

现场总线与PLC网络通信

图解

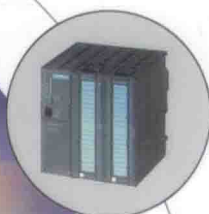
项目化教程

◆ 郑长山 主编

★ 图解化标注，项目化实施，
按步骤讲解

★ 重点讲解西门子现场总线PROFIBUS、
工业以太网、MPI及PPI通信应用

★ 配备巩固练习题、习题参考答案
以及PPT课件和教案



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

现场总线与 PLC 网络通信 图解项目化教程

郑长山 主 编

電子工業出版社.

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书以 SIMATIC S7-300PLC 与 S7-200PLC 为样机,从工程应用角度出发,以项目为载体,突出实践性,主要从以下方面重点讲解现场总线与 PLC 网络通信的应用:(1)认识现场总线与 PLC 网络通信;(2)现场总线 PROFIBUS 应用,特别是 PROFIBUS-DP 应用;(3)工业以太网技术应用;(4)MPI 与 PPI 网络通信应用;(5)PLC 与变频器通信应用

全书共 25 个项目,很多项目按照通信硬件与软件配置→通信的硬件连接→……→输入/输出地址分配→接线图→建立符号表→编写程序→中断处理(部分项目有)→联机调试的工程步骤编写本教材。

本书项目典型、步骤详细、图文并茂、标注清晰、深入浅出,注重工程思维和技能培养,适合有 S7-300PLC 与 S7-200PLC 基础的学习者学习。

本书可作为高等职业技术学院和各类职业技术学校电气自动化、过程自动化、机电一体化、工业机器人、应用电子及机电维修等专业的教材,也可作为成人教育、社会技能培训及企业培训教材,还可用于相关技能大赛参考教材和作为从事西门子现场总线与 PLC 网络通信技术工作的工程技术人员自学用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

现场总线与 PLC 网络通信图解项目化教程 / 郑长山主编. —北京:电子工业出版社, 2016.4

ISBN 978-7-121-28555-4

I. ①郑… II. ①郑… III. ①总线—高等学校—教材②plc 技术—应用—通信网—高等学校—教材
IV.①TP336②TM571.6③TN915

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 073104 号

策划编辑:郭乃明

责任编辑:郭乃明 特约编辑:范 丽

印 刷:三河市兴达印务有限公司

装 订:三河市兴达印务有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1 092 1/16 印张:19.25 字数:564 千字

版 次:2016 年 4 月第 1 版

印 次:2016 年 4 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:43.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式:34825072@qq.com。

前 言

在我国现代工业应用中,现场总线与 PLC 网络通信已经深入到工业自动化的各个层次,应用无处不在,成为当今自动化应用中的重要内容。

因西门子 S7-300 与 S7-200PLC 被广泛使用,所以本书选择以它们为样机。如何高效轻松地学习现场总线与 PLC 网络通信技术成为很多学习者面临的迫切问题。

编者作为高校教师,经过多年教学实践发现,以项目化方式讲解西门子现场总线与 PLC 网络通信技术,课堂学习达成度高,技术掌握有针对性,随学随用,效果甚佳。编者还发现,有关现场总线与 PLC 网络通信的学习用书中,以项目化统领知识、按步骤化讲解、图解上加标注形式的教材很少,这给实际教学和自学带来很大不便。鉴于此,编者决定选取典型项目,按步骤操作,以图解加标注的方式,进行本书的编写。

本书从技术应用能力要求和实际工作的需求出发,在结构和组织方面大胆突破,根据项目提取学习目标,通过设计不同的项目,巧妙地将知识点和技能训练融于各个项目中。每一篇中的项目按照知识点与技能要求循序渐进,由简单到复杂进行编排,基本每个项目均通过“项目要求”、“学习目标”、“相关知识”、“项目解决步骤”、“巩固练习”等环节详解项目知识点和操作步骤。相关知识学习与技能提高贯穿于整个项目之中,真正实现了“知能合一”的学习效果。

与同类学习用书相比具有以下创新点:

1. 选取典型项目,项目化讲解,强调技术应用

本书内容全部根据工程实际应用情况和学习目标、精选典型项目进行讲解,具有可操作性,强调应用能力训练。

2. 项目解决步骤采用图片讲解,标注详细,直观易学

本书强调动手实践,学习者首先理解项目要求,学习相关知识,然后按照项目解决步骤操作,步骤详细,操作性强,从而达成学习目标。步骤讲解以图片解说形式呈现,编者在图片上还进行了详细文字标注与箭头指示,使学习者一目了然,学习变得容易,这一方式可以变枯燥地学为有兴趣地学。学生一边看书一边用 STEP7 编程软件、STEP7-Micro/WIN 软件、S7-300 PLC、S7-200 PLC 等进行实践操作,能轻松快速掌握现场总线与 PLC 网络通信基本应用技术。

3. 从简单到复杂,符合认知规律

本书在每一篇中进行编排项目时,注重循序渐进,从易到难,符合认知规律。

4. 知识与技能有机结合

本书遵循“学中做,做中学”的讲解思路,按照项目解决步骤详解整个实践操作过程,还将相关知识、注意事项等穿插整本书中,使知识与技能有机结合。

如果作为教材使用,教师可以根据实验条件,学时多少,学生能力等因素,在下面表格备

注栏标有选学的项目中，可以选择性的讲解。学生可以把标有选学的项目，作为知识拓展进行自学。

项 目 名 称	所用学时	备 注
项目 1 认识现场总线	1~2	
项目 2 认识 PLC 网络通信	1~2	
项目 3 认识 PROFIBUS	1~3	
项目 4 两台 S7-300PLC 之间 PROFIBUS-DP 不打包通信	3~4	
项目 5 多台 S7-300PLC 之间 PROFIBUS-DP 不打包通信	3~4	
项目 6 一主二从 S7-300PLC 之间 PROFIBUS-DP DX 通信	3~4	
项目 7 两台 S7-300PLC 之间 PROFIBUS-DP 打包通信	3~4	
项目 8 S7-300 与 S7-200PLC 之间 PROFIBUS-DP 通信	3~4	
项目 9 S7-300PLC 与 ET200M 之间的 PROFIBUS-DP 通信	2~3	选学
项目 10 CP342-5 作为从站的 PROFIBUS-DP 通信	3~4	选学
项目 11 CP342-5 作为主站的 PROFIBUS-DP 通信	3~4	选学
项目 12 S7-300PLC 与变频器 MM420 之间 PROFIBUS-DP 通信	3~4	选学
项目 13 认识工业以太网	1~2	
项目 14 两台 S7-200PLC 之间的工业以太网通信	2~4	选学
项目 15 S7-300 与 S7-200 PLC 之间的工业以太网通信	2~4	选学
项目 16 两台 S7-300PLC 之间的 TCP 连接工业以太网通信	2~4	选学
项目 17 两台 S7-300PLC 之间的 S7 连接工业以太网通信	2~4	
项目 18 多台 S7-300PLC 之间的 S7 连接工业以太网通信	2~4	
项目 19 S7-300PLC 与 ET200S 的 PROFINET 通信	2~3	选学
项目 20 两台 S7-300PLC 之间的全局数据 MPI 通信	2~4	
项目 21 两台 S7-300PLC 之间的无组态双边 MPI 通信	2~4	
项目 22 S7-300 与 S7-200PLC 之间的无组态单边 MPI 通信	2~4	
项目 23 两台 S7-200PLC 之间的 PPI 通信	2~4	
项目 24 多台 S7-200PLC 之间的 PPI 通信	2~4	
项目 25 S7-200PLC 与变频器 MM420 之间的 USS 通信	2~5	选学
总学时	54~92	

本书可作为高等职业技术学院和各类职业技术学校电气自动化、过程自动化、机电一体化、工业机器人、应用电子及机电维修等专业的教材，也可作为成人教育、社会技能培训及企业培训教材，还可用于相关技能大赛参考教材和作为从事西门子现场总线与 PLC 网络通信技术工作的工程技术人员自学用书。

由于编者水平有限，书中难免有错漏之处，恳请广大读者批评指正。对本书的意见和建议请发本人电子邮箱 zhengchangs@126.com。

编者：郑长山
2016 年 1 月

目 录

第一篇 认识现场总线与 PLC 网络通信

项目 1 认识现场总线	1
1.1 项目要求及学习目标	1
1.2 相关知识	1
1.2.1 现场总线定义	1
1.2.2 现场总线的本质	1
1.2.3 现场总线网络的实现	2
1.2.4 现场总线结构特点	2
1.2.5 现场总线的技术特点	3
1.2.6 现场总线的优点	4
1.2.7 现场总线的现状	4
1.2.8 现场总线的发展方向	5
1.2.9 几种流行的现场总线简介	5
1.3 项目解决步骤	7
1.4 巩固练习	7
项目 2 认识 PLC 网络通信	8
2.1 项目要求及学习目标	8
2.2 相关知识	8
2.2.1 PLC 网络通信基本知识	8
2.2.2 工业控制网络拓扑结构与控制方法	10
2.2.3 OSI 参考模型	11
2.2.4 PLC 网络专业术语	13
2.3 项目解决步骤	15
2.4 巩固练习	15

第二篇 PROFIBUS

项目 3 认识 PROFIBUS	16
3.1 项目要求及学习目标	16
3.2 相关知识	16
3.2.1 PROFIBUS 概述及发展	16

3.2.2	PROFIBUS 协议结构	17
3.2.3	PROFIBUS 组成	17
3.2.4	PROFIBUS-DP 设备分类	19
3.2.5	PROFIBUS 电缆、DP 头的连接、终端电阻	20
3.2.6	安装 GSD 文件	22
3.3	项目解决步骤	23
3.4	巩固练习	23
项目 4	两台 S7-300PLC 之间 PRO FIBUS-DP 不打包通信	24
4.1	项目要求	24
4.2	学习目标	24
4.3	相关知识（不打包通信）	24
4.4	项目解决步骤	25
4.5	巩固练习	39
项目 5	多台 S7-300PLC 之间 PROFIBUS-DP 不打包通信	40
5.1	项目要求	40
5.2	学习目标	40
5.3	项目解决步骤	40
5.4	巩固练习	64
项目 6	一主二从 S7-300PLC 之间 PROFIBUS-DP DX 通信	65
6.1	项目要求	65
6.2	学习目标	65
6.3	相关知识（PROFIBUS-DP DX 通信简介）	65
6.4	项目解决步骤	65
6.5	巩固练习	84
项目 7	两台 S7-300PLC 之间 PROFIBUS-DP 打包通信	86
7.1	项目要求	86
7.2	学习目标	86
7.3	相关知识	86
7.3.1	SFC15 指令应用	86
7.3.2	SFC14 指令应用	87
7.4	项目解决步骤	87
7.5	巩固练习	100
项目 8	S7-300 与 S7-200PLC 之间 PROFIBUS-DP 通信	101
8.1	项目要求	101

8.2	学习目标	101
8.3	相关知识	101
8.3.1	S7-300 与 S7-200 PLC 之间 PROFIBUS-DP 通信简介	101
8.3.2	EM277 模块应用	101
8.4	项目解决步骤	102
8.5	巩固练习	110
项目 9	S7-300 PLC 与 ET200M 之间的 PROFIBUS-DP 通信	111
9.1	项目要求	111
9.2	学习目标	111
9.3	相关知识	111
9.3.1	ET200 系列模块	111
9.3.2	S7-300PLC 与 ET200M 的 PROFIBUS-DP 通信简介	113
9.4	项目解决步骤	114
9.5	项目解决方法拓展 (S7-300PLC 和 ET200S 的 PROFIBUS-DP 通信)	122
9.6	巩固练习	122
项目 10	CP342-5 作为从站的 PROFIBUS-DP 通信	124
10.1	项目要求	124
10.2	学习目标	124
10.3	相关知识	124
10.3.1	CP342-5 PROFIBUS 通信模块应用	124
10.3.2	FC1 (DP-SEND) 指令应用	125
10.3.3	FC2 (DP-RECV) 指令应用	125
10.4	项目解决步骤	126
10.5	巩固练习	139
项目 11	CP342-5 作为主站的 PROFIBUS-DP 通信	140
11.1	项目要求	140
11.2	学习目标	140
11.3	项目解决步骤	140
11.4	巩固练习	149
项目 12	S7-300PLC 与变频器 MM420 之间 PROFIBUS-DP 通信	151
12.1	项目要求	151
12.2	学习目标	151
12.3	相关知识	151
12.3.1	MM420 周期性数据通信报文	151
12.3.2	PROFIBUS 通信模板	151

12.4 项目解决步骤	152
12.5 巩固练习	159

第三篇 工业以太网技术

项目 13 认识工业以太网	160
13.1 项目要求及学习目标	160
13.2 相关知识	160
13.2.1 工业以太网简介、通信介质及双绞线连接	160
13.2.2 典型工业以太网的 4 类网络器件	161
13.2.3 工业以太网通信模块与带 PN 口的 CPU 模块	161
13.2.4 工业以太网通信的类型	162
13.3 项目解决步骤	162
13.4 巩固练习	163
项目 14 两台 S7-200PLC 之间的工业以太网通信	164
14.1 项目要求	164
14.2 学习目标	164
14.3 相关知识	164
14.3.1 S7-200PLC 之间工业以太网通信简介	164
14.3.2 ETH1-CTRL、ETH1-XFR 指令应用	165
14.4 项目解决步骤	165
14.5 巩固练习	175
项目 15 S7-300PLC 与 S7-200PLC 之间的工业以太网通信	176
15.1 项目要求	176
15.2 学习目标	176
15.3 项目解决步骤	176
15.4 巩固练习	182
项目 16 两台 S7-300PLC 之间的 TCP 连接工业以太网通信	183
16.1 项目要求	183
16.2 学习目标	183
16.3 相关知识	183
16.3.1 以太网通信模块 CP343-1	183
16.3.2 FC5 (AG-SEND) 指令应用	183
16.3.3 FC6 (AG-RECV) 指令应用	184
16.4 项目解决步骤	185
16.5 项目解决方法拓展 (ISO-on-TCP、ISO 传输、UDP 连接)	192

16.6 知识拓展	193
16.6.1 FB14 (GET) 指令应用	193
16.6.2 FB15 (PUT) 指令应用	194
16.7 巩固练习	194
项目 17 两台 S7-300PLC 之间的 S7 连接工业以太网通信	196
17.1 项目要求	196
17.2 学习目标	196
17.3 相关知识	196
17.3.1 带 PN 口 CPU 模块外形	196
17.3.2 FB12 (BSEND) 指令应用	196
17.3.3 FB13 (BRCV) 指令应用	197
17.4 项目解决步骤	198
17.5 巩固练习	204
项目 18 多台 S7-300PLC 之间的 S7 连接工业以太网通信	206
18.1 项目要求	206
18.2 学习目标	206
18.3 项目解决步骤	206
18.4 知识拓展 (以太网与嵌入式 Web Server 的控制器开发介绍)	215
18.5 巩固练习	216
项目 19 S7-300PLC 与 ET200S 的 PROFINET 通信	217
19.1 项目要求	217
19.2 学习目标	217
19.3 相关知识	217
19.3.1 PROFINET 简介	217
19.3.2 PROFINET 中的术语	217
19.3.3 PROFINET IO 控制器和 PROFINET IO 设备	218
19.3.4 PROFINET I/O 系统	218
19.4 项目解决步骤	219
19.5 巩固练习	223

第四篇 MPI 通信

项目 20 两台 S7-300PLC 之间的全局数据 MPI 通信	224
20.1 项目要求	224
20.2 学习目标	224

20.3	相关知识	224
20.3.1	MPI 通信简介	224
20.3.2	MPI 通信的三种方式（全局数据、双边、单边）	225
20.3.3	全局数据通信	225
20.4	项目解决步骤	225
20.5	巩固练习	240
项目 21	两台 S7-300PLC 之间的无组态双边 MPI 通信	241
21.1	项目要求	241
21.2	学习目标	241
21.3	相关知识	241
21.3.1	SFC65 (X_SEND) 发送数据指令	241
21.3.2	SFC66 (X_RCV) 接收数据指令	243
21.3.3	SFC69 (X_ABORT) 中止连接指令	243
21.4	项目解决步骤	244
21.5	巩固练习	255
项目 22	S7-300 与 S7-200PLC 之间的无组态单边 MPI 通信	256
22.1	项目要求	256
22.2	学习目标	256
22.3	相关知识	256
22.3.1	SFC 68 (X_PUT) 发送数据指令	256
22.3.2	SFC 67 (X_GET) 读取数据指令	257
22.4	项目解决步骤	258
22.5	项目解决方法拓展	265
22.6	巩固练习	265

第五篇 PPI 通信

项目 23	两台 S7-200PLC 之间的 PPI 通信	266
23.1	项目要求	266
23.2	学习目标	266
23.3	相关知识	266
23.3.1	通信类型与连接方式	266
23.3.2	PPI (Point to Point Interface) 协议	266
23.3.3	通信端口	267
23.4	项目解决步骤	267
23.5	巩固练习	277

项目 24 多台 S7-200PLC 之间的 PPI 通信	278
24.1 项目要求	278
24.2 学习目标	278
24.3 项目解决步骤	278
24.4 巩固练习	287

第六篇 USS 通信

项目 25 S7-200PLC 与变频器 MM420 之间的 USS 通信	289
25.1 项目要求	289
25.2 学习目标	289
25.3 相关知识	289
25.3.1 初始化指令 USS-INIT	289
25.3.2 控制指令 USS-CTRL	290
25.4 项目解决步骤	291
25.5 巩固练习	294
参考文献	296

第一篇 认识现场总线与 PLC 网络通信

项目 1 认识现场总线

1.1 项目要求及学习目标

- (1) 掌握现场总线定义。
- (2) 理解现场总线本质。
- (3) 理解现场总线网络实现。
- (4) 熟悉现场总线的结构与技术特点。
- (5) 理解现场总线的优点、现状及发展方向。
- (6) 了解几种流行的现场总线。

1.2 相关知识

1.2.1 现场总线定义

国际电工委员会在 IEC61158 中给现场总线下的定义是：安装在制造或过程区域的现场装置与控制室内的自动控制装置之间的数字式、串行、多点通信的数据总线称为现场总线（Fieldbus）。

现场总线是当今自动化发展的热点之一，被誉为自动化领域的计算机局域网。它作为工业网络的底层网络，实现了生产过程现场级控制设备之间及其与更高控制管理层之间的联系。

很多人把现场总线的全数字式控制系统称为现场总线控制系统（Fieldbus Control System, FCS）。不管是说现场总线，还是说现场总线控制系统，宏观上它们都指这种应用于工业网络通信中的新技术。

1.2.2 现场总线的本质

现在总线的本质主要包括以下几个方面。

1. 现场设备互连

现场设备互连是指在生产现场安装的自动化仪器、仪表（传感器、变送器等）通过双绞线、同轴电缆、光缆、红外线和无线电等传输介质相互连接、相互交换信息。

2. 现场通信网络

作为一种数字式通信网络，现场总线一直延伸到生产现场设备，使得现场设备互连、现场设备与外界网络互连，从而构成企业信息网络，完成生产现场到控制层和管理层之间的信息传递。

3. 互操作性

互操作性是指来自不同厂家的设备可以相互通信，并且可以在多厂家的环境中完成功能的能力。

现场设备种类繁多，一个制造商不可能提供一个工业生产过程所需的全部设备。另外，用户不

希望受制于某一个制造商，这就要求不同厂家的产品能够实现交互操作与信息互换，用户把不同制造商的各种智能设备集成在一起，进行统一组态和管理，构成需要的控制回路。只有实现设备的互操作性，才能使得用户能够根据需求自由集成现场总线控制系统。

4. 分散功能块

现场总线控制系统把功能块分散到现场仪表中执行，因此取消了传统的 DCS 中的过程控制站。例如，现场总线变送器除了具有一般变送器的功能之外，还可以运行 PID 功能块。

5. 现场总线供电

现场总线除了传输信息之外，还可以实现现场设备供电功能。总线供电不仅简化了系统的安装布线，而且还可以通过配套的安全栅实现本质安全系统，为现场总线控制系统在易燃易爆环境中的应用奠定了基础。

本质安全技术是在爆炸环境中使用电气设备时确保安全的一种方法。通常许多生产现场都有易燃易爆物质，为了确保设备及人身安全，必须采取安全措施，严格遵守安全防爆标准，以保证这些可燃性物质不被点燃。

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联，又可与不同层网络互联。其采用公开化、标准化、规范化的通信协议，只要符合现场总线协议，就可以把不同制造商的现场设备互联，形成系统，用户不需要在硬件或软件上花费太多力气，就可以实现网络数据库的共享。

1.2.3 现场总线网络的实现

现场总线实现的基础是数字通信，要通信就必须有协议。从这个意义上讲，现场总线就是一个定义了硬件接口和通信协议的标准。国际标准化组织（ISO）的开放系统互联（OSI）协议，是为计算机互联网制定的七层参考模型，它对任何网络都是适用的。目前，各个公司生产的现场总线产品没有一个统一的协议标准，但是各公司在制定自己的通信协议时，都参考 OSI 七层协议标准，且大多采用了其中的第一层物理层、第二层数据链路层和第七层应用层，并增设了第八层用户层。

用户层是现场总线标准在 OSI 模型之外新增加的，是实现总线控制系统开放与互操作性的关键。

用户层定义了从现场装置中读、写信息和向网络中其他装置分派信息的方法，即规定了供用户组态的标准“功能模块”。事实上，各厂家生产的产品实现功能块的程序可能完全不同，但对功能块特性描述、参数设定及相互连接的方法是公开的、统一的，信息在功能块内经过处理后输出，用户对功能块的操作就是选择“设定特征”及“设定参数”，并将其连接起来。功能块除了输入、输出信号外，还输出表征该信号状态的信号。

1.2.4 现场总线结构特点

在传统的控制系统中，一般采用如图 1-1 所示的连接方式，控制器与现场的输入/输出器件之间采用一对一的 I/O 接线方法，每一个现场设备需要一条回路与控制器连接。这样接线的结果就是使现场产生大量的信号线，在恶劣的工业环境里（电磁、粉尘、光和振动等），信号传输容易出现误差，使系统工作不稳定。另外，施工与维护也都十分不便。

现场总线打破了传统控制系统的结构形式。如图 1-2 所示，所有集成了现场总线接口的设备都被挂接到现场总线上，控制器与现场设备之间仅通过一根总线电缆相连，结构非常简单，节省安装费用和维护开销。控制器与现场设备可以实现双向数字通信，克服了模拟信号精度不高、抗干扰能力差的缺点，提高了系统的可靠性。现场设备具有通信能力，由现场的测量变送仪表与阀门等执行机构直接传送信号，因而现场总线控制系统功能能够不依赖控制室的计算机或控制仪表，直接在现场完成，实现了彻底的分散控制。

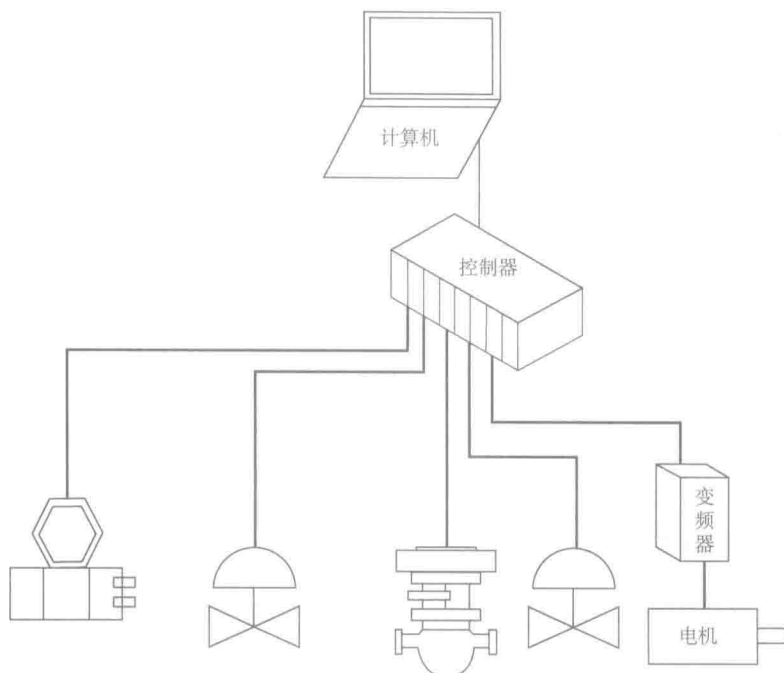


图 1-1 传统控制系统示意图

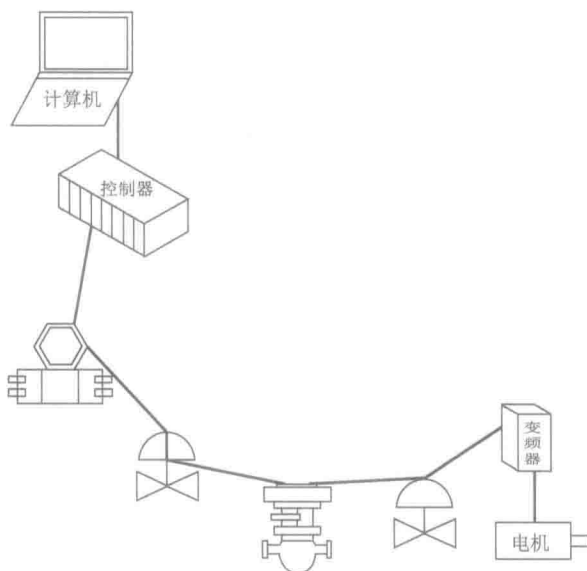


图 1-2 现场总线控制系统示意图

1.2.5 现场总线技术特点

1. 开放性

现场总线的开放性主要包含两方面含义：一方面其通信规约开放，也就是开发的开放性；另一方面能与不同的控制系统相连接，也就是应用的开放性。由于开放性，用户可按自己的需求，把来自不同的供应商产品组成大小随意、功能不同的系统。只有具备了开放性，才能使得现场总线技术适合先进控制的低成本、网络化和系统化的要求。

2. 系统结构的高度分散性

现场设备的智能化与功能自治性，使得现场总线构成了一种新的全分布式控制系统的体系结

构，各控制单元高度分散、自成体系，有效简化了系统结构，提高了可靠性。

3. 互可操作性与互用性

互操作性可实现生产现场设备与设备之间、设备与系统之间的信息传送与沟通；互用性则意味着不同生产厂家的同类设备可以进行相互替换，从而实现设备的互用。

4. 现场设备的智能化与功能自治性

现场总线将传感器测量、补偿计算、工程量处理与控制等功能下放到现场设备中完成，现场设备具备了智能化，因此，采用单独的现场设备，就可实现自动控制的基本功能，随时自我诊断运行状态。

5. 对环境的适应性

现场总线专为工业现场而设计，它支持双绞线、同轴电缆、光缆、无线和红外线等传输方式，具有较强的抗干扰能力，可根据现场环境要求进行选择；能采用两线制实现通信与送电，可满足本质安全防爆要求。

1.2.6 现场总线的优点

现场总线系统结构的简化，使控制系统从设计、安装、投入运行到正常生产运行及检修维护，都体现出优越性。

1. 节省硬件数量与投资

由于现场总线系统中分散在设备前端的智能设备能直接执行多种传感、控制、报警和计算功能，因而可减少变送器的数量，不再需要单独的控制器、计算单元等，也不再需要 DCS 系统的信号调理、转换、隔离技术等功能单元及其复杂接线。还可以用工控 PC 作为操作站，从而节省了一大笔硬件投资。由于控制设备的减少，还可以减少控制室的占地面积。

2. 节省安装费用

现场总线系统的接线十分简单。由于一对双绞线或电缆上通常可挂接多个设备，因而电缆、端子、槽盒、桥架的用量大大减少，连线设计与接头校对的工作量也大大减少。当需要增加现场控制设备时，不用增设新电缆，可就近连在原有电缆上，既减少了投资，也减少了设计、安装的工作量。

3. 节省维护费用

由于现场控制设备具有自诊断与简单故障处理能力，通过数字通信可将相关的诊断维护信息送控制室，用户可以查询所有设备的运行和诊断维护信息，以便及时分析故障原因并快速排除故障，缩短了维护停工时间。同时由于系统的结构化、连线简单，从而减少了维护工作量。

4. 用户具有高度的系统集成主动权

用户可以自由选择不同厂商提供的设备来集成系统，从而避免因选择了某一品牌的产品后，限制了选择范围，也不会为系统集成其他的协议、接口而一筹莫展，使系统集成过程的主动权完全掌握在用户手中。

5. 提高了系统的准确性和可靠性

由于现场总线设备的智能化、数字化，与模拟信号相比，它从根本上提高了测量与控制的准确度，减少了传送误差。同时，由于系统的结构简化，设备与连线减少，现场仪表内部功能增强，减少了信号的往返传输，提高了系统的工作可靠性。

1.2.7 现场总线的现状

国际电工技术委员会国际标准化协会于 1984 年起着手现场总线标准的制定工作，但统一的标准至今仍未完成。同时，世界许多公司也推出自己的现场总线标准和协议，但它们之间存在太多差异，给实际工作带来了不便，影响了开放性和可互操作性。因而在最近几年里开始标准统一工作，减少现场总线协议数量，以实现国际上统一的总线标准为目标，满足各品牌产品的互操作性要求。

IEC61158 第 4 版标准包括的现场总线类型如表 1-1 所示。

表 1-1 IEC61158 第 4 版标准包括的现场总线类型

类型	现场总线名称	类型	现场总线名称
Type 1	TS61158 现场总线	Type 11	TC-net 实时以太网
Type 2	CIP 现场总线	Type 12	EtherCAT 实时以太网
Type 3	PROFIBUS 现场总线	Type 13	Ethernet PowerLink 实时以太网
Type 4	P-NET 现场总线	Type 14	EPA 实时以太网
Type 5	FF-HSE 高速以太网	Type 15	Modbus RTPS 实时以太网
Type 6	SwiftNet (被撤销)	Type 16	SERCOSII, II 现场总线
Type 7	WorldFIP 现场总线	Type 17	VNE/TIP 实时以太网
Type 8	INTERBUS 现场总线	Type 18	CC-Link 现场总线
Type 9	FF H1 实时以太网	Type 19	SERCOSIII 实时以太网
Type 10	PROFINET 实时以太网	Type 20	HART 现场总线

表 1-1 中的 PROFIBUS 现场总线和 PROFINET 实时以太网获得了德国 SIEMENS 公司的支持，它们是目前工业自动化领域应用十分广泛的现场总线。

每种总线都有其产生的背景和应用领域。总线是为了满足自动化发展的需求而产生的，由于不同领域的自动化需求各有其特点，因此在某个领域中产生的总线技术一般对这一特定领域的满足度高一些，应用多一些，适用性好一些。工业以太网的引入成为新的热点。工业以太网在工业自动化和过程控制市场上的份额迅速增长，几乎所有远程 I/O 接口技术的供应商均提供一个支持 TCP/IP 协议的以太网口，如西门子、罗克韦尔等，这些企业销售各种 PLC 产品的同时也提供与远程 I/O 和基于 PC 的控制系统相连接的接口。

1.2.8 现场总线的发展方向

国际上现场总线的研究、开发，使测控系统冲破了长期封闭系统的禁锢，走上开放发展的征程。现场总线技术是控制、计算机、通信技术的交叉与集成，涉及的内容十分广泛。

自动化系统的网络化是发展的大趋势，现场总线技术受计算机网络技术的影响是十分深刻的。现在网络技术日新月异，一些影响重大的网络新技术必将进一步融合到现场总线技术之中。

1. 现场总线标准化工作

众多行业需求各异，加上要考虑已有各种总线产品的投资效益和各公司的商业利益，预计在今后一段时期内，会出现几种现场总线标准共存、同一生产现场存在几种异构网络互联通信局面。但发展共同遵从的统一标准规范，真正形成开放互联系统，是大势所趋。

2. 实时工业以太网的开发与应用

随着网络技术的发展，以太网基本上解决了在工业中应用的问题。不少厂商正在努力使以太网技术进入工业自动化领域。

3. 多种现场总线既竞争，又共存

在今后一段时间内，多种现场总线既竞争，又共存，同时多种现场总线也可以共存于同一个控制系统，如西门子控制系统中，不仅有 PROFIBUS，而且有 DeviceNet、AS-i、工业以太网等。

1.2.9 几种流行的现场总线简介

1. PROFIBUS 总线

PROFIBUS 是 Process Field Bus 的简称。它是一种国际化、开放式、不依赖于设备生产商的现场总线标准，广泛适用于制造业自动化、流程工业自动化和楼宇、交通电力等其他领域自动化。PROFIBUS 现场总线系列由 PROFIBUS-DP (Decentralized Periphery, 分布式外围设备)、PROFIBUS-FMS (Fieldbus Message Specification, 现场总线报文规范)、PROFIBUS-PA (Process