

GongChengTuXueYuJiSuanJiHuiTu

工程图学与计算机绘图

王颖 杨德星 编著
宋巨烈 陈波



北京航空航天大学出版社

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

工程图学与计算机绘图

王 颖 杨德星 宋巨烈 陈 波 编著
王 农 主审

北京航空航天大学出版社

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

内 容 提 要

本书打破了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;内容上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。全书共分九章,内容包括画法几何、工程制图基础、机械制图和计算机绘图四部分。主要讲述:制图基本知识、正投影的基本理论、形体的构造及投影、三维图示方法、机件的常用表达方法、螺纹紧固件等标准件和常用件的绘制、零件图及装配图的绘制与阅读、计算机绘图及标注的基本方法等。

本书可作为高等学校工科机械类、近机类各专业画法几何、机械制图及机械基础系列课程的教材,也可供各专业师生和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程图学与计算机绘图/王颖等编著. —北京:北京
航空航天大学出版社,2002.9
ISBN 7-81077-206-6

I. 工… II. 王… III. 工程制图:计算机制图
IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 036851 号

工程图学与计算机绘图

王 颖 杨德星 编著
宋巨烈 陈 波
王 农 主审
责任编辑 金友泉

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:82317024 传真:82328026

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

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

北京朝阳区科普印刷厂印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:20.75 字数:531 千字

2002 年 9 月第 1 版 2002 年 9 月第 1 次印刷 印数:4100 册

ISBN 7-81077-206-6/TH·004 定价:29.00 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,各学科之间的综合交叉增强以及计算机的广泛使用对本课程提出了新的更高的要求,计算机绘图已成为 21 世纪工程技术人员的基本素质之一,传统的教学内容和方式受到了很大的冲击,课程内容和体系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。教材的内容具有一定的新颖性。

本书的主要特点是:

1. 恰当、合理地处理计算机绘图内容是本书最显著的特点。该书改变了以往教材最后介绍计算机绘图知识的做法,引入了 AutoCAD 2000 绘图软件。前面主要学习必要的基本命令和基本操作,后续相关章节以实用为主,将所学基本命令和操作付诸实施,使计算机绘图贯穿于全书。

2. 增加了组合体构形设计以及计算机三维实体造型的内容,在培养学生空间想像能力、几何形体和机件表达能力以及创造思维能力、创新意识、创新能力等方面将发挥更大的作用。

3. 精选传统内容。课时的减少和融入新知识的需要,须精简部分章节内容。本书删掉了“曲线与曲面”、“立体的表面展开”等,而对于“投影变换”的内容,只讲述常用的换面法。

4. 本教材注重手工绘制草图、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. 零件图和装配图两章,按认识规律对内容体系作了调整。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。

6. 书中给出了工程制图通用术语的中、英文对照。

7. 全书采用最新国家标准,并介绍了简化表示法。

与本书配套使用的《工程图学与计算机绘图习题集》由北京航空航天大学同时出版,可供选用。

本书由山东科技大学王颖(绪论、第四章、第五章、第八章、第九章)、杨德星(第一章、第二章、第六章、附录)、宋巨烈(第三章)、陈波(第七章)编写。全书由王颖统稿,并由山东科技大学王农主审,山东科技大学张炳宗教授做了大量指导工作,并提出了许多宝贵意见,在此表示真挚的感谢。

由于编者水平有限,书中缺点、错误敬请各位读者及同仁提出批评和建议。

编 者

2002 年 5 月

目 录

绪 论

第一章 工程图学的基本知识与基本技能

1.1 国家标准的基本规定	5
1.2 尺规绘图工具及仪器的使用方法	16
1.3 几何作图	18
1.4 平面图形的分析及画法	21
1.5 绘图技能	22

第二章 计算机绘图

2.1 AutoCAD 2000 绘图基础	25
2.2 常用绘图命令	31
2.3 辅助绘图工具	36
2.4 常用编辑命令	39
2.5 设置文本类型及书写文本	46
2.6 设置层、颜色、线型和线宽	48

第三章 形体几何要素的投影

3.1 投影面体系的建立	53
3.2 点的投影	54
3.3 直线的投影	56
3.4 平面的投影	64
3.5 几何要素之间的相对位置	70
3.6 换面法	82

第四章 基本形体的三视图及尺寸标注

4.1 三视图的形成及投影规律	91
4.2 平面形体及表面取点	92
4.3 曲面形体及表面取点	94
4.4 平面与形体表面相交	98
4.5 两回转体表面相交	108
4.6 形体的尺寸标注	116

第五章 组合体的构造及三视图

5.1 组合体的构成及表面界线的有效性分析	118
-----------------------------	-----

5.2	组合体三视图的绘制	120
5.3	计算机绘制三视图的基本方法	124
5.4	组合体的尺寸标注	126
5.5	计算机标注尺寸的方法	132
5.6	读组合体视图	137
5.7	组合体的构形设计	142

第六章 真实感图形的画法

6.1	轴测投影的基本知识	147
6.2	正等轴测图及画法	149
6.3	斜二轴测图及画法	154
6.4	计算机绘制轴测图	156
6.5	三维造型	158

第七章 机件常用的表达方法

7.1	视图	162
7.2	剖视图	165
7.3	断面图	183
7.4	局部放大图及简化画法	185
7.5	表达方法综合应用举例	188
7.6	第三角画法简介	191

第八章 零件图

8.1	零件图的作用和内容	193
8.2	零件的构形分析与设计	194
8.3	特殊零件的结构、画法及标记	200
8.4	零件的视图选择及尺寸标注	215
8.5	零件的技术要求	229
8.6	读零件图	247
8.7	零件测绘	248
8.8	计算机绘制零件图	253

第九章 装配图

9.1	装配图的作用和内容	254
9.2	装配图的表达方法	254
9.3	常见装配结构的画法	259
9.4	常见装配件图库的建立	269
9.5	部件测绘	270
9.6	装配图的绘制	272

9.7 装配图的尺寸标注和技术要求	276
9.8 装配图的零(部)件序号及明细栏	277
9.9 装配结构的合理性简介	278
9.10 读装配图和拆画零件图	281

附 录

附录一 螺 纹	290
附录二 螺纹紧固件	293
附录三 键、销	301
附录四 公差与配合	304
附录五 形状公差和位置公差	315
附录六 滚动轴承	319

参考文献

绪 论

1. 本课程的研究对象

工程图学(Engineering Graphics)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(Engineering Drawings)。这些图样能准确而详细地表示工程对象的形状、大小和技术要求。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,工程图样也是不可缺少的工具,是工程界的共同语言。

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。随着计算机科学和技术的发展,计算机绘图技术推进了工程设计方法(从人工设计到计算机辅助设计)和工程绘图工具(从尺规到计算机)的发展,改变着工程师和科学家的思维方式和工作程序。

本课程主要研究绘制和阅读机械工程图样的基本原理和基本方法,是所有工科学生必须学习的实践性较强的一门技术基础课。课程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. 本课程的主要任务

本课程是通过研究三维形体与二维图形之间的映射规律来进行画图、看图实践,并训练工程图学的思维方式,培养学生的工程图学素质,即运用工程图学的思维方式,构造、描述形体形状和表达、识别形体形状。因此,学习本课程的主要任务是:

- (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) 培养徒手绘制草图、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. 投影的基本概念

(1) 投影(Projection)的形成:工程图样是用投影方法得到的。在图1中,用光线照射物体,在预设的平面上绘制出被投射物体的方法称为投影法(Projection Method)。光源 S 称为投射中心,光线 SA 称为投射射线,预设的平面 P 称为投影面,投影面上所绘的图形 $\triangle abc$ 称为空间几何图形 $\triangle ABC$ 的投影。

工程上常用的投影方法有两大类:中心投影法和平行投影法。

(2) 中心投影法(Central Projection Method):投射射线汇交于一点的投影方法称为中心投影法,如图1所示。

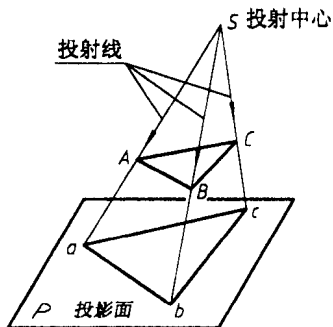


图1 中心投影法

(3) 平行投影法(Parallel Projection Method): 投射相互平行的投影方法称为平行投影法, 如图 2 所示。

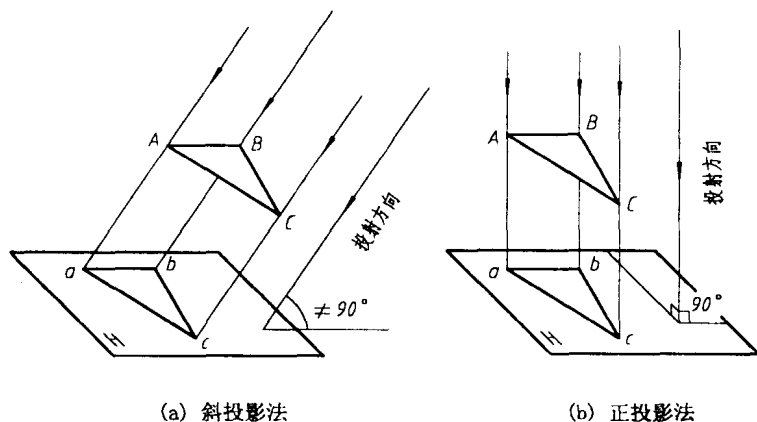


图 2 平行投影法

根据投射方向与投影面是否垂直, 平行投影法又分为两类:

斜投影法(Oblique Projection Method)——投射方向倾斜于投影面, 如图 2(a)所示。

正投影法(Orthogonal Projection Method)——投射方向垂直于投影面, 如图 2(b)所示。

用正投影法得到的图形称为正投影图; 用斜投影法得到的图形称为斜投影图。大多数工程图样都是采用正投影法绘制的。

(4) 正投影的基本性质: 由于物体上的直线或平面与投影面的相对位置不同, 所得到的正投影有下列不同的性质:

- **实形性** 当物体上的直线或平面平行于投影面时, 其投影反映直线的实长或平面的实形。
- **积聚性** 当物体上的直线或平面垂直于投影面时, 直线的投影积聚为一点, 平面的投影积聚为直线。
- **类似性** 当物体上的直线或平面与投影面倾斜时, 直线的投影长度缩短, 平面的投影成为一个与原形类似的图形。

4. 工程上常用的投影图

工程上使用的投影图, 必须能确切地、惟一地反映出物体的形状和空间的几何关系。因此, 工程上常用的投影图主要有正投影图、轴测投影图、标高投影图和透视投影图。

(1) 多面正投影图(Multiplanar Orthogonal Projection Drawing): 用正投影法将物体投影在按一定要求配置的几个投影面上, 由两个以上正投影组合的图称为多面投影图。这种图作图简便, 度量性好; 但直观性差, 多用于机械行业, 如图 3 所示。

(2) 轴测投影图(Axonometric Projection Drawing): 用平行投影法将物体及确定该物体的直角坐标轴 OX 、 OY 、 OZ 沿不平行于任何坐标轴的方向投射在单一投影面上, 所得的具有立体感的图形称为轴测投影图。轴测投影图直观性较好, 容易看懂; 但度量性较差, 作图较繁, 如图 4 所示。轴测投影图常作为辅助工程图。

(3) 标高投影图(Indexed Projection Drawing): 用正投影法把物体投影在水平投影面上, 为在投影图上确定物体高度, 图中画出一系列标有数字的等高线。所标尺寸为等高线对投影

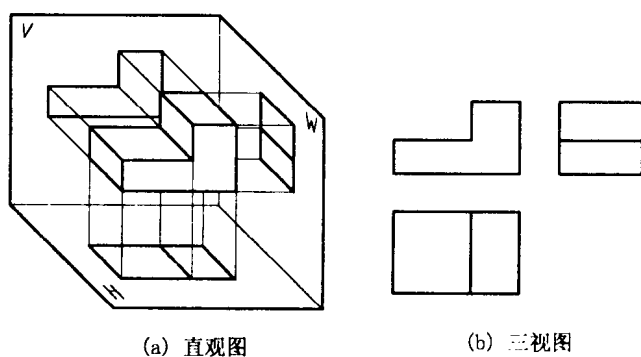


图 3 正投影图

面的距离,也称标高。这样的投影图称为标高投影图,如图 5 所示。标高投影图常用于土建、水利、地质图样及不规则的曲面设计中。

(4) 透视投影图 (Perspective Projection Drawing): 用中心投影法将物体投射到单一投影面上所得到的具有立体感的图形称为透视投影图。透视图与人的视觉相符,形象逼真,直观性强;但作图较繁,度量性差,如图 6 所示。透视投影图常用于广告及建筑效果图中。

5. 本课程的学习方法

本课程是一门实践性较强的课程,要树立理论联系实际的学风。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。

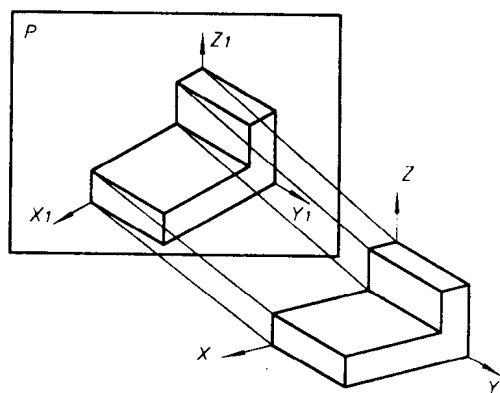


图 4 轴测投影图

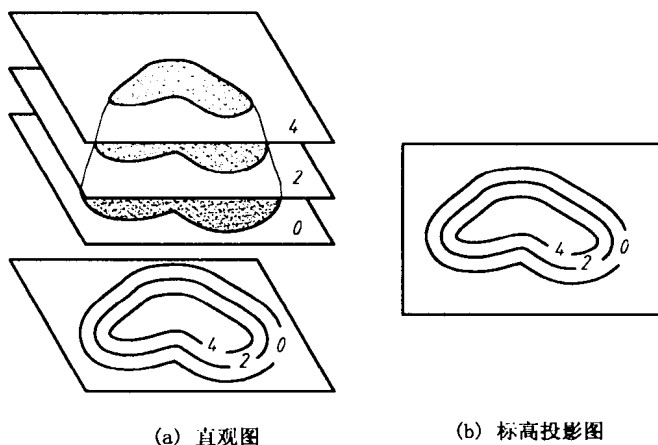


图 5 标高投影图

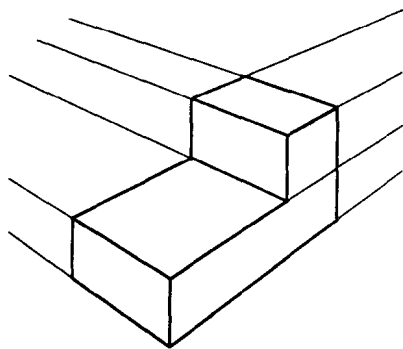


图 6 透视投影图

徒手绘制草图、仪器绘图和计算机绘图是本课程要求掌握的基本技能。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,培养认真负责、一丝不苟的工作作风。

第一章 工程图学的基本知识与基本技能

图样是高度浓缩的工程信息的载体,是生产过程的技术资料。要学会看懂和绘制工程图样,就必须掌握工程制图中有关图样的基本知识和基本技能。

1.1 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、画法和格式做出统一的规定。我国于 1959 年首次发布了《机械制图》(《Mechanical Drawings》)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》(《Technical Drawings》)部分国家标准。学习和掌握制图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)

1. 图纸幅面尺寸(sheet size)

绘制样图时,应采用表 1.1 中规定的图纸幅面尺寸。

表 1.1 图纸幅面尺寸 (mm)

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

2. 图框格式(sheet layout)

在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为不留装订边(图 1.1)和留有装订边(图 1.2)两种。

3. 标题栏(title block)

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 1.3 所示的格式。

一般情况下,看图方向与标题栏中的文字方向一致。当两者不一致时,可采用方向符号,如图 1.4(a)所示,即方向符号的尖角对着读图者为看图方向。方向符号是用细实线画出的等边三角形,如图 1.4(b)所示。

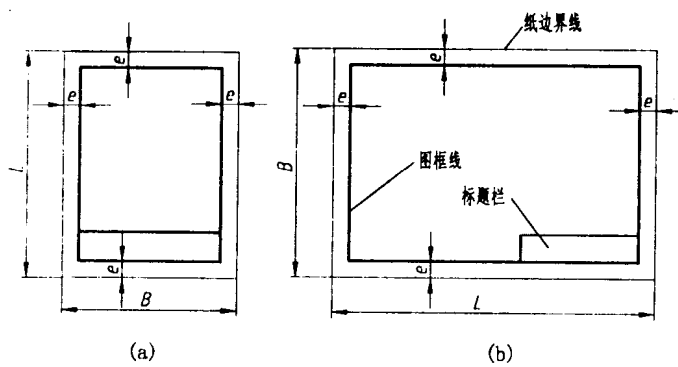


图 1.1 图框格式(一)

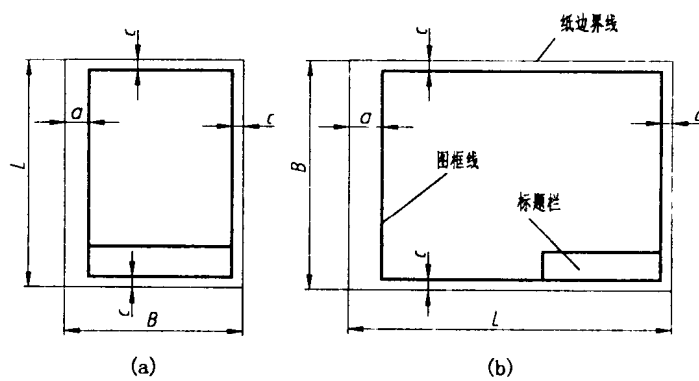


图 1.2 图框格式(二)

(图 名)		比例		(图 号)	
		件数			
制图		(日期)	重量	材料	
描图		(日期)	(校 名)		
审核		(日期)			
12		40		65	
40		130			

图 1.3 标题栏的格式和尺寸

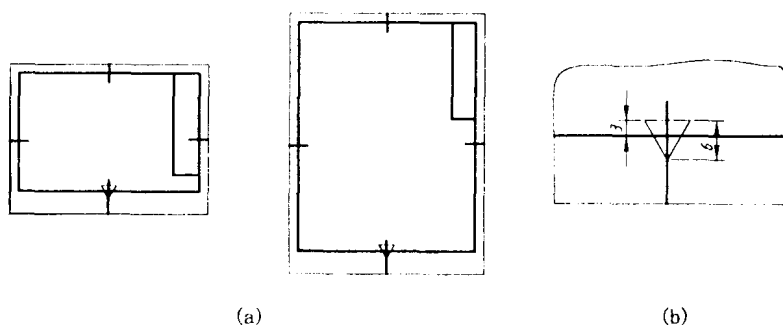


图 1.4 方向符号

1.1.2 比例(Scale)(摘自 GB/T 14690—1993)

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 所给出的比例。

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	$5 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$1 \times 10^n:1$
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
	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:3 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$	$1:6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

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,如: $\frac{I}{2:1}$ 、

$\frac{A}{1:100}$ 、 $\frac{B-B}{1:200}$ 、平面图 1:100。

1.1.3 字体 (Lettering) (摘自 GB/T 14691—1993)

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 , 它分为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 mm 共八种。

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 1.5 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 1.5 长仿宋体汉字示例

2. 数字和字母

数字和字母可写成斜体或直体。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 1.6 和图 1.7 所示。

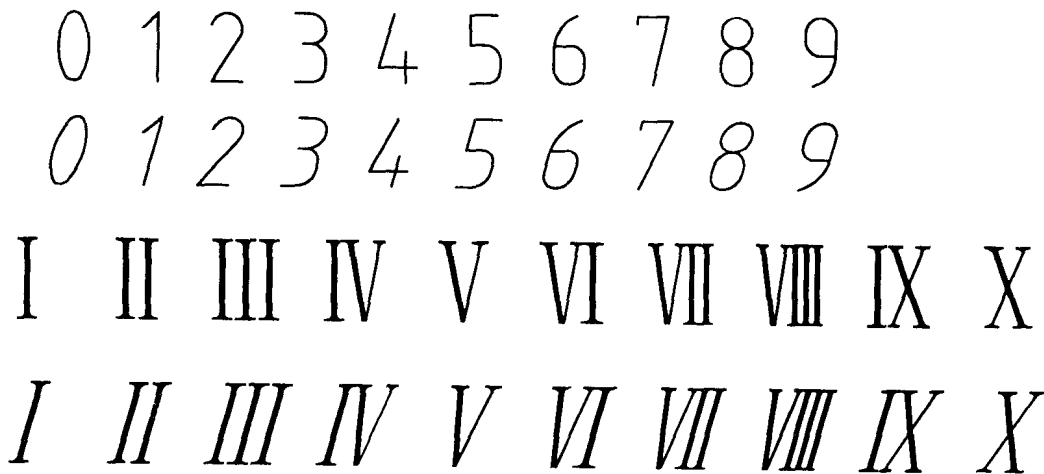


图 1.6 数字示例

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 1.8 所示。

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 1.7 拉丁字母示例

10^3 S^{-1} D_1 T_d $\phi 20_{-0.023}^{+0.010}$ $7_{-2^\circ}^{+1^\circ}$
 $10Js5(\pm 0.003)$ $M24-6h$ $\frac{6.3}{\nabla}$ $\frac{A_n}{5:1}$

图 1.8 字体应用示例

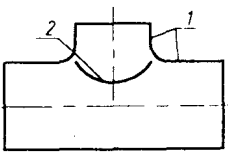
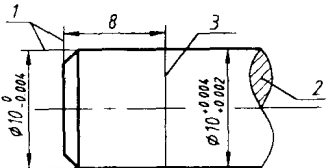
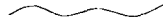
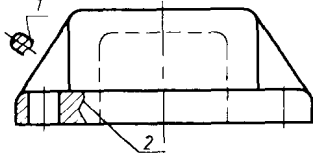
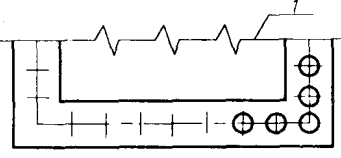
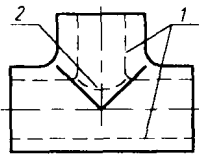
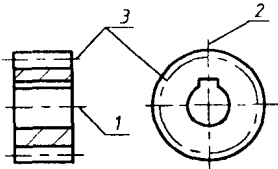
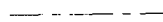
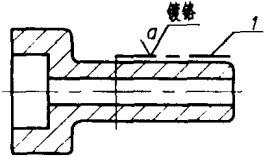
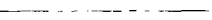
1.1.4 图线(Lines)(摘自 GB/T 17450—1998)

绘制图样时,应采用国家标准所规定的图线,如表 1.4 所示。图线宽度 d 尺寸系列为 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 mm,使用时按图形的大小和复杂程度选定。图线的宽度分粗线、中粗线和细线三种。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。一般粗线或中粗线宜在 0.5~2 mm 之间选取,应尽量保证在图样中不出现宽度小于 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,采用中粗线和细线两种线宽,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、粗点画线和细点画线。

绘图时,各线素的长度宜符合表 1.5 的规定,显然,使用 CAD 系统绘制图样易于满足这些规定。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 1.4 常用图线(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	
			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	
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	