

高等院校教材

机械制图 (第三版)

(非机械类少学时各专业用)

周霭明 缪临平 顾文逵 编著



同济大学出版社

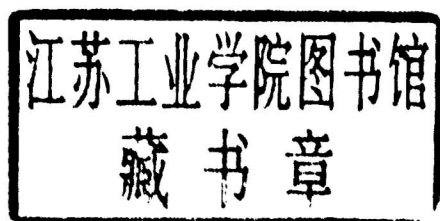
高等院校教材

机械制图

(非机械类少学时各专业用)

(第三版)

周霭明 缪临平 顾文逵 编著



同济大学出版社

内 容 提 要

本书共分为十章。主要内容有制图基本知识,点、线、面、体的投影,轴测投影,组合体,机件常用的表达方法,标准件和一般零、零件图,装配图和计算机绘图等。书中全部采用国家质量技术监督局发布的最新国家标准 GB/T 及目前等效使用的 GB 标准。

本书是高等院校理工科非机械类少学时专业用机械制图教材,适用专业面广,参考教学时数为 50~80 学时,并可按各种类型教学的需要适当增减。本书也可作为高等职业学院、函授大学、高等专科学校理工科有关专业的教材。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图(第三版)/周霭明,缪临平,顾文逵编著. —3 版.

—上海:同济大学出版社,2006. 10

非机械类少学时各专业用

ISBN 7 - 5068 - 2283 - 5

I. 机... II. ①周... ②缪... ③顾... 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(2007)第 032708 号

机械制图(第三版)(非机械类少学时各专业用)

周霭明 缪临平 顾文逵 编著

责任编辑 林 涛 责任校对 谢惠云 装帧设计 潘向葵

出 发	版 行	同济大学出版社
		(上海四平路 1239 号 邮编 200092 电话 021 - 65985622)
经 销	销	全国各地新华书店
印 刷	刷	同济大学印刷厂印刷
开 本	本	787 mm×1092 mm 1/16
印 张	张	19.75
字 数	数	506 千
印 数	数	1—11000
版 次	次	2006 年 10 月第 3 版 2006 年 10 月第 1 次印刷
书 号	号	ISBN 7 - 5608 - 2283 - 5/TH · 47
定 价	价	26.00 元

第三版前言

本书是在2001年出版的《机械制图》(第二版)(非机械类少学时各专业用)的基础上,按照教育部印发的适用于非机械类专业使用的“画法几何及工程制图课程教学基本要求”,采纳了兄弟院校多年来使用本教材后的建议,并采用国家质量技术监督局发布的最新的中华人民共和国国家标准 GB/T 及目前等效使用的 GB 标准,总结了本书第二版教学改革经验,参考了国内外有关书籍修订而成的。

与本书配套出版的《机械制图习题集》(第三版)(非机械类少学时各专业用),可供学生练习使用。

学习机械制图课程的目的是培养学生具有绘制和阅读机械工程图样的基本能力,通过制图理论的学习和制图作业的实践,培养学生的空间想像能力和构思能力,培养正确使用绘图仪器绘制工程图样的能力,并提高计算机绘图和徒手作图的能力,熟悉机械制图国家标准的规定,掌握并应用多种图示方法来表示机械工程和阅读机械工程图样。

本书以“少而精”为编写原则,文字简明扼要,内容循序渐进,整体的安排有利于组织教学。根据教学基本要求的精神,书中精简了画法几何内容,但为了方便教学和由浅入深,仍保持了画法几何独立的系统。对制图部分则突出重点及其基本内容,并紧密联系生产实际。因此,对于本书编写的内容,可根据专业的不同,教学时数的多少和教学观点的不同而选择相应的内容进行教学。

随着计算机图学和计算机辅助设计的迅速发展,在机械制图中应用计算机绘图技术也日趋重要和迫切。为此,本书对第二版“计算机绘图”的内容作了较多的修改与补充,以供有关专业人员自学和参考。

当前,高等院校正在调整专业设置,拓宽专业面,优化课程结构,改革课程内容与体系等。为此,本次修订的《机械制图》(第三版)(非机械类少学时各专业用)适合作为高等院校理工科非机械类少学时时的机械制图教材,它适用于理科如工程物理、工程力学等专业,工科如电子技术、系统工程、计算机信息、技术经济管理、科技外语等专业,也可供师范大学、电视大学、函授学院、高等职业学院、高

等专科学校的有关专业以及相关类型的短训班教学使用。

本书由同济大学周霭明、缪临平和上海理工大学顾文逵共同编写。其中,绪论、第一章、第二章和第三章由缪临平编写,第四章、第五章、第六章和第十章由周霭明编写,第七章、第八章、第九章和附录由顾文逵编写。

由于编者水平所限,本书在修订过程中难免还存在不妥之处,敬请广大读者予以批评指正。

编 者
2006 年 7 月

目 录

绪 论	(1)
第一章 制图的基本知识	(3)
§ 1-1 国家标准《机械制图》和《技术制图》中的一些规定	(3)
§ 1-2 绘图工具和仪器简介	(23)
§ 1-3 几何作图	(32)
§ 1-4 平面图形的画法和尺寸注法	(37)
§ 1-5 绘图的方法和步骤	(40)
第二章 点、直线和平面的投影	(43)
§ 2-1 投影的基本知识	(43)
§ 2-2 点的投影	(45)
§ 2-3 直线的投影	(50)
§ 2-4 平面的投影	(54)
§ 2-5 直线与平面、平面与平面的相对位置	(61)
第三章 立体的投影	(66)
§ 3-1 平面立体的投影及其表面取点	(66)
§ 3-2 曲面立体的投影及其表面取点	(68)
§ 3-3 平面与立体相交	(73)
§ 3-4 两曲面立体相交	(84)
第四章 轴测投影图	(94)
§ 4-1 轴测投影图的基本知识	(94)
§ 4-2 正等轴测图	(95)
§ 4-3 斜二等轴测图	(101)
§ 4-4 轴测剖视图	(104)
第五章 组合体	(106)
§ 5-1 三视图的形成与规律	(106)
§ 5-2 组合体的组合形式	(107)
§ 5-3 由组合体画三视图	(111)
§ 5-4 组合体的尺寸	(115)
§ 5-5 读组合体的视图	(120)
第六章 机件常用的表达方法	(125)
§ 6-1 视图	(125)

§ 6-2 剖视图	(130)
§ 6-3 断面图	(139)
§ 6-4 局部放大图	(141)
§ 6-5 简化画法	(142)
§ 6-6 综合表达分析	(147)
第七章 标准件	(151)
§ 7-1 螺纹和螺纹紧固件(GB/T 4459.1—1995)	(151)
§ 7-2 键连接(普通型平键 GB/T 1096—2003,普通型半圆键 GB/T 1099.1—2003)	(161)
§ 7-3 销连接(圆柱销 GB/T 119.1—2000,圆锥销 GB/T 117—2000)	(162)
§ 7-4 滚动轴承(GB/T 276—1994, GB/T 297—1994, GB/T 301—1995)	(163)
§ 7-5 齿轮(GB/T 4459.2—2003)	(165)
§ 7-6 弹簧(GB/T 4459.4—2003)	(169)
第八章 零件图	(173)
§ 8-1 概述	(173)
§ 8-2 一般零件的视图与尺寸分析	(175)
§ 8-3 表面粗糙度、镀涂和热处理代号及其标注(GB/T 131—1993)	(185)
§ 8-4 极限与配合的概念及其标注方法(GB/T 4458.5—2003)	(192)
§ 8-5 形位公差的概念及其标注方法(GB/T 1182—1996)	(197)
§ 8-6 读零件图示例	(200)
第九章 装配图	(203)
§ 9-1 装配图的作用和内容	(203)
§ 9-2 装配图中的各项内容简介	(204)
§ 9-3 常见的装配工艺结构	(208)
§ 9-4 装配图的画法	(211)
§ 9-5 读装配图及由装配图拆画零件图	(217)
第十章 计算机绘图	(223)
§ 10-1 AutoCAD 基本知识	(223)
§ 10-2 绘制图形	(231)
§ 10-3 修改编辑图形	(244)
§ 10-4 图块	(255)
§ 10-5 图层	(259)
§ 10-6 尺寸标注	(264)
§ 10-7 关于绘图技巧的讨论	(270)
附录一 螺纹	(275)
附表 1-1 普通螺纹直径与螺距系列、基本尺寸(GB/T 193—1981)	(275)
附表 1-2 细牙普通螺纹螺距与小径的关系(GB/T 196—1981)	(275)

附表 1-3 梯形螺纹直径与螺距系列、基本尺寸(GB/T 5796.2—1986, GB/T 5796.3—1986)	(276)
附表 1-4 非螺纹密封的管螺纹的基本尺寸(GB/T 7307—1987)	(277)
附录二 常用标准件	(278)
附表 2-1 六角头螺栓 C 级(GB/T 5780—2000)	(278)
附表 2-2 双头螺栓 ($b_m = d$)(GB/T 897—1988)、($b_m = 1.25d$)(GB/T 898—1988)、 ($b_m = 1.5d$)(GB/T 899—1988)、($b_m = 2d$)(GB/T 900—1988)	(279)
附表 2-3 1 型六角螺母—A 级和 B 级(GB/T 6170—2000)	(280)
附表 2-4 平垫圈—A 级(GB/T 97.1—2002) 平垫圈倒角型—A 级 (GB/T 97.2—2002) 小垫圈—A 级(GB/T 848—2002)	(281)
附表 2-5 开槽圆柱头螺钉(GB/T 65—2000) 开槽盘头螺钉 (GB/T 67—2000)	(282)
附表 2-6 开槽沉头螺钉(GB/T 68—2000) 开槽半沉头螺钉 (GB/T 69—2000)	(283)
附表 2-7 内六角圆柱头螺钉(GB/T 70.1—2000)	(284)
附表 2-8 开槽锥端紧定螺钉(GB/T 71—1985) 开槽平端紧定螺钉(GB/T 73—1985) 开槽长圆柱端紧定螺钉(GB/T 75—1985)	(285)
附表 2-9 普通平键键槽的尺寸与公差(GB/T 1095—2003)	(286)
附表 2-10 圆柱销(GB/T 119.1—2000)	(288)
附表 2-11 圆锥销(GB/T 117—2000)	(288)
附表 2-12 深沟球轴承(GB/T 276—1994)	(289)
附表 2-13 圆锥滚子轴承(GB/T 297—1994)	(290)
附表 2-14 单向推力球轴承(GB/T 301—1995)	(291)
附录三 极限与配合	(292)
附表 3-1 优先配合中轴的极限偏差(摘自 GB/T 1800.4—1999)	(292)
附表 3-2 优先配合中孔的极限偏差(摘自 GB/T 1800.4—1999)	(293)
附录四 常用材料及热处理	(294)
附表 4-1 常用钢材牌号	(294)
附表 4-2 常用铸铁牌号	(295)
附表 4-3 常用有色金属牌号	(295)
附表 4-4 常用热处理和表面处理(GB/T 7232—1999 和 JB/T 8555—1997)	(296)
附录五 常用简化表示法	(298)
附表 5-1 简化画法(GB/T 16675.1—1996)	(298)
附表 5-2 简化注法(GB/T 16675.2—1996)	(301)
参考文献	(307)

绪 论

图样是用来表达物体的形状、大小和技术要求的技术文件,也是表达设计意图、交流技术思想和指导生产的重要工具。因此,人们称图样为“工程界的语言”。在现代工业生产中,各种车辆、船舶、航天飞机、机床,各种冶金、建筑和化工设备,各种仪表、仪器都要根据工程图样进行生产和装配,而且在使用这些机器、设备、仪表时,也必须通过阅读图样来了解它们的结构和性能。因此,工程技术人员都必须掌握这种“工程界的语言”,具备绘制和阅读工程图样的能力。

一、本课程的研究对象及主要内容

本课程是研究绘制和阅读机械图样原理和方法的一门技术基础课,它能为以后学习专业课程、进行毕业设计和生产实践打下基础。随着机械制图这门学科的发展,特别是计算机绘图技术的应用,机械制图与计算机绘图相结合将是本课程的发展趋势。因此,本书除了编写传统的机械制图内容外,还更新了第二版中“计算机绘图”的内容,使读者通过本课程的学习,对计算机绘图的理论和实践具备一定的基础。本书的主要内容如下:

正投影原理——投影法基本知识,点、线、面、体的投影规律和作图方法。

制图基础——国家标准《机械制图》和《技术制图》的介绍、制图基本知识与基本技能、机械形体的各种表达方法。

机械图——标准件、一般零件的表达与标注,零件图、装配图的绘图、读图以及各种技术要求。

计算机绘图——中文版 AutoCAD 系统的组成、应用与使用技巧。

附录——摘录了一些常用的国家标准以供备查。

二、本课程的学习要求

本课程的主要要求是:

1. 学习正投影法的基本理论。
2. 掌握绘制和阅读机械图样的基本能力、基本知识和基本方法。
3. 培养空间想像能力和空间分析能力(包括简单的空间几何问题的图解能力),提高对空间物体的观察、分析和表达能力。
4. 了解计算机绘图软件的应用方法。
5. 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、本课程的学习方法

机械制图是一门既有一定理论知识又有较多实践的课程,要学好这门课程,就必须认真

学习、掌握好投影理论以及学会画投影图和读投影图的基本方法。其中,将空间物体绘在平面上成为图样,称为绘图;根据图样想像出空间物体的形状、大小、结构和制造等方面的要求,称为读图。所以,在学习过程中要注意掌握正投影的规律,学会用正投影的规律去解决绘图和读图中的实际问题。此外,学习本课程还应掌握以下方法:

1. 在学习过程中应注意自学能力、分析问题能力、解决问题能力和创造能力的全面培养。
2. 在认真学习基本理论的同时,应配合教学进度独立完成一定数量的练习和作业,要多看、多想、多实践、多总结,才能逐步提高空间想像能力和空间构思能力。
3. 绘图时应学会正确使用绘图仪器和计算机等工具,从而逐步掌握正确的绘图方法和提高绘图技巧。
4. 严格遵守国家标准《机械制图》和《技术制图》的有关规定,学会查阅有关标准和资料的基本方法。
5. 学习计算机绘图时,必须通过上机操作实践,才能掌握其应用方法与技能。
6. 在后继专业课程的学习和工作实践中,应继续加强和提高读图和绘图能力,并进一步联系生产实践。

图样是指导生产的技术文件,绘制出的图样决不容许发生差错,读图时也不应产生误解,否则会发生“差之毫厘,谬以千里”的错误,给生产造成损失。因此,在学习过程中,必须养成严肃、认真、细致、踏实的工作作风。

第一章 制图的基本知识

§ 1-1 国家标准《机械制图》和《技术制图》中的一些规定

图样是工程上用以表达设计意图和交流技术思想的重要工具。因此,它的格式、内容、画法等都应当有统一的规定,这个统一的规定就是国家标准。我国于 1959 年首次颁布国家标准《机械制图》,尔后又多次作了修订。根据我国科学技术发展的需要,我国于 1989 年开始又制订了适用于各类技术图样的统一的国家标准《技术制图》。

国家标准的代号为“GB/T”,GB/T 系列标准是一套推荐性标准。“G”和“B”则分别表示“国标”两个字的汉语拼音的第一个字母,“T”是推荐一词的汉语拼音的第一个字母。例如“GB/T 17451—1998*”,代号后面的两组数字分别表示标准的序号和标准发布的年份。

图样在国际上也有统一的标准,即 ISO 标准(International Standardization Organization 的缩写),这个标准是由国际标准化组织制定的。我国从 1978 年参加国际标准化组织以后,国家标准的许多内容已经与 ISO 标准相同了。

本节仅介绍国家标准《机械制图》和《技术制图》中有关“图纸幅面和格式”、“比例”、“字体”、“图线”、“剖面符号”和“尺寸注法”等几项规定内容,其余内容将在以后各章中分别给予介绍。

一、图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面尺寸

图纸的基本幅面共有五种,其尺寸见表 1-1 所示。绘制图样时应优先采用这些图幅尺寸,必要时也允许采用加长幅面,这些加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的。

表 1-1

基本幅面及图框尺寸

单位:mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	$841 \times 1\,189$	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

* 注:国家标准的属性(GB/T)已在《技术制图》目录上标明,年号用四位数字表示。鉴于部分国家标准是在国家标准清理整顿前出版的,现尚未修订,读者在使用这些国家标准时,其属性以《技术制图》目录上标明的为准。

上述基本幅面之间的关系是：将 A0 图纸的长边对折裁开，即可得两张 A1 图纸；将 A1 图纸的长边对折裁开，又可得两张 A2 图纸，依此类推可直至 A4 图纸。

2. 图框线

每张基本幅面的图纸在绘图前都必须先画图框线。图框线有两种格式，一种是用于需要装订的图纸（一般采用 A4 幅面竖装，或 A3 幅面横装），如图 1-1a) 所示。另一种则用于不需要装订的图纸，也可有竖或横两种画法，如图 1-1b) 所示。按国家标准规定，图框线应画成粗实线。

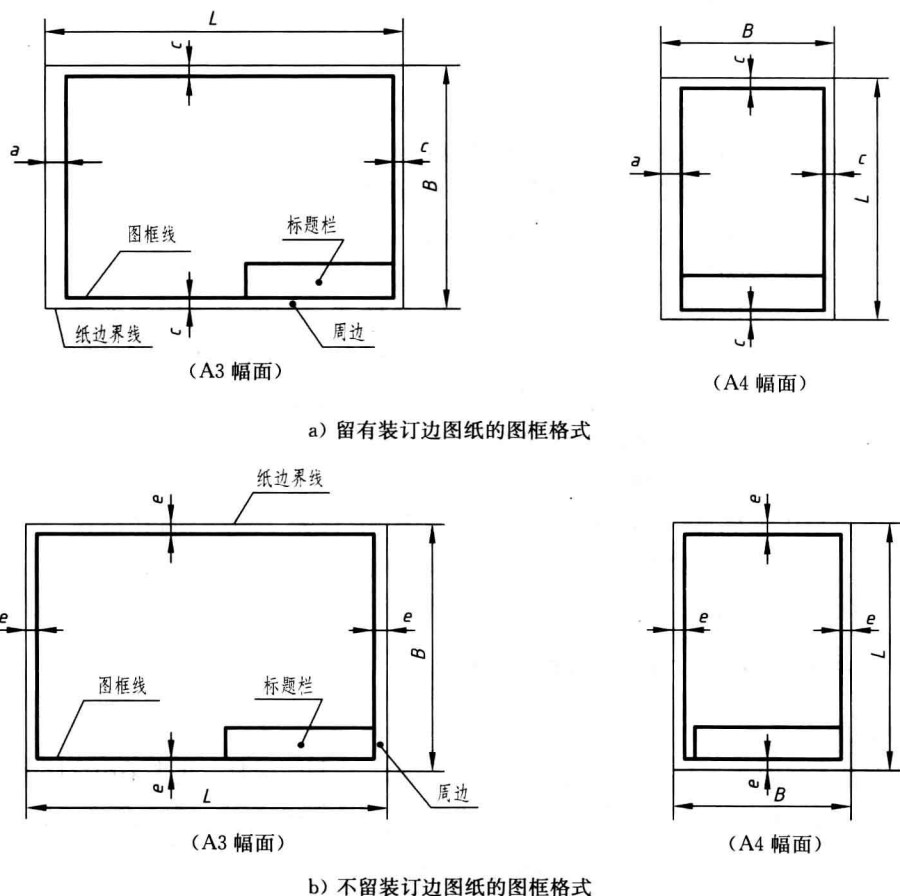


图 1-1 图框格式

3. 标题栏及其方位

每张图纸都必须具有标题栏，它通常位于图纸右下角紧贴图框线的位置上。标题栏的格式和内容在国家标准(GB/T 10609.1—1989)中已作出了详细的规定，如图 1-2 所示，它适用于工矿企业等各种生产用图纸。而一般在学校的制图作业中也可从简采用图 1-3 所示的标题栏格式和尺寸，但必须注意的是标题栏中文字的书写方向应为读图的方向。

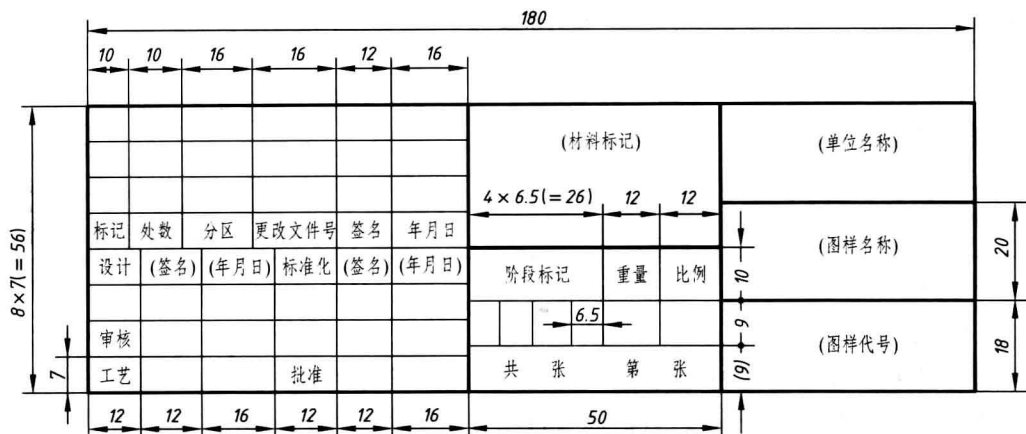


图 1-2 标题栏的格式和尺寸

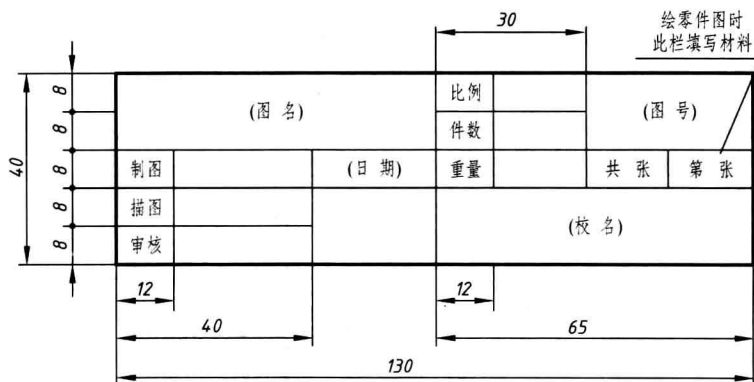


图 1-3 制图作业中采用的标题栏格式和尺寸

二、比例(GB/T 14690—1993)

1. 定义

图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比称为比例。

必须注意的是角度尺寸与比例无关,即不论用何种比例绘图,角度均按实际大小绘制。绘制图样时应按国家标准《技术制图》中规定的比例系列中选取适当的比例,如表 1-2 所示。必要时也允许选用表 1-3 所示的比例。

表 1-2 比例系列(I)

种 类	比 例
原值比例	1 : 1
放大比例	5 : 1 2 : 1 5 × 10 ⁿ : 1 2 × 10 ⁿ : 1 1 × 10 ⁿ : 1
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10 1 : 2 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ 1 : 1 × 10 ⁿ

注: n 为正整数。

表 1-3		比例系数(Ⅱ)				
种 类	比 例					
放大比例	4 : 1	2.5 : 1				
	$4 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$				
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。

2. 选用和表示方法

在图样上标注比例应采用比例符号“:”表示,如 1:1, 1:500 等。而该比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。必要时,可在视图名称的下方或右侧标注比例,如下所示:

$$\frac{I}{2:1}$$

$$\frac{A \text{ 向}}{1:100}$$

$$\frac{B-B}{2.5:1}$$

当某个视图需用不同比例,如机件的某一细节需局部放大(见第六章)时,则必须在该放大图样旁另行标注。

绘制图样时可采用 1:1 的比例,也可以根据需要选用放大或缩小的比例,但是不论采用何种比例,图上所注的尺寸数值均应为机件的实际尺寸,如图 1-4 所示。

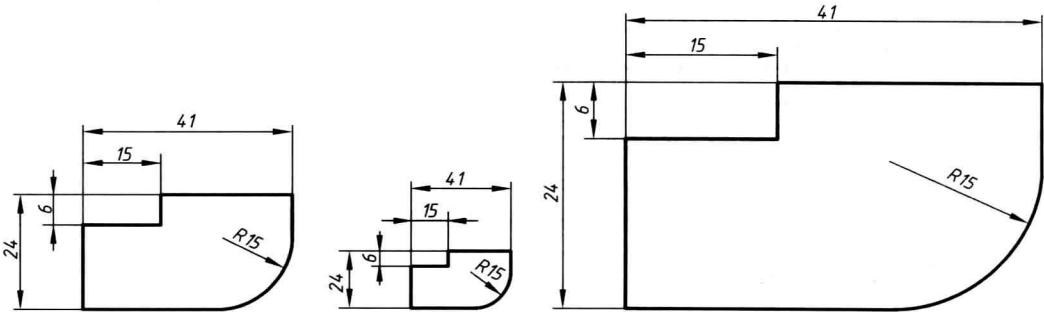


图 1-4 采用不同比例绘制同一图形时的尺寸标注

三、字体(GB/T 14691—1993)

字体包括汉字、数字、字母。

字体的高度(用 h 表示)其公称尺寸系列为:1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20;单位为 mm。例如,7 号字表示该字体高度为 7 mm。汉字的高度(h)不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。表 1-4 列出了字体大小,供书写时选用。

表 1-4	字 体 大 小							
字 号	20 号	14 号	10 号	7 号	5 号	3.5 号	2.5 号	1.8 号
字高(h)	20	14	10	7	5	3.5	2.5	1.8
字宽($h/\sqrt{2}$)	≈ 14	≈ 10	≈ 7	≈ 5	≈ 3.5	≈ 2.5	≈ 1.8	≈ 1.3

注:单位为 mm。

1. 汉字

图样中使应用数字和文字来说明机件的大小和技术要求。国家标准中规定各种字体均必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。汉字应写成长仿宋体字,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。长仿宋体字的书写要领为:横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。为了保证字体大小一致和整齐,书写时可先画格子或横线,然后写字。长仿宋体字的基本笔画如表 1-5 所示。

表 1-5 长仿宋体字的基本笔画

名称	点	横	竖	撇	捺	挑	折	勾
基本笔画及运笔法	尖点 垂点 撇点 上挑点	平横 斜横	竖	平撇 斜撇 直撇	斜捺 平捺	平挑 斜挑	左折 右折 斜折 双折	竖勾 左曲勾 右曲勾 平勾 竖弯勾 横折弯勾 斜折折勾 包勾
举例	方 心	光 活	左 下 七 代	十 上	千 月 入 床	术 分 建 超	均 公 技 线	凹 居 字 人

长仿宋体字的书写示例如下所示:

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. 数字

数字有阿拉伯数字和罗马数字两种,均有直体与斜体之分。常用的是斜体字,其字头向右倾斜,与水平线约成 75° ,如图 1-5、图 1-6 所示。



(斜体)

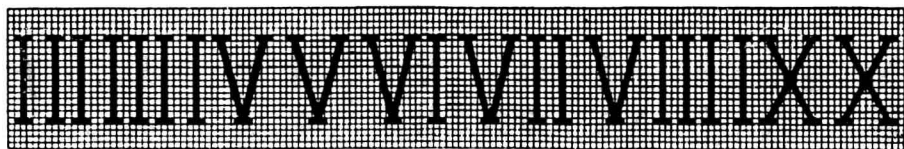


(直体)

图 1-5 阿拉伯数字(A 型)



(斜体)



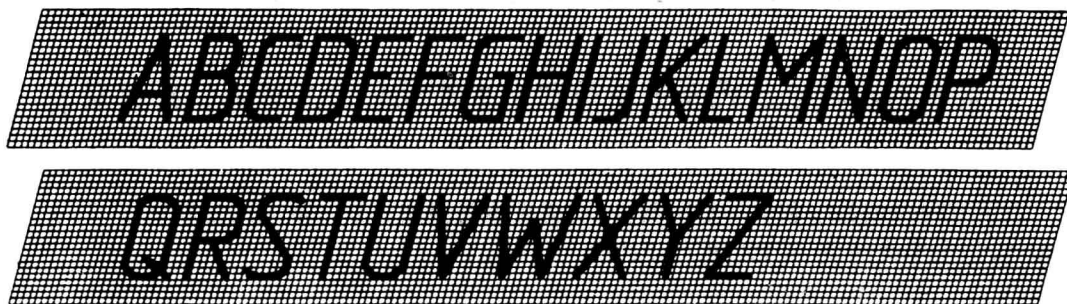
(直体)

图 1-6 罗马数字(A 型)

3. 字母

字母有拉丁字母和希腊字母两种,常用的是拉丁字母,我国的汉语拼音字母与它的写法一样,每种均有大写和小写、直体和斜体之分。写斜体字母时,通常字头向右倾斜与水平线约成 75° ,如图 1-7 和图 1-8 所示。

注意:字母和数字分 A 型和 B 型,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 $1/10$ 。在同一图样上,只允许选用一种形式的字体。



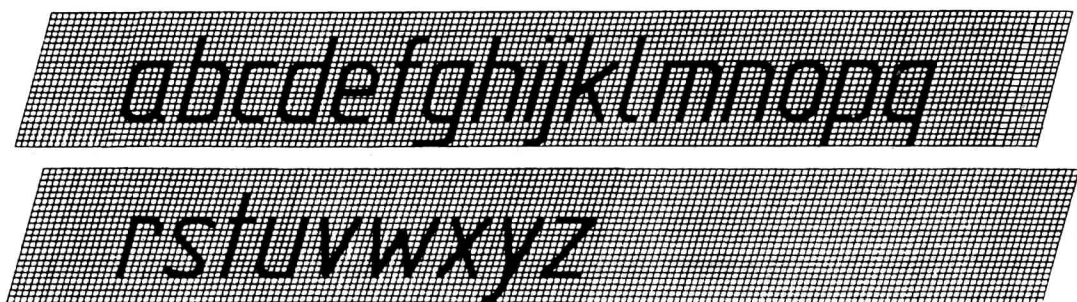


图 1-7 大小写斜体拉丁字母(A型)

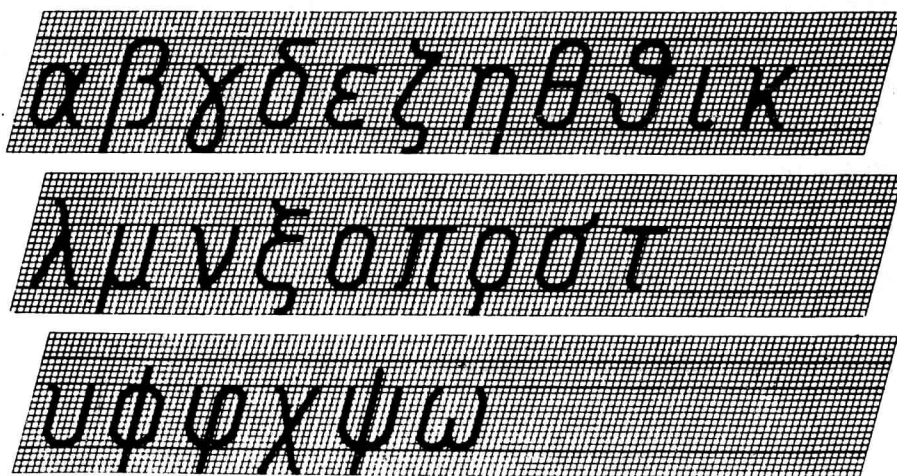


图 1-8 小写斜体希腊字母(A型)

4. 应用示例

用作分数极限偏差、注脚等的数字及字母一般均采用小一号的字体。应用示例如图1-9所示。

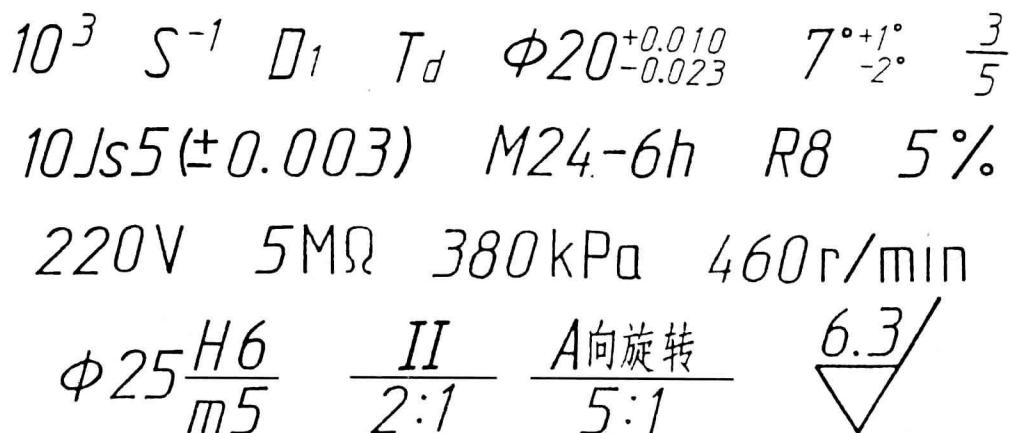


图 1-9 数字、字母及综合应用示例