

A black and white line drawing of a male worker wearing a cap and overalls, holding an open book and looking at it. In the lower-left corner, there is a large, stylized illustration of a gear and a stack of books.

机械工人
活叶学习材料

424

机床工人用电 安全常识

王祖康、臧剑鸣编著

机械工业出版社

一 机床电力装备的一般介绍

1 机床电力装备的发展及目前机床用电概述

人們很早就使用机器了，可是早先推动那些机器的动力不是蒸汽或电力，而是用手拉或脚踩。世界上第一台車床就是用繩索拴住“主軸”，用脚踩动的。使用这些原始的机床，人的劳动極为繁重，而且工作效率不高。十八世紀，科学家們發明了蒸汽机，在当时它具有很大的优越性，因而迅速广泛地被用来拖动各种机器。当时机床的拖动装置也广泛地采用蒸汽机作为动力，这个时代被称为蒸汽机时代。随着生产的发展，蒸汽机拖动的缺点（例如需要笨重而且价高的鍋爐、蒸汽机，傳动机构复杂，效率太低等）逐渐明显化了。这种情况，直到1836~1891年俄国科学家們先后發明了直流电机和三相交流异步电动机以及發展了电力拖动的理論后，才得到初步改善。电力拖动的优点是：电能易从他种能量轉变而得到，且能以很小的损失进行远距离輸送和控制，同时电力为机床拖动带来了强大的功率和巨大的灵活性。电动机代替了蒸汽机后，又因为生产工場距离和电动机功率的限制，因而出现了分組拖动的方法。生产工場的机床，一般按不同类型分成若干大組，各由一台大型电动机来拖动。这台电动机首先拖动一根（或数根）“天軸”，而后各台机床再經皮帶与天軸連接，这种傳动方式称为“天軸傳动”。大家知道，这种傳动也有很大的缺点，例如：因天軸和皮帶布满車間，使車間光綫不良，并且揚起灰塵以及容易發生人身事故；傳动装置中損耗很大、效率不高等。我

国解放前工业基础很薄弱，所以至今一些規模較小的旧工厂，尚存在这种拖动装置。改造这些落后的傳动方法，也是我們当前技术革命的任务之一。

分組拖动的缺点，促使了單独拖动的出現和推广。在單独拖动中，每台机床都由自己独立的电动机来拖动，这不仅提高了运用的灵活性和劳动生产率，而且显著地改善了劳动条件，簡化了車間的布置。同时也就有可能利用特殊的构造形式，使电动机和机床結合在一起，因而大大簡化了机床的机械傳动装置。对于一些大型机床，其尾架的移动，横梁的上下和夹紧，以及刀架的进給等繁重的工作，也都可用單独的輔助电动机来拖动，这就是所謂“多电动机拖动”。

現代机床电力拖动装置包括（1）电动机（2）控制器械（3）电动机与机床間之傳动装置等三部分。对于各种机床來說，上述三部分有些可能很簡單，有的則很复杂。在某些場合下，第三部分根本沒有（例如磨床的磨头——砂輪就是与电动机直接連接的）。下面分別說明电动机和控制器械。

2 机床电力拖动的电动机

所謂电动机（或馬达）就是能将电能轉变成机械能的一种机器。我們用它来拖动其他机械，使其完成一定的工作（例如机床的切削）。为了滿足现代化机床拖动在調速等方面的要求，除了应用交流电动机外，还广泛地应用了直流电动机，因而，就需要直流發电机。所謂發电机，恰恰与电动机相反，它是利用各种原动机（蒸汽的、水力的、風力的或电的均可）来轉动因而發出电能来，也就是說發电机是将其他各种能量轉变成电能的一种机器。在机床拖动装置中，發电机給电动机直接供电的机组，我們称它

为“发电机-电动机組”。

对于每一台电机來說，都有一个銘牌。在这个小牌上，記載了电机的一些数据。例如：（1）型号——它是說明这个电机能使用在什么地方；是交流的，还是直流的；是异步的，还是同步的；是普通防护結構式的，还是封閉扇冷式的。例如机床一般拖动电机多用J（交流、异步、防护式）型或JO（交流、异步、封閉扇冷式）型；（2）容量——說明这台电机最大出力是多少，平常以瓩为單位，也有以馬力为單位的；它們間的換算关系是1瓩=1.36馬力。例如一台25瓩的电动机約等于34匹馬力；（3）电压——一般机床电机的电压为380/220伏，这种写法說明此电机可用于綫电压380伏和220伏两种三相交流电源。这只要把电机繞組接成“角形（220伏）”或“星形（380伏）”即可；（4）电流——表示該电机在額定負載时的电流。而切削时电流的大小則决定于切削所需功率的大小。此外銘牌上尚規定有相數、周率 and 允許溫升等数值。

机床的运动可分为主运动和輔助运动。对車床來說，工件的旋轉就是主运动，刀架和尾架的运动就是輔助运动。所謂輔助运动，顧名思义，一般就是指夹持工件、移动刀架以及橫梁上下和松紧等运动。这些运动可以是手动的，也可使用單独的电动机来拖动。

3 机床电力拖动的控制設備

所謂控制設備就是指控制机床电动机的起動、關速、掣動、反轉、停止以及保持切削速度、力矩和功率不变等用的一些电气器械的总称。

控制电器可分“靜止”的和“動”的两类。“動”的又可分为手

动、机械动或电磁动的两大类。静止的控制设备有控制变压器、电阻器、保险器和信号灯等。动的控制设备属于手或机械动作的有闸刀开关、行程开关、鼓形控制器等；属于电磁动作的有电磁开关、电磁卡盘、离合器和各类继电器、控制电机等。它们的复杂程度，决定于机床对电力拖动的要求。简单的，只用一个闸刀开关或电磁开关来启动和停止电动机。可是现代复杂的机床，特别是大型机床，它们的控制电器的种类和数目常常数以百计。

一般小型机床的控制电器数量不多，大都安装在机床的壁龛内或附着在机床上的开关箱内。它们的控制按钮则被安置在机床上容易操作的地方。它们的指示仪表和信号设备也被装设在机床上。对于控制电器复杂而又繁多的机床，为了集中控制，可把它们安装在机床附近专用的开关柜内；至于那些控制按钮、信号设备和指示仪表亦可集中地安放在控制柜上。为了更便于操作，有时也把控制按钮和信号设备装置在一悬吊的“按钮站”上，也有装置在机床的各被控制部件上的。

各种控制电器各有其不同的型式、电压、电流、以及接通次数等规定数值。我们使用时一定要符合其规定的技术要求，否则将降低控制电器的使用寿命，甚至造成严重的电器设备事故或人身事故，以致给国家造成重大损失。

4 机床电力拖动的保护设备

由于使用或维护不当以及控制设备制造上的缺陷，日常使用机床电器时往往出现各种故障。为了保护设备和人身不因上述故障而受到损伤，我们就在机床电力拖动装置中设置了一些防护装置，也就是“保护设备”，主要的有下面几类：

(1) 防止电机过载和短路的保护装置 电机的过载就是指被拖动设备所需之功率超过了该电机所具有的额定马力。短路是指电机电源的一相或几相不经电机而直接被短接。这两种故障均能使电机或电线中流过较大的电流，使导线和绝缘发热甚至烧毁。在机床上广泛地利用“热继电器”（热脱扣）作为电动机的过载保护。对于短路则应用保险丝或过电流继电器来防止其危害。这些保护设备都能在发生上述故障时将电源开关断开，使机床自动停下来，从而保证了设备和人身的安全。

(2) 防止过温、过速以及行程保护装置 冲压设备的冲程、龙门刨床和各种铣床的工作台的行程，以及各类机床刀架的自动走刀和横梁上下距离等等均有一定的限度，超过这些限度，就将造成各种设备和人身事故。为了保持上述行程在一定限度范围内，就装设了“行程保护”。这种装置一般用限位开关（或称行程开关）来实现，超过行程时，撞块就撞开限位开关；限位开关发出讯号，使电源切断，行程自动停止。

对于大型立车和龙门刨床等，往往由于润滑油供给不足或负载过重和转速过高造成导轨和传动齿轮的温度过高、磨损过大，因而就设有“过温保护”。这种装置常常在达到一定温度时发出报警信号，此时操作人员就应停车，否则它将自动切断电源而强迫停车。

在用直流电动机调速的拖动上常有“速度保护”，因为这些拖动常因操作错误或电气故障而造成机床运转的速度超过了容许范围，即所谓“飞车”。这会造成严重的机械或人身事故，因而在此情况下，必须立即使“过速保护”发生作用，切断电源。与此相反，有时也设计成在速度过低时切断电源，即所谓“低速保护”。

(3) 机床驱动的各种连锁 机床各种运动的先后次序，有

时有严格的限制。違反这种次序就会造成事故，因而各种运动間的連鎖也就是一种很重要的保护。这对多电动机拖动的現代复杂机床來說，尤为重要。例如各类机床的主运动往往和潤滑油泵或冷却液泵相連鎖，一定要保証先打上潤滑油和冷却液后 才能 開車。又如車床的主軸，当电动机已使它作“正轉”时，就不能同时接通“反轉”，反过来也如此；这种“正”“反”互相牵制的連鎖装置也叫“互鎖”。

实现各种連鎖，可用机械的連杆或各种电磁繼电器、接触器控制来实现。为可靠起见，有时对一种运动同时采用机械連鎖和电气連鎖。

5 机床电力拖动的信号和指示设备

我們知道电是肉眼所看不見的，它的存在与否或其各种情况，只能由它的一些效应用各种信号和仪器来表示。因而在机床上就装置了一些表示其运转和故障情况的信号和指示设备。

信号设备常見的有光信号和声响信号。光信号一般用各色信号灯来体现，根据不同顏色我們可以区别机床的准备、运转或故障等情况。例如常以紅色信号灯表示故障信号，綠色信号灯表示正常运转等等。

为了引起操作者的注意，常用声响信号来發出事故警报，它是通过各种电鈴、电喇叭来实现的。

机床上的指示仪表，包括电流表、电压表、溫度表、速度表（轉数表）和压力表等用来正确指示上述各量。

二 电流对人体的作用

1 电的一般認識与欧姆定律

由上述的一般介紹中，我們可以了解电在現代各种机床上的应用是極為广泛的，可以这样說：“哪里有机床，哪里就有电！”。在使用不当时，电对人体是有危害性的。在講电对人体作用之前，先把有关电的一些名称、意义和它的性質作一簡單介紹：

(1) 电流、电压和电阻 从意义上解釋，电流就是电子的流动，它跟河里的水流很相似，只要两头有高低之位差，水就会流动。不过电流需要一个环路，同时电流也不如水流那样能用眼睛看出来。电流的大小用安培（简称安，符号为 A ）表示。电阻是物体本身对流动的电子所具有的阻力，正如河里的流水会遇到石头或小船的阻力一样。它的大小用欧姆表示（简称欧，符号为 Ω ）。不同的物体，电阻数值也不同。有的物体电阻很小，电流就很容易通过，如銀、銅、鉛、鉄；这种物質我們称为导体。有的物体电阻很大，电流很难通过或几乎不能通过，如玻璃、木材、橡胶和云母等；这些物質我們称为絕緣体。此外性能介于它們两者之間的还有一种半导体，例如硒、鍺等。电压就是使之在物体回路中产生电流的电位差，它的大小用伏特表示（简称伏，符号为 V ）。

(2) 电路和欧姆定律 电路是电源、負載和电流流經的道路的組合，它和河道或自来水管相类似；所不同的是电路必須有电源、負載，同时必須是一閉合的迴路；也就是电流从發电机或电池的“+”極經导綫和电灯或电动机再回到“-”極，电灯才能發亮，电动机才会轉起来（圖1），否則就不会有电流通过。

表示电路中电压、电流和电阻間相互关系的一个基本定律就是欧姆定律，它的公式是：

$$I = \frac{U}{R},$$

就是說电路的电流等于电源电压除以电路电阻。如果电压是1伏特，电阻是1欧姆，那么电路內的电流就是1安培。

利用这个公式，只要經過簡單的乘法移行运算我們也能求得电压或电阻的公式：

$$\text{电压： } U = IR,$$

$$\text{电阻： } R = \frac{U}{I}。$$

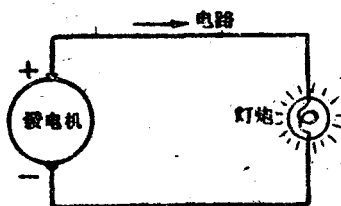


圖1 簡單电路。

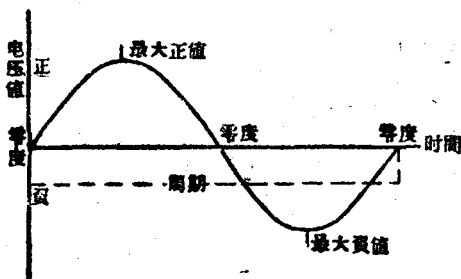


圖2 交流电。

(3) 直流电和交流电 在現代机床电力装备中，直流电和交流电都有应用。直流电的电压、电流的大小和方向是不变的，例如电池和直流发电机所發出的电。交流电的电压、电流的大小和方向是时刻不断地交变的，它的变化規律如圖2所示。电压或电流由零逐漸增加到最大值，再逐漸下降到零，然后向反方向增到最大值，又逐漸下降到零。这样变化一次的全部時間，就称为一周期，用秒来計算。每秒变化的次数称为頻率。我們工业用的交流电，每秒要經過这样的变化50次，这就叫50周波的頻率。

实际上广泛应用的是三相交流，它的三条綫分別称为A相、B相和C相。三相交流也可用作單相，那就是把負載（例如电鑽

或电灯)的一端接任何一相,而另一端接到电源的零线。当电源的中性点接地时,则另一端只要和与大地连接之任意金属外壳相接即可,这就所谓一端接“火线”一端接“地线”。

(4) 电功率和电能 电功率表示单位时间内电所作的功,用瓦特来表示(简称“瓦”,符号为“W”)。如果电路的电压是1伏而电流是1安,则它的功率就是1瓦特。瓦特的一千倍叫做1千瓦(简称“瓩”,符号为“KW”)。

电能则表示在电路中发出或消耗的能量,它在数值上是功率和时间的乘积,用瓦特小时表示(简称“瓦时”,符号为“WH”)。功率1瓩的电炉用一小时就消耗1瓩·时的电能,也就是我们俗称的“1度电”。

2 电流对人体的伤害

人体是导体,但人身也有电阻。说明人体组织的电阻时必须把皮肤电阻和内部组织的电阻加以区别。决定人体组织电阻的主要因数是皮肤的角质外层(通常厚为0.05~0.2毫米)。一般干燥皮肤的电阻可达十万欧姆,但也不是固定的。它和皮肤状况、接触面积、外加电压、通过的电流及其持续时间都有关系。而内部组织的电阻则和外加电压及接触部位无关,只随人体温度增高而减少,平均约为1000欧姆,人体的总电阻一般约在800~100000欧姆之间的一个很大范围内变化。

当人身接触带电部分或受电弧作用时,就会被电所伤害。电流对人体器官的作用是复杂而多样的,总的来说有热性质的(灼伤)、机械性质的(人体组织破裂或骨骼折断)、化学性质的(电解——血液分解)和生理上的作用(破坏或伤害生理组织神经系统)。下面我们一切电流对人体产生的伤害分成内部性质的“电

击”和外部性质的“电伤”两类来讲。

电击是指人体组织整体受击而损伤，它是最危险的电伤，因为它可破坏人体生理过程，使管理心脏和呼吸器官的神经中枢麻痹。电击的特征是丧失知觉发生痉挛，部分或全部地停止呼吸和心脏跳动，造成“假死”现象，应立即施行人工呼吸法进行急救，否则将慢慢死去。

电伤是指外表局部的伤害，包括灼伤、电的烙印和皮肤金属化等。（1）灼伤，它是当电流直接流经人身或不流经人身时的热效应引起的，例如保险丝熔化时飞溅起的灼热的金属粉末灼伤皮肤，或当人体触及电气设备强热部分时也会灼伤皮肤。按程度的不同它有皮肤发红、起泡、组织碳化和损毁等表现。更严重的灼伤是由电弧引起的，因电弧能辐射可见光线，它使眼睛网膜受害而失明，还能辐射不可见的紫外线使人得“电光性眼炎”或“皮肤炎”。（2）电的烙印，它是电流所留痕迹的一种电伤，和灼伤不同，大多是在良好的接触下产生的呈圆形或椭圆形的肿块。受伤皮肤硬化呈黄色或灰黄色。电烙印有时不在电流通过后立即显出，并无特殊痛苦。（3）皮肤金属化，它是人体和带电设备接触时，在电流作用下，熔化和蒸发的金属微粒渗入皮肤表层，而使伤害部分呈粗糙而坚硬的表面，但以后会逐渐自然脱落。随金属之不同，金属化的表皮也呈现不同颜色，例如接触红铜——呈绿色；接触黄铜——呈蓝绿色；接触铅——呈灰黄色。

此外，当人触电时失去知觉和平衡而从高处摔下或骨折等间接伤害也算是电伤。

3 致命的电流量、安全电流和安全电压

电流是我们人触电造成伤害的直接因素。根据研究与实际统

計資料：當有 0.1 安培的電流流經我們人體時，就可使人死亡。一般交流電 1 毫安（1 安培的千分之一），直流電 5 毫安就開始對人體發生感覺。下面這張表能幫助我們了解不同大小的電流對人體的不同作用（表 1）。

由這個表我們可以看出在交流 10 毫安，直流 50 毫安時，人體尚能依靠自己脫離電源，我們就稱它為“安全電流”。100 毫安（0.1 安培）的電流就能使人體死亡，它被稱為“致命電流”。但實際工作時，因為無法確定各種情況下流經人體的電流，所以不宜用安全電流作為安全的界限，而用安全電壓來判斷。現在我們採用的安全電壓有 36 伏、24 伏和 12 伏等。這些是根據不同工作地點而決定的。我們機床的局部照明就是採用 36 伏。因為我們人體電阻很大（見前述），當電壓低於 36 伏時，其電流就能被限制在安全電流範圍以內，而被認為是安全的。觸及一般電動機或電燈的 380/220 伏電源時，流經人體的電流就會大於 0.1 安培，因而是十分危險的。

表 1

電 流 (毫安)	對人體作用的特征	
	50 周的交流	直 流
0.6~1.5	開始感覺手指麻刺	沒有感覺
2~3	手指強烈麻刺、顫抖	沒有感覺
5~7	手的肌肉痙攣	刺痛、感到灼熱
8~10	手指手節與手掌感到劇痛已很難擺脫電源	灼熱增加
20~25	手感到很痛並很快地麻痺不能擺脫電源、呼吸困難	灼熱加強並產生肌肉痙攣
50~80	呼吸器官麻痺，心房開始震顫	感覺強烈的灼痛，手肌肉痙攣，呼吸困難
90~100	呼吸器官麻痺經三秒鐘後心臟麻痺並停止跳動	呼吸器官麻痺

4 影响触电严重性的因素

由于人体触电的具体情况不同，因而触电的严重程度也就不一样；有的只是麻一下手，有的就会烧痛烧伤身体甚至死亡。下面我们说明影响人体触电严重性的各个因素：

(1) **电压高低** 目前工厂企业所用电压从十几伏到几千伏不同。但对机床工人来说，应用最广的是380/220伏。我们规定250伏以上为高压，而不超过250伏为低压。当然电压愈高，触电的危险性也就愈大。这是因为电压愈高，作为主要绝缘的皮膚角质外层被迅速击穿，人体电阻迅速减低的結果，所以对人体組織的破坏力愈强，但并不是說低压就沒有危险。因为60伏以上的电压就可能伤害我們的人体。

(2) **电流大小及其作用时间** 由上节我們知道，电流愈大，触电的严重性也就愈大。同时电流流经人体的时间愈長，触电也将愈严重。这是因为引起皮膚發热和变質而使电阻下降的緣故。

(3) **电流的种类和频率** 由表1我們看得出交流电的触电危险性較直流电大，并且交流的各种频率对人体也有不同影响。实验証明50周波左右的工业频率对人体組織的破坏性最大，而小于或大于50周的交流的触电性都将减弱。因此高周波电流对人体电击的相对危险性較小，但它引起的灼伤却往往較直流电和工頻交流电利害。

(4) **电流流经人体的途径** 电流流过人体的途径对人体触电的严重程度，主要决定于电流是否通过神經中樞、心臟或呼吸器官等。流过这些組織的电流愈大，触电的严重性也就愈大。因此同样的电流如从手到足經過人体脊柱是最危险的；而从手到手或脚到脚成环路流通的危险性相对地就較小；特别是从脚到脚，

电流只通过人体下肢，相对的危險性就更小。

(5) 触电者本人的情况 另外，触电者本身的情况也和触电的严重性有关，如触电者皮膚有瘡伤或潮湿、出汗等，以及患有心臟病、肺病或神經病者，触电后的严重性都将增大。

三 机床用电的安全技术

1 机床电气设备易發生事故的地方及其防护措施

机床电气设备可能發生的事故很多，涉及的問題也較广。这里我們只談一下一般常見的問題。

(1) 电源开关箱 在夹持工件、停歇机床或重新开始工作等，我們往往要拉开或合上开关箱的电門，因而电門是我們經常触及的地方。特别是至今很多企业还采用了不少敞露式的閘刀作为电源开关，这就常常成为触电的原因。触电的方式不仅是“电击”，而且常为“电伤”。例如某厂一車工，为方便起見，手里拿着一把車刀去推合开关，結果不小心，車刀触及三相电源，造成严重的三相短路，产生强大的弧光，人立即被打倒。同时臉部也被燒得模糊不清了。所以我們对經常接触和操作的电門应特別小心。至于用敞露式閘刀开关来直接控制电机，在安全上是絕不容許的。为了隔絕开关的带电部分以防止触电而采取的措施有：(一) 采用帶保护盒的閘刀开关；(二) 在閘刀开关前部加装屏板并通过傳动連杆和手柄在板前操作；(三) 改用側面操作的刀开关(圖3)。

(2) 保險器 它的种类很多，有插塞式的，片式的和管式的等多种。保險器造成事故有以下几种原因：(一) 由于保險絲選擇不当或采用的型式不适合；(二) 在更換时造成“电击”性的触电事故；(三) 由于保險器熔化或爆炸飞溅起灼热的金屬粉末所引起

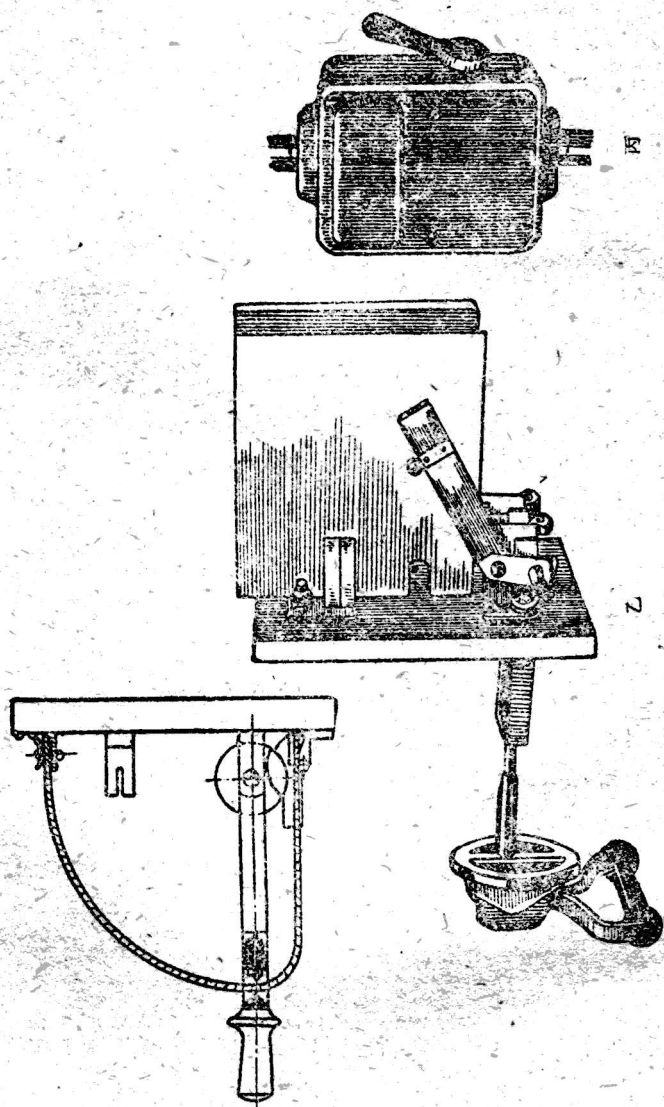


圖 3 防止開刀开关触電的措施：
甲——帶護盒的開刀开关；乙——加裝尿板的開刀开关；丙——側面操作的開刀开关。

的灼伤等。保險器的大小，应严格地按照电动机的容量和 起 动，运行性能来正确地选择。过大过小，都将使其失去保护作用，造成事故。对片状保險片，禁止不加任何防护装置的运用。因为这不仅会因飞溅的金属粉末灼伤操作人员，同时也可能因一相烧断引起的弧光造成三相短路，所以应用坚固的絕緣物加以間隔。更換保險絲，往往要取下保險器；此时如不停止其他机床的工作，就要在不拉开电門的情况下进行。这种“带电工作”可能造成触电，所以在作这种工作时，最好戴上絕緣手套或防护眼罩，并使用特制的絕緣夹件（圖 4）。

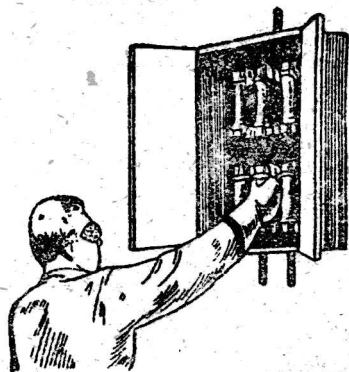


圖 4 带电更換保險絲。

（3）控制按鈕 它是我們操作时經常触及的地方，使用不当也常成为触电的原因之一。控制按鈕的安裝或本身結構不良，均能造成严重的人身或机械事故。例如当机床工人在停車时进行夹持工件或度量尺寸等工作，可能因为落下物件或人們无意的接触按鈕，而使机床的车头或工作台突然“起 动”，造成各种人身和设备事故。所以我們对控制按鈕要求結構完好并应是“陷入型”的和垂直地安裝的。只有裝置在控制櫃上的按鈕，才允許平放或傾斜放置。此外为了防止錯誤地操作按鈕，要有明显的标志，如以綠色代表“起 动”，以紅色代表“停止”，或在其上分別标有“起 动”、“停止”、“反轉”等字样。

（4）电器开关櫃 电器开关櫃上發生触电往往有两种情况：一是在带电时把櫃門打开进行工作，一不小心触及带电部分

而造成的电击，因而在电源沒有截开的情况下，把电器开关櫃敞开展工作，無論在技术上或安全上都是不容許的。这对那些有易燃气体、腐蝕性气体或塵埃較多的厂房更为重要。打开电器櫃，只有在停电的情况下才被允許。为了这一点，很多机床都装設了电器櫃的門和电源开关間的連鎖裝置，即一開門电源就自动关断。电器櫃触电的另一种情况，是当櫃内电器或导綫絕緣不良或损坏，而使平常不带电的金屬外壳带了电。在此情况下，人一碰上去就会触电。为了防止这种危險，我們把电器櫃的外壳金屬与大地或电源的零綫连接起来，这就是所謂外壳“接地”或“接零”，也叫“保护接地”或“保护接零綫”我們規定一切不带电的金屬部分均应作这种保护性的“接地”或“接零”。

(5) 局部照明設備 在机床上进行加工工件时，为了照明而設的灯具，我們叫做“局部照明設備”。因為我們經常搬动它的杆子以照亮工件的不同部位，所以它也是容易触电的地方。前面我們已經說过，对局部照明采用較高的电压是不容許的，一般均为36伏、24伏或12伏，它們是通过專門的降压变压器来降压的。但是應該指出，即使采用了安全电压，有时还可能引起触电事故，千万不能麻痹大意。

(6) 电机 电机不正确的运行或日常維護修理不良就会冒火花、發热或损坏絕緣。这不仅会影响电机的使用寿命，而且可能导致其外壳带电。因而对电机的外壳、支座、接綫盒盖等金屬部件也应有保护接地或接零。另外，包括很多电气工人在內，不要輕信沒有触电危險。例如一般認為接触电机的三个封头沒有关系，不会触电。但这仅在三相电压、电流平衡的情况下才正确。当电压、电流不平衡，特別在單相运行的情况下，將出現110伏的电压，人一碰上就会有触电的危險。所以我們不仅要提高警惕，