



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
技能型紧缺人才培养培训建筑设备类专业教学用书

建筑电气控制 系统安装

夏国明 主 编

姜久超 李广鹏 江 洪 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

教育部职业教育与成人教育司推荐教材

电工基本知识及技能
电子基本知识及技能
建筑智能化概论
建筑智能化系统实验教学指导书
楼宇智能化工程技术专业导论
计算机网络技术
通信网络技术
建筑设备控制系统
安全防范工程技术
物业综合管理实务
建筑供配电与照明

▶ 建筑电气控制系统安装

建筑弱电系统安装
综合布线
安装工程造价与招投标
安装工程施工组织与管理
安装工程计量与计价
工程造价实训
建筑智能系统工程造价
建筑设备安装工程预算与施工组织管理
冷热源系统
室内供暖与室外管网
建筑给水排水工程
建筑给排水工程 (第二版)
建筑设备工程 (水暖部分)
建筑设备工程
热工基础
热工学理论基础 (第二版)
空气调节用制冷技术
流体力学与风机 (第二版)
流体力学与风机 (第二版)
供热工程
建筑设备运行与调试
工业通风空气调节 (第二版)
供热通风与空调工程施工技术 (第二版)
锅炉及锅炉房设备 (第二版)

肖华中
凌艺春
方潜生
寿大云
杨婉
郑华
毕丽红
巩学梅
董春利
徐鹤生
戴绍基

夏国明

姜久超
杨晓玲
袁勇
袁勇
袁勇
袁勇
余志强
阮文
杜渐
陆家才
张正磊
程文义
张玲
鲍东杰
陈忠海
刘学来
黄奕云
刘立
邢国清
马仲元
刘政满
赵淑敏
吴耀伟
杜渐

中国电力出版社教材中心

教材网址 <http://jc.cepp.com.cn>
服务热线 010-63412706 63412548

ISBN 978-7-5123-0573-1



定价: 29.90 元



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
技能型紧缺人才培养培训建筑设备类专业教学用书

建筑电气控制 系统安装

主 编 夏国明
副主编 姜久超 李广鹏 江 洪
编 写 张自雍 宋瑞丛 李建海
张国元 周少伟
主 审 马香普 路文梅



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为教育部职业教育与成人教育司推荐教材。全书共分7章,主要包括常用低压电器(重点讲解各种常用低压电器的结构原理与选用),电气控制基本电路,生活给排水系统的电气控制,暖通空调系统的电气控制,电梯的电气控制,常用建筑设备的电气控制以及建筑电气控制系统的设计与安装。为便于学生复习和自学,每章末均附有大量的思考练习题。

本书可作为高职高专建筑设备工程、建筑智能化工程技术、建筑装饰技术、建筑工程、建筑电气、楼宇自动化工程技术、电气技术与电气工程类各专业教材,也可作为广播电视大学、职工大学、函授大学等相关专业教材,同时还可作为相关专业本科及中职院校学生以及工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑电气控制系统安装/夏国明主编. —北京:中国电力出版社, 2010.7

教育部职业教育与成人教育司推荐教材

ISBN 978-7-5123-0573-1

I. ①建… II. ①夏… III. ①建筑-电气控制系统-安装-成人教育:高等教育-教材 IV. ①TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 116305 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

2011 年 2 月第一版 2011 年 2 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 23 印张 438 千字

定价 29.90 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前言

本书为教育部职业教育与成人教育司推荐教材,是根据教育部审定的建筑设备类专业主干课程的教学大纲编写而成的,并列入教育部《2004~2007年职业教育教材开发编写计划》。

本书体现了职业教育的性质、任务和培养目标;符合职业教育的课程教学基本要求和有关岗位资格及技术等级要求;具有思想性、科学性、适合国情的先进性和教学适应性;符合职业教育的特点和规律,具有明显的职业教育特色;符合国家有关部委颁发的技术质量标准。

建筑电气控制系统安装是一门多学科、多种技术相互交叉的综合性和实践性均很强的课程,本书紧紧围绕建筑电气技能型紧缺人才的培养目标,注重技能训练,具有较强的实用性。其特点主要有:

(1) 定位准确,从培养高素质技能型人才的实际出发,理论以必需为度,强化技能训练体系。

(2) 特色突出,在内容取材和编排上,突破以学科体系为本的思路,贯彻以能力培养为本的思想。

(3) 充分体现建筑电气控制系统的新知识、新工艺、新技术和新方法,吸纳了国家有关部委颁发的现行最新规程、规范与技术质量标准。

(4) 具有较强的适应性,既可作为学历教育教学用书,也可作为职业资格和岗位技能培训的教材。

本书以普通高等学校高职高专建筑设备、建筑智能化、建筑装饰、建筑工程、建筑电气、楼宇自动化、电气技术与电气工程类专业为主要读者对象,同时也适用于广播电视大学、职工大学、业大学和函授大学等相关专业选用,并可供同类专业的高校本科学生和中等专业学生以及有关工程技术人员参考。教材内容可根据具体的专业要求和教学时数取舍。

全书共分7章。第1章重点讲解各种常用低压电器结构原理与选用;第2章介绍电气控制系统的基本控制电路;第3章介绍生活给水与排水系统的电气控制;第4章介绍暖通空调系统的电气控制;第5~7章比较详尽地介绍了电梯的电气控制、常用建筑设备的电气控制和建筑电气控制系统的设计与安装。为便于学生复习和自学,每章末均附有大量的思考练习题。

本书第1章、第2章和附录部分由夏国明编写,第4章、第6章和第7章由姜久超编写,第5章由李广鹏编写,第3章由江洪编写,张自雍、宋瑞丛、李建海、张国元、周少伟也参加了部分内容的编写工作。由夏国明担任主编并负责全书的统稿工作。

马香普和路文梅两位教授担任本书主审,并提出了许多宝贵意见。在本书的编写过程中,得到了有关方面专家教授及有关单位的大力支持和帮助,同时还参考引用了大量的书刊资料和企业产品技术资料,在此一并表示感谢!

由于时间仓促及编者水平所限,加之目前我国建筑电气控制系统尚有一些标准和技术规范还在进一步的修订和完善之中,因此书中错误在所难免,恳望使用本书的广大读者批评指正。

编者

2010年12月

目 录

前言

第 1 章 常用低压电器	1
1.1 概述	1
1.2 主令电器	7
1.3 低压熔断器	15
1.4 低压刀开关	22
1.5 低压断路器	26
1.6 剩余电流保护装置	33
1.7 接触器	40
1.8 继电器	52
1.9 电磁铁与电磁阀	75
思考练习题	79
第 2 章 电气控制基本电路	82
2.1 电气控制系统图样	82
2.2 电气控制基本环节	92
2.3 交流电动机启动控制	97
2.4 交流电动机制动控制	104
2.5 交流电动机调速控制	108
2.6 直流电动机控制电路	120
2.7 电气控制系统的保护	125
思考练习题	127
第 3 章 生活给排水系统的电气控制	132
3.1 概述	132
3.2 水位自动控制的生活给水泵	137
3.3 压力自动控制的生活给水泵	144
3.4 变频调速恒压供水的生活水泵	146
3.5 排水泵的控制	149
思考练习题	151
第 4 章 暖通空调系统的电气控制	153
4.1 锅炉房动力设备电气控制与安装	153
4.2 空调与制冷系统的电气控制及安装调试	171
思考练习题	197
第 5 章 电梯的电气控制	198
5.1 电梯的分类	198

5.2	电梯的基本构造	201
5.3	电梯的电力拖动控制系统	209
5.4	电梯的信号控制系统	215
5.5	电梯的试运行和试验	228
	思考练习题	231
第6章	常用建筑设备的电气控制	232
6.1	凸轮控制器与电磁制动器	232
6.2	混凝土搅拌机的电气控制	234
6.3	桥式起重机的电气控制	235
6.4	建筑设备的电气运行与维护	248
	思考练习题	249
第7章	建筑电气控制系统的设计与安装	250
7.1	电气控制设备的设计原则、内容和程序	250
7.2	电力拖动方案的确定和电动机的选择	251
7.3	控制线路的设计要求设计与注意事项	253
7.4	电气控制原理图的设计方法	256
7.5	主要参数计算及常用元件的选择	263
7.6	控制设备的工艺设计	268
7.7	电气控制系统的安装与调试	271
	思考练习题	276
附录	低压电器产品型号编制方法	277
参考文献		280

常 用 低 压 电 器

本章介绍常用低压电器的结构原理、技术指标、选择方法及其在建筑电气控制系统中的应用。

1.1 概 述

根据使用要求及控制信号,通过一个或多个器件组合,能手动或自动分合额定电压直流 1200V、交流 1500V 及以下的电路,以实现电路中被控制对象的控制、调节、变换、检测、保护等作用的基本器件称为低压电器。低压电器是建筑电气控制系统中应用极为广泛的重要设备。

1.1.1 低压电器的类型

低压电器用途广泛,功能多样,种类繁多,结构各异,工作原理也各不相同。按其用途,大致可分为以下五类:

(1) 配电电器。用于在供、配电系统中进行电能输送和分配的电器。如低压断路器、刀开关、低压负荷开关和低压熔断器等低压开关电器。此类电器要求有较强的分断能力和较好的限流效果,并应满足动稳定和热稳定要求。

(2) 控制电器。用于各种控制系统和控制电路的电器。如转换开关、接触器、继电器、电磁铁、电磁阀、热继电器及各种控制器等。此类电器要求具有一定的通断能力,适合高频率操作,且具有较长的电气寿命和机械寿命。

(3) 主令电器。担任发送控制指令的电器。如按钮、主令开关、主令控制器、凸轮控制器、转换开关、行程开关等。此类电器应具有操作频率高、耐冲击、电气寿命和机械寿命长等性能。

(4) 执行电器。担任控制执行功能的电器。如电磁铁、电磁阀、电磁离合器等。此类电器应具有较高的操作功率。

(5) 保护电器。担任电路系统或用电设备保护功能的电器。如低压断路器、低压熔断器、热继电器、电压继电器、电流继电器等。此类电器应具有高可靠性、高灵敏性和高通断能力。

另外,低压电器还可以根据其工作原理分为电磁式低压电器、电子式低压电器、非电量控制低压电器、自动化电器、智能化电器和可通信电器等;根据使用场合,可以分为一般工业用电器、特殊工矿用电器、航空用电器、船舶用电器、建筑用电器、农用电器等;根据操作方式,可以分为手动电器和自动电器。其中电磁式低压电器是传统低压电器中应用最广泛的一种。

为了方便读者全面了解低压电器产品的类型,附录给出了低压电器产品型号的编制方法。

1.1.2 低压电器的功能

低压电器一般能够依据被测量的变化或控制、保护、调节、转换等要求,自动或手动改

变电器的状况和参数,从而实现对电路或被控对象的控制、保护、测量、指示、调节和转换等功能。

(1) 配电功能。如低压配电箱(屏、柜、盘)中的开关电器,用于接受和分配电能等。

(2) 控制功能。如电梯轿厢的上下移动,快、慢速自动切换与自动平层等。

(3) 保护功能。根据设备和回路电量等参数的变化,对系统、设备、环境以及人身实行自动保护,如电机的过热保护、电网的短路保护和漏电保护等。

(4) 测量功能。利用仪表及与之相适应的电器,对设备或其他非电量参数进行测量,如测量电流、电压、功率、转速、温度、湿度等。

(5) 调节功能。低压电器可对一些电气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,照度的自动调节等。

(6) 指示功能。利用低压电器的测量、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。

(7) 转换功能。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,正常工作电源和备用电源的切换等。

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、新设备将会不断应用于建筑电气控制系统等有关领域。

1.1.3 低压电器的结构

低压电器中的接触器和继电器等大多数为电磁式结构,下面重点介绍电磁式低压电器的基本结构原理。电磁式低压电器主要由电磁机构、触头系统和灭弧装置三部分组成,其基本结构如图 1-1 所示。电磁式低压电器的基本工作原理是利用电磁吸力,通过机械联动机构,实现触头系统的通断转换,从而达到控制保护的目的。

一、电磁机构

几种常用电磁机构的结构形式如图 1-2 所示。由图可见,电磁机构主要由电磁线圈、静铁心、动铁心(又称为衔铁)和气隙四部分组成。其中铁心的结构形式有单 E 形、双 E 形、U 形和甲壳螺管形,动作形式有直动式和转动式。

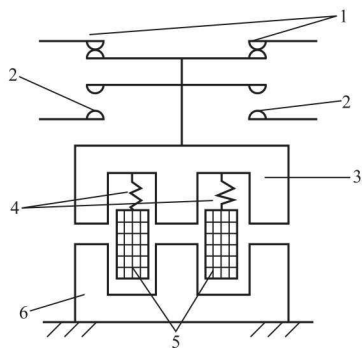


图 1-1 电磁式低压电器的基本结构

1—动断触头；2—动合触头；3—动铁心；
4—反力弹簧；5—线圈；6—静铁心

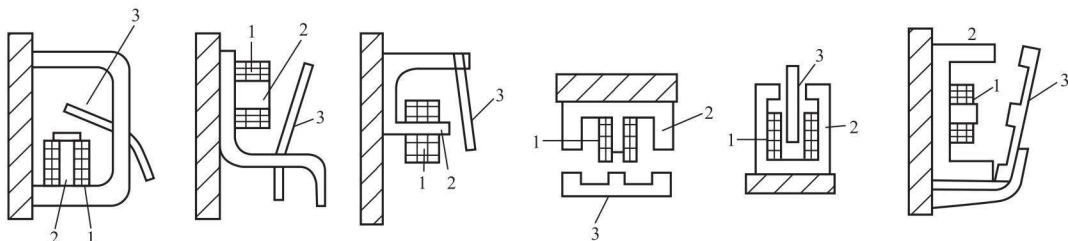


图 1-2 常用电磁机构的结构形式

1—电磁线圈；2—静铁心；3—动铁心

根据线圈通入电流性质的不同,电磁机构分为直流电磁机构和交流电磁机构,其线圈分别称为直流电磁线圈和交流电磁线圈。直流电磁线圈一般做成无骨架、高而薄的瘦高型,线

圈与铁心直接接触,易于线圈散热;交流电磁线圈由于铁心存在磁滞和涡流损耗,易造成铁心发热,为此铁心与衔铁用硅钢片叠制而成。为改善线圈和铁心的散热,线圈设有骨架,使铁心和线圈隔开,并将线圈做成短而厚的矮胖型。另外,根据线圈在电路中的连接方式,又分为串联线圈和并联线圈两种。串联线圈采用粗导线,匝数少,又称为电流线圈;并联线圈匝数多,线径较细,又称为电压线圈。

当电磁线圈通入电流后,产生磁场,磁通经静铁心、动铁心和工作气隙形成闭合回路,产生电磁吸力。该电磁吸力克服作用在动铁心上的弹簧反力,将动铁心吸向静铁心,动铁心带动触头动作。线圈断电后,电磁吸力消失,动铁心在弹簧作用下与静铁心脱离,即衔铁释放。

对于直流电磁机构,当线圈突然断电时,会在线圈两端产生很大的感应电动势。该感应电动势数值可达线圈额定电压的10~20倍,如果不采取措施,易使线圈因过电压而损坏。通常在直流电磁机构的励磁线圈两端并联一个二极管,给线圈提供一个放电回路,如图1-3所示。正常工作时,由于二极管两端加的是反向电压,故二极管不导通,放电回路不通;线圈断电时,线圈中的磁场能量通过二极管得到释放,从而起到过电压保护的作用。通常放电电阻 R 可取线圈电阻的6~8倍。

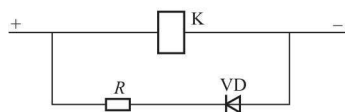


图 1-3 直流线圈的放电电路

对于单相交流电磁机构,由于交流磁通过零时,其电磁吸力也为零,吸合后的衔铁在反力的作用下将有被拉开的趋势;当磁通过零后,电磁吸力迅速增大,当吸力大于反力时,衔铁又被吸合。这样,在交流电每个周期内电磁吸力两次过零,就会使衔铁产生强烈的振动和噪声,严重时会使铁心松散。为避免衔铁振动,通常在铁心端面开一小槽,在槽内安装一个铜制短路环,也叫分磁环。如图1-4所示,当交流电磁机构中的磁通穿过短路环所包围的截面时,就会在短路环中产生感应电流。该感应电流产生的磁通阻止原磁通的变化,使通过短路环内的合成磁通 Φ_2 在相位上滞后于短路环外铁心中的磁通 Φ_1 一定的相位。铁心中两个相位不同的磁通 Φ_1 和 Φ_2 分别产生电磁吸力 F_1 和 F_2 , F_1 和 F_2 同样具有一定的相位差。电磁机构的合成电磁吸力为 F_1 和 F_2 之和,由于 F_1 和 F_2 不会同时过零,其合力就总是大于零。只要此合力始终大于弹簧反力,就彻底消除了衔铁的振动现象。

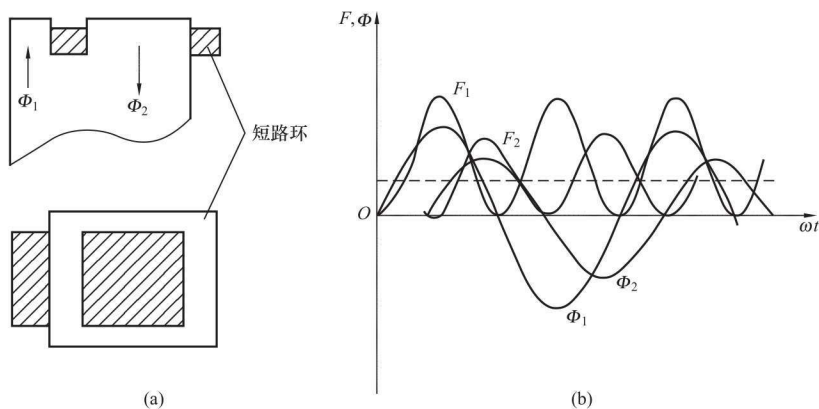


图 1-4 加短路环后的磁通和电磁吸力

(a) 短路环; (b) 磁通和电磁吸力曲线

二、触头系统

(1) 触头的基本要求。触头（又称触点）起接通和分断电路的作用，是电磁式电器的执行部分，因此，要求触头应具有良好的导电性能和导热性。触头闭合且有工作电流通过时的状态称为电接触状态。电接触状态时触头之间的电阻称为接触电阻，其大小直接影响电路的工作。接触电阻大，电流流过触头时造成的电压降就大，对电路系统造成的影响就严重，同时电流流过触头时产生的损耗就大，将使触头发热导致温度升高，严重时可使触头熔焊。这样既影响工作的可靠性，又降低了触头的寿命。触头接触电阻大小主要与触头的接触形式、接触压力、触头材料及触头表面状况等有关。为了减小触头的接触电阻，首先考虑选用电阻系数小的材料，以使触头本身的电阻尽量小。通常采用铜、银、镍及其合金材料制作，有时也在铜触头表面电镀锡、银或镍。对于一些特殊用途的电器，如微型继电器和小容量的电器，触头采用银质材料制成。其次增加触头的接触压力，一般在动触头上安装触头弹簧。再次是改善触头表面状况，尽量避免或减小触头表面氧化膜形成，在使用过程中尽量保持触头清洁。

(2) 触头的接触形式。触头的结构形式主要有球面、平面和圆柱形。触头的接触形式有点接触（如球面对球面、球面对平面等）、线接触（如圆柱对平面、圆柱对圆柱等）和面接触（如平面对平面）三种。如图 1-5 所示，其中图（a）是点接触；图（b）是线接触；图（c）是面接触。

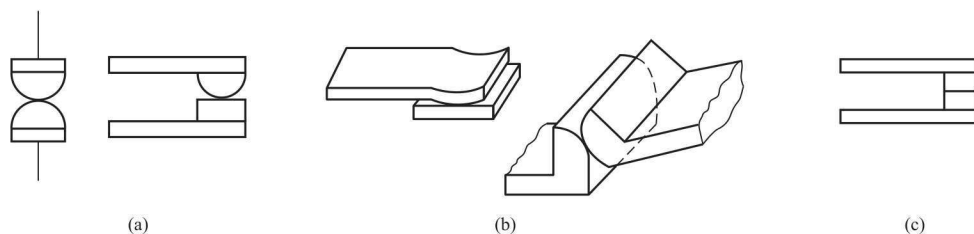


图 1-5 触头的接触形式

(a) 点接触；(b) 线接触；(c) 面接触

点接触常用于小电流的电器中，如接触器的辅助触头和继电器触头。线接触常做成指形触头结构，它们的接触区是一条直线，触头通、断过程是滚动接触并产生滚动摩擦，适用于通电次数多，电流大的场合，多用于中等容量电器。面接触触头一般在接触表面镶有合金，以减小接触面的接触电阻和提高其耐磨性，允许通过较大电流，中小容量接触器的主触头多采用这种结构。

(3) 触头的结构形式。触头在接触时，要求其接触电阻尽可能小。为使触头接触更加紧密以减小接触电阻，同时消除开始接触时产生的振动，在触头上一般装有接触弹簧，以使触头接触时产生应有的压力。

触头可分为动合触头和动断触头。线圈不带电时的状态为原始状态，原始状态时触头断开，线圈通电后闭合的触头称为动合触头（又称常开触头）；而在原始状态时闭合，线圈通电即断开的触头称为动断触头（又称常闭触头）。

按控制的电路不同，触头可分为主触头和辅助触头。主触头用于接通或断开主电路，允许通过较大的电流；辅助触头用于接通或断开较小的电流，仅用于控制电路。

触头的结构形式主要有桥式触头和指形触头，如图1-6所示。

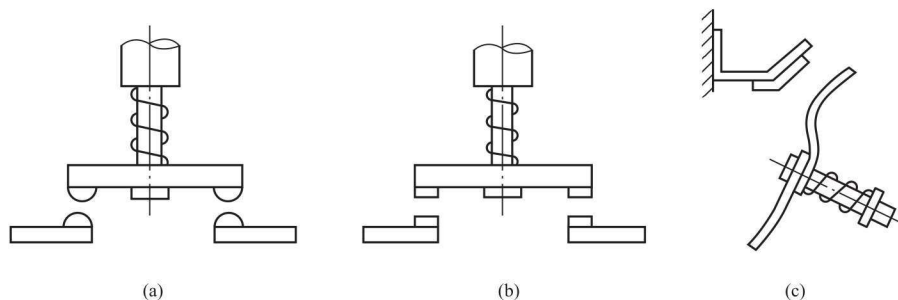


图1-6 触头的结构形式

(a) 点接触桥式触头；(b) 面接触桥式触头；(c) 线接触指形触头

桥式触头在接通与断开电路时由两个触点共同完成，对灭弧有利。这类结构触头的接触形式一般是点接触和面接触。指形触头在接通或断开时产生滚动摩擦，能去掉触头表面的氧化膜，从而减小触头的接触电阻。指形触头的接触形式一般采用线接触。

三、电弧及灭弧方法

(1) 电弧的产生。在自然环境中断开电路时，如果被开断电流超过 $80 \sim 100\text{mA}$ ，电压超过 $10 \sim 12\text{V}$ ，在电器的动、静触头之间将会产生不同程度的电弧。电弧对电气设备的安全有着很大的影响，既延长了电路的分断时间，其产生的高温还可能使触头烧损。因此，研究电弧的产生与熄灭方法非常重要。

在切断电路时，介质（如空气）由绝缘状态转变为导电状态，即电弧的形成可分以下四个过程：

1) 强电场发射。开关触头是金属导体。在触头刚刚分离的瞬间，其距离很近，在外加电压的作用下，触头间具有很高的电场强度 E (V/m)。当 E 大于一定值时，金属触头表面的电子被将从阳极拉出，成为自由电子，在电场力的作用下，自由电子向阳极加速运动。这种现象称为强电场发射。随着触头距离的增大，电场强度减小，强电场发射产生自由电子的作用将减弱。

2) 热电发射。触头即将分开的瞬间，由于触头间压力和接触面积减小，接触电阻 R 增大，从而电能损耗 $I^2 R$ 增大，在阳极表面出现炽热点。金属触头在高温作用下，亦将发射电子，同时在电场力的作用下，自由电子奔向阳极。这种现象称为热电发射。

3) 碰撞游离。向阳极运动的自由电子，在强电场的作用下，具有很高的速度及巨大的动能。在运动过程中，当它碰撞到中性原子（或分子）时，如果自由电子的动能大于中性原子的游离能（即自由电子释放的能量），则中性原子的外围电子被撞出，分离成为自由电子和正离子；新的自由电子和原有的自由电子，在强电场的作用下继续运动，又能碰撞出新的自由电子。如此连锁反应，使两触头间自由电子和正离子浓度逐渐增大，这种现象称为碰撞游离。

当触头间的自由电子、正离子达到一定浓度时，中性介质被击穿变成了导体，在外加电压作用下，大量的电子连续流向阳极，形成电流，开始了弧光放电。这是电弧产生的最初阶段，随着触头距离增大， E 减小，强电场发射与碰撞游离作用减弱。

4) 热游离。当电弧产生以后,它具有很高的温度。介质分子在高温作用下,产生迅速且不规则的运动,并有很大的动能,它们相互碰撞时,同样可游离出自由电子和正离子。这种靠高温产生游离的方式,称为热游离。热游离是维持电弧燃烧的主要原因。此时,仅要较小的电场强度就能够维持一定数量的电子沿电场方向运动。

(2) 灭弧措施。为了使开关电器能迅速地熄灭电弧而切断电流,在高低压开关电器设计制造中通常采用以下几种灭弧措施:

1) 冷却灭弧法。降低电弧的温度,使离子运动速度减慢,这样不但使热游离作用减弱,

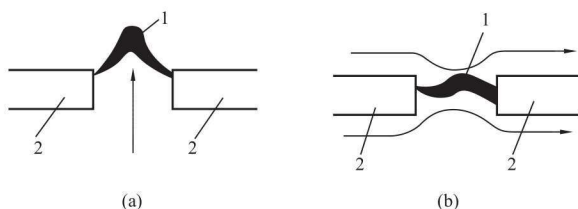


图 1-7 吹弧方式

(a) 横吹; (b) 纵吹

1—电弧; 2—触头

同时离子的复合作用也增强,有利于电弧的熄灭。

2) 吹弧灭弧法。利用外力(如气流、油流或电磁力)来吹动电弧,使电弧拉长并加速冷却,从而有效加速电弧的熄灭。按吹弧的方向分,有横吹和纵吹两种,如图 1-7 所示;按外力的性质分,有气吹、油吹、电动力吹和磁力吹等方式。

3) 短弧灭弧法。将长电弧分割成几个短电弧也是有效的灭弧措施。一般均采用绝缘夹板夹着许多金属栅片组成灭弧栅,罩住开关触头的全行程。当开关触头分离时,长电弧在电动力和磁场力的作用下迅速移入灭弧栅,结果长电弧被灭弧片切割成一连串的短电弧,使触头间的电压不足以再击穿所有栅片间的气隙,而使这些短电弧同时熄灭,并且不再复燃。

4) 狭缝灭弧法。利用狭缝窄沟灭弧,使电弧与固体介质紧密接触冷却电弧,同时电弧在狭缝窄沟中燃烧压力增大。这种方法采用高温下产气的材料效果更佳。

5) 速拉灭弧法。电弧的燃烧必须有一定的电弧电压来维持,在开关触头断开时,可加速触头分离迅速拉长电弧,从而降低开关触头之间的电场强度,使电弧熄灭。

6) 真空灭弧法。将触头置于真空容器中,真空具有较高的绝缘强度不易燃弧,即使产生电弧也容易熄灭。

(3) 灭弧装置。实际的灭弧装置,通常是由几种灭弧措施综合应用来构成的。

1) 双断口电动力吹弧。如图 1-8 所示,触头断开电路时在断口处产生电弧,电弧电流在两电弧之间产生图中所示的磁场,根据左手定则,电弧电流将受到指向外侧的电动力 F 的作用,使电弧向外运动并拉长,从而迅速冷却并熄灭。同时,将一个电弧分为两段、断路时靠弹簧力迅速拉长电弧等均为灭弧的有效措施。此方法常用于小容量的交流接触器中。

2) 磁吹灭弧。如图 1-9 所示,在触头电路中串入磁吹线圈,可有效加强弧区的磁场强度,加快电弧拉长的运动速度。磁吹线圈 1 产生的磁场 6 由导磁夹板引向触头周围,并与电弧电流产

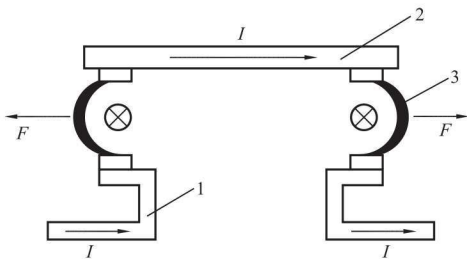


图 1-8 双断口电动力吹弧

1—静触头; 2—动触头; 3—电弧

生的磁场 7 相互叠加, 这两个磁场在电弧下方方向相同, 在电弧上方方向相反, 所以电弧下方的磁场强于上方的磁场。在下方磁场作用下, 电弧受力方向为 F 所指的方向。在 F 的作用下, 电弧被吹离触头, 经引弧角进入灭弧罩, 在被拉长的同时加速冷却, 从而熄灭。这种灭弧方法常用于直流灭弧装置中。

3) 金属栅片灭弧。金属栅片灭弧装置如图 1-10 所示, 灭弧室 4 内部装有许多间距为 2~3mm 钢板冲成的金属栅片 3。栅片外表面镀铜, 以增大传热能力和防止生锈, 每个栅片上冲有三角形的缺口。安装时, 将上下栅片的缺口错开, 如图 1-10 (b) 所示。当产生电弧时, 电弧周围产生磁场, 由于导磁钢片的磁阻比空气小得多, 所以在栅片下部磁场较强, 磁场将电弧吹进栅片, 使电弧被栅片分割成许多串联的小电弧。当交流电流过零时, 电弧自然熄灭。只有两栅片间电压达到 150~200V, 电弧才能重燃。由于所加电压不足和栅片的散热冷却作用, 电弧自然熄灭后将不会重燃。交流电器常采用此类灭弧装置。

4) 绝缘狭缝灭弧。如图 1-11 所示, 灭弧罩内装有数个由产气材料制成的绝缘栅片, 电弧在电动力的作用下进入狭缝内, 使电弧与固体介质紧密接触冷却降温, 同时电弧在狭缝中燃烧压力增大, 有利于电弧的熄灭。灭弧罩通常用陶土、石棉水泥或耐弧塑料制成。有些低压熔断器在熔管中充填石英砂, 利用的也是狭缝灭弧原理。

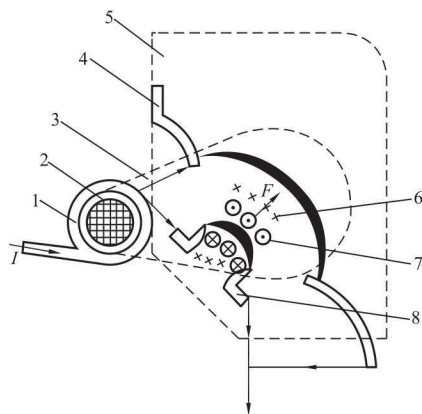


图 1-9 磁吹灭弧装置

1—磁吹线圈；2—铁心；3—导磁夹板；
4—引弧角；5—灭弧罩；6—磁吹线圈
磁场；7—电弧电流磁场；8—动触头

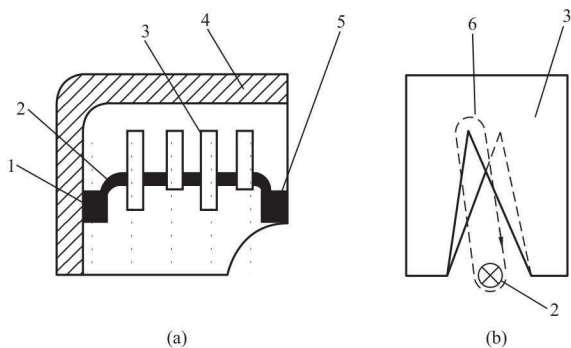


图 1-10 金属栅片灭弧装置

(a) 灭弧装置的结构；(b) 栅片形状
1—动触头；2—电弧；3—金属栅片；
4—灭弧室；5—静触头；6—磁通

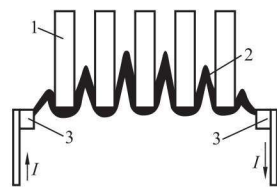


图 1-11 绝缘狭缝灭弧

1—绝缘栅片；2—电弧；3—触头

1.2 主 令 电 器

在电气控制回路中, 用于发布控制指令的电器称作主令电器。常用的主令电器有控制按

钮、行程开关、转换开关和主令控制器等。

1.2.1 控制按钮

控制按钮是一种结构简单、应用广泛、短时接通或断开小电流电路的手动电器。它不直接通断主电路，而是在控制回路中，用于手动发布控制指令，是一种应用广泛的主令电器。

一、控制按钮的结构

控制按钮一般由按钮帽、复位弹簧、触头 and 外壳等部件组成，如图 1-12 所示。

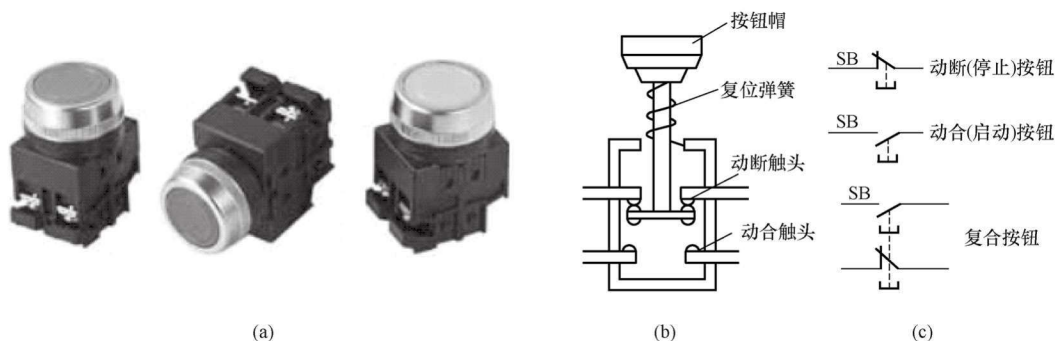
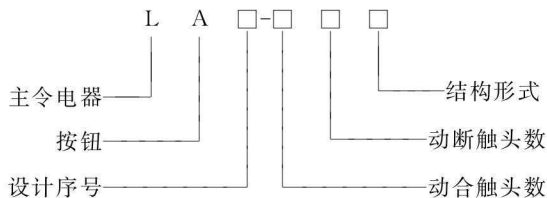


图 1-12 控制按钮

(a) 实物外形；(b) 结构；(c) 符号

控制按钮的型号含义如下：



二、控制按钮的类型

控制按钮按其触点形式，可分为动合式、动断式和复合式；按其防护型式，可分为开启式、保护式、防爆式和防腐式等；按其结构形式，可分为掀钮式、紧急式、钥匙式与旋钮式等；另外，还有带信号灯按钮和不带灯按钮之分。为识别按钮的用途，通常将按钮帽涂以不同的颜色，一般红色表示停止，绿色或黑色表示启动。常用控制按钮的分类和用途见表 1-1。

表 1-1

常用控制按钮的分类和用途

形式代号	类别	用 途	形式代号	类别	用 途
B	防爆式	用于有爆炸气体场所	H	保护式	有保护外壳，用于安全性要求较高的场所
D	指示灯式	按钮内装有指示灯，用于需要指示的场所			
F	防腐式	用于含有腐蚀性气体的场所	J	紧急式	有红色钮头，用于紧急时切除电源

续表

形式代号	类别	用 途	形式代号	类别	用 途
K	开启式	用于嵌装于固定的面板上	Y	钥匙式	用钥匙插入操作，可专人操作
L	连锁式	用于多对触头需要连锁的场所	Z	组合式	多个按钮组合在一起
S	防水式	有密封外壳，用于有雨水的场所	Z	自锁式	内有电磁机构，可自保持，用于特殊试验场所
X	旋钮式	通过旋转把手操作			

三、控制按钮的技术数据

选择控制按钮时，应根据使用场所的环境条件、触点形式和数量，以及控制功能和颜色来确定。控制按钮常用于交流电压 500V，直流电压 440V，额定电流 5A，交流控制功率 300W，直流控制功率 70W 的回路中。LA20 系列控制按钮的技术数据见表 1-2。

表 1-2 LA20 系列控制按钮技术数据

型号	触头数量		结构形式	按钮		指示灯	
	动合	动断		钮数	颜色	电压 (V)	功率 (W)
LA20-11	1	1	掀钮式	1	红、绿、黄、蓝或白	—	—
LA20-11J	1	1	紧急式	1	红	—	—
LA20-11D	1	1	带灯掀钮式	1	红、绿、黄、蓝或白	6	<1
LA20-11DJ	1	1	带灯紧急式	1	红	6	<1
LA20-22	2	2	掀钮式	1	红、绿、黄、蓝或白	—	—
LA20-22J	2	2	紧急式	1	红	—	—
LA20-22D	2	2	带灯掀钮式	1	红、绿、黄、蓝或白	6	<1
LA20-22DJ	2	2	带灯紧急式	1	红	6	<1
LA20-2K	2	2	开启式	2	白红或绿红	—	—
LA20-3K	3	3	开启式	3	白、绿、红	—	—
LA20-2H	2	2	保护式	2	白红或绿红	—	—
LA20-3H	3	3	保护式	3	白、绿、红	—	—

1.2.2 行程开关

行程开关又称位置开关或限位开关，其触头操作不靠人工，而是利用机械设备的某些运动部件的碰撞来完成。因此，行程开关是一种将行程信号转换为电信号的开关元件，广泛应用于行程、定位、限位、顺序控制及运动方向等自控系统中。

一、类型及特点

行程开关的型号含义如下：



行程开关按结构特点可分为直动式、滚轮式、微动式和组合式等类型。几种常用行程开关的类型及特点见表 1-3。

表 1-3 几种常用行程开关的类型及特点

序号	类别	特 点	序号	类别	特 点
1	按钮式	结构与按钮相仿 优点：结构简单，价格便宜 缺点：通断速度受操作速度影响	3	微动式	由微动开关组成 优点：体积小，重量轻，动作灵敏 缺点：寿命较短
2	滚轮式	挡块撞击滚轮，触点瞬时动作 优点：开断电流大，动作可靠 缺点：体积大，结构复杂，价格高	4	组合式	几个行程开关组装在一起 优点：结构紧凑，接线集中，安装方便 缺点：专用性强

二、结构原理

(一) 直动式

LX1 和 JLXK1 系列直动式行程开关的结构如图 1-13 所示。这种行程开关的动作过程同按钮一样，其特点是结构简单、维修方便，但不宜用于移动速度低于 0.4m/min 的场合，否则会因分断过于缓慢而烧损触头。

(二) 滚轮式

LX2、LX19 系列滚轮式行程开关的结构如图 1-14 所示。滚轮式行程开关又分为单滚轮自动复位和双滚轮（羊角式）非自动复位式。双滚轮行程开关具有两个稳态位置，具有“记忆”作用。

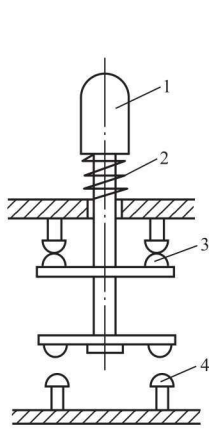


图 1-13 直动式行程开关结构

- 1—顶杆；2—复位弹簧；
- 3—动断触头；
- 4—动合触头

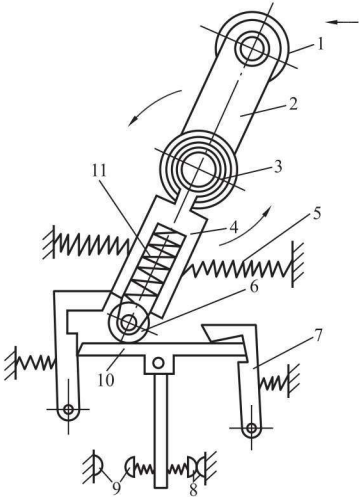


图 1-14 滚轮式行程开关结构

- 1—滚轮；2—上转臂；3—盘形弹簧；4—下转臂；
- 5—弹簧；6—滑轮；7—压板；8—动断触头；
- 9—动合触头；10—横板；11—压缩弹簧