

工 程 图 学

编写：白聿钦 侯守明 王狂飞

段 鹏 徐文鹏

焦 作 工 学 院

前 言

工程图学是高等院校有关专业的一门技术基础课，其目的是培养学生工程形体表达能力；同时提高学生的形象思维能力，为学生从事工程设计、产品开发及学术交流奠定基础。

本书在编写过程中，在充分认识工程图学课程体系改革必要性的基础上，从工程图学必须与人才培养模式相结合、必须与计算机技术相联系的需要出发，主要考虑以下几个方面：

(1) 要发挥本课程培养形象思维和创造性思维的重要作用。根据认识规律，按照从三维形体到二维图形、再由二维图形到三维形体的认识主线来安排教学内容，发挥轴测投影和计算机三维造型技术在培养学生形象思维中的作用。

(2) 要发挥本课程培养计算机绘图能力的重要作用。本书将计算机三维造型和二维绘图技术与工程图学的基本理论融为一体，在培养学生计算机绘图能力的基础上，进一步理解图学理论知识。

(3) 根据产品设计习惯来安排教材内容。本书在专业制图部分按照装配图—零件图—装配图的思路来安排，使学生从能反映产品功能的装配图来认识和表达零件图，再从零件图作用和结构特点来更好地理解 and 表达装配图，不仅使学生了解产品设计的步骤，同时有利于学生从整体上掌握教材内容。

(4) 体现以草图和计算机绘图为主，仪器绘图为辅。通过讲课、上机、作业、实验来培养学生的各种绘图能力。

参加本书和习题集编写的有白聿钦、候守明、王狂飞、段鹏、徐文鹏、魏锋、韩光伟、张晓玲、钱伟。由白聿钦任主编，候守明、王狂飞任副主编。编写分工如下：白聿钦：编写大纲、绪论、第2章、第4章第3节。候守明：编写第6章、第9章。王狂飞：编写第7章、第8章。段鹏编写第1章、第5章。徐文鹏编写第3章、第4章第1、2节。全书由白聿钦统稿。完稿后由莫亚林教授审阅。

本书及配套习题集可作为机械类教材使用。

本书在编写过程中得到教务处、教材科、基础部领导和计算机中心的老师的大力支持和帮助，在此对他们深表感谢。

由于时间紧迫，编者的水平有限，书中难免有不足之处，诚望各位老师和同学提出宝贵意见。

编 者
2001年8月

目 录

绪 论	1
第一章 机械制图的基本知识	3
1.1 国家标准的部分内容简介	3
1.2 绘图工具及仪器的使用	13
1.3 几何作图	16
1.4 平面图形的尺寸分析和作图步骤	20
1.5 Auto CAD 的基本知识	24
1.6 徒手绘图	35
第二章 形体表达的基本原理和方法	37
2.1 投影原理	37
2.2 空间形体的三面投影图	40
2.3 形体的轴测投影图	45
2.4 正等轴测图的画法	48
2.5 斜二等轴测图画法	51
2.6 用三维立体造型技术创建形体模型	53
2.7 将形体立体图转换为三面投影图	63
第三章 点线面体的投影	71
3.1 点的投影	71
3.2 直线的投影	73
3.3 平面的投影	80
3.4 直线与平面、平面与平面的相对位置	88
3.5 基本体的投影	93
3.6 回转体正等轴测图画法	100
3.7 Auto CAD 坐标系	103
3.8 基本体的三维创建	105
第四章 形体截交与相贯	110
4.1 截交线	110
4.2 相贯线	117
4.3 用 Auto CAD 三维造型技术构造截断体和相贯体	125
第五章 组合体视图	137
5.1 概述	137
5.2 组合体的画法	140
5.3 组合体视图中的尺寸标注	145
5.4 看组合体视图的方法	149

5.5 创建组合实体	157
第六章 零件图	164
6.1 概述	164
6.2 零件形状的表达方法	168
6.3 零件图视图选择	198
6.4 零件上常见的工艺结构	208
6.5 零件图上的尺寸标注	214
6.6 零件图上的技术要求	220
6.7 零件图的测绘	243
6.8 零件图的阅读	255
第七章 标准件与常用件	257
7.1 螺纹的规定画法和标准	257
7.2 螺纹紧固件的画法和标注	260
7.3 齿轮的画法和标注	266
7.4 键和销	273
7.5 滚动轴承简介	275
7.6 弹簧画法	277
第八章 装配图	280
8.1 装配图的作用与内容	280
8.2 装配图的画法和视图选择	281
8.3 装配图的画法步骤和装配结构合理性	283
8.4 装配图的尺寸标注	291
8.5 装配图中零件编号、明细表和标题栏	292
8.6 读装配图及由装配图拆画零件图	293
第九章 立体表面的展开	299
9.1 平面立体的表面展开	299
9.2 可展曲面的展开	301
9.3 不可展曲面的近似展开	306
9.4 焊接图	311
附录	321
一、螺纹	321
二、常用的标准件	324
三、公差与配合	341
四、常用的金属材料与非金属材料	347
五、常用的热处理和表面处理名词解释	349
六、常用的机械加工一般规范和零件结构要素	350

绪 论

一、工程图学的产生、发展

图形和文字、语言一样是人们认识世界、表达和交流思想的主要工具。根据人类生产、生活的需要，人们需要制造生产工具、机器设备和建造各类工程建筑物，显然这些形体用文字和语言是很难表达清楚的，而用一定的投影方法和技术规定把形体表达达到图纸上，就可简便清楚地反映出其大小、形状和有关要求，这就形成了工程图。为了研究工程形体的图示方法和图解方法，就产生了工程图学。

在工程图学的历史发展过程中，具有五千年文明史的中国有过辉煌的一页，“没有规矩，不能成方圆”，反映了古代劳动人民已经对尺规作图规律有了深刻的认识。早在春秋时期，人们就能运用规矩、绳墨、悬垂等测量工具，到了宋代，对建筑制图的规格、营造技术、工料估算已有很高水平 and 规范。新中国成立后，工程图学在理论图学、应用图学、制图技术、制图标准、图学教育和计算机图学有了很大的发展。

随着计算机技术的普及和发展，使制图技术发生了根本变化。以计算机图形学为基础的计算机辅助设计技术推动了几乎所有领域的设计革命，它根本上改变了过去手工绘图、依图生产的模式，在图形工作站上进行交互设计、用数据文件发送产品定义、在统一的数字化产品模型下进行产品的设计、分析、计算工艺设计、数控加工、质量控制组织定货。其特征是数字化、标准化和网络化。计算机的应用并不能取代人的作用，只会大大提高工作效率，使技术人员有更多的时间运用计算机进行表达、构思，设计出更多、更好的产品。

二、工程图在工程中的作用

在机械工程上常用的图样是装配图和零件图。在进行机械产品设计时，根据其功能进行整体构思设计，画出机器的装配图，来表达设计思想和要求；在此基础上画出零件图，用来指导零件的制坯、加工、检验；最后，再以装配图为依据，按照组成零件的装配关系装配成整个机器。在使用机器时还要通过图来了解机器的结构和性能，便于机器的运行管理、维修和维护。同时在学术交流和科学研究中，利用图形便于进行表达、信息交流，并根据图形直观地表示事物的变化规律，揭示事物的本质。

三、工程图学的任务

本课程是高等工科院校的一门重要的技术基础课，其总目标是培养学生空间构思和想象能力、创新思维能力、绘图和读图能力。其任务是：

- (1) 培养学生仪器绘图、徒手绘图、和计算机绘图的三种绘图能力。
- (2) 使学生掌握在二维平面上表达三维空间物体的方法和技能。
- (3) 培养学生空间逻辑思维能力、形象思维能力和多向思维能力。
- (4) 培养学生绘制和阅读工程图样（主要是机械图）的基本能力。
- (5) 培养自学能力、分析问题和解决问题的能力。

(6) 培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

四、工程图学课程的学习方法

(1) 本课程是一门技术基础课,前半部分是制图基础理论即画法几何,后半部分是技术制图。对画法几何要把基本概念和原理透彻理解,做到融汇贯通才能掌握这些概念和方法进行解题。

(2) 对物体的几何分析和形体分析及其在各种相对位置时的图示特点是培养学生图示表达能力的关键,只有不断地进行“空间形体—平面图形—空间形体”的认识深化,从而提高学生的图示能力和空间思维能力。

(3) 本课程的技术制图部分是培养学生工程能力的重要一环,主要通过教学和一系列绘图和读图训练,使学生在实践中逐步掌握绘图、读图的方法和熟悉技术制图标准。

(4) 本课程的特点是把工程制图的基本理论和计算机绘图方法融合为一体,把先进的计算机技术应用于对技术制图,可大大加深对课程内容的认识,提高学习效率、绘图质量与速度。加强上机训练是提高计算机绘图能力的有效途径。要认真完成上机实验作业掌握计算机绘图的操作方法和步骤,能用计算机绘制中等复杂程度的零件图和装配图。

(5) 在教学过程中要有意识地自学能力、分析和解决问题的能力训练,培养认真负责的工作态度。

本课程只能为学生的工程设计能力奠定基础,在后续课程、生产实习、课程设计和毕业设计中,还要继续培养提高。

第1章 机械制图的基本知识

机械图样是工程技术界的语言，是表达设计思想、进行技术交流的重要文件，也是企业组织管理、制造产品必不可少的技术文件。学习机械制图，必须首先熟悉了解国家标准《机械制图》中的有关基本规定和绘图工具、仪器的使用，以及图形绘制的方法和技能。

本章主要介绍国家标准《机械制图》中的图纸幅面及格式、比例、字体、图线四个基本标准和尺寸注法标准中的部分内容以及AutoCAD绘图的一些基本知识。通过学习，对于标准中的各项规定要掌握，养成严格遵守的习惯；对于绘图工具、仪器要注意正确使用；对于平面图形的绘制，要学会分析线段的连接、作图的方法步骤，逐步养成习惯；并初步了解计算机绘图的方法与步骤。

1.1 国家标准的部分内容简介

为了便于进行生产和技术交流，我国的国家标准对图样中的各项内容均作了统一的规定。目前使用的是1998年修改的《技术制图》国家标准。我国国家标准（简称国标）的代号为“GB”（“GB/T”为推荐性国标），字母后面的两组数值，分别表示标准顺序号和标准批准的年份，例如“GB/T 17451—1998 技术制图 图样画法 视图”即表示制图标准：图样画法的视图部分，顺序号为17451，批准发布年份为1998年。

1.1.1 图纸幅面和格式 (GB/T 14689—93)

1. 图纸幅面尺寸

绘制技术图样时，应优先采用表1-1所规定的幅面尺寸，其格式如图1-1所示。必要时，也允许选用表1-2所规定的加长幅面。这些幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

表 1-1 图纸

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

表 1-2 图纸的加长幅面

幅面代号	A3×3	A3×4	A4×3	A4×4	A4×5
B×L	420×891	420×891	297×630	297×841	297×1051

2. 图纸格式

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1-1(a),(b)）和留有装订边（图1-1(c),(d)）两种。绘图时，图纸可以横放，也可以竖放。

3. 标题栏的方位

图框的右下角必须画出标题栏，标题栏中的文字方向为看图方向。

4. 对中符号

为了复制和缩微摄影的定位方便，可采用对中符号。对中符号是从周边画入图框内约五毫米的一段粗实线。如图1-2所示。

5. 方向符号

对于使用预先印制的图纸时，为了明确绘图与看图时图纸的方向，应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号，如图1-3所示。方向符号是用细实线绘制的等边三角形，其大小和所处的位置见图1-4。

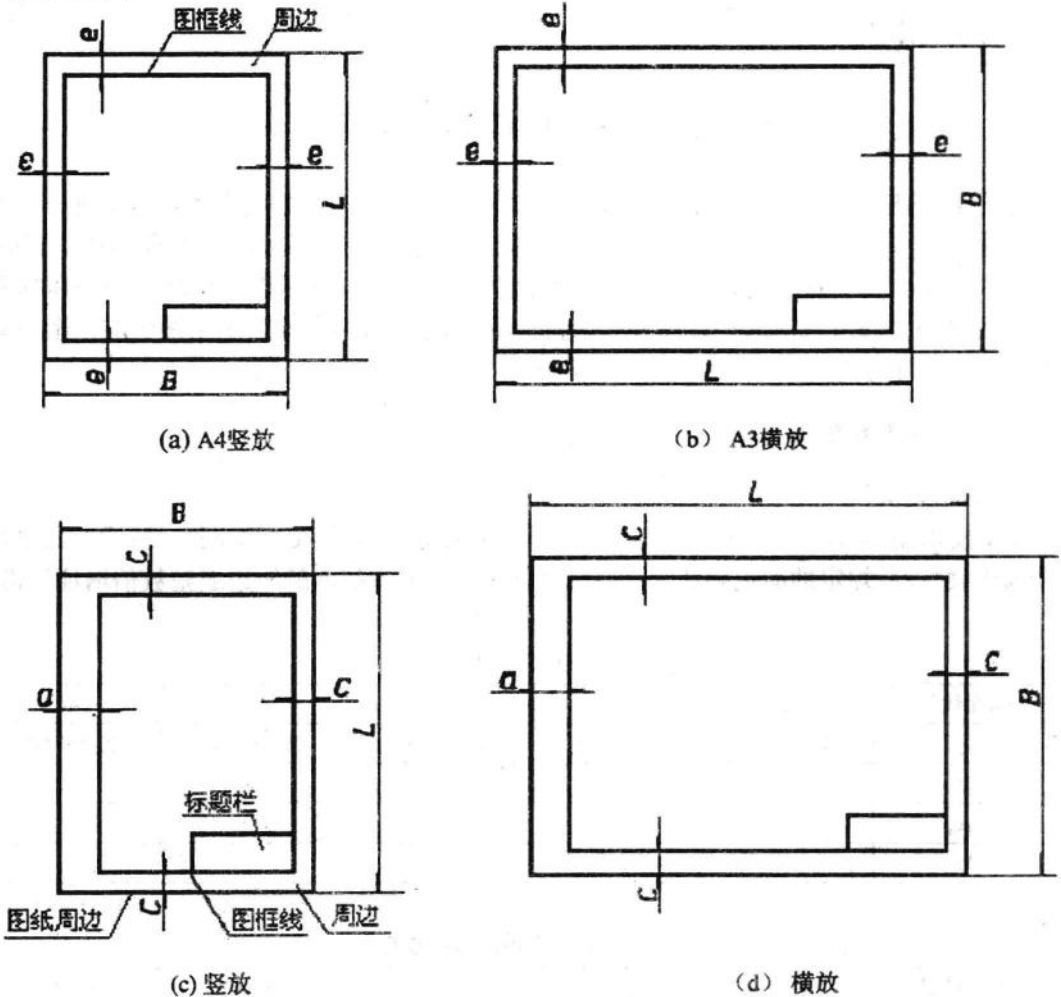


图 1-1 图框格式

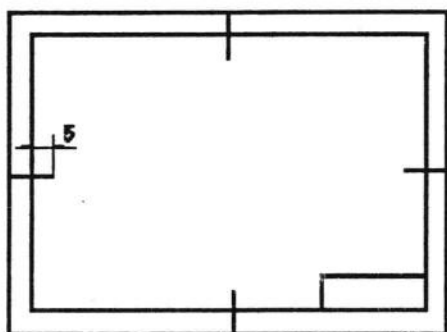


图 1-2 图纸幅面的对中符号

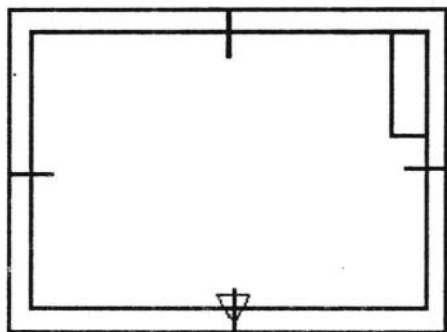


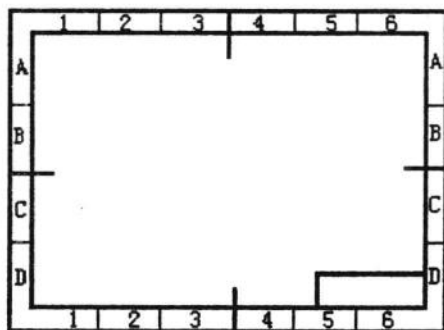
图 1-3 图纸幅面的方向符号



图 1-4 方向符号的画法

6. 图幅分区

图幅分区编号后，便于查找视图内详细结构、标注内容及修改处等，图幅分区如图1-5所示。图幅分区的数目，按图样的复杂程度来确定，但应是偶数。分区线为细实线，每一分区的长度应在25~75mm之间选择。分区的编号，沿上下方向(按看图方向确定图纸的上下和左右)用大写拉丁字母从上到下顺序编写；沿水平方向用阿拉伯数字从左到右顺序编写。当分区数超过拉丁字母的总数时，超过的分区可用双重字母依次编写，例如AA，BB，CC，……等。拉丁字母和阿拉伯数字的位置应尽量靠近图框线。在图样中标注分区号时，分区代号由拉丁字母和阿拉伯数字组合而成，字母在前、数字在后并排的书写，如B3、C5等。当分区代号与图形名称同时标注时，则分区代号写在图形名称的后边，中间空出一个字母的宽度，例如：



A向 B3: E—E A7; D向 C5等。
2:1

图 1-5 图幅分区

1.1.2 比例 (GB/T 1469-193)

绘制图样时采用的比例，为图中图形与实际机件相应要素的线性尺寸之比。比值为1的比例为原值比例，即1:1，比值小于1的比例称为缩小比例，如1:2，比值大于1的比例称为放大比例，如2:1。但在标注尺寸时，仍应按机件的实际情况标注，与绘图的比例无关。

国家标准规定，当需要按比例绘制图样时，应由表1-3规定的系列中选取适当的比例或采用表中比值的 10^n 倍数（ n 为正整数），如 $1:2 \times 10^3$ 、 $5 \times 10^2:1$ 等。

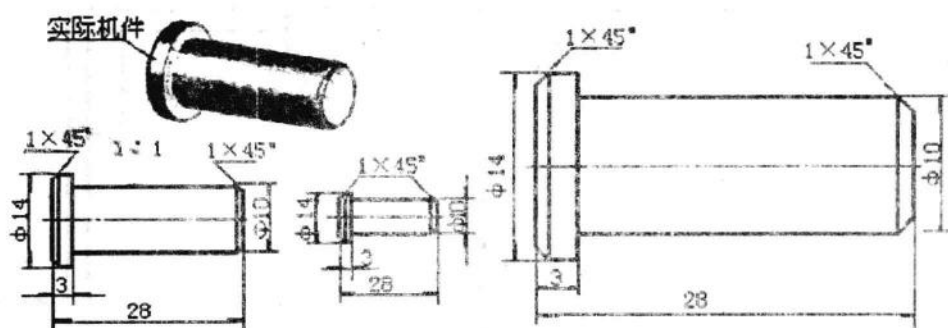


图1-6 采用不同比例所画的视图

表1-3 比例

种类	比例		
原值比例	1:1		
放大比例	5:1	2:1	
	$5 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$5 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2	1:5	
	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n:1$	$1:1 \times 10^n$

必要时，也允许选取表1-4中的比例。

表1-4

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

绘制同一机件的各个视图一般应采用相同的比例并在标题栏的比例栏中填写。若某个视图需采用不同的比例时，可在视图名称的下方或右侧标注比例，如：

I A向 B-B 平面图 1:100

2:1 1:100 2.5:1

1.1.3 字体 (GB/T 14692—93)

1. 图样中书写的汉字、数字、字母的字体必须做到：字体工整、笔划清楚、间隔均匀、排列整齐。汉字应写成长仿宋体并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度不应小于3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

2. 字体的号数，即字体的高度（单位毫米），分别为1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm。

如需要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

字母和数字分A型和B型。A型字体的笔画宽度（d）为字高（h）的十四分之一；B型字体的

笔画宽度 (d) 为字高(h)的十分之一。在同一图样, 只允许选用一种型式的字体。示例:

字体工整 笔划清楚 间隔均匀 排列整齐

ABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqr stuvwxyz

12345678910

12345678910

图 1-7 字体举例

1.1.4 图线 (GB/T 17450—1998)

1. 图线型式及应用

图线标准作为技术制图标准之一, 于1998年发布, 1999年7月1日实施。

图线基本线型见表1-5, 共有15种, 其中01是连续线, 02~15为不连续线。





基本线型可能的变形如表1-6所示。

表 1-5 基本线型

代码 NO.	基本线型	名称
01	—————	实线
02	- - - - -	虚线
03	- - - - -	间隔画线
04	— · — · — · — · — · — ·	单点长画线
05	— · — · — · — · — · — ·	双点长画线
06	— · — · — · — · — · — ·	三点长画线
07	·····	点线
08	— — — — —	长画短画线
09	— — — — —	长画双短画线
10	— · — · — · — · — · — ·	点画线
11	— — — — —	单点双画线
12	— · — · — · — · — · — ·	双点画线
13	— · — · — · — · — · — ·	双点双画线
14	— · — · — · — · — · — ·	三点画线
15	— · — · — · — · — · — ·	三点双画线

标准规定了九种图线宽度, 所有线型的图线宽度 (d表示图线宽度) 应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择: 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2mm。图线的宽度分粗线、中粗线、细线三种, 粗线、中粗线、细线的宽度比率为4:2:1, 在同一图样中, 同类图线的宽度应一致。一般粗线和中粗线宜在0.5~2mm之间选取, 应尽量保证在图样中不出现宽度小于0.18mm的图线。

表 1-6 基本线型的变形

基本线型的变形	名称
	规则波浪连接线
	规则螺旋连接线
	规则锯齿连接线
	波浪线(徒手连接线)

注：本表仅包括了No.01基本线型的变形，No.02~15可用同样的方法变形表示。

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、粗虚线、[细]虚线、粗点画线、[细]点画线、[细]双点画线，“[]”内表示一般缺省时所指的粗细线型。

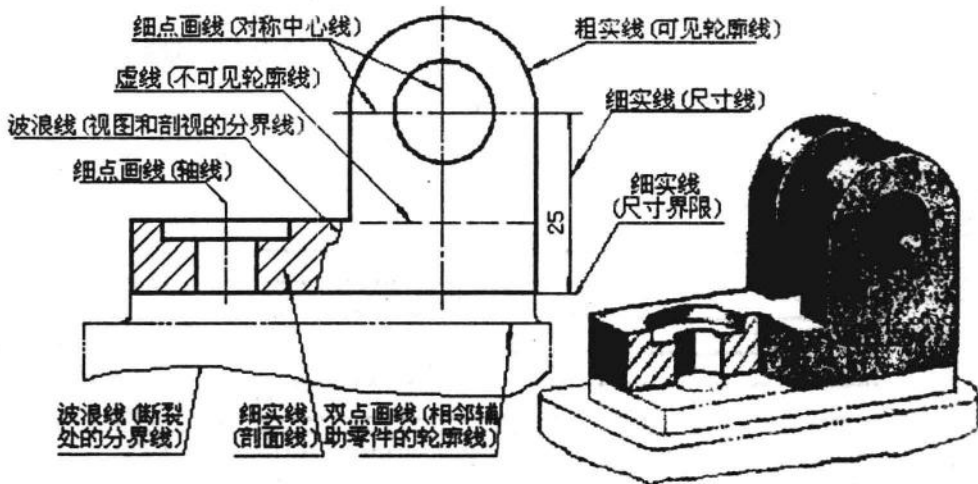


图 1-8 图线及其应用

2. 图线的画法

同一图样中，同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线以及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相同，其长度可根据图形的大小决定。国家标准对虚线，点画线的线段长短和间隔并未作规定，但为了学习方便，建议按照图1-9中所标注的线段长度及间隔进行作图。点画线中的点实际是极短的短画（约1mm），短画和线段的距离也为1mm左右。

绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点。点画线的首末两端应是线段而不是短画，且应超出图形外约2~5mm。在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时，可用细实线代替。虚线的画法如图1-10所示。当虚线与虚线、或虚线与粗实线相交时，应该是线段相交。当虚线是粗实线的延长线时，在连接处应断开。

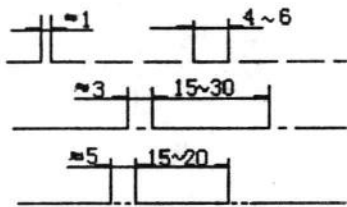


图 1-9 建议采用的图线规格

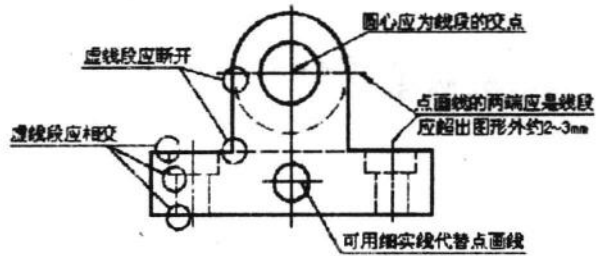


图 1-10 点画线与虚线的画法

1.1.5 尺寸注法

图样上必须标注尺寸以表达零件的各部分大小。国家标准规定了标注尺寸的一系列规则和方法，绘图时必须遵守。

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，与图形的大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样中（包括技术要求和其他说明）的尺寸，以毫米为单位时，无需标注计量单位的代号或名称，如采用其他单位时，则必须注明。

2. 尺寸的组成

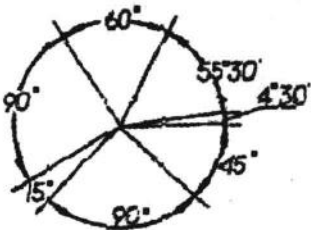
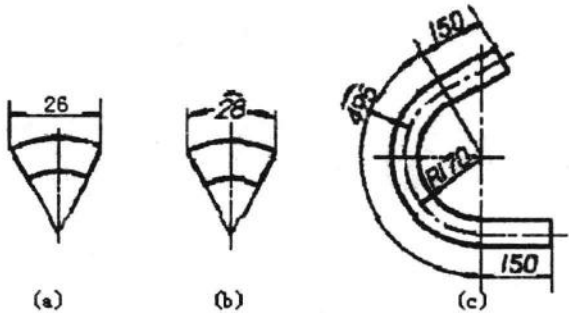
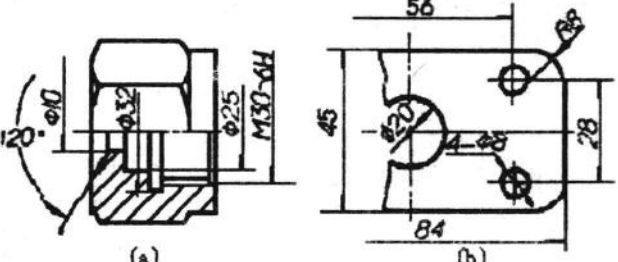
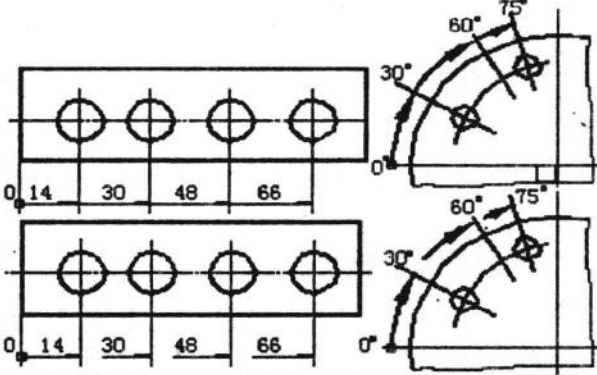
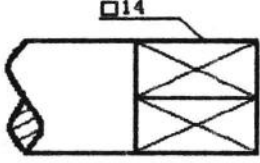
一个完整的尺寸，应包括尺寸线、尺寸界线、尺寸数字和尺寸线终端（箭头或斜线）。如表 1-7。

表 1-7 标注尺寸的基本规定

项目	说 名	图 例
尺 寸 数 字	1. 线性尺寸的数值一般应注写在尺寸线的上方也允许注写在尺寸线的中断处。	
	2. 标注参考尺寸时，应将尺寸数值加上圆括号。	
	3. 线性尺寸数字的方向，一般应按图(a)所示的方向注写，并尽可能避免在图示30°范围内标注尺寸。当无法避免时，可按图(b)或图(c)的形式标注。在不引起误解时，也允许将非水平方向尺寸的尺寸数字，水平地注写在尺寸线的中断处，如图(d)所示。但在同一张图样中，应尽可能采用同一种形式标注。	

项目	说 明	图 例
尺寸数字	4. 尺寸数字不可被任何图线所通过, 否则必须将图线断开。	
尺寸线	<p>1. 尺寸线用细实线绘制, 其终端有两种形式:</p> <p>(1) 箭头: 箭头的形式和大小如图a所示, 也可使用单边箭头如图b, 适用于各种类型的图样。在机械制图样中主要采用这种形式。</p> <p>(2) 斜线: 斜线用细实线绘制, 其方向和画法如图c所示。采用这种形式时尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。</p> <p>2. 当尺寸线与尺寸界线相互垂直时, 同一张图样中只能采用一种尺寸线终端的形式。</p>	
<p>3. 标注线性尺寸时, 尺寸线必须与标注的线段平行。</p> <p>4. 尺寸线不能用其他图线代替, 一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上。</p>		
5. 标注尺寸时, 可采用带箭头的指引线, 如图a。也可采用不带箭头的指引线, 如图b。		
尺寸界线	1. 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。	

项目	说明	图例
尺寸界线	1. 尺寸界线一般应与尺寸线垂直，必要时才允许倾斜。 2. 在光滑过渡处标注尺寸时，必须用细实线将轮廓线延长，从它们的交点处引出尺寸界线。	<p>尺寸界线贴近轮廓线时允许倾斜</p> <p>光滑过渡处必须从交点引出尺寸界线</p>
直径与半径	1. 标注直径时，应在尺寸数字前加注符号“ Φ ”，标注半径时，应在尺寸数字前加注符号“R”，其尺寸线应通过圆心，尺寸线的终端应画成箭头。 2. 当圆弧半径过大或在图纸范围内无法标出其圆心位置时，可按图a的形式标注，如不需要标出其圆心位置时，可按图b的形式标注。 3. 标注球面的直径或半径时，应在符号“ Φ ”或“R”前再加注符号“S”（图a、b）。对于螺钉、铆钉的头部，轴（包括螺杆）的端部等，在不致引起误解的情况下可省略符号“S”（图c）。	<p>(a) (b) (c)</p>
同心圆弧	4. 一组同心圆弧或圆心位于一条直线上的多个不同心圆弧的尺寸，可用共用的尺寸线箭头依次表示。 5. 一组同心圆或尺寸较多的台阶孔的尺寸，也可用共用的尺寸线和箭头依次表示。	<p>R7, R14, R20, R30</p> <p>R15, R30, R35</p> <p>$\Phi 60, \Phi 100, \Phi 120$</p> <p>$\Phi 5, \Phi 10, \Phi 12$</p>
狭小部位	1. 再没有足够的位置画箭头或注写尺寸数字时，可将其中之一布置在外。 2. 当位置更小时，箭头和数字都可以布置在外。 3. 几个小尺寸连续标注时，中间的箭头可用圆点或斜线代替。	

项目	说 明	图 例
角 度	1. 标注角度的尺寸界线应沿径向引出。 2. 标注角度时, 尺寸线应画成圆弧, 其圆心应是该角的顶点。 3. 角度的数字一律写成水平方向, 一般注写在尺寸线的终端处, 必要时也可注写在尺寸线的上方或外面, 或引出标注。	
弦 长 与 弧 长	1. 标注弦长或弧长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线(图a、b), 当弧度较大时, 可沿径向引出(图c)。 2. 标注弧长时, 应在尺寸数字上方加注符号“ $\overset{\frown}{}$ ”	
对 称 图 形	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分界线, 此时仅在尺寸线的一端画出箭头。	
其 它 尺 寸 注 法	从同一基准出发的尺寸可按左图的形式标注。	
其 它 尺 寸 注 法	标注正方形结构尺寸时, 可在正方形边长尺寸数字前加注“ \square ”	

项目	说 明	图 例
其他尺寸标注	间隔相等的链式尺寸,可采用左图所示的简化注法。	
	对于铰平孔,也可采用表1-8中的符号简化标注。	
	各类孔可采用旁注和符号相结合的方法标注。	

标注尺寸时,应尽可能使用符号和缩写词。

表 1-8 符号与缩写词

名称	直径	半径	球直径 球半径	厚度	正方形	45° 倒角	深度	沉孔或铰平	埋头孔	均布
符号或缩写词	Φ	R	SΦ, SR	T	□	C	↓	┘	∩	EQS

1.2 绘图工具及仪器的使用

绘图时不仅需要一套绘图工具和仪器,而且还应正确地使用和维护,才能发挥它们的作用,保证绘图质量,提高绘图效率。下面简要介绍几种常用的绘图器具。