

TURING

图灵西门子自动化丛书

SIEMENS

西门子 PROFIBUS 工业通信指南 (第2版)

Decentralization with PROFIBUS DP/DPV1

Structure, Configuration and Use of PROFIBUS DP with SIMATIC S7, 2nd Edition

[德] 西门子公司 Josef Weigmann Gerhard Kilian 著 闫志强 等译



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TURING

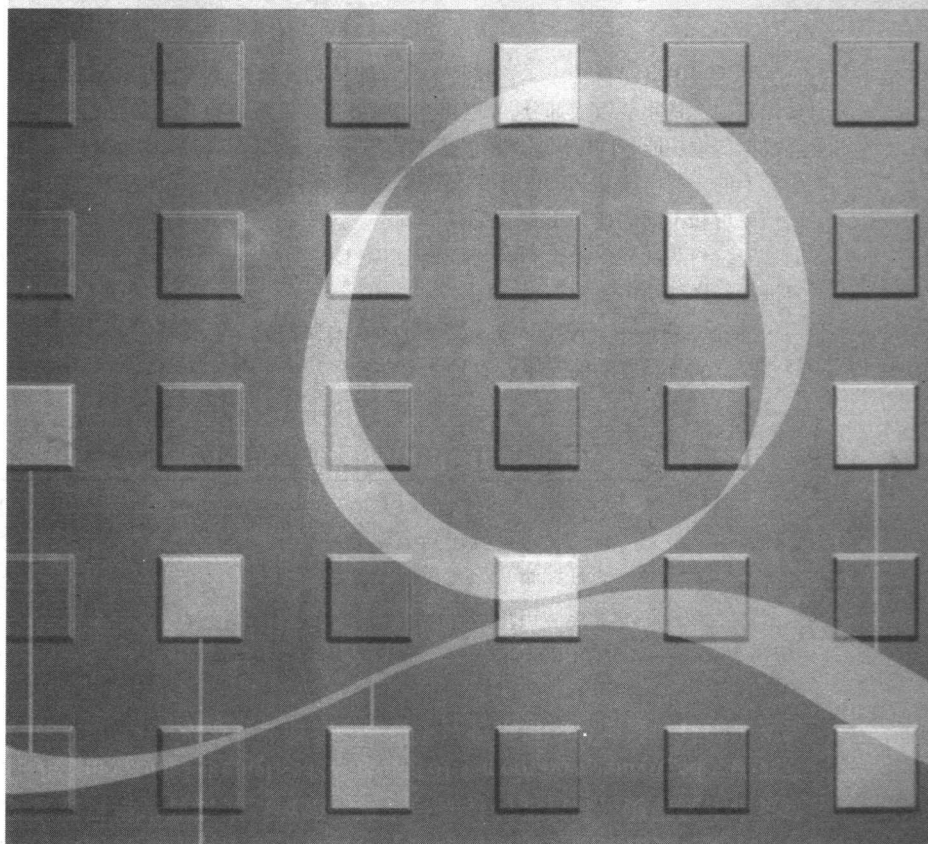
图灵西门子自动化丛书

西门子 PROFIBUS 工业通信指南 (第2版)

Decentralization with PROFIBUS DP/DPV1

Structure, Configuration and Use of PROFIBUS DP with SIMATIC S7, 2nd Edition

[德] 西门子公司 Josef Weigmann Gerhard Kilian 著 闫志强 等译



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

西门子 PROFIBUS 工业通信指南 (第 2 版) / (德) 韦格曼, (德) 基利恩著; 闫志强等译. —北京: 人民邮电出版社, 2007. 4

(图灵西门子自动化丛书)

ISBN 978-7-115-15830-7

I. 西... II. ①韦...②基...③闫... III. ①总线-技术-指南②工业企业-通信网-指南 IV. TP336-62 TN915-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 016427 号

内 容 提 要

PROFIBUS 是现场总线领域非常流行的一种开放式总线标准, 是西门子 TIA (全集成自动化) 概念的重要组成部分。PROFIBUS DP 用于实现分布式 I/O 与单元级控制系统之间的高速数据传输功能, DPV1 是其扩展版本。本书围绕 PROFIBUS DP/DPV1, 对相关内容进行全面深入的介绍, 涉及 PROFIBUS 协议体系、总线拓扑、总线访问控制、DP 总线设备类型、DP 通信原理和不同的通信类型、编程与组态、用户程序接口 (包括中断和功能调用)、诊断功能、安装与调试等, 并运用实例对如何组态 DP 系统以及如何使用 DP 进行数据通信等重要内容进行了详细的讲解。

本书主要适用于现场总线系统设计师、编程人员、安装调试人员, 也可作为初学者的入门读物, 或者高等院校教师、学生的教学参考书。

图灵西门子自动化丛书

西门子 PROFIBUS 工业通信指南 (第 2 版)

◆ 著 [德] 西门子公司 Josef Weigmann Gerhard Kilian
译 闫志强 等
责任编辑 朱 巍

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京铭成印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 700×1000 1/16
印张: 14.75
字数: 300 千字 2007 年 4 月第 1 版
印数: 1-4 000 册 2007 年 4 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2006-3827 号

ISBN 978-7-115-15830-7/TN

定价: 45.00 元

读者服务热线: (010)88593802 印装质量热线: (010)67129223

版 权 声 明

Licensed edition of

*Decentralization with PROFIBUS DP/DPV1 : Structure, Configuration and Use of
PROFIBUS DP with SIMATIC S7*

by Josef Weigmann & Gerhard Kilian

2nd revised and enlarged edition, 2003

© 2003 by Publicis KommunikationsAgentur GmbH, GWA, Erlangen

with the permission of Publicis Corporate Publishing, Erlangen, Germany.

Chinese translation copyright © 2007 by Posts & Telecom Press.

本书中文版由 Publicis Corporate Publishing 授权人民邮电出版社独家出版。未经出版者书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

版权所有，侵权必究。

丛 书 序

亲爱的读者：

经济全球化的一个结果就是工业生产的国际化。在这里最重要的是速度和灵活性。基于因特网的全球网络使得接触新市场和新顾客更为方便，而且每周7天、每天24小时都可以进行交易。同一公司的生产设备、车间以及工厂在全球范围内接入到一个“虚拟”的生产网络中，这样就形成了一个超越公司界限的网络化区域。自动化正面临一些新的挑战，比如“按需生产”和“数字化工厂”。

未来，生产工序将在数字化工厂里进行规划。在实际生产之前，数字化工厂会用虚拟模式对工序进行完整描述和仿真。产品只有在成功通过了数字化工厂、而且它的设计和生进行了全面彻底的优化之后，才允许进行实际生产。开发工程师以及车间的设计者首先通过屏幕设计虚拟产品，车间概念的任何改动都是自动实现的。由于控制程序是自动生成的，于是产品的开发时间和车间的启动时间将只相当于目前耗时的一小部分。

未来，强大的微传感系统、一致的通信能力以及模块化的结构将使生产车间变得更加灵活。即接入即生产（plug-and-produce）技术将加速生产车间的投产和新产品的转化。维护和服务也会大大得益于技术的进步：前瞻性的以及面向状态的维护将成为一种规则并纳入车间建造和转化的虚拟规划中。分布于各处的中心站可以提供全天候的专门服务。

与以往不同，在产品的基础上会衍生通过网络虚拟互连的生产组织。由于使用了电子化的网络，相关供应商甚至分包商能够看到所有对产品的处理和修改，所以透明性对所有包含在供应链里的人以及顾客都很重要。网络会自动处理那些不需要生产的产品，也会在其他产品出现额外需求时尽早通知相关人员。当生产工序发生改动甚至出现故障时，准确而快速地交换这些信息就显得比较重要了。同样重要的是，必须准确而快速地交换相关的成本和其他结果方面的信息。仅仅保证生产的运行是不够的，还必须实时地对市场做出反应。只有这样，顾客不断增加的特殊性能需求才能很好地得到满足。

网络化生产的必备条件是强大而且稳健的自动化技术和通信网络，这样才能将必需的信息及时采集并发送到需要的地方。自动化技术促进了工业过程与时序控制领域的持续发展。这一发展进程中令人瞩目的重大突破自然就是西门子在近10年前所提出的全集成自动化（Totally Integrated Automation）概念，这是自动化技术中一种全新而又独特的概念。西门子是第一个也是目前唯一一个能够提供具有三重统一性自动化解决方案的厂商，也即对于自动化结构中涉及到的所有部件都可以提供在

组态与编程方面、数据管理方面以及通信方面的统一性。利用驱动与自动化技术的集成可以实现分布式智能,同时也构建了新的、更加灵活的自动化结构。

基于共同的数据管理概念,西门子已经成功地为各类工程工具提供了统一的用户界面。从而能够满足用户对“易用”系统的需求。这不但使整个系统的组态变得更为简单,同时也变得相当快捷,从而更多地降低了成本。在自动化系统中,来自不同厂商的部件只要使用相同的标准(PROFIBUS、 OPC 或微软标准),就可以确保它们相互兼容而不发生问题。这也解释了 SIMATIC 自动化系统在世界范围内获得成功的原因。

同时,成功的商业运作所需的通信路径很快就会变得非常复杂。为了在所有的部分过程之间建立一个合适且节能的网络,必须精确分析各个过程。通信结构(也就是从自动化层的现场总线通信到以太网通信)也需要很好地设计和规划。通信网络的设计还必须满足未来的需求。由于通信网络把办公区和自动化区连到了一起,于是数据量出现了持续增长,通信网络也必须具备处理这种状况的能力。

IT 革命已经对工业产生了巨大影响。信息技术正在改变工业环境。没有网络,就没有电子商务的基础。IT 以强大的通信网络为基础,把电子商务和生产连接了起来。

自动化和工业通信是具有光明前景的领域。本套丛书是多年来西门子工程师和众多用户的经验积累,我希望您能喜欢。



Klaus Wucherer (吴贺乐) 博士

西门子公司全球执行副总裁

埃尔朗根, 2006 年 2 月

译者序

现场总线是安装在生产过程区域的现场设备与控制室内的自动控制装置之间的一种串行、数字式、双向传输、多分支结构的通信网络。PROFIBUS 是 IEC 61158 定义的 10 种标准现场总线之一,它具有开放的总线结构和大量的可选设备,在总线访问协议、本征安全性和硬件支持等方面具有突出的优点,广泛应用于制造自动化、工业过程自动化和楼宇、交通、电力等其他领域的自动化,是离散制造行业与过程控制领域应用最多的现场总线。PROFIBUS 以其协议的开放性与设备的互换性和互操作性成为全球领先的现场总线,拥有超过 1400 万安装节点。在我国,PROFIBUS 继 2001 年成为首个中华人民共和国机械行业标准 (JB/T 10308.3-2001) 之后,于 2006 年 10 月成为中华人民共和国国家标准 (GB/T 20540-2006),这是目前我国唯一批准的现场总线国家标准。多年来,我国已成立了 PROFIBUS 资格认证中心、DP 测试中心、PA 测试中心和包括多家设备厂商和应用领域的地区协会,形成 PROFIBUS 学习与应用的热潮。

PROFIBUS 具有 3 个版本: PROFIBUS FMS、PROFIBUS DP 和 PROFIBUS PA,可以实现从现场设备层到单元监控层的分散式数字控制和现场通信网络的功能。PROFIBUS DP (分布式外设) 是一种高速低成本通信,用于单元级控制系统与分散式 I/O 的通信,DPV1 是 DP 的功能扩展版本。PROFIBUS DP/DPV1 是 PROFIBUS 协议中的重要组成部分,在现场总线与工业以太网相结合实现全集成自动化 (TIA) 的发展趋势中依然发挥着基础和中坚的作用。我国相关书籍大多集中于 PLC 相关知识或现场总线概略描述的范畴,尚缺乏一本详细介绍 PROFIBUS DP 和用于指导实践的专业图书,而本书则为 PROFIBUS 的入门和 DP 的使用与实践提供了理想的蓝本。

本书具有以下特点。

(1) 知识全面、涉及内容多,深度把握恰到好处,既可以作为初学者的入门用书,也可以作为工程技术人员的实践指导手册。例如,第 1 章和第 2 章对 PROFIBUS 协议和 DP 设备类型以及 DP 数据通信方式进行了细致的讲解,为后续章节奠定了良好的基础。第 7 章至第 9 章对诊断功能、安装与调试、GSD 文件等相关内容进行了介绍,对系统实践有很大帮助。

(2) 讲解细致,循序渐进,务求理解透彻。这尤其体现在第 3 章至第 6 章中,作者按照读者的理解程度,由浅入深地介绍了与组态和编程相关的内容,并给出了很多实例。

(3) 本书在介绍系统原理、设备特性和编程接口时使用了大量的图和表格,清晰明了,方便读者查阅,可以作为工具书来使用。

2 译者序

译者在翻译过程中查阅了大量的相关资料，对某些术语现有的多种译法进行了认真的比较和确认，务求准确，必要时在括号内给出了英文原词，以方便读者理解。

本书主要由闫志强翻译，参与本书翻译的还有李辉、肖国尊、马蓉等。肖国尊负责本书翻译质量和进度的控制与管理。敬请广大读者提供反馈意见，我们的联系方式为：be_flying_workroom@163.com 或 be-flying@sohu.com，我们会仔细查阅读者发来的每一封邮件，以求进一步提高今后译著的质量。

译者

2007年2月

前 言

在过去的10年中,应用于自动化工厂和过程处理的分散式结构的快速发展使得现场总线系统日渐流行。其中的原因是显而易见的:将I/O通道安装在实际所需的地方,也即机器的附近,将会使安装和布线工作减至最小,由此将极大地降低成本。

标准化现场总线系统拥有“开放”的通信接口,从而能够使用分布式的输入/输出设备和来自不同厂家的智能化过程信号调节现场设备。

现场总线系统的结构必须是透明而开放的。对自动化工程师而言,当他们要在市场上现有的种类繁多的部件中决定采用何种现场总线时,这些则是需要考虑的重要因素。

PROFIBUS通过它自己的总线访问规程满足了工厂现场级数据可访问性的重要需求。一方面,它满足了传感器/执行器领域的通信需求;另一方面,它也涵盖了应用于所谓的单元领域的所有网络功能。尤其是在“分布式I/O”领域,PROFIBUS已成为一个事实上的为国际所接受的标准,并拥有大量可供选择的可连接现场设备。

本书所描述的 PROFIBUS (PROcessFIeldBUS) 是遵循标准 EN (EuropaNorm) Volume 2[1]/IEC 61158[10]的开放式现场总线系统,其协议针对分布式外设 (DP, Decentralized Peripherals, 分散式外设) 做了专门设计。我们编写此书的目的在于尽可能地方便系统工程师、程序员和调试工程师熟悉这一领域并使用 PROFIBUS DP 来完成自动化任务。为了说明 PROFIBUS DP/DPV1 的使用,我们给出了很多基于 SIMATIC S7 自动化系统和 STEP 7 Version 5.1 SP3 的项目示例。

在此次修订、更新的第2版中,考虑到DPV1扩展,对SIMATIC S7中新的中断和用户程序接口进行了介绍。

我们希望读者已具备 SIMATIC S7-300 和 SIMATIC S7-400 可编程控制器以及 STL (语句表) 编程语言的基本知识,但这并非是先决条件。

Josef Weigmann, Gerhard Kilian

埃尔朗根, 2003 年 7 月

目 录

第1章 PROFIBUS 基础 1

1.1 ISO/OSI 模型 1

1.2 协议的结构与版本 2

1.2.1 PROFIBUS DP 3

1.2.2 PROFIBUS FMS 3

1.2.3 PROFIBUS PA 3

1.3 PROFIBUS 层 3

1.3.1 DP/FMS (RS 485) 的 物理层 (第1层) 3

1.3.2 DP/FMS (光纤电缆) 的 物理层 (第1层) 6

1.3.3 PA 的物理层 (第1层) ... 8

1.3.4 现场总线数据链路层 (第2层) 10

1.3.5 应用层 (第7层) 11

1.4 总线拓扑 13

1.4.1 RS 485 13

1.4.2 光纤 15

1.4.3 遵循 IEC 1158-2 (PROFIBUS PA) 的拓扑 15

1.5 PROFIBUS 网络中的总线 访问控制 16

1.5.1 令牌总线规程 17

1.5.2 主—从规程 18

1.6 总线参数 18

第2章 PROFIBUS DP 的总线设备 类型和数据通信 20

2.1 总线设备类型 21

2.1.1 DP 主站 (1类) 21

2.1.2 DP 从站 22

2.1.3 DP 主站 (2类) 22

2.1.4 DP 组合设备 22

2.2 各类 DP 设备间的数据通信 23

2.2.1 DP 通信关系和 DP 数据交换 23

2.2.2 初始化阶段、重启和 用户数据通信 23

2.3 PROFIBUS DP 循环 27

2.3.1 PROFIBUS DP 循环 的结构 27

2.3.2 恒定 PROFIBUS DP 循环 的结构 28

2.4 使用交叉通信进行数据交换 ... 29

2.4.1 交叉通信中的主—从关系 ... 29

2.4.2 交叉通信中的从—从关系 ... 29

2.5 DPV1 功能扩展 29

第3章 SIMATIC S7 系统中的 PROFIBUS DP 32

3.1 SIMATIC S7 系统中的 PROFIBUS DP 接口 32

3.2 使用 DP 接口时的其他 通信功能 37

3.2.1 S7 功能 37

3.2.2 FDL 服务 38

3.3 SIMATIC S7 控制器中 DP 接口的系统响应 38

3.3.1 SIMATIC S7 中 DP 主站 接口的启动特性 38

3.3.2 DP 从站的故障/恢复 38

3.3.3 DP 从站的插入/移除中断 ... 39

3.3.4 DP 从站产生的诊断中断 ... 39

3.3.5 DP 从站产生的过程中断	39	5.2.4 更新中断 (OB56)	69
3.3.6 DP 从站的状态中断	39	5.2.5 厂商指定中断 (OB57)	69
3.3.7 DP 从站的更新中断	40	5.2.6 诊断中断 (OB82)	70
3.3.8 DP 从站的厂商指定中断	40	5.2.7 插入/移除模块中断 (OB83)	71
3.4 SIMATIC S7 系统中的 DP		5.2.8 程序顺序错误 (OB85)	73
从站类型	40	5.2.9 机架故障 (OB86)	75
3.4.1 紧凑型 DP 从站	40	5.2.10 I/O 访问错误 (OB122)	78
3.4.2 模块化 DP 从站	40	5.3 DP 用户数据通信和过程中断 功能	79
3.4.3 智能从站 (I—从站)	41	5.3.1 使用 SFC14 DPRD_DAT 和 SFC15 DPWR_DAT 进 行一致性 DP 数据交换	79
第4章 用 STEP 7 编程和组态 PROFIBUS DP	42	5.3.2 使用 SFC11 DPSYC_FR 发送控制命令 SYNC 和 FREEZE	81
4.1 STEP 7 基础	43	5.3.3 使用 SFC7 DP_PRAL 在 DP 主站上触发过程中断	84
4.1.1 STEP 7 对象	43	5.4 读取 DP 诊断数据	86
4.1.2 STEP 7 项目	43	5.4.1 使用 SFC13 DPNRM_DG 读取 DP 从站的标准诊断 数据	86
4.2 PROFIBUS DP 项目示例	44	5.4.2 使用 SFB54 RALRM 接收 来自 DP 从站的中断	87
4.2.1 创建新的 STEP 7 项目	44	5.4.3 DP 相关的系统状态 列表 (SZL)	93
4.2.2 在 STEP 7 项目中插入 对象	45	5.4.4 系统状态子表的结构	93
4.2.3 PROFIBUS 网络设置	45	5.4.5 使用 SFC51 RDSYSST 读取 系统状态子表	93
4.2.4 使用 HW Config 程序组态 硬件	51	5.4.6 可用的系统状态子表	96
4.2.5 组态 DP 从站	52	5.4.7 SFC51 RDSYSST 的 专有特性	96
第5章 DP 用户程序接口	61	5.5 读写数据记录/参数	97
5.1 DP 用户程序接口基础	61	5.5.1 使用 SFC55 WR_PARM 写入动态参数	97
5.1.1 组织块 (OB)	61	5.5.2 使用 SFC56 WR_DPARM 写入来自 SDB 的预定义数 据记录/参数	100
5.1.2 DP 相关的系统功能 (SFC)	62		
5.1.3 SIMATIC S7 数据记录 基础	65		
5.2 组织块	66		
5.2.1 循环处理的主程序 (OB1)	66		
5.2.2 过程中断 (OB40 至 OB47)	67		
5.2.3 状态中断 (OB55)	68		

5.5.3 使用 SFC57 PARM_MOD 写入来自 SDB 的所有预定义 数据记录/参数	101	6.4.3 对使用 SFC55 WR_PARM 所改变的模拟输入模块的 参数进行测试	126
5.5.4 使用 SFC58 WR_REC 写入数据记录/参数	101	6.4.4 使用 SFC56 WR_DPARM 改变模拟输入模块的参 数设置的用户程序	126
5.5.5 使用 SFC59 RD_REC 读取数据记录	104	6.4.5 对使用 SFC56 WR_DPARM 所改变的模拟输入模块的 参数进行测试	127
5.5.6 使用 SFB52 RDREC 读取 数据集	105	6.5 触发 DP 控制命令 SYNC/ FREEZE	127
5.5.7 使用 SFB53 WRREC 写入 数据集	106	6.5.1 DP 主站 IM 467 中的 SYNC/ FREEZE 应用示例	129
第 6 章 使用 PROFIBUS DP 进行 数据通信的项目示例	111	6.5.2 为 SYNC/FREEZE 功能 生成用户程序	133
6.1 使用 I/O 访问命令进行 数据通信	111	6.6 使用交叉通信交换数据	136
6.2 使用 SFC14 DPRD_DAT 和 SFC15 DPWR_DAT 交换一 致性数据	113	第 7 章 PROFIBUS DP 的诊 断功能	144
6.2.1 I—从站 (配备 CPU315-2DP 的 S7-300) 的用户程序 ..	113	7.1 使用 SIMATIC S7 CPU、 DP 主站接口和 DP 从站上的 LED 进行诊断	144
6.2.2 DP 主站 (配备 CPU416-2DP 的 S7-400) 的用户程序 ..	117	7.1.1 S7-300 的 LED	145
6.2.3 测试 DP 主站与 I—从站之 间的数据交换	118	7.1.2 配备有 DP 接口的 S7-400 CPU 的 LED	146
6.3 处理过程中断	118	7.1.3 DP 从站的 LED	148
6.3.1 在 I—从站 (S7-300) 上产生过程中断	119	7.2 使用 STEP 7 程序的在线功能 进行诊断	149
6.3.2 DP 主站 (S7-400) 对 过程中断的处理	120	7.2.1 SIMATIC Manager 中的 Display Accessible Nodes	149
6.4 发送数据记录和参数	121	7.2.2 SIMATIC Manager 中的 ONLINE 功能	153
6.4.1 SIMATIC S7-300 的模拟 输入模块的数据记录 (DR1) 的结构	122	7.2.3 SIMATIC Manager 中的 Module Information	154
6.4.2 使用 SFC55 WR_PARM 改变模拟输入模块的参 数的示例	125	7.2.4 SIMATIC Manager 中的 Diagnose Hardware	159
		7.3 使用用户程序进行诊断	161

7.3.1 使用 SFC13 DPNRM_DG 进行 DP 从站的诊断	161	8.2.2 检查 PROFIBUS 总线电缆 和总线插头连接器	179
7.3.2 在 OB82 中使用 SFC51 RDSYSST 进行诊断	164	8.2.3 总线终端	182
7.3.3 使用 SFB54 RALRM 进行诊断	166	8.3 用 BT 200 测试设备测试 PROFIBUS DP 总线的物 理特性	182
7.4 使用 SIMATIC S7 诊断块 FB 125 进行诊断	168	8.3.1 布线测试	182
7.5 使用 PROFIBUS 总线监视器 进行诊断	169	8.3.2 站点测试 (RS 485)	182
7.6 使用诊断中继器进行诊断	171	8.3.3 分支测试	183
7.6.1 确定拓扑	172	8.3.4 距离测量	184
7.6.2 追踪故障	172	8.3.5 反射测试	184
7.6.3 诊断中继器的运行要求	174	8.4 DP 输入和输出的信号测试	184
第 8 章 PROFIBUS DP 系统的 安装与调试	176	第 9 章 DP 相关的其他 STEP 7 功能	187
8.1 安装 PROFIBUS DP 系统时 的注意事项	176	9.1 GSD 文件	187
8.1.1 参考电位接地时的 系统安装	176	9.1.1 安装新的 GSD 文件	187
8.1.2 参考电位不接地的 系统安装	177	9.1.2 导入某个站的 GSD 文件	187
8.1.3 安装 PROFIBUS 电缆	178	9.2 分配和改变 PROFIBUS 地址	188
8.1.4 PROFIBUS 电缆的屏蔽	178	9.3 NETPRO	189
8.2 首次启动 PROFIBUS 系统时 的注意事项	178	9.4 PG 在线功能	190
8.2.1 总线电缆和总线插头 连接器	178	9.5 NCM 诊断	190
		术语表	193
		缩略词	211
		标准和规范	215
		索引	217

第 1 章 PROFIBUS 基础

引言

如果将一个基于串行现场总线系统进行通信的自动化工厂和一个按照传统方式构建的自动化工厂进行比较,前者的优势是一目了然的。首先,采用工业现场总线技术将会在很大程度上降低开销,在工厂设备的机械安装、配置和布线过程中尤其如此,因为它减少了为分布式输入/输出设备所进行的电缆布线。采用这种技术的另一明显的优势则是这一技术所衍生出的大量各类现场设备为我们提供了许多的选择。然而,为了最大限度地发挥这些优势,现场总线必须进行标准化设计且具有开放的结构。为此,1987年德国工业界发起了 PROFIBUS Cooperative Project,他们所开发制定的规范和标准成为德国国家级 PROFIBUS 标准 DIN E 19 245[2]。1996年,该现场总线标准成为欧洲标准 EN 50170。

1.1 ISO/OSI 模型

PROFIBUS 协议利用了现有的国家标准和国际标准,基于符合 ISO (International Standard Organization, 国际标准化组织) 标准的 OSI (Open System Interconnection, 开放式系统互连) 参考模型。

图 1-1 描述了 ISO/OSI 通信标准模型。

13

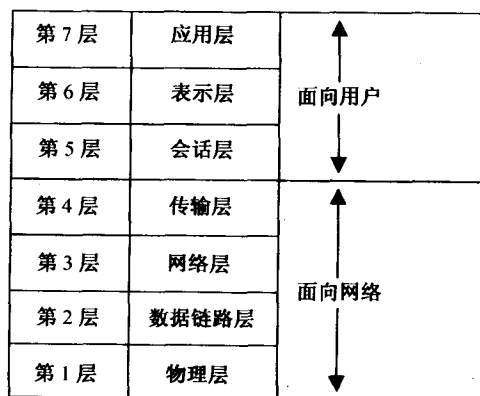


图 1-1 ISO/OSI 通信标准模型

ISO/OSI 通信标准模型由 7 层组成, 可以分为两类。一类包含面向用户的第 5 层至第 7 层, 另一类包含面向网络的第 1 层至第 4 层。第 1 层至第 4 层描述了两地间的数据传输, 而第 5 层至第 7 层使用户能够以恰当的形式来访问网络系统。

1.2 协议的结构与版本

从图 1-2 可以看出, 在 PROFIBUS 协议中实现了 ISO/OSI 参考模型中的第 1 层和第 2 层, 必要时还实现了第 7 层。

	PROFIBUS DP	PROFIBUS FMS	PROFIBUS PA
	PNO(PROFIBUS User Organization, PROFIBUS 用户组织) 制定的 DP 设备行规	PNO 制定的 FMS 设备行规	PNO 制定的 PA 设备行规
	基本功能 扩展功能		基本功能 扩展功能
	DP 用户接口 直接数据链路 映像程序 (DDL M)	应用层接口 (ALI)	DP 用户接口 直接数据链路 映像程序 (DDL M)
第 7 层 (应用层)	↑ ↓	应用层 现场总线报文 规范 (FMS)	↑ ↓
第 3 层至第 6 层		未实现	
第 2 层 (链路层)	数据链路层 现场总线数据链路 (FDL)	数据链路层 现场总线数据链路 (FDL)	IEC 接口
第 1 层 (物理层)	物理层 (RS 485/LWL)	物理层 (RS 485/LWL)	IEC 1158-2

图 1-2 PROFIBUS 协议结构

第 1 层和第 2 层的线路与传输协议符合美国标准 EIA (Electronic Industries Association, 美国电子工业联合会) RS 485 [8]、国际标准 IEC 870-5-1 [3] (Telecontrol Equipment and Systems) 和欧洲标准 EN 60 870-5-1 [4]。总线访问规程和数据传输与管理服务则基于 DIN 19 241 [5] 标准中的第 1 部分至第 3 部分和 IEC 955 [6] 标准 (Process Data Highway/Type C)。管理功能 (FMA7) 使用了 ISO DIS 7498-4 (Management Framework) 的概念。

从用户的角度看, PROFIBUS 提供了 3 种不同版本的通信协议: DP、FMS (Fieldbus Message Specification, 现场总线报文规范) 和 PA (Process Automation, 过程自动化)。

1.2.1 PROFIBUS DP

PROFIBUS DP 使用了第 1 层、第 2 层和用户接口,第 3 层至第 7 层未实现。这种精简的结构能够保证高速的数据传输。通过直接数据链路映像程序 (Direct Data Link Mapper,DDLMM) 可以对第 2 层进行访问。在用户接口中详细规定了各种 PROFIBUS DP 设备的可用功能及系统与设备特性。

PROFIBUS 协议在设计上为用户数据的高速传输做了优化,专门用于可编程控制器与现场级分布式 I/O 设备之间的数据通信。

1.2.2 PROFIBUS FMS

在 PROFIBUS FMS 中,第 1 层、第 2 层和第 7 层得以实现。其中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 包含应用协议并提供通信服务,LLI 用于建立各种不同的通信关系并向 FMS 提供对于第 2 层的、设备无关的访问。

FMS 负责管理单元级 (PLC 和 PC) 的数据通信。强大的 FMS 服务适用于广泛的应用场合并在解决复杂的通信任务时拥有极大的灵活性。

PROFIBUS DP 和 PROFIBUS FMS 采用相同的传输技术和总线访问协议,因而可以在同一根电缆中同时运行。

1.2.3 PROFIBUS PA

PROFIBUS PA (Process Automation) 使用扩展的 PROFIBUS DP 协议进行数据传输。另外,它采用了描述现场设备特性的 PA 行规 (Profile)。这种传输技术遵循 IEC 1158-2[7]标准,能够确保系统本征安全性并且可以通过总线为现场设备供电。使用段耦合器可以将 PROFIBUS PA 设备方便地集成到 PROFIBUS DP 网络中。

PROFIBUS PA 是为自动化过程工程所需的高速、可靠数据通信而专门设计的。使用 PROFIBUS PA,可以将传感器和执行器连入一个公共的现场总线线路中,即便在潜在爆炸性环境中依然适用。

15

1.3 PROFIBUS 层

1.3.1 DP/FMS(RS 485)的物理层 (第 1 层)

采用屏蔽双绞线作为传输介质时,PROFIBUS 第 1 层的基本版本是按照 EIA RS 485 [8] 标准 (也称做 H2) 来实现对称数据传输。一个总线段内的总线线路是一根两端各有一个总线终端器的屏蔽双绞线 (如图 1-3 所示)。总线传输速率在 9.6kb/s ~ 12Mb/s 范围内可选,所选波特率适用于连在总线 (段) 上的所有设备。

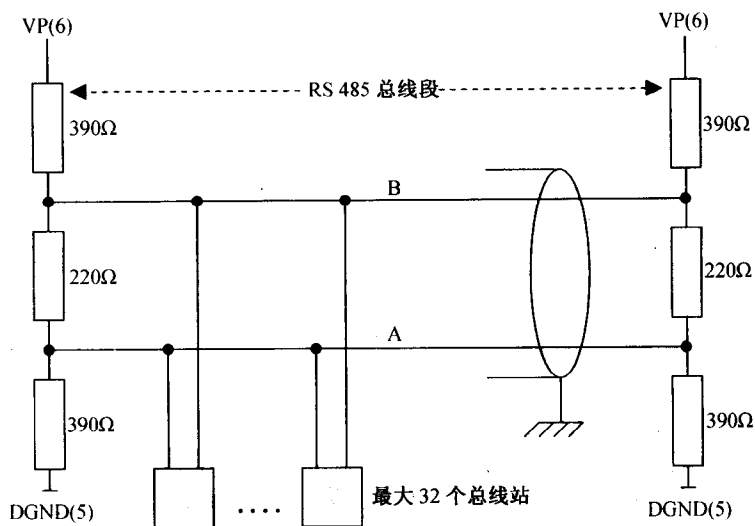


图 1-3 RS 485 总线段的设置

1. 传输规程

在 PROFIBUS 中使用的 RS 485 传输规程基于半双工、异步、无间隙同步的传输方式。数据以不归零码 (Non Return to Zero code, NRZ) 方式编码并按照 11 位字符帧 (如图 1-4 所示) 的格式传输。采用 NRZ 编码时, 在位传输过程中, 从二进制“0”变为“1”时信号波形不变¹。

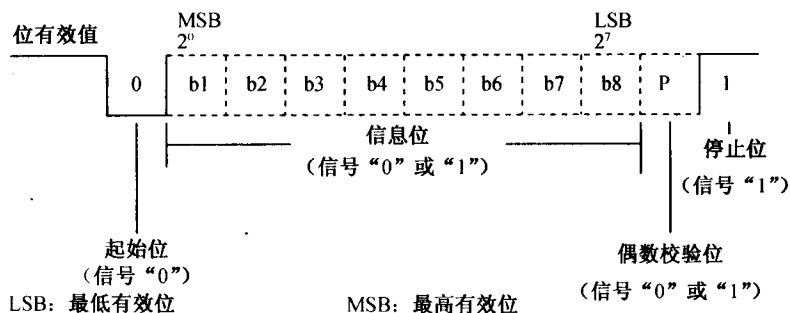


图 1-4 PROFIBUS UART 字符帧

数据传输时, 二进制“1”信号对应于信号线 $R \times D/T \times D-P$ (Receive/Transmit-Data-P) 上的正电压, 在信号线 $R \times D/T \times D-N$ (Receive/Transmit-Data-N) 上则为负电压。各个报文间的空闲状态对应于二进制“1”信号 (如图 1-5 所示)。在专业文

1. 即相邻信号之间不插入零电平。——译者注