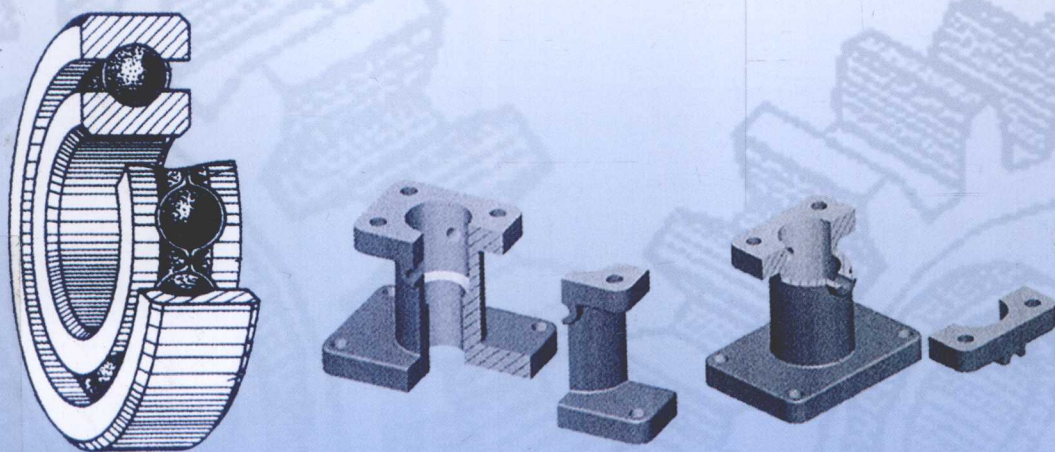


机械制图与测绘 入门及提高

JIXIE ZHITU YU CEHUI RUMEN JI TIGAO

王小娟 著



山西出版传媒集团 山西科学技术出版社

机械制图与测绘 入门及提高

机械制图与测绘入门及提高

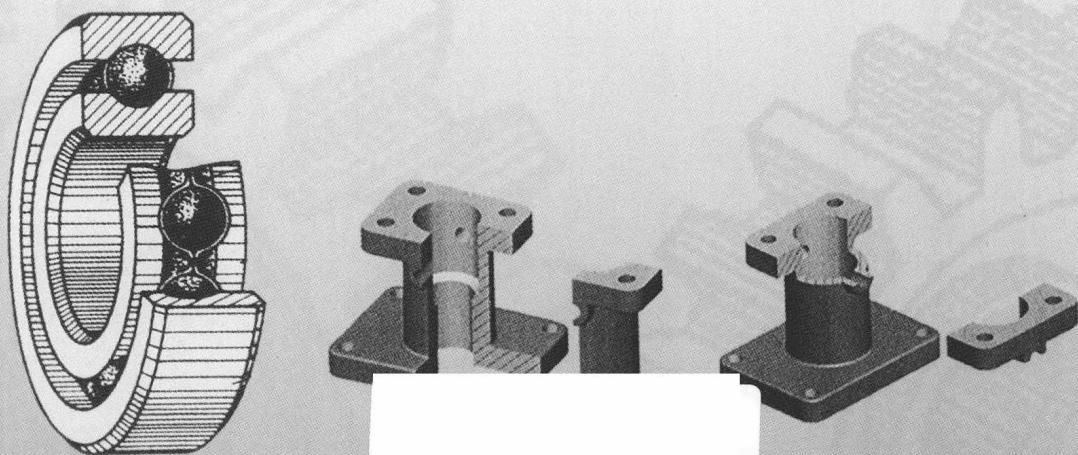
机械制图与测绘入门及提高



机械制图与测绘 入门及提高

JIXIE ZHITU YU CEHUI RUMEN JI TIGAO

王小娟 著



山西出版传媒集团 山西科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图与测绘入门及提高/王小娟著. —太原:
山西科学技术出版社, 2013. 7
ISBN 978 - 7 - 5377 - 4541 - 3

I. ①机… II. ①王… III. ①机械制图—高等职业教
育—教材②机械元件—测绘—高等职业教育—教材 IV.
①TH126②TH13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 181086 号

机械制图与测绘入门及提高

著 者 王小娟
出 版 山西出版传媒集团·山西科学技术出版社
(太原建设南路 21 号 邮编: 030012)
发 行 山西出版传媒集团·山西科学技术出版社
(太原建设南路 21 号 邮编: 030012)
经 销 各地新华书店
编辑部电话 0351 - 4922061
印 刷 山西文博印业有限公司
邮 箱 nys4922@163.com (编辑部)

开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 13.5
字 数 348 千字
版 次 2013 年 7 月第 1 版
印 次 2013 年 7 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5377 - 4541 - 3
定 价 36.00 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与印刷厂联系调换。

前 言

本书的编写理念是立足职业教育，为各类职业院校学生和一线技术工人提供一本快捷、实用的机械制图与测绘入门技能指导用书。本书参照机械制图教学大纲，结合我国高等职业教育机械类专业教学要求，从社会需求出发，具有很强的学科应用性和实践指导性。

1. 符合职业教育理念，具有很强的实践指导性

《机械制图与测绘》是一门实践性很强的课程，本书的编写从实例入手进行剖析，将理论与实践有机结合，并重点突出了识图与画图技能，同时增加了实践技能指导环节，既便于初学者容易入门，又适合职业类院校学生及一线技术工人使用。

2. 顺应时代需求，服务对接职业岗位

我国职业资格证书制度自1994年初建，至今已走过二十年的历程。2005年全国职教会要求进一步推动职业教育和劳动就业的结合，推进技能人才队伍的建设。本书编写立足于《机械制图与测绘》课程，针对高职机械类所对接的岗位——机械制图员，就各级别机械制图员应掌握的基础知识，以及手工绘图、计算机绘图的专业知识和操作技能进行了介绍，并附样题以供参考，力求体现学科内容与职业岗位相契合的针对性。

3. 紧密联系教学科研，易于操作，讲求实效

作者长期从事机械制图与计算机绘图的教学工作，所选范例具有代表性，是作者多年教学资料和解题经验的积累。书中收录的学术论文，是作者学术研究的心得和教学、实践经验的升华，易教易学，讲求实效，且具有实践指导性。

本书在编写过程中，参考了大量同行的著作，特此说明并表示感谢。由于作者水平有限，书中不妥之处和疏漏在所难免，恳请读者批评指正。

王小娟

2013年7月1日

目 录

第一章 机械制图的基本知识与技能	(1)
第二章 投影理论基础	(8)
第三章 常见基本体的表面交线	(16)
第四章 组合体	(31)
第五章 轴测图	(44)
第六章 机件的常用表示方法	(58)
第七章 标准件和常用件	(74)
第八章 零件图	(84)
第九章 测绘工具和仪器的使用	(98)
第十章 零部件测绘	(114)
第十一章 计算机绘图基础	(131)
附录	(151)
附录一 国家职业资格证书制度简介	(151)
附录二 《机械制图员》技能鉴定内容	(154)
附录三 高级制图员考试真题	(157)
附录四 相关论文	(175)
机械制图中的两种不同画法分析	(175)
工程图样第一角画法和第三角画法的异同分析	(181)
交集运算在读图中的应用研究	(185)
AutoCAD 二次开发工具及技术应用	(193)
Solidworks 在相贯线教学中的应用	(198)
基于 AutoCAD VBA 的滚筒参数化绘图系统开发	(202)
参考文献	(209)

第一章 机械制图的基本知识与技能

【学习要求】

1. 掌握国家标准中有关图幅、比例、字体和图线等制图基本规定，以及尺寸注法的规定，并能初步建立标准化意识和技术领域中的法制观念。
2. 能正确使用一般的绘图工具和仪器。
3. 掌握常用几何图形的作图方法。
4. 掌握平面图形的尺寸分析、线段分析和基本作图方法。

本章的学习重点是国家标准关于制图的各种规定。

【知识要点】

本章主要介绍机械制图标准和绘图的基本知识。内容包括国家标准《机械制图》与《技术制图》中关于图纸幅面和格式、比例、字体、图线、尺寸注法等有关规定，以及常用绘图工具和使用、平面图形的画法等。

一、图纸幅面与格式 (GB/T 14689—2008)

绘制图样时，应优先采用 A0、A1、A2、A3、A4 五种规格基本幅面。必要时允许加长幅面，但应按基本幅面的短边的整数倍增加。

图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为留装订边和不留装订边两种，但是，同一产品的图样只能采用同一格式，图样必须画在图框之内。

每张图纸上都必须画出标题栏，其通常位于图纸右下角。标题栏一般由名称、代号区、签字区、更改区和其他区域组成。标题栏的基本要求、内容、尺寸和格式在国家标准 GB/T 10609.1—2008《技术制图标题栏》中有详细规定。在正规图纸上，标题栏的格式和尺寸应按国家标准的规定绘制；一般在学校的制图作业中可以采用简化格式。

二、比例 (GB/T 14690—1993)

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比，通常在图纸允许的情况下尽量采用 1:1 的比例，这样可以从图样中得到实物大小的真实概念。也可以采用放大或缩小比例。

三、字体 (GB/T 14691—1993)

图样中书写的汉字、数字、字母必须做到字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。汉字应写成长仿宋方体, 并采用国家正式公布的简化字。

四、图线 (GB/T 17450—1998、GB/T 4457. 4—2002)

绘图时应该采用国家标准规定的图线, 图线的宽度分粗细两种, 粗线的宽度 d 按图形大小和复杂程度而定, 一般在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选择。制图作业中常用粗线的宽度建议采用 0.7mm 或 1mm , 细实线的宽度均为 $d/2$ 。机械图样中常用的线型有粗实线、细实线、虚线、点画线、双点画线、波浪线、双折线等, 绘图时要注意各种线型的形式和用途。

五、尺寸注法 (GB/T 4458. 4—2003、GB/T 16675. 2—1996)

尺寸是图样中的重要内容之一, 是制造机件的直接依据。尺寸标注要严格遵守“四项基本规则”, 做到“标注正确、尺寸完整、布置清晰、标注合理”。

六、绘图工具和仪器

常用的绘图工具和仪器有: 图板、丁字尺、三角板、铅笔、圆规和分规、比例尺等。通过学习, 应了解各种绘图工具和仪器的用途及使用要领, 并熟练掌握它们的使用方法。

七、几何作图

几何作图是绘制平面图形的基础, 依据平面几何中直线之间、直线与曲线、曲线与曲线之间的相交与相切原理绘制各种平面图形。

【范例剖析】

例 1-1 试分析图 1-1 尺寸标注的错误, 并将正确的画出来。

分析: 1. 尺寸标注的基本规则

(1) 机件的真实大小应该以图样上所标注的尺寸数值为依据, 与图样的大小以及绘图的准确度无关。

(2) 图样中 (包括技术要求和其他说明) 的尺寸, 以 mm 为单位时不注计量单位的代号或名称, 否则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

(3) 图样中所标注的尺寸为该图样所示机件所示机件的最后完工尺寸, 否则应该另加说明。

(4) 机件的每一尺寸一般只标注一次, 并应该标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 国标 (GB/T 4458. 4—2003、GB/T 16675. 2—1996) 中关于尺寸要素和尺寸标注均有规定, 必须严格遵守。

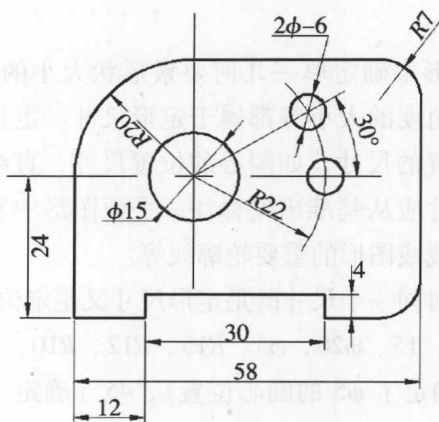


图 1-1

3. 图中所注尺寸共有 7 处错误, 分别为: 24, 12, $\phi 15$, R20, $2\phi - 6$, 30° , 4。
 作图: 正确标注如图 1-2 所示。

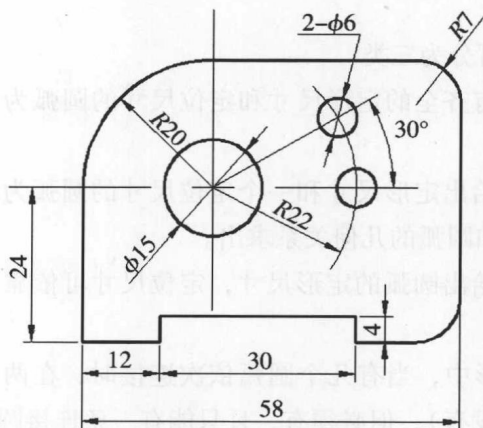


图 1-2

例 1-2 图 1-3 为手柄的平面图形。

- (1) 试分析、判断其定形尺寸、定位尺寸。
- (2) 分析、判断其已知圆弧、中间圆弧、连接圆弧。
- (3) 找出图中的尺寸基准。

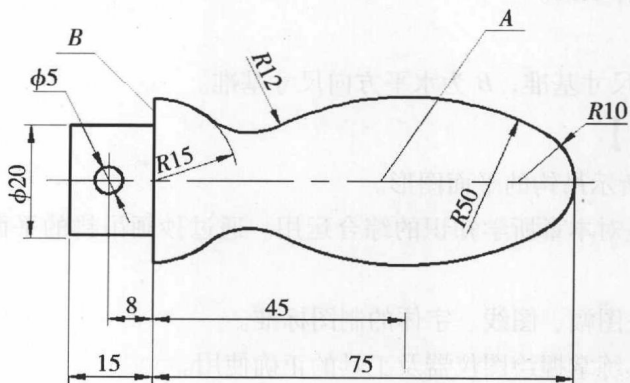


图 1-3

1. 尺寸分析

定形尺寸是指平面图形中确定单一几何要素形状大小的尺寸，如直线段的长度、圆和圆弧的直径和半径、角度的大小等都属于定形尺寸。定位尺寸是指确定图形线段或各组成部分之间相对位置的尺寸，如圆心的位置尺寸、直线与中心线的距离尺寸等都属于定位尺寸。定位尺寸应从基准出发标注，平面图形中常用的尺寸基准多为图形的对称线、较大圆的中心线或图形的重要轮廓线等。

需特别指出的是：有时同一个尺寸既是定形尺寸又是定位尺寸。

判断：(1) 定形尺寸： 15 、 $\phi 20$ 、 $\phi 5$ 、 $R15$ 、 $R12$ 、 $R10$ 、 $R50$ 等。

(2) 定位尺寸： 8 （确定了 $\phi 5$ 的圆心位置）、 45 （确定了 $R50$ 的圆心在水平方向的位置）。

尺寸 75 既是决定手柄长度的定形尺寸，又是 $R10$ 的定位尺寸（间接地确定了 $R10$ 的圆心位置）。

2. 圆弧分析

平面图形中的圆弧可分为三类：

(1) 已知圆弧：具有齐全的定形尺寸和定位尺寸的圆弧为已知圆弧，作图时可根据已知尺寸直接绘出。

(2) 中间圆弧：只给出定形尺寸和一个定位尺寸的圆弧为中间圆弧，其另一个定位尺寸可依据与相邻已知圆弧的几何关系求出。

(3) 连接圆弧：只给出圆弧的定形尺寸，定位尺寸可依靠其两端相邻的已知圆弧求出的线段为连接圆弧。

由此可得：平面图形中，当有几个圆弧依次连接时，在两个已知圆弧之间可以有若干个中间圆弧（也可没有），但必须有，且只能有一条连接圆弧。

图中的手柄为一系列的圆弧连接，作图前，先分析判断各圆弧的性质，然后依次按照已知圆弧、中间圆弧、连接圆弧的顺序作图。

判断：(1) 已知圆弧： $\phi 5$ 、 $R15$ 、 $R10$ 。

(2) 中间圆弧： $R50$ 。

(3) 连接圆弧： $R12$ 。

3. 基准分析

A 为垂直方向尺寸基准， B 为水平方向尺寸基准。

【技能指导】

抄画图 1-4 所示吊钩的平面图形。

分析：1. 这是对本章所学知识的综合运用。通过抄画吊钩的平面图形，可以达到以下目的：

- (1) 熟悉有关图幅、图线、字体的制图标准。
- (2) 进一步熟练掌握绘图仪器及工具的正确使用。
- (3) 学习平面图形的尺寸和线段分析。

- (4) 掌握圆弧连接的作图方法。
- (5) 贯彻“GB”规定的尺寸注法。
- (6) 增加对实践课的感性认识。

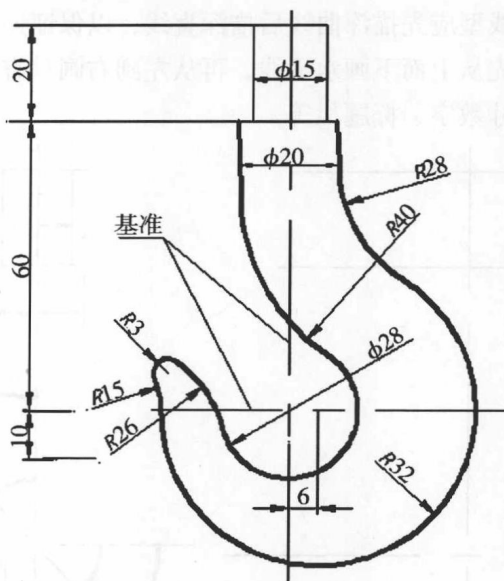


图 1-4

2. 图中各条圆弧性质分析

(1) 已知圆弧： $\phi 15$ 、 $\phi 20$ 、 $\phi 28$ 、 $R32$ 。(2) 中间圆弧： $R15$ 、 $R26$ 。(3) 连接圆弧： $R3$ 、 $R40$ 、 $R28$ 。

3. 绘图方法和步骤 (图 1-5)

(1) 准备工作

- ①准备好所需的绘图仪器与工具。
- ②确定比例，选取图幅，固定图纸。
- ③分析图形的尺寸和线段，拟定具体的作图顺序。

(2) 绘制底稿

①绘制底稿的步骤如下：

- A. 画图框线、标题栏。
- B. 画图形。先画作图基准线，确定图形位置，再依次画已知线段、中间线段、连接线段。
- C. 画尺寸界线、尺寸线及其他图形符号等。
- D. 全面检查底稿，修正错误，擦去多余图线。

②画底稿时，应注意以下几点：

- A. 画底稿用 H 或 2H 铅笔，笔芯应经常修磨以保持尖锐。
 - B. 画底稿时，各种线型均暂不分粗细，并要画得很轻很细，作图力求准确。
- (3) 铅笔描深底稿：在铅笔描深以前，必须检查底稿，修正错误，擦去多余线条。

描深后的图纸应整洁、无误，线型层次清晰，线条粗细、浓淡均匀。描深步骤如下：

- ①先粗后细。先描深全部粗实线，再描深全部细虚线、细点画线及细实线等。这样既可提高作图效率，又可保证同一线型粗细一致，不同线型比例准确。
- ②先曲后直。同一线型应先描深曲线后描深直线，以保证连接圆滑。
- ③先水平后倾斜。先从上而下画水平线，再从左到右画垂直线，最后画倾斜线。
- ④画箭头，填写尺寸数字、标题栏等。

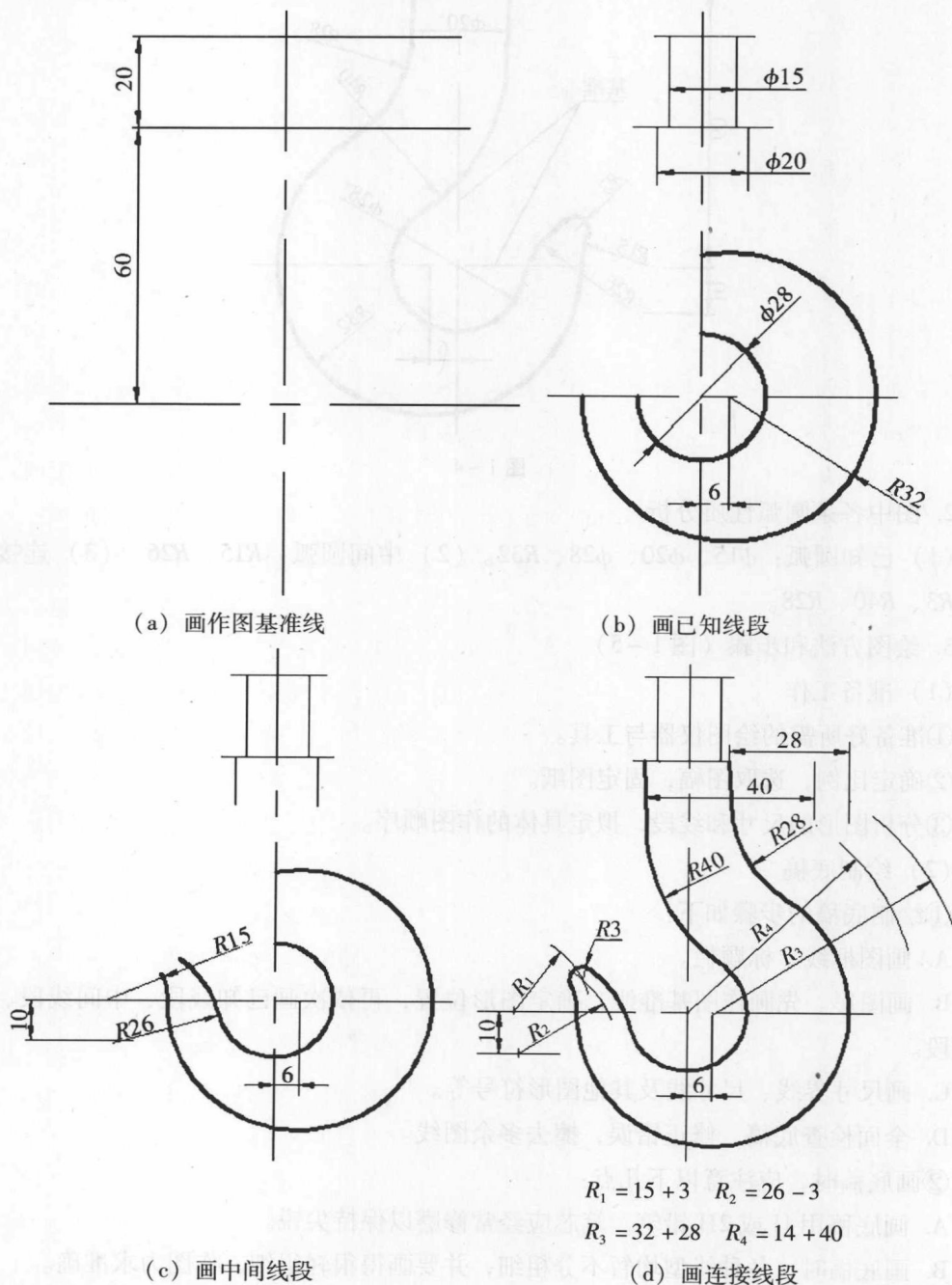


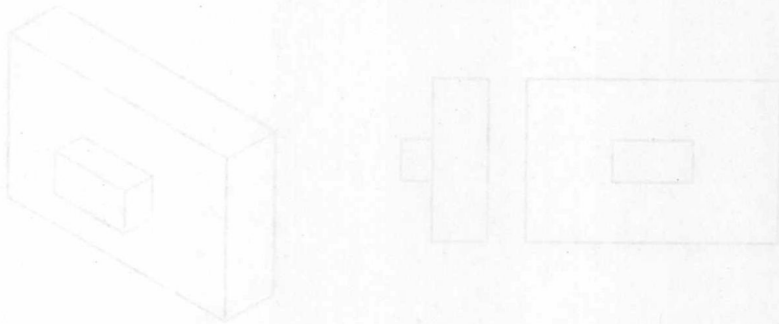
图 1-5

- 提示：(1) 采用校用作业标题栏。
 (2) 切记标注尺寸时箭头不要过大。

【知识扩充】

国家标准《机械制图》与《技术制图》简介

机械制图中的国家标准有《机械制图》与《技术制图》两项标准，它们是绘制和阅读机械图样的准则和依据，必须严格遵守。其中《机械制图》是一项机械类专业制图标准，适用于机械图样；《技术制图》是一项基础技术标准，适用于工程界各类专业技术图样。我国国家标准（简称国标）的代号，用“国标”两个字汉语拼音的第一个字母“G”和“B”表示。强制性国家标准的代号为“GB”，推荐性国家标准的代号为“GB/T”。国家标准的编号由国家标准的代号、国家标准发布的顺序号和国家标准发布的年号三部分组成。例如《GB/T 17451—1998 技术制图图样画法视图》即表示制图标准中图样画法的视图部分，发布顺序编号是17451，发布的年号是1998年。



第二章 投影理论基础

第一节 投影法的基本知识

【学习要求】

1. 了解投影法的基本概念和相关知识，并掌握正投影的基本性质。
2. 正确理解三视图的形成过程，熟练掌握三视图的投影特性，并能绘制简单形体的三视图。

【知识要点】

1. 投影法分类

投影法分为中心投影法和平行投影法两类，其中平行投影法又有斜投影法和正投影法两种。

2. 正投影的基本特性

真实性、积聚性、类似性。

3. 根据三视图形成过程分析三视图之间的位置关系、尺寸关系和方位关系

要重点掌握三视图投影规律，即主、俯视图长对正，主、左视图高平齐，俯、左视图宽相等。

【范例剖析】

例 2-1 对照图 2-1 立体图补画第三视图。

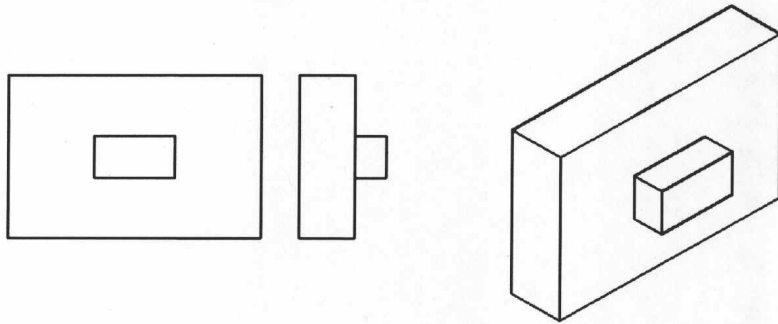


图 2-1

分析：(1) 三视图之间的位置关系：以主视图为准，俯视图在主视图正下方，左

视图在主视图正右方。

(2) 三视图之间的尺寸关系：即三视图的投影规律——主、俯视图等长（长对正），主、左视图等高（高平齐），俯、左视图等宽（宽相等）。

(3) 三视图之间的方位关系：主视图反映物体的上、下和左、右的相对位置关系；俯视图反映物体的前、后和左、右的相对位置关系；左视图反映物体的前、后和上、下的相对位置关系。

补画视图时，要严格遵循三视图的投影规律。

作图：作图步骤如图 2-2 所示。

(1) 按“长对正、宽相等”的投影关系补画出大长方体的俯视图，如图 2-2 (a) 所示。

(2) 用同样的方法补画出小长方体的俯视图，如图 2-2 (b) 所示。

(3) 检查、整理图线、加深粗实线，完成全图，如图 2-2 (c) 所示。

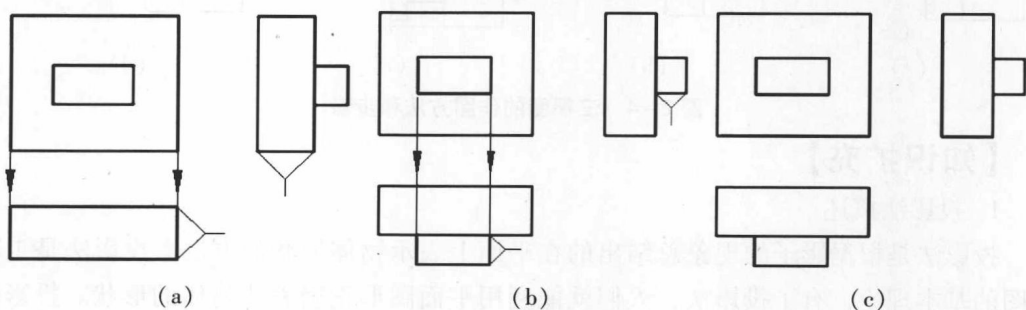


图 2-2

【技能指导】

例 2-2 根据图 2-3 所示物体，绘制其三视图。

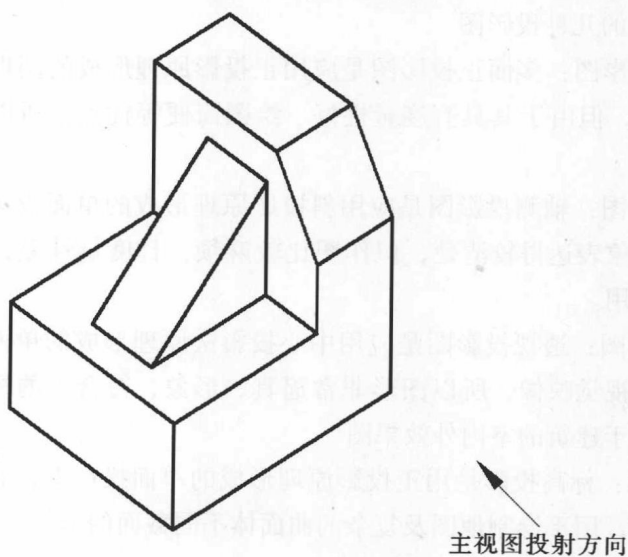


图 2-3 轴测图

分析：物体是由一块在右端上方切去了一个角的弯板和一个三棱柱叠加而成。为

了清楚地反映物体各表面的实形，应使物体的主要表面尽可能与投影面平行，同时要尽可能避免使用虚线和便于作图，选用如图 2-3 所示方向为主视图的投射方向。

作图步骤如下：

1. 根据“三等”关系，画弯板的三视图，如图 2-4 (a) 所示。
2. 根据“三等”关系，画三棱柱的三视图，如图 2-4 (b) 所示。
3. 从左视图入手，画切角的三视图，如图 2-4 (c) 所示。
4. 检查、整理图线、加深粗实线，完成全图，如图 2-4 (d) 所示。

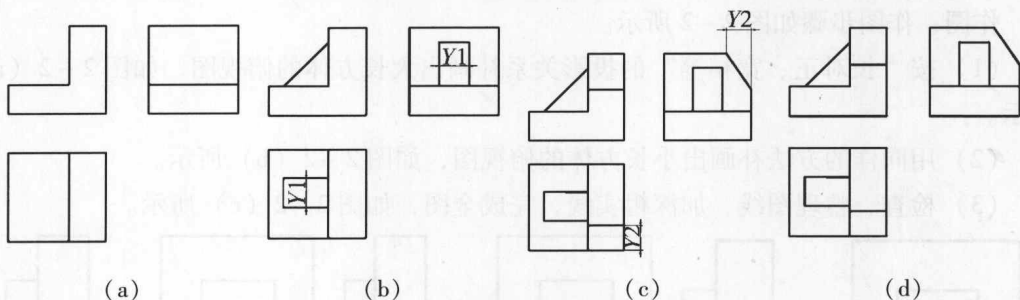


图 2-4 三视图的作图方法和步骤

【知识扩充】

1. 投影法概述

投影法是根据影子的现象总结出的在平面上表示物体形状的方法。投影法是工程制图的基本理论，有了投影法，人们就能利用平面图形正确表达物体的形状。投影法分为中心投影法和平行投影法两类，其中平行投影法又有斜投影法和正投影法两种。由于正投影法所得到的正投影能够真实地反映物体的形状和大小，度量性好，作图简便，因此机械图样按照正投影法绘制。

2. 工程上常用的几种投影图

(1) 多面正投影图：多面正投影图是应用正投影原理形成的图形。虽然多面正投影图不具备立体感，但由于其具有度量性好、绘图简便等优点，所以在工程实践中得到广泛应用。

(2) 轴测投影图：轴测投影图是应用斜投影原理形成的单面投影图。它的优点是立体感强、物体形象表达得较清楚，但作图比较麻烦，且度量性差，所以一般作为正投影的辅助图样使用。

(3) 透视投影图：透视投影图是应用中心投影法原理形成的单面投影图。由于透视投影图符合人的视觉映像，所以图形非常逼真、形象，符合人的视觉。但透视图作图复杂，一般常用于建筑的室内外效果图。

(4) 标高投影：标高投影是用正投影原理形成的单面投影图，它是由单面正投影和注脚数字组成的，用于绘制地图及复杂的曲面体不同截面的形状。

第二节 点、线、面的投影

【学习要求】

1. 掌握点、线、面的投影规律，并能熟练作图。
2. 掌握属于直线的点的投影特性。
3. 理解平面的表示方法，掌握属于平面的点和直线的投影特性，并能熟练作图。

【知识要点】

1. 点的两面投影连线垂直于相应的投影轴，点的三面投影规律实质上反映了“长对正、高平齐、宽相等”的投影规律；点的投影到投影轴的距离，等于空间点到相应投影面的距离。

2. 直线相对于投影面的位置不同，可分为三类：一般位置直线、投影面垂直线、投影面平行线。该部分学习的重点是各种位置直线的投影规律。

3. 平面相对于投影面的位置不同，可分为三类：一般位置平面、投影面垂直面、投影面平行面。该部分学习的重点是各种位置平面的投影规律。

【范例剖析】

例 2-3 已知如图 2-5 (a) 所示点 A 的三面投影，点 B 在点 A 上方 15，右方 10，前方 10，求做点 B 的三面投影。

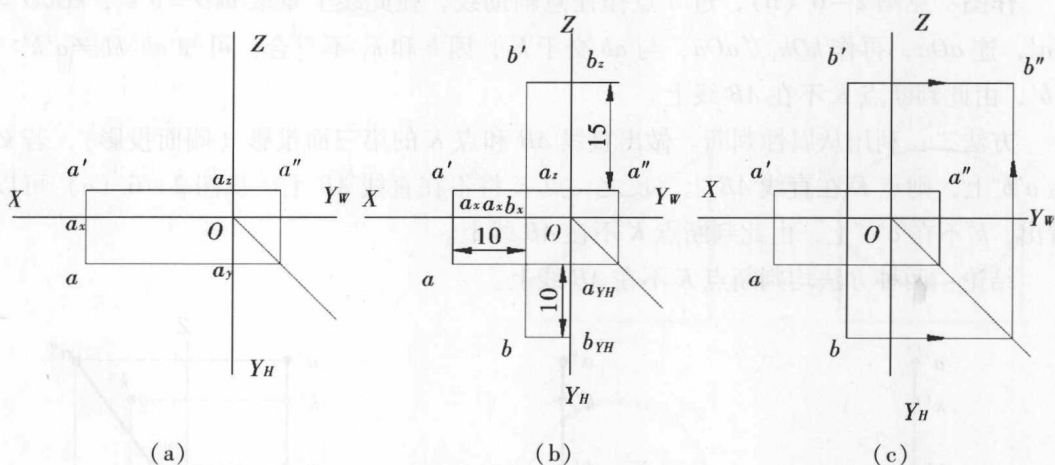


图 2-5 两点相对位置图

分析：1. 点的投影规律是求点的投影的作图原理和方法。点的投影规律是：点的两面投影连线分别垂直于相应的投影轴，以点 A 的三面投影为例，即 $a'a \perp OX$ 轴， $a'a'' \perp OY$ 轴， $aa_x = a''a_z$ 。

2. 在三投影面体系中，点 A 的位置可由点 A 到三个投影面的距离来确定，点的坐标和投影是一一对应的，表达为 $A(a_x, a_y, a_z)$ ，其中点 A 的 x 坐标等于点 A 到 W 面的距离，点 A 的 y 坐标等于点 A 到 V 面的距离，点 A 的 z 坐标等于点 A 到 H 面的距离。