

第 3 章 PROFIBUS 总线技术

内容提要

PROFIBUS 总线是一种开放式的现场总线国际标准,目前世界上许多自动化技术生产厂家生产的设备都提供 PROFIBUS 接口。PROFIBUS 总线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。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。

学习目标与重点

- ◆ 掌握 PROFIBUS 总线的基本特性及其分类。
- ◆ 了解 PROFIBUS 总线的行规。
- ◆ 理解 PROFIBUS 总线的发展前景。

关键术语

PROFIBUS 总线、PROFIBUS-PA、PROFIBUS-FMS。

◎ 引入案例

PROFIBUS 总线在污水处理控制系统中的应用

PROFIBUS 是德国于 20 世纪 90 年代初制定的国家工业现场总线协议标准,代号 DIN19245。它是一种国际化的开放式现场总线标准,即 EN50170 欧洲现场总线标准。该标准为供应商和用户的投资提供了最佳的保护,并确保供应商的独立自主性。PROFIBUS 具体规定了串行现场总线的技术和功能特性,它可使分散式数字化控制器从现场底层到车间级网络化。PROFIBUS 总线分为主设备(主站)和从设备(从站)。主站决定总线上的数据通信方式。当主站得到总线控制权时,不用外界请求就可以主动发送信息。从站为外围设备,典型的从站包括输入输出装置、阀门、驱动器和测量变送器。它们没有总线控制权,仅对接收到的信息给予确认或当主站发出请求时向它发送信息。

1. 工艺简介

传统的活性污泥处理工艺存在基建投资高、运行费用高以及电耗高等问题。SBR(序批式活性污泥法)是近年来国际上比较先进的污水处理方法。虽然在 20 世纪初国外就已经研究出这种工艺,但是至今国内各大污水处理厂真正采用它的还不多。主要原因就是它对时间要求比较严格,对自控要求比较苛刻。采用 SBR 工艺的污水处理厂地点分散,设备量大,但各个工作段位要求衔接紧密,设备间需密切配合,这正给 PROFIBUS 总线提供了用武之地。

SBR 污水处理控制系统主要包括进水泵房控制系统、旋流沉砂池控制系统、主反应池控制系统、出水泵房控制系统、鼓风机房控制系统、脱水机房控制系统等。

城市污水管网收集到的污水经泵站加压到进水泵房,在这里大的固体杂质被格栅机过滤,然后较稀的污水被提升泵送到旋流沉砂池。在这里,由于搅拌机和吸砂机的作用,污水中的固体颗粒又被去除。下一道工序是污水先被送到 SBR 池的厌氧池,目的是去磷、脱氮,然后流入好氧池,这里有相应的菌种来分解、净化污水。反应池中的污泥细菌生态系统维持存活的主要条件有两个:一个是污水中含有有机物杂质,另一个就是有氧气的供应。所以污水处理厂专门设有鼓风机房,通过池底的管道,直接对污水进行曝气。经过处理后达标的污水可直接排放,多余的污泥被排泥泵送到脱水机房,通过脱水处理,污泥被压干制成饼,用作肥料。

2. 系统配置及说明

1) 总体控制要求及功能

污水处理厂自控系统的要求是对污水处理过程进行自动控制和自动调节,使处理后的水质符合要求。在公司中控室发出上传指令时,将当前时刻运行过程中的主要工作参数(水质参数、流量、液位等)、运行状态及一定时间段内的主要工艺过程曲线等信息上传到公司中控室。

功能如下:

(1) 控制操作。在中心控制室能对被控设备进行在线实时控制,如启停某一设备,调节某些模拟输出量的大小,在线设置 PLC 的某些参数等。

(2) 显示功能。用图形实时地显示各现场被控设备的运行工况,以及各现场的状态参数。

(3) 数据管理。依据不同运行参数的变化快慢和重要程度,建立生产历史数据库,存储生产原始数据,供统计分析使用。将实时数据库和历史数据库中的数据进行比较和分析,得出一些有用的经验参数,有利于优化 SBR 池的准闭环控制,并把一些必要的参数和结果显示到实时画面和报表中。

(4) 报警功能。当某一模拟量(如电流、压力、水位等)的测量值超过给定范围或某一开关量(如电机启停、阀门开关)阀发生变位时,可根据不同的需要发出不同等级的报警。

(5) 打印功能。可以实现报表和图形打印以及各种事件和报警实时打印功能。打印方式可分为定时打印、事件触发打印。

2) 控制系统网络结构

如果采用常规 PLC 集中控制方式,将现场信号通过电缆连接到集中控制室内的 PLC 上,由于工艺线路长、现场控制点分布范围广,需要敷设大量的电缆及桥架,且现场环境恶劣,其施工难度非常大。鉴于此,采用了 PROFIBUS-DP 现场总线技术,根据工艺划分,系统共设了三个主站、五个子站、两个操作员站。采用 SIMENS 的 S7-300 系列 PLC,主站采用 CPU315-2DP,其带有一个 DP(一种计算机电子元件)通信口和一个 MPI(多点接口)。子站采用通用性较好的 ET200M 现场模块,用于现场数据的采集和控制,并借助 PROFIBUS(工业现场总线),方便控制网络系统的建立。

控制系统分为三个级别,即管理级、控制级、现场级。

(1) 管理级。

管理级集中监控各个分站设备的运行状态。管理级现场总线选择 PROFIBUS-FMS 总线,两台安装组态软件的冗余服务器作为 PROFIBUS-FMS 现场总线的主站安装在控制室内,可以同时收集现场数据。服务器采用 WinCC 组态软件,并配有服务器软件包选项。

SIMATIC S7-314、MDS2701 无线电台负责与公司的无线数据通信。

(2) 控制级。

控制级的主要功能是接收管理层设置的参数或命令,对污水处理生产过程进行控制,将现场状态输送到管理层。PLC1 和 PLC2 分别由一个电源模块 PS 307 和一个 CPU315-2 DP 模块组成,它们互为热备,集中处理所有的控制算法,监控设备的自动运行。集中控制使整个污水厂控制系统的各个部分之间能够完全协调地工作。

(3) 现场级。

现场级控制采用 PROFIBUS-DP 现场总线,从而十分方便地实现对系统的冗余控制。ET200M 远程单元通过两个 IM153-2 总线接口模块分别连接在两条 PROFIBUS-DP 总线上。污水厂配置有 6 个 ET200M 远程单元,其中两个在 SBR 池,其余四个分别在进水泵房、出水泵房、鼓风机房和污泥脱水机房。每个 ET200M 单元均由两个 IM153-2 总线接口模块和其他若干数字量、模拟量输入输出模块组成。IM153-2 总线接口模块通过总线接收主控主站的命令,实现数据采集和设备控制,其中只有主控 PLC 的命令生效,而热备 PLC 的命令被忽略。数字量、模拟量输入输出模块的数量和配置由当地所需控制和采集的点数决定。

3.1 PROFIBUS 基本特性

PROFIBUS 可使分散式数字化控制器从现场底层到车间级网络化,系统还分为主站和从站。主站决定总线的数据通信,当主站得到总线控制权(令牌)时,没有外界请求也可以主动发送信息。主站从 PROFIBUS 协议讲也称为主动站。

从站(也称为被动站)为外围设备,典型的从站包括输入输出装置、阀门、驱动器和测量变送器。它们没有总线控制权,仅对接收到的信息给予确认或当主站发送请求时向主站发送信息。

1. 协议结构

PROFIBUS 协议结构是根据 ISO 7498 国际标准,以开放式系统互连网络(Open System Interconnection, OSI)作为参考模型的。该模型共有七层,如图 3-1 所示。

(1) PROFIBUS-DP: 定义了第 1、2 层和用户接口。第 3~7 层未加描述。用户接口规定了用户和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 1、2、7 层,应用层包括现场总线报文规范(Fieldbus

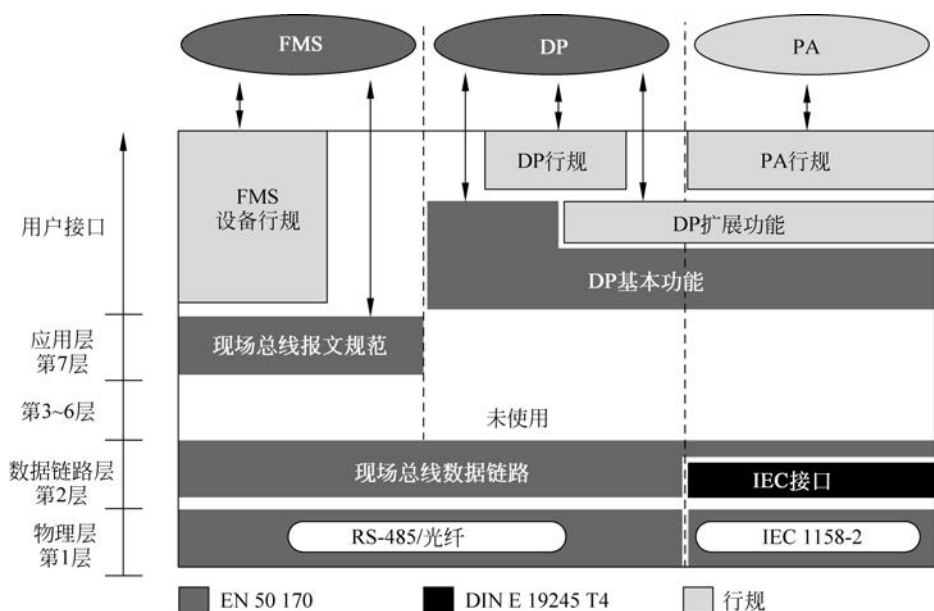


图 3-1 PROFIBUS 协议结构

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 2 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(注: 第 1 层为物理层, 第 2 层为数据链路层, 第 3~6 层未使用, 第 7 层为应用层)。

PROFIBUS-DP 和 PROFIBUS-FMS 系统使用了同样的传输技术和统一的总线访问技术, 因此这两套系统可在同一根电缆上同时操作。

知识链接 3-1

PROFIBUS 总线技术的发展

PROFIBUS 是德国于 20 世纪 90 年代初制定的国家工业现场总线协议标准, 代号为 DIN19245。

1996 年获批成为欧洲标准, 即 DIN50170 v. 2。

2000 年获批成为 IEC61158 现场总线国际标准之一。

PROFIBUS 国际 (PROFIBUS International, PI) 组织于 1995 年成立。我国的 PROFIBUS 用户组织或 PROFIBUS 专业委员会 (CPO) 于 1997 年 7 月在北京成立。

PROFIBUS 是唯一的全集成 H1(过程)和 H2(工厂自动化)的现场总线解决方案, 是一种不依赖于制造商的开放式现场总线标准。

与其他现场总线技术相比,PROFIBUS 的最大优点在于其具有稳定的国际标准做保证,并经实际应用验证具有普遍性。

PROFIBUS 产品的市场份额占欧洲首位,约为 40%,其在中国的市场份额占有率也已达 30~40%,目前世界上许多自动化技术生产厂家生产的设备都提供 PROFIBUS 接口。

PROFIBUS 能够覆盖大多数工业应用领域,可用于有严格时间要求、需高速数据传输的场合,也可用于大范围的复杂通信场合。目前已经广泛应用于加工制造、过程和楼宇自动化等领域,是一项成熟的技术。

2. RS-485 传输技术

现场总线系统的应用在很大程度上取决于选用的传输技术,选用依据是既要考虑一些总的要求(传输可靠性、传输距离和传输速度),又要考虑一些简单而又费用不多的机电因数。当设计过程自动化时,数据和电源的传送必须在同一根电缆上。由于单一的传输技术不可能满足所有要求,故 PROFIBUS 提供 3 种类型的传输: PROFIBUS-DP 和 PROFIBUS-FMS 的 RS-485 传输、PA 的 IEC 1158-2 传输和光纤。

RS-485 传输是 PROFIBUS 提供的 3 种传输类型中最常用的一种,通常称为 H2,采用屏蔽双绞同轴电缆,共用一根导线对,适用于需要高速传输和设施简单而又便宜的领域。RS-485 传输技术的基本特性如表 3-1 所示。

表 3-1 RS-485 传输技术的基本特性

传输技术	基本特性
网络拓扑	线性总线,两端有源的总线终端电阻
介质	屏蔽/非屏蔽双绞线,取决于环境条件
站点数	每段有 32 个站;最多有 127 个站
插头连接器	最好是 9 针 D 型插头连接器

RS-485 易于操作,其总线结构允许增加和减少站点,分步投入不会影响到其他站点的操作。可选用 9.6kb/s~12Mb/s 的传输速度,一旦设备投入运行,全部设备均需选用同一传输速度。电缆的最大长度取决于传输速度,如表 3-2 所示。

表 3-2 RS-485 传输速度与 A 型电缆距离的关系

传输速度/(kb/s)	9.6	19.2	93.75	187.5	500	1500	12 000
距离/m	1200	1200	1200	1000	400	200	100

3. 用于 PROFIBUS-PA 的 IEC1158-2 传输技术

IEC1158-2 传输技术能满足化工和石化工业的要求,可保持其本质安全性,现有设备通过总线供电。此技术是一种位同步协议,可进行无电流的连续传输,通常称之为 H1,用于 PROFIBUS-PA。

IEC1158-2 传输技术以下列原理为依据。

- (1) 每段只有一个电源作为供电装置。
- (2) 当站收发信息时,不向总线供电。
- (3) 各站现场设备所消耗的为常量稳态基本电流。
- (4) 现场设备的作用如同无源的电流吸收装置。
- (5) 主总线两端起无源终端线的作用。
- (6) 允许使用线状、树状和星状网络。
- (7) 设计时可采用冗余的总线段,用以提高可靠性。

IEC1158-2 传输技术的基本特性如表 3-3 所示。

表 3-3 IEC1158-2 传输技术的基本特性

传输技术	基 本 特 性	传输技术	基 本 特 性
数据传输	数字式,位同步,曼彻斯特编码	防爆	可能进行本质或非本质安全操作
传输速度	31.25kb/s,电压式	拓扑	线状或者树状,或两者结合
数据可靠性	预兆性,为避免误差采用起始和终止限定符	站数	每段最多有 32 个,总数最多有 126 个
电缆	双绞线	转发器	最多可扩展至 4 台
远程电源	通过数据线		

4. 光纤传输技术

在电磁干扰很大的环境下应用 PROFIBUS 总线时,可使用光纤导体以延长高速传输的最大距离。价格低廉的塑料光纤为传输距离在 50m 以内时使用,玻璃光纤为传输距离小于 15km 时使用。许多厂商提供专用的总线插头,可将 RS-485 信号转换成光纤信号,或将光纤信号转换成 RS-485 信号,为在同一系统上使用 RS-485 和光纤传输技术提供一套十分方便的开关控制方法。

5. 总线仲裁协议

PROFIBUS 总线均使用单一的总线仲裁协议,通过 OSI 参考模型的第 2 层实现,包括数据的可靠性以及传输协议和报文的处理。在 PROFIBUS 中,第 2 层称为数据链路层,介质访问控制层用于具体控制数据传输的程序,其必须确保在任何时刻只能有一个站点发送数据。

PROFIBUS 协议的设计旨在满足介质访问控制的基本要求:在复杂的主站间通信,必须保证在精确定义的时间间隔内,任何一个站点要有足够的时间来完成通信任务;在可编程控制器和简单的 I/O 设备(从站)间通信时,应尽可能快速又简单地完成数据的实时传输。

PROFIBUS 总线存取协议包括主站之间的令牌传递方式和主站与从站之间的主从传递方式,如图 3-2 所示。

令牌传递程序保证了每个主站在一个确切规定的时间框内得到总线存取权(令牌),令牌在所有主站中可循环的最长时间是事先规定的。在 PROFIBUS 中,令牌只在各主站之间通信时使用。

主从传递方式允许主站在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索取信息,通过这种方法有可能实现下列系统配置:纯主-从系统、纯主-主系统(带令牌

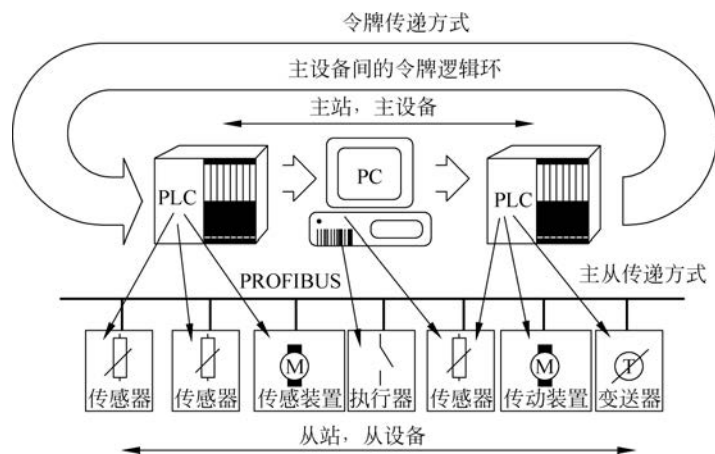


图 3-2 PROFIBUS 总线仲裁协议

传递)和混合系统。

图 3-2 中的三个主站构成令牌逻辑环,当某主站得到令牌电文后,该主站可在一定的时间内执行主站的工作,在这段时间内,它可依照主-从关系与左右从站通信,也可依照主-主关系与所有主站通信。

令牌环是所有主站的组织链,按照主站的地址构成令牌逻辑环。在这个环中,令牌在规定的时间内按照地址的升序在各主站中依次传递。

知识链接 3-2

PROFIBUS 总线技术的趋势

随着近年来 PROFIBUS 的迅速发展,PROFIBUS 现场总线又增加了以下几个重要的版本。

(1) PROFIdrive: 主要用于运动控制方面,用于对诸如各种变频器及精密动态伺服控制器的数据传输通信。

(2) PROFIsafe: PROFIsafe 是根据 IEC61508 制定的首部通信标准,主要应用在对安全要求特别高的场合。

(3) PROFINET: PROFINET 是 PROFIBUS 国际为自动化制定的开放的工业以太网标准,符合 TCP/IP 和 IT 标准。PROFINET 为自动化通信领域提供了完整的网络解决方案。

3.2 PROFIBUS 总线

PROFIBUS 根据应用特点可分为 PROFIBUS-FMS、PROFIBUS-DP 和 PROFIBUS-PA 三个兼容版本,如图 3-3 所示。



图 3-3 PROFIBUS 总线的三个版本

3.2.1 PROFIBUS-FMS

PROFIBUS-FMS 的设计旨在解决车间级的通用性通信任务,提供大量的通信服务,完成中等传输速度的循环和非循环通信任务:主要是可编程控制器(PLC 和 PC)间的互相通信。

1) PROFIBUS-FMS 的应用层

应用层提供用户可用的通信服务,有了这些服务才可能存取变量、传送程序并控制执行,而且可传送事件。PROFIBUS-FMS 应用层包括两部分:现场总线报文规范(FMS)用于描述通信对象和服务,低层接口(LLI)用于将 FMS 适配到第 2 层。

2) PROFIBUS-FMS 的通信模型

PROFIBUS-FMS 的通信模型可以使分散的应用过程利用通信关系表统一到一个共用的过程中。现场设备中用来通信的那部分应用过程叫作虚拟现场设备(VFD)。图 3-4 所示为实际现场设备与虚拟现场设备之间的关系。

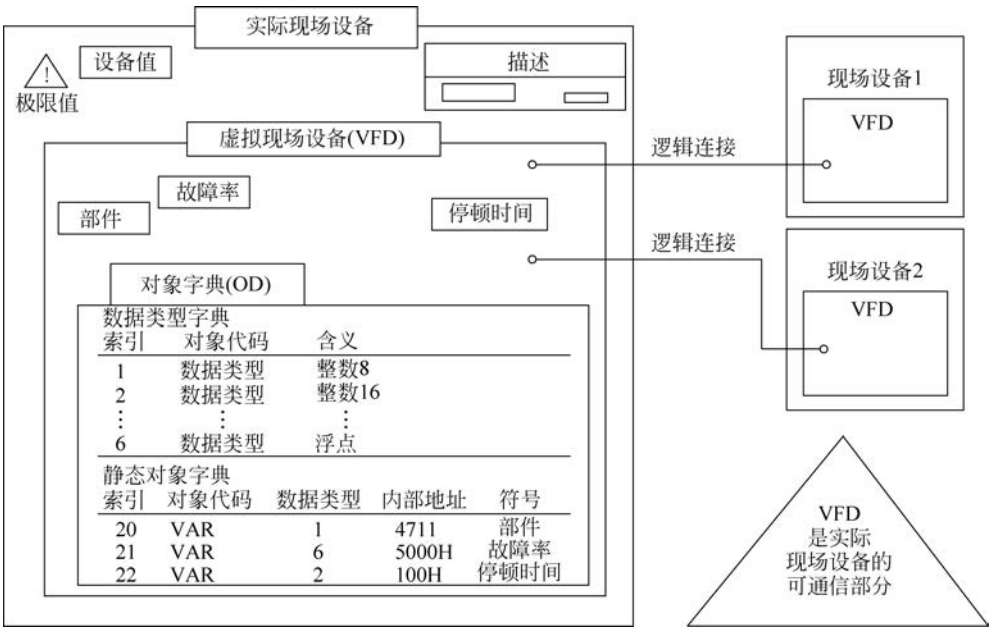


图 3-4 实际现场设备与虚拟现场设备之间的关系

3) 通信对象和对象字典

每个设备的所有通信对象都填入该设备的本地对象字典(OD)中。对于简单设备,对象字典可以预先定义;对于复杂设备,对象字典可在本地或远程组态中加载。对象字典可描述数据类型、结构、通信对象的内部设备地址和它们在总线上的标志(索引/名称)之间的关系。

对象字典包括下列元素。

- ① 头——包含对象字典结构的有关信息。
- ② 静态数据类型表——所支持的静态数据类型列表。
- ③ 静态对象字典——包含全部静态的通信对象。
- ④ 变量列表的动态列表——所有已知变量表列表。
- ⑤ 动态程序列表——所有已知程序列表。

对象字典的各部分只有当设备实际支持这些功能时才提供。

静态通信对象均填入静态对象字典,可由设备的制造者预定义或在总线系统组态时指定。PROFIBUS-FMS 能识别 5 种通信对象:简单变量、数组(一系列相同类型的简单变量)、记录(一系列不同类型的简单变量)、域和事件。

动态通信对象填入对象字典的动态部分,它们可以用 FMS 服务预定义、定义、删除或改变。PROFIBUS-FMS 支持两种类型的动态通信对象:程序调用和变量列表(一系列简单变量、数组或记录)。

4) PROFIBUS-FMS 服务

PROFIBUS-FMS 服务是 ISO 9506 制造信息规范(Manufacturing Message Specification, MMS)服务的子集,已在现场总线应用中被优化,增加了通信对象管理和网络管理功能。PROFIBUS-FMS 服务的执行用服务序列描述,包括被称为服务原语的几个互操作。服务原语描述请求者和应答者之间的互操作。

5) PROFIBUS-FMS 和 PROFIBUS-DP 的混合操作

PROFIBUS-FMS 和 PROFIBUS-DP 设备可在一条总线上混合操作是 PROFIBUS 的一个主要优点。两种协议可以同时在一个设备上执行,这些设备称为混合设备。能够进行混合操作的原因有:这两种协议均使用统一的传输技术和总线存取协议,不同的应用功能由第 2 层的不同的服务存取点区分。

6) PROFIBUS-FMS 行规

PROFIBUS-FMS 提供了广泛的功能以满足普遍的应用。PROFIBUS-FMS 行规做了如下定义(括号中的数字为 PROFIBUS 用户组织提供的文件号)。

(1) 控制器间通信(3.002)——定义了用于 PLC 控制器之间通信的 PROFIBUS-FMS 服务。根据控制器的等级对每个 PLC 必须支持的服务、参数和数据类型做了规定。

(2) 楼宇自动化行规(3.011)——用于提供特定的分类和服务作为楼宇自动化的公共基础。行规描述了使用 PROFIBUS-FMS 的楼宇自动化系统如何进行监控、开环和闭环控制、操作员控制、报警处理和档案管理。

(3) 低压开关设备(3.032)——规定了通过 PROFIBUS-FMS 通信过程中的低压开关设备的应用行为。

3.2.2 PROFIBUS-DP

PROFIBUS-DP 用于设备级的高速数据传送,中央控制器通过高速串行线同分散的现场设备(如 I/O、驱动器、阀门等)进行通信。智能化现场设备还需要非周期性通信,以进行配置、诊断和报警处理。

1) 基本功能

中央控制器周期地读取设备的输入信息,并周期地向从设备发送输出信息,总线循环时间必须要比中央控制器的程序循环时间短。除周期性的用户数据传输外,PROFIBUS-DP 还提供了强有力的诊断和配置功能,数据通信是由主机和从机进行监控的。

PROFIBUS-DP 的基本功能如下。

(1) 传输技术: RS-485 双绞线双线电缆或光缆,波特率为 9.6kb/s~12Mb/s。

(2) 总线存取: 各主站间令牌传送,主站与从站间数据传输,支持单主或多主系统以及主-从设备,总线上最多的站点数为 126 个。

(3) 功能: DP 主站和 DP 从站间的循环用户数据传输,各 DP 从站的动态激活和撤销,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,每个 DP 从站最大为 246 字节的输入或输出数据。

(4) 设备类型: 第二类 DP 主站(DPM2,可编程、可组态、可诊断的设备); 第一类 DP 主站(DPM1),中央可编程控制器,如 PLC、PC 等; DP 从站,带二进制或模拟输入输出的驱动器、阀门等。

(5) 诊断功能: 经过扩展的 PROFIBUS-DP 诊断功能是对故障进行快速定位,诊断信息在总线上传输并由主站收集,这些诊断信息分为 3 类: 本站诊断操作,诊断信息表示本站设备的一般操作状态,如温度过高、电压过低; 模块诊断操作,诊断信息表示一个站点的某 I/O 模块出现故障(如 8 位的输出模块); 通道诊断操作,诊断信息表示一个单独的输入输出位的故障。

(6) 系统配置: PROFIBUS-DP 允许构成单主站或多主站系统,这就为系统配置组态提供了高度的灵活性。系统配置的描述包括站点数目、站点地址和输入输出数据的格式、诊断信息的格式以及所使用的总体参数。

输入和输出信息量的大小取决于设备形式,目前允许的 I/O 信息最多为 246 字节。

单主站系统中,在总线系统操作阶段只有一个活动主站。图 3-5 所示为一个单主站系统,PLC 为一个中央控制部件。单主站系统可获得最短的总线循环时间。

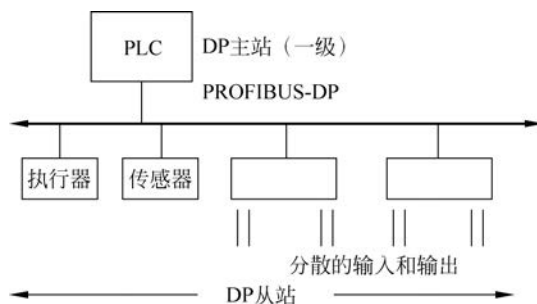


图 3-5 PROFIBUS-DP 单主站系统

多主站系统配置中,总线上的主站与各自的从站构成相互独立的子系统或是作为网上的附加配置和诊断设备,如图 3-6 所示。任何一个主站均可读取 DP 从站的输入输出映像,但只有一个主站(在系统配置时指定的 DPM1)可对 DP 从站写入输出数据,多主站系统的循环时间要比单主站系统的循环时间长。

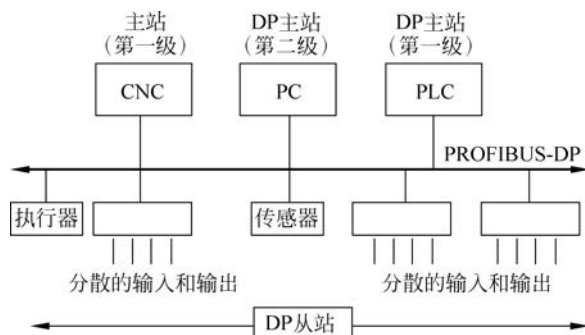


图 3-6 PROFIBUS-DP 多主站系统

(7) 运行模式: PROFIBUS-DP 规范包括了对系统行为的详细描述,以保证设备的互换性。系统行为主要取决于 DPM1 的操作状态,这些状态由本地或总体的配置设备所控制,主要有如下 3 种状态。

① 运行——I/O 数据的循环传送。DPM1 由 DP 从站读取输入信息向 DP 从站写入输出信息。

② 清除——DPM1 读取 DP 从站的输入信息并使输出信息保持为故障-安全状态。

③ 停止——只能进行主-主数据传送,DPM1 和 DP 从站之间没有数据传送。

(8) 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。

(9) 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。

(10) 可靠性和保护机制:所有信息的传输在汉明距离 $HD=4$ 时进行;DP 从站带看门狗定时器;DP 从站带输入输出数据存取与保护装置;DP 主站带可变定时器的用户数据传送与监视装置。

2) 扩展功能

PROFIBUS-DP 允许扩展非循环的读写功能。对从站参数和测量值的非循环读写功能可用于某些诊断或操作员控制站(二类主站,DPM2)。PROFIBUS-DP 可满足某些复杂设备的要求。

3) 设备数据库文件

对于一种设备类型的特性,GSD(电子设备数据库)以一种准确定义的格式给出其全面而明确的描述。GSD 文件由生产厂商分别针对每种设备类型以设备数据库清单的形式提供给用户,这种明确定义的文件格式便于读出任何一种 PROFIBUS-DP 设备的 GSD 文件,并且可在组态总线系统时自动使用这些信息。在组态阶段,系统自动地对与整个系统有关的数据的输入误差和前后一致性进行检查核对。电子设备数据库的开放式组态如图 3-7 所示。

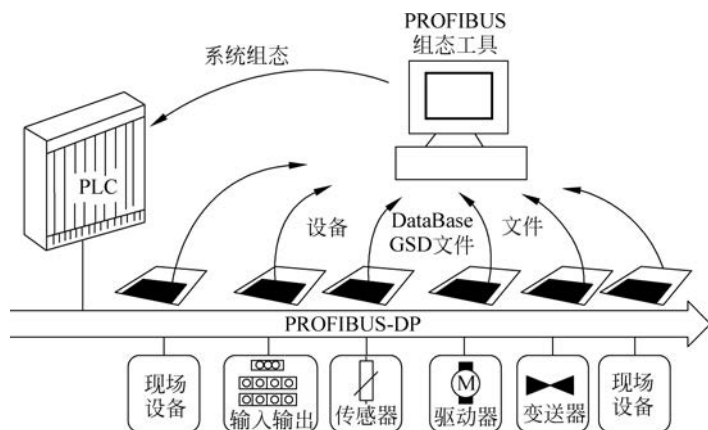


图 3-7 电子设备数据库的开放式组态

GSD 分为如下三部分。

(1) 总体说明：包括厂商和设备名称、软/硬件版本情况、支持的波特率、可能的监控时间间隔及总线插头的信号分配。

(2) DP 主设备相关规格：包括所有只适用于 DP 主站设备的参数(如可连接的从设备的最多台数或加载和卸载能力)。从站设备没有这些规定。

(3) 从设备的相关规格：包括与从站设备有关的所有规定(如 I/O 通道的数量和类型、诊断测试的规格及 I/O 数据的一致性信息)。

4) 行规

行规对用户数据的含义做了具体说明,并且具体规定了 PROFIBUS-DP 如何用于应用领域。利用行规可使不同厂商所生产的不同零部件互换使用。下列 PROFIBUS-DP 行规是已更新过的,括号内的数字是文件编号。

(1) NC/RC 行规(3.052)。

NC/RC 行规描述如何通过 PROFIBUS-DP 对操作机器人和装配机器人进行控制,根据详细的顺序图解,从高级自动化设施的角度描述机器人的运动和程序控制。

(2) 编码器行规(3.062)。

编码器行规描述带单转或多转分辨率的旋转编码器、角度编码器和线性编码器与 PROFIBUS-DP 的连接。这些设备分两种等级定义了基本功能和附加功能,如标定、中断处理和扩展诊断。

(3) 变速传动行规(3.071)。

传动技术设备的主要生产厂共同制定了变速传动行规。此行规规定了传动设备如何参数化,以及如何传送设定值和实际值。这样,不同厂商的传动设备可以互换。此行规包括对速度控制和定位的必要的规格参数,规定基本的传动功能而又为特殊应用扩展和进一步发展留有余地。

(4) 操作员控制和过程监视行规。

操作员控制和过程监视行规规定了操作员控制和过程监视设备如何通过 PROFIBUS-DP 连接到更高级的自动化设备上。此行规使用扩展的 PROFIBUS-DP 功能进行通信。

3.2.3 PROFIBUS-PA

为了解决过程自动化控制中大量的要求本质安全通信传输的问题,PROFIBUS 国际组织在 DP 之后有针对性地推出了 PROFIBUS-PA。PROFIBUS-PA 将自动化系统与现场设备连接起来,可以取代 4~20mA 的模拟技术。PROFIBUS-PA 在现场设备的规划、电缆敷设、调试、投入运行和维护方面可节省 40%以上的成本,并可提供多种功能和安全性。该总线技术专为过程自动化设计,标准的本质是安全的传输技术,实现了 IEC1158-2 中规定的通信规程,用于对安全性要求高的场合及由总线供电的站点。

使用 PROFIBUS-PA 时,只需要一条双绞线就可传送信息并向现场设备供电。这样不仅节省了布线成本,而且减少了过程控制系统所需的 I/O 模块数量。PROFIBUS-PA 可通过一条简单的双绞线来进行测量、控制和调节,并向现场设备供电,且适用于本质安全地区。PROFIBUS-PA 允许设备在操作过程中进行维修、接通或断开,即使在潜在的爆炸区也不会影响到其他站点。

由于 PROFIBUS-DP 和 PROFIBUS-PA 使用不同的数据传输速度和方式,为使它们之间平滑地传输数据,使用 DP/PA 耦合器和 DP/PA 链路设备作为网关。PROFIBUS-PA 现场设备可以通过 DP/PA 链路设备连接到 PROFIBUS-DP。

DP/PA 耦合器用于在 PROFIBUS-DP 与 PROFIBUS-PA 间传递物理信号。DP/PA 耦合器有两种类型:非本质安全型和本质安全型。系统组态后,DP/PA 耦合器是可见的。

1) 传输协议

PROFIBUS-PA 使用 PROFIBUS-DP 的基本功能传输测量值和状态,使用 PROFIBUS-DP 扩展功能对现场设备设置参数及操作。其传输采用基于 IEC1158-2 的两线技术。PROFIBUS-PA 第 1 层采用 IEC1158-2 技术,第 2 层和第 1 层之间的接口在 DIN19245 系列标准的第 4 部分作了规定。

在 IEC1158-2 段传输时,物理层报文被加上起始和结束界定符,其格式如 3-8 图所示。

前同步	起始界定符	PhSDU序列 (FDL报文)	结束界定符
1~8字节	1字节	1~256字节	1字节

图 3-8 物理层报文格式

2) 行规

PROFIBUS-PA 行规保证了不同厂商生产的现场设备的互换性和互操作性,它是 PROFIBUS-PA 的组成部分,可从 PROFIBUS 用户组织订购,订购号为 3.042。

PROFIBUS-PA 行规的任务是根据现场设备类型选择实际需要的通信功能,并为这些设备功能和行为特性提供所有需要的规格说明。

PROFIBUS-PA 行规包括适用于所有设备类型的一般要求和适用于各种设备类型组态信息的数据单。

知识链接 3-3

PROFIBUS 在工厂自动化中的位置

典型的工厂自动化系统为三层网络结构,各层分别如下。

(1) 现场设备层: 主要功能是连接现场设备,完成现场设备控制及设备间连锁控制。

(2) 车间监控层: 完成车间与生产设备之间的连接以及车间级设备监控。

(3) 生产管理层: 车间操作员工作站可通过集线器与车间办公管理网连接,将车间生产数据送到车间监控层。

PROFIBUS 是一种用于工厂自动化车间监控层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监控层的分散式数字控制和现场通信网络,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。

3.3 PROFIBUS 与 ISO/OSI 参考模型

PROFIBUS 现场总线可以将数字自动化设备从低级(传感器/执行器)到中间执行级(单元级)分散开来。通信协议按照应用领域进行了优化,故几乎不需要复杂的接口即可实现。参照 ISO/OSI 参考模型,PROFIBUS 只包含了第 1 层、第 2 层和第 7 层,如图 3-9 所示。

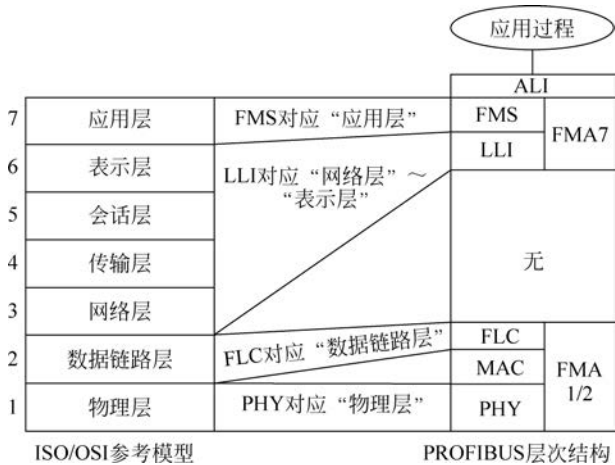


图 3-9 OSI 参考模型与 PROFIBUS 体系结构的对比

1. 第 1 层

第 1 层(PHY)规定了线路介质、物理连接的类型和电气特性。PROFIBUS 通过采用差分电压输出的 RS-485 实现电流连接。在线状拓扑结构下采用双绞线电缆,树状结构还可能用到中继器。

2. 第 2 层

第 2 层的 MAC 子层描述了连接到传输介质的总线存取方法。PROFIBUS 采用一种混合访问方法。由于不能使所有设备在同一时刻传输,所以在 PROFIBUS 主站(Master)设备之间用令牌的方法。为使 PROFIBUS 从站(Slave)设备之间也能传递信息,从站设备由主站设备循环查询。图 3-10 描述了上述两种方法。

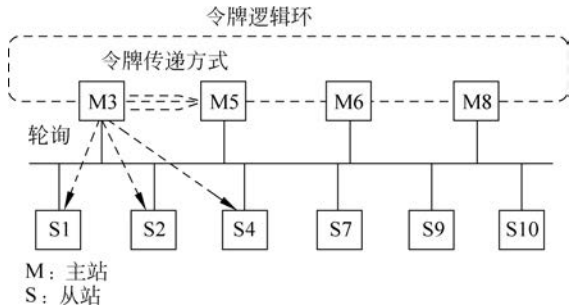


图 3-10 PROFIBUS 总线存取方法

第 2 层的现场总线链路控制(FLC)子层规定了对 LLI 有效的第 2 层服务,提供服务访问点(SAPs)的管理和与 LLI 相关的缓冲器。

第 2 层的现场总线管理(FMA1/2)子层完成第 2 层(MAC 子层)特定的总线参数的设定和第 1 层(PHY)的设定。FLC 和 LLI 之间的 SAPs 可以通过 FMA1/2 子层激活或撤销。此外,第 1 层和第 2 层可能出现的错误事件会被传递到更高层(FMA7)。

3. 第 3~6 层

第 3~6 层在 PROFIBUS 中没有具体应用,但是这些要求的任何重要功能都已集成在 LLI 中。例如,包括连接的监控和数据传输的监控。

4. 第 7 层

第 7 层的 LLI 将现场总线报文规范(FMS)的服务映射到第 2 层的 FLC 子层的服务中。除了上面已经提到的监控连接或数据传输,LLI 还检查在建立连接期间用于描述一个逻辑连接通道的所有重要参数。可以在 LLI 中选择不同的连接类型:主-主连接或主-从连接。数据交换既可是循环的也可是非循环的。

第 7 层的 FMS 子层将用于通信管理的应用服务和用于用户的用户数据(变量、域、程序、事件通告)分组。借助于此,才可能访问一个应用过程的通信对象。FMS 主要用于协议数据单元(PDU)的编码和译码。与第 2 层类似,第 7 层也有现场总线管理(FMA7)。FMA7 保证 FMS 和 LLI 子层的参数化以及总线参数向第 2 层的 FMA1/2 子层传递。在某些应用过程中,还可以通过 FMA7 把各个子层的事件和错误显示给用户。

5. 应用层接口

位于第 7 层之上的应用层接口(ALI)构成了到应用过程的接口。ALI 的目的是将过程对象转换为通信对象。转换的原因是每个过程对象都是由它在所谓的对象字典中的特性(数据类型、存取保护、物理地址)所描述的。

3.4 PROFIBUS 设备配置与数据交换

3.4.1 PROFIBUS 的设备配置

两个设备之间交换数据或信息的通信是通过信道进行的,有逻辑信道与物理信道之分。逻辑信道是从用户视角来看的,可以有不同的特性。为了描述这些特性,PROFIBUS 已经定义了参数,提供了这些信道的定量和定性的定义。

由于两个独立的、局部的信道可以分别定义,用户能够优化远程应用过程之间的通信。一个信道的所有参数列于通信关系表(CRL)中。每个信道在 CRL 中有一个入口,它是通过通信关系(CR)唯一寻址的。

PROFIBUS 设备的物理信道具有下列特性。

- (1) 物理地址(设备地址)。
- (2) 传输介质,包括到传输介质的接口(MAU,介质连接单元)。
- (3) 执行数据传输所需要的其他参数(传输速率、时间参数等)。
- (4) 物理通信所需要的所有参数配置好后,即可以通过传输介质传输数据。
- (5) 从用户的角度看,与应用过程之间的通信是通过逻辑信道进行的。
- (6) 逻辑信道是设计阶段在 CRL 中定义的。
- (7) CRL 包括两部分: FMS-CRL 和 LLI-CRL,包含了与这些子层有关的所有必要的信息。

知识链接 3-4

PROFIBUS 总线设备配置要解决的问题

具体来说,PROFIBUS 总线设备配置要解决以下几个问题。

- (1) 数据传输是循环的还是非循环的?
- (2) 允许并行服务吗?即可以同时处理多个任务吗?
- (3) 每个信道允许使用哪些服务?
- (4) 每次传输允许传送或接收多少用户数据?
- (5) 与其他站的连接如何监控?
- (6) 与哪个包含该信道(连接终点)的站进行通信?

3.4.2 面向连接的数据交换

两个站之间面向连接的通信要经历如下 4 个步骤。

(1) 启动。数据传输开始之前,要对设备(第 2 层)接口参数赋值。必须设定站地址和波特率,并且激活 SAP。SAP 需要的参数包含在 CRL 中。

(2) 建立连接。当总线上各站做好数据传输准备时,首先要建立逻辑连接。

(3) 数据传输。总是由主站启动建立连接。主站的用户调用 FMS 的 INITIATE 服务启动连接。连接建立之后主站开始传输数据。

(4) 连接释放。可以完成从从站到主站的数据传输后,再断开逻辑连接。释放连接既可以从主站启动也可以由从站启动。

3.5 PROFIBUS 控制系统集成技术

3.5.1 PROFIBUS 控制系统的组成

PROFIBUS 控制系统主要包括以下内容。

(1) 一类主站:指 PC、PLC 或可作一类主站的控制器。一类主站完成总线通信控制与管理。

(2) 二类主站:操作员工作站(如 PC+图形监控软件)、编程器、操作员接口等,完成各站点的读写、系统配置、故障诊断等。

(3) 从站。

① PLC(智能型 I/O)。PLC 自身有程序存储,PLC 的 CPU 部分执行程序并按程序指令驱动 I/O。作为 PROFIBUS 主站的一个从站,在 PLC 存储器中有一段特定区域作为与主站通信的共享数据区,主站可通过通信间接控制从站 PLC 的 I/O。

② 分散式 I/O。通常由电源部分、通信适配器部分、接线端子部分组成。分散式 I/O 不具有程序存储和程序执行的功能,通信适配器接收主站指令,按主站指令驱动 I/O,并将 I/O 输入及故障诊断等信息返回给主站。通常分散式 I/O 由主站统一编址。

③ 驱动器、传感器、执行机构等现场设备。即带 PROFIBUS 接口的现场设备,可由主站在线完成系统配置、参数修改、数据交换等功能。至于哪些参数可进行通信以及参数格式由 PROFIBUS 行规规定。

PROFIBUS-DP:可构成单主和多主系统,主站和从站间采用循环数据传输方式工作。

PROFIBUS-FMS:可构成实时多主网络系统,一般 PROFIBUS-FMS 和 PROFIBUS-DP 混合使用。

PROFIBUS-PA:为 PROFIBUS-DP 使用连接器扩展而成的网络,一般作为从站设备与 PROFIBUS-FMS 和 PROFIBUS-DP 混合使用。

3.5.2 PROFIBUS 控制系统的配置

1. 按现场设备类型配置

根据现场设备是否具有 PROFIBUS 接口,PROFIBUS 控制系统配置可分为如下三种模式。

1) 总线接口型

现场设备不具有 PROFIBUS 接口,采用分散式 I/O 作为总线接口与现场设备连接。这种模式在现场总线技术的应用初期应用较广。如果现场设备能分组,组内设备相对集中,这种模式会更好地发挥现场总线技术的优点。

2) 单一总线型

现场设备都具有 PROFIBUS 接口是一种理想情况。可使用现场总线技术来实现完全的分布式结构,从而充分获得这一先进技术所带来的便利。

3) 混合型

一种相当普遍的情况是部分现场设备具有 PROFIBUS 接口,这时应采用 PROFIBUS 现场设备加分散式 I/O 混合使用的方法。

2. 按实际应用需要配置

根据实际需要及经费情况,通常有如下几种结构类型。

(1) 以 PLC 或控制器作为一类主站,不设监控站,但调试阶段配置一台编程设备。PLC 或控制器完成总线通信管理、从站数据读写、从站远程参数化工作。

(2) 以 PLC 或控制器作为一类主站,监控站通过串口与 PLC 一对一连接。监控站不在 PROFIBUS 网上,不是二类主站,不能直接读取从站数据或完成远程参数化工作。监控站所需的从站数据只能从 PLC 或控制器中读取。

(3) 以 PLC 或其他控制器作为一类主站,监控站作为二类主站连接在 PROFIBUS 总线上。监控站完成远程编程、参数化以及在线监控功能。

(4) 使用 PC 加 PROFIBUS 网卡作为一类主站,监控站与一类主站一体化。这是一个低成本方案,但 PC 应选用具有高可靠性、能长时间连续运行的工业 PC。PC 一旦出现故障将导致整个系统瘫痪。通信模板厂商通常只提供一个模板的驱动程序,总线控制程序、从站控制程序、监控程序可能需要由用户自己开发,开发的工作量可能会比较大。

(5) 坚固式 PC+PROFIBUS 网卡+Soft PLC 的结构形式。如果将上述方案中的 PC 换成一台坚固式 PC,系统可靠性将大大增强。但这是一台监控站与一类主站一体化控制器工作站,要求它的软件完成支持编程、执行应用程序、主/从站故障报警、设备在线图形监控等功能。

(6) 充分考虑未来的扩展需要,如增加几条生产线和扩展出几条 DP 网络,车间要增加几个监控站等,因此采用两级网络结构。

3.6 PROFIBUS 通信接口与主从站实现

目前,PROFIBUS 协议芯片系列较多。原则上,只要微处理器配有内部或外部的异步串行接口,PROFIBUS 协议在任何微处理器上就都可以实现。但是如果协议的传输速度超过 500kb/s 或与 IEC1158-2 传输技术连接时,建议使用 ASIC 协议芯片。

采用何种实现方法主要取决于现场设备的复杂程度、需要的性能和功能。各种方式所需的硬件和软件可在市场上从不同厂家购买到。表 3-4 为一些厂家的 PROFIBUS 协议芯片一览表。

表 3-4 PROFIBUS 协议芯片一览表

厂 家	芯 片	类 型	FMS	DP	PA
IAM	PBS	从	√	√	×
IAM	PBM	主	√	√	×
Motorola	68302	主-从	√	√	×
Motorola	68360	主-从	√	√	×
Delta-t	IXI	主-从	√	√	√
SMAR	PA-ASIC	MODEM	×	×	√

续表

厂 家	芯 片	类 型	FMS	DP	PA
SIMENS	SIM1	MODEM	×	×	√
SIMENS	SIM4	从	√	√	√
SIMENS	SIM3	从	×	√	×
SIMENS	SIM2	从	×	√	×
SIMENS	ASPC2	主	√	√	√
SIMENS	LSPM2	从		√	

1. PROFIBUS 协议 ASIC 芯片

选择 PROFIBUS 协议 ASIC 芯片需注意如下问题。

主-从：指芯片只作主站、从站或主-从站。调制解调器可将 RS-485 转换成 IEC1158-2 传输技术的驱动芯片。可用于 PA 接口。

FMS/DP/PA：指芯片可支持的协议。

加微控制器：指芯片是否需要外接微处理器。Motorola68302/68360、SIEMENS SPM2/LSPM2 不需要外接微处理器。

2. DP 从站单片实现

DP 从站单片实现是最简单的协议实现方式。单片中包括了协议的全部功能,不需要任何微处理器或软件,只需外加总线接口驱动装置、晶振和电力电子。

如 SIMENS 的 LSPM2/SPM2 ASIC(见图 3-11)或 Delta-t 的 IXI 芯片,使用这些 ASIC 芯片只受 I/O 数据位数多少的限制。

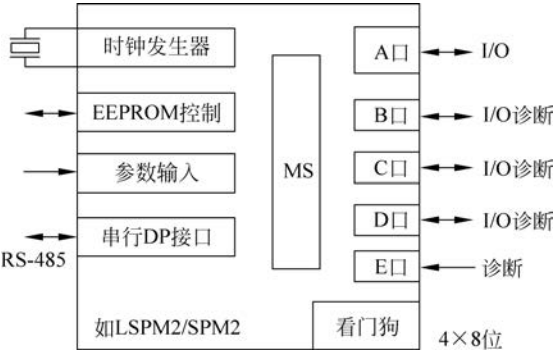


图 3-11 SIMENS LSPM2/SPM2 从站 ASIC 芯片

3. PROFIBUS FMS 和 DP 从站的实现

PROFIBUS 协议的关键时间部分由协议芯片实现,其余部分由微控制器的软件完成。智能化从站设备芯片有 SIMENS 的 ASIC、SPC4,Delta-I 的 IXI 和 IAM 的 PBS。这些 ASIC 芯片提供的接口是通用性的,它可与一般的 8 位或 16 位微处理器连用。

4. 复杂的 FMS 和 DP 主站的实现

在复杂的 FMS 和 DP 主站的实现方式中,PROFIBUS 协议的关键时间部分由协议芯片实现,其余部分由微控制器的软件完成。提供这些主站设备的有 SIMENS 的 ASIC、ASPC2,Delta-t 的 IXI 和 IAM 公司的 PBM,这些芯片均可与各种通用的微处理器连用。

5. PA 现场设备的实现

实现 PA 现场设备时,低电源消耗特别重要,电流仅为 10mA。为此,SIMENS 开发了一种专门的 SIM1 MODEM 芯片,它通过 IEC1158-2 电缆得到全部设备的电源,并向设备的其他部件供电。

3.7 PROFIBUS 的技术发展

1. 与以太网的透明连接功能

为了进一步减少工程成本和扩展应用范围,需要在专用总线的场合使用统一的、透明的通信系统。因此 PROFIBUS 的技术创新所关注的是开放的 PROFIBUS 与以太网(Ethernet)之间的透明连接。

2. 用于运动控制的新功能

对于变速设备的应用领域,PROFIBUS 用户组织的目的是与驱动器制造商一起应用 PROFIBUS 提供高速运动的顺序控制。这种技术需要在 PROFIBUS 协议中补充一些新功能(用于时钟同步和设备级的从站与从站通信)来实现,目标是在无干扰循环下允许用于运行、监视和工程任务的非循环的参数存取。

现有的开放系统中,不仅驱动控制需要总线,读取和显示分布式 I/O 或显示和操作功能也需要总线,通常用户仍需通过若干条总线来分散这些功能。

新的 PROFIBUS 运动控制功能将扩展 PROFIBUS 的总线功能,使用户在许多应用中不必再使用专用的驱动总线。

3. 出版者/预订者模型

为了实现从站与从站间的通信,可使用出版者/预订者(Publisher/Subscriber)模型。声明作为出版者的从站来安排它们的输入数据有效地提供给其他从站(即预订者),因此这些作为预定者的从站就可以读取这些数据。

还没有实现协议扩展的现有从站能在同一个总线段上与已经支持新功能的驱动器共同运行。

4. PROFINET

PROFINET 实现了 PROFIBUS 的纵向集成。PROFINET 技术的纵向集成主要由两方面组成。一方面它代表了从 I/O 层到工厂层的高度分散型系统的统一标准的结构,该结构允许系统的无缝集成。另一方面,PROFINET 定义了开放的、面向对象的运行期概念和独立于制造商的功能设计概念。PROFINET 覆盖了分散型自动化系统的整个寿命周期。



阅读文章 3-1

PROFIBUS 现场总线技术在火电厂的应用

当前,各个领域都处在数字化转型的重要时期,对于国内各发电企业而言,建设、推行数字化电厂是发展的必由之路。现场总线技术是一种新型数据通信方式,具有数字式、串行、双向、多点的优势,是目前自动化技术的热点和发展趋势,成为建设数字化电厂的基础。随着电力设备厂商不断提高其自身产品的智能化水平,现场总线控制系统 PROFIBUS 不但可

以实现常规的控制要求,还能实现设备在线监视和诊断,实现资产在线管理,为电厂实现数字化、智能化管理提供了条件。

目前,国内各发电集团都十分关注现场总线控制技术的应用,现场总线控制系统在国内电厂中的应用范围已不再局限于辅助车间。本文以国电电力邯郸东郊热电有限公司(简称“东郊热电”)为例,介绍 PROFIBUS 现场总线技术在全厂范围内的应用情况。

东郊热电一期工程建设规模为 2 台 350MW 的超临界供热机组。锅炉采用的是北京巴布科克·威尔科克斯有限公司生产的超临界参数、变压运行螺旋管圈、直流炉、单炉膛、一次中间再热、前后墙对冲燃烧方式、平衡通风、固态排渣、 π 型锅炉。汽轮机采用北京北重汽轮机有限责任公司生产的超临界参数、单轴、双缸双排汽、一次中间再热、湿冷抽汽、凝汽式汽轮机。DCS 采用北京国电智深公司开发的 EDPF NT+ 系统,总线控制设备采用冗余/单路转换器、耦合器等控制,通过智深公司独立开发的 PB 卡实现与系统的信息交换,由华电天仁公司提供技术支持。

业内普遍认为,比较适合过程自动化的总线技术有 3 种,即 PROFIBUS、FF、WorldFIP,东郊热电采用的是 PROFIBUS。PROFIBUS 是作为德国国家标准 DIN19245 和欧洲标准 EN 50170 的现场总线。ISO/OSI 模型也是其参考模型,由 PROFIBUS-DP、PROFIBUS-FMS、PROFIBUS-PA 组成了 PROFIBUS 系列。

FMS 是最初的 PROFIBUS 系统,主要用于车间级职能主站的通信,目前已经逐渐被取代。东郊热电采用 DP 和 PA 两类设备,PROFIBUS-DP 网络的通信速率是 187.5kb/s(理论上可以达到 12Mb/s),采用 RS-485 方式传输或光线方式传输,适合于高速数据传输,专门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 24V DC 或 4~20mA 信号传输,通信协议为 DP-V0,通信方式为循环数据通信。PROFIBUS-PA 网络通信速率为 31.25kb/s,主要是为了过程控制的特殊要求而设计的,其取代了过程控制中传统的 4~20mA 标准信号,以模拟量控制为主,通信协议为 DP-V1,通信方式不仅有循环数据通信,而且还有非循环数据通信。

鉴于汽轮机数字电液控制系统(DEH)、小汽轮机数字电液控制系统(MEH)、汽轮机危机遮断控制系统(ETS)、小汽轮机危机遮断控制系统(METS)、旁路控制系统(BPS)、炉膛安全监视系统(FSSS)、汽轮机轴系监测系统(TSI)、6kV 及其以上高压动力启停操作等对机组安全运行至关重要,回路处理速度要求高,东郊热电的上述系统仍采用成熟的常规控制方式。温度测量方面,对于炉膛壁温、发电机本体温度等均采用常规接线方式引出至单独处理模块(智能前端采集器),采集后通过 RS-485 通信接口统一上传至 DCS,而 DCS 系统采用虚拟 DPU(中央处理器分散处理单元)进行接收实现数据采集;其他正常温度信号若采用现场总线变送器则成本过高,故仍沿用常规 I/O 方式。除上述系统外,东郊热电其余系统均采用现场总线控制技术。包括主机系统、热网系统、厂用低压动力段的马达保护装置的启停操作系统、脱硫脱硝系统、化学补给水系统、除灰除尘系统。总线设备类型有电动门、气动门、压力变送器、料位计、流量计、化学分析仪表、阀岛、马达(保护器)控制器等。

东郊热电采用的现场总线控制网络拓扑结构如图 3-12 所示,分为 3 个层级,分别为管理监控层、设备控制层、就地设备层。

管理监控层是现场总线控制系统的人机交互口,负责系统组态、监控、参数设定以及报警显示、记录和故障诊断等。典型构成由操作员站和工程师站组成,数量依据设计而定;设

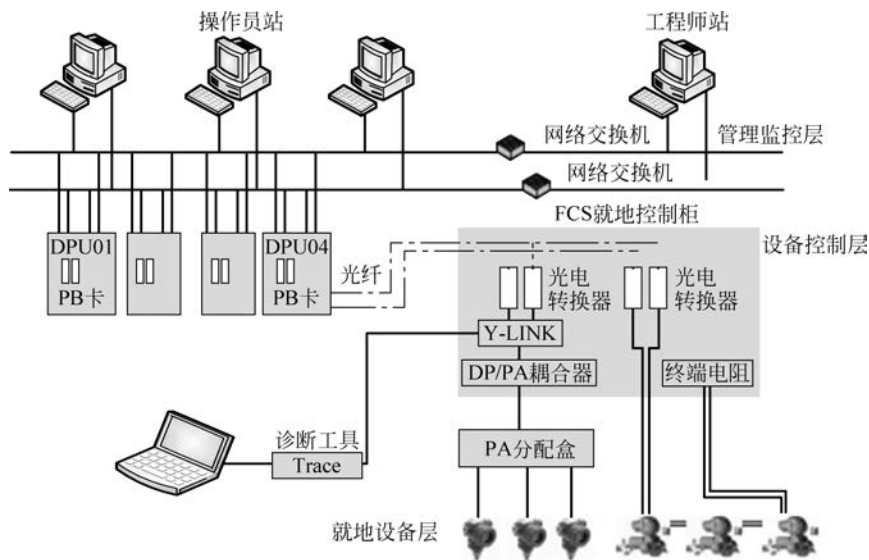


图 3-12 现场总线控制网络拓扑结构

备控制层由智深公司生产的 DPU 控制柜(内含含有 1 对或 2 对冗余总线控制 PB 卡)和分布在现场的总线柜组成。其中,总线柜内有光电转换器、冗余/单路转换器(Y-LINK)、PROFIBUS DP/PA 转换器(耦合器)、终端电阻、中继器(可选用)等组成;就地设备层由具备总线功能的智能仪表、执行机构、阀岛组成。东郊热电主机系统按双网同时运行设计,上位机完成网络的切换功能,而一般辅网控制系统在设备层处单网运行,既能满足安全要求,又节约成本。

现场总线技术已经在新建电厂中得到了大量的应用,但是在国产 350MW 机组中全厂范围内的应用还未见报道,邯鄯东郊热电一期工程迈出了创新的一步,同时为后续电厂数字化建设打下了坚实的基础。



阅读文章 3-2

基于 PROFIBUS-DP 现场总线技术的电气改造设计研究

滤棒存储输送系统作为烟草机械铺连设备,在烟草企业中扮演着重要角色,其生产工艺流程如图 3-13 所示。该系统的作用在于使烟草的加工生产实现自动化,并将滤棒进行干燥和固化,使之符合接下来的工艺要求。

滤棒存储输送系统在工作时会存在一些问题,从而降低了其使用效率,具体问题如下:

- ①输送通道的电机采用的是直流控制系统,该直流方式会增加企业的成本,也不利于维修保养。
- ②主体部分的电机采用的是三相交流力矩电机,该电机的控制模式比较容易操作,但是其灵活性不好,而且这种模式会造成滤棒的输送质量降低,不利于烟草企业的生产。
- ③滤棒存储输送系统的机械设备较大,主控制器 PLC 距离其他检测点较远,导致信号传输路径较长,容易受到影响,从而影响系统的工作效率。
- ④滤棒存储输送系统没有人机交互界面,而且对于现代科技要求来说,这样的控制模式已经不符合时代的要求,会造成系统信息集成度

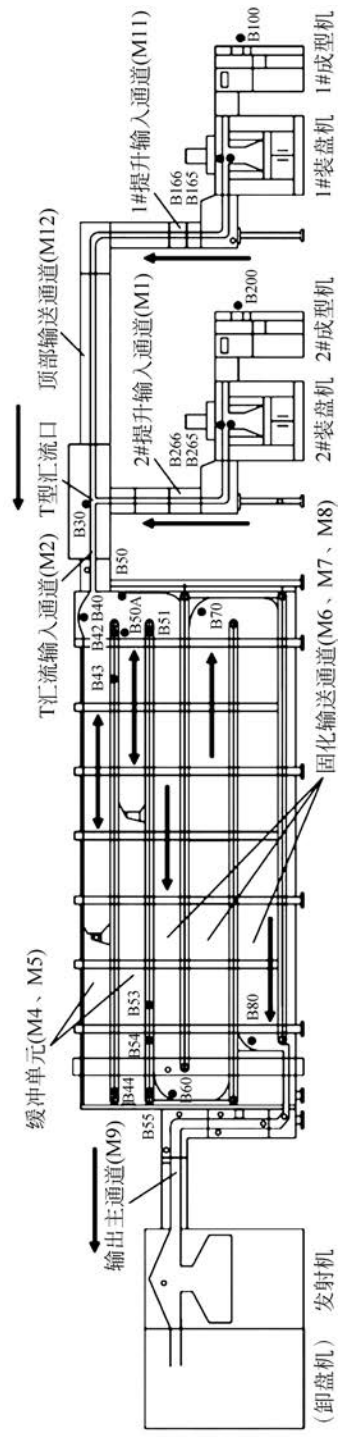


图 3-13 生产工艺流程

差,存在很多不方便之处。由于上面的种种原因,其中最重要的一个问题就是电气设备的不完善,所以为了弥补电气设计的不足,本文基于 PROFIBUS-DP 现场总线技术对滤棒存储输送系统的电气进行改造。

为了使系统更加完善,需要选择与其相适应的配置,本文选择了带 PROFIBUS 总线接口的变频器,以及 TP270 触摸屏,因为该触摸屏含 MPI/DP 等通信接口。电控系统的整体结构示意图如图 3-14 所示。

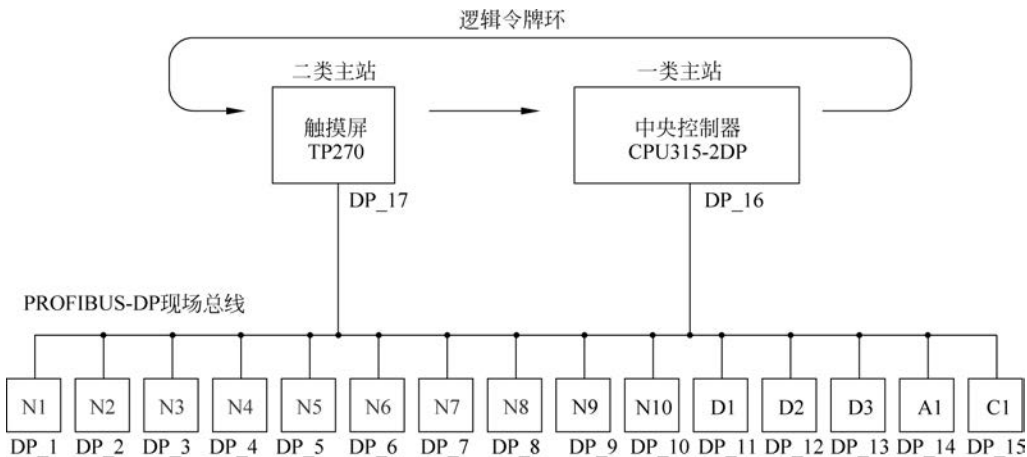


图 3-14 电控系统的整体结构示意图

通过 PROFIBUS-DP 现场总线技术改造滤棒存储输送系统的电气,其主要的改造设计如下:通道处和主体部分的电机通过 PROFIBUS-DP 现场总线技术进行改造,使其变为变频调速控制。系统的协调控制通过分布式 I/O 模块决定。系统的集成化更加庞大,可以获得非常多的信息。人机界面的设计更加先进、方便、有效,能让用户更加清晰地明白如何操作,从而提高整个系统的稳定性。

通过使用 PROFIBUS-DP 现场总线技术,使电气改造后的系统更加简便,让电气设计更加简单,而且还能够降低设计成本,继而为企业节约了相应的成本。通过对电气的改造,还提高了产品的生产质量。

综上所述,基于 PROFIBUS-DP 现场总线技术的电气改造,提高了滤棒存储输送系统的工作效率,还对系统的稳定性有所提高,增大了信息数据的准确性,还节约了电气成本,使系统更加简单化,易于操作,总的来说,基于 PROFIBUS-DP 现场总线技术的电气改造,使滤棒存储输送系统更加完善,功能更加强大。通过对硬件和软件同时改造,从而获得更大的优势。与传统的滤棒存储输送系统相比,改造后的系统的性能有着非常明显的提高。

本章小结

本章先介绍了 PROFIBUS 相关内容,包括 RS-485 总线、PROFIBUS-PA、FMS、DP 相关内容,然后介绍了 PROFIBUS 总线的设备配置方法与系统集成技术,最后介绍了 PROFIBUS 总线技术的发展现状。

综合练习

一、简答题

1. PROFIBUS-DP 中的传输速率超过 1.5Mb/s 时,对接线有何特殊要求?
2. 比较 RS-485 与 RS-232 协议的区别。
3. 为什么有的书籍里描述 PROFIBUS 中 DU 数据域的数据长度最大为 244 位而不是 246 位?
4. CAN 和 FF 总线技术在主从结构上分别采取什么形式?
5. 描述 PROFIBUS 中一类主站与二类主站的功能。
6. PROFIBUS 包含哪三个子集? 分别针对哪种应用?
7. 为什么一个 PROFIBUS 网络上的设备个数为 126 个而不是 127 个?
8. 描述 PROFIBUS 协议的令牌传递方式。
9. 可以采用何种方式进行 PROFIBUS-PA 网段与 PROFIBUS-DP 网段的互联?
10. PROFIBUS 网络中一个主机能与多少个从机通信? 一个从机能与多少个主机通信?
11. 简述 PROFIBUS 协议中 DP-V0、DP-V1、DP-V2 包含的内容。
12. 简述 PROFIBUS-DP 协议信号传输的编码方式。
13. GSD 文件的作用是什么?
14. 画出 PROFIBUS 的 D 型接头内部电阻的接线图。
15. 描述 PROFIBUS 中从站间通信的通信机制。
16. 简单描述通常实现工控设备的 PROFIBUS 通信方案。
17. 基于 SIMENS PLC 做一类主站的组态配置软件名称是什么? 基于 PC+网卡做一类主站的组态配置软件名称是什么?
18. PROFIBUS-PA 协议每位的传输时间为多少?
19. 传统的 DP/PA 耦合器在链接网段时,对 DP 侧的网速有何要求?
20. 一般赋给链接器后面的 PA 网段设备的地址范围是多少?
21. PROFIBUS-DP 协议中,二类主站能否与从站进行周期性通信?
22. PROFIBUS 协议中 SAP 的作用是什么?
23. 描述 PROFIBUS 协议中同步方式和锁存方式的差异。
24. 由于 PROFIBUS 协议中组态时需要估计循环时间,请写出怎样估算信息循环时间。

二、思考题

查阅资料,比较 CAN、FF、PROFIBUS 总线的实际应用情况,包括应用领域、特点、趋势。

三、观察题

根据所学知识,寻找你身边应用 PROFIBUS 现场总线的例子,并分析其带来了哪些便利。