

普通高等教育规划教材

工程图学基础教程

叶 琳 主编



机械工业出版社
China Machine Press

第 2 版 机械工业出版社

工程图学基础教程

第 2 版



普通高等教育规划教材

工程图学基础教程

主 编 叶 琳

副主编 徐爱莉

机 械 工 业 出 版 社

本书是根据非机类各专业对“工程制图”课程的基本要求而编写的，书中采用了最新国家标准，大部分插图用计算机绘制。“计算机绘图”的内容放在最后一章，本章可分散在相关章节讲授。

本书内容包括：制图基本知识，点、直线、平面的投影，立体及立体表面的交线，组合体的视图与尺寸标注，机件的常用表达方法，标准件和常用件，零件图和装配图，计算机绘图及附录。

与本书配套的《工程图学基础教程习题集》全部采用计算机绘制，其中增加了“组合体”和“机件常用表达方法”部分的习题量，供不同学时使用，书后附有部分习题参考答案，便于学生课后使用。

本书可供大学本科非机械类各专业的学生使用，也可供机械专科学使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

工程图学基础教程/叶琳主编. —北京: 机械工业出版社, 2001.7
ISBN 7-111-08750-X

I. 工... II. 叶... III. 工程制图 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 030622 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 王霄飞

封面设计: 姚毅 责任印制: 付方敏

北京市密云县印刷厂印刷 · 新华书店北京发行所发行

2001 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 16 开 · 16.5 印张 · 409 千字

0 001—6 000 册

定价: 23.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

前 言

工程制图课程体系的改革带来的计算机绘图的引入和课程学时较大幅度减少,对课程相应的教材提出了新的要求,根据目前适用于此类要求的教材尚少的现状,我们组织编写了这套教材。

此套教材具有以下特点:

1) 删减了“画法几何”中相对陈旧的知识,保留了“画法几何”中最基本内容,将编写重点放在循序渐进地培养学生的画图和看图能力上。编写中力求做到对教材内容可根据不同教学要求方便取舍。

2) 计算机绘图部分以讲解目前国际上广泛使用的 AutoCAD 软件为主并独立成章,可根据具体条件采用“分离式”或“融入式”的教学方法。

3) 图形质量的高低是衡量制图教材水平的重要指标,为了改变以往教材中手工描图带来的图形质量问题,此教材中的大部分图形采用计算机绘图,习题集则全部采用计算机绘制,以保证图形的清晰;对教材中重点内容的三维图形采用了计算机的三维造型及渲染技术,以求取得满意的视觉效果。

4) 习题集中适当增加了“组合体”和“剖视图”等部分的题量。以满足不同学时的要求及方便学生课后练习。

5) 习题集中编写了大部分重点习题的参考解答或答案,以解决学生课后作业中的问题。

本套教材前五章,可供 40~50 学时的只有“识图”要求的各专业选用;全书可供 70~80 学时的本科非机械类各专业和专科机械类各专业选用,其它学时也可根据具体需要酌情取舍。(第八章“计算机绘图”的教学学时数未列入,如列入,应增加 30 学时)。

教材由叶琳、徐爱莉任正、副主编,负责统稿、定稿;习题集由叶琳任主编。此套教材的平面图形的计算机处理及三维图形的计算机造型、渲染等均由邱龙辉完成。

参加本套教材编写的有(按章节顺序):田绪东(第一章、第六章);邱龙辉(第二章、第八章);叶琳(第三章、第四章、第五章、附录);徐爱莉(第四章轴测图);刘俐华(第四章尺寸标注);程建文(第七章)。

在此套教材编写过程中得到亓丰珉教授、曲乐凡、宋晓梅、王冠中副教授的大力协助,在此一并表示衷心的感谢。

由于时间仓促,加上我们水平有限,教材中一定存在缺点和错误,望读者指正。

编者

2001 年 1 月

目 录

前言

绪论	1
----	---

第一章 制图基本知识	3
------------	---

第一节 《机械制图》国家标准简介	3
------------------	---

一、图纸幅面 (GB/T14689-93)	3
-----------------------	---

二、比例 (GB/T14690-93)	5
---------------------	---

三、字体 (GB/T14691-93)	6
---------------------	---

四、图线及其画法 (GB4457.4-84)	7
---------------------------	---

五、尺寸注法 (GB4458.4-84)	9
----------------------	---

第二节 绘图工具和仪器的使用方法	12
------------------	----

一、图板、丁字尺和三角板的 用法	13
---------------------	----

二、比例尺的用法	13
----------	----

三、曲线板的用法	14
----------	----

四、圆规和分规的用法	14
------------	----

五、绘图铅笔	15
--------	----

六、直线笔的用法	16
----------	----

七、针管笔	16
-------	----

第三节 几何作图	17
----------	----

一、正多边形	17
--------	----

二、非圆曲线的画法	18
-----------	----

三、斜度和锥度	19
---------	----

四、圆弧连接	19
--------	----

第四节 平面图形的尺寸注法和线段 分析	21
------------------------	----

一、平面图形的尺寸分析	21
-------------	----

二、圆弧连接的线段分析	22
-------------	----

三、平面图形的画图步骤	22
-------------	----

第五节 绘图的方法和步骤	23
--------------	----

一、画底稿及铅笔加深	23
------------	----

二、徒手绘图的方法	25
-----------	----

第二章 点、直线、平面的投影	27
----------------	----

第一节 投影法基础	27
-----------	----

一、中心投影法	27
---------	----

二、平行投影法	27
---------	----

第二节 点的投影	28
----------	----

一、投影面体系	28
---------	----

二、点的投影规律	29
----------	----

三、投影面和投影轴上的点	31
--------------	----

四、两点的相对位置	31
-----------	----

五、重影点	32
-------	----

第三节 直线的投影	33
-----------	----

一、直线对投影面的相对位置 和投影特性	33
------------------------	----

二、求一般位置直线的实长及 对投影面的倾角	35
--------------------------	----

三、直线上点的投影	36
-----------	----

四、两直线的相对位置	38
------------	----

第四节 平面的投影	41
-----------	----

一、平面的表示法	41
----------	----

二、平面对投影面的相对位置和 投影特性	42
------------------------	----

三、平面上的点和直线	44
------------	----

四、特殊位置平面的迹线表示法	46
----------------	----

五、特殊位置圆的投影	47
------------	----

第五节 直线与平面、平面与平面的 相对位置	47
--------------------------	----

一、相交	48
------	----

二、平行	49
------	----

三、垂直	50
------	----

第三章 立体及立体表面的交线	51
----------------	----

第一节 三视图的形成及其投影规律	51
------------------	----

一、三视图的形成	51
二、三视图的投影规律	51
第二节 平面立体	52
一、棱柱	52
二、棱锥	54
第三节 曲面立体	55
一、圆柱	56
二、圆锥	57
三、球	59
四、环	60
第四节 平面与立体表面相交	61
一、平面立体的截交线	61
二、平面与回转体表面相交	64
第五节 两回转体表面相交	75
一、两圆柱相交	75
二、圆柱与圆锥相交	78
三、圆柱与球相交	79
四、组合相贯线	80
五、相贯线的特殊情况	82
第四章 组合体的视图与尺寸标注	84
第一节 组合体的分析	84
一、组合体的形成方式	84
二、基本体之间的连接关系	84
第二节 组合体的画图方法	86
一、叠加式组合体	86
二、切割式组合体	89
三、过渡线的画法	90
第三节 看组合体视图的方法	91
一、看图须知	92
二、看图的基本方法	93
第四节 组合体的尺寸标注	100
一、简单立体的尺寸标注	101
二、组合体的尺寸标注	103
三、机械零件上常见孔的标注方法	109
第五节 轴测图	109
一、轴测图的基本知识	109
二、正等轴测图的画法	110
三、斜二等轴测图的画法	116

第五章 机件的常用表达方法

第一节 表达机件外形的方法 —— 视图	117
一、基本视图	117
二、向视图	118
三、斜视图	119
四、局部视图	121
五、旋转视图	121
第二节 表达机件内形的方法 —— 剖视图	122
一、剖视图的基本概念	122
二、剖视图的画法	123
三、剖视图的种类	124
四、剖切面的种类	127
五、剖视图上的简化画法	130
六、剖视图中尺寸标注的特点	131
第三节 表达机件断面形状的方法 —— 断面图	132
一、基本概念	132
二、断面图的种类	133
第四节 其它表达方法	134
一、局部放大图	134
二、简化画法	135
第五节 表达方法应用分析举例	137

第六章 标准件和常用件

第一节 螺纹和螺纹联接件	142
一、螺纹的形成和螺纹的要素	142
二、螺纹的规定画法	144
三、常用螺纹的标记	146
四、螺纹联接	150
第二节 齿轮	156
一、直齿圆柱齿轮各几何要素的名称、代号和尺寸计算	156
二、圆柱齿轮的规定画法	158
第三节 键、销、滚动轴承和弹簧	160
一、键	160
二、销	161
三、滚动轴承	162

四、弹簧	164	四、坐标形式	204
第七章 零件图和装配图	167	五、选择图元目标	204
第一节 零件图	167	六、快捷功能键	204
一、零件图的内容	167	七、绘图基本操作流程	205
二、零件图的视图选择和尺寸标注	168	第三节 AutoCAD R14 常用命令简介	206
三、零件上的工艺结构简介	172	一、显示控制	206
四、零件图上的技术要求	174	二、设置图层与线型	207
五、读零件图	185	三、基本绘图命令	208
第二节 装配图	186	四、编辑绘图命令	211
一、装配图的内容	186	五、图形修改命令	214
二、装配图的表达方法	188	六、图案填充	218
三、装配图的尺寸	188	七、尺寸标注命令	219
四、装配图中的零件序号、明细表、标题栏	189	八、设置字型和填写文字	223
五、装配结构简介	190	九、目标捕捉	224
六、由零件图拼画装配图	191	第四节 计算机绘图举例	226
七、读装配图和由装配图拆画零件图	194	一、图形绘制	226
第三节 零、部件测绘	198	二、尺寸标注	229
一、零件测绘	198	附录	233
二、部件测绘简介	200	一、螺纹	233
第八章 计算机绘图	201	二、螺栓	237
第一节 概述	201	三、螺柱	238
一、编程法	201	四、螺钉	239
二、图形数据法	201	五、螺母	243
三、交互法	201	六、平垫圈	244
第二节 AutoCAD 基本操作	202	七、键	246
一、界面	202	八、键联接	247
二、命令的调用方法	203	九、销	248
三、数据的输入方式	203	十、轴承	250
		十一、公差与配合	253
		十二、常用金属材料和非金属材料	255
		十三、热处理	258

绪 论

自从人类开始谱写文明史以来,图形一直是人们了解和认识自然、探索和征服自然的重要手段之一,也是人们相互表达思想、交流感情的主要方式之一。“图形学”在漫长的人类历史进程中得到不断的发展、充实和完善,最终形成了一门严谨的基础科学。

本课程是研究如何阅读和绘制“工程图样”的一门学科,工程图样是与近代与现代的工业密不可分的。从闻名遐迩的埃菲尔铁塔、悉尼歌剧院到上海的东方明珠广播电视塔、金茂大厦;从第一个核电站的建立到我国神州号飞船的发射成功,这些标志性的建筑和高新技术产物的设计思想和设计雏形都是由工程图样作为信息载体表达出来的。工程图样在工程中的重要性奠定了它在工业生产中的地位,被喻为“工程界的语言”。而这一种语言是无国界的,不同国家,使用不同语言文字的人们,可以通过工程图样进行无障碍技术交流。

随着我国改革开放的不断深入,加入 WTO 的中国将全方位地与国际接轨,各国之间通过工程图样进行技术交流的范围也会随之扩展到各个领域,作为培养高科技人才的工科院校,理所当然地把“工程制图”列为必修的技术基础课,工科专业的大学生必须掌握工程图样的阅读与绘制,必须掌握属于自己的技术语言。近年来,随着工业生产突飞猛进的发展和对外贸易的不断扩大,我国综合性大学和工科院校中理科和文科的许多专业也将“工程制图”列入了教学计划的必修和选修课中。

计算机的广泛应用极大地促进了工程图学的发展,以计算机绘图代替传统的手工绘图的计算机图形学的兴起,赋予古老的工程图学以勃勃生机。随着计算机辅助设计软件即 CAD 技术的日臻完善,带来了几乎所有领域中的设计革命,开创了席卷全球的工程图学应用的新纪元。

在我国的一些主要设计院和设计部门已经在设计绘图中广泛地应用了计算机技术,各大专院校也采用了各种方式将计算机绘图融入到了工程制图的教学。但这并不意味着计算机可以取代人的作用,计算机图形学是以工程图学为基础发展而来,又反过来为工程图学服务的。一个没有掌握工程图学理论基础的人,是不可能用计算机来代替人工绘图和设计的。因此,在新的世纪到来的时候,工程图学的作用不是削弱了,而是强化了。

工程制图课程的主要任务是:

1. 掌握仪器绘图、徒手绘图、计算机绘图的基本技术,培养这三种绘图的基本能力;
2. 培养空间想象能力和空间分析能力;
3. 掌握正投影的基本理论和对空间物体进行形体分析和线面分析的方法;
4. 培养绘制和阅读工程图样的基本能力;
5. 培养耐心细致的工作作风。

“工程制图”不仅具有严密的理论性,而且具有极强的实践性。因此在学习它的基本理论的同时,还必须通过多做习题,多画模型,在不断地由物画图、由图想物的反复训练

过程中才能提高空间想象能力，空间分析能力，空间构思能力和仪器绘图、徒手绘图、计算机绘图的能力。

第一章 制图基本知识

第一节 《机械制图》国家标准简介

工程图样被喻为“工程界的语言”，它是设计和制造机器过程中的重要技术资料。因此，有必要对工程图样作出一些统一的规定，以利于技术交流。国家标准（简称国标）《机械制图》对图样画法、尺寸注法等作了统一的规定。下面分别对国标中有关图纸幅面及格式、比例、字体、图线和尺寸注法等规定作简要介绍。

一、图纸幅面（GB/T14689—93）

GB/T14689—93 对图纸的幅面和格式（其中“GB”为国家标准的代号，“T”为推荐标准，14689 是标准号，93 是标准颁布的年份）作了统一的规定。

1. 图纸幅面及代号

图纸的幅面是指图纸裁边后应达到的尺寸，是指图纸宽度和长度组成的画面。

绘制图样时，应优先选用表 1-1 中规定的基本幅面尺寸（宽度 $B \times$ 长度 L ），必要时可以加长幅面。加长的幅面及图框的尺寸在 GB/T14689—93 之中另有规定。

表 1-1 基本幅面及图框尺寸

幅 面 代 号	A0	A1	A2	A3	A4
$B\times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

2. 图框格式

图框是指图纸上限定绘图区域的粗实线框。

绘图时图纸可以横放，也可以竖放。图框线用粗实线绘制，其规格有留装订边和不留装订边两种。需要装订的图样，其图框格式如图 1-1 所示，一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装；当图样不需装订时，其图框格式如图 1-2 所示。画图时，先按 $B \times L$ 尺寸用细线画出边框，再画图框。

3. 标题栏

每张图纸上都必须画出标题栏，标题栏的有关规定见 GB/T10609.1—89，该标准对标

题栏的内容、格式和尺寸做了规定。学校制图作业上的标题栏建议按图 1-3 的格式和尺寸绘制。

标题栏应如图 1-1 和图 1-2 所示，配置在图框的右下角；标题栏中的文字方向为看图的方向。

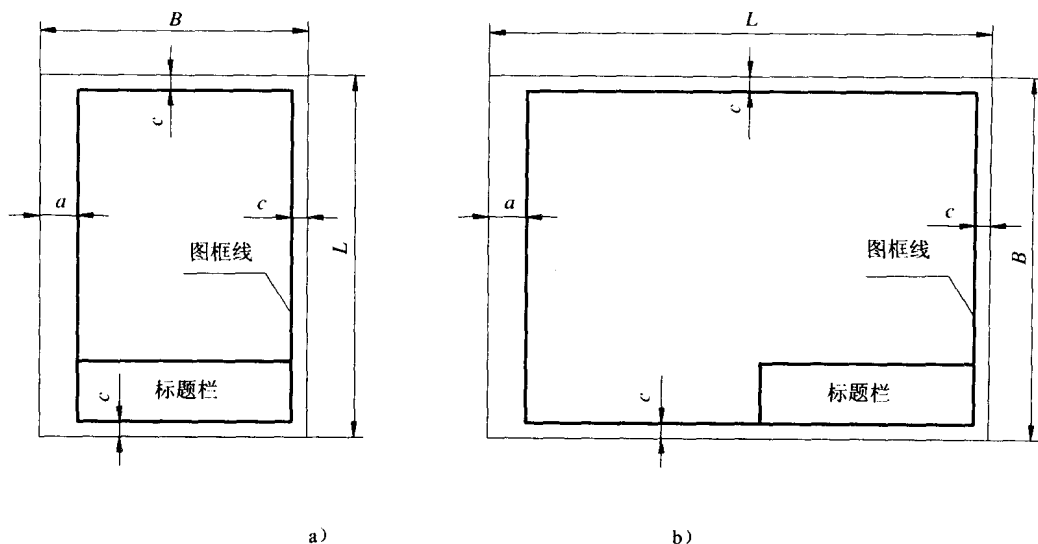


图 1-1 留装订边的图纸幅面和图框格式

a) 竖装 (A4 幅面) b) 横装 (A3 幅面)

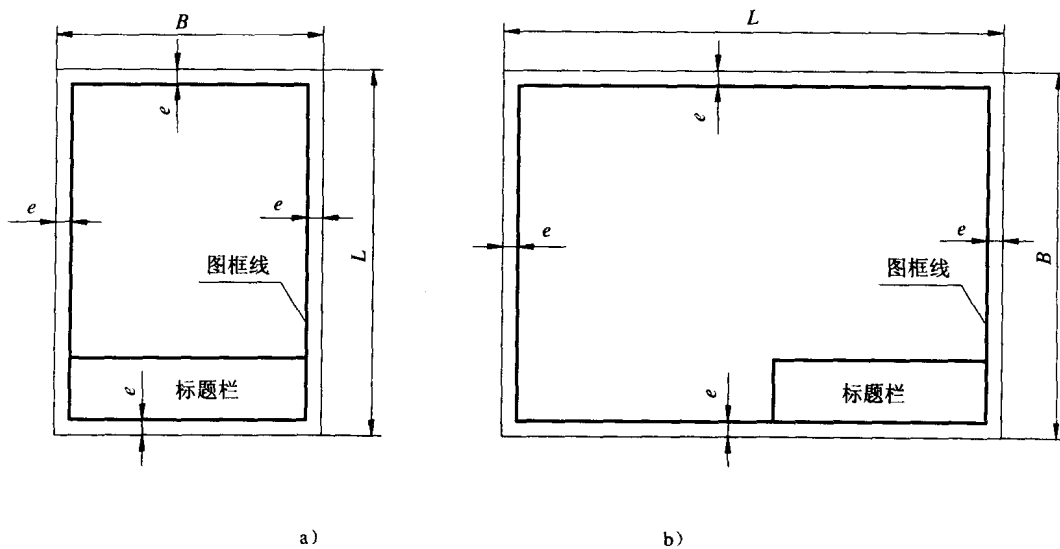


图 1-2 不留装订边的图纸幅面和图框格式

a) 竖放 b) 横放

此线以上仅用于装配图

		30		25	
		12			
序号	名 称		件 数	材 料	备 注
∞	(图 名)		比 例	(图 号)	
			件 数		
∞	制图	(日 期)	重 量	共 张	第 张
∞	描图		(校 名)		
∞	审核				
12		28	65		
130					

零件图中此栏填写材料

图 1-3 制图作业标题栏的格式

二、比例（GB/T14690—93）

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。
绘制图样时，一般应从表 1-2 规定的系列中优先选取不带括号的适当比例。

表 1-2 绘图的比例

原 值 比 例	1:1
缩 小 比 例	(1:1.5) 1:2 (1:2.5) (1:3) (1:4) 1:5 (1:6) 1:1×10 ⁿ (1:1.5×10 ⁿ) 1:2×10 ⁿ (1:1.25×10 ⁿ) (1:3×10 ⁿ) (1:4×10 ⁿ) 1:5×10 ⁿ (1:6×10 ⁿ)
放 大 比 例	2:1 (2.5:1) (4:1) 5:1 1×10 ⁿ :1 2×10 ⁿ :1 (2.5×10 ⁿ :1) 4×10 ⁿ :1 5×10 ⁿ :1

注：n 为正整数。

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 画图。当机件不宜用 1:1 画时，也可用缩小或放大的比例画出。不论放大或缩小，在标注尺寸时必须标注机件的实际尺寸。图 1-4 表示同一机件采用不同比例所画出的图形和标注的尺寸。

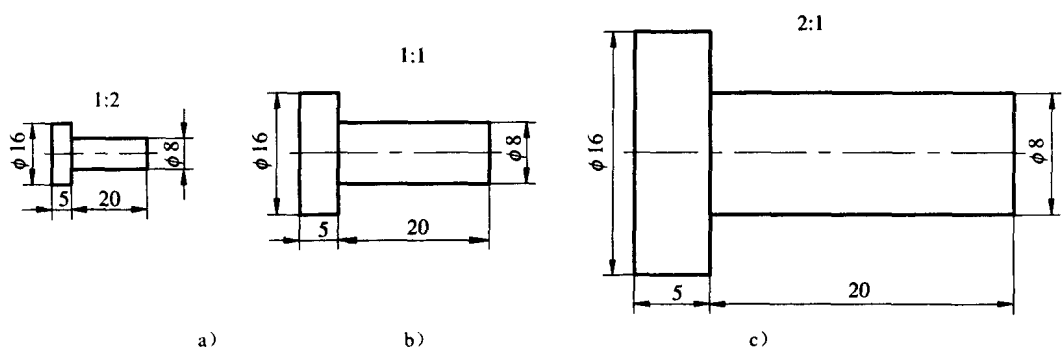


图 1-4 不同比例图形及标注

a) 缩小一倍 (1:2) b) 原值 (1:1) c) 放大一倍 (2:1)

绘制同一机件的各个视图应尽量采用相同的比例，并在标题栏的比例一栏中填写。当某个视图需要采用不同的比例时，必须在该图的上方或右侧另行标注，如：

$$\frac{I}{2:1} \quad \frac{A}{3:1} \quad \frac{B-B}{5:1}$$

三、字体（GB/T14691—93）

在图样上除了表达机件形状的图形外，还要用文字和数字来说明机件的大小、技术要求等。

在图样中书写的字体必须做到：字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。字体的号数，即字体的高度 h 分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8（单位为 mm）几种。汉字应写成长仿宋体，并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度一般不应小于 3.5mm，其宽度一般为高度的 2/3。

汉字通常由几个部分组成，为了使所写的汉字结构匀称，书写时应恰当地分配各组成部分的比例，书写长仿宋体字的要领是：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。汉字示例如图 1-5 所示。

数字及字母分 A 型和 B 型，A 型字体的笔划宽度为字高的 1/14，B 型字体的笔划宽度约为字体高度的 1/10。数字和字母可以写成直体或斜体，一般用斜体。斜体字字头向右倾斜，与水平线约成 75° 角。为了保证字体大小一致和整齐，书写时可先打格子，然后写字。数字及字母的 A 型斜体字的笔序、书写形式见图 1-6 的示例。

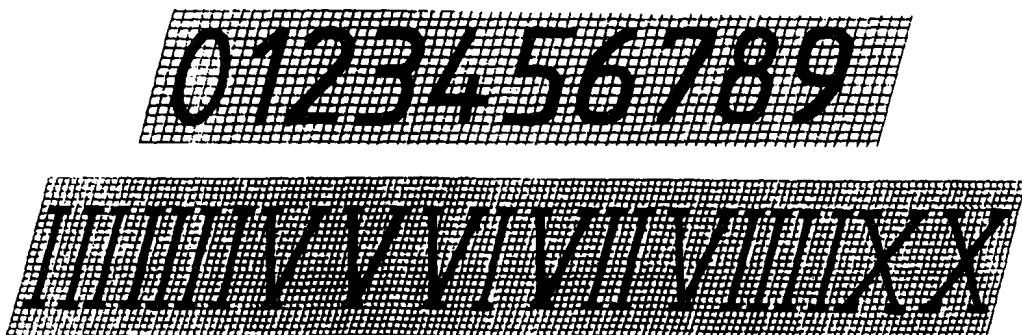
字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐 (10号字)

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格 (7号字)

机械工业出版社基本规则尺寸组成尺寸注法示例 (5号字)

画法几何机械零件图线及画法校核制图比例重量字体文字数字 (3.5号字)

图 1-5 汉字书写示例



a)

图 1-6 A 型斜体的数字、字母示例

a) A 型斜体数字示例

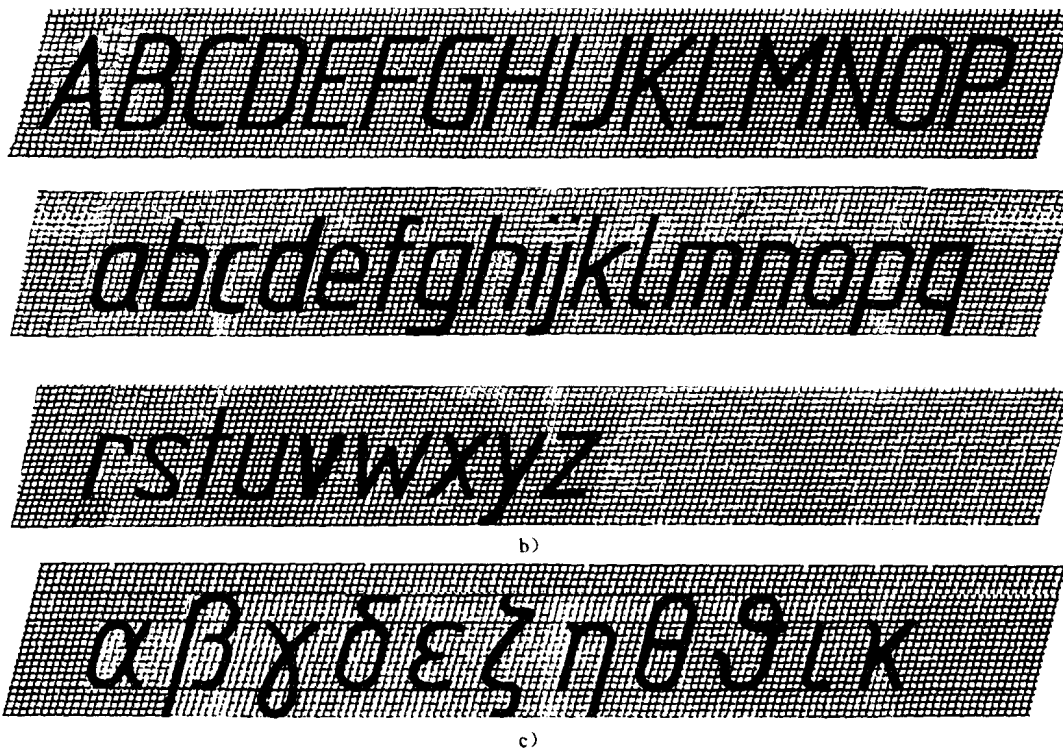


图 1-6 A 型斜体的数字、字母示例 (续)
b) A 型斜体拉丁字母示例 c) A 型斜体希腊字母示例

四、图线及其画法 (GB4457.4—84)

绘制图样时, 应采用表 1-3 中规定的图线。表 1-3 及图 1-7 列出了各种型式图线的主要用途, 其它用途可查阅 GB4457.4—84。

表 1-3 图线的型式、宽度和主要用途

图线名称	图 线 型 式	图线宽度	主 要 用 途
粗实线		b	可见轮廓线
细实线		$b/3$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线
波浪线		$b/3$	断裂处的边界线、视图和剖视的分界线
双折线		$b/3$	断裂处的边界线
虚线		$b/3$	不可见轮廓线
细点划线		$b/3$	轴线、对称中心线
粗点划线		b	有特殊要求的表面表示线
双点划线		$b/3$	假想轮廓线、中断线

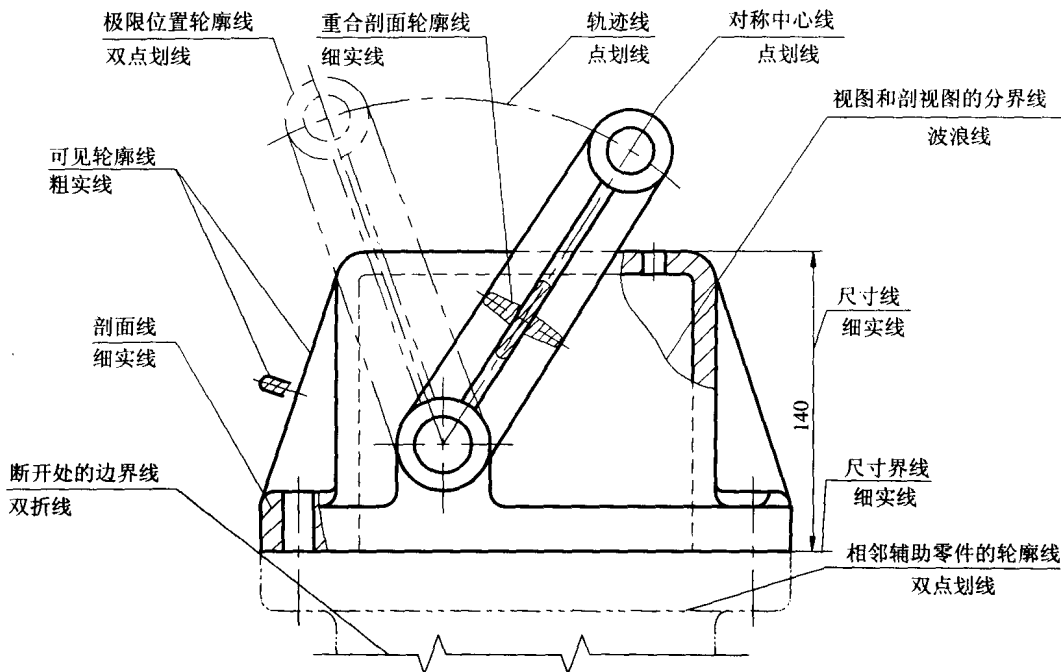


图 1-7 图线的应用举例

如图 1-8 所示，用仪器绘图时应注意以下各点：

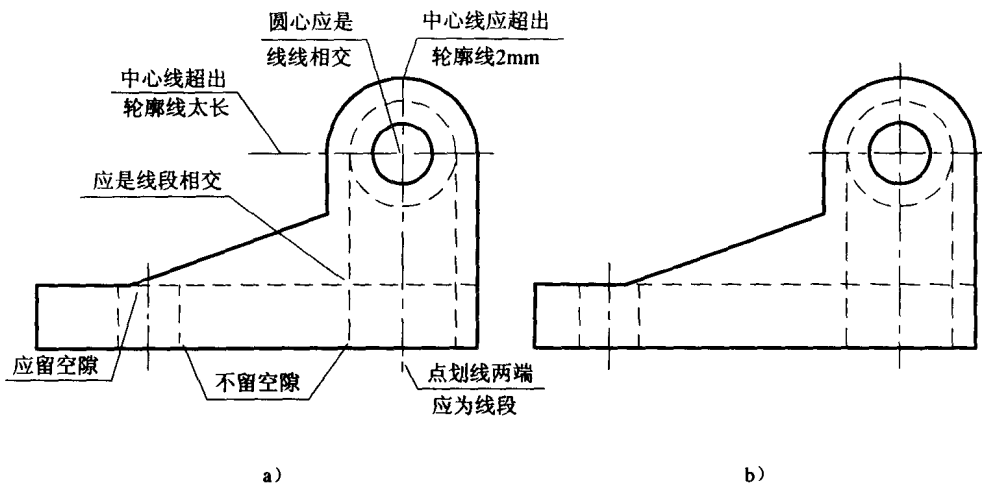


图 1-8 图线应用的正误对比

a) 错误 b) 正确

1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点划线及双点划线的线段长度及间隙应大致相等；

2) 绘制圆的对称中心线（简称中心线）时，圆心应为线段的交点。点划线和双点划线的首末两端应是线段而不是短划；

- 3) 在较小的图形上绘制点划线、双点划线有困难时, 可用细实线代替;
 - 4) 轴线、对称中心线、双折线和作为中断线的双点划线, 视图形的大小应超出轮廓线 2~5mm;
 - 5) 点划线、虚线和其它图线相交, 都应在线段处, 不应在空隙处相交;
 - 6) 当虚线处于粗实线的延长线上时, 粗实线应画到分界点, 而虚线应留有空隙。当虚线圆弧和虚线直线相切时, 虚线圆弧的线段应画到切点, 而虚线直线留有空隙。
- 在计算机绘图时, 图线有时是随机画出的, 不强求遵守以上各条, 例如上述第 3)、第 5) 条等。

五、尺寸注法 (GB4458.4—84)

图形只能表达机件的形状, 机件的大小必须通过标注尺寸才能确定。尺寸标注是一项极为重要的工作, 必须认真细致, 一丝不苟。

下面介绍国标“尺寸注法”中的一些基本内容。

1. 基本规则

- 1) 机件的真实大小应以图样里所标注的尺寸数值为依据, 与图形的大小及绘图的准确度无关;
- 2) 图样中的尺寸, 以毫米为单位时, 不需标注计量单位的代号或名称, 如采用其它单位, 则必须注明相应计量单位的代号或名称;
- 3) 图样中所标注的尺寸, 应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。

2. 尺寸组成

如图 1-9 所示, 一个完整的尺寸一般应包括尺寸界线、尺寸线、尺寸终端(箭头)及尺寸数字四个部分。

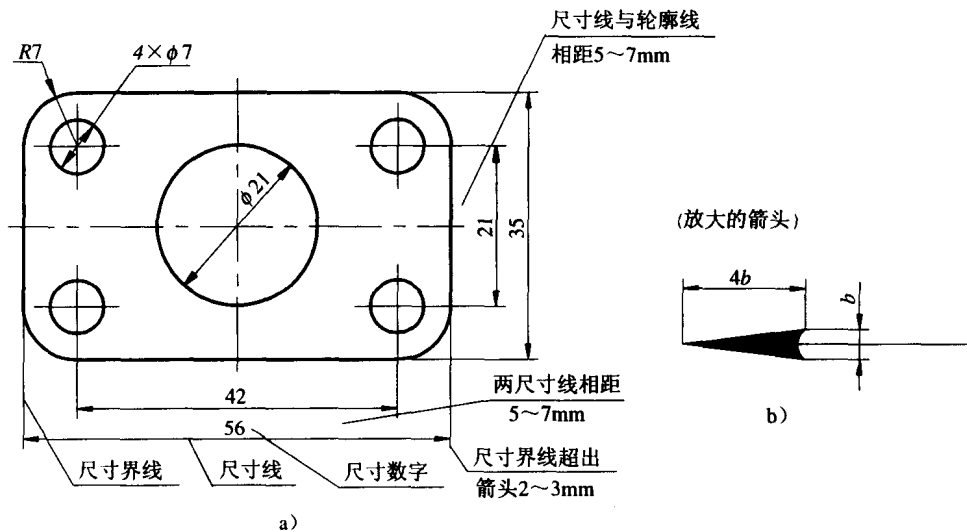


图 1-9 尺寸的四个组成部分

a) 尺寸组成 b) 箭头 (b 为粗实线的宽度)