

全国就业训练电工专业统编教材

维修电工工艺

(试用)

中国劳动出版社

全国就业训练电工专业统编教材

维修电工工艺

(试 用)

劳动部培训司组织编写



中国劳动出版社

(京)新登字114号

本书是由劳动部培训司委托安徽省劳动服务公司及马鞍山市劳动就业管理局组织编写，供就业训练电工专业使用的统编教材，与《电工基础》配套使用，学制为一年。

本书着重介绍了低压电器、变压器及修理，电动机的结构与修理，以及电气控制电路、照明线路、动力线路的安装与故障排除方法；还概要地介绍了钳工工具、电工工具、电工材料和安全用电知识。

本书也可供职业学校、在职培训及自学使用。

在编写本书的过程中，得到黄山市劳动服务公司、马鞍山钢铁公司动力厂和机动部、马鞍山钢铁设计院的大力支持，在此一并感谢！

本书由张克文、陆振明、龚家兰、王平编写，张克文主编，汪道显审稿。

维修电工工艺

(试用)

劳动部培训司组织编写

责任编辑 张文梁

中国劳动出版社出版

(北京市和平门内大街12号)

北京市怀柔县东茶坞印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

787×1092毫米 16开本 12.375印张 301千字

1992年2月北京第1版 1992年10月北京第2次印刷

印数：11000册

ISBN 7-5045-0886-1/TM·048(课) 定价：5.55元

前 言

根据“先培训、后就业”的原则，全面开展就业训练工作，是贯彻“在国家统筹规划和指导下，实行劳动部门介绍就业、自愿组织起来就业和自谋职业相结合”的就业方针和提高职工素质的一项重要措施。为了解决就业训练所需要的教材，使就业训练工作逐步走向规范化，自1986年以来，我司会同中国劳动出版社委托部分省、市劳动人事部门（劳动服务公司），分别组织编写了两批适合初中毕业以上文化程度的青年使用的就业训练教材。

第一批组织编写的就业训练教材有：烹饪、食品糕点、宾馆服务、商业营业、理发、公共交通客运、土木建筑、服装、钟表眼镜修理、无线电修理、家用电器修理、机械加工、纺织、针织、丝织、幼儿保教、财会等十七个专业及职业道德、就业指导、法律常识三门公用的教材。第二批组织编写了造纸、玻璃制造、汽车修理、化纤、胶鞋制造、轧钢、广告装潢等七个专业的教材，并补充编写了八大菜系的实习菜谱。这次又组织编写了电工、化工、陶瓷、制冷技术、印刷、林业等六个专业的教材。上述三十个专业和三门公用的教材，培训其他人员亦可使用。

为了加强学员的动手能力和处理实际问题的能力，专业课教材突出了操作技能的传授，力求把经过培训的人员培养成为有良好职业道德、遵纪守法、有一定专业知识和生产技能的劳动者。

就业训练工作是一项新的工作，参加编写这些教材的有关同志克服了重重困难，完成了编写任务，对于他们的辛勤劳动，我们表示由衷的感谢。由于编写时间仓促和缺乏经验，这套教材尚有许多不足之处，请各地有关同志在使用过程中，注意听取、汇集各方面的反映与意见，并及时告诉我们，以便再版时补充、修订。

劳动部培训司

1991年7月

目 录

第一章 常用工具和电工材料	1
§ 1-1 常用电工工具	1
§ 1-2 常用钳工工具及操作技能	7
§ 1-3 常用电工材料	17
习 题	26
第二章 低压电器与维修	27
§ 2-1 低压电器的分类	27
§ 2-2 刀开关与熔断器	27
§ 2-3 自动空气断路器	32
§ 2-4 接触器与启动器	36
§ 2-5 控制继电器	40
§ 2-6 主令开关与控制电器	43
§ 2-7 电阻器与变阻器	46
§ 2-8 电磁铁	48
* 习 题	50
第三章 变压器及其修理	51
§ 3-1 变压器的用途、分类及额定值	51
§ 3-2 变压器的基本结构	52
§ 3-3 变压器的维护保养	56
§ 3-4 小型变压器的修理	58
§ 3-5 电焊变压器	64
习 题	66
第四章 电机修理	67
§ 4-1 直流电机的基本结构	67
§ 4-2 直流电动机的常见故障与处理	70
§ 4-3 直流电动机的拆装工艺	75
§ 4-4 直流电动机的维护保养	76
§ 4-5 三相异步电动机的分类和基本结构	77
§ 4-6 三相异步电动机的定子绕组	80
§ 4-7 三相异步电动机的常见故障及检修	84
§ 4-8 三相异步电动机定子绕组的重绕	89
§ 4-9 三相异步电动机大修后的试验	95
§ 4-10 单相异步电动机的结构及故障处理	97

习 题	101
第五章 电气控制电路	102
§ 5-1 电气制图国家标准简介	102
§ 5-2 电气控制电路基本知识	112
§ 5-3 三相异步电动机的控制电路	117
§ 5-4 实用生产设备的电气控制电路	132
习 题	147
第六章 照明及动力线路	149
§ 6-1 电气照明	149
§ 6-2 照明线路配线	157
§ 6-3 车间动力线路	160
§ 6-4 导线的连接	163
§ 6-5 照明及动力线路的维修	163
习 题	169
第七章 安全用电技术知识	170
§ 7-1 触电与电火灾的概念	170
§ 7-2 安全用电基本措施	173
§ 7-3 接地与接零	174
§ 7-4 接地装置	177
§ 7-5 触电的急救方法	178
§ 7-6 电火警的紧急处理	180
习 题	181
附录一 电器设备常用图形符号	182
附录二 电器设备常用基本文字符号	188

第一章 常用工具和电工材料

§1-1 常用电工工具

一、通用工具

通用工具是指专业电工在日常工作中随时要使用的工具。在通用工具中，螺丝刀、电工刀、钢丝钳、尖嘴钳和活络扳手等可装在工具套中，系在皮腰带上随身携带。

1. 螺丝刀 螺丝刀又称起子、改锥等。按其头部形状可分为一字形和十字形两种；按其柄部材料不同，可分为木柄和塑料柄两种。塑料柄具有较好的绝缘性能，适合电工使用。

一字形螺丝刀用来紧固或拆卸带一字槽的螺钉，其规格用柄部以外的体部长度来表示。电工常备的是50、150毫米两种。使用时要注意，大螺丝刀用来拧旋较大的螺钉，小螺丝刀用来拧旋电气装置接线桩头上的小螺钉及较小的木螺钉。如果用小螺丝刀去拧旋大螺钉，一是不容易旋紧，二是螺钉尾槽容易拧豁，三是螺丝刀头部易受损。另外，螺丝刀

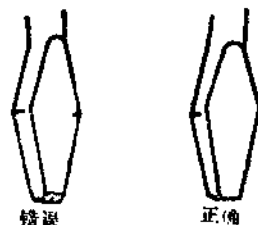


图1-1 螺丝刀头部形状

头部有一定的要求，厚度应与螺钉尾部槽相配合，斜度不宜太大，头部不应该有倒角（如图1-1所示），否则容易打滑。电工禁止使用穿心螺丝刀（即螺丝刀杆一直通至手柄尾部）。

十字形螺丝刀是专供紧固和拆卸带十字槽的螺钉和木螺钉的。其规格用体部长度和十字槽规格号表示。十字槽的规格有四种：Ⅰ号适用的螺钉直径为2~2.5毫米，Ⅱ号为3~5毫米，Ⅲ号为6~8毫米，Ⅳ号为10~12毫米。

多用螺丝刀是一种组合工具。它的柄部和体部是可以拆卸的，它附有三种不同尺寸的一字形体部，两种规格（Ⅰ号和Ⅱ号）的十字形体部和一只钢钻。换上钢钻后，可以用来预钻木螺钉的底孔。它采用塑料柄，柄部结构与电笔相似，故可兼作电笔使用。

2. 电笔 电笔是检验导线、电器和电气设备是否带电的一种常用工具。它是一种低压验电器，检测电压范围为60~500伏，有钢笔式和螺丝刀式两种，如图1-2所示。电



图1-2 电 笔

a) 钢笔式电笔 b) 螺丝刀式电笔

1—弹簧 2—小窗 3—笔身 4—电阻 5—电钮 6—笔尖金属体 7—绝缘套管

工在检修电气线路、设备和装置之前，必须要用电笔验明无电后，方可着手检修。

钢笔式电笔前端是金属探头，内部依次装接氖泡、电阻和弹簧。弹簧与后端外部的金属部分相接触，使用时手应触及金属部分。当用电笔测试带电体时，电流经过带电体、电笔、人体到大地，形成通电回路。只要带电体与大地之间的电位差超过60伏时，电笔中的氖泡就能发出红色的辉光。

电笔不可受潮，不要随意拆装或使其受到严重震动。使用电笔时应注意以下几点：

(1) 使用前，先要在有电的电源上检查电笔中的氖泡能否正常发光。

(2) 使用时，必须按照图1-3所示的方法把笔握妥，以手指触及笔尾的金属体，使氖管小窗背光朝向自己。

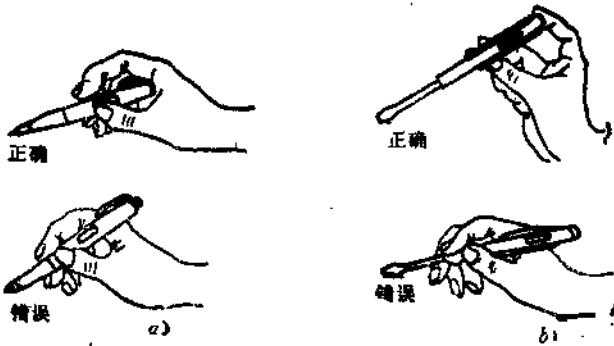


图1-3 电笔握法

a) 钢笔式握法 b) 螺丝刀式握法

(3) 在明亮的光线下测试时，往往不容易看清氖泡的辉光，应当避光检测。

(4) 电笔的金属探头多制成螺丝刀形状，它只能承受很小的扭矩，使劲不能过大，以防损坏。

3. 电工刀 电工刀是一种切削工具，主要用来切削电线电缆绝缘、切割绳索、木桩和软金属材料。电工刀有普通型和多用型两种。普通型电工刀的结构和普通的小刀相似，但尺寸较大。按刀片尺寸的大小分为大、小两号，大号的刀片长度为112毫米，小号的为88毫米。多用型电工刀除具有刀片外，还有可收式的锯片和锥针，可用以锯割电线槽板、胶木管、锥钻木螺钉的底孔。目前只有100毫米的一种。

电工刀的刀口磨制很有讲究，应在单面上磨出呈圆弧状的刀口。刀刃部分要磨得锋利一些，但不能太尖，太尖容易削伤线芯，磨得太钝则无法剖削。在剖削电线绝缘时，可把刀略微翘起一些，用刀刃的圆角抵住线芯，这样不易削伤线芯。切忌把刀刃垂直对着导线切割绝缘，如图1-4所示。刀刃垂直对着导线容易削伤线芯，酿成下道工序施工时芯线断裂事故。使用电工刀时，刀口应朝外向进行操作；用毕应随即把刀身折入刀柄。电工刀的刀柄结构是没有绝缘的，不能在带电体上使用电工刀进行操作，以免触电。

4. 钢丝钳 钢丝钳由钳头和钳柄两部分组成。钳头有钳口、齿口、刀口和侧口四部分组成，如图1-5所示。

常用的钢丝钳有150、175、200毫米三种。可用钳口或齿口弯、绞电线，用刀口来切断电线，用侧口来铡切钢丝，在活络扳手施展不开的场合，用钳口或齿口来扳旋小螺母，还可用来代替剥线钳剥去塑料线的绝缘。

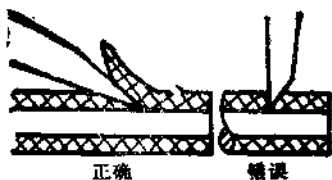


图1-4 剖削导线绝缘时用刀角度

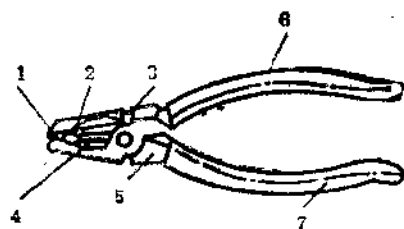


图1-5 钢丝钳各部分名称

1—钳口 2—钳口 3—切口 4—刀口
5—钳头 6—绝缘柄 7—钳柄

带绝缘柄的钢丝钳可供有电场合使用，其工作电压为500伏。在有电场合使用前，必须检查绝缘柄的绝缘是否良好。使用钢丝钳，要使钳口朝内侧，便于控制钳切部位，用小指伸在两钳柄中间，用以抵住钳柄，张开钳头。另外，在使用中，切勿用刀口去钳断钢丝，以免刀口损伤。钳头不可代替手锤作为敲打工具使用；钳头的轴销上应经常加机油润滑；破碎的绝缘套管应及时更换，不可勉强使用。

5. 尖嘴钳 尖嘴钳的头部尖细，适合于在狭小的工作空间操作。带有刃口的尖嘴钳能剪断细小的金属丝；钳口能夹持较小螺钉、垫圈、导线等；在装接控制电路板时，能将单股导线弯成一定圆弧的接线鼻子。带绝缘柄的尖嘴钳工作电压为500伏，其规格以全长表示，有130、160、180和200毫米四种。

6. 剥线钳 剥线钳是用来剥除小直径电线、电缆端部橡皮或塑料绝缘的专用工具。它的手柄是绝缘的，工作电压为500伏。其规格以全长表示，有140和180毫米两种。使用时，将要剥削的绝缘长度用标尺定好后，即可把导线放入相应的刃口中（比导线直径稍大），用手将钳柄一捏，导线的绝缘层即被割破并自动弹出。被剥削的导线直径一定要和剥线钳的刃口大小相对应。如将直径大的导线放在较小刃口中去剥削，会使导线绞断。

7. 断线钳 断线钳又称斜口钳，钳柄有铁柄、管柄和绝缘柄三种形式，其中绝缘柄的断线钳可用于带电场合，其工作电压为1000伏。断线钳专门用于剪断较粗的金属丝、线材和电线电缆等。

8. 活络扳手 活络扳手是一种旋紧或起松有角度螺栓或螺母的工具。活络扳手由头部和柄部组成。头部由活络扳唇、呆扳唇、扳口、蜗轮和轴销等构成，如图1-6所示。旋转蜗轮可调节扳口的大小。规格以长度×最大开口宽度（单位为毫米）来表示，电工常用的活络扳手有150×19、200×24、250×30和300×36等四种。

扳动大螺母时，要用较大力矩，手应握在近柄尾处，如图1-6a所示。扳动小螺母时，需用力矩不大，螺母过小易打滑，故手应握在近头部的地方，如图1-6b所示，以便随时调节蜗轮。活络扳手不可反用（如图1-6c所示），以免损坏活络扳唇，也不可用钢管接长柄来施加较大的扳拧力矩，更不可当手锤来使用。

二、专用工具

电工在检修电机时，经常要用到以下一些专用工具。

1. 刮板 刮板又称划线板，是小型电机嵌线时使用的辅助工具，如图1-7所示。用刮板来分开槽口的绝缘纸，把堆积在槽口的导线理齐，并推向槽内两侧，使导线容易入槽。

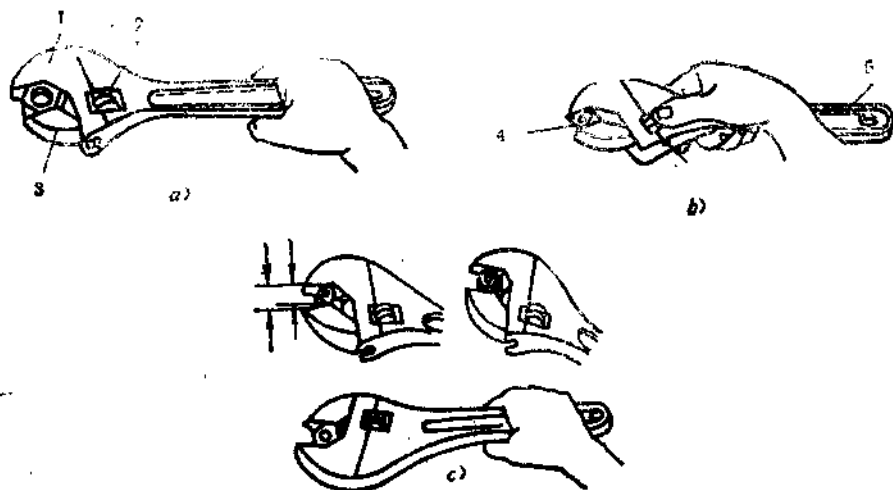


图1-6 络扳手使用方法

a) 扳较大螺母 b) 扳较小螺母 c) 错误用法

1—呆扳唇 2—蜗轮 3—活扳唇 4—扳口 5—手柄

刮板用竹片或玻璃布板制成，头部刮线部分要用锉刀倒圆，用砂纸打光；以免刮线时刮破导线的绝缘层。刮板的头部厚度以能深入到槽内 $\frac{2}{3}$ 处为宜。太薄容易刮伤槽底的绝缘纸。宽度 b 以20~30毫米较为合适。

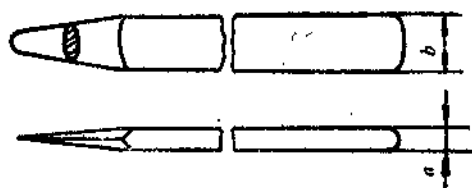


图1-7 刮线板

2. 压线板 压线板也是小型电机嵌线时使用的辅助工具，用它来压紧槽内导线，以便槽绝缘封口和嵌入槽楔。其形状如图1-8所示。

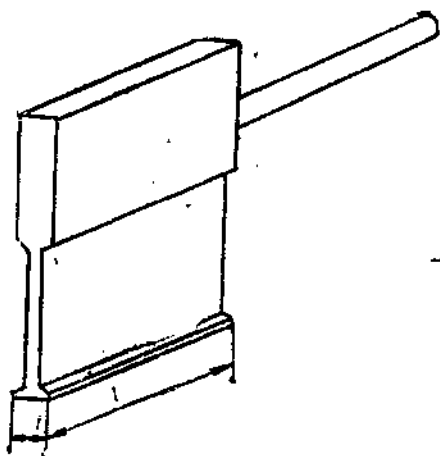


图1-8 压线板

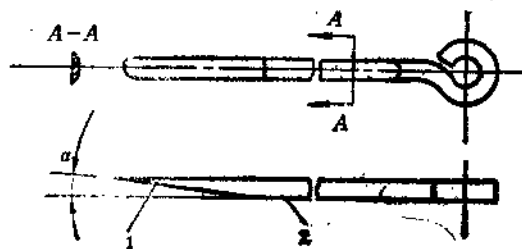


图1-9 刮板

1—头部 2—底部

压线板一般是用钢板制成的，其边缘要圆滑，用砂纸打光，以免在压线时损伤导线的绝缘和槽绝缘。压线板的大小，视电机槽口尺寸而确定。其压线部分的宽度 l ，一般比槽形顶部的尺寸小0.5~1.0毫米，长度 l 以30~60毫米为宜。

3. 划板 划板又称撑棒，一般用粗钢丝制成。其头部锉成楔形，如图1-9所示。

电机嵌线时，将划板插入槽口，利用其楔形头部将槽内导线压紧，便于导线插入槽楔，同时将槽绝缘折合封口。

4. 拉具 拉具又称拉子，是用来拆卸皮带轮、联轴器和轴承的专用工具，如图1-10所示。使用时，应根据拆卸工件尺寸，选用大小合适的拉具。

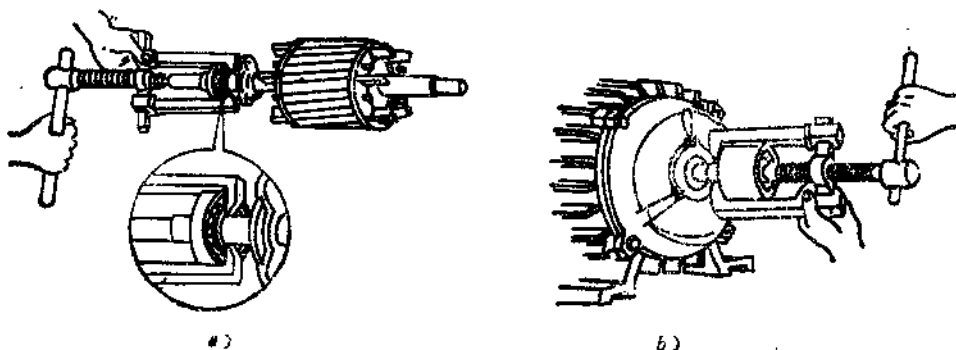


图1-10 用拉具拆卸工件

图1-10 a 表示用拉具拆卸轴承时的夹持方法。使用时，拉具要端正，丝杆要对准电机轴的中心，用力要均匀，拉具的脚应尽量紧扣住轴承的内圈，将轴承拉出。

图1-10 b 表示用拉具拆卸皮带轮。使用时同样将拉具端正，丝杆对准电机轴中心，用力要均匀。如果一时拉不出来，可在丝杆绷紧的情况下，用木锤敲击皮带轮外圈或丝杆的顶端，或在皮带轮与轴的接缝处渗些煤油后再拉。必要时，用喷灯或气焊枪在皮带轮外表面周围加热，趁皮带轮受热膨胀而轴尚未热透的时候，将皮带轮迅速拉下。加热时温度不能太高，防止轴变形。

5. 手摇绕线机 手摇绕线机能绕制采用圆铜（铝）线绕制的线圈。低压电器、小变压器和小型电机的线圈尺寸不大，导线较细，可以在手摇绕线机上直接绕制。手摇绕线机上一般都附有计数器，自动记录绕制匝数。手摇绕线机的外形如图1-11所示。

6. 喷灯 喷灯是一种利用喷射火焰对工件进行加热的工具。常用于大截面铜导线连接处的搪锡，焊接铅包电缆的铅包层，以及其他电连接表面的防氧化镀锡等。其火焰温度可达900℃以上，外形结构如图1-12所示。

按喷灯使用的燃料油不同，分煤油喷灯和汽油喷灯两种。使用时应注意：

(1) 加油 按喷灯使用的燃料油种类，加注相应的油，切不可在煤油喷灯的筒体内加入汽油。注油量以不超过筒体的 $\frac{3}{4}$ 为宜，保留一部分空间贮存压缩空气，以维持必要的空气压力。油加完后要拧紧加油口的螺塞，关闭放油阀的阀杆，擦净撒在外部的油，并仔细检查筒体是否漏油，喷嘴是否通畅，丝扣处是否漏气等。

(2) 预热 喷灯点火时，喷嘴前方禁止有人，工作场所不能有易燃物品。先在预热燃烧盘内注入适量油，用火点燃，将喷嘴烧热，

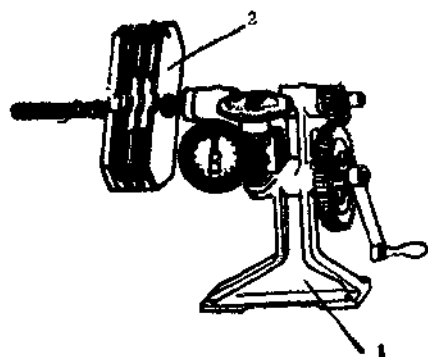


图1-11 手摇绕线机

1—绕线机 2—绕线头

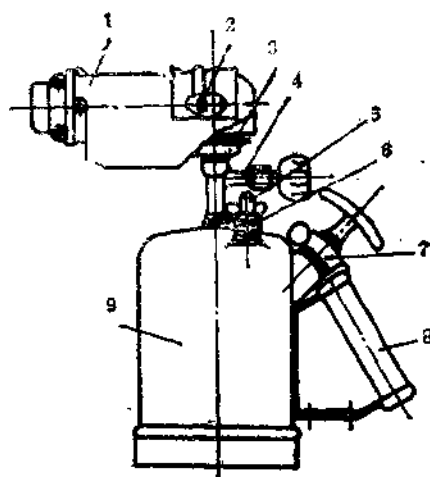


图1-12 喷灯

1—灯头 2—喷嘴 3—点火嘴
4—进油阀 5—安全阀 6—加油螺
塞 7—手油泵 8—手柄 9—油筒

(3) 喷火 喷嘴烧热后，燃烧盘中油烧完前，打气3~5次，再慢慢打开加油阀，喷出油雾，喷灯即点燃喷火。而后继续打气，直到火力正常时为止。

(4) 熄火 先关闭放油调节阀，直到火焰熄灭，再慢慢拧松加油口螺塞，放出筒体内压缩空气。

(5) 喷灯的加油、放油和修理，均应在熄火后进行。打气压力不可过高，应根据火焰喷射力量自行掌握。

(6) 喷灯工作时应注意火焰与带电体之间的安全距离，10千伏以下应大于1.5米，10千伏以上应大于3米。

(7) 喷灯使用过程中应经常注意筒体内的油量，如油量少于筒体容积的 $\frac{1}{4}$ ，易使筒体过热发生危险。

7. 断条侦察器 断条侦察器又称断条检查器，用来检查鼠笼转子的断条。它是利用变压器原理，将被测转子放在图1-13所示的两只一大一小开口铁芯上，用铁芯2逐槽测量。使用时，线圈1接上220伏交流电源，这时，铁芯1和转子构成闭合磁路，组成一只变压器。线圈1相当于变压器一次侧绕组，被测转子的鼠笼绕组相当于变压器二次绕组。若被测转子没有断条，就相当于变压器二次侧绕组短路，电流表读数大；若被测转子断条，电流表读数就减小。检查时，转子在铁芯1上要慢慢转动，观察电流表读数的变化，若变化不超过5%，可认为被测转子没有断条；若超过5%，就需要逐槽检查。逐槽检查时，再将小的开口变压器放在被测转子的外圆，铁芯口对准被测的鼠笼条，这时铁芯2与转子也构成了一个闭合磁回路，组成另一只变压器。被测的鼠笼条相当于变压器的一次绕组，侦察器的线圈2相当于变压器的二次绕组。如果被测的鼠笼条正常，条内就有电流通过；在线圈2内产生感应电势，毫伏表就会有较大的读数；反之，毫伏表的读数就很小。用上述方法，可检查出转子断条的正确位置。

8. 短路侦察器 短路侦察器又称短路检查器，也是利用变压器原理来检查电机定子绕组匝间短路的。它具有一个不闭合开口铁芯，铁芯上绕有线圈，如图1-14所示。使用时，线圈中通入交流电，将短路侦察器放在被测电机定子铁芯的槽口。这时侦察器的铁芯与被测电机的定子铁芯构成闭合磁路，组成一只变压器。侦察器的线圈相当于变压器的一次侧绕组，电机定子槽内绕组相当于变压器的二次侧绕组。当被测绕组没有匝间短路，则相当于变压器二次侧开路，电流表读数很小；当被测绕组匝间短路，电流表读数将会明显增大。用这种方法把短路侦察器沿着电机的定子铁芯内圆逐槽侦查，便可查出

定子绕组短路的具体位置。若不用电流表，可在被测绕组的另一边的槽口上放置一小铁片（如废锯条），如被测定子绕组匝间短路时，小铁片会产生振动，并发出“吱吱”的响声。

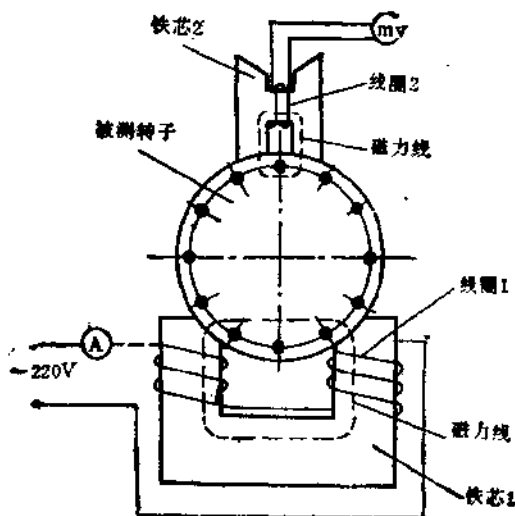


图1-13 断条侦察器及其检查方法

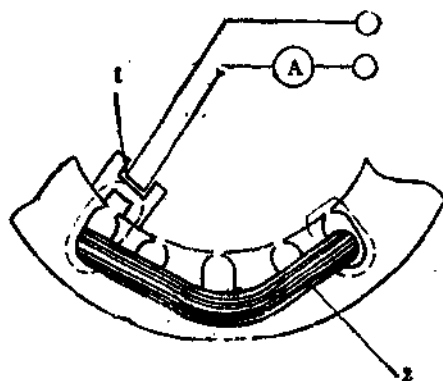


图1-14 短路侦察器及其检查方法

1—短路侦察器 2—被测绕组

对于多路绕组的电动机，必须把各支路拆开，才能使用短路侦察器测试，否则绕组支路上有环流，无法分清哪个槽的绕组是短路。

§ 1-2 常用钳工工具及操作技能

一、敲打锯割类工具

铁锤、凿子、钢锯等属于手工敲打、锯割类工具。

1. 铁锤 铁锤又称榔头，是一种敲打工具，其规格用锤头的重量来表示。电工常用的是0.25、0.5或0.75公斤的圆头铁锤。使用中，在需要轻轻敲打的场合，手可握得离锤头近一些；在需要用力敲打的场合，手应握在木柄尾部（小手指离木柄尾端15~30毫米）。握持部位适当，不仅用得省力，而且可减少手部的震麻感觉。握铁锤时，应将手的虎口对准锤头的方位，以便施力。

2. 凿子 凿子是凿孔、打洞的工具。电工用凿按用途不同，有麻线凿、小扁凿和长凿等。其外形如图1-15所示。



图1-15 电工用凿

a) 麻线凿 b) 小扁凿 c) 凿混凝土孔用长凿 d) 凿砖墙孔用长凿

麻线凿又称墙冲，主要是用来凿打混凝土建筑结构中棒孔的。常用的有16和18号两种。16号可凿直径约8毫米的棒孔，18号可凿直径约6毫米的棒孔。使用时，用铁锤打一二下凿子，即转动一下凿。这样可使灰沙碎石及时排出，并可防止麻线凿被墙卡住而拔不出来。

小扁凿是用来凿打砖墙上的方形木棒孔的。电工常用的凿口宽约12毫米。

图1-15c是用来凿打混凝土穿墙孔的长凿。图1-15d是用来凿打穿砖墙孔的长凿。它一般由厚壁钢管制成，直径可根据凿打的孔径大小选定，头部锯成大牙状。在凿打墙孔时，应边凿打，边转动凿子。开始时用力要重，凿打速度可以快一些，转动次数可以少一些，当凿孔深度达 $\frac{2}{3}$ 砖墙厚度时，用力要逐渐减轻些，接近打穿时，要防止砖片或墙另一边的粉刷层大块落下。这时必须轻轻敲打，并敲打一次，转动一次，依靠转动动力，用尖头快口将粉刷层刮掉，直到打穿，这样可尽量减少墙面的损坏。

需要指出的是，部分电工常用厚壁管子锯掉半边，成斜切口形作打穿墙孔的凿子，如图1-16所示。这种凿子制造方便，但施力不正，容易把墙孔打歪，故不宜采用。



图1-16 错误的管子凿

3. 钢锯 钢锯是一种锯割切断工具，由锯弓和锯条组成。锯弓用来张紧锯条，分固定式和可调式两种，常用的是可调式的。根据锯条的齿距大小，分粗齿、中齿和细齿三种。常用的锯条规格是300毫米长。正确安装锯条的方法是锯齿向前，如图1-17所示。锯条装得松紧要适当，否则易将锯条折断。

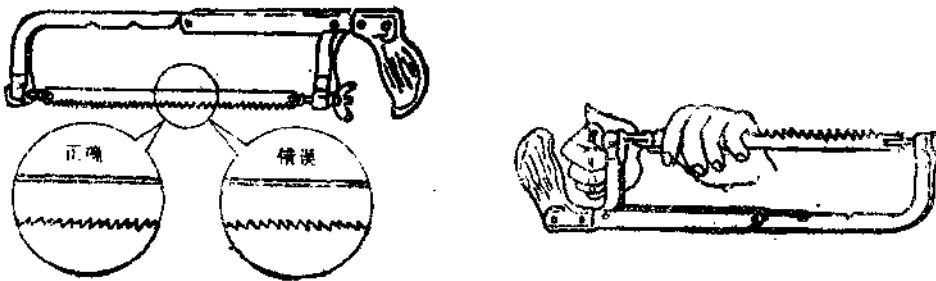


图1-17 锯条的装法

应根据所锯材料的软硬、厚薄来选择锯条。粗齿锯条适宜锯割软材料或较大尺寸的工件，细齿锯条适用于锯割硬材料、管子、薄板料、角铁以及尺寸小的工件，中齿锯条适用在介于粗、细齿之间的场合。

二、锉削工具及操作方法

1. 锉刀 锉刀是钳工常用工具之一,用锉刀对工件表面进行锉削加工,使工件达到人们要求的几何尺寸、形状以及表面粗糙度。锉刀的规格以锉纹和锉刀长度表示。不同规格的锉刀适用于不同场合,只有正确选择锉刀,才能发挥其效能。

按用途分,锉刀有普通锉,特种锉和什锦锉三大类。常用的普通锉刀有平锉、方锉、三角锉、半圆锉和圆锉。锉刀的齿纹有单齿纹和双齿纹之分。单齿纹适用于锉削软材料,双齿纹适用于锉削硬脆材料。双齿纹又分粗、中、细等各种齿纹。粗齿锉刀一般用于锉削加工余量大或精度和粗糙度要求不高的软性材料,细齿锉刀适用于与之相反的场所,中齿锉刀则适用在介于粗、细之间的场合。长锉刀便于施力,所以在加工余量较大工件时宜选用长些的锉刀,在加工特殊表面形状的工件时宜选用与其表面形状相适应的特殊锉,在修整工件表面小而精细的部位时宜选用什锦锉。

2. 锉削操作方法 锉削操作方法是指锉刀握法、锉削姿势、锉刀运动方向与工件夹持方向关系,以及工件夹持方法等。

(1) 锉刀握法 锉刀握法是随锉刀的大小形状而定的,基本握法如图 1-18 所示。

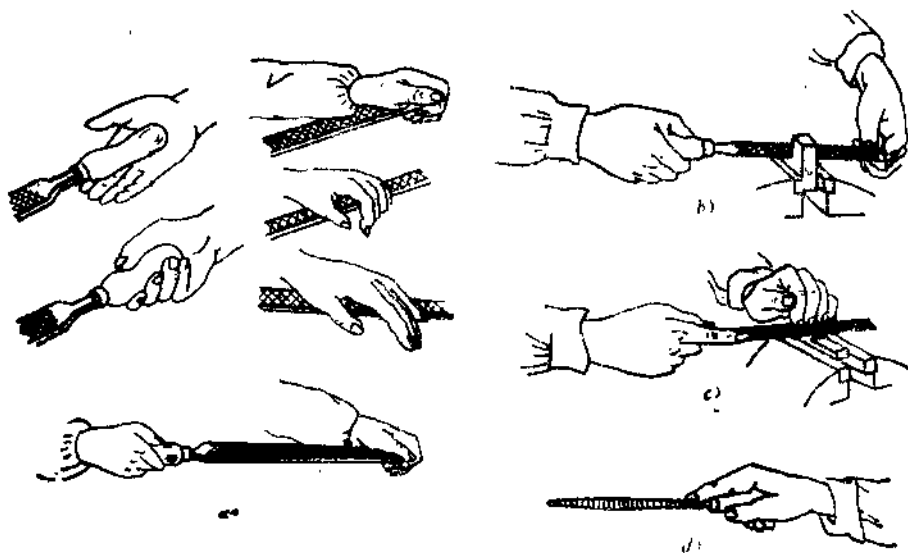


图1-18 锉刀握法

a) 大平锉刀的握法 b) 中型锉刀的握法 c) 小型锉刀的握法 d) 最小型锉刀的握法

对于 250 毫米以上大尺寸锉刀的握法,如图 1-18 a 所示,用右手握紧锉刀柄,柄端抵在大拇指根部的掌心上,大拇指放在柄的上方,其余四指满握锉刀柄。左手的握法如图所示,有三种。右手推动锉刀并决定锉刀推动方向,左手肘部适当抬起,以便协同右手使锉刀在锉削过程中保持平衡。

对于中等尺寸的锉刀,右手握法与上述大锉刀握法一样,左手只需用拇指、食指和中指轻轻扶持即可,如图 1-18 b 所示。

小尺寸锉刀和什锦锉刀常用于小平面修整,其握法如图 1-18 c 所示。最小型锉刀常常只用一只手握持即可,如图 1-18 d 所示。

(2) 锉削姿势 锉削姿势以便于观察工件、发挥锉削力量和不感到过于紧张与疲

劳为准。站立要自然，坐着时凳子高度要适当，要保持锉削过程的整体平衡和用力均匀，推力大小由右手控制，压力大小由两手协调控制。随着锉刀的推进，身体应随锉刀一起前进，右手压力逐渐增大，左手压力逐渐减小，防止工件两端出现塌边。回收锉刀时，身体自然退回，稍抬起锉刀，脱离工件，避免磨钝锉齿和划伤工件表面。锉削速度以每分钟30~50次为宜，推进时稍慢些，回程时稍快些，动作要自然协调。

(3) 工件夹持 工件夹持要牢固，但不能用力过大而使工件产生不允许的变形。工件夹持高度要适当，不能伸出台钳口面太高，防止锉削工件时产生振动。夹持已加工或精度较高的工件时，在钳口和工件之间垫入钳口铜皮或其他软金属保护衬垫，夹持表面形状不规则工件时，要加辅助衬垫，便以夹稳；夹持长而薄的工件，要衬两块厚金属板。

(4) 三种基本平面锉削方法

1) 顺向锉 顺向锉是指推锉方向同工件夹持方向一致，如图1-19a所示，适用于平面的最后精锉和锉削不大平面的工件。顺向锉是最基本的一种锉削方法，锉纹整齐一致。为使整个加工表面能均匀的锉削，每次回收锉刀时要注意在横向作适当移动。

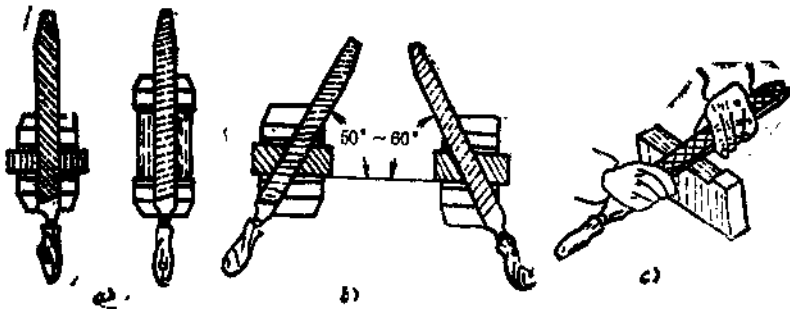


图1-19 锉削的基本锉法

a) 顺向锉 b) 交叉锉 c) 推锉

2) 交叉锉 交叉锉是指推锉方向从两个交叉方向对工件进行锉削。推锉方向与工件夹持方向约成 $50^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 角度，如图1-19b所示。由于这种锉法加大了锉刀与工件间的接触长度，在推运锉刀时较为平稳。交叉锉适用于作粗锉削加工，精锉时必须采用顺向锉。

3) 推锉 推锉是指两手对称握住锉刀，两拇指推动锉刀边进行锉削，如图1-19c所示。这种锉削方法适合于加工狭长的平面、打光表面、修整尺寸和加工余量较小的工件。

三、电动工具及操作方法

1. 手电钻 手电钻的种类和规格很多，常用的有手枪式和手提式两种，如图1-20所示。手枪式电钻大多是交直流两用的，电源电压为36伏和220伏两种，按其夹持钻头直径来分，有6、10和13毫米三种规格。手提式电钻的电压有单相220伏及三相380伏两种，常用的有13、19和23毫米三种规格。

手电钻是一种电动钻孔工具。常用它在金属、塑料和木材等电气构件上钻孔。金属外壳的手电钻，其电源线一般采用具有防潮性能的三芯橡皮软线。其中黑色或黄绿色芯线为接地线，应与电钻外壳连接。插头采用单相三柱插头，最大铜柱为接地柱，与之对

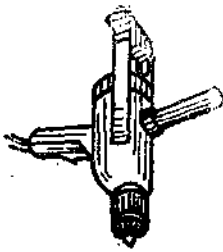


图1-20 手电钻

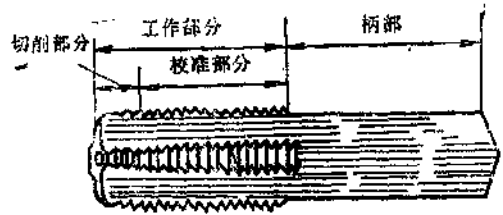


图1-21 丝锥

应的插座孔的桩头上必须与接地系统牢固连接（在接零系统中，须与接零系统连接）。使用手电钻时应注意以下事项：

（1）长期搁置不用的手电钻，使用前必须用 500 伏兆欧表测定相对地绝缘电阻（一般应大于 0.5 兆欧）。若小于允许值，应进行干燥处理，达到标准后方准使用。

（2）使用金属外壳手电钻时，必须戴绝缘手套，穿绝缘鞋（或站在绝缘板上）。

（3）钻孔时，不宜用力过猛。当转速异常低时，应放松压力，以免电钻因过载造成电钻过热以及绝缘损坏等故障。

（4）移动手电钻时，应同时握持电钻手柄和绝缘橡皮线，防止电钻和橡皮线接头松脱。

（5）使用中若发现火花严重，电钻过热，应立即检查原因。电刷磨损严重要及时更换，电刷架弹簧压力可根据换向器与电刷间火花情况调节，换向器部件上的污垢应加以清除。

（6）手电钻不用时，应存放在干燥、清洁、没有腐蚀性气体的地方。

2. 冲击电钻 冲击电钻的基本结构和外形与普通电钻相似，属电钻的派生产品。不同的是冲击电钻有两种工作状态：第一种工作状态同普通电钻功能一样，纯作旋转运动，作钻孔用；第二种是作旋转加冲击运动。不仅具有旋转力矩，还有沿轴向向前锤击的冲击力，可用来冲打混凝土和砖墙等建筑构件上木榫孔和导线穿墙孔。两种工作状态可由工作头上的一调节机构进行选择（只要把按钮推到所需的“钻”或“锤”的有色标志一方），通常可冲打直径为 6~16 毫米的圆孔。

四、钻孔、攻丝和套丝

1. 钻孔 钻孔是指在机床（钻床或其他机床）上或用手电钻夹持钻头，并在材料或工件上钻削出孔眼的加工方法。一般用钻头（如麻花钻）加工出的孔表面粗糙度值较大，精度不高，属于粗加工。钻孔时，是依靠钻头与材料或工件之间的相对运动来完成钻削加工的。钻削加工时，钻头与工件的相对运动有两种形式：一种是钻头旋转，工件固定不动，例如用钻床或手电钻钻孔；另一种是工件旋转，钻头不旋转，如在其他机床（车床）上钻孔。电工一般用台钻、手电钻钻孔，有时也用立钻或摇臂钻钻孔。

在钻孔前，要确定孔的位置。划好孔位的十字中心线，并用样冲打出一个定位坑。定位坑的直径应大于钻头横刃的长度，然后根据孔径和工件形状大小，采取合适的夹持方法，把工件固定好。钻孔直径小于 8 毫米，表面平整的工件可以用手握法钻孔。但对于有毛刺、缺口、快口或体积过小，以及薄型材料和工件，都不准采用手握法；对于手握法不能把持的工件，可用手虎钳或平口钳夹持固定；钻较大孔径或精度高（定位准）