

高等职业教育教材

# 化工制图

HUAGONG ZHITU

(轻化工类)



张枫叶 主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

高等职业教育教材

# 化 工 制 图

(轻化工类)

主 编 张枫叶  
副主编 王彩英 纪铁鹏 海淑萍  
参 编 王海静 吴霞菲 吴永刚  
主 审 任树棠



机械工业出版社

本教材是根据教育部对高等职业教育基础课程教学的基本要求和高等职业教育人才培养目标的精神,按照教育部最近组织制定的“高职高专教育工程制图课程教学要求”编写的。

全书共分两大部分共 10 章。第一部分为机械制图,包括机械制图国标规定,投影作图,立体投影,轴测投影,图样表达及零件简介;第二部分为化工制图,包括化工工艺图和化工设备图。

本书涵盖了中等职业教育的内容,可作为高职高专院校、中等专业学校、成人高等学校轻化工类专业的教材,也可作为工程技术人员的参考资料。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

化工制图/张枫叶主编. —北京:机械工业出版社, 2005.6

高等职业教育教材. 轻化工类

ISBN 7-111-16824-0

I. 化… II. 张… III. 化工机械-机械制图-高等学校:技术学校-教材 IV. TQ050.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 070167 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:曲彩云 责任印制:侯新民

廊坊市长虹印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·13.75 印张·9 插页·329 千字

定价:28.00 元

# 前 言

为适应轻化工教育事业的发展,满足高职高专院校化工制图教学的需要,特编写了本教材。

本教材从教学实际出发,以实际应用为目的,将机械制图、建筑制图与化工制图结合起来,形成了新的课程体系。在编写过程中,根据职业教育的特点,坚持少而精的原则,注重知识的拓展和更新,通俗易懂,便于自学。

本教材在编写过程中,参考了许多国内已公开出版的书籍和资料,从中引用了一些图形和数据,在此谨向作者表示敬意。

本教材在编写过程中,得到了包头轻工职业技术学院领导的大力支持,在此表示感谢。

参加本书编写的人员有:张枫叶、王彩英、海淑萍、纪铁鹏、王海静、吴霞菲、吴永刚。张枫叶任主编,王彩英、纪铁鹏、海淑萍任副主编,任树棠任主审。

限于作者水平有限,加之编写时间仓促,书中不妥和疏漏之处在所难免,欢迎读者批评指正。

编 者

2005年7月

# 目 录

前言		
绪论	1	
第一章 制图基本知识	2	
第一节 国标规定	2	
第二节 绘图工具和仪器	9	
第三节 几何作图	10	
第四节 平面图形的尺寸分析及画法	13	
第五节 绘图步骤	15	
第二章 正投影法和三视图	16	
第一节 投影法的基本知识	16	
第二节 三视图的形成及其投影关系	18	
第三章 点、直线和平面的投影	22	
第一节 点的投影	22	
第二节 直线的投影	25	
第三节 平面的投影	29	
第四章 基本体	34	
第一节 平面立体	34	
第二节 回转体	38	
第三节 基本体的尺寸标法	46	
第五章 轴测图	48	
第一节 概述	48	
第二节 正等轴测图	49	
第六章 组合体	53	
第一节 组合体的组成方式	53	
第二节 组合体三视图的画法	57	
第三节 组合体三视图的尺寸标注	59	
第四节 读组合体的视图	62	
第七章 图样画法	66	
第一节 视图	66	
第二节 剖视	69	
第三节 断面图	77	
第四节 其他表达方法	79	
第八章 标准件和常用件及 零件图简介	84	
第一节 螺纹	84	
第二节 螺纹紧固件	88	
第三节 键与销	93	
第四节 齿轮	96	
第五节 滚动轴承与弹簧	100	
第六节 零件图简介	102	
第九章 化工设备图	104	
第一节 化工设备图的内容及表达特点	104	
第二节 化工设备图的尺寸标注及其他	110	
第三节 化工设备的焊接及 焊缝结构的表达	114	
第四节 化工设备常用标准化 通用零部件	117	
第五节 典型化工设备常用零部件	125	
第六节 化工设备图的绘制	132	
第七节 化工设备图的阅读	134	
第十章 化工工艺图	142	
第一节 工艺流程图	142	
第二节 设备布置图	154	
第三节 管道布置图	163	
附录	173	
机械零部件标准摘录	173	
一、螺纹	173	
1. 普通螺纹	173	
2. 梯形螺纹	174	
3. 非螺纹密封的管螺纹	175	
二、螺纹收尾、退刀槽和倒角	176	
三、螺栓	177	
1. 六角头螺栓	177	
2. 六角头螺栓 全螺纹	177	
四、螺母	178	
1. I型六角螺母—A和B级	178	
2. I型六角开槽螺母—A和B级	179	
五、垫圈	180	
六、双头螺柱	182	
七、螺钉	183	
1. 开槽圆柱头螺钉	183	
2. 开槽沉头螺钉	184	

3. 紧定螺钉 .....	185	四、法兰 .....	202
八、键 .....	185	1. 突面板式平焊管法兰 .....	202
九、销 .....	189	2. 平面密封甲型平焊法兰 .....	203
1. 圆柱销 .....	189	五、人孔 .....	205
2. 圆锥销 .....	190	1. 常压人孔 .....	205
十、滚动轴承 .....	191	2. 水平吊盖人孔 .....	206
十一、极限与配合 .....	192	六、视镜 .....	207
1. 优先配合轴的极限偏差 .....	192	七、玻璃管液面计 .....	208
2. 优先配合孔的极限偏差 .....	193	八、补强圈 .....	209
十二、常用金属材料及热处理 .....	194	<b>附图 (见书后插页) .....</b>	<b>210</b>
1. 铸铁 .....	194	附图 1 贮罐	
2. 钢 .....	194	附图 2 反应罐装配图绘制步骤	
3. 铸造铜合金 .....	195	附图 3 列管式固定管板换热器装配图	
4. 常用热处理和表面处理 .....	195	附图 4 环己醇精馏塔	
<b>化工设备零部件标准摘录 .....</b>	<b>196</b>	附图 5 换热器装配图	
一、筒体 .....	196	附图 6 贮罐装配图	
二、封头 .....	197	附图 7 管道平面布置图	
三、支座 .....	198	附图 8 管道立面剖视图 (一)	
1. 悬挂式支座 .....	198	附图 9 管道立面剖视图 (二)	
2. 支承式支座 .....	199	<b>参考文献 .....</b>	<b>211</b>
3. 鞍式支座 .....	200		

# 绪 论

## 一、图样及其在生产中的用途

根据投影原理、按照国家标准或有关行业标准的规定绘制的表示工程对象，并有必要的技术要求的图，简称为图样。

工程图样是表达和交流技术思想的重要工具，是工程技术部门的一项重要技术文件。一切机器、仪器、工程建筑等产品和设备的设计、制造与施工、安装、使用与维修等，都是通过图样来实现的。设计者通过图样表达设计意图和要求，制造者根据图样了解设计要求，组织生产加工，使用者通过图样了解构造和性能，以及正确的使用和维护方法。因此，每个工程技术人员都必须具备绘制和阅读图样的能力。

用来表示化工机器、设备的结构、性能等的图样，称为化工图样。化工制图就是学习化工图样的阅读和绘制。学习化工制图，不仅可以为专业课程的学习打下良好的基础，同时，有助于培养学生的空间想象力，为学生提供一种全新的思维方式。

## 二、本课程的主要任务

本课程的主要任务是培养学生具有一定的图示能力、读图能力、空间想象和思维能力以及绘图的技能。学习本课程后应达到下列基本要求：

1. 掌握正投影的基本理论和作图方法。
2. 了解制图国家标准和有关行业标准的相关规定。
3. 具有识读和绘制简单零件和化工设备图、化工工艺图的基本能力。

## 三、课程的内容和学习方法

本课程的内容分以下几部分：

1. 机械制图基础知识——主要讲授机械制图的基本规定，投影方法，视图表达。
2. 建筑制图基础知识——主要介绍建筑物及其附属结构的表示方法，为化工设备布置图的绘制做准备。
3. 化工制图——主要研究轻化工生产中，化工工艺图、化工设备图的绘制和阅读。

本课程是一门实践性较强的课程，其主要内容必须通过绘图和读图实践才能掌握。因此，在学习本课程时应注意以下几点：

1. 学习中，要注意物体和图样相结合，由浅入深，多画、多读、多想、反复实践，及时、认真、独立地完成作业。同时还应通过参观，借助模型，增加表象积累，培养和发展空间想象能力和思维能力。
2. 必须严格遵守制图国家标准和化工行业标准。
3. 要充分认识到图样在生产中的重要作用，注意培养认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。

# 第一章 制图基本知识

## 第一节 国标规定

### 一、图纸幅面及格式

#### 1. 图纸幅面

按照机械制图国家标准，画图时应优先采用表 1-1 所列的图纸幅面，必要时允许按规定加长。

表 1-1 图纸幅面

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
幅面尺寸 $B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
留装订边	$a$	25			
	$c$	10		5	
不留装订边	$e$	20	10		

#### 2. 图纸格式

一般来说，图纸的实际尺寸都大于标准尺寸，所以，拿到图纸后，首先必须对它进行标准化，即在图纸上按照表 1-1 的尺寸画一个细实线矩形线框，称为边框或周边。然后，用粗实线在边框内画图框。图框有两种格式：留装订边（图 1-1a、b 下图）和不留装订边的（图 1-1a、b 上图）。最后，在图框的右下方画标题栏，格式如图 1-2。

### 二、比例

比例是指图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。选取比例时主要考虑实体的大小和复杂程度。国家标准推荐绘图比例系列见表 1-2。但无论放大还是缩小，图样上所标注的尺寸永远是机件的真实尺寸。在同一图样中，各基本视图比例应一致。

### 三、字体

图样上字的大小用字号表示，字的号数代表字的高度，值为 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14 和 20 mm，字宽一般为字高的  $1/\sqrt{2}$ 。

汉字要求采用长仿宋体，其特点为：横平竖直，起落有锋，粗细一致，间隔均匀。汉字字号不能小于 3.5，见图 1-3。

字母和数字可写成直体或斜体，斜体字头向右倾斜，与水平基准线成  $75^\circ$ ，见图 1-4。

### 四、图线

画图时常用的基本图线见表 1-3。 $b$  的取值在 0.5 ~ 2 mm 之间，一般取 0.7mm 图线应用实例见图 1-5。



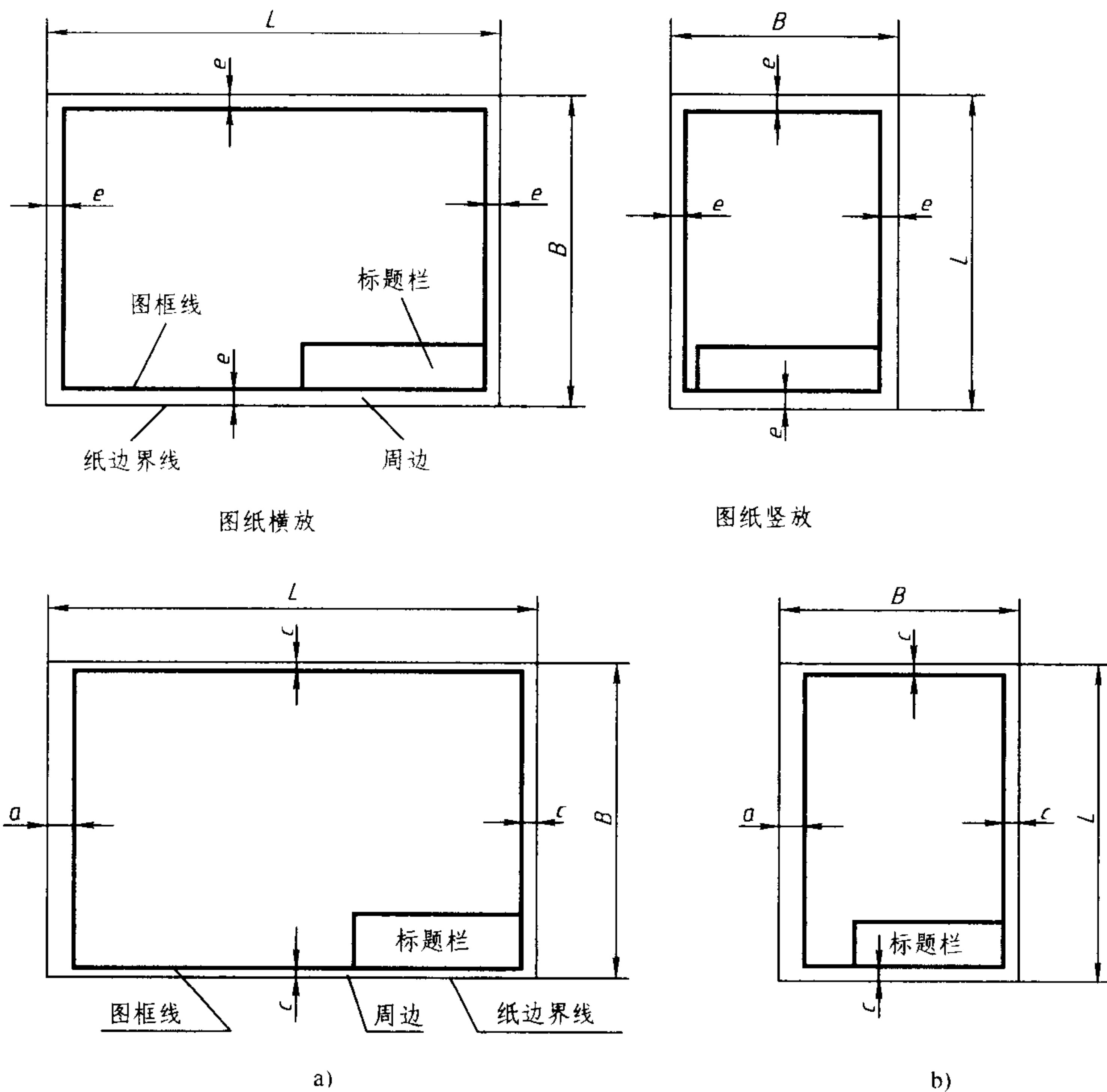


图 1-1 图纸格式

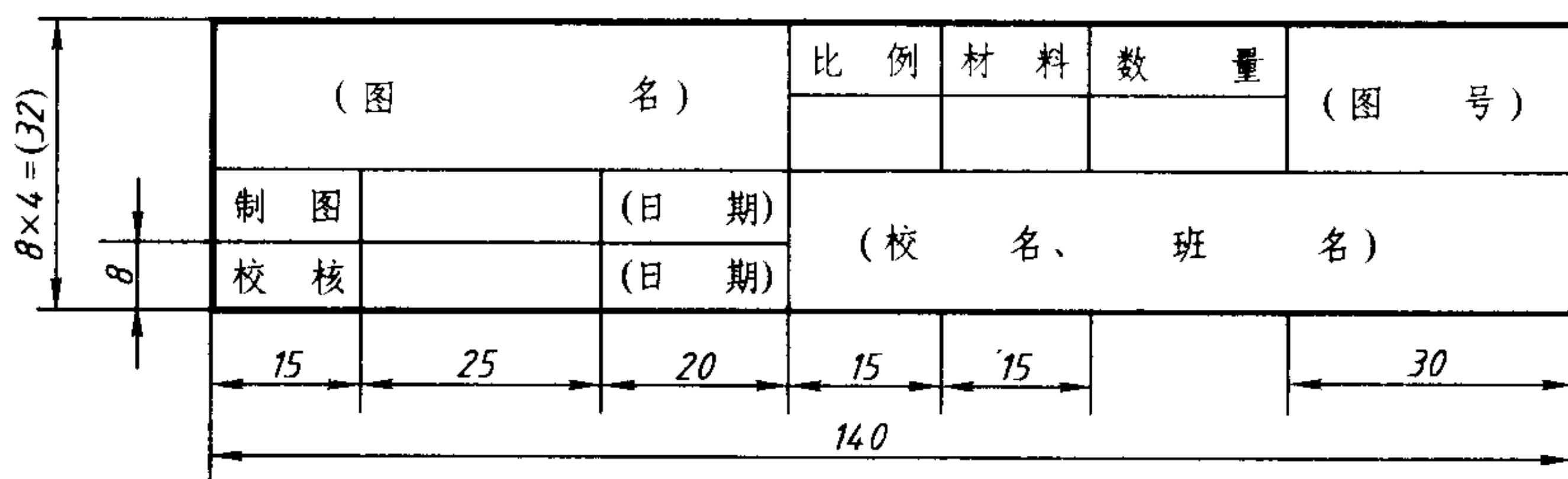


图 1-2 学生作业标题栏格式

表 1-2 绘图比例

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)	$1:1 \times 10^n$	$(1:1.5 \times 10^n)$	
	$1:2 \times 10^n$	$(1:2.5 \times 10^n)$	$(1:3 \times 10^n)$	$(1:4 \times 10^n)$	$1:5 \times 10^n$	$(1:6 \times 10^n)$				
放大比例	2:1	(2.5:1)	(4:1)	5:1	$1 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$(2.5 \times 10^n : 1)$	$(4 \times 10^n : 1)$	$5 \times 10^n : 1$	

注：n 为正整数。

10号字

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

7号字

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

5号字

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

3.5号字

螺纹齿轮 端子接线 飞行指导 驾驶舱位 挖填施工 引水通风 闸阀坝棉 麻化纤

图 1-3 汉字

A型大写斜体

ABCDEFGHIJKLMNO

PQRSTUVWXYZ

A型小写斜体

abcdefghijklmnopq

rstuvwxyz

A型斜体


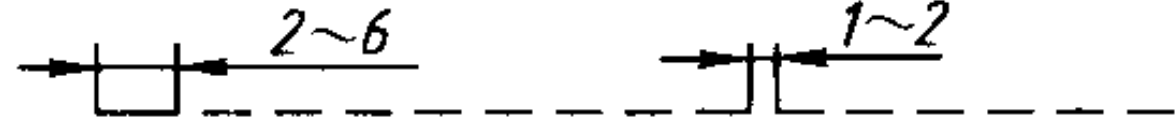
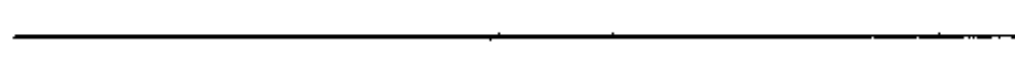
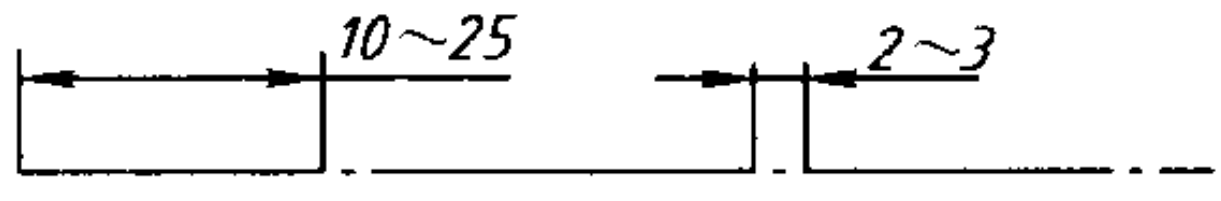
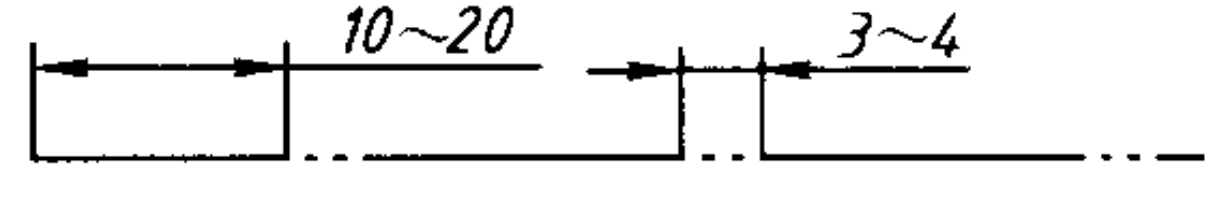
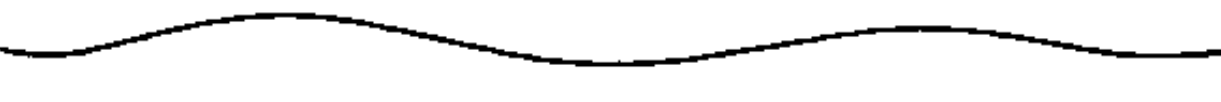
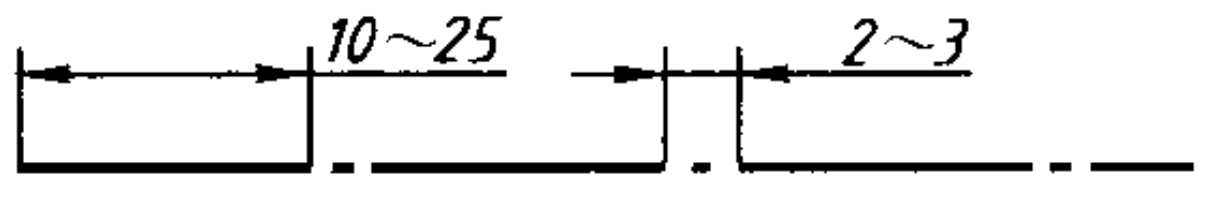
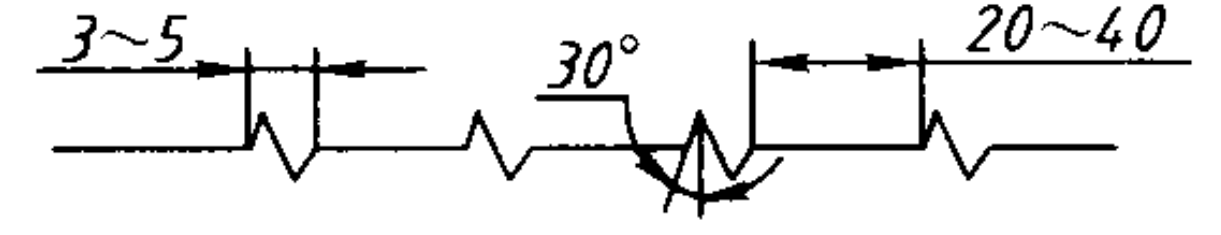
0123456789

A型直体

0123456789

图 1-4 字母和数字

表 1-3 机械制图的图线型式及应用

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
粗实线		$b$	可见轮廓线
细虚线		约 $b/2$	不可见轮廓线
细实线		约 $b/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、螺 纹牙底线重合断面的轮廓线及指引 线等
细点画线		约 $b/2$	轴线、对称中心线等
细双点画线		约 $b/2$	极限位置的轮廓线、相邻辅助零 件的轮廓线、轨迹线等
波浪线		约 $b/2$	断裂处的边界线等
粗点画线		$b$	有特残要求的线或表面的表示线
双折线		约 $b/2$	断裂处的边界线

注：表中虚线、细点画线、双点画线的线段长度和间隔的数值可供参考。

绘图时应注意：

- (1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。细虚线、细点画线、细双点画线的线段长度和间隔也应基本一致。
- (2) 绘制圆的对称中心线时，圆心应为长线段的交点。
- (3) 细点画线、细双点画线的首尾两端应为长线段，且超出轮廓线大约  $2 \sim 5\text{mm}$ 。
- (4) 细虚线与其他图线相交时，交点应在线段上。细虚线处于粗实线的延长线上时，粗实线画到分界点处，而细虚线应与分界点留有空隙。
- (5) 在较小的图形上绘制细点画线或细双点画线有困难时，可用细实线代替。

图线的绘制如图 1-6 所示。

## 五、尺寸标注

### 1. 基本规则

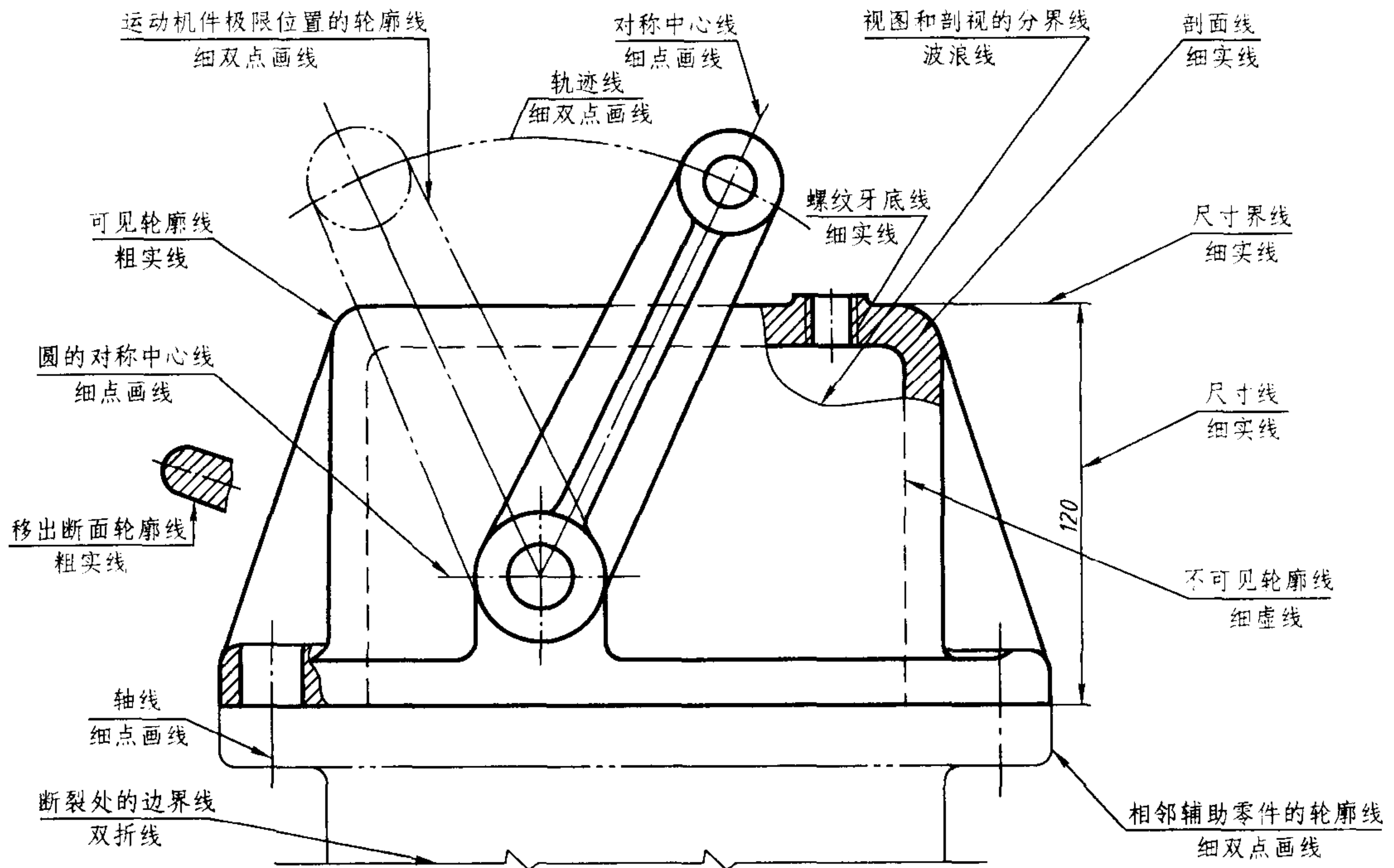


图 1-5 图线应用示例

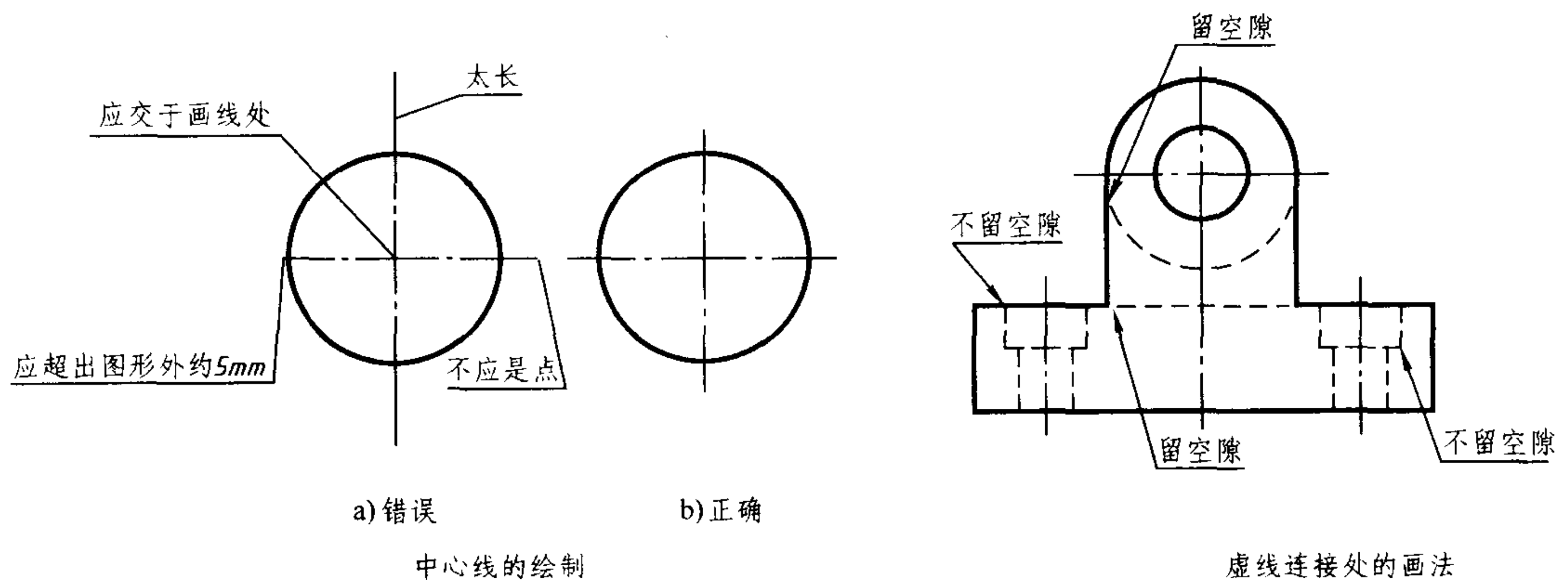


图 1-6 图线的绘制

(1) 机件的真实大小应以图样上所标注的尺寸为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样上的尺寸以毫米为单位时不需标注单位，否则必须注出其计量单位的名称或符号。

(3) 图样中所注的尺寸应为该机件的完工尺寸，否则要给予说明。

(4) 机件的每一尺寸一般只在反映该结构最为清晰的视图上标注一次。

## 2. 尺寸组成及标注

一个完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字组成。尺寸标注的基本方法见表 1-4。

表 1-4 尺寸注法

尺寸要素	图 例	说 明
尺寸界线	<p>尺寸界线伸出 尺寸线外 2~3mm 可借用轮廓线 作尺寸界线 R4 φ16 R3 8 12 20 40 a) φ14 φ20 b)</p>	<p>尺寸界线用细实线绘制，并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。必要时也可用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线，如图 a)</p> <p>尺寸界线一般应与尺寸线垂直并超过尺寸线（约 2~3mm）。特别需要时尺寸界线才允许倾斜，这种情况下尺寸界线与尺寸线尽可能画成 60° 夹角，如图 b)</p>
尺寸线终端	<p>≈4b b b 为图中粗实线的宽度 a) 5 3 5 b)</p>	<p>尺寸线终端有箭头和斜线两种形式，机械图样一般用箭头形式。如图 a)</p> <p>当尺寸线太短没有足够的位置画箭头时，允许将箭头画在尺寸线外边；尺寸线终端采用箭头形式时，标注连续的小尺寸可用圆点代替箭头，如图 b)</p>
尺寸线	<p>16 R4 18 14 4 8 24 a) 正确 R4 14 16 18 8 24 b) 错误</p> <p>尺寸线不应与其他图线重合，也不应在其他图线的延长线上。</p>	<p>尺寸线用细实线绘制。尺寸线不能用其他图线代替，一般也不得与其他图线重合或画在其他图线的延长线上。标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行</p> <p>互相平行的尺寸线，小尺寸在里，大尺寸在外，依次排列整齐</p>

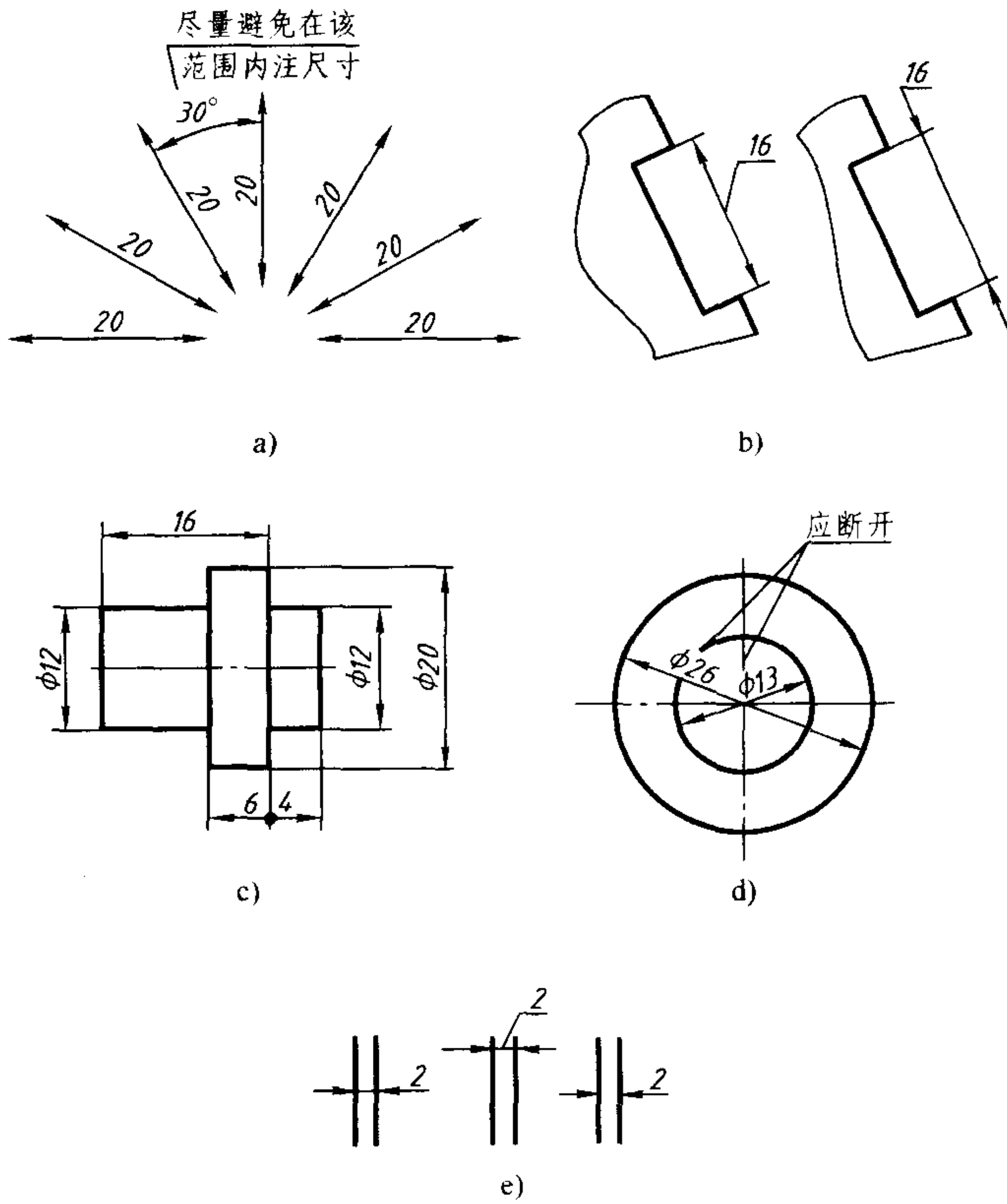
九  
符

尺寸要素

图 例

说 明

尺寸数字

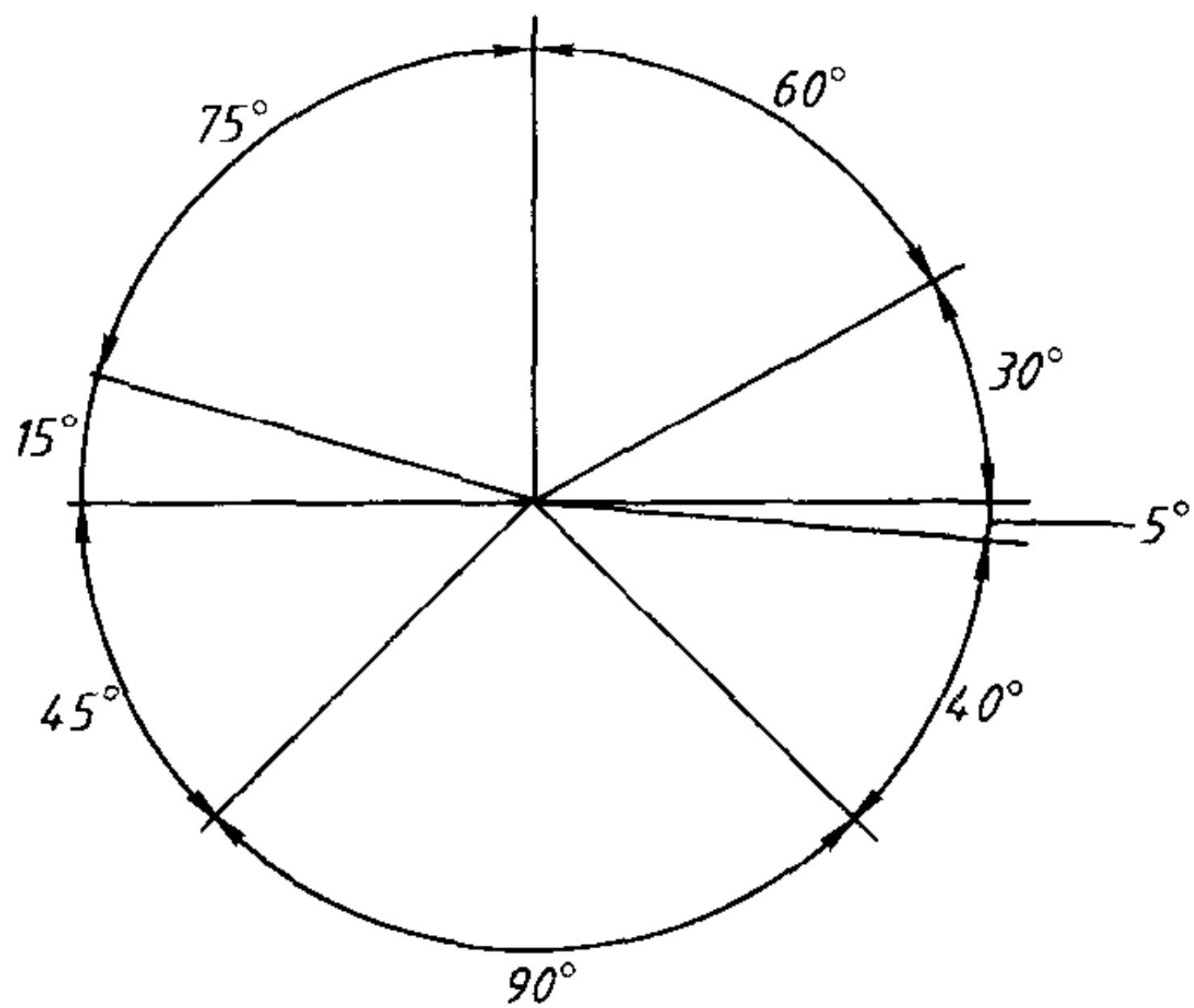


线性尺寸的尺寸数字应按图 a) 所示的方向填写, 图示 30° 范围内, 应按图 b) 形式标注。尺寸数字一般应注写在尺寸线上方, 当尺寸线为垂直方向时, 应注写在尺寸线的左方, 也允许注写在尺寸线的中断处, 如图 c)

尺寸数字不允许被任何图线所通过。当不可避免时, 必须将图线断开, 如图 d)

狭小部位的尺寸数字按图 e) 所示方式注写

角度



标注角度尺寸的尺寸界线应沿径向引出。尺寸线是以角度顶点为圆心的圆弧线。角度的数字应水平注写。角度较小时也可用指引线引出标注

(续)

尺寸要素	图 例	说 明
标注尺寸的符号	<p>直径                  半径                  球直径</p> <p>正方形                  弧长</p> <p>厚度                  倒角                  理论正确尺寸</p> <p>均布                  参考尺寸</p>	<p>可在尺寸数字的上方、前面、后面加注符号，常用的符号有：直径“<math>\phi</math>”、半径“<math>R</math>”、球直径“<math>S\phi</math>”、球半径“<math>SR</math>”、正方形“<math>\square</math>”、弧长“<math>\widehat{\quad}</math>”、厚度“<math>\delta</math>”、45°倒角“<math>C</math>”、均布“EQS”、理论正确尺寸“<math>\square</math>”、参考尺寸“( )”等</p> <p>说明：整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尺寸，半径尺寸只能标注在圆弧图形上</p>

## 第二节 绘图工具和仪器

### 1. 铅笔

常用的绘图铅笔有三种：HB、2B、2H。2H型用于打底稿，HB型用于加深细实线和写字，削法见图1-7a)，2B型用于加深粗实线，削法见图1-7b)。

### 2. 图板和丁字尺

图板用于铺图，其左侧边是丁字尺的导向边。丁字尺由尺头和尺身组成，主要用于绘制水平线，也可与三角板配合画竖线或各种角度线。使用时，尺头紧靠图板左侧边，尺身放在图纸上画横线，如图1-8所示。

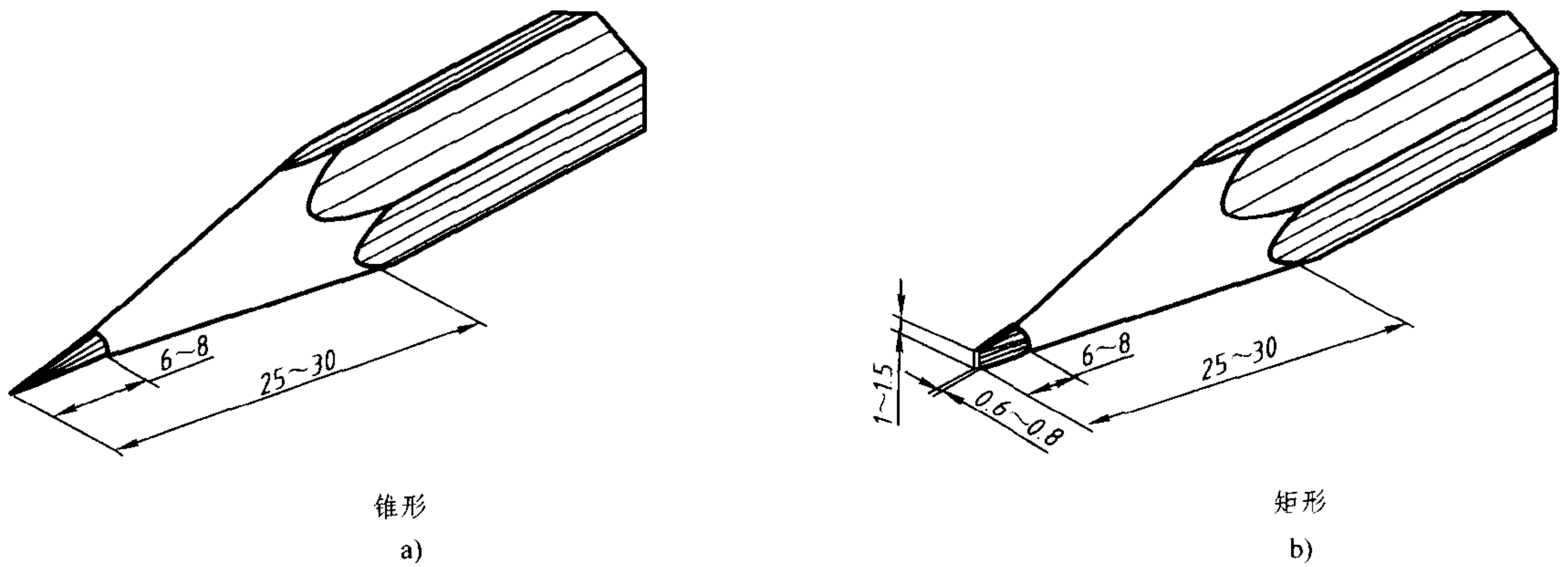


图 1-7 铅笔削法

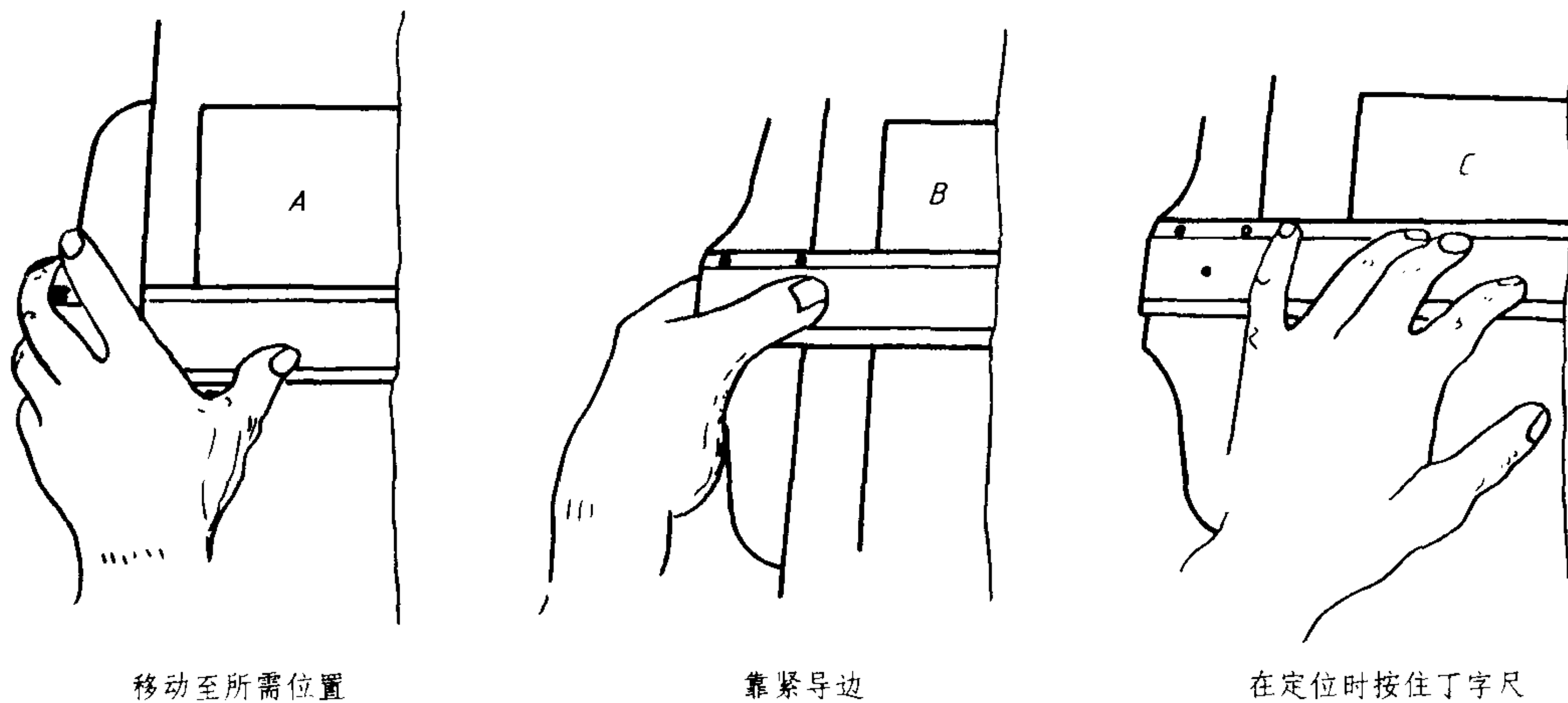


图 1-8 用图板和丁字尺作图

### 3. 三角板

一副三角板包括  $45^\circ$  和  $30^\circ \sim 60^\circ$  三角板各一。可配合丁字尺画线也可独立使用。

### 4. 圆规和分规

圆规用于画圆和圆弧，一脚是带台阶的小钢针，另一端为铅芯。使用时，针脚稍长于笔脚。分规两端都是针脚，用于量取和等分线段。

### 5. 其他

常用的绘图工具还有比例尺，曲线板，鸭嘴笔等。比例尺方便尺寸换算，曲线板用来连接光滑曲线，鸭嘴笔用于描图。

## 第三节 几何作图

1. 等分（见表 1-5 所示）
2. 圆弧连接（见表 1-6 所示）



表 1-5 等分直线和圆周

作图要求	图 例	说 明
等分直线段		<p>过已知线段的一端点，画任意角度的直线，并用分规自线段的起点量取 <math>n</math> 个线段。将等分的最末点与已知线段的另一端点相连，再过各等分点作该线的平行线与已知线段相交即得到等分点</p>
六等分圆周及画正六边形	<p>六等分圆周和作正六边形 已知对角距作圆内接正六边形      已知对边距作外切正六边形</p>	<p>按作图方法，分为用三角板作图和圆规作图两种 按已知条件：有已知对角距作圆内接正六边形和已知对边距作圆外切正六边形两种</p>

表 1-6 圆弧连接作图举例

	已知条件	作图方法和步骤		
		1. 求连接弧圆心 $O$	2. 求连接点（切点） $A$ 、 $B$	3. 画连接弧并描粗
圆弧连接两已知直线				
圆弧连接已知直线和圆弧				