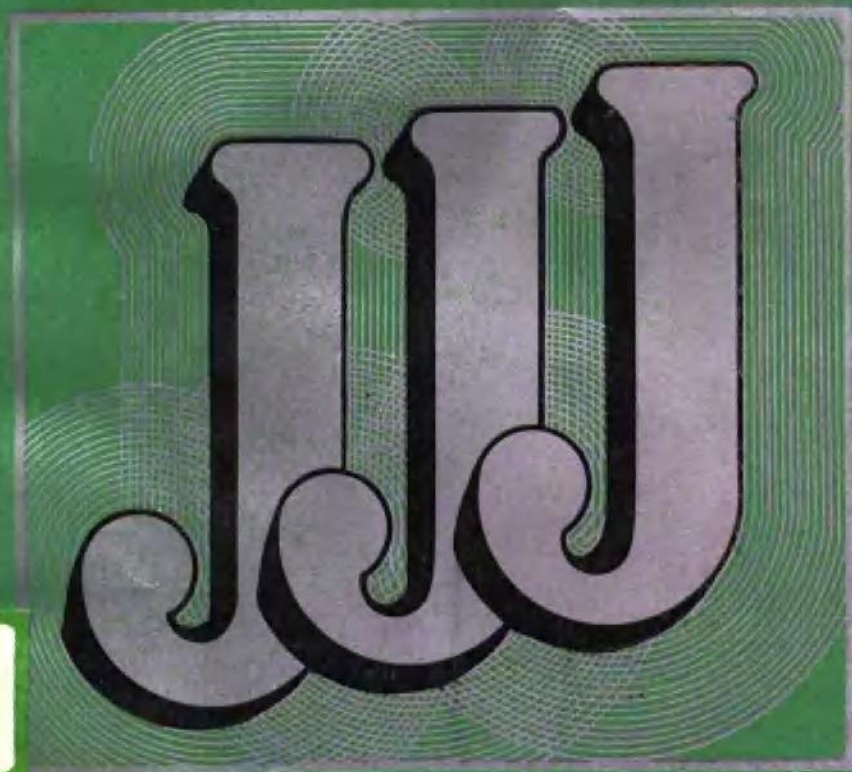


国家机械工业委员会统编

初级维修电工工艺学

机械工人技术理论培训教材

JIXIE GONGREN JISHULILUN PEIXUN JIAOCAI



机械工业出版社

本书着重介绍低压电器、电机和变压器的修理、电气设备图形符号和电路图绘制的国家标准、一般生产设备的电气控制原理和故障排除方法以及车间照明和动力线路的安装基础知识，此外，还介绍了电工必须具备的钳工知识和常用电工工具及材料，并对电气安全技术基础作了概述。

本书由南京机床厂方锡祚、毕仙大、南京市机械局陶来顺、南京市机械局职工大学宋宝海编写。由南京压缩机厂沈玉明、南京第二机床厂葛恒宽审稿。

初级维修电工工艺学

国家机械工业委员会统编

*

责任编辑：边 萌 版式设计：冉晓华
封面设计：林胜利 方 芬 责任校对：陈 松

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

机械工业出版社发行·新华书店经销

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ · 印张 $11^{7/8}$ · 字数 261 千字
1988年12月北京第一版 · 1988年12月北京第一次印刷

印数 00,001—42,500 · 定价：4.50 元

*

ISBN 7-111-01132-5/TM · 152

前 言

1981年，原第一机械工业部为贯彻、落实《中共中央、国务院关于加强职工教育工作的决定》，确定对机械工业系统的技术工人按照初、中、高三个阶段进行技术培训。为此，组织制定了30个通用技术工种的《工人初、中级技术理论教学计划、教学大纲(试行)》，编写了相应的教材，有力地推动了“六五”期间机械行业的工人培训工作，初步改变了十年动乱造成的工人队伍文化技术水平低下的状况，取得了比较显著的成绩。

鉴于原机械工业部1985年对《工人技术等级标准(通用部分)》进行了全面修订，原教学计划、教学大纲已不适应新《标准》的要求，而且缺少高级部分；编写的教材，由于时间仓促、经验不足，在内容上存在着偏深、偏多、偏难等脱离实际的问题。为此，原机械工业部根据新《标准》，重新制定了33个通用技术工种的《机械工人技术理论培训计划、培训大纲》(初、中、高级)，于1987年3月由国家机械工业委员会颁发，并根据培训计划、大纲的要求，编写了配套教材148种。

这套新教材的编写，体现了《国家教育委员会关于改革和发展成人教育的决定》中对“技术工人要按岗位要求开展技术等级培训”的有关精神，坚持了文化课为技术基础课服务，技术基础课为专业课服务，专业课为提高操作技能和解决生产实际问题的能力服务的原则。在内容上，力求以

基本概念和原理为主，突出针对性和实用性，着重讲授基本知识，注重能力的培养，并从当前机械行业工人队伍素质的实际情况出发，努力做到理论联系实际，通俗易懂，具有工人培训教材的特色，同时注意了初、中、高三级之间合理的衔接，便于在职技术工人学习运用。

这套教材是国家机械工业委员会委托上海、江苏、四川、沈阳等地机械工业管理部门和上海材料研究所、湘潭电机厂、长春第一汽车制造厂、济南第二机床厂等单位，组织了 200 多个企业、院校和科研单位的近千名从事职工教育的同志、工程技术人员、教师、科技工作者及富有生产经验的老工人，在调查研究和认真汲取“六五”期间工人教材建设工作经验教训的基础上编写的。在新教材行将出版之际，谨向为此付出艰辛劳动的全体编、审人员，各地的组织领导者，以及积极支持教材编审出版并予以通力合作的各有关单位和机械工业出版社致以深切的谢意！

编好、出好这套教材不容易；教好、学好这些课程更需要广大职教工作者和技术工人的奋发努力。新教材仍难免存在某些缺点和错误，我们恳切地希望同志们在教和学的过程中发现问题，及时提出批评和指正，以便再版时修订，使其更完善，更好地发挥为振兴机械工业服务的作用。

国家机械工业委员会
技工培训教材编审组

1987年11月

目 录

前言

第一章 钳工基本知识.....	1
第一节 錾削、锉削和锯割	1
第二节 钻孔、攻丝及套丝	13
第三节 锡焊	20
第四节 装配与连接	22
复习题	25
第二章 常用电工工具及电工材料.....	27
第一节 常用电工工具	27
第二节 常用电工材料	37
复习题	48
第三章 低压电器及其修理.....	49
第一节 熔断器与刀开关	49
第二节 自动空气断路器（自动开关）	57
第三节 接触器与起动器	63
第四节 控制继电器	67
第五节 主令电器与控制电器	70
第六节 电阻器与变阻器	74
第七节 电磁铁	76
复习题	78
第四章 变压器及其修理.....	80
第一节 概述	80
第二节 变压器的基本结构	83
第三节 变压器的工作原理	86

第四节	变压器的检修	93
第五节	电焊变压器	103
第六节	互感器	106
复习题		111
第五章	电机及其修理	113
第一节	概述	113
第二节	直流电机的基本结构和装拆工艺	115
第三节	直流电机的故障排除及维护保养	130
第四节	三相异步电动机的结构、工作原理及性能	140
第五节	交流电机的绕组和连接	153
第六节	三相异步电动机常见故障及其排除	165
第七节	三相异步电动机的局部修理	167
第八节	三相异步电动机定子绕组的重绕	175
第九节	大修后三相异步电动机的试验	194
第十节	单相异步电动机	200
复习题		207
第六章	一般生产设备的电气控制	211
第一节	电气图绘制的国家标准简介	211
第二节	阅读与分析电路图的方法	220
第三节	三相异步电动机的电气控制线路	229
第四节	信号装置	264
第五节	几种生产设备的电气控制线路	267
复习题		301
第七章	照明及动力线路	303
第一节	照明	303
第二节	车间照明线路	317
第三节	车间动力线路	324
第四节	导线的连接	331
第五节	照明及动力线路的维修	341

复习题	342
第八章 电气安全技术基础	343
第一节 触电与电火灾的概念	343
第二节 基本的安全用电措施	347
第三节 接地与接零	350
第四节 接地装置	353
第五节 触电的急救方法	355
第六节 电火警的紧急处理	360
复习题	360
附录 I 电气设备常用图形符号	361
附录 II 电气技术中常用电器种类的字母代码	367

第一章 钳工基本知识

钳工是利用各种手工工具对材料或零件进行加工的一项工种。其工作内容包括：划线、錾削、锉削、锯割、钻孔、扩孔、绞孔、刮削、铆接、装配、攻丝、套丝、矫正、弯曲及简单的热处理等。

随着工业生产的日益发展，现在钳工工种已有了专业的分工，有划线钳工、模具钳工、机修钳工和其它专业钳工等。

电工在进行电气设备和电气机械的安装、维护和修理工作中，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。

第一节 錾削、锉削和锯割

一、錾削

錾削是用手锤敲击錾子对工件进行切削加工的一种方法，常用来清除金属表面的凸缘、毛刺及分割材料、錾削成形和凹槽等。

錾削所用的工具主要是錾子和手锤。

錾子的头部是切削部分。它必须有合理的几何形状及硬度。

钳工常用的錾子有扁

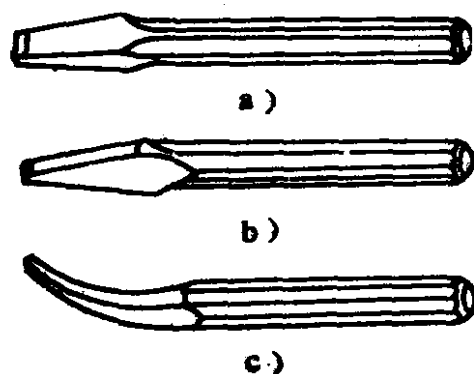


图1-1 錾子的种类

a) 扁錾 b) 狭錾 c) 油槽錾

鏊、狭鏊和油槽鏊三种，如图 1-1 所示。扁鏊的切削部分扁平，用来切除金属材料的凸缘、毛刺、飞边和分割材料、小平面的粗加工等；狭鏊的切削部分狭窄，切削刃也比较短，主要用来鏊槽和分割曲线形状的板料；油槽鏊是专门为鏊削油槽用的鏊子，切削部分呈圆弧状，便于在轴瓦和机床滑行面上鏊削油槽。为了使鏊削时锤击作用力容易通过鏊子的中心轴线，在鏊子与手锤相撞击的尾部做出一定的锥度，顶端略呈球形。

鏊子一般用碳素工具钢锻打成形。为了便于握持，常选用八角型钢制造。鏊子的热处理包括淬火和回火两个过程，以保证切削部分既具有较高的硬度也具有一定的韧性。热处理前先用砂轮磨好刃口，热处理后再用油石稍作修磨。热处理的方法和步骤如下：

(1) 将鏊子的切削部分(20~30mm 长)加热到 750 ~ 780 °C (呈暗樱红色)；

(2) 把刃部 (5~6mm 长) 浸在水中急冷，并微微移动鏊子以加快冷却速度；

(3) 当鏊子露出水面部分变成黑色时，立即将鏊子提出水面，利用未触水部位的热量，对刃部淬火处进行回火。等刃部呈蓝色时，再将鏊子全部浸入水中冷却。

热处理时鏊子的颜色分辨和变化是比较难掌握的，尤其是回火时的颜色变化很快，所以应当仔细观察、认真实践，才能掌握要领。

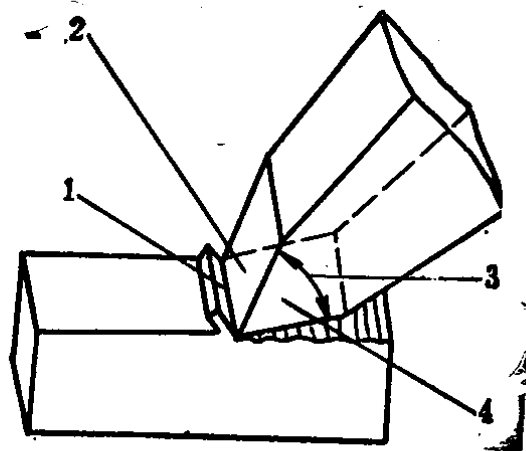


图1-2 鏊子的切削部分

1—切削刃 2—前刀面
3—楔角 4—楔角

銼子的切削部分包括前后两个刀面和一个切削刃。如图1-2所示。为了减少銼削阻力，在保证足够强度的前提下，楔角应尽可能小些。工件的材料不同，楔角的大小也有差异。銼削硬材料，楔角要大些；銼削软材料，楔角要小些。通常銼削铸铁、青铜和钢时，楔角为 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ；銼削铜、铝、锌等软材料时，楔角为 $30^{\circ}\sim 50^{\circ}$ ；銼削中等硬度的材料时，楔角为 $50^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 。

銼子的刃磨是在砂轮上进行的。銼子的切削部分经高温后(250°C 以上)会丧失硬度，因此刃磨时加在銼子上的压力不能过大，同时磨削过程中注意及时浸水冷却。操作时将切削刃朝上并高于砂轮中心，这样既可减少刃部积聚热量，又便于观察，同时还能防止切削刃扎入砂轮。为了获得锋利而耐用的切削刃，銼子的前刀面和后刀面必须磨得光滑平整，必要时可在油石上精磨。

手锤又叫榔头，它是由锤头和木柄两部分组成的。手锤的规格用锤头的重量来表示。锤头用碳素工具钢制成，并经淬火处理。木柄选用较坚固的木材制作，长度一般在350mm左右。

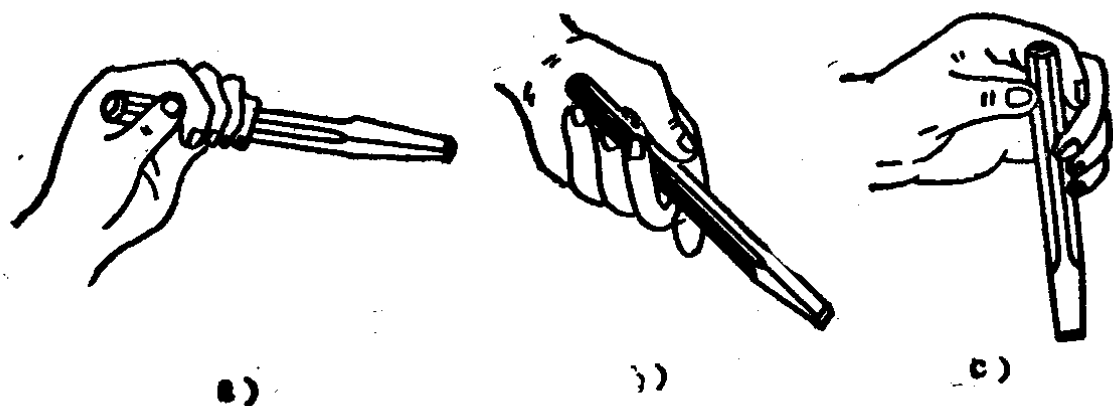


图1-3 銼子的握法

a) 正握 b) 反握 c) 立握

錾削时左手握錾子，右手握手锤，錾子尾部伸出约 20 mm。握持的方法有正握、反握和立握三种，如图 1-3 所示。

手锤的握法是将虎口对准锤头的方位，以便施力，木柄尾部露出约 15~30 mm，如图 1-4 所示。挥锤动作，有腕挥、肘挥和臂挥三种。腕挥只作手腕的动作，敲击力较小，一般用于錾削的开始和结尾。对于少切削量和软材料的錾削也常用此法。肘挥时，手腕和肘部一起挥动，敲击力较大，运用最广。臂挥时，肘和臂部一起挥动，敲击力最大，用于需大力錾削的场合。

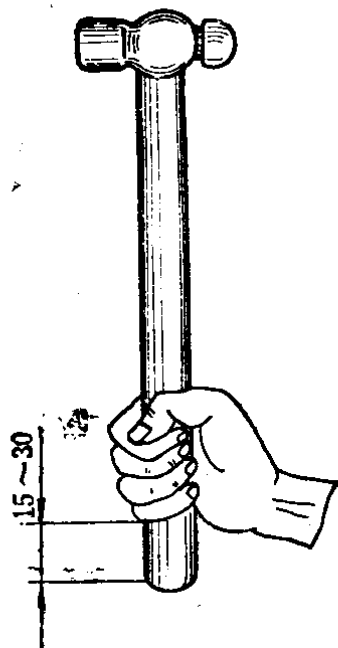


图1-4 手锤的握法

錾削工作要注意以下几点：

(1) 錾子要经常刃磨，保持锋利。过钝的切削刃不但 錾 削 费 力，而且容易在工件表面滑移而造成伤手事故。

(2) 当錾子的尾部出现明显的毛刺或飞边时，要及时磨去，避免锤击时破裂飞进伤人。

(3) 工作前要检查锤头是否装牢，若发现松动或手柄损坏，应及时加固或更换。

(4) 錾削脆性材料和剔除毛刺时，为了防止切屑飞进伤眼，应戴防护眼镜。

二、锉削

锉削是用锉刀对工件表面进行切削加工的一种方法。锉削通常在錾削、锯割之后，以及零部件装配和修理时进行。它可以对工件进行粗、精加工，可以加工工件的外表面、内

孔、沟槽和多种复杂的表面，是钳工主要操作内容之一。

锉削所用工具主要是锉刀。锉刀的构造及各部分名称如图 1-5 所示。

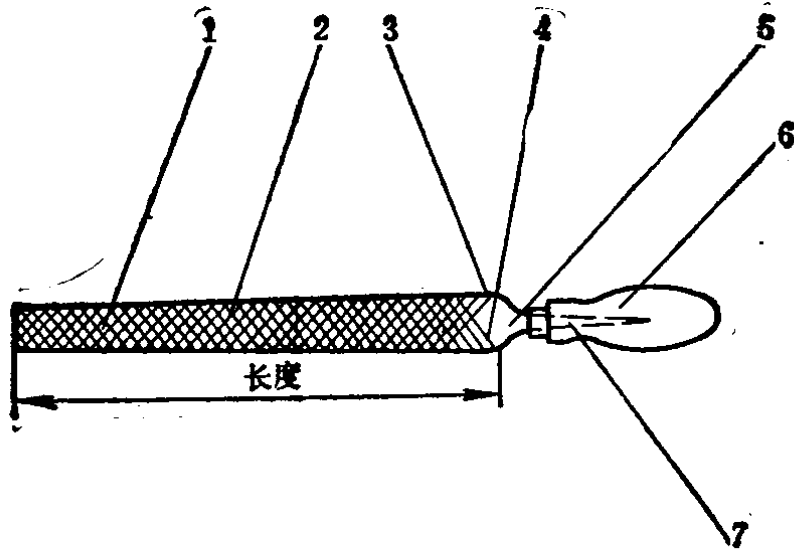


图1-5 锉刀构造

1—锉刀面 2—锉刀边 3—底齿 4—面齿 5—锉刀尾 6—木柄 7—舌

锉刀面是锉刀的工作面，上面的齿纹有单齿纹和双齿纹两种。单齿纹锉刀的全齿宽都参加切削，锉削阻力较大，因此适用于软材料的锉削。双齿纹锉刀的齿纹是从两个方向交叉排列的，锉削时的切屑成碎粒状，适于加工硬脆材料。

我国轻工部部颁标准把齿纹间距分为五个锉纹号，以表示锉刀的粗细等级，如表 1-1 所示。习惯上称 I 号为粗锉，II 号为中锉，III 号为细锉，IV 号、V 号为油光锉。

锉刀的规格以锉纹号和锉刀长度表示。

锉刀的种类很多，按用途来分，有普通锉、特种锉和什锦锉三大类。

普通锉按其断面形状的不同，分为平锉(板锉)、方锉、

表1-1 锉刀的锉纹号

锉刀长度 (mm)	100	125	150	200	250	300	350	400	450
锉纹号	每10mm内锉纹条数								
I	14	12	11	10	9	8	7	6	5.5
II	20	18	16	14	12	11	10	9	8
III	28	25	22	20	18	16	14	12	—
IV	40	36	32	28	25	22	20	—	—
V	56	50	45	40	36	32	—	—	—

三角锉、半圆锉和圆锉等五种，如图 1-6 所示。

特种锉是加工特殊表面用的，其断面形状应与加工表面的形状相适应。

什锦锉用于修整工件上小而精细的部位，所以又称整形锉。其全长120



图1-6 普通锉的断面形状

~180mm，尾部直径2~5mm。每 5 件、6 件、8 件、10 件 或 12件为一套。

不同规格的锉刀适用于不同的场合，只有正确地选择锉刀，才能充分发挥它的效能。

锉刀粗细的选择，取决于工件加工余量的大小、加工精度和表面光洁度的高低以及工件材料的性质等。粗锉的锉齿分布较疏，其容屑空间较大，适用于锉削加工余量大、加工精度低和表面光洁度要求不高的工件。细锉则相反。中锉常用在粗、精加工之间的过渡锉削或一般要求工件的锉削。容易变形的软材料如紫铜、铝、铅及其某些合金材料，锉削时切屑易嵌在锉齿之间而影响锉削的连续进行。在这种情况下

应选用专用锉刀，如锡锉、铝锉，如图 1-7 所示。如无这种专用锉刀，则可选粗锉来代替，但锉削时不能施加过大的压力。

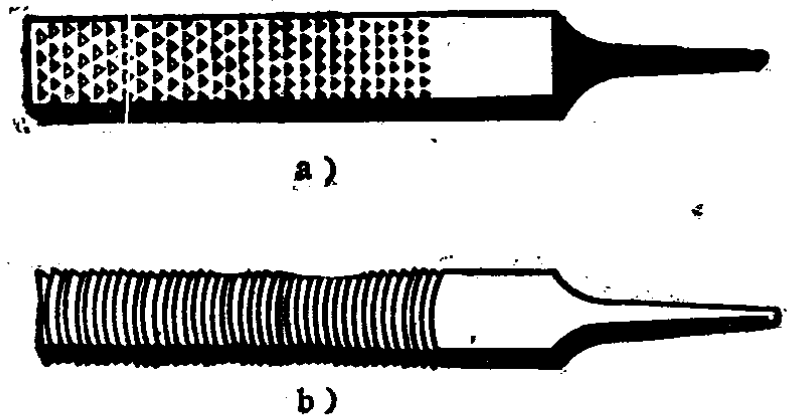


图1-7 锡锉和铝锉

a) 锡锉 b) 铝锉

锉刀长度的选择主要取决于工件加工面的长短。另外，由于长锉刀便于施力，所以当加工余量较大时，宜选用长些的锉刀。

为了便于握持和安全起见，锉刀的舌部应装上木柄。

锉刀的寿命与使用、保养有关。在使用和保养中，应遵守下列规则：

(1) 不可用锉刀锉削淬硬工件以及锻件和铸件表面的硬皮，以免锉刀变钝。

(2) 锉刀应尽量先用一面，用钝后再用另一面。

(3) 锉刀每次用完后，应用钢丝刷或薄铁片顺锉纹仔细清除残留的切屑。使用过程中如发现切屑堵塞锉纹，也要及时清除。

(4) 锉刀不能重叠放置，也不能同其它工具和物件堆放在一起。

根据锉刀尺寸的大小，握法有所不同。

对于大尺寸锉刀(长度250mm 以上)，用右手握锉刀柄，柄端顶着掌心，大拇指放在柄的上方，其余手指满握锉刀柄，见图1-8 a。左手的握法有三种，见图1-8 b。两手在锉削时的姿势见图1-8 c。左手的肘部要适当抬起，以便在锉削过程中保持锉刀的平衡和发挥锉削力量。

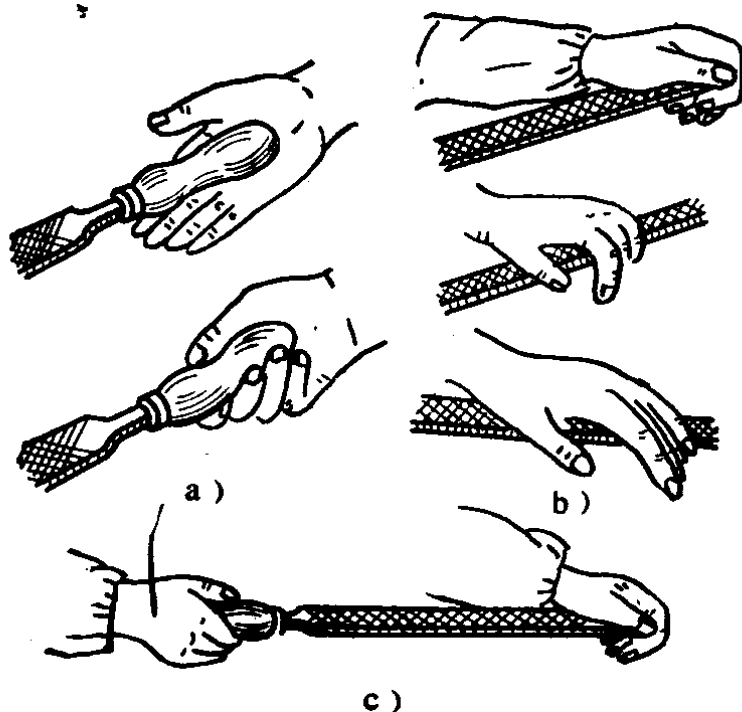


图1-8 大锉刀的握法

a) 右手的握持 b) 左手的握持 c) 锉削姿势

对于长度为 20 mm 中等尺寸的锉刀，右手的握法与上述大锉刀一样，左手只需用拇指、食指和中指轻轻扶持即可。

小尺寸锉刀及什锦锉常用于小平面的修锉，可用一只手握持。

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。锉削姿势以便于观察工件、发挥锉削力量和不感到过于疲劳为准。

锉削时，两手稳稳地把锉刀压在工件上向前推进。推力的大小主要用右手控制，压力的大小由两手控制。为了锉出平整的平面，两手加于锉刀上的压力应随锉刀的运动而改变，随着锉刀的推进，右手逐渐增大压力，左手逐渐减小压力。如果推进时两手压力保持不变，则工件两端会出现塌边现象。当锉刀拉回时，应稍微抬起，脱离工件，以免磨钝锉齿和使切屑划伤工件表面。

锉削速度不宜过快，以每分钟推锉 30 ~ 60 次为宜。

工件是用台虎钳来夹持的。夹持时应做到以下几点。

(1) 工件尽量夹在钳口中间位置。

(2) 工件夹持要牢固，但不能使工件产生不允许的变形。

(3) 工件不能伸出钳口面太高，以防止锉削时工件产生振动。

(4) 对表面形状不规则的工件，夹持时要加辅助衬垫，例如夹圆形工件要衬 V 型铁或弧形木块；夹长而薄的工件要衬两块厚金属板等。

平面锉削是锉削中最基本和最常用的一种，下面介绍三种基本平面锉削方法。

1. 顺向锉 平面最后锉光和锉平都用此法，以获得较为整齐美观的锉痕，如图1-9所示。

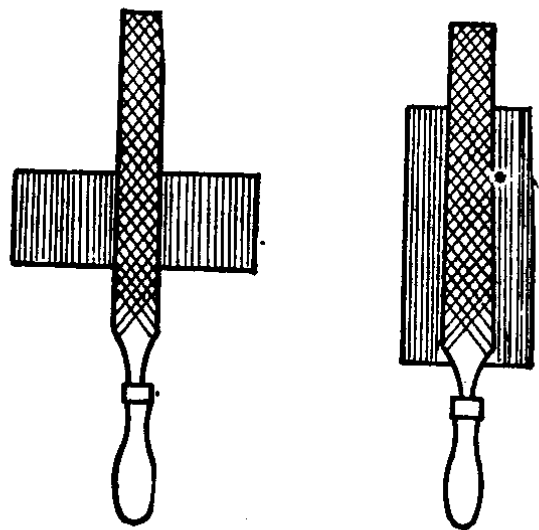


图1-9 顺向锉

2. 交叉锉 交叉锉是锉痕交叉的锉法,如图1-10所示。从锉痕交叉处的 接 合 情 况,可以判断 锉 面 的 平 整 程 度,从而便于 锉 平 平 面。同时交叉锉加大了 锉 刀 与 工 件 的 接 触 长 度,使 锉 刀 的 运 动 较 为 平 稳。

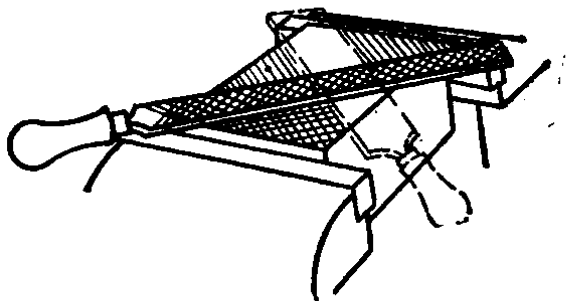


图1-10 交叉锉

3. 推锉 当工件表面已锉平,且加工余量很小时,为了提高表面光洁度和修正尺寸,可用推锉方法,见图1-11。

锉好的平面常用钢尺或刀口直尺以透光法来检查其平整程度。

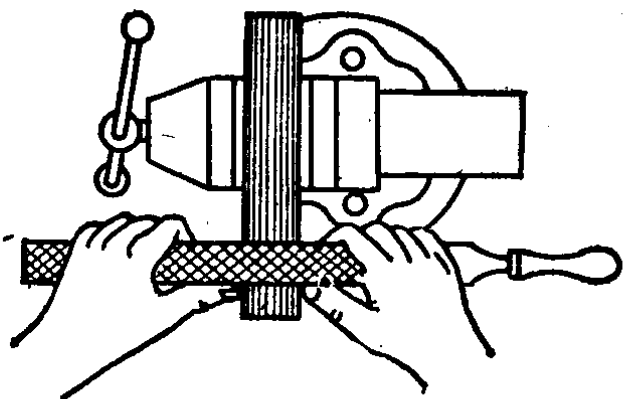


图1-11 推锉

锉削工作要注意以下几点:

(1) 粗锉时,往往施加较大的锉削力,若锉刀从工件表面突然滑开,会造成伤手或其它事故。所以,除了保持平稳的锉削姿势外,还应戴上防护手套。

(2) 不使用无柄或柄已损坏的锉刀。锉刀柄应装紧,避免因木柄脱落而伤手。

(3) 禁止用嘴吹工件表面或台虎钳上的切屑,防止细屑飞进眼里;也不能用手抹除切屑,防止金属硬刺扎手。清除工作要用毛刷进行。

(4) 不用手指触摸锉削表面,因为手指上的油污会使锉刀打滑。