

刘光源 钱季宝 编著

# 常用 机床电气 检修

上海科

2.34

版社

## 内 容 提 要

本书内容共分三章:第一章低压电器,除叙述常用低压电器的结构和符号外,还较详细地介绍各种低压电器的使用与维护技术;第二章电力拖动的基本环节,叙述异步电动机的起动、制动和限位等控制基本原理及其使用场合;第三章常用机床电气设备控制线路及检修。

书中所绘制的电气控制线路的图形符号和文字符号,均为最新颁布的国家标准,并以新国标符号来分析各种电气控制线路及常见故障的检修。同时,在介绍常用机床电气设备控制线路时为尽快地实现新、旧国标的转换,都配有旧国标符号绘制的电路图,供读者对照参考。

本书可供从事机床电气维修电工及有关技术人员参考,也可供职业技术学校师生教学参考。

### 常用机床电气检修

刘光源 钱季宝 编著

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

上海发行所发行 江苏扬中印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张7 字数151,000

1990年3月第1版 1990年3月第1次印刷

印数1—6700

ISBN7-5323-1787-0/T G·59

定价: 2.35元

# 目 录

<b>第一章 低压电器</b> .....	1
一、刀开关 .....	1
1. 板用刀开关 .....	1
2. 胶盖瓷底刀开关 .....	4
3. 铁壳开关 .....	6
二、转换开关 .....	9
三、自动开关 .....	11
四、熔断器 .....	13
五、接触器 .....	16
六、中间继电器 .....	21
七、热继电器 .....	21
八、时间继电器 .....	25
九、速度继电器 .....	27
十、过电流继电器 .....	30
十一、欠电压继电器 .....	32
十二、按钮 .....	33
十三、行程开关 .....	36
十四、凸轮控制器 .....	38
<b>第二章 电力拖动的基本环节</b> .....	41
一、电气控制线路的图形符号及文字符号 .....	41
二、三相鼠笼式异步电动机的全压起动 .....	42
1. 电动机单向运行控制线路 .....	59

2. 电动机正反向运行控制线路	61
三、三相鼠笼式异步电动机的降压起动	68
1. 串电阻降压起动	71
2. Y- $\Delta$ 降压起动	73
3. 串自耦变压器(补偿器)降压起动	76
4. 延边三角形降压起动	80
四、三相鼠笼式异步电动机的制动	83
1. 机械制动	84
2. 电气制动	86
五、三相线绕式异步电动机的控制	101
1. 接触器控制线绕式异步电动机	101
2. 电流继电器控制线绕式异步电动机	104
六、双速异步电动机的控制	105
1. 双速电动机定子绕组的联接	108
2. 接触器控制双速电动机	108
3. 时间继电器控制双速电动机	109
<b>第三章 常用机床电气设备的控制线路及检修</b>	<b>110</b>
一、检修和阅读机床电气线路的必备知识	110
1. 机床电气设备的日常维护	110
2. 机床电气设备检修的测试工具	111
3. 机床电气故障的检修步骤和方法	115
4. 阅读机床电气原理图的方法	125
二、C620-1型车床电气控制线路	128
1. 电气控制线路分析	128
2. 常见故障分析	130
三、CA6140型车床电气控制线路	132
1. 电气控制线路分析	132
2. 常见故障分析	136
四、Y3150型滚齿机电气控制线路	138

1. 电气控制线路分析 .....	138
2. 常见故障分析 .....	140
五、M7120型平面磨床电气控制线路 .....	140
1. 电气控制线路分析 .....	144
2. 常见故障分析 .....	147
六、M1432A型万能外圆磨床电气控制线路 .....	150
1. 电气控制线路分析 .....	150
2. 常见故障分析 .....	156
七、Z35型摇臂钻床电气控制线路 .....	157
1. 电气控制线路分析 .....	157
2. 常见故障分析 .....	163
八、Z5136型立式钻床电气控制线路 .....	168
1. 电气控制线路分析 .....	173
2. 常见故障分析 .....	176
九、X52K型立式升降台铣床电气控制线路 .....	177
1. 电气控制线路分析 .....	181
2. 常见故障分析 .....	185
十、X62W型万能铣床电气控制线路 .....	187
1. 电气控制线路分析 .....	187
2. 常见故障分析 .....	197
十一、T68型卧式镗床电气控制线路 .....	200
1. 电气控制线路分析 .....	200
2. 常见故障分析 .....	206
<b>附    录</b> .....	208
附录1 电气线路和设备端标记 .....	208
附录2 按钮颜色及其含义 .....	209
附录3 指示灯颜色及其含义 .....	210
附录4 光标按钮颜色及其含义 .....	211
附录5 常用的法定计量单位 .....	212

# 第一章 低压电器

低压电器用于交、直流电压为 1200 伏及以下的电路内，起通断、保护、控制或调节作用。

低压电器，根据它在电气线路中所处的地位和作用，可分为低压配电电器和低压控制电器两大类。本章仅介绍用于电力拖动自动控制的常用低压控制电器，这些电器是刀开关、转换开关、空气开关、熔断器、接触器、继电器及主令电器等。

## 一、刀开关

刀开关又名“闸刀开关”，是一种带有刀刃楔形触头及结构比较简单的开关。它可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，也可以作为小型异步电动机不频繁直接起动及停止用。常用的刀开关有板用刀开关、胶盖瓷底刀开关及铁壳开关等。

### 1. 板用刀开关

HD 系列板用刀开关是由手柄、触刀、静插座、铰链支座和绝缘底板所组成，H 表示刀开关，D 表示单投板用。其结构及外形如图 1-1a) 所示。

板用刀开关的触刀和静插座相当于一般开关电器的动、静触头。为了保证触刀和插座在合闸位置上接触良好，它们之间必须具有一定的接触压力。额定电流较小的板用刀开关，插座一般多用硬紫铜制成，利用材料的弹性来产生所需的接触压力；额定电流较大的板用刀开关，还要在插座两侧加弹

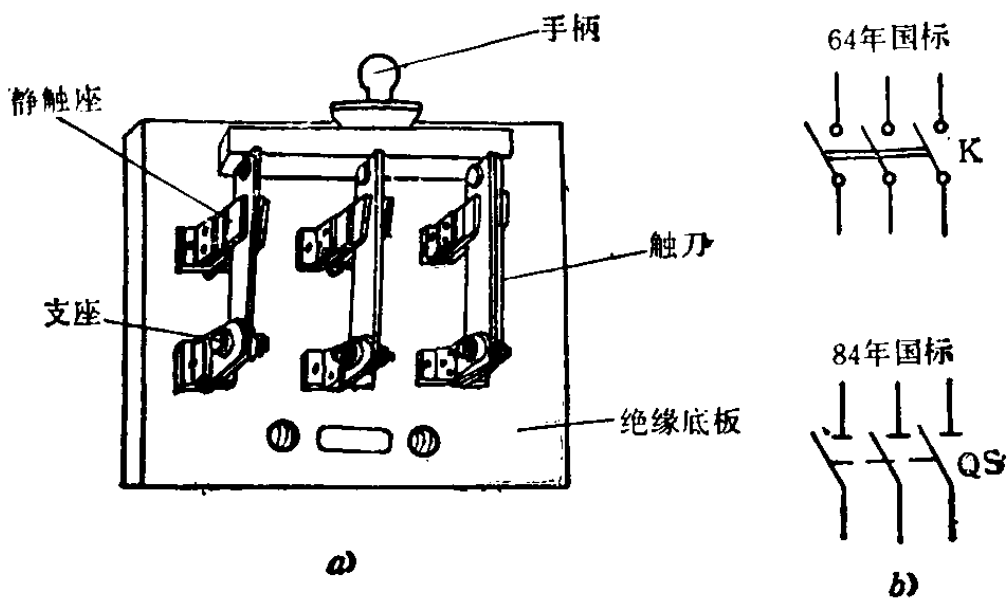


图 1-1 HD 系列刀开关  
a) 结构及外形; b) 电气图形符号

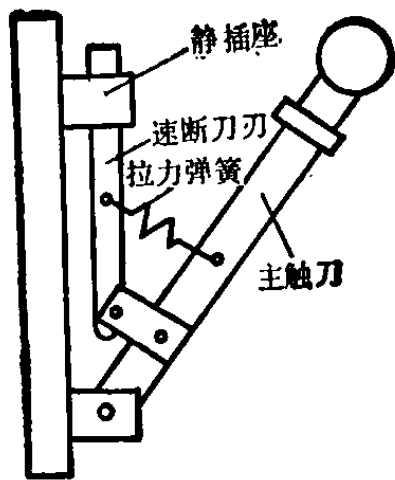


图 1-2 带有速断刀刃的刀开关

簧片的方式来增加接触压力。

板用刀开关在分断有负载的电路时，其触刀与插座之间会产生电弧。电网电压越高、电路电流越大，电弧燃炽越厉害。这种具有数千摄氏度高温的电弧，会把触刀或插座灼伤或烧毁，严重时，甚至会导致相间短路而造成人身设备事故。为此，必须对电弧加以控制并迅速熄灭。板用刀开关常采用速

断刀刃或灭弧罩来减小电弧。带有速断刀刃的刀开关的结构如图 1-2 所示。当主触刀离开插座达一定距离时，拉力弹簧所积聚的能量便足以克服接触压力所形成的摩擦力，迫使速断刀刃迅速脱离插座。

HD 系列板用刀开关分板前接线和板后接线两种，操作手柄分有杠杆式和手把式。它有两极和三相两种，三相的额定电压为 380 伏，额定电流分有 200 安、400 安、600 安和 1000 安等多种。

板用刀开关用作电源隔离开关时，在电气原理图中的图形符号和文字符号如图 1-1b) 所示。

板用刀开关的额定电流一般应等于或大于所关断电路中各个负载额定电流的总和。若负载是电动机，就必须考虑电动机的起动电流为额定电流的 4~7 倍，甚至更大，故应选用额定电流大一级的刀开关。此外，还要考虑电路中可能出现的最大短路峰值电流是否在该额定电流等级所对应的电动稳定性峰值电流（当发生短路事故时，如果刀开关能通过某一最大短路电流，并不因其所产生的巨大电动力的作用而发生变形、损坏或者触刀自动弹出的现象，则这一短路峰值电流就是刀开关的电动稳定性峰值电流。）以下，如有超过，就应当选用额定电流更大一级的刀开关。

板用刀开关的使用与维护方法如下：

① 刀开关应垂直安装在开关板上，并要使静触座位于上方。如静触座位于下方，则当刀开关的触刀拉开时，如果铰链支座松动，触刀在自重作用下掉落而发生误动作，会造成严重事故。

② 刀开关作电源隔离开关使用时，合闸顺序是先合上刀开关，再合上其他用以控制负载的开关；分闸顺序则相反，



要先使控制负载的开关分闸，然后让刀开关分闸。

③ 严格按照产品说明书规定的分断能力来分断负载，无灭弧罩的刀开关一般不允许分断负载，否则，有可能导致稳定持续燃弧，使刀开关寿命缩短，严重的还会造成电源短路，开关被烧毁，甚至发生火灾。

④ 关于多极的刀开关，应保证各极动作的同步性，而且接触良好，否则，当负载是异步电动机时，便可能发生电动机因缺相运转而烧坏的事故。

⑤ 如果刀开关不是安装在封闭的控制箱内，则应经常检查，防止因积尘过多而发生相间闪络现象。

## 2. 胶盖瓷底刀开关

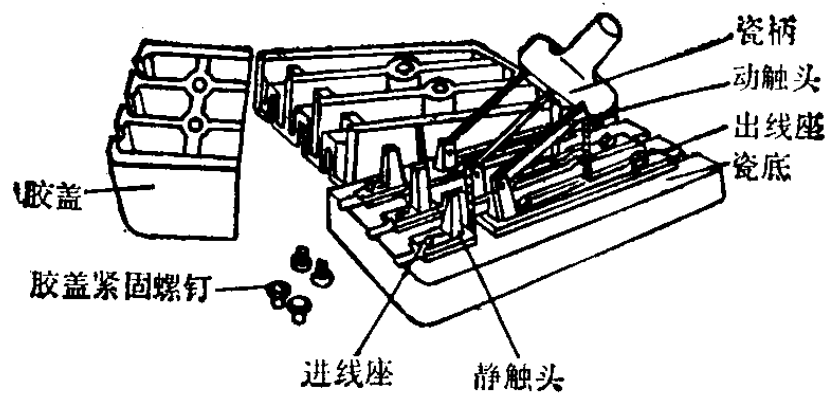
胶盖瓷底刀开关又称开启式负荷开关。HK 系列胶盖瓷底刀开关是由刀开关和熔丝组合而成的一种电器。瓷底板上装有进线座、静触头、熔丝、出线座及三个刀片式的动触头，上面覆有胶盖以保证用电安全。其结构及外形如图 1-3 所示。其中，HK 表示开启式负荷开关。

由于 HK 系列胶盖瓷底刀开关没有专门的灭弧设备，只用胶木盖来防止电弧灼伤人手，故拉闸、合闸时应动作迅速，使电弧较快地熄灭，以便减轻电弧对刀片和触座的灼伤。

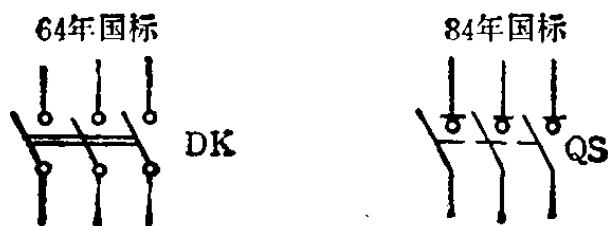
胶盖瓷底刀开关有两极和三极两种，两极的额定电压为 220 伏，额定电流有 10 安、15 安和 30 安三种；三极的额定电压为 380 伏，额定电流有 15 安、30 安和 60 安三种。

胶盖瓷底刀开关用作负荷隔离开关时，在电气原理图中的图形符号和文字符号如图 1-3b) 所示。

用于照明和电热电路时，胶盖瓷底刀开关的额定电流应等于或大于开断电路中各个负载额定电流的总和；若负载是电动机，考虑到其起动电流可达额定电流的 4~7 倍，所以不



a)



b)

图 1-3 HK 系列胶盖瓷底刀开关

a) 结构及外形; b) 电气图形符号

能按照电动机的额定电流来选用，而应当把胶盖瓷底刀开关的额定电流选得大一些，根据经验，开关的额定电流一般可选为电动机额定电流的 3 倍，或将开关的容量适当降低使用。

胶盖瓷底刀开关的使用与维护方法如下：

① 安装时不准横装或倒装，必须垂直地安装在控制屏或开关板上，更不允许将开关放在地上使用。

② 安装时应把进线座装在上方，出线座处于下方。

③ 接线时，电源线应接在上端进线座，负载应接在下端出线座，以便更换熔丝。

④ 更换熔丝必须在闸刀拉开的情况下进行，而且应换

上与原用熔丝相同规格的新熔丝，并注意勿使熔丝受到机械损伤。

⑤ 开关的刀片和夹座接触处发生歪扭，会使接触电阻增大，刀片和夹座因过热而损坏，应及时修复；修复后的开关，应保证合闸时三相刀片同时合上。

### 3. 铁壳开关

铁壳开关又称封闭式负荷开关。其早期产品都有一个铸铁外壳，所以称为铁壳开关，目前已用薄钢板冲压的外壳所取代。常用的 HH 系列铁壳开关主要由闸刀、插入式(或有填料封闭管式)熔断器、夹座、速断弹簧等操作机构和铸铁(或钢板)外壳等组成，其外形和结构如图 1-4 所示。后面的 H 表示封闭式。

铁壳开关常用的是三极的，额定电压为 380 伏，额定电

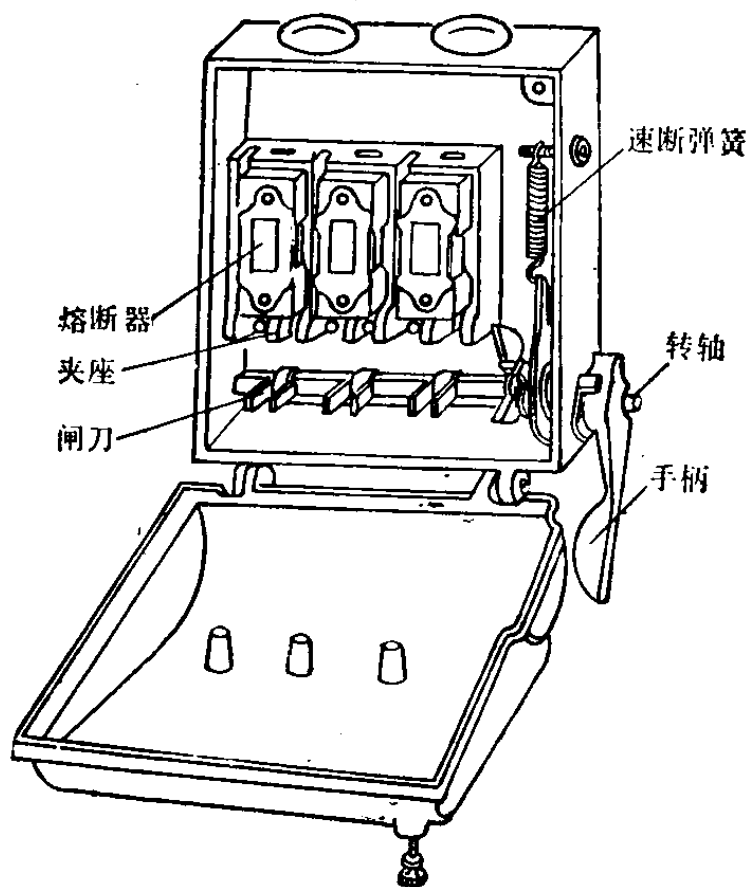


图 1-4 HH 系列铁壳开关

流有 15 安、30 安、60 安、100 安和 200 安等多种。60 安以下的，用铸铁制成外壳，内部安装的熔断器为瓷插式；60 安以上的，用薄钢板制成外壳，内部安装有填料封闭管式熔断器。闸刀也有两种结构形式：30 安及以下的采用 U 型双断点刀片；30 安以上的采用单刀式，但附有弧刀片，通常还装有灭弧罩。

铁壳开关在电气原理图中的图形符号和文字符号如图 1-3b) 所示。

铁壳开关用于一般照明、电热电路时，开关的额定电流应等于或大于被控制电路中各个负载额定电流之和。当用来控制电动机时，考虑到电动机的全压起动电流为额定电流的 4~7 倍，故开关的额定电流应为电动机额定电流的 1.5 倍，或根据表 1-1 来选择。

表 1-1 铁壳开关与可控制电动机容量的配合

额定电流(安)	可控电动机最大容量(千瓦)		
	220伏	380伏	500伏
10	1.5	2.7	3.5
15	2.0	3.0	4.5
20	3.5	5.0	7.0
30	4.5	7.0	10
60	9.5	15	20

铁壳开关的使用与维护方法如下：

① 铁壳开关的电源进线和出线不能接反，60 安以上开关的电源进线座在上端，60 安以下开关的电源进线座在下端。

② 铁壳开关不允许放在地上使用，也不允许面对着开

表 1-2 刀开关的常见故障及修理方法

类型	故障现象	产生原因	修理方法
板用刀开关	一、触刀过热,甚至烧毁	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 电路电流过大</li> <li>2. 触刀和静触座接触歪扭</li> <li>3. 触刀表面被电弧烧毛</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 改用较大容量的开关</li> <li>2. 调整触刀和静触座的位置</li> <li>3. 磨掉毛刺和凸起点</li> </ol>
	二、开关手柄转动失灵	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 定位机械损坏</li> <li>2. 触刀固定螺丝松脱</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 修理或更换</li> <li>2. 拧紧固定螺丝</li> </ol>
胶盖瓷底刀开关	一、合闸后一相或两相没电压	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 静触头弹性消失,开口过大,使静触头与动触头不能接触</li> <li>2. 熔丝、烧断或虚连</li> <li>3. 静触头、动触头氧化或有尘污</li> <li>4. 电源进线或出线线头氧化后接触不良</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 更换静触头</li> <li>2. 更换熔丝</li> <li>3. 清洁触头</li> <li>4. 检查进出线</li> </ol>
	二、闸刀短路	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 外接负载短路,熔丝烧断</li> <li>2. 金属异物落入开关或连接铜丝引起相间短路</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 检查负载,待短路消失后更换熔丝</li> <li>2. 检查开关内部,拿出金属异物或接好铜丝</li> </ol>
	三、动触头或静触头烧坏	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 开关容量太小</li> <li>2. 拉、合闸时动作太慢造成电弧过大,烧坏触头</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 更换大容量的开关</li> <li>2. 改善操作方法</li> </ol>
铁壳开关	一、操作手柄带电	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 外壳未接地线或地线接触不良</li> <li>2. 电源进出线绝缘损坏碰壳</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加装或检查接地线</li> <li>2. 更换导线</li> </ol>
	二、夹座(静触头)过热或烧坏	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 夹座表面烧毛</li> <li>2. 闸刀与夹座压力不足</li> <li>3. 负载过大</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 用细锉修整</li> <li>2. 调整夹座压力</li> <li>3. 减轻负载或调换较大容量的铁壳开关</li> </ol>

关进行操作，以免万一发生故障而开关又分断不了短路电流时，铁壳爆炸飞出伤人，故应该用左手来操作合闸。

③ 开关的外壳应可靠的接地，防止意外的漏电使操作者发生触电事故。

④ 更换熔丝必须在闸刀断开的情况下进行，且应换上与原用熔丝规格相同的新熔丝。

刀开关的常见故障及修理方法如表 1-2 所示。

## 二、转换开关

转换开关又称组合开关，常用于机床控制电路中，作为电源控制开关。

常用的HZ10 系列转换开关的外形如图 1-5 所示。

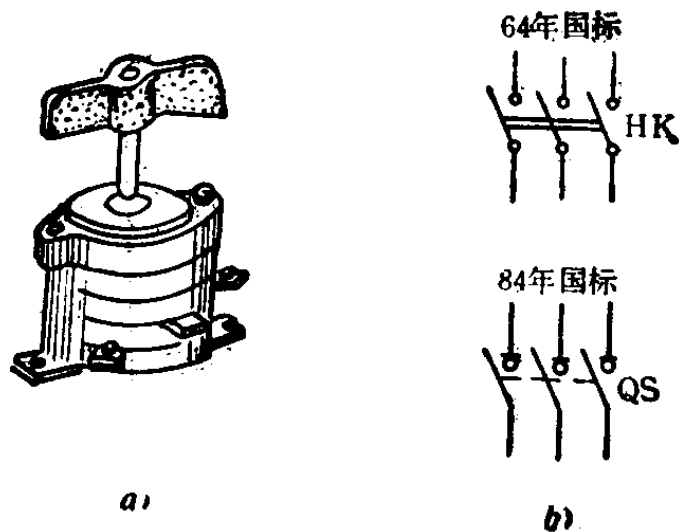


图 1-5 HZ10 系列转换开关

a) 外形; b) 电气图形符号

HZ10 系列转换开关的额定电压为 380 伏，额定电流分有 6 安、10 安、25 安、60 安和 100 安等多种。其中，HZ 表示组合开关。

转换开关在电气原理图中的图形符号和文字符号如图

1-5b)所示。

转换开关用于一般照明、电热电路时,其额定电流应等于或大于被控制电路中各负载电流的总和。若用来控制电动机时,转换开关的额定电流一般取电动机额定电流的1.5~2.5倍。

转换开关的使用和维护方法如下:

① 由于转换开关的通断能力较低,故不能用来分断故障电流。当用于控制电动机作可逆运转时,必须在电动机完全停止转动后,才允许反向接通。

② 当操作频率过高或负载功率因数较低时,转换开关要降低容量使用,否则影响开关寿命。

转换开关的常见故障及修理方法如表1-3所示。

表 1-3 转换开关的常见故障及修理方法

故障现象	产生原因	修理方法
一、手柄转动90°角后,内部触头未动	1. 手柄上的三角形或半圆形口磨成圆形 2. 操作机构损坏 3. 绝缘杆变形(由方形磨成圆形) 4. 轴与绝缘杆装配不紧	1. 调换手柄 2. 修理操作机构 3. 更换绝缘杆 4. 紧固轴与绝缘杆
二、手柄转动后,三副静触头和动触头不能同时接通或断开	1. 开关型号不对 2. 修理后触头角度装配不正确 3. 触头失去弹性或有尘污	1. 更换开关 2. 重新装配 3. 更换触头或清除尘污
三、开关接线柱短路	由于长期不清扫,铁屑或油污附着在接线柱间,形成导电层,将胶木烧焦,绝缘破坏形成短路	清扫开关或调换开关

### 三、自动开关

自动开关又称自动空气开关，可用来接通和分断负载电路，也可直接用来控制不频繁起动的电动机。它对电路和电气设备有短路、过载和欠压保护作用。

自动开关有塑壳式(装置式)和万能式(框架式)两种。机床电气控制线路中常用塑壳式。常用的 DZ5 系列塑壳式自动开关的外形和结构如图 1-6a) 所示，它们内部的结构均由导电、保护和操作机构三大系统构成，并由塑壳组合成一体。其中，导电系统由动、静触头及接线柱和软连接等组成。保护

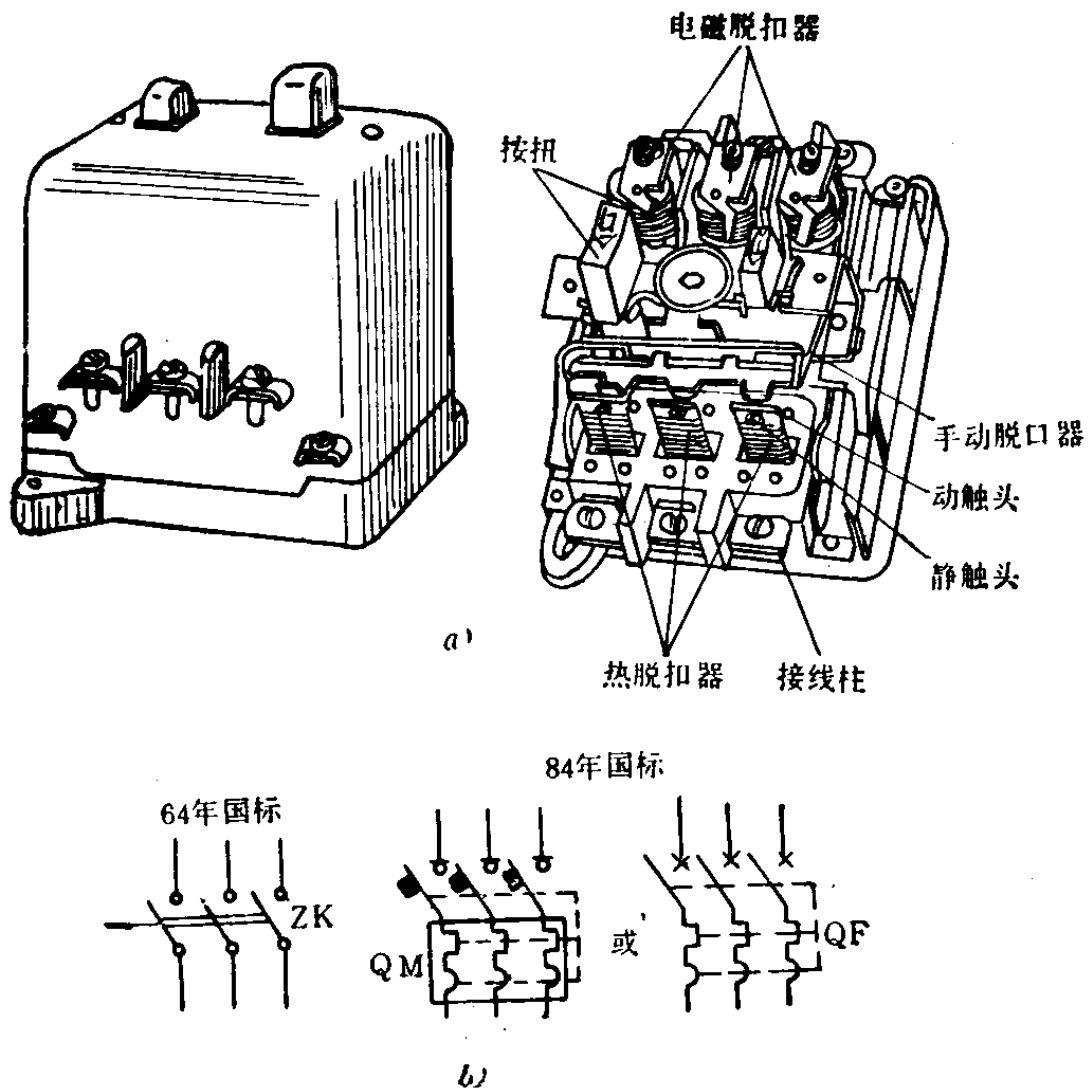


图 1-6 DZ5 系列塑壳式自动开关

a) 外形和结构; b) 电气图形符号



系统一般由热脱扣器(过载保护)和电磁脱扣器(短路保护)两个基本部分组成,称复式脱扣;此外,也有在复式脱扣基础上再加失压保护装置的。其中操作机构一般都采用由弹簧贮能、三连件或四连件杠杆组成,通过锁扣和跳扣的锁住或脱离来实现开关的分、合闸。D表示自动开关,Z表示塑壳式。

自动开关有二极和三极的。额定电压有220伏和380伏;额定电流常用的有10安、20安和25安。

自动开关在电气原理图中的图形符号和文字符号如图1-6b)所示。

自动开关的额定电流和热脱扣的额定电流应等于或大于负载的额定电流;而电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流,如用于照明电路时,一般取负载电流的6倍,如用于电动机保护时,一般取电动机起动电流的1.7倍或取热脱扣器额定电流的8~12倍,出厂时一般整定到10倍的热脱扣器额定电流。

自动开关的使用和维护方法如下:

① 自动开关安装前应将脱扣器的电磁铁工作面的防锈油擦去,以免影响电磁机构的动作值。

② 自动开关与熔断器配合使用时,熔断器应尽可能装于自动开关之前,以保证使用安全。

③ 电磁脱扣器的整定值一经调好后就不允许随意更动,使用日久后要检查其弹簧是否生锈卡住,以免影响其动作。

④ 自动开关在分断短路电流后,应在切除上一级电源的情况下,及时地检查触头。若发现有严重的电灼痕迹,可用干布擦去;若发现触头烧毛,可用砂纸或细锉小心修整,但主触头一般不允许用锉刀修整。

⑤ 应定期清除自动开关上的积尘和检查各种脱扣器的