

高等学校教材

构型设计制图

CONFIGURATION DESIGN DRAWING

陈锦昌 陈炽坤 孙炜 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

高等学校教材

构型设计制图

Gouxing Sheji Zhitu

陈锦昌 陈炽坤 孙 炜 主编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书以构型设计为主线,将构型设计的训练贯穿于工程制图课程的各个环节,在教学实践中通过手工二维绘图(视图及轴测图)、计算机三维建模软件的三维造型功能以培养学生的构型设计能力。本书三维建模采用 SolidWorks,并简要地介绍了 SolidWorks 三维软件。

本书的主要内容包括:制图国家标准简介、投影概念、几何作图、草图、点的投影、直线的投影、平面的投影、立体的投影、构型设计的美学基础、构型设计的基本方法、组合体构型及表达、组合体的尺寸标注、形体的视图表示、形体的剖视图表示、形体的断面图表示、常用零件表示、一般零件表示、部件表示、计算机造型基础知识、三维特征造型方法、装配体等。

与本书配套的陈锦昌、丁川、陈亮主编《构型设计制图习题集》同时出版,可供选用。

本书可作为普通高等学校机械类各专业的工程制图课程教材,也可供函授大学、电视大学、网络学院及成人高校等相关专业选用。

图书在版编目(CIP)数据

构型设计制图/陈锦昌,陈炽坤,孙炜主编. --北京:高等教育出版社,2012.8

ISBN 978-7-04-036008-0

I. ①构… II. ①陈… ②陈… ③孙… III. ①工程制图-计算机制图-高等学校-教材 IV. ①TB237

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 182810 号

策划编辑	肖银玲	责任编辑	肖银玲	特约编辑	尚凤武	封面设计	于文燕 赖泽鑫
版式设计	于 婕	责任绘图	尹 莉	责任校对	姜国萍	责任印制	张泽业

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 北京机工印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 26.25
字 数 640 千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2012 年 8 月第 1 版
印 次 2012 年 8 月第 1 次印刷
定 价 38.10 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 36008-00

前言

创新是人类技术进步的原动力,培养创新型人才是高等教育的首要目标。现代教育在重视对学生进行知识传授的同时,更致力于创新精神和创造力的培养。工程图学教育在培养发散思维及空间想象力方面具有不可替代的作用,因此现代工程图学教学应以包含空间想象力和创新能力的工程素质的培养作为主要目标,具体体现在通过培养学生的几何形体构型能力,进而开发学生的创新意识、创新思维。

教育部高等学校工程图学教学指导委员会于2010年制订的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”中,将“培养创造性构型设计能力”和“培养使用绘图软件进行二维绘图及三维造型的能力”作为工程图学课程的任务,并将“掌握二维和三维形状构思和设计的方法”列为课程教学的基本要求之一。多年来,广大图学教育工作者在构型设计教学方面做了大量的工作,但迄今为止,尚未能形成一个成熟完整的教学体系,可供借鉴的经验不多。华南理工大学的工程图学课程正在不断地探索与实践中,对构型设计的教学方法和训练方法的研究也在不断地改进和深入。

传统的图学教育侧重于二维工程图的画图和读图能力的培养,着眼于知识和技能的传授。而创造性形体构型设计的教学出发点是在此基础上试图通过构型设计的方式进一步提高学生的创造力,即创造性三维构型的能力。因此,它应该具有目的明确性、趣味性、可操作性、方式多样性、高效性和自主性。在教学实践中,我们通过手工二维绘图(视图及轴测图)、计算机三维建模软件的三维造型功能以及空间结构想象的语言描述等多种形式,给出既定的设计目标,要求学生对其实际功能进行少限制或不受限制的发散性结构求解,最终表达为虚拟的三维模型和二维视图的形式,侧重点在于按照给定的设计意图对几何结构进行自由快速和创造性的表达。所培养的形体的创新构型设计能力和对设计结果的表达能力是设计与制造类专业学生不可或缺的能力之一。

本教材的主要内容包括制图国家标准简介、投影概念、几何作图、草图、点的投影、直线的投影、平面的投影、立体的投影、构型设计的美学基础、构型设计的基本方法、组合体构型及表达、组合体的尺寸标注、形体的视图表示、形体的剖视图表示、形体的断面图表示、常用零件表示、一般零件表示、部件表示、计算机造型基础知识、三维特征造型方法、装配体等。

本教材的编写特点如下:

(1) 在教材内容全面达到教育部高等学校工程图学教学指导委员会2010年制订的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”的基础上,对传统制图教学的基本内容做适当精简,贯彻“学以致用”及“少而精”的原则。对国家标准中易于理解的叙述性内容,编排在附录中由学生自学。

(2) 以构型设计为主线,以培养学生构形设计能力、工程实践能力为目标,从点、直线、平面等基础开始,在各个不同的教学环节中积极引导思考,以培养其创造性思维能力,并加深对基本理论、基本概念的理解。

(3) 引入设计美学的内容,将产品美学法则作为工科学生的通识教育,以满足竞争性产品设计的需要。

(4) 安排独立的章节介绍构型设计的基本方法,对经典的产品设计进行介绍和分析,使学生能触类旁通,培养其构型设计能力。

(5) 安排独立的章节介绍计算机辅助三维构型的方法,使学生掌握现代产品设计工具,以满足后续课程和毕业后实际工作的需要。

与本教材配套的陈锦昌、丁川、陈亮主编《构型设计制图习题集》同时出版,可供选用。为进一步提高教学效率和教学质量,同时研制了与本套教材配套的 CAI 课件和习题参考答案,在教学中可结合使用(可联系编者,免费提供给用书学校使用)。

本教材可作为普通高等学校机械类各专业的工程制图课程教材,也可供函授大学、电视大学、网络学院及成人高校等相关专业选用。

本教材由华南理工大学陈锦昌、陈炽坤、孙炜担任主编,参加编写工作的人员有:邓学雄(第一篇第 1、2、3 章),陈锦昌、孙炜(绪论、第二篇第 4、5、6、7 章和附录),陈炽坤、王枫红(第三篇第 8、9、10、11 章),王京(第四篇第 12、13、14 章),丁川(第五篇第 15、16、17 章),刘林、李哲林(第六篇第 18、19、20 章)。本教材封面由华南理工大学设计学院研究生赖泽鑫协助制作。

受高等教育出版社委托,清华大学刘朝儒教授、北京理工大学焦永和教授、北京科技大学窦忠强教授认真审阅了本教材,提出了许多宝贵的意见,在此表示感谢。

本教材在编写过程中参考了一些国内的教材,特向有关编著者表示衷心的感谢。

本教材是华南理工大学多年来开展基于构型设计工程制图课程教学的经验总结,其中一定有不完善的地方,教材中不妥之处,敬请读者不吝赐教。编者邮箱:jcchen@scut.edu.cn。

编者

2012 年 7 月

目 录

绪论	1
0.1 本课程的学习目的和任务	1
0.2 本课程的主要内容和学习方法	4

第一篇 工程制图的基本概念和技能

第 1 章 制图国家标准简介	7
1.1 图纸幅面和格式 (GB/T 14689—2008)	7
1.2 标题栏 (GB/T 10609.1—2008)	9
1.3 明细栏 (GB/T 10609.2—2009)	10
1.4 比例 (GB/T 14690—1993)	10
1.5 字体 (GB/T 14691—1993)	10
1.6 图线 (GB/T 4457.4—2002)	12
1.7 尺寸标注 (GB/T 4458.4—2003)	13
问题与讨论	17
第 2 章 投影概念	18
2.1 中心投影	20
2.2 平行投影	20
2.3 三视图	22
2.4 轴测图	26
问题与讨论	35
第 3 章 几何作图与草图	36
3.1 直线、正多边形和圆弧连接的作图方法	36
3.2 斜度与锥度的作图方法	40
3.3 平面图形的作图方法	41
3.4 草图	43
问题与讨论	49

第二篇 形体的投影基础

第 4 章 点的投影	51
4.1 点的投影	51
4.2 两点的相对位置	53
问题与讨论	54
第 5 章 直线的投影	55

5.1 直线的投影特性	55
5.2 两直线的相对位置	61
5.3 直线的辅助投影	65
问题与讨论	70
第6章 平面的投影	71
6.1 平面的投影特性	71
6.2 直线、平面的相对位置	78
6.3 平面的辅助投影	89
问题与讨论	94
第7章 立体的投影	95
7.1 基本立体的投影	95
7.2 基本立体的尺寸标注	99
7.3 立体表面的交线	100
问题与讨论	113

第三篇 几何形体的构型设计

第8章 构型设计的美学基础	115
8.1 几何构型的形式美法则	115
8.2 产品设计中各种构型要素之间的关系	131
问题与讨论	132
第9章 构型设计的基本方法	133
9.1 基于基本形体变形的构型设计	133
9.2 仿生构型设计	138
9.3 变异构型设计	139
9.4 组合构型设计	141
9.5 反转构型设计	142
问题与讨论	143
第10章 组合体构型及表达	144
10.1 组合体的组合形式及视图表达	144
10.2 组合体的构型设计	151
10.3 组合体的读图	157
问题与讨论	167
第11章 组合体的尺寸标注	168
11.1 尺寸标注的要求及标注方法	168
11.2 标注组合体尺寸的步骤	174
问题与讨论	176

第四篇 图样的多种画法

第 12 章 形体的视图表示	177
12.1 基本视图	177
12.2 向视图	179
12.3 局部视图	179
12.4 斜视图	181
问题与讨论	182
第 13 章 形体的剖视图表示	183
13.1 剖视图	183
13.2 全剖视图	188
13.3 半剖视图	189
13.4 局部剖视图	190
13.5 剖切面的种类	192
13.6 剖视图中的规定画法	197
问题与讨论	198
第 14 章 形体的断面图表示	199
14.1 移出断面	199
14.2 重合断面	201
问题与讨论	202

第五篇 机械工程图样

第 15 章 常用零件表示	203
15.1 螺纹及螺纹紧固件图样	203
15.2 键与销图样	216
15.3 圆柱齿轮图样	220
15.4 弹簧图样	225
15.5 滚动轴承图样	227
问题与讨论	231
第 16 章 一般零件表示	232
16.1 一般零件图样	232
16.2 一般零件的尺寸标注	244
16.3 一般零件的技术要求	249
16.4 一般零件的测绘	263
16.5 一般零件的阅读	269
问题与讨论	272
第 17 章 部件表示	273
17.1 部件图样	273

17.2 部件的尺寸、技术要求、零件序号、明细栏和标题栏	278
17.3 装配结构的构型设计	280
17.4 部件的测绘	285
17.5 读装配图的方法、步骤及拆画零件图	295
问题与讨论	301

第六篇 计算机造型基础

第 18 章 计算机造型基础知识	303
18.1 SolidWorks 2010 简介	304
18.2 创建简单零件	306
18.3 创建工程图	310
18.4 参考几何体	318
18.5 草图绘制与约束	320
问题与讨论	322
第 19 章 三维特征造型方法	324
19.1 特征造型的基本方法	324
19.2 换向阀结构及工作原理	329
19.3 创建阀体零件	331
19.4 创建阀芯零件	346
19.5 创建手柄零件	348
19.6 创建锁紧螺母零件	351
19.7 创建螺母 M6 和垫圈 6 零件	352
问题与讨论	353
第 20 章 装配体	354
20.1 配合方式	354
20.2 装配体操作	355
20.3 装配体工程图	361
问题与讨论	371
附录	372
附录 1 局部放大图与简化画法	372
附录 2 常用零件结构要素	376
附录 3 极限与配合	379
附录 4 螺纹	386
附录 5 标准件	392
附录 6 常用材料	407
附录 7 第三角画法简介	408
参考文献	410

绪 论

0.1 本课程的学习目的和任务

1. 本课程的学习目的

本课程是高等工科院校一门既有理论又有实践的重要技术基础课。在工程界,准确地表达物体的形状、结构、尺寸及其技术要求的图形称为工程图样。在工程技术中,为了正确地表达机器、设备的形状、结构、尺寸、规格和材料等内容,通常将物体按一定的投影方法和技术规定表达在图样上;在设计和改进机器和设备时,设计人员的设计思想和要求通过图样表达出来;在制造机器过程中,无论是制作毛坯,还是加工、检验、装配等各个环节,都以图样作为依据;在使用机器设备时,对机器设备的结构和性能的了解也要通过图样的阅读来实现。由此可见,工程图样不仅是指导工程设计、产品生产的重要技术文件,而且是制造和使用过程中的一种必要的技术文件,是进行技术交流的重要工具,所以工程图样有“工程界的语言”之称。工程图样的绘制和阅读是每一个工程技术人员必须掌握的基本技能。

人类用平面图形表示空间形体有着悠久的历史,1983 年在我国河北省平山县出土的 2 400 多年前的“兆域图”,是迄今为止世界上现存最早的建筑设计平面图。蒙日(1746—1818,著名法国科学家)在 18 世纪 90 年代提出的“画法几何学”给出了用平面图形表示空间形体的理论和方法。这一研究用正投影法解决空间几何问题,在平面上表达空间物体的方法仍是今天工程制图课程中绘制和阅读工程图样的基础理论和方法。

今天,社会对工科院校培养的人才提出了具有创新思维、创新能力的要求,本课程在保留用平面图形表示空间形体的基础理论和方法的基础上,着眼于创造性形体构型设计的引入,进而达到开发学生创新意识、创新思维的目的,试图通过构型设计的方式进一步提高学生的创造力,即产品的创造性三维构型的能力。

本课程的学习目的是培养学生的空间想象能力、表达能力和创新能力。下面先来了解一下本课程的一些内容。

(1) 利用图解的方法解决空间几何问题(图解法)的能力

图 0-1 是图解法应用的简单例子,在墙面上点 A、B 处各有一只蚂蚁,在另一面墙的点 C 处有一块糖(图 0-1a),如果两只蚂蚁的爬行速度相同,并同时出发,问哪一只蚂蚁首先到达点 C 处?该问题如果用数学方法求解较为复杂,但应用画法几何的方法解答却很方便:只要将两墙面展开成一个平面,点 C 转到 C' ,然后比较线段 AC' 和 BC' 的长度,马上就可得到答案(图 0-1b)。

(2) 培养空间三维形体的表达能力

如图 0-2a 所示,分别从物体的正面和顶面观察物体,得到不同的两个平面图形,上图称为主视图,下图称为俯视图。该两图形不能充分、完整地表达形体。如从左面看,可有不同的答案,图 0-2 b 给出了其中的 7 个答案。该题可有 160 多个答案(当全部表面为平面时),你能做出几

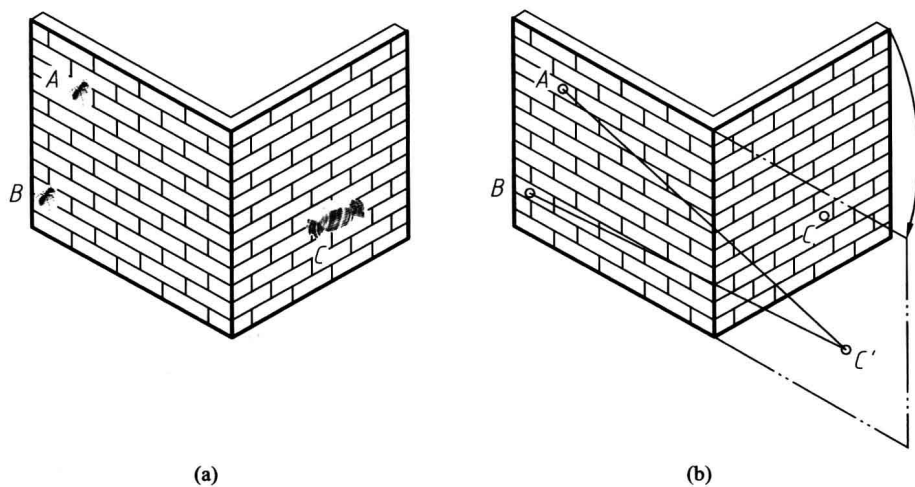


图 0-1 图解法的应用

个? 根据投影法理论将空间形体用平面图形表达出来(绘图)的能力以及通过平面图形想出其空间形体的形状(读图),是本课程需要培养的能力之一。

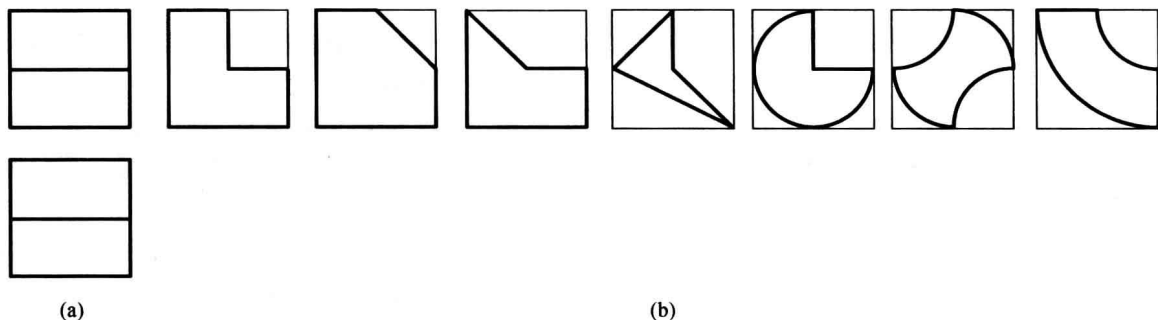


图 0-2 一题多解的例子

表达能力的培养主要通过徒手绘制几何形体草图的练习、使用仪器遵循制图国家标准绘制工程图样的练习、应用计算机建立实体模型和阅读工程图样的训练来实现。图 0-3 是徒手绘制的平面图形的草图。

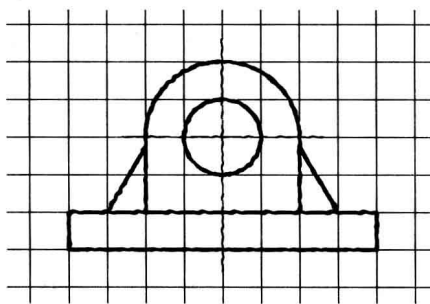


图 0-3 徒手绘制的平面图形草图

图 0-4 是一张法兰盘的零件图,是依据正投影的原理使用仪器绘制的。它完整、准确地表达出了法兰盘的形状、大小和加工要求等,工人依据这样的图样就能加工出该法兰盘。

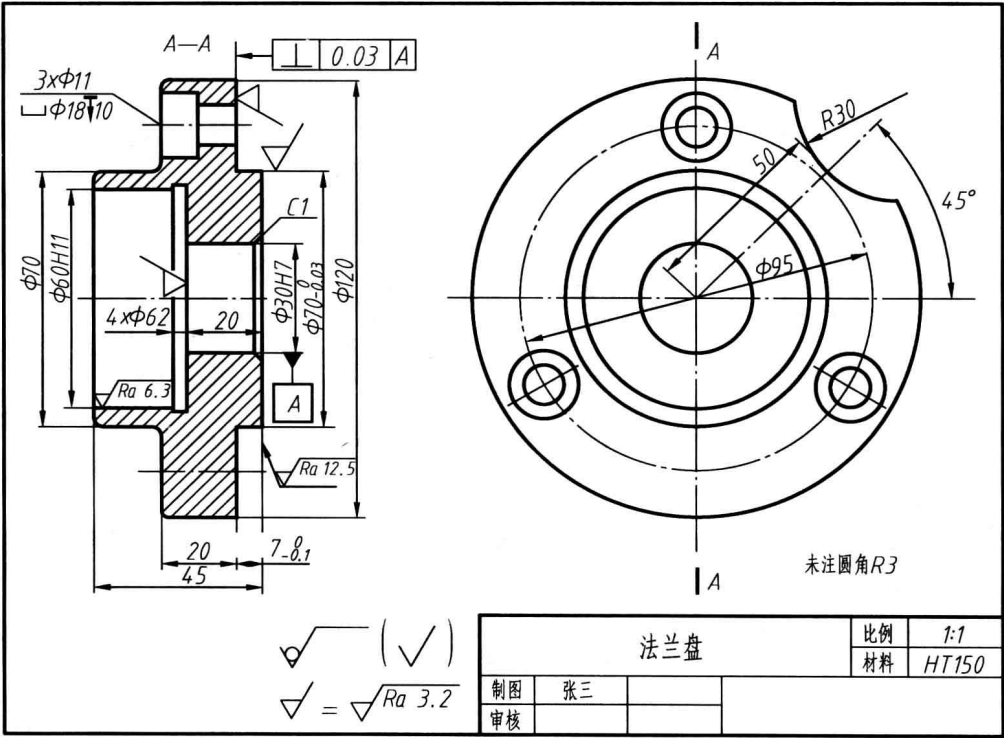


图 0-4 法兰盘的零件图

图 0-5 是应用 SolidWorks 三维软件绘制的换向阀的结构图。如何准确、快速地建立其计算机几何模型是本课程学习的重要内容。

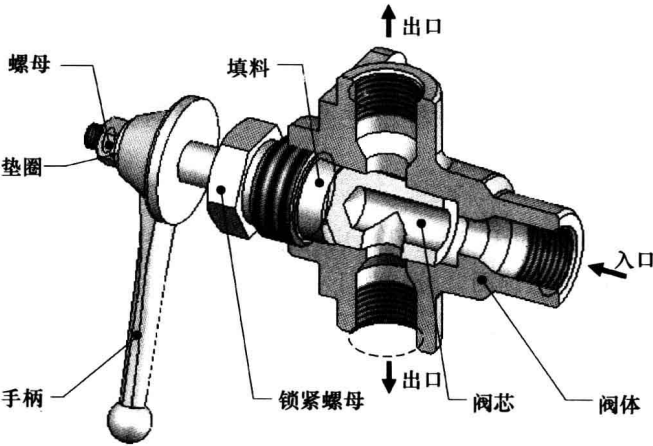


图 0-5 换向阀的结构图

(3) 培养创造性构型的能力

创造性构型能力的培养主要通过学习构型设计美学基础(几何构型的形式美法则)和贯穿课程的各种构型设计训练(如分割、挖切、集聚、合并、仿生、变异等构型法)来实现。图 0-6 是采用挖切方式的构型设计。

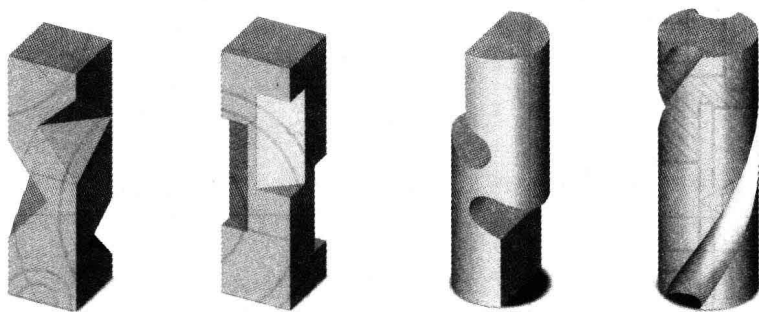


图 0-6 对四棱柱及圆柱采用不同的挖切方式而获得的新形体

2. 本课程的任务

本课程主要为机械设计、产品设计、科学研究打下良好基础,是工科学生必修的技术基础课。其主要目标是培养二维图样的绘制、阅读能力、计算机三维建模能力和创造性构型能力。

本课程的主要任务是:

- (1) 培养运用正投影法,用二维平面图形表达三维空间形体的能力;
- (2) 培养对三维形体及相关位置的空间形象思维能力;
- (3) 培养贯彻、执行工程制图国家标准意识;
- (4) 培养徒手绘画、仪器绘制和阅读工程图样的基本技能;
- (5) 培养创造性构型设计的能力;
- (6) 培养应用绘图软件绘制工程图样及进行三维造型设计的基本能力。

此外,在课程学习中应注意培养分析问题、解决问题的能力,培养工程意识和标准化意识及严谨认真的工作态度。

0.2 本课程的主要内容和学习方法

1. 本课程的主要内容

本课程的内容可以归纳为四大模块:投影法理论基础,制图标准与草图技术,形体构型设计与计算机实体建模,二维绘图与读图。分述如下:

- (1) 投影法是本课程的理论基础,因此要正确运用正投影原理、基本作图方法在平面上图示和图解空间几何问题。
- (2) 几何形体构型设计是培养学生创造性思维的有效方法。
- (3) 草图技术是工程技术人员的一种基本技能,具有简便、及时地记录和表达人们的设计思想的优势。而这优势是尺规绘图及计算机绘图所不具备的。
- (4) 计算机三维造型是本课程用以表达产品实体模型的主要手段。通过课程的学习,要掌

握应用绘图软件进行产品实体建模的基本技能,为将来从事 CAD 工作打下必要的基础。

(5) 为适应生产需要和便于技术交流,我国对《技术制图》和《机械制图》发布了国家标准,本课程将介绍常用的国家标准,培养学生独立查阅、使用技术标准的能力。

(6) 阅读和绘制工程图样(零件图、装配图)的能力是本课程的主要内容之一。根据《技术制图》和《机械制图》国家标准,按照形体分析法等方法进行绘图和读图是学生必须掌握的技能。

2. 课程的学习方法

本课程是一门既有基础理论,又密切结合生产实际并强调实践的技术基础课程。要学好本课程的主要内容,只有通过大量的绘图和看图实践才能掌握,所以在学习本课程各部分的内容时,必须动手完成一系列的作业,包括使用尺规手工绘制工程图样、草图练习、构型设计训练、使用计算机图形软件实体建模及完成习题集的作业等。要很好地学习本课程的内容,还必须注意以下几点:

(1) 在学习本课程的理论基础部分即投影法时,必须掌握正投影原理和基本作图方法,要把基本概念理解透彻,并灵活运用这些概念和方法解题。

(2) 通过由物画图、由图想物,即由三维到二维、由二维到三维,分析和想象空间几何形体与图纸上图形之间的对应关系,培养空间形象思维能力和几何形体的构型能力。

(3) 自觉养成严格遵守国家标准《技术制图》和《机械制图》有关规定的良好习惯,并学会查阅有关标准资料的方法。

(4) 掌握形体分析法、线面分析法等绘图和读图的方法,通过一系列的绘图实践,多看多想多画,提高对形体的分析能力和读图的能力。

(5) 通过贯穿课程的各种构型设计训练,积极思考,培养创新思维和创新设计能力。

(6) 掌握计算机实体建模的方法和技巧,不断提高实体造型的速度和技能,并注意利用实体模型辅助学习投影法理论及辅助读图。

(7) 绘图和读图的任何差错将给生产带来不应有的损失。在课程的学习以及完成作业时,要注意培养耐心细致的工作作风和树立严肃认真、一丝不苟的工作态度。

掌握好本课程的内容,仅能初步培养空间想象能力、形体构型设计能力、计算机实体建模能力和读图能力。同学们还需通过制图作业的训练、后续的生产实习、课程设计、毕业设计等教学环节以及实践经验的积累,才能不断地培养和提高创新能力、绘图及读图能力。

第一篇 工程制图的基本概念和技能

第 1 章 制图国家标准简介

本章导读

学习目标:

- (1) 了解制图国家标准的作用和意义;
- (2) 掌握制图国家标准的基本规定。

学习内容:

- (1) 技术制图国家标准、机械制图国家标准的相关规定;
- (2) 制图国家标准的应用。

工程图样是设计与制造过程中重要的交流工具。为保证技术交流的准确性,工程界制定了相关的标准,对图样表达中的线型、字体、符号、尺寸标注等作了统一的规定。在我国制定这些标准的组织机构为国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会,与本教材有关的标准有《技术制图》、《机械制图》等,其内容与国际标准(ISO)基本一致。

我国的国家标准简称“国标”,代号为“GB”。标准分为四级:国家级、行业级、地方级、企业级,其中国家标准和行业标准有强制性和推荐性两种,“GB”表示强制性国标,“GB/T”表示推荐性国标。此外自 1998 年起还启用了 GB/Z(国家标准化指导性技术文件)。字母后的两组数字分别表示标准的顺序号和发布年份。如“GB/T 14689—2008”为推荐性国家标准《技术制图 图纸幅面和格式》,其顺序号为 14689,于 2008 年发布。

以下是部分常用的制图国家标准,在绘制工程图样时应当遵守相关的规定。

1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面尺寸

绘制技术图样时,应优先采用表 1-1 所规定基本幅面;必要时可允许选用规定的加长幅面(更详细的规定应参照有关标准),这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出,见图 1-1。

2. 图框格式

图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为留有装订边和不留装订边两种,但同一产品的图样只能采用一种格式。留与不留装订边的图纸,格式如图 1-2 和图 1-3 所示,尺寸如表 1-1 所示。

表 1-1 图纸基本幅面尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B\times L$	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20	10			
c	10			5	
a	25				

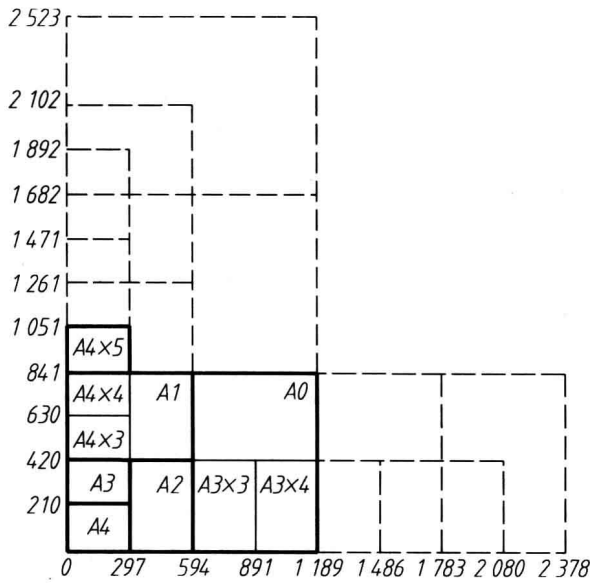


图 1-1 图幅尺寸及加长

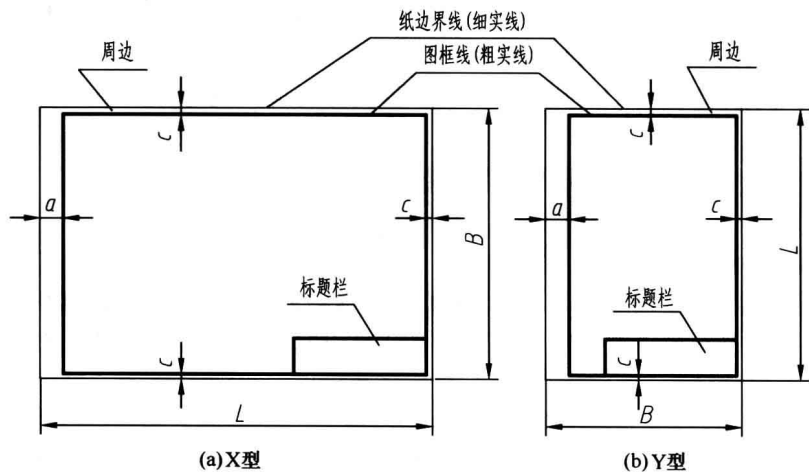


图 1-2 留装订边的图纸格式