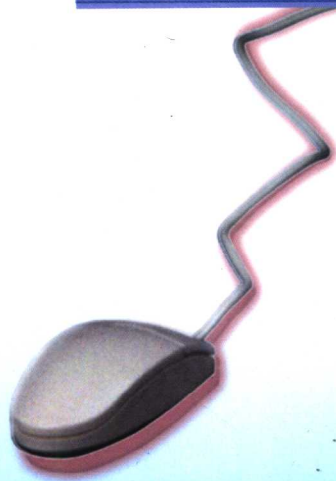
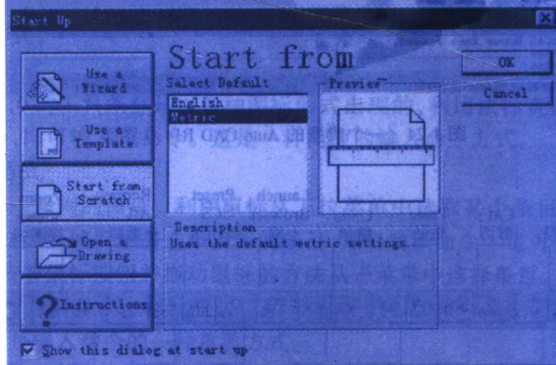


21世纪工程图学类教材

计算机工程制图

(第三版)

陈锦昌 主编



华南理工大学出版社

21 世纪工程图学类教材

(列入广东省高等学校“九五”规划重点教材)

计算机工程制图

(第三版)

COMPUTER ENGINEERING GRAPHICS

(3rd Edition)

主 编 陈锦昌
编 著 陈锦昌 刘就女 刘 林
丁 川 潘鲁萍 王枫红

华南理工大学出版社

· 广 州 ·

内 容 简 介

随着科学技术的发展,用计算机绘制工程图样和阅读工程图样,是工程技术人员必须掌握的一门技术。本书选用目前世界上用户最多、普及面最广的 AutoCAD 绘图软件作为图形软件,将投影理论、工程制图和计算机应用结合起来,在培养学生空间思维能力的同时,训练和提高学生使用计算机绘制工程图样与阅读工程图样的能力。

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机工程制图/陈锦昌主编.—3 版.—广州:华南理工大学出版社,2004.8
(2006.8 重印)

(21 世纪工程图学类教材)

ISBN 7-5623-1449-7

I. 计… II. 陈… III. 工程制图:计算机制图 IV. TB23

总 发 行: 华南理工大学出版社 (广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

发行部电话: 020-87113487 87110964 87111048 (传真)

E-mail: scutc13@scut.edu.cn

<http://www.scutpress.com.cn>

责任编辑: 张树元 黄丽谊

印 刷 者: 广东省阳江市教育印务公司

开 本: 787×1092 1/16 印张:24.25 字数:590 千

版 次: 2006 年 8 月第 3 版第 7 次印刷

印 数: 24001~28000 册

定 价: 35.00 元

版权所有 盗版必究

第三版前言

本书是广东省高等学校“九五”规划重点教材。本书参照原国家教委工科工程制图课程教学指导委员会 1995 年修订的《画法几何及工程制图课程教学基本要求》，结合我们多年来教学改革的实践和经验，并根据当前工程制图教学改革的发展，在第 2 版基础上修订而成。本书具有以下特点：

1. 在计算机技术飞速发展的今天，工科院校的学生祈望应用计算机画出漂亮、规范、清晰的工程图样。本书选用目前世界上用户最多、普及面最广的美国 Autodesk 公司的 AutoCAD 2004 绘图软件作为图形软件，组成了工程制图的新教学体系。每一章节后都紧密地结合该章节内容，介绍绘图软件的应用，使传统的工程制图和先进的 AutoCAD 绘图软件有机地结合为一体，既可使学生的愿望得以实现，又为将来实现“甩掉图板”作准备，从而使本书形成了区别于其他工程制图教材的明显特色。

2. 各章、节、每节中的各大点以及有关概念、术语均采用中英文对照，以逐步适应（过渡）未来双语教学的需要。

3. 根据目前宽基础、强能力的人才培养模式要求，在内容上遵循少而精的原则，力求按照学生的认知规律，既保持了对学生空间形象思维能力的培养，又删减调整了传统制图教材的部分内容，同时加强了草图能力的训练、计算机绘图的训练和读图能力训练的培养，使本书更具有实用性。每章书后均给出相应的复习思考题，帮助学生更好地理解课程的内容。

4. 根据机械类、非机类及电类等不同类型工程制图课程的共性，在内容上深入浅出、通俗易懂，所选例子兼顾了不同学时要求，拓宽了教材的适用面。不同专业使用该书时，教师可按具体专业对内容作相应的选取。

5. 采用了最新的标准资料，如介绍 GB/T 4457.4—2002 技术制图 图样画法 图线；GB/T 117—2000、GB/T 119.1—2000、GB/T 91—2000 的销连接；GB/T 14691—1993 技术制图 字体；GB/T 4459.1—1995 机械制图螺纹与螺纹紧固件表示法；GB/T 1800.1、1800.2、1800.3—1998 极限与配合基础和滚动轴承新标准 GB/T 276—1994、GB/T 4459.7—1998 等。

6. 图例丰富，且大部分的图都是应用计算机绘制而成。本书除与配套的习题集使用外，还可与 CAI 课件等结合使用，将进一步提高教学效率和教学质量。附录部分除了介绍工程制图的有关标准外还为用户快速查阅 AutoCAD 有关内容提供帮助。

本书除可作为工科院校本科生学习工程制图的教材外，还可作为从事工程设计绘图的工程技术人员学习工程制图理论及自学 AutoCAD 2004 图形软件绘制工程图样之用。

本书由陈锦昌任主编。具体编写分工如下：陈锦昌编写第 1 章、第 9 章和附录；刘就女编写第 2 章、第 3 章；刘林编写第 4 章、第 5 章；潘鲁萍编写第 6 章、第 7 章；王枫红编写第 8 章、第 12 章；丁川编写第 10 章、第 11 章。

本书编著过程中还参考了一些有关书籍，特向有关编著者表示衷心的感谢。

编著者

2004 年 3 月

本书常用符号与标记

一、三面投影体系

三面投影体系中各投影面以专用大写字母 H 、 V 、 W 表示,其中:

H ——水平投影面; V ——正立投影面; W ——侧立投影面。

二、空间点及其投影

1. 空间点用大写拉丁字母或罗马数字表示,如 A 、 B 、 C ……或 I 、 II 、 III ……

2. 空间点的投影用相应的小写字母或阿拉伯数字及其右上角加“'”、“''”表示,如:

a 、 b 、 c ……或 1 、 2 、 3 ……——点的水平投影;

a' 、 b' 、 c' ……或 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ ……——点的正面投影;

a'' 、 b'' 、 c'' ……或 $1''$ 、 $2''$ 、 $3''$ ……——点的侧面投影。

三、空间直线及其投影

1. 空间直线以大写拉丁字母 L 或直线上两点表示,如 L 、 L_1 、 L_2 ……或 AB 、 CD 、 EF ……

2. 空间直线的投影用相应的小写字母及其右上角加“'”、“''”表示,如:

l 、 l_1 、 l_2 ……或 ab 、 cd 、 ef ……——直线的水平投影;

l' 、 l'_1 、 l'_2 ……或 $a'b'$ 、 $c'd'$ 、 $e'f'$ ……——直线的正面投影;

l'' 、 l''_1 、 l''_2 ……或 $a''b''$ 、 $c''d''$ 、 $e''f''$ ……——直线的侧面投影。

四、空间平面及其投影

1. 空间平面用大写希腊字母表示。在不致引起误会的情况下,平面也可用大写拉丁字母表示,如 P 、 Q 、 R 、 Π 、 Σ 、 Ω 、 Φ ……

2. 空间平面的投影用相应的小写字母及其右上角加“'”、“''”表示,如:

p 、 g 、 r 、 π 、 σ 、 ω 、 φ ……——平面的水平投影;

p' 、 g' 、 r' 、 π' 、 σ' 、 ω' 、 φ' ……——平面的正面投影;

p'' 、 g'' 、 r'' 、 π'' 、 σ'' 、 ω'' 、 φ'' ……——平面的侧面投影。

五、元素间几何关系

$=$ ——相等; \neq ——不相等; $//$ ——平行; \nparallel ——不平行;

\cap ——相交; \nmid ——不相交; \perp ——垂直; \nperp ——不垂直;

\in ——属于; \notin ——不属于; \equiv ——重合、恒等于。

六、几何形体符号

\triangle ——三角形； \square ——四边形。

七、计算机图形软件

(A)、(B)、(C)……——输入点的标记； \backslash ——回车。

目 录

第三版前言

本书常用符号与标记

1 绪论	1
1.1 课程的研究对象、性质和任务	1
一、课程的研究对象、性质	1
二、课程的任务	1
1.2 课程的目的要求、内容和学习方法	1
一、课程的目的要求	1
二、课程的内容	2
三、课程的学习方法	3
1.3 投影法的基本知识	4
一、投影法及其分类	4
二、正投影的基本性质	5
三、正投影图和轴测投影图	6
1.4 绘图软件简介	7
一、AutoCAD 简介	7
二、AutoCAD 命令、数据的输入方式	11
三、AutoCAD 中图形的擦除与恢复	13
四、AutoCAD 中图形的缩放与移动	14
五、AutoCAD 的基本绘图命令	15
思考题	18
2 工程制图基本知识	19
2.1 国标的基本规定	19
一、图纸幅面和格式	19
二、标题栏	21
三、明细栏	21
四、技术制图比例	21
五、字体	22
六、图线	23
七、尺寸标注法	25
2.2 几何作图	28
一、斜度的画法与标注	28
二、锥度的画法与标注	29
三、圆弧连接	29

四、平面图形作图方法及尺寸标注	30
2.3 徒手图的画法	32
一、徒手画直线的方法	32
二、徒手画圆的方法	32
三、徒手画平面图形举例	33
2.4 绘图软件绘画平面图形	33
一、常用绘图命令简介	33
二、准确绘图的方法	34
三、常用修改命令简介	37
四、创建样板图	37
五、绘画平面图形	41
六、保存为图形文件	43
思考题	43
3 正投影的基本知识	44
3.1 三投影面体系与三视图	44
一、三投影面体系	44
二、三视图的形成	44
三、三视图的投影规律	45
3.2 点的投影	45
一、点的两面投影	45
二、点的三面投影	46
三、点的三面投影规律	46
四、点的相对位置	48
五、重影点	49
3.3 直线的投影	49
一、投影面垂直线	49
二、投影面平行线	50
三、一般位置直线	51
四、一般位置直线段的实长及其与投影面的倾角	52
五、属于直线的点及其投影规律	53
六、两直线的相对位置	55
3.4 平面的投影	59
一、平面在三投影面体系中的投影规律	60
二、属于平面的直线和点的投影	62
三、属于平面的投影面平行线	64
四、平面对投影面的最大斜度线	64
五、直线与平面、平面与平面的平行问题	65
六、直线与平面、平面与平面的相交问题	68
七、直线与平面、平面与平面的垂直问题	72

八、点、线、面综合作图举例	76
3.6 绘图软件中的尺寸标注	78
一、设置尺寸标注样式	78
二、尺寸标注工具	80
三、尺寸标注举例	82
思考题	83
4 基本形体	85
4.1 平面立体	85
一、棱柱	85
二、棱锥	86
4.2 曲面立体	88
一、圆柱	88
二、圆锥	90
三、圆球	91
四、圆环	93
4.3 绘图软件绘制基本形体	94
一、长方体	94
二、实心体	99
三、用户坐标系	104
四、三维图形编辑	107
思考题	109
5 轴测图	110
5.1 轴测投影的概念	110
5.2 正等轴测图的画法	111
一、轴向伸缩系数与轴间角	111
二、平面立体的正等轴测图画法	112
三、圆的正等轴测图画法	113
四、曲面立体的正等轴测图画法	114
五、圆角的正等轴测图画法	114
5.3 斜二轴测图的画法	116
一、轴向伸缩系数与轴间角	116
二、形体的斜二轴测图画法	116
5.4 徒手绘制形体的轴测图	117
5.5 绘图软件绘制轴测图	118
一、视点	118
二、三维交互式观察	119
思考题	121
6 平面与立体、立体与立体的交线	122
6.1 平面与立体的交线	122

一、平面与平面立体的交线	122
二、平面与曲面立体的交线	124
三、平面与组合体的交线	132
6.2 立体与立体的相交	133
一、平面立体与平面立体的交线	134
二、平面立体与曲面立体的交线	135
三、曲面立体与曲面立体的交线	137
6.3 绘图软件绘画形体的切割、相贯	145
思考题	151
7 组合体	152
7.1 组合体的构成	152
一、叠加	152
二、挖切	153
三、组合体的构形设计	153
7.2 组合体的画图与读图	156
一、形体分析法画图	156
二、线面分析法画图	158
三、组合体的读图	160
7.3 组合体的尺寸标注	165
一、基本形体的尺寸标注	165
二、组合体的尺寸标注	165
三、标注尺寸的要求	168
7.4 绘图软件绘画组合体	169
一、二维平面图形方法	170
二、实体模型方法	170
三、模型空间与图纸空间概念	176
四、将组合体三维模型及各个投影插入到图纸空间	177
五、在图纸空间进行标注	182
思考题	183
8 工程图样的表达方法	184
8.1 视图	184
一、基本视图	184
二、向视图	185
三、斜视图	185
四、局部视图	186
8.2 剖视图	188
一、剖视图的概念	188
二、剖视图的画法	190
三、剖视图	192

四、剖切面的种类	196
8.3 断面图	202
一、断面图的概念	202
二、断面图种类	203
8.4 局部放大图	205
8.5 简化画法	207
一、相同结构的简化画法	207
二、图形投影中的简化画法	207
三、图形的省略画法	208
8.6 绘图软件绘制剖视图	210
一、简单区域内图案填充	210
二、复杂区域内图案填充	213
三、编辑图案	214
思考题	216
9 标准件和常用件	217
9.1 螺纹与螺纹紧固件	217
一、螺纹	217
二、螺纹紧固件的标记和画法	223
9.2 键连接	229
一、键的种类和标记	229
二、键连接	229
9.3 销连接	230
一、销的种类和标记	230
二、销连接	231
9.4 齿轮	232
一、圆柱齿轮的基本参数	233
二、圆柱齿轮的画法	234
9.5 弹簧	236
一、圆柱螺旋压缩弹簧的画法	237
二、圆柱螺旋压缩弹簧的画图步骤	237
三、装配图中螺旋弹簧的规定画法	237
9.6 滚动轴承	238
一、滚动轴承的画法	238
二、滚动轴承的标记和代号	240
9.7 绘图软件中图块的应用	240
一、图块的生成	240
二、图块的插入	242
三、图块的分解	243
四、图块的存储	244

思考题	245
10 零件图	246
10.1 零件图的内容	246
10.2 零件图的视图选择和画法	247
一、主视图的选择	247
二、其他视图的选择	248
三、零件图上的常见工艺结构	250
四、表达方法举例	252
10.3 零件图的尺寸标注	256
一、尺寸标注的基本要求	256
二、尺寸基准的选择	256
三、标注尺寸应符合设计要求	257
四、标注尺寸应考虑工艺要求	257
五、合理标注尺寸的步骤	259
10.4 表面粗糙度	260
一、表面粗糙度参数及其数值	261
二、表面粗糙度符号、代号及其标注方法	262
三、轮廓算术平均偏差的应用举例	263
四、表面粗糙度在图样上的标注方法	264
10.5 极限与配合	267
一、互换性	267
二、极限与配合的基本概念	267
三、极限与配合在图样上的标注	272
四、查表方法举例	273
10.6 形状和位置公差	273
一、形位公差的代号	273
二、形位公差标注	274
10.7 零件测绘	275
一、测绘零件草图的方法和步骤	275
二、常用的简便测量尺寸的方法	278
10.8 读零件图	281
一、读零件图要求	281
二、读零件图的方法和步骤	281
三、读图实例	282
10.9 绘图软件绘画零件图	284
一、用 AutoCAD 绘制零件图的方法	284
二、用 AutoCAD 绘制零件图的步骤	284
三、绘图实例	285
思考题	290

11	装配图	291
11.1	装配图的内容	291
	一、装配图中的视图表达	294
	二、装配图中的尺寸标注	295
	三、装配图中的技术要求	297
	四、装配图中的零件序号、明细栏和标题栏	297
	五、装配工艺结构	298
11.2	部件测绘	301
	一、分析部件	301
	二、画装配示意图	301
	三、拆卸部件	304
	四、测绘零件	304
11.3	画装配图	305
	一、画装配图	305
	二、画零件工作图	308
11.4	读装配图	314
	一、读装配图的要求	315
	二、读装配图的方法和步骤	315
11.5	由装配图拆画零件图	317
	一、完整分离零件	317
	二、视图方案的重新考虑	317
	三、尺寸标注问题	318
	四、技术要求的标注	318
	五、拆画零件图举例	319
11.6	绘图软件绘画装配图	319
	一、由零件草图、装配示意图画装配图	319
	二、由零件图拼画装配图	320
	思考题	324
12	换面法	325
12.1	概述	325
12.2	点的换面	325
12.3	直线的换面	327
	一、一般位置直线的一次换面	327
	二、一般位置直线的两次换面	329
12.4	平面的换面	329
	一、一般位置平面的一次换面	329
	二、一般位置平面的两次换面	330
12.5	举例	332
12.6	绘图软件的图形输出	334

思考题	337
附录一 常用零件结构要素	338
附录二 极限与配合(基轴制、基孔制)	341
附录三 螺纹	348
附录四 标准件与常用件	351
一、螺纹紧固件	351
二、销	358
三、键	360
四、滚动轴承	363
附录五 常用材料	366
一、黑色金属材料	366
二、有色金属材料	367
附录六 第三角画法简介	368
附录七 AutoCAD 手册	370
一、AutoCAD 的功能键与控制键	370
二、AutoCAD 命令的缩写名	370
三、AutoCAD 常用控制码	370
四、AutoCAD 物体捕捉模式	371
五、AutoCAD 物体上特征点位置	371
六、AutoCAD 中常用线型	372
七、AutoCAD 中的填充图案	372

1 绪 论

Preface

本章介绍课程的研究对象、性质和任务,提出了本课程的目的要求、内容和学习方法,简要介绍了投影法的基本知识及绘图软件的基本知识。

1.1 课程的研究对象、性质和任务 Research Objects, Characteristics and Tasks

一、课程的研究对象、性质 (Research objects, characteristics)

在工程技术中,准确地表达物体的形状、尺寸及其技术要求的图形称为工程图样 (Engineering drawings)。在工程技术中,工程图样不仅是指导生产的重要技术文件,而且是进行技术交流的重要工具,所以图样 (Drawings) 有“工程界的语言”之称。图样的绘制和阅读是工程技术人员必须掌握的一种技能。

工程图样可以用手工绘制,也可由计算机生成。本课程是研究工程图样的绘制和阅读的一门学科,是高等工科院校学生必修的一门技术基础课。它研究正投影法解决空间几何问题,在平面上表达空间物体,根据工程制图的国家标准绘制和阅读工程图样,以及用计算机绘制工程图样的理论和方法。

二、课程的任务 (Tasks)

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能力;
5. 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;
6. 培养创造性构形设计的能力。

1.2 课程的目的要求、内容和学习方法 Requirements, Contents and Study Methods

一、课程的目的要求 (Requirements)

本课程是高等工科院校中一门既有理论又有实践的重要技术基础课。对于高等工科院校

学生来说,本课程的主要目的是培养应用计算机绘制工程图样的能力、阅读工程图样的能力以及三维几何形体的造型设计能力。同时培养和发展学生的空间形象思维能力和分析能力。

二、课程的内容(Contents)

在工程技术中,为了正确地表达出机器、设备的形状、大小、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纸上;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纸表达出来;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,都是以图样作为依据;在使用机器设备时,对机器设备结构和性能的了解也要通过图样的阅读来实现。由此可见,工程图样是工程设计、制造和使用过程中的一种主要的技术文件。

为了绘制工程图样,人们在长期的实践中不断创造出各种绘图工具,从简单的三角尺、圆规、丁字尺、各种专用模板到复杂的机器式绘图机,但都摆脱不了手工绘图的方式。生产过程中需要绘制大量的图纸,而手工绘图是一种繁琐、费时且绘图精度不易保证的工作。长期以来,工程技术人员都祈求能采用先进技术使绘图过程实现机械化和自动化。

随着计算机技术的普及和发展,产生了一个新的学科——计算机图学。它使传统的借助尺规的手工绘图方式产生了根本性改变。使用计算机技术来辅助绘图,不仅绘图速度快,且作图精度高。传统绘图工具的作用已可由计算机辅助绘图软件(如 AutoCAD)的有关命令所代替。表 1-1 是传统绘图工具与计算机辅助绘图命令(AutoCAD)作用的对照表。

表 1-1 传统绘图工具与计算机辅助绘图命令(AutoCAD)作用的对照表

制 图 工 具	作 用	绘 图 命 令
直 尺	画直线	LINE,PLINE 等
圆 规	画圆、圆弧	CIRCLE,ARC
字 体 模 板	书写文字	TEXT,DTEXT,MTEXT
三 角 板	画垂直线、平行线	ORTHO
椭 圆 模 板	画椭圆	ELLIPSE
平 行 尺	画平行线	OFFSET
橡 皮 擦、擦 线 板	擦除图线、图形	ERASE
方 格 纸	方便绘图	GRID
分 规	等分线段	DIVIDE
模 型 板	画各种模块	BLOCK

计算机绘图不仅能完成手工绘图所能做的工作,而且能实现手工绘图无法做到的事情,如图形的拷贝、镜像、阵列以生成多个相同图形,且可随时将图形放大、缩小和旋转等。可见,应用计算机进行绘图并最终取代借助尺规的手工绘图的日子已经不会太远了。

本课程的主要内容包括:

1. 投影法是本课程的理论基础部分,要正确运用正投影原理、基本作图方法在平面上图

示空间几何问题。

2. 几何形体造型设计是培养学生创造性思维的有效方法,它是工程制图的基础。

3. 草图技术是工程技术人员的一种基本技能,它具有简便、及时地记录和表达人们的设计思想的优势。这优势是尺规作图及计算机绘图所不具备的。

4. 计算机绘图是用以表达工程图样的主要手段。通过本课程的学习,要掌握应用绘图软件绘画工程图样的基本技能,为将来从事 CAD 工作打下必要的基础。

5. 图样是工业生产中一种重要技术文件,为适应生产需要和便于技术交流,我国对工程制图(技术制图)颁布了国家标准,起到统一工程语言的作用。本课程介绍常用的工程制图的国家标准,培养学生独立查阅、使用技术标准的能力。

6. 阅读工程图样的技能是本课程的主要内容之一。根据工程制图的国家标准,按照形体分析法等方法进行读图是学生必须掌握的技能。在将来计算机绘图取代尺规作图后,读图能力仍是工程技术人员所必须具有的技能。

综上所述,本课程的内容可以归纳为三大模块:投影法理论基础与形体造型设计能力;草图技术与制图标准;计算机绘画工程图样能力与读图能力。

三、课程的学习方法(Study methods)

本课程是一门既有基础理论,又密切结合生产实际和强调实践的技术基础课程。要学好本课程的主要内容,只有通过大量的画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。这些作业包括在计算机上绘制工程图样、草图练习及完成习题集的作业等。要很好地学习本课程的内容,则必须:

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,做到融会贯通,并灵活运用这些概念和方法进行解题。

2. 通过由物画图、由图想物,分析和想像空间几何形体与图纸上图形之间的对应关系,不断地培养空间形象思维能力和几何形体的构思能力。即通过不断地从空间到平面,再从平面到空间的反复的思维活动,逐步建立起空间概念。

3. 养成自觉地严格遵守工程制图、技术制图国家标准的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、线面分析法等画图和读图的方法,通过一系列的绘图实践,多看多想多画,提高独立分析能力和看图的能力。

5. 掌握计算机图形显示技术,灵活运用绘图软件绘画工程图样,逐步掌握计算机绘图的方法和步骤,提高绘图的速度、精度和技能。

6. 图样在工程技术上起着很重要的作用,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,要培养耐心细致的工作作风和树立严肃认真的工作态度。

通过本课程的学习,仅能为学生掌握计算机绘画工程图样以及读图能力打下初步基础。绘图能力和读图能力的继续培养和提高还需通过后继的生产实习、课程作业、课程设计、CAD 毕业设计等的不断学习及通过实践经验的不断积累。