

全国技工学校机械类通用教材

焊工生产实习

(第二版)

劳动部培训司组织编写

中国劳动出版社

内 容 简 介

本书是根据劳动部培训司审定颁发的《焊工生产实习教学大纲（第二版）》进行修订，供技工学校招收初中毕业生使用的机械类通用教材。

全书共三十四课。主要内容包括：入门知识、钳工基本操作、气焊、气割、火焰钎焊、手工电弧焊、埋弧自动焊、二氧化碳气体保护焊和手工钨极氩弧焊。

本书也可作为青工培训和职工自学用书。

本书第一、二版均由胡少荃、宋振忠、周述经编写，胡少荃主编；洪松涛审稿。

在本书第二版的修订过程中，得到了沈阳黎明发动机制造公司技校、上海电站辅机厂技校的大力支持，在此一并致谢。

焊 工 生 产 实 习

（第二版）

劳动部培训司组织编写

责任编辑：王绍林

中国劳动出版社出版

（北京市惠新东街1号）

北京安泰印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所发行

787毫米×1092毫米 16开本 11印张 273千字

1987年3月北京第1版 1992年3月北京第2版

2000年4月北京第19次印刷 印数：8000册

ISBN 7 - 5045 - 0922 - 1/ TG·083（课） 定价：9.00元

目 录

第一单元 入门知识.....	1
课题一 焊接方法及生产过程简介.....	1
第二单元 钳工基本操作.....	5
课题二 划线.....	5
课题三 金属錾削.....	8
课题四 金属锯割	12
课题五 金属锉削	15
课题六 钻孔	18
第三单元 气焊	21
课题七 气焊火焰的点燃、调节和熄灭	31
课题八 平敷焊	32
课题九 平对接焊	34
课题十 平角焊	36
课题十一 管子焊接	38
课题十二 复合作业（一）	41
第四单元 气割	43
课题十三 手工气割基本操作	47
课题十四 薄钢板与厚钢板气割	51
第五单元 火焰钎焊	54
课题十五 硬质合金刀具与管接头的火焰钎焊	57
第六单元 手工电弧焊	61
课题十六 引弧	78
课题十七 平敷焊	79
课题十八 平对接焊	82
课题十九 平角焊	87
课题二十 复合作业（二）	90
课题二十一 立对接焊	92
课题二十二 立角焊	96
课题二十三 复合作业（三）	97
课题二十四 横焊	99
课题二十五 仰焊.....	101
课题二十六 固定管子焊接.....	103
课题二十七 固定管板焊接.....	108
课题二十八 复合作业（四）	112

第七单元 埋弧自动焊.....	119
课题二十九 平对接直缝焊接.....	129
课题三十 对接环缝焊接.....	136
第八单元 二氧化碳气体保护焊.....	139
课题三十一 二氧化碳半自动焊的基本操作.....	148
第九单元 手工钨极氩弧焊.....	157
课题三十二 平敷焊.....	165
课题三十三 平对接焊.....	168
课题三十四 平角焊.....	169

第一单元 入门知识

课题一 焊接方法及生产过程简介

一、焊接及焊接方法

焊接是将两个或两个以上的焊件，在外界某种能量的作用下，借助于各焊件接触部位原子间的相互结合力，连接成一个不可拆的整体的一种加工方法。被连接焊件的材料包括金属与金属、金属与非金属、非金属与非金属。通常的焊接都是指金属与金属之间的焊接。常见的焊接接头、焊前及焊后的情形如图 1.1 所示。

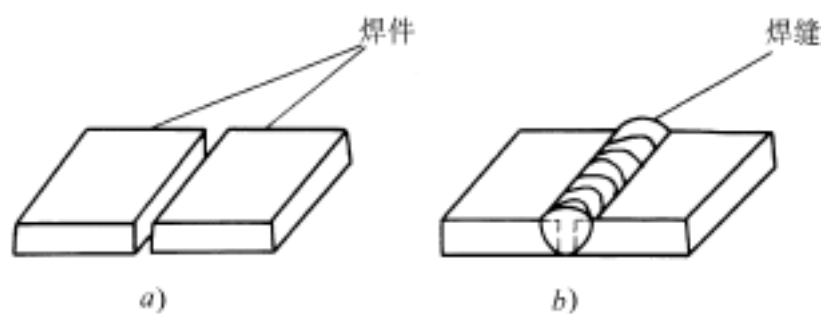


图 1.1 焊接接头
a) 焊前 b) 焊后

形成焊接接头的工艺过程中，除了需要被焊材料和填充材料外，还需要有相应的焊接设备和必要的焊接工具。

实现焊接连接，特别是获得优质的焊接接头，要有熟练的操作技能。因此，使学生获得更多的操作知识和掌握操作要领是各实习课题的主要任务。

根据焊接过程中金属所处的状态不同，焊接方法可分为熔焊、压焊和钎焊三大类。

熔焊是将焊接部位的金属加热至熔化状态，但不加压力完成焊接的方法。熔焊过程中，熔化的金属形成熔池，并同时向熔池加入（或不加入）填充金属，待熔池冷却凝固后，形成牢固的焊缝。手工电弧焊、埋弧自动焊、气焊、二氧化碳气体保护焊、氩弧焊等都属于熔焊。

压焊是在焊接时对焊件施加一定的压力，以促使接触处的金属相结合的方法。施加压力的同时，焊件的接触处可以加热到熔化状态，如点焊和缝焊；也可以加热到塑性状态，如电阻对焊、锻焊和摩擦焊；也可不加热，如冷压焊。

钎焊是被焊金属不熔化的状态下，将熔点较低的钎料金属加热到熔化状态，使之填充到焊件的间隙中并与被焊金属相互扩散，以达到互相结合的焊接方法。根据加热方法不同，常见的钎焊方法有烙铁钎焊、火焰钎焊、炉中钎焊及高频感应钎焊等。

常用焊接方法的基本原理及主要用途见表 1.1。

我国现代的焊接技术是解放以后在中国共产党的领导下，经过四十多年的努力发展起来的。由于焊接比铆接具有省工、省料、减轻结构重量、提高产品质量等优点，使焊接技术广泛代替铆接技术应用于我国各工业部门。例如，大型高炉、平炉的炉体、厂房的金属桁架、大型舰船的船体和压力容器都是用焊接方法制成的；起重机、动力锅炉、大型发电机、汽轮机、汽车、飞机、人造卫星等产品中的一些重要零件也都采用了焊接方法；在大型轧钢机和水压机制造中，还广泛地采用了铸—焊与锻—焊复合工艺。

表 1.1

金属焊接的基本原理及主要用途

焊接方法		基本原理	主要用途
熔 焊	气焊	利用氧—乙炔或其它气体火焰加热母材，焊丝和焊剂而达到焊接的目的。其火焰温度约 3000	适于焊接薄件、有色金属和铸铁等
	手工电弧焊	利用电弧作为热源熔化焊条和母材而形成焊缝的一种手工操作的焊接方法。电弧的温度可达 6000 ~ 8000	应用范围最广泛，尤其适于焊接短焊缝及全位置焊接
	埋弧自动焊	电弧在焊剂层下燃烧，利用焊剂作为金属熔池的覆盖层，将空气隔绝使之不侵入熔池，焊丝的进给和电弧沿接缝的移动为机械操纵，焊缝质量稳定，成形美观	适于水平位置长焊缝的焊接和环形焊缝的焊接
	等离子弧焊	利用气体充分电离后，再经过机械收缩效应、热收缩效应和磁收缩效应而产生的一束高温热源来进行焊接。等离子体能量密度大，温度高，可达 20000 左右	可用于焊接不锈钢、耐热合金钢、铜及铜合金、钛及钛合金以及钼、钨及其合金等
	气电焊	利用专门供应的气体保护焊接区的电弧焊，气体作为金属熔池的保护层将空气隔绝。采用的保护性气体有惰性气体、还原性气体和氧化性气体	惰性气体保护焊用于焊接合金钢及铝、铜、钛等有色金属及其合金；氧化性气体保护焊用于普通碳素钢及低合金钢材料的焊接
压 焊	电阻焊	利用电流通过焊件接触面时产生的电阻热，并加压进行焊接的方法。分为点焊、缝焊和对焊。点焊和缝焊是焊件加热到局部熔化状态；对焊时焊件加热到塑性状态或表面熔化状态	可焊接薄板、棒材、管材等
	摩擦焊	利用焊件间相互摩擦产生的热量将母材加热到塑性状态，然后加压形成焊接接头	用于钢及有色金属及异种金属材料的焊接（限方、圆截面）
钎焊		采用比母材熔点低的材料作填充金属，利用加热使填充金属熔化，母材不熔化，借液态填充金属与母材之间的毛细作用和扩散作用实现焊接连接	一般用于焊接尺寸较小的焊件

随着工业生产和科学技术的发展，焊接结构越来越复杂，焊接工作量越来越大，因而对焊接技术现代化和提高生产效率的要求也日益迫切。如制造一辆小轿车要焊 5000 ~ 12000 个焊点；30 万吨油轮要焊 1000km 长的焊缝；一架大型飞机的焊点多达数十万甚至百万个。这些焊点如没有高效率的焊接工艺是难以完成的。因此，为在我国实现“四个现代化”，我们必须刻苦学习，努力工作，不断攀登焊接技术的新高峰。

目前，世界上已有 50 余种焊接方法应用于工业生产中。为进一步提高焊接质量和生产率，各国除了从常用的焊接方法中挖掘潜力外，还在不断提高焊接生产的机械化和自动化水平，扩大专用焊机的应用，开拓新能源应用焊接领域。可以设想，新的焊接技术在各部门的应用将会与日俱增，有着广阔的前途。

二、焊接生产过程简介

我们所熟悉的汽车、火车、轮船，它们的外壳和骨架就是一些钢板和型钢焊接起来的。图 1.2 所示的油罐车罐体是一个典型的焊接结构。焊接是罐体生产的关键工序，通过焊接才能把一些钢板制造成符合要求的油罐车罐体。这些工序的顺序如图 1.3 所示。

在这些较多的工序中，主要分为两个阶段：成形加工以前的工序属于备料阶段，后面的工序属于装焊阶段。

在备料阶段中，要把罐体所需要的板材，首先在矫直机上矫平；按照图样所要求的尺寸在钢板上划线；在剪床上或采用氧气切割的方法下料；然后进行成形加工。

在装焊过程中，要进行部件装焊、分段装焊和总体装焊工作。

部件装焊是将切割或成形加工完的构件，装焊成部件。部件比较简单，常由两个或两个以上的构件装成独立的组合体。如罐体的上板，有多块钢板，可先将两块钢板焊接成部件。

分段装焊是把各个部件组合装焊成分段部件，它的尺寸较大些，构造也较为复杂。如罐体的上板和底板是由几个部件组焊成的。

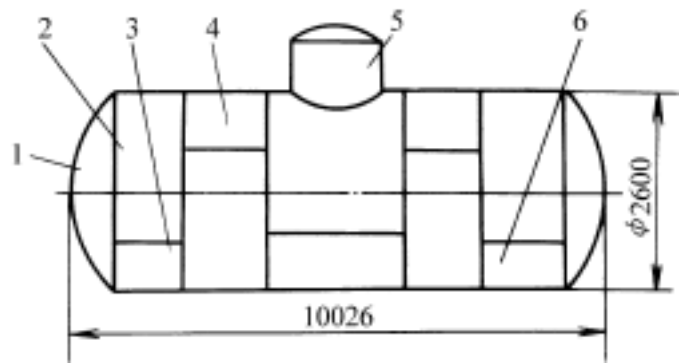


图 1.2 油罐车罐体结构

1—端板 2—环缝 3—纵缝 4—上板
5—空气包 6—底板

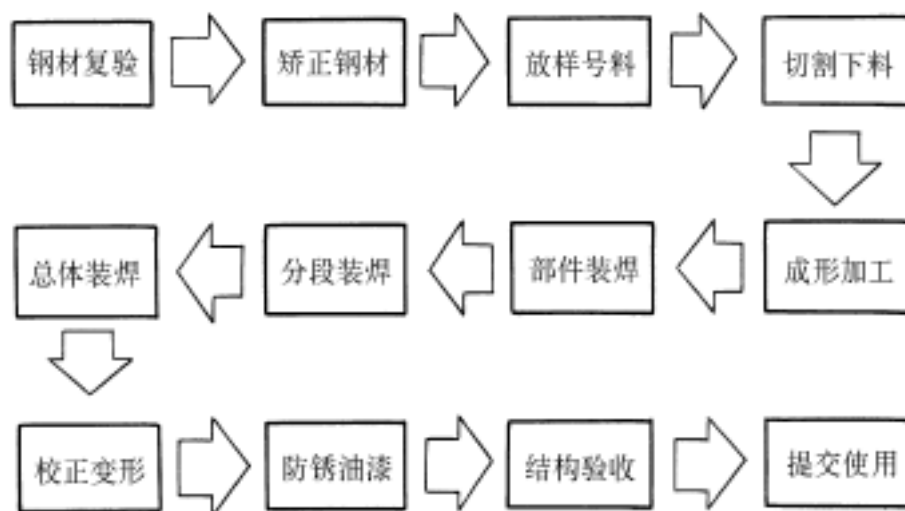


图 1.3 油罐车罐体的生产过程简图

总体装焊是将分段组合装焊成整体结构。如罐体是由端板、上板、空气包、底板 4 个部件装焊而成。

在结构生产过程中要考虑选用最佳加工和焊接方法，选用合理的焊接顺序和检测手段，使焊接生产具有合理性、先进性，以保证不断提高产品质量。

三、文明生产

文明生产，从广义来讲，是指以科学的态度，坚持按照规章制度从事生产，这样便可最大限度地提高产品质量和劳动生产率。从狭义上讲，文明生产通常指的是生产环境的安全、秩序和卫生。

对安全生产必须引起足够的重视，尤其是焊接操作人员经常与可燃气体、火焰、电弧光以及不同的钢结构件打交道。因此，必须严格执行安全技术规程，严禁违反科学规律而蛮干，以免造成设备和人身事故。

生产环境的卫生对安全生产有着直接关系，如将构件、工具等按一定要求存放整齐，克服工作场地杂乱无章的现象，保持场地整洁，必然对安全生产带来好处。

做到安全生产的具体要求是焊工应做到 10 个不焊。

1. 焊工没有操作证又没有正式焊工在场进行技术指导时，不能进行焊、割作业。
2. 凡属一、二、三级动火范围的焊、割，未办理动火审批手续，不得擅自进行焊、割。

3. 焊工不了解焊、割现场周围情况，不能盲目焊、割。
4. 焊工不了解焊、割件内部是否安全时，未经彻底清洗，不能焊、割。
5. 盛装过可燃气体、有毒物质的各种容器，未经清洗，不能焊、割。
6. 用可燃材料作保温、冷却、隔音、隔热的部位，火星能飞溅到的地方，在未经采取切实可行的安全措施之前，不能焊、割。
7. 有电流、压力的导管、设备、器具等在未断电、泄压前，不能焊、割。
8. 焊、割部位附近堆有易爆物品，在未彻底清理或未采取有效措施前，不能焊、割。
9. 与外单位相接触的部位，在没有弄清外单位有否影响，或明知存在危险性又未采取切实有效的安全措施之前，不能焊、割。
10. 焊、割场所与附近其它工种，互相有抵触时不能焊、割。

复 习 题

1. 什么是焊接？焊接比铆接有哪些优点？
2. 常用的焊接方法有哪些？各适用于什么范围？
3. 什么是文明生产？什么是安全生产？
4. 焊工 10 个不焊的内容有哪些？

第二单元 钳工基本操作

钳工大多数是用手工工具并经常在台虎钳上进行手工操作的一个工种。其基本操作有划线、錾削、锉削、锯割、钻孔、攻丝、套丝及刮削等。由于钳工工作具有广泛的适用性，因此，焊工掌握钳工基本操作是非常必要的。掌握钳工知识和技能，有利于提高焊接质量，如工序先后次序的科学安排、减小焊接变形、保证焊后各部件尺寸、位置的正确性；掌握钳工知识和技能，也有利于提高焊接生产效率，一方面焊工可以完成焊前准备工作中的许多钳工任务，另一方面可以适应许多工厂建立“钳焊车间”和“钳焊工段”对焊工的要求。

根据焊接工作的需要，本章介绍划线、錾削、锯割、锉削、钻孔等操作的基本要领。

课题二 划 线

根据图样要求在毛坯上划出加工界限称为划线。

一、操作准备

1. 钳工工作台 一般用木材制成，要求坚实和平稳。台面离地面高度为 800 ~ 900mm。台上安装虎钳和防护网。

2. 划线平板 是划线的主要基准工具（图 2.1）。它是一块经过精刨加工的铸铁平板。平板置放要平稳、牢固，并保持水平，以便稳定地支承工件。要经常注意保持清洁，不得撞击，不允许在平板上做锤击工作。若长期不用，应涂油防锈，并用木板护盖。

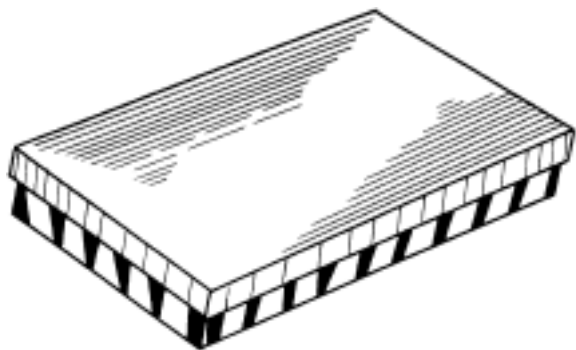


图 2.1 划线平板

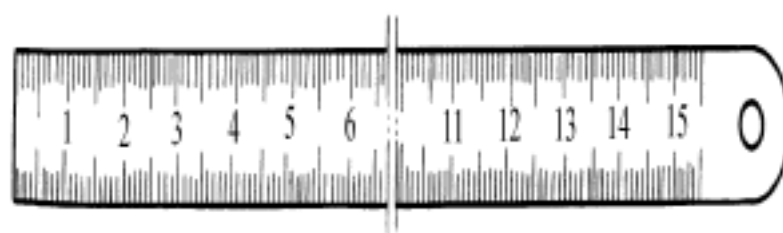


图 2.2 钢尺

3. 钢尺 俗称钢板尺或钢皮尺（图 2.2）。系用薄钢板或不锈钢板制成。在钢尺面上，刻有米制的线条，每一间隙为 1mm。钢尺的刻线误差规定，在每厘米分度内允许偏差不超过 0.1mm。常用的钢尺长度有 150、300、500 和 1000mm 四种。

4. 游标卡尺 游标卡尺可以进行比较精密的尺寸测量。常见游标卡尺的结构如图 2.3 所示。主尺上的刻度，每一小格为 1mm，副尺上的刻度，每一小格为 $9/10$ 、 $19/20$ 或 $49/50$ mm。当上下卡脚分别合拢时，主、副尺上的零线相重合；在上、下卡脚分开时，主、副尺刻线即相对错动。测量时，根据主、副尺相对错动位置，在主尺上读出 mm 的整数，在副尺上读出 mm 后的小数。为了使测好的尺寸不致变动，当卡脚与工件被测表面靠上并轻微接触后，可拧紧制动螺丝，使副尺不再滑动，但再次测量时，要注意松开螺丝。公制游标卡尺

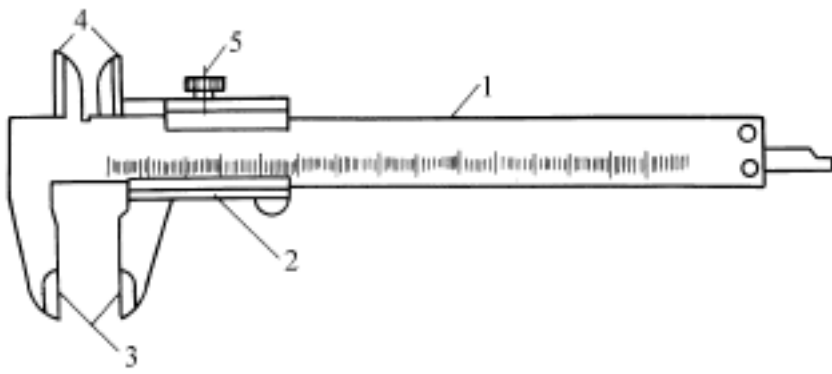


图 2.3 游标卡尺

1—主尺 2—副尺 3—外径卡脚 4—内径卡脚 5—制动螺丝

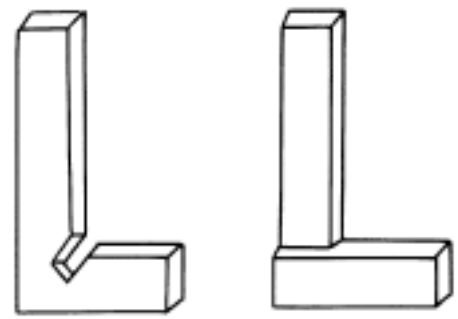


图 2.4 角尺

按精度分有 0.02、0.05 及 0.1mm 三种。

5. 角尺 也叫弯尺，用工具钢经精加工制成，它的两个工作表面是互相垂直的（图 2.4）。角尺可用于检验工件的垂直度。其规格是用长边和短边的尺寸来表示的，例如 250 × 160 角尺，是指长边为 250mm，短边为 160mm 的直角尺。使用时，首先应清除工件棱边上的毛刺，并将工件及角尺擦净，再将角尺的一个工作面，紧贴基准面，然后观察工件被测量面与角尺的另一工作面是否密贴不漏光，如有漏光处，就说明工件的棱角不是直角。

6. 划针 是在工件表面上划线的工具（图 2.5）。用划针划线，它须有导向工具（如钢尺、角尺）辅助。使用划针时，尖端紧靠在导向工具上，上部向外侧倾斜 $15^\circ \sim 20^\circ$ ，向划针转动方向倾斜 50° 左右。



图 2.5 划针

7. 划规 常用的划规如图 2.6 所示，它用中碳钢制成，端部经淬火硬化处理，可作划圆、作角度、等分线段和量取尺寸等。

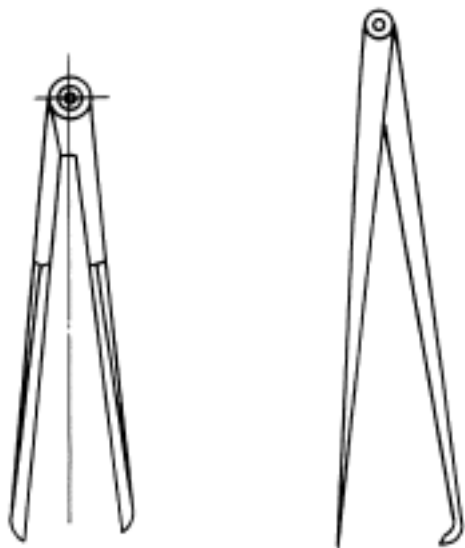


图 2.6 划规

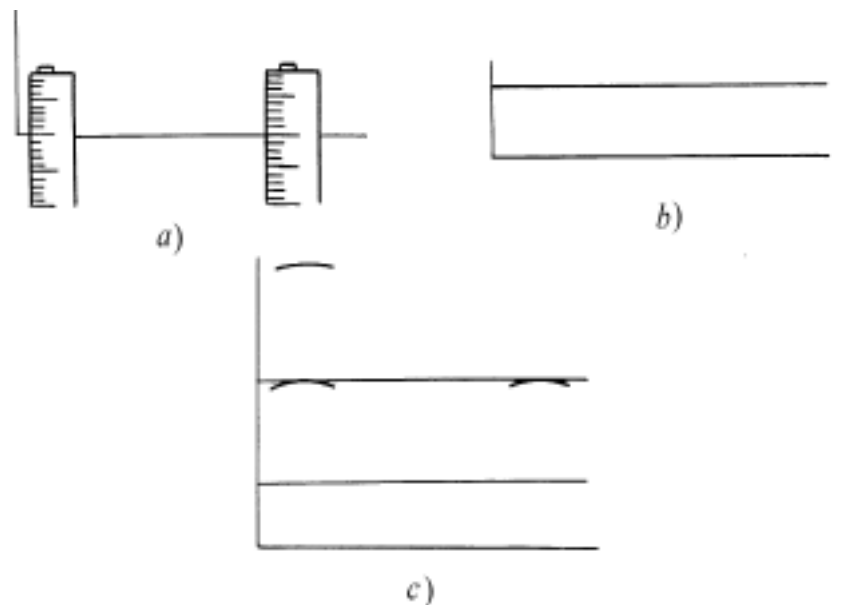


图 2.8 用钢尺、划规划平行线

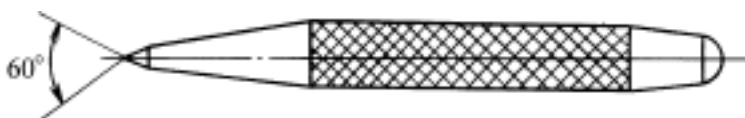


图 2.7 样冲

8. 样冲 它是用工具钢制成的 (图 2.7), 其尖部和承受锤击的顶部经淬火处理。在工件上打出样冲眼后, 当所划的线模糊不清时, 仍能找到原线位置。

9. 实习工件 低碳钢板, 厚 2mm, 长 200mm, 宽 150mm。

二、操作要领

划线分平面划线和立体划线, 本课题只介绍平面划线。

1. 基本操作练习

(1) 划平行线

用钢尺在工件一端相隔适当的距离, 量两个相同的尺寸, 再把两线痕连起来, 如图 2.8 所示。

用划规量好尺寸后, 在线的两端划两圆弧, 用钢尺作两圆弧的切线 (图 2.8c)。

用直尺和角尺配合划平行线, 如图 2.9 所示。有时直尺只要用力压住即可, 不必用夹具。

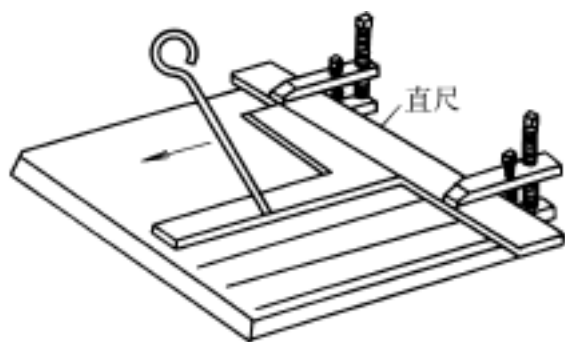


图 2.9 用直尺和角尺配合划平行线



图 2.10 用直角尺划垂直线

(2) 划垂直线 用扁直角尺的边对准已划好的线, 沿扁直角尺的另一边即可划出垂直线, 如图 2.10 所示。

(3) 划圆弧线

基本划法 首先划出中心线, 确定中心点, 在中心点上打样冲眼, 再用圆规以所要求的半径划出圆弧, 如图 2.11 所示。

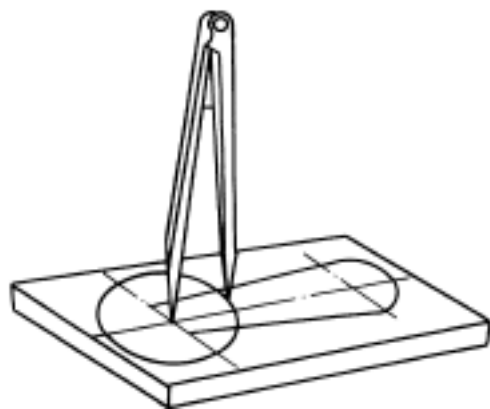


图 2.11 划圆弧线

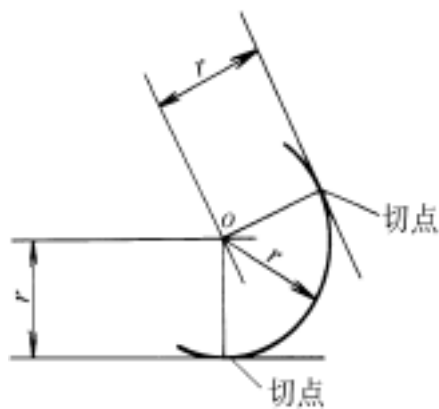


图 2.12 划与两直线相切的圆弧线

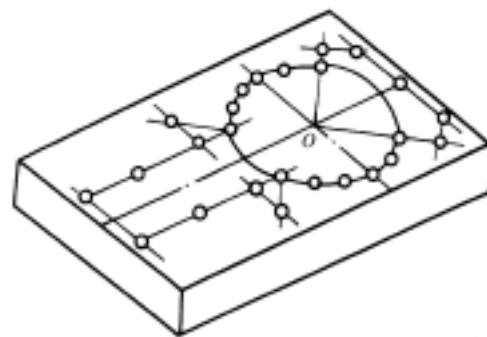


图 2.13 平面划线

与两直线相切圆弧的划法 如图 2.12 所示, 设相切圆弧的半径为 r 。在与已给的直线距离为 r 的位置, 作两条直线与已给的两直线平行, 这两条线交于 o 点, o 点就是与两条直线相切圆弧的圆心。以 o 为中心, 以 r 为半径, 就可以划出与两直线相切的圆弧。

2. 工件操作练习

工件上要划线的几何图形如图 2.13 所示。划线的步骤如下：

(1) 清理工件上的污垢、氧化膜、飞边。对划线部位的清理更应仔细，以保证划线的质量。

(2) 确定划线基准，为了保证工件的加工精度和合理分布加工余量，划线前必须在工件上选择一个或几个平面或线段作为划线基准，由划线基准出发，确定工件的几何形状和各部分相对位置。图 2.13 上的平面图形是由圆弧和直线组成的，其位置是由中心线确定的，故划线基准就是中部的中心线。

(3) 以中心线为基准，在适当位置上确定 o 点为圆心划圆。

(4) 以中心线为基准，划出所有直线。

(5) 检查划线尺寸正确后，用样冲打眼。样冲眼之间的距离视划线段的长短而定。在直线段可有较大距离，在曲线段可使距离近些，在交点及连接点上则必须打样冲眼。

三、注意事项

1. 钳工工作地点应保持整齐清洁，工件和工具应有条理地放在规定的位置，有可能时，工具应放在工具板上或专用盒内。不准乱放工具或将工具堆放在一起。

2. 工作前应做好准备，工作台上只放置完成这一课题所必要的工件、工具和量具。

3. 应正确使用工具，以免造成差错，或将工具损坏。

4. 实习完毕，应将工具、量具擦拭干净，摆放整齐后，交回原处。

5. 评定划线操作质量，主要看使用工具和量具是否正确，划线基准位置选择是否合理，以及划线的精度等。

复 习 题

1. 划线的作用有哪些？
2. 怎样正确使用游标卡尺？
3. 举例说明什么是划线基准。
4. 举例说明平面划线的步骤。

课题三 金属 錾 削

錾削是用手锤锤击錾子，对金属进行切削加工的一种操作方法。

一、操作准备

1. 虎钳 是夹持工件用的夹具，可装在钳工工作台上。虎钳的大小用钳口的宽度表示，常用尺寸为 100~150mm，其构造如图 2.14 所示。

2. 錾子 一般用八棱碳素工具钢锻制，在砂轮上粗磨后，刃部经淬火和回火处理，然后精磨制成，其形状是根据錾削工作的需要制作的。常用的錾子有平錾（又称扁錾）和窄錾两种（图 2.15）。平錾用于錾削平面和錾断金属，刃宽一般为 10~15mm；窄錾用于錾削沟槽，它的刃宽约为 5mm。錾子全长为 125~150mm。

新制成的及在使用中刃部变钝、破损和顶部打毛卷边的錾子，都必须在砂轮上磨削修正，使刃部、顶部符合使用要求。

3. 手锤 錾削用手锤的锤头用碳素工具钢锻制，并经淬火和回火处理。其大小用锤头

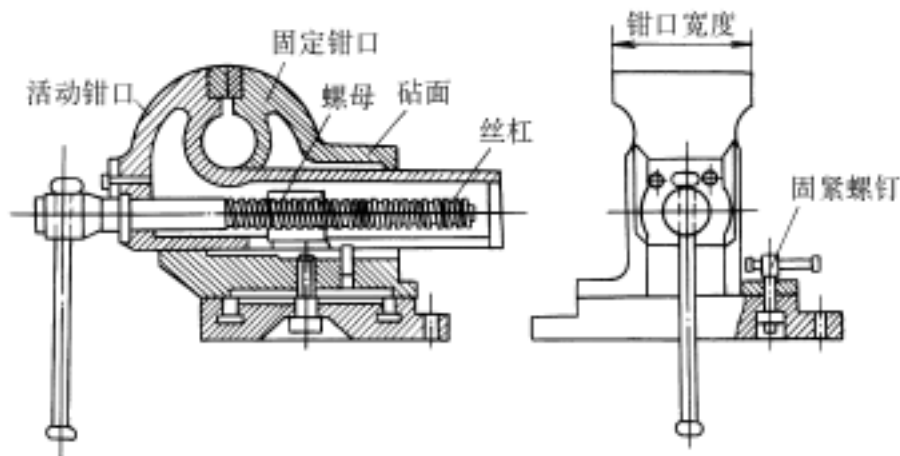


图 2.14 虎钳

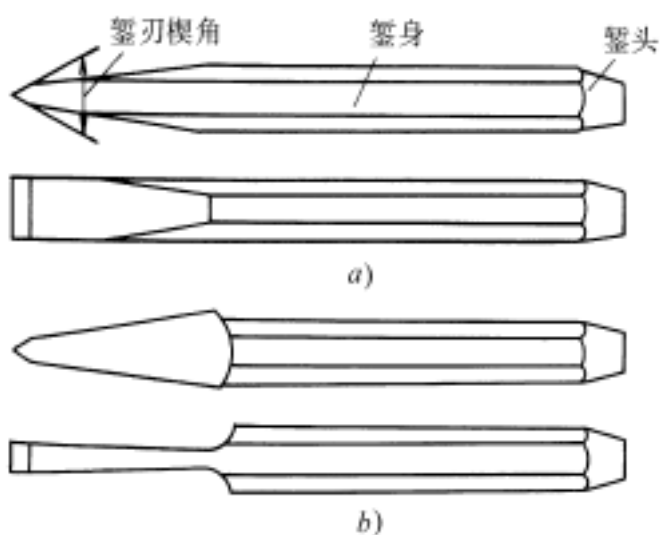


图 2.15 平錾与窄錾
a) 平錾 b) 窄錾

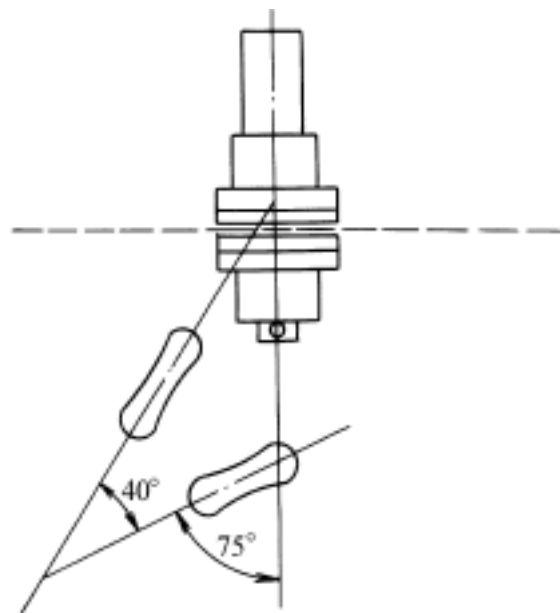


图 2.16 錾削时立足位置

的重量表示，常用的约 0.5kg，手锤全长约 300mm。

4. 实习工件 方形铸铁和钢板料，尺寸可根据需要选定。

二、操作要领

錾削可以加工平面、沟槽、錾断金属及清理铸、锻件上的毛刺，每次錾削金属层的厚度为 0.5 ~ 2mm。

1. 基本操作练习

(1) 工作位置和站立姿势 在虎钳上进行錾削工作时，站在虎钳的稍偏左侧，双足叉开，左足略向前（图 2.16）。

錾削时，身体要自然直立，面向工件；錾削过程中，视线应对准錾子的刃口，即工件上正被錾削的部分。如果锤击时，将视线转移至錾顶，容易造成錾削表面不平。

(2) 握锤 用右手的食指、中指、无名指和小指握住锤柄，并使拇指轻压在食指上，即可开始挥锤。如果从挥锤到击锤的全过程中，全部手指一直紧握锤柄，叫紧握法（图 2.17 a）。在挥锤开始时，全部手指握紧，随着向上举手的过程，逐渐地依次将小指、无名指和食指适当放松，而在击锤的瞬间，迅速地将放松了的手指全部握紧并加快手臂的运动，这种握锤方法叫松握法（图 2.17 b）。松握法可以增加锤击力量，并能减轻疲劳，故常采用。

(3) 挥锤 由于实际工作对锤击力量有不同的要求，而有不同的挥锤方法：

手挥 挥锤时，只用手腕上下弯曲的力量。这种方法锤击力量小，只适用于錾切的开

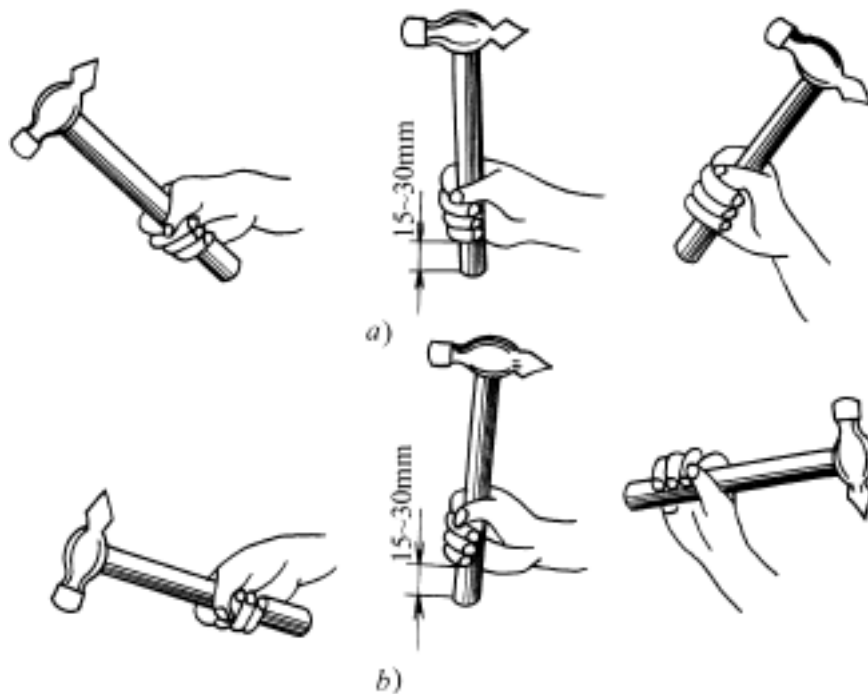


图 2.17 握锤方法
a) 紧握法 b) 松握法

始和结尾 (图 2.18 a)。

肘挥 挥锤时，肘和手腕协同用力，但上臂不动。这种方法锤击力较大，是錾削中运用最多的方法 (图 2.18 b)。

臂挥 挥锤时，手腕和肘向后弯曲并将上臂稍微扬起。这种方法锤击力最大，但费力且不易掌握 (图 2.18 c)。

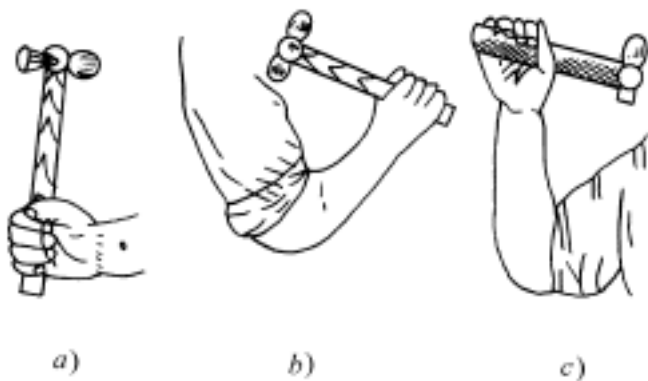


图 2.18 挥锤
a) 手挥 b) 肘挥 c) 臂挥

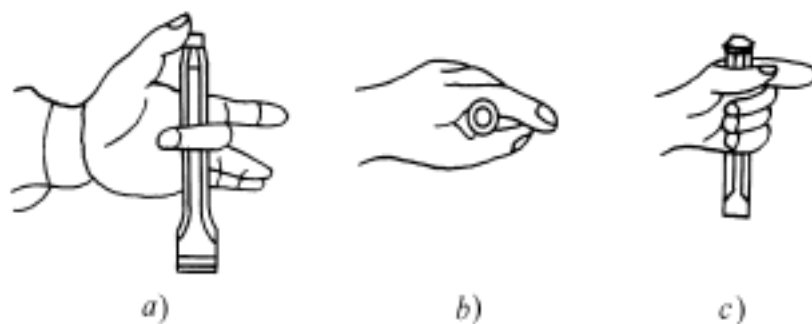


图 2.19 正握錾子
a)、b) 正握法 c) 正握法的握持部位

(4) **錾子的掌握** 錾削平面时采用正握錾法，即用左手的中指、无名指、小指将錾子握住，主要靠中指用力，拇指和食指自然接触，腕部自然伸直 (图 2.19)。握持的部位是使錾子顶部露出手外约 15mm (图 2.19 c)。这样，既能把錾子掌握住，误击时又不致伤手。

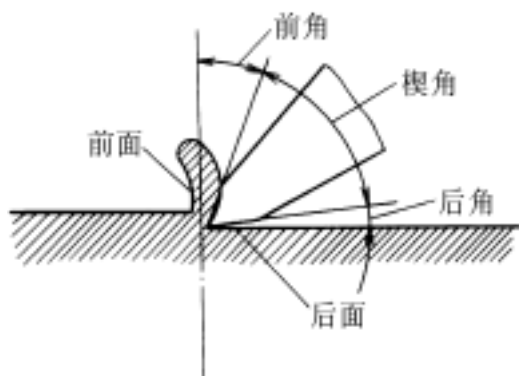


图 2.20 錾削示意图

錾子刃口锋利程度与楔角 (图 2.20) 有关。楔角越小，錾子刃口越锋利，但錾子强度较差，錾削时刃口容易崩裂；楔角增大，刃口强度虽好，但錾削阻力增大。所以錾子的楔角在强度允许的情况下应尽量小些。楔角大小主要根据工件材料的软硬来选择，錾削一般中碳

钢工件时，楔角为 $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 较合适；錾削硬材料（如高碳钢），楔角应为 $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ；錾削低碳钢等软金属，楔角可减为 $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 。

錾削时，要掌握好錾削的角度。錾子的后刃面与切削面之间的夹角叫做后角。后角大小是决定錾削层厚薄的主要因素。后角太大时，会使錾子切入工件太深，錾削困难，甚至损坏錾子刃口；若后角太小，由于錾削方向太平，錾子就会向上滑，使切削层逐渐变薄，而且錾子容易从切削表面滑出，一般錾削时，后角取 $5^{\circ} \sim 8^{\circ}$ 为宜。

(5) 操作动作的配合 起錾时刃口要贴住工件，錾子头部向下倾斜（图 2.21），轻打錾子，待得到一个小斜面后，再恢复到正常錾削位置，开始正式錾切。若要求保持錾平，应握稳錾子，使后角大小合适且保持不变；采用肘挥动作锤击錾子，用力要均匀，不可忽大忽小；锤击力的作用线要与錾子中心线一致。当錾削到靠近工件尽头时，应调转工件，从另一端轻轻錾掉剩余部分，以免将工件棱角损坏（图 2.22）。

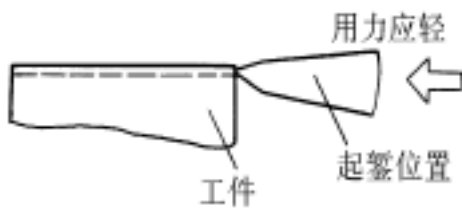


图 2.21 起錾

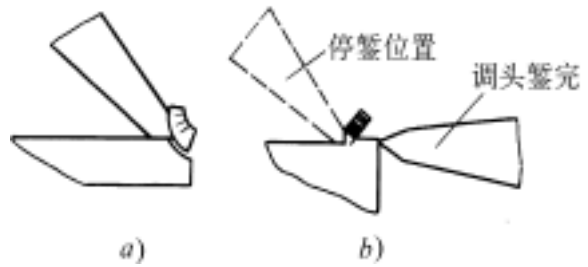


图 2.22 錾出时情形

a) 错误 b) 正确

2. 工件操作练习

(1) 錾削平面

用窄錾在方形铸铁块上加工出一些平行的沟槽（图 2.23 a）。

用平錾将沟槽錾平。为了易于錾削，平錾錾刃应与前进方向成 45° 角（图 2.23 b）。

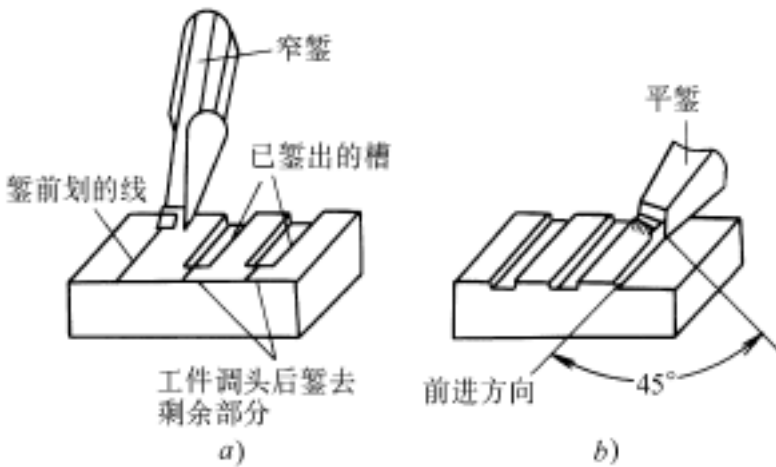


图 2.23 錾削平面

a) 先开槽 b) 錾成平面

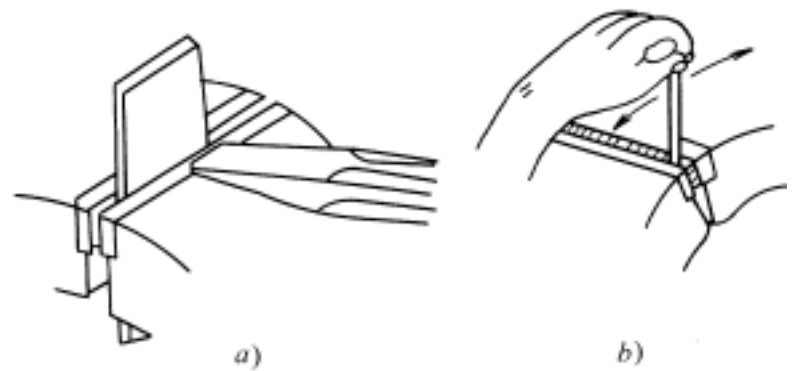


图 2.24 錾断板料

(2) 錾断板料

在板料上划出錾切线。

把板料夹在虎钳上，使錾切线与钳口平齐（图 2.24 a）。

将平錾正对工件，从右向左錾削，不要将工件錾断，使錾切深度超过工件厚度的一半即可，以防止被錾下的部分发生变形。

前后往复掰折板料（图 2.24 b）。

三、注意事项

1. 錾削用的工作台中间应有铁丝网隔开，操作者应戴防护眼镜，以免铁屑伤人。
2. 手锤的锤头与锤柄之间不能松动。如有松动，应将锤头楔及时打紧。
3. 勿用手摸錾头端面，以免沾油后锤击时打滑。
4. 錾头如有毛刺或刃部变钝，应及时在砂轮机上修磨。刃磨时，两手拿着錾身，使刃口朝上斜放在砂轮的圆面上，轻轻用力压，左右移动磨，以防止因砂轮不平而磨出不直的刃口。刃磨过程中，要不断地沾水冷却，以避免摩擦产生的热使刃口退火变软。刃磨后的楔角是否正确，可用样板或角尺进行检查。在操作过程中，注意力要集中，防止砂轮碰伤手指。
5. 用虎钳夹紧工件时，绝不可用其它物体敲击虎钳上的摇把，也不可采用管子套在摇把上再加力。
6. 初学錾削，由于动作配合不协调，手锤时常打手，操作时应戴好手套。
7. 评定錾削操作质量主要看操作姿势是否正确和检查錾削工件的平直度。

复 习 题

1. 怎样起錾？怎样錾出？
2. 粗錾和细錾时，錾子与工件夹角、锤击力各有什么不同？
3. 錾削时怎样调节錾削的深度？
4. 錾削时应注意哪些安全事项？

课题四 金属锯割

锯割是用手锯锯断金属材料或进行切槽的操作。

一、操作准备

1. 手锯 由锯弓和锯条组成。锯弓用来夹持和拉紧锯条，分固定式和可调式两种。图

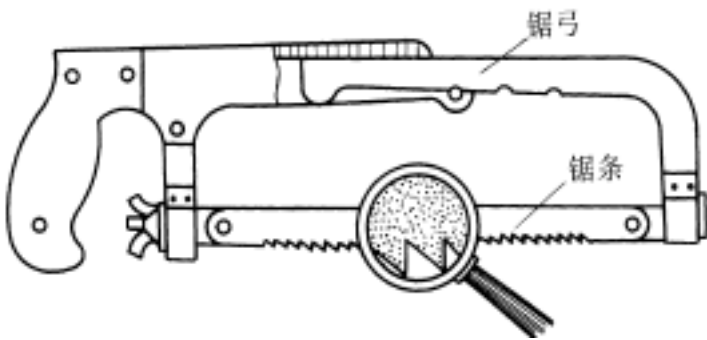


图 2.25 可调式锯弓

2.25 为可调式锯弓。锯条一般由碳素工具钢制成。常用的锯条约长 300mm，宽 12mm，厚 0.8mm。锯齿形状如图 2.26 所示。锯割时将切下锯屑，锯齿间应有较大的容屑空间。齿距大的锯条，称为粗齿锯条；齿距小的锯条，称为细齿锯条。在 25mm 长度内有 14~18 个齿的为粗齿锯条，有 24~32 个齿的为细齿锯条。应根据材料的软硬和厚薄来选择合适的锯条。锯齿

的排列多为波浪形（图 2.27），以减少锯口两侧与锯条间的摩擦。

2. 实习工件 钢管，壁厚 2~4mm，长度根据需要选定；方形铸铁，长 150mm，宽 100mm，高 100mm（也可根据需要选定）。

二、操作要领

1. 基本操作练习

(1) 锯条的安装 手锯是在向前推动时进行切削的，在锯条安装到锯弓上时，应使锯齿的齿尖朝前，不能反装（图 2.25），锯条安装后拉力不得过松或过紧。过松时，会因锯条

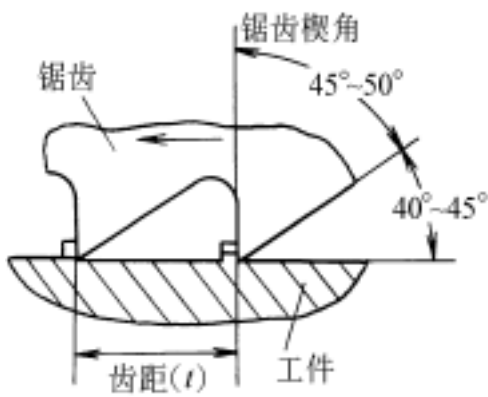


图 2.26 锯齿形状

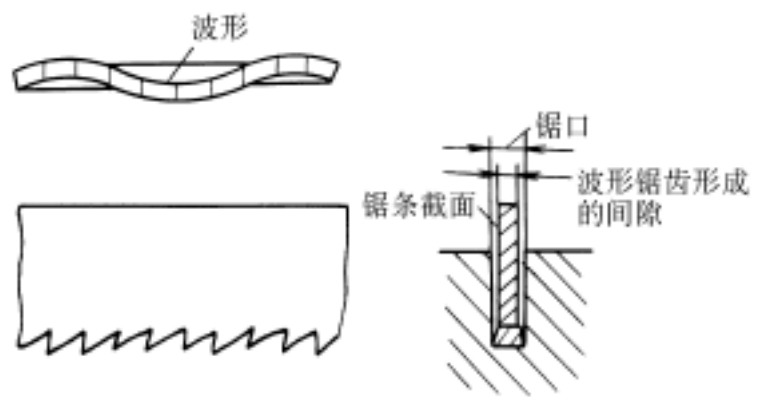


图 2.27 锯齿波形排列

的松动出现锯偏现象，使锯条因弯曲而折断；过紧时，则会由于极小的锯偏或倾斜而折断锯条。

(2) 起锯 将锯条对准割线的起点，并使锯条与锯割线在同一平面内，用左手拇指靠稳锯条侧面作引导（图 2.28 a），锯弓往复锯割，行程应短，压力要轻，锯条要与工件表面垂直，图 2.28 b 为起锯时锯条放置角度，起锯角度应小于 15° 。锯成锯口后，逐渐将锯弓成水平方向。

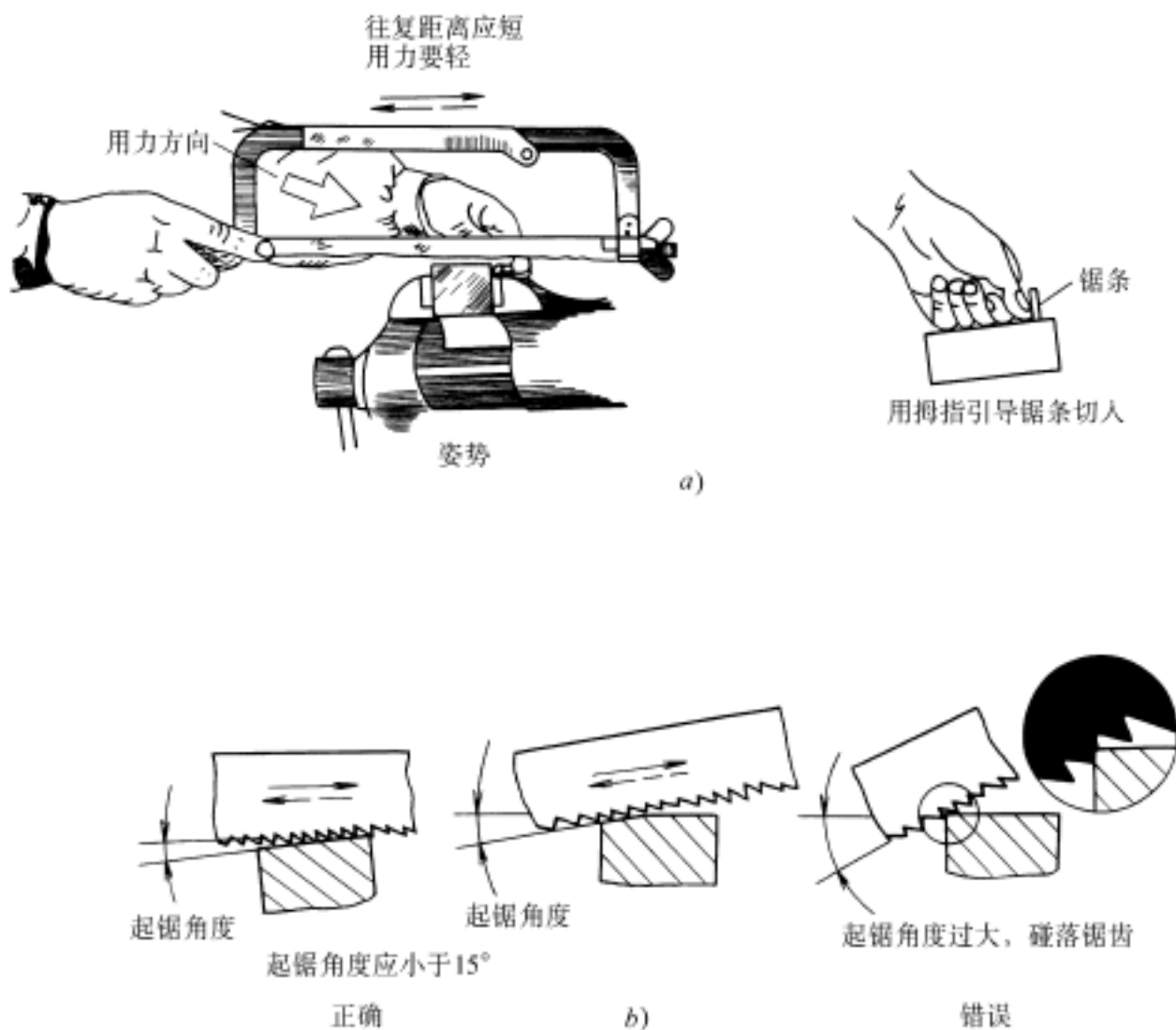


图 2.28 起锯

a) 起锯姿势 b) 起锯角度

(3) 锯割姿势 用右手握住锯柄，用左手握住锯架的前端，姿势要自然，身体稍微离开虎钳。推锯时身体上部略向前倾，给手锯以适当的均匀压力，完成切割。锯割速度不宜过