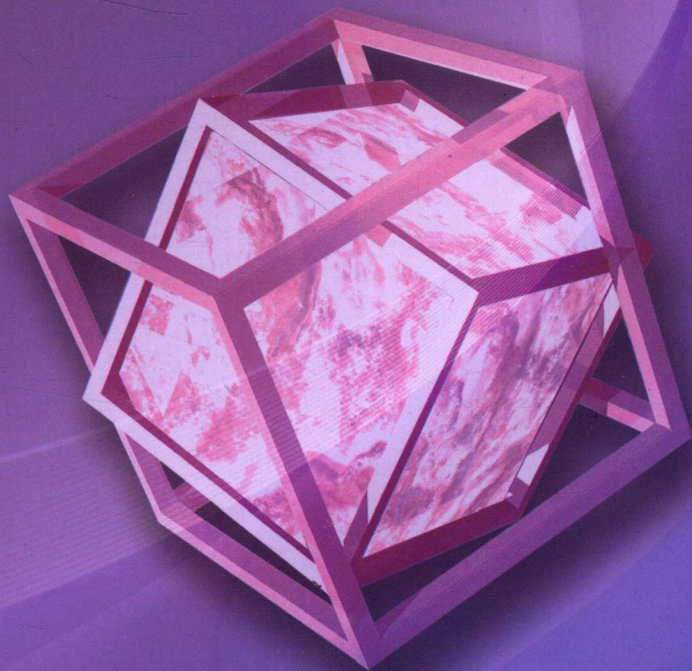


陶瓷材料专业系列教材

T AOCI SHENGCHAN DIANQI KONGZHI JISHU 陶瓷生产电气 控制技术

主 编 钟 勤
副主编 陆梅林



AOCI SHENGCHAN DIANQI
KONGZHI JISHU

T陶瓷生产电气 控制技术

主 编 钟 勤
副主编 陆梅林

图书在版编目 (CIP) 数据

陶瓷生产电气控制技术 / 钟勤主编 — 南昌: 江西高校出版社, 2017.8

陶瓷材料专业系列教材

ISBN 978-7-5493-5756-7

I. ①陶… II. ①钟… III. ①陶瓷—生产工艺—电气控制—高等学校—教材 IV. ①TQ174.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 214407 号

出版发行	江西高校出版社
社 址	江西省南昌市洪都北大道 96 号
总编室电话	(0791)88504319
销售电话	(0791)88592590
网 址	www.juacp.com
印 刷	南昌市光华印刷有限责任公司
经 销	全国新华书店
开 本	787mm × 1092mm 1/16
印 张	12.25
字 数	176 千字
版 次	2017 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5493-5756-7
定 价	28.00 元

赣版权登字-07-2017-1040

版权所有 侵权必究

图书若有印装问题,请随时向本社印制部(0791-88513257)退换

前 言

本教材是高等职业技术学校机电类专业“电气控制”课程的教材,是根据目前高等职业技术的要求,为适应职业教育改革和发展的需要而编写的,编写时包涵了本专业中等、高等教育职业教育的内容。在编写的过程中,充分考虑了职业技术教育的特点,坚持科学性、实用性、综合性和新颖性。

本教材以陶瓷生产电气控制领域的基本应用技能为教学内容,将电机原理、电力拖动基础、可编程控制技术、变频调速技术和传感器与检测技术等多本教材的内容进行了有机组合,在学习电工基础等课程的基础上进行授课,并为工厂电气控制设备等后续课程打好基础。全书共分为四个模块,包括三相异步电动机的基本控制电路、PLC 应用、变频调速技术和传感器检测技术等。在每个模块中,模仿实际生产环境,设计了多个从易到难的工作任务,并创新性地加入了一些实训任务,让学生逐步掌握陶瓷生产的电气控制技术。通过本课程的学习,学生能掌握三相异步电动机的起动、调速和制动的工作原理和控制方法,掌握常用传感器的检测应用,并能具有对一般电气控制设备的维护、设计及故障排除能力。

本教材的特点是:注重应用,删除了较为烦琐的数学推导,着重于电气控制设备的应用,并把电气控制设备的维护、故障分析合为一体,力求深入浅出,通俗易懂。书中电气器件图形、文字符号均采用了国家新的标准。本书是作为教材编写的,既注意了理论性和系统性,又突出了实用性,可作为中等专业学校、高等职业教育机职业学校的教材或教学参考书,也可供陶瓷厂技术人员、工人参考。

本教材由钟勤担任主编,并编写模块一、模块二;陆梅林担任副主编,并编写了模块三、模块四。本教材在编写过程中得到了江西陶瓷工艺美术职业技术学院程卫桃副教授的大力支持,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中肯定有不妥或错误之处,恳切希望使用本书的教师及广大读者批评指正。

编 者

2017 年 5 月

目 录

模块一 三相异步电动机的基本控制电路	001
项目一 电气控制基础知识	001
任务1 常用低压电器的认知及选用	001
任务2 电气识图的基本知识	015
项目二 三相异步电动机的基本控制电路	020
任务1 单向运行控制电路	022
任务2 降压起动控制电路	025
任务3 正反转控制电路	033
任务4 制动控制电路	041
任务5 调速控制电路	045
任务6 多电机顺序控制电路	049
模块二 PLC 认知及应用	051
项目一 三菱 FX2N 系列 PLC 的认知	051
任务1 PLC 概述	051
任务2 三菱 FX2N 系列 PLC 的认知	060
任务3 FXGP/WIN 软件的使用	075
项目二 PLC 实训任务	086
任务1 PLC 认识	086
任务2 基于 PLC 的异步电动机的正反转控制	087
任务3 基于 PLC 的定时器和脉冲发生器	089
任务4 基于 PLC 的声光报警器	090
任务5 基于 PLC 的异步电动机的星 - 三角启动控制	091

任务 6 基于 PLC 的计数器	092
任务 7 基于 PLC 的彩灯控制	093
任务 8 基于 PLC 的交通灯控制	094
任务 9 基于 PLC 的水塔水位自动控制	094
任务 10 基于 PLC 的自动送料装车系统	096
任务 11 基于 PLC 的液体混合系统的电气控制	097
任务 12 基于 PLC 的多电机顺序控制	098
 模块三 变频器认知及应用	100
项目一 通用变频器认知	100
任务 1 通用变频器基本认知	100
任务 2 通用变频器的安装	104
项目二 变频器实训任务	107
任务 1 变频器功能参数设置与操作	107
任务 2 变频器报警与保护功能	111
任务 3 外部端子点动控制	113
任务 4 变频器控制电机正反转运动	115
任务 5 多段速度选择变频调速	117
任务 6 变频器无级调速	120
任务 7 电流监视器信号输出及显示	122
任务 8 瞬间停电启动控制	124
任务 9 外部模拟量(电压)方式变频调速	125
任务 10 外部模拟量(电流)方式变频调速	128
项目三 变频器在陶瓷球磨机中的应用	130
项目四 变频器在陶瓷窑炉排烟通风系统中的应用	132
 模块四 传感器与检测技术应用	134
项目一 力和压力检测	134
任务 1 电阻应变片测力	134
实训任务 1 电阻应变片全桥性能试验	137
任务 2 压电式传感器测力	139
任务 3 电感式传感器测力	141

实训任务 2 差动变压器性能实验	145
项目二 温度检测	147
任务 1 金属热电阻测温	147
实训任务 1 温度测控系统实验	148
实训任务 2 AD590 特性测控实验	150
任务 2 半导体热敏电阻测温	152
实训任务 3 热敏电阻特性测试实验	153
任务 3 热电偶测温	155
实训任务 4 热电偶校准实验	158
项目三 位置检测	160
任务 1 接近开关	160
实训任务 1 电容传感器的位移特性实验	162
任务 2 霍尔传感器	163
实训任务 2 霍尔传感器转速测量实验	166
项目四 光电检测	168
任务 1 光电传感器	168
任务 2 光栅位移传感器	174
项目五 液位/物位检测	176
任务 1 电容式液位传感器	176
任务 2 超声波传感器	178
实训任务 超声波传感器液位测量	182
项目六 新型传感器的应用	183
任务 1 光纤传感器	183
任务 2 红外传感器	185
参考文献	188

模块一 三相异步电动机的基本控制电路

项目一 电气控制基础知识

任务1 常用低压电器的认知及选用

【交流与讨论】

用电动机拖动生产机械运行,来实现生产机械的各种不同的工艺要求,必须有一套对电动机运行起控制和调节作用的电气控制系统。

陶瓷生产机械中所用的控制电器多属于低压电器。尽管电力拖动自动控制已经向无触点、连续控制、弱点化、微机控制等方向发展,但由于继电-接触电气控制系统所用的控制电器结构简单、价格便宜,且能够满足大多数陶瓷生产机械的控制要求,因此,目前在陶瓷生产上仍然获得广泛的应用。

一、低压电器的基本知识

低压电器通常是指交流 50Hz、额定电压 1200V 以下及直流额定电压 1500V 以下电路中,根据外界的信号和要求接通或断开电路,以实现对电路或电气设备的切换、控制、保护、检测和调节作用的电气设备。

低压电器的种类繁多、构造各异、功能多样。按动作方式不同,可分为自动切换电器和非自动切换电器(手动电器);按用途不同,可分为配电电器和控制电器。

二、刀开关

刀开关是低压电器中最简单的手动配电电器,在电路中的作用是隔离电源,不频繁地接通和分断负载以及直接启动小容量三相异步电动机。

刀开关由刀片(动触头)、刀夹座(静触头)、接线端子、绝缘底板、操作机构(手柄)和灭弧装置(灭弧罩)组成。带灭弧罩的刀开关可用于切断负荷电流,但负荷电流过大时,拉闸过程中产生的弧光,可能会烧坏刀形触头。不带灭弧罩的刀开关只能在无负荷电流条件下操作,在配电设备中常作为电源隔离之用,也称为隔离开关。

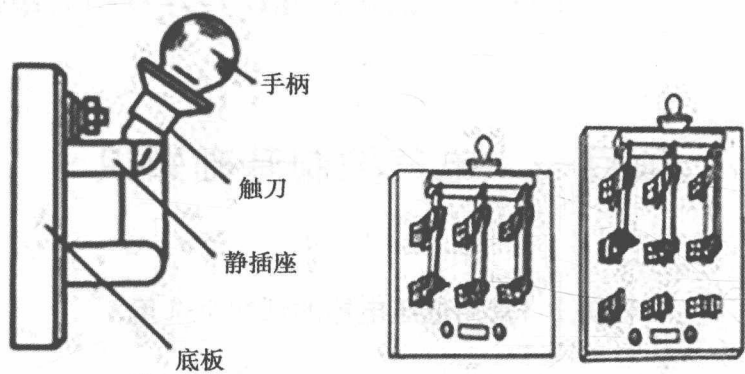


图 1.1.1 刀开关的典型结构

刀开关按极数分,可分为单极刀开关、双极刀开关和三极刀开关。

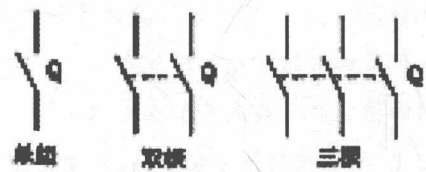


图 1.1.2 刀开关极数

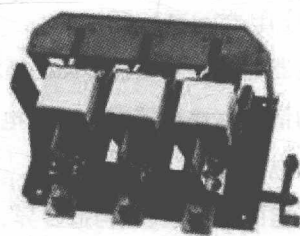
常用的刀开关类型有:HK 型闸刀开关(又称胶壳刀开关);HH 型铁壳刀开关;HR 型刀熔开关,它是以熔断器作为动触头。



(1)HK 型闸刀开关



(2)HH 型铁壳刀开关



(3)HR 型刀熔开关

图 1.1.3 刀开关类型

刀开关按转换方式分,可分为 HD 型单投式刀开关和 HS 型双投式刀开关。其中,双投式刀开关又称为刀形转换开关,常用于双电源或双供电线路的转换。

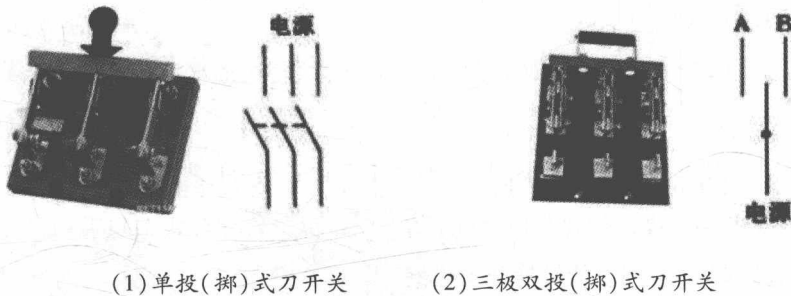
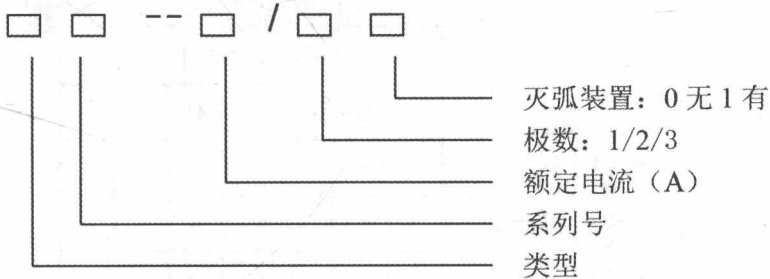


图 1.1.4 刀开关的转换方式

刀开关的型号:



例如: HK1-200/31

三、转换开关

转换开关又称为组合开关,是一种手动多档式配电电器,其实质是刀开关,它依靠动触片的左右旋转来代替刀开关的推合与拉开,不仅能完成刀开关的通断作用,还可用于多条控制电路的换接,也可用于小容量电动机的启动、换向、调速和制动控制。

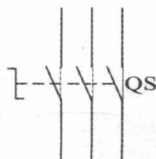


(1) Hz 型组合开关 (2) LW 型万能转换开关

图 1.1.5 转换开关类型

组合开关是由多个单极旋转开关叠装在同一根绝缘轴上组成的,当转动手柄时,多对动触头同时动作与相应的静触头接触,使对应的线路接通,而另一部分动触头断开,使相应的线路断开。组合开关采用扭簧储能机构操作,可使开关快速动作而不受操作速度的影响,同时利于

灭弧。



1.1.6 组合开关符号

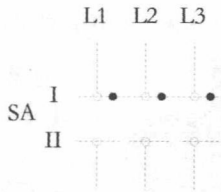


图 1.1.7 万能转换开关符号

万能转换开关的手柄操作位置是以角度表示的,其触点的分合状态与手柄操作位置有关。如图 1.1.8 所示,以 LW5 系列万能转换开关为例,当万能转换开关打向左 45°时,触点 1-2、3-4、5-6 闭合,触点 7-8 打开;打向 0°时,只有触点 5-6 闭合;打向右 45°时,触点 7-8 闭合,其余打开。

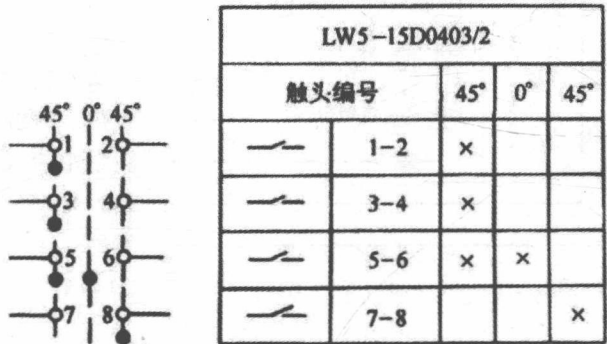
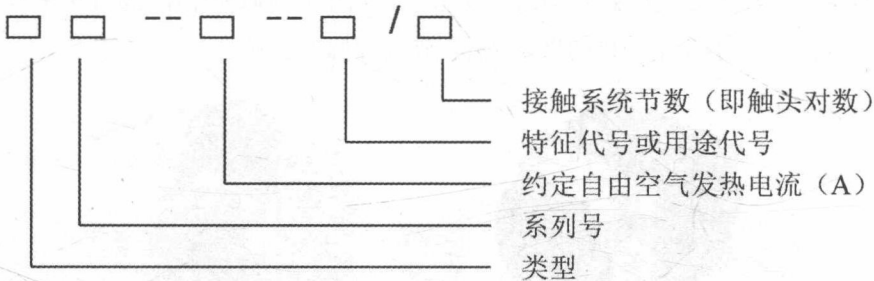


图 1.1.8 转换开关图形符号及点闭合表

组合开关、万能转换开关的型号含义:



例如: HZ5-16-YH3/3

四、断路器

断路器又称为空气开关或自动开关,是一种既有手动开关作用,又能实现电路保护的电器。断路器具有多种保护功能,当电路发生严重过载、短路以及失压等故障时,能按照指定的范围动作,通过触点的断开自动切断故障电路,有效地保护串接的电气设备。

常用的断路器类型有 DW 框架式断路器、DZ 塑料外壳式断路器等,前者主要用作配电系统的保护开关,后者除具有上述作用外,还可用作电动机、电气控制柜及照明电路的控制开关。

断路器的常见故障:

(1)触头不能闭合 主要原因有:欠压脱扣器无电压或线圈损坏;反作用弹簧弹力过大,机构不能复位再行锁扣。

(2)开关不能分断 主要原因有:反作用弹簧弹力不足;机械部件卡阻。

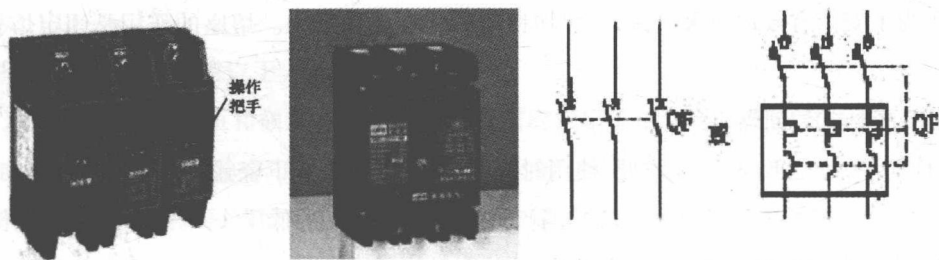
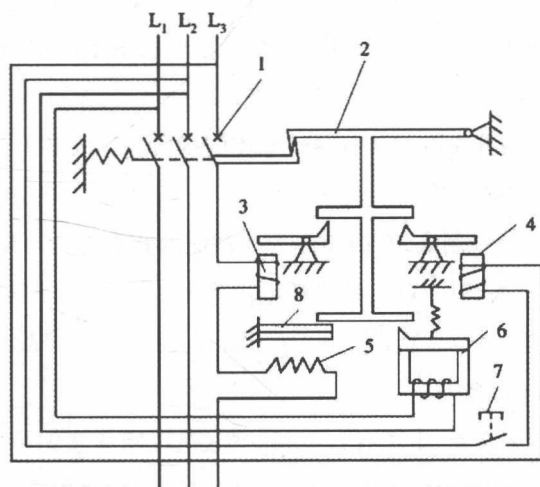


图 1.1.9 断路器外形图及其符号



1—触头 2—搭构 3—电磁脱扣器(短路保护) 5、8—热脱扣器(过载保护)

6—失压脱扣器(失压、欠压保护) 4、7—分离脱扣器(远距离控制)

图 1.1.10 断路器原理图

选择断路器时,应考虑以下几个方面:

- (1)断路器的额定电流和额定电压应不低于线路、设备正常工作时的电流和工作电压;
- (2)断路器的极限通断能力应不低于电路的最大短路电流;
- (3)断路器的欠电压脱扣器的额定电压应等于线路的额定电压;
- (4)断路器的过电流脱扣器的额定电流应不低于线路的最大负载电流。

五、熔断器

熔断器(保险)是起安全保护作用的一种电器,广泛应用于电网保护和用电设备保护。

熔断器由熔体、安装熔体的熔管和熔座等组成。使用时,熔体串联在电路中,正常情况下,熔体相当于一段导线,当电路发生短路或过载时,电流过大,熔体因过热而熔化,从而切断电路,避免用电设备损坏,防止事故蔓延。在熔体熔断切断电路的过程中会产生电弧,为了安全有效地熄灭电弧,一般均将熔体安装在熔管内。熔座的作用是固定熔管和外接引线。



图 1.1.11 熔断器符号

1. RC 瓷插式熔断器

结构简单,价格低廉,更换方便,使用时将瓷盖插入瓷座,拔下瓷盖便可更换熔丝。

通常在交流额定电压 380V 及以下,额定电流 5A ~ 200A 的低压线路末端或分支电路中,作线路和用电设备的短路保护,在照明线路中还可起过载保护作用。

2. RL 螺旋式熔断器

熔断管内装有石英砂,熔体埋于其中,熔体熔断时,电弧喷向石英砂及其缝隙,可迅速降温而熄灭。为了便于监视,熔断器一端装有色点(不同颜色表示不同的熔体电流),熔体熔断时,色点跳出,示意熔体已熔断。

主要用于短路电流大的分支电路或有易燃气体的场所。

3. RM 无填料封闭管式熔断器

熔断管由纤维物(如钢纸)制成,管内熔体为变截面的锌合金片。熔体熔断时,熔断管的部分纤维物因受热而分解,产生高压气体,使电弧很快熄灭。

一般与刀开关组成 HR 型熔断器式刀开关(刀熔开关)。

4. RT 有填料封闭管式熔断器

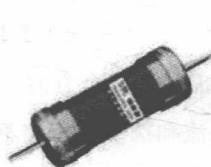
是一种有限流作用的熔断器,由填有石英砂的瓷熔管、网状紫铜片熔体和机械式指示器等组成。需装在特别的底座上,如带隔离刀开关的底座或以熔断器为隔离刀开关的底座上,通过手动机构操作。



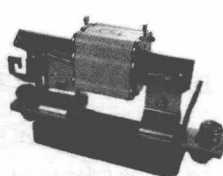
(1)RC 熔断器



(2)RL 熔断器



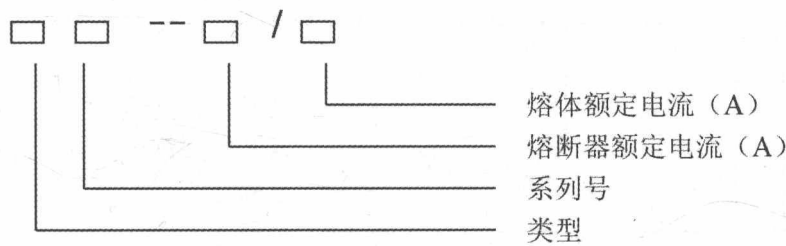
(3)RM 熔断器



(4)RT 熔断器

图 1.1.12 熔断器类型

熔断器的型号含义：



例如：RL1 - 60/300

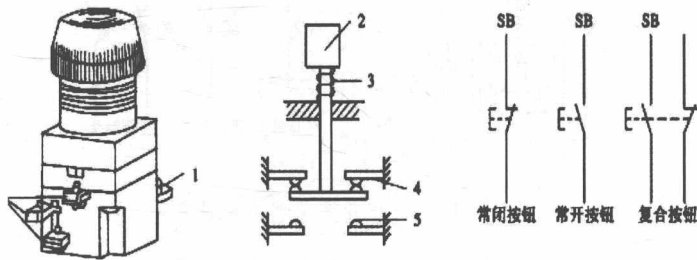
选择熔断器时,应考虑以下方面：

- (1)熔断器的额定电压和额定电流应不小于线路的额定电压和所装熔体的额定电流。熔断器的分断能力必须大于电路中可能出现的最大故障电流；
- (2)熔断器用作电炉和照明等电阻性负载的过载保护和短路保护时,熔体的额定电流应稍大于或等于负载的额定电流。熔断器用作电动机的短路保护时,对单台电动机,熔体的额定电流应不小于电动机额定电流的 1.5 ~ 2.5 倍。

六、控制按钮

按钮是一种手动且可以自动复位的,短时接通或断开小电流电路的控制电器,常用于控制电路中或电气联锁线路中发出启动、停止或正反转等指令,从而远距离操纵电动机运行。

一般控制按钮结构是由一个动合触点、一个动断触点及带有公用的桥式动触点所组成,当按下按钮时,动断触点先断开,动合触点后接通。当松开按钮时,靠复位弹簧的作用复归原始位置。



1—接线柱 2—按钮帽 3—复位弹簧 4—动断触头(常闭触头) 5—动合触头(常开触头)

图 1.1.13 按钮结构图、原理图及符号

按钮的结构形式有掀钮式、紧急式、钥匙式和旋钮式四种。

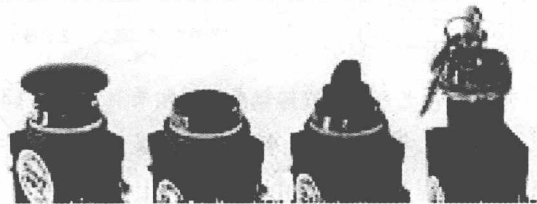
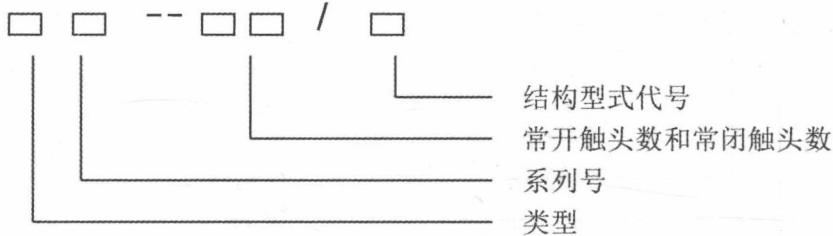


图 1.1.14 按钮的结构形式

按钮的型号含义：



例如：LA39 - A1 - 01/Y

七、行程开关

行程开关又称限位开关,是一种利用生产机械运动部件的碰撞发出指令的低压电器,用于控制生产机械的运动方向、行程大小或限位保护。

行程开关有机械式和电子式两种。

机械式行程开关根据运动部件的不同又可分为直动式和滚轮式。当运动机械的挡铁压到行程开关的桥架时,推动微动开关动作,使常开触头分断,常闭触头闭合,当运动机械的挡铁离开后,复位弹簧使行程开关各部位恢复常态。机械式的行程开关都具有瞬动机构,可完成快速切换动作,将机械信号变换为电气信号,对控制电路发出相应的指令,从而完成程序控制、操纵、限位、信号及联锁功能。

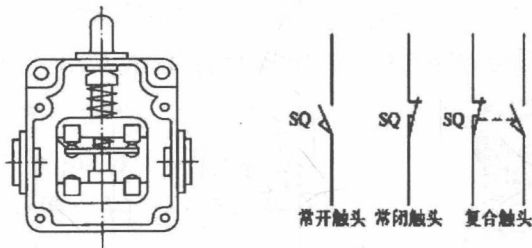
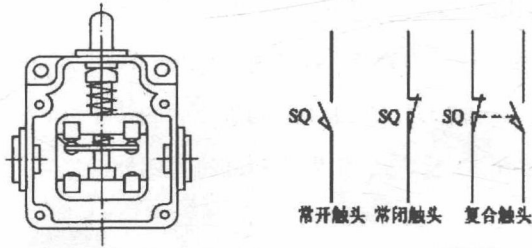


图 1. 1. 15 行程开关原理图和符号



(1) 滚轮式行程开关 (2) 按钮式行程开关 (3) 接近开关

图 1. 1. 16 行程开关类型

接近开关是电子式无触点行程开关,它是由运动部件上的金属片与之接近到一定距离发出

接近信号来实现控制的。接近开关使用寿命长、操作频率高、动作迅速可靠,其用途已远远超出一般行程控制和限位保护,还可用于高速计数、测速、液面控制等。

八、交流接触器

交流接触器是一种用于远距离频繁地接通与断开主电路及大容量控制电路的自动切换电器,常用于电动机的起停控制。

接触器由电磁系统、触头系统、灭弧装置和底座等组成。

电磁系统是利用线圈与衔铁间的电磁力克服弹簧反力来操纵触头系统的闭合与分断。

触头系统是接触器的执行元件,由主触头和辅助触头组成。主触头较大,为常开触点,用于控制主电路的通断;辅助触头包括多对联动的动断触点和动合触点,用于控制电路中起电气联锁作用。

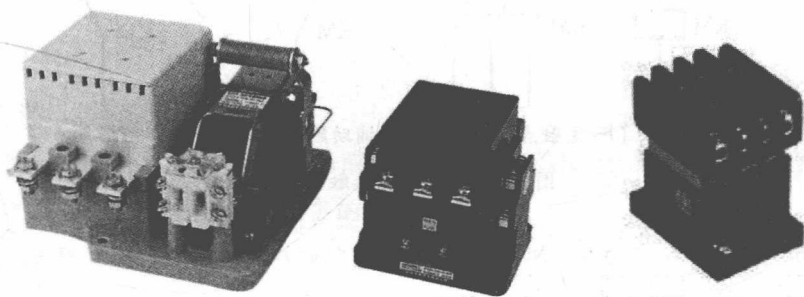
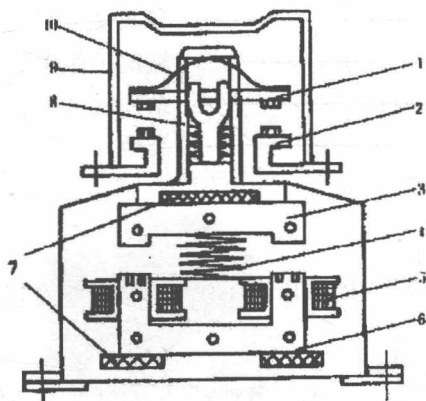
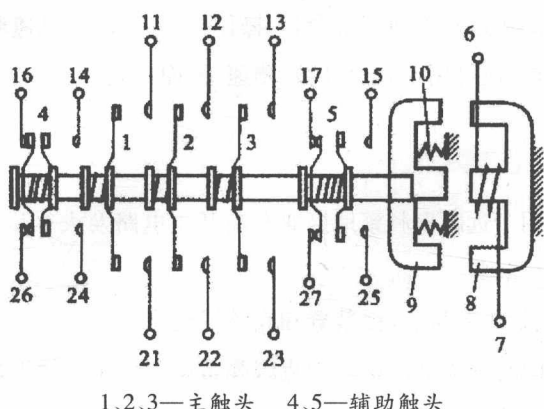


图 1.1.17 交流接触器外形图



- 1—动触点 2—静触点 3—衔铁 4—缓冲弹簧 5—电磁线圈
6—铁心 7—垫毡 8—触头弹簧 9—灭弧罩 10—触头压力簧片

图 1.1.18 交流接触器结构示意图



1、2、3—主触头 4、5—辅助触头

图 1.1.19 交流接触器工作原理

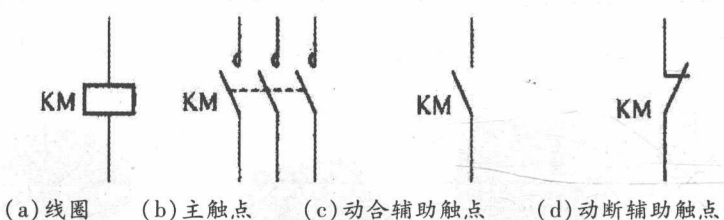
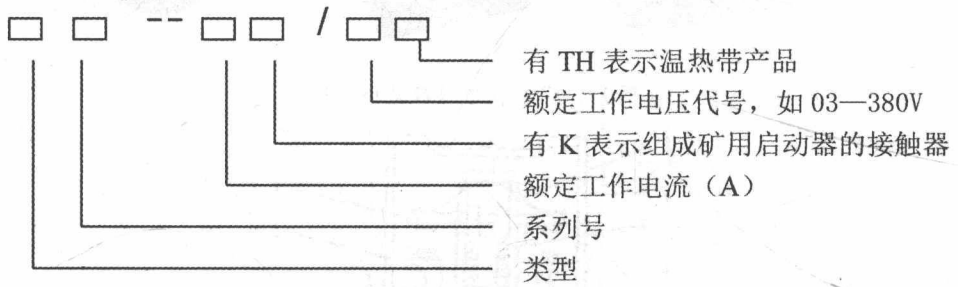


图 1.1.20 交流接触器符号

交流接触器的型号含义：



例如：CJ46 -09/03

接触器的常见故障：

- (1) 触头过热 主要原因有：接触压力不足、触点表面氧化或被电弧烧坏、触点容量不够等。
- (2) 触头磨损 主要原因有：一是电气磨损，由电弧的高温使触头上的金属氧化和蒸发所造成，属正常磨损；二是机械磨损，由于触头闭合时的撞击，触头表面相对滑动摩擦所造成。
- (3) 线圈失电后触头不能复位 主要原因有：触头被电弧熔焊在一起、铁心剩磁太大、铁心端面有油污、复位弹簧弹力不足、机械运动部件被卡住等。
- (4) 铁心噪声大 交流接触器运行中发出轻微的嗡嗡声是正常的，但声音过大就异常。主要原因有：短路环损坏或脱落；衔铁歪斜或衔铁与铁心接触不良；其他机械方面的原因，如复位