

电器控制技术及应用

张连华 主编

DIAN QI KONG ZHI JI SHU JI YING YONG ● ● ●



TM5-71.6
109

西安理工大学图书馆



C922813-1

TM571.6
109

电器控制技术的应用

张连华 主编

ISBN 958-7-111-35816-3
I. ①电... II. ①张... III. ①TM271.5
电器控制技术及应用 / 张连华主编. — 北京: 机械工业出版社, 2011.10

中国版本图书馆CIP数据核字 (2010) 第234192号

机械工业出版社 (北京) 出版
责任编辑: 李...
封面设计: 李...



机械工业出版社
社址: 北京...
电话: (010) 8836594
网址: www.mip.com.cn

3 15-2MT
101

为了适应 21 世纪职业教育的新形势和新要求,更好地促进“双证制”在高校的普及,本教材采用项目教学法的结构,系统地介绍了电器元件的基本知识;电器控制电路的基本单元;通用机床的电器控制电路分析;机床的日常保养与检修;电器控制系统的设计基础。在整本教材中,尽量把与数控机床方面有联系的知识,穿插在其内容中,以扩大学习的知识面,为学生以后接受继续教育,拓宽发展空间。

整个教材共分 5 个项目、21 个任务、78 个课题(其中理论教学 65 个课题,实际操作 13 个课题)。从职业教育的理论和实际操作技能培养的需要出发,将理论教学与实际操作训练融为一体,使学生在接受理论知识的同时,又获得了实际操作技能,充分展示了职业教育的特色。

本教材可作为高职、高专院校机电一体化、数控设备与维修、电气维修及相近专业的教材,也可作为相关电类专业师生及从事电气工程技术专业人员的参考书,还可用于职业培训。

图书在版编目(CIP)数据

电器控制技术的应用/张连华主编. —北京:机械工业出版社,2011.1
ISBN 978-7-111-32816-2

I. ①电… II. ①张… III. ①电气控制—基本知识 IV. ①TM571.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 254197 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:罗莉 责任编辑:罗莉 版式设计:霍永明

责任校对:张晓蓉 封面设计:陈沛 责任印制:李妍

北京外文印刷厂印刷

2011 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·14 印张·326 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-32816-2

定价:34.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

销售二部:(010) 88379649

教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者服务部:(010) 68993821 封面无防伪标均为盗版

前 言

本教材是在《电器-PLC 控制技术及应用》教材的基础上分解、修订而成。《电器-PLC 控制技术及应用》教材于 2007 年出版,于 2009 年被辽宁省教育厅评为省级“精品教材”。

本教材在编写过程中,力求体现以下的特点:

1. 改变了理论教材只讲理论知识的传统模式

在某些项目中都设置了针对性很强的实操课题,真正体现了理论联系实际的教学理念,完全符合高职教育的发展趋势。

2. 整个教材的内容项目化

教材内容归类明确,既有其独立性而自成体系,相互之间又存在着联系,不失其整体性、系统性,易于教和学。

3. 在每个任务前都提出了明确的要求

为学生指明了该任务的重点和应达到的目标。

4. 在每个任务前都提出了具体的实施建议

给教师教学任务的实施提供了一些参考性建议,以利于该任务的顺利实施及收到良好的效果。

5. 在每个任务后边都设置了能力检测

改变了只复习理论知识的传统做法,增加了实践能力的检测与评价。

本教材的五个项目都是按照【项目概述】、【项目目标】、【项目构成】、【项目总结】进行排序的。其中,每个任务又都是按照【任务说明】、【任务要求】、【实施建议】、【分析与探究】、【任务小结】5 个环节进行编写的,并在每个任务后均附有能力检测。

本教材的内容在《电器-PLC 控制技术及应用》的基础上做了如下调整:①增加了项目 1 中的任务六“执行电器”;②增加了项目 2 中的任务三“三相异步电动机顺序运行控制电路”;③在项目 3 任务一中,增加了课题 2“C650 型卧式车床电器控制电路分析”;④增加了项目 5“电器控制系统的设计基础”;⑤增加了附录 D“维修电工职业技能鉴定标准(技能部分)”和附录 E“维修电工职业技能鉴定考核模拟题”;⑥增加了部分图片,以加强感性知识;⑦删去了 PLC 的全部内容;⑧对教材中个别内容做了订正。

本教材由张连华任主编,陈雪、张齐任副主编。参加编写工作的还有张远望、谢紫迎、孙丽、潘珊、李光远。

在本教材分解、修订的过程中得到了张学君副教授、吴灵副教授、于英杰副教授、徐宁讲师、林野讲师、信宁助讲、付志佳助讲等的大力支持,在此一并表示诚挚的感谢。

由于编者的水平有限,教材中难免存在一些遗漏或不当之处,甚至是错误,敬请各位同仁和教材的使用者批评指正。

目 录

前言	
引言	1
项目1 电器元件的基本知识	5
任务一 开关电器及其选用	6
课题1 刀开关	7
课题2 组合开关	8
课题3 断路器	9
实操课题1 开关的认知及使用	11
能力检测	12
任务二 主令电器及其选用	13
课题1 按钮	13
课题2 行程开关	15
实操课题2 行程开关的认知及使用	16
课题3 万能转换开关	17
实操课题3 万能转换开关的认知及使用	17
课题4 数控机床用开关电器	18
能力检测	19
任务三 接触器及其选用	20
课题1 接触器的分类和结构	20
课题2 接触器的工作原理及选用	22
实操课题4 接触器的结构认知及使用	22
能力检测	23
任务四 继电器及其选用	24
课题1 中间继电器	24
课题2 时间继电器	25
课题3 其他型式继电器	27
实操课题5 继电器的认知及使用	30
能力检测	31
任务五 保护电器及其选用	31
课题1 熔断器	32
课题2 热继电器	34
课题3 其他保护电器	35
实操课题6 保护电器的认知及使用	36
能力检测	37
任务六 执行电器	37
课题1 三相异步电动机	37
课题2 电磁铁	44
课题3 电磁工作台	45
课题4 电液动换向阀	45
能力检测	47
任务七 常用电器的故障与检修	47
课题1 触头的故障与检修	47
课题2 电磁系统的故障与检修	48
课题3 常用电器元件的故障与检修	49
课题4 三相异步电动机的日常维护与检修	50
能力检测	51
任务八 电器控制电路图的认知	51
课题1 电路图的代表符号和接线端子标记	52
课题2 关于电路图的定义及种类	53
课题3 绘制电路图的基本规则	53
能力检测	55
项目总结	56
项目2 电器控制电路的基本单元	57
任务一 三相异步电动机的点动、长动控制电路	57
课题1 三相异步电动机点动、长动(连续)控制电路的组成及区别	58
课题2 具有三相异步电动机点动、长动(连续)两种功能的控制电路	59
课题3 三相异步电动机多地点控制电路	60
实操课题7 三相异步电动机点动、长动控制电路	61
能力检测	62
任务二 三相异步电动机起动控制电路	62
课题1 三相异步电动机直接起动控制电路	63

课题 2 三相异步电动机减压起动控制 电路	63	装置简介	93
课题 3 三相异步电动机软起动控制 电路	67	实操课题 12 变频器调速控制电路	95
实操课题 8 三相异步电动机 Y- Δ 减压起动控制电路	68	能力检测	96
能力检测	69	项目总结	97
任务三 三相异步电动机顺序运行控制 电路	69	项目 3 通用机床的电器控制电路 分析	98
课题 1 由主电路实现顺序运行的控制 电路	70	任务一 普通机床的电器控制电路分析	98
课题 2 由控制电路实现顺序运行的控制 电路	71	课题 1 CA6140 型车床电器控制电路 分析	99
实操课题 9 两台三相异步电动机顺序 运行控制电路	72	课题 2 C650 型卧式车床电器控制电路 分析	101
能力检测	73	课题 3 X62W 型万能铣床电器控制电路 分析	105
任务四 三相异步电动机正、反转控制 电路	73	课题 4 T68 型卧式镗床电器控制电路 分析	110
课题 1 三相异步电动机正、反转手动 控制电路	74	实操课题 13 卧式车床电器控制电路 的认知及排故	116
课题 2 三相异步电动机正、反转自动 控制电路	75	能力检测	117
课题 3 三相异步电动机自动往返循环 控制电路	76	任务二 数控机床的电器控制电路分析及 辅助功能指令	118
实操课题 10 三相异步电动机正、反转 自动控制电路	77	课题 1 数控机床电器控制电路分析	118
能力检测	78	课题 2 数控机床常用的辅助功能指令 简介	123
任务五 三相异步电动机制动控制电路	79	能力检测	125
课题 1 三相异步电动机机械制动控制 电路	79	项目总结	125
课题 2 三相异步电动机电气制动控制 电路	80	项目 4 机床的日常保养与检修	126
课题 3 数控机床的定位控制装置简介	83	任务一 普通机床电器的日常保养与 检修	126
实操课题 11 三相异步电动机反接 制动控制电路	86	课题 1 普通机床的日常保养	127
能力检测	88	课题 2 普通机床电器控制电路的 检修	127
任务六 三相异步电动机调速控制电路	88	课题 3 普通机床常见故障的分析	131
课题 1 机械调速	89	能力检测	133
课题 2 电气调速	89	任务二 数控机床的日常保养与检修	133
课题 3 数控机床的调(变)速控制		课题 1 数控机床的日常保养	134
		课题 2 数控机床的检修	134
		能力检测	136
		项目总结	136
		* 项目 5 电器控制系统的设计基础	137
		任务一 电器控制系统设计	137

引 言

当前，以就业为导向这种符合国际高职教育的大趋势，也已成为中国高职教育发展的必然方向。2003 年 7 月全国职业教育工作会议提出了“以就业为导向”的重要思想，明确了高职院校办学的方向。培养社会急需的高技能专业人才是时代和历史赋予高职教育的使命。社会需求确定了高职院校培养的学生不仅具有一般工人执行命令的能力，还应具有工程技术人员设计、决策并发布命令的能力；使其走上社会就业后，不仅能适应一线的基本操作，又能兼容、创新和可持续发展，成为具有一定理论知识和操作技能的应用型、技能型人才。

1. 以职业能力为导向，设置教材内容

随着我国教育事业的不断深入和发展，以及“双证制”在毕业学生考核中的推广，对在校的大学本科、高职高专、各类职业技术学院的学生来说，提高其实际操作技能的水平和解决实际问题的能力就更加重要了。取得职业资格证书已成为在校学生获取毕业资格的必要条件之一，也是他们就业准入的通行证。

为了适应这种发展的趋势，对于机电一体化、数控维修等专业的学生来说，在他们毕业前都要进行职业技能鉴定考核，即维修电工中级工考核。在维修电工中级工考核中，实际操作的课题有多个，例如：“X62W 型万能铣床电气控制电路故障的分析及排除”就是比较典型的一例，其具体内容如下：

中级维修电工实际操作技能考核试题

- 1) 题目名称：X62W 型万能铣床的电气控制电路故障的分析及排除
- 2) 题目内容：根据机床的情况，发现故障现象，分析故障产生原因，查找并排除故障。
- 3) 考核时间：30min。
- 4) 使用的设备、工具：X62W 型万能铣床实验台、万用表等。
- 5) 满分：100 分。
- 6) 技术要求及评分标准：见表 0-1。

表 0-1 技术要求及评分标准

项目	技术要求	配分	评分标准	扣分	得分
故障分析	1. 采用正确的分析方法、思路来查找故障 2. 操作要正确 3. 正确使用工具、仪表	30 分	1. 分析方法不对，思路不清楚，每处扣 5~10 分 2. 操作不正确，每处扣 5 分 3. 工具、仪表使用不当每次扣 5 分		
排除故障	1. 排除故障方法要正确 2. 不允许扩大故障范围 3. 不能损坏电器元件	60 分	1. 不能排除故障的，扣 60 分 2. 能修复的，每个扣 10 分；不能修复的，每个扣 20 分 3. 损坏电器者，按 0 分处理		

(续)

项目	技术要求	配分	评分标准	扣分	得分
安全 文明 操作	1. 劳保用品要安全可靠 2. 考核完成后应保持仪表等完好 3. 保持工位整洁 4. 无违反安全规定现象和事故发生	10 分	1. 违反规定者,每项扣 2 分 2. 有损坏的,酌情扣 5~10 分 3. 操作时工具、仪表乱丢、乱放,每项扣 5 分 4. 有违反规定者,扣 5~10 分		
考核时间					
开始时间		结束时间			
主考人		监考人		总得分	

注: X62W 型万能铣床的电器控制电路见图 0-1。

由图 0-1 可知,所有的机床设备都是由其电器控制电路来实现各种加工过程控制的。而各种机床的电器控制电路虽然有所不同,但其组成却有许多相似之处,所用电器元件基本相同。因此,为了使学生们能在毕业前顺利通过职业技能鉴定,并为其就业奠定扎实的理论知识和实际操作能力,我们将“机床电器控制电路”作为主要研究对象,根据行动导向法的基本思想,在设置本教材的内容时,紧扣“机床电器控制电路”这一中心,以达到职业技能鉴定维修电工中级工要求为目标,通过倒叙的方式,设置了 5 个教学项目:

1) 从“机床电器控制电路是怎样产生的? 电器控制电路设计需要哪些知识与能力?”出发,设置 * 项目 5 电器控制系统的设计基础。

2) 从“如何对长期使用的机床进行保养? 其出现电器故障时需做些什么?”出发,设置项目 4 机床的日常保养与检修。

3) 从“机床控制电路是由哪些基本单元组成的? 其各自的工作过程是怎样实现的?”出发,设置项目 3 通用机床的电器控制电路分析。

4) 从“常用的电器能组成哪些基本控制单元? 其各自的工作过程与用途是如何描述的?”出发,设置项目 2 电器控制电路的基本单元。

5) 从“常用的电器有哪些? 其各自的结构与作用有何不同?”出发,设置项目 1 电器元件的基本知识。

在编写教材时,将其内容则按项目 1 电器元件的基本知识→项目 2 电器控制电路的基本单元→项目 3 通用机床的电器控制电路分析→项目 4 机床的日常保养与检修→* 项目 5 电器控制系统的设计基础的顺序进行编写。之所以这样做,主要是基于两个方面的因素,即教师授课的可操作性和学生的认知规律。同时,这样展开的结构形式更有利于激发学生的学习兴趣,也使得教材的内容更实用、更具有高职特色。

2. 机床电器控制发展简介

机床电器控制是随着科学技术的不断发展以及生产加工工艺不断改进而不断更新的。在控制方法上主要由手动控制发展为自动控制;在控制原理上主要由单一的有触头硬接线继电器-接触器控制系统发展为以微处理器为中心的软件控制系统;在控制功能上主要由简单控制发展为复杂控制;在操作方式上主要由笨重操作发展为轻松操作。随着新的控制理论和电器及电子元器件的出现,还将不断地推动机床电器控制继续向前发展。

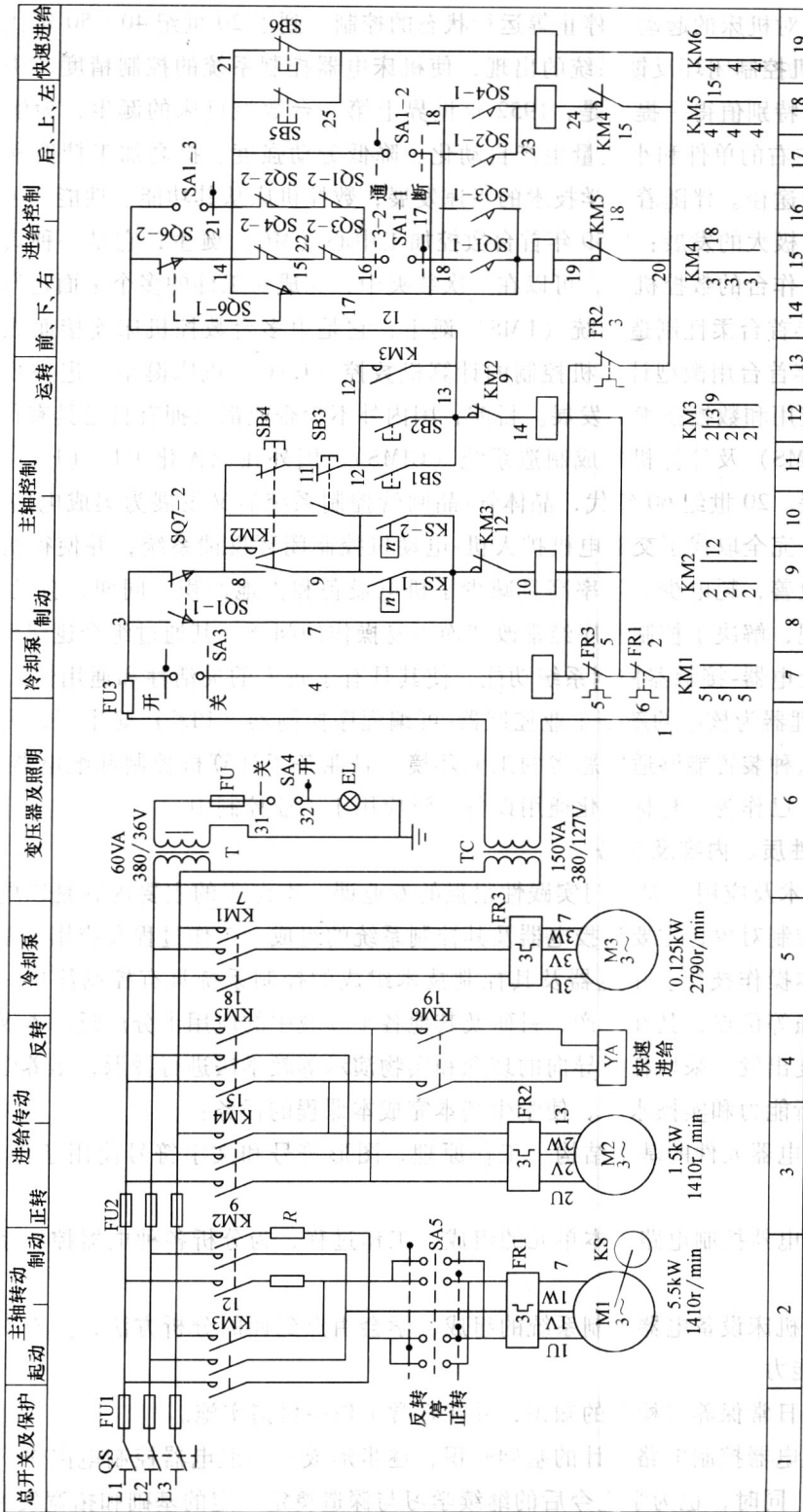


图 0-1 X62W 型万能铣床的电路

在 20 世纪 20 ~ 30 年代, 由继电器、接触器、按钮、行程开关等组成的继电器-接触器控制系统, 实现了对机床的起动、停止等运行状态的控制。到了 20 世纪 40 ~ 50 年代, 交磁电机扩大机-电动机控制闭环反馈系统的出现, 使机床电器控制系统的控制精度、快速响应性能都有了提高。特别值得一提的是, 1952 年世界上第一台数控机床的诞生, 为解决占机械加工总量 80% 左右的单件和小批量生产自动化、降低劳动强度、提高加工精度和效率等问题, 开辟了新的途径。伴随着科学技术的飞速发展, 数控机床从其功能、性能、可靠性及应用等方面都有了极大的发展: 1959 年首台数控加工中心 (MC) 诞生, 它是一种具有自动换刀装置和回转工作台的数控机床, 可以在一次装夹中, 完成对工件的多个平面进行多道工序的加工; 1967 年首台柔性制造系统 (FMS) 诞生, 它是由多台数控机床连接而成的柔性加工系统; 1970 年首台用微型计算机控制的计算机数控 (CNC) 机床诞生, 进一步促进了数控机床的普及应用和数控技术的发展。目前, 国内外不少企业都已拥有自己具有代表性的柔性制造系统 (FMS) 及计算机集成制造系统 (CIMS), 国外在无人化工厂 (FA) 方面也取得了较大的进展。20 世纪 60 年代, 晶体管-晶闸管控制系统后又发展为集成电路放大器-晶闸管控制系统, 完全取代了交磁电机扩大机-电动机控制闭环反馈系统, 并使得机床调速系统的性能大为改善, 耗电少、效率高且减少了机电设备和占地面积。同期, 自动化装置-顺序控制器的出现, 解决了控制程序经常改变而不易操作的问题, 其通过组合逻辑元件的插接或编程来实现继电器-接触器控制系统功能, 使其具有了较大的灵活性和通用性。20 世纪 70 年代, 以微处理器为核心的新型工业控制器-可编程序控制器 (PLC) 诞生了, 完全取代了顺序控制器。这种装置能够适应恶劣的工业环境, 且兼备了计算机控制和继电器-接触器控制系统的优点, 已作为一种标准化通用设备广泛应用于工业控制中。

3. 本课程的性质、内容及任务

《电器控制技术及应用》是一门实践性很强的专业课。本课程的主要内容是以电动机或其他执行元件为控制对象, 主要讲授电器及其控制系统的组成、工作过程及应用的基础理论和基本知识及基本操作技能。由电器及其控制技术组成的控制系统具有控制简单、价格低廉、抗干扰能力强等优点, 其在生产、科研及其他各个领域中的应用十分广泛。本课程从强化实际应用的角度出发, 采取任务导向的理念和实物演示等教学法进行授课, 培养学生对电器控制系统的分析能力和实操水平, 使学生基本完成本课程的任务:

1) 熟悉常用电器元件的基本结构、工作原理、图形符号和文字符号使用条件及用途, 并学会正确选用。

2) 熟练掌握电器控制电路基本单元的组成、工作过程, 为分析各种电器控制系统奠定基础。

3) 明确通用机床设备电器控制系统的组成, 学会由点到面的分析方法, 具有对其控制过程的独立分析能力。

4) 了解机床日常保养与检修的知识, 并在日常工作中付诸实施。

5) 了解有关电器控制电路设计的基础知识, 逐步形成对一般电器控制电路进行改造与设计的基本能力。同时, 也为学生今后的继续学习与深造奠定一定的基础和拓宽发展空间。

项目1 电器元件的基本知识

【项目概述】

电器元件是各种机床控制电路及电力拖动-自动控制系统的基本组成元件，它直接影响着后两者的可靠性和经济性。因此，熟悉电器元件的结构与工作原理及其正确的选用，就成为学习和掌握后续知识以及了解新型电器元件的基础。那么，什么叫电器呢？它又有哪些种类呢？

根据外界特定信号自动或手动地接通或断开电路，实现对电路或非电对象控制的电气设备叫做电器。凡工作在交流电压1200V或直流电压1500V及以下的电路中，起通断、保护、控制或调节作用的电器产品叫做低压电器。

电器元件的种类很多，分类方法也有多种。按其动作方式分类，可分为自动切换电器和非自动切换电器；按其在控制电路中的作用和位置分类，可分为控制电器和配电（保护）电器；按其执行机能分类，可分为有触头和无触头的电器，等等。常用的低压电器元件见表1-1。

表1-1 常用低压电器分类

分类	名称	主要品种	用途
控制电器	接触器	交流接触器 直流接触器	远距离频繁起动或控制交、直流电动机以及接通和分断正常工作的电路或负载
	继电器	中间继电器 时间继电器 热继电器 速度继电器 压力继电器 电压继电器 电流继电器	主要用于控制系统中控制其他电器或作主电路的保护之用
	主令电器	按钮 行程开关 微动开关 万能转换开关 接近开关 光电开关	用来闭合与分断控制电路以及发布命令
	控制器	凸轮控制器 平面控制器	转换主电路或励磁回路的接法，以达到电动机的起动、换向和调速的目的
配电电器	刀开关	负荷开关	主要用作电器隔离，也能接通、分断电路
	断路器	塑料外壳式断路器 剩余电流断路器	用作电路过载、短路、漏电或欠电压保护，也可用作不频繁接通和分断电路
	熔断器	有填料熔断器 无填料熔断器 半封闭插入式熔断器 螺旋式熔断器 快速熔断器	用作线路和设备的短路和过载保护

(续)

分类	名称	主要品种	用途
执行 电器	三相异步电动机	笼型 绕线转子型	将电能转化为机械能
	牵引电磁铁		使机械装置完成动作
	液压控制 元件	液压泵 液压缸、液压马达 各种电磁阀、油箱、 滤油器等	提供动力的动力元件 完成动作的执行元件 实现各种控制的控制元件 构成油路的辅助元件

【项目目标】

- 1. 熟悉各种常用电器的结构、工作原理及其用途。
- 2. 熟记各种常用电器的图形符号和文字符号。
- 3. 掌握各种常用电器的正确选用方法。
- 4. 要独立完成实操课题。
- 5. 熟悉绘制电路图的基本原则，逐步学会并掌握电路图的阅读方法。

【项目构成】

该项目由以下 8 个任务和 6 个实操课题构成。

任务一 开关电器及其选用

【任务说明】

开关电器广泛用于各种电气控制设备及电路中，实现对电源的隔离、控制与保护。常用的开关电器有刀开关、组合开关、断路器等。

【任务要求】

- 1. 熟悉开关电器的结构、工作原理及用途。
- 2. 熟记开关电器的图形符号和文字符号。
- 3. 掌握开关电器的正确选用方法。
- 4. 独立完成实操课题。

【实施建议】

- 1. 在任务实施过程中，要尽量采用实物演示或拆装的教学方式，讲清开关电器的结构和工作原理，并强调开关电器的选用方法及其进行简单检修的知识。
- 2. 加强实际操作训练，让每个学生独立完成本任务中所规定的实操课题，并为后续内容的学习与实操奠定一定的基础。

【分析与探究】

课题1 刀 开 关

刀开关俗称闸刀开关，是一种结构最简单而应用最广泛的手动电器。

在低压电路中，一般用来将电路与电源隔离，或作为不频繁接通和分断电路之用。

刀开关主要由操作手柄、动触刀、静触座和绝缘底座等组成。其依靠手动来实现动触刀插入或脱离静触座的控制。按触刀数可分为单极、双极和三极。刀开关的图形符号和文字符号见图1-1。

常用的刀开关一般都是与熔丝或熔断器组成具有保护作用的开关电器，实现对电路的控制和保护。

1. 开启式负荷开关（俗称瓷底胶盖闸刀开关）

(1) 结构

HK系列开启式负荷开关由刀开关和熔丝（俗称保险丝）组合而成，瓷底板上装有进线座、静触头、熔丝、出线座及刀片式的动触头，上面罩有两块胶盖，以保证操作者不会触及带电部位及在分断电路时产生的电弧可能对人体造成的灼伤。其结构及外形见图1-2a。

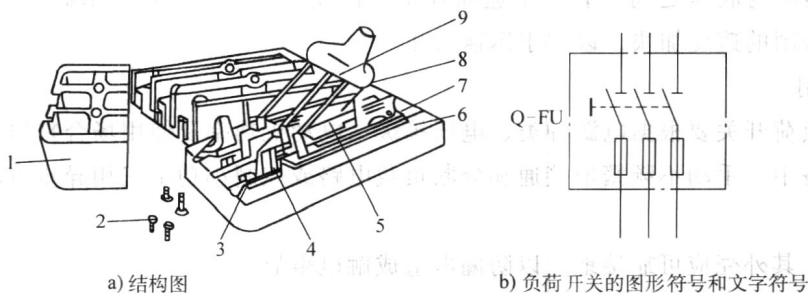


图1-2 HK系列开启式负荷开关

1—胶盖 2—胶盖固定螺钉 3—进线座 4—静触座 5—熔丝
6—瓷底 7—出线座 8—动触刀 9—瓷柄

(2) 选用

开启式负荷开关的选择主要根据电源种类、电压等级、电动机功率、所需极数和使用场所来选择。其适用于额定电压为交流380V或直流440V、额定电流小于60A的电器装置。例如，用于照明电路时，可选用额定电压为250V、额定电流等于或大于电路工作电流的双极开关；用于控制功率小于5.5kW的三相异步电动机的直接起动和停止时，可选用额定电压为380V或500V、额定电流等于或大于该电动机额定电流3倍的三极开关。

注意，对带有较大负载的刀开关进行拉闸或合闸时，动作要迅速，以减少电弧对刀片的灼伤。

(3) 安装

在安装开启式负荷开关时,合闸状态下的手柄必须向上,以防止动触刀松动或其他原因引起自动合闸,造成触电事故。电源进线应接在静触座的接线端子上,负载应接在出线座上的接线端子上,这样接线可使拉闸后,动触刀和熔丝都不带电,保证操作者在连接负载或更换熔丝时的安全。

开启式负荷开关的图形符号和文字符号见图 1-2b。

2. 封闭式负荷开关 (俗称铁壳开关)

(1) 结构

常用的 HH 系列封闭式负荷开关由刀开关、熔断器、灭弧装置、操作机构及金属外壳组成,其中 3 个动触刀固定在一根绝缘轴上,由手柄操作。封闭式负荷开关是因其外壳为金属而得名的,其具体结构见图 1-3。

(2) 特点

为保证操作者的安全,在开关的铁壳上装有机械联锁装置,当箱盖打开时,无法合上动触刀;动触刀合上后,箱盖不能打开。为防止动触刀刃被电弧烧蚀,在手柄转轴与底座之间装有一个速断弹簧,促使动触刀分、合闸的速度加快,以利于迅速灭弧。

(3) 选用

封闭式负荷开关要根据电源种类、电压等级、电动机功率及使用场合来选择。它适用于各种配电设备中,手动不频繁地接通和分断负载电路或控制小功率三相异步电动机的直接启动与停止。

安装时,其外壳应可靠接地,以防漏电造成触电事故。

封闭式负荷开关的图形符号和文字符号见图 1-2b。

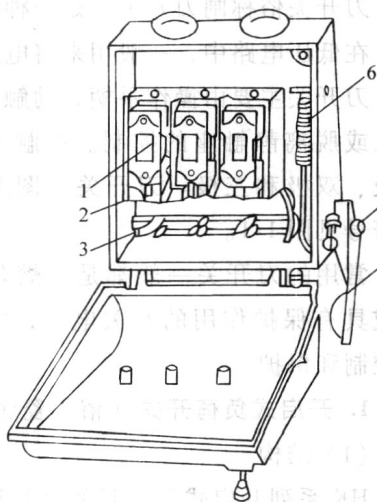


图 1-3 封闭式负荷开关

1—熔断器 2—夹座 3—动触刀
4—手柄 5—转轴 6—速断弹簧

课题 2 组合开关

组合开关,主要用作电源引入,它有单极、双极、三极和四极几种,额定电流有 10A、25A、60A、100A 等几个等级。

1. 结构

常用的 HZ10-10/3 型组合开关上有 3 组触头,其中 3 对静触头分别装在 3 层绝缘垫板上,并附有接线柱伸出盒外,以便与电源、用电设备连接;3 个动触头是由两个磷铜片或硬紫铜片和灭弧性能良好的绝缘钢纸板铆合而成的,它套在附有手柄的绝缘杆上,当手柄每次转动 90°时,带动 3 个动触头分别使三对静触头接通或断开,实现对用电设备的控制。其具体结构见图 1-4。

2. 特点

HZ10-10/3 型组合开关具有寿命长、使用方便与可靠、结构简单等优点,但其转换次数

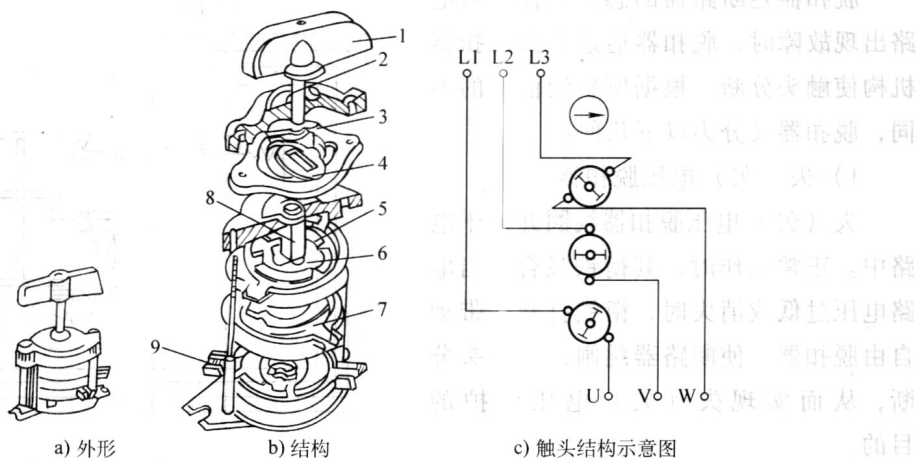


图 1-4 HZ10-10/3 型转换开关

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

每小时不许超过 15 ~ 20 次。

3. 选用

HZ10-10/3 型组合开关常用于交流 380V 及以下、直流 220V 及以下的电源引入; 5kW 以下电动机的直接起动; 电动机的正、反转控制及机床照明控制电路中。在控制电动机正、反转时, 一定要使电动机先经过完全停止的位置后才能再接通反向旋转电路。

组合开关是根据电源种类、电压等级、所需触头数、电动机功率进行选用的。其中组合开关的额定电流一般取电动机额定电流的 1.5 ~ 2.5 倍。

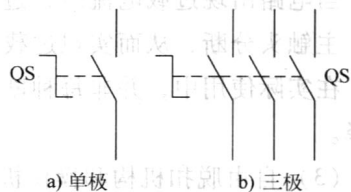


图 1-5 组合开关的图形

符号和文字符号

组合开关的图形符号和文字符号见图 1-5。

课题3 断路器

断路器俗称自动空气开关、自动开关, 在功能上相当于刀开关、熔断器、热继电器和欠电压继电器的组合, 是一种可以自动切断线路故障的保护电器。在线路、电器设备及电动机发生严重过载、短路及欠(失)电压等故障时, 能自动切断电路(俗称自动跳闸), 或在正常情况下用来作不频繁的切换电路。它与接触器不同的是断路器能自动切断短路电流, 但其允许操作的频率较低。

1. 结构

断路器主要由 3 个基本部分组成, 即触头、灭弧系统和各种脱扣器。其具体结构见图 1-6。

(1) 主触头及灭弧系统

主触头及灭弧系统是断路器的执行机构, 用于通断主电路。主触头由耐弧合金制成, 其灭弧系统采用灭弧栅片。

(2) 脱扣器

脱扣器是断路器的感测元件，当电路出现故障时，脱扣器通过自由脱扣器机构使触头分断。根据所感测信号的不同，脱扣器又分为以下几种：

1) 失（欠）电压脱扣器

失（欠）电压脱扣器线圈并接于电路中。正常工作时，其衔铁吸合，当电路电压过低或消失时，衔铁打开并带动自由脱扣器，使断路器跳闸，主触头分断，从而实现失（欠）电压保护的目。

2) 过电流脱扣器

过电流脱扣器线圈串接于电路中。当电路中出现瞬时过电流或短路电流

时，衔铁动作并带动自由脱扣器，使断路器跳闸，主触头分断，从而实现瞬时过电流或短路保护的目。

3) 过载（热）脱扣器

当电路出现过载电流时，过载脱扣器的双金属片弯曲并带动自由脱扣器，使断路器跳闸，主触头分断，从而实现过载保护的目。

在实际使用中，并非每种断路器均具有上述所有脱扣器，要根据断路器的使用场合来选择。

(3) 自由脱扣机构和操作机构

自由脱扣机构和操作机构是断路器的机械传动部件。其作用是由脱扣器线圈接受信号后，由操作机构实现断路器的自动跳闸和手动合闸的任务。断路器触头的瞬时通断时间与手柄的操作速度无关。

2. 工作原理

由图 1-6 可知，当线路正常工作时，断路器的过电流脱扣器 3 的线圈所产生的吸力不能将它的衔铁吸合。如果线路发生短路或产生很大的瞬时过电流时，过电流脱扣器的吸力增加，将其衔铁吸合，把自由脱扣器 2 的搭钩顶开，切断主触头 1，实现短路或瞬时过电流保护的目；如果线路上电压下降或失去电压时，欠电压脱扣器 6 的吸力减小或失去吸力，其衔铁被弹簧拉开，把自由脱扣器 2 的搭钩顶开，切断主触头 1，实现欠（失）电压保护的目。

当线路发生过载时，过载电流流过发热元件，使双金属片受热弯曲，将自由脱扣器 2 的搭钩顶开，切断主触头 1，实现过载保护。

3. 特点及选用

(1) 特点

断路器与使用刀开关和熔断器相比，其体积小、重量轻、安装方便、操作安全。特别是当线路发生过电流、短路、过载时，断路器自动跳闸进行保护，且将三相电源同时切断，避

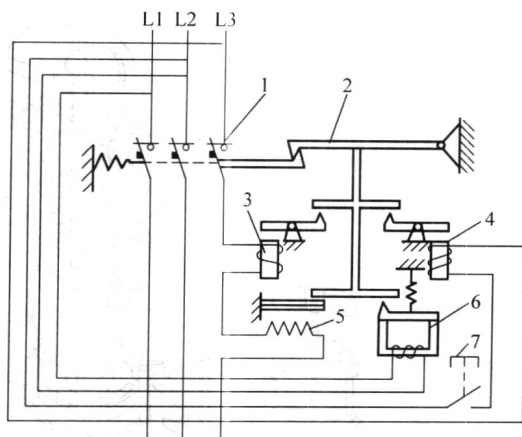


图 1-6 断路器的结构示意图

1—主触头 2—自由脱扣器 3—过电流脱扣器
4—分励脱扣器 5—热脱扣器 6—欠电压脱扣器 7—按钮

免电动机的断相运行；故障排除后可重复多次使用。但是其结构较复杂。

(2) 选用

- ① 断路器的额定电压和额定电流要大于线路的正常工作电压和工作电流。
- ② 断路器的极限通断能力要大于或等于线路最大短路电流。
- ③ 断路器的欠（失）电压脱扣器线圈的额定电压要等于线路的额定电压。
- ④ 断路器的过电流脱扣器线圈的额定电流要大于或等于线路的最大负载电流。
- ⑤ 断路器的过载脱扣器的整定电流要与所控制的电动机的额定电流或负载电流一致。

常用的塑料外壳式断路器有 DZ15 系列、DZ47 系列等。其在数控机床床上应用得较多。

断路器的图形符号和文字符号见图 1-7。

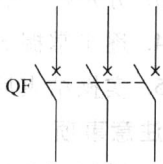


图 1-7 断路器的图形和文字符号

4. 带漏电保护的剩余电流断路器

带漏电保护的断路器曾称为漏电断路器，是为了防止在低压线路中发生人体触电或漏电造成火灾、爆炸事故的一种开关电器。其作用是当发生人体触电或设备漏电时，迅速切断供电电路，从而避免人体和设备受到危害。常见的类型有电磁式电流动作型、电压动作型和晶体管（集成电路）电流动作型。

带漏电保护的剩余电流断路器其结构是在原有的塑料外壳式断路器中（或在其外部）增加一个能检测漏电流的感受元件（零序电流互感器）和漏电脱扣器。当检测元件接收到信号时，漏电脱扣器断开主电路的主触头，起到保护作用。检测元件和漏电脱扣器的保护动作电流为 30 ~ 100mA，保护动作时间为 0.03 ~ 0.1s。

安装带漏电保护的剩余电流断路器时，应将其接在电能表和熔断器后面，并按规定的标志接线。投入使用后，要定期（3 ~ 6 个月）进行校验，即在通电的状态下，按动实验按钮检查漏电保护作用是否正常，以确保用电的安全。

带漏电保护的剩余电流断路器原理图见图 1-8。

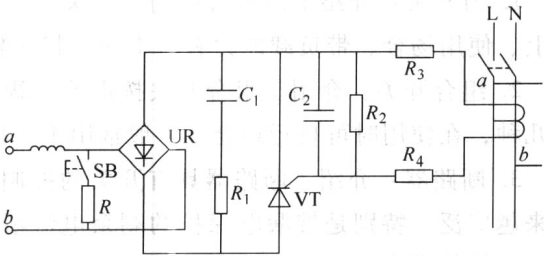


图 1-8 带漏电保护的剩余电流断路器原理图

实操课题 1 开关的认知及使用

实操目的

- 1. 通过观察，认知和区分 3 种开关的外观。
- 2. 通过拆装，明确 3 种开关的基本结构，加深对其图形符号和文字符号的记忆。
- 3. 理解 3 种开关的动作原理及用途。
- 4. 掌握 3 种开关的正确接线和使用方法。

实操用器材、仪表及工具

- 1. 刀开关 1 只；