

可编程序控制器 原理及应用

宫淑贞 王冬青 徐世许 编 著
徐茂荣 审 校

人民邮电出版社
POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

可编程控制器原理及应用

官淑贞 王冬青 徐世许 编著
徐茂荣 审校

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

可编程控制器原理及应用/宫淑贞等编著. —北京: 人民邮电出版社, 2002.7

ISBN 7-115-10316-X

I. 可… II. 宫… III. 可编程序控制器 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 045214 号

内 容 提 要

本书以广泛应用的 OMRON 高性能小型机 CPM1A 为背景, 系统阐述可编程控制器 (PLC) 的组成、工作原理和指令系统, 详细讲解 PLC 控制系统的设计方法。介绍 OMRON 当前主推的 Controller Link、CompoBus/D、Ethernet 三种 PLC 网络, 并对每一种网络的通信单元、网络配置、网络功能、通信端口的连接、通信协议及相关编程等方面均作详细论述。对 OMRON 公司的微型可编程终端 MPT002 及计算机辅助编程软件 CX-P 的功能和使用方法也进行较详细的介绍。

本书内容新颖, 语言通俗易懂, 理论联系实际。为了便于教学与自学, 各章均配有一定数量的习题, 并编写了内容丰富的实验指导。

本书可作为高等学校自动化、电气技术、机电一体化及其他相关专业的教材, 也可以作为工程技术人员继续教育的参考用书或 PLC 的培训教材。

可编程控制器原理及应用

◆ 编 著 宫淑贞 王冬青 徐世许

审 校 徐茂荣

责任编辑 李振广

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

读者热线 010-67180876

北京汉魂图文设计有限公司制作

内蒙古邮电印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 23

字数: 555 千字

2002 年 7 月第 1 版

印数: 1-5 000 册

2002 年 7 月内蒙古第 1 次印刷

ISBN 7-115-10316-X/TP · 2881

定价: 30.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

编 者 的 话

可编程控制器（PLC）是集计算机技术、自动控制技术、通信技术为一体的新型自动控制装置。其性能优越，已被广泛地应用于工业控制的各个领域。现在，PLC 已成为工业自动化的三大支柱（PLC、工业机器人、CAD/CAM）之一，应用 PLC 已经成为一个世界潮流，PLC 技术将在我国得到更全面的推广应用。

目前，PLC 产品大致可分成美国、欧洲国家、日本三个流派。在我国的 PLC 市场上日本产品销量最大，所以有关 PLC 的书籍也以介绍日本产品居多。由于 PLC 产品在不断地更新换代，前些年还曾畅销的一些机型，现在厂家却不再生产，导致许多相关书籍的内容显得过于陈旧。因此，编写反映 PLC 的新机型、新技术的书籍是十分必要的。

新颖、实用、易读是本书的编写宗旨。本书以当今畅销的 PLC 产品和最新 PLC 技术为基础来组织各章节的内容，并注意理论联系实际。在阐明原理的前提下，注意语言通俗，分析问题透彻，以使那些对计算机不很熟悉的读者也能读懂。为了适于教学和自学，书中还精心编写了大量习题和内容丰富的实验指导。

OMRON 的 CPM1A 系列 PLC 以其功能齐全、性价比高成为近年来畅销的高功能小型机。本书以 CPM1A 为样机，介绍 PLC 的指令系统和 PLC 控制系统的设计方法。

网络化是 PLC 技术发展的潮流。本书主要以 OMRON 当今主推的 Controller Link、CompoBUS/D 和 Ethernet 三种网络为主，介绍 PLC 网络通信的基本原理、通信方式、通信端口的连接、网络功能、网络配置、通信协议及相关编程等。

近年来，可编程终端（PT）的应用越来越广泛。本书介绍 OMRON 的微型可编程终端 MPT002，它的性价比高，对小规模控制系统是极为经济实用的 PT 产品。

计算机辅助编程已被广泛应用，本书介绍了 OMRON 的视窗编程软件 CX-P。其人机界面好、操作使用方便。

本书由宫淑贞主编，王冬青和徐世许为副主编，参加编写的还有周建春、杨杰、陈大庆。徐茂荣、许茹琴对全书进行了审校，徐茂荣为主审。

全书分为 10 章。宫淑贞编写第 3、4、6 章，王冬青编写第 8、9 章，徐世许编写第 5 章，周建春编写第 7、10 章，杨杰编写第 1 章，陈大庆编写第 2 章。

在本书编写的过程中，得到上海 OMRON 自动化系统有限公司第一副总经理、中国机电一体化协会可编程控制器分会常务理事江龙康先生的大力支持和指导，该公司的彭涛、胡友龙先生等也给予了许多帮助。正是由于他们的热情支持，才使本书的编写和出版得以顺利完成，在此，谨对他们致以衷心地感谢。

由于编者水平有限，错误和疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 可编程控制器概述	1
1.1 PLC 的产生与发展	1
1.2 PLC 的特点	2
1.3 PLC 的基本组成	4
1.3.1 中央处理单元(CPU)	5
1.3.2 存储器	5
1.3.3 输入/输出单元	6
1.3.4 电源部分	9
1.3.5 I/O 扩展端口	9
1.3.6 外设端口	10
1.3.7 编程工具	10
1.3.8 智能单元	10
1.4 PLC 的编程语言	11
1.4.1 梯形图编程语言	11
1.4.2 语句表编程语言	12
1.5 PLC 的工作方式	13
1.5.1 PLC 的循环扫描工作方式	13
1.5.2 PLC 的 I/O 滞后现象	16
1.6 PLC 的主要性能指标	17
1.7 国内外主要 PLC 产品概况	18
习题	21
第 2 章 CPM1A 系列 PLC	22
2.1 CPM1A 系列 PLC 的基本组成	22
2.1.1 CPM1A 系列 PLC 的主机	22
2.1.2 I/O 扩展单元	25
2.1.3 编程工具	26
2.1.4 特殊功能单元	27
2.2 CPM1A 系列的继电器区及数据区	28
2.2.1 内部继电器区(IR)	28
2.2.2 特殊辅助继电器区(SR)	28
2.2.3 暂存继电器区(TR)	30
2.2.4 保持继电器区(HR)	30

2.2.5 辅助记忆继电器区 (AR)	31
2.2.6 链接继电器区 (LR)	32
2.2.7 定时器/计数器区 (TC)	32
2.2.8 数据存储区 (DM)	32
2.3 CPM1A 系列 PLC 的功能简介	36
2.4 CPM1A 系列 PLC 的通信功能简介	39
习题	42
第 3 章 CPM1A 系列 PLC 的指令系统	43
3.1 概述	43
3.2 基本指令	44
3.2.1 常用的基本指令	44
3.2.2 AND LD 和 OR LD 指令	47
3.2.3 SET 和 RESET 指令	48
3.2.4 KEEP 指令	49
3.2.5 DIFU 和 DIFD 指令	50
3.2.6 基本编程规则和编程方法	50
3.3 常用的应用指令	53
3.3.1 IL/ILC 指令	53
3.3.2 暂存继电器 (TR)	55
3.3.3 JMP/JME 指令	56
3.3.4 定时器/计数器指令	57
3.4 数据传送和数据比较指令	63
3.4.1 数据传送指令	63
3.4.2 数据比较指令	68
3.5 数据移位和数据转换指令	71
3.5.1 数据移位指令	71
3.5.2 数据转换指令	78
3.6 数据运算指令	85
3.6.1 十进制运算指令	86
3.6.2 二进制运算指令	93
3.6.3 逻辑运算指令	95
3.7 子程序控制指令	97
3.7.1 子程序调用、子程序定义/子程序返回指令	98
3.7.2 宏指令	101
3.8 高速计数器控制指令	102
3.8.1 旋转编码器	102
3.8.2 高速计数器的计数功能	103
3.8.3 高速计数器的中断功能	104

3.8.4 高速计数器的控制指令	105
3.9 脉冲输出控制指令	109
3.10 中断控制指令	111
3.10.1 外部输入中断功能	111
3.10.2 间隔定时器的中断功能	112
3.10.3 中断的优先级	113
3.10.4 中断控制指令	113
3.11 步进控制指令	119
3.11.1 步进程序的结构及程序的编写规则	120
3.11.2 步进程序的执行过程	121
3.12 特殊指令	124
3.12.1 故障诊断指令	124
3.12.2 信息显示指令	125
3.12.3 I/O 刷新指令	126
3.12.4 位计数指令	127
习题	128
第 4 章 PLC 控制系统的设计	133
4.1 概述	133
4.1.1 PLC 控制系统设计的基本步骤	133
4.1.2 PLC 的应用程序	134
4.2 逻辑设计法	135
4.3 时序图设计法	138
4.4 经验设计法	141
4.5 顺序控制设计法	146
4.5.1 功能表图	146
4.5.2 用顺序控制设计法编写程序	150
4.6 继电器控制电路图转换设计法	153
4.7 具有多种工作方式的系统的编程方法	155
4.8 U 型板折板机的 PLC 控制	163
4.8.1 加工工艺过程	164
4.8.2 控制要求	164
4.8.3 控制盘面板布置及 I/O 分配	164
4.8.4 梯形图程序及其控制功能	165
4.9 半精镗专用机床的 PLC 控制	168
习题	173
第 5 章 PLC 通信系统	176
5.1 网络通信的基础知识	176

5.1.1 数据通信基础	176
5.1.2 网络的拓扑结构	182
5.2 OMRON PLC 通信系统简介	182
5.3 Controller Link 通信系统	188
5.3.1 概述	188
5.3.2 Controller Link 单元	191
5.3.3 数据链接	193
5.3.4 信息通信	198
5.3.5 网络互连	208
5.4 CompoBus/D 通信系统	213
5.4.1 概述	213
5.4.2 CompoBus/D 通信单元	217
5.4.3 远程 I/O 通信	220
5.4.4 信息通信	222
5.5 Ethernet 通信系统	223
5.5.1 概述	223
5.5.2 以太网单元及其设置	225
5.5.3 FINS 通信服务	229
5.5.4 FTP 服务器通信	234
5.5.5 Socket 服务	236
习题	238
第 6 章 PLC 机型的选择和使用	239
6.1 PLC 机型的选择	239
6.2 减少 PLC 系统硬件投资费用的措施	240
6.2.1 节约使用输入点的措施	241
6.2.2 节约使用输出点的措施	243
6.3 PLC 与输入/输出设备的连接	244
6.3.1 PLC 与输入设备的连接	244
6.3.2 PLC 与输出设备的连接	248
6.3.3 PLC 电源的连接	249
6.4 提高 PLC 控制系统可靠性的措施	250
6.4.1 保持良好的工作环境	250
6.4.2 正确的安装和配线	251
6.4.3 正确的接地	251
6.4.4 必须的保护措施	252
6.4.5 冗余系统	252
习题	253

第 7 章 PLC 的编程器	254
7.1 CQM1-PRO01 编程器	254
7.2 CQM1-PRO01 编程器的使用	256
第 8 章 编程软件 CX-P	268
8.1 CX-P 简介	268
8.2 CX-P 的使用	269
8.2.1 启动 CX-P	269
8.2.2 CX-P 工程	271
8.2.3 CX-P 视图	277
8.2.4 在 CX-P 中使用 Microsoft Windows 特性	281
8.2.5 其他常用的操作	282
8.3 CX-P 编程	286
8.3.1 生成符号和地址	287
8.3.2 程序编辑	289
8.3.3 程序的编译	293
8.3.4 在线工作	294
第 9 章 可编程终端(PT)	297
9.1 可编程终端 MPT002	297
9.2 系统菜单操作	299
9.2.1 系统菜单的结构	299
9.2.2 按键及功能	300
9.2.3 链接设置	301
9.2.4 设备检测与设置	302
9.2.5 端口检查与设置	303
9.2.6 传送设置	303
9.3 MPTST 支持软件	304
9.3.1 启动 MPTST	304
9.3.2 MPT 与 PLC 通信的设置	306
9.3.3 创建新画面	307
9.3.4 建立静态对象	308
9.3.5 建立动态对象	313
9.3.6 用户程序的传送	318
习题	320
第 10 章 PLC 实验技术	321
10.1 PLC 认识实验	321

10.2 常用指令练习之一	323
10.3 三相异步电动机的 PLC 控制	325
10.4 常用指令练习之二	326
10.5 彩灯的 PLC 控制	330
10.6 常用指令练习之三	332
10.7 常用指令练习之四	336
10.8 PLC 控制抢答器的程序设计与调试	339
10.9 PLC 控制自动码包机的程序设计与调试	340
附录 1 OMRON 小型机指令一览表	343
附录 2 CPM1A 各种单元的规格	349
附录 2.1 CPM1A 特殊功能单元的规格	349
附录 2.2 CPM1A 通信单元的规格	350
附录 2.3 CPU 单元的输入规格	350
附录 2.4 I/O 扩展单元的输入规格	350
附录 2.5 CPU 单元、I/O 扩展单元继电器输出的规格	351
附录 2.6 CPU 单元、I/O 扩展单元晶体管输出的规格	351
附录 3 CPM1A 的性能指标一览表	352
附录 4 ASCII 码表	354
参考文献	355

第 1 章 可编程控制器概述

1.1 PLC 的产生与发展

可编程控制器是以自动控制技术、微计算机技术和通信技术为基础发展起来的新一代工业控制装置，目前它已被广泛应用于各个领域。早期的可编程控制器只能进行计数、定时以及对开关量的逻辑控制。因此，它被称为可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller），简称 PLC。后来，可编程控制器采用微处理器作为其控制核心，它的功能已经远远超过逻辑控制的范畴，于是人们又将其称为 Programmable Controller，简称 PC。但个人计算机（Personal Computer）也常简称 PC，为了避免混淆，可编程控制器仍被称为 PLC。

1987 年，国际电工委员会（IEC）在可编程控制器国际标准草案第三稿中，对可编程控制器定义如下：可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统，专为工业环境下应用而设计。它采用可编程序的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令，并通过数字式、模拟式的输入和输出，控制各种机械或生产过程。可编程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、易于扩充其功能的原则设计。

PLC 是生产力发展的必然产物。20 世纪 60 年代初，美国的汽车制造业竞争激烈，产品更新换代的周期越来越短，其生产线必须随之频繁地变更。传统的继电器控制对频繁变动的生产线很不适应。自然，人们对控制装置提出了更高的要求，即经济、可靠、通用、易变、易修。

首先提出 PLC 概念的是美国最大的汽车制造厂家通用汽车公司（GM）。1968 年，该公司提出用一种新型控制装置替代继电器控制，这种控制装置要把计算机的通用、灵活、功能完备等优点与继电器控制的简单、易懂、操作方便、价格便宜等特点结合起来，而且要使那些不很熟悉计算机的人也能方便地使用。根据这种设想，1969 年美国数字设备公司（DEC）研制出了世界上第一台 PLC，并在美国 GM 公司的汽车自动装配生产线上试用获得成功。

由于 PLC 优越的性能，其问世后发展极为迅速。1971 年，日本引进了这项技术并开始生产 PLC。1973 年，原西德和法国也研制出自己的 PLC。70 年代中期，欧美及日本的一些生产厂家，其 PLC 产品中多以微处理器及大规模集成电路芯片为其核心部件，使 PLC 的功能进一步扩展，并且有了自诊断功能，可靠性得到进一步提高。随着微电子技术的迅猛发展，80 年代中期，PLC 的处理速度和可靠性大大提高，不仅增加了多种特殊功能，而且体积进一步缩小，成本大幅度下降。到 90 年代中期之后，PLC 几乎完全计算机化，其速度更快、功能更强，

PLC 的各种智能化模块不断被开发出来,一些厂家还推出了 PLC 的计算机辅助编程软件,许多小型 PLC 的性能也不可小视。

现在,PLC 不仅能进行逻辑控制,在模拟量的闭环控制、数字量的智能控制、数据采集、监控、通信联网及集散控制等方面都得到广泛的应用。如今大、中型,甚至小型 PLC 都配有 A/D、D/A 转换及算术运算功能,有的还具有 PID 功能。这些功能使 PLC 应用于模拟量的闭环控制、运动控制、速度控制等具有了硬件基础;PLC 具有输出和接收高速脉冲的功能,配合相应的传感器及伺服装置,PLC 可以实现数字量的智能控制;PLC 配合可编程终端设备(如触摸屏),可以实时显示采集到的现场数据及分析结果,为分析、研究系统提供依据;利用 PLC 的自检信号可实现系统监控;PLC 具有较强的通信功能,可与计算机或其他智能装置进行通信和联网,从而能方便地实现集散控制。功能完备的 PLC 不仅能满足控制的要求,还能满足现代化大生产管理的需要。

目前,世界上一些著名电器生产厂家几乎都在生产 PLC,产品功能日趋完善、换代周期越来越短。为了进一步扩大 PLC 在工业自动化领域的应用范围,适应大、中、小型企业的不同需要,PLC 产品大致向两个方向发展:小型 PLC 向体积缩小、功能增强、速度加快、价格低廉的方向发展,使之能更加广泛地取代继电器控制、更便于实现机电一体化;大中型 PLC 向高可靠性、高速度、多功能、网络化的方向发展,将 PLC 系统的控制功能和信息管理功能融为一体,使之能对大规模、复杂系统进行综合性的自动控制。

我国从 70 年中期开始研制 PLC。1977 年,我国采用美国 Motorola 公司的一位机集成芯片,研制成功了国内第一台有实用价值的 PLC。此后,在不断引进国外 PLC 生产线的同时,积极开发国产 PLC。许多企业在 PLC 的应用方面进行了积极的探索,取得了成功的经验和良好的效益。随着 PLC 产品性能价格比的不断提高,中小企业普及应用 PLC 的投资已经完全可以承受。可以预见,PLC 技术的推广应用会使我国的工业自动化水平产生一个革命性的飞跃。

1.2 PLC 的特点

PLC 优越的性能表现在以下几个方面。

1. 灵活性和通用性强

继电器控制系统的控制电路要使用大量的控制电器,需要通过人工布线、焊接、组装来完成电路的连接。其致命的缺点是,如果工艺要求稍有改变,控制电路必须随之做相应的变动,耗时且费力。PLC 是利用存储在机内的程序实现各种控制功能的。因此,在 PLC 控制的系统中,当控制功能改变时只需修改程序即可,PLC 外部接线改动极少,甚至可不必改动。一台 PLC 可以用于不同的控制系统中,只不过改变了其中的程序罢了。其灵活性和通用性是继电器控制电路所无法比拟的。

2. 抗干扰能力强、可靠性高

继电器控制系统中,由于器件的老化、脱焊、触点的抖动以及触点电弧等现象是不可避免

免的,大大降低了系统的可靠性。继电器控制系统的维修工作不仅耗资费时,而且停产维修所造成的损失也不可估量。而在 PLC 控制系统中,大量的开关动作是由无触点的半导体电路来完成的,加之 PLC 在硬件和软件方面都采取了强有力的措施,使产品具有极高的可靠性和抗干扰能力,故此 PLC 可以直接安装在工业现场而稳定地工作。从国内外使用 PLC 的实际情况来看,平均无故障率可以达到几万甚至几十万小时以上。因而 PLC 被誉为“专为适应恶劣的工业环境而设计的计算机”。

PLC 在硬件和软件方面主要采取以下措施来提高其可靠性。

(1) 硬件方面采取的措施

对电源变压器、CPU、编程器等主要部件,均采用严格措施进行屏蔽,以防外界干扰;对供电系统及输入电路采用多种形式的滤波,以消除或抑制高频干扰,也削弱了各部分之间的相互影响;对 PLC 内部所需的+5V 电源采用多级滤波,并用集成电压调整器进行调整,以消除由于交流电网的波动引起的过电压、欠电压的影响;采用光电隔离措施,有效地隔离了内部与外部电路间的直接电联系,以减少故障和误动作;采用模块式结构的 PLC,一旦某一模块有故障,就可以迅速更换模块,从而尽可能缩短系统的故障停机时间。

(2) 软件方面采取的措施

其一,对掉电、欠电压、后备电池电压过低及强干扰信号等,PLC 通过监控程序定时地进行检测。当检测到故障时,立即把当前状态保存起来,并禁止对程序的任何操作,以防止存储信息被冲掉。故障排除后立即恢复到故障前的状态继续执行程序。其二,PLC 设置了监视定时器,如果程序每次循环的执行时间超过了规定值,表明程序已进入死循环,则立即报警。其三,加强对程序的检查和校验,发现错误立即报警,并停止程序的执行。其四,利用后备电池对用户程序及动态数据进行保护,确保停电时信息不丢失。

由于采取了以上措施,PLC 的抗干扰能力和可靠性得到大大提高。

3. 编程语言简单易学

虽然 PLC 是以微型计算机技术为核心的控制装置,但是不要求使用者精通计算机方面复杂的硬件和软件知识。大多数 PLC 采用类似继电器控制电路的“梯形图”语言编程,清晰直观,简单易学,了解继电器控制线路的电气技术人员很容易接受。

4. PLC 与外部设备的连接简单、使用方便

用微机控制时,要在输入/输出接口电路上做大量工作,才能使微机与控制现场的设备连接起来,调试也比较烦琐。而 PLC 的输入/输出接口已经做好,其输入接口可以直接与各种输入设备(如按钮、各种传感器等)连接,输出接口具有较强的驱动能力,可以直接与继电器、接触器、电磁阀等强电电器连接,接线简单,使用非常方便。

5. PLC 的功能强、功能的扩展能力强

其一,PLC 利用程序进行定时、计数、顺序、步进等控制,十分准确可靠。而用继电器控制时,需使用大量时间继电器、计数器,步进控制开关等设备,其准确性与可靠性无法与 PLC 相比。其二,PLC 还具有 A/D 和 D/A 转换、数据运算和数据处理、运动控制等功能。因

此它既可对开关量进行控制，又可对模拟量进行控制。其三，PLC 具有通信联网功能，因此，它不仅可以控制一台单机、一条生产线，还可控制一个机群、多条生产线，它既可现场控制，也可远距离对生产过程进行监控。

PLC 的功能扩展极为方便，硬件配置相当灵活，根据控制要求的改变，可以随时变动特殊功能单元的种类和个数，再相应修改用户程序就可以达到变换和增加控制功能的目的。

6. PLC 控制系统的设计、调试周期短

由于 PLC 是通过程序实现对系统的控制，所以设计人员可以在实验室里设计和修改程序。更为方便的是可在实验室里进行系统的模拟运行调试，使现场工作量大为减少。而继电器控制系统是靠调整控制电路的接线来改变控制功能的，调试时费时又费力。

7. PLC 体积小、重量轻、易于实现机电一体化

由于 PLC 内部电路主要采用半导体集成电路，具有结构紧凑、体积小、重量轻、功耗低的特点；更由于它具有很强的抗干扰能力，能适应各种恶劣的环境，因而它已成为实现机电一体化十分理想的控制装置。

1.3 PLC 的基本组成

根据结构形式的不同，PLC 可分为整体式（也称箱体式）和组合式（也称模块式）两类。

整体式结构的 PLC 是将中央处理单元（CPU）、存储器、输入单元、输出单元、电源、通信端口、I/O 扩展端口等组装在一个箱体内构成主机。另外还有独立的 I/O 扩展单元等与主机配合使用。整体式 PLC 的结构紧凑、体积小，小型机常采用这种结构。整体式 PLC 的基本组成如图 1.1 所示。

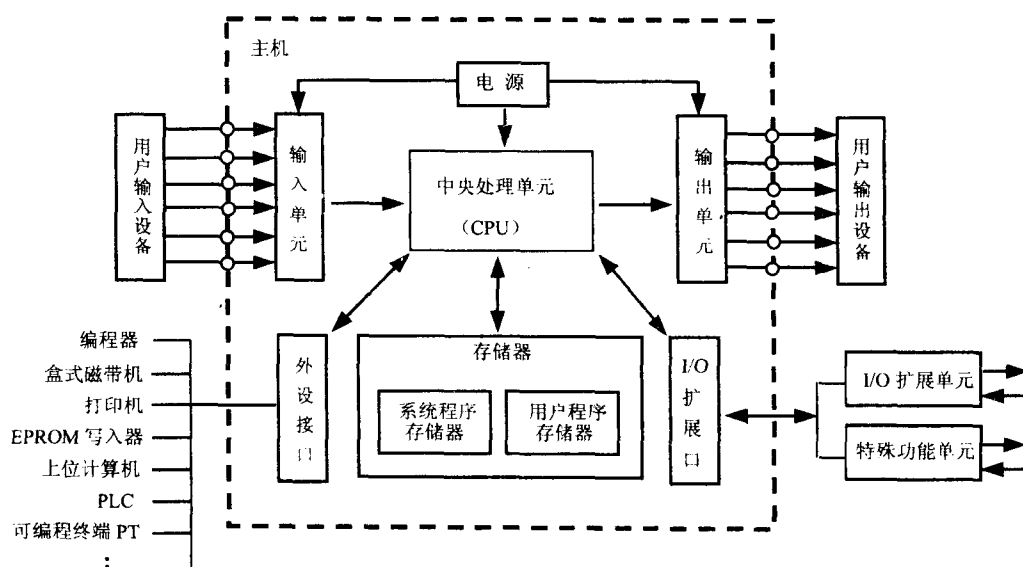


图 1.1 整体式 PLC 的组成示意图

组合式 PLC 的组成如图 1.2 所示。这种结构的 PLC 是将 CPU 单元、输入单元、输出单元、智能 I/O 单元、通信单元等分别做成相应的电路板或模块，各模块可以插在底板上，模块之间通过底板上的总线相互联系。装有 CPU 的单元称为 CPU 模块，其他称为扩展模块。CPU 与各扩展模块之间若通过电缆连接，距离一般不超过 10m。中、大型机常采用组合式。由于组合式的 PLC 系统配置灵活，有的小型机也用这种结构。

下面介绍 PLC 各组成部分及其作用。

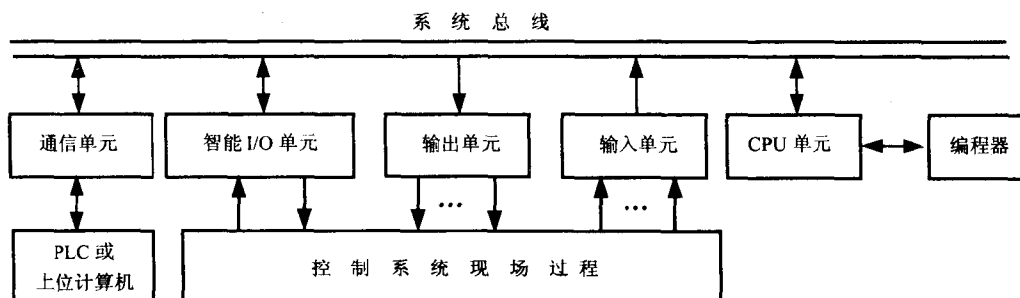


图 1.2 组合式 PLC 的组成示意图

1.3.1 中央处理单元（CPU）

CPU 是 PLC 的核心部件，它类似人的大脑，能指挥 PLC 按照预先编好的系统程序完成各种任务。其作用有以下几点：

- ① 接收、存储由编程工具输入的用户程序和数据，并可通过显示器显示出程序的内容和存储地址。
- ② 检查、校验用户程序。对正在输入的用户程序进行检查，发现语法错误立即报警，并停止输入；在程序运行过程中若发现错误，则立即报警或停止程序的执行。
- ③ 接收、调用现场信息。将接收到现场输入的数据保存起来，在需要该数据的时候将其调出、并送到需要该数据的地方。
- ④ 执行用户程序。当 PLC 进入运行状态后，CPU 根据用户程序存放的先后顺序，逐条读取、解释和执行程序，完成用户程序中规定的各种操作，并将程序执行的结果送至输出端，以驱动 PLC 外部的负载。
- ⑤ 故障诊断。诊断电源、PLC 内部电路的故障，根据故障或错误的类型，通过显示器显示出相应的信息，以提示用户及时排除故障或纠正错误。

1.3.2 存储器

存储器可以分为以下 3 种。

- ① 系统程序存储器。系统程序是厂家根据其选用的 CPU 的指令系统编写的，它决定了 PLC 的功能。系统程序存储器是只读存储器，用户不能更改其内容。
- ② 用户程序存储器。根据控制要求而编制的应用程序称为用户程序。不同机型的 PLC，

其用户程序存储器的容量可能差异较大。根据生产过程或工艺的要求,用户程序经常需要改动,所以用户程序存储器必须可读写。一般要用后备电池(锂电池)进行掉电保护,以防掉电时丢失程序。目前较先进的 PLC (如 CPM1A 等)采用可随时读写的快闪存储器作为用户程序存储器。快闪存储器不需后备电池,掉电时数据也不会丢失。

③ 工作数据存储器。用来存储工作数据的区域叫工作数据区。工作数据是经常变化、经常存取的,所以这种存储器必须可读写。

在工作数据区中开辟有元件映像寄存器和数据表。其中元件映像寄存器用来存储开关量输入/输出状态以及定时器、计数器、辅助继电器等内部器件的 ON/OFF 状态。数据表用来存放各种数据,它存储用户程序执行时的某些可变参数值及 A/D 转换得到的数字量和数学运算的结果等。在 PLC 断电时能保持数据的存储器区称数据保持区。

1.3.3 输入/输出单元

输入/输出单元是 PLC 与外部设备相互联系的窗口。输入单元接收现场设备向 PLC 提供的信号,例如由按钮、操作开关、限位开关、继电器触点、接近开关、拨码器等提供的开关量信号。这些信号经过输入电路的滤波、光电隔离、电平转换等处理,变成 CPU 能够接收和处理的信号。输出单元将经过 CPU 处理的微弱电信号通过光电隔离、功率放大等处理,转换成外部设备所需要的强电信号,以驱动各种执行元件,如接触器、电磁阀、电磁铁、调节阀、调速装置等。

下面介绍几种常用的 I/O 单元的工作原理。

1. 开关量输入单元

按照输入端电源类型的不同,开关量输入单元可分为直流输入单元和交流输入单元。

(1) 直流输入单元

直流输入单元的电路如图 1.3 所示,外接的直流电源极性可任意。虚线框内是 PLC 内部的输入电路,框外左侧为外部用户接线。图中只画出对应于一个输入点的输入电路,各个输入点所对应的输入电路均相同。

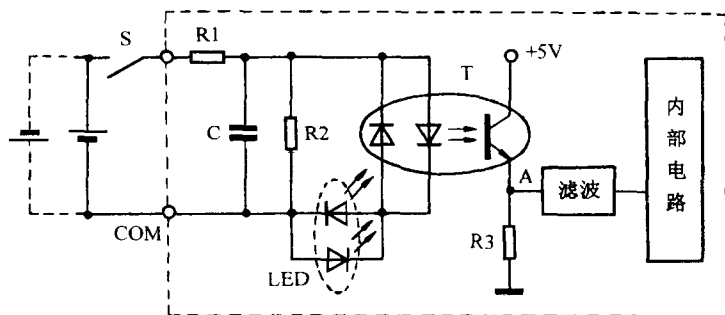


图 1.3 直流输入电路

图中, T 为一光电耦合器,发光二极管与光电三极管封装在一个管壳中。当二极管中有电

流时其发光，此时光电三极管才导通。R1 为限流电阻，R2 和 C 构成滤波电路，可滤除输入信号中的高频干扰。LED 显示该输入点的状态。

其工作原理是：当 S 闭合时光电耦合器导通，LED 点亮，表示输入开关 S 处于接通状态。此时 A 点为高电平，该电平经滤波器送到内部电路中。当 CPU 访问该路信号时，将该输入点对应的输入映像寄存器状态置 1；当 S 断开时光电耦合器不导通，LED 不亮，表示输入开关 S 处于断开状态。此时 A 点为低电平，该电平经滤波器送到内部电路中。当 CPU 访问该路信号时，将该输入点对应的输入映像寄存器状态置 0。

有的 PLC 内部提供 24V 的直流电源，这时直流输入单元无需外接电源，用户只需将开关接在输入端子和公共端子之间即可，这就是所谓无源式直流输入单元。无源式直流输入单元简化了输入端的接线，方便了用户。

(2) 交流输入单元

交流输入单元的电路如图 1.4 所示。虚线框内是 PLC 内部的输入电路，框外左侧为外部用户接线。图中只画出对应于一个输入点的输入电路，各个输入点所对应的输入电路均相同。

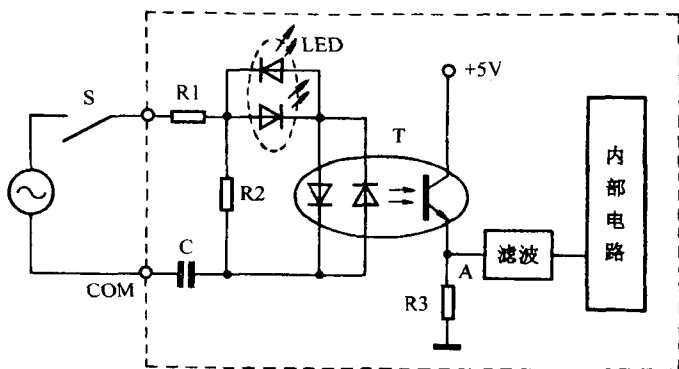


图 1.4 交流输入电路

图中，电容 C 为隔直电容，对交流相当于短路。R1 和 R2 构成分压电路。这里光电耦合器中是两个反向并联的发光二极管，任意一个二极管发光都可以使光电三极管导通。显示用的两个发光二极管 LED 也是反向并联的。所以这个电路可以接收外部的交流输入电压，其工作原理与直流输入电路基本相同。

PLC 的输入电路有共点式、分组式、隔离式之别。输入单元只有一个公共端子（COM）的称为共点式，外部各输入元件都有一个端子与 COM 相接；分组式是将输入端子分为若干组，每组各共用一个公共端子；隔离式输入单元，是具有公共端子的各组输入点之间互相隔离，可各自使用独立的电源。

2. 开关量输出单元

按输出电路所用开关器件的不同，PLC 的开关量输出单元可分为晶体管输出单元、晶闸管输出单元和继电器输出单元。

(1) 晶体管输出单元

晶体管输出单元的电路如图 1.5 所示。虚线框内是 PLC 内部的输出电路，框外右侧为外