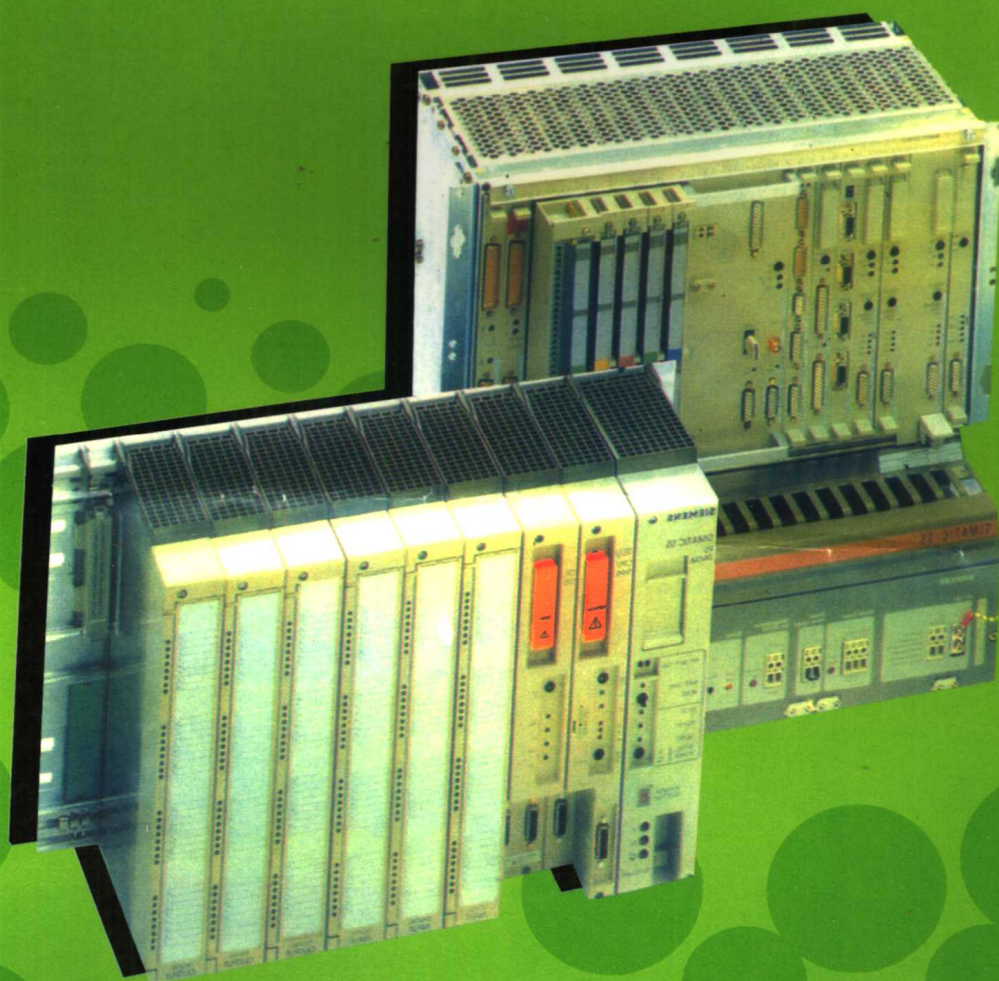


可编程序控制器 选用手册

袁任光 编著



可编程序控制器选用手册

袁任光 编著



机械工业出版社

京工商广临字 200206044 号

随着微电子技术的发展,可编程序控制器(PLC)以微处理器为核心,适用于开关量、模拟量和数字量的控制,已进入过程控制和位置控制等领域,成为一种多功能、高可靠性、应用场合最多的工业控制微型计算机。

本书主要内容包括:PLC的选用常识和应用系统的总体设计以及设计实例;从各种参考资料中,摘编出国内外部分PLC的产品介绍,内容有PLC产品的主要特点、技术性能、各种输入/输出模块的性能和规格等,供读者选用;书后附录有PLC的英中文常用术语。

本书着重于实用性,主要介绍PLC的选用和应用系统的设计、调试及维护等,可供工矿企业、设计单位和科研单位的工程技术人员、技术工人和供销人员使用;适合于大专院校、电视大学、业余大学、技术职业院校和中等专业学校有关电气自动化、电气控制技术、低压电器和机电一体化等专业的师生参考;也可作为有关专业人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器选用手册/袁任光编著. —北京:机械工业出版社, 2002. 8
ISBN 7-111-10428-5

I. 可... II. 袁... III. 可编程序控制器—技术手册 IV. TP332.3-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第041218号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
责任编辑:孙流芳 牛新国 舒莹 版式设计:冉晓华 责任校对:李秋荣
封面设计:陈沛 责任印制:路琳
北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
2002年7月第1版·第1次印刷
890mm×1240mm A4. 27.5印张·887千字
0 001—5 000册
定价:58.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010) 68993821、68326677-2527
封面无防伪标均为盗版

前 言

可编程序控制器(Programmable Controller——PC 或 PLC)于1969年在美国数字设备公司(DEC)出现以来,经过30多年的发展,现在已成为一种应用范围很广泛的新一代工业自动控制装置。

PLC是采用大规模集成电路、微型计算机技术和通信技术的发展成果,逐步形成具有多种优点和微型、小型、中型、大型、超大型等各种规格的PLC系列产品,应用于从继电器控制系统到监控计算机之间的许多控制领域。它最适用于以开关量为主的控制功能;通过模拟/数字(A/D)转换器和数字/模拟(D/A)转换器,也可以控制模拟量,例如控制温度、压力、流量、成分等参数。

PLC可与交流变频调速器(简称变频器,常用VVVF-Variable Voltage Variable Frequency表示)组成联合控制系统,提高控制交流电动机的自动化水平。PLC还可与计算机组成控制功能更强的分布式控制系统(Distributed Control System——DCS,也称为集散型控制系统)。

为了进一步推广PLC的应用,本书介绍PLC的选用常识和应用系统的总体设计以及设计实例;从各种参考资料中,摘编出国内外部分PLC的产品介绍,内容有PLC产品的主要特点、技术性能、各种输入/输出模块的性能和规格等,供读者选用;书后附录有PLC英中文常用术语。

本书着重于实用性,广泛用于PLC的选用和应用系统的设计、调试及维护等,可供工矿企业、设计单位和科研单位的工程技术人员、技术工人和供销人员使用;适合于大专院校、电视大学、业余大学、技术职业教育院校和中等专业学校有关电气自动化、电气控制技术、低压电器和机电一体化等专业的师生参考;也可作为有关专业人员的培训教材。

读者如果需要了解PLC的应用技术与更多的应用实例,可参阅本人编著的《可编程序控制器应用技术与实例》一书。

本书主要由袁任光执笔,林由娟、袁海林、袁淑林、林敏、陈舜参加部分编写工作和校核工作。在编写过程中,参考了有关专业书籍和产品介绍的某些内容,在此,谨向有关作者和单位表示衷心的感谢。

最后,恳请读者对本书不足之处提出批评与建议。

袁任光

2002年3月

目 录

前言

第1章 可编程序控制器应用系统的 总体设计与实例

1.1 可编程序控制器的特点和应用	1
1.1.1 可编程序逻辑控制器的出现	1
1.1.2 可编程序控制器的定义	1
1.1.3 可编程序控制器的特点	2
1.1.4 可编程序控制器的构成	2
1.1.5 可编程序控制器的分类	2
1.1.6 可编程序控制器与继电器比较	2
1.1.7 可编程序控制器与微型机比较	2
1.1.8 可编程序控制器的应用	2
1.1.9 可编程序控制器的发展趋势	3
1.1.10 可编程序控制器的生产厂家	4
1.2 可编程序控制器的工作原理	4
1.2.1 可编程序控制器的内部结构	4
1.2.2 可编程序控制器的工作原理	5
1.2.3 可编程序控制器的梯形图与“能流”概念	5
1.3 可编程序控制器的基本组成	7
1.3.1 可编程序控制器的基本部件	7
1.3.2 可编程序控制器的可选部件	8
1.4 可编程序控制器的典型特性	9
1.4.1 微型 PLC 典型特性	9
1.4.2 小型 PLC 典型特性	9
1.4.3 中型 PLC 典型特性	10
1.4.4 大型 PLC 典型特性	10
1.4.5 超大型 PLC 典型特性	11
1.5 模/数 (A/D) 转换器和数/模 (D/A) 转换器	11
1.5.1 模拟/数字 (A/D) 转换器	12
1.5.2 数字/模拟 (D/A) 转换器	12
1.6 可编程序控制器的四种编程方法简介	12

1.6.1 调用子程序方法	12
1.6.2 矩阵式编程方法	13
1.6.3 步进式编程方法	13
1.6.4 功能表图编程方法	13
1.7 可编程序控制器主要性能指标的分解	14
1.7.1 存储器容量	14
1.7.2 扫描速度	15
1.7.3 编程语言	17
1.7.4 可扩展性	19
1.7.5 输入/输出 (I/O) 响应时间	19
1.7.6 输入/输出 (I/O) 总点数	20
1.8 可编程序控制器选用方法和应用系统的总体设计	21
1.8.1 可编程序控制器选型的一般考虑	21
1.8.2 可编程序控制器控制系统的类型	22
1.8.3 可编程序控制器控制系统的运行方式	23
1.8.4 可编程序控制器控制系统的控制方式	24
1.8.5 可编程序控制器控制系统的构成	24
1.8.6 可编程序控制器控制系统设计的基本原则	26
1.8.7 可编程序控制器控制系统设计的基本内容	26
1.8.8 可编程序控制器控制系统设计的一般步骤	26
1.8.9 可编程序控制器的选择	27
1.8.10 可编程序控制器输入/输出的定义 (分配地址编号)	31
1.8.11 可编程序控制器控制系统的冗余设计	34
1.9 可编程序控制器控制系统的调试和维护	35
1.9.1 可编程序控制器控制系统的调试	35
1.9.2 可编程序控制器的自检	36

1.9.3 可编程序控制器故障的检查流程	37	2.2.1 苏州机床 CKY-20/40/40H 系列 PLC 主要特点	70
1.9.4 可编程序控制器的维护和检修	42	2.2.2 苏州机床 CKY-20/40/40H 系列 PLC 系统组成	70
1.10 可编程序控制器网络通信控制系统	42	2.2.3 苏州机床 CKY-20/40/40H 系列 PLC 技术性能和 I/O 地址数	71
1.10.1 局域网原理	43	2.2.4 LCD 编程器三种工作方式	72
1.10.2 网络结构和访问控制技术	44	2.3 广州南洋电器厂 NK-40 系列可编程序控制器	72
1.10.3 通信传输媒介	46	2.3.1 南洋 NK-40 系列 PLC 型号规格	72
1.10.4 工业通信网络的模型与协议	46	2.3.2 南洋 NK-40 系列 PLC 输入/输出点构成	73
1.10.5 可编程序控制器的通信网络	48	2.3.3 南洋 NK-40 系列 PLC 技术性能	73
1.10.6 不同的可编程序控制器的互连	50	2.3.4 南洋 NK-40 系列 PLC 编程器工作方式	74
1.10.7 局域网设计的设备配置	51	2.4 江苏嘉华公司 JH120H 系列可编程序控制器	74
1.10.8 德国西门子公司的 SINEC LI LAN 和 SINEC HI LAN 可编程序控制器网络	52	2.4.1 嘉华 JH120H 系列 PLC 主要特点	74
1.10.9 美国 GE 公司的 CCM 通信系统	55	2.4.2 嘉华 JH120H 系列 PLC 系统配置	74
1.11 可编程序控制器应用系统的设计实例	56	2.4.3 嘉华 JH120H 系列 PLC 技术性能	75
实例 1 水平/垂直位移机械手 PLC 控制系统	56	2.4.4 嘉华 JH120H 系列 PLC 指令、元件及其定义	76
实例 2 水塔水位远程 PLC 控制系统	60	2.5 佛山无线电元件八厂 BC-I 型可编程序控制器	80
实例 3 单板干燥机 PLC 控制系统	63	2.5.1 性能简介	80
第 2 章 国内部分可编程序控制器		2.5.2 使用方法	81
2.1 上海香岛公司 ACRY-S80 可编程序控制器	68	2.6 广西大学自动化研究所 KC-1 型可编程序控制器	82
2.1.1 香岛 ACRY-S80 PLC 主要特点	68	2.6.1 概述	82
2.1.2 香岛 ACRY-S80 PLC 技术性能	68	2.6.2 KC-1 型 PLC 的基本特点和基本性能	82
2.1.3 香岛 ACRY-S80 PLC 主机组成	69	第 3 章 美国部分可编程序控制器	
2.1.4 香岛 ACRY-S80 PLC 外形尺寸	70	3.1 美国艾伦-布拉德利 (Allen-Bradley) —— A-B) 公司 PLC-5/3/2 系列和 SLC-500 系列可编程序控制器	84
2.1.5 香岛 ACRY-S80 PLC 安装注意事项	70	3.1.1 A-B PLC-5/3/2 系列 PLC	84
2.1.6 香岛 ACRY-S80 PLC 使用注意事项	70	3.1.2 A-B SLC-500 系列 PLC	101
2.2 苏州机床电器厂 CKY-20/40/40H 系列可编程序控制器	70	3.2 美国通用电气 (General Electric) ——	

GE) 公司 GE- I J (SR-10) /GE- I (SR-20) /GE- I P (SR-21/22) /GE- III (SR-400) /GE- V (SG-8B/GE- VI /SU-5/6 (SG-8) /GE90-30/70 系列可编程序控制器	108
3.2.1 通用电气 GE- I J / I / I P 系列 PLC 简介	109
3.2.2 通用电气 GE- I J (SR-10) 系列 PLC	110
3.2.3 通用电气 GE- I / I P (SR-20/21/22) 系列 PLC	112
3.2.4 通用电气 GE- III 系列 PLC	117
3.2.5 通用电气 GE- V 系列 PLC	119
3.2.6 GE SU-5/6 (SG-8) 系列 PLC	121
3.2.7 通用电气 GE- VI 系列 PLC	128
3.2.8 通用电气 GE 90-30 系列 PLC	129
3.2.9 通用电气 GE 90-70 系列 PLC	137
3.3 美国哥德 (GOULD) 公司 M84 系列可编程序控制器	148
3.3.1 哥德 M84 系列 PLC 主要特点	148
3.3.2 哥德 M84 系列 PLC 技术性能	149
3.3.3 哥德 M84 系列 PLC 输入/输出 (I/O) 配置	149
3.3.4 哥德 M84 系列 PLC 编程器的工作方式	149
3.4 美国霍尼韦尔 (HONEYWELL) 公司 9000 系列可编程序控制器	150
3.4.1 霍尼韦尔 9000 系统简介	150
3.4.2 硬件组成	150
3.4.3 软件编制	151
3.4.4 霍尼韦尔 9000 系列 PLC 通用性能和输入/输出模块参数	151
3.5 美国 IPM (International Parallel Machines) 公司 IP1612 系列可编程序控制器	153
3.5.1 IPM IP1612 系列 PLC 主要特点	153
3.5.2 IPM IP1612 系列 PLC 技术性能	154
3.5.3 IPM IP1612 系列 PLC 系统	

构成	154
3.5.4 IPM IP1612 系列 PLC 输入输出接口	155
3.5.5 IPM IP1612-220 型 PLC 简介	155
3.6 美国莫迪康 (MODICON) 公司 984 系列/TSX37 系列可编程序控制器	156
3.6.1 莫迪康 984 系列 PLC 主要特点	156
3.6.2 莫迪康 984 系列 PLC 系统配置	158
3.6.3 莫迪康 984 系列 PLC 技术性能、输入/输出模块和可选件	159
3.6.4 莫迪康通信网络	164
3.6.5 莫迪康软件和编程器	166
3.6.6 莫迪康协处理器和热备处理器	167
3.6.7 莫迪康 TSX 37-10/21/22 系列 PLC	168
3.6.8 莫迪康微型机 MICRO 和 984-120 COMPACT 系列 PLC	187
3.7 美国 SquareD 公司 SY/MAX 系列可编程序控制器	194
3.7.1 SY/MAX 处理器	194
3.7.2 SY/MAX 输入/输出 (I/O) 模块	195
3.7.3 SY/MAX 寄存器模块和机架	195
3.7.4 SY/MAX 远程 I/O 系统	196
3.7.5 SY/MAX 编程设备	196
3.8 美国西屋 (WestingHouse) 公司 PC-700 系列可编程序控制器	197
3.8.1 西屋 PC-700 系列 PLC 主要特点	197
3.8.2 西屋 PC-700 系列 PLC 基本配置	197

第 4 章 西欧部分可编程序控制器

4.1 德国金钟 (Kloekner-Moeller) 公司 SUCOS PS30 (PS3/P306/P316) 系列可编程序控制器	199
4.1.1 金钟 SUCOS PS3 系列	

PLC	199	5.1.4 富士 MICREX-F55 系列 PLC	309
4.1.2 金钟 SUCOS PS306 系列 PLC	205	5.1.5 富士 MICREX-F70 系列 PLC	314
4.1.3 金钟 SUCOS PS316 系列 PLC	207	5.2 日本日立 (HITACHI) 公司 E/EC/ EM/H 系列可编程序控制器	318
4.1.4 金钟 SUCOS PS30 系列 PLC 外 部模块	211	5.2.1 日立 E 系列 PLC	318
4.2 德国西门子 (SIEMENS) 公司 SIMATIC S5/S7/TI 系列可编程 序控制器	213	5.2.2 日立 EC 微型系列 PLC	327
4.2.1 西门子 SIMATIC S5-90U/ 95U/100U 系列 PLC	213	5.2.3 日立 EM 小型系列 PLC	329
4.2.2 西门子 SIMATIC S5-115U 系列 PLC	230	5.2.4 日立 H 大中小型系列 PLC	335
4.2.3 西门子 SIMATIC S5-135U/ 155U 系列 PLC	242	5.3 日本和泉 (IDEC) 公司 MICRO- 1/FA-1J/FA-2J/FA-2/FA-3S 系列可 编程序控制器	335
4.2.4 西门子 SIMATIC S7-200 微型 系列 PLC 和 S7-300 中小型系列 PLC	259	5.3.1 和泉 MICRO-1 型 PLC 简 介	335
4.2.5 西门子 SIMATIC TI500/505 系列 PLC	263	5.3.2 和泉 FA-2 型 PLC 简介	336
4.3 法国 TE (Telemecanique) 公司 TSX 7-40 系列可编程序控制器	273	5.3.3 和泉 FA-2J 型 PLC 系统构成与 特性	337
4.3.1 TE TSX 7-40 系列 PLC 主要特 点	273	5.3.4 和泉系列 PLC 编程器	342
4.3.2 TE TSX 7-40 系列 PLC 主要功 能	273	5.4 日本三菱 (MITSUBISHI) 公司 FX0S/FX0N/FX2N 系列可编程序 控制器	342
4.3.3 TE TSX 7-40 系列 PLC 处理器 主要特点	275	5.4.1 三菱 FX0S 系列 PLC 主要特 点	342
4.3.4 TE TSX 7-40 系列 PLC 专用模 块和接口	275	5.4.2 三菱 FX0N 系列 PLC 主要特 点	343
4.3.5 TE TSX 7-40 系列 PLC 自动化 控制功能	276	5.4.3 三菱 FX 系列 PLC 型号说 明	344
4.3.6 X-TEL 组合软件包	277	5.4.4 三菱 FX0S/FX0N 系列 PLC 标 准规格	344
4.3.7 FTX 507 工作站	278	5.4.5 三菱 FX2 系列 PLC 主要特 点	345
4.3.8 X-Moniter 监控系统	279	5.4.6 三菱 FX2N 系列 PLC 主要特 点	346
4.3.9 X-WAY 多网络、多站结 构	280	5.4.7 三菱 FX2N 系列 PLC 标准规 格	346
第 5 章 日本部分可编程序控制器		5.4.8 三菱 FX2NC 系列 PLC 主要特 点	346
5.1 日本富士 (FUJI) 公司 NB/NJ/NS/ F55/F70 系列可编程序控制器	282	5.4.9 三菱 AnA/QnA 系列 PLC 主要 特点	347
5.1.1 富士 NB 系列 PLC	282	5.4.10 三菱 ALPHA 系列 PLC	348
5.1.2 富士 NJ 系列 PLC	294	5.4.11 三菱 Q 系列 PLC	349
5.1.3 富士 NS 系列 PLC	303	5.4.12 三菱冗余系统 Q4AR 系列 PLC 主要特点	350
		5.4.13 三菱 AnS/QnAS 系列 PLC 主	

要特点	351	5.5.11 松下电工 FP-M 系列	
5.4.14 三菱 A 型/Q 型系列 PLC 自动化控制系统	352	PLC	378
5.4.15 三菱 FX0S/FX0N/FX2N 系列 PLC 技术性能	353	5.6 日本欧姆龙 (OMRON) 公司 C/mini-H/CQM1/CPM1A/α 系列可编程程序控制器	381
5.4.16 三菱 FX0S/FX0N/FX2N 系列 PLC 通用性能	356	5.6.1 欧姆龙 C 系列 P 型 PLC 主要特点	381
5.4.17 三菱 FX0S/FX0N/FX2N 系列 PLC 电源、输入/输出、选用件等标准规格	356	5.6.2 欧姆龙 C 系列 PLC 通用性能和技术性能	383
5.4.18 三菱 A/Q 系列 PLC 网络系统	366	5.6.3 欧姆龙 C200H PLC 系统构成和输入/输出单元	386
5.4.19 三菱 PLC 编程软件	368	5.6.4 欧姆龙 Mini-H 型 PLC	390
5.4.20 三菱 PLC 专用监控软件 FIX for MELSEC	368	5.6.5 欧姆龙 SYSMAC-CQM1 小规模系列 PLC	391
5.5 日本松下电工 (NATIONAL) 公司 FP 系列可编程序控制器	368	5.6.6 欧姆龙 SYSMAC-CPM1A 小型化系列 PLC	394
5.5.1 松下电工 FP 系列 PLC 主要特点	368	5.6.7 欧姆龙系列 PLC 主要性能和通信功能	396
5.5.2 松下电工 FP 系列 PLC 编程软件	370	5.6.8 欧姆龙 SYSMAC α 系列 PLC	402
5.5.3 松下电工 FP 系列 PLC 编程工具	370	5.7 日本东芝 (TOSHIBA) 公司 EX 系列可编程序控制器	406
5.5.4 松下电工 FP 系列 PLC BASIC 程序 CPU 系统	370	5.7.1 东芝 EX 系列 PLC 主要特点	406
5.5.5 松下电工 FP 系列 PLC 多重程序 CPU 系统	371	5.7.2 东芝 EX 系列 PLC 一般性能和主要性能	406
5.5.6 松下电工 FP1 系列 PLC 外形尺寸	371	5.7.3 东芝 EX20/40 系列 PLC 概况	407
5.5.7 松下电工 FP 系列 PLC 功能模块	371	5.7.4 东芝 EX20/40 系列 PLC 输入/输出 (I/O) 特性	408
5.5.8 松下电工 FP 系列 PLC 网络	371	附录 可编程序控制器英中文常用术语	410
5.5.9 松下电工 FP1 系列 PLC	373	参考文献	431
5.5.10 松下电工 FP3 系列 PLC	377		

第 1 章 可编程序控制器应用

系统的总体设计与实例

1.1 可编程序控制器的特点和应用

1969 年,在美国出现第一台可编程序逻辑控制器 (Programmable Logic Controller——PLC) 以来,经过 30 多年的发展,现在已成为一种最重要、高可靠性、应用场合最多的工业控制微型计算机。它应用大规模集成电路、微型机技术和通信技术的发展成果,逐步形成具有多种优点和微型、小型、中型、大型、超大型等各种规格的 PLC 系列产品,应用于从继电器控制系统到监控计算机之间的许多过程控制领域。可编程序控制器已和数控技术及工业机器人并列为工业自动化的三大支柱。

初期的 PLC 只是用于逻辑控制的场合,代替继电器控制系统。随着微电子技术的发展,PLC 以微处理器为核心,适用于开关量、模拟量和数字量的控制,它已进入过程控制和位置控制等场合的控制领域。目前,可编程序控制器既保留了原来可编程序逻辑控制器的所有优点,又吸收和发展了其他控制装置的优点,包括计算机控制系统、过程仪表控制系统、集散系统、分散系统等。在许多场合,可编程序控制器可以构成各种综合控制系统,例如构成逻辑控制系统、过程控制系统、数据采集和控制系统、图形工作站等等。

1.1.1 可编程序逻辑控制器的出现

20 世纪 60 年代末期,由于市场的需要,工业生产开始从大批量少品种的生产转变为小批量多品种的生产方式。但是,当时这种大规模生产线的控制电路大多是继电器控制系统,它体积大、耗电多、可靠性低,特别是改变生产程序非常困难。为了改变这种状况,1968 年,美国通用汽车公司对外公开招标,要求用新的电气控制装置取代继电器控制装置,以便适应改变生产程序的需要。该公司提出下面十项指标:

- 1) 编程方便,现场可修改程序;
- 2) 维修方便,采用插件式结构;
- 3) 可靠性高于继电器控制装置;

- 4) 数据可直接输入管理计算机;
- 5) 输入电源可为市电;
- 6) 输出电源可为市电,负载电流要求 2A 以上,可直接驱动电磁阀和接触器等;
- 7) 用户存储器容量大于 4KB;
- 8) 体积小于继电器控制装置;
- 9) 扩展时,原系统变更最少;
- 10) 成本可与继电器控制装置竞争。

以上十项指标,实际上都是现在可编程序控制器最基本的功能,主要有:

- 1) 用计算机系统代替继电器控制装置;
- 2) 用软件程序代替硬件接线;
- 3) 输入输出信号可以和外部设备直接相连接;
- 4) 结构易于扩展。

1969 年,美国数字设备公司 (DEC) 制成了世界上第一台可编程序逻辑控制器 (PLC),在美国通用汽车公司生产线上使用,取得了成功,从此,开创了可编程序控制器的新时代。

1971 年和 1973 年,日本和欧洲开始生产可编程序控制器。目前,世界上有上百家工厂生产可编程序控制器,竞争很激烈,它的规格、品种和数量都得到高速的发展。从市场调查可知:其销售量已处于 14 种工业自动控制装置的首位。

1.1.2 可编程序控制器的定义

1980 年,美国电气制造商协会 (NEMA) 将可编程序逻辑控制器正式命名为可编程序控制器。NEMA 对可编程序控制器的定义是:

可编程序控制器是一种数字式电子仪器,可以存储某些实现逻辑、定序、定时、计数和四则运算等特殊功能的指令,用以控制机械和生产过程。

1987 年 2 月,国际电工委员会 (IEC) 对可编程序控制器的定义是:

可编程序控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境下应用而设计,它采用一类可编程序的存储器,用于其内部存储程序,执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术操作

等面向用户的指令,并通过数字式或模拟式输入输出,控制各种类型的机械或生产过程。可编程序控制器及其有关外部设备,都按易于与工业控制系统联成一个整体、易于扩充功能的原则来设计。

国际电工委员会(IEC)肯定了可编程序控制器的命名。从此,它逐步流行于全世界。

虽然可编程序控制器仍在发展,但从IEC的定义和实用功能上可以认为:可编程序控制器是一种工业控制计算机。

可编程序控制器(Programmable Controller),简称为PC。个人计算机(Personal Computer)也简称为PC。本书为避免混淆,仍沿用以前的简称PLC来表示可编程序控制器,以便与个人计算机相区别。

1.1.3 可编程序控制器的特点

1) 可靠性高。由于可靠性是用户选用的首位依据,因此,每个PLC生产厂都将可靠性作为第一指标而加以研制,以单片机为核心,在硬件和软件上采取大量的抗干扰措施,使PLC的平均无故障时间达到30万h以上,使用寿命长。

2) 控制功能强。PLC具有逻辑判断、计数、定时、步进、跳转、移位、记忆、四则运算和数据传送等功能,可以实现顺序控制、逻辑控制、位置控制和过程控制等。

3) 编程方便,易于使用。PLC采用与继电器电路相似的梯形图编程,比较直观,易懂易编,深受电气技术人员和电工的欢迎,容易推广应用。PLC可取代原继电器控制系统,有利于对老设备的技术改造。

4) 适用于恶劣的工业环境,抗干扰能力强。

5) 具有各种接口,与外部设备连接非常方便。

6) 采用积木式结构或模块式结构,具有较大的灵活性和可扩展性,扩展灵活方便。

7) 维修方便。PLC上有I/O指示灯(LED),哪个I/O元件有故障,一目了然。

8) 可根据生产工艺要求或运行情况,随时对程序进行在线修改,不用更改硬接线,灵活性大,适应性强。

1.1.4 可编程序控制器的构成

1) 单片机,包括一台计算机所必需的部件:中央处理器(CPU);存储器(RAM和ROM、

EPROM或EEPROM);并行接口(PIO);串行接口(SIO);时钟(CTC)。单片机对整个PLC的工作进行控制。

2) 输入/输出(I/O)接口电路,分为开关量、模拟量和数字量。所有输入输出信号都经过光耦合器或继电器。输入信号一般有两种形式:直流输入和交流输入。输出信号一般有三种形式:继电器输出型、晶体管输出型和晶闸管输出型。

3) 稳压电源,供应PLC内部输入电源,有的PLC还能供应外部输出电源,方便用户。

4) 配置有扩展接口、存储器接口、通信接口和编程器接口等。

5) 各种智能模块。

6) 编程器。

1.1.5 可编程序控制器的分类

1) 按I/O点数一般分为微型(32点以下)、小型(128点以下)、中型(1024点以下)、大型(2048点以下)、超大型(可达8192点及以上)五种。

2) 按结构可分为箱体式、模块式和平板式三种。

1.1.6 可编程序控制器与继电器比较

1) 由于采用微处理器为核心,并采取各种抗干扰措施,因此,PLC可靠性很高,控制功能强,体积小。

2) 利用PLC内部计数器和定时器,容易实现逻辑组合和运算,不用增加硬设备。

3) 由于PLC采用软件编制程序来完成控制任务,因此,可以随时变更程序来适应生产工艺的改变,而不用重新布线。

1.1.7 可编程序控制器与微型机比较

1) PLC的设计着重于高可靠性和密封结构,适用于恶劣的工业环境。

2) PLC采用了面向操作者的逻辑语言,用继电器逻辑梯形图为表达式,容易学习。

1.1.8 可编程序控制器的应用

近年来,随着大规模集成电路的发展,以微处理机为核心而组成的PLC也得到了迅速的发展。PLC的应用范围非常广泛,在现代化生产过程中,从继电器控制系统到过程控制系统都可以使用PLC,实现自动化控制,提高产品的质量和

数量。例如：控制电动机的起停，电磁阀的开闭，产品的计数，实施温度、压力、流量等技术参数的设定。

PLC 在矿山、冶金、钢铁、石油、化工、锅炉、机械、机床、电力、电子、造纸、纺织、印刷、木材、电镀、塑料、橡胶、食品、包装、建材、输送线、汽车、造船、交通运输、通信、邮政、水处理、液压泵、水塔、风机、公用设备、电梯、仓库、交通灯、工业机械手等单机设备和生产自动线上，都有许多成功的应用实例。PLC 可与计算机组成功能更强的分布式控制系统 (Distributed Control System—DCS)。

PLC 作为一种通用的工业控制器，适用于一切工业领域。也可以说，凡是采用继电器控制盘的场合，或兼有 PID 调节的场合，都可以选用 PLC。下面列举 PLC 应用范围的实例。

1) 电力工业：输煤系统控制，锅炉燃烧管理，灰渣和飞灰处理系统，汽轮机和锅炉的起停程序控制，化学补给水、冷凝水和废水程序控制等。

2) 纺织工业：手套机程控，落纱机控制，高温高压染缸群控，羊毛衫针织横机程控，毛纺细纱机控制等。

3) 机械工业：数控机床、自动装卸机、移送机械、工业用机器人控制，自动仓库控制，铸造工业、热处理工业、自动电镀生产线程序控制，输送带控制弯管机、清洗机、烘箱、锅炉控制等。

4) 造纸工业：纸浆搅拌控制，抄纸机控制，卷取机控制等。

5) 汽车制造工业：移送机械控制，自动焊接控制，装配生产线控制，铸造控制，喷漆流水线控制等。

6) 钢铁工业：轧钢机转机控制，加热炉控制，高炉上料、配料控制，钢板卷取控制，料场进料、出料自动分配控制，包装和搬运控制，翻砂造型控制，轧管机、液压随动剪、垛板设备控制等。

7) 食品工业：发酵罐过程控制，配比控制，净洗控制，包装机控制，搅拌控制等。

8) 轻工业：玻璃瓶厂炉子配料及自动制瓶等控制，注塑机程控，搪瓷喷花，印刷机、制鞋机、粉料包装控制等。

9) 化学工业：化学反应槽批量控制，化学水净化处理、自动配料、化工流程控制等。

10) 公用事业：大楼电梯控制，大楼防灾机械

控制，剧场、舞台灯光配光控制，隧道排气控制，新闻转播控制，水塔水位远程控制等。

11) 建材工业：水泥生产工艺控制，水泥配料及水泥包装、木材加工控制等。

1.1.9 可编程序控制器的发展趋势

(1) 编程组态软件图形化 对于简单的控制系统，用梯形图比较直观方便，但对于复杂的控制系统，就显得麻烦和费时，容易出差错。因此，逐步发展出许多新的编程语言，例如：有面向功能块的流程图语言(如 ASEA MASTER—PIECE 语言)、与计算机兼容的高级语言(如 BASIC 语言和 C 语言等)、PLC 专用的高级语言(如 MELSAP)、布尔逻辑语言等。

大多数 PLC 公司已开发了图形化编程组态软件。该软件提供了简捷、直观的图形符号以及注释信息，使得用户控制逻辑的表示更加直观明了，操作和使用也更加方便。

(2) 输入输出模块智能化和专用化 本身具有 CPU，能独立工作，可与 PLC 主机并行操作，在可靠性、适应性、扫描速度和控制精度等方面都对 PLC 作了补充。例如有智能通信模块、语音处理模块、专用智能 PID 控制模块、专用数控模块、智能位置控制模块、智能模拟量 I/O 模块等等。

(3) 网络通信功能标准化 由于可用 PLC 构成网络，因此，各种个人计算机、图形工作站、小型机等都可以作为 PLC 的监控主机和工作站，能够提供屏幕显示、数据采集、记录保持及信息打印等功能。

(4) 控制技术冗余化 采用双处理器或多处理器，一个处理器作为主 CPU，其他处理器作为备用 CPU，同时通电运行，执行同一套控制程序。一旦主 CPU 有故障，由操作系统转换至备用 CPU 继续运行，增加了控制系统的可靠性。

(5) 机电一体化(Mechatronics) 这是机械、电子和信息技术的结合，所开发的产品是由机械本体、PLC 等微电子装置、传感器和执行机构组成的。PLC 采用微型化电子元器件，可靠性高、功能强、体积小、重量轻、结构紧凑，容易实现“机电一体化”。这是 PLC 发展的重要方向。

(6) 控制与管理功能一体化 在一台控制器上同时实现控制功能和信息处理功能。美国 A-B 公司最近生产出新产品 PYRAMID INTEGRATOR (简称 PI 机)，首次将 PLC、机器视觉

态。简易编程器只能输入指令字和元件号等指令表程序，不能输入图形。因此，要将梯形图译成指令表程序，才能通过编程器输入到 PLC。图形编程器比较实用，可直接键入梯形图或输入指令表程序，比较直观方便，只要设计好梯形图就可以输入。当然，输入梯形图比较费时。PLC 运行正常后，编程器也可取下。

1.2.2 可编程序控制器的工作原理

PLC 的工作原理是以扫描方式解各个网络中的阶梯逻辑图。指令的执行顺序是：先解第 1 号网络（屏幕），接着解第 2 号、第 3 号网络……，直到解完全部网络后，PLC 可返回第 1 号网络再次求解。图 1.2-3 是 PLC 程序的求解过程。

在每一个网络（屏幕）中，指令以列为基础被执行，从第 1 列开始由上而下、从左到右依次

执行，直到本屏幕的最后一个线圈列，如图 1.2-4 所示。从一次扫描解完某一个网络算起，到下一次扫描，再次解完该网络为止的这段时间叫做 PLC 的扫描时间。扫描时间由被输入的逻辑程序总量和类型所决定。

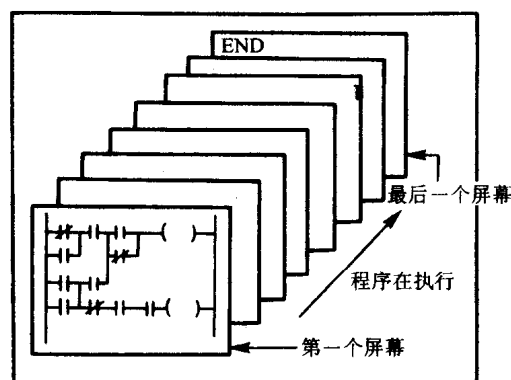


图 1.2-3 程序的求解过程

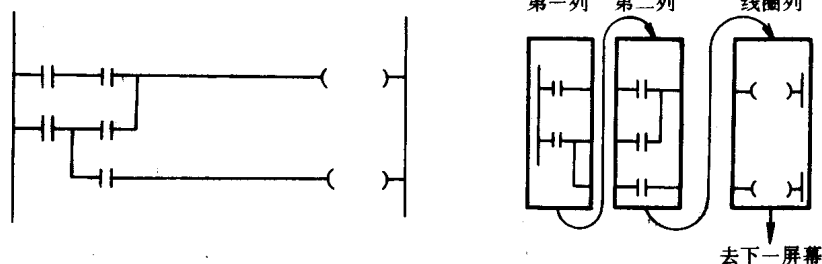


图 1.2-4 网络的求解过程

PLC 进入运行（RUN）方式时，先扫描网络中各个逻辑元件，检测每一个输入元件的状态，然后建立相应的线圈状态。由于扫描速度很快，所以对被控对象来说，全部逻辑几乎是同时解完的。每一个网络的求解结果，后面的全部网络都立即可用。

由于程序在一列上依次扫描执行，若有空白，则按空白伪指令执行。一些无用的伪指令会占用

较多的内存，并使扫描时间拉长。例如在图 1.2-5 中，同样的逻辑顺序，由于编程位置不同，图 1.2-5a 只用了 7 步，而图 1.2-5b 却多达 30 步。

为了充分地利用存储器容量，编程时应限制触点之间的距离，并使屏幕左上边这部分空白为最少。即在逻辑行中，串联触点较多的支路要写在上面；在同一逻辑行中，并联支路应写在左边；线圈位置要置于触点的右边。

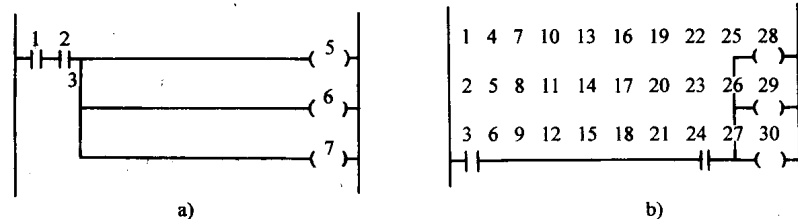


图 1.2-5 编程位置与扫描时间

a) 编程方式 1 b) 编程方式 2

1.2.3 可编程序控制器的梯形图与“能流”概念

图 1.2-6 是一个典型的梯形图示意图。它与继电器控制电路图非常相似，但线圈和触点的符

号有些不同：符号 $\text{—}| \text{—}$ ($\text{—}| \text{—}$) 表示一个常开触点；符号 $\text{—}| \text{—}$ 或 $\text{—}| \text{—}$ 或 $\text{—}| \text{—}$ ($\text{—}| \text{—}$) 表示一个常闭触点；符号 $\text{—} \bigcirc \text{—}$ 或 $\text{—} () \text{—}$ ($\text{—} \square \text{—}$) 表示一个内部线圈和输出点，等等。括号内符号为继电器控制电路图中的有关符号，代表

实际存在的继电器常开触点、常闭触点和线圈。这里请读者特别注意：PLC 梯形图的触点和内部线圈并非实际存在，它只是为了编程而设计出来的概念，沿用了继电器的叫法，这些“元件”仅是 PLC 存储器中的一些单元而已。

和继电器控制电路图一样，图中的两条竖线表示电源线，设想左边竖线为直流电源的正极或交流电源的相线，右边竖线为直流电源的负极或交流电源的零线（有的梯形图将右边竖线省去，不画出）。因此，在各条水平连线上，就可能出现自左向右的概念性的“能流”（Power Flow）。这些“能流”流经一个个触点，而这些触点能否让能流通过，则取决于触点的闭合与否。例如：第一行中由 3 个触点串联，03 和 04 是输入点的定义号，都与现场的开关或常开按钮相连接；166 是 PLC 内部线圈 166 的常闭触点。因此，要使输出点 26 有输出的条件就是：03 和 04 闭合，26 线圈得电，即 3 个触点都呈闭合状态。这种条件与继电器控制系统的要求相同。

但是，梯形图与继电器电路图有许多不相同的地方：

1) 梯形图的“能流”只能严格地从左向右流动，而继电器电路是可能出现反向电流（又称潜流）的。不允许出现桥式梯形图，遇到图 1.2-7 的情况，要改成图 1.2-8 的形式才能编程。因此，不会有回路反流问题，不需要二极管隔离。

2) 梯形图上的触点并非实际存在，因而同一个定义号的触点，可以在梯形图上任何必要的地方无限制地使用，可以用常开的形式或常闭的形式。

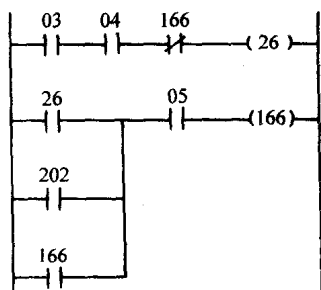


图 1.2-6 典型的梯形图

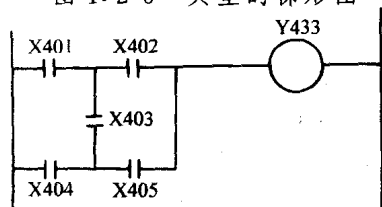


图 1.2-7 桥式梯形图（错误）

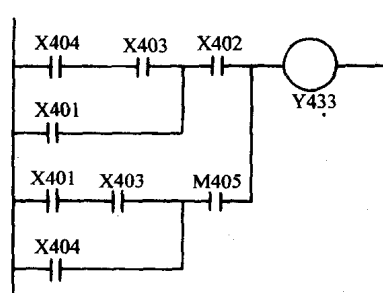


图 1.2-8 正确梯形图

式，不受使用次数的限制。但是，任何一个内部线圈或输出点、定时器或计数器，其线圈在梯形图上只能出现一次，除非作为锁存线圈的 SET 和 RST 成对地出现。

3) 在逻辑行中，串联触点较多的支路要写在上面；在同一逻辑行中，并联支路应写在左边。线圈位置要置于触点的右边。如果有两个或多个线圈是从分支后的触点处接出，如图 1.2-9a，要变换成图 1.2-9b 所示。

4) 梯形图中只需标注触点、线圈等逻辑元素编号，连接线不用编号。

5) 以软件逻辑代替硬件布线，实现逻辑控制和运算等功能，程序修改非常方便，不用更改外部接线。

6) 梯形图中的继电器不是物理继电器，每个继电器和输入触点都是 PLC 存储器中的一位。当相应位为“1”态时，表示继电器线圈通电或常开触点闭合或常闭触点断开。

7) 梯形图中流过的电流不是物理电流，而是“概念”电流（又称“能流”）。它是用户程序执行过程中满足输出执行条件的形象表示方式。

8) 梯形图中输入触点和输出线圈不是物理触点和线圈，用户程序的执行是根据 PLC 内的输入和输出状态表的内容，而不是执行时现场开关的实际状态。

标有输入点定义号的触点，并不能完全看成就是现场所接的开关或按钮。特别是当现场接在 PLC 输入端上的是常闭按钮时，要特别注意编程。现以一台电动机控制电路为例，用一常开按钮 SB_1 作为起动按钮，常闭按钮 SB_2 作为停止按钮，如图 1.2-10a 所示。如果这两个按钮按图 1.2-10b 的方式接入 PLC 中，则其程序梯形图 1.2-10c 与图 1.2-10a 就完全不同了。这是因为梯形图中 06 这个触点的实际动作取决于该输入点是否被施加电压（或受激励）。图 1.2-10b 所示的接线使 06 号输入点在常态（即未按下按钮）情况下一直承受电压，处于受激励的状态，PLC 置为“1”态。

若程序中 06 号触点被设计成图 1.2-10a 所示那样作为常闭触点, 在 PLC 内部, “常闭触点”被认为是对原来状态的取反, 即“非”关系, 原为“1”态, 现为“0”态, 即断开状态, 将出现电动机不能起动的现象。所以, 应尽量将全部输入触点设计成常开的, 使程序中的 06 触点可以画成常闭的。如果输入触点一定要采用常闭形式, 这时, 可以将全部输入点认为是输入线圈。当线

圈受到激励, 其常开触点成为闭合状态; 其常闭触点成为断开状态。这样, 就容易理解 PLC 内部动作的道理。

9) 在 PLC 内部, 除了输入/输出继电器分别与外部输入/输出设备直接相连外, 还有许多控制用的内部继电器, 包括辅助继电器、定时继电器、计数继电器、特殊继电器、断电保持继电器、微分继电器、报警器、步进控制器等。

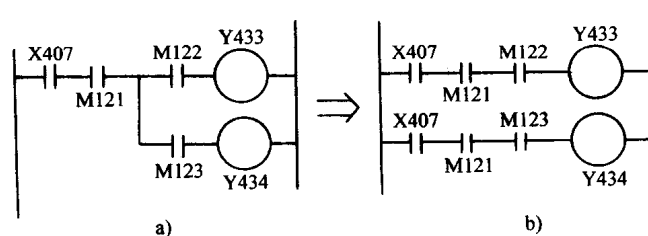


图 1.2-9 分支输出变换

a) 不正确 b) 正确

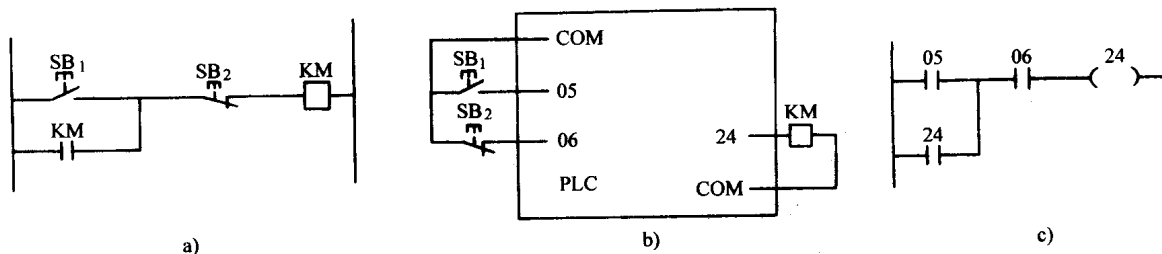


图 1.2-10 常闭触点输入 PLC 的实例

1.3 可编程序控制器的基本组成

1.3.1 可编程序控制器的基本部件

PLC 的基本组成部分包括 CPU、存储器和 I/O 系统三个部分。PLC 的系统程序和用户程序都存放在存储器中, 现场输入信号经过 I/O 系统传送到 CPU, CPU 按照用户程序存储器里安放的指令, 执行逻辑或算术运算, 并发出相应的控制指令, 该指令通过 I/O 系统传送到现场, 驱动相应的执行机构动作, 从而完成相应的控制任务。

1. CPU

CPU 是 PLC 的核心, 其作用类似于人的大脑。它能够识别用户按照特定的格式输入的各种指令, 并按照指令的规定, 根据当前的现场 I/O 信号的状态, 发出相应的控制指令, 完成预定的控制任务。另外, 它还能识别用户所输入的指令序列的格式和语法错误, 并具有系统电源、I/O 系统、存储器及其他接口的测试与诊断功能。CPU 与其他部件之间的连接是通过总线进行的。

目前各厂家生产的 PLC 已普遍采用了高性

能的 8 位和 16 位微处理器作为其 CPU, 如 Intel 公司的 80×86、MCS51 及 Motorola 公司的 68000 系列 CPU 等。有的已使用了准 32 位或 32 位的微处理器, 时钟频率已达 25~33MHz, 很多系统还配有浮点运算协处理器, 因此数据处理能力大大提高, 工作周期可缩短到 0.1~0.2s, 并且可执行更为复杂的先进控制算法, 如自整定、预测控制和模糊控制等。

2. 存储器

PLC 的存储器由系统程序存储器和用户程序存储器两部分组成。系统程序是由生产厂家预先编制的监控程序、模块化应用功能子程序、命令解释和功能子程序的调用管理程序及各种系统参数等。用户程序包括由用户编制的梯形图、输入/输出状态、计数/定时值以及系统运行必要的初始值、其他参数等。系统程序存储器容量的大小, 决定了系统程序的大小和复杂程度, 也决定了 PLC 的功能和性能。用户程序存储器容量的大小, 决定了用户程序的大小和复杂程度, 从而决定了用户程序所能完成的功能和任务的大小。

从存储器的性质来分, 又可分为 ROM 和 RAM 两个部分。为了工作的安全可靠, 大多数

PLC 采用了程序固化的运行方式, 不仅将系统启动、自检及基本的 I/O 驱动程序写入 ROM 中, 而且将各种控制、检测功能模块、所有固定参数也全部固化, 用户组态的应用程序也固化在 ROM 中, 即所有的系统程序和绝大部分的用户程序都存储在 ROM 中, 因此在 PLC 的存储器中, ROM 占有较大的比例。只要一接通电源, PLC 就可正常运行, 使用更加方便、可靠, 但修改组态时要复杂一些。

RAM 为程序运行提供了存储实时数据与计算中间变量的空间, 用户在线操作时需修改的参数(如设定值、手动操作值、PID 参数等)也须存入 RAM 中。另外, 一些较先进的 PLC 提供了在线修改用户程序的功能, 显然, 这一部分用户程序也应存入 RAM 中。由于 PLC 一般不设磁盘机、磁带机, 为防止突然断电时 RAM 中的内容丢失, 一般采用具有备用电池的 SRAM 或 E²-PROM 来代替 RAM。

3. 输入/输出系统

PLC 的输入/输出系统是过程状态与参数输入到 PLC 以及 PLC 实现控制时控制信号输出的通道。它提供了各种操作电平和驱动能力的输入/输出接口模板, 以实现被控过程与 PLC I/O 接口之间的电平转换、电气隔离、串/并转换、A/D 与 D/A 转换等功能。根据它们所实现的功能不同, 可将 I/O 通道分为以下几种:

(1) 模拟量输入通道(AI) 被控过程中各种连续性的物理量, 如温度、压力、压差、应力、位移、速度、加速度以及电流、电压等, 只要有在线检测仪表将其转换为相应的电信号, 均可送入模拟量输入通道进行处理。一般输入的电信号有毫伏级电压信号, 4~20 或 0~10mA 电流信号, 以及 0~5、0~10、1~5V 电压信号等。

(2) 模拟量输出通道(AD) 在控制被控对象的某些参数时, 往往需要输出连续变化的模拟信号来驱动执行机构进行调节。如控制各种直行程或角行程电动执行机构的行程, 通过调速装置控制各种电动机的转速, 或者通过电-气转换器或电-液转换器来控制各种气动或液动执行机构等, 均可通过模拟量输出通道来实现。模拟量输出通道一般是输出 4~20mA 电流信号, 但根据执行机构的需要也可输出 0~10mA 的电流信号或 1~5、0~5V 的电压信号。

(3) 开关量输入通道(DI) 用来输入各种限位开关、继电器或电磁阀的开闭状态, 各种开

关及手动操作按钮的开关状态等。输入信号一般为 0~24 或 0~5V 直流电压信号, 但有时也可输入交流电压信号或干触点。

(4) 开关量输出通道(DO) 用于控制电磁阀、继电器、指示灯、声/光报警器等, 一般只具有开、关两种状态的设备。根据所用器件的不同, 一般有继电器输出、晶体管输出和晶闸管输出等多种形式, 一般输出 0~24 或 0~5V 直流电压信号, 有时根据需要也可输出交流电压信号。

(5) 脉冲量输入通道(PI) 现场仪表中转速表、频率表、涡轮流量计、涡街流量计、罗茨式流量计等输出的测量信号均为脉冲信号, 脉冲量输入通道就是为输入这一类测量信号而设置的。

1.3.2 可编程序控制器的可选部件

PLC 的可选部件是与 PLC 的运行没有依赖关系的一些部件, 它是 PLC 系统编程、调试、测试与维护等必备的设备, PLC 可以独立于这些可选部件而运行。可选部件包括编程器、小型盒式磁带机、I/O 信号模拟盘、I/O 扩展器和数据通信接口等。它们的功能分别是:

1. 编程器

它是编辑、调试和装载用户程序的必备设备, 是 PLC 系统开发阶段所必需的开发工具。它一般通过标准通信接口或专用编程接口与 PLC 相连接, 完成用户程序的编辑录入、代码转换、调试排错及下装或固化等多种功能, 有的编程器还具有系统运行状况实时监视和在线编程的功能。

编程器有专用型和通用型两种: 专用型编程器一般是 PLC 所配的专用小型编程器, 功能简单, 携带和安装方便, 一般采用指令代码直接编程, 采用数码管显示指令内容和运行结果, 适合于系统调试阶段程序的修改和排错; 通用型编程器一般采用通用的台式个人计算机或便携计算机, 配以专用编程软件对 PLC 进行编程组态、程序调试和运行监视及设备测试等。它一般通过标准通信接口与 PLC 相连, 编程语言一般采用梯形图逻辑, 可以实现离线与在线编程, 适合作为大型系统的编程器, 以满足较复杂的用户程序的编程需要。

2. 小型盒式磁带机

它用于用户程序的备份和转储、复制等。它能够将 PLC 中的用户程序转储在磁带机的盒式磁带上, 以便保存或供其他 PLC 复制, 也可将盒式磁带上的用户程序装入 PLC 中, 以便用户程序