

# 图学基础教程 (含习题集)

主 编 张东梅 李玉菊  
副主编 杨丽婕 王伟冰



科学出版社

# 图学基础教程

(含习题集)

主 编 张东梅 李玉菊  
副主编 杨丽婕 王伟冰

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书是以教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2004 年提出的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”为依据,结合 21 世纪对高校人才培养的需求,在对工程图学的教学本质和功能再认识的基础上,以培养学生综合素质及创新能力为出发点,结合编者多年教学经验和教改成果编写而成的。

全书由教程、配套习题集组成,内容包括制图的基本知识和技能、投影法、物体几何要素的投影、几何元素间的相对位置、投影变换、基本立体、平面与立体相交、两立体相交、组合体、轴测图、计算机绘图,共 11 章。

本书主要针对普通高等院校的“图学基础”课程编写,作为高等院校教材,主要适合于 38~68 学时的高校工科类各专业的本科图学基础教学,为下一阶段的专业绘图基础的学习打下牢固的基础;同时也可供广大技术人员业务学习参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

图学基础教程(含习题集)/张东梅,李玉菊主编. —北京:科学出版社,2012

ISBN 978-7-03-035197-5

I. ①图… II. ①张… ②李… III. ①工程制图-教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 185264 号

责任编辑:朱晓颖 于俊杰 张丽花/责任校对:宋玲玲

责任印制:闫磊/封面设计:迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2012 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2012 年 8 月第一次印刷 印张:24 3/4

字数:571 000

定价:52.00 元(含习题集)

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## 前 言

伴随着高等教育的全面改革,工程制图也面临着教学内容、教学体系及教学手段的改革。近年来,工程制图课程的教育思想、教育理念发生了很大的变化,未来对人才的素质要求、学生的智力开发都对图学教育提出了更新更高的要求。因此,如何适应新时期人才培养模式,紧跟时代步伐,培养高素质的人才,是每个图学教育者必须思考和面对的问题。

本书是以教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2004 年提出的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”为依据,结合 21 世纪对高校人才培养的需求,在对工程图学的教学本质和功能再认识的基础上,以培养学生综合素质及创新能力为出发点,结合编者多年教学经验和教改成果编写而成的。

本书全部采用最新颁布的《技术制图》与《机械制图》国家标准,坚决维护标准的权威性,贯彻标准化思想。在书中,综合考虑了当前师生状况,使教学内容、教学方法及教学手段相协调,力求在不增加师生负担的前提下,充分利用有限的教学资源,最大限度地调动学生学习的主动性和积极性,使学生在规定的学时内,掌握好图学基础的基本理论和方法,努力使图学教育向“知识、技能、方法、能力、素质”综合培养的教育方向转化。在教材体系的编排和内容的选取上,突出基础知识、基本理论和基本技能,注重理论联系实际,力求简明扼要、重点突出、思路清晰。可较好地启发学生的思维,提高学生的空间分析能力和想象能力。

本书配套的习题集含有难易程度不同且数量适中的习题,可供学生练习。经审定,本书可作为普通高等院校教材,也可供广大工程技术人员业务学习参考。

本书由长春理工大学制图教研室“工程图学编写组”编写,张东梅、李玉菊担任主编,杨丽婕、王伟冰担任副主编。参加本书编写的有张东梅、李玉菊(绪论、第二、五、九、十、十一章);薛珊(第一、三章);王伟冰、杨丽婕(第四、六章);张宝庆、李俊烨(第七、八章)。此外,张学忱、赵峻彦、弯艳玲、朱立峰和高伟也参与了部分编写工作。

本书由吉林省工程图学学会理事长侯洪生教授主审,在此谨对侯洪生教授表示衷心的感谢。

在本书的编写过程中得到了长春理工大学光电信息学院于洪老师的指导和帮助,在此表示衷心的感谢。

书中内容参考了国内同类教材和文献资料,在此一并向出版者和著作者表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中难免存在缺点和疏漏之处,恳请广大读者和有关专家学者批评指正。

编 者

2012年5月

# 目 录

前言	
绪论	1
第一章 制图的基本知识和技能	3
1.1 制图国家标准简介	3
1.2 常用绘图工具及仪器的使用方法	18
1.3 几何制图	20
1.4 平面图形的分析、画图方法及尺寸标注	26
1.5 徒手绘图	32
第二章 投影法	35
2.1 投影法的基本知识	35
2.2 工程上常用的投影图	36
2.3 正投影法的特性	40
第三章 物体几何要素的投影	42
3.1 点的投影	42
3.2 直线的投影	47
3.3 平面的投影	57
第四章 几何元素间的相对位置	70
4.1 几何元素间的平行问题	70
4.2 几何元素间的相交问题	72
4.3 几何元素间的垂直问题	79
第五章 投影变换	86
5.1 概述	86
5.2 换面法	87
5.3 旋转法	97
第六章 基本立体	108
6.1 平面立体	108
6.2 常见回转体	113
6.3 组合回转体和拉伸体	120
第七章 平面与立体相交	124
7.1 平面与平面立体相交	124
7.2 平面与常用回转体相交	128
7.3 平面与组合回转体相交	137

<b>第八章 两立体相交</b> .....	139
8.1 两平面立体相交 .....	139
8.2 平面立体与回转体相交 .....	141
8.3 两回转体相交 .....	143
<b>第九章 组合体</b> .....	160
9.1 形体分析法和线面分析法 .....	160
9.2 组合体的组合方式及表面的过渡关系 .....	162
9.3 组合体视图的绘制 .....	165
9.4 组合体的尺寸标注 .....	171
9.5 组合体视图的阅读 .....	179
9.6 组合体的构形设计 .....	189
<b>第十章 轴测图</b> .....	200
10.1 轴测图的基本知识.....	200
10.2 正等轴测图的画法.....	202
10.3 斜二等轴测图的画法.....	214
10.4 轴测图的尺寸标注.....	217
<b>第十一章 计算机绘图</b> .....	220
11.1 AutoCAD 2011 基础知识.....	220
11.2 常用的二维绘图命令.....	224
11.3 常用的图形编辑命令.....	238
11.4 图形显示、图层操作及辅助绘图命令 .....	248
11.5 尺寸编辑与标注.....	257
11.6 图形数据的查询、设计中心、图形打印.....	263
<b>参考文献</b> .....	273

# 绪 论

## 一、本课程研究的对象及性质

本课程是基于投影理论，研究空间几何问题图示法和图解法的学科，是工科学生学习的一门技术基础课，是进行专业绘图学习的基础。

在工程技术中为了正确地表示出机器、部件、零件的形状、大小、规格和材料等内容，通常将这些物体按照一定的投影方法和技术规定表达在图纸上，这称为机械工程图样。在设计和改造机器设备时，要通过图样来表达设计思想和要求，在制造机器过程中，无论是制作毛坯还是加工、检验、装配等各个环节，都要以图样作为依据。在使用时，也要通过图样来帮助了解机器的结构与性能。因此，图样与语言、文字一样，是人类表达设计思想，交流技术经验必不可少的重要工具，是制造、使用机器过程中的一种主要的技术资料，被称为“工程的语言”。

## 二、本课程的学习任务

(1) 学习投影法（主要是正投影法）的基本理论及其应用。

(2) 培养对三维形状与相关位置的逻辑思维和形象思维能力，以及空间想象和空间分析能力。

(3) 培养绘制和阅读一般复杂程度的组合体三视图和绘制轴测图的能力。

(4) 培养徒手绘图、尺规绘图及计算机绘图的基本技能。

(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

### 1. 理论联系实际，提高两个能力

本课程以图示、图解贯穿始终，在学习理论基础部分即画法几何时，要把基本概念理解透彻，做到融会贯通，紧紧抓住“图形”不放，理论联系实际，勤于思考，多看多画，不断地“由物画图”、“由图想物”，逐渐提高逻辑思维和形象思维的能力，以及空间想象和空间分析能力。

### 2. 重视实践

绘图和读图的能力培养主要通过一系列的绘图和读图实践来实现。完成一定数量的习题和作业，是巩固基本理论和培养绘图、读图能力的基本保证。因此，对习题和作业应高度重视，认真、按时、独立、优质地完成。

### 3. 掌握正确的画图、读图步骤和方法

在学习中，一般对图学基础理论的理解并不难，难的是图示、图解过程，以及画图

和读图的实际应用。因此，必须分析已知条件，明确解题思路，掌握正确的画图步骤，以便准确、快速地画出图形。

#### 4. 要注意培养自学能力

在自学中，要循序渐进和抓住重点，把基本概念、基本理论、基本知识掌握好，深入理解好有关理论内容，不断扩展知识面。

#### 5. 严格遵循国家标准

国家标准是评价机械工程图样是否合格的重要依据，因此，要认真学习 and 掌握国家标准的相关内容，并严格遵守。



# 第一章 制图的基本知识和技能

本章主要介绍绘制机械图样时必须遵守的一些国家标准以及常见几何图形的作图方法和徒手作图的基本技能。

## 1.1 制图国家标准简介

工程图样是工程技术人员表达设计思想,进行技术交流的工具,是指导生产的重要技术文件。为了便于生产和进行技术交流,必须对图样的表达方式、尺寸注法以及所采用的符号等建立一个统一的标准,《技术制图》与《机械制图》国家标准起到了统一工程语言的作用。国家标准分强制性国家标准(代号为“GB”)、推荐性国家标准(代号为“GB/T”)和国家标准指导性技术文件(代号为“GB/Z”)。每一个工程技术人员,都必须树立标准化的观念,严格遵守和认真执行国家标准。

### 一、图纸幅面和格式(技术制图 GB/T 14689—2008)

#### 1. 图纸幅面

图纸幅面是指图纸宽度与长度组成的幅面。绘制图样时,应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。必要时,也允许选用表 1-1 中规定的加长幅面。加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后形成的,如图 1-1 所示。图中粗实线所示为基本幅面(第一选择),细实线所示为加长幅面(第二选择),虚线所示为加长幅面(第三选择)。

表 1-1 图纸幅面

(单位: mm)

图纸幅面	幅面代号	尺寸 $B \times L$
基本幅面 (第一选择)	A0	841×1189
	A1	549×841
	A2	420×549
	A3	297×420
	A4	210×297
加长幅面 (第二选择)	A3×3	420×891
	A3×4	420×1189
	A4×3	297×630
	A4×4	297×841
	A4×5	297×1051

续表

图纸幅面	幅面代号	尺寸 B×L
加长幅面 (第三选择)	A0×2	1189×1682
	A0×3	1189×2523
	A1×3	841×1783
	A1×4	841×2378
	A2×3	594×1261
	A2×4	594×1682
	A2×5	594×2102
	A3×5	420×1486
	A3×6	420×1783
	A3×7	420×2080
	A4×6	297×1261
	A4×7	297×1471
	A4×8	297×1682
	A4×9	297×1892

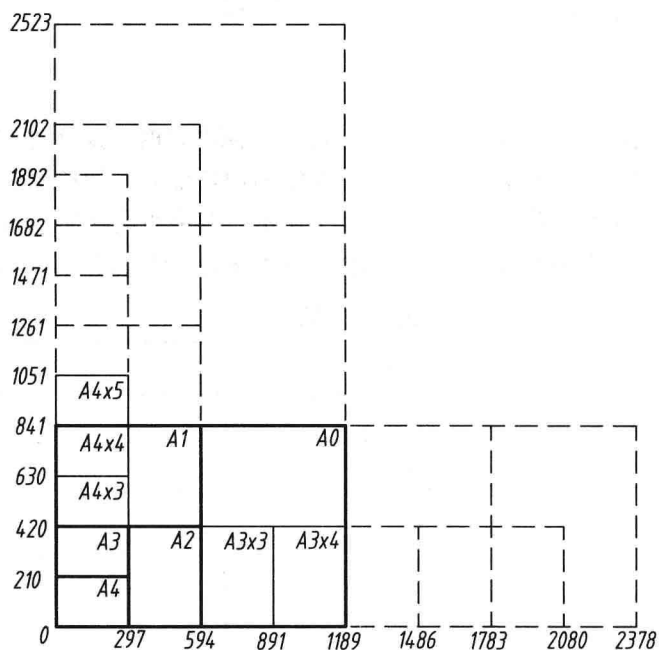


图 1-1 图纸的幅面尺寸

## 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（图 1-2）和留装订边（图 1-3）两种，其尺寸按表 1-2 的规定。同一产品图样只能采用一种格式。装订时可采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

为了复制或微缩摄影时定位方便，应在图纸各边长的中点处绘制对中符号。对中符号是从图纸边界画入图框内 5mm 的一段粗实线（其线宽不小于 0.5mm），如图 1-4 (a) 所示。当对中符号处在标题栏范围内时，则深入标题栏部分省略不画，如图 1-4 (b) 所示。

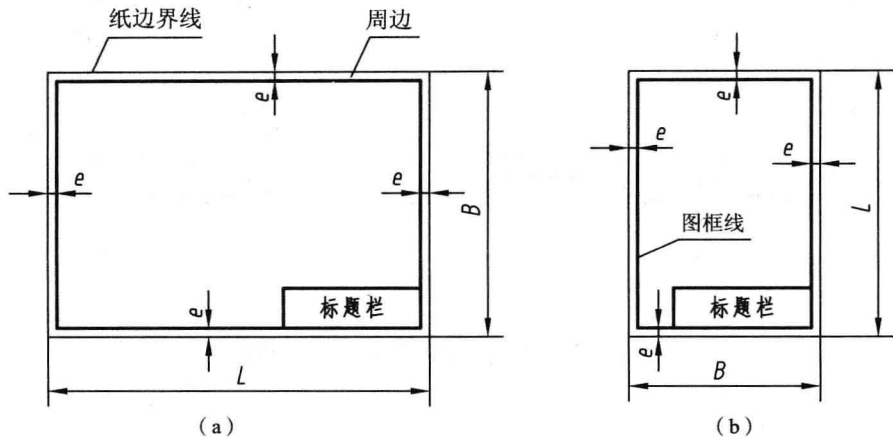


图 1-2 不留装订边的图框格式

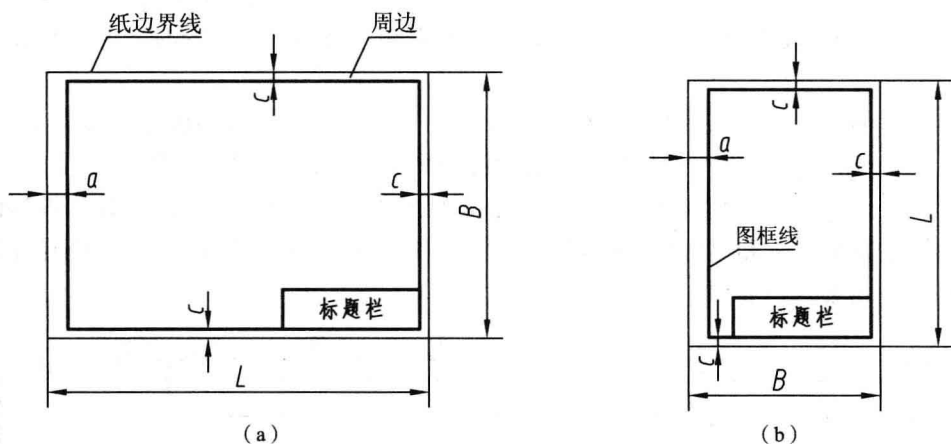


图 1-3 留装订边的图框格式

表 1-2 图框尺寸

(单位: mm)

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				

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。例如 A2×3 的图框尺寸，按 A1 的图框尺寸确定，即  $e$  为 20mm， $c$  为 10mm。

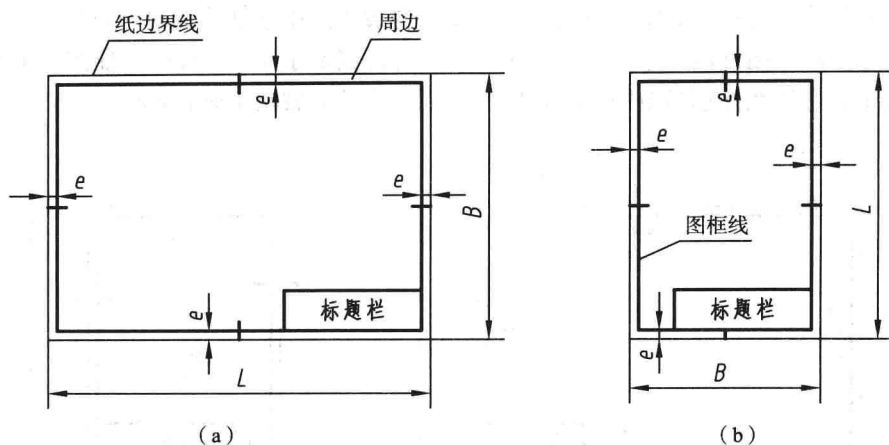


图 1-4 不留装订边、带对中符号的图框格式

### 3. 标题栏及明细栏

标题栏及明细栏是机械图样不可缺少的内容。标题栏及明细栏的基本要求、内容、尺寸和格式和应按国家标准 GB/T 10609.1—2008《技术制图 标题栏》及 GB/T 10609.2—1989《技术制图 明细栏》的规定。标题栏一般位于图纸的右下角，如图 1-2～图 1-4 所示。

标题栏的长边置于水平方向与图纸的长边平行时，则构成 X 型图纸，如图 1-2 (a) 和 1-3 (a) 所示；若标题栏的长边与图纸的长边垂直时，则构成 Y 型图纸，如图 1-2 (b) 和 1-3 (b) 所示。在此情况下，看图的方向与看标题栏中的文字方向一致。各单位可根据需要增减标题栏和明细栏的内容。国家标准规定的标题栏及明细栏和制图作业建议用标题栏及明细栏，如图 1-5 所示。

8										40										44										8										38										10										12																																							
7										7										7										7										7										7										7																																							
14										14										14										14										14										14										14																																							
8X7=56										8X7=56										8X7=56										8X7=56										8X7=56										8X7=56										8X7=56																																							
10										10										16										16										4X6.5=26										12										12										10										18																			
12										12										16										12										12										16										50										21																													
180										180										180										180										180										180										180																																							
序号										代号										名称										数量										材料										单件重量										总计重量										备注																													
标记										处数										分区										更改文件号										签名										年、月、日										(材料标记)										(单位名称)																													
设计										(签名)										(年月日)										标准化										(签名)										(年月日)										图样标记										重量										比例										(图样名称)									
审核										7																																																																						(图样代号)																			
工艺																				批准																				共张										第张																				(投影符号)																													

(a) 标准标题栏及明细表



图形画得与相应实物大小一样时，称为原值比例；比相应实物大时，称为放大比例；比相应实物小时，称为缩小比例。

## 2. 比例的选择

绘制图样时，应按表 1-3 规定的系列中选取适当的比例。

表 1-3 绘图的比例

种类	比例
原值比例	1:1
放大比例	2:1    2.5:1    4:1    5:1 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    1×10 <sup>n</sup> :1
缩小比例	1:1.5    1:2    1:2.5    1:3    1:4    1:5    1:6    1:10 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> 1:1×10 <sup>n</sup>

注：1.  $n$  为正整数。

2. 粗字体为优先选用的比例，其他比例为必要时允许选用的比例。

为了方便看图，建议尽可能按机件形体的实际大小 1:1 画图，如机件太大或太小，则采用缩小或放大比例。

不管采用哪种比例，图中的尺寸均应按照实物的实际大小进行标注，与图形大小无关，图 1-7 所示为不同比例绘图的效果。

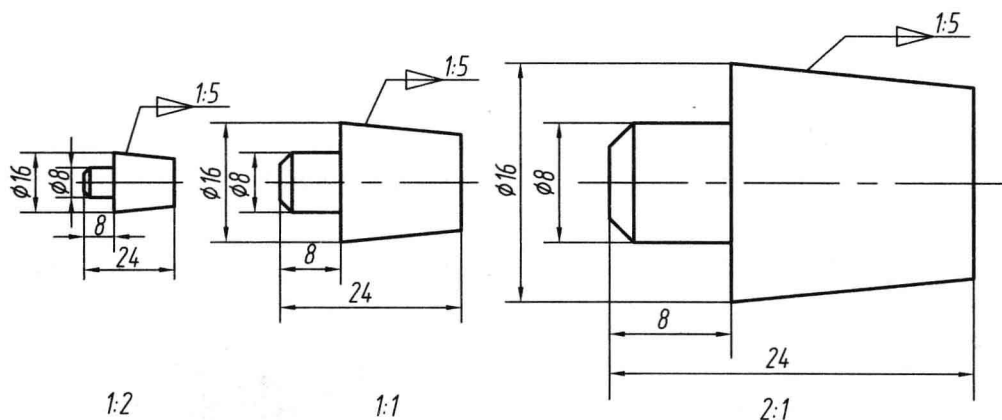


图 1-7 不同比例绘制的图形

## 3. 比例的标注方法

绘制同一物体的各个视图时，应尽可能采用同一比例，此时可将比例值统一填写在标题栏的比例栏中。当某个视图需要采用不同比例绘制时，可在视图名称下方或右侧标注出来，如  $\frac{I}{2:1}$ 、 $\frac{A-A}{2:1}$  等。

## 三、字体（技术制图 GB/T 14691—1993）

字体是技术制图中的一个重要组成部分。国家标准规定了图样上汉字、字母、数字

的书写规范。

书写字体的基本要求与原则是：字体工整，笔画清楚，间隔均匀，排列整齐。

### 1. 字高

字体的号数代表了字体的高度 ( $h$ )，其公称尺寸系列有：1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm。当还需要更大时，其字体高度按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

### 2. 汉字

应写成长仿宋体，应采用中华人民共和国和国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字高度不应小于3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

### 3. 字母和数字

字母和数字可写成直体与斜体两种。斜体字头向右倾斜，与水平线成 $75^\circ$ ，分A型（笔画宽为 $h/14$ ）和B型（笔画宽为 $h/10$ ）。

在同一图样中，只允许选用一种型式的字体。

其书写字体的范例如下。

#### (1) 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

3.5号字

螺旋齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸坝棉麻化纤

#### (2) 拉丁字母和希腊字母示例：

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

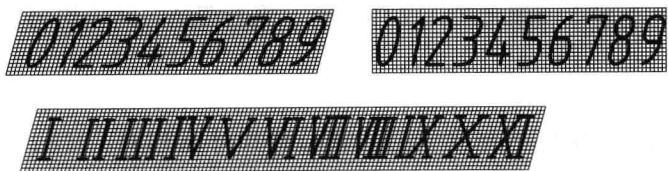
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

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

$\alpha \beta \gamma \delta \epsilon \zeta \eta \theta \iota \kappa \lambda \mu \nu \xi \omicron \pi \rho \sigma \tau \upsilon \phi \chi \psi \omega$

(3) 阿拉伯数字和罗马数字示例:



#### 四、图线 (技术制图 GB/T 17450—1998 和机械制图 GB/T 4457.4—2002)

##### 1. 基本线型

技术制图 GB/T 17450—1998 所规定的基本线型见表 1-4。

表 1-4 基本线型










代码	基本线型	名称
01		实线
02		虚线
03		间隔画线
04		点画线
05		双点画线
06		三点画线
07		点线
08		长画短画线
09		长画双短画线
10		画点线
11		双画单点线
12		画双点线
13		双画双点线
14		画三点线
15		双画三点线

机械制图 GB/T 4457.4—2002 所规定的线型及其应用见表 1-5。

绘制机械工程图样应使用表 1-5 中规定的线型。



表 1-5 机械制图的线型及其应用

图线名称	线型	图线宽度	主要用途及线素长度	
粗实线		$d$	可见轮廓线、可见棱边线等	
细实线		$0.5d$	尺寸线和尺寸界限、剖面线、重合断面的轮廓线	
细虚线		$0.5d$	不可见轮廓线、不可见棱边线	画长 $12d$ , 短间隔长 $3d$
粗虚线		$d$	允许表面处理的表示线	
细点画线		$0.5d$	轴线、对称中心线	长画长 $24d$ , 短间隔 长 $3d$ , 点 长 $0.5d$
粗点画线		$d$	限定范围的表示线	
细双点画线		$0.5d$	相邻辅助零件的轮廓线、 极限位置的轮廓线、轨迹线	
波浪线		$0.5d$	断裂处的边界线、视图和剖视图的分界线	
双折线		$0.5d$	断裂处的边界线、视图和剖视图的分界线	

## 2. 图线的尺寸

(1) 图线的宽度。机械工程图样中应采用两种图线宽度，称为粗线与细线。粗线的宽度为  $d$ ，细线的宽度约为  $d/2$ ，线宽  $d$  的尺寸系列为 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2mm，在同一图样中，同类图线的宽度应一致。

(2) 线素的长度。不连续线的独立部分称为线素，如点，长度不同的画（短画、画、长画）和间隔（短间隔、间隔）。手工绘图时线素的长度应符合表 1-6 中的规定。

表 1-6 线素的长度

线素	线型代码	长度
点	04~07, 10~15	$\leq 0.5d$
短间隔	02, 04, 04~15	$3d$
短画	08, 09	$6d$
画	02, 03, 10~15	$12d$
长画	04~06, 08, 09	$24d$
间隔	03	$18d$

## 3. 图线的应用

图 1-8 所示为图线的应用举例。