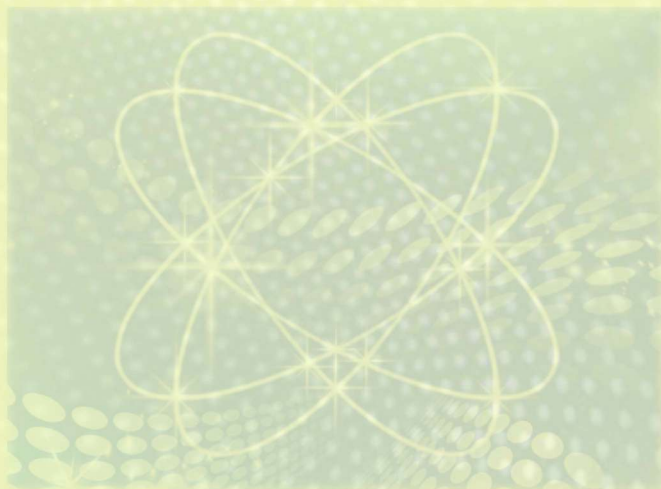


电机控制项目实训

主编 孙云财



山东科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电机控制项目实训/孙云财主编. —济南: 山东科学技术出版社, 2015

中等职业学校特色教材

ISBN 978 - 7 - 5331 - 7698 - 3

I. ①电… II. ①孙… III. ①电机—控制系统—中等专业学校—教材 IV. ①TM301.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 040109 号

电机控制项目实训

主编 孙云财

出版者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531) 82098088

网址: www.lkj.com.cn

电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn

发行者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531) 82098071

印刷者: 山东人民印刷厂

地址: 莱芜市嬴牟西大街 28 号

邮编: 271100 电话: (0634) 6276022

开本: 787mm × 1092mm 1/16

印张: 8.75

版次: 2015 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5331 - 7698 - 3

定价: 18.50 元

前 言

根据我校机电技术应用专业人才培养模式,结合我校课程体系改革总体思路,本课程在传统电动机控制教学的基础上,以典型工作任务为载体,探索项目式模块教学,实现“教、学、做”一体化。

本课程是一门机电类自动化专业学生必修的专业基础技能课程,作为职业院校电类专业的一门重要课程,无论对学生的思维素质、创新能力、职业素养、运用电工知识解决实际问题的能力培养,还是对后续课程的学习,都具有十分重要的作用。

本教材的内容,以电动机的控制为主线,结合学生的实际情况、社会需求情况及学校实验设备等情况,确定以面向工厂各种车床控制、机电一体化等设备的安装、调试、运行、维护等教学内容,最终使学生能够达到中级电工的操作水平。

本教材的特色是项目教学,任务驱动,从最原始的电动机控制入手,步步推进,到接触器控制;从单台电动机的控制,到多台电动机的控制;先设计大的教学项目,再分若干小的任务,由简到繁,由点到面,层层递进。

本教材共设了电动机的单台单向控制、多台单向控制、单台双向控制、电动机的降压启动、电动机的制动等 5 个项目 13 个任务,并将常用的低压电器元件串入任务之中,随用随讲,边讲边用。每个任务中包含任务概述、情景、分析、实施、心得、拓展等环节。

本课程建议教学总学时为 170 学时,各学校可根据教学实际灵活安排。各部分内容学时分配见下表。

学时分配表

课程内容	分配学时		
	理论	实习	合计
项目一 电动机单台单向控制	16	20	36
项目二 电动机单台双向控制	8	28	36
项目三 多台电动机的控制	4	10	14
项目四 电动机的降压启动	12	30	42
项目五 电动机的制动	10	20	30
案例 CA6140 车床电气控制线路的认读	6	6	12
合 计	56	114	170

教材吸取和借鉴了中等职业学校教学改革经验,少理论、多实践,在做中学,在学中做,力求理论知识与技能训练融为一体。为了简化教学手段,提高学生的学习兴趣,尽量避免冗长的文字赘述,多采用图片说明,多从现实中提取实例,找准切入点,让学生获取最大的收益。

根据中职机电专业的课程标准、我校学生学情、实验实训设施配备以及社会就业需求情况,学校在调研基础上组织了多次专业研讨会。本教材的编写得到了我校机电组同仁的大力支持,在此表示诚挚的谢意。

因编者水平有限,不足之处在所难免,敬请读者指正。

编 者

2015 年 1 月

目 录

CONTENTS

绪 论	1
项目一 电动机单台单向控制	4
任务一 空气开关控制单台三相异步电动机线路	4
任务二 电动机点动控制线路	17
任务三 电动机的正转连动控制	33
任务四 电动机点联混合控制线路	44
任务五 电动机多地控制线路	51
项目二 电动机单台双向控制	59
任务一 电动机正反转控制	59
任务二 伸缩门控制线路接线与调试	65
任务三 电动机的位置控制与自动往返控制线路	73
项目三 多台电动机的控制	83
任务 电动机的顺序控制	83
项目四 电动机的降压启动	92
任务一 定子绕组串电阻降压启动控制线路	92
任务二 星-三角($Y-\Delta$)降压启动控制线路	102
项目五 电动机的制动	111
任务一 电动机的机械制动	111

任务二 电动机的电力制动 117

案例 CA6140 车床电气控制线路的认读 125

附录 131

参考文献 134

绪 论

一、电力拖动和发展概况

自 1870 年比利时人格拉姆发明了电动机以来,电力就成了取代蒸汽来拖动机器的新能源。随后,各种控制设备、用电设备相继出现。随着社会生产力的发展和科学技术的进步,对电动机和控制设备的要求也越来越高,从一台电动机拖动一组生产机械到单机拖动,简化了机械结构,提高了传动效率和可靠性,生产的安全性也大大提高。

目前电力拖动获得了广泛的应用,从日常生活到工农业生产,从科学研究到军事航天,已渗透到国民经济的各个角落(图 0-1)。特别是工业生产中,车、铣、刨、磨、钻等机床都采用了电力拖动。



图 0-1 电力拖动渗透到国民经济的各个角落

所谓电力拖动,是指以电动机作为原动机,拖动机械设备运动的一种拖动方式,又称电机传动。电力拖动系统一般由电源、控制设备、电动机、传动机构和生产机械五大部分组成。

电源:电动机和控制设备的动力源。有直流电、交流电之分,交流电又有单相、三相交流电之分。

控制设备:控制电动机运转方式,如开关、按钮、接触器、继电器等。

电动机:将电能转换成机械能,并输出机械转矩,是生产机械的原动机。电动机有交流、直流电动机之分。本教材以三相鼠笼式(又叫笼型)异步电动机控制为主。

传动机构:在电动机与生产机械之间传递动力的装置,有皮带、链条、联轴、齿轮等形式。

二、本教材可使学员锻炼形成的能力

1. 认识各元件的电气符号、记住各元件的文字符号(图0-2),并知道各电器元件的作用、选用及检测内容等。

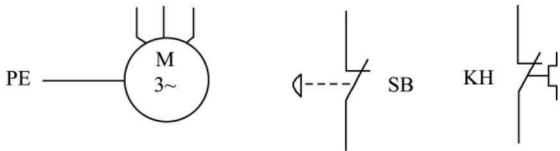


图0-2 电气元件举例

2. 能正确识读电路图,说出电路工作过程,并能知道电路中电动机的控制、保护方式。能正确绘制简单的电气控制线路(图0-3)。

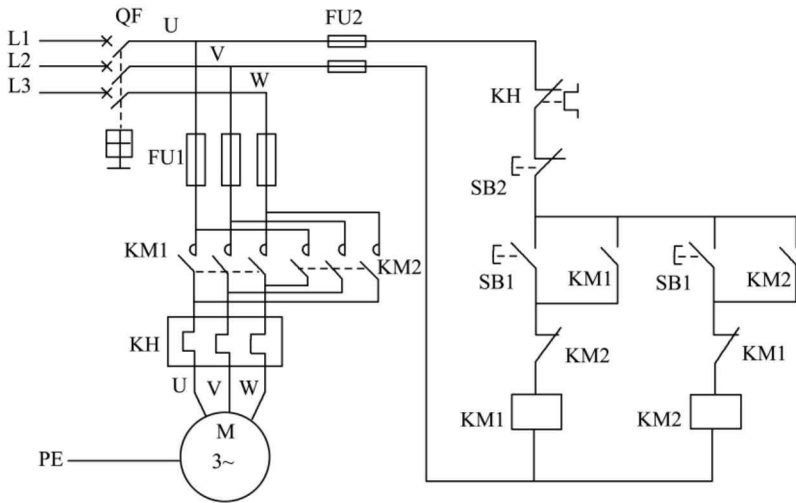


图0-3 电气控制线路举例

3. 能在控制板(箱)中,合理布置各元件,独立完成接线(图0-4),学会检测电路、分析故障、检修故障(图0-5)。

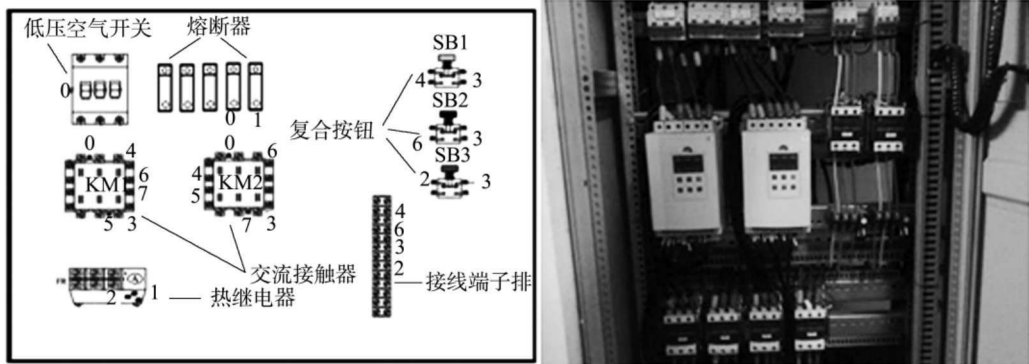


图 0-4 控制板(箱)中元件布置及接线举例

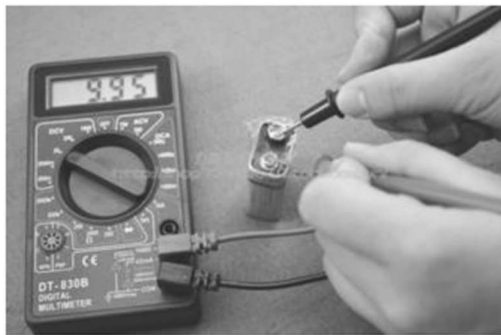


图 0-5 电路检测举例

4. 养成良好的职业道德,牢记“安全第一、预防为主”的八字方针,干净利索、有条不紊、文明生产(图 0-6)。



图 0-6 电气控制线路实训

所谓电动机单向单台控制,就是指一台电机沿一个方向旋转的控制。本项目中设了五个任务,从最简单的开关控制,到点动、联动、点联混合,到多地控制,由简到繁,层层递进。

任务一 空气开关控制单台三相异步电动机线路



任务概述

完成三相异步电动机的启动与停止,最简单的电路就是将三相电源经过开关和保险接到电动机上,如图 1-1 所示。

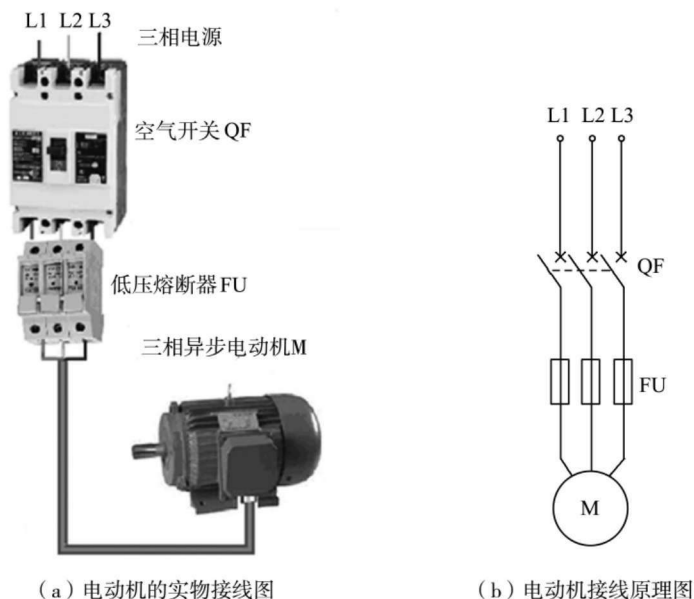


图 1-1 三相异步电动机的启动与停止控制线路

一般从电网上引下三相电源,要经过组合开关,再接到控制电器中。

电动机的控制现在广泛使用自动空气开关,因为它有明显的分、合标志,并且有多种保护。将空气开关的操动手柄扳到合闸的位置,线路接通,电动机运转;扳到分闸的位置,线路断开,电动机停止。

图 1-1 所示电路中涉及三相电源、空气开关、熔断器(保险)、三相异步电动机等电气设备,我们将分别予以介绍。

通过本任务的学习与研讨,我们应该做到:

知识目标

1. 了解三相电源的特点,知道线电压、相电压的含义,中线的的作用。
2. 了解三相电源的正相序、反相序;正、反相序决定电动机的什么?
3. 了解组合开关、空气开关的结构与特点,掌握空气开关具备哪些保护。
4. 知道熔断器的作用及选用原则。
5. 了解电动机的基本结构与作用。

技能目标

1. 会用万用表正确测量三相电源的相电压、线电压。
2. 理解有空气开关的电路中,为什么在线路中还串入熔断器做短路保护。
3. 针对不同的负荷正确选择熔断器的型号与规格。
4. 学会如何将电动机定子绕组接成星形(Y)或三角形(Δ)。



任务分析

一、三相交流电源

在日常生活中,我们多数用单相交流电,即一根火线和一根零线,现在有的住户家里也通了三相电(一般用于空调机),三相交流电源即三根火线(U相、V相、W相)和一根中性线(零线)。在三相供电线路中,U相一般用黄色导线,V相一般用绿色导线,W相一般用红色导线,中性线一般用蓝色或黑色导线。

三相电源的正相序一般为U-V-W。图1-2(a)(b)均为三相电源的正相序。

在三相电源的供电线路中,对于星形连接的对称负载一般采用三相三线制供电,即U相线、V相线、W相线,如图1-2(c)所示;而对于星形连接的非对称负载,一般采用三相四线制供电,即U、V、W三根火线再加一根中性线,并且中性线上不允许加保险和开关,如图1-2(d)所示。

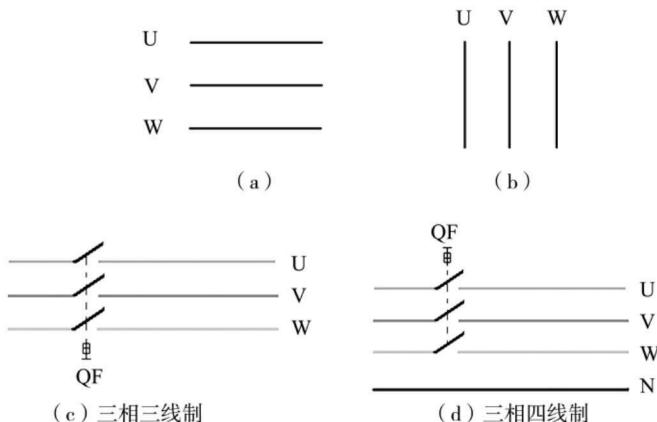


图 1-2 三相电源

在三相电源供电线路中,存在着两种电压,即线电压和相电压。
相线与相线之间的电压为线电压,如 U_{UV} 、 U_{VW} 、 U_{WU} ,如图 1-3 所示。

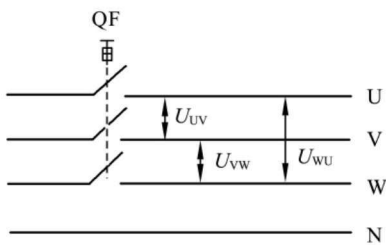


图 1-3 三相电源的线电压

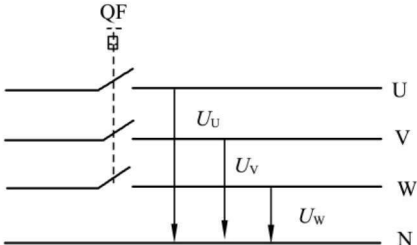
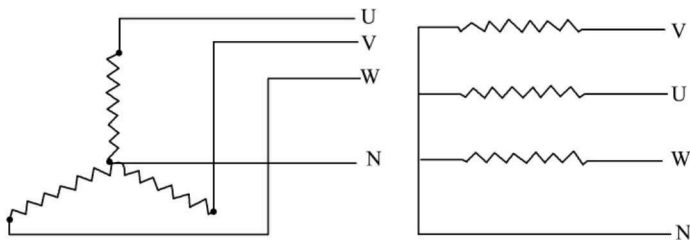


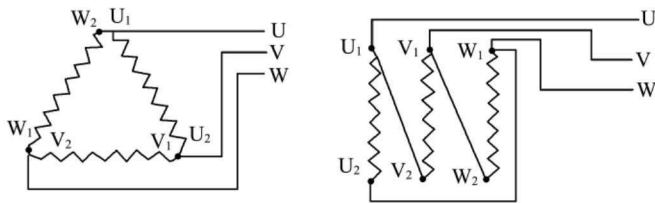
图 1-4 三相电源的相电压

带有中性线的供电线路中,相线与相线之间的电压叫线电压,相线与中性线之间的电压为相电压,如图 1-4 所示 U_U 、 U_V 、 U_W 。

根据供电系统的要求,三相电源一般有两种接法,即星形(Y)和三角形(Δ)。发电机绕组或变压器副绕组的接线如图 1-5 所示。



(a) 星形接法



(b) 三角形接法

图 1-5 三相电源的星形(Y)和三角形(Δ)接法

在星形接法中,线电压是相电压的 $\sqrt{3}$ 倍。若相电压为 220 V,则线电压为 380 V。
在三角形接法中,线电压与相电压相等。若相电压为 220 V,则线电压也为 220 V。

二、开关

(一)组合开关

组合开关,主要用于手动不频繁的通、断电源电路中,适用于 380 V 以下电路。它本身没有灭弧装置,故一般不带负荷操作。一旦烧坏触点,维修相当麻烦。组合开关外形如图 1-6 所示。

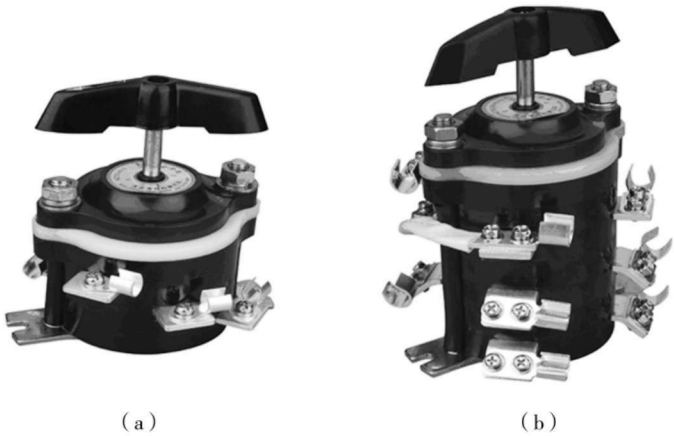


图 1-6 组合开关

1. 结构

组合开关的种类很多,常用的一般是 HZ5、HZ10、HZ15 等系列。我们实验室里用的是 HZ10 系列。

HZ10 系列的结构如图 1-7 所示。

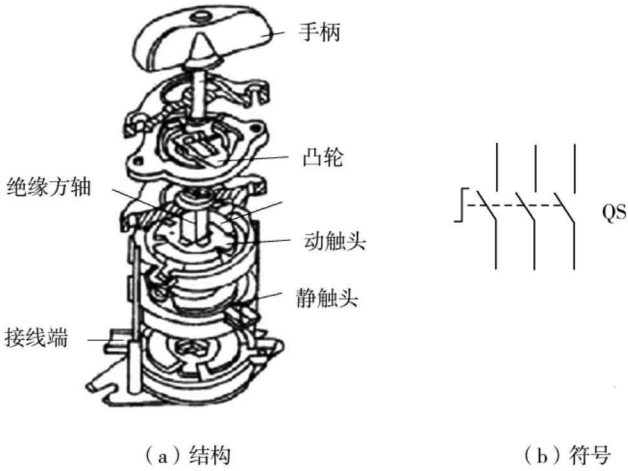


图 1-7 HZ 系列组合开关

2. 组合开关的文字符号及含义

如图 1-8 所示。

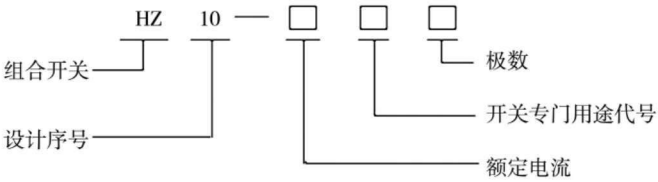


图 1-8 组合开关的符号含义

HZ10 系列组合开关的主要数据见表 1-1。

表 1-1 HZ10 系列组合开关的主要数据

型 号	额定电压	额定电流(A)		380 V 时可控制电动机的功率(kW)
		单极	三极	
HZ10-10	直流 220 V 或交流 380 V	6	10	1
HZ10-25		—	25	3.3
HZ10-60		—	60	5.5
HZ10-100		—	100	—

3. 组合开关的使用与检修

- (1) 组合开关应安装在控制箱内,其操作手柄最好伸出在控制箱前面或侧面。
- (2) 开关断开时应使手柄在水平旋转位置。
- (3) 开关一般装在控制箱内的右上方,并且不允许在其上方安装其他电器。
- (4) 使用前用万用表测出其每相对应的触点。

(二) 自动空气开关

自动空气开关又叫低压断路器或自动空气断路器。一般用于低压电路中,作为电源开关接通或断开电路,也在电路发生短路、过载和失压等故障时切断故障电路,起到保护功能。它具有操作安全可靠、动作后不需更换元件等优点。

1. 结构

常用的自动空气开关有 DZ5、DZ15 系列,外形及符号如图 1-9 所示。



图 1-9 自动空气开关

它由触头系统、灭弧装置、操作机构热脱扣器、电磁脱扣器和绝缘外壳等部分组成,如图 1-10 所示。

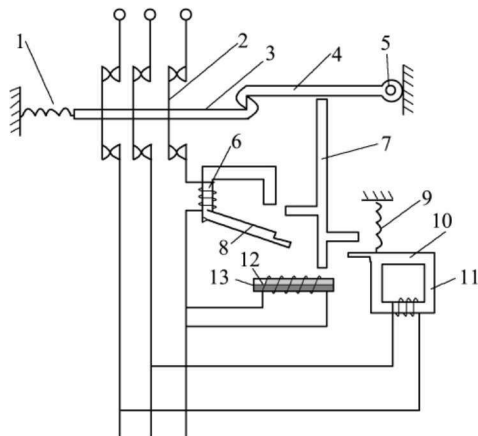


图 1-10 自动空气开关的结构

- 1、9—弹簧 2—触点 3—锁键 4—搭钩 5—轴 6—过电流脱扣器
7—杠杆 8、10—衔铁 11—欠电压脱扣器 12—双金属片 13—电阻丝

2. 工作原理

正常工作时,电流从上端流进,从下端流出。

低压断路器的主触点是靠手动操作或电动合闸的。主触点闭合后,自由脱扣机构将主触点锁在合闸位置上。过电流脱扣器的线圈和热脱扣器的热元件与主电路串联,欠电压脱扣器的线圈和电源并联。当电路发生短路或严重过载时,过电流脱扣器 6 的衔铁吸合,使自由脱扣机构动作,主触点断开主电路,如图 1-11 所示。当电路过载时,热脱扣器的热元件 13 发热使双金属片 12 上弯曲,推动自由脱扣机构动作,如图 1-12 所示。当电路欠电压时,欠电压脱扣器 11 的衔铁释放,也使自由脱扣机构动作,如图 1-13 所示。

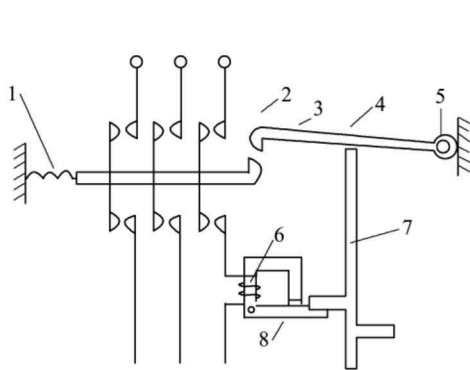


图 1-11 过电流保护动作过程

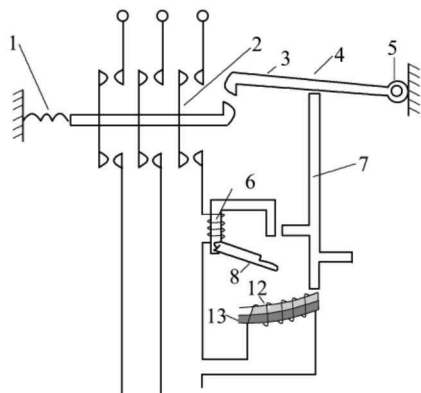


图 1-12 过载保护动作过程

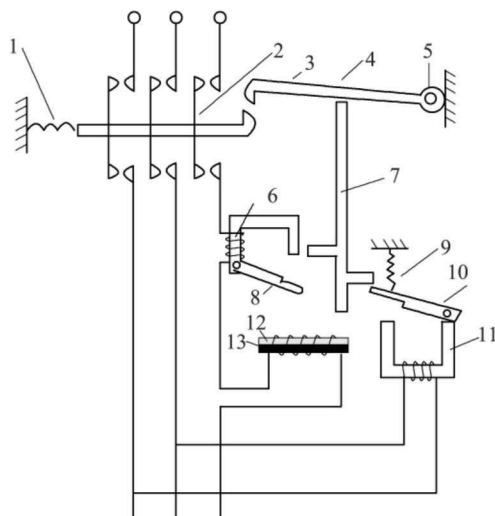


图 1-13 失压(欠压)保护动作过程

3. 低压断路器的型号及选用

DZ5 系列低压断路器型号及含义如图 1-14 所示。DZ5 系列一般适用于交流 50 Hz、额定电压 380 V、额定电流不大于 50 A 的电路中,可做短路或过载保护,应用广泛。

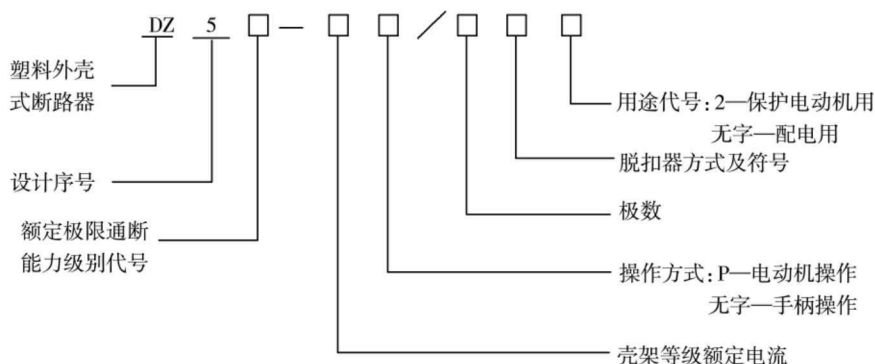


图 1-14 DZ5 系列低压断路器型号及含义

选用自动空气开关时,应遵循如下原则:

- (1) 自动空气开关的额定电压和电流应不小于线路、设备的正常工作电压和工作电流。
- (2) 热脱扣器的设定电流应等于线路的额定电流。
- (3) 电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流应大于线路最大工作负荷时的电流。
- (4) 欠压脱扣器的额定电压应等于线路的额定电压。

三、低压熔断器

低压熔断器又名保险,在线路中起短路保护作用。低压熔断器主要由熔体(保险丝)、安装熔体的熔管(外管)和熔座三部分组成。我们常见的低压熔断器有 RL1 系列螺

旋式熔断器、NG30 系列有填料封闭管式圆筒帽型熔断器。熔断器外形及符号如图 1-15 所示。



图 1-15 低压熔断器

电路中的电流通过熔断器时熔体发热,当电路电流不大于熔体额定电流时,熔体发热与散热是平衡的。当电路电流大于熔体额定电流时,熔体产生的热量大于散发的热量,熔体温度逐渐升高,最终熔断,起到保护线路过载的作用。

(一) RL1 系列螺旋式熔断器

RL1 系列螺旋式熔断器外形如图 1-16 所示。

熔丝装在熔断管内,同时熔断管内装有石英砂,石英砂主要增强灭弧性能。熔断管还装设了带小红点的熔断指示器,熔丝一旦烧断,小红点消失。

RL1 系列熔断器具有结构紧凑、体积小、分断能力强、熔体更换方便、工作安全可靠等优点,广泛应用于控制箱、配电屏、机床设备及振动较大的场合,在交流额定电压 500 V、额定电流 200 A 及以下的电路中,作为短路保护器件。



图 1-16 RL1 系列螺旋式熔断器

(二) NG30 系列有填料封闭管式圆筒帽型熔断器

NG30 系列熔断器外形如图 1-17 所示。



图 1-17 NG30 系列熔断器