

**Guide of Development for Intelligent
Device Based on DeviceNet Fieldbus**

基于现场总线 DeviceNet 的智能设备开发指南

张 戟 程 旻 谢剑英 编著

*Specially Designed
for Engineers and Technicians of Electronics*



西安电子科技大学出版社

<http://www.xduph.com>

基于现场总线 DeviceNet 的 智能设备开发指南

张戟 程旻 谢剑英 编著

西安电子科技大学出版社

2004

内 容 简 介

本书以计算机网络、通信、开放系统互连参考模型等知识为基础,较全面地介绍了 DeviceNet 现场总线技术的特点、规范、通信控制芯片、接口电路设计及协议软件设计,并通过两个实际项目(其中一个为国家高科技产业化示范工程项目)详细而全面地论述了 DeviceNet 技术开发的全过程。

本书突出了与实际开发相关的内容,书中附录部分提供了大量与实际开发有关的宝贵的技术资料。书中很多内容均为首次公开,具有很高的技术参考价值。

本书可作为高等院校计算机、工业自动化及仪表类专业本科生、研究生教学和毕业设计的参考书,也可作为从事现场总线系统设计及应用开发的技术人员的培训教材。

书中的硬件图纸及软件源代码只能作为教学及培训用途,不得用作商业目的。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

基于现场总线 DeviceNet 的智能设备开发指南 / 张戟等编著.

—西安:西安电子科技大学出版社,2004.6

ISBN 7-5606-1388-8

I. 基… II. 张… III. 总线-技术 IV. TP336

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 037417 号

责任编辑 云立实 阎彬

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

<http://www.xduph.com> E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2004年6月第1版 2004年6月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 14.375

字 数 338千字

印 数 1~4000册

定 价 22.00元

ISBN 7-5606-1388-8 / TN·0266

XDUP 1659001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

设备网(DeviceNet)是由 Allen-Bradley 公司设计的一种基于 CAN 技术的低成本、高性能的现场总线网络。它采用现场总线技术将诸如可编程序控制器、传感器、光电开关、操作员终端、电动机、轴承座、变频器和软启动器等现场智能设备连接起来,是分布式控制系统减少现场 I/O 接口和布线数量,将控制功能下载到现场设备的理想解决方案。设备网目前由致力于支持设备网产品和设备网规范的非盈利性组织 ODVA(Open DeviceNet Vendors Association)进一步开发。至今,全球已有超过 300 家厂商提供 DeviceNet 的接入产品。除了 ODVA 以外, Rockwell、GE、ABB、Hitachi 和 Omron 等跨国集团也致力于 DeviceNet 的推广。

本书以国家高新技术产业化工程示范项目——基于 DeviceNet 现场总线的智能设备与检测系统为背景,详细介绍了基于 DeviceNet 的智能阀控制器通信接口设备的软硬件设计,其内容为国内首创,具有推广和指导意义,同时它又是与工业界直接联系的项目。该通信接口设备已经在北京和上海的现场总线展览会上被成功展示。

本书首先回顾了现场总线的发展历程与工业自动化网络技术的特点,介绍了当前现场总线的国际标准情况和一些重要网络概念,特别着重论述了生产者/消费者网络模型和 DeviceNet 的技术背景、应用领域及自动化网络三层结构体系;接着按物理层、数据链路层和应用层对设备网协议规范作了详尽的论述(尤其是 DeviceNet 的通信协议和对象模型),并以一个 DeviceNet 通信连接实例来帮助读者理解协议规范中的有关内容;然后以两个实际项目(其中一个为国家高新技术产业化工程示范项目)为背景,用大量篇幅详尽讲述了基于 DeviceNet 的智能设备的设计过程,其中包括设备描述需求分析,硬件接口设计和软件协议开发以及高性能的嵌入式系统开发的远程调试环境和方法;接着对 DeviceNet 协议一致性测试的环境和要求作了详尽的介绍,特别针对如何分析和优化程序的开发提出了一些独特的见解;最后介绍了 DeviceNet 智能设备开发的下一步工作以及对 DeviceNet 技术的展望和 EtherNet/IP 的研究热点。

本书附录中有大量详实的开发资料,包括智能阀 Profile、参考源代码、一致性测试报告样纸等,希望能对从事 DeviceNet 智能设备开发的技术人员有所帮助。

本书在编写过程中得到了上海交通大学自动化系控制工程与网络技术研究室的陈应麟教授和上海 Rockwell Automation 的贾青高级工程师(原上海交通大学自动化系控制工程与网络技术研究室副教授,上海交通大学 Rockwell 开放实验室主任)的指导和热情支持。上海交通大学自动化系控制工程与网络技术研究室的魏震博士、张敬袁博士和章扬学士(现在日本京都大学攻读硕士学位)提供了大量的帮助和有用的资料,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免会有缺点和不妥之处,敬请读者见谅。

编 者

2004 年 2 月于上海

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 现场总线的系统结构及技术特点	1
1.1.1 现场总线的发展及标准定义	1
1.1.2 现场总线的结构特点	3
1.1.3 现场总线系统的技术特点	4
1.1.4 现场总线与一般通信网络的区别	4
1.2 CAN 技术概述	5
1.3 DeviceNet 现场总线背景	6
1.3.1 DeviceNet 概述	6
1.3.2 DeviceNet 的技术特点	6
1.3.3 DeviceNet 的应用范围及前景	7
第 2 章 DeviceNet 协议规范	9
2.1 DeviceNet 协议规范概述	9
2.2 DeviceNet 的物理层和数据链路层	10
2.2.1 DeviceNet 的物理层和物理媒介	10
2.2.2 DeviceNet 的数据链路层	11
2.2.3 CAN 芯片在 DeviceNet 中的应用	13
2.3 DeviceNet 的网络通信模型	13
2.3.1 显性报文和 I/O 报文	13
2.3.2 I/O 触发机制	15
2.4 DeviceNet 的通信协议	16
2.4.1 DeviceNet 中连接的概念	16
2.4.2 DeviceNet 的报文传送	19
2.4.3 预定义的主/从连接组	21
2.4.4 数据通信方式	21
2.5 DeviceNet 对象模型与设备描述	22
2.6 理解 DeviceNet 的连接和通信过程	25
2.7 本章小结	28
第 3 章 DeviceNet 智能设备设计实例	29
3.1 DeviceNet 智能设备设计的一般步骤	29

3.2 CAN 控制器及相关器件的选择	31
3.2.1 Intel 82527 CAN 控制器的主要特性	32
3.2.2 Philips SJA1000 CAN 控制器的主要特性	33
3.2.3 CAN 总线收发接口电路芯片 Philips 82C251	34
3.3 离散量输入模块的 DeviceNet 智能节点设计实例	34
3.3.1 开发环境——PC/104	35
3.3.2 离散量输入模块的接口电路	38
3.3.3 离散量输入模块的软件设计	40
3.4 DeviceNet 智能阀控制器通信接口模块设计实例	45
3.4.1 智能阀通信接口需求分析	45
3.4.2 智能阀控制器通信接口模块硬件设计指南	47
3.4.3 调试工具及测试方法	57
3.4.4 智能阀控制器通信接口模块软件设计指南	62
3.5 本章小结	88
 第 4 章 DeviceNet 产品协议的一致性测试	89
4.1 测试计划与准备	89
4.1.1 硬件环境	89
4.1.2 软件环境	90
4.2 测试设计与测试方法确立	101
4.2.1 测试需求分析	101
4.2.2 测试方法的确立	102
4.3 执行测试	102
4.3.1 DeviceNet 协议测试	102
4.3.2 物理层测试	105
4.3.3 交互式测试	105
4.3.4 测试结果的分析 and 优化	106
4.3.5 测试结果	107
4.4 本章小结	108
 第 5 章 DeviceNet 的开发前景与展望	109
5.1 基于 DeviceNet 的进一步的开发工作	109
5.1.1 DeviceNet 通信控制器的开发	109
5.1.2 网络协议转换器的开发	110
5.2 DeviceNet 的前景展望	110
5.2.1 DeviceNet 的前景展望	110
5.2.2 DeviceNet 与 EtherNet/IP 的关系	111
5.3 本章小结	112

附录 A	113
A.1 软件数据字典	113
A.2 软件系统结构图	117
A.3 参考源代码	117
附录 B 调节阀 Profile.....	198
B.1 概述.....	198
B.2 阀的对象类.....	199
B.3 开关与 LED 指示灯	206
B.4 阀的 EDS 文件	206
附录 C 一致性测试报告样纸.....	212
 参考文献.....	 222

第1章 绪论

1.1 现场总线的系统结构及技术特点

随着控制、计算机、通信、网络等技术的发展,信息交换的领域正在迅速覆盖从工厂的现场设备层到控制、管理的各个层次,覆盖从工段、车间、工厂、企业乃至世界各地的市场。信息技术的飞速发展,引起了自动化系统结构的变革,逐步形成了以网络集成自动化系统为基础的企业信息系统。现场总线(fieldbus)就是顺应这一形势发展起来的新技术。

1.1.1 现场总线的发展及标准定义

20世纪80年代中期,微处理器与计算机功能的不断增强和价格的急剧下降直接导致了计算机与计算机网络系统的迅速发展。与此同时,处于生产过程底层的测控自动化系统仍采用一对一联机方式,用电压、电流的模拟信号进行测量控制,或采用自封闭式的集散系统,这都难以实现设备之间以及系统与外界之间的信息交换,使自动化系统成为“信息孤岛”。要实现整个企业的信息集成和综合自动化,就必须设计出一种能在工业现场环境运行的、性能可靠、造价低廉的通信系统,形成工厂底层网络,完成现场自动化设备之间的多点数字通信,实现底层现场设备之间以及生产现场与外界的信息交换。现场总线就是在这种实际需求的驱动下应运而生的。它作为过程自动化、制造自动化、楼宇、交通等领域现场智能设备之间的互连通信网络,沟通了生产过程现场控制设备之间及其与更高控制管理层网络之间的联系,为彻底打破自动化系统的“信息孤岛”创造了条件。

由于标准实质上并未统一,因此对现场总线的定义也不统一。下面给出的是现场总线的两种有代表性的定义:

(1) ISA SP50 中对现场总线的定义:现场总线是一种串行的数字数据通信链路,它沟通了过程控制领域的现场控制设备(即场地级设备)之间以及与更高层次自动控制领域的自动化控制设备(即车间级设备)之间的联系。

这里的现场设备指最底层的用于控制、监测、执行和计算的设备,包括传感器、控制器、智能阀门、微处理器和内存等各种类型的仪表产品。

(2) 根据国际电工委员会 IEC 标准和现场总线基金会 FF 的定义:现场总线是连接智能现场设备和自动化系统的数字式、双向传输、具有多分支结构的通信网路。现场总线的本质含义表现在以下6个方面:

① 现场通信网路。现场总线是用于过程以及制造自动化的现场设备或现场仪表互连的通信网路。

② 现场设备互连。现场设备或现场仪表是指传感器、变送器和执行器等，这些设备通过一对传输线互连，传输线可以使用双绞线、同轴电缆、光纤和电源线等，并可根据需要因地制宜地选择不同类型的传输介质。

③ 互操作性。现场设备或现场仪表种类繁多，没有任何一家制造商可以提供工厂所需的全部现场设备。所以，互相连接不同制造商的产品是不可避免的。用户不希望为选用不同的产品而在硬件或软件上花很大气力，而希望选用各制造商性能价格比最优的产品，并将其集成在一起，实现“即接即用”；用户希望对不同品牌的现场设备统一组态，构成他所需要的控制回路。这些就是现场总线设备互操作性的含义。现场设备互连是基本的要求，只有实现互操作性，用户才能自由地集成现场总线控制系统(Fieldbus Control System, FCS)。

④ 分散功能块。FCS 废弃了集散控制系统(DCS)的输入/输出单元和控制站，把 DCS 控制站的功能块分散地分配给现场仪表，从而构成虚拟控制站。例如，流量变送器不仅具有流量信号变换、补偿和累加输入模块，而且还有比例、积分、微分(PID)控制和运算功能块。调节阀的基本功能是信号驱动和执行，还内含输出特性补偿模块，也可以有 PID 控制和运算模块，甚至有阀门特性自检验和自诊断功能。由于功能块分散在多台现场仪表中，并可统一组态，用户可灵活选用各种功能块，构成所需的控制系统，因此实现了彻底的分散控制。

⑤ 总线供电。总线供电方式允许现场仪表直接从总线上摄取能量。对于要求本征安全的低功耗现场仪表，可采用这种供电方式。众所周知，化工、炼油等企业的生产现场有可燃性物质，所有现场设备都必须严格遵循安全防爆标准。现场总线设备也不例外。

⑥ 开放式互连网络。现场总线为开放式互连网络，它既可与同层网络互连，也可与不同层网络互连，还可以实现网络数据库的共享。不同制造商的网络互连十分简便，用户不必在硬件或软件上花太多气力。通过网络对现场设备和功能块统一组态，把不同厂商的网络及设备融为一体，构成统一的 FCS。

现场总线的发展历史如图 1-1 所示。

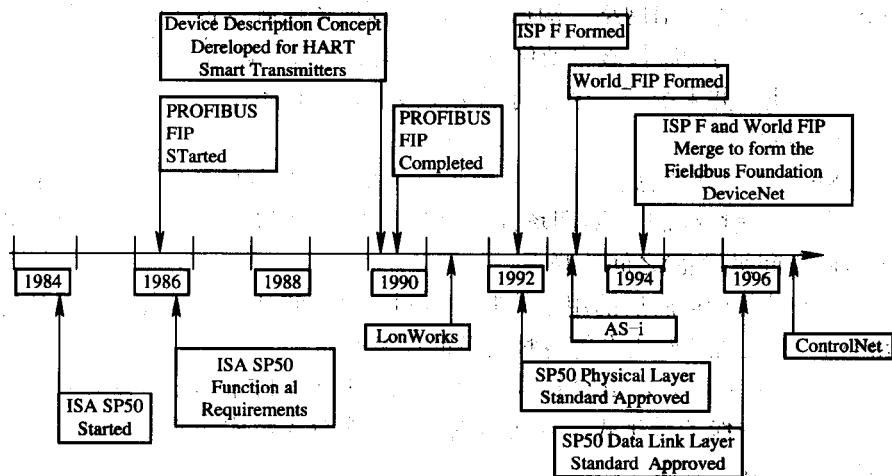


图 1-1 现场总线的发展历史

1.1.2 现场总线的结构特点

现场总线的网络结构是按照国际标准化组织(ISO)制定的开放系统互连(OSI: Open System Interconnection)参考模型建立的。OSI 参考模型共分 7 层,即物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层,该标准规定了每一层的功能以及对上一层所提供的服务。从 OSI 模型的角度来看,现场总线将上述 7 层简化成 3 层,分别由 OSI 参考模式的第 1 层(物理层)、第 2 层(数据链路层)和第 7 层(应用层)组成,如图 1-2 所示。

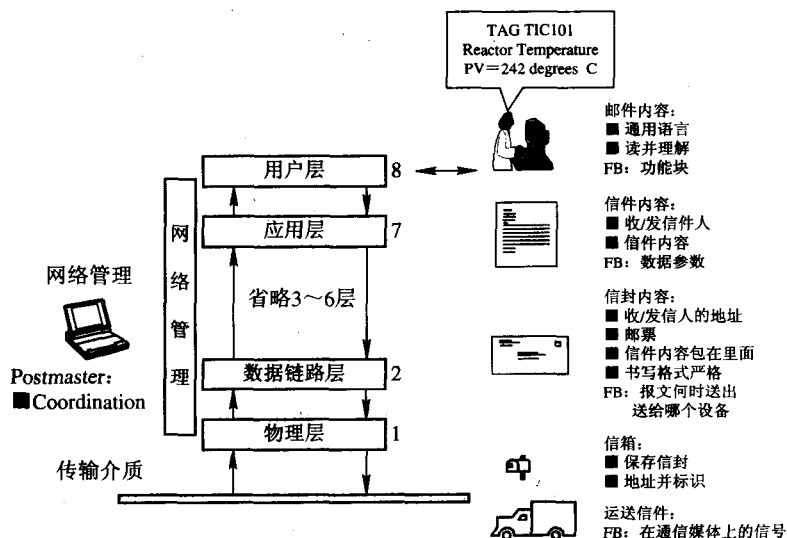


图 1-2 现场总线的结构

现场总线的主要特点是使底层的控制部件、设备更加智能化,把在传统 DCS 中的控制功能下移到现场仪表。在此,现场总线的网络通信起了重要作用。现场总线结构模型系统统一为 4 层,即物理层、数据链路层、应用层和用户层。省略了一般网络结构的 3~6 层(网络层、传输层、会话层和表示层)。

现场总线系统打破了传统控制系统的结构形式。传统模拟控制系统采用一对一的设备联机方式,按控制回路分别进行连接,位于现场的测量变送器与位于控制室的控制器之间,控制器与位于现场的执行器、开关、马达之间均为一对一的物理连接。

现场总线系统由于采用了智能现场设备,能够把原先 DCS 系统中处于控制室的控制模块、各输入/输出模块置入现场设备,加上现场设备具有通信能力,使现场的测量变送仪表可以向阀门等执行机构直接传送信号,因而控制系统功能能够不依赖控制室的计算机或控制仪表而直接在现场完成,实现了彻底的分散控制。DeviceNet 正是目前几十种现场总线中得到广泛应用的一种。

由于现场总线采用数字信号替代模拟信号,因而可实现在一对电线上传输多个信号(包括多个运行参数值、多个设备状态、故障信息),同时又为多个设备提供电源的功能;现场设备以外不再需要模拟/数字、数字/模拟转换部件,这样就为简化系统结构,节约硬件设备,节约连接电缆与各种安装、维护费用创造了条件。

1.1.3 现场总线系统的技术特点

现场总线系统在技术上具有以下特点:

(1) 系统的开放性。开放是指对相关标准的一致性和公开性,强调对标准的共识与遵从。一个开放系统,是指它可以与世界上任何遵守相同标准的其他设备或系统连接。通信协议的一致性和公开性,使各不同厂家的设备之间可实现信息交换。现场总线的开发者就是要致力于建立统一的工厂底层网络的开放系统。用户可按自己的需要和考虑,把来自不同供货商的产品组成大小随意的系统,通过现场总线构筑自动化领域的开放互连系统。

(2) 互操作性与互用性。互操作性是指实现互连设备间、系统间的信息传送与沟通。而互用性则意味着不同生产厂家的性能类似的设备可实现相互替换。现场设备的智能化与功能自治性将传感测量、补偿计算、工程量处理与控制等功能分散到现场设备中完成,仅靠现场设备即可完成自动控制的基本功能,并可随时诊断设备的运行状态。

(3) 系统结构的高度分散性。现场总线已构成一种新的全分散性控制系统的体系结构,从根本上改变了现有 DCS 集中与分散相结合的集散控制系统体系,简化了系统结构,提高了可靠性。

(4) 对现场环境的适应性。工作在生产现场前端,作为工厂网络底层的现场总线,是专为现场环境而设计的,可支持双绞线、同轴电缆、光缆、射频、红外线、电力线等,具有较强的抗干扰能力,可采用两线制实现供电与通信,并可满足本征安全防爆要求。

(5) 一对 N 结构:一对传输线, N 台仪表,双向传输多个信号。这种一对 N 结构使得接线简单,工程周期短,安装费用低,维护方便。如果要增加现场仪表或现场设备,只需并行挂到电缆上,无需架设新的电缆。

(6) 可控状态。操作员在控制室既可以了解现场设备或现场仪表的工作状况,也能对其进行参数调整,还可以预测和寻找事故。现场设备始终处于操作员的远程监视与可控状态下,提高了系统的可靠性、可控性和可维护性。

(7) 互换性。用户可以自由选择不同制造商所提供的性能价格比最优的现场设备或现场仪表,并将不同品牌的仪表进行互换。即使某台仪表发生故障,换上其他品牌的同类仪表,系统仍能照常工作,实现即接即用。

(8) 统一组态。由于现场设备或现场仪表都引入了功能块的概念,所有制造商都使用相同的功能块,并统一组态方法,这样就使组态非常简单,用户不需要因为现场设备或现场仪表的不同而采用不同的组态方法。

1.1.4 现场总线与一般通信网络的区别

现代分布式系统是大量的设备按照某种操作要求连接起来的,其涉及的领域非常广泛,例如工业自动化网络,楼宇自动化网络,办公和家庭自动化网络,智能车用系统等。根据网络上交换信息的类型可将这些网络分为两种:控制网络和数据网络。现场总线就是一种控制网络集合。比较控制网络而言,数据网络的特点是数据包大,发送频率相对较低,经常是瞬间传送大量数据,要求以高的数据传送速度来传输比较大的文件,对实时性没有苛刻的限制。相对地,控制网络往往通过在许多节点之间高频率地发送大量比较小的数据

包来满足实时性的要求。因而,区分数据网络和控制网络的关键因素是看网络是否具有支持实时应用的能力。

另外,控制网络要求确定性和可重复性。确定性是指有限制的延迟和有保证的传送,也就是说一个报文能在可预测的时间成功地发送出去。从传感器到启动器的报文的不成功的传送或者不可接受的延迟都会影响网络的性能。可重复性是指网络的传输能力不受网络上节点的动态改变(增加节点或者删除节点)和网络负载改变的影响。例如控制网是一种高速确定性网络,采用令牌总线协议,用于对时间有苛刻要求的应用场合的信息传输。它提供以下功能:对在同一链路上的 I/O、实时互锁、对等通信报文传送和编程操作均有相同的带宽;对于离散和连续过程控制应用场合均有确定性和可重复性的功能。

有许多网络协议都被提出来去满足控制网络的要求。这些协议有:以太网(Ethernet, IEEE 802.3 CSMA/CD)、令牌总线(Token Bus, IEEE 802.4)、令牌环(Token Ring, IEEE 802.5)和控制器局部网(CAN, CSMA/AMP)。控制网络一般基于 CAN 协议(例如智能分布式系统(Smart Distributed System)、设备网(DeviceNet)和 CAN Kingdom)和令牌协议(例如过程现场总线(Profibus)、制造自动化协议(Manufacturing Automation Protocol)、控制网(ControlNet)和分布式光纤数据接口(Fiber Distributed Data Interface))。

下面简述 3 种主要的媒体访问控制(Medium Access Control, MAC)方式。

(1) CSMA/CD(IEEE 802.3)为冲突检测载体监听多重访问,采用总线网络,其控制策略是竞争发送,广播式传输,载体监听,冲突检测,冲突后退和再试发送。

(2) Token Bus(IEEE 802.4)为令牌总线控制技术,是指总线上所有站形成一个逻辑环,令牌在总线网络上传送,收到令牌的站,决定是否发送或接收,然后再将令牌传给下一站。

(3) Token Ring(IEEE 802.5)为令牌环控制技术,是指令牌在环形网络上传送,收到令牌的站,决定是否发送或接收,然后再将令牌传给下一站。

1.2 CAN 技术概述

CAN(Control Area Network, 控制局域网)是一种较高性能的现场总线,它适用于工业控制系统,具有通信速率高、可靠性强、连接方便、性能价格比高等诸多特点。由它构成的控制器局域网是一种有效支持分布式控制或实时控制的串行通信网络。CAN 通信协议是在充分考虑了工业现场环境的背景下制定的,它采用了国际标准化组织的开放系统互连(ISO-OSI)模型中 7 层中的 3 层,即物理层、数据链路层和应用层,是 OSI 的一种简化网络结构。1993 年 11 月,正式颁布了 CAN 的国际标准 ISO11898。CAN 协议对数据通信提供如下保证:

(1) 数据通信的可靠性。CAN 采用 CRC 校验以及独特的数据信号表示方式,并具有错误识别及自动重发功能。

(2) 数据通信的实时性。CAN 采用面向数据块的通信方式,每帧数据量为 8 个字节,数据传输速率为 1 Mb/s,优先级高的数据享有占用总线的优先权。

(3) 数据通信的灵活性。CAN 采用多主站总线结构,支持多个 CPU 互连,各总线节点间可直接通信,通信介质可为双绞线、同轴电缆或光纤。

CAN 卓越的特性、极高的可靠性和独特的设计, 特别适合于工业过程监控设备的互连。因此, 越来越受到工业界的重视, 已被公认为是最有前途的现场总线之一。

本书介绍的 DeviceNet 总线就是一种基于 CAN 技术的现场总线。

1.3 DeviceNet 现场总线背景

1.3.1 DeviceNet 概述

基于 CAN 技术的 DeviceNet 是一种低成本的通信总线。它将工业设备(如限位开关、光电传感器、阀组、马达启动器、过程传感器、变频驱动器、面板显示器和操作员接口等)连接到网络, 从而消除了昂贵的硬接线成本。直接互连性改善了设备间的通信, 同时又提供了相当重要的设备级诊断功能, 这是通过硬接线 I/O 接口很难实现的。DeviceNet 是一种简单的网络解决方案, 它在提供多供货商同类部件间的可互换性的同时, 减少了硬接线和安装工业自动化设备的成本和时间。图 1-3 是一个典型的 DeviceNet 控制系统示意图。

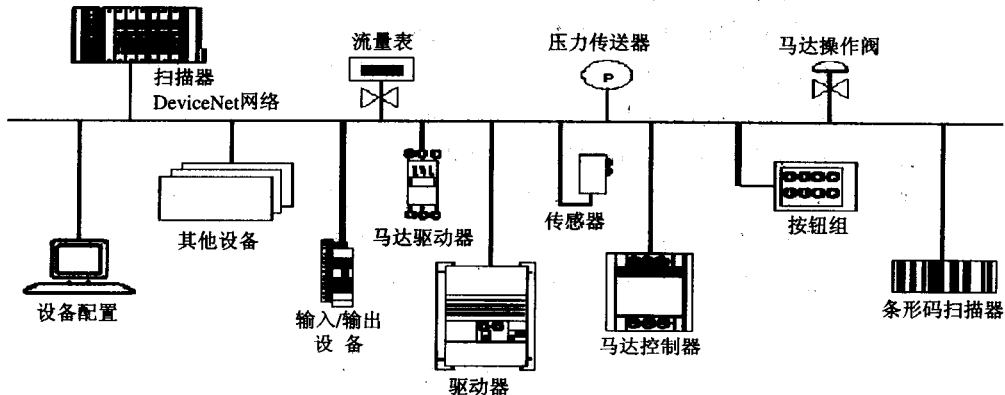


图 1-3 DeviceNet 控制系统示意图

DeviceNet 不仅仅使设备之间以一根电缆互相连接和通信, 更重要的是它给系统带来了设备级的诊断功能。该功能在传统的 I/O 上是很难实现的。

DeviceNet 是一个开放的网络标准, 其规范和协议都是开放的。供货商将设备连接到系统时, 无需为硬件、软件或授权付费。任何对 DeviceNet 技术感兴趣的组织或个人都可以从开放式 DeviceNet 供货商协会(ODVA)获得 DeviceNet 规范, 并可以加入 ODVA, 参加对 DeviceNet 规范进行增补的技术工作组。

DeviceNet 规范的购买者将得到无限制的、真正免费的开发 DeviceNet 产品的授权。寻求开发帮助的公司可以通过任何渠道购买使其工作简易化的样本源代码、开发工具包和各种开发服务。关键的硬件可以从世界上最大的半导体供货商那里获得。

1.3.2 DeviceNet 的技术特点

多年来, 过程工业一直致力于开发一种单一的、开放的标准来对现场的各类设备进行

编址。标准的最初目标是用单一的数字标准取代 4~20 mA 标准。当范围扩展到寻址复杂的、高难度的服务(如控制器间的高速通信、大量快速扫描设备间的时间同步)时,单一标准的开发变得缓慢了。同时,通信技术的成本近几年已经明显地降低,将简单设备直接连接到网络上的成本由此变得经济。简单设备的这种标准要求同现存的 120/220 V AC 和 24 V DC 的离散、硬接线 I/O 标准具有相同级别的互换性。DeviceNet 在允许多个复杂设备互连接的同时,支持简单设备的互换性。除了可读取离散设备状态外,DeviceNet 还可以报告马达启动器内的温度、读取负载电流、改变驱动器加减速速率或统计前一小时通过传输带传送的包裹计数。

DeviceNet 的主要技术特点如表 1-1 所示。

表 1-1 DeviceNet 的主要技术特点

网络大小	最多 64 个节点	
网络长度	可选的端对端网络距离随网络传输速度而变化	
	波特率	距 离
	125 kb/s	500 m (1640 ft.)
	250 kb/s	250 m (820 ft.)
	500 kb/s	100 m (328 ft.)
网络模型	生产者/消费者模型	
数据包	0~8 字节	
总线拓扑结构	线性(干线/支线) 电源和信号在同一网络电缆中	
总线寻址	带多点传送(一对多)的点对点; 多主站和主/从; 轮询或状态改变(基于事件)	
系统特性	支持设备的热插拔, 无需网络断电	

1.3.3 DeviceNet 的应用范围及前景

DeviceNet 的最终用户希望获得器件级网络提供的利益, 例如减少接线和增加诊断功能。到 1997 年底, DeviceNet 已有 16 万个以上经过验证的节点。到 2000 年, DeviceNet 节点有可能超过 300 万个。全部 ODVA 组织的会员均属于工业领域, 而且只有制造业才能参加。在工业市场中, 已有 1498 个注册的符合 DeviceNet 协议标准的产品。DeviceNet 的应用范围包括: 汽车、半导体芯片制造、电子产品制造、食品和饮料、批量生产、化学处理、装配、包装和物料转移等。

DeviceNet 技术自 2002 年被确立为中国国家标准并于 2003 年 4 月 1 日正式实施以来, 已在冶金、电力、水处理、乳品饮料、烟草、水泥、石化、矿山以及 OEM 用户等各个行业得到成功的应用和广泛的认同。ODVA China 国内会员也纷纷推出具有自主知识产权的产品, 主要集中在电力配电、水处理以及道路监控等领域, 其低成本和高可靠性已经得到客户的认同。

DeviceNet 进入中国时间不长，但是在中国已有许多应用，如上海通用汽车公司有一条 DeviceNet 的 PASSAT 生产线，东莞垃圾焚烧发电厂的 DeviceNet 给水控制系统，上海人民电器厂的 DeviceNet 总线智能断路器，吴中仪表厂的 DeviceNet 总线智能调节阀。另外，生产可口可乐的上海申美饮料公司也部分采用了 DeviceNet 技术。我们相信，随着 DeviceNet 技术的进一步完善和推广，DeviceNet 一定会有相当可观的应用前景。

在下一章中，我们将对 DeviceNet 协议进行深入分析，为后续的设计开发打下坚实的基础。

第2章 DeviceNet 协议规范

DeviceNet 协议规范是描述 DeviceNet 设备之间实现连接和交换数据的一套协议。另外，为了实现不同厂商生产的设备之间的互交换性和互操作性，ODVA 根据工业领域的需求还在不断更新和修改该协议规范。

2.1 DeviceNet 协议规范概述

DeviceNet 协议规范如图 2-1 所示。

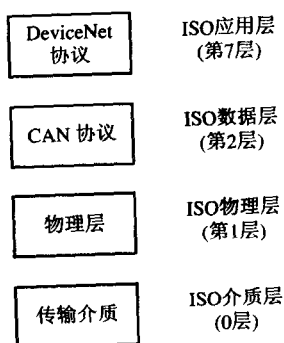


图 2-1 DeviceNet 协议规范

DeviceNet 协议规范(Specification)定义了一个网络通信系统，以便在工业控制系统的各组成组件间传送数据。协议规范分为两卷，内容如下：

(1) 卷 1:

- DeviceNet 通信协议和应用(第 7 层——应用层)。
- CAN 以及它在 DeviceNet 中的应用(第 2 层——数据链路层)。
- DeviceNet 物理层和介质(第 1 层——物理层)。

(2) 卷 2:

- 为实现同类产品之间的互操作性和可互换性进行的设备描述(Profile)。

DeviceNet 遵循 CAN(控制局域网)规范的定义。CAN 定义了链路层数据传输的格式，而 DeviceNet 协议则在应用层定义了传输数据的语法和语义。

DeviceNet 具有如下的通信协议特点：

- 点对点数据交换，任何 DeviceNet 产品都可以生产和消费信息。
- 将主/从操作定义为点对点的子集。
- DeviceNet 产品可用作客户机或服务器，或具有双重身份。

● 一个 DeviceNet 网络最多可有 64 个媒体访问控制标识符(MAC ID 节点地址)。每个节点可以支持无限多的 I/O。例如, 气动阀执行器的典型 I/O 数为 16 或 32 个。

对象模型将 DeviceNet 节点作为对象集合的模型。对象提供产品内一个特定部件的抽象表示。某个产品的抽象对象模型的实现与其执行相关。每个对象实例和对象类具有属性(数据), 提供一定的服务(方法或步骤), 并产生一定的行为。属性(1~225)、实例(0~65 535)、类(1~65 535)和节点地址(0~63)都是用数字编址的。

2.2 DeviceNet 的物理层和数据链路层

2.2.1 DeviceNet 的物理层和物理媒介

DeviceNet 规范的第 1 卷第 9 章中定义了 DeviceNet 允许的拓扑结构和组件。图 2-2 中表示出了各种可能的拓扑结构。规范中还涉及系统接地, 混合粗、细干线, 终端电阻和配电。

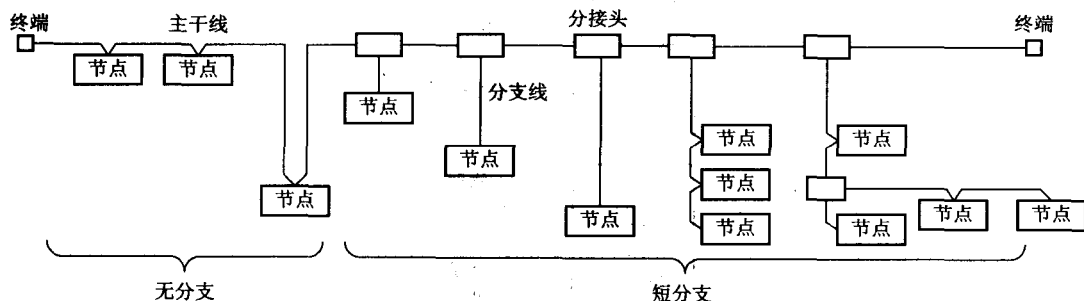


图 2-2 DeviceNet 的各种拓扑结构

基本的干线/支线拓扑结构为信号和供电提供隔离的二对双绞总线。粗电缆或细电缆都可以用作干线或支线。端一端的网络距离随数据传输速率和电缆尺寸而变化。网络上的设备可以直接由总线供电, 并通过同一根电缆进行相互通信。可以在不切断网络供电的情况下, 将节点接入网络, 或从网络中移走。

电源分接头可加在网络的任何一点, 还可以实现多电源的冗余供电。干线的额定电流为 8 A。光隔离设计允许外部供电的设备(如交流电机启动器和阀门线圈)分享同一总线电缆, 而其他基于 CAN 的网络只允许整个网络由一个电源供电(如果该网络支持网络供电的话)。图 2-3 所示为带光电隔离的物理层收发器的简化结构图。DeviceNet 规范包括了有关组件要求、误接线保护等附加信息以及示例。

DeviceNet 可以使用几种不同类型的连接器, 如开放式和密封式的连接器, 还可以使用大尺寸(小型)和小尺寸(微型)的可插式密封连接器。对于不要求使用密封式连接器的产品, 可以使用开放式连接器。如果不要求可插式连接器, 可以用螺丝或压接式连接直接接到电缆上。DeviceNet 规范包括如何使用这些电缆和连接器组件, 构建单端口或多埠分接头的相关信息。