

全国技工学校电工类通用教材

电力拖动控制线路

(第二版)

劳动部培训司组织编写

中国劳动出版社

前 言

为了更好地提高技工学校电工类工种(专业)的教学质量,适应生产发展的需要,我们在修订技工学校电工类工种(专业)教学计划教学大纲的基础上,组织修订了技工学校电工类工种(专业)各门课程的教材。修订后的教材从培养目标出发,以中级电工技术等级标准为依据,坚持理论联系实际的原则,突出技能训练,注重针对性、实用性、科学性,并适当增加了新技术、新工艺、新材料、新设备的内容。

此套教材计有:维修电工生产实习、电工生产实习、数学、物理、电工基础、机械知识、机械制图、电气制图、电子技术基础、电机与变压器、电工仪表与测量、电力拖动控制线路、企业供电系统及运行、安全用电、电工材料等 15 种。

组织修订教材的工作得到了黑龙江、山东、上海、江苏、浙江、河南、陕西、四川、江西、湖南、广西、福建、云南及沈阳、大连、重庆等省市自治区及计划单列市劳动厅(局)的大力支持和协助,在此表示衷心地感谢。

由于技工学校教学改革正在研究探索之中,此次修订的教材肯定还会存在一些缺点和不足,恳切希望读者提出宝贵意见,以便在适当时候再次进行修订,使之更加完善。

劳动部培训司

目 录

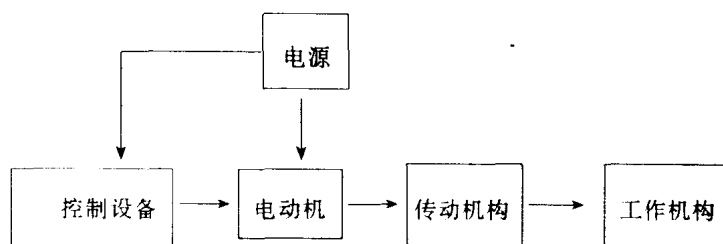
绪论	(1)
第一章 常用低压电器	(4)
§ 1-1 电器的基本知识	(4)
§ 1-2 低压开关	(7)
§ 1-3 主令电器	(16)
§ 1-4 熔断器	(29)
§ 1-5 接触器	(37)
§ 1-6 继电器	(50)
§ 1-7 电磁铁	(73)
§ 1-8 低压电器的常见故障及维修	(80)
习题	(89)
第二章 电动机的基本控制线路	(92)
§ 2-1 三相异步电动机的正转控制线路	(92)
§ 2-2 三相异步电动机的正反转控制线路	(98)
§ 2-3 位置控制与自动往返控制线路	(103)
§ 2-4 顺序控制与多地控制线路	(105)
§ 2-5 三相异步电动机降压启动控制线路	(110)
§ 2-6 绕线式异步电动机的启动与调速线路	(128)
§ 2-7 三相异步电动机的制动控制线路	(137)
§ 2-8 多速异步电动机的控制线路	(149)
§ 2-9 电动机控制的一般原则	(155)
§ 2-10 并励直流电动机的基本控制线路	(158)
§ 2-11 串励直流电动机的基本控制线路	(163)
§ 2-12 同步电动机的控制线路	(166)
§ 2-13 电动机的保护	(168)
§ 2-14 电动机的选择	(170)
习题	(175)
第三章 常用生产机械控制线路	(180)
§ 3-1 车床控制线路	(180)
§ 3-2 钻床控制线路	(193)
§ 3-3 磨床控制线路	(198)
§ 3-4 万能铣床控制线路	(213)

§ 3-5 镗床控制线路	(220)
§ 3-6 桥式起重机控制线路	(232)
§ 3-7 机床电气维修方法	(239)
习题	(248)
第四章 晶闸管——电动机自动调速线路	(250)
§ 4-1 调速系统的静态指标	(250)
§ 4-2 开环与闭环调速系统	(253)
§ 4-3 转速负反馈自动调速线路	(258)
§ 4-4 比例调节器及其应用	(264)
§ 4-5 电压负反馈及电流正反馈自动调速线路	(265)
§ 4-6 具有电流截止负反馈的自动调速线路	(267)
§ 4-7 电压微分负反馈和电流微分负反馈	(270)
§ 4-8 直流调速系统实例	(272)
习题	(281)
第五章 可编程序控制器	(282)
§ 5-1 概述	(282)
§ 5-2 C 系列 P 型 PC 的系统构成	(288)
§ 5-3 指令系统	(294)
§ 5-4 编程方法及编程器的使用	(304)
§ 5-5 可编程序控制器的应用	(317)
习题	(322)

绪 论

在工业、农业和交通运输等部门中,大量地使用着各种各样的生产机械,如车床、磨床、刨床、铣床、运输机、造纸机、轧钢机等。生产机械中一些部件的运动,需要原动力来拖动。自 19 世纪有了电动机以后,由于电力在传输、分配、使用和控制方面的优越性,使电动机拖动获得了广泛应用。我们把用电动机来拖动生产机械,称为电力拖动。

尽管电力拖动系统千变万化,但从大的方面看,无非包括以下几个部分:电动机、生产机械的工作机构、传动机构、电气控制线路(或其它控制设备)以及电源。如下图所示。



下面对各主要部分做简要介绍:

1. 电动机

电动机是生产机械中的原动机,是实现把电能转换为机械能的部件,有交流电动机和直流电动机之分。

交、直流电动机的根本不同在于,交流电动机免除了内部电流机械式换向器——整流子。因此,交流电动机具有结构简单、造价低、容易维护等许多优点,在生产机械中得到广泛应用。但由于直流电动机具有良好的启动、制动特性和调速性能,能在很宽的范围内平滑调速,所以在对调速性能要求较高的场合,直流电机拖动则占主要地位。

2. 控制设备

控制设备是控制电动机运转的设备,是由各种控制电器(如开关、按钮、熔断器、接触器、继电器等)按一定要求和规律组成的控制线路和设备,用以控制电动机的运行(启动、制动、调速和反转等)。

3. 传动机构

传动机构是电动机与生产机械的工作机构之间传递动力的装置,如减速箱、皮带、联轴节等。

4. 工作机构

工作机构是生产机械中直接进行生产加工的机械设备,可以认为是电动机的负载。

目前,除一部分生产机械采用气动或液压拖动外,大多数的生产机械都采用电力拖动,这是因为电力拖动有其一系列的优点:

(1) 电能的输送简便经济 特别是能远距离输送,分配简单,检测方便,价格低廉。

(2) 效率高 由于原动机(电动机)与被拖动机械的连接简便,因此损耗少,控制方便,效率高。

(3) 调节性能好:电动机的型式与种类很多,具有各种各样的特性,可适应不同生产机械的需要,且电力拖动的启动、制动、反向与调速等控制简便迅速,能实现较理想的控制目的。

(4) 易于实现生产过程自动化:由于电力拖动可以实现远距离控制与自动调节,便于集中管理,因而能够实现生产过程的自动化。

因此,电力拖动已成为现代工业生产高度电气化、自动化的基础与核心,而实现工业企业的电气化和自动化对于提高产品质量,改善工人的劳动条件,增加工作可靠性及提高生产率均有着重大意义。

电力拖动的发展过程:

19 世纪末,在生产机械的拖动系统中,电动机逐渐代替了蒸汽机,出现了电力拖动。按电动机的组合数量分,电力拖动经历了三个阶段:

1. 成组拖动

19 世纪末,交、直流电动机相继出现,最初由一台电动机拖动传动轴,再由传动轴经过皮带或绳索来分别拖动许多生产机械,称为成组拖动。这种拖动方式机构复杂、传递路径长、损耗大、生产灵活性也小、工作中极不安全,因此已被淘汰。

2. 单电机拖动

20 世纪 20 年代,出现了单独拖动形式,即一台电动机拖动一台生产机械,称为单电机拖动。这种拖动简化了中间传动机构,降低能量传送中的损失,提高生产率,同时也可充分利用电动机的调速性能,并易于实现自动控制。

3. 多电机拖动

20 世纪 30 年代,随着现代工业生产的迅速发展,单电动机拖动已不能满足较复杂的生产机械对各种运动形式实现自动控制的要求,因而出现了在一台生产机械中由多台电动机分别拖动不同的运动机构,称为多电机拖动。这种拖动方式不但简化了机床本身的机械结构,提高了传动效率,而且生产机械各运动部分能够选择最合理的运动速度,缩短了工时,也便于分别控制。目前,常用的生产机械绝大多数都采用单独拖动或多电机拖动。

在电力拖动方式的演变过程中,电力拖动的控制方式也由手动控制逐步向自动控制方向发展。这种发展和更新是与电机、电器制造业以及各种自动化元件的发展密不可分的。下面介绍电力拖动控制方式的几个发展阶段:

1. 继电接触式有触点断续控制

继电接触式控制产生于本世纪 20~30 年代。最初是采用一些手动电器(如开关、按钮等)来控制执行电器(电动机),称为手动控制。它适合于那些容量小,不需频繁操作的场合,后来发展为采用继电器、接触器、位置开关、保护元件等的自动控制方式,通常叫作电器控制。这种控制是操作者通过主令电器接通继电器、接触器,再通过它们的触头接通或断开电动机线路,从而实现电动机的自动启动、制动、反向、调速与停车等操作。

继电接触式有触点控制只有通和断两种状态,其控制作用是断续的,也就是说只能控制信号的有无,而不能连续地控制信号的变化。但这种控制方法简单直接、工作稳定、成本低,能在一定范围内适应单机和生产自动线的需要,在工矿企业中仍被广泛采用。

2. 直流电动机连续控制

由于直流电机调速性能好,调速范围可相应的扩大,调速精度高,调速平滑性强,在 30 年代出现直流发电机——电动机组的调速系统,以及 40~50 年代通过电机放大机和磁放大器元件实现控制的自动调速系统。

随着半导体技术的发展,60 年代出现了大功率整流元件——晶闸管,组成了先进的用途广泛的晶闸管——电动机连续控制系统。目前,由于功率电子器件的不断更新与发展,晶闸管直流拖动系统已得到了广泛的应用,并正向大容量的方向发展。

3. 可编程无触点断续控制

继电接触器控制系统,由于它的固定接线,使用的单一性,即一台控制装置只能针对某一种固定程序的设备,一旦工艺流程有所变动,就得重新配线。这就满足不了对程序经常改变、控制要求比较复杂的系统的需要。

多年来,一种新型的控制装置——可编程序控制器,得到迅速发展,它通过编码,逻辑组合来改变程序,实现对程序需要经常变动的控制要求,它具有通用性强、程序可变、编程容易,可靠性高,使用维护方便等特点,具有广阔的应用前途。

4. 采样控制

由于数控技术的发展和电子计算机的应用,出现了控制间隔极短的断续控制,即采样控制。使电力拖动系统又发展到了一个新的水平,向着生产过程自动化的方向迈进。应用电子计算机可以不断地处理复杂生产过程中的大量数据,由此可以计算出最佳参数,然后通过自动控制设备及时调整各部分生产机械,使之保持最合理的运行状态,实现整个生产过程的自动化。

习 题

- 0-1 什么叫电力拖动?
- 0-2 电力拖动系统有哪几个主要组成部分?各部分的作用是什么?
- 0-3 相对于其它方式的拖动,电力拖动有什么优点?
- 0-4 电力拖动的控制方式经历了哪几个发展阶段?

第一章 常用低压电器

电器是所有电工器械的简称。

凡是根据外界特定的信号和要求,自动或手动接通和断开电路,断续或连续地改变电路参数,实现对电路或非电现象的切换、控制、保护、检测和调节的电气设备均称为电器。

电器在输配电系统、电力拖动和自动控制系统中,均起着极其重要的作用。它广泛应用于电能的生产;电力的输送与分配;电气网络和电气设备的控制、保护;电路参数的检测和调节;非电现象的转换等方面。

随着科学技术的飞速发展,工业、企业自动化程度的不断提高,电器的使用范围日益扩大,品种规格也不断增加,某些产品正在更新换代。同时,电子技术也开始在电器中得到应用。

本章主要介绍用于电力拖动及自动控制系统中常用的几种低压电器。

§ 1-1 电器的基本知识

一、电器的分类

电器的用途广泛、职能多样,因而品种规格繁多,构造及工作原理各异。有各种的分类方法。

(一)按工作电压高低分

1. 高压电器——额定电压 3 千伏及以上的电器。
2. 低压电器——交、直流电压 1200 伏及以下的电器。

低压电器按它在电气线路中的地位和作用可分为低压配电电器和低压控制电器两大类。低压配电电器主要有刀开关、转换开关、熔断器和自动开关等。低压控制电器主要有接触器、继电器、主令电器和电磁铁等。

(二)按动作方式分

1. 自动切换电器——依靠本身参数的变化或外来信号的作用,自动完成接通或分断等动作。
2. 非自动切换电器——主要是用手直接操作来进行切换。

(三)按执行功能分

1. 有触点电器——有可分离的动触点和静触点,利用触点的接触和分离来实现电路的通断。
2. 无触点电器——没有触点,主要利用晶闸管的开关效应,即导通或截止来实现电路的通断。

使用中有触点电器占多数,随着电子技术的发展,无触点电器也日趋广泛。

二、低压电器产品标准

低压电器产品标准内容通常包括产品的用途、适用范围、环境条件、技术性能要求、试验项

目和方法、包装运输的要求等,它是制造厂和用户制造和验收的依据。

低压电器标准按内容性质可分为基础标准、专业标准和产品标准三大类。按批准标准的级别则分国家标准(GB)、部标准(JB)和局批企业标准(JB/DQ)三级。

三、常用术语

(一)闭合时间

开关电器从闭合操作开始瞬间起到所有极的触头都接触瞬间为止的时间间隔。

(二)断开时间

开关电器从断开操作开始瞬间起到所有极的触头都分开瞬间为止的时间间隔。

(三)通断时间

从电流开始在开关电器一个极流过瞬间起到所有极的电弧最终熄灭瞬间为止的时间间隔。

(四)分断能力

电器在规定的条件下,能在给定的电压下分断的预期分断电流值。

(五)接通能力

开关电器在规定的条件下,能在给定的电压下接通的预期接通电流值。

(六)通断能力

开关电器在规定的条件下,能在给定电压下接通和分断的预期电流值。

(七)操作频率

开关电器在每小时内可能实现的最高操作循环次数。

(八)通电持续率

电器的有载时间和工作周期之比,常用以百分数表示。

(九)机械寿命

机械开关电器在需要修理或更换机械零件前所能承受的无载操作循环次数。

(十)电气寿命

在规定的正常工作条件下,机械开关电器不需要修理或更换零件的负载操作循环次数。

四、低压电器产品型号类组代号

目前我国均用汉语拼音字母及阿拉伯数字来表示这些产品。

低压电器产品型号类组代号见表 1-1。

表 1-1 低压电器产品型号类组代号表

代号	名 称	A	B	C	D	G	H	J	K	L	M	P	Q	R	S	T	U	W	X	Y	Z
H	刀开关和 转换开关				刀开 关		封闭 式负 荷开 关		开 启 负 荷开 关					熔断 器刀 开关	刀形 转换 开关					其它	组合 开关
R	熔断器			插入 式			汇流 排式			螺旋 式	密封 式				快速	有填 料管 式			限流	其它	
D	自动开关									照明 式	灭磁 式				快速			柜架式 ①	限流	其它	塑料② 外壳式
K	控制器					鼓形					平面					凸轮				其它	

(续)

代号	名称	A	B	C	D	G	H	J	K	L	M	P	Q	R	S	T	U	W	X	Y	Z
C	接触器					高压		交流				中频			时间					其它	直流
Q	起动器	按钮式		磁力				减压							手动		油浸		星三角	其它	综合
J	控制继电器									电流				热	时间	通用		温度		其它	中间
L	主令电器	按钮							主令控制器						主令开关	足踏开关	旋钮	万能转换开关	行程开关	其它	
Z	电阻器		板形元件	冲片元件		管形元件									烧结元件	铸铁元件			电阻器	其它	
B	变阻器			旋臂式						励磁		频敏	起动		石墨	起动调速	油浸起动	液体起动	滑线式	其它	
T	调整器				电压																
M	电磁铁												牵引					起重			制动
A	其它		保护器	插销	灯		接线盒			铃											

① 原称万能式； ② 原称装置式。

其加注通用派生字母对照见表 1-2。

表 1-2 通用派生代号表

派生字母	代 表 意 义
A、B、C、D……	结构设计稍有改进或变化
J	交流、防溅式
Z	直流、自动复位、防震、重任务
W	无灭弧装置
N	可逆
S	有锁住机构、手动复位、防水式、三相、三个电源、双线圈
P	电磁复位、防滴式、单相、两个电源、电压
K	开启式
H	保护式、带缓冲装置
M	密封式、灭磁
Q	防尘式、手牵式
L	电流的
F	高返回、带分励脱扣

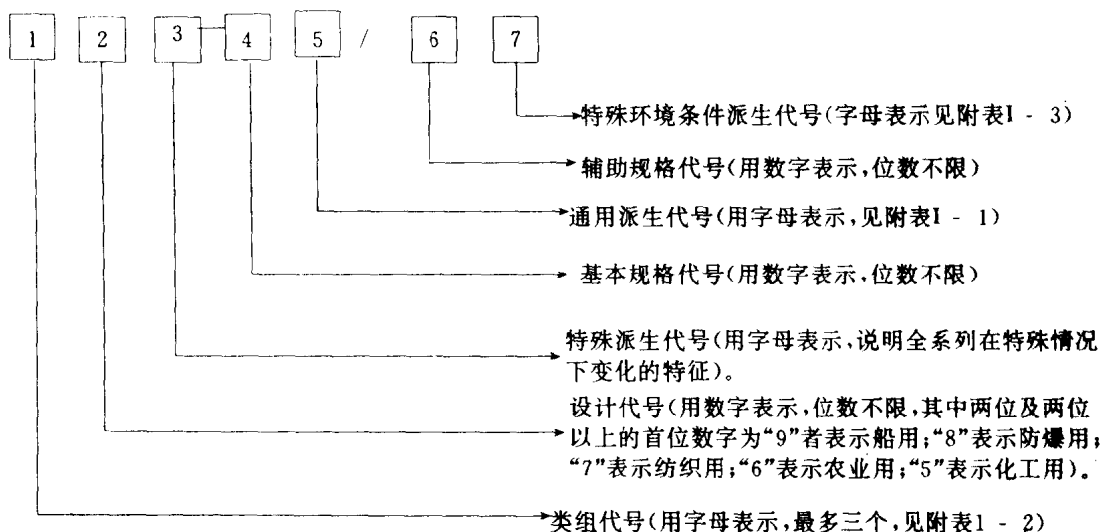
特殊环境条件下派生代号见表 1-3。

附表 1-3 特殊环境条件派生代号表

派生字母	说 明	备 注
T	按湿热带临时措施制造	此项派生代号加注在产品全型号后
TH	湿热带	
TA	干热带	
G	高原	
H	船用	
Y	化工防腐用	

低压电器产品全型号组成形式。

低压电器产品全型号组成形式



对于从国外引进的产品,则仍按其原型号。

§ 1-2 低 压 开 关

低压开关主要用作隔离、转换以及接通和分断电路用。多数作为机床电路的电源开关、局部照明电路的控制,有时也可用来直接控制小容量电动机的启动、停止和正反转控制。

低压开关一般为非自动切换电器,常用的主要类型有刀开关、转换开关和自动空气开关等。

一、刀开关

普通刀开关是一种结构最简单且应用最广泛的低压电器。

刀开关的典型结构如图 1-1 所示。

它由操作手柄、动触刀、静夹座、进线座、出线座和绝缘底板组成。推动手柄使动触刀插入静夹座中,电路就会被接通。

刀开关的种类很多,这里只介绍两种带有熔断器的常用刀开关。

(一)瓷底胶盖闸刀开关(以下简称闸刀开关)

瓷底胶盖闸刀开关又称开启式负荷开关。图 1-2 为 HK 系列闸刀开关结构图。它由刀开关和熔断器组合而成,均装在瓷底板上。

刀开关装在上部,由进线座和静夹座组成;熔断器装在下部,由出线座、熔丝和动触刀组成;动触刀上端装有瓷质手柄便于操作;上下两部分用两个胶盖以

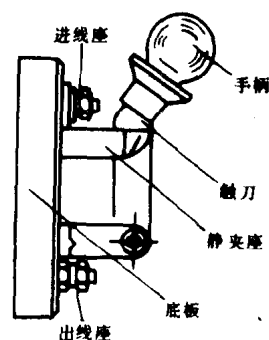


图 1-1 刀开关典型结构

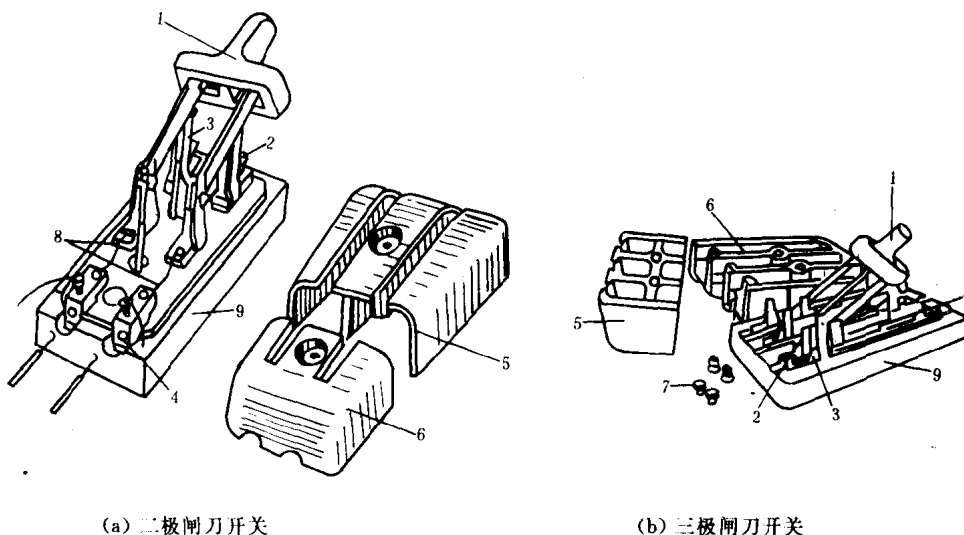


图 1-2 HK 系列瓷底胶盖刀开关

1—瓷质手柄 2—进线座 3—静夹座 4—出线座 5—上胶盖
6—下胶盖 7—胶盖固定螺母 8—熔丝 9—瓷底座

紧固螺丝固定,将开关零件罩住防止电弧或触及带电体伤人,胶盖上开有与动触刀数(极数)相同的槽,便于动触刀上下运动与静夹座分合操作。

HK 系列闸刀开关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,若带一般性负载操作时,应动作迅速,使电弧较快的熄灭,一方面不易灼伤人手,同时也减少电弧对动触刀和静夹座的灼损。

由于这种开关易被电弧灼损,引起接触不良等故障,因此不宜分断有负载的电路,适于接通或断开有电压而无负载电流的电路。但因其结构简单、操作方便、价格便宜,在一般的照明电路和功率小于 5.5 千瓦电动机的控制电路中仍可采用。用于照明电路时可选用额定电压 220 伏或 250 伏,额定电流等于或大于电路最大工作电流的两极开关;用于电动机的直接启动时,可选用额定电压 380 伏或 500 伏,额定电流等于或大于电动机额定电流 3 倍的三极开关。

对闸刀开关的安装也应加注意,一般说必须垂直安装在控制屏或开关板上,不能倒装,接通状态手柄应该朝上,否则在分断状态闸刀开关有松动落下造成误接通的可能。接线时进线和出线不能接反,否则在更换熔丝时会发生触电事故。

闸刀开关在电气原理图中的符号如图 1-3 所示。

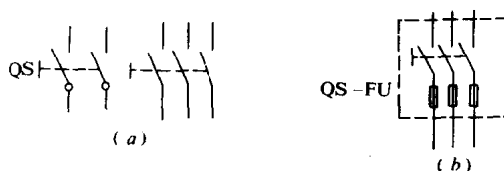


图 1-3 刀开关符号

(a) 刀开关 (b) 带熔断器刀开关

常用的闸刀开关有 HK1 系列、HK2 系列, HK1 系列为全国统一设计产品。

HK1 系列开启式负荷开关基本技术参数如表 1-4 所示。

表 1-4

HK1 系列开启式负荷开关基本技术参数

型 号	极数	额定电流值 (A)	额定电压值 (V)	可控制电动机 最大容量值 (kW)		配用熔丝规格				
						熔 丝 成 分			熔 丝 线 径 ϕ (mm)	
				220V	380V	铅	锡	锑		
HK1-30	15	2	15	220					1.45~1.59	
	2	30	220						2.30~2.52	
	60	2	60	220					3.36~4.00	
HK1-30	15	3	15	380	1.5	2.2	98%	1%	1%	1.45~1.59
	3	30	380	3.0	4.0	2.30~2.52				
	60	3	380	4.5	5.5	3.36~4.00				

(二)铁壳开关

铁壳开关又称封闭式负荷开关。它是在闸刀开关基础上改进设计的一种开关。其灭弧性能、操作性能、通断能力、安全防护性能等都优于闸刀开关。因外壳多为铸铁或用薄钢板冲压而成,故称为铁壳开关。

常用的铁壳开关有 HH3、HH4 系列,其中 HH4 系列为全国统一设计产品,可取代同容量的其他系列老产品。外形及结构如图 1-4 所示。

铁壳开关主要由触头系统(包括动触刀和静夹座)、操作机构(包括手柄、转轴、速断弹簧)、熔断器、灭弧装置及外壳构成。

HH 系列铁壳开关的触头和灭弧有两种形式,一种是双断点楔形转动式触头,其动触刀为 U 形双刀片固定在方形绝缘转轴上,静夹座固定在瓷质 E 形灭弧室上,两断口间还隔有瓷板;另一种是单断点楔形触头,其结构与一般闸刀开关相仿,灭弧室是由钢纸板夹上去离子栅片构成的。

铁壳开关配用的熔断器,额定电流为 60 安及以下者,配用瓷插式熔断器;额定电流为 100 安及以上者,配用无填料封闭管式熔断器。

铁壳开关的操作机构具有以下两个特点:一是采用贮能分合闸方式,这种贮能操作机构是一根一端装在外壳上,另一端扣在操作手柄转轴上的弹簧。当转动操作手柄使开关合闸或分闸时,在开始阶段,闸刀不移动,只使弹簧被拉伸,从而贮存一定的能量,一旦转轴转过了某一角度,弹簧力就使动触刀迅速地插入或离开静夹座,其分合速度与手柄操作速度无关。这样以来,大大地提高了开关的合闸和分闸速度,缩短了开关的通断时间,因而也提高了开关的通断能力和降低了触头系统的电气磨损,延长了开关的使用寿命。第二是设有联锁装置,保证开关在合闸状态开关盖不能开启,而当开关盖开启时又不能合闸。联锁装置的采用,既有助于充分发挥外壳的防护作用,又保证了更换熔丝等操作的安全。

铁壳开关可分为一般用途负荷开关和高分断能力的负荷开关两种。额定电流为 60 安及以下者为一般用途的负荷开关,且有一定的分断能力,可接通、分断 4 倍额定电流 10 次,接通分

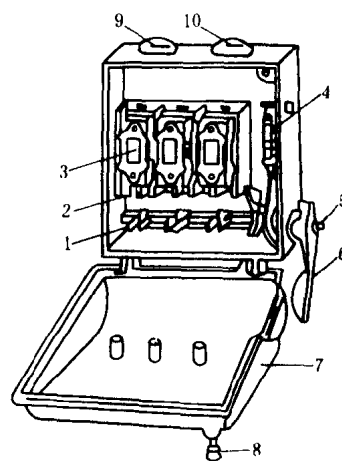


图 1-4 HH 系列铁壳开关

- 1—U 形动触刀 2—静夹座
3—瓷插式熔断器 4—速断弹簧
5—转轴 6—操作手柄
7—开关盖 8—开关盖锁紧螺栓
9—进线孔 10—出线孔

断额定电流不少于 5000 次,适用于工矿企业电气装置,农村电力排灌及电热照明等各种配电设备,作为手动不频繁地通断有负载电路,或启动与停止电动机以及作为线路末端的短路保护之用。对于控制小型异步电动机,开关的额定电流可根据表 1-5 选择。

表 1-5 封闭式负荷开关与可控制电动机容量的配合

额 定 电 流 值 (A)	可控电动机最大容量值(kW)		
	220V	380V	500V
10	1.5	2.7	3.5
15	2.0	3.0	4.5
20	3.5	5.0	7.5
30	4.5	7.0	10
60	9.5	15	20

额定电流为 100 安及以上者为高分断能力负荷开关,分断能力为 50 千安,额定电流至 400 安,能用作手动不频繁地接通与分断负载电路,并运用于短路电流较大的场合。根据使用经验,用高分断能力的负荷开关来控制较大容量的电动机很不相宜,有可能发生飞弧灼手事故。

HH4 系列负荷开关技术数据见表 1-6。

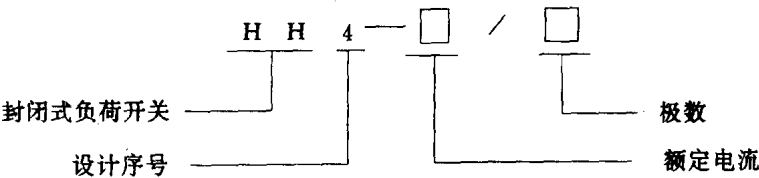
表 1-6 HH4 系列封闭式负荷开关基本技术参数

额定电流值 (A)	额定电压值 (V)	极数	熔 体 主 要 参 数			触头极限接通电流值 (A)		熔断器极限分断电流值 (A)	
			额定电流值 (A)	材料	线径值 (mm)	电流	cosφ	电流	cosφ
15	380	2	6	软铅丝	1.08	60	0.4	500	0.8
			10		1.25				
			15		1.98				
30		3	20	紫铜丝	0.61	120	0.4	1500	0.7
			25		0.71				
			30		0.80				
60			40		0.92	240	0.4	3000	0.6
			50		1.07				
			60		1.20				

铁壳开关使用注意事项：

1. 铁壳开关不允许随意放在地面上使用。
2. 操作时要在铁壳开关的手柄侧,不要面对开关,以免意外故障电流使开关爆炸铁壳飞出伤人。
3. 开关外壳应可靠接地,防止意外漏电造成触电事故。

型号意义



铁壳开关在电气原理图中的符号和图 1-3(b)所示相同。

二、转换开关

转换开关又称组合开关,它实质上也是一种特殊刀开关,只不过一般刀开关的操作手柄是在垂直于安装面的平面内向上或向下转动,而转换开关的操作手柄则是在平行于其安装面的平面内向左或向右转动而已。它具有多触头、多位置、体积小、性能可靠、操作方便、安装灵活等特点。多用在机床电气控制线路中作为电源的引入开关,也可以用作不频繁地接通和断开电路、换接电源和负载以及控制 5 千瓦及以下的小容量异步电动机的正反转和星三角启动。

转换开关按操作机构可分为无限位型和有限位型两种,其结构略有不同。

(一)无限位型转换开关

无限位型转换开关手柄可以在 360° 范围内旋转,无固定方向、无定位限制。常用的是全国统一设计产品 HZ10 系列,其外形与结构如图 1-5 所示。它是由多节触片分层组合而成,故又称组合开关。

由图中可以看出,开关的动触片和静触片分别装在数层成型的胶木绝缘垫板内,绝缘垫板可以一层一层的堆叠起来,最少的一层,最多的可达六层。通过选择不同类型的动触片,按照不同方式配置动触片和静触片,然后叠起来,可得到 30 余种接线方案,使用十分方便。

动触片由两片磷铜片或硬紫铜片与具有良好消弧性能的绝缘钢纸板铆合而成,它们一起套在附有手柄的方形绝缘转轴上,两个静触片则分置于胶木绝缘垫板边沿上的两个凹槽内。当方轴转动时,便带动动触片与静触片接触或分离,达到接通或分断电路的目的。

在转换开关的上部有导板、滑板、凸轮、扭簧及手柄等零件构成的操作机构,该机构由于采用了扭簧贮能,可使开关快速闭合或分断,能获得快速动作,从而提高开关的通断能力,使动静触片的分合速度与手柄旋转速度无关。

转换开关在电气原理图中的符号如图 1-5(c)所示。

(二)有限位型转换开关

有限位型转换开关也叫可逆转换开关或倒顺开关,它只能在 90° 范围内旋转,有定位限制,类似双掷开关那样,即所谓两位置转换类型。常用的为 HZ3 系列,其外形与结构如图 1-6 所示。

HZ3-132 型转换开关的手柄有倒、停、顺三个位置,手柄只能从“停”位置左转 45° 和右转 45° 。移去上盖可见两边各装有三个静触头,右边标符号 L1、L2 和 W,左边标符号 U、V 和 L3,如图 1-6(b)所示。转轴上固定着六个不同形状的动触头,其中四个 I_1 、 I_2 、 I_3 、 II_1 是同一形状,余者 II_2 、 II_3 为另一种形状,如图 1-6(c)所示。六个动触头分成两组,每组三个,其中 I_1 、 I_2 、 I_3 为一组, II_1 、 II_2 、 II_3 为一组。两组动触头不同时与静触头接触。

HZ3 系列转换开关多用于控制小容量异步电动机的正、反转及双速异步电动机 Δ/YY 、

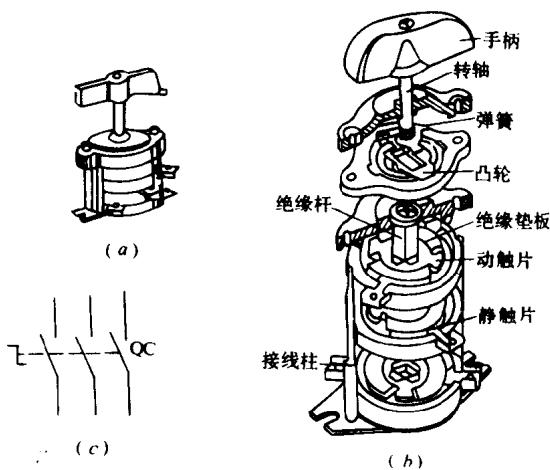


图 1-5 HZ10-10/3 型转换开关

(a) 外形 (b) 结构 (c) 符号

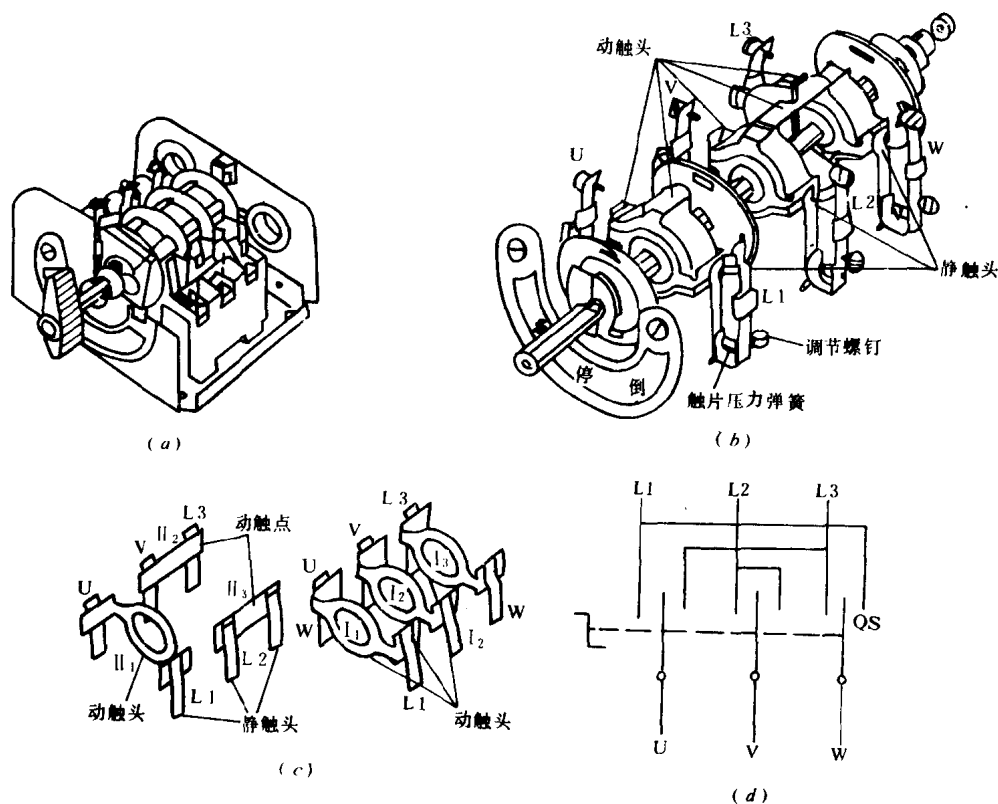


图 1-6 HZ3-132 型倒顺开关

(a) 外形 (b) 结构 (c) 触头 (d) 符号

Y/YY 的变速切换。

转换开关是根据电源种类、电压等级、所需触头数、接线方式进行选用。应用转换开关控制异步电动机的启动、停止时，每小时的接通次数不超过 15~20 次，开关的额定电流也应选得略大一些，一般取电动机额定电流的 1.5~2.5 倍。用于电动机的正、反转控制时，应当在电动机完全停止转动后，方可允许反向启动，否则会烧坏开关触头或造成弧光短路事故。

HZ5、HZ10 系列转换开关主要技术数据如表 1-7 所示。

表 1-7 常用组合开关主要技术数据

型 号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	控制功率 (kW)	用 途	备 注
HZ5-10 HZ5-20 HZ5-40 HZ5-60	交流 380	10 20 40 60	1.7 4 7.5 10	在电气设备中作电源引入， 接通或分断电路、换接电源或 负载(电动机等)	可取代 HZ1~3 等老 产品
HZ10-10 HZ10-25 HZ10-60 HZ10-100		10 25 60 100			
	直流 220	10 25 60 100		在电气线路中作接通和分 断电路；换接电源或负载；测 量三相电压；控制小型异步电 动机正反转	可取代 HZ1、HZ2 等老 产品

注：HZ10-10 为单极时，其额定电流为 6 安，HZ10 系列具有二极和三极。

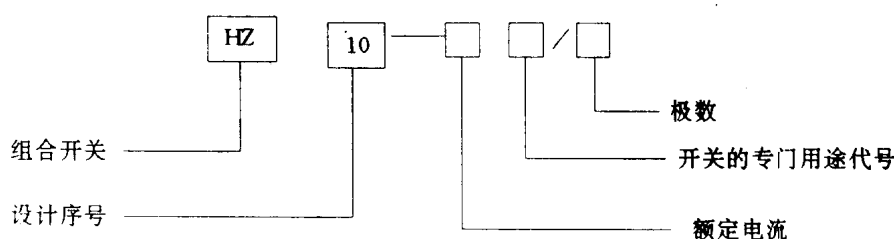
HZ3 系列转换开关的型式和用途如表 1-8 所示。

表 1-8 HZ3 系列组合开关的型式和用途

型号	额定电流 (A)	电动机容量(kW)			罩壳	面板	手柄 型式	鼓轮 节数	安装地点	质量 (kg)	用 途
		220V	380V	500V							
HZ3-131	10	2.2	3	3	有	—	普通	3	机床外部	0.92	控制电动机起动、停止
HZ3-431	10	2.2	3	3	—	有	加长	3	机床内部	0.8	控制电动机起动、停止
HZ3-132	10	2.2	3	3	有	—	普通	3	机床外部	0.92	控制电动机倒、顺、停
HZ3-432	10	2.2	3	3	—	有	加长	3	机床内部	0.8	控制电动机倒、顺、停
HZ3-133	10	2.2	3	3	—	—	普通	3	控制屏	0.6	控制电动机倒、顺、停
HZ3-161	35	5.5	7.5	7.5	—	—	普通	6	控制屏	0.95	控制电动机倒、顺、停
HZ3-452	5(110 伏)2.5(220 伏)	—	—	—	—	有	加长	5	机床内部	1.15	控制电磁吸盘
HZ3-451	10	2.2	3	3	—	有	加长	5	机床内部	1.15	控制电动机 Δ /YY、 Y/YY 变速

HZ3 系列转换开关在电气原理图中的符号如图 1-6(d)所示。

型号意义



三、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,除能完成接通和分断电路外,尚能对电路或电气设备发生的短路、严重过载及失压等进行保护,同时也可用于不频繁地启动电动机。

自动空气开关具有操作安全、使用方便、工作可靠、安装简单、动作值可调、分断能力较高、兼顾多种保护功能、动作后不需要更换元件等优点。因此,获得广泛的应用。

(一)自动空气开关的分类

1. 按极数分:单极、两极和三极。
2. 按保护形式分:电磁脱扣器式、热脱扣器式、复式脱扣器式和无脱扣器式。
3. 按全分断时间分:一般式和快速式(先于脱扣机构动作,脱扣时间在 0.02 秒以内)。
4. 按结构型式分:塑壳式、框架式、限流式、直流快速式、灭磁式和漏电保护式。

电力拖动与自动控制线路中常用的自动空气开关为塑壳式,如 DZ5 系列和 DZ10 系列。DZ5 系列为小电流系列,其额定电流为 10~50 安;DZ10 系列为大电流系列,其额定电流等级有 100、250 和 600 安三种。

(二)自动空气开关的结构及工作原理