

- 中国高等职业技术教育研究会推荐
- 高职高专电子、通信类专业“十一五”规划教材

电器控制与PLC技术

主编 罗文 周欢喜 易江义
主审 苏家健



 西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

● 本书可作为职业院校机电专业及相关专业的教材

● 可作为从事电气工作的工程技术人员、维修人员的“十一·五”培训教材

电器控制与PLC技术

主编 李 强 副主编 李洪波 李洪波

主审 李洪波



◆ 北京人民邮电出版社
Beijing People's Posts & Telecommunications Press

□ 中国高等职业技术教育研究会推荐

高职高专电子、通信类专业“十一五”规划教材

电器控制与 PLC 技术

主 编 罗 文 周欢喜 易江义

主 审 苏家健

西安电子科技大学出版社

2008

内 容 简 介

本书主要介绍了电器控制技术及其典型实用环节的设计、PLC 原理及其应用,系统地阐述了 PLC 分析与设计的方法。全书共 11 章。第 1、2 章为电器控制,主要介绍常用低压电器及电气控制系统的基本环节。第 3~10 章为 PLC 技术,主要介绍 PLC 的系统构成与工作原理,三菱 PLC 的指令系统,PLC 的程序设计与应用,手持式编程器与编程、仿真软件的使用方法,第 11 章为实训指导。本书的 PLC 技术部分以三菱 GX 编程、仿真软件的使用贯穿全书,避免了必须等到试验、实训时连接一台 PLC 才可调试程序的被动性,能使读者更好地掌握 PLC 技术。本书第 1~9 章都附有小结和适量的习题。

本书适于作为高职高专自动化、电气技术、应用电子、机电一体化及相近专业的教材,也可供电气工程人员参考。

★ 本书配有电子教案,需要者可到出版社网站免费下载。

图书在版编目(CIP)数据

电器控制与 PLC 技术 / 罗文, 周欢喜, 易江义主编. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2008.12

中国高等职业技术教育研究会推荐. 高职高专电子、通信类专业“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5606-2127-2

I. 电… II. ① 罗… ② 周… ③ 易… III. ① 电气控制—高等学校: 技术学校—教材

② 可编程控制器—高等学校: 技术学校—教材 IV. TM571

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 143215 号

策 划 薛 媛

责任编辑 马晓娟 薛 媛

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com E-mail: xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2008 年 12 月第 1 版 2008 年 12 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 23.5

字 数 549 千字

印 数 1~4000 册

定 价 33.00 元

ISBN 978-7-5606-2127-2/TM·0052

XDUP 2419001-1

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

高职高专电子、通信类专业“十一五”规划教材

编审专家委员会名单

主任：温希东（深圳职业技术学院副校长 教授）

副主任：马晓明（深圳职业技术学院通信工程系主任 教授）

余 华（武汉船舶职业技术学院电子电气工程系主任 副教授）

电子组组长：余 华(兼)（成员按姓氏笔画排列）

于宝明（南京信息职业技术学院电子信息工程系副主任 副研究员）

马建如（常州信息职业技术学院电子信息工程系副主任 副教授）

刘 科（苏州职业大学信息工程系 副教授）

刘守义（深圳职业技术学院 教授）

许秀林（南通职业大学电子系副主任 副教授）

高恭娴（南京信息职业技术学院电子信息工程系 副教授）

余红娟（金华职业技术学院电子系主任 副教授）

宋 焯（长沙航空职业技术学院 副教授）

李思政（淮安信息职业技术学院电子工程系主任 讲师）

苏家健（上海第二工业大学电子电气工程学院 教授）

张宗平（深圳信息职业技术学院电子通信技术系 高级工程师）

陈传军（金陵科技学院电子系主任 副教授）

姚建永（武汉职业技术学院电信学院院长 副教授）

徐丽萍（南京工业职业技术学院电气与自动化系 高级工程师）

涂用军（广东科学技术职业学院机电学院副院长 副教授）

郭再泉（无锡职业技术学院自动控制与电子工程系主任 副教授）

曹光跃（安徽电子信息职业技术学院电子工程系主任 副教授）

梁长垠（深圳职业技术学院电子工程系 副教授）

通信组组长：马晓明(兼)（成员按姓氏笔画排列）

王巧明（广东邮电职业技术学院通信工程系主任 副教授）

江 力（安徽电子信息职业技术学院信息工程系主任 副教授）

余 华（南京信息职业技术学院通信工程系 副教授）

吴 永（广东科学技术职业学院电子系 高级工程师）

张立中（常州信息职业技术学院 高级工程师）

李立高（长沙通信职业技术学院 副教授）

林植平（南京工业职业技术学院电气与自动化系 高级工程师）

杨 俊（武汉职业技术学院通信工程系主任 副教授）

俞兴明（苏州职业大学电子信息工程系 副教授）

项目策划 马乐惠

策 划 张 媛 薛 媛 张晓燕

序

进入 21 世纪以来,高等职业教育呈现出快速发展的形势。高等职业教育的发展,丰富了高等教育的体系结构,突出了高等职业教育的类型特色,顺应了人民群众接受高等教育的强烈需求,为现代化建设培养了大量高素质技能型专门人才,对高等教育大众化作出了重要贡献。目前,高等职业教育在我国社会主义现代化建设事业中发挥着越来越重要的作用。

教育部 2006 年下发了《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》,其中提出了深化教育教学改革,重视内涵建设,促进“工学结合”人才培养模式改革,推进整体办学水平提升,形成结构合理、功能完善、质量优良、特色鲜明的高等职业教育体系的任务要求。

根据新的发展要求,高等职业院校积极与行业企业合作开发课程,根据技术领域和职业岗位群任职要求,参照相关职业资格标准,改革课程体系和教学内容,建立突出职业能力培养的课程标准,规范课程教学的基本要求,提高课程教学质量,不断更新教学内容,而实施具有工学结合特色的教材建设是推进高等职业教育改革发展的重要任务。

为配合教育部实施质量工程,解决当前高职高专精品教材不足的问题,西安电子科技大学出版社与中国高等职业技术教育研究会在前三轮联合策划、组织编写“计算机、通信电子、机电及汽车类专业”系列高职高专教材共 160 余种的基础上,又联合策划、组织编写了新一轮“计算机、通信、电子类”专业系列高职高专教材共 120 余种。这些教材的选题是在全国范围内近 30 所高职高专院校中,对教学计划和课程设置进行充分调研的基础上策划产生的。教材的编写采取在教育部精品专业或示范性专业的高职高专院校中公开招标的形式,以吸收尽可能多的优秀作者参与投标和编写。在此基础上,召开系列教材专家编委会,评审教材编写大纲,并对中标大纲提出修改、完善意见,确定主编、主审人选。该系列教材以满足职业岗位需求为目标,以培养学生的应用技能为着力点,在教材的编写中结合任务驱动、项目导向的教学方式,力求在新颖性、实用性、可读性三个方面有所突破,体现高职高专教材的特点。已出版的第一轮教材共 36 种,2001 年全部出齐,从使用情况看,比较适合高等职业院校的需要,普遍受到各学校的欢迎,一再重印,其中《互联网实用技术与网页制作》在短短两年多的时间里先后重印 6 次,并获教育部 2002 年普通高校优秀教材奖。第二轮教材共 60 余种,在 2004 年已全部出齐,有的教材出版一年多的时间里就重印 4 次,反映了市场对优秀专业教材的需求。前两轮教材中有十几种入选国家“十一五”规划教材。第三轮教材 2007 年 8 月之前全部出齐。本轮教材预计 2008 年全部出齐,相信也会成为系列精品教材。

教材建设是高职高专院校教学基本建设的一项重要工作。多年来,高职高专院校十分重视教材建设,组织教师参加教材编写,为高职高专教材从无到有,从有到优、到特而辛勤工作。但高职高专教材的建设起步时间不长,还需要与行业企业合作,通过共同努力,出版一大批符合培养高素质技能型专门人才要求的特色教材。

我们殷切希望广大从事高职高专教育的教师,面向市场,服务需求,为形成具有中国特色和高职教育特点的高职高专教材体系作出积极的贡献。

中国高等职业技术教育研究会会长

2007 年 6 月



前 言

本书根据高等职业教育“淡化理论，够用为度，培养技能，重在应用”的原则，以就业岗位对专业知识的需要来确定教材的知识深度及范围，并充分考虑到电器、PLC 控制技术的实际应用和发展情况，按照高职高专的教育特色，突出应用型知识的学习和能力的培养，力求使基础理论与工程实际紧密联系。在编写过程中，以实际应用和便于教学为目标，弥补了已有教材中未编写利用三菱仿真软件对程序进行仿真调试的内容这一缺陷，可大大提高学生的学习兴趣和信心。本书内容与当前流行的先进技术产品相结合，力求突出针对性、实用性和先进性；叙述方法由简到繁、深入浅出、主次分明、详略得当，尽可能体现高职高专教材的特色。

本书主要介绍了电器控制技术及其典型实用环节的设计、PLC 原理及应用，系统地阐述了 PLC 分析与设计的方法。全书共分 11 章。第 1、2 章为电器控制，主要介绍常用低压电器、电气控制系统的基本环节。第 3~10 章为 PLC 技术，主要包括 PLC 的系统构成与工作原理，三菱 PLC 的指令系统，PLC 的程序设计与应用，手持式编程器与编程、仿真软件的使用方法。第 11 章为实训教程。本书 PLC 技术部分以三菱 GX 编程、仿真软件的使用贯穿全书，避免了必须等到试验、实训时连接一台 PLC 时才可调试程序的被动性，也可使读者更好地掌握 PLC 技术。本书适于作为高职高专自动化、电气技术、应用电子、机电一体化及相近专业的教材，也可供电气工程人员参考。

本书由长沙航空职业技术学院罗文、周欢喜、易江义等编著，上海第二工业大学苏家健主审。其中，罗文编写了第 9、10 章和第 11 章的部分内容以及附录 B；周欢喜编写了第 2、4、8 章的内容；易江义编写了第 5、6 章及附录 A、C、D 的内容；李广兵编写了第 11 章的部分内容及附录 E；彭小平、陶岚、阳宇辉共同编写了第 1、3、7 章的内容。全书由罗文统稿。

本书在编写过程中得到了长沙航空职业技术学院电子系各位老师的极大帮助，得到了浙江天煌科技有限公司等众多企业、兄弟院校、研究所同仁的大力支持，他们对本教材的框架体系及内容安排提出了许多宝贵意见，并提供了大量的实际资料和帮助，在此表示衷心的感谢。

由于编者学识水平和时间有限，书中难免会存在疏漏和不足，敬请广大读者批评指正。作者联系方式：

E-mail: lw2005313@163.com

编 者

2008 年 6 月

目 录

第 1 章 常用低压电器	1
1.1 低压电器的电磁机构和执行机构	1
1.2 刀开关与自动开关	5
1.2.1 刀开关	5
1.2.2 组合开关	7
1.2.3 低压断路器	8
1.3 熔断器	11
1.3.1 熔断器的结构与工作原理	11
1.3.2 常用熔断器	11
1.3.3 熔断器的选择	13
1.4 主令电器	14
1.4.1 控制按钮	14
1.4.2 行程开关	16
1.4.3 接近开关与红外线光电开关	18
1.4.4 主令控制器	19
1.5 接触器	20
1.5.1 交流接触器	20
1.5.2 直流接触器	23
1.5.3 接触器的选择	23
1.6 继电器	24
1.6.1 电流、电压和中间继电器	25
1.6.2 时间继电器	27
1.6.3 热继电器	30
1.6.4 速度继电器	31
1.6.5 干簧继电器	32
1.6.6 可编程通用逻辑控制继电器	33
1.7 小结	33
习题	34
第 2 章 电气控制系统的基本环节	35
2.1 电气控制线路的绘制	35
2.1.1 常用电气图形符号和文字符号	35
2.1.2 电气原理图	35

2.1.3	电器元件布置图	36
2.1.4	电器安装接线图	37
2.1.5	阅读和分析电气控制线路图的方法	38
2.2	三相异步电动机启动控制线路	39
2.2.1	鼠笼式异步电动机直接启动控制	39
2.2.2	鼠笼式异步电动机降压启动控制	40
2.2.3	绕线式异步电动机的启动控制	43
2.3	三相异步电动机正反转控制线路	45
2.3.1	按钮控制的电动机正反转控制线路	45
2.3.2	行程开关控制的电动机正反转控制线路	47
2.4	三相鼠笼式异步电动机制动控制线路	48
2.4.1	电磁机械制动控制线路	48
2.4.2	能耗制动控制线路	50
2.4.3	反接制动控制线路	51
2.5	其他典型控制环节	52
2.5.1	点动与长动控制	52
2.5.2	多地点与多条件控制	53
2.5.3	顺序控制	53
2.5.4	调速控制电路	55
2.6	电气控制保护环节	57
2.7	典型电气控制系统	58
2.8	小结	61
	习题	62

第3章	可编程控制器概述	63
3.1	可编程控制器的产生	63
3.2	可编程控制器的特点	64
3.3	可编程控制器的功能和应用	65
3.3.1	开关量的开环控制	65
3.3.2	模拟量的闭环控制	65
3.3.3	数字量的智能控制	66
3.3.4	数据采集与监控	66
3.3.5	联网、通信及集散控制	66
3.4	可编程控制器与其他工业控制系统的比较	66
3.4.1	可编程控制器与继电器控制的区别	66
3.4.2	可编程控制器与个人计算机控制的区别	69
3.4.3	可编程控制器与单板计算机控制的区别	69
3.4.4	可编程控制器与集散控制系统的区别	70
3.5	可编程控制器的发展趋势	70

3.6 小结.....	71
习题.....	71
第 4 章 可编程控制器的系统构成与工作原理.....	72
4.1 可编程控制器的系统构成.....	72
4.1.1 可编程控制器的硬件系统.....	72
4.1.2 可编程控制器的软件系统.....	77
4.2 可编程控制器的工作原理.....	77
4.2.1 可编程控制器的工作过程.....	77
4.2.2 可编程控制器对输入/输出的处理原则.....	78
4.2.3 输入/输出滞后分析.....	80
4.3 可编程控制器的分类.....	80
4.3.1 按硬件的结构类型分类.....	80
4.3.2 按应用规模及功能分类.....	81
4.3.3 按生产厂家分类.....	82
4.4 可编程控制器的系统配置.....	82
4.4.1 FX 系列型号名称的含义.....	82
4.4.2 FX 系列可编程控制器的基本构成.....	83
4.4.3 可编程控制器的技术性能指标.....	92
4.5 小结.....	93
习题.....	93
第 5 章 可编程控制器的基本指令.....	94
5.1 FX 系列可编程控制器的编程元件.....	94
5.1.1 可编程控制器的编程元件概述.....	94
5.1.2 FX2N 系列编程元件分述.....	95
5.2 FX 系列可编程控制器的编程语言.....	104
5.2.1 梯形图编程语言.....	104
5.2.2 顺序功能图编程语言.....	105
5.2.3 指令语句表编程语言.....	105
5.2.4 逻辑图编程语言.....	106
5.2.5 高级语言.....	106
5.3 FX 系列可编程控制器的基本指令.....	106
5.3.1 逻辑取及线圈驱动(输出)指令(LD/LDI/OUT).....	106
5.3.2 触点串联指令(AND/ANI).....	107
5.3.3 触点并联指令(OR/ORI).....	107
5.3.4 取脉冲指令(LDP/LDF).....	108
5.3.5 与脉冲指令(ANP/ANDF).....	108
5.3.6 或脉冲指令(ORP/ORF).....	109

5.3.7	串联电路块的并联连接指令(ORB).....	109
5.3.8	并联电路块的串联连接指令(ANB).....	110
5.3.9	多重输出(堆栈)指令(MPS/MRD/MPP).....	110
5.3.10	主控及主控复位指令(MC/MCR).....	111
5.3.11	取反指令(INV).....	112
5.3.12	置位与复位指令(SET/RST).....	112
5.3.13	脉冲(微分)输出指令(PLS/PLF).....	113
5.3.14	空操作指令(NOP).....	114
5.3.15	程序结束指令(END).....	114
5.4	FX 系列可编程控制器编程的基本原则.....	114
5.4.1	梯形图设计规则.....	115
5.4.2	输入信号的最高频率问题.....	116
5.5	小结.....	116
	习题.....	117
第 6 章	可编程控制器程序设计入门	119
6.1	典型基本梯形图经验设计方法.....	119
6.1.1	典型基本环节梯形图程序.....	119
6.1.2	梯形图经验设计方法总结.....	126
6.2	继电器控制电路移植法设计梯形图.....	128
6.2.1	概述.....	128
6.2.2	设计方法和步骤.....	129
6.2.3	设计注意事项.....	132
6.3	顺序控制设计法与状态转移图.....	132
6.3.1	顺序控制设计法.....	132
6.3.2	顺序控制设计法中状态转移图的绘制.....	133
6.4	状态转移图的编程方法.....	138
6.4.1	使用启保停电路的编程方法.....	138
6.4.2	以转换为中心的编程方法.....	139
6.5	步进梯形指令的编程方法.....	141
6.6	仿 STL 指令的编程方法.....	143
6.7	顺序设计法中几个应注意的编程问题.....	144
6.8	基本梯形图与状态转移图设计方法比较.....	152
6.9	小结.....	152
	习题.....	152
第 7 章	可编程控制器的功能指令	155
7.1	FX 系列可编程控制器功能指令概述.....	155
7.1.1	功能指令的表达方式.....	155

7.1.2	数据长度	156
7.1.3	功能指令的执行方式	156
7.1.4	变址寄存器 V、Z	157
7.2	可编程控制器的功能指令简介	157
7.2.1	程序流程控制功能指令	157
7.2.2	传送与比较指令	162
7.2.3	算术运算和逻辑运算指令	167
7.2.4	循环移位与移位指令	172
7.2.5	数据处理指令	176
7.2.6	高速处理指令	180
7.2.7	方便指令	183
7.2.8	外部 I/O 设备指令	186
7.2.9	FX 系列外部设备指令	189
7.2.10	浮点数运算指令	192
7.2.11	时钟运算指令	193
7.2.12	外围设备指令	194
7.2.13	触点比较指令	194
7.3	小结	196
	习题	197

第 8 章	可编程控制器控制系统设计	198
8.1	PLC 控制系统设计的一般原则	198
8.2	PLC 控制系统设计的一般步骤	198
8.2.1	分析控制对象的工艺要求	199
8.2.2	确定输入/输出设备	199
8.2.3	选择 PLC	200
8.2.4	分配 I/O 点	200
8.2.5	电气控制线路的设计	200
8.2.6	程序设计	200
8.2.7	控制系统模拟调试	200
8.2.8	现场调试	201
8.2.9	整理技术文件	201
8.3	可编程控制器的选型与硬件配置	201
8.3.1	PLC 的机型选择	201
8.3.2	PLC 的容量选择	202
8.3.3	I/O 模块的选择	202
8.3.4	电源模块与外围设备的选择	205
8.4	节省 I/O 点数的方法	205
8.4.1	减少输入点数的措施	206

8.4.2 减少输出点数的措施.....	208
8.5 可编程控制器应用中需注意的若干问题.....	209
8.5.1 工作环境.....	209
8.5.2 安装布线.....	210
8.5.3 对某些输入信号的处理.....	211
8.5.4 PLC的安全保护.....	211
8.5.5 冗余系统与热备用系统.....	212
8.5.6 PLC的通信网络.....	213
8.5.7 PLC的日常维护.....	213
8.5.8 PLC的故障诊断.....	214
8.6 小结.....	215
习题.....	216
第9章 可编程控制器的应用	217
9.1 可编程控制器在开关量逻辑控制系统中的应用.....	217
9.1.1 机床滑台自动往复运动的实现.....	217
9.1.2 多人智力竞赛抢答器控制系统的实现.....	218
9.1.3 多台电动机顺序启动、逆序停止控制.....	220
9.1.4 PLC在机床中的应用.....	221
9.1.5 机械手的步进控制.....	224
9.1.6 交流双速电梯的控制.....	231
9.2 可编程控制器用于模拟量的控制.....	233
9.2.1 模拟量输入模块.....	234
9.2.2 模拟量输出模块.....	237
9.2.3 模拟输入/输出模块 FX0N-3A.....	239
9.2.4 模拟量模块的使用.....	239
9.2.5 PLC的PID功能介绍.....	241
9.3 可编程控制器的通信与编程.....	244
9.3.1 N:N网络通信.....	245
9.3.2 并行链接通信.....	249
9.3.3 计算机链接(用专用协议进行数据传输).....	250
9.3.4 无协议通信(用RS指令进行数据传输).....	251
9.3.5 可选编程端口通信.....	252
9.4 小结.....	252
习题.....	252
第10章 PLC编程器与编程、仿真软件的使用方法	254
10.1 PLC编程器及其使用.....	254
10.2 GX Developer Ver.7/ Simulator Ver.6编程仿真软件使用方法.....	264

10.2.1	概述.....	264
10.2.2	程序的编制.....	265
10.2.3	程序的检查.....	268
10.2.4	程序的注释.....	269
10.2.5	程序的仿真调试.....	269
10.2.6	程序的传送.....	273
10.2.7	其他菜单及目录的使用.....	275
10.3	小结.....	283
第 11 章	实训指导	284
11.1	手持编程器及基本指令实训.....	284
11.2	编程、仿真软件实训.....	285
11.3	PLC 的接线实训.....	286
11.4	三相异步电动机的启动与正反转控制.....	288
11.5	交通信号灯的自动控制.....	291
11.6	混合溶液生产过程的控制.....	295
11.7	大、小球分类传送装置的控制.....	297
11.8	机械手的顺序控制.....	300
11.9	四层电梯自动控制.....	305
11.10	8 站小车的呼叫控制.....	315
11.11	基于 PLC 模拟量方式的变频器闭环调速.....	318
附录 A	FX 系列 PLC 功能指令汇总表.....	322
附录 B	三菱公司 A 系列可编程控制器性能简介.....	327
附录 C	OMRON 公司可编程控制器性能简介.....	329
附录 D	西门子公司可编程控制器性能简介.....	336
附录 E	Siemens STEP 7-Micro/WIN 32 编程软件的使用说明.....	346
	参考文献.....	361

第1章 常用低压电器

1.1 低压电器的电磁机构和执行机构

1. 低压电器的分类

低压电器是指工作在交流电压 1200 V 或直流电压 1500 V 以下的各种电器。机械生产上大多用的是低压电器。

低压电器种类繁多,按其结构、用途及所控制对象的不同,可以有不同的分类方式。

(1) 按用途和控制对象不同,可将低压电器分为配电电器和控制电器。

用于电能的输送和分配的电器称为低压配电电器,这类电器包括刀开关、转换开关、空气断路器和熔断器等。

用于各种控制电路和控制系统的电器称为控制电器,这类电器包括接触器、启动器和各种控制继电器等。

(2) 按操作方式不同,可将低压电器分为自动电器和手动电器。

通过电器本身参数变化或外来信号(如电、磁、光、热等)自动完成接通、分断、启动、反向和停止等动作的电器称为自动电器。常用的自动电器有接触器、继电器等。

通过人力直接操作来完成接通、分断、启动、反向和停止等动作的电器称为手动电器。常用的手动电器有刀开关、转换开关和主令电器等。

(3) 按工作原理不同,可将低压电器分为电磁式电器和非电量控制电器。

电磁式电器是依据电磁感应原理来工作的电器,如接触器、各类电磁式继电器等。非电量控制电器是靠外力或某种非电量的变化而动作的电器,如行程开关、速度继电器等。

2. 低压电器的作用

(1) 控制作用:如电梯的上下移动、快慢速自动切换与自动停层等。

(2) 保护作用:根据设备的特点,对设备、环境,以及人身实行自动保护,如电机的过热保护,电网的短路保护、漏电保护等。

(3) 测量作用:利用仪表及与之相适应的电器,对设备、电网或其他非电参数进行测量,如电流、电压、功率、转速、温度、湿度等。

(4) 调节作用:低压电器可对一些电量和非电量进行调整,以满足用户的要求,如柴油机油门的调整、房间温/湿度的调节、照明度的自动调节等。

(5) 指示作用:利用低压电器的控制、保护等功能,检测出设备运行状况与电气电路工作情况,如绝缘监测、保护掉牌指示等。

(6) 转换作用:在用电设备之间转换或对低压电器、控制电路分时投入运行,以实现功

能切换，如励磁装置手动与自动的转换，供电的市电与自备电的切换等。

当然，低压电器的作用远不止这些，随着科学技术的发展，新功能、新设备会不断出现。常用低压电器的主要种类和用途如表 1-1 所示。

表 1-1 常用低压电器的主要种类及用途

序号	类别	主要品种	用途
1	断路器	塑料外壳式断路器	主要用于电路的过负荷保护及短路、欠电压、漏电压保护，也可用于不频繁接通和断开的电路
		框架式断路器	
		限流式断路器	
		漏电保护式断路器	
		直流快速断路器	
2	刀开关	开关板用刀开关	主要用于电路的隔离，有时也能分断负荷
		负荷开关	
		熔断器式刀开关	
3	转换开关	组合开关	主要用于电源切换，也可用于负荷通断或电路的切换
		换向开关	
4	主令电器	按钮	主要用于发布命令或程序控制
		限位开关	
		微动开关	
		接近开关	
		万能转换开关	
5	接触器	交流接触器	主要用于远距离频繁控制负荷，切断带负荷电路
		直流接触器	
6	启动器	磁力启动器	主要用于电动机的启动
		星三角启动器	
		自耦减压启动器	
7	控制器	凸轮控制器	主要用于控制回路的切换
		平面控制器	
8	继电器	电流继电器	主要用于控制电路中，将被控量转换成控制电路所需电量或开关信号
		电压继电器	
		时间继电器	
		中间继电器	
		温度继电器	
		热继电器	
9	熔断器	有填料熔断器	主要用于电路短路保护，也用于电路的过载保护
		无填料熔断器	
		半封闭插入式熔断器	
		快速熔断器	
		自复熔断器	
10	电磁铁	制动电磁铁	主要用于起重、牵引、制动等处
		起重电磁铁	
		牵引电磁铁	

3. 低压电器的基本结构

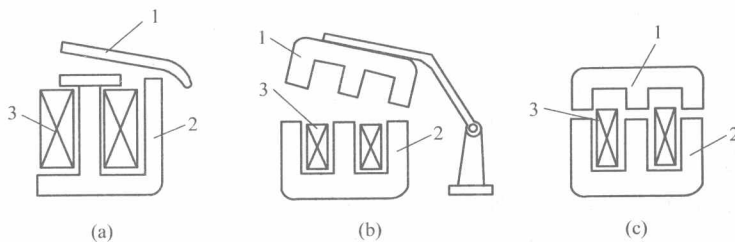
电磁式低压电器大都有两个主要组成部分,即感测部分(电磁机构)和执行部分(触头系统)。

1) 电磁机构

电磁机构的主要作用是将电磁能量转换成机械能量,带动触头动作,从而完成接通或分断电路的功能。

电磁机构由吸引线圈、铁芯和衔铁三个基本部分组成。

常用的电磁机构如图 1-1 所示,可分为三种形式。



1—衔铁; 2—铁芯; 3—吸引线圈

图 1-1 常用的电磁机构

(a) U形拍合式; (b) E形拍合式; (c) E形直动式

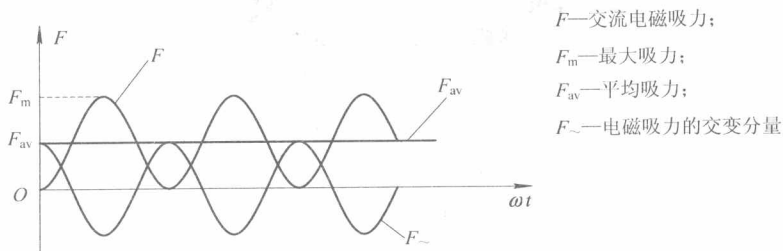
2) 直流电磁铁和交流电磁铁

按吸引线圈所通电流性质的不同,电磁铁可分为直流电磁铁和交流电磁铁。

直流电磁铁由于通入的是直流电,其铁芯不发热,只有线圈发热,因此线圈与铁芯接触以利散热,线圈做成无骨架、高而薄的瘦高形,以改善线圈自身的散热性能。铁芯和衔铁由软钢和工程纯铁制成。

交流电磁铁由于通入的是交流电,铁芯中存在磁滞损耗和涡流损耗,线圈和铁芯都发热,因此交流电磁铁的吸引线圈有骨架,使铁芯与线圈隔离并将线圈制成短而厚的矮胖形,以利于铁芯和线圈的散热。铁芯用硅钢片叠加而成,以减小涡流。

当线圈中通以直流电时,气隙磁感应强度不变,直流电磁铁的电磁吸力为恒值。当线圈中通以交流电时,磁感应强度为交变量,交流电磁铁的电磁吸力 F 在 0 (最小值)~ F_m (最大值)之间变化,其吸力曲线如图 1-2 所示。在一个周期内,当电磁吸力的瞬时值大于反力时,衔铁吸合;当电磁吸力的瞬时值小于反力时,衔铁释放。所以电源电压每变化一个周期,电磁铁吸合两次,释放两次,使电磁机构产生剧烈的振动和噪声,因而不能正常工作。



F —交流电磁吸力;
 F_m —最大吸力;
 F_{av} —平均吸力;
 F —电磁吸力的交变分量

图 1-2 交流电磁铁吸力变化情况