

高等学校教学用书

制药工程制图

(第二版)

主编 刘落宪

主审 强毅

 中国质检出版社
中国标准出版社

高等学校教学用书

制药工程制图(第二版)

主编 刘落宪
主审 强毅

中国质检出版社
中国标准出版社
北 京

图书在版编目(CIP)数据

制药工程制图/刘落宪主编. —2版. —北京:中国标准出版社,2013.12
高等学校教学用书
ISBN 978-7-5066-6795-1

I. ①制… II. ①刘… III. ①制药工业-工程制图-高等学校-教材 IV. ①TQ460

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 126610 号

中国质检出版社 出版发行
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 13.25 插页 5 字数 330 千字
2013 年 12 月第二版 2013 年 12 月第九次印刷

*

定价 38.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68510107

《制药工程制图》

编 委 会

主 编 刘落宪

副主编 赵景文 王成东

编 委 邢黎明 姚淑娟 林桂涛

杨 崧 高文军 张塾厚

徐 晶 王 淇 张保民

吴红梅 李建志 张 杰

主 审 强 毅

副主审 班 焯

第二版前言

与本书的第一版相比,第二版的修改主要在两个方面:一方面更新了所涉及的各项标准;另一方面,考虑到计算机绘图更新得特别快,且有很多专门介绍计算机绘图的书籍,因而,本次将第一版的第十二章计算机辅助绘图删除。

本次修改后仍然保持第一版的特点,注重基础,注意培养学生的空间概念,注重学用结合。

本次参与编写的人员及各参编人员编写的内容基本保持不变,只是第四章张杰参与了编写,即第四章由刘落宪、张保民、张杰编写。

本教材配有习题集供读者练习使用。

本书可作为高等医学院校制药工程专业和药物制剂专业教材,也可作为从事有关专业的科研、设计和生产单位的工程技术人员的参考书。

由于编者水平有限,书中不妥及错误之处在所难免。敬请广大读者和同仁批评指正。

编 者
于北京中医药大学
2012年5月

第一版前言

随着制药技术不断进步和设备的快速更新,要求制药技术人员对制药设备有较深入的了解。为适应这一需要,在制药工程专业和药物制剂专业中,应加强制药设备方面的教学内容,使学生能够适应制药技术的发展,满足制药生产中以优化的生产工艺、节约能源生产高质量药品的要求。

制药工程制图课作为学习药厂车间工艺设计、制药设备等课程的基础课,要求学生掌握绘图的基本理论和基本方法,能够熟悉国家有关《技术制图》和《机械制图》的部分标准,阅读制药工程工艺图、药厂厂房建筑图等。

本书共分十二章,分别介绍了画法几何、技术制图与机械制图、制药工程工艺图和药厂厂房建筑图的基本知识以及计算机绘图基本知识。本书在编写过程中力求将这几方面的知识有机地联系起来,以适应后续课程教学和制药工程技术发展的需要。

本教材为读者留有较大的思考空间,并配有习题集(附有附录)供读者练习使用。为了提高读图能力,读者在学习本课程的过程中,在学习了制图基础知识和掌握了基本绘图方法的基础上,必须循序交替地进行绘图与读图的练习;同时,教师应结合简单的制药设备进行直观教学,并应以小型制药设备进行测量绘图练习,以期达到制药工程制图课教学的目的。

本书第一章、第二章由刘落宪编写,第三章由姚淑娟编写,第四章由刘落宪、张保民编写,第五章由林桂涛编写,第六章由徐晶编写,第七章由邢黎明、高文军、姚淑娟、王成东、刘落宪编写,第八章由高文军、邢黎明、杨崧编写,第九章由王成东、杨崧、张塾厚、邢黎明、高文军、刘落宪编写,第十章、第十一章由赵景文编写,第十二章由王淇、吴红梅编写,书中部分图样由李建志绘描。全书由刘落宪担任主编,赵景文、王成东担任副主编。强毅教授担任主审,班焯教授担任副主审。张塾厚副教授担任本书全图审校。

在本书编写过程中,得到了温州市中制药机械设备厂、北京达瑞医药工程有限责任公司、欧特克(中国)有限公司(Autodesk)、北京技术交流培训中心和中国大恒(集团)有限公司信息技术分公司的大力支持,在此特别表示感谢。

本书可作为高等医学院校制药工程专业和药物制剂专业用教材,也可作为从事有关专业的科研、设计和生产单位的工程技术人员的参考书。

由于我们水平有限,书中难免存在欠妥、不当甚至错误之处,敬请广大读者和同仁批评指正。

编 者
于北京中医药大学
2000年7月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 制药工程制图的任务	1
第二节 制图工具和仪器的使用方法	2
第三节 几何作图	3
第四节 投影法的基本概念	6
第二章 点、直线、平面的投影	10
第一节 点、直线、平面在三投影面体系中的投影	10
第二节 直线的投影	13
第三节 平面的投影	19
第四节 直线与平面和平面与平面的相对位置	24
第三章 投影变换	30
第一节 换面法	30
第二节 换面法的应用	35
第三节 旋转法	38
第四章 立体的投影	43
第一节 平面立体	43
第二节 曲面立体的投影	46
第三节 立体表面相交	51
第五章 立体表面的展开	59
第一节 平面立体的表面展开	59
第二节 曲面立体的表面展开	61
第六章 轴测图	65
第一节 概述	65
第二节 正等轴测图	66
第三节 斜二轴测图	69
第四节 轴测剖视图	70
第七章 零件图	72
第一节 技术制图的基本规定	72
第二节 组合体视图	84
第三节 零件图的绘制方法	90
第四节 剖视图与断面图	92
第五节 零件结构工艺性简介	99
第六节 零件尺寸注法	102
第七节 几何公差简介	104

第八节	表面粗糙度简介	107
第九节	零件图	111
第八章	常用零(部)件	118
第一节	螺纹紧固件	118
第二节	齿轮	126
第三节	弹簧	130
第四节	键和销	132
第五节	滚动轴承	135
第六节	玻璃器具	137
第九章	装配图	141
第一节	装配图的表达方法	143
第二节	装配图的画法	145
第三节	装配结构合理性简介	152
第四节	装配图尺寸标注	154
第五节	装配图中的零、部件序号、明细栏和技术要求	155
第六节	极限与配合简介	158
第七节	罐体设备常用零部件	163
第八节	制药设备的焊接及焊缝表达	168
第九节	读装配图	169
第十章	制药工程工艺图	174
第一节	生产工艺流程图	174
第二节	管道及仪表流程图的绘制	178
第十一章	药厂厂房建筑图简介	186
第一节	药厂房屋建筑图的基本知识	186
第二节	药厂车间布置图	194
第三节	设备布置图和管道布置图	195
主要参考文献		202

第一章 绪 论

第一节 制药工程制图的任务

一、工程制图的任务

工程界将根据投影原理、标准或有关规定绘制的,能够表示工程对象,并附有必要的技术说明的图称为图样。图样通常是在平面上将物体的形状、尺寸及其技术要求准确地表达出来的图。在设备的设计、生产和使用中,设计者设计出图样,制造者依据图样进行制造,使用者通过阅读图样可以了解设备的结构、工作原理、工作性能、安装要求以及依据图样进行维修等。由此可见,图样是一种工程界的技术语言,人们利用这种技术语言传递信息和开展技术交流活动。为使图样在整个设计、制造和使用过程中能够正确、完整地表达唯一性的技术信息,就要求设计者和制造者及使用的技术人员除掌握一定的专业知识外,还必须掌握图样的绘制理论和统一的绘制标准。工程制图课的任务就是介绍图样的绘制与阅读方法。本书将系统地介绍图样的绘制理论,介绍一部分由国家质量监督检验检疫总局发布的有关制图的中华人民共和国国家标准,部分建筑制图标准,一些与制药工程制图有关的行业标准。中华人民共和国国家标准,通常简称国标,用 GB 或 GB/T 表示。其中,GB 表示强制性国家标准,GB/T 表示推荐性国家标准。有关的行业标准如化工行业标准、机械行业标准分别用 HG、JB 表示。

二、本书主要内容及要求

根据专业教学和专业发展的需要,本书着重讨论以下几部分内容。

1. 画法几何

画法几何的内容归纳为图示法和图解法两个方面。图示法是利用投影法将空间几何元素(点、线、面)及其相对位置在平面上表示的基本理论和方法;图解法是在平面上解决空间几何问题的基本理论和方法。画法几何是学习工程制图的理论基础,通过学习画法几何来培养和发展空间想象能力与空间构思能力。要求学生能够在已有公理和定理的基础上,论证解题的一般方法的同时,还要能够用图形将空间问题的解答精确地表示出来。

2. 机械制图

机械制图的主要内容有制图基本知识、图样表示方法、尺寸标注与技术要求等。制图基本知识有绘图工具和仪器的使用、几何作图、国家标准中《技术制图》和《机械制图》标准的基本规定等;图样表示方法有国家标准中规定的投影法和图样画法;尺寸标注与技术要求有国家标准规定的尺寸标注方法、尺寸合理标注的基本知识、零件及其装配工艺结构的合理性简介和国家标准中的极限与配合、表面粗糙度简介等。要求学生掌握绘图的基本理论和基本方法,能够熟悉国家有关《技术制图》和《机械制图》的部分标准,培养绘图的操作技能,培养用投影图及标注尺寸表达物体的内外结构形状及大小的基本绘图能力和阅读零件图、装配

图的基本能力。

3. 制药工程图

本内容是专门为制药工程专业及其相关专业的学生编写的。制药工程图的主要内容有制药设备的结构特点、制药设备图、制药生产工艺流程图、制药设备布置图、管路布置图和药厂厂房建筑图的阅读等。要求学生掌握绘制制药设备图的基本方法,培养阅读制药设备图、制药生产工艺流程图、制药设备布置图、管路布置图和药厂厂房建筑图的基本能力。

第二节 制图工具和仪器的使用方法

绘制机械图样需要使用绘图工具和绘图仪器。正确、熟练地使用绘图工具和仪器,可以提高图样的绘制质量和绘制速度。常用的绘图工具有图板、丁字尺、三角板和曲线板等;常用的绘图仪器有圆规、分规等。

一、常用的绘图工具

1. 图板

图板是画图时固定图纸的垫板,见图 1-1。图板的表面平整光滑,便于绘图工具和仪器的使用。图板的各边平直,绘图时以左边(工作边)为丁字尺移动的导边。

2. 丁字尺

丁字尺由尺头和尺身两部分组成,见图 1-1。使用时尺头应紧靠着图板的导边,使丁字尺沿着图板的导边上、下移动至画线位置,用铅笔沿着尺身带刻度边(工作边)从左向右画水平线。

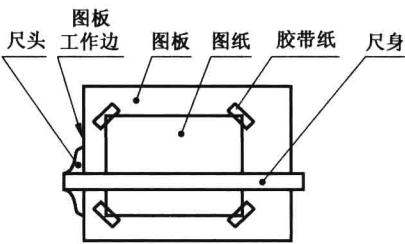


图 1-1 图板和丁字尺

3. 三角板

三角板一副有两块,两块均为直角三角形。一块的两个锐角都是 45°;另一块的两个锐角分别为 30°和 60°。三角板可以配合丁字尺画倾斜线和垂线。画垂线时,铅笔应在三角板的左侧沿着尺身刻度自下而上画出。

4. 曲线板

曲线板用来绘制非圆曲线,见图 1-2(a)。徒手轻轻地将已知非圆曲线的一系列点连接成较光滑的细曲线作为选择曲线板上边缘段的参考线,见图 1-2(b)。选择边缘段时,依据参考线使尽量多的点(不得少于三个点)与边缘吻合,然后将与边缘吻合的各点描深成一段曲线。如此,依次一段段地将非圆曲线绘制完成。段与段连接时,段与段之间必须有两点或三点间的连线重合,见图 1-2(c)。



图 1-2 曲线板的使用方法

二、常用的绘图仪器

1. 圆规

圆规用来绘制圆和圆弧。用圆规画圆和圆弧时应使圆规的钢针略长于铅芯，见图 1-3(a)，圆规应向前稍微倾斜，沿顺时针方向以钢针为圆心转动。当画较大的圆时，圆规的两脚都应垂直于纸面，见图 1-3(b)。

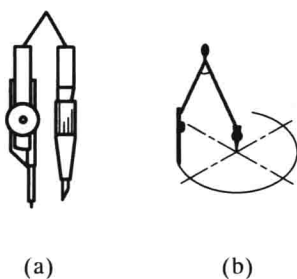


图 1-3 圆规的使用方法

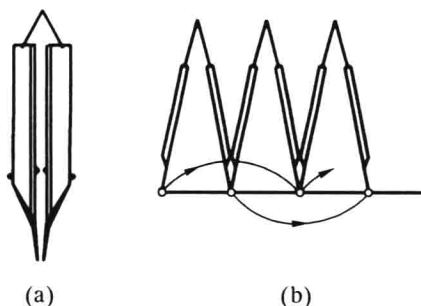


图 1-4 分规的使用方法

2. 分规

分规用来量取尺寸和截取线段。分规两腿上均装有钢针，合拢在一起时两针尖应对成一点，见图 1-4(a)。用分规从尺子上量取尺寸后，在图纸上扎出记号标示出点的位置。用分规截取若干等长线段时，分规应沿着给出的直线，以两腿交替为轴连续截取，见图 1-4(b)。

此外，还有比例尺、擦图片、多用模板、点圆规、直线笔、机械式绘图机等常用绘图工具和仪器。这些工具和仪器的使用方法可以通过制图练习加以掌握，这里不再一一介绍。

第三节 几何作图

图样中准确表达物体形状的图形是用直线和曲线通过几何作图的方法绘制而成的。常用的几何作图方法有等分已知直线¹⁾、正六边形的作法、斜度、锥度和圆弧连接等。

1) 为叙述简便，本书将直线段称为直线。

一、等分已知直线

等分已知直线通常采用平行截割的方法。如图 1-5, 将直线 AD 三等分。作直线 AE , 用分规取适当的长度在 AE 上从 A 开始连续截取三段, 分别得 1、2、3 点, 将 3 与 D 联结, 并从 2、1 点分别向直线 AD 引 $3D$ 的平行线, 得 C 、 B 等分点, 即 $AB=BC=CD$ 。用此种方法可将直线任意等分。

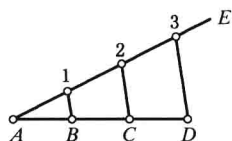


图 1-5 等分线段

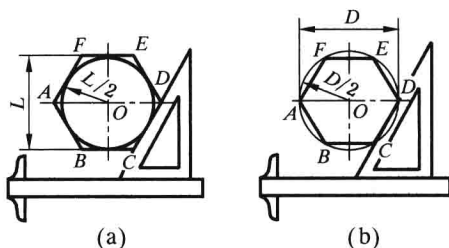


图 1-6 正六边形的作法

二、正六边形的作法

1. 已知正六边形的对边之间的距离作正六边形

如图 1-6(a), 已知正六边形对边之间的距离为 L , 作两条相互垂直的中心线交点为 O , 以 O 点为圆心, $L/2$ 为半径画圆。以圆 O 为内切圆, 用丁字尺和含有 60° 角的三角板作出正六边形 $ABCDEF$ 。

2. 已知正六边形的对角线长度作正六边形

如图 1-6(b), 已知正六边形对边角线长度为 D , 作两条相互垂直的中心线交点为 O , 以 O 点为圆心, $D/2$ 为半径画圆。以圆 O 为外接圆, 用丁字尺和含有 60° 角的三角板作出正六边形 $ABCDEF$ 。

三、斜度

斜度是指一直线相对于另一直线或一平面相对于另一平面的倾斜程度, 图样中以 $1:n$ 的形式标出。斜度符号的倾斜方向应与图中的倾斜方向一致, 见图 1-7。

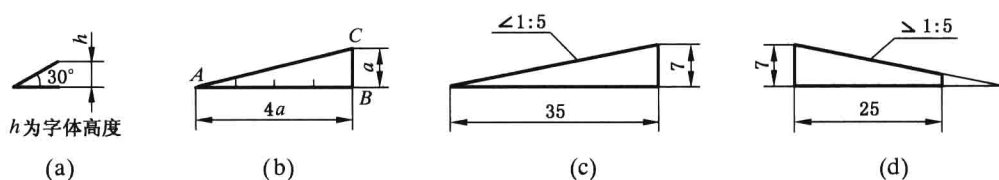


图 1-7 斜度

四、锥度(GB/T 157—2001)(GB/T 15754—1995)

锥度是指两个垂直圆锥轴线截面的圆锥直径 D 和 d 之差与该两截面之间的轴向距离 L 之比, 如图 1-8(a) 所示。

$$C = \frac{D-d}{L}$$

锥度 C 和圆锥角 α 的关系为:

$$C = 2 \tan \frac{\alpha}{2} = 1 : \frac{1}{2} \cot \frac{\alpha}{2}$$

锥度符号的画法见图 1-8(b); 锥度的标注一般用比例或分式的形式表示, 见图 1-8(c)。

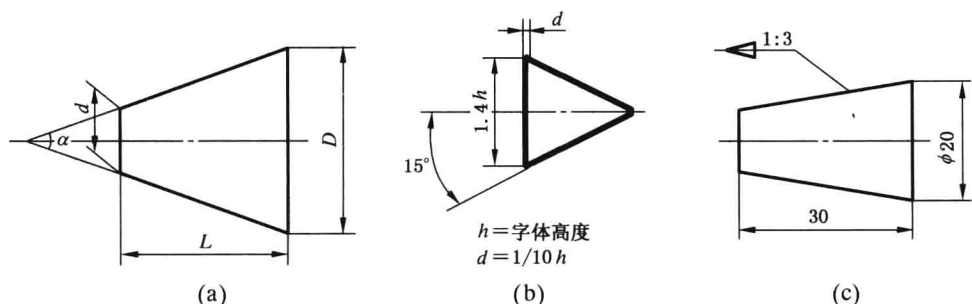


图 1-8 锥度

五、圆弧连接

在图样的绘制过程中,经常会遇到用已知半径的圆弧与两已知线段(直线或圆弧)相切连接的情况。为保证相切,要先求出已知圆弧的圆心和已知圆弧与两已知线段的切点位置,然后用已知半径的圆弧连接两已知线段。

1. 用已知半径的圆弧连接两已知圆

图 1-9(a)是用半径为 R 的圆弧与两已知圆外切连接,用半径为 R' 的圆弧与两已知圆内切连接($R' > R$)。圆心 O 的确定见图 1-9(b), C 、 E 为切点;圆心 O' 的确定见图 1-9(c), C' 、 E' 为切点。

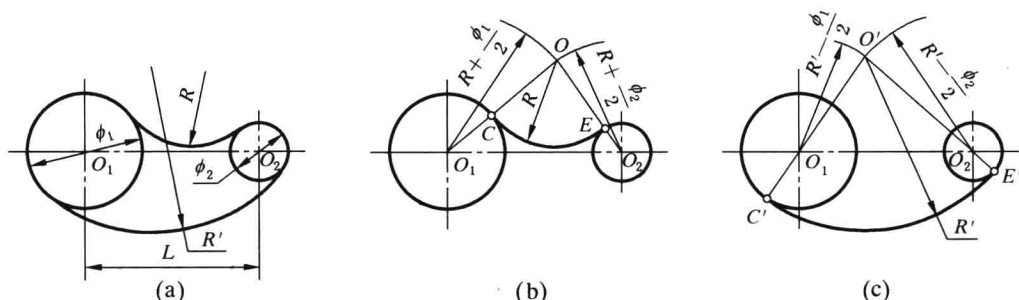


图 1-9 用半径为 R 和 R' 的圆弧连接两已知圆

图 1-10 是用半径为 R 的圆弧与已知圆 O_1 内切连接,与已知圆 O_2 外切连接,切点为 C 、 D 。

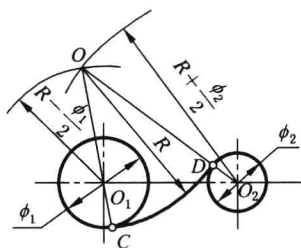


图 1-10 用半径为 R 的圆弧连接两已知圆

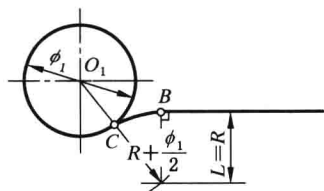


图 1-11 用半径为 R 的圆弧与已知圆和已知直线段连接

2. 用已知半径的圆弧连接一已知圆和一已知直线段

图 1-11 是用半径为 R 的圆弧与已知圆 O_1 外切连接,与已知直线相切连接,切点为 C 、 B 。

3. 用已知半径的圆弧连接两已知直线

图 1-12 是用半径为 R 的圆弧与两已知直线相切连接,切点为 B 、 C 。

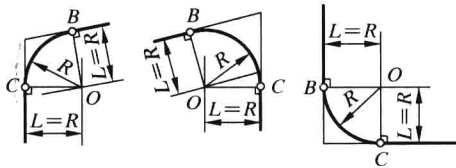


图 1-12 用半径为 R 的圆弧与两已知直线连接

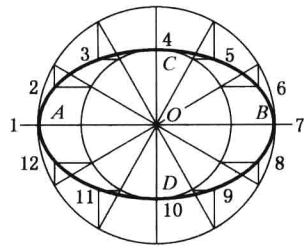


图 1-13 用同心圆法绘制椭圆

六、椭圆的画法¹⁾

图 1-13 是用同心圆的方法绘制椭圆。其作图步骤如下:

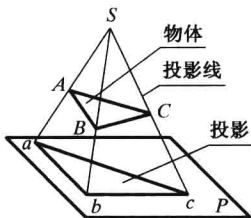
- (1) 以 O 为圆心,分别以长半轴 OA 和短半轴 OC 为半径画出两个同心圆;
- (2) 把圆周分成若干等分(等分数越多,所作椭圆越精确,图中分为 12 等分),由圆心 O 向各等分点画径向线;
- (3) 由大、小圆上各等分点分别作短轴 CD 和长轴 AB 的平行线,对应两平行线分别交出 1、2、……、12 各点;
- (4) 用曲线板依次光滑地连接 1、2、……、12 各点,即得所求的椭圆。

第四节 投影法的基本概念

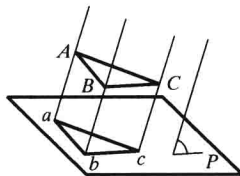
一、投影法及其分类

1. 投影法

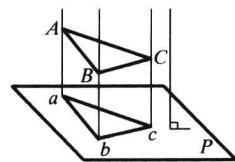
投射射线通过物体向选定的面投射,并在该面上得到图形的方法称为投影法。根据投影法所得到的图形称为投影(投影图);投影法中,得到投影的面称为投影面,见图 1-14。在图 1-14 中, S 为投射中心; P 为投影面;空间物体用大写字母表示,如 $\triangle ABC$;空间物体的投影用小写字母表示,如 $\triangle abc$ 。



(a) 中心投影法



(b) 平行投影法—斜投影法



(c) 平行投影法—正投影法

图 1-14 投影法

2. 投影法的分类

投影法分为中心投影法和平行投影法两类。

- (1) 中心投影法 投射射线汇交于一点的投影法(投射中心 S 位于有限远处),见图 1-14 (a)。

1) 这里介绍的是椭圆的精确画法,有关椭圆的近似画法请参阅本书第六章第二节。

(2) 平行投影法 投射射线相互平行的投影法(投射中心 S 位于无限远处), 见图 1-14(b) 和图 1-14(c)。平行投影法又可分为两种: 一种是投射射线与投影面相倾斜的平行投影法, 称为斜投影法, 见图 1-14(b), 根据斜投影法所得到的图形为斜投影(斜投影图); 另一种是投射射线与投影面相垂直的平行投影法, 称为正投影法, 见图 1-14(c), 根据正投影法所得到的图形为正投影(正投影图)。

国家标准规定: 技术图样应采用正投影法绘制。书中凡不加以指明采用何种投影方法的各章节均采用正投影法。

二、正投影的特性

1. 实形性

直线、平面与投影面平行时, 其投影反映该直线、平面的实长与实形。正投影的这一特性称为实形性, 见图 1-15。

2. 积聚性

直线与投影面垂直时, 其投影积聚为一个点; 平面与投影面垂直时, 其投影积聚为一条直线; 曲面与投影面垂直时, 其投影积聚为一条曲线。正投影的这种特性称为积聚性, 见图 1-16。图 1-16(a) 中, 直线 AB 的两点 A 、 B 的投影重合为一点, 称 A 、 B 两点为投影面 P 的重影点。

重影点需要判别其可见性, 应将标记不可见点投影的字母用括号括起。图中 B 点被 A 点遮挡, B 点为不可见点, 因此被标记为 $a(b)$ 。同理, 图 1-16(c) 中, 曲面 $ABCD$ 的投影被标记为 $b(a)$ 和 $c(d)$ 。

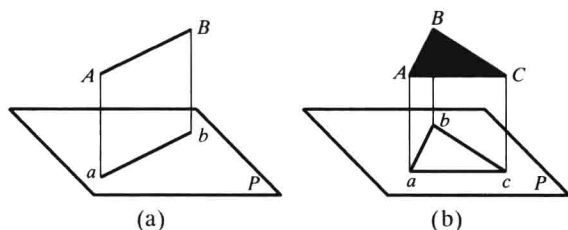


图 1-15 正投影的实形性

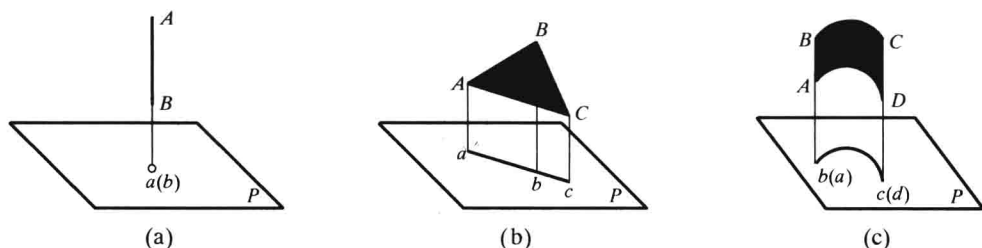


图 1-16 正投影的积聚性

3. 类似性

直线、平面相对于投影面倾斜时, 其投影比原实物的长度变短或面积变小, 但投影的形状仍与原形状类似。正投影的这种特性称为类似性, 见图 1-17。

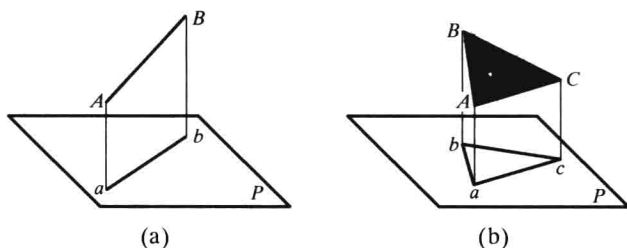


图 1-17 正投影的类似性

正投影的实形性、积聚性和类似性在工程制图中应用非常广泛。

三、三投影面体系

利用多面正投影¹⁾能够唯一确定空间物体的位置及几何形状。通常将物体置于相互垂直的三个特定的投影面之间利用正投影法获得三面正投影。相互垂直的三个特定的投影面组成三投影面体系。

1. 分角

用水平和铅垂的两投影面将空间分成四个区域,并按顺序编号为第一分角、第二分角、第三分角和第四分角,见图 1-18。

2. 第一角投影²⁾(第一角画法)及三投影面体系

将物体置于第一分角内,即物体处于观察者与投影面之间进行投射,然后按规定展开投影面,见图 1-19(a)。若以第一角投影,并以图 1-19(b)所示的正面投影面(简称正面) V 、水平投影面(简称水平面) H 和与正面 V 、水平面 H 都垂直的侧面投影面(简称侧面) W 建立的投影面体系称为三投影面体系,三个投影面的交线 OX 、 OY 、 OZ 称为投影轴,三根投影轴的交点 O 为原点。

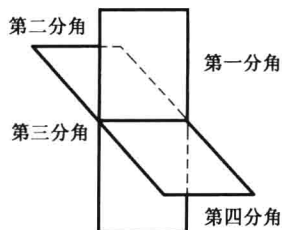


图 1-18 分角

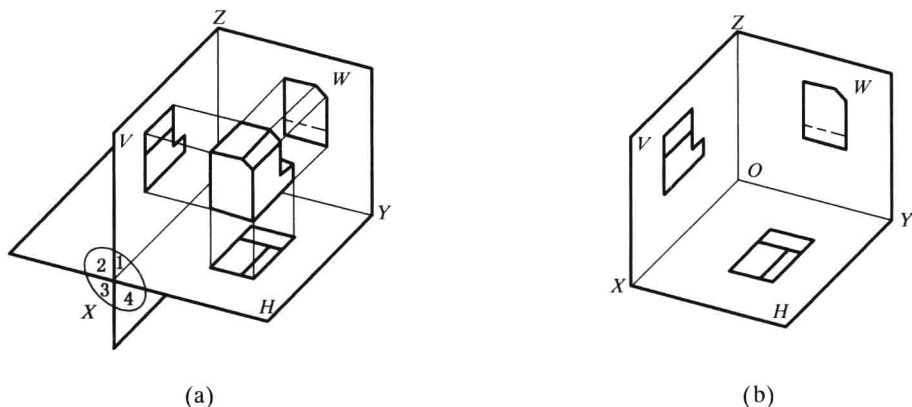


图 1-19 第一角投影及三投影面体系

3. 物体的三视图及三投影面体系的展开

如图 1-19(b)所示,物体在三投影面上的三个正投影,称为三面正投影图,简称三视图。物体在正面 V 上的正投影称为主视图;在水平面 H 上的正投影称为俯视图;在侧面 W 上的正投影称为左视图。按图 1-20(a)所示的方法,将正面 V 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 V 、 H 、 W 面展开到同一图面上,称为三投影面体系的展开。展开后,俯视图在主视图的正下方,左视图在主视图的正右方,见图 1-20(b)。实

- 1) 物体在互相垂直的两个或多个投影面上所得到的正投影。将这些投影面旋转展开到同一图面上,使物体的各视图(正投影图)有规则地配置,并相互之间形成对应关系。
- 2) 图样通常采用第一角画法和第三角画法绘制,见 GB/T 14692—2008。国家标准规定:我国优先采用第一角画法。世界上,有些国家规定图样按第一角画法,有些国家规定图样按第三角画法。因此,在国际间进行交流时,根据需要采用第一角画法或第三角画法绘制图样,但必须在图样标题栏中画出投影识别符号。本书仅介绍我国通常采用的第一角画法。

际绘制物体的三视图时,不必画出投影面的边框和轴线,各视图的配置按展开后的位置不变时,也不必标出各视图的名称,见图 1-20(c)。

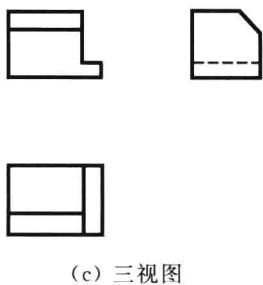
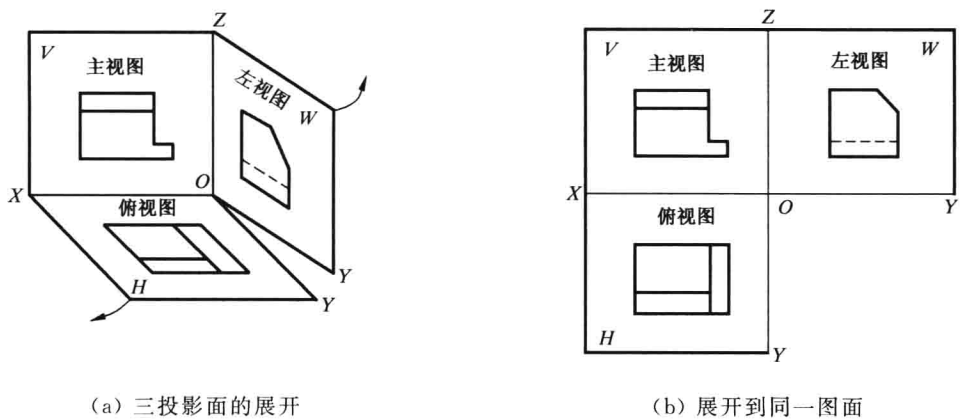


图 1-20 三投影面体系的展开

四、三视图之间的投影关系

如图 1-21 所示,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。根据投影原理和三投影面体系的展开过程可知,各视图之间具有主视图与俯视图的长对正,主视图与左视图的高平齐,俯视图与左视图的宽相等的投影关系。每一视图只反映物体四个方向的位置关系,其中主视图反映物体上下、左右之间的位置关系;俯视图反映物体前后、左右之间的位置关系;左视图反映物体上下、前后之间的位置关系。

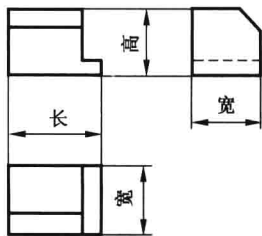


图 1-21 三视图之间的投影关系