-LS=m +3)		
		GC (Operate) DX (M-LS=n+2)	→ → ←	DX (S-LS=m +4)		
...						
检查: S-LS(x.OK) 结束: LS 同步	←	GC (Operate) DX (M-LS=n)	→ → ←	DX (S-LS=m)		

图 36 示例:从启动到循环操作(阶段 4) ( $T_{MAPC}/T_{DP} = 2/1$ )

主站应用		DP 主站		DP 从站		从站应用
		GC (Operate)	→			
		DX (M-LS=n)	→			
			←	DX (S-LS=m+1)		
结束: 启动监视 开始: S-LS 监视		GC (Operate)	→			
		DX (M-LS=n+1)	→			
			←	DX (S-LS=m+2)		

图 37 示例:从启动到循环操作(阶段 5) ( $T_{MAPC}/T_{DP} = 2/1$ )

4.9.4 参数化和组态(Set\_Prm, GSD)

“时钟周期同步驱动器接口”需要的参数见表 26。

表 26 “时钟周期同步驱动器接口”使用的参数(Set\_Prm, GSD)

参 数	名 称	Set_Prm	GSD	数据类型	单位 (内部)	典型值	
						(内部)	(实际值)
DPV1_Slave	支持 DPV1 功能		X	Boolean (1; True)	—	1	True
Isochron_Mode_supp	支持等时同步模式		X	Boolean (1; True)	—	1	True
Isochron_Mode_required	请求等时同步模式		X	Boolean (1; True)	—	1	True
T <sub>BASE_DP</sub>	T <sub>DP</sub> 的时基	x	X	Unsigned32	1/12 μs	1500	125 μs
T <sub>DP_MIN</sub>	最小 T <sub>DP</sub>		X	Unsigned16	T <sub>BASE_DP</sub>	8	1000 μs
T <sub>DP_MAX</sub>	最大 T <sub>DP</sub>		X	Unsigned16	T <sub>BASE_DP</sub>	256	32ms
T <sub>DP</sub>	DP 周期时间	x		Unsigned16	T <sub>BASE_DP</sub>	16	2000 μs
T <sub>MAPC</sub>	主站应用周期时间	x		Unsigned8	T <sub>DP</sub>	1	2000 μs
T <sub>BASE_IO</sub>	T <sub>I</sub> 和 T <sub>O</sub> 的时基	x	X	Unsigned32	1/12 μs	1500	125 μs
T <sub>L_MIN</sub>	最小 T <sub>I</sub>		X	Unsigned16	T <sub>BASE_IO</sub>	1	125 μs
T <sub>I</sub>	实际值获取的时间点	x		Unsigned16	T <sub>BASE_IO</sub>	2	250 μs
T <sub>O_MIN</sub>	最小(T <sub>O</sub> -T <sub>DX</sub> )		X	Unsigned16	T <sub>BASE_IO</sub>	1	125 μs
T <sub>O</sub>	设定值传递时刻	x		Unsigned16	T <sub>BASE_IO</sub>	9	1125 μs
T <sub>DX</sub>	Data_Exchange 时间	x		Unsigned32	1/12 μs	12000	1000 μs
T <sub>PLL_W</sub>	PLL 窗口 (1/2)	x		Unsigned16	1/12 μs	12	1 μs
T <sub>PLL_W_MAX</sub>	最大 PLL 窗口		X	Unsigned16	1/12 μs	12	1 μs
T <sub>PLL_D</sub>	PLL 延时	x		Unsigned16	1/12 μs	0	0 μs

如果参数 Isochron\_Mode\_Supported=0,则其余等时同步参数(在参数化报文或 GSD 文件)是不重要的。

基本时间  $T_{BASE\_DP}$ ,  $T_{BASE\_IO}$  和  $T_{DX}$ ,  $T_{PLL\_W}$ , 及  $T_{PLL\_D}$  的单位  $[1/12 \mu s]$  具有下列优点:

- $1/12 \mu s$  对应于 12M 波特率下的  $t_{BIT}$  (83 ns), 也可被用于其他波特率;
  - $1/12 \mu s$  也允许表示 31.25  $\mu s$ , 例如不需要使用 Float 数据类型;
  - $1/12 \mu s$  作为两个参数  $T_{PLL\_W}$  和  $T_{PLL\_D}$  的单位, 在较低波特率下比使用单位  $t_{BIT}$  设置得更细;
  - $1/12 \mu s$  作为两个参数  $T_{PLL\_W}$  和  $T_{PLL\_D}$  的单位, 允许与波特率无关的实现(例如通过软 PLL)。
- 时间  $T_{PLL\_W}$  (PLL 窗口) 和  $T_{PLL\_D}$  (PLL 延时) 用于参数化 PLL (见 4.9.5.3)。

#### 4.9.5 时钟周期产生(全局控制)和时钟周期保存

##### 4.9.5.1 Global\_Control 服务(当前功能)的定义

通过全局控制报文,主站可向一组从站或所有从站发送命令(SYNC, UNSYNC, FREEZE, UNFREEZE, CLEAR\_DATA)。

在启动过程中,参数化报文规定了将一个从站分配给一个特定组。

全局控制报文的数据部分由 2 个字节组成:

- 第 1 个八位位组: 命令 SYNC ... (编码的比特);
- 第 2 个八位位组: 组 1~8 (编码的比特)。

不重复发送一个已损坏的全局控制报文。

同步类型(“时钟循环同步驱动接口”的扩展)。

在可能的组 1~8 (见上文)中,下面的组被永久保留在 Global\_Control 报文中用于应用时钟循环同步驱动器接口:

- 组 8: 时钟同步

在应用时钟循环同步驱动器接口情况下,在一个周期开始时,DP 主站发送具有组 8ID 的全局控制报文。

在参数化阶段,可能没有将支持等时同步模式的驱动器分配给某个组,但驱动器仍可响应组 8 的全局控制。对于不支持等时同步模式的驱动器,可使用 SYNC/FREEZE 在时钟周期限制下以组 8 工作。

表 27 列出了同步类型的可能组合。

表 27 同步类型的可能组合

同步机制	支持的同步机制		参数化参数		全局控制 (组选择)
	等时同步模式	基本同步 (Sync, Freeze)	Sync, Freeze	Group Ident	
无同步	—	—	—	—	—
用户同步	—	x	x	1~7	1~7
循环同步(结合 Sync 和/或 Freeze 命令的同步报文)	—	x	x	8	8
循环同步 (等时同步模式)	X	—	—	—	8

注: 在本同步机制下不使用。

注：指示主站工作模式的全局控制报文作为附加全局控制被发送给组 0(无组)，使得与无需同步(不用组 8)的从站的混合操作就成为可能。

#### 4.9.5.2 时钟抖动

通过全局控制(Global Control)传输的时钟周期具有下列属性：

- 时钟抖动(Clock Jitter)：见下文；
- 时钟失效(Clock Failure)：不重复发送故障全局控制报文；
- 相移(Phase Shift)：在全局控制运行时间内不同从站间；
- 延时(Time Delay)：在前一周期的报文重发。

因为在每个时钟周期偏差都可能变化，所以时钟抖动是标称时钟时刻的随机偏差。抖动被规定在范围  $0 \cdots x$  (ns)内，这意味着抖动总是标称时钟时刻的附加值。从站控制标称时钟时刻的抖动平均在  $x/2$  内。

下述部件会造成时钟抖动：

- 主站 ASIC；
- Profibus 物理层；
- 中继器；
- 从站 ASIC。

晶振漂移会导致全局控制报文的周期不精确，它随时间而改变(温度影响、老化)。

如果从站评估单个时钟抖动过大，则认为该时钟抖动是时钟失效，然后从站产生一个替代时钟周期(见 4.9.6)。

最大抖动值  $\max T_j$  不得超过  $1 \mu s$ 。如果从站评估单个时钟抖动过大，则认为该时钟抖动是时钟失效。

表 28 所示为等时同步模式下的波特率、最小/最大 DP 时钟周期和抖动的允许条件。

表 28 等时同步模式的条件

波特率 <sup>a</sup>	DP 时钟周期		时钟产生输出	时钟重建输入
	最大值	最小值		
12 Mbit/s	32 ms	0.5 ms	< 200 ns	最大 1 $\mu s$
6 Mbit/s	32 ms	0.5 ms	< 300 ns	最大 1 $\mu s$
3 Mbit/s	32 ms	1 ms	< 450 ns	最大 1 $\mu s$
1.5 Mbit/s	32 ms	2 ms	< 790 ns	最大 1 $\mu s$
允许的失效			连续 3 个错误	连续 5 个错误
<sup>a</sup> 对于时钟周期同步应用，符合 PROFIdrive 的所有主站和从站都应支持 12 Mbit/s。				

主站和从站的比特时钟产生输出不应超过以下限值：

- 比特时钟周期精度 < 0.03%；
- 漂移/时间  $\pm 1$  ppm/min。

#### 4.9.5.3 从站内用于时钟重建的 PLL

通过使用 PLL，可使从站内的时钟抖动平滑，且可补偿时钟失效以及运行时间影响(见图 38)。本条给出 PLL 功能的主要描述。



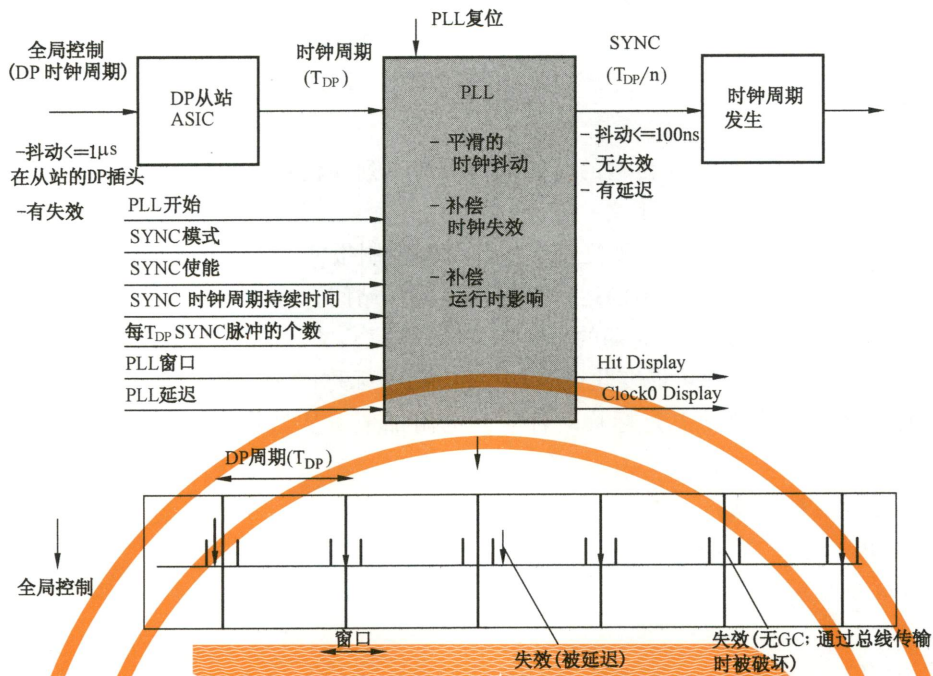


图 38 在从站内用于时钟保存的 PLL

PLL 包含的输入信号(参数或引脚)如表 29 所示。

表 29. PLL 的输入信号

输入信号	描述	输入	
		参数	引脚
PLL 复位	PLL 的硬件复位		x
时钟周期 (Clock cycle)	当接收到用于时钟周期的全局控制报文时, DP 从站 ASIC 指示该接收		x
PLL 启动	可用于停止或启动 PLL	x	
SYNC 模式	同步/非同步; 可用于设置 PLL 是否试图使 SYNC 信号与全局控制报文同步	x	
SYNC 使能	可用于设置是否输出 SYNC 信号	x	
SYNC 时钟周期时间	可用于将 SYNC 时钟周期设置为全局控制时钟周期的整数部分的倍数	x	
每个 TDP 内 SYNC 周期的个数	可用于设置每个全局时钟周期的 SYNC 时钟周期的个数	x	
PLL 窗口	该选择值是容差窗口宽度的一半	x	
PLL 延时	该选择值是产生的 SYNC 时钟周期的延迟时间	x	

注 1: PLL 窗口和 PLL 延时时间参数也是参数化报文 Set\_Prm 的组成部分(见 4.9.4)。  
注 2: 为了设置若干个输入参数, DP 周期时间( $T_{DP}$ )和波特率应为已知。

PLL 的输出信号(寄存器或引脚)如表 30 所示。

表 30 PLL 的输出信号

输出信号	描 述	输出	
		寄存器	引脚
SYNC	PLL 的时钟周期输出是无抖动且在最大可能程度上稳定的时钟。 该时钟周期与 DP 时钟周期的偏离是可设置的固定延时时间(补偿由于全局控制报文运行时间造成从站间的相移)。 SYNC 时钟脉冲的周期是实际 $T_{DP}$ 的整数部分		x
Hit Display	指示一个全局控制报文是否在容差窗口内到达	x	
Clock0 Display	指示刚读出的 SYNC 时钟周期是否与(所期望的)全局控制报文(由延时造成的偏移)相符(第一个时钟周期或 Clock0)	x	

注：在非同步模式(如上所述,输入参数 SYNC 模式),SYNC 信号是具有所期望的周期时间的固定时钟周期。

PLL 的运行如下:(如果 SYNC 模式 = synchronous)

- PLL 的硬件复位;
- PLL 的参数化(见参数设置部分的内容);
- SYNC 时钟与 DP 时钟(瞬时)的同步;
- 在成功同步后,使能 SYNC 信号。

在稳定工作期间 PLL 的行为如下所述:(如果 SYNC 模式 = synchronous)

- SYNC 时钟周期的产生(包括上述要求);
- 当识别出 DP 时钟周期时(在容差窗口内),应启动 PLL 以补偿和显示 DP 时钟周期的检测(hit-display 仍在同一个 DP 周期内);
- 如果 DP 时钟周期失效(在容差窗口之外),则不应启动 PLL 来补偿,但 PLL 可用未改变的 SYNC 时钟周期继续运行;
- 显示刚读回的 SYNC 时钟周期是否符合所期望的 DP 时钟周期(Clock0)。

注:应考虑运行时间补偿(PLL 延时)。

从站接收的全局控制报文经延迟后从 PLL 读出,该延迟时间是参数化的延迟时间(如上所述)。在实现时需考虑该偏移。例如,在 PLL 读出的 SYNC 时钟脉冲之前,在尽可能短的时间内测量实际值( $T_1$ ),见图 39。在更长延时情况下,由于数据交换已经在总线上开始,实际值可能不被传输( $T_{L\_MIN}$  必须比延时长)。

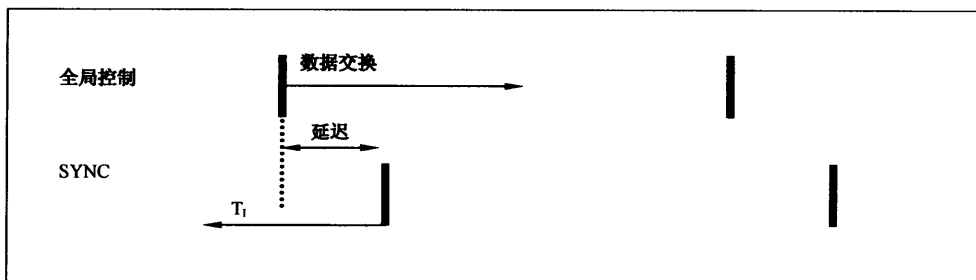


图 39 运行时间补偿

#### 4.9.6 监视机制

##### 4.9.6.1 标准 DP 监视

在 DP 主站监视从站响应:最大  $T_{SDR}$  / 校验和(Checksum)

如果在最大响应时间  $T_{SDR}$  期间从站不响应,或如果主站检测到校验和错误,则主站重发该报文,其重发次数是配置的次数。如果所有报文重发都不成功,则与该从站的通信彻底失败。

如果一个驱动器失效,可以在主站中配置其他驱动器如何予以响应。

设置:  $60 \sim 800 t_{Bit}$  (与波特率有关)。

DP 从站中的监视时间:  $T_{WD}$ 。

在从站中,带有  $T_{WD}$  的看门狗监视确保:如果主站失效,则在看门狗监视时间超时时,从站的输出进入安全状态;这意味着驱动器被停止。对于时钟同步的驱动耦合,该设置应对所有从站尽可能相同(可以同时停止)。

设置:  $T_{WD} > T_{TR}$  (目标轮转时间)。

1 类 DP 主站的监视时间: 数据控制时间(Data Control Time)。

DP 主站(1 类)与分配给它的从站间的用户数据操作,是由该主站使用 Data Control Time(数据控制时间)来监视的。在数据控制时间内,至少一个用户数据传输应已与相应从站正确地进行了交换。如果未完成正确交换,则应将此情况通知给 DP 主站的用户。

设置: 数据控制时间  $\geq 6 \times T_{WD}$  (如上所述)。

#### 4.9.6.2 DP 周期 $T_{DP}$ 的违反

考虑到下述原因,DP 周期  $T_{DP}$  的违反(例如因为报文的重复)不会必然导致通信失效:

——通过失效策略(自身时钟脉冲的产生),可在从站内发现时钟脉冲失效(如下所述,时钟失效);

——通过失效策略(替代值),可在从站内发现可能引起的用户数据失效(如下所述,用户数据失效)。

如图 40 所示,一个 DP 周期的违反可能不会导致时钟脉冲的永久偏移。



图 40 DP 周期违反

注 1: 如果违反 DP 周期,则主站应该确保不发生永久性的时钟脉冲偏移。在违反发生后,可通过调整后续周期的非循环部分,使该周期“迅速进入正确位置”(见 5.9)。

注 2: 几个连续的 DP 周期违反可导致永久性的时钟脉冲偏移(例如通过在主站 ASIC 内的计时器溢出)。

#### 4.9.6.3 时钟失效

从站监视主站的时钟失效。从站成功与时钟周期同步后(即当从站的 Sign-Of-Life 计数器启动时),就启动监视。

为对时钟脉冲失效做出响应,应定义制造商特定的监视阈值。

当超过报警阈值时,故障发生(PROFIdrive: 状态字的组比特、故障参数、工作模式“fault”):该监视确保,当丢失更多的后续报文时,PLL 不丢失未识别的时钟周期同步。

时钟脉冲失效的可能原因:

- 全局控制故障(失效);
- 报文重发;
- 时钟抖动过大;
- 周期时间参数的参数化不正确;
- PLL 的参数化不正确。

在经历了所规定的制造商特定的连续时钟周期失效次数后,产生故障,并且系统应重新同步。

示例：在 4 个 DP 周期后出现故障的时钟失效。见图 41。

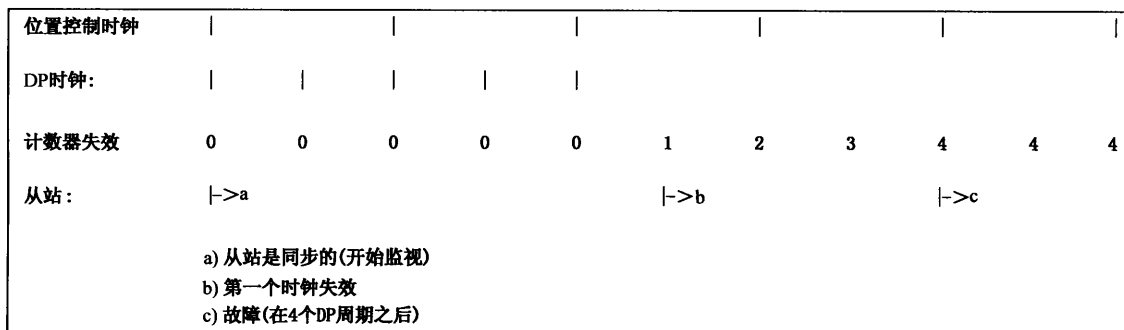


图 41 示例:时钟失效(在 4 个 DP 周期后出现故障)

#### 4.9.6.4 用户数据失效

使用 4 比特计数器(Sign-Of-Life)来保障用户数据的双向传输(主站<—>从站=(见 IEC 61800-7-203,6.3.12),该 4 比特计数器可通过使用 DP 数据交换服务进行传输。

#### 4.10 PROFIBUS DP 特定参数

##### 4.10.1 通信接口相关参数概述

这些参数与驱动单元或站的网络通信接口相关。

与 PROFIBUS DP 接口相关的所有参数的概述见表 31。

表 31 通信系统接口的 PROFIBUS DP 特定参数的概述

PNU	含 义	实 现	有效性范围
918	PROFIBUS DP 节点地址	对于同构的 PROFIBUS DP 从站为必备,其他设备为可选	全局
963	PROFIBUS DP 实际波特率	可选	全局

##### 4.10.2 特定参数的定义

与 PROFIBUS DP 接口相关的参数定义见表 32。

表 32 按参数号列出的 PROFIdrive 特定参数

PNU	含义	数据类型	实现	有效性范围	说 明	备注
918	节点地址	Unsigned16	对同构的 PROFIBUS DP 从站为必备(至少为可读),其他设备为可选	全局	节点地址 0、1 和 2 通常由主站和组态工具占用。因此这些地址不应被 PROFIBUS 上的从站使用。对于在 PROFIBUS 上的从站,第一个合理的节点地址是 3。因为 DP 主站不向地址 126 发出请求,所以节点地址 126 应为参数 918 的缺省设置	—

表 32 (续)

PNU	含义	数据类型	实现	有效性范围	说明	备注
963	实际波特率	Unsigned16	可选	全局	对于波特率是自动识别的,该参数指示的是实际波特率。该参数仅由接口设置。对于无自动识别功能的接口,可通过该参数设置波特率。只有存在 PROFIBUS DP 从站接口时,该参数才有意义。可指定波特率并按表 33 对其进行编码	--

表 33 参数 963 中波特率的编码

参数 963 中的值	含义
0	9.6 kbit/s
1	19.2 kbit/s
2	93.75 kbit/s
3	187.5 kbit/s
4	500 kbit/s
6	1500 kbit/s
7	3000 kbit/s
8	6000 kbit/s
9	12000 kbit/s
10	31.25 kbit/s
11	45.45 kbit/s
255	缺省值,用于未知波特率

注:如特意将参数 963 中的值设为 5,则表示没有定义波特率。

4.11 应用类的特定通信功能

根据 IEC 61800-7-203,6.1.5 对应用类的定义,表 34 规定了驱动器应包含的通信功能,这些功能与基于 PROFIBUS DP 的 PROFIdrive 的特定应用类相匹配。

- 应用类 1:标准驱动;
- 应用类 2:带有分布式控制器的标准驱动;
- 应用类 3:带有本地运动控制的单轴定位驱动;
- 应用类 4:带有集中插补和速度设定值接口的运动控制;
- 应用类 5:带有集中插补和位置设定值接口的运动控制;
- 应用类 6:用于时钟处理过程或分布式角同步的运动控制。

表 34 应用类的特定通信功能

与…相关	功 能	应 用 类					
		1	2	3	4	5	6
DP 从站	非循环服务 MS1 AR				m		
	非循环服务 MS2 AR	m	m	m	m		m
	等时同步模式	o		o	m		m
	发布者功能		m		o		m
	订阅者功能		m		o		m
	Check Ext User Prm 服务	o	o	o	o		o
	报警处理						
DP 主站 (1 类)	非循环服务 MS1 AR				m		
	非循环服务 MS2 AR				m		
	等时同步模式	o		o	m		m
	数据交换广播		m				m
DP 主站 (2 类)	非循环服务 MS2 AR	m	m	m	m		m

注：m——必备；o——可选。

注：对应用类 5 的要求在本行规中未定义，所以在表 34 中没有为该应用类规定行规功能。

## 5 到 PROFINET IO 的映射

### 5.1 概述

本章定义了 PROFIdrive 基本模型到 PROFINET IO 通信系统(见 IEC 61158-5-10, IEC 61158-6-10, IEC 61784-2)的映射。

### 5.2 到 PROFINET IO 数据类型的映射

表 35 列出了 PROFIdrive 标准数据类型到 PROFINET IO 特定数据类型的映射。

表 35 数据类型映射

PROFIdrive 行规中使用的数据类型	PROFINET IO 中等效的数据类型	引用
Boolean	Boolean	见 IEC 61158-5-10
Integer8	Integer8	见 IEC 61158-5-10
Integer16	Integer16	见 IEC 61158-5-10
Integer32	Integer32	见 IEC 61158-5-10
Unsigned8	Unsigned8	见 IEC 61158-5-10
Unsigned16	Unsigned16	见 IEC 61158-5-10
Unsigned32	Unsigned32	见 IEC 61158-5-10
Unsigned64	Unsigned64	见 IEC 61158-5-10
FloatingPoint	Float32	见 IEC 61158-5-10
FloatingPoint64	Float64	见 IEC 61158-5-10



表 35 (续)

PROFIdrive 行规中使用的数据类型	PROFINET IO 中等效的数据类型	引用
VisibleString	VisibleString	见 IEC 61158-5-10
OctetString	OctetString	见 IEC 61158-5-10
UNICODEString	UNICODEString	见 IEC 61158-5-10
TimeOfDay (带日期指示)	TimeOfDay (带日期指示)	见 IEC 61158-5-10
Date	Date	见 IEC 61158-5-10
TimeOfDay (不带日期指示)	TimeOfDay (不带日期指示)	见 IEC 61158-5-10
TimeDifference (带日期指示)	TimeDifference (带日期指示)	见 IEC 61158-5-10
TimeDifference (不带日期指示)	TimeDifference (不带日期指示)	见 IEC 61158-5-10

### 5.3 PROFINET IO 中的基本模型

#### 5.3.1 通信设备

当使用 PROFINET IO 作为通信网络时,PROFIdrive 设备被映射为下列 PROFINET IO 对象:

- 控制器(Controller):用 IO-控制器表示 PROFIdrive 的控制器,例如:PLC、NC 或 PC;
- P-Device:用 IO-设备表示 PROFIdrive 的 P-Device,P-Device 与自动化系统的一个或多个轴相关。
- 监控设备(Supervisor):用 IO-监控设备表示 PROFIdrive 的监控设备,例如:编程设备(PG)或操作面板(OP)。

图 42 示出了使用 PROFINET IO 作为通信网络的典型 PROFIdrive 驱动系统的拓扑结构。

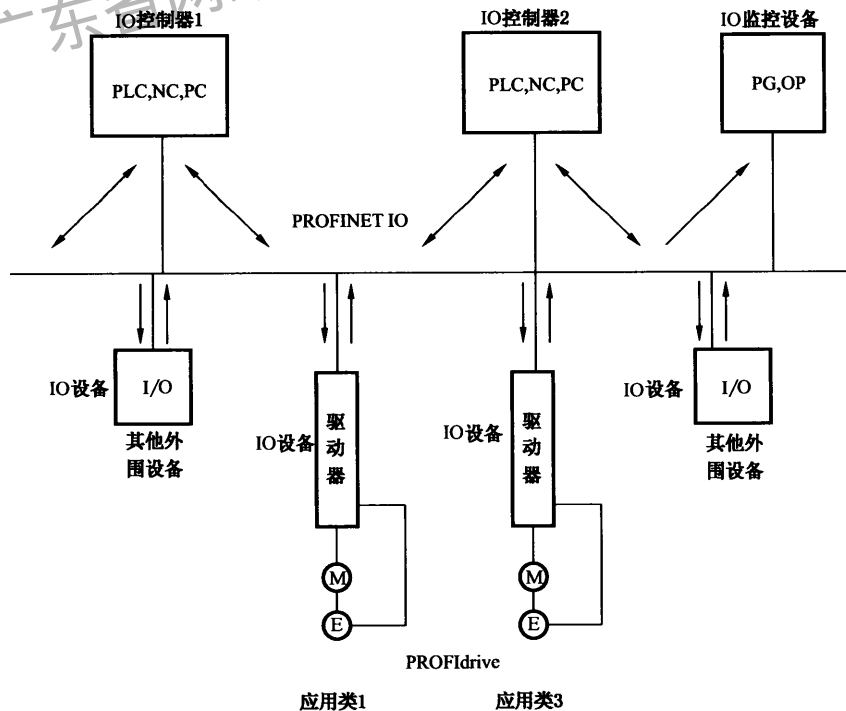


图 42 PROFIdrive 驱动系统中的 PROFINET IO 设备

### 5.3.2 通信关系

设备间的 PROFIdrive 通信关系以下列方式被映射到 PROFINET IO:

- 控制器——P-Device:用 IO AR 表示此通信关系;
- 监控设备——P-Device:用监控设备 AR 表示此通信关系;
- P-Device——P-Device:在 PROFINET 内 P-Device 间的数据交换没有专用的应用关系。P-Device 间的数据交换使用“多播 CR”(MCR)实现,MCR 由 IO 控制器启动并监视。

图 43 示出了 PROFIdrive 设备和它们在 PROFINET IO 上的关系。

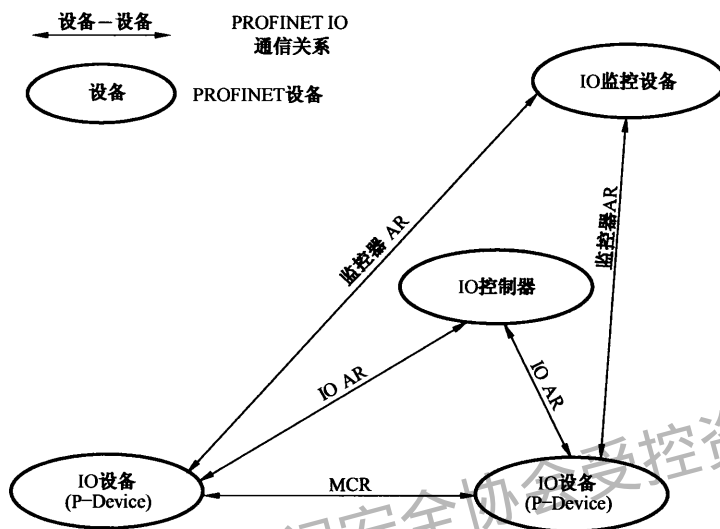


图 43 PROFIdrive 设备和它们在 PROFINET IO 上的关系

### 5.3.3 通信网络

对于将 PROFINET IO 作为 PROFIdrive 的通信系统,PROFIdrive 的通用通信模型见图 44。

在 PROFINET 上下关系中,在 PROFINET IO 上的 PROFIdrive 设备通过下列地址信息来精确定义:

- 网络(PROFINET IO 总线/域);
- 站(PROFINET IO 站名/IP 地址):“站名”明确标识该站。IP 地址被分配给网络接口并对应于“站名”,但可以随通信系统的重新启动而改变。在设置网络组态时分配站名;
- 接口(PROFINET IO 接口 UUID):“接口 UUID”定义了 PROFINET IO 接口的类型,如设备、控制器、监控设备等(见 IEC 61158-5-10,IEC 61158-6-10);
- 对象(PROFINET IO 对象 UUID):“对象 UUID”包括子地址元素制造商、设备类型和实例。对于 PROFINET 设备,Vender-ID 由 PNO 分配,Device Type 由制造商分配,Instance 是在设置网络组态时被分配;
- API:用于 PROFIdrive 的 API 是 0x3A00。在 PROFIdrive 应用内,所有应用过程(AP)都属于 PROFIdrive 应用过程类型(API=0x3A00)。

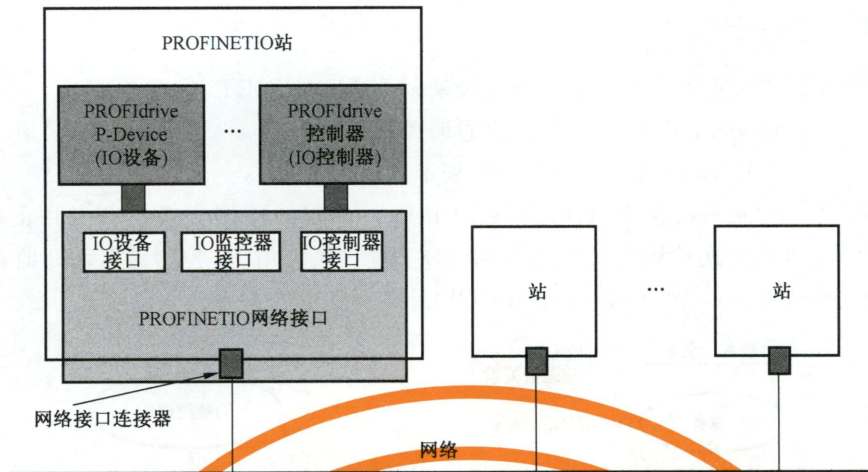


图 44 PROFINET IO 上的 PROFIdrive 通用通信模型

### 5.3.4 通信服务

#### 5.3.4.1 概述

PROFIdrive 基本模型通信服务由下列 PROFINET IO 应用服务元素(ASE)提供。

#### 5.3.4.2 循环数据交换

在 PROFINET IO 上,PROFIdrive 循环数据交换服务由 IO DATA ASE 提供。

- 对于控制器和 P-Device 间的循环数据交换,PROFIdrive 循环数据交换服务由属于 IO AR 一部分的 IO CR 提供。IO AR 由上下关系 ASE(Context ASE)建立;
- 对于 P-Device 和另一个 P-Device 间的循环数据交换,PROFIdrive 循环数据交换服务由 M CR 提供。M CR 的启动和监控应由相关控制器实现(见 IEC 61158-5-10、IEC 61158-6-10)。

#### 5.3.4.3 非循环数据交换

在 PROFINET IO 上,PROFIdrive 非循环数据交换服务由记录数据 ASE(Record Data ASE)提供。

- 控制器和 P-Device 间的非循环数据交换由属于 IO AR 或监控设备 AR(Supervisor AR)一部分的记录数据 CR(Record Data CR)提供;
- 也有可能通过设备访问机制实现非循环(读、写)数据交换。

#### 5.3.4.4 报警机制

在 PROFINET IO 上,PROFIdrive 报警机制由报警 ASE(Alarm ASE)提供。报警 ASE 由属于 IO AR 的一部分的报警 CR(Alarm CR)实现。

#### 5.3.4.5 时钟同步操作

在 PROFINET IO 上,PROFIdrive 时钟同步操作机制由等时同步模式应用 ASE(Isochronous Mode Application ASE)提供。只有在使用带有 IRT 的 PROFINET IO 时,才能实现时钟同步操作。对于使用 IRT 的 PROFINET IO,可能具有不同的 DO 数据周期时间  $T_{DC}$ 。图 45 示出了减速比为 1、2 和 4 的示例,它意味着:(例如)减速比为 4 时,数据周期  $T_{DC}$  是发送时钟(Send Clock)的 4 倍。DO 循环数据对象(Cyclic Data Object)将在每个发送时钟实现(减速比为 1 时),或以较低频度实现(减速比为 2



或 4 时)。这就给出了一种可能性:可以在一个 PROFINET IO 域内,根据不同的性能要求来操作驱动轴,而不会增加额外的通信开销(见 IEC 61158-5-10、IEC 61158-6-10)。

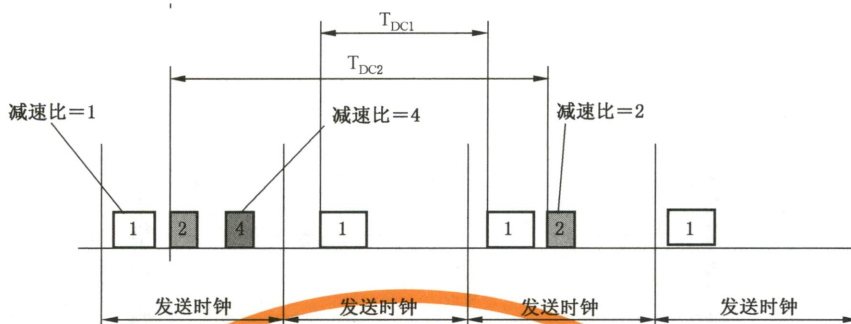


图 45 用于 PROFINET IO 上的 PROFIdrive 的同步通信

### 5.3.5 P-Device 通信模型

图 46 示出了用于 PROFINET IO 通信系统的 P-Device 通信模型。

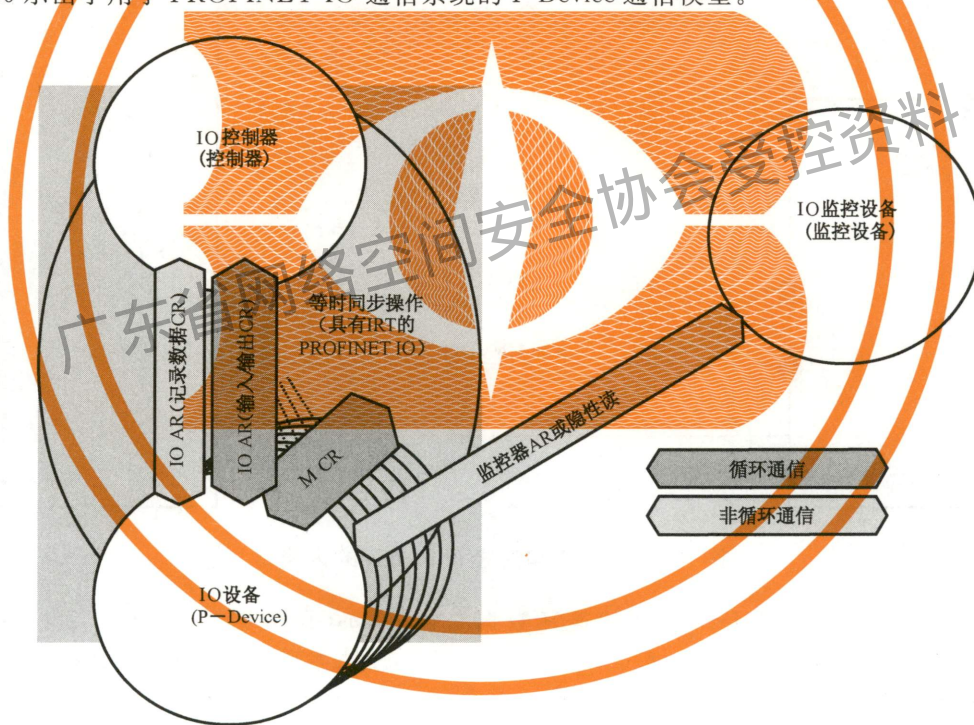


图 46 PROFINET IO 上的 P-Device 通信模型

PROFINET IO 允许在一个域内存在多个控制器。也可以从不同控制器建立并控制一个 P-Device 的多个 DO,甚至还可以多个控制器共享一个 DO。在一个 IRT 域内,有一个专用于等时同步操作模式的时钟主站。

图 47 示出了 IO AR 和监控设备 AR 的主要内容(见 IEC 61158-5-10、IEC 61158-6-10)。对于这两个 AR,记录数据 CR(Record Data CR)是必备的,它对于上下关系管理和 PROFIdrive 参数访问是必须的。IO AR 还包括用于循环数据交换的输入 CR 和输出 CR,以及用于报警机制的报警 CR。

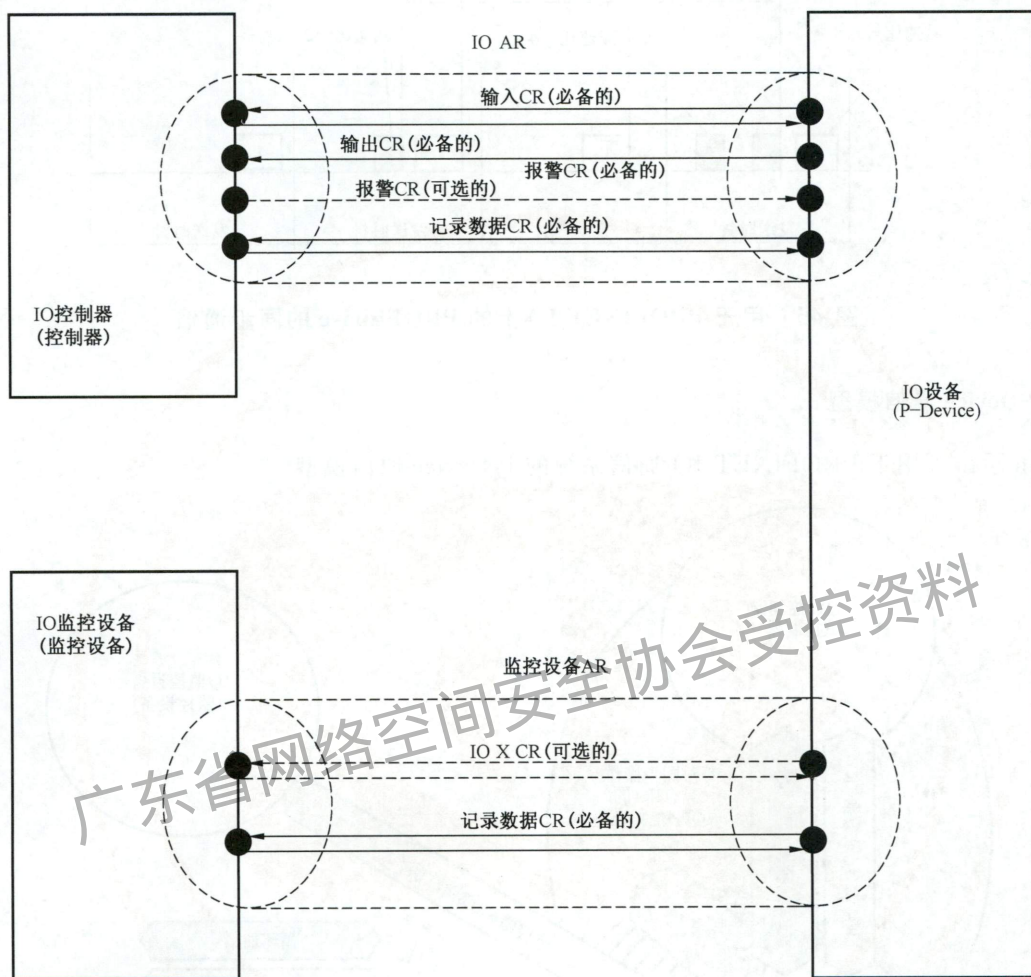


图 47 IO AR 和监控设备 AR 的内容

图 48 示出了用于两个 P-Device 间的循环数据交换的 M CR 的用法(见 IEC 61158-5-10、IEC 61158-6-10)。M CR 的启动和监示是通过一个 IO 控制器实现的,或者当 M CR 的 AR 端点分别属于针对不同 IO 控制器的不同 IO AR 的一部分时,则也可通过多个 IO 控制器实现。



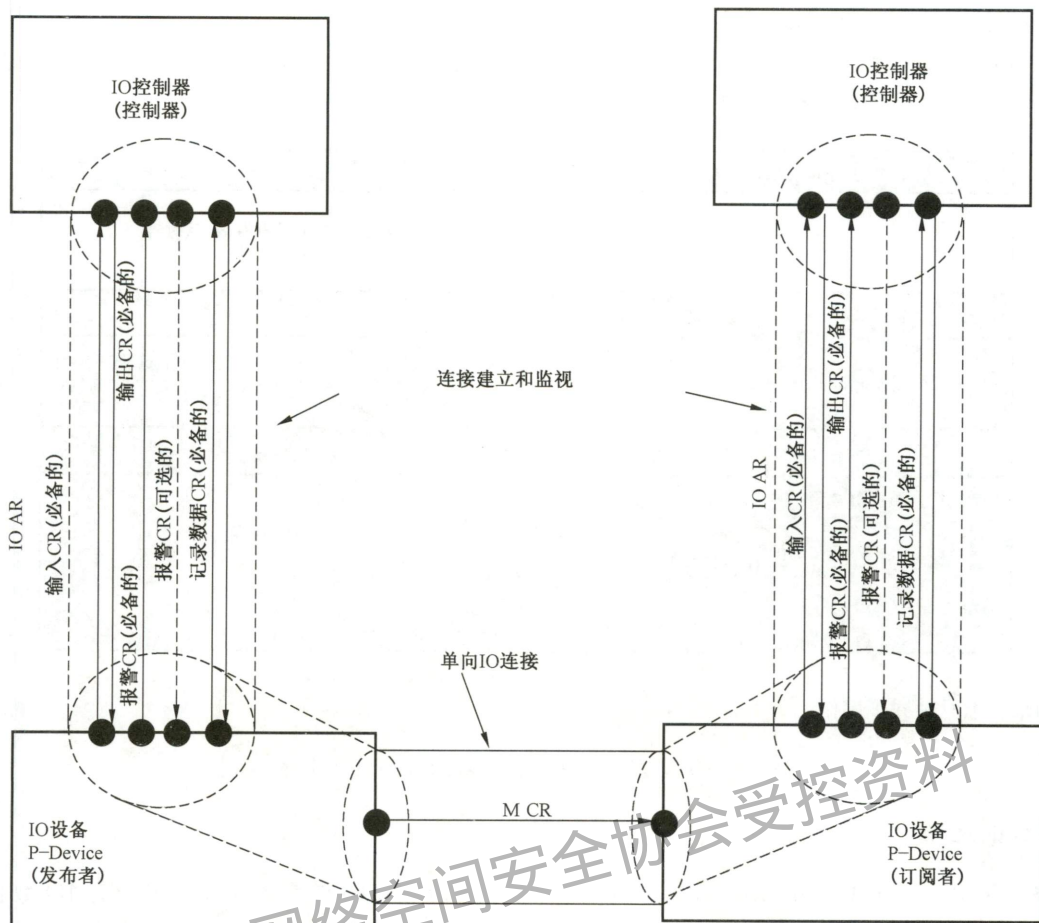


图 48 用于 P-Device 间循环数据交换的 M CR

### 5.3.6 基本模型状态机

对于 PROFINET IO 上的 PROFIdrive, PROFIdrive 基本模型状态机的状态根据图 49 被映射到 PROFINET IO 状态。下面描述了不同阶段所要执行的动作和相应的 PROFINET IO 状态:

- Offline(离线): 在离线状态,没有可用的通信服务。在此阶段,通信系统准备建立基本通信功能以启动上下关系管理进程。此处,这意味着本地组态的评估和对站点的地址分配;
- Phase1(阶段 1): PROFIdrive 阶段 1 包括 PROFINET IO 上下关系管理子步骤 1。首先建立标准 IO AR 以向设备发送标准组态信息和等时同步组态信息。然后启动报警处理程序,并建立一个从时钟与多个从时钟间的本地同步;
- Phase2(阶段 2): PROFIdrive 阶段 2 包括 PROFINET IO 上下关系管理子步骤 2。如果 PROFINET IO 域被组态为以 IRT 模式工作,则随着 IRT 组态信息的出现,标准 IO AR 被终止,并建立新的 IRT-IO AR。阶段 2 以一致性检查和提供者与消费者的激活作为结束;
- Phase3(阶段 3): 此状态是 PROFIdrive 同步状态的第 1 部分,在此状态下 PROFINET IO 应用/应用过程已经被启动(输入 IO 数据和输出 IO 数据都有效),且工作在等时同步模式。此时,PROFIdrive 应用层试图通过活动标记(Life Sign)机制同步其任务。在此阶段,控制器活动标记(C-LS)被同步(也见 IEC 61800-7-203,6.3.12);
- Phase4(阶段 4): 此状态是 PROFIdrive 同步状态的第 2 部分,在此状态下 PROFINET IO 应用/应用过程已经被启动(输入 IO 数据和输出 IO 数据都有效),且工作在等时同步模式。此时,PROFIdrive 应用层试图通过活动标记(Life Sign)机制同步其任务。在此阶段,DO 活动



标记(DO-LS)被同步(也见 IEC 61800-7-203,6.3.12);

—Operation(运行):在 Operation 状态,所有通信服务可用并且激活,应用层上的功能对象也被同步,整个 PROFIdrive 应用已为运行准备就绪。

PROFIdrive					
	参数访问, IO数据无效		参数访问, IO数据有效, 从时钟与主时钟同步		
通信层			应用层		
Offline	Preparation		Synchronization		Operation
	阶段1	阶段2	阶段3	阶段4	
PROFINET IO					
步骤1: 评估本地组态	步骤3: — 建立IO AR — 发送等时同步数据 <sup>a</sup> — 启动报警处理程序 — 建立本地同步 <sup>a</sup>		— 建立IRT/IO AR <sup>a</sup> — 一致性检查及激活提供者 and 消费者 — 本地应用启动	C-LS同步	DO-LS同步
步骤2: 地址分配					生产

<sup>a</sup> 如果要求时钟同步操作。

图 49 基本模型状态机在 PROFINET IO 上的映射

### 5.3.7 CO 的定义

对于 PROFIdrive, PROFINET IO 子槽被定义为通用 CO。CO/子槽应被用来作为 IO 数据、参数访问和报警机制的通信对象。

## 5.4 PROFINET IO 中的驱动模型

### 5.4.1 P-Device

图 50 示出了 PROFIdrive P-Device 在 PROFINET IO 设备上的映射。PROFINET IO 通信系统中用于驱动对象的逻辑地址元素包括:

- 域;
- 站名/IP 地址;
- 接口 UUID;
- 对象 UUID;
- 槽号;
- API(对于 PROFIdrive, 仅 0x3A00 有效)。

### 5.4.2 驱动单元

P-Device 内 PROFIdrive DO 在驱动单元中的集成见图 50。DO 对 DU 的关系和全局 PROFIdrive 参数的有效范围的确定有关。同属一个 DU 的 PROFINET IO 槽组合到一个槽号连续的块中。不允许不同 DU 的槽混合使用。

P-Device 内 DU 的标识是通过对 P-Device 所有槽(DO)的 API 和全局 PROFIdrive 参数 PNU 964.5(DO 号)的赋值来实现的。API=0x3A00 的槽表示 PROFIdrive DO。如果每个槽(除槽 0)都有 PROFIdrive API, 则 P-Device 是同构类型。对每个 DO 的 PNU 964 中轴的个数及 DO 与 PROFIdrive 槽的顺序关系的测定示出了异构 DU 类别的每种 DU 的起始槽和结束槽。



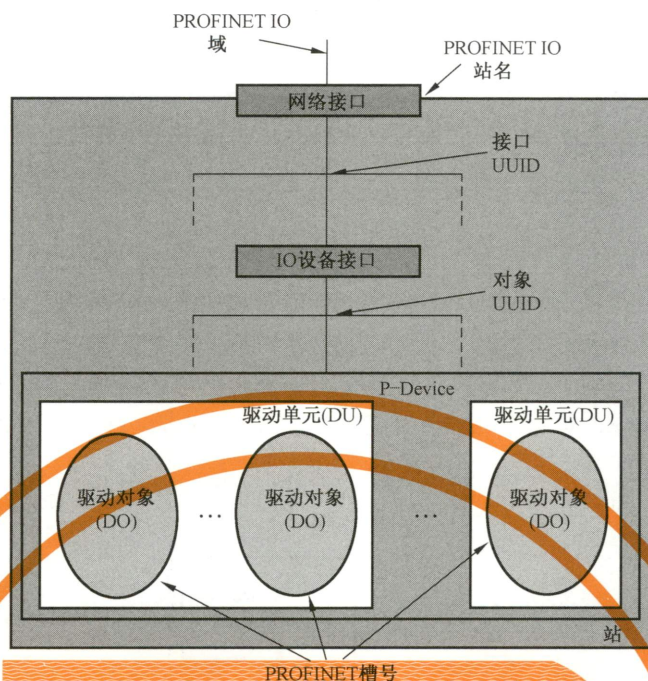


图 50 PROFINET IO 特定逻辑 P-Device 模型(多轴驱动器)

5.4.3 DO 结构

图 51 示出了 DO 的通用结构及 DO 结构元素到 PROFINET IO 上的 P-Device 的 CO 的映射。通常在 PROFINET IO 中,每个 DO 被精确地映射到一个模块/槽。这意味着 PROFIdrive 驱动单元中每个模块是一个 DO。槽 0 被保留专门用于设备代表(Device representative),因此不得把槽 0 用于任何 PROFIdrive 模块。用于 PROFIdrive DO 的有效槽号是从 1~0x7FFF。

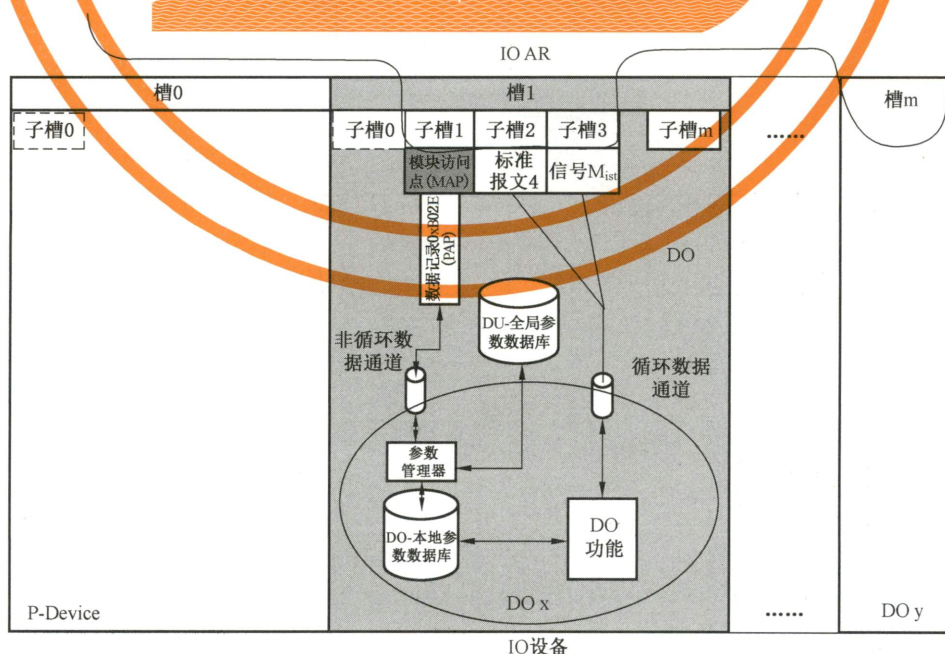


图 51 用 PROFINET IO 子模块(CO)表示 PROFIdrive DO

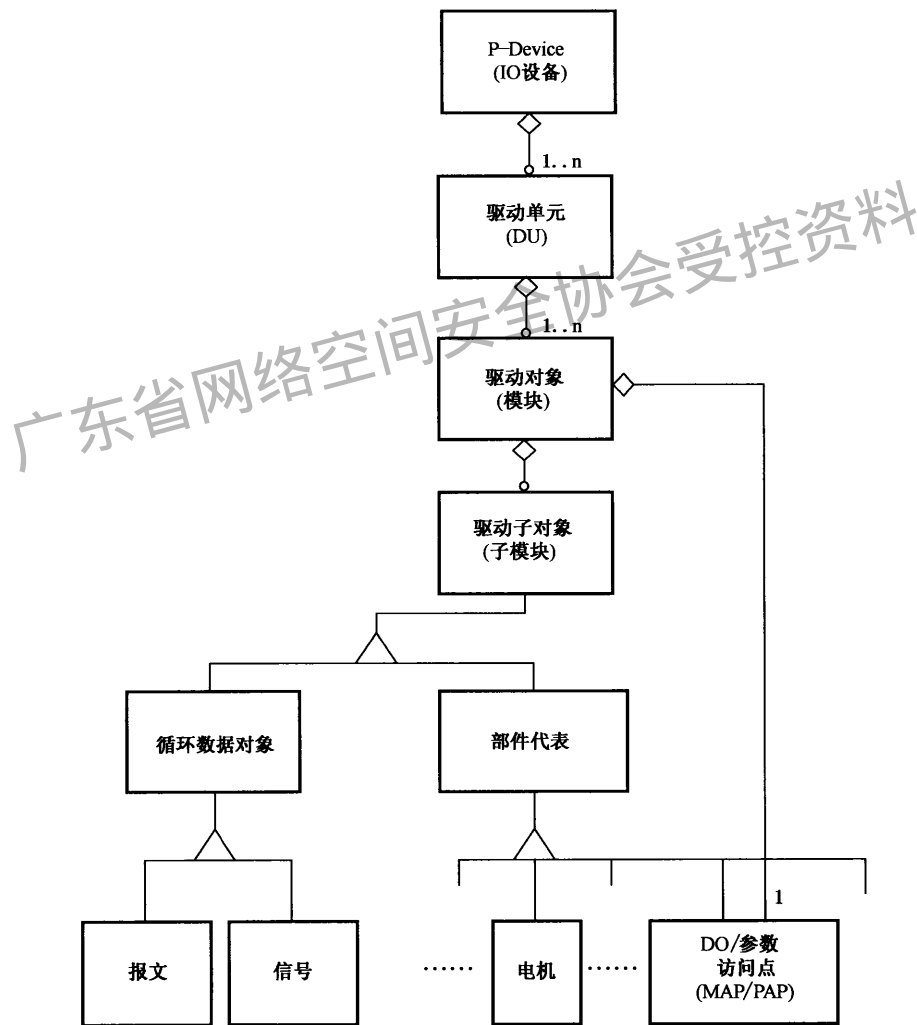
每个 DO 至少包括一个被映射到专用 DO 代表子模块(DO Representative Submodule)的必备模块访问点(MAP)。该 MAP 子模块至少包括一个被映射到专用记录数据对象(见 5.6)的必备参数访问点(PAP)。可以通过 DO 代表子模块(MAP)和特定记录数据对象来访问 DO 参数管理器。DO 参数管理器可以访问 DO 本地参数数据库;也可以访问驱动单元全局参数数据库,因为在 PROFIdrive 中,对全局参数的访问可以通过 DU 中的每个现有 PAP(DO)来实现。可选地,可能有与 DO 的其他子模块相关的附加 PAP。

除了必备 MAP 子模块,DO 还包括附加的(可选的)子模块,它们可被用于:

- 表示用于 DO IO 数据(循环数据通道)的通信端点和构造数据块(报文、信号)中的 DO IO 数据;
- 表示 DO 的物理或逻辑子对象。例如,可以用专用子模块表示轴马达或者特殊模块(可拔插)。

DO 的子模块可以是 AR 的一部分。一个 DO 的子模块也可以被分配给不同的 AR,但是一个子模块只能是一个 AR 的一部分。对此唯一的例外是隐式 AR(Implicit AR),它可以访问每个子模块,但却只是只读的。

P-Device 的相关对象的层次结构见图 52。



说明:

◇——聚合——是……的部分;

△——泛化——是……的子类。

图 52 PROFINET IO 上 P-Device 的层次模型

5.4.4 模块标识号和 API 的定义

一个 PROFIdrive DO 是用一个带有 PROFIdrive AP(API=0x3A00)的模块来表示的。相关模块标识号是制造商特定的(见 IEC 61158-5-10,IEC 61158-6-10)。

5.4.5 子模块标识号的定义

在 PROFIdrive AP(API=0x3A00)上下关系中,DO 的子对象/子模块通过 PROFINET IO 子模块标识号进行标识。因此,所有制造商应按照用于驱动器子对象的表 36 和表 37 来使用子模块标识号。

子模块的标识和功能只取决于子模块标识号(子模块类型类),而不取决于和子模块相关的槽号。

表 36 子模块 ID 的结构

比特	值	含 义
0~15	0~65535	PROFIdrive 子模块类型类(见表 37)
16~31	65536~0xFFFFFFFF	制造商特定(缺省值为 0。可用于制造商特定的子模块变型的编码,例如,用于一个 GSDML 文件中具有不同等时模式属性的子模块)

表 37 子模块类型类的定义

子模块标识号	缩写	含 义	IO 数据长度(Word)	
			输入	输出
0	—	未使用	—	—
1	ST1	IO 数据对象标准报文 1	2	2
2	ST2	IO 数据对象标准报文 2	4	4
3	ST3	IO 数据对象标准报文 3	9	5
4	ST4	IO 数据对象标准报文 4	14	6
5	ST5	IO 数据对象标准报文 5	9	9
6	ST6	IO 数据对象标准报文 6	14	10
7	ST7	IO 数据对象标准报文 7	2	2
8	ST8	IO 数据对象标准报文 8	5	5
9	ST9	IO 数据对象标准报文 9	5	6
10~19	—	保留用于 PROFIdrive 行规	—	—
20	ST20	IO 数据对象标准报文 20(根据 VIK-NAMUR)	6	2
21~29	—	保留用于 PROFIdrive 行规	—	—
30	ST30	IO 数据对象标准报文 30(PROFIsafe)	1	1
31	ST31	IO 数据对象标准报文 31(PROFIsafe)	2	2
32	ST32	IO 数据对象标准报文 32(PROFIsafe)	4	2
33~80		保留用于 PROFIdrive 行规	—	—
81	ST81	IO 数据对象标准报文 81(编码器)	6	2
82	ST82	IO 数据对象标准报文 82(编码器)	7	2
83	ST83	IO 数据对象标准报文 83(编码器)	8	2
84	ST84	IO 数据对象标准报文 84(编码器)	10	2
85~98	—	保留用于 PROFIdrive 行规(编码器报文)	—	—



表 37 (续)

子模块标识号	缩写	含 义	IO 数据长度 (Word)	
			输入	输出
99	—	保留用于 PROFIdrive 行规	—	—
100~60 000	—	保留用于制造商特定报文 IO 数据对象	—	—
60 001~62 000	—	保留用于 PROFIdrive 行规信号数据对象	—	—
62 001~64 000	—	保留用于 PROFIdrive 行规	—	—
64 001~65 529	—	保留用于 PROFIdrive 行规代表 (Profile representative) 数据对象	—	—
65 530	S-REP	安全模块代表	0	0
65 531	I-REP	接口模块代表 (Interface-Module Representative)	0	0
65 532	IF-REP	进给/校正/模组模块代表 (Infeed/Rectifier/Line-Module Representative)	0	0
65 533	C-REP	控制器模块代表 (Controller-Module-Representative)	0	0
65 534	M-REP	电机代表 (Motor-Representative)	0	0
65 535 (=0xFFFF)	DO-REP MAP/PAP	带有 PAP 的 DO 模块代表 (DO-Module Representative) (MAP), 强制实现	0	0

5.5 DO IO 数据

5.5.1 用于 DO IO 数据组态的 CO

PROFINET IO 中, 循环数据通道 (DO IO 数据) 由属于 DO/槽的包含 IO 数据的所有子模块组成。整个 DO IO 数据块的模块化可以通过多个子模块组态来实现, 如图 53 所示。按照 IO 数据对象子模块号的升序来排列 DO IO 数据块。强烈推荐使用 PROFIdrive 标准报文字子模块开始 DO IO 数据块。

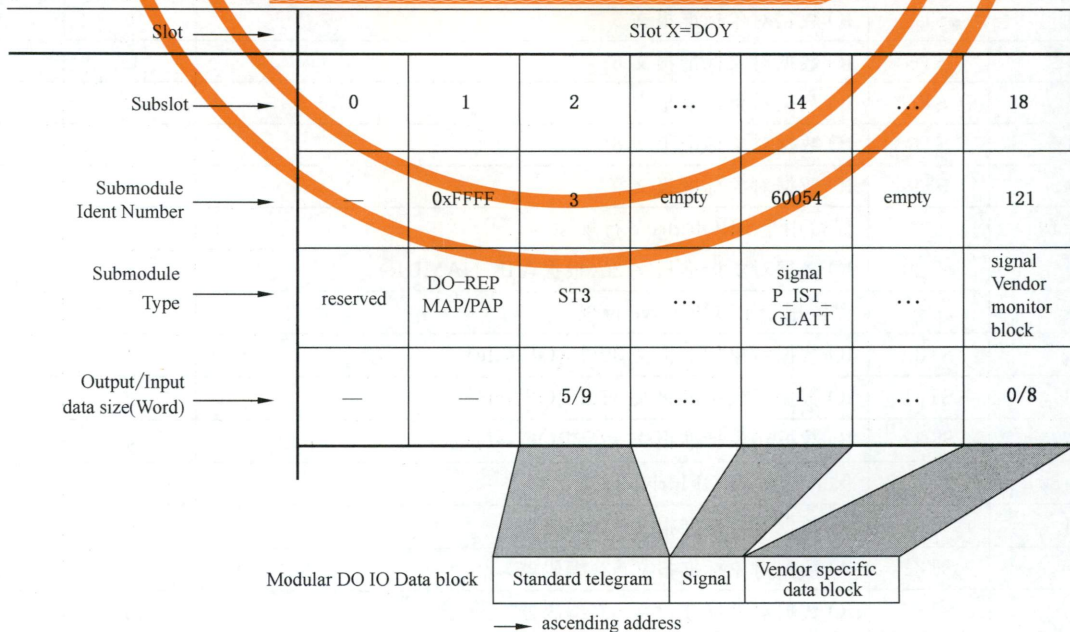


图 53 DO IO 数据块的模块化 (示例)

## 5.5.2 IO 数据生产者和消费者状况

生产者状况(IOPS)和消费者状况(IOCS)相关的细节见 IEC 61158-5-10, IEC 61158-6-10。

## 5.6 参数访问

### 5.6.1 用于参数访问的 PAP

对于 PROFINET IO 上的 PROFIdrive, 记录数据对象被用作 PAP, 它向参数管理器发送请求, 并且将来自参数管理器的响应发送给控制器或监控设备。对于参数访问, 记录数据写访问被定义为对参数管理器的请求, 记录数据读访问被定义用于将该响应传回客户端。

根据图 51, 至少一个 PAP 记录数据对象应与 MAP 类型的必备子模块(子模块类型=0xFFFF)相关。DO 的其他子模块也可支持一个 PAP(例如, 允许访问共享设备组态中的 PROFIdrive 参数的报文子模块)。PROFIsafe 子模块(例如, 报文 30)应总是支持 PAP。已定义的参数访问模式及其相关的记录数据对象(PAP)的列表见表 38。

表 38 参数访问模式(PAP)的定义

MAP 索引 (记录数据对象)	参数访问服务	实现	备注
0x0000~0x7FFF	用户特定记录数据, 可用于用户特定的 PAP	可选的	鉴于兼容性原因, 推荐记录数据 47 (0x2F) 用于基本模式参数全局访问
0x8000~0xAFFF	PROFINET 保留	—	子槽特定索引, 见 IEC 61158-6-10
0xB000~0xB02D	保留用于 PROFIdrive 行规	—	保留用于将来定义
0xB02E	基本模型参数访问——本地 (见 IEC 61800-7-203 中 6.2.3.3)	必备的	与 PROFIBUS DP 参数访问兼容的参数请求, 但通过槽号进行 DO 的寻址
0xB02F	基本模型参数访问——全局 (见 IEC 61800-7-203 中 6.2.3.2)	可选的	与基本模式参数访问(0xB02E)兼容的参数请求, 但通过请求报文首部中的 DO-ID 进行 DO 的寻址
0xB030~0xBFFF	保留用于 PROFIdrive 行规	—	保留用于将来定义
0xC000~0xCF00	PROFINET 保留	—	槽特定索引, 见 IEC 61158-6-10
0xD000~0xDFFF	保留用于 PROFIdrive 行规	—	保留用于将来定义
0xE000~0xEBFF	PROFINET 保留	—	AR 特定索引, 见 IEC 61158-6-10
0xEC00~0xEFFF	保留用于 PROFIdrive 行规	—	保留用于将来定义
0xF000~0xF3FF	PROFINET 保留	—	API 特定索引, 见 IEC 61158-6-10
0xF400~0xF7FF	保留用于 PROFIdrive 行规	—	保留用于将来定义
0xF800~0xFBFF	PROFINET 保留	—	设备特定索引, 见 IEC 61158-6-10
0xFC00~0xFFFF	保留用于 PROFIdrive 行规	—	保留用于将来定义

## 5.6.2 基本模式参数访问

### 5.6.2.1 概述

PROFINET IO 上的每个 PROFIdrive 设备都应支持基本模型参数访问-本地。

PROFINET IO 中的基本模型参数访问应支持至少 255 个字节的请求/响应数据块长度(必备的)。更大数据块长度的支持是可选的。

### 5.6.2.2 基本模式参数访问属性——本地(Local)

对于全局参数访问, 可以使用驱动单元的每个有效 PAP。当通过基本模型参数访问-本地来访问



参数时,不使用参数请求报文首部的 DO-ID,DO 参数管理器也不对其进行检查。

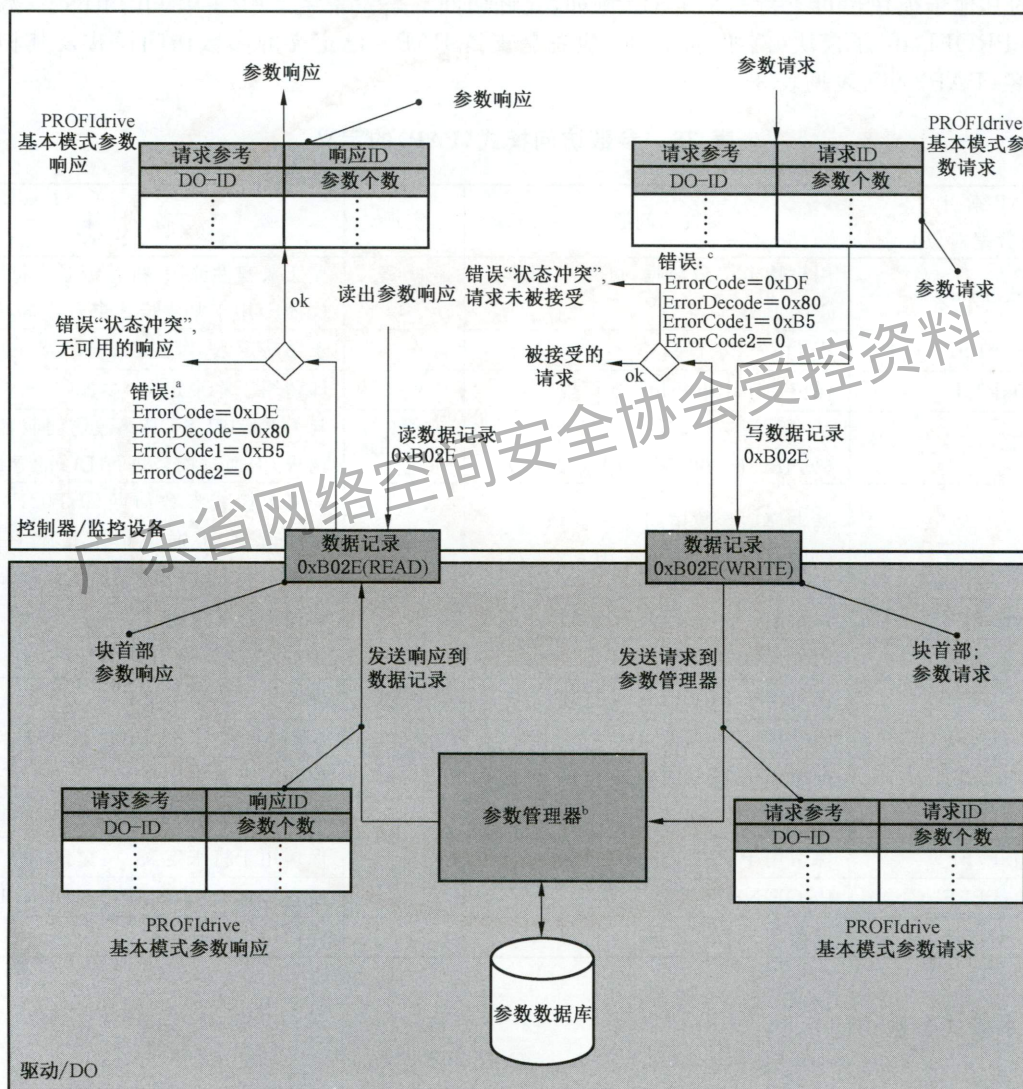
5.6.2.3 基本模式参数访问属性——全局(Global)

只有在参数请求报文首部中包含了有效 DO-ID 时,才能成功地访问 DO 的本地参数。否则,DO 参数管理器将以错误代码 0x19“轴/DO 不存在”来作出响应。

对于全局参数访问,可以使用驱动单元的每个有效 PAP。当访问全局参数时,参数请求报文首部中的 DO-ID 应是一个有效的 DO-ID(0 也是一个有效的 DO-ID)。

5.6.2.4 基本模式参数访问的数据流

图 54 示出了控制器或监控设备与 DO 参数管理器间请求和响应的数据结构的数据流。



<sup>a</sup> 因为参数管理器忙而未完成处理过程的错误,或参数管理器空闲(见 IEC 61800-7-203,3.2.3.6)。  
<sup>b</sup> 每个连接只处理一个参数请求(PAP)。多个 PAP 导致多个状态机,每个状态机处理一个连接(PAP)。  
<sup>c</sup> 如果没有可用的 PAP,也可以使用 Error 为 0xB0。如果在写请求块时,由于该块太大不能装入数据记录中(超出参数管理器输入大小)产生了长度错误,则使用 Error 0xB1。

图 54 用于基本模式参数访问的请求和响应的数据流

## 5.7 P-Device 组态

### 5.7.1 PROFINET IO 上的 P-Device 组态

根据 PROFIdrive 基本模型,P-Device 可以是同构类型或异构类型。对于评估 PROFINET IO 上的 P-Device 类型,与 P-Device 槽相关的 API 是很重要的。如果 P-Device 的所有槽(槽 0 除外)都具有 PROFIdrive API(0x3A00),那么 P-Device 是同构类型。该同构类型的 P-Device 只由一个驱动单元组成,这个驱动单元组成整个 P-Device(槽 0 以外的所有槽)。

如果这些槽(槽 0 除外)被分配了不同的 API(但至少有一个槽具有 PROFIdrive API),那么 P-Device 是异构类型。这种情况下,P-Device 可能由多个驱动单元组成。为进一步评估 P-Device 组态,必须计算出被分配了 PROFIdrive API 的 P-Device 的所有槽。通过评估所有 PROFIdrive 槽/DO 的 PNU964.5 的内容,就能知道槽/DO 对于驱动单元的分配。

### 5.7.2 PROFINET IO 上的驱动单元组态

图 55 示出了 PROFINET IO 上的通用驱动单元组态。从逻辑角度,存在两类对象:

- DO:由 DO-ID 命名和标识,它们表示应用功能性和应用过程;
- 槽:由槽号命名和识别,它们表示 DO 的全局通信端点(CO)。

这两类对象是通过 DO-ID 与相应槽号的关联来组态的。

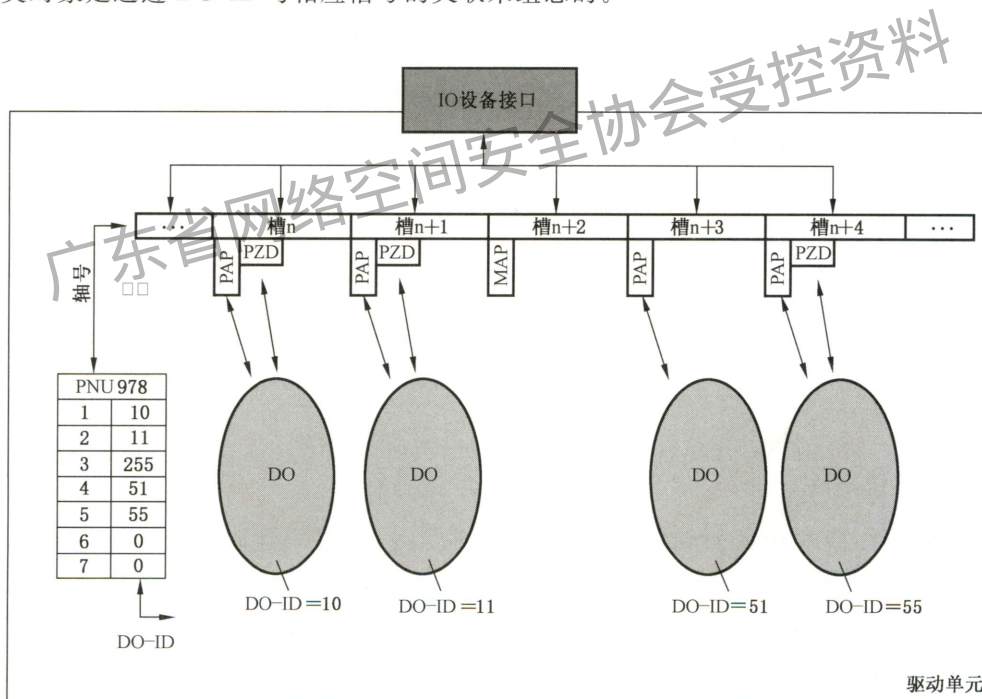


图 55 PROFINET IO 上的模块化驱动单元类型的组态和通信通道

### 5.7.3 获取驱动对象 ID(DO-ID)

将轴号分配给 DO-ID 通过可选的全局参数 P978“所有 DO-ID 列表”实现,见图 55 和图 56。如果驱动单元不含有参数 P978,那么 DO-ID 等于 DU 内部的轴号(对于基本模型参数访问-全局,DO-ID 是必须的)。PROFINET 的 P-Device 的每个轴号只与 DU 的一个槽相关。DU 内的第一个槽被分配给轴号 1(见图 55 的示例)。

用于 P978“所有 DO-ID 列表”的规则如下:



- 子索引 = 轴号 - 1;
- 如果一个槽插有模块,但没有 DO 与之关联(图 55 中的槽 3),那么 P978 中的 DO-ID 的值等于 255;
- 如果已经列出了所有被组态的槽(所有的 DO-ID),那么 P978 中的列表以 DO-ID 值等于 0 的两个列表元素结束。

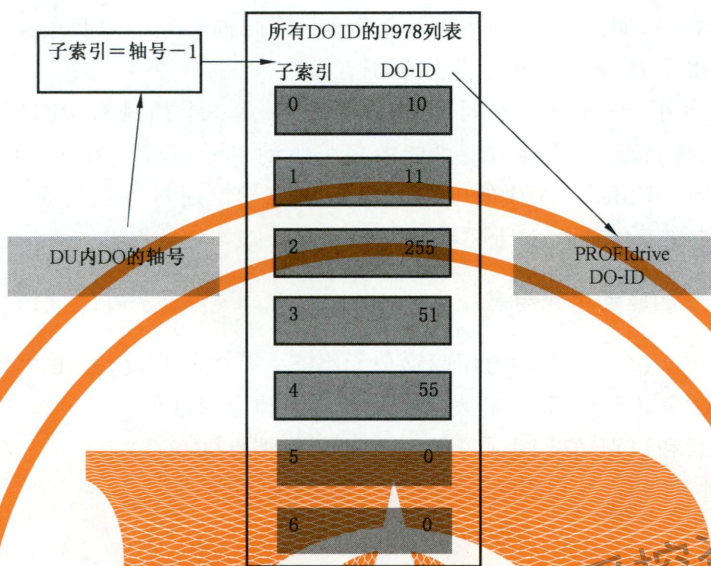


图 56 PROFINET IO 上 DU 的参数 P978“所有 DO-ID 列表”的含义

## 5.8 报警机制

### 5.8.1 诊断对象的使用

在 PROFIdrive 驱动对象(DO)内,IEC 61800-7-203,6.3.8.4 内定义的 PROFIdrive 诊断对象应被映射到行规特定 PROFINET IO 诊断对象。这些诊断对象应用“通道诊断”诊断类型来表示(见 IEC 61158-5-10 和 IEC 61158-6-10)。

### 5.8.2 报警机制的使用

对于报警机制,应使用 PROFINET IO 报警 ASE(见 IEC 61158-5-10 和 IEC 61158-6-10)。在该报警机制中,符合 5.8.1 中定义的诊断对象是通过“通道诊断”机制来传输的。如果控制器不支持报警,则确认将是“不支持”。不强制 DO 对该负确认进行响应,DO 也可忽略它(不予以响应)。PROFINET IO 报警机制中 AlarmNotification-PDU 的定义见表 39。

表 39 AlarmNotification-PDU 的使用

属性	含义
BlockHeader	见 IEC 61158-6-10
AlarmType	0x01“诊断出现”,通知一个或多个诊断对象的出现或消失; 0x0C“诊断消失”,通知所有诊断对象消失(通过该报警类型,忽略 AlarmNotification-PDU 中的 ChannelDiagnosisData)
API	0x3A00(PROFIdrive 行规)

表 39 (续)

属 性	含 义
SlotNumber	与诊断对象相关的 DO(模块)的槽号
SubslotNumber	与诊断对象相关的子模块(如果没有特定关联,则典型地为 MAP 子模块)的子槽号
ModuleIdentNumber	与诊断对象相关的 DO(模块)的模块标识号
SubmoduleIdentNumber	与子槽号相关的子模块的标识号(例如,0xFFFF 用于与 MAP 子模块相关的报警通道)
AlarmSpecfier	见 IEC 61158-6-10(报警类型“诊断”)
UserStructureIdentifier	0x8000(通道诊断数据)
Mult.ChannelDianosisData	“ChannelDianosisData”结构的列表(见表 40)

注:星号(\*)表示该结构可出现多次(或者,如果 AlarmType 为“Diagnosis Disappears”,则被忽略)。

### 5.8.3 ChannelDiagnosisData 结构的使用

ChannelDiagnosisData 结构的定义见表 40。

ChannelProperties.Specifier 和 ChannelPreoperties.MaintenanceDemanded 的设置见图 57。

表 40 ChannelDiagnosisData 使用

属性	含 义
ChannelNumber	0x8000(整个子模块)或制造商特定组件 ID
ChannelProperties.Type	0
ChannelProperties.Reserved	0
Channelproperties.Maintenance	故障和相关 PROFIdrive 故障/报警机制的严重性编码 故障(PROFIdrive 故障缓冲)=诊断 ——MaintenanceDemanded=false ——MaintenanceRequired=false 报警(PROFIdrive 报警机制)=需要维护 ——MaintenanceDemanded=true ——MaintenanceRequired=false 预防性维护=需要维护 ——MaintenanceDemanded=false ——MaintenanceRequired=true
ChannelProperties.Specifier	报警状态变化的编码: 0x00=所有后来的报警消失 0x01=出现 0x02=消失 0x03=消失,但其他保留
ChannelProperties.Direction	与子模块类型相关的方向 0x01(输入)=所有空的子模块(MAP 和设备代表子模块)与仅有输入的子模块/报文 0x02(输出)=所有仅有输出的子模块/报文 0x03(输入/输出)=所有输入/输出子模块,例如所有标准报文
ChannelErrorType	见表 41

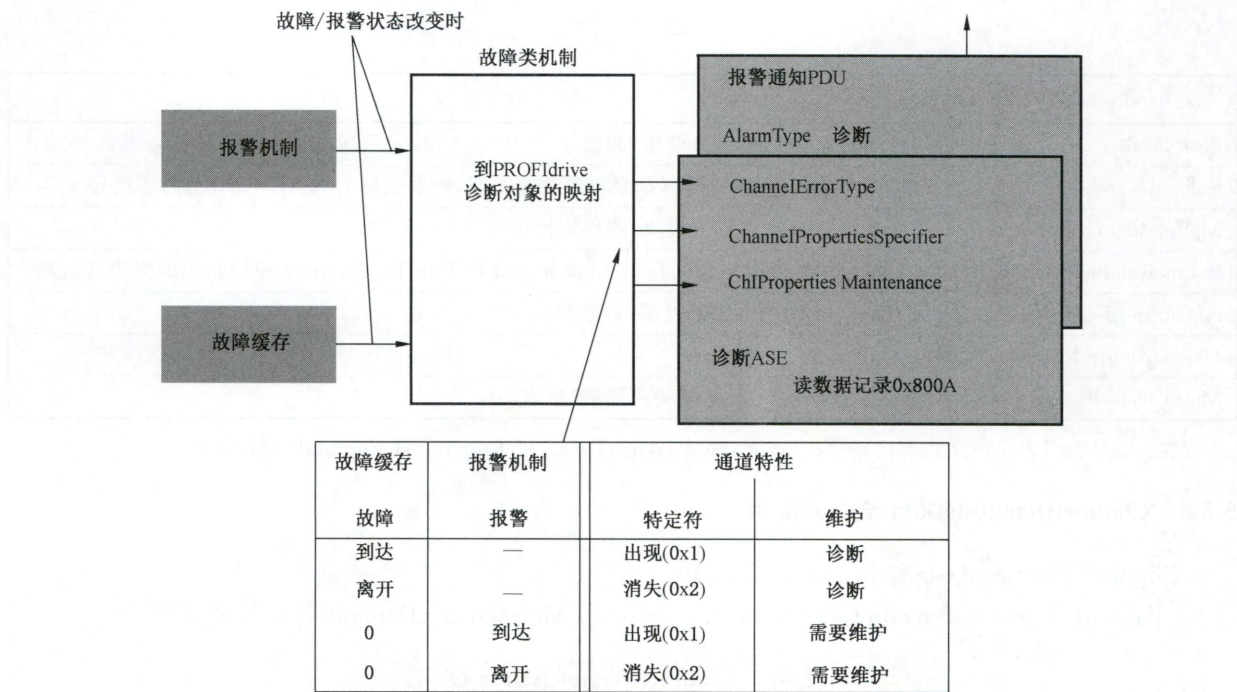


图 57 根据故障类机制生成诊断数据

#### 5.8.4 ChannelErrorType 的使用

ChannelErrorType 的定义见表 41。

表 41 ChannelErrorType 的使用

ChannelErrorType	含义/诊断对象
0x9000	微控制器硬件或软件
0x9001	电网供电电源
0x9002	低压电源
0x9003	直流母线过压
0x9004	功率电子电路
0x9005	过温电子设备
0x9006	隔离故障
0x9007	电机过载
0x9008	现场总线系统
0x9009	安全通道
0x900A	反馈
0x900B	内部通信
0x900C	馈电
0x900D	制动电阻
0x900E	线性滤波器



表 41 (续)

ChannelErrorType	含义/诊断对象
0x900F	外部的
0x9010	工艺
0x9011	工程
0x9012	辅助设备
0x9013	其他
0x9014~ 0x9FFF	保留

### 5.8.5 诊断信息的按需访问

控制器可以使用标准 PROFINET IO 诊断 ASE 从 DO 中读取实际的诊断信息。在该诊断机制中,符合 5.8.1 中定义的诊断对象是通过“通道诊断”机制来传输的。PROFINET IO 诊断机制使用的 DiagnosisData 的定义见表 42。

表 42 DiagnosisData 的使用

属 性	含 义
BlockHeader	见 IEC 61158-6-10
API	0x3A00(PROFIdrive 行规),如果 BlockVersionLow=1,只有属性 API 可用。BlockVersionLow=1,忽略属性 API
SlotNumber	与诊断对象相关的子模块的槽号(典型地是 MAP 子模块,如果特定关系不可能)
SubslotNumber	与诊断对象相关的 DO(模块)的 MAP/PAP 的子槽号
ChannelNumber	0x8000(整个子模块)或者制造商特定的组件 ID
ChannelProperties.Type	0
ChannelProperties.Direction	与子模块类型相关的方向 0x01(输入) = 所有空的子模块(MAP 和设备代表子模块)与仅有输入的子模块/报文。 0x02(输出) = 所有仅有输出的子模块/报文。 0x03(输入/输出) = 所有输入/输出子模块,例如所有标准报文
UserStructureIdentifier	0x8000(ChannelDiagnosisData)
ChannelDiagnosisData *	ChannelDiagnosisData 结构的列表(见表 40)

注:星号表示该结构可出现多次。

### 5.9 时钟同步操作

图 58 示出了 PROFINET IO 等时同步数据周期的序列。



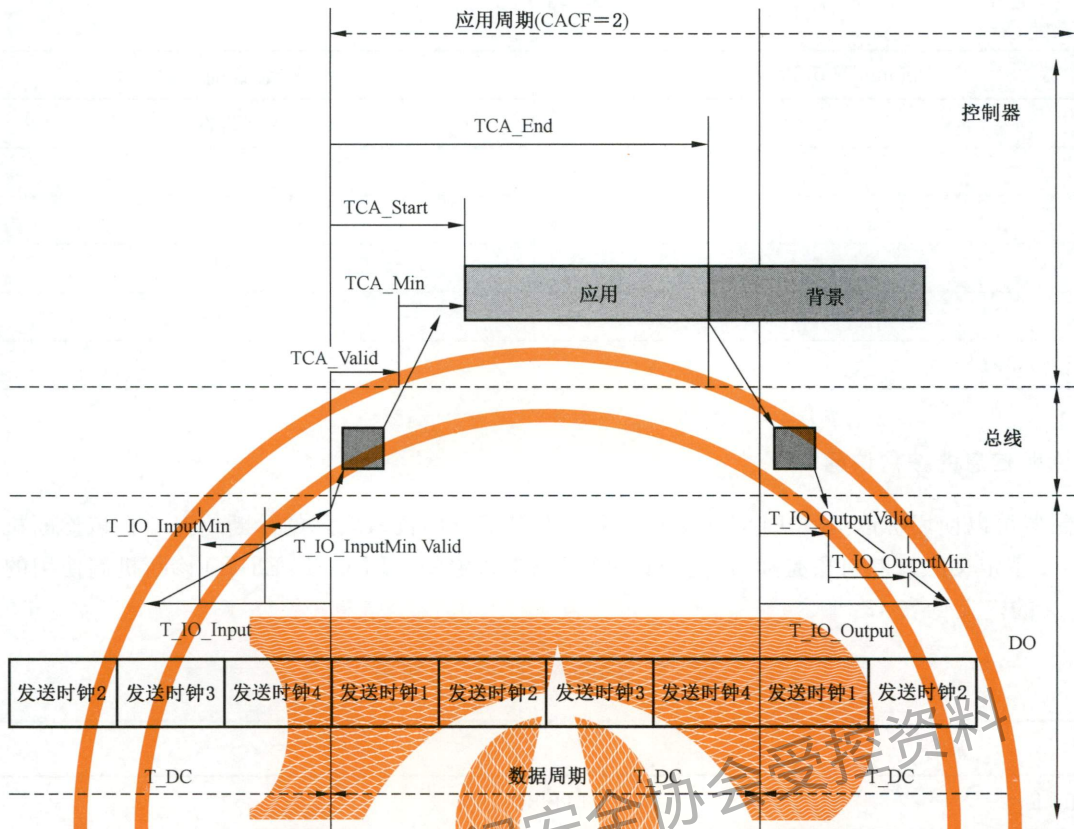


图 58 同步数据周期的序列

- T\_DC(数据周期时间)  
IRT 通信周期的数据周期时间。
- CACF(控制器应用周期)  
控制器应用过程的周期时间,它是 T\_DC 的倍数。
- T\_IO\_Input(实际值获取时间)  
与 T\_DC 起始相关的、用于实际值获取的时间。
- T\_IO\_InputMin(获取过程必须的延迟时间)  
在通信系统的发送工作准备就绪前,输入值的获取和处理所需的最大时间。
- TCA\_Min(控制器应用过程必须的延迟时间)  
在新实际值对控制器应用过程有效前,处理该实际值所需的最大时间。
- TCA\_Valid(输入数据成为可用需要的时间)  
新输入数据(实际值)准备好能被控制器应用过程处理的时间。
- T\_IO\_Output(设定值传输的时间)  
在新设定值对轴应用过程变为有效时,与 T\_DC 循环的结束有关的时间。
- T\_IO\_OutputMin(设定值传输进程必须的延迟时间)  
DO 中新设定值对应用过程变为有效前,在 DO 中处理该设定值所需的最大时间。
- T\_IO\_OutputValid(输出数据成为可用需要的时间)  
来自控制器的新输出数据(设定值)在 DO 上可用所需的时间。

## 5.10 PROFINET IO 特定参数

### 5.10.1 通信接口相关参数概述

这些参数与驱动单元或站的网络通信接口相关。

与 PROFINET IO 接口相关的所有参数的概述见表 43。

表 43 用于“通信系统接口”的特定 PROFINET IO 参数概述

PNU	含 义	实 现	有效范围
61000	站名(只读)	可选	全局
61001	站 Ip(只读)	可选	全局
61002	站 Mac(只读)	可选	全局
61003	站缺省网关(只读)	可选	全局
61004	站子网掩码(只读)	可选	全局

### 5.10.2 特定参数的定义

与 PROFINET IO 接口相关的参数的定义见表 44。

表 44 按参数号列出的 PROFIdrive 特定参数

PNU	含义	数据类型	实现	有效范围	说 明	参考
61000	站名	OctetString[240], 无 NULL 结束符	可选	全局	该只读参数包含 PROFINET IO 网络接口的站名,它与此驱动单元相关。这是与标准 PROFINET IO 机制并行的一个附加服务,这就可以通过 PROFIdrive 参数访问来获得站名。详见 IEC 61158-5-10	IEC 61158-5-10
61001	站 IP	OctetString[4]	可选	全局	该只读参数包含 PROFINET IO 网络接口的站的 IP 地址,它与驱动单元相关。这是与标准 PROFINET IO 机制并行的一个附加服务,这就可以通过 PROFIdrive 参数访问来获得站 IP 地址。详见 IEC 61158-5-10	IEC 61158-5-10
61002	站 Mac	OctetString[6]	可选	全局	该只读参数包含 PROFINET IO 网络接口的站 MAC 地址,它与驱动单元相关。这是与标准 PROFINET IO 机制并行的一个附加服务,这就可以通过 PROFIdrive 参数访问来获得站 MAC 地址。详见 IEC 61158-5-10	IEC 61158-5-10
61003	站标准网关	OctetString[4]	可选	全局	该只读参数包含 PROFINET IO 网络接口的站的下一个缺省网关,它与驱动单元相关。这是与标准 PROFINET IO 机制并行的一个附加服务,这就可以通过 PROFIdrive 参数访问来获得站的下一个缺省网关。详见 IEC 61158-5-10	IEC 61158-5-10

表 44 (续)

PNU	含义	数据类型	实现	有效范围	说 明	参 考
61004	站子网掩码	OctetString[4]	可选	全局	该只读参数包含 PROFINET IO 网络接口的站的子网掩码,它与驱动单元相关。这是与标准 PROFINET IO 机制并行的一个附加服务,这就可以通过 PROFIdrive 参数访问来获得 PROFINET 接口的子网掩码。详见 IEC 61158-5-10	IEC 61158-5-10

5.11 应用类特定通信功能

根据 IEC 61800-7-203 的 6.1.5 中应用类的定义,表 45 规定了驱动器应该包含的通信功能,这些功能与 PROFINET IO 上用于 PROFIdrive 的特定应用类相匹配。

- 应用类 1:标准驱动;
- 应用类 2:带有分布式控制器的标准驱动;
- 应用类 3:带有本地运动控制的单轴定位驱动;
- 应用类 4:带有集中插补和速度设定值接口的运动控制;
- 应用类 5:带有集中插补和位置设定值接口的运动控制;
- 应用类 6:带有时钟处理或分布式角同步的运动控制。

表 45 应用类的特定通信功能

功 能	应 用 类					
	1	2	3	4	5	6
RT	m	m	m	m	—	m
IRT	o	—	—	m	—	m
M CR(广播)	—	m	—	o	—	m
注: m=必备;o=可选。						

关于表 45 的信息:

在本行规中未定义应用类 5 的要求。因此在表 45 中未规定用于此应用类的行规功能。

## 参 考 文 献

- [1] IEC 60050-351 International Electrotechnical Vocabulary—Part 351:Control technology
- [2] IEC 61158-2 Industrial communication networks—Fieldbus specifications—Part 2 (Ed. 4.0):Physical layer specification and service definition
- [3] IEC 61158-3-3 Industrial communication networks—Fieldbus specifications—Part 3-3 (Ed.1.0):Data-link layer service definition—Type 3 element
- [4] IEC 61158-4-3 Industrial communication networks—Fieldbus specifications—Part 4-3 (Ed.1.0):Data-link layer protocol definition—Type 3 element
- [5] IEC 61499-1:2005 Function blocks—Part 1:Architecture
- [6] IEC 61800(all parts) Adjustable speed electrical power drive systems
- [7] IEC 61800-7-1 Adjustable speed electrical power drive systems—Part 7-1:Generic interface and use of profiles for power drive systems—Interface definition
- [8] IEC 61800-7-201 Adjustable speed electrical power drive systems—Part 7-201:Generic interface and use of profiles for power drive systems—Profile type 1 specification
- [9] IEC 61800-7-202 Adjustable speed electrical power drive systems—Part 7-202:Generic interface and use of profiles for power drive systems—Profile type 2 specification
- [10] IEC 61800-7-204, Adjustable speed electrical power drive systems—Part 7-204:Generic interface and use of profiles for power drive systems—Profile type 4 specification
- [11] IEC 61800-7-301, Adjustable speed electrical power drive systems—Part 7-301:Generic interface and use of profiles for power drive systems—Mapping of profile type 1 to network technologies
- [12] IEC 61800-7-302, Adjustable speed electrical power drive systems—Part 7-302:Generic interface and use of profiles for power drive systems—Mapping of profile type 2 to network technologies
- [13] IEC 61800-7-304, Adjustable speed electrical power drive systems—Part 7-304:Generic interface and use of profiles for power drive systems—Mapping of profile type 4 to network technologies
- [14] IEC/TS 61915 Low-voltage switchgear and controlgear—Principles for the development of device profiles for networked industrial devices
- [15] IEC/TR 62390:2005, Common Automation Device—Profile Guideline
- [16] ISO/IEC 2382-15:1999 Information technology—Vocabulary—Part 15:Programming languages
- [17] ISO/IEC 19501, Information technology—Open Distributed Processing—Unified Modeling Language (UML) Version 1.4.2
- [18] ISO 15745-1:2003 Industrial automation systems and integration—Open systems application integration framework—Part 1:Generic reference description
- [19] EN 50325-4, Industrial communication subsystem based on ISO 11898 (CAN) for controller-device interfaces—Part 4:CANopen
- [20] PNO/3.502:Profile Guidelines—Part 1:Identification & Maintenance Functions, available by <<http://www.profibus.com>>, Order No.3.502

广东省网络空间安全协会受控资料

中华人民共和国  
国家标准

**PROFIBUS & PROFINET**

**技术行规 PROFIdrive**

**第2部分：行规到网络技术的映射**

GB/T 25740.2—2013

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

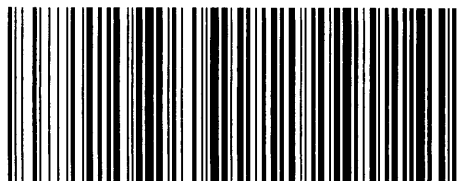
\*

开本 880×1230 1/16 印张 5.75 字数 153 千字  
2014年5月第一版 2014年5月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-48967 定价 75.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107



GB/T 25740.2-2013