

现代工程 制图教程

SHIJI

GAODEN

JIAOYU

JINGPIN

DAXI

浙江科学技术出版社

主 编

戴时超

副主编

周建军



世纪高等教育精品大系

浙江省高等教育重点教材

现代工程 制图教程

主 编 戴时超 副主编 周建军

浙江科学技术出版社

世纪高等教育精品大系

内容简介

本教材是在编者多年致力于工程图学的教学改革的基础上,按2004年5月教育部工程图学教学指导委员会在杭州工作会议上原则通过的普通高等学校工程图学课程基本要求编写的浙江省重点教材。

本教材包括引论;现代工程制图基础;空间立体的表达与分析;组合体的构形、建模与投影表达;机件的表达方法;常用机件与结构要素的表达方法;零件的构形、表达、尺寸标注与技术要求;装配图与部件测绘共8章。前5章介绍了新基本要求的“工程图学基础”的全部内容;后3章结合本校特色介绍了机类、近机类、电子与信息、管理工程类各专业所需的内容。因此,教材适用面广,不同专业可根据本专业要求选学相应的内容。本书后面附有习题。

本教材的全部内容采用了迄今(2003年)为止的新国家标准;本教材适用于大专院校本科、专科、高职的机类、近机类、电子与信息、管理工程类、仪器仪表、电工和其他教学要求相近的专业类工程制图课程的课堂教学,不同专业可根据本专业要求选学内容,也可作为电大、函授、成教或自学的教材。

图书在版编目(CIP)数据

现代工程制图教程/戴时超主编. —杭州:浙江科学技术出版社, 2004. 9

(世纪高等教育精品大系)

ISBN 7-5341-2451-4

I. 现... II. 戴... III. 工程制图—高等学校—教材
IV. TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第070368号

丛 书 名	世纪高等教育精品大系
书 名	现代工程制图教程
主 编	戴时超
副 主 编	周建军
出版发行	浙江科学技术出版社
联系电话	(0571) 85152486
印 刷	杭州大众美术印刷厂
开 本	787×1092 1/16
印 张	27.25
字 数	685 000
版 次	2004年9月第1版
印 次	2004年9月第1次印刷
书 号	ISBN 7-5341-2451-4
定 价	45.00 元
责任编辑	刘丽丽
封面设计	孙 菁

序

人类已从工业社会进入信息时代,作为人类生存基础的工程与产品设计、开发与制造,其方式随之发生巨大变化,生产流程中的传统纸质媒介——工程图样逐步被磁带、磁盘等信息存储介质所取代,传统的画法几何及工程制图明显地处于不适应的地位。

计算机辅助设计与计算机图形学的出现,给工程图学以发展机遇与挑战;计算机的广泛应用,并不意味着可以取代人的作用;无图纸生产也不等于无图生产。创造性的设计离不开运用图形工具去进行表达与构思。图形在现代科技中的作用是无可替代的。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。

2004 年 5 月,教育部工程图学教学指导委员会在杭州工作会议上原则通过了普通高等学校工程图学课程教学基本要求。新修订的教学基本要求具有时代特色,体现分类指导;提倡特色教学;强调课程的基础性和实践性。与原来的教学基本要求相比有以下的不同:(1)给出了工程图学、工程图形的定义,以及工程图形的作用;(2)将原来 4 种类型的教学基本要求统一为一个对本科各专业适用的教学基本要求;(3)新修订的教学基本要求主要适用于本科各专业,但对专科各专业提供参考;(4)在工程图学基础部分提出了对各专业要求的 5 个基础(投影理论、构型设计、表达方法、绘图技能和制图规范)。

由杭州电子科技大学戴时超、周建军主编,浙江科技出版社出版的《现代工程制图教程》,响应新修订的教学基本要求,全书具有以下几个特色:

1. 适应时代发展趋势。随着信息时代的到来,三维造型设计显得非常重要,从而对人才的三维造型设计能力的培养显得更为重要。书中以二维投影表达为基础,有机结合三维建模表达,综合培养学生使用投影的方法用二维平面图形表达三维空间形状的能力,使用绘图软件绘制工程图样及进行三维造型设计的能力。

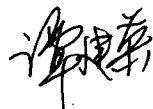
2. 贯彻执行最新国标。书中不仅介绍了 2003 年颁布的最新国家标准,还在书中的有关章节介绍了标准化常识,以此培养学生贯彻、执行国家标准的意识。

3. 基础、专业同时体现。该书第 1、2、3、4、5 章介绍了新基本要求的“工程图学基础”的内容;第 6、7、8 章结合本校特色介绍了机类、近机类专业所需的内容。

4. 采用国内自主软件。该书以具有国内自主知识产权的 CAXA 三维实体设计软件作为实现三维设计教学的应用软件,这在国内尚不多见,体现了作者为增强中华民族自强精神,振兴民族软件工业发展的可贵意识与行动。

应该说,该教材的出版是对落实教育部工程图学教学指导委员会新修订的教学基本要求的一次有意义的尝试,相信有更多的同仁也在作这方面的努力,让我们一起为我国工程图学和图形科学的进一步繁荣发展、普及应用,作出我们应有的贡献!

教育部工程图学教学指导委员会 主任
浙江大学机械工程及自动化系 教授



2004 年 9 月 10 日

前言

历史证明：工程图学学科发展与人类社会的工业化进程、生产方式、社会需求、设计模式等综合因素密切相关。它为工业化社会的工程和科学技术各个领域解决机械结构、空间几何及机构、工程设计等问题提供了可靠的理论依据及解决问题的有效手段。

在 20 世纪 80 年代以前的 100 多年中，人类的设计模式是先在头脑中构想设计物的三维形状，然后用二维工程图样表达在图纸上，以此为技术文件再加工制造出三维的设计实物。上述经三维——二维——三维的转换过程，主要在设计师的头脑中完成，传统的工程图学完全能承担起培训这种头脑的任务，也确实培养出了不计其数的设计人才。但是，计算机的出现使人类由工业化社会进入了信息化社会，高度发展的计算机技术已为设计师将头脑中构想的三维实体直接表达出来提供了绝妙的手段。因此，传统的设计模式发生了变化，传统的二维图样不再是产品设计、制造中惟一的技术文件。

现代设计模式，实际上就是按设计师的思维习惯，将头脑中的三维设计构想通过先进的图形软件直接表达出来，在计算机上通过交互设计，用数据文件发送产品定义，在统一的数字化产品模型下进行产品设计、分析计算、工艺规划、数控加工、质量控制等。这过程避免了三维——二维——三维的转换，使设计师的主要精力用于创造性思考而不是繁复的二维绘图。

要跟上这种变化，作为工程设计基础的工程图学，从自身的教学体系中加以改革是必要的，也是可行的。实际上我们也在不断地运用三维思考的方法进行图学教学，如用模型作组合体的形体分析，画轴测图演示读图时头脑的思维过程等等。就工程实际中应用最多的柱状体而言，画其底面视图时，启发学生用假想沿棱线方向将其压扁在纸面上；而看图时，又启发学生抓住反映柱状体形状的底面特征视图，假想把底面沿棱线方向拉伸一定高度生成柱状体。这恰恰是计算机的拉伸特征建模。又如，对影响相贯线形状的因素，尤其是相交两表面的相对大小和相对位置学生理解困难，如果运用计算机三维建模，学生可以实时看到这些因素的改变引起相贯线形状的变化，也就一目了然了。目前有的制图教学课件也能做到这一点，但让学生自己去实现三维建模，不仅使学生加深对课程相关内容的理解，更可以培养起他们自己去思考、去解决问题的能力；为学生后继的设计应用三维模式进行打下一定的基础。这些促使我们理出如何将计算机三维建模的内容溶入现有的工程图学体系的思路，申请并获准编写浙江省重点教材《现代工程制图教程》。

2004 年 5 月，教育部工程图学教学指导委员会在杭州工作会议上原则通过了普通高等学校工程图学课程教学基本要求。新修订的教学基本要求给出了工程图学、工程图形的定义，以及工程图形的作用：“工程图学研究工程与产品信息的表达、交流与传递。工程图形是工程与产品信息的载体，是工程界表达、交流的语言，是工程技术部门的一项重要技术文件。它可以用二维图形表达，也可以用三维图形表达；可以用手工绘制，也可以由计算机生成。”明确了本课程的任务是：“培养使用投影的方法用二维平面图形表达三维空间形状的能力，培养使用绘图软件

绘制工程图样及进行三维造型设计的能力；培养对空间形体的形象思维能力；培养创造性构型设计能力；培养仪器绘制、徒手绘画和阅读专业图样的能力；培养贯彻、执行国家标准的意识。”指明了工程图学教学的方向。

本教材以教育部工程图学教学指导委员会新修订的教学基本要求为指导、以三维建模表达与二维投影表达有机结合为主线进行编写，具有如下特色：

1. 体现“要求”精神、适应时代发展。本教材全面落实新修订的教学基本要求，以二维投影表达为基础，有机结合三维建模表达，全面培养学生的手工尺规绘图、徒手绘画和计算机绘图并进行三维造型设计的能力，为培养社会所需的三维造型设计人才打下一定的基础。

2. 贯彻最新国标、加强标准意识。本教材全部内容采用了 2003 年为止的最新国家标准，以制图有关的标准体系编写相应章节，如第 5 章机件的表达方法是国标规定的图样的基本表示法，第 6 章常用机件与结构要素的表达方法是国标规定的图样的特殊表示法，同时介绍了标准化常识，不断增强学生的标准化意识。

3. 取材符合“要求”、编排系统科学。本教材按新修订的教学基本要求进行取材，按学科系统性和符合认识规律的原则安排内容体系，本教材共分 8 章：前 5 章（第 1 章引论，第 2 章现代工程制图基础，第 3 章空间立体的表达与分析，第 4 章组合体的构形、建模与投影表达，第 5 章机件的表达方法）介绍了新基本要求的“工程图学基础”的全部内容；后 3 章（第 6 章常用件与结构要素的表达方法，第 7 章零件的构形、表达、尺寸标注与技术要求，第 8 章装配图与部件测绘）结合本校特色介绍了机类、近机类、电子与信息、管理工程类各专业所需的内容。因此，教材适用面广，可用于本科、专科、高职的相应专业，不同专业可根据本专业要求选学相应的内容。

4. 采用国内软件、振兴民族精神：国内不乏具有自主版权、符合国标、功能强大、使用方便的计算机软件，本教材采用 CAXA 三维实体设计软件作为实现三维设计教学的应用软件，介绍应用 CAXA 软件实现从三维零件设计建模到完成二维零件工程图样的一体化过程，为推广国内软件、振兴民族软件工业尽点微薄之力。

本书由杭州电子科技大学戴时超任主编、周建军任副主编，参加本书编写工作的有杭州电子科技大学宋长林、张国珠、王剑、汪新中、樊志华，中国计量学院崔培英，杭州职业技术学院吴春华等老师和研究生黄敏、常先华、张爱华，其中黄敏完成了本书全部插图的计算机绘图工作和部分 CAXA 软件绘图例子的编写。

衷心感谢浙江省教育厅、浙江科技出版社对出版本教材的支持。也衷心感谢对本书提出各种意见的专家、学者、本教材所列参考文献的同行们以及广大读者。

本教材的出版是对落实教育部工程图学教学指导委员会新修订的教学基本要求的首次尝试，由于作者水平有限，时间仓促，书中难免有错误与不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2004 年 7 月

目 录

第 1 章 引 言	1
1.1 图学概述	1
1.2 立体表达概述	3
1.3 绘图技术概述	7
第 2 章 现代工程制图基础	19
2.1 二维制图基本知识	19
2.2 CAXA 实体设计基础	34
2.3 AutoCAD 绘图基础	45
第 3 章 空间立体的表达与分析	57
3.1 立体的投影表达——三视图	57
3.2 立体上点、直线、平面的投影分析	60
3.3 基本几何体的三维建模与三视图	74
3.4 立体的轴测图	80
第 4 章 组合体的构形、建模与投影表达	89
4.1 组合体的形体分析、构形与三维特征建模	89
4.2 组合体表面的交线	100
4.3 组合体三视图的绘制	120
4.4 组合体尺寸的标注	136
4.5 组合体视图的识读与建模	141
第 5 章 机件的表达方法	150
5.1 机件的表达方法概述	150
5.2 视 图	151
5.3 剖视图	156
5.4 断面图	166
5.5 其他表达方法	169
第 6 章 常用件与结构要素的表达方法	174
6.1 产品、部件分析	174
6.2 齿 轮	178
6.3 螺纹与螺纹紧固件	182
6.4 弹簧 (GB/T4459.4—2003)	191
6.5 滚动轴承	194

第7章 零件的构形、表达、尺寸标注与技术要求	198
7.1 零件的构形与建模	198
7.2 零件的视图表达	202
7.3 零件的尺寸标注	213
7.4 零件的技术要求	224
7.5 CAXA 三维设计与二维绘图的一体化实现	241
7.6 读零件图	249
第8章 装配图与部件测绘	252
8.1 装配图的视图表达	252
8.2 装配图尺寸、技术要求的注写与明细栏	256
8.3 装配结构与零件的连接	258
8.4 部件测绘	275
8.5 部件的三维建模	283
8.6 读装配图与拆画零件图	292
附 录	297
习 题	320
参考文献	428

第1章 引言

图形、文字、声音、图像都是人类用来承载信息交流思想的重要媒体。以图形为主的工程图样则是工程设计、制造和施工过程中用来表达设计思想的主要工具，被誉为“工程界的语言”。因此，工程图学成为人类重要的学习和研究内容，而工程图学所培养的图形表达能力与形象思维能力将成为当代大学生的公共基础能力。本章介绍工程图学概况，明确本课程的学习内容是以二维投影表达为基础，将三维建模表达与二维投影表达有机结合起来，综合培养手工尺规绘图、徒手绘图和计算机绘图的能力。

1.1 图学概述

一、工程图学的由来与发展

图形是人类在语言文字出现以前用来交流的有效工具。

随着人类历史和技术知识的发展，逐渐产生了具有“工程意义”的图样。世界上最早的图样是距今 4600 年前刻在古尔迪亚泥板上的一张神庙的地图。而我国考古发现最早的图样是 1977 年在河北省平山县出土的 2300 多年前战国中山王墓中的青铜板上用金银线条按 1:500 绘制成的标注有尺寸的建筑平面图。

我国春秋时代的著作《周礼考工记》，已记载有规矩、绳墨、悬垂等绘图测量工具。宋代著名的《营造法式》绘有 570 多幅相当规范的建筑图样。欧洲文艺复兴时期，出现了设计图。

近代工业革命的产生促使生产社会化，大工业生产使设计与制造相分离，如何将工程师、设计师构思设计的产品传达给生产制造的工人，当时最盛行的就是手工绘制的图形。1795 年法国几何学家格斯帕·蒙日（Gaspard Monge）在应用投影原理及图解方法成功地解决了复杂的军事工程课题的过程中，逐步发展形成了以投影几何为主线的画法几何学。画法几何学给工程图形提供了规范的表达原理和惟一化的表达方法，从而使以画法几何学为理论基础的工程图学，逐步成为一门工程设计领域的重要学科。工程图学为工业化社会的工程和科学技术各个领域解决机械结构、空间几何及机构、工程设计等问题提供了可靠的理论依据及解决问题的有效手段。

当人类进入信息化社会，计算机技术的发展促使生产方式、社会需求和设计模式发生根本性变化，传统的工程图学明显地处于不相适应的地位，它与计算机绘图相结合形成的现代工程图学的诞生是历史的必然。

二、工程图样的作用

根据投影原理、标准及有关规定绘制的、用来表示工程对象的图叫图样。机械工程图样有零件图和装配图；建筑图样有总平面图、建筑平面图、立面图等；电子专业图样有电路图、印

制板零件图、印制板装配图等。

在工程设计中,工程图样作为构思、设计与制造中工程与产品信息的主要媒介,在机械、土木、建筑、水利、园林等领域的技术工作与管理工作中有着广泛的应用;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,具有重要的意义;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。

工程图样是工程技术部门的一项重要技术文件,是工程技术人员表达和交流技术思想的必备工具,是工程界共同的技术语言。

三、现代工程制图课程的性质

现代工程图学研究工程与产品之间信息的表达、交流与传递。工程图形是工程与产品信息的载体,是工程界表达、交流的语言。工程图形可以用二维图形表达,也可以用三维图形表达;可以用手工绘制,也可以由计算机制作。现代工程制图课程是现代工程图学学科的重要组成部分。

(1) 现代工程制图课程理论严谨,实践性强,与工程实践有密切联系,对培养学生掌握科学思维方法,增强工程和创新意识有重要作用,是普通高等院校本科专业中一门量大面广的重要的技术基础课程。它像数学、物理、化学、外语、计算机应用一样,是新世纪大学生应拥有的一种素质,一种工具,一种思维方式,是大学生工程知识的第一个窗口,也是最适合的窗口。

它研究的是绘制和阅读工程图样的理论和方法。它包含以下内容的有机结合:

①画法几何(理论基础)。研究正投影法的基本原理及其应用,将空间立体转化为平面图形的绘图方法和根据平面图形想像出空间立体形状的读图方法。

②工程制图(实践基础)。研究运用画法几何理论,结合工程技术的知识和相关国家标准基本规定,绘制和阅读工程图样的方法。

③计算机绘图(现代技术)。应用计算机技术及绘图软件实现二维图形显示、辅助绘图与三维实体建模设计的技术。

(2) 传统工程制图只研究三维空间形体的二维投影表达与标注的问题,这是因为手工绘图不可能快速绘制复杂立体的三维形象。这样产品设计表达过程表现为:工程技术人员先在头脑中构想三维产品的空间形状与结构,再把这些空间形体表达成二维正投影图(装配图、零件图);生产人员根据装配图、零件图,加工制造出三维的零件,装配成部件和产品。而现在通过计算机技术能够直接把设计师头脑中构想的三维实体绝妙的表现出来。现代设计模式,实际上就是按设计师的思维习惯,将头脑中的三维设计构想通过先进的图形软件直接表达出来,然后将三维设计的各种数据传递给后继数控加工设备进行加工制造,生产出产品,避免了三维——二维——三维的转换过程。这就是现代工程图学的一个重要内容。但是值得注意的是,三维建模的原理仍是二维投影及其变换,建模过程仍要以二维视图(形体的特征面图)为基础,所以对二维投影表达不是可有可无,而是要延续并加强。

四、本课程的任务

本课程的目的是培养学生运用“工程图样”这种语言的基本能力,培养认真负责的工作态度和严谨、细致的工作作风。

本课程的主要任务是:

1. 培养使用投影的方法用二维平面图形表达三维空间形状的能力
2. 培养使用绘图软件绘制工程图样及进行三维造型设计的能力
3. 培养对空间形体的形象思维能力
4. 培养创造性构型设计能力
5. 培养仪器绘制、徒手绘画和阅读专业图样的能力
6. 培养贯彻、执行国家标准的意识

五、本课程特点与学习方法

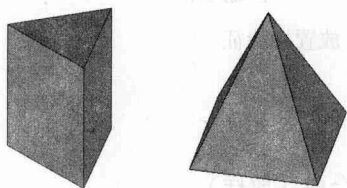
课程特点: 投影方法简单、投影规律有限、表达对象万千、以不变应万变。

学习方法: 理论指导实际, 学会举一反三, 多看、多想、多画, 认真完成作业。

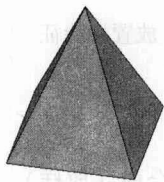
1.2 立体表达概述

一、立体的分类

立体是占有一定空间体积的几何体。立体分基本体和组合体两大类。基本体是最简单的几何体, 其中, 表面由平面组成的立体称平面立体, 平面基本体有棱柱、棱锥, 如图 1-2-1 所示; 表面由曲面和平面或全是曲面组成的立体称曲面立体, 曲面基本体主要有回转体中的圆柱、圆锥和圆球等, 如图 1-2-2 (a) (b) (c) 所示。此外还有柱状体, 是由封闭图形的底面沿垂直底面的法线方向拉伸而形成的立体, 如图 1-2-2 (d) 所示。棱柱和圆柱是柱状体的特例。



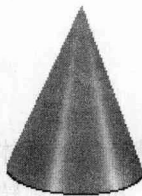
(a)



(b)



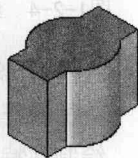
(a)



(b)



(c)



(d)

图1-2-1 平面基本体

图1-2-2 曲面基本体的回转体

组合体是将若干个基本体按一定的构成方式组合起来的立体, 如图 1-2-3 所示。

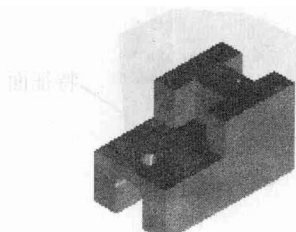
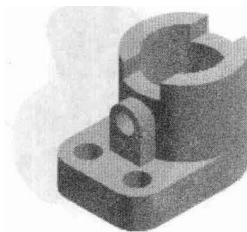


图1-2-3 组合体

二、立体三维建模表达概述

立体的三维表达主要是通过计算机三维建模来实现。计算机三维建模经历了线框造型、曲面造型和实体造型后,现已发展为特征造型。所谓特征,是指一组具有特定属性的实体。特征是在设计、加工、装配等过程中进行推理所需要的关于机件形状和其他属性的信息集合,特征反映了一个实际产品或机件的特定几何形状和特定加工的功能要求。因此,特征建模一般包含两方面的含义。其一,是指对机件几何形状的参数化表示,其二是指生成几何形状特征的具体操作。

1. 特征的分类

特征可分为:绘制性特征(Sketched Features)和放置性特征(Pick And Place Features)。

绘制性特征是指先通过绘制形体的某一特征面的轮廓草图形状,建立特征面,再利用特征操作生成的实体特征,这类特征是三维建模过程中的基本特征。如图 1-2-4 所示,由长方体和圆柱体组成的立体,先绘制长方形底面,将长方形沿垂直长方形的法线方向拉伸成长方体,然后在长方体顶面绘制圆,将圆沿轴线拉伸成圆柱。长方形和圆就是生成长方体和圆柱的特征轮廓草图。

放置性特征如图 1-2-5 所示是指在已建立好的基本特征上只要施加所需的特征即可生成的实体特征。如给已建立好的图 1-2-4 模型生成圆角,只需选取所要施加的圆角特征选项即可完成。这样就简化了特征建模的步骤,使设计更加快捷。

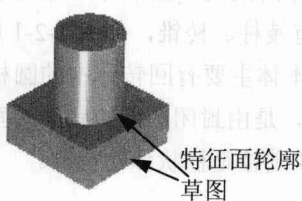


图1-2-4 绘制性特征



图1-2-5 放置性特征

2. 特征操作

特征操作是指生成几何形状特征的具体操作。

绘制性特征的主要操作有:拉伸、旋转、扫掠(扫描)和合成(放样)。

(1) 拉伸操作(Protrusion)是将一特征面沿该平面的法线方向拉伸,构成拉伸特征。它适合于柱状体的造型,如图 1-2-6 所示。

(2) 旋转操作(Revolve)是将特征面轮廓,沿轴线旋转而构成旋转特征。它适合于回转体的造型,如图 1-2-7 所示。

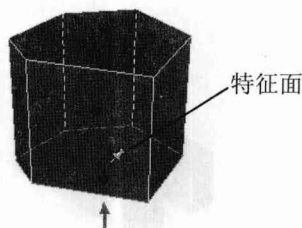


图1-2-6 拉伸操作

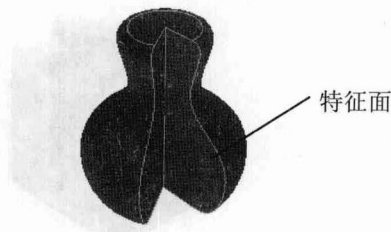


图1-2-7 旋转操作

(3) 扫掠(扫描)(Sweep)操作是将一特征面沿某一路径扫掠构成扫掠特征,如图1-2-8所示。

(4) 合成(放样)(Blend)操作是在不同平面上由多个已定义的特征面拟合构成合成特征,它适合于锥状体的造型,如图1-2-9所示。

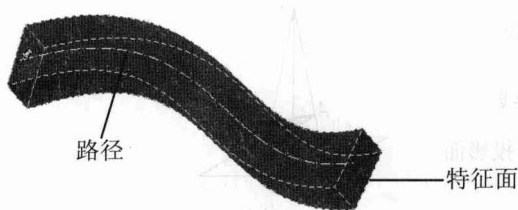


图1-2-8 扫掠操作

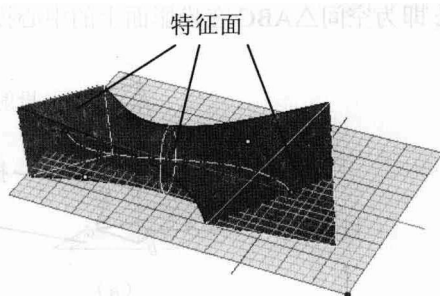


图1-2-9 合成操作

3. 特征建模的方式

在具体进行特征建模时,还应考虑采用哪种建模方式。建模方式主要有:填料方式和除料方式。

(1) 填料方式。用增加模型实体的材料来建立新特征模型的方式。填料特征表现在模型实体体积、重量的增加上。

(2) 除料方式。从已有的模型实体中用减少部分模型的材料而建立特征模型的方式。除料特征表现在模型实体上产生去除材料后的空腔、缺口上。

4. 立体三维特征建模的步骤

(1) 分析所需建立模型的实体具有什么构形特点,从而确定特征建模的工作顺序。

(2) 对每一工作步骤,选择特征建模的方式。最初建立的新模型实体必须采用填料方式,而在已有的模型实体上再构建新模型实体时可根据具体情况,选择填料或者除料方式。

(3) 设定特征操作种类。是以拉伸还是以旋转、扫掠或合成操作产生。

(4) 选择特征面,在其上绘制二维特征轮廓草图。第一个模型实体的特征面必须是空间3个参考平面中的任一个平面。其后建立的模型实体的特征面可以是空间参考面或已有模型的表面。

(5) 定义特征生成的方向和尺寸。即设定特征面是以单方向,还是以双方向生成特征。该特征生成的高度、深度或旋转角度。

(6) 按已知的工作顺序,根据所需建立模型的各特征之间的位置关系,逐个建立与编辑各特征。

三、立体二维投影表达概述

在平面的图纸上如何表达空间立体的形状?长期以来使用的是投影法。什么是投影法呢?日常生活中,物体受光照射时,墙面或地面上就会出现物体的影子,这就是投影现象。在工程制图中,这种发自投射中心且通过物体上某点的直线称为投射射线;呈现物体经投射后图形的面,称为投影面;在投影面上得到的图形,称为投影图(简称投影)。因此,投影法就是这种投射射线通过物体,向选定的面投射,并在该面上得到图形的方法。

1. 中心投影法与透视图

中心投影法是投射线汇交于一点（投射中心）的投影方法，如图 1-2-10 (a) 所示。过 $\triangle ABC$ 各顶点 A、B、C 的投射线与投影面的交点 a、b、c，即空间点 A、B、C 在投影面上的中心投影； $\triangle abc$ 即为空间 $\triangle ABC$ 在投影面上的中心投影。

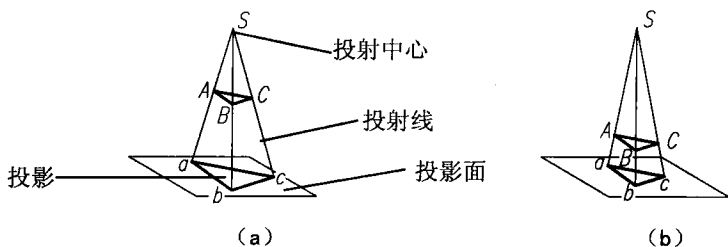


图1-2-10 中心投影法

中心投影法中，若物体相对投影面的距离发生变化，就会引起投影大小的变化，如图 1-2-10 (b) 所示。通常，中心投影法用于绘制透视图，图 1-2-11 (a) 所示是长方体的一点透视和图 1-2-11 (b) 所示是长方体的二点透视图。这种图符合人视物时近大远小的习惯，因此立体感最好，但度量性最差。

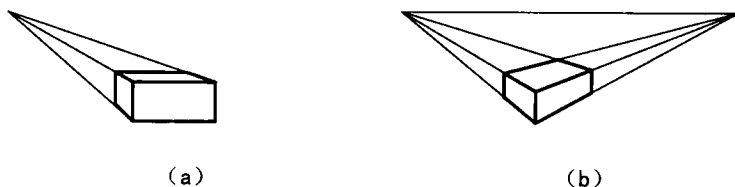


图1-2-11 长方体的透视图

2. 平行投影法

平行投影法是投射线相互平行的投影法，如图 1-2-12 (a) (b) 所示。平行投影法中，物体相对投影面的距离发生变化，不会引起投影大小的变化。

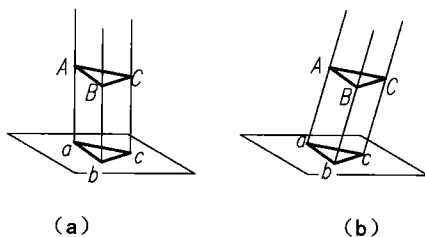


图1-2-12 平行投影法

(1) 斜投影法与斜轴测图。斜投影法是投射线与投影面相倾斜的平行投影法，如图 1-2-12 (b) 所示。常用斜投影法绘制斜轴测图，如图 1-2-13 所示。



图1-2-13 长方体的斜轴测图

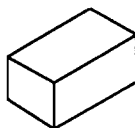


图1-2-14 长方体的正轴测图

(2) 正投影法与正轴测图、正投影图。正投影法是投射线与投影面相垂直的平行投影法。正投影法可用于绘制正轴测图,如图 1-2-14 所示,轴测图具有一定的立体感和一定的度量性但主要用于绘制正投影图,如图 1-2-15 所示。

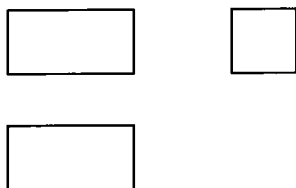


图1-2-15 长方体的正投影图

由于正投影法作图简便,当平面与投影面平行时,其投影能反映该平面真实形状和大小;采用多面投影时,能方便、正确地表达物体的形状。因此,度量性最好,工程制图广泛应用的 就是正投影图。

1.3 绘图技术概述

一、手工尺规绘图

学习工程制图课程首先要掌握手工尺规绘图这一传统的绘图方法与基本技能。它是绘制优质图样的前提。

1. 基本绘图工具及用法

(1) 图板。绘图时用于放置图纸,图纸应用胶带纸固定在图板的左上方,保持图纸下边与丁字尺尺身工作边平行,如图 1-3-1 (a) 所示图纸的位置为好,而 1-3-1 (b) 所示图纸的位置欠佳。

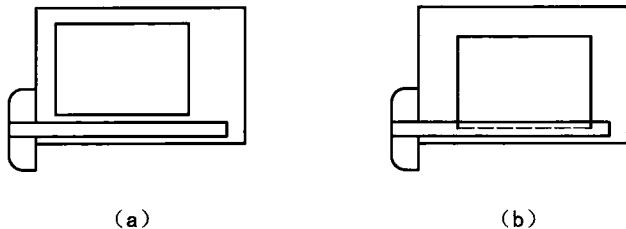


图1-3-1 图纸在图板上的固定

(2) 丁字尺。丁字尺由尺头和尺身组成，用于画相互平行的水平横向线。画线时，应将尺头紧靠图板左导边上下推移，沿丁字尺工作边从左至右画线，如图 1-3-2 所示。

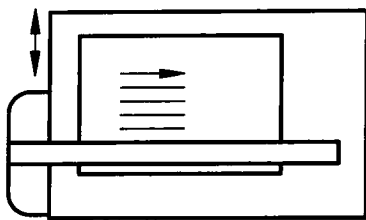


图1-3-2 丁字尺的用法

(3) 三角板。三角板由一块 45° 和一块 $30^\circ \sim 60^\circ$ 角的直角三角板组成。它们与丁字尺配合使用，用于画垂直竖向线以及与水平方向夹角为 $n \times 15^\circ$ (n 为整数) 的斜线如图 1-3-3 所示。

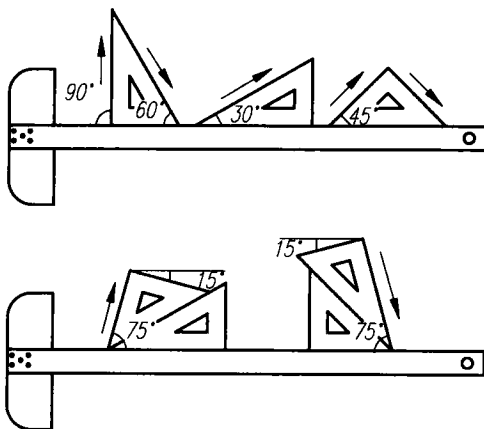


图1-3-3 三角板与丁字尺配合画斜线

(4) 曲线板。曲线板上有多段不同曲率半径的曲线轮廓段，用来绘制各种任意的非圆曲线。使用方法，如图 1-3-4 所示。

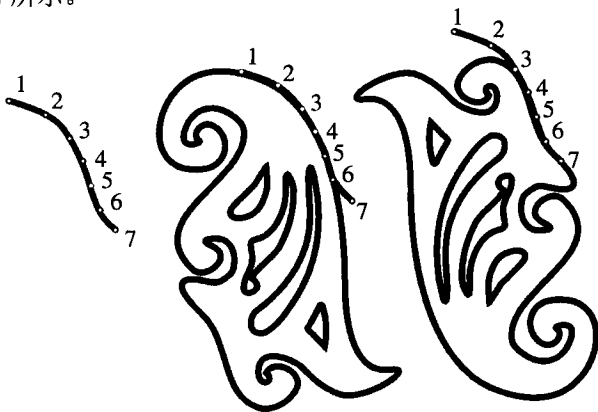


图1-3-4 曲线板的用法

① 先徒手将所画曲线上的一系列点（如 1~7 点）依次相连。

② 从曲线起始端（1 点）开始，取几个点（1~4 点），使这些点之间的曲线与曲线板上某段曲线轮廓相贴合，用铅笔从 1 光滑画至最后两点（3、4 点）之间，留出一小段待连。

③ 将上段曲线的待连部分（3、4 点间）作为下段（4~7 点）曲线的起始部分，重复②。这样依次逐段相连画出整条光滑的曲线。

（5）铅笔。绘图铅笔的笔芯有软、硬之分，H 表示硬，B 表示软，HB 表示中性。一般 2H 笔用于画底稿；HB 笔用于写字和加深细线；B 笔用于画粗实线。铅笔应从没有软硬标记端开始削用，铅芯应在砂纸上修磨成画细线的锥形和画粗实线的楔形，如图 1-3-5 所示。

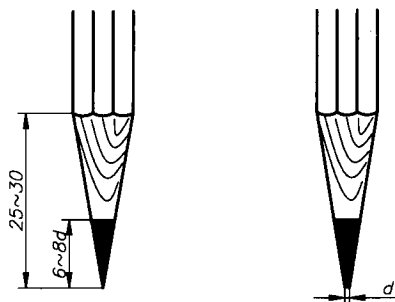


图1-3-5 铅笔尖的要求

（6）绘图仪器。绘图仪器主要有圆规、分规等。

①圆规。圆规用于画圆和圆弧。它一条腿装针尖插脚，另一条腿装铅笔插脚或鸭嘴笔插脚。画圆时，一般将有小凸肩一端的针尖扎入图板为圆心，保持圆规两脚与纸面垂直，顺时针旋转另一条腿画出圆来，如图 1-3-6 所示。画大圆时需使用延伸杆，如图 1-3-7 所示。圆规所用的铅芯应比画直线的铅笔芯软一号，以保证圆弧与直线段颜色深浅基本相同。

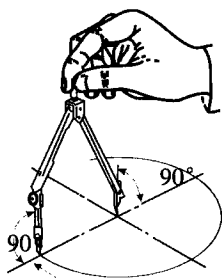


图1-3-6 圆规的用法

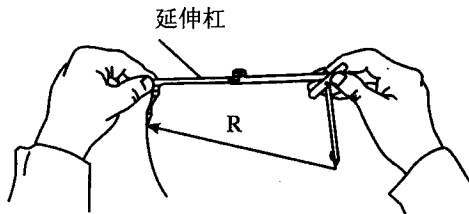


图1-3-7 大圆的画法

②分规。分规用于量取线段和等分线段。量取线段时，为防止戳坏尺面，应将分规两针尖斜靠在尺面上，如图 1-3-8（a）所示。

n 等分线段时，先大概估计两针尖距离，沿线段交替旋转前进，如图 1-3-8（b）所示作粗略试分后，调整两针尖间距，使其增加（减少）线段最后剩余（不足）长度 L 的 n 分之一，再作精确等分。