



普通高等教育“十二五”精品规划教材

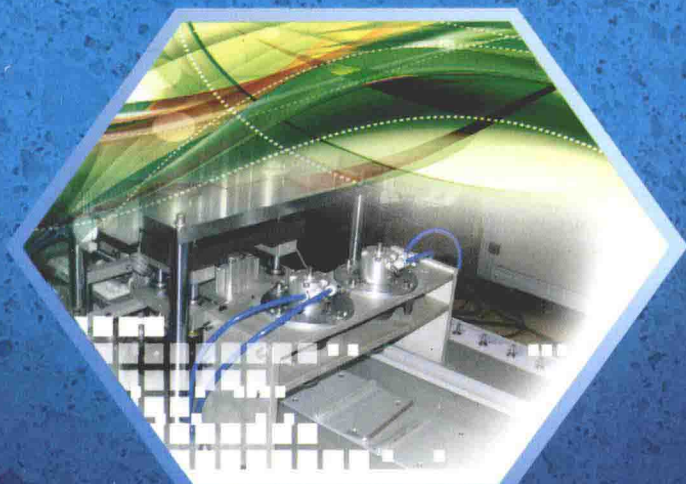
机电设备装调工艺与技术

(电气分册)

JIDIAN SHEBEI
ZHUANGTIAO GONGYI YU JISHU

◎主编 邵泽强

◎组编 葛金印



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



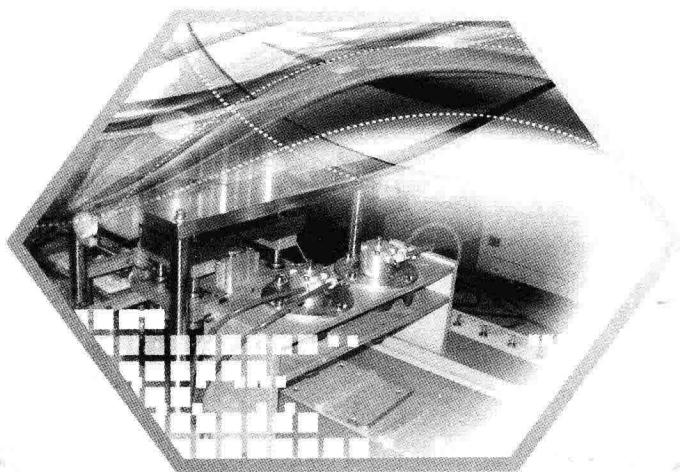
普通高等教育“十二五”精品规划教材

机电设备装调工艺与技术

(电气分册)

JIDIAN SHEBEI
ZHUANGTIAO GONGYI YU JISHU

◎主 编 邵泽强
◎副主编 高田海 俞亚平 王俊美
◎组 编 葛金印



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是高等院校(工学结合、校企合作、顶岗实习)课程改革成果系列教材之一。本书是由作者根据最新制定的“机电设备装调工艺与技术”核心课程标准,并参照相关最新国家标准及有关行业的标准、规范编写的。本书主要包括:机床电气技术的基础、典型机床的电气控制、机电设备检测装置、PLC与变频器技术、电动机的自动调速系统等。

本书可作为高等院校机电一体化技术专业、数控技术专业、电气自动化技术专业等机电类专业学生的教学用书,也可作为相关专业的参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

机电设备装调工艺与技术. 电气分册/邵泽强主编. —北京:北京理工大学出版社, 2013. 11

ISBN 978 - 7 - 5640 - 8008 - 2

I. ①机… II. ①邵… III. ①机电设备-设备安装-高等学校-教材②机电设备-调试方法-高等学校-教材 IV. ①TH17

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 475480 号



出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/天津紫阳印刷有限公司

开 本/787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张/14.5

字 数/330 千字

版 次/2013 年 11 月第 1 版 2013 年 11 月第 1 次印刷

定 价/43.00 元

责任编辑/陈莉华

文案编辑/赖绳忠

责任校对/陈玉梅

责任印制/王美丽

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前 言

本书是高等院校（工学结合、校企合作、顶岗实习）课程改革成果系列教材之一。在教育部新一轮教学改革的进程中，来自高等院校教学工作一线的骨干教师和学科带头人通过社会调研，对劳动力市场的人才需求进行分析，进行了课题研究，并且在企业有关人员的积极参与下，编制了机电一体化技术专业的人才培养方案。本书是根据最新制定的“机电设备装调工艺与技术”核心课程标准、相关最新国家标准及有关行业的标准规范编写的。

本书立足于高校人才培养目标，充分考虑高校学生的特点，并遵循“理论够用、内容实用、学了能用、突出能力培养”的原则，对教学内容进行了精选。全书概念叙述清楚，深入浅出，通俗易懂，理论联系实际。

本书的特点主要有以下几个方面。

（1）本书适应高等教育培养目标和企业技术进步、岗位变化的要求。近几年来，机电设备技术突飞猛进，同时，机电设备装调工业与技术岗位的人才缺乏。本书主要针对此类人才的培养要求而编写的，并反映了产业升级、技术进步和职业岗位变化的要求。

（2）在内容的编排设计上，力图体现“以就业为导向，以学生为本位”的教学理念，因此，本书把能力本位放在首位，将机电设备装调工艺（电气）有关的基本原理与生产、生活实际的应用相结合，并注重实践技能的培养，注意反映机电设备装调工艺技术（电气）领域的新知识、新技术。

（3）体现“以理论指导技能、以相关知识为支撑”的编写思路。这较好地处理了理论教学与技能训练的关系，有利于帮助学生掌握知识、形成技能、提高能力。

（4）在本书编写过程中，注意生产实例与知识点的链接。注意在专业教学中渗透素质教育，培养学生诚实守信、善于沟通、团结合作的素养和品质，并帮助学生树立环保、节能、安全的意识，为发展职业能力奠定良好的基础。

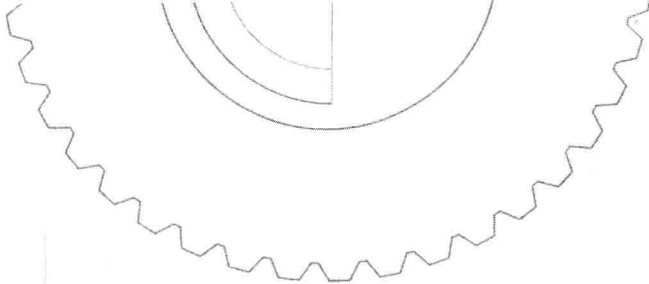
本书由邵泽强担任主编，并完成全书的统稿工作；高田海、俞亚平、王俊美担任副主编。

本书由葛金印老师审稿。他对书稿提出了许多宝贵的修改意见和建议，在此表示衷心的感谢！

本书作为课程改革成果系列教材，因而在推广使用中，编者非常希望得到使用者的有关

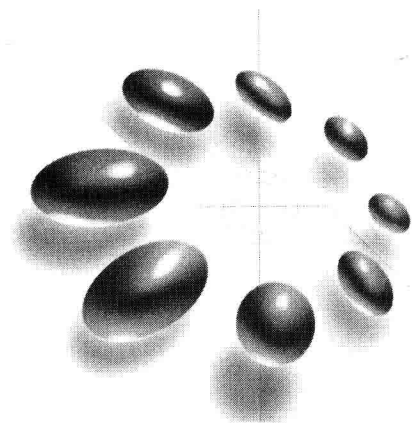
反馈意见，以便不断地改进与完善。由于编者学识和水平有限，书中难免存在缺点和错误，恳请同行和使用本书的广大读者批评指正！

编 者



目 录

单元一 机床电气技术基础	1
课题一 交流电动机点动控制	2
课题二 交流电动机自锁控制	17
课题三 交流电动机正反转控制	23
课题四 交流电动机星形-三角形降压启动控制	29
单元二 典型机床电气控制	41
课题一 CA6140 型卧式车床的电气控制	42
课题二 M7475B 型平面磨床的电气控制	59
课题三 Z3050 型摇臂钻床的电气控制	71
课题四 X6132A 型卧式万能铣床电气控制	78
课题五 T68 型卧式镗床的电气控制	85
单元三 机电设备中常用的检测装置	94
课题一 传感与检测技术	95
课题二 机电设备中常用的位移检测装置	105
课题三 机电设备中常用的速度、加速度的检测装置	118
课题四 机电设备中其他检测装置	125
单元四 PLC 与变频器技术	136
课题一 可编程控制器	137
课题二 交流电动机的典型 PLC 控制	154
课题三 PLC 在交通灯控制方面的应用	167
课题四 VFO 型变频器知识讲解	173
单元五 电动机的自动调速系统	184
课题一 直流调速系统	185
课题二 交流调速系统	207
参考文献	224



|| 单元一 机床电气技术 || 基础

一、教学目标与教学任务

• 教学目标

- (1) 掌握三相异步电动机点动控制。
- (2) 掌握三相异步电动机自锁控制。
- (3) 掌握三相异步电动机正反转控制。
- (4) 掌握电动机星形 - 三角形降压启动控制。
- (5) 掌握电动机基本电路的配盘及工艺要求。

• 教学任务

- (1) 掌握常用机床电气元器件。
- (2) 掌握三相异步电动机点动控制电路的工作原理。
- (3) 掌握三相异步电动机自锁控制电路的工作原理。
- (4) 掌握三相异步电动机正反转控制电路的工作原理。
- (5) 掌握电动机星形 - 三角形降压启动控制电路的工作原理。
- (6) 掌握电动机基本电路的配盘及工艺要求。

二、单元描述

三相笼型异步电动机具有结构简单、坚固耐用、价格便宜和维修方便等优点，在生产实

践中获得了广泛的应用。点动控制、自锁控制、正反转控制、星形-三角形降压启动控制等是它的基本控制方式。理解并掌握这些基本电路及所用到的机床电气元器件,可为学习其他的复杂控制电路打下基础。对于电动机基本控制电路的配盘,我们要掌握;对于配盘的性能工艺要求,我们也要掌握。

课题一 交流电动机点动控制

一、任务描述

- (1) 掌握机床电气的基本电气元器件。
- (2) 掌握三相异步电动机的点动控制,分析并掌握其控制过程。
- (3) 掌握电动机点动控制电路的配盘及工艺要求。

二、任务分析

- (1) 掌握机床电气元器件的基础知识并学习三相异步电动机的点动控制。
- (2) 分析并掌握控制电路,并为学习其他控制电路打好基础。
- (3) 在掌握了原理的前提下,学习配盘及工艺。

三、知识链接

(一) 机床电气常用元器件

1. 刀开关

刀开关又称闸刀开关,是一种结构简单且应用广泛的低压电器。代表产品有 HK 系列瓷底胶盖刀开关和 HH 系列铁壳开关,其常见外形分别如图 1-1-1 所示。

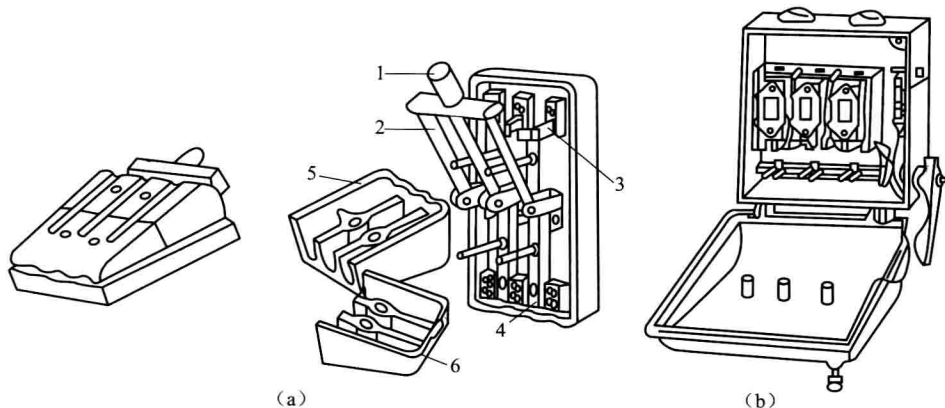


图 1-1-1 常见刀开关外形

(a) HK2 型开启式负荷开关; (b) 铁壳开关

1—瓷质手柄; 2—闸刀本体; 3—静触座; 4—接装熔丝的接头; 5—上胶盖; 6—下胶盖

(1) HK 系列瓷底胶盖刀开关。

HK 系列瓷底胶盖刀开关又称为开启式负荷开关。它不设专门的灭弧装置,仅利用胶盖的遮护,以防电弧灼伤人手,因此不宜带负载操作,只适用于接通或断开有电压而无负载电流的电路。其结构简单,操作方便,价格便宜,在一般的照明电路和功率小于 5.5 kW 的电动机控制电路中可采用。操作时动作应迅速,以使电弧较快熄灭。这既能避免灼伤人手,也能减少电弧对动触刀和静触座的灼损。

安装 HK 系列刀开关时,手柄要向上,不得倒装或平装,否则在断开状态时,因手柄有可能松动落下而引起误合闸,并造成人身安全事故。接线时进线和出线不能接反,即电源线应接在上端,负载接在熔丝下端,否则,在更换熔丝时会发生触电事故。

(2) HH 系列铁壳开关。

铁壳开关又称为封闭式负荷开关。因其外壳为铁制壳,故被俗称为铁壳开关。铁壳开关的灭弧性能、操作及通断负载的能力、安全防护性能都优于 HK 系列的瓷底胶盖刀开关,但其价格比瓷底胶盖刀开关贵。

HH 系列铁壳开关的操作机构具有以下两个特点:

① 一是采用了弹簧储能分合闸方式。因其分合闸的速度与手柄的操作速度无关,从而提高了开关通断负载的能力。

② 二是设有连锁装置。它保证开关在合闸状态下,开关盖不能被开启;开关盖开启时,又不能为合闸状态。它充分发挥外壳的防护作用,并保证了更换熔丝等操作的安全。

它们的图形、文字符号和型号意义如图 1-1-2 所示。

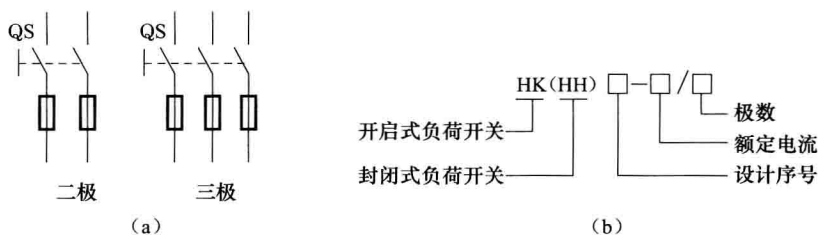


图 1-1-2 刀开关符号和型号

(a) 图形、文字符号; (b) 型号意义

2. 控制按钮

控制按钮一般由按钮帽、复位弹簧、桥式动触点、静触点、外壳及支柱连杆等组成。按静态时的触点分合状态,可分为动断按钮、动合按钮和复合按钮,它们的结构和符号如图 1-1-3 (a) 所示,常用系列如图 1-1-3 (b) 所示。

在机床中,常用的控制按钮有 LA18 系列、LA19 系列、LA20 系列。LA18 系列采用积木式结构,触点数量可以按照需要拼接;LA19 系列与 LA18 系列的结构大体相同,但在 LA19 系列中,有将按钮与信号灯两种元件组合成一体的产品;LA20 系列的结构与前两种产品类似,也是组合式的,且它除带有信号灯外,还有两个或三个元件组合为一体的开启式或保护式产品。

按钮帽的操动部分除常见的直上、直下的操纵形式外,还有旋钮式、钥匙式、紧急式、保护式和防爆式等。按钮帽也通过不同的颜色和符号标志来区分功能及作用——红色代表停

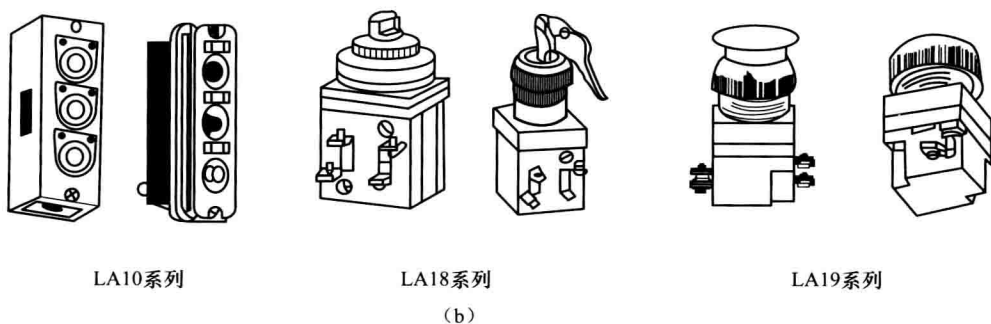
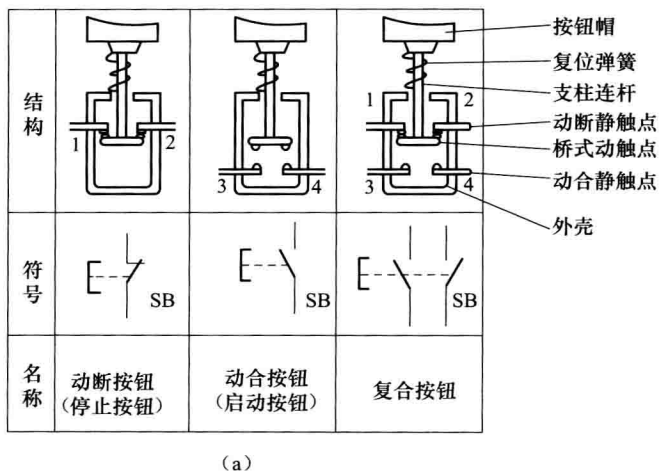


图 1-1-3 控制按钮的图形文字符号和常见系列

(a) 图形文字符号; (b) 常见系列

1, 2—常闭静触点; 3, 4—常开静触点

止, 绿色或黑色代表启动——便于操作人员识别, 避免误操作。控制按钮的型号意义如图 1-1-4 所示。

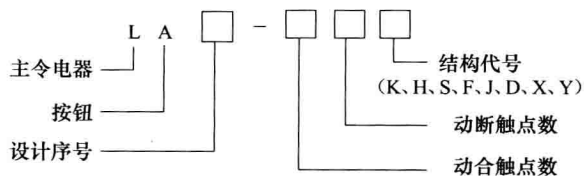


图 1-1-4 控制按钮的型号意义

在图 1-1-4 中, 结构代号的含义如下。

K——开启式; H——保护式; S——防水式; F——防腐式;

J——紧急式; D——带指示灯式; X——旋钮式; Y——钥匙式。

3. 组合开关

组合开关是由分别装在数层绝缘体内的动静触头组合而成, 所以被称为组合开关。

HZ10—10/3 型组合开关的外形和内部结构如图 1-1-5 所示。

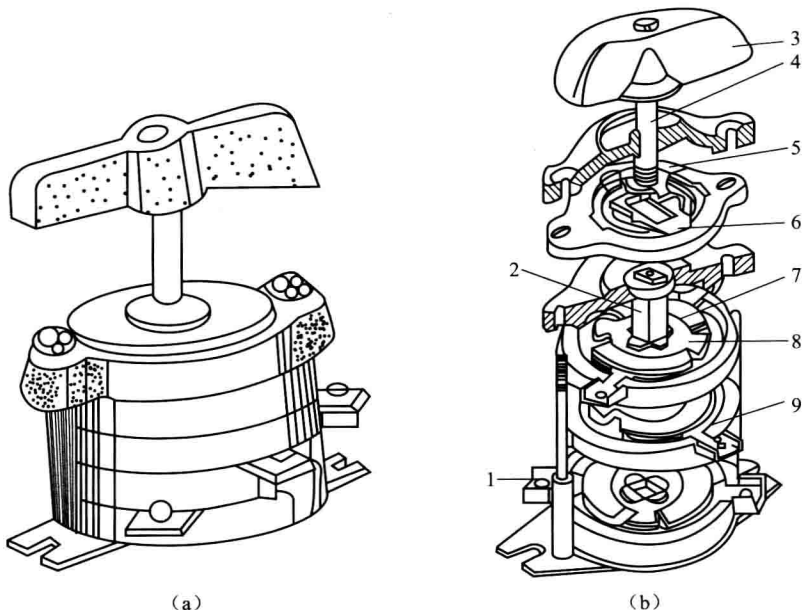


图 1-1-5 HZ10—10/3 型组合开关

(a) 外形; (b) 内部结构

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

HZ3 系列组合开关适用于工频交流电压至 500 V 的电路中, 并可作为电源引入开关或作为控制小型三相异步电动机的直接启动、停止、换向和变速的开关。

HZ10 系列组合开关适用于工频交流电压为 380 V 及以下或直流 220 V 及以下的电路中, 并可作为电源引入开关, 或作为控制 5.5 kW 及以下小容量电动机的直接启动、换向的开关, 也可作为机床照明电路的控制开关。本系列开关为不频繁操作的手动开关。

组合开关应根据电源种类、电压等级、极数及负载的容量选用。用于直接控制电动机的开关的额定电流应不小于电动机额定电流的 1.5 ~ 2.5 倍。组合开关的额定电压及电流如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 组合开关的额定参数

型号	极数	额定电流/A	额定电压/V	可控制电动机的容量/kW
HZ3—131	3	10	~ 500	2.2 (220 V), 3 (380 V)
HZ3—132				
HZ10—10	2 或 3	6 或 10	~ 220 ~ 380	3
HZ10—25		25		5.5
HZ10—60		60		—
HZ10—100		100		—

HZ3 组合开关的外壳必须可靠地接地; HZ10 组合开关应安装在控制箱内 (或壳体内), 且操作手柄伸出在控制箱的前面或侧面, 并应使手柄在水平旋转位置时为断开状态。

若需在箱内操作, 开关最好装在箱内右上方, 并且其上方最好不要安装其他电器, 否则, 应采用绝缘或隔离措施。

4. 熔断器

熔断器在电力拖动系统中是用来做短路保护的器件。使用时，熔断器应串联在所保护的电路中。当电路发生短路故障时，熔断器的电流达到或超过某一规定值，以其自身产生的热量使熔体熔断，以自动切断电路，并起到保护作用。

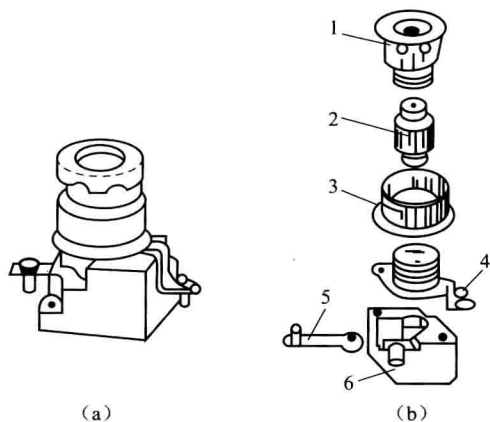


图 1-1-6 RL1 螺旋式熔断器

(a) 外形；(b) 结构

1—瓷帽；2—熔断管；3—瓷套；4—上接线座；

5—下接线座；6—瓷座管

常用的螺旋式熔断器是 RL1 系列，其外形与结构如图 1-1-6 所示。

螺旋式熔断器的熔断管是一个装有熔丝的瓷管。在熔丝周围填充着石英砂，作为熄灭电弧用。熔丝焊在熔断器两端的金属盖上。在金属盖的中间凹处有螺旋式的一个标有颜色的熔断指示器。当熔丝熔断时，指示器便被反作用弹簧弹出，并自动脱落，以显示熔丝已熔断。透过瓷帽上的圆形玻璃窗口，可以清楚地看见其状态。此时，只需更换同规格的熔断管即可。使用时，将熔断管的有色点指示器的一端插入瓷帽中，再将瓷帽连同熔断管一起旋入瓷座内，以使熔丝通过瓷管上端的金属盖与上接线座连通，且瓷管下端的金属盖与下接线座连通。在装接使用时，电源线应接在下接线座，

而负载线应接在上接线座。这样，在更换熔断管时（旋出瓷帽），金属螺纹壳的上接线座便不会带电，从而保证了维修者的安全。螺旋式熔断器具有分断能力较高、结构紧凑、体积小、安装面积小、更换熔体方便、熔丝熔断后有明显指示等优点，因此广泛应用于机床控制线路、配电屏及振动较大的场所作为短路保护器件。熔断器的型号意义以及在电气原理图中的符号如图 1-1-7 所示。

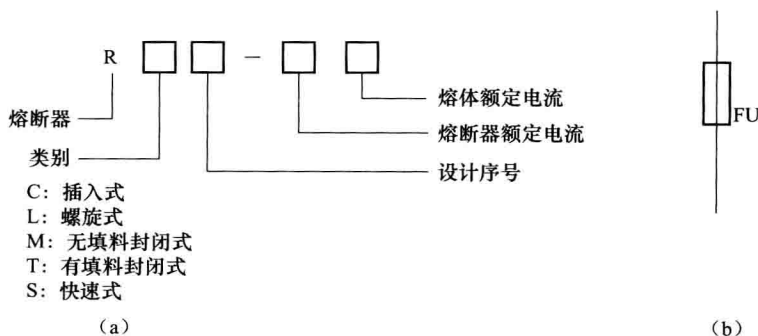


图 1-1-7 熔断器型号及图形

(a) 型号意义；(b) 符号

5. 接触器

接触器是机床电路及自动控制电路中的一种自动切换电器，可用于远距离频繁地接通和断开交、直流主电路及大容量控制电路。它的主要控制对象是电动机，也可用于控制其他电

力负载，如电热设备、电焊机、电容器组等。接触器不仅能遥控通断电路，还具有欠电压保护、零电压释放功能。它具有操作频率高、使用寿命长、工作可靠、结构简单经济的特点，因此，在电气控制中应用十分广泛。交流接触器的外形如图 1-1-8 所示。

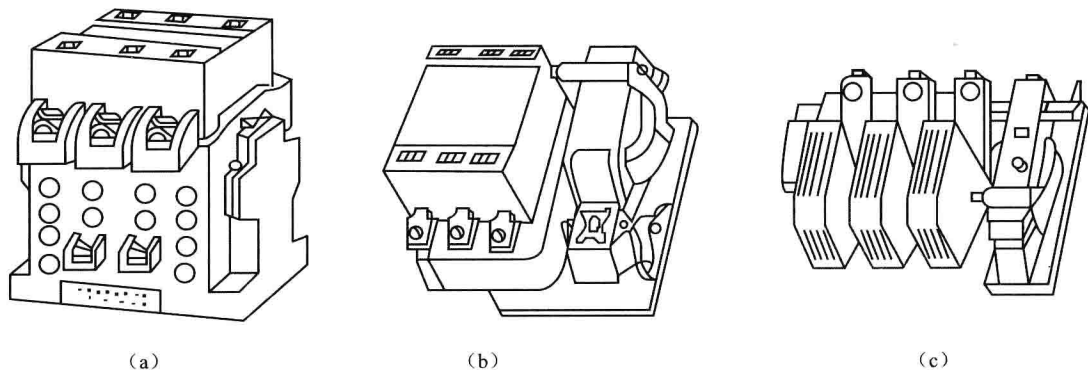


图 1-1-8 接触器外形

(a) CJ10-40 交流接触器；(b) CJ10-60 交流接触器；(c) CJ12 交流接触器

当电磁线圈通电后，线圈流过的电流产生磁场，并使静铁芯产生足够的吸力并克服反作用弹簧和动触点压力弹簧片的反作用力，因此将动铁芯吸合。同时，带动传动杠杆使动触点和静触点的状态发生改变。其中三对动合主触点闭合；主触点两侧的两对动断辅助触点断开；两对动合辅助触点闭合。当电磁线圈断电后，由于铁芯的电磁吸力消失，动铁芯在反作用弹簧的作用下释放，则各触点也随之恢复原始状态。交流接触器的线圈电压在 85% ~ 105% 的额定电压时，都能保证可靠工作。如果电压过高，那么磁路趋于饱和，且线圈电流将显著增大；如果电压过低，那么电磁吸力不足，动铁芯吸合不上，并使线圈电流往往达到额定电流的十几倍。因此，线圈电压过高或过低都会造成线圈过热而烧毁——使用的时候应注意。交流接触器的型号及图形文字符号分别如图 1-1-9 及图 1-1-10 所示。

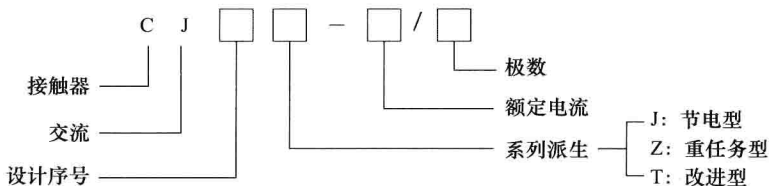


图 1-1-9 交流接触器的型号

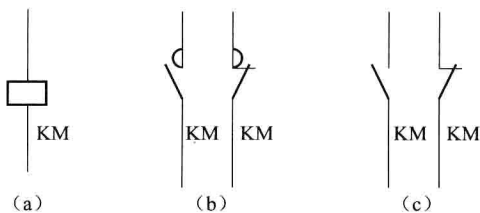
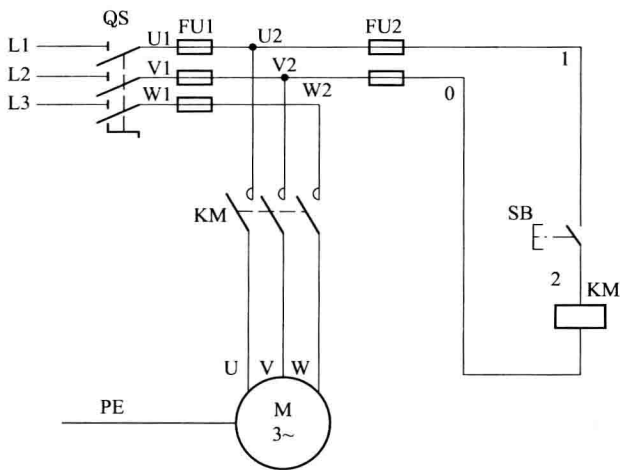


图 1-1-10 交流接触器在电气原理图中的符号

(a) 电磁线圈；(b) 接触器的主触点；(c) 接触器的辅助触点

(二) 交流电动机的点动控制

所谓点动,即按下按钮时电动机启动工作,且松开按钮时电动机停止工作。点动控制多用于机床刀架、横梁、立柱等快速移动和机床对刀等场合。最基本的电动机点动控制电路如图 1-1-11 所示。



Y—112 M—4.4 kW
△接法、380 V、8.8 A、1 140 r/min

图 1-1-11 电动机点动控制电路

(1) 主电路。

主电路由电源开关 QS、熔断器 FU1、接触器 KM 的主触点及电动机 M 组成。

(2) 控制电路。

控制电路由熔断器 FU2、点动按钮 SB、接触器 KM 的线圈组成。

(3) 工作原理。

① 合上电源开关 QS,并按下点动按钮 SB,则接触器 KM 的线圈得电,且其动合主触点闭合,电动机 M 通电,启动旋转。

② 松开点动按钮 SB,则点动按钮 SB 即在反力弹簧的作用下复位断开。接触器 KM 的线圈失电,且点动控制电路的动合主触点断开,电动机 M 断电,停止转动。

(三) 电动机控制线路的安装步骤和方法

安装电动机控制线路时,必须按照有关技术文件执行,并应适应安装环境的需要。

电动机的控制线路包含电动机的启动、制动、反转和调试等。大部分的控制线路是采用各种有触点的电器,例如接触器、继电器、按钮等。一个控制线路可以比较简单,也可以相当复杂。任何复杂的控制线路总是由一些比较简单的环节有机地组合起来的,因此,对于不同复杂程度的控制线路,在安装时所需要的技术文件的内容也不相同。对于简单电气设备,一般可把有关资料归在一个技术文件里(如原理图),但该文件应能表示电气设备的全部器件,并能实现电气设备和电网的连接。

电动机控制线路的安装步骤和方法如下。

1. 按元件明细表配齐电器元件，并进行检验

所有电气控制器件，至少应具有制造厂的名称（或商标）、型号（或索引号）、工作电压性质和数值等标志。若工作电压标示在操作线圈上，则应使装在器件线圈上的标志是显而易见的。

2. 安装控制箱（柜或板）

控制板的尺寸应根据电器的安排情况决定。

（1）电器的安排应尽可能地组装在一起，以使其成为一台或几台的控制装置。只有那些必须安装在特定位置上的器件，例如按钮、手动控制开关、位置传感器、离合器、电动机等，才允许分散安装在指定的位置上。

安放发热元件时，必须使箱内所有元件的温升保持在它们容许的极限内。对发热很大的元件，如电动机启动电阻、制动等，必须隔开安装，且必要时可采用风冷。

（2）电器的安排应考虑可接近性。所有电器必须安装在便于更换、检测方便的地方。

为了便于维修或调整，箱内电器元件的部位，必须位于离地 0.4 ~ 2 m 的高度。所有接线端子必须位于离地至少 0.2 m 处，以便于装拆导线。

（3）电器的安排应考虑间隔和爬电距离。安排器件必须符合规定的间隔和爬电距离，并应考虑有关的维修条件。

控制箱中的裸露、无电弧的带电零件与控制箱导体壁板间的间隙为：对于 250 V 以下的电压，间隙应不小于 15 mm；对于 250 ~ 500 V 的电压，间隙应不小于 25 mm。

（4）控制箱内电器的安排除必须符合上述有关要求外，还应做到如下各点。

① 除了手动控制开关、信号灯和测量器件外，门上不要安装任何器件。

② 由电源电压直接供电的电器最好装在一起，并使其与只由控制电压供电的电器分开。

③ 电源开关最好装在箱内右上方，且其操作手柄应装在控制箱的前面或侧面。电源开关的上方最好不安装其他电器，否则，应把电源开关用绝缘材料盖住，以防电击。

④ 箱内电器（如接触器、继电器等）应按原理图上的编号顺序，且牢固安装在控制箱（板）上，并在醒目处贴上各元器件相应的文字符号。

⑤ 控制箱内电器安装板的大小必须能保证自由通过控制箱或壁龛的门，以便于装卸。

3. 布线

（1）选用导线。

导线的选用要求如下。

① 导线的类型。硬线只能固定地安装于不动部件之间，且导线的截面积应小于 0.5 mm^2 。若在可能出现振动的场合或导线的截面积大于或等于 0.5 mm^2 ，则必须采用软线。

电源开关的负载侧可采用裸导线，但必须是直径大于 3 mm 的圆导线或者是厚度大于 2 mm 的扁导线，并应有预防直接接触的保护措施（如绝缘、间距、屏护等）。

② 导线的绝缘。导线必须绝缘良好，并应具有抗化学腐蚀能力。在特殊条件下工作的导线，必须同时满足使用条件的要求。

③ 导线的截面积。导线必须能承受在正常条件下流过的最大稳定电流的同时，还应考虑到线路允许的电压降、导线的机械强度和与熔断器相配合的问题。

（2）敷线方法。

所有导线从一个端子到另一个端子的走线必须是连接的，即中间不得有接头。有接头的

地方应加装接线盒。接线盒的位置应便于安装、检修,而且必须加盖,且盒内导线必须留有足够的长度,以便于拆线和接线。

敷线时,对明露导线必须做到符合平直、整齐、走线合理等要求。

(3) 接线方法。

所有导线的连接必须牢固,不得松动。在任何情况下,连接器件必须与连接导线的截面积和材料性质相适应。

在导线与端子的接线中,一般一个端子只连接一根导线。当有些端子不适合连接软导线时,可在导线的端子头上采用针形、叉形等冷压接线头。如果采用专门设计的端子,那么可以连接两根或多根导线,但导线的连接方式,必须是工艺上成熟的各种方式,如:夹紧、压紧、焊接、绕接等。这些连接工艺应严格按照工序要求进行。

导线的接头除必须采用焊接方法外,所有的导线应当采用冷压接线头。如果电气设备在正常运行期间承受很大的振动,则不许采用焊接的接头。

(4) 导线的标志。

① 导线的颜色标志。保护导线(PE)必须采用黄绿双色;动力电路的中线(N)和中间线(M)必须是浅蓝色;交流或直流的动力电路应采用黑色;交流控制的电路采用红色;直流控制的电路采用蓝色;用作控制电路联锁的导线如果与外边控制电路连接,而且当电源开关断开时仍带电,那么应采用桔黄色或黄色;与保护导线连接的电路采用白色。

② 导线的线号标志。导线的线号标志应与原理图和接线图相符合。在每一根连接导线的线头上必须套上标有线号的套管,且位置应接近端子处。线号的编制方法如下。

a. 主电路。三相电源按相序自上而下编号为 L1、L2、L3;电源经过开关后,在出线端上,按相序依次编号为 U11、V11、W11。主电路中各支路的编号应从上至下、从左至右,并且每经过一个电器元件的线桩后,编号要递增,例如 U11、V11、W11, U12、V12、W12,……。单台三相交流电动机(或设备)的三根引出线按相序依次编号为 U、V、W(或用 U1、V1、W1 表示);多台电动机引出线的编号为了不致引起误解和混淆,可在字母前冠以数字来区别,如 1U、1V、1W、2U、2V、2W、……。在不产生矛盾的情况下,字母后应尽可能避免采用双数字,例如单台电动机的引出线采用 U、V、W 的线号标志时,在三相电源开关后的出线端的编号可为 U1、V1、W1。当电路编号与电动机线端标志相同时,应三相同时跳过一个编号来避免重复。

b. 控制电路与照明、指示电路。应从上至下、从左至右,并逐行用数字依次编号。每经过一个电器元件的接线端子,编号要依次递增。编号的起始数字,除控制电路必须从阿拉伯数字 1 开始外,其他辅助电路依次递增 100 做起始数字,例如照明电路的编号从 101 开始,信号电路的编号从 201 开始等。

(5) 控制箱(板)内部配线的方法。

一般采用能从正面修改配线的方法,例如板前线槽配线或板前明线配线,而较少采用板后配线的方法。

当采用线槽配线时,线槽装线不要超过容积的 70%,以便安装和维修。对于线槽外部的配线,装在可拆卸门上的电器接线必须采用互连端子板或连接器。互连端子板或连接器必须牢固地固定在框架、控制箱或门上。如果从外部控制、信号电路进入控制箱内的导线超过 10 根,那么必须接到端子板或连接器件上过渡,但动力电路或测量电路的导线可以直接接

到电器的端子上。

(6) 控制箱(板)外部配线方法。

除有适当保护的电缆外,全部配线必须一律装在导线通道内,以使导线有适当的机械保护,并防止液体、铁屑和灰尘的侵入。

① 对导线通道的要求。

a. 导线通道应留有余量,以允许以后增加导线。导线通道必须固定可靠,且内部不得有锐边并远离设备的运动部件。

b. 若导线通道采用钢管,则壁厚应不小于1 mm;若用其他材料,则壁厚必须有等效于壁厚为1 mm钢管的强度;若用金属软管时,则必须有适当的保护;当利用设备底座做导线通道时,导线通道无须再加预防措施,但必须能防止液体、铁屑和灰尘的侵入。

② 通道内导线的要求。

a. 移动部件或可调整部件上的导线必须用软线。运动的导线必须支承牢固,并使得在接线点上既不产生机械拉力,又不出现急剧的弯曲。

b. 不同电路的导线可以穿在同一线管内,或处于同一电缆之中。如果它们的工作电压不同,则所用导线的绝缘等级必须满足其中最高一级电压的要求。

c. 为了便于修改和维修,凡安装在同一个机械防护通道内的导线束,需要提供备用导线的根数为:当同一管中在相同截面积内的导线根数在3~10根时,应有1根备用导线;以后每递增1~10根,增加1根备用导线。

4. 连接保护电路

电气设备的所有裸露导体零件(电动机、机座等)必须接到保护接地的专用端子上。

(1) 连续性。

① 保护电路的连续性必须用保护导线与机床结构上的导体可靠地结合来保证。

② 为了确保保护电路的连续性,保护导线的连接件不能用作任何别的机械紧固用途,更不能由于任何原因将保护电路拆断,也不能利用金属软管保护导线。

(2) 可靠性。

① 在保护电路中,严禁使用开关和熔断器。

② 除采用特低的安全电压电路外,在接上电源电路前,必须先接通保护电路;在断开电源电路后,才断开保护电路。

(3) 明显性。

在保护电路的连接处应采用焊接或压接等可靠方法进行连接,且连接要便于检查。

5. 通电前检查

在控制线路安装好后,在接电前,应进行如下项目的检查。

(1) 各个元部件的代号、标记是否与原理图上的一致并齐全。

(2) 各种安全保护措施是否可靠。

(3) 控制电路是否满足原理图所要求的各种功能。

(4) 各个电气元件安装是否正确和牢靠。

(5) 各个接线端子是否连接牢固。

(6) 布线是否符合要求、整齐。

(7) 各个按钮、信号灯罩、光标按钮和各种电路绝缘导线的颜色是否符合要求。