

高等学校教材  
(非机械类专业用)

# 机械制图

第四版

邹宜侯 窦墨林 主编



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

高等学校教材

# 机械制图

(非机械类专业用)

第四版

邹宜侯 窦墨林 主编

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

### 内 容 简 介

本书是在第三版的基础上,根据国家教委 1995 年颁发的适用于非机械类专业的《画法几何及工程制图课程教学基本要求》,并按照最新国家标准修订而成。

内容有:制图的基本知识,点、直线和平面的投影,基本体及叠加体的三视图,立体的切割及截交线画法,回转体表面相贯线画法,组合体的画图和看图,机件常用的表达方法,标准件及常用件,零件图的绘制,尺寸注法,技术要求,装配图,轴测图,表面展开图及计算机绘图等。

本书具有如下特点:采用最新国家标准,与国际 ISO 接轨;重视素质教育,加强能力培养;适应面广,各类型教学取得上佳效果。

本书可作为高等工科院校化工、电机、采矿、纺织及无线电、计算机等有关专业的画法几何及机械制图课程的教材,也可供电视、函授、高职及职工业余等高等院校非机械类专业使用,并可供有关工程技术人员参考。

本书与非机械类的《机械制图习题集》配套使用。

书 名: 机械制图(非机械类专业用)

作 者: 邹宜侯 窦墨林 主编

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者: 北京市清华园胶印厂

发行者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 23 字数: 525 千字

版 次: 2001 年 8 月第 4 版 2001 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-04492-9/TH·91

印 数: 0001~8000

定 价: 27.00 元

# 前 言

本书是在 1984 年第一版非机械类《机械制图》的基础上,经过本校及全国有关高等工业院校及单位广泛使用,根据 1987 年国家教委审定的高等工业学校《画法几何及工程制图课程教学基本要求》(非机械类专业)编写、修订而成。并按照 1985 年以来实施的《机械制图》等最新国家标准进行了全面的修改。适用于 80 学时~110 学时非机械类专业。

在修改过程中,我们着重考虑了以下几点:

1. 在学习理论知识的同时,加强能力的培养。人的认识规律应该是台阶式螺旋形上升的。所谓“台阶式螺旋形上升”有三层含义,即:(1) 学习要符合循序渐进的原则,螺旋形上升;(2) 学习犹如登台阶,要有点高度、难度,才有利于促进能力的发展;(3) 学习要有层次,做到步步提高。于是我们按照这个观点来组织、安排教材,实践证明有利于教学质量的提高,促使学生能力的发展。

2. 努力使理论与应用有机地结合起来。前面几章是按点、线、面、平面体与回转体及组合体等内容顺序编写的。这样做的目的,是在介绍点、线、面及其相对位置投影的基本原理之后,在体的投影上得到应用,并在组合体上加以综合训练。

3. 为了便于教学,在教材内容编排上,既考虑到学科的系统性与完整性,又考虑到便于教学的安排,两者尽可能兼顾。由于零件图的内容较多,为了便于讲授和使用,我们把它分为零件图的绘制、尺寸注法及技术要求等三章;轴测图则编在第 13 章。这些都可作为独立部分,根据教学的具体情况及教师的教学经验,提前或移后灵活地加以安排。

4. 本书在编写时考虑到内容的完整性及参考方便,内容有适当的裕量。其中有些是加宽或选修内容,如第 2 章中的换面法及第 14 章中的表面展开图,可根据实际情况和不同专业要求加以取舍。其他内容也要根据学时和教学条件掌握其深度广度。

5. 本书面向的专业较多,且有相当大的差异,然而篇幅不允许兼收并蓄,面面俱到,只能包括各专业基本的共同的要求。至于各专业的一些特殊要求及专业图例,需要时可作适当的补充和调整。

6. 本书在内容及选题上力求贯彻少而精原则。对于基本概念、基本原理及基本方法尽量讲深讲透。在写法上力求通俗易懂,言简意明,便于自学。例如投影图、零件图及装配图我们都附加了较多的立体图,图文对照,以便于加强立体感和对机件结构的了解。对画图中易犯错误采用了正误对比图例。对作图步骤采用了分解图,等等。

为了教学需要,我们另外还编了一本《机械制图习题集》(非机械类)与本书配套使用。

本书由清华大学工程图学及计算机辅助设计教研室石光源和梁德本同志审阅,他们提出了许多宝贵意见,在此谨表感谢。

# 目 录

绪论	1
<b>第 1 章 制图的基本知识</b>	<b>3</b>
1.1 图纸幅面、比例、图线和字体的规定	3
1.2 绘图工具及其使用	12
1.3 几何作图	17
1.4 绘图的一般步骤及平面图形的作图举例	25
1.5 画徒手图的方法	26
<b>第 2 章 点、直线和平面的投影</b>	<b>31</b>
2.1 投影的基本知识	31
2.2 点的投影	32
2.3 直线的投影	37
2.4 平面的投影	48
2.5 直线与平面及两平面的相对位置	56
2.6 换面法	63
<b>第 3 章 基本体及叠加体的三视图</b>	<b>72</b>
3.1 体的投影——视图	72
3.2 基本体的形成及其三视图	74
3.3 叠加体的三视图	81
<b>第 4 章 立体的切割及截交线画法</b>	<b>87</b>
4.1 平面体的截切	87
4.2 回转体的截切	91
<b>第 5 章 回转体表面的相贯线画法</b>	<b>100</b>
5.1 平面体与回转体的相贯线画法	100
5.2 回转体与回转体的相贯线画法	102
<b>第 6 章 组合体的画图和看图</b>	<b>110</b>
6.1 组合体的组成方式及形体分析法	110
6.2 组合体的画图	113

6.3	组合体的看图 .....	115
<b>第7章</b>	<b>机件常用的表达方法 .....</b>	<b>120</b>
7.1	视图 .....	120
7.2	剖视图 .....	126
7.3	断面图 .....	138
7.4	简化画法 .....	140
<b>第8章</b>	<b>标准件和常用件 .....</b>	<b>146</b>
8.1	螺纹和螺纹紧固件 .....	146
8.2	齿轮 .....	163
8.3	键与销 .....	173
8.4	弹簧 .....	176
8.5	滚动轴承 .....	179
<b>第9章</b>	<b>零件图的绘制 .....</b>	<b>183</b>
9.1	零件图的内容和要求 .....	183
9.2	零件图的视图选择 .....	184
9.3	零件结构的工艺性及其相关画法 .....	189
9.4	零件的测绘 .....	194
9.5	零件图的看图方法 .....	197
<b>第10章</b>	<b>尺寸注法 .....</b>	<b>200</b>
10.1	尺寸标注要正确 .....	200
10.2	尺寸标注要完全 .....	205
10.3	尺寸标注要清晰 .....	210
10.4	尺寸标注要合理 .....	212
10.5	典型结构的尺寸与尺寸简化注法 .....	215
<b>第11章</b>	<b>技术要求 .....</b>	<b>218</b>
11.1	表面粗糙度的概念及其注法 .....	218
11.2	极限与配合 .....	225
11.3	形状和位置公差的概念及其注法 .....	232
<b>第12章</b>	<b>装配图 .....</b>	<b>237</b>
12.1	装配图的用途、要求和内容 .....	237
12.2	装配图的规定画法和特殊画法 .....	239
12.3	装配图的视图选择 .....	241

12.4	装配图的尺寸标注、零件编号和明细栏 .....	244
12.5	装配结构的合理性 .....	246
12.6	画装配图的方法和步骤 .....	248
12.7	看装配图的方法和步骤及拆画零件图 .....	250
<b>第 13 章</b>	<b>轴测图 .....</b>	<b>255</b>
13.1	轴测图的基本知识 .....	255
13.2	正等轴测图 .....	258
13.3	斜二轴测图 .....	269
13.4	轴测图中的剖切画法 .....	271
<b>第 14 章</b>	<b>表面展开图 .....</b>	<b>273</b>
14.1	平面立体的表面展开图画法 .....	273
14.2	可展曲面的表面展开 .....	275
14.3	不可展曲面的近似展开 .....	281
14.4	在绘制板金件的展开图时应注意的问题 .....	283
<b>第 15 章</b>	<b>计算机绘图 .....</b>	<b>285</b>
15.1	概述 .....	285
15.2	计算机绘图系统 .....	288
15.3	基本图形处理算法简介 .....	292
15.4	编程绘图 .....	300
<b>附录</b>	<b>.....</b>	<b>318</b>
附录 1	螺纹 .....	318
附录 2	常用的标准件 .....	321
附录 3	尺寸公差 .....	337
附录 4	常用的金属材料与非金属材料 .....	354

# 绪 论

## 1. 本课程的地位、性质和任务

图样和文字一样,是人类借以表达、构思、分析和交流思想的基本工具,在工程技术上得到广泛的应用。无论是机器、仪表、设备的设计和制造,还是施工过程中,都离不开图样。因此,工程图样是工程技术中一种重要的技术资料,是进行技术交流不可缺少的工具。所以人们常说工程图样是“工程界的共同语言”。

本课程是一门研究用投影法绘制工程图样和解决空间几何问题的理论和方法的技术基础课。它包括画法几何、制图基础、机械制图和计算机绘图等四部分。画法几何部分主要是研究用正投影法图示空间几何形体和图解空间几何问题的基本理论和方法;制图基础部分主要是介绍制图的基本知识和基本规定,培养良好的绘图技巧以及绘制和阅读投影图的能力;机械制图部分主要是培养绘制和阅读机械图样的基本能力;计算机制图部分是适应现代化建设的需要,通过本课程的学习使学生对计算机绘图的意义和计算机绘图的方法有初步的了解。通过本课程的学习,应使高等工科院校所培养的工程技术人员,具有良好的绘制和阅读工程图样的能力,以及较强的空间想象和空间构思能力。

本课程的任务是:

- (1) 学习投影法(主要是正投影法)的基本理论,为绘制和应用各种工程图样打下良好的理论基础。
- (2) 培养绘制和阅读机械零件图和部件图的基本能力。
- (3) 培养空间几何问题的一般图解能力。
- (4) 培养空间想象能力和空间分析能力。
- (5) 使学生对计算机绘图有初步的了解。
- (6) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

此外,还应加强对学生自学能力、分析问题和解决问题能力的培养。

较好地掌握上述内容的学习,是顺利完成后续课程、课程设计及毕业设计等的重要保证。

## 2. 本课程的学习方法

根据本课程的要求和特点,应注意下列学习方法:

(1) 强调实践性。要在理解基本理论和基本概念的基础上,着重于实践。空间想象能力与空间分析能力,画图能力与看图能力,只能在实践中才能培养、才能建立。因此,要求学生应认真、及时、独立地完成习题、作业、绘图的训练。

(2) 重视空间想象能力的培养。工程图学是一门研究三维形体的形状与二维平面图形之间关系的学科,也就是“由物画图,由图想物”的过程,把投影分析与空间想象紧密地



结合起来,注意直观教学,多看、多画、多想,不断提高空间想象与空间分析的能力。

(3) 掌握正确的分析问题的方法。在学习制图课时,要多注意基本概念、基本理论、基本画图步骤与分析问题的方法。例如,学会形体分析的方法,就可以把复杂的问题转化为简单的问题,许多难题便可迎刃而解,可以收到不断提高学习质量与学习效率的效果。

(4) 树立严谨的科学作风。图样是加工、制造的依据,在生产中起着重要的作用。绘图时,一条线一个字都要严格要求,图纸上的细小差错,将会给生产带来影响和损失。因此,在学习过程中,要培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

# 第 1 章 制图的基本知识

在画图 and 看图过程中,首先应对制图的基本知识有所了解。基本知识内容包括技术制图的基本规定;绘图工具的正确使用;几何图形的作图方法以及画图的基本技能等,下面分别予以介绍。

## 1.1 图纸幅面、比例、图线和字体的规定

作为指导生产的技术文件,工程图样必须有统一的标准。这些标准对科学地进行生产和图样的管理工作起着重要作用,每个工程技术人员在绘制生产图样时均应熟悉并严格遵守国家标准的有关规定。

最新《技术制图》标准对图纸幅面、比例、图线和字体均有明确规定。

### 1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—93)

(1) 绘制图样时,应优先采用基本幅面,其代号、尺寸见表 1-1。其中 A0 号幅面最大,A4 号幅面最小。

表 1-1 幅面尺寸

mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297

当基本幅面不能满足视图的布置时,可使用加长幅面。加长幅面是使基本幅面的短边成整数倍增加,其幅面大小在《技术制图》中均有规定。

(2) 画图时先定出图纸幅面,并用粗实线画出图框;图框有留装订边和不留装订边两种,其格式见表 1-2 和表 1-3。

表 1-2 图纸留装订边格式

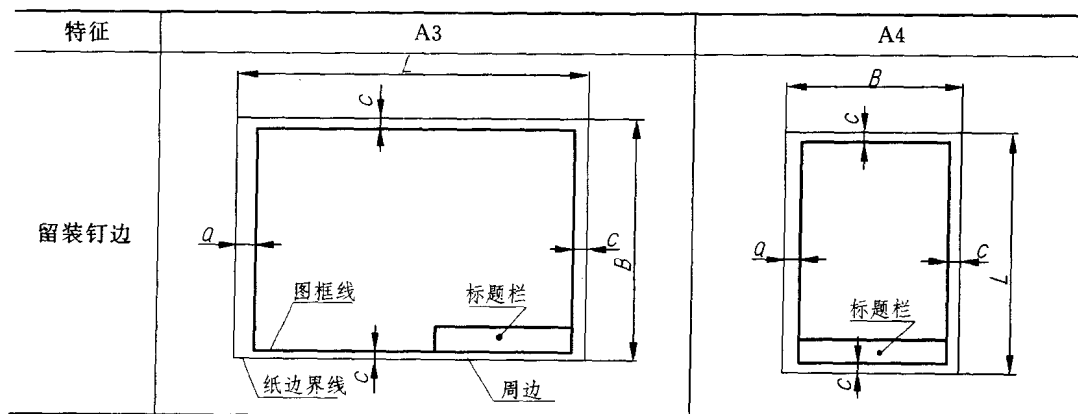
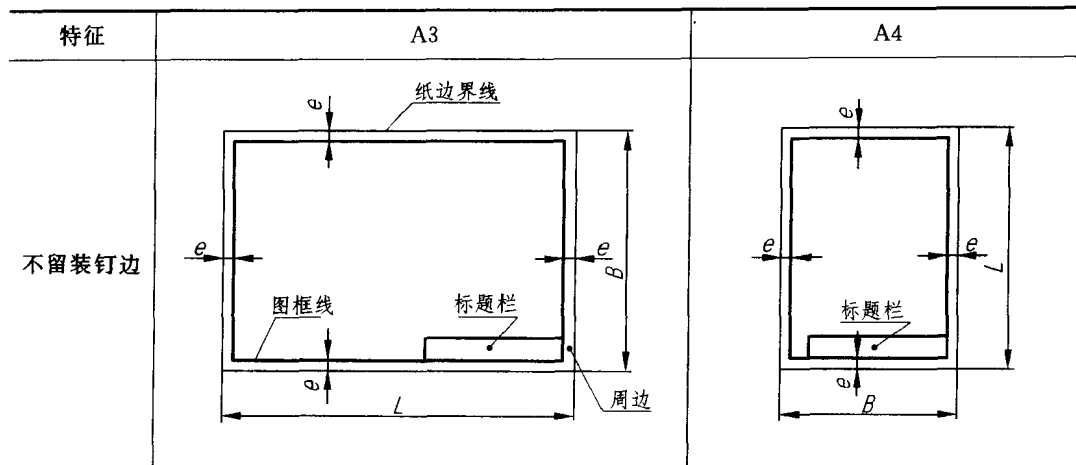


表 1-3 图纸不留装订边格式



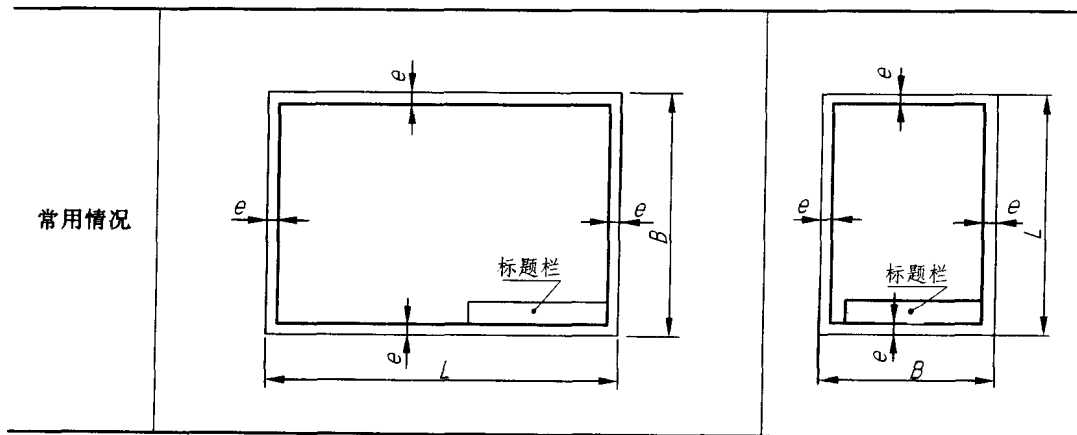
留装订边的图纸,其装订边的宽度一律为 25mm,其他三边宽度相同;不留装订边的图纸,四边的宽度均相同,具体尺寸见表 1-4。

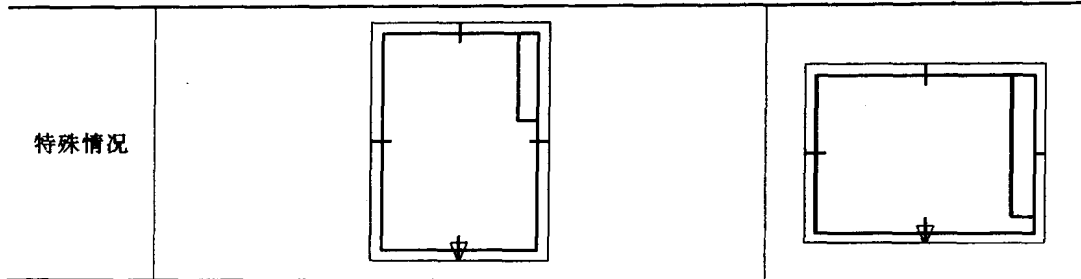
表 1-4 图纸边框尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
$e$	20		10		
$c$	10			5	
$a$	25				

(3) 图纸可以横放,也可以竖放。但每张图纸均要有标题栏,通常标题栏置于图纸的右下角,这样看图方向与标题栏方向一致,故多采用此种型式。但特殊需要时,也可将标题栏移于右上方,见表 1-5。

表 1-5 标题栏放置型式





GB 10609.1—89 对标题栏的格式和尺寸均作了规定,其内容项目较多。学生学习时,制图作业的标题栏建议采用图 1-1 所示的格式。

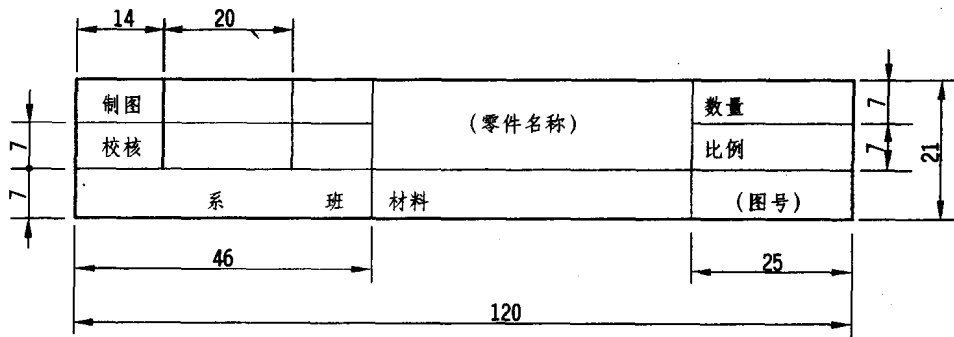


图 1-1 标题栏

### 1.1.2 比例(GB/T 14690—93)

图样中应采用适当的比例。

#### 1. 比例

比例系指图形与实物相应要素的线性尺寸之比。

#### 2. 比例的三种类型

- (1) 原值比例,图形尺寸与实物尺寸一样,比例为 1:1;
- (2) 放大比例,图形尺寸大于实物尺寸,如比例为 2:1,即图形线性尺寸是实物线性尺寸的 2 倍。
- (3) 缩小比例,图形尺寸小于实物尺寸,如比例为 1:2,即图形线性尺寸是实物线性尺寸的一半。

表 1-6 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 <sup>n</sup>
	(1:1.5×10 <sup>n</sup> )	1:2×10 <sup>n</sup>	(1:2.5×10 <sup>n</sup> )	(1:3×10 <sup>n</sup> )	(1:4×10 <sup>n</sup> )	1:5×10 <sup>n</sup>	(1:6×10 <sup>n</sup> )	
放大比例	2:1	(2.5:1)	(4:1)	5:1	1×10 <sup>n</sup> :1	2×10 <sup>n</sup> :1	(2.5×10 <sup>n</sup> :1)	(4×10 <sup>n</sup> :1) 5×10 <sup>n</sup> :1

注:  $n$  为正整数,优先选用没有括弧的比例。

### 3. 需注意问题

(1) 不管图形放大或缩小,均须标注实物的实际尺寸。为了看图方便,画图时尽量采用原值比例。当实物过大或过小时,则宜采用放大或缩小比例。

比例已标准化了,须按表 1-6 所列选用适当比例。

(2) 绘制同一实物的各个视图应采用相同的比例,一般标注在标题栏中的比例项内。比例的符号应以“:”表示,必要时,可在视图名称的下方标注比例,如:

$$\frac{I}{2:1} \quad \frac{A-A}{2.5:1}$$

### 1.1.3 字体(GB/T 14691—93)

在图样上除了应表达机件的形状外,还需要用文字和数字注明机件的大小、技术要求及其他说明等,所以应根据国际(GB/T 14691—93)的规定,掌握字体的正确书写。

#### 1. 汉字的书写

汉字书写必须做到:

字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

#### 2. 汉字的号数

汉字的号数即字体的高度。字体的高度  $h$  系列为:1.8,2.5,3.5,5,7,10,20mm。高度大于 20mm 的尺寸按 $\sqrt{2}$ 比率递增。汉字高度不应小于 3.5mm。

#### 3. 汉字的宽度

汉字的宽度  $b$  一般为  $h/\sqrt{2}$ ,即字体的宽度  $b$  约等于字体高度  $h$  的  $2/3$ 。字母和数字分 A 型和 B 型,A 型字体笔划宽度为字高的  $1/14$ ,B 型字体笔划宽度为字高的  $1/10$ 。在同一图样中采用同一型式的字体。

#### 4. 汉字的字体

字体分成直体和斜体两种,斜体字头向右倾斜,与水平线成  $75^\circ$ 。字母和数字一般写成斜体。

字体书写应清晰、美观,否则会给生产带来不利影响,甚至造成差错。下面分列汉字、字母及数字书写应注意的问题及示例。

##### (1) 汉字

汉字采用长仿宋字体,不分斜体或直体。其书写要点是横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。应将汉字的基本笔划练习好,汉字的基本笔划为点、横、竖、撇、捺、挑、折、勾。其基本笔划见表 1-7。

表 1-7 长仿宋体基本笔法

名称	横	竖	撇	捺	挑	点	钩	折
形状	—		丿	㇇	㇇	丶	㇇	㇇
笔法	—		丿	㇇	㇇	丶	㇇	㇇

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

图 1-2 长仿宋字体

(2) 字母

常用字母有拉丁字母与希腊字母。

① 拉丁字母示例

1) A 型字体的大写斜体(图 1-3)：

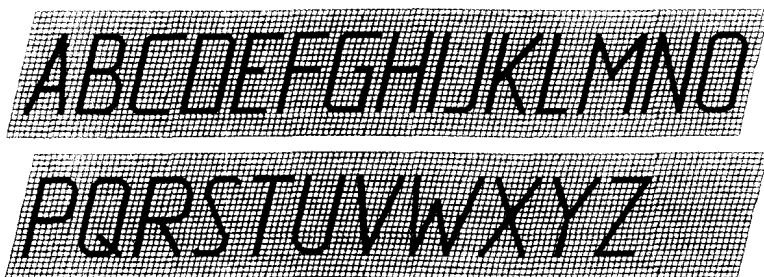


图 1-3 拉丁字母

2) A 型字体的小写斜体(图 1-4)：

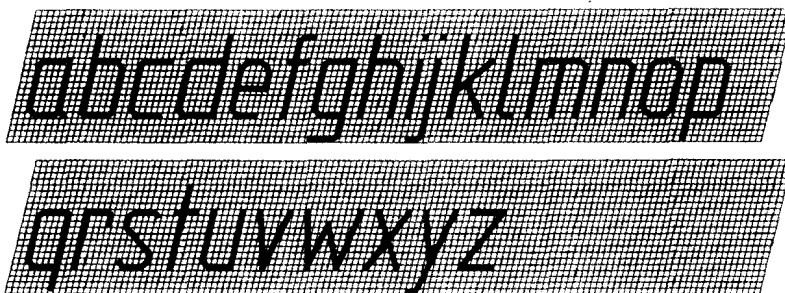


图 1-4 拉丁字母

② 希腊字母示例

A 型字体的小写斜体(图 1-5)：



图 1-5 希腊字母

(3) 数字

常用的数字有阿拉伯数字与罗马数字。

① 阿拉伯数字示例

A 型字体的斜体(图 1-6):



图 1-6 阿拉伯数字

② 罗马数字示例

A 型字体的斜体(图 1-7):



图 1-7 罗马数字

(4) 数字及字母组合书写的综合应用示例

① 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母,一般采用小一号字体;尺寸公差的上公差的上极限偏差采用小一号字体(图 1-8)。

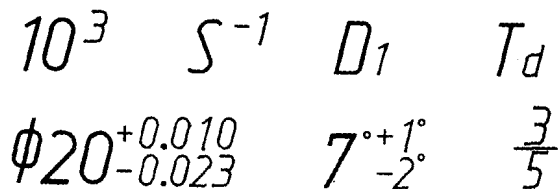


图 1-8 数字及字母组合写法

② 尺寸公差、表面粗糙度、图名与比例及螺纹代号等标注(图 1-9)。

10Js5( $\pm 0.003$ ) M24-6h

$\phi 25 \frac{H6}{m5} \frac{II}{2:1}$

$\frac{6.3}{\nabla} R8 5\%$

图 1-9 数字及字母组合写法

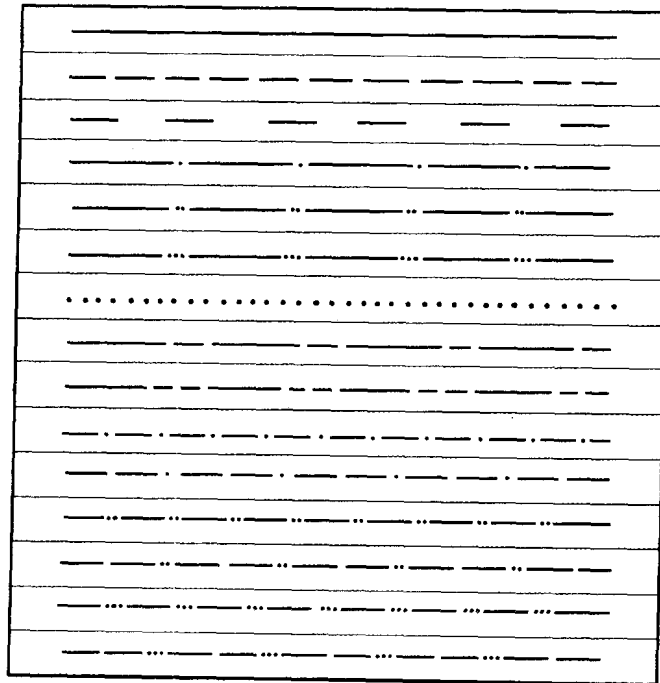
### 1.1.4 图线及其画法(GB/T 17450—1998)

各种图形都是由不同的图线组成的,不同型式的图线有不同的含义,用以识别图样的结构特征。

#### 1. 基本线型

国标规定下列基本线型(表 1-8,表 1-9):

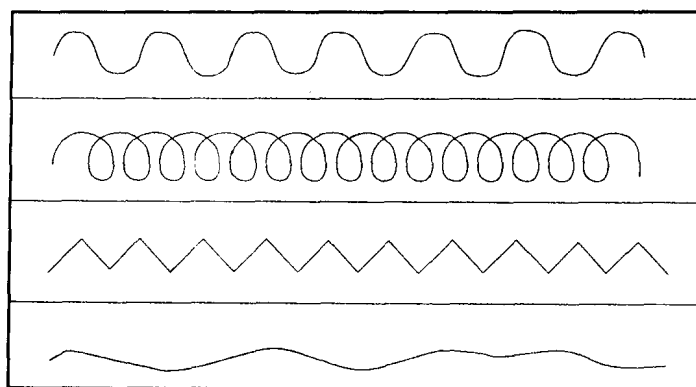
表 1-8 基本线型



注:不连续线的独立部分,如点、长度不同的画和间隔,称为线素。



表 1-9 基本线型的变形



机械制图中常用的图线见表 1-10。

表 1-10 机械制图常用图线


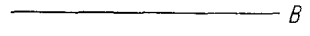
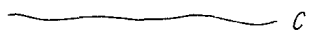
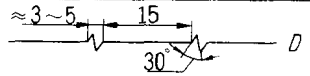
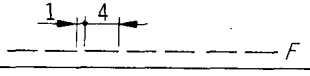
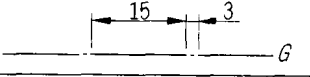
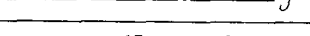
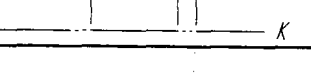
图线名称	图线型式及代号	图线宽度	一般应用举例
粗实线	 A	$b$	A1 可见轮廓线
细实线	 B	约 $b/3$	B1 尺寸线及尺寸界线 B2 剖面线 B3 重合剖面的轮廓线
波浪线	 C	约 $b/3$	C1 断裂处的边界线 C2 视图和剖视的分界线
双折线	 D	约 $b/3$	D1 断裂处的边界线
虚线	 F	约 $b/3$	F1 不可见轮廓线
细点划线	 G	约 $b/3$	G1 轴线 G2 对称中心线 G3 轨迹线
粗点划线	 J	$b$	J1 有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线	 K	约 $b/3$	K1 相邻辅助零件的轮廓线 K2 极限位置的轮廓线

图 1-10 是各种图线的应用示例。

## 2. 图线的宽度

表 1-10 中所列图线分为粗、细两种,粗线的宽度为  $b$ ,细线的宽度约为  $b/3$ 。

图线宽度系列为:

0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2 (mm)

粗线的宽度  $b$  应按图样的大小和复杂程度来决定,建议在 0.5mm~2mm 之间选择。