



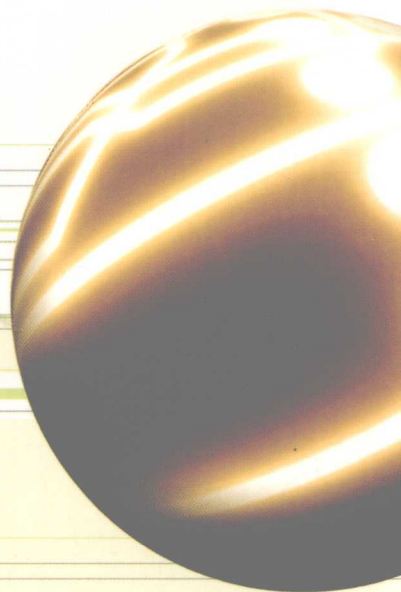
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材·电气自动化技术专业



电气控制与 PLC原理及应用

(欧姆龙机型)(第2版)

程 周 主 编
毛臣健 章小印 副主编
洪 应 主 审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·电气自动化技术专业

电气控制与 PLC 原理及 应用（欧姆龙机型） （第 2 版）

程 周 主 编

毛臣健

副主编

章小印

洪 应 主 审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是电子工业出版社高等职业教育电气自动化专业系列教材之一。

本书将电气控制技术与可编程控制器控制技术相互贯通,对传统内容进行压缩,着重加强对新型控制技术的介绍。本书主要内容包括低压电器及控制环节、电动机基本控制线路、直流电动机控制线路、常用机床电气控制、交流桥式起重机的电气控制、可编程序控制器的组成与原理、可编程序控制器技术性能和编程语言、欧姆龙 C 系列 P 型机的内部资源、欧姆龙 C 系列 P 型机的指令系统、欧姆龙 CPM1A 系列的结构与资源、欧姆龙 CPM1A 系列 PLC 的指令系统、PLC 编程器及其使用、PLC 系统的设计、可编程序控制器编程应用基础举例、PLC 工业控制的应用实例、PLC 系统故障诊断与排除。

本书可供电气自动化专业、机电控制技术专业、电子技术及应用专业、自动化仪表专业使用,也可作为工程技术人员参考书。

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

电气控制与 PLC 原理及应用:欧姆龙机型 / 程周主编. —2 版. —北京:电子工业出版社, 2006.12

(新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·电气自动化技术专业)

ISBN 7-121-03147-7

I. 电… II. 程… III. ①电气设备,欧姆龙 C 系列—自动控制—高等学校:技术学校—教材②可编程序控制器,欧姆龙 C 系列—程序设计—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TM762②TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 104687 号

责任编辑:贺志洪

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

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

开 本:787×1092 1/16 印张:19.75 字数:506 千字

印 次:2007 年 8 月第 4 次印刷

印 数:3 000 册 定价:27.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材 (第 2 版)

出版说明

2002 年 10 月,电子工业出版社组织 90 余所高职院校的优秀教师编写了“应用电子技术”、“机电一体化技术”、“电气自动化技术”和“通信技术”4 个专业的高职教材,从 2003 年 7 月第 1 本教材问世截至 2004 年 10 月,已经出版了 70 余种。时至今日已有两年多的教材使用时间,这批教材的大部分得到使用者的好评。随着教育的不断深入及社会用人单位对高职毕业生的更高要求,为使教材更好地适应高职毕业生的就业,使教材有益于培养高职毕业生的生产实践技能,2005 年 7 月,我们在杭州组织召开了教材研讨会,针对上述 4 个专业的大部分教材的内容的修订听取了到会老师的意见,明确了修订教材的编写思路和编写原则,确定了修订版教材的编写人员,计划在 2006 年底~2007 年上半年基本出版全修订版教材。为便于读者区分,这批修订版教材均标明“(第 2 版)”。教材的丛书名仍沿用“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”。

第 2 版教材的主要特点如下:

1. 内容更加突出“实用性、技能性、应用性”。
2. 实训内容的选择以技能为要素。
3. 适当拓展了教材的广度,其目的是为方便不同学校、不同专业的学生选用。
4. 专业课以目前企业主要设备为主线进行讲解。
5. 习题尽量避免问答式、叙述式,而多为技能型、解决问题型。
6. 配备电子教案,以便于老师教学和学术交流。

我们的初衷是希望第 2 版教材的问世能够弥补第 1 版教材的不足,使其内容更加贴近企业用人的需求,更加有利于学生就业,让学生能够真正掌握一些实际的生产技能。同时,我们亦深知:高等职业教育的改革不能一蹴而就,编写出适合高职教育的教材也是一个渐进的过程。我们期待和全国高职院校的老师们一同努力,不断改进创新,为出版真正适合高职教育的好教材尽力。

在组织高职电子信息类教材的编写全过程近 4 年的时间内,我们结交了全国的许多优秀教师,他们的人品德行、人格魅力、学识水平达到很高的水准。与他们的交往让我们受益匪浅,并且给我们以启迪:学校确是藏龙卧虎之地。我们愿意继续结交新的朋友,目的只有一个,那就是共同为高等职业教育的发展贡献我们大家的力量,在这个目标下达到学校、老师、出版社多赢。

我们亦衷心欢迎各高职院校有意愿、有能力的老师参加我们的教材编写。具体专业范围如下:

机电一体化技术,电气自动化技术,数控技术,模具技术,应用电子技术,通信技术。

电子工业出版社高职高专教育教材事业部

2006 年 3 月

参加“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”

编写的院校名单（排名不分先后）

桂林工学院南宁分院

江西信息应用职业技术学院

江西蓝天职业技术学院

吉林电子信息职业技术学院

保定职业技术学院

安徽职业技术学院

杭州中策职业学校

黄石高等专科学校

天津职业技术师范学院

福建工程学院

湖北汽车工业学院

广州铁路职业技术学院

台州职业技术学院

重庆工业高等专科学校

济宁职业技术学院

四川工商职业技术学院

吉林交通职业技术学院

连云港职业技术学院

天津滨海职业技术学院

杭州职业技术学院

重庆职业技术学院

重庆工业职业技术学院

广州大学科技贸易技术学院

湖北孝感职业技术学院

江西工业工程职业技术学院

四川工程职业技术学院

广东轻工职业技术学院

西安理工大学

辽宁大学高职学院

天津职业大学

天津大学机械电子学院

九江职业技术学院

包头职业技术学院

北京轻工职业技术学院

黄冈职业技术学院

郑州工业高等专科学校

泉州黎明职业大学

浙江财经学院信息学院

南京理工大学高等职业技术学院

南京金陵科技学院

无锡职业技术学院

西安科技学院

西安电子科技大学

河北化工医药职业技术学院

石家庄信息工程职业学院

三峡大学职业技术学院

桂林电子工业学院高职学院

桂林工学院

南京化工职业技术学院

湛江海洋大学海滨学院

江西工业职业技术学院

江西渝州科技职业学院

柳州职业技术学院

邢台职业技术学院

漯河职业技术学院

太原电力高等专科学校

苏州经贸职业技术学院

金华职业技术学院

河南职业技术师范学院

新乡师范高等专科学校

绵阳职业技术学院

成都电子机械高等专科学校

河北师范大学职业技术学院

常州轻工职业技术学院

常州机电职业技术学院

无锡商业职业技术学院

河北工业职业技术学院

天津中德职业技术学院

安徽电子信息职业技术学院

浙江工商职业技术学院

河南机电高等专科学校

深圳信息职业技术学院

河北工业职业技术学院

湖南信息职业技术学院

江西交通职业技术学院

沈阳电力高等专科学校

温州职业技术学院

温州大学

广东肇庆学院

湖南铁道职业技术学院

宁波高等专科学校

南京工业职业技术学院

浙江水利水电专科学校

成都航空职业技术学院

吉林工业职业技术学院

上海新侨职业技术学院

天津渤海职业技术学院

驻马店师范专科学校

郑州华信职业技术学院

浙江交通职业技术学院

前 言

本书是2001年6月出版的“新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材(电气自动化技术专业)”《电气控制与PLC原理应用(欧姆龙机型)(第2版)》一书的修订本。

修订本的基本思路抓住职业教育特点,进一步使教材结构符合教学规律,内容符合职业教育要求。修订中对各部分的重点和难点进行了适当的调整,使内容安排更加科学、严谨、合理。就整体而言,修订后的书稿内容突出了工程技术应用的基础知识与中高级技能型、应用型人才应该具备的专业知识内容,教材内容组织上以学科体系知识为核心,重点突出职业教育特色。特别注重基础知识与技术应用之间的关系。在解决知识与技能、理论与实践、通用知识与专业知识的关系上处理得恰到好处。各部分知识内容比例协调,深浅适宜,选材上渗透职业教育的理念,体现了以就业为导向,适应经济社会和科学进步的需要。

内容上本书概括了基础知识、应用知识,并合理地将其内容在专业方面延伸。本书围绕重点部分安排内容,强调“学以致用”,对于构成电气工程技术的各种环节或器件以“用”为目标进行编排。在注重基础知识与理论为技术应用服务的前提下,特别强调了元器件的外部特性与使用,淡化其内部机理,回避深奥的理论说明、复杂的参数计算与公式的推导等。这种编写方案有利于学生把握学习重点,分清主次,明确该课程的学习目的,培养他们发现问题、分析问题与解决问题的能力。

本书在围绕目前仍有广泛应用的一些传统技术与系统的基础上讲述有关的基本知识与理论,充分考虑到了技术的发展,补充了一定数量的实用性强的新知识与新技术。例如,从电控技术的发展趋势来看,传统有触点的继电器—接触器电气控制系统虽然在简易性、适应性、配套性、系统低成本等方面有一定的优势,但整体上已不能很好地满足复杂工艺控制过程与高度自动化对各种设备与状态的要求,因而,适度补充现代化电气控制技术与器件就显得有必要与实用。本书中可编程序控制器部分的内容着重从使用入手,讲述基本指令时大量渗透基本单元电路的编程方法与技巧,使学生的学习过程中,既掌握指令内涵又学习编程,是一种很好的学习方法。

本书在第一版的基础上,进行了大幅度的调整。对部分内容进行了删除。另外,考虑到有些章节内容不能全部删除,就保留了其中难度适合、具有工程应用价值的内容,而删除一些相对较陈旧的内容。

本书由安徽职业技术学院实训中心程周主编。由安徽职业技术学院电子电气系洪应副教授主审。洪老师以高度负责的精神,认真仔细地审看书稿,并提出许多宝贵的修改意见。另外,电子工业出版社的相关同志对本书修订提出了大量指导性、建设性的意见。在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免有缺点和疏漏,恳请广大读者批评指正。联系电子邮箱:ahchzh@163.com。

编 者
2006.9

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396; (010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

目 录

第 1 章 低压电器及控制环节	(1)
1.1 低压电器与电气图的基本知识	(1)
1.1.1 低压电器的基本知识	(1)
1.1.2 电气图形符号和文字符号	(2)
1.1.3 电气图的分类与作用	(3)
1.2 手动启、停控制	(5)
1.2.1 刀开关	(5)
1.2.2 熔断器	(7)
1.2.3 空气断路器	(8)
1.2.4 手动直接启动控制线路	(9)
1.3 点动与长动控制	(10)
1.3.1 按钮	(10)
1.3.2 接触器	(11)
1.3.3 点动控制线路	(12)
1.3.4 长动控制线路	(13)
1.3.5 热继电器	(14)
1.3.6 中间继电器	(15)
1.3.7 长动与点动控制线路	(16)
1.4 正、反转控制	(18)
1.4.1 接触器互锁正、反转控制线路	(18)
1.4.2 按钮互锁正、反转控制线路	(19)
1.4.3 双重互锁正、反转控制线路	(19)
1.5 顺序和多点控制	(20)
1.5.1 顺序控制线路	(20)
1.5.2 多点控制线路	(22)
1.6 时间控制	(22)
1.6.1 时间继电器	(22)
1.6.2 通电型时间继电器控制线路	(24)
1.6.3 断电型时间继电器控制线路	(24)
1.7 行程控制	(24)
1.7.1 行程开关	(25)
1.7.2 行程控制	(25)
本章小结	(27)
思考题和习题 1	(27)

第2章 电动机基本控制线路	(29)
2.1 三相异步电动机降压启动控制	(29)
2.1.1 定子串电阻降压启动控制线路	(29)
2.1.2 星形-三角形降压启动控制线路	(30)
2.1.3 自耦变压器降压启动控制线路	(32)
2.1.4 三相交流绕线式异步电动机的启动控制	(35)
2.2 三相笼型异步电动机制动控制线路	(37)
2.2.1 速度继电器	(38)
2.2.2 反接制动控制线路	(39)
2.2.3 能耗制动控制线路	(40)
2.3 三相交流异步电动机调速控制线路	(41)
2.3.1 变极调速控制线路	(41)
2.3.2 变频调速控制线路	(44)
本章小结	(45)
思考题和习题 2	(45)
第3章 直流电动机控制线路	(46)
3.1 他励直流电动机启动控制	(46)
3.1.1 手动控制启动线路	(46)
3.1.2 利用时间继电器自动控制的启动线路	(47)
3.2 他励直流电动机正、反转控制	(48)
3.2.1 改变电枢电流方向控制线路	(48)
3.2.2 改变励磁电流方向控制线路	(50)
3.3 直流电动机制动控制	(50)
3.3.1 反接制动控制线路	(51)
3.3.2 能耗制动控制线路	(51)
3.4 直流电动机的保护	(52)
3.4.1 直流电动机的过载保护	(52)
3.4.2 直流电动机的励磁保护	(52)
本章小结	(52)
思考题和习题 3	(53)
第4章 常用机床电气控制	(54)
4.1 普通车床电气控制	(54)
4.1.1 普通车床的主要结构与运动形式	(54)
4.1.2 车床拖动特点及控制要求	(55)
4.1.3 C650 车床的电气控制	(55)
4.2 磨床的电气控制	(58)
4.2.1 平面磨床的主要结构及运动形式	(59)
4.2.2 磨床的拖动特点及控制要求	(59)
4.2.3 M7130 平面磨床电气控制	(60)

4.2.4	M7475B 立轴圆台平面磨床电气控制	(62)
4.3	铣床的电气控制	(64)
4.3.1	铣床的主要结构及运动形式	(64)
4.3.2	X62W 万能铣床的电气控制	(65)
4.4	钻床的电气控制	(68)
4.4.1	摇臂钻床的主要结构及运动形式	(68)
4.4.2	Z3040 摇臂钻床的电气控制	(69)
	本章小结	(71)
	思考题和习题 4	(72)
第 5 章	交流桥式起重机的电气控制	(73)
5.1	凸轮控制器	(73)
5.1.1	凸轮控制器的结构与工作原理	(73)
5.1.2	触点分合展开图	(74)
5.1.3	控制器型号意义	(74)
5.2	交流桥式起重机的结构及控制要求	(74)
5.2.1	交流桥式起重机的结构	(74)
5.2.2	桥式起重机对电气控制的要求	(75)
5.3	10t 桥式起重机	(75)
5.3.1	10t 桥式起重机线路基本情况	(75)
5.3.2	10t 桥式起重机控制小车工作情况	(75)
5.3.3	保护电路	(77)
	本章小结	(77)
	思考题和习题 5	(78)
第 6 章	可编程序控制器的组成与原理	(79)
6.1	可编程序控制器的基本概况	(79)
6.1.1	可编程序控制器的历史与发展	(79)
6.1.2	可编程序控制器的分类与特点	(80)
6.2	可编程序控制器的基本结构	(81)
6.2.1	中央处理单元	(82)
6.2.2	存储器	(82)
6.2.3	输入/输出模块	(82)
6.2.4	电源模块	(83)
6.2.5	其他接口及外设	(83)
6.3	可编程序控制器的基本工作过程	(83)
6.3.1	可编程序控制器应用举例	(83)
6.3.2	可编程序控制器的工作过程	(84)
	本章小结	(86)
	思考题和习题 6	(86)

第7章 可编程序控制器技术性能和编程语言	(87)
7.1 可编程序控制器的技术性能	(87)
7.1.1 可编程序控制器的基本技术性能	(87)
7.1.2 可编程序控制器的应用领域	(89)
7.2 可编程序控制器的编程语言	(90)
7.2.1 梯形图编程	(90)
7.2.2 指令语句编程	(91)
7.2.3 功能块图(逻辑图)编程语言	(92)
7.2.4 高级语言	(92)
本章小结	(92)
思考题和习题7	(93)
第8章 欧姆龙C系列P型机的内部资源	(94)
8.1 欧姆龙C系列P型机的技术指标	(94)
8.2 欧姆龙C系列P型机内部资源分配	(98)
8.2.1 内部资源(存储区)的分配	(98)
8.2.2 输入、输出继电器	(98)
8.2.3 内部继电器	(99)
8.2.4 专用内部辅助继电器	(101)
8.2.5 定时器、计数器	(102)
本章小结	(102)
思考题和习题8	(102)
第9章 欧姆龙C系列P型机的指令系统	(103)
9.1 基本指令	(103)
9.2 专用(功能)指令	(115)
本章小结	(145)
思考题和习题9	(145)
第10章 欧姆龙CPM1A系列的结构与资源	(147)
10.1 结构与内部器件	(147)
10.1.1 外形结构	(147)
10.1.2 I/O扩展单元	(148)
10.1.3 编程工具	(149)
10.1.4 主机的技术指标	(151)
10.2 欧姆龙CPM1A系列机的内部资源	(155)
10.2.1 内部继电器(IR)	(155)
10.2.2 特殊辅助继电器(SR)	(156)
10.2.3 暂存继电器(TR)	(158)
10.2.4 保持继电器(HR)	(158)
10.2.5 辅助记忆继电器(AR)	(158)
10.2.6 链接继电器(LR)	(159)

10.2.7	定时器/计数器 (TC)	(159)
10.2.8	数据存储器 (DM)	(160)
	本章小结	(163)
	思考题和习题 10	(163)
第 11 章	欧姆龙 CPM1A 系列 PLC 的指令系统	(164)
11.1	基本指令	(164)
11.1.1	IL/ILC 指令	(164)
11.1.2	JMP/JME 指令	(165)
11.1.3	定时器/计数器指令	(165)
11.2	数据传送和数据比较指令	(167)
11.2.1	数据传送指令	(167)
11.2.2	数据比较指令	(171)
11.3	数据移位和数据转换指令	(173)
11.3.1	数据移位指令	(173)
11.3.2	数据转换指令	(179)
11.4	数据运算指令	(183)
11.4.1	十进制运算指令	(183)
11.4.2	二进制运算指令	(188)
11.4.3	逻辑运算指令	(189)
11.5	子程序控制指令	(192)
11.5.1	子程序调用、子程序定义和子程序返回指令	(192)
11.5.2	宏指令	(192)
11.6	高速计数器控制指令	(193)
11.6.1	旋转编码器	(193)
11.6.2	高速计数器的计数功能	(194)
11.6.3	高速计数器的中断功能	(195)
11.6.4	高速计数器的控制指令	(196)
11.7	脉冲输出控制	(197)
11.8	中断控制指令	(198)
11.8.1	外部输入中断功能	(199)
11.8.2	间隔定时器的中断功能	(200)
11.8.3	中断的优先级	(201)
11.8.4	中断控制指令	(201)
11.9	步进控制指令	(203)
11.10	特殊指令	(204)
	本章小结	(206)
	思考题和习题 11	(206)
第 12 章	PLC 编程器及其使用	(207)
12.1	PRO15 编程器概述	(207)

12.2	PRO15 编程器的使用	(209)
12.2.1	存储器和数据的清除	(209)
12.2.2	预置(建立)地址	(210)
12.2.3	输入程序	(210)
12.2.4	读出程序和监控程序运行状态	(211)
12.2.5	程序检查	(212)
12.2.6	查找指令	(212)
12.2.7	查找触点	(213)
12.2.8	插入指令	(213)
12.2.9	删除指令	(214)
12.2.10	数据监控	(214)
12.2.11	多点监控	(216)
12.2.12	强制置位/复位	(216)
12.2.13	改变当前值	(217)
12.2.14	改变 TIM/CNT 的设定值	(217)
12.3	PRO01 编程器及应用	(217)
12.3.1	PRO01 编程器	(217)
12.3.2	PRO01 编程器的使用	(219)
	本章小结	(229)
	思考题和习题 12	(229)
第 13 章	PLC 系统的设计	(230)
13.1	顺序控制设计法	(230)
13.1.1	流程图的基本结构	(230)
13.1.2	流程图类型	(232)
13.1.3	流程图与梯形图的对应关系	(233)
13.1.4	根据流程图画梯形图	(234)
13.2	其他设计法	(236)
13.2.1	逻辑设计法	(236)
13.2.2	经验设计法	(238)
	本章小结	(242)
	思考题和习题 13	(242)
第 14 章	可编程序控制器编程应用基础举例	(244)
14.1	梯形图编程格式与规则	(244)
14.1.1	梯形图编程格式	(244)
14.1.2	梯形图编程规则	(244)
14.2	三相异步电动机单向直接启动、点动控制	(247)
14.2.1	继电器-接触器控制电路	(247)
14.2.2	可编程序控制器控制的 I/O 配线图	(248)
14.2.3	可编程序控制器控制的梯形图	(248)

14.2.4 I/O 配线图与梯形图的改进	(250)
14.3 三相异步电动机的正、反转控制	(252)
14.3.1 继电器-接触器控制电路	(252)
14.3.2 可编程序控制器控制的 I/O 配线图	(253)
14.3.3 防止电弧短路的控制电路	(254)
14.3.4 梯形图设计	(255)
14.4 三相异步电动机的星形-三角形降压启动控制	(259)
14.4.1 继电器-接触器控制电路	(259)
14.4.2 可编程序控制器控制的 I/O 配线图	(259)
14.4.3 可编程序控制器控制的梯形图	(260)
本章小结	(262)
思考题和习题 14	(262)
第 15 章 PLC 工业控制的应用实例	(264)
15.1 顺序启、停多台电动机控制	(264)
15.2 自动售货机控制	(265)
15.3 折板机控制	(265)
15.4 十字路口交通灯控制	(270)
15.5 三种液体自动混合控制	(275)
15.6 可编程序控制器在机械手控制中的应用	(278)
15.7 可编程序控制器在组合机床控制中的应用	(281)
第 16 章 PLC 系统故障诊断与排除	(288)
16.1 PLC 常见故障种类及诊断方法	(289)
16.1.1 PLC 故障现象的分类和诊断步骤	(289)
16.1.2 故障诊断要点	(289)
16.1.3 PLC 常见故障及诊断方法	(291)
16.1.4 锂电池维护	(293)
16.2 PLC 的硬件故障诊断与排除	(294)
16.2.1 系统硬件故障诊断与排除	(294)
16.2.2 CPU 单元的故障诊断与排除	(296)
16.2.3 I/O 单元的故障诊断与排除	(297)
16.2.4 PLC 的噪声故障	(298)
本章小结	(300)
思考题和习题 16	(300)
参考文献	(301)

第1章 低压电器及控制环节

【内容提要】

- 低压电器分类与基本结构
- 电气图形符号与文字符号
- 电气图的分类（电气原理图、电气安装图、电气互连图）
- 点动与长动控制（刀开关、熔断器、空气断路器、接触器、按钮、热继电器、中间继电器所组成的线路）
- 正、反转控制（接触器互锁、机械互锁、双重互锁）
- 顺序和多点控制
- 时间控制（时间继电器、通电延时控制线路、断电延时控制线路）
- 行程控制（行程开关、往复控制线路）

低压电器通常是指工作在交流电压小于1 200V、直流电压小于1 500V的电路中起通断、保护、控制或调节作用的电器。其基本控制环节是指由控制电器组成的简单控制线路。

1.1 低压电器与电气图的基本知识

1.1.1 低压电器的基本知识

1. 低压电器的分类

低压电器种类繁多，分类方法有很多种。

（1）按动作方式可分为：

手控电器——依靠外力（如人工）直接操作来进行切换的电器，如刀开关、按钮开关等。

自控电器——依靠指令或物理量（如电流、电压、时间、速度等）变化而自动动作的电器，如接触器、继电器等。

（2）按用途可分为：

低压控制电器——主要在低压配电系统及动力设备中起控制作用，如刀开关、低压断路器等。

低压保护电器——主要在低压配电系统及动力设备中起保护作用，如熔断器、热继电器等。

（3）按种类可分为：

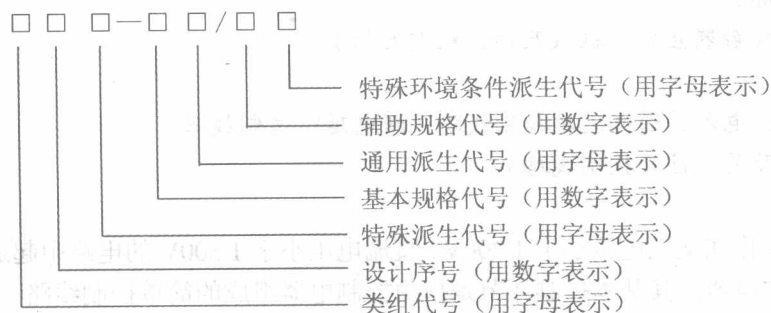
刀开关、刀形转换开关、熔断器、低压断路器、接触器、继电器、主令电器和自动开关等。

2. 低压电器的基本结构与特点

低压电器一般都有两个基本部分：一个是感测部分，它感测外界的信号，作出有规律的反应，在自控电器中，感测部分大多由电磁机构组成，在手控电器中，感测部分通常为操作手柄等；另一个是执行部分，如触点是根据指令进行电路的接通或切断的。

3. 低压电器的型号含义

我国低压电器型号是按产品种类编制的，产品型号采用汉语拼音字母和阿拉伯数字组合表示，其组合方式如下：



1.1.2 电气图形符号和文字符号

电气图是用电气图形绘制的图，是用来描述电气控制设备结构、工作原理和技术要求的图。它必须采用符合国家电气制图标准及国际电工委员会（IEC）颁布的有关文件要求，用统一标准的图形符号、文字符号及规定的画法绘制。

1. 电气图中的图形符号

图形符号通常是指用于图样或其他文件表示一个设备或概念的图形、标记或字符。图形符号由符号要素、一般符号及限定符号构成。

(1) 符号要素。符号要素是一种具有确定意义的简单图形，必须同其他图形组合才能构成一个设备或概念的完整符号。例如，三相绕线式异步电动机是由定子、转子引线等几个符号要素构成的，这些符号要求有确切的含义，但一般不能单独使用，其布置也不一定与符号所表示设备的实际结构相一致。

(2) 一般符号。用于表示同一类产品和此类产品特性的一种很简单的符号，它们是各类元器件的基本符号，例如，一般电阻器、电容器和具有一般单向导电性的二极管的符号。一般符号不但广义上代表各类元器件，也可以表示没有附加信息或功能的具体元件。

(3) 限定符号。限定符号是用以提供附加信息的一种加在其他符号上的符号。例如，在电阻器一般符号的基础上，加上不同的限定符号就可组成可变电阻器、光敏电阻器、热敏电阻器等具有不同功能的电阻器。也就是说使用限定符号以后，可以使图形符号具有多样性。

限定符号一般不能单独使用。一般符号有时也可以作为限定符号。例如，电容器的一般