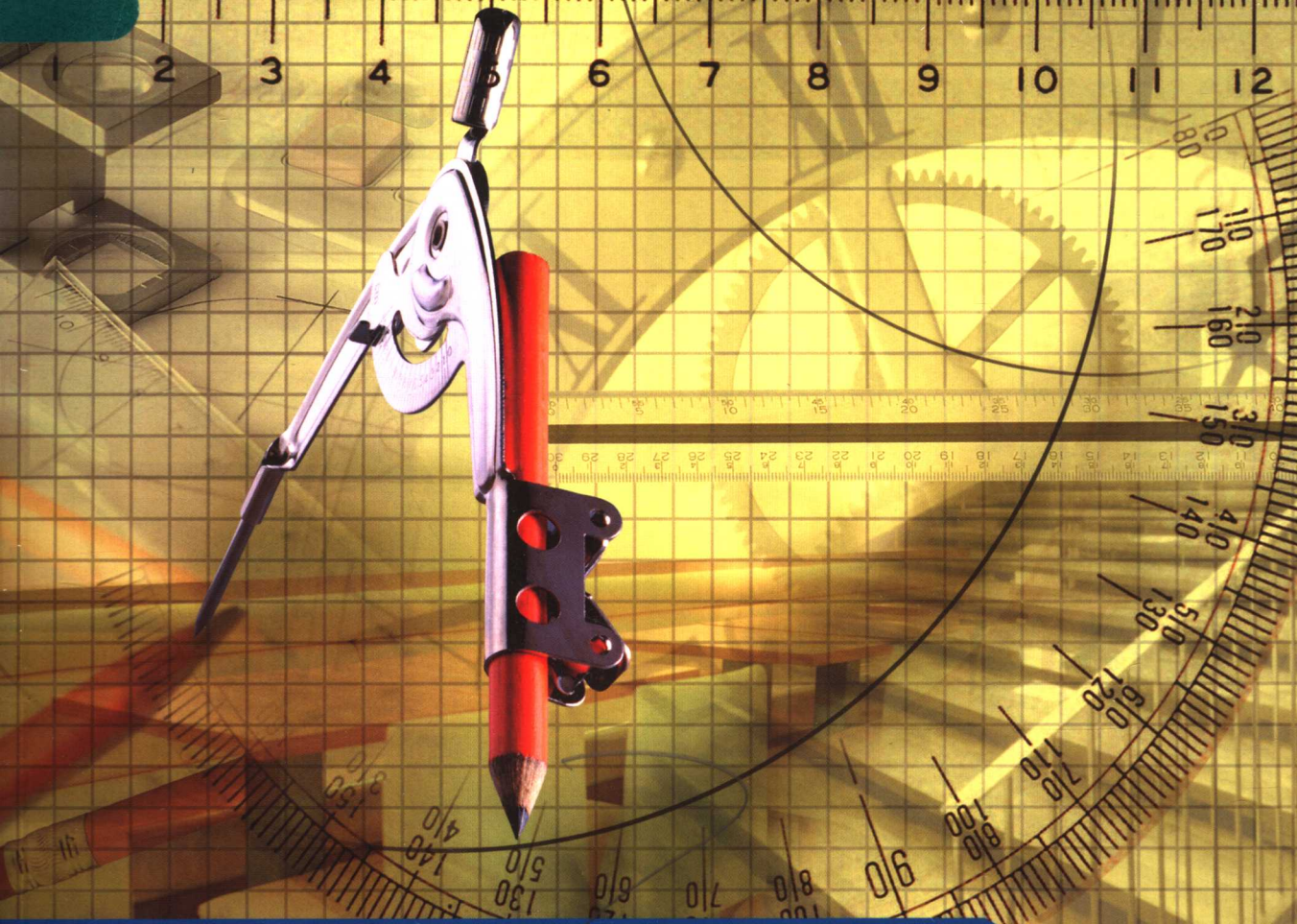




21世纪高等院校规划教材·工程图学系列

机械制图

主 编: 潘陆桃

副主编: 胡延平 阮五洲

中国科学技术大学出版社

IH126

189

2006

21 世纪高等院校规划教材·工程图学系列

机 械 制 图

主 编 潘陆桃

副主编 胡延平 阮五洲

中国科学技术大学出版社

2006·合肥

内 容 提 要

本书是根据《高等工业学校画法几何及机械制图课程教学基本要求》的精神组织编写,可供机械类专业(100~120学时)使用。

全书共7章,包括:制图的基本知识,组合体,轴测图,机件的常用表达方法,常用标准件和非标准件表达方法,零件图,装配图等,并参照最新国家标准列出了书后的附录。

本书可作为高等工科院校机械类、近机类各专业的制图教材,同时也可作为其他类型学校有关专业的师生参考选用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/潘陆桃主编. —合肥:中国科学技术大学出版社, 2006.9

(工程图学系列教材)

ISBN 7-312-02011-9

I. 机… II. 潘… III. 机械制图-高等学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第091423号

中国科学技术大学出版社出版发行

(安徽省合肥市金寨路96号, 邮编: 230026)

中国科学技术大学印刷厂印刷

全国新华书店经销

开本: 787×1092/16 印张: 17.5 字数: 420千

2006年9月第1版 2006年9月第1次印刷

印数: 1—4000册

ISBN 7-312-02011-9/TH·16 定价: 25.00元

前 言

根据《高等工业学校画法几何及制图课程教学基本要求》的精神,吸收多所院校“工程图学”教材的精华,总结我们多年来“工程图学”课程的教学经验,为便于“工程图学”系列课程的教学,合肥工业大学工程图学教研室组织编写了“工程图学系列教材”,主要包括:《画法几何学》及《机械制图》(机械类)、《工程制图》(非机械类)、《工程制图基础》(电子及应用理科类)、《工程图学解题指导》(各类)、《计算机绘图》(各类)、《画法几何与阴影透视》及《画法几何与阴影透视习题集》(建筑学类等)、《土木工程制图》及《土木工程制图习题集》(土建类)等。

本书是“工程图学系列教材”之《机械制图》。宜与《画法几何学》、《工程图学解题指导》和《计算机绘图》配套,作为机械类“工程图学”课程的教材。

编写过程中,力求做到以下几点:

1. 明确编写目的,确定编写体系:本书是在学习了《画法几何学》的基本投影理论后,结合实际进一步研究“物—图”之间的相互转化问题。宗旨是拓宽学生的空间想象能力,培养独立分析问题和解决问题的能力,学会画图和读图的技能,并初步掌握机械设计及机械制造的基本知识,为后续课程打下基础。

2. 紧扣课程任务,合理选排内容:本书在内容的选排上,尽可能适应教学的要求,在保持理论性和系统性的同时,力求简明、实用。

全书共分7章,第1章工程制图基本知识和第4章机件的常用表达方法部分力求精选图例,贯彻了1984年至2003年间的技术制图及机械制图国家标准。第2章组合体以介绍形体分析法和线面分析法为主线,强化绘图与看图的练习,着重培养学生的空间构思能力。第3章轴测图主要介绍正等测和斜二测的画法,教学中可安排与第2章组合体内容相结合进行。第5、6、7章为机械制图部分,包括常用标准件和非标准件、零件图及装配图部分,图例均选自生产实际,凡涉及新修订的国家标准的内容,均尽量作了更新,这部分内容以培养学生的读图能力为重点。

3. 贯彻最新标准、传授最新技术:本书采用了国家最新的制图标准,便于在生产实践中的使用。

本书由潘陆桃主编。胡延平、阮五洲副主编。参加编写的有(按章节为序):潘陆桃(绪论、第4章、附录),阮五洲(第1章、第2章),胡延平(第3章、第7章),葛亮(第5章、第6章)。

在编写及出版过程中,合肥工业大学工程图学教研室、合肥工业大学教材科和中国科学技术大学出版社给予了大力支持,在此谨致谢忱。

限于我们水平有限,书中难免有缺点甚至错误,恳请读者批评指正。

编 者

2006年6月

绪 论

一、本课程的性质和任务

准确地表达物体的形状、尺寸及其技术要求的图形，称为图样。

在工业生产中，从产品的设计到制造，都离不开工程图样。例如：机械图样、建筑图样等，已成为人们表达和交流技术思想的重要工具，是工程技术部门重要的技术文件，被喻为“工程界的技术语言”。

工程技术人员必须掌握这种技术语言，具备画图和看图的能力，也应该具备计算机绘图的能力。因此，作为培养高级工程科学技术人员的高等工科院校，在教学中把“机械制图”作为一门重要的技术基础课。“机械制图”课程的主要任务和要求是：

1. 学习有关制图的国家标准，培养绘制和阅读机械图样的初步能力。
2. 培养学生空间想象能力、分析能力和对空间形体的表达能力。
3. 培养学生自学能力、分析和解决问题的能力、创造能力和审美能力等；初步掌握机械设计和机械制造的基础知识；为学习后续课程打下必要的基础。
4. 培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

二、本课程的学习方法

1. 认真听课和复习，掌握和领会画图及读图的基本原理和方法。
2. 实践性强是本课程的一个重要特点，因此学习中应重视实践环节的训练，通过作业及绘图训练，培养和提高绘图与看图的能力。在绘图实践中，学会查阅并严格遵守和运用相关国家标准。
3. 瞄准新方向、钻研新技术。特别对于计算机绘图的知识，应在本课程学习了其初步知识后，再通过自学或选修相关课程而加深了解和掌握。
4. 不断改进学习方法，提高学习效率，锻炼自学能力和独立工作能力。

目 录

前 言	(I)
绪 论	(i)
第 1 章 制图的基本知识和技能	(1)
1.1 国家标准《机械制图》与《技术制图》的基本规定	(1)
1.2 绘图工具和仪器的使用方法	(12)
1.3 几何作图	(17)
1.4 平面图形的尺寸分析和绘制步骤	(24)
1.5 绘图的方法和步骤	(27)
第 2 章 组合体	(31)
2.1 三视图的形成	(31)
2.2 形体分析与线面分析	(32)
2.3 画组合体视图的方法与步骤	(39)
2.4 组合体的尺寸标注	(44)
2.5 读组合体视图	(50)
第 3 章 轴测图	(65)
3.1 轴测图的基本知识	(65)
3.2 正等测图的画法	(68)
3.3 正二测和斜二测的画法	(74)
3.4 组合体的轴测图的画法	(77)
3.5 轴测剖视图的画法	(82)
3.6 轴测图的尺寸注法	(85)
3.7 轴测图的选择	(86)
第 4 章 机件的常用表达方法	(88)
4.1 视图	(88)
4.2 剖视图	(92)
4.3 断面图	(104)
4.4 其他表达方法	(107)
4.5 表达方法综合运用举例	(111)
4.6 第三角画法简介	(113)
第 5 章 常用标准件和非标准件的表达方法	(115)
5.1 螺纹	(115)
5.2 常用螺纹紧固件的规定画法和标注	(122)
5.3 齿轮的几何要素和规定画法	(130)

5.4 键和销	(137)
5.5 滚动轴承	(142)
5.6 弹 簧	(144)
第6章 零件图	(147)
6.1 零件图的作用和内容	(147)
6.2 零件图的视图选择	(148)
6.3 零件图的尺寸标注	(152)
6.4 常见零件结构的表达方法与尺寸标注	(164)
6.5 零件图上的技术要求	(168)
6.6 零件测绘	(186)
6.7 读零件图	(190)
第7章 装配图	(193)
7.1 装配图的作用及内容	(193)
7.2 装配图的表达方法	(193)
7.3 装配图的尺寸标注	(197)
7.4 装配图中的技术要求	(198)
7.5 零件编号和明细栏	(198)
7.6 画装配图的方法和步骤	(200)
7.7 常见装配结构	(205)
7.8 装配体测绘	(209)
7.9 读装配图和拆画零件工作图	(219)
附录	(229)
一、螺纹	(229)
二、常用标准件	(234)
三、极限与配合	(251)
四、形状与位置公差	(263)
五、常用材料和热处理	(266)

第1章 制图的基本知识和技能

机械图样是机械设计与制造过程中重要的技术资料。要完整、清晰、准确地绘制出机械图样,除需要有耐心细致和认真负责的工作态度外,还要求掌握正确的作图方法、熟练地使用绘图工具,同时还必须遵守国家标准《机械制图》与《技术制图》中的各项规定。本章重点介绍:国家标准《机械制图》与《技术制图》的基本规定;绘图工具及仪器的使用;几何图形及平面曲线的作图;平面图形的尺寸分析;绘图方法等。

1.1 国家标准《机械制图》与《技术制图》的基本规定

为了便于指导生产和进行技术交流,在制图过程中,设计和生产部门必须严格遵守国家标准《机械制图》与《技术制图》的基本规定,认真执行国家标准。

“基本规定”有两层含义,一是通用性,二是与投影法无关。在机械制图领域,“基本规定”主要包括“图纸幅面”、“比例”、“字体”、“图线”和“尺寸标注”。

国家标准简称“国标”,代号为“GB”,它是由标准编号和标准名称两部分组成。例如标准编号“GB/T 14689—1993”的含义为:“GB”表示是“国家标准”;“T”表示是“推荐性标准”,无“T”时表示是“强制性标准”;“14689”是标准的顺序号;“1993”是标准的批准年号。本节摘录了国家标准《机械制图》与《技术制图》的部分内容,其余内容将在以后章节中分别介绍。

1.1.1 图纸幅面与格式 (GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面尺寸

为了便于图样的绘制、使用和管理,绘制图样时,应优先采用表 1-1 中所规定的基本幅面。

表 1-1 图纸幅面及边框尺寸 (单位 mm)

	A0	A1	A2	A3	A4
<i>B</i> × <i>L</i>	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
<i>e</i>	20		10		
<i>c</i>	10			5	
<i>a</i>	25				

表 1-1 中, B 和 L 分别表示图幅短边和长边的尺寸, a 、 c 、 e 分别为图框的周边尺寸,如图 1-2 所示。必要时,允许加长幅面,加长后的幅面尺寸是由基本幅面的短边整数倍增加后得出的,如图 1-1 所示。

2. 图框格式

图框线必须用粗实线绘制。有留装订边和不留装订边两种格式,如图 1-2 所示。同一产品的图样应采用同一种图框格式。

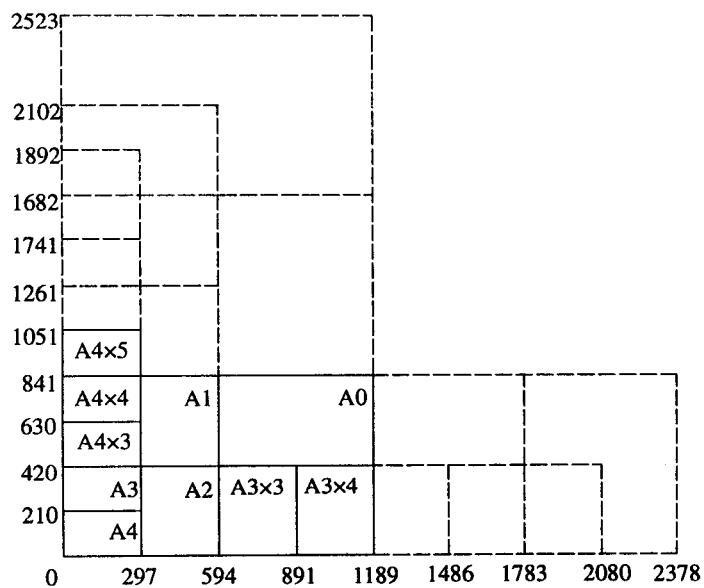
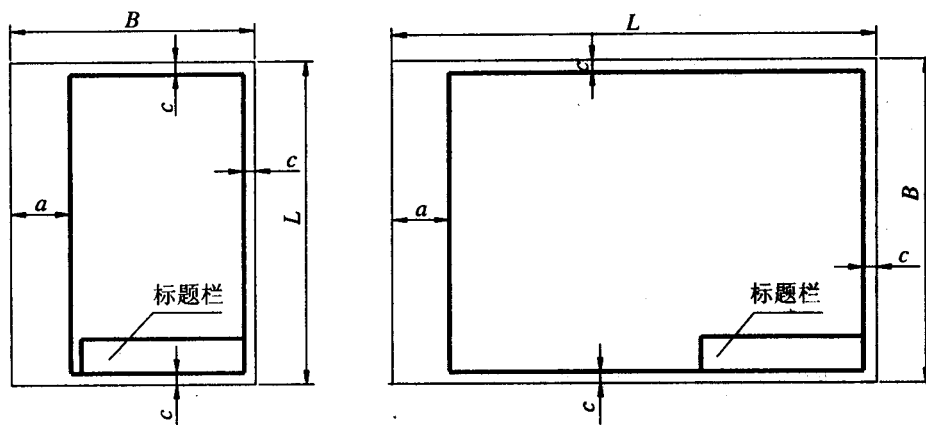
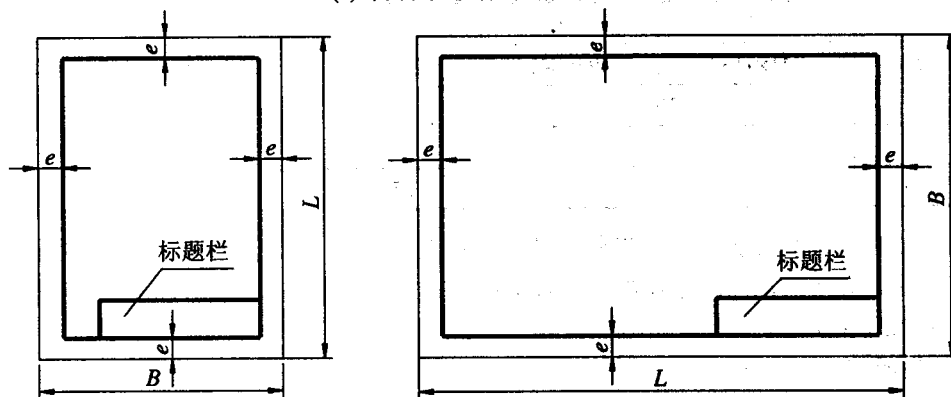


图 1-1 基本幅面与加长幅面的尺寸



(a) 留装订边的图框格式



(b) 不留装订边的图框格式

图 1-2 图框格式

为了便于图样的复制、缩微和摄影,可采用对中符号,对中符号是从纸边画入图框内约 5 毫米长的一段粗实线,如图 1-3 (a) 所示,当对中符号处于标题栏范围时,则伸入标题栏部分省略不画。为了便于修改图样,图幅可以分区,如图 1-3 (b) 所示。

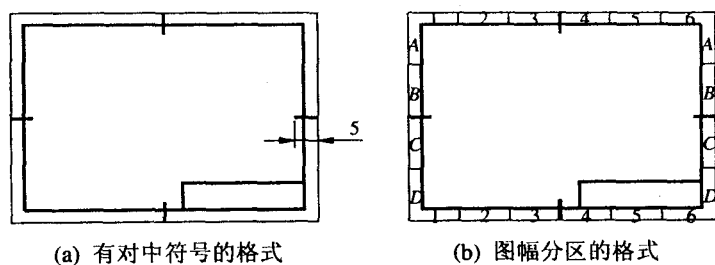


图 1-3 图框格式

3. 标题栏 (GB/T 10609.1—1989)

为了使绘制的图样便于管理和查阅，每张图样都必须绘有标题栏。

标题栏的外框线采用粗实线绘制，右边与下边分别与图框线重合，其位置的配置如图 1-2 所示。必要时，可按图 1-4 所示的位置配置。

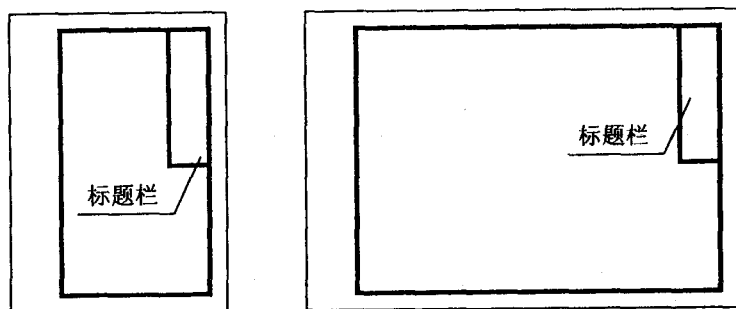


图 1-4 标题栏的另一种配置方式

国家标准 GB/T 10609.1—1989 对标题栏的格式已作了统一规定,如图 1-5 所示。学校制图作业所使用的标题栏可以简化,建议采用如图 1-6 所示的格式。

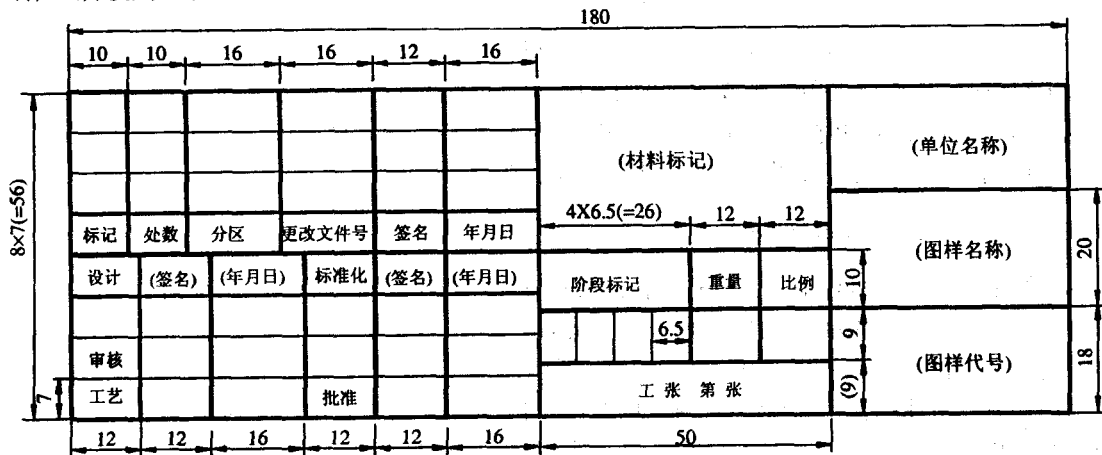


图 1-5 国家标准规定的标题栏格式

标题栏中的文字方向为看图的方向,即图样中标注尺寸、符号及说明均以标题栏的文字方向为准,这样既便于看图,也不致产生误解。

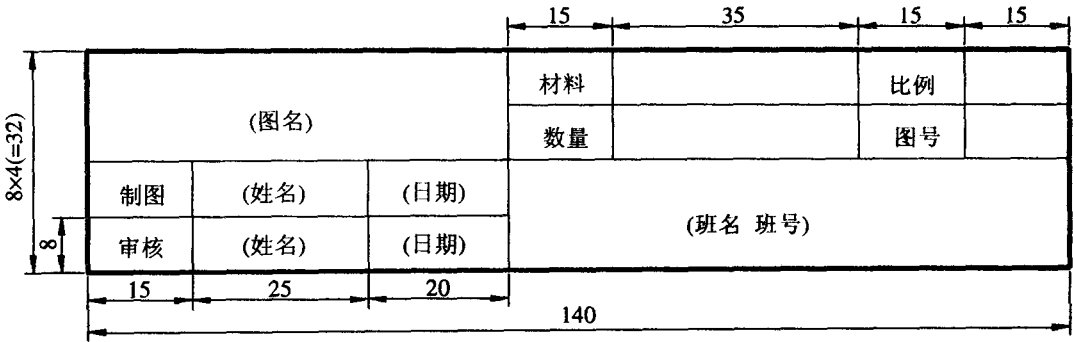


图 1-6 学校采用的标题栏格式

1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)

图形与实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。机件的形状、大小各不相同,结构的复杂程度也有差异,为了清楚地表达机件的形状、结构以及标注尺寸和技术要求,合理地利用图纸幅面,需根据不同的情况,选用合适的比例。绘图时,一般采用国家标准中规定的比例,见表 1-2。

表 1-2 国家标准规定的比例

种 类	比 例
原值比例	1:1
放大比例	5:1 2:1 (4:1) (2.5:1) 5×10 ⁿ :1 2×10 ⁿ :1 1×10 ⁿ :1 (4×10 ⁿ :1) (2.5×10 ⁿ :1)
缩小比例	1:2 1:5 1:10 (1:1.5) (1:2.5) (1:3) (1:4) (1:6) 1:2×10 ⁿ 1:5×10 ⁿ 1:1×10 ⁿ (1:1.5×10 ⁿ) (1:2.5×10 ⁿ) (1:3×10 ⁿ) (1:4×10 ⁿ) (1:6×10 ⁿ)

注: 1. n 为正整数。
2. 括号中为非优先系列比例。

绘图时,应尽可能采用 1:1 比例,以便由图形直接看出机件的真实大小。当机件不宜采用 1:1 的比例时,也可以采用缩小或放大的比例绘制,但图样的尺寸应标注机件的实际尺寸。绘制同一机件的各个视图时,应采用同一比例,并在标题栏比例一栏中填写。当某个视图需要采用不同比例时(如局部放大图),则必须另行标注。

1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

图样上除了表示机件形状的图形外,还要用文字、数字、符号等表示机件的大小、技术要求,并填写标题栏。GB/T 14691—1993《技术制图 字体》规定了文字、数字、字母的书写形式。

对字体总的要求是易于辨认,便于书写,适当注意美观。书写时必须认真细致,掌握要领。具体应做到:字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。其中前两项是对单个字的形状结构及笔画提出要求;后两项则对字与字之间,行与行之间的排列布置提出了要求。

字体的号数代表字体的高度(用 h 表示),如 7 号字的高度就是 7mm。字体的高度 h 的公

称尺寸系列为: 1.8 mm、2.5 mm、3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm。如果字体的高度大于 20 mm, 则字体的高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体的宽度一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

1. 汉字

汉字规定用长仿宋字书写, 并采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。由于有些汉字的笔画较多, 所以国家标准规定图样中汉字的高度不应小于 3.5 毫米。长仿宋字的特点是字形端正、字体细长、结构匀称、笔画粗细一致, 起笔和落笔处均有笔锋, 显得棱角分明, 字形挺拔, 与数字和字母(均为长形)书写在一起时, 也显得协调。书写时注意运笔方向、移动速度和用力大小, 在起笔、落笔和转折处要稍加用力, 并停顿一下, 形成大致呈三角形的笔锋, 以保持横平竖直。长仿宋体汉字的书写示例如图 1-7 所示。

10 号字

字体工整 笔划清楚 间隔均匀 排列整齐

7 号字

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

5 号字

技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

3.5 号字

螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸坝棉麻化纤

图 1-7 长仿宋体汉字示例

2. 字母和数字

字母和数字有直体和斜体两种形式, 斜体字的字头向右侧倾斜, 与水平线约成 75° 。字母和数字按笔画宽度情况分为 A 型和 B 型两类, A 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/14$, B 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/10$, 即 B 型字体比 A 型字体的笔画要粗一点。

在图样中, 字母和数字书写时要求其字形能明显区分、容易辨认。特别在数字与字母等混合书写的场合更是如此。字母和数字的书写示例如图 1-8 所示。

B 型拉丁字母的斜体

A B C D E F G H I J K L M N O
P Q R S T U V W X Y Z
a b c d e f g h i j k l m n o p

q r s t u v w x y z

B 型数字的斜体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII

B 型希腊字母的斜体

A B Γ Δ E Z H Θ I K Λ M N

Ξ O Π P Σ T T Φ X Ω

α β γ δ ε ζ η ι κ λ μ ν

ξ ο π ρ σ τ υ χ ψ ω

综合应用实例

$\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $90^{\frac{H7}{f6}}$

$\phi 9H7/c6$ $2 \times M6 \times 10$

D_1 T_d $10J55(\pm 0.003)$

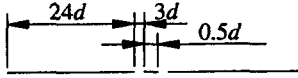
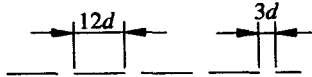
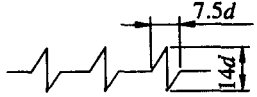
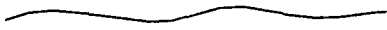
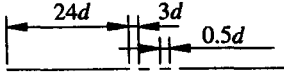
$R3$ $2 \times 45^\circ$ $6-\phi 8$

图 1-8 字母和数字的书写示例

1.1.4 图线 (GB/T 4457.4—2002)

图线是构成图样的基本要素之一。为了使图样统一、清晰、便于阅读,绘制图样时,应遵循国家标准 GB/T 4457.4—2002 的规定,该标准共规定了九种图线,每种图线包括基本线型、构成和尺寸。机械制图的图线型式及应用如表 1-3 所示。

表 1-3 机械制图的图线型式及应用

序号	图线名称	线 型	图线宽度	一般应用
1	细实线		$d/2$	过渡线、尺寸线、尺寸界线、指引线和基准线、剖面线、重合断面的轮廓线、短中心线、螺纹牙底线、尺寸线的起止线、表示平面的对角线、零件成形前的弯折线、范围线及分界线、重复要素表示线(例如:齿轮的齿根线)、不连续同一表面连线、成规律分布的相同要素连线
2	粗实线		d	可见棱边线、可见轮廓线、相贯线、螺纹牙顶线、螺纹长度终止线、齿顶圆(线)、剖切符号用线
3	细点画线		$d/2$	轴线、对称中心线、分度圆(线)、孔系分布的中心线
4	细虚线		$d/2$	不可见棱边线、不可见轮廓线
5	双折线		$d/2$	断裂处边界线、剖与不剖部分的分界线
6	波浪线		$d/2$	断裂处边界线、剖与不剖部分的分界线
7	粗虚线		d	允许表面处理的表示线
8	粗点画线		d	限定范围表示线
9	细双点画线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置的轮廓线、重心线、成型前轮廓线、剖切面前的结构轮廓线、轨迹线、毛坯图中制成品的轮廓线、中断线

图线的宽度分粗线和细线两种,粗线和细线的宽度比率为 2:1。粗线的宽度代号为 d ,根据图形的大小和复杂程度,并考虑图样的复制条件, d 应在下列数系中选择(该数系的公比为 $1:\sqrt{2}$):

0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm

为了便于图样的复制,尽可能采用大于 0.18mm 的图线。常见图线的应用示例如图 1-9 所示。

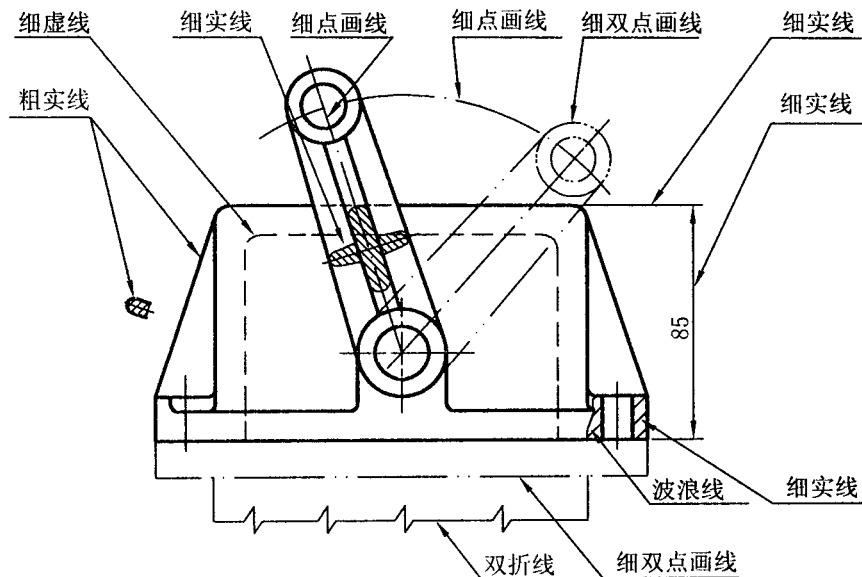


图 1-9 图线应用示例

绘制图样时,应遵守以下规定和要求:

1) 同一张图样中,同类图线的宽度基本一致。虚线、点画线和双点画线的线段长度和间隔,应各自大致相等。

2) 两条平行线(包括剖面线)之间的距离,应不小于粗实线的两倍宽度,其最小距离不得小于 0.7 mm。

3) 轴线、对称中心线、双点画线应超出轮廓线 2~5 mm。点画线和双点画线的末端应是线段,而不是点或空隙。若圆的直径较小,两条点画线可用细实线代替。

4) 虚线、点画线与其他图线相交时,应在线段处相交,不应在点或空隙处相交。当虚线是粗实线的延长线时,粗实线应画到分界点,而虚线与分界点之间应留有空隙。当虚线圆弧与虚线直线相切时,虚线圆弧的线段应画到切点处,虚线直线至切点之间应留有空隙,如图 1-10 所示。

1.1.5 尺寸标注 (GB/T 4458.4—2003)

图样除了表达形体的形状外,还应标注尺寸,以确定其真实大小。

标注尺寸是一项非常重要的工作,遗漏尺寸或标注错误都会给生产造成困难或损失。所以,标注尺寸必须认真细致,一丝不苟,严格遵守国家标准的规定。

1. 基本规则

1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据,与图形的大小和绘图的准确度无关。

2) 机械图样中的尺寸(包括技术要求和说明)以毫米(mm)为单位时,图中不需要注明该尺寸的单位名称或代号。如果采用其他单位时,则必须注明该单位的名称或代号,如角度、弧度、英寸等。

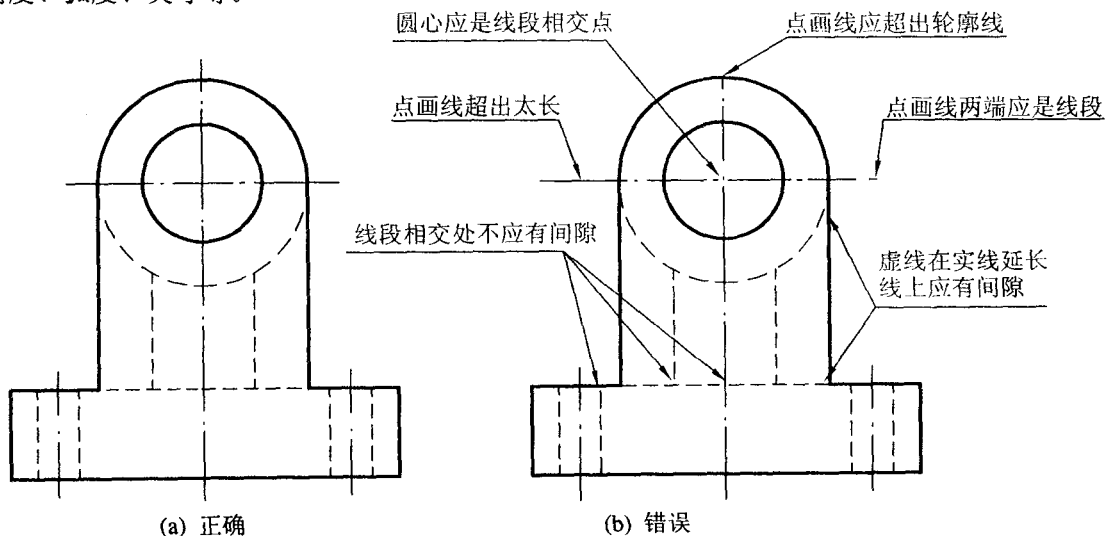


图 1-10 图线画法示例

3) 图样中所标注的尺寸为该机件的最后完工尺寸,否则应另作说明。

4) 机件的每一个尺寸,一般在图样上只标注一次,且应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸组成

一个完整的尺寸标注,由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字组成,如图 1-11 所示。

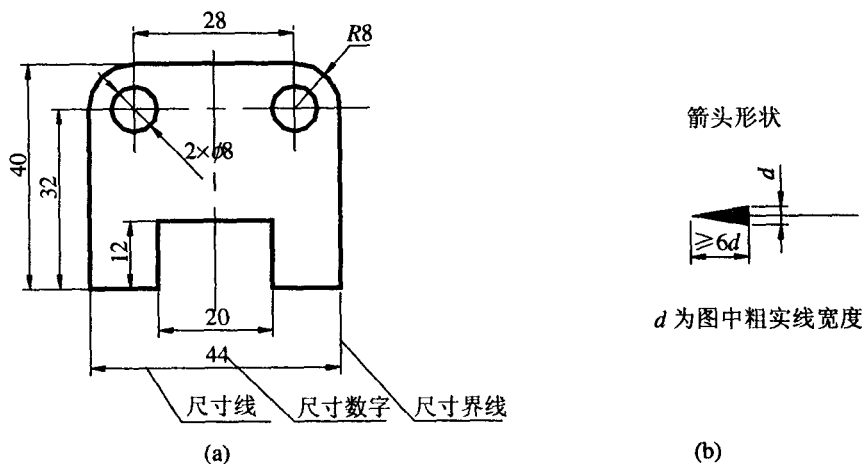


图 1-11 尺寸的组成

(1) 尺寸界线。尺寸界线表示所标注尺寸的范围,用细实线绘制,也可以利用轮廓线、对称中心线作为尺寸界线。用细实线绘制时,应自图形的轮廓线、对称中心线、轴线处引出,并尽量画在图形轮廓线之外。尺寸界线一般与尺寸线互相垂直,并超出尺寸线末端约

2~3 mm, 如图 1-11 (a) 所示。当尺寸界线过于贴近轮廓线时, 允许倾斜画出, 如在光滑过渡处标注尺寸时, 必须用细实线将轮廓线延长, 从其交点处引出尺寸界线, 如图 1-12 所示。

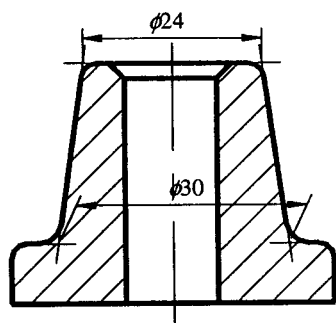


图 1-12 圆角处尺寸界线的画法

(2) 尺寸线。尺寸线用细实线绘制, 轮廓线、中心线或它们的延长线均不得作为尺寸线。尺寸线的两端为箭头, 箭头的画法如图 1-11 (b) 所示, 同一张图样上的箭头大小应尽可能一致。

尺寸线必须与其所标注的线段平行。几条互相平行的尺寸线, 一般是大尺寸注在小尺寸的外面, 以免尺寸线与尺寸界线相交。

(3) 尺寸数字。线性尺寸的尺寸数字应注写在尺寸线的上方或中断处, 在同一张图样上尺寸数字的字高要一致。数字注写方向如图 1-13 (a) 所示, 尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸, 无法避免时,

可以采用如图 1-13 (b) 所示的标注样式。

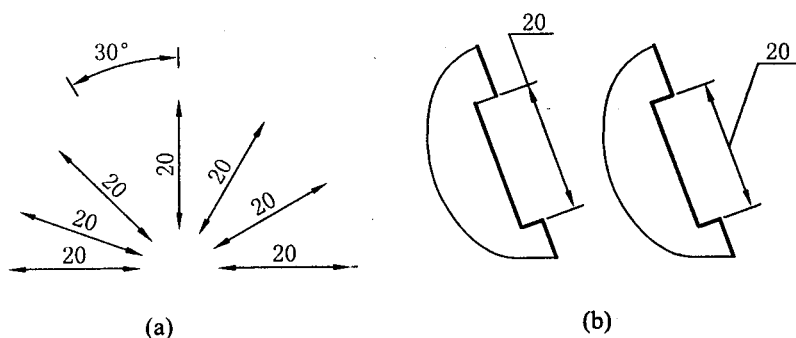


图 1-13 线性尺寸数字的标注

尺寸数字不能与任何图线重合, 如果无法避免时, 应将图线断开, 如图 1-14 所示。同一张图样上, 尺寸数字的字体、大小应一致, 且书写工整, 不得潦草。

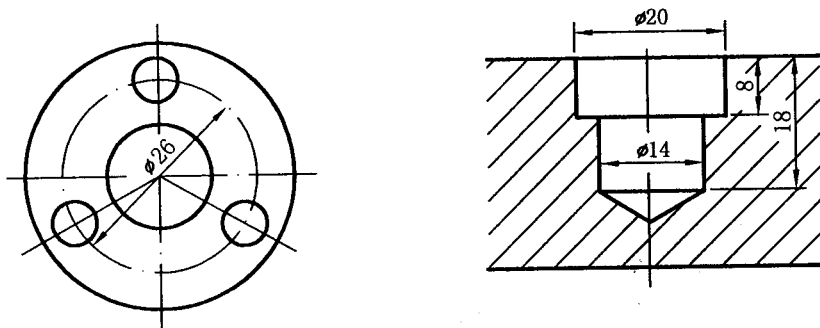


图 1-14 注写尺寸数字处将图线断开

3. 各种尺寸标注示例, 如表 1-4 所示。