



现代工程制图 及计算机辅助绘图

Computer
Aided Design

主编 邹玉堂 叶世亮 王淑英
主审 王跃辉



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



现代工程制图 及计算机辅助绘图

主 编 邹玉堂 叶世亮 王淑英
主 审 王跃辉



机 械 工 业 出 版 社

本书将计算机绘图与传统机械制图内容有机地结合起来, 辅以多媒体课件, 以适应现代社会对工程图学教学改革的需要。

本书共分 10 章, 主要内容有: 制图的基本知识, 计算机绘图, 投影基础, 立体的投影, 组合体视图, 轴测图, 机件的表达方法, 标准件和常用件, 零件图, 装配图, 附录等。

为配合教学, 另有配套习题集及多媒体光盘同时出版。

本书可作为高等学校非机械类本科画法几何及机械制图课程的教材, 也可供夜大、函授及专科学校使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

现代工程制图及计算机辅助绘图/邹玉堂等主编. 北京: 机械工业出版社, 2004.8

ISBN 7-111-14869-X

I. 现… II. 邹… III. ①工程制图②机械制图-计算机制图 IV. ①TB23②TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 066899 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: 赵 慧 贺簋鑫 版式设计: 冉晓华 责任校对: 刘志文

封面设计: 张 静 责任印制: 石 冉

三河市宏达印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·12.25 印张·301 千字

0001—5000 册

定价: 24.00 元 (含 1CD)

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、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着计算机技术的普及与发展,工程制图也面临着教学内容、教学体系和教学手段的改革。本书参照高等学校工科画法几何及工程制图课程指导委员会1995年修订的“画法几何及工程制图课程教学基本要求”,结合本校近年来对机械制图课程教学改革的研究与实践,充分吸取了各兄弟院校对制图课程教学改革的成功经验编写而成。

计算机绘图技术正在逐步取代传统的手工制图技术,多媒体技术正在逐步改革传统的教学模式。为培养适应时代发展需要的高级技术人才,本书将计算机绘图、手工绘图和尺规绘图有机融合,删减了画法几何部分的内容,辅以多媒体课件,注重空间思维能力、创新设计能力、徒手绘图能力及计算机应用能力的培养。本书采用了最新颁布的国家标准,选择了广泛使用的 AutoCAD 软件。本书适用于 50~80 学时的高等学校本科非机械专业学生使用。

本书由邹玉堂、叶世亮、王淑英主编,王跃辉教授主审。参加编写的有于彦(第1章)、路慧彪(第6章)、王淑英(第2、3、9章)、叶世亮(第4、5、7章)、邹玉堂(绪论、第8、10章、附录)。原彬、曹淑华、孙昂、于哲夫、于彦、路慧彪、王淑英、叶世亮、邹玉堂绘制了本书的插图。

为配合教学,另有配套习题集及多媒体光盘同时出版。

多媒体光盘主要由路慧彪、于哲夫负责研制,刘德良、原彬、曹淑华、王淑英、孙昂、于彦、叶世亮、邹玉堂参与了编绘工作。

本书在编写过程中,得到了大连海事大学教务处、轮机工程学院的大力支持,苗华迅同志为教师上机绘图作了大量的辅助性工作,在此一并表示感谢。借此向《画法几何及机械制图》(陈锡娟副教授主编,大连海事大学出版社出版)的所有作者及本书所参考的其他著作的作者表示衷心的感谢。

限于水平,缺点和错误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前 言	
绪 论	1
第 1 章 制图的基本知识	2
1.1 制图标准简介	2
1.2 尺规绘图工具与仪器的使用方法	10
1.3 几何作图	14
1.4 徒手绘图的方法	17
1.5 平面图形的尺寸分析和画图步骤	19
第 2 章 计算机绘图的基本知识	22
2.1 AutoCAD 2004 简介	22
2.2 创建二维基本图形对象	24
2.3 编辑图形对象	26
2.4 辅助绘图功能	28
2.5 图层	30
2.6 文本及尺寸标注	32
第 3 章 投影基础	35
3.1 投影法	35
3.2 点、直线和平面的投影	36
3.3 直线与平面、平面与平面 的相对位置	50
第 4 章 立体的投影	55
4.1 平面立体	55
4.2 曲面立体	59
4.3 两曲面立体相交	69
第 5 章 组合体视图	74
5.1 画组合体视图	74
5.2 组合体的尺寸标注	79
5.3 看组合体视图	83
5.4 用 AutoCAD 绘制组合体	87
第 6 章 轴测图	90
6.1 轴测图的基本知识	90
6.2 正等轴测图	92
6.3 斜二轴测图	97
6.4 徒手绘轴测图草图	99
6.5 用 AutoCAD 绘轴测图	100
第 7 章 机件的表达方法	103
7.1 表达机件外形的方法——视图	103
7.2 表达机件内形的方法——剖视图	106
7.3 表达机件断面形状的 方法——断面图	112
7.4 其他表达方法	114
7.5 剖视应用举例	117
7.6 用 AutoCAD 绘制剖视图	119
第 8 章 标准件和常用件	123
8.1 螺纹和螺纹紧固件	123
8.2 键、销	134
8.3 滚动轴承	136
8.4 齿轮	137
8.5 弹簧	141
第 9 章 零件图	143
9.1 零件图的内容	143
9.2 零件图的视图表达	143
9.3 零件图的尺寸标注	144
9.4 零件上常见的工艺结构	148
9.5 零件图的技术要求	152
9.6 零件的测绘	159
9.7 看零件图的方法	160
第 10 章 装配图	161
10.1 装配图的内容	163
10.2 装配图的表达方法	163
10.3 装配图的尺寸标注	165
10.4 装配图中的序号和明细栏	165
10.5 零件装配工艺结构的合理性	166
10.6 画装配图的方法和步骤	168
10.7 看装配图的方法和步骤	172
10.8 由装配图拆画零件图	173
附录	176
参考文献	191

绪 论

一、本课程的研究对象

本课程是以正投影理论和《技术制图》、《机械制图》国家标准有关规定为基础,研究用尺规绘图和计算机绘制工程图样以及阅读工程图样的原理和方法的一门学科。

在工业生产中,任何产品、设备和仪器的设计、制造、检验、维修、管理等技术工作,都必须通过机械图样来进行。机械图样是以投影原理为基础,按照国家规定的制图标准而绘制的表示物体形状、大小和结构的图。生产中起指导作用的机械图样主要是零件图和装配图。图样既是指导生产的重要技术文件,又是人类借以构思、分析、表达和交流技术思想的重要工具,是现代工业生产中不可缺少的技术资料。图样常被称为工程界的技术语言。

计算机绘图技术的普及与发展,使得图样的绘制、编辑、存储和传输发生了巨大的变化。作为现代的高级工程技术人员,应该能够熟练应用计算机绘制与处理图样。

二、本课程的主要任务

- (1) 学习正投影法的基本原理及应用,培养初步的空间思维能力。
- (2) 培养绘制和阅读机械图样的基本能力。
- (3) 培养计算机绘图的能力。

三、本课程的学习方法

本课程既有系统的理论,又有很强的实践性,学习时应注意以下几点:

- (1) 认真听课,按时完成作业,弄懂基本原理和基本方法。
- (2) 注意画图和看图相结合,物体与图样相结合。多看、多画、多想,注意培养空间想象能力和空间构思能力。
- (3) 严格遵守有关的国家标准规定。
- (4) 计算机绘图是一种先进的绘图手段,学习时,应跟随教师的讲解,同步操作,尽快熟悉绘图软件的使用方法,通过反复上机操作实践,掌握快速、准确绘图的技能 and 技巧。
- (5) 正确使用制图工具和仪器,按照正确的方法和步骤画图,使所绘制的图样内容正确。
- (6) 工业生产中对图样的要求是非常严格的,一条线或一个字的差错往往会造成重大的损失,所以作为一个未来的工程技术人员,应从学习开始就注意通过每一次作业来培养严肃认真的工作态度和耐心细致的工作作风。

第 1 章 制图的基本知识

在工业生产中，图样是指导生产的主要依据，也是交流技术思想的重要工具。为便于生产、管理和交流，必须对图样的各个方面做出统一的规定，如图样的画法、尺寸注法、图线、字体等。《技术制图》和《机械制图》国家标准是工程界重要的技术基础标准，也是绘制和阅读机械图样必须遵守的准则和依据。

本章摘要介绍了国家标准《机械制图》和《技术制图》中的基本规定、常见的绘图方式、几何作图方法和平面图形的尺寸标注方法等。

1.1 制图标准简介

1.1.1 图纸的幅面和格式 (GB/T 14689—1993)^①

绘制图样时，应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。

表 1-1 图纸基本幅面和尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	891 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

图样均应在图幅内用粗实线画出图框线。不需要装订的图样，图框格式如图 1-1 所示，尺寸按表 1-1 中的规定。需要装订的图样，图框格式如图 1-2 所示，尺寸按表 1-1 中的规定。

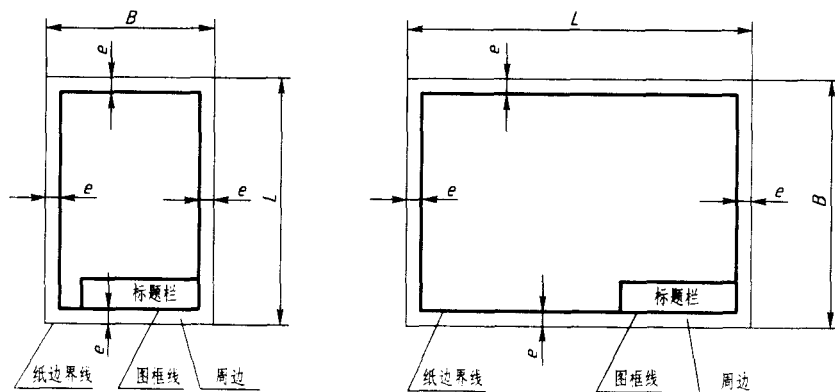


图 1-1 不留装订边的图框格式

① GB/T 14689—1993 是国家标准《技术制图 图纸幅面和格式》的代号，其中 GB 是汉语拼音国家标准的缩写，T 为推荐性标准，“14689”是标准的编号，“1993”表示标准是 1993 年发布的。

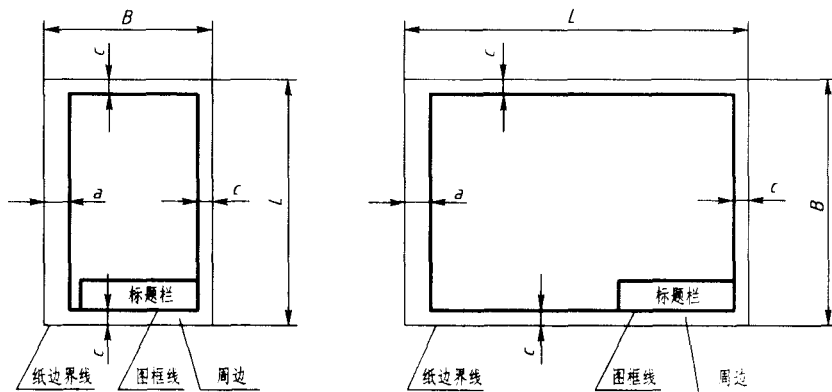


图 1-2 留有装订边的图框格式

图样中应画出标题栏，其位置配置在图框的右下角。标题栏中的文字方向为看图方向。标题栏的内容、格式和尺寸，国家标准有统一的规定，本课程建议采用的标题栏格式如图 1-3 所示。

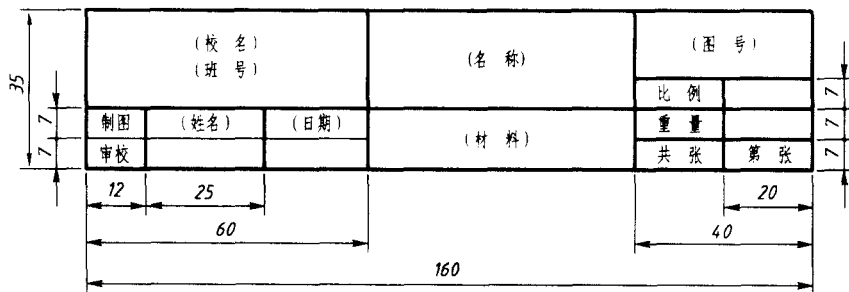


图 1-3 标题栏的格式

1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)

比例是指图样中机件要素的线性尺寸与实际机件上相应要素的线性尺寸之比。

绘制图样时应由表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。必要时也允许选取国家标准规定的其他比例。如 1:1.5, 1:4, 2.5:1 等。比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。

表 1-2 图样的比例

种 类	比 例		
原值比例	1:1		
放大比例	5:1	2:1	
	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$
缩小比例	1:2	1:5	1:10
	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$

注: n 为正整数。

为了能从图样上得到机件大小的真实概念，应尽量采用 1:1 的比例画图。对大而简单的机件可采用缩小的比例，对小而复杂的机件则可采用放大的比例，但标注尺寸时，应标注实际大小，与所选的比例无关，如图 1-4 所示。

1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

图样中书写的字体必须做到：字体端正、笔划清楚、间隔均匀、排列整齐。

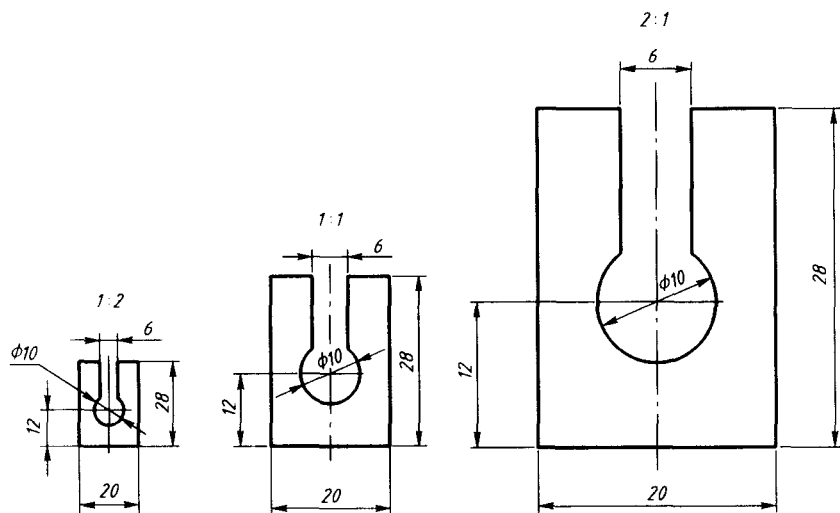


图 1-4 用不同比例画出的图形

字体的号数即字体的高度，分为：1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm 八种。字体的宽度约等于字高的 $\frac{2}{3}$ （相当于上一号字的高度）。

汉字应写成长仿宋体，并应采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度不应小于 3.5 号字。

阿拉伯数字和拉丁字母分直体和斜体两种，其中斜体字的字头向右倾斜与水平线约成 75° 角。

汉字、字母和数字的示例如图 1-5 所示。

1.1.4 图线 (GB/T 4457.4—2002、GB/T 17450—1998)

1. 线型

国家标准 GB/T 17450—1998 规定了 15 种基本线型及基本线型的变形。GB/T 4457.4—2002 规定的绘制机械图样时常用的图线名称、形式、宽度及其应用见表 1-3。

2. 线宽

机械图样中的图线分为粗线和细线两种。粗线宽度以 b 表示，应根据图形的大小和复杂程度在 0.5~2mm 之间选择，细线的宽度约为 $b/2$ 。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。

3. 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、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大小相等。
- 3) 两条平行线（包括剖面线）之间的距离应不小于粗实线宽度的两倍，其最小距离不得小于 0.7mm。
- 4) 当虚线直线处于粗实线延长线上时，在连接处应留有空隙，除此之外，连接处都应相交。当虚线圆弧与虚线直线相切时，虚线圆弧应画到切点，而虚线直线应留有空隙。如图 1-6 所示。

0123456789

10号

图样是工程界的技术语言

7号

字体端正笔划清楚排列整齐间隔均匀

5号

汉字应写成长仿宋体并采用国家正式公布的简化字

ABCDEFGHIJKLMN
OPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmn
opqrstuvwxyz
IIIIIIIVVVVIIVIIIIXX

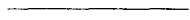
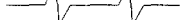
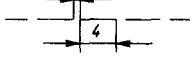
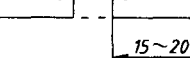
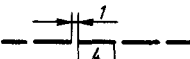
图 1-5 各种字体示例

5) 虚线、点画线与任何图线相交, 都应在线段处相交, 而不应在空隙处相交。如图 1-6 所示。

6) 点画线首末两端应是线段而不是短画, 并且线段应超出图形 3~5mm。点画线的每两线段之间画一很短的线段, 而不是画一个小圆点。如图 1-6 所示。

7) 点画线应超出图形的轮廓线 3~5mm, 首末两端应是画线而不能是点; 点画线相交处应是画线, 而不能是点或间隔。如图 1-6 所示。

表 1-3 图线

图线名称	图线形式	图线宽度	一般应用
粗实线		b	可见轮廓线 相贯线
细实线		$b/2$	尺寸线及尺寸界线 剖面线
波浪线		$b/2$	断裂处的边界线 视图与剖视图的分界线
双折线		$b/2$	断裂处的边界线
细虚线		$b/2$	不可见轮廓线
细点画线		$b/2$	轴线 对称中心线
粗点画线		b	限定范围表示线
细双点画线		$b/2$	相邻辅助零件的轮廓线 极限位置的轮廓线
粗虚线		b	允许表面处理的表示线

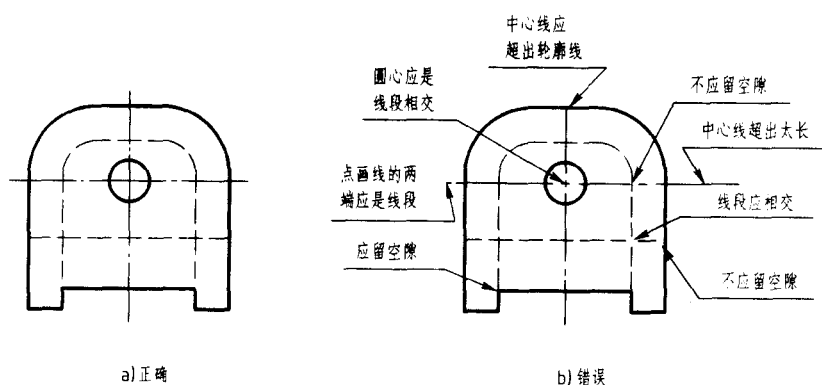


图 1-6 图线的画法

1.1.5 尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003)

图形只能表达机件的形状, 要确定它的大小, 还必须在图形上标注尺寸。

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(包括技术要求和和其他说明)的尺寸,以毫米为单位时,不需标注计量单位的代号或名称,如果采用其他单位,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。
- 3) 图样中所注的尺寸为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,应尽可能使用符号和缩写词。常用的符号和缩写词见表1-4。

表 1-4 常用的符号和缩写词

名 称	符号或缩写词	名 称	符号或缩写词
直径	ϕ	正方形	
半径	R	深度	
球直径	$S\phi$	沉孔或铰平	
球半径	SR	埋头孔	
厚度	t	均布	EQS
45°倒角	C		

- 6) 若图样中的尺寸全部相同或某个尺寸和公差占多数时, 可在图样空白处作总的说明, 如“全部倒角 C1”、“未注圆角 R4”等。
- 7) 同一要素的尺寸应尽可能集中标注, 如多个相同孔的直径。
- 8) 尽可能避免在不可见的轮廓线(虚线)上标注尺寸。

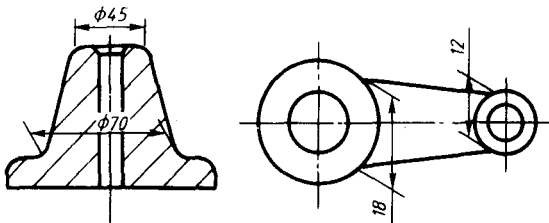
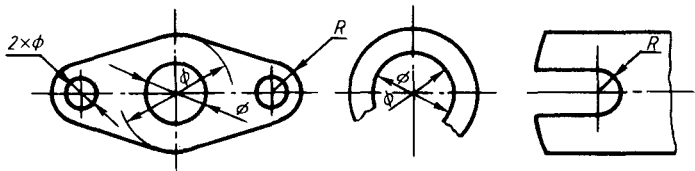
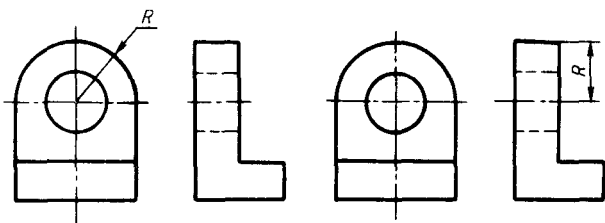
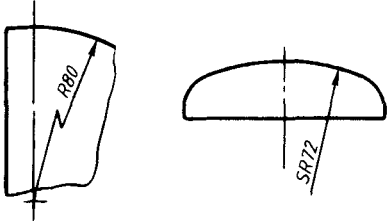
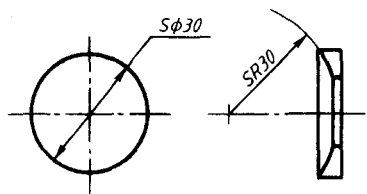
2. 尺寸注法

表 1-5 列出了在机械图样中标注尺寸的方法。

表 1-5 尺寸注法

项目	说明	图例
尺寸数字	线性尺寸的数值一般应注写在尺寸线的上方, 也允许写在尺寸线的中断处	
	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 的形式标注	

(续)

项目	说 明	图 例
尺寸界线	尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 当尺寸界线过于贴近轮廓线时, 允许倾斜画出 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	
	圆和大于半圆的圆弧应标注直径尺寸, 并在尺寸数字前加注符号“ϕ”, 等于半圆和小于半圆的圆弧应标注半径尺寸, 并在尺寸数字前加注符号“R”	
直径和半径	半径尺寸必须标注在投影是圆弧的图形上, 且尺寸线应从圆心引出	 正确 错误
半径	半径过大或在图纸范围内无法标出圆心位置时, 可按图 a 的形式标注; 若不需要标注圆心位置时, 可按图 b 的形式标注	 a) b)
	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”	

(续)

项目	说 明	图 例
小 尺 寸	没有足够的位置画箭头或写数字时,可按图示的形式标注	
角	角度的尺寸界线应沿径向引出,或以夹角两边的轮廓线作尺寸界线 尺寸线应画成圆弧,其圆心是该角的顶点	
度	角度的数字一律水平填写,一般写在尺寸线的中断处,必要时允许写在尺寸线的上方或外面,也可引出标注	
均 布 的 孔	均匀分布的成组要素(如孔等)的尺寸按图 a 所示的方法标注。当孔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”标注	

1.2 尺规绘图工具与仪器的使用方法

尺规绘图是借助丁字尺、三角板、圆规、分规等绘图工具和仪器进行手工操作的一种绘图方法,正确使用各种尺规工具和仪器既能保证绘图质量,又能提高绘图速度。

1.2.1 尺规绘图的工具与仪器

1. 图板、丁字尺和三角板

图板是画图时铺放图纸的木板，表面应平坦光洁，软硬适中。一般为长方形，使用时横放。左侧边为丁字尺的导边，必须平直光滑。

绘图时图纸应靠近图板左边，为便于使用丁字尺，图纸下边与图板下边的间距应大于丁字尺尺身宽度，然后将图纸用胶带纸固定，如图 1-7 所示。

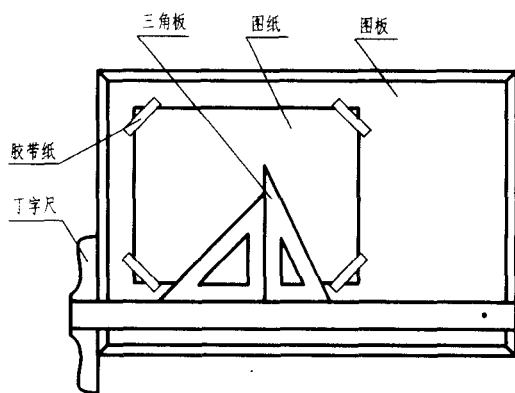


图 1-7 图纸的固定位置

丁字尺主要用于画水平线，由尺头和尺身两部分组成。绘图时用左手将尺头紧靠图板左侧导边，上下移动使用，尺身的上边为工作边，画水平线时，画线方向从左至右，铅笔稍向画线方向倾斜，如图 1-8 所示。

三角板与丁字尺配合使用，能画垂直线和与水平成一定角度的斜线。画垂直线时，画线方向从下至上。如图 1-9 和图 1-10 所示。

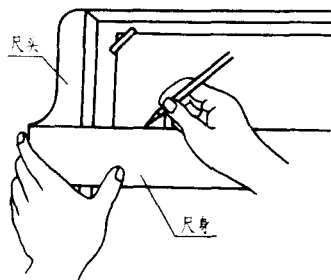


图 1-8 丁字尺的使用

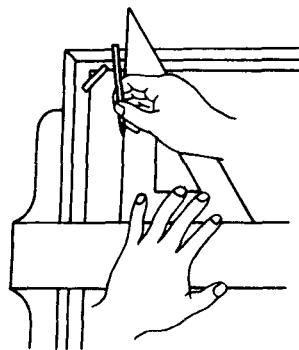


图 1-9 丁字尺与三角板配合使用

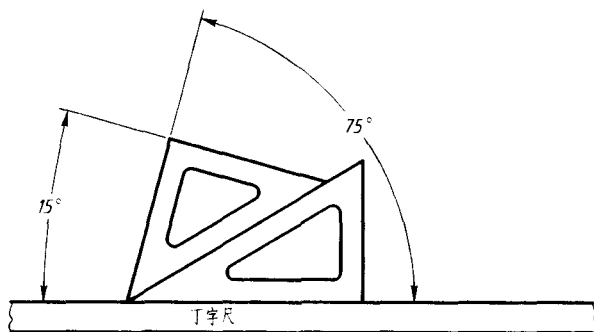


图 1-10 两块三角板配合使用

2. 绘图仪器

绘图仪器中最常用的是圆规和分规。

圆规用于画圆和圆弧。圆规的一条固定腿上装有钢针，另一条带有肘形关节的活动腿上

可装铅笔插腿或鸭嘴笔插腿。使用时要使钢针上带有凸出小针尖的一端朝下,以免钢针扎入图板太深,同时要使针尖略长于铅笔尖,如图1-11所示。画圆或圆弧时,圆规针尖要准确地扎在圆心上,沿顺时针方向转动圆规柄部,圆规稍微向前进方向倾斜,一次画成。当画半径较大的圆或圆弧时,要调整圆规,使针尖和铅笔尖同时垂直纸面,如图1-12所示。

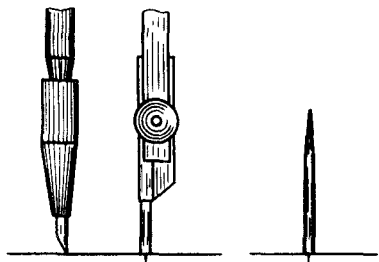


图1-11 圆规针尖的安装

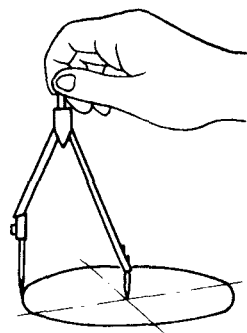


图1-12 圆规的使用方法

分规用于量取尺寸数值和等分线段。两腿并拢时,针尖要平齐。量取尺寸数值时,分规的拿法像使用筷子一样,便于调整大小,如图1-13所示。

3. 绘图铅笔

绘图铅笔上有标号B或H表示铅芯的软或硬。B前的数字愈大表示铅芯愈软,画出的图线也愈黑。H前的数字愈大表示铅芯愈硬,画出的图线也愈淡。标号“HB”表示铅芯软硬适中。

一般画底稿时用2H铅笔,画粗实线和粗点画线时用B或HB铅笔,画其余图线时用2H铅笔,写字用HB或H铅笔。

削铅笔时应保留有铅笔标号的一端。画粗实线的铅笔的铅芯应削磨成四棱柱形,使所画的图线粗细均匀,边缘光滑。画其余线条时可削磨成圆锥形,如图1-14所示。

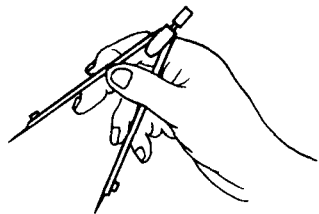


图1-13 分规的使用方法

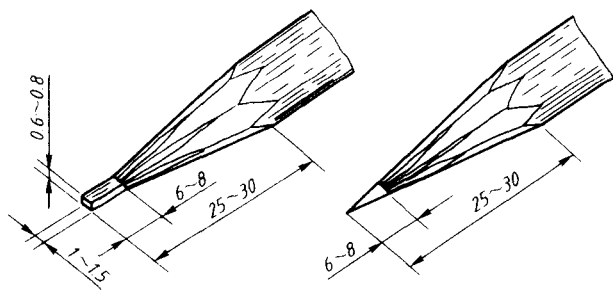


图1-14 铅笔的削磨

画线时要注意用力均匀,匀速前进,并应注意经常修磨铅笔尖,避免愈画愈粗。

4. 比例尺和曲线板

比例尺为尺面上刻有不同比例的刻度的直尺,用于量取不同比例的尺寸,最常见的为三棱柱式,因此也叫三棱尺,如图1-15所示。常用的比例尺的三个侧面有六种不同比例的刻度,采用这六种比例画图时,可直接在比例尺上量尺寸,不需要计算,比较方便。

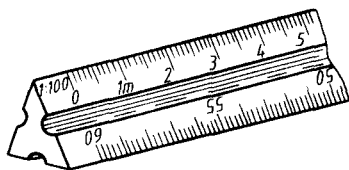


图1-15 比例尺