

机床电器的工作原理

臧瀛芝編著

內容提要 本書敘述機床上所用各種電器的簡單工作原理。**內容**
包括：手操作電器、接觸器、繼電器、行程開關等。

內容通俗易懂，適合於機床工人學習之用。

編著者：戚惠芝

NO. 1891

1959年 2月第一版 1959年 2月第一版第一次印刷

787×1092 $1/32$ 字數 27 千字 印張 $14/16$ 0,001-14,100冊

機械工業出版社(北京阜成門外百萬莊)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業
許可証出字第008號

統一書號 T15033·1567

定價 (9) 0.13 元

前 言

現代化的机床大部分都是自動的或者是半自動的。例如，在一台自動化螺絲車床的一端送上棒料，螺絲就會從另一端一個跟着一個自動地走出來。工人只管看管机床、調整机床及操縱机床上的按鈕和各種開關。是什麼東西能使机床自動的工作並完成各式各樣複雜的動作呢？在這裡電器起着重要的作用。在現代化的机床上採用了大量的電器，沒有它們机床就不能自動化。

為了能夠掌握現代化的机床，我們就必須懂得電器，懂得電器是怎樣工作的，它又怎樣使机床完成各式各樣複雜的動作。在這本小冊子里就要談一談机床用各種電器的工作原理，以便幫助同志們更好地掌握現代化的机床。

一 机床上有哪些電器

當我們接近机床時，首先碰到的問題就是開動机床。那麼我們就要轉動電器的把手或者是按下按鈕，才能使机床開動起來。我們把凡是由操作人員直接參加操作才能動作的這類電器叫做手操作（手動）電器。屬於這類的電器有：刀開關、連杆操縱式刀開關、轉換開關、按鈕開關、鼓形控制器及凸輪控制器等等。在一般的情況下，停止机床也須要轉動開關的把手或者是按下按鈕。

在机床上除上面提到的手操作電器外，還有很多非手操作電器。非手操作電器不是靠操作人員直接操作而動作的，它的動作是靠各式各樣的自動作用的方法來實現的。例如，靠電磁作用的各种電磁式接觸器及電磁式繼電器、靠熱量而動作的热繼電器、

靠压力而动作的压力继电器以及靠机械力作用的行程开关等等。

二 手操作电器

在这一章里我們只講在机床上常用的几种手操作电器。其中有：刀开关、連杆操縱式刀开关、轉換开关、按钮开关、鼓形控制器及凸輪控制器。

1 刀开关 刀开关主要作接通和切断电源之用。在自动控制綫路中，一般的把它当作隔离开关来用。也就是用刀开关将电气设备与电源隔开。这种刀开关可以用在低于 500 伏的直流和交流电路中。它的許可开合次数每小时不超过 20 次。

在圖 1 中表示出刀开关的結構簡圖。当关合时，扳动手柄 1 使主刀極 2 及輔助刀極 4 插入夹座 3 內。这样两个接綫头 6 就由夹座 3 及主刀極 2 給联接起来了。在断开时，扳动手柄 1 使主刀極 2 及輔助刀極 4 离开夹座 3。輔助刀極 4 在彈簧 7 的作用下迅速地离开夹座 3，这样就能在断开电路时使电弧迅速熄灭。当把刀开关作隔离开关用时就沒有用輔助刀極的必要了。因此，在实际的应用中有帶輔助刀極的刀开关，也有不帶輔助刀極的刀开关。帶輔助刀極的刀开关可以断开电压为 220 伏的直流或交流的額定电流。而不帶輔助刀極的刀开关不能用来断开直流电流，因此它在直流电路中只能作隔离开关之用。

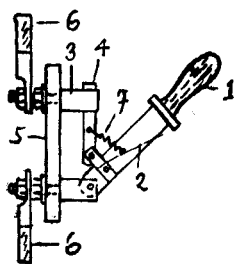


圖 1 刀开关：

1—手柄；2—主刀極；3—夹座；4—輔助刀極；5—絕緣底板；6—接綫头；7—彈簧。

刀开关按主刀極数可以分为單極、双極、三極及多極刀开关。双極刀开关主要用在直流电路及控制电路中，而三極刀开关主要用在交流电路中。

在使用时必须注意刀开关的各个活动部分。夹紧螺丝必须拧紧。夹座卡住刀极的力量要适当。卡的过松时，刀极与夹座接触不好，增加接触电阻，刀极容易发热，因而使刀开关的寿命减低，卡的过紧时，开合不易，也容易使刀开关损坏。

在电气控制线路图中代表刀开关的符号如图 3 所示。



圖 2 刀开关的外形圖。

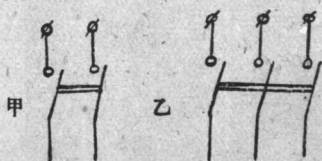


圖 3 刀开关的符号：

甲—双極刀开关；乙—三極刀开关。

2 連杆操縱式刀开关

連杆操縱式刀开关和普通刀开关的区别就在于它通过一个連杆机构使刀极与夹座接合和分开。通过連杆机构就可以使刀开关的带电部分掩蔽起来，这样就可以避免可能發生的触电事故。

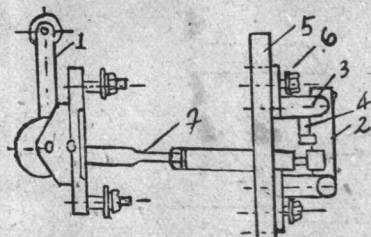


圖 4 連杆操縱式刀开关：

1—手柄；2—主刀極；3—夹座；4—輔助刀極；5—絕緣底板；6—接綫头；7—連杆。

在圖 4 中表示出連杆操縱式刀开关的結構簡圖。因为它的主要部分与前面講的刀开关相同，所以就不再多加說明了。在圖 5 中表示出連杆操縱式刀开关的外形圖。連杆操縱式刀开关在控制线路图中的代表符号与普通刀开关的相同。在这里順便說明一下，凡是作用相同的电器不論其

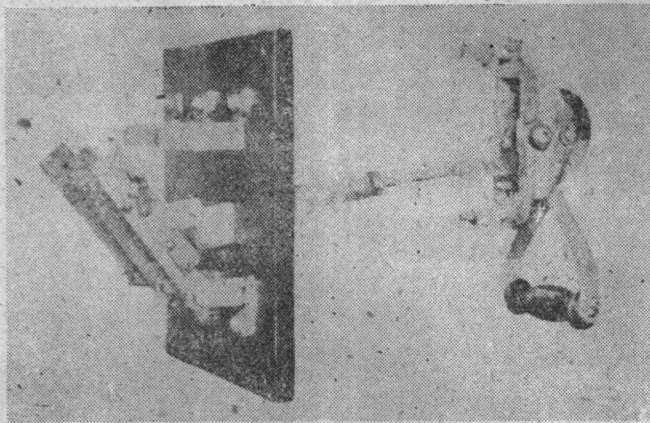


圖 5 連杆操縱式刀开关的外形圖。

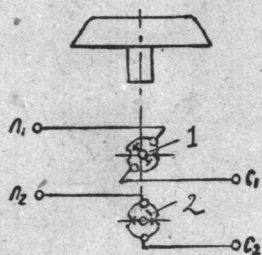


圖 6 轉換开关的接線圖：
1 及 2—動觸片； n_1 和 c_1
及 n_2 和 c_2 —靜觸片。

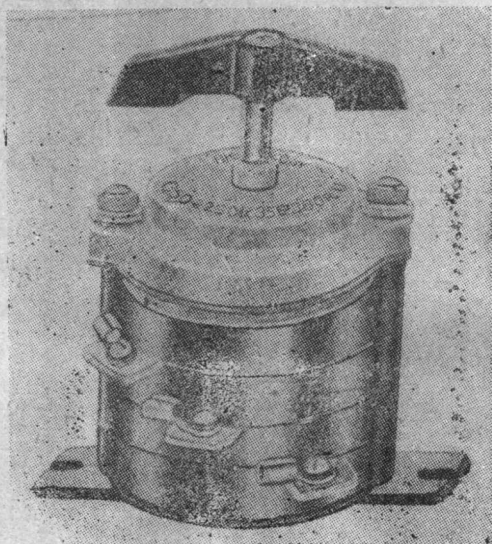


圖 7 轉換开关的外形圖。

型式相同与否，它们的代表符号相同。

3 轉換开关 轉換开关在机床上应用得比較广泛。通常也是把轉換开关作接通和切断电源之用。它用在电压低于 380 伏的直流与交流电路中。一般的轉換开关每小时最多断开次数不超过 300 次。

在圖 6 中表示出轉換开关的示意圖（电气接綫圖）。轉換开关是由数个动触片（圖 6 中的 1 及 2）装在带手柄的轉动軸上。轉动开关的手柄使动触片与靜触片（圖 6 中的 A_1 和 C_1 及 A_2 和 C_2 ）接通或断开。

在圖 7 中所表示的是轉換开关的外形圖。

轉換开关根据动触片的数目多少也分为單極、双極、三極及多極轉換开关。

4 按钮开关 按钮开关主要在远距控制中用来接通和切断繼电器或接触器吸引綫圈的回路。

在圖 8 中表示出按钮的结构簡圖。按钮 1 是和带有桥式动触头 7 的梢杆 2 固定在一起。原通触头 5 及原断触头 6 是被固定在胶木做成的底板座上（在圖中底板座未画出）。因为在未按下按钮 1 时，桥式动触头 7 就与靜触头 5 接通，而与靜触头 6 断开。所以我們把靜触头 5 叫做原通触头，而把靜触头 6 叫做原断触头。当我们按下按钮 1 时，則梢杆 2 向下运动。桥式动触头 7 离开原通触头 5 而与原断触头 6 接通。当我们把按钮 1 放松之后，按钮 1 在彈簧 3 張力的作用下恢复到原位置，并使触头仍然恢复到未动作前的

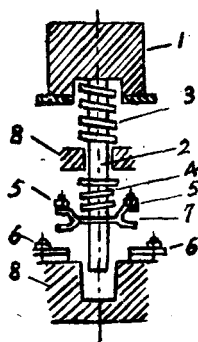


圖 8 按钮开关：

- 1—按钮；2—梢杆；
- 3—彈簧；4—彈簧；
- 5—原通触头；6—原断触头；7—桥式动触头；8—支座。

状态。彈簧 4 是用来增加桥式动触头对靜触头的压力，以使它們接触的更好些。

按鈕开关可以只有原通触头或原断触头；也可以既有原通触头，又有原断触头，我們把这样的按鈕叫做复合按鈕。按鈕在控制綫路圖中的表示符号如圖 9 所示。

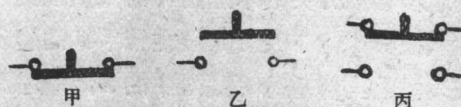


圖 9 按鈕开关的符号：

甲—原通按鈕；乙—原断按鈕；丙—复合按鈕。

在圖 10 中表示出实际的按鈕开关結構圖。

在圖 11 中表示出按鈕开关盒的外形圖。

5 鼓形控制器及凸輪控制器 鼓形控制器及凸輪控制器常用在起動、制動、正反轉較多或者是經常要求調速的機器上。例如，我們最常見的市內電車就是用鼓形控制器来控制電車的開車（起動）、停車、正反向以及調速等等。又如，在工厂中的

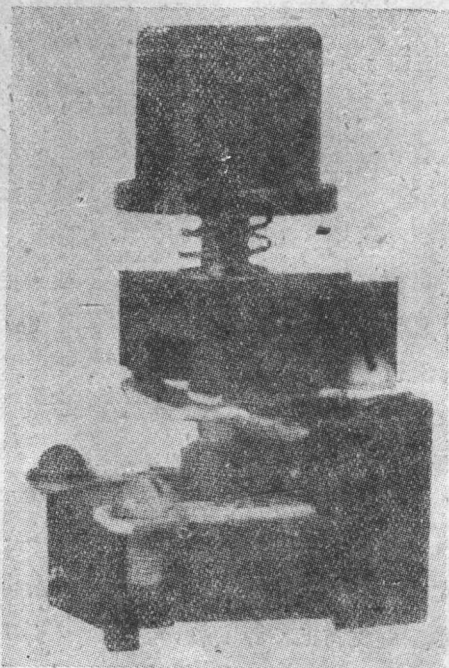


圖 10 按鈕开关結構圖。

桥式吊車也是用鼓形控制器或凸輪控制器来控制。机床上的多速电动机的調速也常用鼓形控制器来控制。

在圖12中表示出鼓形控制器的結構簡圖。把手1安在帶动絕緣筒3的轉軸2上。在絕緣筒3上按有許多銅片（動触头）5。在

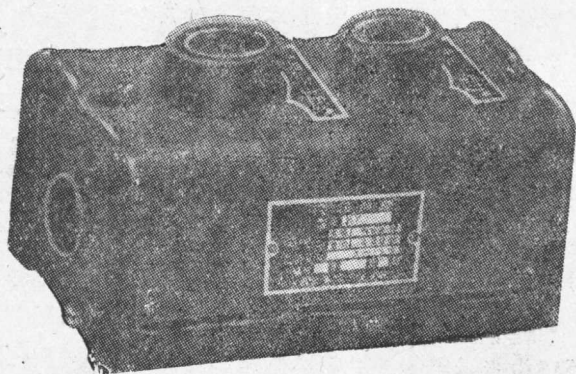


圖11 按鈕开关盒的外形圖。

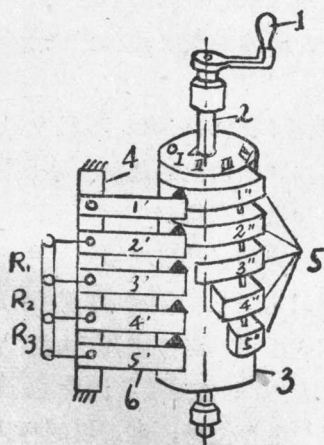


圖12 鼓形控制器：

1—手柄；2—轉軸；3—絕緣圓筒；
4—絕緣板；5—動触头；6—靜触头。

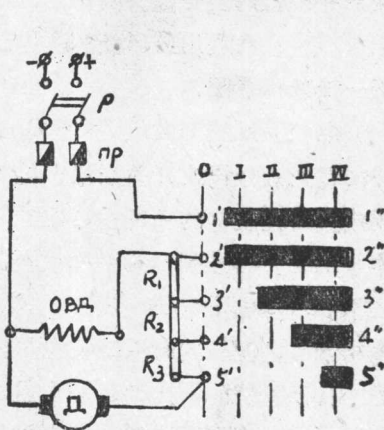


圖13 鼓形控制器的控制綫路圖。

一个控制器上有由两个以上的动触头用导体联接在一起的数个动触头组。在絕緣板 4 上也安有許多銅触头（靜触头）6。这些靜触头是互不相連的。当轉动手柄 1 时，轉軸 2 帶动圓筒 3 轉动。因此动触头 5 使靜触头 6 彼此按照一定的次序相联接。手柄的每个不同位置都相应于这些靜触头的不同的联接方法。例如，在圖 12 中所示，当手柄在 0 位时，靜触头 6(1', 2', 3', 4' 及 5') 互不相連。当手柄在 I 位时，則靜触头 1' 及 2' 由动触头 1'' 及 2'' 接通 3。这个控制器的 5 个动触头 (1'', 2'', 3'', 4'' 及 5'') 用导体連通 3。当手柄放在 II 位时，靜触头 1', 2' 及 3' 全接通 3，这时电阻 R_1 被短接。由圖不难看出，当手柄放 III 位时，电阻 R_2 又被短接 3。当手柄放 IV 位时，电阻 R_3 被短接，此时綫路中就没有附加电阻 R_1 、 R_2 及 R_3 了。

在圖 13 中表示出的是鼓形控制器的控制綫路圖。这个圖也叫鼓形控制器的展开圖。圖中的黑粗綫条代表动触头，圓圈代表靜触头。現在我們用鼓形控制器控制一台直流他激电动机作例子来談一談怎样看圖。

电源經過刀开关 P 、保險絲 ΠP 及控制器供电給电动机 M 。刀开关在此处作隔离开关来用。控制器控制电动机的起动、停止和調速。当控制器的手柄在 0 位时，电动机沒有得到电源，因而它停止不动。当控制器的手柄放在 I 位时，在电动机电振回路中串入全部附加电阻 R_1 、 R_2 及 R_3 ，与此同时电动机的激磁繞組 OBM 也得到了电源。此时电动机以最低轉速運轉。当控制器手柄放在 II、III 及 IV 位时，因为附加电阻 R_1 、 R_2 及 R_3 被短接，因此电动机以相应的高轉速運轉。其中以手柄放在 IV 位时，电动机的轉速为最高。

在設備容量較大或开合次数較多时，往往用凸輪控制器代替

鼓形控制器。因为凸轮控制器在机床上的应用较少，所以不在此詳加介紹了。

三 接触器

接触器是用来接通和切断带有負載的主电路和大容量控制电路的远距离自动控制电器。它接通和切断电路是靠电磁的作用来实现的。它的动作原理圖表示在圖14中。

支架2及靜鉄心5固定在絕緣底座1上。吸引綫卷6繞在靜鉄心5上。当吸引綫卷6流有足够的电流时，动鉄心7被吸向靜鉄心5。因此在动鉄心7上的动主触头4与靜主触头3接通，而动輔助触头9与靜輔助触头8断开。

当吸引綫圈未通电时，动触头与靜触头相接通的我們叫做原通触头，而动触头与靜触头断开的我們叫做原断触头。

必須指出的是，对所有电器所謂原通触头和原断触头就是指的在該电器未受外界因素作用时，动触头与靜触头就接通的叫做原通触

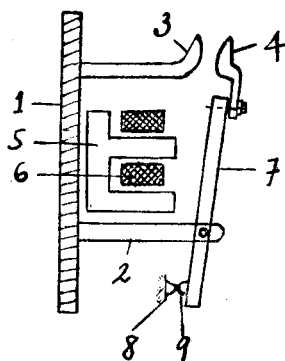


圖14 接触器：

1—絕緣底座；2—支架；3—靜主触头；4—动主触头；5—靜鉄心；6—吸引綫圈；7—动鉄心；8—靜輔助触头；9—动輔助触头。

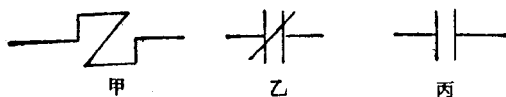


圖15 接触器的符号：

甲—吸引綫圈；乙—原通触头；丙—原断触头。

头。反之，动触头与静触头原来就断开的叫做原断触头。所以在講到后面的电器时就不再一一加以說明了。

接触器按吸引綫圈电流的种类分为直流接触器及交流接触两种[●]。它們各自的特点将在下面进行叙述，但是它們的动作原理是相同的。

在控制綫路圖中所采用的接触器符号如圖15所示。

1 直流接触器 这类接触器主要作控制直流电路之用，但是它也可以用在要求接触器頻繁动作的交流电路中。直流接触器一般的作成單極，即一个接触器上有一个主触头。

在圖16中表示出最常用的 *KH* 系列直流接触器的結構簡圖。为了說明接触器在自动控制綫路中的作用，在接触器結構簡圖的左面附有电动机接綫圖及按鈕控制綫路圖。

接触器的主触头 7 及 9 接在电动机的电樞回路中，而吸引綫圈及輔助触头 14 接在按鈕控制回路中。当按下起动按鈕 *H* 时，吸引綫圈 1 通电，因而动鉄心 4 被吸向静鉄心 2。因此动主触头 7 与静主触头 9 及动輔助触头 13 与静輔助触头 14 全接通了。所以电动机电樞回路被主触头接通，而輔助触头将起动按鈕 *H* 的触头联鎖。联鎖保証放松起动按鈕后吸引綫圈 1 不会断电。按停止按鈕 *C* 停止电动机。

在自动控制綫路中并不須要把电器的結構圖画上去，而是用符号来表示。我們把这样的綫路圖叫做控制綫路原理圖。例如，圖 17 就是圖 16 的控制綫路原理圖。在綫路圖中，一个接触器的

● 接触器按它的主触头所控制的电路是直流还是交流，分为直流接触器及交流接触器两种。这是目前对直流接触器及交流接触器的一般分法。但这种分法对直流接触器及交流接触器的特点不大方便。所以我們采用了另一种分类方法。

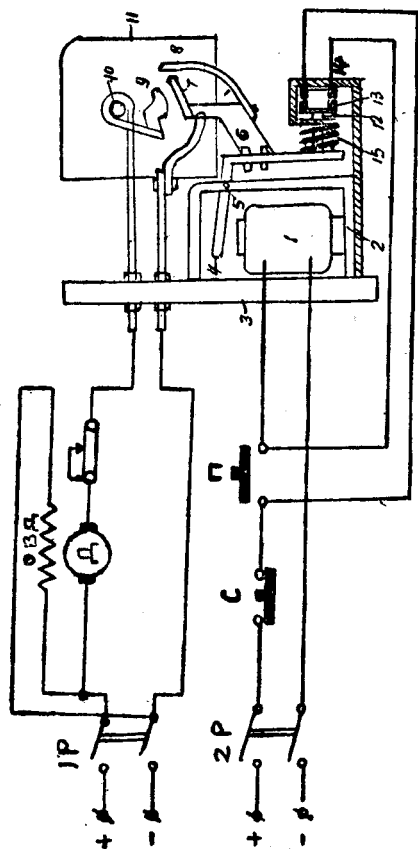


圖16 直流接觸器：

1—吸引線圈；2—靜鐵心；3—絕緣底座；4—動鐵心；5—動鐵心的軸；6—動主觸頭連杆；7—動主觸頭；8—消弧角；9—靜主觸頭；10—消弧線圈；11—消弧罩；12—動輔助觸頭連杆；13—動輔助觸頭；14—靜輔助觸頭；15—釋放彈簧。

各个元件（吸引線圈及各种触头）均用一个俄文字母 *K* 来表示。所以我們要注意这一点，在綫路圖中俄文字母相同的各个元件是屬於同一个电器上的。在后面就不一一加以說明了。

在圖 18 中表示出 *KП* 系列直流接觸器的外形圖。

在接觸器的具体結構中，有两个問題必須着重加以說明的：

1) 彈簧的作用; 2) 消弧設備的消弧原理。

1. 彈簧的作用——當吸引綫圈失電時，圖 16 中的釋放彈簧 15，幫助動鐵心 4 釋放到原位置。除釋放彈簧外，不論是在動主

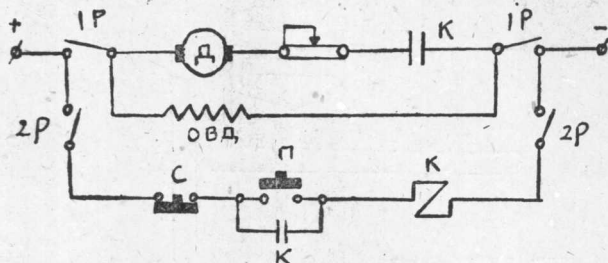


圖 17 圖 16 的控制綫路圖。

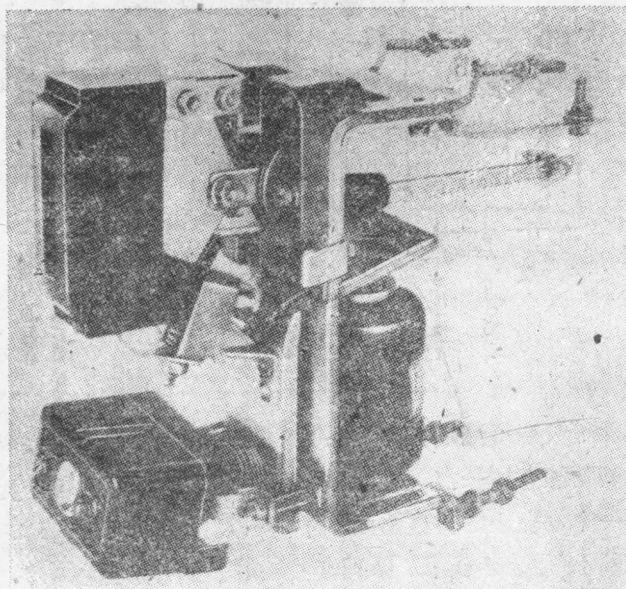


圖 18 直流感應器的外形圖。

触头上，还是在动辅助触头上均安有弹簧（在圖 16 中未表示出）。在各触头上弹簧的作用是使触头在闭合后，动触头与靜触头間有足够的压力，以便减少触头間的接触电阻。另一方面就是在触头闭合时，减少触头相碰时的冲击。所以在实际运转时，要注意弹簧的压力，不能过高或过低。

2. 消弧设备的消弧原理——在圖 16 中我們还可以看到接触器上有消弧角 8、消弧綫圈 10 及消弧罩 11 等消弧设备。我們知道，当动触头与靜触头分开时，在触头間就产生电弧。我們必須使电弧迅速熄灭，否則触头很快就会被电弧燒毀。电弧怎样才会熄灭呢？主要的方法之一就是將电弧拉長。

消弧綫圈的作用就是用它所产生的磁場使电弧拉長。它的消弧原理如圖 19 所示。

假設在触头 2 及 3 断开时 流有 电流 I ，它的方向如圖 19 中的箭头所示。这个工作电流 I 同样流过消弧綫圈 1。由消弧綫圈 1 所产生的磁場通过两个厚鋼板 4，并經過产生电弧的工作触头 2 及 3 的間隙而閉合。我們知道电弧在磁場的作用下开始移动。电弧移动的方向由消弧綫圈繞制的方向来决定。在制造上我們繞制消弧綫圈的方向使电弧向上移动。也就是說把电弧向上拉長。这样电弧便容易熄灭了。

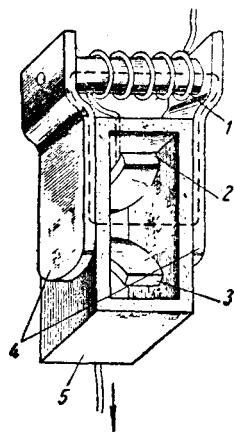


圖 19 消弧綫圈的消弧原理圖：

1—消弧綫圈；2 及 3—触头；4—鋼板；5—消弧室。

不仅切断直流能用消弧綫圈，切断交流也可以用消弧綫圈。虽然交流电流的方向經常改变，但电弧仍然向上移动而不改变其方向。因为电流方向改变时，消弧綫圈磁場的方向也随之改变

了。

消弧罩的作用是不讓电弧向旁扩散，使电弧不致于飞跃到其它触头上和带电設備上，以免造成事故。

在運轉時，必須注意接觸器的清潔。其實對於所有電氣設備都應當保持清潔。因為不清潔的東西不僅對電氣設備的絕緣有極大的破壞作用，使電器壽命減低，在某些時候它還可以使電器不能正常工作。

對接觸器特別應當注意的是觸頭的工作情況。當接觸器工作一段時間之後，觸頭表面由於电弧的燒傷使表面氧化而變黑。在嚴重的情況下，甚至會出現凸凹不平

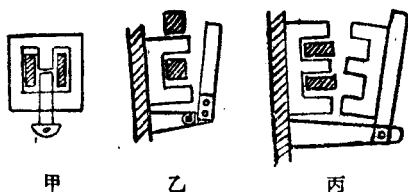


圖20 交流接觸器：

甲—軸吸式；乙—C字式；丙—E字式。

的現象。如果不及時加以處理，觸頭的壽命會大大地減低。同時也要注意觸頭位置是否因經常振動而傾斜了。因為觸頭位置不正最易燒傷和使工作不可靠。

2 交流接觸器 這類接觸器主要作控制交流電路之用。交流接觸器通常作成三極。交流接觸器與直流接觸器有許多不同的地方。例如，直流接觸器的鐵心用普通軟鋼塊作成，而交流接觸器的鐵心必須用硅鋼片一片一片的疊成才行。不僅接觸器有這樣的差別，就是其它的電磁電器也是如此。

交流接觸器按鐵心的結構不同可以分為三種型式：1) 軸吸式；2) C字式；3) E字式。這三種結構型式簡圖表示在圖20中。

軸吸式接觸器的特點是結構緊湊和簡單，但它的吸力小，所以只適合控制小功率的電路。E字式接觸器適合控制大功率的電路。而C字式介於前二者之間。

圖21所表示出的是交流接觸器的工作原理簡圖。接觸器安在絕緣底板1上。當按下起動按鈕II時，吸引線圈2流通電流，則動鐵心3被拉向靜鐵心4。動鐵心3帶動轉軸7轉動，使主觸頭5及輔助觸頭6閉合。

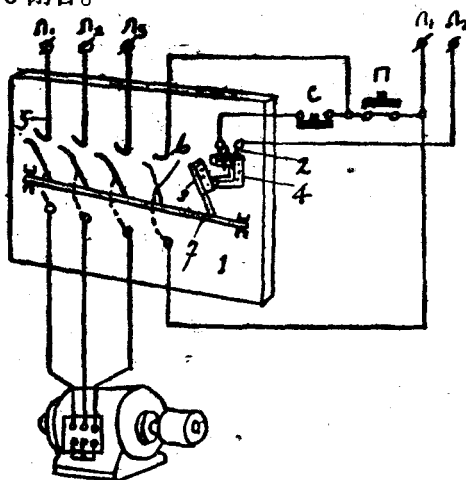


圖21 交流接觸器的工作原理圖：

1—絕緣底板；2—吸引線圈；3—動鐵心；4—靜鐵心；5—主觸頭；
6—輔助觸頭；7—轉軸。

在圖22中表示出圖21的控制線路原理圖。

關於交流接觸器還有兩個問題必須加以特別解釋的：(1) 吸引線圈在剛接通時的瞬時電流；(2) 短路銅環。

(1) 吸引線圈在剛接通時的瞬時電流——交流接觸器的吸引線圈接通時的瞬時電流為額定電流的5~15倍。當動鐵心被吸住時，吸引線圈中的電流小下來的現象可以這樣來解釋：當動鐵心與靜鐵心有較大的氣隙時，在磁路中的磁阻也大。在一定的磁勢下，磁通就減少。如果要保持磁通不變，就得增大磁勢，也就是說必須增大電流。因為在吸引線圈上所加的電壓是一定的，假