



教育部高等职业教育示范专业规划教材
(电气工程及自动化类专业)

电气控制技术与应用 项目式教程

赵红顺 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

赠电子课件
习题解答等

教育部高等职业教育示范专业规划教材
电气工程及自动化类专业

电气控制技术与 应用项目式教程

主 编 赵红顺

参 编 高 丹 王 青 白 颖 杨 琳



机械工业出版社

本书以工厂常用电气设备的典型控制技术为主线,采用项目教学、任务引领的方式组织教材内容。全书共有7个项目17个任务,以国家维修电工职业技能标准与规范为指导,以培养学生技能为目的,按照从易到难、从简单到复杂的原则进行编排,符合高职高专学生的认知规律。本书主要内容包括三相异步电动机的单向起动控制、三相异步电动机的正反转控制、三相异步电动机的减压起动控制、三相异步电动机的调速与制动控制、直流电动机的电气控制、典型机床电气控制电路的分析与故障检修及电气控制系统的设计,内容覆盖了典型控制电路的原理分析、安装接线调试,典型机床电气控制电路分析与故障检修,以及电气控制电路设计等。本书将元器件的认识与检测、电路分析安装与调试及故障检修等内容分解于各个任务中。每个工作任务中都有相应的考核要求和评分标准,对技能考核过程进行记录,便于过程教学评价。同时,在各任务结束后还安排了题型丰富的思考与练习题,使学生更好地掌握岗位技能和专业知识。

本书内容贴近工厂实践,实用性、可操作性强,任务考核标准与国家维修电工职业技能鉴定全面接轨,是一本“双证融通”的理实一体化教材,可作为高职高专院校电气自动化、电机与电器、机电一体化及机电设备维修等机电类专业的教学用书,也可作为中、高级维修电工考证前的培训教材,或作为相关专业工程技术人员的岗位培训教材和参考用书。

为方便教学,本书备有免费电子课件、习题解答、模拟试卷及答案等,凡选用本书作为授课教材的老师,均可来电免费索取。咨询电话:010-88379375; Email: cmpgaozhi@sina.com。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制技术与应用项目式教程/赵红顺主编. —北京:
机械工业出版社, 2012.8

教育部高等职业教育示范专业规划教材. 电气工程及自
动化类专业

ISBN 978-7-111-38484-7

I. ①电… II. ①赵… III. ①电气控制—高等职业教
育—教材 IV. ①TM571.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第151624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:于宁 责任编辑:于宁 苑文环 版式设计:霍永明

责任校对:佟瑞鑫 封面设计:鞠杨 责任印制:张楠

唐山丰电印务有限公司印刷

2012年8月第1版第1次印刷

184mm×260mm·11.5印张·284千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-38484-7

定价:23.00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 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

本书根据培养高职高专技能型人才的目标要求,本着“项目引领、岗位实境”工学结合人才培养模式,在国家示范性高职院校建设和教学改革的基础上编写而成。本书以工厂常用电气设备典型控制技术为主线,采用项目教学、任务驱动方式组织教材内容,在内容选取方面颇具特色,以“必需、够用”为度,内容丰富实用,针对性强,重视职业技能训练和职业能力培养,理论与实践结合,通过设计不同工作任务,巧妙地将知识点和技能训练融入各个任务之中,各个项目按照知识点与技能要求循序渐进编排,符合高职学生认知规律,体现了高职高专技能型人才培养的特色。

全书共分7个项目,17个工作任务,包括三相异步电动机的单向起动控制、三相异步电动机的正反转控制、三相异步电动机的减压起动控制、三相异步电动机的调速与制动控制、直流电动机的电气控制、机床电气控制电路的分析与故障检修及电气控制系统的设计等内容。各项目以国家维修电工职业技能标准与规范为指导,以培养学生技能为目的,按照从易到难、从简单到复杂的原则进行编排,将元器件认识与检测、电路分析安装与调试及故障检修等分解于各个任务中,每个工作任务中都有相应的考核要求和评分标准,对技能考核过程进行记录,便于过程教学评价。同时,在各任务结束后还安排了题型丰富的思考与练习题,可使学生更好地掌握岗位技能和专业知识。

本书结构合理、通俗易懂,注重学生职业技能的培养,内容贴近工厂实践,实用性、可操作性强,各任务考核标准与国家维修电工职业技能鉴定全面接轨,是一本“双证融通”的理实一体化教材,可作为高职高专院校电气自动化、电机与电器、机电一体化及机电设备维修等机电类专业的教学用书,也可作为中、高级维修电工考证前的培训教材,或作为相关专业工程技术人员的岗位培训教材和参考用书。

本书由常州机电职业技术学院赵红顺担任主编,参与编写工作的还有常州机电职业技术学院高丹、王青、白颖和杨琳。其中,项目一、项目二、项目三、项目六、附录及思考与练习参考答案由赵红顺编写,项目四由王青、白颖编写,项目五由高丹编写,项目七由杨琳编写。全书由赵红顺负责统稿。

在本书编写过程中,编者查阅和参考了相关教材和厂家的文献资料,得到许多教益和启发,在此向参考文献的作者致以诚挚的谢意。在统稿过程中,教研室同事给予了很多支持和帮助,编者在此一并表示衷心的感谢。特别感谢教研室邹剑翔老师为本书的文字方面所做的大量工作。

限于编者水平,书中错漏和不妥之处在所难免,恳请读者提出宝贵意见,以便修改。

目 录

前言

项目一 三相异步电动机的单向

起动控制 1

项目教学目标 1

任务一 单向手动控制电路 1

一、任务描述 1

二、任务目标 1

三、任务实施 1

(一) 刀开关 2

(二) 熔断器 4

(三) 三相异步电动机 7

(四) 单向手动控制电路的分析 10

四、技能考核——单向手动控制

电路的安装接线 11

五、拓展知识——电气控制系统

图的分类及电气原理图的

绘制 12

思考与练习 14

任务二 点动正转控制电路 14

一、任务描述 14

二、任务目标 15

三、任务实施 15

(一) 组合开关 15

(二) 接触器 16

(三) 按钮 20

(四) 点动正转控制电路的分析 21

四、技能考核——点动正转控制

电路的安装接线 23

(一) 考核任务 23

(二) 考核要求及评分标准 23

五、拓展知识——电气安装接线

图的绘制 24

思考与练习 26

任务三 具有自锁的单向起动控制

电路 27

一、任务描述 27

二、任务目标 27

三、任务实施 28

(一) 低压断路器 28

(二) 热继电器 30

(三) 具有自锁的单向起动控制电路的

分析 32

四、技能考核——具有自锁的单向

起动控制电路的安装接线 34

(一) 考核任务 34

(二) 考核要求及评分标准 34

五、拓展知识——点动与连续运转

混合的电动机正转控制电路 35

思考与练习 35

项目二 三相异步电动机的正

反转控制 37

项目教学目标 37

任务一 接触器互锁的正反转控制

电路 37

一、任务描述 37

二、任务目标 37

三、任务实施 37

(一) 识读电路图 37

(二) 识读电路的工作过程 38

(三) 电路安装接线 39

(四) 电路断电检查 40

(五) 通电试车及故障排除 40

四、技能考核——接触器互锁的正反

转控制电路的安装接线 40

(一) 考核任务 40

(二) 考核要求及评分标准 40

五、拓展知识——利用万能转换开关	
实现电动机正反转	42
思考与练习	43
任务二 接触器-按钮双重互锁的正	
反转控制电路	44
一、任务描述	44
二、任务目标	44
三、任务实施	44
(一) 识读电路图	44
(二) 识读电路的工作过程	45
(三) 电路安装接线	46
(四) 电路断电检查	46
(五) 通电试车及故障排除	47
四、技能考核——接触器-按钮双重	
互锁的正反转控制电路的	
安装接线	47
(一) 考核任务	47
(二) 考核要求及评分标准	47
五、拓展知识——工作台自动往复	
循环控制电路	49
思考与练习	51
项目三 三相异步电动机的减压	
起动控制	53
项目教学目标	53
任务一 星形-三角形减压起动控制	
电路	53
一、任务描述	53
二、任务目标	53
三、任务实施	54
(一) 按钮切换的星形-三角形减压	
起动控制电路	54
(二) 时间继电器控制的星形-三角形	
减压起动控制电路	57
四、技能考核——按钮切换的星形-	
三角形减压起动控制电路的	
安装接线	60
(一) 考核任务	60
(二) 考核要求及评分标准	60
五、拓展知识——定子回路串电阻	
减压起动控制电路	61
思考与练习	63
任务二 自耦变压器减压起动	
控制电路	64
一、任务描述	64
二、任务目标	65
三、任务实施	65
(一) 电磁式继电器	65
(二) 自耦变压器减压起动控制	
电路的分析	67
四、技能考核——自耦变压器减压	
起动控制电路的识读	68
(一) 考核任务	68
(二) 考核要求及评分标准	69
五、拓展知识——绕线转子异步	
电动机的起动控制电路	69
思考与练习	71
项目四 三相异步电动机的调速与	
制动控制	73
项目教学目标	73
任务一 三相异步电动机变极调速控制	
电路	73
一、任务描述	73
二、任务目标	74
三、任务实施	74
(一) 双速电动机定子绕组的	
接线方式	74
(二) 按钮控制的双速电动机	
控制电路	75
(三) 时间继电器控制的双速	
电动机控制电路	78
四、技能考核——按钮控制的双速	
电动机控制电路的安装接线 ..	79
(一) 考核任务	79
(二) 考核要求及成绩评定	79
五、拓展知识——三相绕线转子异步	
电动机转子串电阻的调速	
控制电路	80
思考与练习	81

任务二 三相异步电动机反接制动	一、任务描述····· 101
控制电路 ····· 82	二、任务目标····· 101
一、任务描述 ····· 82	三、任务实施····· 101
二、任务目标 ····· 82	(一) 认识直流电动机 ····· 101
三、任务实施 ····· 83	(二) 他励直流电动机的起动
(一) 速度继电器 ····· 83	控制····· 104
(二) 单向反接制动控制电路 ····· 84	(三) 他励直流电动机的正反转
(三) 可逆运行反接制动控制电路 ··· 86	控制····· 106
四、技能考核——三相异步电动机	四、技能考核——他励直流电动机
单向反接制动控制电路的	起动控制电路的识读····· 107
安装接线 ····· 88	(一) 考核任务 ····· 107
(一) 考核任务 ····· 88	(二) 考核要求及评分标准 ····· 107
(二) 考核要求及评分标准 ····· 88	五、拓展知识——直流电动机的
五、拓展知识——三相异步电动机	保护····· 107
电磁抱闸控制电路 ····· 89	思考与练习····· 108
(一) 电磁抱闸 ····· 89	任务二 直流电动机的制动与调速
(二) 电磁抱闸制动控制电路 ····· 90	控制····· 109
思考与练习 ····· 91	一、任务描述····· 109
任务三 三相异步电动机能耗制动	二、任务目标····· 109
控制电路 ····· 92	三、任务实施····· 109
一、任务描述 ····· 92	(一) 他励直流电动机的能耗
二、任务目标 ····· 92	制动控制 ····· 109
三、任务实施 ····· 93	(二) 并励直流电动机的弱磁
(一) 能耗制动的原理和实现要求 ··· 93	调速控制 ····· 112
(二) 单相全波整流能耗制动	四、技能考核——直流电动机能耗
控制电路 ····· 94	制动控制电路的识读····· 113
(三) 单相半波整流能耗制动	(一) 考核任务 ····· 113
控制电路 ····· 95	(二) 考核要求及评分标准 ····· 113
四、技能考核——单相半波整流能耗	五、拓展知识——串励直流电动机的
制动控制电路的安装接线 ····· 97	控制电路····· 113
(一) 考核任务 ····· 97	思考与练习····· 115
(二) 考核要求及评分标准 ····· 97	项目六 典型机床电气控制电路的分析与
五、拓展知识——速度原则控制的	故障检修····· 116
能耗制动控制电路 ····· 98	项目教学目标····· 116
思考与练习····· 100	任务一 C6140T 型卧式车床电气控制
项目五 直流电动机的电气控制····· 101	电路的分析与故障检修····· 116
项目教学目标····· 101	一、任务描述····· 116
任务一 直流电动机的起动与正反	二、任务目标····· 116
转控制····· 101	三、任务实施····· 116

(一) C6140T 型卧式车床	116
(二) C6140T 型卧式车床电气控制电路 常见电气故障的检修方法	119
四、技能考核——C6140T 型卧式车 床电气控制电路的 故障检修	122
(一) 考核任务	122
(二) 考核要求及评分标准	122
五、拓展知识——机床电气控制 电路的基本维修方法	122
(一) 机床电气原理图的识读	122
(二) 机床电气故障的诊断步骤	123
(三) 机床电气控制电路故障检查的 常用方法	124
思考与练习	128
任务二 X6132 型卧式万能铣床电气控制 电路的分析与故障检修	128
一、任务描述	128
二、任务目标	129
三、任务实施	129
(一) X6132 型卧式万能铣床	129
(二) X6132 型卧式万能铣床控制电路 常见电气故障的检修方法	138
四、技能考核——X6132 型卧式万能铣 床电气控制电路的 故障检修	139
(一) 考核任务	139
(二) 考核要求及评分标准	139
五、拓展知识——多地控制与顺序 控制电路	140
(一) 多地控制电路	140
(二) 顺序控制电路	140
思考与练习	141
任务三 Z3040 型摇臂钻床电气控制 电路的分析与故障检修	142
一、任务描述	142
二、任务目标	142
三、任务实施	142
(一) Z3040 型摇臂钻床	142
(二) Z3040 型摇臂钻床电气控制电路常见 电气故障的检修方法	146
四、技能考核——Z3040 型摇臂钻床 电气控制电路的故障检修	147
(一) 考核任务	147
(二) 考核要求及评分标准	147
五、拓展知识——Z3040 型摇臂钻 床的液压控制系统	147
思考与练习	148
项目七 电气控制系统的设计	150
项目教学目标	150
任务一 龙门刨床横梁升降控制 系统的设计	150
一、任务描述	150
二、任务目标	150
三、任务实施	151
四、技能考核——两台异步电动机 顺序起动控制电路的设计	153
(一) 考核任务	153
(二) 考核要求及评分标准	153
五、拓展知识	154
(一) 电气控制系统设计的基本 内容	154
(二) 电气控制系统设计的 一般原则	155
(三) 电气控制系统设计的 基本方法	155
(四) 设计电气控制系统的 注意事项	156
思考与练习	159
任务二 CW6163 型卧式车床电气控制 系统的设计	159
一、任务描述	159
二、任务目标	160
三、任务实施	160
(一) 设计电气原理图	160
(二) 选择电气元器件	161
(三) 绘制电气元器件布置图	163
(四) 绘制电气安装接线图	163

(五) 电气控制柜的安装接线	163	选择方法	166
(六) 电气控制柜的检查与调试	164	思考与练习	168
四、技能考核——CA6140 型卧式车床		思考与练习参考答案	169
电气控制系统的设计	165	附录 常用电气图形符号和	
(一) 考核任务	165	文字符号	173
(二) 考核要求及评分标准	165	参考文献	176
五、拓展知识——常用低压电器的			

项目一 三相异步电动机的单向起动控制

在生产实践中,控制一台三相异步电动机的电路可能比较简单,也可能相当复杂,单向起动控制电路是电动机控制中最简单的电路,几乎所有电动机都会用到单向起动控制电路。



项目教学目标

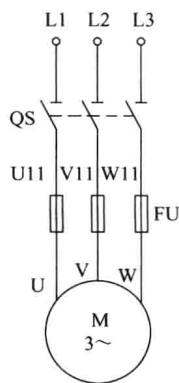
- 1) 认识刀开关、组合开关、低压断路器、熔断器、接触器、按钮及热继电器等常用低压电器的主要结构和电路符号,能正确选择其主要参数。
- 2) 能正确识读三相异步电动机单向起动控制电路并掌握其工作原理。
- 3) 能根据三相异步电动机单向起动控制电路原理图,按工艺要求完成电路的安装接线与调试;能对所接电路进行检查,根据检查结果判断电路的性能;会用万用表排除常见电气故障。

任务一 单向手动控制电路

一、任务描述

单向手动控制电路是利用电源开关直接控制三相异步电动机的起动与停止。电源开关可以使用刀开关、组合开关或低压断路器。该电路常被用来控制砂轮机、冷却泵等设备。图 1-1 所示为用刀开关实现电动机运转的单向手动控制电路。

本任务要求识读单向手动控制电路,并掌握其工作原理,能对电路进行正确的安装接线和通电试验。



二、任务目标

- 1) 能熟练使用刀开关、熔断器及三相异步电动机。
- 2) 能正确识读电动机单向手动控制电路的原理图,并根据电路原理图进行安装接线。
- 3) 能够进行电动机单向手动控制电路的检查与调试,排除常见的电气故障。

图 1-1 单向手动控制电路

三、任务实施

本任务的具体流程如图 1-2 所示。将任务逐一分解、实施,逐点学习和训练,最终完成整个任务。

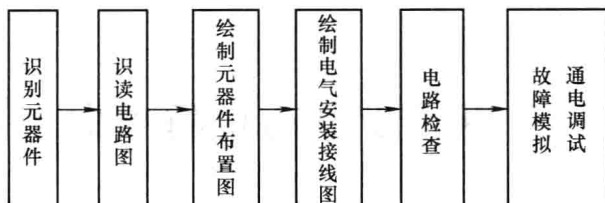


图 1-2 任务实施流程

先识别图 1-1 中所涉及的元器件，有刀开关、熔断器和三相异步电动机。

(一) 刀开关

刀开关的种类很多，常用的有开启式负荷开关和封闭式负荷开关两种。

1. 开启式负荷开关

开启式负荷开关旧称胶盖闸刀开关，主要用来隔离电源或手动接通与断开交、直流电路，适用于照明、电热设备及功率在 5.5kW 以下电动机的控制，实现不频繁地手动接通和分断电路。图 1-3 所示为开启式负荷开关的外形、结构和电路符号。开启式负荷开关主要由与瓷质手柄相连的触刀、静触座、熔丝、进线及出线接线座等组成。其中导电部分都固定在瓷底板上且用胶盖盖着，所以当刀开关合上时，操作人员不会触及带电部分。

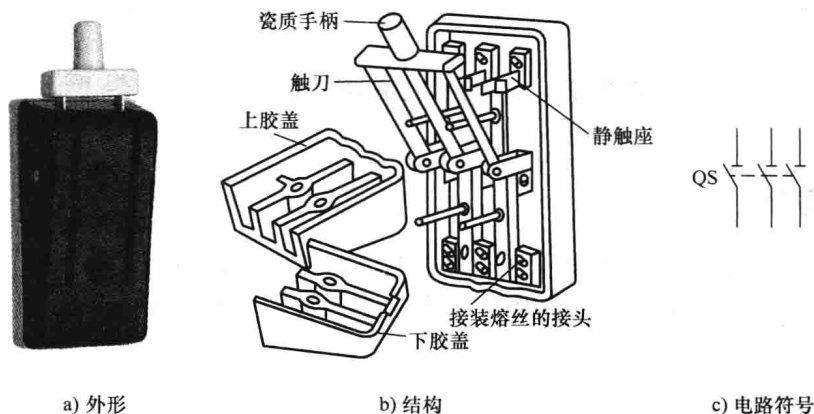


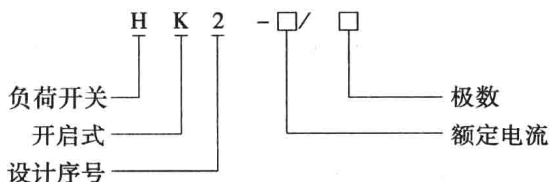
图 1-3 开启式负荷开关的外形、结构和电路符号

刀开关按极数不同可分单极、双极和三极三种。开启式负荷开关的常用型号有 HK1、HK2 系列。表 1-1 列出了 HK2 系列开启式负荷开关的部分技术数据。

表 1-1 HK2 系列开启式负荷开关的技术数据

额定电压/V	额定电流/A	极数	最大分断电流(熔断器极限分断电流)/A	控制电动机功率/kW	机械寿命/万次	电气寿命/万次
250	10	2	500	1.1	10000	2000
	15	2	500	1.5		
	30	2	1000	3.0		
380	15	3	500	2.2	10000	2000
	30	3	1000	4.0		
	60	3	1000	5.5		

开启式负荷开关的型号含义如下：



在安装与运行开启式负荷开关时应注意如下几点：

- 1) 电源进线应装在静触座上，而负载应接在触刀一边的出线端。这样，当开关断开时，触刀和熔丝上就都不带电了。
- 2) 刀开关在合闸状态时，手柄应向上，不可倒装或平装，以防误操作合闸。

2. 封闭式负荷开关

封闭式负荷开关旧称铁壳开关，其灭弧性能、通断能力和安全防护性能都优于开启式负荷开关，一般用来控制功率在 10kW 以下的电动机不频繁的直接起动。封闭式负荷开关的外形、结构和电路符号如图 1-4 所示。

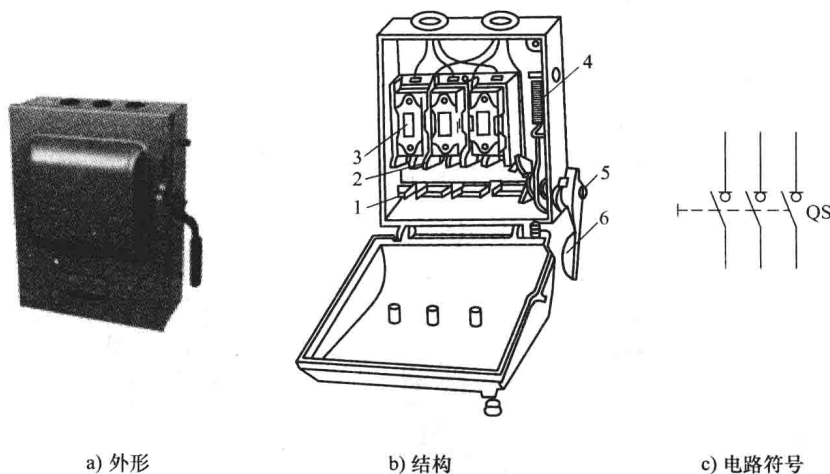


图 1-4 封闭式负荷开关的外形、结构和电路符号

1—触刀 2—静触座 3—熔断器 4—速断弹簧 5—转轴 6—手柄

封闭式负荷开关的常用型号有 HH3、HH4 系列。它的操作机构有两个特点：一是采用了弹簧储能的合闸方式，使开关的分合速度与手柄操作速度无关，而只与弹簧储能的多少有关，这既改善了开关的灭弧性能，又能防止触头停滞在中间位置，从而提高开关的通断能力，延长其使用寿命；二是操作机构上设置了机械联锁，它可以保证开关合闸时防护铁盖不能被打开，而当打开防护铁盖时，开关则不能合闸。

选用刀开关时，首先应根据刀开关的用途和安装位置选择合适的型号和操作方式，然后根据控制对象的类型和大小，计算出相应负载电流的大小，从而选择相应额定电流的刀开关。

刀开关的额定电压应不小于电路的额定电压，额定电流应不小于负载的额定电流。在开关柜内使用刀开关时，还应考虑操作方式，如杠杆操作机构、旋转式操作机构等。当使用刀开关控制电动机时，其额定电流要为电动机额定电流的 3 倍。

(二) 熔断器

熔断器是一种简单有效的保护电器。在使用时,熔断器串接在被保护的电路中,当电路发生短路故障时,熔体被瞬时熔断而分断电路,起到保护电路的作用。熔断器主要用做电路的短路保护。

1. 熔断器的结构与型号

熔断器主要由熔体和安装熔体的熔管(或熔座)两部分组成。熔体由易熔金属材料(如铅、锌、锡、银、铜及其合金)制成,通常制成丝状和片状。熔管是用于装熔体的,由陶瓷、绝缘钢纸或玻璃纤维制成,在熔体熔断时兼有灭弧的作用。

熔断器的常用产品有瓷插式、螺旋式、无填料封闭管式和有填料封闭管式等类型,使用时应根据电路要求、使用场合和安装条件来选择。熔断器型号的含义如下:

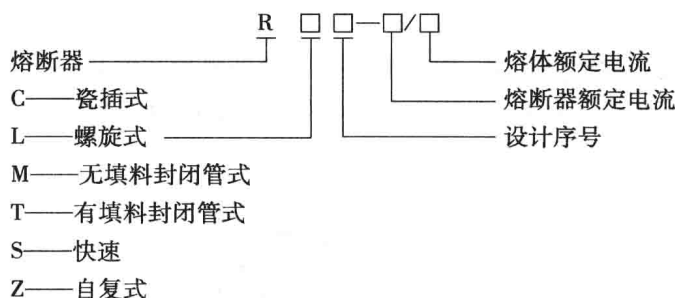


图 1-5 所示是瓷插式熔断器和螺旋式熔断器的主要结构和熔断器的电路符号。

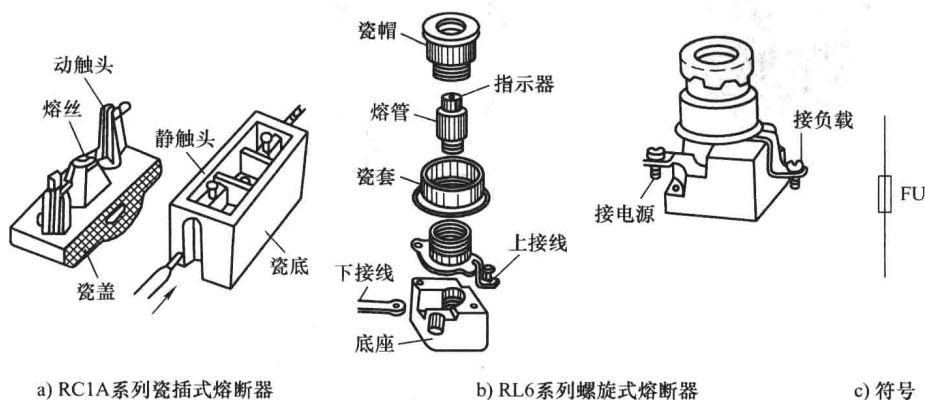


图 1-5 熔断器的主要结构和电路符号

图 1-5a 所示为 RC1A 系列瓷插式熔断器,它主要由瓷底和瓷盖两部分组成。熔丝用螺钉固定在瓷盖内的动触头上,使用时,将瓷盖插入瓷底,拔下瓷盖便可更换熔丝。由于该熔断器使用方便、价格低廉,因而应用广泛。RC1A 系列熔断器主要用于 AC 380V 及以下的电路末端作电路和用电设备的短路保护。RC1A 系列熔断器的额定电流为 5 ~ 200A,但极限分断能力较差,由于该熔断器为半封闭结构,熔丝熔断时有声光现象,故在易燃易爆的工作场合应禁止使用。

图 1-5b 所示为 RL6 系列螺旋式熔断器,它主要由瓷帽、瓷套、熔管和底座等组成。熔管内装有石英沙、熔丝和带小红点的熔断指示器。当从瓷帽上的玻璃窗口观察到带小红点的熔断指示器自动脱落时,表示熔丝已熔断。熔管的额定电压为 AC 500V,额定电流为 2 ~

200A。RL6 系列螺旋式熔断器常用于机床控制电路中, 安装时应注意: 电源线应接在底座的下接线端上, 负载应接在与螺纹壳相连的上接线端上。这样, 在更换熔管时, 就可以保证操作者的安全了。

RM10 系列无填料封闭管式熔断器由熔管、熔体及插座组成。熔管由绝缘钢纸制成, 两端为由黄铜制成的可拆式管帽, 管内熔体为变截面的熔片, 更换熔体较方便。

RT14 系列有填料封闭管式熔断器由熔管、熔体及插座组成。熔管由白瓷制成, 与 RM10 系列熔断器类似, 但熔管内充填石英沙, 石英沙在熔体熔断时起灭弧作用, 在熔管的一端还设有熔断指示器。该熔断器的分断能力比同容量的 RM10 系列大 2.5~4 倍。RT 系列熔断器适用于 AC 380V 及以下、短路电流较大的配电线路装置中, 作为电路及电气设备的短路保护。

2. 熔断器的主要技术参数

熔断器的主要技术参数有额定电压、额定电流和极限分断能力。

(1) 额定电压 熔断器的额定电压是指能保证熔断器长期正常工作的电压。若熔断器的实际工作电压大于其额定电压, 则其熔体熔断时就可能会发生电弧不能熄灭的危险。

(2) 额定电流 熔断器的额定电流是指能保证熔断器长期正常工作的电流, 是由熔断器各部分长期工作时的允许温升决定的。它与熔体的额定电流是两个不同的概念。熔体的额定电流是指在规定的条件下, 长时间通过熔体而熔体不熔断的最大电流值。通常, 一个额定电流等级的熔断器可以配用若干个额定电流等级的熔体, 但熔体的额定电流不能大于熔断器的额定电流。

(3) 极限分断能力 极限分断能力是指熔断器在额定电压下所能断开的最大短路电流。它代表熔断器的灭弧能力, 与熔体的额定电流大小无关。表 1-2 是几种常用熔断器的主要技术参数。

表 1-2 常用熔断器的主要技术参数

类 别	型号	额定电压/V	额定电流/A	熔体额定电流/A	极限分断能力/kA
瓷插式熔断器	RC1A	380	5	2、5	0.25
			10	2、4、6、10	0.5
			15	6、10、15	
			30	20、25、30	1.5
			60	40、50、60	3
			100	80、100	
			200	120、150、200	
螺旋式熔断器	RL1	380	15	2、4、5、6、10、15	25
			60	20、25、30、35、40、50、60	
			100	60、80、100	50
			200	120、150、200	
	RL6	500	25	2、4、6、10、16、20、25	50
			63	35、50、63	
	RL7	660	25	2、4、6、10、16、20、25	50
			63	35、50、63	
			100	80、100	

(续)

类 别	型号	额定电压/V	额定电流/A	熔体额定电流/A	极限分断能力/kA
有填料 封闭管 式熔断器	RT14	380	20	2、4、6、8、10、12、16、20	100
			32	2、4、6、8、10、12、16、20、25、32	
			63	10、16、20、25、32、40、50、63	
	RT18	380	32	2、4、6、8、10、12、16、20、25、32	100
			63	2、4、6、8、10、12、16、20、25、32、40、50、63	
无填料 封闭管 式熔断器	RM10	380	15	6、10、15	1.2
			60	15、20、25、35、45、60	3.5
			100	60、80、100	10
			200	100、125、160、200	
			350	200、225、260、300、350	
			600	350、430、500、600	
快速 熔断器	RLS2	500	30	16、20、25、30	50
			63	35、45、50、63	
			100	75、80、90、100	

3. 熔断器的正确选用

对熔断器的要求是：在电气设备正常运行时，熔断器不应熔断；当出现短路时，熔断器应立即熔断；当电流发生正常变动（如电动机起动过程）时，熔断器不应熔断；在用电设备持续过载时，熔断器应延时熔断。对熔断器的选用主要包括其类型的选择和熔体额定电流的确定。

选择熔断器的类型时，主要根据负载的保护特性和短路电流的大小来确定。用于保护照明电路和电动机电路的熔断器，一般考虑它们的过载保护，这时，希望熔断器的熔化系数（最小熔断电流与熔体额定电流之比）适当小些，所以容量较小的照明电路和电动机电路宜采用熔体为铅锌合金的 RC1A 系列熔断器。用于车间低压供电线路的保护熔断器，一般是考虑短路时的分断能力。当短路电流较大时，宜采用具有高分断能力的 RL 系列熔断器；当短路电流相当大时，宜采用有限流作用的 RT 系列熔断器。

熔断器的额定电压要大于或等于电路的额定电压。熔断器的额定电流应不小于熔体的额定电流，熔体的额定电流要依据负载的情况来选择。

1) 对于电阻性负载或照明电路，由于这类负载的起动过程很短，运行电流较平稳，一般按负载额定电流的 1 ~ 1.1 倍选择熔体的额定电流，进而选定熔断器的额定电流。

2) 对于电动机等感性负载，由于这类负载的起动电流为额定电流的 4 ~ 7 倍，一般选择熔体的额定电流的要求有如下几点。

- ① 对于单台电动机，选择熔体额定电流为电动机额定电流的 1.5 ~ 2.5 倍。
- ② 对于频繁起动的单台电动机，选择熔体额定电流为电动机额定电流的 3 ~ 3.5 倍。
- ③ 对于多台电动机，则要求

$$I_{FU} \geq (1.5 \sim 2.5) I_{N_{\max}} + \sum I_N \quad (1-1)$$

式中, I_{FU} 是熔体的额定电流(A); $I_{N_{\max}}$ 是容量最大的一台电动机的额定电流(A); $\sum I_N$ 是其余各台电动机的额定电流之和。

(三) 三相异步电动机

现代各种生产机械都广泛采用电动机来拖动。电动机按接入电源种类的不同可分为交流电动机和直流电动机。交流电动机又分为异步电动机和同步电动机两种, 其中, 异步电动机具有结构简单、工作可靠、价格低廉、维护方便及效率较高等优点, 其缺点是功率因数较低, 调速性能不如直流电动机。三相异步电动机是所有电动机中应用最为广泛的一种。一般的机床、起重机、传送带、鼓风机、水泵及各种农副产品的加工等都普遍采用三相异步电动机; 各种家用电器、医疗器械和许多小型机械则采用单相异步电动机, 在一些有特殊要求的场合, 则使用特种异步电动机。

1. 三相异步电动机的结构

三相异步电动机由两个基本部分组成: 一是固定不动的部分, 称为定子; 二是旋转部分, 称为转子。图 1-6 为一台三相异步电动机的外形和主要结构。

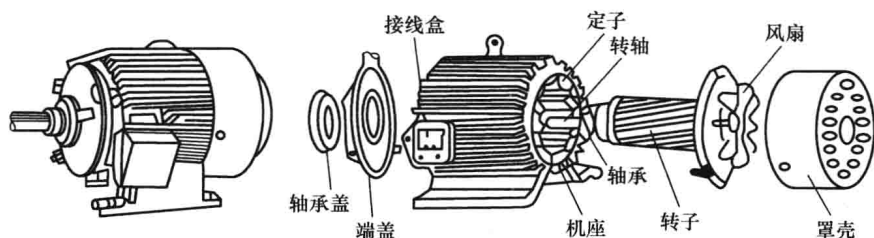


图 1-6 三相异步电动机的外形和主要结构

(1) 定子 定子由机座、定子铁心、定子绕组和端盖等组成。

定子绕组是定子的电路部分, 中小型电动机一般采用漆包线绕制而成, 共分三组, 分布在定子铁心槽内。它们在定子内圆周空间的排列是彼此间相隔 120° , 构成对称的三相绕组。三相绕组共有六个出线端, 通常接在置于电动机外壳上的接线盒中。三相绕组的首端分别用 U_1 、 V_1 、 W_1 表示, 对应的末端分别用 U_2 、 V_2 、 W_2 表示。三相定子绕组可以连接成星形或三角形, 如图 1-7 所示。

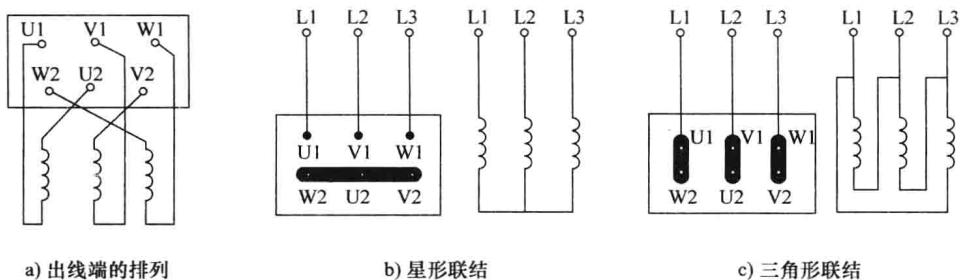


图 1-7 三相异步电动机定子绕组的接法

三相绕组接成星形还是三角形, 和普通三相负载一样, 需视电源的线电压而定。如果电动机所接电源的线电压等于电动机每相绕组的额定电压, 那么, 三相绕组就应该接成三角

形。通常,电动机的铭牌上标有符号Y/ Δ 和数字380/220,前者表示定子绕组的联结方式,后者表示对应于不同联结方式应加的线电压值。

(2) 转子 转子由转子铁心、转子绕组、转轴和风扇等组成。

转子铁心为圆柱形,通常由制作定子铁心冲片剩下的内圆硅钢片叠成,压装在转轴上。转子铁心与定子铁心之间有微小的气隙,转子铁心、定子铁心和气隙共同组成了电动机的磁路。转子铁心外圆周上有许多均匀分布的槽,这些槽用于安放转子绕组。

转子绕组有笼型转子绕组和绕线转子绕组两种。笼型转子绕组是由嵌在转子铁心槽内的若干铜条组成的,两端分别焊接在两个短接的端环上。如果去掉铁心,转子绕组的外形就像一个笼子,故称为笼型转子绕组。目前中小型笼型电动机大都在转子铁心槽中浇注铝液,铸成笼型绕组,并在端环上铸出许多叶片,作为冷却的风扇。笼型转子的结构如图1-8所示。

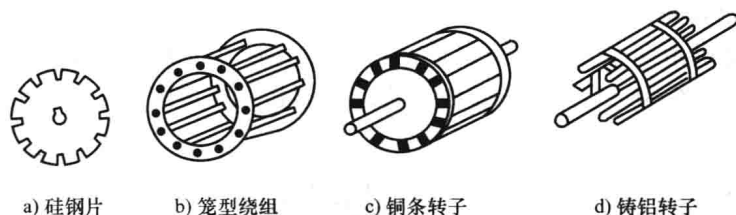


图1-8 笼型转子的结构

绕线转子绕组与定子绕组相似,在转子铁心槽内嵌放对称的三相绕组,作星形联结。三相绕组的三个尾端连接在一起,三个首端分别接到装在转轴上的三个铜制滑环上,通过电刷与外电路的可变电阻器相连接,用于起动或调速,如图1-9所示。

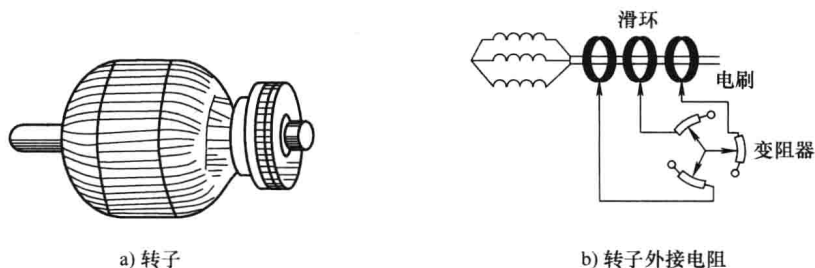


图1-9 绕线转子

由于绕线转子异步电动机的结构较复杂、价格较高,一般只用于对起动和调速有较高要求的场合,如立式车床、起重机等。

2. 三相异步电动机的工作原理

如图1-10所示,当三相异步电动机的定子绕组接通三相电源后,绕组中便有三相交变电流通过,并在空间产生一旋转磁场。设旋转磁场沿顺时针方向旋转,则静止的转子同旋转磁场间就有了相对运动,转子导线因切割磁力线而产生感应电动势,由于旋转磁场沿顺时针方向旋转,即相当于转子导线沿逆时针方向切割磁力线。根据右手定则,确定出转子上半部导线的感应电动势方向是由纸面向外的,下半部的感应电动势方向是由纸面向内的,由于所有转子导线的两端分别被两个铜环连在一起,因而构成了闭合回路,故在此电动势的作用