

中华人民共和国第一机械工业部统编

机械工人技术培训教材

电机修理工工艺学

(初 级 本)

科学普及出版社

绪 论

随着工农业生产及科学技术的发展,电气化、自动化程度的不断提高,国民经济各部门对各种电动机的需要量日益增长;目前,电动机已成为我国主要的拖动机械。因此,保证电动机的安全可靠运行,以及保证电动机的修理质量,不仅是电动机本身的问题,而是影响到整个设备,甚至影响整个生产流程的正常运转。

异步电动机是各种电动机中应用最广、需要量最大的一种电动机,目前我国90%左右的电力拖动机械是异步电动机,其中小型异步电动机占70%以上。本书从初级电机修理工的实际需要出发,着重介绍50千瓦以下的鼠笼型异步电动机的大修技术以及其它各种常用的交直流电动机、变压器及低压电器的正常维护(小修)技术。

为了做好电机修理工作,电机修理工不仅要掌握电机电器的一般维护知识,使它们经常处于良好的运行状态,而且要掌握出现异常状态时如何判断,发生故障后如何迅速查明原因,以及如何及时而又正确地进行修复的技能。这种技能的掌握,一方面应该熟悉修理时的操作工艺,另一方面还应了解电机电器的原理和结构,使整个修理工作都具有可靠的理论基础。因此,本书还重点介绍了异步电机和直流电机、变压器以及常用低压电器的工作原理、基本结构及主要特性。

在电机修理中,还需要掌握一定的钳工知识,要学会正确选用工具、器材及仪器仪表,要掌握电工测量的正确方法,并掌握各种电动机的控制方法和控制线路。否则,修理工作就无法进行,或得不到预期的效果。这些,都是本书叙述的主要内容。

我们在学习《电机修理工工艺学》时,要把上面所述的内容作为一个整体来进行学习,而不应将各部分内容分割为几个孤立的章节来学习。在学习中,要坚持理论联系实际,要在“干”中“学”,同时要将学到的理论,用以指导生产实践,这样才能收到良好的学习效果。

对广大工人进行比较系统的技术培训教育，是智力开发方面的一件大事，是一项战略性的任务。有计划地展开这项工作，教材是个关键。有了教材才能统一培训目标，统一教学内容，才能逐步建立起比较正规的工人技术教育制度。

教材既是关键，编写教材就是一件功德无量的事。在教材行将出版之际，谨向为编写这套教材付出辛勤劳动的同志们致以敬意！

第一机械工业部第一副部长 杨 铨

一九八二年元月

前 言

为了更好地落实中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》，对工人特别是青壮年工人进行系统的技术理论培训，以适应四化建设的需要，现确定按初级、中级、高级三个培训阶段，逐步地建立工人培训体系，使工人培训走向制度化、正规化的轨道，以期进一步改善和提高机械工人队伍的素质。为此，我们组织了四川省、江苏省、上海市机械厅（局）和第一汽车厂、太原重型机器厂、沈阳鼓风机厂、湘潭电机厂，编写了三十个通用工种的初级、中级的工人技术培训教学计划、教学大纲及其教材，作为这些工种工人技术理论培训的统一教学内容。

编写教学计划、教学大纲及其教材的依据，是一机部颁发的《工人技术等级标准》和当前机械工人队伍的构成、文化状况及培训的重点。初级技术理论以二、三级工“应知”部分为依据，是建立在初中文化基础上的。它的任务是为在职的初级工人提供必备的基础技术知识，指导他们正确地使用设备、工夹具、量具、按图纸和工艺要求进行正常生产。中级以四、五、六级工“应知”部分为依据，并开设相应的高中文化课，在学完了初级技术理论并具有一定实践经验的工人中进行。它的任务是加强基础理论教学，使学员在设备、工夹具、量具、结构原理、工艺理论、解决实际问题 and 从事技术革新的能力上有所提高（高级以七、八级工“应知”部分为依据，这次未编）。编写的教材计有：车工、铣工、刨工、磨工、齿轮工、镗工、钳工、工具钳工、修理钳工、造型工、化铁工、热处理工、锻工、模锻工、木模工、内外线电工、维修电工、电机修理工、电焊工、气焊工、起重工、煤气工、工业化学分析工、热工仪表工、锅炉工、电镀工、油漆工、冲压工、天车工、铆工等工艺学教材和热加工的六门基础理论教材：数学、化学、金属材料及其加工工艺、机械制图、机械基础、电工基础。

在编写过程中，注意了工人培训的特点，坚持了“少而精”的原则。既要理论联系生产实际。学以致用，又要有理论的高度和深度；既要少而精，又要注意知识的科学性、系统性、完整性；既要短期速成，又要循序渐进。在教学计划中对每个工种的培养目标，各门课程的授课目的，都提出了明确的要求，贯彻了以技术培训为主的原则。文化课和技术基础课的安排，从专业需要出发，适当地考虑到今后发展和提高的要求，相近工种的基础课尽量统一。

这套教材的出版，得到了有关省、市机械厅（局）、企业、学校、研究单位和科学普及出版社的大力支持，在此特致以衷心的感谢。

编写在职工人培训的统一教材，是建国三十年来第一次。由于时间仓促，加上编写经验不足，教材中还难免存在缺点和错误，我们恳切地希望同志们试行中提出批评和指正，以便进一步修改、完善。

第一机械工业部工人技术培训教材编审领导小组

一九八一年十二月

目 录

绪论	
第一章 钳工基本知识	1
第一节 錾削	1
第二节 锉削	4
第三节 锯割	8
第四节 钻孔	9
第五节 攻丝和套丝	12
第六节 锡焊	15
第七节 装配连接	16
第二章 常用电工工具	20
第一节 电机修理的通用工具	20
第二节 电机修理的专用工具	24
第三章 常用电工器材	33
第一节 绝缘材料	33
第二节 导电材料	36
第三节 磁性材料	42
第四节 电机用电刷	43
第五节 滚动轴承和润滑脂	45
第四章 常用电工仪表和电工测量	46
第一节 电工仪表和电工测量的基本概念	46
第二节 常用仪表的结构和原理	50
第三节 电流和电压的测量	56
第四节 功率和电能的测量	61
第五节 电阻的测量	66
第六节 万用表	72
第七节 仪表的维护和保管	76
第五章 变压器	77
第一节 变压器的分类和基本结构	77
第二节 变压器的基本原理	87
第三节 变压器的极性和联接组	90
第四节 几种特殊变压器	95
第五节 配电变压器的常见故障及检查方法	101
第六节 变压器的检修	102
第六章 直流电机	111
第一节 直流电机的基本知识	111
第二节 直流电动机的使用和维护保养	126
第三节 直流电动机的常见故障及处理方法	128

第七章 三相异步电动机	130
第一节 概述	130
第二节 异步电动机的基本结构	132
第三节 异步电动机的工作原理	136
第四节 异步电动机的定子绕组	143
第五节 异步电动机的发热和通风	153
第六节 国产异步电动机简介	155
第七节 异步电动机的使用和维护	159
第八节 异步电动机的局部修理	161
第九节 异步电动机定子绕组的拆换工艺	172
第十节 异步电动机修理后的检查和试验	178
第八章 单相异步电动机	181
第一节 单相异步电动机的工作原理	181
第二节 单相异步电动机的分类及各类单相异步电动机的特点	184
第三节 单相异步电动机的绕组	188
第四节 单相异步电动机的使用和维护要点和常见故障的分析	191
第九章 低压电器	193
第一节 概述	193
第二节 熔断器	196
第三节 非自动切换电器	199
第四节 自动开关	203
第五节 接触器	206
第六节 磁力起动器	209
第七节 控制继电器	211
第八节 电阻器与变阻器	213
第九节 电磁铁	215
第十节 低压电器的线圈	217
第十章 电动机的控制	221
第一节 电气原理图	221
第二节 三相异步电动机的控制	223
第三节 直流电动机的控制	233
第十一章 安全用电知识	238
附录	241
I 聚酯、缩醛漆包圆铜(铝)线规格尺寸表	241
II 英美线规对照表	242
III 常用熔丝规格表	243
IV 各种绕线模的简化计算方法	243

第一章 钳工基本知识

钳工是主要利用各种手工工具对材料或零件进行切削加工的一门工种。其工作内容很多,包括:划线、錾削、锉削、锯割、钻孔、扩孔和铰孔、刮削、铆接、装配、攻丝和套丝、矫正和弯曲及简单的热处理等。因为工作时常使用台虎钳夹持工件,所以称为钳工。

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。本章着重介绍电工需要了解和掌握的钳工基本知识。

第一节 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、分割材料、錾削成形凹槽等。

一、錾 削 工 具

錾削工具包括錾子和手锤。

(一) 錾子

錾削时直接切削工件的是錾子的头部,即切削部分。它必须具备两个基本条件:一是合理的几何形状,二是较高的硬度。

1. 錾子的种类 钳工常用的錾子有三种,见图 1-1。

扁錾 它的切削部分扁平,切削刃略呈圆弧状。扁錾用来切除金属材料的凸缘、毛刺、飞边,分割材料和小平面的粗加工等,应用最广泛。

狭錾 它的切削部分狭窄,切削刃也比较短,主要用来錾槽和分割曲线形状的板料。

油槽錾 这是专门錾削油槽的錾子,切削部分呈圆弧状,便于在轴瓦和机床滑行面上錾削油槽。

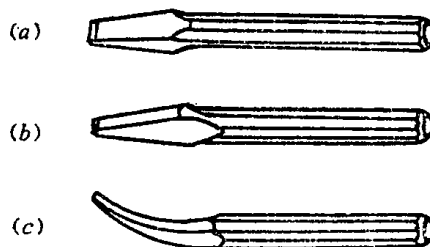


图 1-1 錾子的种类

(a) 扁錾; (b) 狭錾; (c) 油槽錾

为了使錾削时锤击作用力容易通过錾子的中心轴线,在錾子与手锤相撞击的尾部做出一定的锥度,顶端略呈球形(见图 1-2)

2. 錾子的材料和热处理 錾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。



图 1-2 錾子的尾部

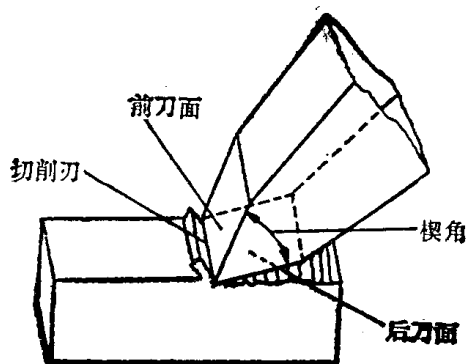


图 1-3 錾子的切削部分

錾子的热处理包括淬火和回火两个过程，目的是保证切削部分具有较高的硬度和一定的韧性。

热处理前，先在砂轮上把錾子的切削部分磨好，以便热处理时对其表面颜色变化进行观察，热处理后再用油石稍作修磨。

热处理的方法和步骤如下：

- (1) 将錾子的切削部分（20~30 毫米长）加热到 $750\sim 780^{\circ}\text{C}$ （呈暗樱红色）；
- (2) 把刃部（5~6 毫米长）浸在水中急冷，并微微移动錾子以加快冷却速度；
- (3) 当錾子露出水面部分变成黑色时，立即将錾子提出水面，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，再将錾子全部浸入水中冷却。

热处理时錾子颜色的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。

3. 錾子切削部分的角度及刃磨 錾子的切削部分包括两个表面和一个切削刃。如图 1-3 所示。在錾削过程中，切屑接触的表面称为前刀面，另一表面，即与工件已加工面相对的表面称为后刀面。两面之交线即为切削刃。前刀面与后刀面之间的夹角称为楔角。显然，楔角越大，錾削阻力也越大，但切削部分的强度也越高。所以，为了减小錾削阻力，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。錾削硬材料，楔角要大些；錾削软材料，楔角要小些。通常錾削铸铁、青铜和钢时，楔角为 $60\sim 70^{\circ}$ ；錾削铜、铝和锌等软材料时，楔角为 $30\sim 50^{\circ}$ ；錾削中等硬度的材料时，楔角为 $50\sim 60^{\circ}$ 。

錾子的刃磨是在砂轮上进行的。錾子的切削部分经高温后（ 250°C 以上）会丧失硬度，因此刃磨时加在錾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，还能防止切削刃扎入砂轮。为了获得锋利而耐用的切削刃，錾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。

（二）手锤

手锤又称榔头，它是由锤头和木柄两部分组成的。手锤的规格是用锤头的重量来表示的，有 0.5 磅、1 磅和 1.5 磅等几种（公制的用 0.5 公斤、1 公斤和 1.5 公斤等表示）。锤头用碳素工具钢制成，并经淬硬处理。木柄选用较坚固的木材制作，长度一般在 350 毫米左右。

二、錾削方法

(一) 錾子、手锤的握法

1. 錾子的握法 錾子用左手握持，尾部伸出约 20 毫米。握持的方法有三种，见图 1-4。

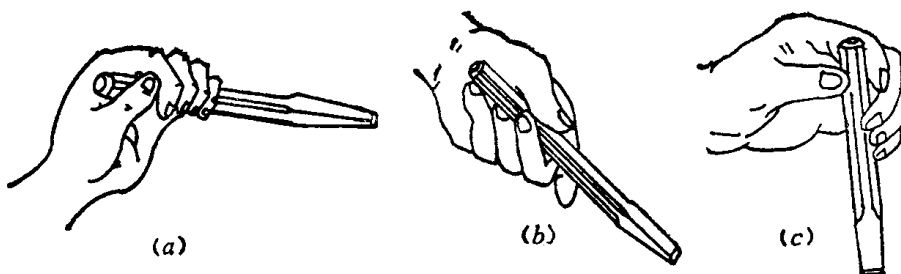


图 1-4 錾子的握法

(a) 正握法；(b) 反握法；(c) 立握法

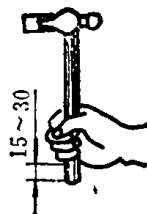


图 1-5 手锤的握法

正握法 如图 1-4(a) 所示。这种握法适于在平面上进行錾削，錾削时，要保持錾子的后刀面与工件之间有 $5\sim 8^\circ$ 的夹角。

反握法 手背朝向工件，手指自然捏住錾身，见图 1-4(b)。它适用于少錾削量或侧面的錾削。

立握法 保持錾子与工件相垂直的一种握法，用于垂直錾切工件，如在铁砧上錾断材料。握法如图 1-4(c) 所示。

2. 手锤握法 手锤用右手握持，虎口对准锤头的方位，以便施力，见图 1-5。木柄的尾部露出约 15~30 毫米。

3. 挥锤方法 挥锤是对錾子进行敲击的手臂动作，有腕挥、肘挥和臂挥三种。

腕挥 锤击时只作手腕的运动，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 手腕和肘部一起挥动，敲击力较大，运用最广。

臂挥 腕、肘和臂部一起挥动，敲击力最大，用于需大力錾削的场合。

(二) 典型錾削加工

1. 平面錾削 平面錾削所用的錾子是扁錾，每次錾削量约 0.5~2 毫米。当錾削大平面时，一般先用狭錾在平面上开出相隔 10~20 毫米的平行槽，然后用扁錾切除剩余部分。

扁錾的切削刃较宽，起錾（开始錾削）时如切削刃全部宽度参加錾削，由于阻力较大，不易获得正确的起錾位置，所以常从工件的边缘尖角处着手，这样切削刃与工件的接触线较短，只要施加不大的敲击力，錾子便能切入工件。

当錾削快接近工件端部时，应掉头从端部向中部进錾，以防止工件端部边缘出现崩塌现象，尤其是铸铁、青铜等脆性材料，崩塌现象较严重，要特别注意。

2. 板料分割 对于不同板料的分割，采用的錾切方法也不同。

图 1-6 所示为在台虎钳上对板料进行錾切分割。錾切时将扁錾切削部分的后刀面紧贴

钳口，并使切削刃斜对板面。

对无法用台虎钳夹持或形状较复杂的板料，分割工作可以在铁砧上进行。錾切时在板料和铁砧之间垫以软铁等材料，以保护铁砧和錾子的切削刃。

较厚的板料直接錾切分割很困难，可以先用钻削的方法沿分割线钻出密集的排孔，再用錾子将其錾断。

3. 油槽錾削 油槽的錾削分两步进行。先用狭錾沿油槽线錾出较浅的沟槽，然后用油槽錾加深。油槽的断面形状主要由油槽錾的切削部分形状所确定，所以应根据要求仔细刃磨油槽錾。

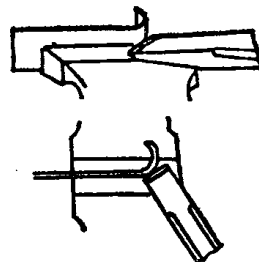


图 1-6 板料分割

三、錾削注意事项

(1) 錾子要经常刃磨，保持切削刃锋利。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) 錾子的尾部若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) 工作前要仔细检查锤头是否装牢，若发现松动或手柄开裂损坏，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。

(5) 錾削是手工劳动，疲劳时要注意适当休息，以免挥锤失稳而伤手。

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。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。

一、锉刀

(一) 锉刀的构造和规格

锉刀的构造及各部分名称如图 1-7 所示。

锉刀面是锉刀的工作面，上面制出齿纹。齿纹分单齿纹和双齿纹两种。单齿纹锉刀由于全齿宽都参加切削，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。

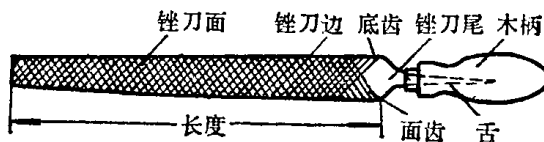


图 1-7 锉刀构造

不同的齿纹间距有不同的锉削效果。齿距大，适于粗加工；齿距小，适于精加工。我国轻工业部部颁标准把齿纹的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。号数小，齿距大；号数大，齿距小。习

锉刀的锉纹号

表1-1

锉刀长度 (毫米)	100	125	150	200	250	300	350	400	450
锉纹号	每10毫米内锉纹条数								
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	—	—	—

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。

(二) 锉刀的种类和选择

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、三角锉、半圆锉和圆锉等五种（图 1-8）。

特种锉是加工零件的特殊表面用的，其断面形状应与加工表面的形状相适应。



图 1-8 普通锉断面形状

什锦锉用于修整工件上小而精细的部位，所以又称整形锉，全长 120~180 毫米，尾部直径 2~5 毫米。每 5 件、6 件、8 件、10 件或 12 件为一组，成组供应。

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，取决于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、锡、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。因此，若选用细锉，由于容屑空间小，更容易被切屑堵塞。在这种情况下应选用专用锉刀，如锡锉、铝锉（图 1-9）。如无这种专用锉刀时，则可选粗锉来代替，但锉削时不能施加过大的锉削压力。

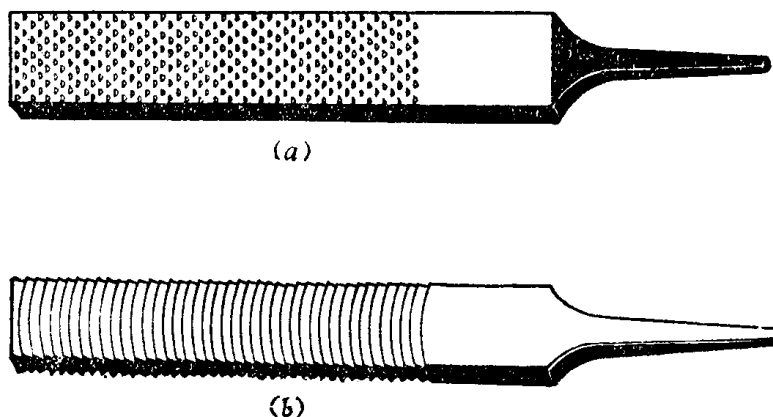


图 1-9 锡锉和铝锉
(a) 锡锉，(b) 铝锉

锉刀长度的选择主要取决于工件加工面的长度。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（什锦锉的尺寸及锉削力较小，可不装木柄）。

（三）锉刀的使用和保养

锉刀的寿命与使用和保养是否得当，关系很大。在使用和保养过程中，应遵守下述规则：

（1）不可用锉刀锉削淬硬工件以及锻件和铸件表面的硬皮，否则锉齿很容易变钝。

（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。

二、锉削方法

（一）锉削姿势

1. 锉刀的握法 根据锉刀尺寸的大小，握法有所不同。

大尺寸锉刀（长度 250 毫米以上）的握法：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 1-10（a）。左手的握法有三种，见图 1-10（b）。两手在锉削时的姿势见图 1-10（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。

中等尺寸锉刀（长度 200 毫米左右）的握法：右手的握法与上述大锉刀一样，左手只需用大拇指、食指和中指轻轻扶持即可。

小尺寸锉刀及什锦锉的握法：这类锉刀常用于小平面的修锉，锉削力不大，往往用一只手握持。

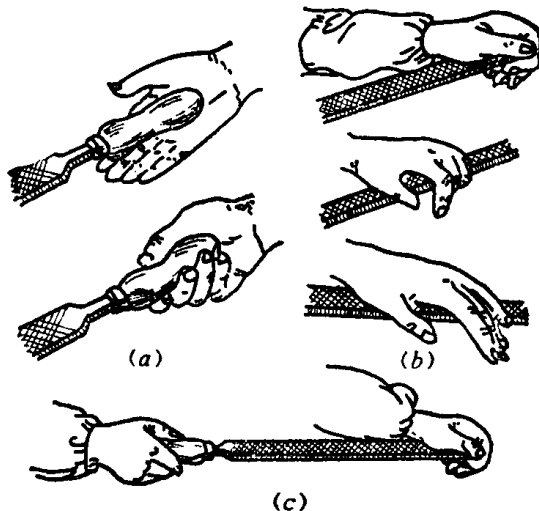


图 1-10 大锉刀的握法

2. 锉削姿势 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。总之，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。

3. 锉削力的运用和锉削速度 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，即随着锉刀的推进，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，应稍微抬起而脱离工件，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。

(二) 工件的夹持

工件的夹持主要是在台虎钳上进行的。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) 工件伸出钳口面不能太高，以防止锉削时工件产生振动。
- (4) 表面形状不规则的工件，夹持时要加辅助衬垫，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铁板等。

(三) 锉削方法

平面锉削是锉削中最基本和最常用的一种，下面介绍平面锉削时的三种基本锉削方法。

1. **顺向锉** 顺向锉是最基本的锉削方法，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（图 1-11）。

2. **交叉锉** 交叉锉是锉痕交叉的锉法（图 1-12）。从锉痕交叉处的接合情况，可以判断锉面的凸凹现象和大致程度，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。

3. **推锉** 当工件表面已锉平、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 1-13。

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。

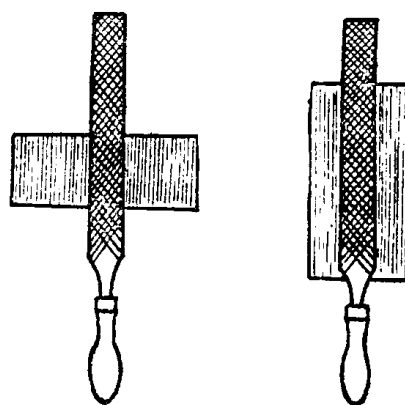


图 1-11 顺向锉

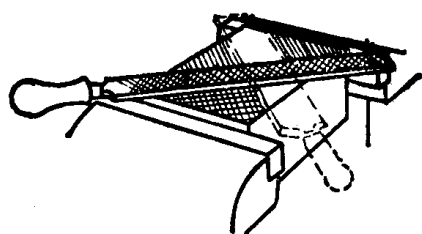


图 1-12 交叉锉

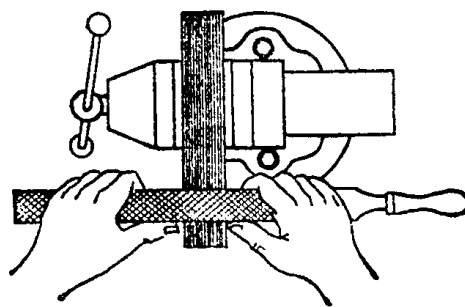


图 1-13 推锉

三、锉削注意事项

(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) 不使用无柄或柄已裂开的锉刀。锉刀柄应装紧，否则不但无法施力锉削，而且可能因木柄脱落而刺伤手。

(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，因为手指上的油污粘上锉削面后，会使锉刀打滑。

(5) 锉刀很脆，不能当撬棒、锥子使用。

第三节 锯 割

锯割是用锯对金属或非金属材料进行分割的一种加工方法。钳工所用的锯割工具是手锯。

一、手 锯

手锯由锯弓和锯条两部分组成。

(一) 锯弓

锯弓是用来安装和拉紧锯条的工具。锯弓有两种结构型式：可调式和固定式。可调式锯弓通过调整可安装 200 毫米、250 毫米和 300 毫米三种规格的锯条；固定式锯弓只能安装 300 毫米一种规格的锯条。锯条是靠旋动翼形螺母拉紧的。

(二) 锯条

锯条是一种有锯齿的薄钢条，它的规格以两端孔眼的中心距表示的，钳工常用的是 300 毫米长的锯条。

锯条的切削部分是由许多锯齿组成。锯齿在制造时按一定的规则互相错开，形成了锯条的锯路。由于锯路的作用，使锯割出现的锯缝大于锯条的厚度，因而改善了锯条两侧面与工件之间的摩擦情况。

锯条的齿距有大小之分，目前使用的齿距有 0.8、1.0、1.2、1.4 和 1.8 毫米五种。为了保证锯割质量、提高锯割效率和锯条的使用寿命，对于不同尺寸、不同材料的工件应选择适当齿距的锯条。齿距大的粗齿锯条适用于软材料和较大尺寸工件的锯割；齿距小的细齿锯条适用于硬材料和小尺寸工件以及薄壁钢管的锯割。

二、锯 割 方 法

(一) 锯条的安装

锯割和锉削一样，都是在刀具向前推进时进行切削工作的，所以锯条安装时要使锯齿朝向前方。

锯条的拉紧程度要控制得当。锯条拉得太紧，锯割时会因极小的倾斜受阻而绷断，同时过大的拉紧力会大大缩短锯弓夹头和翼形螺母的寿命；锯条太松，容易弯曲，影响锯缝的平直程度，甚至因扭曲变形而折断。

(二) 锯割方法

锯割时，右手满握锯弓手柄，左手扶持锯弓另一端。锯割压力和推力主要由右手控制，左手主要起引导和扶正锯弓的作用。推锯时应使锯条全长都用到，回锯时不应对锯条施加压力。

手锯的锯割运动有两种形式：上下摆动和直线移动。前一种锯割省力，应用较广，后

一种适用于锯割平直底槽和薄形工件。

对工件进行锯割的开始工作称为起锯。起锯分近起锯和远起锯两种：在工件上靠近操作者的一端起锯称为近起锯；在工件上远离操作者的一端起锯称为远起锯。无论哪种起锯，锯条与工件的夹角要合适，一般取 10° 左右。角度太小，锯条容易滑到旁边将工件表面拉伤；角度太大，起锯费力，特别是近起锯，会使锯齿卡住而绷断。为了使起锯平稳和准确，可用手指挡住锯条以保证正确的起锯位置，同时轻轻地来回拖动手锯使工件上出现正确的锯缝。

锯割的速度以每分钟来回运锯 20~60 次为宜。锯割软材料速度可快些；锯割硬材料应慢些。必要时可加矿物油或乳化液冷却。

三、锯 割 注 意 事 项

(1) 锯条的个别锯齿折断后，必须立即停止工作，否则邻近的锯齿也会折断。折断个别锯齿的锯条可采用下述方法修理：将断齿附近的几个齿在砂轮上依次磨低，并把断齿底部磨平。

(2) 锯割时用力不能太大，否则会因锯条绷断使双手失稳而碰伤。

(3) 工件在快锯断时要减小锯割力量。对沉重的工件，在快断时要用左手扶着锯掉的一端，或用支架支承，以防工件跌坏或碰伤脚面。

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、手电钻等。

一、钻床、钻头及钻夹具

(一) 钻床

钳工常用的钻床有台式钻床、立式钻床和摇臂钻床。

1. **台式钻床** (简称台钻) 台钻是一种小型钻床，通常安装在工作台上，用来钻 12 毫米以下的孔。

2. **立式钻床** (简称立钻) 立钻是一种比较大的钻床，一般安装在地面上，用来钻 50 毫米以下的孔。

3. **摇臂钻床** 摇臂钻床 (图 1-14) 的主轴变速箱能在摇臂上作大范围的移动，而摇臂既能沿立柱上下移动，又能绕立柱回转 360° ，所以摇臂钻床能在很大的范围内进行孔的加工。

(二) 钻头

钻头的种类很多，有麻花钻、扁钻、扩孔钻、中心钻等。其中以麻花钻 (图 1-15) 应用最广。

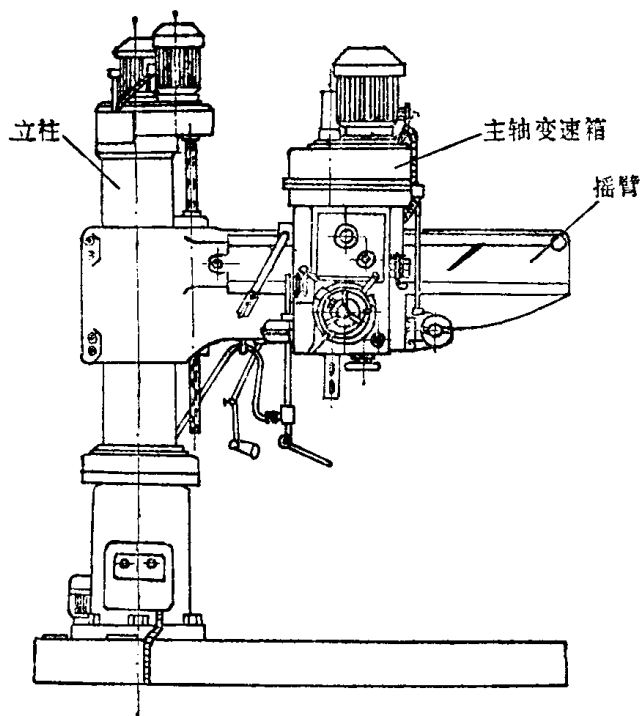


图 1-14 摇臂钻床

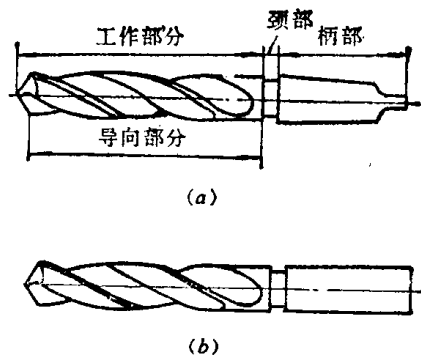


图 1-15 麻花钻
(a) 锥柄, (b) 直柄

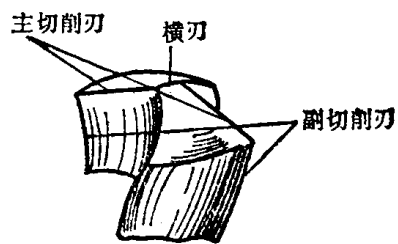


图 1-16 麻花钻的切削部分

1. 麻花钻的柄部 柄部是麻花钻的夹持部位，它有直柄和锥柄两种型式。直柄能传递的扭矩较小；锥柄可以传递较大的扭矩，多用于 12 毫米以上的钻头。锥柄的规格用莫氏 1~6 号表示。

2. 麻花钻的工作部分 工作部分由切削部分（图 1-16）和导向部分组成。切削部分包括横刃和两条主切削刃。标准麻花钻两条主切削刃形成的锥角为 $118^\circ \pm 2^\circ$ 。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。

(三) 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连接。常用的钻夹具具有钻夹头和钻头套两种。

钻夹头（图 1-17）用来装夹 13 毫米以下的直柄钻头。

钻头套（图 1-18(a)）用来夹锥柄钻头，应当根据钻头柄部的莫氏号数选用相应的

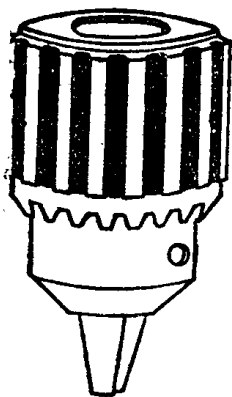


图 1-17 钻夹头

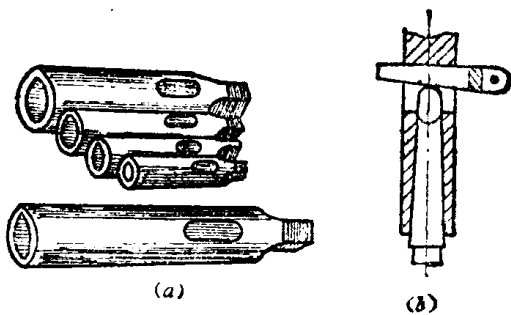


图 1-18 钻头套和钻头的拆卸

钻头套。图 1-18(b) 表示用斜口铁拆卸钻头的方法：用手锤敲击斜口铁的大头时，利用斜面的作用将钻头从钻头套中顶出。

二、手 电 钻

手电钻是手持式电动工具，它的种类、规格很多，常用的有手枪式和手提式两大类（图 1-19）。手枪式电钻大多是交直流两用的，电源电压有 36 伏及 220 伏两种，按其装夹钻头直径来分，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。

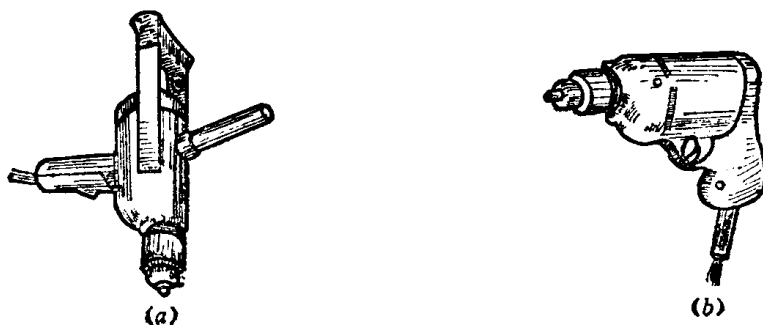


图 1-19 手电钻
(a) 手提式；(b) 手枪式

手电钻由工人直接手持操作，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，不可带电；操作时应戴橡皮手套（低压及双层绝缘的手电钻除外），穿电工鞋或站在绝缘板上，以防触电。

三、钻 孔 方 法

1. 孔的定位 为了获得正确的钻孔位置，通常在已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。

2. 工件的装夹 当工件容易握持及钻孔直径又比较小时，可以直接用手握紧工件钻孔。而手无法握紧的小工件，常用手虎钳或机用平口钳夹持。必要时，应用螺栓将平口钳紧固在钻床的台面上。

钻孔直径较大或不便于用机用平口钳夹持的工件，可用压板、螺栓和垫块紧固在钻床的台面上。

四、钻 削 注 意 事 项

(1) 当钻孔直径较大时，工件一定要装夹牢固。在通孔将穿时，应减小进刀量。如果是在立钻或摇臂钻床上采用自动进刀方法，通孔将穿时，最好改用手动进刀，这样有利于控制切削力的大小。