



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高职高专机电类教学改革规划教材

构形基础与 机械制图

管巧娟 主编

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高职高专机电类教学改革规划教材

构形基础与机械制图

主 编 管巧娟
参 编 江方记 黄雪云 尧 燕
熊绮华 姜正华 李 莉
主 审 胡 琳

工业学院图书馆
藏书章



机械工业出版社

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,适合高等职业院校工科各专业学生使用。本书由两部分内容组成,其中,构形基础是根据独特的教学方法——捏泥法编写的,体现了以视觉感受为起点、以(动手)捏泥丰富立体概念的教学特点,突出了以培养构形能力来提高识图能力的职业技能训练方针。机械制图部分是以“图例推进法”编写的,以图例展示机械图的应用、以应用体现问题、以问题牵引知识点。某些空洞枯燥的知识单元通过拆分融入到具体图例之中后,因其变得具有应用性而使学生感到学有所用、学有所值,从而产生较强的充实感。

本书主要包括构形基础、立体的三面投影、制图基本知识、立体的轴测投影、机件常用的表达方法、零件图、标准件和常用件、装配图等内容。

管巧娟主编的《构形基础与机械制图习题集》与本书配套使用。习题集中的某些题型以及独特的提问设计,源于多位多年从事高职制图教学、具有丰富教学经验的教师的教改经验和教学心得,非常适合高职院校学生。

图书在版编目(CIP)数据

构形基础与机械制图/管巧娟主编. —北京:机械工业出版社,2007.8
普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 高职高专机电类教学改革规划教材

ISBN 978-7-111-22152-4

I. 构… II. 管… III. ①构图学-高等学校:技术学校-教材②机械制图-高等学校:技术学校-教材 IV. J061 TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第124283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:王玉鑫

责任编辑:郑丹 版式设计:霍永明 责任校对:李婷

封面设计:姚毅 责任印制:杨曦

三河市宏达印刷有限公司印刷

2007年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·12.75印张·315千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-22152-4

定价:19.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 68354423

封面无防伪标均为盗版

前言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,适合高等职业院校工科各专业学生使用。本书是在充分吸取高职院校教学改革成功经验的基础上,由多位具有丰富教学经验的教师根据高职学生的特点和学习能力编写而成的。

本书由构形基础与机械制图两部分内容组成,其中,构形基础是根据独特的教学方法——捏泥法编写的,使以视觉感受为起点、以动手捏泥丰富立体概念、以积累立体信息强化空间想象的教学特点贯穿整个教学过程。书中突出了以培养构形能力来提高识图能力的职业技能训练方针,介绍了如何构造立体形状和二维形状的基本方法及思考技巧,通过构形训练使学生初步具备空间判断能力和图形分析能力,为学习工程识图奠定了基础。为了降低学生预习、复习、自学的难度,在构形基础部分里,力求通过形象的叙述和生活化的图形阐述抽象的投影概念,因此,在学习构形基础一章时,学生会感到是在轻松、熟悉、有趣的氛围中学到了制图的基本技能。机械制图部分是以“图例推进法”编写的,以图例展示机械图的应用、以应用体现问题、以问题牵引知识点。某些空洞枯燥的知识单元通过拆分融入到具体图例之中后,因其变得具有应用性而使感到学有所用、学有所值,从而产生较强的充实感。

管巧娟主编的《构形基础与机械制图习题集》与本书配套使用。习题集也是由多位多年从事高职制图教学、具有丰富教学经验的教师根据高职学生的特点和学习能力编写的,是宝贵教学经验的总结。习题集突出对识图能力的训练,人为设计一些不常见、不典型但极富训练价值的题型供读者选用,以开阔想象视野、提高创新思维、强化识图能力。

本书由深圳职业技术学院管巧娟担任主编。绪论、第一章、第二章、第三章、第五章、第六章由管巧娟编写,第四章由尧燕编写,第七章由江方记、管巧娟编写,第八章由黄雪云、管巧娟编写,姜正华、李莉、熊绮华负责部分插图的绘制,并审阅了初稿。万志坚、刘法旭、晏荣明为撰写第一稿无私提供了文字和数据资料以及丰富的图形信息。在此,衷心感谢所有为本书的顺利出版付出了辛勤劳动的老师。

本书由深圳大学胡琳教授担任主审。她对本书提出了很多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

诚挚感谢本书的读者,希望你们能够谅解书中的错误,更期待你们能提出宝贵的意见和建议,使本书更加完善。

编者

2007年5月

目 录

前言			
绪论	1		
第一章 构形基础	5		
第一节 学习构形基础的目的	5		
第二节 概念形态中的立体形成	7		
第三节 立体的选向观察	10		
第四节 由压平图构建三维模型	17		
第二章 立体的三面投影	23		
第一节 投影法概念	23		
第二节 三视图概念	24		
第三节 基本立体的投影	26		
第四节 组合体的三视图	46		
第五节 组合体的尺寸注法	52		
第三章 制图基本知识	58		
第一节 国家标准的基本规定	58		
第二节 尺寸注法	63		
第三节 平面图形画法	65		
第四章 立体的轴测投影	70		
第一节 轴测投影基本知识	70		
第二节 正等轴测图的画法	72		
第三节 斜二轴测图	78		
第五章 机件常用的表达方法	80		
第一节 视图	80		
第二节 剖视图	84		
第三节 断面图	97		
第四节 其他表达方法	101		
第六章 零件图	108		
第一节 零件图的内容	108		
第二节 零件上细部结构的画法	113		
第三节 零件图上技术要求注写简介	120		
第四节 零件图的尺寸标注	131		
第五节 如何提高看懂零件图的能力	137		
第七章 标准件和常用件	145		
第一节 螺纹紧固件	146		
第二节 键联结	155		
第三节 销联接	161		
第四节 齿轮	165		
第五节 滚动轴承	174		
第六节 弹簧	178		
第八章 装配图	181		
第一节 装配图的内容	181		
第二节 装配图的表达方法	182		
第三节 画装配图的步骤	184		
第四节 读装配图的方法	187		
第五节 测绘装配体零件	193		
参考文献	200		

绪 论

一、工程制图的概念

如图 0-1 中 a、b、c、d 所示，它们分别表达了滑轮座等相关工程事物的结构形状、尺寸数据、技术要求等系列工程问题，这些图都称为工程图。

图是一种用绘画方法表现出来的各种实物的形象。广义地理解，图是用各种线型组成的象形“文字”，只是这种“文字”的笔画不是横、竖、撇、捺，而是直线、曲线。对工程图而言，它所表现的对象是工程行业的事物，所以称为工程图。

工程制图是对工程图进行绘制和解读的一种三维空间与二维平面相互转换的思维过程。工程制图包含投影理论、国家标准、画图方法以及看图技巧等一系列工程理论知识。工程制图可根据行业标准、专业特点以及图形使用范围，分为机械制图、建筑制图、园林制图、电气制图、家具制图等。本书主要介绍机械制图。

二、本课程的学习任务

工程图素有“工程界的流通语言”之称，是机械制造、土木建筑、通信、电气等工程在设计制造、使用维修、改造创新时的重要技术文件和操作依据。本课程是一门理论与实践紧密结合的重要的技术基础课，是高等学校工科专业的必修课，其主要学习任务是：

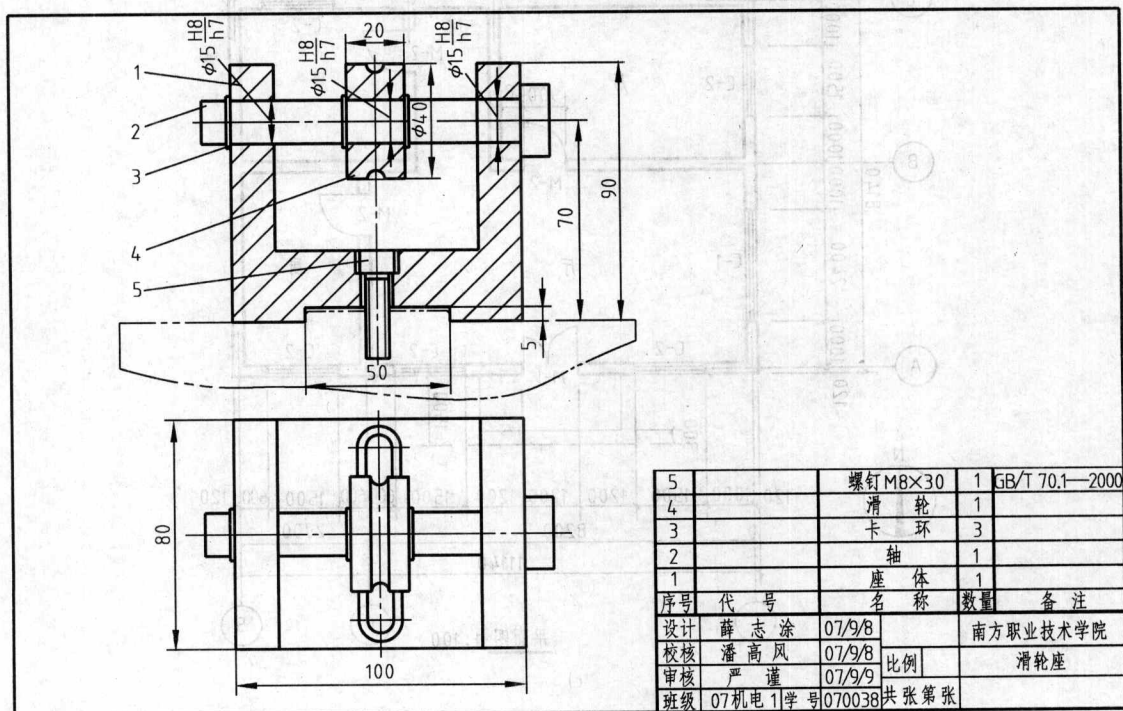
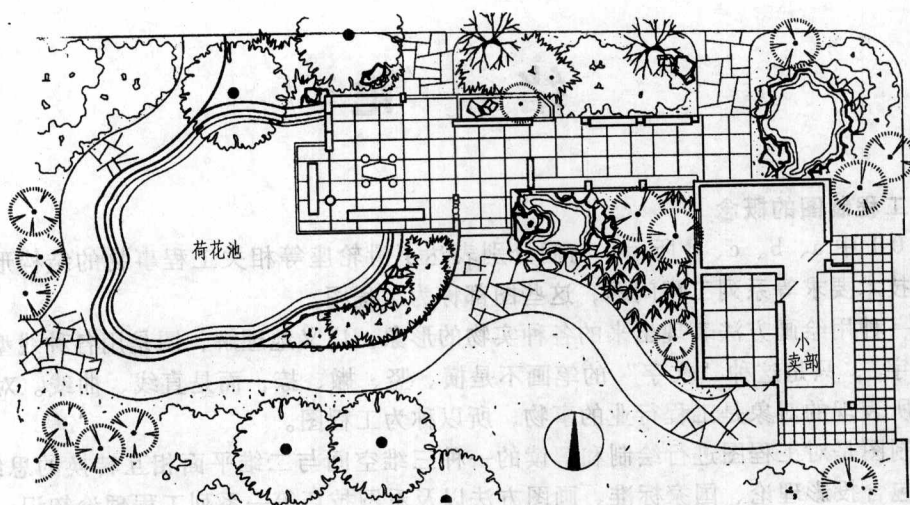
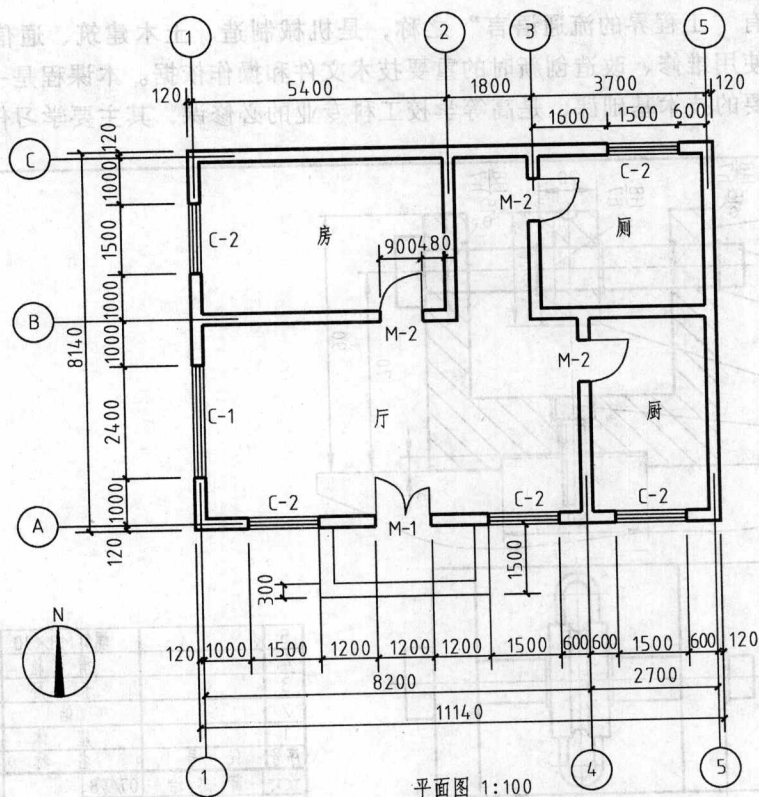


图 0-1 工程图图例

a) 滑轮座装配图



平面图 0 1 2 3 4 5 (单位:m)
b)



c)

图 0-1 工程图图例 (续)

b) 园林工程图 c) 房屋平面图

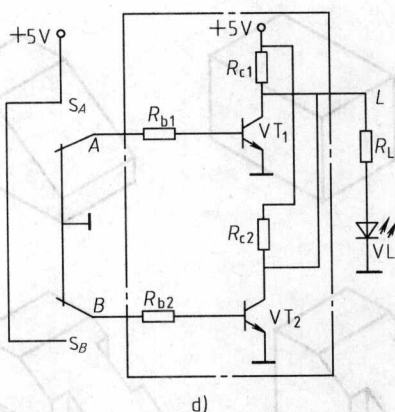


图 0-1 工程图图例 (续)

d) 电路图

- (1) 学习投影法的基本理论。
- (2) 掌握绘制和阅读机械图的基本方法。
- (3) 培养空间想象能力。
- (4) 学习制图国家标准, 并树立执行标准和贯彻标准的责任意识。

三、本课程独特的学习方法

本课程研究的对象是空间物体及与之对应的平面图形。这两者之间的相互关系是建立在投影理论之上的, 因此, 空间想象与平面图形的表达是本课程的一大特点。根据这一特点, 提出以下学习方法:

1. 分解思考法

复杂的立体都是由最基本的体素形成的。初学时, 要会用“肢解”的方式将问题由难变易。例如, 要研究图 0-2 中展示的立体, 无论是研究画法还是它的结构, 我们都可以将它分解成四块, 这样, 研究的对象就简单多了。再看图 0-3 所示的立体, 它可从最简单的矩形立体逐步演变而成。这种将复杂立体“还原”到简单立体, 再由简单立体“渐变”到复杂立体的过程, 就是属于分解思考的过程。掌握从“还原”到“渐变”的分析方法, 能对本课程的学习起到较好的降低难度的作用。

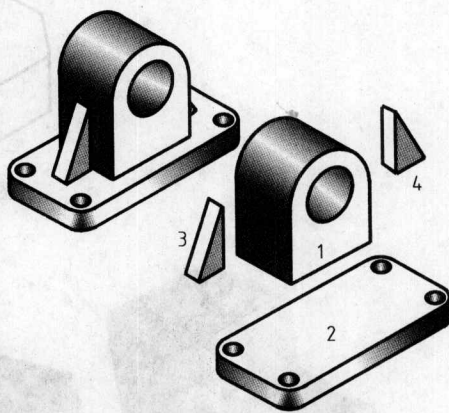


图 0-2 分解思考法一

2. 捏橡皮泥法

橡皮泥是我们进行空间想象时帮助思考的一个工具。用脑思维、用手构形、手脑并用, 这一过程是对立体素材的逐步积累及对空间想象力的极好训练, 对初学制图者很有帮助。例如, 图 0-4 显示的立体示意图, 可以用橡皮泥分三次捏成, 如图 0-5 所示, 每一步捏制过程都是对立体的一次构形思考过程, 思考的过程就是对立体结构反复观察、反复认识的过程, 这种构形的经验丰富了, 空间想象能力也就随之提高了。

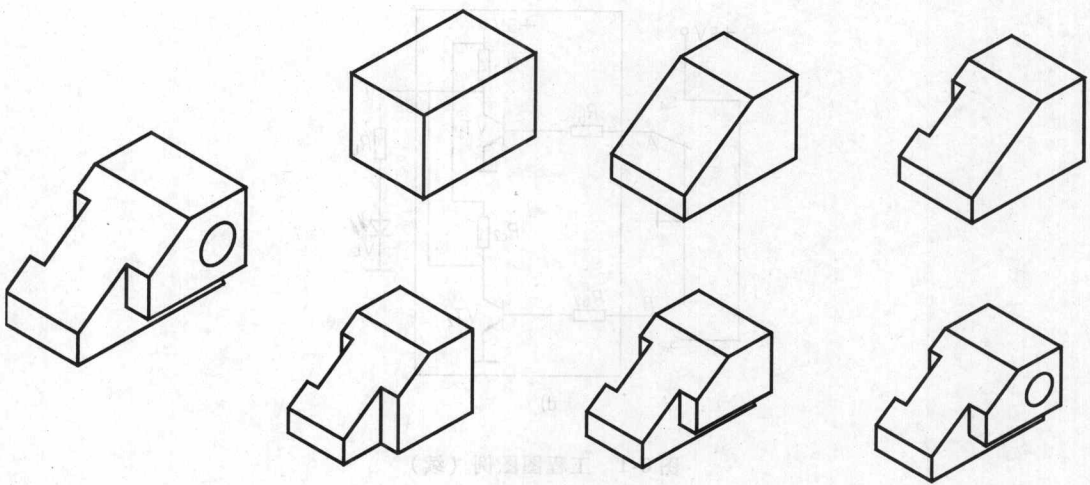


图 0-3 分解思考法二

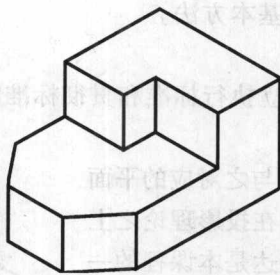
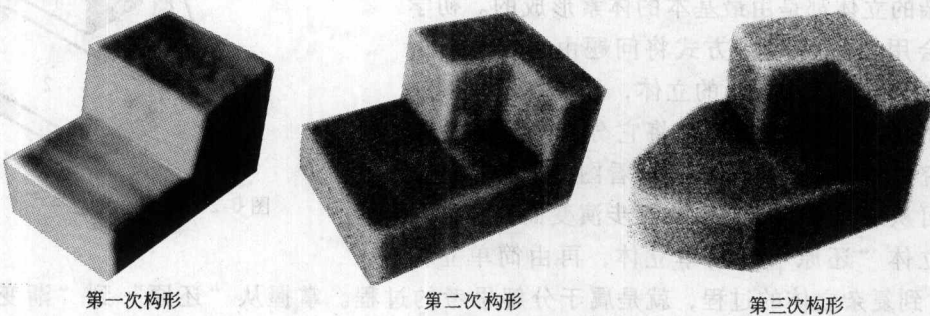


图 0-4 立体示意图



第一次构形

第二次构形

第三次构形

图 0-5 捏橡皮泥构形

第一章 构形基础

第一节 学习构形基础的目的

一、构形在本课程中的概念

本课程中，构形分为三维构形和二维构形。

1. 三维构形

我们生活在宇宙空间的地球上，感觉到的实物，如课桌、讲台、房屋、机器等都是占据着一部分空间的立体物件。人们可以用不同的方法效仿出与立体物件十分相似的模型，以模型替代实物来研究问题。

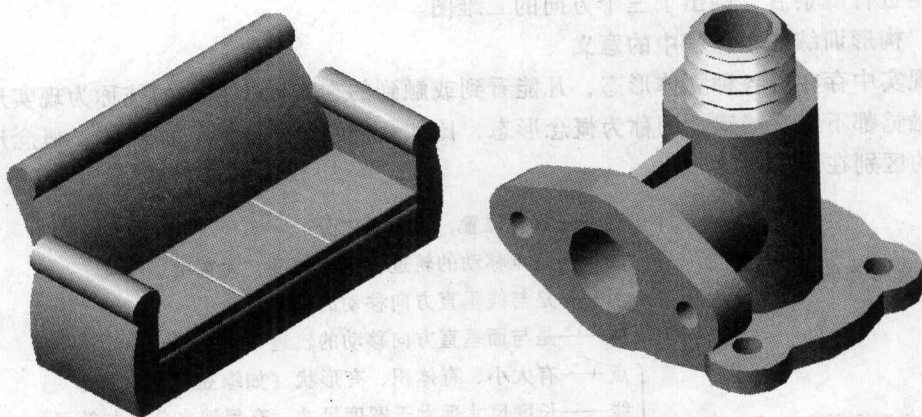


图 1-1 用计算机画出的沙发三维模型和机械零件三维模型

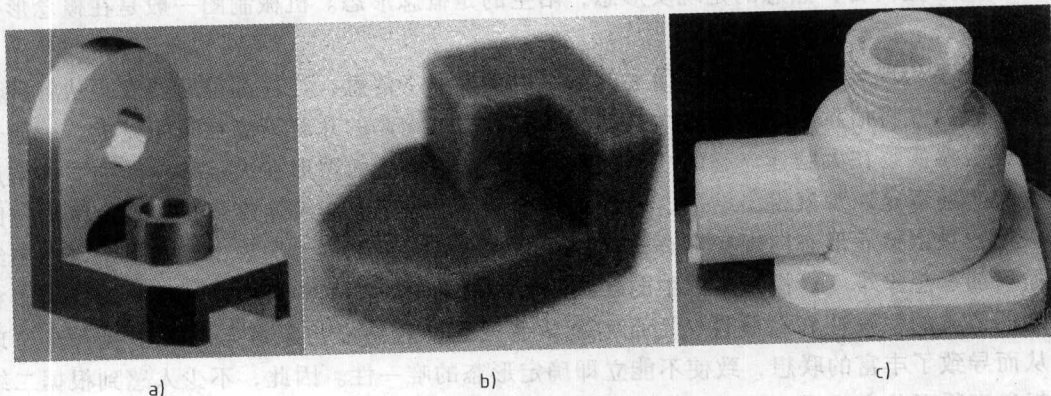


图 1-2 立体的三维构形

a) 木质三维模型 b) 泥制三维模型 c) 高密度泡沫三维模型

一般来说,实物是三维的,所以建立实物模型的过程就是三维构形,如图 1-1 和图 1-2 所示,它表明现实中的实物可以通过各种方法效仿出对应的三维模型。

2. 二维构形

一个实物在从无到有的制造加工过程中,离不开描述制造的工程图形。这些工程图形一般都用二维图形表达,二维图形上有与制造相关的详细信息。工程图

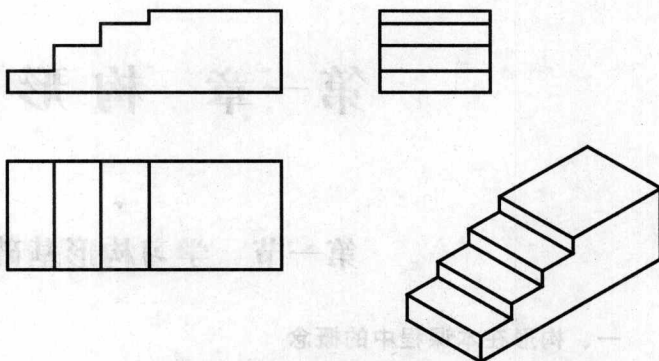


图 1-3 二维构形

既是设计者设计方案的传输载体,也是制造者的操作依据;既是检测验收者的技术标准,也是技术交流、创新的珍贵参考文件。观察者从不同的方向观察实物,并将观察的结果画在纸上的过程称为二维构形。如图 1-3 所示,立体示意图表示的是一个类似台阶立体的结构。从三个方向进行观察后,画出了三个方向的二维图。

二、构形训练在本课程中的意义

在现实中存在着各种立体形态,凡能看到或触到的在实际中存在的统称为现实形态;而视觉和触觉都不能直接感觉的称为概念形态,比如几何学的点、线、面、体。概念形态与现实形态的区别在于

概念形态的点、线、面、体	{	点——只有位置,无大小之分
		线——是点移动的轨迹,只有长度,无宽度、厚度
		面——是与线垂直方向移动的轨迹
		体——是与面垂直方向移动的轨迹
现实形态的点、线、面、体	{	点——有大小、有体积、有形状(如绿豆)
		线——长度尺寸远大于宽度尺寸,有粗细之分(如筷子)
		面——长、宽尺寸远大于厚度尺寸,有厚薄之分(如三角板)
		体——占有一定空间,有实体与虚体之分(如水杯)

以人的感觉而言,熟悉的是现实形态,陌生的是概念形态。机械制图一般是在概念形态中研究点、线、面、体的问题。

人无论是从现实环境还是从纸面上的图形中获取形态信息,往往都是通过双眼从各种角度观察、想象并将信息整理后进入大脑的,所以对三维物体的理解不能在瞬间完成。一般来说,通过观察实物在大脑建立起的立体信息要比通过观察纸面图形在大脑建立起的立体信息速度要快。前者是以观察得出结论,后者是以想象得出结论。想象速度要比观察速度慢,因为想象过程是由概念形态向现实形态转化,即由二维向三维转化,构形过程中由于增添了维数从而增加了想象难度。机械制图中的二维图形一般是用正投影的方法绘制出来的,由于它具有几何要素的积聚性和重叠性,因此对初学者而言,容易在想象形态时发生视觉错位现象,从而导致了丰富的联想,致使不能立即确定形态的唯一性。因此,不少人感到根据二维图形想象实物形状太难了。其实,这是由于不熟悉、不习惯导致的。三维构形、二维构形以及维数转化构形,都是训练空间想象能力、减少视觉错位几率、缩短想象时间、提高维数转

化速度的有效方法。构形训练、能够为学习制图课作有效的前期铺垫，有了一定的空间想象能力将会降低制图课的学习难度，增添学习兴趣、提高学习质量。

第二节 概念形态中的立体形成

一、立体图图素

在现实中，固体物质是由分子组成的。但在工程图学中（或者在概念形态中），我们常说体由面组成、面由线组成、线由点组成，因此，点是体的最小组成单元。由点来研究体显然繁琐复杂，为方便讨论，以面为基础讨论体，其面就是对应体的体素。如果用图来表示，二维图就是对应三维图的图素。如图 1-4 所示，图 a、c 是图 b、d 的图素。

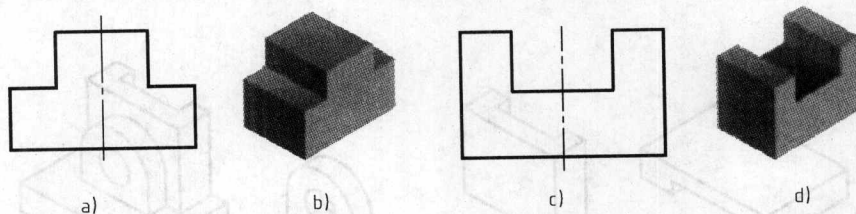


图 1-4 图素与立体图

a) T 形图素 b) T 形体 c) 凹形图素 d) 凹形体

二、立体的形成

1. 简单立体的形成

一般来说，将形体结构不易再分解的立体称为简单立体。图 1-5 所示的立体都属于简单立体。可以这样想象简单立体的形成：以圆柱为例，圆柱的图素是圆形，在圆形上积累无数个圆形平面至一定高度就成为圆柱。或假想六边形是一弹性体，当向与六边形垂直方向拉伸一段距离后也成为六棱柱。习惯上常假想将平面以拉伸方式成体。图 1-6 表示了由图素变成体的过程。

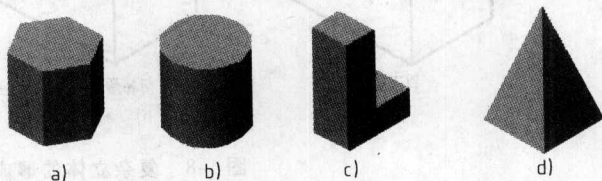


图 1-5 简单立体

a) 六棱柱 b) 圆柱体 c) L 体 d) 四棱锥

2. 复杂立体的形成

四棱锥的形成可以这样想象：四棱柱向四个方向进行切割后而成，如图 1-7 所示。

四棱锥的形成过程启示我们：概念形态中立体的形成方式有多种。对于复杂立体，由于它是由两个或两个以上简单立体组合而成的，除拉伸方式外，切割、挖孔、叠加等方式都可以形成复杂立体。图 1-8a、b 表达了复杂立体的形成方式。

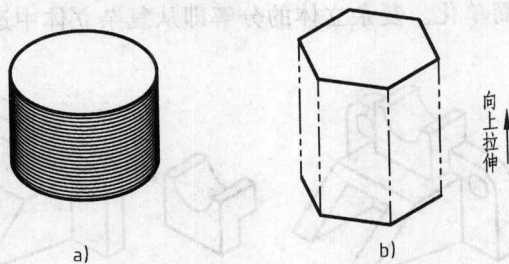


图 1-6 由图素想象成体

a) 由圆形堆积成的圆柱体 b) 由六边形拉伸成六棱柱

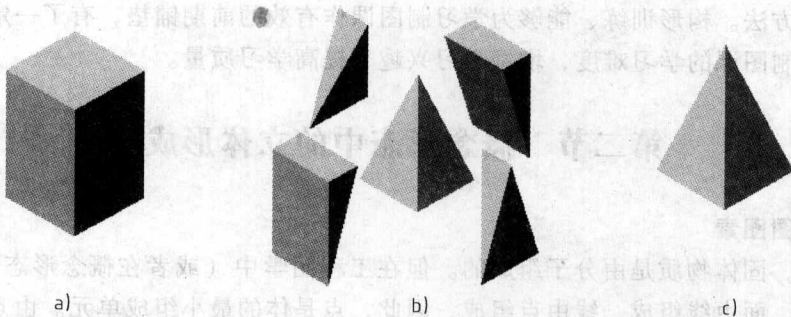


图 1-7 四棱锥的形成

a) 四棱柱 b) 切割四棱柱 c) 四棱锥

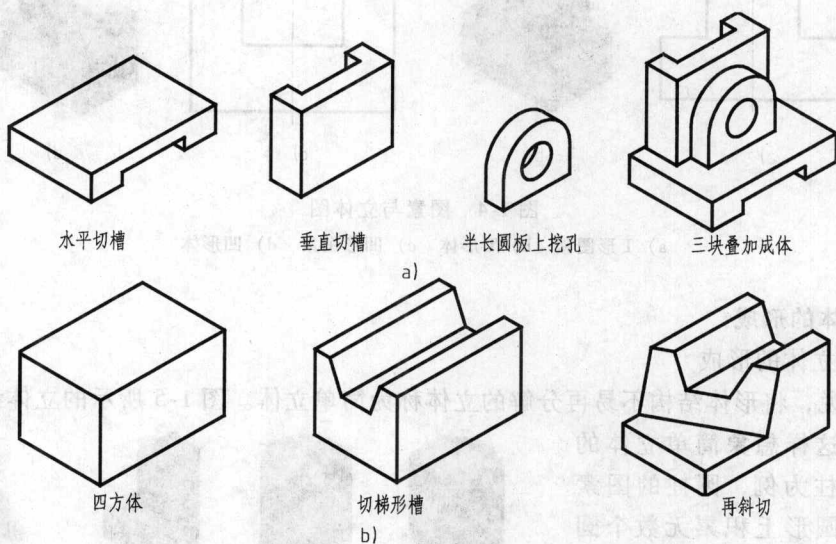


图 1-8 复杂立体的形成方式

a) 挖槽叠加成体 b) 切割挖槽成体

三、立体的分解

立体的分解是立体形成的逆过程，分解的目的是为研究复杂立体的二维图时能将复杂问题简单化。复杂立体的分解即从复杂立体中逐一拆出简单立体，如图 1-9 所示。

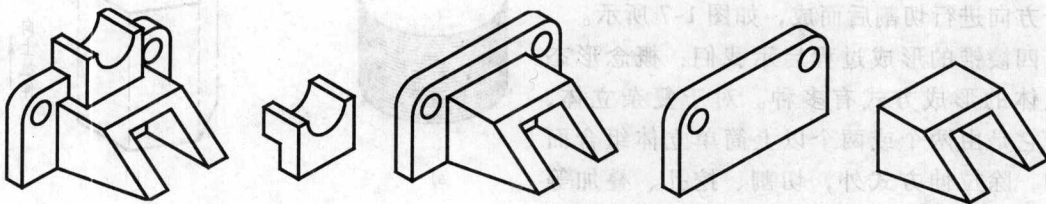


图 1-9 立体分解过程

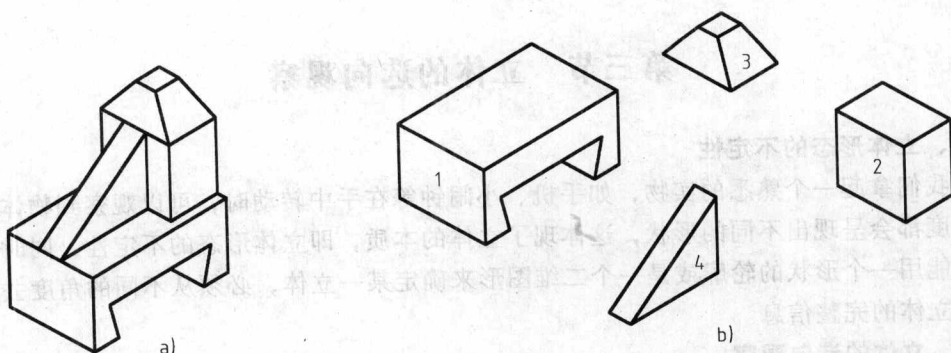


图 1-10 用橡皮泥捏制叠加式立体



图 1-11 泥制叠加式立体

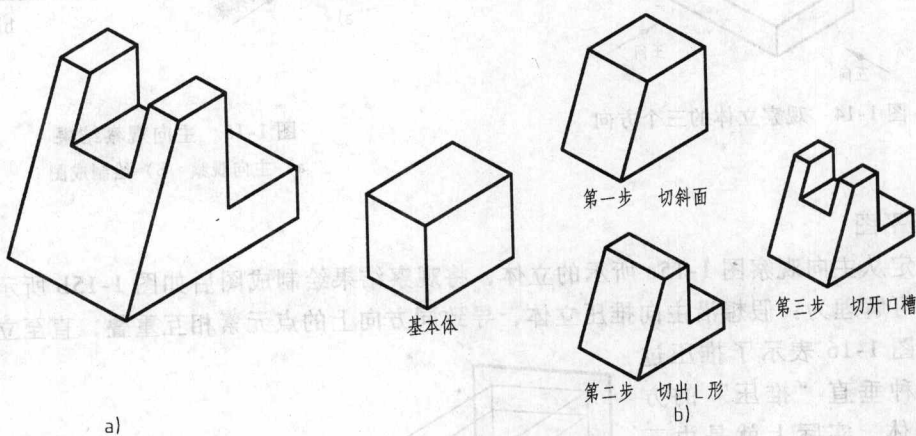


图 1-12 用橡皮泥捏制切割式立体

例 1-1 根据图 1-10a 所给立体图，用橡皮泥捏出立体。

解 此立体是一个叠加式的立体，由 1、2、3、4 块简单体堆积而成，如图 1-10b 所示。因此，可先捏制四块小立体，再按各块所在位置叠加成形。捏制结果如图 1-11 所示。

例 1-2 根据图 1-12a 所给立体图，用橡皮泥捏出立体。

解 此立体是一切割式的立体，在原四方体的基础上，通过三次切割而成，如图 1-12b 所示。捏制结果如图 1-13 所示。



图 1-13 泥制切割式立体

第三节 立体的选向观察

一、立体形态的不定性

当我们拿起一个熟悉的实物，如手机、小闹钟等在手中转动时，可以观察到物体每转动一个角度都会呈现出不同的形状，这体现了立体的本质，即立体形态的不定性，同时也告诉我们不能用一个形状的轮廓或是一个二维图形来确定某一立体，必须从不同的角度去观察才能获得立体的完整信息。

二、立体的选向观察

1. 选向观察

欲详细了解实物的形态，必须从多个角度去观察实物。工程图学中一般采用从三个方向观察实物，即观察者面向物体，从前垂直向后、从左垂直向右、从上垂直向下观察，分别称为主向观察、左向观察、俯向观察，如图 1-14 所示。

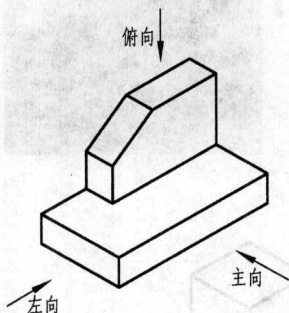


图 1-14 观察立体的三个方向



图 1-15 主向观察结果

a) 主向观察 b) 绘制成图

2. 压平图

现选定从主向观察图 1-15a 所示的立体，将观察结果绘制成图后如图 1-15b 所示。这一观察过程可解理为：假想沿主向推压立体，导致同方向上的点元素相互重叠，直至立体被压成平面。图 1-16 表示了推压过程。用这种垂直“推压”的方式观察立体，实际上就是由三维立体转化为二维图形的过程。因此，经左向、俯向推压式观察同一个三维立体后，就产生了左向压平图和俯向压平图，如图 1-17、图 1-18 所示。此压平图就是相应立体的二维图形。

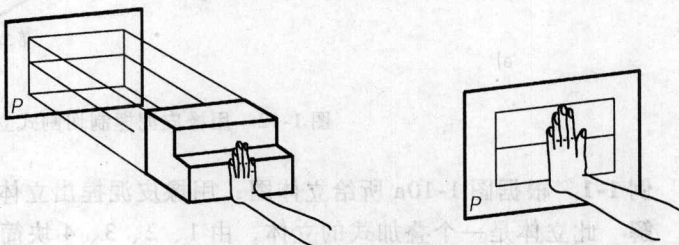


图 1-16 假想立体推压成平面

人们常说的用二维图形研究三维问题就是由此而得出的。

例 1-3 根据图 1-19 所示的立体模型，画出主、左、俯三方向的二维图形，即压平图。

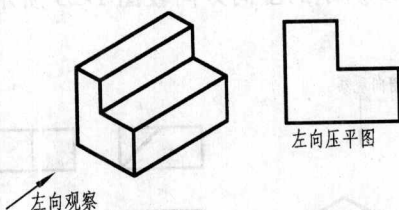


图 1-17 左向压平图

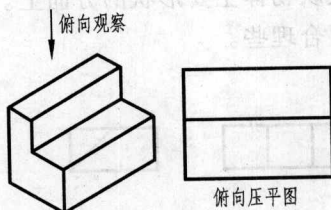


图 1-18 俯向压平图

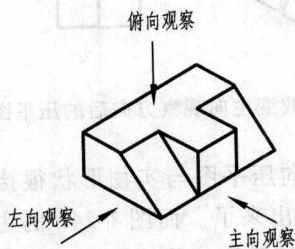


图 1-19 立体模型

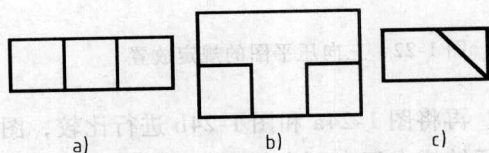


图 1-20 由立体模型画出二维图形

a) 主向压平图 b) 俯向压平图 c) 左向压平图

解 经主向观察并假想进行垂直推压成面，画出主向二维图形，如图 1-20a 所示。同样，经观察并假想推压，画出俯向、左向二维图形，如图 1-20b、c 所示。

三、压平图的放置

每一个压平图只显示出了两个方向的尺寸，如图 1-21 所示，从主向观察立体，假想立体在宽度方向被“挤压”成“零宽度”，那么主向压平图只显示出立体的长度尺寸和高度尺寸。同理，左向压平图只显示出立体的宽度尺寸和高度尺寸，俯向压平图只显示出立体的长度尺寸和宽度尺寸。

由于上述三向压平图表达的是同一个立体，且图与图之间有着尺寸和结构的对应关系，为方便后面更深入地研究问题，建议三向压平图按图 1-22 所示位置放置。

由图 1-22 可以看出，主向压平图和俯向压平图的长度方向对正，主向压平图和左向压平图的高度方向平齐，左向压平图和俯向压平图的宽度方向相等。无论是总体尺寸还是局部尺寸、总体结构还是局部结构，三向压平图之间一定要一一对应。如果将主向观察方向变化为图 1-23 所示的方向，其对应的三向压平图与图 1-22 是不一样的。一般将主向观察方向设

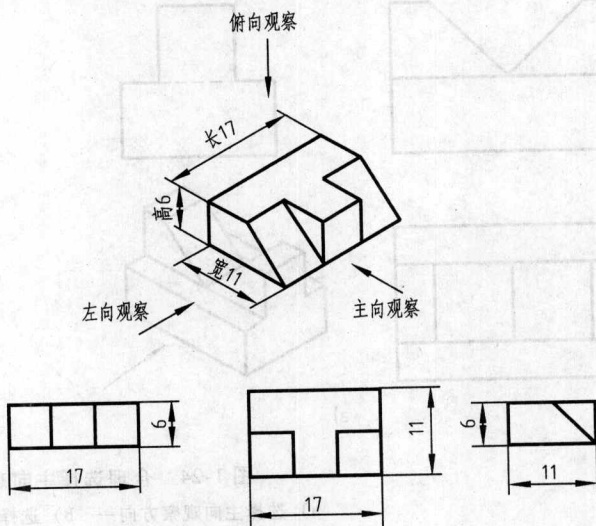


图 1-21 三向压平图上的长宽高尺寸显示

定在能反映物体主要形状的方向上。相比而言, 图 1-21 所示的主向方向较图 1-23 所示的主向方向要合理些。

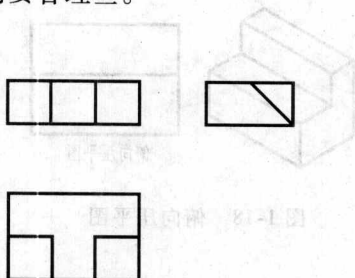


图 1-22 三向压平图的规定放置

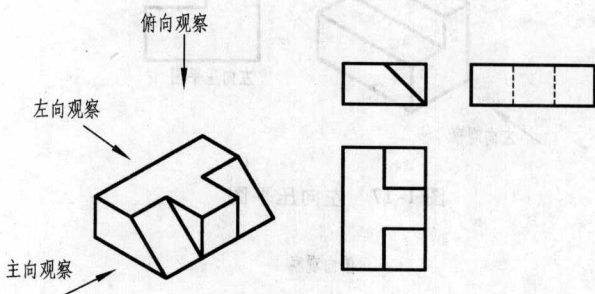


图 1-23 改变主向观察方向后的压平图

再将图 1-24a 和图 1-24b 进行比较, 图 1-24a 中的主向压平图与实物形状很接近, 它的特征结构在于有两个斜面的 V 形槽, 主向压平图充分表达出来了。而图 1-24b 的主向压平图却将这一特征掩饰了。主向压平图是使人产生第一感觉的压平图, 物体的特征形状应该反映在主向压平图上, 所以主向观察方向应选择最能反映物体特征面貌的方向。读者可以从图 1-25 中的一组图中仔细观察三向压平图之间的对应关系以及主向观察方向的合理选择。

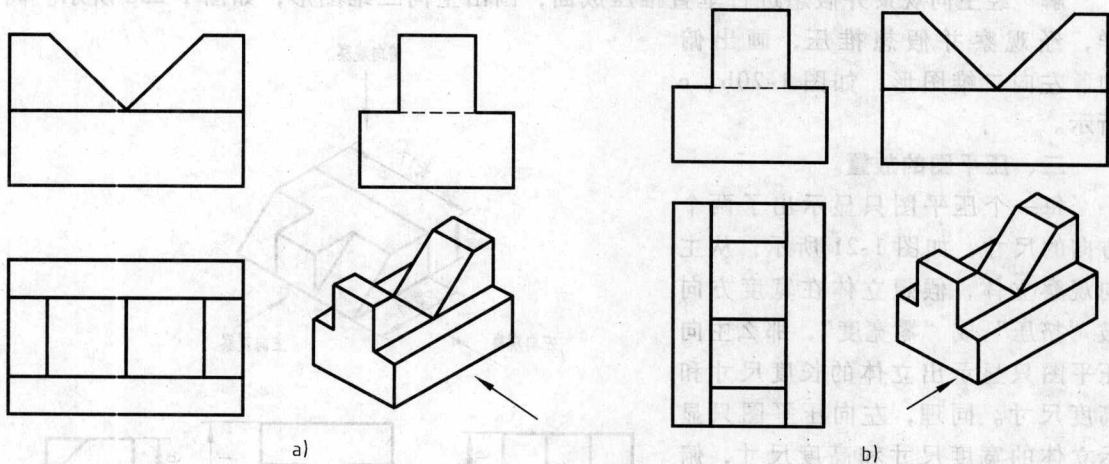


图 1-24 合理选择主向观察方向

a) 选择主向观察方向一 b) 选择主向观察方向二

对于一个带有倾斜平面的立体, 当从三个方向观察斜面并画斜面二维图形时, 仍然用垂直挤压的方法想象这一转换。如图 1-26 所示。带有阴影的斜面, 经垂直向下推压后, 阴影面积由大变小, 但斜面的形状还是相似的, 仍然是“凹”字形。

例 1-4 根据图 1-27a 所给立体示意图, 经过主、俯、左三个方向的观察后, 用假想推压法画出立体的三向压平图。

解 图 1-27a 所给立体类似于一个房屋外形, 斜坡面上叠加了一个三角块。将立体作了大致的分解后, 可按立体的分解步骤对应画图, 即先画房屋的三向压平图, 再画三角块的三向压平图, 如图 1-27b、c、d 所示。