



高等职业教育电子信息类“十一五”规划教材

GAODENG ZHIYE JIAOYU DIANZI XINXI LEI SHIYIWU GUIHUA JIAOCAI

- 主 编 罗光伟
- 副主编 干树川 傅成华
- 主 审 本柏忠



可编程控制器 教程

KEBIANCHENG KONGZHIQI JIAOCHENG



电子科技大学出版社

高等职业教育电子信息类“十一五”规划教材

可编程控制器教程

主 编 罗光伟

副主编 千树川 傅成华

主 审 本柏忠

电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器教程 / 罗光伟主编. —成都: 电子科技

大学出版社, 2007.2

高等职业教育电子信息类“十一五”规划教材

ISBN 978-7-81114-302-7

I. 可... II. 罗... III. 可编程序控制器—高等学

校: 技术学校—教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 004949 号

内容简介

本教材简要介绍了可编程控制器的常识和原理,较详细叙述了西门子 S7-200 系列 PLC 的基本指令和功能指令,以及可编程控制器控制系统设计应用的主要内容、方法和步骤,还介绍了 PLC 的通信、网络知识,对 S7-300 系列 PLC 也做了初步说明。为了配合指令学习理解,本教材配备了大量的习题和实验。为从事电气控制技术人员尤其是 PLC 的技术人员学习应用 PLC 提供了一本较好的学习参考书。

高等职业教育电子信息类“十一五”规划教材

可编程控制器教程

主 编 罗光伟

副主编 干树川 傅成华

主 审 本柏忠

出 版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 朱 丹

责任编辑: 万晓桐

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮件: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 成都蜀通印务有限责任公司

成品尺寸: 185mm×260mm 印张 16.625 字数 405 千字

版 次: 2007 年 2 月第一版

印 次: 2007 年 2 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-81114-302-7

定 价: 23.80 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 邮购本书请与本社发行部联系。电话: (028) 83202323, 83256027

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误,请寄回印刷厂调换。

◆ 课件下载在我社主页“下载专区”

前 言

本书是高等职业教育电子信息类“十一五”规划教材之一，是高等职业技术教育工科类教学用书。该书是作者在多年从事可编程控制技术的教学、培训及科研基础上编写而成的。本书适应面广，技术针对性强，图文并茂，可作为高职高专、高等工科院校以及电大、职大的电气工程类、机电一体化类、机械自动化类学生用书，也可作为工程技术人员的参考读物。

在编写本书过程中，我们以技术应用性人才培养目标为依据，确定了编写的指导思想；同时，借鉴了我国高职教材的特点，注重技能的培养。

本书的另一个特色是针对当前市场上众多的 PLC 产品型号，选取了当今应用广泛的世界著名 PLC 厂商西门子（SIEMENS）的最新产品为重点介绍机型；同时，在编写中增加了程序设计指导和项目练习单元，使读者不仅能够掌握指令，而且还能够利用指令完成实际控制中的任务，并给出程序设计的思路，打破了此类书籍的纯技术手册模式。

本书中还融入了组态软件和总线控制等内容，突出了教材的先进性。

本书结合编者的多年工程实际经验，给出了一些深入浅出的工程实例，让读者能更好地开阔眼界，了解 PLC 技术的应用。

全书共 9 章，参考总课时为 80 个学时，各院校可依据实际情况决定内容的取舍。

第五章、第六章由四川工程职业技术学院罗光伟老师编写，第一章、第二章、第四章由四川工程职业技术学院严俊长老师编写，第三章由四川理工大学傅成华教师编写，第八章、第七章 1.4 节由四川理工大学干树川老师编写，第七章 1.1、1.2、1.3 节由四川理工大学任小洪老师编写，第九章由四川理工大学江华老师编写，全书由四川工程职业技术学院本柏忠老师担任主审。

本书由四川工程职业技术学院罗光伟副教授主编，提出了全书的总体构思及编写的指导思想，对全书进行了统稿。

在本书的编写过程中得到了四川工程职业技术学院电气工程系领导的大力支持，在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，编写时间仓促，书中难免有缺点和不当之处，敬请专家、同仁和广大读者给予批评指正。

编 者

2006 年 7 月

目 录

第一章 PLC 概述	1
1.1 PLC 的产生与定义	1
1.1.1 PLC 的产生	1
1.1.2 PLC 的定义	2
1.1.3 PLC 的发展与应用	2
1.2 PLC 的特点及分类	3
1.2.1 PLC 的特点	3
1.2.2 PLC 与其他控制装置的比较	4
1.2.3 PLC 的分类	5
1.3 PLC 系统组成	6
1.4 PLC 的工作原理与参数	9
1.4.1 PLC 的工作原理	9
1.4.2 PLC 主要性能参数	11
本章小结	12
习题一	12
第二章 S7-200PLC 概述	13
2.1 S7-200 概述	13
2.2 S7-200 系列 PLC 的硬件结构	14
2.2.1 S7-200 系列 PLC 的主单元	14
2.2.2 S7-200 PLC 接口模块	15
2.3 S7-200 系列 PLC 内部资源	17
2.3.1 S7-200 系列 PLC 数据存储区及元件功能	17
2.3.2 S7-200PLC 数据存储类型及其寻址方式	23
2.4 S7-200 系列 PLC 的编程方式	25
2.4.1 梯形图编辑器 (LAD)	26
2.4.2 语句表编辑器 (STL)	26
2.4.3 功能块图编辑器 (FBD)	27
本章小结	27
习题二	27
第三章 S7-200PLC 的硬件连接	28
3.1 开关量输入部件及接口	28

3.1.1 本机开关量输入.....	28
3.1.2 直流开关量输入.....	29
3.1.3 交流开关量输入.....	30
3.2 开关量输出部件及接口.....	31
3.2.1 本机开关量输出.....	32
3.2.2 晶体管型开关量输出.....	33
3.2.3 继电器型开关量输出.....	35
3.2.4 可控硅型开关量输出.....	36
3.3 模拟量扩展模块.....	37
3.3.1 模拟量输入模块.....	39
3.3.2 模拟量输出模块.....	42
3.3.3 热电偶、热电阻模拟量模块.....	43
本章小结.....	50
习题三.....	50
第四章 S7-200PLC 基本指令.....	53
4.1 PLC 基本逻辑指令.....	53
4.1.1 基本位操作指令.....	53
4.1.2 置位/复位指令.....	58
4.1.3 取非指令和空操作指令.....	58
4.1.4 脉冲指令.....	59
4.1.5 定时器指令.....	60
4.1.6 计数器指令.....	63
4.1.7 比较指令.....	66
4.2 程序控制指令.....	67
4.2.1 系统控制类指令.....	67
4.2.2 跳转、循环和子程序调用指令.....	68
4.2.3 顺序控制指令.....	72
4.3 PLC 初步编程.....	74
4.3.1 程序设计的基本常识.....	74
4.3.2 梯形图设计应注意事项.....	74
4.3.3 PLC 编程设计基本步骤.....	76
4.4 PLC 程序简单设计举例.....	79
本章小结.....	81
习题四.....	82
实验一 基本逻辑指令应用(一).....	85
实验二 基本逻辑指令应用(二).....	86

第五章 S7-200 PLC 功能指令与应用	87
5.1 传送、移位和填充指令	87
5.1.1 传送类指令	87
5.1.2 填充与交换指令	89
5.1.3 移位与循环指令	90
5.2 算术与逻辑运算指令	95
5.2.1 算术运算指令	96
5.2.2 函数指令	99
5.2.3 逻辑运算指令	101
5.3 表功能指令	102
5.4 转换指令	106
5.4.1 数据类型的转换	106
5.4.2 编码与译码指令	112
5.5 顺序控制指令	113
5.5.1 功能图的概念	113
5.5.2 SCR 指令	114
5.5.3 SCR 指令的特点	115
5.5.4 功能图的类型	115
5.6 中断指令	117
5.6.1 中断源及种类	117
5.6.2 中断优先级	117
5.6.3 中断指令与中断程序	119
5.7 高速计数器指令	121
5.7.1 高速计数器介绍	122
5.7.2 高速计数器指令	123
5.7.3 高速计数器的使用	124
5.7.4 高速计数器的工作模式说明	126
5.7.5 高速计数器应用举例	129
5.8 高速脉冲输出指令	131
5.8.1 高速脉冲有关概念	131
5.8.2 高速脉冲指令及特殊寄存器	132
5.8.3 PTO 输出形式	133
5.8.4 PWM 输出形式	136
5.8.5 高速脉冲指令应用举例	136
5.9 PID 回路指令	138
5.9.1 PID 算法	139
5.9.2 PID 指令及使用	140

5.9.3 PID 指令应用举例	144
本章小结	146
习题五	147
实验三 功能指令应用	148
实验四 步进电机控制设计	149
实验五 PID 指令应用	150
第六章 编程软件的使用	151
6.1 STEP7-Micro/Win 32 编程软件	151
6.1.1 编程软件的安装	151
6.1.2 硬件连接	151
6.2 STEP7-Micro/Win 32 编程软件的主要功能	153
6.2.1 基本功能	153
6.2.2 主界面各部分功能	154
6.2.3 系统组态	158
6.3 编程软件的使用	160
6.3.1 项目生成	160
6.3.2 程序的编辑和传送	161
6.3.3 程序的监控与调试	164
第七章 网络通信技术	168
7.1 通信网络基础	168
7.1.1 并行通信和串行通信的基本概念	168
7.1.2 异步通信与同步通信	168
7.1.3 单工与双工通信方式	169
7.1.4 串行通信的接口标准	170
7.1.5 网络参考模型	171
7.1.6 现场总线技术	172
7.1.7 工业以太网	173
7.2 S7-200 的通信扩展模块	175
7.2.1 PROFIBUS-DP 扩展从站模块 EM 277	176
7.2.2 PPI 网络的硬件接口与网络配置	177
7.2.3 在编程软件中设置通信接口的参数	178
7.3 S7-200PLC 的通信指令	181
7.3.1 S7-200 的网络通信协议	181
7.3.2 网络读与写指令	182
7.3.3 发送指令与接收指令	185
7.3.4 异或校验	188

7.4. 组态王.....	189
7.4.1 概述.....	189
7.4.2 建立一个新工程.....	190
7.4.3 动画连接.....	200
7.4.4 趋势曲线.....	203
7.4.5 小结.....	209
本章小结.....	210
习题六.....	210
实验六 两台 PLC 的通信实验	211
第八章 S7-300 系列 PLC 简介.....	212
8.1 S7-300 PLC 基本原理.....	212
8.1.1 S7-300 概况	212
8.1.2 S7-300 系统组成及结构	213
8.1.3 硬件地址配置.....	215
8.1.4 内部寄存器及存储区.....	216
8.2 S7-300 PLC 指令系统简介.....	219
8.2.1 S7-300PLC 编程语言基础.....	219
8.2.2 位逻辑运算指令.....	222
8.3 S7-300 PLC CPU 模块.....	224
8.3.1 控制和显示单元.....	224
8.3.2 S7-300 CPU 的分类	226
8.4 S7-300 PLC 输入/输出模块.....	231
8.4.1 开关量输入模块.....	231
8.4.2 开关量输出模块.....	232
8.4.3 模拟量输入模块.....	234
8.4.4 模拟量输出模块.....	237
8.4.5 模拟量输入/输出模块.....	238
本章小结.....	239
习题七.....	239
第九章 PLC 控制系统设计实例	241
9.1 PLC 控制系统设计步骤与内容.....	241
9.1.1 PLC 控制系统设计步骤.....	241
9.1.2 PLC 控制系统设计内容.....	242
9.2 脉冲式气送控制系统设计	243
9.2.1 控制系统工艺流程.....	243
9.2.2 控制要求分析.....	244

9.2.3	PLC 选型	244
9.2.4	PLC 的 I/O 资源配置	245
9.2.5	控制系统 PLC 程序说明	246
9.3	啤酒包装中洗瓶和灌装 PLC 控制设计	248
9.3.1	工艺流程介绍	248
9.3.2	控制对象描述	248
9.3.3	PLC 选型	248
9.3.4	PLC 的 I/O 资源配置	249
9.3.5	控制系统 PLC 程序设计及说明	249
9.4	PLC 在工程应用中的注意事项	252
9.4.1	硬件、软件的调试	252
9.4.2	节省 PLC I/O 点数的方法	253
9.4.3	PLC 控制系统的可靠性措施	253
	本章小结	254
	习题八	254
	参考文献	255

第一章 PLC 概述

【学习目标】

1. 了解 PLC 的产生与定义, 熟悉 PLC 的类型。
2. 熟悉 PLC 的主要特点及组成。
3. 了解 PLC 与其他控制方式的区别与联系。

可编程控制器 (PLC) 是集计算机技术、自动控制技术、通信网络技术于一体的新型自动控制装置。其性能优越, 已被广泛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技术 (PLC 技术、工业机器人技术、CAD/CAM 技术) 之一; PLC 应用已经成为控制领域的一个潮流, 随着我国科技水平的不断发展和提高, PLC 技术将在我国得到更加全面的推广和应用。

长期以来, 生产机械的自动化控制技术主要是由“继电器逻辑电路”简称 RLC (Relay Logic Circuit) 来完成的。在实际应用中, 由于技术水平和 PLC 电路自身的特点, 使得 RLC 电路存在一些难以克服的缺点。如: 只能解决开关量的简单逻辑运算以及定时、计数等有限的控制功能, 难以实现复杂的逻辑运算、算术运算、数据处理以及生产机械自动化的许多特殊功能; 且继电器、接触器等器件体积较大, 每个器件工作触点有限。当机械受控对象较多或控制动作顺序较复杂时, 需要采用大量的继电器, 线路连接多而且复杂, 使整个控制系统体积庞大、功耗高、可靠性差。而且 RLC 一旦构成, 其功能就难以改变, 即柔性很差。使用 PLC 代替 RLC, 就可以克服上面的缺点。随着电气技术的发展, PLC 技术成为了从事电气技术的人员必不可少的技能之一。

本书将介绍 PLC 的常识和工作原理, 以及西门子 (SIEMENS) S7-200 系列的基本指令知识、功能指令知识、PLC 应用的相关知识。

1.1 PLC 的产生与定义

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, 人们称它为“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了逻辑控制的范畴, 于是人们又将其称为“可编程的控制器 (Programmable Controller)”, 缩写为 PC。但个人计算机 (Personal Computer) 也缩写为 PC, 为了避免两者混淆, 可编程控制器现仍习惯缩写为 PLC。

1.1.1 PLC 的产生

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。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。因此可以说,首台 PLC 主要是为了克服继电器逻辑电路的不足,把计算机技术应用于电气控制系统而产生的。

由于 PLC 优越的性能,一经问世就得到了极为迅速的发展。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了自己的 PLC。20 世纪 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,20 世纪 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 20 世纪 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,可以说,一台 PLC 就是一台特殊的计算机。

我国从 20 世纪 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,负责开发国产 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。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。

1.1.2 PLC 的定义

1987 年,国际电工委员会(IEC)对可编程控制器作了如下定义:可编程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。

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 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(DCS)。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。

1.1.3 PLC 的发展与应用

为了进一步扩大 PLC 在工业自动化领域的应用范围,适应企业的各种要求,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。

随着 PLC 技术的发展,其应用范围将会越来越广,目前 PLC 主要应用于下列几个方面:

1. 用于开关量逻辑控制:开关量逻辑控制是 PLC 最早也是最基本的应用。利用 PLC 取代常规的继电器逻辑控制已是非常广泛的一种应用,它可灵活地用于逻辑控制、顺序控制。

2. 用于闭环过程控制:目前,大中型 PLC 都具有 PID 控制功能。有些 PLC 产品将 PID 控制功能独立出来,使用过程控制器实现 PID 控制、比例控制和级联控制。

3. PLC 配合数字控制:PLC 能和机械加工中的数字控制(NC)及计算机数控(CNC)组成一体,实现数值控制。如日本 FANUC 公司的 CYSTEM10、i1、i2 系列已将 CNC 控制功能与 PLC 融为一体。为实现 PLC 和 CNC 设备间的内部数据自由传送,通过窗口软件,用户可以独自编程,由 PLC 送至 CNC 使用。其他公司如日本的东芝、美国的 GE、德国的西门子公司都具有数值处理的 PLC。从发展趋势看,CNC 系统将变成以 PLC 为主体的控制和管理系统。

4. 用于工业机器人控制:随着工厂自动化网络的形成,机器人将愈来愈多地被用于自动化生产线上。因 PLC 体积小、重量轻、可靠性高,因而许多厂家机器人都多采用 PLC 控制。

5. 用于组成多级控制:系统近年来,随着计算机控制技术的发展,国外正兴起工厂自动化(FA)网络系统,实现以计算机为中心的分层控制系统。

1.2 PLC 的特点及分类

1.2.1 PLC 的特点

由于控制对象的复杂性、运行环境的特殊性和运行工作的连续、长期性,使得 PLC 在设计、结构上具有许多其他控制器所无法相比的特点。

1. 可靠性高、抗干扰能力强

在继电器控制系统中,器件老化、脱焊、触点的抖动以及触点电弧造成熔焊等现象是不可避免的,大大降低了系统的可靠性。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,故 PLC 可直接安装在工业现场而稳定地工作。据有关数据统计,国内外使用 PLC 的平均无故障率可以达到几万甚至几十万小时以上。PLC 在硬件和软件方面主要采取以下措施来提高 PLC 的可靠性:

(1) 硬件方面采取的措施

由于 PLC 对其信号采集回路、负载驱动回路采用了严格的措施,如屏蔽措施、多种形式的滤波电路、光电隔离电路、模块式结构等,减少或避免了外界电磁信号对 PLC 运行的影响,有效地保证了 PLC 的高可靠性,以减少故障和误动作。

(2) 软件方面采取的措施

PLC 在设计时,专门设计了自诊、自检程序,在 PLC 上电时、运行中能定时地对 PLC 实现自诊。当检测到故障时,立即把当前状态保存起来,并禁止程序继续运行,以防存储信

息被破坏。故障排除后立即恢复到故障前的状态继续执行。PLC 还设置监视定时器, 如果程序每次循环的执行时间超过规定值, 表明程序已进入死循环, 则立即报警。PLC 的后备电池(电源系统)对用户程序及动态数据进行保护, 确保在运行中因停电也不会使信息丢失。

2. 灵活性和通用性强
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。这是继电器控制电路所无法比拟的。

3. 编程语言简单易学
对 PLC 使用者不要求精通计算机方面复杂的硬件和软件知识。大多数 PLC 具有类似继电器控制电路的“梯形图”语言编程方式, 清晰直观、简单易学, 也便于程序的分析设计。

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, 调试也比较繁琐。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 的功能强大
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。其二, PLC 具有 A/D 和 D/A 转换、数据运算和数据处理等功能, 容易实现对开关量、模拟量的控制。其三, PLC 具有通信联网功能, 既可现场控制, 也可远距离对生产过程进行监控。

6. PLC 控制系统的设计和调试周期短

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, 使得调试工作省时又省力。

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。

1.2.2 PLC 与其他控制装置的比较

目前, 在工业控制领域里常见的有下列几种控制方法: 传统的继电器-接触器控制、单片机控制、可编程序控制器(PLC)控制、计算机控制(PC)、计算机-单片机控制以及计算机-可编程序控制器控制等, 它们各有优缺点, 具有各自的适用场合和要求。

1. 与继电器控制电路对比

继电器-接触器控制具有结构简单、容易学习等优点, 但可靠性差, 不能处理计数等控制, 不适宜大型设备、复杂设备的控制系统, 适用于简单的控制设备, 如普通机床的控制。

由于继电器控制电路采用的是硬接线, 其线路连接工作量大, 接点易出现虚接、触点熔断、触点氧化、分合产生电火花出现电蚀(增加接触电阻)等现象, 增加了故障的出现。PLC 是通过程序实现其控制功能, 即通过“软接线”实现, 因而当需要改变控制功能时, 只需改变“软接线”, 大大减少了劳动强度, 提高了工作效率。

需要指出的是, 继电器控制电路是 PLC 控制、计算机控制及单片机控制的基础, 这些控制功能的最终实现, 多数场合还需要继电器控制电路来实现。

2. 与单片机控制对比

单片机控制是一种特殊的计算机控制，具有投资少、功能强等优点，但可靠性差，指令相对难学，用于工业控制还需配备专门的输入、输出电路。适用于要求不高，现场条件较好，较为复杂的控制，尤其是模拟量的控制。

3. 与计算机控制对比

计算机控制（PC）具有功能强大的优点，但编程语言难学，需具有一定的计算机专业知识的技术人员才能操作使用，用于工业控制也需配备和设计专门的输入、输出电路设备。适用于大型设备的工业控制。

PLC 控制的编程采用继电器式控制电路的梯形图编程，对于一般的人员也很容易学会使用编程。PLC 由于是专门为工业现场使用而设计的，故对工业现场的适应能力强，但计算机需要专用的计算机房，对使用环境要求较高。

可编程序控制器控制（PLC）具有可靠性高、语言易学等优点，但运算速度低，输入、输出响应滞后，单台价格相对较高。适用于可靠性要求较高的工业现场的控制。

尽管现代 PLC 在模拟量信号处理、数值运算、实时控制等方面有了很大的提高，但在复杂、计算量大、实时性要求较高的环境中，工业控制计算机更能发挥其长处。

将上述各种控制方法的特点总结如表 1-1 所示。

表 1-1 常见控制方法特点对比

特 点	继电器控制	单片机控制	PC	PLC
系统组成	继电器、接触器	微处理器、存储器	微处理器、存储器	微处理器、存储器、I/O 接口
可靠性	较低	一般	较高	高
适用场合	工业现场	小型设备，室内，无污染	大型设备，室内，无污染	大型设备，工业现场
输入/输出	无专门的输入/输出	需专门的输入/输出	需专门的输入/输出	不需专门的输入/输出
运算速度	较低	高	高	较高

1.2.3 PLC 的分类

PLC 的分类可以按输入/输出的点数、输出方式、结构形式等分类。

1. 按输入/输出的点数分类

根据 PLC 的输入/输出的点数可以分为大、中、小型 PLC（大型 PLC 的 I/O 点数一般在 2048 点以上，中型 PLC 的 I/O 点数在 256~2048 点，小型 PLC 的 I/O 点数在 256 点以内）。

2. 按输出方式分类

PLC 可以分为继电器输出型、晶体管输出型、晶闸管输出型。继电器输出型 PLC 常用于驱动动作不频繁的交直流负载，一般要求通断频率小于 1Hz。晶体管输出（直流）和晶闸管输出（交流）型 PLC 为无触点开关输出，适用于通断频繁的感性负载，但由于感性负载在断开瞬间要产生较高的电压，所以要采取必要的保护措施。

3. 按结构形式分类

PLC 可分为整体式（也称为箱提式）和组合式（又称为模块式）。整体式 PLC 的结构紧

凑、体积小，小型 PLC 常采用这种结构。

1.3 PLC 系统组成

PLC 是一种特殊的计算机，它的组成与计算机相似。整体式结构的 PLC 组成如图 1-1 所示。

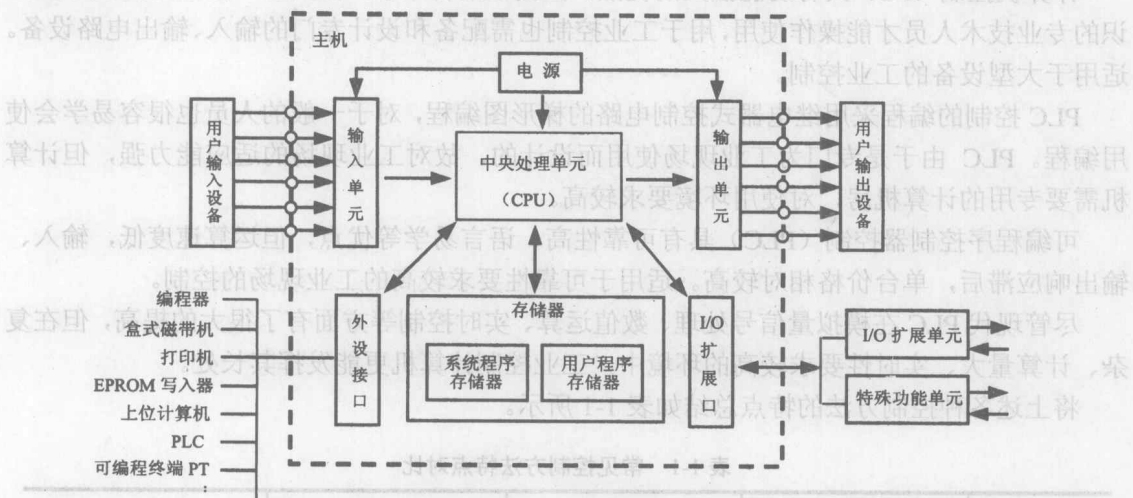


图 1-1 PLC 组成示意图

下面介绍 PLC 各组成部分及其作用。

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。将接收到的现场输入的数据保存起来，在需要读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 的外部负载。

(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。

2. 存储器

存储器一般包括以下三部分：

(1) 系统程序存储器。系统程序是厂家根据其选用的 CPU 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，其内容包括监视程序、管理程序、命令解释

程序、系统诊断程序等，由制造商固化在 EPROM 或 ROM 中，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，它存放在随机存储器 RAM 中。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可读可写。一般要用后备电池进行掉电保护，以防掉电时丢失程序。PLC 断电时，用户程序存储在 EPROM 中，或由高性能电池支持存储在 RAM 中。目前较先进的 PLC 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，它存放在随机存储器 RAM 中。包括 I/O 映像区、其他元件存储区（如各种线圈、数据存储区、定时器、计数器等）。这些数据是经常变化、经常存取的，所以这种存储器也是可读可写的。

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、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、调速装置等。

常用的 I/O 单元有开关量输入单元、开关量输出单元、模拟量 I/O 单元等。

(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。

常用的直流输入单元的电路如图 1-2 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 1-2 中，T 为一光电耦合器，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。 R_1 为限流电阻， R_2 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。

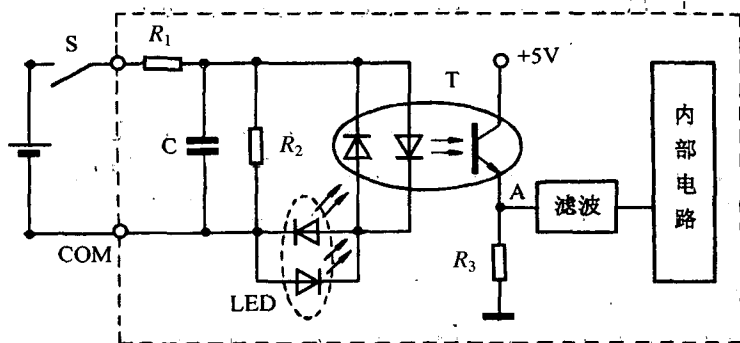


图 1-2 PLC 输入电路

其工作原理是：当输入开关 S 闭合时光电耦合器 T 导通，发光二极管 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于 1。当输入开关 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