



出色 源于 个性



全新的低压配电解决方案
有人可以提供经济的解决方案。
有人可以提供良好的适用性。
有人可以提供智能化的方案。
有人可以提供广泛的适配性。

但是施耐德电气的低压解决方案是唯一能够提供全部上述性能的方案。

您的选择就在面前。

Masterpact MT(N), 世界上最小的、额定值达 1600A 的断路器。

Masterpact MT(H,L) 仅有 2 种尺寸, 一种额定值达 4000A, 另一种可到 6300A。

施耐德电气公司
电话: (86-10)6590 6907
传真: (86-10)6590 6005
<http://www.schneider-electric.com.cn>

Masterpact MT 使用 Batibus 和 Modbus 通信协议与 Digipact 和 SMS, Powerlogic 电网管理系统兼容。
支持 Profibus, Ethernet 等通信协议。

Merlin Gerin

Modicon

Square D

Telemecanique

Schneider
 **Electric**

施耐德电气, 令电力潜能尽发挥。

智能型低压配电系统

张卫东 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

TM726.2

2001497

2001497

智能型低压配电系统

张卫东 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是作者在多年的技术开发与工程应用经验的基础上编写成的。全书共六章，分别介绍了现场总线 PROFIBUS 的内容、智能型低压电控配电系统的配置、系统中涉及到的智能型低压元器件（结合部分示例）、系统的安装布置以及调试等。

本书是一本实用参考资料，简明扼要，图文并茂，实用性强，适合于电控配电成套设备生产厂、企事业用电部门、电力管理规划部门以及有关工程技术人员应用设计参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

智能型低压配电系统/张卫东编著. —北京: 中国电力出版社, 2001

ISBN 7-5083-0687-2

I. 智… II. 张… III. 智能控制—低压—配电系统. IV. TM727

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 045615 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

通县大中印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2001 年 7 月第一版 2001 年 7 月北京第一次印刷

210 毫米 × 297 毫米 16 开本 3.25 印张 71 千字

印数 0001—5000 册 定价 20.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

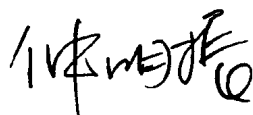
序

低压电控配电系统深入到国民经济的各个方面，应用广泛，而随着电力电子技术、计算机控制技术和网络技术的迅猛发展，输配电领域也产生了突破性的技术革命。智能型低压配电系统融合了配电技术与自动化技术，体现了多技术发展的结合，它的技术与进步对提高我们的生产和生活水平将起到至关重要的作用。

天津电气传动设计研究所作为电气传动、低压电控配电行业的技术开发单位，一直从事自动化控制及配电技术的应用与技术开发工作，取得了许多科研成果，也培养出许多技术造诣深厚的工程技术人员和专家。本书作者作为从事低压配电、自动化技术开发与管理的高级工程师，在长期的工作中通过不断的深入专研和大量的工作实践，积累了丰富的知识和经验。本书较详尽地阐述了作者对智能配电系统中所涉及到的现场总线、系统配置、智能元器件、装配与布线、系统调试等方面的观点和体会。一方面为普及智能型低压配电系统知识做些基础工作，另一方面也想到起到抛砖引玉的作用。

希望本书的出版能达到预期的目的，同时也希望从事配电控制的同仁们共同为这一领域的技术进步和发展出谋划策，使得我们的智能型低压配电系统技术与应用蓬勃健康的发展，为我国的经济增长、行业的技术进步作出应有的贡献。

天津电气传动设计研究所 所长



前 言

近几年来，输配电技术由于自动化技术的进步而得到了飞速发展。现场总线又是当前自动化领域的热点，无论是配电行业的制造厂商还是用户面对众多的总线都在关心和思考什么样的总线系统更适合低压配电系统领域。根据我国目前技术及生产的实际情况，单独制订一套自己的标准，开发自己的总线技术，局限于自己的市场是不可行的，因为一方面资金、技术投入较大，这在现在的市场形势下是比较困难的；另一方面没有足够的市场份额的支持，难于参与市场的竞争。从多年的工程应用及国际、国内总线市场的应用情况看，我们认为将 PROFIBUS 现场总线技术用于我国的低压配电行业是比较理想的。这是因为：

- (1) 低压配电柜或系统都是直接连接现场设备，直接对现场设备供电或进行控制的，对实时性有一定要求。配电系统的发展已不仅局限于配用电，而且逐步地将控制器等产品纳入进来，如软启动、变频器等，同时现场的一些其他设备的简单控制也希望由配电系统来完成。那么无疑 PROFIBUS 总线是较好的选择，只有它可以满足这样多的要求，事实证明这一总线技术可靠，应用方便。
- (2) PROFIBUS 总线技术不仅在欧洲而且在国际上已得到广泛的认可与应用，1996 年批准为欧洲标准 EN 50170V2，1999 年批准为 IEC 61158 标准 (Type III)。其市场份额与市场应用的增长速度都远超过其他总线技术。
- (3) PROFIBUS 总线不仅在现场级，而且在车间管理层都有很好的应用，同时也可以扩大到工厂级，以太网等更高级别应用领域。
- (4) PROFIBUS 现场总线技术是一种开放的，标准的，不依赖于生产厂商的总线。它同样基于 ISO/OSI 的通信分层模型。现在国际上绝大多数公司如 SIEMENS, GE, MOELLER, SCHNEIDER, 都提供基于该总线的产品，可以将这些不同厂家的产品连在同一总线上。
- (5) 可以用不同的网关 (Gateway) 将不同协议的总线产品都连接到 PROFIBUS 总线上。国内在中高压供电系统上其他一些总线协议应用较多，用发展的眼光看，有必要也有可能将所有配电都用一套监控系统来完成。

因此我们选择国际上应用广泛，可靠同时也适合于低压配电系统使用的 PROFIBUS-DP 协议的现场总线，进行国产的消化吸收，并结合产品进行开发。同时用 PROFIBUS 总线来实现低压配电柜的智能化，从而达到遥调、遥测、遥控、遥信的目的。

本书详细介绍了 PROFIBUS-DP 协议的内容以及智能化配电柜的概念、实现的典型方案及配置调试要点。

本书参考了中国机电一体化技术应用协会以及 SIEMENS 公司、PNO 的有关材料，在此表示衷心的感谢。

现场总线技术发展迅速，本人也是初次编写有关内容的材料，欢迎您提出宝贵的批评和建设性意见，以便进一步的修改和完善。

张卫东



上海四通电器塑料厂

SHANGHAI STONG ELECTRICAL EQUIPMENT OF PLASTICS WORKS

上海四通电器塑料厂是中国电器工业协会电控配电设备分会成员单位，是上海电器（集团）公司所属企业，专业生产电气辅件中配线件产品，注册商标为“四通”牌。主导产品PXC3型行线槽是出口机床行线槽配套定点产品，有10个系列、40多种规格。产品按JB/T9660-1999标准生产。适用于电气成套设备和低压配电设备内部布线工艺，为机械、电子、电控、仪表、造船、通讯等行业广泛使用。

上海四通电器塑料厂还生产经营PKD1系列捆绑线带、PCGI系列缠绕管、PH1形管、号码管、PF定位片等电气辅件产品，系列全、规格多、方便用户选择配套。为配合基本建设开发生产了PZC装潢线槽，供大厦、宾馆等建筑物及隧道、地铁等市政工程内电气电话线距行线使用。绝缘阻燃、安全美观。

为配合不同行业需要，本厂还承接特殊塑料型材加工业务。

热忱欢迎新老客户光临惠顾！



PXC 3型行线槽



PCZ 装潢线槽



PKD 1 系列捆线带



PD 定位片



PDC 电话线槽



PCG 1 系列缠绕管



PP 缠绕管



FH 异形管 FH 1 号码管

厂 址：上海浦东沪南路1551号

邮 编：201204

销售科电话：58912354

厂长室电话：58433261

传 真：58912831 电挂：9775

法人代表：张雪坤

联系人：郑志明

开户银行：农行陆家嘴支行北蔡营业所

帐 号：033186-00801004015

上海市区办事处：上海台湾路18号

电 话：63220152

邮 编：200001



中鸿发集团

工业标识设备



LM-400A 超级线号印字机

超级线号印字机

- 中英文印字，可批量，顺序印号
- 无需连接电脑，50000 字符超大内存
- 超大中文屏幕操作，标准大键盘
- 可印 $\varnothing 3.2 \sim \varnothing 8\text{mm}$ 套管及热缩管
(适用导线 $0.5 \sim 16\text{mm}^2$)
- 高速作业，20mm/s 或 60 个套管 /min
- 内置加热器，适用于寒冷气温
- 全自动半切
- 可印制 5,9,12mm 宽贴纸及铭板
- 便携
- 色带成本更低，长度 100m



LM-350AII 电子线号印字机



brother 系列标签机

- 几十种颜色，防水防潮标签
- 随时随地制作，表、盘、柜、箱用标签
- 标签宽度 6,9,12,18,24,36mm



EZ-4TK 工业标牌机

- 与电脑相连，可印制超宽标签、条形码、仿金属标签、PVC 和纸质等各种大标签



贝迪电线标志机

- 粗电缆、电线等现场标记
- 防水
- 临时用标记
- 非标线缆标记



***服务电力、电器，规范产品标识，提高企业形象**

北京中鸿发创新电子技术有限公司
全权代理：北京利祥泰商贸有限责任公司

地址：北京市朝阳区马甸裕民路 12 号华展国际公寓 C 座 403 邮编：100029
Tel: 010-64952299(总机) Fax: 010-62360549 热线电话: 13701176972
http: //www.jifamark.com E-mail: jifa@jifamark.com

目 录

序
前言

第1章 引言.....	1
第2章 现场总线 PROFIBUS.....	5
2.1 概述.....	5
2.2 协议特征.....	6
2.3 PROFIBUS-DP.....	8
2.4 数据通信.....	10
2.5 电子设备数据库文件 GSD.....	11
第3章 智能系统的配置.....	13
3.1 综述.....	13
3.2 系统配置方案示例一.....	15
3.3 系统配置方案示例二.....	17
3.4 国外智能型低压配电系统简介.....	19
第4章 低压配电中的智能元件.....	23
4.1 电网监测元件.....	23
4.2 智能框架断路器.....	25
4.3 智能塑壳断路器.....	27
4.4 智能马达控制器.....	29
4.5 组态监控软件.....	33
第5章 系统装配与布线.....	35
5.1 综述.....	35
5.2 智能系统的规划.....	35
5.3 系统装配要点.....	38
5.4 布线规范.....	38
第6章 系统调试.....	43
附录.....	44

第1章 引言

随着改革开放的不断深入，我国经济建设得到了突飞猛进地发展，人民生活水平得到了极大的提高，这些都离不开国民经济基础建设的巨大发展，尤其是电力工业的持续发展。据统计，到去年底，全国发电装机容量已达到 3.19 亿 kW，发电量 13685 亿 kWh，均居世界第二位，成为电力生产和消费大国。经过“九五”期间的快速发展，我国电力供需已达到总量平衡。

但是应该看到，现代化的办公大楼、智能住宅小区、生产制造过程的自动化、办公设施的现代化又都对供电系统提出了更高的供电可靠性要求，供电系统用户供电可靠性，是电力使用、管理的一项重要内容，是供电系统在规划、设计、基建、施工、设备选型、生产运行、供电服务等方面的质量和管理水平的综合体现。而目前配电线路现状与持续经济发展的要求极不相称：设备陈旧落后、检修任务繁重、人工查询故障、一点故障全线停电、恢复供电速度慢。另外一方面，用户供电可靠性也逐步由高、中压向低压延伸，这是供电可靠性发展的必然趋势，也是低压配电设备用户使用、现场设备可靠运行的客观要求。发达国家的配电网在 70 年代就逐步实施了线路的自动寻检，之后又经历了大规模的配电自动化的发展。目前已实现了以控制、测量、参数设置、网络通信为特征的网络化实时控制，使配电网处于安全可靠、经济优质的运行状态。因此，“十五”期间，我国电力建设的一个重点就是建设改造 10kV 及以下中、低压配电网络，采取多种措施提高电能质量，提高用户供电可靠性，2005 年，城网供电可靠性平均达到 99.9%，部分重点地区达到 99.99%。

实际上，从总体概念上说，配电自动化既包含了对电网的自动化控制，如：对中高电压输配电线路的故障进行快速诊断、自动隔离，以减少故障停电范围，恢复非故障段供电，提高供电可靠性；又包含了低压配电设备智能化。低压配电智能化，除了与配网自动化有相似的要求外，低压配电设备作为终端设备，既肩负着配电的任务，又承担着现场设备控制的重任，因此无论是自动化的配置方式还是现场的控制方式都有其自身独特的特点。

当今的自动化技术的发展已变成以现场总线技术的发展为特征，以现场总线的应用为主要内容，无论是工业自动化领域，还是楼宇自动化，电站自动化、石油化工等领域，处处都已离不开现场总线的身影。现场总线技术是自动化技术发展的必然结果，这是因为传统的现场级与车间级自动化监控及信息集成系统，以及基于 PC、PLC 产品的分布式控制系统（DCS 集散控制系统），其主要特点之一是现场层设备与控制器如 PLC、IPC 之间的连接是一对一、点对点的连接方式，也就是一个 I/O 点对应设备的一个测控点，所传递的信号是 4~20mA（模拟量）或 24VDC（开关量）信号。

在自动化技术的发展过程中，这类系统曾经得到较为广泛的应用。但是在应用中，这些系统逐步地暴露出它固有的一些缺点，如：①信息集成能力不强。控制器可能获取信息量有限，大量的数据参数、故障及故障记录等数据很难得到。例如在低压配电系统中，如果仅仅采用电流电压传感器，那么断路器本身的特性就无法设置或获取。②这样的系统是非开放式的，可集成性差。现场设备均靠标准 4~20mA/24VDC 连接，系统其他软件硬件通常只能使用一家产品，不同厂家产品之间缺乏互操作性，互换性。系统中设备的损坏、增加或减少通常要停机进行大量的接线修改等工作，缺乏灵活性。③可靠性不易保证。对于

大范围的分布式系统，大量的 I/O 电缆敷设施工，不仅增加成本也增加了系统的不可靠性。④可维护性不强。由于现场设备信息不全，现场设备的在线故障诊断，报警，记录功能不强，另外也很难完成现场设备的远程参数设定，修改等参数化功能，影响了系统的可维护性。

针对以上这些缺点，90 年代后，国际上许多公司提出了现场总线的概念，并开发了多种相应的现场总线。采用现场总线构成的系统不仅克服了上述缺点，而且具有可靠、方便、使用灵活等优点，因此现场总线技术的应用也是工业自动化技术的革命。

现场总线 FB (FieldBus) 技术是实现现场级设备数字化通信的一种工业现场层网络通信技术。采用现场总线技术可以迅速、简单、低成本地实现自动化。现场总线是安装在生产过程区域的现场设备/仪表与控制室内的自动控制装置/系统之间的一种串行通信的数据总线，它位于生产控制和网络结构的底层，与工厂现场设备直接连接，一方面将现场测量控制设备互连为通信网络，实现不同网段、不同现场通信设备之间的信息共享；另一方面又将现场运行的各种信息传到远离现场的控制室，以进一步与上层管理控制网络连接和信息共享。既可以将一个现场设备的运行参数、状态以及故障信息等送往控制室，又可将各种控制、维护、组态命令甚至现场设备的工作电源等送往相关的现场设备，从而沟通了生产过程现场级控制设备之间及其与控制管理层之间的联系。

随着自动化技术的不断发展以及工业中生产手段的复杂化和功能要求的不断提高，对配电系统的要求也越来越高，除了传统的容量、可靠性不断提高外，对数据量，远程控制，故障检测等也提出了要求，这就是我们所说的智能化配电技术或智能化开关柜，它能够实现远程测量（遥测）：即可查看各回路各控制单元（子站）的电量参数；远程调节（遥调）：即对各子站可远距离上传、下载各种保护设定值，特性曲线；以及远程控制（遥控）：即对各子站远程储能（框架断路器）、合闸、分闸、启动、停车（马达控制回路）等操作，还可进行信息查询（遥信）：即对系统各种信息资源查询，故障记录，日记报表等，以及对电网管理、成本分析，电网质量和负荷分析等。实际上可以说这是自动化技术与配电技术的结合，而当今自动化技术已发展成以总线为核心的现场总线控制技术 (FieldBus Control System)，因此我们说智能配电技术又是通过现场总线技术来实现的。

现场总线技术发展十分迅速，到目前为止，应用于各种不同场合的主要的总线协议已有数十种，但市场应用最广泛、发展潜力比较大的集中在 PROFIBUS, Control NET, InterBUS 及工业 Ethernet 这几个主要的总线协议。这些总线的发布时间、主要特征及市场状况对比如下，见表 1-1，表 1-2。

表 1-1 几种总线的主要性能

总线技术	发布	标准	投入市场时间	产品品种	主要用途	速率 bit/s	总线长度	站点数
PROFIBUS	PNO	EN50170	1990	1600	工厂自动化 过程自动化 楼宇自动化	9.6k~12M	100km	126
ControlNet	AB	SBI,DD241	1995	100	工厂自动化	5 M	30km	99
Foundation	Fieldbus	部分符合	1995		工厂自动化	H1:31.25 k	1.9km	240
Field	Foundation	IEC1158-2						

续表1-1

总线技术	发布	标准	投入市场时间	产品品种	主要用途	速率 bit/s	总线长度	站点数
AS-Interface	AS-International	EN50295	1993	600	过程自动化	168k	300m	31
InterBus	Interbus Club	EN50254	1984	900	工厂自动化	500k	13km(RS 485)	256

表1-2 几种总线市场分额对比

序号	产品名称	1998年世界市场份额	预测2003年市场份额
1	PROFIBUS	21.50%	24.50%
2	ControlNet, DeviceNet	20.40%	21.10%
3	Ethernet	8.40%	22%
4	Foundation Fieldbus	2.40%	8.30%
5	其他	47.30%	24.10%

(资料来源: 根据中国机电一体化技术应用协会的有关资料)

对于低压配电系统, 为了能够实现上述功能要求, 世界上各主要配电领域的公司都进行了相应的开发与研究, 因此这方面的技术和应用由于现场总线技术的发展而在九十年代末得到了飞速的发展。除了容量增加外, 这些公司产品的显著特点就是能够实现配电系统的智能化。如 SIEMENS 公司的 SIVACON 系列, 施耐德 SCHNEIDER 公司的 DIGIPACT 智能配电系统 (可以用于该公司的 PRISMA、MASTERBLOC 系列产品中), 默勒公司的 MODAN 系列产品等, 这些产品中的智能系统配置都是以现场总线为基础的, 主要有 PROFIBUS、MODBUS 及一些公司内部自己的总线。无论哪种总线方式它们都能够实现上述的智能化系统的四种要求。应用总线系统的配电产品除了功能上比非智能产品优越外, 在配置使用等方面要比分布式传感器系统简单, 容易掌握及使用, 所以这些产品在国外已较为广泛的得到使用, 同时在国内的一些重大工程中也得到应用。

国内的低压配电市场, 无论是制造厂还是用户同样提出了这样的要求, 这是因为过程控制、生产自动化及智能化楼宇等领域都已使用现场总线技术, 对应用于现场的中低压配电产品同样提出了可通信或智能化的要求, 另一方面, 国际上配电领域几大公司如 SCHNEIDER、SIEMENS 等都能提供智能型元器件, 国内低压电器元件行业在“九五”期间也已经开发出了智能化的产品, 如: 智能型万能断路器、智能型塑壳断路器, 它们均带有串行通信接口, 但这些智能化电器在传统的配电控制系统中是很难发挥智能化功能的, 那么只有采用现场总线技术后才能充分发挥智能电器的优越性, 再一方面, 由于市场竞争日益激烈, 用户对配电产品的要求却不断提高, 提高配电的技术含量, 增强产品市场竞争能力, 也是低压配电行业主导企业摆脱目前低水平重复、价格竞争造成的困境的有效途径之一。因此, 正如前言中所说, 正是 PROFIBUS 总线无论是市场占有率还是本身独特的特点, 都比其他总线更适合于低压配电系统, 我们

选择了应用 PROFIBUS 现场总线来实现配电系统的智能化。“九·五”期间，天津电气传动设计研究所承接了机械部科技攻关项目《智能型低压配电电控装置》。针对配电产品的特点及要求，对 PROFIBUS-DP 协议的总线进行深入的研究，开发了符合该标准的总线接口产品并应用到智能型低压配电装置的开发研究中，取得了令人满意的效果，达到并超过了预期的设计目标，该项目已通过机械部组织的专家鉴定。

智能化低压配电系统作为一种技术，有其独特的特点，具有相对独立的技术，同时又是结合低压配电特殊的应用场合，既可以单独作为一种自动化技术去不断发展和应用，又可以用来改造老产品，特别是一些低压配电柜产品的改造。因此有着巨大的市场和广泛的发展前景，智能化配电系统的推广使用必将给我国配用电行业、成套设备生产厂家带来技术上质的飞跃，加速我国国民经济基础产业的发展。

第 2 章 现场总线 PROFIBUS

2.1 概述

PROFIBUS 是 1989 年开发出的现场总线通信规范。PROFIBUS 是一种不依赖于制造厂家的开放式现场总线标准，它可广泛应用于制造加工自动化、过程自动化和楼宇自动化领域，见图 2-1。



图 2-1 PROFIBUS 应用范围

PROFIBUS 也是一种国际化的开放式现场总线标准，它已在 1996 年 3 月 15 日批准为欧洲标准 EN 50170V2。在 1999 年成为 IEC 61158 组成部分 (Type III)。采用 PROFIBUS 标准的系统，不同厂商所生产的设备不须对其接口进行特别调整就可相互通信而集成在一种总线系统中。PROFIBUS 可用于高速和时间苛刻的数据传输，通常是在现场设备的控制对实时性要求比较高的场合，也可用于大范围的复杂通信场合，如车间级管理层的通信。1985 年组建了 PROFIBUS 国际支持中心 (PROFIBUS International)，1989 年 12 月建立了 PROFIBUS 用户组织 (PNO)，对 PROFIBUS 总线的开发使用提供技术支持以及有关的总线产品指南、认证等。1997 年在中国也成立了 PROFIBUS 用户组织 (CPO)。

PROFIBUS 系列有三种协议见图 2-2。

- (1) PROFIBUS-DP 这是一种经过优化的高速和廉价的通信连接，它是专门为自动控制系统与在设备级分散的 I/O 之间进行通信使用的。使用 PROFIBUS-DP 可以取代 24V 或 0~20mA 的并行信号传输。
- (2) PROFIBUS-PA 这是专为过程自动化而设计的。它可使传感器和执行器连接在一根共用的总线上，在本质安全区域也可接上。根据 IEC1158-2 国际标准，PROFIBUS-PA 用双线进行总线供电和数据通信。
- (3) PROFIBUS-FMS 用来解决车间级通用性通信任务。同时也可用于大范围和复杂的通信系统。

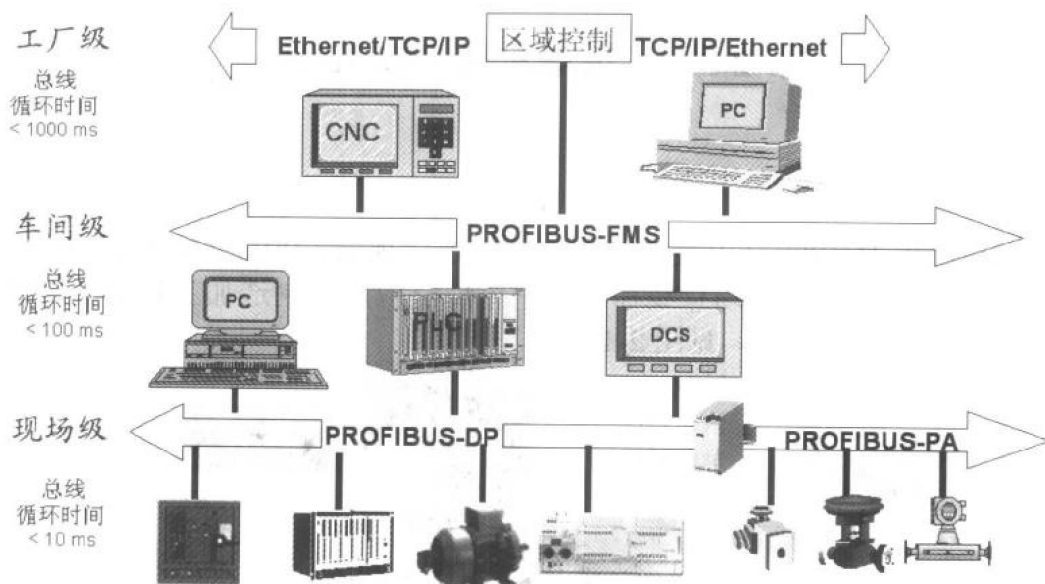


图 2-2 自动化系统分层及 PROFIBUS 应用范围

其中 PROFIBUS-FMS (Fieldbus Message Specification, 现场总线报文规范) 是针对车间级管理任务的通用解决方案, PROFIBUS-DP (Distributed I/O, 分布式 I/O) 主要用于工业自动化系统的高速数据传送, PROFIBUS-PA (Process Automation, 过程自动化) 用于过程自动化。

2.2 协议特征

PROFIBUS 以国际标准为基础, 协议的结构是以 ISO7498 国际标准开放式系统互连网络 (Open System Interconnection-OSI) 参考模型为基础的, OSI 参考模型采用了分层结构化技术将整个网络的通信功能分为 7 层, 由低到高分别是物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层、应用层。见图 2-3。

每个传输层精确地处理所定义的任务。第一层定义了物理的传输技术特性; 第二层定义了总线的存取协议及数据的可靠性、传输协议和报文处理等; 第三层是通信子网与网络高层的界面, 主要负责控制通信子网的操作, 实现网络上不相邻的数据终端设备结点之间在穿过通信子网逻辑信道上的准确数据传输; 第四层是资源子网与通信子网的界面与桥梁, 完成资源子网中两结点之间的直接逻辑通信, 实现通信子网中端到端的透明传输; 第五层会话层利用传输层提供的端到端数据传输服务, 具体实现两端主机之间的通信; 通信层所要处理的是通信双方之间的数据表示问题; 第七层, 应用层是 OSI 模型的最高层, 提供完成特定网络服务功能所需的各种应用协议。

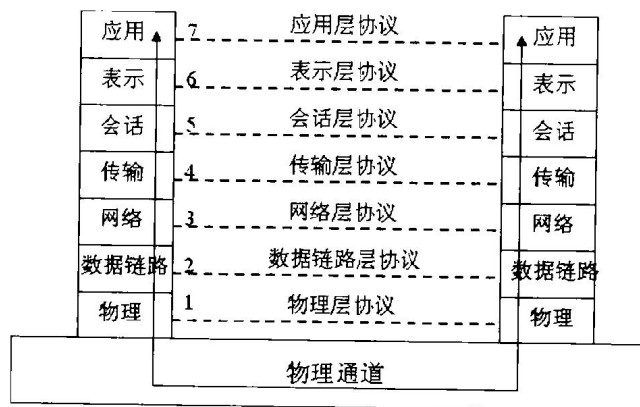


图 2-3 OSI 参考模型

PROFIBUS 采用了该模型七层中的第一层（物理层）、第二层（数据链路层）和第七层（应用层），增加了用户接口层。见图 2-4。

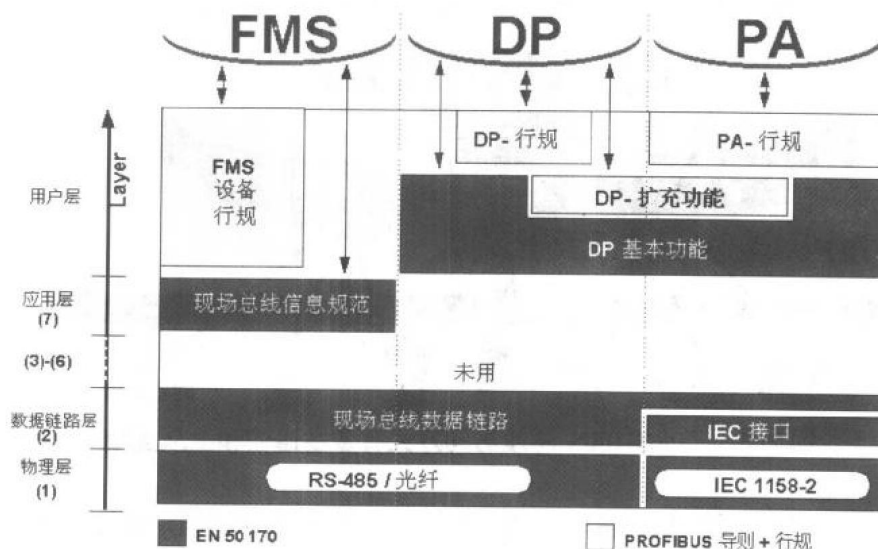


图 2-4 PROFIBUS 协议符合 ISO/OSI 开放式系统模型

PROFIBUS-DP 这种结构确保了数据传输的快速和有效。用户接口层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（DP 行规 Profile）。

PROFIBUS-FMS 定义了第一、二、七层，应用层包括现场总线报文规范（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功能强的通信服务。LLI 协调不同的通信关系并向 FMS 提供与设备无关的访问第二层。

PROFIBUS-PA 的数据传输采用扩展的 DP 协议，另外还使用了描述现场设备行为和参数的 PA 行规。传输采用符合 IEC1158-2 标准总线，这种传输技术可确保其本征的安全性并通过总线给现场设备供电。使用段藕合器或段连接器，PROFIBUS-PA 系统能很方便地集成到 PROFIBUS-DP 网络中。

DP 和 FMS 系统采用了同样的传输技术和统一的总线存取协议，因此这两套系统可在同一根电缆上同时操作。

PROFIBUS 区分或定义三种设备类型即一类主站和二类主站以及从站设备，见图 2-5。主站决定总线上的数据通信。在限定时间内（Token Hold Time）对总线有控制权。从站只是响应一个主站的请求，对总线没有控制权。

DP-1类主设备（DPM1）

- 中央控制器，它与分散的 I/O 设备 (DP-从) 交换数据
- 允许若干个 DPM1，典型的设备是 PLC, PC, VME



DP-2类主设备（DPM2）

- 组态、监视或工程工具，它被用来设定网络或参数 / 监视 DP-从设备



DP从设备

- 直接连接 I/O 信号的外围设备
- 典型的设备是输入、输出、驱动器、阀、操作面板等等



图 2-5 主从站设备分类

PROFIBUS 总线存取协议包括主站之间的令牌传递 (Token Passing) 方式和主站与从站之间的主从 (Master-Slave) 方式, 见图 2-6。

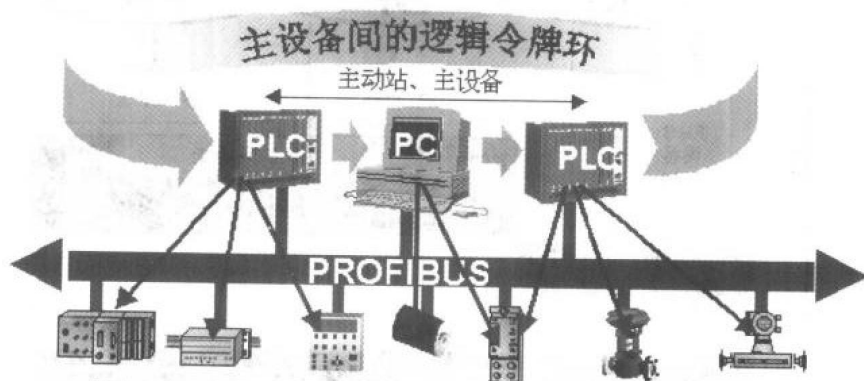


图 2-6 PROFIBUS 总线访问方式有多主通信和主从通信

主站在一个限定的时间框内 (令牌占有时间) 有总线访问权, 从站仅按照主站的询问作出应答, 它没有总线的访问权。主、从站在任何时候都可以增设或拆除, 之后, 现场总线的数据链路层 (FDL) 将自动对令牌环重新组态。令牌传递程序保证了每个主站在确切规定的时间间隔内得到总线存取权 (令牌)。主从方式允许主站在得到总线存取令牌时可与其所属从站通信, 向从站发送或索取信息。因此可以实现以下系统配置:

- (1) 纯主—从系统;
- (2) 纯主—主系统;
- (3) 多主—从系统。

在低压配电领域, 我们主要是采用第一、三种即纯主—从或多主—从的系统配置方式, 具体可能的方案将在第 3 章中描述。

2.3 PROFIBUS-DP

在 PROFIBUS 的三种协议中, 各个协议的应用范围不同。在配电领域, 由于现场可能涉及到的设备包括从断路器、电机控制、电网检测到启动器甚至调速器等控制要求从低到高各不相同, 但 PROFIBUS-DP 都能满足其要求, 故我们在这里只介绍 DP 协议, 有关其他协议的概念, 读者可以参考相关资料。

PROFIBUS-DP 主要是用于现场一级的高速数据传送, 在这一级, 中央控制器 (如 PLC、PC) 通过高速串行线与分散的设备 (如 I/O、驱动器、阀等) 进行通信。

用于 PROFIBUS-DP 的传输物理接口有 RS485 (见图 2-7)。RS485 传输技术是 PROFIBUS 最常用的一种传输技术。总线型拓扑结构允许站点增加或减少, 而且系统的分步投入也不会影响到其他站点的操作, 后增加的站点对已投入运行的站点没有任何影响。传输波特率从 9.6kbit/s 到 12Mbit/s。每个从站输入/输出信息最多不超过 246bit。



图 2-7 九针 D 型插头

使用 RS485 传输技术的 PROFIBUS 网络通常使用 9 针 D 型插头。针脚定

义亦如见表 2-1 所示。

表 2-1 九针 D 型插头针脚

针脚号	信号	规定
1	Shield	屏蔽/保护地
2	M24	24 V 输出电压的地
3	RxD/TxD-P *	接收数据/传输数据阳极 (+)
4	CNTR-P	中继器控制信号 (方向控制)
5	DGND *	数据传输势位 (对地 5V)
6	VP *	终端电阻-P 的供给电压, (P5V)
7	P24	输出电压 + 24V
8	RxD/TxD-N *	接收数据 / 传输数据阴极 (-)
9	CNTR-N	中继器控制信号 (方向控制)

所有的设备均与总线连接，总线又由若干总线段组成。在每一个总线段上最多可连接 32 个站（主站或从站），每个段的头或尾或者在总线的首尾端，各有一个有源总线终端器，总线终端电阻见图 2-8，从而能保证总线的空载状态电位。当总线上的站点数超过 32 个时，必须使用中继器以连接各个总线分支段。中继器不作为站点，但要计数。主站和从站设备在总线上最多站点数为 126。总线的线型拓扑如下图 2-9 所示。采用总线形的网络拓扑结构其主要优点是：

- (1) 安装时只需要简单地将总线从一处拉到另一处，相当容易；
- (2) 所有的站点都接到公共总线上，所以只需很短的电缆，布线容易、易于维护、安装费用少；
- (3) 由于总线是无源介质，结构简单，故十分可靠；
- (4) 如需增加或删除站点，只需在总线的任何点将其接入或删除，相当方便，若需要增加长度，可通过中继器加上总线段即可。电缆的最大长度取决于传输速率。

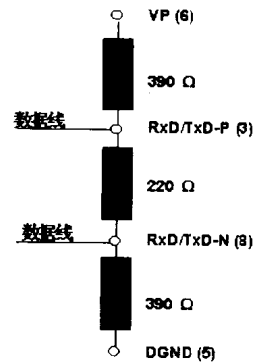


图 2-8 总线终端器

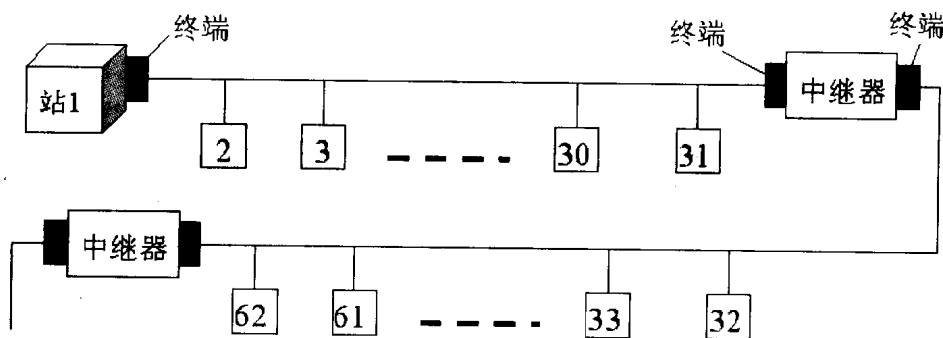


图 2-9 PROFIBUS 总线线型拓扑

总线导线在 EN50170 标准中规定为屏蔽双绞线 STP (Screened Twisted Pair) 或光纤。屏蔽双绞线是最常用最普通的传输介质，同时也具有较高的传输速率。通常在 PROFIBUS 总线网络中使用的双绞线为使用 A 类电缆（见图 2-10），电缆参数如下：

阻抗：135~165 Ω。