

现场总线 (PROFIBUS) 技术简介

摘要：

本文介绍了 Profibus-DP 系统的特性、通信模型及传输协议。

关键字：Profibus-DP；DP 主站；DP 从站。

内容：

第二章：现场总线 PROFIBUS 技术要点

本章从 PROFIBUS 协议标准角度，概要说明了 PROFIBUS 技术要点。使读者可快速了解 PROFIBUS 技术概貌。

2.1 PROFIBUS 概貌

- (1) PROFIBUS 是一种国际化、开放式、不依赖于设备生产商的现场总线标准。广泛适用于制造业自动化、流程工业自动化和楼宇、交通、电力等其他领域自动化。
- (2) PROFIBUS 由三个兼容部分组成，即 PROFIBUS-DP(Decentralized Periphery)、PROFIBUS-PA(Process Automation)、PROFIBUS-FMS(Fieldbus Message Specification)。
- (3) PROFIBUS-DP：是一种高速低成本通信，用于设备级控制系统与分散式 I/O 的通信。使用 PROFIBUS-DP 可取代办 24VDC 或 4-20mA 信号传输。
- (4) PROFIBUS-PA：专为过程自动化设计，可使传感器和执行机构联在一根总线上，并有本征安全规范。
- (5) PROFIBUS-FMS：用于车间级监控网络，是一个令牌结构、实时多主网络。
- (7) PROFIBUS 是一种用于工厂自动化车间级监控和现场设备层数据通信与控制的现场总线技术。可实现现场设备层到车间级监控的分散式数字控制和现场通信网络，从而为实现工厂综合自动化和现场设备智能化提供了可行的解决方案。

2.2 PROFIBUS 基本特性

2.2.1 PROFIBUS 协议结构

PROFIBUS 协议结构是根据 ISO7498 国际标，以开放式系统互连网络 (Open System Interconnection—SIO) 作为参考模型的。该模型共有七层，如下图 2-1 所示：

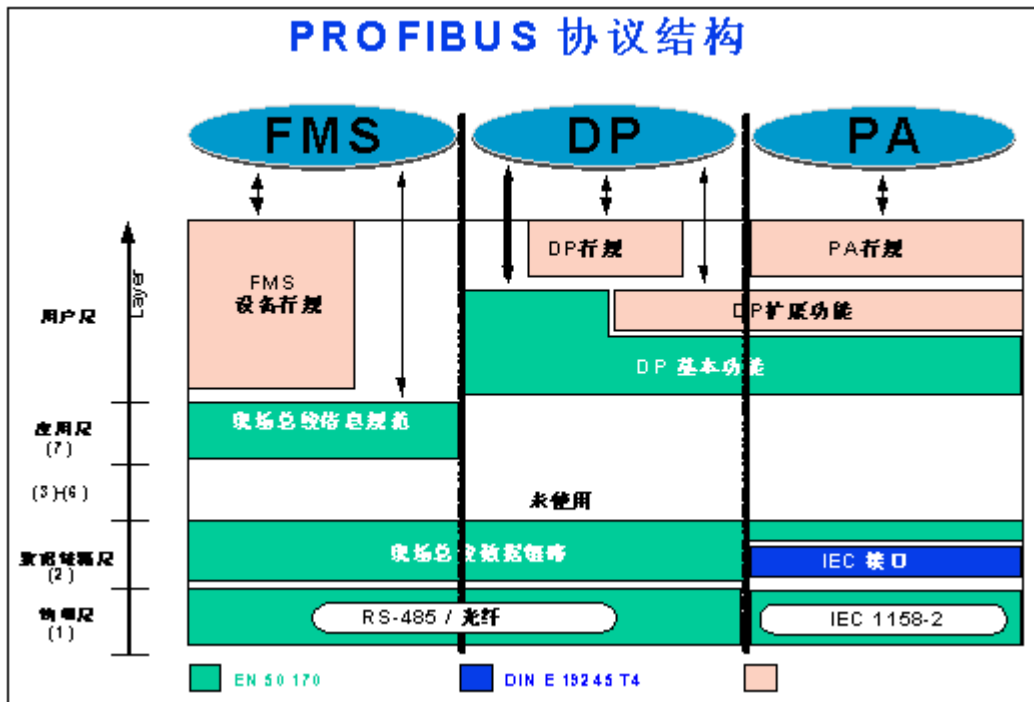


图 2-1：PROFIBUS 协议结构

- (1) PROFIBUS-DP：定义了第一、二层和用户接口。第三到七层未加描述。用户接口规定了用户及系统以及不同设备可调用的应用功能，并详细说明了各种不同 PROFIBUS-DP 设备的设备行为。
- (2) PROFIBUS-FMS：定义了第一、二、七层，应用层包括现场总线信息规范（Fieldbus Message Specification-FMS）和低层接口（Lower Layer Interface—LLI）。FMS 包括了应用协议并向用户提供了可广泛选用的强有力的通信服务。LLI 协调不同的通信关系并提供不依赖设备的第二层访问接口。
- (3) PROFIBUS-PA：PA 的数据传输采用扩展的 PROFIBUS-DP 协议。另外，PA 还描述了现场设备行为的 PA 行规。根据 IEC1158-2 标准，PA 的传输技术可确保其本征安全性，而且可通过总线给现场设备供电。使用连接器可在 DP 上扩展 PA 网络。

2.2.2 PROFIBUS 传输技术

PROFIBUS 提供了三种数据传输类型：

- 用于 DP 和 FMS 的 RS485 传输。
- 用于 PA 的 IEC1158-2 传输。
- 光纤

2.2.2.1 用于 DP/FMS 的 RS485 传输技术

由于 DP 与 FMS 系统使用了同样的传输技术和统一的总线访问协议，因而，这两套系统可在同一根电缆上同时操作。

RS-485 传输是 PROFIBUS 最常用的一种传输技术。这种技术通常称之为 H2。采用的电缆是屏蔽双绞铜线。

RS-485 传输技术基本特征：

- 网络拓扑：线性总线，两端有有源的总线终端电阻。
- 传输速率：9.6K bit/s~12M bit/s
- 介质：屏蔽双绞电缆，也可取消屏蔽，取决于环境条件（EMC）。
- 站点数：每分段 32 个站（不带中继），可多到 127 个站（带中继）。
- 插头连接：最好使用 9 针 D 型插头。

2.2.2.2 RS-485 传输设备安装要点

- (1) 全部设备均与总线连接。
- (2) 每个分段上最多可接 32 个站（主站或从站）。
- (3) 每段的头和尾各有一个总线终端电阻，确保操作运行不发生误差。两个总线终端电阻必须永远有电源。见图 2-2 所示。
- (4) 当分段站超过 32 个时，必须使用中继电器用以连接各总线段。串联的中继电器一般不超过 3 个。见图 2-3 所示：

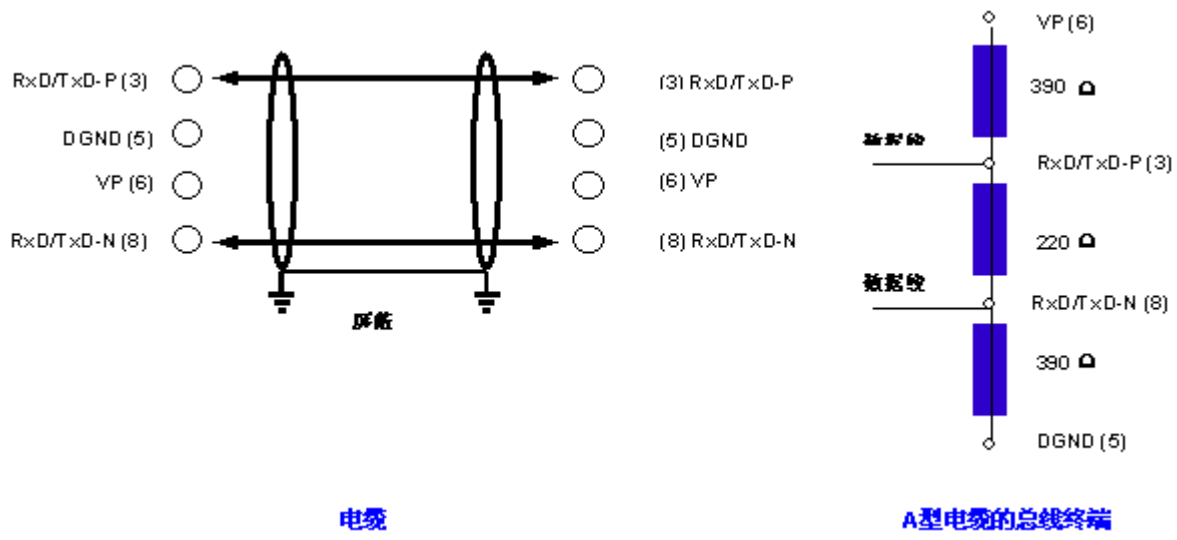


图 2-2：PROFIBUD-DP 和 PROFIBUS-FMS 的电缆接线和总线终端电阻

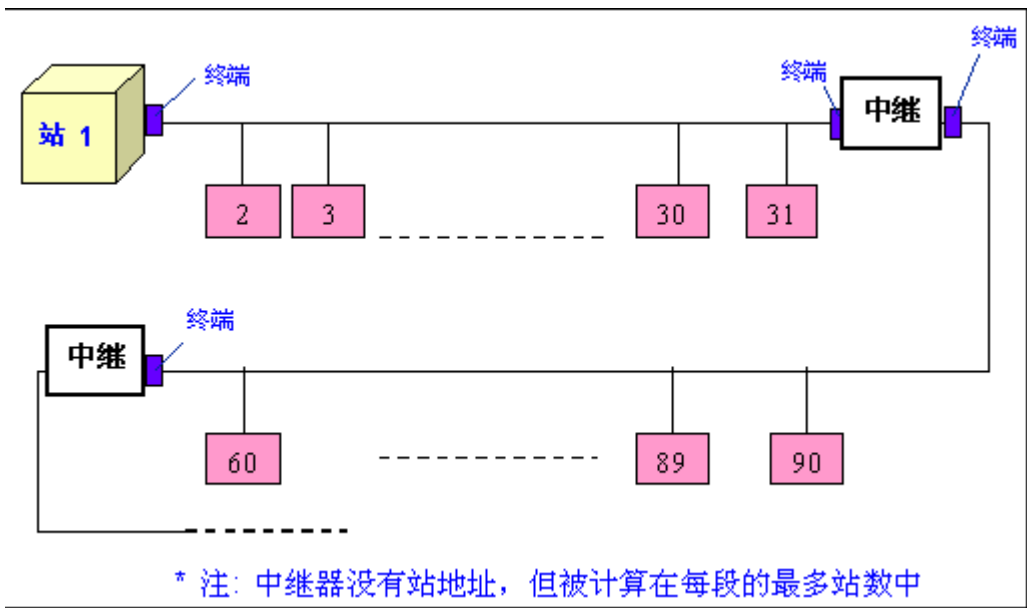


图 2-2: 每个分段上最多可接 32 个站（主站或从站）

(5) 电缆最大长度取决于传输速率。如使用 A 型电缆，则传输速率与长度如下表 2-1：

表 2-1

波特率 (K bit/s)	9 . 6	19 . 2	93 . 75	187 . 5	500	1500	12000
距离/段 (M)	1200	1200	1200	1000	400	200	100

(6) A 型电缆参数：

阻抗：135-165W 电容： 30pf/m 回路电阻：110W

线规：0.64mm 导线面积：>0.34mm²

(7) RS-485 的传输技术的 PROFIBUS 网络最好使用 9 针 D 型插头，插头针脚定义和接线见图 2-2 所示。

(8) 当连接各站时，应确保数据线不要拧绞，系统在高电磁发射环境（如汽车制造业）下运行应使用带屏蔽的电缆，屏蔽可提高电磁兼容性（EMC）。

(9) 如用屏蔽编织线和屏蔽箔，应在两端与保护接地连接，并通过尽可能的大面积屏蔽接线来复盖，以保持良好的传导性。另外建议数据线必须与高压线隔离。

(10) 超过 500Kbit/s 的数据传输速率时应避免使用短截线段，应使用市场上现有的插头可使数据输入和输出电缆直接与插头连接，而且总线插头可在任何时候接通或断开而并不中断其它站的数据通信。

2.2.2.3 用于 PA 的 IEC1158-2 传输技术

(1) 数据 IEC1158-2 的传输技术用于 PROFIBUS-PA，能满足化工和石油化工业的要求。它可保持其本征安全性，并通过总线对现场设备供电。

(2) IEC1158-2 是一种位同步协议，通常称为 H1。

(3) IEC1158-2 技术用于 PROFIBUS-PA，其传输以下列原理为依据：

- 每段只有一个电源作为供电装置。
- 当站收发信息时，不向总线供电。
- 每站现场设备所消耗的为常量稳态基本电流。
- 现场设备其作用如同无源的电流吸收装置。
- 主总线两端起无源终端线作用。
- 允许使用线性、树型和星型网络。
- 为提高可靠性，设计时可采用冗余的总线段。
- 为了调制的目的，假设每个总线站至少需用 10mA 基本电流才能使设备启动。通信信号的发生是通过发送设备的调制，从±9 mA 到基本电流之间。

(4) IEC1158-2 传输技术特性：

- 数据传输：数字式、位同步、曼彻斯特编码。
- 传输速率：31.25K bit/s，电压式。
- 数据可靠性：前同步信号，采用起始和终止限定符避免误差。
- 电缆：双绞线，屏蔽式或非屏蔽式。
- 远程电源供电：可选附件，通过数据线。
- 防爆型：能进行本征及非本征安全操作。
- 拓扑：线型或树型，或两者相结合。
- 站数：每段最多 32 个，总数最多为 126 个。
- 中继器：最多可扩展至 4 台。

2.2.2.4 IEC1158 传输设备安装要点

(1) 分段耦合器将 IEC1158-2 传输技术总线段与 RS-485 传输技术总线段连接。耦合器使 RS-485 信号与 IEC1158-2 信号相适应。它们为现场设备的远程电源供电，供电装置可限制 IEC1158-2 总线的电流和电压。

(2) PROFIBUS-PA 的网络拓扑有树型和线型结构，或是两种拓扑的混合，见图 2-3

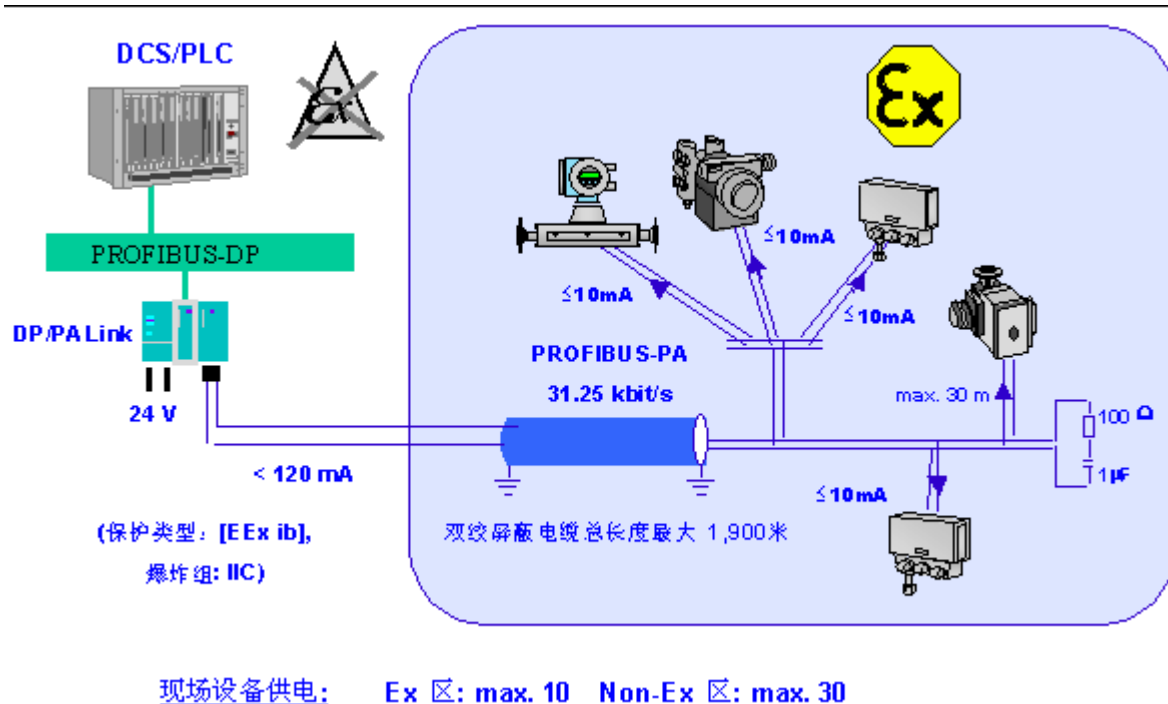


图 2-3

(3) 现场配电箱仍继续用来连接现场设备并放置总线终端电阻器。采用树型结构时连在现场总线分段的全部现场设备都并联地接在现场配电箱上。

(4) 建议使用下列参考电缆，也可使用更粗截面导体的其它电缆。

- 电缆设计：双绞线屏蔽电缆
- 导线面积（额定值）：0.8mm²(AWG18)
- 回路电阻（直流）：44W/Km
- 阻抗（31.25 千赫时）：100W±20%
- 39 千赫时衰减：3dB/Km
- 电容不平衡度：2nF/Km

(5) 主总线电缆的两端各有一个无源终端器，内有串联的 RC 元件，R=100W，C=1mF。当总线站极性反向连接时，它对总线的功能不会有任何影响。

(6) 连接到一个段上的站数目最多是 32 个。如果使用本征安全型及总线供电，站的数量将进一步受到限制。即使不需要本征安全性，远程供电装置电源也要受到限制。

(7) 线路最长长度的确定，根据经验先计算一下电流的需要，从表 2-2 中选用一种供电电源单元，再根据表 2-3 中线的长度选定哪种电缆。

表 2-2 标准供电装置（操作值）

型号	应用领域	供电电压	供电最大电流	最大功率	典型站数	备注
I	EEx ia/ib IIC	13.5V	110 mA	1.8W	8	假设每个设备耗电 10 mA

III	EEx ib II	13.5V	250 mA	4.2W	22	
IV	不具有本征安全	24V	500 mA	12W	32	

表 2-3 IEC1158-2 传输设备的线路长度

供电装置	I 型	II 型	III 型	IV 型	V 型	VI 型
供电电压	13 . 5	13 . 5	13 . 5	24	24	24
S 所需电流 (mA)	£ 110	£ 110	£ 250	£ 110	£ 250	£ 500
Q=0.8mm ² 的导线长度 (m)	£ 900	£ 900	£ 400	£ 1900	£ 1300	£ 650
Q=1.5mm ² 的导线长度 (m)	£ 1000	£ 1500	£ 500	£ 1900	£ 1900	£ 1900

(8) 外接电源：如果外接电源设备，根据 EN50020 标准带有适当的隔离装置，将总线供电设备与外接电源设备连在本征安全总线上是允许的。

2.2.2.5 光纤传输技术

- (1) PROFIBUS 系统在电磁干扰很大的环境下应用时，可使用光纤导体，以增加高速传输的距离。
- (2) 可使用两种光纤导体，一是价格低廉的塑料纤维导体，供距离小于 50 米情况下使用。另一种是玻璃纤维导体，供距离大于 1 公里情况下使用。
- (3) 许多厂商提供专用总线插头可将 RS-485 信号转换成光纤导体信号或将光纤导体信号转换成 RS-485 信号。

2.2.3 PROFIBUS 总线存取协议

- (1) 三种 PROFIBUS (DP、FMS、PA) 均使用一致的总线存取协议。该协议是通过 OSI 参考模型第二层 (数据链路层) 来实现的。它包括了保证数据可靠性技术及传输协议和报文处理。
- (2) 在 PROFIBUS 中，第二层称之为现场总线数据链路层 (Fieldbus Data Link—FDL)。介质存取控制 (Medium Access Control—MAC) 具体控制数据传输的程序，MAC 必须确保在任何一个时刻只有一个站点发送数据。
- (3) PROFIBUS 协议的设计要满足介质存取控制的两个基本要求：
 - 在复杂的自动化系统 (主站) 间的通信，必须保证在确切限定的时间间隔中，任何一个站点要有足够的时间来完成通信任务。
 - 在复杂的程序控制器和简单的 I/O 设备 (从站) 间通信，应尽可能快速又简单地完成数据的实时传输。
因此，PROFIBUS 总线存取协议，主站之间采用令牌传送方式，主站与从站之间采用主从方式。
- (4) 令牌传递程序保证每个主站在一个确切规定的时间内得到总线存取权 (令牌)。在 PROFIBUS 中，令牌传递仅在各主站之间进行。
- (5) 主站得到总线存取令牌时可与从站通信。每个主站均可向从站发送或读取信息。因此，可能有以下三种系统配置：
 - 纯主—从系统
 - 纯主—主系统
 - 混合系统
- (6) 图 2-4 是一个由 3 个主站、7 个从站构成的 PROFIBUS 系统。3 个主站之间构成令牌逻辑环。当某主站得到令牌报文后，该主站可在一定时间内执行主站工作。在这段时间内，它可依照主—从通讯关系表与所有从站通信，也可依照主—主通讯关系表与所有主站通信。

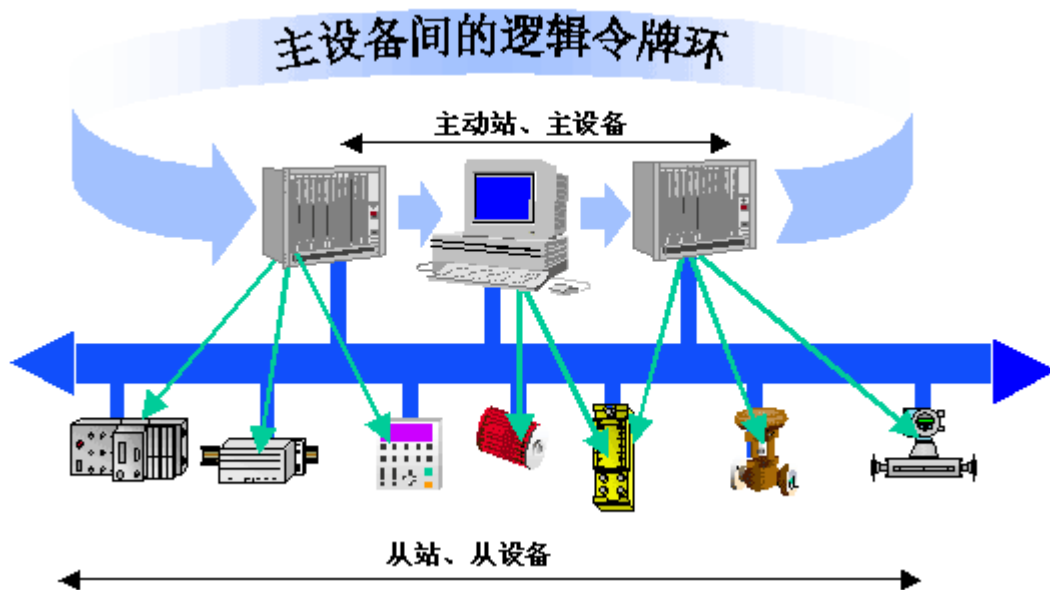


图 2-4：3 个主站、7 个从站构成的 PROFIBUS 系统

(7) 在总线系统初建时，主站介质存取控制 MAC 的任务是制定总线上的站点分配并建立逻辑环。在总线运行期间，断电或损坏的主站必须从环中排除，新上电的主站必须加入逻辑环。

(8) 第二层的另一重要工作任务是保证数据的可靠性。PROFIBUS 第二层的数据结构格式可保证数据的高度完整性。

(9) PROFIBUS 第二层按照非连接的模式操作，除提供点对点逻辑数据传输外，还提供多点通信，其中包括广播及有选择广播功能。

2.3 PROFIBUS-DP

PROFIBUS-DP 用于现场层的高速数据传送。主站周期地读取从站的输入信息并周期地向从站发送输出信息。总线循环时间必须要比主站（PLC）程序循环时间短。除周期性用户数据传输外，PROFIBUS-DP 还提供智能化现场设备所需的非周期性通信以进行组态、诊断和报警处理。

2.3.1 PROFIBUS-DP 的基本功能

(1) 传输技术：RS-485 双绞线、双线电缆或光缆。波特率从 9.6Kbit/s 到 12Mbit/s。

(2) 总线存取：各主站间令牌传递，主站与从站间为主—从传送。支持单主或多主系统。总线上最多站点（主—从设备）数为 126。

(3) 通信：点对点（用户数据传送）或广播（控制指令）。循环主—从用户数据传送和非循环主—主数据传送。

(4) 运行模式：运行、清除、停止。

(5) 同步：控制指令允许输入和输出同步。同步模式：输出同步；锁定模式：输入同步。

(6) 功能：DP 主站和 DP 从站间的循环用户数据传送。各 DP 从站的动态激活和可激活。DP 从站组态的检查。强大的诊断功能，三级诊断信息。输入或输出的同步。通过总线给 DP 从站赋予地址。通过总线对 DP 主站（DPM1）进行配置。每 DP 从站的输入和输出数据最大为 246 字节。

(7) 可靠性和保护机制：所有信息的传输按海明距离 HD=4 进行。DP 从站带看门狗定时器（Watchdog Timer）。对 DP 从站的输入/输出进行存取保护。DP 主站上带可变速器的用户数据传送监视。

(8) 设备类型：第二类 DP 主站（DPM2）是可进行编程、组态、诊断的设备。第一类 DP 主站（DPM1）是中央可编程序控制器，如 PLC、PC 等。DP 从站是带二进制值或模拟量输入输出的驱动器、阀门等。

2.3.1.1 PROFIBUS-DP 基本特征

(1) 速率：在一个有着 32 个站点的分布系统中，PROFIBUS-DP 对所有站点传送 512 bit/s 输入和 512 bit/s 输出，在 12M bit/s 时只需 1 毫秒。

(2) 诊断功能：经过扩展的 PROFIBUS-DP 诊断能对故障进行快速定位。诊断信息在总线上传输并由主站采集。诊

断信息分三级：

- 本站诊断操作：本站设备的一般操作状态，如温度过高、压力过低。
- 模块诊断操作：一个站点的某具体 I/O 模块故障。
- 通道诊断操作：一个单独输入/输出位的故障。

2.3.1.2 PROFIBUS-DP 系统配置和设备类型

PROFIBUS-DP 允许构成单主站或多主站系统。在同一总线上最多可连接 126 个站点。系统配置的描述包括：站数、站地址、输入/输出地址、输入/输出数据格式、诊断信息格式及所使用的总线参数。每个 PROFIBUS-DP 系统可包括以下三种不同类型设备：

- (1) 一级 DP 主站 (DPM1)：一级 DP 主站是中央控制器，它在预定的信息周期内与分散的站 (如 DP 从站) 交换信息。典型的 DPM1 如 PLC 或 PC。
- (2) 二级 DP 主站 (DPM2)：二级 DP 主站是编程器、组态设备或操作面板，在 DP 系统组态操作时使用，完成系统操作和监视目的。
- (3) DP 从站：DP 从站是进行输入和输出信息采集和发送的外围设备 (I/O 设备、驱动器、HMI、阀门等)。
- (4) 单主站系统：在总线系统的运行阶段，只有一个活动主站。如图 2-5 所示：

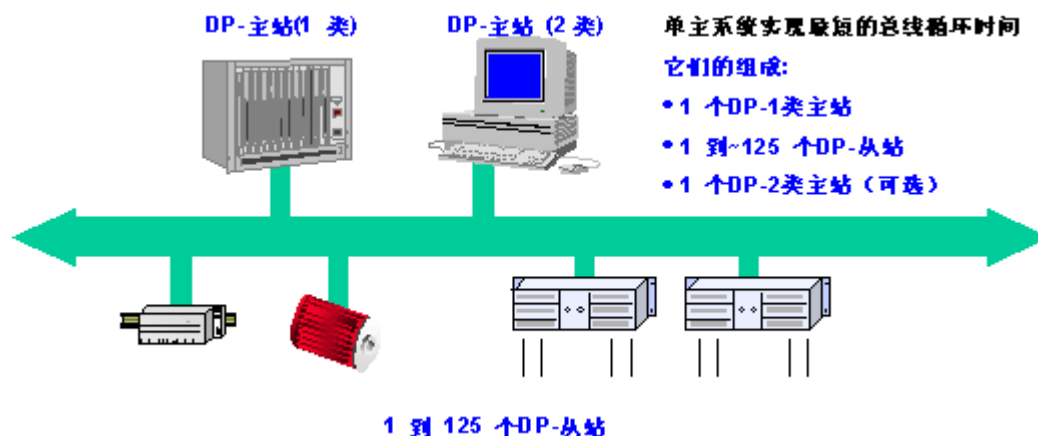
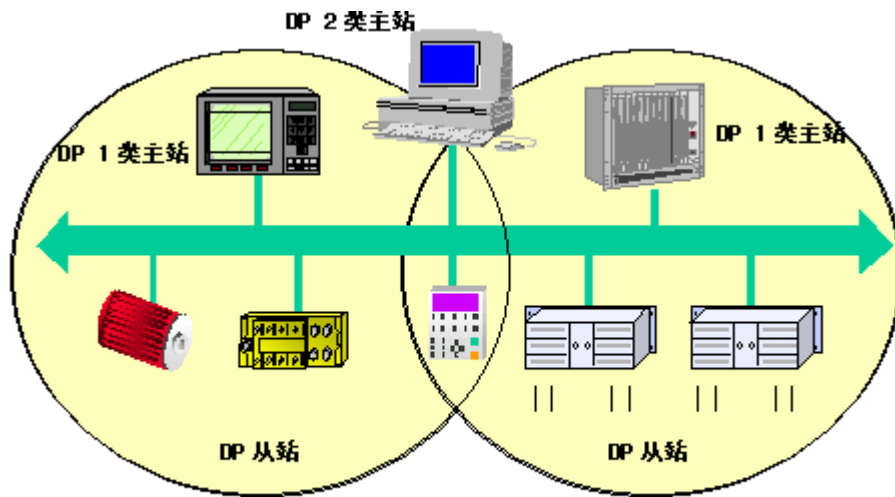


图 2-5：单主站系统

- (2) 多主站系统：总线上连有多个主站。这些主站与各自从站构成相互独立的子系统。每个子系统包括一个 DPM1、指定的若干从站及可能的 DPM2 设备。任何一个主站均可读取 DP 从站的输入/输出映象，但只有一个 DP 主站允许对 DP 从站写入数据。如图 2-6 所示：



PROFIBUS-DP 多主系统的组成：3个主设备（1类 or 2类）、1 到最多124 个 DP-从。

图 2-6：多主站系统

2.3.1.3 系统行为

系统行为主要取决于 DPM1 的操作状态，这些状态由本地或总线的配置设备所控制。主要有以下三种状态：

- 停止：在这种状态下，DPM1 和 DP 从站之间没有数据传输。
- 清除：在这种状态下，DPM1 读取 DP 从站的输入信息并使输出信息保持在故障安全状态。
- 运行：在这种状态下，DPM1 处于数据传输阶段，循环数据通信时，DPM1 从 DP 从站读取输入信息并向从站写入输出信息。

(1) DPM1 设备在一个预先设定的时间间隔内，以有选择的广播方式将其本地状态周期性地发送到每一个有关的 DP 从站。如图 2-6 所示。

(2) 如果在 DPM1 的数据传输阶段中发生错误，DPM1 将所有有关的 DP 从站的输出数据立即转入清除状态，而 DP 从站将不在发送用户数据。在次之后，DPM1 转入清除状态。

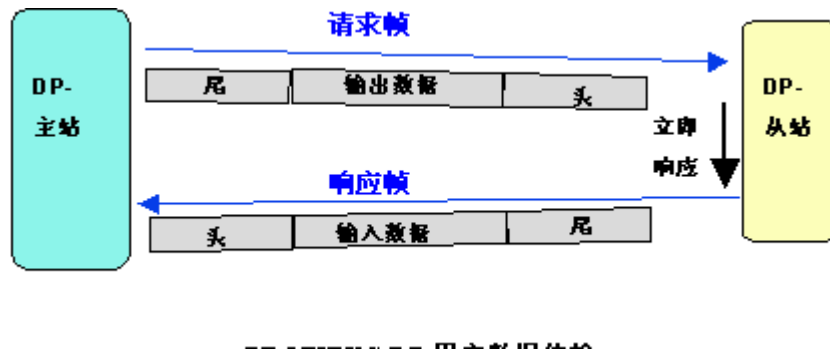


图 2-6： PROFIBUS-DP 用户数据传输

2.3.1.4 DPM1 和 DP 从站间的循环数据传输

DPM1 和相关 DP 从站之间的用户数据传输是由 DPM1 按照确定的递归顺序自动进行。在对总线系统进行组态时，用户对 DP 从站与 DPM1 的关系作出规定，确定哪些 DP 从站被纳入信息交换的循环周期，哪些被排斥在外。

DPM1 和 DP 从站间的数据传送分三个阶段：参数设定、组态、数据交换。在参数设定阶段，每个从站将自己的实际组态数据与从 DPM1 接受到的组态数据进行比较。只有当实际数据与所需的组态数据相匹配时，DP 从站才进入用户数据传输阶段。因此，设备类型、数据格式、长度以及输入输出数量必须与实际组态一致。

2.3.1.5 DPM1 和系统组态设备间的循环数据传输

除主—从功能外，PROFIBUS-DP 允许主—主之间的数据通信，这些功能使组态和诊断设备通过总线对系统进行组态。

2.3.1.6 同步和锁定模式

除 DPM1 设备自动执行的用户数据循环传输外，DP 主站设备也可向单独的 DP 从站、一组从站或全体从站同时发送控制命令。这些命令通过有选择的广播命令发送的。使用这一功能将打开 DP 从站的同步及锁定模式，用于 DP 从站的事件控制同步。

主站发送同步命令后，所选的从站进入同步模式。在这种模式中，所编址的从站输出数据锁定在当前状态下。在这之后的用户数据传输周期中，从站存储接收到输出的数据，但它的输出状态保持不变；当接收到下一同步命令时，所存储的输出数据才发送到外围设备上。用户可通过非同步命令退出同步模式。

锁定控制命令使得编址的从站进入锁定模式。锁定模式将从站的输入数据锁定在当前状态下，直到主站发送下一个锁定命令时才可以更新。用户可以通过非锁定命令退出锁定模式。

2.3.1.7 保护机制

对 DP 主站 DPM1 使用数据控制定时器对从站的数据传输进行监视。每个从站都采用独立的控制定时器。在规定的监视间隔时间中，如数据传输发生差错，定时器就会超时。一旦发生超时，用户就会得到这个信息。如果错误自动反应功能“使能”，DPM1 将脱离操作状态，并将所有关联从站的输出置于故障安全状态，并进入清除状态。

对 DP 从站使用看门狗控制器检测主站和传输线路故障。如果在一定的时间间隔内发现没有主机的数据通信，从站自动将输出进入故障安全状态。

2.3.2 扩展 DP 功能

DP 扩展功能是对 DP 基本功能的补充，与 DP 基本功能兼容。

2.3.2.1 DPM1 与 DP 从站间的扩展数据通信

- (1) DPM1 与 DP 从站间非循环的数据传输。
- (2) 带 DDLM 读和 DDLM 写的非循环读/写功能，可读写从站任何希望数据。
- (3) 报警响应，DP 基本功能允许 DP 从站用诊断信息向主站自发地传输事件，而新增的 DDLM-ALAM-ACK

功能被用来直接响应从 DP 从站上接收的报警数据。

(3) DPM2 与从站间的非循环的数据传输。

2.3.3 电子设备数据文件 (GSD)

为了将不同厂家生产的 PROFIBUS 产品集成在一起,生产厂家必须以 GSD 文件(电子设备数据库文件)方式提供这些产品的功能参数(如 I/O 点数、诊断信息、波特率、时间监视等)。标准的 GSD 数据将通信扩大到操作员控制级。使用根据 GSD 文件所作的组态工具可将不同厂商生产的设备集成在同一总线系统中。如图 2-7 所示。



图 2-7: 基于 GSD 文件开放式组态

GSD 文件可分为三个部分:

- (1) 总规范: 包括了生产厂商和设备名称、硬件和软件版本、波特率、监视时间间隔、总线插头指定信号。
- (2) 与 DP 有关的规范: 包括适用于主站的各项参数, 如允许从站个数、上装/下装能力。
- (3) 与 DP 从站有关的规范: 包括了与从站有关的一切规范, 如输入/输出通道数、类型、诊断数据等。

2.3.4 PROFIBUS—DP 行规

PROFIBUS—DP 协议明确规定了用户数据怎样在总线各站之间传递, 但用户数据的含义是在 PROFIBUS 行规中具体说明的。另外, 行规还具体规定了 PROFIBUS—DP 如何用于应用领域。使用行规可使不同厂商所生产的不同设备互换使用, 而工厂操作人员毋须关心两者之间的差异, 因为与应用有关的参数含义在行规中均作了精确的规定说明。下面是 PROFIBUS-DP 行规, 括弧中数字是文件编号:

- NC/RC 行规 (3.052)
- 编码器行规 (3.062)
- 变速传动行规 (3.071)
- 操作员控制和过程监视行规 (HMI)

2.4 PROFIBUS-PA

PROFIBUS—PA 适用于 PROFIBUS 的过程自动化。PA 将自动化系统和过程控制系统与压力、温度和液位变送器现场设备连接起来, PA 可用来替代 4—20mA 的模拟技术。PROFIBUS—PA 具有如下特性:

- (1) 适合过程自动化应用的行规使不同厂家生产的现场设备具有互换性。
- (2) 增加和去除总线站点, 即使在本征安全地区也不会影响到其它站。
- (3) 在过程自动化的 PROFIBUS—PA 段与制造业自动化的 PROFIBUS—DP 总线段之间通过耦合器连接,

并使可实现两段间的透明通信。

(4) 使用与 IEC1158—2 技术相同的双绞线完成远程供电和数据传送。

(5) 在潜在的爆炸危险区可使用防爆型“本征安全”或“非本征安全”。

2.4.1 PROFIBUS—PA 传输协议

PROFIBUS—PA 采用 PROFIBUS—DP 的基本功能来传送测量值和状态。并用扩展的 PROFIBUS—DP 功能来制订现场设备的参数和进行设备操作。PROFIBUS—PA 第一层采用 IEC1158—2 技术，第二层和第一层之间的接口在 DIN19245 系列标准的第四部分作出了规定。

2.4.2 PROFIBUS—PA 设备行规

PROFIBUS—PA 行规保证了不同厂商所生产的现场设备的互换性和互操作性，它是 PROFIBUS—PA 的一个组成部分。PA 行规的任务是选用各种类型现场设备真正需要通信的功能，并提供这些设备功能和设备行为的一切必要规格。

目前，PA 行规已对所有通用的测量变送器和其它选择的一些设备类型作了具体规定，这些设备如：

- 测压力、液位、温度和流量的变送器
- 数字量输入和输出
- 模拟量输入和输出
- 阀门
- 定位器

2.5 PROFIBUS-FMS

PROFIBUS—FMS 的设计旨在解决车间监控级通信。在这一层，可编程序控制器（如 PLC、PC 机等）之间需要比现场层更大量的数据传送，但通信的实时性要求低于现场层。

2.5.1 PROFIBUS-FMS 应用层

应用层提供了供用户使用的通信服务。这些服务包括访问变量、程序传递、事件控制等。PROFIBUS—FMS 应用层包括下列两部分：

- 现场总线信息规范（Fieldbus Message Specification-FMS）：描述了通信对象和应用服务。
- 低层接口(Lower Layer Interface-LLI)：FMS 服务到第二层的接口。

2.5.2 PROFIBUS-FMS 通信模型

PROFIBUS—FMS 利用通信关系将分散的应用过程统一到一个共用的过程中。在应用过程中，可用来通信的那部分现场设备称虚拟设备 VFD（Virtual field Device）。在实际现场设备与 VFD 之间设立一个通信关系表。通信关系表是 VFD 通信变量的集合，如零件数、故障率、停机时间等。VFD 通过通信关系表完成对实际现场设备的通信。

2.5.3 通信对象与通信字典（OD）

(1) FMS 面向对象通信，它确认 5 种静态通信对象：简单变量、数组、记录、域和事件，还确认 2 种动态通信对象：程序调用和变量表。

(2) 每个 FMS 设备的所有通信对象都填入对象字典（OD）。对简单设备，OD 可以予定义，对复杂设备，OD 可以本地或远程通过组态加到设备中去。静态通信对象进入静态对象字典，动态通信对象进入动态通信字典。每个对象均有一个唯一的索引，为避免非授权存取，每个通信对象可选用存取保护。

2.5.4 PROFIBUS-FMS 服务

FMS 服务项目是 ISO 9506 制造信息规范 MMS(Manufacturing Message Specification)服务项目的子集。这些服务项目在现场总线应用中已被优化，而且还加上了通信对象的管理和网络管理。

PROFIBUS—FMS 提供大量的管理和服，满足了不同设备对通信提出的广泛需求，服务项目的选用取决于特定的应用，具体的应用领域在 FMS 行规中规定。

2.5.5 低层接口（LLI）

第七层到第二层服务的映射由 LLI 来解决，其主要任务包括数据流控制和联接监视。用户通过称之为通信关系的逻辑通道与其他应用过程进行通信。FMS 设备的全部通信关系都列入通信关系表

CRL(Communication Relationship List)。每个通信关系通过通信索引 (CREF) 来查找，CRL 中包含了 CREF 和第二层及 LLI 地址间的关系。

2.5.6 网络管理

FMS 还提供网络管理功能，有由现场总线管理层第七层来实现。其主要功能有：上、下关系管理、配置管理、故障管理等。

2.5.7 PROFIBUS-FMS 行规

FMS 提供了范围广泛的功能来保证它的普遍应用。在不同的应用领域中，具体需要的功能范围必须与具体应用要求相适应。设备的功能必须结合应用来定义。这些适应性定义称之为行规。行规提供了设备的可互换性，保证不同厂商生产的设备具有相同的通信功能。FMS 对行规做了如下规定（括号中的数字是文件编号）：

- 控制间的通信（3.002）
- 楼宇自动化（3.011）
- 低压开关设备（3.032）

2.6 PROFIBUS 特点综述

与其它现场总线系统相比，PROFIBUS 的最大优点在于具有稳定的国际标准 EN50170 作保证，并经实际应用验证具有普遍性。目前已应用的领域包括加工制造、过程控制和楼宇自动化等。PROFIBUS 开放性和不依赖于厂商的通信的设想，已在 10 多万成功应用中得以实现。市场调查确认，在德国和欧洲市场中 PROFIBUS 占开放性工业现场总线系统的市场份额超过 40%。PROFIBUS 有国际著名自动化技术装备的生产厂商支持，它们都具有各自的技术优势并能提供广泛的优质新产品和技术服务。