

高等院校高素质技术技能型人才培养
规划教材



电气控制

DIANQI KONGZHI
JISHU JI YINGYONG

技术及应用

万东梅 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

高等院校高素质技术技能型人才培养
规划教材



电气控制技术 及应用

主 编 万东梅

副主编 郑家辉 霍俊仪

编 写 靳会超 史振江 刘旭东

韩晓雷 李德雄

内 容 提 要

本书为河北省精品资源共享课程“电气控制系统开发训练”的配套教材,是在总结多年职业教育教学改革的基础上,根据电气及自动化类专业毕业生就业所需的电气控制技术与技能编写而成的。主要内容分为学习篇、训练篇与系统篇。在学习篇内安排了两个项目,其中项目1为电气控制系统中常用低压电器,详细介绍了常用低压电器的原理、结构及选用方法;项目2为电动机基本控制线路,讲解了电动机启动、正反转、调速和制动等环节的控制思路与实现方法。训练篇设计了CW6163型普通车床、玉米粉碎机、打包秤电气控制柜设计与制作三个“教、学、做”一体教学项目。系统篇在制作完成的打包秤电气控制柜基础上,分别采用计算机控制、单片机控制、PLC控制技术,实现打包秤的自动控制与运行监控。为了方便教学,本书配有教学课件、电子教案等立体化资源,可以登录“国家精品课程资源网”(http://www.jingpinke.com)注册下载。

本书可作为应用技术型本科和高职高专院校电气工程及其自动化、电气自动化技术、机电一体化技术、建筑电气等相关专业的教学用书,也可作为电视大学、职工大学相关专业的教学用书,对于相关专业工程技术人员来说,也是一本很好的参考书和自学教材。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制技术及应用/万东梅主编. —北京:中国电力出版社, 2015.3

高等院校高素质技术技能型人才培养规划教材

ISBN 978-7-5123-6820-0

I. ①电… II. ①万… III. ①电气控制-高等学校-教材 IV. ①TM921.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第026877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)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015年3月第一版 2015年3月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 12.25印张 296千字

定价32.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

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



本书为河北省精品资源共享课程“电气控制系统开发训练”的配套教材，是根据目前现代职业教育的特点，并充分考虑到电气控制技术在机电产品中的实际应用而编写的，集成了编者二十多年自动化类专业职业技术教学、培训和工程实践经验。本书主要内容分为学习篇、训练篇与系统篇。在学习篇内安排了两个项目，其中项目1为电气控制系统中常用低压电器，详细介绍了常用低压电器的原理、结构及选用方法；项目2为电动机基本控制线路，讲解了电动机起动、正反转、调速和制动等环节的控制思路与实现方法。训练篇设计了CW6163型普通车床、玉米粉碎机、打包秤电气控制柜设计与制作三个“教、学、做”一体化教学项目。系统篇在制作完成的打包秤电气控制柜基础上，分别采用计算机控制、单片机控制、PLC控制技术，实现打包秤的自动控制与运行监控。本书主要特点如下：

(1) 按照现代职业教育培养目标，从电气自动化类专业学生必备的综合职业能力角度出发，按照CDIO（C构思—D设计—I实现—O运行）现代工程教育理念及“以能力为本位，以职业实践为主线，以真实的生产项目为载体”的总体设计要求来设计教学内容。除学习篇外，其他两篇的项目均取自生产实践，让知识和技能的学习有了更明确的工程目标，培养职业技能和素养的同时，提高学生学习兴趣和动手操作能力。

(2) 打破传统以知识体系的完整性来组织教学的模式，紧紧围绕工作任务完成的需要来选择和组织课程内容，突出工作任务与知识的紧密性，不求知识体系完整，但求能力综合。同时将计算机控制、单片机控制与PLC控制融入传统电气控制技术中，提高学生的自学能力、知识与技能的综合利用能力。

(3) 除学习篇外，每个项目开始，按照工程惯例，给出项目任务单，让学生在项目开始，了解项目要求与控制任务，以培养学生在以后的工作岗位中分析工程要求、提出解决方案的能力，实现教学内容与职业标准的对接。同时，为了与工程实践无缝衔接，书中术语尽可能与工程俗称一致。而为了与Protel软件对应，用Protel绘制的图形没有按新国家标准修改。

(4) 遵循应用技术型人才培养规律，由易到难、循序渐进，并力求简洁流畅、通俗易懂。同时，作为河北省精品资源共享课程的配套教材，编者在教材的立体化配套资源建设上做了大量工作，并已经在“国家精品课程资源网”(<http://www.jingpinke.com>)共享，方

便教师授课与学生自学。

本书由石家庄铁路职业技术学院万东梅任主编，郑家辉、霍俊仪任副主编，靳会超、史振江、刘旭东、韩晓雷、李德雄参与编写。全书由万东梅整理定稿。

由于时间仓促，书中难免有不妥和疏漏之处，敬请各位读者提出宝贵意见。

编 者

2015 年 1 月

目 录



前言

学习篇

电气控制基础

项目 1 电气控制系统中常用低压电器	3
1.1 常用开关	6
1.2 熔断器	11
1.3 接触器	14
1.4 继电器	16
1.5 主令电器	20
1.6 信号灯	23
项目 2 电动机基本控制线路	25
2.1 电动机直接起动控制线路	27
2.2 电动机正反转控制线路	30
2.3 多台电动机顺序控制线路	31
2.4 三相笼型异步电动机起动控制线路	33
2.5 三相笼型异步电动机制动控制线路	36
2.6 三相笼型异步电动机调速控制线路	39

训练篇

典型生产机械电气控制技术

项目 1 CW6163 型车床电气控制柜设计与制作	45
项目任务单	45
1.1 CW6163 型车床工艺概况	47
1.2 CW6163 型车床主电路、控制电路设计	48
1.3 CW6163 型车床电气控制柜元器件选择	49
1.4 CW6163 型车床电气控制系统布置图、接线图绘制	51
1.5 CW6163 型车床电气控制柜外观设计	52
1.6 CW6163 型车床电器元件之间的导线连接	53

1.7 CW6163 型车床电气控制柜通电试车	53
项目 2 玉米粉碎机电气控制柜设计与制作	55
项目任务单	55
2.1 玉米粉碎机工艺概况	56
2.2 玉米粉碎机主电路、控制电路设计	56
2.3 玉米粉碎机电气控制柜元器件的选择	58
2.4 玉米粉碎机电气控制系统布置图、接线图绘制	60
2.5 玉米粉碎机电气控制柜外观设计	61
2.6 玉米粉碎机电气控制柜导线连接	62
2.7 玉米粉碎机电气控制系统通电试车	62
项目 3 打包秤电气控制柜设计与制作	64
项目任务单	64
3.1 打包秤工艺概况	66
3.2 打包秤主电路、控制电路设计	67
3.3 打包秤电气控制柜元器件的选择	68
3.4 打包秤电气控制系统布置图、接线图绘制	70
3.5 打包秤电气控制柜外观设计	71
3.6 打包秤电气控制柜导线连接	72
3.7 打包秤电气控制系统通电试车	73

系统篇

自动控制产品开发应用

项目 1 计算机控制打包秤电气控制系统设计与制作	78
项目任务单（整体）	78
项目任务单（软件编程部分）	80
项目任务单（计算机接口电路板部分）	82
1.1 计算机控制打包秤软件的开发应用	83
1.2 打包秤计算机接口电路板设计与制作	92
1.3 计算机控制打包秤强、弱电联调	100
项目 2 单片机控制打包秤电气控制系统设计与制作	103
项目任务单（整体）	103
项目任务单（单片机控制电路部分）	105
2.1 控制电路的设计与制作	106
2.2 按键显示电路设计	110
2.3 信号采集电路设计	116
2.4 接口电路设计	123
2.5 打包秤单片机控制系统整体调试	128
2.6 单片机控制打包秤电气控制系统强、弱电联调	137

项目 3 PLC 控制打包秤电气控制系统设计与制作 139

 项目任务单（整体） 139

 项目任务单（PLC 控制部分） 142

 3.1 PLC 控制系统设计 144

 3.2 组态监控系统设计 151

 3.3 PLC 控制打包秤电气控制系统强、弱电联调 153

附录 A 导线规格与允许载流量 155

附录 B 常用开关主要技术参数 158

附录 C 常用熔断器主要技术参数 160

附录 D 常用接触器主要技术参数 162

附录 E 常用继电器主要技术参数 164

附录 F 常用主令电器主要技术参数 165

附录 G 常用信号灯主要技术参数 167

附录 H 常用电流表、电压表主要技术参数 168

附录 I 电流互感器、电压互感器技术参数 170

附录 J XK3190-A9 型称重仪表串口通信协议及参数设定 171

附录 K 七段数码管引脚说明与工作原理 173

附录 L 74LS247 引脚说明与工作原理 174

附录 M 74HC373 芯片引脚功能说明 175

附录 N ICL7650 引脚说明与工作原理 176

附录 O ICL7135 引脚说明与工作原理 178

附录 P FP0 系列 PLC 性能指标 180

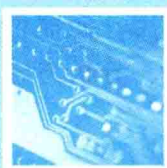
附录 Q 德力西通用开关电源性能指标与造型 183

附录 R JF5 系列接线端子及线槽选型指南 184

参考文献 185

学习篇

电气控制基础



- 项目1 电气控制系统中常用低压电器
- 项目2 电动机基本控制线路

电气控制基础

内容简介

本篇是为电气控制技术打基础的部分，由两个项目构成。项目1重点介绍了常用低压电器的结构、工作原理、作用以及元器件型号选择。项目2重点介绍了电气控制技术及典型的电动机控制线路的设计技巧和分析方法。

学习目的

通过本篇学习，掌握常用低压电器的基本结构、工作原理、在控制线路中的作用，元器件选择方法及步骤。掌握电动机基本控制线路的设计技巧、分析方法。

涉及主要技术

电气控制技术、职业规范、职业标准。

项目特点

充分考虑低压电器、电气控制技术的实际应用和发展情况，按照应用技术型人才培养特色，以突出应用和便于教学为目标，结合当前流行的先进技术产品，力求突出针对性、实用性和先进性。

项目1

电气控制系统中常用低压电器

电器是指对电能的生产、输送、分配和使用起控制、调节、检测、转换及保护作用的电气设备。按工作电压等级分为高压电器 ($> AC1200V$, $> DC1500V$) 和低压电器 ($< AC1200V$, $< DC1500V$)，本书仅介绍电气控制系统中常用的低压电器。

一、低压电器的分类

电器种类繁多，按其结构、用途及所控制的对象不同，可以有不同的分类方式。

1. 按用途和控制对象分类

低压电器分为配电电器和控制电器。

(1) 低压配电电器。主要用于低压供电系统，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。主要用于电气控制系统，如接触器、继电器、控制器、控制按钮、行程开关、主令控制器和万能转换开关等。

2. 按工作原理分类

低压电器分为电磁式电器和非电量控制电器。

(1) 电磁式电器。根据电磁感应原理工作，如交直流接触器、电磁式继电器等。

(2) 非电量控制电器。靠外力或非电物理量的变化而动作，如刀开关、行程开关、按钮、速度继电器、压力继电器和温度继电器等。

3. 按操作方式分类

低压电器分为手动电器和自动电器。

(1) 手动电器。由人工直接操作才能完成控制任务，如刀开关、按钮和转换开关等。

(2) 自动电器。不需要人工直接操作，由电或非电信号自动完成接通、分断电路任务，如低压断路器、接触器和继电器等。

二、低压电器的基本结构

电磁式低压电器大都由感测部分（电磁机构）和执行部分（触头系统）两个主要部分组成。部分低压电器还设有灭弧装置。

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，从而接通或分断电路。它由吸引线圈、铁心和衔铁三个基本部分组成。常用的电磁机构如图 1-1-1 所示。

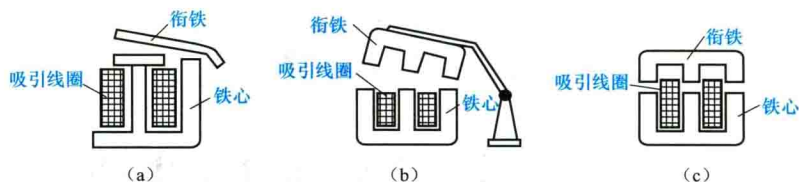


图 1-1-1 常见的电磁机构

图 1-1-1 (a) 所示的电磁机构广泛应用于直流电器中, 图 1-1-1 (b) 所示的电磁机构多用于触头容量较大的交流电器中, 而图 1-1-1 (c) 所示的电磁机构多用于交流接触器及继电器中。

(1) 电磁铁。电磁铁由吸引线圈与铁心构成。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。

1) 直流电磁铁。由于通入的是直流电, 直流电磁铁铁心不发热, 只有吸引线圈发热, 因此, 吸引线圈与铁心接触面要有利于散热。一般将吸引线圈做成无骨架、高而薄的瘦高型, 以改善散热性能; 铁心和衔铁则由软钢和工程纯铁制成。

2) 交流电磁铁。由于通入的是交流电, 交流电磁铁铁心中存在磁滞损耗和涡流损耗, 导致吸引线圈和铁心都发热, 因此, 交流电磁铁的吸引线圈设有骨架, 使铁心与吸引线圈隔离并将吸引线圈制成短而厚的矮胖型, 以有利于铁心和吸引线圈的散热。铁心用硅钢片叠加而成, 以减小涡流损耗。

电磁铁工作时, 吸引线圈产生的磁通作用于衔铁, 产生电磁吸力, 并使衔铁产生机械位移。衔铁在复位弹簧的作用下复位。作用在衔铁上的力有电磁吸力与反力, 其中电磁吸力由电磁机构产生, 反力则由复位弹簧和触头弹簧产生。衔铁吸合时要求电磁吸力大于反力, 衔铁复位时要求反力大于电磁吸力。

直流电磁铁的电磁吸力

$$F = 4B^2 S \times 10^5 \quad (1-1-1)$$

式中 F ——电磁吸力, N;

B ——气隙磁感应强度, T;

S ——磁极截面积, m^2 。

当吸引线圈中通以交流电时, 磁感应强度为交变量, 即

$$B = B_m \sin \omega t \quad (1-1-2)$$

由式 (1-1-1) 和式 (1-1-2) 可得

$$\begin{aligned} F &= 4B^2 S \times 10^5 \\ &= 4SB_m^2 \sin^2 \omega t \times 10^5 \\ &= 2B_m^2 S (1 - \cos 2\omega t) \times 10^5 \\ &= 2B_m^2 S \times 10^5 - 2B_m^2 S \times 10^5 \cos 2\omega t \end{aligned} \quad (1-1-3)$$

由式 (1-1-3) 可知: 交流电磁铁的电磁吸力在 0 (最小值) $\sim F_m$ ($F_m = 4B_m^2 S \times 10^5$, 最大值) 之间变化, 其吸力曲线如图 1-1-2 所示。在一个周期内, 当电磁吸力的瞬时值大于反力时, 铁心吸合; 当电磁吸力的瞬时值小于反力时, 铁心释放。当电源电压变化一个周期时, 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。

(2) 短路环。为了消除交流电磁铁产生的振动和噪声,在铁心的端面开一小槽,槽内嵌入铜质短路环,如图 1-1-3 所示。加上短路环后,磁通被分成大小相近、相位相差约 90° 的两相磁通 Φ_1 和 Φ_2 ,因此两相磁通不会同时为零。由于电磁吸力与磁通的平方成正比,因此由两相磁通产生的合成电磁吸力较为平坦,在电磁铁通电期间电磁吸力始终大于反力,使铁心牢牢吸合,从而可消除振动和噪声。

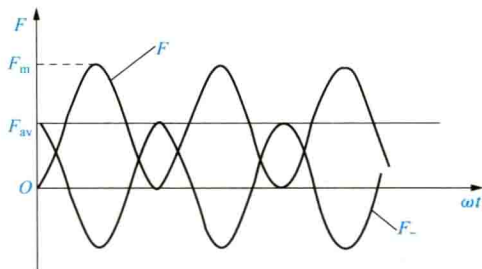


图 1-1-2 交流电磁铁吸力变化情况

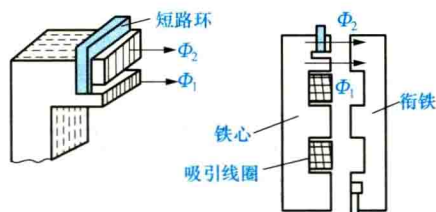


图 1-1-3 交流电磁铁的短路环

2. 触头系统

触头是电器的执行部分,起接通和分断电路的作用,通常用铜制成。由于铜触头表面易产生氧化膜,使触头的接触电阻增大,从而使触头的损耗也增大,因此,有些小容量电器的触头采用银质材料,以减小接触电阻。

触头主要有桥式触头和指形触头两种结构形式,如图 1-1-4 所示。桥式触头的两个触头串联于同一条电路中,电路的通断由两个触头共同完成,常用于大容量电器中;而指形触头的接触区为一直线,触头接通或分断时将产生滚动摩擦,有利于去掉氧化膜,同时也可缓冲触头闭合时的撞击能量,改善触头的电气性能。

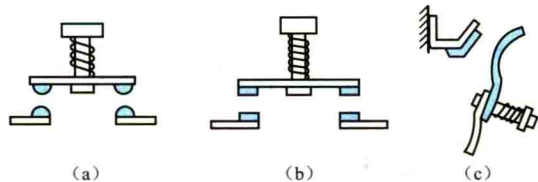


图 1-1-4 触头的结构形式

(a)、(b) 桥式触头；(c) 指形触头

为了使触头接触得更加紧密,减小接触电阻,并消除触头开始接触时产生的振动,可在触头上安装接触弹簧。

3. 灭弧系统

在大气中分断电路时,由于电场的存在,触头表面的大量电子溢出,产生电弧。电弧一经产生,就携带大量热能。电弧的存在既烧蚀了触头的金属表面,降低了电器的使用寿命,又延长了电路的分断时间,所以必须迅速把电弧熄灭。

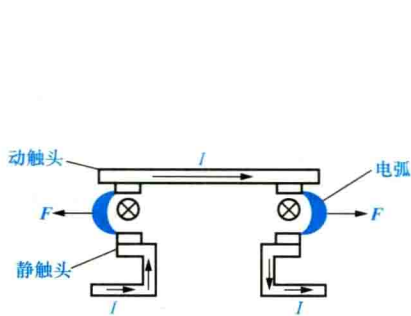
熄灭电弧可采用将电弧拉长、使电弧柱冷却、把电弧分成若干短弧等方法。灭弧装置就是基于这些原理来设计的。

(1) 电动力灭弧。图 1-1-5 所示是一种桥式结构双断口触头系统的电动力灭弧原理。当触头分断时,在断口处将产生电弧。电弧电流在两电弧之间产生如图 1-1-5 所示的磁场。根据左手定则,电弧电流要受到一个指向外侧的电磁力 F 的作用,使电弧向外运动并拉长,同时也使电弧温度降低,有助于熄灭电弧。

这种灭弧方法简单,不需要专门的灭弧装置,一般用于接触器等交流电器。当交流电弧

电流过零时，触头间隙的介质强度迅速恢复，将电弧熄灭。

(2) 磁吹灭弧。如图 1-1-6 所示，在触头电路中串入一个磁吹线圈，该线圈产生的磁通经过导磁夹板引向触头周围。在弧柱下方，两个磁通是相加的；而在弧柱上方，则是彼此相减的。因此，在下强上弱磁场的作用下，电弧被拉长并吹入灭弧罩中。引弧角与静触头相连接，其作用是引导电弧向上运动，将热量传递给灭弧罩，使电弧冷却熄灭。



1-1-5 双断点触头的电动力灭弧原理



图 1-1-6 磁吹灭弧示意图

该灭弧装置是利用电弧电流本身灭弧的，因而电弧电流越大，吹弧能力也越强。它广泛应用于直流感触器中。

(3) 灭弧栅灭弧。如图 1-1-7 所示，灭弧栅由多片镀铜薄钢片（称为灭弧栅片，简称栅片）组成的，彼此之间互相绝缘，安放在电器触头上方的灭弧罩内。一旦产生电弧，电弧周围产生磁场，导磁的钢片将电弧吸入栅片，电弧被栅片分割成许多串联的短电弧，而栅片就是这些短电弧的电极。每两片栅片之间都有 150~250V 的绝缘强度，使整个灭弧栅的绝缘强度大大加强，外加电压无法维持，电弧迅速熄灭。除此之外，栅片还能吸收电弧热量，使电弧迅速冷却。基于上述原因，电弧进入栅片后就会很快熄灭。由于灭弧栅的灭弧效果在交流时要比直流时强得多，因此在交流电器中常采用。

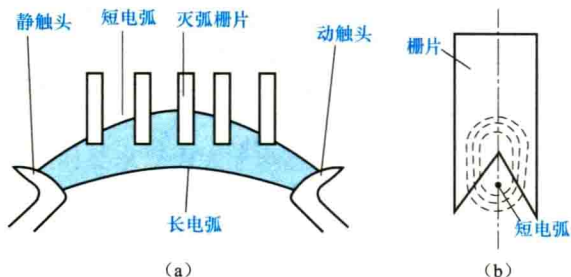


图 1-1-7 灭弧栅灭弧原理

(a) 栅片灭弧原理；(b) 电弧进入栅片的图形

每两片栅片之间都有 150~250V 的绝缘强度，使整个灭弧栅的绝缘强度大大加强，外加电压无法维持，电弧迅速熄灭。除此之外，栅片还能吸收电弧热量，使电弧迅速冷却。基于上述原因，电弧进入栅片后就会很快熄灭。由于灭弧栅的灭弧效果在交流时要比直流时强得多，因此在交流电器中常采用。

由于灭弧栅的灭弧效果在交流时要比直流时强得多，因此在交流电器中常采用。

(4) 灭弧罩灭弧。采用一个陶土和石棉水泥做成的耐高温的灭弧罩，电弧进入灭弧罩后，可以降低弧温和隔弧。这种灭弧方法在直流感触器中广泛采用。

1.1 常用开关

1.1.1 刀开关

刀开关俗称闸刀开关，一般作为电源的引入开关，广泛应用在低压电路中，作不频繁接通或分断容量不太大的异步电动机或低压供电电路，有时也作为隔离开关使用。

刀开关文字符号：QS，图形符号及示意图如图 1-1-8 所示。

1. 基本结构及工作原理

刀开关的典型结构如图 1-1-9 所示，它由手柄、动触头、静触头和底座等组成。刀开关按级数分为单极、双极、三极；按操作方式分为直接手柄操作式、杠杆操作式和电动操动机构式；按刀开关转换方向分为单投和双投等。

2. 技术参数及型号

(1) 技术参数。刀开关在实际使用中主要关注以下两个技术参数：

1) 额定电压。额定电压是指刀开关主触头允许所加的最大工作电压值，分交流和交流两种。其中交流时额定电压一般为 380V，直流时有 220V 和 440V 两种规格。

2) 额定电流。额定电流是指在额定环境条件下，刀开关主触头长期连续工作时的允许电流。（也就是主触头在额定电压下工作时的电流）

(2) 型号。开启式负荷开关（俗称胶盖刀开关）适用于交流 50Hz，额定电压单相 220V、三相 380V，额定电流至 100A 的电路

中。常用的有 HK1 和 HK2 系列。刀开关的型号及含义如下：

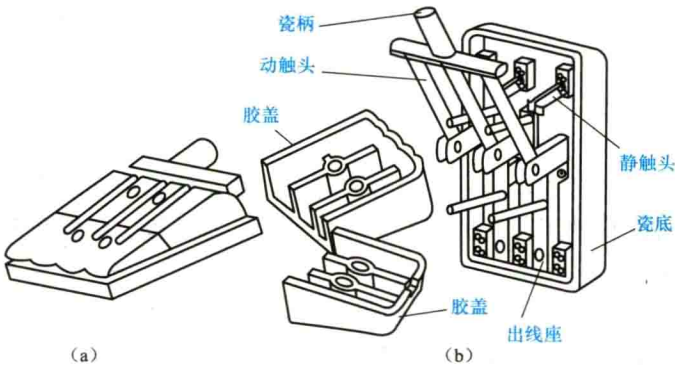


图 1-1-9 刀开关的典型结构
(a) 外形；(b) 内部构成



另外一种常用的刀开关为熔断器式刀开关（又称熔断器式隔离开关），如图 1-1-10 所示。它是以熔体或带有熔体的熔断器件作为动触头的一种隔离开关。主要用于额定电压小于 AC600V、发热电流小于 630A 且具有大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、应急开关及电动机保护用，但一般不作为直接电源开关控制单台电动机。常用的有 HR5、HR6 系列，型号说明如下：

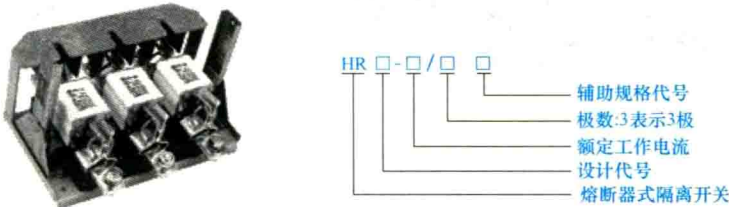


图 1-1-10 熔断器式刀开关

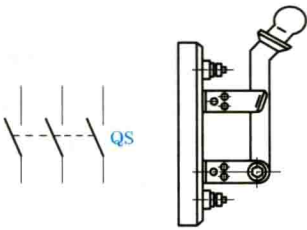


图 1-1-8 刀开关图形
符号及示意

3. 刀开关的选用

选用刀开关时，主要根据额定电压、额定电流两个技术指标选择，应满足：

(1) 额定电压不小于线路或设备的额定电压。

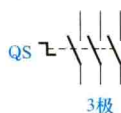
(2) 额定电流：在封闭的开关柜内（或散热条件较差的工作场）， $I_N = 1.15I_{30}$ ；控制电动机时， $I_N = 3I_{30}$ 。

选型举例 用刀开关控制一台电动机的起停。电动机的额定功率为 5.5kW，额定电流为 12A。请选择刀开关的型号。

$I_N = 3 \times 12 = 36\text{A}$ ，查附录 B 选 HK2-63/3 型刀开关（380V，63A，3 极），1 台。

1.1.2 转换开关

转换开关多用于不频繁接通和断开的电路或无电切换电路。如用作机床照明电路的控制开关，或 5kW 以下小容量电动机的起动、停止和正反转控制开关。



转换开关文字符号：QS，图形符号如图 1-1-11 所示。

1. 基本结构及工作原理

转换开关又称组合开关，是一种变形刀开关，在结构上用动触片代替了闸刀，以左右旋转代替了刀开关的上下分合动作，有单极、双极和多极关图形符号之分。

以三极转换开关为例，如图 1-1-12 所示，它共有三副静触片，每一静触片的一边固定在绝缘垫板上，另一边伸出盒外并附有接线柱供电源和用电设备接线。三副动触片装在另外的绝缘垫板上，垫板套在附有手柄的绝缘杆上。手柄每次能沿任意方向旋转 90° ，并带动三副动触片分别与对应的三副静触片保持接通或断开。在开关转轴上也装有储能装置扭簧，使开关的分合速度与手柄动作速度无关，有效地抑制了电弧。

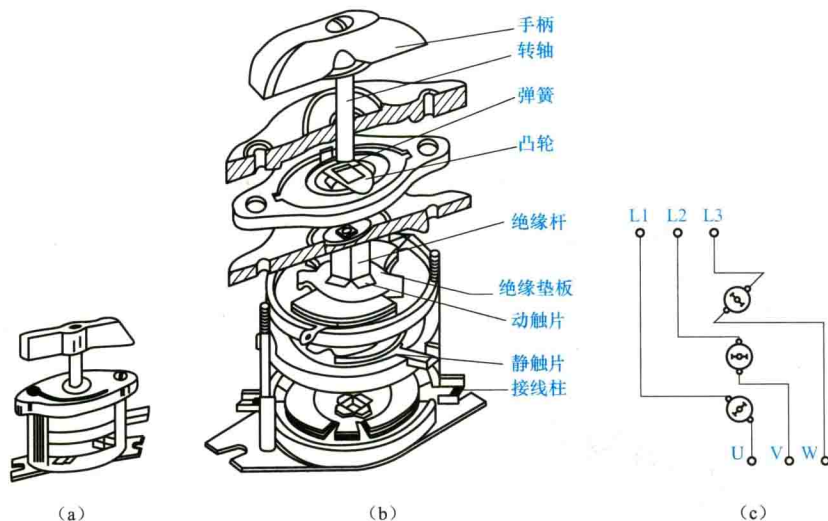


图 1-1-12 HZ-10/3 型转换开关
(a) 外形；(b) 结构；(c) 示意图

2. 技术参数及型号

(1) 技术参数 (见附录 B 中表 B-2、表 B-3)。在选用转换开关时, 主要关注以下两个参数:

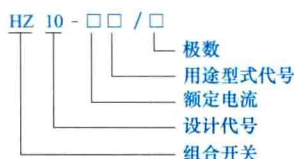
1) 额定电压。额定电压指转换开关主触头允许所加的最大工作电压值。

2) 额定电流。额定电流指在额定环境条件下, 转换开关主触头长期连续工作时的允许电流 (也就是主触头在额定电压下工作时的电流)。

转换开关额定电压有 220V 和 380V 两种规格, 额定电流有 10、25、35、60A 等多种规格。

(2) 型号。常用的转换开关有 HZ5、HZ10 和 HZW (3LB、3ST1) 等系列, 其中 HZW 系列主要用于三相异步电动机负载起动、换向运行以及作为电气控制主电路与辅助电路的转换开关。

转换开关的型号及含义如下:



3. 转换开关的选用

在选用转换开关时, 主要关注额定电压和额定电流这两个技术参数, 要求:

(1) 额定电压不小于线路或设备的额定电压。

(2) 额定电流 $I_N \geq I_{30}$ 。

选型举例 一台电动机, 额定功率为 5.5kW, 额定电流为 12A。请选一个转换开关来控制该电动机的运行。

由电动机的参数可知, $I_N = I_{30} = 12A$ 。

查表 B-2 选 HZ10-25/3 (380V, 25A, 3 极), 1 个。

1.1.3 低压断路器

低压断路器又称断路器, 按结构和性能可分为框架式、塑料外壳式和漏电保护式三类。它是一种既能作开关用, 又具有电路自动保护功能的低压电器, 常作为电源的引入开关。当电路发生过载、短路、欠电压等非正常情况时, 它能自动切断与它串联的电路, 有效地保护故障电路中的用电设备。漏电保护断路器除具备一般断路器的功能外, 还可以在电路出现漏电 (如发生触电事故) 时自动切断电路。低压断路器具有操作安全、动作电流可调整、分断能力较强等优点, 在各种电气控制系统中得到了广泛的应用。

低压断路器文字符号: QF, 实物外形及图形符号如图 1-1-13 所示。

1. 基本结构及工作原理

低压断路器的结构和基本原理如图 1-1-14 所示。图中的 2 是断路器的三对主触头, 与被保护的三相主电路串联。当手动

闭合电路后, 低压断路器主触头由锁链 3 钩住搭钩 4, 克服弹簧 1 的拉力, 保持闭合状态。搭钩 4 可绕轴 5 转动。当被保护的主电路正常工作时, 电磁脱扣器 6 线圈所产生的电磁吸力

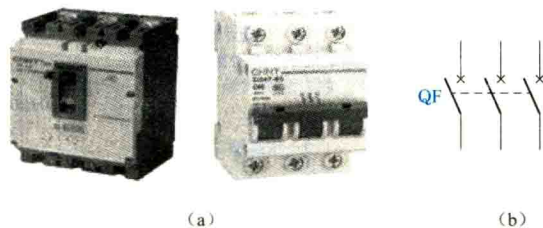


图 1-1-13 低压断路器的实物外形及图形符号

(a) 实物外形; (b) 图形符号