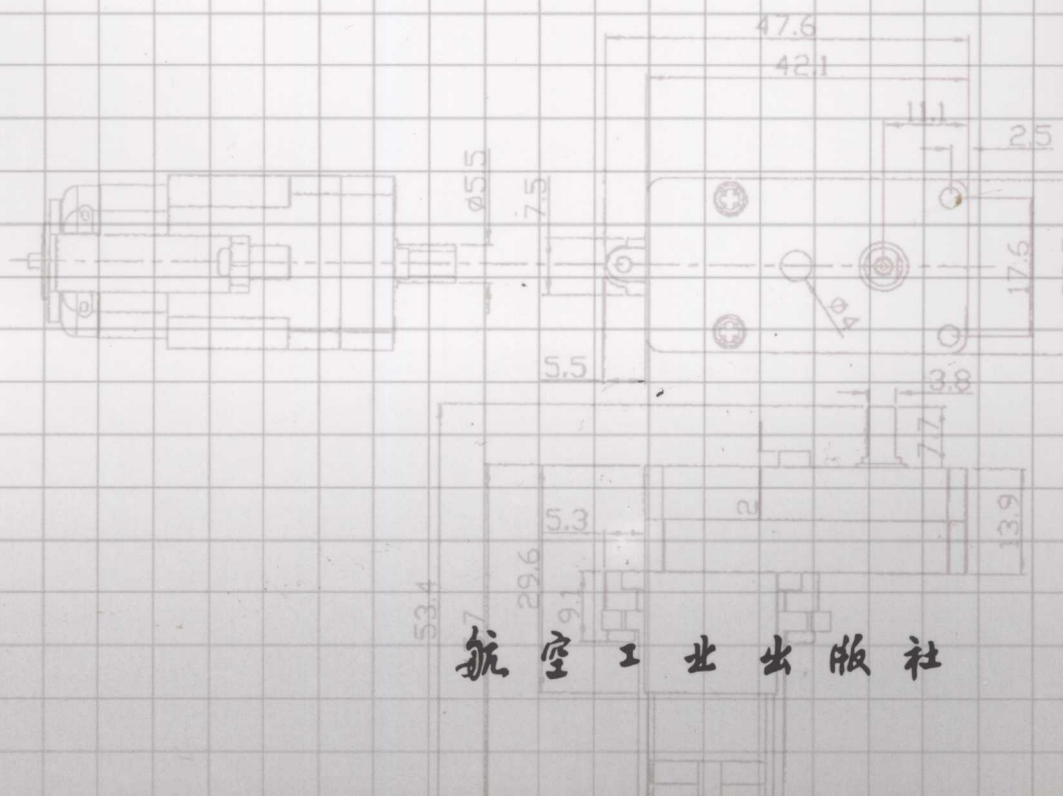


MECHANICAL DRAWING

机械制图

项庭庭 等 编著



图书在版编目 (C I P) 数据

机械制图/项庭庭等编著. —北京: 航空工业出版社,
2007. 6

ISBN 978 - 7 - 80183 - 980 - 0

I. 机... II. 项... III. 机械制图 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 093580 号

机 械 制 图

Jixie Zhitu

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

发行部电话: 010 - 64919539 010 - 64978486

北京地质印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

2007 年 6 月第 1 版

2007 年 6 月第 1 次印刷

开本: 787 × 1092

1/16

印张: 25

字数: 640 千字

印数: 1—2500

定价: 39.00 元

目 录

第1章 制图的基本知识和技能	(1)
1.1 绘图工具与用品	(1)
1.1.1 绘图工具	(1)
1.1.2 绘图用品	(5)
1.2 制图国家标准的基本规定	(6)
1.2.1 图纸幅面和格式	(6)
1.2.2 比例	(8)
1.2.3 字体	(9)
1.2.4 图线	(10)
1.2.5 尺寸注法	(11)
1.3 常用几何图形的画法	(17)
1.3.1 等分作图	(17)
1.3.2 斜度和锥度	(18)
1.3.3 圆弧连接	(20)
1.3.4 圆弧的切线	(22)
1.3.5 平面图形的尺寸分析和线段分析	(23)
1.4 绘图的方法与步骤	(25)
1.4.1 仪器绘图	(25)
1.4.2 徒手绘图	(25)
第2章 正投影基础	(27)
2.1 投影法的基本知识	(27)
2.1.1 投影的概念	(27)
2.1.2 投影法分类	(27)
2.1.3 正投影的基本特性	(28)
2.2 三视图的形成及其投影关系	(29)
2.2.1 视图的基本概念	(29)
2.2.2 三视图的形成	(29)
2.2.3 三视图之间的关系	(30)
2.2.4 三视图的作图方法与步骤	(31)
2.3 点的投影	(31)
2.3.1 点的三面投影	(32)

2.3.2	点的投影与坐标	(32)
2.3.3	点的相对位置	(34)
2.4	直线的投影	(35)
2.4.1	直线的三面投影	(35)
2.4.2	各种位置直线的投影特性	(35)
2.4.3	直线上的点	(38)
2.4.4	两直线的相对位置	(39)
2.5	平面的投影	(42)
2.5.1	平面的表示法	(42)
2.5.2	各种位置平面的投影特性	(43)
2.5.3	平面上的直线和点	(45)
第3章	基本体及其表面交线	(48)
3.1	平面立体	(48)
3.1.1	棱柱体	(48)
3.1.2	棱锥体	(49)
3.2	回转体	(50)
3.2.1	圆柱体	(50)
3.2.2	圆锥体	(51)
3.2.3	圆球	(52)
3.3	基本体的尺寸标注	(54)
3.3.1	平面立体的尺寸标注	(54)
3.3.2	回转体的尺寸标注	(55)
3.4	截交线	(55)
3.4.1	平面立体的截交线	(55)
3.4.2	曲面立体的截交线	(58)
3.4.3	综合举例	(65)
3.4.4	切割体的尺寸标注	(66)
3.5	相贯线	(67)
3.5.1	利用投影的积聚性求相贯线	(68)
3.5.2	利用辅助平面法求相贯线	(70)
3.5.3	相贯线的简化画法	(71)
3.5.4	相贯线的特殊情况	(71)
3.5.5	相贯体的尺寸注法	(72)
第4章	轴测图	(73)
4.1	轴测投影的基本知识	(73)
4.1.1	轴测图的形成	(73)
4.1.2	轴间角和轴向伸缩系数 (GB/T 14692—1993)	(74)

4.1.3	轴测图的投影特性	(74)
4.1.4	轴测图的分类	(74)
4.2	正等轴测图的画法	(75)
4.2.1	正等轴测图的轴间角和轴向伸缩系数	(75)
4.2.2	平面立体的正等测图	(75)
4.2.3	回转体的正等测图	(78)
4.3	斜二测图的画法	(82)
4.3.1	斜二测图的轴间角和轴向伸缩系数	(82)
4.2.2	斜二测图的画法举例	(82)
第5章	组合体	(85)
5.1	组合体的组合形式及形体分析	(85)
5.1.1	形体分析法	(85)
5.1.2	组合体的组合形式	(85)
5.1.3	组合体表面间的连接关系	(86)
5.2	组合体视图及轴测图的画法	(87)
5.2.1	组合体三视图的画法	(87)
5.2.2	组合体轴测图的画法	(91)
5.3	组合体的尺寸注法	(96)
5.3.1	尺寸标注的基本要求	(96)
5.3.2	尺寸种类	(96)
5.3.3	尺寸基准	(98)
5.3.4	标注尺寸的方法和步骤	(98)
5.3.5	尺寸标注应注意的问题	(99)
5.3.6	常见结构尺寸的标注	(101)
5.4	看组合体视图的方法	(102)
5.4.1	看图的基本要领	(102)
5.4.2	看图的方法和步骤	(104)
5.4.3	组合体的补图、补线	(105)
第6章	机件的表达方法	(110)
6.1	视图	(110)
6.1.1	基本视图	(110)
6.1.2	向视图	(111)
6.1.3	局部视图	(112)
6.1.4	斜视图	(113)
6.2	剖视图	(113)
6.2.1	剖视的概念	(113)
6.2.2	画剖视图的注意事项	(114)

6.2.3	剖视图的标注	(117)
6.2.4	剖视图的种类	(117)
6.2.5	剖切面的种类	(119)
6.3	断面图	(122)
6.3.1	断面图的概念	(122)
6.3.2	断面图的种类	(122)
6.4	其他表达方法	(125)
6.4.1	局部放大图	(125)
6.4.2	简化画法	(127)
6.5	轴测剖视图的画法	(133)
6.5.1	轴测剖视图的画法	(133)
6.5.2	剖面符号的画法	(134)
6.5.3	轴测剖视图的画法示例	(135)
6.6	表达方法综合应用举例	(135)
6.6.1	根据实物或轴测图, 选择适当的表达方法	(135)
6.6.2	根据机件的两面视图, 选择完善表达方案	(137)
6.7	第三角画法简介	(138)
6.7.1	机件在投影体系中的位置	(138)
6.7.2	第三角画法与第一角画法的主要区别	(140)
第7章	标准件与常用件	(141)
7.1	螺纹	(141)
7.1.1	螺纹的形成	(141)
7.1.2	螺纹的结构要素	(142)
7.1.3	螺纹的规定画法	(143)
7.1.4	螺纹的种类和标注	(146)
7.2	螺纹紧固件及其连接	(149)
7.2.1	常用螺纹紧固件及其标记	(149)
7.2.2	常用螺纹紧固件的画法	(151)
7.2.3	螺纹紧固件的连接画法	(152)
7.3	齿轮	(155)
7.3.1	圆柱齿轮	(155)
7.3.2	圆锥齿轮画法简介	(161)
7.3.3	蜗轮蜗杆简介	(162)
7.4	键、销连接	(165)
7.4.1	键连接	(165)
7.4.2	销连接	(167)
7.5	弹簧与滚动轴承画法简介	(168)
7.5.1	弹簧	(168)

7.5.2 滚动轴承	(170)
第8章 零件图	(174)
8.1 零件图概述	(174)
8.1.1 零件图的作用	(174)
8.1.2 零件图的内容	(174)
8.2 零件的视图选择和典型零件的视图表达	(175)
8.2.1 零件的视图选择	(175)
8.2.2 典型零件的视图选择	(178)
8.3 零件图的尺寸标注	(182)
8.3.1 尺寸基准的选择	(182)
8.3.2 标注尺寸应考虑设计和工艺上的要求	(184)
8.3.3 零件上常见结构的尺寸注法	(188)
8.4 零件图上技术要求的注写	(189)
8.4.1 表面粗糙度	(189)
8.4.2 极限与配合	(194)
8.4.3 形状和位置公差	(201)
8.5 零件上常见的工艺结构	(205)
8.5.1 铸造对零件结构的要求	(205)
8.5.2 机械加工对零件结构的要求	(207)
8.6 零件测绘	(209)
8.6.1 零件草图的绘制	(209)
8.6.2 零件尺寸的测量	(213)
8.6.3 画零件图	(216)
8.7 看零件图	(217)
8.7.1 看标题栏, 粗略了解零件	(218)
8.7.2 分析视图, 搞清视图间的关系	(218)
8.7.3 分析形体, 想象零件形状	(218)
8.7.4 分析尺寸, 检查尺寸标注是否合理	(219)
8.7.5 分析技术要求, 深入了解零件	(219)
8.7.6 综合归纳, 将零件图全面看懂	(219)
第9章 装配图	(220)
9.1 装配图的作用与内容	(220)
9.1.1 装配图的作用	(220)
9.1.2 装配图的内容	(221)
9.2 装配图的表达方法	(221)
9.2.1 装配图的基本表达方法	(221)
9.2.2 装配图的规定画法	(221)

9.2.3 装配图的特殊画法	(223)
9.3 装配图的尺寸标注、技术要求及零件编号	(225)
9.3.1 装配图的尺寸标注	(225)
9.3.2 装配图的技术要求	(225)
9.3.3 装配图的零件序号和明细栏	(225)
9.4 装配结构简介	(227)
9.4.1 接触面的数量	(227)
9.4.2 轴与孔的配合	(227)
9.4.3 滚动轴承的轴向固定结构	(228)
9.4.4 螺纹连接防松结构	(228)
9.4.5 螺栓连接应考虑装、拆方便	(228)
9.5 装配体测绘	(229)
9.5.1 了解和分析装配体	(229)
9.5.2 画装配示意图、拆卸装配体	(230)
9.5.3 画零件草图	(230)
9.5.4 画装配图和零件图	(234)
9.6 看装配图和拆画零件图	(236)
9.6.1 看装配图的方法和步骤	(238)
9.6.2 拆画零件图	(241)
附录	(244)
参考文献	(273)

第 1 章 制图的基本知识和技能

现代工业生产过程中重要的技术资料之一就是机械图样，机械图样是技术交流的一种语言工具。要绘制出符合要求的机械图样，必须首先掌握机械制图的基本知识和基本技能。

1.1 绘图工具与用品

要提高绘图技能，保证绘图质量和提高绘图速度，必须正确地使用绘图工具并经常进行绘图实践，并不断总结经验。

常用的绘图工具有：图板、丁字尺、三角板；圆规、分规、曲线板、铅笔和绘图纸等。

1.1.1 绘图工具

(1) 图板、丁字尺、三角板

绘制图样时，图板、丁字尺和三角板常需要配合使用。

①图板 图板用来铺放和固定图纸，要求平而光滑，本质不宜过硬或过软，四边可作为导向边，应该要求平直。图板大小视所绘图样的幅面大小分为几种，并比同号图纸稍大，见图 1-1。

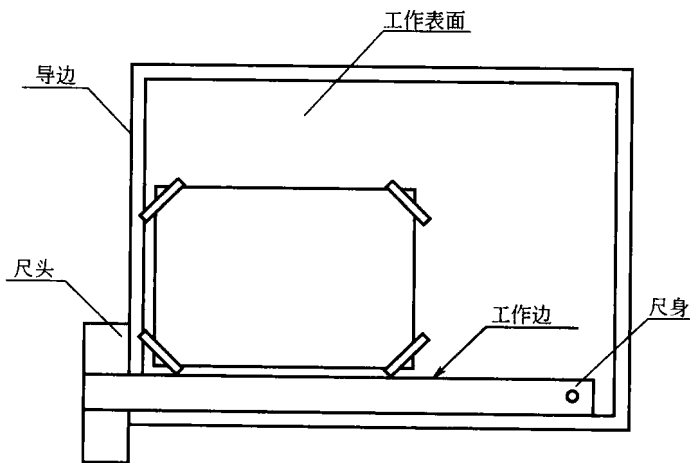


图 1-1 图板和丁字尺

②丁字尺 丁字尺由尺头和尺身组成，见图 1-1，尺头内侧边与尺身上边必须平直，并且互相垂直，尺头与尺身结合处必须牢固，使用时将尺头内侧紧靠图板左边，通过上下移

动来画水平线, 见图 1-2 所示。注意每移动后必须检查尺头内侧与图板的左边是否贴紧, 贴紧之后才能画线。丁字尺也常和三角板配合使用。

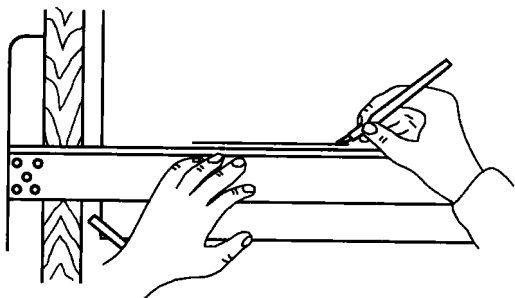
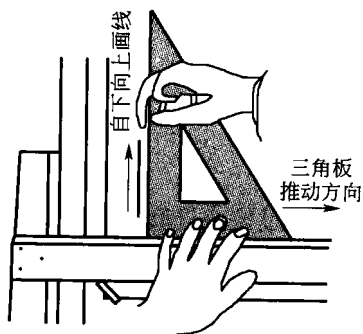
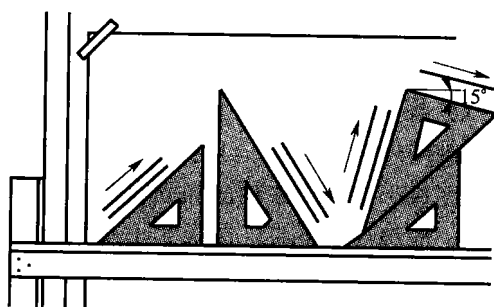


图 1-2 丁字尺用法

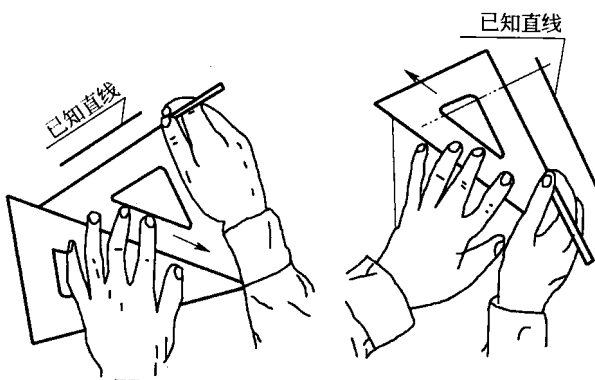
③三角板 直角三角板一副两块, 由 45° 、 30° 和 60° 各一块组成。三角板经常与丁字尺相配合, 用以画垂直线和各种特殊角度的倾斜线, 如图 1-3 (a)、(b) 所示, 也可以用两块三角板配合作已知直线的平行线, 如图 1-3 (c) 所示。



(a) 画垂直线



(b) 画特殊角度倾斜线



(c) 作已知直线的平行线

图 1-3 三角板用法

(2) 绘图仪器

①圆规 圆规用于画圆及圆弧。圆规的一条腿装有钢针, 钢针的一端带有阶梯, 画圆或

圆弧时常用带阶梯的针脚作为圆心。另一条腿上有活动关节，可根据需要装加长杆或直接安装铅芯插脚或墨线插脚（鸭嘴插脚），分别用来画铅笔圆或墨线圆。常见的圆规及其配件如图1-4所示。

用圆规画图以前必须做好以下准备工作。

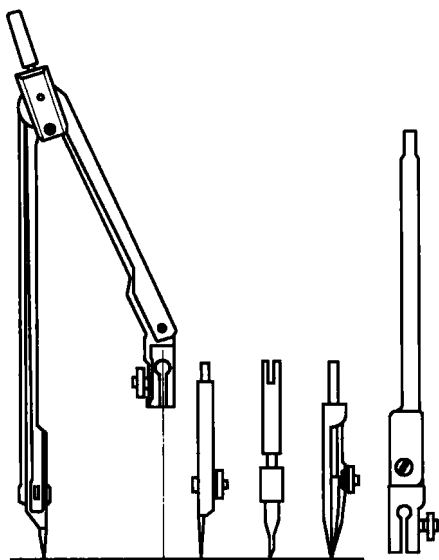


图1-4 圆规及其配件

a. 削好圆规上的铅芯，铅芯应准备两种，如图1-5所示。图1-5(a)所示铅芯用于绘制底稿，图1-5(b)所示铅芯用于加深，铅芯的宽度 b 与绘制同类直线的铅笔的铅芯之宽度保持一致。

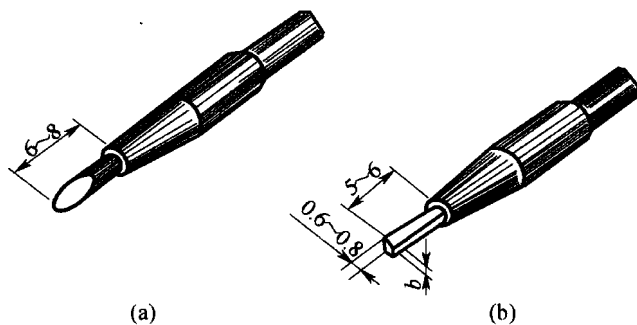


图1-5 圆规铅芯削法

b. 调整好圆规上针脚的高度，针尖应调整得比铅芯略长一些。

绘制圆和圆弧时圆规的钢针和铅芯应与图面垂直，如图1-6(a)所示。画较大的圆时可利用加长杆，如图1-6(b)所示。

②分规 分规用来量取尺寸和等分线段或圆弧，其用法如图1-7所示。

③墨线笔 墨线笔又称直线笔、鸭嘴笔（图1-8），是用来画墨线的。使用前，先用布把笔尖里的墨垢擦干净，然后调整螺丝使两钢片张开的距离大致符合所需宽度，再用蘸水钢笔将墨汁注入钢片之间（笔嘴朝下），注墨时切不可将墨线笔直接插入墨汁瓶内。注入墨

汁的多少视所绘墨线的粗细长短而定,一般使两钢片间含墨高度约4~6mm。如果直线笔钢片的外表面占有墨水,必须及时用软布拭净以免描线时沾污图纸。使用时,两钢片的尖端同时接触纸面,并使笔杆稍微向画线方向倾斜 $5^{\circ} \sim 20^{\circ}$,用力不宜过大,移动笔的速度要均匀。

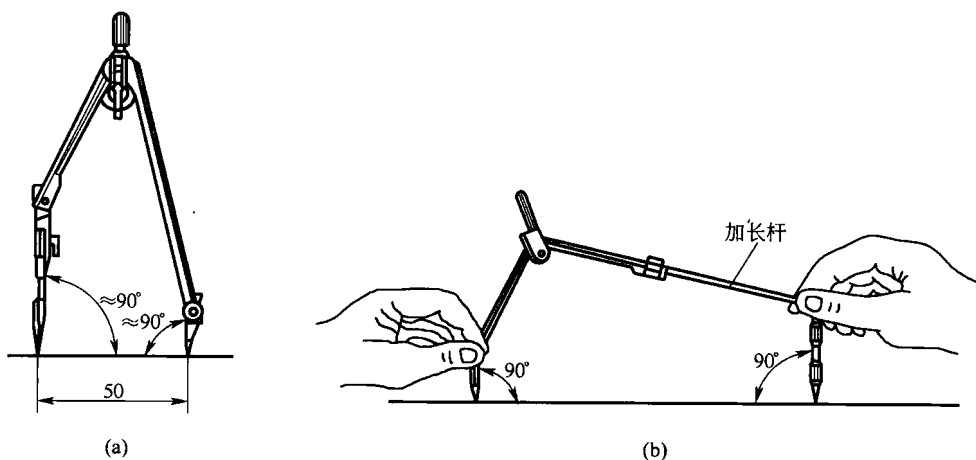


图 1-6 用圆规绘制圆和圆弧

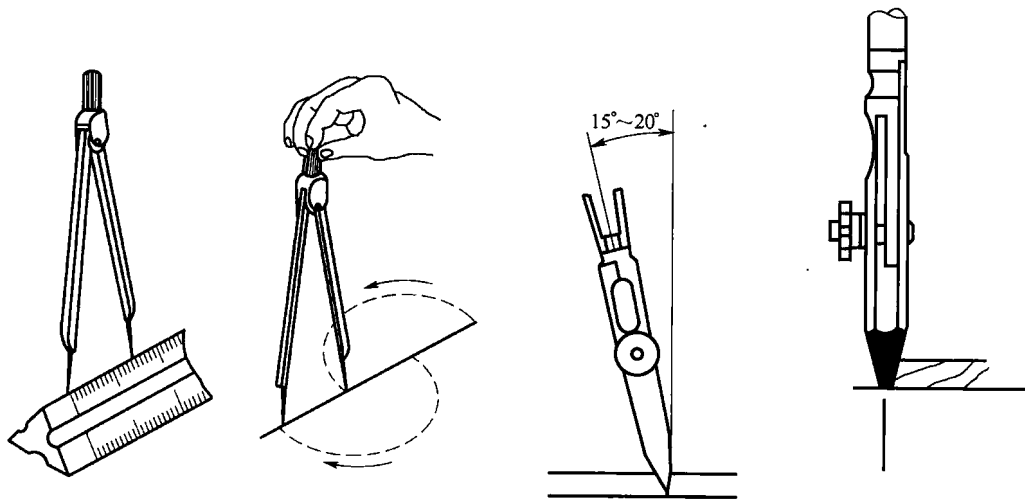


图 1-7 分规用法

图 1-8 墨线笔用法

上墨或描图时还可使用绘图墨水笔,它具有自来水笔的特点,笔内有储存碳素墨水的笔胆,不需经常加墨水。

(3) 曲线板

曲线板用来绘制非圆曲线,其使用方法如图 1-9 所示。首先找出曲线上一系列点,然后选用与曲线板轮廓相吻合的部分逐段描绘(为保证曲线光顺,描画时,前一段与后一段

曲线应有部分重合)。在用曲线板绘制对称曲线时,可以先在曲线板上做好标记,翻转曲线板后,便能按标记的位置准确绘出另一半。

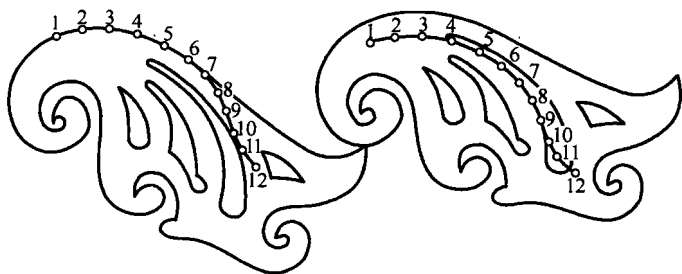


图 1-9 曲线板及其使用

1.1.2 绘图用品

(1) 绘图纸

绘图时一般选用质地坚实、纸面洁白、用橡皮擦时不易起毛、上墨时不渗透的绘图纸。图纸有正面和反面的区别,绘图时应使用经橡皮擦拭不易起毛的正面。

绘图纸应布置在图板的左下方,并应在图纸下边缘留出足够放置丁字尺的宽度,如图 1-1 所示。图纸用胶带固定,不可使用图钉固定,以免损坏图板。

(2) 绘图铅笔

绘图铅笔的铅芯有软硬之分,铅笔末端印有笔芯硬度符号,如 2H、HB、2B 等。不同硬度的铅笔有不同的用途。B 表示软度, B 前的数值越大表示铅芯越软; H 表示铅芯的硬度, H 前的数值越大表示铅芯越硬。HB 表示铅芯的软硬程度适中。

一般选用 2H (较硬) 的铅笔绘制底稿;用 HB 的铅笔绘制各种细线,也可用来写字或标注;用 2B (较软) 的铅笔加深粗实线。

写字或画细线时,铅芯削成圆锥状;加深粗线时,常将铅芯削成四棱柱状,如图 1-10 所示。

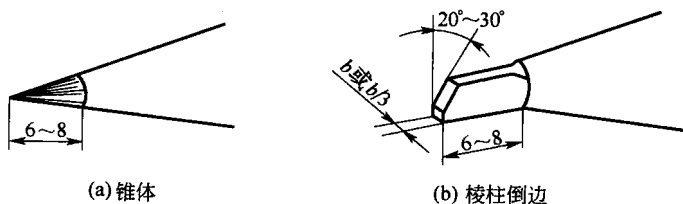


图 1-10 铅笔的磨削样式

(3) 其他绘图用品

其他绘图用品包括擦图片、橡皮擦、胶带、小刀、砂纸。

随着生产技术和对绘图速度、精度要求的不断提高,图板、丁字尺等常用绘图工具逐渐被绘图机所取代。目前,计算机绘图已被广泛采用。计算机控制的自动绘图机所绘图形精度更高,速度更快。

1.2 制图国家标准的基本规定

为便于生产和技术交流,绘图和读图应该有共同的准则。为此,国家标准《技术制图》和《机械制图》对机械图样进行了统一的技术规定,统一规定了图样的画法、尺寸的标注、代号的使用等。所以必须树立严格标准化的观念,在绘图时认真执行国家标准。我国的国家标准简称国标,代号为 GB/T,其中“G”表示国家,“B”表示标准,“T”表示推荐性。

1.2.1 图纸幅面和格式

(1) 图纸幅面

为便于图样的绘制、使用和保管,机件的图样均应画在具有一定格式和幅面的图纸上,GB/T 14689—1993 规定绘制图样时,应采用表 1-1 规定的幅面尺寸。

表 1-1 图纸幅面尺寸 /mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
尺寸 (B×L)	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20		10		
c	10		5		
a	25				

由表 1-1 可知,图纸幅面的大小有 5 种,以 A0、A1、A2、A3、A4 为其代号。其中,A0 幅面的图纸最大,A4 幅面最小。沿上一号幅面图纸的长边对折得到次一号图纸的幅面大小。

(2) 图框

无论图样是否装订,均应在图幅内画出图框,图框线用粗实线绘制。需要装订的图样,其图框格式如图 1-11 (a)、(b) 所示,尺寸按表 1-1 中的规定。一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。装订边预留 25mm 宽。图框距图纸边界的尺寸视图幅大小及有无装订边而不同,不留装订边的图样,其图框格式如图 1-12 所示,尺寸按表 1-1 中的规定。

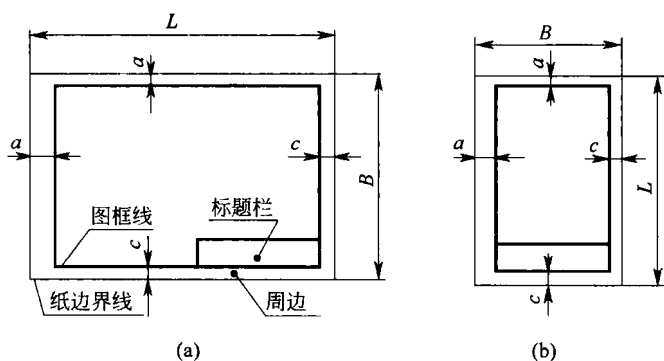


图 1-11 留有装订边图纸的图框格式

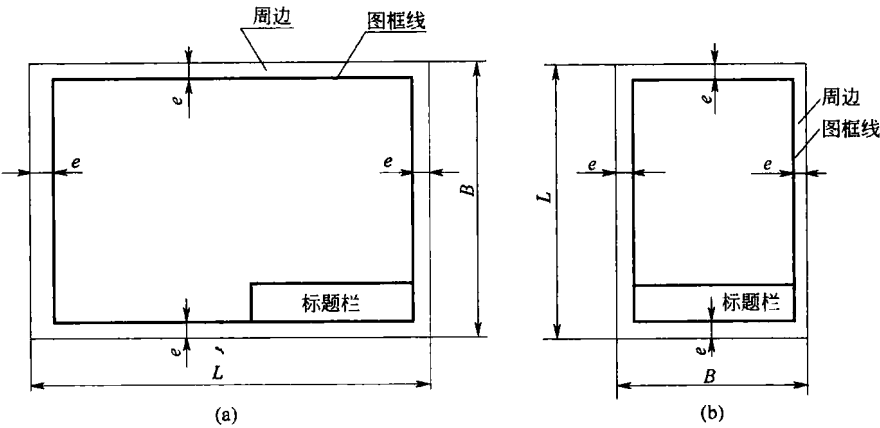


图 1-12 不留装订边图纸的图框格式

(3) 标题栏

国家标准规定，每张图纸都必须有标题栏，用于说明图样的名称、图号、零件材料、设计单位及有关人员的签名等内容。标题栏格式和尺寸按 GB 10609.1—1989 的规定，如图1-13 所示。标题栏的位置应位于图纸的右下角，看图方向与看标题栏的方向一致。用于学生制图作业中的标题栏可以简化，由学校自行制定，可参考图 1-14 所示格式。

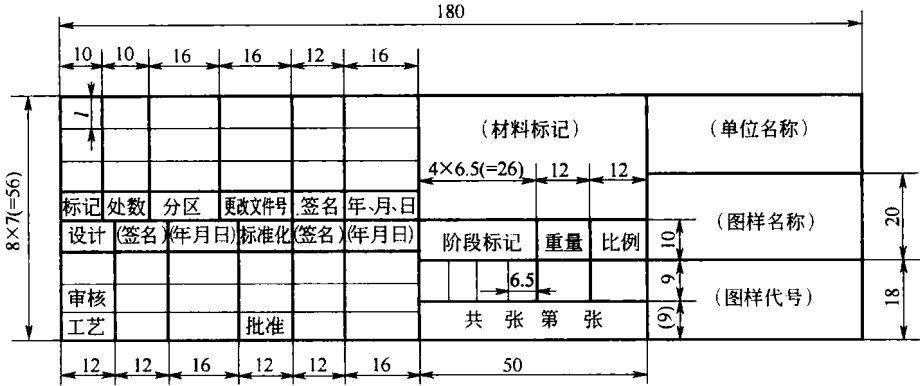


图 1-13 标题栏的格式

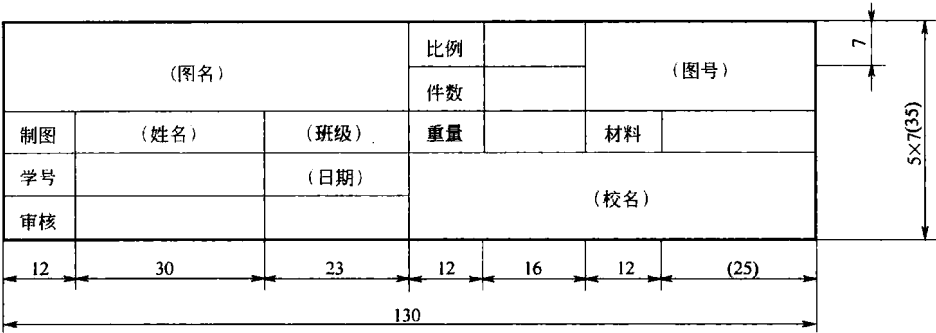


图 1-14 制图作业采用的标题栏格式

当标题栏的长边为水平方向, 且与图纸长边平行时, 构成 X 型图纸, 如图 1-11 (a) 及图 1-12 (a) 所示。若标题栏长边与图纸长边垂直, 则构成 Y 型图纸, 如图 1-11 (b) 和图 1-12 (b) 所示。

上述两种情况下, 看图方向与看标题栏的方向一致。

为了利用预先印制好的图框及标题栏的图纸画图, 允许将 X 型图纸的短边放成水平位置或将 Y 型图纸的长边放成水平位置, 如图 1-15 (a)、(b) 所示, 但需明确其看图方向, 此时应在图纸的下边对中符号处画出方向符号, 如图 1-15 (c) 所示。

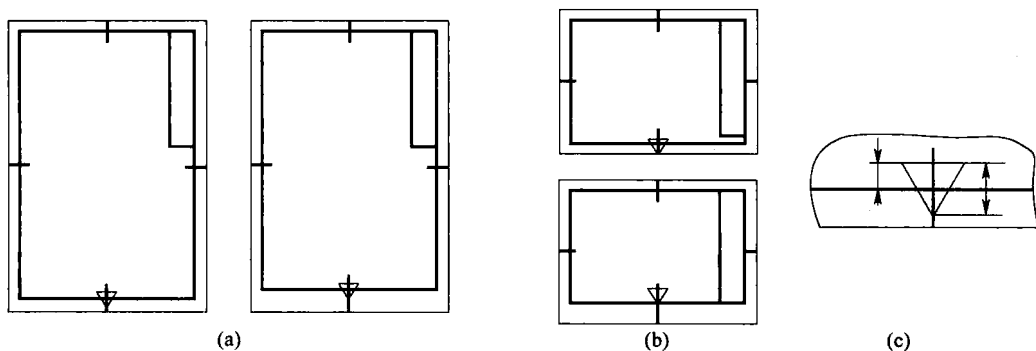


图 1-15 图纸的另一种配置及方向符号

1.2.2 比例

比例指的是图中图形与实际机件相应要素的线性尺寸之比。不管绘制机件时所采用的比例是多少, 在标注尺寸时, 仍应按机件的实际尺寸标注, 与绘图的比例无关, 如图 1-16。

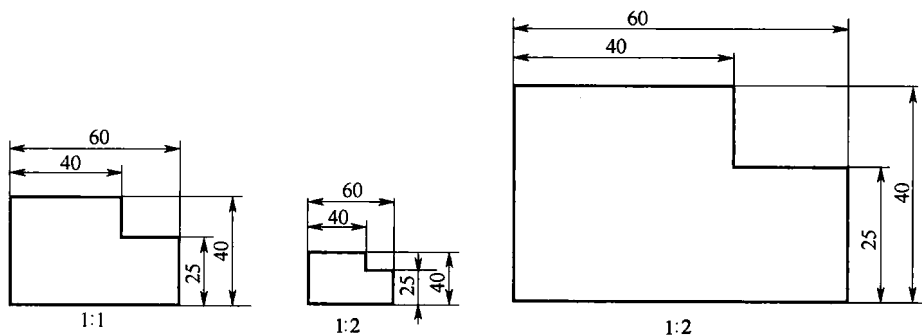


图 1-16 用不同比例绘制的图

绘制图样时, 应尽可能按机件的实际大小 (1:1) 画出 (即尽量采用 1:1 的比例), 以便直接从图样上看出机件的真实大小。对于大而简单的机件, 可采用缩小比例, 而对于小而复杂的机件, 宜采用放大的比例。应采用 GB/T 规定为比例, 首先应从表 1-2 规定的系列中选取适当的比例, 优先选用不带括号的比例。绘制同一机件的各个视图时, 应尽可能采用相同的比例, 并在标题栏的比例栏中填写。

当某个视图必须采用不同比例时, 可在该视图的上方另行标注。

表 1-2 图样的比例

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。

1.2.3 字体

图样中除了绘制机件的图形外,还要用文字来填写标题栏、技术要求,用数字来标注尺寸等,所以文字和数字,也是图样的重要组成部分。

GB/T 14691—1993 规定了图样上和技术文件中所用汉字、数字、字母的字体和规格,并且要求书写必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的号数,即字体高度 h ,其公称尺寸系列为:1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。其中汉字的高度 h 不应小于 3.5mm。汉字应写成长仿宋体字,并采用国家正式公布推行的简化字,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ (约 0.7 h)。汉字示例如图 1-17 所示。

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

横平竖直 结构均匀 注意起落 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

图 1-17 长仿宋汉字示例

字母和数字分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度为字高的 1/14, B 型字体笔画宽度为字高的 1/10。字母和数字可写成斜体或直体,但全图要统一。图 1-18 所示为 B 型斜体字母、数字和字体的应用示例。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75°。在同一图样上只允许选用一种形式的字体。

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
12345678910 I II III IV V VI VII VIII IX X
R3 2×45° M24-6H Φ60H7 Φ30g6
Φ20 ^{+0.021}₀ Φ25 ^{-0.007}_{-0.020} Q235 HT200

图 1-18 B 型斜体字母、数字及字体示例