

一学就会
系列丛书

◎李长军 关开芹 主编

电动机控制电路

一学就会



YZLI0890122061

情景导入

学练结合

侧重应用

面向就业



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

一学就会系列丛书

电动机控制电路 一学就会

李长军 关开芹 主编



YZLI0890122061

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书从初学者的接受能力和电动机实际应用出发,以电动机典型控制电路为例,本着“工学结合”的思想,重点介绍电动机基本控制电路中常用低压电器、三相异步电动机基本控制电路、直流电动机基本控制电路、三相同步电动机基本控制电路、单相异步电动机基本控制电路和特种电动机控制电路等内容。注重实用性,突出应用能力的培养。

本书内容起点低、通俗易懂,尤其适合初学者及从事电气技术领域工作的人员使用。同时也可作为大中专院校、技校及职业院校电气专业的教材和参考书使用。

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

电动机控制电路一学就会/李长军,关开芹主编. —北京:电子工业出版社,2012.1

(一学就会系列丛书)

ISBN 978-7-121-15522-2

I. ①电… II. ①李… ②关… III. ①电动机-控制电路 IV. ①TM320.12

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第264934号

策划编辑:富 军

责任编辑:桑 昀

印 刷:

装 订:北京中新伟业印刷有限公司

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:880×1230 1/32 印张:6.875 字数:200千字

印 次:2012年1月第1次印刷

印 数:4000册 定价:25.00元

凡所购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,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

本书是“一学就会系列丛书”之《电动机控制电路一学就会》，主要介绍各种电动机的基本控制电路。本书编写工作的目标主要体现在以下几个方面。

一、内容全面充实

结合电动机控制电路安装与维修专业相关工作岗位的实际需求，合理确定知识结构，力求内容全面、充实，将常用的三相异步电动机、直流电动机、三相同步电动机、单相异步电动机，以及在自动控制系统中常用的特种电动机等基本控制电路一一进行介绍，可作为相关电气技术人员的工作参考用书。

二、重点有效突出

本书每一章节的重点内容，首先通过提问的方式引起读者兴趣和注意，明确学习的目的；然后通过详细的讲解，将重点内容加底纹突出，与前面的提问相呼应，做到“有的放矢”，加深读者对知识点的理解和记忆。

三、形式简洁新颖

书中较多地利用图片将知识点直观地展示出来，将抽象的理论知识形象化、生动化，使阅读变得更加轻松。编写中，力求做到文句简洁、通俗易懂，并加入“注意事项”、“知识拓展”等小栏目，使版面更加灵活，增强了阅读的趣味性。



电动机控制电路一学就会

本书内容起点低、通俗易懂，尤其适合初学者及从事电气技术领域工作的人员使用。同时也可作为大中专院校、技校及职业院校电气专业的教材和参考书使用。

本书由李长军、关开芹主编，谢京军、沈东辉、卞锦珍副主编，参加编写工作的还有陈淑凤、姜修兰、郭庆玲、焦红军、薛喜香等。

由于编写时间仓促，加之编者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第1章 常用低压电器	1
1.1 低压开关	1
1.1.1 自动空气开关	1
1.1.2 负荷开关	4
1.1.3 组合开关	7
1.2 熔断器	10
1.3 主令电器	17
1.3.1 按钮	17
1.3.2 行程开关	21
1.3.3 接近开关	24
1.3.4 万能转换开关	27
1.4 接触器	28
1.4.1 交流接触器	29
1.4.2 直流接触器	32
1.5 继电器	34
1.5.1 热继电器	34
1.5.2 时间继电器	37
1.5.3 中间继电器	42
1.5.4 速度继电器	43
1.5.5 电流继电器	45
1.6 其他常用低压电器	49



第2章 三相异步电动机的基本控制电路	55
2.1 电路图的识读	55
2.1.1 电路图的种类	55
2.1.2 电路图中常用的电气符号图	59
2.1.3 电工识图	60
2.2 正转控制电路	63
2.2.1 点动正转控制电路	63
2.2.2 连续正转控制电路	64
2.3 正反转控制电路	67
2.3.1 接触器联锁正反转控制电路	67
2.3.2 双重联锁正反转控制电路	69
2.4 位置控制与自动往返控制电路	70
2.4.1 位置控制电路	71
2.4.2 自动往返控制电路	72
2.5 顺序控制与多地控制电路	73
2.5.1 主电路实现的顺序控制电路	73
2.5.2 控制电路实现的顺序控制电路	74
2.5.3 两地控制正转控制电路	76
2.6 Y- Δ 降压启动控制电路	77
2.6.1 常用补偿器	78
2.6.2 时间继电器控制串联电阻降压启动控制电路	81
2.6.3 时间继电器自动控制Y- Δ 降压启动控制电路	82
2.6.4 延边 Δ 降压启动控制电路	84
2.7 三相异步电动机制动控制电路	86
2.7.1 电磁抱闸制动器断电制动控制电路	87
2.7.2 反接制动控制电路	90
2.7.3 能耗制动控制电路	93



2.7.4 电容制动控制电路	96
2.7.5 再生发电制动控制电路	97
2.8 三相交流异步电动机的调速控制电路	98
2.8.1 变频调速控制电路	99
2.8.2 变极调速控制电路	110
2.8.3 电磁滑差离合器调速控制电路	116
2.9 绕线转子异步电动机控制电路	122
2.9.1 转子绕组串联电阻启动控制电路	122
2.9.2 转子绕组串联频敏变阻器启动控制电路	128
第3章 直流电动机基本控制电路	132
3.1 并励直流电动机基本控制电路	133
3.1.1 启动控制电路	133
3.1.2 正反转控制电路	137
3.1.3 调速控制电路	139
3.1.4 制动控制电路	144
3.2 串励直流电动机基本控制电路	148
3.2.1 启动控制电路	149
3.2.2 正反转控制电路	151
3.2.3 调速控制电路	153
3.2.4 制动控制电路	153
第4章 三相同步电动机基本控制电路	159
4.1 三相同步电动机启动控制电路	159
4.1.1 辅助启动法	160
4.1.2 异步启动法	160
4.1.3 变频启动法	166
4.2 三相同步电动机制动控制电路	168
4.3 同步补偿机控制电路	169



第5章 单相异步电动机基本控制电路	171
5.1 单相异步电动机启动控制电路	172
5.1.1 电容运行单相异步电动机控制电路	173
5.1.2 电容启动单相异步电动机控制电路	174
5.1.3 双值电容单相异步电动机控制电路	174
5.1.4 电阻启动单相异步电动机控制电路	175
5.1.5 罩极式电动机控制电路	176
5.2 单相电动机正反转控制电路	179
5.3 单相异步电动机的调速控制电路	180
5.3.1 串联电抗调速电路	180
5.3.2 电动机绕组内部抽头调速电路	181
5.3.3 晶闸管调速电路	181
5.4 小功率三相异步电动机改成单相 电动机运行控制电路	182
第6章 特种电动机控制电路	185
6.1 伺服电动机控制电路	185
6.1.1 交流伺服电动机	185
6.1.2 直流伺服电动机	190
6.2 步进电动机控制电路	191
6.3 测速发电机控制电路	197
6.3.1 直流测速发电机	198
6.3.2 交流测速发电机	200
6.3.3 霍尔无刷直流测速发电机	202
6.4 无刷电动机和有刷电动机控制电路	204
6.4.1 无刷电动机	204
6.4.2 有刷电动机	208
6.5 直线电动机控制电路	209
参考文献	211

第1章 常用低压电器

.....

什么是低压电器

所谓低压电器，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系统中。

本章主要介绍低压开关、熔断器、主令电器、接触器、继电器等在电力拖动和自动控制系统中常用的低压电器。

1.1 低压开关

低压开关有什么作用

低压开关主要用于隔离、转换及接通和分断使用，多数用做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、停止和正反转等。



1.1.1 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。

自动空气开关的主要作用：能接通和断开电路；能对电路或电气设备发生的短路、严重过载及欠压等进行保护；同时也能用

自动空气开关的优点：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。

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。

以 DZ 系列为例进行讲解, 其分类方法如下几种。

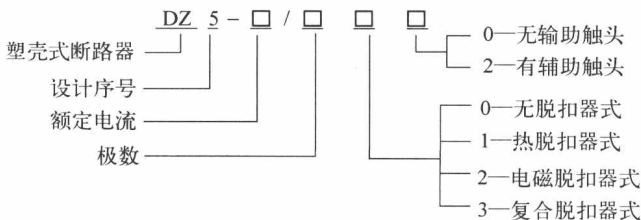


按极数分为单极、两极和三极。

按保护形式分为电磁脱扣器式、热脱扣器式、复合脱扣器式（常用）和无脱扣器式。

1) 型号及其含义

DZ5 型自动空气的开关的型号及其含义表示如下:



2) 结构与原理

采用立体布置，操作机构在中间。外壳顶部突出红色按键为分断；绿色按键为合闸。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、操作机构和自由脱扣器。如图 1-1-2 所示为 DZ5-20 型低压断路器的结构和电路符号。

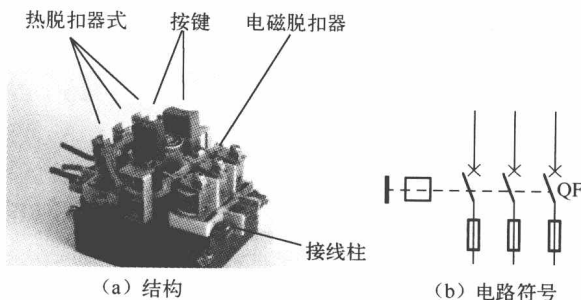
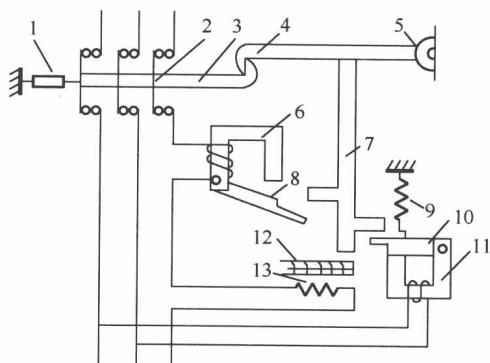


图 1-1-2 DZ5-20 型低压断路器的结构和电路符号

如图 1-1-3 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，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—轴座；6—电磁脱扣器；
7—杠杆；8—电磁脱扣器的衔铁；9—拉力弹簧；10—欠压脱扣器的衔铁；
11—欠压脱扣器；12—热脱扣器双金属片；13—加热元件

图 1-1-3 低压断路器的工作原理示意图



3. 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) 热脱扣器的额定电流 = 所控制负载的额定电流。
- (4) 电磁脱扣器的瞬时脱扣额定电流 $>$ 负载电路正常工作时的峰值电流。



当发生故障时，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电流时，短路电流超过瞬时脱扣整定电流值，电磁脱扣器 6 产生足够大的吸力，将电磁脱扣器的衔铁 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 的反力作用下将三副主触头 2 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，但能使加热元件 13 产生一定热量，促使热脱扣器双金属片 12 受热向上弯曲，推动杠杆 7 使搭钩 4 与锁扣 3 脱开，将主触头 2 分断，切断电源。

3. 线路欠压时

欠压脱扣器的工作过程与电磁脱扣器的工作过程恰恰相反。当线路电压正常时，电压脱扣器产生足够的吸力，克服拉力弹簧 9 的作用将欠压脱扣器的衔铁 10 吸合，与杠杆 7 脱离，锁扣 3 与搭钩 4 才得以锁住，主触头 2 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，欠压脱扣器吸力消失或减小，欠压脱扣器的衔铁 10 被拉力弹簧 9 拉开并撞击杠杆 7，主电路电源被分断。



1.1.2 负荷开关

1. 开启式负荷开关

1) 外形

开启式负荷开关简称闸刀开关，生产中常用 HK 系列，其外

形如图 1-1-4 所示。

开启式负荷开关主要适用于照明、电热设备及小容量电动机控制电路中，供手动不频繁地接通和断开电路，并起到短路保护作用。

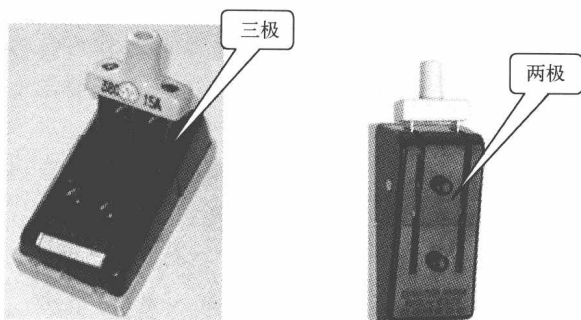


图 1-1-4 闸刀开关的外形图

2) 结构

闸刀开关的结构与电路符号如图 1-1-5 所示。

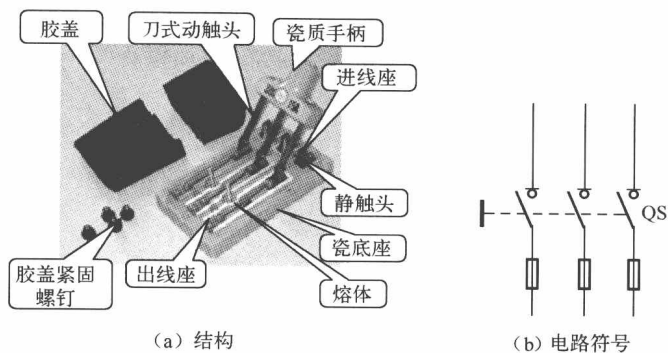
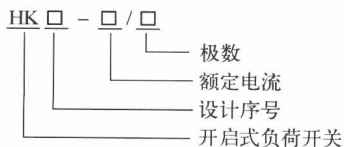


图 1-1-5 闸刀开关的结构与电路符号

3) 型号及其含义

HK 系列闸刀开关的型号及其含义表示如下：





注意事项

(1) 必须垂直安装在控制屏或开关板上, 且合闸状态时瓷质手柄 3 应朝上。

(2) 控制照明和电热负载时, 要接熔断器作为短路和过载保护。电源进线端应接在进线座静触头一边, 负载接在出线座一边的出线端。

(3) 更换熔体时, 必须在闸刀断开的情况下按原规格更换。

(4) 分闸和合闸时动作要迅速, 使电弧尽快熄灭。

2. 封闭式负荷开关

1) 外形

封闭式负荷开关俗称铁壳开关, 其外形如图 1-1-6 所示。

封闭式负荷开关灭弧性能、操作性能、通断性能和安全防护性能都优于开启式负荷开关, 可用于手动不频繁的接通和断开带负载的电路, 以及作为线路末端的短路保护, 也可用于控制 15kW 以下的交流电动机不频繁的直接启动和停止。

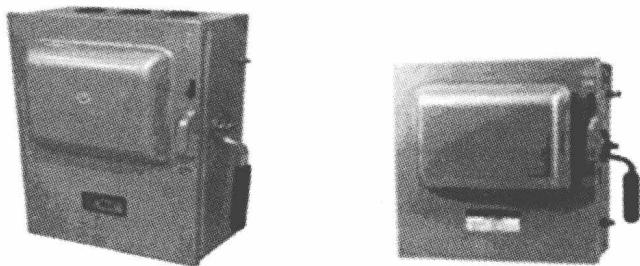


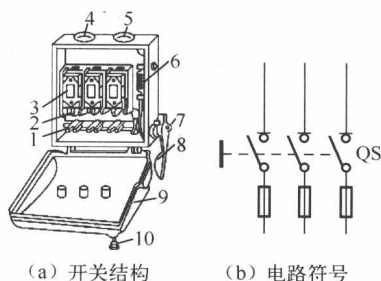
图 1-1-6 HH 系列封闭式负荷开关的外形

2) 结构

封闭式负荷开关的结构及电路符号如图 1-1-7 所示。

3) 型号及其含义

HH 系列封闭式负荷开关的型号及其含义表示如下:



1—动触刀；2—静夹座；3—熔断器；4—进线孔；5—出线孔；6—速断弹簧；
7—转轴；8—手柄；9—罩盖；10—罩盖锁紧螺栓

图 1-1-7 封闭式负荷开关的结构及电路符号



注意事项

- (1) 封闭式负荷开关必须垂直安装，安装高度一般离地不低于 1.3 ~ 1.5m。
- (2) 外壳的接地螺钉必须可靠接地。
- (3) 电源进线接在静夹座一边的接线端子上，负载引线接在熔断器一边的接线端子上，且进出线必须穿过开关的进/出线孔。
- (4) 操作时，要站在开关的手柄侧，以防铁壳飞出伤人。



1.1.3 组合开关

1) 外形

组合开关又称转换开关，它具有体积小、触头对数多的特点，常用于手动不频繁的接通和断开电路、换接电源和负载，以



及控制 5kW 以下小容量异步电动机的启动、停止和正反转。

HZ10 - 10/3 组合开关的外形如图 1-1-8 所示。

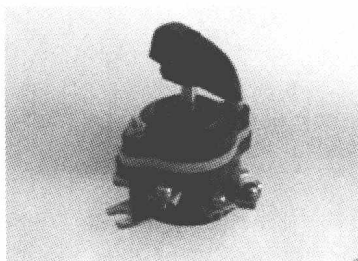
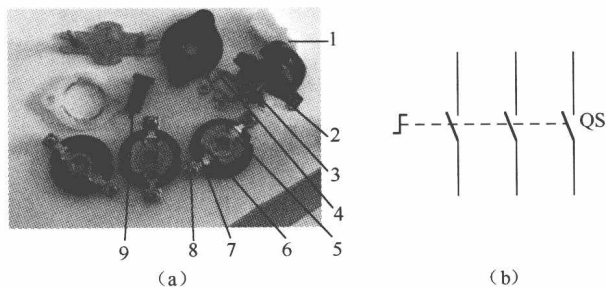


图 1-1-8 组合开关的外形图

2) 结构

组合开关的结构及电路符号如图 1-1-9 所示。



1—手柄；2—转轴；3—弹簧；4—凸轮；5—绝缘垫板；
6—动触头；7—静触头；8—接线端子；9—绝缘方轴

图 1-1-9 组合开关的结构及电路符号

3) 型号及其含义

HZ10 系列组合开关的型号及其含义表示如下：

