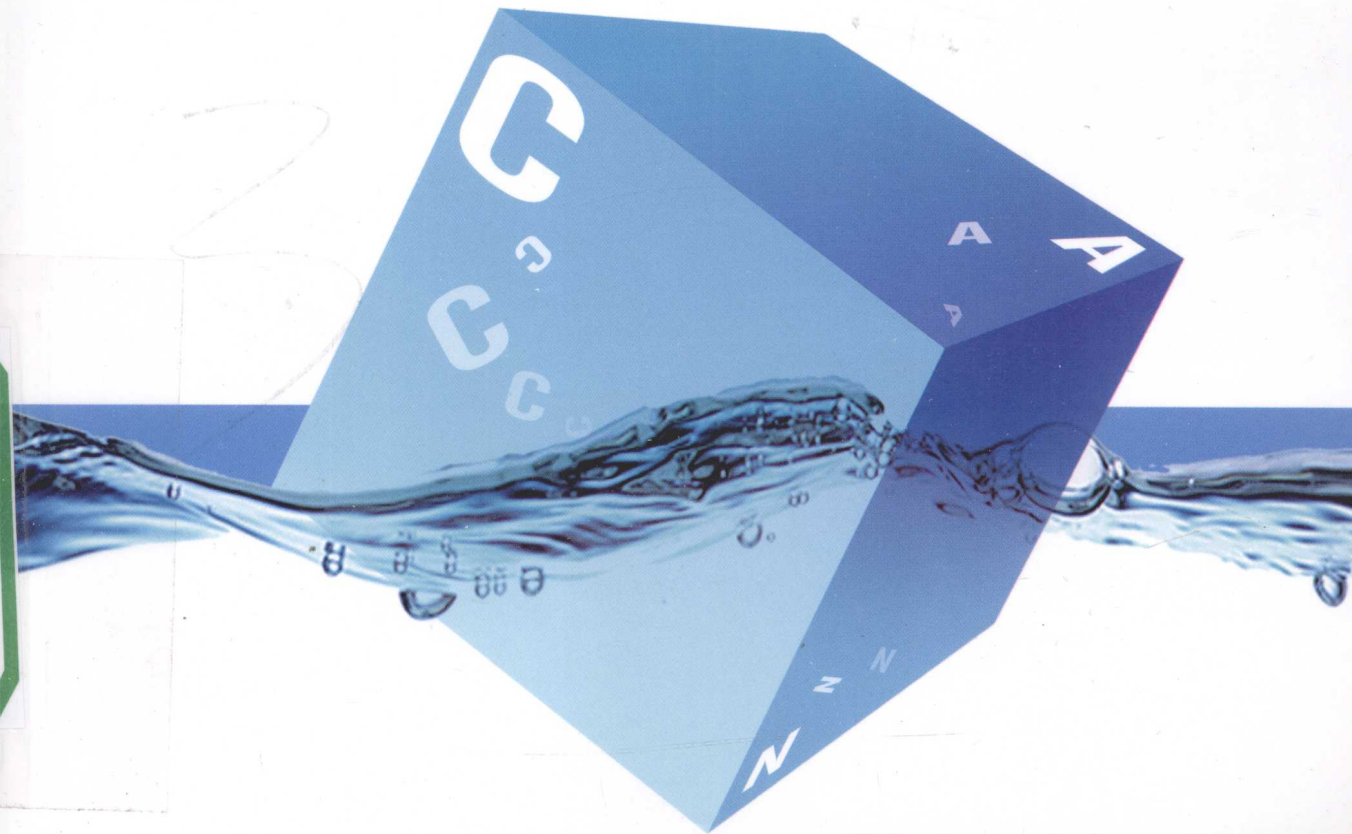


“十一五”高等院校规划教材

# CAN

# 总线技术

杨春杰 王曙光 亢红波 编著



 北京航空航天大学出版社

“十一五”高等院校规划教材

# CAN 总线技术

杨春杰 王曙光 亢红波 编著

北京航空航天大学出版社

## 内 容 简 介

本书系统地讲述了 CAN 总线的协议、常用器件及其使用方法,辅以详细的实验指导和设计实例,使读者能够逐步掌握 CAN 总线设备的基本设计方法。全书共分 8 章,第 1 章介绍了现场总线的基础知识,第 2 章介绍了 CAN 协议,第 3 章详细说明了 SJA1000 的原理和使用,第 4 章简要介绍 CAN 总线收发器,第 5 章简单介绍了几种具有 CAN 接口的处理器,第 6 章介绍了 CAN 的应用层协议,第 7 章是一个系统设计实例,第 8 章是实验指导。

本书系统性、实用性强,简洁易懂,可作为本科院校自动化、机电一体化、测控技术与仪器及其相关专业的教材,也可供工程技术人员作入门参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

CAN 总线技术/杨春杰等编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2010.2

ISBN 978-7-81124-968-2

I. C… II. 杨… III. 总线—技术 IV. TP336

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 219205 号

© 2010,北京航空航天大学出版社,版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制本书内容。  
侵权必究。

### CAN 总线技术

杨春杰 王曙光 亢红波 编著

责任编辑 董立娟

\*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100191) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:emsbook@gmail.com

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

\*

开本:787×960 1/16 印张:15.25 字数:342 千字

2010 年 2 月第 1 版 2010 年 2 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-81124-968-2 定价:28.00 元

# 前 言

---

现场总线技术是工业控制系统发展的新方向。现场总线是工业控制与计算机网络相结合的产物,适应了分布式控制系统的发展特点,是一个开放的通信网络。现场总线技术的发展,将极大地改变控制系统的结构和功能。CAN总线是一种很有发展前途的现场总线,已经在交通运输装备、医疗设备、先进制造系统等各个领域成功地应用。

本书适合自动控制、测控技术与仪器及相关专业本科生,也可作为技术人员学习CAN总线技术的入门书。作者根据近几年的教学经验,系统介绍了CAN总线的协议、CAN通信控制器、CAN总线节点的基本设计方法、CAN简单系统的设计。本书内容简洁,并安排了专门的实验内容,可安排32~48学时的授课时间(包括实验)。

使用本书,需要有《计算机网络》的基础,另外需要学习过或同步学习过《单片机原理及接口技术》。实验部分所附参考程序大部分使用C语言开发,只作为参考,关键是掌握操作的流程。

全书分为8章。第1章介绍了现场总线的基本概念、特点和发展趋势,以及目前最具影响的几种现场总线。第2章介绍了CAN协议。第3章详细说明了SJA1000的原理和使用。第4章简要介绍CAN总线收发器。第5章简单介绍了几种具有CAN接口的处理器。第6章介绍了应用层协议。第7章介绍了一个基于CAN的监控系统设计。第8章是实验指导,包括5个典型实验,并附有参考程序。

其中,第1、3、5.1、5.2、6章(节)由杨春杰编写,第2、5.3、7章(节)由王曙光编写,第4、5.4、8章(节)由亢红波编写。杨春杰对全书进行统稿。本书在编写过程中参考了NXP、SILICON、TI、新华龙等公司的数据手册。另外,王乔勇、张宁波、陈二阳等进行了部分实验验证和资料整理工作,特此感谢。

由于编者学识有限,不足之处在所难免,敬请读者给予批评指正。

有兴趣的读者可以发送电子邮件到:yyccjj007@163.com,与作者进一步交流;也可以发送电子邮件到:xdhydc5@sina.com,与本书策划编辑进行交流。

作者

2009年12月



# 目 录

---

<b>第 1 章 现场总线技术概述</b> .....	1
1.1 工业控制系统的发展 .....	1
1.1.1 工业控制系统 .....	1
1.1.2 现场总线的发展及定义 .....	5
1.2 几种主要的现场总线标准 .....	7
1.2.1 CAN 总线 .....	7
1.2.2 Profibus 总线 .....	8
1.2.3 LONWORKS .....	8
1.2.4 现场总线基金会 FF .....	9
1.2.5 HART 总线 .....	10
1.3 现场总线的应用 .....	10
1.4 现场总线技术的发展趋势 .....	11
1.4.1 现场总线与计算机通信技术的关系 .....	12
1.4.2 以太网与现场总线 .....	13
1.4.3 现场总线应用工程的发展趋势 .....	15
<b>第 2 章 CAN 协议</b> .....	16
2.1 CAN 的发展过程 .....	16
2.1.1 CAN 起源 .....	16
2.1.2 标准化过程 .....	17
2.1.3 CAN 应用及前景展望 .....	17
2.2 CAN 协议的基本定义与结构模型 .....	19
2.3 帧结构 .....	24
2.3.1 数据帧 .....	24
2.3.2 远程帧 .....	27
2.3.3 错误帧 .....	28
2.3.4 过载帧 .....	29

2.3.5 帧间空间	30
2.4 错误界定及处理	30
2.4.1 错误类型	30
2.4.2 错误帧的输出	31
2.4.3 错误界定及规则	32
2.5 位定时与同步	34
2.5.1 基本概念	34
2.5.2 CAN 总线位定时与同步机制	34
<b>第3章 SJA1000 的原理与使用</b>	<b>39</b>
3.1 SJA1000 的结构与功能	39
3.1.1 概述	39
3.1.2 芯片引脚定义与说明	40
3.1.3 SJA1000 的结构及内部存储器分配	42
3.2 SJA1000 的主要寄存器	47
3.2.1 模式(控制)寄存器配置及使用方法	47
3.2.2 命令寄存器配置及使用方法	49
3.2.3 状态寄存器配置及使用方法	50
3.2.4 中断管理寄存器	51
3.2.5 总线定时寄存器配置及使用方法	52
3.2.6 输出控制寄存器	57
3.2.7 时钟分频寄存器	58
3.2.8 其他寄存器配置及使用方法	59
3.3 通信及滤波器原理	61
3.3.1 发送数据缓冲区	61
3.3.2 接收缓冲区	61
3.3.3 验收滤波器	62
3.4 SJA1000 基本功能的应用	66
3.4.1 SJA1000 典型应用接口电路	66
3.4.2 SJA1000 初始化程序设计	66
3.4.3 SJA1000 自检测	68
3.4.4 SJA1000 收发程序设计	70
<b>第4章 常用 CAN 总线收发器</b>	<b>72</b>
4.1 CAN 总线收发器 PCA82C250	72
4.1.1 概述	72

4.1.2 组成结构及功能描述	72
4.1.3 应用举例	75
4.2 高速 CAN 收发器 TJA1050	78
4.2.1 概 述	78
4.2.2 组成结构及功能描述	78
4.3 隔离 CAN 收发器 CTM1050	84
4.3.1 芯片概述	84
4.3.2 组成结构及功能描述	84
4.3.3 典型应用	86
<b>第 5 章 具有 CAN 接口的处理器</b>	<b>88</b>
5.1 C8051F040	88
5.1.1 C8051F040 的引脚	89
5.1.2 C8051F040 的 CAN 模块	92
5.1.3 CAN 寄存器配置	95
5.1.4 C8051F040 的 CAN 通信实例	96
5.2 TMS320F2812	100
5.2.1 TMS320F2812 概述	100
5.2.2 CAN 模块的结构	101
5.2.3 eCAN 配置	104
5.2.4 eCAN 中断	108
5.3 P8xC591	111
5.3.1 P8xC591 概述	111
5.3.2 P8xC591 引脚描述	112
5.3.3 P8xC591 的 CAN 模块	115
5.3.4 PeliCAN 寄存器和信息缓冲区描述	118
5.3.5 P8xC591 典型应用	122
5.4 带 CAN 控制器的 ARM 微控制器	123
5.4.1 LPC2000 系列 ARM 微控制器	123
5.4.2 LPC29xx 系列 ARM 微控制器	132
<b>第 6 章 CAN 的应用层协议</b>	<b>139</b>
6.1 简单的自定义应用层协议	139
6.1.1 标识符的分配	140
6.1.2 报文帧格式	142
6.1.3 通信实现方法	143



6.2	CANopen 协议	143
6.2.1	CANopen 概述	143
6.2.2	CANopen 通信模型	146
6.3	DeviceNet	150
6.3.1	DeviceNet 概述	150
6.3.2	DeviceNet 报文组	151
6.3.3	对象模型	153
6.3.4	预定义主/从连接	155
<b>第 7 章</b>	<b>基于 CAN 总线的监控系统设计</b>	<b>157</b>
7.1	系统设计概述	157
7.2	系统网络拓扑结构及参数配置	158
7.2.1	系统网络拓扑结构	158
7.2.2	系统网络参数配置	159
7.2.3	系统通信协议	159
7.3	系统硬件设计	161
7.3.1	报警节点设计	161
7.3.2	转换模块设计	163
7.3.3	中继器模块设计	166
7.3.4	GSM 电路设计	166
7.4	系统软件设计	168
7.4.1	初始化模块设计	168
7.4.2	报警节点软件设计	170
7.4.3	CAN/RS485 模块软件设计	171
7.4.4	中继器模块软件设计	173
7.4.5	上位机软件设计	174
7.5	系统抗干扰措施	176
<b>第 8 章</b>	<b>实验指导</b>	<b>179</b>
8.1	实验开发平台	179
8.1.1	软件开发平台	179
8.1.2	硬件开发平台	186
8.2	课内实验	191
实验一	SJA1000 初始化实验	191
实验二	SJA1000 局部自检测实验	198
实验三	P8xC591 双节点通信实验	201

实验四 CAN 转 RS232 网桥模块的设计 .....	204
实验五 CAN 中继器设计 .....	207
<b>附录 A 参考程序</b> .....	<b>209</b>
实验一 SJA1000 初始化实验参考程序 .....	209
实验二 SJA1000 局部自检测实验参考程序 .....	211
实验三 P8xC591 双节点通信实验参考程序 .....	214
实验四 CAN 转 RS232 网桥模块设计参考程序 .....	217
实验五 CAN 中继器设计参考程序 .....	222
<b>附录 B CANopen 对象字典的详细结构</b> .....	<b>228</b>
<b>附录 C 常见调试错误分析</b> .....	<b>230</b>
<b>参考文献</b> .....	<b>231</b>

# 第 1 章

## 现场总线技术概述

### 1.1 工业控制系统的发展

#### 1.1.1 工业控制系统

自工业化大生产以来,为了提高生产效率,生产设备的控制操作逐步由人工手动控制发展为机器自动控制。随着认识的深入、综合科技水平的提高,工业控制也从简单到复杂、从单一设备的控制发展到控制系统。

控制系统大致经历了基地式仪表控制系统、集中式数字控制系统、集散控制系统、现场总线控制系统等几个主要阶段。每个阶段的控制系统在结构上都有明显的改进,都有一种标志性的设备。

##### 1. 基地式仪表和继电器

20 世纪 40 年代,测控仪表和继电器进入工业生产领域。严格地说,这种控制方式还不能称为“系统”。它的规模很小,结构简单,或者所实现的功能很简单。基地式仪表主要对单台设备实现较为简单的控制,继电器控制电路主要完成顺序控制。它们是现今控制系统的前身,限于当时的技术条件,这种装置的控制精度和可靠性都不高。现在,这种“控制系统”已经难觅踪影。

##### 2. 集中式数字控制系统

随着计算机的出现和发展,特别是早期对计算机神奇能力的超高预期,使人们自然想把它用到工业控制中去。但那时的计算机价格昂贵,性能也难以适应工业生产环境。直到 20 世纪 70 年代,随着集成电路技术的发展,研制出了微处理器和单片机。单片机侧重管理、控制功能的发展;微处理器主要发展数据处理能力。

单片机在工业控制、仪器仪表、军工、家电等诸多领域得到了广泛应用,至今不衰。但是以单片机的运算能力和速度,难以实现复杂的控制算法,不能组成大规模的控制系统;作为主要

的控制器,它越来越不能满足实际需要。与此同时,微处理器也在快速发展,性价比不断提高,引入到工业控制系统的时机成熟了。以微处理器为核心的微型计算机经过特殊的抗干扰设计,以一种稍微特殊的形式——工控机出现在工业控制系统中。

无论是单片机,还是工控机,它们在控制系统中都是处于核心地位,系统所有的功能都由它来完成,如数据采集、数据处理、计算决策、控制输出等。典型的集中式控制系统的结构如图 1-1 所示。

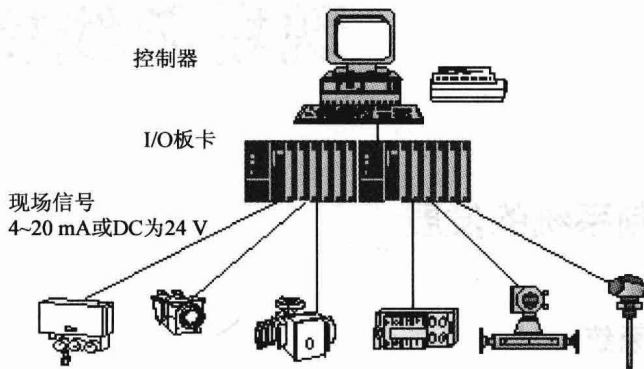


图 1-1 集中式控制系统的结构

集中式控制系统能够实现复杂的控制算法,也能达到很高的控制精度,但是它有两个主要的缺点无法克服,一是核心处理装置的负担太重,当系统规模扩大时,实时性不能保证,所以系统规模不能很大;二是系统功能集中,危险也集中,相当脆弱。

### 3. 集散控制系统

随着计算机技术、信号处理技术、测量技术、通信网络技术以及人机接口技术的发展,微处理器及网络器件价格大幅下降,出现了所谓的 DCS(Distributed Control System),又名分布式计算机控制系统。分布或分散是相对集中控制系统而言的,DCS 在系统结构上采用分级设计的思想,实现功能上分离,位置上分散,达到“分散控制,集中管理”的目的,对生产过程进行集中监测、操作、管理和分散控制。它既不同于分散的仪表控制,又不同于集中式计算机控制系统,具备通用性、系统组态灵活、控制功能完备、显示操作集中、人机界面友好、运行安全可靠的显著特点,对于提高生产过程的自动化水平、提高产品质量、提高劳动生产率具有重要意义。集中管理、分散控制,即管理与控制相分离,上位机用于集中监视管理,若干台下位机下放分散到现场实现相互之间的信息传递。

集散控制系统的结构模式为:操作站—控制站—现场仪表,典型的系统结构如图 1-2 所示。

DCS 系统大体可分为 3 个发展阶段:

第一阶段:1975—1980 年。这个阶段采用微处理器为基础的过程控制单元(Process Control Unit)实现了分散控制,各种控制单元具有多种控制算法,通过组态(Configuration)独

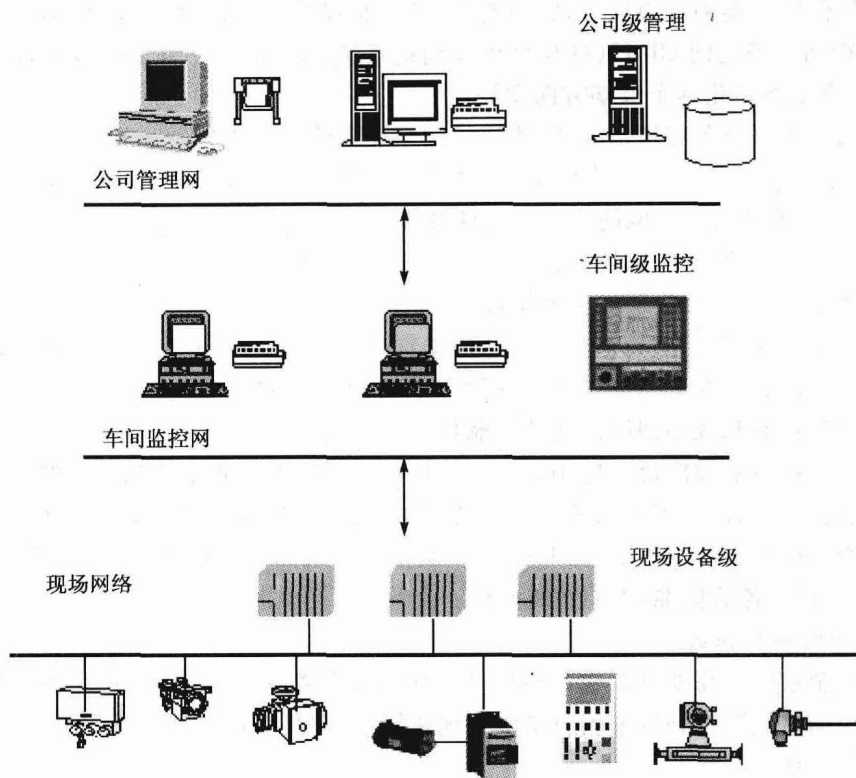


图 1-2 集散控制系统的结构

立完成回路控制；系统具有自诊断功能；在信号处理时，采用一定的抗干扰措施。操作站与过程控制单元的分离，采用冗余通信技术，将过程控制单元的信息送到操作站和上位计算机，从而实现了分散控制和集中管理。这一阶段分散控制系统在控制过程中成功地确立了地位。这一时期典型的产品有 HONEYWELL 公司的 TDC2000、FOXBORO 公司的 SPECTROM、西门子公司的 TELEPERM M、肯特公司的 P-4000 等。

第二阶段：1980—1985 年。这个阶段的主要技术重点表现为产品的换代周期愈来愈短。在过程控制单元增加了批量控制功能和顺序控制功能；在操作站及过程控制单元采用 16 位的微处理器，使系统性能增强；工厂级数据向过程级分散；提供更强的图画显示，报表生成和管理能力；强化系统功能，通过软件可组态规模不同的系统；强化了系统信息的管理，加强了通信系统。这一时期典型的产品有 HONEYWEL 的 TDC3000、BAILEY 的 NETWORK-90、西屋公司的 WDPF、ABB 公司的 MASTER 等。

第三阶段：1985 年以后。在这一时期中集散控制系统的技术特点是采用开放式系统网络。符合国际标准组织 ISOOSI 开放系统互联的参考模型；开发了中、小规模集散控制系

统;采用 32 位微处理器和触摸屏等,完全实现 CRT 化操作;引入实时多用户多任务的操作系统。DCS 系统向大型化的 CIMS(计算机集成制造系统, Computer Integrated Manufacturing System)和小型及微型化两个极端方向发展。

根据采用的主要设备和通信方式,集散控制系统大致可分为如下几类:

- ① 模块化控制站+MAP 兼容的宽带、窄带局域网+信息综合管理系统。
- ② 分散过程控制站+局域网+信息管理系统。
- ③ 分散过程控制站+高速数据公路+操作站+上位机。
- ④ 单回路控制器+通信系统+操作管理站。
- ⑤ 编程逻辑控制器 PLC+通信系统+操作管理站,这是一种在制造业广泛应用的集散控制系统结构。现已有不少产品可以下挂各种厂家的 PLC,组成 PLC+DCS 的形式,应用于有实时要求的顺序控制和较多回路的连续控制场合。

集散控制系统目前被广泛地应用,取得了良好的效果,但是并未达到完美的程度。从结构上看,在系统的一个局部或者子系统基本上还是集中式控制,系统分散得不够彻底,集中式控制系统存在的问题没有从根本上得到解决。3 层甚至 4 层的系统结构方式,使成本较高;而且各公司的 DCS 各有各的标准,不能实现互联。

#### 4. 现场总线控制系统

要实现控制系统的高度分散化,需要一种性能好、价格低的底层通信网络的连接现场仪表设备,称为“现场总线”。同时,现场设备要实现智能化,即具有通信、自诊断及保护、数据计算、测控输入输出等功能。

现场总线控制系统(FCS)就是用开放的现场总线网络将自动化系统最底层的现场设备互连的实时网络控制系统。它在结构上更加分散,可以分为两层,即现场控制网和管理协调网。

图 1-3 是现场总线控制系统的结构模型,图中的现场总线给出了多种通信介质,也不限定只用一个总线标准。

现场总线控制系统 FCS 在结构上与传统的集散控制系统 DCS 相比,产生了很大的变化,主要有以下几个方面:

① FCS 的信号传输实现了全数字化,从最底层的传感器和执行机构采用现场总线网络起,逐层向上直至最高层均为通信网络互联。

② FCS 系统结构是全分散式,废弃了 DCS 的输入/输出单元和控制站,由现场设备或现场仪表取代,即把 DCS 控制站的功能化整为零,分散地分配给现场仪表,从而构成虚拟的控制站,实现彻底的分散控制。

③ FCS 的现场设备具有互操作性,不同厂商的现场设备既可互连也可互换,并可以统一组态,彻底改变传统 DCS 控制层的封闭性和专用性。

④ FCS 的通信网络为开放式互连网络,既可与同层网络互联,也可与不同层网络互联,用户可极其方便地共享网络数据库。

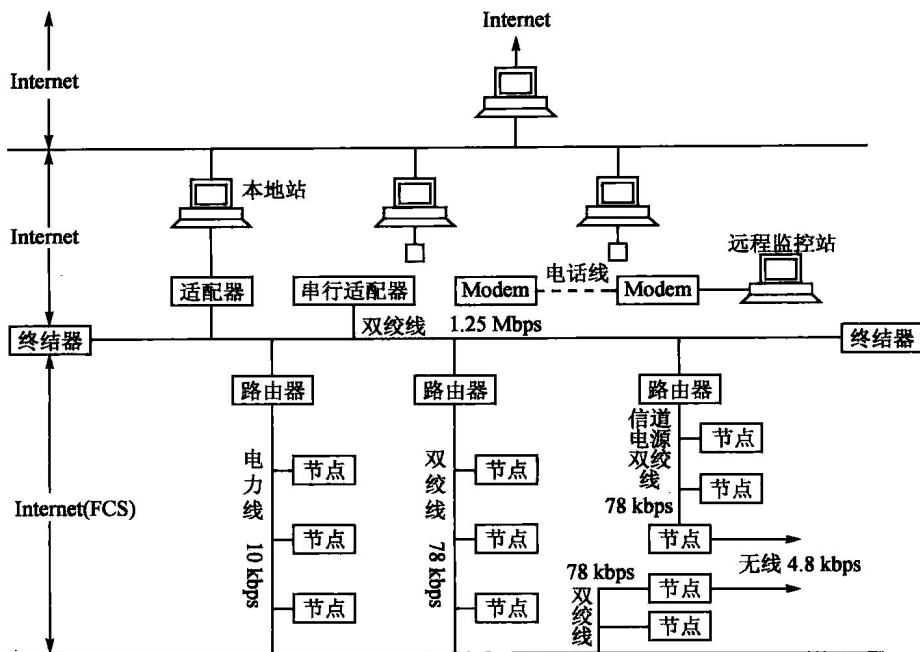


图 1-3 现场总线控制系统的结构模型

⑤ FCS 的技术和标准实现了全开放，从总线标准、产品检验到信息发布完全是公开的，面向世界任何一个制造商和用户。

现场总线控制系统的核心是现场总线。现场总线技术是计算机技术、通信技术和控制技术的综合与集成，它的出现将使传统的自动控制系统产生革命性变革：变革传统的信号标准、通信标准和系统标准，变革现有自动控制系统的体系结构、设计方法、安装调试方法和产品结构。

### 1.1.2 现场总线的发展及定义

工业测控设备和系统中长期采用 RS232/485 通信标准，这是一种低速率的数据传输标准，而且其协议并不完善，难以组成大规模的网络系统。控制系统的复杂性和规模的增大，如工业现场控制或生产自动化领域中需要使用传感器、控制器等分布广泛的设备，如果采用传统的星形网络拓扑结构或 LAN 组件及环形拓扑结构成本较高，所以在最底层需要设计一种造价低又适于现场环境的通信系统，这后来被称为现场总线。

1983 年，Honeywell 公司推出的智能化仪表，在 4~20 mA 直流信号上叠加了数字信号，使现场与控制室之间的信息交换由模拟信号向数字信号过渡。Rosemount 公司在此基础上制定了 HART 数字通信协议。此后的十几年间，各大公司都相继推出了各种智能仪表，基本上都是模拟数字混合仪表，它们克服了单一模拟信号仪表的技术缺陷，为现场总线的产生奠定

了基础。

但是,不同公司的 DCS 系统不能互联。各种仪表通信标准也不统一,或者功能太简单(如 RS232、RS485),严重束缚了工厂底层网络的发展,从用户到制造商都强烈要求统一的标准,组成开放互连网络,即现场总线。

现场总线是用于过程自动化和制造自动化最底层的现场设备或现场仪表互连的通信网络,是现场通信网络与控制系统的集成。根据国际电工委员会 IEC(International Electrotechnical Commission)标准和现场总线基金会 FF(Fieldbus Foundation)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、多分支结构的通信网络。现场总线是“在制造/过程现场和安装在生产控制室先进自动化装置中配置的主要自动化装置之间的一种串行数字通信链路”。

现场总线是在生产现场的测量控制设备之间实现双向串行多节点数字通信、完成测量控制任务的系统;是一种开放型的网络,使测控装置随现场设备分散化,被誉为自控领域的局域网。它在制造业、流程工业、交通、楼宇等处的自动化系统中具有广泛的应用前景。

现场总线的本质含义表现在以下几个方面:

### 1) 现场通信网络

现场总线的工作场所是以生产现场为主,是一种串行多节点数字通信系统。现场总线最基本的功能是连接生产现场的智能仪表或设备,一般的测量和控制功能将逐渐分散到现场的设备中来完成。采用现场总线的系统可以节约大量的电缆,通常费用较低,可以用低廉的造价组成一个系统,而且与上层网络连接的费用也不高。

### 2) 互操作性、互换性

不同厂家产品只要使用同样的总线标准,就能实现设备的互操作、互换,这使设备具有更好的可集成性。用户具有高度的系统集成主动权。

### 3) 分散功能模块

实现了现场通信网络与控制系统的集成,使控制系统在功能和地域上彻底分散化。现场设备智能化程度高,功能自治性强。

### 4) 通信线供电

### 5) 开放式互连网络

系统为开放式,可以让不同厂商将自己专长的技术,如控制算法、工艺流程、配方等集成到通用系统中去,使系统的组织更灵活、更有针对性。同时,开放式的系统给系统的升级扩容、维护检修也带来很大便利。

1984年,ISA(美国仪表协会)最早开始制定现场总线标准。1985年,国际电工委员会决定由 Proway working Group 负责现场总线体系结构与标准的研究制定工作。其后的 10 年间,欧美等国为主的自动化设备制造商组织制订了多个现场总线标准。从 OSI 网络模型的角度来看,现场总线网络一般只实现了第 1 层(物理层)、第 2 层(数据链路层)、第 7 层(应用层)。



## 1.2 几种主要的现场总线标准

按照现场总线技术的最初设想,实现开放式互连网络,并且要求设备具有互操作性、互换性,需要建立统一的现场总线技术标准,于是国际电工委员会于1984年提出了制定现场总线技术标准 IEC1158(即 IEC61158)。IEC1158 是一个面向整个工业自动化的现场总线标准。根据不同行业对自动化技术的不同需求,IEC1158 将自动化技术分为5个不同的行业。经过10余年努力,这个标准最终未获通过,取而代之的是将 IEC 61158(TS)+ Add. Protocols 作为 IEC61158 技术标准的方案;其中,Add. Protocols 包含 Control Net、PROFIBUS、P-Net、FF、Swift Net、WorldFIP 和 Interbus 等多种总线。自动化行业形成一个多种总线技术标准并存的现状。以下对几种影响力较大的现场总线做简单介绍。

### 1.2.1 CAN 总线

CAN 是 Controller Area Net 的缩写,即控制器局部网,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 是德国 Bosch 公司为汽车的监测、控制系统而设计的,如控制发动机点火、注油及复杂的加速、刹车、抗锁定刹车系统等,已用于各种汽车上。由于 CAN 具有卓越的特性及极高的可靠性,因而非常适合工业过程监控设备互连。CAN 已经成为一种国际标准(ISO—11898),是最有前途的现场总线之一。在自动化电子领域的汽车发动机控制部件、传感器、抗滑系统等应用中,CAN 的速率可达到 1 Mbps。CAN 的信号传输介质为双绞线,具有现场总线的特点;目前,在国内的电力、石化、航天、冶金、空调等不同行业均有应用。用 CAN 做工程最大的特点就是启动成本低。

CAN 总线的特点如下:

- ① CAN 总线接口芯片支持 8 位、16 位 CPU,许多嵌入式微处理器都集成了 CAN 通信控制器。
- ② CAN 总线具有国际标准,即 ISO—11898。
- ③ CAN 可以多主方式工作,网络上任意一个节点均可以在任意时刻、主动地向网上其他节点发送信息而不分主从,通信方式灵活。利用这一特点,也可方便地构成(容错)多机备份系统。
- ④ CAN 网络上的节点可分成不同的优先级,满足不同的实时要求。
- ⑤ CAN 采用非破坏性总线仲裁技术。当两个节点同时向网络上传送信息时,优先级低的节点主动停止数据发送,而优先级高的节点可不受影响地继续传输数据,有效避免了总线冲突。
- ⑥ CAN 可以点对点、一点对多点及全局广播的方式传送和接收数据。
- ⑦ CAN 直接通信距离最远可达 10 km/5 kbps,通信速率最高可达 1 Mbps/40 m。CAN-