

高等工科院校教材

工程制图

方沛伦 主编

章毓文 赵惠琳 副主编



机械工业出版社
China Machine Press

高等工科院校教材

工 程 制 图

方沛伦 主编

章毓文 赵惠琳 副主编



机械工业出版社

工程制图的教学面临着内容、体系、手段的改革,本书正是为适应理工科高等院校面向 21 世纪的培养计划而编写的。

本书在汲取国内外同类教材经验的基础上,作了较大的改革。在保留画法几何图示图解内容的基础上,对图解部分作了删减,将标准件、常用件的内容安排在零件图与装配图二章中。除了第二章以外,各章增加了 AutoCAD 绘图的内容。各院校可根据具体情况,按教材顺序实施 AutoCAD 绘图教学或集中教学。

与本教材配套的《工程制图习题集》同时出版。

本书适用于高等院校机械类、近机类和非机类各专业的学生。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/方沛伦主编. - 北京:机械工业出版社,1999.12
高等工科院校教材
ISBN 7-111-07721-0

I. 工… II. 方… III. 工程制图-高等学校-教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 70430 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑:刘小慧 版式设计:张世琴 责任校对:刘志文
封面设计:李雨桥 责任印制:何全君
中国农业出版社印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
2000 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷
787mm×1092mm¹/₁₆·18.25 印张·446 千字
0 001—7 000 册
定价:29.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010) 68993821、68326677-2527

前 言

作为理工科院校一门重要的技术基础课程,工程图学在培养学生知识能力、素质方面起着重要作用。随着科学技术的发展,特别是计算机绘图的迅速普及与应用,学科的综合性、交叉性对本课程提出了新的要求。而计算机绘图又是 21 世纪工程技术人员必备的基本技能之一。因此,本课程传统的教学内容和教学模式受到了很大冲击,课程内容的改革已成为必然趋势。

为了适应 21 世纪理工科院校培养计划的需要,使工程图学的教学能更好地为培养学生的制图能力、空间想象能力和创新能力服务,由江南学院、合肥工业大学、广东建筑工程学校、洛阳大学、常州工业技术学院联合编写了本书,同时还配套编写了《工程制图习题集》。

在参照国内外有关教材的基础上,结合当前理工科学校对工程图学课程的要求,本书力求做到继承与创新,课程体系与实际需要,知识与能力的统一,并具有下列特点:

1. 在各章节中分别加入计算机绘图的内容,同时培养手工绘图与计算机绘图的能力。
2. 强调徒手绘图能力的培养。
3. 调整和删减传统内容:其中,线面综合解题、曲线曲面、零件的技术要求等部分作了较大的删减,将常用件、标准件的内容调整到零件图与装配图二章中。
4. 采用了最新的国家标准。
5. 为增加本书的适用性,增加了“建筑图”一章。

本书适用于机械类、近机类和非机类各专业需要,可根据教学要求进行取舍。

本书由方沛伦任主编,章毓文、赵惠琳任副主编。参加编写的有:江南学院方沛伦(绪论、第六章、参编第一、二、七章),合肥工业大学章毓文(第二章),广东建筑工程学校赵惠琳(第一、九章),洛阳大学靳长春、李玉林(第三章),常州工业技术学院刘力(第四章)、江南学院鲁屏宇(第八章),合肥工业大学程久平、刘炆(第七章),刘炆(第五章)。

本书的编写得到了中国工程图学会图学教育分会的大力支持。本书由同济大学钱可强教授任主审,并在编写工作中作了具体的指导。常州职业技术师范学院王槐德副教授为本书贯彻新的国家标准提出了宝贵意见。江南学院万凯宇老师为本书的计算机绘图内容提供许多帮助,并使用 AutoCAD 作了部分立体图的渲染。在此,一并表示衷心感谢。

由于作者水平所限,书中定会存在疏漏与不足,热忱希望广大读者提出宝贵意见与建议。

编 者
1999 年 9 月

目 录

前言	
绪论	1
第一章 制图基本知识与基本技能	2
第1节 机械制图的基本标准	2
第2节 绘图方法	9
第3节 AutoCAD R14 操作方法	12
第4节 平面图形的画法	25
第二章 点、线、面的投影	40
第1节 投影法和投影体系	40
第2节 点的投影	41
第3节 直线的投影	43
第4节 平面的投影	50
第5节 直线与平面、平面与平面 的相对位置	54
第6节 换面法及综合解题	59
第7节 曲线与曲面简介	66
第三章 立体的投影	71
第1节 平面立体的投影	71
第2节 曲面立体的投影	74
第3节 两立体表面的交线	81
第4节 计算机三维作图	89
第四章 组合体的投影	95
第1节 三视图的形成	95
第2节 形体分析与线面分析	96
第3节 三视图的画法	98
第4节 组合体的尺寸标注	106
第5节 读组合体视图的基本 方法	115
第五章 轴测投影图及三维实体造型 简介	122
第1节 轴测图的基本知识	122
第2节 正等测	123
第3节 斜二测	128
第4节 三维实体造型	130
第六章 机件常用的表达方法	137
第1节 视图	137
第2节 剖视图	139
第3节 断面图	147
第4节 其他画法	148
第5节 机件表达方法综合应用举例 及应用 AutoCAD 绘制机件 视图	151
第6节 第三角投影简介	153
第七章 零件图	155
第1节 零件图的内容	155
第2节 常见的零件结构	156
第3节 零件图表达方案的选择和尺寸 标注	164
第4节 零件图上的技术要求	173
第5节 零件图的绘制	182
第6节 读零件图	188
第7节 标准件及常用件简介	190
第八章 装配图	203
第1节 概述	203
第2节 常见装配结构	208
第3节 部件测绘和装配图画法	215
第4节 看装配图和由装配图拆画 零件图	224
第5节 焊接图	231
第九章 房屋建筑图	234
第1节 概述	234
第2节 工业厂房施工图	239
附录	242
一、公差与配合	242
二、螺纹	256
三、螺纹的结构要素	262

四、砂轮越程槽	264	七、焊接	282
五、联接件	265	参考文献	286
六、常用滚动轴承的外形尺寸	276		

绪 论

一、工程图学的内容与性质

本课程分“画法几何”与“工程制图”两部分。“画法几何”是研究用投影法绘制工程图样的理论基础，被称为研究“工程语言”的语法；“工程制图”是培养工程技术人员正确和熟练地看图和画图的能力，是国际工程界的共同语言，也是高等理工院校学生应掌握的三门语言（外语、计算机语言、工程语言）之一，是一门重要的技术基础课。

二、工程图学的任务

工程图学的主要任务是解决平面图样（二维）与空间实体（三维）相互转换的矛盾。具体有下列几项：

1. 培养正确运用投影法的图示能力（从三维到二维）；
2. 掌握有关 ISO、国家制图标准，能熟练地查阅有关标准；
3. 培养徒手绘图、仪器绘图与计算机绘图的综合能力，培养阅读工程图样的能力以及严肃认真的工作态度和耐心细致的工作作风；
4. 培养空间构思能力、表达能力和创新能力。

三、工程图学的学习方法

1. 在听课、复习、做作业等各环节中不断将二维平面图样与三维实体进行转换，培养空间思维能力与想象能力；
2. 充分利用模型、实物、CAI 课件、工厂实习等手段来增加感性认识，将三维实体转换成二维平面图样；
3. 要勤学、勤思、勤练习，及时完成作业，要学会阅读其他同类参考书，要学会总结本课程的有关规律和特点，主动培养自学能力和创造能力。

第一章 制图基本知识与基本技能

第 1 节 机械制图的基本标准

机械图样是现代工业生产中最基本的技术文件，是进行机械设计和制造过程中的重要资料，是交流技术思想的语言。为了便于生产和交流技术，对机械图的画法、尺寸注法、所用代号等均须作出统一的规定，使其具有共同的准则。这些统一的规定由国家制订和颁布实施。用于有关机械方面的生产和设计部门共同遵守的规定叫做国家标准（简称国标），以代号“GB”表示。在 GB/T14689~14691—93、GB4457.4—84 和 GB4458.4—84 中，分别对图纸幅面及格式、比例、字体、图线及其画法、剖面符号以及尺寸注法等作了规定。

一、图纸幅面（GB/T14689—93）

为了便于图样的绘制、使用和管理，应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。

表 1-1 基本幅面及图框尺寸 (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
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

在表 1-1 中， B 和 L 分别表示图幅的短边及长边尺寸，如图 1-1 所示。需要装订的图样，其图框到图纸边的距离分别用 a 及 c 表示，如图 1-1a、b 所示。不需要装订的图样，只要将尺寸 a 和 c 都改为 e 即可，如图 1-1c 所示。如作图需要，允许加长幅面，加长幅面及其图框尺寸在 GB/T14689—93 中另有规定。图框线用粗实线绘制。

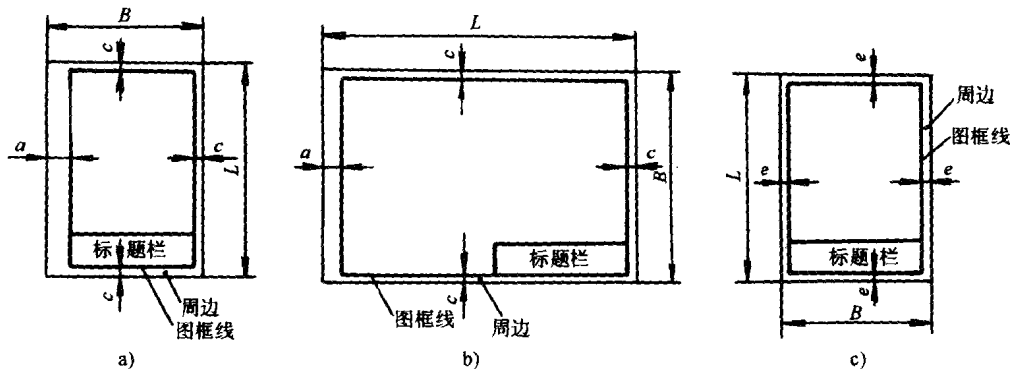


图 1-1 图框格式

标题栏，也称图标，是用来说明图样内容的专栏。其位置应按图 1-1 所示方式配置，标题栏中的文字方向为看图的方向。学生制图作业所用的标题栏建议采用图 1-2 所示的格式。

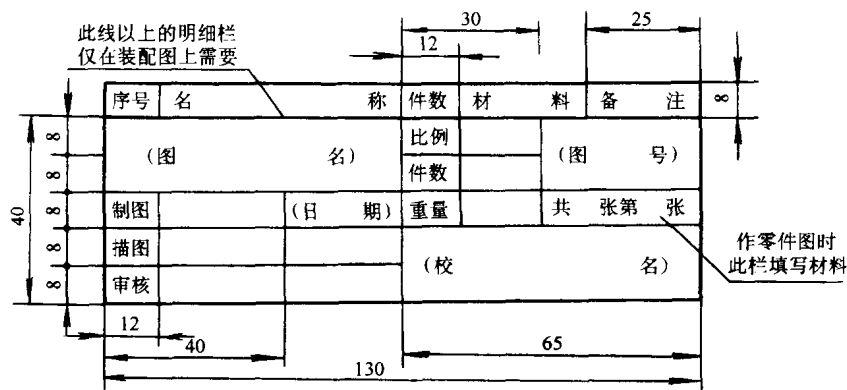


图 1-2 制图课作业用标题栏参考格式

二、比例 (GB/T14690—93)

图形与实物相对应要素的线性尺寸之比称为图样的比例。

绘制图样时，应根据图样的用途与所绘机件的复杂程度，从表 1-2 规定的系列中选取适当比例，必要时也允许选取表 1-2 中带括号的比例。

表 1-2 绘图的比例

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 ⁿ (1:1.5×10 ⁿ) 1:2×10 ⁿ (1:2.5×10 ⁿ) (1:3×10 ⁿ) (1:4×10 ⁿ) 1:5×10 ⁿ (1:6×10 ⁿ)
放大比例	2:1 (2.5:1) (4:1) 5:1 1×10 ⁿ :1 2×10 ⁿ :1 (2.5×10 ⁿ :1) (4×10 ⁿ :1) 5×10 ⁿ :1

注：n 为正整数。

比例一般应标注在标题栏中的比例一栏内，必要时，可标注在视图名称的下方或右侧。

三、字体 (GB/T14691—93)

在图样上除了表示机件形状的图形外，还要用文字和数字来填写标题栏，说明机件的大小、技术要求和其它内容。所以，文字和数字，也是图样的重要组成部分。

在图样中书写的字体必须做到：字体工整、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。

汉字规定用长仿宋体书写，并采用国家正式公布的简化汉字。仿宋体字系仿照宋代精刻版本的印刷字体不断改进而成，它具有字形端正、结构匀称、笔划粗细一致、清楚美观等特点，便于用钢笔、铅笔书写。

字体的号数，即字体高度 h ，其公称尺寸系列为：1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm。汉字的高度不应小于 3.5mm，其宽度一般为 $h/2$ 。数字及字母分 A 型和 B 型。A 型字体的笔划宽度为字高的 1/14，B 型字体的笔划宽度为字高的 1/10。数字和字母可写成斜体或直体，通常用斜体。斜体字字头向右倾斜。与水平基准线成 75°角。

长仿宋字的基本笔划一般有：点、横、竖、撇、捺、挑、折、勾等，掌握基本笔划的写法，是写好整个字的先决条件。

汉字示例如图 1-3 所示。由于汉字常由几个部分组成,故书写时要注意使汉字结构匀称,恰当分配各组成部分的比例。

土木平面金 上正水车审 三曲垂直量
比料垂直量 混梯钢墙凝 以砌设动泥
横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格
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
螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸阀麻棉化纤

图 1-3 长仿宋字示例

1) 字形基本对称的应保持其对称,如土、木、平、面、金等。

2) 有一笔居中的应保证该笔画竖直而居中,如上、正、水、车、审等。

3) 有三、四笔横、竖笔画的笔画间距要大致均等,如三、曲、垂、直、量等。

4) 要注意偏旁所占的比例,有约占一半的,如比、料、机、部、轴等;有约占 $1/3$ 的,如混、梯、钢、墙等;有约占 $1/4$ 的,如凝等。

5) 左右组合紧凑,尽量少留空白,如以、砌、设、动、泥等。

数字及字母的书写形式如图 1-4 所示。

四、图线及其画法 (GB4457.4—84)

机件的图形是用各种不同粗细和型式的图线表达的。为使图样统一、清晰及阅读方便,绘制图样时,应采用表 1-3 中规定的图线。表 1-3 和图 1-5 列出了各种图线的主要用途。

表 1-3 图线的型式、宽度和主要用途

图线名称	线 型	图线宽度	主 要 用 途
粗实线		d	可见轮廓线
细实线		$d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线
波浪线		$d/2$	断裂处的边界线、视图和剖视的分界线

abcdefghijklmn
opqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMN
OPQRSTUVWXYZ
1234567890
I II III IV V VI VII VIII IX X

图 1-4 数字及字母的书写形式

(续)

图线名称	线 型	图线宽度	主 要 用 途
双折线		$d/2$	断裂处的边界线
虚线		$d/2$	不可见轮廓线
细点划线		$d/2$	轴线、对称中心线
粗点划线		d	有特殊要求的表面的表示线
双点划线		$d/2$	假想投影轮廓线、中断线

绘图时应根据图形大小和复杂程度以及图的复制条件,在0.5~2mm宽的范围内选用粗实线的宽度 b ,如图1-5所示。粗线和细线的宽度为2:1。图线宽度的推荐系列为:0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2mm。

绘图时应遵守的要求是:在同一张图样上按同一比例或不同比例所绘制的各图形,同类图线的粗细(线宽)应保持基本一致,虚线、点划线及双点划线的线段长短和间距大小也应各自大致相等;两条平行线(包括剖面线)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;另外图线交、接、切处的画法如图1-6和图1-7所示。

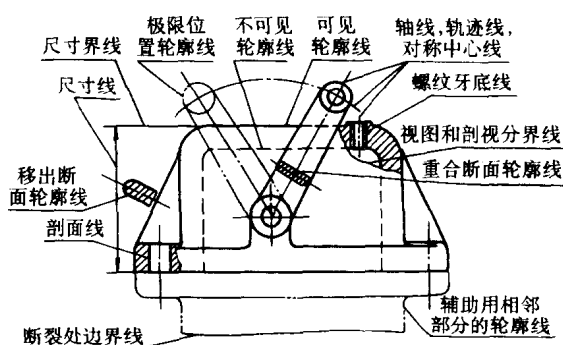


图1-5 图线的应用示例

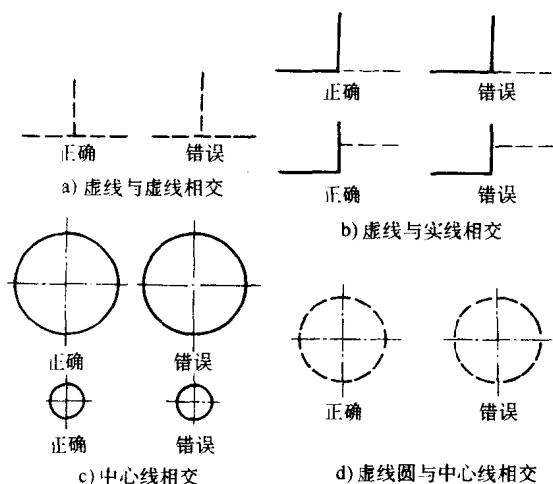


图1-6 各种线段相交时的画法

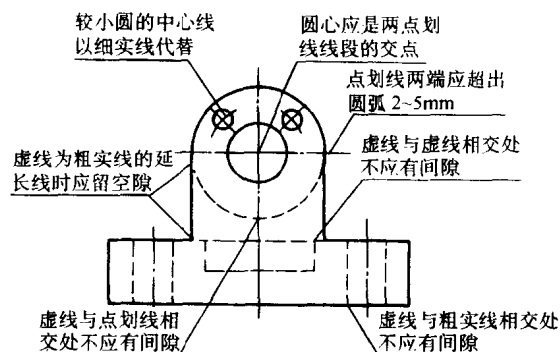


图1-7 图线画法示例

五、尺寸注法 (GB4458.4—84)

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) 在机械图样中(包括技术要求和其他说明)的直线尺寸规定均以毫米为单位, 不需再在尺寸数字后面标注计量单位的代号或名称。如果采用其他计量单位或名称, 如英寸、角度、弧长等, 则必须注明相应的代号或名称。

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) 机件的每一个尺寸, 一般在图样上只标注一次, 并应标注在反映该结构最清晰的图样上。

2. 尺寸组成

标注一个完整的尺寸, 一般应由尺寸界线、尺寸线、表示尺寸线终端的箭头或斜线以及尺寸数字所组成, 如图 1-8 所示。

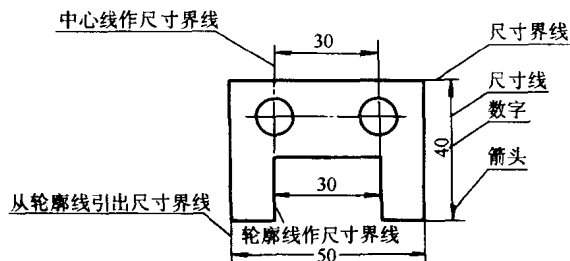


图 1-8 尺寸的组成及标注示例

(1) 尺寸界线 用来表示所注尺寸的范围。尺寸界线用细实线绘制, 并应自图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出, 尽量引画在图外。尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 并超出尺寸线末端约 2mm。也可借用轮廓线、轴线或中心线作为尺寸界线。

(2) 尺寸线 用来表示尺寸度量的方向。尺寸线用细实线绘在尺寸界线之间。标注线性尺寸时, 尺寸线必须与所标注的线段平行; 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; 当有几条互相平行的尺寸线时, 大尺寸要注在小尺寸外面, 以免尺寸线与尺寸界线相交; 标注角度时, 尺寸线应画成圆弧, 圆心是该角的顶点; 在圆或圆弧上标注直径或半径尺寸时, 尺寸线一般应通过圆心或延长线通过圆心。

(3) 箭头 用以表示尺寸的起止。箭头的式样如图 1-9a 所示, 图中的 b 为粗实线的宽度。尺寸线终端的结构除箭头外, 还采用 45° 斜线的形式, 用细实线绘制, 如图 1-9b 所示。圆的直径、圆弧半径及角度的尺寸线的终端应画成箭头。

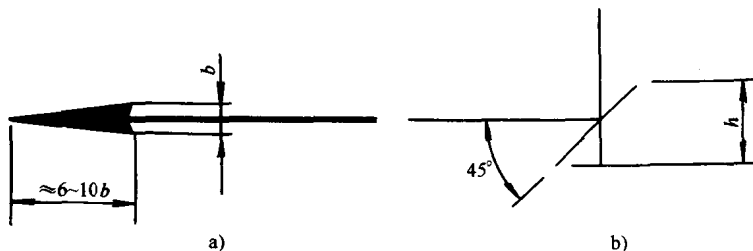


图 1-9 尺寸终端的两种形式

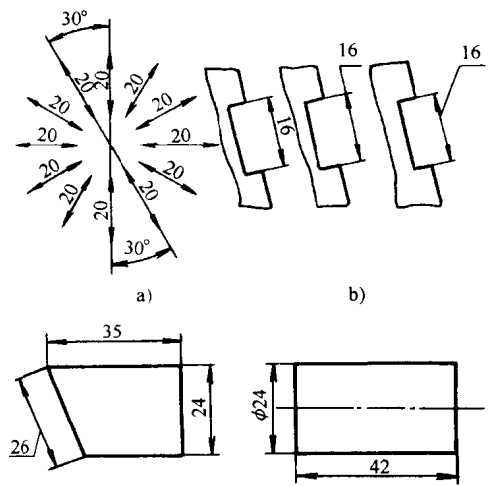
同一张图样上箭头的式样和大小应尽可能保持一致, 箭头的位置应与尺寸界线接触, 不得超过或留有空隙。

(4) 尺寸数字 用以表示所注机件尺寸的实际大小。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。同一张图样上注写方法应一致, 数字大小也应一致。

线性尺寸数字的方向一般应按表 1-4 第一项中所示的方法注写。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，见表 1-4。

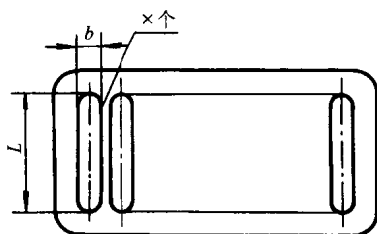
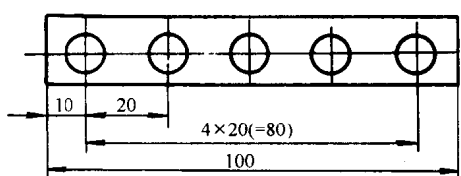
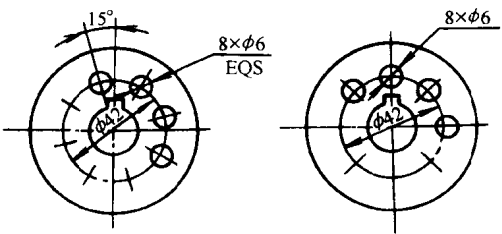
表 1-4 尺寸注法示例

	示 例	说 明
线性尺寸的数字方向		第一种方法：尺寸数字应按图 a 所示方向注写，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 的形式标注 第二种方法：在不致引起误解时，对于非水平方向的尺寸，其数字可水平地注写在尺寸线的中断处，如图 c 所示 在一张图样中，应尽可能采用同一种方法，一般应采用第一种方法注写

六、简化注法和其他标注形式

表 1-5 中列出了国标规定的一些简化注法和其他标注形式。

表 1-5 简化注法和其他标注形式

标注内容	示 例	说 明
		如例图所示，在同一图形中，对于相同尺寸的孔、槽等成组要素，可仅在一个要素上注出其尺寸和数量
		间隔相等的链式尺寸，可采用例图中所示的方法标注
		均匀分布的成组要素（如孔等）的尺寸，按左图所示的方法标注：当成组要素的定位和分布情况在图形中已明确时，可不标注其角度，并省略“EQS”两字，如右图所示

第2节 绘图方法

机件的轮廓形状是多种多样的，我们可以把它们看作都是由直线、圆弧、曲线等组成的几何平面图形。因此，掌握绘图工具和仪器的正确使用方法、徒手画草图的方法以及计算机和绘图方法，对正确绘制各种图样、提高绘图的速度和精确度是非常重要的。

一、尺规制图及工具使用

1. 图板、丁字尺、三角板

图板是用来铺放和固定图纸、并置于绘图桌上进行绘图工作的主要工具。要求表面平坦光洁，图板左边为工作边，用作丁字尺的导边，故必须平直。

丁字尺是画水平线的长尺，由尺头和尺身组成。尺头紧靠图板左侧的工作导边上下移动。画水平线时必须使笔自左向右画。

三角板除了用作画直线外，还可以配合画任意直线的平行线和垂直线，如图 1-10 所示。配合丁字尺还可以画铅垂线和与水平线成 30° 、 45° 、 60° 的倾斜线，用两块三角板配合还能画出与水平线成 15° 、 75° 的倾斜线，如图 1-11 所示。

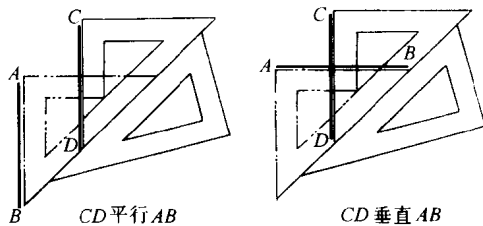


图 1-10 画任意直线的平行线和垂直线

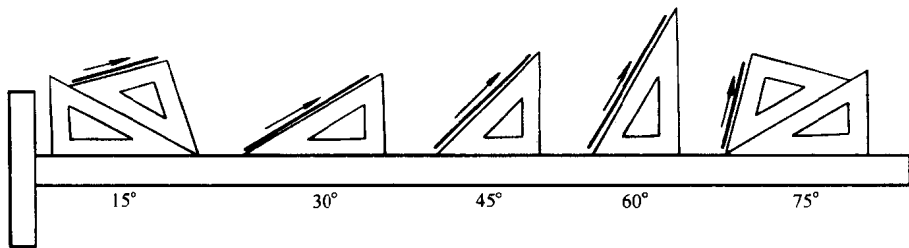


图 1-11 用三角板、丁字尺画各种不同角度的倾斜线

2. 比例尺

比例尺是由三个表面刻有不同比例刻度的平面组成，通常也称为三棱尺。它的三个面上分别刻有六种不同的比例刻度，供使用者绘图时选用。

3. 圆规和分规

圆规是用来画圆弧用的。在使用圆规前，应先调整针腿，使针尖略长于铅芯。在使用时，应将圆规向画线前进方向稍微倾斜；从右下角开始画圆，如图 1-12 所示。画较大直径的圆时，应调整圆规两腿上的钢针和铅芯，使两者都垂直于纸面，如图 1-13 所示。

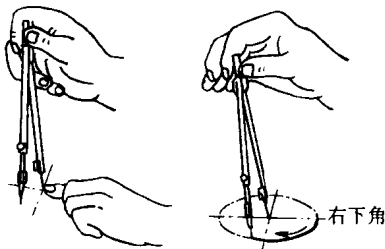


图 1-12 用圆规画圆的方法

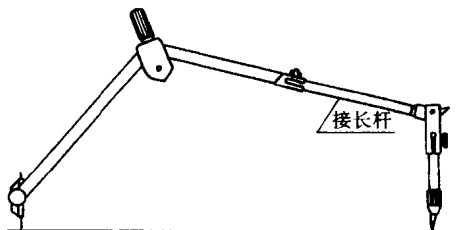


图 1-13 用圆规画大圆的方法

分规用于量取尺寸和等分线段或圆弧。其两脚上均为钢针，如图 1-14 所示。分规两脚的针尖并拢后，应能对齐。

4. 曲线板

曲线板用于描绘不能用圆规来绘制的非圆曲线，如图 1-15 所示。使用时首先要将需要连接的曲线上的一系列点画出，并徒手用细线轻轻地勾描连成曲线，然后从一端开始，用曲线板找出与所画曲线吻合的一段进行描绘，并用此法逐段描绘，直到完成。描绘时应注意使曲线板在所描绘曲线前后衔接的段之间至少有三个点吻合，这样才能保证描绘的曲线光滑完整。

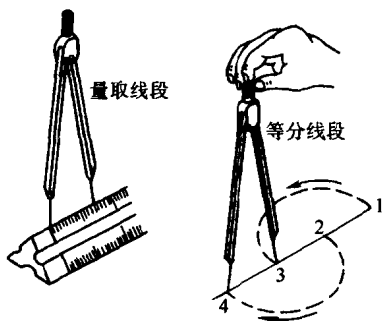


图 1-14 分规用法

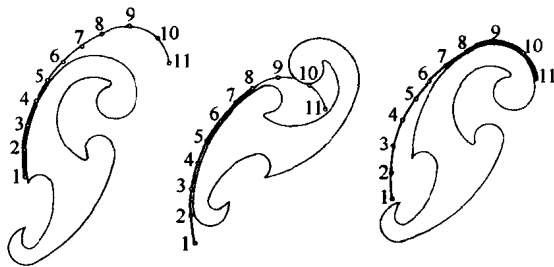


图 1-15 曲线板用法

5. 绘图墨水笔

绘图墨水笔是目前最常见的绘制直线的工具，也称为绘图钢笔或钢管笔。笔端通常是按线型要求设计的不同粗细的针管，使用时可按线宽要求选择不同粗细的笔。因针管端部是平的，所以画线时笔端与纸面应保持垂直以保证所画图线光滑挺直。如发现针管内墨水不畅通，应上下晃动笔杆，使笔内通针将针管疏通，如图 1-16 所示。

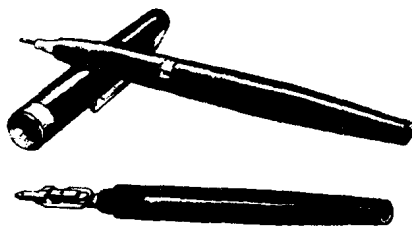


图 1-16 绘图墨水笔

二、徒手画图简介

用绘图仪器和工具画出的图，叫做尺规图。不用绘图仪器和工具而按目测比例和用徒手画出的图样叫做草图。当绘画设计草图以及在现场测绘时，都采用徒手画。草图是技术员交谈、记录、创作的有力工具。技术人员必须熟练掌握徒手作图的技巧。

草图的“草”字只是指徒手作图而言，并没有允许潦草的含义。徒手草图仍应基本上做到：图形正确、线型分明、比例均匀、字体工整、图面整洁。画草图的铅笔要软一些，一般选用 HB 或 B、2B 的铅笔，铅笔要削长一点，笔芯不要过尖，要圆滑些。画草图时，持笔的位置高一些，手放松，这样画起来比较灵活。画水平线时，铅笔要尽量放平。初学画草图时，可先标出直线的两个端点，然后持笔沿直线位置悬空比划一、二次，掌握好方向，并轻轻画出底线。然后眼睛盯住笔尖，沿底线画出直线，并改正底线不平滑之处。画铅垂线时方法相同，但手持铅笔可竖高一些，而且要特别注意要盯住线的终点。画草图要手眼并用，作垂直、等分线段或圆弧、截取相等的线段等等，都是靠眼睛估计决定的，如图 1-17 所示。

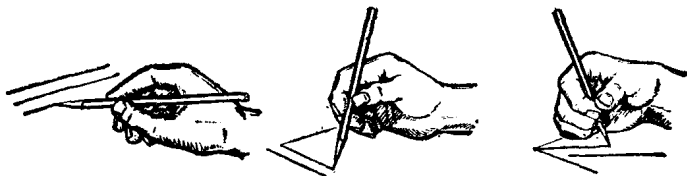


图 1-17 徒手画直线的姿势

当直线较长,也可用目测在直线中间定出几个点,然后分几段画出。画短线常用手腕运笔,画长线以手臂动作。

画 30° 、 45° 、 60° 的斜线,可如图 1-18 所示,按直角边的近似比例定出端点后,连出直线。

画角度也可按图 1-18 所示的方法。

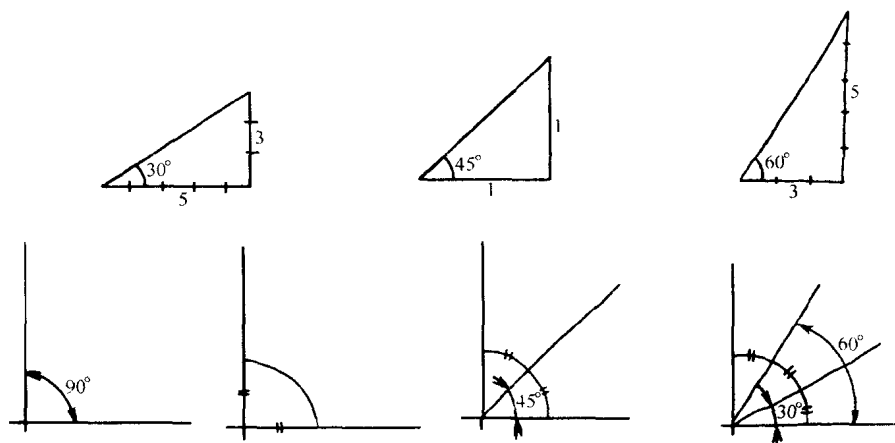


图 1-18 徒手画斜线、角度

画直径较小的圆时,可如图 1-19a 所示,在中心线上按半径目测定出四点,然后徒手连成圆。画直径较大的圆时,则可如图 1-19b 所示。

徒手画平面图形时,不要急于先画细部,而是先要考虑大局,即要注意图形的长与高的比例,以及图形的整体与细部的比例是否正确。草图最好画在方格纸上,图形各部分之间的比例可借助方格数的比例来解决。

三、计算机绘图简介

AutoCAD 是美国 Autodesk 公司推出的通用计算机辅助绘图和设计软件包,它具有易于掌握,使用方便,体系结构开放等优点,深受广大工程技术人员欢迎。

自 Autodesk 公司于 1982 年 12 月推出 AutoCAD 的第一个版本 AutoCAD 1.0 起,AutoCAD 已进行了 14 次升级,从而使 AutoCAD 功能更加强大,且日趋完善。如今,AutoCAD 已经广泛应用于机械、建筑、电子、航天、造船、石油化工、土木工程、冶金、地质、农业气象、纺织、轻工等工程设计领域。它不仅把工程技术人员从繁重的手工劳动中解放出来,缩短设计周期,提高图样质量,方便管理图样,而且还改变了传统的设计方法,使设计

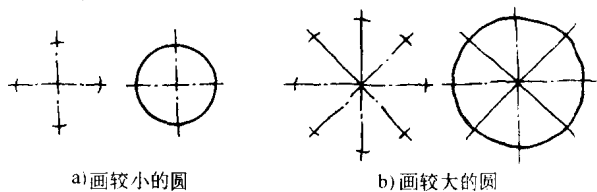


图 1-19 徒手画圆