

高等学校教材

画法几何及机械制图

(机械类、近机械类专业适用)

东南大学	范思冲	主 编
南京理工大学	丛肇助	副主编
	周建平	

机械工业出版社

TH126

431105

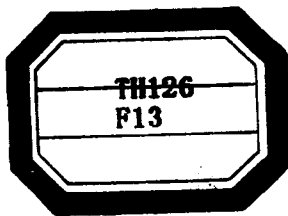
F3

高等学校教材

画法几何及机械制图

(机械类、近机械类专业适用)

主 编 范思冲
副主编 丛肇助 周建平
参 编 姚 陈 钱志峰 张建润
主 审 杨钟藩



00431105



机械工业出版社

前 言

本书是根据1994年制订的“画法几何及机械制图课程教学基本要求”（机械类专业适用）的精神，并结合从1995年起实行每周五天工作制的实际情况组织编写的。适用学时为100~120学时。

本书的显著特点是：

1) 采用了较新的结构体系。本书调整了传统的结构体系，如将画法几何与机械制图有机结合、融为一体，采取了先图示、后图解、再图示的安排，并在一开始就建立三投影面体系等，这样做更符合教学规律，既可节省教学学时，又可提高教学效果。

2) 正确、全面地采用最新国家标准。

3) 加强了计算机绘图。计算机绘图是适应现代化建设的新技术，因此本书适当增加了计算机绘图的内容，以满足计算机辅助设计的图形要求，从而为读者今后掌握计算机辅助设计打下良好的基础。

4) 全书内容正确、图文清晰、版面合理。

5) 编有习题集与本书配套使用。习题集的题目经过精挑细选，具有典型性、代表性、灵活性和多样性。其数量恰如其分，并留有教师选择的余地，其难度恰到好处。

本套教材是由东南大学、南京理工大学、南京航空航天大学 and 南京化工大学四所学校合作编写的。具体参加本书编写的有范思冲（绪论、第一、十章、附录等），丛肇助（第二、三、四、六章），周建平（第五、十三章），姚陈（第七、八章），钱志峰（第九章），张建润（第十一、十二章），并由范思冲担任主编，丛肇助、周建平担任副主编。杨钟藩教授担任主审。

本书在编写过程中，得到了东南大学机械工程系王积伟教授的大力支持和帮助，在此特向他致以衷心和诚恳的感谢，同时还得到了参编单位的有关系领导、教研室领导以及同仁的热情关心和鼓励，在此也向他们表示深切和真挚的感谢！

由于编者水平有限，书中难免尚有欠妥、不当甚至错误之处，热忱欢迎和敬请读者和同仁提出宝贵意见，给予批评指教。

编者

1996年8月

目 录

前言			
绪论	1		
第一章 制图的基本知识 和基本技能	3		
第一节 制图标准的有关规定	3		
第二节 制图工具和仪器及其使用方法	11		
第三节 几何作图	16		
第四节 平面图形的分析和画法	24		
第五节 草图画法	27		
第二章 投影的基本知识	30		
第一节 投影法及其分类	30		
第二节 正投影的特性及三面视图	30		
第三章 点、直线、平面的投影	38		
第一节 点的投影	38		
第二节 直线的投影	42		
第三节 平面的投影	56		
第四章 直线与平面、平面与平 面的相对位置	70		
第一节 几何元素间的空间 相对位置关系	70		
第二节 直线与平面平行、平面 与平面平行	70		
第三节 直线与平面相交、平面 与平面相交	73		
第四节 直线与平面垂直、平面 与平面垂直	77		
第五节 点、线、面综合题的解法	81		
第五章 投影变换	89		
第一节 概述	89		
第二节 换面法	90		
第三节 旋转法	98		
第六章 曲线与曲面	105		
第一节 曲线	105		
第二节 曲面	110		
第三节 曲面的切平面	117		
第七章 立体的投影	119		
第一节 基本体	119		
第二节 立体的表面交线	125		
第三节 组合体的视图、尺寸和读图	147		
第八章 轴测投影图	165		
第一节 轴测图的基本概念	165		
第二节 正等测图	166		
第三节 斜二测图	174		
第四节 轴测剖视图	176		
第九章 机件常用的表达方法	178		
第一节 视图	178		
第二节 剖视图	181		
第三节 剖面图	187		
第四节 局部放大图和简化画法	189		
第五节 综合应用举例	192		
第六节 三角画法简介	193		
第十章 标准件和常用件	195		
第一节 螺纹	195		
第二节 螺纹紧固件	203		
第三节 螺纹紧固件的连接形式 及其装配画法	204		
第四节 键连接	209		
第五节 销连接	211		
第六节 滚动轴承	212		
第七节 齿轮	214		
第八节 弹簧	218		
第十一章 零件图	222		
第一节 概述	222		
第二节 零件结构的工艺性简介	224		
第三节 零件图的视图选择	227		
第四节 零件图的尺寸标注	231		
第五节 零件图的技术要求	236		
第六节 零件图的读法	251		
第七节 四类典型零件分析	254		
第十二章 装配图	256		
第一节 概述	256		
第二节 装配图的表达方法	258		
第三节 装配图的视图选择	260		

第四节	装配图的尺寸标注	263	附表 12	六角螺母	335
第五节	装配图中的零(部)件序号、 明细栏和技术要求	264	附表 13	普通垫圈	335
第六节	装配结构合理性简介	266	附表 14	弹簧垫圈	336
第七节	零、部件测绘	267	附表 15	普通平键	337
第八节	装配图的画法	273	附表 16	圆柱销	338
第九节	读装配图和拆画零件图	276	附表 17	深沟球轴承	339
第十三章	计算机绘图基础	282	附表 18	圆锥滚子轴承	340
第一节	概述	282	附表 19	单向推力球轴承	341
第二节	计算机绘图系统和绘图原理	284	附表 20	标准公差数值	342
第三节	Auto CAD 绘图软件概况	290	附表 21	轴的基本偏差数值	342
第四节	Auto CAD 绘图	291	附表 22	轴的极限偏差	343
第五节	Auto CAD 的其它功能	315	附表 23	优先用涂孔的极限偏差	347
附录		325	附表 24	铸铁的种类、牌号和 应用	348
附表 1	标准尺寸	325	附表 25	碳素结构钢的种类、牌号和 应用	349
附表 2	锥度与锥角系列	325	附表 26	合金结构钢的种类、牌号和 应用	350
附表 3	普通螺纹	326	附表 27	铸造铜合金、铸造铝合金、铸造轴承 合金的种类、牌号和 应用	351
附表 4	非螺纹密封的管螺纹——圆柱 管螺纹	327	附表 28	各种非金属材料的种类、名称、 牌号(或代号)及其 应用	352
附表 5	梯形螺纹	328	附表 29	零件倒圆与倒角	353
附表 6	螺栓	329	附表 30	普通螺纹收尾、肩距、 退刀槽、倒角	354
附表 7	双头螺柱	330	附表 31	紧固件通孔及沉孔尺寸	355
附表 8	开槽螺钉	331	参考文献		356
附表 9	十字槽螺钉	332			
附表 10	内六角圆柱头螺钉	333			
附表 11	紧定螺钉	334			

绪 论

一、本课程的研究对象

画法几何及机械制图是一门研究绘制和阅读机械图样、图解空间几何问题以及介绍计算机绘图基本知识的技术基础课。

二、本课程的内容和要求

1. 内容

本课程的内容可分为画法几何、机械制图和计算机绘图基础三个部分。

(1) 画法几何 画法几何的内容可归纳为两个方面：

- 1) 图示法 研究用投影法表达空间几何形体的基本理论和方法。
- 2) 图解法 研究图解空间几何问题的基本理论和方法。

可见画法几何除用以图解空间几何问题外，又为机械制图中用图形表达空间几何形体提供了基本理论和基本图示方法，是机械制图的理论基础。因此，同学们必须熟练掌握画法几何的基本理论、基本知识和基本图示方法。

(2) 机械制图 机械制图的主要内容有制图的基本知识和基本技能、投影制图以及运用投影法绘制和阅读机械图样。一切机器、仪器等都是按照图样来进行生产的，所谓图样就是根据投影原理、标准或有关规定，表示工程对象，并有必要的技术说明的图。它是表达和交流技术思想的重要工具，是工程技术部门的重要技术文件，常被人们比喻为“工程界的技术语言”。因此，同学们必须精通这种“语言”。

(3) 计算机绘图基础 为了适应生产上对计算机辅助设计日益迫切、日益增长的需要，本书编写了“计算机绘图基础”作为本课程的基本内容，这是对本课程教学内容和教学方法的重大改革。计算机绘图基础主要介绍计算机绘图基本知识、学习用一种典型的绘图软件来绘制二维图形、实验曲线、图表等。从而可满足后继课程关于计算机辅助设计的图形要求。

2. 要求

(1) 画法几何部分 掌握用投影法表达空间几何形体和图解空间几何问题的基本理论和方法。

(2) 机械制图部分 培养绘制和阅读零件图和装配图的基本能力。

(3) 计算机绘图基础部分 了解计算机绘图的意义和特点，培养计算机绘图的初步能力。

三、本课程的学习目的

(1) 掌握用投影法（主要是正投影法）在平面上表示空间几何形体的图示法和图解空间几何问题的图解法；

- (2) 培养绘制和阅读机械图样的能力；
- (3) 培养用计算机生成图形的初步能力；
- (4) 培养空间逻辑思维和形象思维能力；
- (5) 培养分析问题和解决问题的能力；

(6) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

四、本课程的学习方法

本课程是一门既有系统理论，又有较强实践性的技术基础课。本课程的三部分内容紧密联系，又各有特点。为了学好本课程，这里简要的介绍一下各部分内容的学习方法。

1. 画法几何部分

学好画法几何的关键是根据它的特点进行学习。画法几何的第一个特点是系统性强，前后内容紧密联系。因此，学习时一定要在消化、理解前面的内容的基础上，再学习后面的内容，不能“欠帐”。如只有熟练掌握前面介绍的各种基本作图问题，才能顺利解决后面遇到的各种综合性作图问题。

画法几何的第二个特点是逻辑性强。因此在学习过程中，要特别注意学习和掌握课程中解题时所采用的逻辑推理的分析方法，从而不断提高自己的逻辑思维能力，分析问题和解决问题的能力。

画法几何的第三个特点是空间和平面联系紧密。因此在听课、复习和做作业时，要经常进行空间几何关系的分析和空间问题与平面图形间的联系。

画法几何的第四个特点是它的理论只有通过实际解题和作图，才能深刻理解、真正掌握。因此在复习理论内容的基础上，一定要多做习题、多练习。

2. 机械制图部分

机械制图的第一个特点是实践性强；第二个特点是以画法几何为基础，空间和平面联系紧密；第三个特点是机械图样是“工程界的技术语言”，因此在图样格式、画法和尺寸注法等方面都有国家标准规定；第四个特点是机械图样是直接用来指导生产和进行技术交流的重要技术文件，图样的任何差错都会直接导致经济损失等严重后果。因此学习这部分内容时，应善于联系和运用画法几何的知识，尤其应注重实践，多看实物（模型、机器零、部件和各种机械产品的实物和生产图样）、多做练习，经常由物画图、由图想物，做到图物对照、读（图）画（图）结合，经常练习、反复实践。对于图样中的尺寸应做到前后联系不断线，分析比较找差别，全面归纳作总结。从标注尺寸的基本规定到平面图形的尺寸标注，基本体和组合体的尺寸标注，零件图的尺寸标注，装配图的尺寸标注等前后一线贯穿；并善于分析、比较，如组合体与零件图尺寸标注的共性和个性，零件图和装配图尺寸标注的差异等；还应注意归纳总结，从而得出标注尺寸应正确（符合国家标准规定）、完整、清晰、合理的基本要求。在制图作业中，要正确使用绘图工具和仪器，并熟悉和严格遵守机械制图国家标准和其它有关的国家标准。一定要养成认真、负责的工作态度和严谨、细致的工作作风，以保证画出符合要求的高质量图样。

3. 计算机绘图基础部分

计算机绘图是适应现代化建设的新技术。工程图样从手工（徒手或仪器）绘制到计算机绘制是生产和科研领域的一个重大变革和飞跃，也是本课程教学内容和教学方法的重大改革和突破。同学们必须掌握这种新技术。为此学习时，应认真听课，及时复习，理解基本内容，熟悉各种作图命令，掌握简单图形的编程方法，并认真上机操作，努力提高实际操作能力，初步掌握用一种典型的绘图软件来绘制二维图形。从而为今后进行计算机辅助设计打下良好的基础。

第一章 制图的基本知识和基本技能

第一节 制图标准的有关规定

图样是表达和交流技术思想的工具，是工程界的技术语言。并是用来指导生产和进行技术交流的共同语言。为此，我国国家技术监督局制订了一系列关于技术制图的中华人民共和国国家标准，简称国标，用GB（或GB/T）[⊖]表示，通常称为制图标准。本章先介绍其中的部分标准的有关规定，其它标准将在以后各章中介绍。

一、图纸幅面、格式和标题栏

1. 图纸幅面（GB/T14689—93）

绘制技术图样时，应优先采用表1-1所规定的基本幅面。必要时，也允许选用国家标准“图纸幅面和格式”中所规定的加长幅面。

表 1-1 图纸基本幅面代号和尺寸 (mm)

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

由表1-1可知，图纸的基本幅面共有五种，分别用幅面代号A0、A1、A2、A3、A4表示。这些基本幅面间的尺寸关系见图1-1，其中A0的幅面尺寸为841mm×1189mm，由A0基本幅面对折裁开的次数就是所得图纸的幅面代号数，相邻幅面代号的图纸面积各相差一倍。由此可得出各种幅面代号图纸的幅面尺寸见表1-1。

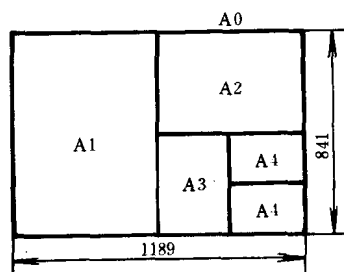


图 1-1 图纸基本幅面间的尺寸关系

2. 图框格式（GB/T14689—93）

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，但同一产品的图样只能采用同一种格式。不留装订边的图纸，其图框格式见图1-2a、b；留有装订边的图纸，其图框格式见图1-2c、d。图框尺寸e、c、a按表1-1的规定。图样必须画在图框之内。

3. 标题栏（GB10609.1—89）

每张技术图样中均应画出标题栏。国家标准“标题栏”中推荐的标题栏的内容、格式和尺寸见图1-3。

⊖ GB为强制性国家标准，GB/T为推荐性国家标准。

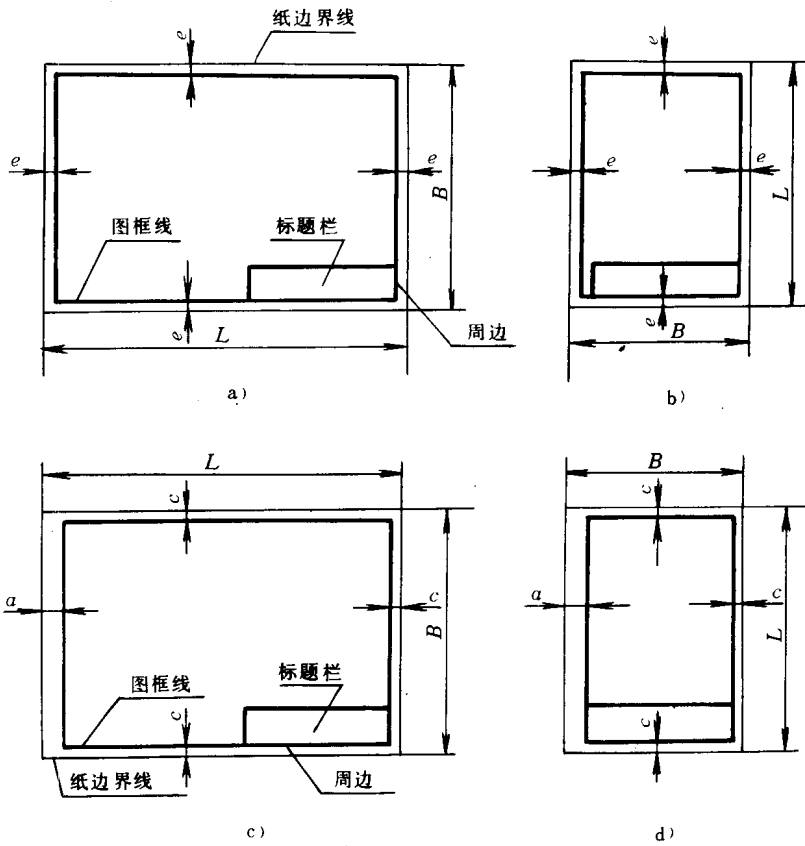


图 1-2 图框格式

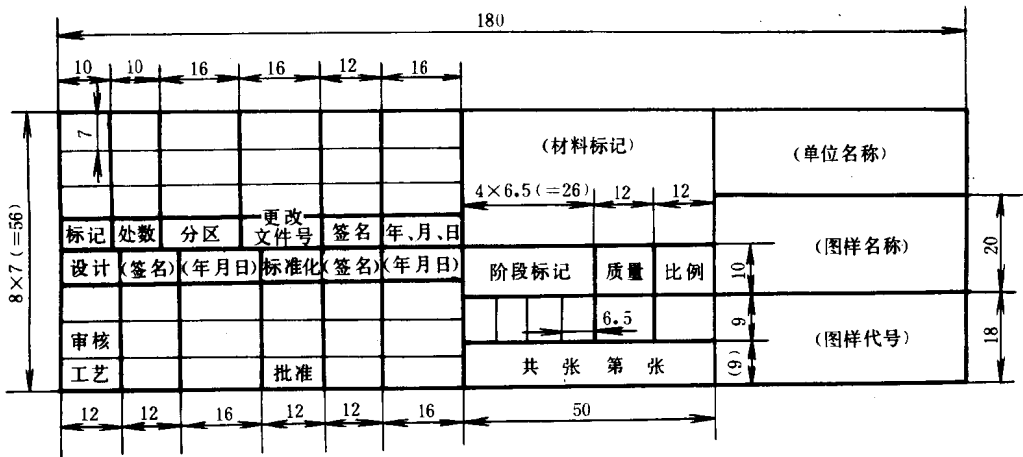


图 1-3 标题栏

在学生的制图作业中，建议采用如图 1-4 所示的简化标题栏。

标题栏的位置一般应位于图纸的右下角，见图 1-2。此时，看图的方向与看标题栏的方向

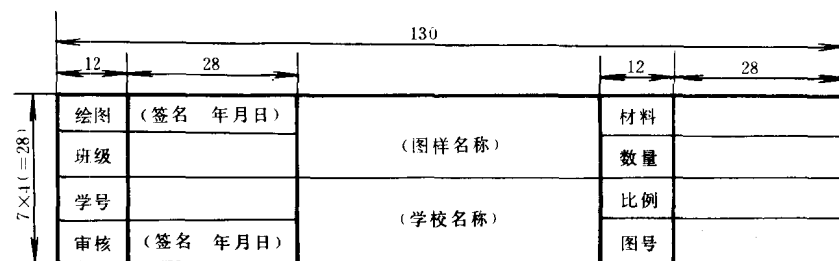


图 1-4 简化标题栏

一致，即标题栏中的文字方向为看图方向。为了利用预先印制的图纸，允许将图 1-2 所示的图纸逆时针旋转 90° 后画图，此时看图的方向与看标题栏的方向不一致。此外，标题栏的线型、字体（签字除外）和年、月、日的填写格式均应符合相应国家标准的规定。

二、比例 (GB/T14690—93)

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比，称为比例。比例按其比值大小可分为：①原值比例：比值为 1 的比例，即 1:1；②放大比例：比值大于 1 的比例，如 2:1 等；③缩小比例：比值小于 1 的比例，如 1:2 等。

绘制图样时，应由表 1-2 规定的第一系列中选取适当的比例；必要时，也允许选取第二系列中的比例。

表 1-2 比例

种类	第一系列	第二系列
原值比例	1:1	—
放大比例	5:1 2:1	4:1 2.5:1
	$5 \times 10^n : 1$ $2 \times 10^n : 1$ $1 \times 10^n : 1$	$4 \times 10^n : 1$ $2.5 \times 10^n : 1$
缩小比例	1:2 1:5 1:10	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6
	$1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:1 \times 10^n$	$1:1.5 \times 10^n$ $1:2.5 \times 10^n$ $1:3 \times 10^n$ $1:4 \times 10^n$ $1:6 \times 10^n$

注：n 为正整数。

比例用符号“:”表示，如 1:1、1:500、20:1 等。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：

$$\frac{1}{2:1} \quad \frac{A \text{ 向}}{1:100} \quad \frac{B-B}{2.5:1} \text{ 等。}$$

三、字体 (GB/T14691—93)

国家标准“字体”中，规定了技术图样及有关技术文件中的汉字、字母和数字的结构形式及基本尺寸。

1. 基本要求

(1) 图样中书写的字体必须做到：字体工整、笔划清楚、间隔均匀、排列整齐。

(2) 字体高度（用 h 表示）的公称尺寸系列为：1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20mm。字体高度代表字体的号数。

(3) 汉字应写成长仿宋体字，并应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。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

(4) 字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔划宽度 (d) 为字高 (h) 的 $1/14$; B 型字体的笔划宽度 (d) 为字高 (h) 的 $1/10$, 在同一图样上只允许使用一种字体。

(5) 字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜, 与水平基准线成 75° 。

2. 汉字、字母和数字 (A 型斜体) 示例

(1) 长仿宋体汉字示例

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

汉字应写成长仿宋体字并应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是: 横平竖直, 注意起落, 结构均匀, 填满方格。

(2) 拉丁字母示例

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

(3) 希腊字母示例

α β γ δ ϵ ζ η θ ι κ λ μ ν ξ \omicron π ρ σ τ υ ϕ χ ψ ω

A B Γ Δ E Z H Θ I K Λ M N Ξ O Π P Σ T Y Φ X Ψ Ω

(4) 阿拉伯数字示例

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

(5) 罗马数字示例

I II III IV V VI VII VIII IX X

3. 综合应用规定

(1) 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母, 一般应采用小一号的字体。

示例:

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

(2) 图样中的数字符号、物理量符号、计量单位符号以及其它符号、代号, 应分别符合国家的有关法令和标准的规定。

示例:

l/mm m/kg 260 r/min 220 V 5 M Ω 380 kPa

(3) 其它应用示例

10J_s5 (± 0.003) M22-6h R8 5%

$\phi 25 \frac{H6}{m5}$ $\frac{II}{2:1}$ $\frac{A \text{ 向旋转}}{5:1}$ $\frac{6.3}{\nabla}$




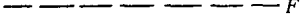
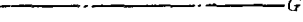
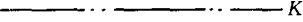
四、图线 (GB4457.4-84)

在绘制机械图样时, 应采用表 1-3 中规定的图线。

1. 图线型式及应用

(1) 各种图线的名称、型式、代号、宽度以及在图样上的一般应用见表 1-3 和图 1-5。

表 1-3 图线型式及应用

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	一般应用
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
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
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

注：本表未列入应用较少的双折线 (D) 和粗点划线 (J)，需要时可查 GB4457.4-84。

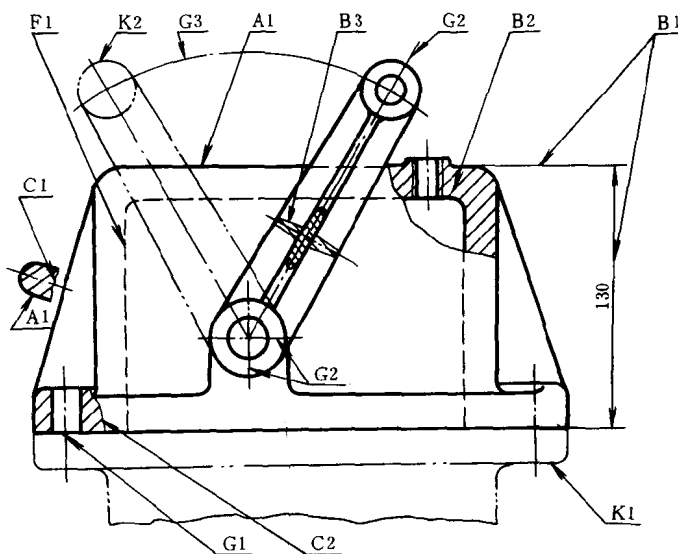


图 1-5 图线型式及应用

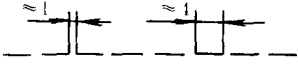
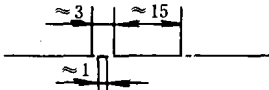
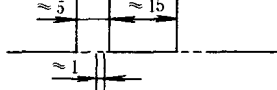
(2) 图线的宽度 图线分为粗细两种。粗线的宽度 b 应按图的大小和复杂程度，在 0.5~2mm 之间选择，细线的宽度约为 $b/3$ 。图线宽度的推荐系列为：0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2mm。在学生制图作业中，建议宽度 b 取为 0.5 或 0.7mm。

2. 图线画法

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。

(2) 虚线 细点划线及双点划线的线段长度和间隔应各自大致相等。建议画法见表 1-4。

表 1-4 虚线、细点划线、双点划线画法

虚线	细点划线	双点划线
		

(3) 绘制圆的对称中心线(细点划线)时,圆心应为线段的交点,见图 1-6b。细点划线的首末两端应是线段而不是短画,同时其两端应超出图形的轮廓线 2~5mm,见图 1-6a、b。在较小的图形上绘制细点划线有困难时,可用细实线代替,见图 1-6c。

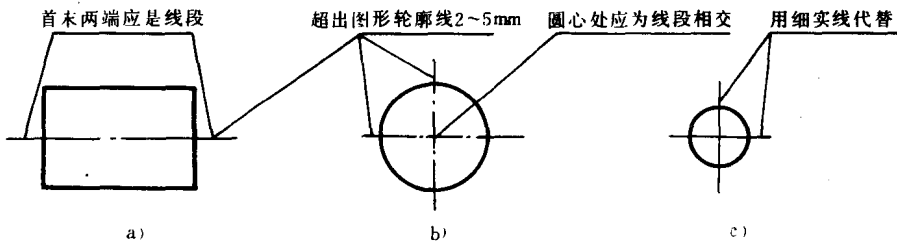


图 1-6 细点划线画法

五、尺寸注法 (GB4458.4—84)

图样中的图形(视图)用来表达机件的结构形状,而机件的大小则需要用尺寸来表示。为此,下面首先介绍国家标准“尺寸注法”中的一些基本内容。

1. 基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据,与图形的大小(绘图比例)及绘图的准确度无关。

(2) 图样中(包括技术要求和其它说明)的尺寸,以毫米为单位时,不需要标注计量单位的代号或名称,如采用其它单位,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

(3) 图样中所标注的尺寸,为该图样所示机件的最后完工尺寸,否则应另加说明。

(4) 机件的每一尺寸,一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸的组成

一个完整的尺寸,一般应由尺寸界线、尺寸线(包括箭头)和尺寸数字(包括符号)组成,见图 1-7。

(1) 尺寸界线 尺寸界线用细实线绘制,并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。

(2) 尺寸线和箭头 尺寸线用细实线绘制,其终端应画出箭头,并指到尺寸界线,箭头的形式见图 1-8。尺寸线不能用其它图线代替,一般也不得与其它图线重合或画在其延长线

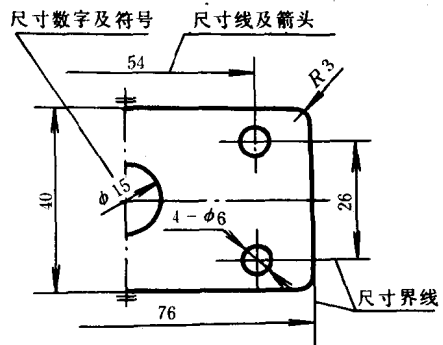


图 1-7 尺寸的组成

上。当对称机件的图形只画出一半或略大于一半时，尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界线，此时仅在尺寸线的一端画出箭头，见图 1-7 中的尺寸 54、76 和 $\phi 15$ 等。

(3) 尺寸数字和符号 尺寸数字的注法和符号规定等，在下面各类尺寸的注法中介绍。需要强调的是尺寸数字不可被任何图线所通过，否则必须把图线断开，见图 1-7 中的尺寸 $\phi 15$ 等。

3. 各类尺寸的注法

(1) 线性尺寸的注法 标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行。尺寸界线一般应与尺寸线垂直（必要时才允许倾斜），并超出尺寸线 2~3mm。线性尺寸的数字应按图 1-9 所示的方向注写。即水平方向的尺寸注写在尺寸线的上方，字头向上；垂直方向的尺寸注写在尺寸线的左方，字头向左；倾斜方向的尺寸注写在尺寸线的斜上方，字头也向着斜上方（也允许将尺寸数字注写在尺寸线的中断处，但字头方向的规定不变）。并尽可能避免在图

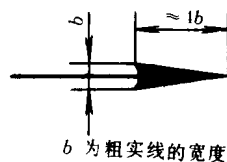


图 1-8 箭头的形式

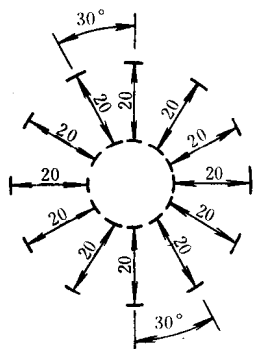


图 1-9 线性尺寸数字的注法

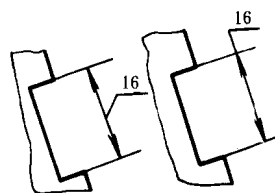


图 1-10 尺寸数字的引出标注

示 30°范围内标注尺寸，当无法避免时，可按图 1-10 的形式引出标注。

(2) 圆、圆弧及球面尺寸的注法

1) 标注圆的直径时，应在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”；标注圆弧半径时，应在尺寸数字前加注符号“R”。圆的直径和圆弧半径的尺寸线的终端应画成箭头，并按图 1-11 所示的方法标注。

2) 当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法按常规标出其圆心位置时，可按图 1-12a 的形式标注；若不需要标出其圆心位置时，可按图 1-12b 的形式标注。

3) 标注球面的直径或半径时，应在尺寸数字前分别加注符号“S ϕ ”或“SR”，见图 1-13。

4) 圆、圆弧以及球面的尺寸均属于线性尺寸，所以其尺寸数字也按图 1-9 所示的方法注写。

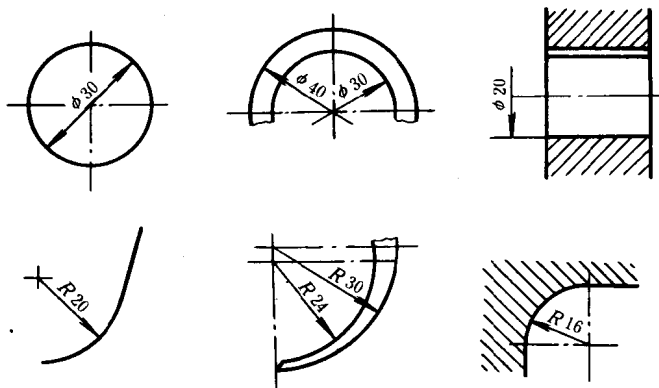


图 1-11 圆及圆弧尺寸的注法

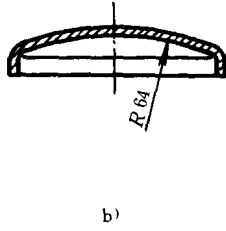
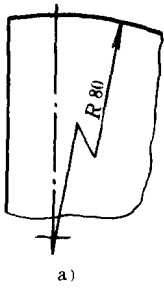


图 1-12 大圆弧尺寸的注法

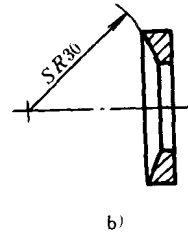
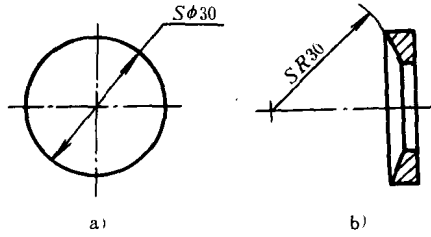


图 1-13 球面尺寸的注法
a) 球直径的注法 b) 球半径的注法

(3) 角度尺寸的注法 标注角度时, 尺寸界线应沿径向引出, 尺寸线应画成圆弧, 其圆心是该角的顶点, 见图 1-14a; 角度的数字一律写成水平方向, 一般注写在尺寸线的中断处, 见图 1-14a、b, 必要时也可以按图 1-14c 的形式标注。角度尺寸必须注明单位, 见图 1-14。

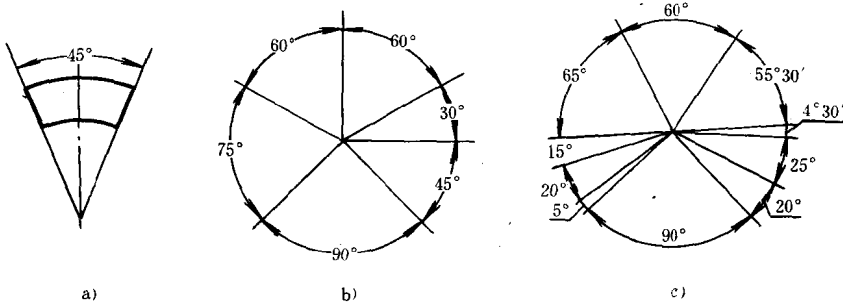


图 1-14 角度尺寸的注法

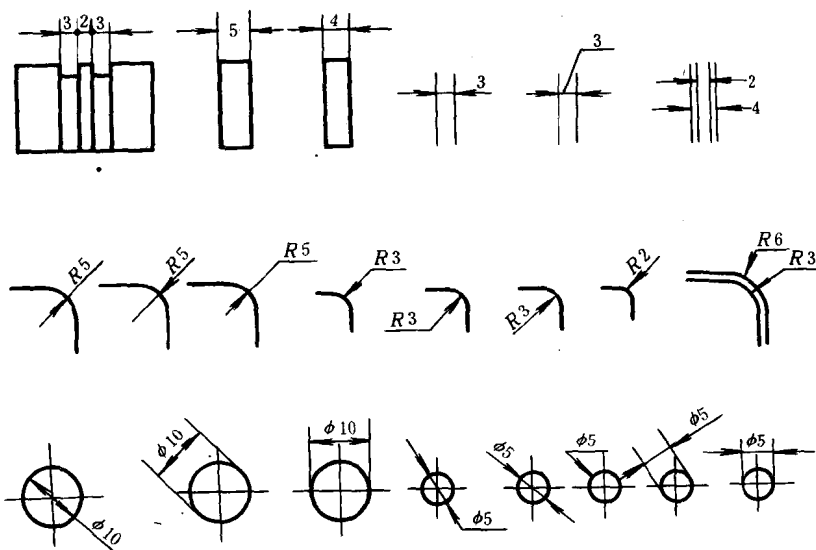


图 1-15 小尺寸的注法

(4) 小尺寸的注法 对于小尺寸在没有足够的位置画箭头或注写数字时, 可按图 1-15 的

形式标注。即尺寸箭头可从外向里指到尺寸界线，并可以用实心小圆点代替箭头，尺寸数字可采用旁注或引出标注。

(5) 其它结构尺寸的注法 标注弧长时，应在尺寸数字上方加注符号“ \frown ”，见图 1-16a；标注参考尺寸时，应将尺寸数字加上圆括号，见图 1-16b；标注剖面为正方形结构的尺寸时，可在正方形边长尺寸数字前加注符号“ \square ”或用 $B \times B$ 注出，见图 1-16c；标注板状零件的厚度时，可在尺寸数字前加注符号“ δ ”，见图 1-16d。

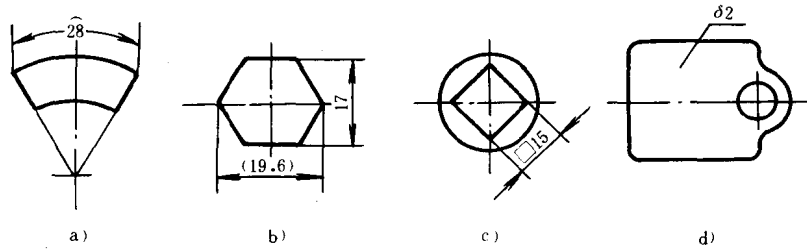


图 1-16 其它结构尺寸的注法

第二节 制图工具和仪器及其使用方法

绘制机械图样需要使用绘图工具和仪器，因而正确、熟练地使用绘图工具和仪器可以提高图样的质量，加快绘图的速度。为此将常用的绘图工具和仪器及其使用方法介绍如下。

一、图板

图板主要用来铺放和固定图纸，见图 1-17。且各种绘图工具和仪器均需借助于平整、光滑的图板板面进行制图。此外，丁字尺也以图板平直的工作边（左边）为依靠进行移动和工作。

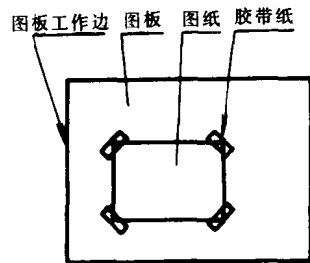


图 1-17 图板

二、丁字尺

丁字尺由尺头和尺身两部分组成，见图 1-18，尺头的右边和尺身的上边为工作边。丁字尺的主要用途是与图板配合，用来画水平线。画线时用左手扶住尺头，并使尺头工作边与图板工作边靠紧，上、下移动丁字尺至画线位置，即可用笔沿尺身工作边从左向右画出水平线。

三、三角板

一副三角板有两块，一块是两锐角均为 45° 的等腰直角三角形，另一块是两锐角分别为 30° 和 60° 的直角三角形。三角板与丁字尺、图板配合，可以用来画水平线的垂直线，见图 1-19。画线时，三角板的一个直角边靠紧丁字尺的尺身工作边，另一直角边置于左侧，左右移动三角板至画线位置，即可自下而上画出水平线的垂直线。一副三角板与丁字尺、图板配合，还可以画出与水平线成 15° 整数倍角度的倾斜线，见图 1-20。此外，一

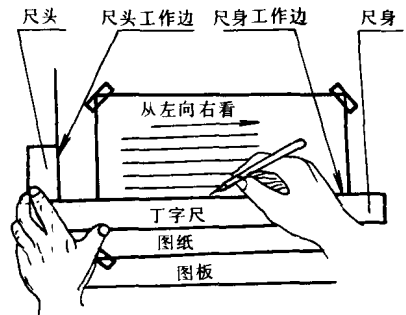


图 1-18 画水平线

副三角板配合，还可以画出任意已知直线的平行线或垂直线，见图 1-21。

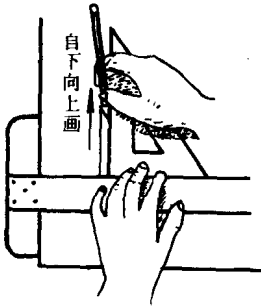


图 1-19 画垂直线

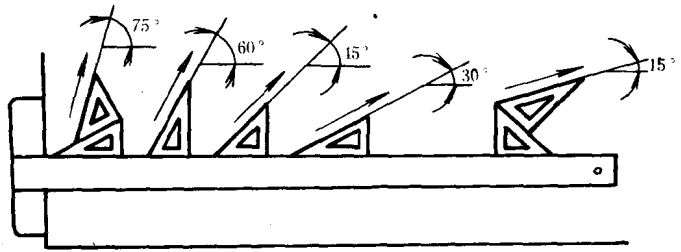


图 1-20 画倾斜线

四、比例尺

比例尺用来量取各种比例的尺寸。目前最常用的一种比例尺，其形状为三棱柱，故又名三棱尺，见图 1-22a。它有三个侧棱面，每个侧棱面上有两种比例刻度，共有六种比例刻度，通常为 1:1, 1:2, 1:2.5, 1:3, 1:4 和 1:5。

今以 1:2 的比例尺面为例来说明其原理和用法：该尺面每一小格的间距（反映图示长度）为 0.5mm，而刻度读数值（表示机件实际长度）为 1mm，所以由比例定义可知其比例为 1:2。其余比例尺面原理相同。

由此可知，当选用上述六种比例作图时，尺寸数值可直接从相应尺面上量取，不必换算。

每种尺面除用于标明的比例外，只要改变尺面刻度读数的单位，还可作为多种其它的缩小或放大的比例之用。如把刻度读数的单位由“mm”改为“cm”时，则同样的尺面长度（图示长度）所表示的机件实际长度相应增大为 10 倍，因而原来 1:2 的比例就变成 1:20。同理，把刻度读数的单位由“mm”改为“dm”或“m”时，则 1:2 的比例就变成 1:200 或 1:2000。而当把刻度读数的单位由“mm”改为“1/10mm”时，则同样的尺面长度所表示的实际长度为原来的 1/10，因而 1:2 的缩小比例就变成 5:1 的放大比例了。对于其余五种尺面的应用可作同样的分析，读者可自行分析。

使用比例尺量取尺寸时，可将选定的比例尺面置于某直线上，然后按数值要求，直接在直线上以短画作出标记，见图 1-22b。也可用分规先在比例尺上间接量取尺寸，再在直线上截取该尺寸。

五、曲线板

曲线板用来绘制非圆曲线。图 1-23 示出了绘制的方法和步骤：

- 1) 求作出非圆曲线上的若干点，见图 1-23a；
- 2) 徒手将这些点连接成光滑曲线，见图 1-23b；
- 3) 用曲线板内、外轮廓上的各种不同曲率的曲线去试凑上述曲线的开头一段，当两者吻合时（吻合线段至少应包括三个已知点），即可沿曲线板描深该段曲线，见图 1-23c；

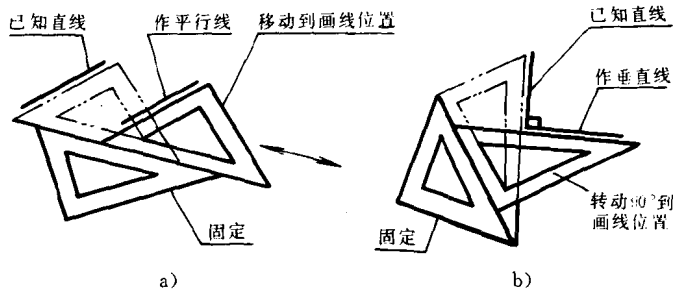


图 1-21 画已知直线的平行线、垂直线

a) 画平行线 b) 画垂直线