

普通高等教育规划教材

现代工程图学 • 教程

XIANDAI
GONGCHENG TUXUE

赵大兴 李天宝 主编

湖北科学技术出版社

普通高等教育规划教材

现代工程图学·教程

主 编 赵大兴 李天宝

主 审 董国耀

副主编 杨勇勤 尹 杰

吴 森 郑芙蓉

湖北科学技术出版社

现代工程图学·教程

© 赵大兴 李天宝 主编

责任编辑：王连弟

封面设计：王 梅

出版发行：湖北科学技术出版社
地 址：武汉市武昌黄鹄路75号

电话：86782508
邮编：430077

印 刷：汉川市育才印务有限责任公司

邮编：431600

787mm×1092mm 16开 17.25印张
2002年8月第1版

427千字
2002年8月第1次印刷

印数：0 001—4 000

ISBN 7-5352-2848-8/TH·36

定价：48.00元（套）

本书如有印装质量问题 可找承印厂更换

内 容 提 要

本书共12章,为制图基本知识及技能、计算机绘图、正投影基础、立体的投影、组合体视图、轴测图、机件表达方法、标准件及常用件、零件图、装配图、展开图及焊接图、电气图,相关章节均融入了AutoCAD的内容,并有内容提要和小结,便于学生自学。

本书配有光盘《现代工程图学多媒体辅助教学系统》及习题集,光盘内含辅导系统、习题解答系统、CAI课件、智能测试系统。CAI课件中运用多媒体技术,用动态的三维动画表达组合体、零件的形成,以及机器或部件的工作原理、拆装过程。该系统既可用于学生自学或课外辅导,又可用于教师在多媒体教室授课。本书特点:融传统的尺规绘图和现代的计算机绘图内容于一体;融传统教学手段和现代教学手段于一体。

本书既可作为大中专学生教材使用,又可作为工程技术人员的参考资料。

前 言

随着高等教育的改革,工程制图也面临教学内容、教学体系及教学手段的改革,从全国十几所高校制图课的调查中可发现,制图课的教学学时在大幅度下降,非机类工程制图的教学时数已下调至50~100学时,在如此短的时间内要讲授一门学生难以掌握的工程制图,如果按原来的教学体系、教学内容和教学手段是根本不可能完成的。因此,对工程制图的教学改革必须从内容、体系及教学手段上进行改革。

编写一本50~100学时的工程制图教材是各高校迫切需要的。本书是根据原国家教委1995年颁发的《画法几何及工程制图课程教学基本要求》编写的。本书以培养学生的徒手绘图、尺规绘图和计算机绘图实践能力为重点,注重三者的有机融合,删减了画法几何中部分图解的内容,加强图示能力的培养。

为加强学生自学能力的培养,本书配有工程图学多媒体辅助系统光盘,该系统含学习辅导系统、习题解答系统、CAI课件、智能测试系统。融讲课、习题辅导、学习指导和测试等教学环节于一体,利用计算机辅导学生完成作业和解答疑难问题。CAI课件中运用多媒体技术,以图片、图像、文字、声音等多媒体技术,模拟教师授课。在装配图中,对装配图所表达的每一部件或机器,用三维制作的立体模型对装配过程、工作过程、工作原理进行了全方位的动态模拟,该系统既可用于学生自学或课外辅导,又可用于教师在多媒体教室授课。模拟教师授课,既可用于教师在多媒体教室授课又可用于学生提前预习或课后复习。

本套书特点:①融传统的尺规绘图和现代的计算机绘图内容于一体;②融传统教学手段和现代教学手段于一体;③融讲授和自学于一体;④习题题型多样化,既有计算机绘图题,也有尺规作图题,既有作图题,也有选择题;⑤采纳最新国家标准,本书所有标准全部采用国家颁布的最新标准。

本书由赵大兴、李天宝统稿并任主编,杨勇勤、尹杰、吴森、郑芙蓉任副主编,第一章由湖北工业大学赵大兴、熊国梁编写;第二章由中南民族大学郑芙蓉、湖北工业大学尹杰编写;第三章由湖北工业大学赵大兴、南华大学李天宝编写;第四章由湖北工业大学尹杰编写;第五章由湖北工业大学李晓英、中南民族大学郑芙蓉编写;第六章由长春装甲兵技术学院吴森编写;第七章由湖北工业大学杨勇勤编写;第八章由湖北工业大学陈永辉编写;第九章由南华大学李天宝、湖北工业大学赵大兴编写;第十章由湖北工业大学凌良志编写;第十一章由湖北工业大学黄丽丽编写,第十二章由湖北工业大学尹业宏编写。教材的美工图由湖北工业大学的李璐、陈永辉绘制。

本书由中国工程图学会图学教育分会主任、北京理工大学董国耀教授主审。

与本书配套的有《现代工程图学习题集》和《现代工程图学多媒体辅助教学系统》。

由于编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2002年8月

目 录

绪论	1
第一章 制图基本知识	3
第一节 制图国家标准简介	3
第二节 尺规绘图工具及仪器的使用方法	13
第三节 几何作图	15
第四节 平面图形的画法	18
第五节 徒手绘图的方法及步骤	20
第二章 计算机绘图	22
第一节 计算机绘图概述	22
第二节 AutoCAD2000 绘图基础	23
第三节 基本图形的绘制	28
第四节 基本编辑命令	33
第五节 AutoCAD 绘图步骤	39
第三章 投影基础	41
第一节 投影基本知识	41
第二节 物体的三视图	43
第三节 物体几何要素的投影	45
第四章 立体的投影	63
第一节 基本立体的投影	63
第二节 平面与立体相交	71
第三节 两曲面立体相交	76
第五章 组合体视图	83
第一节 组合体分类	83
第二节 画组合体视图	85
第三节 组合体的尺寸标注	88
第四节 看组合体视图	92
第五节 AutoCAD 文本及尺寸标注	98
第六节 AutoCAD 绘制组合体三视图举例	104
第六章 轴测图	106
第一节 轴测图的基本知识	106
第二节 正等轴测图	107
第三节 斜二轴测图	110
第四节 轴测剖视图	111
第五节 AutoCAD 绘制轴测投影图	113
第七章 机件常用的表达方法	117
第一节 视图	117
第二节 剖视图	120
第三节 断面图	127
第四节 其他表达方法	129
第五节 综合运用举例	131
第六节 第三角投影简介	132
第七节 AutoCAD 区域填充	134
第八章 标准件及常用件	137
第一节 螺纹及螺纹连接件	137
第二节 键和销	147
第三节 滚动轴承	148
第四节 齿轮	150
第五节 AutoCAD 图块操作	154
第九章 零件图	158
第一节 零件图的作用和内容	158

第二节	零件图的视图选择及尺寸标注	159
第三节	零件上常见工艺结构及尺寸标注	164
第四节	零件图上的技术要求	167
第五节	看零件图	178
第六节	AutoCAD 标注技术要求	181
第十章	装配图	185
第一节	装配图的作用和内容	185
第二节	装配图的表达方法	186
第三节	装配图的尺寸标注及技术要求	187
第四节	装配图序号及明细栏	188
第五节	常见装配结构的合理性	189
第六节	画装配图的方法及步骤	191
第七节	读装配图和拆画零件图	192
第八节	AutoCAD 绘装配图举例	200
第九节	AutoCAD 图形输出与交换	203
第十一章	展开图及焊接图	205
第一节	立体表面的展开	205
第二节	焊接图	214
第十二章	电气图	218
第一节	电气图的图形符号	218
第二节	电气图的画法规则	221
第三节	电气图的绘制	225
附录		235
参考文献		267

绪 论

一、本门学科的研究对象

语言、文字和图形是人们进行交流的主要方式，而在工程界，为准确表达一个物体的形状，主要用的工具就是图形。

在工程技术中为了正确表示出机器、仪器、设备及建筑物的形状、大小、规格和材料等内容，通常将物体按一定的投影方法和技术规定表达在图纸上，这种根据正投影原理、标准或有关规定，表示工程对象，并有必要的技术说明的图就称图样。

工程图样是人们表达和交流技术思想的重要工具，是现代工业生产中的一项重要技术文件。设计者通过图样表达设计的对象，生产者依据图样了解设计要求并组织、制造产品。因此，工程图样常被称为是工程界的技术语言。这种技术语言广泛用于机械、电气、建筑等领域。工程技术人员必须掌握这种技术语言，具备绘制和阅读工程图样的能力。而绘制工程图样的方法有手工绘制和计算机绘制两种，随着计算机的迅速发展，绘图技术必将逐步实现自动化。工程技术人员除掌握手工绘图能力外，还应具有计算机绘图能力。

本课程研究用正投影法绘制和阅读工程图样，阐述用尺规和计算机绘制工程图样以及阅读工程图样的基本方法。

二、本课程的学习目的

本课程是高等工业学校中一门重要技术基础课，其目的是培养学生具备绘图、看图能力和空间想象能力。本课程的内容有：画法几何、制图基础、机械制图和计算机绘制等部分，本课程的主要任务是：

- (1) 学习正投影法图示空间物体的基本理论和方法；
- (2) 培养绘制和阅读工程图样的基本能力；
- (3) 培养对三维形状与相关位置的空间逻辑思维能力和形象思维能力（培养空间想象能力和空间构思能力）；
- (4) 培养计算机绘图技能。

此外，在教学过程中还必须有意识地培养自学能力，分析问题和解决问题的能力，以及认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

学完本课程，应达到如下要求：

- (1) 掌握正投影法的基本理论和基本方法；
- (2) 能运用所学的基本理论，基本知识和基本技能绘制和阅读零件图和装配图；
- (3) 掌握计算机绘图的基本技能；
- (4) 具有一定的空间想象能力和空间构思能力。

三、学习方法

工程制图是一门实践性很强的技术基础课。本课程自始至终研究的是空间几何元素及形体与其投影之间的对应关系，绘图和读图是反映这一对应关系的具体形式。因此在学习过程中，应掌握基本概念，基本理论和基本方法，在此基本上，由浅入深地进行绘图和读图的实

践，多画、多读、多想，不断地由物画图，由图想物，逐步提高空间想象能力和空间分析能力。这是学好本课程的基本点。工程图样既然是工程界的交流语言，就应遵循《技术制图》国家标准，因此，学习过程中，应树立“严格遵守标准”的观念，贯彻执行国家标准。

工程图样是设计和制造机器设备过程中的重要资料，要求绘图时不能画错，看图时不能看错，否则会给生产带来损失，因此绘图和读图时，必须养成一丝不苟的工作作风，严谨认真的工作态度。

通过本门课的学习和训练，为学员进一步提高绘图和看图能力打下必要的理论基础与实践基础。随着后续课程的学习，以及通过实践的经验积累，才能逐步地达到设计与绘制合理的生产图纸要求。

第一章 制图基本知识

本章内容提要

本章主要介绍:

- (1) 国家标准《技术制图》与《机械制图》中有关图纸幅面、比例、字体、图线及尺寸标注等内容;
- (2) 绘图仪器和工具的使用方法;
- (3) 几何图形及平面曲线的作图;
- (4) 平面图形绘图方法;
- (5) 徒手绘图的方法及步骤。

第一节 制图国家标准简介

图样是设计和制造产品的重要技术文件,是工程界表达和交流技术思想的共同语言。因此图样的绘制必须遵守统一的规范,这个统一的规范就是技术制图和机械制图的中华人民共和国国家标准,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,通常统称为制图标准。工程技术人员在绘制工程图样时必须严格遵守,认真贯彻国家标准。

在国家标准中对图纸幅面、比例、字体、尺寸标注等都作了统一规定,现简要介绍如下:

一、图纸幅面及格式 (GB/T14689-1993)

(一) 图纸幅面

图纸的基本幅面有五种,分别用幅面代号 A0、A1、A2、A3、A4 表示,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由基本幅面的短边整数倍增加后而形成的。如 1-1 所示,图中粗实线所示为基本幅面,细实线和虚线所示为加长幅面。

(二) 图框格式

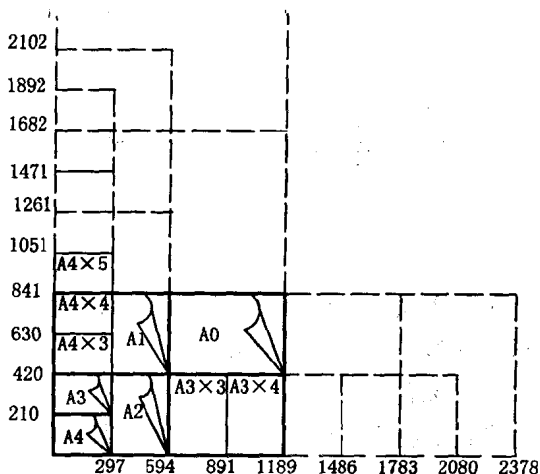


图 1-1 图纸幅面的加长

在图纸上必须用粗实线画图框，其格式分为不留装订边和留有装订边两种，但同一产品的图样只能采用一种格式。

不留装订边的图纸其图框格式如图 1-2 所示；留有装订边的图纸，其图框格式如图 1-3 所示，尺寸见表 1-1。

表 1-1 图纸幅面代号及尺寸

(mm)

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841×1198	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

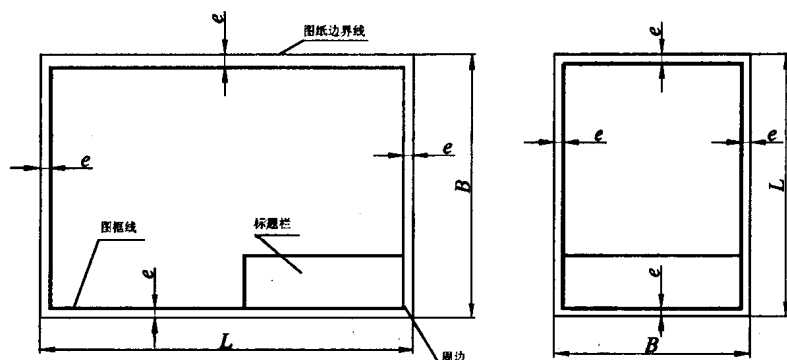


图 1-2 不留装订边的图框格式

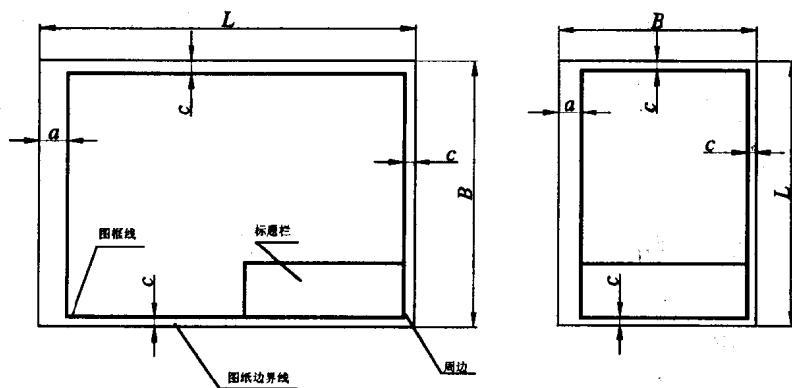


图 1-3 留装订边的图框格式

为了复印和缩摄影时定位方便，可产用对中符号。对中符号是从周边画入图框内约 5mm 的一段粗实线，如图 1-4 所示。

(三) 标题栏

每张技术图样中均应画出标题栏。标题栏的位置一般应位于图纸的右下角，如图 1-2、图 1-3 所示，看图的方向一般应与标题栏中文字的方向一致。为了使用预先印好边框的图纸，明确绘图和看图的图纸方向，当看图的方向与标题文字方向不一致时，应在图纸的下边对中

符号处画出一个方向符号，如图 1-4a 所示。方向符号是用细实线绘制的等边三角形，其大小和所处位置见图 1-4b。

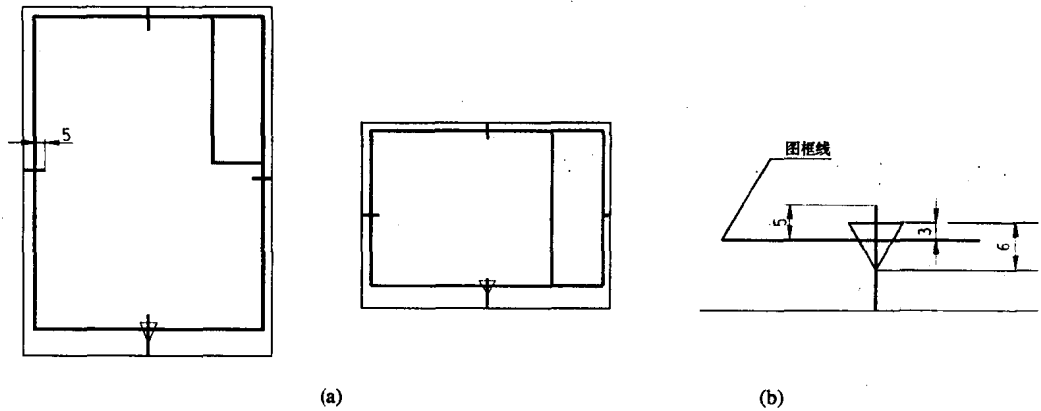


图 1-4 对中符号和方向符号

标题栏的格式国家标准（GB10609 • 1-1989）已作了统一规定，见图 1-5，在生产设计中应遵守。为简便起见，学生制图作业建议采用图 1-6 所示的标题栏格式。

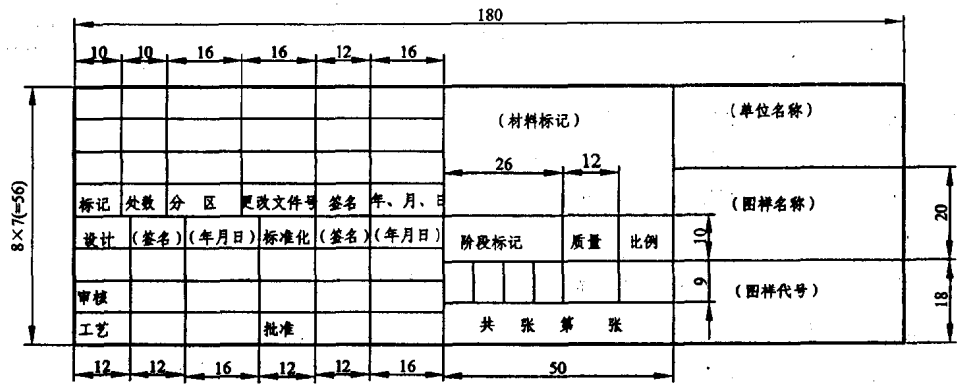


图 1-5 标题栏

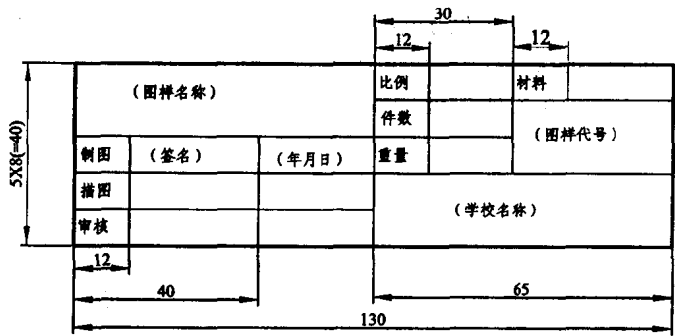


图 1-6 学校用标题栏

二、比例（GB/T14690-1993）

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。比例用符号“:”表示，如 1:1、1:500、2:1 等，比例按其比例大小分：

- (1)原值比例: 比值为1的比例, 即 1:1。
 (2)放大比例: 比值大于1的比例, 即 2:1 等。
 (3)缩小比例: 比例小于1的比例, 即 1:2 等。

绘制图样时, 应由表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。优先选择第一系列, 必要时允许选取第二系列, 为了能从图样上得到实物大小的真实概念, 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, 也可用缩小或放大比例画图, 但不论放大或缩小, 标注尺寸时都必须标注形体的实际尺寸。

比例一般应标注在标题栏的比例栏中, 必要时, 可在视图名称的下方或右侧标注比例,

如: $\frac{I}{2:1}$ 、 $\frac{A}{1:100}$ 、 $\frac{B-B}{25:1}$ 、平面图 1:100 等。

表 1-2 比例

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

三、字体 (GB/T14691-1993)

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作了统一规定。

(一) 基本要求

(1) 图样中书写字体必须做到: 字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

(2) 字体高度 (用 h 表示) 的公称尺寸系列为: 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20mm。如需要书写更大的字, 其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数。

(3) 汉字应写成长仿宋体, 并应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。汉字的高度 h 应不小于 3.5mm。其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

(4) 字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 d 为字高的 1/14; B 型字体的笔画宽度 d 为字高的 1/10。在同一图样上, 只允许选用一种型式字体。

(5) 字母和数字可写成直体和斜体。斜体字字头向右倾斜, 与水平基准线成 75° 。

(二) 字体示例

1. 汉字示例

10 号字

字体工整 笔画清楚 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

2.拉丁字母示例(A型斜体)

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

3.阿拉伯数字示例(A型斜体)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

4.罗马数字示(A型斜体)

I II III IV V VI VII VIII IX X

5.希腊字母示例(A型小写斜体)

α β γ δ ϵ ζ η θ ι κ λ μ ν

ξ $\omicron$ π ρ σ τ υ ϕ χ ψ ω

(三) 字体的综合应用

(1) 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般应采用小一号的字体。示例如下：

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

(2) 图样中的数字符号、计量单位符号以及其它符号、代号，应分别符合国家有关法令和标准的规定。示例如下：

$$l/\text{mm} \text{ } m/\text{kg} \text{ } 460\text{r}/\text{min} \text{ } 220\text{V} \text{ } 380\text{kPa}$$

(3) 其他标注示例如下：

$$10\text{JS}5(\pm 0.003) \text{ } M24-6h$$

$$\phi 25 \frac{H6}{m5} \text{ } \frac{II}{2:1} \text{ } \frac{6.3}{\nabla} \text{ } R8 \text{ } 5\% \text{ } \nabla \frac{3.50}{\text{ }}$$

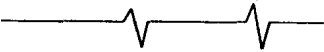
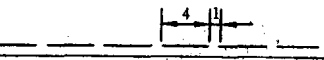
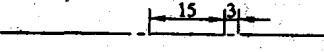
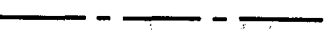
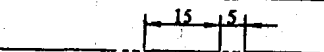
四、图线 (GB/T 17450-1998、GB4457.4-1984)

图线是起点和终点间以任意方式连接的一种几何图形，形状可以是直线或曲线，连续线或不连续线。

(一) 图线型式及应用

国家标准 GB/T17450-1998 中规定了 15 种基本线型及若干种基本线型的变形，需要时可查国家标准。机械图样中常用线型的名称、宽度及一般应用见表 1-3，图线应用实例如图 1-7 所示。

表 1-3 图 线

线名称	基本线型	代号	主 要 用 途
粗实线			可见轮廓线
细实线			尺寸线、尺寸、界线、剖面线，引出线，重合断面的轮廓线
波浪线		01.1	机件断裂处的边界线、视图与局部剖视的分界线
双折线		01.1	断裂处的边界线
虚线		02.1	不可见轮廓线
细点画线		04.2	轴线、对称中心线、轨迹线
粗点画线		04.1	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		05.1	极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线、假想投影轮廓线、中断线

机械图样中，图线宽度 d 分粗、细两种，按图样的大小和复杂程度，在下列数系中选择：

0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2mm。粗、细线的宽度之比为 2:1。

(二) 图线画法

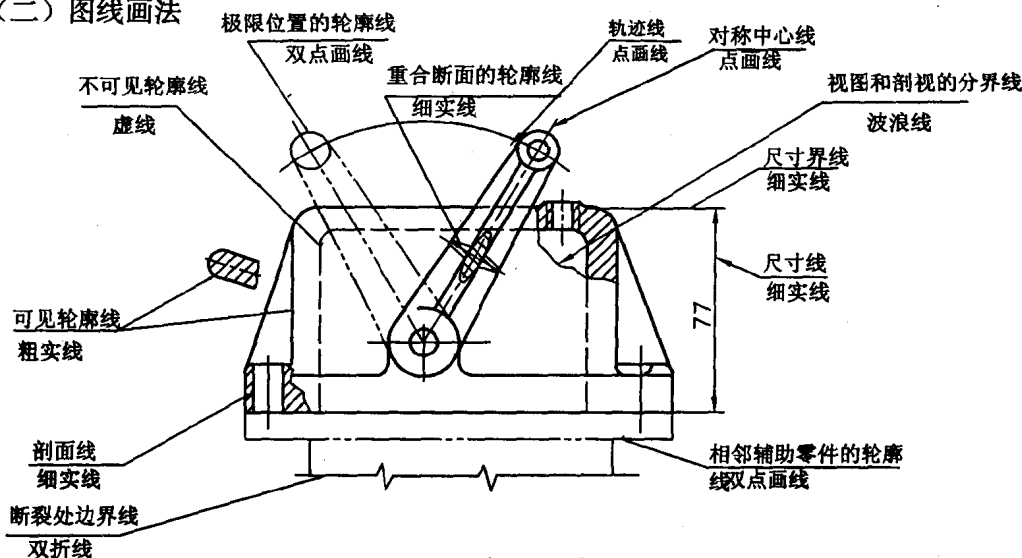


图 1-7 图线应用示例

(1) 同一图样中，同类图线的宽度应一致，虚线、细点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自均匀相等。

(2) 两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm。

(3) 点画线或双点画线的首末两端应是线段而不是点。点画线（或双点画线）相交时，其交点应为线段相交，如图 1-8a 所示。在较小图形上绘制细点画线或双点画线有困难时，可用细实线代替，如图 1-8b 所示。

(4) 点画线、虚线与其它图线相交时都应是线段相交，不能交在空隙处，如图 1-8c 所示中 B 处所画图线。

(5) 当虚线处在粗实线的延长线上时，应先留空隙，再画虚线的短画线，如图 1-8c 所示中 A 处所画图线。

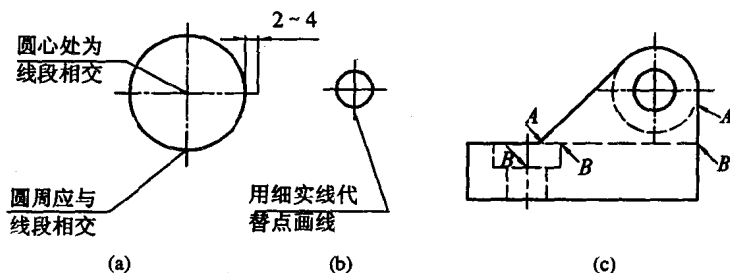


图 1-8 图线的画法

五、尺寸标注 (GB/T16675.2-1996、GB4458.4-1984)

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，一丝不苟，以免给生产带来的不必要的困难和损失。标注尺寸时必须按国家标准的规定标注。

(一) 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（即与绘图比例）

及绘图的准确度无关;

(2) 图样中(包括技术要求和其它说明)的尺寸,以毫米为单位时,不需要标注计量单位的代号或名称;如采用其它单位,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。

(二) 尺寸的组成

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

1. 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制,并应自图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出。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,不能用其它图线代替,一般也不得与其它图线重合或画在其延长线上。尺寸线的终端有箭头和斜线二种形式:

(1) 箭头的形式和画法如图 1-10a 所示,箭头的尖端与尺寸界线接触。在同一张图样上,箭头大小要一致。箭头的形式适合于各种类型的图样。

(2) 斜线用细实线绘制,其方向和画法如图 1-10b 所示。当尺寸线的终端采用斜线时,尺寸线与尺寸界线必须互相垂直。

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,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及说明。如标注直径时,应在尺寸数字前加注“ ϕ ”;标注半径时,应在尺寸数字前加注符号“ R ”。表 1-4 给出了常用的一些符号,标注尺寸时,应尽可能使用符号和缩写词。

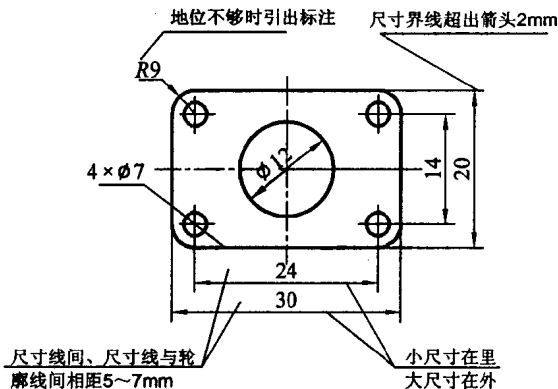


图 1-9 尺寸的组成

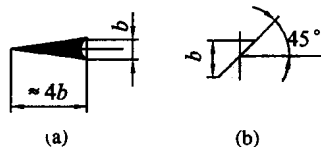


图 1-10 尺寸线终端形式

表 1-4 尺寸标注常用符号及缩写词

(GB/T1667.2-1996)

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