



高等职业院校国家技能型
紧缺人才培养培训工程规划教材
楼宇智能化专业



建筑设备 控制系统施工

王青山 主编 张铁东 王庆良 副主编
裴涛 主审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材·楼宇智能化专业

建筑设备 控制系统施工

	王青山	主 编
张铁东	王庆良	副主编
	裴 涛	主 审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是根据教育部和建设部颁布的《建设行业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》的精神而编写的。本书结合高职高专教学特点,注重对学生实践动手能力的培养,系统地介绍建筑给排水、建筑暖通空调、建筑照明、电梯等系统的控制原理,建筑设备自动控制系统的组成、原理,以及建筑设备控制系统的施工、调试与验收方法。

本书可作为高职高专院校楼宇智能化专业、建筑电气专业、物业管理专业的教材,也可作为建筑工程设计、施工、监理、安装等相关从业技术人员的参考书。

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

建筑设备控制系统施工 / 王青山主编. —北京: 电子工业出版社, 2006.7
高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材·楼宇智能化专业
ISBN 7-121-02703-8

I. 建… II. 王… III. 房屋建筑设备—电气控制系统—工程施工—高等学校: 技术学校—教材
IV. TU856

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 054194 号

责任编辑: 王博

印 刷: 涿州市京南印刷厂

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

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 19.25 字数: 493 千字

印 次: 2006 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 26.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话: (010) 88254043。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

出版说明

高等职业教育是我国高等教育体系的重要组成部分,也是我国职业教育体系的重要组成部分。社会需求是职业教育发展的最大动力。2004年3月,教育部会同劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部启动了“职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”,明确了高等职业教育的根本任务是要从劳动力市场的实际需要出发,坚持以就业为导向,以全面素质为基础,以能力为本位,把提高学生的职业能力放在突出的位置,加强实践教学,努力造就数以千万计的制造业和现代服务业一线迫切需要的高素质技能型人才。2004年10月,为了深入贯彻落实《中共中央、国务院关于进一步加强人才工作的决定》,教育部、建设部决定实施“职业院校建设行业技能型紧缺人才培养培训工程”,并颁布了《教育部、建设部关于实施职业院校建设行业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》。《通知》中规定:从2004年起,在建筑施工(含市政工程施工)、建筑装饰、建筑设备和建筑智能化等四个专业领域,在全国选择94所中等职业学校、71所高等职业技术学院作为建设行业实施技能型紧缺人才示范性培养培训基地。

为了适应高等职业教育发展与改革的新形势,电子工业出版社在教育部、信息产业部有关司局的支持、指导和帮助下,进行了调研,探索出版符合高等职业教育教学模式、教学方法、学制改革的新教材的路子,并于2004年4月3日至13日在南京分别召开了“计算机应用与软件技术”、“数控技术应用”、“汽车运用与维修”等3个专业的教材研讨会。随后,于2005年5月15日至19日在上海召开了建筑行业技能型紧缺人才教学与教材研讨会。参加此系列会议的200多名骨干教师来自全国100多所高职院校,很多教师是双师型的教师,具有丰富的教学经验和实践经验。会议根据教育部制定的高职两年制培养建议方案,确定了主干课程和基础课程共80个选题,其中:“计算机应用与软件技术专业”30个;“数控技术应用专业”12个;“汽车运用与维修专业”18个;建筑类专业20个。

这批教材的编写指导思想是以两年制高等职业教育技能型紧缺人才为培养目标,明确就业岗位对专业核心能力和一般专业能力的要求,重点培养学生的技术运用能力和岗位工作能力,并围绕核心能力的培养形成系列课程体系。教材编写注重技能性、实用性,加强实验、实训、实习等实践环节。教材的编写内容和学时数较以往教材有根本的变化,不但对教材内容系统地进行了精选、优化和压缩,而且适当考虑了相应的职业资格证书的课程内容,有利于学生在获得学历证书的同时,顺利获得相应的职业资格证书,增强学生的就业竞争能力。为了突出教学效果和方便教学,这批教材将配备电子教案,重点教材将配备多媒体课件。

这批教材是伴随着高等职业教育的改革与发展而问世的,可满足当前两年制高等职业教育教学的需求。教材所存在的一些不尽如人意之处,将在今后的教学实践中不断修订、完善和充实。我们将一如既往地依靠业内专家,与科研、教学、产业第一线人员紧密结合,加强合作,与时俱进,不断开拓,为高等职业教育提供优质的教学资源和服务。

电子工业出版社
高等职业教育教材事业部
2005年10月

前 言

现代建筑除了要满足人们在生活、办公、商业、工业等多种领域的基本要求外,还要逐步向创造安全、经济、舒适、高效的工作环境及良好的生活环境等多方面迈进。随着科学技术的发展,建筑物中设备的自动化程度在不断提高,其控制方面经历了从最初的成组拖动到单机拖动、从多电机拖动到可编程无触点的控制技术的应用、从模拟的控制方式转化为直接数字控制(DDC)及现场总线控制方式等系统方式的演变过程,系统类型也开始从集中式、分布式转变为全分布式的控制模式,建筑设备自动控制技术日趋成熟和完善。

建筑物在从功能单一的一般性建筑发展到具有多功能的智能建筑的过程中,建筑设备控制技术发挥了极其重要的作用。在一般建筑和智能建筑中,从传统的继电—接触器控制到现代控制技术等各种控制方式构成的控制系统都得到了广泛的应用。

“建筑设备控制系统施工”是一门多学科、多种技术相交叉的综合性和实践性很强的课程。本书主要内容包括建筑设备的基本控制原理,以及智能楼宇建筑设备自动化监控系统的监控原理、工程的设计施工、系统的调试与验收。

本书在编写过程中遵循的原则是:

1. 紧紧围绕建筑行业技能型紧缺人才的培养目标,并结合本专业应该具备的基本能力来安排教材的内容;
2. 求新,本书以国家现行的相关设计施工规范、设计手册和技术标准为依据进行编写;
3. 各部分内容完整、精练,表述清楚,图文并茂。

本书由沈阳建筑大学职业技术学院王青山担任主编、沈阳建筑大学职业技术学院张铁东、王庆良任副主编。本书编写的具体分工如下:前言、第2章和第3章由王青山编写,第5章由张铁东编写,第1章由王庆良编写,第4章、第6章分别由沈阳建筑大学职业技术学院刘颖、赵宇晗编写,全书由王青山负责统一定稿,由沈阳建筑大学职业技术学院裴涛担任主审。

本书在编写过程中参考了相关专业大量的书籍、文献,在此向有关编著者表示由衷的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

2006年6月

目 录

第1章 建筑设备电气控制技术基础	(1)
1.1 常用低压控制电器	(1)
1.1.1 电磁式低压电器的基本知识	(1)
1.1.2 刀开关及熔断器	(2)
1.1.3 主令电器	(9)
1.1.4 接触器	(14)
1.1.5 继电器	(16)
1.1.6 低压断路器	(24)
1.1.7 其他控制电器	(28)
1.2 继电接触控制线路的组成	(33)
1.2.1 电气图形符号及控制线路绘制规则	(33)
1.2.2 基本控制线路	(39)
1.2.3 几种典型的电动机控制线路	(47)
复习思考题	(62)
第2章 建筑给水排水系统及电气控制	(63)
2.1 建筑给水系统	(63)
2.1.1 室内给水系统的分类	(63)
2.1.2 室内给水系统的组成	(63)
2.1.3 室内给水系统的给水方式	(65)
2.2 室内给水管道常用管材	(71)
2.3 室内排水系统	(73)
2.4 室内热水供应系统	(75)
2.4.1 室内热水供应系统的分类及组成	(75)
2.4.2 热水加热的方法	(76)
2.5 室内消防给水系统	(77)
2.5.1 室内消火栓给水系统	(78)
2.5.2 自动喷水灭火系统	(84)
2.6 建筑给水排水系统的电气控制	(96)
2.6.1 干簧管水位控制器	(96)
2.6.2 生活给水系统的电气控制	(98)
2.6.3 消防给水系统的电气控制	(101)
2.6.4 排水系统的电气控制	(103)
复习思考题	(107)
第3章 暖通空调系统及电气控制	(110)
3.1 供暖系统的组成及分类	(110)
3.1.1 供暖系统的组成	(110)

3.1.2	供暖系统的分类	(110)
3.1.3	供暖系统的形式	(111)
3.1.4	高层建筑供暖系统	(118)
3.2	常用供暖设备	(120)
3.2.1	供热锅炉及锅炉房设备	(120)
3.2.2	热力站	(121)
3.3	通风系统的基本知识	(124)
3.3.1	通风的基本方式	(124)
3.3.2	防排烟系统	(125)
3.4	空调系统的基本知识	(130)
3.4.1	系统的基本知识	(130)
3.4.2	空调系统的分类	(131)
3.4.3	空气处理设备	(136)
3.4.4	空调房间与气流组织	(140)
3.5	冷热源机组设备	(142)
3.5.1	空调系统的冷源	(142)
3.5.2	制冷机的类型	(142)
3.6	集中式空调系统	(144)
3.7	风机盘管系统	(146)
3.8	空调水系统	(147)
3.8.1	空调冷(热)水系统的组成与分类	(147)
3.8.2	空调冷却水系统	(153)
3.8.3	冷凝水系统	(155)
3.9	常见的风管类型	(155)
3.10	空调与制冷设备的电气控制	(156)
3.10.1	制冷系统的电气控制	(156)
3.10.2	分散式空调系统的电气控制	(161)
3.10.3	集中式空调系统的电气控制	(164)
	复习思考题	(171)
第4章	电梯系统设备及电气控制	(172)
4.1	电梯系统介绍	(172)
4.1.1	电梯的基本结构	(172)
4.1.2	电梯的分类	(174)
4.2	电梯的电气控制系统	(174)
4.3	电梯的各种控制要求	(177)
4.3.1	安全要求	(177)
4.3.2	电梯对电机要求	(178)
4.3.3	电气控制要求	(179)
4.4	交流双速电梯控制线路分析	(179)
	复习思考题	(195)

第5章 建筑设备自动控制系统	(196)
5.1 建筑设备自动化系统的组成	(196)
5.2 建筑设备自动化系统的监控内容	(198)
5.2.1 空调监控系统	(198)
5.2.2 建筑给排水监控系统	(198)
5.2.3 供配电监控系统	(199)
5.2.4 照明监控系统	(200)
5.3 建筑设备自动化系统的监控功能	(201)
5.4 建筑给水排水系统的监控	(202)
5.4.1 给水系统的监控	(202)
5.4.2 排水系统的监测	(205)
5.4.3 热水供应系统的监控	(206)
5.5 通风空调系统的监控	(206)
5.5.1 新风机组的监控	(206)
5.5.2 空调机组全新风/排风的监控	(207)
5.5.3 变风量系统的监控	(209)
5.5.4 制冷系统的监控	(210)
5.5.5 热交换系统的监控	(212)
5.6 供配电系统的监控	(213)
5.7 电气照明系统的监控	(215)
5.8 建筑设备自动控制系统的技术基础	(223)
5.8.1 计算机控制技术	(223)
5.8.2 计算机网络技术	(227)
5.9 典型 BA 系统设备	(228)
5.9.1 BA 系统的检测技术	(228)
5.9.2 典型传感器	(229)
5.9.3 电量检测技术与设备	(231)
5.9.4 温度、湿度的检测技术与设备	(232)
5.9.5 压力的检测与设备	(234)
5.9.6 流量、容积的检测与设备	(235)
5.9.7 典型执行机构	(236)
5.10 建筑设备自动控制系统的实施	(244)
5.10.1 建筑设备自动控制系统的流程	(244)
5.10.2 设计依据	(246)
5.10.3 建筑设备自动化系统的选型	(250)
5.10.4 智能楼宇中央控制室职能	(253)
5.11 建筑设备自动控制系统工程实例	(254)
5.11.1 工程概况及设计原则	(254)
5.11.2 系统的控制功能及设计方案	(255)
5.11.3 系统监控点、前端设备及楼宇控制箱的确定与选择	(257)

复习思考题	(268)
第6章 建筑设备自动控制系统施工与调试	(269)
6.1 建筑设备控制系统施工的基本知识	(269)
6.1.1 建筑设备控制系统施工的一般原则	(269)
6.1.2 施工组织设计与工程质量控制	(270)
6.1.3 管线施工	(272)
6.2 建筑设备自动控制系统设备安装	(275)
6.2.1 传感器安装	(276)
6.2.2 压差开关的安装	(279)
6.2.3 水流开关的安装	(280)
6.2.4 电量变送器的安装	(281)
6.2.5 电动调节阀的安装	(284)
6.2.6 电磁阀的安装	(285)
6.2.7 电动风阀的安装	(286)
6.2.8 现场控制器 DDC 的安装	(287)
6.3 建筑设备自动控制系统调试	(288)
6.3.1 调试前的准备	(288)
6.3.2 传感器、直接数字控制器 (DDC) 和驱动器的检测	(289)
6.3.3 机房冷/热源设备调试	(291)
6.3.4 新风机组单体设备调试	(291)
6.3.5 空气处理机单机设备调试	(292)
6.3.6 风机盘管单体调试	(293)
6.3.7 给水排水系统单体设备调试	(293)
6.3.8 变配电系统单体设备调试	(293)
6.3.9 照明系统调试	(294)
6.3.10 电梯系统调试	(294)
6.3.11 系统应用软件设计与确认	(295)
6.3.12 建筑设备监控系统的整体调试	(295)
6.4 建筑设备监控系统验收	(296)
6.4.1 建筑设备监控系统验收的基础知识	(296)
6.4.2 工作条件测试	(297)
6.4.3 现场控制设备功能测试	(297)
复习思考题	(299)
参考文献	(300)

第1章 建筑设备电气控制技术基础

【内容提要】

继电—接触器控制是一般建筑物电气控制最基本、应用最普遍的控制方式。而建筑设备自动化控制系统是新型智能建筑不可缺少的自动化控制系统。本章主要介绍电气控制线路的基本规律,以及三相鼠笼式异步电动机启动、运行、制动的基本控制原理及其保护环节和控制电路的分析方法。

1.1 常用低压控制电器

本节主要介绍常用低压电器的基础知识,包括刀开关、熔断器、主令电器、接触器、继电器、低压断路器等低压控制电器的基本结构、基本工作原理、作用、应用场合、主要技术参数、典型产品、图形符号和文字符号以及选择、整定和使用方法。同时,本节还介绍部分新型的低压控制电器。

1.1.1 电磁式低压电器的基本知识

电器按其工作电压等级可分成高压电器和低压电器。低压电器通常是使用于交流电压 1 200V、直流电压 1 500V 及以下的电路中起通断、保护、控制或调节作用的电器产品。低压电器根据其作用可以分为控制电器、保护电器、测量电器等,本书仅介绍电器控制系统中常用的低压控制电器。

电力拖动控制系统一般分成两大部分。一部分是主电路,由开关、熔断器、接触器(主触点)等电器元件组成,控制电动机接通、断开线路,一般主电路的电流较大;另一部分是控制电路,由主令电器、接触器线圈、辅助触点和继电器等电器元件组成,控制电路的任务是根据操作指令、依照自动控制系统指令、依照自动控制系统的规律和具体的工艺要求对主电路系统进行控制。一般控制电路的电流较小,但电路中低压控制电器种类较多,线路也较主电路复杂。

1. 低压电器的作用

从作用上来讲,低压电器是指在低压供电系统中,能够依据操作指令或外界现场信号的要求手动或自动地改变电路的状况、参数,用以实现对电路或被控对象的控制、保护、测量、指示、调节和转换等的电气设备。低压电器的作用有以下几点。

(1) 控制作用。如电梯轿厢的上下移动、快慢速自动切换与自动平层动作的完成等。

(2) 检测作用。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,如电压、电流、功率、转速、温度、湿度等。

(3) 保护作用。能根据设备的特点,对设备、环境以及人身实行自动保护,如电机的过热保护以及漏电保护等。

(4) 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,供电系统的市电与自备电源的切换等。

(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的工作情况,如绝缘监测、保护掉牌指示等。

(6) 调节作用。低压电器可对一些电量和非电量参数进行调整,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、建筑物照度的自动调节等。

当然,低压电器的作用远不止这些。随着科学技术的发展,新器件、新设备的不断出现,低压电器也会开发出更多的新功能。

2. 低压电器的分类

低压电器的用途广泛、作用多样、品种规格繁多、原理结构各异。为了概括地了解这些低压电器,可以从以下几个方面加以分类。

(1) 按操作方式分类

① 手动电器。由人工直接操作才能完成任务的电器称为手动电器,如刀开关、按钮开关和转换开关等。

② 自动电器。它指不需人工直接操作,按照电信号或非电信号自动完成接通、分断电路任务的电器称为自动电器,如低压断路器、接触器和继电器等。

(2) 按照低压电器在控制电路中的作用分类

① 低压配电电器。主要用于低压配电系统或动力设备中,用来对电能进行输送、分配和保护。如刀开关、低压断路器、转换开关和熔断器等。

② 低压控制电器。主要用于拖动及其他控制电路中,对命令、现场信号进行分析判断并驱动电器设备进行工作。低压控制电器有接触器、启动器、电磁铁、继电器、控制按钮、行程开关、主令控制器和万能转换开关等。

对低压配电电器的基本要求是灭弧能力强、分断能力好、热稳定性能好,以及限流准确等;对低压控制电器则要求其动作可靠、操作频率高、寿命长,并具有一定的负载能力。

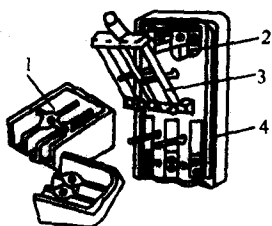
在电气控制电路中,上述两类低压电器常互相配合、同时使用。

(3) 按工作原理分类

① 电磁式电器。根据电磁感应原理来进行工作的电器,如电磁式继电器、接触器等。

② 非电量控制电器。电器的工作是靠外力或非物理量的变化来动作的电器。如刀开关、行程开关、按钮开关、速度继电器、压力继电器和温度继电器等。

电磁式电器在电气控制线路中使用量最大,类型也很多,并且各类电磁式电器在工作原理和结构上基本相同。



1—胶盖; 2—刀座; 3—刀片; 4—瓷座

图 1.1 刀开关的结构图

1.1.2 刀开关及熔断器

1. 刀开关

(1) 刀开关的作用及分类

刀开关主要用在低压成套配电装置中,用于不频繁地手动接通和分断交、直流电路,有时也用做隔离开关。

刀开关的结构如图 1.1 所示。

刀开关按极数分为单极、双极和三极;按操作方式分为

直接手柄操作式、杠杆操作机构式和电动操作机构式；按刀开关转换方式分为单投和双投等。

根据国家标准，刀开关在电气控制线路中用文字符号“QS”表示，图形符号如图 1.2 所示。

(2) 常用的刀开关

1) HD (单投) 和 HS (双投) 系列

按现行新标准 HD 系列称为刀形隔离器，而 HS 称为双投刀形转换开关。这两种系列的刀开关主要用于 380V、50Hz 交流电路中做隔离电源或电流转换用。HS 系列主要用于转换电源，即当一路电源不能供电，需要另一路电源供电时就由它来进行转换，当转换开关处于中间位置时，可以起隔离作用。

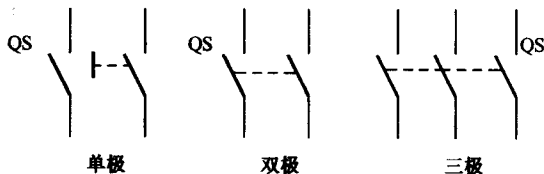


图 1.2 刀开关的图形符号和文字符号

刀开关的型号及其含义如图 1.3 所示。

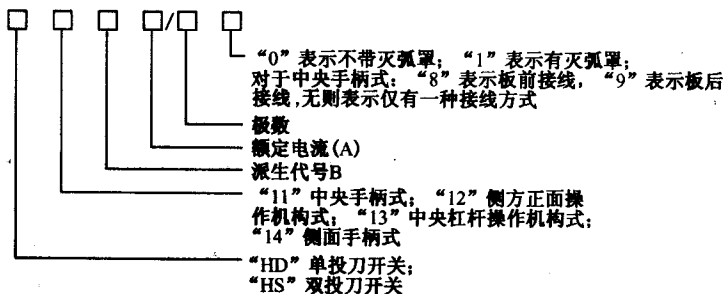


图 1.3 刀开关的型号及含义

2) 胶盖闸刀开关

胶盖闸刀开关又称开启式负荷开关，适用于 220V (380V)、50Hz、额定电流小于 100A 的电路中，作为不频繁接通和分断小容量线路的短路保护之用。其中三极开关适当降低容量后可作为小型电动机的手动不频繁启动及分断用。常用的胶盖闸刀开关有 HK1 和 HK2 系列。

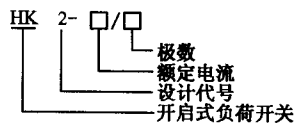


图 1.4 胶盖闸刀开关的型号及含义

胶盖闸刀开关的型号及其含义如图 1.4 所示。

3) 熔断器式刀开关

熔断器式刀开关即熔断器式隔离开关，是以熔断体或带有熔断体的载熔件作为动触点的一种隔离开关。常用的型号有 HR3、HR5、HR6 系列，主要用于额定电压 AC380V (50Hz)、额定电流 630A 以下的具有高短路电流的配电电路和电动机电路中，作为电源开关、隔离开关和应急开关，并作为电路保护器件。但熔断器式刀开关一般不作为直接控制单台电动机之用。HR5、HR6 熔断器式隔离开关中的熔断器为 NT 型低压高分断型熔断器。NT 型熔断器系引进德国 AEG 公司制造技术生产的产品。

HR5、HR6 系列若配有熔断撞击器的熔断体，当某极熔断体熔断，撞击器弹出使辅助开关发出信号以报警。熔断器式刀开关的型号及其含义如图 1.5 所示。

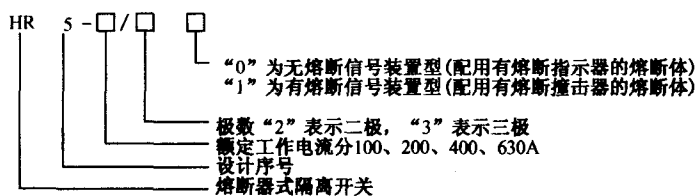


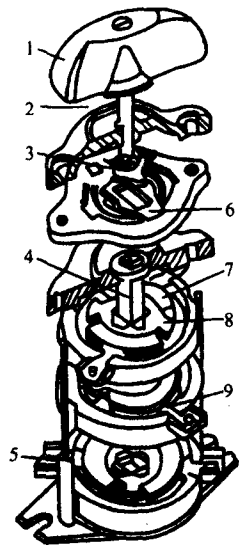
图 1.5 熔断器式刀开关的型号及含义

另外，还有封闭式负荷开关即铁壳开关。常用的型号为 HH3、HH4 系列，适用于额定工作电压为 380V、额定工作电流为 400A、频率为 50Hz 的交流电路中，可以作为手动不频繁地接通、分断有负荷的电路，并有过载和短路保护作用。由于在手柄操作机构增加了弹簧储能结构，因此分断能力优于胶盖闸刀开关。

4) 组合开关

组合开关是一种刀开关，又称转换开关。不过它的刀片（动触片）是转动式的，比刀开关轻巧而且组合性强，能组成各种不同的线路。组合开关的外形如图 1.6 所示。

组合开关有单极、双极和三极之分。组合开关的结构由若干个动触点和静触点分别装在数层绝缘件内组成，动触点随手柄旋转而变更其通断位置。顶盖部分由滑板、凸轮、扭簧及手柄等单件构成操作机构。由于该机构采用了弹簧储能结构，从而能快速闭合及分断开关，使开关闭合和分断的速度与手动操作无关，提高了开关的通断能力。其接线示意图如图 1.7 所示，由此图可知，静止时虽然触点位置不同，但当手柄转动 90° 时，三对动、静触点均闭合，接通电路。



1—手柄；2—转轴；3—弹簧；4—绝缘杆；5—接线柱；
 6—凸轮；7—绝缘垫片；8—动触片；9—静触片

图 1.6 组合开关的结构图

常用的组合开关有 HZ5、HZ10 和 HZW 系列。其中 HZW 系列主要用于三相异步电动机负荷启动、转向以及主电路和辅助电路转换之用，可全面代替 HZ10、HZ12、LW5、LW6、HZ5-S 等转换开关。

HZW1 开关采用组合式结构，由定位、限位系统，接触系统及面板手柄等组成。接触系统采用桥式双断点结构，定位系统采用棘爪式结构，可获得 360° 旋转范围内 90°、60°、45°、30° 定位，相应实现 4 位、6 位、8 位、12 位的开关状态。

组合开关的图形符号如图 1.8 所示。

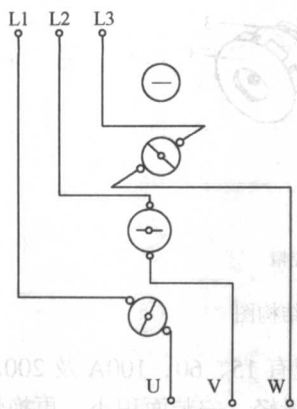


图 1.7 组合开关的接线示意图

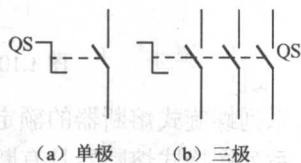


图 1.8 组合开关的图形与文字符号

(3) 常用刀开关的选择

刀开关的额定电压应等于或大于电路额定电压。其额定电流应等于（在开启和通风良好的场合）或稍大于（在封闭的开关柜内或散热条件较差的工作场合，一般选 1.15 倍）电路工作电流。在开关柜内使用还应考虑操作方式，如杠杆操作机构、旋转方式操作机构等。当用刀开关控制电动机时，其额定电流要大于电动机额定电流的 3 倍。

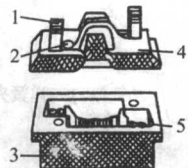
2. 熔断器

熔断器是用来进行短路保护的器件。当通过熔断器的电流大于一定的值（通常为熔断器的熔断电流）时能依靠自身产生的热量，使特制的金属（熔体）熔化而自动分断电路。

(1) 常用的低压熔断器

1) RC1A 系列瓷插式熔断器

RC1A 系列瓷插式熔断器的结构如图 1.9 所示，它主要由瓷底座、静触点、动触点、熔丝（熔体）及瓷盖组成。额定电压为 380V，额定电流有 5、10、15、30、60、100A 及 200A 等。额定电流为 60A 以上的熔断器在瓷底座空腔内衬有石棉编织物，以利灭弧。



1—动触点；2—熔丝；3—瓷底座；
4—瓷插件；5—静触点

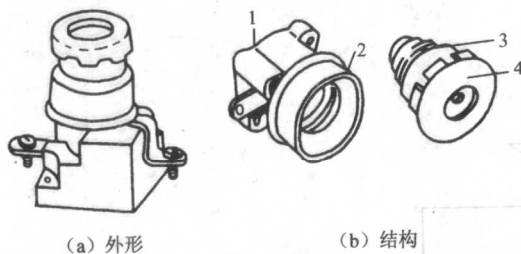
图 1.9 瓷插式熔断器的结构图

RC1A 系列瓷插式熔断器具有结构简单、价格便宜、更换方便等优点，因而广泛应用于 500V 以下的电路中，可以实现对照明设备、小容量电动机以及家用电器进行过载和短路保护。

2) RL1 系列螺旋式熔断器

RL1 系列螺旋式熔断器的结构如图 1.10 所示，它主要由瓷帽、熔断管、瓷套、上接线端、下接线端及座子等六部分组成。

熔断器熔断管内装有一根或数根熔丝，并填充石英砂，作为熄灭电弧用。管盖上有—小红点，为熔断指示器，当熔丝熔断时，指示器跳出，可由观察孔检视。在装接时，用电设备的连接线接到金属螺纹壳的上接线端，电源线接到瓷底座上的下接线端。这样，在更换熔丝时，旋出瓷帽后螺纹壳上不会带电，保证安全。



1—座子；2—瓷套；3—熔断管；4—瓷帽

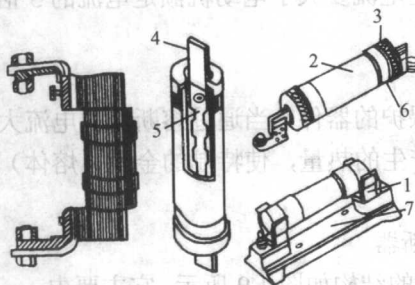
图 1.10 RL1 系列螺旋式熔断器的结构图

RL1 系列螺旋式熔断器的额定电压为 500V，额定电流有 15、60、100A 及 200A 等。

RL1 系列螺旋式熔断器具有断流能力大、体积小、重量轻、安装面积小、更换熔断管方便、运行安全可靠、熔体熔断后有指示、价格低等优点，因而广泛应用于 500V 以下的电路中，用做线路、照明设备、小容量电动机的过载和短路保护。

3) RM 系列无填料封闭管式熔断器

RM 系列熔断器的结构如图 1.11 所示。在钢纸纤维管的两端紧固着外壁有螺纹的黄铜套管，在套管上设有黄铜帽用来固定熔片，熔片在装入钢纸纤维管之前用螺钉固定在插刀上，使用时将插刀插进夹座。



1—弹簧夹；2—钢纸纤维管；3—黄铜帽；4—插刀；5—熔片；6—特种热圈；7—刀座

图 1.11 RM 系列无填料封闭管式熔断器的结构图

熔断器的熔体采用变截面的锌片制成，当有短路电流通过时，熔片的几个狭窄部将同时熔断，形成几个断口，有利于灭弧。此外，电弧的高温使纤维管内壁分解大量的气体，密封的熔断管内压力骤增，电弧与气体及管内发生强烈的复合冷却，在电路中出现冲击电流之前电弧就熄灭。该型熔断器具有限流作用。

为保证有可靠的断流能力，熔断器在切断过三次相当于断流能力的电流后，必须更换。

RM 系列熔断器目前常用的型号有 RM7 和 RM10，它常用于电气设备的短路保护及电缆过负荷保护。

4) RTO 系列有填料封闭管式熔断器

RTO 系列熔断器的外形及结构如图 1.12 所示。熔断管采用高频陶瓷制成，具有耐热性强、机械强度高、外表光洁美观等优点。熔体是两片网状紫铜片，中间用锡把它们焊接起来，称“锡桥”。熔管内填满石英砂，在切断电流时起迅速灭弧作用。熔断指示器是与熔体并联的康铜熔断丝，能在熔体熔断后立即熔断，弹出红色指示件，以示熔断信号。

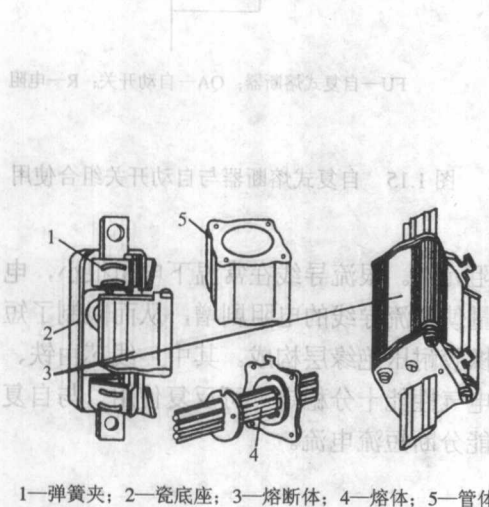
RTO 系列熔断器的主要优点是：极限断流能力大，保护特性稳定，运行安全可靠。但

RTO 系列熔断器的熔体一般不能更换。因此，RTO 系列熔断器多用于短路电流较大的交直流低压网络和配电装置中。

5) 快速熔断器

快速熔断器的熔断速度非常快，经常使用在电力电子器件的保护中。下面以快速熔断器与晶闸管的配合来说明使用方法。

图 1.13 中曲线 1 是 300A 快熔的保护特性，它表明流过快熔的电流越大，其熔断时间越短。当短路电流通过时，它的熔断时间可缩短到 5ms 以下。在额定电流下工作时，它的熔断时间则趋于无穷大，即可以长期工作。曲线 2 是通过平均电流为 200A 的晶闸管过载特性。当晶闸管与快熔串联时，它们有相同的电流。从图中可以看出，在交点 A 的左侧，快熔熔断所需的时间小于晶闸管达到额定结温所需的时间，快速熔断器起到短路保护作用。在 A 点右侧，在图示范围内，晶闸管还是处在过流状态，但快熔熔断时间大于晶闸管所能承受过电流的时间，即快熔不起保护作用；再考虑到快速熔断器和晶闸管的特性都有分散性，而且还随温度而变化。所以，快熔用作短路保护是合适的，但不宜作过载保护。



1—弹簧夹；2—瓷底座；3—熔断体；4—熔体；5—管体

图 1.12 RTO 系列有填料封闭式熔断器的结构图

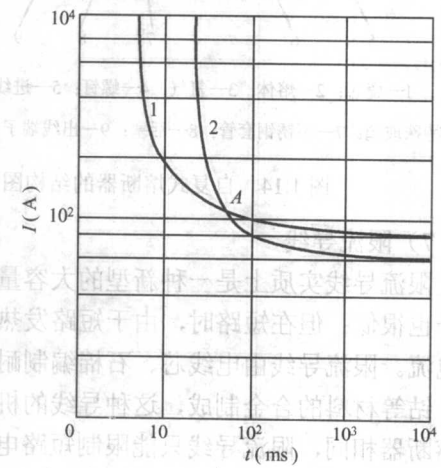


图 1.13 快速熔断器的保护特性与晶闸管的配合

快速熔断器的主要参数如下所示。

a. 额定电压。是指熔断器分断后能长期承受的电压。我国现有快速熔断器的额定电压有 250、500、750、1000、1500V 五个等级。

b. 额定电流。是指快熔能长期通过的电流的有效值。我国现有快速熔断器推荐的电流等级有 10、50、100、200、350、500、750、1000A。

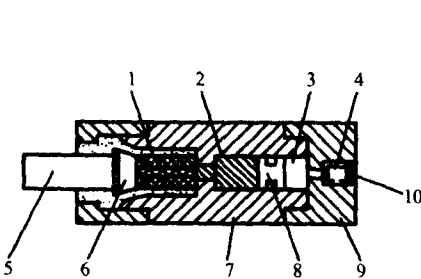
c. 允通能量。通常用 $\int i^2 dt$ 表示。在短路电流 i 发生时，在其流通的途径中，所有电路器件产生的总能量为 $\int i^2 R dt$ ，其中 R 是短路电流 i 回路中的电阻，这一能量转变与晶闸管串联时，前者的允通值应小于后者，以保证短路时快速熔断器先熔断。所以，在实际使用中除了注意快速熔断器的电流等级、电压等级外，还必须注意允通能量的校验。如果制造厂家能提供快熔和晶闸管的允通 $\int i^2 dt$ 特性，则这种校验方法是很方便且准确的。

6) 自复式熔断器

这类熔断器的熔体是由低熔点金属钠制成的，其结构如图 1.14 所示。

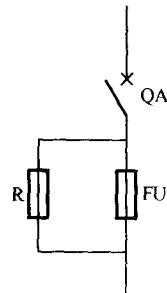
正常工作时，电流由进线端子处流入，再流经金属钠与外壁不锈钢，然后从尾部的引出端子处流出。常温下，金属钠是电的良导体；而在短路时，流过金属钠的电流剧增，在高温的作用下，金属钠迅速气化，体积膨胀，推动活塞向外移动。同时电阻急剧增加，限制了短路电流的进一步增大。金属钠冷却后，活塞在惰性气体氩气的推动下，将钠又推到瓷芯中，重新恢复到导电状态，以备下次使用。

自复式熔断器在很多情况下可与自动开关组合使用，如图 1.15 所示。



1—瓷芯；2—熔体；3—氩气；4—螺钉；5—进线端子；
6—特殊玻璃；7—不锈钢套管；8—活塞；9—出线端子；10—软铅

图 1.14 自复式熔断器的结构图



FU—自复式熔断器；QA—自动开关；R—电阻

图 1.15 自复式熔断器与自动开关组合使用

7) 限流导线

限流导线实质上是一种新型的大容量非线性电阻元件。限流导线在常温下电阻很小，电压降也很低；但在短路时，由于短路发热产生的热量使限流导线的电阻剧增，从而限制了短路电流。限流导线由电线芯、石棉编制耐热层和硅橡胶耐压绝缘层构成。其中，线芯由铁、镍、钴等材料的合金制成，这种导线的机械强度及电气性能十分稳定，可反复使用。与自复式熔断器相同，限流导线只能限制短路电路，而不能分断短流电流。

(2) 熔断器的选择

1) 熔断器的安秒特性

熔断器的动作是靠熔断体的熔断来实现的。当电流较大时，熔断体所需的熔断时间就较短；而电流较小时，熔断体所需的熔断时间就较长，甚至不会熔断，这一特性称为熔断器的安秒特性，如图 1.16 所示。

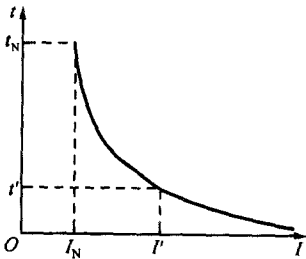


图 1.16 熔断器的安秒特性

每一熔体都有一最小熔断电流，温度不同，最小熔断电流也不同。虽然该电流受外界环境影响，但在实际应用中可以不加考虑。一般定义熔体的最小熔断电流与熔体的额定电流之比为最小熔断系数，常用熔体的熔断系数应大于 1.25。也就是说，额定电流为 10A 的熔体在电流 12.5A 以下时应不会熔断。熔断电流与熔断时间之间的关系如表 1.1 所示。

2) 熔断器的选择

熔断器的型号可根据负载的情况选择，如容量较小的照明负荷可选 RC1A 型熔断器；而用于防爆场合或电流较大时，可选 RL1 系列或 RT0 系列熔断器。熔断器的额定电流应大于或等于熔体额定电流，若有过负荷现象，可选择电流大一点的熔断器。熔体的额定电流可按以下方法选择。