

工人技术等级考核培训教材

电 工

下 册

河南省水行业工人技术等级考委会

目 录

第九章 钳工基本知识	1
第一节 整削	1
第二节 锉削	3
第三节 锯削	5
第四节 钻孔	7
第五节 攻螺纹和套螺纹	10
第六节 装配连接	12
复习题	16
第十章 电工工具和防护用具	17
第一节 通用工具	17
第二节 安装工具	23
第三节 登高工具	28
第四节 防护用具	30
复习题	34
第十一章 电工材料	36
第一节 导电材料	36
第二节 绝缘材料	47
第三节 其它材料	53
复习题	54
第十二章 常用电工仪表	56
第一节 电工仪表概述	56
第二节 常用电工仪表的工作原理	62
第三节 几种常用的电流表、电压表和功率表	68

第四节	钳形电流表	78
第五节	摇表	81
第六节	电度表	88
第七节	万用表	96
第八节	直流电桥	108
第九节	其它常用电工仪表	108
复习题		114
第十三章	常用电器	116
第一节	高压隔离开关	116
第二节	高压负荷开关	119
第三节	高压熔断器	122
第四节	高压断路器	124
第五节	避雷器	134
第六节	互感器	138
第七节	继电器	141
第八节	其它低压电器	150
第九节	成套配电装置	159
复习题		180
第十四章	电工识图	182
第一节	识图基本知识	183
第二节	一次回路识图	186
第三节	二次回路识图	192
第四节	动力控制电气器图识图	209
第五节	动力和照明识图	218
复习题		240
第十五章	室内布线	243

第一节	室内布线的一般要求和方法	243
第二节	瓷夹板、瓷瓶布线	245
第三节	槽板布线	254
第四节	护套线布线	257
第五节	线管布线	258
第六节	导线的连接和封端	267
复习题		278
第十六章	架空线	279
第一节	架空线路的基本知识	279
第二节	架空线路的结构	288
第三节	架空线路的施工	298
第四节	新建架空线路进行前的检查和试验	315
第五节	架空线路的维修	317
复习题		319
第十七章	电缆的敷设	321
第一节	电缆的结构及其选择	321
第二节	电缆的敷设	326
第三节	电缆头的制作	328
第四节	电力电缆的安装试验	345
第五节	电缆线路的故障及检测	356
复习题		360
第十八章	照明设备和动力设备的安装	362
第一节	照明设备的安装	362
第二节	电动机的安装	378
第三节	起动设备的安装	385
第四节	动力配电箱的安装	394

复习题.....	409
第十九章 避雷装置和接地装置.....	411
第一节 雷电和防雷措施.....	411
第二节 避雷针.....	419
第三节 接地的基本概念和接地的作用.....	424
第四节 接地电阻的要求值及其测量.....	432
第五节 接地装置的种类、形式、安装要求和施工方法	440
复习题.....	450
第二十章 变电所运行.....	452
第一节 电力系统的负荷概述.....	452
第二节 电气运行的一般知识.....	456
第三节 电气设备的倒闸操作.....	459
第四节 倒闸操作的基本原则和要求.....	465
第五节 送电线路跳闸的事故处理.....	471
第六节 变电所母线故障的处理.....	472
第七节 变电所全部停电的事故处理.....	473
第八节 单相接地故障的寻找.....	474
复习题	477
第二十一章 安全用电与安全技术规程.....	478
第一节 安全用电.....	478
第二节 触电急救.....	481
第三节 安全技术规程.....	490
复习题.....	501

第九章 钳工基本知识

钳工主要是利用各种手工工具对材料或零件进行加工的一门工种。工作内容包括：划线、錾削、锯削、钻孔、扩孔、铰孔、刮削、铆接、装配、攻螺纹、套螺纹、矫正、弯曲及简单的热处理等。随着工业的发展，钳工工种有了专业的分工，划分为普通钳工、机修钳工和其它专业钳工等。

电工除了应具备必要的电工知识外，还应掌握一定的钳工知识和操作技能。本章着重介绍从事电工作业时需要了解和掌握钳工的基本知识。

第一节 錾削

錾削俗称凿削，是用锤子和錾子对工件进行切削的一种方法，常用来清除金属表面的凸缘、毛刺，分割材料，錾成凹槽形等。电工常用来在墙壁或地坪上凿孔（或槽）。

一、錾削工具

1. 錾子 錾子由刃口、斜面、柄和头部四部分组成，錾子的刃口是切削部分，要求有很高的硬度和合理的几何形状。

（1）錾子的种类 钳工常用的錾子有二种即扁錾和狭錾，电工还经常使用圆棒錾和长錾等，如图 9 - 1 所示。

扁錾：它的切削部分扁平，切削刃略呈圆弧状。常用来切除金属材料的凸缘、毛刺、飞边和分割材料等。

狭錾：它的切削部分狭窄，切削尺比较短，主要用来錾槽和分割曲线形状的板料。

(2) 錾子的材料和热处理 錾子一般用碳素工具钢制成，有时用八角型钢制造。

热处理前，先在砂轮上把錾子的切削部分磨好，热处理后再用油石修磨。热处理时，将錾子的切削部分（20~30mm）加热到暗樱红色（750~780℃），然后，把刃部（5~6mm）浸没在水中急冷，并微微移动，以加快冷却。当錾子露出水面部分变黑时，立即将錾子提出水面，利用未触水部分的热量对刃部淬火处进行回火处理。等刃部呈蓝色时，再将錾子全部浸入水中冷却。

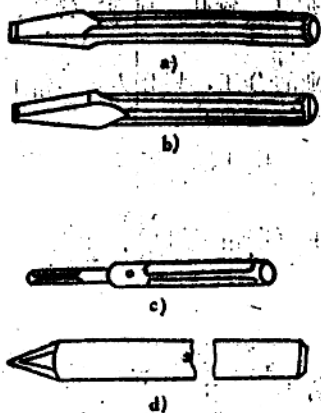


图9-1 錾子的种类

a) 扁錾 b) 狭錾 c) 圆棒錾
d) 长錾

2. 锤子 锤子俗称榔头，它由锤头和锤柄两部分组成。锤子的规格用锤头的重量来表示。如0.5lb、1lb、1.5lb（1lb=0.4536kg）等。

二、錾削方法

1. 錾子和锤子的握法 錾子通常用左手握持，留出尾部约20mm。握持方法有正握、反握和立握三种。锤子通常用右手握持，虎口对准锤头，以便施力。

2. 典型錾削加工 最常用的錾削加工有平面錾削、材料分割等。

平面錾削使用扁錾，每次錾削量约0.5~2mm，大平面錾削，可先用狭錾开槽，然后用扁錾切除剩除部分。

板料分割可利用台虎钳夹持或者采用先钻后铰的方法，这要根据板料的厚薄和形状的复杂程度而定。

三、铰削注意事项

要经常保持切削刃锋利，钝刃不但费力，而且容易伤手。要及时磨去头部的毛刺或飞边，避免破裂而飞出伤人。要随时检查锤子，防止锤头松脱而发生工伤事故。铰削脆性材料，应配戴防护眼镜。

第二节 锉削

锉削是用锉刀对工件表面进行切削加工的一种方法。它可以对工件进行粗、精加工，可以加工工件的内、外表面和比较复杂的表面。

一、锉刀

1. 锉刀的构造和规格 锉刀面上制出锉纹，锉纹分单锉纹和双锉纹两种。单锉纹锉刀适用于加工软材料，双锉纹锉刀适用于加工硬脆材料。

把锉纹的间距分为五个锉纹号，以表示锉刀的粗细等级。锉纹号数愈大，锉纹间距愈小；号数愈小，锉纹间距愈大。通常称1号锉为粗锉，2号为中锉，3号为细锉，4号、5号为油光锉。锉刀长度有100、125、150、200、250、300、350、400和450mm几种。

2. 锉刀的种类和选择 锉刀的种类，按用途来分，有钳工锉、特种锉和整形锉等，钳工锉根据它的断面形状的不同，又分为齐头扁锉、尖头扁锉、方锉、三角锉、半圆锉和圆锉六种。特种锉是加工零件的特殊表面的，而整形锉则用于修整工件上小而精细的部位，俗称什锦锉。

锉刀粗细的选择，取决于工件加工余量的大小，取决于

加工精度和表面粗糙度以及工件材料的性质等。粗锉适用于锉削加工余量大、加工精度低和表面粗糙度值大的工件。细锉则相反。中锉常在粗、精加工之间使用，或用于一般要求工件的锉削。容易变形的软材料，如紫铜、铝、锡、铅及其合金材料，锉削时切屑容易嵌在锉齿之间，影响加工，应选用专用锉刀，如锡锉、铝锉，见图9-2。如无专用锉刀，可用粗锉代替，但不宜用力过大。

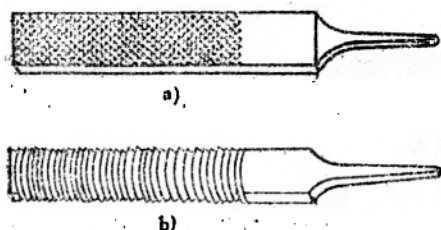


图9-2 锡锉和铝锉

a) 锡锉 b) 铝锉

二、锉削方法

1. 锉削姿势 锉刀的握法要根据锉刀的大小而定。一般都用右手握锉刀柄，掌心着力，顶向柄端，左手掌心向下，根据需要握住锉刀尖部或压住锉刀，并将肘部适当抬起，以便保持锉刀平衡和发挥锉削力量。中等大小的锉刀，左手只需用大拇指、食指和中指轻轻扶持即可。小尺寸锉刀和什锦锉，由于用力不大，往往只用一只手锉削。

操作者可以站立或坐着锉削。站立要自然，坐着时凳子高度要合适，以便观察工件，发挥锉削力量，持久操作。

2. 锉削法 锉削时，两手稳稳地把锉刀压在工件上向前推进。推力靠右手，压力由两手控制。压力要随锉刀的运

动而改变，前进时，右手逐渐加大压力，左手逐渐减小压力，防止工件两端出现塌边现象。后退时，锉刀应稍抬起，脱离工件，避免划伤工件表面。

最基本和最常用的锉削为平面锉削。平面锉削有顺向锉、交叉锉和推锉三种基本锉法。顺向锉的锉痕顺着工件的方向，比较整齐美观，一般在平面最后锉光和锉平时采用。交叉锉，顾名思义，它的锉痕相互交叉，有利锉削平面和保持锉刀运动稳定。推锉是一种修光锉法，在工件表面已锉平、加工余量很小时，用来修光表面和修正尺寸。

锉好的平面常用钢尺或刀口直尺，根据平面和尺之间的透光程度来检查其平整性。

三、锉削注意事项

在使用锉刀过程中，不可用锉刀锉削淬硬工件以及铸锻工件的表面，否则锉齿易钝。尽量一面用钝后再用另一面。每次使用后，要注意清理切屑，以提高效率。锉刀不能随意乱丢乱放，以免损坏齿纹。

粗锉时，由于用力较大，要注意保持姿势平稳，防止锉刀打滑碰伤，同时应配带防护手套。经常检查锉刀木柄是否完好无缺，防止刺手伤人。工件表面切屑切忌用嘴吹气清除，也不能用手抹除，避免伤害眼睛和手指。锉削过程中，不宜用手的触觉来检查平面的平整程度，因为手指上的油污会使锉刀打滑。锉刀较硬脆，敲击时易断裂，不允许当作其它工具（如撬棒、锥子、锤子等）使用。

第三节 锯削

锯削是用锯对金属或非金属材料进行切断或切槽的加工方法。

一、手鋸

手鋸由鋸弓和鋸條兩部分組成。鋸弓是安裝鋸條的，有可調式和固定式兩種結構型式。鋸條是一種有鋸齒的薄鋼條，它的規格用兩端孔眼的中心距來表示，钳工常用的鋸條規格為300mm，其它規格還有200mm和250mm兩種。鋸條的鋸齒分粗、中、細三種，即齒距有大小之分，目前使用的齒距有0.8、1.0、1.2、1.4和1.8mm五種。齒距大的粗鋸條適于加工軟材料和較大尺寸的工件，齒距小的細鋸條適于加工硬材料和小尺寸工件以及薄壁鋼管等。

二、鋸削方法

鋸條的鋸齒在前進方向時進行切削，所以安裝鋸條時，要使鋸齒的尖端朝着前推的方向，鋸條的安裝松緊要恰當。

鋸削時，兩手配合進行。左手主要起引導和扶正鋸弓的作用，鋸削壓力和推力全由右手承擔。推鋸時應盡量利用鋸條全長，回鋸時對鋸條不加壓力。

手鋸的鋸削有上下擺動和直線移動兩種形式。上下擺動順勢省力，而直線移動適宜于鋸削平直底槽和薄形工件。

鋸削的開始稱為起鋸。在工件上靠近操作者的一端起鋸稱為近起鋸，遠離操作者的起鋸稱為遠起鋸。起鋸時，鋸條與工件的夾角一般為 10° 左右。角度太小，鋸條容易打滑，拉傷附近表面；角度太大，起鋸費勁，特別近起鋸會使鋸齒卡緊而崩斷。為使起鋸平穩、準確，可用手指指甲擋住鋸條作為定位，輕輕鋸出正確鋸縫，然後再鋸。

三、鋸削注意事項

鋸條發生個別斷齒後，應立即停止工作，最好更換新鋸條，但也可以進行修復。將斷齒附近的幾個齒在砂輪機上依次磨低，斷齒底部磨平，否則鄰近鋸齒也會斷齒。鋸削用力

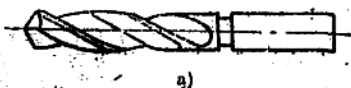
不能太猛，否则锯条崩断或脱落，会使双手失稳而受伤。工件临近锯断时，要轻锯慢锯，防止断落时跌坏工件或碰坏台面。

第四节 钻孔

钻孔是用钻头在材料或工件上钻削孔眼的加工方法。钻孔使用的刀具是钻头，使用的设备或工具有钻床、手电钻、手摇钻等。

一、钻床、钻头及钻夹具

1. 钻床 钳工常用的钻床有台式钻床、立式钻床和摇臂钻床。台式钻床简称台钻，是一种小型钻床，通常安装在工作台上，用来钻 12mm 以下的孔；立式钻床简称立钻，是一种比较大的钻床，一般安装在地面上，用来钻 50mm 以下的孔；摇臂钻床的摇臂能围绕立柱回转 360°，又能沿立柱上下移动，而摇臂上的主轴变速箱又能在摇臂上作大范围的移动，因此，摇臂钻床能在很大的范围内进行孔的加工。



2. 麻花钻 钻头的种类很多，钳工常用的钻头以麻花钻（图9-3）最为广泛。麻花钻的柄部是夹持部位，有直柄和扁柄两种形式。直柄传递扭矩



图9-3 麻花钻

a) 直柄 b) 扁柄

较小，扁柄可以传递较大的扭矩，多用于 12mm 以上的钻头。工作部分由切削部分和导向部分组成。切削部分（图

包括横刃和两条主切削刃。导向部分有两条对称的螺旋槽，用来形成副切削刃，并起排屑作用。

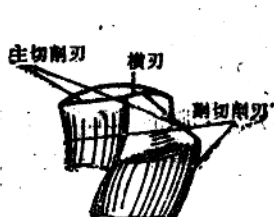


图9-4 麻花钻的切削部分

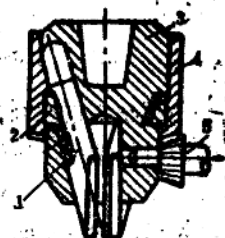


图9-5 钻夹头

1—夹爪 2—内螺旋槽 3—夹头体
4—夹头套 5—钥匙

3. 钻夹具 钻头通过钻夹具与钻床、手电钻等钻孔设备或工具相联接。常用的钻夹具具有钻夹头和钻头套两种。钻夹头（图9-5）用来装夹13mm以下的直柄钻头；钻头套（图1-6a）用来装夹锥柄钻头，应当根据钻头柄部的莫氏号数选用相应的钻头套。钻头套的拆卸方法（图9-6b）是利用斜口铁的斜面将钻头从钻头套中顶出。

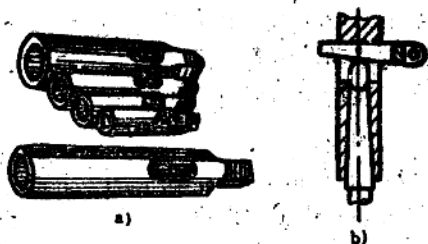


图9-6 钻头套和钻头的拆卸

二、手电钻

手电钻是手持式电动工具，有手枪式和手提式两大类（图9-7）。手枪式电钻的电源电压有单相36V和220V两种。

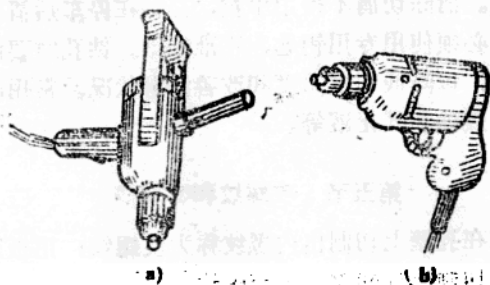


图9-1 手电钻

a) 手提式 b) 手枪式

按装夹钻头的直径来分,手枪式电钻有6mm、10mm、13mm三种规格。手提式电钻电压有单相220V和三相380V两种,规格有13mm、19mm、23mm三种。

使用手电钻应特别注意用电安全。使用前要检查外壳接地是否可靠;通电后要检查外壳是否带电。操作时应戴橡皮手套,穿电工鞋,以防触电。

三、钻孔方法

在钻孔前,必须确定孔的位置。通常在划好线的孔的中心位置上,用样冲打出一锥形定位坑,定位坑的直径应大于麻花钻横刃的长度,然后装夹工件。根据钻孔直径的大小,工件握持的难易选择装夹的方法。对于孔径小、易于握持的工件,可直接用手握紧工件钻孔,其它可装夹在手虎钳或机用平口钳上,必要时可将平口钳固定在钻床的台面上,甚至还可将工件直接用压板紧固在钻床台面上。

四、钻孔注意事项

钻孔时(特别是直径较大的孔),工件要装夹牢靠。进孔将穿时,要减小进给量。不准戴手套操作,以防切屑勾住手。

套发生事故。清除切屑不得用手拉，必须在停车后清扫。钻夹头的松紧必须使用专用钥匙，不准乱敲。钻孔时要添加适当的切削液，以降低切削温度和改善润滑状况。常用的切削液有机油、煤油和乳化液等。

第五节 攻螺纹和套螺纹

用丝锥在孔壁上切制出内螺纹称为攻螺纹；用板牙在圆杆或管子上切制出外螺纹称为套螺纹。

对电工来说，攻螺纹和套螺纹的螺纹主要是粗牙和细牙普通螺纹和圆柱管螺纹。

一、攻螺纹

1. 丝锥和绞杠

(1) 丝锥由工作部分和柄部组成，如图9-8所示。工作部分包括切削部分和校准部分。切削部分是指工作部分前端的几个刀齿。校准部分具有完整的牙型，用来校准和修光切出的螺纹，并引导丝锥沿轴向前进。柄部有方榫，用来传递绞杠的扭矩。

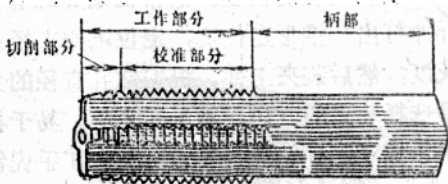


图9-8 丝锥

丝锥常由几支组成一组，按攻螺纹的先后次序分别称为头锥、二锥和三锥。

(2) 绞杠是传递扭矩和夹持丝锥的工具，有普通绞杠和丁字绞杠两类，如图9-9和图9-10所示。

2. 底孔直径

底孔直径要比螺纹内径稍大一些，可用下列经验公式求得。

加工钢、紫铜等塑性大的材料：

$$D = d - P$$

加工铸铁、黄铜等塑性小的材料：

$$D = d - (1.05 \sim 1.1)P$$

式中 D ——钻底孔的钻头直径；
 d ——螺纹公称直径；
 P ——螺距。

钻底孔的钻头直径也可通过查表得出。

二、套螺纹

1. 板牙和绞杠

普通螺纹的板牙

如图9-11所示。板

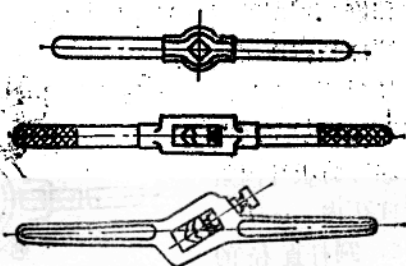


图9-9 普通绞杠

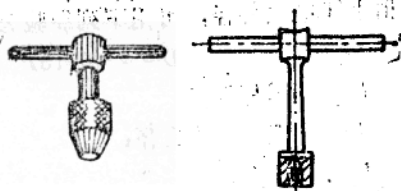


图9-10 丁字绞杠



图9-11 板牙

牙两端的锥孔部分是切削部分，板牙中间是校准部分，用来校准和修光切出的螺纹，并引导板牙沿轴向前进。

绞杠是传递扭矩和固紧板牙的工具，如图9-12所示。利用紧定螺钉将板牙固紧在绞杠孔内。

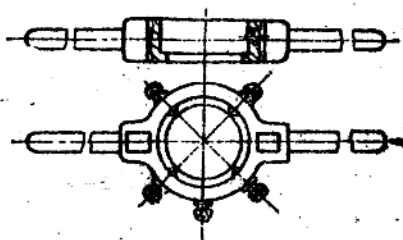


图9-12 圆板牙绞杠

2. 圆杆直径的确定

套螺纹时圆杆外径应稍小于螺纹外径，可用下列经验公式求得。

$$D = d - 0.13P$$

式中 D ——圆杆直径；
 d ——螺纹公称直径；
 P ——螺距。

圆杆直径也可通过查表得出。

三、攻螺纹和套螺纹注意事项

攻螺纹的底孔孔口和套螺纹的圆杆端部要倒角，既能导向又能保护刀刃。开始操作时，要尽量放正丝锥或板牙，然后加压转动绞杠，切入1~2圈时，再仔细观察和校正丝锥或板牙对工件的垂直度。操作中，要随时注意排屑，每绞进半周左右，应倒转一些，切断切屑，对塑性较大的材料如铜、紫铜等则更加需要。同时也要经常添加切削液，以减少切削阻力，减小螺纹表面粗糙度值和延长刀具的使用寿命。

第六节 装配联接

装配联接是用一定的方式将零件与零件（或部件）装配