

国家示范性高职院校建设项目成果



机械制造专业领域

机械零件手工制作与实训

JIXIE LINGJIAN SHOUGONG ZHIZUO YU SHIXUN

■ 焦小明 主编

国家示范性高职院校建设项目成果

机械零件手工制作 与实训

主 编 焦小明

副主编 刘其兵

参 编 成党伟 赵利平 陈开君



机械工业出版社

本教材是国家示范性高职院校建设专业配套教材,根据相关课程标准编写而成,着重对手工制作(钳工)的基本能力和专业能力的培养。本教材以鸭嘴榔头(锤子)、模具镶配组合体及平口钳等产品作为教学载体,内容涵盖材料及其热处理、机械制(识)图和公差等基本知识,以及螺纹手工加工、平面研磨、钳工基本操作、装配钳工和简单机械加工等基本技能训练。

本教材可供高职高专机械设计与制造、机械制造及自动化专业教学使用,也可供技工学校、中等职业学校师生使用,亦可作为相关技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械零件手工制作与实训/焦小明主编. —北京:

机械工业出版社, 2011. 2

国家示范性高职院校建设项目成果

ISBN 978 - 7 - 111 - 33392 - 0

I ①机… II. ①焦… III. ①机械元件-钳工 工艺
-高等学校:技术学校-教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 020288 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:郑丹 王海峰 责任编辑:郑丹 王海峰 薛礼

版式设计:张世琴

责任校对:胡艳萍

责任印制:杨曦

北京京丰印刷厂印刷

2011 年 4 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm × 260mm · 11 印张 · 270 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978 - 7 - 111 - 33392 - 0

定价:22.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

本教材是国家示范性高职院校建设专业配套教材，根据相关课程标准编写而成。教材以工作过程为主线，以学习领域知识体系为特点，以实际产品为载体，较全面地体现了手工制作（钳工）的基本能力和专业能力要求。教材选取鸭嘴榔头（锤子）、模具镶配组合体、平口钳等为教学载体，内容涵盖材料及其热处理、机械制（识）图、公差等基本知识，以及螺纹手工加工、平面研磨、钳工基本操作、装配钳工和简单机械加工等基本技能训练。本教材的内容安排与传统教材相比变动较大，也是高职教材领域的一次尝试。

本教材由陕西工业职业技术学院焦小明担任主编，刘其兵任副主编，赵利平、成党伟、陈开君任参编。具体分工如下：学习情境一之学习情景4由刘其兵编写，学习情景1~3、5~7由赵利平编写；学习情境二由成党伟编写；学习情境三由焦小明编写；思考题与习题参考答案由陈开君编写；与本教材配套的电子课件由赵利平制作完成。全书由焦小明统稿，由张普礼担任主审。

本教材在编写过程中，得到了原陕西工业职业技术学院工业技术中心、咸阳机床厂的大力支持，他们为本书提供了全面的技术支持和详细的技术资料，在此一并表示感谢！

由于编者水平有限，疏漏之处在所难免，恳请读者提出宝贵的意见和建议，以臻完善。

编 者

目 录

前言

学习情境一 鸭嘴榔头手工制作	1
学习情景1 资讯：搜集资料	1
一、明确制作任务	1
二、零件材料和结构	1
三、热处理及技术要求	2
四、需要解决的主要问题	2
学习情景2 计划A：识图	3
一、机械制图常识	3
二、机械图样的表达方法	6
三、识读简单零件图	8
四、简单零件图识读练习	9
学习情景3 计划B：钢材及其热处理	11
一、钢铁材料基本知识	11
二、热处理概述	12
三、普通结构钢常用的热处理工艺	12
四、热处理设备简介	14
五、热处理质量检查	14
六、技能训练	14
学习情景4 计划C：钳工基本操作	15
技能	15
一、钳工基础知识	15
二、划线	19
三、錾削	28
四、锯削	33
五、锉削	37
六、钻孔	45
学习情景5 决策：制订方案	48
一、识读零件图	48
二、零件结构和技术要求分析	48
三、确定零件毛坯	49
四、制订制作方案	49
学习情景6 实施：制作鸭嘴榔头	50
一、方案实施的组织	50
二、实施前的准备	50
三、安全与环境保护	50
四、注意事项	51

五、成本估算	51
学习情景7 检测与评估	51
一、零件精度检测	51
二、零件精度分析与判断	51
三、归纳、总结与整理	52
四、工作评价	52
思考题与习题	53
学习情境二 三件镶配V形组合体的制作	55
学习情景1 资讯：搜集资料	55
一、认识镶配组合体	55
二、三件镶配V形组合体的结构	56
三、三件镶配V形组合体的技术分析	58
四、识读零件图	58
五、工作流程	58
学习情景2 计划A：镶拼结构入门	59
一、冲压加工	59
二、冲压模具	60
三、冲压模具实训	64
学习情景3 计划B：手工孔加工	64
一、孔的基本参数及标注	64
二、扩孔	66
三、铰孔	67
四、铰孔	68
五、孔加工实训	71
学习情景4 计划C：配合精度及形位公差	71
一、配合精度基本知识	72
二、常用测量工具及其使用方法	73
三、形状、位置误差的测量	78
四、表面粗糙度的测量	82
五、配合精度的测量	83
学习情景5 决策：制订方案	84
一、镶配体分析	84
二、材料的选择与分析	85
三、制订制作方案	85
四、工具清单	86

五、制作成本的估算	88	二、基本技能	125
学习情景6 实施: V形组合体的制作	88	三、操作技能实训	129
一、方案实施的准备工作	88	学习情景4 计划C: 钳工装配基础	131
二、制作实施	89	一、基本知识	132
三、环境清理及安全保护	89	二、基本技能	140
四、成本核算	90	学习情景5 决策: 装配方案的确定	148
学习情景7 检测验收与评价	90	一、装配图分析	148
一、精度检测	90	二、装配方法的选择	149
二、制作效果评价	91	三、装配系统图	149
三、学生、师傅及教师总结	92	四、装配工具清单	149
思考题与习题	92	五、成本估算	150
学习情境三 平口钳手工装配	94	学习情景6 实施: 平口钳装配	150
学习情景1 资讯: 搜集资料	94	一、装配准备	150
一、概述	94	二、装配工作内容	151
二、平口钳的结构	94	三、安全与环境保护	151
三、平口钳的装配结构及技术要求	95	四、成本核算	152
四、识读零件图	99	学习情景7 检测与评估	152
五、平口钳装配工作流程	99	一、装配精度检测	152
学习情景2 计划A: 手工螺纹加工	99	二、工作精度及安全调试	152
一、螺纹及螺纹联接的基本知识	100	三、工作评估	152
二、套螺纹、攻螺纹基本知识	113	思考题与习题	153
三、套螺纹、攻螺纹基本技能	117	思考题与习题参考答案	155
学习情景3 计划B: 平面刮削与研磨	121	参考文献	170
一、基本知识	121		

学习情境一 鸭嘴榔头手工制作

1. 情境描述

本情境以鸭嘴榔头为载体，以工作过程为导向，采取多种教学手段，将钳工的理论知识、实践技能、生产常识及素质培养贯穿于整个学习过程中。在理论实践一体化教学中学习理论知识和操作规范；在实际操作中升华理论知识，掌握实践技能；亲身体验职业场景，培养职业技能，最大限度地发挥学生的主体作用，从而达到既定的教学目标。

2. 教学目标

了解钳工基础知识；学会简单零件识图；了解材料及其热处理基础知识；掌握钳工常用设备、工具的用途与正确使用方法；掌握尺寸精度和位置精度的检测方法；掌握钳工基本操作技能。

3. 教学内容

识读零件图；钳工基本知识；钢材及其热处理；钳工常用的设备和工具；基准与划线；铣削、锯削、锉削；钻孔加工；安全、文明生产常识和环境保护；职业素养和职业道德。

学习情景1 资讯：搜集资料

• 教学目标

学会收集、查阅与工作任务相关的资料，并能做简单分析。

• 教学内容

明确制作任务；了解零件材料和结构的分析方法；了解零件热处理及其技术要求。

• 情景问题

利用橡皮泥、木材等材料，使用简单的工具，请做出一个榔头。

一、明确制作任务

给你一些橡皮泥、木材及简单工具，请做出一个榔头，并演示一下你的作品及其使用情况。

将你的作品与图 1-1 所示的鸭嘴榔头进行对照。图中上部的图形（即平面图形）是鸭嘴榔头的零件图，下部的图形是其三维立体图形。零件图使用工程语言表示零件的形状及要求，它表达了零件的所有信息，是非常重要的工程资料；三维立体图有助于人们更好的理解零件的结构，更直观地观察鸭嘴榔头的形状，是一种工程表达的辅助图形。

二、零件材料和结构

根据图 1-1 可知，鸭嘴榔头的主要结构是一些平面的组合体，其上有一个长方形通孔，用来安装手把；榔头的材料为 45 号优质碳素结构钢。45 钢是一种用途广泛、性能优良的钢

材, 具有较好的综合力学性能, 经过热处理, 可以达到不同的使用性能要求。

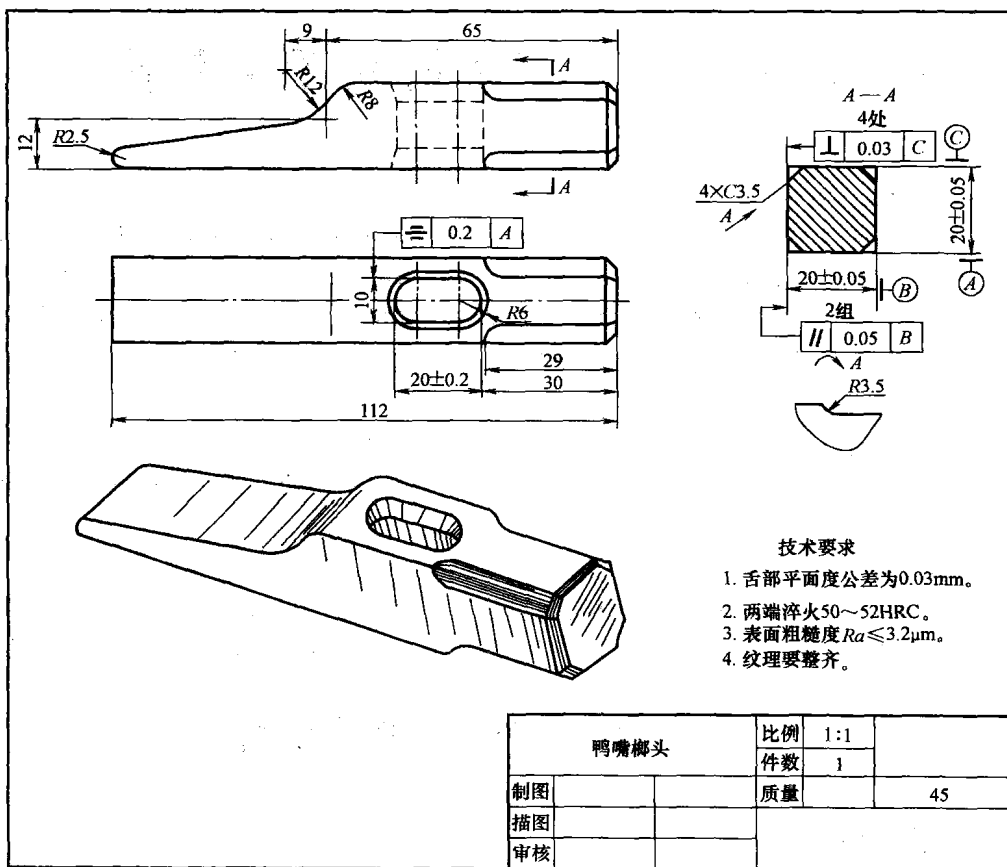


图 1-1 鸭嘴榔头

三、热处理及技术要求

图 1-1 中的尺寸标注, 如“65”、“ 20 ± 0.05 ”、“R6”等, 表示榔头各个方向上的实际大小, 单位为 mm。图中的方框 $\perp 0.03 C$ 、 $\parallel 0.05 B$ 及 $\equiv 0.2 A$ 表示几何元素间的位置关系, 称为位置精度。其中, 位于第一位的符号是位置公差符号, 如垂直度、平行度及对称度等; 第二位的数字是位置精度的具体数值, 表示位置精度的高低; 第三位的字母, 如 A、B、C, 是位置公差的基准。

图中右下角的“技术要求”下面的内容是零件加工的具体要求。当使用标注的方法不能表达零件加工的具体要求时, 可以用文字予以进一步的说明。例如, 图中舌部的平面度公差为 0.03mm, 表示榔头前端的舌面必须平直, 其公差值不大于 0.03mm; $Ra \leq 3.2\mu m$ 表示零件表面的粗糙程度; “两端淬火 50~52HRC”为榔头的热处理要求, 表示榔头的左右两端(也就是榔头的主要工作表面)的硬度高低, 两端的硬度高于其他部位的硬度是为了满足榔头打击物体时的性能要求。

四、需要解决的主要问题

根据以上信息, 制作鸭嘴榔头的过程中, 应解决以下主要问题:

1) 识读零件图。

- 2) 了解材料及其热处理知识。
- 3) 掌握手工制作的基本技能与知识。
- 4) 了解相关设备和工具的使用方法。

学习情景2 计划 A: 识图

• 教学目标

了解机械图样的一般表达方法；会识读专业范围内简单的机械图样。

• 教学内容

机械制图基础知识；机械图样的表达方法；识读简单机械零件图。

• 情景问题

你知道什么是机械图样吗？你见过哪些机械图样？

一、机械制图常识

1. 机械制图相关标准简介

绘制机械零件图应遵循下列相关国家标准：

- 1) 图样画法中有关图线、视图的标准为：GB/T 4457.4—2002、GB/T 4458.1—2002。
- 2) 有关装配图中零、部件序号及其编排方法的标准为：GB/T 4458.2—2003。
- 3) 有关尺寸注法的标准为：GB/T 4458.4—2003。
- 4) 有关尺寸公差与配合注法的标准为：GB/T 4458.5—2003。

2. 投影法基础知识

(1) 投影法的概念 由光线照射物体而在物体后面的投影面上产生投影的方法叫做投影法。例如，在日常生活中，常可看到物体在光源照射下，在地面或墙壁上出现物体的影子，这就是一种投影现象。我们把光源叫做投射中心，把光线称为投射线，地面或墙壁称为投影面，影子称为物体在投影面上的投影。

(2) 投影法的种类及应用

1) 中心投影法。以一点为投射中心，它发出的光线照射物体后，在物体后面的投影面上得到的投影，叫做中心投影（见图 1-2）。中心投影时，投射线互相不平行，得到的投影总比物体的实际轮廓大。

这种投影法的优点是有立体感，工程上常用这种方法绘制建筑物的透视图；缺点是不能真实地反映物体的形状和大小，不适合绘制机械图样。

2) 平行投影法。假想投影中心在距离投影面无限远的地方，则照射到投影面上的光线可看作是互相平行的。这种用平行光线照射物体，物体在投影面上得到的投影叫做平行投影，如图 1-3 所示。

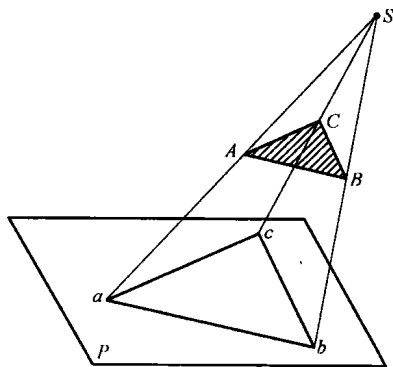


图 1-2 中心投影法

根据投射线与投影面的角度不同,平行投影法又可以分为以下两种:

①斜投影法——投射线与投影面相倾斜的平行投影法,如图 1-3a 所示。

②正投影法——投射线与投影面相垂直的平行投影法,如图 1-3b 所示。

正投影法的优点是,能够表达物体的真实形状和大小,作图方法也较简单,所以广泛用于绘制机械图样。

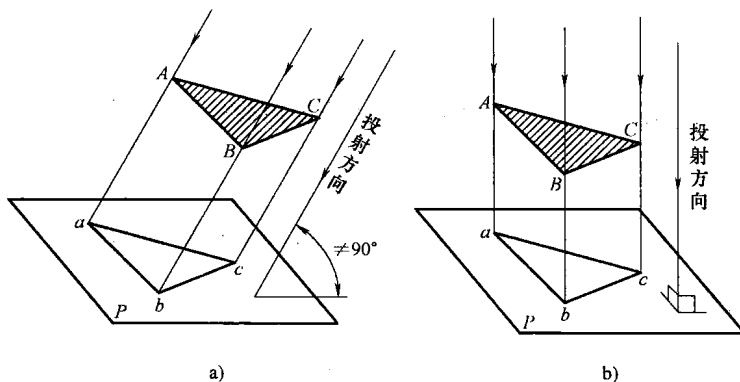


图 1-3 平行投影法

a) 斜投影法 b) 正投影法

3. 三视图的形成及投影规律

在机械制图中,通常假设人的视线为一组平行的、且垂直于投影面的投射线,相应地在投影面上得到的正投影称为视图。

一般情况下,一个视图不能确定物体的真实形状。如图 1-4 所示,两个形状不同的物体在投影面上的投影却是相同的。因此,要反映物体的完整形状,必须增加不同方向的几个视图,互相补充,才能将物体表达清楚。工程上常用的是三视图。

(1) 三投影面体系的建立 三投影面体系由三个互相垂直的投影面组成,如图 1-5 所示。

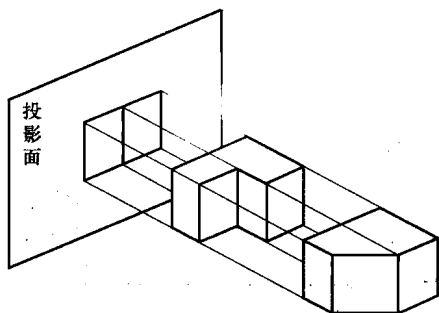


图 1-4 一个视图不能确定物体的形状

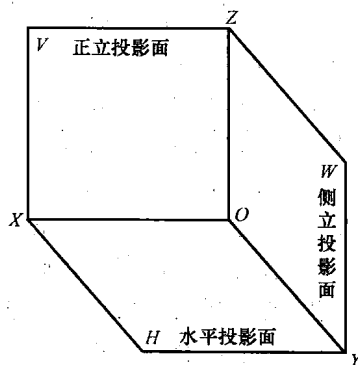


图 1-5 三投影面体系

在三投影面体系中,三个投影面分别为:

①正立投影面, 简称为正面, 用 V 表示。

②水平投影面, 简称为水平面, 用 H 表示。

③侧立投影面, 简称为侧面, 用 W 表示。

三个投影面的相互交线, 称为投影轴。它们分别是:

① OX 轴: V 面和 H 面的交线, 它代表长度方向。

② OY 轴: H 面和 W 面的交线, 它代表宽度方向。

③ OZ 轴: V 面和 W 面的交线, 它代表高度方向。

三个投影轴垂直相交的交点 O , 称为原点。

(2) 三视图的形成 将物体放在三投影面体系中, 物体的位置处在人与投影面之间, 然后将物体对各个投影面进行投影, 得到三个视图, 这样才能把物体的长、宽、高三个方向, 上下、左右、前后六个方位的形状表达出来, 如图 1-6a 所示。三个视图分别为:

主视图: 从前往后进行投影, 在正立投影面 (V 面) 上得到的视图。

俯视图: 从上往下进行投影, 在水平投影面 (H 面) 上得到的视图。

左视图: 从左往右进行投影, 在侧立投影面 (W 面) 上得到的视图。

(3) 三投影面的展开 在实际作图中, 为了画图方便, 需要将三个投影面在一个平面 (纸面) 上表示出来, 规定: V 面不动, 使 H 面绕 OX 轴向下旋转 90° 与 V 面重合, W 面绕 OZ 轴向右旋转 90° 与 V 面重合, 这样就得到了在同一平面上的三视图, 如图 1-6b 所示。可以看出, 俯视图在主视图的下方, 左视图在主视图的右方。应特别注意的是, 同一条 OY 轴旋转后出现了两个位置, 因为 OY 是 H 面和 W 面的交线, 也就是两投影面的共有线, 所以

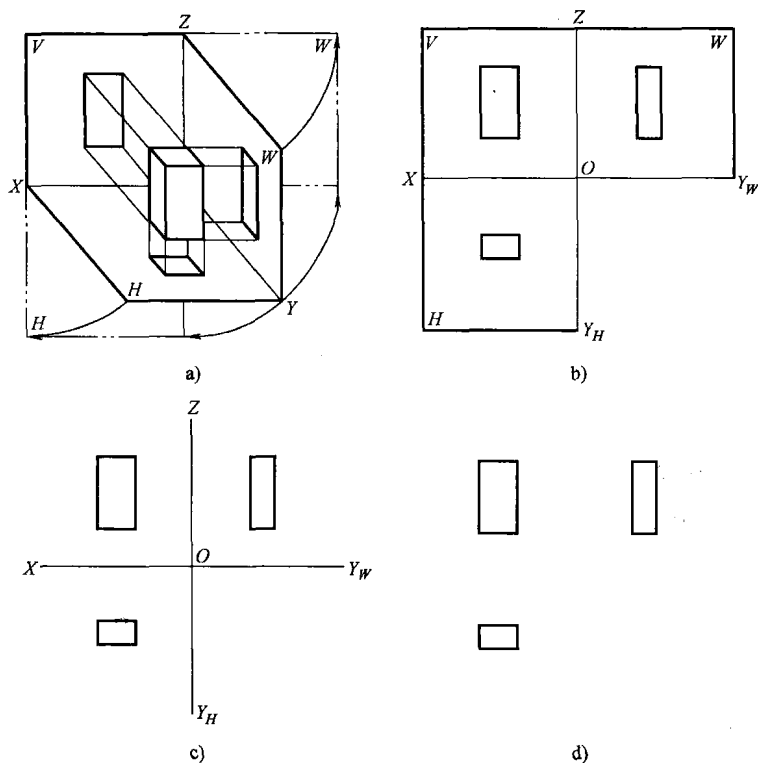


图 1-6 三视图的形成与展开

OY 轴随着 H 面旋转到 OY_H 的位置, 同时又随着 W 面旋转到 OY_W 的位置。为了作图简便, 投影图中不必画出投影面的边框, 如图 1-6c 所示。由于画三视图时主要依据投影规律, 所以投影轴也可以进一步省略, 如图 1-6d 所示。

(4) 三视图的投影规律 如图 1-7 所示, 一个视图只能反映两个方向的尺寸, 主视图反映了物体的长度和高度, 俯视图反映了物体的长度和宽度, 左视图反映了物体的宽度和高度。

由此可以归纳出三视图的投影规律: 主、俯视图“长对正”(即等长); 主、左视图“高平齐”(即等高); 俯、左视图“宽相等”(即等宽)。

三视图的投影规律反映了三视图的重要特性, 也是画图 and 读图的依据。无论是整个物体, 还是物体的局部, 其三面投影都必须符合这一规律。

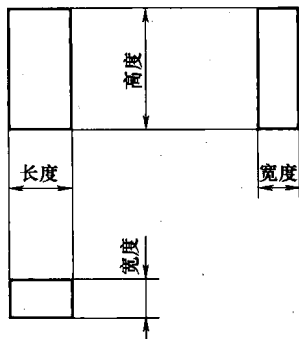


图 1-7 视图间的“三等”关系

二、机械图样的表达方法

1. 基本视图

物体有长、宽、高三个方向的尺寸, 有上下、左右、前后六个方位关系, 如图 1-8a 所示。六个方位在三视图中的对应关系如图 1-8b 所示。

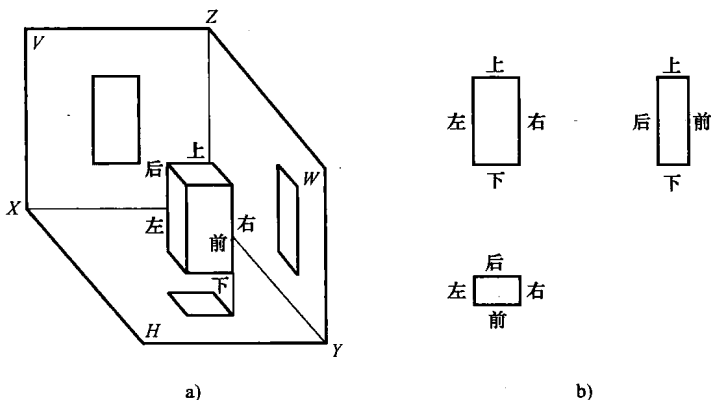


图 1-8 三视图的方位关系

a) 立体图 b) 投影图

主视图反映了物体的上下、左右四个方位; 俯视图反映了物体的前后、左右四个方位; 左视图反映了物体的上下、前后四个方位。

注意: 以主视图为基准, 俯视图、左视图靠近主视图的一侧为物体的后面, 远离主视图的一侧为物体的前面。

2. 断面图

(1) 断面图的概念 假想用一个剖切平面将机件在某处切断, 仅画出该断面的形状, 这个图形叫做断面图 (如图 1-9)。

(2) 断面图的种类 根据绘制位置的不同, 断面图可分为移出断面图和重合断面图两种。

1) 移出断面图。断面图画在视图之外,称为移出断面图。移出断面图的轮廓线用粗实线绘制,如图 1-9a 所示。

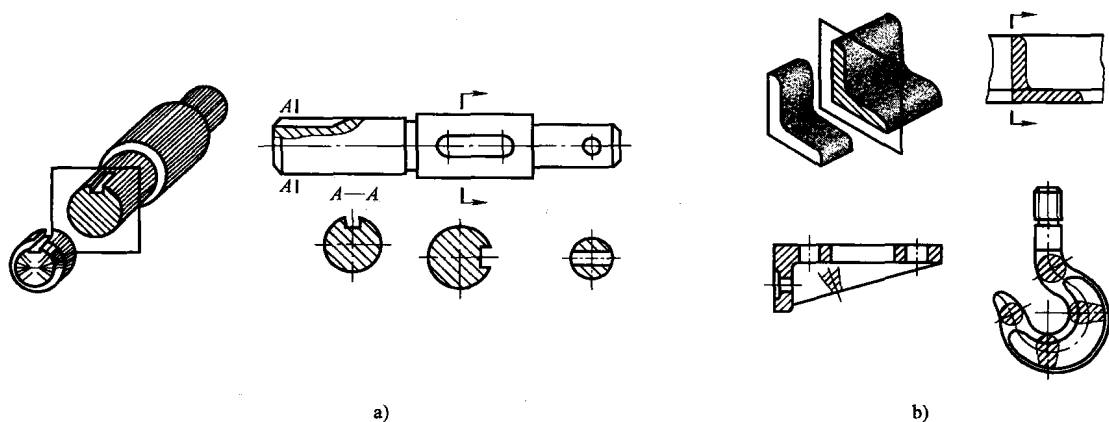


图 1-9 断面图

a) 移出断面图 b) 重合断面图

2) 重合断面图 在不影响图形清晰的前提下,断面图也可画在视图里面,称为重合断面图。重合断面图的轮廓线用细实线绘制,如图 1-9b 所示。

(3) 断面图的标注

1) 移出断面图一般应用剖切符号表示剖切位置,用箭头表示投影方向,并注上字母,在断面图的上方,用同样的字母标出相应的名称“X—X”。

2) 配置在剖切符号延长线上的不对称移出断面图,可省略字母。配置在剖切符号上的不对称重合断面图,不必标注字母。

3) 不配置在剖切符号延长线上的对称移出断面图,以及按投影关系配置的对称移出断面图,均可省略箭头。

4) 对称的重合断面图和配置在剖切平面迹线的延长线上的对称移出断面图可以完全不标注。

3. 局部放大图

(1) 定义 当机件上一些细小的结构在视图中表达不够清晰,又不便标注尺寸时,可以采用大于原图形的比例单独画出这些结构,这种图形称为局部放大图(见图 1-10)。

局部放大图可画成视图、剖视图或断面图,它与被放大部分的表达方式无关。局部放大图应尽量配置在被放大部位的附近。在画局部放大图时,应用细实线圈出被放大部位。当同一视图上有几个被放大部位时,要用罗马数字依次标明被放大部位,并在局部放大图的上方标注出相应的罗马数字和采用的比例。

(2) 简化画法及其他规定画法

1) 当机件具有若干个相同结构(如孔、槽等),并按一定规律分布时,只需画出几个完整的结构,其余用细实线连接,在零件图中注明该结构的总数即可。

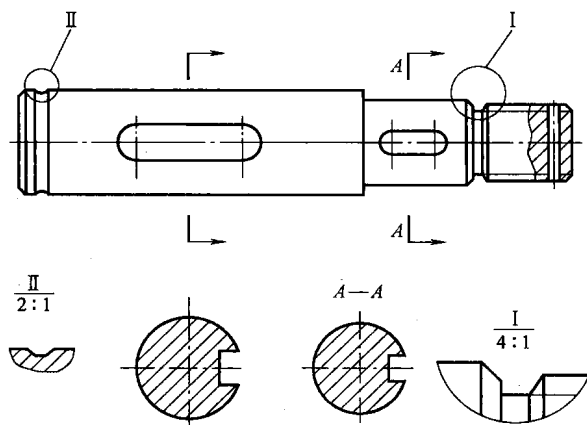


图 1-10 局部放大图

机件上具有若干直径相同且成规律分布的孔, 可仅画出一个或几个孔, 其余用点画线表示其中心位置, 并在图中注明孔的总数即可。

2) 对于机件的肋、轮辐及薄壁等, 如按纵向剖切, 这些结构均不画剖面符号, 并用粗实线将剖切部分与其邻接部分分开; 如横向剖切, 仍应画出剖面符号。当回转体上均匀分布的肋、轮辐和孔等结构不处于剖切平面上时, 可将这些结构旋转到剖切平面上画出。

3) 在不致引起误解时, 对称机件的视图可只画一半或四分之一, 但必须在对称中心线两端画出两条与其垂直的平行细实线。

4) 机件上较小的结构, 如在一个视图中已表示清楚时, 其他视图可以简化画出。在不致引起误解时, 零件图中的小圆角、小倒角、小倒圆均可省略不画, 但必须注明尺寸或在技术要求中加以说明。

5) 当图形不能充分表达平面时, 可用平面符号 (两条相交的细实线) 表示。

6) 较长的机件沿长度方向的形状一致或按一定规律变化时, 可断开后缩短绘制。

7) 与投影面倾斜角度小于或等于 30° 的圆或圆弧, 其投影可用圆或圆弧代替。

三、识读简单零件图

1. 零件图概述

(1) 零件图的作用 在机械产品的生产过程中, 加工和制造各种不同形状的机器零件时, 一般是先根据零件图对零件材料和数量的要求进行备料, 然后按图样中零件的形状、尺寸与技术要求进行加工制造, 同时还要根据图样上的全部技术要求, 检验被加工零件是否达到规定的质量指标。由此可见, 零件图是设计部门提交给生产部门的重要技术文件, 它反映了设计者的意图, 表达了对零件的要求, 是生产中进行加工制造与质量检验的重要技术文件。

(2) 零件图的内容 零件图应包括以下四方面的内容:

1) 一组视图。用一组视图 (包括三视图、断面图及局部放大图等表达方法) 完整、准确、清楚、简便地表达出零件的结构形状。

2) 足够的尺寸。零件图中应正确、齐全、清晰、合理地标注出表示零件各部分形状大小和相对位置的尺寸, 为零件的加工制造提供依据。

3) 技术要求。用规定的符号、代号、标记和简要的文字描述制造和检验零件时应达到的各项技术指标和要求。

4) 标题栏。在图样的右下角按标准格式画出标题栏, 填写零件的名称、材料, 图样的编号、绘图比例, 以及设计、审核、批准人员的签名和日期等。

2. 识读零件图

(1) 概括了解 从标题栏了解零件的名称、材料及绘图比例等内容。根据名称判断零件属于哪一类零件, 根据材料可大致了解零件的加工方法, 根据绘图比例可估计零件的大小。必要时, 可对照机器、部件实物或装配图了解该零件的装配关系等, 从而对零件有初步的了解。

(2) 分析视图间的联系和零件的结构形状 分析零件各视图的配置情况和各视图间的投影关系, 运用形体分析法和线面分析法读懂零件各部分结构, 想象出零件的形状, 看懂零件的结构和形状是读零件图的重点。读图的一般顺序是: 先整体, 后局部; 先主体结构, 后局部结构; 先读懂简单部分, 再分析复杂部分。读图时, 应注意图样中是否包含规定画法和简化画法。

(3) 分析尺寸和技术要求 分析尺寸时, 首先要弄清长、宽、高三个方向的尺寸基准, 从基准出发查找各部分的定形尺寸和定位尺寸。必要时, 联系机器或部件与该零件有关的零件一起进行分析, 深入理解尺寸之间的关系, 并分析尺寸公差、形位公差和表面粗糙度等技术要求。

(4) 综合归纳 零件图表达了零件的结构形式、尺寸及精度要求等内容, 它们之间是相互关联的。初学者在读图时, 首先要做到: 正确地分析表达方案, 运用形体分析法分析零件的结构、形状和尺寸, 全面了解技术要求, 正确理解设计意图, 从而达到读懂零件图的目的。

四、简单零件图识读练习

识读图 1-11 所示的主轴零件图。

1) 概括了解。从标题栏知道该零件是轴类零件, 轴类零件的基本形状是回转体, 沿轴线方向通常有轴肩、倒角、螺纹、退刀槽及键槽等结构。主轴材料是 45 钢, 绘图比例为 1:1, 与实物大小一致。

2) 分析视图间的联系和零件的结构形状。主轴零件采用一个主视图, 三个断面图和一个局部放大图表达, 主视图按加工位置, 轴线水平放置, 便于加工时图物对照, 并很好地反映轴向结构形状。为了表示键槽的深度和销孔, 采用移出断面图来表达, 退刀槽采用局部放大图来表达。

3) 分析尺寸和技术要求。轴的径向尺寸基准是轴线, 由此标注出各段轴的直径; 轴的轴向尺寸基准常选择重要的端面及轴肩。凡是尺寸数字后面注写公差带代号或偏差值的, 说明零件该部分与其他零件有配合关系。例如, 两处直径为 $\phi 20h6$ 都与轴承有配合关系, 要求两处同轴度公差分别为 $\phi 0.02\text{mm}$ 、 $\phi 0.025\text{mm}$, 其表面粗糙度要求较严格, Ra 值为 $1.6\mu\text{m}$ 。

主轴经过调质处理达到 220 ~ 250HBW, 以提高材料的韧度和强度。调质、HBW (布氏硬度) 属热处理和表面处理的相关内容。

通过结构分析不难想象出主轴的形状, 如图 1-12 所示。

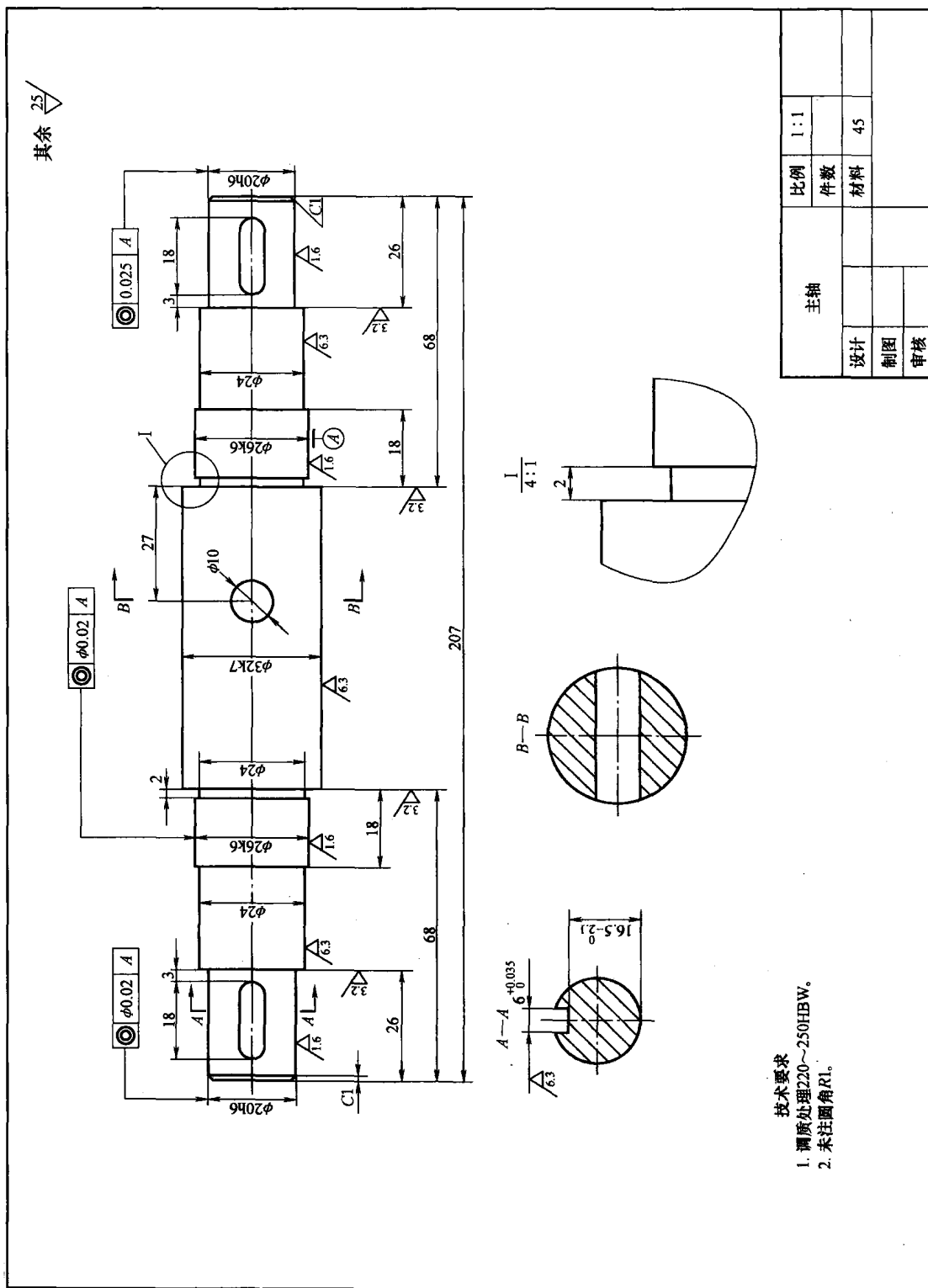


图 1-11 主轴零件图

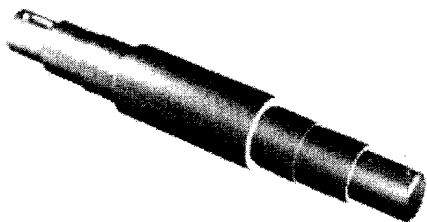


图 1-12 主轴

学习情景3 计划B：钢材及其热处理

• 教学目标

了解钢材的基本知识；了解相关热处理原理及性能特点，掌握其基本处理方法；了解钢材热处理设备；基本掌握淬火、回火操作技能。

• 教学内容

钢材的基本知识；钢的退火、正火、淬火、回火等热处理；热处理设备简介；零件淬火、回火实践训练。

• 情景问题

你见过哪些金属材料？能举几个例子吗？

一、钢铁材料基本知识

本情境所述载体——鸭嘴榔头，其材料为45钢，该材料是一种优质碳素结构钢，属于钢铁材料范畴，是机械零件加工广泛使用的材料之一。

(1) 金属材料 金属材料是指金属元素或以金属元素为主构成的具有金属特性的材料的统称，包括纯金属、金属合金、金属间化合物和特种金属材料等。

(2) 金属材料的特点 金属材料具有资源丰富，生产技术成熟，产品质量稳定，强度高，塑性和韧性好，耐热，耐寒，耐磨，可锻造、铸造、冲压和焊接，导电、导热和铁磁性能优异等特点，已成为现代工业和现代科学技术中最重要的材料之一。

(3) 钢材 钢铁材料是指铁和铁的合金，简称钢材。碳钢是应用最广泛的钢铁材料。此外，铸铁也是铁碳合金。广义的钢铁材料还包括铬、锰及其合金。除铁、锰、铬三种金属以外的金属及其合金称为非铁金属。非铁金属的产品只占钢铁材料产量的5%左右，但其作用却是钢铁材料无法替代的。特种金属材料包括不同用途的结构金属材料 and 功能金属材料。其中，有通过快速凝固工艺获得的非晶态金属材料，以及准晶、微晶、纳米晶金属材料；还有抗氢、超导、形状记忆、耐磨、减振阻尼等特殊功能合金，以及金属基复合材料等。

(4) 钢材的性能 钢材的性能一般分为工艺性能和使用性能两类。

1) 工艺性能是指机械零件在加工制造过程中，钢铁材料在冷、热加工条件下表现出来的性能。钢铁材料工艺性能的好坏，决定了它在制造过程中加工成形的适应能力。由于加工条件不同，要求的工艺性能也就不同，如铸造性能、焊接性、可锻性、热处理性能及切削加