

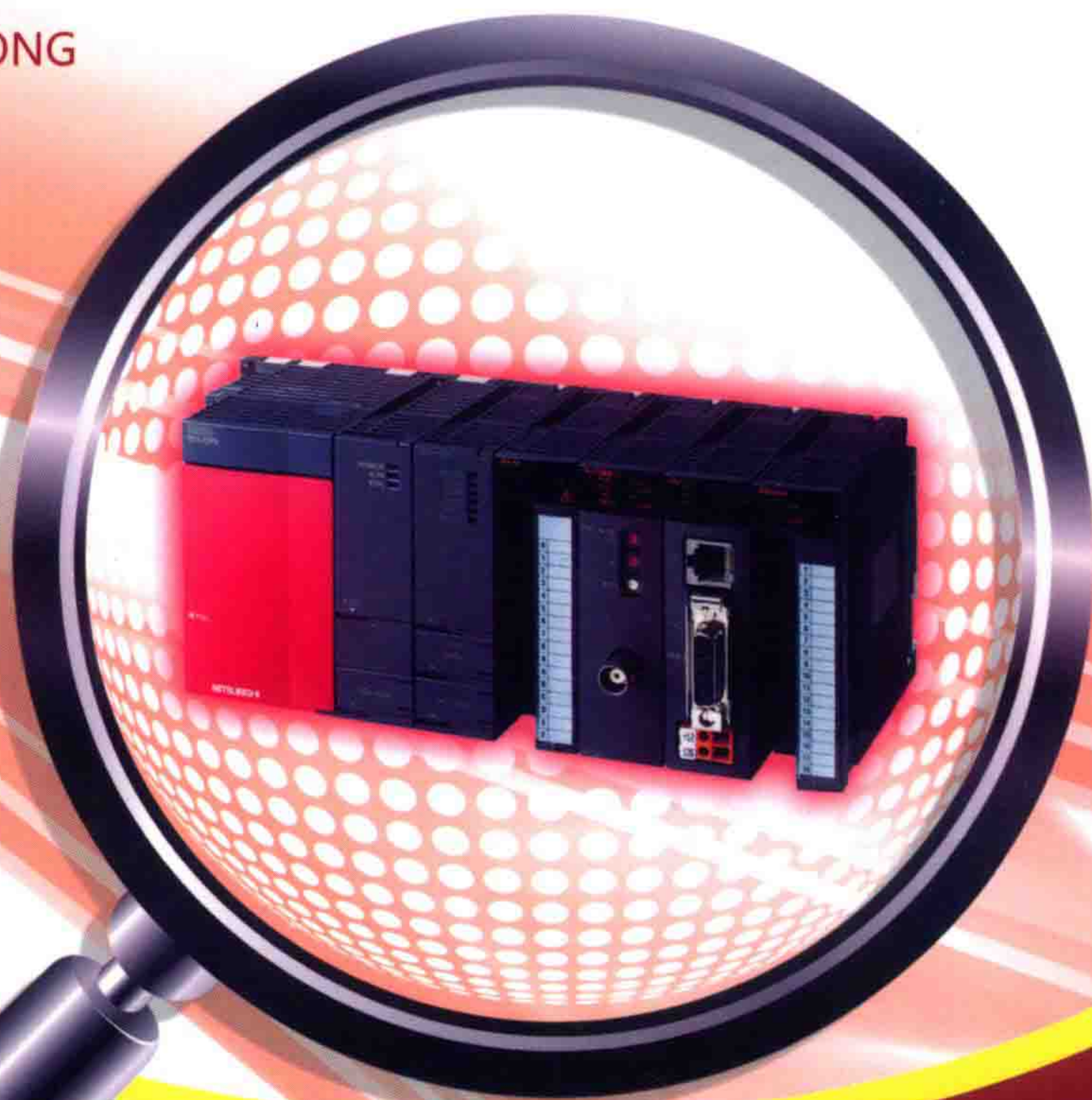
双色版

三菱 Q系列 PLC

从入门到精通

侯玉宝 陈忠平 邬书跃 编著

SANLING Q XILIE PLC
CONG RUMEN DAO JINGTONG



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

三菱 Q系列 PLC

从入门到精通

SANLING Q XILIE PLC
CONG RUMEN DAO JINGTONG

侯玉宝 陈忠平 邬书跃 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书从实际工程应用出发,以国内广泛使用的日本三菱公司 Q 系列 PLC 为对象,讲解了模块式、大中型 PLC 的基础与实际应用等方面的内容。本书共分 12 章,主要介绍了 PLC 的基本概况、Q 系列 PLC 的硬件系统及内部资源、Q 系列 PLC 编程软件和仿真软件的使用方法、Q 系列 PLC 的顺控指令、Q 系列 PLC 的基本指令、Q 系列 PLC 的应用指令、Q 系列 PLC 特殊扩展功能模块、PLC 的通信与网络、触摸屏与变频器、PLC 控制系统设计及实例、PLC 的安装与维护等内容。

本书语言通俗易懂,实例的实用性和针对性较强,特别适合初学者使用,对有一定 PLC 基础知识的读者也会有所帮助。本书既可作为电气控制领域技术人员的自学教材,也可作为高职高专院校、成人高校、本科院校的电气工程、自动化、机电一体化、计算机控制等专业的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

三菱 Q 系列 PLC 从入门到精通/侯玉宝,陈忠平,邬书跃编著. —北京:中国电力出版社,2017.4
ISBN 978-7-5198-0297-4

I. ①三… II. ①侯… ②陈… ③邬… III. ①PLC 技术 IV. ①TM571.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 032393 号

出版发行:中国电力出版社

地 址:北京市东城区北京站西街 19 号 (邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑:刘 焯 (liuchi1030@163.com)

责任校对:王开云

装帧设计:王英磊 左 铭

责任印制:蔺义舟

印 刷:汇鑫印务有限公司

版 次:2017 年 4 月第一版

印 次:2017 年 4 月北京第一次印刷

开 本:787 毫米×1092 毫米 16 开本

印 张:35.5

字 数:824 千字

印 数:0001—2000 册

定 价:98.00 元

版权专有 侵权必究

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

PLC 是以微处理器技术、电子技术、网络通信技术和先进可靠的工业手段为基础,综合了现代计算机技术、自动控制技术和通信技术发展起来的一种新型通用工业自动控制装置。PLC 具有功能强、可靠性高、使用灵活方便、易于编程及适于工业环境下应用等一系列优点,因此它在工业自动化、机电一体化、传统产业技术改造等方面的应用越来越广泛,可编程程序控制器技术已和机器人技术、CAD/CAM 和数控技术成为现代工业控制的四大支柱。

Q 系列 PLC 是日本三菱公司推出的一种大中型模块式 PLC,该系列产品的组成与规模灵活可变,具有性价比高、功能强大等特点,在我国的大中型 PLC 市场中占有较大的份额。为便于读者学习和掌握 Q 系列 PLC 控制系统的相关技术,特编写此书。

本书特点介绍如下。

(1) 由浅入深,循序渐进。本书在内容编排上采用由浅入深、由易到难的原则,在介绍 PLC 的组成及工作原理、硬件系统构成、软件的使用等基础上,在后续章节中结合具体的实例,逐步讲解了相应指令的应用等相关知识。

(2) 技术全面,内容充实。全书重点突出,层次分明,注重知识的系统性、针对性和先进性。对于指令的讲解,辅以简单的实例,使读者更易于掌握。本书注重理论与实践相结合,培养工程应用能力。本书的大部分实例取材于实际工程项目或其中的某个环节,对读者从事 PLC 应用和工程设计具有较大的实践指导意义。

(3) 分析原理,步骤清晰。对于每个实例,书中都分析了其设计原理,总结了实现的思路和步骤。读者可以根据具体步骤实现书中的例子,将理论与实践相结合。

本书内容介绍如下。

第 1 章介绍了 PLC 的基本概况。除了对 PLC 的定义、基本功能与特点、应用和分类进行简单介绍外,还介绍了 PLC 的组成及工作原理,并将 PLC 控制与其他顺序逻辑控制系统进行了比较。

第 2 章介绍了 Q 系列 PLC 的硬件系统及内部资源。主要介绍了 Q 系列 PLC 的基本单元、I/O 扩展单元、I/O 扩展模块以及 Q 系列 PLC 的编程元件。

第 3 章介绍了 Q 系列 PLC 编程软件的使用。介绍了 PLC 编程语言的种类,并重点讲述了 GX-Developer 编程软件的使用。

第 4 章介绍了 Q 系列 PLC 仿真软件的使用。介绍了 GX Simulator 仿真软件的基本操作、I/O 系统设定及 GX Simulator 的串行通信和模拟监测等内容。

第 5 章介绍了 Q 系列 PLC 的顺控指令。介绍了顺控程序指令、定时器指令和计数器指令,并通过实例讲解了这些顺控指令的使用方法。

第 6 章介绍了 Q 系列 PLC 的基本指令。主要讲解了指令的基本规则、比较操作指令、数据传送指令、数据转换指令、算术运算指令、程序分支指令、中断控制指令、方便指令等内容。

第7章介绍了Q系列PLC的应用指令。主要讲解了Q系列PLC的逻辑运算指令、循环与移位指令、数据处理及控制指令、结构化指令、缓冲存储器与文件寄存器指令、字符串处理指令、特殊函数指令、显示与故障调试诊断指令、时钟指令、数据链接指令等内容。

第8章介绍了Q系列PLC特殊扩展功能模块。介绍了Q系列PLC的模拟量输入模块、模拟量输出模块、温度测量模块、高速计数控制模块等内容。

第9章介绍了PLC的通信与网络。介绍了数据通信的基础知识、PLC网络系统、Q系列PLC网络模块等内容。

第10章介绍了触摸屏与变频器。介绍了触摸屏的分类、基本功能及原理、三菱触摸屏软件的使用,以及FR-A740变频器的接线方法、调试方法等内容,然后通过实例讲解了PLC在触摸屏、变频器控制系统中的应用。

第11章介绍了PLC控制系统设计及实例。讲解了PLC控制系统的设计方法、通过实例讲解了PLC在电动机控制系统、PLC在机床电气控制系统中的应用以及PLC与触摸屏和变频器的综合应用设计。

第12章介绍了PLC的安装与维护。讲解了PLC的安装、配线及Q系列PLC的维护和检修等内容。

参加本书编写工作的有湖南工程职业技术学院陈忠平,湖南涉外经济学院侯玉宝、邬书跃和高金定,衡阳技师学院胡彦伦,湖南航天诚远精密机械有限公司刘琼,湖南科技职业技术学院高见芳,湖南工程职业技术学院陈建忠、李锐敏、周少华、龙晓庆和龚亮,湖南三一重工集团王汉其等。全书由湖南工程职业技术学院徐刚强教授主审。此外,在编写过程中,编者还得到了武娟梅、陶有香、段秀莉、黄树辉、葛建、廖亦凡等同志的帮助和支持,在此一并表示感谢。

由于编者知识水平和经验有限,书中难免有疏漏之处,敬请广大读者批评指正。

编著者

前言	
第1章 PLC 概况	1
1.1 PLC 简介	1
1.1.1 PLC 的定义	1
1.1.2 PLC 的基本功能与特点	2
1.1.3 PLC 的应用和分类	3
1.1.4 三菱 PLC 简介	7
1.2 PLC 的组成及工作原理	8
1.2.1 PLC 的组成	8
1.2.2 PLC 的工作原理	14
1.3 PLC 与其他顺序逻辑控制系统的比较	15
1.3.1 PLC 与继电器控制系统的比较	15
1.3.2 PLC 与微型计算机控制系统的比较	16
1.3.3 PLC 与单片机控制系统的比较	17
1.3.4 PLC 与 DCS 的比较	17
第2章 Q 系列 PLC 的硬件系统及内部资源	19
2.1 Q 系列 PLC 硬件系统的基本组成	19
2.1.1 基板	20
2.1.2 电源模块	22
2.1.3 CPU 模块	24
2.1.4 I/O 模块	25
2.1.5 网络/信息处理模块	27
2.1.6 特殊功能模块	28
2.2 各种 CPU 模块的硬件性能及系统构成	29
2.2.1 基本型 CPU	29
2.2.2 高性能型 CPU	38
2.2.3 过程控制型 CPU	46
2.2.4 运动控制型 CPU	48
2.2.5 多 CPU 系统	53
2.2.6 冗余系统	57
2.3 Q 系列 PLC 的 I/O 地址分配及数据类型	61
2.3.1 Q 系列 PLC 的 I/O 地址分配	61
2.3.2 数制	63
2.3.3 Q 系列 PLC 的数据类型	66
2.4 Q 系列 PLC 的内部资源	70
2.4.1 内部用户软元件	70
2.4.2 内部系统软元件	73

2.4.3	特殊功能软元件	76
2.4.4	嵌套与指针软元件	78
2.4.5	其他软元件	79
2.4.6	软元件的使用	79
第3章	Q系列PLC编程软件的使用	82
3.1	PLC编程语言	82
3.1.1	PLC编程语言的国际标准	82
3.1.2	梯形图	83
3.1.3	语句表	85
3.1.4	顺序功能图	86
3.2	GX Developer 编程软件概述	86
3.2.1	GX Developer 编程软件简介	86
3.2.2	GX Developer 编程软件的安装	87
3.2.3	GX Developer 编程软件界面	88
3.3	GX Developer 编程软件参数设定	90
3.3.1	PLC 参数设定	90
3.3.2	网络参数设定	92
3.3.3	远程密码设定	92
3.3.4	冗余参数的设定	92
3.4	软元件注释及内存设置	94
3.4.1	创建软元件注释	94
3.4.2	删除软元件注释	95
3.4.3	设置注释类型	95
3.4.4	设置注释范围	96
3.4.5	软元件的内存设置	96
3.5	梯形图程序的编辑与标注化	99
3.5.1	工程及梯形图制作注意事项	99
3.5.2	程序的编写与编辑	104
3.5.3	程序标准化	110
3.6	程序的读取/写入、调试与在线监控	113
3.6.1	PLC 的连接设置	113
3.6.2	程序的读取与写入	114
3.6.3	程序的调试	114
3.6.4	程序的在线监控	118
3.7	故障诊断	123
3.7.1	CPU 诊断	123
3.7.2	网络诊断	123

3.7.3	CC-Link、CC-Link/LT 诊断	128
3.7.4	以太网诊断	130
3.7.5	系统监视	134
3.7.6	在线模块更换	135
第4章	Q系列PLC仿真软件的使用	137
4.1	GX Simulator 概述	137
4.1.1	GX Simulator 的特点	137
4.1.2	GX Simulator 的功能	138
4.1.3	GX Simulator 的限制和注意事项	139
4.2	GX Simulator 的基本操作	142
4.2.1	从安装到调试的过程	142
4.2.2	GX Simulator 初始化	142
4.2.3	GX Simulator 的初始操作界面及退出	144
4.3	模拟外部机器运行的 I/O 系统设定	145
4.3.1	I/O 系统设定说明	145
4.3.2	I/O 系统设定流程	148
4.3.3	时序图输入设定	148
4.3.4	软元件值输入设定	150
4.3.5	I/O 系统设定的执行	150
4.4	GX Simulator 的串行通信功能	152
4.4.1	串行通信的连接方法	152
4.4.2	串行通信功能的操作顺序	153
4.4.3	串行通信功能的窗口说明	153
4.4.4	传送规格	154
4.4.5	通信状态	155
4.5	GX Simulator 的模拟监测	156
4.5.1	软元件测试	156
4.5.2	I/O 系统设定监视	157
4.5.3	继电器内存监视	157
第5章	Q系列PLC的顺控指令	161
5.1	顺控程序指令	161
5.1.1	基本位操作指令	161
5.1.2	块操作指令	167
5.1.3	堆栈与主控指令	170
5.1.4	置位与复位指令	173
5.1.5	脉冲触点指令	175
5.1.6	脉冲输出微分指令	176

5.1.7	取反指令	179
5.1.8	空操作及程序结束指令	179
5.2	定时器	180
5.2.1	定时器的分类	180
5.2.2	定时器的工作原理	181
5.2.3	定时器指令的应用举例	182
5.3	计数器	184
5.3.1	计数器的分类	184
5.3.2	普通计数器	185
5.3.3	中断计数器	186
5.3.4	计数器的应用举例	187
5.4	顺控程序指令的应用	190
5.4.1	三相交流异步电动机的星-三角降压启动	190
5.4.2	用4个按钮控制一个信号灯	194
5.4.3	置位与复位指令实现的简易6组抢答器	196
第6章	Q系列PLC的基本指令	201
6.1	指令的构成	201
6.1.1	指令的表示形式	201
6.1.2	数据长度和指令执行方式	202
6.1.3	操作数	202
6.2	比较操作指令	203
6.2.1	BIN数据比较指令	203
6.2.2	浮点数比较指令	205
6.2.3	字符串数据比较指令	206
6.2.4	BIN块数据比较指令	207
6.3	数据传送指令	209
6.3.1	BIN数据传送指令	209
6.3.2	实数传送指令	210
6.3.3	字符串传送指令	211
6.3.4	取反传送指令	212
6.3.5	块数据传送指令	213
6.3.6	多点传送指令	214
6.3.7	数据交换指令	214
6.3.8	块数据交换指令	215
6.3.9	高低字节交换指令	216
6.4	数据转换指令	216
6.4.1	BIN与BCD转换指令	217

6.4.2	实数与 BIN 转换指令	219
6.4.3	BIN16 与 BIN32 转换指令	220
6.4.4	BIN 数据与格雷码转换指令	221
6.5	算术运算指令	222
6.5.1	BIN 加、减法指令	222
6.5.2	BIN 乘、除法指令	225
6.5.3	BCD 加、减法指令	229
6.5.4	BCD 乘、除法指令	230
6.5.5	实数加、减法指令	231
6.5.6	实数乘、除法指令	232
6.5.7	字符串合并指令	233
6.5.8	BIN 加 1、减 1 指令	234
6.6	程序分支指令	235
6.6.1	指针分支指令	236
6.6.2	跳转到结束指令	237
6.7	中断控制指令	238
6.7.1	中断因子	238
6.7.2	中断指令	239
6.8	方便指令	242
6.8.1	I/O 刷新指令	242
6.8.2	可逆计数器指令	243
6.8.3	示教定时器指令	245
6.8.4	特殊功能定时器指令	246
6.8.5	旋转工作台控制指令	248
6.8.6	斜坡信号指令	250
6.8.7	速度检测指令	251
6.8.8	固定周期脉冲输出指令	252
6.8.9	脉宽调制指令	252
6.8.10	矩阵输入指令	253
第 7 章	Q 系列 PLC 的应用指令	255
7.1	逻辑运算指令	255
7.1.1	逻辑“与”运算指令	255
7.1.2	逻辑“或”运算指令	256
7.1.3	逻辑“异或”运算指令	257
7.1.4	逻辑“同或”运算指令	259
7.2	循环与移位指令	260
7.2.1	循环右移、左移指令	260

7.2.2	带进位循环右移、左移指令	262
7.2.3	右移、左移 n 位指令	264
7.2.4	n 位数据的右移、左移一位指令	265
7.2.5	n 字数据的右移、左移一字指令	266
7.3	数据处理及控制指令	267
7.3.1	位处理指令	267
7.3.2	数据处理指令	268
7.3.3	数据表操作指令	284
7.3.4	数据控制指令	287
7.4	结构化指令	289
7.4.1	子程序调用及返回类指令	289
7.4.2	输出 OFF 调用类指令	294
7.4.3	循环控制类指令	296
7.4.4	刷新指令	297
7.4.5	梯形图变址修改指令	297
7.5	缓冲存储器与文件寄存器指令	299
7.5.1	缓冲存储器访问指令	299
7.5.2	文件寄存器切换指令	300
7.6	字符串处理指令	302
7.6.1	BIN 与 ASCII 码的数据转换指令	302
7.6.2	BCD 与 ASCII 码的数据转换指令	303
7.6.3	读取软元件注释数据指令	304
7.6.4	字符串长度检测指令	304
7.6.5	BIN 与字符串的转换指令	305
7.6.6	实数与字符串数据的转换指令	307
7.6.7	取字符串数据指令	308
7.6.8	字符串的查找、选择和替换指令	310
7.6.9	BCD 与实数转换指令	311
7.7	特殊函数指令	312
7.7.1	弧度与角度的转换指令	312
7.7.2	三角函数指令	312
7.7.3	反三角函数指令	313
7.7.4	平方根计算指令	315
7.7.5	指数与自然对数计算	316
7.8	显示打印与故障调试诊断指令	317
7.8.1	显示打印指令	317
7.8.2	故障调试诊断指令	319

7.9	时钟指令	320
7.9.1	读/写时钟数据指令	320
7.9.2	时钟数据加法/减法运算指令	321
7.9.3	改变时间数据格式指令	322
7.10	数据链接指令	323
7.10.1	数据链接读/写操作	323
7.10.2	网络刷新指令	324
7.10.3	路由信息的读取与登录指令	324
第8章	Q系列PLC特殊扩展功能模块	327
8.1	模拟量输入模块	327
8.1.1	模拟量输入模块的性能指标	327
8.1.2	模拟量输入模块的接线方式	328
8.1.3	模拟量输入模块的缓冲存储器 BFM	330
8.1.4	模拟量输入模块的开关设置	331
8.1.5	模拟量输入模块的编程示例	332
8.2	模拟量输出模块	334
8.2.1	模拟量输出模块的性能指标	334
8.2.2	模拟量输出模块的接线方式	335
8.2.3	模拟量输出模块的缓冲存储器 BFM	336
8.2.4	模拟量输出模块的开关设置	338
8.2.5	模拟量输出模块的编程示例	339
8.3	温度控制模块	340
8.3.1	工作原理	340
8.3.2	温度控制模块的性能指标	341
8.3.3	温度控制模块的接线方式	342
8.3.4	温度控制模块的缓冲存储器 BFM	344
8.3.5	温度控制模块的开关设置	346
8.3.6	温度控制模块的编程示例	347
8.4	高速计数控制模块	350
8.4.1	工作原理	350
8.4.2	高速计数控制模块的性能指标	350
8.4.3	高速计数器模块的连接方式	351
8.4.4	高速计数控制模块的缓冲存储器 BFM	354
8.4.5	高速计数控制模块的开关设置	354
8.4.6	高速计数控制模块的编程示例	356
第9章	PLC的通信与网络	360
9.1	数据通信的基础知识	360

9.1.1	数据传输方式	360
9.1.2	串行通信的分类	361
9.1.3	串行通信的数据通路形式	363
9.1.4	串行通信的接口标准	363
9.1.5	通信介质	367
9.2	PLC 网络系统	368
9.2.1	网络结构	368
9.2.2	网络协议	369
9.2.3	三菱 PLC 网络结构	370
9.2.4	三菱 PLC 以太网	371
9.2.5	三菱 PLC 局域网	373
9.2.6	三菱 PLC 现场总线 CC-Link	376
9.3	Q 系列网络模块	379
9.3.1	以太网模块	379
9.3.2	MELSEC NET/H 网络模块	385
9.3.3	CC-Link 模块	391
9.3.4	串行通信模块	396
第 10 章	触摸屏与变频器	410
10.1	触摸屏	410
10.1.1	触摸屏概述	410
10.1.2	触摸屏的基本功能	412
10.1.3	触摸屏的运行原理	414
10.1.4	触摸屏软件的使用	416
10.1.5	触摸屏在 PLC 控制中的应用实例	423
10.2	变频器	435
10.2.1	变频器概述	435
10.2.2	三菱 FR-A740 变频器	440
10.2.3	变频器的应用实例	458
第 11 章	PLC 控制系统设计及实例	463
11.1	PLC 控制系统的设计	463
11.1.1	PLC 控制系统的设计原则和内容	463
11.1.2	PLC 控制系统的设计步骤	464
11.1.3	PLC 硬件系统设计	465
11.1.4	PLC 软件系统设计	469
11.2	PLC 在电动机控制中的应用	471
11.2.1	异步电动机限位往返控制	471
11.2.2	异步电动机制动控制	474

11.2.3	异步电动机多速控制	476
11.2.4	异步电动机顺序启、停控制	480
11.3	PLC 在机床电气控制系统中的应用	483
11.3.1	PLC 在 C6140 普通车床中的应用	483
11.3.2	PLC 在 C650 卧式车床中的应用	487
11.3.3	PLC 在 Z3040 摇臂钻床中的应用	492
11.3.4	PLC 在 X62W 万能铣床中的应用	497
11.3.5	PLC 在 T68 卧式镗床中的应用	503
11.4	PLC、触摸屏和变频器的综合应用	511
11.4.1	恒压供水系统的模拟控制	511
11.4.2	电动机 15 段速控制系统	519
第 12 章	PLC 的安装与维护	532
12.1	PLC 的安装	532
12.1.1	PLC 的安装要求及注意事项	532
12.1.2	PLC 的安装方法	533
12.2	配线	536
12.2.1	电源配线	536
12.2.2	连接器配线	538
12.3	Q 系列 PLC 的维护和检修	539
12.3.1	Q 系列 PLC 的维护检查	539
12.3.2	Q 系列 PLC 的故障分析方法	540
12.3.3	Q 系列 PLC 的错误代码	544
参考文献	554

PLC 概 况

自 20 世纪 60 年代末世界上第一台 PLC 问世以来, PLC 的发展十分迅速。特别是近些年来, 随着微电子技术和计算机技术的不断发展, PLC 在处理速度、控制功能、通信能力及控制领域等方面都有了新的突破。PLC 将传统的继电器—接触器的控制技术和现代计算机信息处理技术的优点有机地结合起来, 成为工业自动化领域中最重要、应用范围最广的控制设备之一, 并已成为现代工业生产自动化的重要支柱。



1.1 PLC 简介

1.1.1 PLC 的定义

可编程控制器是在继电器控制和计算机控制的基础上开发出来的, 并逐渐发展以微处理器为基础, 综合计算机技术、自动控制技术和通信技术等现代科技为一体的新型工业自动控制装置。可编程控制器目前广泛应用于各种生产机械和生产过程的自动控制系统中。

因早期的可编程控制器主要用于代替继电器实现逻辑控制, 故此将其称为可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller, PLC)。随着技术的发展, 许多厂家采用微处理器 (Micro Processor Unit, MPU) 作为可编程控制的中央处理单元 (Central Processing Unit, CPU), 这样大大加强了 PLC 的功能, 使它不仅具有逻辑控制功能, 还具有了算术运算功能和对模拟量的控制功能。据此, 美国电气制造协会 (National Electrical Manufacturers Association, NEMA) 于 1980 年将它正式命名为可编程序控制器 (Programmable Controller, PC), 且对 PC 做出如下定义: “PC 是一种数字式的电子装置, 它使用了可编程序的存储器以存储指令, 能完成逻辑、顺序、计时、计数和算术运算等功能, 用以控制各种机械或生产过程。”

国际电工委员会 (IEC) 在 1985 年颁布的标准中, 对可编程序控制器做出如下定义:

“可编程序控制器是一种专为工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子系统。它采用可编程序的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令，并通过数字式、模拟式的输入和输出，控制各种机械或生产过程。”

PC 可编程序控制器在工业界使用了多年，但因个人计算机 (Personal Computer) 也简称为 PC，为了对两者进行区别，现在通常把可编程序控制器简称为 PLC，所以本书中也将其称为 PLC。

1.1.2 PLC 的基本功能与特点

1. PLC 的基本功能

(1) 逻辑控制功能。逻辑控制又称为顺序控制或条件控制，它是 PLC 应用最广泛的领域。逻辑控制功能实际上就是位处理功能，使用 PLC 的“与”(AND)、“或”(OR)、“非”(NOT) 等逻辑指令，取代继电器触点的串联、并联及其他各种逻辑连接，进行开关控制。

(2) 定时控制功能。PLC 的定时控制，类似于继电—接触器控制领域中的时间继电器控制。在 PLC 中有许多可供用户使用的定时器，这些定时器的定时时间可以由用户根据需要进行设定。PLC 执行时根据用户定义时间长短进行相应的限时或延时控制。

(3) 计数控制功能。PLC 为用户提供了多个计数器，PLC 的计数器类似于单片机中的计数器，其计数初值可由用户根据需求进行设定。执行程序时，PLC 对某个控制信号状态的改变次数（如某个开关的动合次数）进行计数，当计数到设定值时，发出相应指令以完成某项任务。

(4) 步进控制功能。步进控制（又称为顺序控制）功能是指在多道加工工序中，使用步进指令控制在完成一道工序后，PLC 自动进行下一道工序。

(5) 数据处理功能。PLC 一般具有数据处理功能，可以进行算术运算、数据比较、数据传送、数据移位、数据转换、编码、译码等操作。中、大型 PLC 还可以完成开方、PID 运算、浮点运算等操作。

(6) A/D、D/A 转换功能。有些 PLC 通过 A/D、D/A 模块完成模拟量和数字量之间的转换、模拟量的控制和调节等操作。

(7) 通信联网功能。PLC 通信联网功能是指利用通信技术，进行多台 PLC 间的同位链接、PLC 与计算机链接，以实现远程 I/O 控制或数据交换。它可以构成集中管理、分散控制的分布式控制系统，以完成较大规模的复杂控制。

(8) 监控功能。监控功能是指利用编程器或监视器对 PLC 系统各部分的运行状态、进程、系统中出现的异常情况进行报警和记录，甚至自动终止运行。通常小型低档 PLC 利用编程器监视运行状态；中档以上的 PLC 使用 CRT 接口，从屏幕上了解系统的工作状况。

2. 可编程控制器的特点

(1) 可靠性高、抗干扰能力强。继电—接触器控制系统使用大量的机械触点，触点通断时有可能产生电弧和机械磨损，影响其寿命，可靠性差。PLC 中采用现代大规模集成电路，比机械触点继电器的可靠性要高，在硬件和软件设计中都采用了先进技术以提高可靠性和抗干扰能力。比如，用软件代替传统继电—接触器控制系统中的中间继电器

和时间继电器,只剩下少量的输入输出硬件,使触点因接触不良导致的故障大大减小,提高了可靠性;所有 I/O 接口电路采用光电隔离,使工业现场的外电路与 PLC 内部电路进行电气隔离;增加自诊断、纠错等功能,使其在恶劣工业生产现场的可靠性、抗干扰能力有所提高。

(2) 灵活性好、扩展性强。继电—接触器控制系统由继电器等低压电器采用硬件接线实现,连接线路比较繁杂,而且每个继电器的触点有数目有限。当控制系统功能改变时,需改变线路的连接。所以继电—接触器控制系统的灵活性、扩展性差。而由 PLC 构成的控制系统中,只需在 PLC 的端子上接入相应的控制线即可,减少接线。当控制系统功能改变时,有时只需编程器在线或离线修改程序,就能实现其控制要求。PLC 内部有大量的编程元件,能进行逻辑判断、数据处理、PID 调节和数据通信功能,可以实现非常复杂的控制功能,若元件不够,则只需加上相应的扩展单元即可,因此 PLC 控制系统的灵活性好、扩展性强。

(3) 控制速度快、稳定性强。继电—接触器控制系统是依靠触点的机械动作来实现控制的,其触点的动断速度一般在几十毫秒,影响控制速度,有时还会出现抖动现象。PLC 控制系统是由程序指令控制半导体电路来实现的,响应速度快,一般执行一条用户指令在很短的时间内即可,PLC 内部有严格的同步,不会出现抖动现象。

(4) 延时调整方便,精度较高。继电—接触器控制系统的延时控制是通过时间继电器来完成的,而时间继电器的延时调整不方便,且易受环境温度和湿度影响,延时精度不高。PLC 控制系统的延时是通过内部时间元件来完成的,不受环境温度和湿度的影响,定时元件的延时时间只需改变定时参数即可,因此其定时精度较高。

(5) 系统设计安装快、维修方便。继电—接触器实现一项控制工程,其设计、施工、调试必须依次进行,周期长,维修比较麻烦。PLC 使用软件编程取代继电—接触器中的硬件接线而实现相应功能,使安装接线工作量减少,现场施工与控制程序的设计还可以同时进行,周期短、调试快。PLC 具有完善的自诊断、履历情报存储及监视功能,对于其内部工作状态、通信状态、异常状态和 I/O 点的状态均有显示,若控制系统有故障,则工作人员通过它即可迅速查出故障原因,及时排除故障。

1.1.3 PLC 的应用和分类

1. 可编程控制器的应用

以前由于 PLC 的制造成本较高,因此其应用受到一定的影响。随着微电子技术的发展,PLC 的制造成本不断下降,同时 PLC 的功能大大增强,因此 PLC 目前已广泛应用于冶金、石油、化工、建材、机械制造、电力、汽车、造纸、纺织、环保等行业。从应用类型看,其应用范围大致归纳为以下几种。

(1) 逻辑控制。PLC 可以进行“与”“或”“非”等逻辑运算,使用触点和电路的串、并联代替继电—接触器系统进行组合逻辑控制、定时控制、计数控制与顺序逻辑控制。这是 PLC 应用最基本、最广泛的领域。

(2) 运动控制。大多数 PLC 具有拖动步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴位置的专用运动控制模块,可以灵活运用指令,使运动控制与顺序逻辑控制有机结合在一起,广泛用于各种机械设备,如对各种机床、装配机械、机械手等进行运动控制。