

“十三五”应用型人才培养规划教材

电气控制技术

◎ 朱晓慧 党金顺 主 编
胡江川 王石峰 副主编
于润伟 主审



清华大学出版社

“十三五”应用型人才培养规划教材

电气控制技术

◎ 朱晓慧 党金顺 主 编
胡江川 王石峰 副主编



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书包含三相异步电动机直接起动控制电路的安装与调试、三相异步电动机可逆控制电路的安装与调试、三相异步电动机降压起动控制电路的安装与调试、三相异步电动机制动和调速控制电路的安装与调试、典型机床控制电路的检修等内容,共5个项目及16个典型工作任务。

本书突出学生动手能力的培养,强调学生在做中学,并适当融入职业资格证书的内容。教学中采用行动导向的教学方法,强化学生实践动手能力,注重学生的综合职业能力培养,将素质教育贯穿教育教学的全过程,以实现高职自动化类高素质与高技能并存的人才培养目标。本书适用于工作过程系统化的教学模式,教学过程应集中在维修电工实训室、电气系统装配与检修实训室和机床电气系统检测与维修等实训室中完成。

本书可作为应用型本科和高职高专院校机电类、电气类专业的教材,也可作为岗前培训、职业鉴定、技术培训的参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

电气控制技术/朱晓慧,党金顺主编. —北京:清华大学出版社,2017

“十三五”应用型人才培养规划教材

ISBN 978-7-302-46316-0

I. ①电… II. ①朱… ②党… 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(2017)第 016096 号

责任编辑:王剑乔

封面设计:刘 键

责任校对:李 梅

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795764

印 装 者:北京泽宇印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:12

字 数:275千字

版 次:2017年2月第1版

印 次:2017年2月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:32.00元

产品编号:072246-01

前言

FOREWORD

本书根据“以服务为宗旨、以就业为导向、以能力为本位”的指导思想,突出高素质与高技能的培养,强调做中学、做中教。本书由 5 个项目、16 个任务贯穿而成,具体内容如下。

项目一:三相异步电动机直接起动控制电路的安装与调试,主要进行常用低压电器的使用及检修、点动与连续运转控制电路的安装与调试、多地控制电路的安装与调试、顺序控制电路的安装与调试 4 个任务的学习。

项目二:三相异步电动机可逆控制电路的安装与调试,主要进行接触器互锁正反转控制电路的安装与调试、双重互锁正反转控制电路的安装与调试、自动往返控制电路的安装与调试 3 个任务的学习。

项目三:三相异步电动机降压起动控制电路的安装与调试,主要进行定子绕组串联电阻降压起动控制电路的安装与调试、Y- Δ 降压起动控制电路的安装与调试两个任务的学习。

项目四:三相异步电动机制动和调速控制电路的安装与调试,主要进行反接制动控制电路的安装与调试、能耗制动控制电路的安装与调试、双速电动机控制电路的安装与调试 3 个任务的学习。

项目五:典型机床控制电路的检修,主要进行 CA6140 型卧式车床电气系统的检修、M7130 型平面磨床电气系统的检修、Z3050 型摇臂钻床电气系统的检修、X62W 型万能铣床电气系统的检修 4 个任务的学习。

本书建议教学学时为 48 学时,由于不同地区、不同条件、不同学生的差异,具体学时数可由任课教师自行确定。本书的教学应在维修电工实训室、电气系统装配与检修实训室和机床电气系统检测与维修等实训室中完成,实训室内实训设备应齐全,可以满足教学的需要。

本书主要特色如下。

(1) 以项目和任务组织教学,内容深入浅出,强调实践性,突出实用性,注重学生自主学习和实际操作能力的培养,以提高学生的技能水平。

(2) 本书形式新颖,突出高素质与高技能的培养,包括目标要求(其中包括知识目标、能力目标和素质目标)、安全规范、工作任务单、材料工具单、任务评价、资料导读、知识拓展

等部分。编写体例上独具特色,除了知识体系,还突出了安全操作、技能训练、技能评价等。

(3) 在任务的选取和编制上充分考虑了三相交流异步电动机电气控制电路的要求和知识体系,任务选取适当,图文并茂,文字叙述简明扼要、通俗易懂,具有很强的通用性、针对性和实用性。

本书由黑龙江农业工程职业学院朱晓慧、党金顺任主编,黑龙江农业工程职业学院于润伟教授主审。其中,项目一由朱晓慧编写,项目二由党金顺编写,项目三由王石峰编写,项目四和项目五由胡江川编写。全书由朱晓慧统稿。

在本书编写过程中,参考了有关资料和文献,在此向其作者表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中难免有错误和不当之处,真诚希望广大读者批评指正。

编 者

2016 年 12 月

目 录

CONTENTS

项目一 三相异步电动机直接起动控制电路的安装与调试

任务 1 常用低压电器的使用及检修	3
1.1 任务目标	3
1.2 知识探究	3
1.2.1 常用低压电器的识别、选择及安装	3
1.2.2 常用低压电器的故障分析及排除	13
1.3 任务实施：常用低压电器的识别与检修	17
1.4 任务评价	17
1.5 资料导读：2015 年低压电器品牌十大排行	18
1.6 知识拓展：低压电器新技术特征	20
思考与练习	20
任务 2 点动与连续运转控制电路的安装与调试	21
2.1 任务目标	21
2.2 知识探究	21
2.2.1 电气识图的基本知识	21
2.2.2 电动机控制电路的配线及安装	27
2.2.3 点动与连续运转控制电路	30
2.3 任务实施：电动机连续运转控制电路的安装与调试	32
2.4 任务评价	33
2.5 资料导读：三相交流异步电动机的基本知识	34
2.6 知识拓展	37
2.6.1 电动机基本控制电路故障维修的方法	37
2.6.2 电动机连续运转控制电路的故障维修案例	39
思考与练习	40

任务3 多地控制电路的安装与调试	41
3.1 任务目标	41
3.2 知识探究	41
3.3 任务实施:电动机两地控制电路的安装与调试	42
3.4 任务评价	43
思考与练习	44

任务4 顺序控制电路的安装与调试	45
4.1 任务目标	45
4.2 知识探究	45
4.2.1 主电路顺序控制	45
4.2.2 控制电路顺序控制	46
4.3 任务实施:顺序起动控制电路的安装与调试	48
4.4 任务评价	50
思考与练习	51

项目二 三相异步电动机可逆控制电路的安装与调试

任务5 接触器互锁正反转控制电路的安装与调试	55
5.1 任务目标	55
5.2 知识探究	55
5.2.1 三相异步电动机可逆控制电路概述	55
5.2.2 接触器互锁正反转控制电路	55
5.3 任务实施:接触器互锁正反转控制电路的安装与调试	57
5.4 任务评价	58
思考与练习	59

任务6 双重互锁正反转控制电路的安装与调试	60
6.1 任务目标	60
6.2 知识探究	60
6.2.1 按钮互锁正反转控制电路	60
6.2.2 双重互锁正反转控制电路	61
6.3 任务实施:双重互锁正反转控制电路的安装与调试	62
6.4 任务评价	63
6.5 知识拓展	64

6.5.1	双重互锁正反转控制电路安装的注意事项	64
6.5.2	双重互锁正反转控制电路的故障分析	65
	思考与练习	65
任务 7	自动往返控制电路的安装与调试	66
7.1	任务目标	66
7.2	知识探究	66
7.2.1	行程开关	66
7.2.2	位置控制与自动往返控制电路	68
7.3	任务实施：自动往返控制电路的安装与调试	70
7.4	任务评价	71
	思考与练习	72
 项目三 三相异步电动机降压起动控制电路的安装与调试		
任务 8	定子绕组串联电阻降压起动控制电路的安装与调试	75
8.1	任务目标	75
8.2	知识探究	75
8.2.1	时间继电器	75
8.2.2	定子绕组串联电阻降压起动控制电路	78
8.3	任务实施：定子串联电阻降压起动控制电路的安装与调试	80
8.4	任务评价	81
8.5	资料导读	82
8.5.1	电阻器	82
8.5.2	常见时间继电器	83
	思考与练习	85
任务 9	Y-△降压起动控制电路的安装与调试	86
9.1	任务目标	86
9.2	知识探究	86
9.2.1	Y-△降压转换器手动降压起动	86
9.2.2	按钮、接触器控制的Y-△降压起动控制电路	87
9.2.3	时间继电器控制的Y-△降压起动控制电路	88
9.3	任务实施：Y-△降压起动控制电路的安装与调试	89
9.4	任务评价	90
9.5	资料导读：同步电机与异步电机的区别	91

思考与练习	92
-------------	----

项目四 三相异步电动机制动和调速控制电路的安装与调试

任务 10 反接制动控制电路的安装与调试	95
10.1 任务目标	95
10.2 知识探究	95
10.2.1 速度继电器	95
10.2.2 三相异步电动机的反接制动控制电路	97
10.3 任务实施：反接制动控制电路的实现	98
10.4 任务评价	99
10.5 资料导读：电磁抱闸制动控制电路	100
10.6 知识拓展：双向起动反接制动控制电路的分析	102
思考与练习	102
任务 11 能耗制动控制电路的安装与调试	104
11.1 任务目标	104
11.2 知识探究	104
11.3 任务实施：能耗制动控制电路的安装与调试	105
11.4 任务评价	106
11.5 资料导读：制动方式的比较	107
11.6 知识拓展：速度继电器控制的能耗制动控制电路的分析	108
思考与练习	108
任务 12 双速电动机控制电路的安装与调试	109
12.1 任务目标	109
12.2 知识探究	109
12.2.1 双速电动机的调速方法及接线	109
12.2.2 4/2 极双速异步电动机手动控制调速电路	110
12.2.3 4/2 极双速异步电动机自动控制调速电路	111
12.3 任务实施：4/2 极双速异步电动机手动控制调速电路的 安装与调试	113
12.4 任务评价	114
12.5 资料导读：双速三相异步电动机极对数及高低速绕组判别方法	115
12.6 知识拓展：常用的电动机调速方法	116
思考与练习	118

项目五 典型机床控制电路的检修

任务 13 CA6140 型卧式车床电气系统的检修	121
13.1 任务目标	121
13.2 知识探究	121
13.2.1 机床电气系统检修的步骤	121
13.2.2 认识 CA6140 型卧式车床	124
13.2.3 CA6140 型卧式车床电路的识读	125
13.2.4 CA6140 型卧式车床电气系统的检修	125
13.3 任务实施: CA6140 型卧式车床电气系统的检修	129
13.4 任务评价	130
13.5 资料导读	131
13.5.1 CA6140 型卧式车床的补充知识	131
13.5.2 车床的发展	131
13.5.3 车床的种类	132
13.6 知识拓展: CM6132 型卧式车床电气控制线路的分析	133
思考与练习	135
任务 14 M7130 型平面磨床电气系统的检修	136
14.1 任务目标	136
14.2 知识探究	136
14.2.1 电气元件与仪表	136
14.2.2 认识 M7130 型平面磨床	140
14.2.3 M7130 型平面磨床线路的识读	141
14.2.4 M7130 型平面磨床电气系统的检修	143
14.3 任务实施: M7130 型平面磨床电气系统的检修	145
14.4 任务评价	147
14.5 资料导读	147
14.5.1 磨床的发展	147
14.5.2 磨床的种类	148
14.6 知识拓展: M7120 型平面磨床电气控制线路的分析	148
思考与练习	150
任务 15 Z3050 型摇臂钻床电气系统的检修	151
15.1 任务目标	151

15.2	知识探究	151
15.2.1	电气元件与仪表	151
15.2.2	认识 Z3050 型摇臂钻床	153
15.2.3	Z3050 型摇臂钻床电路的识读	155
15.2.4	Z3050 型摇臂钻床电气系统的检修	157
15.3	任务实施: Z3050 型摇臂钻床电气系统的检修	159
15.4	任务评价	161
15.5	资料导读	161
15.5.1	钻床的发展	161
15.5.2	钻床的种类	162
15.6	知识拓展: Z3040 型摇臂钻床电气控制线路的分析	162
	思考与练习	164
任务 16	X62W 型万能铣床电气系统的检修	165
16.1	任务目标	165
16.2	知识探究	165
16.2.1	电磁离合器	165
16.2.2	认识 X62W 型万能铣床	166
16.2.3	X62W 型万能铣床电路的识读	168
16.2.4	X62W 型万能铣床电气系统典型故障的检修	173
16.3	任务实施: X62W 型万能铣床电气系统的检修	174
16.4	任务评价	177
16.5	资料导读	177
16.5.1	铣床的发展	177
16.5.2	铣床的种类	177
16.6	知识拓展: XA6132 型万能铣床电气控制线路的分析	178
	思考与练习	180
参考文献		181

项目一

三相异步电动机直接起动控制 电路的安装与调试



目标要求

知识目标

- (1) 了解常用低压电器的识别、选择及安装。
- (2) 掌握常用低压电器的故障分析及排除方法。
- (3) 掌握电气识图的基本知识。
- (4) 掌握电动机电路配线的工艺要求、导线要求及接线要求。
- (5) 了解正确分析三相异步电动机直接起动控制电路的方法。

能力目标

- (1) 能够完成三相异步电动机直接起动控制电路的安装与调试工作任务。
- (2) 能够检查并排除三相异步电动机直接起动控制电路的故障。
- (3) 能够根据任务要求进行三相异步电动机控制电路的设计与安装。

素质目标

- (1) 学生应树立职业意识,并按照企业的“6S”(整理、整顿、清扫、清洁、素养、安全)质量管理体系要求自己。
- (2) 操作过程中,必须时刻注意安全用电,严格遵守电工安全操作规程。
- (3) 爱护工具和仪器仪表,自觉做好维护和保养工作。
- (4) 具有吃苦耐劳、爱岗敬业、团队合作、勇于创新的精神,具备良好的职业道德。



安全规范

- (1) 实训室内必须着工装,严禁穿凉鞋、背心、短裤、裙装进入实训室。
- (2) 使用绝缘工具,并认真检查工具绝缘是否良好。
- (3) 停电作业时,必须先验电,确认无误后方可工作。
- (4) 带电作业时,必须在教师的监护下进行。
- (5) 树立安全和文明生产意识。

常用低压电器的使用及检修

1.1 任务目标

- (1) 通过观察,认识常见低压电器。
- (2) 了解常用低压电器的结构。
- (3) 掌握常用低压电器的选用。
- (4) 熟记常见低压电器的符号。
- (5) 掌握常用低压电器的故障分析与排除。

1.2 知识探究

1.2.1 常用低压电器的识别、选择及安装

低压电器是指用于交流额定电压 1200V 及以下、直流额定电压 1500V 及以下的电路中,起通断、保护、控制或调节作用的电器。低压电器是组成低压控制线路的基本器件,在工厂中常用继电器、接触器、按钮和开关等电器组成电动机的起动、停止、反转、制动等控制电路。

1. 刀开关的识别、选择及安装

刀开关又称闸刀开关,主要用于电气线路的电源隔离,也可作为不频繁接通和分断空载电路或小电流电路之用。刀开关按极数可分为单极、双极和三极;按结构可分为平板式和条架式;按操作方式可分为直接手柄操作、正面旋转手柄操作、杠杆操作和电动操作;按转换方式可分为单投和双投。

1) 刀开关的识别

刀开关是一种结构简单、应用广泛的低压电器,主要由静触点、动触点、操作手柄、进线座、出线座和绝缘底板等组成。静触点由导电材料和弹性材料制成,固定在绝缘材料制成的底板上;动触点与下支座铰链连接,连接处依靠弹簧保证必要的接触压力;操作手柄直接与动触点绝缘固定。刀开关如图 1-1 所示,其电气图形和文字符号如图 1-2 所示。

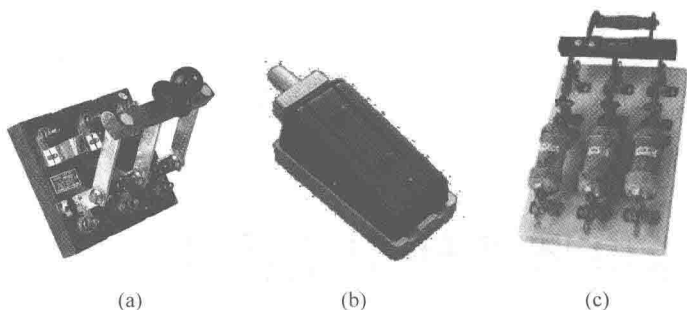


图 1-1 刀开关

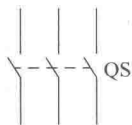


图 1-2 刀开关电气图形和文字符号

2) 刀开关的选择

(1) 结构形式的选择。根据刀开关在线路中的作用和安装位置确定其结构形式,例如仅用来隔离电源,则只需选用不带灭弧罩的产品;如用来分断负载,就应选用带灭弧罩,而且是通过杠杆来操作的刀开关。

(2) 操作方式的选择。可选择正面操作还是侧面操作、直接操作还是杠杆传动等。

(3) 接线方式的选择。可选择板前接线还是板后接线。

(4) 额定电流的选择。刀开关的额定电流一般应大于或等于所关断电路中各个负载额定电流的总和。若负载是电动机,就必须考虑到电动机的起动电流为额定电流的 4~7 倍,故应选用额定电流大一级的刀开关。

3) 刀开关的安装及维护

(1) 刀开关安装时,应注意母线与刀开关接线端子相连时,不应存在扭应力;在安装杠杆操作机构时,应调节好连杆的长度,以保证操作到位且灵活。

(2) 刀开关应垂直安装在开关板上,并要使静触点位于上方。如静触点位于下方,当刀开关断开时,如果铰链支座松动,动触点在自重作用下掉落而发生误动作,会造成严重事故。

(3) 刀开关作电源隔离开关使用时,合闸顺序是先合上刀开关,再合上其他用以控制负载的开关;分闸顺序则相反。

(4) 严格按照产品说明书规定的分断能力来分断负载,无灭弧罩的刀开关,一般不允许分断和合上功率大的负载,否则会烧坏刀开关,严重的还会造成电源线间短路,甚至发生火灾。

(5) 对于多极刀开关,应保证各极动作的同步性,而且接触良好。否则,当负载是电动机时,便可能发生电动机因缺相运转而烧坏的事故。

(6) 刀开关在合闸时,应保证三相触点同时合闸,而且要接触良好。

(7) 如果刀开关不是安装在封闭的控制箱内,则应经常检查,防止因积尘过多而发生线间闪络现象。

2. 组合开关的识别、选择及安装

组合开关又称为转换开关,常用于交流 50Hz、380V 以下及直流 220V 以下的电气线路中,主要用作控制线路的转换及电气测量仪表的转换,也可用于控制小容量异步电动机

的起动、换向及调速。由于触点挡数多、换接线路多,能控制多个回路,适应复杂线路的要求,故称为万能转换开关。

1) 组合开关的识别

组合开关如图 1-3 所示,其电气图形和文字符号如图 1-4 所示。



图 1-3 组合开关

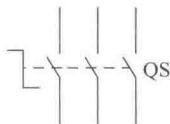


图 1-4 组合开关电气图形和文字符号

识别过程如下。

- (1) 识读组合开关的型号和铭牌。
- (2) 找到各转换挡位的接线端子。
- (3) 检测、判别万能转换开关的好坏。

2) 组合开关的选择

(1) 选用转换开关时,应根据电源种类、电压等级、所需触点数及电动机的容量选用,开关的额定电流一般取电动机额定电流的 1.5~2 倍。

(2) 用于一般照明、电热电路,其额定电流应大于或等于被控电路的负荷电流总和。

(3) 用作设备电源引入开关时,其额定电流稍大于或等于被控电路的负荷电流总和。

(4) 用于直接控制电动机时,其额定电流一般可取电动机额定电流的 2~3 倍。

3) 组合开关的安装与维护

(1) 安装转换开关时应使手柄保持在水平旋转位置。

(2) 转换开关需安装在控制箱内时,其操作手柄最好伸出在控制箱的前面或侧面,应使手柄在水平旋转位置时为断开状态。转换开关最好装在箱内右上方,而且在其上方不宜安装其他电器,否则应采取隔离或绝缘措施。

(3) 使用组合开关时,应保持开关清洁,面板和触点不能有油污。

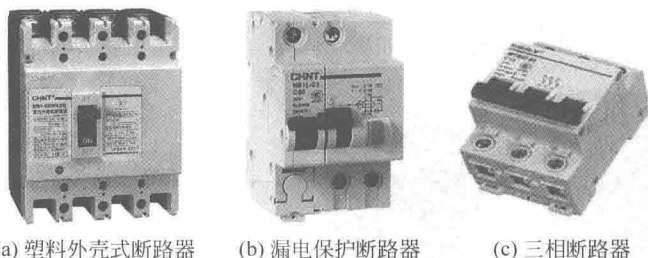
(4) 由于组合开关通断能力较低,故不能用来分断故障电流。用作电动机正反转控制时,必须在电动机完全停止转动后,才能反向接通电源。

3. 低压断路器的识别、选择及安装

低压断路器即低压自动空气开关,又称自动空气断路器。低压断路器既能带负荷通断电路,又能在失压、短路和过负荷时自动跳闸,保护线路和电气设备,是低压配电网络和电力拖动系统中常用的重要保护电器之一。低压断路器按结构形式可分为塑料外壳式(又称装置式)、框架式(又称万能式)两大类。框架式断路器主要用作配电网络的保护开关,而塑料外壳式断路器除用作配电网络的保护开关外,还用作电动机、照明电路的控制开关。

1) 低压断路器的识别

低压断路器如图 1-5 所示,其电气图形和文字符号如图 1-6 所示。



(a) 塑料外壳式断路器

(b) 漏电保护断路器

(c) 三相断路器

图 1-5 低压断路器

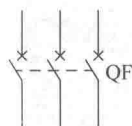


图 1-6 低压断路器电气图形和文字符号

识别过程如下。

- (1) 识读断路器的型号和铭牌。
- (2) 识别断路器的进线端子和出线端子。
- (3) 检测断路器的通断情况。

2) 低压断路器的选择

(1) 在电气设备控制系统中,常选用塑料外壳式断路器或漏电保护断路器;在电力网主干线路中主要选用框架式断路器;而在建筑物的配电系统中则一般采用漏电保护断路器。

(2) 断路器的额定电压和额定电流应不小于电路的额定电压和最大工作电流。

(3) 低压断路器用于电动机保护时,电磁脱扣器的瞬时脱扣器整定电流应为电动机起动电流的 1.7 倍。

(4) 选用低压断路器作多台电动机短路保护时,一般电磁脱扣器的整定电流为容量最大的一台电动机起动电流的 1.3 倍再加上其余电动机额定电流。

(5) 用于分断或接通电路时,其额定电流和热脱扣器的整定电流均应大于或等于电路中负荷额定电流的 2 倍。

3) 低压断路器的安装与维护

(1) 低压断路器的底板应垂直于水平位置,固定后应保持平整,倾斜度不大于 5° ;有接地螺钉的低压断路器应可靠连接地线;具有半导体脱扣装置的低压断路器,其接线端应符合相序要求,脱扣装置的端子应可靠连接。

(2) 低压断路器在安装前,应将脱扣器电磁铁工作面的防锈油脂抹净,以免影响电磁机构的动作值。

(3) 低压断路器与熔断器配合使用时,熔断器应尽可能装于低压断路器之前,以保证使用安全。

(4) 电磁脱扣器的整定值一经调好后就不允许随意更动,使用日久后要检查其弹簧是否生锈卡住,以免影响其动作。

(5) 低压断路器在分断短路电流后,应在切除上一级电源的情况下,及时检查触点。若发现有严重的电灼痕迹,可用干布擦去;若发现触点烧蚀,可用砂纸或细锉小心修整,