

机械制图

(航空航天类)

主 编 王守志 陈晓罗
副主编 荆 楠 刘 琼 赵立军
参 编 徐红亮 韩金玉 林 骏

内容提要

本教材分八个单元,主要介绍了制图基础知识、投影法与基本体、组合体及截切与相贯、机械图样画法、零件图、标准件和常用件、装配图、其他图样等传统机械制图知识与方法。同时,为满足航空航天类专业需要的相关飞机制图知识,教材增加了铆接图画法、焊接图画法、复合材料构件零件图画法等基础知识。教材在加强学生基础知识、拓宽学生知识面的基础上,立足于技术技能型应用人才培养需求,突出应用特色,力求内容精简,强化学生的识图、制图能力培养。书后还编有附录,供查阅有关标准和数据使用,同时出版的《机械制图习题集(航空航天类)》与本教材配套使用。

本书可作为职业院校及应用本科院校航空航天类专业机械制图课程的教材,也可作为工程技术人员及有一定机械制图、工程材料基础学习者的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图: 航空航天类 / 王守志, 陈晓罗主编. —
天津: 天津大学出版社, 2019.9
ISBN 978-7-5618-6329-9

I. ①机… II. ①王… ②陈… III. ①机械制图—高等学校—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第194003号

JIXIE ZHITU (HANGKONG HANGTIANLEI)

出版发行 天津大学出版社
地 址 天津市卫津路92号天津大学内(邮编:300072)
电 话 发行部:022-27403647
网 址 publish.tju.edu.cn
印 刷 北京虎彩文化传播有限公司
经 销 全国各地新华书店
开 本 185mm×260mm
印 张 16
字 数 440千
版 次 2019年9月第1版
印 次 2019年9月第1次
定 价 39.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请与我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

本教材是针对职业教育的教学特点,结合航空航天类企业的实际需求,根据最新《机械制图》《技术制图》等国家标准及《飞机制图》行业标准,并汲取兄弟院校同类教材优点编写而成,力求满足高职高专、应用本科等职业教育人才培养目标对机械制图与识图的新要求。

本教材分八个单元,主要介绍了制图基础知识、投影法与基本体、组合体及截切与相贯、机械图样画法、零件图、标准件和常用件、装配图、其他图样等传统机械制图知识与方法。同时,为满足航空航天类专业需要的相关飞机制图知识,教材增加了铆接图画法、焊接图画法、复合材料构件零件图画法等基础知识。教材在加强学生基础知识、拓宽学生知识面的基础上,立足于技术技能型应用人才培养需求,突出应用特色,力求内容精简,强化学生的识图、制图能力培养。

根据“机械制图”课程的特点,本书采用双色印刷,使学生能够更直观地了解零件结构,理解作图过程。本书将现代化的教学手段与传统教学相结合,在一些难以理解的理论知识部分配有动画将零件结构、思维过程和作图过程清晰地展现出来,学生可以通过手机扫描二维码直接观看,使其读图能力和作图速度显著提高。读者也可以通过扫描封底的二维码免费获取与教材内容同步的动画资源和三维立体图资源,便于学习和教学使用。

本教材由天津中德应用技术大学王守志、天津电子信息职业技术学院陈晓罗担任主编,参加编写工作的有王守志(单元一、单元五、单元八),陈晓罗(单元三、单元六、单元七),天津中德应用技术大学韩金玉(单元一、单元二)、荆楠(单元五、单元七)、刘琼(单元四、单元八)、林骏(单元二、单元六)、徐红亮(单元三、单元四),重庆文理学院赵立军(单元四、单元七)。

本书可作为职业院校及应用本科院校航空航天类专业机械制图课程的教材,也可作为工程技术人员的参考用书。书后还编有附录,供查阅有关标准和数据使用,同时出版的《机械制图习题集(航空航天类)》与本教材配套使用。

由于编者水平所限,书中难免存在一些不足、错误和缺陷,敬请广大读者批评指正。

编者

2019年8月

目 录

绪 论	1
思考题	4
单元一 制图基础知识	5
任务一 国家标准基本规定	5
任务二 几何作图	22
任务三 平面图形分析与绘制	27
思考题	29
单元二 投影法与基本体	31
任务一 投影法	31
任务二 点、线、面的投影	38
任务三 基本体及其投影	52
思考题	55
单元三 组合体及截切与相贯	56
任务一 截切及截交线	56
任务二 相贯及相贯线	62
任务三 组合体	67
思考题	76
单元四 机械图样画法	77
任务一 视图	77
任务二 剖面图	80
任务三 断面图	85
任务四 其他表达方法	87
思考题	92
单元五 零件图	93
任务一 视图选择	93
任务二 零件常见的工艺结构	97
任务三 零件图的尺寸标注	101
任务四 零件图的技术要求	108
任务五 零件图的识读	126
思考题	132

单元六 标准件和常用件	133
任务一 螺纹紧固件	133
任务二 键与销及其画法	144
任务三 滚动轴承及其画法	150
任务四 齿轮及其画法	154
任务五 弹簧及其画法	159
思考题	163
单元七 装配图	165
任务一 装配图基础知识	165
任务二 装配图绘制	166
任务三 装配图识读	178
思考题	180
单元八 其他图样	181
任务一 焊接图	181
任务二 复合材料构件零件图	190
任务三 轴测图	199
思考题	209
附录 A 螺 纹	210
附录 B 螺纹紧固件	215
附录 C 键 与 销	230
附录 D 常用标准结构和标准数据	236
附录 E 常用金属材料	239
附录 F 轴和孔的极限偏差	241

绪论

学习内容:

1. 了解本课程的研究对象;
2. 理解图样、零件图、装配图的概念及作用,掌握图样的内容;
3. 熟悉本课程的体系结构学习方法。

一、本课程的研究对象

在工程技术中,工程图样不仅是指导生产的重要技术文件,而且是进行技术交流的重要工具,有“工程界的语言”之称,所以图样的绘制和阅读是工程技术人员必须掌握的一种基本技能。机械制图是研究绘制和阅读工程图样的一门学科,故本课程旨在研究如何在平面上表达空间物体,用二维空间的“图”表达三维空间的“物”,研究怎样用投影法解决空间几何问题。本课程以《技术制图》与《机械制图》等国家标准为基础,是高等工科院校学生必修的一门技术基础课。图 0-1 为三维形体与二维图形之间的转换与映射关系,可见投影法、图样画法、国家标准、相关行业规定等是本课程涉及的基本理论与基本方法;空间想象与分析能力、绘图与识图能力是本课程的核心技能。

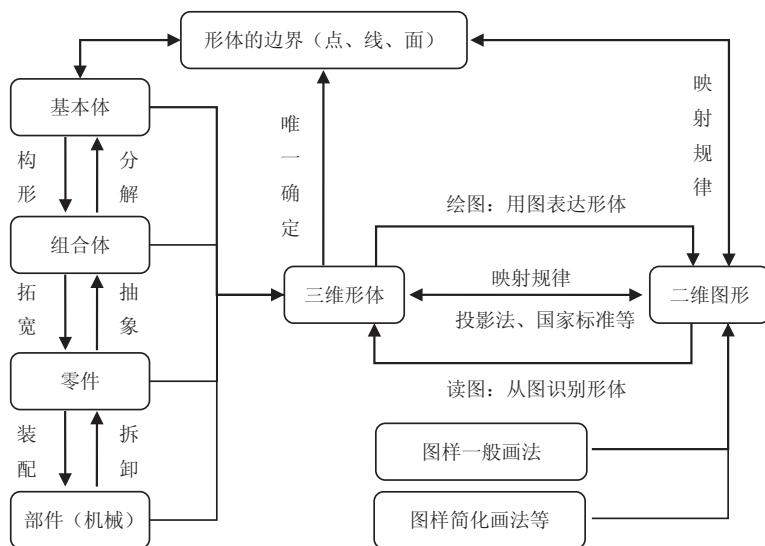


图 0-1 三维形体与二维图形之间的转换与映射关系



二、图样的内容及作用

1. 图样的概念及分类

在工程技术中,各种机械设备、仪器仪表以及工程设施都是通过图样来表达设计意图,并根据图样来进行生产、安装、维修和技术交流的,所以图样是工业生产部门、管理部门和科技部门中一种必不可少的重要技术资料。

根据投影原理、国家(行业)标准或有关规定表示的工程对象,并有必要技术说明的图,称为图样。机械工程图是用来表达机器(部件)的工作原理和装配关系,或机械单个零件形状、大小和特征的图样,其中表达机械(部件或组件)装配关系的图样称为装配图,表达机械单个零件结构的图样称为零件图,二者表达内容不同,其作用也不同。装配图主要用在机器或部件的装配、调试、安装、维修等场合,零件图主要用在零件的生产准备、加工制造及检验等场合。

注:

航空企业常将表达部件或组件的装配图,称为组件图(Assembly Drawings);将表达机械成品的装配图,称为装配图(Installation Drawings)。

2. 图样的内容

一幅完整的图样一般由一组图形、必要的尺寸、技术要求、标题栏等组成,装配图还包含描述组成装配体的各零部件简要信息的明细表。

图形要用国家标准规定的表达方法,正确、完整、清晰地表达出零件的内外结构形状;必要的尺寸要完整、清晰、合理地标注出零部件各部分结构形状的大小和相对位置的全部尺寸,以便于零部件的制造和检验;技术要求要用文字或规定的代号说明零部件在制造和检验时应达到的技术指标,如表面结构、尺寸公差、形状和位置公差、热处理、表面处理以及其他特殊要求等;标题栏配置在图纸的右下角,应填写零件的名称、材料、数量、图号、比例以及设计、审核、批准者的姓名、日期等,零件图上的标题栏要严格按有关标准规定(GB/T 10609.1—2008)画出和填写。图 0-2 所示为零件图示例。

注:

标准是为了在一定范围内获得最佳秩序,经协商一致制定并由公认机构批准,共同使用的和重复使用的一种规范性文件。我国标准分为国家标准(如 GB)、行业标准(如 JB)、地方标准(以 D 开头)和企业标准(以 Q 开头);国家标准又分为强制性标准(GB)和推荐性标准(GB/T)两类。

国家标准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(四位数字)构成,如 GB/T 10609.1—2008。

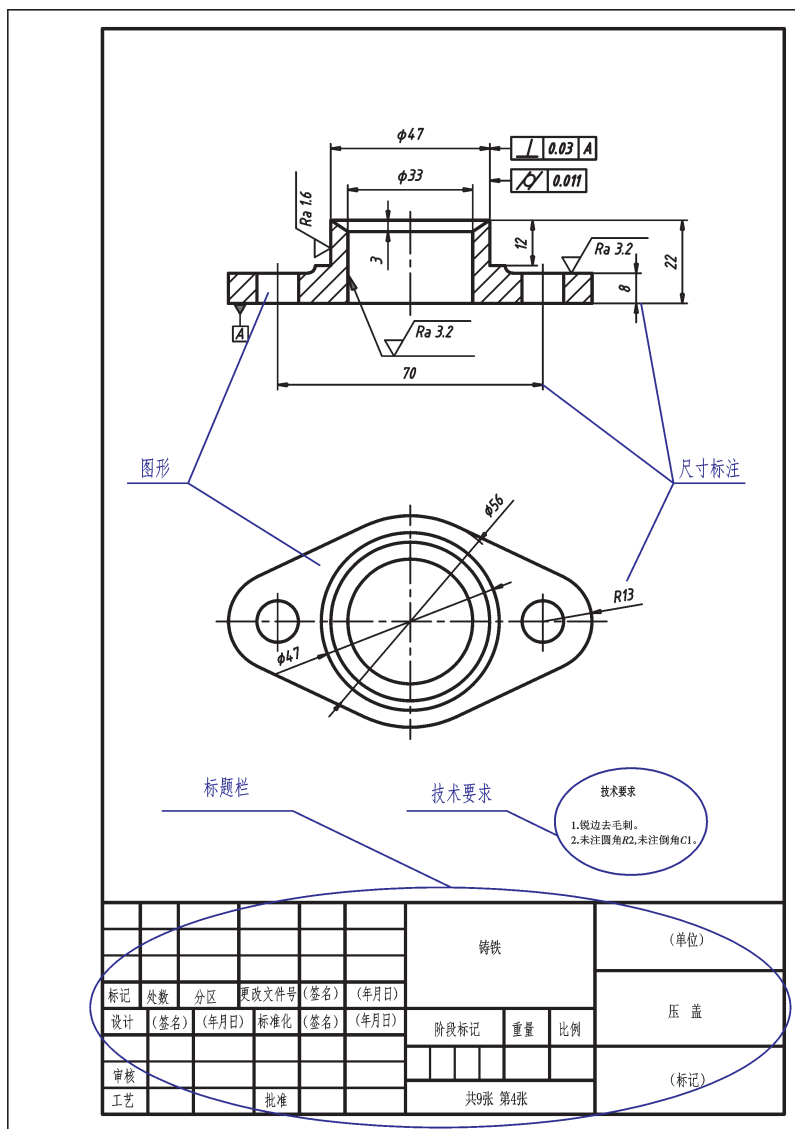


图 0-2 零件图

三、本课程的体系结构

本课程紧紧围绕机械图样的绘制与阅读这一主题,按照制图基础、机械图样、其他工程图样三大部分介绍与制图相关的基本理论、基本方法和基本技能。

“制图基础”部分包括单元一(制图基础知识)、单元二(投影法与基本体)、单元三(组合体及截切与相贯)3个单元,主要介绍国家标准规定的制图基本知识(图幅、图框、图线、字体等)、投影基础(投影方法及点、线、面的投影规律和基本体等)、相贯及截切和组合体;“机械图样”部分包括单元四(机械图样画法)、单元五(零件图)、单元六(标准件和常用件)、单元七(装配图)4个单元,主要讲解图样画法(视图、剖面图、断面



图等)、零件图、常用件和标准件的规定画法、装配图的一般画法等;“其他工程图样”主要介绍轴测图、焊接与铆接图等。

四、本课程的学习方法

本课程是一门与生产实际密切相关的课程,既具有系统的理论知识,又具有很强的实践性,同时要求具备较强的空间想象和分析能力。因此,学习本课程时应注意以下几点。

(1)学好基本理论,掌握基本方法,熟悉基本技能。

(2)从空间(物体)到平面(图样),从平面到空间反复思考,以培养空间想象能力和对几何形体的构思能力。

(3)勤动手,多练习,在实践中培养图样的绘制能力与识读能力。

(4)绘图时,要养成严谨精细的学习态度,培养自觉遵守工程制图国家标准的良好习惯,不断提高查阅标准的能力。

思考题

1. 什么是图样、零件图、装配图?
2. 零件图及装配图有何区别?
3. 一幅完整的图样包含哪些内容?
4. 学习本课程应注意什么?
5. 什么是标准? 我国标准一般分为几类?



单元一 制图基础知识

学习内容:

1. 掌握相关国家标准中关于图纸幅面及其格式、标题栏、图线、字体、比例、尺寸标注、斜度及锥度的一般规定;
2. 熟悉尺寸标注的基本原则,能够正确标注尺寸;
3. 熟悉线段(圆周)等分、圆弧连接、椭圆及渐开线绘制等几何作图的基本方法与基本步骤,能够正确绘制一般几何图形;
4. 掌握基准、定形尺寸、定位尺寸等基本概念及平面图形的分析方法,能够正确绘制一般平面图形。

任务一 国家标准基本规定

为准确无误地交流技术思想,《技术制图》和《机械制图》等相关国家标准对图线、图幅、图样画法等作了统一规定,绘图时必须严格遵守、认真执行。

航空行业因飞机结构复杂,图样幅面较大,且铆接、铰接、缝纫等特殊工艺应用较多,为规范、统一飞机零部件的结构表达,我国航空行业颁布了系列飞机制图相关行业标准,如《飞机制图基本规定》(HB 5859.1—1996)等,故在绘制飞机图样时也需遵守并执行行业标准。

一、图纸幅面及格式(GB/T 14689—2008)

图纸幅面是指图纸的尺寸大小,由图纸的宽度与长度界定。

1. 图纸幅面及其代号

图纸幅面分为基本图幅与加长图幅两类。表 1-1 为基本幅面的图纸尺寸及其代号。绘图时,应优先选用基本幅面;必要时,也允许选用表 1-2 中第二选择或第三选择的加长幅面。加长幅面是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的。

表 1-1 基本幅面

单位:mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

表 1-2 加长幅面

单位:mm

第二选择		第三选择			
幅面代号	$B \times L$	幅面代号	$B \times L$	幅面代号	$B \times L$
A3 × 3	420 × 891	A0 × 2	1189 × 1682	A3 × 5	420 × 1486
A3 × 4	420 × 1189	A0 × 3	1189 × 2523	A3 × 6	420 × 1783
A4 × 3	297 × 630	A1 × 3	841 × 1783	A3 × 7	420 × 2080
A4 × 4	297 × 841	A1 × 4	841 × 2378	A4 × 6	297 × 1261
A4 × 5	297 × 1051	A2 × 3	594 × 1261	A4 × 7	297 × 1471
		A2 × 4	594 × 1682	A4 × 8	297 × 1682
		A2 × 5	594 × 2102	A4 × 9	297 × 1892

注:

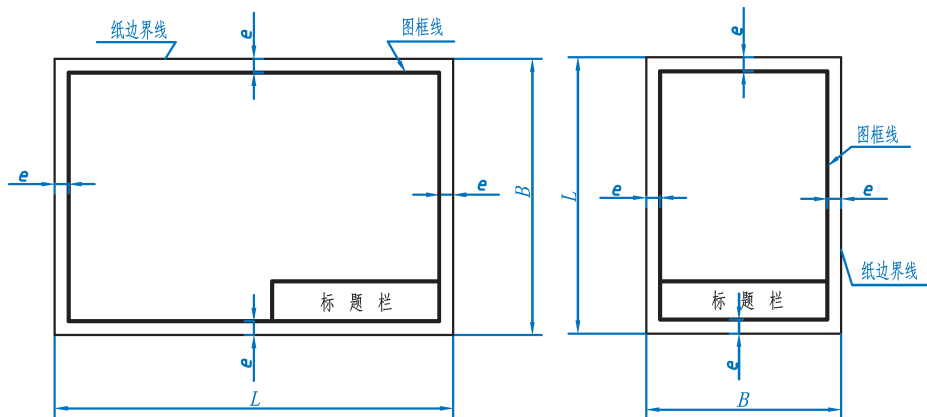
《飞机制图基本规定》(HB 5859.1—1996)规定:A0、A1幅面,必要时仅允许沿长边加长,A0幅面的加长量一般不应超过一个A0幅面的长度;需要超过时,应采用第2、3……页。

可见,在我国飞机制造业中是不采用表1-2所示的加长图幅的,且A0幅面的最大加长幅面为841 mm × 2378 mm。

2. 图框格式

图框是图纸上限定绘图区域的线框,用粗实线绘制;其格式分为留有装订边和不留装订边两种,但同一产品的图样只能采用一种格式。

图1-1为不留装订边的图框格式,图1-2为留有装订边的图框格式;边框尺寸按表1-1规定选用。



(a) 无装订边图纸(X型)的图框格式

(b) 无装订边图纸(Y型)的图框格式

图 1-1 不留装订边的图框格式

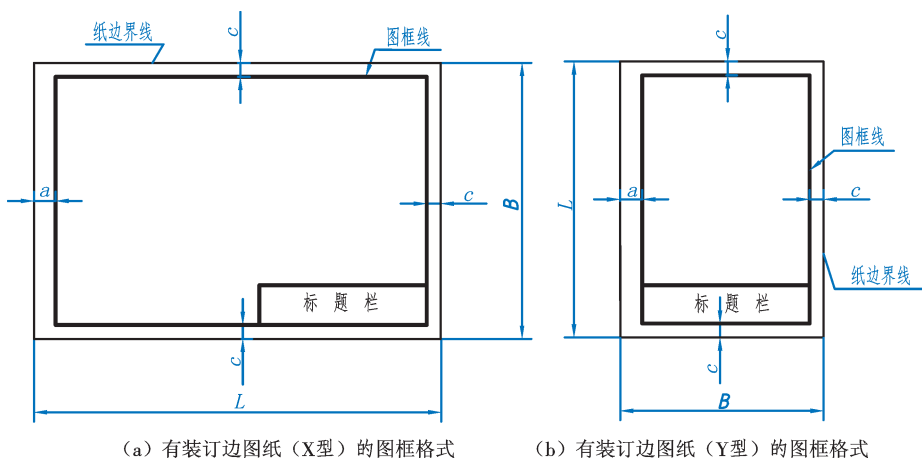


图 1-2 留有装订边的图框格式

加长幅面的图框尺寸是按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定的。

例：A2×3 的图框尺寸，按 A1 的图框尺寸确定，即 e 为 20 mm（或 c 为 10 mm），而 A3×4 的图框尺寸，按 A2 的图框尺寸确定，即 e 为 10 mm（或 c 为 10 mm）。

当标题栏的长边置于水平方向，并与图纸的长边平行时，则构成 X 型图纸，如图 1-1(a)、图 1-2(a) 所示；当标题栏的长边与图纸的长边垂直时，则构成 Y 型图纸，如图 1-1(b)、图 1-2(b) 所示。此时，看图方向与看标题栏的方向一致。

1) 对中符号

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，应在图纸各边长的中点处分别画上对中符号。对中符号用粗实线绘制，宽度不小于 0.5 mm，长度从纸边界线开始至伸入图框约 5 mm。对中符号的位置误差应不大于 0.5 mm，如图 1-3 所示。

当对中符号处在标题栏范围内时，则伸入标题栏部分省略不画，如图 1-4 所示。

2) 方向符号

若使用预先印制好的图纸，为了明确绘图和看图时图纸的方向，应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号。方向符号是用细实线绘制的等边三角形，其大小和所处的位置如图 1-5 所示。

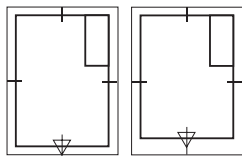


图 1-3 X 型图纸的短边置于水平时的对中符号

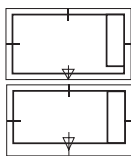


图 1-4 Y 型图纸的长边置于水平时的对中符号

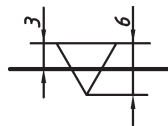


图 1-5 方向符号

3. 图幅分区

图幅分区是指采用在长度与宽度方向上均分图纸的方法划分图纸区域，以方便图样的标记和阅读，如图 1-6 所示。



笔记

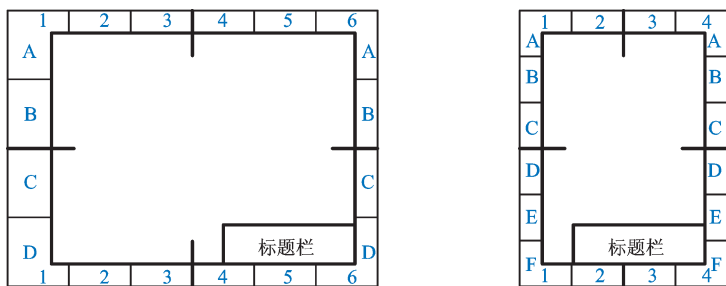


图 1-6 图幅分区

简单的图样可以不分区。若要分区,需用细实线在图纸周边内绘制分区,同时应注意以下几点问题。

(1)分区数目按图样的复杂程度确定,但必须取偶数,且每一分区的长度应在 25~75 mm 内选择。

(2)分区的编号,沿上下方向(按看图方向确定图纸的上下和左右)用直体大写拉丁字母从上到下顺序编写;沿水平方向用直体阿拉伯数字从左到右顺序编写。当分区数超过拉丁字母的总数时,超过的各区可用双重字母编写,如 AA, BB, CC…拉丁字母和阿拉伯数字的位置应尽量靠近图框线。

(3)标注分区代号时,分区代号由拉丁字母和阿拉伯数字组成,字母在前、数字在后并排书写,如 B3、C5 等。

注:

HB 5859.1—1996 规定:(1)对于幅面为 A0 及 A0 以上,且图形复杂的图样,为看图方便,应对图幅分区;(2)每一分区的边长为 210 mm,最右面一个分区的长度不足 210 mm 时,仍编为一个分区;(3)当采用对中符号时,图幅分区数目应为偶数,每一分区的边长可在 210 mm 上下调整。

二、标题栏

1. 标题栏格式

标题栏是简要说明零件及其图样基本信息的表格,一般由更改区、签字区、其他区、名称及代号区组成,其格式和尺寸(GB/T 10609.1—2008)如图 1-7 所示。每张图样必须绘制标题栏,标题栏的位置应位于图纸的右下角。

其他分区形式可参考国家标准(GB/T 10609.1—2008),也可按实际需要增加或减少。

2. 标题栏填写

更改区中的内容应按从下往上的顺序填写,也可以根据实际情况顺延,或放在图样中其他的地方,但应有表头。“标记”是因工艺、错误等原因对原图进行修改时,在修改的地方所标记的更改符号,如“a”;“处数”是同一种标记所表示的更改数量;“更改



文件号”填写更改所依据的文件号；“阶段标记”表示图纸所处的生产阶段,根据 JB/T 5054.3—2000 规定分为“S”“A”“B”三种,“S”表示样机(样品)试制图样,“A”表示小批试制图样,“B”表示正式生产图样,按有关规定由左向右填写；“重量”表示所绘制图样相应产品的计算质量,以千克(kg)为计量单位时,允许不写出其计量单位；“共 张”“第 张”填写同一图样代号中图样的总张数及该张所在的张次；“图样名称”应力求简明、规范或约定俗成；各责任人签名应手写签名,清晰可读即可,但不要仿宋字签名；标题栏中的“年月日”应按照 GB/T 7408—2005 的规定格式填写,规定为“年”四位,“月”“日”两位,之间不用分隔符,如“20090923”。

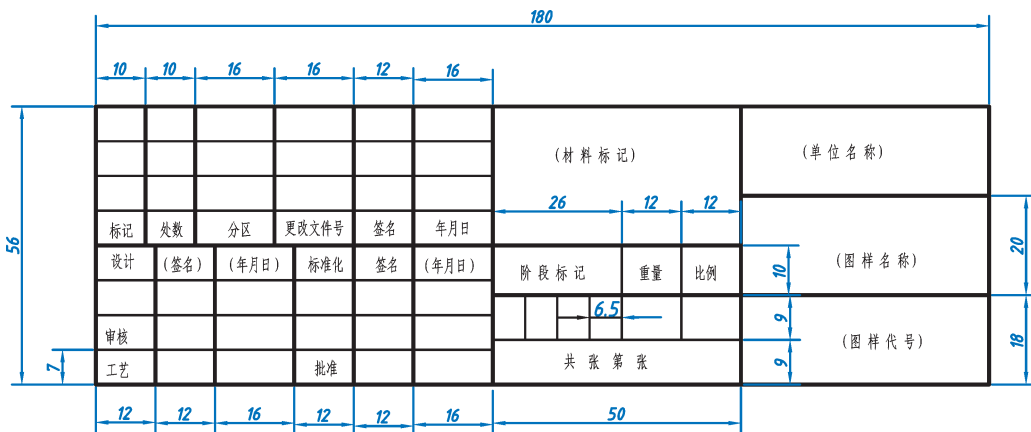


图 1-7 标题栏的格式及各部分的尺寸

3. 校内作业简化标题栏

在校学习期间的制图作业中,可采用图 1-8 所示的推荐格式绘制标题栏。

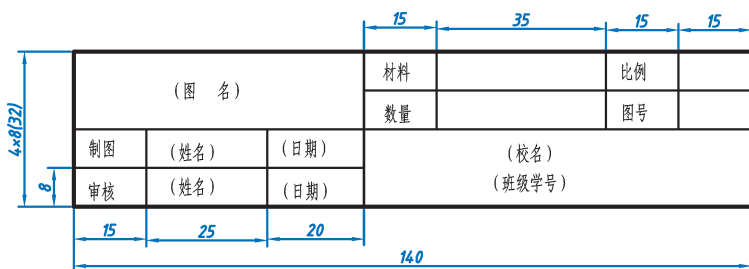


图 1-8 制图作业中推荐使用的标题栏格式






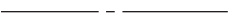


三、图线(GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

图线是以某种方式连接起点与终点的一种线性几何图形,形状可能为直线或曲线、连续或不连续。

1. 图线样式

绘制图样时,常采用的图线样式如表 1-3 所示。

表 1-3 图线的规格及应用

图线名称	图线样式	图线宽度	一般应用
粗实线		b	可见轮廓线
细实线		$b/2$	尺寸线及尺寸界线、引出线、辅助线、剖面线、分界线及范围线、不连续的同一表面的连线、重合剖面的轮廓线、弯折线(如展开图中的弯折线)、螺纹的牙底线及齿轮的齿根线、成规律分布的相同要素的连线
波浪线		$b/2$	断裂处的边界线、视图和剖视图的分界线
双折线		$b/2$	断裂处的边界线、视图和剖视图的分界线
虚线		$b/2$	不可见轮廓线、不可见棱边线
细点画线		$b/2$	轴线、对称中心线、轨迹线、节圆及节线
双点画线		$b/2$	相邻辅助零件的轮廓线、坯料的轮廓线或毛坯图中制成品的轮廓线、极限位置的轮廓线、实验或工艺用结构(成品上不存在)的轮廓线、假想投影轮廓线、中断线
粗虚线		b	允许表面处理的表示线

图线宽度 b 的推荐系列为 0.25 mm、0.35 mm、0.5 mm、0.7 mm、1 mm、1.4 mm、2 mm,粗线与细线的宽度比率为 2 : 1。一般情况下,粗线的宽度常在 0.5~1 mm 中选取。

2. 图线应用

(1)粗实线的部分应用如图 1-9 所示。

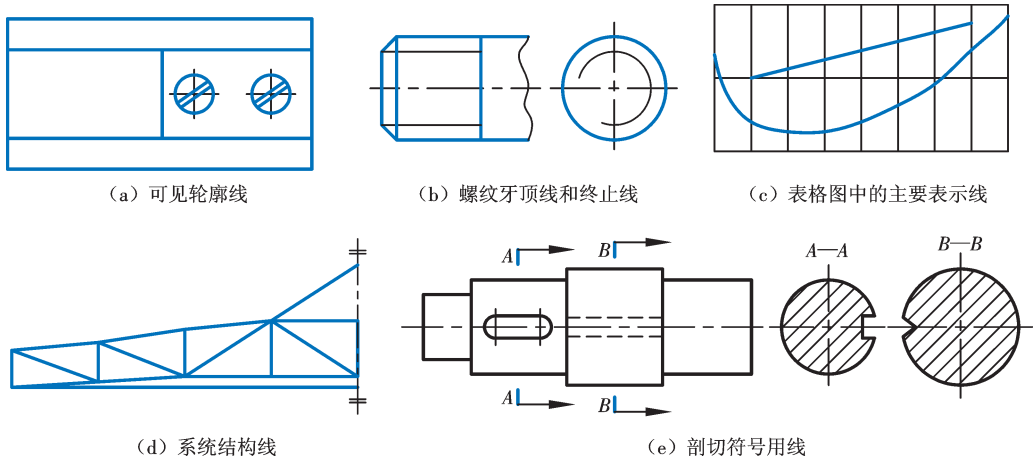


图 1-9 粗实线的应用

(2)细实线的部分应用如图 1-10 所示。

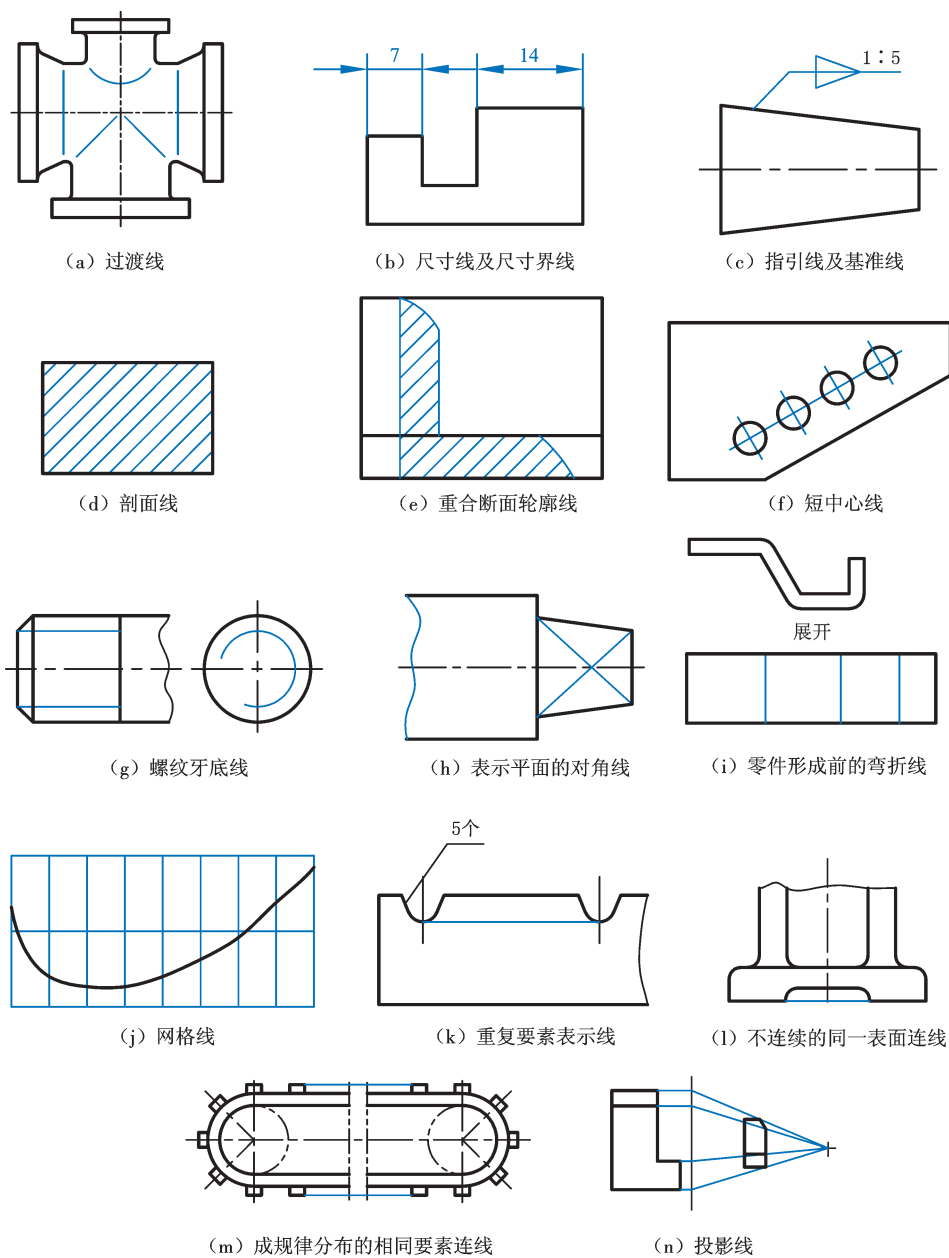


图 1-10 细实线的应用

(3)各种图线的综合应用示例如图 1-11 所示。

笔记

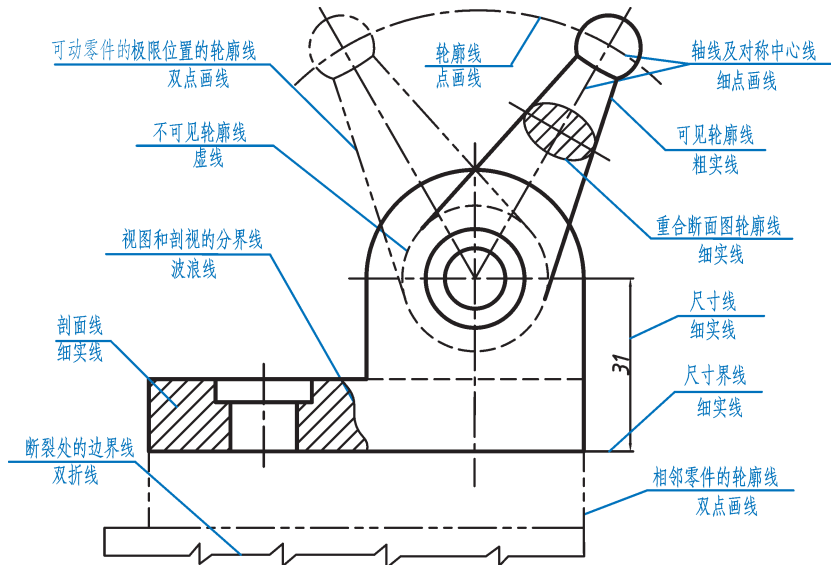


图 1-11 图线应用示例

3. 图线画法

- (1) 同一图样中,同类图线的宽度应一致。
- (2) 除非有特别规定,两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7 mm。
- (3) 虚线、点画线的长度、间隙、短线应各自相等;点画线和双点画线的首末两端为“长线”,而不应为“点”,如图 1-12 所示。



图 1-12 虚线、点画线、双点画线的画法

- (4) 虚线、点画线或双点画线和实线相交或它们自身相交时,应以“长线”相交,而不应以点或间隔相交。虚线、点画线或双点画线为实线的延长线时,应在相连处留出间隙,如图 1-13 所示。

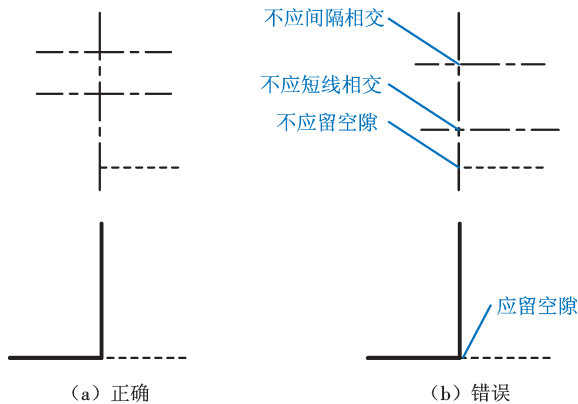


图 1-13 虚线、点画线或双点画线和实线相交



(5) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为“长线”的交点,首末两端超出圆周2~5 mm。在较小的圆形上绘制细点画线和细双点画线有困难时,可用细实线代替,如图1-14所示。

(6) 当某些图线重合时,应按粗实线、虚线和细点画线的顺序只画前面的一种图线。

(7) 虚线圆弧与实线相切时,虚线圆弧应留出间隔。

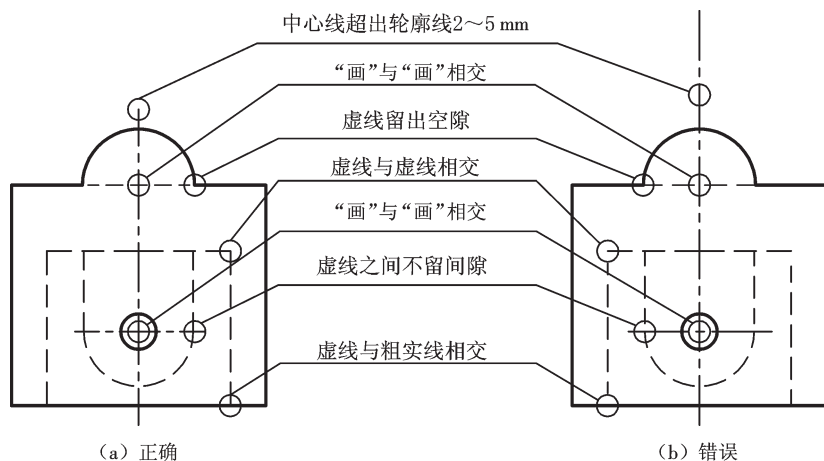


图 1-14 图线正误画法对比

四、字体(GB/T 14691—1993)

字体是指图样中文字、字母、数字等符号的书写样式,书写时必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体的号数,即字体的高度 h 的公称尺寸系列为20、14、10、7.5、3.5、2.5、1.8(单位:mm),如需要更大的字体,其高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

1. 汉字

汉字规定用长仿宋体书写,并采用国家正式公布的简化汉字。汉字的高度不应小于3.5 mm,字体宽度一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

2. 字母和数字

字母和数字可写成直体和斜体。斜体字的字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 角。

3. 综合应用规定

字体综合应用时,用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母,一般应采用小一号的字体,如图1-15所示。



ISO 2005 Part 5 $\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ 10^3 1:2000 58kg
 GB/T 14691—1993 $m=14$ $z=28$ 55° $\frac{3}{4}$
 HT200 20Mn $\phi 50 \frac{H9}{f8}$ $\phi 50h6$
 R30 T_d $t2$ 机械制图

图 1-15 字体

五、比例(GB/T 14690—1993)

图样与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。绘图时,优先采用表 1-4 中所列的国标规定的比例;必要时也可以采用表中括号内的其次选用比例。

表 1-4 常用比例

原值比例	1:1
缩小比例	(1:1.5) 1:2 (1:2.5) (1:3) (1:4) 1:5 (1:6) $1:1 \times 10^n$ ($1:1.5 \times 10^n$) $1:2 \times 10^n$ ($1:2.5 \times 10^n$) ($1:3 \times 10^n$) $(1:4 \times 10^n)$ $1:5 \times 10^n$ ($1:6 \times 10^n$)
放大比例	2:1 (2.5:1) (4:1) 5:1 $1 \times 10^n:1$ $2 \times 10^n:1$ ($2.5 \times 10^n:1$) ($4 \times 10^n:1$) $5 \times 10^n:1$

注: n 为正整数。

注:

绘图时,应尽可能采用 1:1 比例,以便由图形直接表达零部件的真实大小。当零部件不宜采用 1:1 比例时,也可以采用放大或缩小比例。不论采用何种比例,图样中所标注的尺寸数值都必须是零部件的实际尺寸,即图样中的尺寸标注与绘图所用的比例无关。

对于同一张图样上各个图形,原则上应采用相同的比例绘制,并在标题栏内的“比例”一栏中进行填写。当某个图形需采用不同比例绘制时,可在视图名称下方以分数形式标注出该图形所采用的比例,如 $\frac{1}{2}:1$ 、 $\frac{A}{2}:1$ 、 $\frac{B-B}{2.5}:1$ 等,如图 1-16 所示。

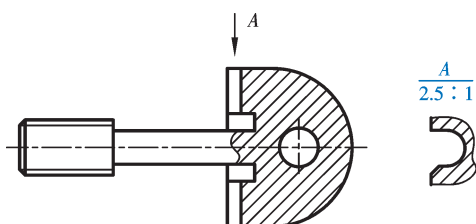


图 1-16 比例标注示例

六、尺寸标注(GB/T 4458.4—2003)

图形只能表达机件的形状,其大小由图样标注的尺寸确定。尺寸标注应正确、完整、清晰、合理。

1. 基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样上所标注的尺寸数值为依据,与图形的大小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,以毫米为单位时,不需标注单位或名称。若采用其他单位,则应注明相应的单位符号。

(3) 图样中所标注的尺寸为该图样所表示机件的最后完工尺寸,如不是需另加说明。

(4) 机件的每一个尺寸,在图样上一般只可标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸组成

一个完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字 3 个基本要素组成,如图 1-17 所示。

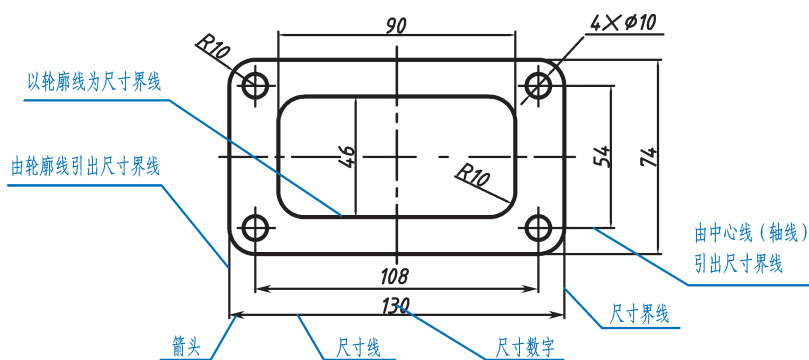


图 1-17 尺寸的组成

1) 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制,并由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出;也可以利用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线。

在光滑过渡处标注尺寸时,应用细实线将轮廓线延长,从其交点处引出尺寸界线,



如图 1-18 所示。

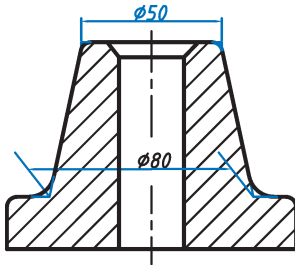


图 1-18 圆角处尺寸界线的画法

尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时才允许倾斜。

标注角度的尺寸界线应沿径向引出,如图 1-19 所示;标注弦长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线,如图 1-20 所示;标注弧长的尺寸界线应平行于该弧所对圆心角的角平分线,如图 1-21 所示,但当弧长较大时,可沿径向引出。

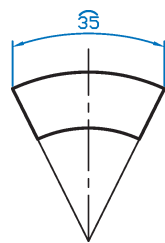
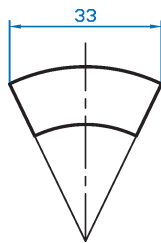
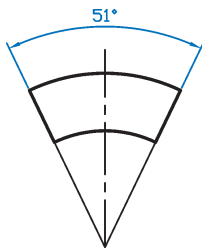


图 1-19 标注角度的尺寸界线 图 1-20 标注弦长的尺寸界线 图 1-21 标注弧长的尺寸界线

2) 尺寸线

尺寸线用细实线绘制,其终端可以用箭头或斜线两种形式来表示尺寸线的起止,如图 1-22 所示。只有当尺寸线垂直于尺寸界线时,尺寸线才可以采用斜线终端,机械图样上的尺寸线终端一般采用箭头。在同一图样中,其终端的形式应一致。

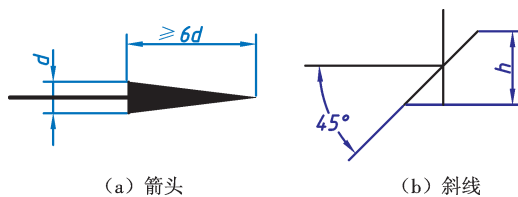


图 1-22 尺寸线的终端形式

尺寸线不能用图中的任何图线来代替,也不得与其他图线重合或画在其延长线上。

线性尺寸的尺寸线应绘制成与所标注线段间隔为 5~7 mm 的平行线。各尺寸线之间或尺寸线与尺寸界线之间应尽量避免相交。因此,在标注并联尺寸时,应将小尺寸放在里面,大尺寸放在外面,如图 1-23 所示。

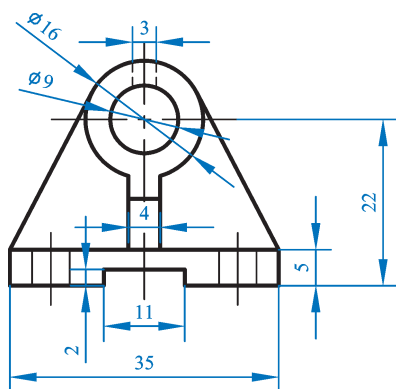


图 1-23 尺寸标注示例

当标注角度时,尺寸线应画成圆弧,其圆心是该角的顶点。当对称机件的图形只画出一半或略大于一半时,尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的界线,此时仅在尺寸线的一端画出箭头,如图 1-24 中的尺寸 35 和 52。

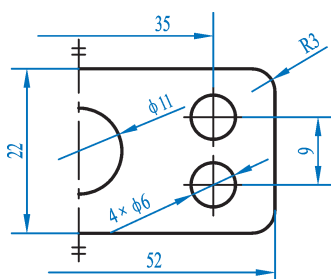


图 1-24 对称机件只画一半的标注方法

3) 尺寸数字

尺寸数字用以表示机件各部分的实际大小,一律用标准字体书写,在同一图样上尺寸数字的字高应保持一致。

线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方,也允许注写在尺寸线的中断处。线性尺寸数字的方向一般应按图 1-25 (a)所示的情况来注写,并尽可能避免在图示 30° 范围内注写尺寸,当无法避免时,可按图 1-25 (b)所示的方式标注。尺寸数字(含字母符号)不被任何图线所穿过,否则就必须使相应的图线在尺寸数字处断开,如图 1-18 中的尺寸 $\phi 80$ 。

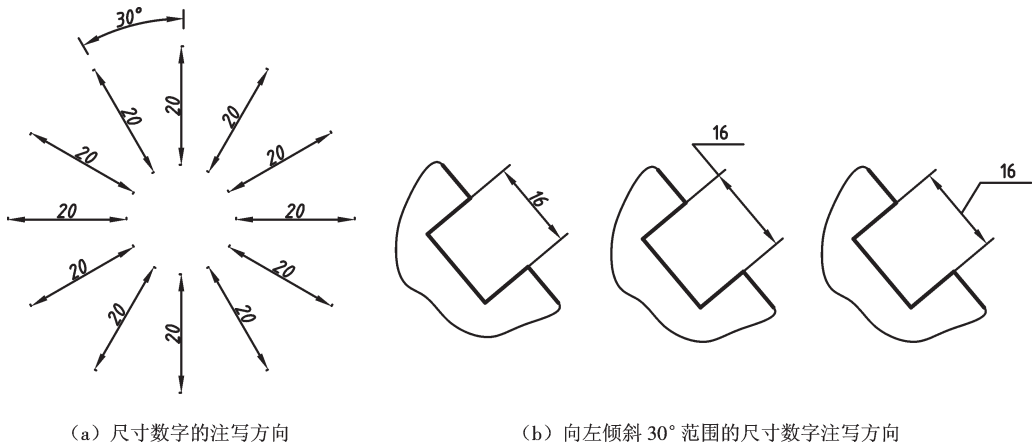


图 1-25 线性尺寸数字的标注方法

3. 其他常见情况的尺寸注法

其他常见尺寸的标注方法,如表 1-5 所示。

表 1-5 常见尺寸的标注方法

项目	图例	说明
角度		<p>(1) 角度数字一律写成水平, 填在尺寸线的中断处, 必要时允许写在外面, 或引出标注, 如图例所示;</p> <p>(2) 尺寸线用圆弧绘制, 圆心为该角的顶点;</p> <p>(3) 尺寸界线应沿径向引出</p>
圆的直径		<p>(1) 圆或大于半圆的圆弧应标注直径;</p> <p>(2) 标注直径尺寸时, 在数字前加注符号“ϕ”;</p> <p>(3) 尺寸线应通过圆心, 并在接触圆周的终端画箭头;</p> <p>(4) 标注小圆尺寸时, 箭头和数字可分别或同时注在外面</p>
球的直径或半径		<p>(1) 标注球的直径或半径时, 应在符号“ϕ”或“R”前再加注符号“S”;</p> <p>(2) 在不致误解时, 如螺钉的头部, 可省略“S”</p>

续表



项目	图例	说明
圆弧半径		<p>(1) 小于半圆的圆弧应标注半径；</p> <p>(2) 标注半径时，应在数字前加注符号“R”；</p> <p>(3) 尺寸线应通过圆心，带箭头的一端应与圆弧接触；</p> <p>(4) 半径过大或图纸范围内无法标注其圆心位置时，可按左图(b)标注，若不需要标出其圆心位置，可按左图(c)形式标注；</p> <p>(5) 标注小半径时，可将箭头和数字注在外面，如左图(d)</p>
弧长及弦长		<p>(1) 标注弧长时，应在尺寸数字上方加符号“$\widehat{\quad}$”；</p> <p>(2) 弧长及弦长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线，如图(a)，当弧度较大时，尺寸界线可沿径向引出，如图(b)</p>
小尺寸		<p>(1) 小尺寸串联时，箭头画在尺寸界线的外侧，其中间可用小圆点或斜线代替箭头；</p> <p>(2) 数字可写在中间、尺寸线上方、外侧或引出标注</p>
相同的成组要素		<p>(1) 在同一图形中，对于尺寸相同的孔、槽等成组要素，可仅在一个要素上注出其尺寸和数量；</p> <p>(2) 当成组要素(如均布孔)的定位和分布情况在图中已明确时，可不标注其角度，并可省略“EQS”；</p>

续表

项目	图例	说明
相同的成组要素		<p>(3) 间隔相等的链式尺寸,可只注出一个间距,其余用“间距数量 × 间距(=距离)”形式注写;</p> <p>(4) 在同一图形中具有几种尺寸数值相近而又重复的要素(如孔等)时,可采用标记(如涂色等)的方法(如图所示),也可采用标注字母成列表的方法来区别</p>
正方形结构		<p>标注端面为正方形结构的尺寸时,可在正方形边长尺寸数字前加注符号“□”或用“B × B”注出</p>

4. 常用的尺寸符号

标注尺寸时,应尽可能使用符号和缩写词。常用的符号和缩写词如表 1-6 所示。

表 1-6 常用的符号和缩写词

名称	符号	名称	符号	名称	符号	名称	符号
直径	ϕ	球直径	S ϕ	45° 倒角	C	埋头孔	∇
半径	R	球半径	SR	深度	↓	均布	EQS
厚度	t	正方形	□	沉孔或锪平	□		

七、斜度与锥度

1. 斜度

斜度是一直线(或平面)对另一直线(或平面)的倾斜程度。其大小以它们夹角 α 的正切值来表示,并将此值化为 1 : n 的形式,如图 1-26 所示。

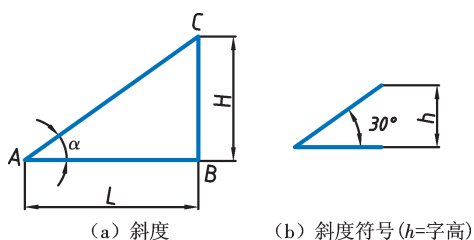


图 1-26 斜度及其符号

在图样上标注斜度时,需在 $1:n$ 前加注符号“ \angle ”,符号的方向应与图形中的倾斜方向一致。斜度的画法及标注如图 1-27 所示。

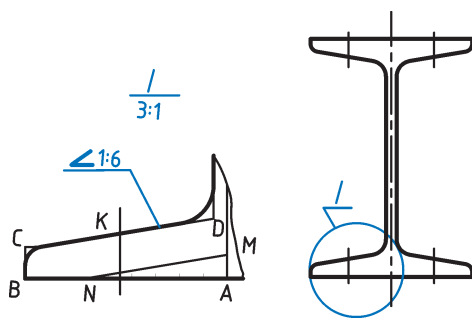


图 1-27 斜度的画法及标注

2. 锥度(GB/T 15754—1995)

锥度是指正圆锥的底圆直径与高度之比(对于正圆台,则为底圆和顶圆直径之差与其高度之比),并将此值化为 $1:n$ 的形式,如图 1-28 所示。标注锥度时,需在 $1:n$ 之前加注锥度符号“ \triangleright ”,符号的方向应与图形中大、小端方向一致,并对称地配置在基准线上,即基准线应从锥度符号中间穿过,如图 1-29 所示。

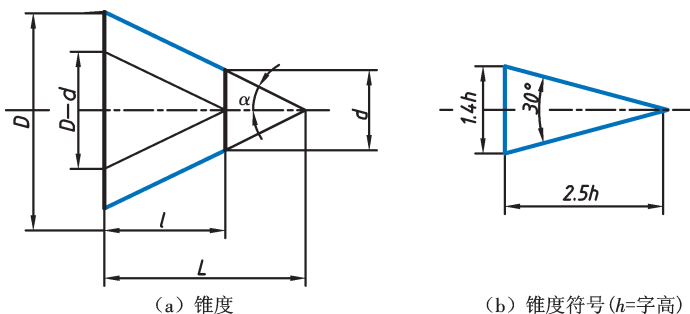


图 1-28 锥度及其符号

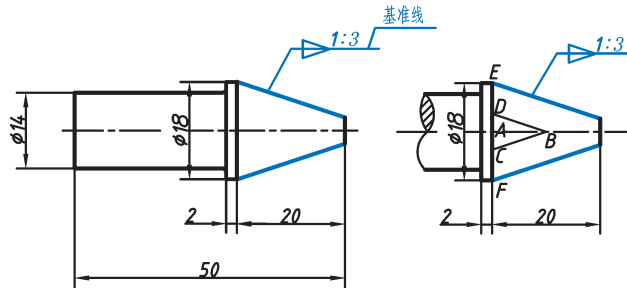


图 1-29 锥度的画法及标注

任务二 几何作图

一、线段等分

任意等分直线段的方法如图 1-30 所示。

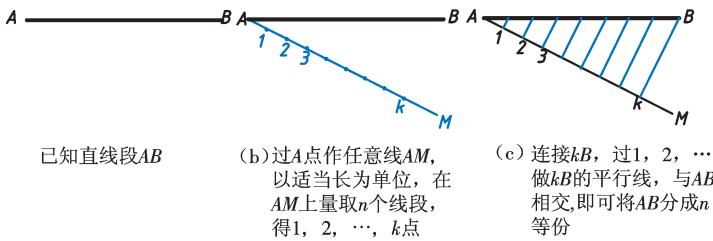


图 1-30 等分直线段



线段平分

二、圆周等分及正多边形绘制

圆周等分及正多边形绘制方法见表 1-7。

表 1-7 等分圆周及作正多边形

类别	作图	方法和步骤
三等分圆周及作正三角形		用 30°、60° 三角板等分; 将 30°、60° 三角板的短直角边紧贴丁字尺, 并使其斜边过点 A 作直线 AB, 翻转三角板, 以同样方法作直线 AC, 连接 BC, 即得正三角形

续表



类别	作图	方法和步骤
六等分圆周及作正六边形	<p>(a) 方法一</p> <p>(b) 方法二</p>	<p>方法一:用圆规直接等分</p> <p>以已知圆直径的两端点 A、D 为圆心,以已知圆半径 R 为半径画圆弧与圆周相交,即得等分点 B、F 和 C、E,依次连接各点,即得正六边形,见左图(a)</p> <p>方法二:用 30°、60° 三角板等分</p> <p>将 30°、60° 三角板的短直角边紧贴丁字尺,并使其斜边过点 A、D(圆直径上的两端点),作直线 AF 和 DC;翻转三角板,以同样方法作直线 AB 和 DE;连接 B、C 和 F、E,即得正六边形,见左图(b)</p>
五等分圆周及作正五边形	<p>(a) 步骤一</p> <p>(b) 步骤二</p>	<p>(1) 平分半径 OM 得点 O_1,以点 O_1 为圆心, O_1A 为半径画弧,交 ON 于点 O_2,见左图(a);</p> <p>(2) 取 $\widehat{O_2A}$ 的弦长,自 A 点起在圆周上依次截取,得等分点 B、C、D、E,依次连接后即得正五边形,见左图(b)</p>
任意等分圆周及作正 n 边形	<p>(a)</p> <p>(b)</p>	<p>以正七边形做法为例</p> <p>(1) 先将已知直径 Ak 七等分,再以点 k 为圆心,以直径 Ak 为半径画圆弧,交直径 PQ 的延长线与 M、N 两点,见左图(a);</p> <p>(2) 自点 M、N 分别向 Ak 上的各偶数点(或奇数点)连线并延长交圆周于点 B、C、D 和 E、F、G,依次连接各点,即得正七边形,见左图(b)</p>

笔记

三、圆弧与直线连接

当一个圆(半径为 R)与已知直线 AB 相切时,其圆心轨迹是已知直线的平行线,两直线的距离为 R 。过圆心向已知直线作垂线,垂足 K 就是连接点(切点),如图 1-31 所示。

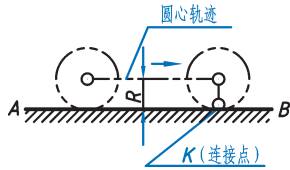


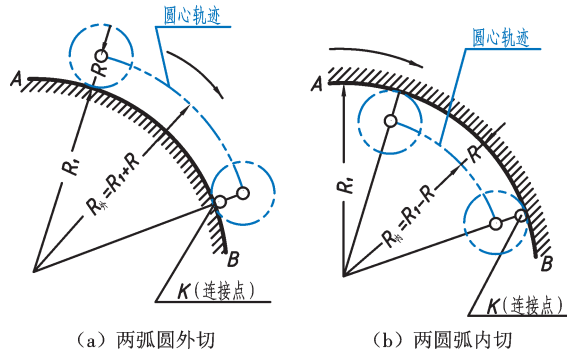
图 1-31 圆弧与直线连接



圆弧与直线连接

四、圆弧与圆弧连接

当一个圆(半径为 R)与已知圆弧 AB 相切时,其圆心轨迹是已知圆弧的同心圆。当两圆弧外切时,同心圆半径为 $R_{\text{外}}=R_1+R$,如图 1-32(a)所示;当两圆弧内切时,同心圆半径为 $R_{\text{内}}=R_1-R$,如图 1-32(b)所示。两圆弧圆心连线与已知圆弧的交点 K 即为连接点(切点)。



(a) 两弧圆外切

(b) 两圆弧内切

图 1-32 圆弧连接的几何关系

常见的各种圆弧连接的作图方法和步骤见表 1-8。

表 1-8 各种圆弧连接的作图方法和步骤

连接要求	作图方法和步骤		
	求圆心 O	求切点 K_1, K_2	画连接圆弧
连接直线与直线			

续表



连接要求	作图方法和步骤		
	求圆心 O	求切点 K_1, K_2	画连接圆弧
连接一直线和一圆弧			
外切两圆弧			
内切两圆弧			



两圆弧外切



圆弧内接两圆弧

五、椭圆绘制

已知椭圆的长、短轴画椭圆的方法有很多种,其中比较常用的方法是四心圆法(近似画法)和同心圆法。

1. 四心圆法(近似画法)

已知椭圆的长、短轴 AB, CD , 用四心圆法作椭圆。

作图步骤如下。

步骤一:连接 AC , 取 $CE_1 = CE = OA - OC$, 如图 1-33(a) 所示。

步骤二:作 AE_1 的中垂线, 分别交长、短轴于 3、1 点, 并取点 3、1 的对称点 4、2, 连接点 1 和点 4、点 2 和点 3、点 2 和点 4 并延长, 如图 1-33(b) 所示。

步骤三:分别以点 1、2 为圆心, $1C$ 或 $2D$ 为半径画圆弧; 再分别以点 3、4 为圆心, $3A$ 或 $4B$ 为半径画圆弧, 即画出椭圆, 图中点 $M、N、M_1、N_1$ 为四段圆弧的切点, 如图 1-33(c) 所示。



笔记

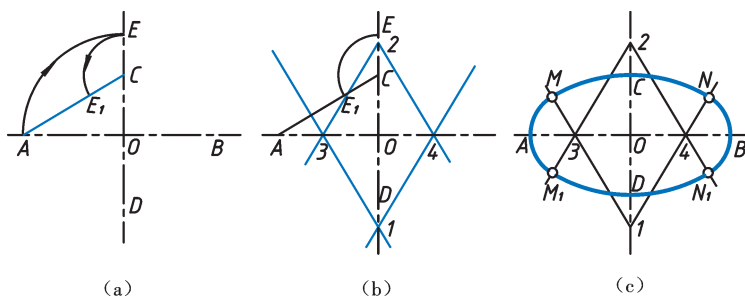


图 1-33 四心圆法画椭圆

2. 同心圆法

已知椭圆的长、短轴 AB 、 CD ，用同心圆法作椭圆，如图 1-34 所示，作图步骤如下。

步骤一：以 O 为圆心，分别以 AB 与 CD 为直径作两个同心圆。

步骤二：过圆心 O 作一系列直径（图中作 12 等份），使其与两个同心圆相交，各得 12 个交点。

步骤三：由大圆上的各交点作短轴的平行线，再由小圆上的各交点作长轴的平行线，每两条对应平行线的交点即为椭圆上的一点。

步骤四：用曲线顺序光滑连接各点，即得椭圆。

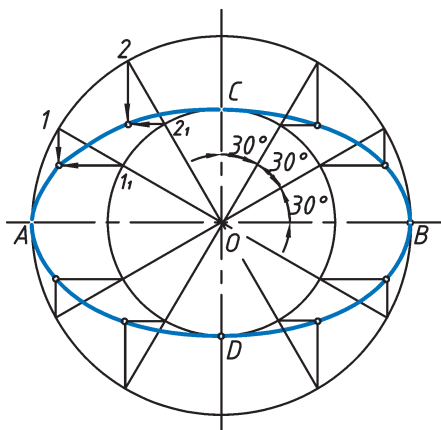


图 1-34 同心圆法画椭圆



椭圆绘制

六、渐开线绘制

一直线沿圆周作无滑动的滚动，则线上任一点的轨迹称为渐开线，该圆周为渐开线的基圆。根据此原理，渐开线的作图步骤如下，如图 1-35 所示。

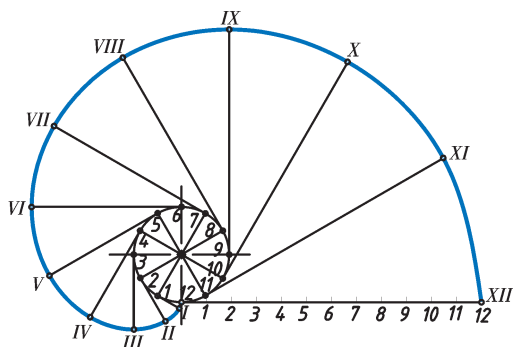


图 1-35 渐开线的画法

步骤一:画出渐开线的基圆,并将基圆圆周分成若干等份(图中为 12 等份)。

步骤二:将基圆圆周展开,长度为 πD ,将其分成相同的等份。

步骤三:过圆周上各等分点按同侧方向作基圆的切线。

步骤四:在各切线上依次截取 $\frac{1}{12}\pi D, \frac{2}{12}\pi D, \dots, \pi D$,得点 I, II, III, \dots, XII 。

步骤五:依次光滑地连接各点,即得圆的渐开线。

任务三 平面图形分析与绘制

平面图形常由一些线段连接而成的一个或整个封闭线框所构成。绘图时,应首先对其进行尺寸分析和线段分析,然后按正确的顺序绘制图形。尺寸标注要齐全,避免注多、注少和自相矛盾的现象。

一、尺寸分析

1. 基准

标注尺寸的起点称为基准。平面图形中有水平方向和垂直方向两个基准,通常以对称图形的对称中心线、较大的圆的对称中心线、较长的主要轮廓线为基准。

当平面图形在某个方向有多个尺寸基准时,应以一个为主(主要基准),其余为辅(辅助基准),如图 1-36 所示。对于平面图形,应在水平方向和垂直方向至少各确定一个尺寸基准。

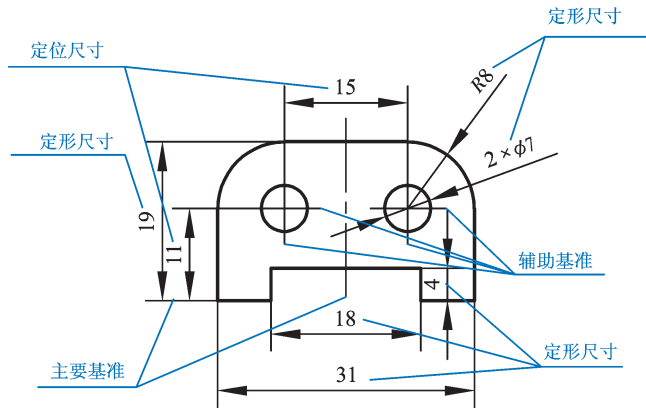


图 1-36 尺寸分析

2. 定形尺寸

确定平面图形上各线段形状大小的尺寸称为定形尺寸,如直线的长度、圆及圆弧的直径或半径以及角度大小等。

3. 定位尺寸

确定平面图形上的线段或线框间相对位置的尺寸称为定位尺寸。

应当指出的是,平面图形中有的尺寸对某一组成部分起定形的作用,而对另一组成部分可能起的是定位作用。所以,在认定一个尺寸是定形尺寸还是定位尺寸时,应针对某一具体的被研究对象而言。

二、线段分析

根据平面图形中所给出各线段的定形和定位(两个)尺寸的完整程度,可将它们分为以下三种类型。

1. 已知线段(或圆弧)

凡是定位尺寸和定形尺寸均齐全的线段,称为已知线段(圆弧)。已知线段可直接画出,如图 1-37 中的 $\phi 5$ 的圆、 $R15$ 和 $R10$ 的圆弧、长度为 15 的直线段等。

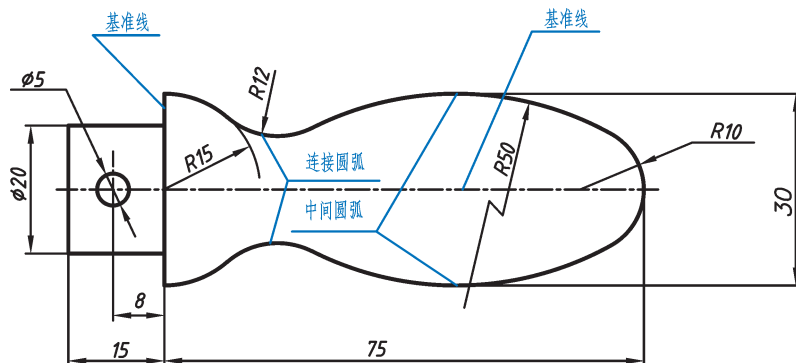


图 1-37 手柄平面图形的线段分析



2. 中间线段(或圆弧)

定形尺寸齐全,但定位尺寸不齐全的线段,称为中间线段(或圆弧)。中间线段必须借助其一端与相邻线段间的连接关系才能画出。

3. 连接线段(或圆弧)

只有定形尺寸,而无定位尺寸的线段,称为连接线段(圆弧)。连接线段必须借助其两端与相邻线段间的连接关系才能画出。

注:

在两条已知线段之间,可以有多条中间线段,但最多只能有一条连接线段,否则图形无法绘制。

三、平面图形绘制

根据尺寸及线段分析,确定绘图步骤后,按正确的顺序绘制图形。图 1-38 所示手柄的作图步骤如下。

步骤一:画出基准线,并根据各个封闭图形的定位尺寸画出定位线。

步骤二:画出已知线段。

步骤三:画出中间线段。

步骤四:画出连接线段。

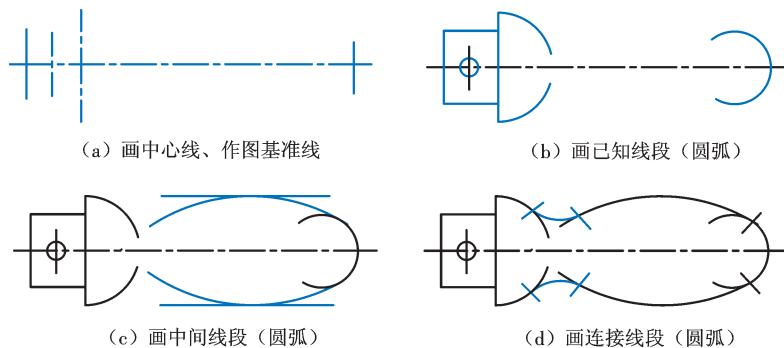


图 1-38 手柄平面图的作图步骤

思考题

1. 什么是图纸幅面? 图纸幅面分为哪两类? 加长图幅与基本图幅有什么关系?
2. 什么是图框? 常用图框有哪些种类?
3. 标题栏由哪些区域组成? 简要阐述各区域包含哪些零件或制图信息?
4. 简要阐述机械图样中一般有哪几种图线? 机械图样中常用图线的画法有哪些?
5. 尺寸标注的基本原则是什么? 尺寸由哪几个要素组成? 尺寸数字书写时应注

**笔记**

意什么?

6. 什么是斜度? 什么是锥度?

7. 什么是基准? 什么是定位尺寸? 什么是定形尺寸? 定位尺寸是否也可能是定形尺寸?

8. 一般平面图形的绘制步骤是什么?



单元二 投影法与基本体

学习内容:

1. 掌握投影法的基本概念,正投影的基本性质和规律,理解三视图的形成及其投影关系;
2. 熟悉点、线、面的三面投影及其特点,能够正确绘制点、线、面的三面投影;
3. 了解基本体的形状特征,熟悉常见基本体的投影特点,能够正确识读与绘制常见基本体的三视图。

任务一 投影法

在日常生活中,人们根据光照射成影的物理现象,提出了用投影在平面上表达空间物体形状的方法,即投影法。所得的图形称为物体的投影,投影所在的平面称为投影面。常用的投影法有两类:中心投影法和平行投影法。

一、投影法的基本知识

1. 中心投影法

投射中心距离投影面有限远,投射时投射线汇交于投射中心的投影法称为中心投影法。如图 2-1 所示,点 S 称为投射中心,自投射中心 S 引出的射线称为投射线(如 SA 、 SB 、 SC),平面 H 称为投影面。投射线 SA 、 SB 、 SC 与平面 H 的交点 a 、 b 、 c 就是空间点 A 、 B 、 C 在投影面 H 上的中心投影。 $\triangle abc$ 即为空间的 $\triangle ABC$ 在投影面 H 上的投影。

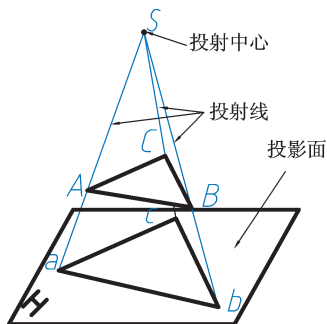


图 2-1 中心投影法



中心投影法

笔记

用中心投影法绘制的图形有立体感,但不能真实地反映物体的形状和大小,这种方法常用于绘制建筑物的透视图,但在机械图样中一般不采用。

注:

机械制图图样中规定用大写字母表示空间的点,用小写字母表示相应空间点的投影。

2. 平行投影法

投射中心距离投影面无限远,投影时投射射线都相互平行的投影法称为平行投影法,如图 2-2 所示。

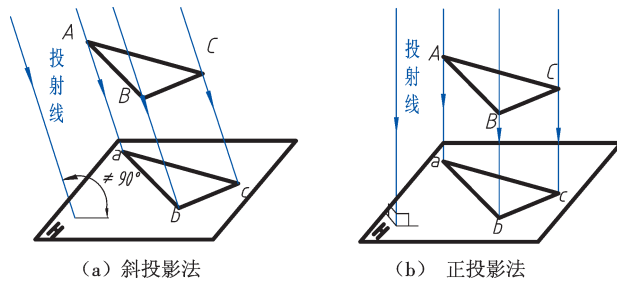


图 2-2 平行投影法

按投射射线与投影面的倾角不同,平行投影法又分为两种。

(1)斜投影法——投射射线与投影面相倾斜的平行投影法,如图 2-2(a)所示。这种方法绘制的图样立体感强,但不能反映物体真实的形状和大小,常用于机械图样的辅助图样的绘制。

(2)正投影法——投射射线与投影面相垂直的平行投影法,如图 2-2(b)所示。正投影法能够表达物体的真实形状和大小,绘制方法也较简单,已成为机械制图绘图的基本原理与方法。

二、正投影的基本性质

由于正投影法投射射线与投影面相互垂直,故其投影具有真实性、积聚性、类似性等基本性质,见表 2-1。

表 2-1 正投影法的基本性质

基本性质	说明	图例	动画演示
真实性	当直线或平面与投影面平行时,直线的投影反映为实长,平面的投影反映为实形		<p>真实性</p>

续表



基本性质	说明	图例	动画演示
积聚性	当直线或平面与投影面垂直时,直线的投影积聚为一点,平面的投影积聚成一条直线		<p>积聚性</p>
类似性	当直线或平面与投影面倾斜时,直线的投影小于直线的实长,平面的投影与平面实形类似且小于平面实形		—
定比性	点分线段的比,与其投影之比相等;两平行线段之比与其投影之比相等		<p>定比性</p>
平行性	相互平行的直线,其投影必定相互平行;相互平行的平面,其积聚性的投影必定相互平行		<p>平行性</p>
从属性	直线或曲线上的点,其投影必在该直线或曲线的投影上;平面或曲面上的点、线,其投影必在该平面或曲面的投影上		<p>从属性</p>

根据以上正投影法的投影性质可知,当物体的平面和直线与投影面处于平行或垂直的位置时,视图能够反映物体的真实形状和大小。

三、三视图

在机械制图中,通常把相互平行的投射射线看作人的视线,而把物体在投影面上的投影称为视图。观察一个物体可从上下、左右、前后等方向观察,相应地有六个基本的投影平面,且分别垂直于六个基本投影方向。物体在基本投影面上的投影称为基本视图,如图 2-3 所示。

 笔记

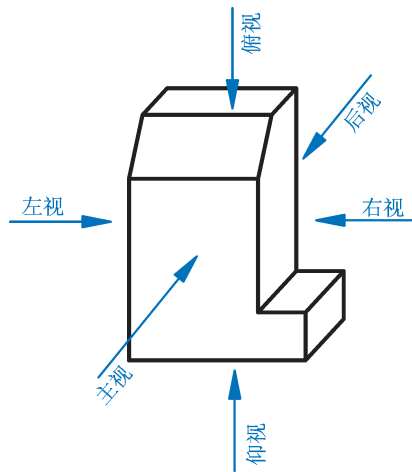


图 2-3 基本视图的投影方向

机件可以用六个或其中几个基本视图来表示,具体采用哪几个视图,要根据具体情况而定。但是,只用一个视图一般不能完全确定物体的形状和大小,如图 2-4 所示。为了准确地反映物体的形状和大小,一般采用多面正投影图。



图 2-4 两种不同的立体正投影图相同

1. 三面投影体系

在工程图中,通常采用与物体的长、宽、高相对应的三个相互垂直的投影面,该三投影面形成三投影面体系,如图 2-5 所示。

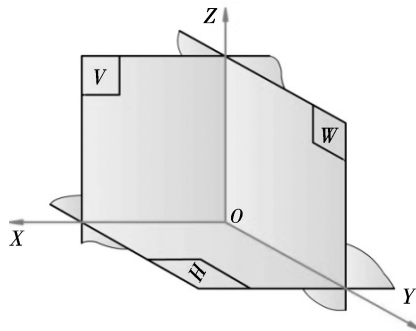


图 2-5 三投影面体系

- (1) 正立投影面——直立在观察者正对面的投影面,简称正面,用 V 表示。
- (2) 水平投影面——水平位置的投影面,简称水平面,用 H 表示。



(3)侧立投影面——右侧的投影面,简称侧面,用 W 表示。

三个投影面之间的交线,称为投影轴, V 面与 H 面的交线称为 OX 轴(简称 X 轴),它代表物体的长度方向; H 面与 W 面的交线称为 OY 轴(简称 Y 轴),它代表物体的宽度方向; V 面与 W 面的交线称为 OZ 轴(简称 Z 轴),它代表物体的高度方向,三个投影轴垂直相交的交点 O ,称为原点。

三个互相垂直的平面将空间分为八个分角,依次用 I, II, III, IV...表示。

2. 三视图的形成

GB/T 14692—2008 规定:物体的图形按正投影法绘制,并采用第一角投影法。

如图 2-6 所示,将物体置于第一分角内,并使其处于观察者与投影面之间分别向 V 、 H 、 W 面正投影,可分别得到该物体的三个投影:

由前向后投影,在正面上所得视图称为主视图;

由上向下投影,在水平面上所得视图称为俯视图;

由左向右投影,在侧面上所得视图称为左视图。

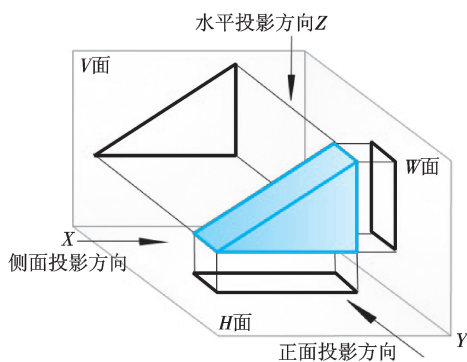


图 2-6 三棱柱投影



三视图的形成

为了方便绘图与读图,三面视图应该画在同一张图纸上,可将三投影面展开。正面 V 保持不动,水平面 H 绕 OX 轴向下旋转 90° ,侧面 W 绕 OZ 轴向右旋转 90° ,使三投影面共面,如图 2-7 所示。

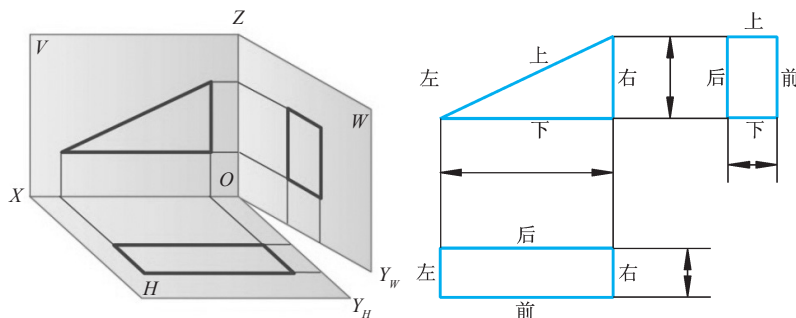


图 2-7 三视图展开

在投影面展开时, OY 轴一分为二,在 H 面上的标记为 OY_H ,在 W 面上的标记为



OY_H 。展开后得到如图 2-7 右图所示的投影图。

画图时,通常省去投影面的边框和投影轴。在同一张图纸内按图 2-7 所示配置视图时,一律不注明视图的名称。

3. 三视图的投影关系

1) 位置关系

以主视图为准,俯视图在主视图的正下方,左视图在主视图的正右方。画物体的三视图时,必须按以上的投影关系配置,主、俯、左三个视图之间必须互相对齐,不能错位。

2) 尺寸关系

主视图反映物体的长度和高度,俯视图反映物体的长度和宽度,左视图反映物体的宽度和高度,且每两个视图之间有一定的对应关系。由此,可得到三个视图之间的如下投影关系:

- (1) 主、俯视图都反映物体的长度,即主、俯视图“长对正”;
- (2) 主、左视图都反映物体的高度,即主、左视图“高平齐”;
- (3) 俯、左视图都反映物体的宽度,即俯、左视图“宽相等”。

“长对正、高平齐、宽相等”是物体投影的基本规律,也是画图和看图必须遵循的投影规律。

3) 方位关系

物体具有左右、上下、前后六个方位。主视图反映上、下和左、右的相对位置关系,前后则重叠;俯视图反映前、后和左、右的相对位置关系,上下则重叠;左视图反映前、后和上、下的相对位置关系,左右则重叠。

可见,以主视图为准,俯、左视图中靠近主视图一侧均表示物体的后面,远离主视图一侧均表示物体的前面。

四、第三视角投影

目前,国际上使用两种投影制,即第一视角投影和第三视角投影。我国和俄罗斯等国家采用第一视角投影,美国、日本等国家采用第三视角投影。

第一视角投影画法是将被物体置于三面投影体系的第 I 角内,使物体处于观察者与投影面之间(即保持人→物→面的位置关系)而得到正投影的方法。前面所讨论的投影画法均为第一视角投影画法。第三视角投影画法是将被物体置于三面投影体系的第 III 角内,使投影面处于观察者与物体之间(即保持人→面→物的位置关系)而得到正投影的方法。两者对比如图 2-8 所示。

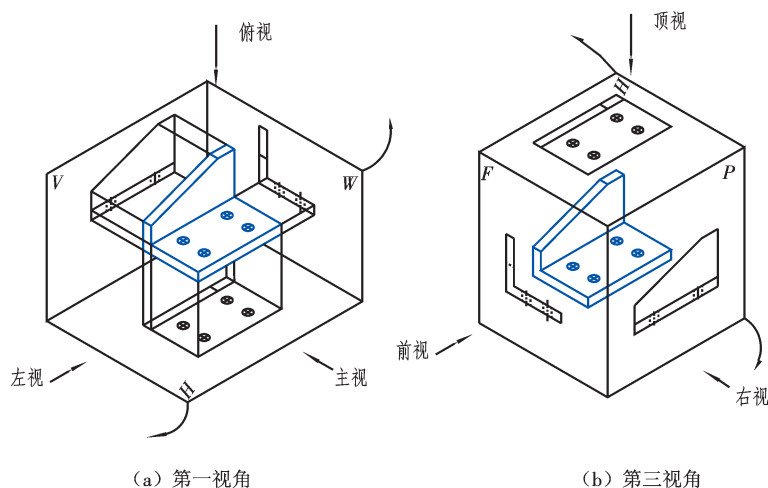


图 2-8 第一视角投影与第三视角投影

可见,第三视角投影画法是把投影面假想成透明的。顶视图是从物体的上方往下看所得的视图,把所得的视图画在物体上方的投影面(水平面)上。前视图是从物体的前方往后看所得的视图,把所得的视图画在物体前方的投影面(正平面)上。图 2-8 中的三视图如图 2-9 所示。

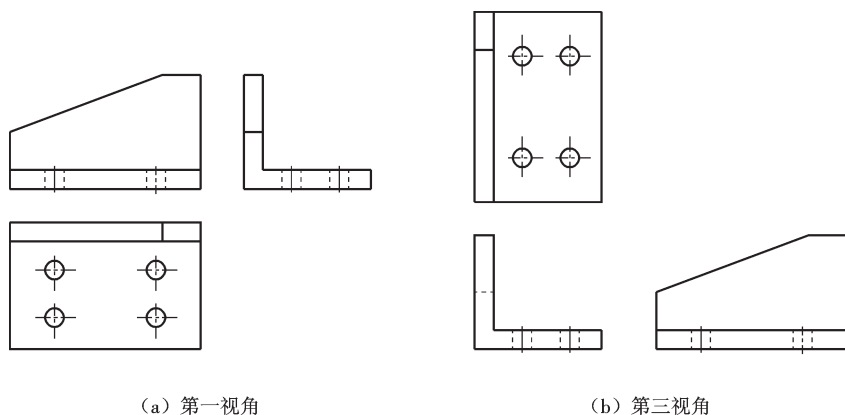


图 2-9 第一视角投影与第三视角投影三视图

另外,ISO 国际标准中规定,应在标题栏附近画出所采用画法的识别符号。第一视角画法的识别符号如图 2-10(a)所示,第三视角画法的识别符号如图 2-10(b)所示。我国国家标准规定,由于我国采用第一视角画法,因此当采用第一视角画法时无须标出画法的识别符号;当采用第三视角画法时,必须在图样的标题栏附近画出第三视角画法的识别符号。

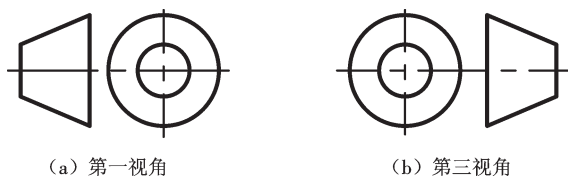


图 2-10 第一视角画法与第三视角画法的识别符号



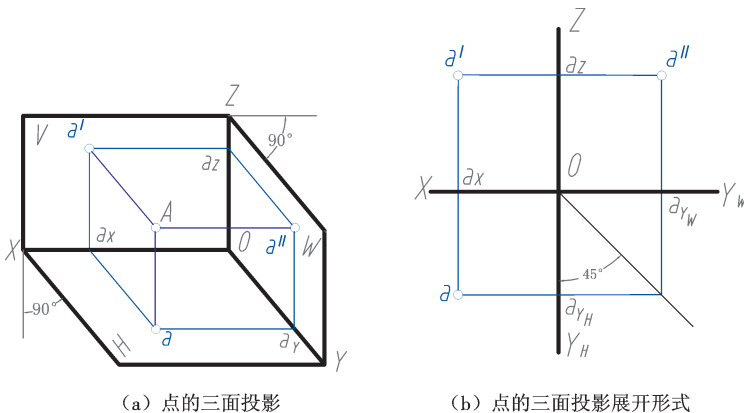
任务二 点、线、面的投影

点、直线、平面是组成几何体的基本几何元素,掌握点、线、面的投影规律,是实现物体与图样的转换和正确表达形体的理论依据,也是草绘零件图样的理论基础。

一、点的投影

1. 点的三面投影

在三面投影体系中有一点 A ,过点 A 分别向三个投影面作垂线,得垂足 a 、 a' 、 a'' ,即得点 A 在三个投影面的投影,见图 2-11 所示。



(a) 点的三面投影

(b) 点的三面投影展开形式

图 2-11 点的三面投影



点的三面投影

提示:

为了统一,规定空间点用大写字母表示,如 A 、 B ;水平投影用相应的小写字母表示,如 a 、 b ;正面投影用相应的小写字母加撇表示,如 a' 、 b' ;侧面投影用相应的小写字母加两撇表示,如 a'' 、 b'' 。如空间点 A 的三面投影为 (a, a', a'') 。

2. 点的投影规律

由图 2-11 分析可知,点的三面投影普遍具有以下规律:

- (1) 点的正面投影和水平投影的连线垂直于 OX 轴,即 $a' a \perp OX$;
- (2) 点的正面投影和侧面投影的连线垂直于 OZ 轴,即 $a' a'' \perp OZ$;
- (3) 点的水平投影 a 到 OX 轴的距离等于侧面投影 a'' 到 OZ 轴的距离,即 $aa_x = a'' a_z$ 。

3. 点的三面投影与直角坐标

空间点 A 到三个投影面的距离可分别用它的直角坐标 x 、 y 、 z 表示。点的坐标规定书写形式为 $A(x, y, z)$,如 $A(30, 10, 20)$,如图 2-12 所示。

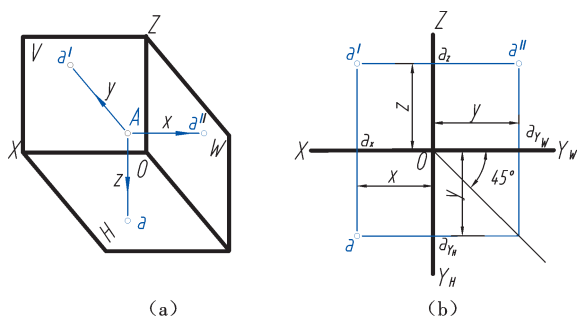


图 2-12 点的三面投影与直角坐标

4. 两点的相对位置

根据两点的三面投影坐标可判断两点的相对位置：

- (1) 根据 x 坐标值的大小可以判断两点的左右位置；
- (2) 根据 z 坐标值的大小可以判断两点的上下位置；
- (3) 根据 y 坐标值的大小可以判断两点的前后位置。

如图 2-13 所示, 点 B 的 y 和 x 坐标均大于点 A 的相应坐标, 而点 B 的 z 坐标小于点 A 的 z 坐标, 因而点 B 在点 A 的前方、左方、下方。

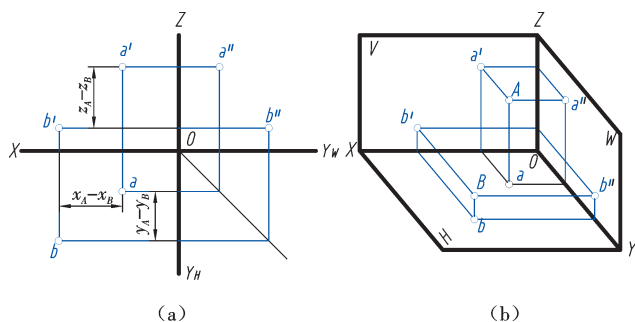


图 2-13 两点的相对位置

5. 重影点与可见性

若 A 、 B 两点无左右、前后距离差, 点 A 在点 B 正上方或正下方时, 两点的 H 面投影重合, 点 A 和点 B 称为对 H 面投影的重影点。

如图 2-14 中的 A 、 B 两点在水平面中的投影为重影点。

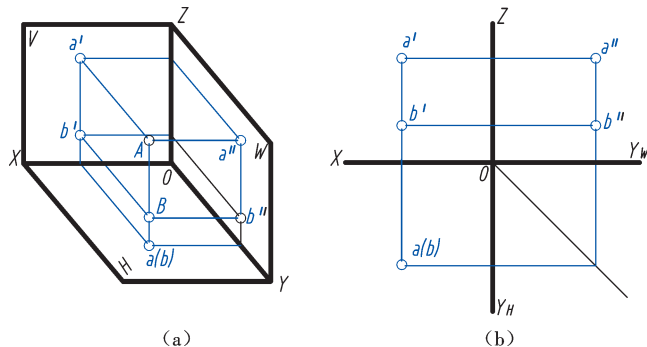


图 2-14 重影点的投影

笔记

重影点需判别可见性:根据正投影特性,可见性的区分应是前遮后、上遮下、左遮右,即坐标值大者可见。

注:

两点的同面投影重合,可见投影不加括号,如 $a'b'$;不可见投影加括号,如 (b) 。

例:如图 2-15(a)所示,已知点 B 的正面投影 b' 和水平投影 b ,求作其侧面投影 b'' 。

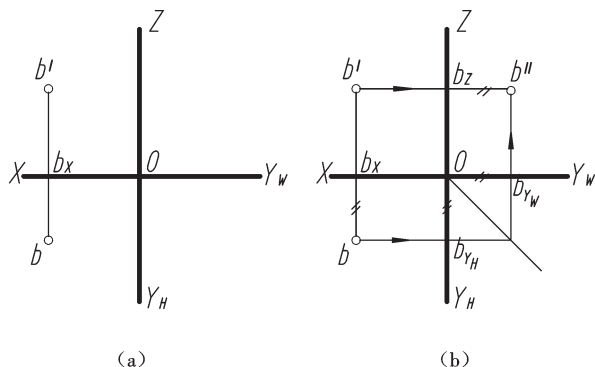


图 2-15 已知点的两面投影求第三面投影



求点的第三面投影

分析:根据点的投影规律可知: $b'' b' \perp OZ$, $bb_x = b'' b_z$ 。

作图:如图 2-15(b)所示,过 b' 点作 OZ 轴的垂线,交 OZ 轴于 b_z ,在 $b' b_z$ 的延长线上截取 $b'' b_z = bb_x$,便求得 b'' 点。

为了作图简便,也可自点 O 作辅助线(与水平方向夹角为 45°),以表明 $b'' b_z = bb_x$ 的关系。

二、线的投影

1. 直线的投影

一般情况下,直线的投影仍是直线,如图 2-16 中的直线 AB 。特殊情况下,若直线垂直于投影面,直线的投影可积聚为一点,如图 2-16 中的直线 CD 。

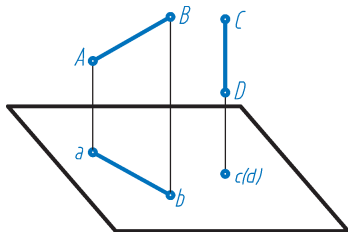


图 2-16 直线的投影

直线的投影可由直线上两点的同面投影连接得到,分别作出直线上两点 A 、 B 的三面投影,将其同面投影相连,即得到直线 AB 的三面投影图。



2. 各种位置直线的投影特性

根据直线的位置可将其分为投影面平行线、投影面垂直线和一般位置直线三类。

1) 投影面平行线

平行于一个投影面而同时倾斜于另外两个投影面的直线称为投影面平行线。

平行于 V 面的直线称为正平线, 平行于 H 面的直线称为水平线, 平行于 W 面的直线称为侧平线, 直线与投影面所夹的角称为直线对投影面的倾角, α 、 β 、 γ 分别为直线对 H 面、 V 面、 W 面的倾角。投影面平行线的投影特性见表 2-2。

表 2-2 投影面平行线的投影特性

名称	正平线($//V$)	水平线($//H$)	侧平线($//W$)
立体图			
投影图			
投影特性	(1) 正面投影 $a'b'$ 反映实长; (2) 正面投影 $a'b'$ 与 OX 轴和 OZ 轴的夹角 α 、 γ 分别为 AB 对 H 面和 W 面的倾角; (3) 水平投影 $ab // OX$ 轴, 侧面投影 $a''b'' // OZ$ 轴, 且都小于实长	(1) 水平投影 cd 反映实长; (2) 水平投影 cd 与 OX 轴和 OY_H 轴的夹角 β 、 γ 分别为 CD 对 V 面和 W 面的倾角; (3) 正面投影 $c'd' // OX$ 轴, 侧面投影 $c''d'' // OY_W$, 且都小于实长	(1) 侧面投影 $e''f''$ 反映实长; (2) 侧面投影 $e''f''$ 与 OZ 轴和 OY_W 轴的夹角 β 和 α 分别为 EF 对 V 面和 H 面的倾角; (3) 正面投影 $e'f' // OZ$ 轴, 水平投影 $ef // OY_H$, 且都小于实长

从表 2-2 中可得出投影面平行线的投影特性如下。

(1) 直线平行于哪个投影面, 它在该投影面上的投影反映空间线段的实长, 并且这个投影和投影轴所夹的角度, 就等于空间线段对相应投影面的倾角。

(2) 直线在其他两个投影面的投影都小于空间线段的实长, 而且与相应的投影轴平行。

投影面平行线的辨认: 当直线的投影有两个平行于投影轴, 第三投影与投影轴倾斜时, 则该直线一定是投影面平行线, 且一定平行于其投影为倾斜线的那个投影面。

2) 投影面垂直线

垂直于一个投影面且同时平行于另外两个投影面的直线称为投影面垂直线。

垂直于 V 面的直线称为正垂线; 垂直于 H 面的直线称为铅垂线; 垂直于 W 面的直线称为侧垂线。



表 2-3 为投影面垂直线的投影特性。

表 2-3 投影面垂直线的投影特性

名称	正垂线($\perp V$)	铅垂线($\perp H$)	侧垂线($\perp W$)
立体图			
投影图			
投影特性	(1) 投影 $b'(a')$ 积聚成一点; (2) 水平投影 ba 、侧面投影 $b''a''$ 都反映实长, 且 $ba \perp OX$, $b''a'' \perp OZ$	(1) 投影 $c(d)$ 积聚成一点; (2) 正面投影 $c'd'$ 、侧面投影 $c''d''$ 都反映实长, 且 $c'd' \perp OX$, $c''d'' \perp OY_w$	(1) 投影 $e'(f'')$ 积聚成一点; (2) 正面投影 $e'f'$ 、水平投影 ef 都反映实长, 且 $e'f' \perp OZ$, $ef \perp OY_H$

由表 2-3 可见, 投影面垂直线的投影特征如下。

(1) 直线垂直于哪个投影面, 它在该投影面上的投影积聚为一点。

(2) 直线在其他两个投影面上的投影都与相应的投影轴垂直, 并且都反映空间线段的实长。

投影面垂直线的辨认: 直线的投影中只要有一个投影积聚为一点, 则该直线一定是投影面垂直线, 且一定垂直于其投影积聚为一点的那个投影面。

3) 一般位置直线

与三个投影面都处于倾斜位置的直线称为一般位置直线, 如图 2-17 所示。

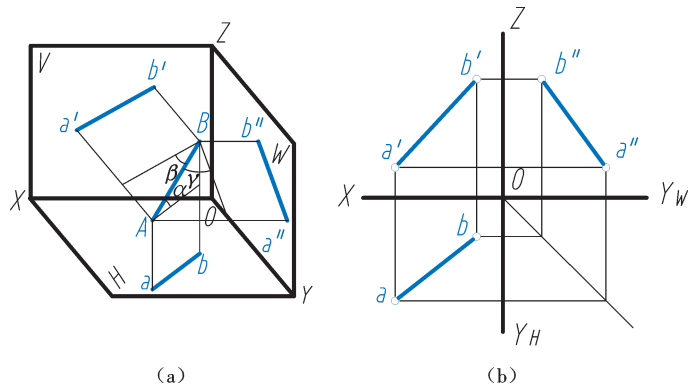


图 2-17 一般位置直线



由图 2-17 可见,一般位置直线在三个投影面上的投影都不反映实长(均小于实长),投影和投影轴均倾斜,且投影与投影轴之间的夹角也不反映直线与投影面之间的倾角。

一般位置直线的判定:直线的投影如果与三个投影轴都倾斜,则可判定该直线为一般位置直线。

3. 两直线的相对位置

两直线在空间的相对位置有三种情况:平行、相交和交叉。

1) 两直线平行

空间两直线平行,其同面投影必相互平行,如图 2-18 所示。

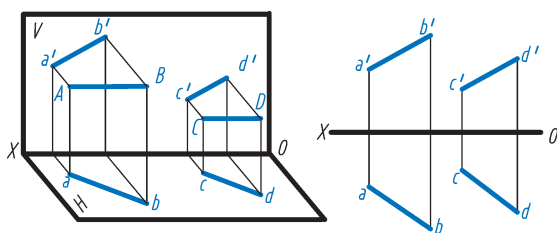


图 2-18 两直线平行

2) 两直线相交

空间两直线相交,其同面投影也一定相交,交点是两直线的共有点,它应符合点的投影规律,如图 2-19 所示。相交两直线是同面直线。

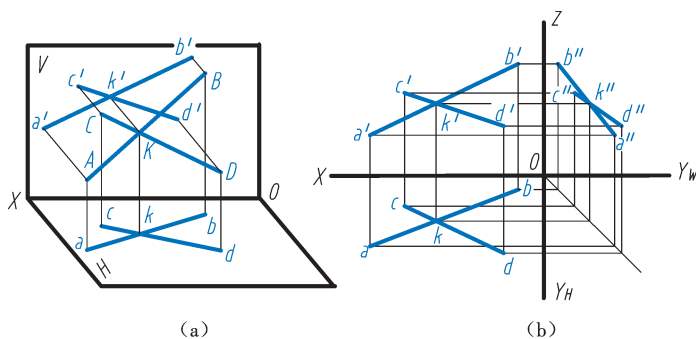


图 2-19 两直线相交

3) 两直线交叉

空间两直线既不平行也不相交,则两直线交叉。

若空间两直线交叉,则它们的同面投影必不同时平行,或者同面投影虽然相交,但其交点不符合点的投影规律,如图 2-20 所示。

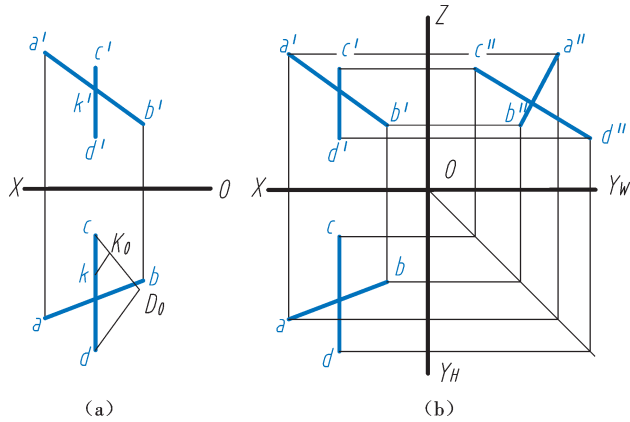


图 2-20 两直线交叉

例:如图 2-21(a)所示,已知侧平线 AB 的两投影和直线上点 C 的正面投影 c' , 求点 C 的水平投影 c 。

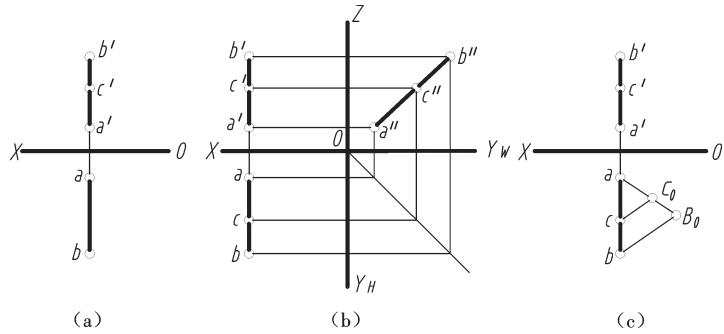


图 2-21 求直线上点的投影

方法一:根据直线上点的各个投影必定在该直线的同面投影上特性。

作图方法与步骤如图 2-21(b)所示:

- ①作出 AB 的侧面投影 $a''b''$, 同时作出点 C 的侧面投影 c'' ;
- ②根据点的投影规律,由 c' 、 c'' 求出 c 。

方法二:根据直线投影的定比性。

作图方法与步骤如图 2-21(c)所示:

- ①过 a 作任意辅助线,在辅助线上量取 $aC_0 = a'c'$, $C_0B_0 = c'b'$;
- ②连接 B_0b , 并过 C_0 作 $C_0c \parallel B_0b$, 交 ab 于点 c , c 即为所求的水平投影。

三、直角投影定理

当互相垂直的两直线同时平行于同一投影面时,则其在该投影面上投影的夹角仍为直角;当互相垂直的两直线都不平行于某一投影面时,则其在该投影面上投影的夹角不是直角。除上述两种情况外,这里将要讨论一边平行于投影面的直角的投影规律,即直角投影定理。

空间垂直相交的两直线,若其中一直线平行于某投影面,则在该投影面的投影仍为直角;反之,若相交两直线在某投影面上的投影为直角,且其中有一直线平行于该投影面,则这两直线在空间必互相垂直,这就是直角投影定理。



直角定理

例:如图 2-22 所示,已知 $AB \perp BC$,且 AB 为水平线,所以 ab 必垂直于 bc 。

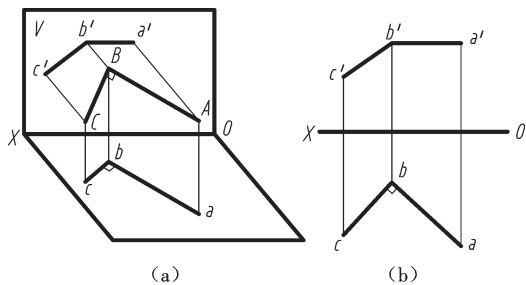


图 2-22 垂直相交的两直线的投影

例:求点 A 到直线 BC 的距离,如图 2-23(a)所示。

分析:已知直线 BC 为水平线,根据直角投影定理,由点 A 作 BC 的垂线,其水平投影垂直于 bc 。

作图方法与步骤如图 2-23(b)所示:

- ①过点 a 作 bc 的垂线,得交点 k ,即垂足的水平投影;
- ②过点 k 作 OX 轴的垂线,与 $b'c'$ 交于 k' ,即垂足的正面投影;
- ③用直角三角形法求出距离实长, aa_0 即为所求。

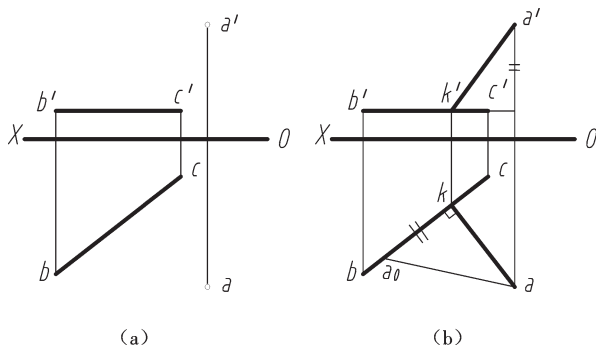


图 2-23 求点到直线的距离

例:如图 2-24(a)所示,已知菱形 $ABCD$ 的一条对角线 AC 为一正平线,菱形的一边 AB 位于直线 AM 上,求该菱形的投影图。

分析:菱形的两条对角线互相垂直,且其交点平分对角线的线段长度。

作图方法与步骤如图 2-24(b)所示:

- ①在对角线 AC 上取中点 K ,即使 $a'k' = k'c'$, $ak = kc$,点 K 也必定为另一对角线



笔记

的中点;

②由于 AC 是正平线,所以另一对角线的正面投影必定垂直 AC 的正面投影 $a'c'$,因此过 k' 作 $k'b' \perp a'c'$,并与 $a'm'$ 交于 b' ,由 $k'b'$ 求出 kb ;

③在对角线 KB 的延长线上取一点 D ,使 $KD=KB$,即 $k'd' = k'b'$, $kd = kb$,则 $b'd'$ 和 bd 即为另一对角线的投影,连接各点即为菱形 $ABCD$ 的投影。

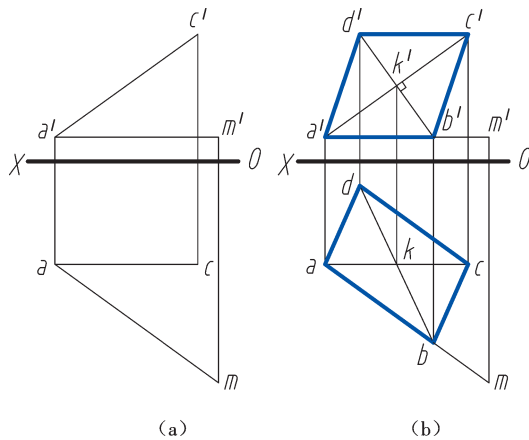


图 2-24 求菱形的投影图

例:用直角三角形法求线段实长及对投影面的倾角。请扫码浏览动画演示绘图过程。



直角三角形法求实长及对投影的倾角

四、面的投影

1. 面的表示法

平面有多种表示方法,如图 2-25 所示。

- (1)不在同一直线上的三点,如图 2-25(a)所示。
- (2)一条直线和不属于该直线的一点,如图 2-25(b)所示。
- (3)相交两直线,如图 2-25(c)所示。
- (4)平行两直线,如图 2-25(d)所示。
- (5)任意平面图形,如三角形、四边形、圆形等,如图 2-25(e)所示。

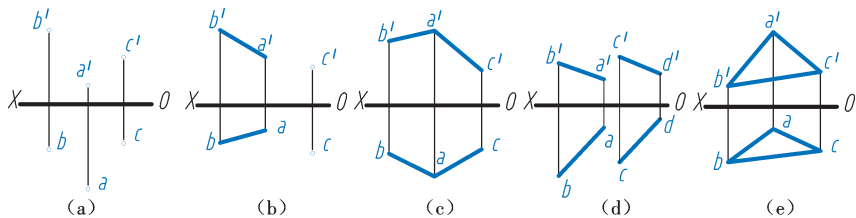


图 2-25 面的表示法



2. 各种位置平面的投影

根据在三投影面体系中的位置,平面可分为投影面平行面、投影面垂直面及一般位置平面三类。

1) 投影面平行面

平行于一个投影面而同时垂直于另外两个投影面的平面称为投影面平行面。平行于 V 面的平面称为正平面;平行于 H 面的平面称为水平面;平行于 W 面的平面称为侧平面。

表 2-4 为投影面平行面的立体图、投影图及投影特性。

表 2-4 投影面平行面的投影特性

名称	正平面($\parallel V$)	水平面($\parallel H$)	侧平面($\parallel W$)
实例			
立体图			
投影图			
投影特性	(1) 正面投影反映实形; (2) 水平投影积聚成直线且平行于 OX 轴; (3) 侧面投影积聚成直线且平行于 OZ 轴	(1) 水平投影反映实形; (2) 正面投影积聚成直线且平行于 OX 轴; (3) 侧面投影积聚成直线且平行于 OY_w 轴	(1) 侧面投影反映实形; (2) 正面投影积聚成直线且平行于 OZ 轴; (3) 侧面投影积聚成直线且平行于 OY_H 轴

由表 2-4 可见,投影面平行面的投影特征如下。

- (1) 平面平行于哪个投影面,在该投影面上的投影反映空间平面的实形。
- (2) 平面在其他两个投影面上的投影都积聚为直线,而且与相应的投影轴平行。

投影面平行面的辨认:当平面的投影有两个分别积聚为平行于不同投影轴的直线,而且只有一个投影为平面时,则此平面平行于该投影所在的那个平面。

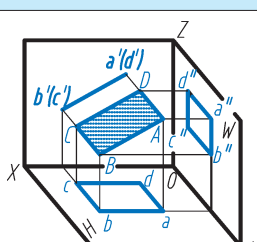
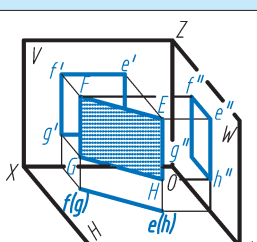
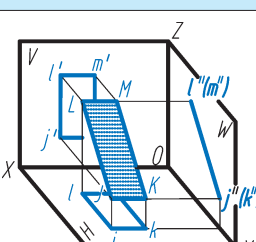
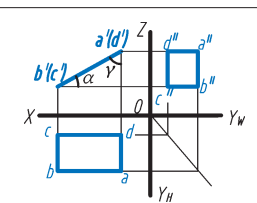
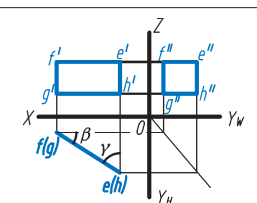
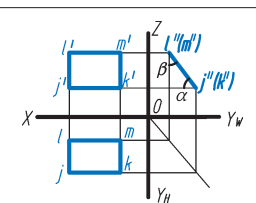
 笔记

2) 投影面垂直面

垂直于一个投影面而同时倾斜于另外两个投影面的平面称为投影面垂直面。垂直于 V 面的平面称为正垂面;垂直于 H 面的平面称为铅垂面;垂直于 W 面的平面称为侧垂面。平面与投影面所夹的角称为平面对投影面的倾角。 α 、 β 、 γ 分别为平面对 H 面、 V 面、 W 面的倾角。

表 2-5 为投影面垂直面的立体图、投影图及投影特性。

表 2-5 投影面垂直面的投影特性

名称	正垂面($\perp V$)	铅垂面($\perp H$)	侧垂面($\perp W$)
立体图			
投影图			
投影特性	<p>(1) 正面投影积聚成一条直线,它与 OX 轴和 OZ 轴的夹角 α、γ 分别为平面对 H 面和 W 面的真实倾角;</p> <p>(2) 水平投影和侧面投影都是类似形</p>	<p>(1) 水平投影积聚成一条直线,它与 OX 轴和 OY_H 的夹角 β、γ 分别为平面对 V 面和 W 面的真实倾角;</p> <p>(2) 正面投影和侧面投影都是类似形</p>	<p>(1) 侧面投影积聚成一条直线,它与 OZ 轴和 OY_W 轴的夹角 β 和 α 分别为平面对 V 面和 H 面的真实倾角;</p> <p>(2) 正面投影和水平投影都是类似形</p>

由表 2-5 可见,投影面垂直面的投影特征如下。

(1) 平面垂直于哪个投影面,它在该投影面上的投影积聚为一直线且与投影轴倾斜,并且这个投影和投影轴所夹的角度,就等于空间平面对相应投影面的倾角。

(2) 平面在其他两个投影面上的投影都是空间平面的类似形。投影面垂直面的辨认:如果空间平面在某一投影面上的投影积聚为一条与投影轴倾斜的直线,则此平面垂直于该投影面。

3) 一般位置平面

与三个投影面均处于倾斜位置的平面称为一般位置平面。

例如平面 $\triangle ABC$ 与 H 、 V 、 W 面都处于倾斜位置,倾角分别为 α 、 β 、 γ ,其投影如图 2-26 所示。

一般位置平面的投影特征可归纳为:一般位置平面的三面投影,既不反映实形,也

无积聚性,而且都为类似形。

一般位置平面的辨认:如果平面的三面投影都是类似的几何图形的投影,则可判定该平面一定是一般位置平面。

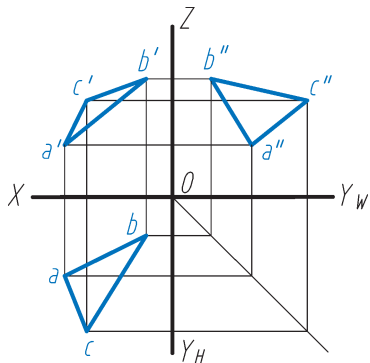


图 2-26 一般位置平面

3. 平面内的直线和点

1) 平面内的点

点位于平面内的几何条件是点在平面内的一条直线上。

平面内取点的一般方法为先在平面内取一条直线,然后再在该直线上取点,这也是在平面的投影图上确定点所在位置的依据。

如图 2-27 所示,相交两直线 AB 、 AC 确定一平面 P ,点 K 取自直线 AB ,所以点 K 必在平面 P 上。

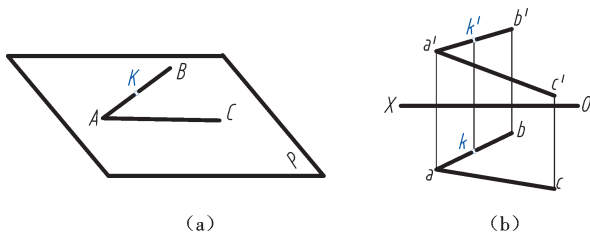


图 2-27 平面内的点

2) 平面内的直线

直线若满足以下任一条,则直线在平面内。

(1)若一条直线通过平面上的两个点,则此直线必定在该平面内。

(2)若一条直线通过平面内的一点且平行于平面内的另一直线,则此直线必定在该平面内。

如图 2-28 所示,相交两直线 AB 、 AC 确定一平面 P ,分别在直线 AB 、 AC 上取点 E 、 F ,连接 E 、 F ,则直线 EF 为平面 P 上的直线。作图方法如图 2-28(b)所示。

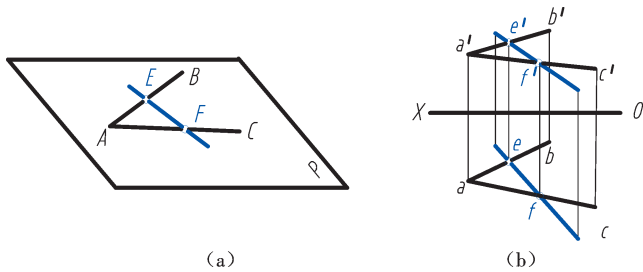


图 2-28 平面上的直线

例:如图 2-29(a)所示,试判断点 K 和点 M 是否属于 $\triangle ABC$ 所确定的平面。

分析:点 K 和点 M 若属于 $\triangle ABC$,则它们必分别属于平面 $\triangle ABC$ 上的某一直线,否则就不属于该平面。

作图方法与步骤如图 2-29(b)、(c)所示。

①连接 a' 、 m' 交 $b'c'$ 于 d' 点,由 d' 在 bc 上求得 d 点,连 a 、 d 点,作出属于 $\triangle ABC$ 的直线 AD ,从图 2-29(b)中看到延长 ad 后与 m 相交,即 m 在 ad 上,所以可判定点 M 属于平面 $\triangle ABC$ 。

②同理,连接 c' 、 k' 交 $a'b'$ 于点 e' ,由 e' 在 $a'b'$ 上求得点 e ,连 c 、 e 点,得到属于 $\triangle ABC$ 的另一直线 CE ,从图 2-29(c)中看到,连线 ce 未过 k ,故点 K 不在直线 CE 上,表明点 K 不属于平面 $\triangle ABC$ 。

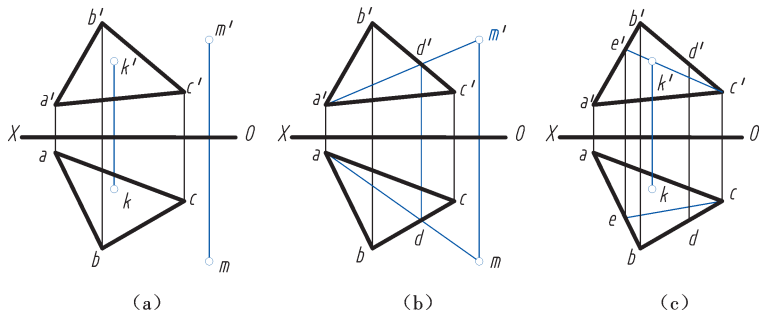


图 2-29 判断点是否属于平面

4. 直线与平面的相对位置

直线与平面平行的判断依据:若平面外一条直线与平面内一条直线平行,则该直线与该平面平行。

如图 2-30(a)和(b)所示,直线 MN 位于 $\triangle ABC$ 内,直线 DE 为 $\triangle ABC$ 外一条直线, $DE \parallel MN$,故 $DE \parallel \triangle ABC$ 。

若直线与平面相交,则其交点为直线与平面的公共点。因此,交点的投影既符合平面内点的投影特性,又符合直线上点的投影特性。

直线与平面相交,从某个方向投射时,彼此之间存在相互遮挡关系,交点作为直线可见段与不可见段的分界点,因此求出交点后,还需判别其可见性。

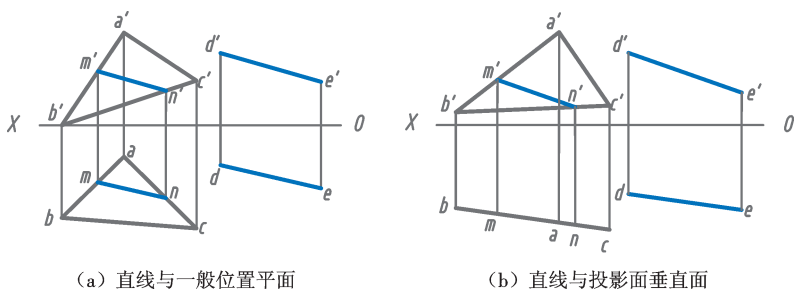


图 2-30 直线与平面平行

例:求直线 MN 与 $\triangle ABC$ 的交点 K 并判别其可见性,如图 2-31(a)所示。

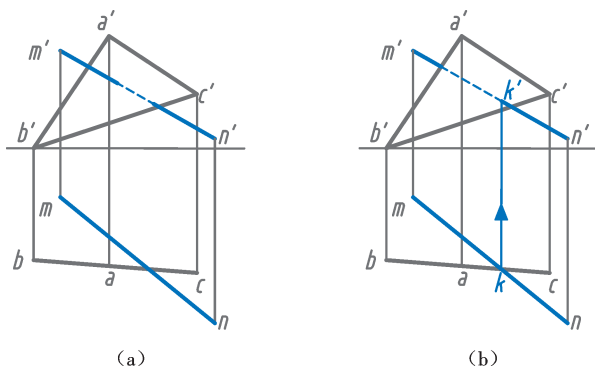


图 2-31 一般位置直线与投影面垂直面相交

分析:根据交点的共有性,交点 K 的投影既在直线 MN 的投影上,也在 $\triangle ABC$ 的投影内,如图 2-31(b)所示。

①求交点: $\triangle ABC$ 的水平投影有积聚性,根据交点的共有性可确定交点 K 的水平投影 k ,再利用点 K 位于直线 MN 上的投影特性,采用线上找点的方法求出交点 K 的正面投影 k' 。

②判别可见性:由水平投影可知, KN 在平面之前,故正面投影 $k'n'$ 可见,而 $k'm'$ 与 $\triangle a'b'c'$ 的重叠部分不可见,用虚线表示。

例:已知平面 ABC ,补画直线 DE 的投影,如图 2-32 所示。

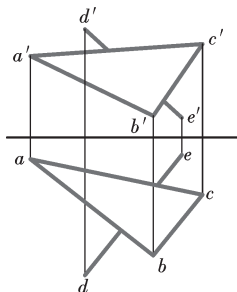


图 2-32 补画直线 DE 的投影



补画投影



任务三 基本体及其投影

基本几何体是由各种表面围成的实体,简称基本体。如图 2-33 所示。

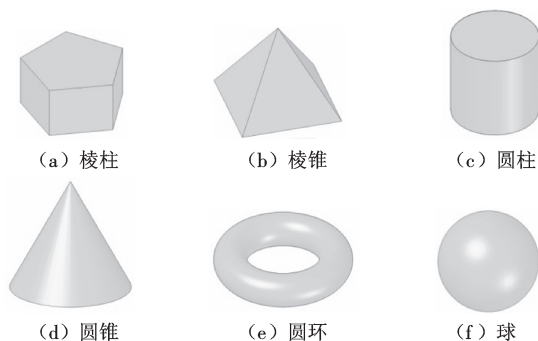


图 2-33 基本体

按表面几何形状的不同,基本体可分为表面全部为平面的平面立体和表面均为曲面或由平面与曲面共同围成的曲面立体。当曲面立体的曲面为回转面时,其又称为回转体。

一、棱柱及其投影

棱柱由两个底面和若干侧棱面组成,侧棱面与侧棱面的交线称为侧棱线,侧棱线互相平行。侧棱线与底面垂直的棱柱称为直棱柱,底面各边相等的棱柱称为正棱柱。

下面以正六棱柱为例,说明棱柱的投影,如图 2-34 所示。

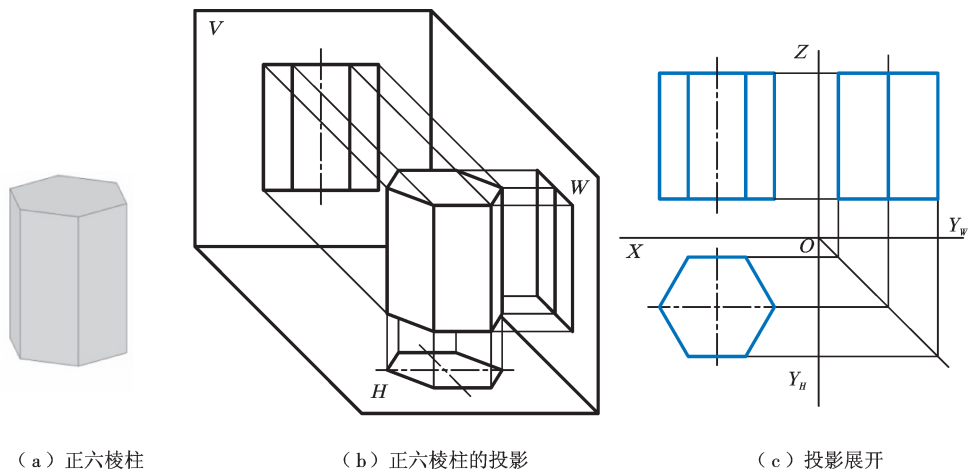


图 2-34 正六棱柱的三视图

1. 形体分析

正六棱柱是由两个形状、大小完全相同的正六边形的顶面、底面和六个矩形侧面



及六条侧棱所组成。其顶面和底面是大小相同的两个水平面,左右四个侧棱面为铅垂面,前后两个侧棱面为正平面,六条侧棱线为铅垂线。

2. 投影分析

俯视图的正六边形为六棱柱顶面与底面的实形,也是特征形;六个侧棱面分别积聚在六条边上。主、左视图上的矩形框分别为侧棱面的类似形。

3. 作图方法与步骤

- (1)画出反映顶面和底面实形(正六边形)的水平投影,如图 2-34(b)所示。
- (2)根据“长对正、高平齐、宽相等”的投影规律画出其余两个投影视图。

二、棱锥及其投影

棱锥是由一个底面和几个侧面所围成。棱锥侧面的交线称为棱线,棱线汇交的点称为锥顶。底面各边相等的棱锥称为正棱锥。

1. 形体分析

如图 2-35 所示,三棱锥的底面 ABC 为水平面,俯视图反映实形;后侧面 SAC 是侧垂面,在左视图上有积聚性;左、右两侧面 SAB 、 SBC 为一般位置平面。

2. 作图方法与步骤

- (1)画出反映锥底 ABC 实形的水平投影及有积聚性的正面、侧面投影。
- (2)确定锥顶 S 的三面投影。
- (3)分别连接锥顶 S 与锥底各顶点的同面投影,从而画出各侧棱线的投影。

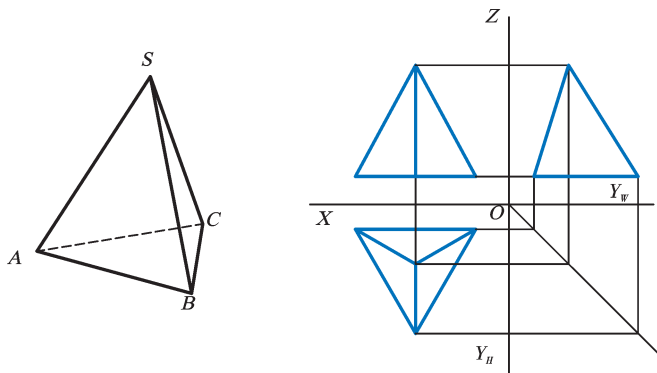


图 2-35 棱锥的三视图

三、圆柱及其投影

1. 圆柱的形成

圆柱由圆柱面和顶圆平面、底圆平面组成。如图 2-36 所示,圆柱面可看成由一条直母线 AA_1 绕与它平行的轴线 OO_1 旋转而成。

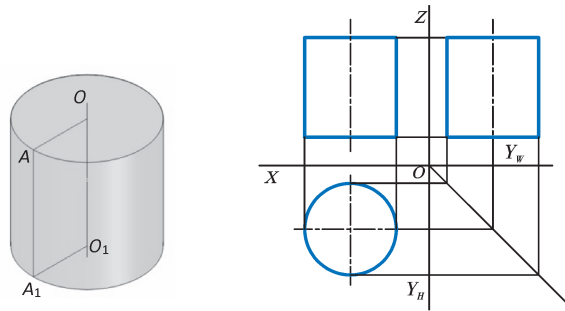
 笔记


图 2-36 圆柱体的形成及三视图

2. 形体分析

圆柱的轴线垂直于 H 面,素线都是铅垂线,圆柱面为铅垂面,在俯视图上积聚为一个圆,其主视图和左视图上的轮廓线为圆柱面上最左、最右和最前、最后转向轮廓线的投影。圆柱的顶圆平面和底圆平面为水平面,水平投影为圆(反映实形),另两个投影积聚为直线。

3. 作图方法与步骤

- (1)画俯视图的中心线及轴线的正面和侧面投影,中心线必须以细点画线画出。
- (2)画投影为圆的俯视图。
- (3)根据“长对正、高平齐、宽相等”的投影关系画出主视图和左视图。

四、圆锥及其投影

1. 圆锥的形成

圆锥体由圆锥面和一个底面组成。如图 2-37 所示,圆锥面可看成是直线 SA 绕与它相交的轴线 OO_1 旋转而成。运动的直线 SA 称为母线,圆锥面上过锥顶 S 的任一直线称为圆锥面的素线。

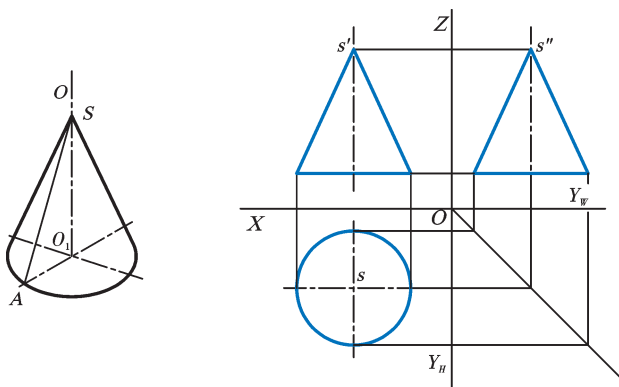


图 2-37 圆锥的形成及三视图

2. 圆锥的投影

如图 2-37 所示,当圆锥体的轴线垂直于 H 面时,其俯视图为圆,主视图及左视图

为两个全等的等腰三角形,三角形的底边为圆锥底面的投影,两个等腰三角形的腰分别为圆锥面的轮廓素线的投影。圆锥面的三个投影都没有积聚性。

3. 作图方法与步骤

- (1)画俯视图的中心线及轴线的正面、侧面投影(细点画线)。
- (2)画俯视图的圆。
- (3)按圆锥体的高确定顶点 S 的投影,并按“长对正、高平齐、宽相等”的关系画出另两个视图(等腰三角形)。

五、圆球及其投影

1. 圆球的形成

如图 2-38 所示,圆球可看成是半圆形的母线绕其直径 OO_1 旋转而成。

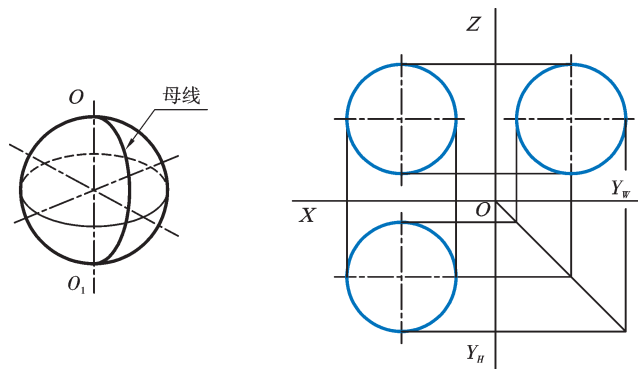


图 2-38 圆球的形成及三视图

2. 圆球的投影

圆球的三个视图均为大小相等的圆(圆的直径和球的直径相等),它们分别是球的三个方向的轮廓圆的投影。

思考题

1. 如何理解正投影的 6 个基本性质,试举例阐明?
2. 三视图如何形成且分别具有什么投影关系?
3. 三视图具有什么投影关系,试选一例题分析其投影关系?
4. 如何判别重影点的可见性? 如何标注不可见性的点的投影?
4. 如何根据投影判别投影面平行线、投影面垂直线和一般位置直线?
5. 若空间两直线交叉,其同面投影的交叉点是否符合点的投影规律?
6. 如何根据投影判别投影面垂直面、投影面平行面和一般位置平面?
7. 试分析如何绘制五棱柱基本体的投影并练习绘制。

