



高职高专教育“十二五”规划教材

金工实训

艾建军 闫志波 〇主编



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press



高职高专教育“十二五”规划教材

金工实训

主 编 艾建军 闫志波

副主编 耿玉香 米燕涛 王智能

解景浦

参 编 高改芬 刘培跃 田清华

张 静 邓名姣 吴保静

冯之权 李立臣 张东强



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

内 容 简 介

本书以零件加工为主线,以提高学生的基本技能为目标,采取项目教学方式组织内容,注重理论与实践知识结合。

全书以项目化的教学模式编写,共有9个项目,主要内容包括钳工、车削加工、铣削加工、焊接、磨削加工、铸造、锻压、钢的热处理、数控机床加工与特种加工。每个项目又包括若干个任务。本书的各个教学项目设置的内容主要有零件加工要求分析,零件加工所需的设备、工具、量具、刀具及其相应操作,加工工艺安排及加工质量分析等。

本书可作为高等职业技术学院机械类、近机械类专业金工实训课程教材,也可供相关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

金工实训/艾建军,闫志波主编. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2011.1

ISBN 978-7-5661-0028-3

I. 金… II. ①艾… ②闫… III. 金属加工—实习
IV. TG-45

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第014290号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街124号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 北京朝阳印刷厂有限责任公司
开 本 787mm×1 092mm 1/16
印 张 16.25
字 数 385千字
版 次 2011年1月第1版
印 次 2011年1月第1次印刷
定 价 28.00元
<http://press.hrbeu.edu.cn>
E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前言

金工实训是工科类高职高专机械类、近机械类各专业教学中重要的实践性环节,它能为学生学习后续专业课程打下坚实的基础。本书在编写过程中,以教学基本要求为主导,紧密联系生产实际过程,充分体现任务引领、实践导向的思想,突出工作任务与知识的联系,以利于培养学生的实践操作能力。教材编写过程中,努力使教材通俗易懂,同时又注重教材的科学性和严谨性,兼顾知识的通用性、实用性、先进性。

本书共9个项目,主要内容包括钳工、车削加工、铣削加工、焊接、磨削加工、铸造、锻压、钢的热处理、数控机床加工与特种加工。

本书具有以下特点:

(1) 基于工作过程来编写每个实训工作任务,颠覆了原来以知识传授为主要特征的传统章节模式。

(2) 每个任务通过任务引入、任务分析、相关知识、任务实施4个环节,能够使学生完成资讯、计划、决策、实施、检查、评价一个完整的工作过程。

(3) 教材内容来自工作任务模块的转换,学生在完成具体任务的过程中,来构建相关理论知识,职业资格标准融入教材各个部分,确保学生的职业适应能力。

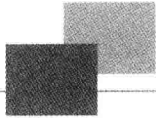
(4) 适应现代职业教育教学方法,便于“教、学、做”一体化教学模式的开展。

本书由保定职业技术学院艾建军,石家庄职业技术学院闫志波担任主编;沧州职业技术学院耿玉香,石家庄职业技术学院米燕涛,河北工业职业技术学院王智能、解景浦任副主编;冀中职业学院高改芬、张静,石家庄职业技术学院刘培跃、田清华,保定机械电子技工学校邓名姣,保定市南市区职教中心吴保静,河北工业职业技术学院冯之权,北京凌云东园科技有限公司李立臣,长城汽车股份有限公司工程院张东强任参编。具体分工如下:艾建军编写项目五,闫志波编写项目七,米燕涛编写项目四,王智能、解景浦共同编写项目一,高改芬编写项目三,刘培跃编写项目九,田清华编写项目八,张静编写项目二,邓名姣、吴保静共同编写项目六,耿玉香、冯之权、李立臣、张东强参与了本书的资料搜集与整理工作。全书由艾建军负责统稿。

本书在编写过程中,参考了大量院校和专家的有关文献及资料,在此一并表示感谢。

编者

2010年11月



目 录

项目一 钳工	1
任务一 划线	2
任务二 锯削	9
任务三 锉削	15
任务四 錾削	21
任务五 孔加工	27
任务六 螺纹加工	33
任务七 刮削	41
任务八 产品装配	47
项目二 车削加工	59
任务一 车外圆与端面	60
任务二 车孔	65
任务三 切断和车槽	71
任务四 车圆锥面	78
任务五 螺纹加工	87
任务六 端台座的车削	102
项目三 铣削加工	106
任务一 切断	107
任务二 铣削平面	111
任务三 铣台阶	116
任务四 铣键槽	119
任务五 铣多边形	123
项目四 焊接	127
任务一 电焊	128
任务二 CO ₂ 气体保护焊	134
任务三 钨极氩弧焊	140
任务四 气焊与气割	144

项目五 磨削加工	153
任务一 平面磨削	154
任务二 外圆磨削	160
项目六 铸造	168
任务一 认识铸造	169
任务二 砂型铸造	171
项目七 锻压	186
任务一 自由锻	187
任务二 胎模锻	194
任务三 板料冲压	200
项目八 钢的热处理	208
任务一 零件整体热处理	209
任务二 零件表面热处理	212
项目九 数控机床加工与特种加工	216
任务一 数控车床加工	217
任务二 数控铣床加工	229
任务三 特种加工	238
参考文献	252

项目一

钳工

引言

钳工作业主要包括錾削、锉削、锯削、划线、钻削、铰削、攻丝和套丝、刮削、研磨、矫正、弯曲和铆接等。钳工是机械制造中最古老的金属加工技术。19 世纪以后，各种机床的发展和普及，虽然逐步使大部分钳工作业实现了机械化和自动化，但在机械制造过程中钳工仍是广泛应用的基本技术，其原因是划线、刮削、研磨和机械装配等钳工作业，至今尚无适当的机械化设备可以代替；某些很精密的样板、模具、量具和配合表面（如导轨面和轴瓦等），仍需要依靠人工工作精密加工；在单件小批量生产、修配工作或缺乏设备条件的情况下，采用钳工制造某些零件仍是一种经济实用的方法。

任务一 划线

教学目标

- (1) 掌握划线工具的种类和使用方法。
- (2) 正确使用划线工具, 掌握平面一般划线方法和简单立体划线方法。

◆任务引入

完成如图 1-1 所示的图形划线。所用材料为一块 $200\text{mm} \times 200\text{mm} \times 2\text{mm}$ 的薄钢板。

技术要求:

- (1) 线条清晰、样冲眼正确。
- (2) 圆弧连接圆滑, 公差 0.1mm 。
- (3) 各尺寸线条位置公差 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

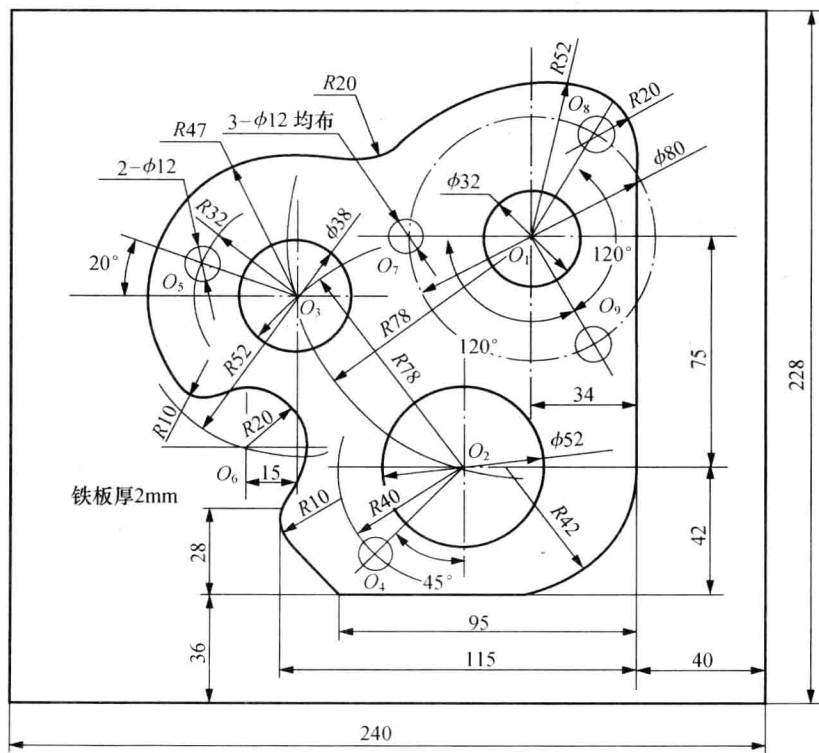


图 1-1 工件划线

◆任务分析

要完成图 1-1 要求的划线, 首先进行一些准备工作, 确定划线所需要的工具和量具, 再确定划线基准, 然后按图纸进行划线。

◆相关知识

根据图样或技术文件要求, 在毛坯或半成品上用划线工具划出加工界线, 或作为找正检查依据的辅助线, 这种操作称为划线。划线不仅能使加工时有明确的界线和加工余量, 还能及时发现不合格的毛坯, 以免因采用不合格毛坯而浪费工时。

一、划线的要求

线条清晰均匀, 定形、定位尺寸要准确。一般要求划线精度能达到 $0.25 \sim 0.5 \text{ mm}$ 。工件的完工尺寸不能完全由划线确定, 而应在加工过程中, 通过测量以保证尺寸的准确性。

二、划线的种类

划线可分为平面划线和立体划线。平面划线是指只在工件某一个表面内划线。立体划线是指在工件的不同表面 (通常是相互垂直的表面) 内划线。

三、划线工具

1. 划线平台

划线平台是用来安放工件和划线工具的基准工具, 如图 1-2 所示。

2. 高度游标尺

高度游标尺是精确的量具及划线工具, 如图 1-3 所示, 它可用来测量高度, 又可用其量爪的两角尖划线, 其读数原理同游标卡尺一样。

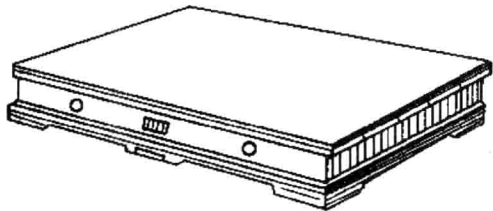


图 1-2 划线平台

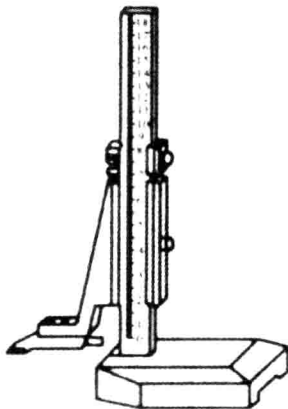


图 1-3 高度游标尺

3. 划针

划针是直接在工件上划线的工具,如图 1-4 所示。划针通常与直尺、90°角尺、划线样板等导向工具配合使用,用划针划线时,一手压紧导向工具,另一只手使划针尖靠紧导向工具的边缘,并使划针上部向外倾斜约 $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$,同时向划针前进方向倾斜 $45^{\circ}\sim 75^{\circ}$ 。

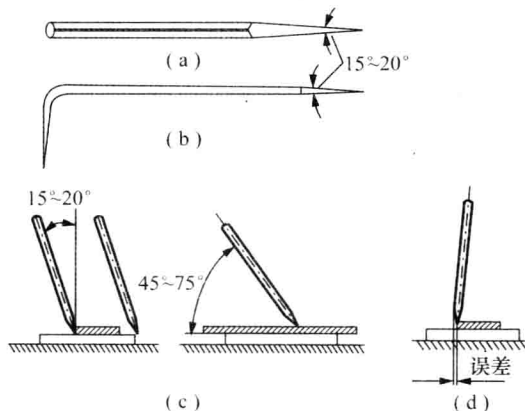


图 1-4 划针

4. 划规

划规是用来划圆、圆弧等分线段及量取尺寸的工具,如图 1-5 所示,常用的划规有普通划规、扇形划规、弹簧划规及长划规等。

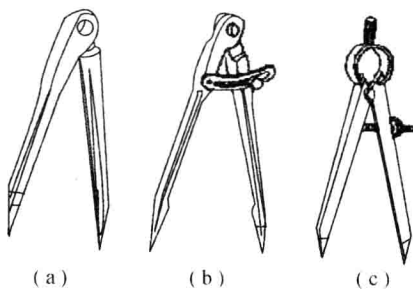


图 1-5 划规

(a) 普通划规; (b) 扇形划规; (c) 弹簧划规

5. 钢直尺

钢直尺是一种简单的测量工具和划直线的导向工具,如图 1-6 所示。在尺面上刻有尺寸刻线,最小刻线间距为 0.5mm,其规格(即长度)有 150mm、300mm、1000mm 等。

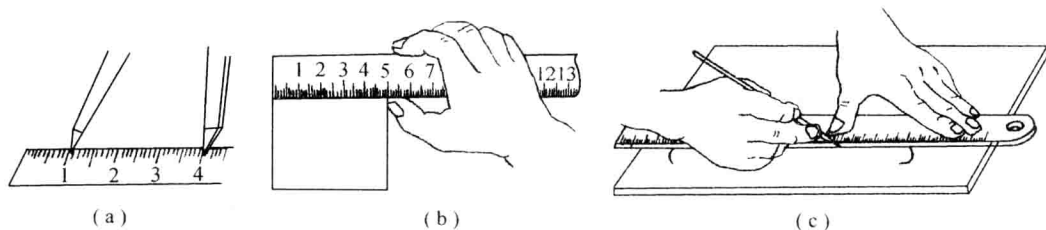


图 1-6 钢直尺

6. 90°角尺

90°角尺在钳工中应用很广，它可作为划垂直线及平行线的导向工具，还可找到工件在划线平板上的垂直位置，如图 1-7 所示，并可检查两垂直面的垂直度或单个平面的平面度。

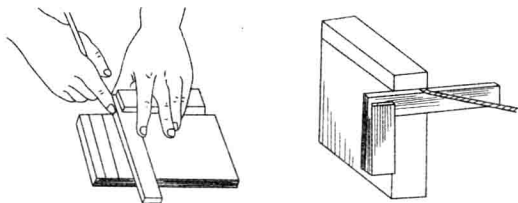


图 1-7 90°角尺

7. 样冲

工件划线后，在搬运、装夹等过程中可能将线条摩擦掉，为保持划线标记，通常要用样冲在已划好的线上打上小而均匀的冲眼。划线标记用样冲的尖端可成 45°左右，而钻孔定位中心时，样冲可磨得钝一些，一般为 60°左右。如图 1-8 所示，冲眼时，将样冲斜着放在划线上，锤击前再竖直，以保证冲眼的位置准确。

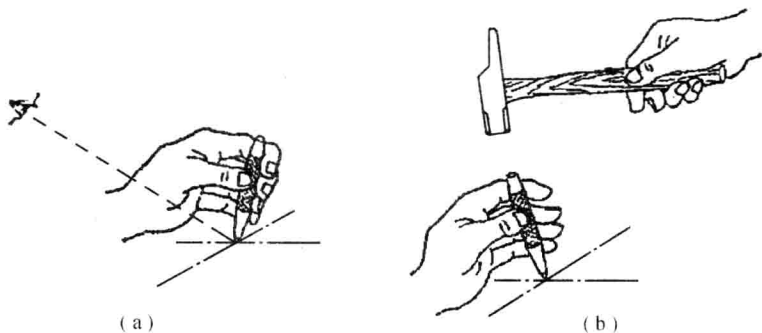


图 1-8 样冲的使用方法

(a) 样冲与线的位置；(b) 冲眼操作

四、支撑工件的工具

1. V 形架

如图 1-9 所示，V 形架主要用于支承工件的圆柱面，使圆柱的轴线平行于平台工作面。支承较长工件时，应使用成对的 V 形架。



图 1-9 V 形架

2. 方箱

方箱用于夹持工件并可随意翻转,如图 1-10 所示,这对要求 3 个方向划出互成 90° 直线的工件划线是非常方便的。为便于夹持不同形状的工件,可采用附有夹持装置、带 V 形槽的特殊方箱, V 形槽可以放置圆柱形工件使用。

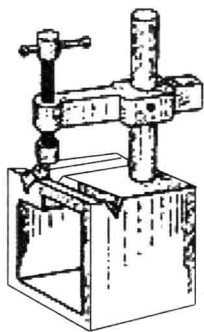


图 1-10 方箱

3. 千斤顶

千斤顶是用来支持毛坯或不规则工件进行划线的工具,它可较方便地调整工件各处的高度,如图 1-11 所示。一般工件用 3 个千斤顶支承,且 3 个支承点要尽量远离工件重心。在工件较重部分用两个千斤顶,另一个千斤顶支承在较轻的部位。

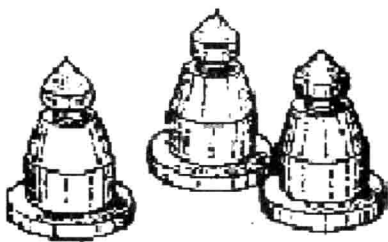


图 1-11 千斤顶

五、划线前的准备工作

(1) 工件的清理 除去工件表面氧化层、毛边、毛刺、残留污垢等,为涂色和划线作准备。

(2) 工件的涂色 工件需划线的表面涂上一层涂料,使划出的线条更清晰,常用的涂料有石灰水、蓝油等。

(3) 在工件的孔中装中心塞块 当在有孔的工件上划圆或等分圆周时,为了在求圆心和划线时能固定圆规的一脚,须在孔中塞入塞块。常用的塞块有铅条、木块或可调塞块。

六、划线基准的确定

平面划线时,通常要选择两个相互垂直的划线基准,而立体划线时,通常要确定 3 个相互垂直的划线基准。划线基准一般有以下 3 种类型,如图 1-12 所示。

- (1) 以两个相互垂直的平面或直线为基准。
- (2) 以两个互相垂直的中心平面或直线为基准。
- (3) 以一个平面或直线和一个对称平面或直线为基准。

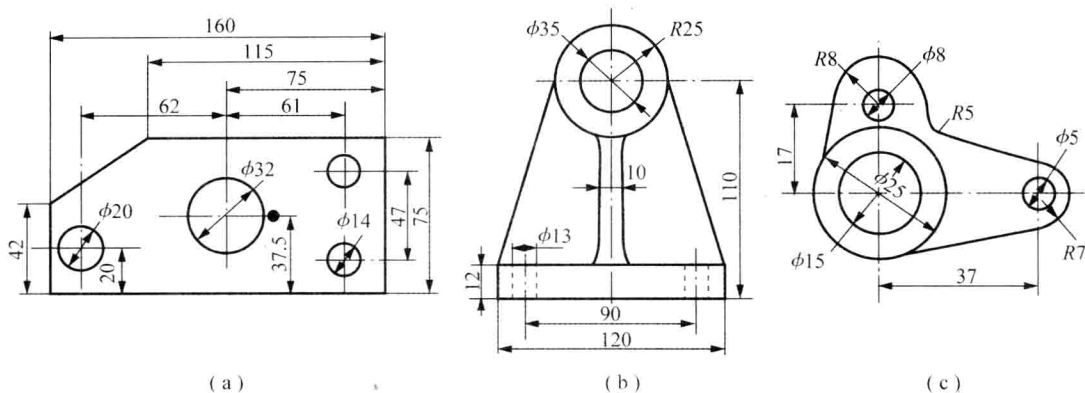


图 1-12 划线基准的类型

- (a) 以两个相互垂直的平面或直线为基准；(b) 以两个互相垂直的中心平面或直线为基准；
(c) 以一个平面或直线和一个对称平面或直线为基准

◆任务实施

1. 准备工作

- (1) 检查薄钢板的尺寸，并用锤子矫正其变形。
- (2) 去除薄板料上的毛刺，并涂上蓝油。
- (3) 看清图样了解所需划线的部位和有关加工工艺。
- (4) 薄板料底边向上划距离 36mm 尺寸线，从右侧边向左划距离 40mm 的尺寸线，以这两条垂直线作为划线基准（图 1-13）。

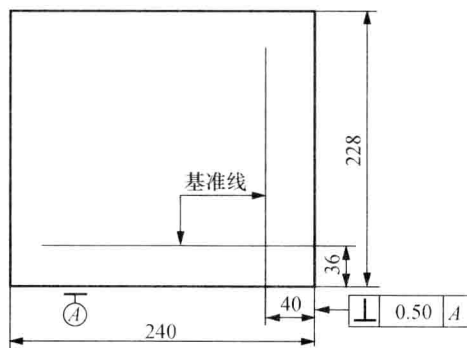


图 1-13 划线基准的确定

2. 划线步骤

具体划线步骤如图 1-14 所示。

- (1) 划尺寸 42mm、75mm 水平线和尺寸 34mm 垂直线，得圆心 O_1 。
- (2) 以 O_1 为圆心， $R78\text{mm}$ 为半径划圆弧，相交于尺寸 42mm 水平线得 O_2 点，通过

(4) 通过 O_2 点作 45° 线, 并以 $R40\text{mm}$ 为半径截得小圆心 O_4 点, 通过 O_4 点作 20° 线, 并以 $R32\text{mm}$ 为半径截得小圆心 O_5 点。

(5) 作与 O_3 点垂直线距离为 15mm 的平行线, 并以 O_3 点为圆心, $R52\text{mm}$ 为半径划圆弧截得 O_6 点。

(6) 按图 1-14 所示, 将 $\phi 80\text{mm}$ 圆周三等分, 得到圆心 O_7 、 O_8 、 O_9 。注意, 所有圆心都必须打上正样冲眼, 以便划圆弧。

(7) 分别以 O_1 、 O_2 、 O_3 为圆心, 划 $\phi 32\text{mm}$ 、 $\phi 52\text{mm}$ 和 $\phi 38\text{mm}$ 圆周线。

(8) 以 O_4 、 O_5 、 O_7 、 O_8 、 O_9 为圆心, 划 5 个 $\phi 12\text{mm}$ 圆周线。

(9) 划与底面基准线平行的水平尺寸线 28mm, 按 95mm 和 115mm 尺寸划出左下方的斜线。

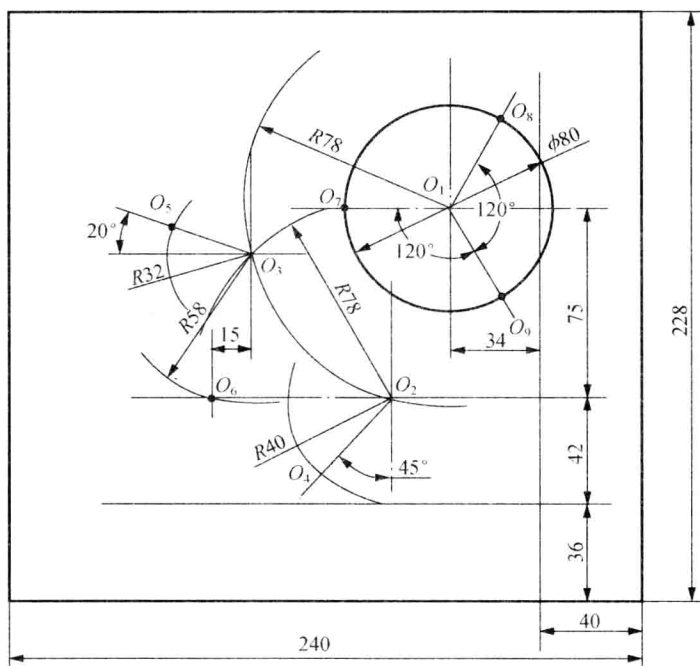
(10) 以 O_1 为圆心, $R52\text{mm}$ 为半径划圆弧, 并以 $R20\text{mm}$ 为半径作相切圆弧。

(11) 以 O_3 为圆心, $R47\text{mm}$ 为半径划圆弧, 并以 $R20\text{mm}$ 为半径作相切圆。

(12) 以 O_6 为圆心, $R20\text{mm}$ 为半径划圆弧, 并以 $R10\text{mm}$ 为半径作两处的相切圆弧。

(13) 以 $R42\text{mm}$ 为半径作右下方的相切圆弧 (图 1-14);

(14) 对图形、尺寸复检校对确认无误后, 在划线交点及在所划线上按一定间隔打出样冲眼, 使加工界限清晰可靠。

图 1-14 划 O_1 、 O_2 、 O_3 、 O_4 、 O_5 、 O_6 、 O_7 、 O_8 、 O_9 圆心

3. 注意事项

- (1) 熟悉作图方法，训练前可在绘图纸上进行一次练习。
- (2) 划线工具使用正确。
- (3) 划出线条细而清晰且样冲眼准确。
- (4) 划线后，复检校对，避免差错。

4. 评分标准（表 1-1）

表 1-1 工件划线评分标准

班级：		姓名：		学号：	
任务一：划线				零件图：图 1-1	
序号	质量检测内容	配分	评分标准	实测结果	得分
1	线条清晰	10	不符合要求不得分		
2	线条均匀	5	不符合要求不得分		
3	尺寸误差不大于 0.50mm	30	超差不得分		
4	角度误差不大于 1°	10	超差不得分		
5	冲眼落点的分布	5	不符合要求不得分		
6	冲眼大小及均匀性	5	不符合要求不得分		
7	曲线与直线过渡圆滑	6	不符合要求不得分		
8	曲线与圆弧过渡圆滑	9	不符合要求不得分		
9	基准选择正确	10	不符合要求不得分		
10	安全文明生产	10	违者不得分		
综合得分		100			

任务二 锯削

教学目标

- (1) 掌握正确的操作姿势，能对各种型材进行正确的锯削，并达到一定的锯削精度。
- (2) 能根据不同材料正确选用锯条，并能正确装夹。
- (3) 了解锯条损坏和产生废品的原因。

◆任务引入

如图 1-15 所示，锯削圆钢操作练习，并能达到技术要求。

◆任务分析

要完成如图 1-15 所示的圆钢锯削要求，必须掌握锯削的基本知识和锯削操作要领。

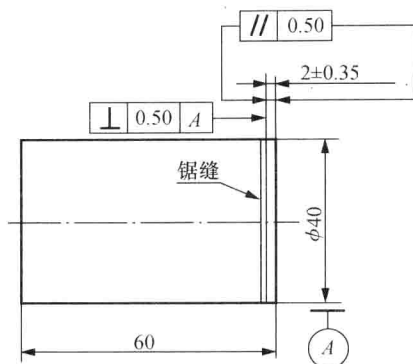


图 1-15 圆钢

◆ 相关知识

锯削主要是指用手锯对材料或工件进行分割或锯槽等加工方法。它适用于较小材料或工件的加工，把材料锯断，或锯掉工件上的多余部分，在工件上锯槽。

一、锯削工具

1. 锯弓

锯弓的作用是张紧锯条，且便于双手操持。锯弓可分为固定式和可调节式两种。固定式锯弓的弓架是整体的，只能装一种长度规格的锯条。可调节式锯弓的锯架则分为前后两段，其结构如图 1-16 所示。前段套在后段内可伸缩，故能安装几种长度规格的锯条。

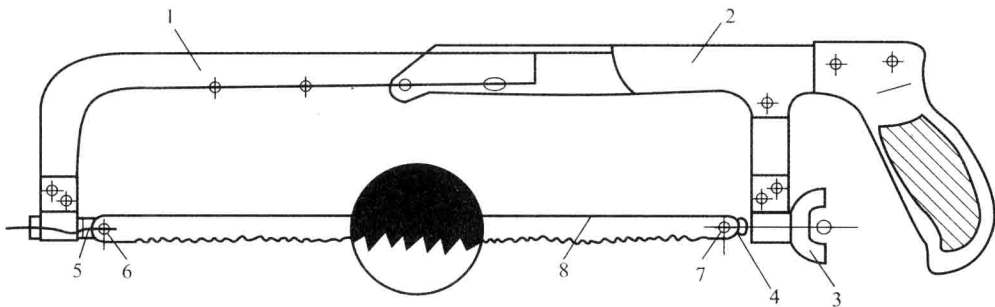


图 1-16 可调式手锯

1—可调部分；2—固定部分；3—蝶形螺母；4—活动夹头；5—固定夹头；6、7—销子；8—锯条

2. 锯条

锯条是用来直接锯削材料或工件的刀具。锯条一般用渗碳钢冷轧而成，也可用碳素工具钢或合金钢制成，并经热处理淬硬。锯条的规格是以两端安装孔的中心距来表示的。钳工常用的锯条规格是 300mm。锯齿的粗细用每 25mm 长度内齿的个数来表示。常用的有 14、18、24 和 32 等几种。锯齿粗细的选择应根据材料的硬度和厚度来确定，粗齿锯条适用于锯软材料和较大表面的厚材料；细齿锯条适用于锯硬材料及管子或薄材料。

二、锯削方法

1. 锯条的安装

锯条安装时应使齿尖的方向朝前,如图1-17(a)所示。将锯条安装在锯弓中,通过调节蝶形螺母来调整锯条的松紧程度。锯条的松紧程度要适当,锯条装得太紧,会使锯条受张力太大,失去应有的弹性,以致在工作时稍有卡阻,受力弯曲时就易折断;装得太松,会使锯条在工作时易扭曲摆动,同样容易折断,且锯缝易发生歪斜。调节锯条应与锯弓在同一中心平面内,以保证锯缝正直,防止锯条折断。

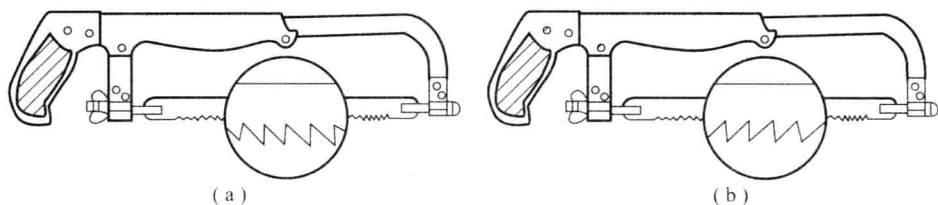


图1-17 锯条的安装

(a) 正确; (b) 错误

2. 工件的夹持

工件一般被夹持在台虎钳的左侧,以方便操作。工件的伸出端应尽量短,一般超出钳口20mm左右,工件的锯削线应尽量靠近钳口,从而防止工件在锯削过程中产生振动。

3. 起锯方法

起锯是锯削工作的开始,起锯质量的好坏直接影响锯削质量。起锯分远起锯和近起锯两种,如图1-18所示。

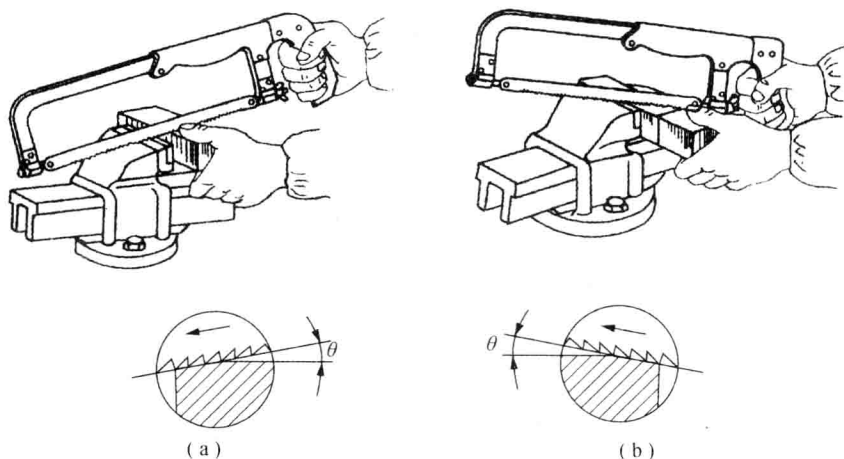


图1-18 起锯方法

(a) 远起锯; (b) 近起锯

远起锯是指从工件远离操作者的一端起锯。此时锯条逐步切入材料,不易被卡住。近起锯是指从工件靠近操作者的一端起锯。如果这种方法掌握不好,锯齿容易切入较深,而