

手把手教你学系列

跟我学 电气控制线路

GENWOXUE DIANQI KONGZHI XIANLU

张振 张万奎 编著

- > 图表配合
- > 重点突出
- > 通俗易懂
- > 快速入门



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

手把手教你学系列

跟我学 电气控制线路

GENWOXUE DIANQI KONGZHI XIANLU

张振 张万奎 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书分为5章,以图表配合文字,系统地介绍了常见机床电气控制线路、组合机床电气控制线路、起重机电气控制线路、自动调速系统电气控制线路和PLC电气控制线路的读图步骤和方法,介绍了典型设备电气元件的选择以及电气故障诊断与维修的知识。

本书可供维修电工使用,也可供电气技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

跟我学电气控制线路/张振,张万奎编著. —北京:中国电力出版社,2015.8

(手把手教你学系列)

ISBN 978-7-5123-7547-5

I. ①跟… II. ①张… ②张… III. ①电气控制—控制电路 IV. ①TM571.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第071805号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015年8月第一版 2015年8月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 10印张 241千字

印数 0001—3000册 定价 28.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



前言

电气控制系统伴随着控制器件的发展而发生了巨大变化。大功率半导体器件、大规模集成电路、计算机控制技术、检测技术以及现代控制理论的发展,推动了电气控制技术的发展。其主要表现有:在控制方法上,从手动操纵发展到了自动控制;在控制功能上,从单一功能发展到了多种功能;在实际操作上,从紧张繁重发展到了轻松自如。

电气控制系统的发展日新月异,它主要经历了以下四个发展阶段:继电器-接触器控制系统,连续控制方式及自动控制系统,可编程序控制器(PLC)系统,计算机数字控制系统。

随着机电一体化技术的快速发展,机电一体化产品的迅速普及,特别是自动调速技术和可编程序控制器在机械设备上的应用,迫切地需要培养一大批掌握电气控制技术的工作人员;已经在电气工作岗位上的技术人员和电工,也需要提高技术水平。为此,我们编写了“手把手教你学系列”丛书之《跟我学电气控制线路》一书。

本书分为5章,主要内容包括:常见机床电气控制线路、组合机床电气控制线路、起重机电气控制线路、自动调速系统电气控制线路和PLC电气控制线路,重点介绍了电气控制原理图的读图方法和步骤,这就是先将生产机械电气控制原理图分解成几个部分,一个部分一个部分地分析,再综合起来读懂该生产机械的电气原理图。在读图过程中,分别介绍了低压控制电器的有关知识、电力电子技术的基础知识、PLC编程的知识,以及典型机械设备电气元件的选择和电气故障诊断与维修的相关知识。

本书的电气控制线路图都来自生产实际,由一些分图和表格配合文字加以说明,通俗易懂,重点突出,适合维修电工使用。书中内容涉及电气自动控制技术和PLC控制技术,也可供电气技术人员参考。

在编写本书的过程中,参考了大量的文献和技术资料。在此,对这些作品和技术书籍所有作者的辛勤劳动表示衷心的感谢。

由于编写者的能力和水平有限,书中疏漏和不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2015年8月



目 录

前言

第1章 常见机床电气控制线路	1
1.1 CW6163 卧式车床电气控制线路	1
1.2 C650 卧式车床电气控制线路	26
1.3 Z3040 摇臂钻床电气控制线路	31
1.4 X62W 卧式万能铣床电气控制线路	37
1.5 T68 卧式镗床电气控制线路	45
第2章 组合机床电气控制线路	50
2.1 动力滑台电气控制线路	50
2.2 DU 型组合机床电气控制线路	65
第3章 起重机电气控制线路	72
3.1 梁式起重机电气控制线路	72
3.2 桥式起重机电气控制线路	74
第4章 自动调速系统电气控制线路	90
4.1 SA7512 半自动螺纹磨床头架电动机调速系统	90
4.2 M1040 无心磨床导轮电动机调速系统	109
4.3 Z3040S 摇臂钻床主电动机调速系统	123
第5章 PLC 电气控制线路	129
5.1 PLC 编程	129
5.2 PLC 的开发应用	140
参考文献	153



第 1 章

常见机床电气控制线路

电气控制线路的作用是实现电力拖动系统的起动、制动和调速等运行性能的控制，满足生产工艺要求，实现生产加工自动化。各种机械设备的加工对象和加工工艺要求不同，对应的电气控制线路就不同，有比较简单的，也有相当复杂的。但任何复杂的电气控制线路，都是由一些比较简单的基本控制环节按需要组合而成的。

1.1 CW6163 卧式车床电气控制线路

在各种金属切削机床中，车床占的比重最大，应用也最为广泛。在车床上能完成车削外圆、内孔、端面、切槽、切断、螺纹及成型表面等加工工序，还可以通过安装钻头或铰刀等进行钻孔、铰孔等项加工工作。车床的种类很多，有卧式车床、落地车床、立式车床、转塔车床等，生产中以普通卧式车床应用最普遍，数量最多。

车床有三种运动形式：主轴通过卡盘或顶尖带动工件的旋转运动，称为主运动；刀具与滑板一起随溜板箱实现进给运动；其他运动称为辅助运动。主轴的旋转运动由主轴电动机拖动，经传动机构实现。车削加工时，要求车床主轴能在较大范围内变速。通常根据被加工零件的材料性能、车刀材料、零件尺寸精度要求、加工方式及冷却条件等来选择切削速度，采用相应的机械变速方法。对于卧式车床，调速比一般应大于 70。为满足加工螺纹的需要，要求车床主轴具有正、反向旋转的功能。由于加工的工件比较大，其转动惯量也比较大，因此停车时必须采用电气制动以提高生产效率。

车床纵、横两个方向的进给运动是由主轴箱的输出轴，经挂轮箱、进给箱、光杠传入溜板箱而获得，其运动方式有手动与机动控制两种。车床的辅助运动包含溜板箱的快速移动、尾座的移动和工件的夹紧与放松。

1.1.1 CW6163 卧式车床电气传动的控制要求

1. CW6163 卧式车床电气传动的特点

(1) CW6163 卧式车床选用三相笼型电动机拖动，控制电路采用继电器-接触器控制。电动机型号按经验设计法的选择如下。

主电动机 M1：Y160M-4 11kW 380V 23.0A 1460r/min；

冷却泵电动机 M2：JCB-22 0.15kW 380V 0.43A 2790r/min；

快速移动电动机 M3：JO2-21-4 1.1kW 380V 2.67A 1410r/min。

(2) CW6163 卧式车床的正反转控制及调速控制均采用机械方式，其电气控制线路简单。

2. CW6163 卧式车床的控制要求

(1) 车床主运动和进给运动由电动机 M1 集中传动, 采用机械方法调速, 主轴运动的正反向(满足螺纹加工要求)是靠两组摩擦片离合器完成控制的。

(2) 主轴制动采用液压制动器。

(3) 刀架快速移动由单独的快速电动机 M3 拖动。

(4) 冷却泵由电动机 M2 拖动。

(5) 进给运动的纵向往右运动, 横向前后运动以及快速移动都集中由一个手柄操纵。

3. CW6163 卧式车床的电气设计

CW6163 卧式车床的电气设计主要是设计两图一表, 即电气原理图、电气接线图和电气元件明细表。具体的设计可分为以下几步。

(1) 设计电气原理图。

(2) 制定电气元件明细表。

(3) 绘制电气安装接线图。

1.1.2 CW6163 卧式车床电气控制线路图设计

1. 主电路设计

采用经验设计方法进行 CW6163 卧式车床电气控制电路的设计时, 应先设计主电路, 主电路有三台电动机, 根据电气传动的特点及控制要求, 由接触器 KM1、KM2、KM3 分别控制电动机 M1、M2 及 M3, 主电路如图 1-1 所示。

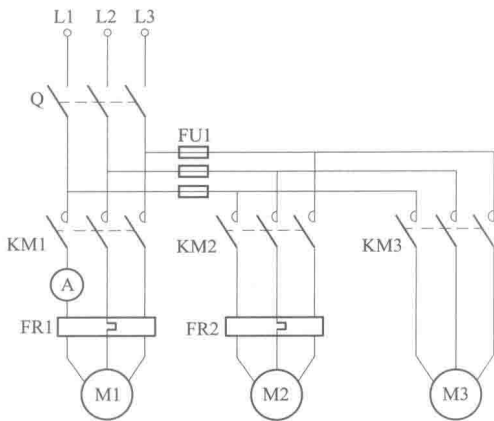


图 1-1 CW6163 卧式车床主电路电气原理图

车床的三相电源由电源引入开关 Q 引入。主电动机 M1 的过载保护由热继电器 FR1 实现, 它的短路保护可由机床前一级配电箱中的熔断器担任。冷却泵电动机 M2 的过载保护由热继电器 FR2 实现。由于快速移动电动机 M3 是短时工作, 因此不设过载保护。电动机 M2、M3 共同的短路保护由熔断器 FU1 实现。

2. 控制电路设计

考虑到操作方便, 主电动机 M1 设置了两地起停控制, 可在床头操作板上和刀架拖板上分别设起动和停止按钮 SB1、SB2、SB3、SB4 进行操纵, 如图 1-2 所示。接触器 KM1 与控制按钮组成自锁的起停控制线路。

冷却泵电动机 M2 由 SB5、SB6 进行起停操作, 装在床头板上, 如图 1-3 所示。

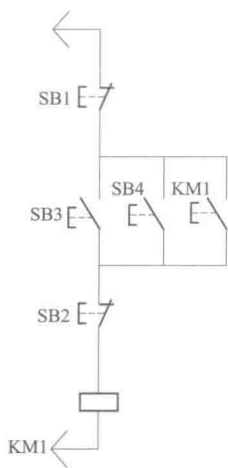


图 1-2 主电动机控制电路

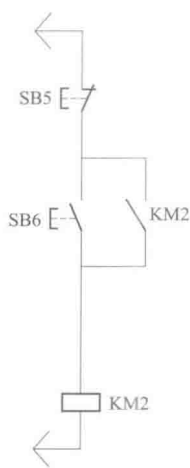


图 1-3 冷却泵电动机控制电路

快速电动机 M3 工作时间短，为了操作灵活，由按钮 SB7 与接触器 KM3 组成点动控制线路，如图 1-4 所示。

将三台电动机的控制电路组合起来，根据对控制电路的要求，适当地加以修改或整理，就组成了该车床的电气控制电路，如图 1-5 所示。

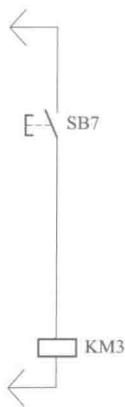


图 1-4 快速电动机控制电路

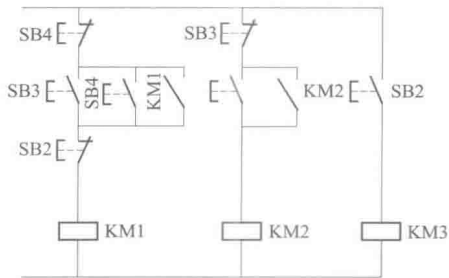


图 1-5 车床的电气控制电路

3. 信号指示与照明电路

设电源指示灯 HL2（绿色），在电源开关 Q 接通后，HL2 立即发光显示，表示机床电气线路已处于供电状态。设指示灯 HL1（红色）表示主电动机是否运行。这两个指示灯可由接触器 KM1 的动合和动断两对辅助触点进行切换通电显示。具体的指示和照明电路如图 1-6 所示。

在操作板上设有交流电流表 A，它串联在电动机主回路中（如图 1-7 所示），用以指示机床的工作电流。这样可根据电动机的工作情况调整切削用量，使主电动机尽量满载运行，这样不仅能提高生产率，还能提高电动机的功率因数。

设照明灯 HL 用于局部安全照明（24V 安全电压）。具体的照明电路如图 1-6 所示。

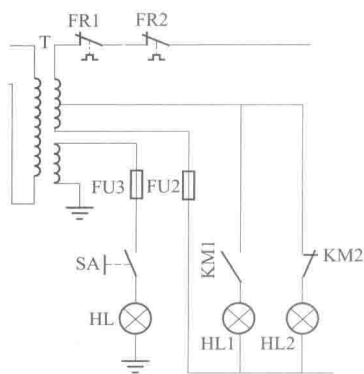


图 1-6 指示与照明电路

4. 控制电路电源

考虑安全可靠及满足照明指示灯的要求，控制线路电压为 110V，车床局部照明电压为 24V，指示灯电压为 6.3V。

5. 绘制电气原理图

电气原理图的绘制一般按以下规则进行。

(1) 电气控制线路图分为主电路和控制电路。一般主电路图在左侧，控制电路图在右侧。主电路和控制电路可以绘制在一张图纸上，也可以分开画。

(2) 同一个电气元件的各个部件用同一文字符号表示，可以画在图中的不同位置或者不同的图纸上。

(3) 手柄、开关、触点等的位置和状态均按没有通电、没有施加外力等原始状态画出。

(4) 各个电气元件的连接导线要编号，编号用国家标准的回路标号表示。

CW6163 卧式车床根据各局部线路之间的互相关系和电气保护线路，绘制成电气原理图，如图 1-7 所示。电气原理图中分为若干个图区，上方图区配以用中文说明每个部分的功能，下方图区用阿拉伯数字编号，以帮助读图。例如，图 1-7 中接触器 KM1 线圈下方有 3 组数字，其中，3 个 2 表其 3 对动合触点在 2 区，2 对辅助动合触点分别在 8 区和 12 区，1 对辅助动断触点在 9 区。

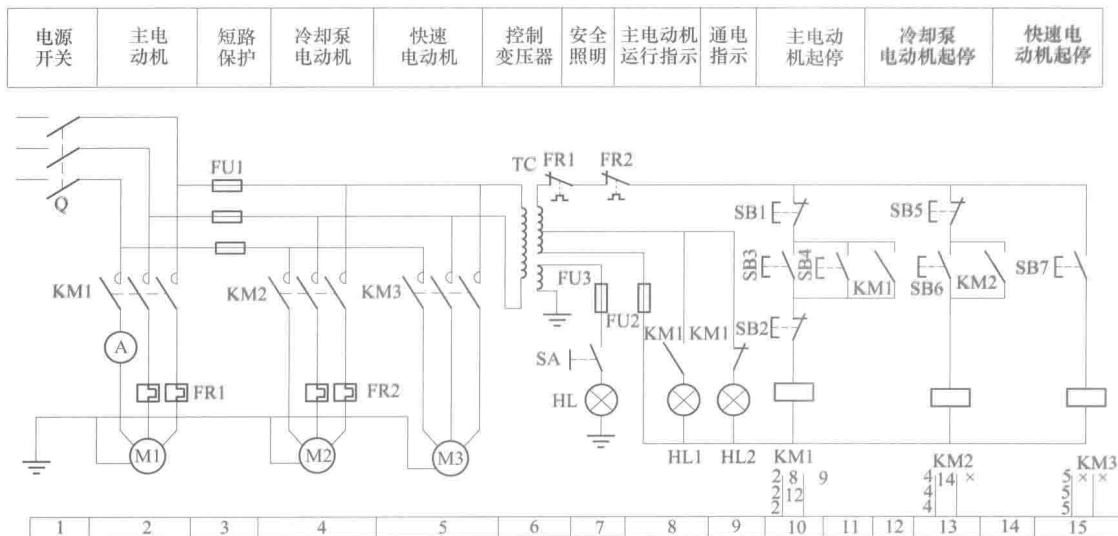


图 1-7 CW6163 卧式车床电气原理图

1.1.3 CW6163 卧式车床电气元件选择

1. 低压控制电器

低压电器是指工作在交流 1000V 或直流 1200V 及以下的电路中，用来对电能的产生、输送、分配和使用起开关、控制、保护和调节作用的电气设备。低压电器分为低压控制电器和低压配电电器。

电气控制系统是由各电器元件组成的，一个大型的自动控制系统所需的电器元件有几千

个、甚至几万个。例如，一台初轧机要用 400 多种、3300 多件低压电器进行控制。

低压控制电器主要有 12 大类，包括：隔离开关和转换开关（H）、自动开关（D）、熔断器（R）、控制器（K）、接触器（C）、起动器（Q）、继电器（J）、主令电器（L）、电阻器（Z）、变阻器（B）、调整器（T）和电磁铁（M）。括号内的字母为低压电器产品代号的第一个字符。最常用的低压控制电器有低压开关、熔断器、交流接触器、继电器和主令电器。

（1）低压开关。低压开关设备中常用的有隔离开关、转换开关和自动空气开关。

1）隔离开关。隔离开关又称闸刀开关，是结构最简单但应用广泛的一种低压电器。一般隔离开关的结构如图 1-8 所示，隔离开关的图形和文字符号如图 1-9 所示。

HK 系列瓷底胶盖隔离开关是由隔离开关和熔断器组合而成的一种电器，瓷底板上有进线座、静触头、熔丝、出线座和三个刀片式的动触头。上面覆有胶盖以保证用电安全。

HK 系列瓷底胶盖隔离开关没有专门的灭弧机构，不宜用于频繁分合的电路，但在一般的照明电路和小功率电动机的控制电路中经常采用。HK2 系列瓷底胶盖隔离开关的规格型号见表 1-1。上海五久自动化设备有限公司生产的一款 HK2 隔离开关如图 1-10 所示。

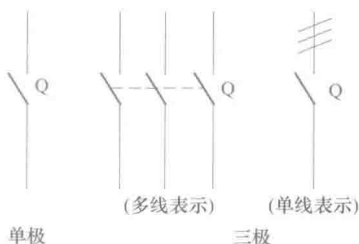
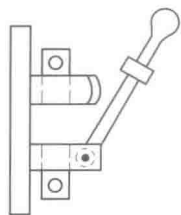


图 1-8 一般隔离开关结构

图 1-9 隔离开关的图形和文字符号

图 1-10 一款 HK2 隔离开关

表 1-1

HK2 系列隔离开关规格型号

型号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	控制相应电动机的功率 (kW)	熔丝规格 (线径不小于, mm)
HK2-10/2	250	10	1.1	0.25
HK2-15/2	250	15	1.5	0.41
HK2-30/2	250	30	3.0	0.56
HK2-15/3	500	15	2.2	0.45
HK2-30/3	500	30	4.0	0.71
HK2-60/3	500	60	5.5	1.12

注 表中型号一栏中标注了刀开关的极数。

隔离开关的选择包括选择额定电流、额定电压以及极数的选择，主要是选择额定电流。隔离开关的额定电流一般应等于或大于所控制线路的各支路负载额定电流的总和，如果是控制电动机，则应不小于电动机额定电流的 3 倍。

隔离开关主要作为电源开关使用。隔离开关应垂直安装在开关板上，并使静触头位于上

方。当隔离开关用于隔离电源时，合闸顺序是先合上隔离开关，再合上其他用以控制负载的开关；分闸顺序则相反，应先断开控制负载的开关，再断开隔离开关。

2) 转换开关。转换开关又称组合开关，由于其体积小，接线方式多，使用方便，因此在机床设备和其他电气设备中得到应用。一种转换开关的结构如图 1-11 所示。电源线接到触点 X_1 、 X_2 、 X_3 上，电动机定子绕组的三根线接到触点 D_1 、 D_2 、 D_3 上。用来控制电动机正反转的转换开关又称为倒顺开关，如图 1-12 所示。为了更清楚地表明触点闭合与断开的情况，在电气图中还用如图 1-12 (b) 所示的触点开合表来表示触点的开合，其中，“ $\times$ ”表示触点接通，空格表示触点断开。

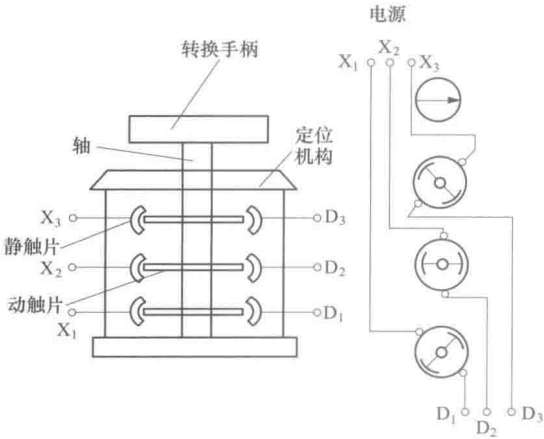


图 1-11 盒式转换开关的结构

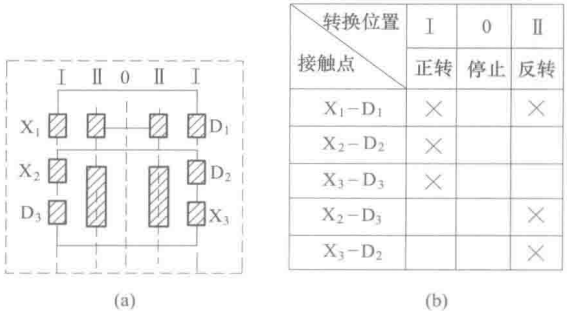


图 1-12 倒顺开关

(a) 原理示意图；(b) 触点开合表

HZ10 系列转换开关的通用性强，技术性能较好，其技术数据见表 1-2。

表 1-2 HZ10 转换开关的技术数据

型号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	极数	可控制电动机		极限操作电流 (A)		通断次数 ($\cos\phi\geq 0.8$)
				最大容量 (kW)	额定电流 (A)	接通	分断	
HZ10-10	380	6	1	3	7			20000
HZ10-10	380	10	2、3	5.5	12			20000
HZ10-25	380	25	2、3					20000
HZ10-60	380	60	2、3					20000
HZ10-100	380	100	2、3					10000

3) 自动空气开关。自动空气开关又称自动开关或低压断路器，是一种可以自动切断线路故障的保护电器。当电路发生短路、过载、失压等不正常的现象时，它能自动切断电路。目前，自动开关还用于电动机的短路保护中。

自动开关分为装置式自动开关 (DZ 系列) 和万能式自动开关 (DW 系列) 两大类，电动机控制常用的 DZ5-20 型和 DZ4-25 型自动开关都是装置式自动开关，属于容量较小的一种，其额定电流为 20A；容量较大的有 DZ10 系列自动开关，其额定电流为 100~600A。

DZ5-20 型自动开关实物如图 1-13 所示。操作机构在中间，上面是热脱扣器，下面是电磁脱扣器，触头系统在后面。除主触头外，还具有常开（动合）触头和常闭（动断）触头各一对，上述全部结构均封装在塑料外壳内，外壳上只伸出红色分断按钮、绿色闭合按钮、主触头和辅助触头的接线柱。

DZ5-20 型自动开关的结构如图 1-14 所示。热脱扣器是一个双金属片热继电器，发热元件串联在主电路中，当电路过载时，过载电流流过发热元件，使双金属片受热弯曲，操作机构动作，断开主触头，可作过载保护使用。其顶端带有调节螺钉，用以调整各极的同步。

电磁脱扣器是一个电磁铁，它的线圈串联在主电路中，当电路出现短路时，它就吸合衔铁，使操作机构动作，将主触头断开，可作短路保护使用。电磁脱扣器也带有调节螺钉，以便调节瞬时脱扣整定电流。

DZ5-20 型自动开关按极数可分为两极与三极；按保护方式可分为复式、电磁式、热脱扣器式和无脱扣器式；按脱扣器额定电流可分为 0.15A, 0.20A, 0.30A, 0.45A, 0.65A, 1.0A, 1.5A, 2.0A, 3.0A, 4.5A, 6.5A, 10A, 15A, 20A 等 14 种。



图 1-13 DZ5-20 自动空气开关实物

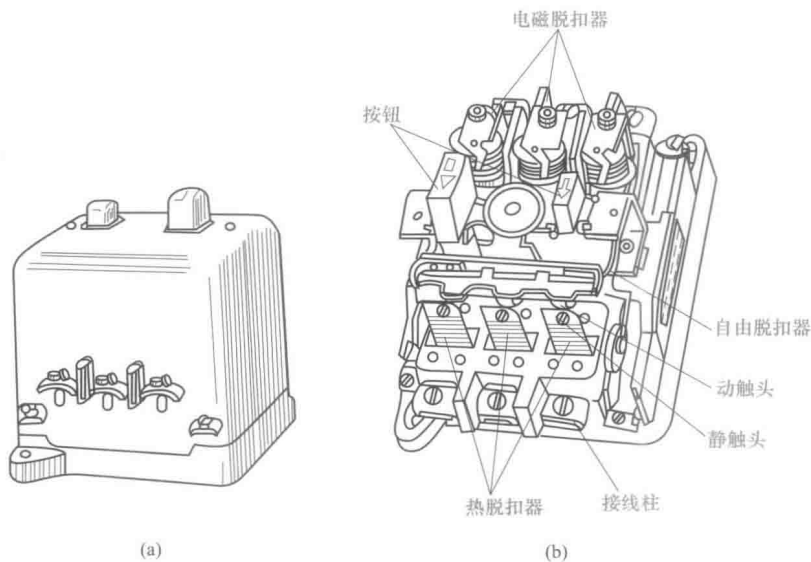


图 1-14 DZ5-20 型自动开关
(a) 外形；(b) 结构

自动开关与刀开关和熔断器组合相比较，其占地面积小，安装方便，操作安全。电路短路时，电磁脱扣器自动脱扣进行短路保护，故障排除后可重复使用，不像熔断器短路保护要更换新的熔体。同时，短路时自动开关将三相电源同时切断，可避免电动机的断相运行，因此自动开关在机床自动控制中被广泛应用。DZ5-20 型自动开关的技术数据见表 1-3。

表 1-3 DZ5-20 型自动开关的技术数据

型号	额定电压 (V)	主触头额定电流 (A)	极数	脱扣器型式	热脱扣器额定电流及 电流调节范围 (A)	电磁脱扣器瞬时 动作电流整定值 (A)
DZ5-20/330	交流 380 直流 220	20	3	复式	0.15 (0.10~0.15)	为热脱扣器额定 电流的 8~12 倍。 (出厂时整定 为 10 倍)
DZ5-20/230			2		0.20 (0.15~0.20)	
DZ5-20/320			3	电磁式	0.30 (0.20~0.30)	
DZ5-20/220			2		0.45 (0.30~0.45)	
DZ5-20/310			3	热脱扣器式	0.65 (0.45~0.65)	
DZ5-20/210			2		1.0 (0.65~1.0)	
					1.5 (1.0~1.5)	
					2.0 (1.5~2.0)	
					3.0 (2.0~3.0)	
					4.5 (3.0~4.5)	
	6.5 (4.5~6.5)					
DZ5-20/300	3	无脱扣器式	10 (6.5~10)			
			15 (10~15)			
			20* (15~20)			
DZ5-20/200			2			

自动开关选择时，热脱扣器的整定电流应与所控制的电动机的额定电流或负载电流一致，电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流应大于负载电路工作时的尖峰电流，或按电动机额定电流的 11~12 倍来选择。

(2) 熔断器。熔断器是低压电路及电动机控制电路中用作短路保护的电器，它串联在电路中，当线路或电气设备发生短路时，熔断器中的熔体首先熔断，使线路或电气设备脱离电源，起到保护作用。熔断器结构简单，价格便宜，使用方便，得到广泛应用。

1) 熔断器分类。在低压控制电路中，熔断器分为插入式 RC1A、螺旋式 RL1、管式 RM10 等，如图 1-15 所示。

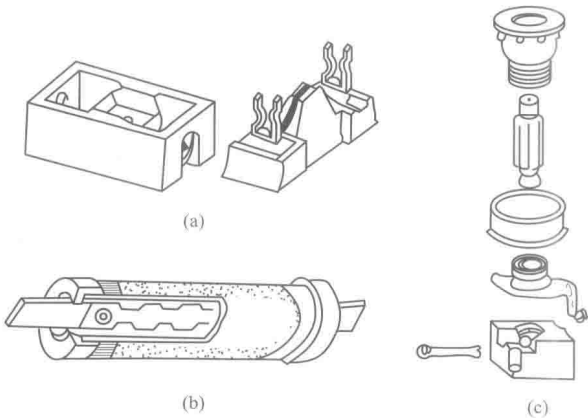


图 1-15 熔断器

(a) 插入式；(b) 管式；(c) 螺旋式

RL1 系列螺旋式熔断器的熔断管内，除了装有熔体（熔丝）外，还在熔丝周围填满了

石英砂作为熄灭电弧用。管状熔体的一端有一个小红点，熔丝熔断后红点自动脱落，显示熔丝已熔断。使用时将管状熔体有红点的一端插入瓷帽，瓷帽上有螺纹，将瓷帽连同熔管一起拧进瓷底座，熔丝便接入电路。

RC1A 熔断器价格便宜，广泛用于照明和小容量电动机的短路保护中。RC1A 系列插入式熔断器的技术数据见表 1-4。RL1 系列螺旋式熔断器的断流能力大，体积小，安装面积小，在机床上应用广泛。RL1 系列螺旋式熔断器的技术数据见表 1-5。RM10 型管式熔断器的技术数据见表 1-6。

表 1-4 RC1A 系列熔断器

型号	熔断器额定电流 (A)	熔体额定电流等级 (A)	交流 380V 时极限分断能力 (有效值, A)
RC1A-10	10	1、4、6、10	500
RC1A-15	15	6、10、15	500
RC1A-30	30	20、25、30	1500
RC1A-60	60	40、50、60	1500
RC1A-100	100	80、100	3000
RC1A-200	200	120、150、200	3000

表 1-5 RL1 系列熔断器

型号	熔断器额定电流 (A)	熔体额定电流等级 (A)	交流 380V 时极限分断能力 (有效值, A)
RL1-15	15	2、4、5、6、10、15	2000
RL1-60	60	20、25、30、35、40、50、60	5000
RL1-100	100	60、80、100	
RL1-200	200	100、125、150、200	

表 1-6 RM 系列熔断器

型号	熔断器额定电流 (A)	熔体额定电流等级 (A)	交流 380V 时极限分断能力 (有效值, A)
RM10-15	15	6、10、15	
RM10-60	60	15、20、25、30、40、50、60	
RM10-100	100	60、80、100	
RM10-200	200	100、125、160、200	
RM10-350	350	200、240、260、300、350	
RM10-600	600	350、430、500、600	
RM10-1000	1000	600、700、850、1000	

2) 熔断器选用。熔断器的主要元件是熔体（熔丝、熔管或熔片）。每一种电流等级的熔断器都可选配多种不同电流等级的熔体。例如，RL1-15 型熔断器的额定电流为 15A，其熔体额定电流有 2A、4A、5A、6A、10A、15A 等几种电流等级。

选择熔断器，实际上主要是选择种类、额定电压、熔断器的额定电流及熔体的额定电流

等级。一个熔断器可安装几种不同电流的熔体，熔体额定电流只能小于或等于熔断器的额定电流，而熔体额定电流是选择熔断器的关键，熔体额定电流的选择又与其负载性质有关。一般可按两种方法选用。

①负载较平稳，无尖峰电流。例如，照明、信号、电阻炉等，应按额定电流来选用，即

$$I_R \geq I \quad (1-1)$$

式中 I_R ——熔体额定电流，A；

I ——负载工作电流，A。

②负载有尖峰电流。例如，异步电动机的起动电流为额定电流的 7 倍。这样就不能按其额定电流来选择，而是采用经验计算方法选用。

对于单台长期工作（不经常起动）的，可按下式来选择

$$I_R = (1.5 \sim 2.5) I_{ed} \quad \text{或} \quad I_R = \frac{I_{st}}{2.5} \quad (1-2)$$

式中 I_{ed} ——电动机的额定电流，A（可按电动机额定功率的 2 倍来估算）；

I_{st} ——异步电动机起动电流，A。

对于频繁起动的电动机，式（1-2）中系数应增为 3~3.5。

对于多台电动机长期共用一个熔断器保护，则应按下式来选择

$$I_R \geq (1.5 \sim 2.5) I_{emax} + \sum I_{ed} \quad (1-3)$$

式中 I_{emax} ——容量最大的电动机的额定电流，A；

$\sum I_{ed}$ ——除容量最大的电动机之外其余电动机的额定电流之和，A。

也可用下列公式选择

$$I_R = \frac{I_m}{2.5} \quad (1-4)$$

式中 I_m ——可能出现的最大电流。

如果几台电动机不同时起动，则 I_m 为容量最大的一台电动机的起动电流加上其他电动机的额定电流之和，即

$$I_R \geq \frac{I_m}{2.5} = \frac{(7I_{emax} + \sum I_{ed})}{2.5} \quad (1-5)$$

20 世纪 80 年代在民用建筑中广泛使用 RC1A 插入式熔断器。上海电器陶瓷厂引进德国 AEG 公司的 NT、NGT 熔断器技术，NT 系列熔断器的技术数据见表 1-7。

表 1-7

NT 系列熔断器

型号	底座额定电流 (A)	额定电压 (V)	熔体额定电流等级 (A)	额定分断能力 (有效值, kA)
NT-00	160	500	4、6、10、16、20、25、32、36、40、50、63、80、100、125、160	120
NT-0	160	500	6、10、16、20、25、32、36、40、50、63、80、100、125、160	120
NT-1	250	500	80、100、125、160、200	120
NT-2	400	500	125、160、200、224、250、300、315、355、400	120
NT-3	630	500	315、355、400、425、500、630	120

目前,国外开发了性能优良的 NH 熔断器,用于替代 NT 熔断器,如西门子公司的 500VNT 熔断器的功耗比现行标准小很多,20 世纪 90 年代法国溯高美公司进入中国的产品已经解决了熔断器缺相运行的问题。目前熔断器附件正逐步智能化。

(3) 交流接触器。接触器是一种遥控电器,在设备电气控制中,用接触器来接通和断开工作状态下的电动机主电路。接触器是最重要的低压电器,它具有低电压释放保护功能,其控制容量大,而且能实现远距离控制,因此在自动控制系统中的应用非常广泛。

1) 交流接触器的结构。交流接触器的结构如图 1-16 所示。常用接触器不设置动断主触点,且只有动合辅助触点和动断辅助触点各两对。交流接触器的图形符号如图 1-17 所示,文字符号为 KM。

交流接触器主要由电磁机构、触头系统和灭弧装置组成。

电磁机构包括电磁系统、动铁心和静铁心。交流接触器电磁系统的基本类型为衔铁做直线运动螺管式。接触器的铁心一般用硅钢片叠压铆成,以减少交变磁场在铁心中产生涡流损耗和磁滞损耗,避免铁心过热。

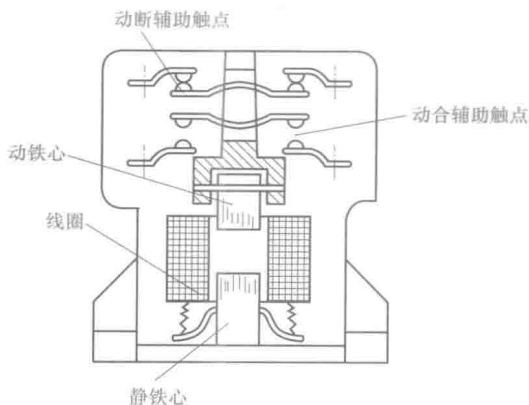


图 1-16 交流接触器结构

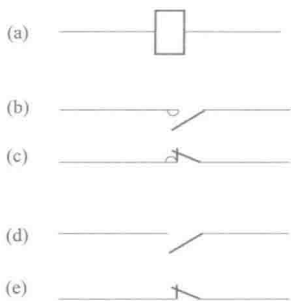


图 1-17 交流接触器的图形符号

(a) 线圈；(b) 动合主触点；(c) 动断主触点；
(d) 动合辅助触点；(e) 动断辅助触点

铁心上装有一个短路环,其作用是减少接触器吸合时产生的振动和噪声,当电磁线圈中通有交流电时,在铁心中产生的磁通是交变的磁通,对衔铁的吸力也是变化的。当磁通经过最大值时,铁心对衔铁的吸力最大;当磁通经过零值时,铁心对衔铁的吸力也为零。这样,衔铁不能被铁心吸牢,就会在铁心上振动,发出噪声。

接触器的触头系统分为主触头和辅助触头,主触头用来通断大电流的主电路,一般由三对动合触头组成,大型交流接触器的触头又由主触点、副触点和弧触点三部分组成;电路接通时是弧触点先合上,然后是副触点合上,最后是主触点合上;电路断开则相反,

先是主触点断开,然后是副触点断开,最后是弧触点断开。辅助触头用来通断小电流的控制电路,它有动合和动断两种。动合和动断触头是一起动作的,当线圈通电时,动断触头先断开,动合触头(随即)后闭合(先断后合型);线圈断电时,动合触头先恢复常开,随即动断触头恢复原来的闭合状态。接触器一般有三对动合主触头。两对动合辅助触头和两对动断辅助触头。

灭弧装置。接触器在断开大电流电路或高电压电路时,在动触头、静触头之间会产生很强的电弧。电弧是触头间气体在强电场作用下的放电现象,电弧产生后发光发热,会灼伤触头,并使电路切断时间延迟,影响接触器的正常工作。因此,在主触头额定电流 20A 及以上的接触器中都采用灭弧装置,灭弧装置将三对主触点分隔开并罩住。常用的灭弧装置有绝

缘材料灭弧罩、多纵缝灭弧室、栅片灭弧室、串联磁吹灭弧和真空灭弧装置。随着电力电子技术的发展,电子灭弧装置在交流接触器中也得到了应用。

2) 交流接触器的选用。交流接触器产品型号有 CJ10 系列、CJ20 系列和 3TB 系列。CJ10 系列接触器的技术数据见表 1-8, 3TB 系列交流接触器的技术数据见表 1-9。

表 1-8 CJ10 系列交流接触器

型号	额定电流 (A)		额定操作频率 (次/h)	可控电动机最大容量 (kW)		
	主触点	辅助触点		220V	380V	500V
CJ10-5	5	5	600	1.2	2.2	2.2
CJ10-10	10	5	600	2.2	4	4
CJ10-20	20	5	600	5.5	10	10
CJ10-40	40	5	600	11	20	20
CJ10-60	60	5	600	17	30	30
CJ10-100	100	5	600	30	50	50
CJ10-150	150	5	600	43	75	75

表 1-9 3TB 系列交流接触器

型号	额定发热电流 (A)	380V 时额定工作电流 (A)	380V 时可控电动机功率 (kW)
3TB40	22	9	4
3TB41	22	12	5.5
3TB42	35	16	7.5
3TB43	35	22	11
3TB44	55	32	15

选择接触器主要考虑以下技术数据: ①电源种类——交流或直流; ②主触点额定电压、额定电流; ③辅助触点种类、数量及额定电流; ④电磁线圈的电源种类、频率和额定电压; ⑤额定操作频率 (次/h), 即允许每小时接通的最多次数。

主触点额定电流, 一般根据电动机容量 P_d 计算触点电流 I_c , 即

$$I_c \geq \frac{P_d \times 10^3}{KU_d} \quad (1-6)$$

式中 K ——经验常数, 一般取 1~1.4;

P_d ——电动机功率, kW;

U_d ——电动机额定线电压, V;

I_c ——接触器主触点电流, A。

交流接触器的选用主要是: 主触点额定电流大于或等于电动机的额定电流, 线圈电压等于控制电路电压。

(4) 继电器。继电器是应用最广泛的低压电器, 它是根据一定的信号, 如温度、时间、速度、电压和电流等, 来接通或断开小电流电路的控制元件。

与接触器相比较, 继电器的触头断流容量小, 在结构上, 它只有电磁机构和触头系统, 不设置灭弧装置。