

极光



学电动机 控制线路

© 李长军 关开芹 主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

新手训练营

学电动机控制线路

李长军 关开芹 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

· 北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书是“新手训练营”系列丛书之一,采用学生提出问题、老师解答的形式引出知识点,讲述常用低压开关、熔断器、主令电器、接触器、继电器、电动机保护器、电动机软启动控制器、电路图的识读、电动机单向运转控制线路、电动机正反转控制线路等内容。本书的编写注重实用性,突出应用能力的提高,起点低,内容结构完整,条理清晰,语言通俗,趣味性强,图文结合,易学易懂,结构安排符合认知规律。

本书不仅适合电气相关技术人员自学,也适合中专院校、技校及职业院校电气专业的师生使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

学电动机控制线路/李长军,关开芹主编. —北京:电子工业出版社,2014.9
(新手训练营)

ISBN 978-7-121-24010-2

I. ①学… II. ①李… ②关… III. ①电动机—控制电路—基本知识
IV. ①TM320.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 180786 号

策划编辑:富 军

责任编辑:李 蕊

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:涿州市京南印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:880×1 230 1/32 印张:10.75 字数:340.56 千字

版 次:2014 年 9 月第 1 版

印 次:2014 年 9 月第 1 次印刷

印 数:3 500 册 定价:39.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

对于从事电气行业的人员来说,熟练掌握各类电气控制线路是非常重要的。而无论多么复杂的电气控制线路,都是由各种基本控制单元组合而成的。电气人员只要具备了看懂各种电气单元控制线路的能力,就能轻松识读各种机床等复杂的线路。我们组织编写的《学电动机控制线路》一书,其目的主要是引导初学者轻松入门,在掌握基本电气元件和基本控制线路的基础上,通过不断地实践,掌握更多、更新、更深层次的电气控制线路。

在本书的编写过程中,我们主要贯彻了以下编写原则:

1. 根据职业岗位需求入手,精选内容。本书主要介绍了三相异步电动机、三相同步电动机、直流电动机、单相异步电动机、特种电动机等一些常用的电气设备,并依此为基础,深入浅出地介绍了相关的基本控制器件和经典的控制线路。

2. 突出用“图”说话。本书通过使用元件实物图、结构原理图、控制线路图、接线图等不同形式的图片,来帮助读者认识低压电气元件及内部构造、分析线路工作原理、认识各种常用的控制电动机,让读者轻松、快速、直观地接受新知识,尽快适应电气工作岗位的需求。

3. 突出以“练一练”来提升读者的操作技能。“练一练”环节通过具体的操作步骤,配以清晰的布局图和接线图,让读者进一步加深对基本线路的直观理解,也可作为读者实际工作接线的一个重要参考。

4. 突出以技能为主,以能力为本位,淡化理论,强化实用性,较好地处理了理论与技能的关系。在“理论够用”的基础上,通过设置“故障排除”环节,突出应用性和职业性的特点,注重分析实际问题、解决问题能力的培养。

本书突出职业技术教育特色,可作为初、中、高级电气技术人员的指导用书和中等职业学校、高职院校电类专业的参考用书。

本书由李长军、关开芹任主编,郭庆玲、李长城、李子超任副主编,参加编写的还有沈东辉、肖云、薛喜香、李宗金、卢旭辰、咸晓燕。

由于作者水平有限,书中错误在所难免,恳请广大读者提出宝贵的意见和建议,以便今后加以修改完善。

编 者

目 录

第一讲 常用低压开关	1
一、自动空气开关	2
二、负荷开关	5
三、组合开关	8
【练一练】 低压开关的识别与检测	10
第二讲 熔断器	12
【练一练】 熔断器的识别与检测	18
第三讲 主令电器	19
一、按钮	19
二、行程开关	22
三、接近开关	25
四、万能转换开关	28
【练一练】 主令电器的识别与检测	28
第四讲 接触器	30
一、交流接触器	31
二、直流接触器	34
【练一练】 接触器的识别与检测	35
第五讲 继电器	37
一、热继电器	37
二、时间继电器	40
三、中间继电器	44
四、速度继电器	45
五、电流继电器	47
【练一练】 继电器的识别与检测	50
第六讲 电动机保护器	51
一、工作原理	52

二、电动机保护器的类型	52
三、电动机保护器的安装与接线	53
【练一练】JD-5 系列电动机保护器的识别、接线与调试	54
第七讲 电动机软启动控制器	56
一、软启动控制器介绍	56
二、工作原理	58
三、软启动控制器接线	58
四、显示与操作	60
【练一练】电动机软启动控制器的接线与操作	62
第八讲 电路图的识读	63
一、电路图的种类	64
二、电路图中常用的电气符号图	67
三、电工识图	72
【练一练】识图举例——CA6140 型车床电气识图	73
第九讲 电动机单向运转控制线路	75
一、点动运转控制线路	75
二、单向连续运转	76
三、连续与点动混合正转控制	78
【练一练】电动机单向正转控制线路的安装	79
第十讲 电动机正反转控制线路	82
一、倒顺开关正反转控制线路	82
二、接触器联锁正反转控制线路	84
三、双重联锁正反转控制线路	85
【练一练】电动机正反转控制线路的安装	87
第十一讲 位置控制与自动往返控制线路	90
一、位置控制线路	91
二、自动往返控制线路	92
【练一练】小车自动往返控制线路的安装	93
第十二讲 顺序控制与多地控制线路	97
一、主电路实现的顺序控制	98
二、控制电路实现的顺序控制	99

三、两地控制线路	100
第十三讲 降压启动控制线路	101
一、全压启动	101
二、降压启动	102
【练一练】时间继电器控制Y- Δ 降压启动控制线路的安装	109
第十四讲 三相异步电动机制动控制线路	113
一、电磁抱闸制动器断电制动	114
二、反接制动	116
三、能耗制动	119
四、电容制动	122
五、再生发电制动	122
【练一练】能耗制动控制线路的安装	124
第十五讲 三相交流异步电动机的调速控制线路	127
一、变极调速	128
二、电磁滑差离合器调速	134
【练一练】电磁滑差离合器调速系统的接线与安装	139
第十六讲 三相异步电动机的变频调速技术	141
一、西门子变频器的标准接线与端子功能	142
二、操作面板	145
三、MM440 变频器的快速调试	148
【练一练】变频器的面板运行操作	152
【练一练】变频器外部端子运行操作	155
第十七讲 绕线转子异步电动机线路控制	160
一、转子绕组串接电阻启动控制线路	160
二、转子绕组串接频敏变阻器启动控制线路	165
【练一练】绕线式电动机启动控制线路的安装	168
第十八讲 并励直流电动机启动控制线路	170
一、并励直流电动机的特点	171
二、并励直流电动机启动控制线路	171
第十九讲 并励直流电动机正反转控制线路	175
一、并励直流电动机的正反转控制方法	175

二、并励直流电动机电枢反接法控制正反转线路	176
【练一练】直流电动机正反转控制线路的安装	178
第二十讲 并励直流电动机制动控制线路	181
一、能耗制动控制线路	182
二、反接制动控制线路	183
三、再生发电制动	186
【练一练】直流电动机能耗制动控制线路的安装	186
第二十一讲 并励直流电动机调速控制线路	189
一、电枢回路串电阻调速	190
二、改变主磁通调速	190
三、改变电枢电压调速	191
第二十二讲 串励直流电动机基本控制线路	195
一、串励直流电动机启动控制线路	196
二、串励直流电动机正反转控制线路	198
三、串励直流电动机调速控制线路	199
四、串励直流电动机制动控制线路	200
第二十三讲 三相同步电动机的启动控制线路	205
一、同步电动机的工作原理	206
二、同步电动机的启动方法	207
第二十四讲 三相同步电动机的制动控制线路	213
第二十五讲 同步补偿机	215
一、同步电动机的电压平衡方程式	215
二、同步电动机功率因数的调整	216
三、同步补偿机	216
第二十六讲 单相异步电动机的启动控制线路	218
一、电容运行单相异步电动机	220
二、电容启动单相异步电动机	221
三、双值电容单相异步电动机	221
四、电阻启动单相异步电动机	222
五、罩极式电动机	223
六、单相异步电动机的启动开关及其他器件	223

第二十七讲 单相电动机的正反转控制线路	226
一、单相电动机的正反转原理	226
二、单相电动机的正反转接线	227
第二十八讲 单相异步电动机的调速	228
一、串电抗调速	228
二、电动机绕组内部抽头调速	229
三、晶闸管调速	230
第二十九讲 小功率三相异步电动机改成单相电动机运行	232
一、三相绕组星形接法	233
二、三相绕组三角形接法	233
第三十讲 伺服电动机	234
一、交流伺服电动机	235
二、直流伺服电动机	238
第三十一讲 步进电动机	240
一、步进电动机的工作原理	241
二、步进电动机的基本结构	244
三、驱动器与步进电动机连接	246
第三十二讲 测速发电机	250
一、直流测速发电机	252
二、交流测速发电机	253
三、霍尔无刷直流测速发电机	255
第三十三讲 无刷电动机及有刷电动机	257
一、无刷电动机	257
二、有刷电动机	260
第三十四讲 直线电动机	262
一、直线电动机的分类与结构	262
二、直线电动机的工作原理	263
第三十五讲 力矩电动机	264
一、直流力矩电动机	265
二、交流力矩电动机	266
第三十六讲 CA6140 车床电气控制线路	267

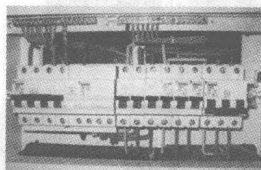
一、基本识读方法	269
二、CA6140 车床工作原理分析	270
第三十七讲 机床电气设备故障维修的方法	274
一、工业机械电气设备维修的一般要求	274
二、工业机械电气设备维修的一般方法	275
三、机床电气故障检修的一般步骤	276
【练一练】CA6140 卧式车床的安装配线	283
【练一练】CA6140 卧式车床的故障检修	285
第三十八讲 Z37 型摇臂钻床电气控制线路	289
一、Z37 型摇臂钻床的主要结构和运动形式	290
二、Z37 型摇臂钻床的电力拖动特点及控制要求	292
三、Z37 型摇臂钻床电气控制线路分析	293
【练一练】Z37 型摇臂钻床的安装与配线	295
【练一练】Z37 型摇臂钻床的故障检修	296
第三十九讲 M7130 平面磨床电气控制线路	298
一、M7130 平面磨床简介	298
二、M7130 平面磨床工作原理分析	301
【练一练】M7130 平面磨床电气控制线路的安装与配线	304
【练一练】M7130 平面磨床电气控制线路的故障检修	306
第四十讲 X62W 万能铣床电气控制线路	310
一、X62W 万能铣床的主要运动形式	311
二、X62W 万能铣床电气控制线路分析	313
【练一练】X62W 万能铣床电气控制线路的安装与配线	318
【练一练】X62W 万能铣床电气控制线路的故障检修	319
第四十一讲 20/5t 桥式起重机的电气控制线路	322
一、20/5t 桥式起重机的主要结构及运动形式	322
二、20/5t 桥式起重机对电力拖动的要求	323
三、电气控制线路图	324
四、工作原理分析	324
【练一练】20/5t 桥式起重机电气控制线路的安装与配线	331
【练一练】20/5t 桥式起重机电气控制线路的故障检修	333

第一讲

常用低压开关



老师，这个配电箱里面都是什么电气元件呢？它们在电路里起到什么作用？我们该如何判断它的好坏呢？



同学们，此图是一个用来接通和断开电气设备的电源开关箱。此开关箱里面所有的元器件都是低压断路器。低压断路器是低压开关的一种。下面我们来学习几种常见的低压开关的基本知识。

低压电器是指工作在交流额定电压 1200V 及以下、直流额定电压 1500V 及以下的电器。低压电器作为基本器件，广泛应用于输配电系统和电力拖动控制系统。常用的低压电器主要有低压开关、熔断器、主令电器、接触器、继电器、电动机保护器和变频器等。

低压开关主要用于隔离、转换及接通和分断，多数用作机床电路的电源开关和局部照明电路的控制开关，有时也可直接用于控制小容量电动机的启动、停止和正反转。



自动空气开关

自动空气开关又称自动空气断路器,是低压配电网络和电力拖动系统中非常重要的一种电器,它集控制和多种保护功能于一身。

自动空气开关在电路中的主要作用是能接通和分断电路;能对电路或电气设备发生的短路、严重过载及欠电压等进行保护;同时也能用于不频繁地启停电动机。

自动空气开关具有操作安全、安装使用方便、工作可靠、动作值可调、分断能力较强、兼顾多种保护、动作后不需要更换元件等优点。

1. 分类

自动空气开关按结构形式可分为塑壳式、框架式、限流式、直流快速式、灭磁式和漏电保护式六类。

电力拖动与自动控制线路中常用的断路器如图 1-1 所示,其分类方法如下。

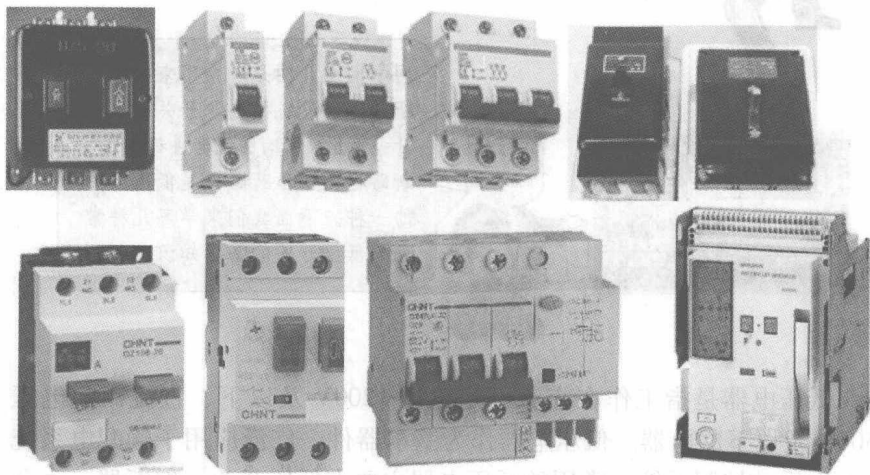


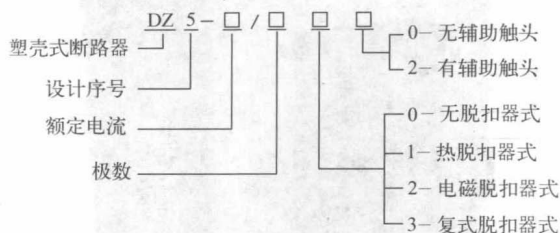
图 1-1 常用的断路器

(1) 按极数:单极、两极和三相。

(2) 按保护形式:电磁脱扣器式、热脱扣器式、复合脱扣器式(常用)和无脱扣器式。

2. 自动空气开关的型号及含义

1) DZ5 型号及其含义



2) NS2 型号及其含义



3. 结构与原理

自动空气开关主要由三部分组成：触头和灭弧系统、各种脱扣器及操作机构。如图 1-2 所示为 DZ5-20 型低压断路器的结构和电路符号。其结构采用立体布置，操作机构在中间，外壳顶部突出的红色按钮为分断按钮，绿色按钮为合闸按钮。如图 1-3 所示为万能式低压断路器结构图。

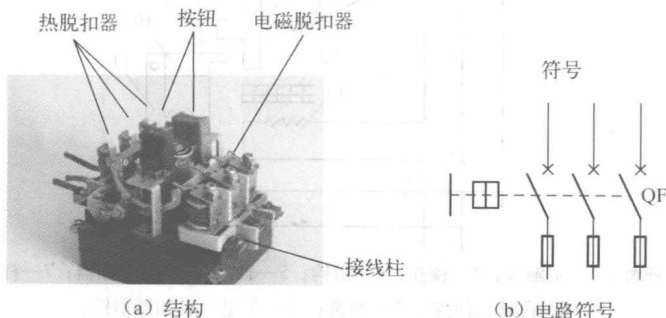
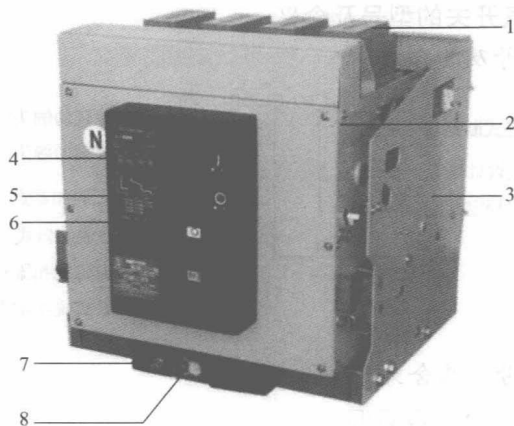


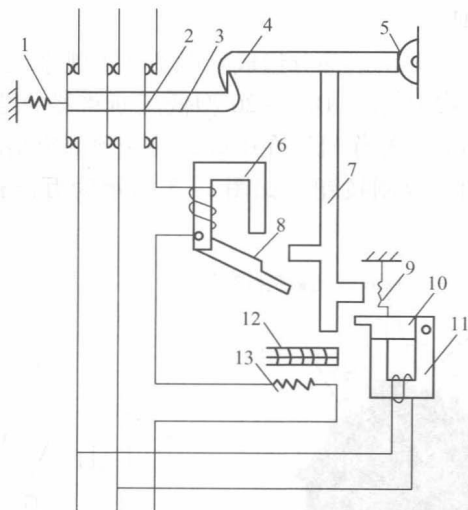
图 1-2 DZ5-20 型低压断路器的结构和电路符号



1—灭弧罩；2—开关本体；3—抽屉座；4—合闸按钮；5—分闸按钮；
6—智能脱扣器；7—摇匀柄插入位置；8—连接/试验/分离指示

图 1-3 万能式低压断路器结构图

如图 1-4 所示为低压断路器的工作原理示意图。把自动空气开关的三副主触头 2 串联在被控制的三相电路中。当开关接通电源后，电磁脱扣器、热脱扣器及欠电压脱扣器若无异常反应，开关运行正常。



1—主弹簧；2—主触头；3—锁扣；4—搭钩；5—轴；6—电磁脱扣器；7—杠杆；
8—电磁脱扣器衔铁；9—弹簧；10—欠电压脱扣器衔铁；
11—欠电压脱扣器；12—双金属片；13—热元件

图 1-4 低压断路器的工作原理示意图

要点解读

当线路发生故障时, 低压断路器将如何动作?

1) 短路或严重过载时

当线路发生短路或严重过载时, 短路电流超过瞬时脱扣整定电流值, 如图 1-4 所示, 电磁脱扣器 6 产生足够大的吸力, 将衔铁 8 吸合并撞击杠杆 7, 使搭钩 4 绕转轴座 5 向上转动与锁扣 3 脱开, 锁扣在主弹簧 1 的反作用力下将三副主触头分断, 切断电源。

2) 线路一般性过载时

当线路发生一般性过载时, 过载电流虽不能使电磁脱扣器动作, 但能使热元件 13 产生一定热量, 促使双金属片 12 受热向上弯曲, 推动杠杆 7 使搭钩与锁扣脱开, 将主触头分断, 切断电源。

3) 线路欠电压时

欠电压脱扣器 11 的工作过程与电磁脱扣器恰恰相反, 当线路电压正常时欠电压脱扣器 11 产生足够的吸力, 克服拉力弹簧 9 的作用将衔铁 10 吸合, 衔铁与杠杆脱离, 锁扣与搭钩才得以锁住, 主触头方能闭合。当线路上电压全部消失或电压下降至某一数值时, 欠电压脱扣器吸力消失或减小, 衔铁被拉力弹簧 9 拉开并撞击杠杆, 主电路电源被分断。

4. 自动空气开关选用原则

(1) 自动空气开关的额定工作电压 $\geq$ 线路额定电压。

(2) 自动空气开关的额定电流 $\geq$ 线路负载电流。

(3) 热脱扣器的整定电流 = 所控制负载的额定电流。

(4) 电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流 $>$ 负载电路正常工作时的峰值电流。



二、负荷开关

1. 开启式负荷开关

开启式负荷开关简称闸刀开关, 生产中常用的是 HK 系列, 其外形如图 1-5 所示。闸刀开关主要用于照明、电热设备及小容量电动机控制线路中, 可供手动不频繁地接通和分断电路, 并起到短路保护作用。闸刀开关的结构与电路符号如图 1-6 所示。

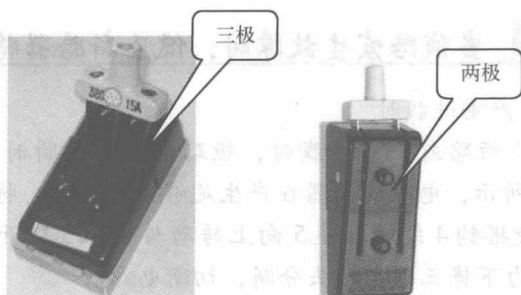


图 1-5 闸刀开关的外形

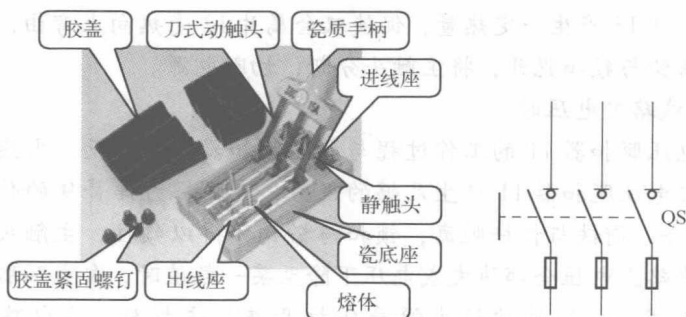
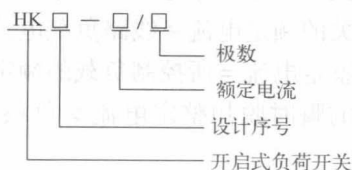


图 1-6 闸刀开关的结构与电路符号

闸刀开关的型号及含义表示如下：



安全操作提示

- (1) 闸刀开关必须垂直安装在控制屏或开关板上，且合闸状态时手柄应朝上。
- (2) 用闸刀开关控制照明和电热负载时，要接熔断器作短路和过载保护。并且电源进线端接在静触头一边的进线端，负载接在动触头一边的出线端。