

· 全国纺织机电专业规划教材 ·

纺织设备电气控制

FANGZHI SHEBEI DIANQI KONGZHI

马子余 ◎主编

沈博侃 王 昕 ◎副主编

崔鸿钧 董方武 ◎主审



中国纺织出版社

全国纺织机电专业规划教材

纺织设备电气控制

马子余 主 编
沈博侃 王 昕 副主编
崔鸿钧 董方武 主 审



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书主要介绍了自动控制基本知识、常用低压电器、变频调速控制技术、棉纺机械电气控制和织机电气控制的原理及操作方法,重点介绍了新型棉纺织设备的电气控制原理及应用分析。

本书可作为高职高专院校、高级技工学校的纺织机电和纺织机械类专业教材,也可作为机电一体化技术等专业的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

纺织设备电气控制/马子余主编. —北京:中国纺织出版社, 2012.5

全国纺织机电专业规划教材

ISBN 978 - 7 - 5064 - 8464 - 0

I. ①纺… II. ①马… III. ①棉纺织设备—电气控制—高等职业教育—教材 IV. ①TS112

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 054020 号

策划编辑:崔俊芳 责任编辑:王军锋 责任校对:寇晨晨
责任设计:李 然 责任印制:何 艳

中国纺织出版社出版发行

地址:北京东直门南大街 6 号 邮政编码:100027

邮购电话:010—64168110 传真:010—64168231

<http://www.c-textilep.com>

E-mail: faxing@c-textilep.com

三河市华丰印刷厂印刷 三河市永成装订厂装订

各地新华书店经销

2012 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:10

字数:177 千字 定价:29.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

当前,国际纺织技术持续向优质、高产、自动化、连续化方向发展。发达国家以电子信息技术为主导,以新材料和高精度自动化机械加工技术为基础,运用光、机、电、气动、液压等技术,开发控制了一代又一代现代化新设备,实现了纺织生产过程各种工艺参数的在线检测、显示、自动控制和自动调节,实现了设备运行状态的自动监测、显示、甚至故障自动排除。

目前,纺织设备上普遍应用了变频调速、PLC 技术,相当一部分的纺机产品采用了工控机、单片机、可编程计算机控制器(PCC)、交流伺服系统、触摸屏人机界面以及现场总线技术等,显著提高了纺织设备的自动化水平。高度自动化的生产设备能严格按照设定的工艺要求,保证和提高产品质量,提高生产效率,降低产品成本,增强产品竞争力。

职业教育经过多年的发展,传统的教学方法已不能完全适应职业院校的人才培养模式,因此,“项目教学”、“模块教学”、“实验教学”、“行动导向”等新颖教学方法应运而生,并在实践中得到广大院校和师生的认可,已成为当前职业教育的主要教学方式。为此,我们编写了以模块教学为主的特色教材。

本教材在编写过程中坚持以能力为本位,以技能为抓手,以“模块教学”为主要教学方法,全书共分四大模块,模块一为自控基本知识与常用低压电器,模块二为变频调速控制技术,模块三为棉纺机械电气控制,模块四为织机电气控制,共分十七个课题。浙江纺织服装职业技术学院马子余老师编写了模块一和模块四,沈博侃老师编写了第三模块,王昕老师编写了第二模块。全书由马子余统稿。

本书模块一及模块二由董方武副教授审稿,模块三和模块四由崔鸿钧教授审稿。并得到了其他兄弟院校的大力支持,在此一并表示感谢。由于编者的经验和时间及水平有限,教材中不足之处,敬请各位同仁批评指正。

编著者
2012 年 2 月

模块一 自动控制基本知识与常用低压电器	1
课题1 水温自动控制系统的分析	1
一、课题引入	1
二、相关知识	2
(一) 自动控制系统的基本控制方式	2
(二) 自动控制系统的分类	4
(三) 对控制系统的性能要求	5
课题2 交流电动机正反转控制线路	7
一、课题引入	7
二、相关知识	7
(一) 低压开关电器	7
(二) 三相交流电动机正反转控制线路	22
模块二 变频调速控制技术	26
课题1 变频器的使用概况	26
一、课题引入	26
二、课题分析	26
三、相关知识	26
课题2 变频器的调速与控制思想	29
一、课题引入	29
二、课题分析	29
三、相关知识	29
(一) 变频器的调速原理	29
(二) 变频器的控制思想	32
课题3 变频器的硬件构成	41
一、课题引入	41
二、课题分析	41
三、相关知识	41
(一) 变频器的总体构成	41
(二) 变频器的主电路相关电路介绍	42

(三)变频器的主电路	55
课题4 变频器的应用范围与选型原则	58
一、课题引入	58
二、课题分析	58
三、相关知识	58
课题5 通用变频器的介绍	61
一、课题引入	61
二、课题分析	61
三、相关知识	61
(一)通用变频器的简介	61
(二)西门子 MM420 通用变频器	63
模块三 棉纺机械电气控制	70
课题1 自动抓棉机电气控制	70
一、课题引入	70
二、相关知识	70
课题2 混棉机电气控制	76
一、课题引入	76
二、相关知识	76
(一)功能介绍	76
(二)电路特点	76
(三)电气控制线路的组成和作用	76
(四)PLC 程序	80
课题3 开棉机电气控制	85
一、课题引入	85
二、相关知识	85
(一)功能介绍	85
(二)电路特点	86
(三)电气控制线路的组成和作用	86
(四)PLC 程序	90
课题4 清棉机电气控制	97
一、课题引入	97
二、相关知识	97
(一)功能介绍	97
(二)电路特点	98
(三)电气控制线路的组成和作用	98

(四)PLC 程序	103
课题5 成卷机电气控制	114
一、课题引入	114
二、相关知识	114
(一)功能介绍	114
(二)电路特点	114
(三)电气控制线路的组成和作用	115
(四)工作原理	117
课题6 梳棉机电气控制	118
一、课题引入	118
二、相关知识	118
(一)功能介绍	118
(二)电路特点	119
(三)电气控制线路的组成和作用	119
(四)工作原理	122
模块四 织机电气控制	124
课题1 剑杆织机电气控制	124
一、课题引入	124
二、电气控制过程工作原理	124
三、织机自动定位停车	126
课题2 SM 剑杆织机电气控制	129
一、课题引入	129
二、织机启动控制系统	129
三、织机停车制动控制系统	131
课题3 喷气织机电气控制	134
一、课题引入	134
二、ZAX-E 型喷气织机电气控制系统	135
(一)键盘显示部分	135
(二)主控制箱部分	136
(三)系统控制过程	136
三、电气控制线路的组成和作用	139
四、控制过程	140
课题4 TT-96 型织机电气控制系统	142
一、课题引入	142
二、电控系统的安装	142

三、电控系统的调试	143
四、TT-96 型织机电控系统使用说明	145
参考文献	151

模块一 自动控制基本知识与常用低压电器

在现代科学技术的许多领域中,自动控制技术得到了广泛的应用。自动控制是指在无人直接参与的情况下,利用控制装置操纵受控对象,使受控对象的被控量等于给定值或按给定信号变化规律而变化,如图 1-1 所示。由控制器与检测元件组成的控制装置以及受控对象为物理装置,而给定值和被控量均为一定形式的物理量。自动控制系统由控制装置和受控对象构成。

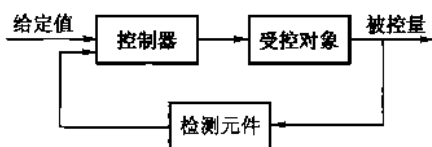


图 1-1 自动控制示意图

课题 1 水温自动控制系统的分析

✱ 知识点

- 自动控制的基本概念
- 开环控制和闭环控制
- 对控制系统性能的基本要求

✱ 技能点

- 能够分析简单的自动控制系统

一、课题引入

以水温自动控制系统为例(图 1-2),通过控制装置来调节蒸汽的流量,达到控制水温的目的。控制装置包括热敏测温元件、控制器、执行机构和阀门。给定值为要求达到的水温值,它可

以是与该水温值对应的不同形式的物理量。测温元件将检测到的水温值转换成与给定值相同的物理量,并馈送给控制器。控制器将给定值和检测值比较之后,发出控制信号。当水箱中的水温低于给定值的要求时,执行机构将阀门的开度增大,使更多的蒸汽流入,直至实际水温与给定值相符为止。反之,当水温偏高时,同样亦可进行相应的调节。这样,就实现了没有人直接参与的自动水温控制。

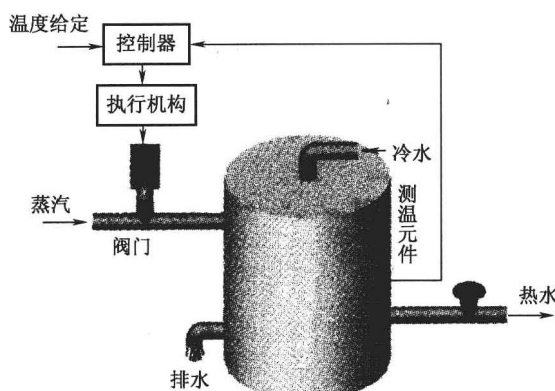


图 1-2 水温自动控制系统

要使自动控制系统能满足工程实际的需要,必须研究自动控制系统的结构、参数与系统性能之间的关系。为了分析方便,常用结构图来表示系统各个部件及变量之间的关系。图 1-3 为水温自动控制系统结构图。

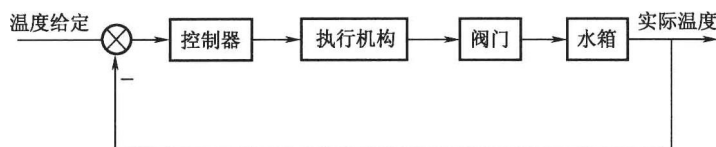


图 1-3 水温自动控制系统结构图

二、相关知识

(一) 自动控制系统的基本控制方式

自动控制系统一般有两种基本结构,对应着两种基本控制方式。

1. 开环控制

控制装置与受控对象之间只有顺向作用而无反向联系时,称为开环控制。

图 1-4 为一驱动盘片匀速旋转的转台,这种转台在 CD 机、计算机磁盘驱动器等许多现代装置中广泛应用。该系统利用电池提供与预期速度成比例的电压,直流放大器将给定信号作功率放大后,用来驱动直流电动机。作为执行机构,直流电动机的转速与加在其电枢上的电压成正比。

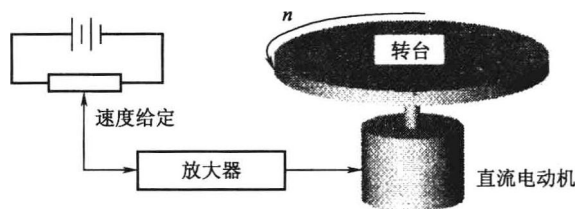


图 1-4 转台速度开环控制系统

上例系统结构如图 1-5 所示。该系统的被控量没有反馈到系统的输入端与给定量进行比较,即被控量不对系统产生控制作用,故属开环控制系统。这种转台需要在电动机或其他部件的参数发生变化的情况下,仍然保持恒定的转速,但在开环控制下是做不到这一点的。电动机和直流放大器受到的任何扰动,如电网电压的波动,环境温度变化引起的放大系数的变动等都会引起速度的改变,而这种变化未能被反馈至控制装置并影响控制过程。因此,系统无法克服由此产生的偏差。

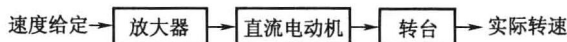


图 1-5 转台速度开环控制系统结构图

开环控制的特点是,系统结构和控制过程均很简单,但由于这类系统无抗扰能力,因而其控制精度较低,大大限制了它的应用范围。开环控制一般只能用于对控制性能要求不高的场合。

2. 闭环控制

控制装置与受控对象之间,不但有顺向作用,而且还有反向联系,即有被控量对控制过程的影响,这种控制称为闭环控制,相应的控制系统称为闭环控制系统。闭环控制又常称为反馈控制或按偏差控制。

图 1-6 为转台速度闭环控制系统,对应的系统结构如图 1-7 所示。

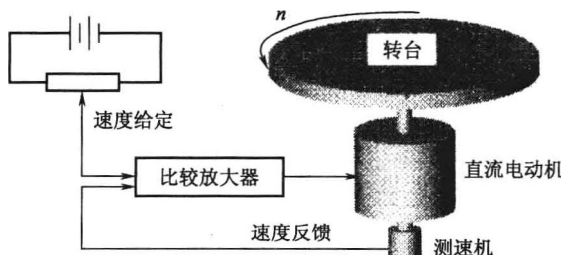


图 1-6 转台速度闭环控制系统

系统中,测速机是一种传感器,它能提供与转速成比例的电压信号。偏差电压信号是由对应预期速度的给定电压与测速机输出电压比较相减后得到的。当预期速度为定值,而实际速度受扰动的影响发生变化时,偏差电压也会随之变化,通过系统的调节,使实际速度接近或等于预

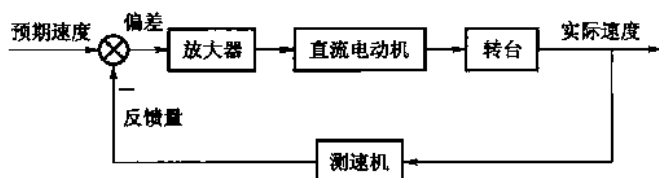


图 1-7 转台速度闭环控制系统结构图

期速度,从而消除扰动对速度的影响,提高系统的控制精度。

由上述例子可知,闭环控制系统具有如下特点。

(1) 由于系统的控制作用是通过给定值与反馈量的差值进行的,故这种控制常称为按偏差控制,又称反馈控制。

(2) 这类系统具有两种传输信号的通道:由给定值至被控量的通道称为前向通道;由被控量至系统输入端的通道叫反馈通道。

(3) 不论取什么物理量进行反馈,作用在反馈环内前向通道上的扰动所引起的被控量的偏差值,都会得到减小或消除,使得系统的被控量基本不受该扰动的影响。正是由于这种特性,使得闭环控制系统在控制工程中得到了广泛的应用。

自动控制原理中所讨论的系统主要是闭环控制系统。

(二) 自动控制系统的分类

自动控制系统的分类方法较多,常见的有以下几种。

1. 线性系统和非线性系统

由线性微分方程或线性差分方程所描述的系统称为线性系统;由非线性方程所描述的系统称为非线性系统。

2. 定常系统和时变系统

若系统微分方程的系数不是时间变量的函数,则称此类系统为定常系统,否则称为时变系统。

若线性系统微分方程的系数为常数,则称这类系统为线性定常系统。

3. 连续系统和离散系统

从系统中的信号来看,若系统各部分的信号都是时间的连续函数,即模拟量,则称此类系统为连续系统。若系统中有一处或多处信号为时间的离散函数,如脉冲或数码信号,则称之为离散系统。

4. 恒值系统、随动系统和程序控制系统

若系统的给定值为一定值,而控制任务就是克服扰动,使被控量保持恒值,此类系统称为恒值系统,如电动机速度控制、恒温、恒压、水位控制等。若系统给定值按照事先不知道的时间函数变化,并要求被控量跟随给定值变化,则此类系统称为随动系统,如火炮自动跟踪系统、轮船位置控制系统等。若系统的给定值按照给定的时间函数变化,并要求被控量随之变化,则此类系统称为程序控制系统,如数控伺服系统以及一些自动化生产线等。

此外,根据系统元部件的类型,还可分为机电控制系统、液压控制系统、气动系统以及生物系统等。根据系统被控物理量的不同,可分为位置控制系统、速度控制系统、温度控制系统等。

(三)对控制系统的性能要求

在控制过程中,一个理想的控制系统,始终应使其被控量(输出)等于给定值(输入)。但是,由于机械部分质量、惯量的存在,电路中储能元件的存在以及能源功率的限制,使得运动部件的加速度受到限制,其速度和位置难以瞬时变化。所以,当给定值变化时,被控量不可能立即等于给定值,而需要经过一个过渡过程,即动态过程。所谓动态过程就是指系统受到外加信号(给定值或扰动)作用后,被控量随时间变化的全过程。

动态过程可以反映系统内在性能的好坏,而常见的评价系统优劣的性能指标也是从动态过程中定义出来的。对系统性能的基本要求有三个方面。

1. 稳定性

稳定性是这样来表述的:系统受到外作用后,其动态过程的振荡倾向和系统恢复平衡的能力。如果系统受外作用力后,经过一段时间,其被控量可以达到某一稳定状态,则称系统是稳定的(图1-8),否则称为不稳定的(图1-9)。

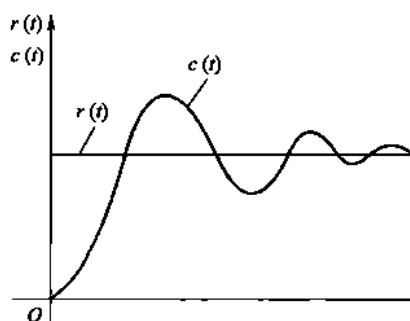


图1-8 稳定系统的动态过程

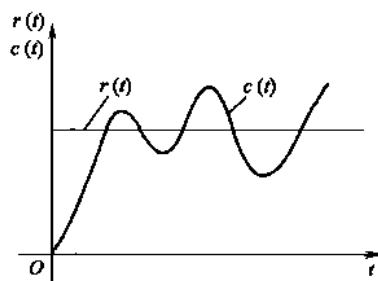


图1-9 不稳定系统的动态过程

显然,不稳定的系统是无法正常工作的。一个能在生产实际中应用的系统,不仅应具有稳定性,而且在动态过程中,被控量的振荡也不能过于强烈,否则不能满足生产实际的要求,甚至会导致系统部件的松动和被破坏。

2. 快速性

快速性是通过动态过程时间长短来表征的,如图 1-10 所示。过渡过程时间越短,表明快速性越好,反之亦然。快速性表明了系统输出 $c(t)$ 对输入 $r(t)$ 响应的快慢程度。系统响应越快,说明系统的输出复现输入信号的能力越强。

3. 准确性

准确性是由输入给定值与输出响应的终值之间的差值来表征的。它反映了系统的稳态精度。若系统的最终误差为零,则称为无差系统。

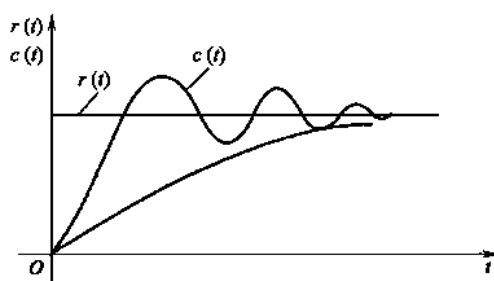


图 1-10 控制系统的快速性

稳定性、快速性和准确性往往是互相制约的。在设计与调试过程中,若过分强调系统的稳定性,则可能会造成系统响应迟缓和控制精度较低后果;反之,若过分强调系统响应的快速性,则又会使系统的振荡加剧,甚至引起不稳定。

自动控制系统的设计就是根据工作任务的不同,分析和设计自动控制系统,使其对三方面的性能有所侧重,并兼顾其他,以全面满足要求。

课题2 交流电动机正反转控制线路

※ 知识点

低压电器知识
基本电气控制线路

※ 技能点

能够掌握常用低压电器的使用,电动机基本控制线路的设计等

一、课题引入

以交流电动机正反转控制线路为例,学习掌握常用低压开关电器和电气控制线路的设计。

二、相关知识

(一) 低压开关电器

低压开关电器主要用于低压配电系统及电气控制系统中,对电路和电器设备进行不频繁通断、转换电源或负载控制,有时可直接控制小容量笼型异步电动机。开关电器主要有刀开关、组合开关和低压断路器等。

刀开关也称闸刀开关,是具有刀形触片的各类开关电器的总称,主要作为电源引入开关或不频繁接通或分断容量不太大的负载的电器。

刀开关的种类很多,根据工作原理、使用条件和结构形式的不同,刀开关可分为板用刀开关、刀形转换开关、开启式负荷刀开关(胶盖瓷底刀开关)、封闭式负荷刀开关(铁壳开关)、熔断器式刀开关、组合开关和低压断路器等。

1. 开启式负荷刀开关

(1) 开启式负荷刀开关的外形结构及符号。根据刀的极数和操作方式的不同,刀开关可分为单极、双极和三极。机床上常用的三极开关允许通过的电流有100A、200A、400A、600A、1000A等。通常,除特殊的大电流刀开关采用电动机操作外,一般都是采用手动操作的方式。

开启式负荷刀开关的外形结构及符号如图1-11所示,文字符号为QS。

接通操作时,用手握住手柄,使触刀绕铰链支座转动,推入插座内即完成接通操作(合闸)。分断操作(分闸)与接通操作相反,拉动手柄,使触刀脱离静插座。

开启式负荷刀开关可靠工作的关键之一是触刀与静插座之间良好的接触,这就要求它们之间有一定的接触压力。对于额定电流较小的刀开关,静插座使用硬紫铜制成,利用材料的弹性来产生所需的接触压力;对于额定电流较大的刀开关,可另外在静插座两侧加弹簧的方法进一

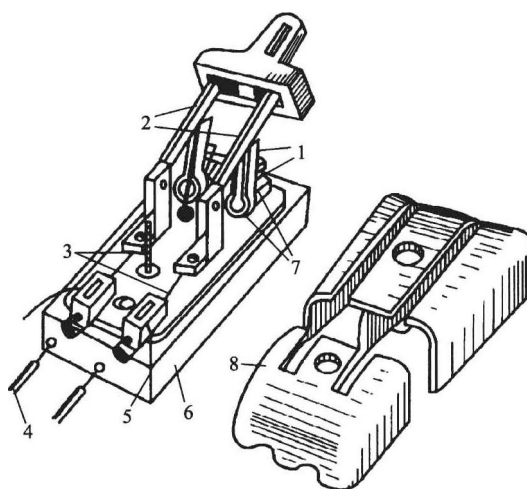


图 1-11 开启式负荷刀开关的外形结构及符号

1—电源进线座 2—刀片 3—熔丝 4—电源出线 5—负载接线座
6—瓷底座 7—静触头 8—胶盖

步增加接触压力。

开启式负荷刀开关的安装:手柄要向上,不得倒装或平装。如果倒装,则拉闸后手柄可能因自重下落引起误合闸而造成人身和设备安全事故。

开启式负荷刀开关的接线:电源进线接在上端的接线柱上,负载出线接在下端接线柱上。

(2) 开启式负荷刀开关的型号含义。开启式负荷刀开关有 HD(单投)系列和 HS(TJ,双投)系列,它们都适用于交流 50Hz、额定电压至 500V,直流额定电压至 440V、额定电流至 1500A 的成套配电装置中,在非频繁手动接通和分断的电路中使用,或作为隔离开关使用,其型号的含义如图 1-12 所示。

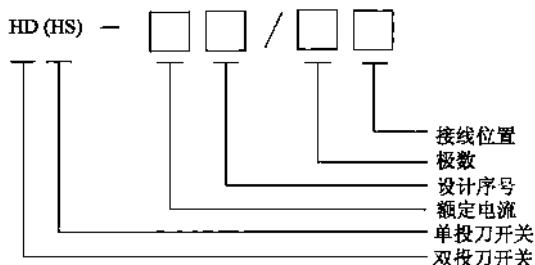


图 1-12 开启式负荷刀开关的型号含义

例如,HD-2511/39 表示手柄在中央、额定电流为 25A、三极、板后接线、单投刀开关。

(3) 主要技术参数。

额定电压——在规定条件下,刀开关长期工作中所能承受的最大电压。

额定电流——在规定条件下,刀开关在合闸位置允许长期通过的最大工作电流。

通断能力——在规定条件下,刀开关在额定电压时能接通和分断的最大电流。

电气寿命——在规定条件下,刀开关不经维修或更换零部件的额定负荷操作循环次数。

2. 组合开关

(1)组合开关的外形结构及符号。组合开关(转换开关)实质上也是一种刀开关,只是一般刀开关的操作手柄在垂直于其安装面的平面内向上或向下转动,而组合开关的操作手柄在平行于其安装面的平面内向左或向右转动。组合开关一般用于电器设备中作为非频繁接通和分断的电路、换接电源和负载、测量二相电压以及控制小容量异步电动机的正反转和星形、三角形降压启动等场所。

组合开关的外形结构及符号如图 1-13 所示,文字符号为 QS。

这种开关用 3 副静触片,每一静触片的一端固定在绝缘垫板上,另一端伸出盒外,并附有接线柱,以便和电源线及用电设备的导线相连。3 个动触片装在另外的绝缘垫板上,垫板套装在附有绝缘手柄的绝缘杆上,手柄能沿任何方向每次旋转 90°,带动 3 个动触片分别与 3 个静触片接通或断开。为了使开关在切断负荷电流时所产生的电弧能迅速熄灭,在开关的转轴上装有弹簧储能机构,使开关能快速闭合与分断,分断与闭合速度与手柄旋转速度无关。

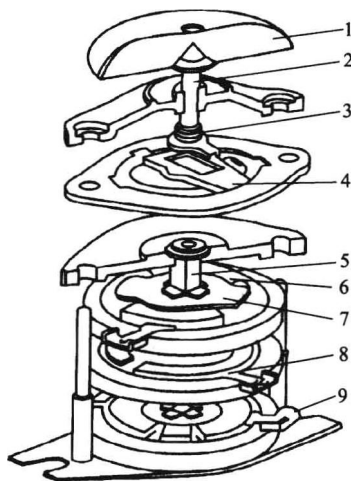


图 1-13 组合开关的外形结构及符号

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

组合开关的各触头状态可用文字叙述法、闭合表法和图示法 3 种方式表达。

(2)组合开关的型号含义。组合开关有 HZ10、HZ15 等系列,引进产品有德国西门子的 3LB、3LT 系列,型号含义如图 1-14 所示。

其中,类型:凡不标出类型代号(拼音字母)的,是同时通断或交替通断的产品;有 P 代号的,是 2 位转换的产品;有 S 代号的,是 3 位转换的产品;有 Z 代号的,是供转接电阻用的产品;有 X 代号的,是控制电动机作星形—三角形降压启动用的产品。交替通断的产品,其极数标志部分有两位数字;前一位数字表示在起始位置上接通的电路数;后一位数字表示总的通断电路