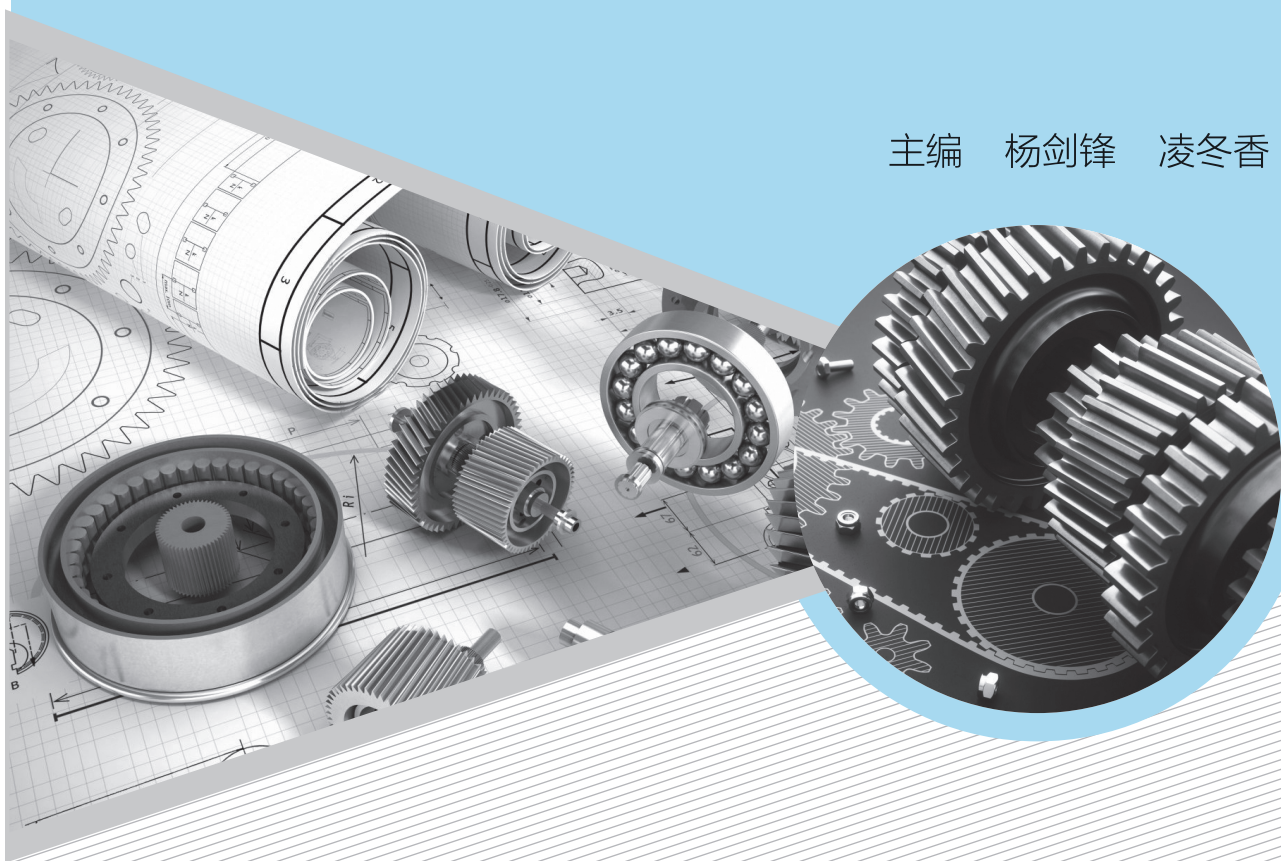


中等职业学校机械系列教材
中等职业教育新形态一体化教材

机械制图 与计算机绘图

(AutoCAD 2022)

主编 杨剑锋 凌冬香



西北工业大学出版社
西安

【内容简介】 本书包含 13 个项目, 主要内容包括制图的基本规定, 正投影基础, AutoCAD 入门基础, 绘图环境的设置和坐标的输入, 直线的绘制, 圆与圆弧的绘制, 正多边形的绘制, 椭圆、椭圆弧、圆环的绘制, 阵列、镜像、旋转复制, 三视图的绘制, 图框、文本与表格的绘制, 尺寸标注, 图块的创建与应用等。

本书可作为中等职业教育装备制造大类专业的教材, 也可作为从事计算机绘图工作的有关技术人员的参考、学习和培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图与计算机绘图 : AutoCAD2022/杨剑锋,
凌冬香主编. —西安:西北工业大学出版社, 2023. 8

ISBN 978 - 7 - 5612 - 8939 - 6

I. ①机… II. ①杨… ②凌… III. ①机械制图-
AutoCAD 软件-中等专业学校-教材 IV. ①TH126

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2023)第 151348 号

JIXIE ZHITU YU JISUANJI HUITU (AutoCAD 2022)

机械制图与计算机绘图(AutoCAD 2022)

杨剑锋 凌冬香 主编

责任编辑: 曹江 王梦妮

装帧设计: 张瑞阳

责任校对: 朱晓娟

出版发行: 西北工业大学出版社

通信地址: 西安市友谊西路 127 号 邮编: 710072

电 话: (029)88491757, 88493844

网 址: www.nwpup.com

印 刷 者: 大厂回族自治县聚鑫印刷有限责任公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 16.5

字 数: 304 千字

版 次: 2023 年 8 月第 1 版 2023 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5612 - 8939 - 6

定 价: 45.00 元

如有印装问题请与出版社联系调换



本书注重学生职业素养养成和专业技术的积累,将专业精神、职业精神和工匠精神融入教材内容,由浅入深,层层递进。本书具有以下特色:

(1)将机械制图与计算机绘图的内容有机结合,以软件操作为主,将理论知识和技能操作融入案例中,使学生能够轻松上手,便于学生自主学习。

(2)增设职业素养教育内容,将育人先育德的思想贯穿全书始终。

(3)结合 AutoCAD 工程师认证考试,并围绕企业实际需求讲解内容,既方便学生取得相关职业资格证书,又贴近岗位要求。

(4)本书任务编排贴合授课节奏,旨在突出技术性、实践性和综合性。

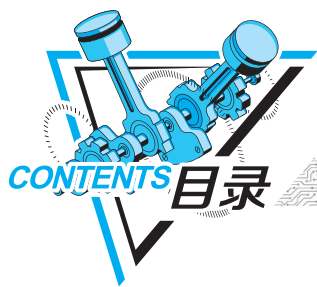
本书由广西工业技师学院杨剑锋和萍乡市交通职业学校凌冬香共同编写完成。其中,凌冬香编写了项目一和项目二,杨剑锋编写了项目三至项目十三。本书中未标单位的量,其单位均为 mm。

在本书的编写过程中,笔者参考了相关文献资料,在此对其作者表示感谢。

由于笔者的水平和经验有限,书中难免存在不足之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2023年5月



| | |
|--|------------|
|  项目一 制图的基本规定 | 1 |
| 任务 了解制图的基本规定 | 1 |
|  项目二 正投影基础 | 8 |
| 任务一 正投影法和三视图 | 8 |
| 任务二 点、线、面的投影 | 11 |
| 任务三 基本几何体及其投影 | 18 |
| 任务四 组合体及其投影 | 23 |
|  项目三 AutoCAD 入门基础 | 33 |
| 任务一 认识 AutoCAD 的界面和功能区 | 33 |
| 任务二 键盘和鼠标 | 43 |
|  项目四 绘图环境的设置和坐标的输入 | 45 |
| 任务一 绘图环境的设置 | 45 |
| 任务二 小屋立面图的绘制 | 54 |
|  项目五 直线的绘制 | 60 |
| 任务一 简单直线平面图形的绘制 | 60 |
| 任务二 复杂直线平面图形的绘制 | 68 |
|  项目六 圆与圆弧的绘制 | 79 |
| 任务一 圆和切线平面图形的绘制 | 79 |
| 任务二 吊钩的绘制 | 86 |
| 任务三 圆弧的绘制 | 95 |
|  项目七 正多边形的绘制 | 105 |
| 任务一 平面图的绘制(一) | 105 |

| | |
|-------------------------------|------------|
| 任务二 平面图的绘制(二) | 109 |
| 项目八 椭圆、椭圆弧、圆环的绘制 | 119 |
| 任务一 椭圆和椭圆弧的绘制 | 119 |
| 任务二 圆环的绘制 | 121 |
| 任务三 组合图形的绘制 | 122 |
| 项目九 阵列、镜像、旋转复制 | 127 |
| 任务一 半圆头底板的绘制(阵列复制) | 127 |
| 任务二 手柄的绘制(镜像复制) | 140 |
| 任务三 斜板的绘制(旋转复制) | 147 |
| 项目十 三视图的绘制 | 157 |
| 任务 组合体三视图的绘制 | 157 |
| 项目十一 图框、文本与表格的绘制 | 168 |
| 任务 零件图图框、文本与表格的绘制 | 168 |
| 项目十二 尺寸标注 | 190 |
| 任务一 标注模板尺寸 | 190 |
| 任务二 标注轴套尺寸 | 203 |
| 任务三 标注形位公差 | 218 |
| 项目十三 图块的创建与应用 | 234 |
| 任务一 连接板的绘制 | 234 |
| 任务二 多段线的编辑 | 251 |
| 参考文献 | 257 |

项目一

制图的基本规定



任务 了解制图的基本规定

工程图样是现代工业生产中的重要技术资料,也是工程界交流的共同语言。掌握制图的基础知识和基本技能是培养识图、制图能力的基础。

一、图纸幅面、图框格式和标题栏

1. 图纸幅面

为了便于使用和管理,国家标准《技术制图 图纸幅面和格式》(GB/T 14689—2008)规定,绘制图样时应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面尺寸。

表 1-1 基本幅面尺寸

单位: mm

| 幅面代号 | A0 | A1 | A2 | A3 | A4 |
|--------------------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| $B \times L$ | 841×1 189 | 594×841 | 420×594 | 297×420 | 210×297 |
| <i>a</i> | 25 | | | | |
| <i>c</i> | 10 | | | 5 | |
| <i>e</i> | 20 | | 10 | | |

2. 图框格式

图样应在图幅内画出图框,图框线用粗实线绘制。留装订边的图框格式如图 1-1 所示,不留装订边的图框格式如图 1-2 所示。



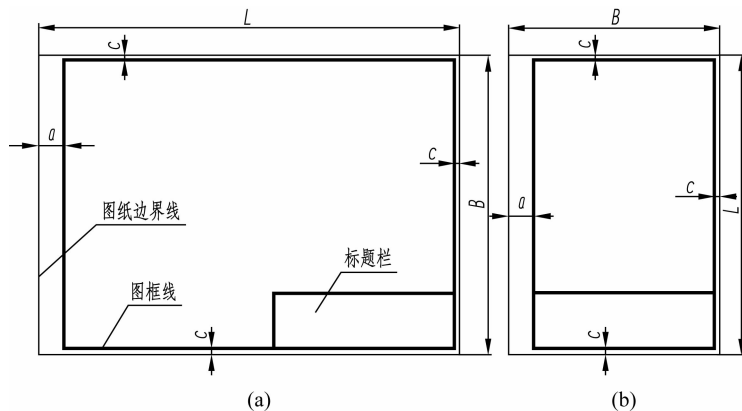


图 1-1 留装订边的图框格式

(a) A0~A3 图纸横装图框形式；(b) A4 图纸竖装图框形式

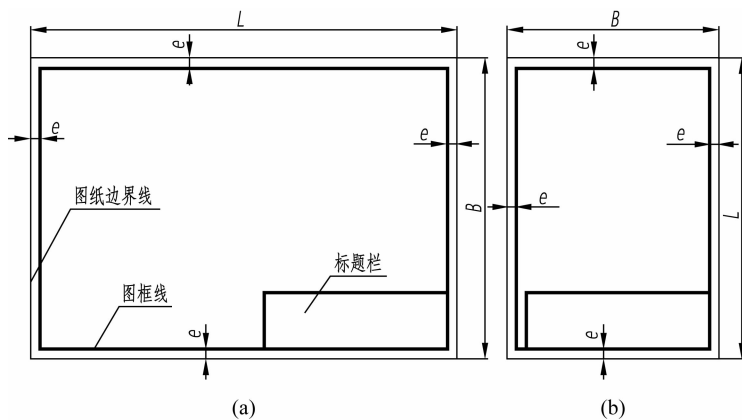


图 1-2 不留装订边的图框格式

(a) A0~A3 图纸横装图框形式；(b) A4 图纸竖装图框形式

3. 标题栏

标题栏由名称、代号、签字区、更改区等组成，其格式、尺寸及内容按国家标准《技术制图 标题档》(GB/T 10609.1—2008)规定绘制，如图 1-3 所示。

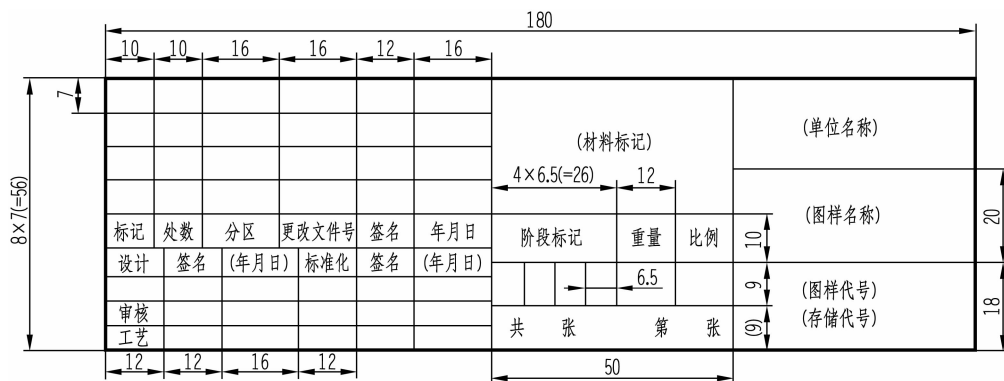


图 1-3 标题栏的格式、尺寸及内容



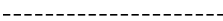
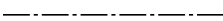



二、图线、字体和比例

1. 图线

《技术制图 图线》(GT/T 17450—1998)规定,机械制图中为了表示不同内容,并能分清主次,便于识图,必须使用不同线型、线宽的图线来绘制图样。

常用的基本线型有粗实线、细实线、虚线、点画线、双点画线、波浪线和双折线等,常用粗实线线宽为 0.7 mm,其他线型宽度为粗实线宽度的一半。具体应用见表 1-2。

表 1-2 图线种类及用途

| 图线名称 | 图线线型 | 图线宽度 | 主要用途 |
|------|--|-------|--------------------|
| 粗实线 |  | d | 可见轮廓线 |
| 细实线 |  | $d/2$ | 尺寸线、尺寸界线、剖面线、指引线等 |
| 虚线 |  | $d/2$ | 不可见轮廓线 |
| 点画线 |  | $d/2$ | 轴线、对称中心线 |
| 双点画线 |  | $d/2$ | 成形前轮廓线、极限位置的轮廓线 |
| 波浪线 |  | $d/2$ | 断裂处的边界线、视图和剖视图的分界线 |
| 双折线 |  | $d/2$ | 断裂处的分界线 |

2. 字体

《技术制图 字体》(GT/T 14691—1993)规定,图样中书写的汉字、字母、数字必须做到:字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。汉字应写成长仿宋体字,并采用国家正式推行的《汉字简化方案》中规定的简化字,汉字的高度不小于 3.5 mm。字母和数字分为 A 型和 B 型。字体的笔画宽度用 d 表示。A 型字体的笔画宽度 $d=h/14$,B 型字体的笔画宽度 $d=h/10$ 。字母和数字可写成斜体和直体。绘图时,一般用 B 型斜体字。在同一图样上,只允许选用一种字体。

图 1-4 所示为图样上常见字体——长仿宋体的书写示例。

字体端正 笔画清楚 排列整齐 间隔均匀

图 1-4 长仿宋体

3. 比例

构件的大小千差万别,有的巨大,结构却很简单(如化工设备),有的很小,结构却很复杂(如手机、手表),如果都按原物体大小绘制图样是不可能的。

国家标准《技术制图 比例》(GB/T 14690—1993)中规定的比例分为原值比例、放大比例和缩小比例 3 种。应优先选用表 1-3 中的比例。

表 1-3 图样比例(优先系列)

| 种 类 | 比 例 | | |
|------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 原值比例 | 1 : 1 | | |
| 放大比例 | 5 : 1 | 2 : 1 | |
| | $5 \times 10^n : 1$ | $2 \times 10^n : 1$ | $1 \times 10^n : 1$ |
| 缩小比例 | 1 : 2 | 1 : 5 | 1 : 10 |
| | $1 : 2 \times 10^n$ | $1 : 5 \times 10^n$ | $1 : 1 \times 10^n$ |

注: n 为正整数。

绘图时,尽量按机件的实际尺寸绘制,以便直接从图样上看出机件的实际尺寸。对于大而简单的机件,采用缩小比例绘制;对于小而复杂的机件,采用放大比例绘制。无论采用何种比例绘制,标注尺寸时都必须按照机件实际的尺寸大小标注。

三、机械图样绘图步骤

1. 准备工作

准备好相应的绘图工具,选定图纸的尺寸。

2. 布图

将所画图样均匀布置在图框内,用 H 型铅笔画出图形的对称中心线、圆的中心线、水平方向和垂直方向的基准线。

3. 打底稿

用 H 型铅笔绘制底稿,不能画得太浓,以便随时改动。

4. 检查并描深

检查、改错、擦掉多余线条。用 HB 型铅笔加深细实线、细虚线、细点画线等,用 2B 型铅笔加深粗实线。加深顺序为先细线后粗线,先曲线后直线,先图形后边框。

四、尺寸标注

1. 尺寸的组成

尺寸由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字三要素组成。尺寸线和尺寸界线均用细实线画出,在计算机绘图中,箭头和字体大小一般用 4 号或者 5 号。

2. 常用尺寸标注方法

(1) 尺寸线必须与所标注的线段平行,大尺寸要注在小尺寸的外面。水平尺寸

的数字写在尺寸线的上面或者尺寸线中间中断处；垂直尺寸的数字写在尺寸线的左边或者中间中断处，且字头朝左。

(2)标注圆或者大于半圆的圆弧时，尺寸线通过圆心，以圆周为尺寸线，尺寸数字前加注直径符号“ ϕ ”。

(3)标注小于或者等于半圆的圆弧时，尺寸线自圆心引向圆弧，只画一个指向圆弧的箭头，尺寸数字前加注半径符号“ R ”。

(4)圆弧的半径过大或者在图纸范围内无法标注其圆心位置时，可采用折线形式。若圆心位置无须注明，尺寸线可只画靠近箭头的一段。

(5)对于小尺寸，当没有足够的位置画箭头或写数字时，箭头可画在外面，或用小圆点代替箭头，尺寸数字也可以采用旁注或引出标注。

(6)标注球面的直径或半径时，应在尺寸数字前分别加注符号“ $S\phi$ ”或“ SR ”。

(7)标注角度的尺寸界线应沿径向引出，尺寸线是以该角顶点为圆心的圆弧，尺寸数字一律水平书写，一般写在尺寸线的中断处，必要时也可写在尺寸线的外面。标注尺寸常用符号见表 1-4。

表 1-4 标注尺寸常用符号

| 名 称 | 符 号 | 名 称 | 符 号 | 名 称 | 符 号 |
|-----|--------|---------------|-----|-----|-----------|
| 直径 | ϕ | 半径 | R | 球直径 | $S\phi$ |
| 球半径 | SR | 厚度 | t | 正方形 | \square |
| 均布 | EQS | 45° 倒角 | C | | |

3. 尺寸标注的基本规则

(1)图样上标注的尺寸数值就是机件实际大小的数值，它与画图时采用的比例及绘图的准确度无关。

(2)图样中的尺寸，当以毫米为单位时，无须标注计量单位的代号或者名称。若采用其他单位，则必须注明。

(3)图样中所注尺寸是机件的最后完工尺寸。

(4)机件的每个尺寸都只标注一次，并应标注在能清楚反映该结构的图形上。

五、平面图形的绘图步骤示例

图 1-5 所示图形的具体作图步骤如下：

- (1) 绘制作图基准线： $\phi 60$ 圆的两根中心线分别为纵横两个方向的基准线。
- (2) 绘制外部可见轮廓线：根据 120 和 180 的尺寸绘制出方形轮廓线。
- (3) 绘制圆及圆弧：根据 80 和 20 的尺寸绘出两小圆的中心线，并绘出 $\phi 60$ 圆和两个 $\phi 16$ 小圆。
- (4) 绘出三个圆弧和 45° 斜线。
- (5) 绘制内部细节部分。
- (6) 标注尺寸。
- (7) 检查，并擦去多余图线。
- (8) 按规定描深图线。

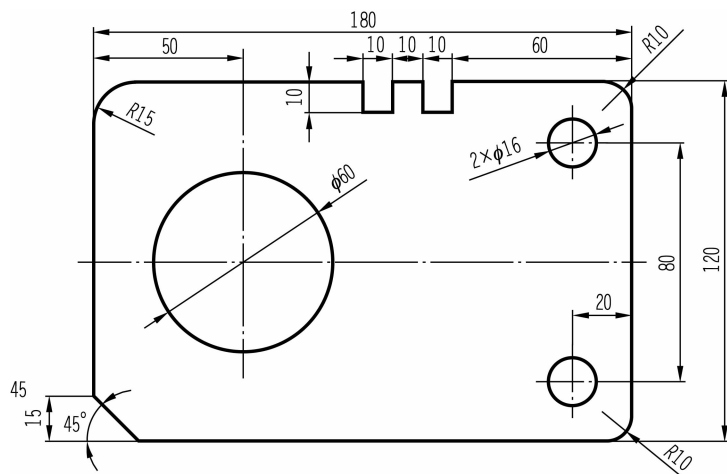






图 1-5 平面图形样例

课后练习

1. 绘制 7 种线型(见表 1-5)。

表 1-5 绘制线型

| 图线名称 | 图线线型 | 图线宽度 | 抄画两遍 |
|------|---|-------|------|
| 粗实线 |  | d | |
| 细实线 |  | $d/2$ | |
| 虚线 |  | $d/2$ | |
| 点画线 |  | $d/2$ | |
| 双点画线 |  | $d/2$ | |
| 波浪线 |  | $d/2$ | |
| 双折线 |  | $d/2$ | |

2. 将图 1-6 所示的钣金平面图按比例(2:1)绘在图纸上,要求绘成标准图样。

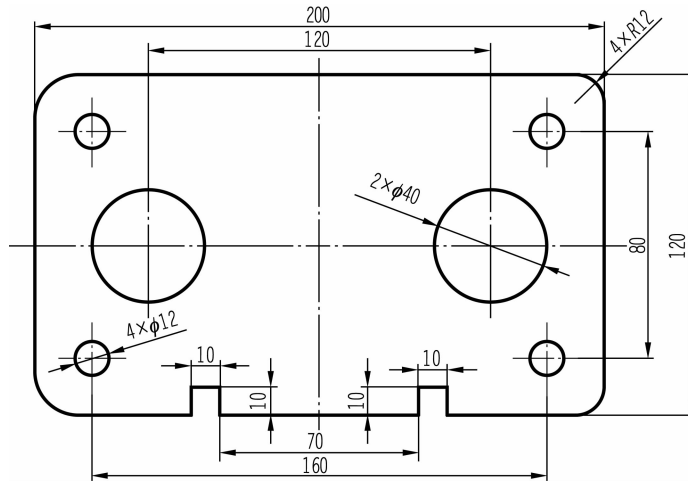


图 1-6 钣金平面图

项目二

正投影基础

由于人们所处的是一个立体的空间环境,所有的物体都以立体的形式存在于空间中,人们通过多年的知识积累,用正投影基础知识解决了如何在平面上表达空间物体的问题。学习和掌握正投影基础知识是提高识图、制图能力的重要途径,也是提升空间想象力的重要法宝。



任务一 正投影法和三视图

一、投影法的概念和分析

人们将投射线通过物体向选定的面投射并在该面上得到图形的方法称为投影法。投影法分为中心投影法和平行投影法。

中心投影法是投射线汇聚为一点的投影方法。平行投影法是投射线互相平行的投影方法。平行投影法又分为斜投影法和正投影法。斜投影法是投射线与投影面倾斜的平行投影法,正投影法是投射线与投影面垂直的平行投影法。根据正投影法所得的图形称为正投影图,简称“投影”。采用正投影法可在该投影面上获得该平面的实形,工程图样主要是用正投影法绘制的。

二、三视图的形成、投影关系和作图步骤

1. 三视图的形成

在正投影中,一个方向的投影是不能完整表达物体的形状和大小的。把物体放在一个中空的正六面体中,分别向六个投影面投影,可以得到六个视图,这六个视图被称为基本视图。从前往后投影得到的视图称为主视图,从左往右投影得到的视图

称为左视图,从上往下投影得到的视图称为俯视图,从后往前投影得到的视图称为后视图,从右往左投影得到的视图称为右视图,从下往上投影得到的视图称为仰视图。由于主视图和后视图对称,俯视图和仰视图对称,左视图和右视图对称,一般选择主视图、俯视图和左视图来表达机件。

如图 2-1(a)所示,将物体放在三投影面中间,分别向正面($V_{\text{面}}$)、水平面($H_{\text{面}}$)和侧面($W_{\text{面}}$)投影,得到的视图分别为主视图、俯视图和左视图。

为了把三视图画在同一平面上,如图 2-1(b)所示,规定正面不动,水平面绕 OX 轴向下转动 90° ,侧面绕 OZ 轴向右转动 90° ,这样 OY 轴被分成 OY_H 、 OY_W 两个。使 3 个互相垂直的投影面展开在 1 个平面上,如图 2-2(a)所示。为了画图方便,去掉投影面边框,得到图 2-2(b)所示的三视图。

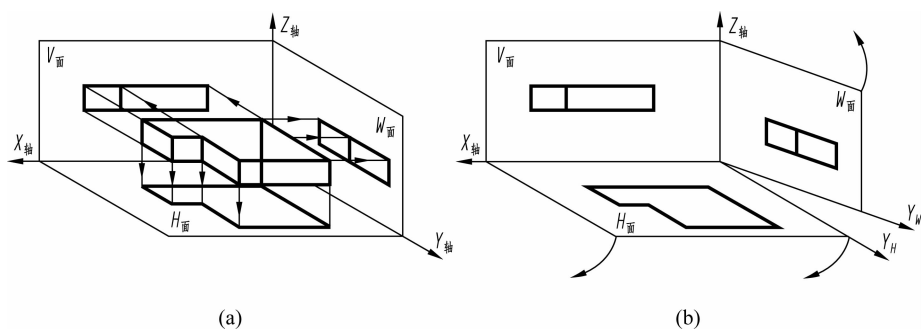


图 2-1 三视图的形成(一)

(a) 三面投影; (b) 展开

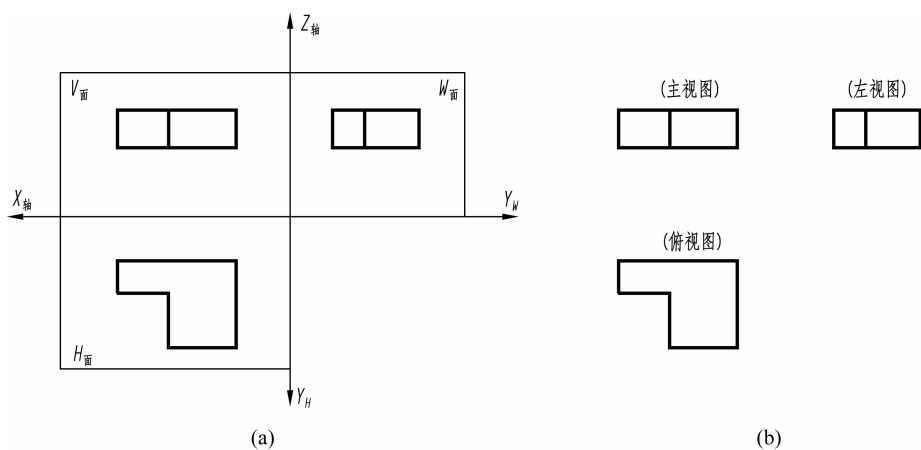


图 2-2 三视图的形成(二)

(a) 展开完成; (b) 三视图

2. 三视图的投影关系

三视图的投影关系:主、俯视图长对正;主、左视图高平齐;俯、左视图宽相等。
如图 2-3 所示。

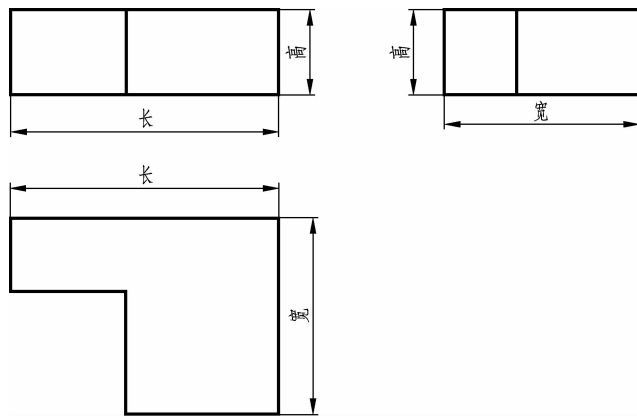


图 2-3 三视图的投影关系

3. 三视图的作图步骤

绘制图 2-4 所示的三视图。

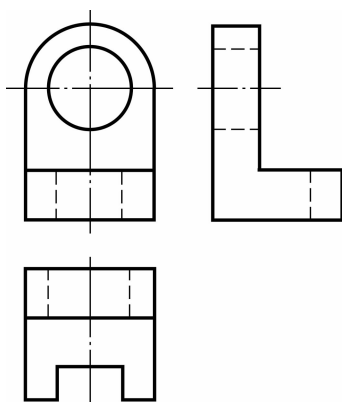


图 2-4 三视图

具体步骤如下:

- (1) 绘制 OX 、 OZ 、 OY_W 、 OY_H 坐标轴, 绘制中心线和作图基准。主视图以圆心为基准, 左视图以侧边和后边为基准, 俯视图以侧边为基准, 如图 2-5(a) 所示。
- (2) 按照投影规律绘制主体外围部分的三视图, 如图 2-5(b) 所示。
- (3) 按照投影规律绘制主体内部细节部分的线条, 如图 2-5(c) 所示。
- (4) 擦去坐标轴和多余的线条, 将可见轮廓线描深为粗实线, 如图 2-5(d) 所示。

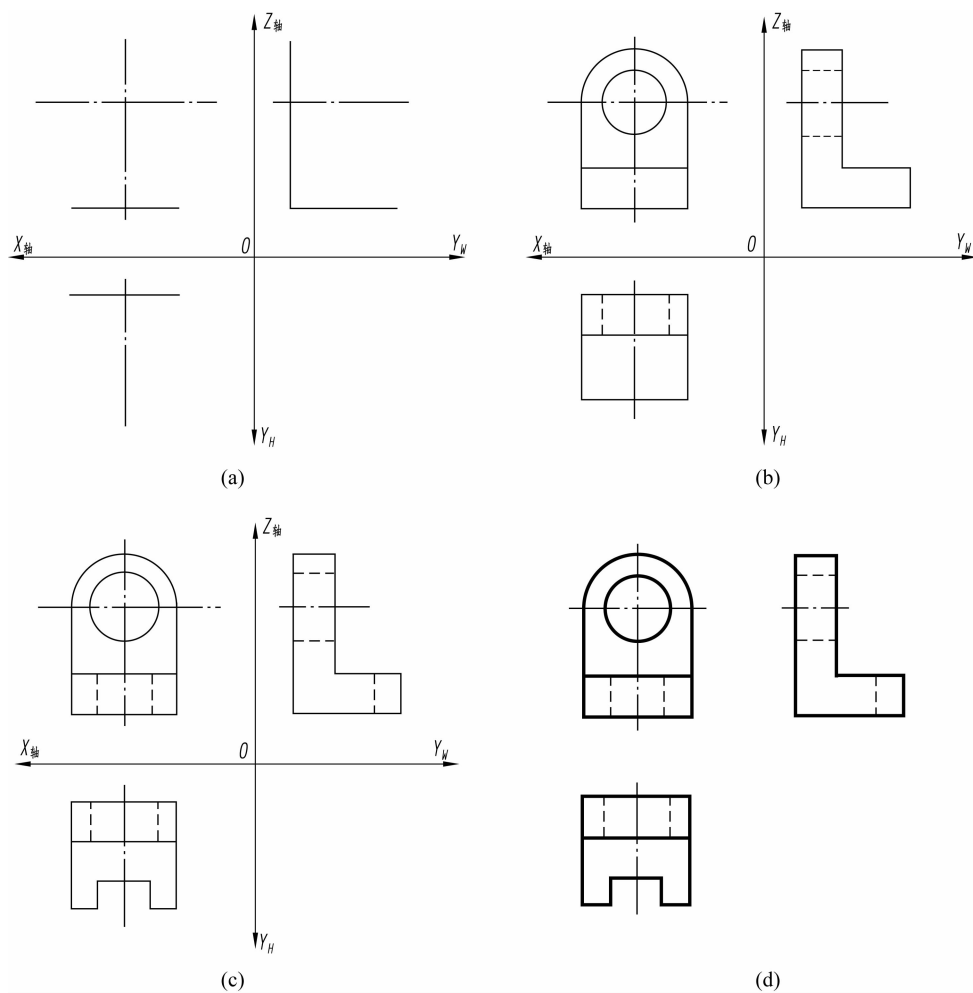


图 2-5 三视图的绘制步骤



任务二 点、线、面的投影

每个工件都是由几个面组成的，面是由无数条线组成的，而线又是由无数个点组成的，因此人们可以从学习点的投影开始，由点而线，由线而面，由面而体来学习投影的知识。

一、点的投影

1. 点的三面投影

空间点 A 在 H 面上的投影为 a ，在 V 面上的投影为 a' ，在 W 面上的投影为 a'' ，如



图 2-6 所示。

点在 V 、 H 、 W 三投影面体系中的投影规律为:点的水平投影 a 和正面投影 a' 连线垂直于 OX 轴,即 $aa' \perp OX$;点的正面投影 a' 和侧面投影 a'' 连线垂直于 OZ 轴,即 $a'a'' \perp OZ$;点的水平面投影 a 到 OX 轴的距离等于其侧面投影 a'' 到 OZ 轴的距离,如图 2-7 所示。

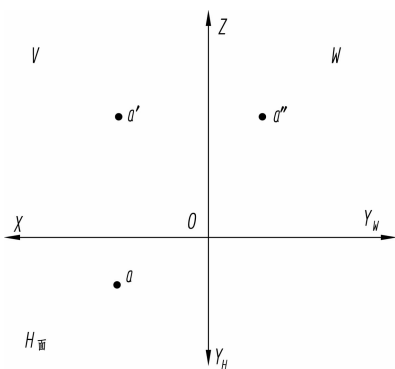


图 2-6 点的投影

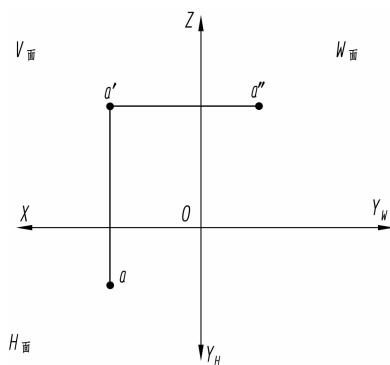


图 2-7 点的投影规律

在三个投影面体系中,点的位置可由点到三个投影面的距离来确定。 A 点到侧面的距离就是 A 点的 X 坐标值, A 点到正面的距离就是 A 点的 Y 坐标值, A 点到水平面的距离就是 A 点的 Z 坐标值。点的投影和点的坐标之间的关系:水平投影 a 可由 A 点的坐标值 x 、 y 确定,正面投影 a' 可由 A 点的坐标值 x 、 z 确定,侧面投影 a'' 可由 A 点的坐标值 z 、 y 确定。

2. 两点的相对位置

(1) 根据坐标值判断两点的相对位置。

判断左右: x 值大的点在左, x 值小的点在右。

判断上下: z 值大的点在上, z 值小的点在下。

判断前后: y 值大的点在前, y 值小的点在后。

(2) 根据视图中点的投影判断两点的相对位置。

空间两点 $A(50, 30, 60)$ 、 $B(70, 40, 20)$ 的投影如图 2-8 所示,在 V 面上从 a' 、 b' 的位置可以看出 A 点在 B 点的右边、上面;在 H 面上从 a 、 b 的位置可以看出 A 点在 B 点的后面。

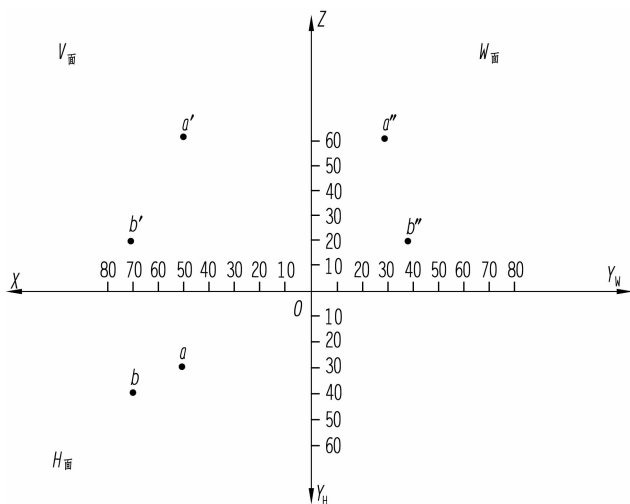


图 2-8 根据两点的投影判断相对位置

如图 2-9(a)所示,已知点的两面投影 a' 、 a'' ,求作其第三面投影 a ,作图步骤如下:

- (1)在 Y_W 和 Y_H 轴之间绘出 45° 斜线,连接 a' 和 a'' 。
- (2)过 a'' 点作 Y_W 垂线并与 45° 斜线相交得到交点 G ,过 G 点作 X 轴的平行线。
- (3)过 a' 点作 X 轴的垂线并与第二步作的 X 轴平行线相交,所得到的交点 a 即为所求水平投影,如图 2-9(b)所示。

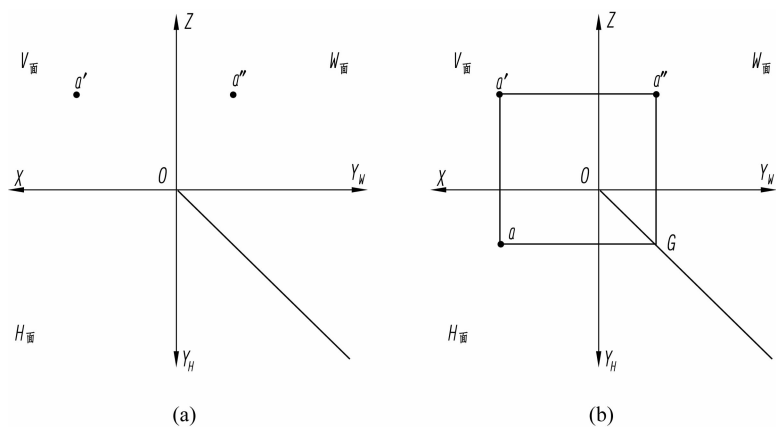


图 2-9 点的投影作法

3. 重影点

空间两点在投影面上的投影重合成一点,这种现象称为重影。按照投影关系,被遮住的那个投影点称为重影点,重影点需要加上括号表示重影。

二、直线的投影

已知直线上两点的投影后,将其同面投影连接起来即可得到直线的投影。根据在三投影面体系中的位置不同,直线可分为投影面平行线、投影面垂直线和投影面倾斜线。

1. 投影面平行线

与正面平行的直线称为正平线,与水平面平行的直线称为水平线,与侧面平行的直线称为侧平线。投影面平行线的特性见表 2-1。

表 2-1 投影面平行线的特性

| 棱 边 | 图 示 | 特 性 |
|-----|-----|--|
| 正平线 | | (1) 正面投影反映实长; (2) 水平投影平行于 X 轴; (3) 侧面投影平行于 Z 轴 |
| 水平线 | | (1) 水平投影反映实长; (2) 正面投影平行于 X 轴; (3) 侧面投影平行于 Y 轴 |
| 侧平线 | | (1) 侧面投影反映实长; (2) 正面投影平行于 Z 轴; (3) 水平投影平行于 Y 轴 |

2. 投影面垂直线

与正面垂直的直线称为正垂线,与水平面垂直的直线称为铅垂线,与侧面垂直的直线称为侧垂线。投影面垂直线的特性见表 2-2。

表 2-2 投影面垂直线的特性

| 棱 边 | 图 示 | 特 性 |
|-----|-----|--|
| 正垂线 | | (1) 正面投影积聚为一点; (2) 水平投影和侧面投影均平行于 Y 轴并反映实长 |
| 铅垂线 | | (1) 水平投影积聚为一点; (2) 正面投影和侧面投影均平行于 Z 轴并反映实长 |
| 侧垂线 | | (1) 侧面投影积聚为一点; (2) 水平投影和正面投影均平行于 X 轴并反映实长 |

3. 投影面倾斜线

投影面倾斜线也称一般位置直线,就是与 3 个投影面都倾斜的直线。投影面倾斜线的特性是 3 个投影均小于实长,并倾斜于投影轴。

4. 两直线的相对位置

空间两直线的相对位置有平行、相交、异面 3 种。

(1)若空间两直线平行,则它们的各同面投影必定平行,反之亦然。

(2)若空间两直线相交,则它们的各同面投影必定相交,且交点符合点的投影规律,反之也成立。

(3)若空间两直线异面,则空间两直线既不平行也不相交,两异面直线的投影遵从“长对正、高平齐、宽相等”的投影规律。

三、平面的投影

不在同一直线上的三个点可以表示一个平面,一条直线及直线外的一点可以表示一个平面,相交的两条直线可以表示一个平面,平行的两条直线可以表示一个平面,任意一个平面图形也是一个平面。

按与投影面的相对位置不同,平面可分为投影面平行面、投影面垂直面和投影面倾斜面。

1. 投影面平行面

平行于一个投影面,垂直于其他两个投影面的平面称为投影面平行面。投影面平行面的特性见表 2-3。

表 2-3 投影面平行面的特性

| 表 面 | 图 示 | 特 性 |
|-----|-----|---|
| 正平面 | | (1)正面投影反映实形; (2)水平投影积聚成一条平行于 X 轴的直线; (3)侧面投影积聚成一条平行于 Z 轴的直线 |
| 水平面 | | (1)水平投影反映实形; (2)正面投影积聚成一条平行于 X 轴的直线; (3)侧面投影积聚成一条平行于 Y 轴的直线 |

续表

| 表 面 | 图 示 | 特 性 |
|-----|-----|---|
| 侧平面 | | <p>(1) 侧面投影反映实形；</p> <p>(2) 水平投影积聚成一条平行于 Y 轴的直线；</p> <p>(3) 正面投影积聚成一条平行于 Z 轴的直线</p> |

2. 投影面垂直面

垂直于一个投影面,与另外两个投影面倾斜的平面称为投影面垂直面。投影面垂直面的特性见表 2-4。

表 2-4 投影面垂直面的特性

| 表 面 | 图 示 | 特 性 |
|-----|-----|---|
| 正垂面 | | <p>(1) 正面投影积聚成一条直线；</p> <p>(2) 水平投影和侧面投影具有类似性</p> |
| 铅垂面 | | <p>(1) 水平投影积聚成一条直线；</p> <p>(2) 正面投影和侧面投影具有类似性</p> |

续表

| 表 面 | 图 示 | 特 性 |
|-----|-----|--------------------------------------|
| 侧垂面 | | (1)侧面投影积聚成一条直线; (2)水平投影和正面投影具有类似性 |

3. 投影面倾斜面

投影面倾斜面也称一般位置平面,即倾斜于三个投影面的平面。一般位置平面的三个面的投影均为类似形,如图 2-10 所示。

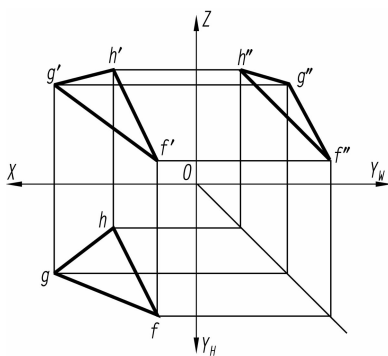


图 2-10 投影面倾斜面的投影

任务三 基本几何体及其投影

几何体分为平面立体和曲面立体两类。所有表面都是平面的立体称为平面立体。有一个或多个表面是曲面的立体称为曲面立体。常见的基本几何体有棱柱、棱锥、圆柱、圆锥、圆球等。

一、平面立体及其投影

求作平面立体的投影实际上是求点、线、面的投影。

1. 三棱柱及其投影

(1) 三棱柱的特点。

三棱柱由三个侧面和上、下底面组成,侧面上各条侧棱互相平行,上、下底面是三角形,三个侧面是矩形,如图 2-11 所示。

(2) 投影分析。

上、下底面为水平面,左、右侧面为铅垂面,后面为正平面。

(3) 三视图。

俯视图为三角形,主视图为矩形,左视图为矩形。三个视图的投影仍然满足“长对正,高平齐,宽相等”的投影关系,如图 2-12 所示。

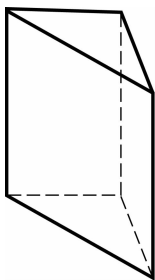


图 2-11 三棱柱

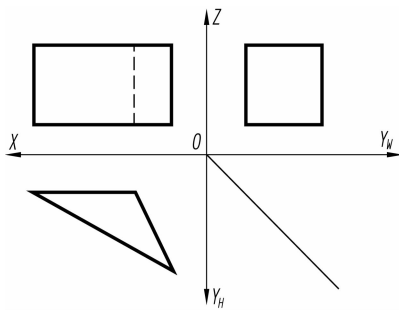


图 2-12 三棱柱的三视图

(4) 三棱柱表面上取点。

点的可见性的判断原则:凡是位于可见表面上的点,其投影为可见,反之,为不可见。

如图 2-13 所示,已知三棱柱表面上 H 、 I 、 J 三点的一面投影为 h 、 i' 、 j'' ,求三点其余两面投影,并判断投影的可见性。

作图步骤如下:

1) 根据水平投影 h 可知, H 点在三棱柱的上表面,上表面的正面投影积聚成一条直线 $a'b'$,因此 H 点的正面投影应该在 $a'b'$ 上。过 h 点作 hh' 直线垂直 X 轴交 $a'b'$ 于 h' , h' 为所求的 H 点的正面投影点。

2) 过水平投影 h 作 X 轴平行线交 45° 斜线,过交点作 Y 轴垂线交 $a''c''$ 于 h'' ,点 h'' 为所求的点 H 的侧面投影。

3) 根据正面投影 i' 可知, I 点在三棱柱的左侧矩形表面上,左侧矩形表面为铅垂面,水平投影积聚成一条直线 ac ,因此 I 点的水平投影在直线 ac 上。过 i' 作 X 轴垂线交 ac 于 i , i 点为所求的 I 点的正面投影。

4) 根据“长对正, 高平齐, 宽相等”的原则, 作出 I 点的侧面投影 i'' 。

5) 用类似的方法求出 J 点的另外两面的投影 j 和 j' , 如图 2-14 所示。

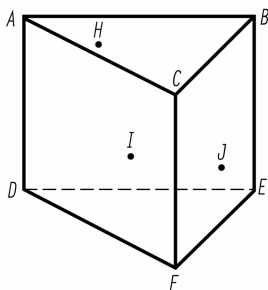


图 2-13 三棱柱及表面上的点

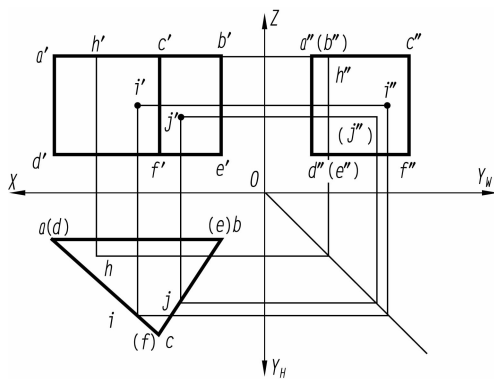


图 2-14 三棱柱表面上点的投影

2. 正三棱锥及其投影

三棱锥由侧面和一个底面组成, 侧面上各侧棱相交于一点。底面为正三角形的三棱锥, 即为正三棱锥。

(1) 正三棱锥的特点。

正三棱锥的底面为正三角形, 三个侧面为等腰三角形, 锥顶为 S , 如图 2-15 所示。

(2) 投影分析。

底面为水平面, 左、右为一般位置平面, 后面为侧垂面。

(3) 三视图。

俯视图为正三角形, 锥顶为 s , 投影在底面三角形的中心, 三个侧棱相等, 水平投影也相等。主视图为等腰三角形, 底面积聚成一条直线。左视图底面积聚成一条直线, 三棱锥后面的侧面投影为侧垂面, 其余侧面为倾斜面, 如图 2-16 所示。

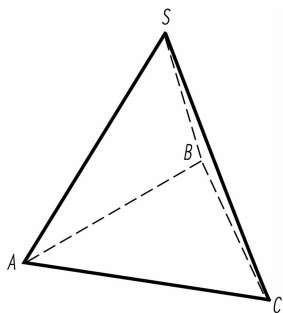


图 2-15 正三棱锥

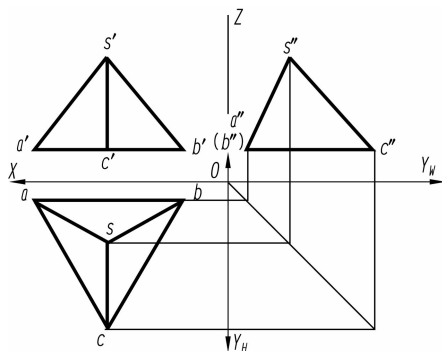


图 2-16 正三棱锥的三视图

(4)在正三棱锥表面上取点。

如图 2-17 所示,已知正三棱锥侧面上的点 D 的正面投影 d' ,求作 D 点的另外两面投影。作图步骤如下:

1)在正面投影中,连接 $s'd'$ 并延长交 $a'c'$ 于 e' ,由于点 E 在正三棱锥的底面,底面为水平面,水平投影 e 在 ac 连线上,得到水平投影 se 。

2)由于 D 点的正面投影在 $s'e'$ 上,所以 D 点的水平投影也应该在 se 上,用投影规律作出 D 点的水平投影 d ,再根据 d' 和 d 作出侧面投影 d'' 。

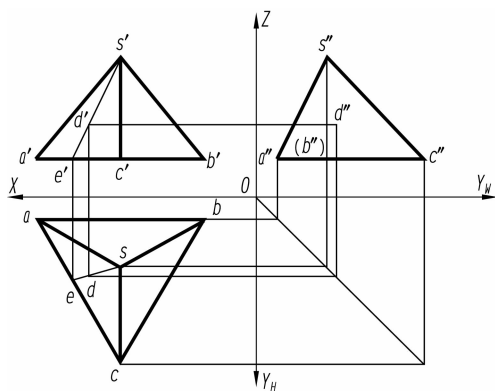


图 2-17 正三棱锥表面上的点

二、曲面立体及其投影

1. 圆柱体及其投影

(1)圆柱体的特点。

圆柱体上下底面均为相同大小的圆面,侧面为圆曲面,展开为一个长方形,如图 2-18 所示。

(2)投影分析。

上下底面为水平面,侧面投影为长方形。

(3)三视图。

主视图和左视图均为长方形,俯视图积聚成一个圆面,如图 2-19 所示。

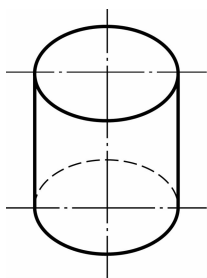


图 2-18 圆柱体

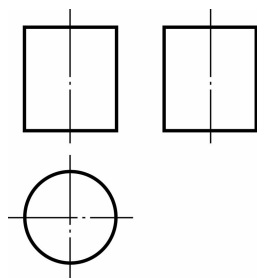


图 2-19 圆柱体三视图

(4)在圆柱体表面上取点。

如图 2-20 所示,圆柱体侧表面上的点 A 和点 B 的正面投影为 a' 、 b' ,求作点 A 、

点 B 另外两面的投影。

作图步骤如下：

1) 过 A 、 B 两点正面上的投影 a' 、 b' 作 X 轴的垂线并延长, 和俯视图上的圆弧相交, 两个交点分别为 a 、 b (由于 b' 是重影点, 在 a' 点的后面, 因此俯视图上 b 点在后, a 点在前)。

2) 用投影规律绘出 A 、 B 两点的侧面投影 a'' 、 b'' 。

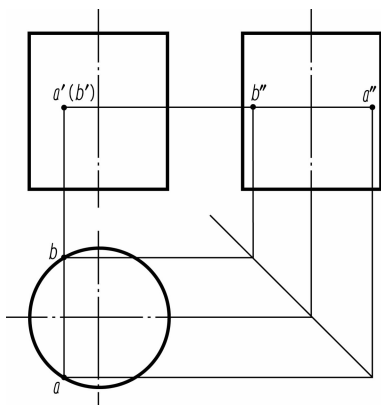


图 2-20 圆柱体表面上点的投影

2. 圆锥及其投影

(1) 圆锥的特点。

圆锥底面为一个圆面, 侧面为曲面, 展开为一个扇形。

(2) 投影分析。

底面为水平面, 侧面上所有的点在水平面上均积聚在圆面上, 圆心为顶点的投影。

(3) 圆锥的三视图。

俯视图为一个圆面, 圆心为顶点的投影, 主视图和俯视图均为一个等腰三角形。

(4) 在圆锥表面上取点。

求圆锥面上点的投影的方法有辅助线法和辅助圆法两种。

1) 辅助线法。如图 2-21(a) 所示, 过锥顶作过 A 点的素线 SK (投影为 $s'k'$ 、 sk 、 $s''k''$), 则 a 、 a'' 分别在 sk 、 $s''k''$ 上, 由 a' 便可作出 a 、 a'' 。用同样的方法可以作出 b 和 b'' 。其中 b'' 加括号表示点在后面被遮住, 不可见。

2) 辅助圆法。如图 2-21(b) 所示, 过 A 点作辅助纬圆 (垂直于圆锥轴线的圆), 则点 A 的各投影必在该圆的同面投影上。

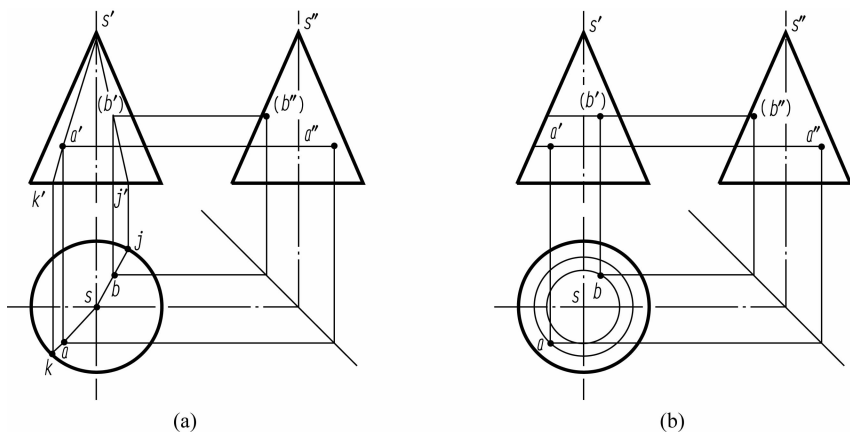


图 2-21 圆锥面上点的投影

(a) 辅助线法; (b) 辅助圆法

3. 球体及其投影

(1) 球体的特点。

球体整个面都为曲面。

(2) 投影分析。

球面上所有的点都没有积聚性。

(3) 三视图。

球体的三个视图均为以球直径为直径的圆。

(4) 球面上点的投影。

如图 2-22 所示:在 V 面上过 m' 作水平线交圆于 a' 、 b' ;在 H 面上以 $a'b'$ 为直径,以球心为圆心作辅助圆;过 m' 作 $a'b'$ 的垂线交辅助圆于 m , m 即为所求 M 点在水平面上的投影;用“三等”关系绘出 m'' 。

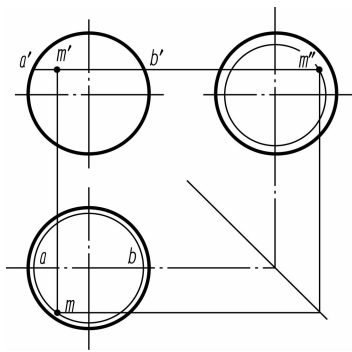


图 2-22 球面上点的投影



任务四 组合体及其投影

大部分的零件是由基本体叠加、切割或两者综合而成的组合体。在绘制组合体的三视图时,可以将组合体分割成多个基本体,然后一一绘制三视图,再将各基本体的三视图进行叠加和切割,去掉多余的图线,即得组合体三视图。

一、组合体的表面连接方式

组合体的表面连接方式分为相接、相切和相交。

1. 相接

两形体以平面相接触,称为相接。相接按分界处的情况又分为平齐和不平齐。

(1) 平齐。当两形体表面平齐时,中间不应画接合面的投影,如图 2-23 所示。

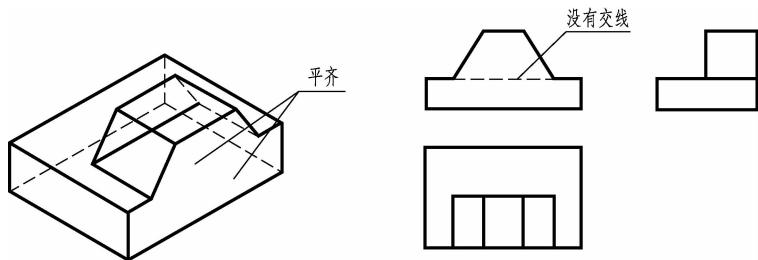


图 2-23 组合体两形体表面接合平齐



(2)不平齐。当两形体表面不平齐时,要画出接合面的投影,如图 2-24 所示。

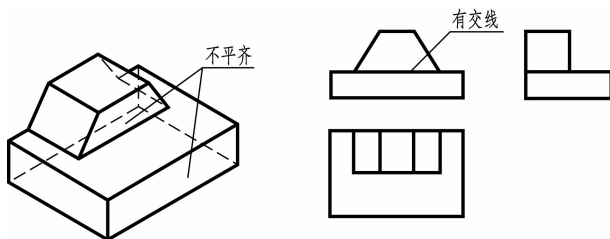


图 2-24 组合体两形体表面接合面不平齐

2. 相切

如图 2-25 所示,耳板前后面与圆柱表面光滑连接,即为相切,相切处没有交线,不应画线。

3. 相交

如图 2-26 所示,耳板前后面与圆柱相交,应画出交线。

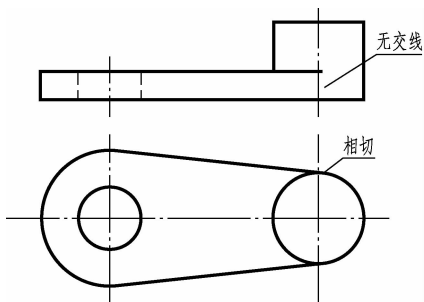


图 2-25 两表面相切

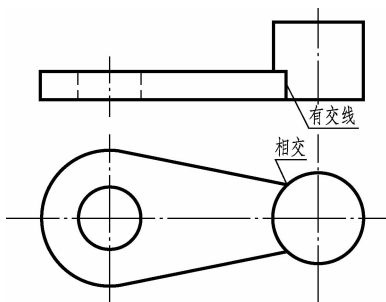


图 2-26 两表面相交

二、组合体的三视图

1. 平面立体叠加体

图 2-27 所示为一个长方体和四棱柱的叠加体。绘制这种平面立体叠加体的三视图时,可以先将工件分割成两个或多个基本体,然后分别绘出基本体的三视图,最后将不必要的线条擦去,如图 2-28 所示。

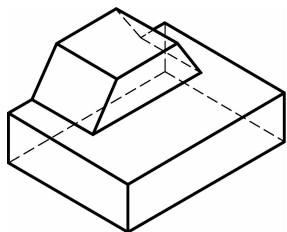


图 2-27 平面立体叠加体

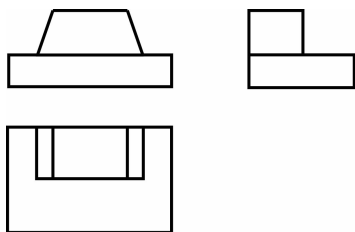


图 2-28 平面立体叠加体的三视图