



全国教育科学“十一五”规划课题研究成果



工程图学基础

主 编 全基斌
副主编 江 庆 许良元

高等教育出版社

全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

工程图学基础

Gongcheng Tuxue Jichu

主 编 仝基斌

副主编 江 庆 许良元

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是全国教育科学“十一五”规划课题研究成果和安徽省省级规划教材,是根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会2010年制定的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”,总结近年来国内外教学改革的经验编写而成的。

本书理论体系严谨,知识点突出,融入了启发式思维模式。本书采用了最新的国家标准《技术制图》《机械制图》及《建筑制图》,并结合工程实际,采用大量三维实物模型,以增强读者的空间想象能力。

本书内容体系与传统教材相比有所调整,内容包括:制图的基本知识和基本技能,多面正投影,基本形体,立体表面的交线,组合体,单面投影,机械图样表示法,常用标准件及齿轮、弹簧表示法,机械工程图样,其他工程图样,AutoCAD绘图操作基础等章节。由高等教育出版社出版的、全基斌主编的《工程图学基础习题集》与本书配套使用。

本书可作为普通高等院校近机类、非机类专业工程图学课程教材,也可供其他类型学校有关专业使用,还可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程图学基础/全基斌主编. --北京:高等教育出版社,2014.7

ISBN 978-7-04-039624-9

I. ①工… II. ①全… III. ①工程制图-高等学校-教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第073122号

策划编辑 杜惠萍

责任编辑 杜惠萍

封面设计 于文燕

版式设计 杜微言

插图绘制 杜晓丹

责任校对 孟玲

责任印制 朱学忠

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 高教社(天津)印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 19.5

字 数 480千字

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 2014年7月第1版

印 次 2014年7月第1次印刷

定 价 28.60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 39624-00

前 言

本书是全国教育科学“十一五”规划课题研究成果和安徽省省级规划教材,是根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2010 年制定的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”,总结近年来编者及国内外教学改革的经验编写而成的。

在本书的编写过程中,编者努力体现普通高等院校教学的特点,完善课程体系,精选教材内容,加强了组合体的构形设计、徒手绘图和计算机绘图能力的培养,以增强学生的创新思维能力。本书各章节的内容编排为先介绍基本知识,后扩展延伸,为适应不同专业、不同学时的教学需要,将一些偏难的题例和拓展的内容加“*”号或用思考的形式出现,让读者有拓展的空间。本书文字叙述简练通俗,便于自学。

由高等教育出版社出版的全基斌主编的《工程图学基础习题集》与本书配套使用。

本书由安徽工业大学全基斌担任主编,安徽农业大学江庆、许良元担任副主编。参加编写工作的有:全基斌(绪论,第 1、3、8、11 章,附录),魏伟(第 2 章),张巧珍(第 4 章),俞金众(第 5 章),贾黎明(第 6 章),卢旭珍(第 7 章),江庆、王秀珍(第 9 章),裴善报(第 10 章)。

北京理工大学董国耀教授审阅了本书,并提出了宝贵意见和建议,在此表示衷心感谢。

本书编写过程中得到许多同志的帮助,其中安徽工业大学、合肥工业大学、安徽农业大学图学教研室的老师提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示衷心感谢。

限于编者水平,书中难免存在错误和不足,恳请广大读者批评指正。

编 者

2013 年 9 月

目 录

绪论 1

- 0.1 工程图学发展的历史 1
- 0.2 本课程的研究对象和研究目的 2
- 0.3 本课程的学习方法 2

第 1 章 制图基本知识和基本技能 3

- 1.1 制图国家标准基本规定 3
- 1.2 绘图工具及其用法 16
- 1.3 绘图方法 18

第 2 章 多面正投影 27

- 2.1 投影法概述 27
- 2.2 物体三视图的形成及投影特征 28
- 2.3 空间几何元素的投影 30
- 2.4 空间几何元素间的相对位置 46

第 3 章 基本形体 56

- 3.1 平面立体三视图及表面取点 56
- 3.2 回转体的三视图及表面取点 59
- 3.3 基本体的叠加及三视图的画法 65

第 4 章 立体表面的交线 69

- 4.1 立体表面的截交线 69
- 4.2 立体表面的相贯线 81

第 5 章 组合体 88

- 5.1 组合体的组合形式 88
- 5.2 组合体的分析方法 91
- 5.3 画组合体三视图 92
- 5.4 组合体的读图与画图 94
- 5.5 组合体的尺寸标注 99

第 6 章 单面投影 103

- 6.1 轴测投影 103
- 6.2 透视投影 110
- 6.3 标高投影 116

第 7 章 机械图样表示法 121

- 7.1 视图 121
- 7.2 剖视图 125
- 7.3 断面图 137
- 7.4 简化表示法 141
- 7.5 第三角投影 146

第 8 章 常用标准件及齿轮、弹簧表示法 148

- 8.1 螺纹 148
- 8.2 螺纹紧固件 154
- 8.3 键连接 159
- 8.4 销连接 162
- 8.5 滚动轴承表示法 163
- 8.6 齿轮表示法 167
- 8.7 弹簧表示法 172

第 9 章 机械工程图样 176

- 9.1 零件图 176
- 9.2 零件结构工艺性和零件图尺寸标注简介 180
- 9.3 零件图上的技术要求 187
- 9.4 读零件图 198
- 9.5 装配图 200
- 9.6 读装配图和由装配图拆画零件图 210

*** 第 10 章 其他工程图样 215**

10.1 焊接图 215

10.2 展开图 222

10.3 电气制图 226

10.4 房屋建筑图 231

*** 第 11 章 AutoCAD 绘图操作基础 ... 241**

11.1 AutoCAD 基本操作 241

11.2 AutoCAD 图层、线型、颜色和线宽
的设置 246

11.3 文本注写和标题栏绘制 250

11.4 AutoCAD 常见的绘图命令 252

11.5 AutoCAD 常用的修改命令 258

11.6 AutoCAD 显示控制与剖视图的

绘制 266

11.7 AutoCAD 常用尺寸标注 270

11.8 AutoCAD 图块及零件图的绘制 ... 274

11.9 AutoCAD 三维建模简介 277

附录 282

一、螺纹 282

二、常用标准件 285

三、标准公差 297

四、极限与配合 298

五、常用材料 302

参考文献 304

了解工程图发展的历史,了解工程图学课程的研究对象和研究目的,掌握工程图学课程的学习方法。

0.1 工程图学发展的历史

从劳动开创人类文明史以来,图形一直是人们认识自然、表达思想的重要形式,图形的重要性是其他表达方式所不能替代的。工程图样在中外历史上已被广泛地应用,我国古代在农业、手工业、建筑业中已经大量地应用了很朴素的工程图样。

“没有规矩,不成方圆”充分反映了我国古代人民对尺规作图的深刻理解和认识。在古代南朝宗炳著《画山水序》、北宋李诫著《营造法式》和元代薛景石著《梓人遗作》等著作中工程图样已经相当规范。图 0.1 是南朝宗炳所著《画山水序》中的透视投影原理图;图 0.2 是元代薛景石所著《梓人遗作》中的纺织机械图样;图 0.3 是北宋李诫编著《营造法式》中的建筑图样。这些工程图样对于推动人类文明进步、促进生产和技术发展起到重要作用。

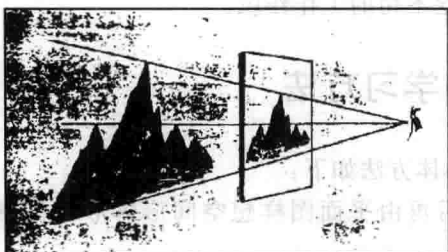


图 0.1 《画山水序》中的透视投影原理图

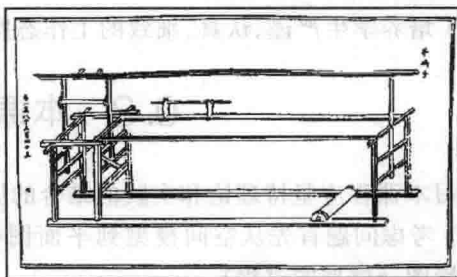


图 0.2 《梓人遗作》中的纺织机械图样

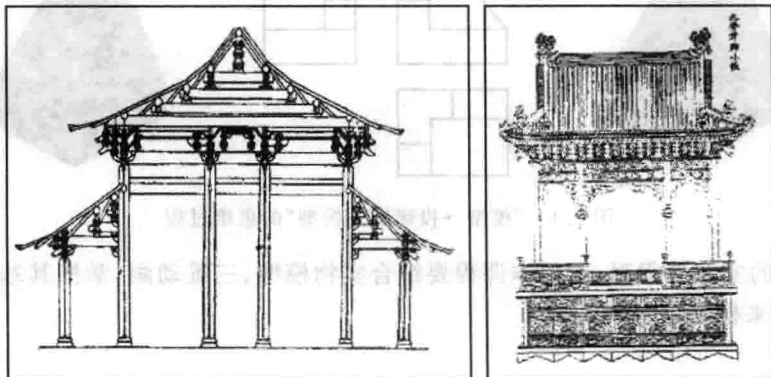


图 0.3 《营造法式》中的建筑图样

0.2 本课程的研究对象和研究目的

按一定的投影方法,准确地表达物体形状、大小及技术要求的图样,称为工程图样。工程图样是表达设计者设计思想、制造要求及经验交流的技术文件,常被称为工程界的语言。本课程主要研究绘制和阅读工程图样的理论和方法,培养工程技术人员的空间思维 and 创新能力,是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课。

本课程的研究对象包括画法几何、工程制图及计算机辅助绘图(CAD)。画法几何以初等几何和正投影法为基础,把空间几何体用平面图样表达,从而在平面图样上解决空间几何问题。工程制图是以国家标准《技术制图》《机械制图》《建筑制图》为基础,培养工程技术人员绘制、阅读工程图样的能力。计算机辅助绘图则重点介绍 AutoCAD 绘图软件,使读者通过学习能够利用 AutoCAD 绘图软件绘制各种工程图样。

本课程的研究目的:

- (1) 重点掌握各种投影法基本理论和国家标准有关制图基本知识的规定。
- (2) 培养学生绘制和阅读工程图样的能力。
- (3) 培养学生的空间思维、形象思维能力。
- (4) 培养学生尺规绘图、徒手绘图、计算机辅助绘图能力,尤其是应用 AutoCAD 软件绘制零件图、装配图和零件建模能力。
- (5) 培养学生严谨、认真、细致的工作态度和一丝不苟的工作作风。

0.3 本课程的学习方法

学习本课程应坚持理论和实践的相结合的原则,具体方法如下:

- (1) 考虑问题首先从空间模型到平面图样,然后再由平面图样想空间形体形状(遵循由模型→投影图→模型的过程)。

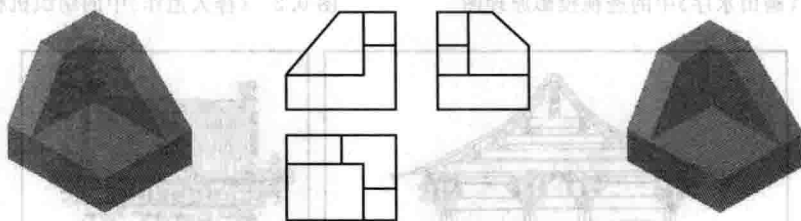


图 0.4 “模型→投影图→模型”的思维过程

- (2) 本课程的实践性很强,学习本课程要结合实物模型、三维动画,掌握其基本内容,并通过一定数量的作业来检验学习效果。

制图

第1章 制图基本知识和基本技能

熟练掌握国家标准《技术制图》《机械制图》的基本规定和制图基本知识。了解尺规绘图、徒手绘图和计算机绘图三种绘图方法,重点掌握平面图形的画法和尺寸标注的基本规定。

工程图样由图形、符号、文字和数字等组成,因此对其画法必须作统一规定。国际标准化组织(ISO)制定了有关制图标准。我国也制定了《中华人民共和国国家标准》,标准代号缩写为GB,国家标准分为强制性标准(GB)和推荐性标准(GB/T)。标准和标准化是维护社会秩序化管理,促进产品规范化设计、制造、使用及回收等的重要保证,因此必须贯彻执行。

1.1 制图国家标准基本规定

工程图样是工程与产品信息的载体,是工程界表达、交流的语言。因此对其画法必须作统一规定,这一统一规定就是制图国家标准。目前工程图学课程执行的制图标准主要有《技术制图》《机械制图》《建筑制图》等国家标准。本节只对图纸的幅面和格式、比例、字体和尺寸标注等基本规定作介绍。其他制图标准相关内容在后续章节中陆续介绍。

1.1.1 图纸幅面和格式 (GB/T 14689—2008)

一、图纸幅面和格式

绘制工程图时,应该优先采用表1.1中规定的基本幅面。必要时,可加长幅面,加长量是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出并符合国家标准规定。

表1.1 图幅尺寸

mm

基本幅面(第一选择)		加长幅面(第二选择)		加长幅面(第三选择)	
幅面代号	尺寸 $B \times L$	幅面代号	尺寸 $B \times L$	幅面代号	尺寸 $B \times L$
A0	841×1 189			A0×2	1 189×1 682
				A0×3	1 189×2 523
A1	594×841			A1×3	841×1 783
				A1×4	841×2 378
A2	420×594			A2×3	594×1 261
				A2×4	594×1 682
				A2×5	594×2 102
A3	297×420	A3×3	420×891	A3×5	420×1 486
		A3×4	420×1 189	A3×6	420×1 783
				A3×7	420×2 080

续表

基本幅面(第一选择)		加长幅面(第二选择)		加长幅面(第三选择)	
幅面代号	尺寸 $B \times L$	幅面代号	尺寸 $B \times L$	幅面代号	尺寸 $B \times L$
A4	210×297	A4×3	297×630	A4×6	297×1 261
		A4×4	297×841	A4×7	297×1 471
		A4×5	297×1 051	A4×8	297×1 682
				A4×9	297×1 892

二、图框格式

图纸上用粗实线绘制出图框,其格式分为留装订边和不留装订边两种。如图 1.1、图 1.2 所示,尺寸见表 1.2。但同一种产品的图样只能采用一种格式。

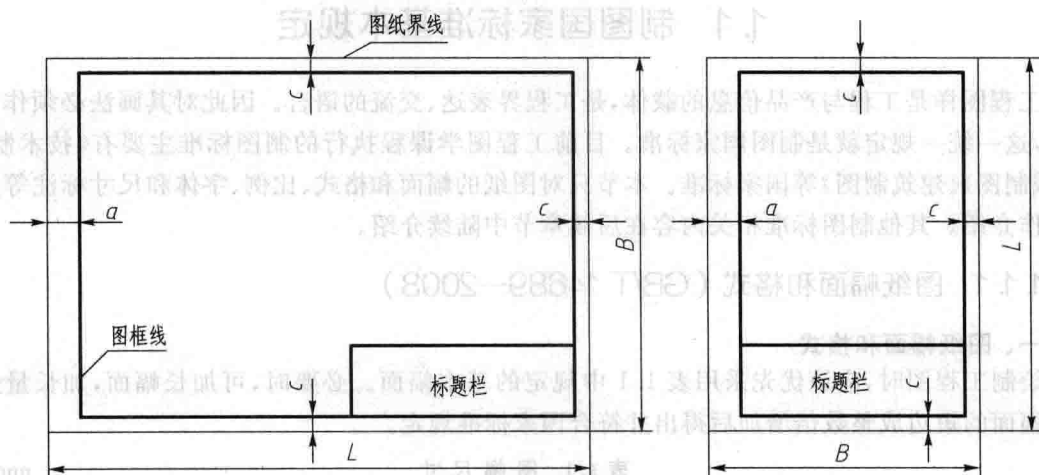


图 1.1 有装订边的图框格式

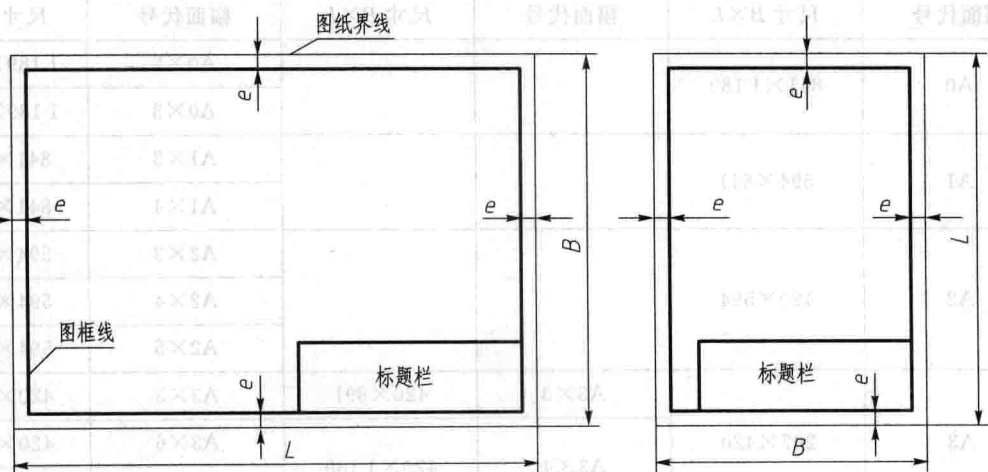


图 1.2 无装订边的图框格式

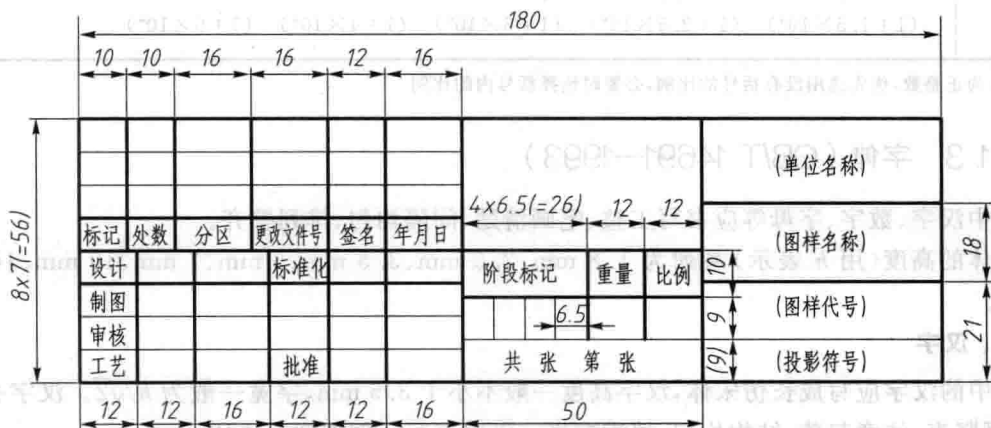
表 1.2 基本幅面及周边尺寸 mm

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				

三、标题栏(GB/T 10609.1—2008)

每张图纸上都要画出标题栏,标题栏必须放置在图纸的右下角。标题栏中的文字与看图方向一致。国家标准规定的标题栏格式如图 1.3a 所示。

学生在作业时可使用简化的标题栏,如图 1.3b 所示。



(a) 国家标准规定画法



(b) 简化画法

图 1.3 标题栏的格式

1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)

比例是图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。比值大于 1 为放大比例(如 2:1),比值小于 1 为缩小比例(如 1:2)。标注尺寸时,仍应按物体的实际尺寸标注,与绘图的比例无关。

绘图时一张图纸尽可能采用相同的比例,并填写在标题栏的比例栏中。当某个视图必须采用不同比例时,可在该视图名称的下方(或右侧)标注比例。

绘图时,应从表 1.3 规定的比例系列中选择适当的比例。

表 1.3 比 例

原值比例	1 : 1				
放大比例	2 : 1	5 : 1			
	$2 \times 10^n : 1$	$5 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$		
	(4 : 1)	(2.5 : 1)			
缩小比例	$(4 \times 10^n : 1)$	$(2.5 \times 10^n : 1)$			
	1 : 2	1 : 5	1 : 10		
	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$		
	(1 : 1.5)	(1 : 2.5)	(1 : 3)	(1 : 4)	(1 : 6)
	$(1 : 1.5 \times 10^n)$	$(1 : 2.5 \times 10^n)$	$(1 : 3 \times 10^n)$	$(1 : 4 \times 10^n)$	$(1 : 6 \times 10^n)$

注: n 为正整数,优先选用没有括号的比例,必要时选择括号内的比例。

1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

图中汉字、数字、字母等应书写工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的高度(用 h 表示)系列为 1.8 mm、2.5 mm、3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm。

一、汉字

图中的汉字应写成长仿宋体,汉字高度一般不小于 3.5 mm,字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。汉字书写要领:横平竖直,注意起落,结构均匀,填满方格。汉字书写示例如图 1.4 所示。

10号字:

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

7号字:

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

5号字:

工程图学 国家标准 技术制图 建筑制图 汽车电子 港口纺织

3.5号字:

基本形体 截交相贯 组合叠加 剖视断面 螺纹连接 键销连接 齿轮传动 零件装配

图 1.4 长仿宋体书写示例

二、字母和数字

字母和数字可书写成直体和斜体,斜体字头向右倾斜,与水平线成 75° 。字母和数字分为 A 型和 B 型(参考标准说明)。字母和数字书写示例如图 1.5 所示。

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
 abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
 0123456789 R3 4×Φ10 Φ25H7 M16×1-7H

图 1.5 字母和数字书写示例

1.1.4 线型及其应用 (GB/T 4457.4—2002)

工程图样由不同的图线组成,不同的图线代表着不同的含义,可以通过图线识别图样的结构特征。

一、线型及其应用

图样中,国家标准 GB/T 17450—1998《技术制图 图线》中规定了绘制图样的基本线型的代码,国家标准 GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》给出了线型及其应用。常用的线型及应用见表 1.4,其他线型的应用可查阅 GB/T 4457.4—2002。

表 1.4 常用的线型及应用

代码 No.	线 型	一 般 应 用
01.1	细实线	尺寸线;尺寸界限;螺纹牙底线;剖面线;重合断面的轮廓线;过渡线;表示平面的对角线;中心线;指引线;不连续的另一表面连线等
	波浪线	断裂处的边界线;视图与剖视图的分界线 ^①
	双折线	断裂处的边界线;视图与剖视图的分界线 ^①
01.2	粗实线	可见轮廓线;可见棱边线;螺纹牙顶线;螺纹长度终止线;相贯线
02.1	细虚线	不可见轮廓线;不可见棱边线
04.1	细点画线	轴线;对称中心线;齿轮的分度圆(线);孔系分布的中心线
05.1	细双点画线	相邻辅助零件的轮廓线;可动零件的极限位置的轮廓线

① 在一张图样上一般采用一种线型,即采用波浪线或双折线。

二、图线宽度和图线组别

图线宽度和图线组别见表 1.5。在机械图样中只采用粗、细两种线宽,它们之间比例为 2:1。

表 1.5 图线宽度和组别

mm

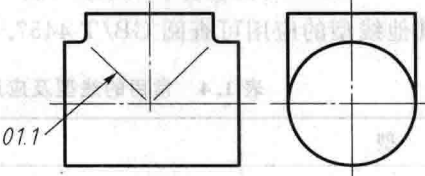
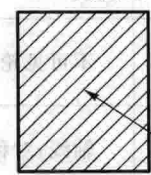
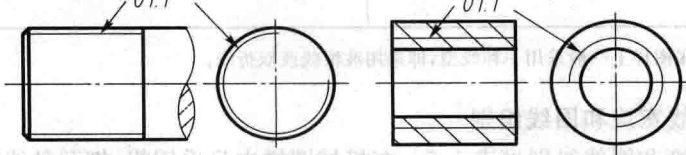
图线组别	0.25	0.35	0.5 ^①	0.7 ^①	1	1.4	2
线型宽度	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
对应的线型代码	01.2; 02.2; 04.2						
线型宽度	0.13	0.18	0.25	0.35	0.5	0.7	1
对应的线型代码	01.1; 02.1; 04.1; 05.1						

① 优先采用图线的组别。

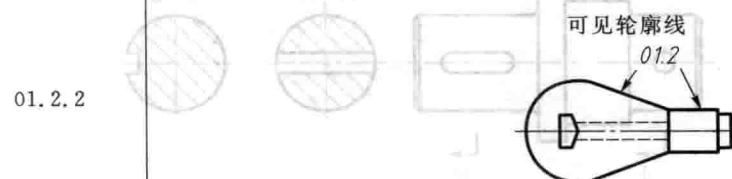
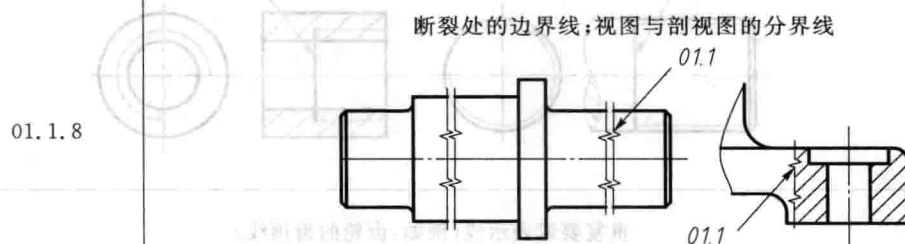
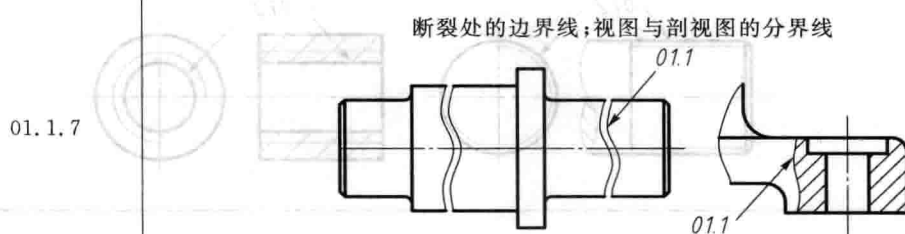
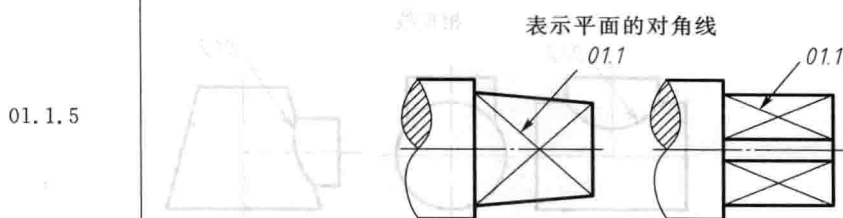
三、常用图线的应用示例

常用图线的应用示例见表 1.6, 其他线型应用示例可查阅 GB/T 4457.4—2002。

表 1.6 常用图线的应用示例

01.1	细实线
01.1.1	过渡线 
01.1.2	尺寸线、尺寸界线 
01.1.3	剖面线 
01.1.4	螺纹牙底线 

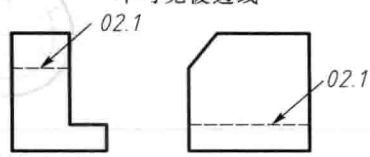
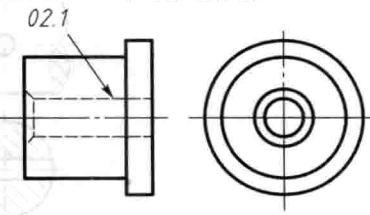
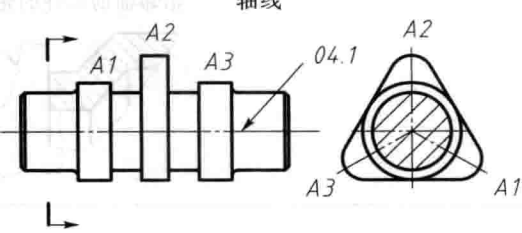
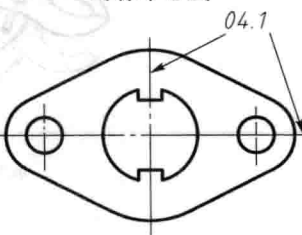
续表



续表

01.2.3	相贯线	8.1.10
01.2.4	螺纹牙顶线	8.1.10
01.2.5	螺纹终止线	8.1.10
01.2.6	重复要素表示线(例如:齿轮的齿顶线)	8.1.10
01.2.7	剖切符号用线	8.1.10

续表

02.1	细 虚 线
02.1.1	不可见棱边线 
02.1.2	不可见轮廓线 
04.1	细点画线
04.1.1	轴线 
04.1.2	对称中心线 
04.1.3	分度圆(线) 