

第1章 钳工

1.1 总目标和具体目标

1.1.1 课程总目标

作为机械专业的学生,在学习《机械制图》和《机械设计基础》等课程的同时,学生已初步具备了读图和识图的一些基本知识。钳工实训的教学目的是:在具备了一些读图和识图基本知识的基础上,进一步将理论知识运用到实践中去,通过1~2个典型零件图纸资料的分析、工艺方案的设计、工具的选取使用、量具的选取使用、产品质量检测分析与项目完成后评估总结报告的撰写等完整工作过程的训练,培养学生完成一个实际钳工项目的综合职业能力。

1.1.2 具体目标

1. 专业能力目标

通过本项目实训课程的学习与训练,使学生在前期课程已掌握图纸的识读方法以及钳工国家职业标准规定的有关知识与技能的基础上,着重培养学生完成1~2个常规典型钳工产品的图纸识读方法、加工完整工作过程中应具备的专业基础能力:

- ① 识读图纸的能力。
- ② 工具量具的正确选用及操作技能,能够按照钳工工艺规范的要求选取和使用。
- ③ 钳工工艺文件的制定能力。
- ④ 掌握钳工主要工作(划线、錾削、锯削、锉削、钻孔、刮削、攻螺纹)的基本操作方法,提高学生的动手能力、独立操作能力、分析及解决问题的能力。
- ⑤ 产品质量检测、分析与项目完成后技术总结报告的撰写能力。

2. 方法能力目标

① 资讯过程。通过引导学生围绕本实训项目进行信息收集、整理、加工与处理,使学生能够针对实训项目所涉及的本职业技术领域同类型产品制造完整工作过程中所包含的各种技术方案及实施条件与环境制约因素等有清晰的了解与判断,并能提出自己的独立见解与分析评价。

② 决策过程。在完成以上资讯阶段工作的基础上,学生能根据自己所形成的对本实训项目独立见解与分析评价,提出实训项目产品的几种初步工艺方案,并能对多种方案从技术、经济、社会等各方面进行比较分析,通过团队(或工作小组)的集体研讨和老师的跟踪指导、决策选定本团队最终实训项目产品的钳工工艺方案。

③ 计划过程。在完成决策阶段工作的基础上,学生能在教师引导下讨论形成一个完成实训产品工艺方案设计与制造生产进程的安排计划,落实团队(小组)内分工合作,做好生产准备工作。

④ 实施过程。学生能按照所编制的生产工艺规程与图纸资料,进行现场施工。在施工的过

程中,教师引导学生自觉养成严格按工艺规范执行、遵循现场 5S 管理要求以及现场总结思考如何提高加工效率、改进工艺操作方法、节约工时与成本等良好的现场生产规范管理的习惯与方法。

⑤ 检查过程。在完成项目产品加工后,能及时通过质量分析,发现问题,研究问题,提出改进方案,完善产品质量,使之达到零件图纸的要求。并通过整理产品工艺文件与检测报告等检查产品生产各环节的工作,及时进行团队(小组)分析讨论,交流总结项目完成过程的各项工作情况。

⑥ 评估过程。最后阶段学生能良好地总结自己的工作,与团队(小组)成员一道通过研讨交流,评估本实训项目完成过程中的得失与经验,并就本实训项目学习提出技术与方法等各方面进一步改进的思路与具体方案,分工合作完成实训项目技术总结报告。

3. 社会能力目标

① 情感态度与价值观的形成。在实训的过程中,培养学生严谨认真的科学态度与职业习惯,改变不良的学习行为方式;培养引导其对机械产品的兴趣与爱好,使学生形成积极主动的学习、工作态度与兴趣爱好;通过成功的技术工作收获与产品成果,让学生感受技术产品及完成过程中内在的科学规律、技术美感和享受成功、树立自信的态度;从技术、组织、环境、安全等各方面培养学生形成完成技术工作的态度与价值观,从而立足社会。

② 职业道德与素质的养成。在实训的过程中,通过不同的成功与失败案例对比剖析,让学生领悟并认识到敬业耐劳、恪守信用、讲究效率、尊重规则、团队协作、崇尚卓越等职业道德与素质在个人职业发展和事业成功中的重要性,使学生能树立起自我培养良好职业道德与注重日常职业素质养成的意识。

1.2 项目教学任务书

1. 综合实训项目任务

长方体锯锉与制作、单燕尾锉配与制作、钳工手锤制作等。

2. 技术要求及参数

【案例 1】 长方体锯锉,如图 1-1 所示。

【案例 2】 单燕尾锉配,如图 1-2 所示。

【案例 3】 钳工手锤制作,如图 1-3 所示。

3. 其他任务说明

鉴于承担钳工实训教学的各指导教师所布置的项目教学任务各异,因此,对本实训项目课程教学内容仅提出如下原则性要求:

- ① 具有机械制造领域典型工作任务特征,并具有完整工作过程设计与教学要求。
- ② 能使学生通过本综合实训项目学习,得到课程目标中所规定的各项能力的训练。
- ③ 项目教学中所形成的各环节教学模式、作业文件与成绩评价明确规范。
- ④ 项目实训教学中形成的作业过程与作业文件,必须符合企业钳工产品加工生产所遵循的国家技术标准与规范要求。

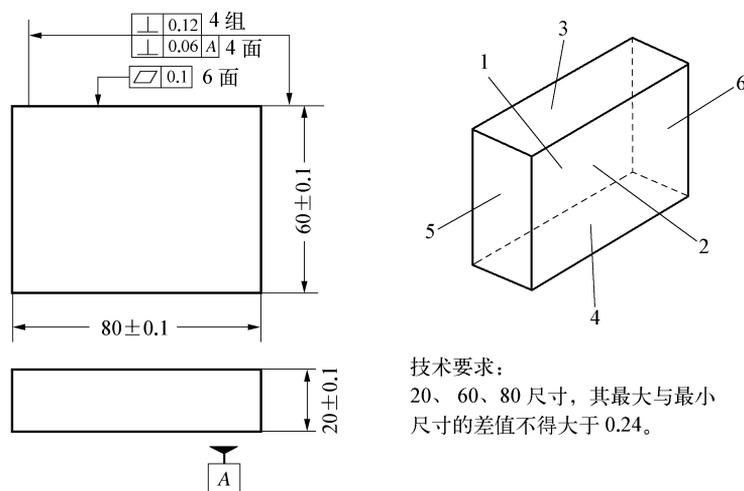


图 1-1 长方体铰锉的技术要求与参数

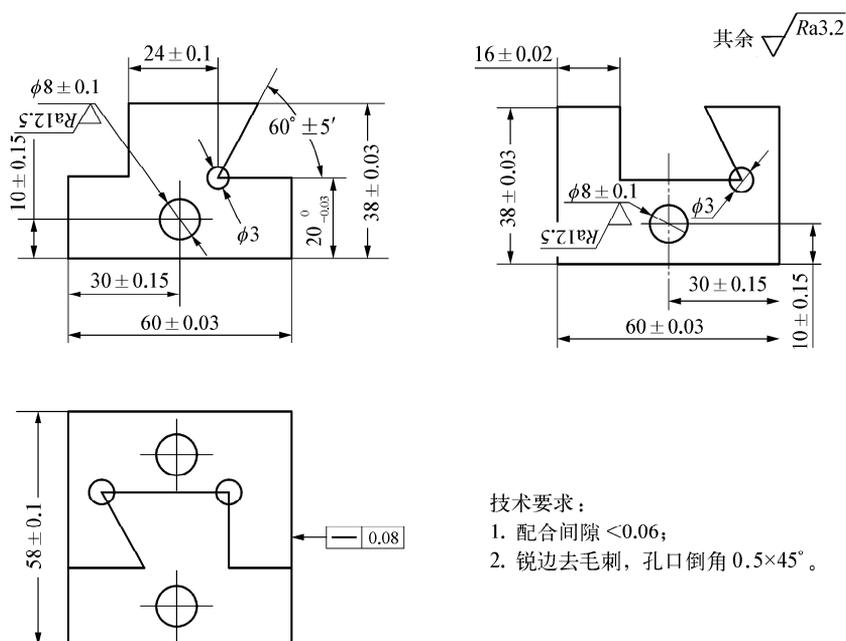


图 1-2 单燕尾铰配的技术要求与参数

⑤ 为学生提供的指导和条件，应能确保学生完成项目所规定的全部工作。

⑥ 融入钳工(中级)职业资格考证应有的知识与技能点。

4. 参考资料

① 钳工工艺手册。

② 机械制图类教材。

③ 测量技术方面教材。

④ 机械设计基础方面教材。

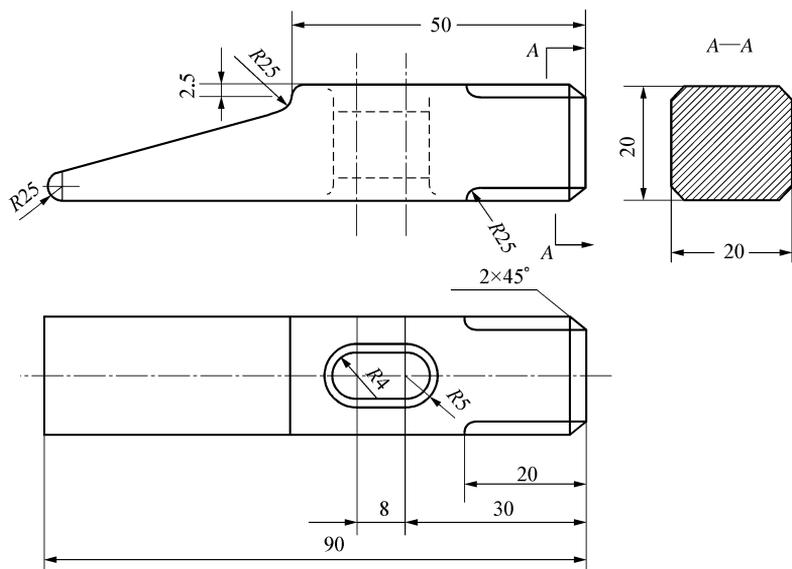


图 1-3 钳工手锤制作的技术要求与参数

1.3 相关专业知识

在钳工工作台上,以手工工具为主,对工件进行的各种加工方法称为钳加工或钳工。它具有设备简单,操作方便,适应面广等特点;但钳工劳动强度大,生产率低,对工人技术水平要求较高。随着生产的发展,钳工已由单一工种发展到有了明显的专业分工,可分为普通钳工、划线钳工、模具钳工、装配钳工、修理钳工、检修钳工和工具样板钳工等。

钳工是一种比较复杂、细致的工种,初学者必须严肃认真、勤学苦练,才能掌握这门技术。钳工工作的内容主要分为划线、錾削、锯削、锉削、钻孔、攻螺纹、套螺纹及零件的测量等。钳工的主要设备有钳工工作台、台虎钳、钻床、砂轮机等。

1.3.1 划线

根据图样要求在工件上划出加工界限的过程,称为划线。划线分为平面划线和立体划线两种。只需在工件的一个表面上划线,就能明确表示加工界限的,称为平面划线。要同时在工件的几个不同表面(通常是相互垂直的表面)上划线,才能明确表示出加工界限的,称为立体划线。

划线不仅能使工件在加工时有明确的尺寸界限,而且能及时发现不合格的毛坯,并采取相应的处理措施,避免出现废品。在毛坯误差不大时,还可以通过划线借料的方法进行补救,使加工后的零件仍能符合要求。

划线除了要求划出的线条清晰均匀以外,最重要的是保证尺寸准确。划线精度一般要求在 0.25~0.5 mm。但是,由于划线的线条宽度不会绝对一致,以及使用工具和测量尺寸

时无法避免误差,所以不可能绝对准确。因此,通常划线不能确定加工时的最后尺寸,应在加工过程中通过测量来控制尺寸的准确程度。

1. 划线前的准备工作

划线的准备工作主要包括工件的清理和涂色。

(1) 工件的清理

毛坯件上的氧化铁皮、飞边、残留的泥沙污垢以及加工工件上的毛刺、铁屑等必须清理干净。否则,将影响划线的清晰度,并损伤较精密的划线工具。

(2) 工件的涂色

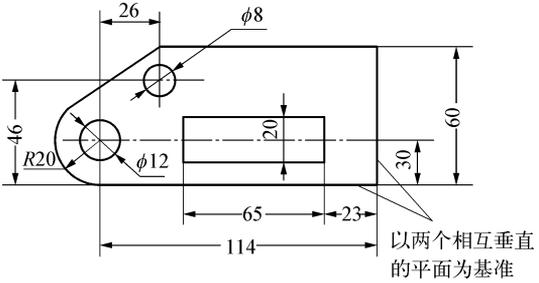
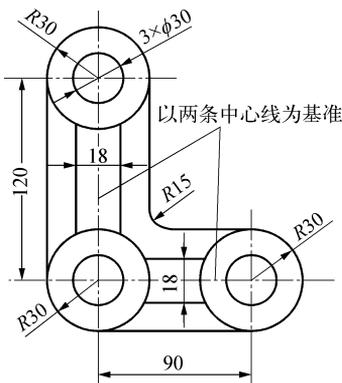
为了使划线的线条清晰,一般都要在工件的划线部位涂上一层涂料。涂料时,涂料涂得太厚则容易剥落,应尽可能涂得薄而均匀,才能保证划线清晰。

铸件和锻件毛坯一般都要用石灰水,如果加入适量的牛皮胶,则附着力较强,效果较好;已加工表面一般涂蓝油(由2%~4%龙胆紫、3%~5%虫胶漆和91%~95%的酒精配制而成)。

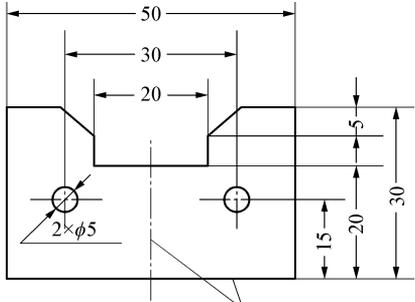
2. 划线基准的选择

划线基准有以两个相互垂直的平面(或线)为基准、以两条中心线为基准和以一个平面与一条中心线为基准等三种类型,如表1-1所示。划线时,在零件每一个方向的尺寸都需要选择一个基准。因此,平面划线时一般要选择两个划线基准,而立体划线时一般要选择三个划线基准。划线工作必须按基准进行,否则划线误差将增大,甚至造成划线产生困难和工作效率降低。

表 1-1 划线基准的三种类型

基准类型	实 例 及 图 示
<p>以两个相互垂直的平面(或线)为基准</p>	<p>如右图所示,该零件上有两个相互垂直方向的尺寸,每个方向的许多尺寸都是依照它们的外平面来确定的。此时,这两个平面就分别是每一方向的划线基准</p>  <p>以两个相互垂直的平面为基准</p>
<p>以两条中心线为基准</p>	<p>如右图所示,该零件上有两个方向的尺寸与其中心线有对称性,且其他尺寸也从中心线起始标注。此时,这两条中心线就分别是这两个方向的划线基准</p>  <p>以两条中心线为基准</p>

(续表)

基准类型	实例及图示
以一个平面和一条中心线为基准	<p>如右图所示,该零件上高度方向的尺寸是以底面为依据的,此底面就是高度方向的划线基准;而宽度方向的尺寸对称于中心线,故中心线就是宽度方向的划线基准</p>  <p>以一个平面和一条中心线为基准</p>

3. 划线工具及使用方法

(1) 钢直尺

钢直尺的长度规格有 150 mm、300 mm、1 000 mm 等多种,最小刻度间距为 0.5 mm。钢尺主要用来量取尺寸、测量工件,也可作为划直线时的导向工具,如图 1-4 所示。

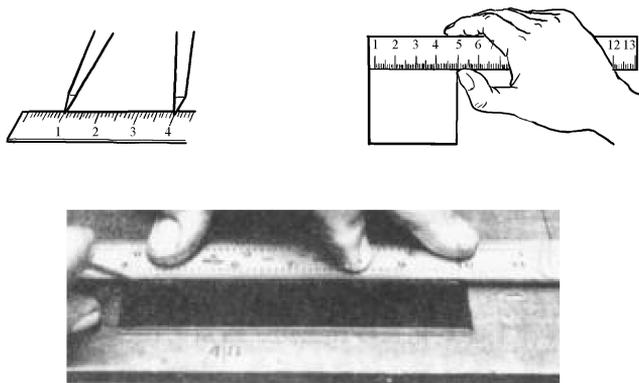


图 1-4 钢直尺的使用

(2) 划线平台

划线平台又称为划线平板,它是由铸铁制成的,其工作表面经过精刨或刮削加工,作为划线时的基准平面。划线平台一般用木架搁置,放置时应使平台工作表面处于水平状态。

使用要点:平台工作表面应经常保持清洁,工件和工具在平台上都要轻拿、轻放,不可损伤其工作面;用后要擦拭干净,并涂上机油防锈。

(3) 划针

划针用来在工件上划出线条。划针用弹簧钢丝或高速钢制成,直径一般为 $\phi 3$ mm~ $\phi 5$ mm,尖端磨成 $15^\circ \sim 20^\circ$ 的尖角,并经过热处理淬火使之硬化。有的划针在尖端部位焊有硬质合金,耐磨性更好。

使用要点:在用钢直尺和划针划连接两点之间的直线时,针尖要紧靠导向工具的边缘,

上部向外部倾斜 $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ，向划线方向倾斜 $45^{\circ}\sim 75^{\circ}$ ，如图 1-5 所示；针尖要保持尖锐，划线要尽量做到一次划成，使划出的线条既清晰又准确；不用时，划针不能插在衣袋中，最好套上塑料管，不可使针尖外露。

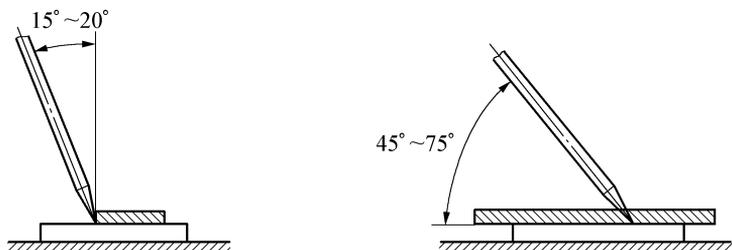


图 1-5 划针的正确使用

(4) 游标高度尺

如图 1-6 所示，游标高度尺附有划针脚，能直接表示出高度尺寸，其读数精度一般为 0.02 mm 。

1.3.2 锉削

用锉刀对工件表面进行切削加工，使工件达到要求的尺寸、形状和表面粗糙度，这种工作称为锉削。锉削的精度最高可达 0.01 mm ，表面粗糙度最高可达 $Ra\ 0.8\ \mu\text{m}$ 。

锉削可以加工工件的外表面、内孔、沟槽和各种形状复杂的表面。在现代工业生产的条件下，仍有一些加工需要采用手工锉削来完成，如模具装配过程中对个别零件的修整及小批量生产条件下某些复杂零件的加工等。所以，锉削仍是钳工的一项重要的基本操作。

1. 锉刀的构造

锉刀是由优质碳素工具钢 T12、T13 或 T12A、T13A 制成，经热处理后切削部分的硬度可以高达 $62\sim 67\text{HRC}$ 。锉刀由锉身和木柄两部分组成，如图 1-7 所示。

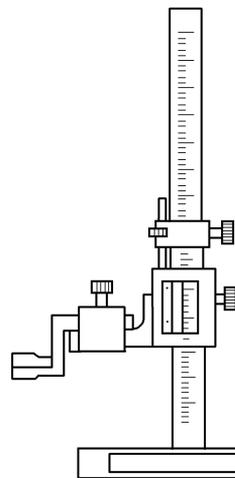


图 1-6 游标高度尺

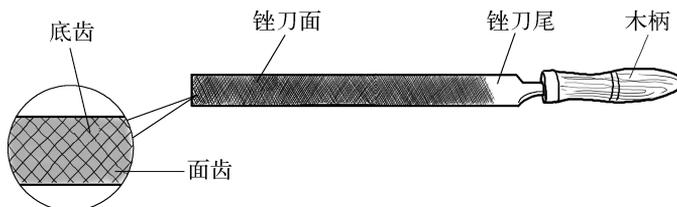


图 1-7 锉刀各部分的名称

锉刀的齿纹有单齿纹和双齿纹两种。

(1) 单齿纹

锉刀上只有一个方向上的齿纹称为单齿纹，如图 1-8(a)所示。单齿纹锉刀由于全齿宽都同时参与切削，需要较大的切削力，因此适用于锉削软材料。

(2) 双齿纹

锉刀上有两个方向排列的齿纹称为双齿纹,如图 1-8(b)所示。浅的齿纹是底齿纹,深的齿纹是面齿纹。齿纹与锉刀的中心线之间的夹角叫齿角。面齿角制成 65° ,底齿角制成 45° 。由于面齿角与底齿角不同,使许多锉齿沿着锉刀中心线方向形成倾斜、有规律的排列。这样的排列使锉出的锉痕交错而不重叠,工件的锉削表面就比较光滑。由于双齿纹锉刀锉削时切屑是碎断的,故锉削硬材料时比较省力。

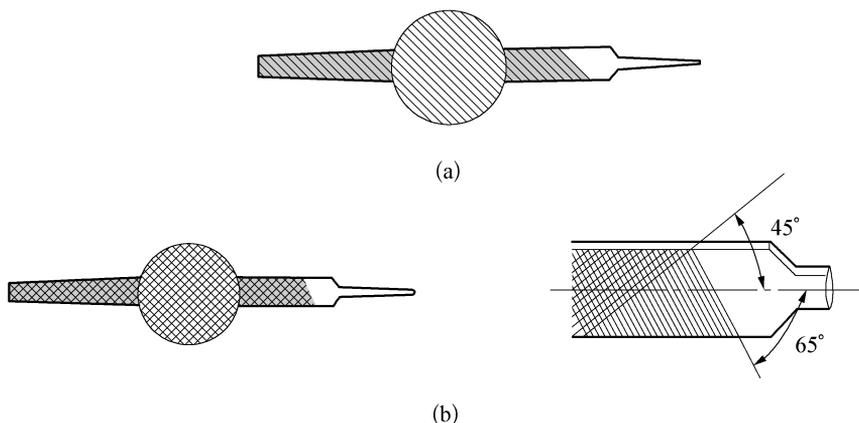


图 1-8 锉刀的齿纹

(a) 单齿纹 (b) 双齿纹及其齿的排列

锉削软材料时,如果没有专用的软材料锉刀,则只能选用粗齿锉刀。如果用细齿锉刀锉软材料,由于容屑空间小,锉刀很易被切屑堵塞锉纹间隙而失去切削能力。

2. 锉刀的种类及选用

锉刀共分为钳工锉、异形锉和整形锉三类。

① 钳工锉。钳工锉按其断面形状的不同又分为平锉(板锉)、方锉、三角锉、半圆锉和圆锉五种。

② 异形锉。异形锉用来加工零件上的特殊表面,有弯的和直的两类。

③ 整形锉。整形锉用于修整工件上的细小部位,通常以多把不同断面形状的锉刀组成一组,如每 5 把、6 把、8 把、10 把或 12 把组成一组。

锉刀断面形状的选择取决于工件加工表面的形状。

3. 锉刀的规格及选用

锉刀的规格分尺寸规格和锉纹的粗细规格两种。

(1) 锉刀的尺寸规格

圆锉以其断面直径、方锉以其边长为尺寸规格;其他锉刀以锉刀的锉身长度表示,常用的有 100 mm、150 mm、200 mm、250 mm、300 mm 等几种。锉刀长度规格的选择,决定于工件加工表面的大小和加工余量的大小。加工面尺寸较大和加工余量较大时,宜选用较长的锉刀;反之,则选用较短的锉刀。

(2) 锉纹的粗细规格

锉齿粗细的选择取决于工件加工余量的大小、加工精度和表面粗糙度的高低、工件材料

的软硬等。粗齿锉刀适用于锉削加工余量大、加工精度要求较低和表面粗糙度较高的工件，而细齿锉刀适用于锉削加工余量小、加工精度要求较高和表面粗糙度较低的工件。其粗细规格及选用，如表 1-2 所示。

表 1-2 锉刀齿纹粗细规格的选用

锉刀粗细	适用场合		
	锉削余量/mm	尺寸精度/mm	表面粗糙度 $Ra/\mu\text{m}$
1号(粗齿锉刀)	0.5~1	0.2~0.5	100~25
2号(中齿锉刀)	0.2~0.5	0.05~0.2	25~6.3
3号(细齿锉刀)	0.1~0.3	0.02~0.05	12.5~3.2
4号(双细齿锉刀)	0.1~0.2	0.01~0.02	6.3~1.6
5号(油光锉)	0.1以下	0.02	1.6~0.8

4. 锉刀柄的装拆

为了握住锉刀和锉削时用力方便，锉刀必须装上木柄。锉刀柄安装孔的深度约等于锉舌(即锉刀尾部细圆锥体与木柄的连接部分)的长度，孔的大小保证锉舌能自由插入 $1/2$ 的长度。

5. 锉刀的使用和保养

合理使用和保养锉刀可以延长锉刀的使用期限，避免因使用和保养不当使其过早地损坏。为此必须注意：

① 不可用锉刀来锉毛坯件硬皮或氧化皮以及经过淬硬的工件，否则锉齿很容易磨损。

② 锉刀应待一面用钝后再用另一面。因为用过的锉面比较容易锈蚀，两面同时都用，则总的使用期限缩短。

③ 锉刀在每次使用完毕后，应用锉刀刷刷去锉纹中的残留铁屑，以免生锈腐蚀锉刀。使用过程中发现铁屑嵌入锉纹，也要及时用锉刀刷刷去或用铁片剔除。

④ 在放置时不能与其他金属硬物相碰，不能与其他锉刀互相重叠堆放，以免锉齿损坏。

⑤ 防止锉刀沾水，避免其锈蚀；防止锉刀沾油，避免锉削时打滑，造成意外伤害或损伤工件表面。

⑥ 不能把锉刀当作装拆工具。若用以敲击或撬动其他物件，则其很易损坏。

⑦ 使用整形锉时用力不可过猛，以免锉刀折断。

6. 工件锉削前的夹持

工件夹持的正确与否直接影响着锉削的质量。因此，工件夹持要符合下列要求：

① 工件最好夹在台虎钳的中间。工件夹持要牢固，但不能使工件变形。

② 工件伸出钳口不要太高，以免锉削时工件产生振动。

③ 表面形状不规则的工件,夹持要加衬垫。例如,夹圆形工件时要衬以 V 形铁或弧形木块;夹较长的薄板工件时,用两块较厚的铁板夹紧后,再一起夹入钳口。工件露出钳口的部分要尽量少,以免锉削时工件产生抖动。

夹持已加工面和精密工件时,在台虎钳口应衬以铜钳口或其他较软材料,以免表面损坏。

7. 平面锉削方法

(1) 锉削姿势

锉削姿势包括锉刀的握法、锉削的身体姿态。锉刀握法掌握的正确与否对锉削质量、锉刀力量的发挥和疲劳程度都有一定的影响。由于锉刀的大小和形状不同,锉刀的握法也应不同,如长度为 250 mm 以上的锉刀,采用右手握锉刀柄,柄端顶住掌心,大拇指放在柄的上部,其余手指满握锉刀柄;长度为 200 mm 的锉刀,右手的握法与较大锉刀的握法一样,而左手则需要用大拇指和食指、中指轻轻扶持即可,不必像握较大锉刀那样施加很大的力。锉削的身体姿态包括锉削的站立姿态及锉削过程中的身体姿态两个方面,均影响到锉削操作是否顺利完成及锉削质量。

(2) 锉削力的运用和锉削速度

推进锉刀时两手加在锉刀上的压力,应保证锉刀平稳而不上下摆动,这样才能锉出平整的平面。推进锉刀时,推力大小主要由右手控制,而压力的大小由两手一起控制。为了保持锉刀平稳地前进,应保证锉刀在工件上任意位置时,锉刀前后两端所受的力矩应相等。为了使握锉刀的两手所加的压力随着锉刀锉削位置的变化而改变,要求随着锉刀的推进,左手所加的压力是逐渐由大减小,而右手所加的压力应逐渐由小增大。这是锉削时的最关键技术要领。锉削速度一般为每分钟 30~60 次。如果速度太快,容易疲劳和加快锉齿的磨损。

(3) 平面的锉削方法

在锉削时,不管是顺向锉还是交叉锉,为了使加工面能均匀锉削,一般在每次抽回锉刀时,要向旁边略微移动一点,如图 1-9 所示。

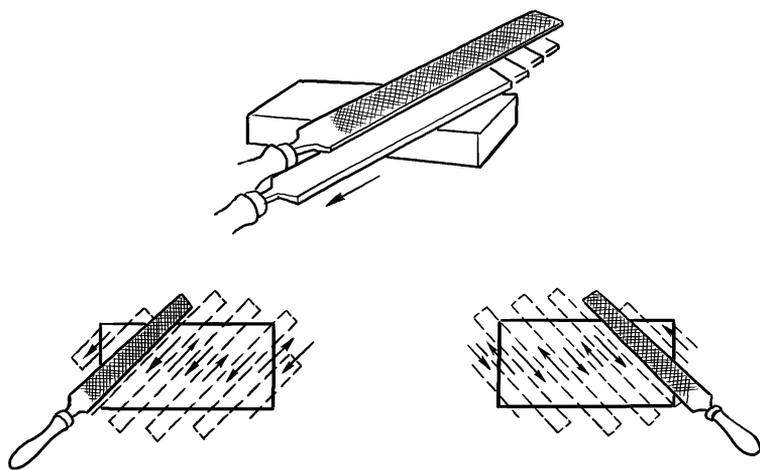


图 1-9 锉刀的移动

顺向锉是最普通的锉削方法,锉刀运动方向与工件夹持方向一致,面积不大的平面和最后锉光采用这种方法。顺向锉可以得到平直、整齐、美观的锉痕。

交叉锉时锉刀的运动方向与工件的夹持方向约成 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 角,且锉纹交叉。交叉锉时锉刀与工件的接触面积增大,锉刀容易掌握平稳;同时,从锉痕上可以判断出锉削面的高低情况,因此容易把平面锉平。交叉法一般适用于粗锉;交叉锉削进行到平面加工余量较小时,要改用顺向锉法,使锉痕变得锉为平直。

推锉法一般用来锉削狭长平面,或用顺向锉时锉刀受到阻碍时采用。推锉法不能充分发挥手的力量,同时切削效率不高,普通钳工已不推荐使用。但对模具钳工较适宜在加工余量较小和修正尺寸时应用。

8. 工件的检验

(1) 平面度的检验

平面锉削时,常需要检验其平面度。一般可用钢尺或刀口形直尺以透光法来检验,如图1-10所示。刀口形直尺沿加工面的纵向、横向和对角线方向多处进行。如果在检查处直尺与平面间透过来的光线微弱而均匀,表示此处比较平直;如果检查处透过来的光线强弱不一,表示此处高低不平,光线强的地方比较低,而光线弱的地方比较高。

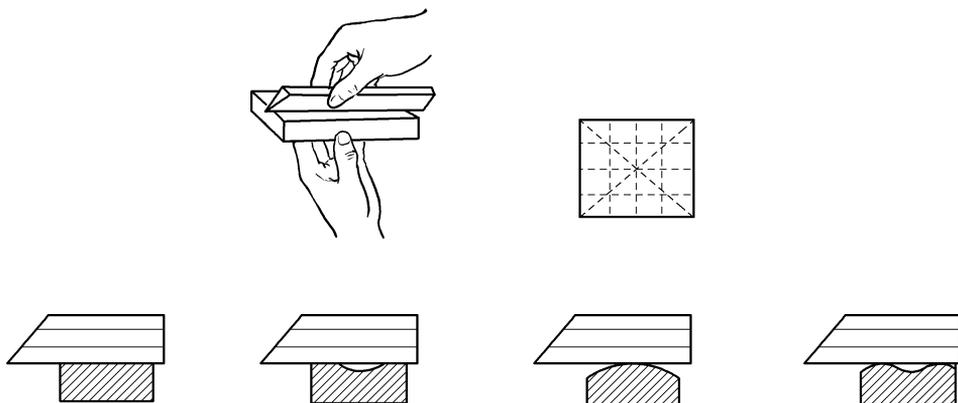


图 1-10 检验平面度

特别注意:刀口形直尺在加工面上改变检查位置时,不能在工件上拖动,应离开表面后再轻轻放到另一检查位置。否则,直尺的边容易磨损而降低其精度。

(2) 垂直度的检验

用直角尺以透光法可以检查工件的垂直度。在用直角尺检查时,尺座与基准平面必须始终保持紧贴,而不应受被测平面的影响而松动,否则检查结果会产生错误。

特别注意:在改变检查位置时,不允许直角尺在工件表面上拖动,而应提起后再轻放于新的检查部位,否则直角尺的两个直角边容易磨损而降低其精度。

(3) 尺寸精度的检验

尺寸精度用游标卡尺进行检验。测量前,首先检查游标卡尺游标的零位。测量时,应将两量爪张开到略大于被测尺寸,将固定量爪测量面贴靠着工件,然后轻轻用力移动游标,使上下量爪的测量面也紧靠工件,最后把制动螺钉拧紧,读出读数。

特别注意：测量时，要使游标卡尺测量面的连线垂直于被测表面，不可处于歪斜位置；读数时，应把卡尺水平拿着，对着光线明亮的地方，视线垂直于刻线表面，避免由斜视角造成的读数误差。

9. 锉削废品的产生原因

锉削废品的产生及其原因分析如表 1-3 所示。

表 1-3 锉削废品的产生原因分析

废品的种类	废品的表现形式	废品产生原因分析
工件夹坏	精加工过的表面被台虎钳口夹出伤痕	主要原因是台虎钳口没有加保护片(铜钳口或木块等较软材料)。有时虽然钳口有保护片,但由于工件较软而夹紧力过大,同样会使工件表面被夹坏
	空心工件被夹扁	夹紧力过大或直接用台虎钳口夹紧而使空心工件变形。例如,装夹空心的圆柱形零件时,钳口两面如果未衬以V形架或弧形木块,则由于夹紧力作用于工件表面的极小面积上,局部压力太大,使工件产生变形
尺寸和形状不准确	锉削时尺寸和形状尚未准确,而加工余量已经没有了	除了由于划线不正确或锉削时检查测量有误差外,多半是由于锉削量过大而又不及时检查,以致锉过了尺寸界限
	锉削的平面产生中凸	由于操作水平不高或选用了中凹的再生锉刀
	锉削角度面时把已锉好的相邻面锉坏	锉削时不细心,力度和手法控制不好,刮蹭了相邻面
表面不光滑	锉痕过深,无法去除	粗锉时锉痕太深,以致在精锉时也无法去除锉痕
	原本较光滑的表面被锉粗	在精锉时仍采用较粗的锉刀
	表面拉毛	铁屑嵌在锉纹中未及时清除,而把表面拉毛

10. 锉削安全操作

① 不使用无柄或柄已裂开的锉刀,锉刀柄要装紧。否则,不但用不上力,而且可能因柄脱落而刺伤手腕。

② 不能用嘴吹铁屑,防止铁屑飞进眼睛;也不准用手清除铁屑,以防手上扎入铁屑。

③ 锉刀放置时不要露出钳台边外,以防跌落而扎伤脚或损坏锉刀。

④ 锉削时,因手上有油污,不要用手去摸锉削表面。否则,锉削时会使锉刀打滑。

1.3.3 锯削

用手锯把材料(或工件)锯出窄槽或进行分割的工作,称为锯削。其工作范围包括分割各种材料或半成品,锯掉工件上的多余部分,在工件上锯槽等。

1. 锯削工具

锯削工具主要采用手锯,手锯是由锯弓和锯条两部分组成的。

(1) 锯弓

锯弓用来张紧锯条,有固定式和可调节式两种,如图 1-11 所示。固定式锯弓只能安装一种长度的锯条;而可调节式锯弓则可以通过调整安装几种不同长度的锯条。



图 1-11 锯弓的构造

(a) 固定式 (b) 可调节式

(2) 锯条

锯条一般用渗碳软钢冷轧而成,也有用碳素工具钢或合金钢制成,并经过热处理淬硬。锯条长度是以两端安装孔的中心距来表示的。钳工常用的锯条的长度为 300 mm。

① 锯齿的角度。锯齿的角度如图 1-12 所示。锯条的切削部分是由许多锯齿组成的。

锯削要获得较高的工作效率,必须使锯条切削部分具有足够的容屑槽,因此锯齿的后角较大。为了保证锯齿具有一定的强度,楔角也不易太小。目前,锯条的锯齿角度是:后角(α_0)为 40° ,楔角(β_0)为 50° ,前角(γ_0)为 0° 。

② 锯路。锯条的锯齿在制造时是按一定的规律左右错开的,这些锯齿排列而成的一定的形状,被称为锯路。锯路由交叉形和波浪形等,如图 1-13 所示。由于锯条的锯路保证了工件上的锯缝宽度大于锯条的厚度,因而锯削锯条不会被卡住,同时又减少了锯条与锯缝的摩擦阻力。这样,也避免了锯条因为摩擦而过热,降低了锯条的磨损。

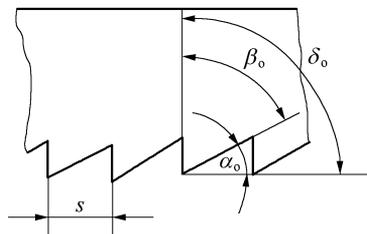


图 1-12 锯齿的形状

δ_0 -前角的余角 s -齿距



图 1-13 锯齿的排列

(a) 交叉形 (b) 波浪形

③ 锯齿粗细。锯齿的粗细是以锯条每 25 mm 长度内的齿数来表示的,一般分为粗、中、细三种,常用的有 14、18、24、32 等。粗齿锯条的容屑槽较大,适用于锯削软材料和锯削较大的表面;细齿锯条适用于锯削硬材料。因硬材料不易锯入,每次锯削铁屑较少,不会堵塞容屑槽,而锯齿增多后,可使每齿的锯削量减少,材料容易被切除,故推锯过程比较省力,锯齿也不易磨损。在锯削管子或薄板时,必须用细齿锯条,否则锯齿易被钩住以致崩断。薄壁材料的锯削截面上应有两齿以上同时参加锯削,才能避免锯齿被钩住和崩断现象。

2. 锯削方法

(1) 工件的夹持

在进行锯削时,夹持工件应该注意以下几个方面:

① 工件伸出钳口不应过长,防止锯削时产生振动。锯削时,手锯应和钳口边缘平行,并夹在台虎钳的左面,以便操作。

② 工件应夹紧,避免锯削时工件移动或使锯条折断。

③ 防止工件变形或夹坏已加工表面。

(2) 锯削基本方法

在进行工件的锯削时,必须注意:

① 锯条的安装。手锯是在向前推进时进行切削,所以锯条安装时要保证锯齿的方向正确,如图 1-14 所示。如果装反了,则锯齿前角为负值,切削很困难,不能正常地锯削。锯条的松紧也要控制适当。太紧锯条受力太大,在锯削中稍有阻碍而产生弯折时,就极易崩断;太松则锯削时锯条容易扭曲,也很可能折断,而且锯出的锯缝容易发生歪斜。安装锯条时,应尽量使它与锯弓保持在同一中心平面内,对保持锯缝的正直比较有利。

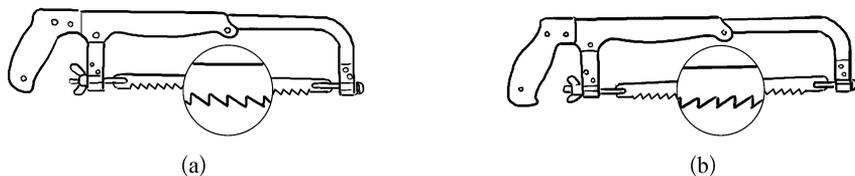


图 1-14 锯条的安装方向

(a) 正确安装 (b) 错误安装

② 起锯。起锯是锯削工作的开始。起锯质量的好坏,直接影响锯削的质量。起锯有远起锯和近起锯两种,如图 1-15 所示。一般情况下采用远起锯较好,因为此时锯齿是逐步切入材料,锯齿不易被卡住,起锯比较方便。如果采用近起锯,掌握不好时,锯齿由于突然切入较深的材料,锯齿容易被工件棱边卡住甚至崩齿。

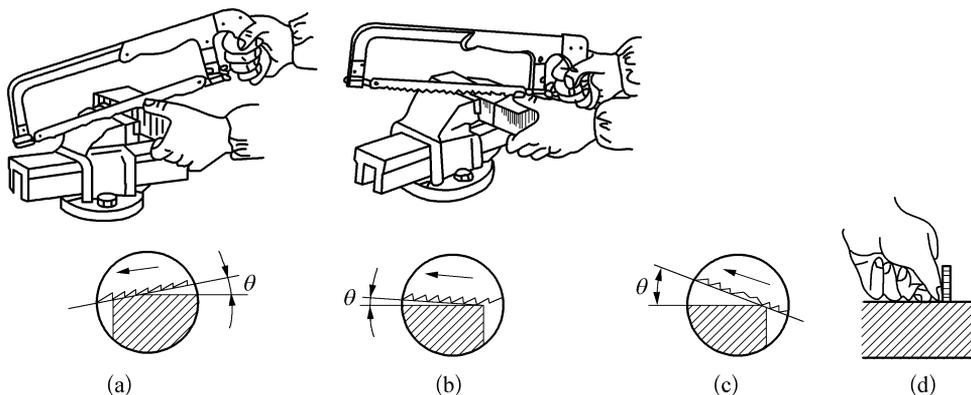


图 1-15 起锯方法

(a) 远起锯 (b) 近起锯 (c) 起锯角太大 (d) 用拇指挡住锯条起锯

无论用远起锯还是用近起锯,起锯的角度都要小(不超过 15°)。如果起锯角太大,则起

锯不易平稳,尤其是近起锯时锯齿更易被工件棱边卡住,如图1-15(c)所示。但是,起锯角也不宜太小,如果接近平锯时,由于锯齿与工件同时接触的齿数较多,不易切入材料,经过多次起锯后就容易发生偏离,使工件表面锯出许多锯痕,影响表面质量。为了起锯平稳和准确,可用手指挡住锯条,使锯条保持在正确的位置上起锯,如图1-15(d)所示。起锯时施加的压力要小,往复行程要短,这样就容易准确地起锯。

③ 锯削姿势。锯削时的站立姿势与锉削时相似,两手握锯弓的姿势如图1-16所示。锯削时,推力和压力均主要由右手控制,左手所加压力不要太大,主要起扶正锯弓的作用。推锯时锯弓的运动方式可有两种:一种是直线运动,适用于锯缝底面要求平直的槽子和薄壁工件的锯削;另一种是上下摆动,这样可使操作自然,两手不易疲劳。手锯在回程中,不应施加压力,以免锯齿磨损。锯削的速度一般为每分钟20~40次。锯削软材料时,锯削速度可以快些;锯削硬材料时,锯削速度应慢些。当速度过快时,锯条发热严重,容易磨损。必要时可加水或乳化液冷却,以减轻锯条的磨损。推锯时,应使锯条的全部长度都利用到。若只集中于局部长度使用,锯条的使用寿命将缩短。一般往复长度应不小于锯条全长的2/3。

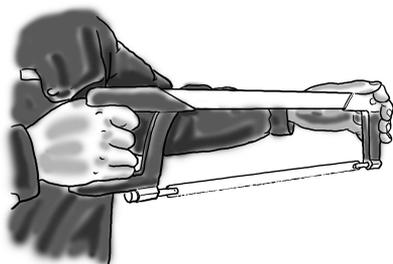


图1-16 手锯握法

④ 锯条损坏的原因。见表1-4。

表1-4 锯条损坏的原因

损坏表现	损坏的原因
锯齿崩裂	① 起锯角太大或采用近起锯时用力过大 ② 锯削时突然加大压力,锯齿被工件棱边勾住而崩裂 ③ 锯薄板料和薄壁管子时,没有选用细齿锯条
锯条折断	① 锯条装得过紧或过松 ② 工件装夹不正确,产生抖动或松动 ③ 锯缝歪斜后强行矫正,使锯条折断 ④ 压力太大,当锯条在锯缝中稍有卡紧时就容易折断;锯削时突然用力也容易折断 ⑤ 新换锯条在锯缝中被卡住而折断(一般应改换方向再锯削,如果在旧锯缝中锯削,应减慢速度并小心操作) ⑥ 工件折断时没有掌握好,致使手锯碰撞台虎钳等物,锯条被折断
锯齿过早磨损	① 锯削速度太快,使锯条发热过度而锯齿磨损加剧 ② 锯削较硬材料时没有使用切削液 ③ 锯削过硬的材料

(3) 各种形状工件的锯削方法

锯削工件常见形状有棒料、管子和薄板料等。

① 棒料的锯削。如果要求锯削的断面比较平整,应从开始连续锯到结束。如果对锯出的断面要求不高,锯削时可改变方向,每次改变都应使棒料转过一定的角度,这样,由于锯削

面变小而容易锯入,提高工作效率。例如锯削毛坯棒料时,因为对断面质量要求不高,所以分几个方向锯削,这样由于锯削面积变小而容易锯入,每个方向都不锯到中心,然后将毛坯折断,这样可以大大节省锯削时间。

② 管子的锯削。锯削管子时,首先要做好管子的正确夹持。对于薄壁管子和精加工过的管件,应夹在有 V 形槽的木垫之间,以防夹扁和夹坏表面。因为锯齿容易被管壁钩住而崩断,尤其是薄壁管子。所以,锯削时一般不要在一个方向上从开始连续锯到结束。正确的方法是在一个方向只锯到管子的内壁处,然后把管子转过一个角度,仍旧锯到管子的内壁处,如此逐渐改变方向,直至锯断为止。薄壁管子在转变方向时,应使已锯的部分向锯条推进的方向转动,否则锯条仍有可能被管壁钩住。

③ 薄板料的锯削。锯削薄板料时,尽可能从宽平面上锯下去,这样锯齿不易被钩住。当要在板料的窄面上锯下去时,应该把它夹在两块木块之间,连木块一起锯下。这样才可避免被锯齿钩住,同时也增加了板料的刚度,使得锯削时薄板料不会弹动。

④ 深缝的锯削。当锯缝的深度达到锯弓的高度时,为了防止锯弓与工件相碰,应把锯条转过 90° 安装后再锯。由于钳口的高度有限,工件应逐渐改变装夹位置,使锯削部位处于钳口附近,而不是在离钳口过高或过低的部位锯削;否则,工件因弹动而影响锯削质量,也容易损坏锯条。

(4) 锯削废品产生的原因

锯削产生废品的主要原因有:锯削出小于工件要求的尺寸;锯缝歪斜过多,超出要求范围;起锯时锯条打滑使工件表面损坏等。

3. 锯削安全操作

锯削不易产生事故,但为了避免不必要的伤害,工作时仍应注意:

① 要防止锯条折断时从锯弓上弹出伤人。因此,工件快要锯断时要特别注意将手上的压力减小,锯条松紧装得要恰当,以及不要突然用过大的力锯削等几方面。

② 要防止工件被锯下的部分跌落砸在脚上。

1.3.4 錾削

錾削是用锤子敲击錾子对工件进行切削加工的一种方法。錾削主要用于不便于机械加工的场合。它的工作内容包括去除凸缘、毛刺、分割材料、錾油槽等,有时也用作较小表面的粗加工。

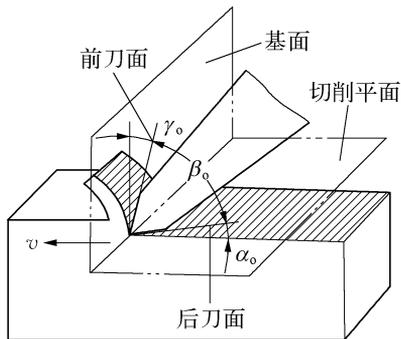


图 1-17 錾削时的角度

1. 錾削工具

(1) 錾子

錾子的切削部分包括两个表面和一个刀刃。其中,与切屑接触的表面称为前刀面,与切削表面(正在由切削刃切削形成的表面)相对的表面称为后刀面。

① 錾子的几何角度及其选用。为了确定錾子在空间的角,需要选定两个坐标平面。通过切削刃与切削平面相切的平面称为切削平面。如图 1-17 所示,錾子的切削平面与切削表面重合。而通过切削刃

上任意点与切削速度 v 垂直的平面称为基面(镟削时的切削速度与切削平面方向一致)。切削平面与基面互相垂直,从而构成了镟子几何角度的坐标平面。

由镟子切削部分的平面以及坐标平面可以确定镟子的几何角度,如表 1-5 所示。

表 1-5 镟子角度的定义、作用及选用

名称	定 义	作 用	选 用
楔角 (β_0)	前刀面与后刀面之间的夹角称为楔角	楔角愈大,切削部分的强度愈高,但镟削阻力也愈大	选择楔角的大小时,应在保证足够强度的前提下,尽量取小的数值 镟削硬材料时,楔角要大些;而镟削软材料时,楔角应小些。楔角的具体选择为:镟削硬钢或铸铁等硬材料时,取 $60^\circ \sim 70^\circ$;一般钢料和中等硬度材料,取 $50^\circ \sim 60^\circ$;铜或铝等软材料,取 $30^\circ \sim 50^\circ$
后角 (α_0)	后刀面与切削平面之间的夹角称为后角	后角的大小是由镟削时镟子被掌握的位置来决定的。后角的作用是减少后刀面与切削平面之间的摩擦,并使镟子容易切入材料	后角不能太大,否则会使镟子切入过深,镟削发生困难,甚至损坏镟子的切削部分;但是,后角也不能太小,否则容易滑出工件表面,不能顺利地切入,尤其当镟削余量很小时,一般取 $5^\circ \sim 8^\circ$
前角 (γ_0)	前刀面与基面之间的夹角称为前角	前角的作用是减少切屑的变形和使切削轻快	前角愈大,切削愈省力。在后角一定的条件下,镟削时前角的大小在选择好楔角后已被确定了。实际上,楔角的取用数值也已经考虑了前角的影响

② 镟子的种类与结构。镟子一般用碳素钢(T7A)锻成。钳工常用的镟子有三种:扁镟、窄镟和油槽镟等。

扁镟的切削部分扁平,刃口略带弧形,用来镟削凸缘、毛刺和分割材料,应用最为广泛。

窄镟的切削刃较短,切削刃两端侧面略带倒锥,防止在镟削沟槽时,镟子被槽卡住,主要应用于镟削沟槽和分割曲线形板料。窄镟切削部分的两个侧面从切削刃起往柄部逐渐缩小。其作用是当镟削沟槽时,避免镟子的两侧面被卡住,以致镟削阻力增大而使沟槽侧面被损坏。窄镟的斜面有较大的角度,是为了保证切削部分具有足够的强度。

油槽镟的切削刃很短并呈圆弧形。镟子切削部分制成弯曲状,便于在曲面上镟削沟槽,主要用于镟削油槽。为了能在对开式的滑动轴承孔壁镟削油槽,油槽镟的切削部分被做成了弯曲状。

③ 镟子的刃磨。镟子切削部分的好坏直接影响镟削的质量和工作效率。所以,必须正确地按要求的形状刃磨,并使切削刃十分锋利又不易磨损。

刃磨镟子时,要使镟子的切削刃高于砂轮的中心,以免切削刃扎入砂轮,也可避免由于镟子扎进砂轮护罩而挤碎砂轮事故的发生。刃磨镟子的平面时,要沿砂轮轴心线方向来回平稳地移动。这样,镟子容易磨平,而且砂轮的磨损也均匀,可延长砂轮的使用寿命。刃磨时,加在镟子上的压力不能过大,以免镟子过热而退火。必要时可经常浸水冷却镟子。

④ 镊子的热处理。镊子的热处理包括淬火和回火两个过程。其目的是为了保证镊子切削部分具有适当的硬度。

在镊子进行热处理以前,先在砂轮机上把镊子的切削部分磨好,以便热处理时容易看清表面的颜色。热处理后对切削刃一般不再刃磨或稍做精磨。

(2) 锤子

锤子是钳工的重要工具,镊削和装拆零件都必须用锤子来敲击。

锤子由锤头和锤柄两部分组成。锤子的规格用锤头的质量大小来表示,有 0.25 kg、0.5 kg、1 kg 等几种。锤头用 T7 钢制成,并经淬硬处理。木柄选用比较坚固的木材制成。

2. 镊子和锤子的使用方法

(1) 镊子的握法

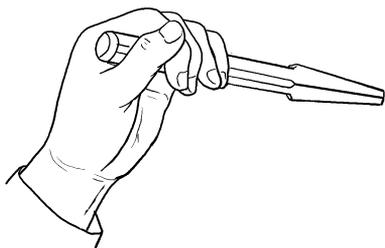


图 1-18 镊子握法

如图 1-18 所示,主要用左手的中指、无名指和小指握住镊子,食指和大拇指自然地接触。镊子的头部伸出约 20 mm。镊子要自如轻松地握着,不要握得太紧,以免敲击时掌心承受的振动过大。镊削时握镊子的手臂要保持小臂处于水平位置,肘部不能下垂或抬高。

(2) 锤子的握法及挥锤方法

锤子用右手握住,采用五个手指满握的方法,大拇指轻轻压在食指上,虎口对准锤头(即木柄椭圆形的长轴)方向,不要歪在一侧,木柄尾端露出约 15~30 mm。在敲击过程中,手指握锤子的方法有两种:一种是五个手指的握法无论在抬起锤子或进行敲击时都保持不变,这种握法叫紧握法;另一种握法是在抬起锤子时,小指、无名指和中指都要放松,在进行敲击时再紧握,这种握法叫松握法。由于松握法的手指放松,故握锤子的手臂不易疲劳,且可以增大敲击力量。

挥锤的方法有腕挥、肘挥和臂挥等三种。

① 腕挥:只做手腕的挥动,如图 1-19(a)所示。敲击力量小,一般用于镊削开始和结束时。镊削油槽时由于切削量不大,也常用腕挥。

② 肘挥:手腕和肘部一起挥动,如图 1-19(b)所示。敲击力较大,运用最广。

③ 臂挥:手腕、肘部和全臂一起挥动,如图 1-19(c)所示。敲击力最大,用于需要大力的镊削工作。

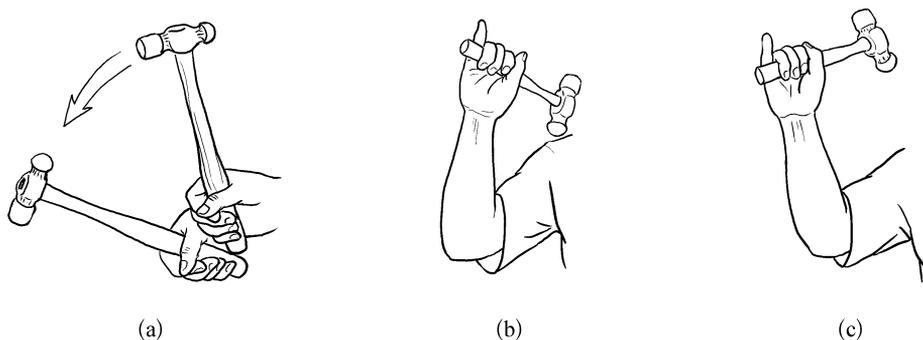


图 1-19 挥锤方法

(a) 腕挥 (b) 肘挥 (c) 臂挥

3. 銼削废品分析

銼削工作常见的废品及其产生原因分析,如表 1-6 所示。

表 1-6 銼削废品及产生原因分析

銼 削 废 品	产生原因分析
工件銼削表面过分粗糙,后道工序已无法去除其銼削痕迹	操作不熟练,用力过猛
工件上棱角的崩裂或缺损	用力过猛而銼坏整个工件
銼过了尺寸界限	銼不准或銼削中不注意
夹持表面损坏	工件夹持不恰当

4. 銼削安全操作

① 銼子要经常刃磨锋利,过钝的銼子不但工作费力,銼出的表面不平整,而且易产生打滑现象而引起手部划伤事故。

② 銼子头部有明显的毛刺时要及时磨掉,避免碎裂划伤手。

③ 发现锤子木柄有松动或损坏时,要立即装牢或更换,以免锤头脱落飞出伤人。

④ 銼削碎屑要防止飞出伤人,操作者必要时可带上防护眼镜。

⑤ 銼子头部、锤子头部和手锤木柄都不应沾油,以防滑出。

⑥ 銼削疲劳时要适当休息,避免因为手臂过度疲劳造成击偏而伤手。

1.3.5 钻削

用钻头在实体材料上加工孔的方法,称为钻削。钻削时,依靠钻头与工件之间的相对运动来完成切削加工。在钻削加工时,钻头装夹在钻床的主轴上,工件固定不动。主运动是钻头的旋转运动,进给运动是钻头沿钻床主轴轴线方向的移动,如图 1-20 所示。

钻削时,钻头是在半封闭的状态下进行切削的,转速高,切削量大,排屑又很困难。所以,钻削加工有如下特点:

① 摩擦严重,需要较大的切削力。

② 产生的热量多,而且传热散热困难,切削温度较高。

③ 钻头的高速旋转和较高的切削温度,造成钻头的磨损严重。

④ 由于钻削时的挤压和摩擦,容易造成孔壁冷作硬化,给下道工序增加困难。

⑤ 钻头细而长,钻孔容易产生振动。

⑥ 加工精度低。尺寸精度只能达到 IT11~IT10,表面粗糙度只能达到 Ra100~25 μm 。

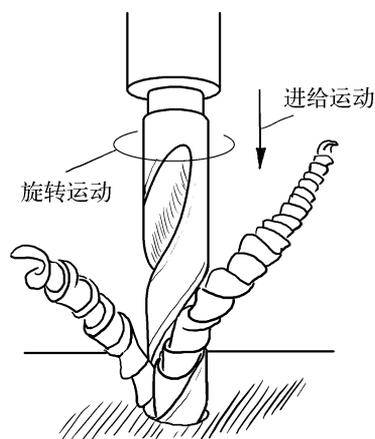


图 1-20 钻削运动分析

1. 麻花钻

麻花钻一般用高速钢(W18Cr4V 或 W9Cr4V2)制成,淬火后达 62~68HRC。麻花钻由柄部、颈部和工作部分组成,如图 1-21 所示。

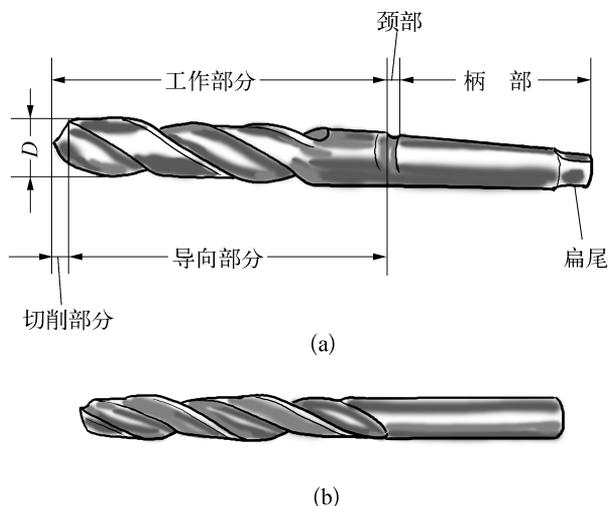


图 1-21 麻花钻的构成
(a) 锥柄式 (b) 柱柄式

(1) 麻花钻的工作部分

麻花钻的工作部分分为导向部分和切削部分。

导向部分的作用是保持麻花钻工作时的正确方向。在钻头重磨时,导向部分逐渐变为切削部分投入切削工作。导向部分有两条螺旋槽,可以形成切削刃及容纳和排除切屑,并便于切削液沿着螺旋槽输入。导向部分的外缘有两条棱带,它的直径上略有倒锥(每 100 mm 长度内,直径向柄部减少 0.05~0.1 mm)。这样,既可以引导钻头切削时的方向,使它不致偏斜,又可以减少钻头与孔壁的摩擦。

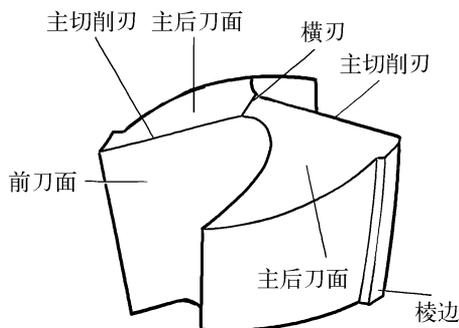


图 1-22 麻花钻的切削部分

麻花钻的切削部分有两个刀瓣,每个刀瓣可看作是一把外圆车刀,如图 1-22 所示。两个螺旋槽表面就是前刀面,切屑沿其排出。切削部分顶端两个曲面叫后刀面,它与工件的切削表面相对。钻头的棱边是与已加工表面相对的表面,称为副后刀面。前刀面与后刀面的交线称为主切削刃,两个后刀面的交线称为横刃,前刀面与副后刀面的交线称为副切削刃。标准麻花钻切削部分由“五刃、六面、三尖”组成,即:“五刃”——两条主切削刃、两条副切削刃和一条横刃;“六面”——两个前刀面、两个后刀面和两个副后刀面;“三尖”——一个钻尖和两个刀尖。

(2) 柄部

柄部是钻头的夹持部分,起定心和传递动力的作用,有锥柄和柱柄两种。一般直径小于

30 mm 的钻头做成柱柄,直径大于 30 mm 的钻头做成锥柄。

(3) 颈部

颈部在磨制钻头时提供砂轮退刀的用途。钻头的规格、材料和商标一般刻印在颈部。

2. 钻削用量及其选择原则

(1) 钻削用量

钻削用量包括切削速度、进给量和背吃刀量三个要素。

① 钻削时的切削速度(v)。钻削时的切削速度是指钻孔时钻头直径上一点的线速度。可由下式计算:

$$v = \frac{\pi D n}{1\ 000} \text{ (m/min)}$$

式中 D ——钻头直径,单位为 mm;

n ——钻床主轴转速,单位为 r/min。

② 钻削时的进给量(f)。钻削时的进给量是指主轴每转一转钻头对工件沿主轴轴线的相对移动量(单位: mm/r)。

③ 背吃刀量(a_p)。背吃刀量是指已加工表面与待加工表面之间的垂直距离,也可以理解为是一次进给所能切下的金属层厚度。对钻削而言, $a_p = D/2$ (mm)。

(2) 钻削用量的选用原则

选择正确的切削用量是在保证加工精度、表面粗糙度及刀具合理寿命的前提下,同时在不超机床的功率和机床、刀具、工件等的强度和刚度的承受范围内,使生产率较高。

钻孔时,由于背吃刀量已由钻头直径决定,所以只需选择切削速度和进给量。

切削速度和进给量对钻孔生产率的影响相同,切削速度对钻头寿命的影响比进给量大,进给量对孔的表面粗糙度的影响比切削速度大。

综合以上的影响因素,钻孔时选择切削用量的基本原则是:在允许范围内,尽量先选择较大的进给量,当进给量受到表面粗糙度和钻头刚度的限制时,再考虑选择较大的切削速度。

(3) 钻削用量的选择方法

钻削用量的选择就是切削速度、进给量和背吃刀量的选择。

① 背吃刀量的选择。直径小于 30 mm 的孔一次钻出;直径 30~80 mm 的孔可分两次钻削,先用 $(0.5\sim0.7)D$ (D 为加工要求达到的孔径)的钻头钻底孔,然后用直径为 D 的钻头将孔扩大。这样,可以减小背吃刀量及轴向力,在保护机床的同时提高了钻孔的质量。

② 进给量的选择。当孔的精度要求较高且表面粗糙度值要求较小时,应取较小的进给量。当钻孔较深、钻头较长、刚度和强度较差时,也应取较小的进给量。

③ 钻削速度的选择。当钻头的直径和进给量确定后,钻削速度应按钻头的寿命选取合理的数值,一般根据经验选取。孔深较大时,应取较小的切削速度。

3. 冷却与润滑

钻孔一般属于粗加工。由于它是半封闭状态加工,因而摩擦严重,散热困难。在钻孔过程中,加注切削液的主要目的是冷却。因为加工材料和加工要求不一样,所以钻孔时所用切

削液的种类和作用也不一样。

① 在强度较高的材料上钻孔时,因钻头前刀面要承受较大的压力,要求润滑膜有足够的强度,以减少摩擦和钻削阻力。因此,可在切削液中增加硫、二硫化钼等成分,如硫化切削油。

② 在塑性、韧性较大的材料上钻孔时,应该加强润滑作用。在切削液中可加入适当的动物油和矿物油。

③ 钻削精度要求较高和表面粗糙度值要求很小的孔时,应选用主要起润滑作用的切削液,如菜油、猪油等。

4. 划线钻孔的方法

(1) 钻孔时的工件划线

首先,按钻孔的位置尺寸要求,划出孔位的十字中心线,并打上中心样冲眼(样冲眼要小,位置要准),按孔的大小划出孔的圆周线。对直径较大的孔,还应划出几个大小不等的检查圆,如图 1-23(a)所示,以便钻孔时检查和校正钻孔位置。当孔的位置尺寸要求较高时,为了避免敲击中心样冲眼时所产生的偏差,可以直接划出以孔中心线为对称中心的几个大小不等的方格,如图 1-23(b)所示,作为钻孔时的检查线。然后,将中心冲眼敲大,以便准确落钻定心。

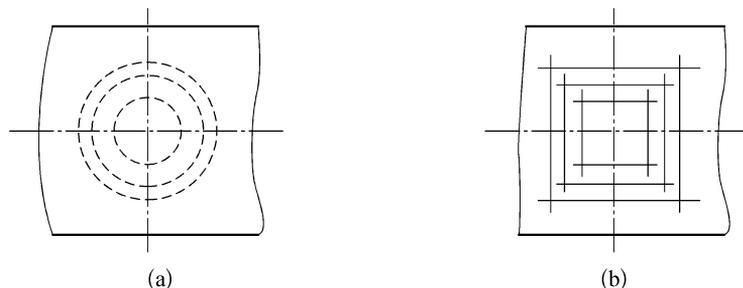


图 1-23 孔位检查线形式

(a) 检查圆 (b) 检查方格

(2) 工件的装夹

工件钻孔时,要根据工件的不同形状以及钻削力的大小(或钻孔的直径大小)等情况,采用不同的装夹(定位和夹紧)方法,以保证钻孔的质量和安

全。平整的工件可用平口钳装夹。钻直径大于 8 mm 孔时,必须将平口钳用螺栓、压板固定。用虎钳夹持工件钻通孔时,工件底部应垫上垫铁,同时空出落钻部位,以免钻坏虎钳。

圆柱形工件径向钻孔时,可用 V 形架对工件进行装夹。装夹时,应使钻头轴心线与 V 形架的两个斜面的对称平面重合,保证钻出孔的中心线通过工件轴心线。圆柱工件端面钻孔,可利用三爪定心卡盘进行装夹。

钻孔直径在 10 mm 以上且体积较大的工件,可用压板夹持的方法进行钻孔。

(3) 钻头的装拆

直柄钻头用钻夹头夹持,用钻夹头钥匙旋转外套,使环形螺母带动三只卡爪移动,做夹

紧或放松动作；锥柄钻头用柄部的莫氏锥体直接与钻床主轴连接，连接时必须将钻头锥柄及主轴锥孔擦干净，且使矩形舌部的长向与主轴上的腰形孔中心线方向一致，利用加速冲力一次装接，如图 1-24(a)所示。当钻头锥柄小于主轴锥孔时，可加过渡套来连接，如图 1-24(b)所示。拆卸套筒内的钻头和在主轴上的钻头，可以利用楔铁敲入套筒或钻床主轴上的腰形孔内，楔铁带圆弧的一边要放在上面，利用楔铁斜面的张紧分力，使钻头与套筒或主轴分离，如图 1-24(c)所示。

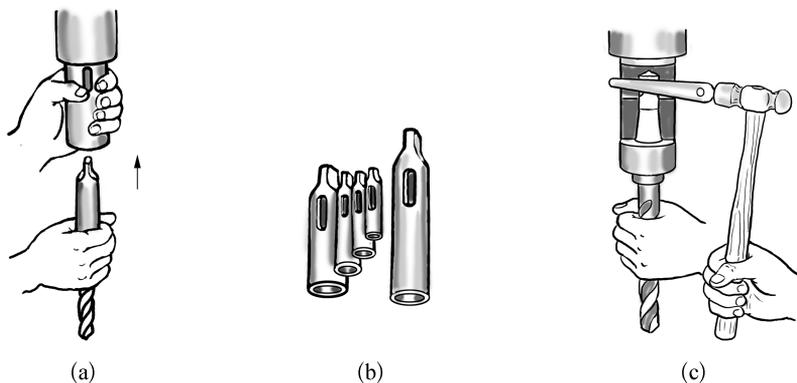


图 1-24 锥柄钻头的装拆及过渡锥套

(4) 起钻

钻孔时，先使钻头对准钻孔中心钻出一个浅坑，观察钻孔位置是否正确，并要不断校正，使起钻浅坑与划线圆同轴。

(5) 手动进给操作

当起钻达到钻孔的位置要求后，即可压紧工件完成钻孔。钻小直径孔或深孔时，进给力要小，并要经常退钻排屑，以免切屑阻塞而扭断钻头。一般在钻深达到直径的 3 倍时，要退钻排屑。孔将钻穿时，进给力应该减小，以防止进给量突然过大，而增大切削抗力，造成钻头折断，或使工件随着钻头转动发生事故。

5. 台钻的使用和保养

(1) 台钻的结构

台式钻床简称为台钻，如图 1-25 所示。这是一种小型钻床，一般用来加工小型工件上直径 ≤ 12 mm 的小孔。

台钻电动机的旋转动力分别由装在电动机和机头 3 上的五级 V 带轮(塔轮)和 V 带传给主轴 2，操纵电器转换开关 13，能使电机 12 正、反转启动或停止。改变带在两个塔轮五级轮槽的不同安装位置，可使主轴获得五种转速。钻孔时必须使主轴做顺时针方向转动(正转)，变速时必须先停止台钻。松开紧固螺钉 11 可推动电动机前后移动，借以调节 V 带的松紧，调节后应将螺钉拧紧。主轴的进给运动(即钻头向下的直线运动)由手操纵进给手柄 6 控制。机头 3 安装在立柱上，调整时，先松开手柄 7，旋转机头升降手柄 1，使头架升降到需要的位置，然后再旋转手柄 7 将其锁紧，可对钻轴头架的升降进行调整。