

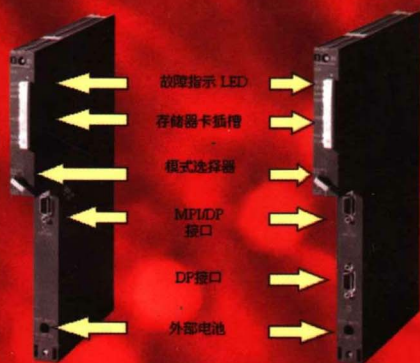
# 西门子 **PLC**

## 与工业网络技术

XIMENZI PLC

YU GONGYE WANGLUO JISHU

● 吉顺平 孙承志 路明 等编著



附赠光盘

 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



TM571.6/82D

2008

# 西门子 PLC 与工业网络技术

吉顺平 孙承志 路明 等编著

机械工业出版社

本书主要介绍西门子 S7-200/300/400 PLC 和工业网络的基础知识与应用技术。在 IEC61131-3 指令系统框架下,讲解了西门子 S7-200/300/400 的指令系统。本书注重指令系统的基础知识和编程思路的讲解,而不是罗列手册中的指令,为读者的工程应用和快速查阅手册打下基础。本书还通过实例介绍了程序编写的一般结构和方法,例子具有应用价值。同时,还包括西门子工业网络(包括 PPI、MPI、PROFIBUS 和 PROFINET)、WinCC、PID、OPC、MM440 变频器和步进电动机的内容。

本书可作为电气自动化工程师的一本 PLC 与网络技术方面的参考书,也可供相关专业大中专院校的师生学习与参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

西门子 PLC 与工业网络技术 / 吉顺平等编著. —北京:  
机械工业出版社, 2008.2  
ISBN 978-7-111-23355-8

I. 西... II. 吉... III. ①可编程序控制器②工业企业—  
以太网络 IV. TM571.6 TP393.18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 011278 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)  
策划编辑: 吉 玲 (E-mail: jiling@mail.machineinfo.gov.cn)  
责任编辑: 林 楨  
责任印制: 李 妍  
保定市 中画美凯印刷有限公司印刷  
2008 年 2 月第 1 版第 1 次印刷  
184mm×260mm·21.25 印张·526 千字  
0001—5000 册  
标准书号: ISBN 978-7-111-23355-8  
ISBN 978-7-89482-556-8 (光盘)  
定价: 39.00 元(含 1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换  
销售服务热线电话:(010) 68326294  
购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643  
编辑热线电话:(010) 88379768  
封面无防伪标均为盗版

# 前 言

可编程序控制器（PLC）是专为工业过程而设计的控制设备。自 1968 年诞生以来，经过不断地创新与发展，尤其是 PLC 被应用到计算机、通信、自动控制等领域，使得 PLC 不但能够完成简单的逻辑运算，在模拟量控制、网络通信、HMI 等领域的应用也是越来越广泛和深入。德国西门子公司已经推出了 S7-200/300/400 等一系列的 PLC，满足了不同场合的工业要求，越来越受到用户的青睐。

现场总线以其抗干扰性好、速度快、传输距离远等特点，在现场级设备间得到了广泛的应用，提高了系统的整体稳定性。工业以太网以其应用广泛、成本低廉、通信速率高、软硬件资源丰富、易于与 Internet 连接、可持续发展潜力大等优点，不仅垄断了工厂综合自动化的信息管理网络，而且正在向控制层和现场层发展。

西门子公司提出了 TIA（Totally Integrated Automation，全集成自动化）的概念。根据这一概念，通过工业以太网和现场总线 PROFIBUS，使企业管理、车间调度、现场执行构成了一个功能强大的通信网络。在整个网络里，PLC 是现场级甚至车间级的主要控制设备，它通过高速的现场总线采集远程 I/O 信号，并通过现场总线传输控制信号；企业通过工业以太网访问 Internet，并可以对车间、现场设备进行数据分析、实时监控与调度；通过转换设备，现场级的 PROFIBUS 网络可以被无缝集成到工业以太网内。

西门子 PLC 以及 TIA 思想在工业应用中日益广泛。能够熟练掌握西门子 PLC 的编程和工业网络技术，对解决工程中的 PLC 和网络通信问题尤为重要。

本书主要讲述了西门子 S7-200/300/400 编程指令的使用方法，PROFIBUS-DP 网络和工业以太网的组建；另外书中还包含了 PLC 模拟量模块的使用、上位机监控等，内容翔实，举例恰当。所有程序均在 PLC 和网络上进行过验证，并附在随书光盘中。编写过程中，笔者始终坚持站在读者的角度，用通俗易懂的语言来描述问题；书中使用了大量图片，使读者能够一目了然，既满足了读者对 PLC 和网络学习的基本要求，也能够使读者尽快掌握其高级应用技术。

全书共分为 13 章。第 1 章和第 2 章主要介绍了 PLC 的工作原理和基础知识；第 3 章和第 4 章主要介绍了 S7-200 和 S7-300/400 PLC 的基本编程指令；第 5 章介绍了西门子 PLC 结构化编程的思想和方法；第 6 章介绍了 PLC 编程方法，并列举 8 个 PLC 实际应用的例子，所有例子均提供 SIMIT 仿真对象；第 7 章介绍了顺序控制的编程方法，包括 S7-GRAPH；第 8 章介绍了几种常用的模拟量模块，并给出了实际应用的例子；第 9 章~第 11 章属于通信部分，分别介绍了 PPI、MPI、PROFIBUS-DP、工业以太网的基本知识和应用实例，读者按照书中所介绍的步骤，很快就可以掌握西门子 PLC 的组网技术；第 12 章以一个工程项目的形式介绍了西门子的人机界面 WinCC 的使用方法；第 13 章介绍了西门子 PLC 与网络的应用技术，包括 PID 调节、OPC 技术、变频器的使用和步进电机的控制技术。

本书第 1、2、5、6、9、13 章由吉顺平编写，第 3、4、8、10 和 11 章由孙承志编写，第 7 章和第 12 章及附录部分由路明编写。另外，徐智老师也参与了第 13 章的编写工作。熊田

忠、徐智、孙书芳、黄捷等老师在本书的编写中给予了很大的支持，在此表示感谢！另外，马江彪、王聪、杨常兴、徐刚、吴晓伟、陈幽、盛昕炜和孙亮亮等同学参与了部分实验、作图和校对工作，在此一并表示感谢！

特别感谢西门子（中国）有限公司自动化与驱动集团的技术支持，感谢西门子自动化系统部 SCE 的支持和帮助。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中程序、图表较多，难免有错误及疏漏之处，恳请读者不吝批评指正，不胜感激！

编著者

# 目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 电气控制基础	1
1.1.1 继电器	1
1.1.2 继电器控制系统	2
1.1.3 继电器控制系统的特点	2
1.2 可编程序控制器的诞生与发展	2
1.2.1 可编程序控制器诞生的时代背景	2
1.2.2 可编程序控制器诞生的过程	2
1.2.3 可编程序控制器的发展	3
1.3 可编程序控制器的名称、定义和特点	3
1.3.1 可编程序控制器的名称	3
1.3.2 可编程序控制器的定义	4
1.3.3 可编程序控制器的特点	4
1.4 可编程序控制器的分类	5
1.4.1 根据点数和功能进行分类	5
1.4.2 根据结构形式进行分类	5
1.4.3 PLC 的流派分类	5
1.4.4 西门子 PLC 的分类	5
1.5 可编程序控制器的功能、在工业控制中的地位和前景	6
1.5.1 可编程序控制器的功能	6
1.5.2 可编程序控制器在工业控制中的地位	6
1.5.3 可编程序控制器的发展前景	6
第 2 章 可编程序控制器的组成与工作原理	7
2.1 可编程序控制器的硬件组成	7
2.1.1 组成概述	7
2.1.2 硬件组成	7
2.2 可编程序控制器的工作原理	11
2.2.1 可编程序控制器的控制作用	11
2.2.2 可编程序控制器的工作过程	12
2.2.3 可编程序控制器的输出滞后问题	14
2.3 可编程序控制器的编程语言	15
2.3.1 编程语言概述	15
2.3.2 梯形图语言	15

2.3.3	语句表语言 .....	16
2.3.4	功能块图语言 .....	16
2.3.5	顺序功能图语言 .....	17
2.3.6	结构化文本语言 .....	17
2.4	西门子 PLC 模块与端子连接 .....	17
2.4.1	西门子 PLC S7-200 的 CPU 模块与硬件端子连接 .....	17
2.4.2	西门子可编程序控制器 S7-200 的信号扩展模块 .....	20
2.4.3	西门子可编程序控制器 S7-300 的模块 .....	21
2.4.4	西门子可编程序控制器 S7-400 的模块 .....	23
2.5	西门子 PLC 的存储区、数据类型与寻址 .....	24
2.5.1	西门子 PLC 的存储区 .....	24
2.5.2	西门子 PLC 的编程变量 .....	27
2.5.3	西门子 PLC 的数据类型 .....	29
2.5.4	西门子可编程序控制器的寻址 .....	31
2.6	西门子可编程序控制器的软件结构 .....	32
2.6.1	可编程序控制器的软件结构 .....	32
2.6.2	西门子 S7-200 PLC 的系统块 .....	32
2.6.3	西门子 S7-300/400 PLC 的硬件组态与 CPU 属性 .....	34
<b>第 3 章</b>	<b>S7-200 基本编程指令 .....</b>	<b>37</b>
3.1	IEC61131-3 指令系统简介 .....	37
3.2	位逻辑操作指令 .....	38
3.2.1	触点指令 .....	39
3.2.2	置位、复位和输出指令 .....	39
3.2.3	边沿检测指令 .....	41
3.2.4	立即读写指令 .....	41
3.3	定时器指令及其应用 .....	44
3.3.1	定时时基 .....	44
3.3.2	不同时基的定时器的刷新方式 .....	44
3.3.3	定时器的定时当前值和状态位 .....	45
3.3.4	接通延时定时器 .....	45
3.3.5	保持型接通延时定时器 .....	46
3.3.6	断开延时定时器 .....	47
3.3.7	定时器的正确使用 .....	49
3.3.8	定时器的应用举例 .....	50
3.4	计数器指令及其应用 .....	51
3.4.1	递增计数器指令 .....	51
3.4.2	递减计数器指令 .....	52
3.4.3	增减计数器指令 .....	53
3.4.4	定时器/计数器扩展应用举例 .....	54

3.5 数据处理指令	57
3.5.1 传送类指令	57
3.5.2 比较指令	60
3.5.3 移位指令	61
3.5.4 数据转换指令	62
3.6 数学运算及功能指令	65
3.6.1 算术运算指令	65
3.6.2 逻辑运算指令	67
3.6.3 数学功能指令	68
3.7 表功能指令	70
3.7.1 填充指令	70
3.7.2 填表指令	71
3.7.3 表中取数指令	71
3.7.4 查表指令	73
3.8 字符串操作指令	74
<b>第4章 S7-300/400 基本编程指令</b>	<b>76</b>
4.1 位逻辑指令	76
4.1.1 触点指令	76
4.1.2 置位/复位/输出指令	76
4.1.3 边沿检测指令	77
4.2 定时器指令	81
4.2.1 定时器字	81
4.2.2 预设时间值	82
4.2.3 脉冲定时器	82
4.2.4 扩展脉冲定时器	84
4.2.5 接通延时定时器	85
4.2.6 保持型接通延时定时器	86
4.2.7 断开延时定时器	87
4.3 计数器指令	88
4.3.1 计数器属性	89
4.3.2 计数器指令形式	89
4.3.3 加减计数器	90
4.3.4 加计数器	91
4.3.5 减计数器	91
4.3.6 计数器的线圈指令	91
4.4 数据处理指令	92
4.4.1 传送指令	92
4.4.2 移位指令	92
4.4.3 转换指令	95



4.5 数学运算指令 .....	98
4.5.1 整型算术运算指令 .....	99
4.5.2 浮点数数学运算指令 .....	99
4.5.3 字逻辑运算指令 .....	101
<b>第 5 章 程序结构、结构化编程与中断</b> .....	<b>103</b>
5.1 西门子 PLC 的程序结构 .....	103
5.1.1 西门子 S7-200 PLC 的程序结构 .....	103
5.1.2 西门子 S7-300/400 PLC 的程序结构 .....	104
5.2 西门子 PLC 的程序控制指令与结构化编程 .....	106
5.2.1 程序控制指令 .....	106
5.2.2 分支结构 .....	106
5.2.3 循环结构 .....	107
5.2.4 子程序结构 .....	108
5.3 中断 .....	108
5.3.1 西门子 S7-200 的中断 .....	108
5.3.2 西门子 S7-300/400 的中断 .....	111
<b>第 6 章 西门子 PLC 系统设计与编程举例</b> .....	<b>113</b>
6.1 PLC 的系统设计与编程方法 .....	113
6.1.1 PLC 的系统设计方法概述 .....	113
6.1.2 经验法与顺序控制法 .....	114
6.1.3 编程举例与 SIMIT 仿真 .....	114
6.2 抢答器 .....	115
6.2.1 控制对象简介 .....	115
6.2.2 PLC 的输入和输出接口 .....	115
6.2.3 PLC 控制程序开发 .....	116
6.3 水塔 .....	118
6.3.1 控制对象简介 .....	118
6.3.2 PLC 的输入和输出接口 .....	118
6.3.3 PLC 控制程序开发 .....	119
6.4 分类站 .....	121
6.4.1 控制对象简介 .....	121
6.4.2 PLC 的输入和输出接口 .....	122
6.4.3 PLC 控制程序开发 .....	122
6.5 混料罐 .....	123
6.5.1 控制对象简介 .....	123
6.5.2 PLC 的输入和输出接口 .....	124
6.5.3 PLC 控制程序开发 .....	125
6.6 模式组灯 .....	126
6.6.1 控制对象简介 .....	126

6.6.2 PLC 的输入和输出接口 .....	127
6.6.3 PLC 控制程序开发 .....	128
6.7 运料小车 .....	131
6.7.1 控制对象简介 .....	131
6.7.2 PLC 的输入和输出接口 .....	131
6.7.3 PLC 控制程序开发 .....	131
6.8 供料站 .....	136
6.8.1 控制对象简介 .....	136
6.8.2 PLC 的输入和输出接口 .....	137
6.8.3 PLC 控制程序开发 .....	138
6.9 通风机组 .....	141
6.9.1 控制对象简介 .....	141
6.9.2 PLC 的输入和输出接口 .....	142
6.9.3 PLC 控制程序开发 .....	142
<b>第 7 章 顺序控制</b> .....	<b>145</b>
7.1 顺序控制概述 .....	145
7.1.1 顺序控制的基本概念 .....	145
7.1.2 顺序控制图与步进的基本结构 .....	145
7.1.3 顺序控制的结构形式 .....	145
7.2 西门子 S7-200 PLC 顺序控制指令与程序编写 .....	146
7.2.1 S7-200 顺序控制指令及其使用 .....	146
7.2.2 应用举例：混料罐程序设计 .....	148
7.3 西门子 S7-300/400 PLC 顺序控制指令与程序编写 .....	150
7.3.1 西门子 S7-300/400 顺序控制简介 .....	150
7.3.2 S7 GRAPH 指令 .....	150
7.3.3 应用举例 1：混料罐控制系统 .....	152
7.3.4 应用举例 2：供料站顺序控制 .....	155
<b>第 8 章 西门子 PLC 模拟量控制</b> .....	<b>159</b>
8.1 S7-200 的模拟量控制指令及编程 .....	159
8.1.1 模块简介 .....	159
8.1.2 模块的使用 .....	165
8.2 S7-300 的模拟量控制指令及编程 .....	169
8.2.1 模块简介 .....	169
8.2.2 SM331 模块的使用 .....	171
8.2.3 SM334 模块的使用 .....	175
<b>第 9 章 西门子 PPI 和 MPI 通信技术</b> .....	<b>180</b>
9.1 西门子通信技术简介 .....	180
9.1.1 西门子工业通信协议 .....	180
9.1.2 西门子可编程序控制器 S7-200/300/400 的通信模块 .....	182

9.2 西门子 PPI 通信技术	183
9.2.1 PPI 通信协议	183
9.2.2 S7-200 PLC 与 STEP7-MicroWIN 之间的 PPI 通信	184
9.2.3 S7-200 PLC 与 PLC 之间的 PPI 通信	185
9.3 西门子 MPI 通信技术	186
9.3.1 MPI 网络的组态	186
9.3.2 通过全局数据进行 MPI 通信	187
9.3.3 事件驱动的全局数据的 MPI 通信	189
9.3.4 直接数据读写的 MPI 通信	190
<b>第 10 章 现场总线 PROFIBUS-DP 通信技术</b>	<b>191</b>
10.1 现场总线概述	191
10.1.1 现场总线的产生	191
10.1.2 现场总线的定义及标准	192
10.1.3 现场总线的现状	193
10.1.4 现场总线的发展	193
10.1.5 主流现场总线简介	194
10.2 现场总线 PROFIBUS 简介	196
10.2.1 PROFIBUS 的组成	196
10.2.2 PROFIBUS 的物理结构	197
10.3 S7-200 与 S7-300/400 的 PROFIBUS-DP 通信	197
10.3.1 EM277 的使用	197
10.3.2 通信区的设定	198
10.3.3 网络组态举例	198
10.4 S7-300/400 和 S7-300/400 的 PROFIBUS-DP 不打包通信	209
10.4.1 配置从站	210
10.4.2 配置主站	212
10.4.3 软件编程	215
10.5 S7-300/400 和 S7-300/400 的 PROFIBUS-DP 打包通信	215
10.5.1 SFC15 和 SFC14 简介	216
10.5.2 从站配置	217
10.5.3 主站配置	217
10.5.4 软件编程	217
<b>第 11 章 工业以太网通信技术</b>	<b>221</b>
11.1 什么是工业以太网	221
11.2 S7-200 与 S7-200 的 C/S 通信	222
11.2.1 组网前的准备	222
11.2.2 C/S 通信网络客户端配置	222
11.2.3 C/S 通信网络服务器端配置	227
11.2.4 程序编写	229

11.3 S7-200 与 S7-300/400 的 C/S 通信	235
11.3.1 客户端配置	235
11.3.2 服务器端组态	237
11.3.3 程序编写	241
11.4 S7-300/400 与 S7-300/400 的工业以太网通信	244
11.4.1 组网前的准备	244
11.4.2 硬件组态	244
11.4.3 程序编写	253
<b>第 12 章 WinCC 基础</b>	<b>256</b>
12.1 WinCC 系统的基础知识	256
12.1.1 WinCC 简介	256
12.1.2 WinCC 的系统组成与功能	256
12.1.3 WinCC 的特点与优点	257
12.1.4 WinCC 的应用	259
12.2 WinCC 应用举例——混料罐的监控	259
12.2.1 WinCC 应用举例说明	259
12.2.2 混料罐项目组态过程	259
<b>第 13 章 西门子 PLC 与网络应用技术</b>	<b>271</b>
13.1 PID 闭环控制系统设计	271
13.1.1 数字 PID 调节	271
13.1.2 西门子 S7-200 PLC 中 PID 调节的实现	271
13.1.3 西门子 S7-300/400 PLC 中 PID 调节的实现	273
13.2 PLC 与上位机之间的 OPC 技术	277
13.2.1 OPC 技术介绍	277
13.2.2 基于 PROFIBUS 的 OPC 服务器的建立	278
13.2.3 基于 PROFINET 的 OPC 服务器的建立	285
13.2.4 OPC 服务器的测试工具 OPC Scout	287
13.3 变频器控制技术	291
13.3.1 西门子变频器参数设定	291
13.3.2 西门子变频器数字量控制	293
13.3.3 西门子变频器模拟量控制	294
13.3.4 西门子变频器 PROFIBUS-DP 网络控制	296
13.4 PLC 控制步进电动机技术	298
13.4.1 PLC 的脉冲输出	298
13.4.2 步进电动机的控制	302
13.4.3 通过指令向导组态 PTO/PWM	303
<b>附录 A 西门子组态软件的使用</b>	<b>313</b>
A.1 S7-200 组态软件 STEP7-MicroWIN V4.0 使用简介	313
A.1.1 计算机配置要求	313

---

A.1.2	安装与通信方式的选择	313
A.1.3	STEP7-MicroWIN V4.0 由英文改为中文	314
A.1.4	STEP7-MicroWIN V4.0 通信的设置	315
A.1.5	PLC 程序的编辑与编译	318
A.1.6	程序下载设置	318
A.1.7	程序的运行与监控	320
A.2	S7-300/400 组态软件 STEP7 的使用简介	321
A.2.1	STEP7 软件简介	321
A.2.2	在 STEP7 中新建或打开项目	321
A.2.3	硬件组态	322
A.2.4	编写程序	324
A.2.5	下载程序与在线监控	326
<b>参考文献</b>		<b>327</b>

# 第1章 绪 论

## 1.1 电气控制基础

### 1.1.1 继电器

继电器是一种当输入量（电、磁、声、光、热）达到一定值时，输出量将发生跳跃式变化的自动控制器件。在输入电流的作用下，继电器会对机械部件的相对运动产生预定的响应。最常见的继电器是电磁式继电器，其一般由铁心、线圈、衔铁、触点和弹簧等部分组成，图 1-1 为电磁式继电器的示意图。

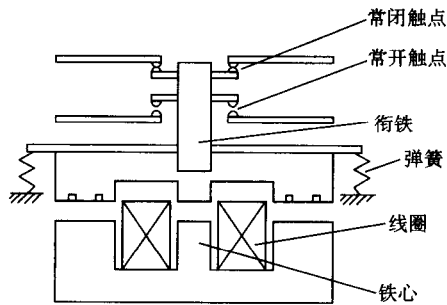


图 1-1 电磁式继电器示意图

除电磁式继电器外，还有固态继电器、时间继电器、温度继电器、风速继电器、加速度继电器以及光继电器、声继电器、热继电器等。我们可以用符号来表示继电器，如表 1-1 所示。

表 1-1 继电器表示符号

符号名称	PLC 中符号	电气控制图符号
继电器线圈		
常开触点		
常闭触点		

继电器状态有动作和不动作两种，称为 ON 和 OFF，或 1 和 0。而触点的状态分为“接通”和“断开”两种。对继电器来说，其状态由其线圈的通电情况决定。对一般的继电器来说，当线圈通电，则其状态为动作，否则为不动作。一个继电器只有一个线圈，但可以有多对常开和常闭触点。

触点的状态由继电器状态决定。如图 1-1 所示，当继电器动作时，其所有常开触点接通，而所有常闭触点断开；当继电器不动作时，其所有常开触点断开，而所有常闭触点接通。

### 1.1.2 继电器控制系统

继电器控制系统一般由主令电器、接触器、继电器和导线等部分组成，可以把继电器看作电磁开关。给线圈加一个电压，产生一个磁场，该磁场使继电器的触点闭合。触点被看作是开关，它们允许电流流过，从而将主电路闭合。图 1-2 所示为一闹铃控制的例子，无论开关什么时间闭合，都可以让闹铃响。在闹铃控制中，使用 3 个真实的元件：一个开关、一个继电器和一个闹铃。

在图 1-2 中有两个分立的部分。下面的电路为直流 (DC) 部分，上面的电路为交流 (AC) 部分。在这个例子中使用一个直流 (DC) 继电器来控制一个交流 (AC) 电路。当开关打开的时候，没有电流流过继电器线圈；但当开关一闭合，电流立即流过线圈，建立起一个电磁场，该电磁场使得继电器触点闭合，从而交流电可以流过闹铃，使它发出响声。

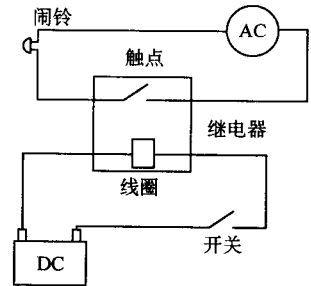


图 1-2 闹铃控制系统

### 1.1.3 继电器控制系统的特点

继电器控制系统由器件和导线连接而成，具有结构简单、成本低等优点，同时由于原理简单，对工程技术人员来说易于掌握。但继电器控制系统对于复杂系统，整个系统的设计和安装的工作量就特别大，有时变得不可能完成。机械触点的物理接触容易带来损坏；接线也易受振动等影响，可靠性会变差。

由于控制作用是通过器件的连接来实现的，当需要改变控制作用的时候，就需要改变硬件接线，对控制系统的维护性和升级很不利。

但继电器的动作对于控制系统来说，是一种可靠的机械隔离，所以经常和其他控制装置（如可编程序控制器等）配合使用。

## 1.2 可编程序控制器的诞生与发展

### 1.2.1 可编程序控制器诞生的时代背景

20 世纪 70 年代，继电器控制系统广泛应用于工业控制领域，特别是制造业。然而由于继电器控制系统自身的不足，使其在应用过程中面临了很多挑战。当时，计算机已经在很多科研机构、高等学校和大型企业开始应用，但主要用于数值运算，主要因为计算机本身的复杂性，编程难度高，难以适应恶劣的工业环境以及价格昂贵等因素，使其未能在工业控制中应用。

### 1.2.2 可编程序控制器诞生的过程

1968 年，美国通用汽车公司 (GM, General Motors Corporation) 提出“多品种小批量、

不断翻新汽车品牌型号”的设想，并试图寻找一种新型控制器，以尽量减少重新设计和更换继电器控制系统的硬件和接线，减少系统维护与升级时间，降低成本。希望将计算机的功能完备、灵活、通用等优点与继电器控制系统简单易懂、操作方便、价格便宜等优点相结合，设计一种通用的工业控制装置以满足生产需求。基于此，提出了十项技术指标：①编程简单方便，可在现场修改程序；②硬件维护方便，最好是插入式结构；③可靠性要高于继电器控制装置；④体积要小于继电器控制装置；⑤可将数据直接送入管理计算机；⑥成本上可与继电器竞争；⑦输入可以是交流 115V；⑧输出为交流 115V，2A 以上，能直接驱动电磁阀；⑨扩展时，原有系统只需做很小的改动；⑩程序存储器容量至少可扩展到 4KB。

1969 年，美国 DEC (Digital Equipment Corporation, 数字设备公司) 生产出第一台符合十项技术要求的可编程序逻辑控制器 (Programmable Logic Controller, 简称 PLC)，并在通用汽车的生产线上应用成功，从而开创了工业控制的新局面。

紧接着，美国的 MODICON 公司研制出 084，日本在 1971 年引进此技术研制出 DSC-8。我国自 1971 年开始研制可编程序控制器，1974 年实现了工业应用。

### 1.2.3 可编程序控制器的发展

PLC 紧紧跟随着计算机和集成电路技术的发展而发展。从小规模集成电路到大规模集成电路，再到超大规模集成电路；从 8 位 CPU 微处理器到 16 位 CPU 微处理器，再到 32 位 CPU 微处理器，其功能和应用领域得到了很大的发展。

从 PLC 产生到现在，已发展到第四代产品。

第一代 PLC (1969~1972 年) 大多用 4 位机开发，用磁芯存储器存储，只具有单一的逻辑控制功能，机种单一，没有形成系列化。

第二代 PLC (1973~1975 年) 采用了 8 位微处理器及半导体存储器，增加了数字运算、传送、比较等功能，能实现模拟量的控制，开始具备自诊断功能，初步形成系列化。

第三代 PLC (1976~1983 年) 的性能大大提高。随着高性能微处理器及位片式 CPU 在 PLC 中大量的使用，PLC 的处理速度大大提高，从而促使它向多功能及联网通信方向发展，并增加了多种特殊功能，如浮点数的运算、三角函数、表处理、脉宽调制输出等，自诊断功能及容错技术。

第四代 PLC (1983 年~现在) 的 CPU 不仅全面使用 16 位、32 位高性能微处理器、高性能位片式微处理器、RISC (Reduced Instruction Set Computer, 精简指令集计算机) 等，而且在一台 PLC 中可以配置多个微处理器，进行多通道处理；同时大量内含微处理器的智能模块，使得第四代 PLC 产品成为具有逻辑控制功能、过程控制功能、运动控制功能、数据处理功能、联网通信功能的真正名符其实的多功能控制器。

## 1.3 可编程序控制器的名称、定义和特点

### 1.3.1 可编程序控制器的名称

可编程序控制器最初称为可编程序逻辑控制器 (programmable logic controller)。随着技术的发展，其功能已经远远超出了逻辑控制的范围，因而用可编程序逻辑控制器已不能描述



其多功能的特点。1980年,美国电气制造商协会(NEMA)给它起了一个新的名称,叫可编程序控制器(Programmable Controller,即PC,后又称为PLC)。

由于PC这一缩写在我国早已成为个人计算机(personal computer)的代名词,为避免造成名词术语混乱,同时基于PC的控制又有了新的含义,因此在我国仍沿用PLC表示可编程序控制器。

### 1.3.2 可编程序控制器的定义

1985年,由于可编程序控制器技术迅猛发展,国际电工委员会(International Electrotechnical Commission, IEC)对可编程序控制器进行了定义:可编程序控制器(PLC)是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境下的应用而设计,它采用可编程序的存储器存储程序,通过执行程序实现逻辑控制、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作,并通过数字式、模拟式的输入和输出,控制各种类型的机电设备或生产过程。可编程序控制器及其有关的设备都应按易于与工业控制系统连成一个整体、易于扩充功能的原则而设计。简单地说,PLC就是存储程序控制器。

### 1.3.3 可编程序控制器的特点

PLC主要有以下6大特点。

#### 1. 高可靠性

(1) 所有的I/O接口电路均采用光电隔离,使工业现场的外电路与PLC内部电路之间在电气上隔离;

(2) 各输入端均采用R-C滤波器,其滤波时间常数一般为10~20ms;

(3) 各模块均采用屏蔽措施,以防止辐射干扰;

(4) 采用性能优良的开关电源;

(5) 对采用的器件进行严格的筛选;

(6) 良好的自诊断功能,一旦电源或其他软、硬件发生异常情况,CPU立即采用有效措施,以防止故障扩大。

#### 2. 可编程

PLC控制系统的控制作用的改变主要不是取决于硬件的改变,而是取决于程序的改变。即硬件柔性化。柔性化的结果使整个系统可靠性提高,给控制系统带来一系列好处。计数器、定时器、继电器等器件在PLC中变成了编程变量,控制作用的实现更加容易。

#### 3. 丰富的I/O接口模块

PLC针对不同的工业现场信号,如交流或直流、开关量或模拟量、电压或电流、脉冲或电位、强电或弱电等,有相应的I/O模块与工业现场的器件或设备,如按钮、行程开关、接近开关、传感器及变送器、电磁线圈和控制阀等直接连接。另外为了提高操作性能,PLC还有多种人一机对话的接口模块;为了组成工业局部网络,它还有多种通信联网的接口模块。

#### 4. 采用模块化结构可以适应各种工业控制需要

除了整体式的小型PLC以外,绝大多数PLC均采用模块化结构。PLC的各个部件,包括CPU、电源和I/O等均采用模块化设计,由机架及电缆将各模块连接起来,系统的规模和功能可根据用户的需要自行组合。