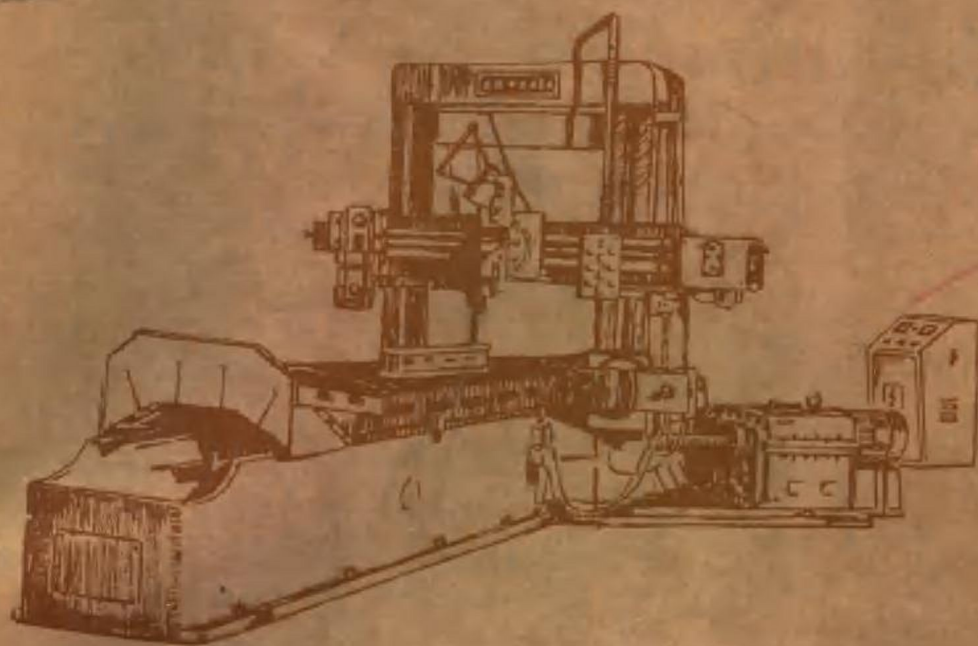


JICHUANGDIANQIDESHIYONGHEWEIXIU



机床电器的使用和维修

湖南科学技术出版社

机床电器的使用和维修

曹宇衡 编著

湖南科学技术出版社

一九七九年·长沙

内 容 提 要

本书是普及性科技读物。第1—3章介绍常用机床电器设备的原理、构造、典型产品的型号以及阅读机床电气线路图的基本知识；第4、5章讨论了常用机床电气控制线路及其设计方法；第6—8章叙述了工具仪表的使用、配线工艺、电器设备的维护和保养以及故障的检修方法；最后还介绍了检修、整改实例和实践小经验。

本书可供具有初中文化程度的工矿或农村社队企业青年电工使用。也可供从事机床电器设备的设计、管理人员阅读或作为业余技术学校的教学参考书。

机床电器的使用和维修

曹宇衡 编著

*

湖南科学技术出版社出版
湖南省新华书店发行
湖南省新华印刷二厂印刷

*

1979年5月第1版第1次印刷
印数：1—12,000 印张：29.5
统一书号：15204·2 定价：2.31元

引 言

近年来,随着我国工农业生产的飞跃发展,电力拖动、控制用的电机、电器和有关的电子器件,在机床上得到了越来越广泛的应用。机床设备在工矿企业和一些农村社队企业中,都有了普遍的增加。

机床电器(包括有关的电子器件),是现代机床电力拖动控制系统中不可缺少的低压电器。它的质量优劣、使用好坏,对其被控制的机床加工产品的经济效果,有着直接的影响。

现代科学技术的不断发展,推动了机床制造业水平的不断提高。因此,人们对机床电器的品种、质量以及机床电气控制技术,也提出了愈来愈高的要求。而多品种、高质量、高效率的机床电器及日益完善的控制技术的出现,又为机床工业的发展提供了必要的条件。因此,掌握机床电器的基本知识,了解它的发展方向,做好使用和维修保养工作,保证设备的正常、安全运行,是我们工矿企业电工同志的重要任务。同时,随着我国农业机械化和电气化步伐的不断加快,从事农村电气工作的同志也越来越多,许多社队企业的电工同志迫切需要将这方面的基本知识运用到工作实践中去。

本书就机床电器的品种、结构、原理、使用和维修,以及控制线路的设计等方面的基础知识,作一个系统的介绍,以供青年电工参考。

本书是在长沙轴承厂党委的关怀下编写而成的。在编写过程中,得到了陈衡、何松柏、姜彦博、彭介华、李粤湘、钟宏式等同志的具体帮助和指导。谨在此表示衷心的感谢。由于作者理论水平和实践经验有限,不妥、错误和遗漏之处一定难免,敬希广大读者给予批评指正。

作 者

一九七八年三月于长沙轴承厂



目 录

引 言	(1)
第 1 章 机床电器的基本知识	(1)
1—1 机床电器的发展过程	(1)
1—2 今后的发展方向	(2)
第 2 章 机床电器的构造和原理	(4)
2—1 常用机床电器的分类	(4)
2—2 各类机床电器元件的构造和工作原理	(4)
2—3 其它机床电器及附件	(113)
2—4 机床常用的各类型电机	(139)
第 3 章 怎样阅读机床电气线路图	(160)
3—1 机床电气控制线路中电器元件的图形符号和文字符号	(161)
3—2 怎样看懂控制线路原理图	(161)
3—3 控制系统的接线图	(177)
第 4 章 常用机床控制电路	(179)
4—1 从交流接触器的接线谈起	(179)
4—2 电动机的几种控制原则	(182)
4—3 电气控制线路的常用环节	(184)
4—4 常用机床控制电路	(240)
第 5 章 控制电路的设计	(275)
5—1 控制电路的设计程序	(275)
5—2 怎样合理选用电动机	(276)
5—3 对控制电路的一般要求	(280)
5—4 控制电路设计及布局的几个具体问题	(289)

5—5	逻辑代数简介	(296)
5—6	控制电路设计举例	(301)
5—7	加工程序循环图、电器元件一览表及文字说明	(324)
第6章	机床电气线路的配线安装	(326)
6—1	配电柜及按钮站	(326)
6—2	电器元件的安装和布线方法	(333)
6—3	电气设备的调整和试车	(346)
6—4	常用仪表、工具和电工材料	(347)
第7章	机床电器的维护和保养	(378)
7—1	做好维护保养工作的意义	(378)
7—2	怎样做好维护保养工作	(378)
7—3	维护保养工作的内容	(380)
第8章	机床电器设备的故障与检修	(389)
8—1	怎样正确对待机床电气设备的故障	(389)
8—2	电气设备的常见故障	(390)
8—3	故障的检查和分析方法	(405)
8—4	典型机床控制线路的故障与维修	(410)
8—5	检修与整改实例	(426)
8—6	实践小经验	(445)

第1章 机床电器的基本知识

随着电能在我国国民经济的各个领域日益广泛的应用，电力系统中的高、低压电器产品得到了相应的发展；而低压电器产品（一般系指1200伏以下的电器产品）是在工业、交通、农业以及民用生活中使用量最大的电器元件。它在半个多世纪以来得到了非常迅速的发展。

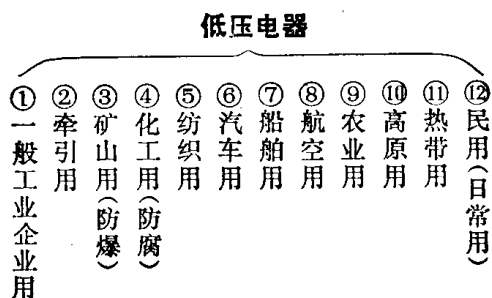
机床制造业是现代工业的基础。它在高速度地发展我国国民经济，实现四个现代化的宏伟目标中，担负着为国民经济各个部门提供技术装备的重要任务。它为工业、交通、农业和国防的各个部门提供各种通用的或专用的生产机械。为了提高劳动生产率，减轻劳动强度，工人同志们可以用各种机床制造大量的机械零件来装配各种不同的机器。

目前，机床制造业正在向着高效率、高精度、多用化、自动化的方向发展，以适应国民经济不断增长的需要。除了不断增加通用机床的生产以外，还研制和发展了半自动、全自动的专用机床，组合机床，数字程序控制机床，机床自动线和机械加工中心等。

与机床制造业密切相关的机床电器制造业，是低压电器工业中的一个重要部门。在现代自动化生产过程中，机床电器作为自动控制的工具被大量地采用。一台较先进的机床各运动环节的驱动，往往要用到几个乃至十几个，几十个电动机。而作为控制各电动机运动状态的工具的机床电器元件（接触器、继电器及其他主令电器等），可以用到几十个乃至一百多个！它们在控制系统中起着十分重要的作用。因此，机床电器在低压电器中占着特殊突出的地位。

1—1 机床电器的发展过程

机床电器是低压电器派生发展而来的专业电器品种。目前，我国低压电器的类别虽暂未统一划分，但一般按照习惯，依其工作条件的不同，大致可以包括如下几类：



其中，第①类工业企业用的低压电器在整个低压电器产品中所占的比重最大，除民用低压电器外，其它各型统称“特殊用低压电器”，它们一般都是由第①类产品派生而来的，而机

床电器这个专业电器品种又构成了第①类产品的主体。它的发展过程与现代机床制造工业的成长过程是分不开的。它在这类产品中的地位与其他电器品种相比较，一方面起到了互相补充、互相完善的作用；另一方面，它作为一个独特的专业电器类别，在其他工业部门的促进下，得到了更加迅速的发展，而可以自成体系，被设计出自身的通用化、标准化、系列化的产品，以满足机床的制造和使用部门及其他生产部门的需要。

1—2 今后的发展方向

目前，工农业生产在突飞猛进地发展着，电能的需要急剧上升，工矿企业普遍开展技术改造，推广自动流水作业线。为了加速农业机械化的步伐，农村社队企业也开始广泛地使用金属切削机床。这样，机床控制电器的使用量比起过去来就有了成倍的增长。并且，生产的特点又要求这些电器的性能良好，工作可靠，因此，提高机床电器的技术经济指标已经成为国民经济电气化与生产自动化的重要任务之一。

由此可见，机床电器是在机床制造工业以及工农业的各个部门对它提出的特定要求之下而发展的。与此同时，其他工业部门（如钢铁工业、冶金工业、化学工业、电子工业，塑料、陶瓷、玻璃、电镀等行业）的发展，又为它的发展提供了充分有利的条件。所以，机床电器制造业的发展，也是在其它工业部门的推动下发展的。

今后，机床电器的发展趋势将是：首先致力于提高它对各种使用条件的适应性和工作的可靠性，缩小外形尺寸，减少安装面积，延长使用寿命（可达数百万次），提高操作频率，加重工作任务（如在重负荷的条件下频繁地控制电动机的起动，停止，反转）等；在工艺上节约原材料的消耗（如以更多的塑料零件代替金属零件），推广高效率的生产工艺等；同时考虑到用户使用与维护、检修的方便，设计出各种各样新颖的电器（如各种小型、通用、积木化的结构，控制和保护合一的开关设备，指示和控制合一的透明装置）；提高各种保护性电器的灵敏度和选择性；在产品设计的规范上进一步提高标准化、系列化、通用化的程度，以适应工农业生产发展远景规划的要求。在它发展的某一阶段内，还要求在现有产品的基础上，可派生出其它系列，略加改装即可达到各种不同专业场合的目的和要求。

由于电子工业的飞速发展，目前，大量的晶体管电路（包括可控硅电路）、集成电路的问世，已经使弱电元件迈入强电领域，电子器件在机床电器中逐步占有了一定的位置。

以往，传统的继电接触控制系统（以代表性的元件接触器为例）之所以切换动作慢，操作频率低，电气和机械寿命短，磁系统和灭弧系统体积不能充分缩小，都是因为其工作条件是以触头的机械运动来完成电路的通断任务。随着自动控制系统对接触器高操作频率、长寿命、高可靠性和小尺寸的要求越来越突出，使得接触器内部触头执行机能及其与电磁铁的矛盾越来越尖锐。于是，在可控硅及其它电子技术发展的外因的促进下，这种有触点的执行元件已开始向着无触点元件转化，由电磁铁外部的机械运动向电子器件内部的电子运动转化，形成了新的半导体无触点接触器（或称静止式固体接触器），它具有高速通断电路的机能，没

有电磁系统，但具有更高级更灵敏的感测机能。

这种可控硅（SCR）接触器的操作频率高，动作灵敏，寿命很长，无弧通断，无噪音，防爆抗振性能好，不仅适用于电动机的起动、停止的控制，还可实现均匀、平滑的无级调速及自动调节等闭环系统，由于它具有这些明显的优点，故今后必将在一定的范围内取代传统的继电接触控制系统的元件。

可控硅接触器目前尚存在不能完全切断电路（存在残余电流）、压降、电能损耗较大、温度较高、尤其是过载能力较差、需要特殊的触发装置和灵敏的保护电器等缺点，还有待克服。所以，在今后一个相当长的过渡阶段内将有触点和无触点控制系统并存的时期。

比如图 1—1 所示的混合式接触器，即是无触点 SCR 接触器与有触点的综合体。其合闸的动作是：先导通 SCR（可以是双向可控硅）后接通主触点 K，而分闸动作是：先分断主触头 K，然后用联锁触头控制触发装置 Z，令 SCR 实现无弧分闸。前者 能实现无弧通断，克服后者电弧和磨损的弱点，而后者主要承担负荷电流，又弥补了前者压降和温升较高的不足。

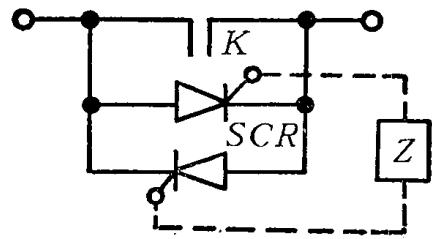


图1—1 混合式接触器原理示意

从上例看来，电子工业的发展确实为机床电器的进一步更新提供了良好的前景。使得我们有必要进一步了解电子技术方面的知识。但是，对于机床的电力拖动来说，继电接触控制电路迄今仍是最基本、最简单、最常用的电路，与电子器件组成的电路相比，它仍具有控制容量大，结构简单，不需要专用的触发电路，通断状态明显，抗干扰能力强，造价较低，维修简便等特点。所以，采用继电——接触的控制方式在小型低速自控线路中运用比较直观，容易理解，也是比较经济实用的。目前，电子器件还只能对它的某些环节给予补充和完善。因此，本书重点叙述常用的继电接触控制的原理、结构、使用和维修等问题。对于电子管器件、晶体管器件，及其他在近年渗透到机床电器领域中来的无触点电子器件和电讯器件，不作重点介绍。



第2章 机床电器的构造和原理

机床(主要是指金属切削机床)的电气设备基本上可以概括为以下两大类别:一是作电力拖动用的动力源——各种旋转电机。它们是机床进行工作时的执行部分,是被控制的对象;二是控制这些电机工作状态的各种电器元件,它们是控制的手段。虽然电机往往也归纳到电器的项目中去,但通常我们把电器控制元件作为机床电器的主要内容,只附带介绍机床中常见的一些通用或专用的旋转电机。

2—1 常用的机床电器的分类

由于机床电器是低压电器发展而来的专业电器品种,几乎所有的低压电器品种都有着其对应的机床电器的类型,它的分类虽然基本上和低压电器的分类相似,但又有着其本身专业化的特点。

按照控制的对象,机床电器可以分为控制电器和保护电器;而按照动作性质则可分为自动切换电器和非自动切换电器(自动切换电器是指它在完成接通、分断、起动、反向、停止、制动等动作时是自动进行的,它依靠本身参数的变化或外来信号而改变其工作状态,而不是用人力来直接操作;非自动切换电器又称为手控电器,它主要是用手直接操作来进行工作状态的切换的)。

通常,机床电器分类的依据类似低压电器,现将低压电器产品型号类组代号表附后(见表2—1),以供参考。

其类组代号的字母是根据汉语拼音制订的。

以下,我们分别介绍各类机床电器产品的构造和工作原理。

2—2 各类机床电器元件的构造和工作原理

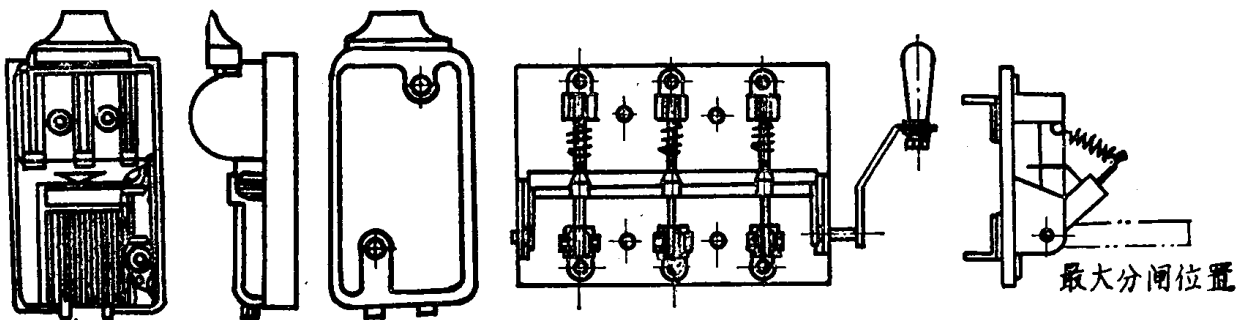
一、刀开关

刀开关又名“闸刀开关”,它是手动电器中构造最简单的一种,也是最常见的一种电器产品。其形式有很多种,有(1) HK1, HK2及TSW系列胶盖瓷底闸刀开关; (2) HH3, HH4, HH10系列负荷开关(铁壳开关); (3) 老式HD9(ΠK-1)系列及HD14系列开关板用刀开关等(见图2—1)。在机床上,一般采用三极的,作为手动不频繁地接通和分断空载或轻载电路或作隔离电源之用,且具有一定的短路保护的功能。前两种开关在降低容量使用时,也可

表2-1

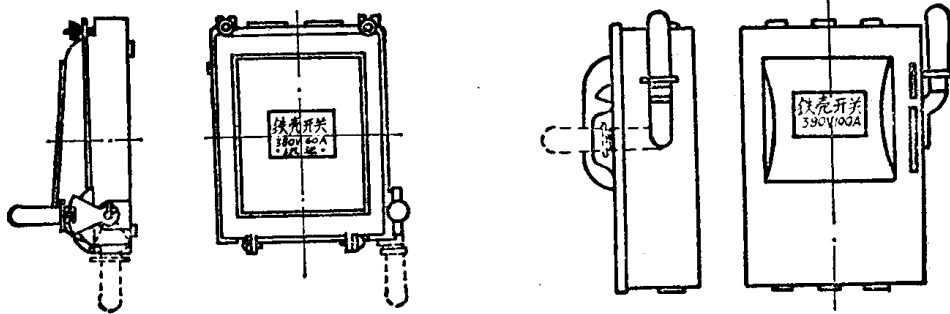
低压电器产品型号类组代号表

代号	名称	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	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		开启式负荷开关						熔断器开关	刀形转换开关					其他	组合开关	
R	熔断器			插入式					汇流排式			螺旋式	密闭管式					快速	有填料管式			限流	其他		
D	自动开关											照明	灭磁					快速			万能式	限流	其他	装置式	
K	控制器							鼓形							平面						凸轮		其他		
C	接触器							高压		交流					中频				时间				其他	直流	
Q	起动器	按钮式		磁力						减压									手动		油浸		星三角	其他	综合
J	控制继电器											电流						热	时间	通用		温度	其他	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	其他	
Z	电阻器		板形元件	冲片元件				管形元件											烧元件	铸元件	铁元件		电阻器	其他	
B	变阻器			旋臂式								励磁			频敏	起动			石墨		油浸	液体	其他		
T	调整器				电压																				
M	电磁铁															牵引						起重		制动	
A	其他		保护器	插销	灯				接线盒				铃												



(1) TSW开启式负荷刀开关

(2) HD9系列刀开关



a, 60安

b, 100、200安

(3) 铁壳开关

图2-1 几种刀开关的外形

以作为小型异步电动机不频繁直接起动及停止用。与HK2系列相比，HK1和TSW系列刀开关的下盖以铰链连于底板，既保证更换熔体方便，又避免了老产品下盖用螺丝固定容易遗失或掉下损坏的缺点，并且有连锁装置，使开关在闭合时，下盖不能开启，保证了用电安全。但是因为第一种刀开关防护性能较差，较易碰坏，第二种虽有较好的外壳保护，而体积较大，比较笨重，操作不便，所以一般不把它们直接装置在机床上使用，以免发生危险。早期出厂的中、大型机床常把第二种刀开关用作电气控制柜的电源总开关。将它的底座装置在柜内配电板的右上角，连接刀刃的转轴伸出电气柜外，再将操作手柄装在转轴端，操作人员在柜外操作，以防万一发生过大的电弧灼伤。所有刀开关都应垂直安装，即将电源端接开关上桩头，而将熔丝侧的下桩头接负荷端。

还有一种倒顺式胶盖瓷底闸刀开关，其内部无熔丝室，与瓷插保险器配合，可控制小容量电动机的倒、顺、停车。因其刀片铰链在使用日久后会自行下垂而发生误动作，故应慎用或将其横装。

较大型的刀开关都具有速断刀刃（副刀刃）和灭弧罩，如图2—2所示：当主刀刃1离开

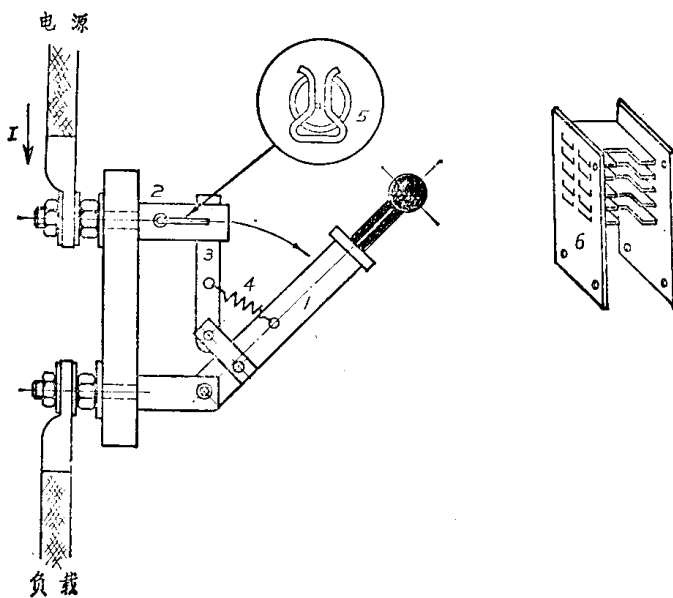


图2—2 附有速断刀刃的刀开关

静插座2时，速断刀刃3仍在静插座中，而拉力弹簧4被拉出。当主刀刃离开静插座一定距离后，弹簧的拉力大过静插座夹持速断刀刃的摩擦力，而使它迅速离开静插座。弹簧在这里起了储能装置的作用。付刀刃断开的速度与操作者的动作速度无关，且远大于操作者的动作速度，付刀刃的高速脱离静插座为迅速熄灭电弧创造了良好的条件。从而使主刀刃免受电弧灼伤，所以增加了刀开关的使用寿命。

灭弧罩6是由几块铁片夹在两块绝缘纸板中构成的。它在刀开关分断时能将电弧拉长，隔离、冷却，使之迅速熄灭，从而防止发生相间短路或对地短路。

另有一种HR3系列熔断器式刀开关（如图2—3），它是将RTO系列有填料的熔断器和刀开

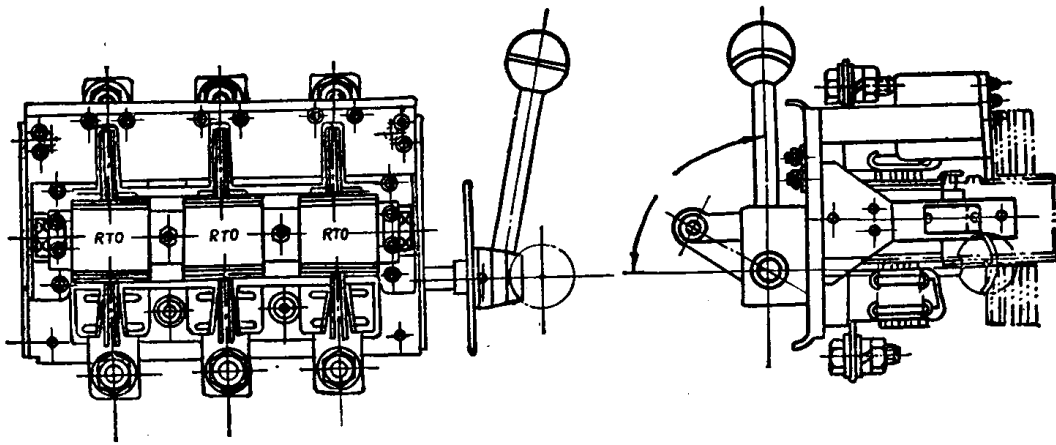


图2-3 HR3系列熔断器式刀开关
(HR3-100/33, 侧操作, 前检修式)

关组合而成的。在回路正常供电的情况下, 接通和断开电路的工作由刀开关来担任, 当线路或用电设备过载或短路时, 由熔断器的熔体烧断, 及时切断故障电路。它的电流等级是从100—1000安。其操作方式分为前面侧方, 前面中央及侧面操作等几种, 一般机床电气设备中多用三极100—400安侧面操作的型号 (如HR3—200/33) 作为大型机床的电源开关, 安装于配电柜上。

刀开关的结构和动作原理虽然简单, 但由于它应用在机床配电柜总电源输入端, 所以它的任务很重要。对它的技术要求是: 刀刃与静插座的接触应非常可靠, 在额定电流下应有一定的灭弧性能, 在使用中如有损坏或丢失静插座上的弹簧卡箍 5 或灭弧罩的情况, 应马上配好, 以防操作时出现意外事故。

刀开关在早期和较大型的机床电气控制设备中较多见, 因为它们的结构不够紧凑, 体积较大, 对电路的保护特性和灭弧能力较差, 故目前机床电气控制设备中逐步改为其他产品。

二、转换开关

目前, 我们对这类开关, 没有严密的定义。有的专业书籍称它们为“转换开关”, 有的技术资料称为“组合开关”, 而在有关产品样本中又兼称为“组合——转换开关”。还有一些产品在“转换”或“组合”之前还冠以“手动”或“万能”、“倒顺”、“可逆”等字样, 以区别其不同的功能。从这样繁多的字义上我们不难看出, 这是一种用途极为广泛的、多种功能的控制电器。习惯上, 为了强调其操作方式, 我们称它为“转换开关”, 而在突出其结构特征の場合, 我们则称它为“组合开关”。

在操作方式上, 转换开关与刀开关的不同在于: 刀开关操作时为上下扳动, 而转换开关是在同一平面中作左右旋转的动作; 在结构上, 转换开关由同轴、多层的动、静触头装置在胶木盒内组合而成; 在功能上, 它既可代替刀开关用作中小型机床的电源隔离开关, 又可用作控制线路切换或仪表指示项目转换的主令开关, 还可用作小容量异步电动机的起动、变速

与换相开关及小型直流发电机的激磁、磁性工作台的退磁等开关。事实上，它能在技术发展提出多种不同的要求的情况下，根据排列组合的规律，设计出多种不同层数、不同触点对数及不同凸轮、棘轮的形式（档位）的复杂品种，以适应各种场合的需要。

转换开关的型号很多，有HZ1、HZ2(ΠK、BΠ)系列，HZ3、HZ4 (BΠ)系列，HZ10系列，LW2、LW4及KO-3、QX1-13N₁/4.5等系列。兹选数种分述如下：

HZ10系列转换开关(其外形和结构见图2—4)是我国自行设计的品种。它是由数层动、静触头分别组装于绝缘胶木盒内，动触头装于附有手柄的转动轴上，随转轴的旋转角度而变更其通断位置。它采用了扭簧储能机构，使开关能快速闭合及分断。动触头由两片磷铜或硬紫铜和消弧性能良好的绝缘红纸板（红钢纸）铆合成唇状。旋转角度有45°、90°或180°等几种；而静触头的伸出端子即是开关的接线桩头，内藏部分的舌状刀片，两侧适当的倒角，以利于动触头的进入。HZ10系列转换开关有单极、双极、三极、四极等几种。额定电流从10安至100安。其安装方式可以板前接线，也可以板后接线。其转换方式有同时或交替通断、两位、三位或四位转换及其他特殊规格。HZ10系列各种规格的接线原理见表2—2。机床控制线路可根据各种要求选用不同规格。HZ1，HZ3等系列的组合开关虽系老产品，因其结构较简单，适应范围广，至今仍被大量地应用在多种简单的控制场合。以HZ1—□P/3为例，就可以作为两路电源向一处供电或一处控制两台电动机的起动、停止以及倒顺开关等使用。它们的外形见图2—5、图2—6，应用接线方案见表2—3和表2—4(KO-3、QX1-13N₁/4.5及LW4-3/c、特B₂等的接线方法类似于HZ3-132)。

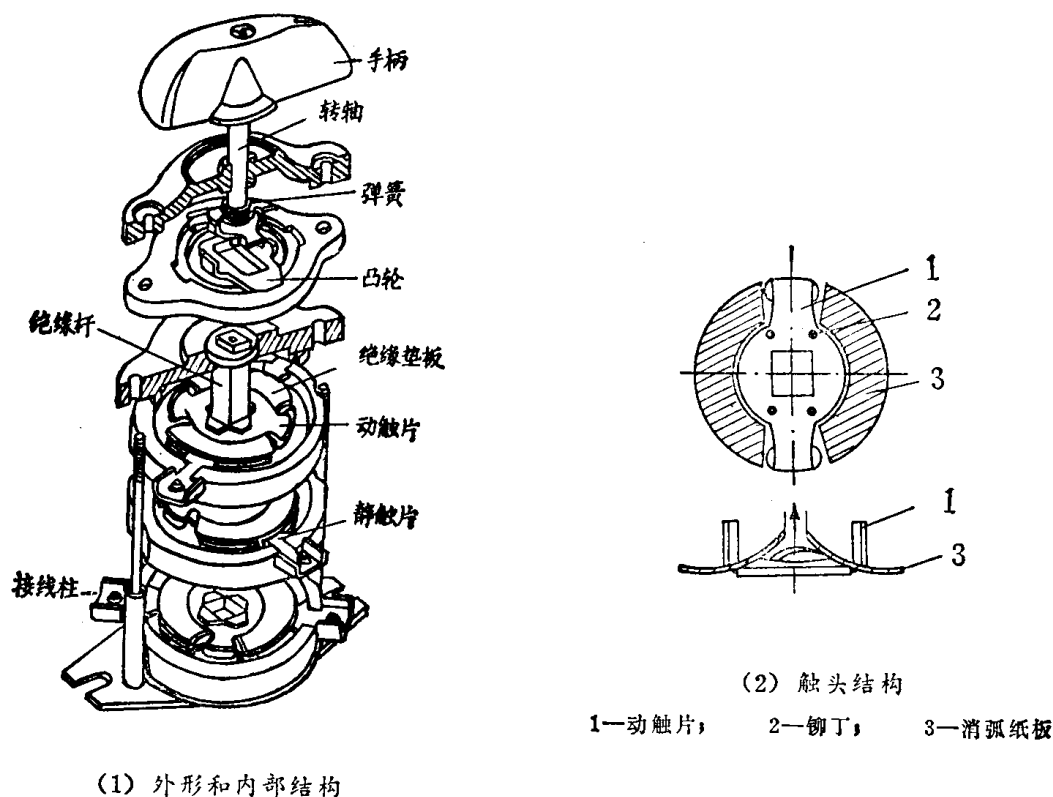
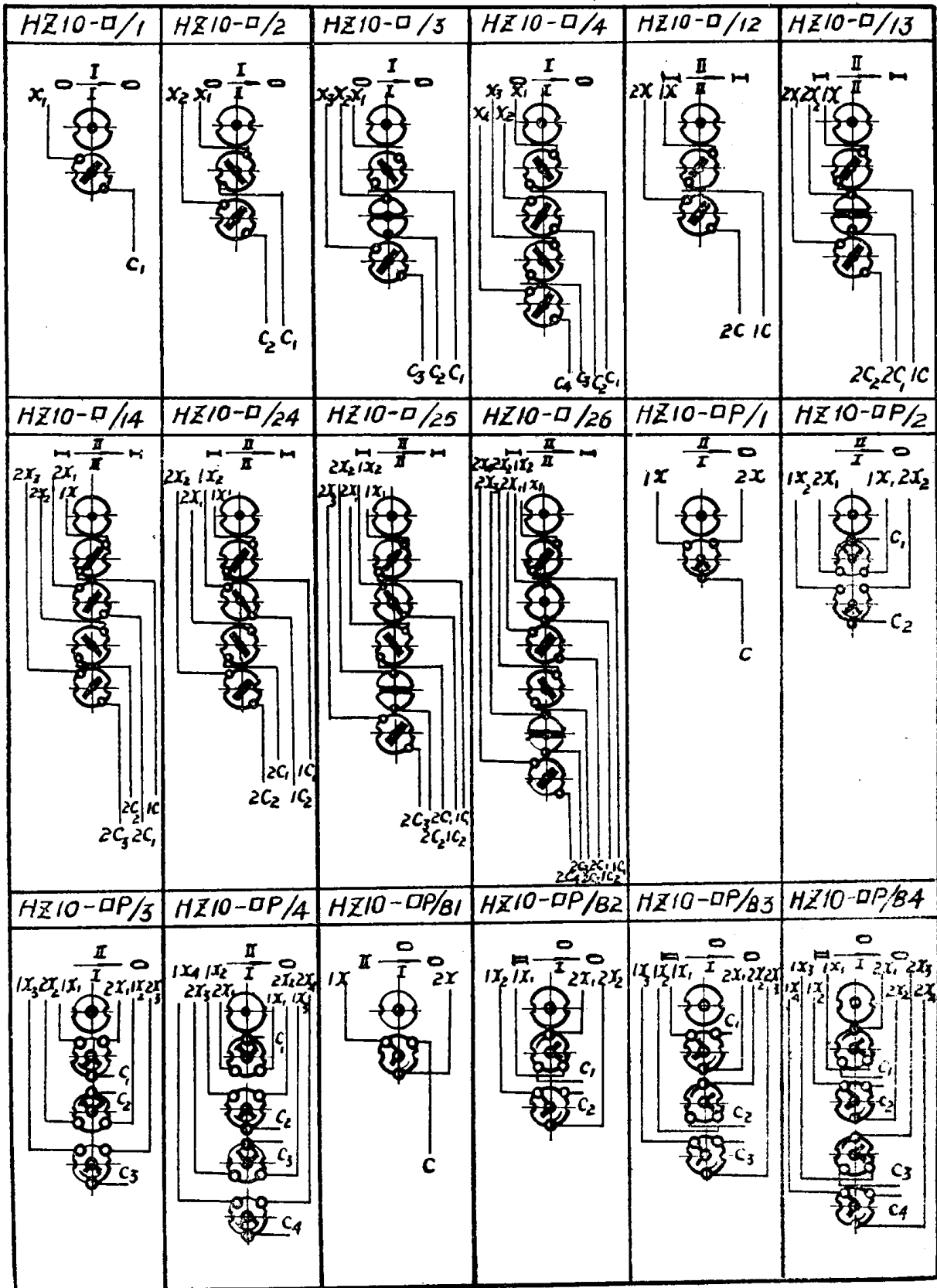
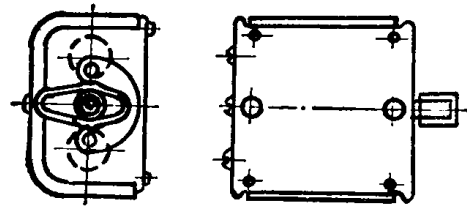
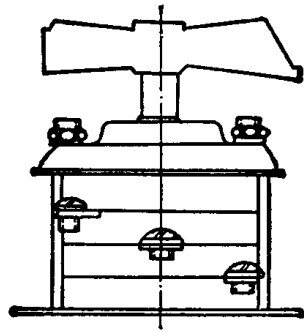


图2—4 HZ10-10/3型组合开关

表2-2

HZ10系列组合开关接线原理图





(1) 保护式 HZ3-131、132

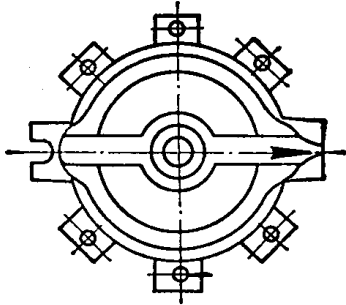
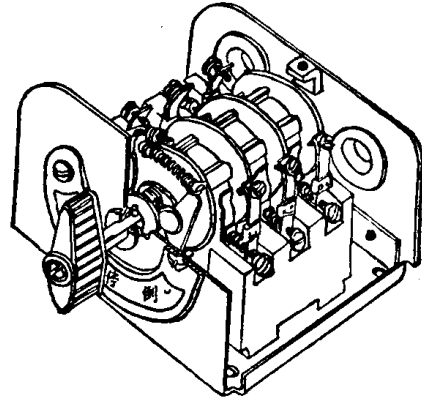
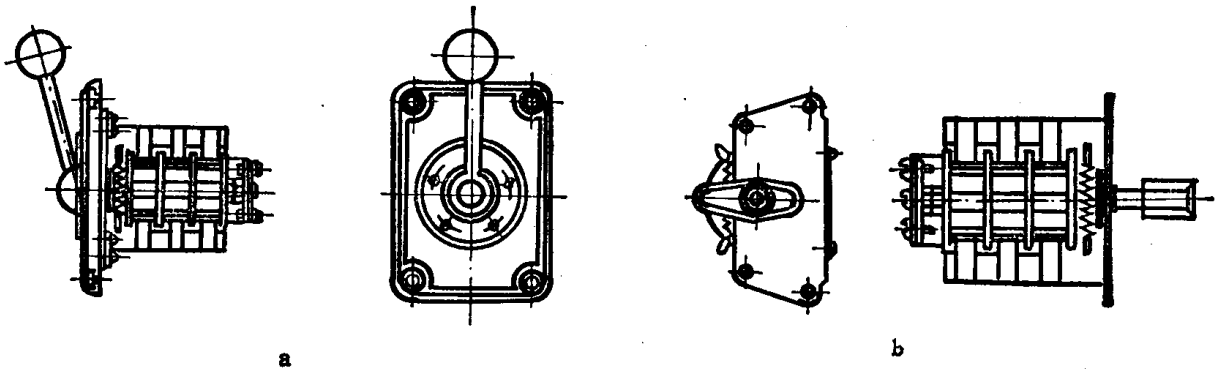


图2—5 HZ1组合开关外形



(2) HZ3-132型倒顺开关的结构



(3) 面板式 HZ3-431、432、433、451、452

图2—6 HZ3系列组合开关的外形

由于新工艺、新材料、新技术的推广，目前转换开关已逐步大量采用各种形式的尼龙凸轮、棘轮定位机构及其他热塑性材料和三防胶木粉零件。我国已经生产了几种结构新颖的万能转换开关，其型号为HZ5，LW5，LW6等系列。见图2—7。之所以称为“万能”，是因为它可随凸轮、棘轮的不同形状和组数的多少组合为各种不同用途的组合开关（如图2—8），以适应于直流或交流（50~60赫兹）电压（500伏以下）的各种变化多端的电路中，作为主令电器或控制伺服电动机、电气测量仪表和交、直流辅助电路的转换开关，也可作为小容量（10KW以下）电动机的起动、变速或换向之用。其操作方式主要是可以从非自动切换改变为自动切换，能起到保护电动机或指示信号的作用，从而在某些场合还可以代替磁力起动器的功能。目前的机床为了节省机械零件，简化变速机构，在许多装置中越来越多地采用双速、三速或四速