

机 械 制 图

清华大学工程制图教研室编

邹宜侯 竇墨林 主编

内 容 简 介

本书是在总结多年来制图教学经验的基础上，根据 1980 年 8 月审订的高等工业学校非机类《画法几何及工程制图教学大纲》（草案）编写而成的。

本书内容有：制图的基本知识，正投影法基本原理，体的投影，平面体及回转体的截切，回转体表面相贯线画法，组合体的画图和看图，表达机件的常用方法，连接件及常用件的画法，零件图的绘制，尺寸注法，零件图上的技术要求，装配图，轴测图及表面展开图等。

与本书配套使用的，还有非机类《机械制图习题集》。

本书在内容上力求贯彻少而精原则，加强基本理论，阐明基本概念与实际应用，注意理论与实际相结合。在叙述上力求通俗易懂，言简意明，便于自学。在编排上力求由浅入深，循序渐进，重点突出。在选题上力求精练，具有典型性和思考性。

本书可作为 80—100 学时，高等工业院校化工、电机、无线电类等有关专业的画法几何及机械制图课程的教材，也可供电视、函授及业余高等工业院校非机类各专业师生使用及有关工程技术人员参考。

机 械 制 图

邹宜侯 婁墨林 主编



清华大学出版社出版

北京 清华园

清华大学印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售



开本：787×1092 1/16 印张：19 1/2 字数：470 千字

1984 年 8 月第一版 1984 年 8 月第一次印刷

印数：00001~45000

统一书号：15235·126

定价：2.20 元

目 录

前 言

第一章 制图的基本知识.....	1
§1.1 国家标准《机械制图》的基本规定.....	1
§1.2 绘图工具及其使用.....	11
§1.3 几何作图.....	15
§1.4 绘图的一般步骤及平面图形的作图举例.....	23
§1.5 徒手画的一般方法.....	25
第二章 正投影法基本原理.....	27
§2.1 投影方法的形成与分类.....	27
§2.2 点.....	28
§2.3 直线.....	33
§2.4 平面.....	42
§2.5 直线与平面及两平面的相对位置.....	50
§2.6 换面法.....	57
第三章 体的投影.....	66
§3.1 体的投影——视图.....	66
§3.2 基本体的形成及其三面视图.....	68
§3.3 基本体叠加后的投影.....	74
第四章 平面体及回转体的截切.....	78
§4.1 平面体的截切.....	78
§4.2 回转体的截切.....	81
第五章 回转体表面相贯线画法.....	89
§5.1 平面体与回转体的相贯线画法.....	89
§5.2 回转体与回转体的相贯线画法.....	91
第六章 组合体的画图和看图.....	99
§6.1 组合体的组成方式及形体分析法.....	99
§6.2 组合体的画图.....	101
§6.3 组合体的看图.....	104
第七章 表达机件的常用方法.....	108
§7.1 表达机件外形的方法——视图.....	108
§7.2 表达机件内形的方法——剖视.....	114

§7.3 表达断面形状的方法——剖面	124
§7.4 习惯及简化画法	126
第八章 连接件及常用件的画法	130
§8.1 螺纹和螺纹连接件	130
§8.2 齿轮	145
§8.3 键与销	155
§8.4 弹簧	158
§8.5 滚动轴承	161
第九章 零件图的绘制	164
§9.1 零件图的内容和要求	164
§9.2 零件的视图选择	165
§9.3 零件结构的工艺性	171
§9.4 零件的测绘	175
§9.5 零件图的看图方法	178
第十章 尺寸注法	181
§10.1 尺寸标注必须完全	181
§10.2 尺寸标注必须清晰	186
§10.3 尺寸标注必须合理	189
§10.4 典型结构的尺寸标注	191
第十一章 零件图上的技术要求	194
§11.1 表面光洁度的概念及其注法	194
§11.2 尺寸公差与配合的概念及其注法	197
§11.3 形状和位置公差（简称形位公差）的概念及其注法	205
§11.4 机械零件常用的材料	210
§11.5 材料的热处理和表面处理	211
第十二章 装配图	212
§12.1 装配图的用途、要求和内容	212
§12.2 装配图的规定画法和特殊画法	214
§12.3 装配图的视图选择	216
§12.4 装配图的尺寸标注、零件编号和明细表	219
§12.5 装配结构的合理性	221
§12.6 画装配图的方法和步骤	223
§12.7 看装配图的方法和步骤及拆画零件图	228
第十三章 轴测图	233
§13.1 轴测图的基本知识	233
§13.2 正等轴测图	236

§13.3 斜二轴测图	248
§13.4 轴测图中的剖切画法	249
第十四章 表面展开图	252
§14.1 平面立体的表面展开图画法	252
§14.2 可展曲面的表面展开	254
§14.3 不可展曲面的近似展开	259
§14.4 在绘制板金件的展开图时应注意的问题	261
附录	264
一、螺纹	264
二、常用的标准件	267
三、尺寸公差	285
四、常用的金属材料与非金属材料	302

第一章 制图的基本知识

为了学好画图 and 看图，首先应对制图的基本知识有所了解。它包括：熟悉制图中的一些基本规定；掌握工具的正确使用方法；学习某些几何图形的作图以及画图的基本技能。在本章中将对上述内容做些扼要介绍。

§ 1.1 国家标准《机械制图》的基本规定

工程图样作为指导生产的技术文件，必须有统一的规定。我国于 1959 年颁布了国家标准《机械制图》，以后于 1970 年、1974 年又作了几次修改，这对科学地进行生产和图样的管理工作，起了一定的促进作用。每个工程技术人员在绘制生产图样时均应熟悉并严格遵守这些规定。

在本书有关章节中都编入了一些常用的制图标准。本节只介绍图幅、字体、图线、比例和尺寸注法等基本规定，供读者绘图时查阅。

一、图纸幅面

1. 绘制图样时，应按表 1-1 规定的六种基本幅面尺寸选用图纸。其中 0 号幅面最大，5 号幅面最小。

表 1-1 幅面及边框尺寸

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					

必要时，可将六种幅面的长边加长（0 号及 1 号幅面允许加长两边），其加长量应按 5 号幅面相应边的尺寸成整数倍增加，如图 1-1 所示。

2. 图纸可横放或竖放。画图前，首先应画出图幅及边框，格式如图 1-2 所示，尺寸见表 1-1。装订成册时，一般按 4 号幅面竖装或 3 号幅面横装。

3. 在边框的右下角应有标题栏。其格式和尺寸无统一规定，由设计单位或生产单位根据具体情况自行制定。图 1-3 所示标题栏可供学校制图作业参考使用。

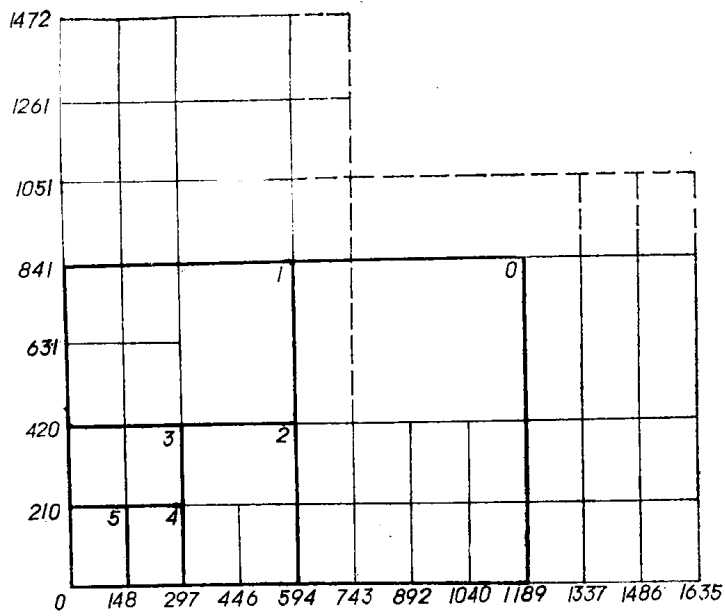
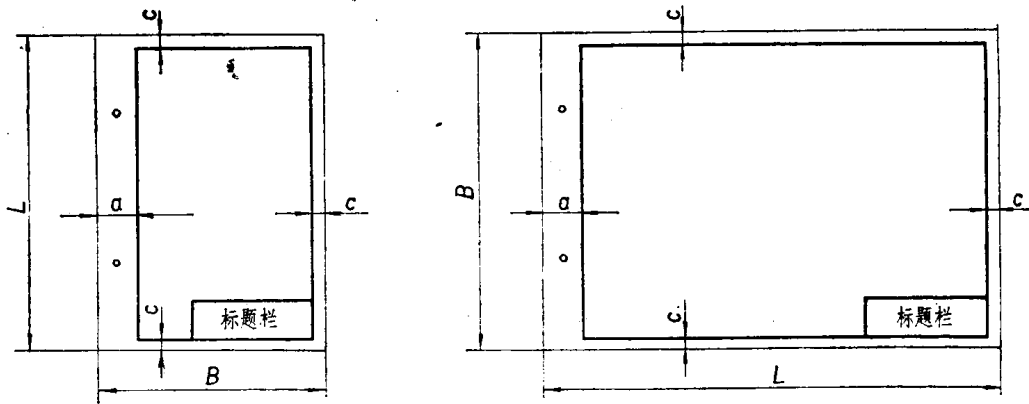


图 1-1 六种图纸幅面及加长边



(a) 竖装 (4号幅面)

(b) 横装 (3号幅面)

图 1-2 幅面及边框格式

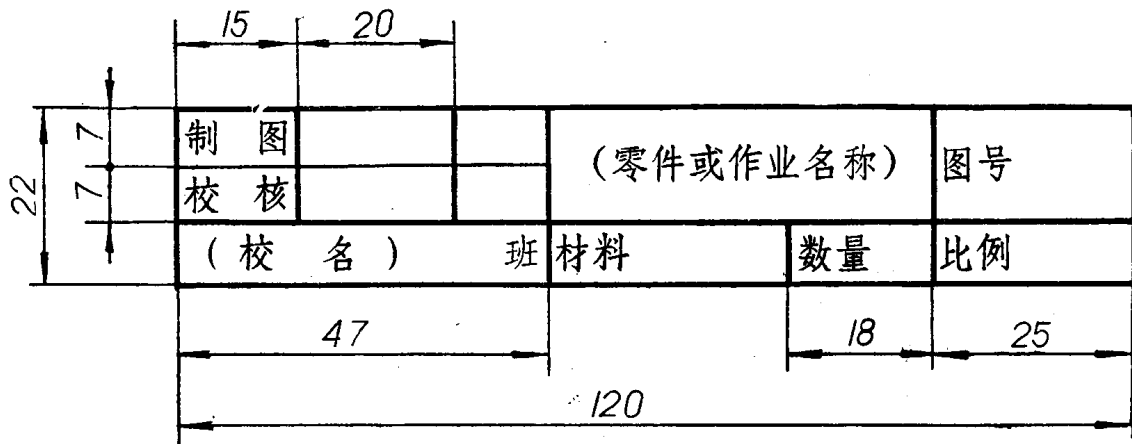


图 1-3 标题栏

二、比例

比例是所绘图形大小与实物实际大小之比，即：比例 = 图形大小 : 实物实际大小。

比例 1:1 表示图形和实物一样大；比例 1:2 表示图形是实物的一半（缩小）；比例 2:1 表示图形是实物的两倍（放大）。

为了看图方便，画图时尽可能采用 1:1。当机件过大或过小时，也可用缩小或放大的比例画出。但不论缩小或放大，在注尺寸时必须标注机件的实际尺寸。图 1-4 是表示同一零件采用不同比例所画的图形。

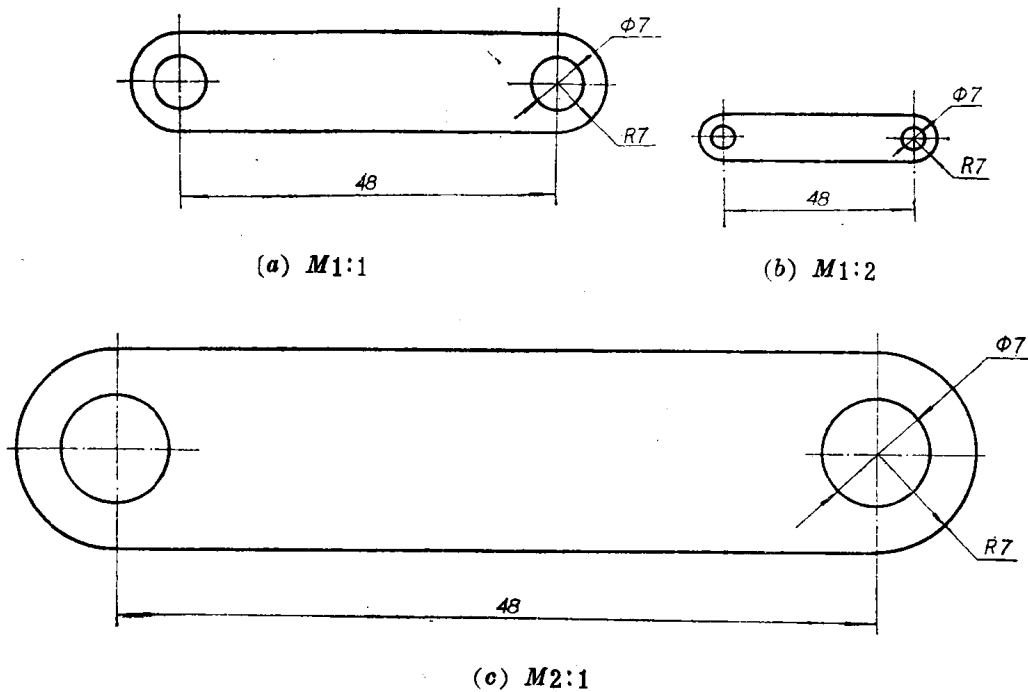


图 1-4 用不同的比例所画的图形

在国家标准《机械制图》中对比例做了以下几项规定：

1. 选用比例时，规定采用表 1-2 中的比例。

表 1-2 绘制图样的比例

与实物相同	1:1					
缩小的比例	1:2 1:10 ⁿ	1:2.5 1:2.5×10 ⁿ	1:3 1:2.5×10 ⁿ	1:4	1:5 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 为整数。

2. 在图样上标注比例时，用“M”代表“比例”两字，写成 $M1:1$ ， $M1:2$ ， $M2:1$ 。在标题栏内已标明“比例”两字时，可省略符号“M”。

3. 绘制直径或厚度小于 2mm 的孔、薄片时，允许该部分不按原比例而适当夸大画出。

三、图线及其画法

图线按其用途，有不同的粗度和型式。表 1-3 列出了国家标准中规定的六种图线。

表 1—3 图线及其用途


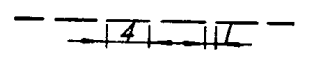
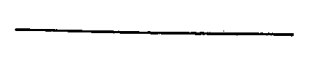
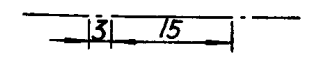
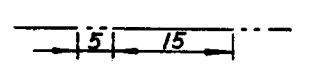
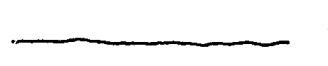
图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
粗实线		b	可见轮廓线
虚线		$\frac{b}{2}$ 左右	不可见轮廓线
细实线		$\frac{b}{8}$ 或更细	尺寸线, 尺寸界线, 剖面线, 引出线
点划线		$\frac{b}{3}$ 或更细	轴心线, 对称中心线
双点划线		$\frac{b}{3}$ 或更细	假想轮廓线
波浪线		$\frac{b}{8}$ 或更细徒手画	断裂处的边界线

图 1—5 是线型的应用示例。

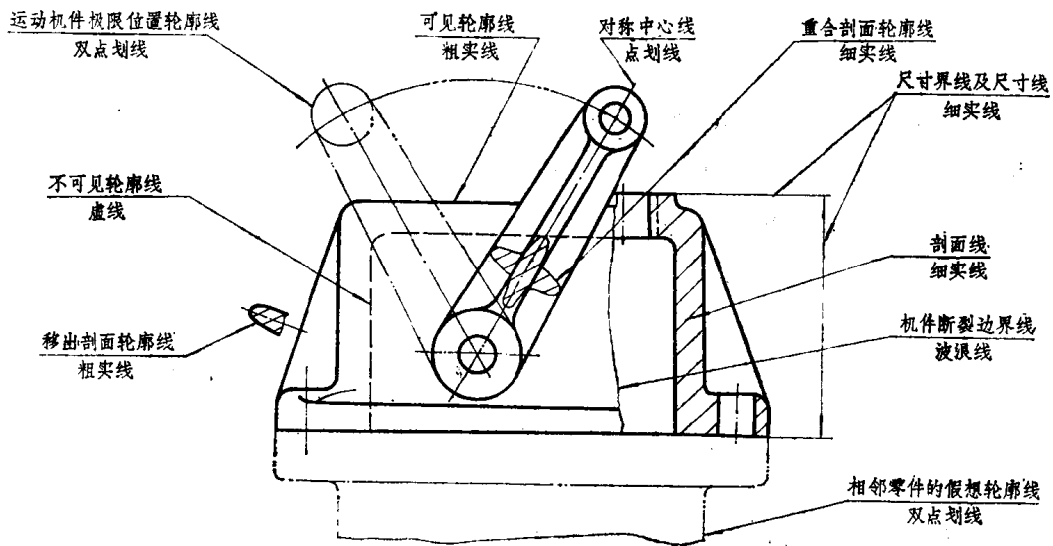


图 1—5 各种图线的应用示例

画图线时, 要求做到以下几点:

1. 在同一张图样中, 同一种型式的图线粗细应一致; 不同型式的图线粗细应符合表 1—3 的规定。

2. 虚线、点划线及双点划线的线段长短和间隔应各自大致相等。
3. 可见轮廓线的粗度 b 约为 0.4—1.2 毫米，应根据所绘图形大小和复杂程度选定。
4. 圆的中心线用点划线画出，圆心应为线段的交点。中心线应超出圆外约 3~5 毫米 (图 1—6a)。

当圆的直径小于 12 毫米时，中心线可用细线画出 (图 1—6b)。

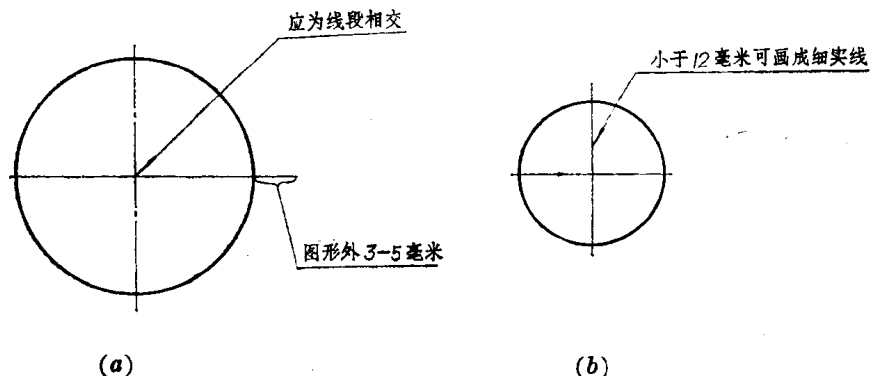


图 1—6 圆的中心线画法

四、字体

图样中还要用文字和数字来说明机件的大小和技术要求等。所以学习机械制图，除了能够正确迅速地画出质量较高的图形外，还应书写出符合标准的工整的字体。

在国家标准中规定：

1. 图样和技术文件中，书写的汉字、字母要做到：字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀 (图 1—7)。

机械图样中的汉字、数字、字母，必须做到
字体端正，笔划清楚，排列整齐，间隔均匀

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
A B C D E F G H I J K L M N
O P Q R S T U V W X Y Z ϕ
a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

图 1—7 字体

2. 汉字尽可能写成长仿宋体。长仿宋字体的号数用字体高度 (单位为毫米) 表示，分为 20, 14, 10, 7, 5, 3.5, 2.5 七种。字体宽度约等于字体高度的三分之二。

3. 用作分数、指数、注脚和尺寸偏差数值的字体，一般应比尺寸数字小一号，如图 1—8 所示。

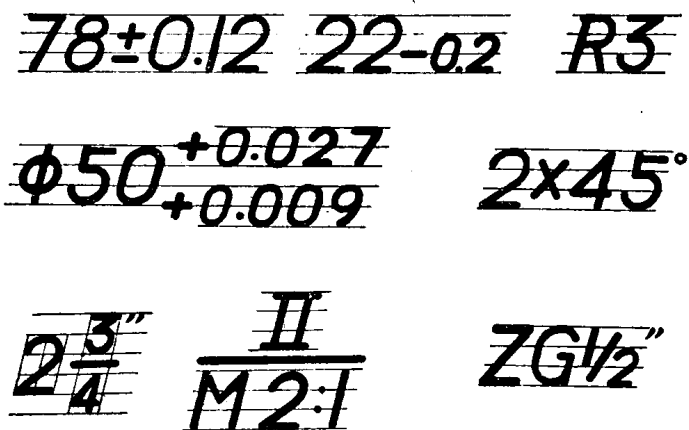


图 1—8 分数、尺寸偏差等数字写法

字体的结构及书写要领如下：

汉字：仿宋字体的书写要领是“横平竖直、注意起落、排列匀整、填满方格”。前两项是对笔划而言，后两项则是指偏旁及字体间架结构的布置。

习写汉字首先要练好基本笔划和偏旁部首，再练较为典型字体的间架结构。

表 1—4 和表 1—5 是长仿宋体基本笔划和偏旁部首的书写示例。

表 1—4 长仿宋字体的基本笔划

横	竖	钩	拐	撇	捺
顿笔 1 短小， 3 可稍倾斜。	同“横”类似	2 为圆弧，4 的倾角约 45°。	1 与 5 在转 角处接触。	顿笔 1 与回笔 2 应短小。	回笔 2 短小

表 1—5 长仿宋字体的偏旁部首

长仿宋体的间架结构要力求做到字形外廓“成方”，笔划排列“匀称”，也就是“外方内匀”。表 1—6 是长仿宋字体的间架结构示例。

表 1—6 长仿宋字体

横平竖直 注意起落	排列匀整 填满方格
--------------	--------------

2. 数字：数字分直体和斜体两种。常用的是斜体，斜体字与水平线约成 75° 的倾角。图 1—9 是数字的写法示例。

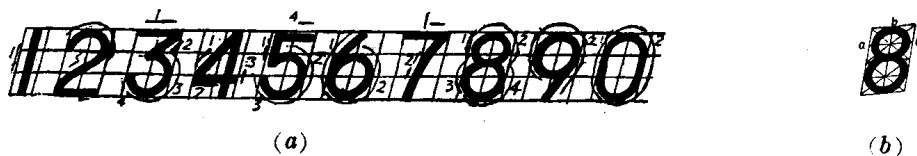


图 1—9 数字写法

数字的曲线笔划呈椭圆或部分椭圆弧状，要注意它的长、短轴大致方向。

图 1—9b 是“8”的写法。其中 a b 曲率小， b c 曲率大。其它数字的曲线弧均参考此写法。

3. 字母（图 1—10）：字母有大写、小写和直体、斜体之分，常用的是斜体，它与水平线倾斜约为 75° 。

图 1—10b 是表示直径符号 ϕ 和半径符号 R 的写法，应多加练习。

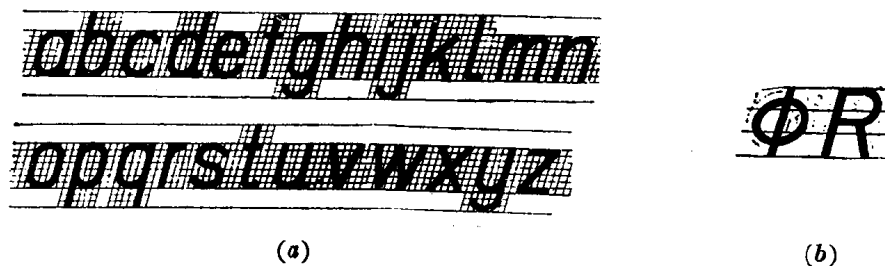


图 1—10 字母

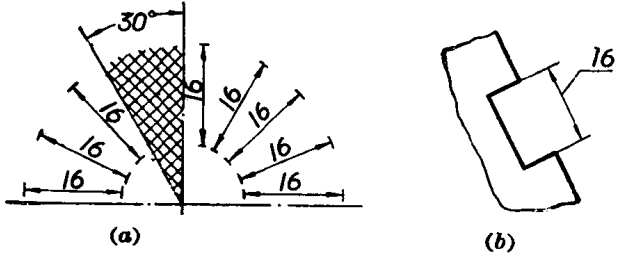
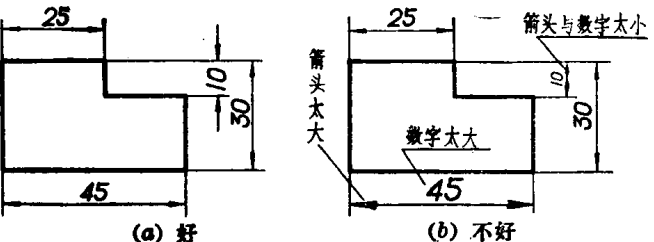
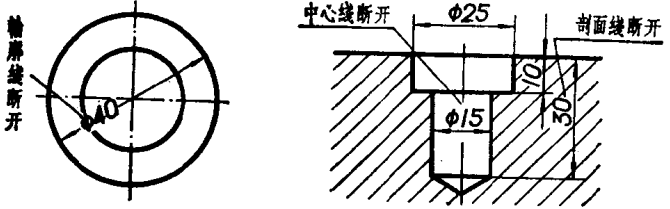
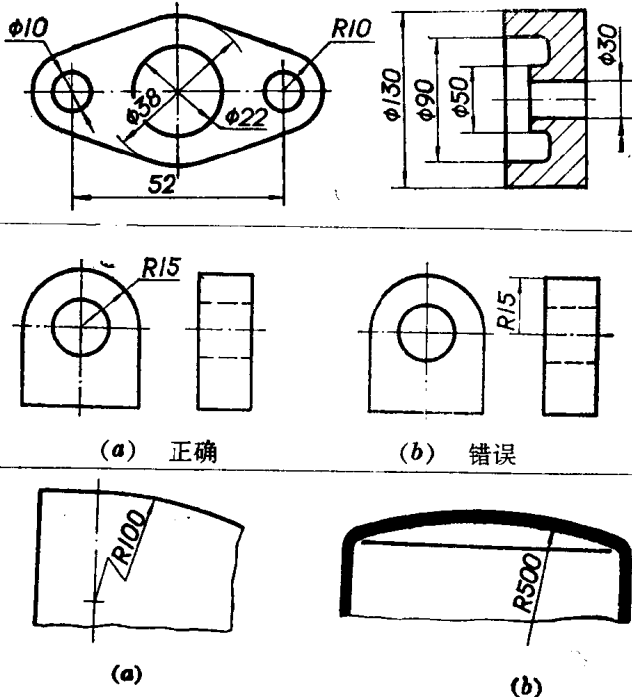
五、尺寸注法

图形上需要标注尺寸，以表达物体的大小，GB 129—74 中规定了标注尺寸的规则和方法。这些规定在画图时必须遵守，否则会给生产带来混乱，甚至造成废品。表 1—7 中列出了标注尺寸的基本规则。

表 1—7 标注尺寸的基本规则

项目	说明	图 例
尺寸 的 组 成	1. 完整的尺寸由下列内容组成： (1) 尺寸线（细实线）； (2) 尺寸界线（细实线）； (3) 尺寸数字； (4) 箭头	

项目	说明	图例
尺寸线	1. 尺寸线必须用细实线单独画出。轮廓线、中心线或它们的延长线均不可作尺寸线使用 2. 标注直线尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行。	<p>正确</p> <p>错误</p>
尺寸界线	1. 尺寸界线用细实线绘制，也可以利用轮廓线（图 a）或中心线（图 b）作尺寸界线。 2. 尺寸界线应与尺寸线垂直。当尺寸界线过于贴近轮廓线时，允许倾斜画出。 3. 在光滑过渡处标注尺寸时，必须用细实线将轮廓线延长，从它们的交点引出尺寸界线。	<p>轮廓线作尺寸界线</p> <p>中心线作尺寸界线</p> <p>从交点引出尺寸界线</p>
尺寸	1. 零件的真实大小，应以图上所注尺寸数值为依据，与图形的比例及绘图的准确度无关。	<p>M1:1</p> <p>M1:2</p>
数字	2. 尺寸单位是毫米时不需注明，采用其它单位时必须注明单位的代号或名称。在同一图样中，每一尺寸一般只标注一次。	<p>不以毫米为单位需注出单位符号</p> <p>表示英寸</p>
	3. 尺寸数字一般注在尺寸线的上方或中断处。	<p>数字放在尺寸线上方</p> <p>数字放在尺寸线中断处</p>

项目	说 明	图 例
	<p>4. 直线尺寸的数值应按图 (a) 所示的方向填写, 并尽量避免在图示 30° 范围内标注尺寸。当无法避免时可按图 (b) 标注</p>	
	<p>5. 数字要按标准字体书写工整, 不得潦草。在同一张图上, 数字及箭头的大小应保持一致。</p>	
	<p>6. 数字不可被任何图线所通过。当不可避免时, 必须把图线断开。</p>	
直 径 与 半 径	<p>1. 标注直径尺寸时, 应在尺寸数字前加注符号“ϕ”, 标注半径尺寸时, 加注符号“R”。</p> <p>2. 半径尺寸必须注在投影是圆弧处, 且尺寸线应通过圆心。</p> <p>3. 半径过大, 圆心不在图纸内时, 可按图 a 的形式标注。若圆心位置不需注明, 尺寸线可以中断, 如图 b</p>	

项目	说明	图例
	<p>4. 标注球面的直径或半径时,应在“ϕ”或“R”前面再加注“球”字(图 a 及 b)。对于螺钉、铆钉的头部,轴及手柄的端部,允许省略“球”字(图 c)。</p>	
狭小部位	<p>1. 当没有足够位置画箭头或数字时,可有一个布置外在面。 2. 位置更小时,箭头和数字可以都布置在外面。</p>	
角度	<p>1. 角度的尺寸数字一律水平填写。 2. 角度的尺寸数字应写在尺寸线的中断处,必要时允许写在外面,或引出标注。 3. 角度的尺寸界线必须沿径向引出。</p>	
弧长及弦长	<p>1. 标注弧长时,应在尺寸数字上加符号“\frown”。 2. 弧长及弦长尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线(图 a)。当弧长较大时,尺寸界线可以由径向引出(图 b)。</p>	

§ 1.2 绘图工具及其使用

正确地使用绘图工具对提高绘图速度和质量起着重要作用。因此，应对绘图工具的用途有一了解，并熟练掌握它们的使用方法。

绘图工具包括：铅笔、图板、丁字尺、三角板、圆规、分规、比例尺和曲线板等。

一、铅笔

铅笔根据铅芯的软硬程度有多种。绘图时建议使用：

2B 或 B 用于画粗实线；

HB 画虚线、写字和画箭头；

H 画细线；

H—2H 打底稿。

加深粗实线用的铅芯最好在砂纸上磨成所需厚度的矩形，如图 1—11a 所示。其余的磨成圆锥形，如图 1—11(b) 所示。

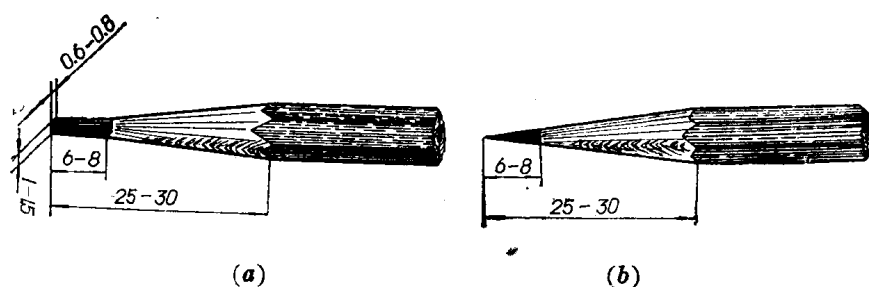


图 1—11 铅笔削法

二、图板和丁字尺 (图 1—12)

图板用来固定图纸。图纸一般用胶带纸固定在图板的左下部。图板的板面应平整，无翘曲；安放图纸前要擦净板面；不要在板面上随意涂写或刻划。

丁字尺由尺头和尺身两部分组成。尺头与尺身的连接要牢固，尺身不应翘曲，长度以 100 公分为宜。尺身工作边要平直，不应有裂口或凹凸不平。更不许用刀具靠工作边裁图纸，以免将尺边损坏。

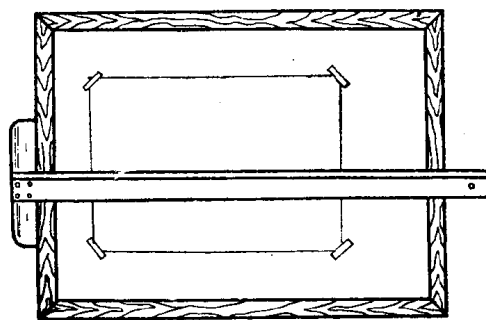


图 1—12 图板和丁字尺

1. 丁字尺的用途

(1) 画水平线 (图 1—13)；

(2) 与三角板配合使用画垂直线及倾斜线 (图 1—14)。

2. 丁字尺的用法

(1) 左手握尺，将丁字尺工作边移至已知点处；画线前，用左手将尺头靠紧图板的左侧导边（图 1—13a）。

(2) 画水平线时，左手按住尺身，右手执笔过已知点，沿尺身工作边自左至右画水平线（图 1—13b）。

当需要通过其它点划水平线时，仍如上述。要注意的是移动丁字尺时要养成用左手握尺、推尺，不要用双手去抬尺。图 1—13c 是画水平线时使用铅笔的正确姿势；而图 1—13d 中右边图形所示，使用铅笔的姿势是不正确的。

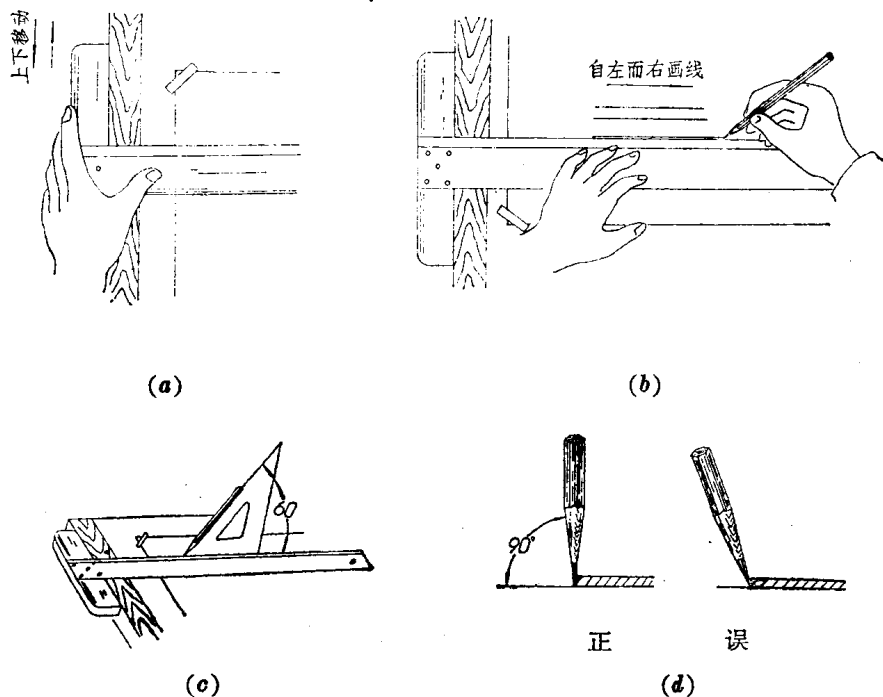


图 1—13 丁字尺的用法

图 1—14 是用丁字尺和三角板画垂直线时的正确姿势。画线前应使三角板靠紧丁字尺，画线时用左手同时按住丁字尺和三角板。

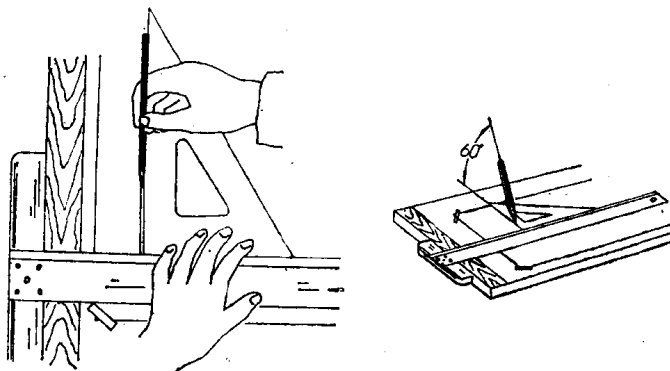


图 1—14 用丁字尺和三角板画垂直线

三、三角板

一付三角板分 45° 和 $30^\circ-60^\circ$ 两块，与丁字尺配合可画垂直线及 15° 倍角的斜线（图 1—15a, b）；或用两块三角板配合画任意角度的平行线（图 1—15c）