

113.2
5
20

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

设计图学

第2版

中文样本图书

主 编	段齐骏	
参 编	李亚军	宗士增
	李桂红	姜 斌
主 审	徐建成	袁丽娜



机械工业出版社

序

设计图学是产品设计课群中与产品工程实践紧密结合的一门基础课程。设计图学教材突出了学生几个方面的能力训练：(1) 空间思维、构思能力的训练。产品设计专业对空间构型能力的要求较高，需要行之有效的构型训练方法，激发学生空间思维的兴趣，达到预定的效果。(2) 形象思维表达能力的学习训练。产品的形象，最终需要以简洁、生动的图形语言进行表达，图形语言的理论基础来源于设计图学。学生通过系统学习阴影、透视等基本理论，可以获得正确表达产品形象的基本知识和基本技能。(3) 工程图样是产品投入生产加工所必需的技术文件，学生通过设计图学所提供的系统规范的绘图知识的学习与训练，可以使产品的最终设计直接与生产相联系。(4) 计算机辅助设计是产品设计先进的设计手段，而设计软件建筑在图形语言基础之上，设计图学课程率先给学生熟悉、使用计算机图形软件提供机会，也为后继的计算机辅助设计提供理论基础。

南京理工大学设计艺术系培养产品设计本科专业学生迄今已十余年，形成了自己的办学理念与办学思路，课程建设突出以产品设计为主干课程，相关课程（包括基础理论课与技术基础课）以产品设计为目的，形成覆盖整个专业的课程网络——产品设计课群建设。这种注重课程之间相互联系、注重知识体系完整性的课程建设思路，在这几年的教学实践中，获得了丰厚回报。学生的毕业设计与企业合作，产品设计成果被海尔集团、春兰集团等多家企业采用。2002年“毕业设计的真正价值在于走向社会”获江苏省优秀教学成果奖。

值此《设计图学》出版之际，谨向本书全体作者表示衷心祝贺，感谢他们的辛勤耕耘为工业设计专业的发展注入了新的活力。

徐建成
于江苏南京

第2版前言

编写本书第1版时,我刚从原来的制图教研室调入设计艺术系,此前虽然对图学的教学很熟悉,也承担了几届工业设计专业的图学教学工作,但对专业的认识还没有深入到专业后续课程及职业要求的高度。所以,尽管在第1版的内容中力求根据“产品设计”课程建设的需要,从两个基础训练,即空间思维、构思能力的训练与形象思维表达能力的训练着手,为学生后续的产品设计奠定理论基础,但在内容的组织上与产品设计教育的连接相对还是松散的。

从2002年直至今日,在从事面向设计专业的“设计图学”课程教学的同时,我日渐深入地投身于南京理工大学工业设计特色专业的建设工作中,基于对产品设计全过程及专业目标的认识,在所承担的工程基础课程的教学过程中,逐步将“设计图学”的基础教学与专业教育连接起来,比如,在训练学生的空间构思能力时,引入产品设计中比较常见的形态契合案例,使学生对产品的形态设计方法有了一个初步认识;在展开图教学环节中,通过插入设计对应特定产品个性化包装盒的活动,一方面激发学生的创新意识,培养创新能力,又将这一活动直接与同时开设的“立体构成”课及后续课程“包装设计”联系了起来,使一个原本比较难以理解的教学环节变得生动,体现出服务于专业的特征;在最后的零件图与装配图环节,结合产品设计的特点,着重介绍产品外形相关的零件图与装配图的特征,体现其在具体的产品设计阶段的参考价值;在计算机辅助工业设计概论中,通过引入实际设计案例介绍设计程序与方法技巧,尽管篇幅不长,但基本的设计步骤已经交代清楚,对学生着手学习CAD是有帮助的。

正是基于对专业的深入认识,才使“设计图学”课程的价值得以体现和升华。2005年5月,南京理工大学“工业设计特色专业建设的研究与实践”在继取得江苏省教学成果一等奖后,又获得了国家教学成果二等奖,其中一个重要原因就在于工业设计专业的工程基础教学形成了优势与特色;2005年底,南京理工大学“工程制图”课程被评为国家精品课程,而“设计图学”作为该基础课程面向专业开展建设的一个范例,成为其中的一个重要组成部分。

第2版《设计图学》沿袭了原有的结构,分为十章。第1、2章为绪论与工程图样绘制的基本方法与国家标准介绍;第3、4、9章介绍投影原理、几何要素投影特性、形体三面视图、机件表达方法、构型基本方法、造型语意及AutoCAD软件的基本功能及使用方法;第5、7、8章就形体特征的表达,介绍了轴测投影图、阴影与透视图等表达基本理论;第6章为展开图与包装展开;第10章介绍零件图与装配图的画法及产品设计中常见的工艺结构;附录分为两部分,一为计算机辅助设计方法及应用软件的介绍,另一部分是产品设计中涉及到的国家标准。在第1版的基础上,将有关的内容面向专业特征展开,使之与专业的教育目标更加吻合。

另外,全书还附有部分彩页,用于介绍南京理工大学近年来所完成的一些设计及学

生作品，其中包括获得 G-design 金赏奖的 didi 数码报警器（许莉钧、张佳君、宋亮、顾炎辉）、2006 年上海中韩设计展获奖作品“小人摄像头”（张中任）、2005 年江苏省优秀本科毕业设计一等奖作品“节水型移动厕所”（华昊）等。全书的基本特点是充分利用图例，加大教材本身所蕴涵的信息量，充分发挥教材的基本作用。

第 1 版《设计图学》的第 1、4、6、9 章及附录 B 由本人编写；此外参加编写的老师还有：李亚军（第 8 章）、宗士增（第 3、5、7 章）、李桂红（第 2、10 章）、姜斌（第 3、4 章造型语意与产品造型概述部分、附录 A）。本次修订工作是在第 1 版的基础上，由本人根据教学工作的实际需要完成的。

在本书的编写过程中，得到了徐建成、袁丽娜、杨敢新、张锡等老师的指导与帮助。另外，研究生方方为附录 A 提供了素材，张雯提供了有关“契合”形态的研究资料。在此，对上述老师与同学表示诚挚的谢意。

由于作者水平有限，缺点与错误在所难免，恳请广大读者批评指正。

段齐骏
于南京理工大学

第1版前言

工业设计专业,据其形成发展历史和考虑其研究内容、研究方法,无论在国内还是在海外,都是一个崭新的边缘的学科。因此,在该专业的教育教学实践过程中,教育方针制定、课程体系设置、教学方法研究、教学内容更新调整,一直是形成针对该专业规范化、规模化教育的主要工作。南京理工大学设计艺术系在十年的办学历程中已基本形成了自己的办学理念与办学思路。以产品设计作为主干的课群办学方针,对“设计图学”课程教学具有指导意义。“设计图学”课程在原有工程制图规范化制图方法教学的基础上,注重两个基础训练,即空间思维、构思能力的训练与形象思维表达能力的训练,为学生后继的产品设计奠定理论基础。而计算机辅助设计软件的大量基础知识的介绍,并不拘泥于某些具体的一招一式的使用操作,而着眼于软件版本的升级换代,强调软件使用的基本原理,为学生建立起发展的、前瞻型的设计学习思路。

《设计图学》共分十章。第一、二章为绪论与工程图样绘制的基本方法与国家标准介绍;第三、四、九章介绍投影原理、几何要素投影特性、形体三面视图、机件表达方法、构型基本方法、造型语意及 AutoCAD 软件的基本功能及使用方法;第五、七、八章就形体特征的表达,介绍了轴测投影图、阴影与透视图等表达的基本理论;第六章为展开图与包装展开;第十章介绍零件图与装配图的画法及产品设计中常见的工艺结构;附录分为两部分,一为计算机辅助设计方法及应用软件的介绍,另一部分是产品设计中涉及到的国家标准。另外,全书还附有部分彩页,用于介绍一些优良产品的设计示例和 Pro/E 软件的基本功能。全书的基本特点是充分利用图例,加大教材本身所蕴涵的信息量,充分发挥教材的基本作用。

参与编撰的老师有段齐骏(第一、四、六、九章及附录B)、李亚军(第八章)、宗士增(第三、五、七章)、李桂红(第二、十章)、姜斌(第三、四章造型语意与产品造型概述部分,附录A)。

本书由资深专家钱伯仁老师担任主审,他为教材的最后完成提供了许多宝贵意见。在本书的编写过程中,得到了杨敢新、张锡两位老师的指导与帮助。另外,青岛浩汉设计有限公司也为我们提供了大量优良设计产品的图片,给予了大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

与本书同时出版的配套教材《设计图学习题集》,该习题集有习题解答。授课老师可免费索取,联系方式见“信息反馈表”。

由于作者水平有限,书中缺点与错误在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者
于江苏南京

目 录

序

第2版前言

第1版前言

1 绪论	1
1.1 设计图学的研究对象	1
1.2 设计图学与产品设计的关系	1
1.3 设计图学的研究对象与内容	4
1.4 设计图学的学习要求	5
1.5 设计图学的学习方法	6
思考题	6
2 制图的基本知识	7
2.1 图样中的一些基本规定	7
2.2 平面图形的分析与作图规范	16
思考题	18
3 几何元素的投影及造型语意	19
3.1 投影法概述	19
3.2 几何元素的投影	20
3.3 几何元素间的相对位置	28
3.4 投影变换的基本方法	38
3.5 几何元素的计算机生成方法	43
3.6 结构要素的概念及其造型语意	45
3.7 构成形式美的基本原理	47
思考题	50
4 立体投影与立体构型	51
4.1 三视图的形成及其特性	51
4.2 基本体	52
4.3 平面与立体相交	53
4.4 立体与立体相交	59
4.5 组合体	63
4.6 立体构型	70
4.7 计算机三维立体构型的基本方法	76
思考题	77
5 轴测投影图	78
5.1 轴测图的基本概念	78
5.2 正等轴测图的画法	79
5.3 斜二等轴测图的画法	84

思考题	85
6 立体表面展开与包装展开	86
6.1 立体表面展开	86
6.2 包装展开图	89
思考题	91
7 阴影	92
7.1 阴影的基本概念	92
7.2 几何元素的落影	94
7.3 立体的直角投影阴影	99
7.4 轴测投影阴影	102
思考题	105
8 透视图	106
8.1 透视图概述	106
8.2 点与直线的透视	109
8.3 平面图形的透视图	116
8.4 形体的透视图	121
8.5 透视图简易作图法	125
8.6 透视阴影	129
思考题	130
9 工程图样的表达方法	131
9.1 视图	131
9.2 剖视图	133
9.3 断面图	137
9.4 习惯画法和简化画法	138
9.5 第三角投影	141
思考题	142
10 装配图和零件图	143
10.1 装配图、零件图的作用和关系	143
10.2 装配图、零件图的基本内容	144
10.3 产品设计中典型零件的视图与 尺寸	150
10.4 装配图的规定画法和特殊画法	156
10.5 螺纹	158
10.6 螺纹联接件的规定画法	163
10.7 装配图的尺寸标注与零、部件 序号及明细栏	165
10.8 产品设计中常见的零件和装配	

结构	167	技巧	179
思考题	175	A.3 Pro/ENGINEER 软件简介	187
附录 A 计算机辅助工业设计概论	176	附录 B 常用国家标准	189
A.1 计算机辅助设计与图形技术的 现状	176	参考文献	198
A.2 计算机辅助设计的程序与方法		读者信息反馈表	

1 绪 论

【学习提示】

本章主要介绍“设计图学”与产品设计的关系，阐述《设计图学》的基本内容与相应的学习方法。

通过本章的学习应达到以下要求：

- 1) 明确“设计图学”在产品设计过程中的重要地位；
- 2) 对《设计图学》的基本内容与学习方法有所了解。

1.1 设计图学的研究对象

设计图学是一门以画法几何与机械制图为基础，在研究绘制和阅读机械图样、图解空间几何问题的同时，研究结构造型语言、结构造型方法及计算机辅助设计软件在工业设计，特别是产品设计中应用的技术基础学科。

1.2 设计图学与产品设计的关系

1.2.1 产品造型设计概述

所谓产品，泛指人类生产制造的物质财富，是由一定物质材料以一定结构形式结合而成的、具有相应功能的客观实体，是人造物，不是自然生成的物质，也不是抽象的精神世界。因此，产品设计即是对产品的造型、结构和功能等方面所进行的综合性的设计，以便生产制造出符合人们需要的实用、经济、美观的产品。

产品造型设计是工业设计的一个重要组成部分，而工业设计的根本任务是为工业化批量生产产品的功能、材料、结构、工艺、形态、色彩、表面处理以及装饰等诸因素从技术的、经济的、社会的和文化的各种角度作综合研究、处理和创造，以确定一种能满足人类现代或将来生活需要的物质形式。工业设计并不着重于产品内部的机能原理和构造传动，而主要关心与人相关的产品外部环境系统。通过人一机界面解决人与产品的关系，进而实现人一产品一环境的协调，人类生存与自然生态的平衡及发展，达到人类对自身环境的合理利用和控制。尽管造型艺术手段是工业设计的一个组成部分，但它并不以表现纯粹个人的主观感情及喜好为目的，而是通过设计师的创意服务于广大的消费者和使用者，于设计中体现生活的意义、美感以及生命的价值。产品造型设计属于工业设计范围中的一种特殊的创造活动，是现代工业、现代科技和现代文化发展到一定阶段的必然产物。

产品造型设计渗透到社会的各方面，从家庭领域到广泛的生产领域。从家庭日用品、现代的家用电器、穿着、装饰、家具扩展到各类生产设备、仪器仪表、办公用品以及公共环境中的各类交通工具、公共设施，都涉及到产品造型设计。造型产品已成为人类社会生活中不

可缺少的重要部分。

产品造型设计是现代工业产品设计的一种方法,是工程技术与美学艺术相结合的产物。它有别于手工业产品与工艺美术品的造型设计,也有别于纯工程技术设计。产品造型设计,不仅仅设计产品的外形,而是以产品的功能、结构、生产工艺、材料、宜人性、市场销售及产品创造等因素为出发点,将工程技术与美学艺术结合起来,综合协调地对产品进行塑造、设计。广义地讲,“造型”是创造物体形象的手段,而产品造型设计的“造型”是指更广泛的造型活动,它的含义已不仅是表达创造器物的形状,而成为满足器物功能,表现器物形体、色彩、质感等技术处理与艺术创造的综合概念。因“造型”一词本身就包含产品的构思、设计、制造和使用四个主要进程,所以创造性地构思和设计产品,才是造型活动的主体。

1.2.2 产品造型设计的基本要求

产品造型设计具有自身的特征,对现代工业产品造型设计的基本设计原则可概括为“实用”、“经济”、“美观”和“创新”。

“实用”是产品设计要达到的基本要求,产品失去了实用性也就失掉了主体作用。产品的实用表现为具有先进和完善的功能,并且这种功能可以获得最大限度的发挥。为此,造型设计应以实现功能目的为中心,使产品性能稳定可靠、技术先进、使用方便、安全宜人和适应环境。这些是评定产品造型、反映产品功能美的综合指标。

“经济”是指产品造型的经济性,即在产品制造过程中使用最少的财力、物力、人力和时间,以获得最大的经济效益;使产品在满足实用性和审美要求的前提下,达到高性能可靠性和长使用寿命的预期要求,做到“经济实惠、物美价廉”。

“美观”是产品造型设计的主要目的之一。产品造型必须在体现实用、经济的前提下,塑造出完美、生动、和谐的艺术形象,满足时代的审美要求,体现社会的精神文明与物质文明。

上述三者是产品造型设计的主要原则,缺一不可,但又有主次之分。实用原则占首位,美观处于从属地位,经济原则则是二者的约束条件。

此外,“创新”原则也是产品造型所必须遵循的。只有追求造型的“新意”和“独创性”,才能创造出独具艺术风格和新颖、有魅力、有个性的产品造型,才能不断满足人们随时代进步而不断发展和提高的审美情趣,成为具有时代感的现代产品。

1.2.3 设计图学在产品过程中的作用

对产品设计开发过程的正确理解和认识关系到一个产品的生命。在传统的产品开发模式中,设计师仅仅是执行者。在许多企业中,企业决策是由领导层和工程师层决定的,技术与生产的因素占了主导地位,而市场和消费者的需求现实却得不到反映,设计师只是最后为产品“美化”一番,事实证明这种方式是行不通的。在今天,无论是飞利浦公司还是索尼公司,设计师都是产品开发最初阶段的参与者。建立在大规模的市场调查、消费行为和生活方式预测基础上的设计创意,绝不是几张产品效果图,而是一种对生活行为的引导。

一个产品的开发过程涉及许多环节和部门,大致可以划分为以下几个阶段:①基本设计目标的确定;②准备、调查;③可行性研究;④设计展开;⑤模型的展开;⑥销售调查;⑦面向生产的展开阶段;⑧生产计划;⑨设备及市场的准备;⑩生产与销售。每一个阶段设计师的目标和任务是不同的,作为设计师最有力的工具——设计图学在每一个阶段的分工和重

点也是不同的。

比如在方案的确定、准备、调查和可行性研究阶段,设计师必须作为主要开发过程的参与者、决策者与技术部门、生产部门和市场部门协调一致,才能使产品开发过程合理、正常地进行,使其可行性获得充分保证。在这一阶段,设计草图大致在以下几个环节发挥作用:

(1) 资料搜集 由于最新科学技术的迅猛发展和人们的生活需求不断更新,加速了产品造型设计步伐。产品造型设计流行性颇强,因而设计师需要不断地再学习、不断地搜集造型资料,即用设计草图的方式观察记录生活,记录世界设计潮流的最新动向,以便分析研究。

(2) 形态思考 设计师的设计过程是一个思维跳跃和流动的动态过程,设计师的思考往往由一个想法发展到另一个想法,通过由模糊到具体,再由具体到模糊(在新的基点上产生新的想法),集中、扩展、再集中、再扩展。以这种反复的螺旋上升过程,设想、分析和优选,从而产生大量的设计方案。这些思考的过程和结果必须通过设计草图表现出来并进行推敲。

(3) 记录构思 设计构思中,过程性的、阶段性的、小结性的想法,都要用图形语言记录下来。一个完整的设计过程需要有完整的形象记录,这种记录只有设计草图才能完成。

(4) 意图表达 现代工业设计是一个社会性的、集体化的创造过程,在此过程中,设计师的构想要与有关人员进行传递、沟通;在设计各个阶段,设计师要把方案表达出来供研讨;设计的结果要与审定者、生产者和使用者见面。

在这些阶段的设计表现中,设计草图是最迅速便捷的展示方式或辅助说明手段。在计算机技术快速发展的今天,设计草图也可以通过计算机迅速有效地获得,在许多的2D和3D绘画软件中都提供了创意工具,它能使用户直接在3D模型和2D画布上,建立全色、详细的草图或图形。

又比如在设计展开阶段,设计师在进行产品结构设计时,要考虑各种要素之间的协调关系,要通过各种图样来展现产品的结构与功能。零件图、装配图以及计算机图形技术是这个阶段的主要技术文件与设计实现手段,它能提供多种直观的、合理的结构方式供设计者参考,并且是产品生产加工的有效依据。

另外,现代设计图学已开始关注研究动态的、与使用者相关的人机界面问题。例如,研究人在产品操作中的动作,用计算机技术与图形语言相结合的方式,记录相关数据,从而在设计中,充分使用这些数据作为产品尺度定位的依据。在航空航天、汽车设计等领域,这已是一种常见的设计方式。

设计人员“用图形表达”产品设计思想。这些图像也可帮助客户选择设计,或者赢得新业务。营销管理等公司内部小组也可以使用这些图像在产品生产前改进它,最终降低开发成本,缩短上市时间。

总之,在设计开发过程中,设计图几乎介入了所有的设计阶段,只是在每个阶段中的表现不同。只有通过设计图形语言,才能把设计的意图、设计的结果直观地展现出来,供生产、研究、制造、销售等环节参考使用。所以,设计图学几乎是产品造型设计的基石。

总而言之,产品的造型设计包括实现产品真实空间立体形象过程中的所有相关设计。产品的功能、造型是产品设计的两个关键要素。这两个要素在工程实际(设计、生产制造、销售等环节)中的具体体现,应是具象的、符合工程实际规范的。设计图学所研究的,正

是①提供规范设计语言的技术手段；②完成产品空间造型所必须的空间构型训练方法；③工业产品设计的特征工程图样；④计算机辅助产品设计的步骤与手段。因此，设计图学是产品设计领域的一门技术基础学科。

1.3 设计图学的研究对象与内容

设计图学的主要研究对象与研究内容，就是产品的形态，以及构成形态的方法。

1.3.1 形态的要素——产品造型的主体

产品造型设计除使产品充分地表现其功能特点，反映现代先进科学技术水平外，还要求给人以美的感受。因此，产品造型设计必须在表现功能的前提下，在合理运用物质技术条件的同时，充分地把美学艺术内容和处理手法融合在整个造型设计之中，同时又充分利用材料、结构、工艺等条件，体现造型的形体美、线型美、色彩美、材质美。

形态，一般指事物在一定条件下的表现形式。产品造型设计的基本目的，是通过其外在形式和特定功能使人得到美的享受，即实现产品的审美功能。我们的生存空间是由各种物体组成的，任何物体都具有各不相同的外部形态特征。任何产品都以明确的形象告诉人们它是什么，是办公楼还是宿舍，是汽车还是飞机，是洗衣机还是消毒碗柜，是钳子还是剪刀……任何产品都会以清晰的造型，告诉人们怎样使用它，哪儿用手握，哪儿可以按，哪儿可以拉，哪个方向向前，哪个角度、范围可以旋转……；任何产品也以它的形式告诉人们它是哪一个历史时期的，有无政治意义、民族特色，是哪个阶层使用的，在什么场合下使用，甚至告诉人们使用它的应是什么年龄的人，什么追求的人……从这个角度看，形态是产品与功能的中介。如果说产品是功能的载体，没有形态的作用，产品的功能就无法实现。

形态表现事物具有特定的方法，大致可以从以下几个方面加以阐述。

(1) 形态与识别 通过产品自身的解说力，使人可以很明确地判断出产品的属性。尽管电视机、电脑显示器、微波炉等在形态上有很多相似点，但仍然很容易将其区分。

(2) 形态与操作 将构成产品各部分的形态加以区分，让人轻易就能明白哪些属于看的（视觉部分），哪些属于可动的（触摸部分）；哪些部分是危险的，不可随意碰的；哪些部分是不可拆解的。可通过合理的形态设计让使用者能够辨别，或者让使用者根本无法触及。构成产品的部件、机构、操控等部分的形态要符合使用习惯。形态要明确显示产品构造和装配关系。

(3) 形态与使用 产品形态应具有多种组合性、变换性，从而使产品更具有适应性。

(4) 形态与环境 产品往往置于一个具体的环境之中，或是在一个建筑空间里、一个自然环境中，有时也可能与其他各种产品同在一处，这就构成了产品形态之间，产品与环境之间相互影响的问题。这些问题往往也包括尺度、材质等因素。

(5) 形态与记忆 如何使产品具有魅力，形态的作用是关键，不一定凡是崭新的形态语言就会产生魅力。如果能让人从形态中读出记忆中所熟悉而喜爱的信息，同样能使人在对往事的回顾中产生亲切感。形态应具有驾驭人的心理需求的作用。

通常将形态分为两大类，即概念形态与现实形态。在设计基础教学中，通常将空间所规定的形态归结为概念形态。它由两个要素构成：一是质的方面，有点、线、面、体之分；二是量的方面，有大、小之别。概念形态是不能直接感知的抽象形态，无法直接成为造型的素

材。而如果将它表现为可以感知的形态时,即以图形的形式出现时,就被称为纯粹形态。纯粹形态是概念形态的直观化,是造型设计的基本要素。

现实形态是实际存在的形态,也可分为两类:一是自然形态,二是人为形态。自然形态可以分为有机形态和无机形态。所谓有机就是有机体的意思。有生命的有机体,在大自然中由于自身的平衡力及各种自然法则,其形态必然具有平滑曲线,体现出生命形态特征。无机形态则相反,往往体现为几何形态,给人以理性的感觉。人为形态,是由人通过各种技术手段创造的形态,当然包括设计的形态。

随着市场的全球化,形态表现日趋多变,对于那些能直接影响人们生活方式的形态语言的需要不断增加。从人们跟风时尚、追求“新颖”的现象中不难看出丰富形态表现的迫切性。现代产品设计所要追求的往往是符合时代潮流的、个性化的形态语言。而新材料、计算机及信息技术的应用和发展,使产品设计语言表现的空间也发生了变化,形态的呈现方式日趋多样。

1.3.2 设计图学的研究内容

设计图学的内容可分为画法几何基础与结构造型方法、产品形体结构表达、计算机辅助产品设计基础等三个部分。

(1) 画法几何基础与结构造型方法 主要研究表达空间几何形体、图解空间几何问题的基本投影理论和方法,为用机械图样表达空间几何形体提供理论和基本图示方法,同时也对结构造型的语言与方法进行初步研究,为产品设计等后继课程奠定基础。

(2) 产品形体结构表达 其内容包括用机械图样表达形体结构的基本思想与方法、阴影图与透视图等。一切机器、设备或称产品,都是按照图样进行生产,所谓图样就是根据投影原理、标准或有关规定,表示工程对象,并有必要的技术说明的图形集合。它是表达和交流技术思想的重要工具,是工程技术部门的重要技术文件,常被人们比喻为“工程界的技术语言”。对于工业设计领域,特别是产品设计专业而言,阴影图与透视图是绘制产品设计效果图的基础,同样是用于技术交流的重要技术手段。因此,产品形体结构的表达,是设计图学的主干,也是产品设计的基础。

(3) 计算机辅助产品设计基础 主要介绍计算机绘图与设计的基本知识,通过实际的产品设计案例,简要介绍典型设计软件的功能与使用方法,使学生掌握计算机辅助产品设计软件的一般功能与设计程序,为后继的计算机辅助设计课程奠定基础。

1.4 设计图学的学习要求

- 1) 掌握投影法(包括正投影法和中心投影法),并能利用投影法在平面上表示空间几何形体,图解空间几何问题;
- 2) 培养绘制和阅读机械图样的能力;
- 3) 培养用计算机生成图形、立体,进行造型设计的初步能力;
- 4) 培养空间逻辑思维与形象思维的能力;
- 5) 培养分析问题和解决问题的能力;
- 6) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

1.5 设计图学的学习方法

设计图学是一门既有系统理论,又比较注重实践的技术基础课。本课程的部分内容紧密联系,又各有侧重。根据设计图学的学习要求及各部分内容的特点,这里简要介绍一下学习方法。

1. 画法几何部分

画法几何的基本特点是系统性强、逻辑性强、空间与平面联系紧密、实践要求高。因此,学习时必须注意:①承前启后,循序渐进,在消化、理解前面内容的基础上,再学习后面的内容,不能“欠帐”,只有熟练掌握前面介绍的各种基本作图问题,才能顺利解决后面遇到的各种综合性作图问题;②要特别注意学习和掌握逻辑推理的分析方法,从而不断提高自己的逻辑思维能力、分析问题和解决问题的能力;③经常分析空间几何要素相互之间的关系,注意空间几何要素与平面图形间的对应联系;④只有通过大量的实际解题和作图,才能深刻理解、真正掌握画法几何与投影法的基本理论。

2. 产品形体结构表达部分

产品形体结构表达是设计图学的主干部分。学生通过这部分内容的学习,可以具备用机械图样表达立体结构、用透视图、阴影图描述立体结构效果的能力。因此,这部分内容具有以下基本特点:①紧密结合工程实际;②以画法几何为基础,将空间要素和平面图形通过投影理论联系在一起;③严格执行国家标准。因此,学习时,应善于联系和运用画法几何的知识,尤其应注重实践,多看实物与对应图样(包括模型、机器零部件和各种产品的实物、构型图、效果图和生产图样),通过大量的由物画图、由图想物的练习,做到图物对照、读(图)画(图)构思(空间结构)相结合,逐步形成和树立清晰的空间概念。对于图样中的尺寸,应做到前后联系不断线,分析比较找差别,全面归纳作总结,即从标注尺寸的基本规定到平面图形的尺寸标注,基本体和组合体以及零件图、装配图的尺寸标注等前后贯穿;并注重分析、比较各种不同形体的个性与共性,注意零件图与装配图尺寸标注的差异;以正确、完整、清晰、合理作为尺寸标注的基本要求。在制图作业中,熟悉并严格遵守机械制图国家标准和有关其他国家标准,养成认真、负责的工作态度和严谨、细致的工作作风。

3. 计算机辅助产品设计基础部分

现有的计算机图形技术已为工业设计及产品造型设计提供了多种便捷、有效的设计实现手段。而用于产品造型设计的计算机软件,在技术特点、基本功能、操作平台以及基本使用方法上,会存在一些共性,本课程将结合这类软件的共性问题,介绍辅助产品设计软件的功能及一些基本软件的操作使用方法,为后继计算机辅助设计课程的学习奠定基础。对于基本软件(AutoCAD)的使用,则应以操作实践为主,充分熟悉这类软件的基本功能。

思考题

- 1) 在产品设计开发过程中,设计图学有哪些基本作用?
- 2) 形态表现事物有哪些方面?
- 3) 设计图学的研究对象与研究内容是什么?

2 制图的基本知识

【学习提示】

本章主要介绍国家标准《技术制图》与《机械制图》中部分标准的有关规定，以及仪器绘图的相关内容。

通过本章的学习应达到以下要求：

- 1) 建立严格遵守国家标准的概念，逐步熟悉制图中常用的国家标准，并在今后的作图实践中加以认真贯彻执行。
- 2) 能正确地使用一般的绘图工具和仪器。
- 3) 掌握基本的几何作图方法。

2.1 图样中的一些基本规定

技术图样是现代机器制造过程中重要的技术文件之一，是工程界的技术语言，是指导生产和技术交流的重要技术文献。为此，我国国家技术监督局制定了一系列关于技术制图的中华人民共和国国家标准（简称国标），代号为“GB”（“GB/T”为推荐性国标），绘图时必须严格遵守标准的有关规定。

2.1.1 图纸幅面与标题栏

绘制图样时，应优先采用表 2-1 所规定的基本幅面（GB/T 14689—1993），必要时，也允许选用国家标准所规定的加长幅面。这些幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

表 2-1 图纸幅面代号和尺寸

（单位：mm）

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

在图纸上，图框线必须用粗实线画出。其格式分为不留装订边和留有装订边两种。分别如图 2-1 和图 2-2 所示。但同一产品的图样只能采用同一种格式，图样必须画在图框之内。

每张技术图样中均应画出标题栏。国家标准（GB/T 10609.1—1989）对标题栏的内容、格式与尺寸作了规定，在学生制图作业中建议采用图 2-3 所示的简化标题栏。

2.1.2 字体

国家标准（GB/T 14691—1993）中规定了汉字、字母和数字的结构形式。

书写字体的基本要求是：

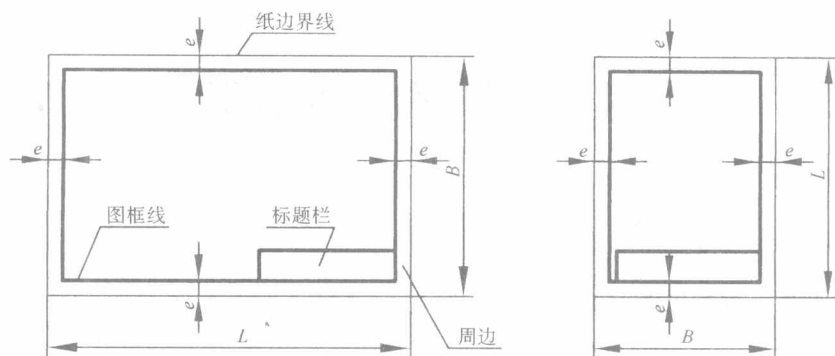


图 2-1 不需要装订图样的图框格式

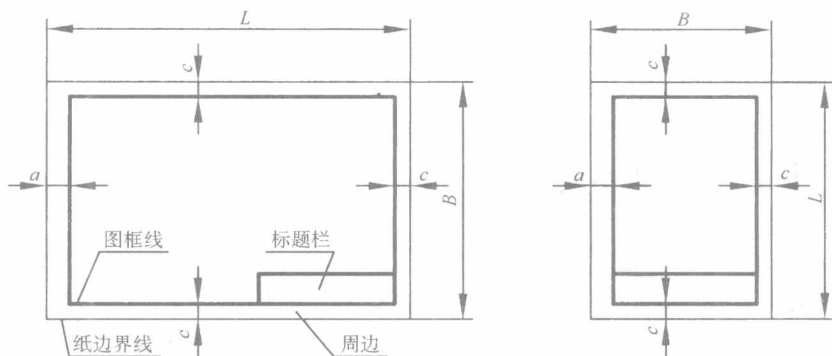


图 2-2 需要装订图样的图框格式

4×8(32)	设计		(日期)	(图样名称)	材料	
	校核				数量	
	审核			(校名)	比例	
	班级				图号	
	15	35	20		15	28
	180					

图 2-3 简化标题栏

- 1) 书写字体必须做到：字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。
- 2) 字体高度（用 h 表示）的公称尺寸系列为：1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm。如需要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数，用作指数、分数、注脚和尺寸极限偏差数值，一般采用小一号字体。
- 3) 汉字应写成长仿宋体字，并应采用中华人民共和国国务院正式推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。长仿宋体字的书写要领是：横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体字

字体端正笔画清楚
排列整齐间隔均匀

大写斜体

A B C D E F G H I J K L M N O P

Q R S T U V W X Y Z

小写斜体

a b c d e f g h i j k l m n o p q

r s t u v w x y z

斜体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

直体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

直体

I I I I I V V V I V I I I I X X

斜体

I I I I I V V V I V I I I I X X

图 2-4 常见字体书写示例

4) 字母和数字分为 A 型和 B 型。字体的笔画宽度用 d 表示。A 型字体的笔画宽度 $d = h/14$, B 型字体的笔画宽度 $d = h/10$ 。在同一图样上, 只允许选用一种字体。

5) 字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜, 与水平基准线成 75° 。绘图时, 一般用 B 型斜体字。

图 2-4 所示的是图样上常见字体的书写示例。

2.1.3 图线

绘制技术图样时, 应遵循国标《机械制图 图样画法 图线》(GB/T 4457.4—2002)、《技术制图 图线》(GB/T 17450—1998) 的规定画法。

所有图线的图线宽度 d 应按图样的类型和尺寸大小在下列系数中选择: 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2mm。

在机械图样中采用粗细两种线宽, 它们之间的比例为 2:1。

基本图线适用于各种技术图样。表 2-2 列出的是机械制图常用的图线型式及应用说明。图 2-5 所示为常用图线应用举例。

手工绘制图样时, 应注意:

1) 同一图样中, 同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长短间隔应各自大致相等。虚线短画与空隙之比约为 4:1; 点画线长画与点、间隙和之比为 5:3。

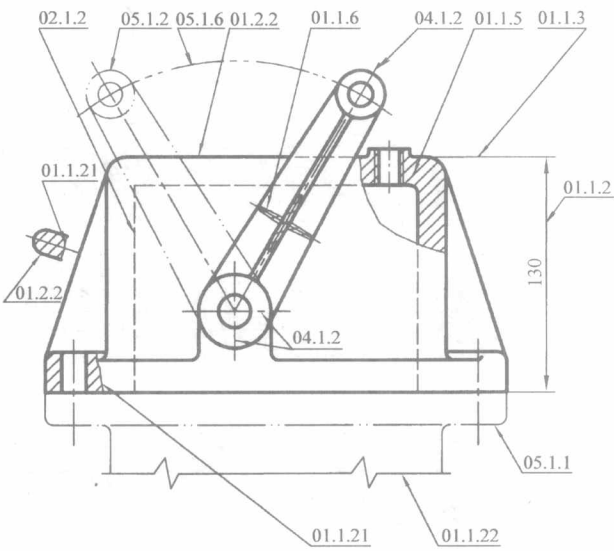


图 2-5 图线应用举例

表 2-2 常用图线的名称、型式、宽度及其用途

图线名称	图线型式	图线宽度	图线应用举例 (图 2-7)
粗实线		d	01.2.2 可见轮廓线
细虚线		约 $d/2$	02.1.2 不可见轮廓线
粗虚线		d	02.2.1 允许表面处理的表示线
细实线		约 $d/2$	01.1.2 尺寸线 01.1.3 尺寸界线; 01.1.5 剖面线; 01.1.6 重合断面的轮廓线; 01.1.4 指引线; 01.1.1 过渡线等
波浪线		约 $d/2$	01.1.21 断裂处的边界线; 视图与剖视图的分界线
双折线		约 $d/2$	01.1.22 断裂处的边界线
细点画线		约 $d/2$	04.1.1 轴线 04.1.2 对称中心线