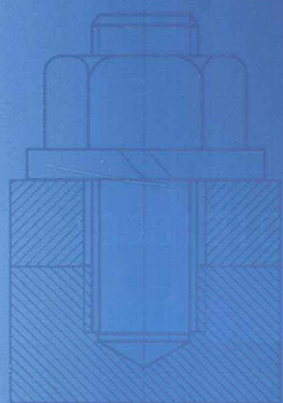


普通高等教育规划教材

化工工艺制图

第二版

周大军 揭嘉 张亚涛 主编



HUAGONG
GONGYI ZHITU



化学工业出版社

普通高等教育规划教材

化工工艺制图

第二版

周大军 揭嘉 张亚涛 主编



HUAGONG
GONGYI ZHITU



化学工业出版社

· 北京 ·

本教材是专门针对未开设“机械制图”课程的理工科化学化工类专业学生而编写的。教材分为上、下两篇。

上篇为画法几何与机械制图基础,内容包括:视图与投影、三视图的绘制与阅读、几何作图;机械制图的国家标准、视图与视图选择;零件图和装配图的绘制;化工设备图等内容。下篇为化工工艺制图,内容包括工艺流程图、设备布置图和管路布置图等,并对化工设备的结构特征与用途、设备常用结构参数以及化工工艺图的阅读与绘制过程、图面设计与布置等相关内容进行了详细介绍。并提供了大量化工单元设备的常用技术参数和图例,以及化工工艺流程图的现场绘制的基本方法,为读者自学和独立绘制相关化工常用设备的图纸和化工工艺流程图的现场绘制提供了重要参考。

本书可作为设有机械制图基础的本科化学和化工工艺类各专业的教材,也可供电大和高等职业技术学院的相关专业选用。本书亦可作为高等院校化学化工类专业学生的化工设备、化工原理的课程设计和化工工艺类综合设计相关图纸的绘制与化工生产实习的重要参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

化工工艺制图/周大军,揭嘉,张亚涛主编.—2版.
北京:化学工业出版社,2012.1
普通高等教育规划教材
ISBN 978-7-122-12573-6

I. 化… II. ①周… ②揭… ③张… III. ①化工过程-
生产工艺-高等学校-教材②化工机械-机械制图-高等学校-
教材 IV. ①TQ02②TQ050.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第211375号

责任编辑:高钰
责任校对:战河红

文字编辑:李娜
装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:北京白帆印务有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张16½ 插页1 字数406千字 2012年9月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:32.00元

版权所有 违者必究

第二版前言

本书自 2005 年出版以其“理论与实际相结合，绘图能力培养与化工工艺设计相结合”的独特编辑方式已引起广大读者的关注，为适应现代教学的需要我们将本书的内容已制成用于多媒体教学的 PPT 课件，并将免费提供给采用本书作为教材的院校使用。如有需要，请发电子邮件至 cipedu@163.com 获取，或登陆 www.cipedu.com.cn 免费下载。

应本教材使用单位的要求，编者特邀请了郑州大学化工与能源学院的张亚涛教授和湖南工程学院的邓继勇教授和颜伟伟老师一起参与了这次教材修订工作，为进一步提高本教材的质量和效果创造了条件。

本版仍保留了第一版的特色，主要还是针对化工工艺类专业本科生编写，同时满足在生产一线的化工工艺类工程技术人员实际应用的需要。这次修订不仅更正了原教材中存在的一些错误，认真修改了原教材中一些表述不太明确的文字，采用了最新版的国家标准，增加了大量化工工艺与设备设计常用的参考资料，大大方便了读者，有效提高了本教材的使用价值。

衷心感谢使用过本教材的广大师生和工程技术人员为本教材的修订工作提供了大量宝贵意见。

编者
2012 年 6 月

第一版前言

为适应化工高等教育改革的发展,进一步促进化工高等教育与市场经济的接轨,改善传统教学模式对化工工艺制图课程改革的桎梏,满足目前高等院校化学化工类专业化工工艺制图的教学需要,由湖南湘潭大学化工学院“化工制图”教研室与机械工程学院“机械制图”教研室组织相关教师共同编写了《化工工艺制图》。本书总结了本校 20 多年来在“机械制图”和“化工制图”方面的实际工作经验和教学实践,从实际教学需要出发,不仅系统阐述了化工设备、化工工艺制图的基本原理、要求和方法,而且还结合化工工艺、化工原理和化工容器与设备等专业课程,介绍了典型化工设备的通用结构与用途,以及化工工艺图的设计原理、现场工艺流程图的绘制等相关内容,以满足学生实际工程绘图的需要,同时也强化了工程制图与相关专业课程的联系,并具有以下特点。

(1) 本书为理工科化学和化工工艺类及相关专业的学生编写,不仅可作为学习化工工艺制图的教学用书,书中提供的大量常用设备技术参数与图例,还可作为学生独立完成化工原理的课程设计、化工过程综合设计和单元设备设计绘图的参考资料。

(2) 以介绍化工工艺制图为主,但也涵盖了机械制图与化工设备制图的内容,特别适合于没有机械制图基础的化学化工类专业及轻化工、环境与食品工程、制药工程等相关专业的学生使用。

(3) 本书采用了最新的机械制图与化工工艺制图的国家和部颁标准,结合机械制图介绍了化工设备的常用标准件和通用件,减少了不必要的内容重复。

(4) 结合化工工艺制图,详细介绍了化工工艺图的形成原理与过程,以及图面设计的主要依据、基本方法与要求。为学生独立设计与绘制化工工艺图纸,强化动手能力培养提供了有益帮助。

(5) 结合工艺流程图的介绍,还特别介绍了化工工艺流程图的现场绘制方法,可为化学化工类专业学生的化工工艺生产实习和今后在企业的工作提供有益帮助。

(6) 结合化工设备图,详细介绍了典型化工设备的结构原理、常用结构参数与材料,以及该设备的主要用途,可为学生独立设计与绘制化工设备图提供帮助。

在编写过程中,笔者力求文字通俗易懂,叙述简明扼要,选图典型与实用,并尽可能多地采用了企业提供的相关设备图纸。在内容的编排上,除重点突出化工工艺制图外,还用较多的篇幅介绍了化工设备图的阅读与绘制,以满足实际工作的需要,而作为工程制图基础的画法几何与机械制图部分,仅选择了与化工工艺制图密切相关的内容进行简要介绍,并尽可能避免那些不必要的内容重复,力求重点突出。本书配有相应的习题集与本书同时出版,配套使用。同时,笔者认为,虽然计算机绘图目前在化工科研、设计与生产单位的工程制图中已普遍采用,但 Auto CAD 作为一种应用软件,其开放式对话框对用户的要求越来越低,学生只要真正理解和掌握了工程制图的基本原理和要求,完全可以通过自学的方法学会和掌握 Auto CAD 或同类软件的使用方法。

本书在编写过程中得到了湖南科技大学、湖南工程学院等有关院校的大力支持,还得到了中石化岳阳长岭炼化公司设计院、湖南湘维有限公司设计院、湖南海利化工有限公司研究院和湖南湘江氮肥厂设计院等相关部门的支持和所提供的资料,谨此致谢。

编者

2005 年 4 月

目 录

上篇 机械制图基础

第一章 画法几何基础	2
第一节 视图与投影	2
一、投影与视图.....	2
二、正投影的基本性质.....	3
第二节 三视图	3
一、三视图的形成.....	4
二、三视图的规定画法.....	4
三、三视图的投影规律.....	4
第三节 物体表面上点、线、面的投影	5
一、物体表面上点的投影.....	5
二、物体表面上直线的投影.....	6
三、平面的投影.....	7
第四节 三视图的绘制与阅读	7
一、绘制和阅读三视图的基本方法.....	7
二、基本几何体的投影及三视图.....	8
三、基本几何体的表面取点.....	14
四、基本几何体的截切和相贯.....	16
第五节 几何作图	24
一、等分圆周.....	24
二、等分线段.....	25
三、线段的连接.....	25
四、椭圆的画法.....	28
五、斜度与锥度的画法.....	29
第二章 机械制图基础	30
第一节 制图国家标准	30
一、图纸幅面与格式.....	31
二、标题栏.....	31
三、比例.....	32
四、字体.....	32
五、图线.....	33
六、尺寸注法.....	34
第二节 视图	37

一、剖视图	38
二、剖面图	41
三、局部放大图	43
四、简化画法	43
第三章 零件图的绘制	46
第一节 视图的选择	47
一、主视图的选择	47
二、基本视图与辅助视图的选择	48
第二节 尺寸标注	48
一、尺寸标注的基准	49
二、尺寸的标注	50
第三节 零件图中常用材料的标注	67
第四节 零件图的阅读与绘制	68
一、阅读零件图的方法和步骤	68
二、零件图的测绘	70
第四章 标准件与常用件的规定画法与标记	73
第一节 螺纹与螺纹连接件	73
一、螺纹	73
二、螺纹紧固件	78
第二节 键	81
一、概述	81
二、键的画法和标记	81
第三节 滚动轴承	82
一、滚动轴承的画法	83
二、滚动轴承的标记	83
第五章 装配图	85
第一节 装配图的内容	85
第二节 装配图的绘制	85
一、规定画法	85
二、特殊表示法	86
第三节 装配图中的尺寸标注和技术要求	87
一、装配图中的尺寸标注	87
二、装配图中的技术要求	88
第四节 装配图中的零件序号及明细栏、标题栏	88
一、零件序号	88
二、标题栏和明细栏	89
第五节 常用装配结构的图示	89
一、接触面与配合面的结构	89
二、螺纹连接的合理结构	90
三、轴向零件的固定结构	90

四、防松的常见结构	90
五、密封防漏结构	91
第六节 装配图的绘制	91
一、收集资料, 做好绘图前的准备	91
二、确定表达方案	91
三、绘制装配图	92
第六章 化工设备图	94
第一节 化工设备的图示特点	94
一、化工设备的分类及用途	94
二、化工设备的结构特点	95
三、化工设备图的图示	95
第二节 化工设备中的标准化通用零部件	100
一、标准化通用零部件的图示要求	101
二、标准化通用零部件的标注	101
第三节 典型化工设备的结构	112
一、容器	113
二、反应釜	114
三、热交换器	118
四、塔设备	121
第四节 化工设备图的绘制	126
一、概述	126
二、设备设计条件单	126
三、化工设备图的绘制步骤	127
四、化工设备图的绘制方法	129
五、化工设备图的尺寸标注	130
六、管口代号的标注	133
七、焊缝的画法与标注	133
八、文字标注	137
九、各种表格的编制与填写	140
第五节 化工设备图的阅读	146
一、概述	146
二、阅读化工设备图的一般方法	147
三、阅图后的总结和归纳	148
四、化工设备图样的阅读示例	149

下篇 化工工艺制图

第七章 化工工艺制图概述	155
一、化工工艺制图及其应用	155
二、化工工艺制图在化工过程开发与建设中的地位	155
三、化工工艺制图表达的内容与深度	156

第八章 工艺流程图	158
第一节 概述	158
第二节 工艺流程图的一般规定	163
一、图幅.....	164
二、比例.....	164
三、图线和字体.....	164
四、设备的图示方法.....	164
五、设备的标注.....	164
六、物流管道的图示与标注.....	166
七、阀门、主要管件和管道附件的图示与标注.....	169
八、检测仪表、调节控制系统的图示与标注.....	170
第三节 带控制点工艺流程图的图示方法	171
一、工艺流程图的绘制步骤.....	171
二、流程草图的绘制.....	173
三、工艺流程图的图面设计.....	173
四、工艺流程图的绘制.....	173
五、在不同设计阶段带控制点的工艺流程图.....	176
第四节 工艺流程图的阅读	176
一、阅读标题栏.....	176
二、阅读图例.....	177
三、阅读工艺流程图.....	177
第五节 工艺流程图的现场测绘	177
一、产品生产原理的了解.....	178
二、对装置流程设计原理的了解.....	178
三、对现场主要生产设备的了解.....	178
四、寻找现场生产装置的原料进口与产品出口的确切位置.....	178
五、按照流程顺序,从原料的进口开始现场绘制流程草图.....	178
六、生产装置现场物料种类和流向的判别.....	179
七、现场流程图的整理与正式流程图的绘制.....	179
第九章 设备布置图	181
第一节 概述	181
第二节 化工建筑图简介	182
一、房屋建筑图的视图.....	182
二、房屋建筑图的图例.....	183
三、房屋建筑图的比例.....	185
四、建筑图的定位轴线.....	185
五、建筑图的尺寸标注.....	185
六、建筑图中的方向标.....	187
七、设备基础图.....	187
第三节 设备布置图	189

一、设备布置图的内容	189
二、设备布置图的视图	189
三、设备布置图中建筑物及构件的表达	192
四、设备布置图中设备的图示	193
五、设备布置图的尺寸标注	193
六、设备布置图的安装方位标	195
七、设备一览表	195
八、设备布置图的绘制	196
九、设备安装详图	200
第十章 管道布置图	201
第一节 管道布置图	201
一、管道布置图的内容	201
二、管道布置图的视图	201
三、视图的表示方法	203
四、管道布置图的标注	207
五、管道布置图的绘制	209
六、管道布置图的阅读	211
第二节 管段图	213
一、管段图要求的图示内容	214
二、管段图的图示方法	214
三、管段图的尺寸及其标注	217
第三节 管架图与管件图	219
一、管架图	219
二、管件图	220
附录	221
附录一 常用管材、管件的规格与质量	221
附录二 常用碳钢型材规格质量表	224
附录三 常用网筛目数与粒径对照表	228
附录四 螺纹	228
附录五 常用的标准件	232
附录六 化工设备标准件	237
附录七 常用泵类产品的规格与型号	244
附录八 常用风机产品的规格与型号	248
附录九 常用塔填料规格与技术参数	252
附录十 常用保温材料容重与导热系数	253
参考文献	254

上篇 机械制图基础

随着加入世贸组织，中国科技界、企业界在国际上的技术交流、技术合作也越来越频繁，工程技术和市场产品的更新也越来越快，各类新技术、新产品不断涌向市场，为中国的制造业带来了勃勃生机。作为工程技术界信息交流的统一语言——技术制图及其制图标准，也将在工程技术的应用和市场经济的发展中起到越来越重要的作用。化工工艺制图是工程技术制图中的一个重要分支，而机械制图则是化工工艺制图必不可少的基础。

机械制图是研究阅读和绘制各种机械图样的专门科学。机械图样不仅是工业生产的重要技术文献，而且还是工程技术人员进行学术交流的重要工具和交换信息的重要载体。因此，机械制图是工程技术人员必须掌握的一种技术语言和基本能力。机械图样（见图 0-1）主要包括以下四个方面的内容。

- (1) 表示机器或零部件的一组视图。
- (2) 说明机器或零部件大小、形状和相对位置与装配要求的尺寸标注。
- (3) 为达到机器与设备的工作性能，设计者针对加工制作与安装施工过程提出的各种技术要求。

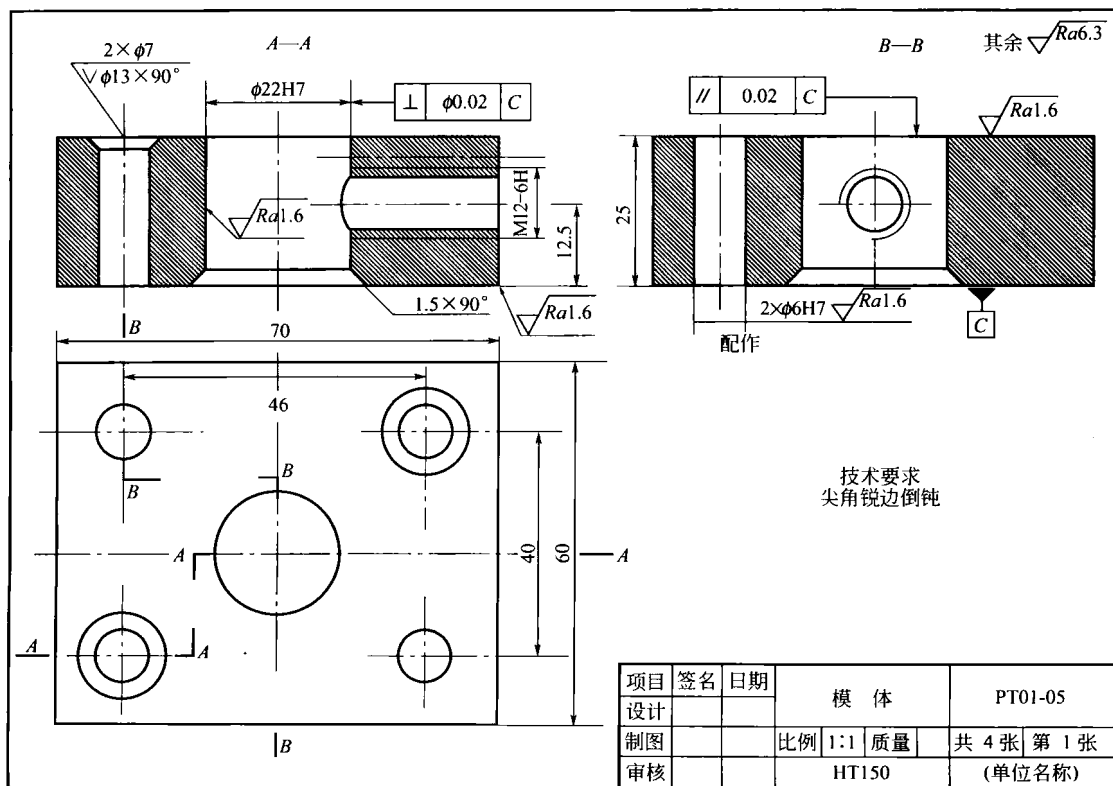


图 0-1 机械图样示例

(4) 为更详细地说明图纸的来源、用途和绘图比例,以及零部件的名称、数量、材料等内容而填写的标题栏与明细表。

本篇主要介绍(1)(2)项的基本内容,即第(1)项绘制机械制图的基本原理与方法,机械制图的相关国家标准;第(2)项尺寸标注的方法与要求。

学习本篇的基本要求是:初步掌握正投影的基本原理和机械制图的基本方法;熟悉机械制图的国家标准及相关规定;能正确使用绘图工具,掌握一定的绘图技能,能阅读和绘制不太复杂的机械零件图、部件图和装配图,且能基本做到投影准确、视图表达合理、图线准确、尺寸齐全、字体工整、图面整洁。

通过本篇的学习,在熟悉和掌握机械制图基础知识的同时,还能通过大量实例和练习,初步了解和熟悉在化工工艺制图中一些常见的零部件,为进一步学习化工工艺制图打下坚实的基础,这是本教材不同于其他机械制图类教材的特别之处,也期望读者在使用本教材时对相关内容能特别加以关注。

第一章 画法几何基础

第一节 视图与投影

在机械制造行业,有了机械图样,生产者就可以根据设计者的意图和要求组织生产,所以说机械图样是工程技术界的语言。而实际生产过程中所使用的图样,都是由一组视图,并注写一定的文字、符号和表格所构成的(见图1-1)。这种图样真实地描述了图示机械零件(或机器)的形状、大小和技术要求,为机械零件(或机器)的加工制造和安装调试提供了可靠的依据。那么,在机械制造行业所广泛使用的机械图样中,视图是怎样得来的呢?实际上,所有技术图样中的视图,都是按照画法几何中的正投影法绘制的。因此,学习和掌握正投影法的基本原理和相关理论,并能熟练地加以应用,才能真正理解和掌握机械制图的基本原理和方法,才能为机械图样的阅读和绘制打下坚实的基础。

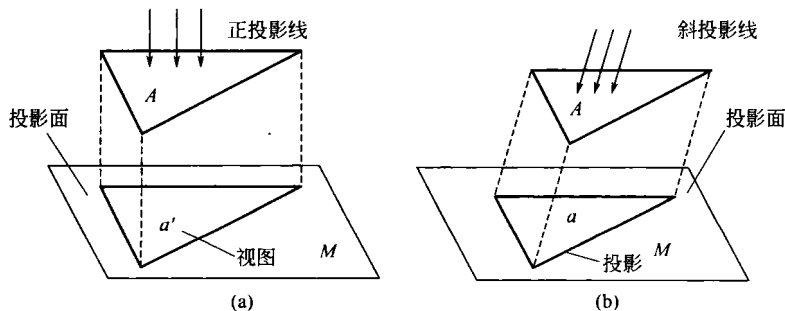


图 1-1 投影与视图

一、投影与视图

在日常生活中,人们发现在太阳光线的照射下,物体落在平面(地面或墙壁)上的影子与物体本身的形态有着一定的对应关系,如图1-1所示,物体落在地面上的影子真实地反映了物体的

几何形状。于是人们从中得到启示，并借用这个概念，设有一水平放置的平面，称它为投影面 M （简称正面），将物体 A 放在投影面的正上方，用一组互相平行的投影线，将物体投射到投影面上，在投影面上便可得到物体的投影。如果，投影线垂直于投影面，称为正投影，如图 1-1(a) 所示。如果，投影线不垂直于投影面，则称为斜投影，如图 1-1(b) 所示。用一组互相平行的投影线，把物体垂直投影到投影面上而获得投影图形的方法，称为正投影法。

在用投影法画图时，人们往往并不是真的把投影获得的图形，像真实影子那样全部涂黑，而只是用线条清楚地描绘出投影图形的所有外轮廓，这与从前方正对着物体的前面去观看时所看到的实际情况相类似。因此，在实际工作中通常把这种投影图形称为视图。

二、正投影的基本性质

投影图都是由一些可见轮廓线、不可见轮廓线和其他图线所组成的。无论画图或看图，都要弄清楚每根图线是怎样得来的或它所表示的是什么。下面以平面的正投影为例，来说明正投影的基本性质。

大家知道，一个平面相对于投影面来说，有平行、垂直和倾斜三种不同的空间位置。如图 1-2 中的楔块，把它放在投影面正面的前方进行投影时，楔块的 A 、 B 、 C 三个表面即分别平行、垂直或倾斜于投影面。在投影面上所获得的视图，会具有以下基本特点。

(1) 平面 A 平行于正面，它在投影面上的投影反映了平面 A 的真实形状。

(2) 平面 B 垂直于正面，它在投影面上的投影已重影为一段直线，而平面 B 的边线 ae 、 bf 在投影面上的投影则分别重影为点 a' 、 b' 。

(3) 平面 C 倾斜投影面，它在投影面上的投影既不反映实形，也不重影为一直线，而是一个与平面 C 类似的图形。

上述正投影的基本特点，可归纳如下。

(1) 当一平面图形或线段平行于投影面时，其投影反映实形或实长。

(2) 当一平面图形或线段垂直于投影面时，其投影会重影为一直线段或一点，这一特点被认为具有积聚性。在这里应特别指出，不管平面图形的形状如何，只要它垂直于投影面，它在该投影面上的投影都必定重影为一线段。同理，无论直线的长度有多长，它在投影面上的投影均为一点，这一性质也常被称为重影性。

(3) 当一平面图形或线段倾斜于投影面时，则其投影为一与平面图形相似的图形，且倾斜线段的投影要比原线段的实际长度短。

在这里可得出这样一个结论：投影图上每一根轮廓线，所表示的可能是物体上的一个表面，也可能是物体上的一根棱线。如图 1-2 中线段 $a'b'$ 所表示的是楔块的侧面 B ；而线段 $c'd'$ 所表示的则是平面 C 与平面 A 的交界线。

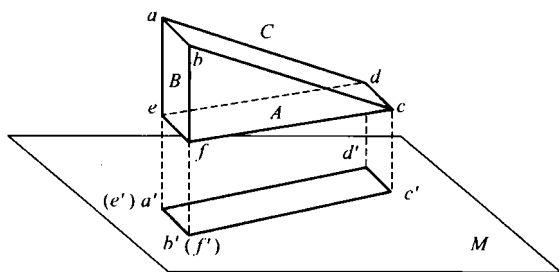


图 1-2 正投影的基本特点

第二节 三视图

由正投影的基本特点可知，物体在一个投影面上的投影，并不能完全表示其形状特征，因此在机械制图中用多面正投影来表示物体的形状特征。一个物体一般有前、后、左、右、

上、下六个主要面，要把物体的形状特征完全表达出来，是否需要将所有六个面的正投影图都绘制出来呢？实际上并不一定，在大多数情况下，只需要正视、俯视和侧视三个正投影的视图就足以将一个不太复杂的几何物体的形状特征完全表达清楚。

一、三视图的形成

物体的三面投影如图 1-3 所示。将物体置于由 M_1 、 M_2 和 M_3 三个互相垂直的投影面体系中，让投影线 S_1 由前向后投射，在 M_1 投影面上得到的图形，称为正视图（主视图），即通过正面投影获得的视图。让投影线 S_2 由上向下投射，在 M_2 投影面上得到的图形，称为俯视图，即通过向下投影获得的视图。如果有必要，也可向上投影获得仰视图。让投影线 S_3 由左向右投射，在 M_3 投影面上得到的图形，称为左视图，即通过向右投影获得的视图。如果有必要，也可由右向左投影，获得右视图。

二、三视图的规定画法

为了使在空间不同方位的三面投影能画在同一张图纸上，国家统一规定如下。

正视图的投影面不动，将俯视图所在的投影面 M_2 绕 OX 轴向下旋转 90° ，将左视图所在的投影面 M_3 绕 OZ 轴向右旋转 90° ，就可得到一张在同一平面上的三面投影图，即三视图。因投影面应当是无限的，所以在根据三面投影原理绘制相应的三视图时，不画出投影面的边界线（见图 1-4）。同时还规定，在机械图样中，物体的可见轮廓线一律用粗实线，而不可见轮廓线则一律用虚线绘制。通常，人们将物体沿 OX 轴方向的尺寸大小称为长度，将物体沿 OY 轴方向的尺寸大小称为宽度，而将物体沿 OZ 轴方向的尺寸大小称为高度。

为了使视图具有较好的度量性，便于绘制，画图时，通常总是使物体的一组主要平面平行于正视图或主视图。此时，物体的前面和后面在正投影面上的投影便反映出物体的实形；同时，物体左、右、上、下各个侧面在正面上的投影也都重影为线段，以方便读图。

按照规定画法，图 1-3 所示的三面投影图绘制在一张图纸上，即可得图 1-4。

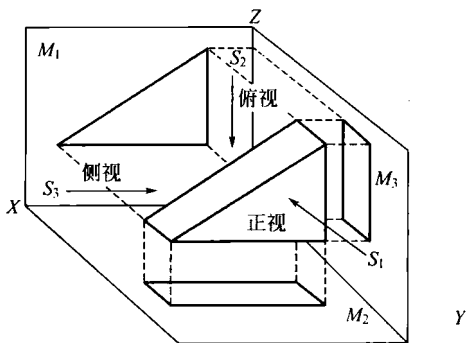


图 1-3 物体的三面投影

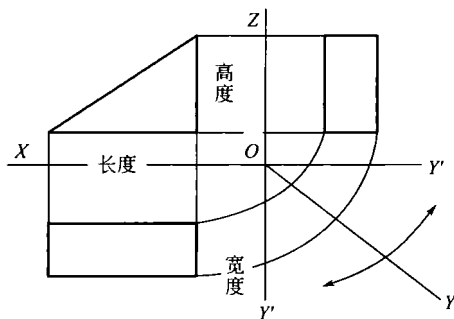


图 1-4 三视图的投影规律

三、三视图的投影规律

三视图的投影规律，是指三面投影视图中每两个投影视图之间的对应关系。由图 1-4 所展开后的三视图可以看出，按照规定画法获得的三视图，具有以下投影规律。

(1) 三个投影图之间的相对位置总是一定的，俯视图总是在主视图的正下方，左视图总是在主视图的正右方。

(2) 三个视图之间总有“长对正、高平齐、宽相等”的尺寸对应关系，即正视图与俯视图在图纸水平方向上的长度是相等的且相互对正；正视图与左视图在图纸垂直方向上的高度是相等的，且高度相互平齐；而俯视图与左视图在图面上的宽度也相等；俯视图离正视图近

的一面为物体的后面，而离正视图远的一面为物体的前面。

(3) “长对正、高平齐、宽相等”的尺寸对应关系，不仅是三个视图之间的投影规律，也是物体上所有点、线、面之间的投影规律。

一般来说，画出了物体的三个视图，就能把物体的形状完整地反映出来了。

第三节 物体表面上点、线、面的投影

通过第一节和第二节的学习，我们懂得了什么是视图和投影，获得了三视图之间的投影规律等基本知识。现在就以这些知识为基础研究物体表面上点、线、面的投影。

研究这个问题，对学习制图来说是十分必要的。因为尽管物体的表现形式千差万别，画图时不外乎都是画出它表面上点、线、面的投影。因此，掌握点、线、面的投影特点，对指导今后的画图和看图将会具有普遍的意义。

一、物体表面上点的投影

图 1-5 所示为物体表面上点的投影。为了讨论的方便，规定物体表面上的点用大写字母表示，如图 1-5 中的点 A ；同一个点的正面投影、水平投影和侧面投影，则分别用相应的小写字母和小写字母加上“'”、“''”来表示，如图 1-5 中的点 a 、 a' 、 a'' 等。

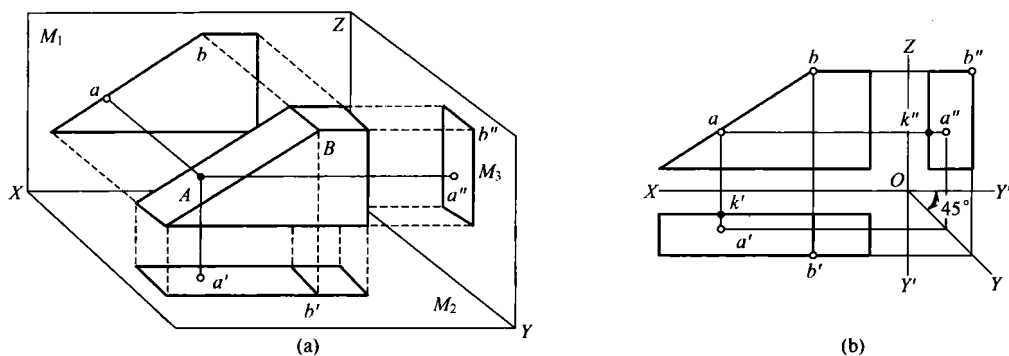


图 1-5 物体表面上点的投影

如图 1-5 所示，在任何情况下，物体表面上任一点向三个投影面上投影所得的视图，均有如下投影关系。

(1) 点的三面投影，就是从该点出发分别向三个投影面所作垂线的垂足。

(2) 在三视图上，点的三面投影同样遵守“长对正、高平齐、宽相等”的原则。

(3) 同一点的正面投影和水平投影，应为同一条垂直线上的两个端点，如图 1-5(b) 中的 aa' 和 bb' ；同一点的正面投影和侧面投影，应为同一条水平线上的两个端点，如图 1-5(b) 中的 aa'' 和 bb'' ；而过同一点的水平投影的水平线和过侧面投影的垂直线的交点，必在原点 O 的 45° 的斜线上。

(4) 物体上同一点的水平投影到某一基准表面水平投影的距离，如图 1-5(a) 中 A 点到该物体后表面水平投影的距离，等于该点的侧面投影到同一基准表面侧面投影的距离，即图 1-5(b) 俯视图中 $a'k'$ 的长度等于侧视图中 $k''a''$ 的长度。

上述结论可以运用“主视、俯视图长对正；主视、左视图高平齐；俯视、左视图宽相等”的关系推论出来。在制图中，若已知物体表面上某一点的两个投影，即可运用这些关系求出该点的第三个投影。

二、物体表面上直线的投影

在本篇中所述的直线，一般均指线段。根据投影规律，直线的投影一般仍为直线（若垂直于投影面则重叠为一点）。因为两点确定一条直线，所以直线的投影也可看成为该直线两个端点在同一投影面上投影的连线。在三视图上，直线的三面投影同样遵守“长对正、高平齐、宽相等”的投影规律。

（一）物体表面上的直线及其投影的分类（见图 1-6）

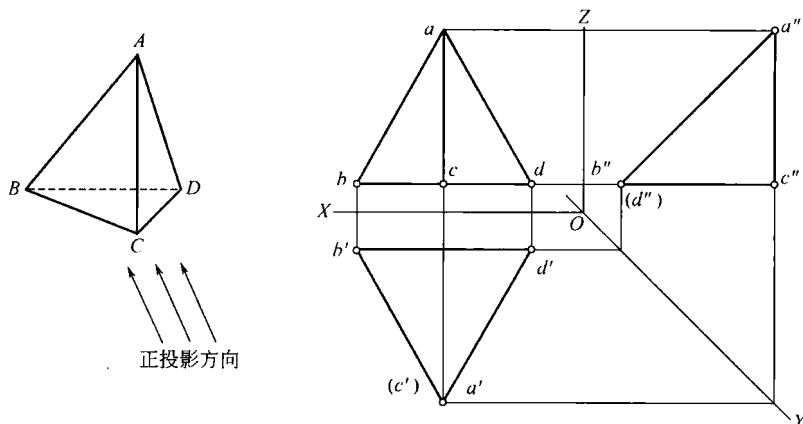


图 1-6 物体表面上直线的投影

物体表面上的直线，以相对于投影面的位置来说有三种。

1. 垂直于投影面的直线

垂直于投影面的直线称为投影面的垂直线。一般情况下，直线垂直于一个投影面必定会平行于其他两投影面，但仍是将其称为投影面的垂直线，而不应称为投影面的平行线。如图 1-6 中的 AC 线，它垂直于水平投影面，但平行于正投影与侧投影面。习惯上将垂直于水平投影面的直线称为铅垂线；垂直于正投影面的直线称为正垂线；垂直于侧投影面的直线称为侧垂线。其投影的特点是：在与其垂直的投影面上的投影积聚为一点；另外两个投影面上的投影则平行于投影轴，并反映实长。

2. 平行于投影面的直线

平行于投影面的直线称为投影面的平行线。习惯上将平行于水平投影面的直线称为水平线；平行于正投影面的直线称为正平线；平行于侧投影面的直线称为侧平线。如图 1-5 中的 ab 线就是正平线，图 1-6 中的 BC 与 CD 为水平线， AC 则为侧平线。其投影的特点是：有两个投影平行于投影轴，第三个投影则倾斜于第三个投影轴，且反映实长和直线相对于另外两个投影面的倾角。如图 1-6 中的 BC 线，正投影平行于 X 轴，侧投影平行于 Y 轴，而水平投影则为斜线，且为实长；水平投影与 X 轴的夹角，即直线与正投影面的倾角；水平投影与 Y 轴的夹角，即直线与侧投影面的倾角。

3. 一般直线

相对于三个投影面都倾斜的直线。其投影的特点是：三个投影都倾斜于投影轴，且都比实长短。

（二）直线投影的基本特性

（1）直线的投影一般仍为直线，垂直于投影面时积聚为一点，即直线投影的线性特征。

（2）直线上的任意一点的投影，均在直线的同面投影上，且点分线段的长度之比等于相

应投影线上点分线段的长度之比,即具有从属性。

(3) 平行直线的同面投影一般仍然平行,即具有平行性。

三、平面的投影

(一) 平面投影及其分类

物体的表(平)面,在三视图上的投影同样遵守“长对正、高平齐、宽相等”的投影规律。相对于投影面来说,平面投影(见图 1-7)和直线一样,也有三种不同情况。

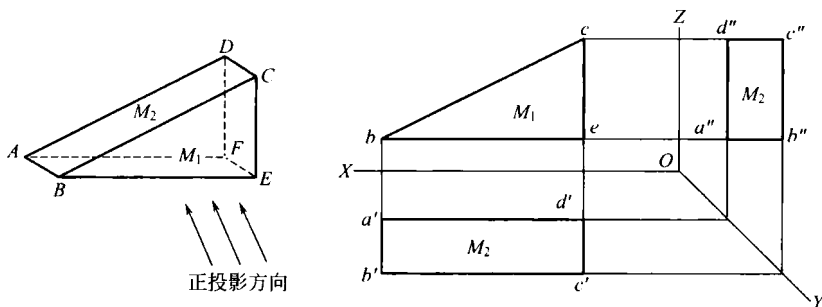


图 1-7 物体表面上平面的投影

1. 垂直于投影面的平面

垂直于投影面的平面称为投影面的垂直面。习惯上将垂直于水平投影面的平面称为铅垂面;垂直于正投影面的平面称为正垂面;垂直于侧投影面的平面称为侧垂面。其投影的特点是:在与其垂直的投影面上的投影积聚为一线;另外两个投影则为类似平面。如图 1-7 中的 M_1 平面,它垂直于水平投影面和侧投影面,但平行于正投影面。而平面 M_2 则为正垂面,其正投影已积聚成一条直线 bc ,反映了实长和平面相对于另外两个投影面的倾角,但其水平投影和侧投影则为其相似形,且面积均小于实际面积。

2. 平行于投影面的平面

平行于投影面的平面称为投影面的平行面。习惯上将平行于水平投影面的平面称为水平面;平行于正投影面的平面称为正平面;平行于侧投影面的平面称为侧平面。如图 1-7 中的 BCE 平面就是正平面, $ABEF$ 为水平面, $CDFE$ 则为侧平面。其投影的特点是:在其平行投影面上反映实形,在另外两个投影面上积聚为直线,且平行于投影轴。

3. 一般平面

相对于三个投影面都倾斜的平面。其投影的特点是:三个投影都为相似形,且面积均小于实际面积。

(二) 平面投影的基本特性

- (1) 在所平行的投影面上的投影反映实形。
- (2) 在所垂直的投影面上的投影积聚为直线,且平行于投影轴。
- (3) 一般平面的投影,相对于投影面的三个投影都为相似形,且面积均小于实际面积。

第四节 三视图的绘制与阅读

一、绘制和阅读三视图的基本方法

如前所述,所有投影所得的视图,实际上都是人们从远处观察物体所得到的图像,因此,视图所反映的只是人们所能看到的物体的外部轮廓形状,而那些被物体可见表面所遮挡的点、线和