

现代工程制图

主编 吴艳红 张晓欣 李广君

哈尔滨工程大学出版社

现代工程制图

主编 吴艳红 张晓欣 李广君

哈尔滨工程大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代工程制图/吴艳红,张晓欣,李广君主编. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社,2002.9
ISBN 7-81073-372-9

I. 现... II. ①吴...②吕... 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(2002)第 074346 号

内 容 简 介

本书是根据国家教委《高等工业学校工程制图基础教学基本要求》组织编写的。全书分为十一章,内容包括:制图基本知识和技能,投影法与三视图,立体,组合体,尺寸标注基础,轴测图,常用的表达方法,标准件与常用件,零件图,装配图,计算机绘图简介。书末附有常用标准表,并编写了与本书配套使用的《现代工程制图习题集》。

本书采用最新国家标准,文字叙述简洁、通俗易懂。可作为高等工科院校电类等少学时专业工程制图课的教材,也可作为电大、夜大、职大等相关专业的教材。

哈尔滨工程大学出版社出版发行
哈尔滨市南通大街145号 哈工程大学11号楼
发行部电话:(0451)2519328 邮编:150001
新华书店经销
地矿部黑龙江测绘印制中心印刷厂印刷

*

开本 787mm×1 092mm 1/16 印张 17.75 字数 418 千字

2002 年 9 月第 1 版 2002 年 9 月第 1 次印刷

印数:1—7 000 册

定价:21.00 元

前 言

本书是按照原国家教育委员会批准的《高等工业学校工程制图基础教学基本要求》的有关规定,在哈尔滨工程大学等学校历年来编写的非机械类专业用《工程制图》教材的基础上,总结多年教学经验编写而成的,另有《现代工程制图习题集》与本教材配套使用。

本书主要针对高等工科院校本、专科的电类等少学时专业的制图课教学,课堂教学约为60学时左右,辅助以课下适当学时的练习。

本书在编写过程中,力求做到简明扼要、通俗易懂。与历次编写的教材相比,主要具有以下特点:

1. 针对电类教材的特点,在画法几何和制图基础的内容取舍方面做了一些有益的尝试。
2. 更加突出绘制徒手草图的地位,全面培养手工绘图、仪器绘图和计算机绘图三种绘图能力;
3. 更加强调了构形设计的重要性,努力提高学生的空间思维 and 创新能力;

同时,本书在范围、次序、难度、图例及采用最新国家标准等方面都做了很大努力,其中“计算机绘图简介”一章,以介绍和应用我国自主研制开发的“CAXA 华正电子图板 2000”软件为主要内容,目的在于培养学生的综合素质、提高国产优秀制图软件的普及率和适应工程图学课程的发展需要。

本书由吴艳红、张晓欣、李广君主编,戴富美、王钢主审。编写分工如下:石玲编写第1章,吕金丽编写第2、3章,覃新川编写第4、6章,刘志强编写第5章,李广君编写第7章,王钢编写第8章,张晓欣编写第11章、附录,吴艳红编写绪论、第9、10章,并承担了本书立体图的润饰工作。

在本书的编写过程中,刘双林同志提出许多宝贵意见,在此一并表示感谢。

由于水平有限,书中难免存在不妥和错误之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2002年9月

绪 论

一、课程的研究对象

本课程的研究对象是根据投影理论及国家标准规定绘制的工程图样。工程图样用来表达物体的形状、尺寸及技术要求等内容。在现代工业中,设计和制造机床、车辆、船舶、化工设备以及电子产品等,都离不开工程图样;在使用这些机器和设备时,也常常需要通过阅读图样来了解它们的结构及性能。可以说,工程图样就是“工程界的语言”,它是工程技术部门及生产部门的主要技术文件,是工程界表达和交流技术思想和信息的重要媒介和工具。

随着计算机技术的普及和发展,计算机图形学的产生是设计制图的一次转变。图样信息的产生、加工、存储和传递又是广大工程技术人员的重要任务。因此,机械制图和计算机绘图相结合是课程发展的必然趋势,也是对传统机械制图课程的重大突破。但必须指出,计算机绘图的出现并不是贬低了手工绘图技巧的重要性,只有掌握手工绘图技巧,才能在计算机绘图时得心应手。所以,每个工程技术人员都应熟练掌握这门课程所介绍的基本理论、基本知识和基本技能。

二、课程的学习目的和任务

本课程的主要学习目的是培养学生掌握绘制和阅读工程图样的基本理论和基本方法,提高和发展学生的空间想像能力。

本课程的主要学习任务是:

1. 掌握正投影的基本理论。
2. 培养绘制和阅读工程图样的基本能力。
3. 培养空间想像和空间思维的初步能力。
4. 学习计算机绘图的基本知识。

三、课程的学习方法

在本课程的学习过程中应注意以下几点:

1. 本课程实践性很强,除了扎实掌握基本理论、概念外,还应注意密切联系实际,在具体作图时运用这些理论,做到理论与实践相结合。
2. 在学习时必须经常注意空间几何元素与其投影之间的相互关系,不断地从空间到平面,再从平面到空间,反复研究、思考,从而提高空间想像能力和分析问题、解决问题的能力。
3. 在画图中要树立对生产负责的观点,严格遵守国家标准的有关规定,努力培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。
4. 认真听课,及时复习,按时、独立完成习题和作业,不断调整和改进学习方法,提高自学能力。

目 录

第1章 制图的基本知识与基本技能	1
1.1 国家标准《技术制图与机械制图》摘录	1
1.2 绘图工具和仪器的使用	7
1.3 几何作图	11
1.4 平面图形的画法	16
1.5 绘图方法和步骤	17
第2章 投影法与三视图	20
2.1 正投影法	20
2.2 三视图	22
第3章 立体	27
3.1 立体上的点	27
3.2 立体上的直线	29
3.3 立体上的平面	37
3.4 基本体	40
3.5 截切体	47
3.6 相贯体	56
第4章 组合体	64
4.1 组合体与形体分析	64
4.2 组合体视图的画法	67
4.3 读组合体视图	70
4.4 组合体构形设计	77
第5章 尺寸标注基础	82
5.1 尺寸注法的基本规定	82
5.2 组合体的尺寸标注	86
5.3 常见结构的尺寸标注	91
第6章 轴测图	93
6.1 轴测图的基本知识	93
6.2 正等轴测图	94
6.3 斜二等轴测图	101
6.4 轴测图的选择	104
6.5 徒手绘制轴测图的注意事项	105
第7章 常用表达方法	109
7.1 视图	109
7.2 剖视图	113
7.3 断面图	123

7.4	局部放大图和简化画法	126
7.5	表达方法综合应用	132
7.6	第三角投影简介	133
第 8 章	标准件和常用件	136
8.1	螺纹	136
8.2	螺纹紧固件	143
8.3	键和销	149
8.4	滚动轴承	153
8.5	齿轮	156
8.6	弹簧	159
第 9 章	零件图	163
9.1	零件图的内容	163
9.2	零件的结构	164
9.3	零件图的视图选择和尺寸标注	168
9.4	零件的技术要求	180
9.5	读零件图的方法和步骤	191
9.6	零件测绘	193
第 10 章	装配图	198
10.1	装配图的作用与内容	198
10.2	装配图的表达方法	200
10.3	装配图的尺寸标注	202
10.4	装配图中的零件序号和明细栏	202
10.5	装配结构的合理性简介	204
10.6	由零件图画装配图	205
10.7	读装配图	212
第 11 章	计算机绘图简介	220
11.1	计算机绘图系统的软件	220
11.2	CAXA 电子图板 2000 系统简介	221
11.3	CAXA2000 的入门操作	222
11.4	图形绘制	227
11.5	图形编辑	231
11.6	显示控制	235
11.7	图层	237
11.8	工程标注	239
11.9	图库	242
11.10	幅面	244
11.11	系统设置	245
11.12	绘制槽轮实例	247
附录		254

第 1 章 制图的基本知识与基本技能

机械图样是表达设计思想、进行技术交流的重要工具。为了便于生产和技术交流,国家标准对图样的格式、表达方法、符号等建立了统一的规定,绘图时必须严格遵守。

本章主要介绍国家标准《技术制图与机械制图》中的一些基本规定,扼要介绍一些基本的绘图方法。

1.1 国家标准《技术制图与机械制图》摘录

国家标准《技术制图与机械制图》是我国颁布的一项重要技术标准,它统一规定了生产和设计部门必须共同遵守的制图规定。本节简要介绍其中有关图纸幅面、标题栏、比例、字体、图线画法等内容。

1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689-93)^①

1. 标准图幅

绘制图样时,应优先选用表 1-1 中规定的基本幅面尺寸,必要时允许采用规定的加长幅面,这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加得出的,如图 1-1 所示。图中粗实线为基本幅面,细实线和虚线则为加长幅面。加长幅面的代号为:基本幅面代号×加长幅数。

表 1-1 基本幅面尺寸

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
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

图纸幅面可横放或竖放,如图 1-1 所示。

2. 图框格式

图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为留有装订边和不留装订边两种。同一产品的图样只能采用一种格式。

留有装订边的图纸,其图框格式如图 1-2 所示,不留装订边的图纸,其图框格式如图

^① GB 是国家标准的缩写,T 为推荐标准,14689 为该标准的编号,93 表示该标准是 1993 年批准的。

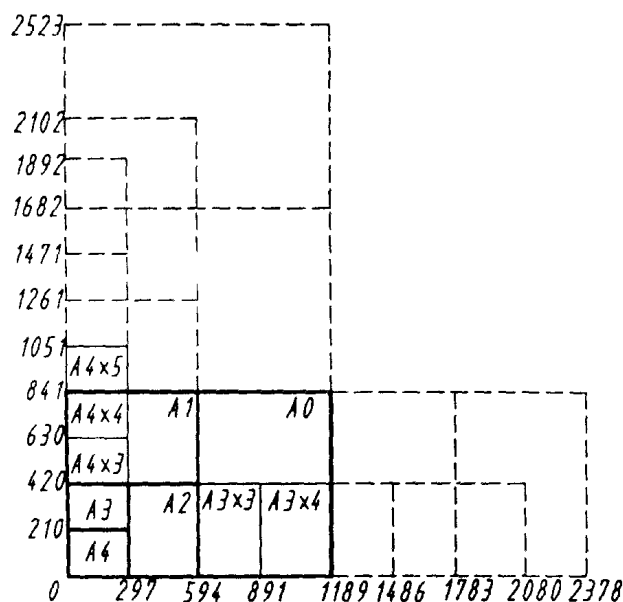


图 1-1 图纸幅面

1-3所示,尺寸 a 、 c 、 e 按表 1-1 的规定选用。

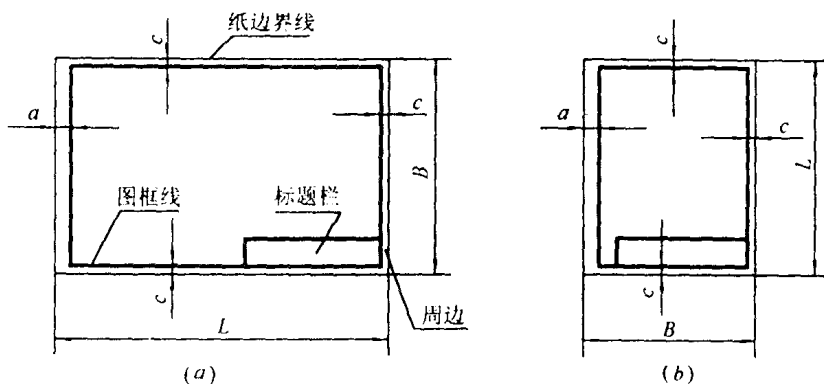


图 1-2 留装订边图样的图框格式

加长幅面的图框尺寸,按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。例如 $A2 \times 3$ 的图框尺寸,按 $A1$ 的图框尺寸确定,即 e 为 20(或 c 为 10),而 $A3 \times 4$ 的图框尺寸,按 $A2$ 的图框尺寸确定,即 e 为 10(或 c 为 10)。

3. 标题栏(GB10609.1-89)

每张图纸上都必须画出标题栏。其位置位于图纸的右下角,如图 1-2、1-3 所示。国家标准(GB10609.1-89)推荐的标题栏的内容、格式和尺寸见图 1-4 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,如图 1-2(a)、1-3(a)所示;当标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸,如图 1-2(b)、1-3(b)所示。看图的方向与标题栏的文字方向应一致。

关于标题栏更详细的内容可查阅国标。

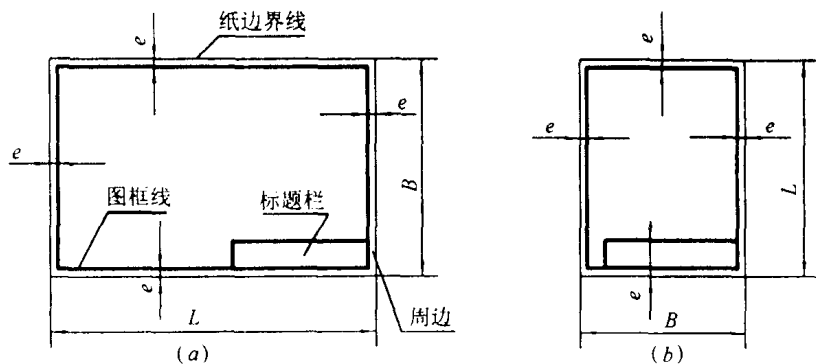


图 1-3 不留装订边图样的图框格式

180												
10		10		16		16		12		16		
8×71=56	7							(材料标记)			(单位名称)	
								4×6.5(=26)			12	12
	标记	数量	分区	更改文件号	签名	年、月、日				(图样名称)		
	设计	(签名)	(年月日)	标准化	(签名)	(年月日)	阶段标记			重量	比例	10
	审核								6.5			9
												18
	工艺				批准		共 张 第 张			(图样代号)		
		12	12	16	12	12	16	50				

1.1.3 字体(GB/T14691-93)

在工程图样中,除了用图形来表达机件的形状结构外,还要用文字、字母、数字来说明机件的技术要求、使用要求以及尺寸大小等内容。

在图样中书写字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

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。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体,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》中规定的简化汉字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体的笔画特点是:横平竖直,粗细一致,撇挑锋利,勾拐有棱,起落有顿。适于用硬笔尖(钢笔和铅笔)一笔写成。长仿宋体的基本笔画及运笔方法如表 1-3 所示。汉字示例如图 1-5 所示。

表1-3 长仿宋字基本笔画、运笔方法与字例

基本笔画	点	横	竖	撇	捺	挑	勾	折
形状	丶 ㇀	一	丨	丿	㇏	㇀	㇆	㇔
写法	丶 ㇀	一	丨	丿	㇏	㇀	㇆	㇔
字例	点 溢	王	中	厂 千	分 建	均	才 戈	国 出

字体端正 笔画清楚 排列整齐 间隔均匀

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布水平镀抛光

视图向旋转前后表面展开表面展开两端中心孔锥销键

图 1-5 汉字——长仿宋体示例

2. 字母和数字

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。在同一图样上,只允许选用一种型式的字体。

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° 。A 型斜体

字母数字示例如图 1-6 所示。



图 1-6 A 型斜体字母、数字示例

汉字、拉丁字母、阿拉伯数字和罗马数字等组合书写时,其排列格式和间距应满足一定要求,详见国标 GB/T14691-93 的有关规定。

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。

图样中的数学符号、物理量符号、计量单位符号以及其他符号、代号,应分别符合国家的有关法令和标准的规定。图 1-7 是字体组合示例。

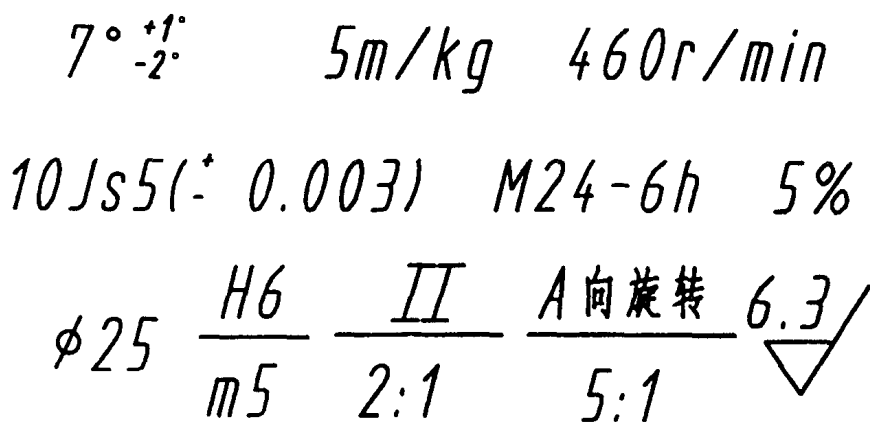


图 1-7 字体组合示例

1.1.4 图线(GB/T 17450-98)及其画法

绘制图样时,应采用表 1-4 中规定的图线。

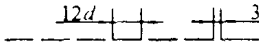
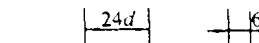
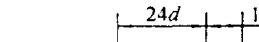
1. 图线型式及应用

表 1-4 及图 1-8 列出了各种图线的名称、型式以及在图样上的一般应用。

国标规定的基本线型共有 15 种,表 1-4 列举了机械图样中常用的线型。图线的宽度

d 应按图的大小和复杂程度,在 $0.13 \sim 2\text{mm}$ 之间选择,其中粗细线宽比为 $2:1$ 。

表 1-4 图线的型式、宽度和主要作用

图线名称	图线型式	主要用途
粗实线		可见轮廓线, 可见棱边
细实线		尺寸线, 尺寸界线, 剖面线, 引出线
波浪线		断裂处的边界线, 视图和剖视的分界线
双折线		断裂处的分界线
虚线		不可见棱边, 不可见轮廓线
细点画线		对称线, 中心线, 节圆, 孔的是位圆
粗点画线		有特殊要求的表面的表示线
双点画线		假想投影轮廓线, 中断线 相邻辅助零件的轮廓线

图线宽度 d 的推荐系列为: $0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2\text{mm}$ 。由于图样复制中所存在的困难,小于 0.18mm 的图线应尽量避免采用。国标推荐粗线线宽 d 优先选用 0.5 或 0.7mm 。

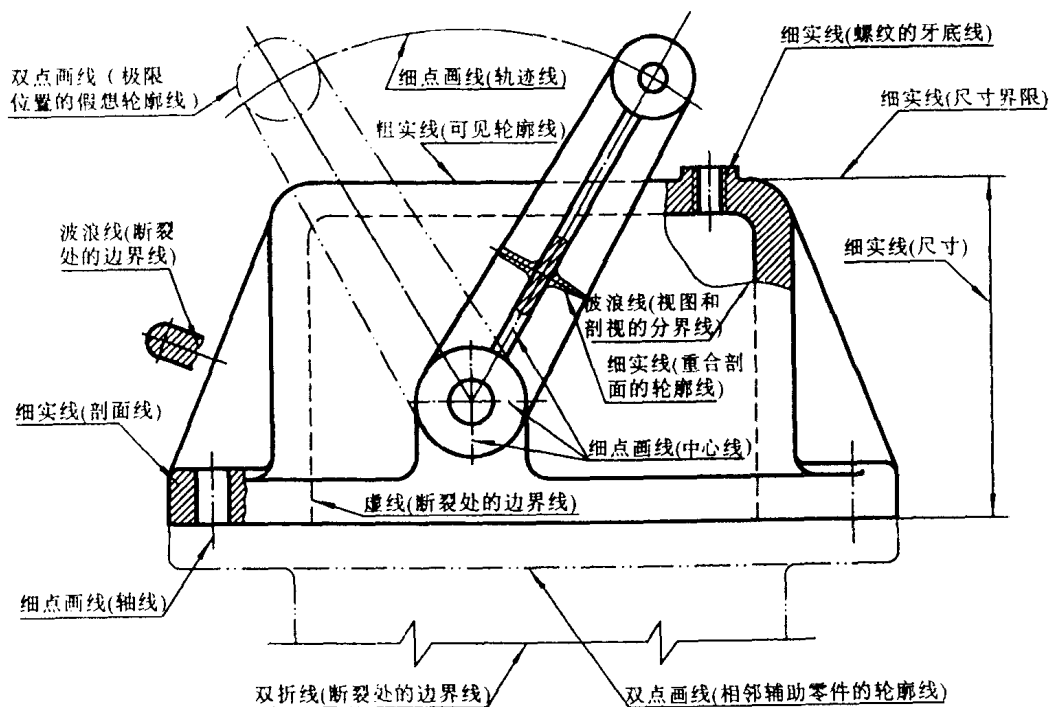


图 1-8 图线应用举例

2. 图线的画法

如图 1-9 所示,绘图时应遵守以下要求。

(1)同一图样中,同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

(2)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。

(3)点画线和双点画线的首末两端,应是线段而不是短画。点画线应超过轮廓线 2~5mm。

(4)绘制圆的中心线时,圆心应为线段的交点。在较小的图形上绘制点画线或双点画线时,可用细实线代替。

(5)当虚线与虚线或与其它图线相交时,应以线段相交而不留有空隙;当虚线是粗实线的延长线时,其连接处应留空隙。

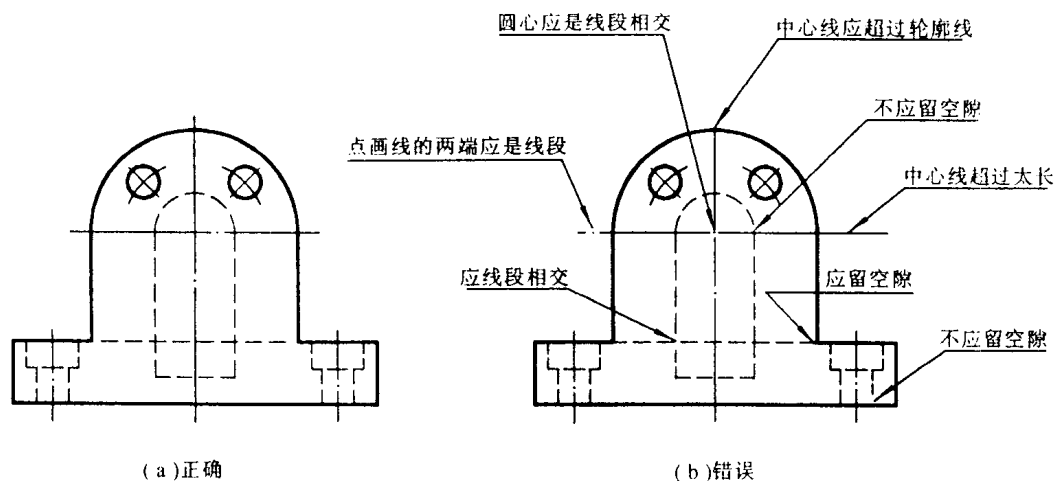


图 1-9 图线应用的正误对比

1.2 绘图工具 and 仪器的使用

正确使用绘图工具对提高绘图质量和效率起着重要的作用。因此,应对绘图工具的使用有所了解,并熟练掌握它们的使用方法。常用的绘图工具和仪器有图板、丁字尺、三角板、圆规、分规、比例尺、直线笔、曲线板等,还有各种高效率的绘图机。

1.2.1 图板、丁字尺、三角板

图板用来铺放和固定图纸,要求表面平坦、光洁,左边作为导边,必须平直。图纸用胶带纸固定在图板的适当位置。

丁字尺由尺身和尺头两部分组成。用丁字尺画水平线时,必须将尺头紧靠图板导边做上下移动,右手执笔,沿尺身工作边向右画线。三角板与丁字尺配合使用,可画 15° 整倍数的各种角度线。

丁字尺、图板、三角板的用法见图 1-10,图中的箭头方向为运笔方向。

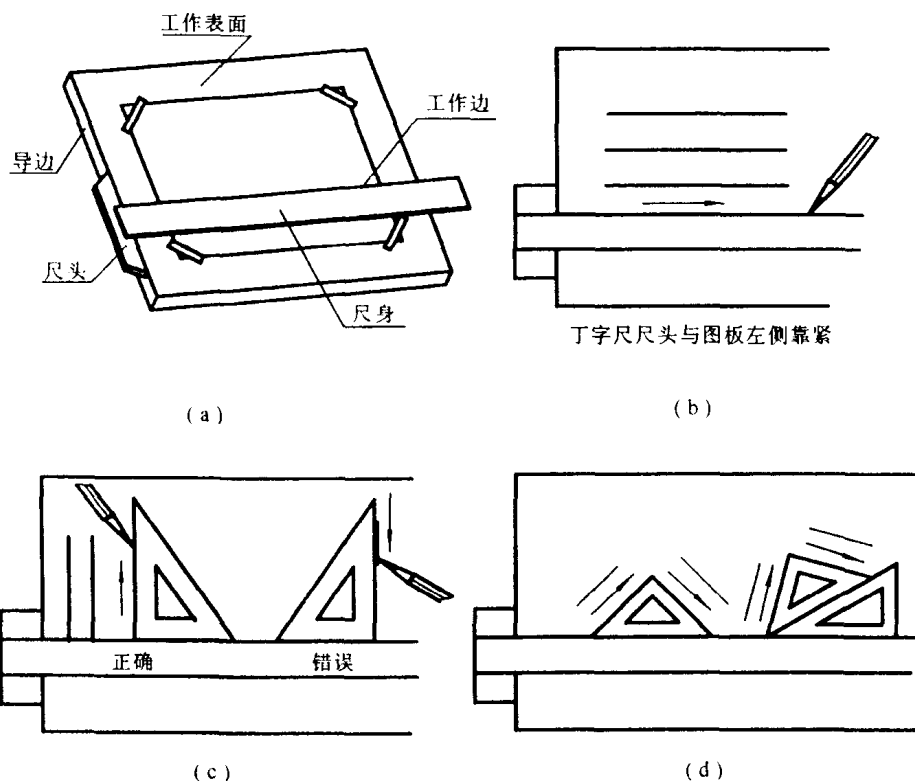


图 1-10 丁字尺、图板、三角板的使用方法

1.2.2 圆规和分规

圆规主要用来画圆或圆弧,常用的大圆规如图 1-11(a)。其一腿装有活动钢针,另一腿装有肘形关节,可插装铅笔芯。若装上钢针插腿又可作分规使用。画图时,要用活动钢针有台阶端扎向圆心,可防止画图时圆心扩大造成误差,圆规铅芯的尖端应与钢针台阶基本平齐,以使作图准确。

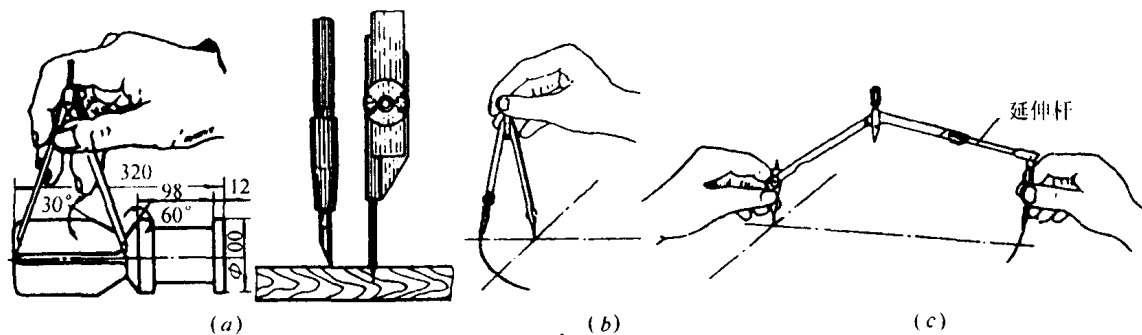


图 1-11 圆规的使用

画圆时一般按顺时针方向旋转,且使圆规向运动方向稍微倾斜,如图 1-11(b)所示,通常将圆规针尖和插腿调整到与纸面垂直,如图 1-11(c)所示。

分规是用来量取线段和分段的工具。分规两腿端部有钢针，两腿合拢时，两针尖应合为一点。图 1-12(a)为用分规截取等长线段的方法。图 1-12(b)表示用试分法等份线段的过程。例如分线段三等份，先目测估计使两针尖距离大致为 AB 的 $1/3$ ，然后在 AB 上试分，如果第三个试分点在 AB 内(或外)，这时应将针尖距离增加(或减少) $BK/3$ ，再进行试分，这样经过几次试分，即可较为准确地三等分线段 AB 。

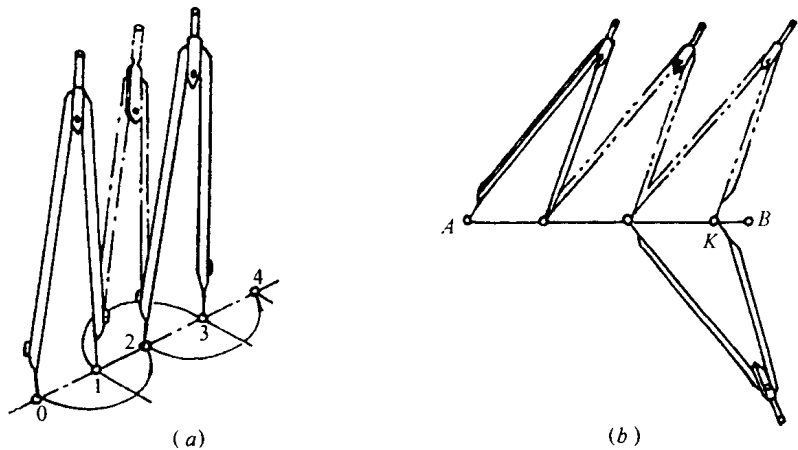


图 1-12 分规的使用方法

1.2.3 铅笔

根据绘图需要,可选择不同软硬程度的铅笔。常用的型号为 2H、H、HB、B、2B。H 表示硬度,H 前数字越大,铅芯越硬;B 表示软度,B 前数字越大,铅芯越软;HB 软硬适中。其选用推荐如下:打底稿用 H、2H,加深直线用 HB、B,加深圆用 B、2B,写字用 HB。

铅笔的铅芯一般用砂纸磨成所需的形状,画底稿和写字时,应磨成锥形;加深粗实线时,应磨成矩形。如表 1-5 所示。

表 1-5 铅笔及铅芯的选用

	用 途	软硬代号	削磨形状	示 意 图
铅 笔	画细线	2H 或 H	圆 锥	
	写 字	HB 或 B	钝圆锥	
	画粗线	B 或 2B	截面为矩形的四棱柱	

圆铅 规 用芯	画细线	H 或 HB	楔 形	
	画粗线	2B 或 3B	正四棱柱	

注: d 为粗实线宽度。

1.2.4 比例尺

常见的比例尺形状为三棱柱体,故又名三棱尺,如图 1-13 所示,这种比例尺在尺的三个棱面分别刻有 6 种不同比例的刻度尺寸,按照这种比例绘图时,尺寸数值可直接从相应的刻度上量取。

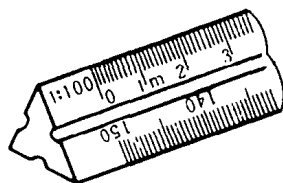


图 1-13 比例尺

1.2.5 曲线板

如图 1-14 所示,用曲线板画曲线时,应先将需要连接的

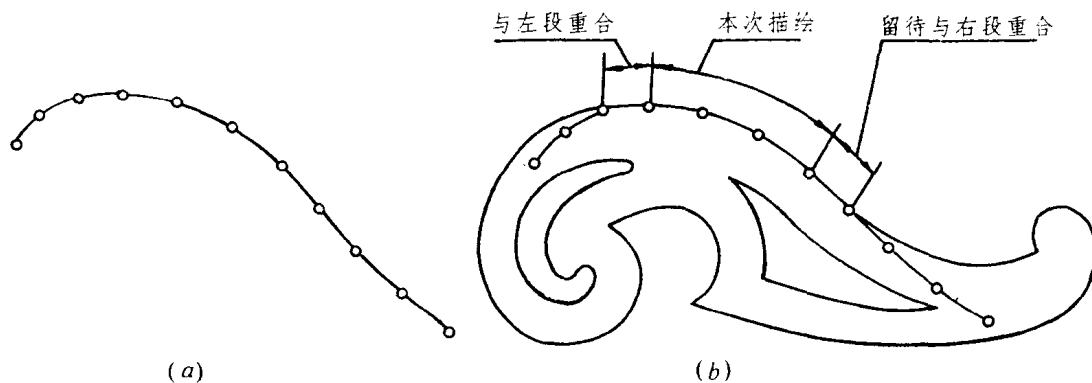


图 1-14 曲线板的用法

各点徒手轻轻地连成光滑的细线,然后在曲线板上选择曲率合适的部分与徒手连接的曲线贴合,每次连接应至少通过曲线上三个点,在描线时,前面应有一段与上一次所描的线段重合,后面留一段待下次描。

1.2.6 擦图片

擦图片一般由薄钢片制成,如图 1-15 所示,擦图片上有许多缺口,将缺口对准所需擦去的铅笔线条,用橡皮进行擦拭,可不污损图面。

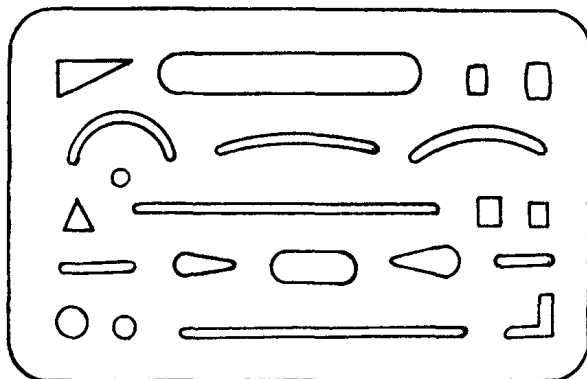


图 1-15 擦图片