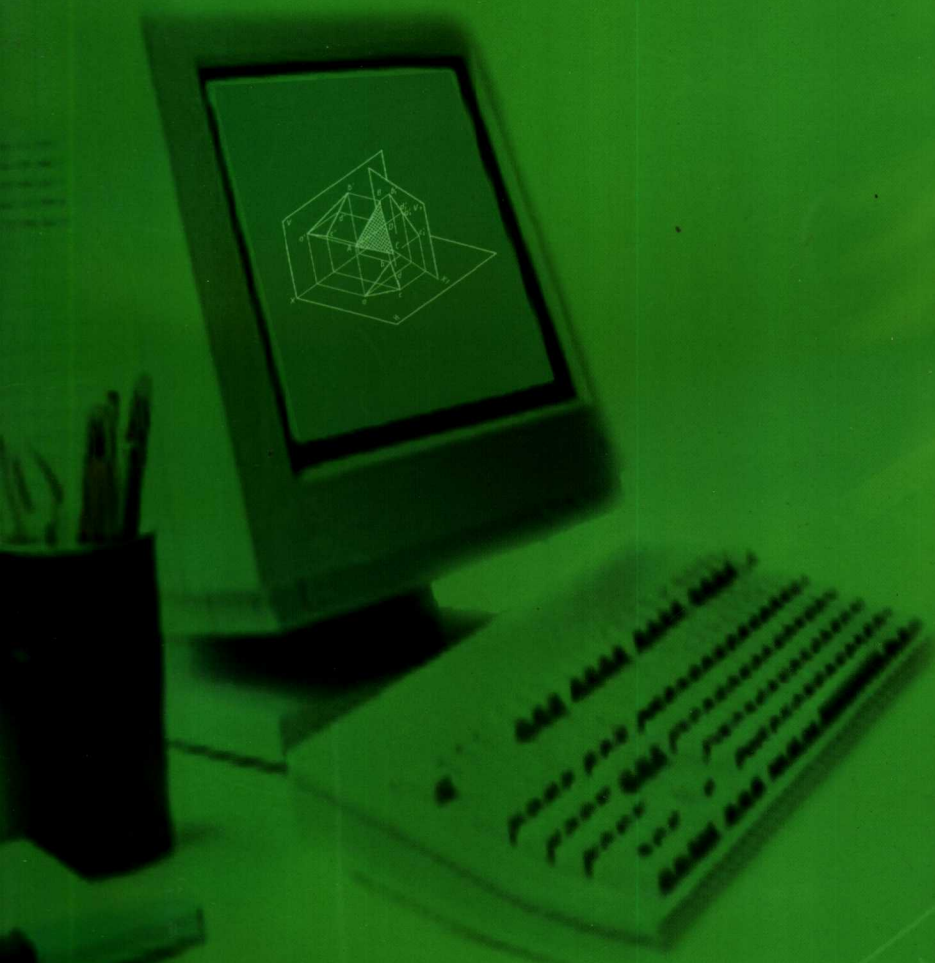


主 编 王 颖

副主编 杨德星 王 农 宋巨烈

现代工程制图



北京航空航天大学出版社

<http://www.buaapress.cn.net>

现代工程制图

主 编 王 颖
副主编 杨德星 王 农 宋巨烈

北京航空航天大学出版社

<http://www.buaapress.cn.net>

内 容 简 介

本书是山东省教育委员会“九五”立项教材。它打破传统制图教材的模式,将画法几何、机械制图和计算机绘图有机地融合在一起,注重学生手工绘制草图、仪器绘图和计算机绘图能力的综合培养。主要内容包括:制图的基本知识;正投影的基本理论;计算机绘图及标注的基本方法;形体的构造及投影;三维图示方法;机件的常用表达方法;紧固件、传动件和常用件、零件图及装配图等。可作为高等工科院校各专业机械制图课程(70~100学时)的教材,也可供其他专业师生和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代工程制图/王颖等编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2000.9

ISBN 7-81012-978-3

I. 现... II. 王... III. 工程制图 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 21113 号

现代工程制图

主 编 王 颖

副主编 杨德星 王 农 宋巨烈

责任编辑 金友泉

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市学院路 37 号(100083) 发行部电话:82317024

<http://www.buaapress.cn.net>

E-mail: pressell@publica.bj.cninfo.net

北京宏文印刷厂印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:19.25 字数:493千字

2000年9月第1版 2000年9月第1次印刷 印数:5000册

ISBN 7-81012-978-3/TH·028 定价:27.00元

前 言

机械制图是高等工科院校的一门技术基础课。过去由于受传统教学模式的影响,教材的着重点主要是解决形体的图示和表达方法。随着科学技术的发展,学科之间的综合交叉以及计算机的广泛使用,对本课程提出了新的更高的要求。掌握计算机绘图将成为 21 世纪工程技术人员的基本素质之一。课程的传统教学内容和方式受到了很大的冲击,课程内容的改革已成为必然趋势。

本教材是将机械制图的基本内容与计算机绘图有机地融合在一起,较好地处理了经典内容与现代技术、继承与创新、理论教学与技能训练的关系。教材内容具有一定的新颖性。

本书的主要特点是:

(1) 在第一章讲述机械制图基础知识的同时,引入了 AutoCAD R14 绘图软件的基本使用方法,并将计算机绘图贯穿于全书。

(2) 精选传统内容。由于课时的减少和融入新知识的需要,必须精简部分内容。本书删掉了“曲线与曲面”、“立体的表面展开”等内容,对于“投影变换”,只讲述常用的换面法。

(3) 根据形体的不同特点,将形体分为平面形体、曲面形体和组合体,并将切割体、相贯体、截交线、相贯线等内容穿插在有关章节内,以利于组织教学。

(4) 注重手工绘制草图、仪器绘图和计算机绘图三种绘图能力的综合培养,并将三种绘图方法贯穿于整个教材,有利于培养学生综合的图形处理能力和动手能力。

(5) 根据标准件、常用件的结构特点,将其作为特殊零件,穿插在零件图和装配图中介绍其画法、标记及连接图画法。

本教材内容新颖、深入浅出、图文并茂,采用了最新国家标准。

本教材为山东省教育委员会面向 21 世纪“九五”立项教材,由山东科技大学王颖任主编,杨德星、王农、宋巨烈任副主编。参加编写的有王颖(绪论、第六章、第七章、附录)、杨德星(第一章、第四章)、宋巨烈(第二章)、王农(第三章)、陈波(第五章)。

本教材由石油大学许光明教授主审,并提出了许多宝贵意见,山东科技大学张炳宗教授做了大量指导工作,在此表示真挚的感谢。

由于水平有限,加之时间紧迫,体系与内容不当之处在所难免,敬请各位读者及同仁提出批评、建议。

编 者

2000 年 4 月

目 录

绪 论	1
第一章 现代工程制图的基本知识与基本技能	2
1.1 技术制图与机械制图国家标准的基本规定	2
1.1.1 图纸幅面及格式	2
1.1.2 比 例	4
1.1.3 字 体	5
1.1.4 图 线	5
1.1.5 尺寸标注基本规则	9
1.1.6 机械工程 CAD 制图规则	11
1.2 绘图的基本方法	14
1.2.1 绘图工具的使用	14
1.2.2 几何作图	15
1.3 平面图形的分析及画图步骤	18
1.3.1 平面图形的尺寸分析	18
1.3.2 平面图形的线段分析	19
1.3.3 平面图形的画图步骤	19
1.4 绘图技能	21
1.4.1 仪器绘图	21
1.4.2 徒手绘草图	21
1.5 计算机绘图的基本方法	22
1.5.1 AutoCAD R14 界面简介	23
1.5.2 命令输入方式	24
1.5.3 点的输入方式	24
1.5.4 文件管理	25
1.5.5 二维绘图设置	26
1.5.6 常用绘图命令	27
1.5.7 辅助绘图工具	30
1.5.8 常用编辑命令	32
1.5.9 显示控制	38
1.5.10 设置文本类型及书写文本	38
1.5.11 设置层、颜色和线型	40
第二章 投影理论	43
2.1 投影法及工程上常用的投影图	43
2.1.1 投影的基本概念	43

2.1.2 工程上常用的投影图	44
2.2 图形基本要素的投影	46
2.2.1 投影面体系	46
2.2.2 点的投影	46
2.2.3 直线的投影	49
2.2.4 平面的投影	53
2.3 图形基本要素之间的相对位置	59
2.3.1 两直线间的相对位置	59
2.3.2 直线与平面及两平面的平行问题	62
2.3.3 直线与平面及两平面的相交问题	64
2.3.4 直线与平面及两平面的垂直问题	68
2.3.5 综合性问题的解法举例	71
2.4 换面法	72
2.4.1 换面法的基本概念	72
2.4.2 点的投影变换规律	72
2.4.3 直线在换面法中的基本情况	74
2.4.4 平面在换面法中的基本情况	76
2.4.5 换面法解题举例	78
2.5 基本形体的三视图	80
2.5.1 三视图的形成及投影规律	80
2.5.2 平面形体的三视图及表面取点	81
2.5.3 曲面形体的三视图及表面取点	83
2.5.4 基本形体的尺寸标注	86
第三章 组合体的构造及三视图	88
3.1 组合体的构造形式及表面界线的有效性分析	88
3.1.1 组合体的构造形式	88
3.1.2 组合体中相邻表面界线的分析	89
3.2 形体表面的交线	91
3.2.1 平面与形体相交	91
3.2.2 两回转体相交	99
3.3 形体的分析方法	108
3.3.1 形体分析法	108
3.3.2 线面分析法	110
3.4 组合体的三视图画法	110
3.4.1 画组合体视图的方法和步骤	110
3.4.2 绘制形体的草图	112
3.4.3 计算机绘制三视图的基本方法	113
3.5 组合体的尺寸标注	114

3.5.1 标注尺寸的基本原则和方法	114
3.5.2 计算机标注尺寸的方法	120
3.6 读组合体视图	123
3.6.1 读图的基本要领	123
3.6.2 读图的基本方法	125
3.6.3 读图举例	127
3.7 形体的构形设计	128
3.7.1 形体的构形方式	128
3.7.2 构形设计注意的问题	131
3.7.3 构形设计力求新颖	131
第四章 真实感图形的画法	132
4.1 轴测投影图	132
4.1.1 轴测投影的基本知识	132
4.1.2 正等测图的画法	133
4.1.3 斜二等轴测投影	139
4.2 计算机绘制轴测图	141
4.2.1 激活轴测投影模式	141
4.2.2 在轴测投影模式下绘图	142
4.3 三维造型	143
4.3.1 概 述	143
4.3.2 三维实体造型方法	143
第五章 机件常用的表达方法	147
5.1 视 图	147
5.1.1 基本视图	147
5.1.2 向视图	148
5.1.3 局部视图	148
5.1.4 斜视图	149
5.2 剖视图	150
5.2.1 剖视图的概念	150
5.2.2 剖视图的种类	154
5.2.3 剖切面的种类	160
5.2.4 剖视图中的规定画法	164
5.2.5 剖视图在特殊情况下的标注	165
5.3 断面图	166
5.3.1 断面图的概念	166
5.3.2 断面图的种类	166
5.4 局部放大图及简化画法	169

5.4.1 局部放大图	169
5.4.2 简化画法	169
5.5 表达方法综合应用举例	172
5.6 第三角投影法简介	175
第六章 零件图	178
6.1 零件图的作用和内容	178
6.2 零件的构形分析	179
6.2.1 设计要求决定零件的主体构形	179
6.2.2 工艺要求补充零件的局部构形	180
6.2.3 从美学角度考虑外部修饰	183
6.3 特殊零件的结构及画法	184
6.3.1 螺纹的结构及表示	184
6.3.2 螺纹紧固件及标记	189
6.3.3 键、销及标记	191
6.3.4 齿轮的构形及表示	192
6.4 零件的视图选择及尺寸标注	198
6.4.1 零件表达方案的选择	198
6.4.2 零件图中尺寸的合理标注	200
6.4.3 典型零件图例分析	207
6.5 零件的技术要求	210
6.5.1 表面粗糙度	211
6.5.2 极限与配合	217
6.5.3 形状公差和位置公差	225
6.6 读零件图	227
6.6.1 读零件图的方法步骤	228
6.6.2 读图举例	228
6.7 零件的测绘	229
6.7.1 测量工具及测量方法	229
6.7.2 零件测绘的方法及步骤	232
6.8 计算机绘制零件图	232
第七章 装配图	235
7.1 装配图的作用和内容	235
7.1.1 装配图的作用	235
7.1.2 装配图的内容	235
7.2 装配图的表达方法	237
7.2.1 规定画法	237
7.2.2 特殊表达方法	238

7.3 常见装配结构的画法	240
7.3.1 螺纹紧固件的连接画法	240
7.3.2 键连接画法	242
7.3.3 销连接画法	243
7.3.4 滚动轴承在装配图中的画法及代号	244
7.3.5 弹簧的表示及在装配图中的画法	246
7.4 常见装配件图库的建立	249
7.4.1 图库的用途	249
7.4.2 图库的建立方法举例	249
7.5 部件测绘	250
7.6 装配图的绘制	252
7.6.1 画装配图的方法步骤	252
7.6.2 计算机绘制装配图	252
7.7 装配图的尺寸标注和技术要求	255
7.7.1 装配图的尺寸标注	255
7.7.2 装配图的技术要求	256
7.8 装配图的零(部)件序号及明细栏	256
7.8.1 零(部)件序号的编写方法及规定	256
7.8.2 明细栏	256
7.9 装配结构的合理性简介	257
7.10 读装配图和拆画零件图	260
7.10.1 读装配图的基本要求	260
7.10.2 读装配图的方法和步骤	260
7.10.3 由装配图拆画零件图	263
附 录	268
附录一 螺 纹	269
附录二 螺纹紧固件	270
附录三 键、销	279
附录四 公差与配合	282
附录五 形状公差和位置公差	290
附录六 滚动轴承	293
参考文献	296

绪 论

1. 研究对象

工程制图以图样作为研究对象。在工程技术中,把表达机器及其零件的机械图和表达房屋建筑的土建图等称为工程图样。这些图样能准确地表达其大小、形状、结构等内容。在机械设计制造及建筑施工时都离不开图样,设计者通过图样表达设计思想,制造者依据图样加工制作、检验、调试,使用者借助图样了解结构性能等。因此,图样是产品设计、生产、使用全过程信息的集合。同时,在国内和国际间进行工程技术交流以及在传递技术信息时,工程图样是不可缺少的工具,是工程界的共同语言。每个工程技术人员都必须能够绘制、阅读工程图样。

当今信息时代对工程制图又赋予了新的任务,课程又有了新的概念。本课程就是研究绘制和阅读机械工程图样的基本原理和基本方法的,是所有工科专业必不可少的一门技术基础课。内容包括制图基础知识、投影理论、机件的表达方法、机械图(零件图和装配图)和计算机绘图等。

2. 主要任务

- (1) 学习正投影法的基本原理及其应用;
- (2) 培养空间想像能力和空间构思能力;
- (3) 培养徒手绘图、仪器绘图、计算机绘图的三种绘图能力;
- (4) 培养绘制和阅读机械工程图样的基本能力;
- (5) 培养自学能力、创新能力和审美能力;
- (6) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

3. 学习方法

本课程是一门实践性较强的课程。只有通过一系列绘图和读图的实践,正确运用正投影的规律,不断地由物画图、由图想物,分析和想像平面图样与空间形体之间的对应关系,才能不断提高空间想像能力和空间构思能力。

手工作图时,应养成正确使用绘图工具和仪器的习惯,上机操作应掌握计算机绘图的技术和技巧,严格遵守《技术制图》及《机械制图》国家标准的有关规定,养成一丝不苟、严谨细致的学习和工作作风。

第一章 现代工程制图的基本知识与基本技能

图样是制造产品的主要依据。要学会看懂和绘制工程图样,就必须掌握现代工程制图中有关图样的基本知识和基本技能。

1.1 技术制图与机械制图国家标准的基本规定

图样是工程界交流技术思想的共同语言,为了科学地进行生产和管理,必须对图样的内容、画法、格式做出统一的规定。我国于 1959 年首次发布了《机械制图》国家标准,对图样作了统一的技术规定。为适应国内生产技术和国际技术交流的要求,我国先后于 1970 年, 1974 年,1984 年重新修订了《机械制图》国家标准。进入 20 世纪 90 年代之后,为了与国际接轨,我国先后发布了《技术制图》部分国家标准。学习和掌握国家标准是每位工程技术人员在绘制图样时必须严格遵守和认真执行的。

本节摘要介绍标准中有关图幅、比例、字体、图线、尺寸标注和机械工程 CAD 制图的基本规定,其余部分将在以后有关章节中分别叙述。

1.1.1 图纸幅面及格式

根据 GB/T 14689 - 1993(GB 是国家标准代号,读“国标”,“T”为推荐标准,14689 是标准号,93 是标准颁布的年号)予以说明。

1. 图纸幅面尺寸

绘制样图时,优先采用表 1.1 中规定的图纸幅面尺寸。必要时,允许由基本幅面的短边成整数倍增加幅面,如图 1.1 所示。

表 1.1 图纸幅面尺寸 (mm)

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

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为不留装订边和留有装订边两种,前者如图 1.2 所示,后者如图 1.3 所示。

加长幅面的图框尺寸,按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。

3. 标题栏

每张图纸的右下角均应有标题栏,标题栏的格式和尺寸按 GB 10609.1 - 1989 的规定。制图作业中建议采用图 1.4 所示的格式。

一般情况下,看图方向与看标题栏的方向一致。当看图方向与看标题栏方向不一致时,可

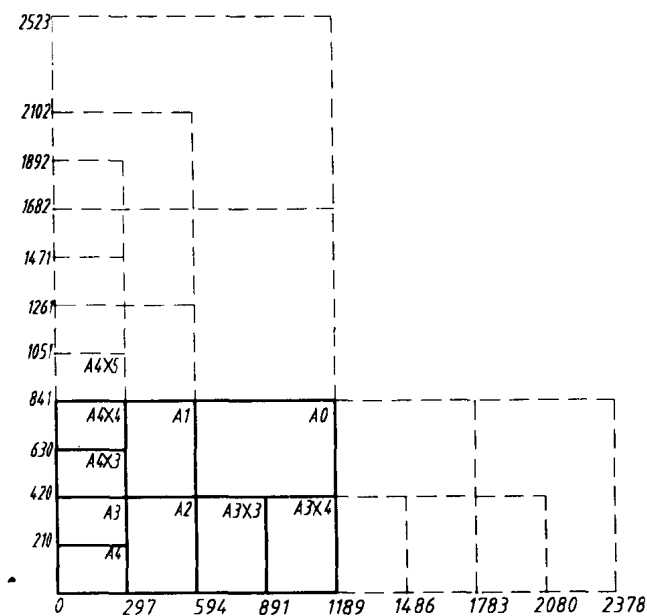


图 1.1 图纸幅面及加长边

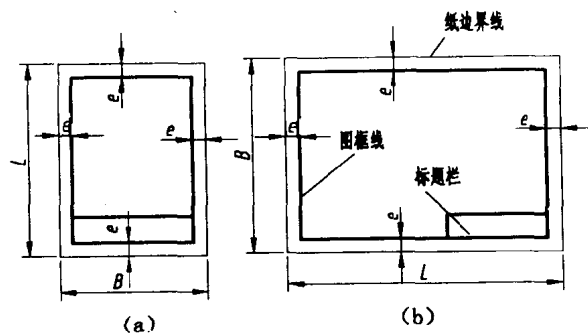


图 1.2 图框格式(一)

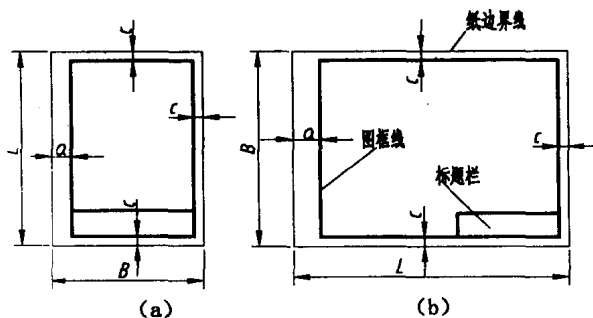


图 1.3 图框格式(二)

采用方向符号,如图 1.5(a)所示,即方向符号的尖角对着读图者,为看图方向。方向符号用细实线画出的等边三角形,如图 1.5(b)所示,它是图(a)中尖角的放大示图。

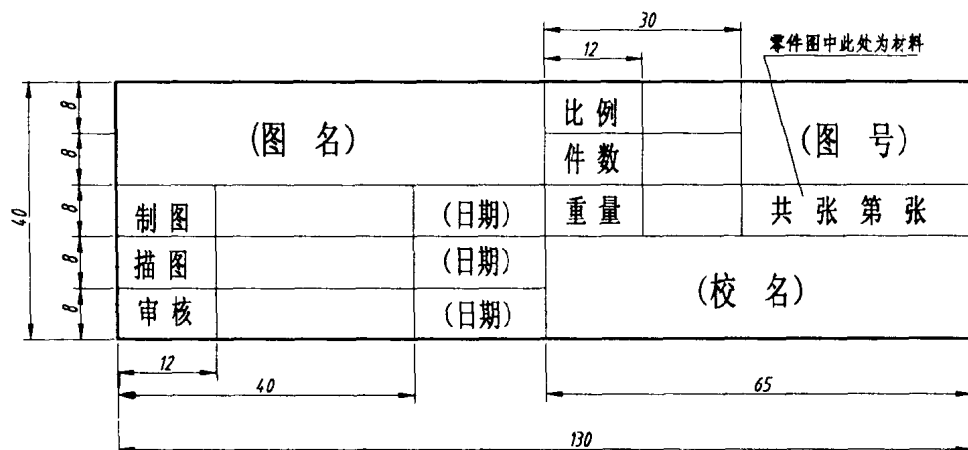


图 1.4 标题栏的格式和尺寸

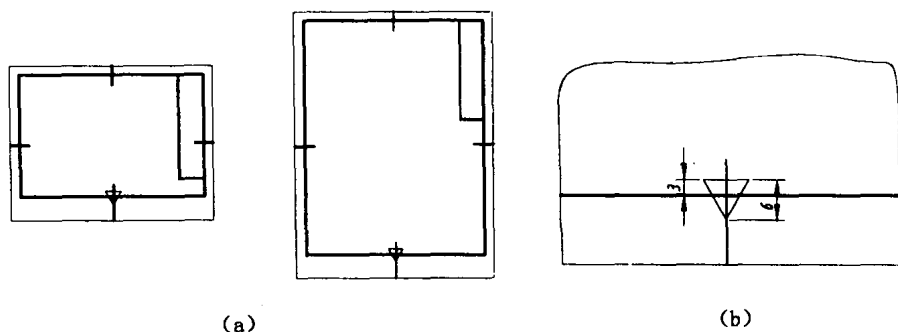


图 1.5 方向符号

1.1.2 比例

图形比例应根据 GB/T14690 - 1993 予以说明。

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。绘制图样时,应尽可能按机件实际大小采用 1:1 的比例画出,以便从图样上看出机件的真实大小。由于机件的大小及结构复杂程度不同,对于大而简单的机件可采用缩小的比例;对于小而复杂的机件则可采用放大的比例。比例绘制图样时,应由表 1.2 规定的系列中选取适当的比例,必要时也可选用表 1.3 所示的比例。

表 1.2 比例系列(1)

种 类	比 例				
原值比例	1:1				
放大比例	5:1	2:1	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$
缩小比例	1:2	1:5	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$

注: n 为正整数。

表 1.3 比例系列(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
	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$	

注: n 为正整数。

绘制图样时,对于选用的比例应在标题栏比例一栏中注明。标注尺寸时,不论选用放大比例或缩小比例,都必须标注机件的实际尺寸。

物体的各视图应尽量选取同一比例,否则,可在视图名称的下方或右侧标注比例,如:

$\frac{I}{2:1}$, $\frac{A}{1:100}$, $\frac{B-B}{1:200}$, 平面图 1 : 100。

1.1.3 字 体

图样中的字体应根据 GB/T 14691-1993 选择。

图样中书写的汉字、数字、字母必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的号数即为字体的高度 h ,分为 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 等八种,单位:mm。

1. 汉 字

图样上的汉字应写成长仿宋体字,并应采用国家正式公布的简化字。长仿宋体的特点是:字形长方、笔画挺直、粗细一致、起落分明、撇挑锋利、结构均匀。汉字高度 h 不应小于 3.5 mm,其字宽度 b 一般为 $\sqrt{2}h/2$ ($\approx 0.7h$),如图 1.6 所示。

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

技术制图机械电子汽车航空土木建筑矿山纺织服装

图 1.6 长仿宋体汉字示例

2. 数字和字母

数字和字母可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平线约成 75° ,当与汉字混合书写时,可采用直体,如图 1.7 和图 1.8 所示。

3. 字体应用示例

用作指数、分数、注脚、尺寸偏差的字母和数字,一般采用比基本尺寸数字小一号的字体,如图 1.9 所示。

1.1.4 图 线

绘制图样时,应采用国家《技术制图》(GB/T 17450-1998)所规定的图线,如表 1.4 所示。

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

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

图 1.7 数字示例

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

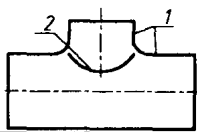
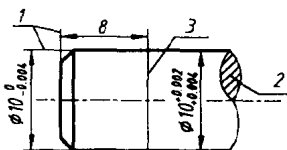
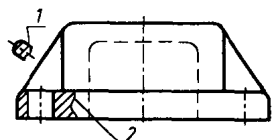
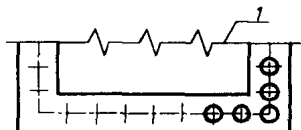
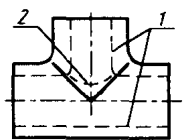
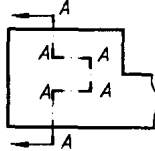
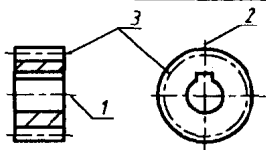
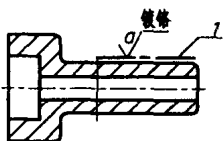
图 1.8 拉丁字母示例

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

$10Js5(\pm 0.003)$ $M24-6h$ $\frac{6.3}{\nabla}$ $\frac{A}{5:1}$ $\nabla 3.50$

图 1.9 字体应用示例

表 1.4 图线(摘自 GB/T 17450 - 1998)

No.	线 型	名 称	一 般 应 用	实 例
01	实 线	粗 实 线	1. 可见轮廓线 2. 可见过渡线	
		细 实 线	1. 尺寸线及尺寸界线 2. 剖面线 3. 分界线及范围线	
	线	波 浪 线	1. 断裂处边界线 2. 视图和剖视图分界线	
		双 折 线	断裂处边界线	
02		虚 线	1. 不可见轮廓线 2. 不可见过渡线	
04		单点长画线	剖切线	
10	点 画 线	细点画线	1. 轴线 2. 对称中心线 3. 节圆和节线	
		粗点画线	有特殊要求的线或表面的表示线	
12		双点画线	1. 相邻辅助零件轮廓线 2. 极限轮廓线	

所有线型的图线宽度(b)应按图样的线型和尺寸大小按公比为 $1:\sqrt{2}$ ($\approx 1:1.4$) 的数系选择。数系具体分为 0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2 共八个规格, 单位: mm。图线的宽度分粗线、中粗线、细线三种。粗线、中粗线、细线宽度比率为 4:2:1。在同一图样中, 同类图线的宽度应一致。一般粗线和中粗线通常在 0.5 mm~2 mm 之间选取, 应尽量保证在图样不出现宽度小于 0.18 mm 的图线。

建筑图样上, 可以采用三种线宽, 其比例关系是 4:2:1; 机械图样上, 采用两种线宽, 其比例关系是 2:1。机械图样上常用的线型为: 粗实线、细实线、(细)波浪线、(细)双折线、(细)虚线、粗点画线、细点画线。

绘图时, 各线素的长度宜符合表 1.5 的规定。显然, 使用 CAD 系统绘制图样易满足于这些规定, 手工绘图时, 建议采用表 1.6 的图线规格。图线画法见表 1.7。

表 1.5 图线的构成

线 素	线 型	长 度
点	04~07, 10~15	$\leq 0.5 d$
短间隔	02, 04~15	$3 d$
短 画	08, 09	$6 d$
画	02, 03, 10~15	$12 d$
长 画	04~06, 08, 09	$24 d$
间 隔	03	$18 d$

表 1.6 图线规格

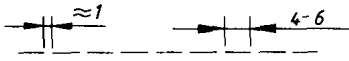
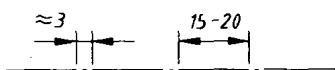
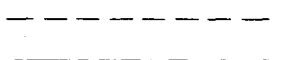
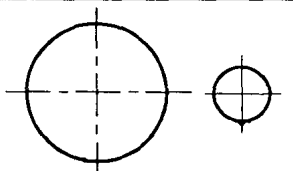
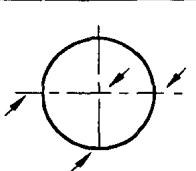
虚 线	
细点画线	
双点画线	

表 1.7 图线画法

正 确	不 正 确	说 明
		虚线、点画线、双点画线的线的长度和间隔应各自大致相等
		绘制圆的对称中心线时, 圆心应为线的交点。首末两端应是线段而不是点, 其长度应超过轮廓线 2mm~5mm; 在较小的图形上绘制点画线或双点画线时, 应用细实线代替