

可编程序控制器选用手册

袁任光 编著



机械工业出版社

www.golden-book.com

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化控制装置。

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析	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 ACMY-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 ACMY-S80 PLC 主要特点	68	2.6.1 概述	82
2.1.2 香岛 ACMY-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 ACMY-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 ACMY-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 ACMY-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 ACMY-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	构成	154
3.2.1 通用电气 GE- I J/ I / I P 系列 PLC 简介	109	3.5.4 IPM IP1612 系列 PLC 输入输出接口	155
3.2.2 通用电气 GE- I J (SR-10) 系列 PLC	110	3.5.5 IPM IP1612-220 型 PLC 简介	155
3.2.3 通用电气 GE- I / I P (SR-20/21/22) 系列 PLC	112	3.6 美国莫迪康 (MODICON) 公司 984 系列/TSX37 系列可编程序控制器	156
3.2.4 通用电气 GE- III 系列 PLC	117	3.6.1 莫迪康 984 系列 PLC 主要特点	156
3.2.5 通用电气 GE- V 系列 PLC	119	3.6.2 莫迪康 984 系列 PLC 系统配置	158
3.2.6 GE SU-5/6 (SG-8) 系列 PLC	121	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
3.2.7 通用电气 GE- VI 系列 PLC	128	3.6.4 莫迪康通信网络	164
3.2.8 通用电气 GE 90-30 系列 PLC	129	3.6.5 莫迪康软件和编程器	166
3.2.9 通用电气 GE 90-70 系列 PLC	137	3.6.6 莫迪康协处理器和热备处理器	167
3.3 美国哥德 (GOULD) 公司 M84 系列可编程序控制器	148	3.6.7 莫迪康 TSX 37-10/21/22 系列 PLC	168
3.3.1 哥德 M84 系列 PLC 主要特点	148	3.6.8 莫迪康微型机 MICRO 和 984-120 COMPACT 系列 PLC	187
3.3.2 哥德 M84 系列 PLC 技术性能	149	3.7 美国 SquareD 公司 SY/MAX 系列可编程序控制器	194
3.3.3 哥德 M84 系列 PLC 输入/输出 (I/O) 配置	149	3.7.1 SY/MAX 处理器	194
3.3.4 哥德 M84 系列 PLC 编程器的工作方式	149	3.7.2 SY/MAX 输入/输出 (I/O) 模块	195
3.4 美国霍尼韦尔 (HONEYWELL) 公司 9000 系列可编程序控制器	150	3.7.3 SY/MAX 寄存器模块和机架	195
3.4.1 霍尼韦尔 9000 系统简介	150	3.7.4 SY/MAX 远程 I/O 系统	196
3.4.2 硬件组成	150	3.7.5 SY/MAX 编程设备	196
3.4.3 软件编制	151	3.8 美国西屋 (WestingHouse) 公司 PC-700 系列可编程序控制器	197
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	3.8.1 西屋 PC-700 系列 PLC 主要特点	197
3.5 美国 IPM (International Parallel Machines) 公司 IP1612 系列可编程序控制器	153	3.8.2 西屋 PC-700 系列 PLC 基本配置	197
3.5.1 IPM IP1612 系列 PLC 主要特点	153	第 4 章 西欧部分可编程序控制器	
3.5.2 IPM IP1612 系列 PLC 技术性能	154	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
3.5.3 IPM IP1612 系列 PLC 系统		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-Monitor 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
		5.4.8 三菱 FX2NC 系列 PLC 主要特 点	346
		5.4.9 三菱 AnA/QnA 系列 PLC 主要 特点	347
		5.4.10 三菱 ALPHA 系列 PLC	348
		5.4.11 三菱 Q 系列 PLC	349
		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	
第 5 章 日本部分可编程序控制器			
5.1 日本富士 (FUJII) 公司 NB/NJ/NS/ F55/F70 系列可编程序控制器			
5.1.1 富士 NB 系列 PLC	282		
5.1.2 富士 NJ 系列 PLC	294		
5.1.3 富士 NS 系列 PLC	303		

要特点	351	5.5.11 松下电工 FP-M 系列 PLC	378
5.4.14 三菱 A 型/Q 型系列 PLC 自动 化控制系统	352	5.6 日本欧姆龙 (OMRON) 公司 C/ mini-H/CQM1/CPM1A/α 系列可编 程序控制器	381
5.4.15 三菱 FX0S/FX0N/FX2N 系列 PLC 技术性能	353	5.6.1 欧姆龙 C 系列 P 型 PLC 主要特 点	381
5.4.16 三菱 FX0S/FX0N/FX2N 系列 PLC 通用性能	356	5.6.2 欧姆龙 C 系列 PLC 通用性能和 技术性能	383
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	5.6.3 欧姆龙 C200H PLC 系统构成 和输入/输出单元	386
5.4.18 三菱 A/Q 系列 PLC 网络系 统	366	5.6.4 欧姆龙 Mini-H 型 PLC	390
5.4.19 三菱 PLC 编程软件	368	5.6.5 欧姆龙 SYSMAC-CQM1 小规 模系列 PLC	391
5.4.20 三菱 PLC 专用监控软件 FIX for MELSEC	368	5.6.6 欧姆龙 SYSMAC-CPM1A 小型 化系列 PLC	394
5.5 日本松下电工 (NATIONAL) 公司 FP 系列可编程序控制器	368	5.6.7 欧姆龙系列 PLC 主要性能和通 信功能	396
5.5.1 松下电工 FP 系列 PLC 主要特 点	368	5.6.8 欧姆龙 SYSMAC α 系列 PLC	402
5.5.2 松下电工 FP 系列 PLC 编程软 件	370	5.7 日本东芝 (TOSHIBA) 公司 EX 系 列可编程序控制器	406
5.5.3 松下电工 FP 系列 PLC 编程工 具	370	5.7.1 东芝 EX 系列 PLC 主要特 点	406
5.5.4 松下电工 FP 系列 PLC BASIC 程序 CPU 系统	370	5.7.2 东芝 EX 系列 PLC 一般性能和 主要性能	406
5.5.5 松下电工 FP 系列 PLC 多重程 序 CPU 系统	371	5.7.3 东芝 EX20/40 系列 PLC 概 况	407
5.5.6 松下电工 FP1 系列 PLC 外形尺 寸	371	5.7.4 东芝 EX20/40 系列 PLC 输入/ 输出 (I/O) 特性	408
5.5.7 松下电工 FP 系列 PLC 功能模 块	371	附录 可编程序控制器英中文常用 术语	410
5.5.8 松下电工 FP 系列 PLC 网 络	371	参考文献	431
5.5.9 松下电工 FP1 系列 PLC	373		
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の場合，或兼有 PID 调节の場合，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 INTE-GRATOR (简称 PI 机)，首次将 PLC、机器视觉

和信息处理器结合在一起，具有基础自动化、过程自动化及信息管理等多层次功能，适用于工业自动化控制系统。PLC 产品广泛采用计算机信息处理技术、网络通信技术和图形显示技术，使得 PLC 系统的生产控制功能和信息管理功能融为一体，进一步提高了 PLC 产品的功能，更好地满足了现代化大生产的控制与管理的需要。

1.1.10 可编程序控制器的生产厂家

目前，PLC 的生产厂家有几百家，从微型 PLC 到超大型 PLC，都有许多型号和系列。各个生产厂家生产的 PLC 型号均不统一，基本性能也有较大的差别。本书主要介绍国内外部分常用 PLC 产品型号及其主要技术性能，方便用户选用。

PLC 部分主要生产厂家有：

- 1 美国艾伦-布拉德利 (Allen-Bradley——A-B) 公司。
- 2 美国通用电气 (General Electric——GE) 公司。
- 3 德国西门子 (SIEMENS) 公司。
- 4 德国通用电气 (AGE) 公司。
- 5 法国 TE (TELEMECANIQUE) 公司。
- 6 日本富士 (FUJI) 电机公司。
- 7 日本欧姆龙 (OMRON) 公司。
- 8 日本三菱 (MITSUBISHI) 电机公司。

1.2 可编程序控制器的工作原理

1.2.1 可编程序控制器的内部结构

一台 PLC 就是一台工业控制用的微型计算机。图 1.2-1 是 PLC 的结构框图。PLC 是由微处理器和存储器组成的控制装置，还有输入/输出接口电路，它将 PLC 内部电路与外部输入/输出设备隔离开来。PLC 存储器中的程序是根据生产工艺要求并用梯形图 (LD) 或指令集 (IS) 或功能块语言 (FBL) 编写的程序，由编程器输入的。

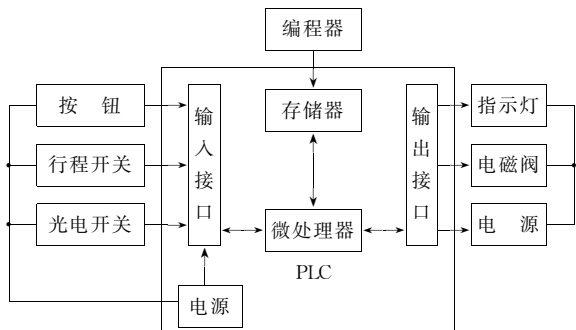


图 1.2-1 PLC 内部结构框图

图 1.2-2 是 PLC 内部示意框图。PLC 的控制原理是：外部输入信号驱动输入继电器，由输入继电器驱动内部程序，内部程序使输出继电器动作，最后由输出继电器去驱动外部负载。

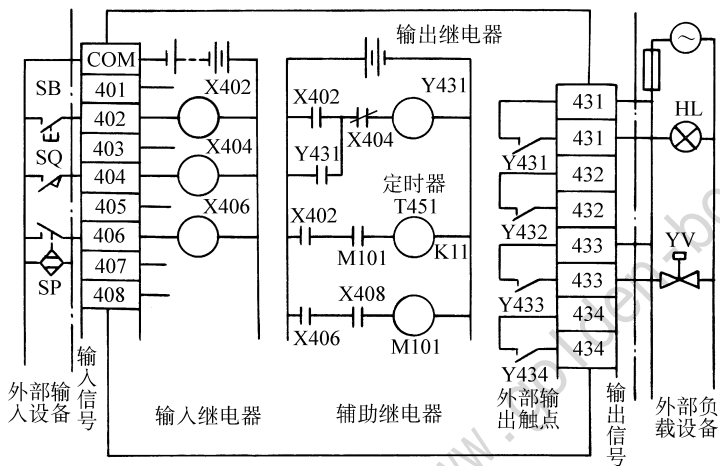


图 1.2-2 PLC 内部示意框图

动作过程与继电器控制系统相似。

当按下按钮 SB 时，输入继电器 X402 线圈得电，其常开触点 X402 闭合，使输出继电器 Y431 线圈得电，其常开触点 Y431 闭合，电磁阀线圈得电，设备开始运行。释放按钮 SB 时，常开触点 X402 断开，由于自保持触点 Y431 自锁，输出继电器 Y431 的线圈仍通电。如果限位开关 SQ 被设

备碰撞而闭合时，另一个输入继电器 X404 线圈得电，其常闭触点 X404 断开，使输出继电器 Y431 线圈失电释放，电磁阀 YV 线圈失电，设备停止运行，输出继电器 Y431 的自锁也被解除。

编程器可以直接插在 PLC 上或用软电缆连接。用编程器上的键盘可将程序键入 PLC；在 PLC 运行时，可通过编程器监视 PLC 的运行状

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。

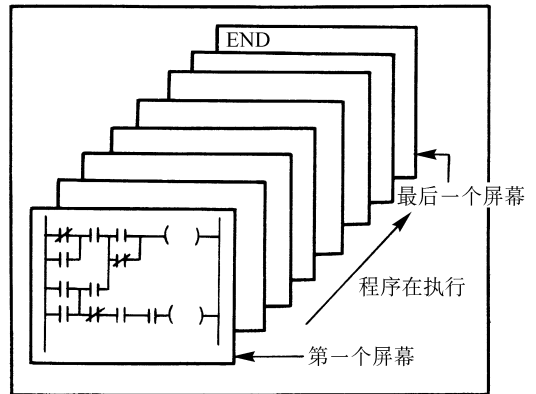


图 1.2-3 程序的求解过程

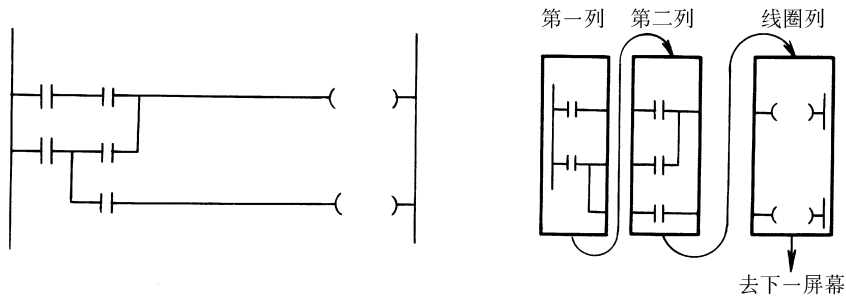


图 1.2-4 网络的求解过程

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。

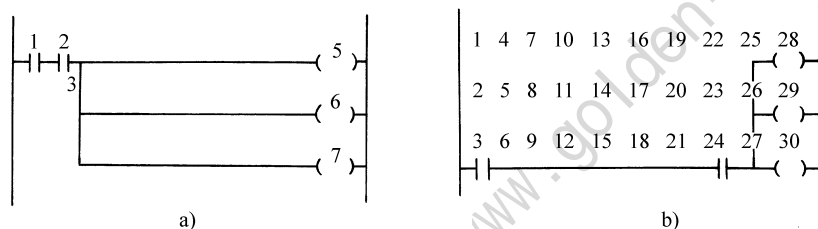


图 1.2-5 编程位置与扫描时间

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。

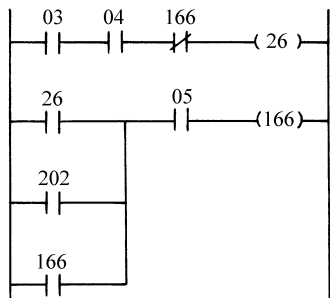


图 1.2-6 典型的梯形图

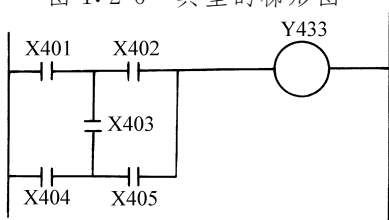


图 1.2-7 桥式梯形图（错误）

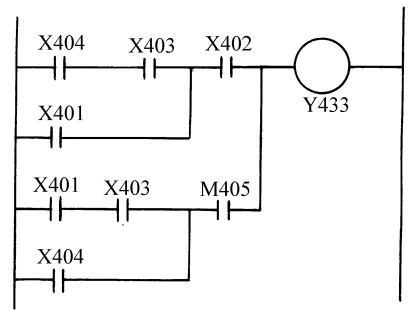


图 1.2-8 正确梯形图

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 SB₁ 作为起动按钮，常闭按钮 SB₂ 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 号触点被设计成如图 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。

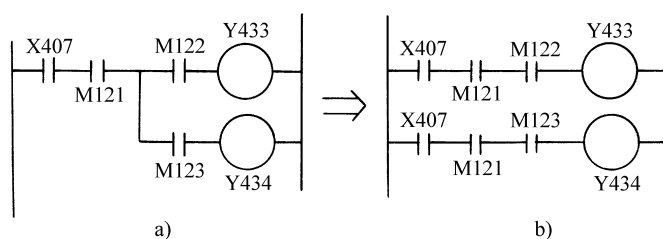


图 1.2-9 分支输出变换

a) 不正确 b) 正确

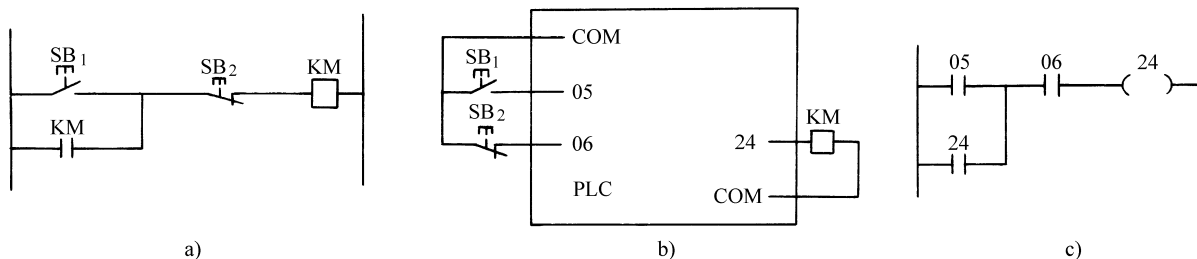


图 1.2-10 常闭触点输入 PLC 的实例

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存放的指令, 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。

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(AO) 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, 以使用户程序

的恢复或复制。

3. I/O 信号模拟盘

它是 PLC 系统开发与调试期间的辅助设备,能够输出 PLC 所需要输入的各种类型的开关量和模拟量信号,且开关量信号的状态及模拟量信号的大小均可通过按钮或电位器方便地改变或调节,同时它还能接收 PLC 所输出的各种类型的开关量和模拟量,其状态和大小均可方便地通过指示灯直观地显示出来。

I/O 信号模拟盘一般通过专用接口或标准通信接口、扩展接口与 PLC 相连接,它为 PLC 提供了一个模拟现场环境,为 PLC 系统的开发、调试带来了极大的方便。另外,它还具备辅助的诊断和测试功能。

4. I/O 扩展器

它用于 PLC I/O 系统的扩展,增加 I/O 系统的点数,以满足大型控制系统的需要。它一般通过专用 I/O 扩展接口或专用 I/O 扩展模板与 PLC 相连接。I/O 扩展器本身还可具有扩展接口,可具备再扩展能力。

5. 数据通信接口

PLC 系统可实现各种标准的数据通信接口或网络接口,以实现 PLC 与 PLC 之间或与计算机之间的链接或互连,或者实现 PLC 与其他具有标准通信接口的设备(如编程器、磁带机、打印机、图形显示终端、工程师操作站、I/O 信号模拟盘、系统测试设备等)之间的连接。

1.4 可编程序控制器的典型特性

PLC 有许多技术参数,在选用 PLC 时,主要考虑以下几点:

- 1) 输入/输出 (I/O) 点数;
- 2) 存储系统程序的容量 (千步);
- 3) 扫描速度 ($\mu\text{s}/\text{步}$);
- 4) 指令数;
- 5) 编程语言 [梯形图 (LD) 或指令集 (IS) 或功能块语言 (FBL)];
- 6) 模拟量输入输出模块及其他智能模块;
- 7) 通信功能 (通信接口、通信速度、通信站数、通信网络等);
- 8) 性能价格比与供货公司的技术服务质量。

对无特殊要求的一般工业控制系统,只要考虑第 1)、2)、8) 点就可以了。

世界各国的 PLC 型号没有统一,有小部分型

号表示出 PLC 的 I/O 点数,大多数看不出 I/O 点数,只有查到技术参数才能知道。随着 I/O 点数的增加,PLC 的其他功能也增加。因此,一般以 I/O 点数的多少来划分 PLC 的类型。

按 I/O 点数,可将 PLC 大致分为五类,各类的典型特性如下所述。

1.4.1 微型 PLC 典型特性

1. 微型 PLC 的典型特性

- 1) 至多有 32 个 I/O 点数;
- 2) 8 位处理器;
- 3) 存储容量为 1KB;
- 4) 数字量 I/O 接口;
- 5) 压缩单元中内部 I/O 接口;
- 6) 主控继电器 (MCR) 指令;
- 7) 定时器和计数器;
- 8) 手持式编程器编程;
- 9) 可代替大多数继电器。

2. 属于微型 PLC 的外国产品型号

1) 日本和泉公司 MICRO-1, I/O 点数有 14 个,可扩展到 28 个。

2) 美国 A-B 公司 SLC500, I/O 点数有 20/30/40 个,可扩展到 52/62/72 个。

3) 德国西门子公司 SIMATIC S5-90U, I/O 点数有 17 个; S5-101U, I/O 点数有 32 个,可扩展到 64 个。

4) 日本东芝公司 EX-20, I/O 点数有 20 个,可扩展到 40 个。

5) 法国 TE 公司 TSX17-10, I/O 点数有 20 个,可扩展到 120 个。

6) 美国通用电气公司 GE-IJ/SR-10, I/O 点数有 24 个,可扩展到 50/96 个。

7) 美国莫迪康 Modicon 公司 TSX P5710M, I/O 点数有 24 个。

8) 日本欧姆龙公司 SYSMAC C20, I/O 点数有 28 个,可扩展到 84 个; C20P, I/O 点数有 20 个,可扩展到 36 个; 频率已 I/O 点数有 28 个,可扩展到 36 个。

9) 日本日立公司 E 系列, I/O 点数有 20/28/40/64 个。

1.4.2 小型 PLC 典型特性

1. 小型 PLC 的典型特性

- 1) 至多有 128 个 I/O 点数;
- 2) 8 位微处理器;

- 3) 存储容量为 2KB;
- 4) 数字量 I/O 接口;
- 5) 只有本地 I/O 接口;
- 6) 主控继电器 (MCR) 指令;
- 7) 定时器、计数器和移位寄存器 (TCS);
- 8) 便携式编程器编程;
- 9) 可代替大多数继电器;
- 10) 编程语言有梯形图或布尔语言;
- 11) 磁鼓定时器或顺序发生器。

2. 属于小型 PLC 的外国产品型号

1) 日本松下电工 FP1 型, I/O 点数有 14 个, 可扩展到 152 个。

2) 日本东芝公司 EX-40/40H, I/O 点数有 40 个, 可扩展到 80/120 个。

3) 日本三菱电机公司 MELSEC F1—40, I/O 点数有 40 个, 可扩展到 80 个; F1-60, I/O 点数有 60 个, 可扩展到 120 个; F2, I/O 点数有 120 个, 可扩展到 240 个; AOJ, I/O 点数有 128 个, 可扩展到 336 个。

4) 法国 TE 公司 TSX17-20, I/O 点数有 40 个, 可扩展到 160 个, 有模拟 I/O。

5) 德国西门子公司 S5-95U, I/O 点数有 41 个, 可用 S5-100U I/O 扩展。

6) 日本富士电机公司 MICREX F50, I/O 点数有 56 个, 可扩展到 168 个以上。

7) 美国 A-B 公司 SLC—500, I/O 点数有 72 个; PLC-2/02, I/O 点数有 128 个。

8) 美国通用电气公司 GE-I/ (SR-20), I/O 点数有 112 个。

9) ABB 公司 MP-100, I/O 点数有 128 个。

10) 日本欧姆龙 C40P, I/O 点数有 40 个, 可扩展到 80 个; C60P, I/O 点数有 60 个, 可扩展到 120 个。

1.4.3 中型 PLC 典型特性

1. 中型 PLC 有如下典型特性

- 1) 至多有 1024 个 I/O 点数;
- 2) 8 位处理器;
- 3) 存储容量达 4K 步, 可扩展至 8K 步;
- 4) 数字 I/O 接口;
- 5) 本地和远地 I/O 接口;
- 6) 主控继电器 (MCR) 指令;
- 7) 定时器、计数器和移位寄存器 (TCS);
- 8) CRT 编程器;
- 9) 继电器置换和模拟控制;

- 10) 编程语言有梯形图或布尔语言;
- 11) 磁鼓定时器或顺序发生器;
- 12) 模拟 I/O 接口;
- 13) 功能模块与高级语言;
- 14) 跳转指令 JUMP;
- 15) 数学运算功能有加乘除;
- 16) 有限的数据处理功能, 包括比较、数据转化、移位寄存器与文件、矩阵功能;
- 17) 特殊功能 I/O 模块;
- 18) RS-232 通信接口;
- 19) 局部网络 (LAN)。

2. 属于中型 PLC 的外国产品型号

1) 美国 A-B 公司 SLC 5-01 和 PLC-2/16, I/O 点数各有 256 个; PLC-5/15, I/O 点数有 1024 个。

2) 日本欧姆龙公司 C-120, I/O 点数有 256 个; C200H, I/O 点数有 480 个; C500, I/O 点数有 512 个; C1000H, I/O 点数有 1024 个。

3) 美国通用电气公司 GE IP (SR-21/22), I/O 点数有 176 个; GE-III (SR-40), I/O 点数有 400 个。

4) 德国西门子公司 S5-100U, I/O 点数有 256 个, 有模拟 I/O; S5-115U, I/O 点数有 512 个。

5) 美国德州仪器公司 T1325, I/O 点数有 168 个; TI525 和 TI535, I/O 点数各有 1023 个。

6) 美国莫迪康 Modicon 公司 984-380, I/O 点数有 256 个; 984-385, I/O 点数有 512 个; 984-480, I/O 点数有 1024 个。

7) 日本三菱电机公司 A1, I/O 点数有 256 个; A2, I/O 点数有 512 个。

8) 日本和泉公司 FA-1 和 FA-2J, I/O 点数各有 256 个; FA—2, I/O 点数有 512 个。

9) 日本日立公司 H-200, I/O 点数有 256 个, H-300 I/O 点数有 576 个; H-700, I/O 点数有 1280 个。

10) 法国 TE 公司 TSX 47-40, I/O 点数有 512 个; TSX 67-40, I/O 点数有 1024 个。

1.4.4 大型 PLC 典型特性

1. 大型 PLC 的典型特性

- 1) 至多有 2048 个 I/O 点数;
- 2) 8 位处理器或 16 位处理器;
- 3) 存储容量达 12K 步, 可扩展至 32K 步;
- 4) 数字 I/O 接口;

- 5) 本地和远程 I/O 接口;
- 6) 主控继电器 (MCR);
- 7) 定时器、计数器和移位寄存器 (TCS);
- 8) CRT 编程器;
- 9) 继电器置换和模拟控制;
- 10) 编程语言有梯形图或布尔语言;
- 11) 磁鼓定时器或顺序发生器;
- 12) 模拟 I/O 接口;
- 13) 功能模块与高级语言;
- 14) 跳转指令 JUMP;
- 15) 数学运算功能有加减乘除、平方根、双精度;
- 16) 扩充数据处理功能包括比较、数据转换、移动寄存器与文件、矩阵、块传送、二进制表、ASCII 码表;
- 17) 特殊功能 I/O 模块;
- 18) 一个或多个 RS-232 通信接口;
- 19) 局域网 (LAN);
- 20) 子程序与中断功能;
- 21) PID 模块或系统软件 PID;
- 22) 主机通信模块。

2. 属于大型 PLC 的外国产品型号

- 1) 美国 A-B 公司 PLC 2/80, I/O 点数有 1792 个;
- 2) 美国通用公司 GE-V (SG-8), I/O 点数有 2048 个;
- 3) 日本东芝公司 EX-100, I/O 点数有 1052 个;
- 4) 德国西门子公司 S5-115U, I/O 点数有 2048 个;
- 5) 美国莫迪康 Modicon 公司 984-680, I/O 点数有 2048 个;
- 6) 美国德州仪器公司 T1545, I/O 点数有 2048 个;
- 7) ABB 公司 MP-200, I/O 点数有 1300 个;
- 8) 日本富士电机公司 NS 系列, I/O 点数有 2048 个;
- 9) 法国 TE 公司 TSX 87/107-40, I/O 点数有 2048 个;
- 10) 日本三菱电机公司 A3N, I/O 点数有 2048 个, 可联网。

1.4.5 超大型 PLC 典型特性

1. 超大型 PLC 的典型特性

- 1) 可达到 8192 个及以上 I/O 点数;
- 2) 16 位处理器或 32 位处理器或多处理器;

- 3) 存储容量达 64KB, 可扩展至 1000KB;
- 4) 数字 I/O 接口;
- 5) 本地和远程 I/O 接口;
- 6) 主控继电器 (MCR);
- 7) 定时器、计数器和移位寄存器 (TCS);
- 8) CRT 编程器;
- 9) 继电器置换和模拟控制;
- 10) 编程语言有梯形图或布尔语言;
- 11) 磁鼓定时器或顺序发生器;
- 12) 模拟 I/O 接口;
- 13) 功能模块与高级语言;
- 14) 跳转指令 JUMP;
- 15) 数学运算功能有加减乘除、平方根、双精度、浮点、COS 函数;
- 16) 强大的数据处理功能包括比较、数据转换、移动寄存器与文件、矩阵、块传送、二进制表、ASCII 码表、LIFO (队列)、FIFO (队列);
- 17) 特殊功能 I/O 模块;
- 18) 两个或多个 RS-232 通信接口;
- 19) 局域网 (LAN);
- 20) 子程序与中断功能;
- 21) PID 模块或系统软件 PID;
- 22) 主机通信模块;
- 23) 远程模拟 I/O;
- 24) 远程特殊模块;
- 25) 机器诊断。

2. 属于超大型 PLC 的外国产品型号

- 1) 美国 A-B 公司 PLC 5/250, I/O 点数有 4096 个; PLC-3, I/O 点数有 8192 个。
- 2) 美国德州仪器公司 TI560/565, I/O 点数有 4096 个。
- 3) 日本富士电机公司 NJ 系列, I/O 点数有 1024 个, 可扩展到 8192 个。
- 4) 美国通用电气公司 GE-VIP, I/O 点数有 8192 个, 可扩展到 32000 个。
- 5) 德国西门子公司 S5-135U (有多处理器) 和 S5-150U, I/O 点数各有 8192 个; S5-155U, I/O 点数有 10000 个, 有多处理器。
- 6) 美国莫迪康 Modicon 公司 984-780, I/O 点数有 16384 个; 984B, I/O 点数有 16384 个。

1.5 模/数 (A/D) 转换器和数/模 (D/A) 转换器

在生产过程中, 除了电动机的起停、电磁阀

的开闭、按钮或开关的通断等一些开关量以外,还存在着温度、压力、流量、位移、速度、电压、电流等连续变化的量,它们在时间上和幅值上都是连续的,称为模拟量(Analog)。另外,将时间上和幅值上都离散(已经量化)的信号称为数字量(Digit)。

可编程序控制器(PLC)和电子计算机,只能对数字量进行运算和处理。如果输入量是模拟量,必须经过模/数(A/D)转换器,将模拟量转换为数字量,输入PLC或计算机。PLC或计算机按照预先编制的控制程序,对这些数字信息进行运算和处理,再经过输出通道去控制生产过程。对于控制对象是电动机或电磁阀的通断,直接输出开关量;对于控制对象是步进电动机的进给或数值的显示,需要输出数字量;对于控制对象是伺服电动机或晶闸管等执行机构,输出量必须是经过数/模(D/A)转换器变换后的模拟量。

图1.5-1是一个完整的可编程序控制器或计算机控制系统。

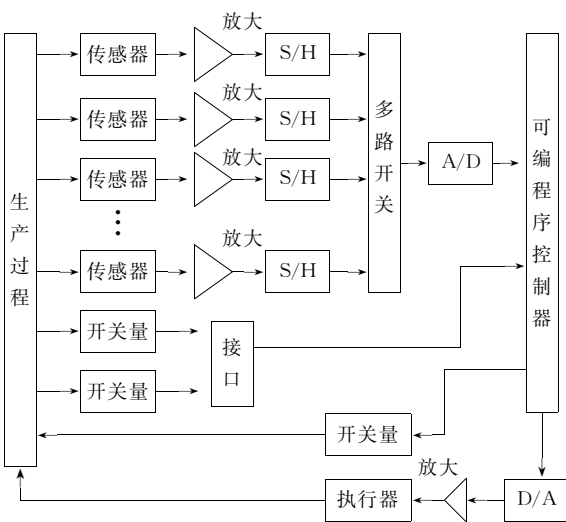


图 1.5-1 PLC 控制系统

1.5.1 模拟/数字(A/D)转换器

A/D转换器是将模拟量转换为数字量的器件。它是PLC或计算机完成温度、压力、流量、速度、位移、电流、电压等参数采集和检测的输入接口。

图1.5-1中的模拟通道部分,一般有下列4个环节。

1. 传感器

它可以将各种物理量转换成电量。例如热电偶或热电阻把温度转换为毫伏信号,应变片把力

的信号转换成电信号等。

2. 放大器

它将微弱信号放大为满足A/D需要的电平,提高转换精度,进行阻抗变换,使其匹配。

3. 采样/保持器(S/H)

在A/D进行转换期间,为了保持输入信号不变,需要应用采样/保持器。采样的时间由计算机控制,用电容器保持,它对系统的精度有影响。

4. 多路开关

在实时控制与实时数据处理系统中,为了能对多路信号进行检测又不用增加设备,一般采用多路切换的方法,用多路模拟开关轮流切换各个被测回路与A/D之间的通道,达到分时转换的目的。

常用的A/D转换器有双积分式A/D转换器等。

1.5.2 数字/模拟(D/A)转换器

D/A转换器是把数字量转换成模拟量的器件。它是PLC或计算机对外部实现控制的重要接口电路之一。按照转换的方式,可以分为串行D/A转换器和并行D/A转换器两种。

1. 串行D/A转换器

它将数字量转换成脉冲序列的数目,一个脉冲对应于数字量的一个单位,然后使每个脉冲变成单位模拟量,并将所有单位模拟量相加,就得到和数字量成正比的总的模拟量输出,实现了从数字量变成模拟量的转换。

2. 并行D/A转换器

它的转换速度快,只要位数足够多,精度也很高,转换时间只取决于转换器中电压或电流的建立时间和求和时间,一般是微秒数量级。它广泛应用于工业控制中。

由于大规模集成电路的迅速发展,已经生产出许多集成化的A/D和D/A转换器。许多可编程序控制器都配置有A/D和D/A转换器,供用户选用。

1.6 可编程序控制器的四种编程方法简介

1.6.1 调用子程序方法

PLC的工作原理是从上到下、由左往右地循环扫描程序,周而复始。对于复杂的控制系统,程

序的执行时间可能会超出主机的扫描周期,影响主机的正常工作。

对应于某一设备设计的某段子程序,以隐含的方式存放于存储器(RAM)中。当某个输入点的状态变化时,扫描程序调用相应的数据字,并由此去调用相应的子程序。这种调用子程序的方法,节约了主机的扫描时间,提高了主机的运行速度和处理数据的能力。

1.6.2 矩阵式编程方法

有些生产流程需要任意组合,采用矩阵式编程方法设计PLC控制程序,非常方便地实现流程的组合和控制。这适用于联锁顺序需要变化的场合。

在数学中,矩阵是由若干个按特定的行和列规定所排成的方阵。对PLC,矩阵是指多个寄存器的组合:以寄存器为行,以寄存器的位为列,组成PLC矩阵。

因为寄存器是16位,所以矩阵的列也是16。有的PLC,最多可允许256个寄存器同时做矩阵运算。

矩阵的每一个位都有一定的意义。首先,它代表某台设备,所有设备都按照流程的启动、停止顺序,由矩阵的低位向高位排列,每台设备只占用一个固定不变的位置。另外,设备的各种信息组成了各个矩阵,每个矩阵代表了所有设备的同一种信息,而一台设备的所有信息在各个矩阵中占据同一个位置。这个位置取决于设备排列顺序,例如某台定尺送料辊,按其设备顺序排列在第20位,在矩阵中就处于第2行第4列的点。因此,有关定尺送料辊的所有信息,在各个矩阵中都占据同一行和同一列的点。

在实际编程中,建立了多种矩阵,分别代表了流程的组成方式、设备状态及控制指令。要了解点地址与寄存器之间的关系,才能正确地建立各种矩阵。

矩阵式编程方法对PLC的要求是:矩阵运算指令丰富,运算长度长,并有足够的寄存器。例如GE S6 PLC有16KB寄存器,运算长度可达256个字,适于采用矩阵式编程方法。

1.6.3 步进式编程方法

利用PLC内部的逻辑功能指令,可使逻辑设计更加简单与合理。例如:应用移位寄存器指令(SFT)作步进工作的节拍发生器。

步进编程方法:

1) 根据工艺流程,以一个完整的动作为一步。

2) 选择步指令。步指令用于将完成一工步的那部分程序子程序化。步指令借助步逻辑条件(即移位寄存器相应位的状态),使程序按步执行,正确实现工艺流程。

3) 用移位寄存器指令(SFT)作步进节拍发生器。要正确使用逻辑条件,保证正确的时序效果。

4) 输出逻辑设计。输出逻辑设计分为两步以上复用输出(即两步以上对同一输出点进行的操作)和不复用输出两种。

5) 分支逻辑设计。它反映不同的加工零件需要采用不同的工艺,要求正确选用不同的逻辑条件。

步进程序的特点是:程序按步执行,只在一步之内存在相关信号的联锁关系。

步进编程方法可将逻辑设计分步进行,简化了逻辑的联锁关系,减少错误。另外,当需要改变工艺时,只需改动相应的程序段,对整个程序不会产生影响。

1.6.4 功能表图编程方法

功能表图(Function Chart)也称为状态转移图(State Transition Diagram)。它是描述控制系统的控制过程、功能和特性的一种图形,也是设计PLC顺序控制功能的工具。功能表图是在梯形图、控制系统流程图、指令(语句)表和高级语言之上的图形语言。它不涉及实现所描述的控制功能的具体技术。

用顺序控制方式来编制PLC的梯形图程序时,将系统的工作过程分解成若干个清晰的连续的阶段,这些阶段称为“步”或“状态”。步与步之间由“转换(Transition)分隔。相邻的步具有不同的“动作”(Action)。当相邻两步之间的转换条件得到满足时,就实现了转换,表示上一步活动结束而开始进行下一步活动,不会产生步的活动重叠。一个步可以是动作的开始、持续或结束。一个工作过程分步越多,描述工艺流程就越精确。图1.6-1是功能表图的一个实例,它包含了选择序列、并行序列、跳步、循环次数的控制等基本环节。图1.6-2是图1.6-1对应的梯形图。其具体表示方法介绍如下:

1) 各步用方框表示,方框内是步的编号。与控制过程的初始状态相对应的步称为初始步,初

始步表示操作开始，它用双方框表示。每个功能表图至少应有一个初始步。

转换旁边标注的是转换条件。当系统处于某一步时，该步称为活动步，驱动对应的负载。步的活动状态按有向连线所指的方向先后顺序出现。

4) 两个步不能直接相连，需要用“转换”隔离。两个“转换”也不能直接连接，需要一个步隔开。

5) 步的活动状态的变化规则：当某一转换的前级步是活动的，并且相应的转换条件得到满足，则转换得到实现；如果该转换的前级步变为不活动的，则后续步变为活动的。

6) 几个序列合并到一个公共序列时，用与需要重新组合的序列数量相同的转换符号和水平连线来表示。转换符号只允许标在水平连线之上。

7) 可使用子步的概念。某一步可以包含一系列子步和转移，它可以表示整个系统的一个完整的子功能。应用子步可以减少错误。

在梯形图中，代表步的辅助继电器接通时，相应的步处于活动状态。断开时则变为不活动状态。用置位 (S) 和复位 (R) 指令非常容易实现对这些辅助继电器的控制。

一些 PLC 主要生产厂家，例如法国 TE 公司、德国西门子公司、美国 A-B 公司、日本三菱和富士电机公司等，他们的 PLC 产品都具有用功能表图编程的功能。其中，西门子公司有 GRAPH 5，TE 公司有 GRAFCET，都是用来描述控制系统的功能表图。

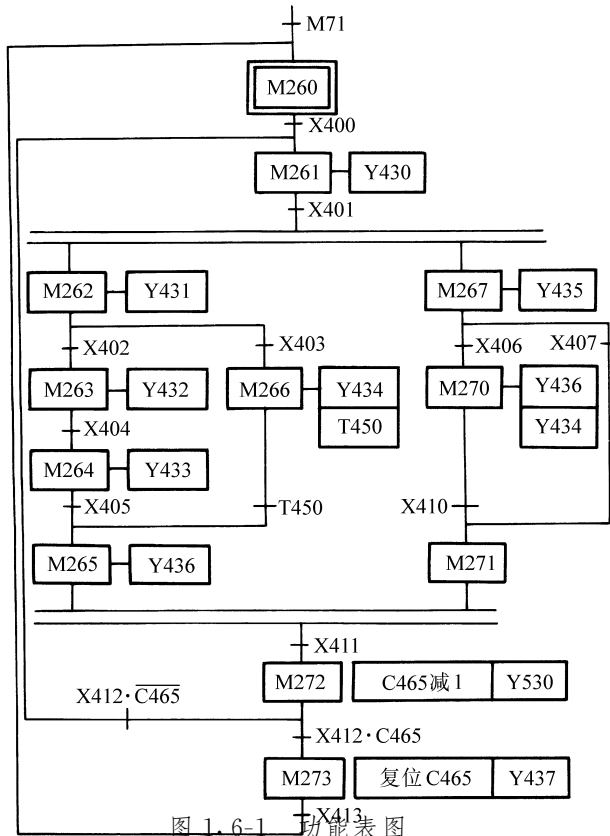


图 1.6-1 功能表图

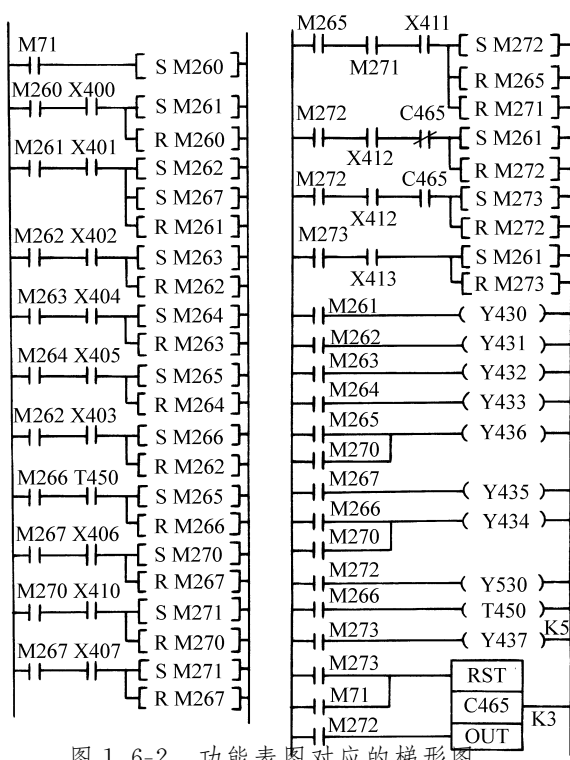


图 1.6-2 功能表图对应的梯形图

2) 代表步的方框之间用有向连线连接。如果有向连线的方向是从上到下或从左至右，则可以省略表示方向的箭头。

3) 有向连线上与它垂直的短线称为“转换”，

1.7 可编程序控制器主要性能指标的分析

PLC 的性能指标很多，但最主要的性能指标有以下五个：CPU 类型、存储器容量、扫描速度、编程语言和 I/O 点数。

1.7.1 存储器容量

PLC 系统的存储器是由两部分组成的，即存放程序及其所需数据的存储器。前者多由 EPROM 组成，后者用 RAM 构成。存放系统程序的存储器 (ROM) 在机器形成时由生产厂家已将程序写入，用户无法改变也不能访问。它们的容量大小也都已确定，不再变动。后者是随用户生产复杂情况而变的。生产厂家在生产机器时，已按照机器型号的大小而设置了一定存储容量的存储器，一般小型机的存储容量为 1kB 到几千字节，大型机存储容量为几十千字节，甚至到 1~

2MB，用户可以根据应用机器的场所所需存储容量作为选择机型的一个条件。为此，用户必须根据生产特点而预估所需存储容量，并以此去选择机型。用户程序（包括有关数据存放所需的存储器）容量大小主要决定于被控对象的控制复杂性。所谓控制复杂性主要表现在控制量的多少和完成控制的难易。如果把一般逻辑控制认为“易”，那么，控制过程中的数字运算、模拟量的处理等就可以认为是“难”。这里难易只不过是一个借用词，实质是需要的存储容量的多少。

1. 逻辑控制

在一般的逻辑控制系统中，计算所需内存量的根据是逻辑变量输入、输出点数，经验计算公式是：

$$\text{所需内存字数} = \text{逻辑变量数} \times 10$$

逻辑变量数即输入点数和输出点数之和。

2. 模拟量的控制

由于对模拟量的处理都是经过 A/D 转换后的数字量来进行的，而任何一个模拟量都需要用一个或几个字节的数字量来表示，因此就要用数字传送和数字运算指令组。一般情况下，这些指令组的内存利用率是比较低的，所以所占内存数要增多。

在只有模拟量输入的系统，当然首先是对模拟量进行读入、数字滤波，它进入机器后，一般只有传送与比较一类的运算，因此内存占用量相对较少。在模拟量输入、输出同时存在时，除上述数据处理内容外，一般还要进行一些较为复杂的运算。这时多数情况是闭环控制，内存需求量相对要大些。为此在估算内存需求量时，常把这两种情况区分开来。下面给出参考经验计算公式。

只有模拟量输入时：

$$\text{所需内存字数} = \text{模拟量路数} \times 120$$

在模拟量输入、输出同时存在时：

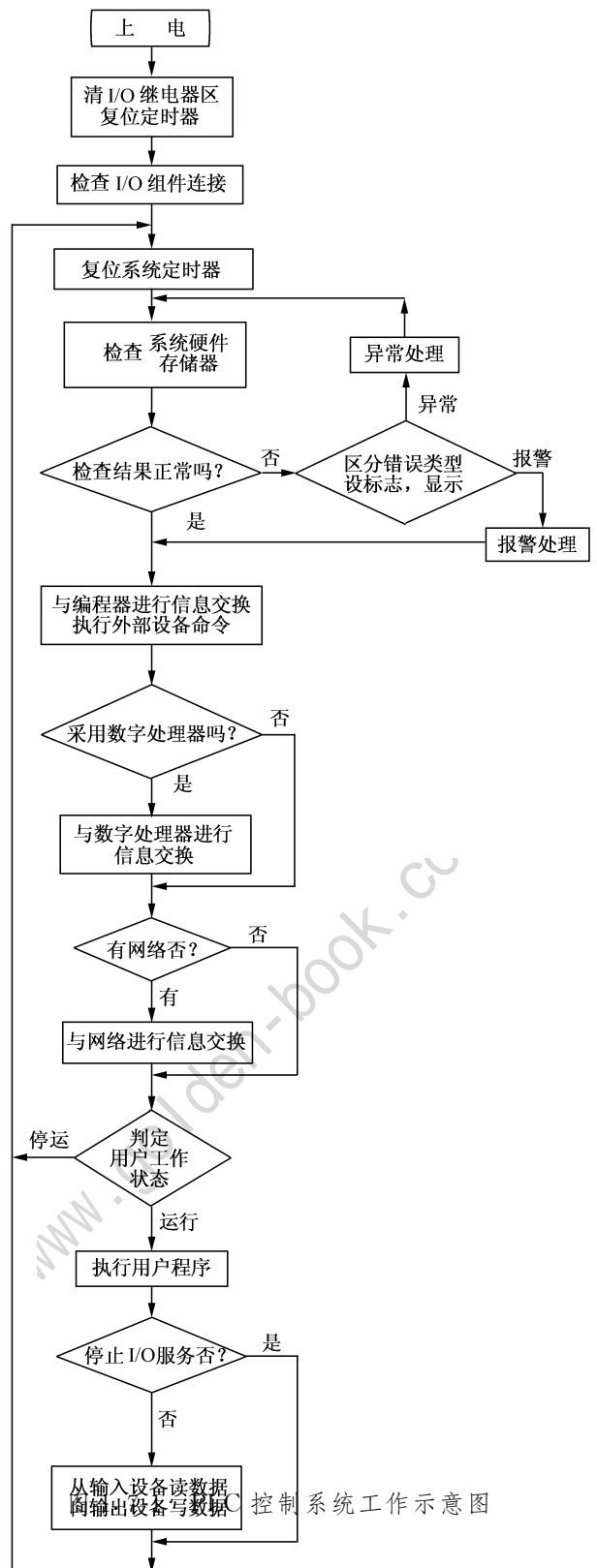
$$\text{所需内存字数} = \text{模拟量路数} \times 250$$

上述路数一般是以 10 路模拟量为标准考虑的，当路数小于 10 路时所需内存容量要大点，反之则小一些。

所需内存量还和程序结构有关，当采用子程序结构或块式结构时，有些程序可以采用多次调用的方式，因此内存量可以大为减少，特别是在模拟量路数较多，输入转换、数字滤波或各路的数据处理基本相同时，内存需求量都会有明显的减少。

1.7.2 扫描速度

PLC 可被看成是在系统软件支持下的一种扫描设备。它一直在周而复始地循环扫描并执行由系统软件规定好的任务。图 1.7-1 为 PLC 在启动之后进行的主要工作内容。我们定义从扫描过程中的一点开始，顺序扫描后又回到该点的过程



称为一个周期。

从图 1.7-1 可以看出, 用户程序只是扫描周期的一个组成部分, 用户程序不运行时, PLC 也在扫描, 只不过在一个周期中删除了用户程序和输入输出服务这两部分任务。典型的 PLC 在一个周期中完成六个扫描过程。

1. 自监视扫描过程

为保证设备的可靠性, 及时反映所出现故障, PLC 都具有自监视功能。自监视功能主要由时间监视器 (Watchdog Timer——WDT) 完成。WDT 是一个硬件定时器。该定时器有一个设定值, 扫描周期开始前定时器复位, 然后开始计时。如果复位前, 扫描时间超过 WDT 的设定时间, CPU 将停止运行, 复位输入输出, 并给出报警信号, 这种故障称为 WDT 故障。WDT 故障可能由 CPU 硬件引起, 也可能由用户程序执行时间太长, 使扫描周期时间超过 WDT 的设定时间而引起。用编程器可以清掉 WDT 故障。一般机器给 WDT 的设定值在 100~200ms。在有些 PLC 中, 用户可以对 WDT 时间进行修改, 修改方法在说明书上查阅。

2. 与编程器进行信息交换的扫描过程

在 PLC 中, 用户程序是通过编程器写入的。调试过程中, 用户也可通过编程器进行在线监视和修改。在这一扫描过程中, CPU 把总线权交给编程器, 自己变成为被动状态。当编程器完成处理工作或达到信息交换所规定的时间, CPU 重新得到总线权, 并恢复到主动状态。

在此过程中, 用户可以利用编程器修改内存程序、读 CPU 状态、封锁或开放输入输出、对逻辑变量和数字量进行读写。

3. 与数字处理器进行信息交换的过程

当配有数字处理器时, 一个扫描周期中才包含了这一过程。该过程主要是数学处理器同 CPU 进行信息交换。

4. 与网络进行通信的扫描过程

一般小型系统没有这一扫描过程, 配有网络的 PLC 系统才有通信扫描过程, 这一过程用于 PLC 之间以及 PLC 与上位计算机或一些终端设备之间。

5. 用户程序扫描过程

机器处于正常运行状态下, 每一扫描周期内都包含该扫描过程。该过程在机器运行中是否执行是可控的。随用户程序的长短, 这个过程所用时间也是变化的。

6. 输入输出服务扫描过程

机器在正常运行状态下, 每一扫描周期内都包含这个扫描过程。该过程在机器运行中是否执行是可控的。CPU 在处理用户程序时, 使用的输入值不是直接从实际输入点读得的, 运算的结果也不直接送到实际输出点, 而是在内存中设置了两个暂存区, 一个为输入暂存区, 另一个为输出暂存区。用户程序中所用的输入值是输入状态暂存区的值, 运算结果放在输出状态暂存区中。在输入服务扫描过程中, CPU 把实际输入点的状态读入到输入状态暂存区; 在输出服务扫描过程中, CPU 把输出状态暂存区的值传送到实际输出点。

为了现场调试方便, PLC 具有输入输出控制功能, 用户可以通过编程器封锁或开放输入输出。封锁输入输出就是关闭输入输出服务扫描过程。

从以上对扫描周期的分析可知, 扫描周期基本上由三部分组成, 即保证系统正常运行的公共操作、系统与外部设备信息的交换和用户程序的执行。第一部分的扫描时间基本上是固定的, 随机器类型而有所不同。第二部分并不是每个系统或系统的每次扫描都有的, 占用的扫描时间也是变化的。第三部分随控制对象工艺复杂性决定的用户控制而变化。因此这部分占用的扫描时间不仅对不同系统其长短不同, 而且对同一系统的不同时间也占用着不同的扫描时间。所以系统扫描周期的长短, 除了因是否运行用户程序而有较大的差别外, 在运行用户程序时也不是完全固定不变的, 这是因为执行程序中, 随变量状态的不同, 一部分程序段可能不执行而形成的。用户程序的扫描时间主要由 CPU 的运算速度和程序的长短来决定。CPU 的运算速度由系统硬件和系统软件决定, 通常用执行 1k 字程序所需时间长短来衡量。由于程序中所用语句的复杂程度不同, 执行 1k 字程序所需的时间差异很大, 厂家应给出每条语句所用的时间, 或简单地给出执行 1k 字逻辑运算程序所需时间和 1k 字数字运算程序所需的时间。目前比较慢的为 2.2ms/1k 字逻辑运算程序, 60ms/1k 字数字运算程序; 较快的为 1ms/1k 字逻辑运算程序, 10ms/1k 字数字运算程序, 目前最快的为 0.75ms/1k 字逻辑运算程序。

为了保证生产系统正常运行, 必须做到最长的扫描周期小于系统电器改变状态的时间。实际上扫描周期是不固定的, 正因为这一点, 给机器实现某些控制带来一些困难。

1.7.3 编程语言

PLC 语言与计算机语言差异较大。它既不同于高级语言，也不同于汇编语言。但 PLC 语言面向一般工程技术人员，应用场合是工业过程。所以编程语言要满足易于编写和易于调试两方面的要求。目前还未发现不同的 PLC 产品其 PLC 的编程语言是互相兼容的。最常用的编程语言有语句表和梯形图。语句表表示法最接近于机器内部的控制程序，因此更适合在简单的编程器上使用。梯形图表示法很近似于继电-接触器系统电气控制原理图，因此它很容易被一般的电气设计人员接受。除上述两种编程语言外，还有一些例如控制系统流程图、逻辑方程式、布尔编程表达式以及高级语言等。采用何种语言，用户可以根据具体情况加以选择。

各厂家产品的主要差异表现在指令的表达方式和指令的完整性上。下面要讨论的内容不在指令本身，而目的在于使读者熟悉 PLC 的指令功能。因此不针对任何一个厂家的产品，也不是介绍某一型号产品的全部指令。根据 PLC 历史发展情况，可以把它的指令组分为两类：

1. 基本指令

它们是各种类型 PLC 都有的，主要是一些逻辑处理指令。

(1) 基本输入、输出指令 基本输入 LD (LOAD)。起始输入即在每条逻辑线或逻辑块开始时用它取入第一项信息的状态。

基本输出 OUT，将处理信息指向输出点。

(2) 基本逻辑运算指令 包括与 (AND)、或 (OR) 和非 (NOT) 等。

(3) 无操作与结束指令 无操作 (NOP) 是一条指令，但对系统不做任何运算与操作。

结束指令 (END) 表示程序段的结束。在 PLC 中，这一条指令是比较重要的，系统在执行用户程序中只有见到结束指令才按照巡回扫描的规定顺序扫描，否则将按照程序地址顺序继续执行而发生错误。这一点在有子程序的用户程序中甚为明显。

图 1.7-2 中画出用户程序在存储器中的存放情况。由图可以看出，子程序是按顺序排列在主程序之后的，中间就是主程序的结束指令。在程序被执行中，若见到 END，则表示结束；否则顺序执行各子程序。显然，这将造成错误。

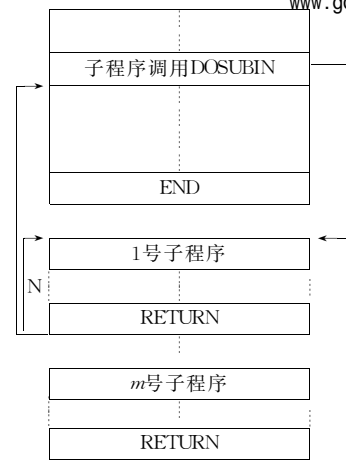
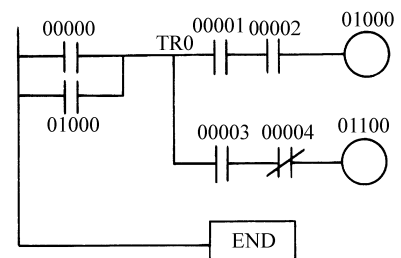


图 1.7-2 子程序调用图

(4) 控制指令 如暂存继电器指令 (TR)、分支/分支结束指令 (IL/ILC)、转移指令 (JMP) 等。

具有基本指令的机器就可以完成基本操作而工作了，例如图 1.7-3 中，其程序也列出来了。

梯形图



程序

地址	助记符	数据
0000	LD	00000
0001	OR	01000
0002	OUT	TR0
0003	AND	00001
0004	AND	00002
0005	OUT	01000
0006	LD	TR0
0007	AND	00003
0008	AND NOT	00004
0009	OUT	01100
0010	END	

图 1.7-3 控制系统梯形图

2. 扩展指令

可编程控制器由开始的可编程逻辑控制器很快扩展了它的功能，有了数字运算的能力，模拟量的处理能力，通信联网的能力以及控制上的中断、子程序调用以及其他一些特殊的功能，因此它的指令系统也逐渐丰富起来。

(1) 数据移位指令

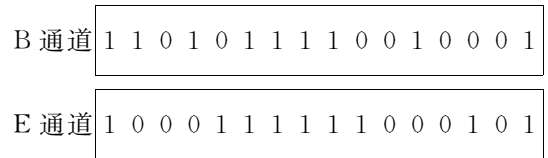
1) 几个通道内的数据同时左移一位或右移一位的指令，如图 1.7-4 所示。

2) 算术左右移及循环右移、循环左移等，这是在一个通道中发生的数据移位的指令，如图 1.7-5 所示。

3) 数据左移、数据右移、字移位：有的机器在移位指令方面开发较详细，针对 PLC 经常用 BCD 码开发出通道间以 4 位或 16 位为单位的数据移位。

例如，数据左移：假设只有 B、E 两个通道内的

数据进行左移，执行左移指令之前两个通道的数据分别是：B 通道是“D791”，E 通道为“8FC5”，具体各位是：



执行指令，则以每 4 位为单位集体左移，对 B 通道最低的 4 位无数移入，则为 0。相应的 E 通道最高的 4 位数移出 E 通道则不保持，自动消失。所以指令执行设备通道的情况是：

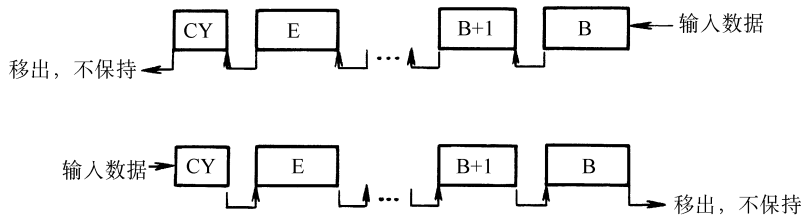


图 1.7-4 几个通道内的数据移位

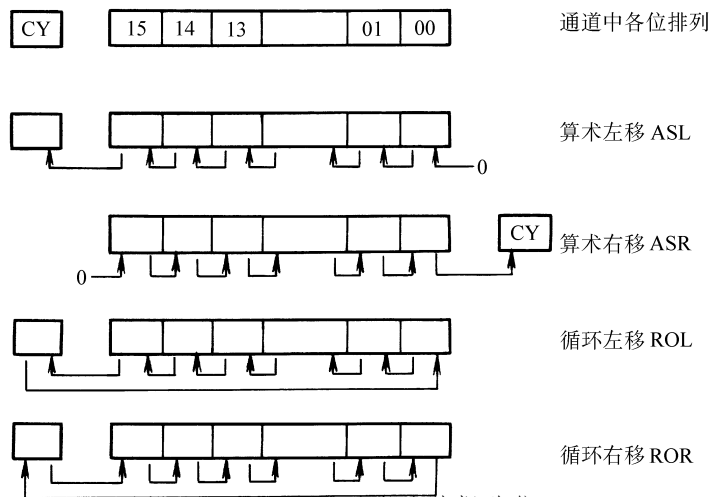
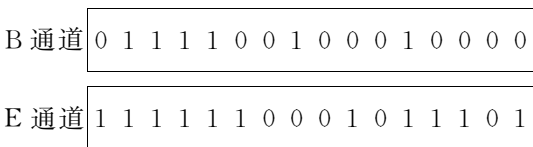


图 1.7-5 一个通道内的数据移位



即 B 通道为 7910，E 通道为 FC5D。

(2) 数据传送指令 例如，将一个通道中的数据传送到另一个通道的“传送指令”；将一个通道中的数据求“反”后传送到另一个指定通道的“传送非”指令；将同一数据传送到相邻的几个通道的“多通道置数”指令；相邻多通道的数据同时传送到另外几个通道内的“多通道传送”指令；将数据的指定位传送到另一个指定位的“位传送”指令、“数据传送”指令；将两个通道中的数据交换的“交换”指令等。

(3) 数字运算指令 由于数字量的处理工作

频繁，因此这方面的指令开发得也较为详尽。例如二进制和二十进制数的四则运算、二进制和二十进制间的数据转换、多字节数据的四则运算、数据或数据块的比较以及求平方根等专门指令。

(4) 逻辑运算指令 实现按通道字为单位的逻辑运算，如通道字求“反”，二通道字的逻辑“与”、逻辑“或”、“异或”、“异或非”等。

(5) 扩展的控制指令 如子程序调用、中断输入、步进指令（指每个扫描周期执行一步的指令）、通信指令、I/O 刷新指令、暂停 I/O 服务及定区 I/O 服务指令等。其中暂停 I/O 服务指令给调试程序带来极大方便，它将控制器与现场隔开，而免除拆除接线或切除外部电源。同样定区 I/O 服务除了在调试阶段可以实现对现场特定设备进行调试外，还可以用它来提高系统对现场信号的

快速反映。这是由于在执行定区 I/O 服务指令时, CPU 立即对指定的输入输出区间进行读写而不需要到一个周期完成之后, 故提高了速度, 提高中断指令的效果。

不同厂家生产的不同型号的 PLC, 其扩展深度是不尽相同的, 有些在逻辑指令方面开发得较细, 而有的在数字运算指令方面开发较细, 还有些在控制指令方面开发较强, 这些差异不论是在指令的表达方式上还是在指令的完整性方面虽然给选用者带来一定的不方便, 但是也给用户可以根据不同用途而选用开发较好的机型创造了条件。

1.7.4 可扩展性

PLC 本身的发展就是建立在扩展性基础上的。由只处理开关量的可编程序逻辑控制器扩大了功能而形成现在的可编程序控制器。

1. 控制容量的扩展

PLC 的控制容量大小主要表现在它的输入输出点数的多少。目前大型机的输入输出点数可达 16K 点。我们知道影响 I/O 点数的增加是可插放模块的槽数, 即机架的大小与多少, 和每条指令的执行时间。目前 PLC 采用的框架结构, 除了 CPU 模块所在的基本机架外, 均可连接几个扩展机架, 如果我们能够扩大可以连接的机架数, 或者扩大每个机架可以插放的模块数, 则都可以扩大输入输出点数。随着电子器件集成度的提高, 增加每块模块的输入或输出点数的可能性也是十分可能的。

2. 存储容量的扩展

存储器容量的大小直接影响机器对复杂生产过程的控制。目前小型机只有 1k 字的存储容量, 而大型机的存储器容量可达 1M 字, 另外还可以有 2M 字的硬盘, 可见相差悬殊之大。硬盘的使用为 PLC 扩大存储容量创造了条件。

3. 控制区域的扩展

鉴于应用领域的扩大, 对控制系统的要求也在提高, 一方面要求能够适应遍布整个厂区不同设备控制的需要, 另一方面要求减少系统的危险性。所以基于分散控制的 PLC 系统将得到进一步发展, 各公司的 PLC 的 I/O 机架的分散扩展、远程 I/O 单元的发展、光缆传输的利用以及将分散后的多台 PLC 的联网, 必将控制区进一步扩大, 并提高其工作的可靠性。

4. 特殊模块及智能模块的开发将进一步扩

展 PLC 的功能

专用模块的开发不仅扩大了 PLC 系统的控制功能, 而且将进一步提高控制质量与可靠性。

1.7.5 输入/输出 (I/O) 响应时间

在由 PLC 组成的控制系统中, 当输入信号发生变化时, 必将引起有关输出信号的变化。我们定义: 从 PLC 系统的某一输入信号变化开始到系统有关输出端信号的改变所需的时间称为 I/O 响应时间, 如图 1.7-6 所示。

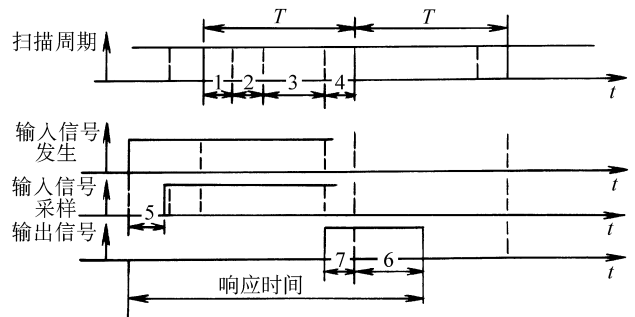


图 1.7-6 I/O 响应时间分析图

T: 扫描周期

- 1—公共部分扫描时间 2—外设扫描时间
- 3—用户程序执行时间 4—I/O 扫描时间
- 5—输入延迟时间, 指输入信号变化开始到 CPU 可以读入的时间
- 6—输出延迟时间, 指输出数据由输出映像区送至外部设备开始至数据在外部设备稳定的时间
- 7—输出时间, 指数据由输出映像区输出的时间

由图可以看出, 外界信息必须在前一个扫描周期的 I/O 扫描阶段之前准备好, 在机器内经历一个扫描周期的时间, 在本扫描周期的 I/O 扫描阶段输出给外部设备。这是系统必须有的响应时间。输入信号的出现有一定随机性, 因此表示输入延迟时间的长短有一定伸缩性, 在这一阶段时间间隔中, 信号的稳定时间是随输入端硬件参数而定的, 在机器输入模板选定之后, 它是一个常数, 该时间间隔中, 由信号出现的早晚及 CPU 在 I/O 扫描阶段读入该信号的早晚所占用的时间是随机的。输出延迟时间 6 是随外部设备接口参数而定的, 系统确定之后, 它也是一个常数。由上所述 I/O 响应时间最短的时间必须有一个扫描周期、一个输出延迟时间和大约一个 I/O 扫描阶段的时间。最后一项主要是它受具体读入时间的影响, 它可能略小于 I/O 扫描时间 (或 I/O 扫描时间加上输入信号的稳定时间), 粗略估计, 可以认为是 I/O 扫描时间。

那末，输入信号的出现在哪种情况下将使 I/O 响应时间最大呢？假设输入信号的出现是在前一个 I/O 扫描阶段 CPU 读取该信号时，它已出现，但尚未达到稳定状态，因而未能读入。这样，

这个输入信息就要在本扫描周期的 I/O 扫描阶段才能读入，因此 I/O 响应时间的最大值大约是二个扫描周期，一个输出延迟时间和大约一个 I/O 扫描阶段的时间，如图 1.7-7 所示。

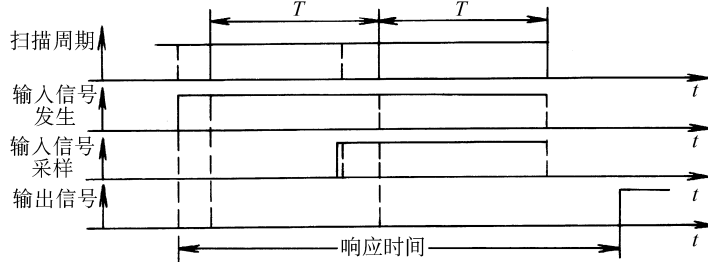


图 1.7-7 最大 I/O 响应时间图

1.7.6 输入/输出 (I/O) 总点数

它也就是 I/O 的能力，即输入或输出的点数总数量。PLC 产品不同，I/O 能力也不同。一般小型 PLC 在 128 点以下（无模拟量），中型 PLC

为 128~1024 点（模拟量为 64~128 路），而大型机为 1024 点以上（模拟量为 128~512 路）。

表 1.7-1、表 1.7-2、表 1.7-3 列出了常见的国外 PLC 的基本技术指标。

表 1.7-1 美国部分 PLC 的基本技术指标

公司名	PLC 型号	CPU 类型	编程语言	用户存储器容量 (16 位)	扫描速度 / (ms/k 字)	I/O 总数
艾伦-布 拉德利 (A-B) 公司	SLC-100	8031	梯形图	885B	25	112
	PLC-2	Z80A		1KB	22	128
	PLC-2/20	AMD2900		8KB	5	2688
	PLC-3	AMD2900		2MB	2.5	8096
通用电气 (GE) 公司	GE- I	Z80A	梯形图助记符	1.7KB		112
	GE- I /J			700B	40	64/96
	GE- I /P			1.7KB	12	168
	GE- III	Z80A	GE BASIC	4KB	12	400
	GE- VI	AMD	命令 语句	32KB	1	4000
德州仪器 (TI) 公司	5T1	非微机	梯形图助记符	4KB	8.3	512
	TI100			1KB	5	128
	510	6512		256B		40
	560/565			256KB	2.2	8192
	PM550	TMS9900		7KB	8.3	512
哥德公司	MICRO84	AMD290	梯形图命令语句	2KB	40	112
	484			8KB	10	512
	884			8KB	25	1024
	984			16KB	0.75	2048
	584L			128KB	15	8192
	0085			1KB	6	120
	0185			3.5KB	2	512
西屋公司	NUMA-LOGIC	8×300	梯形图			
	PC-100			320B	24	80
	PC-110			1KB	20	112
	PC-700			8KB	8	512
	HPPC-1500			AMD2900	64KB	1
HPPC-1700	AMD	224KB	1	8192		

表 1.7-2 日本部分 PLC 的基本技术指标

公司名	PLC 型号	CPU 类型	编程语言	用户存储器容量	扫描速度 / (ms/k 字)	I/O 总数	
东芝公司	EX250	8051	命令语句或梯形图	4KB	3.5	256	
	EX500			8KB	2.9	512	
	EX20			5KB	60	40	
	EX40			1KB	60	80	
	EX40H			182KB	3.5	120	
三菱电机公司	F12R	8049	命令语句或梯形图	320B	4.5	32	
	F20M			320B	4.5	40	
	F40M			890B	4.5	80	
	K0J	8085A2		2KB	5.6	188	
	K2	8085A2		4KB	5.6	512	
	K3	8085A2		16KB	1	2084	
	富士电机公司	FUGILOG		8085	命令语句或梯形图	320B	8ms/320 字
MTmicro		1KB	20			112	
MTmimimk		4KB	12ms/4k 字			1024	
MICREX-F		8KB	1 μ s/命令			512	
欧姆龙公司	OMRON	M6809	梯形图	1194 个地址	10 μ s/地址	140	
	SYSMAC			8KB	5~10 μ s/地址	256	
	-C20			16KB	5~10 μ s/地址	256	
	-C120						
	-C250						
	-C500			M6809	24KB	2.5~5ms/地址	512
	-C2000			M68000	30.8KB		2048

表 1.7-3 德国部分 PLC 的基本技术指标

公司名	PLC 型号	CPU 类型	编程语言	用户存储器容量 (16 位)	扫描速度 / (ms/k 字)	I/O 总数	
						数字量	模拟量
西门子公司	S5-150U	AMD2900	语句表、梯形图及控制系统流程图	{ 96k 位 48k 语句	2.1	4096	192
	S5-135U	8031		{ 64k 位 32k 语句	1.3	4096	192
	S5-115U	8051		{ 48k 位 24k 语句	1.6	1024	64
	S5-100U	8051		{ 4k 位 2k 语句	7	256	16
	S5-101U	8051		{ 2k 位 1k 语句	30	40/20	—

1.8 可编程序控制器选用方法和应用系统的总体设计

PLC 应用系统的总体设计, 主要涉及到 PLC 的选型和 PLC 软件的编制。电气技术人员要与工艺技术人员和机械技术人员合作, 详细了解设备生产工艺的具体要求和机械设备的技术性能, 选用合适的 PLC 和编制出质量高的软件, 满足生产设备的工艺要求。当然, 在选用时, 也可向 PLC 生产厂商咨询, 选用那些既能满足生产设备的工

艺要求, 又有高的性能价格比的 PLC; 选用那些有扩展前景及售后技术服务良好的 PLC 及厂商。对于软件方面, 可以自己编制, 也可以委托软件开发公司编制, 对于那些复杂的工艺要求或需要网络通信控制系统, 如果自己的技术力量不够, 委托有关公司或厂商开发软件, 不失为一个好办法。

1.8.1 可编程序控制器选型的一般考虑

1. 确定控制对象和控制范围

在应用 PLC 时, 首先要详细分析被控对象、控制过程与要求, 了解工艺流程后列出控制系统

的所有功能和指标要求，与继电器—接触器控制系统和工业控制计算机进行比较后加以选择。如果控制对象的工业环境较差，而安全性、可靠性要求特别高，系统工艺复杂，输入输出以开关量为多，而用常规的继电器—接触器控制难以实现，工艺流程又要经常变动的对象和现场，用 PLC 进行控制是合适的。

提高产品产量，保证生产安全，增强生产工艺的灵活性，改善信息管理等均可作为控制对象的目标。必须根据应用目标，来确定 PLC 的选型。如果以提高产品产量和安全生产为目标，则把可靠性放在首位，甚至可构成冗余控制系统。如果要求改善信息管理，则把 PLC 与上位计算机的通信能力作为选择的依据。

2. 选择机型

一般来说，各生产厂家的产品在可靠性上都是过关的，机型的选择主要是指在功能上如何满足自己需要，而不浪费机器容量。

在选择机型前，用户首先要对控制对象进行下列估计：

- 1) 有多少个开关量输入，电压分别为多少；
- 2) 有多少个开关量输出，输出功率为多少；
- 3) 有多少模拟量输入输出点；
- 4) 是否有特殊控制要求，如高速计数器等；
- 5) 机房与现场的最远距离为多少；
- 6) 现场对 PLC 的响应速度有何要求；

这里所讲的实时响应性主要是指 PLC 的扫描速度。要求实时处理现场信号的场合，扫描速度将成为选择的依据。

影响 PLC 响应时间的因素有输入信息时间、中央处理机解读用户逻辑网络时间和输出信息时间。一般厂家都给出中央处理机解读用户逻辑网络扫描时间，并作为技术指标衡量机器性能，一般都在 10ms/1KB 左右。

PLC 的实时响应性还将受到系统中速度最慢设备的限制，与上位机的通信也将增加服务时间。

7) 内存估计：

用户程序所需的内存量受下述四个因素的影响：

- ① 内存利用率；
- ② 开关量输入输出的点数；
- ③ 模拟量输入输出的点数；
- ④ 程序编写者的编程水平。

在编程器上用图形编辑的程序，最后是以机

器语言的形式存放于内存中。同样的图形、不同厂家的产品，在把图形变成机器语言存放时所需的内存量不同。我们把一个图形中的触点数与存放该图形所代表的机器语言时所需的内存字数的比值称为内存利用率。它与产品品种和编程水平有关。

8) I/O 模块配置及系统电源容量校验：模块确定后，要根据每个模块各支路同时工作，即系统最大可能工作需要的电流数来校核电源容量，当各机架负载不匀时，亦可将模块的配置予以适当调整。

3. 编制程序

编程时，首先要合理划分模块，其次是合理利用指令，严格注意信息名称定义。最后经过单块调试，软硬件联调与系统总调。程序必须经过一段时间的运行考验，才可以投入实际现场工作。

PLC 控制系统软件设计的主要内容：

1) 存储器（包括 RAM 和 ROM）空间的分配。它与开关量 I/O 点数、模拟量 I/O 点数、内存利用率和程序编写者的编程水平有关。

- 2) 专用寄存器的确定。
- 3) 系统初始化程序的设计。
- 4) 各功能块子程序的编制。
- 5) 主程序的编制及调试。
- 6) 故障应急措施。
- 7) 其他辅助程序的设计。

8) 如果有通信网络，还需通信网络有关程序的设计。

1.8.2 可编程序控制器控制系统的类型

用 PLC 构成的控制系统按其应用特点可分为三种类型：单体控制的小系统、慢过程控制的大系统和实时控制的快速系统。下面分别讨论这三种应用在总体设计时所应遵循的基本原则。

1. 单体控制的小系统

此类系统一般使用一台 PLC 就能完成控制功能，控制对象常常是一台设备，或几台设备中的一个功能。

单体控制的小系统中，没有 PLC 间的通信问题，但有时要求功能齐全，容量变化大，有些还要与原系统的其他机型连接。因此，也要从几个方面加以考虑。

1) 设备集中，待驱动设备的功率小，如机床或铸造车间等。这时需要选用局部式结构，且选用低电压、高密度输入输出模块。

2) 设备分散,待驱动设备的功率大,如料场等。这时应选用离散式结构,且选用高电压、低密度输入输出模块。

3) 设备有专门要求,如飞剪控制。这时输入输出容量不是关键参数,重要的是选择功能强、满足控制速度要求的高速计数器。

4) 有时,虽然手册给出的输入输出容量很大,比如 16KB,但 PLC 还要受到其他方面的限制,如内存的大小等等。在点数特别多的情况下,配置网络会增加费用,可以考虑使用多台 PLC 控制。但在功能分隔时,选择信息交换少的界面,然后用输入输出点来完成 PLC 间的信息交换,实际上这是一种方便可靠的方案。

2. 慢过程控制的大系统

这种系统可分为两大类:一类是大型料场、高炉、码头、大型车间信号控制等;另一类是大型热连续轧钢厂、冷连续轧钢厂等主令控制系统。

第一种设备本身对运行速度要求不高,但设备距离远,控制动作多,一般达到 1 万个控制点以上。

第二种设备本身对运行速度要求高,但主令部分(也就是对所有直流电动机、交流电动机及供油供风系统部分)所要求的响应速度并不高,因此,这里把这一种也归属为慢过程控制的大系统。

慢过程控制的大系统的特点是,设备对运行速度要求不高或系统中某一部分对运行速度要求不高,但设备间有联锁关系,所有设备都要统一管理。这样的系统应选用低速网和中小型机。

由于系统采用插件式模块结构,PLC 的价格是由输入输出模块的多少和智能模块的多少来决定的。一般估价是根据点数多少而不是机型。对同一种机型来说,点数少时则价格便宜,而点数多时则价格高。在决定使用网络后,就不必也不应该选用大型机。大型机虽然容量大,但编程和调试都不方便,一旦发生故障,影响面也大。

选用中小型 PLC,每一台 PLC 控制一台单体设备,功能简化,编程与调试容易,发生故障时影响面小,容易查找。例如,上海宝钢的冷连轧厂和热连轧厂以及武钢的薄板冷轧厂都采用此类系统结构,所用的 PLC 台数多了一些,但编程省时,调试方便,故障影响面小,从总体上看是合理的。

产品开发比较完善的厂家都能提供高速网和低速网两种产品,一般低速网为 19.2k bit/s,高速网为 10M bit/s。慢过程选用低速网就能满足要

求。这样就不必去选用价格昂贵的高速网。

3. 实时控制的快速系统

随着 PLC 在工业领域应用的不断扩大,在中小型快速系统中,PLC 不仅完成逻辑控制和主令控制,而且逐步进入了设备的控制级,如高速线材、中低速热连轧等速度控制系统逐渐由 PLC 来实现。

构成该类系统就要考虑选用输入容量大、运行速度快、计算功能强的大型机,但在上述控制系统中,即使选用了大型机,一台 PLC 也难以满足控制要求。这时,多台 PLC 间的信息交换和系统快速响应就成了一对尖锐的矛盾。

解决这种矛盾的办法有两种。一是选用高速网,可靠的高速网能满足信息快速交换这一要求,但网络都是为大量的信息交换而设计的。在构成中小型系统时,昂贵的高速网不能被充分利用这一点也令人不满意。另一种是选用低速网,速度要求不高的信息交换靠低速网来完成;对速度要求高的那部分信息交换,则采用硬件输入输出的办法。例如,两台 PLC 之间要进行速度值的交换,把一台 PLC 的 32 点输出分别与另一台 PLC 的 32 点输入连接起来,这种数据的传输比任何网络都要快,且可靠;缺点是 PLC 间的交换信息不能太多,否则将占用太多的输入输出点,给 PLC 容量的选择造成困难。

1.8.3 可编程序控制器控制系统的运行方式

用 PLC 构成的控制系统有自动、半自动和手动三种运行方式。

1) 自动运行方式是 PLC 控制系统的主要运行方式,只要运行条件具备,PLC 本身的启动系统,也可由 PLC 发出启动预告,由操作人员确认并按下启动响应按钮后,PLC 自动启动系统。

2) 半自动运行方式,即系统的启动或运行过程中的某些步骤需要人工干预,方可进行下去。半自动方式多半用于检测手段不完善、需要人工判断或者某些设备不具备自控条件而靠人工干涉的场合。

3) 手动运行方式不是控制系统的主要运行方式,而是用于设备调试、系统调整和紧急情况下的控制方式,因此它是自动运行方式的辅助方式。所谓紧急情况是指 PLC 在故障情况下运行。从这个意义上讲,手动方式又是自动运行方式的后备运行方式,所以手动运行方式的程序不能进入 PLC。

由于 PLC 本身的可靠性很高,如果控制系统设计合理,系统可靠性设计措施有效的话,控制系统可以设计成只有自动运行方式或半自动运行方式中的任一种,调试用的程序亦进入控制器。

在运行方式设计的同时,还必须考虑到停运方式设计。PLC 的停运方式有正常停运、暂时停运和紧急停运三种。

正常停运由控制器的程序执行,当运行步骤执行完且又不需重新启动执行程序时,或控制器接收到操作人员停运指令后,控制器将按规定的停运步骤停运系统。

暂停方式用于程序控制方式时暂停执行当前程序,使所有输出都置成 OFF 状态,待暂停解除时将执行被暂停的程序。

另一个暂停运行方法是用暂停开关直接切断负载电源,同时送给控制器输入信号,以停止执行程序。

还有一种暂停运行方式是把 CPU 的 RUN 切换成 STOP。这种方法最简单,且程序保留暂停前的状态。

紧急停运方式是:当控制系统中某设备出现异常情况或故障而不立即停运,系统将导致重大事故或有可能损坏设备时,必须使用紧急停运按钮使所有设备立刻停运。它是既没有连锁条件也没有延迟时间的停运方式。紧急停运时,所有设备都必须停运,且程序控制被解除,控制内容复位到原始状态。

1.8.4 可编程序控制器控制系统的控制方式

PLC 的控制方式可分为程序控制方式、连锁控制方式和步进控制方式三种。

1. 程序控制方式

根据 PLC 的功能和输入输出模块的组合,它有以下几种:

- 1) 代替普通继电器的顺序控制;
- 2) 按位移寄存器方式进行步进控制、顺序控制;
- 3) 进行定时器的时序控制;
- 4) 进行计数器的计数控制;
- 5) 按高速计数器值进行计数、测量和位置控制;
- 6) 根据输入的模拟信号进行测量控制;
- 7) 根据模拟输入输出信号进行 PID 控制;
- 8) 根据模拟输出信号进行温度、流量和速度的控制;

9) 用位置控制模块进行高速、高精度的位置控制;

10) 用数据指令进行数据处理、参数控制等。

2. 连锁控制方式

它是采用继电器连锁控制电路的控制方式。该方式一般用于复杂的条件控制场合,如自动生产线、港口带式输送机、电厂输煤系统等。这些场合,设备的起停一般都具备复杂的控制条件,同时还需要设备故障时的连锁控制;设计控制系统时,必须考虑连锁逻辑条件。

3. 步进控制方式

一般它使用转换开关或步进器,仅适时输出对应的动作指令,其他指令全部被抑制。此方式中,动作结束信号要返送给步进检出电路,以便切换到下一步,输出必要的指令。

在实际应用中,连锁控制和步进控制是并用的,系统设计时必须列出逻辑连锁条件和步进控制条件。

1.8.5 可编程序控制器控制系统的构成

使用 PLC 可能构成各种各样的控制系统,下面就可能的系统构成介绍如下:

1. 单机控制系统

用一台 PLC 控制一台控制设备的系统是最一般的控制系统,输入/输出点数和存储器容量比较小,控制系统的构成简单明了。

图 1.8-1 所示是典型的单机控制系统构成,任何类型的 PLC 都可选用,但不宜将功能和 I/O 点数、存储器容量等裕量留得过大。

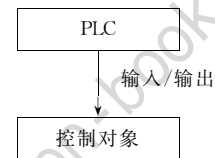


图 1.8-1 单机控制系统

2. 集中控制系统

集中控制系统是用一台 PLC 控制多台被控设备。该控制系统多用于各控制对象所处的地理位置比较接近,且相互之间的动作有一定联系的场合。如果各控制对象地理位置比较远,而且大多数的输入输出线都要引入控制器,这时需要大量的电缆线,施工量也大,系统成本增大,在这种场合下,推荐使用远程 I/O 控制系统。

图 1.8-2 所示是集中控制系统的结构,它比图 1.8-1 所示的单机控制系统要经济得多。

然而某一个控制对象的控制程序需要改变时，必须停运 PLC，其他的控制对象也必须停止运行，这是集中控制系统的最大缺点。因此，该控制系统用于由多台设备组成的流水线上比较合适。当一台设备停运时，整个生产线都必须停运，从经济方面考虑是有利的。

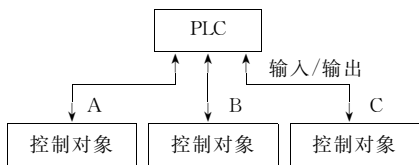


图 1.8-2 集中控制系统

采用集中控制系统时，必须注意将 I/O 点数和存储器容量选择裕量大些，以便增设控制对象。

3. 分散控制系统

分散控制系统

它的构成如图 1.8-3 所示。每一个控制对象设置一台 PLC，各台 PLC 之间可通过信号传递进行内部连锁、响应或发令等，或由上位机通过数据通信总线进行通信。

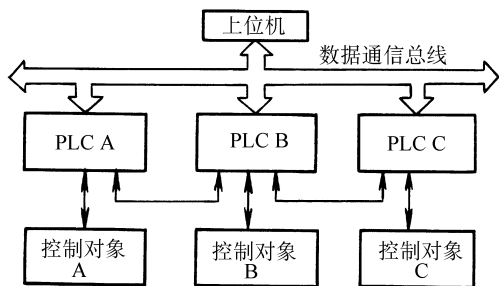


图 1.8-3 分散控制系统

分散控制系统多用于多台机械生产线的控制，各生产线间有数据连接。由于各控制对象都由自己的 PLC 控制，当某一台 PLC 停运时，不需要停运其他的 PLC。

与集中控制系统具有相同 I/O 点数时，虽然分散控制系统多用了一台或几台 PLC，导致价格偏高，但从维护、试运转或增设控制对象等方面看，其灵活性要大得多。

4. 远程 I/O 控制系统

远程 I/O 控制系统就是 I/O 模块不是与 PLC 放在一起，而是远距离地放在被控设备附近。远程 I/O 通道与 PLC 之间通过同轴电缆连接传递信息。由于不同厂家的不同型号的 PLC 所能驱动的同轴电缆长度是不同的，选择时必须按控制系统的需要选用。有时会发现，某种型号的 PLC 虽能满足所需的功能和要求，但仅由于能驱动同轴电缆的长度的限制而不得不改用其他型号

的 PLC。

图 1.8-4 所示是远程 I/O 控制系统的构成，其中使用 3 个远程 I/O 通道（A、B、C）和一个本地 I/O 通道（M）。

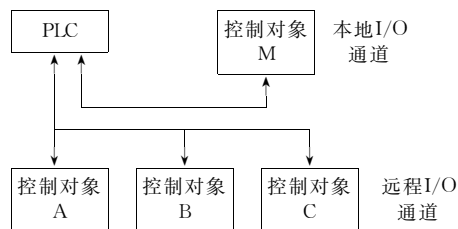


图 1.8-4 远程 I/O 控制系统

如前所述，远程 I/O 通道适用于控制对象远离集中控制室的场合。一个控制系统需设置多少个远程 I/O 通道（站），要视控制对象的分散程度和距离而定，同时亦受所选 PLC 能驱动 I/O 通道数的限制。

5. 就地（Local）PLC 控制系统

远程 I/O 控制系统中，远程 I/O 通道仅装 I/O 模块，没有程序，所有控制程序都存储在控制器的存储器内。如果用一台 PLC 代替远程 I/O 通道，则构成了就地 PLC 控制系统（Local Controller Control System），如图 1.8-5 所示。它与分散控制系统有些类似。

在这种控制系统中，每个控制对象（或邻近的几个控制对象）设置一台具有控制程序的 PLC，然后用一台主 PLC 通过同轴电缆与就地 PLC 连接。就地 PLC 的功能是执行控制任务，并将控制信息送给主 PLC。主 PLC 接收各就地 PLC 的信息后，进行管理性质的综合控制，而不直接控制对象。

就地 PLC 控制系统适用于像图 1.8-5 那样的加工或装配生产线的控制。在这个系统中，就地 PLC 控制各子线的机械运行，而主 PLC 则跟踪主线上的目标，同时按照主线和子线的关系进行综合控制。

该控制系统还可用于检查各子线机械的故障或异常工况。

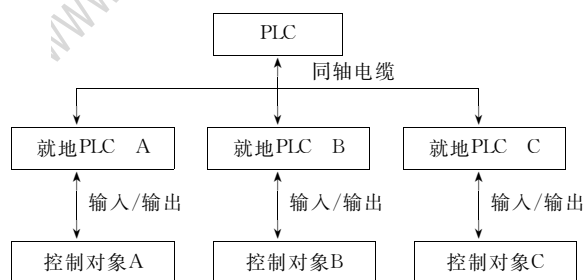


图 1.8-5 就地 PLC 控制系统

1.8.6 可编程序控制器控制系统设计的基本原则

任何一种电气控制系统都是为了实现被控对象（生产设备或生产过程）的工艺要求，以提高生产效率和产品质量。因此，在设计 PLC 控制系统时，应遵循以下基本原则：

- 1) 最大限度地满足被控对象的控制要求。设计前，应深入现场进行调查研究，搜集资料，并与工艺、机械部分的设计人员和实际操作人员密切配合，共同拟定电气控制方案，协同解决设计中出现的各种问题。
- 2) 在满足控制要求的前提下，力求使控制系统简单、经济，使用及维修方便。
- 3) 保证控制系统的安全、可靠。
- 4) 考虑到生产的发展和工艺的改进，在选择 PLC 容量时，应适当留有裕量。

1.8.7 可编程序控制器控制系统设计的基本内容

PLC 控制系统是由 PLC 与用户输入、输出设备连接而成的。因此，PLC 控制系统设计的基本内容应包括：

- 1) 选择用户输入设备（按钮、操作开关、限位开关、传感器等）、输出设备（继电器、接触器、信号灯等执行元件）以及由输出设备驱动的控制对象（电动机、电磁阀等）。这些设备属于一般的电器元件，其选择的方法在其他有关书籍中已有介绍。
- 2) PLC 的选择。PLC 是 PLC 控制系统的核心部件，正确选择 PLC 对于保证整个控制系统的技术经济性能指标起着重要的作用。
- 选择 PLC，应包括机型的选择、容量的选择、I/O 模块的选择、电源模块的选择等。
- 3) 分配 I/O 点，绘制 I/O 连接图。
- 4) 设计控制程序。包括设计梯形图、语句表（即程序清单）或控制系统流程图。

控制程序是控制整个系统工作的条件，是保证系统工作正常、安全、可靠的关键。因此，控制系统的设计必须经过反复调试、修改，直到满足要求为止。

- 5) 必要时还需设计控制台（柜）。
- 6) 编制控制系统的技术文件，包括说明书、电气图及电气元件明细表等。

传统的电气图，一般包括电气原理图、电气布置图及电气安装图。在 PLC 控制系统中，这一部分图可以统称为“硬件图”。它在传统电气图的

基础上增加了 PLC 部分，因此在电气原理图中应增加 PLC 的 I/O 连接图。

此外，在 PLC 控制系统的电气图中，还应包括程序图（梯形图），可以称它为“软件图”。向用户提供“软件图”，可便于用户生产发展或工艺改进时修改程序，并有利于用户在维修时分析和排除故障。

1.8.8 可编程序控制器控制系统设计的一般步骤

由于 PLC 的结构和工作方式与通用微型计

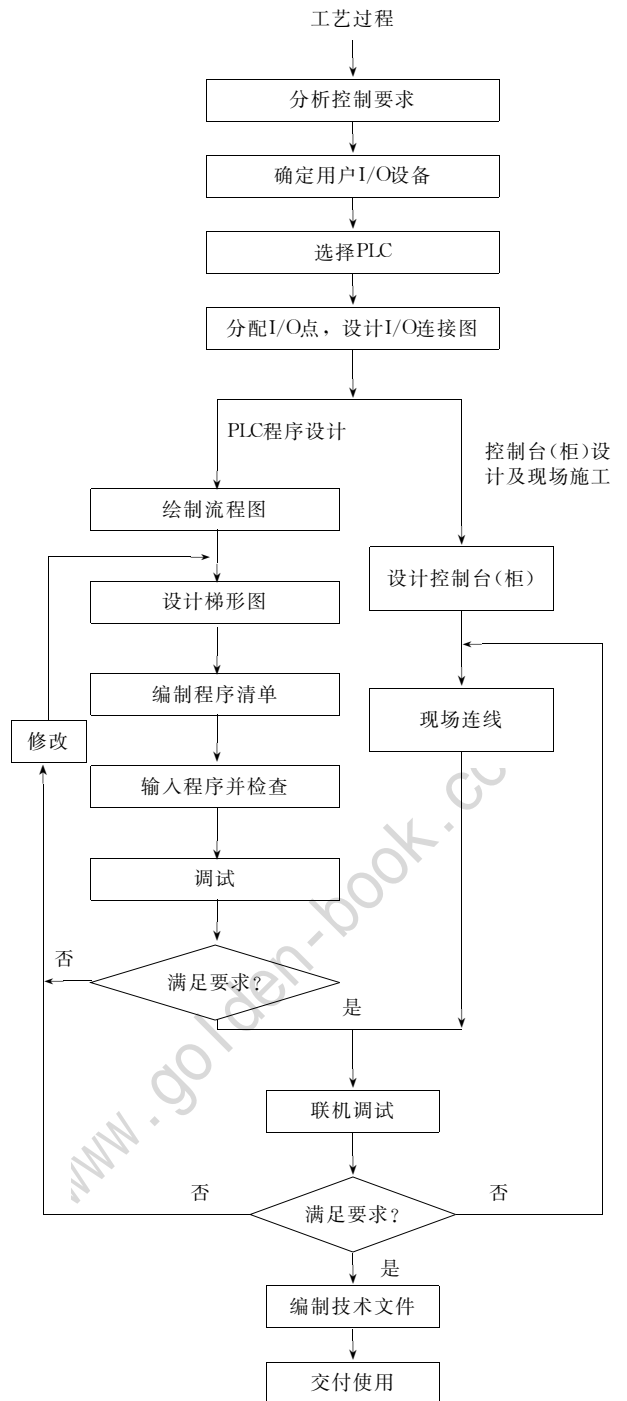


图 1.8-6 PLC 控制系统设计步骤

算机不完全一样，因此，PLC 的一大特点就是 PLC 系统的软件和硬件可以分开设计。

1. 设计 PLC 控制系统的一般设计步骤（见图 1.8-6）

1) 根据生产的工艺过程分析控制要求。如需要完成的动作（动作顺序、动作条件、必须的保护和联锁等）、操作方式（手动、自动，连续、单周期、单步等）。

2) 根据控制要求确定所需的用户输入/输出设备。据此确定 PLC 的 I/O 点数。

3) 选择 PLC 机型。如果需要网络控制系统，还需选择网络通信系统的类型。

4) 给所需要的 PLC I/O 点各分配一个确定的、在允许范围内的地址编号（实例见 1.8.10 节内容）。设计 I/O 接线图。

5) 进行 PLC 程序设计，同时可进行控制台（柜）的设计和现场施工。

在设计继电—接触器控制系统时，必须在控制线路（接线程序）设计完后，才能进行控制台（柜）的设计和现场施工。可见，采用 PLC 控制，可以使整个工程设计的周期缩短。

2. PLC 程序设计的步骤

1) 对于较复杂的控制系统，需绘制系统控制流程图，用以清楚地表明动作的顺序和条件。对于简单的控制系统，也可省去这一步。

2) 设计梯形图。根据流程图，将整个控制系统分成若干个基本功能块，然后逐个设计基本功能块的梯形图，最后，把各个梯形图按顺序组合起来。

3) 根据梯形图编制程序清单（语句表）。

4) 用编程器将程序键入到 PLC 的用户存储器中，并检查键入的程序是否正确。

5) 对程序进行调试和修改，直到满足要求为止。

6) 待控制台（柜）及现场施工完成后，就可以进行联机调试。如不满足要求，再回去修改程序或检查接线，直到满足要求为止。

7) 编制技术文件。

8) 交付使用。

1.8.9 可编程控制器的选择

随着 PLC 的推广普及，PLC 产品的种类和数量越来越多，而且功能也日趋完善。近年来，从美国、日本、德国等国引进的 PLC 产品及国内厂家组装或自行开发的产品已有几十个系列，上百种型号。PLC 的品种繁多，其结构型式、性能、容

量、指令系统、编程方法、价格等各有不同，适用场合也各有侧重。因此，合理选择 PLC，对于提高 PLC 控制系统的技术经济指标起着重要作用。每家公司的 PLC 产品型号都不相同，读者可查阅本书第 2~5 章的内容。

选择恰当的 PLC 去控制一台机器或一个过程时，不仅应考虑应用系统目前的需求，还应考虑到那些包含于工厂未来目标的需要。这样，才会使你用最小的代价对系统进行改变或增加新功能。若考虑周到，则存储器的扩充需求也许只要再安装一个存储器模块即可满足；如果具有可用的通信接口，就能满足增加一台外部设备的需要。对局域网的考虑可允许在将来将单个控制器集成为一个厂级通信网络。

1. 机型的选择

机型选择的基本原则应是在功能满足要求的前提下，保证可靠、维护使用方便以及最佳的功能价格比。具体应考虑以下几方面：

(1) 结构合理 对于工艺过程比较固定、环境条件较好（维修量较小）的场合，选用整体式结构 PLC；其他情况则选用模块式结构 PLC。

2) 功能相当 对于开关量控制的工程项目，对其控制速度无须考虑，一般的低档机就能满足要求。

对于以开关量控制为主、带少量模拟量控制的工程项目，可选用带 A/D 转换、D/A 转换、加减运算、数据传送功能的低档机。

对于控制比较复杂，控制功能要求更高的工程项目，例如要求实现 PID 运算、闭环控制、通信联网等，可视控制规模及复杂的程度，选用中档或高档机。其中高档机主要用于大规模过程控制、全 PLC 的分布式控制系统以及整个工厂的自动化等。

根据不同的应用对象，PLC 的功能选择有下面几种情况。

1) 替代继电器

功能要求：继电器触点输入/输出、逻辑线圈、定时器、计数器。

应用场合：替代传统使用的继电器，完成条件控制和时序控制功能。

2) 数学运算

功能要求：四则数学运算、开方、对数、函数计算、双倍精度的数学运算。

应用场合：设定值控制、流量计算、PID 调节、定位控制和工程量单位换算。

3) 数据传送

功能要求：寄存器与数据表的相互传送等。

应用场合：数据库的生成、信息管理、BAT-CH（批量）控制、诊断和材料处理等。

4) 矩阵功能

功能要求：逻辑与、逻辑或、异或、比较、置位（位修改）、移位和变反等。

应用场合：这些功能是按“位”操作，一般用于设备诊断、状态监控、分类和报警处理等。

5) 高级功能

高级指令：如表与块间的传送、检验和、双倍精度运算、对数和反对数、平方根、PID 调节等。

通信能力：通信速度和方式、与上位计算机的联网功能、调制解调器等。

可选模块：如为实时多任务处理的协处理器、远程输入/输出扩展能力、内存扩充模块、冗余控制模块等。

6) 诊断功能：PLC 的诊断功能有内诊断和外诊断两种。内诊断是 PLC 内部各部件性能和功能诊断，外诊断是中央处理机与 I/O 模块信息交换诊断。

7) 串行接口（RS-232C）：一般中型以上的 PLC 都提供一个或一个以上串行标准接口（RS-232C），以便连接打印机、CRT、上位计算机或另一台 PLC。

(3) 机型统一 一个大型企业，应尽量做到机型统一。因为同一机型的 PLC，其模块可互为备用，便于备品备件的采购和管理；其功能及编程方法统一，有利于技术力量的培训、技术水平的提高和功能的开发；其外部设备通用，资源可共享，配以上位计算机后，可把控制各独立系统的多台 PLC 联成一个多级分布式控制系统，相互通信，集中管理。

(4) 是否在线编程 PLC 的特点之一是使用灵活。当被控设备的工艺过程改变时，只需用编程器重新修改程序，就能满足新的控制要求，给生产带来很大方便。

PLC 的编程分为离线编程和在线编程两种。离线编程的 PLC，其特点是主机和编程器共用一个 CPU，在编程器上有一个“编程/运行”选择开关或按键，选择编程状态时，CPU 将失去对现场的控制，只为编程器服务，这就是所谓的“离线”编程。程序编好后，如选择运行状态，CPU 则去执行程序而对现场进行控制，这时，CPU 对编程指令将不作出响应。此类 PLC，由于编程器和主机共用一个 CPU，因此节省了大量的硬件和

软件，编程器的价格也比较便宜。中、小型 PLC 多采用离线编程。

在线编程的 PLC，其特点是主机和编程器各有一个 CPU，编程器的 CPU 可以随时处理由键盘输入的各种编程指令。主机的 CPU 则是完成对现场的控制，并在一个扫描周期的末尾和编程器通信，编程器把编好或改好的程序发送给主机，在下一个扫描周期主机将按照新送入的程序控制现场，这就是所谓的“在线”编程。此类 PLC，由于增加了硬件和软件，所以价格贵，但应用领域较宽。大型 PLC 多采用在线编程。

是否在线编程，应根据被控设备工艺要求的不同来选择。对于产品定型的设备和工艺不常变动的设备，应选用离线编程的 PLC；反之，可考虑选用在线编程的 PLC。

2. 输入/输出的选择

PLC 是一种工业控制系统，它的控制对象是工业生产设备或工业生产过程，它的工作环境是工业生产现场。它与工业生产过程的联系是通过 I/O 接口模块来实现的。

通过 I/O 接口模块可以检测被控生产过程的各种参数，并以这些现场数据作为控制器对被控制对象进行控制的信息。同时控制器又通过 I/O 接口模块将控制器的处理结果送给被控设备或工业生产过程，驱动各种执行机构来实现控制。外部设备或生产过程中的信号电平各种各样，各种机构所需的信息电平也是各种各样的，而 PLC 的 CPU 所处理的信息只能是标准电平，所以 I/O 接口模块还需实现这种转换。PLC 从现场收集的信息及输出给外部设备的控制信号都需经过一定距离，为了确保这些信息的正确无误，PLC 的 I/O 接口模块都具有较好的抗干扰能力。根据实际需要，PLC 相应有许多种 I/O 接口模块，包括开关量输入模块，开关量输出模块，模拟量输入模块，模拟量输出模块，可以根据它们的特点进行选择使用。

(1) 确定 I/O 点数 根据控制系统的要求，确定所需要的 I/O 点数，再增加 10%~20% 的备用量，以便随时增加控制功能。对一个控制对象，由于采用不同的控制方法或编程水平不一样，I/O 点数就有所不同。表 1.8-1 是典型传动设备及常用电气元件所需的 I/O 点数。

(2) 开关量输入/输出 标准的输入/输出接口可用于从传感器和开关（如按钮、限位开关等）及控制（开/关）设备（如指示灯、报警器、电动机起动器等）接收信号。典型的交流输入/输

表 1.8-1 典型传动设备及常用电气元件所需的 I/O 点数

序号	电气设备、元件	输入 点数	输出 点数	I/O 总数	序号	电气设备、元件	输入 点数	输出 点数	I/O 总数
1	■—△起动的笼型异步电动机	4	3	7	13	信号灯	—	1	1
2	单向运行的笼型异步电动机	4	1	5	14	拨码开关	4	—	4
3	可逆运行的笼型异步电动机	5	2	7	15	三档波段开关	3	—	3
4	单向变极电动机	5	3	8	16	行程开关	1	—	1
5	可逆变极电动机	6	4	10	17	接近开关	1	—	1
6	单向运行的直流电动机	9	6	15	18	制动器	—	1	1
7	可逆运行的直流电动机	12	8	20	19	风机	—	1	1
8	单线圈电磁阀	2	1	3	20	位置开关	2	—	2
9	双线圈电磁阀	3	2	5	21	功能控制单元			20 (16, 32, 48, 64, 128)
10	比例阀	3	5	8	22	单向运行的绕线转子异步电动机	3	4	7
11	按钮	1	—	1	23	可逆运行的绕线转子异步电动机	4	5	9
12	光电管开关	2	—	2					

出信号为 24~240V，直流输入/输出信号为 5~240V。

尽管输入电路随制造厂家不同而不同，但一些特性是相同的。设置去抖动电路，以消除误信号；设置浪涌保护电路，以免于较大的瞬态过电压。大多数输入电路在高压电源输入和接口电路的控制逻辑部分之间都设有可选的“或”变压器隔离电路。

在评估离散输出时，应了解熔丝、瞬时浪涌保护和电源与逻辑电路间的隔离电路。熔丝电路也许在开始时花费较多，但可能比在外部安装熔丝耗资要少。检查熔丝是否便于拿取；替换熔丝时，将某些机器关机。大多数带熔丝的输出电路有熔断指示器，但一定要检查。最后，检查输出电流值和指定的操作温度。温度典型值为 60°C。

若输入/输出设备由不同电源供电，应当有带隔离公共线（返回线）的接口电路。

(3) 模拟量输入/输出 模拟量输入/输出接口是用来感知传感器产生的信号的。这些接口测量流量、温度和压力的数值，并用于控制电压或电流输出设备。典型接口量程为 -10~+10V、0~+10V、4~20 mA 或 10~50 mA。

一些制造厂家提供特殊模拟接口用来接收低电平信号（如 RTD、热电偶等）。一般地说，这类接口模块将接收同一模块上的不同类型热电偶或 RTD 的混合信号。用户应就具体条件向供销厂商提出要求。

(4) 特殊功能输入/输出 在选择一台 PLC

时，用户可能会面临需要一些特殊类型的且不能用标准 I/O 实现的 I/O 限定（如定位、快速输入、频率等）的情况。用户应当考虑供销厂商是否提供一些特殊的有助于最大限度减小控制作用的模块。灵便模块和特殊接口的模块，都应考虑使用。有的模块自身能够处理一部分现场数据，从而使 CPU 从处理耗时任务中解脱出来。

(5) 智能式输入/输出 当前，PLC 的生产厂家相继推出了一些智能式的输入/输出模块。所谓智能式输入/输出模块，就是模块本身带有处理器，对输入或输出信号作预先规定的处理，将其处理结果送入 CPU 或直接输出，这样可提高 PLC 的处理速度和节省存储器的容量。

智能式输入/输出模块有高速计数器（可作加法计数或减法计数）、凸轮模拟器（用作绝对编码输入）、带速度补偿的凸轮模拟器、单回路或多回路的 PID 调节器、ASCII/BASIC 处理器、RS-232C/422 接口模块等。

表 1.8-2 归纳了选择 I/O 模块的一般规则。

3. 电源的选择

电源模块的选择一般只需考虑输出电流。电源模块的额定输出电流必须大于处理器模块、I/O 模块、专用模块等消耗电流的总和。以下述步骤作为选型的一般规则：

- 1) 确定电源的输入电压。
- 2) 将框架中每块 I/O 模块所需的总背板电流相加，计算出 I/O 模块所需的总背板电流值。
- 3) I/O 模块所需的总背板电流值再加上：

表 1.8-2 选择 I/O 模块的一般规则

I/O 模块类型	现场设备或操作 (举例)	说 明
离散输入模块和 I/O 模块	选择开关、按钮、光电开关、限位开关、电路断路器、接近开关、液位开关、电动机起动器触点、继电器触点、拨盘开关	输入模块接受 ON/OFF 或 OPENED/CLOSED (开/关) 信号, 离散信号可以是直流的, 也可以是交流的
离散输出模块和 I/O 模块	报警器、控制继电器、风扇、指示灯、扬声器、阀门、电动机起动器、电磁线圈	输出模块将信号传递到 ON/OFF 或 OPENED/CLOSED (开/关) 设备。离散信号可以是交流或直流的
模拟量输入模块	温度变送器、压力变送器、湿度变送器、流量变送器、电位器	将连续的模拟量信号转换成 PLC 处理器可接受的输入值
模拟量输出模块	模拟量阀门、执行机构、图表记录器、电动机驱动器、模拟仪表	将 PLC 处理器的输出转为现场设备使用的模拟量信号 (通常是通过变送器进行)
特种 I/O 模块	编码器、流量计、I/O 通信、ASCII、RF 型设备、称重计、条形码阅读器、标签阅读器、显示设备	通常用作如位置控制、PID 和外部设备通信等专门用途

①框架中带有处理器时, 则加上处理器的最大电流值。

②当框架中带有远程适配器模块或扩展本地 I/O 适配器模块时, 加上其最大电流值。

4) 如果框架中留有空槽用作将来扩展时:

①列出将来要扩展的 I/O 模块所需的背板电流。

②将所有扩展的 I/O 模块的总背板电流值与步骤 3) 中计算得出的总背板电流值相加。

5) 确定在框架中是否有用于电源的空槽, 或者将电源装到框架的外面。

6) 根据确定好的输入电压要求和所需的总背板电流值, 从用户手册中选择合适的电源。

4. 存储器类型及容量的选择

PLC 系统所用存储器基本上由 PROM、EPROM 及 PAM 三种类型所组成, 存储能力的大小则随机器的大小而变化, 一般小型机的最大存储能力低于 6KB, 中型机的最大存储能力可达 64KB, 大型机的最大存储能力可上兆字节。可以根据程序及数据的存储需要选用合适的机型, 必要时也可专门进行存储器的扩充设计。

这里要讨论的两个主要问题是存储器的种类和容量。应用系统既需要非易失性存储器 (即掉电后能保持内容不丢失), 也需要带备用电池的易失性存储器。一旦程序被生成和调试好后, 非易失性存储器 (如 EPROM) 就能提供一个可靠的永久的存储媒介。如果需要在在线改变应用程序, 考虑由电池供电的读/写存储器。一些控制器既允许单独使用这两种存储器, 又允许一起使用, 这由用户选定。

小型 PLC 的存储容量一般是固定的 (不可扩充), 为 1~4KB, 因此, 可不必要多考虑。而在大

型或中型控制器中, 存储容量可以为 2、4、8KB 等单位扩充。尽管确定存储容量并无定则, 如下的一些方法仍可用于估计所需的存储容量。

对一个给定的应用系统而言, 所需的存储容量是受控的输出和输入总数与控制程序复杂性的函数。复杂性指的是要完成的算术和数据处理的数量和类型。制造厂商通常为其每个产品提供一条经验法则公式, 可用于对存储容量做近似的估计。这个公式是给 I/O 的总数乘某一常数 (通常介于 3 和 8 之间)。

对于中、大型的 PLC, 往往用于工艺比较复杂且多变的场合, 程序改变较多, 因此一般都使用 CMOS RAM, 且有后备电池, 以便关机时保存存储信息。

存储器容量的选择一般有两种方法:

(1) 根据编程实际使用的节点数计算 这种方法可精确地计算出存储器实际使用容量, 缺点是要编完程序之后才能计算。

(2) 估算法 用户可根据控制规模和应用目的, 按下面给出的公式进行估算。

控制目的 公式
代替继电器 $M=K_m [(10 \times DI) + (5 \times DO)]$

模拟量控制 $M=K_m [(10 \times DI) + (5 \times DO) + (100 \times AI)]$

多路采样控制 $M=K_m \{ [(10 \times DI) + (5 \times DO) + (100 \times AI)] + [1 + \text{采样点} \times 0.25] \}$

式中, DI 为数字 (开关) 量输入信号; DO 为数字 (开关) 量输出信号; AI 为模拟量输入信号; K_m 为每个接点所占存储器字节数, M 为存储器容量。

例如,某控制系统有64个开关量输入信号,48个数字量输出信号,4个模拟量输入信号。假定一个节点占用一个存储器字节,则该控制系统所需存储器容量为

$$M = [(10 \times 64) + (5 \times 48) + (100 \times 4)] \times 1\text{B/节点} = 1280\text{B}$$

为了使用方便,一般可留有25%~30%的裕量,所以对本例可选用1.5或2KB的存储器为宜。

最后,获取存储容量的最佳方法就是生成程序,看用了多少字数。知晓每条指令所用的字数,用户便可确定准确的存储容量。

5. 软件选择

在系统的实现过程中,用户常面临PLC的编程问题,因为这是非常重要的。用户应当对所选择的产品的软件功能有所了解。一般,一个系统的软件总是用于处理控制器具备的控制硬件的。但是,也有应用系统需要控制硬件部件以外的软件功能。例如,一个应用系统可能包括需要复杂数学计算和数据处理操作的特殊控制或数据采集功能。指令集的选择将决定实现软件任务的难易程度。可用的指令集将直接影响实现控制程序所需的时间和程序执行时间。

6. 支撑技术条件的考虑

选用PLC时,有无支撑技术条件同样是重要的选择依据。支撑技术条件包括下列内容:

(1) 编程手段

1) 携带式简易编程器,主要用于小型PLC,其控制规模小,程序简单,简易编程器已够用。

2) CRT编程器,适用于中、大型PLC,除用于编制和输入程序外,还可编辑和打印程序文本。

3) IBM-PC及其兼容机编程软件包,由于IBM-PC已得到普及推广,它是PLC很好的编程工具,因此PLC厂商纷纷开发适用于自己机型的IBM-PC及其兼容机编程软件包,并获得成功。

IBM-PC及其兼容机除用来给PLC编程外,还可开发各种监视控制系统流程和工况状态的画面,具有报警和管理报表处理功能等,以完成上位计算机管理功能。

(2) 程序文本处理

1) 简单程序文本处理,包括打印梯形逻辑图、参量状态和位置。

2) 程序标注,包括触点和线圈的赋值名、网络注释等,这对用户或软件工程师阅读和调试程序是非常有用的。

3) 图形和文本的处理。

(3) 程序储存方式 作为技术资料档案和备用,程序的储存是需要的。储存程序的方法有用磁带、软磁盘或EEPROM存储程序盒等方式,选用哪种储存方式,取决于所选机型的技术条件。

(4) 通信软件包 对于网络控制结构或需上位计算机管理的控制系统,有无通信软件包是选用PLC的主要依据。

通信软件包往往是和通信硬件一起使用,如调制解调器等。

7. PLC的环境适应性

由于PLC是直接用于工业控制的工业控制器,生产厂都把它设计成能在恶劣的环境条件下可靠地工作。尽管如此,每种PLC都有自己的环境技术条件,用户在选用时,特别是在设计控制系统时,对环境条件要给予充分的考虑。

一般PLC及其外部电路(I/O模块、辅助电源等)都能在下列环境条件下可靠工作:

温度 工作温度 0~55°C,最高为60°C

贮存温度 -40~+85°C

湿度 相对湿度 5%~95%(无凝结霜)

振动和冲击 满足国际电工委员会标准

电源 AC200V,允许变化范围为-15%~+15%,频率为47~53Hz

瞬间停电保持 10ms

环境 周围空气不能混有可燃性、爆炸性和腐蚀性气体

1.8.10 可编程序控制器输入/输出的定义(分配地址编号)

机型选好后,系统设计人员需慎重考虑输入输出(I/O)定义问题。所谓输入输出的定义是指整体输入输出点的分布和每个输入输出点的名称定义,它们会给程序编制、系统调试和文本打印等带来方便。

1. 单台PLC系统的输入输出点的分配

假设一台PLC需完成多个功能,若把输入输出点按顺序排列,则会给编写程序与调试程序带来不便。在这种情况下,最好是按控制功能把输入、输出点分段,相同功能的输入模块和输出模块组成一组。因此在机架上形成输入模块和输出模块交叉插放。例如用一台输入、输出容量各为512点的PLC控制五台交流电动机的起动,每台

交流电动机的起动连锁条件为 8 点，起动命令为 6 点（点动、手动与自动），起动停止输出点各 1 个，与电动机同时起动的电磁阀有 2 个，显示灯有 2 个。即输入点有 14 个，输出点为 6 个，这样，输入、输出点的分布可按表 1.8-3 进行，该表是按照输入、输出编号可重叠的机型排列的。

当机型为输入、输出点不可重叠时，仍可将输入输出模块按功能分组穿插，见表 1.8-4。

表 1.8-3 多功能控制可重叠输入、输出点分配

输入点	I0001~I0016	I0017~I0032	I0033~I0048	I0049~I0064	I0065~I0080
输出点	O0001~O0008	O0017~O0024	O0033~O0040	O0049~O0056	O0065~O0072
控制对象	1#电动机	2#电动机	3#电动机	4#电动机	5#电动机

表 1.8-4 多功能控制不可重叠输入、输出点分配

输入点	I0001~I0016	I0025~I0040	I0049~I0064	I0073~I0088	I0097~I0112
输出点	O0017~O0024	O0041~O0048	O0065~O0072	O0089~O0096	O0113~O0120
控制对象	1#电动机	2#电动机	3#电动机	4#电动机	5#电动机

表 1.8-5 输入输出点分配

输入输出范围	输入输出点定义	输入输出范围	输入输出点定义
I0.0	控制站操作	I9.0~I9.7	电机运转监视信号
I0.1	开辅助电源	I12.0~I12.7	电流监视信号
I0.2	关辅助电源	I14.0~I14.7	输出命令的反馈信号
I0.3	起动电动机	I15.0~I15.7	温度监视信号
I0.4	停止电动机	I17.0~I17.7	油路监视信号
I0.5	灯测试	I18.0~I20.7	特殊信号
I0.6	故障复位	O22.0~O25.7	输出命令信号
I0.7	紧急停车	O27.0~O31.7	运行指示信号
I1.2~I3.7	起动电动机条件信号	O33.0~O37.7	故障指示信号
I6.0~I7.7	传动系统连锁信号		

3. 输入输出点信号名称定义

名称定义要简短、明确、合理。下面给出逻辑变量在名称定义时应注意的两个问题：

(1) 信号的有效状态 逻辑变量有“0”和“1”两个值。有些信号在“1”状态有效，有些则在“0”状态有效，在名称定义上也有对“1”信号还是对“0”信号的问题。

图 1.8-7 画出了两种按钮，其中触点 I10.1 是电动机起动按钮，在无外力强制作用下，为常开状态，即为“0”状态。对电动机无控制要求；在外力强制作用下，即按下按钮，则为闭合状态，即“1”状态，对电动机有起动要求，称“1”为有效或高电平有效。触点 I10.2 是电动机停止运行按钮，是常闭触点，在无外力强制作用下触点 I10.2 为常闭状态，即为“1”状态，对电动机无

2. 多台 PLC 系统中输入输出点的分配

在多台 PLC 系统中，设计人员应根据整体控制上的要求，按控制类别统一把输入输出点分段，规定出每台 PLC 都要遵循的原则，表 1.8-5 列出了一个系统由 7 台 PLC 组成，分别对热连轧机的 7 个机架的主传动进行逻辑控制的输入输出点分配。这是输入输出不重叠机型，按顺序排列分配。

控制要求；在外力的强制作用下即按下按钮，触点 I10.2 为断开状态，即“0”状态，对电动机有停止要求，称“0”为有效或低电平有效。

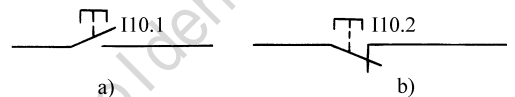


图 1.8-7 按钮定义

a) 电动机起动按钮 b) 电动机停止按钮

在给这两个信号定义时，所定义的名称不仅要说明信号的含义，而且还应该把信号的有效状态表示出来。若规定所有输入、输出信号的名称都是对“1”状态有效，则两个信号应定义为

I10.1 电动机起动

I10.2 非电动机停止

若没有规定信号名称是对“1”有效，则应在每个名称中加以说明：

I10.1 电动机起动，“1”状态有效

I10.2 电动机停止，“0”状态有效

应注意的是，过程变量中的常开触点和常闭触点与逻辑指令组中的常开触点与常闭触点的不同，前者是指信号的有效状态，逻辑指令中的常开和常闭则是指变量的运动方式。

(2) 信号有效方式 在实际控制中，有的是持续状态有效，有的则是信号变化时有效。所谓持续状态有效，作为逻辑条件，信号状态必须保持，如拨动开关、极限连锁信号、继电器和接触器的辅助触点，不带锁定的按钮等，都属于这类信号。在编写程序时，使用的是信号的状态，一般直接作为逻辑条件写入程序中，在名称定义上，一般不做特别注明。

信号变化时有效，是指信号由一种状态向另一种状态变化时，发出的控制要求。这类信号多为引起设备停车的故障信号和带锁定的按钮，当一台设备的起动和停止由两个按钮完成时，就是这种情况，如图 1.8-8 所示。设备起动按钮是能自动复位的常开触点，按下时，I20.1 由“0”变为“1”发出设备起动要求，抬起时按钮自动复位，I20.1 由“1”变“0”。但因自锁或其他原因已不再影响对设备的控制。设备停止按钮是能自动复位的常闭触点，按下时 I20.2 由“1”状态变为“0”状态，发出设备停止的要求；当抬起时，按钮自动复位，也不再影响对设备的控制。在对这类信号定义名称时要进行注明，如：

I20.1 设备起动，上升沿有效

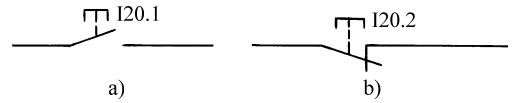


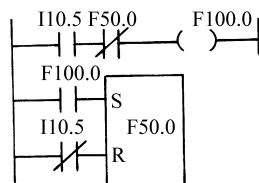
图 1.8-8 按钮开关定义二

a) 常开触点 b) 常闭触点

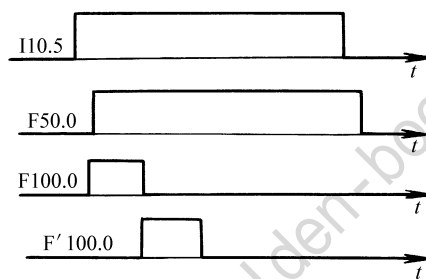
I20.2 设备停止，下降沿有效

处理上升沿有效和下降沿有效的方法是靠信号变化产生一个周期长的脉冲，用该脉冲信号发控制命令。图 1.8-9 是上升沿产生脉冲的梯形图和波形。

由图可知，F100.0 为脉冲输出，F50.0 是一个 RS 触发器，每个扫描周期结束时触发器的状态决定于置 0 端 (R 端)，扫描周期开始经 I/O 映像区信息交换，然后执行用户程序，当 I10.5 由“0”变成“1”，即产生上升沿，首先 F100.0 由“0”变“1”，但这时只改变输出映像区的状态。继续执行程序。F50.0 由“0”变“1”，也是只改变内部寄存器区的状态。当扫描周期结束时，I/O 信息交换，F100.0 输送到外界的信息 F'100.0 在时间上比 F100.0 约延迟一个周期。在新的扫描周期中，不论 I10.5 的信息状态如何，因为 RS 触发器在前一扫描周期已经被置“1”，所以输出 F100.0 由“1”变为“0”，触发器 F50.0 的状态继续保持“1”状态或由“1”变“0”，决定于 I10.5 信息状态。当这一扫描周期结束，进行 I/O 信息



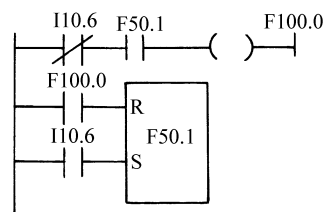
a)



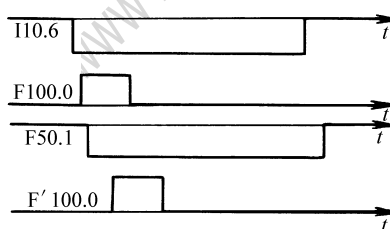
b)

图 1.8-9 上升沿产生脉冲的梯形图和波形图

a) 梯形图 b) 波形图



a)



b)

图 1.8-10 下降沿产生脉冲的梯形图和波形图

a) 梯形图 b) 波形图

交换时，F'100.0 由“1”变“0”，输出脉冲的宽度为一个扫描周期。靠下降沿产生脉冲的梯形图和波形如图 1.8-10 所示，对此读者可自行分析。

4. 输入输出变量表

表 1.8-6 输入输出表

类型：开关量 类别：输入
框架号：扩展 1 地址号：I10.0~I13.7
电压：220V

模块号	端子号	地址号	信号名称	模块号	端子号	地址号	信号名称
3	1	I10.0	1#电动机起动，上升沿有效	4	1	I12.0	1#电动机油压低，“0”有效
	2	I10.1	2#电动机起动，上升沿有效		8	I12.7	8#电动机油压低，“0”有效
	9	I11.0	1#电动机停止，下降沿有效		9	I13.0	1#电动机已起动，“1”有效
	16	I11.7	8#电动机停止，下降沿有效		16	I13.7	8#电动机已起动，“1”有效

1.8.11 可程序控制器控制系统的冗余设计

对于那些可靠性要求很高的控制系统，可以采用下列几种冗余设计。

1. PLC 的并行运行

用两台控制内容相同的 PLC，输入/输出也分别连接到两台 PLC 上，当某一台 PLC 出现故障时，由主机或人工切换到另一台 PLC 上，使其继续执行控制任务。

其具体实现方法如图 1.8-11 所示。其中，图 a 所示是外部硬接线，所有输入/输出都与两台 PLC 连接。图 b 和 c 分别是两台 PLC 的梯形图。当 1 号机的 X0 闭合时，1 号机执行控制任务。如果 1 号机出现故障，就切换到 2 号机，2 号机 X0 闭合，由 2 号机执行控制任务。PLC 并行运行方案仅适用于小规模的控制系统的输入/输出点数比较少，布线容易。对大规模的控制系统的输入/输出点数多，电缆配线变得复杂，同时控制系统成本相应增加（几乎是成倍增加），这就限制了它的应用。

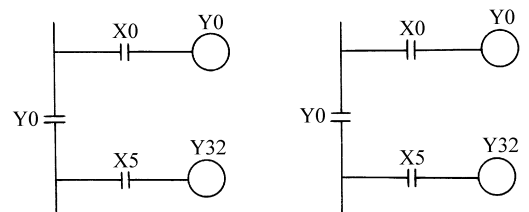
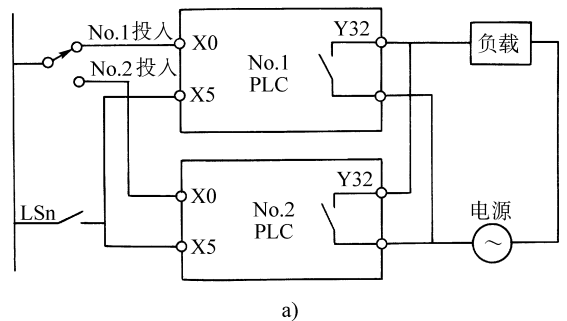


图 1.8-11 PLC 并行运行

a) 硬接线 b) No.1 机梯形图
c) No.2 机梯形图

2. 双机双工热后备控制系统

双机双工热后备控制系统仅限于 PLC 的冗余，I/O 通道仅能做到同轴电缆的冗余，不可能把所有 I/O 点都冗余。只有在那些不惜成本的场合，才考虑全部系统冗余。

3. 控制系统的供电系统设计

供电系统的设计直接影响控制系统的可靠性，因此在设计供电系统时应考虑下列因素：

- 1) 输入电源电压允许在一定的范围内波动。
- 2) 当输入交流电断电时，应不破坏 PLC 程序和数。

在对输入输出进行分配和名称定义之后，要把输入输出变量列表，以备编程时使用。表内应将模块端子、地址号与信息名称一一对应。典型输入输出表见表 1.8-6。

3) 在控制系统不允许断电的场合，要考虑供电电源的冗余。

4) 当外部设备电源断电时，应不影响 PLC 的供电。

5) 要考虑电源系统的抗干扰措施。

为此，下面给出几种实用供电系统设计方案，经实践证明，这几种方案对提高控制系统的可靠性是有效的。

(1) 使用隔离变压器的供电系统 图 1.8-12 所示是使用隔离变压器的供电系统，PLC 和 I/O 系统分别由各自的隔离变压器供电，并与主电路电源分开。这样当输入/输出供电断电时，不会影响 PLC 的供电。

(2) 使用 UPS 供电系统

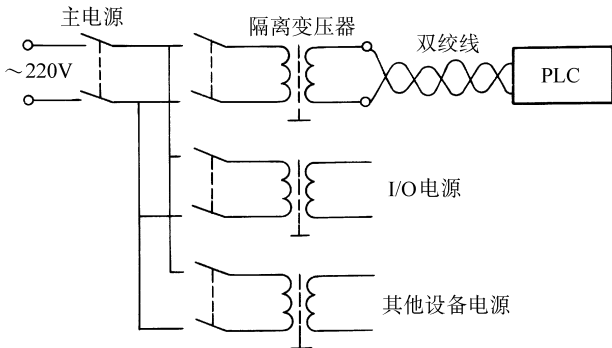


图 1.8-12 使用隔离变压器的供电系统

不间断电源 (Uninterrupted Power Supply—UPS) 是计算机的保护神,平时处于充电状态,当输入交流电 (220V) 失电时,UPS 能自动切换到输出状态,继续向 PLC 或计算机供电。

图 1.8-13 所示是使用 UPS 的供电系统,根据 UPS 的容量,在交流电失电后可继续向 PLC 供电 10~30 min。因此对于非长时间停电的系统,其效果是显著的。

(3) 双路供电系统 为了提高供电系统的可靠性,交流供电最好采用双路供电。两路电源分别引自不同的变电站,当一路供电出现故障时,要能自动切换到另一路供电。图 1.8-14 所示是双路供电系统的典型结构。

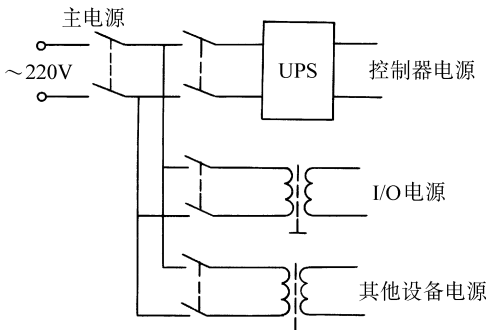


图 1.8-13 使用 UPS 的供电系统

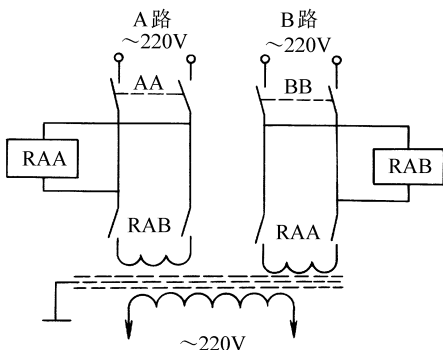


图 1.8-14 双路供电系统

图中 RAA 是欠电压继电器控制回路。假设

先合上开关 AA,令 A 路供电,则由于 B 路 RAA 没有吸合,RAB 动作,其常开触点 RAB 闭合,完成 A 路供电控制。然后合上 BB 开关,这样 B 路处于备用状态。当 A 路电压降低到规定值时,如交流 190V,欠电压继电器 RAA 动作,其常开触点使 B 路开始供电,同时断开 RAB 触点。由 B 路切换到 A 路供电的工作原理与此相同。

1.9 可编程序控制器控制系统的调试和维护

1.9.1 可编程序控制器控制系统的调试

由 PLC 构成的控制系统,在投入运行之前,必须对其进行必要的调试,以保证该系统和它所控制的设备能够安全正常的运行。厂家在其 PLC 产品出厂之前,均已对 PLC 的基本模块及扩展模块进行了严格的测试,因此,对用户来讲,不需要对 PLC 的硬件再进行调试,整个控制系统的硬件调试相对简单得多了。调试的主要任务是对用户根据整个系统的控制要求所编写的用户应用程序进行调试。程序调试就是为了发现错误而执行程序的过程。

在完成硬件软件系统设计和总体设计之后,除要分别对硬件系统和软件系统进行调试外,还必须对硬件系统和软件系统进行联合调试和试运行,反复进行硬件系统和软件系统的修改调整之后,使整个控制系统能全部投入正常工作为止。

1. 通电之前的检查

系统在通电之前必须进行细致的检查,以确保接线及安装等的正确无误。检查的项目主要有以下几个方面:

1) 电源线及输入、输出线的连接是否正确,接线端子的螺钉是否松动,压接端子是否存在短路,导线与端子是否接触可靠,端子板连接器的装配是否松动,系统中各单元的装配是否正确和牢固等。

2) 各装置间的 I/O 连接电缆是否连接正确并锁紧,各单元间的连接电缆是否连接正确并锁紧。

3) 外接存储器单元 (RAM/EEPROM 单元) 安装是否正确。

4) 输入电源电压的设定检查,有的 PLC 有外接 AC110V 电源和 AC220V 电源两种选择,用户在使用时要充分注意。

5) 对存储器的写保护开关的设置进行检查, 在编程方式下, 应置于可写入侧 (ON), 其他方式下一般置于写保护侧 (OFF)。

在完成上述各项检查并确定无误以后, 就可以接通电源, 进行系统的试运行。

2. 系统的试运行

系统加电试运行的大致过程如下, 在每一步的有关检测内容合格以后再继续进行下一步, 当发现不合格内容, 应立即予以修正。在未达规定标准之前, 不得进行新的试运行项目。

1) 接通电源, 检查 (POWER) LED 是否有指示 (显示绿色), 检查输入、输出单元用电源电压、端子接线, 装好编程器或把状态选择开关设定在“编程”状态。

2) 在编程状态下, 用强制 ON/OFF 功能检查输出配线, 用输入单元指示或 I/O 监视、I/O 多点监视等功能检查输入配线和信号是否正常。

3) 将编程器的工作方式选择开关设在“监视”或“运行”位置, 检查“运行” (RUN) 指示灯是否有指示。

4) 按系统的调试方法对用户程序进行反复调试、检查和校验 PLC 工作是否正常, 直到系统完全合乎原设计要求为止。

5) 将已调试好的用户程序用磁带、软盘或 EEPROM 记录下来, 以便长期保存。为便于查阅和以后的修改或完善, 最好将此程序打印成程序清单。

系统试运行必须经过足够长的时间, 以便让各种异常情况尽可能地暴露出来, 经过处理, 保证系统的顺利运行。

1.9.2 可编程序控制器的自检

为了使系统停机时间压缩到最短, PLC 本身有各种各样的自诊断功能, 以使机器运行的各种异常或报警及时得到处理。对于各种型号不同的 PLC 系统, 其“错误”信息给出的形式不尽相同, 表 1-9-1 是以欧姆龙 C200H 型 CPU 面板上的指示列出来的。因此有些说明有局限性, 如 WDT 的时间各机型是不相同的, 特殊辅助继电器 (25215) 的名称各种机型也不相同, 但其含义大致基本一样, 具体的确切含义应查阅各机型的使用手册, 表 1.9-1 只是作为参考。

在 OMRON C200H 型 PLC 的 CPU 单元面板上设置了下列指示灯:

POWER LED (电源指示灯): 灯亮表示 PLC 系统的供电正常。

表 1.9-1 面板指示灯含义说明

CPU 单元指示灯状态				故障内容	故障主要原因	现象
POWER	ALARM	RUN	OUT INHIBIT			
亮	灭			远程电源未接通	远程 I/O 电源断开	系统不运行
				I/O 单元等待工作	I/O 单元未工作	
灭	灭	灭	灭	电源断	停电 10ms 以上	系统工作中断
亮	灭	灭		CPU 模块异常	Watchdog (130ms 以上)	
亮	灭	亮		存储器异常	无存储器或损坏	
				无 END 指令	程序末无 END 指令	
				I/O 总线异常	CPU 与 I/O 数据传送错	
				I/O 单元过多	I/O 地址重叠	
				I/O 设定错	输入输出模块位置错	
				系统异常	程序中执行了 FALS 指令	
亮	亮	闪烁		系统异常	程序中执行了 FALS 指令	系统工作不中断
				工作周期超长	WDT (100~130ms)	
				I/O 寻址异常	卸若 I/O 单元	
				电池异常	电池电压过低	
				高性能单元异常	CPU 与高性能单元间故障	
				远程 I/O 异常	远程 I/O 主从站间故障	
亮	亮			上位机链故障	与上位机之间的通信故障	I/O 全部切断
亮	亮		亮	负载切断	特殊辅助继电器 (25215) 接通	

RUN LED (运行指示灯): 灯亮表示 PLC 系统的运行状态正常。

ERROR LED (工作异常指示灯): 出现中断运行的异常时灯亮, 同时运行停止。这时 RUN LED 灭, 输出全部被切断。

ALARM LED (报警指示灯): 出现不中断运行的异常时闪烁, 系统继续运转。

OUT INHIBIT LED (切断负载指示灯): 负载被切断, 专用辅助继电器 (25215) 接通时亮, 这时, 输出单元的全部输出被切断。

1.9.3 可编程序控制器故障的检查流程

PLC 均具有一定的自检能力, 而且在系统运行周期中都有自诊断处理阶段。当系统工作过程中一旦有故障发生, 重要的是首先要充分了解故障, 判断故障发生的具体位置, 分析故障现象, 是否具有再生性, 是否与其他设备相关等, 然后再深究故障产生的原因, 并设法予以排除。一般可按照下列流程进行检查。

1. 总体检查

根据总体检查的情况, 先找出故障点的大方向, 然后逐步细化, 以找出具体的故障, 具体流程如图 1.9-1 所示。

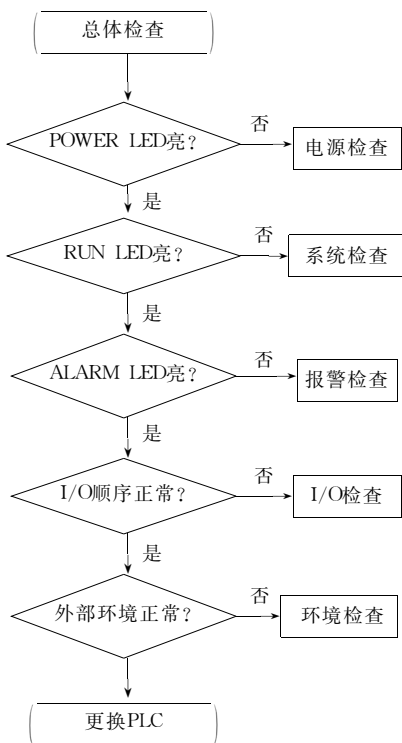


图 1.9-1 总体检查流程

由图 1.9-1 可看出, 对 PLC 系统的检查是按照电源→系统→报警→I/O 接口→工作环境的顺

序逐一搜索故障区域。

2. 电源系统的检查

PLC 中的电源是故障率较高的部件, 由于从 POWER 的指示可以大致确定电源的状态, 因此对它的诊断是比较容易的。此外, 在进行其他功能检查时, 往往需要使用 PLC 中的电源, 即必须在 PLC 的电源工作正常的条件下检查。因此首先检查或修理电源不仅是可能的, 而且也是必需的。

假若在总体检查中发现电源指示灯不亮, 就需要对供电系统进行检查。首先要检查一下电源指示灯及熔丝是否完好, 然后再检查有无电源及电源是否被接入机器等等。为此我们可以大致按照图 1.9-2 所示的流程逐步予以检查。

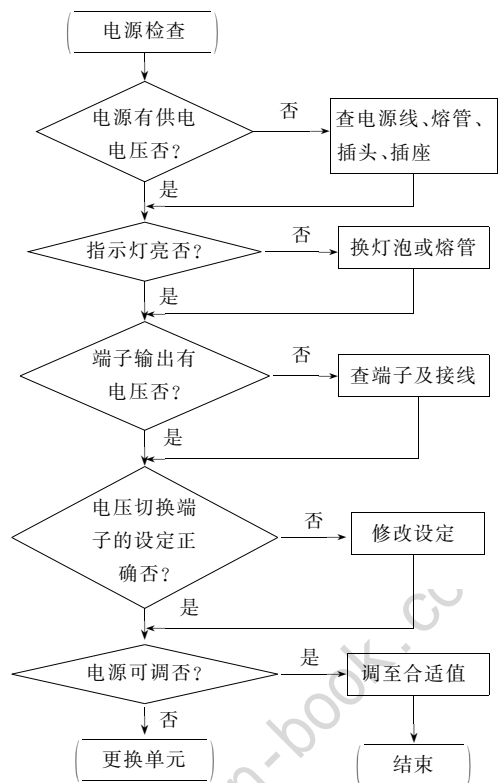


图 1.9-2 电源检查流程

在对电源系统故障进行检查时, 需要事先了解并熟悉有关的供电标准, 现在以 OMRON C200H 型 PLC 为例, 见表 1.9-2。

从图中可以看到, 这种检查是极粗略的, 但可排除相当部分的常见故障。更换单元的意思是利用备品投入使用, 以尽可能地缩短故障停机时间, 同时对更换下来的单元, 在不影响机器运行的情况下, 详细查找故障点, 经修复后备用。

3. 系统运行异常检查

在确定 PLC 的电源系统是正常的情况下, 系统因运行异常而终止工作, 此时应作本项检查。

表 1.9-2 单元供电标准

单元型号	供电电压	容许电压变化范围	电压切换端子	更换熔断器
C200H-CPU01-E C200H-PS221	AC 100~120V	AC 85~132V	短路	250V, 2A φ5.2mm×20mm
C200H-PT001-P	AC 200~240V	AC 170~264V	开路	(MF51NR)

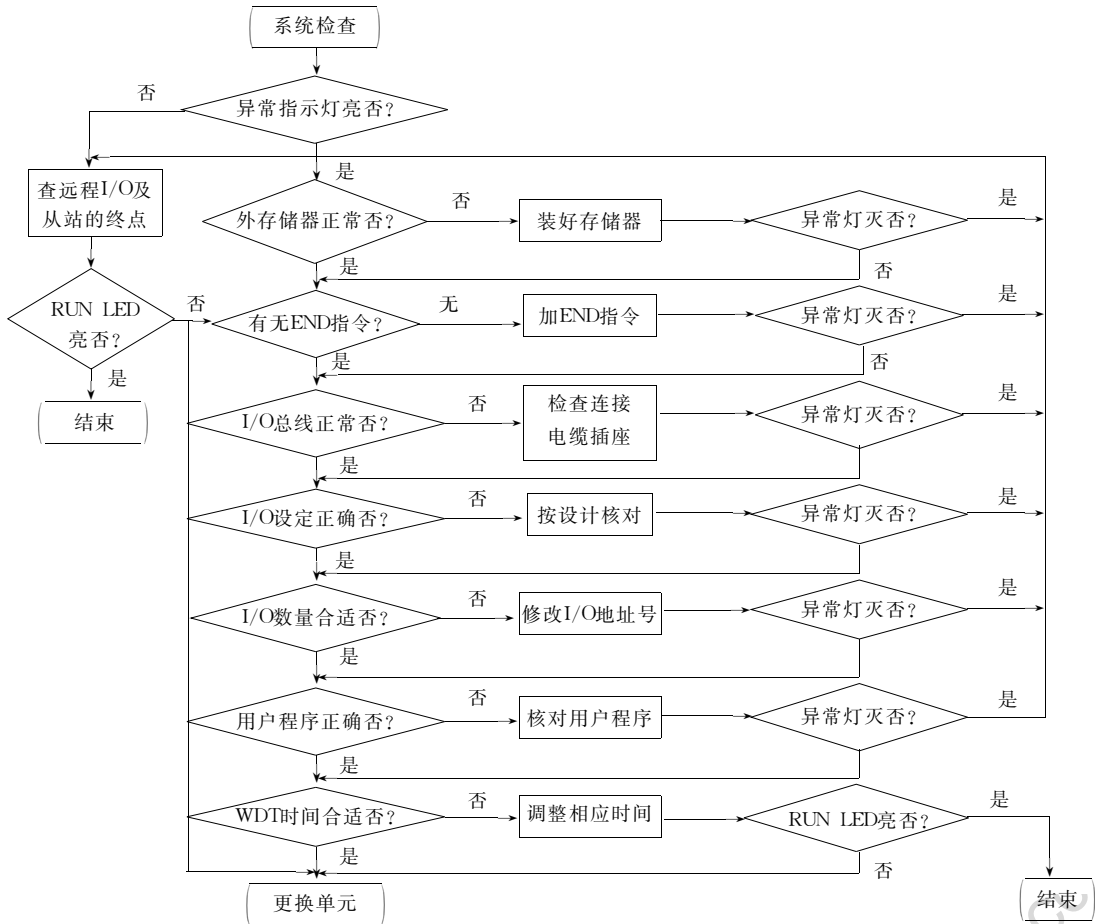


图 1.9-3 系统异常检查流程

“运行异常”检查是 PLC 系统中最为困难然而又是最经常要作的工作。由于此时系统已停止工作 (“RUN”灯不亮)，因此迅速处理，以便使系统恢复正常工作，这是非常重要的。图 1.9-3 为系统异常时的检查流程。

4. 系统报警检查

系统报警 (ALARM) 是指系统存在非致命性的故障，因此一般不会中止系统工作。即使如此，也仍然必须尽快查清原因，迅速排除。必要时甚至可以停机来处理故障。报警故障首先反映在报警指示灯的闪烁。因此当发现报警指示灯的上述现象，就应该转入查找引起故障的原因，千万不可认为：“既不影响工作，查与不查影响不大”，以致引起更大故障。图 1.9-4 为系统报警检查的流程。

5. 输入输出的检查

系统的输入和输出 (I/O) 是 CPU 与外部控制对象沟通信息的通道，能否正常工作，除了和输入、输出单元有关，还与连接配线、接线端子、熔丝一类元件的状态有关，是 PLC 系统中最常见的故障。因此在作 I/O 检查时，首先应从导线、端子等接触方面入手。此外，由于 I/O 是与外部设备直接连接，因此一方面导致故障的多样化 (因为现场的情况是很复杂的)，另一方面也容易损坏相应的 I/O 电路。所以通常在系统发生故障后，除首先考虑是否是电源故障外，着重应考虑是否是 I/O 的故障。尤其是在系统正常运行过程中，突然发生故障而中止工作或报警时更是如此。由于 I/O 故障情况太复杂，这里只以一个极其简单

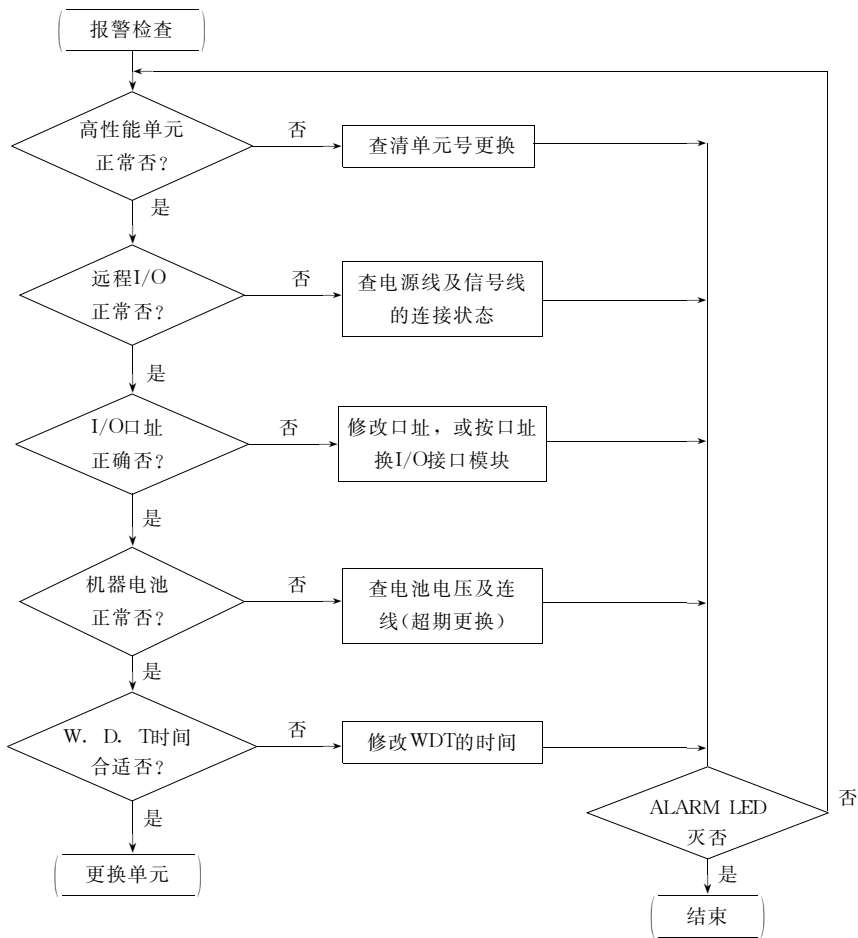


图 1.9-4 系统报警检查流程

的线路为例通过图 1.9-5 来说明此检查过程。

6. 工作环境的检查

影响 PLC 工作的环境因素主要是温度、湿度、噪声与粉尘，个别环境还存在腐蚀性气体（如酸、碱等）。除温度希望在一定范围内，即既要避免过高，又要避免过低外，其他一些因素多为希望避免过高。对环境检查和其他内容的检查不同，那就是环境因素对机器工作的影响是各自独立的，或者可以认为是互相独立的，因此检查流程关系不密切。工作环境检查的流程如图 1.9-

6 所示。

7. 常见故障的处理

通过上述检查，通常均可以查清 PLC 电路故障之外的一般性故障，经实践表明，这种比较符合人们思路的流程对系统维护是非常重要的。但在按流程操作时，还是需要作各种测试，并根据经验来作出一定的判断，这对一些初学者来讲还是有一定困难的。表 1.9-3、表 1.9-4、表 1.9-5 分别列出了 CPU、I/O、输入单元、输出单元的异常现象、推测原因及处理方法。

表 1.9-3 CPU 模块常见故障处理

序号	故障现象	推测原因	处 理
1	“POWER” LED 不亮	1) 熔丝熔断 2) 输入接触不良 3) 输入线断	更换熔丝管 重接 更换连线
2	熔丝多次熔断	1) 负载短路或过载 2) 输入电压设定错 3) 熔丝容量太小	更换 CPU 单元 改接正确 改换大的

(续)

序号	故障现象	推测原因	处 理
3	“RUN” LED 不亮	1) 程序中无 END 指令 2) 电源故障 3) I/O 接口地址重复 4) 远程 I/O 无电源 5) 无终端站	修改程序 检查电源 修改接口地址 接通 I/O 电源 设定终端站
4	运行输出继电器不闭合 (“POWER” LED 亮)	电源故障	查电源
5	特定继电器不动作	I/O 总线异常	查主模块
6	特定继电器常动作	I/O 总线异常	查主模块
7	若干继电器均不动作	I/O 总线异常	查主模块

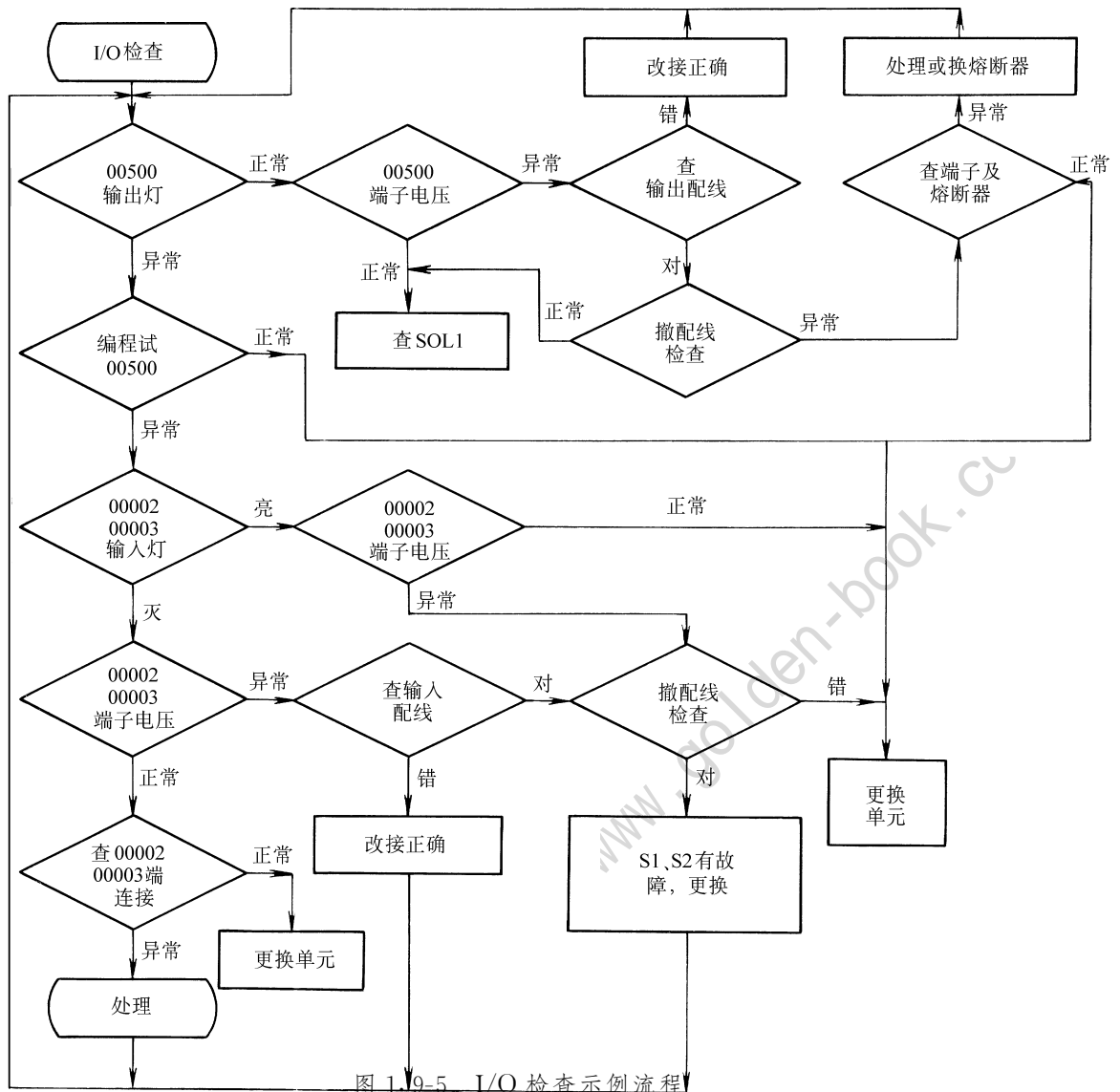
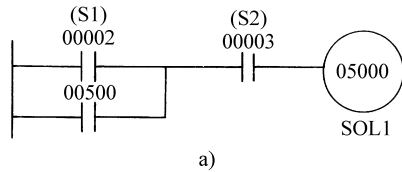


图 1.9-5 I/O 检查示例流程

a) 逻辑图 b) 检查步骤

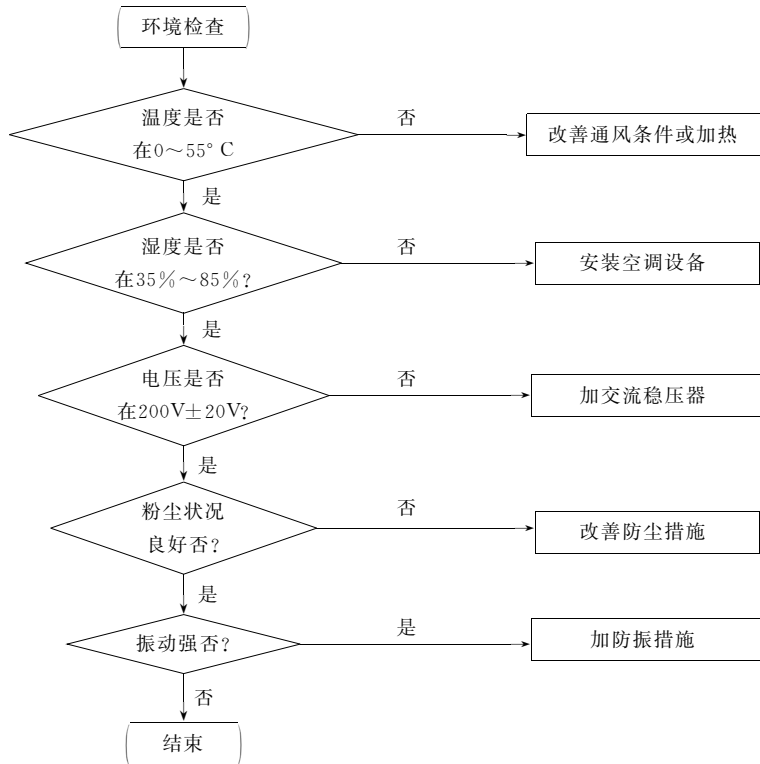


图 1.9-6 环境检查流程

表 1.9-4 输入模块常见故障处理

序号	故障现象	推测原因	处 理
1	输入均不接通	1) 未加外部输入电源 2) 外部输入电压低 3) 端子螺钉松动 4) 端子板接触不良	供电 调整合适 拧紧 处理后重接
2	输入全部不关断	输入单元电路故障	更换 I/O 模块
3	特定继电器不接通	1) 输入器件故障 2) 输入配线断 3) 输入端子松动 4) 输入端接触不良 5) 输入接通时间过短 6) 输入回路故障	更换输入器件 检查输入配线 拧紧 处理后重接 调整有关参数 更换单元
4	特定继电器不关断	输入回路故障	更换单元
5	输入全部断开 (动作指示灯灭)	输入回路故障	更换单元
6	输入随机性动作	1) 输入信号电压过低 2) 输入噪声过大 3) 端子螺钉松动 4) 端子连接器接触不良	查电源及输入器件 加屏蔽或滤波 拧紧 处理后重接
7	异常动作的继电器都以 8 个为一组	1) “COM” 螺钉松动 2) 端子板连接器接触不良 3) CPU 总线故障	拧紧 处理后重接 更换 CPU 单元
8	动作正确, 指示灯不亮	LED 损坏	更换 LED

表 1.9-5 输出模块常见故障处理

序号	故障现象	推测原因	处 理
1	输出均不能接通	1) 未加负载电源 2) 负载电源坏或过低 3) 端子接触不良 4) 熔丝熔断 5) 输出回路故障 6) I/O 总线插座脱落	接通电源 调整或修理 处理后重接 更换熔丝 更换 I/O 单元 重接
2	输出均不关断	输出回路故障	更换 I/O 单元
3	特定输出继电器不接通 (指示灯灭)	1) 输出接通时间过短 2) 输出回路故障	修改程序 更换 I/O 单元
4	特定输出继电器不接通 (指示灯亮)	1) 输出继电器损坏 2) 输出配线断 3) 输出端子接触不良 4) 输出回路故障	更换继电器 检查输出配线 处理后重接 更换 I/O 单元
5	特定输出继电器不断开 (指示灯灭)	1) 输出继电器损坏 2) 输出驱动管不良	更换继电器 更换输出管
6	特定输出继电器不断开 (指示灯亮)	1) 输出驱动电路故障 2) 输出指令中接口地址重复	更换 I/O 单元 修改程序
7	输出随机性动作	1) PLC 供电电源电压过低 2) 接触不良 3) 输出噪声过大	调整电源 检查端子接线 加防噪措施
8	动作异常的继电器都以 8 个为一组	1) “COM” 螺钉松动 2) 熔丝熔断 3) CPU 总线故障 4) 输出端子接触不良	拧紧 更换熔丝管 更换 CPU 单元 处理后重接
9	动作正确但指示灯灭	LED 损坏	更换 LED

(续)

1.9.4 可编程序控制器的维护和检修

设备在一定环境下工作运行，总是要发生磨损甚至损坏。尽管 PLC 是由各种半导体集成电路组成的精密电子设备，而且在可靠性方面采取了很多措施，但由于所应用的各种环境的不同，将对 PLC 的工作情况产生较大的影响。经常、定期地做好设备维护，可以争取做到设备工作于最佳状态下，使企业获得更好的经济效益，因此做好日常的维护是非常必要的。经常需要检查及维护的项目、内容及标准见表 1.9-6。

表 1.9-6 定期检查一览表

检查项目	检查内容	标 准
供电电源	在电源端子处测电压变化是否在标准规定值内	电压变化范围： 上限不超过 110% 供电电压 下限不低于 80% 供电电压
外部环境	环境温度	0~55°C
	环境湿度	相对湿度 85% 以下
	振动	幅度小于 0.5mm，频率 10~55Hz
	粉尘	不积尘

检查项目	检查内容	标 准
输入输出用电源	在输入输出端子处测电压变化是否在标准规定值内	以各输入、输出规格为准
安装状态	各单元是否可靠牢固	无松动
	连接电缆的连接器是否完全插入并旋紧	无松动
	接线螺钉是否有松动	无松动
	外部接线是否损坏	外观无异常
寿命元件	触点输出继电器	电气寿命：阻性负载时为 30 万次 感性负载时为 10 万次 机械寿命：5000 万次
	电池电压是否下降	5 年 (25°C)

1.10 可编程序控制器网络通信控制系统

在现代工业生产过程中，有的控制系统比较复杂，一个控制系统可能由许多控制任务组成。这

些控制任务既有相对的独立性，又需与其他任务联系，这就需要在各个控制任务之间具有更加有效的通信方式，使众多相对独立的任务在总的方面构成一个整体。有些机器和控制系统要求 PLC 是可连锁的，使数据可在 PLC 之间或 PLC 与计算机之间传递，从而更有效地完成控制任务；其他系统需要可允许集中控制的通信方式，例如数据查询、系统监控、维护诊断和管理生产报告等，以便提高生产率和管理水平。

这种复杂的控制过程，如果仅靠扩大机型来解决，效果不理想。因此，许多 PLC 的生产厂家开发了 PLC 网络控制系统。这些 PLC 网络控制系统具有如下的特点：

- 1) 对大、中、小控制任务都具有适应性。
- 2) 与现存系统有可连接性。
- 3) 保证系统有长期的使用价值。

PLC 网络控制系统的迅速发展，使 PLC 的应用更加广泛。许多 PLC 产品都在 CPU 本身加上具有网络功能的硬件及软件，因此，组成 PLC 网络非常方便。PLC 网络系统对任何一个站的操作都和使用同一台 PLC 一样方便；并且在网络中任何一个站都可以对其他站的元件及数据乃至程序进行操作。这种网络系统的设计思想是在辅助继电器（位）、数据寄存器（字）中专门开辟一个地址范围，将其分配给各台 PLC，使得某台 PLC 可以写其中某些元件而其他所有的站都可以读这些元件，然后再由这些元件去驱动其本身的软元件以达到通信的目的。各站主机之间元件状态信息和交换是由 PLC 系统自己去完成的，不需要用户编程。目前各公司开发的网络系统很多，如三菱电机公司的 MELSEC NET 网络、西门子公司的 SINEC LI 局域网和 SINEC HI 局域网、GE 公司推出的 CCM 通信系统、A-B 公司的同级通信链或高速数据通道（DH⁺ 及 DH II）、莫迪康公司的 MODBUS⁺ 和 MODBUS II 通信网络等等。

本节将介绍局域网及其在实现工厂集中管理分散控制中所起的作用，也介绍几种当前使用的通信网络。

1.10.1 局域网原理

1. 局域网的定义

局域网最普遍的定义是“一个高速中距离通信网络”，网络中两结点间的最大距离一般至少有 1.069km (1mile)，局域网一般要求至少支持 100 个站点，传输速率在 56kbit/s~100Mbit/s 之间。

最常用的局域网有工业网和商务系统网。工业网满足以下条件：

- 1) 支持实时控制。
- 2) 数据完整性好（错误检测）。
- 3) 抗噪性好。
- 4) 恶劣环境下的高可靠性。
- 5) 适于大规模安装。

商务系统网有以太网、并行总线网。商务系统网对抗噪性的要求没有工业网高，因为它们是由于办公室环境的；对访问时间的要求也不太高，因为一个商务工作站的用户一般都可以等几秒钟以获得信息，而 PLC 控制的机器也许在几毫秒内就要取得信息。并行总线网是用于办公环境内短距离间的微型机和小型机间的联网。

2. 局域网的作用

在局域网得以应用之前，PLC 的通信有两种方式：第一种方式是用一对电缆线把一个 PLC 的输出卡与另一个的输入卡连接起来，这种方法只在每条线上提供了一个比特的信息，它的安装费用很高，使用麻烦，对大规模的安装，使用局域网可大量降低连线费用；第二种方式是 PLC 借助一台中央机通过其各自的可编程端口来通信，这种方法把数据流量的波特率限制为可编程端口的速度（和局域网一样），其缺点在于若一台中央机失效，则整个网络就无法使用了（见星形拓扑）。通过使用局域网，可在 PLC 与其他主机间以极高效的方式交换大量的有用数据，只需借助一条专用通信线路。

3. PLC 的组网应用

网络的最普通应用就是集中数据查询和分布式控制，在各 PLC 上执行数据的采集和处理会减少处理机的扫描时间，占用大量内存以及容易使控制程序逻辑复杂，这些缺点可通过提供一条高速数据通道来消除，在此通道上，所有数据被送往宿主机进行处理。在分布式控制应用中，先前的由单个控制器完成的功能现在分布到几个控制器上完成，这除了可以消除单 PLC 的缺点，还可改进性能和提高可靠性。

要运用分布式处理，局域网及连与其上的 PLC 必须提供以下功能：

- 1) PLC 间的通信。
- 2) 可从任意 PLC 向上通信到程序员或主机。
- 3) 可从程序员及主机向下通信到任意 PLC。
- 4) 读/写任意 PLC 的 I/O 值和寄存器。

5) PLC 状态监视及 PLC 操作控制。

1.10.2 网络结构和访问控制技术

1. 网络的拓扑结构

局域网的拓扑结构决定了网络的几何形状或者各结点连接到网上的方式。拓扑结构主要影响吞吐率、实现费用和可靠性等因素，现在使用的拓扑结构主要有星形、公共总线形和环形。应该指出的是，大型网络中也许包括了多种互连的拓扑结构。

(1) 公共总线结构 总线结构为线状连接。在用双绞线对或同轴电缆作为传输媒介的系统中，各工作站通过连接器或收发器连接到主干（开环、无源的双绞线或同轴电缆）上，形成一条公共的多路访问总线。总线结构连接简单，在总线上添加工作站十分方便。当总线上某结点发生故障时，可以将其从总线上断开而不会干扰或停止总线的工作。图 1.10-1 所示是一个总线形的网络 (MODBUS)，在同一主干上可以连接两个以上的从站，从站可以按菊花链方式：①或接出站方式②直接接到主干上。接出站距离主干的最大距离为 152.4m (500ft.)。菊花链方式相对比较简单，这种方式也可以解释为接出电缆长度为“零”的接出站。网络的主设备可位于主干的任意一端，也可以在主干电缆的任何一点上。

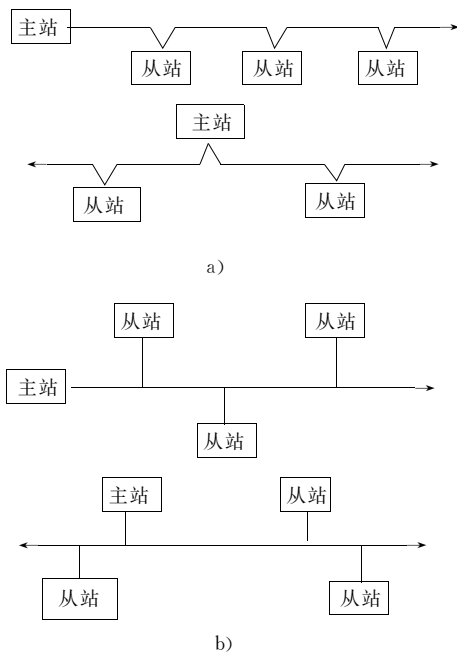


图 1.10-1 总线形网络结构

a) 菊花链式 b) 接出站式

(2) 星形结构 有一种 PLC 网由一台多端口主计算机构成，其各端口分别连接到一个 PLC

的编程端口上，这种安置称作“星形”拓扑，如图 1.10-2 所示，图中的网络控制器可以是一台计算机、PLC 或其他智能主机。大多数商业计算机都装成星形网络，网上有许多终端连到一台中央机上。这种拓扑结构的主要优点是它可以用简单的点对点协议实现，每个结点可在需要时随时发送，如果不要出错检查，或只需一个奇偶位，则“哑”终端就可以是一个结点。然而，星形拓扑有以下缺点：

- 1) 它不适用于分布式处理，因为它依赖于一个中央结点。
- 2) 对大规模安排来说连线费用很高。
- 3) 两结点间的信息传递必须通过中央结点，从而导致低吞吐率。
- 4) 没有广播模式，从而更加降低吞吐率。
- 5) 中央结点故障会引起网络瘫痪。

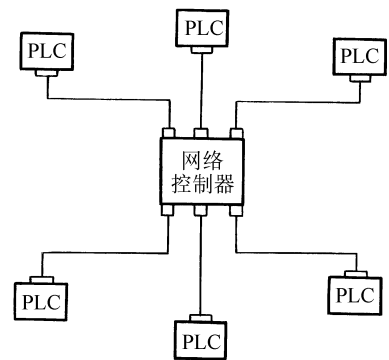


图 1.10-2 星形网络结构

(3) 环形结构 环形结构是一种闭合的总线结构。每个工作站通过重发器连接到公共的同轴电缆总线上，形成一个封闭的环，结点和结点之间的通信通过重发器进行，信息在环上沿一个方向传送，从被导通的结点获得信息。由于重发器是有源器件，故易于实现高速传送和远距离传送，也易于控制。环形结构的缺点是当结点发生故障时会影响到整个网络，使其不能工作。

环形网络结构如图 1.10-3 所示。

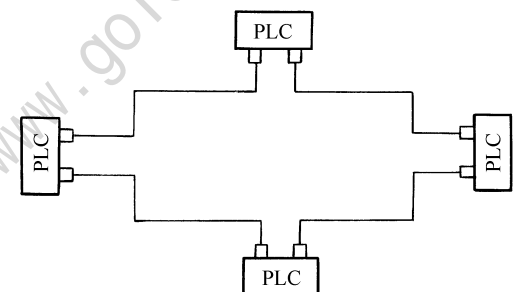


图 1.10-3 环形网络结构

(4) 星形环结构 有些网络制造商，如 Proteon，通过使用主机来解决结点故障的问题。

如图 1.10-4 所示，主机允许自动绕过出错结点。因为星形环结构需要两倍的连线，所以它只有能提供其他明显的优势（如图使用光纤），才能用于大规模网。

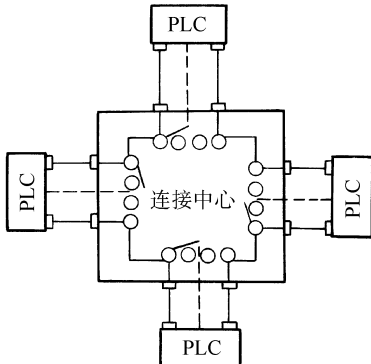


图 1.10-4 星形环网络结构

2. 主-从关系与同级通信链

(1) 主-从关系 主-从结构的通信网络中，可以有多个从站，但只能有一个主设备。主-从设备间的信息交换方式有两种：询问-响应式或广播式（见图 1.10-5）。

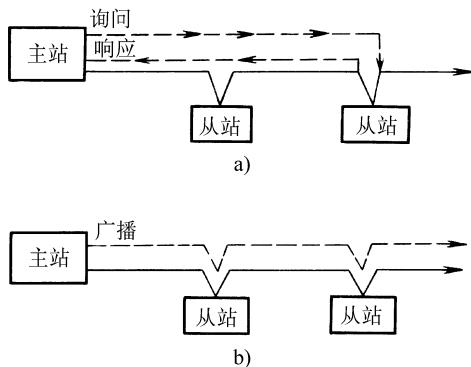


图 1.10-5 主-从结构网络信息交换

a) 询问-响应式 b) 广播式

1) 询问-响应式。主设备向一个指定的从设备 (PLC) 发一个询问信息，从设备执行规定的工作后，向主设备发回一个响应信息。主设备处理从设备的响应。

2) 广播式。主设备向网络中所有从设备发一个广播信息，从设备完成规定的工作。从设备不向主设备发回响应信息。

两种信息交换方式的区别在于信息中是否包括从设备的地址，如果指定了从设备的地址，则为询问-响应式；如果地址为零，则为广播式。网络中采用何种交换信息的方式是与主设备或从设备的类型无关的。

(2) 同级通信链 同级通信链与主-从结构的主要区别在于通信网络上所连接的通信设备 (PLC 或计算机等) 没有主-从关系，各设备都有自己特定的设备号，通信权是平等的，各通信设

备之间可以互相通信，每台设备都有发言权和接收权。

3. 访问控制技术

访问控制技术是 PLC 获得网络访问权以发送信息的方法。如前面所述，总线拓扑结构要求每个结点轮流在介质上发送数据，这个过程首先要求结点能禁止其他发送器发送数据，以使其不干扰网络的操作。可以用下述方法：

- 1) 用一个可关闭载波的调制解调器。
- 2) 用一个可进入高阻状态的发送器。

最常用的访问控制技术有：查询、冲突检测和令牌传递。

(1) 查询 在主-从协议中，最常用的存取方法叫做“查询”，查询技术是由主站依次查询各个从站，主站向某个特定从站发出一条消息，再等待一段特定的时间供从站响应，从站响应时应发送数据或一条说明其无数据可发的消息。如果从站在分配的时间内未予响应，主站就认为此从站已死亡，并继续查询其他从站。主-从配置中的从站间的通信较为低效，因为查询要求数据先送到主站然后再送到从站。由于查询用在主-从配置场合，因而它一般被称作主-从存取方式。

(2) 冲突检测 冲突检测一般指 CSMA/CD，即具有冲突检测的载波侦听多路存取。在这种方式中，每个有一条消息要发送的结点要等待至网上空闲时再发送消息。当某个站点发送消息时，冲突检测线路检查是否存在另一个发送方，如果检测到冲突（两个发送方同时发送），那么禁止发送且此结点等待一段随机时间后再试一次，只要网上通信量不是很大，这种方式就很有效。然而，每次冲突和重发都要耗费时间而不能用于发送数据，因此会降低吞吐率，增大存取时间。冲突检测在控制网络中应用不广，而在商务应用中很广泛。冲突检测可用于大系统中的数据收集和程序维护，也可用于只有相对少量结点实时分布式控制应用中。

(3) 令牌传递 令牌传递技术可用来消除那些试图获得网络访问权的 PLC 站点间的竞争。令牌传递可作为一种形式的分布查询，令牌是一段允许站点使用网络的（如发送信息）临时的信息，然而，某一站点的这项权力在发送结束时应移交给下一指定的站点。

使用令牌传递技术的总线形网络中，每个站点都用一个地址来标识。在工作过程中，令牌依次由一个站点传递到另一个站点。发送令牌的结

点也知道下一个接收令牌的结点的地址。令牌传递时，有一个或多个包含源、终点以及控制数据的报文将在网上循环，此信息可为每个结点所接收，若需要则收下；若该结点有信息要发送，则它在一个新的报文中发送之。如在某个典型应用中，站 10 向站 15 传递令牌，再把令牌传向站 18 (15 的下一个地址)。如果后继站在一个固定时间内未向其后继者发出令牌，则传递令牌的站点就认为接收站已失效，在这种情况下，原始站点开始查询，直至它查询到一个能接收令牌的站为止。例如，若站 15 失效了，则站 10 将查询站 16 和站 17，而它们无反应，因为它们不在网中，然后再查询站 18，它响应令牌，这个新的接收站将成为新的后继站，并从网中移去失效站点 (站 18 将成为站 10 的后继站)，失效站 (站 15) 将被拆掉。

在网上传递一遍令牌的时间取决于结点数，可以通过把站点数与令牌持有时间相乘来估计，在包含很多站点的要求分布式处理的系统或具有严格响应时间要求的系统中，令牌传递方法应用较多。

1. 10.3 通信传输媒介

有许多类型的传输媒介可以用来在通信设备之间传输信息，例如全屏蔽的双绞线对电缆 (即四线双绞线)、基带或宽带同轴电缆、音频电话线路、无线电或微波信号、卫星传输及光纤电缆等等。每种媒介按其应用的场合及环境的不同而显示其独特的优点。

1. 双绞线介质

双绞线在工业中广泛用于点对点的场合，距离至多到 1219.2m (4000ft.)，传送速率可达 250kbit/s。

双绞线相对而言比较便宜，并有较好的抗噪性，且屏蔽还可改进。向双绞线总线加入结点会急剧降低性能。

2. 基带同轴电缆

双绞线的性能限制主要应归咎于其不规整性，电缆中各处的特性电阻不同，因为没有可用的终接电阻的“正确值”，因此，反射很难消除。而同轴电缆极为规整，从而可消除反射问题，其限制因素就变为电容和电阻的减少。基带电缆在局域网中应用时，传输速率可达到 2Mbit/s，距离可达到 5486.4m (18000ft.) 一般直径为 9.525mm (3/8in.)

3. 宽带同轴电缆

宽带同轴电缆直径为 12.7~25.4mm (1/2~1 in)，多年来已用于载波电视信号，可支持 150Mbit/s 的传输速率。这些网络利用频分多路技术来同时提供许多通道。每个通道具有各不相同的 RF 载波频率。宽带局域网只使用了其中一个通道和前述的一种存取方式，此通道的传输速率典型值为 1、5 或 10Mbit/s。在使用双向重发器的情况下，宽带局域网的距离可长达 48.28km (30mile)，而且可支持数千个结点。使用宽带网的一个优点是它可实现于一已存在的宽带网上，这种网络的另一个通道一般用于视频、计算访问以及各种监控和控制功能。

每个宽带通道又由两个通道组成——一个高频向前通道和一个低频返回通道。如果只有两个结点需要通信，那么一个可以在向前通道中传送，而另一个可以在返回通道中传送。在一个多挂点网络上，需要一个头尾调制解调器来在其向前通道上重发其相应的返回通道的信号，重发器在一个方向上放大向前通道的信号，而在另一方向放大返回信号。

4. 光纤

现在，光纤的主要缺陷是还要开发一个低损耗接头，这个缺陷使光纤无法用于大的总线拓扑中，但却可用于星形和环形拓扑中。另外，光纤比基带电缆贵好几倍，而且光耦合器也比严格的电气接口贵好几倍。然而光纤也有一些令人无法忘怀的优点：第一它不受任何形式的电气干扰的影响；第二它体积小，重量轻，在 9144m (30000ft.) 的距离上传输速率已达 800Mbit/s。因此，随着技术的发展，光纤在工业中的应用会逐步扩大。

1. 10.4 工业通信网络的模型与协议

对于通信网络的研究是从 20 世纪 70 年代初期发展起来的。10 多年来，网络的研究已经有了很大的发展。与此同时，对于 PLC 的要求也从最初的提高和改进控制技术发展到控制与信息管理功能相结合。由于 PLC 的通信系统是各个制造厂家自己开发的，每一种设备都有自己专用的协议和接口。不同产品之间通信的不兼容性大大限制了控制系统对现场信息的管理能力。

为了着手解决这一日渐严重的问题，1980 年，美国通用汽车公司开始编制工厂自动化协议 (MAP)。制定这个标准的目的在于使各厂家生产的设备能用一种公用语言进行通信。MAP 的体系结构是以国际标准化组织 (ISO) 推荐的开放系

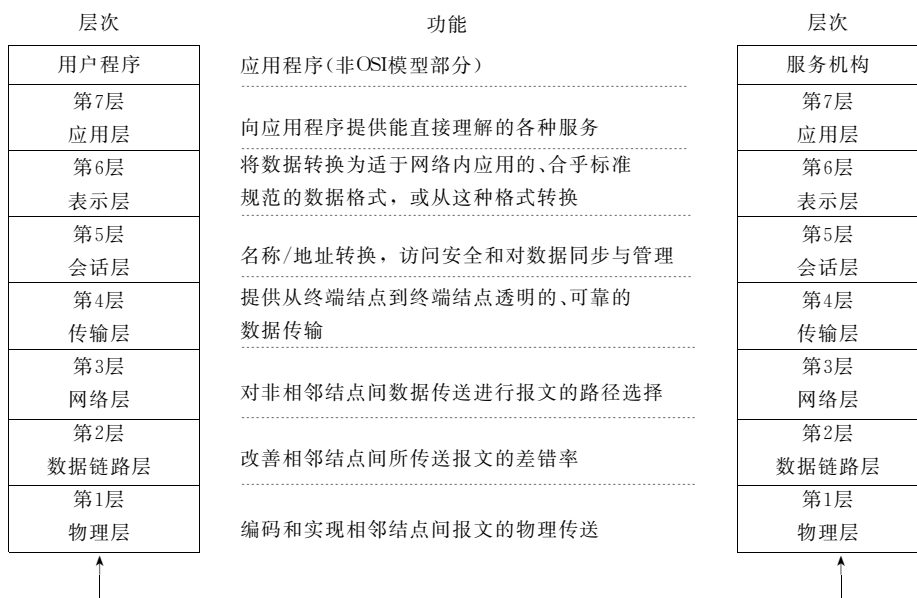


图 1.10-6 OSI7 层参考模型

统互连 (OSI) 参考模型为基础的。对参考模型的每一层都列出了适合于工业应用的特定标准。

OSI 模型是以功能为基础实现网络支持软件的模块化。每个模块都采取模型中某一层的形式。整个模型分成 7 层, 各层之间既相互独立实现自身的功能, 又彼此联系, 组成低层与高层的关系。图 1.10-6 是 7 层模型的示意图。

应用层、表示层、会话层和传输层属于终端结点的规范, 是与应用层服务、数据格式标准化、地址转换、访问安全和端到端的报文处理等相关联的。其中, 应用层面向用户, 其目的是允许应用程序对网络进行访问, 并提供各种服务。因此, 所有其他较低的层次都支持应用层。表示层的目的在于提供一种适用于应用层的符合标准规范的数据格式。就表示层而言, 目前尚无被 MAP 采纳的标准。会话层的任务是建立、管理和拆除进程之间的连接, 将面向网络的会话地址变换为相应的工作站地址。会话层的连接有半双工方式 (双向交替)、单工方式 (单向相互作用) 和全双工方式 (双向同时)。目前 MAP 只执行全双工方式。传输层为会话层的实体之间提供了透明的数据传输。传输层的存在使用户不必关心采用何种具体的方式去实现高效可靠的数据传输。

网络层 (即第 3 层) 属于路径选择范畴。在出现中间结点的两个 (或多个) 通信应用中, 与报文的路径选择有关。网络层的协议必须与整个给定网络协调一致。网络层的规定和执行, 对于作为一种非专有的、多厂家网络标准的 MAP 的实现是非常重要的。

数据链路层 (第 2 层) 和物理层 (第 1 层) 属于相邻结点规范, 其中物理层规定了通信站之间进行“0”、“1”信息交换所采用的媒介、调制技术、传输速率、接插件等有关的电气和机械特征。表 1.10-1 所示为几种信息传输媒介的主要性能与特点。

表 1.10-1 信息传输媒介的主要性能和特点

传输媒介	双绞线	基带同轴电缆 (不调制)	宽带同轴电缆 (调制)	光纤
传输速率 / (Mbit/s)	<1	几十	几百	几千
成本	很低	中	中	高
连接	简单	较简单	较简单	需专用连接器
抗干扰	中等	好	好	不受电、磁场干扰
传输距离 / km	零点几	几	几十	几百

MAP 推荐以宽带同轴电缆作为网络的标准媒介。这是由于:

- 1) 宽带同轴电缆允许在同一媒介上同时存在多重网络。
- 2) 宽带媒介不仅能支持局域网实现高速数据传输的要求, 还可支持需要传输声音、图像等多种信息的局域网。
- 3) 宽带技术是 IEEE 令牌总线 (Token Bus) 通信标准的一部分, 同时也是 IEEE 带有检测冲突的载波侦听多路访问 (CSMA/CD) 的研究课题。
- 4) 新的通信设施中安装宽带系统的越来越

多，而且这种趋势还会继续下去。

数据链路层提供和管理各种数据帧的传输，同时还可对物理层发生的差错进行检错和纠错。数据链路层又可分成媒介访问控制子层（管理数据帧对物理媒介的存取）及逻辑链路控制子层（执行差错检查、寻址及为确保结点间正确数据传输所需要的其他功能）。图 1.10-7 是一个环形网上令牌传递的访问控制方式。由于令牌传递是目前能够支持 IEEE 宽带的独一无二的的数据链路协议，并且许多 PLC 的制造厂家提供的将用于 MAP 网络的设备差不多都是以令牌总线为基础的，MAP 已将它选作标准的媒介访问控制方式。

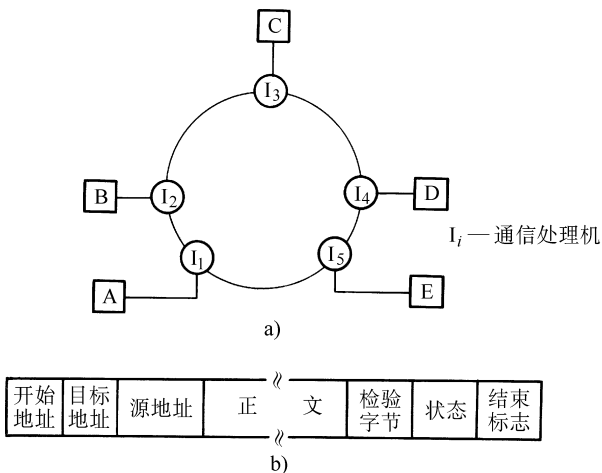


图 1.10-7 令牌传递方式

a) 通信处理机与工作站的连接 b) 信息包的格式

1.10.5 可编程序控制器的通信网络

MAP 的技术规范的设想与制定为多个厂家环境规定了一种标准的通信方法。但是开发一个有效的通信网络即使在理想的情况下也需要许多年。MAP 的兼容性将要求对 OSI 模型的整个 7 层提供支持，这并不意味着要支持全部的功能。下列技术规范为支持这个网络标准的设备设计提供了指导：

- 1) 网络必须提供包括故障历史、组态数据、状况和应用情况在内的管理信息。
- 2) 设备的地址应该是可选择的，以便对所选的机器容易进行访问。
- 3) 设备应与媒介无关。制造厂提供适应不同媒介的设备，以使用户根据现场安装的需要进行选择。
- 4) 设备支持的最佳数据传输率是由 IEEE802.4 规定的。
- 5) 要求网络支持动态再组态。增加或除去一个设备时，网络不应关断或发生故障。

6) 设备应具有支持冗余媒介的能力，在选择媒介时应考虑能实现现场安装。

7) 所有设备都应满足 GM（美国通用汽车）公司应用的电气和环境标准。

近年来，一些 PLC 的生产厂家致力于开发与 MAP 兼容的网络通信产品，在不同程度上实现了上面的一些规范化的要求。例如，在物理层和数据链路层上采用了 OSI 协议。这种规范化的设计，使得不同类型的 PLC 之间的联网通信变得容易实现了。下面简要地介绍一些典型的网络通信产品。

1. 同级通信链或高速数据通道（DH⁺及 DH II）

典型产品有美国 Allen-Bradley 公司的 PLC-5 和 PLC-3 系列。处理器通过一个局域网和远程编程设备（1784-T50、T45、T35、T30 工业终端）、PLC 及通过通信链接口模块与计算机通信。

同级通信链（PCL）的主要特性：

- 1) 令牌传递网络。
- 2) 最多 64 个站（一个站可以是一个处理器、编程终端或一个 1770-KF2B 系列或 1875-KA 接口模块）。
- 3) 通信媒介和波特率：
DH⁺——采用双绞线，56.6kbit/s。
DH II ——采用同轴电缆，1Mbit/s，载波频率为 5MHz。
- 4) 传输距离：
DH⁺——主干线最长为 3048m（10000ft.）。
DH II ——2438.4m（8000ft.），结点数 × 22.86m（75in.）。

令牌传递确保每一个站获得时间来发送一个信息。即使没有信息发送，令牌也是由一个站传递到另一个站。当一个站获得令牌，并向另一个站发送信息时，这个站就成为主站。当一个站被通过通信时，令牌自动传递到链上下一个较高的站上。增加 PCL 的站数，则链上访问延迟时间也增加了。图 1.10-8 及图 1.10-9 是 DH⁺和 DH II 的典型配置。

PCL 不是为数据实时控制而设计的，因为它一次只能完成一种功能。所以用编程终端检索、监控和在线编辑大程序时将降低 PLC 处理器的吞吐量。

在 PCL 上，PCL 处理器之间的通信是在处理器发送和请求数据的梯形图中用信息指令（MSG）实现的。通过 MSG 指令可以：

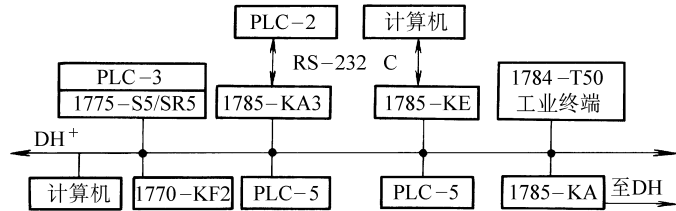


图 1.10-8 典型 DH+ 配置

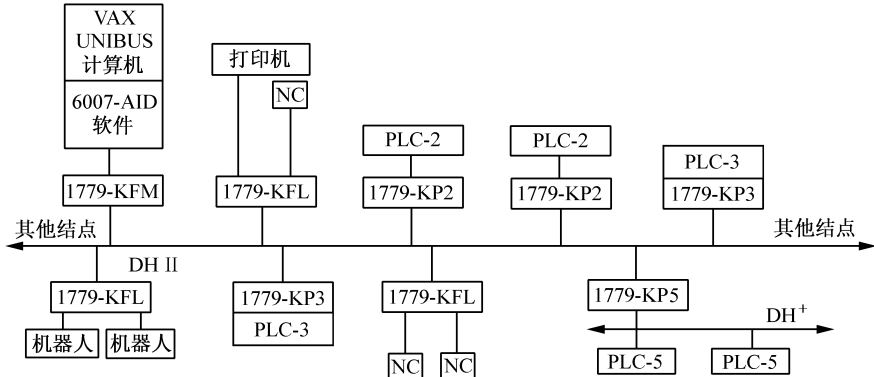


图 1.10-9 典型的 DH II 配置

- 1) 向目标处理器发送数据文件。
- 2) 从目标处理器得到数据文件。
- 3) 在目标处理器中写入全部存在的数据。
- 4) 通过 1770-KF2 B 系列接口模块向计算机传送数据。
- 5) 通过 1785-KA 通信适配器模块向任何数据通道站传送数据。

2. MODBUS+ 和 MODBUS II

MODBUS+ 是美国 MODICON 公司为了使其 984 系列新产品即 984~385、485 和 685 系列 PLC 与原有的 984 系列产品通信而推出的网络产品。网络中的通信媒介为双绞线屏蔽电缆，它采用了令牌传递协议，使同等通信数据传输速率达到 1Mbit/s。MODBUS+ 的推出大大增强了 MODBUS 的功能，改变了 MODBUS 只能进行点对点通信、波特率低 (19.2kbit/s) 等缺陷。图 1.10-10 是 MODBUS+ 的典型配置。

MODBUS II 接口模块 (S975) 为 984 系列 PLC 的局域网提供同等通信。该通信网络采用了 MAP 的协议。图 1.10-11 是与 MINI-MAP 兼容的网络 MODBUS II 的分布结构。MODBUS II 网络中的任何 984PLC 都可以充当主机来启动通信。数据传输速率为 5Mbit/s。

用于网络通信的 PLC 中必须装入专用的执行软件才能支持 MODBUS II。可装入的执行模块有两种。其中 MBUS 功能模块用来向一个单 PLC 发送信息或请求信息，每次可读写的信息长度为：读 251 个寄存器，写 249 个输出寄存器，或

者读 7848 个开关量和写 7800 个开关量输出。PEER 功能模块可以向 16 个控制器发送信息。

3. Vista MAP——高速 MAP 全兼容局域网

Vista MAP 是 Allen-Bradley 公司的产品，它符合 MAP3.0 定义的技术规范，支持多厂家产品的相互通信。这一产品实现了 OSI 模型的下列层次：

- 1) PLC-3 接口：全部 1~7 层。
- 2) 桥接器：第 1、2 层。
- 3) 调制解调器：第 1 层。

对于 PLC-3 系列 PLC，网络可提供 MAP 接口、IEEE802.4/802.3 桥接器、IEEE802.4 调制器以及网络的管理。MAP 的宽带和载波调制解调器可以将其他系列的 OEM 产品接入一个 IEEE802.4 网络。图 1.10-12 是 Vista MAP 的典型配置。

Vista MAP 可支持令牌传递的网络访问控制方式，也可支持 CSMA/CD 局域网。传输特性为：

- 1) 宽带：10Mbit/s。
- 2) 载波带：5Mbit/s。
- 3) 光缆：10Mbit/s。

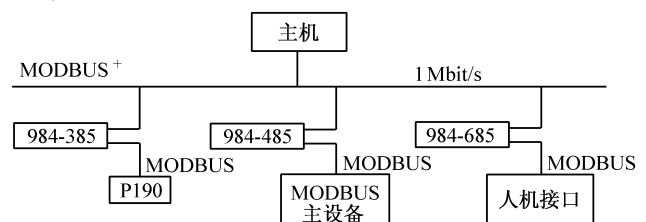


图 1.10-10 MODBUS+ 的典型配置

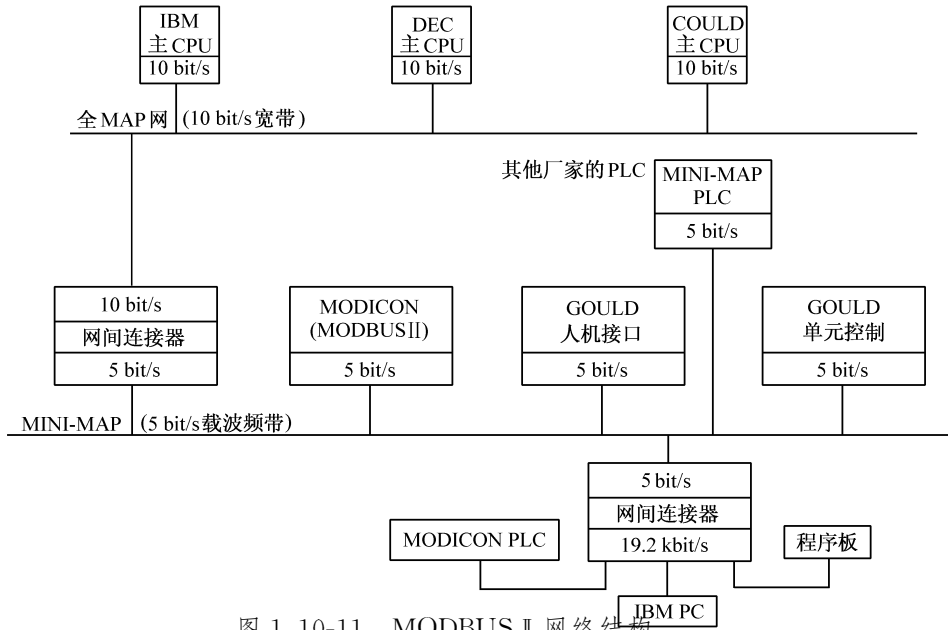


图 1.10-11 MODBUS II 网络结构

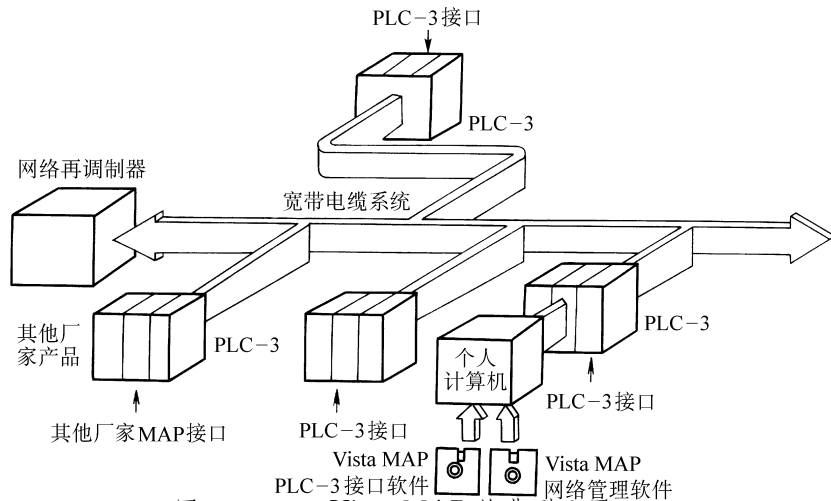


图 1.10-12 Vista MAP 的典型配置

1.10.6 不同的可编程序控制器的互连

MAP 旨在制定一项广泛支持的、允许直接接入设备的同等局域网标准。但在一段时期内,某些设备仍将通过一个中间设备才能与网络连接。这个中间设备通常叫做“网间连接器”(Gateway)。

网间连接器与桥接器(Bridge)的主要区别在于网间连接器可用于 OSI 模型的所有 7 层,而桥接器只局限于第 1 层和第 2 层。网间连接器提供了不同的局域网(LAN)之间的连接,也可以将局域网连接到结构不同的远程网上。图 1.10-13 所示的应用实例中,包括了将一个 MAP 网络连接到一个 Allen Bradley 高速数据通道(DH)、一个 MODICON 的 MODBUS、一个 DEC 的 DECNET、一个 IBM 的 SNA 或者一个 HP 的 DS/1000 网络。

网间连接器作为一种中间设备必须提供 PLC 中那些不能直接支持的功能,例如路径选择、协议转换、存储转发和目录服务等。但网间连接器又是一种临时的解决办法。一旦新型的 PLC 出现后,网间连接器就会消失或者由桥接器所代替,同时将网间连接器的功能迁入 PLC 中。

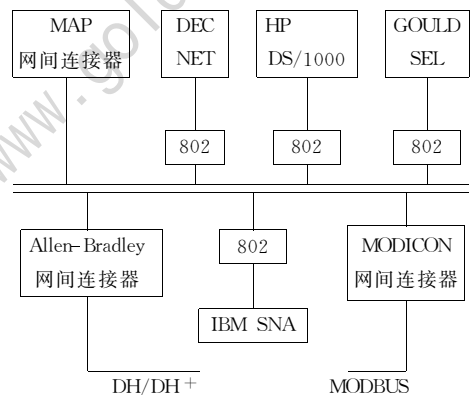


图 1.10-13 带有 PLC 网间连接器的局域网

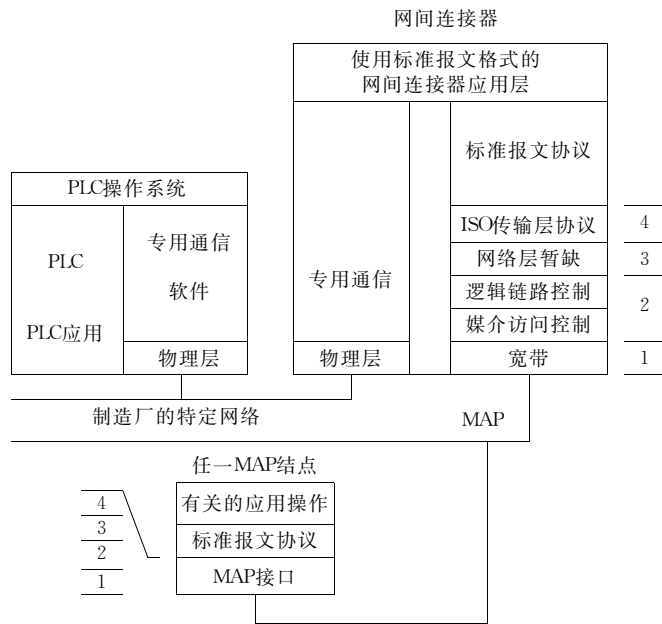


图 1.10-14 网间连接器的概貌

图 1.10-14 解释了网间连接器在连接 MAP 网络与 PLC 生产厂家特定网络时所起的作用。

MAP 上任一结点（可以是一台中央计算机）的应用程序将报文请求格式化为标准报文格式，并通过应用服务协议将报文传送到底层。报文通过中央计算机经 MAP 接口传送到物理媒体。网间连接器通过它的 MAP 接口接收报文，然后将报文传送到网间连接器的应用程序。应用程序通过查表将传送地址转换成 PLC 的物理地址，并将原来的请求转换成 PLC 的特定的报文格式。如果 PLC 响应这一请求，应用程序还必须将其格式化成标准报文，以发送到请求结点。

网间连接器的硬件将逐步发展，然而最终将从 MAP 网络中消失，MAP 接口将在 PLC 一级提供支持。今后 PLC 将含有整个 MAP 接口，并能以对等方式进行通信。PLC 将存在于 MAP 主干网络上和 MAP 子网上。

1.10.7 局域网设计的设备配置

当考虑系统中的每个设备时，设计人员不仅要问“局域网是否支持该设备”，还要问“如何把设备连接到网上”。对于用户自己提供的设备，设计人员还要决定要求什么样的支持软件。

PLC：所有可得到的网络都至少应支持 PLC 制造厂商提供的某些类型。PLC 一般通过一个单卖的接口单元连接到网络上，接口单元通过高速并行总线或通过一串行口连接到 PLC，在后一种情况下，必须向计算响应时间的公式加上两项：编

程端口的响应时间和编程端口的处理时间。

编程设备：尽管大多数厂商都提供某种类型的可连接到网上的编程设备，也有些厂商不提供。所有的编程都必须通过各个 PLC 的编程端口进行。连接到网上的编程单元提供了网上任意 PLC 的集中编程，并且可提供各种监控。

主机：主机支持一般表明用户提供的主机可用来完成编程功能，只要它遵守该厂商的协议。它通常通过一个称作“网关”的设备连接到网上，网关包含一个网络口和另一个端口（通常为 RS-232），这个口连到主机上。网关大大简化了用户必须为主机编写的软件，因为主机到网关的链路只要求简单的点到点协议，而不是无主从关系的网络多挂点协议。网关还提供合适的电气接口，因为大多数计算机可提供 RS-232 端口，因此不需要额外的硬件。

智能终端：这里所指的智能终端实际上是指带有完整操作系统和大规模存储系统的小型计算机，它与网络的接口与大的主机一样。任何想在网使用这些终端的人员都应仔细查阅软件要求，以确定该终端的操作系统是否支持这些要求。例如，有些操作系统只发送 ASCII 数据，而不是二进制数据。

网关：除了前面所提到的主机网关外，有些厂商还可能提供了与其他多挂点网络连接的网关，还有其他类型的主机网关。例如，主机接口也许是 RS-422 同步类型，这时，设计用于同步的协议也许就可使用了。

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

1. 西门子公司典型 PLC 产品

西门子公司的 PLC 产品型号有多种,其代表性的小型机为 SIMATIC S5-100U,主要参数如下:最大 I/O 为 256 点;模拟量输入输出为 32 路;最大内存为 2KB;可以连接 OP 系列便携式监视器;能与 SINEC LI LAN 联网。

中型机代表产品是 SIMATIC S5-115U,主要参数如下:最大 I/O 为 1024 点;16 位处理器的逻辑运算速度为 2.2ms/KB,算术运算速度为 60ms/KB;内存容量为 8KB;模拟量输入输出高达 128 路;能与 SINEC LI 和 SINEC HI 联网;该机有多种智能模块;并可用于中央操作站。

SIMATIC S5-150U 是西门子公司推出的大型 PLC,该产品可以用于设备自动化控制、过程自动控制和过程监控系统,主要参数如下:16 位字处理器的逻辑运算速度为 2.5ms/KB,算术运算速度为 5ms/KB;最大内存容量为 128KB;开关量输入输出为 1024 点,可扩展到 3072 点;模拟量输入输出可达 192 路;可以与 SINEC LI LAN 和 SINEC HI LAN 联网;该机有众多智能模块;可用于中央操作站系统。

2. SINEC LI LAN

该网络是用于西门子 PLC 间小量数据交换的低速通信网络;通信速率为 9.6kbit/s;通信方式为主从式,一个主站最多可挂 30 个从站。主站处于主动地位,协调网上的信息传输,从站为被动。BT777 是网络耦合器,每站通过网络耦合器与网络连接,如图 1.10-15 所示。

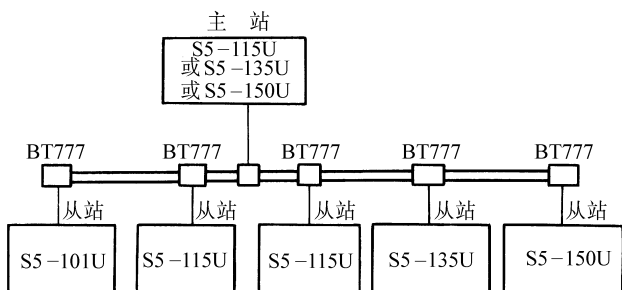


图 1.10-15 SINEC LI LAN 结构

(1) 数据传输基本原理 用户必须为每个站定义一个发送“信箱”和接收“信箱”,有两个控制字节分别控制两个方向的数据传递,即发送和接收。所谓“信箱”,实际上是用户定义用于存储接收数据和发送数据的一块数据区。网络上的站

必须把要发送的数据存放在发送“信箱”,用置位控制字节中“启动发送”位的办法向主站发出发送申请。主站的微处理器按顺序查询从站的控制字节,从而判定是否有发送请求,查询顺序是按用户预先编制的查询顺序表进行的。

如果主站查询到发送请求,就从发送“信箱”读取数据,并准备传送给目标站的接收“信箱”。每个站用编号区分,0 号站为主站,从站可以由用户定义为 1~30 间的数。只有接收站的“接收允许”位被置位时,才能进行传送服务。一旦传送结束,立即复位“发送请求”位,表示数据已到达目的地。同时复位接收站的“接收允许”位,以说明有新数据输入。用户程序对新数据进行处理后,重新置位“接收允许”位,等待下一次接收。

(2) 数据交换格式 该网络有三种数据交换格式:查询方式、中断方式、广播式。

在查询式传送中,主站微处理器按查询顺序表中的顺序与从站进行数据交换,如果一个从站在查询顺序表中出现多次,则服务多次,也就是说该站的服务频率高。传输可以是主站与从站之间,也可以是从站与从站之间。

在中断交换时,发送请求标志位和中断标志位均被置位。这种传输有最高优先权。若接收站的中断位也被置位,告知有数据传送,从而后动中断,调用组织块(O132)。只有站号在中断表中的从站能产生中断,若同时有两个以上中断申请,则按中断表的顺序执行,这时中断方式必须与查询方式交叉进行,执行一次中断传输后,执行一次查询方式传输,再执行等待着的中断传输。

当某站的任务号为 31 时,该站的数据被传送到所有站,这种交换方式称为广播式。

(3) 主站、从站初始化 主站的通信控制模块(CP530)协调整个网络的信息交换,初始化就是要对 CP530 进行编程。COM530 软件包用来支持编程。编程工作可以在线也可以离线进行。离线编程即先写在软盘上,然后传送给 CP530 的存储器。主站初始化主要是定义站号和接口号、编制查询顺序表和中断表。

(4) 应用软件编制 编制发送“信箱”和接收“信箱”。“信箱”由内存数字变量组成,两个信箱格式相同,信箱的第一个字节是要发送或接收的字节数,第二个字节是站号,第三个字节开始为实际发送或接收的数据。信箱格式见表 1.10-2,控制字节的格式见表 1.10-3。

表 1.10-2 信箱格式

	高字节	低字节
字 1	要交换的字节数	站号
字 2	第 1 个字节	第 2 个字节
字 3	第 3 个字节	第 4 个字节
⋮	⋮	⋮
字 33	第 63 个字节	第 64 个字节

表 1.10-3 控制字节的格式

位号	发送控制字节	接收控制字节
0	“0” = 无错 “1” = 发送错	“0” = 无错 “1” = 接收错
1	—	“0” = 运行正常 “1” = 从站故障
2	—	“0” = 总线停止 “1” = 总线运行
3	“0” = 无编程器 “1” = 有编程器	“0” = 无编程器 “1” = 有编程器
4	“0” = 无中断 “1” = 有中断	“0” = 无中断 “1” = 有中断等待
5	—	—
6	—	—
7	“0” = 发送结束 “1” = 申请发送	“0” = 传送结束

当有数据要发送时，必须把数据放入发送“信箱”，置位控制字节的第 7 位。数据发送结束后，操作系统复位控制字节的第 7 位，可以请求下一次发送。当接收的数据全部放入接收信箱时，操作系统复位接收站控制字节的第 7 位。此时用户程序可以从接收信箱读出数据，读完数据后，用户程序置位控制字节的第 7 位，准备接收下一次传送的数据。

用于 SINEC LI LAN 通信的程序已写成标准功能模块，是 PLC 软件的一部分，用户只要给这些功能模块定义入口参数，编程调用就可以了。发送功能模块 FB244 项目表，接收功能模块 FB245 项目表以及主站任务号和从站任务号意义分别见表 1.10-4、表 1.10-5、表 1.10-6、表 1.10-7。

3. SINEC HI LAN PLC 网络

该网络是用于大型分布自动化控制系统的高速网络系统，数据传输速率为 10Mbit/s，该网上可挂 SIMTIC S5-115U、S5135U、S5-150U 和 SICOMP 计算机。

表 1.10-4 发送功能模块 FB244 项目表

FB244		参数说明	
参数名称	参数类型	说明	
SEND			
SSNR	D	通信模块接口号	
A-NR	D	任务号	
ANZW	I	任务状态字	
QTYP	D	数据源类型	
DBNR	D	数据块号	
QANF	D	数据源起始地址	
QLAE	D	数据源长度	
PAFE	O	参数设定错标志字	

表 1.10-5 接收功能模块 FB245 项目表

FB245		参数说明	
参数名称	参数类型	说明	
RECEIVE			
SSNR	D	通信模块接口号	
A-NR	D	任务号	
ANZW	I	任务状态字	
ZTYP	D	数据目标类型	
DBNR	D	数据块号	
ZANF	D	数据目标起始地址	
ZLAE	D	接收数据长度	
PAFE	O	参数设定错标志字	

表 1.10-6 主站任务号意义

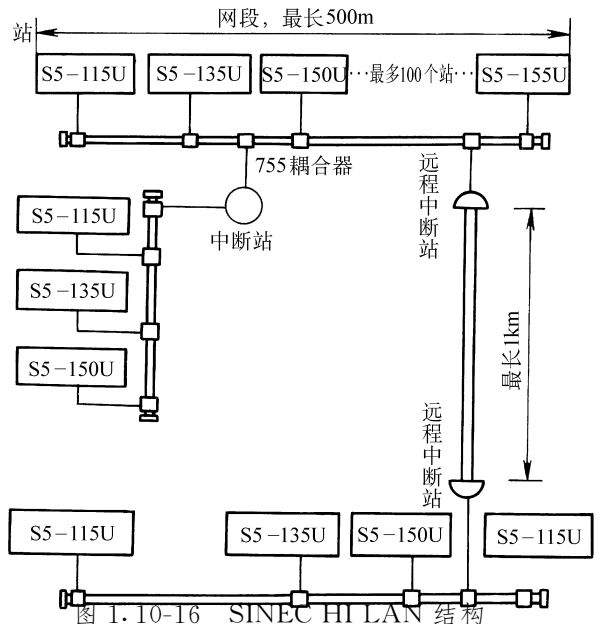
功能模块	任务号	CP530 执行方式
FB244 SEND	1	发送到从站 1
	2	发送到从站 2
	...	发送到从站...
	30	发送到从站 30
	31	广播式发送
	42	启/停母线
	43	查询顺序表送 CP
	44	中断表送 CP
	222	系统参数送 CP
	FB245 RECEIVE	100
101		接收从站 1 数据
102		接收从站 2 数据
...		接收从站...数据
130		接收从站 30 数据
142		读控制字节
143		从 CP 读查询顺序表
144		从 CP 读中断表
223		从 CP 读系统参数

表 1.10-7 从站任务号意义

功能模块	任务号	CP530 执行意义
FB244 SEND	1	发送到从站 1
	2	发送到从站 2
	...	发送到从站...
	30	发送到从站 30
	31	广播式发送
	32	发送到主站
	222	系统参数送 CP
FB245 RECEIVE	101	中断接收
	100	查询式接收
	223	从 CP 读系统参数

(1) 结构 该网络的结构如图 1.10-16 所示。该网络由独立的网段组成，每个网段长 500m，可挂 100 个站。网段之间用中继站连接。两站之间最多可挂两个中继站。在一个网络中，一个中继站可分成一对远程中继站，远程中继站间的距离为 1000m，每个站和中继站都通过 755 耦合器连接到网上，PLC 与网络的通信是通过通信处理模块（CP535）进行的。

(2) 数据交换方式 该网络相当于 Ethernet，符合 IEEE802.3 标准，竞争式存取是带有检测冲突



的载波侦听多路访问（CSMA/CD）信令方式。

(3) 功能方式 该网络有三种任务功能：发送功能、写功能、读功能。

在发送功能中，发送站发送数据，接收站接收数据。发送站定义数据源，接收站定义数据目标。对应用程序发出的请求，通信微处理器根据连接方式的优先级进行传送。若优先级为 $PRIO_0$ 或 $PRIO_1$ ，要传送的数据直接传给通信处理器。接收站立即进行数据接收，传送的数据长度不能超过 16B。这种方式仅适应特殊数据传输。

若优先级为 $PRIO_2$ 、 $PRIO_3$ 或 $PRIO_4$ ，通信处理先把用户要传送的数据放入内部缓冲区，然后在“后备通信”方式下进行发送，接收时也一样。

在写方式中，发送站发送数据，接收站接收数据。与发送方式不同，在写方式下，数据源和数据目标都是由发送站定义的。即发送站不仅定义数据源，也定义数据目标。写数据方式只能在优先级 $PRIO_2$ 下进行。

在读方式中，接收站先向发送站发出读请求，发送站传送数据给请求站。与写方式相同，请求站定义数据源和数据目标，就是说，用户可以决定从某站读取某部分数据。读方式只能在优先级 $PRIO_2$ 下进行。

(4) 连接方式 有两种连接方式，直接连接方式和多掷连接方式。直接连接方式不是指站与站之间的物理连接，是指数据传输是站与站之间进行的。通常 SIMAT IC S5 PLC 之间的连接是由接口号和任务号自动产生的，主动站建立连接，被动站加以确认。

多掷连接方式用于快速数据传输，不需要应答。这种连接方式允许一个站向特定的一组站发送数据，特定组是在系统生成时定义的。在 SINEC HI 网络上，用户可以定义 64 个多掷组。如果多掷组为一个站，则称为数据电报。若多掷组包括所有站，则称为广播式。

(5) 优先级 可以分为如下五种优先级：

1) $PRIO_0$ ，称为带中断申请的快速服务。用静态数据缓冲区建立永久性连接，要传输数据优先发出，并向接收站发出中断申请。

2) $PRIO_1$ ，称为不带中断申请的快速服务。用静态数据缓冲区建立永久性连接，要传输数据优先发出。

3) $PRIO_2$ ，为永久性连接的标准服务。建立永久性连接，但所需要的数据缓冲区是在执行任务时动态建立的。

4) $PRIO_3$ ，为临时连接的标准服务。有数据

传输出，临时建立连接和数据缓冲区，所建立的连接，由用户程序清除。

5) $PRIO_4$ ，为临时连接的标准服务。有数据传输出，临时建立连接和数据缓冲区，数据传输完成后，立即清除连接和缓冲区。

(6) CP535 初始化 初始化分两部分：系统参数和连接参数。系统参数是指通信模块的级别、固化软件的版本、存储器的型号等。最主要的参数是 CP535 的接口号和 Ethernet 的物理地址。连接参数用于定义连接类型、任务方式、优先级别等。

(7) 标准程序模块调用 在发送方式中，调用标准发送功能模块和接收功能模块，见表 1.10-4 和表 1.10-5。写方式中，直接调用发送功能模块，只要 $QTYR = RW$ 。读方式中，有专用标准读功能模块 FB246 供调用，功能模块的图形调用方式及参数说明见表 1.10-8。

表 1.10-8 读功能模块 FB246 项目表

FB246		参数说明	
参数名称	参数类型	说明	
SSNR	D	通信模块接口号	---
A-NR	D	任务号	---
ANZW	I	任务状态字	---
ZTYP	D	数据目标类型	---
DBNR	D	数据模块号	---
ZANF	D	数据目标起始地址	---
ZLAE	D	数据长度	---
PAFE	Q	参数设定错标志字	---

1.10.9 美国 GE 公司的 CCM 通信系统

美国 GE 公司有系列 I、系列 III、系列 VI 和加强型系列 VI 等多种 PLC 产品。

系列 I 是小型 PLC，主要用于逻辑运算及定时、计数控制任务，其主要参数：I/O 最大为 12 点；定时器和计数器为 64 个；扫描时间为 40ms/k 字；内存容量为 1724 字。

系列 III 是中小型产品，有逻辑运算和算术运算功能，其主要参数：I/O 最大为 400 点；计数器和定时器为 128 个；扫描时间为 12ms/k 字；内存容量为 4k 字。

系列 VI 和加强型系列 VI 有 60、600、6000 三种型号。每种型号的内存和 I/O 点数随着型号增大而增加，60 型最小，6000 型最大。虽然型号不同，但是在系统构成上和软件编写方面却是一致

的。系列 VI 是模块式结构，有多种模块供用户选择，加强型系列 VI 还具有载波通信能力。系列 VI I/O 最大为 32k 点 (16k 点输入、16k 点输出)。最高运算速度为 1ms/k 字。

GE 公司的 CCM 通信系统可以使 GE PLC 与智能外部设备连接，可以组成 PLC 网络系统，还可以与 GENet Factory LAN 联网。CCM 通信系统的通信控制模块是一块标准模块，有三种型号：CCM1、CCM2、CCM3。CCM1 是简易形，只能响应外部通信请求，不能发起通信。CCM2 有一个 RS-232 口和一个 RS-422 口。RS-232 可以驱动 15m 的串行数据传输。RS-422 可以驱动 1200m 串行数据传输，超过 1200m 时，可以用电话方式通信，由 RS-232 驱动。CCM1 的通信速度可达 38.4bit/s。CCM2 能对 PLC 的输出暂存区、数字变量区以及应用程序存储区的内容进行发送

机械手的操作方式分为手动操作方式和自动操作方式。自动操作方式又分为单步、单周期和连续操作方式。

手动操作：就是用按钮操作对机械手的每一种运动单独进行控制。例如，当选择上/下运动时，按下起动按钮，机械手上升；按下停止按钮，机械手下降。当选择左/右运动时，按下起动按钮，机械手左移；按下停止按钮，机械手右移。当选择夹紧/放松运动时，按下起动按钮，机械手夹紧；按下停止按钮，机械手放松。

单步操作：每按一次起动按钮，机械手完成一步动作后自动停止。

单周期操作：机械手从原点开始，按一下起动按钮，机械手自动完成一个周期的动作后停止。在工作中若按一下停止按钮，则机械手动作停止。重新起动时，必须用手动操作方式将机械手移回原点，然后按一下起动按钮，机械手又重新开始单周期操作。

连续操作：机械手从原点开始，按一下起动按钮，机械手的动作将自动地、连续不断地周期性循环。

在工作中，若按一下停止按钮，则机械手动作停止。重新起动时，须用手动操作方式将机械手移回原点，然后按一下起动按钮，机械手又重新开始连续操作。

在工作中，若按一下复位按钮，则机械手将继续完成一个周期的动作后，回到原点自动停止。

2. 确定所需的用户输入/输出设备及 I/O 点数

(1) 输入设备——用以产生输入控制信号
本例中输入设备应包括：

- 1) 操作方式转换开关。该开关应有手动、单步、单周期、连续等四个位置可供选择。
- 2) 手动时的运动选择开关。该开关应有上/下、左/右、夹紧/放松等三个位置可供选择。
- 3) 起动、停止及复位按钮。
- 4) 位置检测元件。机械手的动作是按行程原则进行控制的。其上限、下限、左限、右限的位置分别用限位开关来检测。
- 5) 无工作检测元件。右工作台上有无工作用光电开关来检测。

各限位开关及光电开关的配置如图 1.11-3 所示。

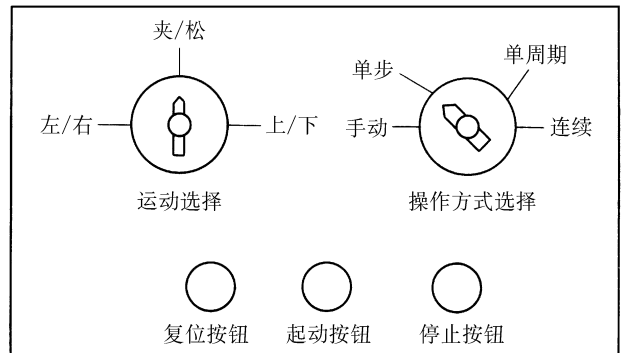


图 1.11-3 操作屏布置

(2) 输出设备——由 PLC 的输出信号驱动的
的执行元件 本例中输出设备应包括下降电磁阀、上升电磁阀、右移电磁阀、左移电磁阀、夹紧电磁阀。为了对机械手处于原点进行指示，还可以配置一个原点指示的指示灯。

3. 选择 PLC

该机械手的控制为纯开关量控制。根据所确定的输入设备和输出设备，可画出 PLC 的 I/O 连接图，如图 1.11-4 所示。由图可见，PLC 共需要 15 点输入、6 点输出。

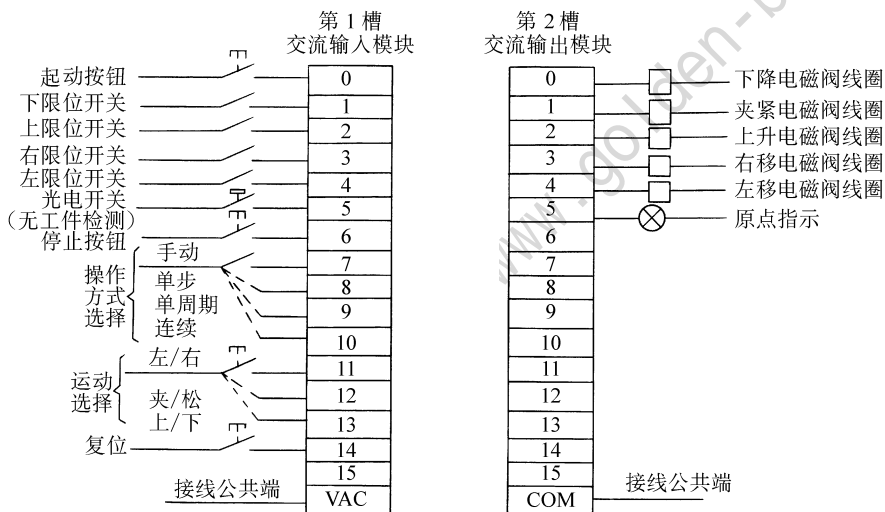


图 1.11-4 PLC I/O 连接

假如设计每个机械手由一台 PLC 进行控制，因为所需 I/O 点数不多，所以选择超小型单元式 PLC 即可。若有多个机械手由一台 PLC 进行控制，或者 PLC 除了控制机械手外，还可用来完成其他机械设备的控制，则可选择小型模块式 PLC。本控制系统可选择 A-B 公司 SLC-502 处理器模块式 PLC 或者 SLC-500 型单元式 PLC。

具体选择何种机型，还需要比较其价格，同时考虑使用维修是否方便等因素。

4. I/O 模块的选择和 I/O 点的编号分配

对于本例，可以选择交流离散量输入/输出模块，直接与开关、按钮等接线。由图 1.11-4 可见，在机架的第 1 槽放置了一块 16 点离散量输入模块，第 2 槽放置了一块 16 点离散量输出模块。其他槽可放置完成其他控制的模块。

对于不同的机型，其 I/O 点的编号或地址的分配是不同的。本例中，两个模块在内存的数据存储区中，其地址为 I1:1 和 O0:2。因为数据存储区中，I/O 映像文件的文件号固定为 1 和 0，所以在寻址中，可以省掉文件号写成 I:1 和 O:2。

5. 程序设计

为了便于编程，先绘制出整个控制程序的结构框图，如图 1.11-5 所示。

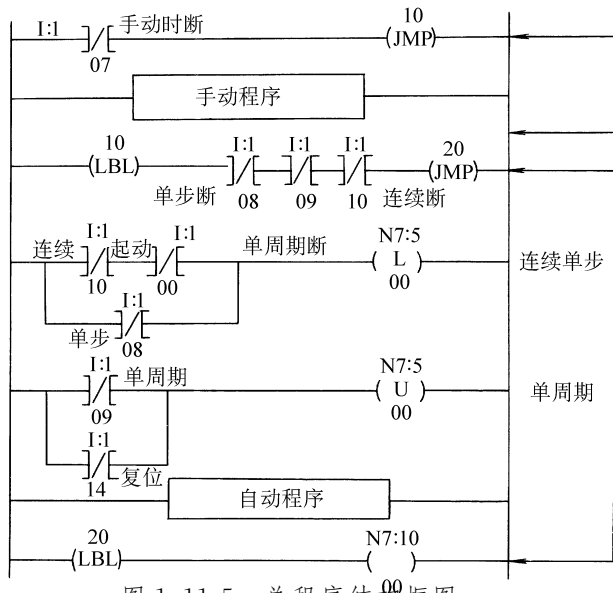


图 1.11-5 总程序结构框图

在该结构框图中，当操作方式选择开关置于“手动”时，输入点 I:1/7 接通，其输入继电器常闭触点（验假指令）断开，执行手动操作程序。

当操作选择开关置于“单步”、“单周期”、“连续”时，其对应的输入点 I:1/8、I:1/9、I:1/10 接通，JMP 前的梯级条件为假，程序不跳转而执行自动操作程序。

在执行自动操作程序时，若操作开关置于“连续”，则起动后位地址 N7:5/00 被置位，程序自动循环；若操作开关置于“单步”，则 N7:5/00 同样接通，程序也可以循环，但在自动程序中，可根据 I1:1/08 的状态确定为单步执行，每按一次起动按钮执行一步；若操作选择开关置于“单周期”或运行过程中按下复位按钮，则 N7:5/00 复位，程序执行完一个周期（即机械手回到原点）时自动停止。

由于手动程序和自动程序采用了跳转指令，故在这两个程序段可以采用同样的输出端子。

下面介绍各种操作的程序设计。

(1) 手动操作程序 在手动操作方式下，各种动作都是用按钮操作来实现的，其控制程序可以独立于自动操作程序而另行设计。手动操作控制很简单，可以很方便地按一般继电-接触器控制线路来设计，其梯形图如图 1.11-6 所示。

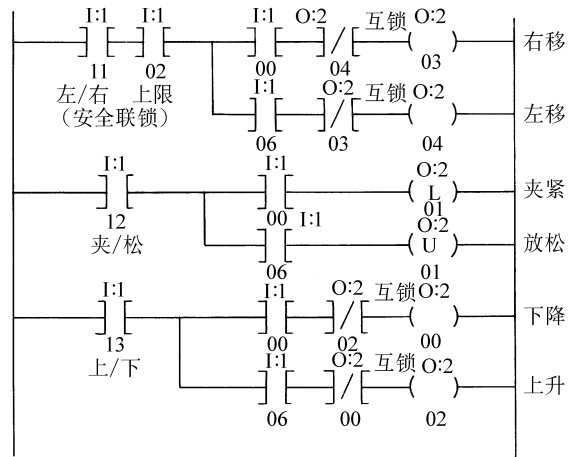


图 1.11-6 手动操作梯形图

为了安全，机械手的左/右移动只有当机械手处于上限位置时才能进行，因此需在左/右移动的电路中设置上限连锁保护。

另外，由于左/右、上/下运动采用双线圈两位置电磁阀控制，两个线圈不能同时通电，故在左/右、上/下移动的电路中设置了互锁环节。

当运动选择开关置于“左/右”时，如机械手置于上限位置，则按起动按钮，机械手右移；按停止按钮，机械手左移。当运动选择开关置于“夹/松”时，按起动按钮时，夹紧；按停止按钮时，放松。当运动选择开关置于“上/下”时，按起动按钮时，下降；按停止按钮时，上升。

(2) 自动操作程序 本例是一个按顺序动作的典型的步进控制程序。图 1.11-7 是其操作流程。

机械手在原点时，按下起动按钮后，状态位

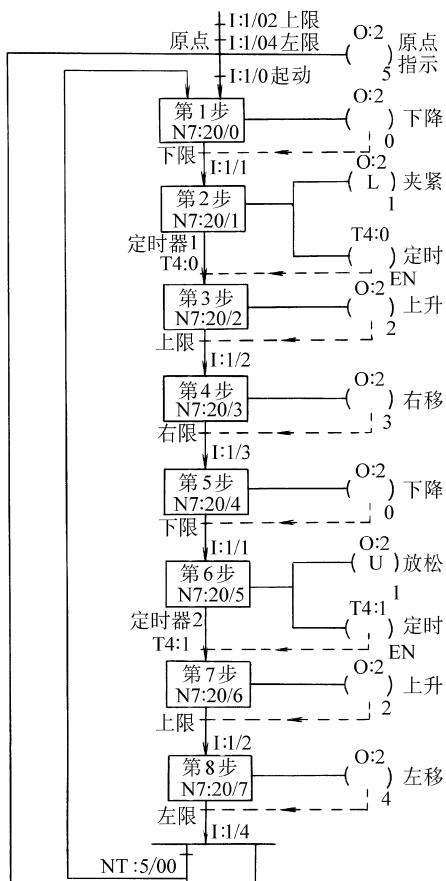


图 1.11-7 连续机械手自动操作流程

N7:100/00 接通, 执行第一步程序, 机械手完成第一步动作 (下降)。以后, 每完成一步动作, 置一个状态位 (在 N7:20 中), 原来的状态被复位, 机械手完成下一步动作。

在单周期操作方式下, 状态转移到最后一步后不再转换, 机械手完成最后一步动作 (左移) 后自动停在原点。

在连续操作方式下, N7:5/00 被置位, 当机械手完成最后一步动作后, 状态由最后一步又转移到第一步, 机械手又开始第二周期循环。

根据自动操作的流程图, 就可以设计出自动操作的梯形图, 如图 1.11-8 所示。

1) 连续及单周期操作: 当机械手在原点时, 按下起动按钮, 置位/状态 N7:20/00, 其触点置位 O:2/0, 执行下降动作。当下降到底碰到下限位开关时, I:1/01 接通, 又置位下一个状态 N7:20/01, 接着执行下一步动作。当执行完最后一步动作, 即左移到原点位碰到左限位开关时, I:1/04 接通。如果是单周期操作, 则 N7:5/00 被置 0, 状态不再继续置位, 机械手停在原点。如果是连续操作方式, 则 N7:5/00 被置为 1, N7:20/00 又被置为 1, 又开始第二周期循环。

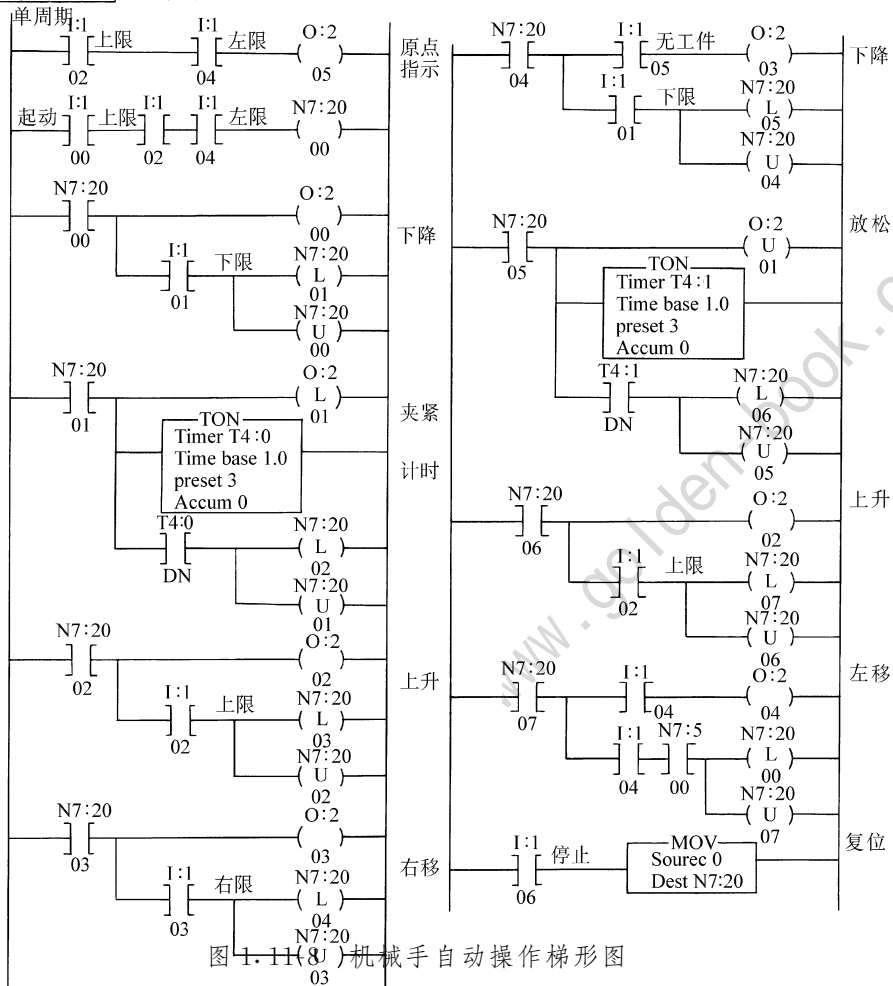


图 1.11-8 机械手自动操作梯形图

在运行中,如按复位按钮,则 I:1/14 接通, N7:5/00 复位,机械手的动作执行完一个周期后,回到原点自动停止。

在运行中,如按停止按钮,则 I:1/6 接通,状态位 N7:20/00~N7:20/07 全部复位,机械手动作停止。重新起动时,先用手动操作将机械手移回原点,再按起动按钮,又重新开始自动操作。

由于全部状态位都具有停电保持功能,停电后其状态由电池保持,为了防止复电时机械手自起动,因此设置了单脉冲指令(ONS),对状态进行初始复位。

2) 单步操作:当自动操作程序要实现单步操作功能时,可以在图 1.11-8 所示程序的基础上作些简单的修改,即控制步进状态位的梯级改成如图 1.11-9 所示的形式。

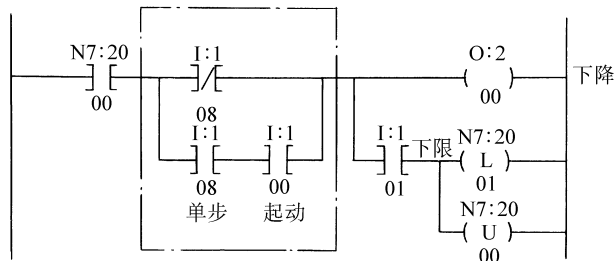


图 1.11-9 单步操作梯形图示意

图 1.11-9 表示在每步操作中加入点划线框所示的一个单步控制逻辑。在单步操作方式下, I:1/08 接通。不按起动按钮时, I:1/00 断开,梯级条件为假,状态位不被置位。图中所示只是第 1 步动作(下降)不执行。当每一步均加入单步控制逻辑时,每完成一步动作,按下起动按钮,输入端子 I:1/00 接通,梯级条件为真,执行一步操作。

将单步操作加入程序后,就得到包括单步、单周期、连续操作在内的整个自动操作的梯形图程序。

至此,机械手的控制程序已分段设计完毕。根据图 1.11-5 所示的总程序结构框图,将手动操作程序梯形图及自动操作程序梯形图嵌入,就得到整个程序的梯形图。

6. 程序的调试

对于一个比较复杂的控制系统,程序的设计很难一次成功,需要经过反复调试和修改才会得到满意的结果。

程序的设计应和调试密切配合。由机械手的 PLC 控制程序设计可见,对于较复杂的控制系统,通常是先设计出整个控制系统的程序结构框图,然后先分段进行设计,如机械手控制程序中的手动操作程序和自动操作程序等。每设计出一

段程序,接着就进行该段程序的调试。这样即使程序有问题,也便于分析和修改。待各段程序都设计调试通过后,再按整个控制程序的结构框图将各分段程序进行组合,最后再进行全程序的调试。一般而言,只要各分段程序调试通过,则全程序的调试就比较顺利了。

实例 2 水塔水位远程 PLC 控制系统

1. 泵站概况

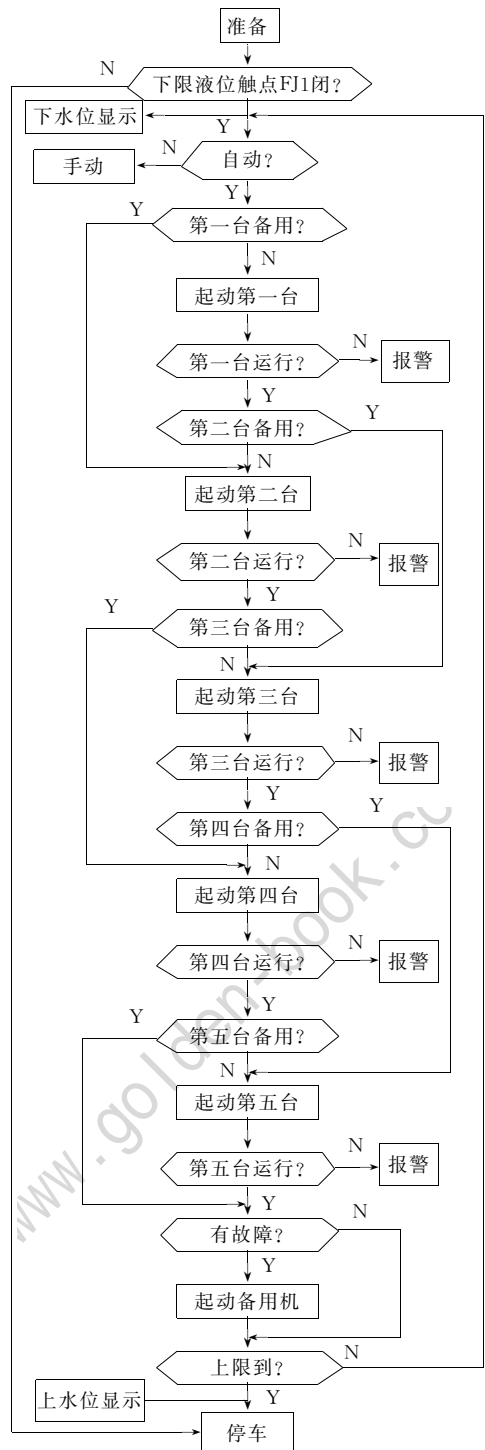


图 1.11-10 PLC 控制系统流程图

水塔高 47m，正常水位变化 2.15m，水塔距泵站较远。泵房内有 22kW、AC380V 泵用异步电动机 5 台，其中 4 台运转，1 台备用，减压起动。备用电动机应能随意设置，避免某一电动机长期闲置而产生锈蚀。当某台电动机发生故障时，备用电动机应能立即自动减压起动，投入运行。每台电动机都有手动和自动两种控制状态。在自动状态时，不论选哪台电动机作为备用，剩下的 4 台电动机都要按顺序逐台起动，并错开起动时间，以便减小起动电流对电网电压的影响。有就地控制按钮和远程控制按钮，还有和每台电动机运行状态相对应的灯光信号。

2. 控制系统流程图和梯形图

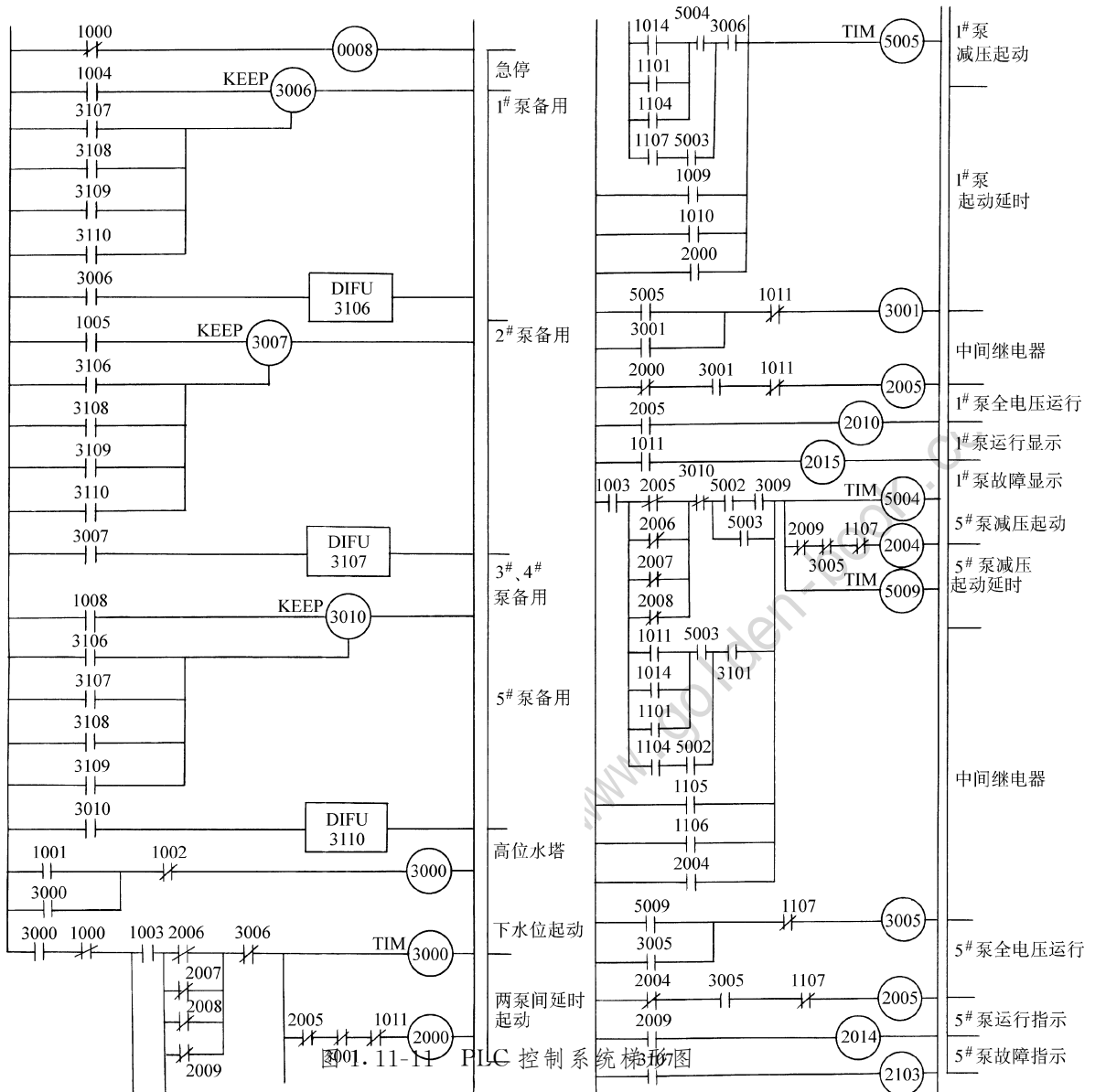
本系统选用香岛 ACMY—S256 PLC。图 1.11-10 是 PLC 控制系统流程图。下限液位触点 FJ1 闭合，机组可投入运行。状态控制开关 S 置于

手动位置时，采用就地手动或远程手动，都可以起动机组。

当 S 置于自动位置时，若预先已设置备用机组号，则在 PLC 控制下，其余 4 台机组逐台起动运行；若未预置备用机组号，PLC 自行判定第 5 号机组作为备用，并从第 1 号机组开始，逐台起动运行。

当正常运行时，如果由于某些原因使某台机组停车，而水塔水位又未达到预定要求时，备用机组将自动起动，保证有 4 台机组工作。同时，发生故障的机组根据故障性质发出停机告警信号，提请维护人员及时排除故障。当水塔水位达到上限值时，由液位上限触点 FJ2 发出停机信号，机组停止运行。

图 1.11-11 是系统的主要梯形图。现用图 1.11-12 来说明 KEEP 指令和 DIFU 指令的特殊功用。



KEEP (保持) 指令和 DIFU (上升沿动作) 指令通常用于防止触点闭合时引起的抖动问题。这里主要用来解决备用机组的相互切换控制。其功能如同琴键按钮能迅速而可靠地切换。

现用两运行一备用的三台机组切换控制来说明。图 1.11-12 中,1SB、2SB 和 3SB 分别是三台机组的备用选择控制按钮。它们分别接 PLC 的输入接口 1004、1005 和 1006,按钮代码为 1004、1005 和 1006。按下三个按钮中的任何一个,所对应的机组就可作为备用机组。例如,按下 1SB 按钮,即 1004 闭合,KEEP3006 立即锁存信号,3006 的常开触点即刻闭合,3106DIFU 被触发,产生上升沿控制信号,KEEP3007 和 KEEP3008 的 R 端受 3106 的控制,立即响应复位。2、3 号机组起动回路因解禁就可以起动,而 1 号机组的起动回路被封锁,处于备用状态。如果要将 2 号机组作为备用,则按下按钮 2SB,接通 1005,KEEP3007 马上锁存信号,2 号机组立即停机;与此同时,3107DIFU 被触发,产生上升沿控制信号,KEEP3006 的 R 端立即响应复位,1 号机组起动回路解禁,随即起动运行。在切换过程中,3 号机组的运行状态不受影响。

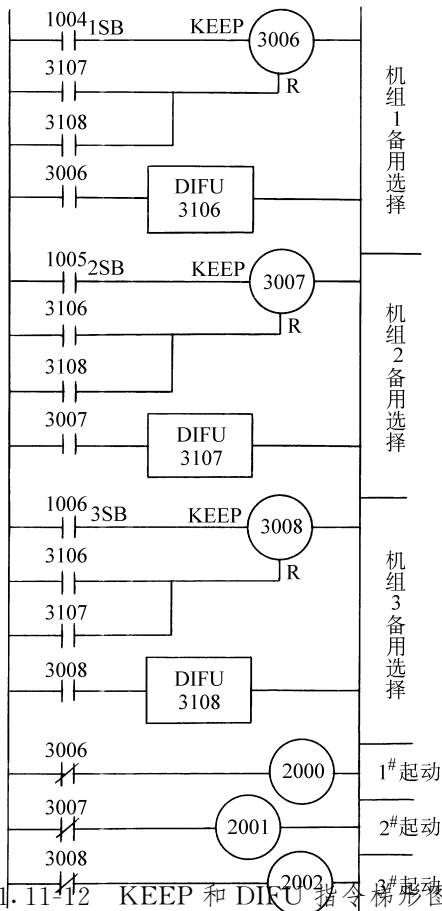


图 1.11-12 KEEP 和 DIFU 指令梯形图

3. 故障诊断

PLC 内部故障检测诊断 (包括软件) 已由生产厂家设定,用户一般较难改变,但对 PLC 外部控制电路和 I/O 接线系统的故障检测诊断,用户应有所考虑,它可以及时发现故障点,缩短修复时间,提高设备运行率。

(1) 输出信号回路故障 如果输入回路不通,PLC 面板上 LED 指示灯灭,比较直观。如果输出回路不通,只要 PLC 输出接口通道打开,LED 指示灯就亮。因此,必须找出最佳矛盾逻辑状态组,借助指令编成程序,只要矛盾逻辑条件被满足,就表示某些部分有故障;将判断信号送回 PLC 输入接口,控制有关输出通道,开启报警或切除故障。例如,1 号机组要起动,主接触器 1KM 必须闭合。为此可把 1KM 的辅助常开触点和 PLC 控制起动输出信号继电器的常闭触点串联,将 1KM 辅助常闭触点和 PLC 控制起动信号继电器的常开触点串联。把这两个矛盾逻辑按图 1.11-13 组成判断逻辑组,其中 1113 分别是 1KM 的一对常开、常闭触点的代码,2000 为 PLC 控制 1 号机组起动继电器的触点。

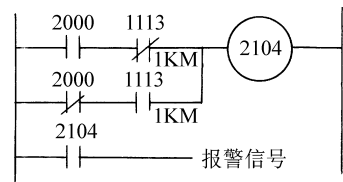


图 1.11-13 起动逻辑诊断

第一个矛盾逻辑表达了 PLC 已输出合闸控制信号,1KM 未动作,即信号输出控制回路不良,起动回路中某一中间环节有故障;第二个矛盾逻辑表示 PLC 已输出停机信号,1KM 未执行关机指令,即接触器 1KM 失灵或触点熔焊等故障。触点按图 1.11-13 连接后回送到 PLC 的输入接口 1113,按图 1.11-13 逻辑编写的程序输入内存。系统运行时,如果满足矛盾逻辑条件,故障信号输出继电器 2104 输出报警信号。这个故障检测诊断报警功能只占用 PLC 一对输入输出点。

(2) 液位开关故障 液位控制开关装在水塔水箱内,维护工作量大,准确判断故障是否在液位开关触点也比较困难。图 1.11-14 表示诊断液位开关故障的逻辑,它是上、下限位触点都采用常开触点送到 PLC 输入接口的梯形图。常闭触点 1001 代码反映下限水位触点闭合不良;常开触点 1002 (上限水位触点) 和常开触点 1001 串联,反映上限水位触点不能开断故障。如果图 1.11-14

逻辑条件出现,表示液位开关有故障,此时,PLC输出继电器 2203 输出液位开关故障的报警信号。

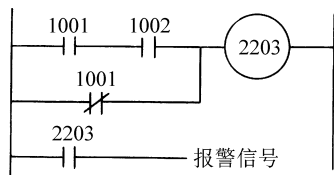


图 1.11-14 液位开关诊断

实例 3 单板干燥机 PLC 控制系统

1. 概述

辊筒式单板干燥机用于干燥剪切成形的各种木材旋切单板。根据工艺要求,可设定干燥后终端单板含水率控制范围。当单板实测值高于上限设定值(即“过湿”)或实测值低于下限设定值

(即“过干”)时,检测装置分别输出开关量信号,经延时处理,8 台热风机按照 1 号至 8 号的顺序,从低速转换成高速;或者按照 8 号至 1 号的倒顺序,从高速转换成低速。在转换过程中,如果“过干”或“过湿”信号消失,经延时处理,上述速度转换自动停止,各个热风机维持在此正常工作况下运行。

2. 系统组成及控制功能

本系统采用三菱电机公司 F1-60MR PLC,共有 I/O 点 60 个,满足要求。

(1) 热风机转速控制系统 图 1.11-15 是热风机高低速控制流程图。图 1.11-16 是 PLC 机输入输出信号分布图。在 PLC 机的 00 扩展口上装入 F-4T-E 模拟定时单元,延时范围为 0.1~600s,用电位器调节。变速信号分别由 PLC 内部

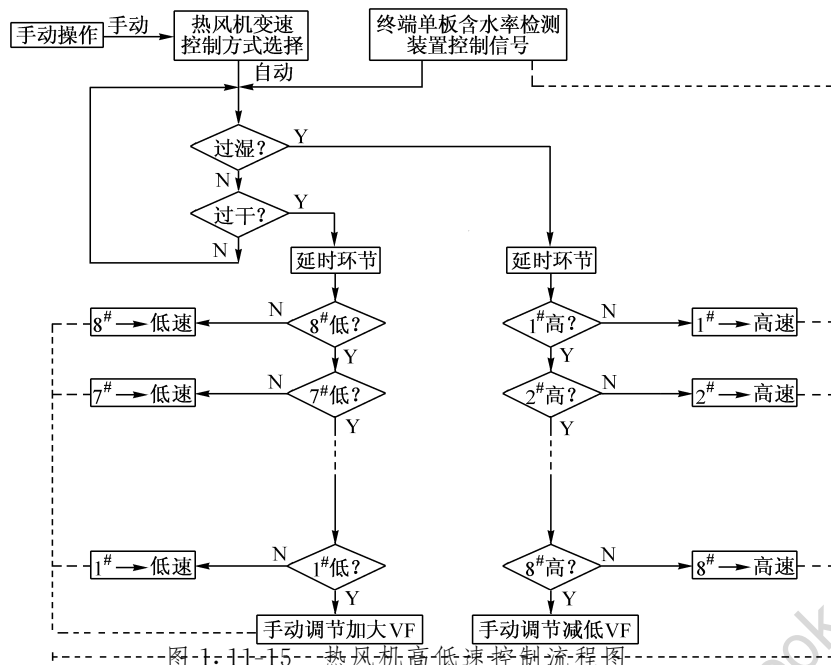


图 1.11-15 热风机高低速控制流程图

辅助继电器 M202 (过湿)和 M205 (过干)发出。M202 信号的编程梯形图如图 1.11-17 所示, M205 信号的梯形图与此相似。

图 1.11-18 是 1 号热风机的编程梯形图。当单板过湿, M202 置位。若此时 1 号热风机处于低速,运行输入信号 X005,内部定时器 T654 延时触点及 Y030 输出触点均闭合。由于程序规定 1 号至 8 号热风机都为低速,因此, M207 至 M237 都处于复位,则 M202 置位导致 M242 置位,在 M202 复位后,则 M243 置位,使 M117 吸合,并使 M116 和 T655 吸合,故 Y030 断开。T655 延时 1s 后使 Y031 吸合,1 号风机转入高速运转。M207 至 M243 是各个热风机顺序变速的互锁信号。顺序中,只有前一序号的热风机已转入高速

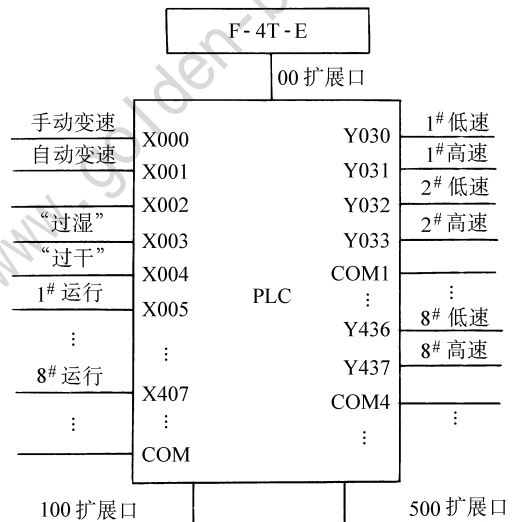


图 1.11-16 PLC I/O 信号分布

状态，后一序号的热风机才能由低速转变为高速运转。

当“过干”信号 M205 输出时，如果 8 号至 2 号热风机均为低速，而 1 号热风机为高速，则 M205 置位使 M244 置位，在 M205 复位后，M245 吸合，则 M243 复位，M117 断开，使 M116 和 T655 断开，Y031 断开；M116 断开使 T653 吸合，经过 15s 延时后，Y030 吸合，1 号热风机转入低速。

T653 是确保电动机从高速变为低速时，“高速”主回路接触器断开，电动机在失电情况下降速至稍低于低速额定转速后，“低速”主回路接触器吸合，以免电动机处于“发电”状态。T654 是保证热风机必须低速起动，经过 20s 后才能转入高速，因为干燥机热风机起动负载大，在低速情况下容易起动，同时可以减少对电网电压的冲击。T655 是使变速过程中，接触器触点转换有一个时间间隔，防止电源瞬时短路。

2 号至 8 号热风机变速过程与上述情况相同，只是顺序控制回路 (M207~M243) 的组成和闭合情况不同。其梯形图如图 1.11-19 所示。

(2) 自动分层控制系统自动分层进板系统中，每一层进板必须在同层前一张单板全部进入干燥机后，并且三层顺序进板间距需要大于 $l/3$ ，可以利用 PLC 内部数据寄存器 D700 至 D777 及 F670 数据处理指令。

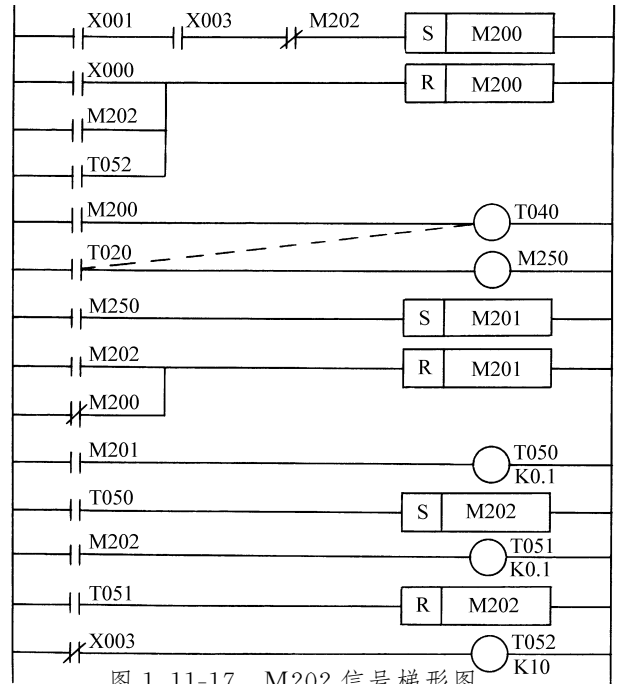


图 1.11-17 M202 信号梯形图

PLC 的 I/O 分配如图 1.11-20 所示。3 位数码开关输入单板设定长度 $l_{\text{设}}$ 信号 (数码“1”代表设定长度 l_{cm} , 设定范围 0~999cm)。要使干燥单板之间有适当间隙, $l_{\text{设}}$ 应稍为大于单板实际长度 l 。计数脉冲由脉冲编码器 (GMB-1 型, 每转 50 个脉冲) 输出。编码器由干燥机辊筒带动旋转, 单板每前进 1cm, 编码器对应发出一个矩形脉冲, 使晶体管通断一次, 其开关量信号从 X003 输入到 PLC。

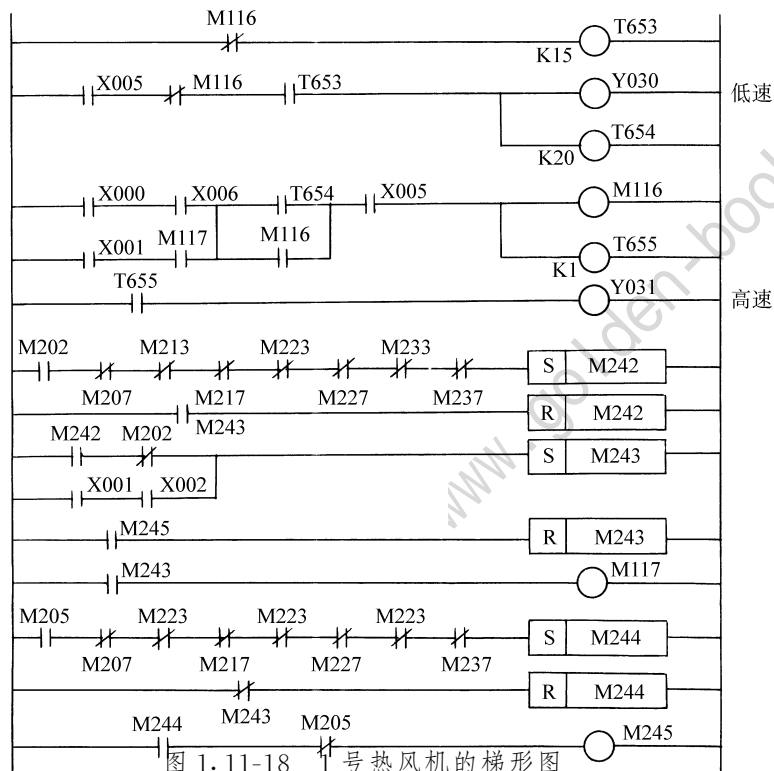


图 1.11-18 1 号热风机的梯形图

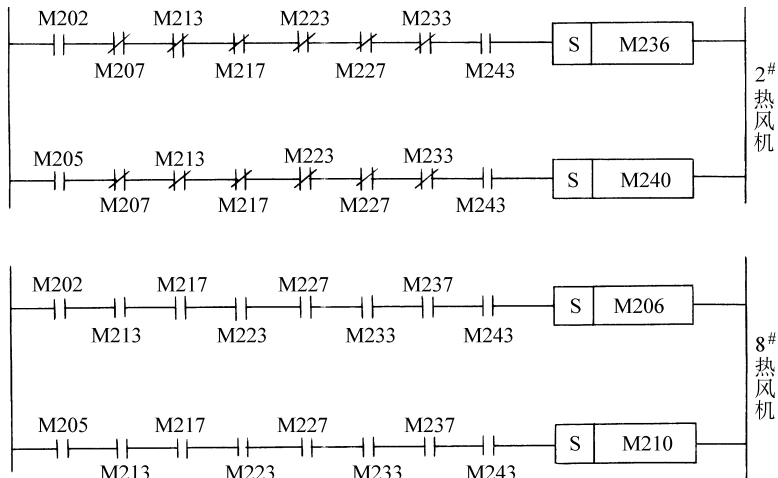


图 1.11-19 梯形图 (2 号至 8 号热风机)

干燥机运行	X000	Y030	Y1
手动进板	X001	Y031	Y2
自动进板	X002	Y032	Y3
计数脉冲	X003	Y033	Y4
脚踏开关	X004		
进板装置在1层	X006	COM1	
进板装置在2层	X007	Y034	Y5
进板装置在3层	X010	Y035	Y6
压辊抬起位置	X011	.	
压辊压下位置	X012	.	
	X013	COM2	
	.		
光电开关	.		
	X403		
	X500		
	.		
数码开关	.		
	X513		
	COM		

图 1.11-20 PLC 的 I/O 分配图

自动分层进板主要是控制 3 个双电控电磁阀线圈 Y1~Y6 的通断, 见表 11-1。

表 1.11-1 自动分层进板控制表

控制阀	送板装置			压辊	
	1 层	2 层	3 层	压下	抬起
Y1	×				
Y2		×	×		
Y3	×	×			
Y4			×		
Y5				×	
Y6					×

1) 进板条件: 图 1.11-21 是梯形图。

梯形图由三段组成:

第一段——进板操作指令: 起动干燥机传动辊筒 X000 接通, 选择开关置于“自动”位置, X002

接通; 设备处于无事故状态, M251 断开, 使 M100 闭合。压辊正常处于抬起位置, 对应行程开关动作, X011 闭合。当进板铺装完毕, 踩下脚踏开关, X004 闭合, M201 置位, 发出进板指令。

第二段—— $l_{\text{设}}$ 检查指令: F670K45 指令对 $l_{\text{设}}$ 与“0”进行比较, 当 $l_{\text{设}} > 0$, 进位标志 M571 闭合, 使 M101 闭合。只有 $l_{\text{设}} > 0$ 时, 才执行自动进板。

第三段——分层控制指令: (X006、M212、M233)、(X007、M223、M211) 及 (X010、M234、M222) 分别为 1 层~3 层进板条件。X006、X007、X010 是进板装置位置信号, 分别由各层行程开关输入 PLC。M212、M223 及 M234 是各层进板(-1) 运算完成信号。M233、M211 及 M222 是各层(-3) 运算完成信号。

2) 压辊送板时间控制: 梯形图如图 1.11-22 所示。压辊压下送板后, 相应位置信号 X012 闭合, 但压辊不能马上抬起。当单板进入光电开关后, X013~X403 闭合, M204 复位, M205 置位, T050 闭合, 经过 1s 延时 (根据 l 值调节此延时时间值), M206 置位及 M205 复位。M206 置位使 M203 及 M376 置位, Y6 导通, 压辊抬起。当单板完全进入进板架脱离光电开关时, M204 再次置位, 则 M377 置位和 M376 复位。M377 是换层允许信号, 换层执行信号 (M215、M226、M237) 使 M377 复位。

因为 X013~X403 是串联的, 所以被干燥单板 (排) 宽度必须大于光电开关排列宽度, 否则不能实现自动进板。

(3) 分层控制程序 现以一层为例加以说明。图 1.11-23 是梯形图。

1) 数据输入: 当进板装置处于 1 层位置,

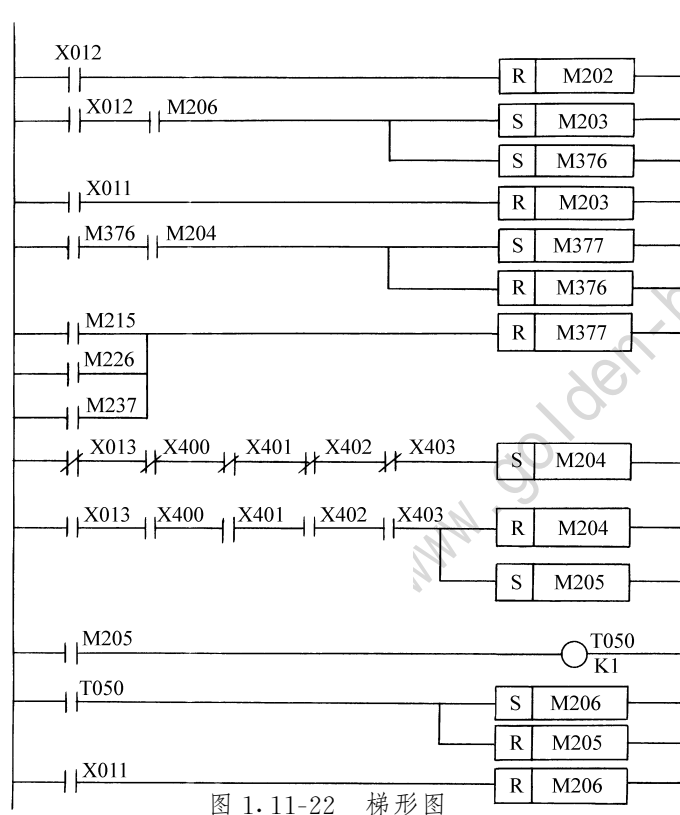
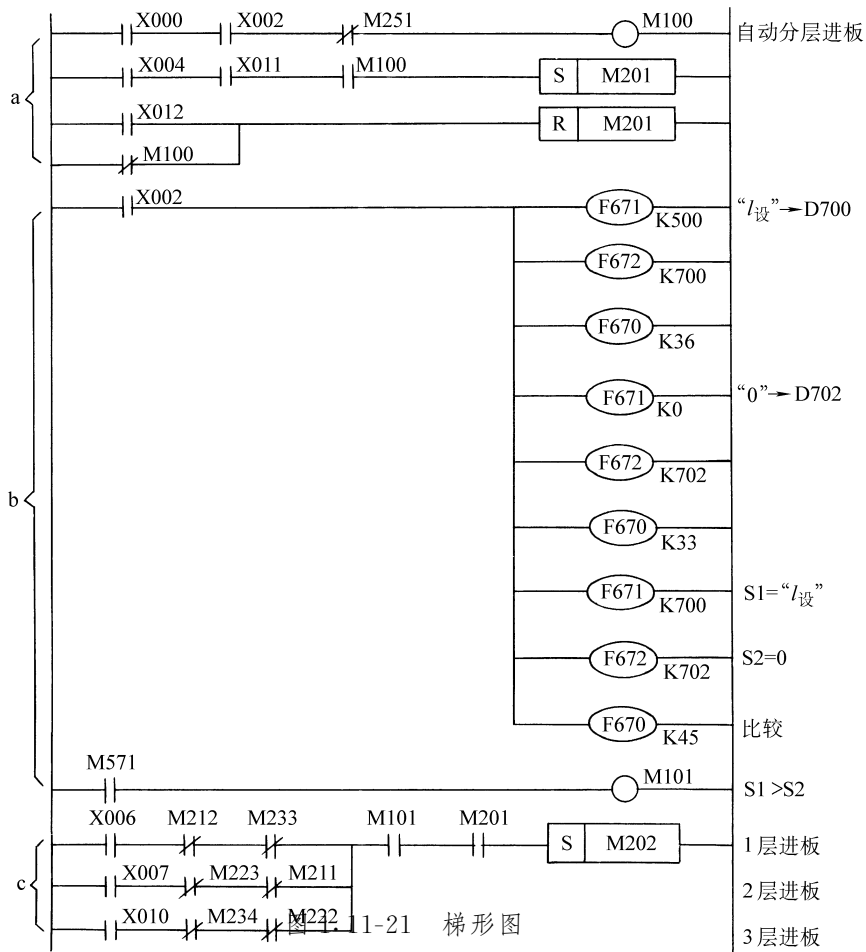


图 1.11-22 梯形图

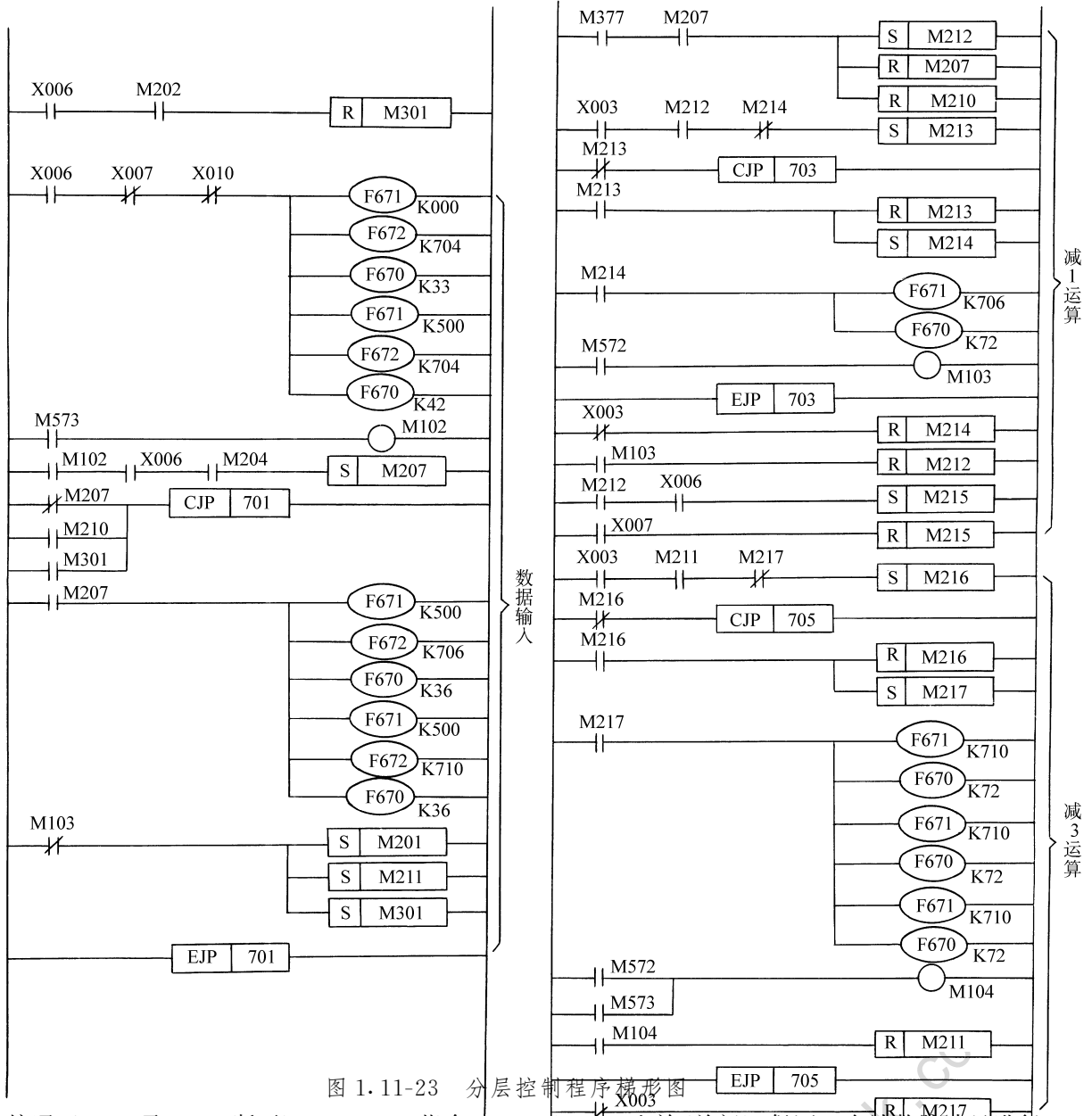


图 1.11-23 分层控制程序梯形图

X006 接通 (X007 及 X010 断开), F670K33 指令将“0”值送入 D704, F670K42 指令将 $l_{\text{设}}$ 值与“0”比较, 当 $l_{\text{设}} > 0$, 借位标志 M573 接通, 使 M102 导通。光电开关下无板, M204 置位, 使 M207 置位, CJP701 失效 (开门), F670K36 指令分别将 $l_{\text{设}}$ 值输入 D706 及 D710, 供 (-1) 及 (-3) 运算用。由于 M103 关断, 使 M210、M211 及 M301 置位, CJP701 生效, 执行跳步 (关门), $l_{\text{设}}$ 值不能再输入 D706 及 D710。D706 和 D710 内存数据在运算过程中是不断变化的。

2) 减 1 运算: 由于 M377 和 M207 置位, 因此 M212 置位, (-1) 运算开始, 1 层禁止进板。同时 M215 置位, 进板装置由 1 层移向 2 层, M377 复位。计数脉冲上升沿 (X003 导通) 使 M213 置位, CJP703 失效 (开门), M213 复位使

CJP703 生效 (关门), 保证一个计数脉冲只进行一次 (-1) 运算。运算结束 ($l=0$) 时, 零位标志 M572 接通, M103 导通, 则 M212 复位, 完成一次减 1 运算。

3) 减 3 运算: 同层 (-3) 运算与 (-1) 运算同时开始, 其过程相似。(-3) 运算由连续三次执行 (-1) 运算来完成。当 $(l-3) \leq 0$ 时, 运算结束, M211 复位。

当进板装置移至 2 层, X007 接通。若 2 层前一张 (排) 进板 (-1) 运算结束, M223 复位, 在铺板结束并踩下脚踏开关后, 就可将板送入 2 层, 如此反复循环。

当进板装置返回到 1 层, 在 1 层未再一次送板前, 由于 M301 仍置位, CJP701 继续执行, 以防止 $l_{\text{设}}$ 误输入。

第 2 章 国内部分可编程序控制器

2.1 上海香岛公司 ACMY-S80 可编程序控制器

2.1.1 香岛 ACMY-S80PLC 主要特点

香岛 ACMY-S80PLC 是引进国外先进技术、自行设计制造的小型自动化控制产品。它具有结构紧凑、软硬件设计合理、造型美观的特点。其指令系统覆盖面与同类型产品一致，除用编程器编程外，还可同 IBM-PC 微型机通信，使用灵活方便，实用性强。由于该产品采用多种抗干扰措施，因而提高了系统和整机的可靠性。该产品适用性广，性能价格比较高。

1) ACMY-S80 的基本单元是一个具有 40 个 I/O 点的可独立的工作系统。它包括 24 个输入点和 16 个输出点，以及工作状态指示灯，并带有一个编程器插座和一个 RS-232 接口插座。RS-232 接口插座同时也可兼作 I/O 扩展插座。扩展单元

同样为 24 个输入点和 16 个输出点。扩展 I/O 点数最多可达 120 个。

2) ACMY-S80 除了能实现逻辑控制、定时、计数、移位等基本功能之外，还能实现数据运算、高速计数、A/D 转换、RS-232 通信等高级功能。

3) ACMY-S80 可通过编程器，用编程语句编程，也可用 S80 软件在 IBM-PC 微型机上用梯形图编程、调试、打印以及存储。屏幕可容纳 10 行，每行 18 点，适用于复杂程序的编程。

4) ACMY-S80 的使用条件

① 电源电压：AC220 (1±15%) V。

② 工作温度：0~55℃，贮存温度 -20~65℃。

③ 湿度：35%~85%RH。

④ 空气：无腐蚀性气体。

2.1.2 香岛 ACMY-S80PLC 技术性能 (见表 2.1-1)。

表 2.1-1 上海香岛 ACMY-S80 PLC 技术性能

项 目	主 要 性 能	
编程方式	梯形图，梯形图语句 (用 S80P 编程器编程)	
执行时间	扫描周期 < 20ms/1k 步	
指令系统	基本指令 21 条，编程命令 10 条，数值运算指令 12 条	
开关量	输入	最大为 24 点，可扩展至 72 点，光耦合器隔离
	输出	最大为 16 点，可扩展至 48 点；继电器为 AC 220V/DC 24V，2A，cosφ=1；晶体管为 DC 24V；晶闸管为 AC 36~250V，0.5A
自诊断功能	CPU 故障，CTC 故障，RAM 故障，电池异常	
通信功能	自带 RS-232 串行接口	
特殊功能	TIM、CNT 串行接口	
运行监视	能以占用通道数为单元，实时监视各 I/O 点，各类继电器、定时器、计数器的状态和现值	
内部继电器	辅助继电器 256 点；断电保持继电器 128 点；特殊继电器 8 点；高速计数 1 路，2kHz；延时/计数继电器 32 点 (计数时断电保持)	
内存	容量	1k 步
	形式	EPROM、RAM (锂电池保持)
性能	功耗	≤25W
	绝缘电阻	R ≥ 500MΩ (AC 1500V/DC 2100V，端子与接地端之间)
	耐压	AC 1500V、50Hz，1min 端子与接地端之间
指标	抗干扰强度	1150V，脉宽 20μs，矩形波
	抗振强度	10~35 Hz，2mm 双振幅 (X、Y、Z 方向各 ≤ 30min)

项 目	主 要 性 能
电池寿命	25°C 时 3~5 年, BAT 指示灯亮后, 一周内应更换电池, 更换时间 30min
箱体尺寸 (L×H×D)	300mm×110mm×100mm
安装尺寸 (L×H×D)	290mm×90mm, 4 孔 φ5mm
环境要求	工作温度 0~55°C; 贮存温度 -20~+65°C; 相对湿度 35%~95%RH
电源电压	AC 220/110 (1±15%) V

2.1.3 香岛 ACMY-S80 PLC 主机组成

1. 主机外部

S80 主机外部包括以下几个部分:

(1) 外部设备插入口 可插入编程器和 EPROM 写入器。

(2) 输入接线端子 可连接用户的输入器件, 例如按钮、主令开关、限位开关、光电开关等。输入端子编号是 1000~1015 和 1100~1107, 公共端是 COM。另外, PLC 为用户提供了一组外接 +24V 电源, 可作为输入器件的供电电源。

(3) 输出接线端子 可连接用户的输出器件, 例如接触器、电磁阀、信号灯等。输出端子编号是 2000~2015。

(4) RS-232 接口插座 S80 可与 IBM-PC 联机通信, 由计算机进行编程、修改、存储和打印用户程序, 并通过 CRT 显示用户的梯形图。

(5) I/O 扩展单元插座 I/O 扩展单元的外形与基本单元相似。它具有 40 个固定配置的 I/O 点 (24 个输入点, 16 个输出点), 通过扩展电缆或者 I/O 接口适配器与基本单元相连, 就可构成一个具有 80 个 I/O 点扩展 I (48 个输入点, 32 个输出点) 和 120 个 I/O 点扩展 II (72 个输入点, 48 个输出点) 的系统。扩展单元的输入、输出端子编号为:

扩展单元 I 的输入端子编号是 1108~1115

和 1200~1215, 公共端是 COM;

扩展单元 II 的输入端子编号是 1300~1315 和 1400~1415, 公共端是 COM;

扩展单元 I 的输出端子编号是 2100~2115;

扩展单元 II 的输出端子编号是 2200~2215。

(6) 高速计数器输入端子 (HSC, COM) 最高频率为 2kHz。

(7) 输入状态指示灯 用来表示用户输入点的状态。输入点接通时, 对应的 LED 亮。

(8) 输出状态指示灯 用来表示输出点状态, 输出点接通时, 对应的 LED 亮。

(9) 主机工作状态指示灯 包括:

ERR 亮, 表示程序出错。

BAT 亮, 表示主机内备用锂电池失效或接触不良。这时 RAM 内所有存储的内容在停电后不能保持。要注意更换或检查锂电池。

POWER 亮, 表示主机电源接通。

RUN 闪亮, 表示主机在运行。

(10) 电源输入端 L、N 端接电源相线, G 端接地。

2. 主机内部

S80 主机内部包括微处理器 (8031)、存储器 (EPROM 和 RAM)、电源、用户输入输出部分和外部设备接口等。

表 2.1-2 是 S80 PLC 的继电器类型、地址编号及其功能。

表 2.1-2 S80 PLC 的继电器类型、地址编号及其功能

继电器类型		地址编号	点 数	功 能
特殊继电器		0001	1	提供周期为 0.1s 的时钟脉冲
		0002	1	提供周期为 0.2s 的时钟脉冲
		0003	1	提供周期为 1s 的时钟脉冲
		0004	1	提供周期为 10s 的时钟脉冲
		0005	1	运行开始时发一负单脉冲
		0006	1	运行开始时发一正单脉冲
输入继电器	主机	1000~1107	24	供 PLC 接收外部信号
	扩 I	1108~1215	24	供 PLC 接收外部信号
	扩 II	1300~1415	24	供 PLC 接收外部信号

继电器类型		地址编号	点 数	功 能
输出继电器	主机	2000~2015	16	PLC 输出信号提供给外部负载
	扩 I	2100~2115	16	PLC 输出信号提供给外部负载
	扩 II	2200~2215	16	PLC 输出信号提供给外部负载
辅助继电器 (M)		3000~3715 4000~4715	256	在 PLC 内起传递信号作用
延时/计数继电器 (T)		5000~5015 5100~5115	32	提供延时或计数操作
外置继电器		5300~5315	16	提供 8421 码外置用
断电保持继电器		6000~6715	128	在 PLC 停电时保持数据

2.1.4 香岛 ACMY-S80 PLC 外形尺寸

香岛 ACMY-S80 PLC 主机单元和扩展单元的外形尺寸均为长 300mm × 宽 110mm × 高 100mm。安装尺寸均为长 290mm × 宽 100mm。

2.1.5 香岛 ACMY-S80 PLC 安装注意事项

1) 每台 PLC 应留有 50mm 的空间, 以利通风及装拆扩展电缆。PLC 与柜壁应留有 100mm 的距离, PLC 与柜顶应留有 150mm 的距离。

2) PLC 不能安装在潮湿、多灰尘、高温 (55°C 以上)、有腐蚀性气体及振动大、有机械冲击的环境。

3) PLC 不能安装在高压电源线附近。

4) PLC 与其他设备之间应留有 100mm 以上的空间。

5) PLC 输入线与输出线必须分开编扎。

2.1.6 香岛 ACMY-S80 PLC 使用注意事项

1) AC 220V 电源不能接错。

2) 输入公共端 COM 与输出公共端绝对不能连接起来。

3) 必须在断开 220V 电源的条件下, 装卸扩展单元、编程器、写入器等。

4) 任何外部电源均不能接到 +24V 端子。

5) 在安装 PLC 时, 严禁脏物或金属线头等导电物掉入 PLC 内。

6) PLC 不能在十分恶劣的环境条件下工作。

7) 若电网波动较大或附近有大的电磁干扰源, 要采用隔离变压器或电源滤波器。

8) 当环境温度大于 55°C 时, 要用风扇或冷气

强制冷却。

2.2 苏州机床电器厂 CKY-20/40/40H 系列可编程序控制器

2.2.1 苏州机床 CKY-20/40/40H 系列 PLC 主要特点

1) 苏州机床 CKY-20/40/40H 系列 PLC 最多 I/O 点数为 120 个, 适用于中小规模的自动化控制系统。

2) 液晶显示 (LCD) 编程器对 CKY 系列的主机进行编程、编辑或监视, 用一根 2m 长的专用电缆将两者连接起来。LCD 编程器包括:

① 液晶显示屏幕: 主要显示编程器工作方式和 PLC 状态及梯形图等。

② 扁平触摸键盘: 用于编程 (PRG)、监视 (MONIT) 及命令 (CMD) 操作。在编程 (PRG) 方式中, 可以完成屏幕监视、删除、插入、增加、更换及电路修改等功能。

③ 通信插座: 用于与主机连接通信线。

2.2.2 苏州机床 CKY-20/40/40H 系列 PLC 系统组成

1) CKY-20/40/40H 基本单元。

2) CKY-20/40 扩展单元。

3) CKY-LCD 编程器。

4) CKY-TC 定时器/计数器。

5) CKY-AI 模拟量输入单元。

6) CKY-PROM 模块与 CKY-PR 打印机接口。

7) 通过 CKY-PC 计算机连接单元与计算机连接。

2.2.3 苏州机床 CKY-20/40/40H 系列 PLC 技术性能和 I/O 地址数

术性能 (见表 2.2-1)

2. 苏州机床 CKY-20/40/40H PLC I/O 地址数 (见表 2.2-2)

1. 苏州机床 CKY-20/40/40H 系列 PLC 技

表 2.2-1 苏州机床 CKY-20/40/40H PLC 技术性能

基 本 单 元					
型 号		CKY20	CKY40	CKY40H	
处 理		存储程序循环扫描			
	执行系统	解释程序 (软件)		位处理机	
	执行时间 (平均)	60μs/步	60μs/步	3μs/步	
内存记忆	类型	CMOS RAM (后备电池支持) /PROM (任选)			
	容量	1024 步	1024 步	1024 步	
输入/输出点数	最少	12 入+8 出	24 入+16 出	24 入+16 出	
	最多	24 入+16 出	48 入+32 出	72 入+48 出	
指 令	定时器	8 (0.01~99.99s)	56 (0.1~999.9s)	64 (0.1~999.9s)	
	计数器	64 (1~9999)			
	内部输出线圈	128 点	128 点	128 点	
	锁存线圈	128 点	128 点	128 点	
	功能	主控制, 步进顺序, 转移, 触发器, 移位寄存器			
	其他	结束	结束	结束	
自诊断		电源, 运行, 错误, 报警信号 (PROM)			
输 入		输 出			
类 型	干接触	类型	继电器输出	三端晶闸管输出	晶体管输出
输入电压	内供	额定电压	AC 115V/230V, DC 24V	AC 110V	DC 24V
输入电流	10mA	额定电流	2A	1A	1A
“ON” 延迟	5ms	最高突增电流	6A/100ms	30A/30ms	30A/20ms
“OFF” 延迟	15ms	饱和电压	—	2V (最高)	2V (最高)
“ON” 电压	接触关	“ON” 延迟	15ms	0.1ms	0.3ms
“OFF” 电压	接触开	“OFF” 延迟	10ms	10ms	10ms
可承受电压	1500V, 1min	可承受电压	AC 1500V, 1min		
其 他					
电 源	AC 110/220(1_{-15}^{+10}) V, 47~62Hz				
耗 电	≤20VA (CKY20), ≤25VA (CKY40/40H)				
瞬时电源故障	在 10ms 或以内, 不受影响				
抵受电压	AC 1500V (1min)				
周围温度	(工作) 0~60°C				
	(贮存) -15~75°C				
湿 度	相对湿度 10%~90%, 没有凝结				
耐振动	JIS CO911 11B3 (振动频率 16.7Hz, 振幅 3mm 峰-峰值)				
耐冲击	JIS CO912 (X、Y、Z 方向 10g, 3 次)				
抗干扰	1000V, 1μs, 用干扰模拟器方法				
重量/kg	类 型	基本单元	扩展单元	液晶显示器	
	CKY20	2.0	1.0	0.3	
	CKY40/40H	2.5	1.5		

表 2.2-2 苏州机床 CKY-20/40/40H PLC 输入/输出点地址数

型 号		CKY-20		CKY-40		CKY-40H	
器 件		数量	器件地址数	数量	器件地址数	数量	器件地址数
20 点	输入 (触点) (X)	12	X0~X13				
	输出 (线圈) (Y)	8	Y0~Y7				
40 点	输入 (触点) (X)	24	X0~X27	24	X0~X27	24	X0~X27
	输出 (线圈) (Y)	16	Y0~Y17	16	Y0~Y17	16	Y0~Y17
60 点	输入 (触点) (X)			36	X0~X43	36	X0~X43
	输出 (线圈) (Y)			24	Y0~Y27	24	Y0~Y27
80 点	输入 (触点) (X)			48	X0~X57	48	X0~X57
	输出 (线圈) (Y)			32	Y0~Y37	32	Y0~Y37
100 点	输入 (触点) (X)					60	X0~X73
	输出 (线圈) (Y)					40	Y0~Y47
120 点	输入 (触点) (X)					72	X0~X107
	输出 (线圈) (Y)					48	Y0~Y57
内部线圈 (R)		128	R0~R177	128	R0~R177	128	R0~R177
锁闭线圈 (L)		128	L0~L177	128	L0~L177	128	L0~L177
移位寄存器 (S)		128	L0~L177	128	S0~S177	256	S0~S377
定时器 (T)		64	T0~T77	64	T0~T77	64	T0~T77
计数器 (C)		64	C0~C77	64	C0~C77	64	C0~C77

2.2.4 LCD 编程器三种工作方式 (见表 2.2-3)

表 2.2-3 LCD 编程器三种工作方式

工作方式	LCD 状态区显示	功 能
程序方式	PRG	编程及编辑
监视方式	MONIT	屏幕监视、器件监视、搜索等
命令方式	CMD	PLC 运行暂停、存储器清除、PROM 控制等

2.3 广州南洋电器厂 NK-40 系列可编程序控制器

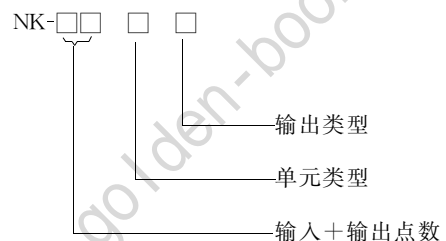
NK-40 系列 PLC 的编程方法可按继电-接触器控制的梯形图或工艺流程来编制程序,并以开关量方式反复进行控制。由于程序可以保存在内部 RAM 中,并由电池保持,所以具有外部电源失电保持程序的能力,而且程序可以随意更改,以适应不同生产工艺的要求。它是实现“机电一体化”的优良产品。

NK-40 系列 PLC 是广州南洋电器厂自行研制的产品,它与国外 F 系列产品的指令兼容。NK-40 系列可以用在各种开关量控制的场合,在机械、纺织、印刷、包装、医药、食品、化工、建

材、冶金、电镀等各行业中的自动生产线上都可广泛应用。NK-40 系列 PLC 具有体积小、重量轻、安装容易、编程简便、抗干扰能力强等特点,适用于中小规模的自动化控制系统。

2.3.1 南洋 NK-40 系列 PLC 型号规格

NK-40 系列 PLC 包括基本单元、20 点扩展单元、40 点扩展单元和编程器。按输出类型分为继电器输出、晶体管输出和晶闸管输出三大类。



其中, 输出类型: 1—继电器类, 2—晶体管类, 3—晶闸管类。

单元类型: J—基本单元, K—扩展单元, B—编程器。

例: NK-40J1 表示 40 点基本单元, 继电器输出。

表 2.3-1 为南洋 NK-40 系列 PLC 型号规格。

表 2.3-1 南洋 NK-40 系列 PLC 型号规格

型 号	规 格
NK-40J1	40 点基本单元继电器输出
NK-40K1	40 点扩展单元继电器输出
NK-20K1	20 点扩展单元继电器输出
NK-40B	NK40 系列编程器

2.3.2 南洋 NK-40 系列 PLC 输入/输出点构成

表 2.3-2 为输入/输出点构成。对表 2.3-2 作如下说明：

表 2.3-2 输入/输出点构成

输入/输出总点数	20	40	60	80
输入点数	12	24	36	48
输出点数	8	16	24	32

说明：1) 20 点只有扩展单元。40 点为基本单元。NK-40 基本单元的 CPU 为 8039。

2) 60 点=40 点基本单元+20 点扩展单元。

80 点=40 点基本单元+40 点扩展单元或 40 点基本单元+20 点扩展单元+20 点扩展单元。

3) 基本单元和扩展单元的输入点和输出点均有各自的发光二极管 (LED) 显示，表明其工作状态。基本单元有自诊断能力，对电源、工作或停止状态、电池电压及 CPU 错误可做出诊断。

NK-40 的语句步为 000~889 (十进制)

4) 用户打入的程序 (称用户程序) 可存储在 RAM 区，也可以存在外加 EPROM 中工作。

表 2.3-5 南洋 NK-40 系列 PLC 技术性能

项 目		技 术 性 能		
		基本单元 NK-40J	NK-20K 扩展单元	NK-40K 扩展单元
电 源	电 压	$\sim 220V^{+22V}_{-33V}$, 50Hz		
	容 量	25VA	15VA	
输 入	点 数	24	12	24
	电 流	7mA/DC 24V (机内提供)		
输 出	点 数	16	8	16
	电 流	2A/DC 24V 或 AC 220V, $\cos\varphi=1$		
定时器		16 (0.1~999s)		/
计数器		16 (1~999, 有失电保护)		/
辅助继电器		192(其中 64 个有失电保护)		/
程序存储器容量		890 步		
运算速度		45 μ s/步 (平均值)		
指令数量		20 条		
工作环境温度		0~+55°C		
贮存温度		-15~+70°C		
相对湿度		10%~90% (没有凝露)		
海拔		1000m 以下		
工作场合		无腐蚀性气体, 无易燃性气体		
接地电阻		<100 Ω , 单独接地		

RAM 有电池保护程序、计数器及某些辅助继电器。

5) 基本单元和扩展单元的输出负载见表 2.3-3。

对于过大的负载应加中间继电器；对微小负载，并联电阻或 RC 吸收电路。为防止因外部负载短路而烧损内部，可在外侧设置熔丝。

表 2.3-3 输出负载

	继电器输出型	晶闸管输出型	晶体管输出型
额定输出电流 (电阻 负载)	2A/1 点	1A/1 点, 4A/5 点	1A/1 点, 4A/8 点
最大 负载	感性	80VA	100VA/AC 220V
	电灯	100W	100W
	冲击电流	10A/周期	10A/周期
最小 负载	感性	2.3VA/AC 220V	
	电灯	1.5W/AC 220V	

6) 继电器输出型寿命见表 2.3-4。

表 2.3-4 继电器输出型寿命

感性负载/VA	继电器寿命/万次
≤ 35	300
≤ 80	100
≤ 120	20

2.3.3 南洋 NK-40 系列 PLC 技术性能 (见表 2.3-5)

2.3.4 南洋 NK-40 系列 PLC 编程器工作方式

NK-40B 编程器有两种工作方式：一种是编程；另一种是监视。这些工作方式选择见表 2.3-6。

表 2.3-6 工作方式选择

基本单元 编程器	RUN 状态	STOP 状态
MONITOR	能监视程序运行	能监视计数器或由电池保护的辅助继电器状态
PROGRAM	基本单元不接受来自编程器的程序	程序能写入或读出

编程器插在基本单元上，如果要进行编程，基本单元应接通“STOP”开关，而编程器则要处于编程状态。当基本单元控制某一系统时，可以通过编程器监视程序执行情况，此时基本单元应接通“RUN”开关，而编程器处于“MONITOR”状态。如果基本单元由“STOP”状态改变成“RUN”状态，此时编程器在“PROGRAM”位置，则基本单元将不进入运行。

键盘上的按键有操作键、指令键和数字键三部分。

2.4 江苏嘉华公司 JH120H 系列可编程程序控制器

2.4.1 嘉华 JH120H 系列 PLC 主要特点

JH120H 系列 PLC 是江苏嘉华公司研制的产品，其基本工作原理与三菱电机公司的 F1/F2 系列 PLC 大致相同，功能基本相同（只比后者少几项），适用于小型工业过程的自动控制，规格较为齐全，有 JH120H-20MR~JH120H-120MR 的各种规格。其主要特点是以 12 点输入/8 点输出构成单元模块，可嵌接最大为 120 点（72 点入 48 点出）的 PLC，适用于 AC 240V/5A、DC 24V/5A 以下输出状态的控制场合。

2.4.2 嘉华 JH120H 系列 PLC 系统配置

JH120H 系列 PLC 为嵌入式（模块式）结构。

模块与模块之间用堆垛接口连接，不需连接电缆。JH120H 系列的 I/O 模块以 20 点（12 点输入/8 点输出）为最小单元，从 20 点到 120 点可任意配置。另可根据用户特殊点数要求，装配非标准系列 PLC。如 8 点（只有输出）、28 点（8 点入 4 点出模块加两个 8 路输出模块）的 PLC 等。

JH120H 系列主要由 CPU 模块、I/O 模块、电源模块和特殊功能模块组成。主机上面有外部设备插口、可插入编程器、A/D 和 D/A 模块、RS-232 联机通信接口等。其中，编程器是 PLC 系统的基本组成部分，其他外部设备可根据用户需要来配置。下面简单介绍 JH120H 系列的组成模块。

1. CPU 模块

CPU 模块面板各部分的说明如下：

(1) CPU. E LED（软、硬件故障灯） 程序错误时此灯闪烁或硬件故障时常亮。

(2) RUN LED（运行信号灯） PLC 正常工作时常亮。

(3) STOP/RUN（程序停止/运行开关） 此开关拨至“STOP”时，程序停止运行，可进行编程等操作；此开关拨至“RUN”时，程序开始运行，正常情况下，RUN LED 应亮。

(4) EEPROM/RAM（存储器选择开关） 此开关拨至“EEPROM”时，PLC 将按存储在 EEPROM 中的程序运行；此开关拨至“RAM”时，PLC 按存储在 RAM 中的程序运行。

(5) 编程接口 手持编程器通过此接口可实现对 PLC 编程、修改、监控等功能，计算机通过 RS-232 接口与此接口相连接，可实现对 PLC 编程、修改和监控等功能。

注意：对开关 4 操作后（即 EEPROM→RAM 或 RAM→EEPROM），PLC 必须断电后重新通电方可正确运行。

2. I/O 模块

JH120H 系列的标准输入/输出模块为 12 点输入/8 点输出。输入点、输出点的定义可通过跳线进行选择。通常紧靠 CPU 模块安装的 I/O 模块输入点定义号固定为 X400~X407。I/O 模块输入、输出点定义号的跳线在出厂时已排好，如需要更改可参考模块上的说明选择跳线。

每点输入均有光隔离、滤波等抗干扰措施，定义号为 X400~X407 的 8 点输入滤波时间常数可在 0~60ms 之间由程序设定，其他输入定义号的滤波时间常数为 10ms。

JH120H 系列的标准输出模块的输出适用于 AC 240V/5A、DC 24V/5A 以下。

3. 电源模块

电源模块除了为本机其他模块提供 24、12 和 5V 电源以外，同时向外部提供 DC 24V、 $I_{Omax} = 100\text{mA}$ 的传感器电源。

交流电源允许瞬停 80ms，PLC 动作不受影响。

电源模块各部分的说明如下：

(1) 扩展口 显示功能模块接口（用于数据显示、数据设定等）。

(2) 12/5V 指示灯 电源模块 12/5V 输出正常时亮。

(3) 24V 指示灯 电源模块 24V 输出正常时亮。

(4) DC 24V 输出端 向外部提供的 DC 24V 电源。

(5) AC 220V 输入端 向 PLC 提供 AC 220V 电源。

4. 特殊功能模块

A/D 转换模块、D/A 转换模块、拨盘输入模块和测温模块均可直接嵌接在主机上，不需连接电缆。

2.4.3 嘉华 JH120H 系列 PLC 技术性能

JH120H 系列 PLC 通用性能和技术性能见表 2.4-1 至表 2.4-5 所示。

表 2.4-1 JH120H 系列 PLC 通用性能

项 目	指 标
电源电压	AC115/230V, 50/60Hz
电压波动范围	AC 95~255V, 电源可瞬间失效 80 ms
相对湿度	40%~90%RH, 无凝露
温度	-5~+55°C
环境	无腐蚀性气体、无导电粉尘和微粒
耐压	AC 1500V, 1min (电源-外部端子)
绝缘电阻	>200MΩ
耐振动	16.7Hz, 振幅 3mm, 3 方向各 30min
耐冲击	GB 9813 标准, 10GPa
耐噪声	GB/T 13926, 1kV, 1μs 脉冲
安全规范	FCCA 级

表 2.4-2 JH120H 系列 PLC 技术性能

项 目	指 标
控制方式	存储程序, 循环扫描
编程语言	梯形图, 语句表
程序容量	1000 步
程序存储器	CMOS-RAM, 锂电池失电保护, EEPROM
I/O 点数	20~120 点
运算速度	12ms/1000 步 (平均)
定时器	32 点: 0.1~999s (24 点), 0.01~99.9s (8 点)
计数器	30 点: 1~999, 减计数
辅助继电器	192 点 (其中 64 点断电保持)
状态寄存器	40 点 (断电保持)
特殊断电器	16 点
高速计数器	1 点: 1~999999, 加减计数, $f_{max} < 2\text{kHz}$
自诊断	程序检查 (语法检查、电路检查) 警戒监视 (电源电压、锂电池电压)
指令	基本指令 20 条, 步进指令 2 条, 功能指令 96 条

表 2.4-3 JH120H 输入技术性能

项 目	指 标	
输入方式	无源触点, 光耦合方式	
输入电压	机内电源 DC 24V	
工作电流	断→通	最小 DC 4 mA
	通→断	最大 DC 1.5 mA
响应时间	断→通、通→断: 约 10ms	
动作指标	输入接通时, LED 灯亮	
400~407 响应时间	0~60ms 软件设定	

表 2.4-4 JH120H 输出技术性能

项 目	指 标
输出方式	继电器输出, 无漏电流
单点电流 (max)	5A/点 (电阻负载 H 型, 继电器输出)
外负载电源	<AC 250V/DC 30V
响应时间	断→通、通→断: 约 10ms
动作指标	继电器通电时, LED 灯亮

表 2.4-5 JH120H 特殊单元技术性能

项 目	指 标
A/D 转换单元	0~5V 输入, 4 路, 8 位分辨率
D/A 转换单元	0~5V 输出, 2 路, 8 位分辨率
拨盘输入单元 I	12 路双位 BCD 拨盘 (共 24 个 BCD 拨盘)
拨盘输入单元 II	32 路双位 BCD 拨盘 (共 64 个 BCD 拨盘)
测温单元	4 路 ST-100 热电阻, 8 位分辨率

2.4.4 嘉华 JH120H 系列 PLC 指令、元件及其定义 (见表 2.4-6~表 2.4-9)

表 2.4-6 嘉华 JH120H 系列 PLC 基本指令

指令	含义	对象器件	执行时间/ μs ^①		一般功能
			通	断	
LD LDI	常开触点起始 常闭触点起始	X, Y M, T C, S	5.4		逻辑操作开始
AND ANI	与 与非		5.4		
OR ORI	或 或非		4.2		常开触点串联 常闭触点串联
			4.2		
ANB ORB	与块 或块	4.2		常开触点并联 常闭触点并联	
		4.2			
OUT	输出	Y	34.5	34.5	线圈驱动指令
		M	31.5	31.5	
		S	36.3	48.8	
		T	108	142	
		C	120	72	
		F 671~F 675	126	58.9	
PLS	脉冲微分	M100~M377	49.4	47.0	输入信号上升时产生一个宽度为扫描周期的脉冲
SFT	移位	M100 M120 M140 M160 M200 M220 M240 M260 M300 M340 M360	70.2	50.0	移位寄存器移位
RST	复位	M100 M120 M140 M160 M200 M220 M240 M260 M300 M340 M360	63.7	51.8	移位寄存器、计数器的复位
		除 C661 外的 C	44.6	41.7	
S	置位	Y	35.7	29.8	置“1” ^①
		M200~M377	32.7	26.2	
		S	44.6	38.1	
R	复位	Y	38.1	28.0	置“0”
		M200~M377	35.1	25.0	
		S	50.6	32.7	
MC MCR	主控 主控复位	M100~M177	23.8 3.0		公共串联触点 取消公共串联
CJP EJP	条件转移 转移结束	D700~D777	55.4 0	28.0 0	条件转移 指定条件转移目的地
NOP	不处理		0	0	不处理
END	结束		1101 ^②		程序结束

指令	含义	对象器件	执行时间/ μs ^①		一般功能
			通	断	
STL RET	步进梯形 返回	S600~S647	14.3+69n ^③ 14.3		步进梯形开始 步进梯形结束

① 这里的执行时间是指执行某一指令所需的时间，与执行周期时间不同，一个执行周期时间（K）是由步骤 0 到 END 总执行时间组成。

$$K=1.2+0.15+ (0.16+0.02+0.04) \times f$$

(a) (b) (c) (d) (e)

- a. 如果使用 T650、T657。
- b. 如果使用高速计数器。
- c. 如果 F670、K118 接通。
- d. 如果 F670、K121 接通。
- e. 高速计数器输入频率（对于 1 kHz， $f=1$ ）。

② 包括输入/输出的处理时间。

③ “n”表示 STL 指令纵向连接数目。

④ 在 STL 电路模块中，接通时间为 $51.2+31.5 \times n$ ，断开时间为 46.9。“n”表示 STL 指令纵向连接数目。

表 2.4-7 嘉华 JH120H 系列 PLC 特殊功能指令

指令编号	含义	执行时间/ μs		指令对象
		输入 ON	输入 OFF	
F670				
K00	全部输入点刷新	582	55.4	X000~X027 X400~X427 X500~X527
K02	全部输出点刷新	289	55.4	Y030~Y047 Y430~Y447 Y530~Y547
K04	监视时钟刷新	71.4	55.4	监视时钟 WDT
K10	M473 复位	60.7	55.4	M473
K11	C660 复位	60.7	55.4	C660
K14	进位标志置位	70.8	55.4	M571
K15	进位标志复位	70.8	55.4	M571
K16	零标志置位	70.8	55.4	M572
K17	零标志复位	70.8	55.4	M572
K18	借位标志置位	70.8	55.4	M573
K19	借位标志复位	70.8	55.4	M573
K26	指定元件同时复位	$223+58.3n$	55.4	Y, M, S
K27	十进制常数的写入	186/180/219	55.4	Y, M, S
K28	3 位二进制常数的写入	179	55.4	Y, M, S
K29	N 位二进制数的传送	$242+61.6n$	55.4	X, Y, M, S→Y, M, S
K33	3 位十进制常数的写入	231	55.4	K→T, C, D
K34	1~3 位 BCD 数的写入	667	55.4	X, Y, M, S→T, C, D
K35	当前值的读入	696	55.4	T, C, D→Y, M, S
K36	3 位 BCD 数的写入	233	55.4	X, Y, M, S→D
K37	3 位 BCD 数的写入	214	55.4	D→Y, M, S
K38	将常数写入 N 个 D 中	$139+21.5n$	55.4	D

指令编号 F670	含 义	执 行 时 间/ μ s		指 令 对 象
		输 入 ON	输 入 OFF	
K39	将 D 的当前值送到 N 个 D 中,	$170+21.5n$	55.4	D
K40	比较 K 与 T、C、D 的当前值	263	55.4	T, D, C
K41	比较 X、Y、M、S 与 T、C、D 的当前值	685	55.4	T, C, D \rightarrow X, Y, M, S (1~3 位 BCD 数)
K42	比较 X、Y、M、S 与 C、D 的当前值	345	55.4	C, D \rightarrow X, Y, M, S (3 位 BCD 数)
K43	比较当前值与 3 位 BCD 数取值范围	T/314 C/268 D/176	55.4	D \rightarrow T, C, D
K44	比较 C、D 的当前值与 6 位 BCD 数取值范围	C/415 D/297	55.4	D, C
K45	比较 C、D 与 C、D 当前值	C/374 D/719	55.4	C, D
K46	数据寄存器零检验	113	55.4	D
K48	指定位清零	169	55.4	D
K49	数据交换	170	55.4	D
K51	D 当前值的传送	158~398	55.4	T, C, D
K52	间址传送 (D) \rightarrow D	179	55.4	D
K53	间址传送 D \rightarrow (D)	179	55.4	D
K54	间址传送 (D) \rightarrow (D)	213	55.4	D
K55	3 位 BCD 数的加法 (带进位)	207	55.4	K \rightarrow D
K56	6 位 BCD 数的加法 (带进位)	223	55.4	K1, K2 \rightarrow D
K57	3 位 BCD 数的加法 (没进位)	228	55.4	D \rightarrow D
K58	3 位 BCD 数的加法 (带进位)	232	55.4	D \rightarrow D
K59	6 位 BCD 数的加法 (带进位)	272	55.4	D \rightarrow D
K60	3 位八进制的加法	245	55.4	D \rightarrow D
K61	3 位 BCD 数递增 1	138	55.4	D
K62	6 位 BCD 数递增 1	164	55.4	D
K63	3 位八进制数递增 1	148	55.4	D
K64	3 位 BCD 数递增 1	223	55.4	C
K66	3 位 BCD 数的减法 (带借位)	225	55.4	D
K67	6 位 BCD 数的减法 (带借位)	268	55.4	D
K68	3 位 BCD 数的减法 (没借位)	148	55.4	D
K69	3 位 BCD 数的减法 (带借位)	251	55.4	D
K70	6 位 BCD 数的减法 (带借位)	296	55.4	D
K71	3 位八进制数的减法 (没借位)	240	55.4	D
K72	3 位 BCD 数递减 1	136	55.4	D
K73	6 位 BCD 数递减 1	164	55.4	D
K74	3 位八进制数递减 1	145	55.4	D
K75	3 位 BCD 数递减 1	224	55.4	C
K77	3 位 BCD 数的乘法	629	55.4	D
K78	6 位 BCD 数的乘法	3438	55.4	D
K79	3 位 BCD 数的乘法	654	55.4	D \rightarrow D
K80	6 位 BCD 数的乘法	3438	55.4	D \rightarrow D

指令编号 F670	含 义	执 行 时 间/ μ s		指 令 对 象
		输 入 ON	输 入 OFF	
K81	3 位 BCD 数的除法	1490	55.4	D
K82	6 位 BCD 数的除法	4571	55.4	D
K83	3 位 BCD 数的除法	1514	55.4	D \rightarrow D
K84	6 位 BCD 数的除法	4601	55.4	D \rightarrow D
K85	A/D 转换	661	55.4	X, Y \rightarrow D
K86	D/A 转换	700	55.4	D \rightarrow X, Y
K87	确定减法格式	71.4	55.4	D
K88	数据寄存器 BCD 检验	$133+22.2n$	55.4	D
K100	全部输入点刷新	582	55.4	X
K101	部分输入点刷新	$213+22n$	$213+14.9n$	X400~X407
K102	全部输出点刷新	289	55.4	Y
K103	指定元件同时复位	$233+58.3n$	55.4	Y, M, S
K104	写 M \rightarrow C	213	55.4	M260~M273 \rightarrow C
K105	读 C \rightarrow M	192	55.4	C \rightarrow M260~M273
K106	比较 C 当前值与 3 位 BCD 数取值范围	248	55.4	C
K107	比较 C 的当前值与 M260~M273	238	55.4	C \rightarrow M260~M273
K108	比较 C 当前值与 6 位 BCD 数取值范围	365	55.4	C
K109	6 位 BCD 数的写入	120	55.4	K ₁ \rightarrow M240~M253 K _h \rightarrow M260~M273
K110	M473 复位	60.7	55.4	M473
K111	C660 复位	60.7	55.4	C660
K112	X400 上升沿检测	70.2	75.6	X400
K113	X400 上升沿检测	67.3	72.6	X400
K114	X401 上升沿检测	70.2	75.6	X401
K115	X401 上升沿检测	69.6	75.0	X401
K116	外部复位禁止	64.3	55.4	C660, C661
K117	自动再装的比较数据的传送	130	55.4	M240~M253 M260~M273
K118	自动再装入有效	67.3	72.4	C660, C661
K119	设定高速输出表	180	55.4	M240~M277
K120	禁止独立高速输出	78.0	83.3	Y430~Y437
K121	高速输出同时允许	67.3	72.6	Y430~Y437
K122	测量 X402 脉冲信号宽度	138	78	X402
K123	测量 X403 脉冲信号宽度	138	78	X403
K124	X400 脉冲信号计数	113	81	X400
K125	X401 脉冲信号计数	113	81	X401
K130	寄存器的移位	$32.8+38n$	55.4	M100~M377
K131	BCD 数变换为二进制数	430	55.4	X, Y, M, S
K132	二进制数变换为 BCD 数	375	55.4	X, Y, M, S

表 2.4-8 嘉华 JH120H 系列 PLC 特殊辅助继电器

元件名称	功 能	说 明
M70	运行监控	在运行期间接通
M71	初始化脉冲	一次周期扫描, 运行后接通
M72	100ms 时钟	50ms 通、50ms 断
M73	10ms 时钟	5ms 通、5ms 断
M77	全部输出禁止	接通时全部输出禁止
M470	高速计数器控制 (C660/C661)	ON: 高速计数器, OFF: 内部计数器
M471	加/减计数选择 (C660/C661)	ON: 加法计数, OFF: 减法计数
M472	高速计数开始	ON: 计数, OFF: 停止
M473	正向/反向移位标志	当计数器的现时值由“000”变为“999”或由“999”变为“000”时接通
M570	错位标志	出错时置位
M571	进位标志 X400、X401 上升检测	产生进位时置位 还用于 F670、K113、K115 中
M572	零位标志	结果为零时置位
M573	错位标志	错位时置位
M574	禁止状态转移	M574 接通时, 状态的自动转移被禁止
M575	状态转移返回起点标志	M575 接通时, 状态自动转移

表 2.4-9 嘉华 JH120H 系列 PLC 元件定义表

编号 通道号	00~13		14~27		30~37		40~47		50~57		60~67		70~77	
	0	X: 12 点	X: 12 点	Y: 8 点	Y: 8 点	T: 8 点 0.1~999 s	C: 8 点	SFM: 6 点						
1	M: 64 点													
2	M: 64 点													
3	M: 64 点													
4	X: 12 点	X: 12 点	Y: 8 点	Y: 8 点	T: 8 点 0.1~999s	C: 8 点	SFM: 4 点 1~999s							
5	X: 12 点	X: 12 点	Y: 8 点	Y: 8 点	T: 8 点 0.1~999s	C: 8 点	SFM: 6 点 1~999s							
6	S: 40 点				T: 8 点 0.01~99.9s		C: 6 点 ^①	F: 6 点						
7	D: 64 点													

注: 1. C660/C661 为高速计数器, 不包括在内。

2. X—输入继电器, Y—输出继电器, M—辅助继电器, SFM—特殊辅助继电器, T—定时器, C—计数器, S—状态器, D—数据寄存器, F—功能指令线圈。

2.5 佛山无线电元件八厂 BC-I 型可编程序控制器

BC-I 型 PLC 是以欧姆龙 SYSMAC-90R 型为蓝本, 结合我国实际情况由广东佛山无线电元件八厂研制和生产出来的。该 PLC 集控制、编程、显示于一体, 很适合于程序多变的小型自动生产

线或单机的自动控制系统。

本机为细长型、嵌入式安装形式, 其基本指令有 13 条。在键盘上直接用简单的梯形图符号语言进行编程, 用户很容易掌握和使用。

2.5.1 性能简介

1. 一般特性

1) 电源: 交流 220V, 50Hz。

- 2) 工作电压: 额定电压的 85%~110%。
- 3) 耗电量: 不大于 50VA。
- 4) 绝缘电阻: 不少于 2MΩ/DC500V (交流电源引入端与外壳之间)。
- 5) 绝缘强度: 50Hz, 1250V (交流有效值), 历时 1min (交流电源引入端与外壳之间)。
- 6) 抗噪声度: 500V (峰-峰值), 上升时间为 1ns, 脉冲宽度为 2μs。
- 7) 振动冲击: 按部标 SJ2347-83。
- 8) 周围温度: 运行时为 0~+50°C; 贮存时为 -10~+70°C。
- 9) 湿度: 30%~85%RH (无凝结)。
- 10) 大气: 必须无腐蚀性气体。
- 11) 结构: 成套式。
- 12) 重量: 约 7kg。
- 13) 外形尺寸 (宽×高×深): 120mm×340mm×225mm。

2. 主要特性

- 1) 控制系统: RAM 及 EPROM 程序存储系统。
- 2) 主要控制元件: LSI, TTL, CMOS。
- 3) 编程方式: 继电器逻辑原理图 (即梯形图)。
- 4) 指令字长: 16 位。
- 5) 指令数目: 13 条。
- 6) 扫描时间: 最大 21μs/256 字。
- 7) 程序容量: RAM 为 256 字, EPROM 为 4×256 字。
- 8) 输入点数: 20 点。
- 9) 输出点数: 16 点。
- 10) 一般辅助继电器数: 59 个。
- 11) 特殊辅助继电器数: 5 个。
- 12) 一般自锁继电器数: 47 个。
- 13) 特殊自锁继电器数: 1 个。
- 14) 时间继电器数: 10 个。
- 15) 计数器个数: 10 个。
- 16) 时间继电器精度: 设定值的 ±1%+(±50ms)。
- 17) 计数器的响应速度: 最快 10Hz/s。
- 18) 停电记忆保护功能: 停电前自锁继电器及计数器的状态均能保留记忆中。

19) 诊断功能: 记忆故障 (总和校对), CPU 故障 (监视时间继电器), 电池故障 (电压不足或不装电池), 程序校对 (继电器线圈编号校对、END 指标校对、继电器逻辑电路组态或语法校

对)。

3. 输入特性

- 1) 输入形式: 无电压触点输入 (光耦合隔离)。
- 2) 输入电压: 内设 DC 20V。
- 3) 输入电流: 10A。
- 4) 输入状态判别: “通”大于 5mA, “断”小于 2mA。
- 5) 输入响应时间: 7~14ms。
- 6) 输入阻抗: 1.8kΩ。
- 7) 输入端子结构: 20 点共地端。
- 8) 工作状态显示: 面板上有发光二极管 (LED) 显示 (对应于有输入的 LED 发亮)。

4. 输出特性

- 1) 输出形式: 继电器触点输出 (常开式, 无电压)。
- 2) 最大使用负载: 电阻性负载时为 2A、AC250V/DC30V; 电感性负载时为 0.8A、AC250V/DC30V。
- 3) 输出端子结构: 四点共一地端 (每一共地端子最大电流为 7A)。
- 4) 工作状态显示: 面板上有发光二极管 (LED) 显示 (对应于有输出的 LED 发光)。

2.5.2 使用方法

在具体使用之前, 应首先按控制对象的实际工艺要求编写程序, 然后通过机上的键盘键入机内的程序 RAM 区。机器转入运行时, 也并不立即盲目执行, 而是先做诊断处理, 确认无误后才转入执行。

1. 指令系统介绍

BC-1 型 PLC 采用梯形图语言编程, 每条指令字由操作码、辅助操作码及数据三部分组成。因机内已有某些特殊约定, 在实际编程时, 部分指令字可省略辅助操作码, 有些只需操作码。操作码 (即基本指令) 共有 13 条, 辅助操作码 (即继电器的类别、代号、编号) 共有 6 种, 见表 2.5-1。

2. 继电器编号

- 1) 输入继电器编号: 00~19
- 2) 输出继电器编号: 00~15
- 3) 辅助继电器编号: 00~63
- 4) 自锁继电器编号: 00~47
- 5) 定时器的编号: 0~9
- 6) 计数器的编号: 0~9

表 2.5-1 BC- I PLC 指令系统

操作码	含义或用途说明
LD	逻辑线或分支以常开触点开始的操作
LD·NOT	逻辑线或分支以常闭触点开始的操作
AND	常开触点同前线路相串联
AND·NOT	常闭触点同前线路相串联
OR	常开触点同前线路相并联
OR·NOT	常闭触点同前线路相并联
OUT	把结果送至指定的继电器
OUT·NOT	把结果取反后送至指定的继电器
TIM	时间继电器延时接通时间的设定
CNT	递减计数器的初值设定
AND·LD	把前两部分的结果作串联连接
OR·LD	把前两部分的结果作并联连接
END	程序结束
辅助操作码	含义或用途说明
OUT/1	输出继电器
MR/2	辅助继电器
KR/3	自锁继电器
TIM/4	时间继电器
CNT/5	计数器
数字 0~9	时间继电器或计数器的编号

2.6 广西大学自动化研究所 KC-1 型可编程序控制器

2.6.1 概述

KC-1 型 PLC 是广西大学自动化研究所引进、消化、吸收了国外同类产品，立足于国产化的基础上研制和生产的国产小型 PLC。

KC-1 型 PLC 的基本结构主要由五个标准模块所组成，即由主机模块、总线模块、输入模块、输出模块和电源模块五个模块插件通过机架组合而成。

主机模块是由 8 位 8085 微处理器组成的微机系统，具有对 KC-1 整个系统的管理和控制功能，并可通过串行接口与 APPLE-Ⅱ 微机或编程器进行通信联系，以实现编程和动态调试功能，主机模块上有 RAM 和 EPROM 插座各一个，在 RAM 插座上插 6264 (8KB)、27128 (16KB) 及 27256 (32KB)，调试好的程序可固化在 EPROM 中。

电源模块主要用来为主机模块和输入、输出模块提供 +5V 电源，该电源采用脉宽调制型的开关电源，是一种体积小、抗干扰能力强、隔离

特性较好的电源，根据用户需要，还可对主机模块的存储器增加锂电池，以进行掉电保护。

每个输入、输出模块有 16 路接口，全部采用光隔离，以提高抗干扰能力。输入模块为 24V、10A 输入信号，输出模块为 DC24V、0.5A 输出，根据用户要求还可配上输出模块以实现继电器和晶闸管输出。根据用户要求，还可配上 16 路 8 位 A/D 或 D/A 输出，使 PLC 实现对模拟量的检测与控制。

机架和总线可使用户方便地选用输入、输出模块的数量，最多可配置 8 块输入、输出模块，实现 128 路的输入输出信号的控制。

2.6.2 KC-1 型 PLC 的基本特点和基本性能

1. KC-1 型 PLC 的基本特点

1) 结构简单，内部电路都采用大规模集成电路。

2) 使用方便，可直接与生产设备连接，不必进行接口线路设计。

3) 安装灵活，便于扩展。每块输入（输出）模块共有 16 个输入（输出）点，这样每增加一块输入（输出）模块，便可增加 16 点，共可增加到 128 个点，可满足一般工业过程控制的要求。

4) 工作可靠。输入输出都采用光隔离电路，电源采用开关电源，并在工艺上作了特别处理，因此抗干扰能力强，工作安全可靠。由于采用插件式结构，便于维修和更换。

5) 编程简单。该 PLC 在 APPLE 机上进行编程，使用布尔代数逻辑语言，即使不懂程序设计的人，培训 1~2h，便可编程。

6) 调试方便。本机还可以和 APPLE 进行通信，可直接把在 APPLE 上编好程序，通过 RS-232 把程序送入 PLC，并可随时把 PLC 的工作状态送入 APPLE 机，以便检查每一个内部工作状态，调试程序非常方便。

7) 功能齐全。KC-1 型 PLC 可实现布尔代数表示的所有逻辑功能，包括计数、定时、锁存、位移、“或”、“与”、“非”等。这些功能都包含在 PLC 内部，任一逻辑功能的输入、输出和中间变量可在逻辑行里任一地方多次调用，不受任何限制。

8) 价格低廉。该机一般比国内市场上功能相似的进口产品便宜 1/5~1/3。

2. KC-1 型 PLC 的基本性能

KC-1 型 PLC 的基本性能见表 2.6-1。

表 2.6-1 KC-1 型 PLC 基本性能

项 目	说 明
电 源	输入电压：AC 220 (1±15%) V 容量：25VA 输出：DC 5V、1A
输入模块	点数：16，电流：10mA/DC 24V
输出模块	点数：16 电流：0.5A/DC 24V 晶体管（基本单元） 3A/AC 220V 晶闸管（扩展单元） 3A/AC 或 DC 220V 继电器（扩展单元）
总的输入输出总数	128
程序存储器	RAM 为 2~8KB，EPROM 为 8~32KB
内部辅助继电器数	90
计数器数	10 (1~65536)
定时器数	30 (1~99.9s, 99.9min)
工作环境温度	0~55°C
相对湿度	95%，没有凝露
贮存温度	-10~65°C

www.golden-book.com