

<http://www.phei.com.cn>

可编程序控制器 编程实战与提高

● 郭纯生 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

可编程序控制器 编程实战与提高

郭纯生 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书以松下电工公司 FP1 机型的 PLC 为主线, 结合 FP0, FP Σ 两款新机型, 介绍了 PLC 的特点、基本结构、基本原理、编程软件以及指令系统, 通过大量实例重点介绍了 PLC 指令的使用方法、编程规则和编程技巧, 以及工程应用中的相关技术, 如监控技术、动态数据写入技术、加密解密技术、转换技术、网络通信技术和调试技术。

本书内容新颖, 系统完整, 涉及面广, 突出编程重点, 所举大量实例联系实际应用, 讲解深入浅出, 具有很强的实用性, 对电气自动化、机电一体化、电子通信等专业的本科生和教师、工程技术人员以及 PLC 自学者, 熟练掌握 PLC 编程技巧, 提高 PLC 应用技术有重要的参考价值, 也可作为大专院校相关专业的教材。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

可编程序控制器编程实战与提高/郭纯生编著. —北京: 电子工业出版社, 2006.7

ISBN 7-121-02861-1

I. 可… II. 郭… III. 可编程序控制器—程序设计 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 075444 号

责任编辑: 万子芬 (wzf@phei.com.cn)

印 刷: 北京季蜂印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 25.75 字数: 692.5 千字

印 次: 2006 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 39.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

可编程序控制器 (PLC) 是 20 世纪 60 年代末结合计算机技术与自动控制技术开发出来的, 用于替换传统继电器, 是适用于工业环境的新型通用自动控制装置。经过几十年的发展, 其功能和性能已有了很大的提高, 现在的 PLC 产品集数据处理、程序控制、参数调节和通信网络功能于一体, 编程简单、体积小、组装维护方便、可靠性高、抗干扰能力强。在工业控制的各个领域, 从柔性制造系统、工业机器人到大型分散控制系统, PLC 正发挥越来越重要的作用, 已成为现代工业自动化三大支柱 (PLC、机器人、CAD/CAM) 之一。

学习掌握 PLC 的工作原理及应用技术, 对于大专院校自动控制、电气自动化、电子工程、机电一体化等专业的学生和厂矿企业有关技术人员而言, 具有很高的实用价值。PLC 的推广应用已在全国形成了热潮, 不仅综合大学、工科院校有关专业开设了 PLC 课程, 电大、职大、夜大、函大等有关专业也在增开这门课程。

尽管目前已有不少介绍 PLC 的书籍, 但是在作者这几年的教学、科研中, 经常遇到不少学生、社会上 PLC 的自学者、参加职业技能考试的学员、厂矿企业的工程技术人员就 PLC 提出如下一些问题:

PLC 编程有什么规则? 编写的程序为什么是这样而不是那样?

PLC 编程有什么技巧? 能否用不同的程序实现同一功能?

PLC 编程有哪些方法? 哪种方法更易于开发?

为什么不用 C 语言、Basic 高级语言或者单片机、汇编语言的结构编写 PLC 循环程序?

PLC 是如何实现循环控制的?

在学校学习的是某种品牌的 PLC, 工作单位用的又是另一种品牌的 PLC, 岂不是白学了, 其他品牌的 PLC 资料怎么看起来还是很陌生, 如何才能缩短这种过渡期?

辛辛苦苦编写的 PLC 程序如何防止被盗, 以保护自己的知识产权?

PLC 程序如何调试? 调试时具体应注意什么问题?

信息时代如何用 PLC 构成通信网络, 实现网络控制?

本书以松下电工公司 FP 系列 PLC 样机为主线, 结合作者多年的教学和科研经验, 围绕上述问题编著而成。全书共 8 章 7 个附录。第 1 章讲述 PLC 产生的历史、发展趋势、特点、分类、常见性能指标、基本结构、工作原理以及应用前景; 第 2 章在介绍松下公司基本配置产品 FP1 机型的基础上, 主要介绍该公司最新型的机型 FP0, FP Σ ; 第 3 章主要讲述编程工具、软件的操作和使用方法、时序图监控技术、常见错误信息和 FPII 编程器等; 第 4 章主要介绍 FP 系列机型指令; 第 5 章介绍 PLC 控制系统的设计原则、编程原则、常见 PLC 程序设计方法、PLC 基本编程电路、PLC 编程技巧、A/D 和 D/A 转换技术、高速计数器使用技术以及 PLC 工程处理中的一些常见技术; 第 6 章介绍 PLC 的维护方法、安装接线、加密解密技术、转换技术; 第 7 章介绍通信的基本知识、通信接口、通信协议、松下通信子网、FP Σ 机型的通信功能和通信实现方法; 第 8 章介绍程序核对、总体检查、编写和分析 PLC 程序及排除故障的方法、索引寄存器的使用, 并通过典型实例介绍 PLC 的调试技术。每章后都附有一定数量的习题, 供实战训练使用, 书末还附有 7 个附录, 方便读者查询。

本书特色概括如下:

■介绍的 FP 系列系统完整,特别是所介绍的松下 FP0, FPΣ 内容目前国内尚很少介绍;

■编写风格新颖,有的程序采用多种方法编写,这在国内同类书籍中尚属首次,对读者可起到举一反三的借鉴作用;

■介绍了许多 PLC 编程技巧,例如 PLC 循环程序的编写方法;

■是目前国内首次详细介绍 PLC 调试技术和实战技巧的图书;

■在国内首次介绍如何对 PLC 程序进行加密与解密;

■介绍了几种常见品牌 PLC 程序之间的转换技术;

■所介绍的数据监控技术、触点监控技术、时序图监控技术、动态数据写入技术都是目前国内同类书籍中所没有的。

本书适合如下的读者群:

■电气自动化、机电一体化、电子通信等相关专业的大中专学生及教师;

■有一定基础知识并有志于从事 PLC 方面工作的自学者;

■准备参加 PLC 职业技能考试的学员;

■已参加工作,有一定可编程序控制器基础,想提高 PLC 应用水平的工程技术人员。

为了方便读者,本书中介绍的有关 PLC 程序可到电子工业出版社的华信教育资源网(<http://www.hxedu.com.cn>)下载使用。

在本书编著过程中,得到了天津工程技术师范学院的常斗南、李全利、张学武、方强、阎庆虎、李华雄等同志的大力支持和帮助,松下电工(中国)有限公司邱冬先生提供了大量 FP0, FPΣ 的资料,季正卫同学帮助整理了习题,在此一并表示诚挚的谢意。

从构思到完稿,作者虽殚精竭虑,呕心沥血,然深感自身精力、水平有限,书中谬误和疏漏在所难免,恳请读者提出宝贵意见。联系方式:中国防灾科技学院自动化技术系郭纯生,010-61597248, gcs@fzxy.edu.cn或 gmsolife@hotmail.com。

作 者

2005 年 12 月 1 日

目 录

第1章 概述	(1)
1.1 PLC的历史和特点	(1)
1.1.1 PLC的历史和定义	(1)
1.1.2 PLC的特点	(2)
1.2 PLC的基本结构和工作原理	(3)
1.2.1 PLC的基本结构	(3)
1.2.2 PLC的工作原理	(6)
1.3 PLC的性能指标	(7)
1.4 PLC的分类、应用和发展	(8)
1.4.1 PLC的分类	(8)
1.4.2 PLC的应用及发展趋势	(9)
习题	(10)
第2章 松下FP系列系统构成及配置	(11)
2.1 FP1机型	(11)
2.1.1 FP1特点及系统构成	(11)
2.1.2 FP1面板简介	(14)
2.1.3 FP1内部寄存器及I/O配置	(16)
2.2 FP0机型	(20)
2.2.1 FP0特点及面板介绍	(20)
2.2.2 FP0单元介绍	(20)
2.3 FP Σ 机型	(24)
2.3.1 FP Σ 面板介绍	(24)
2.3.2 FP Σ 特点	(28)
2.4 板式机型	(35)
习题	(36)
第3章 松下PLC编程工具	(38)
3.1 编程工具	(38)
3.1.1 PLC编程电缆	(38)
3.1.2 RS-422/RS-232C适配器	(38)
3.1.3 电脑或FPII手持编程器	(38)
3.1.4 可编程工具软件	(39)
3.2 “零距离”接触PLC编程软件	(39)
3.2.1 安装PLC软件	(39)
3.2.2 运行PLC软件	(39)
3.2.3 输入第1个PLC程序:二分频电路	(40)

3.3 PLC 编程软件的高级操作和使用	(42)
3.3.1 注释功能	(42)
3.3.2 “设置”命令	(48)
3.3.3 “监控”功能	(54)
3.4 PLC 中的错误信息	(66)
3.4.1 语法错误	(66)
3.4.2 使用 PLC 不当错误	(68)
3.4.3 应用程序错误	(69)
3.4.4 其他错误	(69)
3.5 FPII 编程器介绍	(70)
3.5.1 FPII 编程器面板简介	(70)
3.5.2 FPII 编程器操作	(73)
3.5.3 OP 功能	(80)
习题	(87)
第 4 章 PLC 指令系统	(88)
4.1 编程语言	(88)
4.1.1 顺序功能图 (SFC)	(88)
4.1.2 功能块图 (FBD)	(88)
4.1.3 梯形图 (LD)	(89)
4.1.4 指令表 (IL)	(89)
4.1.5 结构文本 (ST)	(90)
4.2 松下 FP1, FP0, FP Σ 机型指令表	(90)
4.3 基本指令	(110)
4.3.1 基本顺序指令	(110)
4.3.2 基本功能指令	(114)
4.3.3 控制指令	(120)
4.3.4 比较指令	(131)
4.4 高级指令的构成和类型	(133)
4.5 数据传输指令	(134)
4.5.1 16 位/32 位数据传输指令	(134)
4.5.2 16 位/32 位数据求反传输指令	(135)
4.5.3 位传输指令	(135)
4.5.4 多个数据的传输指令	(137)
4.5.5 IC 卡读写指令	(139)
4.5.6 数据交换指令	(140)
4.6 算术运算指令	(141)
4.6.1 BIN 算术运算指令	(141)
4.6.2 BCD 算术运算指令	(143)
4.7 数据比较指令	(147)
4.8 逻辑运算指令	(150)

4.9 数据转换指令	(152)
4.9.1 区块检查码及 ASCII 码和其他进制的转换	(152)
4.9.2 二进制数据和 BCD 码数据互换指令	(154)
4.9.3 二进制数据求反/求补/求绝对值/扩展指令	(155)
4.9.4 解码/编码指令	(155)
4.9.5 数据组合/分离指令	(158)
4.9.6 ASC 字符常数转换为 ASCII 码指令	(160)
4.9.7 查找数据指令	(160)
4.9.8 二进制、格雷码相互转换指令	(160)
4.9.9 位行、位列转换指令	(161)
4.10 数据移位指令	(164)
4.10.1 压缩移动读取/写入指令	(164)
4.10.2 16 位/32 位数据左移/右移位指令	(165)
4.10.3 16 位数据右移/左移 4 位指令	(165)
4.10.4 n 位部分一并右移/左移指令	(165)
4.10.5 16 位数据区右移/左移指令	(165)
4.11 数据缓存指令	(167)
4.12 数据循环指令	(167)
4.12.1 16 位数据循环移位指令	(167)
4.12.2 32 位数据循环移位指令	(167)
4.13 位指令	(169)
4.14 特殊指令	(170)
4.15 高速计数器特殊指令	(175)
4.16 整型数据处理指令	(182)
4.16.1 查找最大值、最小值、求平均值、求和、排序指令	(182)
4.16.2 数据线性化指令	(182)
4.16.3 上下限限位控制指令	(183)
4.16.4 数据死区控制指令	(183)
4.16.5 数据零区控制指令	(183)
4.17 浮点数实数指令	(184)
4.17.1 浮点数实数运算指令	(184)
4.17.2 浮点数实数数据处理指令	(186)
4.18 过程控制指令	(190)
4.19 数据变化检出指令	(191)
习题	(191)
第 5 章 PLC 编程技术	(194)
5.1 PLC 控制系统的设计原则	(194)
5.1.1 选用 PLC 控制系统的依据	(194)
5.1.2 PLC 控制系统的设计步骤	(194)
5.2 PLC 编程原则	(197)

5.3 PLC 程序设计方法	(199)
5.3.1 PLC 程序设计过程	(199)
5.3.2 PLC 程序设计方法	(199)
5.4 PLC 基本编程电路	(222)
5.4.1 自锁电路 (启动复位电路)	(222)
5.4.2 互锁电路	(222)
5.4.3 分频电路	(225)
5.4.4 时间控制电路	(225)
5.4.5 计数控制电路	(228)
5.4.6 其他电路	(230)
5.5 A/D 和 D/A 转换技术	(232)
5.5.1 FP0-A2I 的结构及条件	(232)
5.5.2 A/D 转换技术	(233)
5.5.3 D/A 转换技术	(237)
5.5.4 接线和模式选择	(238)
5.5.5 编程方法	(241)
5.6 高速计数器与脉冲输出、PWM 调节	(242)
5.6.1 高速计数器功能	(243)
5.6.2 脉冲输出	(254)
5.6.3 PWM 调节	(263)
5.7 PLC 工程处理技术	(264)
5.7.1 查找数据和排序程序	(264)
5.7.2 日历处理程序	(266)
5.7.3 滤波技术	(270)
5.7.4 输入/输出工程整定	(272)
5.8 循环程序	(274)
习题	(283)
第 6 章 PLC 维护与加密解密、转换技术	(286)
6.1 维护技术	(286)
6.1.1 维护项目	(286)
6.1.2 总体检查	(286)
6.1.3 电源故障	(288)
6.1.4 运行故障检查	(290)
6.1.5 输入/输出故障检查	(291)
6.1.6 环境检查	(294)
6.1.7 安装情况	(295)
6.1.8 电池更换与电池异常警告	(298)
6.2 PLC 加密解密技术	(300)
6.3 转换技术	(303)
6.3.1 松下 PLC 程序之间的转换	(303)

6.3.2 不同品牌 PLC 之间的转换	(303)
6.4 辅助性工作	(306)
习题	(308)
第 7 章 PLC 通信技术	(311)
7.1 通信基础知识	(311)
7.1.1 并行通信与串行通信	(311)
7.1.2 同步通信与异步通信	(312)
7.1.3 波特率	(313)
7.1.4 单工、双工通信方式	(313)
7.1.5 基带传送与频带传送	(314)
7.1.6 传输距离	(315)
7.2 通信接口	(315)
7.2.1 RS-232 通信接口	(316)
7.2.2 RS-422 通信接口	(317)
7.2.3 RS-485 通信接口	(318)
7.3 通信协议	(319)
7.3.1 MODBUS 通信协议	(319)
7.3.2 松下专用 MEWTOCOL 协议	(321)
7.4 松下 PLC 通信子网	(325)
7.4.1 C-NET 网络	(325)
7.4.2 MEWNET-Link 网络	(326)
7.4.3 以太网	(327)
7.5 通信实现	(331)
7.5.1 通信设置	(331)
7.5.2 松下公司的通信接口与适配器	(331)
7.5.3 通信方式	(332)
7.5.4 通信实现	(335)
7.6 FP Σ 通信功能介绍	(338)
7.6.1 计算机连接功能	(338)
7.6.2 串行通信功能	(341)
7.6.3 PC-Link 功能	(344)
习题	(356)
第 8 章 PLC 调试技术	(357)
8.1 程序核对和总体检查	(357)
8.2 实战调试	(359)
8.2.1 调试过程中软件故障的检测方法	(359)
8.2.2 实战调试举例	(360)
8.3 调试技术小结	(368)
习题	(370)
附录	(372)

附录 A	FP1, FP0, FP Σ 机型特殊内部继电器表	(372)
附录 B	FP0, FP Σ 寄存器、I/O 配置一览表	(373)
附录 C	特殊数据寄存器表	(375)
附录 D	系统寄存器表	(383)
附录 E	速度数据表	(392)
附录 F	ASCII (美国标准信息交换码) 表	(398)
附录 G	数据数码表	(399)
主要参考文献		(400)

第1章 概 述

提纲挈领:

本章主要讲述 PLC 产生的历史、发展趋势、特点、分类、常见性能指标、基本结构、工作原理以及应用前景。重点是 PLC 的性能指标、基本结构和工作原理。

1.1 PLC 的历史和特点

1.1.1 PLC 的历史和定义

1. PLC 的历史

世界上第一台 PLC 是 1969 年由美国数字设备公司 (DEC) 生产的。当时工厂中生产线的控制系统都是继电器控制系统, 虽然具有简单易懂, 操作方便, 价格较低的优点, 但硬件设备多, 接线复杂。在市场经济的环境下, 产品的品种和型号经常不断地更新换代, 导致产品的生产线及其控制系统需要不断地修改或再设计, 采用继电器控制系统既浪费了许多硬件设备, 又延长了施工周期, 大大增加了产品的成本、企业的负担。于是人们迫切需要研制一种新型的通用控制系统, 以取代原来的继电器控制系统, 使其既保留继电器控制系统的优点, 又能吸收当时的计算机技术, 功能丰富, 控制灵活, 通用性强, 少换设备, 简化接线, 缩短施工周期, 降低生产成本, 可在恶劣的工业环境下运行。根据上述要求, 1968 年, 美国通用汽车公司 (GM) 采用招标的形式向世界各国发包, 在标书中明确提出了如下 10 项指标 (又称 GM10 条):

- (1) 编程简单, 可在现场修改和调试程序。
- (2) 维护方便, 各部件最好采用插件方式。
- (3) 可靠性高于继电器控制系统。
- (4) 设备体积要小于继电器控制柜。
- (5) 数据可以直接送入管理计算机。
- (6) 成本可与继电器控制系统相竞争。
- (7) 输入量是 115V 交流电压。
- (8) 输出量为 115V 交流电压, 输出电流 2A 以上, 能直接驱动电磁阀。
- (9) 系统扩展时, 原系统只需进行很小的改动。
- (10) 用户程序存储器容量能扩展到 4KB。

结果美国数字设备公司 (DEC) 中标, 并于 1969 年研制出世界上第一台 PLC, 在 GM 公司首先成功使用。初期的可编程序控制器主要用于顺序控制, 只能进行逻辑运算, 所以称之为可编程序逻辑控制器 (Programmable Logic Controller), 简称 PLC。后来随着电子技术和计算机技术的迅速发展, 可编程序控制器不仅能实现继电器控制所具有的逻辑判断、定时、计数等顺序功能, 同时还增加了数据传送、算术运算、对模拟量进行控制等功能, 真正成为

了一种电子计算机工业控制装置,而且体积做到了超小型化。这种采用微电脑技术的工业控制装置的功能远远超出了逻辑控制、顺序控制的范围,故称为可编程序控制器,简称 PC (Programmable Controller)。但由于广为人用的个人电脑(Personal Computer)也简称 PC, 为避免混淆,所以世界各国都习惯将可编程序控制器统称为 PLC。

2. PLC 的定义

可编程序控制器的出现,立即引起了各国的注意。日本于 1971 年引进了可编程序控制器技术,德国于 1973 年引进了可编程序控制器技术,我国于 1973 年开始研制可编程序控制器,1977 年应用到工业生产线上。

随着生产 PLC 的国家越来越多,国际上需要对 PLC 这种装置下一个统一的定义。1985 年 1 月国际电工委员会给 PLC 下的定义是: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的。它采用可编程的存储器,在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作指令,并通过数字式和模拟式的输入和输出,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设备,都应按易于与工业控制系统形成一个整体,易于扩展其功能的原则设计。

1.1.2 PLC 的特点

和传统的继电器控制系统相比较,可编程序控制器主要具有如下优点:

- **编程简单,维护方便。**国际电工委员会(IEC)在規定 PLC 的编程语言时认为,主要的程序组织语言是顺序执行功能表,功能表的每个动作和转换条件可以运用梯形图编程。PLC 采用面向用户的梯形图编程语言,这是一种以继电器梯形图为基础的形象编程语言,其中的梯形图符号与定义和常见的继电器控制系统中的继电器图符号完全相类似,电气工程技术人員很容易掌握,用起来得心应手,这种轻而易举的编程风格是 PLC 能迅速推广应用的一个重要因素。由于 PLC 采用软件编程来完成控制任务,所以随着要求的变化对程序的维护也显得十分方便。
- **接线简单,成本降低。**PLC 实现了硬件软件化,在需要大量中间继电器,时间继电器和计数器的场合,PLC 无需增加硬件设备,利用微处理器及存储器的功能,就可以很容易地完成,并大大减少了复杂的接线,从而降低了控制成本,使产品具有很强的竞争力。
- **可靠性高,抗干扰能力强。**由于采用了大规模集成电路和计算机技术,因此可靠性高,抗干扰能力强,坚固耐用和密封性好,MTBF(平均无故障时间)约为 5 万小时,可经受 $1\,000\text{V}/1\mu\text{s}$ 矩形脉冲的干扰,所以 PLC 特别适合在恶劣的工业环境下运行。
- **模块化组合,灵活方便。**现在的 PLC 多采用模块化组合,而且多种多样,这使得用户可以针对不同的控制对象灵活组合和扩展,以满足不同的工业控制需要。
- **维修便利,施工周期缩短。**PLC 具有完善的监控诊断功能,内部工作状态、通信状态、I/O 点的状态及异常状态均有醒目的显示,维修人员可以及时准确地发现和排除故障,大大缩短了维修时间。
- **通信功能强,高度网络化。**采用适配器、RS-232/RS-422/RS-485 等多种通信接口、C-NET 网络,并采用多种功能的编程语言和先进指令系统,如 Basic 等高级语言,

能轻松实现 PLC 之间以及 PLC 与管理计算机之间的通信，形成多层分布控制系统或整个工厂的自动化网络，使通信更方便快捷。

1.2 PLC 的基本结构和工作原理

1.2.1 PLC 的基本结构

PLC 采用了典型的计算机结构，主要是由 CPU、RAM、ROM 和专门设计的输入/输出接口电路等组成。

1.2.1.1 中央处理器 CPU

CPU 是可编程序控制器的核心部件，它由大规模或超大规模集成电路微处理器所构成。早期低档的 PLC 一般采用 Z80A 芯片，现在绝大多数的 PLC 一般采用 MCS51/96 系列芯片，也有一些公司的 PLC 采用位片式微处理器作 CPU。

PLC 的内部结构如图 1-2-1 所示，逻辑结构如图 1-2-2 所示。CPU 通过地址总线、数据总线和控制总线与存储单元、输入/输出（I/O）接口电路相连接，发挥其大脑指挥的作用。

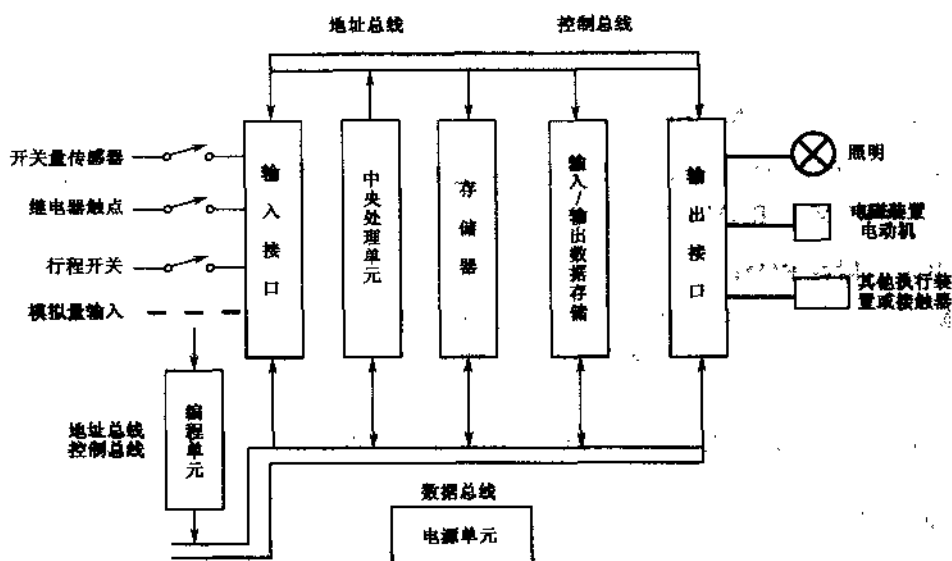


图 1-2-1 PLC 内部结构图

CPU 的主要功能如下：

- (1) 读入现场状态。
- (2) 控制存储和解读用户逻辑。
- (3) 执行各种运算程序。
- (4) 输出运算结果。
- (5) 执行系统诊断程序。
- (6) 与外部设备或计算机通信等。

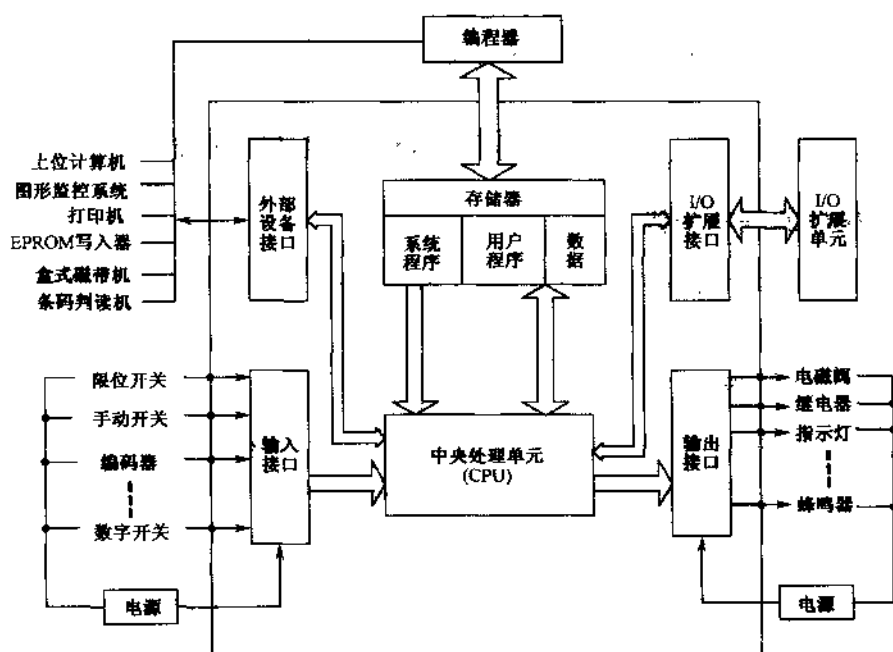


图 1-2-2 PLC 逻辑结构示意图

1.2.1.2 存储器 ROM/RAM

存储器具有存储记忆功能，主要用于存储系统程序、应用程序、逻辑变量和其他一些信息，它一般有 ROM 和 RAM 两种类型。

1. 只读存储器 ROM

ROM 具有一旦写入便不可修改的特点，这种特点使得厂家常用 ROM 来存放非常重要的 PLC 系统程序，系统程序一般包含检查程序、翻译程序、监控程序 3 个部分。

1) 检查程序

PLC 加电后，首先由程序检查 PLC 各部件操作是否正常，并将检查结果显示给操作人员。

2) 翻译程序

将用户键入的控制程序变换成由微电脑指令组成的程序，然后再执行，还可以对用户程序进行语法检查。

3) 监控程序

相当于总控程序。根据用户的需要调用相应的内部程序，例如用编程器选择 PROGRAM 程序工作方式，则总控程序就调用“键盘输入处理程序”，将用户键入的程序送到 RAM 中。若用编程器选择 RUN 运行工作方式，则总控程序将启动程序。

2. 随机存储器 RAM

RAM 的特点是读出时其中的内容不会被破坏，写入时原先保存的信息会被冲掉。一般用户的程序保存在 RAM 中，当用户在将电脑中已编好的 PLC 程序下载到 PLC 机器中时，原有的程序就会被现在下载的程序所替代，所以用户应注意保存，而如果不再写入，

则下载到 PLC 中的程序可以随意读出而不被破坏。表 1-2-1 列出了 ROM 和 RAM 的作用区别。

表 1-2-1 ROM 和 RAM 作用比较

PLC 程序分类	提供对象	存储地方
系统程序	厂家提供	固化到 ROM 中, 只能读
应用(用户)程序	用户编写	写入到 RAM 中, 可修改

1.2.1.3 输入/输出接口电路

输入/输出接口电路是 PLC 与控制设备联系的交通要道, 用户设备需输入 PLC 的各种控制信号, 如操作按钮、限位开关、选择开关、传感器输出的模拟量或开关量等, 通过输入接口电路将这些信号转换成 PLC 的 CPU 能够接收和处理的信号。输出接口电路将 PLC 中的 CPU 送出的弱电控制信号转换成现场需要的强电信号输出, 以驱动电磁阀、接触器、电动机等被控设备的执行元件。

1. 输入接口电路

1) 光电耦合电路

光电耦合电路的关键器件是光耦合器, 一般由发光二极管和光电三极管组成。采用耦合电路与现场输入信号相连是为了防止现场的强电干扰进入 PLC。当在光耦合电路的输入端加上变化的电信号时, 发光二极管就产生与输入信号变化规律相同的光信号, 光电三极管在光信号的照射下导通, 导通程度与光信号的强弱有关。

2) 微电脑的输入接口电路

微电脑的输入接口电路一般由数据输入寄存器、选通电路、中断请求逻辑电路构成, 这些电路集成在一个芯片上, 现场的输入信号通过光电耦合送到输入数据寄存器, 然后通过数据总线送给 CPU。

2. 输出接口电路

一般采用光电耦合电路, 将 CPU 处理过的信号转换成现场需要的强电信号输出, 以驱动接触器、电磁阀等外部设备的通断电。常见有以下 3 种类型。

(1) 继电器输出型: 为有触点输出方式, 用于接通或断开开关频率较低的直流负载或交流负载回路, 见图 1-2-3 (a)。

(2) 晶闸管输出型: 为无触点输出方式, 用于接通或断开开关频率较高的交流电源负载, 见图 1-2-3 (b)。

(3) 晶体管输出型: 为无触点输出方式, 用于接通或断开开关频率较高的直流电源负载。这其中又分为 PNP 集电极开路 and NPN 集电极开路两种类型, 见图 1-2-3 (c), 图 1-2-3 (d)。

1.2.1.4 电源部分

电源是 PLC 的能源供给中心, 电源的好坏直接影响 PLC 的功能和可靠性, 电源部件通常将交流电转换成供 PLC 需要的直流电。目前大部分 PLC 采用开关式稳压电源供电, PLC 的供电可分为 220V 或 110V 交流电, 部分机型也提供 24V 直流电源。

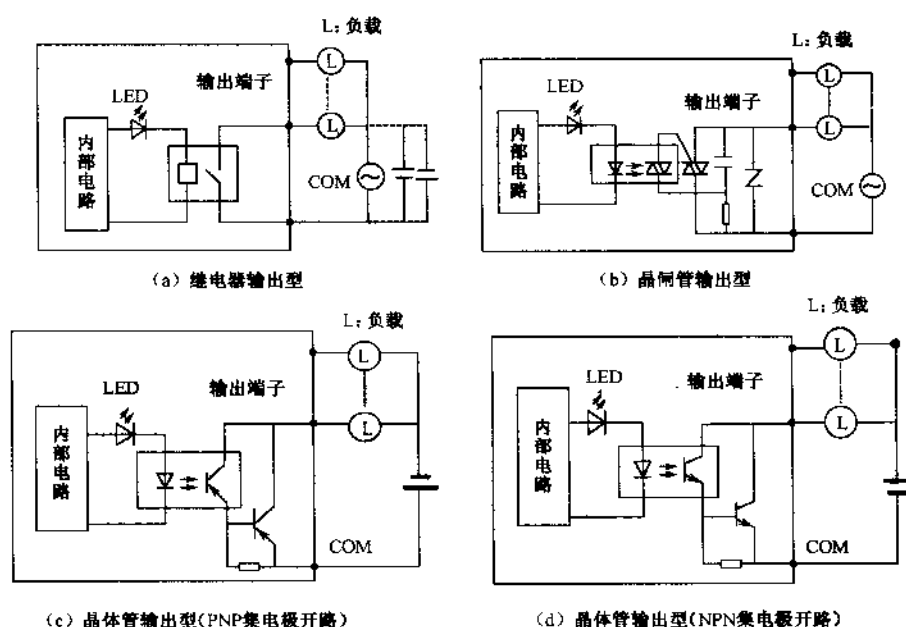


图 1-2-3 PLC 的输出接口电路

1.2.2 PLC 的工作原理

1.2.2.1 工作原理

1. PLC 控制系统与微机控制系统的区别

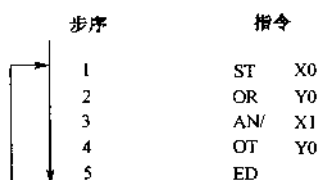


图 1-2-4 PLC 的循环扫描

PLC 的工作原理与微机不同，微机一般采用等待命令的工作方式，如常见的键盘扫描方式或 I/O 扫描方式，当有键按下或有 I/O 变化，则转去执行相应的子程序，若无则继续扫描等待。而 PLC 则是采用“循环扫描”的工作方式，从第一条指令开始逐条顺序执行用户程序，直至遇到结束符后又返回第一条指令，如此周而复始不断循环如图 1-2-4 所示，每一个循环称为一个扫描周期。

2. PLC 控制系统与继电器控制系统的区别

继电器是“并行工作”的，也就是说按同时执行的方式工作，只要形成电流通路，就可能有几个电器同时动作。而 PLC 是以反复扫描的方式工作，它是循环地连续逐条执行程序，任一时刻它只能执行一条指令，这就是说，PLC 是“串行工作”的，这种串行工作方式可以避免继电器控制的触点竞争和时序失配问题。

总之，PLC 的基本工作原理可以概括成“循环扫描，串行工作”，这是 PLC 区别于单片机、继电器控制系统的最大特点之一，在使用中应引起特别的注意。

1.2.2.2 扫描周期

一个循环扫描周期可分为 5 个阶段。