

高等学校试用教材

机械制图

华中工学院等九院校编

人民教育出版社

高等学校试用教材

机 械 制 图

华中工学院等九院校编

人 民 教 育 出 版 社

机 械 制 图

华中工学院等九院校编

*

人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京印刷二厂印装

*

1978年9月第1版 1979年4月第2次印刷

书号15012·0133 定价 2.10 元

编 者 的 话

本书是为了适应实现四个现代化对培养高级工程技术人材的要求,本着加强基础理论、基本技能和反映现代科学技术的精神,按照1977年12月在武汉召开的高等学校工科机械制图教材会议上讨论的教材编写大纲,在总结第一版教材的基础上进行修订而成的。

这次修订,我们采取了以下几点措施:

第一、增加了必要的基础理论,如线面的相对位置,投影变换,曲线与曲面等;补充了与基本技能训练有关的内容,如几何作图、草图画法、常用绘图工具和仪器的使用等。

此外,还选入了少量的选学内容,如亲似对应、轴测图中的轴间角和轴向变形率、设计制图自动化等。

第二、增加了必要的推导或论证。对于基本概念和基本理论,一般进行了分析,有些还进行了必要的推导或论证,讲清来源,使读者能更好地理解和掌握。例如点、线、面的投影特性就联系立体几何的概念和有关定理,阐明了投影特性和作图依据,既说明了来源,也便于读者理解和掌握。

第三、在主要章节中,安排了一些例题,如第三章点、线、面的投影,第五章截交线和相贯线,第六章机件形状的常用表达方法,第十二章投影变换等章节中均有安排。通过对例题的理论分析,可以巩固、加深对概念的理解,有利于培养分析问题和解决问题的能力。

从章节顺序的安排来说,由于内容的增加,章数由前版的十章扩大为十五章。前十一章是与图形表达有关的内容,而把侧重图解的内容放在十一章之后,最后介绍反映绘图技术发展趋势的内容作为结尾。我们认为这样安排,任务明确,重点突出,比较符合人们的认识规律。

从教学要求来看,本书内容大致可分基本内容、次要内容和选学内容。基本内容占大多数。选学内容有:第三角投影简介、轴测轴和轴向变形率的证明、常见三种轴测图的比较、亲似对应和设计制图自动化等。这些内容可根据不同情况适当取舍。次要内容有:尺寸链的基本概念、ISO公差制的简介以及投影变换、曲线与曲面中联系实际和引入数学分析等。这些内容,也应具体情况灵活掌握。零件图的重点是表达方法的选择和应用,尺寸标注也是重点内容之一,引入尺寸链的概念,只是使读者对标注尺寸的完整过程有初步的印象,对合理的要求有正确的理解,并不是要求列尺寸链,更不是计算尺寸链以确定精度等级的分配。考虑到公差与配合的国家标准即将修订,我们把ISO公差制略作介绍,重点讲标注。至于数学分析、联系实际等内容可参照选学内容处理。

和本书配套的《机械制图习题集》也作了相应的调整和修订;而《机械制图教学挂图》则在原来的第一、二辑的基础上,又由武汉水运工程学院等九院校《机械制图教学挂图》组设计、编绘了第三辑,都由人民教育出版社出版。

今年六月在武汉召开的审稿会上,与会同志对本书提出了不少宝贵的意见和建议,有的学

校、工厂、设计单位和个人等,为我们提供资料和大力协助,我们在此一并表示衷心的感谢。出席审稿会议的有清华大学、山东工学院、东北工学院、镇江农业机械学院、上海交通大学、西北工业大学、上海纺织工学院等院校的制图教师代表。

参加本书编写和修订工作的单位及人员有:华中工学院(蒋继贤、吴崇仁、陈仲源、江天一、胡瑞安、邝树芬、张玉禧),湖南大学(李国生、谭振武),华南工学院(李诚煜、胡汝权、叶秉钧),长沙铁道学院(张一钟、谢植虞、梁克定),广西大学(陈南清),武汉水运工程学院(王贵义),郑州工学院(杨华、罗朝琛),中南矿冶学院(章乃康),湖北农业机械学院(李爱华)等。

限于我们的水平,加以编写时间仓促,本书一定会有不少缺点和错误,恳请读者批评指正!

编 者

1978年8月

目 录

编者的话	i
------------	---

第一章 制图的基本知识

§1-1 《机械制图》国家标准的一些规定	1
§1-2 制图工具的用法	7
§1-3 几何作图	12
§1-4 徒手画图	22

第二章 投影和视图

§2-1 投影法的基本知识	25
§2-2 平行投影的一般性质	26
§2-3 三视图及其对应关系	28
§2-4 基本形体的三视图	29

第三章 点、直线、平面的投影

§3-1 点的投影	32
§3-2 直线的投影	35
§3-3 平面的投影	40
§3-4 立体及其表面上的点、线	48

第四章 组合体的视图

§4-1 形体的组合形式及其分析	54
§4-2 组合体的画图和尺寸标注	58
§4-3 组合体的看图	62

第五章 截交线和相贯线

§5-1 直线、平面的相交问题	65
§5-2 直线和立体表面的相交	69
§5-3 截交线	71
§5-4 两回转体的相贯线	77
§5-5 截交线、相贯线、过渡线综合应用举例	85

第六章 机件形状的常用表达方法

§6-1 基本视图和其它视图	88
§6-2 剖视图	90
§6-3 剖面	99
§6-4 其它表达方法	101
§6-5 表达方法分析示例	104

第七章 轴测图

§7-1 轴测图的基本知识	107
§7-2 正等测图的画法	110
§7-3 正二测图的画法	116
§7-4 斜二测图的画法	118
§7-5 轴测图中的剖切画法	120
§7-6 轴测图上交线的画法	121
§7-7 常用三种轴测图的比较	122
§7-8 轴测草图的画法	124

第八章 机械图概述

§8-1 零、部件的结构和其它要求与图样	127
§8-2 零件和部件的关系	130

第九章 螺纹、齿轮、弹簧和焊接等的规定画法

§9-1 螺纹和螺纹连接件	132
§9-2 齿轮的画法	140
§9-3 键、销连接	149
§9-4 弹簧的规定画法	152
§9-5 滚动轴承	153
§9-6 金属焊接图	155

第十章 零件图

§10-1 几种零件的零件图分析	158
§10-2 箱壳零件视图选择的讨论	162
§10-3 零件的尺寸标注	166
§10-4 零件图上技术要求的注写	174
§10-5 零件结构的工艺性	192
§10-6 看零件图	195

第十一章 装配图

§11-1 部件的表达方法	200
§11-2 装配图的尺寸标注和技术要求的注写	204
§11-3 部件测绘	204
§11-4 画装配图的步骤	210

§11-5 装配结构的工艺性	220	§13-7 几种曲面零件的读图	270
§11-6 看装配图和由装配图拆画零件图	221		
第十二章 投影变换	230	第十四章 展开图	272
§12-1 直线与平面关系综述	230	§14-1 概述	272
§12-2 投影变换的目的和方法	232	§14-2 可展曲面的表面展开	275
§12-3 换面法	234	§14-3 不可展曲面的近似展开	279
§12-4 旋转法	241	第十五章 设计制图自动化	284
§12-5 投影变换应用举例	244	§15-1 综述	284
§12-6 亲似对应	247	§15-2 自动绘图机	285
第十三章 曲线与曲面	251	§15-3 计算机绘图的数学方法	290
§13-1 曲线概述	251	§15-4 图形输入、输出装置	295
§13-2 常用曲线画法	252	附录	300
§13-3 曲线的切线与法线	257	一、常用金属材料	300
§13-4 曲面概述	258	二、螺纹和螺纹连接件	302
§13-5 常见曲面画法	263	三、键、销	310
§13-6 曲面的切平面	267	四、公差与配合	312

第一章 制图的基本知识

机械图样是机械制造业中的重要技术资料。要学会画图 and 看图,就需要熟悉和掌握有关的基本知识和技能。本章扼要介绍《机械制图》国家标准的一些规定、一般制图工具的用法和几何作图等内容;并通过平面图形、线段和尺寸的分析,使读者对平面图形的尺寸标注有初步的了解。

§1-1 《机械制图》国家标准的一些规定

《机械制图》国家标准是一项基础性的技术标准。它是工程界的共同“语言”。我们在画图时必须遵守这个技术标准的有关规定。

我国现行的机械制图标准,是由中华人民共和国标准计量局发布的,其编号从126到141^①。本节仅介绍现行标准中的基本部分。

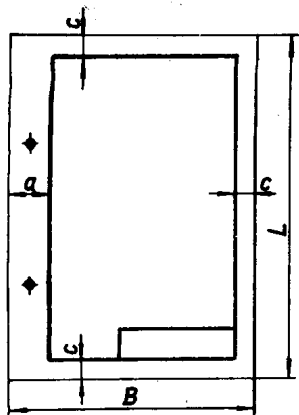
一、一般规定(根据 GB126-74)^②

一般规定包括:图纸幅面、比例、字体、图线及其画法等内容。

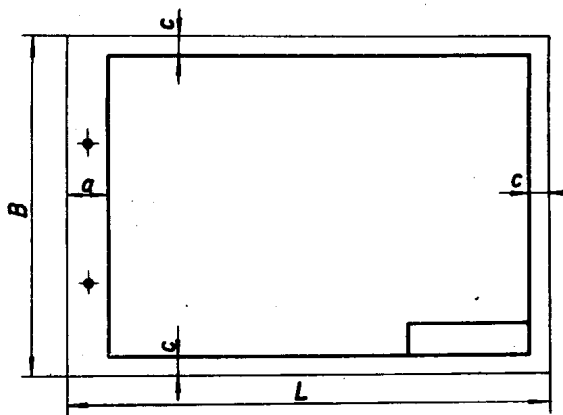
1. 图纸幅面 为了合理使用图纸和便于图样管理,画图时应优先采用表1-1中规定的基本幅面。

表1-1 基本幅面

幅面代号	0	1	2	3	4	5
$B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	148×210
c	10			5		
a	25					



(a) 竖装 (4号图幅)



(b) 横装 (3号图幅)

图1-1 图幅尺寸和格式

① 其中有几个编号经合并后取消。

② 国家标准简称“国标”,代号“GB”。GB后边的数字“126”表示该标准的编号,“74”表示该标准是1974年制定的。

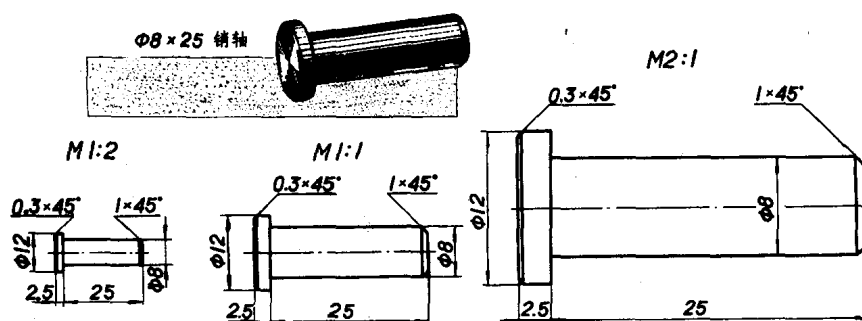
图幅格式如图1-1。图样装订时一般采用4号幅面竖装或3号幅面横装。

2. 比例 比例为图形的大小与机件实际的大小之比。为了方便看图,画图时尽可能采用1:1。当机件过大或过小时,可将它缩小或放大画出,但所用的比例应符合表1-2中的规定。

表1-2 比例

与实物相同	1:1				
缩小的比例	1:2	1:2.5	1:3	1:4	1:5
	1:10 ⁿ	1:2×10 ⁿ	1:2.5×10 ⁿ	1:5×10 ⁿ	
放大的比例	2:1	2.5:1	4:1	5:1	10:1
					(10×n):1

注: ⁿ 为正整数。



(a) 缩小一倍画出

(b) 按原大画出

(c) 放大一倍画出

图1-2 比例及其在图上的标注形式

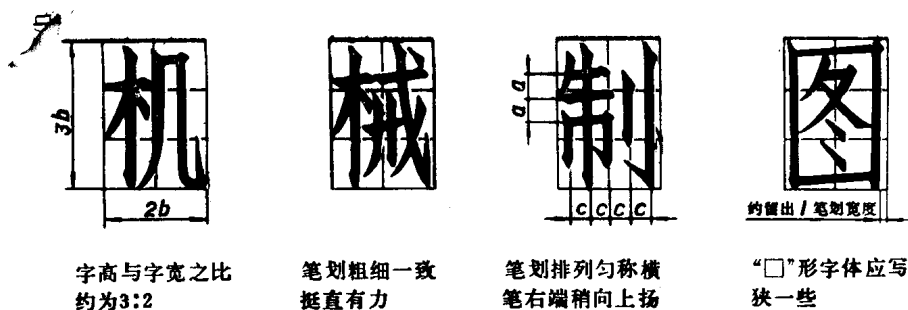
图形所用的比例,一般填写在标题栏的“比例”项内。同一张图内,若某个图形所用比例和标题栏内的比例不符时,应在该图形的上方注明,其形式为 $M1:2$ 、 $M2:1$ 等(图1-2)。

3. 字体 图样中书写的汉字、数字和字母,都必须做到“字体端正,笔划清楚,排列整齐,间隔均匀”。

(一) 汉字 汉字尽可能写成长仿宋体,并应采用国家正式公布的简化字。图1-3为长仿宋体的基本笔划、结构特点及书写示例。



(a) 基本笔划(起笔和落笔一般都要有“锋”)



(b) 结构特点

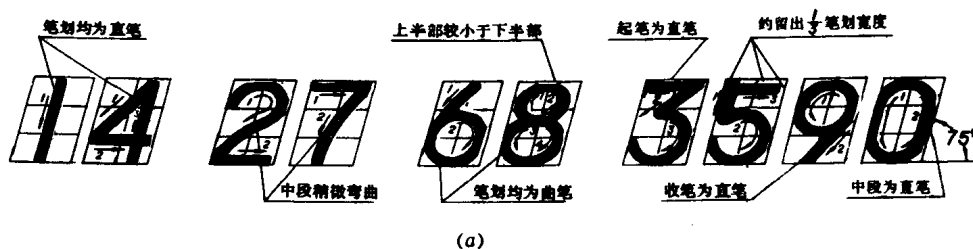
机械图样中的汉数字和各种字母必须写得字体端正笔划清楚排列整齐间隔均匀
装配图零件工作图名称件号数量材料
比例备注图号技术要求螺栓铸锻热处理

(c) 书写示例

图1-3 长仿宋体

(二) 数字 图样中书写的数字,一般采用斜体。GB126-74 中规定阿拉伯数字的写法如图1-4(a)所示。其中“3”的起笔是直笔,以避免与“8”相混;“9”的收笔也是直笔,则是为了与“6”有所不同。图1-4(b)为罗马数字的写法。

阿拉伯数字和罗马数字的字体笔划粗度,约为字高的 $\frac{1}{9}$ 。



(a)



(b)

图1-4 阿拉伯数字和罗马数字

(三)字母 字母有大写、小写和直体、斜体之分。图1-5(a)、(b)为斜体大写和小写字母示例,图(c)则为用作直径符号的希腊字母“ ϕ ”的写法。

ABCDEFGHIJKLMN
OPQRSTUVWXYZ

(a)

abcdefghijklmn
opqrstuvwxyz

(b)

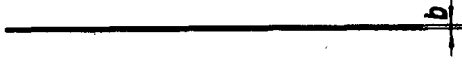
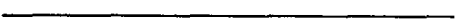
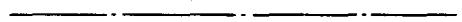


(c)

图1-5 字母

4. 图线及其画法 画图时,应采用表1-3中规定的图线。图1-6为各种图线应用举例。在同一图样中的同类图线的宽度和型式应该画得一致。

表1-3 图 线

序 号	图 线 名 称	图 线 型 式	图 线 宽 度
1	粗 实 线		b (约0.4~1.2 mm)
2	虚 线		$b/2$ 左 右
3	细 实 线		$b/3$ 或 更 细
4	点 划 线		$b/3$ 或 更 细
5	双点划线		$b/3$ 或 更 细
6	波 浪 线		$b/3$ 或 更 细 (自由绘制)

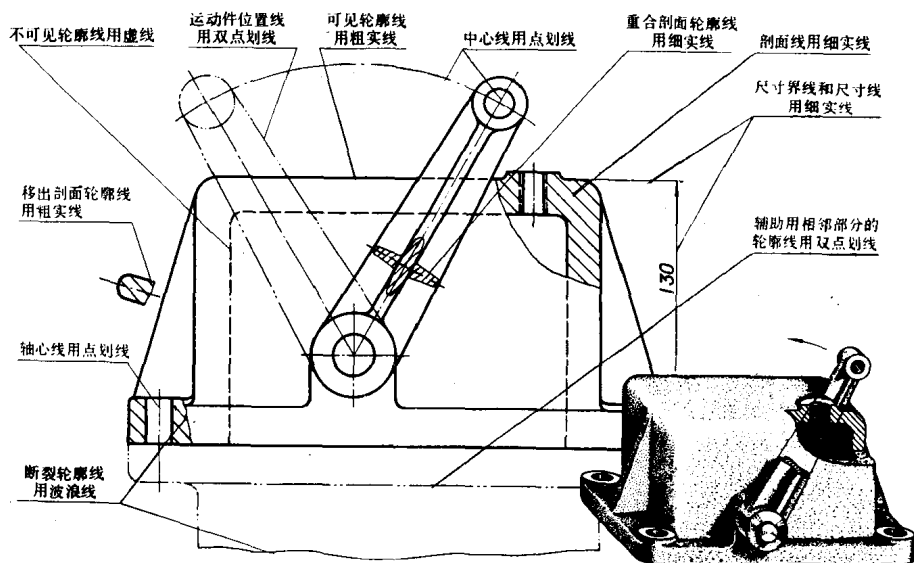


图1-6 各种图线应用举例

同一图样中各类图线的宽度以粗实线的宽度 b 为准，而粗实线的宽度则应根据图形的大小和复杂程度来确定。

虚线每划的长度一般取3~5毫米，间隙大约是划长的 $\frac{1}{4}$ 。

点划线每划长约20毫米；点和划之间的距离约1毫米左右。

点划线的两端都应划出(图1-7)。用作中心线时圆心处应该是两划相交。当圆的直径小于12毫米时，其中心线可画成细实线。

点划线一般宜超出图形外约5毫米。

二、尺寸注法(根据 GB129-74)

机械产品的制造是以图上所注尺寸为依据的。因此，尺寸必须注得齐全、清晰和合理。要使尺寸注得清晰，必须熟练掌握并在实践中严格遵守尺寸注法(GB129-74)中的各项规定。至于齐全、合理等问题，将在后面有关章节中讨论。

1. 总则 图样上所注的尺寸数值，是表示产品的真实大小，与画图所用的比例无关。

图样中的尺寸均以毫米为单位，不另注明。否则，必须注明。

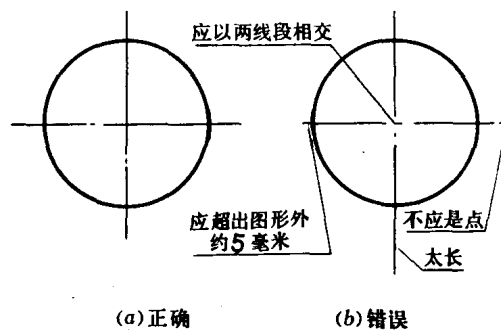
机件的每一尺寸，一般只标注一次，并应标注在表示该结构最清晰的图形上。

2. 线性尺寸的注法 一个完整的尺寸包括尺寸界线、尺寸线、尺寸数字和箭头等。

(一) 尺寸界线和尺寸线(图1-8) 尺寸界线用细实线绘制，也可借用图形中的轮廓线或中心线作为尺寸界线。

尺寸线必须用细实线单独绘制。不得借用图形中的任何图线。在一般情况下也不应是其它图线的延长线。

相互平行的尺寸，应使较小的尺寸靠近图形，较大的尺寸依次向外分布，以免尺寸线和尺



(a) 正确 (b) 错误

图1-7 中心线的画法

寸界线相交。

同一图样上的尺寸线与轮廓线以及尺寸线之间的距离应大致相等，一般以不小于5毫米为宜。

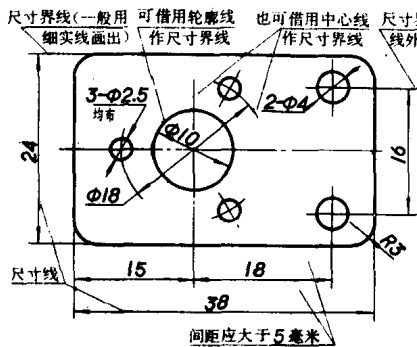


图1-8 尺寸界线和尺寸线

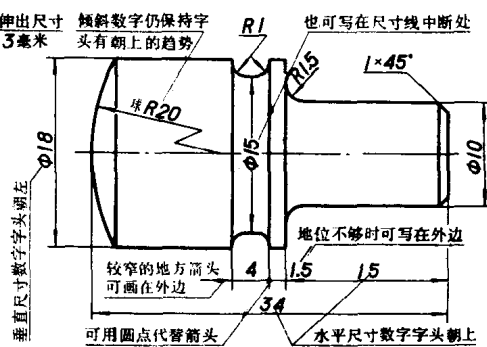


图1-9 尺寸数字和箭头

(二) 尺寸箭头 箭头尖端应与尺寸界线相接触。当地位不够时，箭头可画在尺寸界线的外边，连续两尺寸相接处的箭头也可用圆点代替，如图1-9所示。

箭头画法如图1-10。宽度 b 大致和图样中的粗实线宽度相等。同一图上的箭头大小应一致。

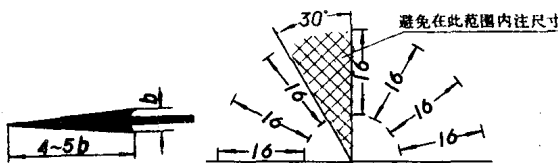


图1-10 箭头的画法

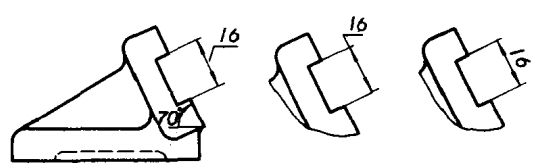


图1-11 线性尺寸数字的注写

(三) 尺寸数字 线性尺寸的数字一般写在尺寸线的上方或中断处。当地位不够时，也可引出标注。

填写线性尺寸数字的方向以标题栏的方向为准，水平尺寸数字字头朝上，垂直尺寸数字字头朝左，各种倾斜方向的尺寸数字，都要保持字头仍有朝上的趋势。图1-11 (a) 为填写各种方向尺寸数字的规则，尽量避免在图示 30° 范围内标注尺寸。当无法避免时可按图 (b) 标注。

3. 直径尺寸和半径尺寸的标注 圆或大于半圆的圆弧一般标注直径尺寸，小于或等于半圆的圆弧一般标注半径。标注直径必须在数字前加注符号“ ϕ ”，标注半径则加注“ R ”，如图1-12所示。

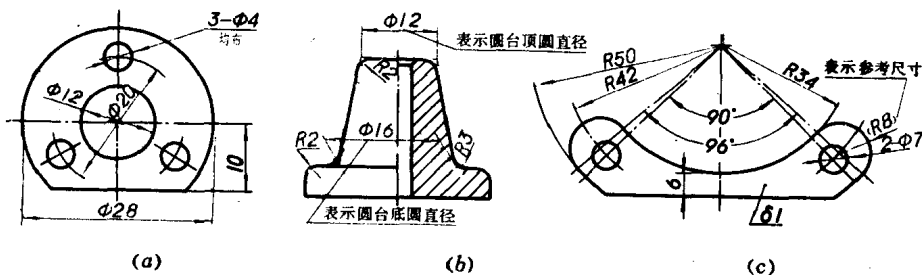


图1-12 直径和半径的尺寸标注

半径尺寸只能注在图形为圆弧的地方。其尺寸线自圆弧中心引出，并且只画一个指向圆弧的箭头。

当圆弧过小没有足够的地方画箭头和写尺寸数字时，可按图1-13(a)标注；如是大圆弧，并且无需在图纸范围内标明圆心位置时，可将尺寸线中断（如图a中的R105）；如需标明圆心位置时，应如图(b)标注。

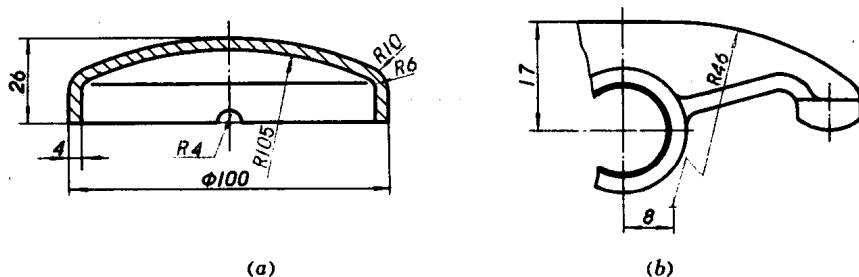


图1-13 小半径和大半径的尺寸标注

对于球面尺寸，通常还需在“ ϕ ”或“R”的前面加注“球”字，如图1-9所示。

4. 角度的注法 标注角度尺寸时，尺寸界线应沿径向引出，并且尺寸线是以该角的顶点为圆心的一段圆弧。表示角度的数字一般水平地填写在尺寸线的中断处。必要时也可写在尺寸线的旁边或引出标注(图1-14)。

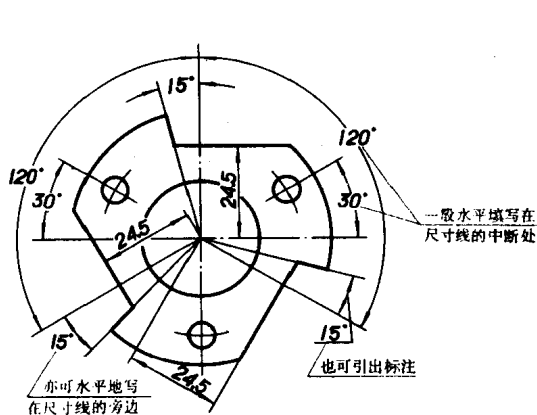


图1-14 角度的注法

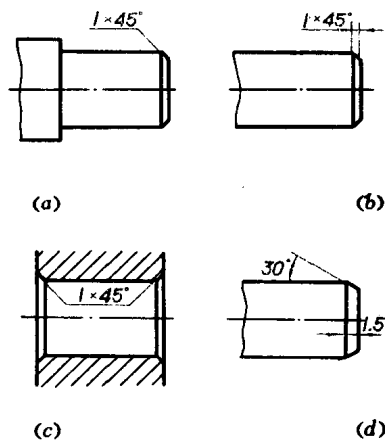


图1-15 倒角的标注形式

为了简便，零件上的45°倒角，通常按图1-15(a)、(b)、(c)的形式标注；但非45°的倒角仍需分别注出，如图1-15(d)。

§1-2 制图工具的使用

善于使用和维护制图工具是使图形画得又好又快的重要因素之一。普通制图工具有：图板、丁字尺、三角板、分规、圆规、鸭嘴笔和曲线板等。

一、一般制图工具及其用法

1. 图板和丁字尺(图1-16) 图板一般用胶合板制成。工作表面应平坦，左边为导边，使

用前可用直尺通过光隙检查是否平直。图纸最好用胶带纸或橡胶布粘贴。

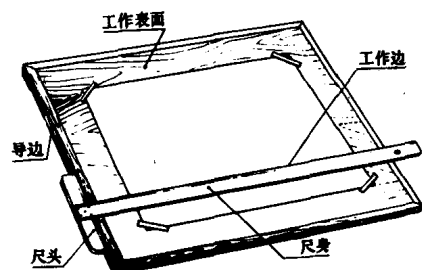


图1-16 图板和丁字尺

图板不可用水洗刷和在日光下曝晒。

丁字尺由尺头和尺身组成。尺头的内侧面必须平直，用时紧贴图板的导边，使尺身工作边处于良好的位置。尺身工作边的平直与否，可通过正反面沿工作边两次画线、看是否重合的方法进行检查。

丁字尺主要用来画水平线，上下移动的手势如图1-17(a)；不可用右手帮助推动丁字尺。画较长的水平线时，可把左手移过来揪住尺身，如图1-17(b)。

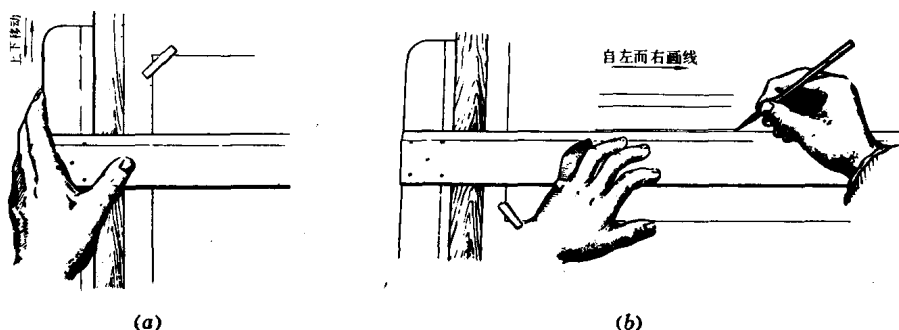


图1-17 上下移动丁字尺及画水平线的手势

不可用丁字尺击物和用刀片沿尺身工作边裁纸。用毕后，应将丁字尺挂在墙上，以免尺身弯曲变形。

2. 三角板 画图时，最好有一付规格不小于30厘米的三角板。使用前可通过几何作图的方法检查角度是否准确。

三角板和丁字尺联合使用时，可画垂直线和画 30° 、 45° 、 60° 以及 $n \times 15^\circ$ 的各种斜线（图1-18）。

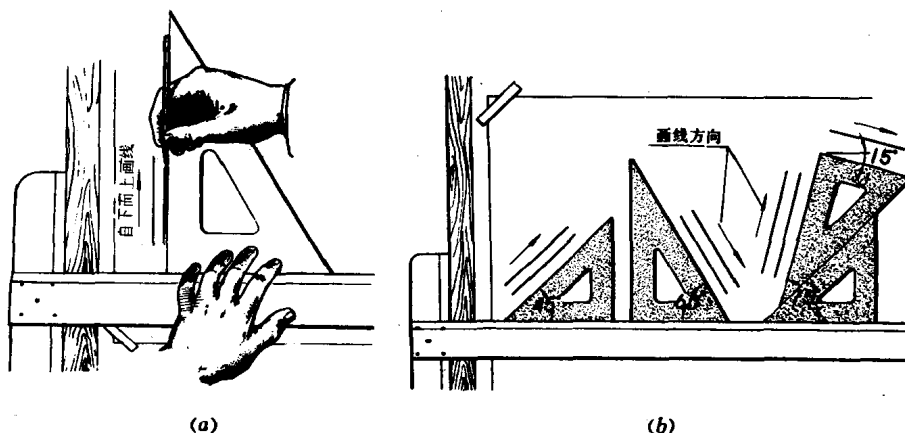


图1-18 用三角板和丁字尺配合画垂直线和各种斜线

利用三角板画已知直线的平行线和垂直线的方法，如图1-19所示。

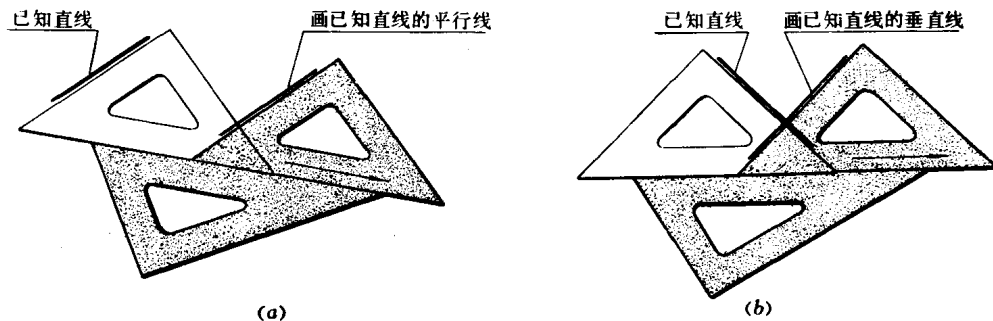


图1-19 用两块三角板画已知直线的平行线和垂直线

三角板要经常用细布揩擦干净。

3. 比例尺 比例尺又叫三棱尺。在它的三个棱面上刻有六种不同的比例尺，如1:1、1:2、2:1……(或1:1000^①、1:2000、1:500……)。

比例尺只用来量取尺寸(图1-20)，不可用来画线。

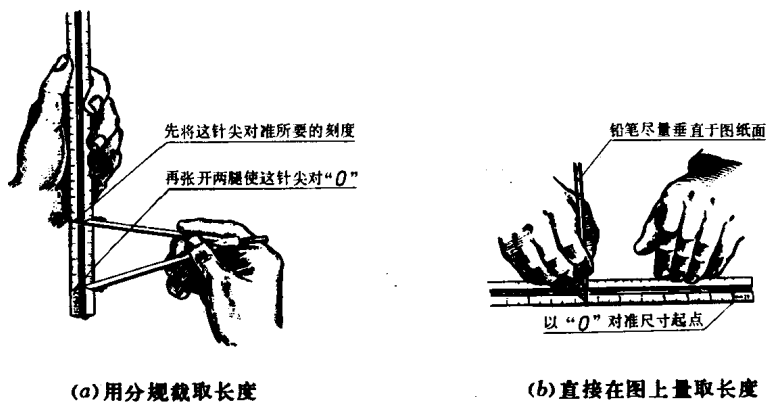


图1-20 比例尺的用法

4. 分规 分规是等分线段、移置线段以及从尺上量取尺寸的工具。它的两个针尖必须高矮平齐。调整两腿开度的手势如图1-20(a)。

用分规等分线段的方法如图1-21。例如四等分线段 AB ，先凭目测估计，将两针尖张开大致等于 $\frac{AB}{4}$ 的距离，然后在 AB 上试分，即交替使两针尖划弧，并在线段上取1、2、3、4等等分点。如点4落在点 B 以内，差距为 e ，此时可将分规再张开 $e/4$ ，将 AB 再次试分，直至满意为止。

^① 在标记1:1000的刻度上，实际长度1厘米表示长1000厘米=10米，故尺上记为“10m”。如将“10m”除以1000，则1:1000的比例尺可改读为1:1。同理，1:2000可改读为1:2，1:500可改读为2:1。

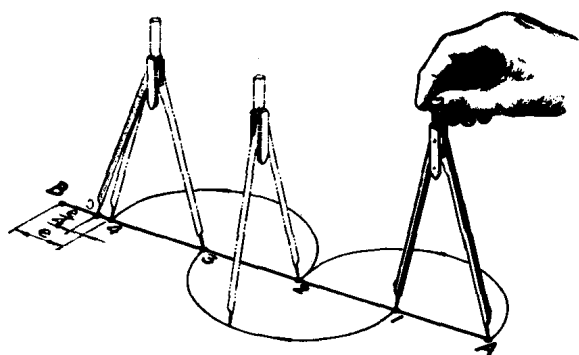


图1-21 用分规等分线段

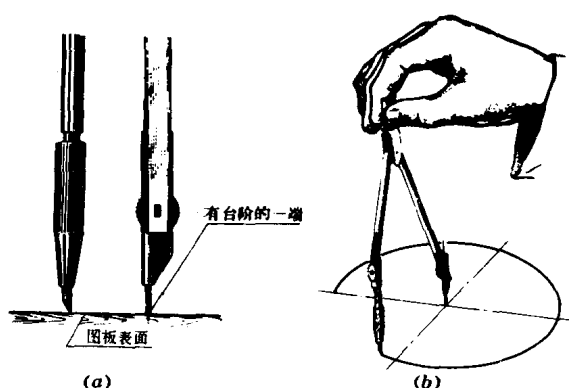


图1-22 圆规的针尖和画圆的手势

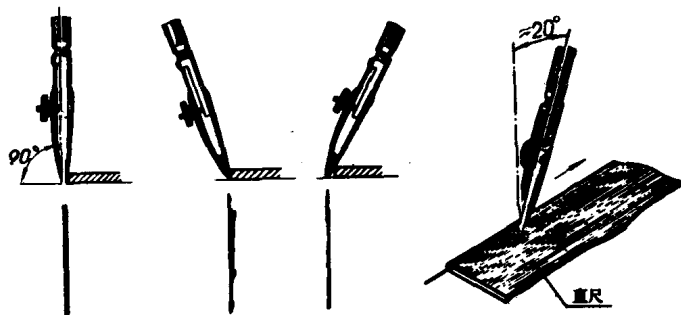
5. 圆规 圆规的钢针有两种不同的针尖。画圆或圆弧时,应使用有台阶的一端,并把它插入图板中。钢针的台阶应与铅笔尖平齐(图1-22a),随着圆弧半径的不同,还应调整铅笔插腿和钢针的关节,使它们均垂直于纸面。画图手势如图1-22(b)所示,圆规略向前进方向倾斜,以使用力均匀。

画粗实线圆时,为了得到较满意的效果,铅笔插腿上还宜换上 B~2B 的铅芯。

若需画特大的圆或圆弧,可将延伸杆接在圆规上使用。

画小圆时最好使用弹簧圆规或点圆规。

6. 鸭嘴笔 鸭嘴笔主要用来描图。墨线的宽度由鸭嘴笔两钢片的开度决定。使用方法如图1-23所示,其中图(b)、(c)为不正确使用的结果。



(a)正确使用, (b)向内倾斜, (c)向外倾斜, (d)使用时向前进方向倾斜约20°
图线光洁 墨水浸润尺下 图线不光洁 方向倾斜约20°
图1-23 鸭嘴笔的使用

描图时,应用沾水笔尖将墨汁注入笔内,其高度约6~8毫米。且钢片的外面不得沾有墨汁,如有,应立即揩拭干净。

正式画线前,应在与原图纸质量相同的纸上试画,使线型宽度符合要求为止。

鸭嘴笔用毕后,应将墨汁揩拭干净,并不得使用硬物去除墨垢。

7. 曲线板 曲线板用来描绘非圆曲线,其用法如下(图1-24):

第一,用作图方法找出曲线上一系列的点以后,徒手轻轻地由各已知点连成曲线(图a);

第二,根据曲线的曲率大小及其变化趋势,选用曲线板上合适的一段;并自曲率半径较小的地方开始分段描绘(图b)。描绘时,最好能有四个已知点与曲线上的曲线重合,但不宜全都描完;

第三,根据曲线变化趋势选用曲线板的另一段,使与曲线上的3、4、5、6等点重合,也只描中间的一段(图c),以保证曲线圆滑。