

TURING

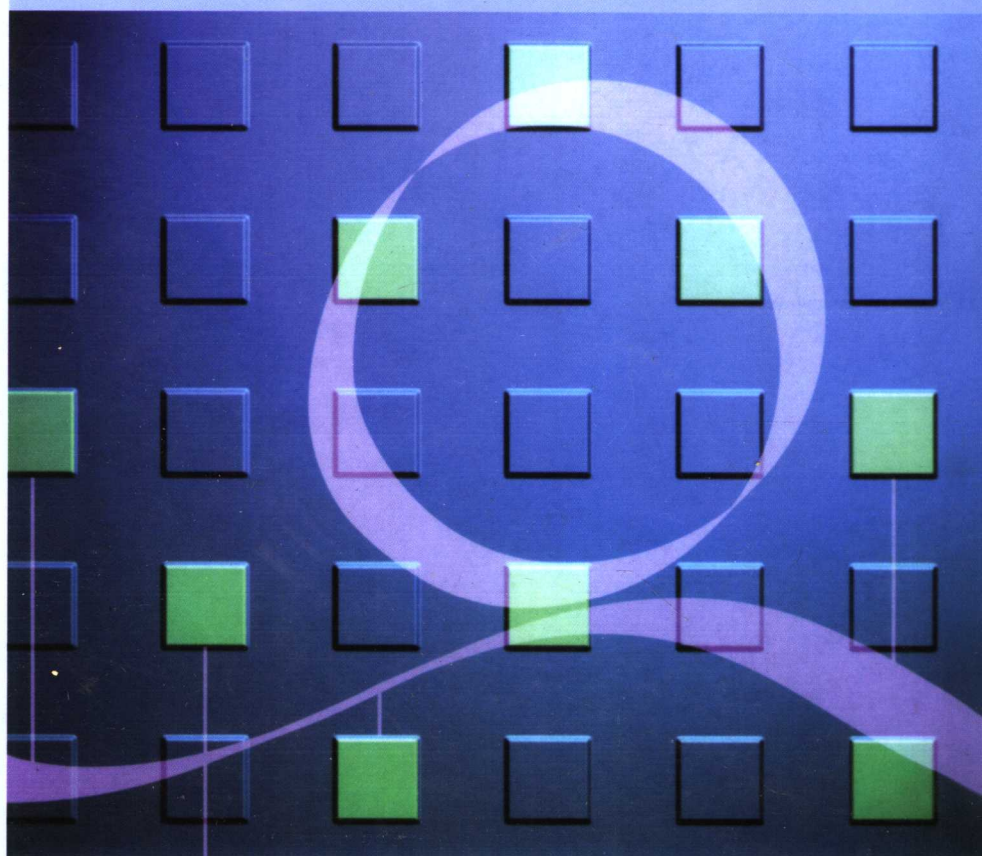
图灵西门子自动化丛书

SIEMENS

西门子 PROFINET 工业通信指南

Automating with PROFINET

[德] Raimond Pigan Mark Metter 著 汤亚锋 等译



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

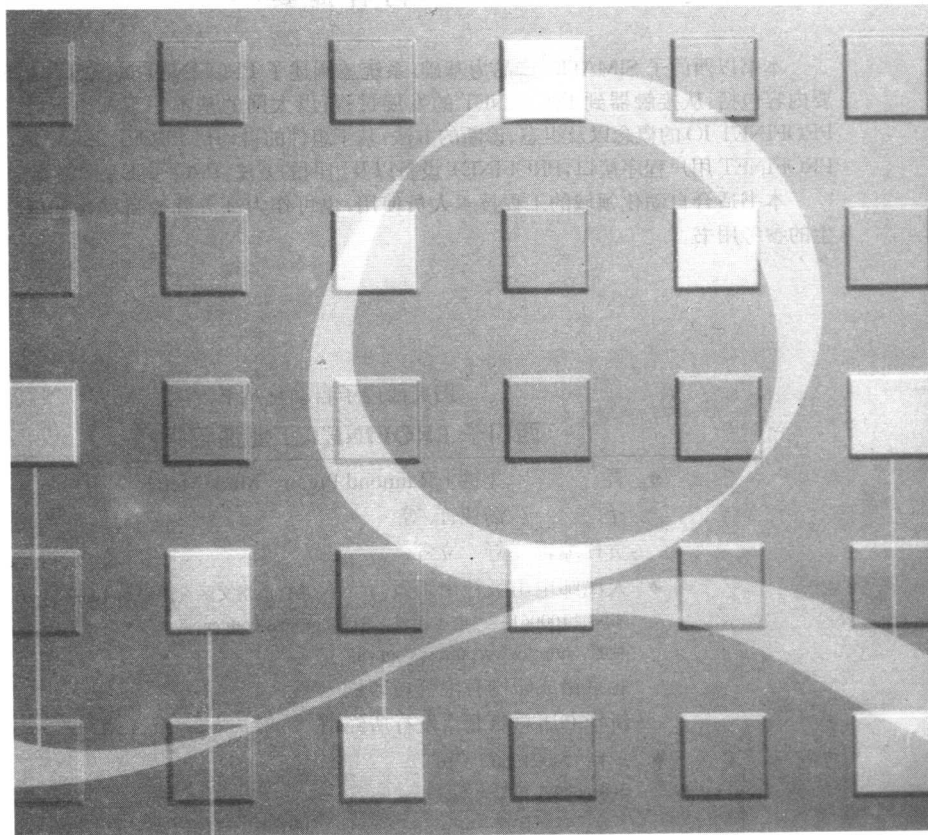
TURING

图灵西门子自动化丛书

西门子 PROFINET 工业通信指南

Automating with PROFINET

[德] Raimond Pigan Mark Metter 著 汤亚锋 等译



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

西门子 PROFINET 工业通信指南 / (德) 皮金 (Pigan,R.), (德) 梅特 (Mottor.m.) 著; 汤亚锋等译. —北京: 人民邮电出版社, 2007.11

(图灵西门子自动化丛书)

ISBN 978-7-115-16734-7

I. 西… II. ①皮…②梅…③汤… III. ①总线—技术—指南②通信网—指南 IV. TP336.62 TN915-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 133312 号

内 容 提 要

本书以西门子 SIMATIC 产品为基础,系统地阐述了 PROFINET 的原理和实现方法。本书主要内容包括:从接触器到 PROFINET 的发展过程;以太网的基本原理和协议,实时通信的实现,PROFINET IO 的概念以及组态、诊断的方法,基于组件的自动化 PROFINET CBA, SIMATIC S7 的 PROFINET 用户程序接口,PROFINET 设备以及组网的方法,PROFINET 网络安全的实现。

本书适合自动化领域的工程技术人员使用,也可作为高等院校自动化和电气工程等专业师生的参考用书。

图灵西门子自动化丛书

西门子 PROFINET 工业通信指南

-
- ◆ 著 [德] Raimond Pigan Mark Metter
译 汤亚锋 等
责任编辑 舒立
 - ◆ 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: 20.5
字数: 425 千字 2007 年 11 月第 1 版
印数: 1—4 000 册 2007 年 11 月北京第 1 次印刷
著作权合同登记号 图字: 01-2007-1472 号

ISBN 978-7-115-16734-7/TN

定价: 49.00 元

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

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
德国埃尔朗根，2006年2月

译者序

自动化技术从创立以来就处于不断发展之中。现场总线的使用为工业通信带来了革新,将自动化系统由集中控制转变成为分散控制。但是,来自市场等多方面的压力需要制造商更好地提高生产力、降低成本、减少产品的生命周期等,于是信息技术越来越多地被引入到工业通信中,使得一致性的通信解决方案 PROFINET 的开发和应用成为可能。

自 2001 年 8 月由 PNO(PROFIBUS National Organization, PROFIBUS 国际组织)发表 PROFINET 规范以来, PROFINET 已经在现场层面的应用方面崭露头角。PROFINET 以 PROFIBUS 为基础,将工厂自动化和企业信息管理层 IT 技术有机地融为一体,同时又完全保留了 PROFIBUS 现有的开放性。因此,通过使用 PROFINET 可以在整个工厂内实现统一的网络架构,为企业的信息化提供了坚实的通信平台,大大提高了工厂的生产效率。

PROFINET 的另外一个重要突破是 CBA(Component Based Automation)技术,即基于组件的自动化技术。通过将不同的控制系统打包为标准组件,并在组件中使用统一的通信接口,CBA 技术很好地降低了由于当前工厂中多供应商产品、多种控制平台并存所带来的系统复杂性。

本书不仅在操作层面上给予读者较强的指导,而且有一定原理性阐述,可以加深读者的理解。此外,本书内容丰富、层次分明。在 PROFINET 应用日益广泛的今天,本书的出版能及时满足广大工程师、技术人员的需要。

本书主要由汤亚锋翻译,参与本书翻译工作的还有闫志强、肖国尊、马蓉、焦贤龙、邝祝芳、杨明军、张杰良、肖枫涛、刘齐军、韩智文、张聪、唐玲艳等。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,读者可以将意见通过电子邮件发送至 be_flying_workroom@163.com 或者 be-flying@sohu.com,我们会仔细查阅读者发来的每一封邮件,以求进一步提高译著的质量。

译者

2007 年 6 月

序 言

工业以太网的成功始于1985年。这一年,西门子公司推出基于IEEE 802.3的SI-NEC H1。由于工业以太网具有交换海量数据的能力,所以它注定会用于生产控制领域。3年以后,特殊的现场总线系统(如PROFIBUS)开始成功地用于现场级别的通信。这些总线允许在控制器和分布式I/O设备之间进行快速、可靠的数据交换。

然而,智能现场设备的增加导致了传送数据量的增加。也就是说,目前的现场总线系统已经达到了它们的性能极限。拥有PROFINET之后,工业以太网正在突破这个限制。随着PROFINET的使用,从现场级别到公司管理层之间已逐步能自由地进行持续通信了。

PROFIBUS国际组织在2000年8月第一次发布PROFINET,5年之后,它已经成为了一个全新的、开放的工业以太网标准,能够满足工业应用的所有需求。它是一个既能满足运动控制应用的严格实时通信要求、又具有现代化办公通信优势的标准。

PROFINET IO能够实现此前只能由现场总线应用完成的自动化解决方案。PROFINET CBA第一次将复杂的自动化应用分解成一些大小可控的自治技术模块。在PROFINET IO和PROFINET CBA中,现有的现场总线都可以通过代理服务器集成到未来的结构中。

这个概念包含了一个完整的解决方案。从工业兼容的电缆、连接器到具有实时能力的交换机都包括在这个解决方案中。PROFINET为自动化工程特别制定的安全概念,涵盖了访问控制、数据加密、认证和日志,同时还考虑了网络安全的高要求。利用PROFISAFE行规,可以在同一根以太网电缆上实现故障安全相关的通信以及标准通信。

通过PROFINET,工业以太网又获新生,为它的成功史书写了一页新的篇章。

通过本书,我们希望读者能够快速而且贴近实际地熟悉PROFINET。本书重点内容是“分布式I/O”和“分布式自动化”。

如果没有西门子的支持,如果没有那些所有在空余时间审阅本书并提出广泛建设性意见的人,本书就不可能完成。真诚地感谢所有的人!

Raimond Pigan Mark Metter
于德国埃尔朗根

目 录

第 1 章 从接触器到开放标准	1	3.2 PROFINET 的实时性	22
1.1 SIMATIC 的成功史	1	3.3 实时通信	25
1.2 工业以太网的发展历程	3	3.3.1 实时连接管理	27
1.3 PROFINET	5	3.3.2 同步	27
1.3.1 PROFINET IO	6	3.3.3 同步帧的协议组成部分	31
1.3.2 PROFINET CBA	6	3.3.4 实时协议的组成部分	34
1.3.3 实时通信	7	3.4 等时同步实时通信	36
1.3.4 现场总线集成	7	3.4.1 等时同步实时技术	37
1.3.5 网络安全	7	3.4.2 IRT 协议的组成部分	37
1.3.6 PROFINET 运动控制	8	3.4.3 IRT 应用的组态	38
1.3.7 PROFINET 故障安全	8	3.5 PROFINET ASIC	39
第 2 章 以太网基础与协议	10	3.5.1 应用	40
2.1 以太网的基本结构	10	3.5.2 PROFINET IO 设备的 发展	41
2.2 以太网标准帧	11	3.6 PROFINET 协议分析器	42
2.3 以太网地址或 MAC 地址	12	第 4 章 PROFINET IO ——分布式 IO	44
2.4 用于以太网的功能	12	4.1 PROFINET IO 的概念	45
2.4.1 自动协商	12	4.1.1 PROFINET IO 的设 备分类	45
2.4.2 自感应——自动识别 数据率	13	4.1.2 PROFINET IO 的数 据流	46
2.4.3 MDI/MDI-X 自动交叉	13	4.1.3 IO 设备的设备模型	48
2.5 用于 PROFINET 的基于 以太网的协议	13	4.1.4 数据对象	49
2.5.1 TCP/IP	13	4.1.5 上下文管理	49
2.5.2 UDP/IP	18	4.1.6 应用关系	49
2.5.3 网络层的其他协议	19	4.1.7 通信关系	50
第 3 章 实时通信	21	4.1.8 服务和协议	54
3.1 对以太网实时能力的需求	22	4.1.9 从组态到开始运行系统	62
		4.1.10 PROFINET IO 的代理	

功能	63	组件	121
4.1.11 PROFIBUS 集成	65	5.3.2 用 PROFINET CBA 工程 工具互连 PROFINET 组件	121
4.2 从设备系统的规划到设备系统 的操作	65	5.4 PROFINET 组件	122
4.2.1 用 SIMATIC STEP 7 进行 PROFINET IO 工程 设计	65	5.4.1 技术模块	122
4.2.2 规划设备系统	66	5.4.2 技术接口	124
4.2.3 用 SIMATIC STEP 7 对 设备系统进行组态	67	5.4.3 可编程功能以及固定 功能	124
4.2.4 设备操作	84	5.4.4 PROFINET 组件的 类型	125
4.3 PROFINET IO 的诊断 功能	86	5.4.5 单例组件	125
4.3.1 用 STEP 7 和 NCM 进行 PROFINET IO 诊断	87	5.4.6 可分配组件的设备 组态	126
4.3.2 IO 控制器用户程序的 PROFINET IO 诊断	95	5.4.7 PROFINET 组件描述 (PCD)	129
4.3.3 用 SNMP 进行网络 诊断	96	5.5 用 STEP 7 创建 PROFINET 组件	129
4.3.4 用 PROFINET IO 设备的 显示元件诊断	97	5.5.1 创建 STEP 7 基本 项目	129
第 5 章 PROFINET CBA——分布式自 动化	108	5.5.2 用通信处理加载用户程序 周期	130
5.1 分布式自动化的发展过程	109	5.5.3 创建 PROFINET 接口	131
5.2 PROFINET CBA	112	5.5.4 创建 PROFINET 组件	136
5.2.1 PROFINET CBA 的 概念	113	5.6 PROFINET CBA 通信	142
5.2.2 PROFINET CBA 的对象 模型	113	5.7 从规划设备到操作设备	146
5.2.3 现场总线的集成	117	5.7.1 规划设备	146
5.2.4 PROFINET 设备和 PROFIBUS 设备	119	5.7.2 创建 PROFINET 组件	146
5.2.5 SIMATIC S7 和 SIMATIC Net PROFINET CBA 的 产品	119	5.7.3 用 SIMATIC iMap 组态 设备	147
5.3 PROFINET CBA 工程	121	5.7.4 设备的调试和测试	157
5.3.1 生成 PROFINET		5.7.5 设备的操作和监控	160
		5.8 PROFINET CBA 的 诊断	160
		5.8.1 SIMATIC iMap 的离线 诊断	161

5.8.2 SIMATIC iMap 的在线 诊断	162	7.2.3 技术实现——快速 连接	229
5.8.3 用 PROFINET CBA 设备的 显示元件进行诊断	172	7.2.4 用于快速装配的总线电缆 ——IE FC 电缆	230
第 6 章 SIMATIC S7 的 PROFINET 用 户程序接口	176	7.2.5 IE FC RJ45 接头	231
6.1 基础	176	7.2.6 混合连接器	232
6.1.1 组织块	178	7.2.7 M12 连接器	233
6.1.2 功能块	179	7.2.8 IE FC 引出插座	233
6.1.3 功能	179	7.2.9 快速连接剥线工具	234
6.1.4 数据块	180	7.2.10 IE TP 软线	235
6.1.5 SFC 和 SFB	180	7.2.11 电气网络中使用引出插座 的系统组态	235
6.1.6 记录	183	7.3 光信号传输	237
6.2 PROFINET IO 的程序 接口	185	7.3.1 100Base-FX	237
6.2.1 PROFINET IO 的 组织块	186	7.3.2 1000Base-SX 和 1000Base-LX	238
6.2.2 PROFINET IO 的系统功能 和系统功能块	193	7.3.3 光缆——为工业而 设计	239
6.2.3 PROFINET IO 的系统状态 列表(SSL)	209	7.3.4 FO 接头连接和固定 连接	240
6.3 PROFINET IO 的用户程序 接口	212	7.4 PROFINET 的无线网络	240
6.4 PROFINET CBA 的用户程 序接口	217	7.4.1 SCALANCE W	241
6.4.1 PROFINET CBA 的组 织块	217	7.4.2 SCALANCE W 的 部件	242
6.4.2 PROFINET CBA 的系统 功能和标准功能	218	7.4.3 SCALANCE W788-1 PRO	243
第 7 章 PROFINET 设备与组网 ...	226	7.4.4 SCALANCE W788-2 PRO	246
7.1 无源网络组件	227	7.4.5 SCALANCE W744-1 PRO	247
7.2 有线电气网络的传输介质	227	7.4.6 SCALANCE W 的 iPCF	248
7.2.1 在 PROFINET 中使用 100 Base-TX 传输电气信号 ...	228	7.4.7 CP 7515	249
7.2.2 1000Base-TX	229	7.4.8 IWLAN/PB Link PN IO	250
		7.4.9 WLAN 设备的附件	252
		7.4.10 SCALANCE W 的组态 和参数化	254
		7.5 有源网络组件	254

7.5.1 编程器和 PC 的 NIC—— 网络接口卡	255	用的基本标准和指导方针 小结	282
7.5.2 S7 环境中 PLC 的 CP—— 通信处理器	257	第 8 章 PROFINET 的安全	283
7.5.3 其他 PROFINET 产品	260	8.1 SCALANCE S	283
7.5.4 集线器和交换机的基本 知识	263	8.2 安全模块的保护功能	286
7.5.5 用于工业的交换机:SCAL- ANCE X	265	8.2.1 VPN	286
7.5.6 路由器	272	8.2.2 数据包过滤防火墙	288
7.6 PROFINET 的网络拓扑	273	8.3 SIMATIC Net SCALANCE S612 和 SIMATIC Net SCALANCE S613	289
7.6.1 星形	274	8.4 SIMATIC Net SOFTNET 安全 客户端	290
7.6.2 树形	275	8.5 组态的例子	291
7.6.3 总线型	276	8.5.1 把 SCALANCE S 组态为 防火墙的操作	291
7.6.4 环形	277	8.5.2 SCALANCE S 的 VPN 隧道	296
7.7 用来优化 PROFINET 的安装 准则	278	缩略词	302
7.7.1 电磁兼容性	278	参考文献	305
7.7.2 电气数据线和光学数据线的 安装准则	279	索引	309
7.7.3 设计 PROFINET 网络的 一般规则	281		
7.7.4 PROFINET 组网中可使			

第 1 章 从接触器到开放标准

目前的可编程控制器(PLC)的前身是面向连接控制,它是使用接触器进行控制的。在当时,控制的特征是电路技术。控制任务是通过简单逻辑电路之间的硬件连接的方式实现的。这些硬件需要占用大量的空间,而且灵活性受到很大限制,通常每一个改动都需要做大量的转换工作。

1968年,通用汽车公司的工程师设计出了第一个 PLC。第一批 PLC 于 20 世纪 70 年代初问世,其设计模式和电源设备相似,而且在接触器控制中使用的电缆和工具同样可用于连接这些设备。使用 PLC 最显著的好处就是,改动可以在不涉及硬件的情况下完成。具有多程序能力的微程序 PLC 在 20 世纪 80 年代初首次出现在市场上,它允许控制任务以软件程序的形式来完成。

1.1 SIMATIC 的成功史

1958年,西门子公司推出了 SIMATIC G。这是第一次出现模块化(但还不能编程)概念。SIMATIC G 基于锗半导体,使用电阻-晶体管逻辑电路(RTL)(见图 1-1)。随后的 1964 年,基于硅半导体、使用二极管-晶体管逻辑电路(DTL)的 SIMATIC N 系统和 H 系统首次发布。使用集成电路(包含高噪声抗扰和防浪涌逻辑电路(HLL))的 SIMATIC C1 和 C2,以及使用晶体管-晶体管逻辑电路(TTL)的 SIMATIC C3 于 1971 年开始投放市场。这些逐步改进的系统都有一个共同特点:所有这些产品都不能自由编程。

可自由编程的 SIMATIC S3 控制器是 1973 年开发的。这款 PLC 是现代 PLC 的鼻祖。1979 年,西门子公司凭借 SIMATIC S5 系统在大量市场获得了彻底突破,成为了全球同行业的领军者(见图 1-2)。

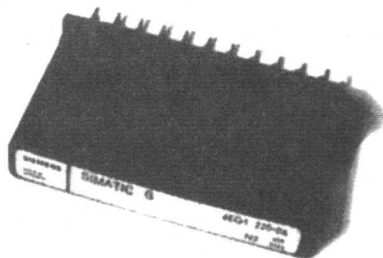


图 1-1 SIMATIC G 模块

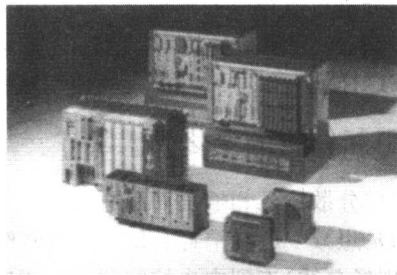


图 1-2 SIMATIC S5

SIMATIC S5 可以用多种特殊的语言进行编程。最先使用的是 STEP 5 软件包中的语句表(STL)、功能块图(FBD)以及梯形图(LAD)。

SIMATIC S7 系列于 1995 年引入。SIMATIC S7 是全集成自动化(TIA)的基础。TIA 是西门子为所有工业部门提供的一个整体解决平台。它由一个完整系列的配套产品以及完成自动化任务的解决方案组成。

15

在 SIMATIC S7 的后继发展过程中,通过对一组控制器扩展形成了一个系列。这些控制器具有不同级别的性能表现以及配置(与适应多种输入输出电压和输出电流的信号转换器配套)。同时,这一系列的范围从进行简单的二进制处理的小型 PLC,延伸到执行复杂任务的大型设备,而以前这样的复杂任务只能由工业控制计算机来完成(见图 1-3)。

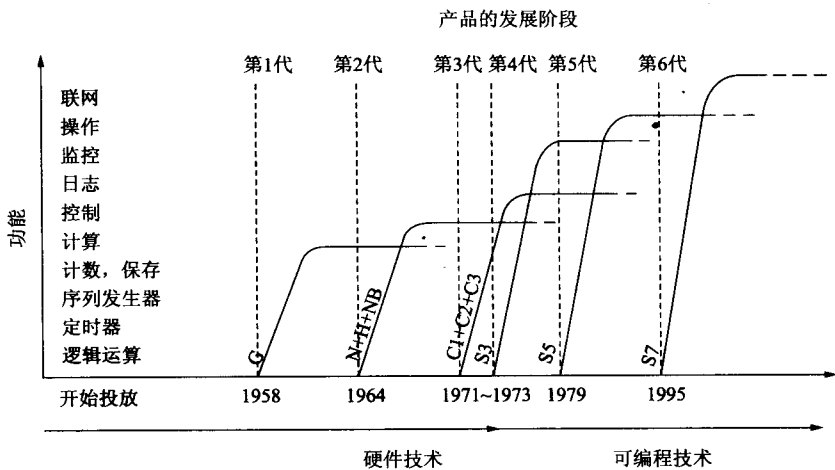


图 1-3 SIMATIC 几代产品的时间和功能概述

系统操作的简单性是开发最重要的因素之一。没有风扇的坚固设计允许外部电缆通过螺旋式或插入式装置直接连到设备。

不仅控制器在向前发展,编程环境同样在发展。编程器件除了生成程序之外,还可以进行修正和形成文档,并允许设备系统进行调试以及故障排除。为了能够对各个功能部分进行监视以及形成文档,不久以后,就实现了把标准 I/O 器件(比如打印机和显示终端)连到 PLC 的技术。第一个基于 Windows 的图形化编程用户界面于 1985 年出现。这样就可以在编程的时候使用注释行,也能对 PLC 程序进行结构化设计。

分散引起结构的变化

通过分散输入和输出而引起结构的变化是 PLC 历史上又一个革新突破。这样做的目的是想减少电缆消耗。I/O 搬到离作业点更近的地方,然后通过两芯或四芯的细电缆(现场总线)连到中央控制器。微程序控制器在现场能直接处理简单的任务,这样

就减轻了中央 PLC 的负担。控制命令经由现场总线网络从中央控制器传递到分散的交换设备。这是第一批处于 IP 65/67 保护级别的设备,也就是说这些设备不再需要额外的终端盒^①了。

人们很快发现,除了分布式输入输出设备之外,在分布式自动化解决方案里同样需要其他的现场设备(如驱动器和阀门等)。20 世纪 90 年代开始的时候,为了确定一个对所有制造商都开放的面向未来的标准,人们开始对许多总线进行标准化。今天,所有重要的总线系统都能与不同的通信接口相连;在欧洲,最主要的代表就是工业以太网、PROFIBUS 以及 AS-Interface。

1.2 工业以太网的发展历程

Robert Metcalf 于 1976 年在美国国家计算机会议(National Computer Conference)上表述了他对以太网(Ethernet)(见图 1-4)的观点。Ethernet 这个词让人想起 light ether(轻以太)这一古老概念。按照以前的认识,“轻以太”包围着地球,是一种电磁能量的传播媒质。与“轻以太”类似,同轴电缆是从发送器向所有的相连者传递信息的无源媒质。

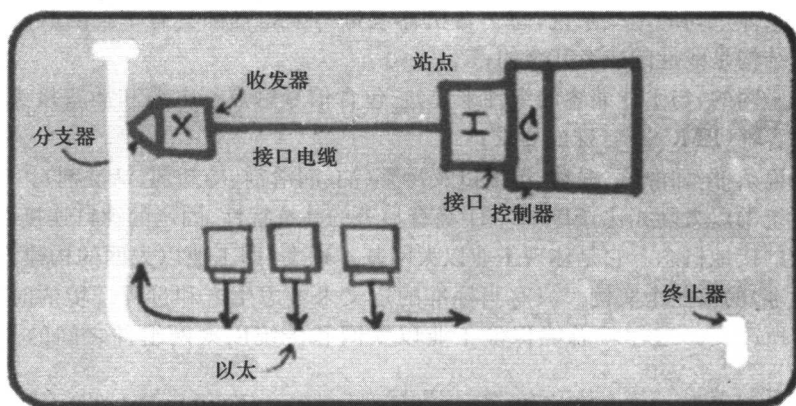


图 1-4 在美国国家计算机会议上表述的以太网概念

1980 年,DEC、Intel 和 Xerox 三家公司联合发布了所谓的 DIX 标准。此前处于试验状态的以太网被一个开放的、详细定义的 10Mbit/s 的系统代替。电气和电子工程师学会(IEEE)于 1985 年完成了对其进行标准化的工作,它是 802.3 协议下的一个局域网(LAN)互连标准。从此,建立工业标准的路就开通了。

通过对时间,特别是对布线和速度方面的考虑,以太网标准进行了许多扩展。最初的以太网 10 Base5,同时也被称为“粗电缆网”(Thicknet)不再重要。粗电缆网之后

① 用于保护设备的专业箱体。——译者注

就是“细电缆网”(Thinnet) 10 Base2, 也叫做细电线(Thinwire)或者便宜网(Cheaper-net)。10 Base2 使用显著缩小的同轴电缆, 价格更便宜, 因此非常普及。我们仍然可以在家里或者老一点的办公网络中见到它们。双绞线标准的成功始于1990年。使用10 Base-T 之后, 数据传输速率达到10 Mbit/s, 以太网取得了最终的工业性突破。

快速以太网(Fast Ethernet)始创于1993年6月。超过50家的供应商加入快速以太网联盟(Fast Ethernet Alliance), 它们抱着一个共同目标, 就是确定100Mbit/s以太网。通过采用在双绞线上传输速率达到100Mbit/s的快速以太网标准IEEE 802.3u (100BaseT), 这个目标在1995年6月得以实现。1999年, 吉比特以太网(Gigabit Ethernet)的标准化工作又前进了一步, 此后是2001年10吉比特以太网(10-Gigabit Ethernet)的标准IEEE 802.3ae。同时, 以太网在局域网范围里的应用率处于第一位, 目前全球占有率超过80%, 并且还在不断地增长。

工业以太网

1985年, IEEE 802.3 被采纳为标准, 西门子公司在SINEC H1 名下引入应用在工业中的以太网。这就是工业以太网的诞生。开发工业以太网是很有必要的, 因为应用在工业环境中的以太网和应用在办公环境中的以太网有着如下的本质区别:

- 从具体车间的走线来说, 每一台机器或每一个装置都具有单独的联网层次, 网络结构是线性的或者冗余的;
- 从坚固的、与工业兼容的组件来说, 它包含信号触点。电缆和插塞接头, 对电磁兼容性(EMC)有特殊的要求;
- 环境条件, 如温度、振动、湿度以及污染(油、润滑剂、冷却剂、清洗剂)。

与传统的以太网相比, SINEC H1 具有显著的高抗扰性、固定的螺钉连接以及设备系统范围的接地概念。它是体现工业以太网基本理念(即工业以太网的构建充分利用了现有标准)的第一个实例。只有当标准的定义未考虑生产和过程环境的时候, 才会对标准有所改变。这样就总能保证工业以太网和传统以太网组件之间的交互没有问题。

工业以太网历史上的里程碑事件如下。

- 1985年, SINEC H1 总线电缆: 标准黄色电缆, 配有坚固的铝皮外壳; 设备系统范围的接地。
- 1989年, 冗余总线结构: 双总线结构增加了网络能力; 在自动化系统中使用特殊软件进行访问控制。
- 1992年, 光纤网络: 模块化星形集线器以及工业用结实的光缆。
- 1994年, 冗余的光环形: 使用星形集线器, 光环形具有高可用性; 环形结构减少了网络中的介质冗余。
- 1995年, 工业双绞线: 两线电缆互绕, 具有很厚的屏蔽层; 使用Sub-D 技术进行连接。

- 1996 年, 优化的光学组件和统一的信号概念: 光纤链路模块(OLM, optical link module)和 DIN 轨道星形集线器具有一定的冗余能力, 节约了开支。OLM 和星形集线器可以使用数字信号触点。这样, 网络状态能添加到 HMI(人机界面)系统中, 从而抛弃了昂贵的网络管理方式。
- 1998 年, 交换和 100Mbit/s: 已被证实的工业以太网概念也可以用于快速以太网。信息技术引入工业通信中(SIMATIC Net-CP 443-1 IT 用于 SIMATIC S7-400)。
- 1999 年, SIMATIC S7 使用 IT-CP 443-1, 使 SIMATIC 连入因特网。
- 2001 年, 移动通信开始用于工业: 通过使用 MOBIC(手持式工业电脑)Internet 个人数字终端(PAD), 可在无线局域网中实现移动应用。
- 2003 年, PROFINET: 通过连接 PROFIBUS 和以太网的模块, 两种总线系统都得以发展。基于组件的自动化成为可能。
- 2004 年, PROFINET: 工业以太网获得实时能力。
- 2005 年, PROFINET 开始用于现场——许多汽车公司将 PROFINET 作为未来应用的标准。

1.3 PROFINET

2000 年 8 月 PROFIBUS 国际组织(PROFIBUS International)在新闻发布会上提出了 PROFINET 的概念; 4 年之后, PROFINET(PROcess FIeld NET)的基础已经构建起来了。该标准涵盖了安装技术、实时通信、网络管理以及 Web 集成功能等方面(见图 1-5)。

18

为了给不同类型的应用提供最佳支持, PROFINET 提供了两种方案: 集成分布式 I/O 的 PROFINET IO 和在分布式自动化中创建模块化设备系统的 PROFINET CBA。借助代理(proxy)概念, PROFINET 使得现场总线系统之间能够实现无缝集成。对于简单的车间扩展而言, 这是一项重要的功能。

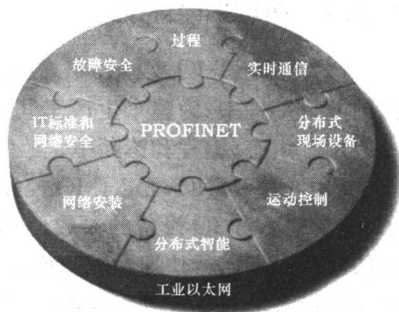


图 1-5 PROFINET 的模块化概念

然而, PROFINET 远远不只是一种基于工业以太网(见图 1-6)的最佳自动化工程通信系统。事实上, 它是一套全面的标准, 可以满足在工业自动化中运用以太网的所有需求。此标准涵盖了控制器层次的通信、包含 I/O 系统的常规自动化以及功能强大的运动控制领域。因此, PROFINET 适用于所有的自动化应用。

PROFINET 还在继续发展。有关网络安全和故障安全方面的定义工作, 以及为了使 PROFINET 适合运动控制应用而将 PROFIBUS 下的 PROFIDRIVE 行规映射到 PROFINET 中的相关工作都在进行之中。作为建立与 MES 层(制造执行系统层)进行

交互的首要一步,维护操作这一主题业已启动。

层	任务	ISO/OSI 参考模型	
		PROFINET IO 服务(IEC 61784) PROFINET IO 协议(IEC 61158)	Profinet CBA(IEC 61158 Type 10)
7b	处理	无连接 RPC	DCOM 面向连接的 RPC
7a		未使用	未使用
6	表示	未使用	未使用
5	通信	未使用	未使用
4	传输	UDP(RFC 768)	TCP(RFC 793)
3	交换	IP(RFC 791)	
2	安全	全双工(IEEE 802. 3), 优先级标签(IEEE 802. 1Q) 实时扩展(IEC 61784-2 即将发布)	
1	比特传输	100Base-TX, 100Base-FX(IEEE 802. a3)	

图 1-6 PROFINET 与 ISO/OSI 七层模型对应关系

目前正在定义过程自动化对 PROFINET 的使用需求。随着“列车应用(Train Application)”工作组(Working Group, WG)的建立,第一次“纯粹的”关于 PROFINET 行规的工作已经展开。

此外,产品认证的早期引入对 PROFINET 也非常重要。产品认证是随技术发展而发展的一套标准,能够从一开始就保证高质量的 PROFINET 产品。

1.3.1 PROFINET IO

PROFINET IO 支持分布式现场设备直接接入以太网。所有使用的设备都连入一致的网络结构中,为整个生产车间提供了一致的通信。PROFIBUS DP 的用户界面广泛应用于组态、编程和诊断中。

19] PROFINET IO 规定了 IO 控制器与 IO 设备之间的所有数据交换方式,同时规定了 IO 控制器和 IO 设备的参数化和诊断方法。它基于生产者/消费者模型,采用微秒级的总线周期进行快速数据交换。通过使用代理服务器,下一级 PROFIBUS 总线段中的现场设备能够集成到 PROFINET IO 系统中。

1.3.2 PROFINET CBA

PROFINET CBA(Component Based Automation,基于组件的自动化)描述了未来自动化车间的图景。CBA 基本的考虑是:一个自动化车间可以根据许多不同的情况分解成自治子单元,即所谓的技术模块。而车间的实现总可以由设计和功能相同或只有细微差别的几个模块完成。

这种技术模块通常由一定数量的输入信号控制。技术模块的功能由用户写入的控制程序定义。技术模块将控制程序产生的信号输出至另一个控制器。