

张培训 李玉保 主 编

JIXIE ZHITU

机 械 制 图



黄河水利出版社

机械制图

张培训 李玉保 主编

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书为高职高专机电类统编教材。主要内容包括制图的基本知识和技能、投影基础、立体的投影、组合体、轴测图、机件常用的表达方法、标准件与常用件、零件图、装配图等。本书适用于高职高专及成人院校机电类各专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/张培训,李玉保主编. —郑州:黄河水利出版社,2009.9

ISBN 978 - 7 - 80734 - 728 - 6

I. 机… II. ①张…②李… III. 机械制图 - 高等学校:技术学校 - 教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 171429 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:17

字数:393 千字

印数:1—4 100

版次:2009 年 9 月第 1 版

印次:2009 年 9 月第 1 次印刷

定价:32.00 元

编委会名单

主 编	张培训	李玉保	
副 主 编	刘昌云	陈夫进	赵清华
编写人员	刘有奇	钟克明	刘正毅
	于 威	王永刚	卢志伟
	杨晓敏	韩键美	苗 飞
	马红雷	王 娟	邓子伦
	孔祥伟		

前 言

《机械制图》是一门培养学生用投影法绘制和阅读机械工程图样以及解决机械加工中空间几何问题的课程,是高等职业技术学院机械类专业必修的一门主要的技术基础课。

本书以《高职高专教育工程制图课程教学基本要求》为依据,结合一线教师的教学经验,并在广泛吸取高职高专制图教学改革实践经验以及其他同类教材优点的基础上编写而成。全书从工科学生就业岗位的实际出发,以培养学生绘制和阅读工程图样为目的,以解决生产实际问题为准则,对传统的机械制图课程内容进行了适当的调整和删减,力求突出高职高专教育特色,全面提升学生的识图制图能力。在内容的编写上以必需、够用为度,做到深入浅出、重点突出、图文并茂、通俗易懂,便于学生在教师的指导下自学。

本书由张培训、李玉保担任主编,刘昌云、陈夫进、赵清华担任副主编,参加编写的有刘有奇、钟克明、刘正毅、于威、王永刚、卢志伟、杨晓敏、韩键美、苗飞、马红雷、王娟、邓子伦、孔祥伟。

由于编写时间仓促,加之水平有限,书中难免存在不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2009年8月

目 录

前 言

第 1 章 制图的基本知识和技能	(1)
1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定	(1)
1.2 常用绘图工具和仪器的使用	(12)
1.3 几何作图	(15)
1.4 平面图形的分析与画法	(20)
1.5 绘图的方法和步骤	(23)
第 2 章 投影基础	(28)
2.1 正投影法与三视图	(28)
2.2 点的投影	(31)
2.3 直线的投影	(34)
2.4 平面的投影	(41)
2.5 平面内的点和直线	(44)
第 3 章 立体的投影	(47)
3.1 基本体的投影	(47)
3.2 截交线	(54)
3.3 两回转体的表面交线——相贯线	(64)
第 4 章 组合体	(71)
4.1 组合体的组合形式及表面连接关系	(71)
4.2 组合体三视图的画法	(74)
4.3 组合体的尺寸标注	(77)
4.4 读组合体视图	(81)
第 5 章 轴测图	(90)
5.1 轴测图的基本知识	(90)
5.2 正等轴测图	(91)
5.3 斜二等轴测图	(99)
第 6 章 机件常用的表达方法	(101)
6.1 视图	(101)
6.2 剖视图	(104)
6.3 断面图	(116)
6.4 其他表达方法	(120)
6.5 表达方法综合应用举例	(125)
6.6 第三角画法简介	(127)

第 7 章 标准件与常用件 (131)

7.1 螺纹和螺纹紧固件 (131)

7.2 键连接和销连接 (144)

7.3 齿轮 (147)

7.4 滚动轴承 (152)

7.5 弹簧 (156)

第 8 章 零件图 (159)

8.1 零件图内容 (159)

8.2 零件的视图选择 (160)

8.3 零件上常见的工艺结构 (162)

8.4 零件图的尺寸标注 (165)

8.5 零件图上的技术要求 (172)

8.6 常见典型零件的分析 (185)

8.7 读零件图 (192)

8.8 零件测绘 (193)

第 9 章 装配图 (201)

9.1 装配图的作用和内容 (201)

9.2 装配图的表达方法 (201)

9.3 装配图的尺寸标注、技术要求 (204)

9.4 装配图的零件序号及明细栏 (205)

9.5 装配结构的合理性 (206)

9.6 由零件图画装配图 (208)

9.7 读装配图和拆画零件图 (212)

9.8 部件测绘 (216)

附 录 (225)

参考文献 (263)

第 1 章 制图的基本知识和技能

机械图样是设计和制造机械过程中的重要技术资料,是“工程界技术交流的语言”。国家标准统一规定了有关机械方面的生产和设计部门必须共同遵守的制图基本法规。国家标准(简称国标),用 GB 或 GB/T(GB 为强制性国家标准,GB/T 为推荐性国家标准)表示。本章仅介绍现行国家标准《技术制图》和《机械制图》中的部分内容。

1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定

为了适应现代化生产和管理的需要、便于技术交流,使制图规格和方法统一,我国制定发布了一系列关于制图的国家标准。本节我们主要学习图幅格式、比例、字体、图线、尺寸注法等一般规定,其他有关标准在以后相关章节中介绍。

1.1.1 图纸幅面及格式(GB/T 14689—1993)

1.1.1.1 图纸幅面

为便于使用和保管图纸,图样应绘制在一定幅面和格式的图纸上。图纸基本幅面有 5 种,分别用幅面代号 A0、A1、A2、A3、A4 表示。A0 幅面面积为 1m^2 ,长短边之比为 $\sqrt{2}$ 。A1 幅面为 A0 幅面的一半(以长边对折裁开),A2 ~ A4 依次类推。

图纸幅面分为基本幅面和加长幅面两种,在绘制技术图样时,应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面。必要时,可以按规定加长幅面,但加长后的幅面尺寸是基本幅面的短边整数倍增加后而形成的。如图 1-1 所示,图中粗实线表示为基本幅面,细实线和虚线所示为加长幅面。

表 1-1 图纸幅面尺寸					(单位: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				

1.1.1.2 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框称为图框。图框在图纸上必须用粗实线画出,其格式分有留装订边和不留装订边两种,同一产品的图样只能采用一种格式。留装订边:装订边宽度为 a ,其余留边宽度为 c ,如图 1-2 所示;不留装订边:各边宽度均为 e ,如图 1-3 所示。其尺寸见表 1-1。

1.1.1.3 标题栏(GB/T 10609.1—1989)

为使图样便于管理和查阅,每张技术图样中必须画出标题栏。标题栏的位置一般位于图纸的右下角,如图 1-2、图 1-3 所示,看图的方向一般应与标题栏中文字方向一致。为

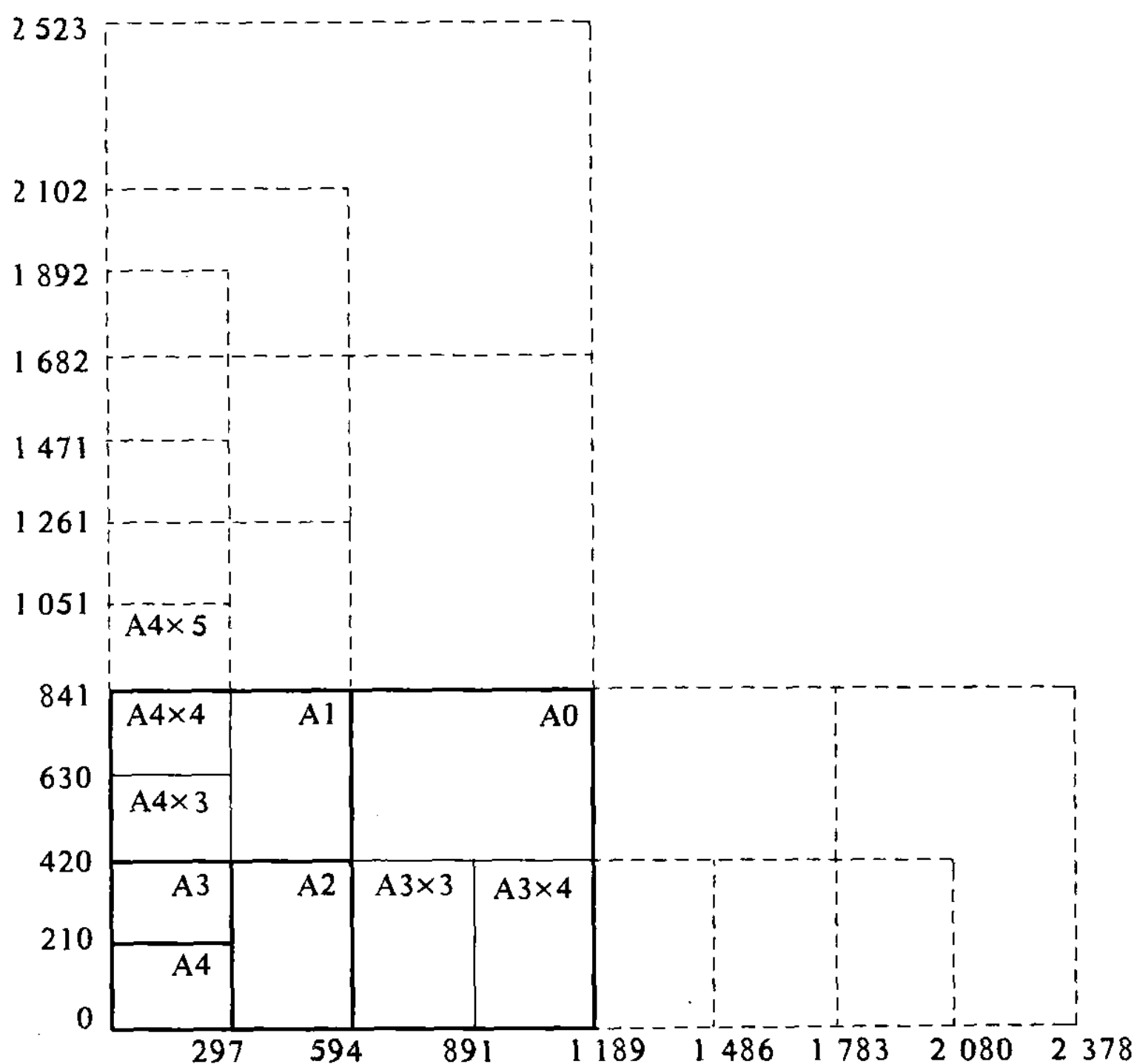


图 1-1 基本幅面与加长幅面尺寸

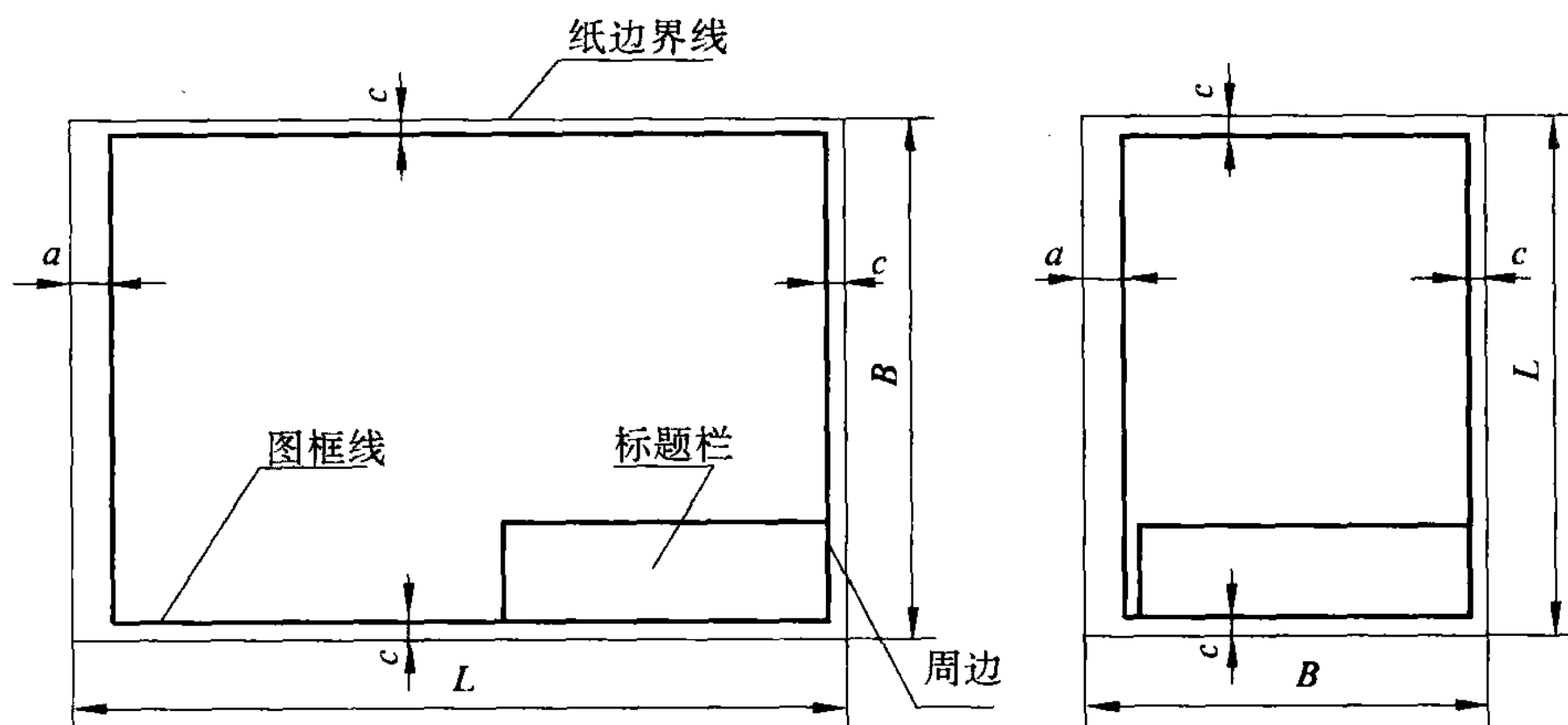


图 1-2 留有装订边的图框格式

了使用预先印好边框的图纸,明确绘图和看图的图纸方向,当看图方向与标题栏中文字的方向不一致时,应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号,如图 1-4(a)所示。方向符号是用细实线绘制的等边三角形,其大小和所处的位置如图 1-4(b)所示。

国家标准(GB/T 10609.1—1989)对标题栏的格式已做了统一规定,在生产设计中要严格遵守这种规定,如图 1-5 所示;教学中为了简便起见,建议采用简化的标题栏格式如图 1-6 所示。

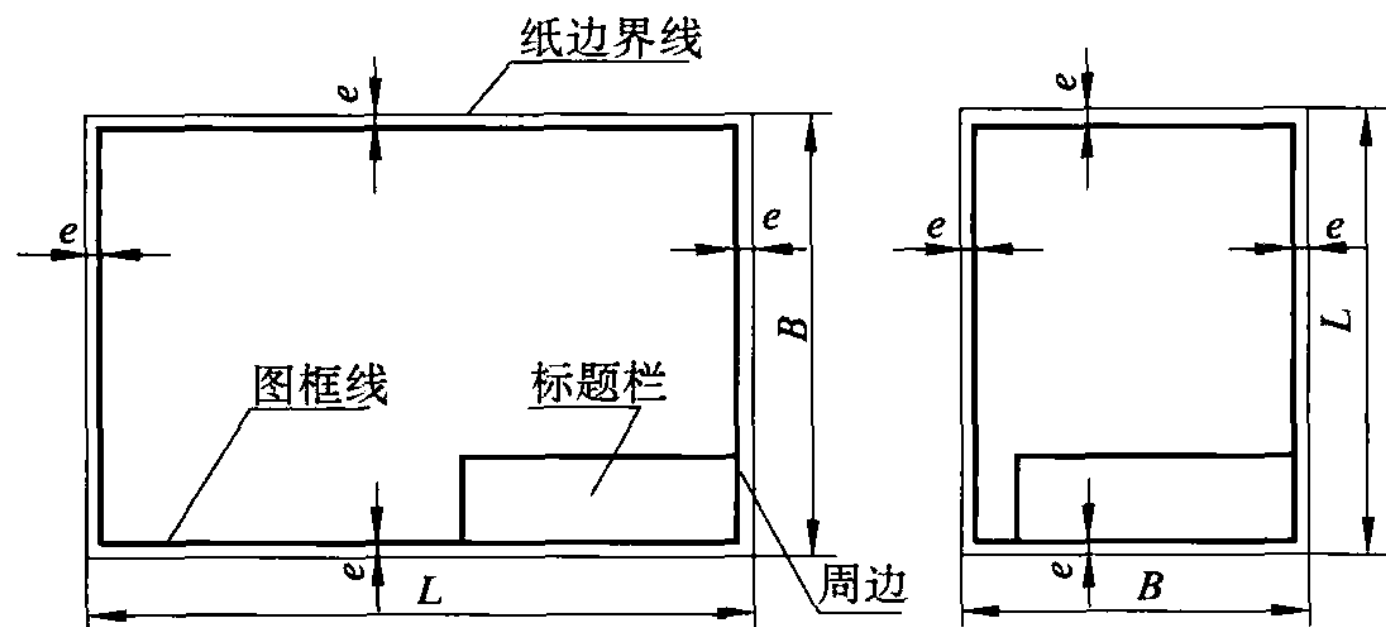


图 1-3 不留装订边的图框格式

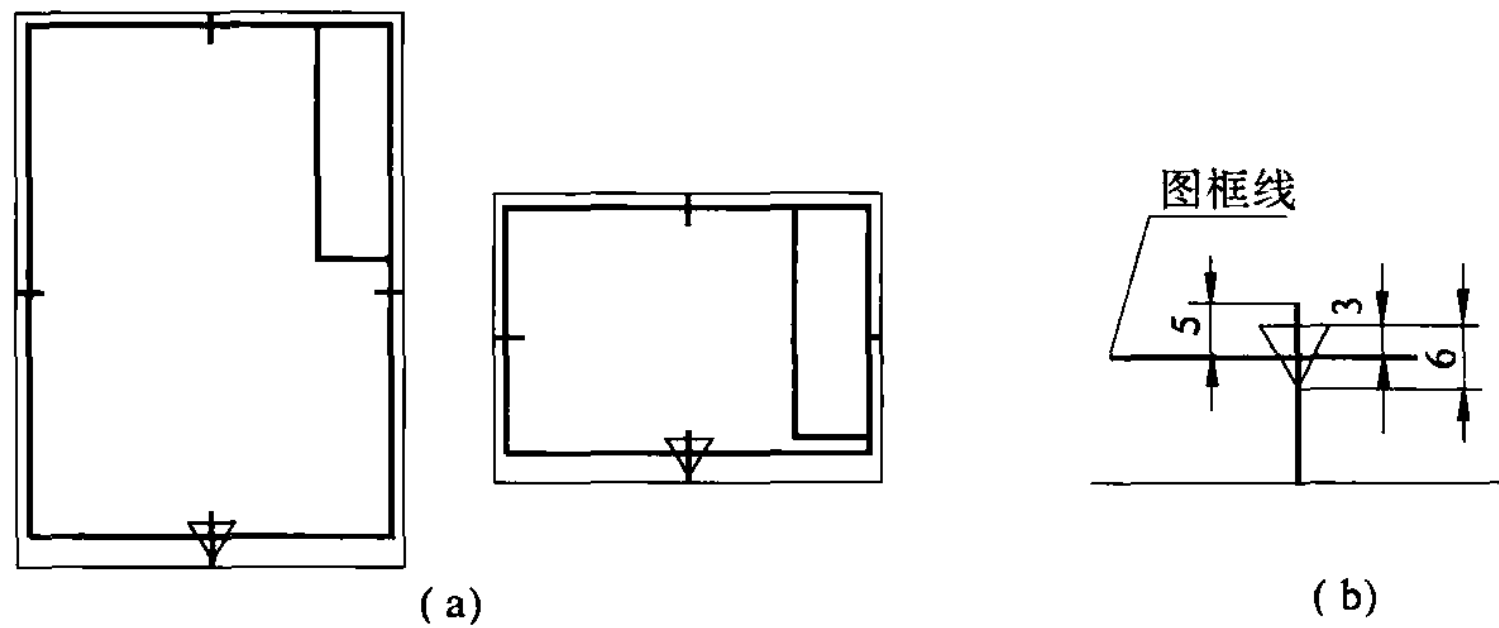
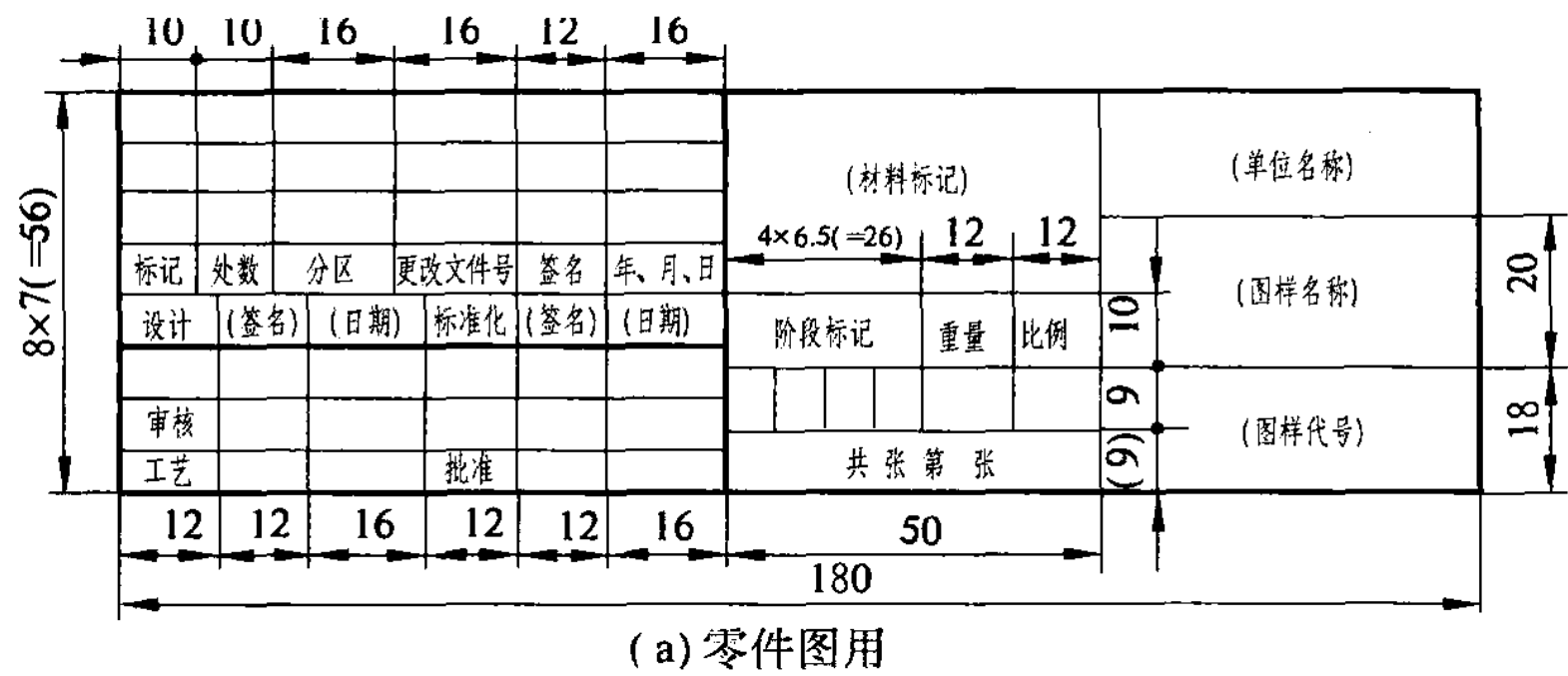
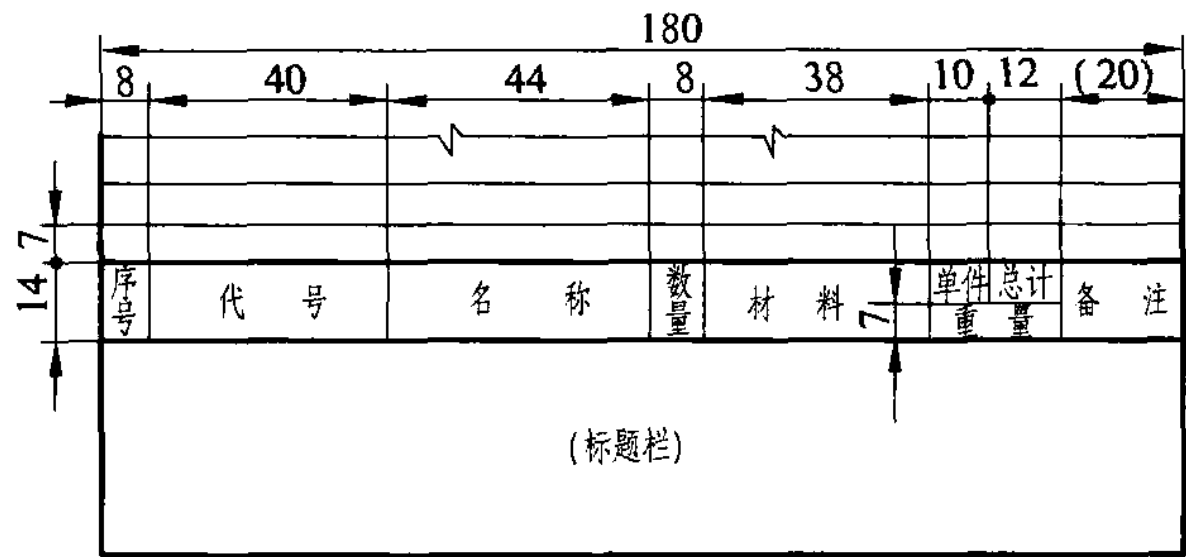


图 1-4 对中符号和方向符号



(a) 零件图用



(b) 装配图用

图 1-5 国家规定的标题栏

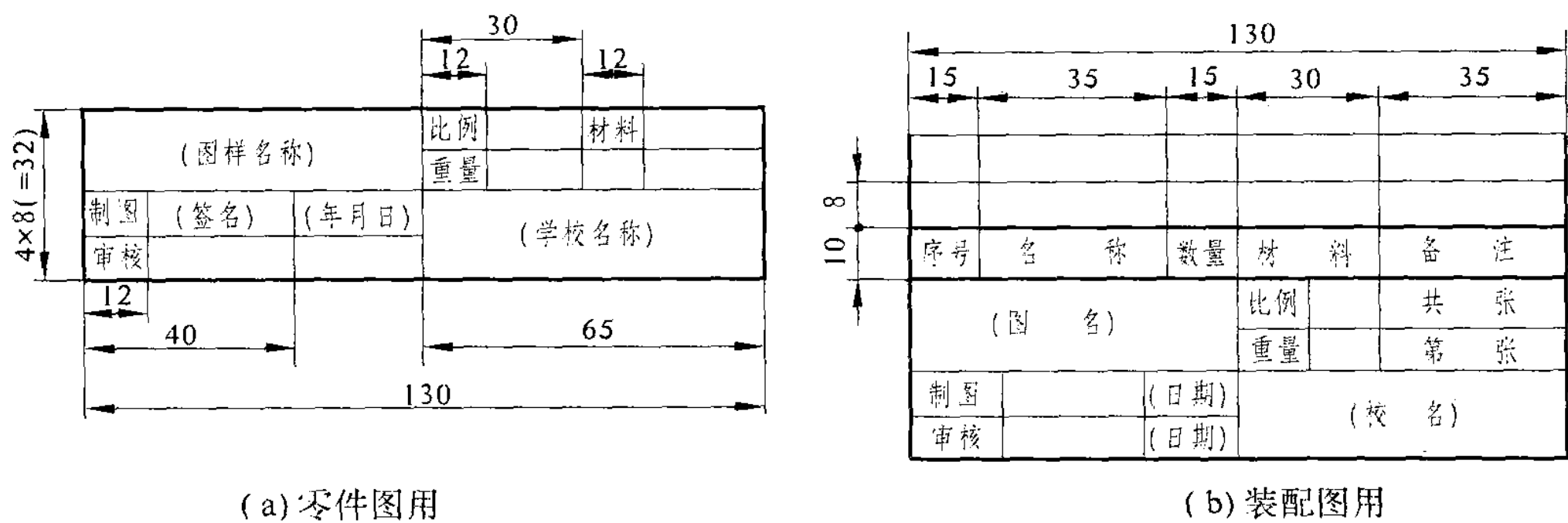


图 1-6 学校用标题栏

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。比例符号用“:”表示,如1:1、1:2、2:1等,比例按其比值的大小分为:

- (1)放大比例,比值大于1的比例,如2:1、4:1等。
- (2)缩小比例,比值小于1的比例,如1:2、1:4等。
- (3)原值比例,比值等于1的比例,即1:1。

绘制图样时,一般情况下为了方便作图和识图应尽量采用1:1的比例绘图,当形体不宜采用1:1绘制图样时,也可用缩小或放大的比例画图。但必须选取适当的比例,从表1-2规定的系列中选取,优先选择第一系列,必要时允许选取第二系列。

表 1-2 比例系列

种类	第一系列			第二系列				
原值比值	1:1							
放大比例	2:1	5:1	10:1	2.5:1	4:1			
	$2 \times 10^n:1$	$5 \times 10^n:1$	$1 \times 10^n:1$	$2.5 \times 10^n:1$	$4 \times 10^n:1$			
缩小比例	1:2	1:5	1:10	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4	1:6
	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:3 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$	$1:6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

需要注意的是,不论是放大或缩小,标注尺寸时都必须标注形体的真实尺寸。

绘制同一机件的各个图形原则上应采用相同的比例,填在标题栏中。必要时个别图形可采用不同比例,但此时要在图形的正上方标注出所用比例。

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

在图样中除了表示物体形状的图形外,还必须用文字、数字和字母表示物体的大小及技术要求等内容,国家标准对字体的大小和结构有统一的规定。

1.1.3.1 汉字

(1)汉字的基本要求。图样中书写汉字、数字和字母必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

①字体高度(用 h 表示)的公称尺寸(mm)系列共有 8 种:20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8。

②应写成长仿宋体,并采用国家正式公布的简化字。汉字的高度应不小于 3.5 mm,其宽度一般为 $h\sqrt{2}$ 。

(2)常用字号的推荐使用范围。

3.5 号:指数、偏差、注脚等。

5 号:尺寸数字、比例数字、字母等。

7 号:剖面代号、文字说明、标题栏中文字等。

10 号:标题栏中图名。

(3)字体示例如下所述。

7 号字:

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

10 号字:

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

1.1.3.2 字母与数字

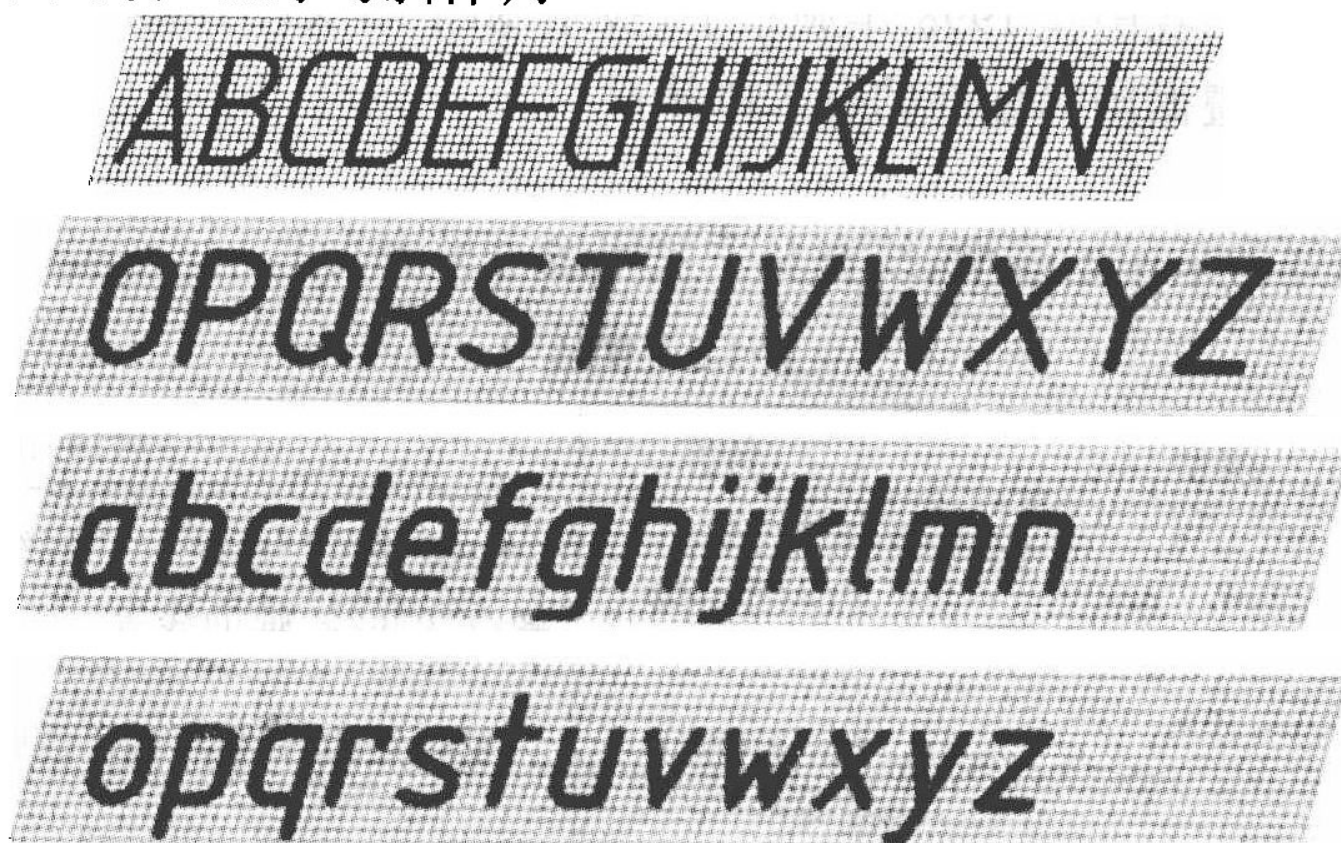
(1)字母和数字的基本要求。

①其格式分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 d 为字体高度的 $1/14$;B 型字体的笔画宽度 d 为字体高度的 $1/10$ 。

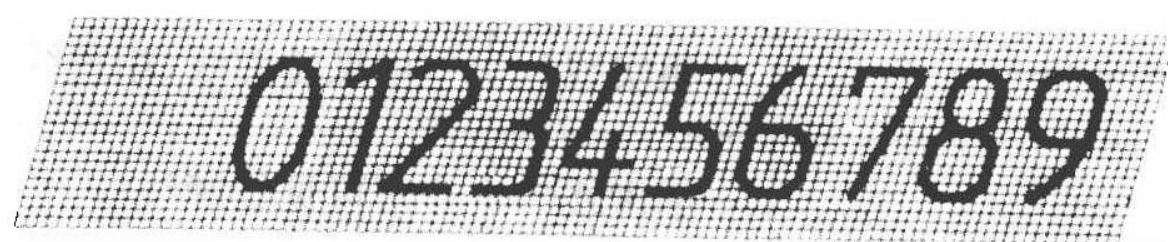
②字母和数字可写成直体或者斜体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。

(2)字母和数字示例。

①拉丁字母示例(B 型字母斜体):



②阿拉伯数字示例(B 型斜体):



③罗马数字示例(A 型斜体):



1.1.3.3 字体的综合运用

(1)用做指数。极限偏差等的数字及字母,一般应采用小一号的字体,示例如下:

10^3 S^{-1} D_1 T_d $\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $7^{+1^\circ}_{-2^\circ}$ $\frac{3}{5}$

(2)图样中的数字符号、计量单位符号以及其他符号、代号,应分别符合国家有关法令和规定。具体示例如下:

$R3$ $2 \times 45^\circ$ $M24-6H$ $\phi 60H7$ $\phi 30g6$
 $\phi 20^{+0.021}_0$ $\phi 25^{-0.007}_{-0.020}$ $Q235$ $HT200$
 l/mm m/kg $46r/min$ $220V$ $380kPa$

(3)一些特殊的标注示例如下:

$10Js5(\pm 0.003)$ $M24-6h$ $R8$ 5%
 $\phi 25 \frac{H6}{m5}$ $\frac{II}{2:1}$ $\frac{6.3}{\nabla}$ $\frac{3.50}{\nabla}$

1.1.4 图线(GB/T 17450—1998)

为了与国际接轨,我国在 1998 年颁布了《技术制图 图线》的国家标准,规定了图线的基本线型,制图时应遵循国家标准的有关画法。

1.1.4.1 基本线型

绘制机械图样常采用的线型、线宽及主要用途等见表 1-3。

表 1-3 图线

序号	线型	名称	一般应用
1		细实线	过渡线、尺寸线、尺寸界线、剖面线指引线、螺纹牙底线、辅助线等
2		波浪线	断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
3		双折线	断裂处边界线,视图与剖视图的分界线
4		粗实线	可见轮廓线、相贯线、螺纹牙顶线等
5		细虚线	不可见轮廓线

续表 1-3

序号	线型	名称	一般应用
6	-----	粗虚线	表面处理的表示线
7	-----	细点画线	轴线、对称中心线、分度圆(线)、孔系分布的中心线、剖切线等
8	-----	粗点画线	限定范围表示线
9	-----	细双点画线	相邻辅助零件的轮廓线、可移动零件的轮廓线、成形前轮廓线等

机械图样中,图线宽度分为粗细两种,粗线的宽度应按图样的大小和复杂程度在 0.5 ~ 2 mm 之间选取,细线的宽度为粗线的 1/2。所有线型的图线宽度 d 的推荐系列为: 0.13、0.18、0.25、0.5、0.7、1.0、1.4、2.0 (单位 mm),粗线宽度优先采用 0.5、0.7。图线应用实例如图 1-7 所示。

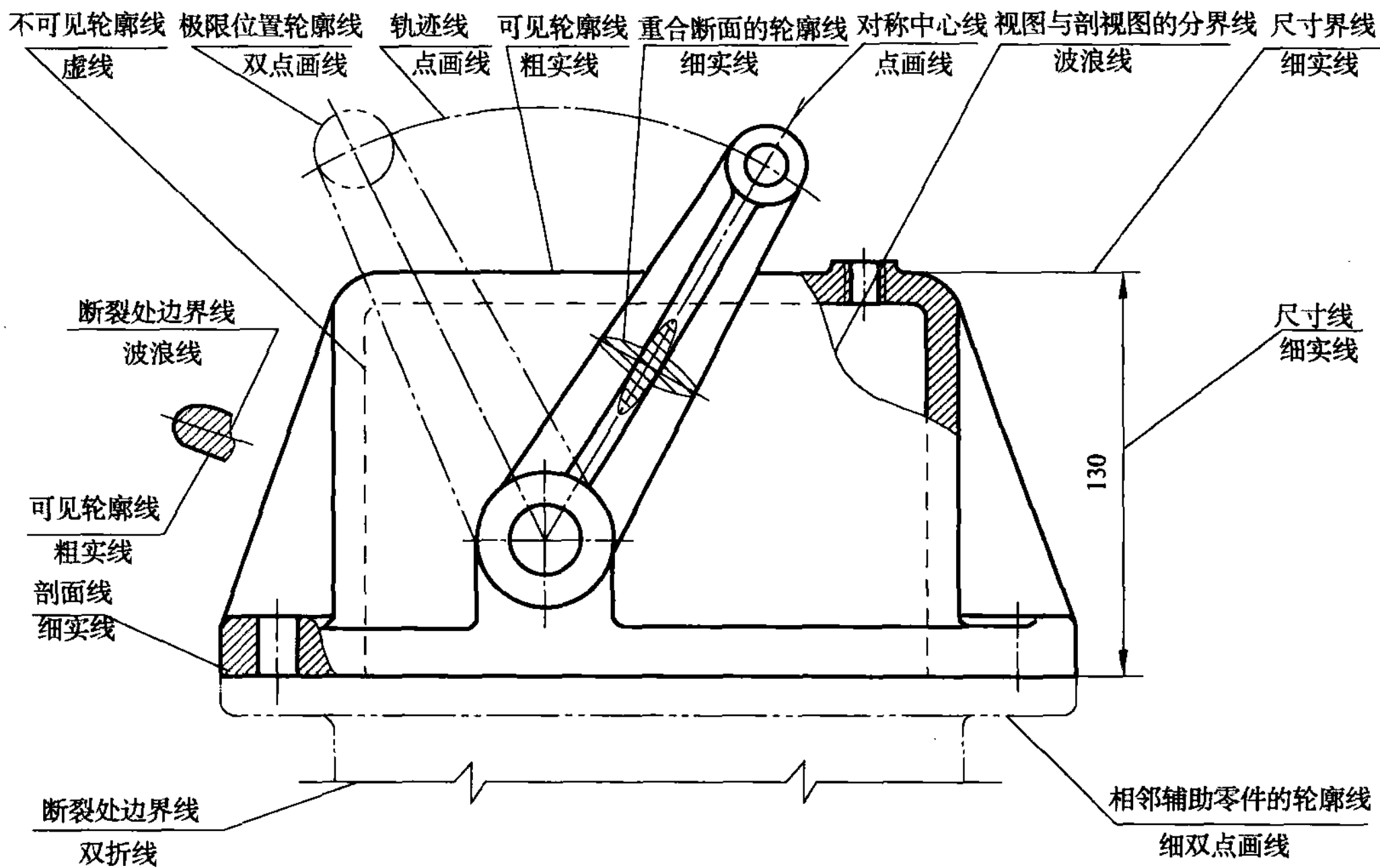


图 1-7 图线应用示例

1.1.4.2 图线的画法

图线画法示例如图 1-8 所示,绘图时应注意以下几点。

- (1) 同一幅图纸中,同类线型的线宽应一致,虚线、点画线、双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。
- (2) 两平行线之间的最小间隔不得小于 0.7 mm。
- (3) 点画线、双点画线、虚线相交时,都应以画相交,而不应是点或间隔。

- (4) 当虚线为粗实线的延长线时,粗实线应画到分界点,留空隙后再画虚线。
- (5) 虚线圆弧与实线相切时,虚线圆弧应留出空隙。
- (6) 点画线(轴线、中心线、对称线)一般超出轮廓线为 2 ~ 3 mm 或 3 ~ 5 mm。
- (7) 在绘制较小的图形时,如绘制点画线或双点画线有困难时,则可用细实线代替。
- (8) 任何图线不得穿过文字、数字、字母及符号,当不可避免时要将图线断开。

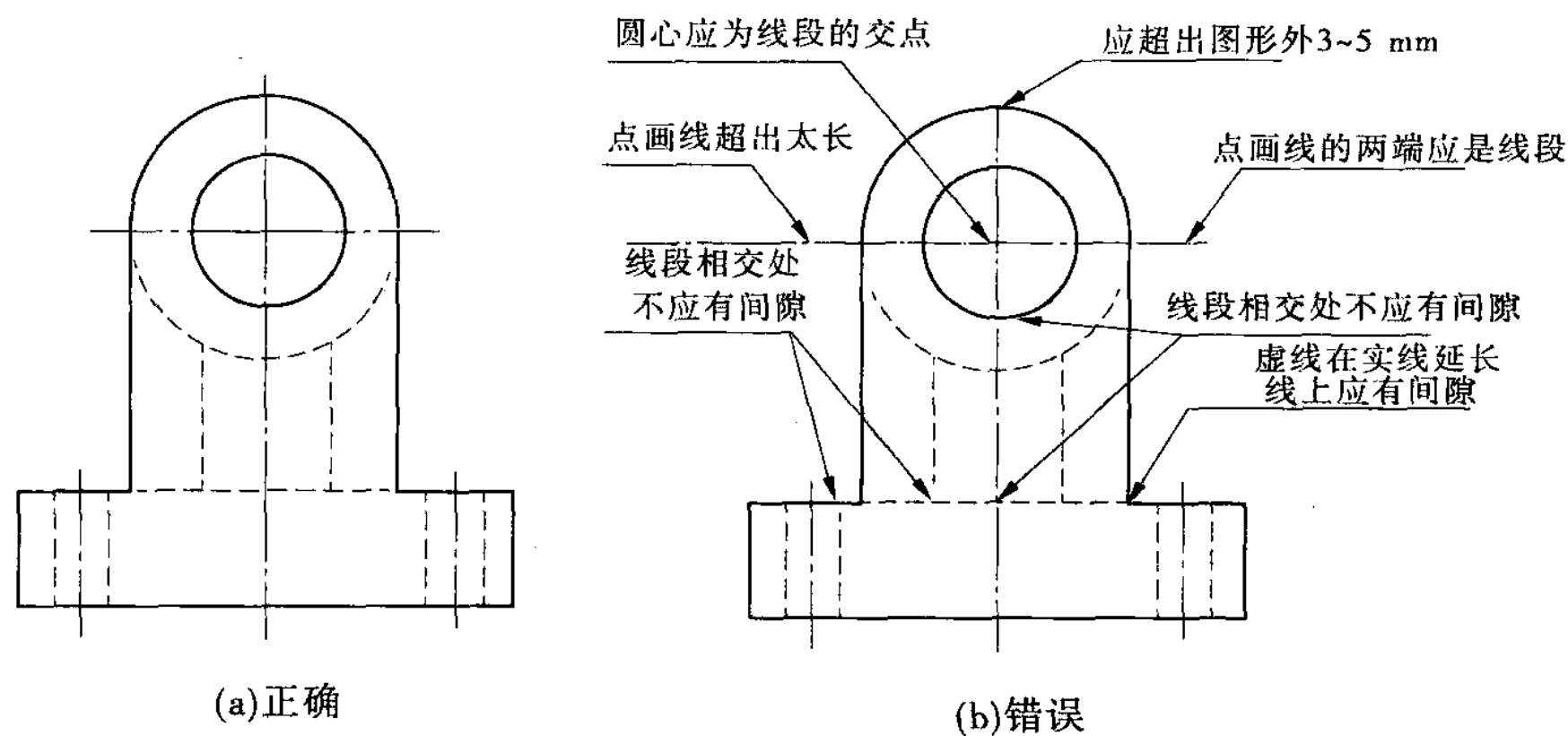


图 1-8 图线的画法示例

1.1.5 尺寸的注法(GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—1996)

图样中的图形只能表达机件的形状,而机件的大小则必须通过标注尺寸来表示。标注尺寸是制图中一项极为重要的工作,必须认真细致,以免给生产带来不必要的困难和损失;标注尺寸时必须按照国家规定标注。

尺寸标注的要求:完整、清晰、准确。

1.1.5.1 尺寸标注的基本规则

- (1) 机件的真实大小应以图样所注的尺寸数值为依据,与图形的大小、所使用的比例及绘图的准确程度无关。
- (2) 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸,以毫米为单位时,不需标注计量单位的代号或名称,若采用其他单位,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。
- (3) 图样中所标注的尺寸,为该图样所示机件的最后完工尺寸,否则应另加说明。
- (4) 机件的每一尺寸,一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

1.1.5.2 尺寸的组成

一个完整的尺寸应由尺寸界线、尺寸线(含尺寸的终端)及尺寸数字和符号等组成,如图 1-9 所示。

- (1) 尺寸界线。尺寸界线表明所注尺寸的范围,用细实线绘制,并应自图形的轮廓线、轴线或者对称中心线引出,轮廓线、轴线、对称中心线也可作尺寸界线。
- (2) 尺寸线。尺寸线用细实线单独绘制,不能用其他图线代替,一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上。

尺寸线的终端有箭头和斜线两种形式,表示尺寸的起止位置。箭头:尖端与尺寸界线

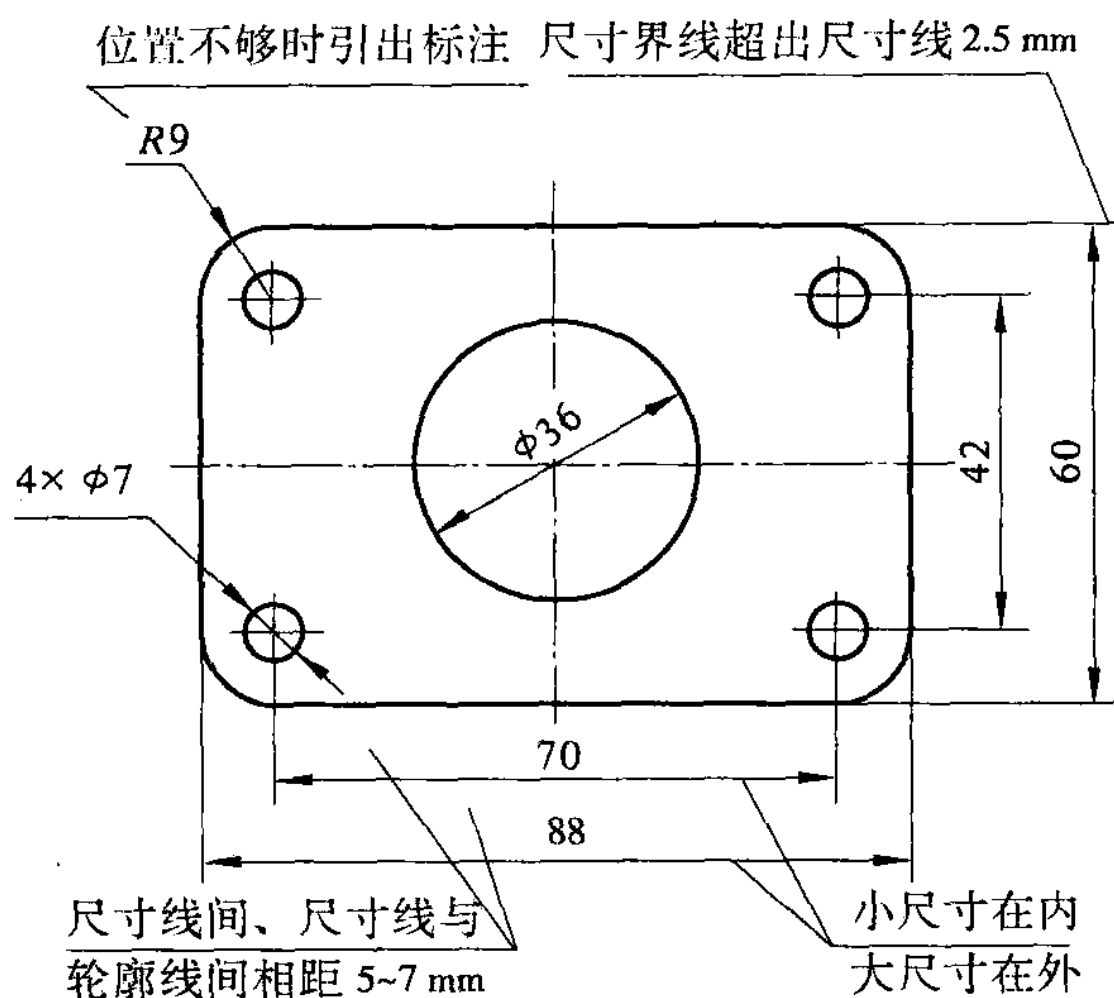


图 1-9 尺寸的组成

接触,在同一图样中箭头大小要一致,如图 1-10(a)所示。短斜线:细实线,与尺寸线成顺时针 45°,如图 1-10(b)所示(注:对直径和半径不使用此方式)。在同一张图样上只能采用同一种尺寸终端符号,且要保持大小一致。

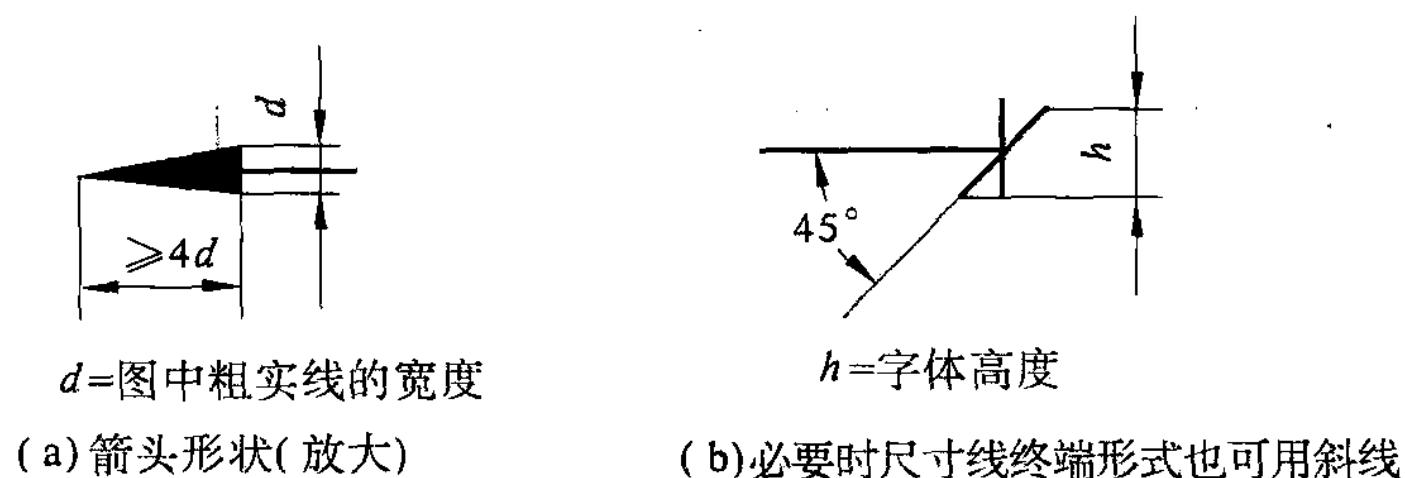


图 1-10 尺寸线的终端

尺寸线与尺寸界限不可相交,故应小尺寸在内、大尺寸在外;尺寸线应尽可能拉到图形外面;尺寸界线应超出尺寸线约 2.5 mm,如图 1-9 所示。

(3) 尺寸数字和符号。线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方或左方,也允许注在尺寸线的中断处,国标中还规定了一组表示特定含义的符号,作为对数字标注的补充说明,如表 1-4 所示。

表 1-4 标注尺寸的符号(GB/T 4458.4—2003)

名称	直径	半径	球直径	球半径	厚度	正方形	45°倒角
符号或缩写词	ϕ	R	$S\phi$	SR	t	$\square$	C
名称	深度	沉孔或铰平	埋头孔	均布	弧长	斜度	锥度
符号或缩写词	$\downarrow$	$\sqcup$	$\sphericalangle$	EQS	$\frown$	$\angle$	$\triangleleft$

1.1.5.3 常见尺寸标注示例

常见尺寸标注如表 1-5 所示。

表 1-5 尺寸标注示例

标注内容	图例	说明
线性尺寸的数字方向		尺寸数字应按左图所示的方向注写,并尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸,当无法避免时,可按右边二图的形式标注
角度		尺寸界线应沿径向线引出,尺寸线画成圆弧,圆心是角的顶点。尺寸数字一律水平书写,一般应注在尺寸线的中断处,必要时也可按右图的形式标注
圆及圆弧		直径、半径的尺寸数字前应分别加符号“ϕ”、“R”。通常对小于或等于半圆的圆弧注半径,大于半圆的圆弧或以同心圆画出的几段不连续圆弧则注直径。尺寸线应按图例绘制
大圆弧		大圆弧无法标出圆心位置时,可按此图例标注
小尺寸		没有足够位置画箭头时,箭头可画在尺寸界线的外侧,或用小圆点代替两个箭头;尺寸数字也可写在外侧或引出标注,圆和圆弧的小尺寸,可按图例标注
球面		标注球面的尺寸,如左侧两图所示,应在 ϕ 或 R 前加注“S”。对于螺钉、铆钉头部,轴和手柄的端部等,在不致引起误解的情况下,可省略符号“S”