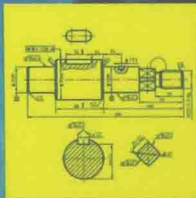
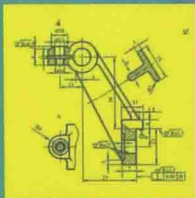
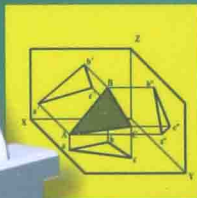
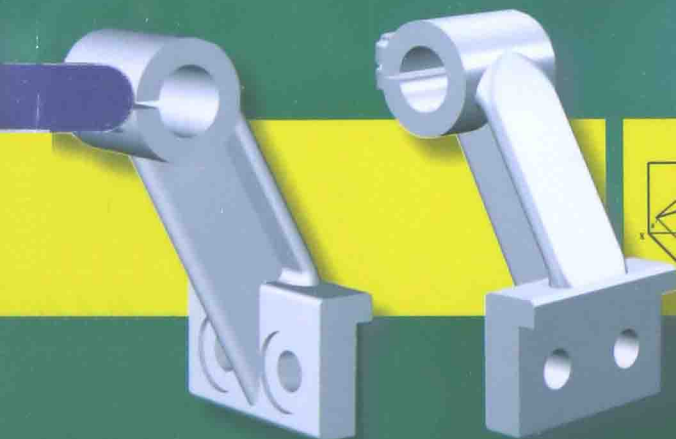


工程制图

何冰清 黄丽霞 苏国胜◎主编

既有理论又有实践的技术基础课

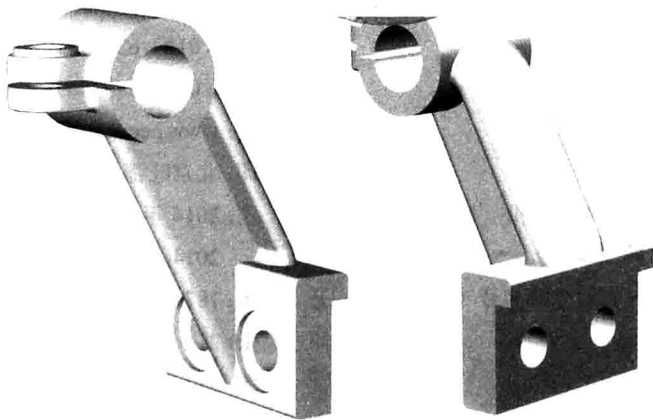


海洋出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

工程制图

何冰清 黄丽霞 苏国胜◎主编



海洋出版社

内 容 简 介

本书参照了教育部工程图学教学指导委员会《工程图学课程教学基本要求》，吸收了齐鲁工业大学及兄弟院校近几年的教学改革成果，并适当考虑了工程图学的发展要求编写而成。

本书的主要内容包括了传统工程制图理论：制图的基本知识，点、直线及平面的投影，立体的投影，回转体表面的截交线和相贯线，组合体的视图，轴测图，机件的常用表达方法，标准件和常用件，零件图，装配图等制图技法，另外还介绍了 AutoCAD 绘图基本知识、三维造型软件等内容。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图 / 何冰清, 黄丽霞, 苏国胜主编. -- 北京: 海洋出版社, 2014.6

ISBN 978-7-5027-8909-1

I. ①工… II. ①何… ②黄… ③苏… III. ①工程制图—教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 139888 号

策 划: 李 志

责任编辑: 赵 武

责任校对: 肖新民

责任印制: 赵麟苏

排 版: 海洋计算机图书输出中心 晓阳

出版发行: **海洋出版社**

地 址: 北京市海淀区大慧寺路 8 号 (716 房间) 开
100081

经 销: 新华书店

技术支持: (010) 62100052, hyjccb@sina.com

发 行 部: (010) 62174379 (传真) (010) 62132549

(010) 68038093 (邮购) (010) 62100077

网 址: www.oceanpress.com.cn

承 印: 北京旺都印务有限公司

版 次: 2014 年 6 月第 1 版

2014 年 6 月第 1 次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 21.5

字 数: 580 千字

定 价: 45.00 元

本书如有印、装质量问题可与发行部调换

《工程制图》编委会

主 编 何冰清 黄丽霞 苏国胜

主 审 李绍珍

前 言

本书参照了教育部工程图学教学指导委员会《工程图学课程教学基本要求》，吸收了我校及兄弟院校近几年的教学改革成果，并适当考虑了工程图学的发展要求编写而成。

本教材主要有以下几个特点：

(1) 本教材对传统工程制图的内容进行了一定的删减，尤其对画法几何的内容，仅选用了最基本和必要的部分。教材其他内容的选择，也力求做到少而精，针对性强，简练实用。

(2) 在教材内容的结构体系上，为了计算机绘图部分集中上课方便，将 AutoCAD 绘图部分集中起来单独作为第十章，并在内容上增加了部分绘图图例。

(3) 为了适应将来工程图学发展的需要，本书第十一章对目前广泛应用的三维建模软件 Pro/Engineer 进行了介绍。

(4) 本书根据 2000 年以后国家技术监督局颁布的《技术制图》和《机械制图》最新标准对相关内容进行了修正。

与本书配套的《工程制图习题集》同时出版发行。

本书由齐鲁工业大学何冰清、黄丽霞、苏国胜编著。其中何冰清编写了第一章、第二章、第八章、第九章，黄丽霞编写了第三章、第四章、第五章、第十一章，苏国胜编写了第六章、第七章、第十章、第十一章。

本书由山东大学李绍珍教授主审。

本书在编写过程中，得到了齐鲁工业大学和机械与汽车工程学院有关领导的支持与帮助，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，书中难免有错误与不当之处，敬请读者给予批评指正。

编 者

2014 年 4 月

目 录

绪论	1
第 1 章 制图的基本知识	2
1.1 制图国家标准的基本规定	2
1.1.1 图纸幅面及格式 (GB/T14689—2008)	2
1.1.2 比例 (GB/T14690—1993)	5
1.1.3 字体 (GB/T14691—1993)	6
1.1.4 图线 (GB/T4457.4—2002)	7
1.2 绘图工具及其使用	9
1.2.1 图板和丁字尺	9
1.2.2 三角板	9
1.2.3 圆规	9
1.2.4 分规	10
1.2.5 铅笔	10
1.2.6 曲线板	10
1.2.7 其他用品	10
1.3 几何作图	10
1.3.1 等分直线段	11
1.3.2 等分圆周作内接正多边形	11
1.3.3 斜度和锥度	12
1.3.4 椭圆的画法	13
1.3.5 圆弧连接	13
1.4 平面图形的分析和画法	15
1.4.1 平面图形的分析	15
1.4.2 平面图形的画法	15
1.5 徒手绘制草图	16
1.5.1 徒手画线的方法	16
1.5.2 绘制零件草图	18
第 2 章 点、直线及平面的投影	19
2.1 投影法的基本知识	19
2.1.1 投影的概念	19
2.1.2 工程上常用的投影法	20
2.2 点的投影	21
2.2.1 点在三投影面体系中的投影	21

2.2.2	特殊点的投影	23
2.2.3	二点的相对位置与重合投影	24
2.3	直线的投影	25
2.3.1	直线的投影	25
2.3.2	直线与投影面的相对位置及其投影特性	25
2.3.3	一般位置线段的实长和其对投影面的夹角的确定	27
2.3.4	直线上的点	28
2.3.5	两直线的相对位置	29
2.3.6	直角投影定理	31
2.4	平面的投影	32
2.4.1	平面的表示方法	32
2.4.2	各种位置平面的投影特性	33
2.4.3	平面内的点和直线	35
2.5	直线与平面、平面与平面的相对位置	37
2.5.1	直线与平面平行、平面与平面平行	37
2.5.2	直线与平面相交	39
2.5.3	平面与平面相交	41
2.5.4	直线与平面垂直、平面与平面垂直	43
2.6	换面法	44
2.6.1	概述	44
2.6.2	换面法的基本作图方法	44
第3章	立体的投影和立体表面的交线	49
3.1	平面立体	49
3.1.1	平面立体的投影	49
3.1.2	平面立体表面取点和直线	51
3.2	平面立体表面的截交线	52
3.2.1	平面立体表面截交线的性质	53
3.2.2	平面立体表面截交线的求法	53
3.3	曲面立体	58
3.3.1	圆柱	58
3.3.2	圆锥	59
3.3.3	球	61
3.3.4	圆环	62
3.4	平面与曲面立体表面相交	63
3.4.1	曲面立体截交线的性质	63
3.4.2	曲面立体表面截交线的求法	63
3.5	两立体表面相交	72
3.5.1	平面立体与曲面立体表面相交	72
3.5.2	曲面立体与曲面立体表面相交	74

第 4 章 组合体的视图	86
4.1 三视图的形成及其投影特性	86
4.1.1 三视图的形成	86
4.1.2 三视图的投影特性	86
4.2 组合体的形体分析与视图的画法	87
4.2.1 组合体的形体分析	87
4.2.2 叠加型组合体视图的画法	89
4.2.3 切割型组合体视图的画法	92
4.3 尺寸标注	93
4.3.1 尺寸标注的基本知识 (GB4458.4—2003)	93
4.3.2 组合体的尺寸标注	97
4.4 组合体视图的阅读	101
4.4.1 看图时需要注意的几个基本问题	101
4.4.2 看图的基本方法	104
4.4.3 已知两视图补画第三视图	107
4.5 组合体的构型设计	108
第 5 章 轴测图	111
5.1 轴测图的基本知识	111
5.1.1 轴测投影的形成	111
5.1.2 轴测轴、轴间角与轴向变形系数	111
5.1.3 轴测图的分类	111
5.1.4 轴测图的投影特性	112
5.2 正等测图	112
5.2.1 平面立体的正等测图	113
5.2.2 平行于坐标面圆的正等测图	114
5.2.3 圆角正等测图	116
5.2.4 综合举例	116
5.3 斜二等轴测图	117
第 6 章 机件的常用表达方法	119
6.1 视图	119
6.1.1 基本视图	119
6.1.2 向视图	121
6.1.3 局部视图	121
6.1.4 斜视图	122
6.2 剖视图	123
6.2.1 剖视图的基本概念	123
6.2.2 剖视图的画法	123
6.2.3 剖视图的种类	126

6.2.4 剖切平面的种类及剖切方法	128
6.3 断面图	133
6.3.1 断面图的基本概念	133
6.3.2 断面的种类	133
6.4 其他表达方法	136
6.4.1 局部放大图	136
6.4.2 简化画法	136
6.5 机件表达方法的综合举例	138
第7章 标准件与常用件	142
7.1 螺纹及螺纹紧固件	142
7.1.1 螺纹的基本知识	142
7.1.2 螺纹的规定画法(GB/T4459.1—1995)	145
7.1.3 螺纹的标注	148
7.1.4 螺纹紧固件及其连接	151
7.2 键、销、滚动轴承与弹簧	156
7.2.1 键	156
7.2.2 销	158
7.2.3 滚动轴承	159
7.2.4 弹簧	161
7.3 齿轮	165
7.3.1 圆柱齿轮	165
7.3.2 直齿圆柱齿轮的画法	167
7.3.3 直齿圆锥齿轮	170
第8章 零件图	174
8.1 零件图的作用和内容	174
8.1.1 零件图的作用	174
8.1.2 零件图的内容	175
8.2 零件图的视图选择	175
8.2.1 主视图的选择	175
8.2.2 其他视图的选择	177
8.2.3 各类典型零件的视图选择	177
8.3 零件上常见的工艺结构	181
8.3.1 铸造工艺结构	182
8.3.2 机械加工工艺结构	183
8.4 零件图的尺寸标注	185
8.4.1 尺寸基准的选择	185
8.4.2 合理标注尺寸应注意的事项	187
8.5 零件图的技术要求	190

8.5.1 极限与配合	190
8.5.2 表面结构	198
8.5.3 形状公差和位置公差	202
8.6 看零件图	204
8.6.1 看标题栏, 初步了解零件	205
8.6.2 分析视图, 想象零件的结构形状	205
8.6.3 分析尺寸, 弄清零件的大小	205
8.6.4 看技术要求, 进一步明确制造及检验的要求	206
第9章 装配图	207
9.1 装配图的作用和内容	207
9.1.1 装配图的作用	207
9.1.2 装配图的内容	207
9.2 装配图的表达方法	209
9.2.1 基本表达方法	209
9.2.2 规定画法	209
9.2.3 特殊画法	209
9.3 装配图的视图选择	211
9.3.1 主视图的选择	211
9.3.2 确定其他视图	212
9.4 装配图中的尺寸和技术要求	214
9.4.1 装配图中的尺寸标注	214
9.4.2 装配图中的技术要求	214
9.5 装配图中的零、部件序号和明细栏	215
9.5.1 零、部件序号	215
9.5.2 明细栏	216
9.6 装配结构的合理性简介	216
9.7 部件测绘	218
9.7.1 部件测绘的方法与步骤	218
9.7.2 画装配示意图	218
9.7.3 测绘零件、画零件草图	219
9.7.4 画装配图	221
9.7.5 画零件图	224
9.8 读装配图和拆画零件图	224
9.8.1 读装配图的目的要求	224
9.8.2 读装配图的方法步骤	224
9.8.3 由装配图拆画零件图的方法步骤	227
第10章 AutoCAD 绘图系统	230
10.1 AutoCAD 经典界面和基本操作	230
10.1.1 AutoCAD 的主界面	230

10.1.2	图形文件的使用	231
10.2	绘图入门	232
10.2.1	辅助绘图命令	232
10.2.2	精确绘图	233
10.3	基本绘图命令	234
10.3.1	绘制直线 (LINE) 命令	234
10.3.2	绘制矩形 (RECTANGLE) 命令	234
10.3.3	绘制圆 (CIRCLE) 命令	235
10.3.4	绘制点 POINT 命令	236
10.3.5	画圆弧命令 (ARC)	236
10.3.6	绘制椭圆 (ELLIPSE) 命令	237
10.3.7	绘制正多边形 (POLYGON) 命令	238
10.3.8	绘制多义线 (PLINE) 命令	239
10.3.9	绘制圆环和实心圆 (DOUGHNUT 或 DONUT) 命令	241
10.3.10	绘制多线 (MLINE) 命令	241
10.3.11	绘制样条曲线 (SPLINE) 命令	241
10.3.12	编辑文本命令	242
10.4	编辑命令	243
10.4.1	图形编辑的选择方式	243
10.4.2	图形编辑命令	245
10.5	图形显示与查询	254
10.5.1	缩放 (ZOOM) 命令	254
10.5.2	平移 (PAN) 命令	255
10.5.3	重画 (REDRAW) 与重生 (REGEN) 命令	255
10.5.4	图形信息的查询	255
10.6	图层、线型和图块命令	255
10.6.1	图层	255
10.6.2	线型	257
10.6.3	图块	257
10.7	AutoCAD 尺寸标注	259
10.7.1	尺寸标注的基本方法	259
10.7.2	尺寸变量	263
10.7.3	尺寸标注的编辑	265
10.8	AutoCAD 的图案填充	266
10.8.1	定义图案填充边界	267
10.8.2	图案填充的操作	267
10.8.3	剖面线填充示例	269
10.9	实例一 键槽的绘制	270
10.9.1	实例介绍	270

10.9.2 操作步骤	270
10.10 实例二 平衡支架三视图的绘制	278
10.10.1 实例介绍	278
10.10.2 操作步骤	279
第 11 章 三维实体建模简介	290
11.1 三维造型方法	290
11.1.1 拉伸	290
11.1.2 旋转	291
11.1.3 扫描	291
11.1.4 混合	292
11.2 Pro/Engineer 用户界面	292
11.2.1 菜单栏	293
11.2.2 工具栏	293
11.2.3 特征工具栏	293
11.2.4 命令提示栏	294
11.2.5 导航器	294
11.2.6 浏览器	295
11.2.7 特征定义栏	295
11.3 草绘截面设计	295
11.3.1 绘制截面的界面和工具介绍	295
11.3.2 工具栏	296
11.3.3 特征工具栏	296
11.3.4 菜单栏	296
11.4 基准特征	297
11.5 基础实体特征的建模	298
11.5.1 拉伸建模	298
11.5.2 拉伸建模	298
11.5.3 旋转建模	301
11.5.4 复制模型	302
附录	304
参考文献	332

绪 论

一、本课程的研究对象及作用

本课程主要研究运用投影法知识,按一定的标准规定,借助于图板丁字尺计算机等绘图工具,将物体的形状、尺寸、技术要求等准确地表达在图纸等介质上。这种应用于工程领域中,包含了物体形状、尺寸与技术要求等信息的图形称为工程图样。

工程图样是表达和交流技术思想的重要工具,是工程技术部门的一项重要技术文件。在工业生产与科学试验中,工程图样是进行加工制造、维修检验等方面的主要依据。因此它被喻为“工程界的技术语言”。

二、本课程的基本任务

1. 学习正投影法的基本原理及其应用
2. 培养绘制与阅读机械工程图样的能力
3. 培养空间想象、空间构思能力
4. 学习用计算机绘制工程图样的基本技能
5. 培养严肃细致的工作作风、认真负责的工作态度

三、本课程的特点与学习方法

本课程是一门既有系统理论,又偏重于实践的技术基础课。学习该课程,既包含了对投影理论等知识的理解,又包含了绘图与看图基本技能的训练。而这两者,都必须通过大量的绘图、读图练习来得以实现。因此学好本课程必须要理论联系实际,多画、多想、多看,并通过完成较多的习题作业,来加强对投影理论、基本概念的理解,培养起较强的空间想象能力及较高的绘图与看图的基本技能。

此外在学习中还应注意:

本课程的中心内容主要是讲授如何用平面图形完整、准确、简捷地表达空间形体。因此在学习时要密切注意画在平面上的投影图形与所表达的空间形体之间的关系,由物画图,由图想物,只有通过这种经常的从空间到平面、从平面到空间的反复对照与思索,才能较快地提高空间想象力及画图与看图的能力。

要熟知国家颁布的《机械制图》《技术制图》国家标准,尤其对《机械制图》国家标准中常用的一些规定必须要熟记,并在绘图实践中严格遵守。另外还应尽可能了解一些机械制造的有关知识,这对学习该课程将很有益处。

本教材要求同学同时具备手工草图、仪器绘图和计算机绘图三种能力,尤其计算机绘图能力的培养,要靠同学们多争取上机机会,熟练运用各种绘图命令,才能又快又好地绘出工程图。

第 1 章 制图的基本知识

1.1 制图国家标准的基本规定

机械图样是机械设计和机械制造过程中的重要技术文件，被称为工程界的共同语言，具有严格的规范性。国家标准中规定了有关“技术制图”和“机械制图”的标准。它是工程界重要的技术基础标准，是绘制和阅读机械图样的准则和依据。机械制图标准与其他标准一样，为了满足生产技术发展的需要，进行过多次修改和补充。

国家标准简称国标，包括强制性国标（代号为“GB”）、推荐性国标(代号为“GB/T”)和指导性国标(代号为“GB/Z”)。代号后面的两组数字，分别表示标准顺序号和标准批准的年份。例如“比例”的标准号为 GB/T14690—1993。本节就图纸幅面和格式、比例、字体、图线、尺寸注法等制图国标的有关规定作简要介绍。其他标准将在有关章节中叙述。

1.1.1 图纸幅面及格式(GB/T14689—2008)

1. 图纸幅面

绘制图样时，应优先采用表 1-1 中规定的图纸基本幅面，必要时，也允许选用所规定的加长幅面，加长幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出，如图 1-1 所示。图中粗实线为基本幅面（第一选择）；细实线和虚线所示为加长幅面（第二选择和第三选择）。

表 1-1 图纸基本幅面尺寸

(mm)					
幅面代号	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
B × L	841 × 1189	594 × 941	420 × 594	297 × 420	210 × 297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

表中幅面代号意义见图 1-2、图 1-3。

2. 图框格式

图框是图纸上限定绘图区域的线框，在图纸上，必须用粗实线画出图框，图样画在图框内部。其格式分为不留装订边和留有装订边两种，分别如图 1-2 和图 1-3 所示，但同一产品的图样只能采用一种格式。绘图时，图纸可以竖用（短边水平）或横用（长边水平）。

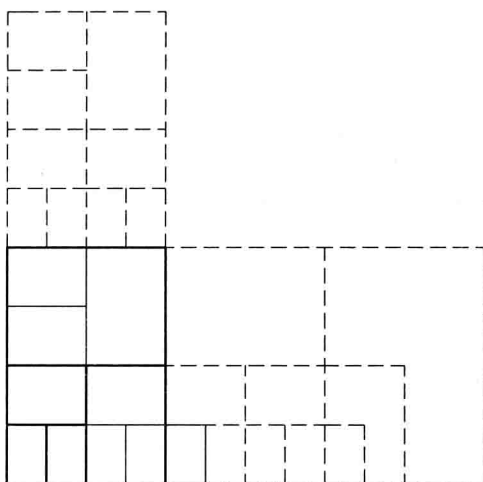


图 1-1 图纸的加长幅面

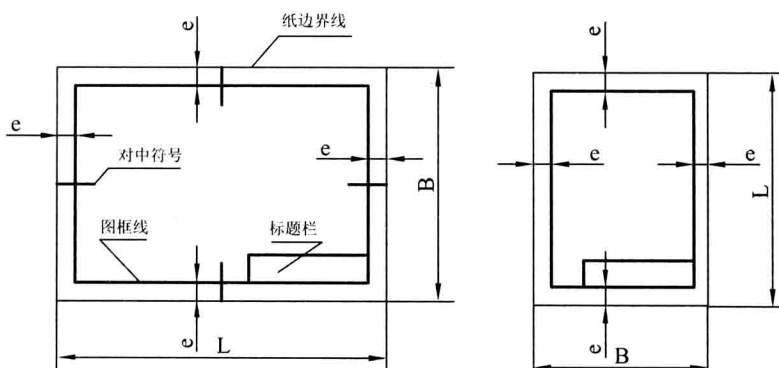


图 1-2 不留装订边的图框格式

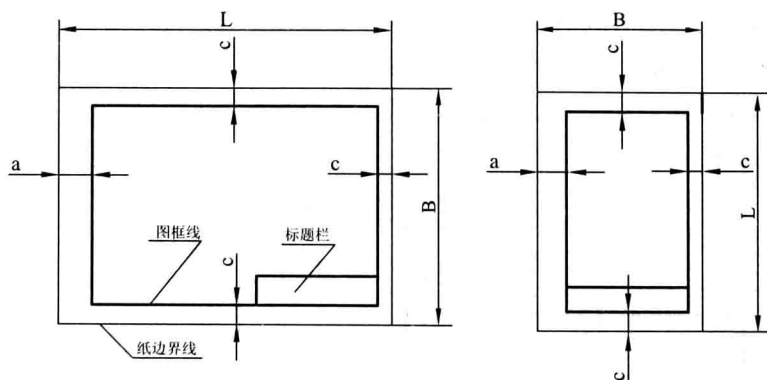


图 1-3 留有装订边的图框格式

3. 标题栏

GB/T10609.1—2008 对标题栏的内容、格式和尺寸作了规定，见图 1-4(a)所示。标题栏的位置位于图纸的右下角，如图 1-2、图 1-3 所示。标题栏的外框为粗实线，

里边是细实线，其右边线和底边线应与图框线重合。学生制图课建议采用图 1-4 (b) 的格式。

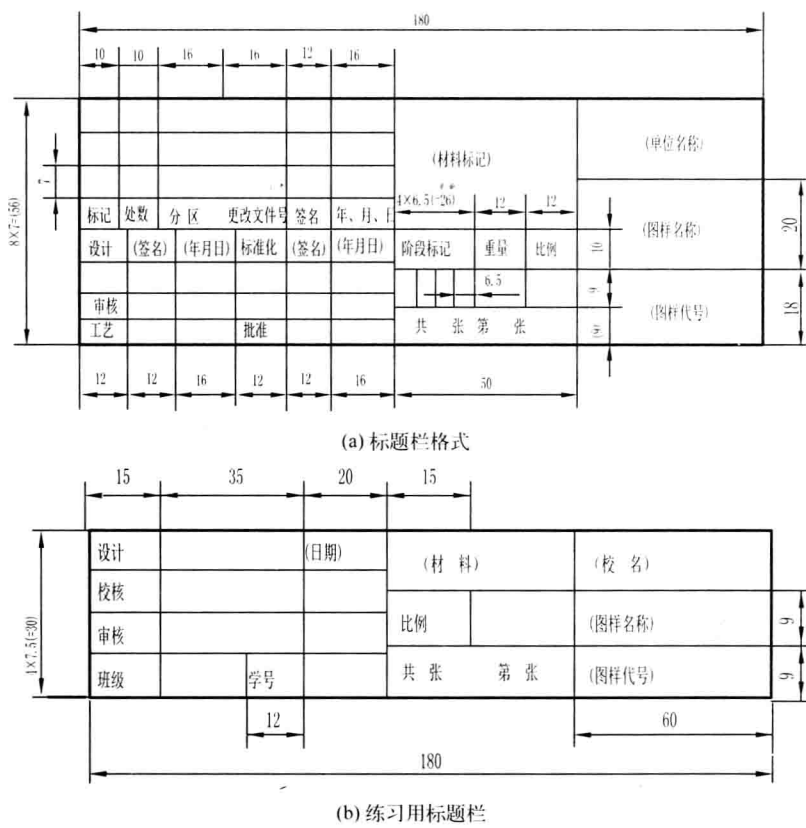


图 1-4 标题栏的尺寸与格式

为了阅读、管理图纸的方便，图框线上还会出现一些附加符号，如对中符号、方向符号等，如图 1-5 所示。标题栏的方位与看图方向有两种情况，第一种情况是以标题栏中的文字方向为看图方向；第二种情况是按方向符号指示的方向看图，即令方向符号位于图纸的下边看图。

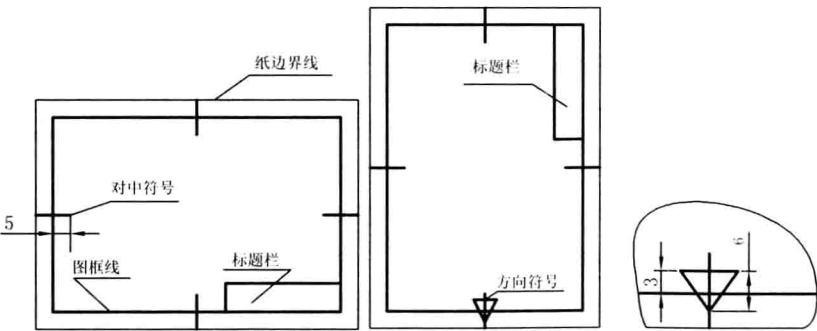


图 1-5 有附加符号的图框格式

1.1.2 比例（GB/T14690—1993）

比例是指图样中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。绘制图样时，应根据实际需要优先选用表 1-2 中规定的比例，必要时允许选用表 1-3 中规定的比例。

表 1-2 优先选用的比例

种 类	优先选用的比例		
原值比例	1 : 1		
放大比例	2 : 1	5 : 1	
	$1 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$5 \times 10^n : 1$
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	$1 : 1 \times 10^n$	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$

注：n 为正整数

表 1-3 允许选用的比例

种 类	允许选用的比例				
放大比例	2.5 : 1	4 : 1			
	$2.5 \times 10^n : 1$	$4 \times 10^n : 1$			
缩小比例	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

一般来说，绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例，并在标题栏中填写。当某个视图需要采用不同比例时，可在视图名称的下方或右侧标注比例，例如：

$$\frac{I}{2:1} \quad \frac{A}{1:100} \quad \frac{B-B}{2.5:1} \quad \text{平面图 } 1:10$$

不论采用何种比例，图形中标注的尺寸应按机件的实际尺寸标出，与所选的比例无关，如图 1-6 所示。

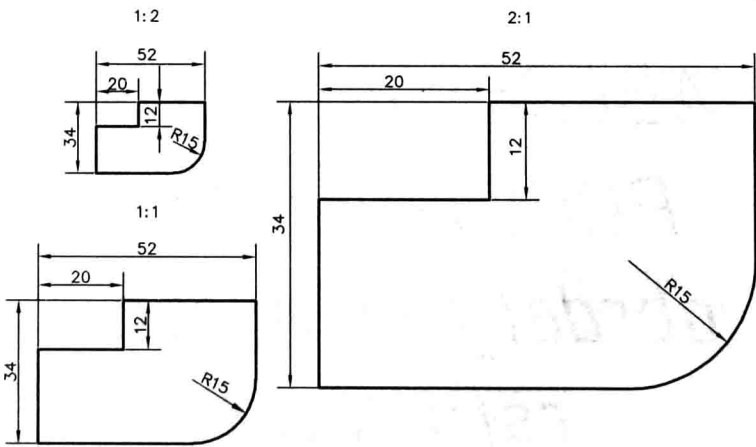


图 1-6 不同比例的图形及其尺寸标注