

全国高等院校设计艺术类专业创新教育规划教材

工业设计图字

穆存远 主编
主审

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



随书赠送习题集

全国高等院校设计艺术类专业创新教育规划教材

工业设计图学



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书是作者在多年教学经验的基础上全面考虑近年来教学发展需要编写而成的,内容丰富,由浅入深,循序渐进,重点突出,便于自学。

本书内容包括设计制图基础理论、组合体、轴测投影图、表面展开图与焊接图、零件图与装配图、正投影与轴测图的阴影、透视图、透视图的阴影,总共9章,附习题集一册。

本书可作为高等学校工业设计、艺术设计、建筑学、城市规划、景观园林等专业本科使用的教材,也可供从事艺术类专业设计人员及有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工业设计图学/穆存远主编. —北京:机械工业出版社, 2011.3
全国高等院校设计艺术类专业创新教育规划教材
ISBN 978-7-111-32625-0

I. ①工… II. ①穆… III. ①工业设计—工程制图—高等学校—教材
IV. ①TB47

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第235797号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:宋晓磊 责任编辑:宋晓磊 张大勇

版式设计:霍永明 责任校对:张玉琴

封面设计:鞠 杨 责任印制:杨 曦

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2011年3月第1版第1次印刷

210mm×285mm·16.25印张·424千字

标准书号:ISBN 978-7-111-32625-0

定价:49.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

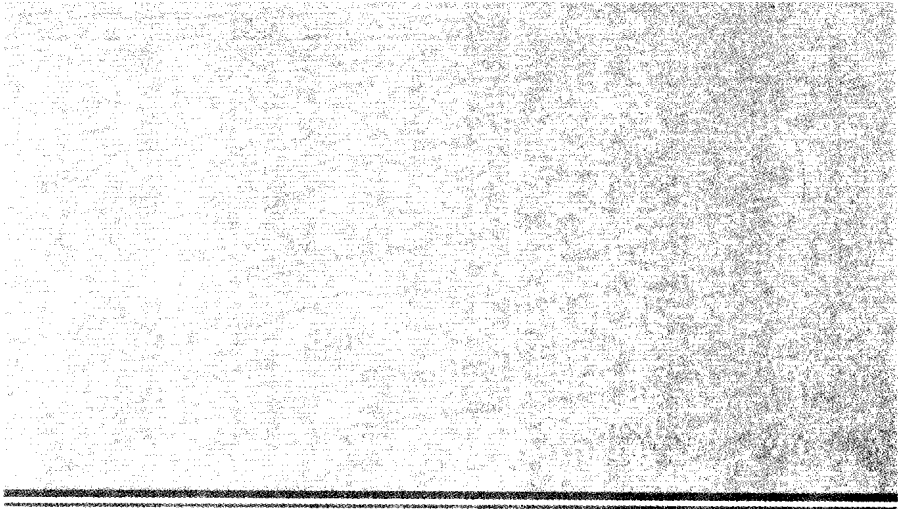
门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821 封面无防伪标均为盗版



本教材编审委员会

主任委员：张书鸿

副主任委员：（以姓氏笔画为序）

许世虎 杨少彤 陈汗青 梁 珣

委 员：（以姓氏笔画为序）

龙 红 卢景同 吕杰锋 朱广宇 刘 涛

米宝山 杨小军 杨先艺 何 峰 宋冬慧

宋拥军 宋晓磊 张 建 陈 滨 周长亮

袁恩培 贾荣建 郭振山 高 颖 徐育忠

彭馨弘 蒋 雯 谢质彬 穆存远

出版说明

为配合全国高等院校设计艺术创新型人才的培养和教学模式的改革,提高我国高等院校的课程建设水平和教学质量,加强新教材和立体化教材建设,深入贯彻《教育部财政部关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》精神,我们经过深入调查,组织了全国四十多所高校的一批优秀教师编写出版了本套教材。

根据国家教育委员会“质量工程”建设的目标和评价标准,创新能力的培养是目前我国高等教育急需解决的问题。本系列教材的编写与以往同类教材相比,突出了创造性能力培养的目标,从教材编写的风格和教材体例上表现出了创新意识、创新手法和创新内容。

本系列教材的编写考虑了环境艺术设计、平面设计、产品设计、服装设计、视觉传达及新媒体设计等专业方向的兼容性和可持续性,突出了艺术设计大学科的特点。有利于学生掌握宽泛的艺术设计学科的基本理论和技能,具有一定的前瞻性。

本系列教材是针对普通高等院校的艺术设计专业而编写的,但是在“普及”的平台上不乏“提高”的成分。尤其是专业理论和基础理论,深入探讨和研究的学术问题在教材中进行了启迪式的介绍。

本系列教材包括22本,分别为《设计素描》、《设计色彩》、《设计构成》、《设计史》、《设计概论》、《人因工程学》、《设计管理》、《形式语言及设计符号学》、《设计前沿》、《图形与字体设计基础》、《计算机辅助平面设计》、《计算机辅助产品造型设计》、《视觉传达设计原理》、《环境艺术设计图学》、《工业设计图学》、《工业设计表达》、《环境艺术设计表达》、《环境艺术设计原理》、《景观规划设计原理》、《产品设计原理》、《计算机辅助动画艺术设计》、《计算机辅助环境艺术设计》。

本系列教材可供高等院校环境艺术设计、平面设计、产品设计、服装设计、视觉传达及新媒体设计等专业的师生使用,也可作为相关从业人员的培训教材。

机械工业出版社

前言

为配合全国高等院校设计艺术创新型人才的培养和教学模式的改革,提高我国高等院校的课程建设水平和教学质量,加强新教材和立体化教材建设,深入贯彻《教育部财政部关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》(教高〔2007〕1号)精神,机械工业出版社在广泛调研的基础上,组织编写了全国高等院校设计艺术类专业创新教育规划教材,《工业设计图学》就是该规划教材中的一部。

本教材突出设计艺术大学科的特点,有利于学生掌握宽泛的设计图学的基本理论和技能,注重逻辑思维和理性创造过程的训练,结合工业产品设计示例,通过学习几何元素投影关系的理论和国家标准中关于图样表达的规定与方法,达到产品设计图样表达的目的。该课程是工业产品设计课程群中与工程实践紧密结合的一门技术基础课程。

本课程的教学目的在于培养学生的空间形象思维能力和设计制图的表达能力,并为后续CAD、表现技法及有关设计软件类课程的学习奠定理论基础。各章均配有大量例图,并配有习题集。力求做到由浅入深,内容全面,重点突出,语言通俗易懂,便于自学。

本书由国内多所大学的工业设计专业设计图学课程任课教师联合编写,所用图例和例题多数来自工程实践,部分选自有关资料、标准,具有理论联系实际的特点。由于参加编写的作者来自不同的学校,各自的情况和需要也不尽相同,所以本书在内容上较为广泛,读者在使用时可根据需要进行取舍。

参加本教材编写工作的人员有:沈阳建筑大学穆存远(第1章、第4章、第5章、第7章、第8章、第9章),上海第二工业大学袁和法(第3章、第6章中的6.1、6.2、6.5),景德镇艺术学院张明春(第6章中的6.3、6.4),燕山大学张兰成(第2章中的2.1、2.2、2.3),沈阳工业大学杨晓辉(第2章中的2.4),沈阳理工大学应用技术学院李志港(第2章中的2.5、2.6),由鲁迅美术学院工业设计系主任杜海滨教授担任主审。

由于编者水平所限,书中难免存在某些缺点和错误,敬请读者批评指正。

编者

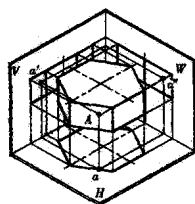
目 录

CONTENTS

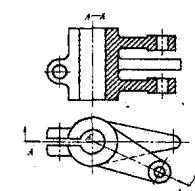
出版说明 前 言



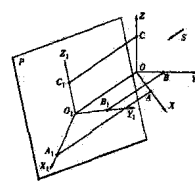
第1章 绪论	1
1.1 图形的历史与作用	1
1.2 本课程的任务和目的	2
1.3 本课程主要内容和学习方法	3
1.4 产品设计图表达方法与工程制作	4



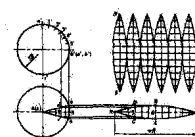
第2章 设计制图基础理论	6
2.1 投影的基本知识	7
2.2 点的投影	8
2.3 直线的投影	9
2.4 平面	13
2.5 曲线与曲面	15
2.6 立体	18



第3章 组合体	27
3.1 组合体的构成及三视图	28
3.2 组合体视图的画法与尺寸标注	29
3.3 组合体视图的阅读	32
3.4 剖视图与断面图	34



第4章 轴测投影图	41
4.1 概述	42
4.2 正轴测投影图	43
4.3 斜轴测投影图	49

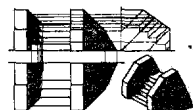


第5章 表面展开图与焊接图	53
5.1 平面立体表面展开图	54
5.2 曲面立体表面展开图	55
5.3 不可展曲面的近似展开	56
5.4 应用举例	60

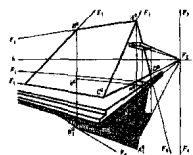
5.5 焊接图及其标注	62
-------------	----



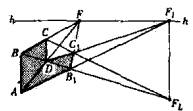
第6章 零件图与装配图	67
6.1 制图国家标准的基本规定	68
6.2 标准件与常用件的表达	73
6.3 零件图的表达	78
6.4 装配图及其表达	89
6.5 产品设计制图实例	98



第7章 正投影与轴测图的阴影	101
7.1 概述	102
7.2 点、直线和平面的落影	102
7.3 平面立体的阴影	111
7.4 曲面立体的阴影	116
7.5 轴测图的阴影	122



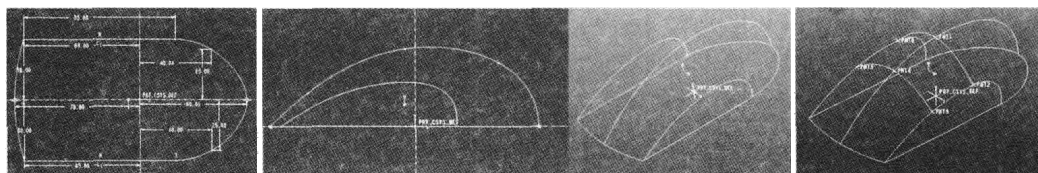
第8章 透视图	124
8.1 概述	125
8.2 点、直线和平面的透视	126
8.3 立体的一点透视与两点透视的画法	138
8.4 斜透视图的画法	145
8.5 透视的简易画法	147
8.6 倒影与虚像的透视	150



第9章 透视图的阴影	154
9.1 概述	155
9.2 无灭光线的阴影	155
9.3 有灭光线的阴影	158
9.4 斜透视阴影	161

参考文献	163
-------------	------------

第1章 绪论



1.1 图形的历史与作用

有史以来，人类就试图用图形来表达和交流思想，从远古洞穴岩石上的石刻可以看出，在语言文字出现以前，图形就已经是一种有效的交流工具了。

考古发现，早在公元前2600年就出现了可以称为工程图样的图，那是刻在古尔迪亚泥板上的一张神庙的地图。直到1500年文艺复兴时期，才出现将平面图和其他多面图画在同一画面上的设计图。300年之后，法国著名科学家加斯帕·蒙日（G.Monge 1746~1818）总结创立了画法几何学，他将各种表达方法总结归纳写成《画法几何》一书。蒙日的著作在工业革命中起到了重大作用，它使工程设计有了统一的表达方法和科学法则，从而便于技术交流和批量生产。我国早在2000年前就有了正投影法表达的图样。1977年在河北省平山县出土的公元前323~公元前309年的战国中山王墓，发现在青铜板上用金银线条和文字制成的建筑平面图，这也是世界上迄今为止罕见的最早的工程图样。随着科学技术的不断发展，在而后的百余年中工程技术的进步以及生产规模的逐渐扩大，许多学者和工程技术人员对工程制图的理论和方法做了大量的研究工作，使之不断发展乃至日趋完善。

在现代化的工业生产中，各种产品、机器、仪表或设备都是按照图样来进行生产的。图样以图形为主，包括尺寸、符号以及必要的文字说明，

是设计与生产过程中的重要技术资料。在生产活动中,人们离不开图样,就如同在生活中离不开语言一样,它是交流设计思想、表达设计意图与设计要求的重要工具。因而工程图样被公认为设计界的“工程语言”。

计算机技术的飞速发展使制图技术发生了重大变化,计算机图形学(Computer Graphics,简称CG)和计算机辅助设计(Computer Aided Design,简称CAD)技术大大地改变了传统的设计方式。人们从设计开始就能从三维入手,直接产生三维实体,然后赋予各种属性(如材料、力学特性等),再赋予加工信息,直接到车间进行数控加工,这样大大改变了用画法几何绘制二维图形的方式。

值得一提的有两点:一是计算机的广泛应用,并不意味着可以取代人的作用;二是CAD/CAPP/CAM一体化,实现无纸生产,并不等于无图生产,而且对图提出了更高的要求。计算机的广泛应用,CAD/CAPP/CAM一体化,技术人员可以用更多的时间进行创造性的设计工作,而创造性的设计离不开运用图形工具进行表达、构思和交流。所以,随着CAD和无纸生产的发展,图形的作用不仅不会削弱,反而显得更加重要。

目前,在设计制图中用计算机绘图来代替手工绘图已经非常普遍,绝大多数设计单位已经全部实现计算机绘图,由此引发了制图技术的一场根本性变革,我国的工程设计领域已经完成了从手工绘图到计算机绘图,根本性甩掉手工绘图图板的历史性转变。

概括来说,图形在人类社会中的作用有:

- (1) 图形是设计师表达、交流信息的语言。
- (2) 在工程设计中,工程图形作为构思、设计与制造工程与产品信息的定义、表达和传递的主要媒介,在机械、土木、建筑、水利、园林等领域的技术工作和管理工作有着广泛的应用。
- (3) 在科学研究中,图形作为直观表达实验数据、反映科学规律,对于人们把握事物的内在联系,掌握问题的变化趋势,具有重要意义。
- (4) 在表达、交流信息、形象思维的过程中,图形的形象性、直观性和简洁性是人们认识规律、探索未知的重要工具。

因此,对于大学生来讲,设计图学就像数学、物理、化学、外语、计算机应用一样,是一种素质,一种工具,一种思维方式。

1.2 本课程的任务和目的

学校是培养人才的摇篮,而人的培养要注重过程,这个过程不仅仅是知识的积累和传递,更重要的是能力的培养与提高。作为工程技术人员,不具备分析问题和解决问题的能力以及创新的思维,是不能胜任技术工作的;不会用仪器绘图、不会用计算机绘图是欠缺的、不完整的,与人交流也是不方便的。

本课程的主要目的是培养学生能够自觉地运用各种绘图手段来构思、分析和表达工程问题的能力。这种能力是每个工程技术人员所必须具备的。

学习工程制图的任务和目的主要有以下几点:

- (1) 学习正投影法的原理和应用。
- (2) 培养空间几何问题的图解能力和将工程技术问题抽象为几何问题的初步能力。
- (3) 培养读图和设计图样的基本能力,培养贯彻、执行和遵守制图国家标准的能力。
- (4) 培养空间想象、构思和造型能力,培养认真、细致、严谨和科学的作风和素质。

(5) 培养仪器绘图、徒手绘草图,为后续课程如表现技法、应用软件等学习奠定基础。

1.3 本课程主要内容和学习方法

1.3.1 本课程主要内容

1.制图标准

学习国家标准中的有关规定,并严格遵守国家标准和规定。

2.表达方法

运用投影原理和方法,遵照国家标准的规定,研究制图投影原理、产品零件图、装配图绘制、几何体表面展开、阴影与透视图绘制等与工业设计有关的工程图样和效果图基础的表达和读图方法。

3.绘图技法

学习并掌握用二、三维图形方式表达设计对象的仪器作图、徒手绘草图以及计算机绘图的方法和技能,遵循正确的作图步骤和方法。

1.3.2 本课程的学习方法

1.空间想象和空间思维与投影分析和作图过程紧密结合

空间想象能力的培养既是本课程的重要任务,又是学好本课程的关键,对于后续课程的学习也是非常重要的。在理论学习中,要尽量弄清相关问题的空间情况;在绘图与读图实践中,要反复地由空间到平面,再由平面到空间多次地交叉练习;读图时注意记忆常见结构,增加头脑中的表象积累,在课程的学习中不断提高自己的空间想象能力。

2.理论联系实际,掌握正确的方法和技能

本课程的动手实践性很强,掌握基本概念和基本理论后,必须通过大量地、反复的练习,才能学会和掌握用理论去分析实际问题 and 解决实际问题的正确方法和步骤以及实际绘图的正确方法、步骤和操作技能。

3.加强标准化意识和对国家标准的学习

为了确保图样传递信息准确无误,对图形形成的方法和图样的具体绘制、标注方法等都必须有严格、统一的规定,保证其正确与规范。在我国,对工程技术图样重要的统一规定是以“国家标准”的形式作出的。

国家标准简称“国标”,代号“GB”。第一个国家标准《机械制图》是1959年颁布的,第一个国家标准《建筑制图》是1965年颁布的。此后,随着科学技术的进步、社会的发展以及对外交流的加强,国家标准也在不断地修订和制定,并按照需要制定了对各个技术领域和部门共同适用的统一的国家标准《技术制图》。

国家标准对投影方法、图样画法、尺寸注法、图纸幅面及格式、比例、字体、图线等诸多方面都作了规定,每个学习者都必须从开始学习本课程时就树立标准化意识,认真学习并严格遵守国家标准的各项规定,保证自己所绘图样的正确、规范。

4.与工程实际相结合

本课程是一门具有系统理论又有较强实践性的专业基础课,也是服务于工程实际的工具课,因此,从它的课程定位来看,在学习中必须注意学习和积累相关工程实际知识,这些知识的积累对加强读图和画图能力以及后续课程的学习都是非常有益的。

5. 树立良好的学习、工作作风

工程图样是组织工程生产、施工中重要的技术文件，图样上的错误会给生产带来损失，甚至造成事故，所以在学习过程中应注意自觉培养认真负责、一丝不苟的工作作风。

1.4 产品设计图表达方法与工程制作

例如，使用Pro/E设计鼠标建模的过程如下：

基本设计思想：先绘制出大概的整体外观造型，然后确定分型面，把整个造型分成几个部分进行细节设计。

具体步骤：

1. 启动软件，设置工作目录

在进行绘图前先“设置工作目录”，这样点击存储时才能储存至目标文件夹中。比如要将文件储存至电脑F盘的“shubiao”文件夹中，则需要把工作目录设置在F盘的“shubiao”文件夹中，具体方法如下，点击菜单栏中的“文件”→“设置工作目录”→“选取工作目录”，选取F盘的“shubiao”文件夹点击确定即可。

2. 新建文件

文件名为“shubiao”，类型为“零件”，子类型为“实体”，将“使用缺省模块”方框内的钩去掉，表示不使用缺省模块，点击“确定”，选择“mmns_part_solid”模块，点击确定进入绘图界面。

3. 绘制鼠标底面轮廓线

利用“草绘曲线”工具，在top基准面上绘制底面形状轮廓，如图1-1所示。

4. 绘制侧面横向轮廓线

首先建立一基准平面“DTM1”，点击“基准平面工具”，选择front平面，然后选择“偏移”属性，偏移距离设置为30，完成基准平面“DTM1”的建立。点击“草绘曲线工具”，选取DTM1为草绘平面，在基准平面DTM1中绘制侧面轮廓线（见图1-2）。

5. 绘制其他横向侧面线

先用镜像命令把图1-2所示的侧面线镜像移至鼠标的另一侧。然后利用“草绘曲线工具”，在front基准平面上绘制中间的侧面线，如图1-3所示。

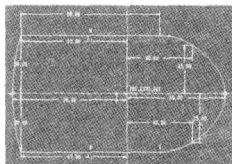


图1-1 鼠标面轮廓

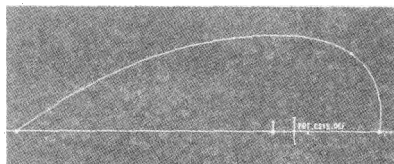


图1-2 鼠标侧面线

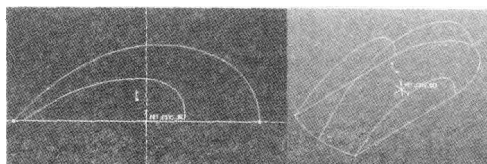


图1-3

6. 绘制纵向轮廓线

要绘制纵向轮廓线，必须先建立基准点，然后利用样条曲线的命令建立轮廓线。

点击“基准点工具”，选择right基准平面和横向侧面线，这就创建出right基准平面与三根横向线的交点为三个基准点（PNT0，PNT1，PNT2），利用这三个基准点创建第一条纵向轮廓线。

点击“基准平面工具”命令，选择right基准平面，利用偏移的方式创建基准平面DTM2，

偏移距离为-30。点击“基准点工具”，选择DTM2基准平面和横向侧面线，这样就创建出DTM2基准平面与三根横向线的交点为三个基准点（PNT3，PNT4，PNT5），利用这三个基准点创建第二条纵向轮廓线（见图1-4）。

7. 用轮廓线创建鼠标曲面

点击“边界混合工具”，选第一方向线，即依次选三条曲面横向线，然后选第二方向线，即依次选四条纵向线，创建出鼠标上表面（见图1-5）。

8. 隐藏所有曲线和创建的基准点

从模型树中点击“显示”→“层数”，选中曲线层和点层，点击鼠标右键，点击隐藏层命令，把多余的线、点隐藏起来，便于以后的操作（Pro/E中不能把多余的线删掉）。

9. 在鼠标的前端绘制曲面，合并曲面

点击“拉伸工具”，选择top基准平面为绘图面，拉伸特征为面，绘制一曲线，绘制完成后输入拉伸长度20（这个长度可以任意选，只要与鼠标曲面充分相交即可），如图1-6所示。然后利用“合并工具”对曲面进行合并，如图1-7所示。

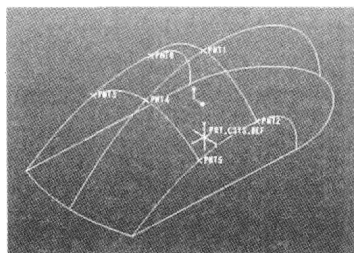


图1-4

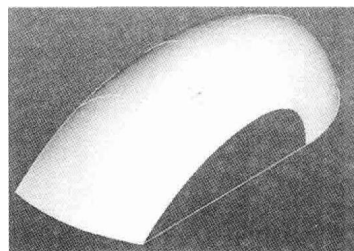


图1-5

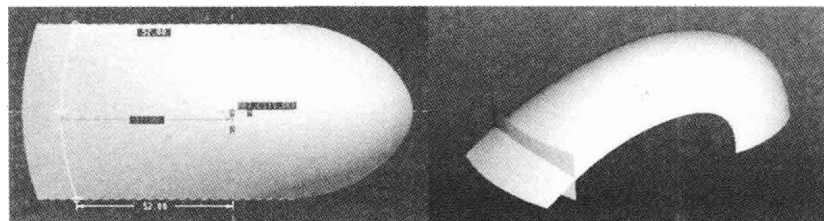


图1-6

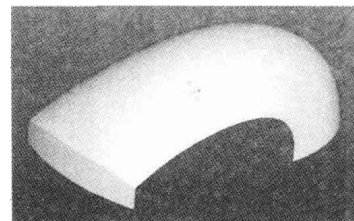


图1-7

10. 绘制拉伸两侧曲面

该步骤与第9步类似，具体方法略。最终绘制效果如图1-8所示。

11. 倒圆角

点击“倒圆角工具”，对图1-8造型进行倒圆角，最终结果如图1-9所示。

12. 对造型加厚

现在建立的造型曲面是没有厚度的，而实际鼠标外壳是有厚度的，因此需要给图1-9的造型增加一个厚度。加厚的方法为：选择整个曲面，点击“加厚工具”，在对话框中输入2，加厚方向为向内。加厚的造型图如图1-10所示。

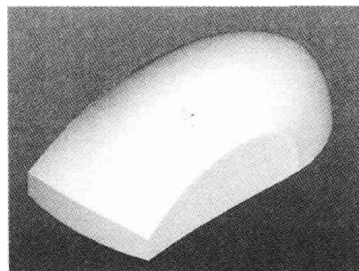


图1-8

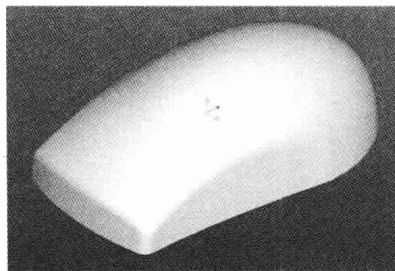


图1-9

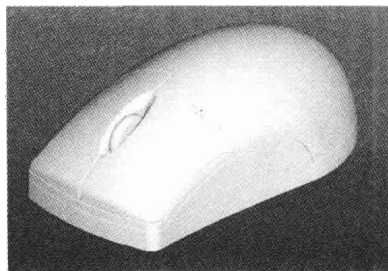
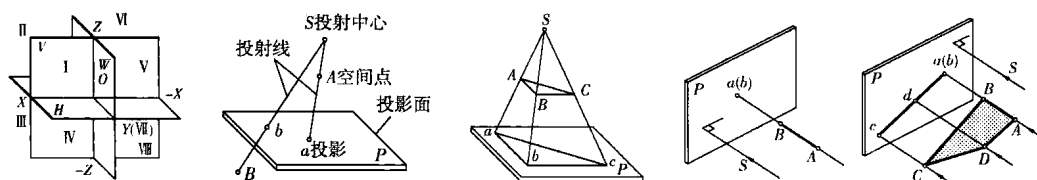


图1-10

第2章 设计制图基础理论



学习目标

- (1) 掌握点、线、面的投影原理及规律。
- (2) 掌握特殊位置直线和平面的投影特点及其应用。
- (3) 了解一般位置直线和平面的投影特点。
- (4) 了解常见曲线和曲面的表示法。
- (5) 掌握相贯线的求法。



学习重点

- (1) 特殊位置直线和平面的投影特点及其应用。
- (2) 相贯线的求法。

2.1 投影的基本知识

2.1.1 投影方法概述

当人们将物体放在光源和预设的平面之间时,在该平面上便呈现出物体的影像。如果将这种自然现象加以几何抽象,就可得到投影方法。

如图2-1所示,设定平面 P 为投影面,不属于投影面的定点 S (如光源)为投射中心,投射线均由投射中心发出。通过空间点 A 的投射线与投影面 P 相交于点 a ,则 a 称作空间点 A 在投影面 P 上的投影。同样, b 也是空间点 B 在投影面 P 上的投影。这种按几何法则将空间物体表示在平面上的方法称为投影法。图2-2是以光源 S 为投影中心,平面 P 为投影面,三角板 ABC 为投影元素的投影体系, abc 是三角板 ABC 在平面 P 上的投影。

2.1.2 投影法的分类

1. 中心投影法

当投影中心距离投影面为有限远时,所有投射线都汇交于一点(即投影中心),这种投影法称为中心投影法(见图2-1和图2-2)。用这种方法所得的投影称为中心投影。

在中心投影中,物体上原来平行且相等的线段,当它们距投影面的距离不等时,其投影长度也不等,而且不反映原线段的真实长度。根据中心投影法绘制的图样立体感较强,常用于绘制建筑物或工业产品的外观图。

2. 平行投影法

当投影中心距离投影面为无限远时,所有投射线都互相平行,这种投影法称为平行投影法。用平行投影法所得的投影称为平行投影。根据投射线与投影面夹角的不同,平行投影法又可分为斜投影法和正投影法。

斜投影法:投射线倾斜于投影面所得的投影称为斜投影,又称斜角投影(见图2-3)。

正投影法:投射线垂直于投影面所得的投影称为正投影,又称直角投影(见图2-4)。

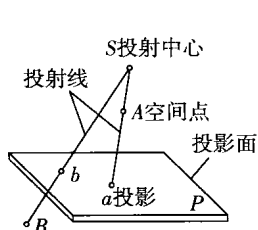


图2-1 投影法

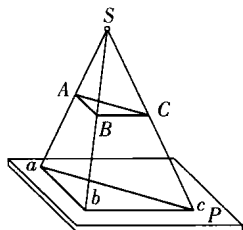


图2-2 中心投影法

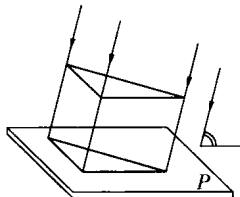


图2-3 斜投影

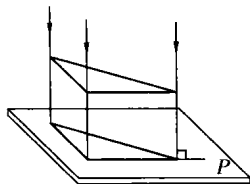


图2-4 正投影

2.1.3 平行投影的基本性质

1. 类似性

点的投影仍为点(见图2-1);在一般情况下,直线的投影仍为直线(见图2-5)。因为通过空间直线上各点的投影线形成一平面,此平面与投影面的交线必为直线。同理,平面图形的投影一般仍为原图形的类似形,如图2-3和图2-4所示。

2. 实形性

平行于投影面的直线或平面,其投影反映原直线的实长或原平面图形的实形,投影的这种

性质,称为实形性,如图2-3和图2-4所示。

3. 平行性

在空间彼此平行的两直线,其投影仍互相平行(见图2-5)。这是因为通过两平行直线 AB 和 CD 的投影线所形成的两平面 $ABab$ 和 $CDcd$ 互相平行,而两平行平面与同一投影面的交线必平行,即 $ab//cd$ 。

4. 从属性

属于直线上的点,其投影仍属于直线的投影。已知点 H 属于直线 EF ,则 H 点的投影 h 属于直线 EF 的投影 ef ,如图2-6所示。

5. 积聚性

平行于投影线的直线或平面,其投影有积聚性。在图2-7中,平行于投影线 S 的直线 AB ,其投影积聚为点 $a(b)$;平行于投影线 S 的平面 $ABCD$,其投影积聚成直线 $a(b)dc$ 。通常把直线投影成点或平面投影成直线的这种性质称为积聚性,其投影称为有积聚性的投影。

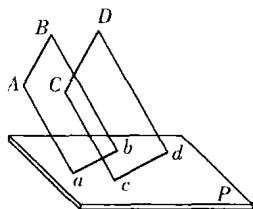


图2-5 平行两直线

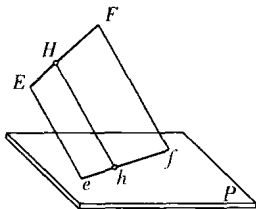


图2-6 属于直线上的点

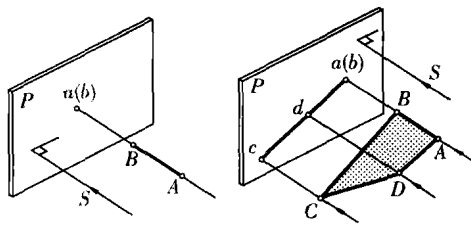


图2-7 投影的积聚性

6. 定比性

点分线段之比,投影后保持不变(见图2-6)。点 H 在直线 EF 上,则 h 必落在 ef 上,同时,点 H 分 EF 成定比 $EH:HF$,则点 H 的投影 h 亦分 EF 的投影 ef 成相同比例,即 $EH:HF=eh:hf$ 。因为同一平面内两直线(EF 和 ef)被一组平行线($Ee//Hh//Ff$)所截,所截得的各线段对应成比例。

上述规律,均可用初等几何的知识得到证明。

2.2 点的投影

任何物体的表面总是由点、线和面所围成,要画出物体的正投影图,必须要研究组成物体的基本几何元素点、线、面的投影特性和画图方法。本章介绍点、直线的投影。若没有特殊指明时,后面所提到的“投影”均是正投影。

1. 点的投影

如图2-1所示,水平放置的投影面称为水平投影面,用 H 表示,简称 H 面。正对着观察者、与水平投影面垂直的投影面称为正立投影面,用 V 表示,简称 V 面。与水平投影面和正立投影面同时垂直的投影面称为侧立投影面,用 W 表示,简称 W 面。

空间点用大写字母(如 A 、 B)表示。

在水平投影面上的投影称为水平投影,用小写字母(如 a 、 b)表示。

在正立投影面上的投影称为正面投影,用小写字母加一撇(如 a' 、 b')表示。

在侧立投影面上投影称为侧面投影,用小写字母加两撇(如 a'' 、 b'')表示。

两投影面的交线称为投影轴, V 面与 H 面的交线用 OX 表示,称为 OX 轴。 H 面和 W 面的交线用

OY 表示,称为 OY 轴。 V 面与 W 面的交线用 OZ 表示,称为 OZ 轴。三投影轴垂直相交的交点用 O 表示,称为投影原点。 H 、 V 、 W 三投影面将空间分为八个分角,其排列顺序如图2-8所示。

投影面展开时,规定 V 面保持不动, H 面绕 OX 轴向下旋转 90° 与 V 面重合, W 面绕 OZ 轴向右旋转 90° 与 V 面重合。 OY 轴随 H 面向下转动的用 OY_H 表示,称为 OY_H 轴,随 W 面向右转动的用 OY_W 表示,称为 OY_W 轴,如图2-9a、b所示。设第一分角内有一点 A ,自点 A 分别向 H 、 V 、 W 面作垂线 Aa 、 Aa' 、 Aa'' ,其垂足 a 、 a' 、 a'' 即为点 A 在三个投影面上的投影。

将三个投影面按规定展开,展成同一平面并取消投影面边界线后,就得到点 A 的三面投影图,如图2-9c所示。但必须明确, OY_H 与 OY_W 在空间是指同一投影轴。

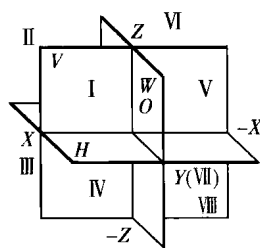


图2-8 三投影面体系

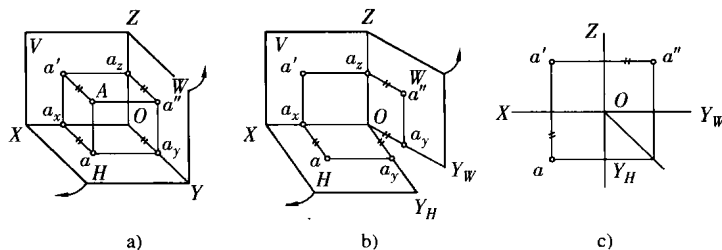


图2-9 点的三面投影

2. 点的投影规律

- (1) 点 A 的正面投影 a' 和水平投影 a 的连线垂直于 OX 轴,即 $aa' \perp OX$ 。
- (2) 点 A 的正面投影 a' 和侧面投影 a'' 的连线垂直于 OZ 轴,即 $a'a'' \perp OZ$ 。
- (3) 点 A 的水平投影 a 到 OX 轴的距离 aa_x 及点 A 的侧面投影 a'' 到 OZ 轴的距离 $a''a_z$ 相等,均反映点 A 到 V 面的距离,即 $aa_x = a''a_z$ 。

3. 空间点的相对位置

(1) 两点的相对位置。两点的相对位置指空间两点的上下、前后、左右的位置关系。这种位置关系可通过两点的各同面投影之间的坐标大小来判断。

(2) 重影点。当空间两点有两个坐标相同,即空间两点处于同一投影线上时,则它们在与该投影线垂直的投影面上的投影重合,这两点称为对该投影面的重影点。如图2-10所示,点 A 与点 B 在垂直于 H 面的同一条投影线上,故其水平投影 a 与 b 重合,这两点是对 H 面的重影点。两点为某投影面的重影点时,规定距投影面距离近的一点是不可见的,不可见点在该投影面上的投影加括号表示,以示区别,规定“前遮后,左遮右,上遮下”。

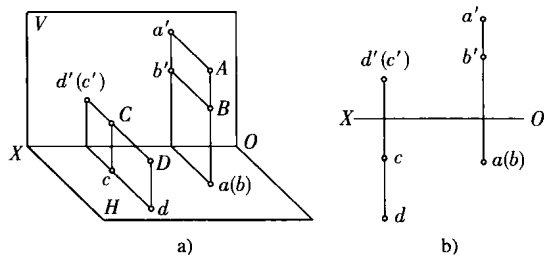


图2-10 重影点

2.3 直线的投影

直线的投影一般仍为直线。任何直线都可由该直线上的任意两点(或由直线上的一点以及该直线的方向)所确定,所以要作直线的投影图时,只需作出直线上任意两点(通常取线段的两个端点)的投影,然后用直线连接这两点的同面投影,即是直线的三面投影图。