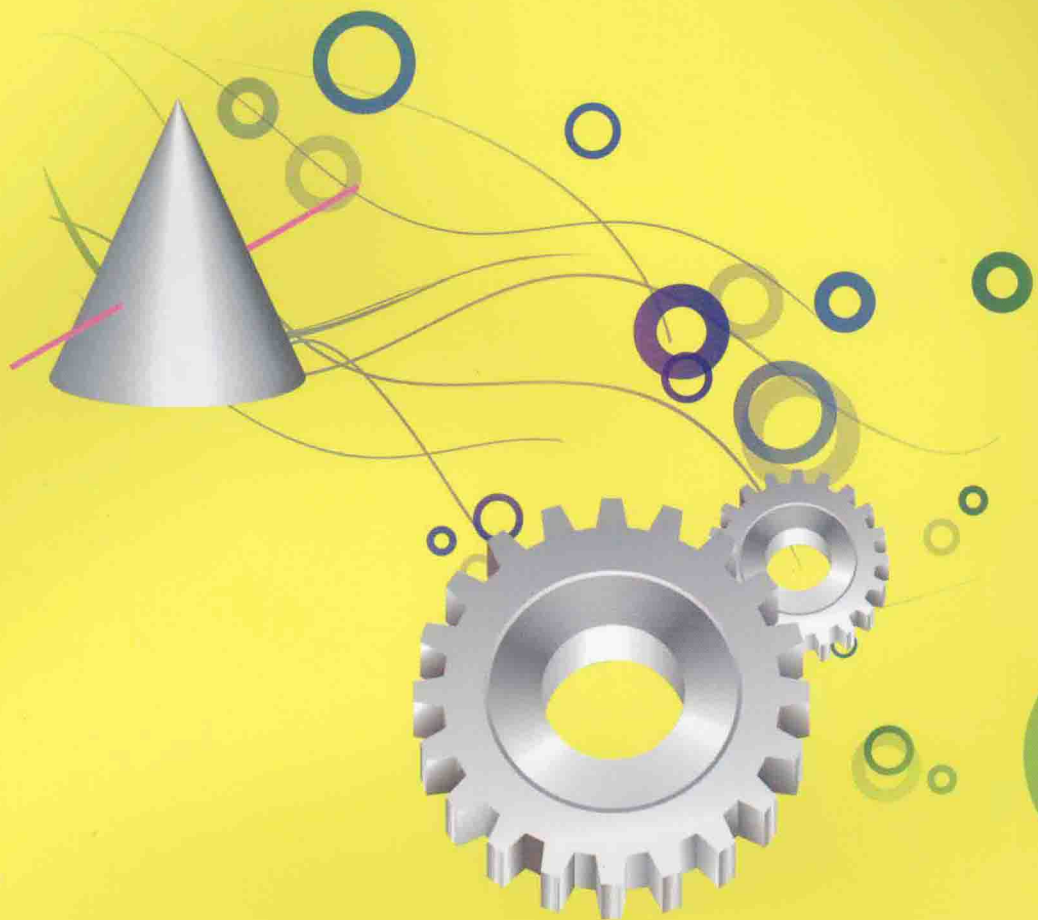




普通高校“十二五”规划教材



主 编 刘永田 张 莹

副主编 李 丽 王囡囡

画法几何 与机械制图(第3版)

HUAFA JIHE YU JIXIE ZHITU



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



配有课件



普通高校“十二五”规划教材

画法几何与机械制图

(第3版)

主 编 刘永田 张 莹
副主编 李 丽 王囡囡

北京航空航天大学出版社

内容简介

本教材的主要内容有制图基本知识与技能, 投影与视图, 点、线、面的投影, 投影变换, 线、面的相互关系, 基本体、切割体、相交立体的视图, 轴测图, 组合体, 机件的表示法, 常用机件和常用结构要素的特殊表示法, 零件图, 装配图, 零件、部件的测绘, 焊接图等, 并有配套使用的习题集。

本教材教学性强, 内容注重系统性、实用性, 编入了我国最新颁布和现行的《技术制图》和《机械制图》国家标准, 并在参考文献中列出了本书涉及的国家标准目录。

本教材适用于高等工科院校机械类和近机械类以及各相关专业的教学使用, 也可作为提高工程技术人员素质的培训教材。

本书配有教学课件供任课教师参考, 有需要者请发邮件至 goodtextbook@126.com 或致电 010-82317037 申请索取。

图书在版书目(CIP)数据

画法几何与机械制图/刘永田, 张莹主编. --3 版

. --北京: 北京航空航天大学出版社, 2014.8

ISBN 978-7-5124-1381-8

I. ①画… II. ①刘… ②张… III. ①画法几何—高等学校—教材②机械制图—高等学校—教材 IV.

①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 140117 号

版权所有, 侵权必究。

画法几何与机械制图 (第 3 版)

主 编 刘永田 张 莹

副主编 李 丽 王因因

责任编辑 董 瑞

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号 (100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话: (010)82317024 传真: (010)82328026

读者信箱: goodtextbook@126.com 邮购电话: (010)82316524

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 24.25 字数: 621 千字

2014 年 8 月第 3 版 2014 年 8 月第 1 次印刷 印数: 5 000 册

ISBN 978-7-5124-1381-8 定价: 45.00 元

第3版前言

本教材是以高等工科院校“画法几何”和“机械制图”课程教学基本要求为依据,按近年来我国新修订或新制定的制图国家标准作了修订和更新。全书分三篇:“画法几何”、“机械制图”、“其他制图”。第一篇“画法几何”系统地阐述了《技术制图》、《机械制图》国家标准和绘图的基本技能;讲述了正投影法及其点、直线、平面的投影规律,并在此基础上讨论了如何运用投影变换等方法解决一些空间几何问题;从专业的实际需要出发,介绍了常用轴测投影图的形成及画法;介绍了立体视图以及表面交线的作图问题;讲述了组合体的读图、画图及尺寸的标注方法。第二篇“机械制图”重点系统介绍了机件的表示法;常用机件和常用结构要素的特殊表示法;机械图样的表示法以及机械图样的画法;联系实际介绍了零件、部件和机器的测绘方法及步骤。第三篇“其他制图”重点介绍了焊接图。

本教材是在总结编者多年教学改革经验在第2版的基础上,贯彻理论与实践相结合的原则修订而成。具体特点如下:

1. 在取材和编排上突出实用性。如国家制图标准和绘图技能部分在教材的一开始就进行了阐述,保证学生能严格遵守国家标准,将绘图技能的训练贯穿整个课程,为后续的“机械制图”部分打下良好的基础。

2. 各章的修订注重系统性。保持了第2版中第一篇以基本知识—投影理论—图示方法为主线,力求由浅入深、由易到难、由简及繁,符合初学者的认知规律。第二篇体现了“既重视读图,又不忽视画图”的理念。

3. 便于学生自学。在编写过程中根据本课程教学基本要求,对基本概念、基本规律和作图方法、步骤的叙述尽可能通俗、详尽,

插图配置力求清晰、醒目。许多图形带有正确与错误的对比示例;对较复杂的几何关系采用了分解图和轴测图相结合的方式,进而达到培养学生的空间想象能力、思维能力和学后即能动手绘制工程图样的目的。书中带*号的内容,难度相对较大,可视实际情况选修。

4. 图例多,示范性强。书中共有 700 多幅图例,多数带有立体图,直观易懂。其中许多图例取材于机械工业产品,并严格按国家标准要求绘制,在学习和工作中可作为参考图样。

5. 编入了新旧国家标准的比较。由于生产实际中,许多企业仍在沿用旧的制图国家标准,为适应市场,在变化最大的零件图上技术要求中的表面结构部分,编写了新旧国家标准在图样上标注的区别,以供读者学习。

6. 教材的修订贯彻了我国最新颁布和现行的《技术制图》和《机械制图》国家标准。在参考文献中列出了本书涉及的所有国家标准目录,以供读者查用。

本教材由山东建筑大学刘永田、张莹、李丽、王囡囡、薛岩、元莉萍、徐楠和山东大学谢宗法参加修订,山东大学张慧教授主审。

本教材在修订过程中,编者付出了大量心血和时间,同时也得到了使用本教材的院校的关注和大力支持,在此深表谢意。

欢迎使用本教材的广大读者提出宝贵意见。

编者

2014年5月

目 录

绪 论	1
-----------	---

第一篇 画法几何

第 1 章 制图基本知识和技能	6
-----------------------	---

1.1 制图标准的基本规定	6
1.1.1 图纸幅面和格式	6
1.1.2 比例	10
1.1.3 字体	10
1.1.4 图线及画法	15
1.1.5 尺寸注法	17
1.1.6 尺寸注法的简化表示法	22
1.2 绘图工具、仪器及绘图方法	25
1.2.1 仪器及使用方法	25
1.2.2 绘图工作方法	29
1.3 几何作图	30
1.3.1 等分及作多边形	30
1.3.2 斜度和锥度	31
1.3.3 圆弧连接	33
1.4 非圆曲线	35
1.4.1 椭圆的画法	36
1.4.2 圆的渐开线的画法	36
1.5 平面图形的画法	37
1.5.1 平面图形的尺寸分析	37
1.5.2 平面图形的线段分析	37
1.5.3 平面图形的画图方法与步骤	38

第 2 章 投影法与三视图	39
---------------------	----

2.1 投影法的基本知识	39
2.1.1 投影法	39
2.1.2 正投影的基本特性	40
2.2 物体三视图的形成及其投影规律	41
2.2.1 三视图的形成	42
2.2.2 三视图之间的投影关系	43

2.2.3 三视图的画法	44
--------------------	----

第 3 章 点、直线、平面的投影	46
------------------------	----

3.1 点的投影	46
3.1.1 点的三面投影	46
3.1.2 点的三面投影与直角坐标的关系	46
3.1.3 点的三面投影规律	47
3.1.4 两点的相对位置	47
3.1.5 重影点	48
3.2 直线的投影	49
3.2.1 直线的投影图	49
3.2.2 直线上点的投影	49
3.2.3 各种位置直线的投影	50
3.2.4 求一般位置直线的实长及其对投影面的倾角	53
3.3 两直线的相对位置	55
3.3.1 平行两直线	55
3.3.2 相交两直线	56
3.3.3 交叉两直线	57
3.3.4 相互垂直的相交两直线的投影(直角投影)	58
3.3.5 综合题解	60
3.4 平面的投影	61
3.4.1 平面的表示法	61
3.4.2 各种位置平面的投影	62
3.4.3 平面上的点和直线	66
3.4.4 综合举例	70

第 4 章 投影变换	73
------------------	----

4.1 概述	73
4.1.1 换面法	73
4.1.2 旋转法	73
4.2 换面法	74
4.2.1 新投影面体系的建立	74

4.2.2 点的投影变换.....	74	7.2.1 平面立体正等测的画法.....	124
4.2.3 直线的投影变换.....	76	7.2.2 曲面立体正等测的画法.....	124
4.2.4 平面的投影变换.....	78	7.3 斜二测.....	128
4.2.5 综合举例.....	80	7.3.1 轴间角和轴测长度.....	128
第5章 直线、平面的相互关系	85	7.3.2 平面立体斜二测的画法.....	128
5.1 平行关系.....	85	7.3.3 曲面立体斜二测的画法.....	129
5.1.1 直线与平面平行.....	85	7.4 轴测草图的画法.....	129
5.1.2 平面与平面平行.....	87	7.4.1 轴测草图的用途.....	129
5.2 相交关系.....	88	7.4.2 轴测草图的绘制.....	130
5.2.1 特殊位置直线、平面的相交.....	88	第8章 切割体的视图	133
5.2.2 一般位置直线、平面的相交.....	92	8.1 平面切割体的视图.....	133
5.3 垂直关系.....	96	8.1.1 平面切割体三视图的画法.....	133
5.3.1 直线与平面垂直.....	96	8.1.2 补画平面切割体视图中的漏线.....	135
5.3.2 平面与平面垂直.....	99	8.2 曲面切割体的视图.....	136
5.4 综合题解.....	100	8.2.1 圆柱切割体.....	136
5.4.1 定位问题.....	100	8.2.2 圆锥切割体.....	141
5.4.2 距离问题.....	102	8.2.3 圆球切割体.....	143
5.4.3 角度问题.....	104	8.2.4 综合题解.....	145
第6章 基本体的视图	108	8.2.5 轴测图中截交线的画法.....	147
6.1 平面立体的三视图.....	108	第9章 相交立体的视图	149
6.1.1 棱柱.....	108	9.1 平面体与平面体相交.....	149
6.1.2 棱锥.....	110	9.2 平面体与曲面体相交.....	150
6.2 曲面立体的三视图.....	111	9.3 曲面体与曲面体相交.....	152
6.2.1 圆柱.....	111	9.3.1 圆柱与圆柱相交.....	152
6.2.2 圆锥.....	113	9.3.2 圆柱与圆锥正交.....	157
6.2.3 圆球.....	114	9.3.3 圆柱或圆锥与圆球相交.....	160
6.3 基本体表面上点、线的投影.....	115	9.3.4 多形体相交.....	162
6.3.1 平面立体表面上的点.....	115	9.3.5 相贯线的特殊情况.....	163
6.3.2 曲面立体表面上的点.....	117	9.3.6 过渡线和相贯线的模糊画法.....	164
6.3.3 基本体表面上取线作图.....	120	9.3.7 轴测图中相贯线的画法.....	166
第7章 轴测图	122	第二篇 机械制图	
7.1 概述.....	122	第10章 组合体	170
7.1.1 基本知识.....	122	10.1 组合体的形体分析.....	170
7.1.2 轴测图的基本性质.....	123	10.1.1 形体分析.....	170
7.2 基本体的正等测.....	123		

10.1.2 组合体的组合方式及 表面连接.....170	11.5 表示法综合应用分析与读图.....223
10.2 组合体三视图的画法.....172	11.5.1 综合应用分析.....223
10.3 组合体的尺寸标注.....174	11.5.2 读图题解.....224
10.3.1 组合体视图尺寸标注的 基本要求.....174	11.6 轴测剖视图的画法.....225
10.3.2 基本体、切割体及相交 立体的尺寸标注.....174	11.6.1 剖切方法.....226
10.3.3 组合体的尺寸标注.....177	11.6.2 轴测剖视图的有关规定.....226
10.4 读组合体的视图.....182	11.6.3 轴测剖视图的画法.....227
10.4.1 读图是画图的逆过程.....182	第12章 常用机件和常用结构要素的 特殊表示法.....229
10.4.2 读图时应注意的几点 问题.....183	12.1 螺纹及表示法.....230
10.4.3 读图的基本方法及步骤.....186	12.1.1 螺纹的形成.....230
10.4.4 读图的应用.....188	12.1.2 螺纹各部分的名称及 要素.....230
10.5 组合体轴测图的画法.....190	12.1.3 螺纹的规定画法.....232
10.5.1 组合体正等测的画法.....190	12.1.4 螺纹的标注及标记.....234
10.5.2 组合体斜二测的画法.....191	12.2 螺纹紧固件及表示法.....238
第11章 机件的表示法.....193	12.2.1 螺纹紧固件.....238
11.1 视图.....193	12.2.2 螺纹紧固件在装配图 中的画法.....239
11.1.1 基本视图.....193	12.3 齿轮及表示法.....245
11.1.2 向视图.....196	12.3.1 直齿圆柱齿轮各部分的 名称及计算式.....246
11.1.3 局部视图.....196	12.3.2 直齿圆柱齿轮的画法.....248
11.1.4 斜视图.....197	12.4 其他常用机件与常用结构要素的 特殊表示法.....251
11.1.5 第三角画法简介.....198	12.4.1 键.....251
11.2 剖视图.....202	12.4.2 销.....256
11.2.1 剖视的基本概念.....202	12.4.3 滚动轴承.....257
11.2.2 画剖视图应注意的几点 问题.....204	12.4.4 弹簧.....260
11.2.3 剖视图的种类.....205	12.4.5 中心孔的表示法.....263
11.2.4 剖切面的种类.....208	第13章 零件图.....266
11.3 断面图.....213	13.1 零件图的概述.....266
11.3.1 断面图的概念.....213	13.1.1 零件图的内容.....266
11.3.2 断面图的种类.....213	13.1.2 零件的视图选择.....267
11.3.3 断面图的标注.....215	13.2 零件图上的尺寸标注.....270
11.4 其他表示法.....216	13.2.1 零件图上尺寸标注基准的 选择及标注形式.....270
11.4.1 局部放大图.....216	13.2.2 标注尺寸要考虑到 设计要求.....272
11.4.2 简化画法.....217	

13.2.3 标注尺寸要考虑到 工艺要求.....	273	14.5.1 分析了解装配体	329
13.2.4 零件上常见结构的 尺寸标注.....	274	14.5.2 装配体表示方案的选择	329
13.3 零件图上技术要求的标注	277	14.5.3 画装配图的步骤	331
13.3.1 表面结构.....	278	14.6 读装配图并拆画零件图	332
13.3.2 极限与配合.....	289	14.6.1 了解部件概况, 分析 视图关系.....	332
13.3.3 几何公差.....	303	14.6.2 弄清装配关系, 了解 工作原理.....	333
13.4 典型零件的分析.....	309	14.6.3 读懂零件形状, 拆画 零件图.....	334
13.4.1 轴套类零件.....	309	14.6.4 综合分析, 想象 总体形状.....	336
13.4.2 轮盘类零件.....	310		
13.4.3 叉架类零件.....	311	第 15 章 零件和机器或部件的测绘	337
13.4.4 壳体类零件.....	313	15.1 零件的测绘.....	337
13.5 读零件图	314	15.1.1 零件测绘的一般步骤	337
13.5.1 了解零件在机器中的 作用.....	314	15.1.2 零件的尺寸测量	340
13.5.2 分析视图, 想象零件的 形状.....	315	15.2 零件的工艺结构.....	342
13.5.3 零件的尺寸分析.....	316	15.2.1 铸造零件对结构工艺的 要求.....	343
13.5.4 看技术条件.....	317	15.2.2 零件加工面的工艺结构	344
第 14 章 装配图.....	318	15.3 机器或部件的测绘	346
14.1 装配图的概述.....	318	15.3.1 了解测绘对象	346
14.1.1 装配图的作用及形式	318	15.3.2 画装配示意图	346
14.1.2 装配图的内容.....	318	15.3.3 拆卸装配体	346
14.2 装配图的表示法.....	320	15.3.4 画零件草图	347
14.2.1 装配图视图选择的特点	320	15.3.5 画装配图	347
14.2.2 装配图的规定画法.....	320	15.3.6 画零件的工作图	347
14.2.3 装配图的特殊画法.....	321	15.4 装配工艺结构.....	347
14.3 装配图的尺寸和技术要求的 标注	324	15.4.1 零件的接触面	347
14.3.1 装配图上的尺寸标注	324	15.4.2 轴向定位结构	348
14.3.2 装配图上技术要求的 标注.....	325	15.4.3 防漏密封装置.....	349
14.4 装配图中零、部件的序号及 明细栏和标题栏.....	325	15.4.4 装拆方便与可行性结构	349
14.4.1 零、部件序号.....	325		
14.4.2 明细栏和标题栏	326	第三篇 其他制图	
14.5 装配图的画法.....	329	第 16 章 焊接图.....	352
		16.1 焊缝的画法.....	352

16.1.1 焊接的接头型式.....	352	附表 3 非密封管螺纹.....	361
16.1.2 焊缝的规定画法.....	352	附表 4 螺栓.....	362
16.2 焊缝的符号及标注.....	353	附表 5 双头螺柱.....	363
16.2.1 基本符号及标注.....	353	附表 6 螺钉.....	364
16.2.2 补充符号及标注.....	354	附表 7 螺母.....	367
16.2.3 基本符号和指引线 的位置.....	355	附表 8 垫圈.....	368
16.2.4 焊缝尺寸符号及标注.....	356	附表 9 平键及键槽的剖面尺寸和 普通型平键.....	370
附录.....	359	附表 10 销.....	371
附表 1 普通螺纹.....	359	附表 11 滚动轴承.....	372
附表 2 梯形螺纹.....	360	参考文献.....	373

绪 论

一、本课程研究的对象及性质

“画法几何”是研究空间几何元素(点、线、面)及其相对位置和形体在平面上的表示方法,称为图示法;研究在平面上用几何作图的方法来解答空间几何问题,称为图解法。所以,画法几何是研究用图示法和图解法来解决空间几何问题的一门学科,是高等工科院校教学计划中的一门必修的技术基础课。画法几何与后续的许多课程均有着密切的关系,特别是与“机械制图”的关系更为密切,它是工程界技术语言的基础。画法几何为机械制图中用图形表示机件和有关图解法提供了基本作图原理和基本作图方法。

“机械制图”是研究在工程技术上根据投影方法并遵守国家规定的规定绘制而成的用于工程施工或产品制造等用途的图叫做工程图样,简称图样。如图 0-1 所示,在工程设计中,图样是用来表示和交流技术思想的文件;在生产中,图样是加工制作、工艺装备、产品检验、安装、调试、维修等方面的主要依据。

图样与语言文字、数字一样,是人类借以表示工程设计意图的基本工具之一,在现代科技界和工程技术界应用尤为广泛。在科技和生产领域里最常使用的工程图——多面正投影图,长期以来被誉为工程界的技术语言,是不用翻译的世界语。这是由于它具有独特的表现力,能详尽而准确地反映工程对象的形状和大小,便于以图进行生产和研究,起到了语言、文字难以起到的作用。当今科技、生产发展突飞猛进,工程图样的用途越来越广泛,工程施工、课题研究、创造发明、技术教育、传播文化、交流技术、普及知识、产品广告等各个方面随时都需要以相应的表示方法和形式来绘制人们所从事的对象及表示人们的设计意图。

“机械制图”是以研究工程图样和贯彻国家制图有关标准为主要内容的一门课程。它包括一组用正投影法绘制成的机件视图,还有加工制造所需的尺寸和技术要求等,是高等工科院校教学计划中的一门必修的技术基础课,也是当代工程技术人员、科学工作者必须掌握的重要工具之一。

二、本课程的主要任务

1. 学习正投影法的基本理论,掌握用正投影法图示和图解空间物体的方法。
2. 培养空间分析问题的能力、空间想象构形能力、审美能力、创造性思维能力和绘图能力。
3. 培养近距离观察物体的视觉敏锐性和绘制、阅读机械图样的能力。
4. 学习国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定,逐步形成认真、严谨、负责的科学工作作风。
5. 做到正确、熟练地使用绘图工具和仪器。

三、学习方法及要求

学习本课程应注意以下几点:

1. 画法几何的主要任务是培养学习者的空间想象力。要学好本课程首先必须具备初等几何的知识,特别是立体几何的知识。因此,学习者在学习的过程中,应经常把初等几何的知识与画法几何原理联系起来去分析想象,这样才能获得良好的学习效果。

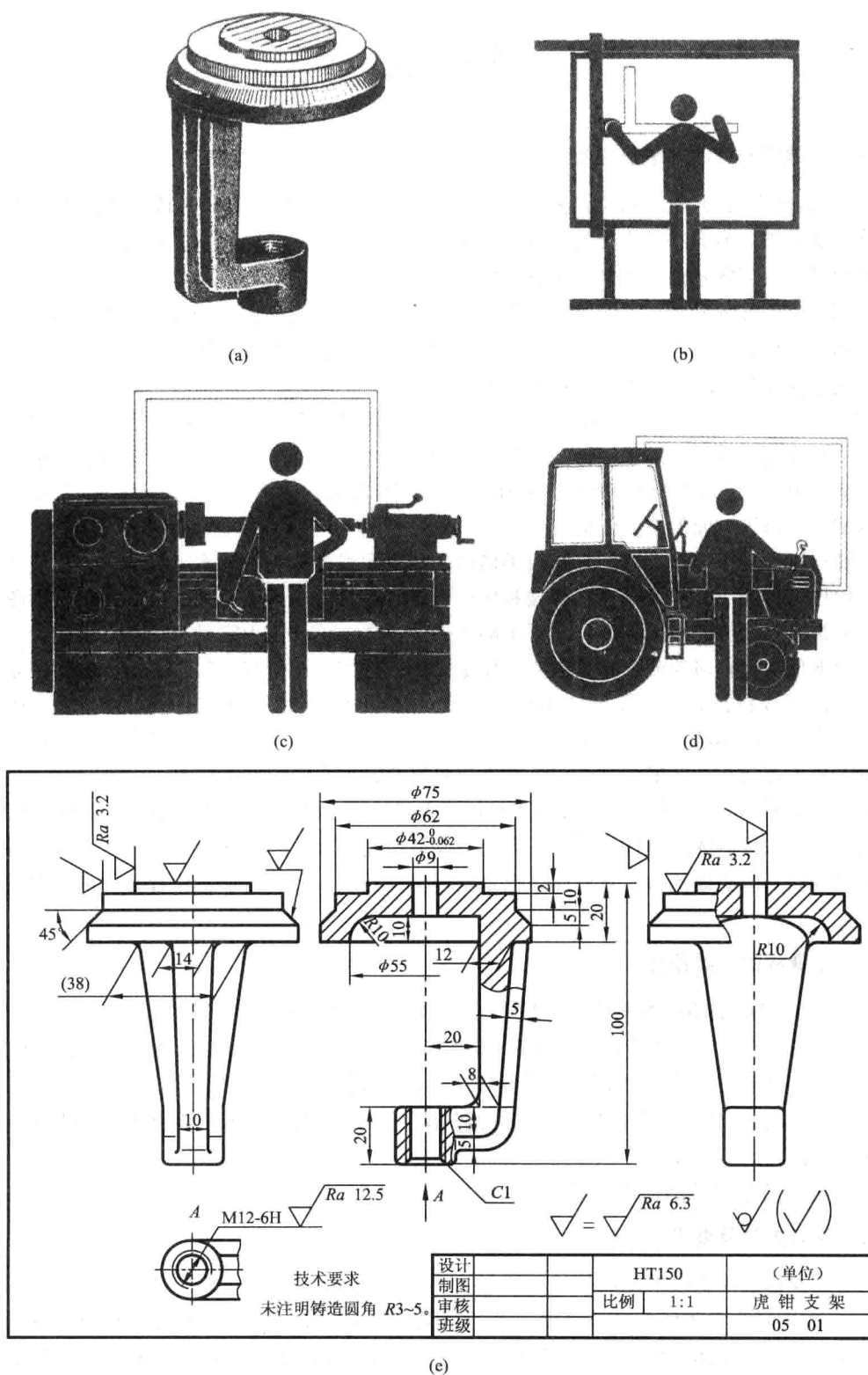


图 0-1 图样及其作用

2. 坚持理论联系实际的原则。在日常生活中多注意观察空间几何元素、物体与投影的关系,这种“从空间到平面,再由平面回到空间”的反复研究和思维的过程,是学好画法几何课程最有效的方法,可以增强空间想象力和思维能力。

3. 空间几何和空间、平面图样兼学。学习中不可忽视分析空间几何关系以及空间与平面图样的对应关系,避免只注意空间的几何关系而抛开投影规律,否则会给学好本课程带来困难。

4. 坚持理论与实践相结合的原则。本课程是一门技术基础课,它的实践意义也是非常重要的,因此在学习过程中应坚持理论联系实际。要认真学习投影理论、投影规律、基本概念和基本作图方法,做到正确、熟练地使用绘图工具和仪器,并在此基础上由浅入深地通过一系列的绘图实践,掌握图示和图解的基本作图方法,做到重点研究各种图例,同时绘制出作图过程;不要仅限于解出题目,要善于思考研究一题多种解法的解题思路。必须完成一定数量的习题来巩固所学的知识。

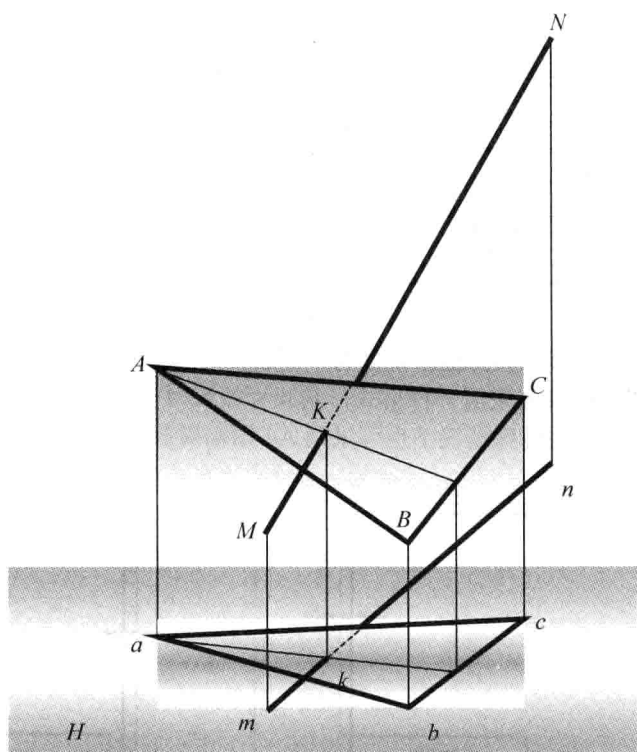
5. 培养空间思维能力。“画法几何”与“机械制图”有着密切的关系,学习时不要死记硬背,要明确空间形体的几何性质及其与视图之间的投影关系;要积极发展空间思维能力,以提高读图和绘图能力。

6. 培养勤学多练的作风。对于绘图技能的提高,要由浅入深地通过一系列的绘图(练习、作业)实践来掌握。因此,要认真绘图,一丝不苟,还要多作练习,勤学苦练,多动手做模型,勤于思考。在日常生活中多注意观察物体与投影的关系,以便增强空间想象力和思维能力。要有意识地培养耐心细致的作风,要养成作图准确和图面整洁的良好习惯。

7. 严格执行制图的国家标准。学习中要严格遵守国家标准的有关规定,切忌粗枝大叶,潦草马虎。此外,通过参观和实习,了解一些机械制造加工的基本知识,增强工程意识,对学好这门课程是很有必要的。

第一篇

画法几何



第 1 章 制图基本知识和技能

1.1 制图标准的基本规定

工程制图必须严格执行技术制图与机械制图国家标准，如《技术制图》国家标准 GB/T 14689—2008 和《机械制图》国家标准 GB/T 4457.4—2002 等。本节主要介绍制图标准的基础部分。

1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

为了合理地利用图纸幅面和便于图样的管理，绘制工程图样时，应选用表 1-1 中规定的图纸幅面尺寸。必要时可以沿长边加长幅面，但加长幅面的尺寸必须是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

表 1-1 图纸幅面尺寸

mm

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

2. 图框格式

图幅边框用粗实线绘制，其图框格式分为不留装订边和留装订边两种，如图 1-1 和图 1-2 所示。但同一产品的图样只能采用一种格式，其尺寸按表 1-1 的规定。一般 A4 图幅采用竖放，其他图幅采用横放；在特殊情况下也可采用 A4 图幅横放，其他图幅竖放。

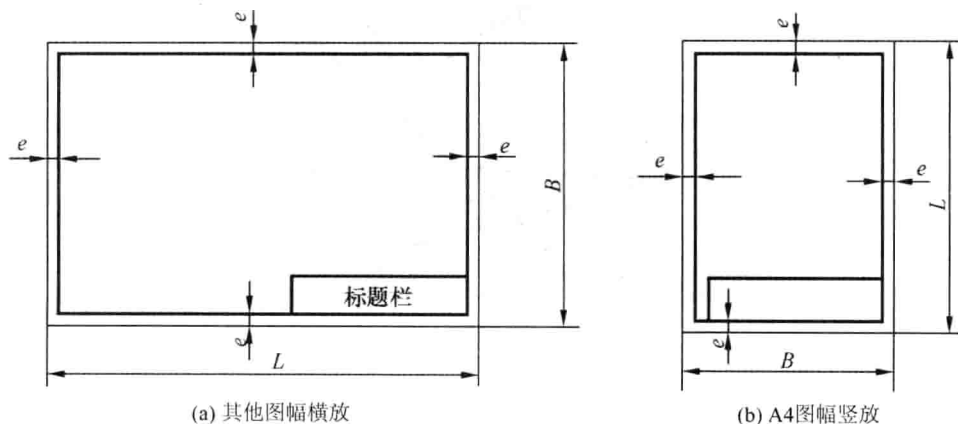


图 1-1 不留装订边的图框格式

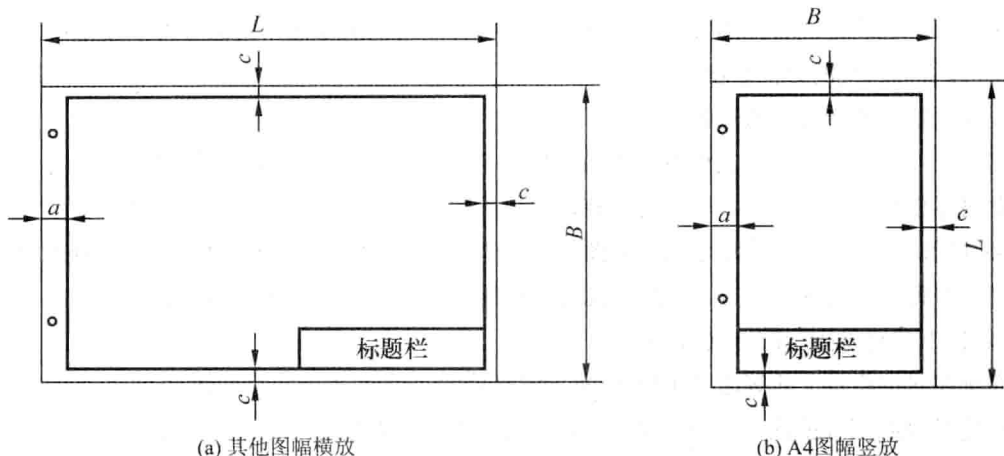


图 1-2 留有装订边的图框格式

3. 标题栏 (GB/T 10609.1—2008)

在每张图样中均应有标题栏。标题栏的格式和尺寸在国家标准 GB/T 10609.1 中已进行了规定,如图 1-3 所示。在制图作业中建议采用图 1-4 所示的格式及尺寸,标题栏的外框用粗实线绘制,框内用细实线绘制,其底边和右边与图幅的边框重合。

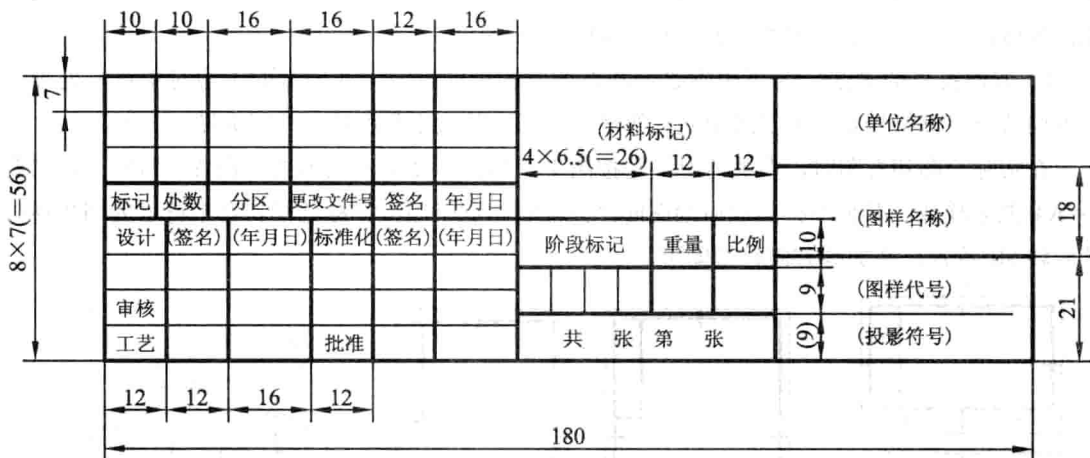


图 1-3 国家标准规定的标题栏格式

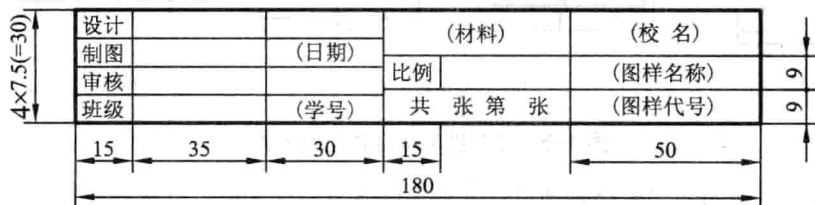


图 1-4 制图作业用的标题栏格式

(1) 标题栏的位置

标题栏的位置不仅关系到图样装订后是否便于翻阅查找,还关系到如何确定图样是横摆和