

Preface

前 言

AutoCAD 是目前世界上最流行的计算机辅助设计软件之一,已广泛地应用于机械、建筑、电子、服装等各个行业。AutoCAD 在各个工程领域的渗透与应用,给传统的设计方式带来了强大的影响和冲击,给生产力的发展和人民生活方式的改变也带来了不可低估的影响。机械制图是机械类工程技术人员或者说具有机械设计能力的人员应该而且必须掌握的一种能力,是用来表达设计思想、交流设计方案、指导实际生产、制造出有用产品的必备手段。随着科学技术的发展特别是计算机在人类生活中的应用和普及,机械制图的方式也发生了很大的变化,从手工图板绘图发展到计算机自动绘图。现代企业生产迫切需要既会手工绘图又懂计算机绘图甚至计算机设计的全面型人才。

本书作者多年来一直从事机械制图及计算机绘图等课程的教学和培训工作,积累了丰富的教学经验和实际绘图经验,同时也逐步探索出了学生快速掌握利用 AutoCAD 进行机械制图和机械设计的最简捷的方法和途径。

本书本着简明、实用、通俗易懂、容易上手的原则,前 4 章分别讲述了机械制图的基本知识,投影基础知识,视图以及机件的表达方法,使你快速领会机械制图的真谛和奥秘;第 5 章介绍了利用 AutoCAD 2007 设置机械制图工程环境的方法,“好的开始是成功的一半”,建议学习者按照书中讲的步骤仔细练习,必将收到事半功倍的效果;第 6 章~第 9 章详细介绍了工程常用零件图的比较典型的绘制方法及步骤,请学习者练习后,能够记住这些方法,以达到触类旁通、举一反三的效果;第 10 章讲述了如何利用 AutoCAD 绘制装配图的方法,并以减速器装配图的绘制为例进行了详细讲解;第 11 章介绍的轴测图是一种具有三维视觉效果二维平面图形,在产品招标书、产品说明书上经常用到,希望能够掌握。第 12 章讲述了 AutoCAD 2007 的三维绘图功能,并完成了两个零件的三维造型,目的是让大家能够利用 AutoCAD 2007 进行产品的三维造型,以便与其他机械设计软件交换数据。

本书的编写采用了由浅入深、层层推进的方式,基本涵盖了现代制图技术所需要的内容和知识。本书可作为各类理工科院校机械制图或工程图学课程的教材、计算机绘图类课程的实验教材以及机械类 AutoCAD 培训班的培训教材,也可作为广大工程技术人员和在校学生学习 AutoCAD 辅助机械制图的参考用书。

本书由陈营、颜丙雷编著。在编写过程中得到了家人、同事、学生们的大力帮助,同时参考和借鉴了一些文献资料,在此一并表示诚挚的谢意。

由于作者水平有限,书中错误、缺点在所难免,恳请读者批评指正。

作 者
2006 年 11 月

Content

目 录

前 言

第 1 章 制图的基本知识 1

- 1.1 机械制图国家标准简介 1
 - 1.1.1 图纸幅面和格式
(GB/T 14689—93) 1
 - 1.1.2 比例 (GB/T 14690—93) 3
 - 1.1.3 字体 (GB/T 14691—93) 3
 - 1.1.4 图线 (GB4457.4—84) 4
 - 1.1.5 尺寸标注 (GB4458.4—84) 6
- 1.2 常用制图工具及使用 7
 - 1.2.1 图板、丁字尺和三角板 7
 - 1.2.2 绘图铅笔 8
 - 1.2.3 圆规和分规 8
 - 1.2.4 曲线板和模板 9
- 1.3 绘图的方法和步骤 9
 - 1.3.1 仪器绘图 10
 - 1.3.2 徒手绘图 10

第 2 章 投影基础知识 13

- 2.1 投影法的基础知识 13
- 2.2 三视图的形成及投影规律 15
- 2.3 点的投影 17
 - 2.3.1 点的两面投影 17
 - 2.3.2 点的三面投影 18
 - 2.3.3 点的三面投影与其直角
坐标的关系 18
 - 2.3.4 两点的相对位置及重影点 19
- 2.4 直线的投影 20
 - 2.4.1 直线的投影概述 20
 - 2.4.2 各种位置直线的投影特性 21

- 2.5 平面的投影 23
 - 2.5.1 平面的表示法 23
 - 2.5.2 各种位置平面的投影特性 23
- 2.6 基本立体的投影 25
- 2.7 平面与立体相交 26
 - 2.7.1 平面与平面立体相交 26
 - 2.7.2 平面与回转体表面相交 27
- 2.8 曲面立体的表面相交 32

第 3 章 组合体的三视图及画法 39

- 3.1 组合体的视图 39
 - 3.1.1 组合体的组合方式及其
分析方法 39
 - 3.1.2 组合体三视图的画法 40
- 3.2 组合体的尺寸标注 43
 - 3.2.1 尺寸种类 43
 - 3.2.2 尺寸基准 43
 - 3.2.3 基本形体的尺寸标注 43
 - 3.2.4 组合体的尺寸标注 44
 - 3.2.5 标注尺寸应注意的问题 45
- 3.3 识读组合体视图 45
 - 3.3.1 识读组合体视图的基本要点 46
 - 3.3.2 读图的方法和步骤 48
 - 3.3.3 补视图和补漏线 50

第 4 章 机件的常用表达方法 53

- 4.1 视图 53
 - 4.1.1 基本视图 53
 - 4.1.2 向视图 54
 - 4.1.3 局部视图 54
 - 4.1.4 斜视图 55
- 4.2 剖视图 56
 - 4.2.1 剖视图的概念、画法及标注 56

4.2.2 剖视图的种类	57		
4.2.3 剖切面的种类及方法	60		
4.3 断面图	62		
4.3.1 断面的概念	62		
4.3.2 断面的种类	63		
4.3.3 断面的标注	64		
4.4 其他表达方法	64		
4.4.1 局部放大图	64		
4.4.2 断裂画法	65		
4.4.3 其他习惯画法和简化画法	65		
第5章 AutoCAD 2007 机械制图			
环境设置	69		
5.1 AutoCAD 2007 简介	69		
5.1.1 AutoCAD 2007 的系统需求	69		
5.1.2 AutoCAD 2007 的启动与退出	69		
5.1.3 AutoCAD 2007 的经典界面	72		
5.1.4 AutoCAD 2007 的三维 建模界面	73		
5.1.5 AutoCAD 2007 的基本 操作方法	74		
5.1.6 AutoCAD 2007 的特性	78		
5.1.7 AutoCAD 2007 新功能简介	79		
5.2 AutoCAD 2007 机械制图环境设置	80		
5.2.1 建立样板文件	80		
5.2.2 样板文件的作用	80		
5.2.3 符合国标的样板文件的制作	80		
5.2.4 样板图的调用	98		
5.3 标准文件的使用	98		
第6章 轴类零件图的绘制	99		
6.1 任务要求	99		
6.2 零件分析	99		
6.3 具体绘制过程	100		
6.3.1 第一种方法	100		
6.3.2 第二种方法	111		
6.3.3 第三种方法	111		
6.3.4 第四种方法	112		
第7章 盘盖类零件图的绘制	113		
7.1 任务要求	113		
7.2 零件分析	113		
7.3 具体绘制过程	114		
第8章 叉架类零件图的绘制	123		
8.1 任务要求	123		
8.2 零件分析	123		
8.3 具体绘制过程	124		
第9章 箱体类零件的绘制	129		
9.1 任务要求	129		
9.2 零件分析	129		
9.3 具体绘制过程	130		
第10章 装配图的绘制	137		
10.1 装配图的作用和内容	137		
10.1.1 装配图的作用	137		
10.1.2 装配图的内容	137		
10.2 装配图的表达方法	137		
10.2.1 装配图的基本表达方法	138		
10.2.2 装配图的规定画法	138		
10.2.3 装配图的特殊表达方法	138		
10.2.4 装配图表达方案的选择	139		
10.2.5 装配图的画法	139		
10.2.6 装配图中容易忽略的画法	140		
10.2.7 注意事项	140		
10.3 装配图中的尺寸标注	141		
10.4 装配图上技术要求的注写	141		
10.5 装配图的零件编号和明细栏	142		
10.5.1 编写零件序号的方法	142		
10.5.2 序号标注中的一些规定	142		
10.5.3 标题栏及明细栏	143		
10.6 AutoCAD 2007 绘制装配图的一般过程	144		
10.7 AutoCAD 2007 绘制装配图的方法及应用举例	145		
10.7.1 直接绘制法	145		

10.7.2	插入零件图块法	149	12.1.6	三维建模拼合算法	195
10.7.3	插入零件图形文件法	155	12.1.7	三维实体操作方法	195
10.7.4	使用设计中心拼绘装配图	155	12.1.8	三维实体子对象编辑方法	196
10.8	减速器装配图的绘制	158	12.2	AutoCAD 2007 绘制三维 图形实例一——传动轴	197
10.8.1	任务要求	158	12.2.1	任务要求	197
10.8.2	任务分析	160	12.2.2	建模过程分析	197
10.8.3	具体绘制过程	160	12.2.3	具体建模过程	197
第 11 章 轴测图的绘制			12.3	AutoCAD 2007 绘制三维 图形实例二——齿轮	201
11.1	轴测图的基本知识	173	12.3.1	建模过程分析	201
11.1.1	轴测图的形成	173	12.3.2	第一种建模方法的建模过程	201
11.1.2	轴间角和轴向伸缩系数	173	12.3.3	第二种建模方法的建模过程	204
11.1.3	轴测投影的分类	173	第 13 章 综合应用实例		
11.1.4	轴测图的投影特性	174	13.1	实例一——圆弧连接	207
11.2	AutoCAD 2007 绘制正等轴 测图的方法	174	13.1.1	绘制吊钩	207
11.2.1	AutoCAD 绘制轴测 投影图的特点	174	13.1.2	绘制手柄	213
11.2.2	打开轴测投影绘图方式	175	13.2	实例二——绘制标准件	218
11.2.3	在轴测模式下的作图方法	177	13.2.1	绘制螺母	218
11.3	轴测图绘制实例	181	13.2.2	绘制垫圈	219
11.3.1	任务要求	181	13.2.3	绘制弹簧	220
11.3.2	绘图步骤	182	13.3	实例三——绘制配重卡盘	226
第 12 章 三维图形的绘制			13.4	实例四——操作杆的绘制	228
12.1	三维绘图必备基础知识	187	13.5	实例五——拨叉的绘制	239
12.1.1	用户坐标系	187	13.6	实例六——油泵座体的绘制	253
12.1.2	三维模型的观察	191	13.7	实例七——二级涡轮蜗杆减速器 箱体的绘制	258
12.1.3	三维模型的显示	192	13.8	实例八——单级涡轮蜗杆减速器 箱体的绘制	260
12.1.4	面域	193			
12.1.5	三维建模体素	193			

第 1 章 制图的基本知识

图样是现代机器制造过程中重要的技术文件之一，是工程界的技术语言。设计师通过图样设计新产品，工艺师依据图样制造新产品。此外，图样还广泛应用于技术交流。

在各个工业部门，为了科学地进行生产和管理，对图样的各个方面，如图幅的安排、尺寸注法、图纸大小、图线粗细等，都需要有统一的规定，这些规定称为制图标准。

本章先介绍由国家标准局颁布的机械制图国家标准（简称国标），然后介绍绘图工具的使用、几何作图和平面图形尺寸分析等有关的制图基本知识。

1.1 机械制图国家标准简介

1.1.1 图纸幅面和格式（GB/T 14689—93）

1. 图纸幅面

为了便于图纸的装订和保存，国家标准对图纸幅面作了统一的规定。绘制图样时，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 图纸幅面代号和尺寸（mm）

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

2. 图框格式

每张图样均需有粗实线绘制的图框。

要装订的图样，应留装订边，其图框格式如图 1-1 所示。不需要装订的图样其图框格式如图 1-2 所示。但同一产品的图样只能采用同一种格式，图样必须画在图框之内。

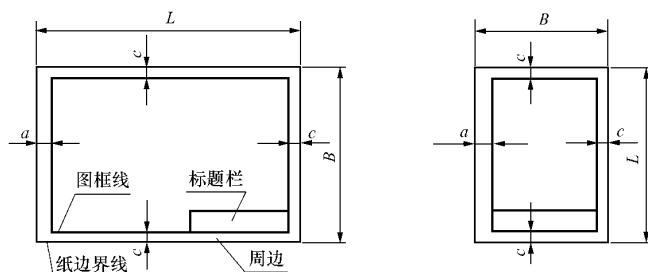


图 1-1 需要装订图样的图框格式

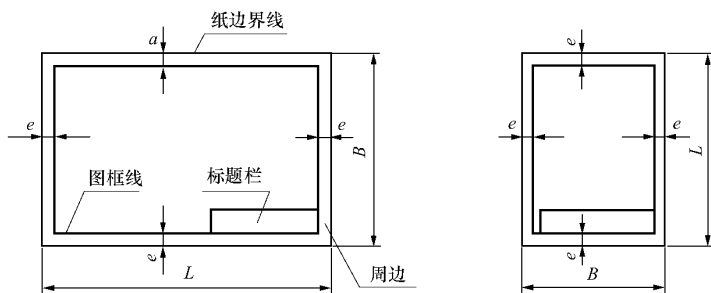


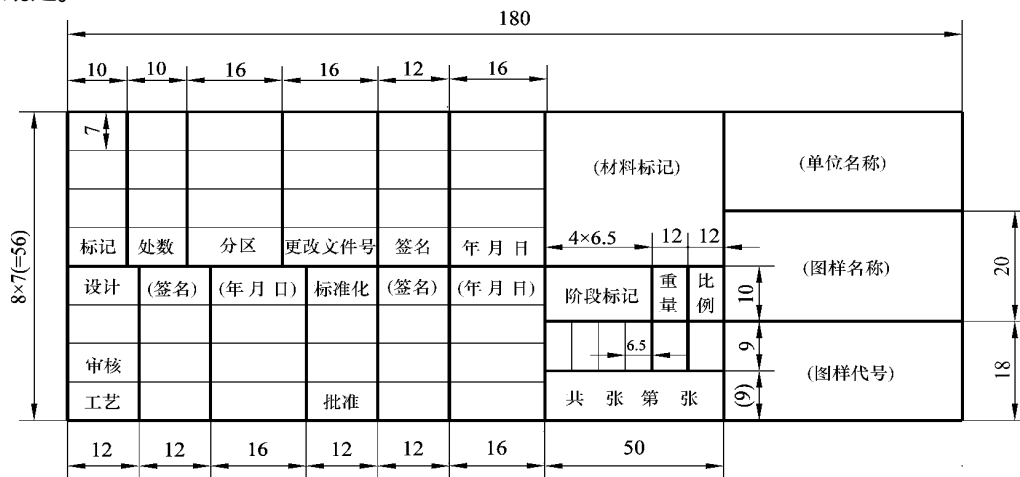
图 1-2 不需要装订图样的图框格式

3. 标题栏及其方位

每张技术图样中均应画出标题栏。标题栏的格式和尺寸按 GB10609.1—89 的规定，如图 1-3 (a) 所示。本书将标题栏作了简化建议在作业中采用，如图 1-3 (b) 所示。

标题栏一般应位于图纸的右下角，如图 1-1 和图 1-2 所示。当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时，则构成 X 型图纸。当标题栏的长边与图纸的长边垂直时，则构成 Y 型图纸，在此情况下，看图的方向与看标题栏的方向一致，即标题栏中的文字方向为看图方向。

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。



(a) 标准标题栏格式



(b) 简易标题栏格式

图 1-3 标准标题栏和简易标题栏

1.1.2 比例 (GB/T 14690—93)

绘制图样时所采用的比例,是图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比。简单地说,图样上所画图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称作比例。比值为1的比例,即1:1,称为原值比例;比值大于1的比例,如2:1等,称为放大比例;比值小于1的比例,如1:2等,称为缩小比例。

绘制图样时,应尽可能按机件的实际大小画出,以方便看图,如果机件太大或太小,则可用表1-2中所规定的第一系列中选取适当的比例,必要时也允许选取表1-2中第二系列的比例。但标注尺寸一定要注写实际尺寸。尤其在用AutoCAD按放大缩小比例绘图时,标注尺寸时一定要通过设置标注样式中的比例因子的大小,使图中标出的尺寸是真正的设计尺寸。

表1-2 比例

种 类	比例系列一	比例系列二
原值比例	1 1	
放大比例	2 1 5 1 1×10^n 1 2×10^n 1 5×10^n 1	2.5 1 4 1 2.5×10^n 1 4×10^n 1
缩小比例	1 2 1:5 1 10 $1 2 \times 10^n$ $1 5 \times 10^n$ $1 1 \times 10^n$	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时应尽量采用相同的比例,当某个视图需要采用不同比例时,必须另行标注。

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。

1.1.3 字体 (GB/T 14691—93)

图样中除了用视图表示机件的结构形状外,还要用文字和数字说明机件的技术要求和大小。国家标准《技术制图 字体》(GB/T 14691—93)中,规定了汉字、字母和数字的结构形式。

1. 书写字体的基本要求

图样上所注写的汉字、数字、字母必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。这样要求的目的是使图样清晰,文字准确,便于识读,便于交流,提高效率,减少错误,给生产和科研带来方便。

2. 字体的具体规定

汉字的字号规定了八种:20, 14, 10, 7, 5, 3.5, 2.5, 1.8。字的号数即是字的高度。如10号字,它的字高为10mm。字的宽度一般是字的高度的2/3左右。

(1) 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。如需要书写更大的字,其高度

应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。用作指数、分数、注脚和尺寸偏差数值，一般采用小一号字。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) 字母和数字分斜体和直体两种。斜体字的头部向右倾斜 15° 。字母和数字各分 A 型和 B 型两种字体。A 型字体的笔画宽度为字高的 $1/14$ ，B 型为 $1/10$ 。绘图时，一般用 B 型斜体字。在同一图样上，只允许选用一种字体。

图 1-4 和图 1-5 所示的是图样上常见字体的书写示例。

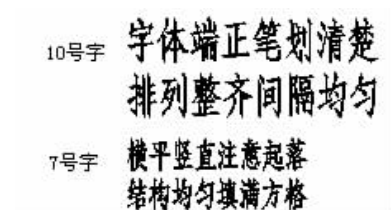


图 1-4 长仿宋体汉字



图 1-5 数字书写示例

1.1.4 图线 (GB4457.4—84)

机械图样中的图形是用各种不同粗细和型式的图线画成的，不同的图线在图样中表示不同的含义。绘制技术图样时，应遵循国标《技术制图 图线》(GB4457.4—84)的规定。

所有图线的宽度 b 应按图样的类型和尺寸大小在下列系数中选择：

0.13mm；0.18mm；0.25mm；0.35mm；0.5mm；0.7mm；1mm；1.4mm；2mm。

粗线、中粗线和细线的宽度比率为 4 : 2 : 1。

基本图线适用于各种技术图样。表 1-3 列出的是机械制图的图线型式及应用说明。图 1-6 所示为常用图线应用举例。

表 1-3 机械制图的图线型式及其用途

图线名称	图线型式	图线宽度	图线应用举例 (见图 1-8)
粗实线		b	可见轮廓线；可见过渡线
细实线		约 $b/3$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合断面的轮廓线及指引线等
虚线		约 $b/3$	不可见轮廓线；不可见过渡线
细点划线		约 $b/3$	轴线、对称中心线等
粗点划线		b	有特殊要求的线或表面的表示线
波浪线		约 $b/3$	断裂处的边界线等
双折线		约 $b/3$	断裂处的边界线
双点划线		约 $b/3$	极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线等

注 1. 表中虚线、细点划线、双点划线的线段长度和间隔的数值可供参考。

2. 粗实线的宽度应根据图形的大小和复杂程度选取，一般取 0.7mm。

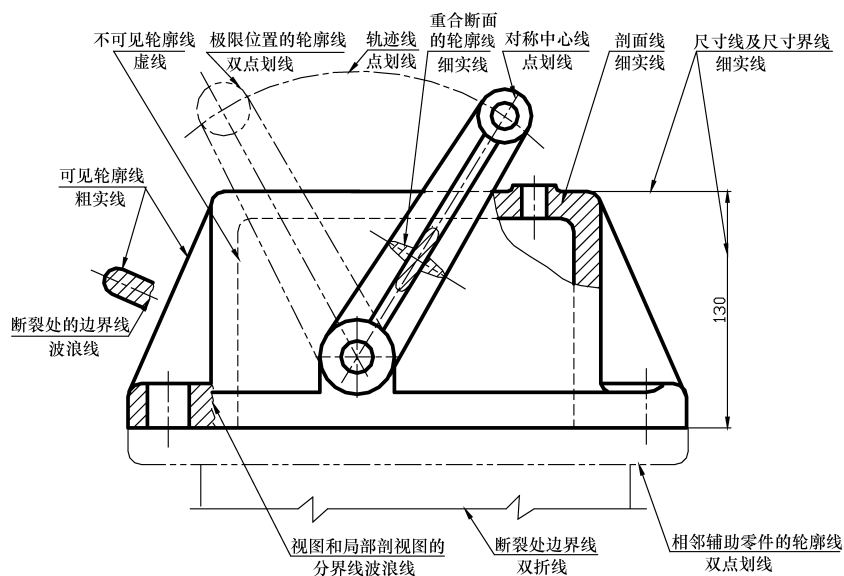


图 1-6 图线应用举例

绘制图样时，应注意：

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点划线及双点划线的线段长度和间距应各自大致相等。

(2) 点划线、双点划线的首末两端应是线段，而不是短划线，同时其两端应超出图形的轮廓线 3~5mm。点划线、双点划线的点不是点，而是一个约 1mm 的短划线。

(3) 绘制圆的中心线，圆心应为线段的交点。在较小的图形上绘制点划线或双点划线有困难时，可用细实线代替。两条平行线之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度，其最小距离不得小于 0.7mm。

(4) 虚线及点划线与其他图线相交时，都应以线段相交，不应在空隙或短划线处相交；当虚线是粗实线的延长线时，粗实线应画到分界点，而虚线应留有空隙；当虚线圆弧和虚线直线相切时，虚线圆弧的线段应画到切点，而虚线直线需留有空隙。

(5) 图线的颜色深浅程度要一致，不要粗线深细线浅。注意事项如图 1-7 所示。

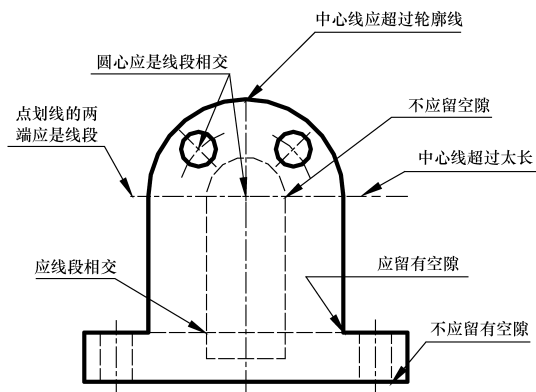


图 1-7 图线画法注意问题

1.1.5 尺寸标注 (GB4458.4—84)

图形只能表达机件的形状,而机件的大小和相对位置则由标注的尺寸确定。国标中对尺寸标注的基本方法作了一系列规定,必须严格遵守。

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文件中)的尺寸,以 mm(毫米)为单位时,不需标注计量单位或其名称,如采用其他单位,则必须注明。

(3) 图样中所注尺寸是该图样所示机件最后完工时的尺寸,否则必须另加说明。

(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。

(5) 标注尺寸时,应尽量使用符号和缩写词。

2. 尺寸的组成及注法

一个完整的尺寸应由尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端(尺寸箭头或斜线)和尺寸数字四个要素组成,如图 1-8 所示。

(1) 尺寸界线。尺寸界线用来表示所注尺寸的范围。用细实线绘制,一般与被注边垂直,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。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,并超出尺寸线终端 2mm 左右。

(2) 尺寸线。用细实线绘制,尺寸线与被注边平行且不应超出尺寸界线。不能用轮廓线、轴线或中心线等其他图线及其延长线作为尺寸线。互相平行的尺寸线之间的距离应大于 7mm,且较小的尺寸注在内层,较大的尺寸注在外层。

(3) 尺寸线终端有箭头和斜线两种形式。机械图多采用箭头。箭头适用于各种类型的图样,箭头尖端与尺寸界线接触,不得超出也不得离开。同一张图上箭头(或斜线)大小要一致,斜线用细实线绘制。当尺寸线终端采用斜线形式时,尺寸线与尺寸界线必须相互垂直,同一图样中只能采用一种尺寸线终端形式,如图 1-9 所示(斜线与尺寸线成 45° 角,斜线的高 h =字高)。

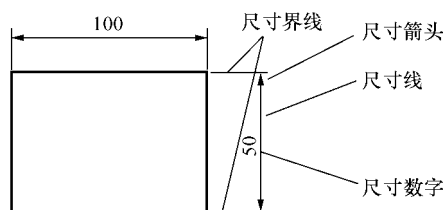


图 1-8 尺寸要素

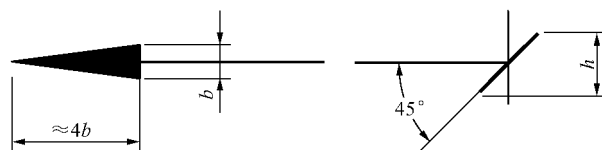


图 1-9 尺寸线终端

(4) 尺寸数字。是指物体的实际大小,与绘图的比例无关。线性尺寸的数字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,同一图样内大小一致,位置不够可引出标注。尺寸数字不可被任何图线所通过,否则必须把图线断开。国标还规定了一些注写在尺寸

数字周围的标注尺寸的符号，用以区分不同类型的尺寸： ϕ 表示直径； R 表示半径； S 表示球面； t 表示板状零件厚度； \square 表示正方形； $\langle \text{或} \rangle$ 表示锥度； \setminus 或 \backslash 表示斜度； \pm 表示正负偏差； \times 表示参数分隔符，如 $M8 \times 1$ 等；—表示连字符，如 $4-\phi 12$ ， $M6 \times 1-6H$ 等。

3. 尺寸标注要点

标注尺寸时应做到耐心细致，认真分析思考，使尺寸标注正确、完整、清晰、合理。

(1) 重要尺寸，如总体的长、宽、高尺寸，孔的中心位置等应直接注出，而不应由其他尺寸计算求得。

(2) 不能注成封闭尺寸链，应选择允许误差最大处作开环。

(3) 对称结构应将对称中心线两边的结构合起来标注，不可只标注一边。

(4) 平行的两尺寸线之间的距离相等，串联尺寸线应排在一条线上；尽量避免尺寸线的相交。两尺寸界线之间比较窄时，尺寸数字可注在尺寸界线外侧，或上下错开，或用引出线引出再标注。

(5) 对斜角、凸台和槽等结构应将尺寸标注在反映其特征的图形上。

(6) 相互平行并列的尺寸应使大尺寸在外，小尺寸在内，不得互相穿插。

1.2 常用制图工具及使用

在计算机绘图没有普及以前，不论多繁杂的设计图，工程人员都用图纸来徒手完成，可以毫不夸张地说，手工绘图为现代 CAD 之父，所以说掌握好一定的手工绘图基础，对学习制图软件、提高绘图效率、利用计算机绘制标准的工程图以及提高就业能力都有着十分重要的作用。

本节将简单介绍徒手绘图的几种常用工具及其使用方法。

1.2.1 图板、丁字尺和三角板

图板的规格有 0 号、1 号、2 号，一般用胶合板制作，四周镶硬质木条。它是画图时的垫板，因此，要求表面光洁平整，四边平直。又因它的左侧边为丁字尺的导边，所以必须平直光滑，图纸用胶带纸固定在图板上，如图 1-10 所示。

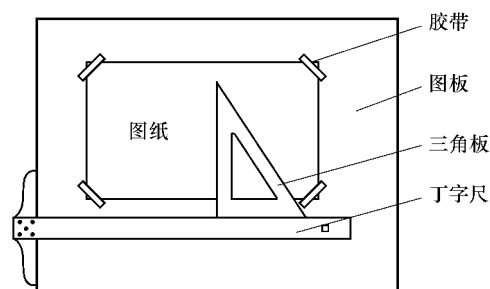


图 1-10 图纸、图板、丁字尺

丁字尺与图板配合使用，主要用来画水平线，它由尺头和尺身构成。画图时，尺头内侧必

须紧靠图板导边,用左手推动丁字尺上下移动,把丁字尺调整到准确的位置,然后压住丁字尺,用丁字尺的上边画线。画水平线是从左到右画,铅笔的垂直面与纸面的交线与画线方向一致,而铅笔在画线前进方向倾斜约 30° ,如图 1-11 (a) 所示。绘图时禁止用尺身下缘画线。

当图幅不大时,宜将图纸固定在图板的左下方,并应在图纸下方留出足够放置丁字尺的地方。使用完毕应悬挂放置,以免尺身弯曲变形。

三角板两块为一副,分 45° 和 30° 、 60° 两块,除直接用来画直线外,也可配合丁字尺画铅垂线和与水平线成 30° 、 45° 、 60° 的倾斜线。两块三角板与丁字尺相互配合可画出 15° 倍角的斜线及其平行线或垂直线,画线时要随时注意将三角板下边缘与丁字尺尺身工作边靠紧,如图 1-11 (b) 和图 1-11 (c) 所示。两块三角板相互配合可画出过已知点的已知线的平行线或垂直线,如图 1-11 (d) 所示。

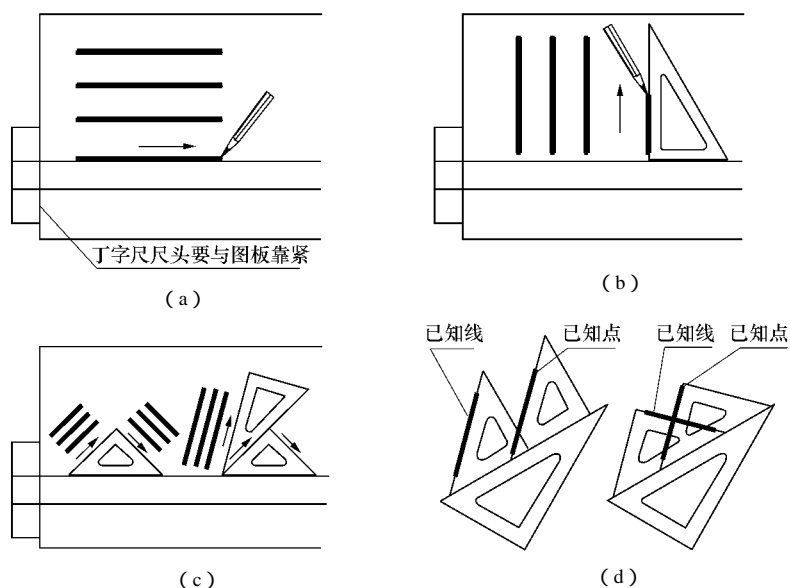


图 1-11 图板、丁字尺、三角板的使用方法

1.2.2 绘图铅笔

铅笔是画铅笔图的工具。铅笔应从没有标号的一端开始使用,以保留铅芯硬度标号,方便选用。绘图铅笔的铅芯有不同的软硬度。H 表示硬铅芯,字母前的数字越大表示铅芯越硬;B 表示软铅芯,字母前的数字越大表示铅芯越软;HB 表示铅芯软硬适中。常用 H、2H 铅笔画底稿线;写字用 H 或 HB 铅笔,加深粗实线用 HB 或 B 铅芯。画底稿和写字的铅芯应削成圆锥状,以便线条、字体平滑流畅,画粗实线的铅笔磨成矩形,以提高效率和保持相同粗细度,如图 1-12 所示。

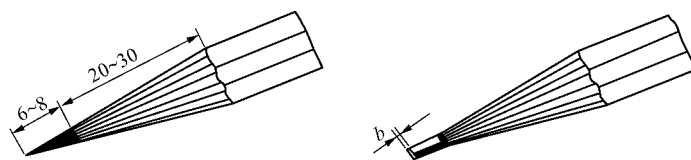


图 1-12 铅芯的形状图

1.2.3 圆规和分规

圆规是用来画圆和圆弧的工具。使用时，铅芯与针尖平齐，铅芯削成斜圆柱状，并使斜面面向外，画图时应尽量使钢针和铅芯都垂直于纸面，使用方法如图 1-13 所示。

分规主要用来量取线段长度或等分已知线段。分规的两个针尖应调整平齐。从比例尺上量取长度时，针尖不要正对尺面，应使针尖与尺面保持倾斜。用分规等分线段时，通常要用试分法。分规的用法如图 1-14 所示。

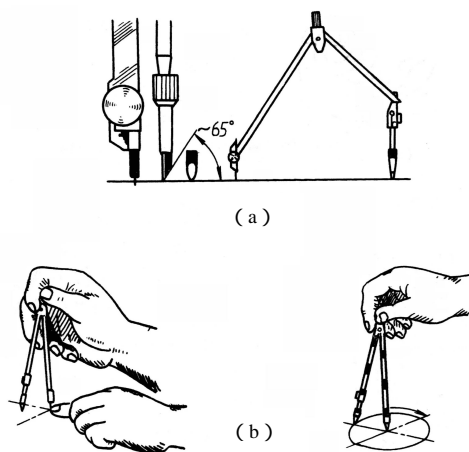


图 1-13 圆规的用法

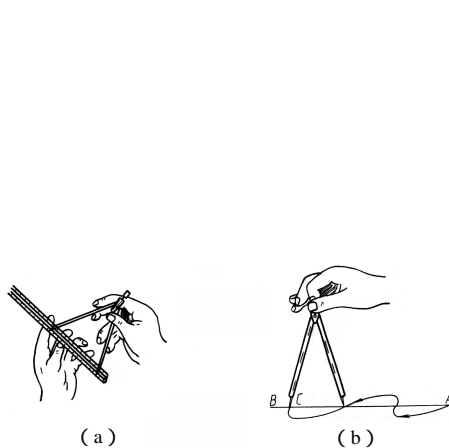


图 1-14 分规的用法

1.2.4 曲线板和模板

曲线板是用来画非圆曲线的工具。画非圆曲线时，先定出曲线上足够数量的点，用铅笔徒手连成曲线，然后找出曲线板与曲线相吻合的一段。为使整段曲线光滑连接，画线时每段最后一点不画，重叠依次画出其他各段，如图 1-15 所示。

模板上制有多种不同尺寸的专用图形，如六角、圆、椭圆、拐角等。绘图时可直接从模板上描绘图形。模板作图快速简便，但是作图时应注意对准定位线，绘图笔应垂直纸面，沿图形孔的周边绘制，如图 1-16 所示。

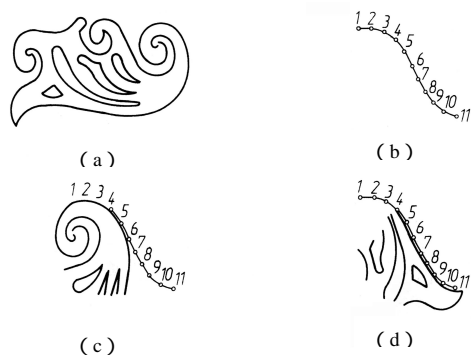


图 1-15 曲线板的用法

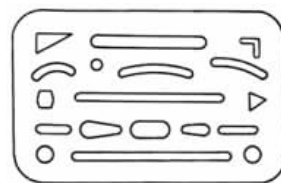


图 1-16 模板

1.3 绘图的方法和步骤

为了保证画图的质量，提高画图的速度，保证图面整洁清晰，除应遵守制图的有关标准和正确使用制图工具外，还应注意画图的步骤，画图步骤如下。

1.3.1 仪器绘图

1. 准备工作

- (1) 阅读有关参考资料或根据设计任务要求，了解并确定所画图形的内容和要求。
- (2) 准备好图板、丁字尺、三角板、铅笔等必要的绘图工具和其他绘图用品。将铅笔与圆规上的铅芯削好。用清洁软布将图板、丁字尺、三角板等擦干净，把手洗干净，以免弄脏图纸。

2. 选择并固定图纸

- (1) 根据所画图形的大小，选定图幅和比例，确定图纸幅面。
- (2) 固定图纸。用胶带纸将图纸固定在图板左下方，下边空出的位置应比丁字尺的尺身稍宽一些，并使图纸的上下边与丁字尺的尺身平行。

3. 图形布局

根据表达要求，合理布置各视图及文字说明的位置，估计每个图形所占图面的大小，并考虑各图形上标注尺寸所占的位置，必要时可用铅笔轻轻地作出适当的标记和分区。

4. 画底稿

- (1) 用 H 或 2H 的铅笔画底稿。底稿线应画得轻而细。
- (2) 画图框和标题栏。
- (3) 先画图形的基准线、对称线、中心线及主要轮廓线，然后由大到小，由整体到局部，画出其他所有图线。
- (4) 完成底稿后，应认真检查、修改，并擦去多余图线。

5. 描深图线

- (1) 粗线和中粗线用 HB 的铅笔加深，细线用 H 的铅笔加深。加深圆弧时，圆规的铅芯应比画直线时的铅笔芯软一号。
- (2) 不同线型的粗细比例应符合标准，同类型的图线粗细浓淡应一致。加深时铅芯应经常削磨，削磨后的铅芯应先试画，检查所画图线粗细是否一致。
- (3) 加深时，应先加深细点划线（中心线、对称线等）。然后按图线的粗细、类型分批加深，一般先曲线后直线，先粗线后细线，先平后竖，从上到下，从左到右。
- (4) 最后加深尺寸线和尺寸界线，填写尺寸数字，画符号，书写图名、比例等文字说明

和标题栏。

(5) 加深时用力要均匀，图线连接处要准确光滑。

1.3.2 徒手绘图

徒手画的图又叫草图。它是以目测估计实物的形状、尺寸大小，不借助绘图工具徒手画出的图样。在实际工作中，草图是记录已有机构、零件和表达设计思想灵感或火花的重要工具。工程技术人员在设计时，常先绘制草图来表达设计意图，以便进一步研究和修改。在参观和技术交流时，也常用草图记录现场情况和讨论技术问题。因此，工程技术人员必须学习和掌握绘制草图的技能。

草图虽是徒手画出，不十分准确，但也不可潦草乱画，而且结构要素要尽量完整，有时现场一点漏画的要素，在具体设计时要花费很长的时间去回想或猜测。草图上的图线要基本平直，长短要基本符合比例，线型要按制图标准规定画出。

画草图一般用较软的铅笔（HB、B），持笔的位置高一点，手放松些，以利运笔和观察目标。笔杆和纸面成 $45^\circ \sim 60^\circ$ 角，执笔稳而有力，这样画起来比较灵活。

1. 直线的画法

徒手画直线时，握笔的手指离笔尖比平常写字时要稍远。手腕、小手指轻压纸面（画长直线时手腕悬空），从起点开始画线，眼睛随时看着所画线的终点，慢慢移动手腕和手臂沿画线方向移动，保证图线画得直。在画的过程中，注意手握笔一定要自然放松，不可攥得太死。画短线时，主要是手腕或手指运动。画长线时则主要靠手臂运动，也可由目测在直线中间定出几个点，分几段画出。画斜线时可将图纸转平当成水平线或垂直线去画。徒手画线的姿势如图 1-17 所示。

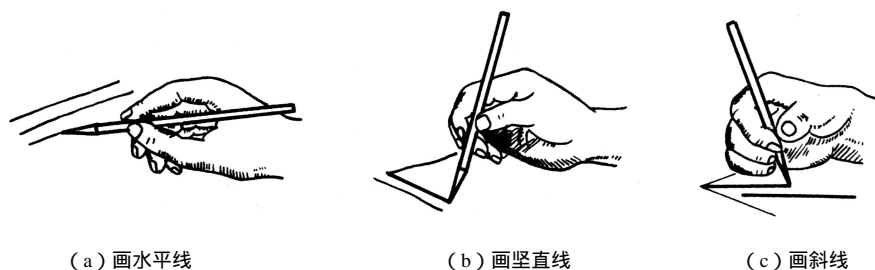


图 1-17 画直线草图方法

2. 角度线的画法

画线时，可根据两直角边的近似比例关系，先定出两个端点，然后画线，如图 1-18 (a) 和图 1-18 (b) 所示。画 10° 、 15° 等角度时，可先画 30° 角及圆弧，然后近似等分即可，如图 1-18 (c) 所示。

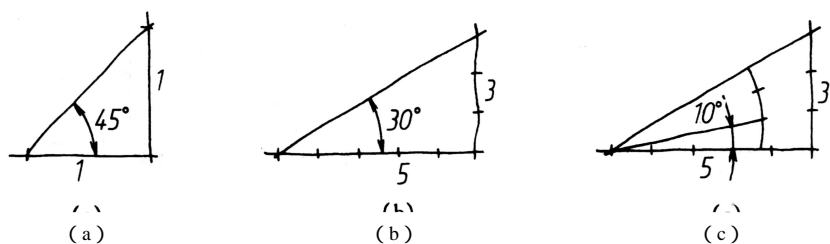


图 1-18 画角度线草图方法

3. 圆的画法

画直径较小的圆时,先画两条互相垂直的中心线,然后按半径目测在中心线上定出四点,先画左半圆,再画右半圆,如图 1-19 (a) 所示。

画直径较大的圆时,先画两条互相垂直的中心线,并画两条与中心线成 45° 的斜线,在上述各线上定出半径的长度,再连成圆,如图 1-19 (b) 所示。

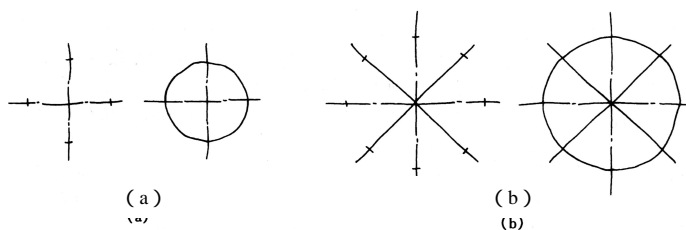


图 1-19 圆草图的画法

4. 椭圆的画法

先在中心线上定出长、短轴的端点,过端点作一矩形并画出其对角线。按目测把对角线分成六等份,以光滑曲线连接长、短轴端点和对角线上接近四个角的等份点(稍向外一点),如图 1-20 所示。

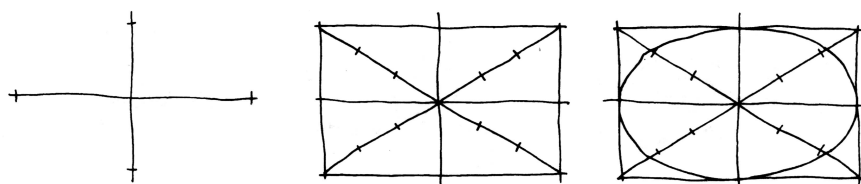


图 1-20 椭圆草图的画法

第2章 投影基础知识

实际工程中的各种技术图样，都是按一定的投影方法绘制的，机械工程图样通常是用正投影法绘制，同时各种复杂结构的零件形状都是由平面立体、圆柱体、锥体、球体等基本规则几何立体构成的。因此本章主要介绍投影法的基本知识、物体三视图的形成、点线面的投影规律以及基本立体及其组合的投影画法。

2.1 投影法的基础知识

1. 投影法的概念

在日常生活中经常会看到这样的现象：人站在阳光下或晚上站在灯光下，地面上就会出现影子。人就相当于一个空间物体，影子就相当于平面图形。人们根据日常生活中这种由立体到平面的现象，总结其几何规律，提出了形成物体图形的方法即投影法。

投影法就是投射射线通过物体，向选定的平面投射，并在该平面上获得图形的方法。要获得物体的投影，必须具备投影光源、被投影物和投影面三个条件。这三个条件，通常称为投影三要素。

在投影法中：投影线——在投影法中，向物体投射的光线，称为投影线；

投影面——在投影法中，出现影像的平面，称为投影面；

投影——在投影法中，所得影像的集合轮廓则称为投影或投影图。

注意 投影不同于一般的影子，影子是一片漆黑，只反映物体的外轮廓，而我们所讲的物体的投影是将围成这个物体的各面、各棱线进行投影，以便确定物体在指定方向上的轮廓形状和内部结构，如图2-1所示。

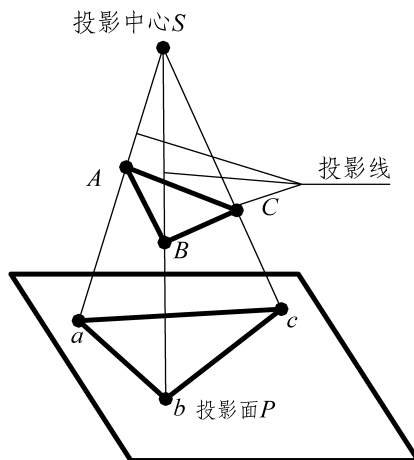


图 2-1 投影概念（中心投影法）