

高等学校教材

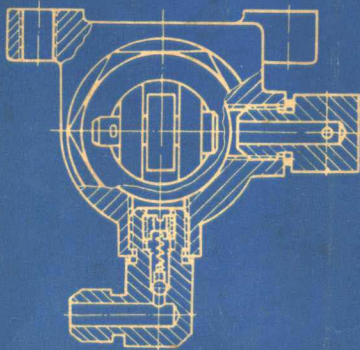
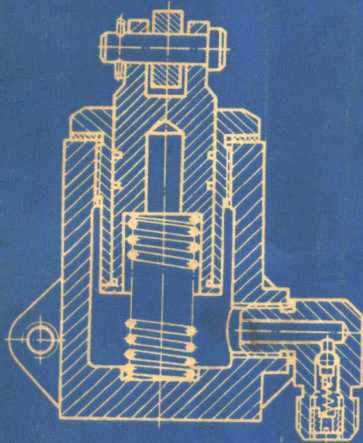
# 机械制图

(非机械制造类专业用)

修订版

清华大学工程图学  
及计算机辅助设计教研室编

邹宜侯 窦墨林 主编



23  
1.02

清华大学出版社

# 机 械 制 图

(修订版)

邹宜侯 奚墨林 主编

清华大学出版社

## 内 容 简 介

本书是在《机械制图》初版基础上，根据1987年国家教委审定的高等工业学校《画法几何及工程制图课程教学基本要求》，并按照1985年以来实施的《机械制图》等最新国家标准对原书进行了全面修改而成。

内容有：制图的基本知识，正投影法基本原理，基本体及叠加体的三视图，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，轴侧图及表面展开图等。

另有非机类的《机械制图习题集》与本书配套使用。

本书可作为80~110学时高等工业院校化工、电机、采矿、纺织及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、函授等业余高等工业院校非机械类各专业的师生使用及有关工程技术人员参考。

## 机 械 制 图

(修订版)

清华大学工程图学 教研室编  
及计算机辅助设计

邹宜侯 窦墨林 主编

☆

清华大学出版社出版

北京 清华园

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

☆

开本：787×1092 1/16 印张：21.25 字数：503千字

1989年6月第2版 1989年6月第1次印刷

印数：00001-10000

ISBN 7-302-00330-0/TH·17

定价：4.15元

# 前 言

本书是在1984年第一版非机类《机械制图》的基础上,经过本校及全国有关高等工业院校及单位广泛使用,根据1987年国家教委审定的高等工业学校《画法几何及工程制图课程教学基本要求》(非机械类专业)编写、修订而成。并按照1985年以来实施的《机械制图》等最新国家标准进行了全面的修改。适用于80~110学时非机械类专业。

在修改过程中,我们着重考虑了以下几点:

1. 在学习理论知识的同时,加强能力的培养。人的认识规律应该是“台阶式螺旋形上升”的。所谓“台阶式螺旋形上升”有三层含义,即:一、学习要符合循序渐进的原则,螺旋形上升;二、学习犹如登台阶,要有点高度、难度,才有利于促进能力的发展;三、学习要有层次,台阶,做到步步提高。于是我们按照这个观点来组织、安排教材,实践证明有利于教学质量的提高,促使学生能力的发展。

2. 努力使理论与应用有机地结合起来。前面几章是按点、线、面、平面体与回转体及组合体等内容顺序编写的。这样做的目的,是在介绍点、线、面及其相对位置投影的基本原理之后,在体的投影上得到应用,并在组合体上加以综合训练。

3. 为了便于教学,在教材内容、编排上,既考虑到学科的系统性与完整性,又考虑到便于教学的安排,两者尽可能兼顾。其中零件图的内容较多,为了便于讲授和使用,我们把它分为零件图的绘制、尺寸注法及零件图上的技术要求等三章;轴测图则编在第十三章。这些都可作为独立部分,根据教学的具体情况及教师的教学经验,提前或移后灵活地加以安排。

4. 本书在编写时考虑到内容的完整性及参考方便,内容有适当的裕量。其中有些是加宽或选修内容,如第二章中的换面法及第十四章中的表面展开图,可根据实际情况和不同专业要求加以取舍。其它内容也要根据学时和教学条件掌握其深度广度。

5. 本书面向的专业较多,且有相当大的差异,然而篇幅不允许兼收并蓄,面面俱到,只能包括各专业基本的共同的要求。至于各专业的一些特殊要求及专业图例,需要时可作适当的补充和调整。

6. 本书在内容及选题上力求贯彻少而精原则。对于基本概念、基本原理及基本方法尽量讲深讲透。在写法上力求通俗易懂,言简意明,便于自学。例如投影图、零件图及装配图我们都附加了较多的立体图,图文对照,以便于加强立体感和对机件结构的了解。对画图中易犯错误采用了正误对比图例。对作图步骤采用了分解图,等等。

为了教学需要,我们另外还编了一本《机械制图习题集》(非机类)与本书配套使用。

本书由清华大学工程图学及计算机辅助设计教研室石光源和梁德本同志审阅,他们提出了许多宝贵意见,在此谨表感谢。

本书由邹宜侯、窦墨林主编。参加编写工作的有邹宜侯、窦墨林、沈力虎、王海樑、张秀芬、高重兰同志。孙凤兰同志参加了绘图工作。

由于编者水平有限,疏漏错误之处在所难免,恳请使用本书的教师、学生及其他读者批评指正。

作者

1988年5月

# 目 录

<b>第一章 制图的基本知识</b> .....	<b>1</b>
§ 1.1 图纸幅面、比例、图线和字体的规定.....	1
§ 1.2 绘图工具及其使用.....	8
§ 1.3 几何作图.....	13
§ 1.4 绘图的一般步骤及平面图形的作图举例.....	20
§ 1.5 画徒手图的一般方法.....	22
<b>第二章 正投影法基本原理</b> .....	<b>25</b>
§ 2.1 投影的形成与常用的投影方法.....	25
§ 2.2 点的投影.....	26
§ 2.3 直线的投影.....	31
§ 2.4 平面的投影.....	41
§ 2.5 直线与平面及两平面的相对位置.....	50
§ 2.6 换面法.....	57
<b>第三章 基本体及叠加体的三视图</b> .....	<b>67</b>
§ 3.1 体的投影——视图.....	67
§ 3.2 基本体的形成及其三视图.....	69
§ 3.3 叠加体的三视图.....	77
<b>第四章 平面体及回转体的截切</b> .....	<b>86</b>
§ 4.1 平面体的截切.....	86
§ 4.2 回转体的截切.....	90
<b>第五章 回转体表面相贯线画法</b> .....	<b>99</b>
§ 5.1 平面体与回转体的相贯线画法.....	99
§ 5.2 回转体与回转体的相贯线画法.....	101
<b>第六章 组合体的画图和看图</b> .....	<b>109</b>
§ 6.1 组合体的组成方式及形体分析法.....	109
§ 6.2 组合体的画图.....	111
§ 6.3 组合体的看图.....	113
<b>第七章 表达机件的常用方法</b> .....	<b>118</b>
§ 7.1 视图.....	118
§ 7.2 剖视图.....	125

§ 7.3	剖面图	136
§ 7.4	习惯画法及简化画法	138
<b>第八章</b>	<b>连接件及常用件的画法</b>	<b>143</b>
§ 8.1	螺纹和螺纹紧固件	143
§ 8.2	齿轮	161
§ 8.3	键与销	171
§ 8.4	弹簧	175
§ 8.5	滚动轴承	179
<b>第九章</b>	<b>零件图的绘制</b>	<b>182</b>
§ 9.1	零件图的内容和要求	182
§ 9.2	零件图的视图选择	183
§ 9.3	零件结构的工艺性	189
§ 9.4	零件的测绘	193
§ 9.5	零件图的看图方法	197
<b>第十章</b>	<b>尺寸注法</b>	<b>199</b>
§ 10.1	尺寸标注必须正确	199
§ 10.2	尺寸标注必须完全	203
§ 10.3	尺寸标注必须清晰	209
§ 10.4	尺寸标注必须合理	211
§ 10.5	典型结构的尺寸标注	215
<b>第十一章</b>	<b>零件图上的技术要求</b>	<b>216</b>
§ 11.1	表面粗糙度的概念及其注法	216
§ 11.2	尺寸公差与配合的概念及其注法	225
§ 11.3	形状和位置公差(简称形位公差)的概念及其注法	233
§ 11.4	常用的材料、材料的热处理和表面处理	239
<b>第十二章</b>	<b>装配图</b>	<b>240</b>
§ 12.1	装配图的用途、要求和内容	240
§ 12.2	装配图的规定画法和特殊画法	242
§ 12.3	装配图的视图选择	244
§ 12.4	装配图的尺寸标注、零件编号和明细表	248
§ 12.5	装配结构的合理性	249
§ 12.6	画装配图的方法和步骤	252
§ 12.7	看装配图的方法和步骤及拆画零件图	257

<b>第十三章 轴测图</b> .....	<b>263</b>
§ 13.1 轴测图的基本知识 .....	263
§ 13.2 正等轴测图 .....	266
§ 13.3 斜二轴测图 .....	278
§ 13.4 轴测图中的剖切画法 .....	280
<b>第十四章 表面展开图</b> .....	<b>283</b>
§ 14.1 平面立体的表面展开图画法 .....	283
§ 14.2 可展曲面的表面展开 .....	285
§ 14.3 不可展曲面的近似展开 .....	291
§ 14.4 在绘制板金件的展开图时应注意的问题 .....	293
<b>附录</b> .....	<b>295</b>
一、螺纹.....	295
二、常用的标准件.....	299
三、尺寸公差.....	<b>319</b>



# 第一章 制图的基本知识

为了学好画图和看图，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；掌握制图工具的使用方法；学习某些几何图形的作图以及掌握画图的基本  
技能。本章中将对上述内容做些扼要介绍。

## § 1.1 图纸幅面、比例、图线和字体的规定

作为指导生产的技术文件，工程图样必须有统一的标准。我国于1959年颁布了国家  
标准《机械制图》，以后又作了几次修改，1984年颁布最新标准。这些标准对科学地进行  
生产和图样的管理工作起着重要作用。每个工程技术人员在绘制生产图样时均应熟悉并  
严格遵守国家标准。

本节根据制图最新标准（GB4457.1-84 ~ GB4457.4-84）介绍图纸幅面、比例、图  
线和字体的基本规定供读者绘图时参考。

### 一、图纸幅面（GB4457.1-84）

1. 绘制图样时，图纸应优先选用表1-1规定的六种基本幅面尺寸。其中A0号幅  
面最大，A5号幅面最小。

表 1-1 幅面及边框尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4	A5
B × L	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297	148 × 210
e	25					
c	10			5		
e	20		10			

必要时，可将六种幅面的长边加长。对于A0、A2、A4幅面的加长量应按A0幅面长  
边的八分之一的倍数增加；对于A1、A3幅面的加长量应按A0幅面短边的四分之一的  
倍数增加，见图1-1中的细线部分。A0及A1幅面也允许同时加长两边，见图1-1中的  
虚线部分。

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A4幅面竖装或A3幅面横装。不留装订边的图样，其  
图框格式如图1-3、1-4所示。尺寸按表1-1中的规定。

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 1-5 所示标题栏可供学校制图作业参考使用。

## 二、比例 (GB4457.2-84)

比例是图样中机件要素的线性尺寸与相应的实际机件要素的线性尺寸之比。 比例

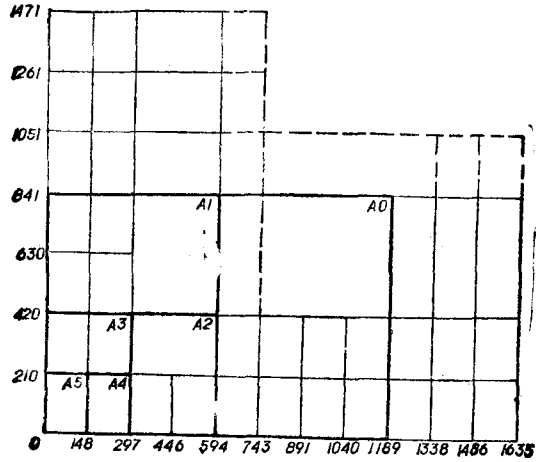
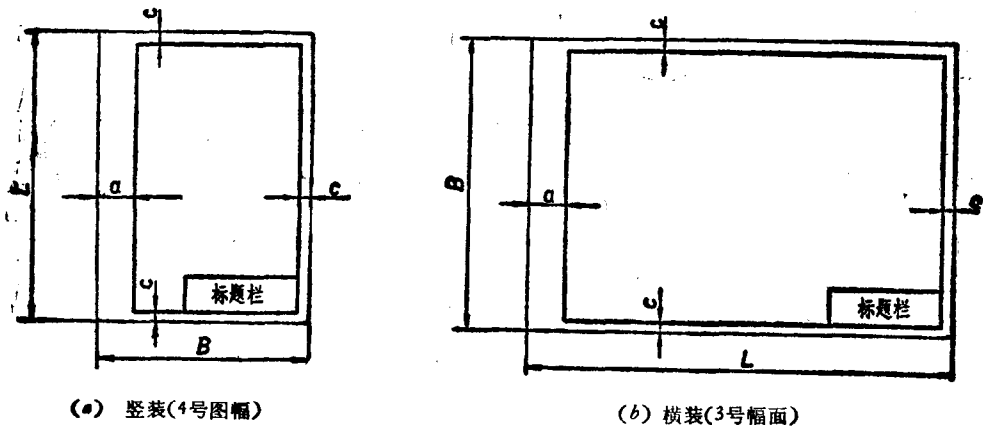


图 1-1 六种图纸幅面及加长边



(a) 竖装(4号图幅)

(b) 横装(3号图幅)

图 1-2 幅面及边框格式

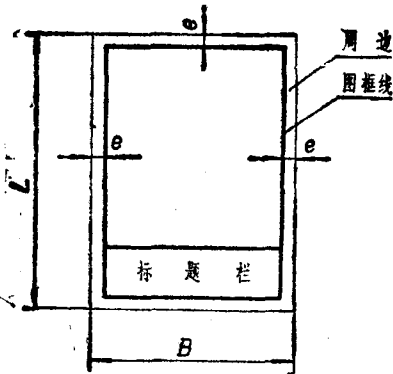


图 1-3 幅面及边框格式

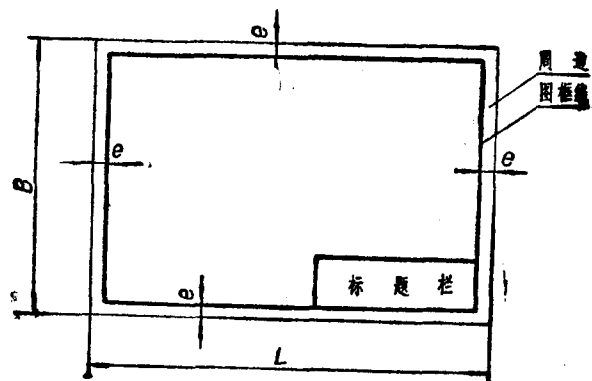


图 1-4 幅面及边框格式

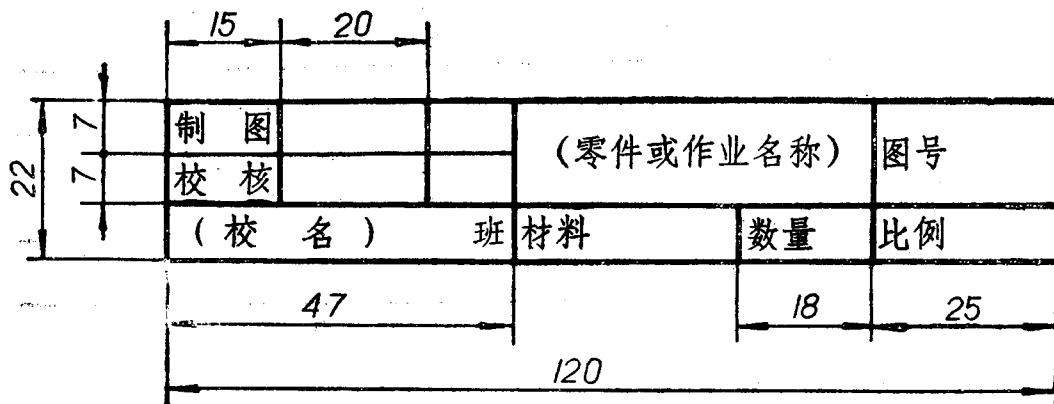


图 1-5 标题栏

1:1 表示图形和实物等大;比例 1:2 表示图形线性尺寸比实物缩小一半;比例 2:1 表示图形线性尺寸比实物放大一倍。

为了看图方便,画图时尽可能采用 1:1 的比例。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 1-6 是表示同一零件采用不同比例所画的图形。

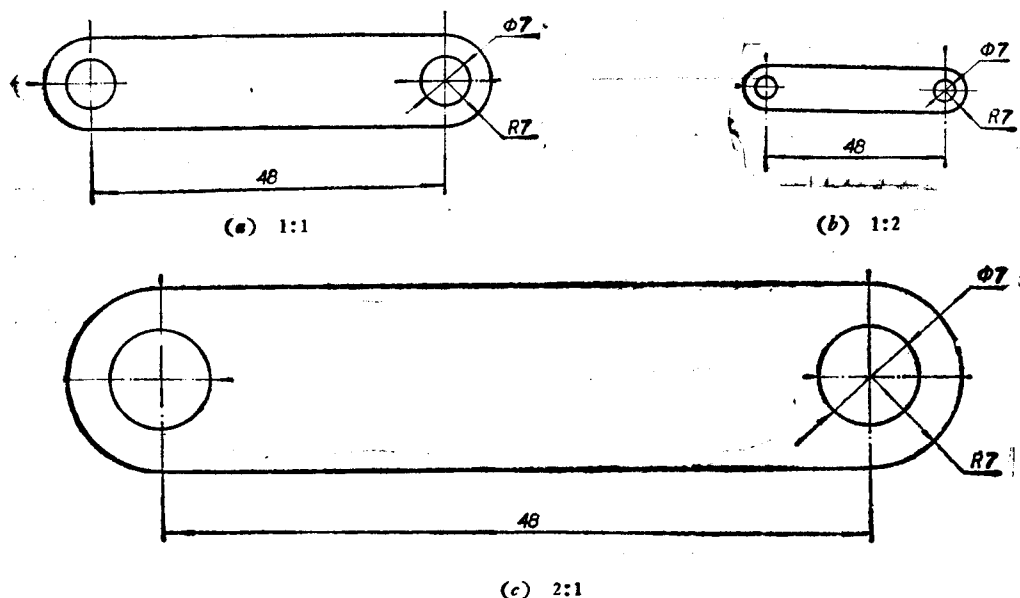


图 1-6 用不同比例所画的图形

在国家标准《机械制图》(GB4457.2-84) 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。
2. 绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏的比例一栏中填写,例如 1:1。当某个视图需要采用不同的比例时,则必须另行标注。
3. 当图形中孔的直径或薄片的厚度等于或小于 2mm 以及斜度和锥度较小时,可不按比例而夸大画出。

表 1-2 绘制图样的比例

与实物相同	1:1						
缩小的比例	1:1.5	1:2	1:2.5	1:3	1:4	1:5	1:10 <sup>n</sup>
	1:1.5×10 <sup>n</sup>	1:2×10 <sup>n</sup>	1:2.5×10 <sup>n</sup>	1:3×10 <sup>n</sup>	1:4×10 <sup>n</sup>	1:5×10 <sup>n</sup>	1:10 <sup>n</sup>
放大的比例	2:1	2.5:1	4:1	5:1	(10×n):1		

注: n 为正整数

### 三、图线及其画法 (GB4457.4-84)

图线按其用途,有不同的粗度和型式。各种图线的名称、型式、代号、宽度以及在图上的一般应用见表 1-3。

表 1-3 图线及其用途


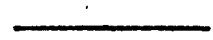

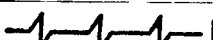
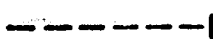
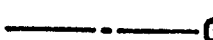
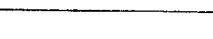

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	一般应用举例
粗实线	 A	b	A1 可见轮廓线
细实线	 B	约 b/3	B1 尺寸线及尺寸界线 B2 剖面线 B3 重合剖面的轮廓线
波浪线	 C	约 b/3	C1 断裂处的边界线 C2 视图和剖视的分界线
双折线	 D	约 b/3	D1 断裂处的边界线
虚线	 F	约 b/3	F1 不可见轮廓线
细点划线	 G	约 b/3	G1 轴线 G2 对称中心线 G3 轨迹线
粗点划线	 J	b	J1 有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线	 K	约 b/3	K1 相邻辅助零件的轮廓线 K2 极限位置的轮廓线

图 1-7 是图线的应用示例。

表 1-3 中所列图线分为粗细两种,粗线的宽度  $b$  应按图的大小和复杂程度在 0.5~2mm 之间选择,细线的宽度约为  $b/3$ 。

图线宽度的推荐系列为: 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2 (mm)。

画图线时,要求做到下列几点:

1. 在同一张图样中,同类图线的宽度应基本一致。
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。

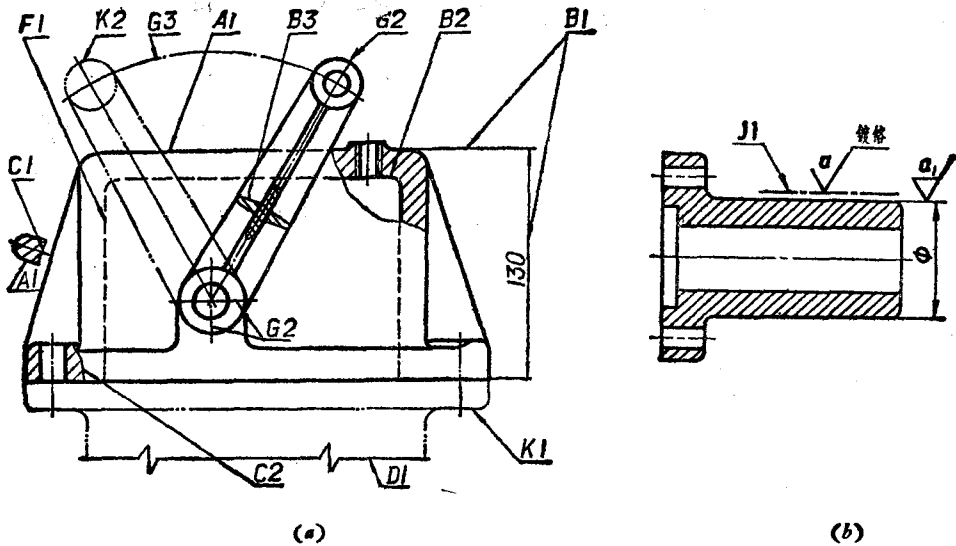


图 1-7 各种图线的应用示例

3. 绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点。中心线应超出圆外约 3~5 毫米 (图 1-8(a))。在较小的图形上绘制点划线或双点划线有困难时，可用细实线代替 (图 1-8 (b))。

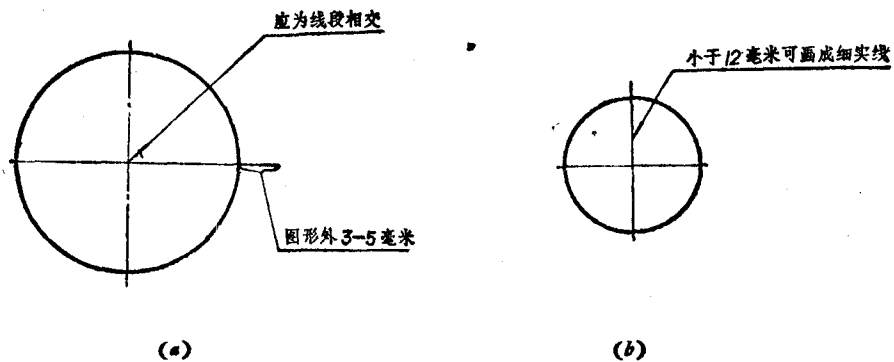


图 1-8 圆的中心线画法

#### 四、字体 (GB 4457.3-84)

图样中除图形外还需要标注许多数字和说明性文字。所以学习机械制图，除了绘制图形本身外还应书写符合标准的工程字体。

在国家标准中规定了机械图样中采用的汉字、字母、数字的字体及号数。

1. 图样中书写的字体必须做到：字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀 (图 1-9)。汉字应写成长仿宋体。

2. 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。汉字不采用 2.5 号。

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 1-10 所示。

字体的结构及书写要领如下：

1. 汉字：长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。

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  $\Phi$   
 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 1-9 字体

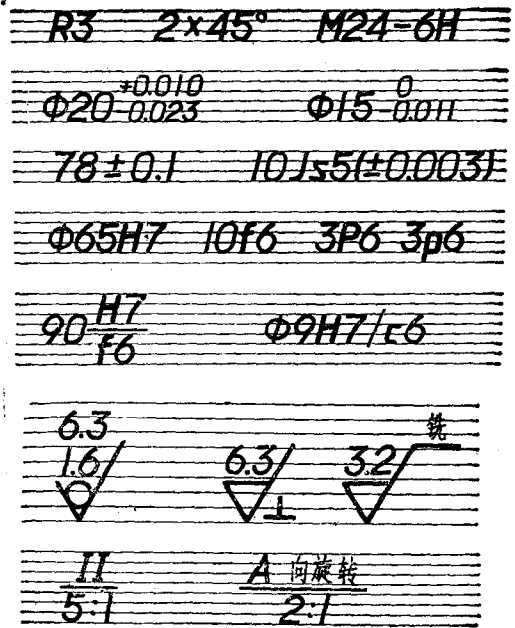


图 1-10 数字字体的应用示例

学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”。图 1-11 是长仿宋字体的间架结构示例。

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

图 1-11 长仿宋字体的间架结构示例

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  $75^\circ$  的倾角。图 1-12 是数字的写法示例。

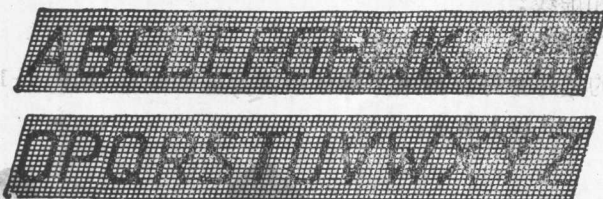


(a)



(b)

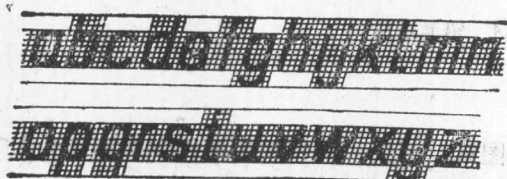
图 1-12 数字写法



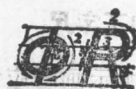
(a)



(b)



(c)



(d)

图 1-13 字母

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 1-12 (b) 是“8”的写法。其中  $\widehat{ab}$  曲率小,  $\widehat{bc}$  曲率大。其它数字的曲线弧均参考此写法。

3. 字母(图 1-13): 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  $75^\circ$ 。

图 1-13 (d) 是表示直径符号  $\phi$  和半径符号  $R$  的写法,应多加练习。

## § 1.2 绘图工具及其使用

正确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所了解,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 用于写字和画箭头;

H 用于画细线和虚线;

H—2H 用于打底稿。

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 1-14 (b) 所示。其余的磨成圆锥形,如图 1-14 (a) 所示。

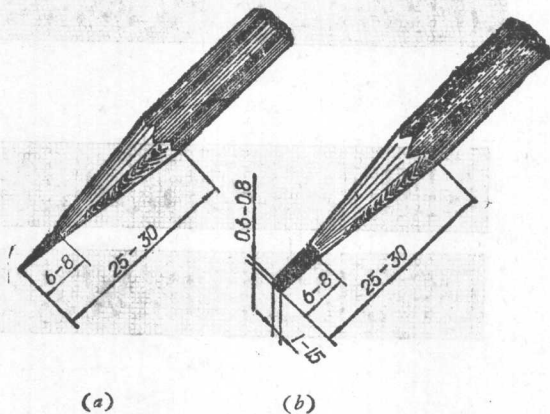


图 1-14 铅笔削法

### 二、图板和丁字尺

如图 1-15 所示画图应使用图板固定图纸。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;并保持板面清洁;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,长度视



图纸大小而定。尺身工作边要平直,不应有裂口或凹凸不平。

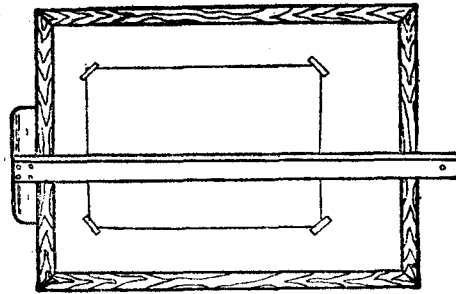


图 1-15 图板和丁字尺

### 1. 丁字尺的用途

(1) 画水平线(图 1-16);

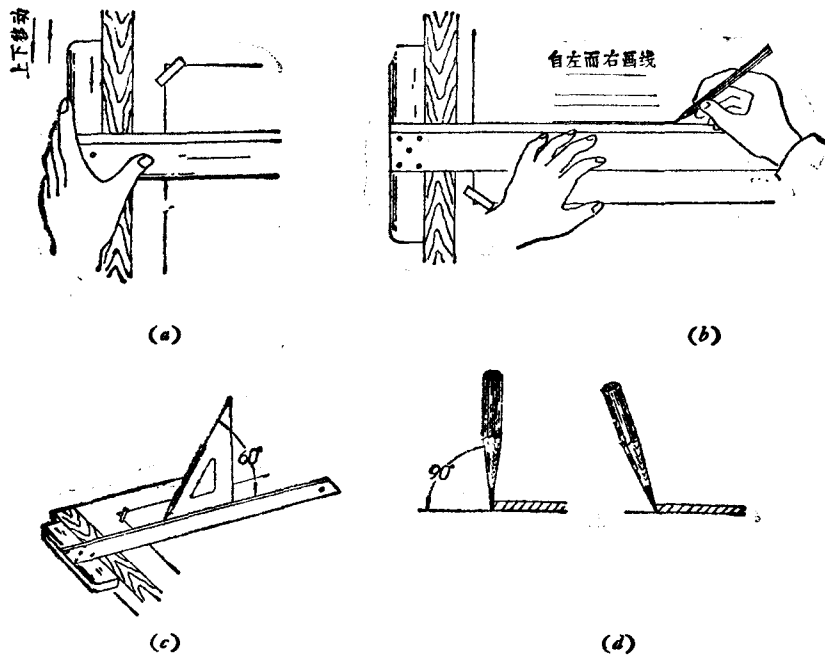


图 1-16 丁字尺的用法

(2) 与三角板配合使用画垂直线及倾斜线(图 1-17)。

### 2. 丁字尺的用法

(1) 左手握尺,将丁字尺工作边移至需画线处,并使尺头靠紧图板的左侧导边(图 1-16(a))。

(2) 画水平线时,左手按住尺身,右手执笔沿尺身工作边自左至右画水平线(图 1-16(b))。

要注意的是移动丁字尺时要用左手握尺、推尺,不要用双手去抬尺。图 1-16(c) 与图 1-16(d) 中左边图形所示是画水平线时铅笔的正确位置;图 1-16(d) 中右边图形所示铅