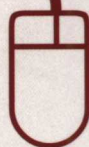


可下载教学资料

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



高等学校教材
电子信息

控制电器及应用

李中年 主编

清华大学出版社



高等学校教材
电子信息

控制电器及应用

李中年 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书重点介绍了实际工程中应用十分广泛的低压控制电器工作原理及其运用方法。内容包括常用有触点控制电器和无触点控制电器,典型控制环节的分析与设计,典型保护环节的分析与设计,典型控制系统的分析、综合、组成与实现,智能控制电器的功能、特点、应用与进展。

本书体系新颖、内涵丰富;数据确切、图表规范;层次分明、条理清楚;语句流畅、通俗易懂。

本书既可作为高等学校电气类、电子类、自动化类以及机电类专业教材,亦可作为相关工程技术人员参考文献。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

控制电器及应用/李中年主编. —北京:清华大学出版社,2006.5

(高等学校教材·电子信息)

ISBN 7-302-12541-4

I. 控… II. 李… III. 控制电器—高等学校—教材 IV. TM571

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 009652 号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 客户服务: 010-62776969

责任编辑: 魏江江

印 刷 者: 北京季蜂印刷有限公司

装 订 者: 三河市化甲屯小学装订二厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 20.25 字数: 498 千字

版 次: 2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-12541-4/TN·320

印 数: 1~3000

定 价: 26.00 元

读者意见反馈

亲爱的读者：

感谢您一直以来对清华版计算机教材的支持和爱护。为了今后给您提供更优秀的教材，请您抽出宝贵的时间来填写下面的意见反馈表，以便于我们更好地对本教材做进一步改进。同时如果您在使用本教材的过程中遇到了什么问题，或者有什么好的建议，也请来信告诉我们。

地址：北京市海淀区双清路学研大厦 A 座 517 (100084) 市场部收

电话：62770175-4604

电子邮件：weijj@tup.tsinghua.edu.cn

教材名称：控制电器及应用

ISBN：7-302-12541-4/TN·320

个人资料

姓名：_____ 年龄：_____ 所在院校/专业：_____

文化程度：_____ 通信地址：_____

联系电话：_____ 电子信箱：_____

您使用本书是作为：☐指定教材 ☐选用教材 ☐辅导教材 ☐自学教材

您对本书封面设计的满意度：

☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意 改进建议_____

您对本书印刷质量的满意度：

☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意 改进建议_____

您对本书的总体满意度：

从语言质量角度看 ☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意

从科技含量角度看 ☐很满意 ☐满意 ☐一般 ☐不满意

本书最令您满意的是：

☐指导明确 ☐内容充实 ☐讲解详尽 ☐实例丰富

您认为本书在哪些地方应进行修改？(可附页)

近期有何教材出版计划？(可附页)

电子教案支持

敬爱的教师：

为了配合本课程的教学需要，本教材配有配套的电子教案，有需求的教师可以与我们的联系，我们将向使用本教材进行教学的教师免费赠送电子教案，希望有助于教学活动的开展。相关信息请拨打电话 62770175-4604 或发送电子邮件至 weijj@tup.tsinghua.edu.cn 咨询，也可以到清华大学出版社主页(<http://www.tup.com.cn>)上查询。

高等学校教材·电子信息

- | | |
|-----|-----------------------|
| 王志功 | (东南大学 教授) |
| 王成山 | (天津大学电气与自动化工程学院 教授) |
| 王煦法 | (中国科学技术大学信息科学技术学院 教授) |
| 王新龙 | (南京大学 教授) |
| 王成华 | (南京航空航天大学 教授) |
| 方 勇 | (上海大学 教授) |
| 方建安 | (东华大学信息科学与技术学院 教授) |
| 邓元庆 | (解放军理工大学理学院基础部 教授) |
| 刘景夏 | (解放军理工大学理学院基础部 副教授) |
| 冯久超 | (华南理工大学 教授) |
| 冯全源 | (西南交通大学 教授) |
| 刘惟一 | (云南大学信息学院 教授) |
| 刘复华 | (武汉理工大学 教授) |
| 朱 杰 | (上海交通大学 教授) |
| 朱守正 | (东北师范大学 教授) |
| 张秉权 | (沈阳工业学院 教授) |
| 张丽英 | (长春大学电子信息工程学院 教授) |
| 张德民 | (重庆邮电学院通信与信息工程学院 教授) |
| 迟 岩 | (集美大学信息工程学院 教授) |
| 严国萍 | (华中科技大学 教授) |
| 何明一 | (西北工业大学 教授) |
| 何怡刚 | (湖南大学电气与信息工程学院 教授) |
| 何 晨 | (上海交通大学 教授) |
| 余成波 | (重庆工学院 教授) |
| 林 君 | (吉林大学 教授) |
| 金炜东 | (西南交通大学 教授) |
| 郑永果 | (山东科技大学信息学院 教授) |
| 刘志军 | (山东大学 教授) |
| 赵鹤鸣 | (苏州大学电子信息学院 教授) |
| 徐佩霞 | (中国科学技术大学 教授) |

郭从良 (中国科学技术大学电子科学与技术系 教授)
郭维廉 (天津大学电子信息工程学院 教授)
曾凡鑫 (重庆通信学院 教授)
曾喆昭 (长沙理工大学电气与信息工程学院 教授)
曾孝平 (重庆大学通信工程学院 教授)
彭启琮 (电子科技大学 教授)
谢显中 (重庆邮电学院 教授)
樊昌信 (西安电子科技大学通信工程学院 教授)

改革开放以来,特别是党的十五大以来,我国教育事业取得了举世瞩目的辉煌成就,高等教育实现了历史性的跨越,已由精英教育阶段进入国际公认的大众化教育阶段。在质量不断提高的基础上,高等教育规模取得如此快速的发展,创造了世界教育发展史上的奇迹。当前,教育工作既面临着千载难逢的良好机遇,同时也面临着前所未有的严峻挑战。社会不断增长的高等教育需求同教育供给特别是优质教育供给不足的矛盾,是现阶段教育发展面临的基本矛盾。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2001年8月,教育部下发了《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》,提出了十二条加强本科教学工作提高教学质量的措施和意见。2003年6月和2004年2月,教育部分别下发了《关于启动高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作的通知》和《教育部实施精品课程建设提高高校教学质量和人才培养质量》文件,指出“高等学校教学质量和教学改革工程”是教育部正在制定的《2003—2007年教育振兴行动计划》的重要组成部分,精品课程建设是“质量工程”的重要内容之一。教育部计划用五年时间(2003—2007年)建设1500门国家级精品课程,利用现代化的教育信息技术手段将精品课程的相关内容上网并免费开放,以实现优质教学资源共享,提高高等学校教学质量和人才培养质量。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上;精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展、顺应并符合新世纪教学发展的规律、代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻

性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。首批推出的特色精品教材包括:

(1) 高等学校教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 高等学校教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 高等学校教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 高等学校教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 高等学校教材·信息管理与信息系统。

清华大学出版社经过近 20 年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材经过 20 多年的精雕细刻,形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会
E-mail: dingl@tup.tsinghua.edu.cn

编 委 会

主 编 李中年

参 编 (以姓氏笔划为序)

丁 娟	刘合波	刘佳峰	江 锐
汪 奕	何祥宇	赵叶红	张 朋
胡润生	谢杨华	葛潇敏	熊 晶

现代控制电器科学,乃当今引人入胜、令人陶醉的热门前沿科学之一,亦是当今高等学校培养和造就高等技术人才的主干课程。

该书作者本着“寓培养能力于传授知识之中”的思想组织题材,遵循“强化创新智能、注重动手技能”的宗旨建构体系,依据“广而新,少而精”的原则确定深度和广度;并以“与时俱进、推陈出新”的理念生成内涵。从而使该书既具有“下里巴人”的基调,又蕴涵“阳春白雪”的音韵,十分便于因材施教,雅俗共赏。全书起点适当、重点突出、难点分散,非常便利教学与自学;各章之间的组合犹如“积木式”结构,既可一脉相承,融为一体,也可分章独立,组成联体,特别适合不同学时和不同层次各类读者学习。

该书是作者多年在该学科第一线进行教学与科研的实践结晶,为推进高等学校教学改革与精品教材建设所作。

该书分为7章,第1章由李中年编写;第2章由刘佳峰和胡润生编写;第3章由刘合波和谢杨华编写;第4章由何祥宇和汪奕编写;第5章由熊晶和葛潇敏编写;第6章由赵叶红和丁娟编写;第7章由张朋和江锐编写,陈昌巨教授对全书进行了认真的审阅,并提出了许多宝贵的意见。另外,在编写该书的过程中,参考了许多相关文献,在此一同表示衷心的感谢!

限于作者的学识水平,加之成书仓促,书中如有错误和不妥之处,诚希使用该书的教师和读者不吝指正。

作 者

2006年5月

目录

高等学校教材·电子信息

第1章 常用有触点控制电器	1
1.1 概论	1
1.1.1 控制电器的功用	1
1.1.2 控制电器的分类	1
1.1.3 控制电器的符号	1
1.2 手动开关	9
1.2.1 闸刀开关	9
1.2.2 转换开关	10
1.2.3 按钮开关	11
1.2.4 凸轮控制器	13
1.2.5 主令控制器	14
1.3 机械式行程开关	15
1.3.1 直线型行程开关	15
1.3.2 旋转型行程开关	16
1.3.3 微动型行程开关	17
1.4 电磁式控制电器	17
1.4.1 接触器	17
1.4.2 中间继电器	22
1.4.3 时间继电器	23
1.4.4 速度继电器	26
1.5 其他继电器	27
1.5.1 温度继电器	27
1.5.2 压力继电器	29
1.5.3 液位继电器	30
1.6 驱动电器	30
1.6.1 电磁阀门器	30
1.6.2 电磁离合器和电磁制动器	34

小结	37
习题	38
第2章 常用有触点保护电器	39
2.1 概论	39
2.1.1 保护电器的功用	39
2.1.2 保护电器的分类	43
2.2 短路保护电器	44
2.2.1 普通熔断器	45
2.2.2 快速熔断器	50
2.3 过载保护电器	54
2.3.1 双金属片热继电器	55
2.3.2 PTC 热敏电阻式热继电器	63
2.4 限压保护电器	65
2.4.1 过电压保护电器	65
2.4.2 欠电压保护电器	69
2.5 限流保护电器	70
2.5.1 过电流保护电器	71
2.5.2 欠电流保护电器	75
2.5.3 软启动器	76
2.6 断路器与漏电保护电器	82
2.6.1 低压断路器	82
2.6.2 漏电保护电器	89
小结	93
习题	94
第3章 常用半导体式控制电器	95
3.1 概论	95
3.1.1 半导体式控制电器的特点	95
3.1.2 半导体式控制电器的发展	96
3.1.3 半导体式控制电器的类型	96
3.2 半导体式时间继电器	99
3.2.1 通电延时型半导体式时间继电器	100
3.2.2 断电延时型半导体式时间继电器	102
3.2.3 带瞬动触点的通电延时型时间继电器	104
3.3 半导体式行程开关	104
3.3.1 停振型行程开关	107
3.3.2 差动变压器型行程开关	108
3.4 半导体式保护电器	109

3.4.1	半导体式过流保护器	109
3.4.2	半导体式过电压保护器	117
3.4.3	半导体式欠电压保护器	121
3.4.4	半导体式超温保护器	124
3.4.5	半导体式漏电保护器	125
3.4.6	半导体式断相保护器	128
3.4.7	半导体式低压断路器	132
小结		134
习题		135
第4章	电器控制典型环节的分析	137
4.1	概论	137
4.1.1	电器控制电路绘图准则	137
4.1.2	电器控制电路读图方法	138
4.2	电器控制系统的基本环节	141
4.2.1	电器控制系统的通电控制环节	141
4.2.2	电器控制系统的断电控制环节	142
4.2.3	电器控制系统的基本保护环节	143
4.3	控制电动机的常用环节	146
4.3.1	电动机点动运行控制环节	146
4.3.2	电动机长期单向运行直接启停控制环节	147
4.3.3	电动机正反转运行控制环节	149
4.3.4	电动机限流启动控制环节	151
4.3.5	电动机制动控制环节	154
4.3.6	电动机调速控制环节	160
4.3.7	电动机分处控制与集中控制环节	168
4.3.8	多台电动机的制约控制环节	170
4.3.9	电动机驱动工作台的行程控制环节	171
4.4	常用机械驱动装置的电器控制环节	172
4.4.1	机械滑台电器控制环节	173
4.4.2	机械动力头电器控制环节	174
4.4.3	机械手电器控制环节	176
4.5	常用液压驱动装置的电器控制环节	178
4.5.1	一次“进-工-退”电器控制环节	179
4.5.2	多次“进-工-退”电器控制环节	181
4.5.3	终端停留无进给电器控制环节	183
4.5.4	跳跃循环电器控制环节	184
小结		187
习题		187

第 5 章 电器控制系统应用实例分析	189
5.1 概论	189
5.1.1 电器控制电路原理图	189
5.1.2 电器控制电路布置图	193
5.1.3 电器控制电路接线图	194
5.1.4 电器控制电路一般分析方法	194
5.2 典型车床电器控制电路	194
5.2.1 车床运动对电器控制电路的要求	194
5.2.2 车床电器控制电路分析	195
5.3 典型钻床电器控制电路	196
5.3.1 钻床运动对电器控制电路的要求	197
5.3.2 钻床电器控制电路分析	197
5.4 典型磨床电器控制电路	199
5.4.1 磨床运动对电器控制电路的要求	199
5.4.2 磨床电器控制电路分析	199
5.5 典型铣床电器控制电路	204
5.5.1 铣床运动对电器控制电路的要求	204
5.5.2 铣床电器控制电路分析	205
5.6 典型起重机电器控制电路	211
5.6.1 起重机运动对电器控制电路的要求	212
5.6.2 起重机电器控制电路分析	212
小结	217
习题	218
第 6 章 电器控制电路设计	219
6.1 概论	219
6.1.1 电器控制电路设计的基本方略	219
6.1.2 电器控制电路设计的一般步骤	226
6.2 电器控制电路的经验设计法	228
6.2.1 设计方法	229
6.2.2 设计举例	230
6.3 电器控制电路的逻辑设计法	234
6.3.1 设计方法	234
6.3.2 设计举例	237
6.4 电器控制电路元器件参数计算及选择方法	244
6.4.1 元器件的参数计算	244
6.4.2 元器件的选择方法	247
6.5 电器控制电路的元器件布置与接线设计	252

6.5.1 元器件的组合与布置设计	252
6.5.2 元器件的接线设计及图表汇编	253
小结	255
习题	255
第7章 智能控制电器	257
7.1 概论	257
7.1.1 智能控制电器的发展	257
7.1.2 智能控制电器的特点	257
7.1.3 智能控制电器的分类	258
7.2 智能接触器	258
7.2.1 智能接触器的基本功能	258
7.2.2 智能接触器的组成原理	259
7.2.3 智能接触器的典型产品	260
7.2.4 智能接触器的应用	260
7.3 智能继电器	260
7.3.1 智能继电器的基本功能	261
7.3.2 智能继电器的组成原理	263
7.3.3 智能继电器的典型产品	266
7.3.4 智能继电器的应用	266
7.4 智能断路器	267
7.4.1 智能断路器的基本功能	268
7.4.2 智能断路器的组成原理	268
7.4.3 智能断路器的典型产品	268
7.5 可编程控制器(PLC)	269
7.5.1 PLC的基本功能	269
7.5.2 PLC的发展进程	270
7.5.3 PLC的类型	271
7.5.4 PLC的组成	272
7.5.5 PLC的主要模块	274
7.5.6 PLC的典型产品及其主要性能	276
7.5.7 PLC的程序设计	278
7.5.8 PLC的应用	295
7.6 其他智能控制电器	300
7.6.1 智能开关控制器	300
7.6.2 智能管理考勤器	301
小结	303
习题	304
参考文献	306

第1章

常用有触点控制电器

1.1 概 论

控制电器不仅可以用来控制电能的传输、分配、调节和变换,并且还可用来对电能的应用过程进行实时监测,故障诊断和安全保护,从而实现电气控制系统的自动化和智能化。

常用的机械式控制电器,其通断电流的触点直观可见并可及,因此通常称为有触点控制电器。工作电压在 1200V 以下电路中的控制电器,习惯上称为低压控制电器。

本章着重介绍常用低压有触点控制电器的基本结构、工作原理、主要功用及其符号,以便正确选用和合理运用控制电器及相关器件组成所需的电气控制系统。

控制电器实质上亦是一种电气设备、电气装置、电气部件,其品种规格繁多。本节概略介绍常用低压有触点控制电器的功能作用、类型划分、图形符号和文字符号。

1.1.1 控制电器的功用

一般而言,控制电器依据输入的控制信号(诸如电压信号、电流信号、温度信号、速度信号、时间信号、力信号等各种物理信号)控制电路的通断,这是控制电器的基本功能或主要作用。简言之,控制电器就是各种各样的电路“开关”。

1.1.2 控制电器的分类

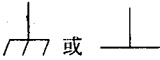
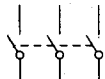
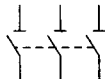
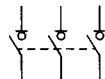
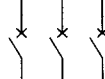
由于控制电器的品种规格繁多,因此分类方式亦很多,诸如按控制电器通断电流的触点机理划分类型,则可分为有触点控制电器和无触点控制电器;如按控制电器的动作机理划分类型,则可分为手动控制电器和自动控制电器;如按控制电器的工作电压划分类型,则可分为低压控制电器和高压控制电器;如按控制电器的功能划分类型,则可分为智能型控制电器和非智能型控制电器等多种分类方式。并且对同一种控制电器,还可细分其类型。

1.1.3 控制电器的符号

控制电器的图形符号和文字符号必须规范绘制与书写,即必须遵循国家标准的相关规定,采用现行新国标制定的符号。国家标准局参照 IEC(国际电工委员会)颁布的有关标准,

制定了电气设备相关国家标准: GB/T4728.1~.13—1985~2000《电气图用图形符号》和 GB/T6988—1997《电气技术用文件的编制》以及 GB/T7159—1987《电气技术中的文字符号制订通则》,并且规定从1990年1月1日起,电气控制线路中的图形符号和文字符号必须符合最新的国家标准。表1-1中示出了一些常用控制电器及相关器件的图形符号和文字符号。

表 1-1 电气控制电路中常用图形符号和文字符号

名称	图形符号 (GB/T 4728.6—2000)	文字符号 (GB/T 7159—1987)	名称	图形符号 (GB/T 4728.2— 1998.7—2000)	文字符号 (GB/T 7159—1987)
交流 发电机		GA	接地— 一般符号		E
交流 电动机		MA	保护接地		PE
三相笼式 电动机		MC	接机壳或 接底板		
三相绕线 转子感应 式电动机		MW	单极控制 开关		SA
直流 发电机		GD	三极控制 开关		SA
直流 电动机		MD	单极隔离 开关		QS
直流 伺服 电动机		SM	三极隔离 开关		QS
交流 伺服 电动机		SM	负荷开关		QS
直流 测速 发电机		TG	三极负荷 开关		QS
交流 测速 发电机		TG	断路器		QF
步进 电动机		M	三极断 路器		QF

此外,GB/T7159—1987《电气技术中的文字符号制订通则》对单字母文字符号、双字母文字符号、辅助文字符号以及补充文字符号均有指定用意。