

中等专业学校试用教材

机械制图

重庆煤矿学校莫顺维主编



人民教育出版社

前 言

在党的十一大路线和五届人大精神指引下,为了贯彻落实以华主席为首的党中央关于教育和教材工作的一系列指示,适应建设社会主义现代化强国的要求、大力提高教学质量的需要,我们在初步总结多年来教学实践和教材改革经验的基础上,试编了本教材。

《机械制图》主要是研究图(机械图样)和物(机器或零部件)相互联系及其规律的一门学科,是一门既有理论、实践性又很强的技术基础课。根据理论和实际统一的原则,我们把图与物结合起来,从体出发抽象出几何元素,并作必要的理论分析,经过从实物画三视图,再从视图想象物体这样多次反复实践,来掌握投影作图的基本内容。在叙述零件图和装配图等内容时,力求联系生产实际,以利于培养学生分析和解决实际问题的能力。

本书是供中等专业学校矿冶、地质类各专业使用的机械制图课程试用教材,也可供其它相近专业使用和参考。在实际教学中,不同专业可根据具体情况,对内容和顺序作适当取舍和调整。

本书内容是从第一篇基本知识入手,以第二篇正投影法为基础,以第三篇零件图和装配图为重点,采用形体分析等方法展开。为了教学的方便,编选了《机械制图习题集》与本教材配套使用,由人民教育出版社另册出版。

参加讨论本书编写大纲的有:重庆石油学校、胜利油田技术学校、北京钢铁学校、沈阳冶金机械学校、长春地质学校、重庆煤矿学校、北京煤矿学校、陕西煤矿学校、内蒙古燃料化学工业学校等九校的部份机械制图教师。本书由重庆煤矿学校莫顺维同志主编,参加编写的有:莫顺维同志(第11、14章),北京煤矿学校李陞同志(第4、5、6、7章),陕西煤矿学校崔涵同志(第10、12、13、15、16章),内蒙燃化学校汪景斌同志(第1、2、3、8、9章)。参加审阅初稿的有:北京钢铁学校马完成同志、北京煤矿学校杨绍贵、王文鑫、盛至德、张浩、高琼英同志,由汪景斌同志总审阅。在编写过程中,北京煤矿学校在各方面给予大力支持。在此表示感谢。

由于我们的思想和业务水平不高、编写时间仓促,书中定有不少缺点和错误。恳切希望广大读者批评指正。意见请寄四川省重庆煤矿学校或北京沙滩后街人民教育出版社。

编 者

一九七八年三月

目 录

第一篇 制图基本知识

第一章 绘图工具、仪器和用品	1	§2-3 图线及其画法(根据 GB126—74)	10
§1-1 绘图工具	1	§2-4 尺寸注法(根据 GB129—74)	11
§1-2 绘图仪器	3	第三章 几何作图	15
§1-3 绘图用品	6	§3-1 等分作图	15
第二章 制图基本标准	7	§3-2 连接	17
§2-1 图纸幅面及比例(根据 GB126—74)	7	§3-3 扁圆、斜度和锥度	21
§2-2 字体(根据 GB126—74)	9	§3-4 机件轮廓图	22

第二篇 投影基础

第四章 正投影的基本原理	26	§7-3 圆柱与圆锥相交	50
§4-1 正投影基本概念	26	§7-4 过渡线	51
§4-2 三视图的形成与投影规律	27	§7-5 应用举例	51
第五章 物体上平面和直线的投影	29	第八章 组合体	54
§5-1 平面的投影	29	§8-1 组合体的形体分析	54
§5-2 直线的投影	32	§8-2 组合体视图的画法	56
第六章 基本几何体的投影	37	§8-3 组合体的尺寸注法	58
§6-1 平面立体	37	§8-4 看图	62
§6-2 曲面立体	38	第九章 轴测投影	65
§6-3 基本几何体的尺寸注法	42	§9-1 轴测投影的基本知识	65
第七章 表面交线的画法	43	§9-2 正等测轴测图	66
§7-1 平面与曲面相交	43	§9-3 斜二测轴测图	70
§7-2 圆柱与圆柱相交	47		

第三篇 机械制图

第十章 机件形状的表达方法	73	§11-6 常见零件结构的表达方法与尺寸注法	123
§10-1 视图	73	§11-7 零件测绘	128
§10-2 剖视	76	§11-8 典型零件图举例	134
§10-3 常用的几种剖视图	80	§11-9 看零件图	140
§10-4 剖面	85	第十二章 连接件	145
§10-5 视图和剖视中的若干规定画法	87	§12-1 螺纹	145
§10-6 机件形状表达方法的综合应用	89	§12-2 螺纹连接件	152
第十一章 零件图	92	§12-3 螺纹连接件的连接画法	155
§11-1 零件的视图选择	92	§12-4 键与销连接	158
§11-2 零件图上的尺寸标注	95	第十三章 常用件	163
§11-3 公差与配合	99	§13-1 齿轮的基本知识	163
§11-4 表面形状和位置公差	113	§13-2 直齿圆柱齿轮	164
§11-5 表面光洁度	119	§13-3 直齿圆锥齿轮	169

§13-4 蜗杆蜗轮	172
§13-5 弹簧的规定画法	177
§13-6 滚动轴承	179
第十四章 装配图	181
§14-1 装配图的内容及种类	181
§14-2 装配体的表达方法	183
§14-3 有关装配结构的一些问题	186
§14-4 装配图的尺寸标注	190
§14-5 装配图上的零件编号及明细表	191
§14-6 装配体测绘	192
§14-7 画装配图的步骤和方法	195
§14-8 看装配图	201
§14-9 由装配图拆画零件图	205
第十五章 展开图	213
§15-1 概述	213

§15-2 直线的实长	213
§15-3 展开图的应用举例	215

第十六章 机动示意图.....223

§16-1 概述	223
§16-2 机器的传动系统图	224

附录

一、螺纹	227
二、螺栓	228
三、螺柱	235
四、螺钉	237
五、螺母	251
六、垫圈	254
七、键	257
八、销	259

第一篇 制图基本知识

图样是制造机器过程中的主要依据,必须怀着对工作极端负责的精神,完整、准确、清晰地绘制图样,并要遵守国家标准《机械制图》的各项规定。学习绘制机械图样,还必须掌握合理使用制图工具及正确绘制平面图形的方法和技能。

第一章 绘图工具、仪器和用品

进行绘图需备有一定的工具、仪器和用品。其质量的好坏,使用方法是否正确,都直接影响着绘图的质量和速度。本章介绍常用绘图工具、仪器和用品的使用和维护方法。

§1-1 绘图工具

一、图板

图板是固定图纸用的矩形木板,左、右两边为工作边。应注意保持工作边的平直及板面的平整和清洁、防止受潮。

二、丁字尺

丁字尺由尺头和尺身两部分组成,一般把它们固定成直角。丁字尺与图板配合,专供画水平线用。使用时须将尺头内侧紧靠图板的左边,并只允许用尺身的上边画线。画水平线时自左往右,笔杆应稍倾向前进方向,如图 1-1 所示。作图时,所有的水平线都应用丁字尺画。丁字

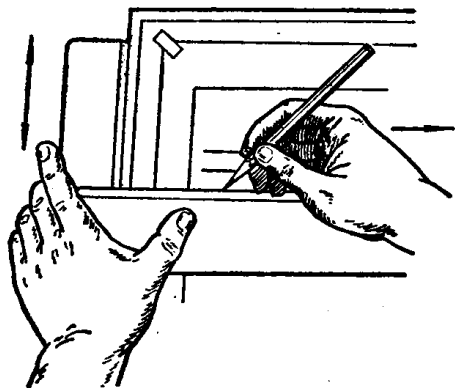


图 1-1 用丁字尺画水平线

尺用完后,应悬挂在干燥的地方。

三、三角板

三角板由 45° 和 $30^\circ-60^\circ$ 各一块组成为一副。将三角板和丁字尺配合使用,可作垂直线

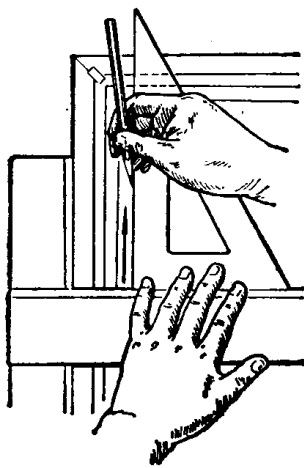


图 1-2 画垂直线

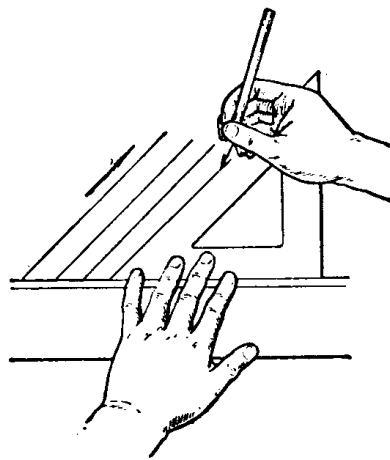


图 1-3 画倾斜线

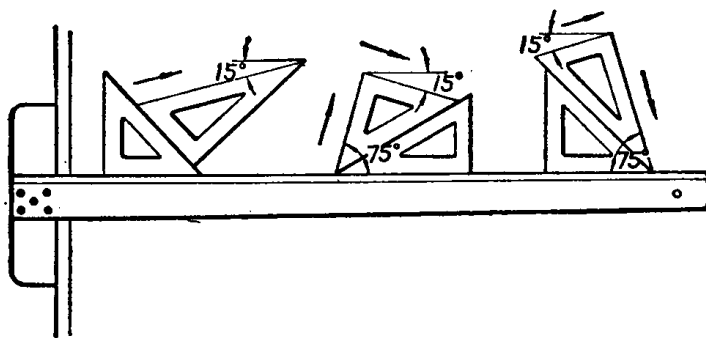


图 1-4 画各种倾斜线

(图 1-2) 和倾斜线(图 1-3)。图中的箭头表示运笔方向。

用三角板与丁字尺配合,还可以画出与水平线成 15° 角整倍数的许多斜线(图 1-4)。

四、比例尺

比例尺为三棱柱体,也称三棱尺。在它的三个面上刻有六种不同的刻度,按规定比例作图时,其尺寸数值可在相应的比例尺上直接量取长度,不必另行计算。该比例尺是土木工程制图所通用的,在机械制图中 $1:1000$ (或 $1:100$) 的刻度即可作为 $1:1$ 使用,其余类推。

画图时,比例尺只用来量尺寸,不可用来画线。量取尺寸时,应把比例尺放在图线上,在所要量取尺寸的地方用铅笔作出记号即可(如图 1-5)。

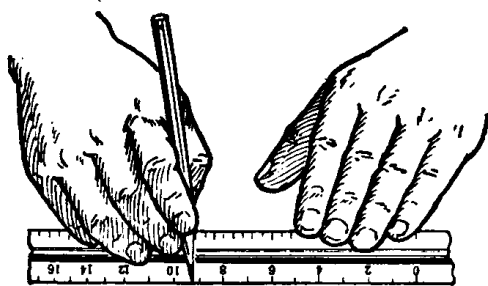


图 1-5 在图纸上量取尺寸

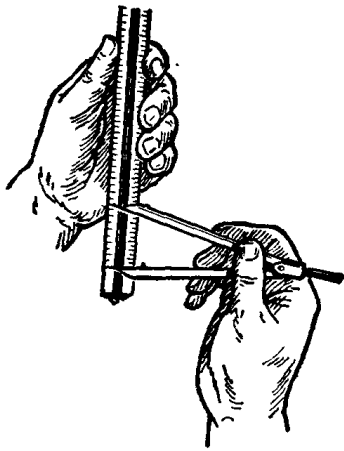


图 1-6 用分规量取尺寸

用分规从比例尺上量取尺寸时(图 1-6), 应注意避免在尺面上扎眼, 以保持刻度清晰准确。

五、曲线板

曲线板是画非圆曲线专用的工具之一, 如图 1-7。

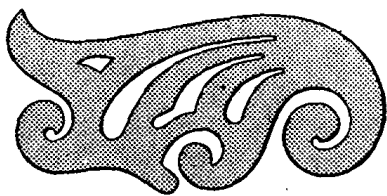


图 1-7 曲线板

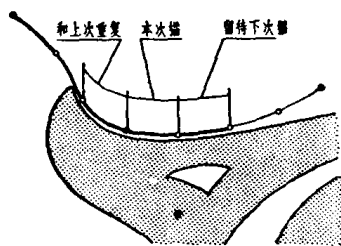


图 1-8 用曲线板描画曲线

在画曲线时, 先把求出的各点, 徒手轻轻地连接起来, 根据曲线的曲率大小和弯曲的趋势, 从曲线板上选择与所画曲线相吻合的一段, 每段至少要通过四个点, 并且只把中间的一小段连上, 两端的两小段, 一为与上次所连的重复, 一为留待下次再连(如图 1-8)。

§1-2 绘图仪器

绘图仪器一般是成套装在盒内的, 其中常用的有: 分规、圆规、延伸杆、鸭嘴笔等。

一、分规

分规用于量取尺寸和等分线段。分规两腿端部都固定有尖锐的钢针, 当两腿合拢时针尖必须汇合于一点, 才合乎使用要求(图 1-9)。

分规应单手操作, 其调节手法如图 1-10 所示。当截取等长线段时, 可以轮流以一个针尖为轴, 交替地来回转动(图 1-11)。

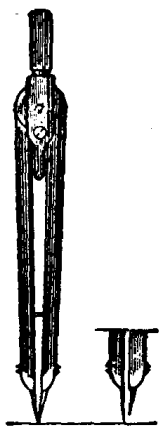


图 1-9 分 规

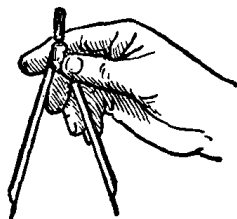


图 1-10 调节分规的手法

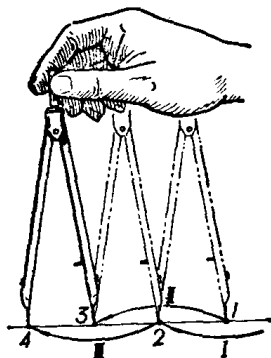


图 1-11 用分规截取等长线段

二、圆规

圆规用于画圆或圆弧,也可当分规使用。圆规具有三种插腿,如图 1-12 所示,其中 1—钢针插腿、2—铅芯插腿、3—鸭嘴笔插腿,利用它们可画铅笔线圆、墨线圆或当作分规使用。

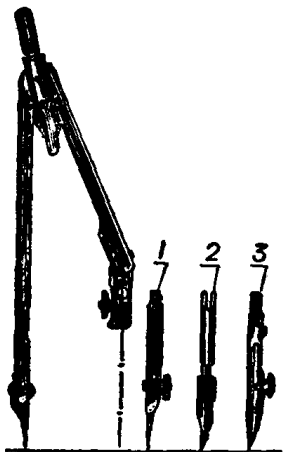


图 1-12 圆 规

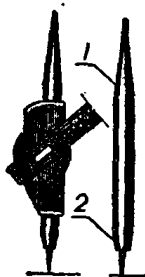


图 1-13 圆规上的钢针

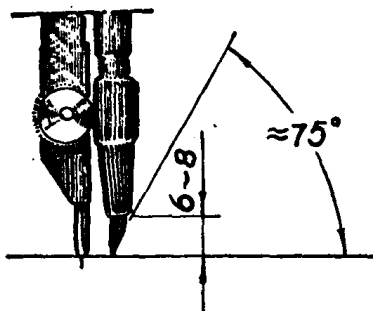


图 1-14 铅芯的修磨形式

圆规上的钢针有不同形状的尖端(图1-13),尖端 1 是把圆规当作分规时用的;尖端 2 是在画圆时定心用的,这样可以保护图纸,避免圆心扩大。圆规上铅芯的修磨形式如图 1-14 所示。

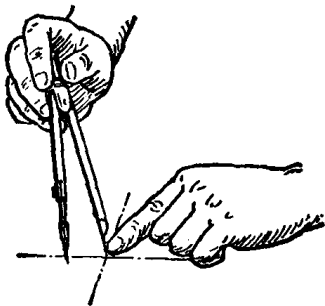


图 1-15 将针尖导入圆心

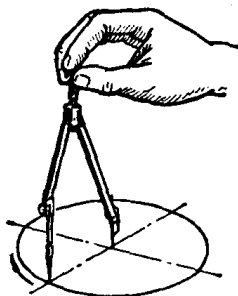


图 1-16 画 圆 手 法

画不同直径的圆时，圆规两腿弯折的程度也不同，但一般来说两腿均须与纸面垂直。画圆时按图 1-15 所示的手法，将针尖导入圆心处。然后按图 1-16 所示的手法沿顺时针方向转动圆规柄部，并沿运动方向稍向前倾，一次画成。画大圆时，应接上延伸杆、其手法如图 1-17 所示。

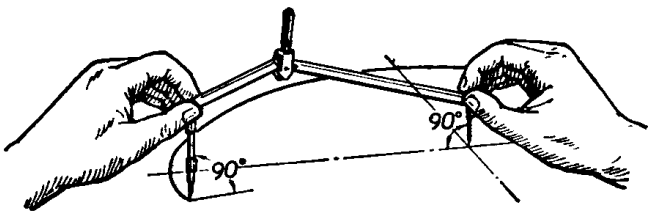


图 1-17 画大圆的手法

三、鸭嘴笔

用于上墨和描图。使用时，必须先将鸭嘴笔的钢片擦干净，然后根据所画图线的粗细，调整好两钢片的距离，再将墨汁注入两钢片内，如图 1-18a 所示。鸭嘴笔上的含墨量，以 4~6 毫米为宜。

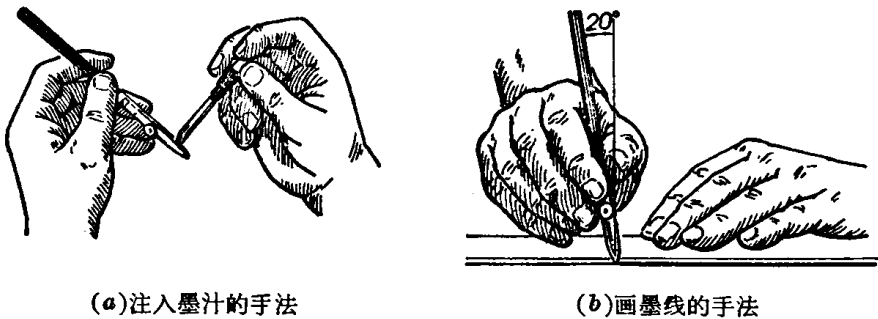


图 1-18 鸭嘴笔

用鸭嘴笔画线前，应先在质量相同的另一张纸上试画，直到墨线符合规定的粗细后，方可正式作图。画线时，必须使两钢片的端部同时与纸面接触，并使鸭嘴笔沿画线倾斜 $5^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ，如图 1-18b 所示。

画线的速度要均匀，过快会使墨线变细，太慢会使墨线变粗；画线时不要中途停顿，以免接头处不光滑。图 1-19 表示了画墨线的几种弊病，应注意避免。

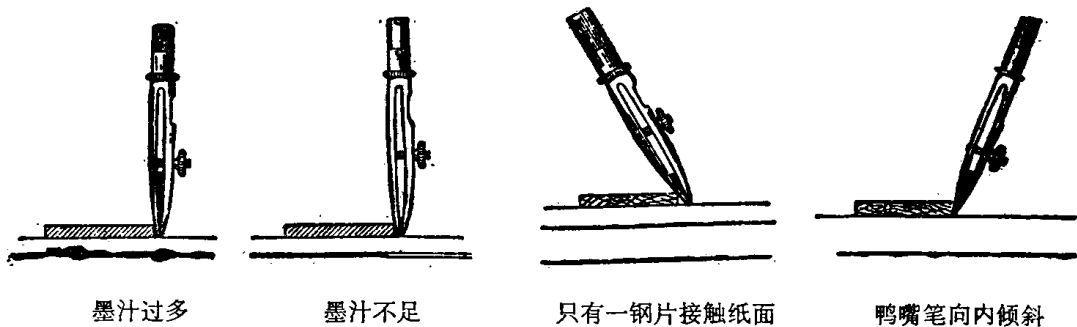


图 1-19 画墨线的几种弊病

画线时如遇鸭嘴笔不下水，可将笔尖在湿布上轻轻擦一下，不可将笔尖在图上重压，以防划破图纸和磨损笔尖。当笔尖外面沾有墨汁时，需及时擦净；若两钢片间积有干墨时，也必须擦净后再使用。

§1-3 绘图用品

一、图纸

一般选用质地坚硬、纸面洁白、用橡皮擦不易起毛和上墨时不渗化的图纸。

画图时,将图纸用胶纸固定在图板上。在固定时,应先将图纸的一水平边与丁字尺尺身的上边对齐,然后再用胶纸固定。图纸的位置,应偏于图板的左下角,并在图纸的下方留出能容纳丁字尺的地方,如图 1-20 所示。

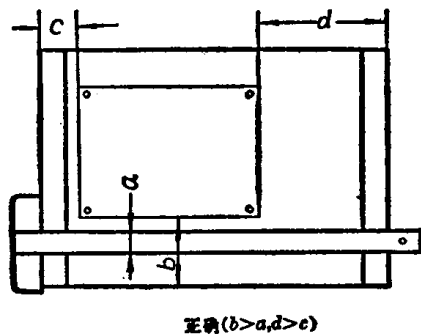


图 1-20 图纸的固定

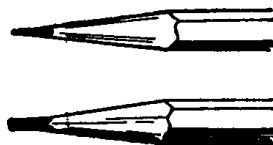


图 1-21 铅笔的削磨

二、铅笔

绘图铅笔的铅芯有软硬之分,分别用 H 及 B 来表示硬软程度, H 愈多表示铅芯愈硬, B 愈多则越软。削铅笔应从没有标号的一端开始,使铅芯露出 6~8 毫米;画底稿一般用 H 或 2H 的铅笔,写字时用 HB 的铅笔,均应将铅芯在砂纸上磨成圆锥形,描深时用 B 或 2B 的铅笔,并应磨成凿形,如图 1-21 所示。

三、橡皮

应选用质地柔软的白色橡皮,使用时应轻轻地顺着一个方向擦拭,以免损伤图纸。

四、墨汁

应选用黑色绘图墨汁。墨汁内不可渗水,并要注意防冻。

其它用品还有:蘸水钢笔,小刀、砂纸、胶纸等。

第二章 制图基本标准

图样是现代工业生产中的主要技术文件之一。为了便于生产和技术交流，必须对图样的表达方法、尺寸注法及所采用的符号等进行统一的规定。为此，我国标准计量局颁布了国家标准《机械制图》，简称“国标”，其代号为“GB”。

本章主要介绍国标中图纸幅面、比例、字体、图线和尺寸注法等基本规定，其余将在以后各章节中介绍。

§2-1 图纸幅面及比例(根据GB126—74)①

一、图纸幅面

画图时，应优先采用表 2-1 规定的图纸幅面。

表 2-1 图 纸 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					

无论图纸是否装订，均需画出边框，其格式如图 2-1 所示。

装订时一般采用 4 号幅面竖装或 3 号幅面横装。

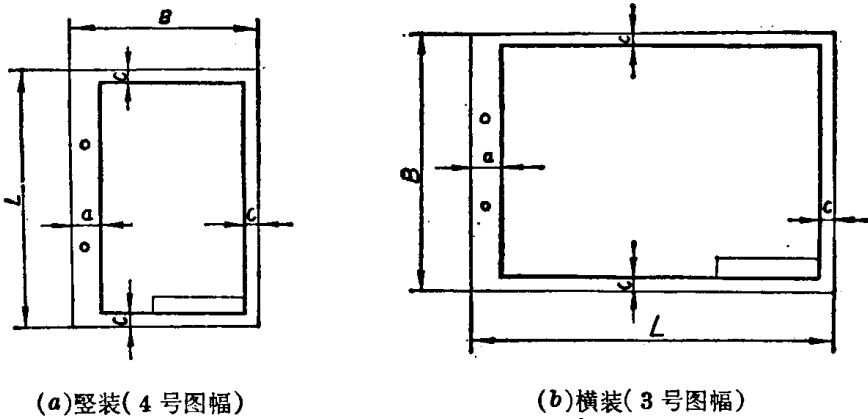
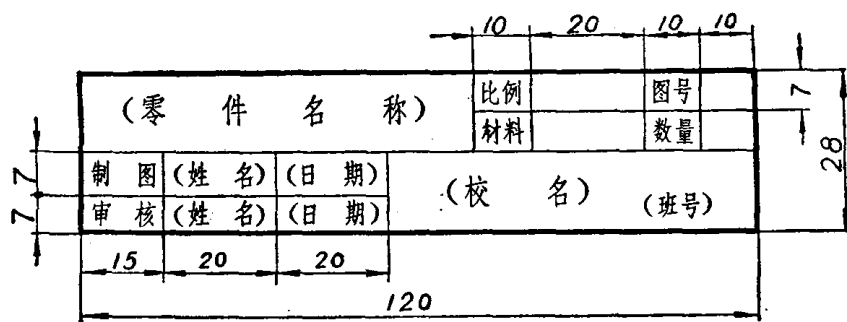


图 2-1 图 幅

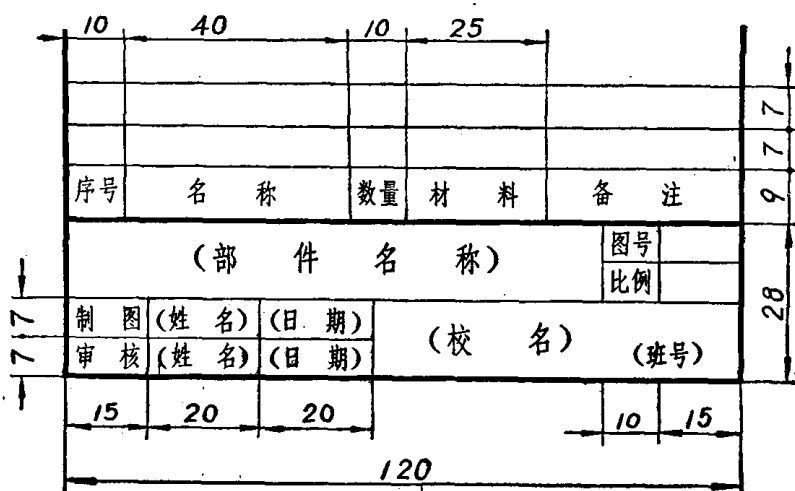
二、标题栏

每张图纸的右下角需有一标题栏。在制图作业中建议采用图 2-2 的格式。

① 国标后面数字(126)表示该标准的编号,(74)表示该标准是 1974 年批准的。



(a)用于零件图



(b)用于装配图

图2-2 标题栏

三、比例

所画图形大小与实物大小之比,称为图样的比例。

1. 绘图时应尽量采用 1:1 的比例,以便从图样上直接得到物体大小的概念,根据需要也可将图放大或缩小,使用的比例可从表 2-2 中选择。

2. 图样上比例的标注形式如: M1:1、M1:2、M2:1。标题栏内注明“比例”时,可省去“M”字样。

表 2-2 绘图比例

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	1:5×10 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。

3. 绘制同一机件的图样时,一般都采用相同的比例。当用不同比例时,必须另行标注。

4. 无论采用何种比例作图,在图形上所注的尺寸,必须是机件的实际尺寸数值,即与图形的比例无关。

§2-2 字体(根据 GB126—74)

图样和技术文件中徒手书写的汉字、数字、字母,必须做到字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。潦草的字,不仅影响图样清晰,而且可能产生误解,导致生产上的差错,给国家造成浪费。因此,应当加强练习,使之不但能画出正确而整洁的图,而且能写出合乎标准的字。

一、汉字

汉字应采取国家正式公布的简化字,并尽可能写成长仿宋体。

字体的号数即字体的高度(单位毫米),分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5 七种。长仿宋体的字宽约等于字高的三分之二。

仿宋字有七种基本笔划,即点、横、竖、撇、捺、钩和挑。其起笔和落笔处,都为尖端或三角形。练习时,除注意写好基本笔划外,还需分析字体的结构特点,考虑其组成部分所占的位置和比例,注意掌握部首和偏旁的写法,使写出的字间隔合适、匀称美观。汉字的书写要领为:横平竖直,注意起落,排列匀整,字要满格。

二、数字和字母

数字和字母的字体分斜体和直体两种,斜体的字应向右倾斜,与横格线成 75° 。但与汉字混合书写时,可写成直体。

用做指数、分数、注脚、尺寸精度等级和尺寸偏差数值等的数字和字母,其字体一般应略小。

数字、字母、仿宋字示例如下:

$10D_4$ $\phi 15_{ga}$ $\phi 65dc_3$ $\phi 50 \frac{D}{gb}$ $22-0.2$
 $\phi 50 \begin{smallmatrix} +0.027 \\ +0.009 \end{smallmatrix}$ $2 \times 45^\circ$ $R3$ $ZG \frac{1}{2}''$ $\frac{I}{M2:l}$
0123456789 *I II III IV V VI VII VIII IX X*
ABCDEFGHIJKLMN OPQRST UVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz \alpha \beta \gamma \delta \pi

技术要求深斜热处理表面光洁度展开不大于标注示
例尺寸材料锥度厚比配线其余旋转拆卸

制图审核描图比例重量材料螺栓母钉键销垫圈厚深度斜锥装

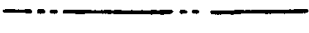
配时作热处理不同轴度端面跳动径向不大于渗碳硬度淬火硬

§2-3 图线及其画法(根据 GB126—74)

一、图线的名称、规格和用途

图形是由图线组成的。为使各种图线能表达不同的含意,国家标准规定了不同形式、不同宽度的六种图线。绘制图样时,应采用表 2-3 所规定的图线。

表 2-3 图 线

序 号	图线名称	图 线 型 式	宽 度 (mm)	应 用 举 例
1	粗 实 线		b (约 0.4~1.2)	可 见 轮 廓 线
2	虚 线		$b/2$ 左 右	不 可 见 轮 廓 线
3	细 实 线		$b/3$ 或 更 细	尺寸线、尺寸界线、剖面线
4	点 划 线		$b/3$ 或 更 细	轴 心 线 或 对 称 中 心 线
5	双 点 划 线		$b/3$ 或 更 细	假 想 投 影 轮 廓 线
6	波 浪 线		$b/3$ 或 更 细 (徒 手 绘 制)	断 裂 处 的 边 界 线

各种图线的应用如图 2-3 所示。

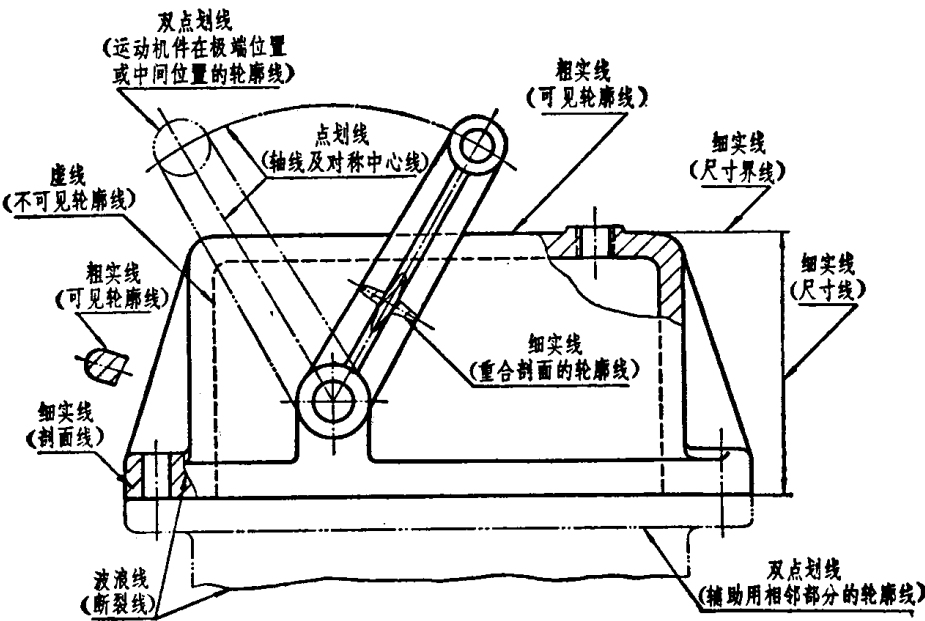


图2-3 图线的应用

二、画图线的注意事项

- 1. 在同一图样中,同一类型的图线须保持宽度一致。绘图时粗实线的宽度,要根据图形的大小和复杂程度,在规定的范围内选择,一般用 0.4~1.2 毫米。
- 2. 点划线的始末应为线段,两点划线相交时,应为两线段相交,具体画法见图 2-4。
- 3. 点划线应超出图形轮廓约 5 毫米。直径小于 12 毫米的圆,其中心线可用细实线代替,并超出圆周约 3 毫米(图 2-5)。点划线的点(实际是很短的划)和线段应按顺序一次画出。

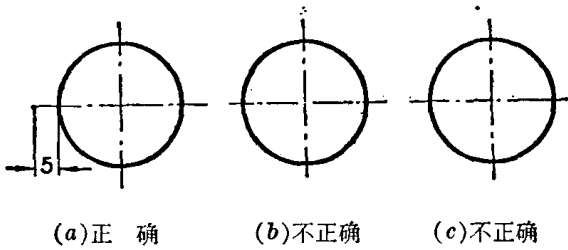


图 2-4 画点划线的示例

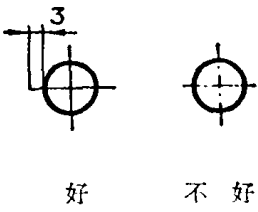


图 2-5 小圆的中心线画法

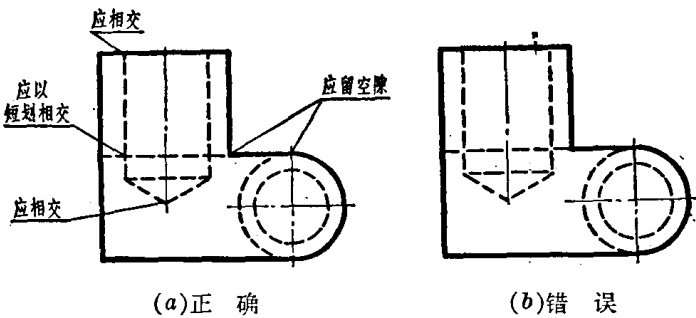


图 2-6 虚线相交的画法

- 4. 虚线与点划线相交或虚线与虚线相交,都应为短划相交;虚线与粗实线相交,不应留有空隙,但虚线为粗实线的延长线时,应留有空隙(图 2-6)。

§2-4 尺寸注法(根据 GB129—74)

尺寸在图纸上占重要地位,加工零件是根据图纸上的尺寸来进行,因此在绘图时必须保证所注尺寸完整、清楚和准确。这里只介绍常用的一些规定。

一、尺寸四要素

标注一个完整的尺寸,应包括尺寸界线、尺寸线、尺寸数字和箭头四部分,称为尺寸四要素。

1. 尺寸界线

用来限定所注尺寸的范围。一般用细实线自图形的轮廓线、轴线或中心线引出,并超出箭头的末端约 2 毫米。也可用轮廓线、轴线或中心线作尺寸界线,如图 2-7 所示。

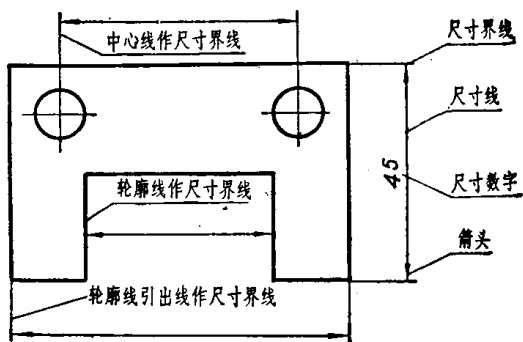
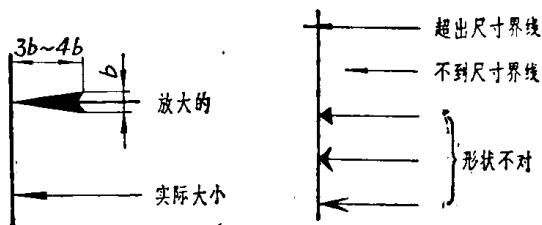


图 2-7 尺寸界线和尺寸线的画法



(a) 正确 (b) 错误

图 2-8 箭头

2. 尺寸线

用于表示尺寸的方向,用细实线绘制。尺寸线应单独画出,不能以轮廓线,中心线或它们的延长线来代替。

3. 箭头

用以表示尺寸的起止。箭头的大小应根据粗实线的宽度而定,如图 2-8 a 所示。同一张图上的箭头大小应相同,图 2-8 b 所示为一些不合规定画法的箭头。

4. 尺寸数字

- (1) 在机械图样中,尺寸数字均以毫米为单位,因此在标注尺寸时不必注单位。
- (2) 尺寸数字应按标准字体书写,且须保持全图大小一致。
- (3) 尺寸数字应注写在尺寸线的上方或尺寸线的中断处,如图 2-9 所示。

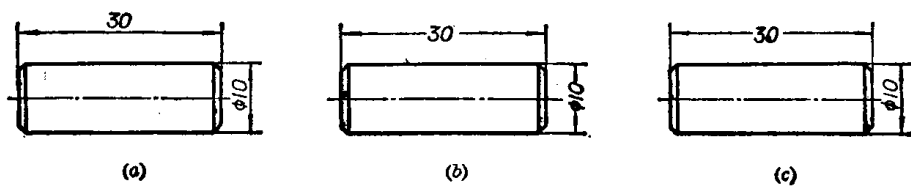


图 2-9 尺寸数字的位置

(4) 尺寸数字的方向 水平尺寸(尺寸线为水平位置),字头朝上。垂直尺寸(尺寸线为垂直位置),字头朝左。各种倾斜方向的尺寸数字,要使字头有朝上的趋势,可按图 2-10 所示方向填写,并尽量避免在图示 30° 范围内标注尺寸。若无法避免时,可按图 2-11 的形式标注。

(5) 尺寸数字不可被任何线条所穿过,当无法避免时,必须将该图线断开,见图 2-12。

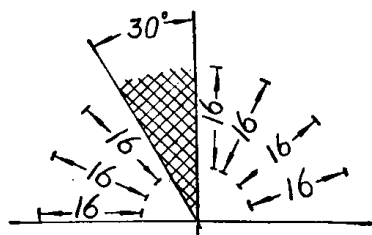


图 2-10 尺寸数字方向

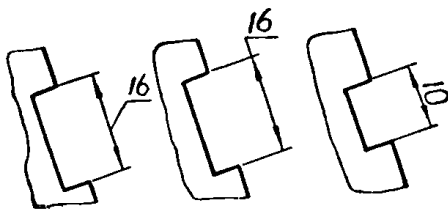


图 2-11 特殊情况的数字方向

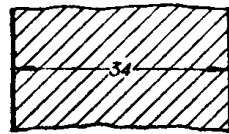


图 2-12 断开剖面线写尺寸数字

二、直线尺寸的注法

- 1. 尺寸线应与被标注线段平行且等长。一般尺寸界线垂直于被标注的线段,在特殊情况下,尺寸界线可与被标注线段倾斜,如图 2-13 所示。
- 2. 当尺寸较小时(在图上约小于 10 毫米),按上述注法有困难时,可按图 2-14 所示形式标注。

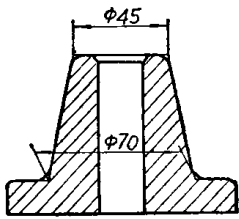


图 2-13 特殊情况的直线尺寸注法

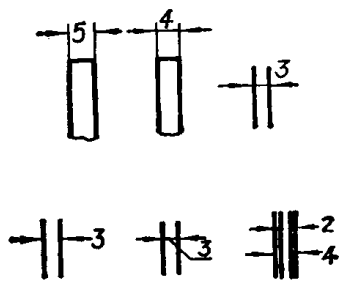


图 2-14 小尺寸注法

- 3. 标注连续的小尺寸时,由于没有画箭头的地方,允许在尺寸界线上画一个圆点来代替,但两端的箭头应画出,如图 2-15 所示。
- 4. 画互相平行的尺寸线时,应把小的尺寸线画得离图形近一些,而把大的尺寸线画得离图形远一些,应避免尺寸线和尺寸界线相交(图 2-16)。

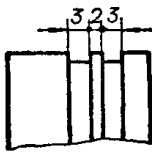


图 2-15 连续小尺寸注法

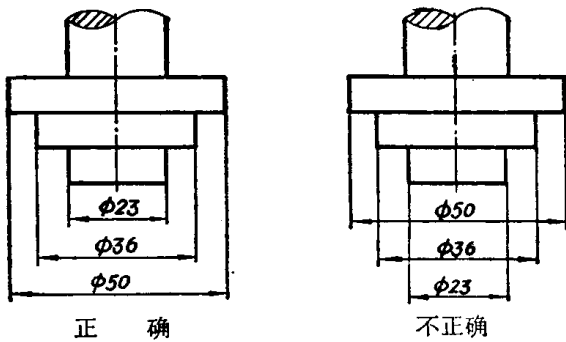


图 2-16 平行尺寸的注法

三、圆弧的尺寸注法

- 1. 对圆弧须注半径,并在尺寸数字前面加注半径代号“R”。尺寸线自圆弧中心引向圆弧,只画一个指向圆弧的箭头(图 2-17)。

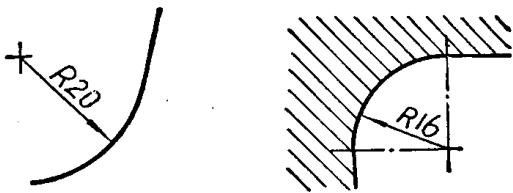


图 2-17 圆弧的注法

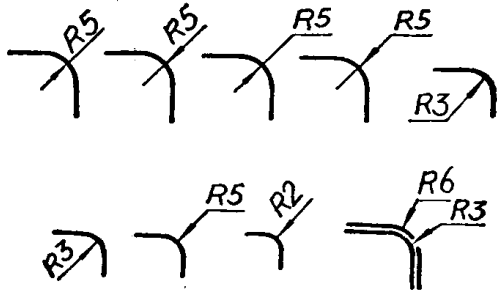


图 2-18 小圆弧的注法