



21世纪高职高专精品课程建设规划教材

金工实训



(第2版)

主编 颜伟 卢杰 熊娟

Metalworking
Practice
(2nd)



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21 世纪高职高专精品课程建设规划教材

金工实训 (第2版)

Metalworking Practice (2nd)

主编 颜 伟 卢 杰 熊 娟

主审 敬光红



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本教材分为7个项目,主要介绍钳工、车削、铣削、磨削、焊接、铸造、现代加工技术方面的知识和实习操作技能。每个项目后面附有技能训练项目,供金工实训时选用。

本教材适合高等职业技术学院、高等专科学校、高级技工学校、成人教育高校的机械制造与自动化、数控技术、模具设计与制造、机电工程、数控设备维护等专业的学生金工实训使用,也可供现代机械加工企业员工培训和参考使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

金工实训/颜伟,卢杰,熊娟主编. —2版. —北京:北京理工大学出版社, 2011.8

ISBN 978-7-5640-4948-5

I. ①金… II. ①颜… ②卢… ③熊… III. ①金属加工-实习-高等学校-教材 IV. ①TG-45

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第158998号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京市通州富达印刷厂

开 本/710毫米×1000毫米 1/16

印 张/12.25

字 数/227千字

版 次/2011年8月第2版 2011年8月第1次印刷

印 数/1~6000册

定 价/25.00元

责任校对/周瑞红

责任印制/吴皓云

图书出现印装质量问题,本社负责调换

编写委员会

主 编 颜 伟 卢 杰 熊 娟

副 主 编 张安民 何荣刚 黄泽森 高炳易

编写人员 (按姓氏笔画为序)

王 姣 卢 杰 邢 薇 江仿勤

杨 莺 何荣刚 汪 俊 张安民

张远辉 范 军 周志敏 练 勇

高炳易 黄泽森 熊 娟 颜 伟

魏圣坤

主 审 敬光红

前 言

高职高专机械类或近机械类专业的学生，毕业后主要在生产第一线工作。了解生产第一线的工艺装备、生产流程、工艺过程、质量控制措施，培养学生的基本工作能力，是机械类或近机械类专业的教学目标之一。为此，各学院均要求学生在低年级时必修机械制造基础，并完成2~4周的金属工艺学实训。

金工实训是培养学生职业技能必不可少的重要实践性环节。

依据教育部《高职高专教育基础课程教学基本要求》和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》精神，参照国家职业技能鉴定标准，四川省部分高等职业技术学院教师在成都多次研讨，编写了这本金工实训教材。

本教材的特点是：按照“突出技能、够用为度”的原则，以工作过程为导向，注重技能培养；围绕实际操作，编写相关知识点；按项目式结构构建教材框架：一个项目，教会学生一种技能，选用不同项目组合，构成不同专业的金属工艺学实训计划；区别于一般教科书的“系统性、完整性”，按照生产第一线的技能要求取舍内容；按照金工实训时间2~4周考虑，通过项目的组合进行适当的精简或扩展。为了帮助学生尽早熟悉英语专业词汇或术语，有利于高年级专业英语的学习和运用，本教材的一、二、三级标题和书中的图题，均配有英语翻译。

本教材是学生在实训工厂的操作指南，是教师指导实训、布置任务的依据。每一项目中，都编有要求学生完成的实训项目，实训指导教师可根据所在学院的实际条件选用其中的实训项目。

由于各院校机械类或近机械类不同专业对金工实训的要求有些差异，本教材在编写内容和内容深浅程度把握方面，可能还存在不足，敬请读者不吝指正。

本教材的编写和出版得到北京理工大学出版社的支持，编写过程中参考或引用了一些同类型教材资料，同时得到许多同行和同事的帮助，在此一并表示感谢！

编 者

目 录

项目一 钳工实训

Item 1 Bench Training	1
一、实训要求 Requirements of the Training	2
二、相关知识点 Related Knowledge	2
三、实训操作 Operation	24
技能训练一 锉削钢六角工件	
Training 1 Filing Hexagon Workpiece	24
技能训练二 锉削工件的曲面	
Training 2 Filing the Curve Surface of Workpiece	26
技能训练三 制作普通榔头	
Training 3 Making a Conventional Hammer	28
技能训练四 制作鸭嘴榔头	
Training 4 Making of the Duck-mouth Like Hammer	30
技能训练五 锉配凹凸体工件	
Training 5 Filing a Pair of Concave and Prominent Workpieces	32

项目二 车削实训

Item 2 Turning Training	35
一、实训要求 Requirements of the Training	35
二、相关知识点 Related Knowledge	36
三、实训操作 Operation	57
技能训练一 车床操作	
Training 1 Lathe Operation	57
技能训练二 车刀的刃磨及其安装	
Training 2 Grinding and Installing of a Tool	59
技能训练三 轴类零件车削	
Training 3 Turning Shafts	62
技能训练四 销轴零件的车削	
Training 4 Turning the Pin Components	67
技能训练五 盘套类零件车削	
Training 5 Turning the Plate and Sleeve Components	68
技能训练六 调整垫圈车削	
Training 6 Turning a Washer Used for Adjustment	72

技能训练七 圆锥车削

Training 7 Turning Taper 72

技能训练八 圆锥零件车削

Training 8 Turning the Taper Component 76

技能训练九 螺纹零件的车削

Training 9 Turning the Thread Component 77

技能训练十 成型面零件的车削

Training 10 Turning the Contour Component 79

技能训练十一 偏心零件的车削

Training 11 Turning the Eccentric Component 80

技能训练十二 轴类零件车削综合训练

Training 12 The Comprehensive Training for Shaft
Component Turning 82

项目三 铣削实训

Item 3 Milling Training 85

一、实训要求 Requirements of the Training 85

二、相关知识点 Related Knowledge 85

三、实训操作 Operation 94

技能训练一 铣床操作

Training 1 The Milling Machine Operation 94

技能训练二 平面铣削

Training 2 The Plane Milling 94

技能训练三 沟、槽铣削

Training 3 Milling the Ditch and the Groove 98

技能训练四 典型零件铣削

Training 4 Milling of the Typical Parts 101

项目四 磨削实训

Item 4 Grinding Training 103

一、实训要求 Requirements of the Training 103

二、相关知识点 Related Knowledge 103

三、实训操作 Operation 104

技能训练一 外圆磨床的操作、调整及维护保养

Training 1 The Operation, Adjustment and Maintenance of the
Circular Grinding Machine 104

技能训练二 在磨床上正确装夹工件

Training 2 Assembly and Fixing the Workpiece on the Grinder 106

技能训练三 磨削外圆柱面	
Training 3 Grinding the Cylinder Surface	108
技能训练四 磨削平面	
Training 4 Grinding the Plane	109
技能训练五 磨削综合训练	
Training 5 Comprehensive Training on Milling	113
项目五 焊接实训	
Item 5 Welding Training	118
一、实训要求 Requirements of the Training	118
二、相关知识点 Related Knowledge	118
三、实训操作 Operation	142
技能训练一 低碳钢板对接平焊	
Training 1 The Horizontal Upset Welding of Low Carbon Steel Sheet	142
技能训练二 低碳钢板 T 形接头平焊	
Training 2 The Horizontal T-type Connector Welding of LCSS	144
技能训练三 低碳钢板对接立焊	
Training 3 The Vertical Upset Welding of LCSS	145
技能训练四 低合金钢板对接横焊	
Training 4 The Horizontal Upset Welding of Low Alloy Steel Sheet	148
技能训练五 低碳钢板对接气焊	
Training 5 The Gas Welding of LCSS	151
技能训练六 钨极氩弧焊操作	
Training 6 Gas Tungsten-arc Welding	154
技能训练七 CO ₂ 气体保护焊的操作	
Training 7 CO ₂ Gas Metal-arc Welding	156
技能训练八 埋弧焊的操作——低碳钢板对接平焊	
Training 8 Submerged Arc Welding—Horizontal Upset Welding of LCSS	159
项目六 铸造实训	
Item 6 Casting Training	162
一、实训要求 Requirements of the Training	162
二、相关知识点 Related Knowledge	162
三、实训操作 Operation	166
技能训练一 铸造企业参观实习	
Training 1 Visiting a Cast Enterprise	166
技能训练二 手工整模造型	
Training 2 Manual Single Mold Forming	168

项目七 现代制造技术认识实训

Item 7 Modern Manufacturing Technology Training	170
一、实训要求 Requirements of the Training	170
二、相关知识点 Related Knowledge	170
三、实训操作 Operation	178
技能训练一 数控车床基本操作	
Training 1 The Fundamental Operation of NC Lathe	178
技能训练二 数控铣床基本操作	
Training 2 The Fundamental Operation of NC Milling Machine	179
技能训练三 认识数控加工中心	
Training 3 The Cognition of NC Maching Center	182
参考文献	183

项目一 钳工实训

Item 1 Bench Training

一、实训要求

二、相关知识点

三、实训操作

技能训练一 锉削钢六角工件

技能训练二 锉削工件的曲面

技能训练三 制作普通榔头

技能训练四 制作鸭嘴榔头

技能训练五 锉配凹凸体工件

钳工主要是利用台虎钳、各种手用工具和一些机械电动工具完成某些零件的加工，部件、机器的装配和调试，以及各类机械设备的维护与修理等工作。

钳工工作内容主要有以下几个方面：

① 加工前的准备工作，如清理毛坯，在毛坯上划线和在半成品工件上划加工线等；

② 加工在单件或小批量生产中，机器不便加工的零件；

③ 加工精密零件，如样板、夹具、模具和精密量具等；

④ 加工一些大型精密机器配合面，如刮研工作导轨、滑动轴承，以及刮研精密平板等；

⑤ 安装、装配和调试机器，以及机器设备在使用过程中的修理等。

钳工以手工操作为主，使用各种简单的工具，加工灵活多样，可以完成机械加工不便或不能加工的修理、装配和制作等工作，是一种比较复杂、细致、工艺要求高的工作。尽管钳工的生产效率低、劳动强度大、对工人的技术要求高，但目前在机械制造和修配，以及形状复杂、精度要求高的量具、模具、样板、夹具等的加工中，钳工仍然是不可缺少的重要工种之一。

随着机械工业的发展，钳工的工作范围日益广泛，需要掌握的技术知识和技能也越来越多，以至形成了钳工专业的分工，如：普通钳工、划线钳工、修理钳工、装配钳工、模具钳工、工具样板钳工、钣金钳工等。

钳工基本操作包括：零件测量、划线、錾削、锯削、锉削、钻孔、扩孔、铰孔、铰孔、攻螺纹、套螺纹、刮削、研磨、矫直、弯曲、铆接、钣金下料以及装配等。

一、实训要求 Requirements of the Training

- 了解钳工及装配车间生产安全技术;
- 了解在零件加工、机械装配及维修中钳工工作的作用、特点和应用;
- 能正确使用钳工常用的工具、量具;
- 掌握钳工主要工作(划线、錾削、锯削、锉削、钻孔、攻螺纹、套螺纹、刮削等)的基本操作方法,并能按图样独立加工简单零件;
- 了解刮削、扩孔、铰孔的加工方法和应用;
- 熟悉装配的概念及简单部件的装拆方法,完成简单部件的装拆工作。
- 遵守安全技术和文明生产的基本要求:
- ◆ 实训时,学生必须穿工作服,女同学要戴工作帽,不准穿拖鞋上班,操作车床时严禁戴手套。
- ◆ 不准擅自使用不熟悉的机器和工具。使用电器设备时,必须严格遵守操作规程,防止触电。设备使用前要检查,如发现损坏或其他故障时应停止使用并报告指导教师。
- ◆ 使用砂轮机时,操作者应该站在砂轮的侧面或斜对面,不能站在砂轮的正面。
- ◆ 使用钻床时,要夹紧工具和工件,合理选择切削用量。
- ◆ 操作前要环顾四周,时刻注意安全,防止意外。钳台两侧同时有人錾削时,要特别当心。錾削操作时必须带防护眼镜。
- ◆ 要用刷子清理铁屑,不准用手直接清除,更不准用嘴吹,以免割伤手指或屑末飞入眼睛。
- ◆ 要做到文明生产(实训),使用的工具要分类放置,用后及时维护、存放;精密的工、量具要轻拿轻放;工件、毛坯和原材料应堆放整齐;工作环境要随时保持整洁,下班前清理工具、打扫场地。

二、相关知识点 Related Knowledge

1. 划线 Delineating

划线是根据图纸要求,在毛坯或半成品上划出加工界限,作加工和装配的依据。通过划线,可以检查毛坯的尺寸是否合格,分配毛坯各加工表面的余量,以及保证它们的相互位置精度。

划线可以分为平面划线和立体划线,如图 1-1 所示。

(1) 划线工具及使用方法

划线平板:划线平板如图 1-2 所示,是用来安放工件和划线的主要基准工

具,用铸铁制成,上表面是划线的基准平面,一般经刨削和刮研处理。平板安置要牢固,上平面要水平,以便支承工件。平板各处要均匀使用,以免局部磨损,影响划线精度。要轻放工具和工件,不准碰撞和敲击上表面,保持清洁。长期不用时,应涂防锈油,用木板护盖盖住。

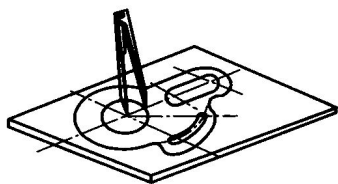


图 1-1 平面划线和立体划线

Delineating of Plane and Solid

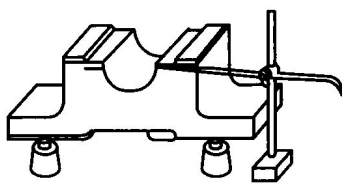


图 1-2 平板

Panel

方箱:方箱是用铸铁制成的空心立方体,相邻各面相互垂直。上面有 V 形槽用来安装轴类、筒类等圆形工件,以便找正划出中心线。方箱用于尺寸较小而加工面较多的工件划线。如图 1-3 所示。

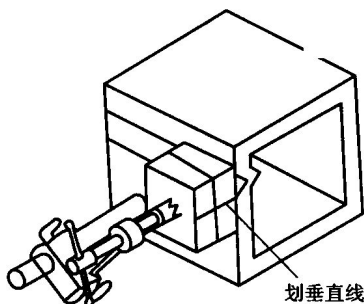
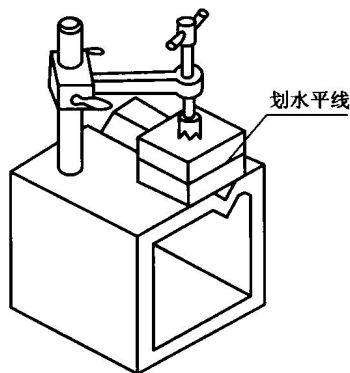


图 1-3 方箱划线

Delineating of the Square Chest

V 形铁:主要用来支承工件的外圆柱面,如图 1-4 所示。V 形铁相邻各边互相垂直,V 形槽为 90° 。一般 V 形铁是两块为一副,其尺寸和形状完全相同。划长轴类工件的线时,工件应放置在等高的两个 V 形铁上,以保证工件轴线与划线基面平行。

千斤顶:在较大的工件或不规则的工件上划线时,通常用高度可调的千斤顶来支承工件,以便找正工件。千斤顶的顶端有圆锥形和 V 形两种,以便能牢固地支承平面和圆弧面的工件。如图 1-5 所示。

划针盘:划针盘是在工件上进行立体划线和校正工件时常用的工具。调节划针高度、在平板上移动划针盘,即可在工件上划出与平板平行的线来。划针盘移动时,其划针应与划线表面成 75° ,盘底始终贴紧划线平台。划针盘的结构如图 1-6 所示。

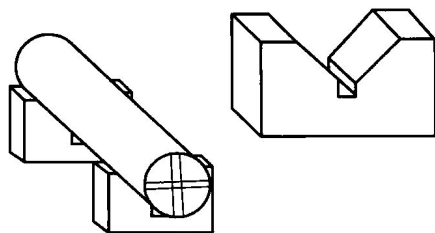


图 1-4 V 形铁支承工件
Supporting Workpiece with V Block

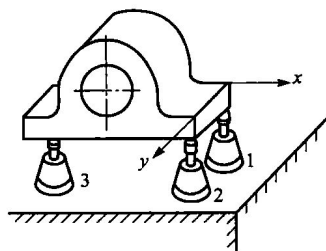


图 1-5 千斤顶及使用
Jack and its Application

高度游标尺：如图 1-7 所示，高度游标尺是高度尺和划针盘的组合。它既可用于高度测量，又可用其量爪直接划线，它是精密的划线工具，主要用于半成品或光滑表面坯料的划线。划线时量爪应垂直于工件表面，一次性划出线条。不允许用它划粗糙的毛坯件，防止碰坏硬质合金划线刀刃。

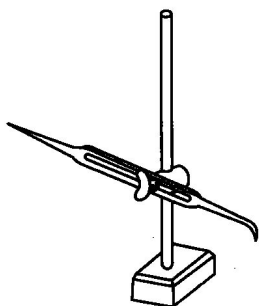


图 1-6 划针盘
Scribing Tool

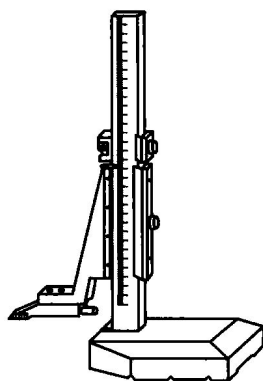


图 1-7 高度游标尺
High Vernier Calliper

样冲：样冲是用来在工件表面上划出的线上打出样冲眼，以备所划的线模糊后，仍能找出原线的位置。样冲及其用法如图 1-8 所示。

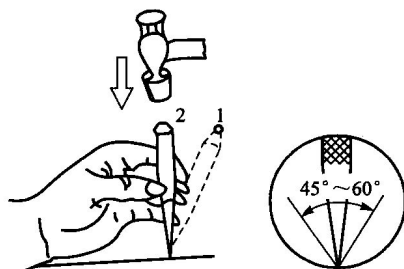


图 1-8 样冲及其使用
Joint Punch and
its Application

(2) 划线基准

基准是用来确定工件上各几何要素间的尺寸大小和位置关系所依据的一些点、线、面。

在设计图样上采用的基准为设计基准，在工件上划线时所选用的基准称为划线基准。在选用划线基准时，应尽可能使划线基准与设计基准一致，这样，可避免相应的尺

寸换算和基准不重合误差。

平面划线时一般选用两个相互垂直的划线基准，立体划线时选用三个相互垂直的划线基准。一般选重要的孔中心线或图纸尺寸标注的基准线为划线基准。如果工件上已有加工过的平面，则应以加工过的平面为划线基准。如图1-9所示。

(3) 立体划线的方法

立体划线的步骤如图1-10所示。

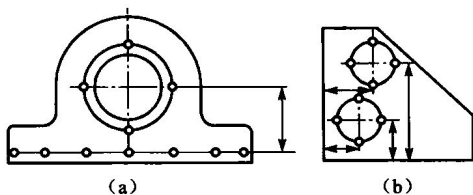


图1-9 划线基准

Delineating Benchmark

(a) 基准面一；(b) 基准面二

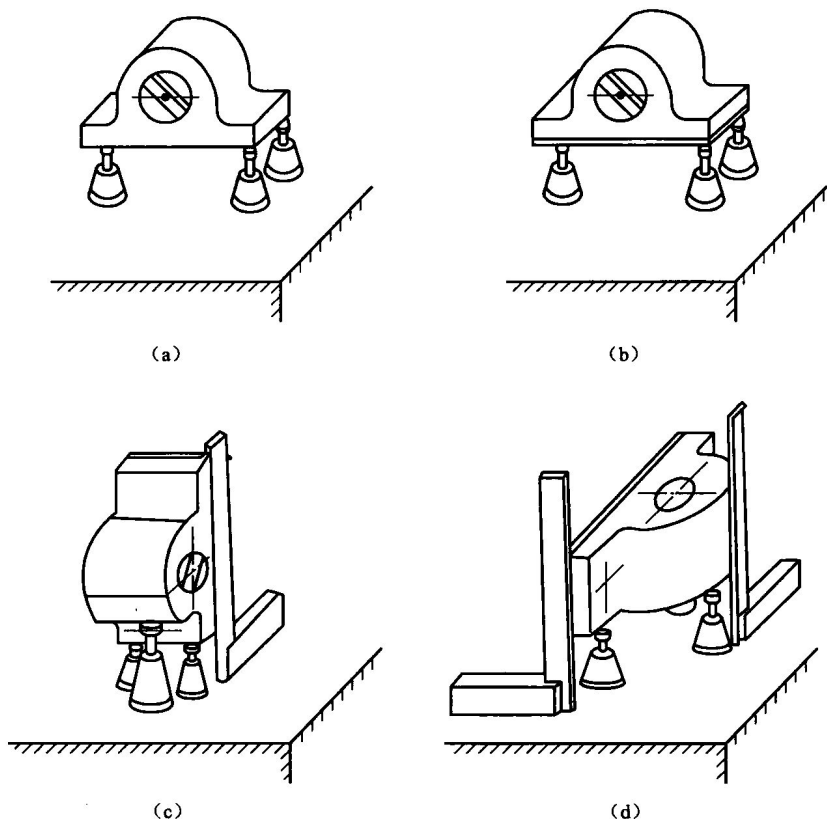


图1-10 立体划线示例

Illustration of Solid Delineating

(a) 找正划水平线；(b) 划全部水平线；

(c) 翻转90°，划全部水平线；(d) 翻转90°，用90°角尺找正划线

① 研究图纸，确定划线基准。检查毛坯能否按正常划线方法划出所有的线，若不能，则要采取借料方法划线。

② 清理毛坯,在划线部分涂上涂料。铸锻毛坯涂白灰浆,已加工面涂蓝油(2%~4%龙胆紫,3%~5%虫胶漆,95%~91%酒精配制而成)。

③ 在有孔的工件上划圆或等分圆周时,可用木板堵大孔,木板上再贴薄铁皮,用铅块堵小孔,以便定出孔的中心位置。

④ 用千斤顶支承找正工件,用划针盘或高度划线尺划出基准线,再划出其他水平线。当工件上有已加工表面时,应该以已加工表面作为划线基准。

⑤ 翻转工件,用角尺找正工件,划出垂直线。

⑥ 逐一检查划出的线是否与图纸尺寸相符,然后打样冲眼。样冲眼主要打在交线位置和中心位置,应打在划线的正中间。毛坯件可打深一些,半成品要打浅一些。

立体划线时应注意:

① 工件支承和夹持要牢,防止移位和滑倒伤人或损坏工具;

② 在一次支承或夹持中,要把全部平行线划出,以免再次补划,造成划线误差;

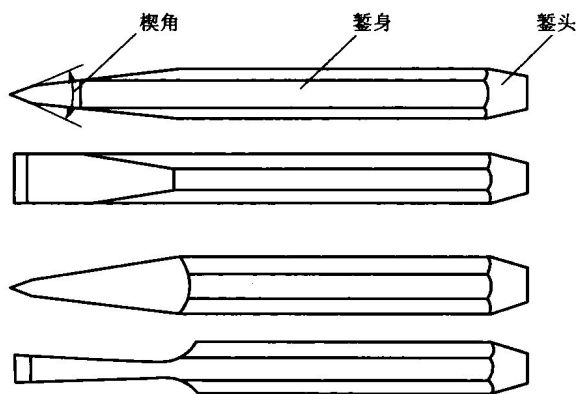
③ 应当正确调整和使用划针盘、高度划线尺、直角尺等划线工具,以免产生划线误差。

2. 錾削 Chiseling

錾削是利用手锤锤击錾子,对工件切削加工的一种方法。采用錾削,可除去毛坯的飞边、毛刺、浇冒口,切割板料、条料、开槽以及对金属表面进行粗加工等。尽管錾削工作效率低,劳动强度大,但由于它所使用的工具简单,操作方便,因此在许多不便机械加工的场合,仍起着重要作用。

(1) 錾削工具及其使用方法

錾子: 錾子(图1-11)一般用碳素工具钢锻毛坯,磨成所需楔形,刃部经淬火和回火处理而成。錾子的形状是根据錾削工作的需要而制作的,常用的錾子



有平錾和窄錾两种。平錾的刃部宽为10~15 mm,窄錾的刃部宽为4~5 mm,錾子全长为120~150 mm。平錾用来錾削平面和錾断薄金属板、金属条等;窄錾用来錾削沟槽、油槽等。

錾子刃部的楔角应根据所加工的材料而异。楔角越大,刃部的强度越大,但錾削时的阻力也越大;錾削硬材料时可用楔角大些的,錾削软材料时

图1-11 平錾与窄(槽)錾
Chipping Chisel and Groove Chisel

可用楔角小些的。錾削铸铁时约 70° 、錾削钢件时约 60° 、錾削铜和铝时约 50° 。

錾子要握得自如，用左手的中指、无名指和小指握持，大拇指和食指自然地接触錾子。錾子的头部要伸出 $20 \sim 25 \text{ mm}$ ，便于榔头敲击，以免伤着手。錾子的握法如图 1-12 所示。

手锤：手锤是錾削工件和拆装零件时的重要工具，其规格用锤头质量表示，常用的有 0.5 kg 。锤头有软硬之分，软锤头的材料为铜、硬木、铅或橡胶，多用于机器装配或校正；硬锤头通常用碳素工具钢锻成，并经淬火和回火处理。手锤木柄全长约 300 mm ，截面形状为椭圆形。

手锤的握法如图 1-13 所示，主要是靠拇指和食指，其余各指仅在锤击下时才握紧，柄端伸出 $20 \sim 30 \text{ mm}$ 。挥锤要自然，眼睛应注意錾刃，而不是錾子的头部。

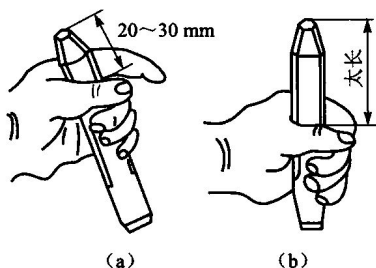


图 1-12 錾子的握法

Holding of the Chisel

(a) 正确；(b) 不正确

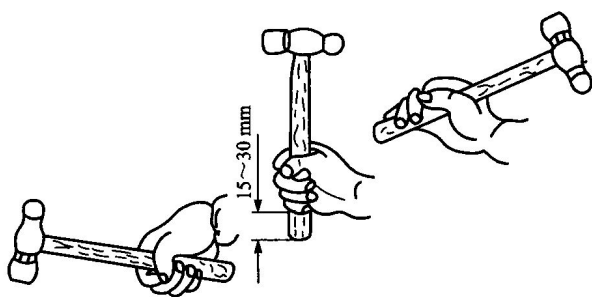


图 1-13 手锤的握法

Holding of the Hammer

(2) 錾削的方法

錾削姿势：如图 1-14 所示。

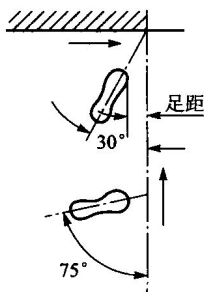


图 1-14 錾削姿势

Chiseling Posture

錾削角度：錾削时后角 α 若太大，会使錾子切入工件太深而錾不动，会损坏錾子刃口和造成工件的报废；若后角 α 太小或为负时，錾子会向上滑，切削层逐渐变薄，錾子会从切削表面滑出。

錾削层的厚薄是确定后角 α 的主要因素， α 一般为 $3^\circ \sim 8^\circ$ ，錾削层厚时取小值，薄时取较大值，这样才能得到比较平整的錾削平面。錾削角度的调整如图 1-15 所示。

錾削方法：起錾时应从工件侧面的尖角处轻轻起錾，刃口要紧贴工件，錾子头部下倾，先錾出一个小斜面，再按正常錾削方法錾切。錾削到工件靠近尽头时，应调转工件，从另一端錾掉剩余部分，以免损坏工件棱角，造成报废，如图 1-16 所示。

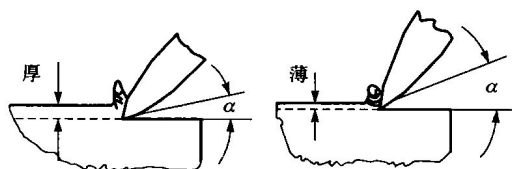


图 1-15 錾削角度
Angle on Chiseling

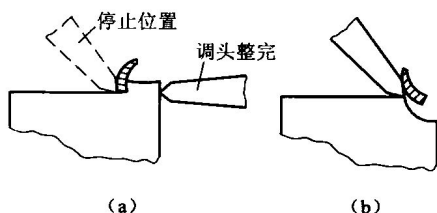


图 1-16 錾削方法
Chiseling Method
(a) 正确；(b) 错误

錾削较大平面时，应先用窄錾开槽，槽间的宽度约为平錾的 $3/4$ ，然后再用平錾錾平。平錾刃口应与前进方向不断变换角度，易于轻快錾削。平面的錾出如图 1-17 所示。

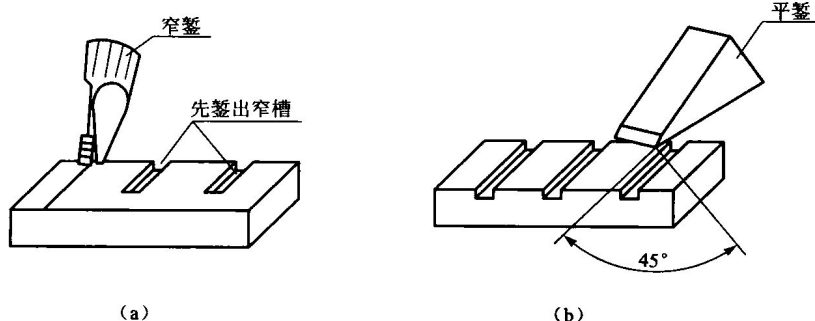


图 1-17 平面錾法
Plane Chiseling
(a) 先开槽；(b) 錾平面

錾削操作时应注意：

- ① 工件夹持应牢固，以免錾削时松动。