



“十三五”普通高等教育本科规划教材

DIANQIKONGZHI YU PLC JISHU YINGYONG SHIXUN JIAOCHENG

电气控制与PLC技术 应用实训教程

李胜多 纪晶 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



“十三五”普通高等教育本科规划教材

电气控制与PLC技术 应用实训教程

主 编 李胜多 纪 晶
副主编 张 还 于健东 薛长晖
刘惠敏 刘艳芬 黄国富
编 写 王振刚 王希臣 边晓伟
主 审 范永胜



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

“电气控制与 PLC 技术应用”是一门实践性很强的专业课程，它要求学生有较强的编程及实践操作能力，为此特编写此书，与理论课程配套使用。

本书从实际应用出发，以三菱 FX 系列机型为重点，共分四篇。主要内容包括实验设备硬件配置及相关软件介绍、实验部分、课程设计部分、毕业设计部分。

本书可作为高等院校自动化、电气工程及其自动化、计算机应用、电子信息、机电一体化、机械制造等相关专业的教学用书，也可供相关专业人员学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电气控制与 PLC 技术应用实训教程 / 李胜多, 纪晶主编. —北京: 中国电力出版社, 2019. 5

“十三五”普通高等教育本科规划教材

ISBN 978-7-5198-0773-3

I. ①电… II. ①李…②纪… III. ①电气控制—高等学校—教材②PLC 技术—高等学校—教材 IV. ①TM571

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 112761 号

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市东城区北京站西街 19 号 (邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 陈 硕 (010-63412532) 代 旭

责任校对: 王小鹏

装帧设计: 左 铭

责任印制: 钱兴根

印 刷: 三河市航远印刷有限公司

版 次: 2019 年 5 月第一版

印 次: 2019 年 5 月北京第一次印刷

开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 16 开本

印 张: 21.5

字 数: 532 千字

定 价: 55.00 元

版权专有 侵权必究

本书如有印装质量问题, 我社营销中心负责退换

前 言

电气控制技术是随着科学技术的不断发展和生产工艺不断提出新的要求而得到飞速发展的。目前,电气控制技术已从最早的手动控制发展到自动控制,从简单的控制设备发展到复杂的控制系统,从有触点的硬接线继电器控制系统发展到以微处理器或计算机为中心的网络化自动控制系统。现代电气控制技术正是综合应用了计算机、自动控制、电子技术、精密测量等许多先进的科学技术成果而迅速发展起来的,并向集成化、智能化、信息化和网络化方向发展。

20世纪20年代,继电接触器被广泛用于开关量的控制系统中。但对于规模较大、控制较为复杂的系统,这种控制就不能满足需要了。并且它的触点接触可靠性差,电路的通用性、灵活性很差,维修不方便等等,所以发展受到了极大的制约。60年代电子数字计算机诞生了,它的通用性和灵活性极强,那么,在继电器接触控制系统与计算机之间寻求一种综合二者优势的技術的需求,就显得非常迫切。1968年通用公司提出了研制可编程控制器的设想。1969年,美国数据设备公司(DEC)研制出了世界上第一台可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller, PLC)。此后,美国、日本以及欧洲各厂商在这方面展开了强劲的角逐。1971年,日本日立公司研制了日本第一台PLC。1973年,西门子(SIEMENS)公司研制了欧洲第一台PLC。80年代以来,随着计算机技术的发展,PLC的发展更是突飞猛进。它的发展趋势主要体现在速度更快、体积更小、集成度更高、功能更强大、联网功能更强等。同时,随着PLC技术的飞速发展,PLC技术与IPC(即工业控制机)技术、DCS(即分散控制系统)技术、现场总线技术、以及通信技术等的交叉和融合也日益发展。当前,PLC已经成为电气自动控制系统中应用最为广泛的核心装置,在工业自动控制领域占有十分重要的地位。

本书编写力求深入浅出、注重应用、密切联系实际,具有内容简明,结构严谨,选材合理,应用实例丰富,工程性和实践性较强的特点,可供工程技术人员培训和自学PLC的教材使用,也可作为高等院校自动化、电气工程及其自动化、计算机应用、电子信息、机电一体化、机械制造等相关专业的教学用书,是电气控制与PLC用户一本实用性与实践性较好的参考书籍。

在本书编写过程中得到了青岛农业大学机电工程学院领导和许多老师的指导和帮助,刘立山和龚丽农两位教授提出了很多中肯和宝贵的意见。同时,本书得到了2014年山东省成人高等教育特色课程(STSK1401)资助;本书也得到了青岛农业大学应用型人才培特色名校建设工程教学研究项目(项目编号XJG2013040)和青岛农业大学应用型人才培特色名校建设工程课程建设项目(项目编号:XYX2014021)的基金资助。本书的编写参考了相关文献,在此对原书作者一并表示衷心的感谢!

本书由李胜多统稿,张还、纪晶、于健东、薛长晖、刘惠敏、刘艳芬、刘居林、黄国富参与编写。其中,第一篇由李胜多、纪晶、于健东编写,第三篇由李胜多、薛长晖、刘惠

敏、刘艳芬编写，第二篇、第四篇由李胜多、张还、刘居林、黄国富编写。本书由范永胜主审，主审老师提出了许多宝贵的意见和建议，在此深表感谢。

由于编者水平有限，书中难免有不足和疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

李胜多
2019年1月

目 录

前言

第一篇 实验设备硬件配置及相关软件介绍

第1章 绪论	1
1.1 课程的目的、任务、方法和要求	1
1.2 对先修课程内容的要求	1
1.3 实训的目的	1
1.4 电气控制实训室、PLC实训室实训要求	2
第2章 实训设备配置及介绍	3
2.1 概述	3
2.2 技术指标	4
2.3 使用注意事项	4
2.4 基本操作方法	4
第3章 三菱FX系列PLC、编程器及编程软件的应用	6
3.1 PLC的概念	6
3.2 PLC的分类	6
3.3 PLC的功能与应用	7
3.4 PLC的主要特点及发展趋势	7
3.5 PLC的硬件结构	8
3.6 PLC的工作方式	10
3.7 FX系列PLC的编程元件	12
3.8 FX系列PLC型号命名	20
3.9 FX系列PLC主要性能指标	20
3.10 FX系列PLC的一般技术指标	21
3.11 FX _{2N} 的基本性能	22
3.12 FX-20P型编程器及其使用	25
3.13 SWOPC-FXGP/WIN-C编程软件简介	40
3.14 GX-Developer和GX-Simulator软件的使用	65
第4章 组态软件介绍及应用	83
4.1 组态软件介绍	83

4.2	组态王组态软件应用	85
第5章	触摸屏简介及应用	95
5.1	触摸屏的种类与原理	95
5.2	威纶触摸屏的分类和 EasyBuilder8000 软件	98
5.3	工作实例	99
第6章	变频器原理和应用	104
6.1	概述	104
6.2	三菱变频器的简介	108
6.3	变频器应用实例	123

第二篇 实 验 部 分

第7章	电气控制部分实验	129
7.1	三相异步电动机的启停、点动、连续运行控制实验	129
7.2	三相异步电动机的正反转运行及多点控制实验	133
7.3	模拟工作台自动往返循环控制实验	136
7.4	三相异步电动机星—三角降压启动控制实验	138
7.5	三相异步电动机能耗制动控制实验	140
第8章	PLC 基本指令实验	143
8.1	基本指令的编程实验	143
8.2	抢答器的设计实验	151
8.3	逻辑设计法实验	153
8.4	定时器/计数器实验	156
第9章	PLC 功能指令实验	162
9.1	程序流控制类指令的应用实验	164
9.2	比较传送与数据变换类指令的应用实验	169
9.3	算术运算、字逻辑运算与浮点数运算指令应用实验	175
9.4	循环移位类指令应用实验	181
9.5	数据处理类指令应用实验	187
9.6	高速处理类指令的应用实验	189
9.7	时钟指令的应用实验	194
第10章	A/D、D/A 模块应用实验	197
10.1	FROM 和 TO 指令应用实验	197
10.2	PID 指令应用实验	219
第11章	PLC 的综合设计实验	225
11.1	交通信号灯控制设计实验	225
11.2	机械手模型控制实验	228

11.3	LED 数码显示实验	233
11.4	大小球分拣实验	236

第三篇 课程设计部分

第 12 章	课程设计指南	239
12.1	课程设计的目的	239
12.2	课程设计的要求	239
12.3	设计任务	240
12.4	设计方法	240
12.5	课程设计的内容	241
12.6	系统的设计步骤	242
12.7	PLC 的选型	244
12.8	PLC 控制系统软件设计	245
12.9	PLC 的安装与接线	245
第 13 章	课程设计课题	249
13.1	基于双轴定位模块 FX _{2N} -20GM 的数控钻床设计	249
13.2	农机性能通用监测系统的设计	252
13.3	基于 PLC 的液位控制系统设计	255
13.4	智能窗的控制设计	257
13.5	机械手模型控制系统的设计	259
13.6	四层电梯的控制	262
13.7	THFLT-1 型立体仓库的控制	265
13.8	全自动售货机的控制	269
13.9	水塔液位的 PLC 控制	270
13.10	十字路口带倒计时显示的交通信号灯控制	272
13.11	自动门控制系统的设计	273
13.12	全自动洗衣机的控制	275
13.13	花式喷水池的控制	276
13.14	皮带运输机传输系统的控制	277
13.15	材料分拣模型的控制	278
13.16	锅炉车间输煤机组控制	282
13.17	抢答器 PLC 控制系统设计	284
13.18	卧式车床电气控制系统	285
13.19	摇臂钻床电气控制系统	286
13.20	基于 PLC 的啤酒发酵温度控制系统设计	289

第四篇 毕业设计部分

第 14 章 毕业设计指南	292
14.1 毕业设计的目的和要求	292
14.2 PLC 控制系统的施工设计	292
第 15 章 PLC 毕业设计课题	297
15.1 种禽料量控制系统	297
15.2 基于组态王的四层电梯模型 PLC 控制系统的设计	300
15.3 基于 PLC 和组态王的机械手模型控制系统的设计	300
15.4 基于组态王的全自动售货机控制系统的设计	303
15.5 基于三菱 PLC 的家居安防系统的设计	304
15.6 基于三菱 PLC 的农作物喷灌控制系统的设计	305
15.7 PLC 在三面铣组合机床控制系统中的应用	306
15.8 小型 SBR 废水处理 PLC 电气控制系统的设计	309
15.9 基于 PLC 的变频器液位控制设计	311
15.10 基于 PLC 的电子时钟的设计	312
15.11 地形扫描仪运动控制系统的设计	314
15.12 基于 PLC 的恒压供水控制系统的设计	316
15.13 自动门 PLC 控制系统设计	317
15.14 锅炉 PLC 控制系统设计	318
附录 A FX 系列 PLC 应用指令简表	321
附录 B FX _{2N} 系列 PLC 的特殊 M 和特殊 D 一览 (部分)	325
参考文献	335

第一篇 实验设备硬件配置及相关软件介绍

第1章 绪 论

1.1 课程的目的、任务、方法和要求

“电气控制与PLC技术应用”是一门专业必修课。它主要包括常用低压电器及其电气控制原理、PLC的工作原理、PLC模块硬件组成与软件系统、梯形图编程设计等内容，目的是使学生掌握电气控制设计与PLC梯形图编程的方法。“电气控制与PLC技术应用实训”是巩固该课程内容、深化所学知识的必需过程。

“电气控制与PLC技术应用实训”强调实际操作技能、设计能力、工作能力的培养；注重理论联系实际，重视实验、程序设计、工程实训等教学环节。该课程对学生毕业后从事实际电气控制方向的工作具有重要的指导作用。“电气控制与PLC技术应用实训”课程的主要任务是使学生掌握电气控制与PLC技术的操作技能和程序设计的方法，具备一定的设备安装、维护，掌握基本的故障诊断方法和检修能力，为学生将来从事工程技术工作打好基础。

“电气控制与PLC技术应用实训”是一门实践性很强的课程，必须通过实践观察与操作才能真正掌握所学的知识，所以要特别强调实践操作，要保证学生有充分的实践条件。《电气控制与PLC技术应用实训教程》是为该课程编写的配套教材。

1.2 对先修课程内容的要求

(1) 实训开始前，学生应系统修完“电气控制与PLC技术应用”课程，能熟练设计电气控制电路、编写梯形图程序并能使用可编程控制器实验设备调试程序。

(2) 学生应掌握一定的“电工、电子技术”专业基础知识。

1.3 实训的目的

(1) 掌握三菱FX_{2N}、FX_{1N} PLC的基本指令的应用，懂得应用它们编写简单PLC控制系统的PLC程序。

(2) 掌握三菱FX_{2N}、FX_{1N} PLC的一些特殊功能指令（如：传送、移位、时钟等），懂得应用它们编写特殊要求的PLC控制系统的PLC程序。

(3) 认识三菱FX_{2N}、FX_{1N} PLC实物，掌握PLC各部分硬件的作用，学会根据实际PLC

控制系统的要求进行 PLC 选型；在认识 PLC 的基础上掌握 PLC 外部接线，学会 SWPOC-FXGP/WIN-C、GX-Developer、GX-Simulator 软件的应用。

(4) 应用所学的 PLC 知识进行综合实训（课程设计和毕业设计）：通过 PLC 电气控制系统的设计，主要熟悉 PLC 电气控制系统设计工作的流程，进行 PLC 应用系统的总体设计和 PLC 的配置设计、选择 PLC 模块和确定相关产品的技术规格、进行 PLC 编程和设置、进行外围设备参数设定及配套程序设计、进行控制系统的设计、整体集成、调试与维护。在综合实训中，要求学生从 PLC 的选型、外围电路接线，主电路的选择与设计、PLC 程序的设计和调试、在 PLC 实训台上进行模拟运行、形成了 PLC 程序设计的完整过程，通过综合训练使学生理论联系实际，并且更加贴近实际。

1.4 电气控制实训室、PLC 实训室实训要求

(1) 元件摆放时按照一定次序集中摆放，并且元器件之间留有适当间隔。另外元件的布置讲究美观、对称，并遵循便于操作、观察、测量、分析等原则。

(2) 导线采用单股硬导线。布线时应讲究横平竖直，避免交叉连接，并且考虑用线最少、最短。

(3) 接线要紧固，不能有裸体的线头在外。

(4) 故障检查一定要在断电情况下进行，必须通电检查的则注意安全问题。

(5) 故障检查依照先主电路，后控制电路的顺序。例如：若是通电后电动机不转情况，则先检查电源电路，如熔断器是否熔断；然后查看接线是否有脱线、松动等现象。最后检查控制电路连接，可用电压测量法，也可用电阻测量法来寻找故障点。

(6) 操作过程严格遵守实训规则，注意安全问题。

第2章 实训设备配置及介绍

2.1 概 述

RTPLC型可编程控制器实验台根据目前我国高等院校自动控制专业及相关专业课程的实验内容,保证了产品的可靠性和使用寿命。实训室配备的是RTPLC-3型:演示实验采用面板结构,采用三菱FX系列PLC主机,点数为24~60点。

2.1.1 整机结构

(1) 整机由实验桌和实验屏两部分组成。实验桌的右半部分是键盘和鼠标托板,右侧是显示器托板,在使用计算机时,使整体布局紧凑美观。实验桌下部为大容积柜体,可放置相关实验挂箱及仪器设备等。

(2) 面板接线插座采用自锁紧式镀金选插插座(弱电)或自锁紧式香蕉插座(强电),接触电阻小、防氧化、防锈蚀,使用寿命长。

(3) 实验插接线采用高纯度多股铜线,手感好、耐弯折,插头采用可拆装式结构,便于维修。

(4) 实验台提供220V AC电源、24V DC稳压电源、0~12V DC可调电源和0~20mA DC可调电源,采用电流型鉴幅鉴相漏电保护器(4型无)、优质漏电保护开关、电压型漏电保护电路(4型无)等多重防护措施,使实验安全得到充分保障,并能充分满足实验要求。

2.1.2 实验项目

目前可提供的实验清单如下:

- (1) 基本指令编程练习。
- (2) 抢答器数码显示。
- (3) 礼花之光。
- (4) 十字路口交通灯。
- (5) 水塔水位控制(实物模拟)。
- (6) 自动轧钢机。
- (7) 自动装配流水线。
- (8) 四相步进电动机(实物模拟)。
- (9) 液体自动混合。
- (10) 三相异步电动机星/三角换接启动。
- (11) 四节传送带(实物模拟)。
- (12) 机械手动作模拟。
- (13) 邮件分拣。
- (14) 直流电动机正反转。
- (15) 加工中心刀具库。

- (16) 自控成型机。
- (17) 电梯控制系统。
- (18) 立体车库。

2.2 技术指标

2.2.1 整机电源

工作电源：单相三线 220V AC \pm 5%，50Hz \pm 5%。

整机容量：660kVA。

熔丝规格：5 \times 20-3A。

2.2.2 环境条件

工作温度：-10~40℃。

储存温度：-10~60℃。

工作湿度上限：90%RH (40℃)。

储存湿度上限：90%RH (40℃)。

其他要求：避免频繁振动和冲击，周围空气无酸、碱、盐等腐蚀性气体。

2.2.3 电压输出

220V AC、24V DC/3A 稳压电源、0~12V DC 可调电源和 0~20mA DC 可调电源。

2.2.4 PLC 配置

主机：FX_{IN}-40MR/T。

模拟模块：FX_{ON}-3A (2入1出)。

通讯电缆：SC09。

编程软件：SWPOC-FXGP/WIN-C。

手持编程器：FX-20P-E。

2.3 使用注意事项

- (1) 实验台交流供电电源必须符合产品给定要求 (220V AC \pm 10%，50Hz \pm 5%)。
- (2) 实验台交流电源必须有安全接地端。
- (3) 更换电源熔丝时必须关掉实验台总开关，以防发生触电。
- (4) 各输出端口应避免对地短路。
- (5) 为了确保产品性能，使用时请远离强电磁等干扰源。
- (6) 其他安全问题，请参阅相应 PLC 厂家提供的《使用手册》。

2.4 基本操作方法

1. 实验台通电前

须检查实验台面板上有无元器件及插接线等物并清理干净。

2. 实验台启动

(1) 将电源线正确地插在插座上(单相三线),其地线必须可靠接地,以保证实验人员的人身安全。

(2) 将电源总开关开启。

(3) 启动故障原因:

1) 上述开关/按钮未扳到指定位置。

2) 3A 熔丝熔断,需要更换。

3. 关闭实验台

(1) 扳下电源总开关。

(2) 拔下电源线。

4. PLC 主机部分

(1) PLC 主机电源为 220V AC,开关位于主机正下方。

(2) PLC 各个输入/输出量(包括数字量和模拟量)已经引出到实验台面板上,具体接线即可。

第3章 三菱FX系列PLC、编程器及编程软件的应用

3.1 PLC的概念

可编程控制器 (programmable controller) 简称 PC 或 PLC, 为了与个人计算机的 PC 相区别, 习惯用 PLC 表示。目前, 可编程控制器已成为现代工业自动化的三大支柱 (PLC、机器人、CAD/CAM) 之一。

国际电工委员会 (IEC) 于 1987 年颁布了可编程控制器标准草案第三稿。并且在草案中对可编程控制器做了如下定义: “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。可编程控制器及其有关外围设备, 都应按易于与工业系统联成一个整体, 易于扩充其功能的原则设计。”

从定义中可以看出, 可编程控制器能够直接应用于工业环境, 它必须具有很强的抗干扰能力、广阔的应用范围和广泛的适应能力。同时, 它是通过软件方式来实现“可编程序”的, 与传统继电器接触控制装置中通过硬件或硬接线的变更来改变程序的有着本质区别。定义还强调了可编程控制器是“数字运算操作的电子系统”, 所以它也是一种计算机, 采用“面向用户的指令”, 因此具有编程方便的特点。

3.2 PLC的分类

可编程控制器的产品种类繁多, 其功能、产地、结构、规模也各不相同, 对于其分类, 一般按照两种分类方法来分类。

1. 根据硬件结构形式分类

根据硬件结构的不同, 分为整体式、模块式和叠装式三类。

(1) 整体式 PLC。整体式 PLC 又称为单元式 PLC 或箱体式 PLC。它是把电源、CPU、I/O 接口等部件都集中装在一个箱体内, 具有结构紧凑、体积小、重量轻、价格低的优点。整体式 PLC 又分为基本单元 (又称主机) 和扩展单元。二者的区别是前者内部有 CPU 模块而后者没有 CPU 模块。当我们进行扩展规模时, 只需用扁平电缆将基本单元和一定数量的扩展单元联接起来即可。整体式 PLC 的典型产品: 三菱公司的 F₁、F₂、FX₂ 系列 PLC, OMRON 公司的 P 系列等。

(2) 模块式 PLC。模块式 PLC 是由机架和模块组成, 可根据需要选配不同的模块, 如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块以及各种功能模块, 只需将模块插入模块插座上即可。这种结构配置非常灵活方便, 大型、中型 PLC 通常多采用此种结构。模块式 PLC 的典型产品: AB 公司的 PLC-5 系列, SIEMENS 公司的 S5-115U、S5-135U、S5-155U 及 S7 系列等。

(3) 叠装式 PLC。叠装式 PLC 的 CPU、电源、I/O 接口等也是独立的模块，它们之间是通过电缆进行连接，且各模块一层层地叠装，具有整体式和模块式共同的特点。叠装式 PLC 配置灵活、体积小巧。

2. 根据 I/O 点数分类

根据 PLC 的 I/O 点数的不同，可将 PLC 分为小型、中型和大型三类：

- (1) 小型 PLC。I/O 点数小于 256 点为小型 PLC。
- (2) 中型 PLC。I/O 点数在 256~2048 之间的为中型 PLC。
- (3) 大型 PLC。I/O 点数大于 2048 点的为大型 PLC。

3.3 PLC 的功能与应用

可编程控制器内置高速计数器，有输入输出刷新、中断、输入滤波时间调整、恒定扫描时间等功能，现在不少产品还具有点位控制、PID 控制、过程控制、数据处理以及通信联网等功能，已经远远超越了开关量控制的概念。

目前，可编程控制器已经广泛应用在所有的工业部门，主要有开关量逻辑控制、运动控制、闭环过程控制、数据处理、通信联网等功能。

3.4 PLC 的主要特点及发展趋势

可编程控制器技术的高速发展，主要因为它具有以下特点。

1. 可靠性高，抗干扰能力强

这是用户选择控制装置的首要条件。可靠性高、抗干扰能力强是 PLC 最重要的特点。因为可编程控制器在硬件方面、软件设计上采取了抗干扰和对故障进行诊断的各种措施，如屏蔽、隔离、滤波、对故障的诊断、对程序的后备电池保护等，使它可以直接用于工业现场，并且可以无故障工作时间达几十万个小时，这一点使它拥有了众多的用户。

2. 编程简单方便，易于使用

目前，大多数 PLC 采用的编程语言是梯形图语言，梯形图与继电器控制线路图极为相似，形象、直观，工程技术人员很容易掌握。近几年，又发展了顺控流程图语言（sequential function chart, SFC），也称功能图，使得编程更容易，深受电气技术人员的欢迎。同时，PLC 的编程器和编程软件的操作和使用也很简单，使得 PLC 得以普及和推广。

3. 系统设计、安装简单，调试方便

由于 PLC 用软件（即程序）代替了传统继电器控制系统的硬件接线，所以控制柜的设计安装、接线工作量大大减少，并且设计人员在实验室就能进行模拟调试。PLC 产品齐全，用户构建系统时，设计、安装、调试都极其容易，与一般控制系统相比，大大缩短了安装调试周期。

4. 适应性、灵活性强，应用范围广

现在可编程控制器产品品种齐全，大多采用模块式的硬件结构，这样使用起来组合和扩展更加方便，为满足系统控制要求的不同，用户可根据需要灵活选用。并且可根据不同的需求通过更新软件来实现，故其适应性极强，它广泛应用于机械制造、化工、石化、医疗、电

力、纺织、轻工、冶金、建材、煤炭、食品等各生产线中。

5. 体积小、重量轻、维修方便

可编程控制器的结构紧凑、体积小。具有自诊断功能，它能及时显示故障代码，工作人员通过它可以查出故障原因，所以排除故障比较顺利、简单。

6. 功能完善

除了能实现基本的逻辑控制、定时、计数、算术运算等功能外，现在不少产品还具有点位控制、PID 控制、过程控制、数据处理以及通信联网等功能，已经远远超越了开关量控制的概念。

3.5 PLC 的硬件结构

1. 可编程控制器的基本结构

可编程控制器实质上是一种工业控制用专用计算机。按照计算机组成的理论，它实际上是由硬件和软件两部分组成。可编程控制器硬件主要由中央处理单元、输入接口、输出接口、电源等组成，基本结构框图如图 3-1 所示；而软件主要包括系统软件 and 用户软件。

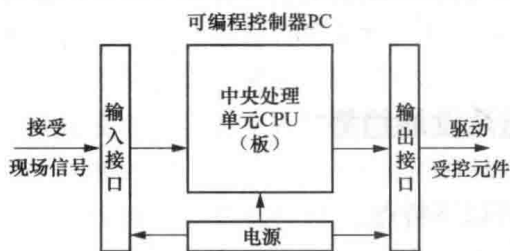


图 3-1 PLC 的基本结构框图

(1) 中央处理单元 (central process unit, CPU)。中央处理单元主要由微处理器和存储器组成，是 PLC 的核心部分。它的功能：用扫描的方式读取现场输入装置的状态或数据，并存入输入映像寄存器，同时，诊断电源、PLC 工作状态和程序的语法错误等，经诊断无误后，运行用户程序存储器中的用户程序，得到运算

结构，并存储到输出映像寄存器；最后将输出映像寄存器的内容通过输出接口驱动外部执行结构。存储器是用于存放系统程序、用户程序和工作数据的。

(2) I/O 接口。CPU 是通过输入/输出接口与外围设备连接的。输入接口用于采集控制现场输入信号，并变换成 CPU 能接受的信号，对其进行滤波、电平转换、隔离、放大等；输出接口用于将 CPU 的输出信号变换成驱动执行机构的控制信号（包括开关量或模拟量），并对输出信号进行功率放大，隔离 PLC 内部电路和外部执行机构等。根据输出形式不同，输出接口通常有：继电器式、晶体管式和晶闸管式三种形式。

(3) 电源模块。电源模块主要用途是为 PLC 提供工作电源。一般为 220V 交流电源，有的还为输入电路提供 24V 的直流电源。而外部执行机构的电源一般由用户提供。

(4) PLC 的外围设备。外围设备主要有编程设备、监控设备、存储设备、输入输出设备等。编程设备主要用于编制用户程序、对系统参数进行设置或监控 PLC 的运行状态等；有简易编程器和智能图形编程器，近年来普及以普通的个人计算机配以专门的编程软件，通过屏幕对话方式进行编制程序。监控设备分数据监视器和图形监视器，通过数据或图形监控系统的运行情况。存储设备有存储卡、存储磁带、软磁盘或只读存储器，用于存储用户程序或数据。输入/输出设备用于接收信号或输出信号，有条码读入器、打印机等。

(5) PLC 的通信联网。现在几乎所有的 PLC 产品都有通信联网功能，它具有通信接口，通过双绞线、同轴电缆或光缆实现 PLC 与 PLC 之间、PLC 与上位计算机以及其他智能设备