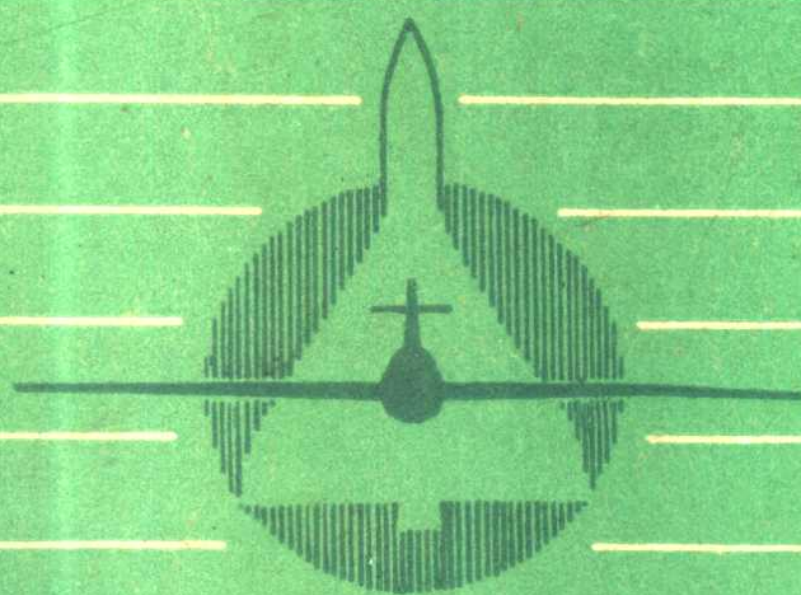


— 航空高等院校教材 —

机械制图

(无线电类专业用)

西北工业大学
南京航空学院 编
北京航空学院



26

国防工业出版社

机 械 制 图

(无线电类专业用)

西北工业大学
南京航空学院 编
北京航空学院

国防工业出版社

内 容 简 介

全书共分八章：第一章制图基本知识；第二章正投影法的基本知识；第三章立体的投影；第四章视图、剖视和剖面；第五章标准件、常用件；第六章零件工作图；第七章装配图；第八章无线电产品略图。书末有附录。为配合使用，并编了一本《机械制图习题集》。

本书供高等学校无线电类专业作教材使用，也可供有关工厂中工人和技术人员学习、参考。

机 械 制 图 (无线电类专业用)

西北工业大学
南京航空学院 编
北京航空学院

国防工业出版社 出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
国防工业出版社印刷厂印装

787×1092¹/₁₆ 印张13⁷/₈ 320千字

1980年6月第一版 1980年6月第一次印刷 印数：00,001—25,000册

统一书号：15034·2056 定价：1.45元

前 言

根据一九七八年航空高等院校教材会议和一九七七年全国高等学校工科基础课制图教材编写会议精神，我们编写了这本《机械制图》，同时还编了《机械制图习题集》供无线电类各专业教学使用。也可供有关工厂中工人和技术人员学习、参考。

本书适用于教学时数为70~80的无线电类各专业。

本书在投影基础理论部分，作了比较系统的阐述；而制图部分，则以图形表达为主，结合零件和零件图，介绍了读图和画图的基本知识；为了适应专业需要，书中有关图例除选自专业产品外，还介绍了专业制图标准和有关表达方法，对无线电产品略图专列一章，作了必要的叙述。

本书由西北工业大学、南京航空学院、北京航空学院合编。参加编写工作的同志有：西北工业大学罗光国（主编）、尹士悦、王时中，南京航空学院尤泽民、陆继璋、周桂兴，北京航空学院潘柏楷、欧阳青、柳凯琪；西北工业大学王民族同志在定稿阶段，参加了修改工作。三院校制图教研室的其他同志，在本书编写过程中，也给予不少协助。

参加本书审稿工作的有：西安交通大学陈舜同（主审）、徐凤仙、洪曼君，南京无线电厂文锡富等同志。

在编写过程中还得到一些院校、厂所有关同志的支持和帮助，谨此表示感谢。

由于我们业务水平不高，编写时间仓促，书中缺点、错误在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

一九七九年九月

目 录

第一章 制图基本知识	1
§ 1-1 机械制图标准	1
一、图纸幅面	1
二、比例	1
三、字体	3
四、图线及其画法	4
五、剖面符号	6
六、尺寸注法	7
§ 1-2 几何作图	10
一、等分已知直线段	10
二、等分圆周并作圆内接正多边形	11
三、斜度、锥度的画法和标注	12
四、椭圆的画法	13
五、平面图形中线段的连接	14
六、平面图形的分析和画法	16
§ 1-3 一般画图步骤和注意事项	18
一、画底稿的步骤	18
二、描深底稿的步骤	18
三、绘底稿时应注意的事项	18
四、铅笔描深时应注意的事项	18
§ 1-4 草图画法	18
一、画草图的基本手法	18
二、徒手画图时应注意的事项	20
第二章 正投影法的基本知识	21
§ 2-1 正投影法及正投影的基本特性	21
一、正投影法	21
二、正投影的基本特性	21
§ 2-2 物体的三面投影图	23
一、三投影面体系的建立	23
二、三面投影图的投影关系	23
§ 2-3 点的投影	24
一、点的三面投影	24
二、点的三面投影与坐标	25
§ 2-4 直线的投影	26
一、各种位置直线的投影特性	26
二、直线上的点	30
三、两直线的相对位置	30
§ 2-5 平面的投影	32
一、各种位置平面的投影特性	32
二、平面上的直线和点	35
§ 2-6 更换投影面法	37
一、新投影体系的建立	37
二、点的更换投影面法	38
三、更换投影面法的应用	39
第三章 立体的投影	41
§ 3-1 平面立体的投影	41
一、棱柱体	41
二、棱锥体	41
三、平面立体上切口的投影	42
§ 3-2 回转体的投影	43
一、回转面的形成	43
二、回转体的投影特性	44
三、回转体表面上的点和线	46
§ 3-3 回转体表面的截交线和相贯线	48
一、回转体表面的截交线	48
二、回转体表面的相贯线	53
§ 3-4 组合体的投影	57
一、形体分析法	57
二、绘制组合体投影图	57
三、阅读组合体投影图	57
§ 3-5 组合体的尺寸标注	63
一、对于尺寸标注的要求	64
二、组合体的尺寸	64
三、尺寸基准	64
四、标注尺寸的注意事项	64
§ 3-6 轴测图	66
一、正等轴测图	68
二、斜二等轴测图	72
第四章 视图、剖视和剖面	75
§ 4-1 视图	75
一、基本视图	75
二、局部视图	77
三、斜视图	77
§ 4-2 剖视	78
一、剖视的基本概念	78
二、剖视的种类和应用	79
三、剖视的标注	82
§ 4-3 剖面	83
一、重合剖面	83
二、移出剖面	83
三、剖面的标注	85
§ 4-4 局部放大图和简化画法	85
一、局部放大图	85
二、简化画法	86

§ 4-5 第三角画法简介	89
一、第三角画法与三视图	89
二、三投影面的展开与三视图的配置	89
三、第三角画法与第一角画法的比较	90
四、六个视图的配置	90
第五章 标准件、常用件	92
§ 5-1 螺纹、螺纹连接件	92
一、螺纹	92
二、螺纹连接件	98
§ 5-2 键、销连接	101
一、键连接	101
二、销连接	102
§ 5-3 齿轮	103
一、圆柱齿轮	103
二、圆锥齿轮	106
三、蜗杆和蜗轮	108
§ 5-4 弹簧	111
一、弹簧的表示法	111
二、弹簧的画法	113
第六章 零件工作图	116
§ 6-1 零件图的作用和内容	116
§ 6-2 零件图的视图选择和尺寸标注	116
一、视图选择	116
二、尺寸标注	119
§ 6-3 几种类型零件的表达	124
一、轴、套类零件	124
二、轮、盘类零件	126
三、支架类零件	129
四、板金类零件	129
§ 6-4 表面光洁状况的代(符)号及其标注	136
一、基本概念	136
二、表面光洁度的等级和选择	136
三、表面光洁度的注法	137
§ 6-5 尺寸公差与形位公差	139
一、尺寸公差	139

二、表面形状和位置公差(简称形位公差)	146
§ 6-6 表面镀涂和热处理	151
一、表面镀涂的种类和作用	151
二、金属镀层及化学处理表示方法	152
三、表面镀涂在图上的注法	154
四、热处理的基本常识	155
五、热处理在图上的标注	156
§ 6-7 常用材料的用途及代号	157
一、黑色金属	157
二、有色金属	158
三、非金属材料	160
第七章 装配图	162
§ 7-1 总图	167
§ 7-2 部件装配图	167
一、装配图的内容与格式	167
二、装配图的表达方法	169
三、装配图的尺寸	171
四、零件的编号及明细表的填写	171
五、装配图的画法	173
第八章 无线电产品略图	175
§ 8-1 电原理图(DL)	175
§ 8-2 线扎图	181
一、线扎图的表示法	181
二、线扎图的画法	181
§ 8-3 接线图	183
§ 8-4 印制电路板图	183
一、印制电路图的分类	186
二、印制板装配图	186
三、印制板零件图	187
四、设计印制电路板应考虑的问题	187
附录	194
一、公差配合	194
二、常用标准螺纹连接件	202
三、涂覆及其标记一览表	210
四、油漆涂覆	212

第一章 制图基本知识

机器是由部件和零件所组成，而它们的制造和装配都是根据图样来进行的。所以，图样是组织生产、表达设计思想和技术交流的工具，是产品的重要技术文件。

为了使所绘的图样能达到上述的目的，我们首先必须掌握绘制图样的基本规定和技能。本章研究内容主要是机械制图标准、几何作图和作图的基本手法，以便为今后的学习打下基础。

§ 1-1 机械制图标准

国家标准《机械制图》是一项重要技术标准，它对图样的内容、格式、表示方法等都作了明确统一的规定，制图者在绘图时必须严格遵守。这里先介绍其中有关的标准如图纸幅面、比例、字体、图线及其画法、剖面符号、尺寸注法等，以供学习和应用。

一、图纸幅面 (GB126-74)●

图纸幅面是指绘制图样时，采用纸张的大小。一般应遵守以下各条：

1. 绘制图样时，应采用表 1-1 中规定的幅面尺寸。

表 1-1 图纸幅面尺寸

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					

必要时允许将表中幅面的长边加长（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。

2. 无论图样是否装订，均应画出边框，其格式如图 1-1 所示。
3. 图样装订时，一般应采用 4 号幅面竖装（图 1-1， a ）或 3 号幅面横装（图 1-1， b ）。
4. 图样的右下角应有标题栏。标题栏的格式和内容国家标准《机械制图》中未作统一规定，但四机部和工厂都有补充规定，在学校制图作业中建议采用图 1-2 和图 1-3 所示的格式和尺寸。

二、比例 (GB126-74)

图样上的比例，是指图形大小与机件实际大小之比。

1. 绘图时，应尽量采用 1:1 的比例，即图形的大小与机件的实际大小一致。如果机件太大或太小，可用缩小或放大的比例绘制，常用的比例如表 1-2。

● “GB126-74” 是国家标准“一般规定”（包括图纸幅面、比例、字体、图线及其画法、剖面与剖视中的剖面线）的代号，其中“GB”是 GUOJIA BIAOZHUN（国家标准）的缩写，“126”表示该标准的编号，“74”表示该标准是在 1974 年批准施行的。

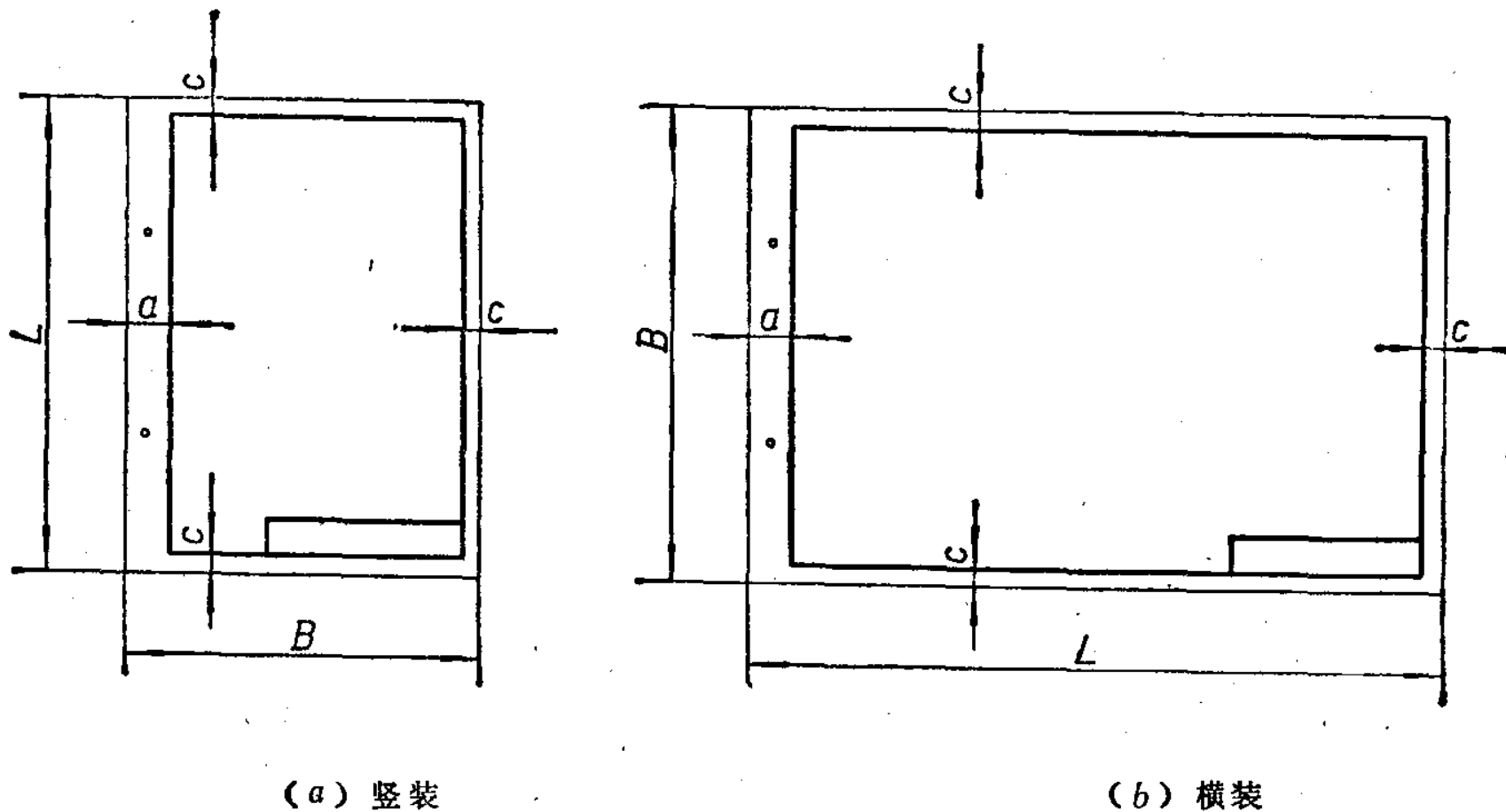


图1-1 图纸幅面格式和边框尺寸

4×8=32	绘 图	(姓 名)	(日期)	(名 称)	(图 号)			
	校 对				比 例		件 数	
	审 核					(校 名) 班		
	描 图			(材 料)				
	15	20	15	150				

图1-2 零件图上标题栏格式和尺寸

8 7 7 7 7	15	35	38	12	32	18
	序号	代号	名称	数量	材料	附注
	绘图	(姓名)	(日期)	(名称)	(图号)	
	校对				比例	件数
	审核				(校名) 班	
	描图			装配图		

图1-3 装配图上标题栏格式和尺寸

表1-2 常用的比例

与实物相同	1:1				
缩小的比例	1:2	1:2.5	1:3	1:4	1:5
放大的比例	2:1	2.5:1	4:1	5:1	10:1

2. 图样上比例的标注形式如: M1:1、M1:2、M2:1等。在标题栏中标明“比例”的一栏内填写比例时, 不必再写出符号“M”。

3. 绘制同一机件的各个图形时, 应采用相同的比例。若比例不同时, 必须另行标注。

三、字体 (GB126-74)

图样和技术文件中书写的汉字、数字、字母都必须做到: 字体端正, 笔划清楚, 排列整齐, 间隔均匀, 如图 1-4 的示例。

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

(a) 汉字示例

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

(b) 斜体阿拉伯数字

I II III IV V VI VII VIII IX X

(c) 斜体罗马数字

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

(d) 大写斜体汉语拼音字母及希腊字母 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

(e) 小写斜体汉语拼音字母

图1-4 字体示例

汉字应尽可能写成长仿宋体, 并应采用国家正式公布的简化字。

字体的号数, 即为字体的高度 (单位为毫米), 分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5 七种。字体的宽度约等于字体高度的三分之二。

长仿宋体字的基本笔划是：点、横、竖、撇、捺、挑、钩等七种，如图 1-5 所示。



(a) 点

(b) 横和竖

(c) 撇和捺

(d) 挑和钩

图1-5 长仿宋体字的基本笔划

汉字常用部首和偏旁的写法，如图 1-6 所示。

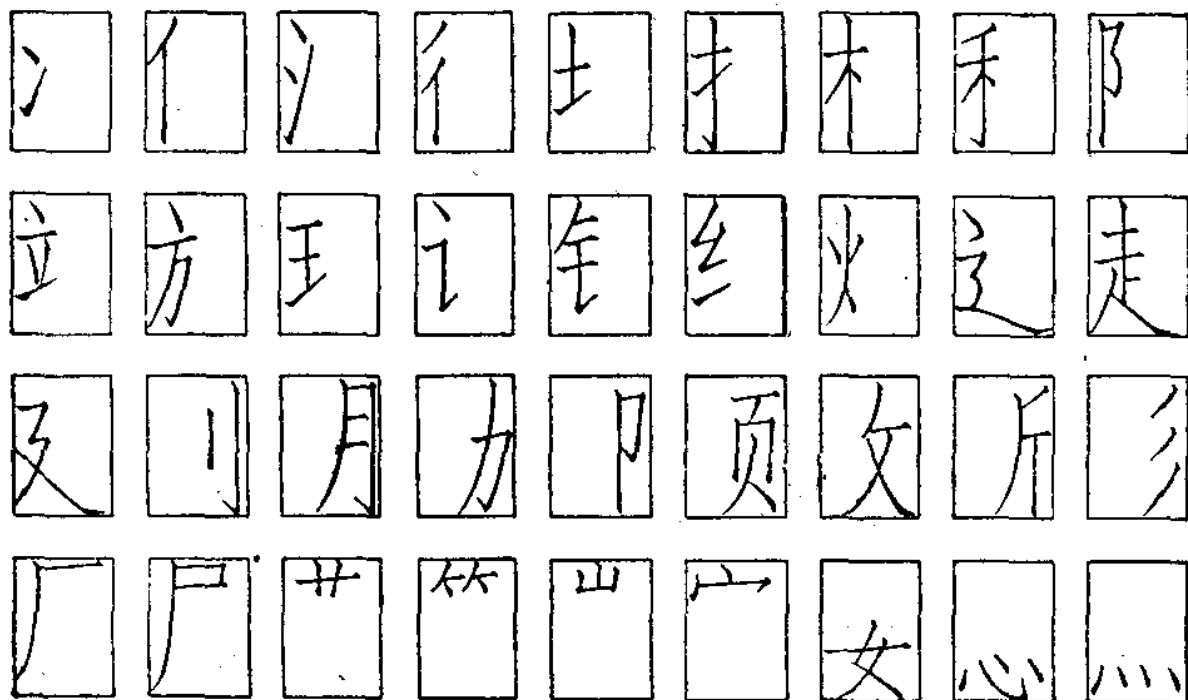


图1-6 汉字常用部首和偏旁写法

练习写长仿宋体字时，最好先研究字的基本笔划，然后画出字格，并在字格中估计字的组成部分的结构位置，再行书写（图 1-7）。

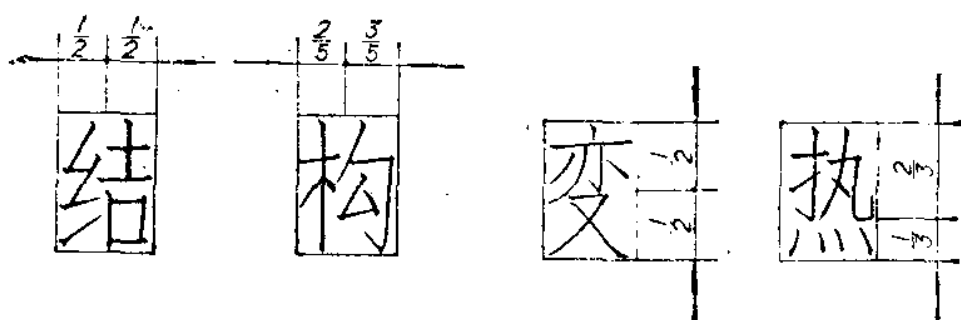


图1-7 汉字组成部分的结构位置

写长仿宋体字时应注意：笔划挺直，粗细一致，结构匀称，注意起落，填满方格，如图 1-8 所示。

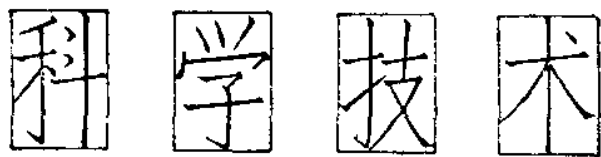


图1-8 长仿宋体字示例

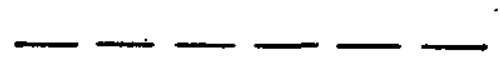
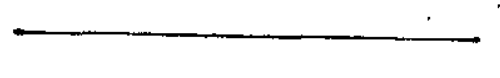
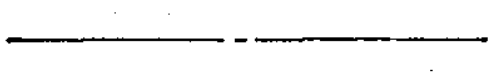
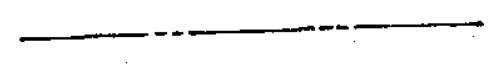
数字和字母分斜体和直体两种。斜体字是写成向右倾斜与水平线成 75° 角的字，在无汉字间隔书写时通常采用斜体。

四、图线及其画法 (GB126-74)

1. 绘制图样时，应采用表 1-3 中所规定的图线。

图线宽度和虚线、点划线、双点划线每一线段的长度和间隔，应根据图形大小和复杂

表1-3 图线型式、宽度和主要用途

序号	图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
1	粗实线		b (约为0.4~1.2毫米)	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	1.尺寸线和尺寸界线 2.剖面线 3.重合剖面的轮廓线 4.引出线 5.辅助线
4	点划线		$b/3$ 或更细	1.轴线 2.中心线
5	双点划线		$b/3$ 或更细	1.假想投影轮廓线 2.运动件极限位置或中间位置的轮廓线
6	波浪线		$b/3$ 或更细 (徒手绘制)	断裂处的边界线

程度来选定。在同一张图纸上，所有同类线型，都基本保持一致。一般情况下，粗实线的宽度 b 建议取为 0.6~0.8 毫米，虚线、点划线、双点划线参考图 1-9。

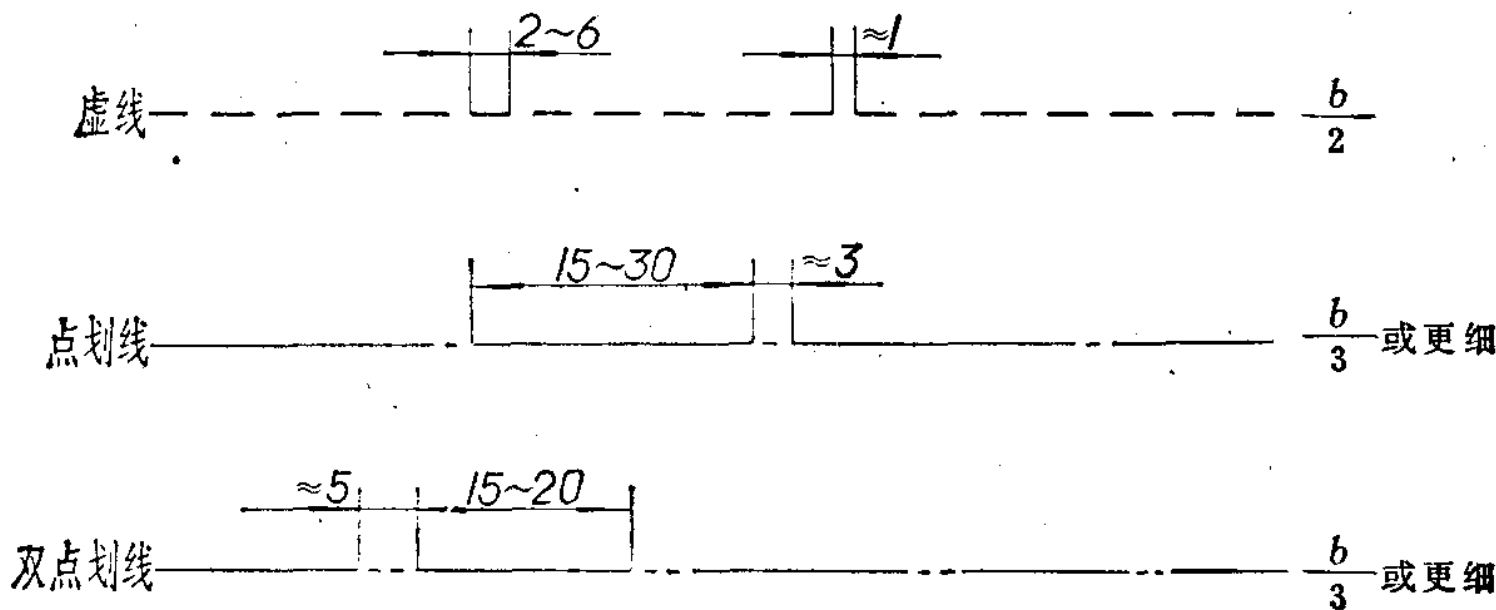


图1-9 虚线、点划线、双点划线

2. 图线应用示例，如图 1-10 所示。

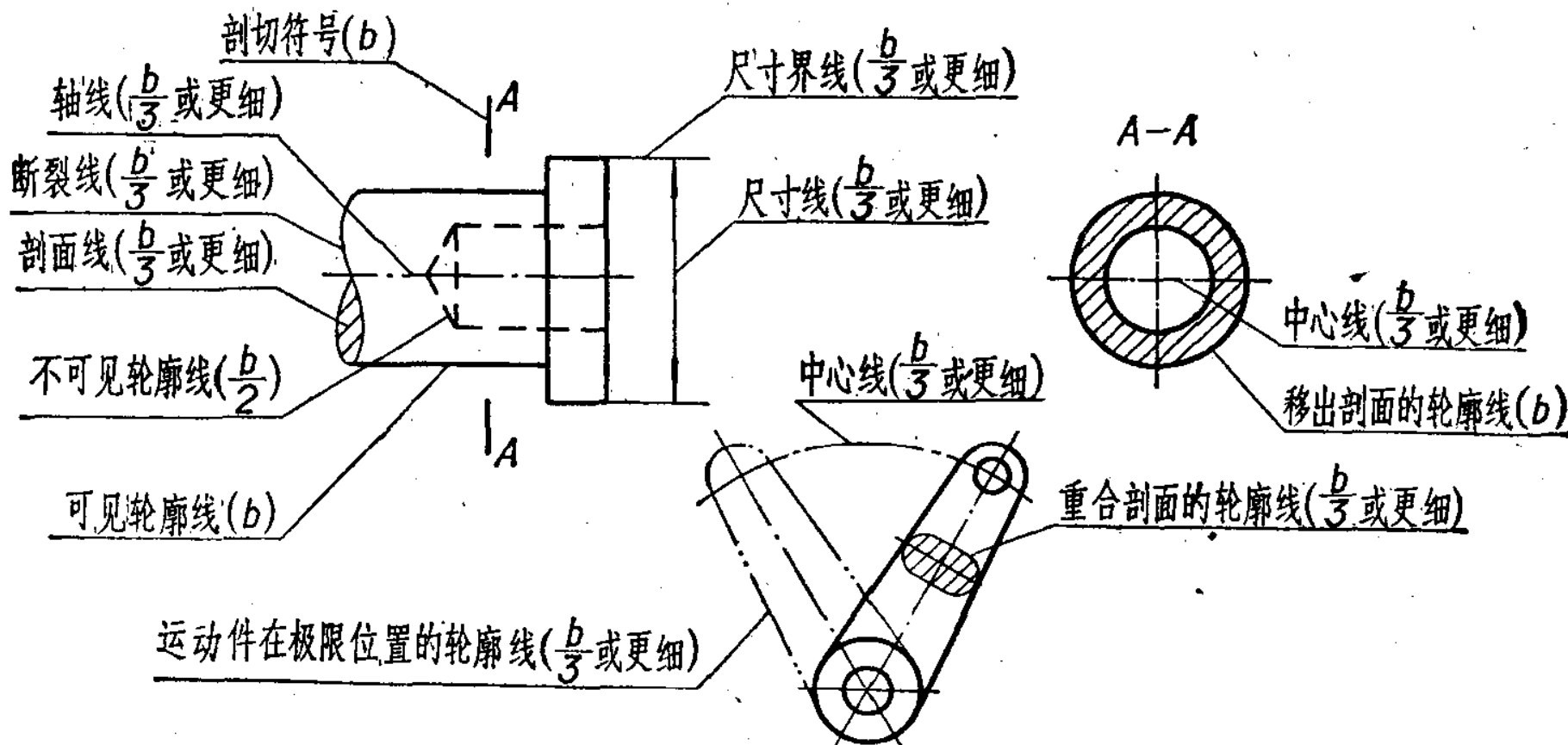


图1-10 图线应用示例

3. 图线的画法

(1) 画中心线时, 中心线首末两端应是线段而不是点, 圆心应为线段的交点。中心线应超出圆外, 超出的长度视圆的大小而定, 一般约为 2~5 毫米, 见图 1-11。直径小于 12 毫米的圆, 其中心线可画成细实线, 如图 1-12 所示。

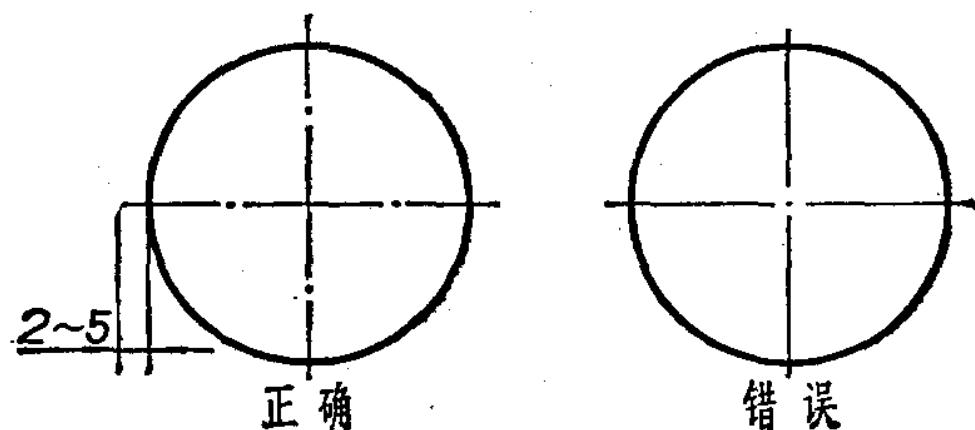


图1-11 大圆中心线画法

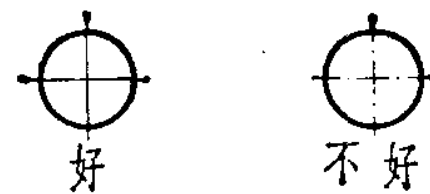


图1-12 小圆中心线画法

(2) 对称分布在大圆周上或长方形上的小圆, 其中心线的画法如图 1-13 所示。

(3) 两线相切时, 切点处不应加粗, 见图 1-14 示例画法。

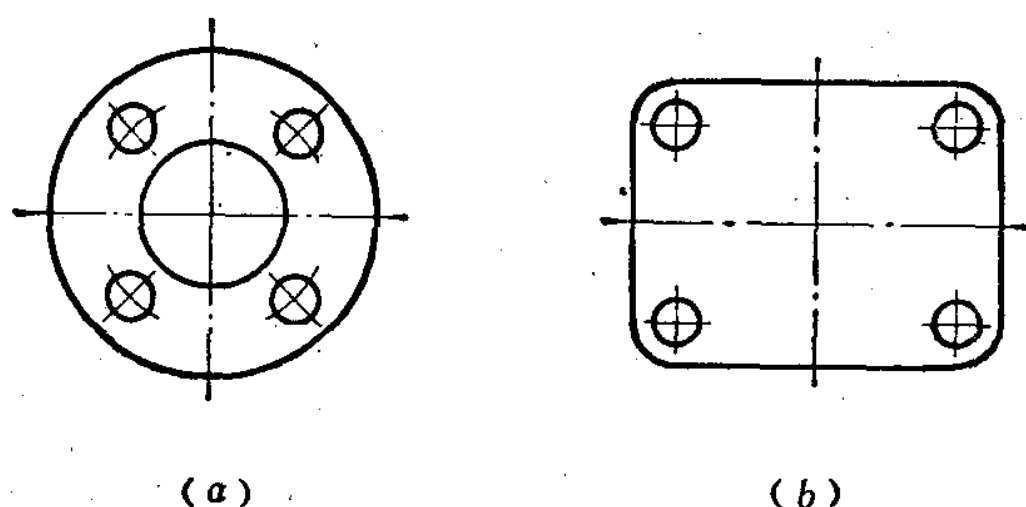


图1-13 对称分布小圆中心线画法

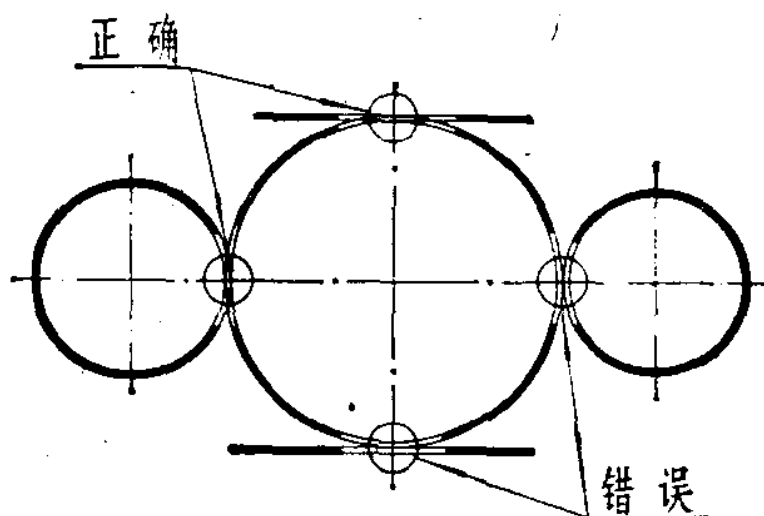


图1-14 两线相切的画法

(4) 画虚线时应注意下列各点 (图 1-15):

- a. 虚线与虚线相交处, 应以线段相交。
- b. 虚线与中心线相交处, 应以线段相交。
- c. 虚线与粗实线相交处, 不留空隙。但虚线是粗实线的延长线时, 应留空隙。

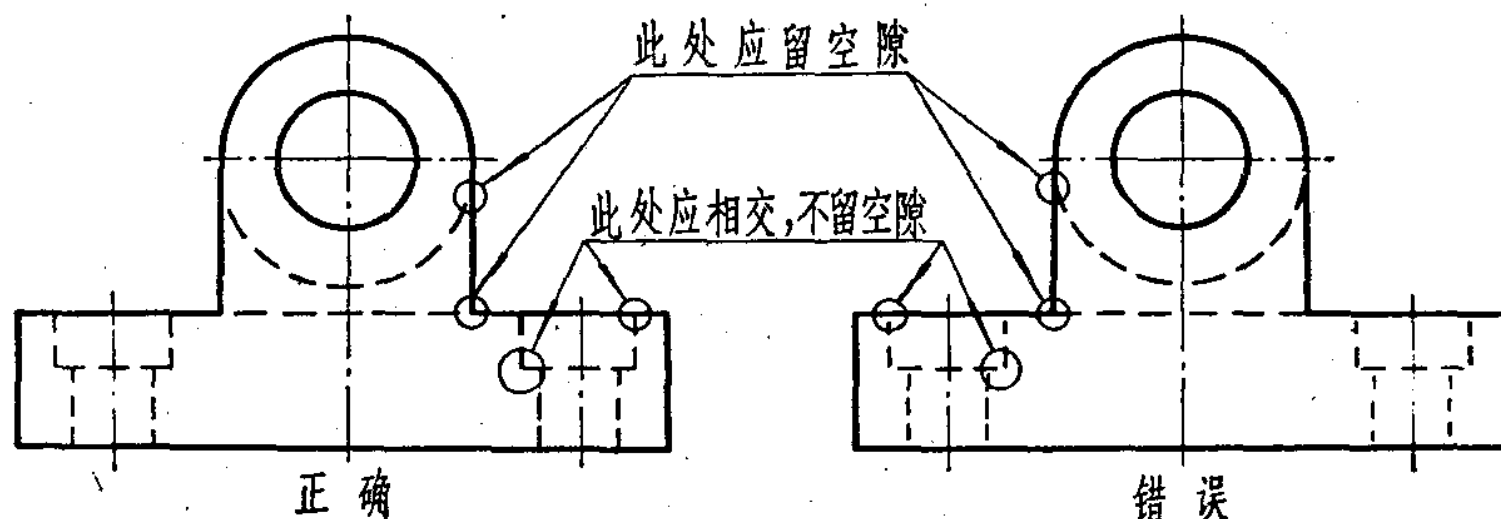


图1-15 虚线与其他线相交处的画法

五、剖面符号

无线电产品图样中常用的剖面符号的画法见表 1-4。

表1-4 常用剖面符号 (摘自GB126-74)

金属材料 (已有规定剖面符号者除外)		塑料、橡胶、油毡等非金属材料 (已有规定剖面符号者除外)	
线圈绕组元件		玻璃及其它透明材料	
转子、电枢、变压器和电抗器等迭钢片		格网 (筛网, 过滤网等)	

六、尺寸注法 (GB129-74)

图形只能表示机件的结构形状, 它的大小是靠图上所标注的尺寸来确定的。因此, 在图样上标注尺寸必须严格遵守下列规定:

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

2. 图形的尺寸, 规定以毫米为单位。因此图上不需再标注出计量单位的代号或名称, 如果采用其他单位时, 则必须注明。

3. 机件的每一尺寸, 一般在图形上只标注一次。

4. 一个完整的尺寸, 一般应由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字和箭头四部分组成 (图1-16)。它们所代表的意义为:

尺寸界线表示尺寸的范围, 用细实线绘制。

尺寸线表示尺寸的方向, 用细实线绘制。

尺寸数字表示尺寸的大小。

箭头表示尺寸的起迄。箭头的宽度为 b (即粗实线的宽度), 长度为 $3 \sim 4b$, 绘图时应使箭头尖端与尺寸界线、轮廓线或中心线相接。箭头的画法, 见图1-17所示。

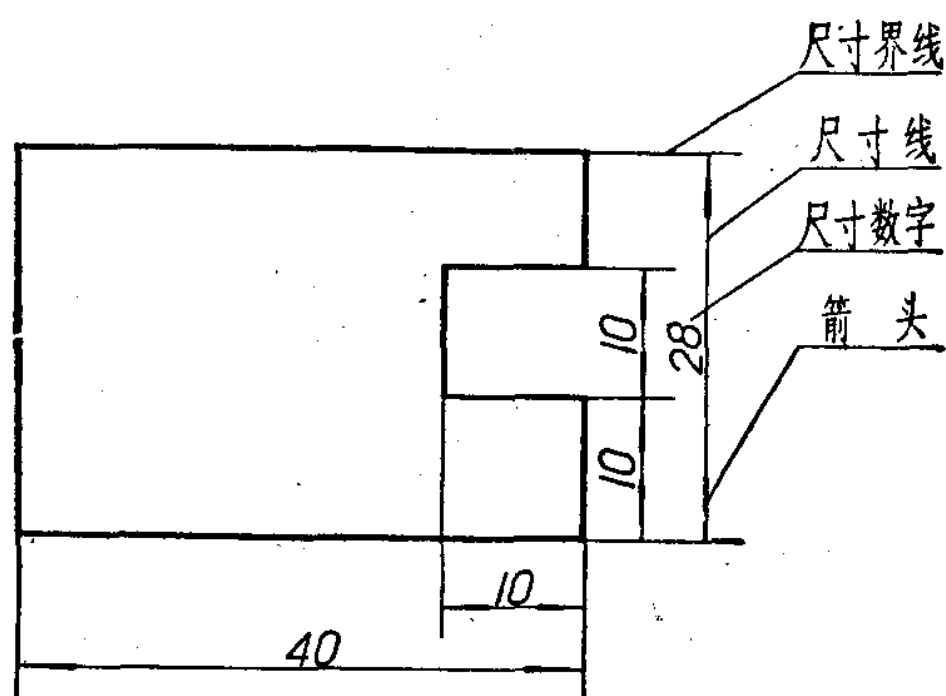


图1-16 尺寸的组成部分

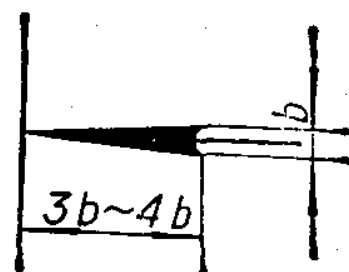


图1-17 箭头的画法

5. 尺寸注法示例

(1) 直线尺寸的注法

a. 标注直线段的尺寸时, 尺寸线应与被标注的线段平行, 且和它等长。尺寸界线应自图形的轮廓线、轴线或中心线引出, 一般应与被标注的线段垂直, 并超出尺寸线约 $2 \sim 3$

毫米 (图 1-18, a)。当尺寸界线垂直于尺寸线, 影响图线清晰性时, 允许倾斜画出 (图 1-18, b)。

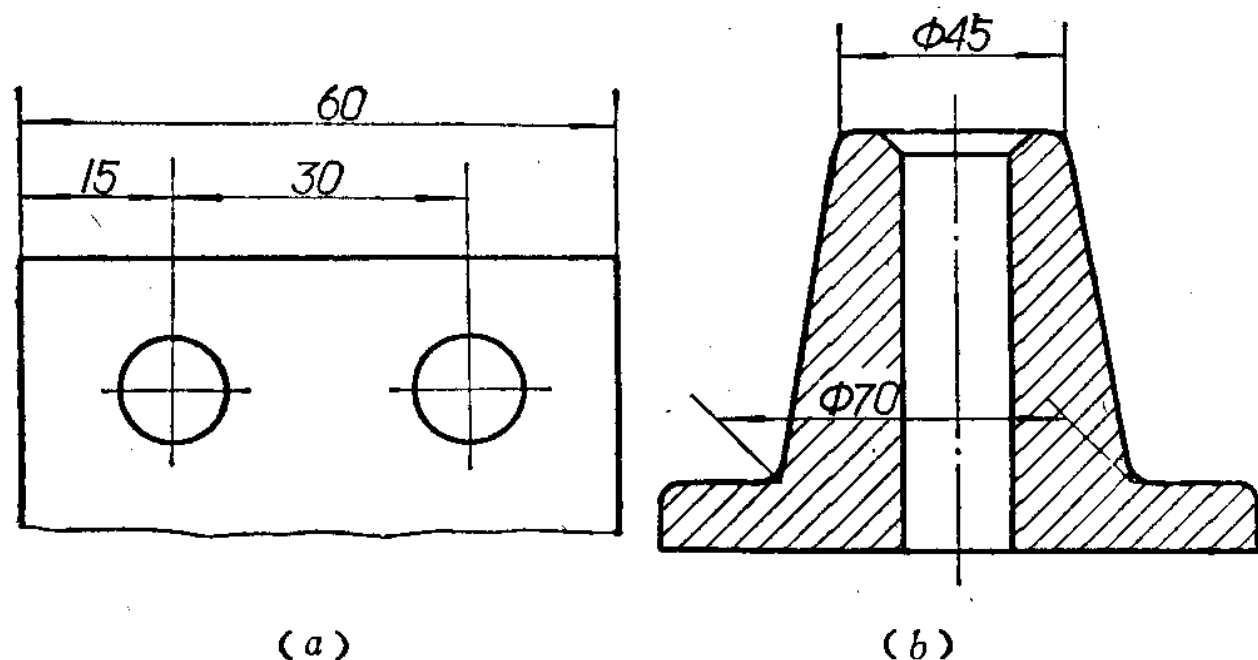


图1-18 尺寸界线的画法

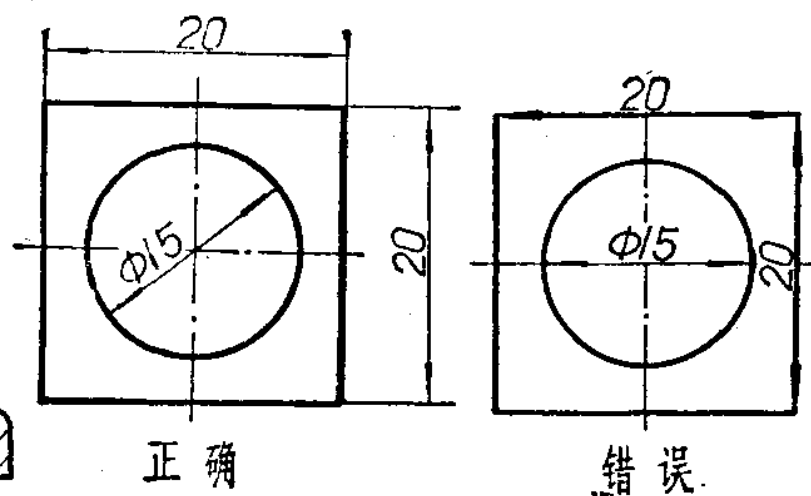


图1-19 尺寸线的画法

b. 轮廓线、轴线、中心线及尺寸界线都不可作为尺寸线使用, 也就是说尺寸线不能用其他图线来代替或与其他图线重合, 如图 1-19 所示。

c. 在光滑过渡处标注尺寸时, 必须用细实线将轮廓线延长, 从它们的交点处引出尺寸界线, 见图 1-18 (b)。

d. 尺寸数字应顺着尺寸线方向填写, 数字的高度方向应和尺寸线垂直。以图样右下角的标题栏为准, 水平方向数字头朝上, 垂直方向数字头朝左, 如图 1-20 (a) 所示。各种倾斜方向的尺寸数字, 要使字头有朝上的趋势, 如图 1-20 (b) 所示的注写方法, 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 1-20 (c) 的形式标注。

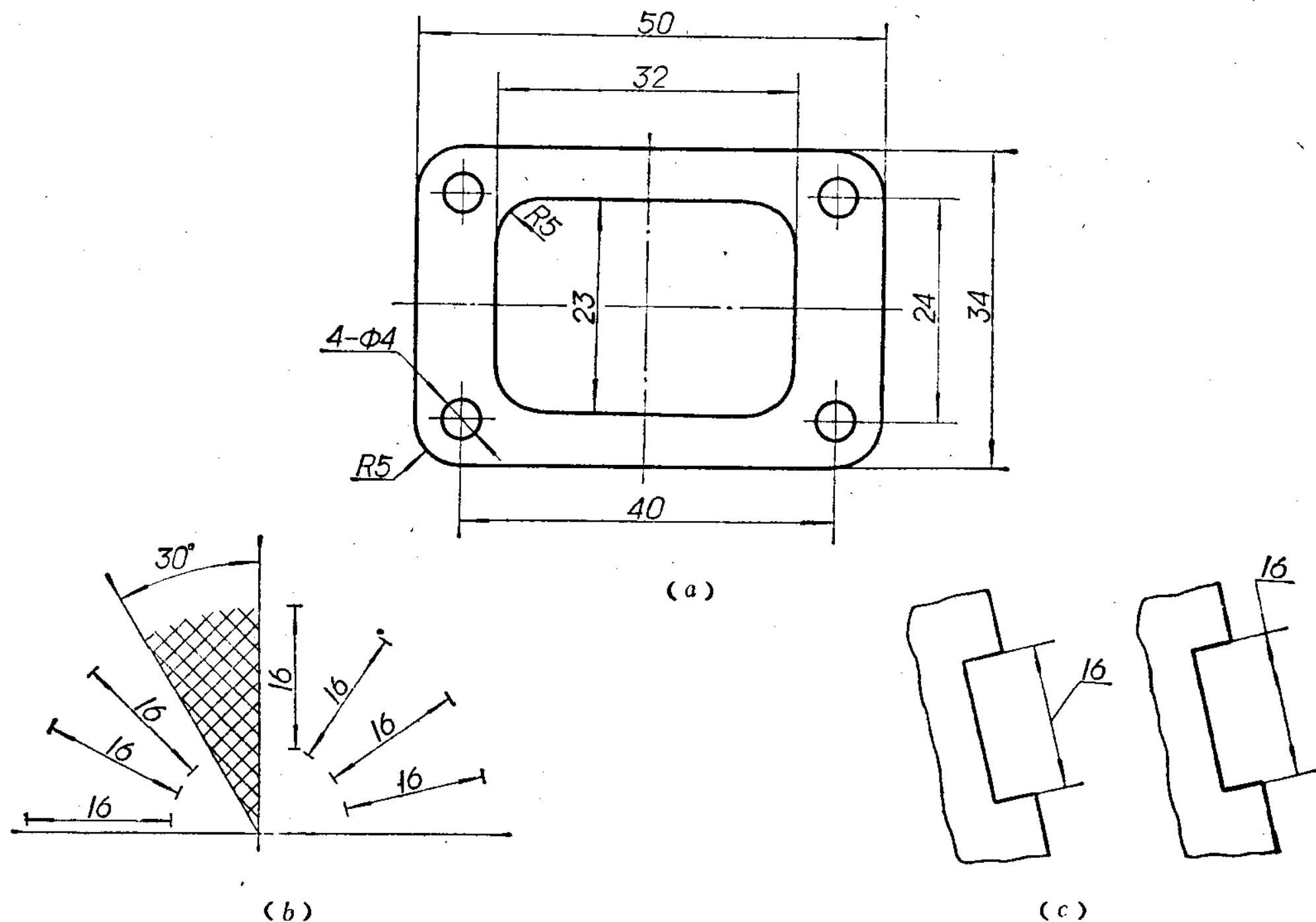


图1-20 尺寸数字的方向

e. 数字可写在尺寸线的上边, 也可写在尺寸线的中断处。但不可被任何图线穿过, 如不可避免时, 可将图线断开, 见图 1-18 中 “ $\phi 70$ ” 和图 1-20 (a) 中 “23” 的标注方法。

(2) 圆和圆弧尺寸的注法

a. 圆的直径和圆弧半径的尺寸标注如图 1-21 所示。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, 应在尺寸数字前加注符号 “ R ”。当圆弧大于半圆时, 应按直径标注, 尺寸线上无箭头的一端须超过圆心少许如图 1-21 (b)。

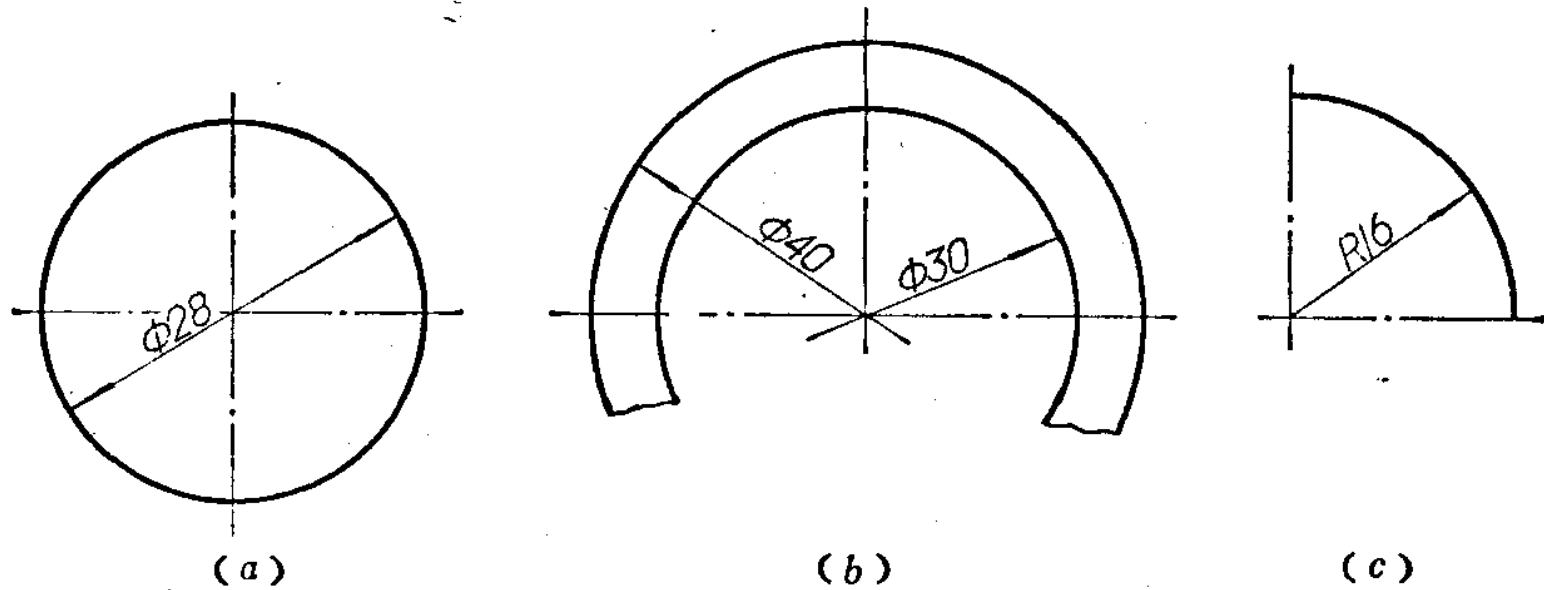


图1-21 圆和圆弧尺寸的注法

b. 当圆弧半径过大或在图纸范围内无法标出其圆心位置时, 可按图 1-22 (a) 的形式标注。如无需标出其圆心位置时, 则可按图 1-22 (b) 的形式标注。

(3) 角度的尺寸注法

标注角度尺寸时, 尺寸界线应径向引出。尺寸线应画成圆弧, 圆弧的中心是该角的顶点。尺寸数字应水平填写在尺寸线的中断处, 必要时允许标注在尺寸线的上方或外面, 也可以引出标注, 如图 1-23 所示。

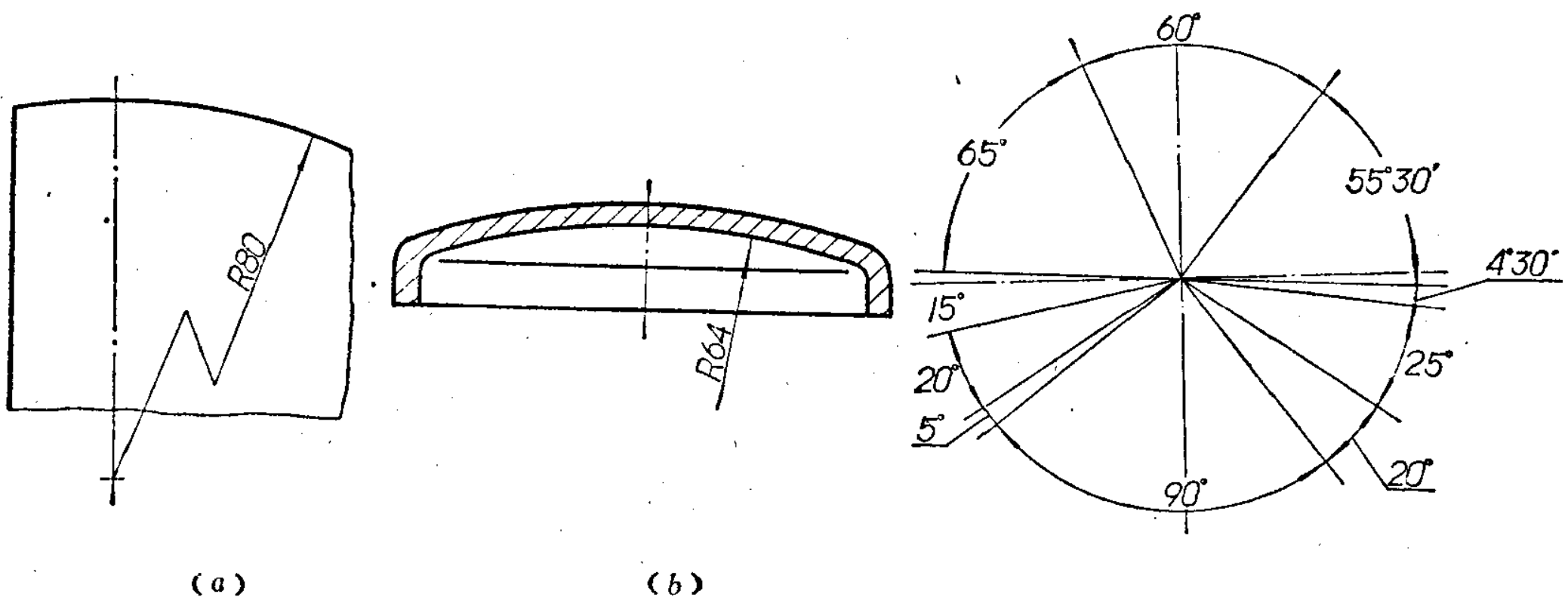


图1-22 大圆弧尺寸的注法

图1-23 角度尺寸的注法

(4) 小尺寸的注法

当注尺寸部位较小, 无足够位置画箭头或书写数字时, 一般按图 1-24 的形式标注。

(5) 球面尺寸的标注

标注球面的直径或半径尺寸时, 应在符号 “ ϕ ” 或 “ R ” 前加注 “球” 字, 如图 1-25 所示的球 $\phi 25$ 、球 $R 18$ 。

(6) 薄板零件厚度尺寸的标注

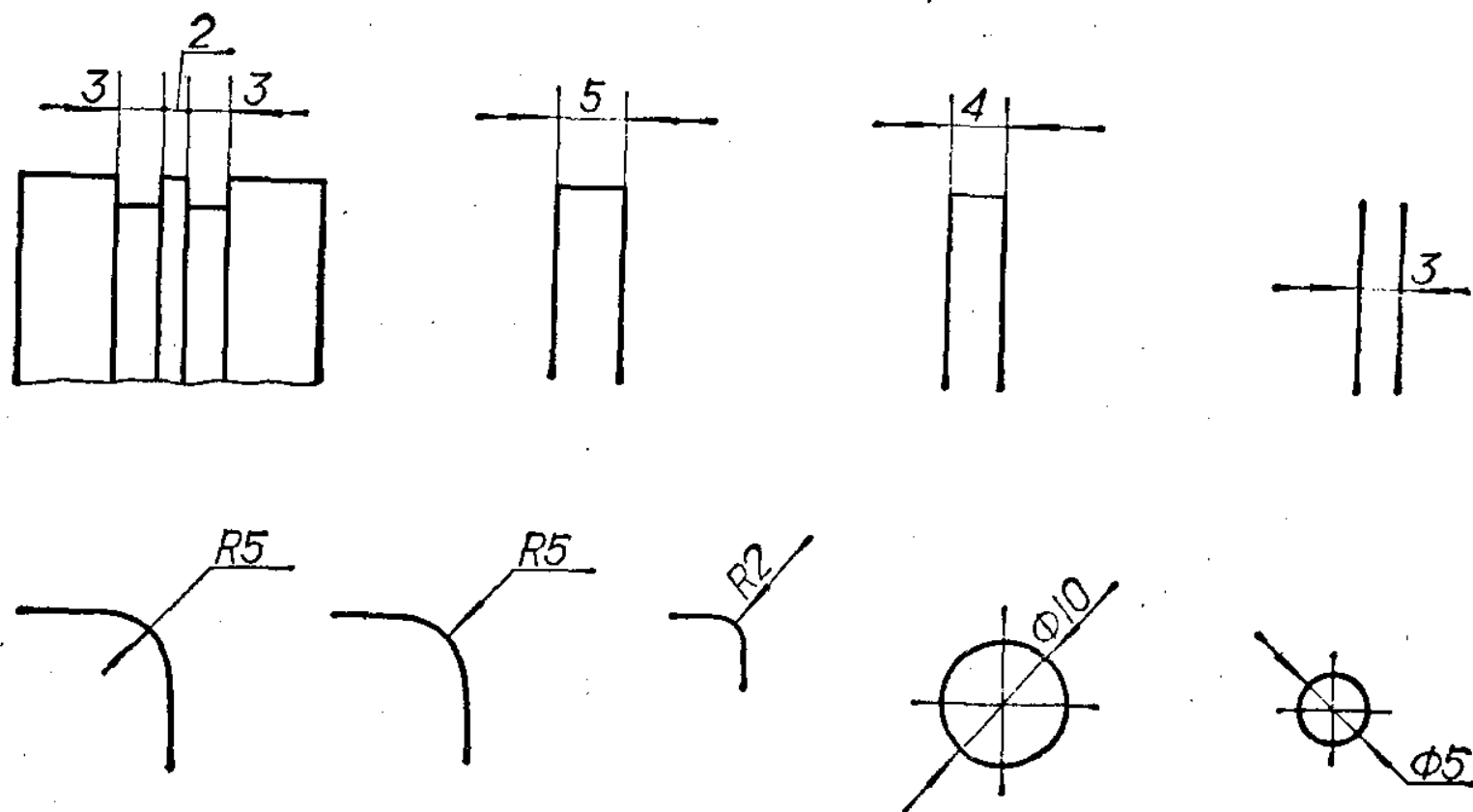


图1-24 小尺寸的注法

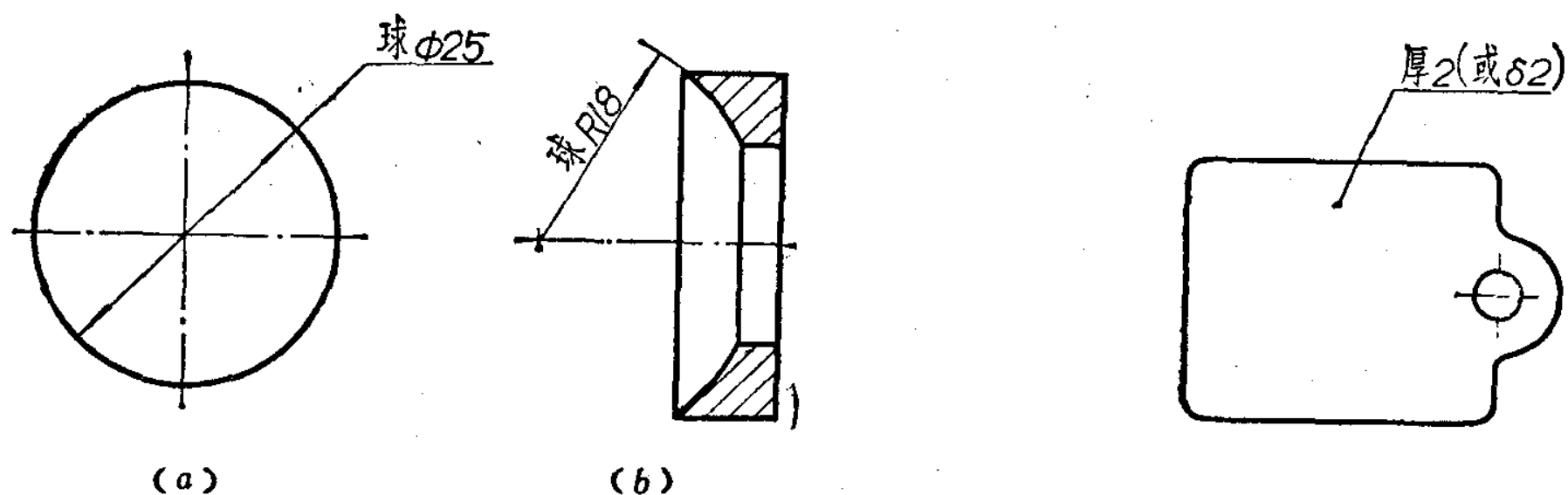


图1-25 球形尺寸的注法

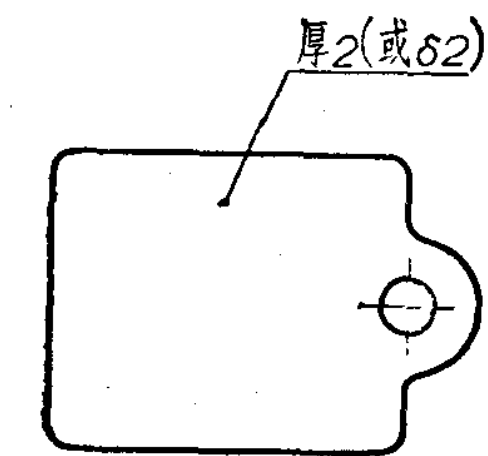


图1-26 薄板零件厚度的注法

当薄板零件厚度相同，仅用一个图形表示形状时，其厚度可用数字前加符号“ δ ”或“厚”字样标注，如图1-26中所示的“厚2”。

§ 1-2 几何作图

零件的形状虽然各不相同，但表示其形状的图形，都可看作是由各种几何图形所组成的平面图形。因此，绘图时必须熟练地掌握几何图形的作图方法和技巧，以提高绘图质量和速度。下面介绍几种常用的几何作图方法，供绘图时应用。

一、等分已知直线段

1. 分规试分法

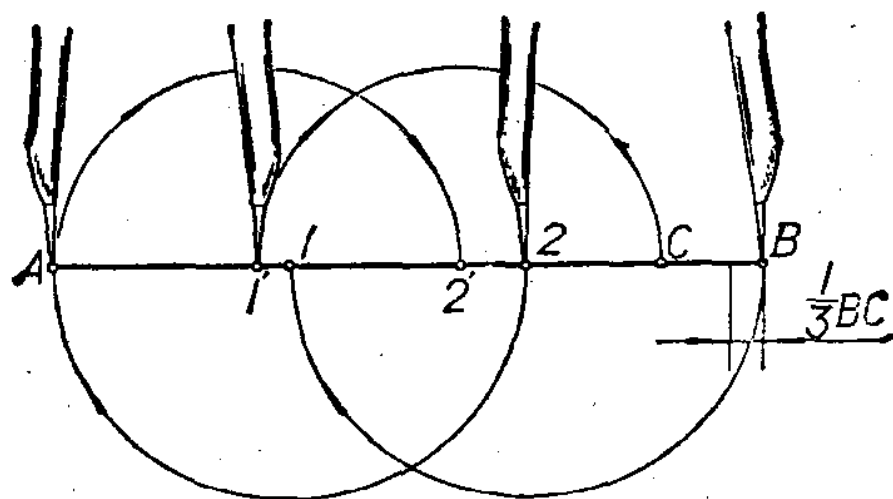


图1-27 用分规等分直线

如图 1-27 所示, 要将 AB 线段分成三等分。可先用分规大约以 $\frac{1}{3}AB$ 的长度, 试分 AB 线段, 得 $1'$ 、 $2'$ 、 C 三点。如点 C 未落在点 B 上, 即未分准。然后可再调整分规试分 (调整量是 $\frac{1}{3}BC$), 一般试分二到三次, 即可使点 C 与点 B 重合。

2. 辅助线法

如图 1-28 所示, 要将 AB 线段分成五等分。可先由点 A 引任意一辅助线 AC , 自点 A 在 AC 上任意截取五个等分, 得点 1_1 、 2_1 、 3_1 、 4_1 、 5_1 。连 5_1B , 并过 1_1 、 2_1 、 3_1 、 4_1 作 5_1B 的平行线, 交 AB 于 1 、 2 、 3 、 4 各点, 这些点就是等分点。

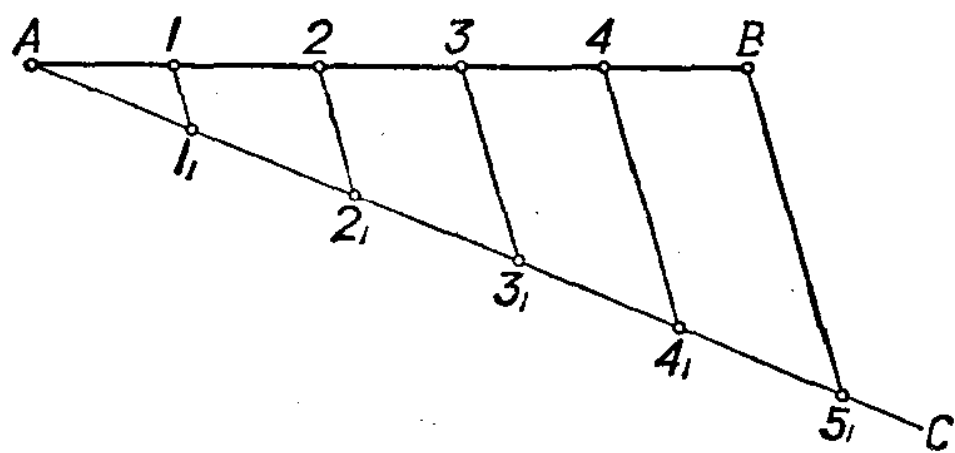


图1-28 用辅助线等分直线

二、等分圆周并作圆内接正多边形

1. 圆内接正六边形的作法

(1) 第一法 如图 1-29 所示, 可先取已知圆水平直径的端点 1 、 4 为内接正六边形的两个顶点, 然后再利用丁字尺和 $30^\circ \sim 60^\circ$ 的三角板, 求出其它四个顶点, 即可作出。

(2) 第二法 因为圆内接正六边形的边长等于该圆的半径, 所以可用分规或圆规如图 1-30 所示, 直接求出各顶点, 依次连接即可。

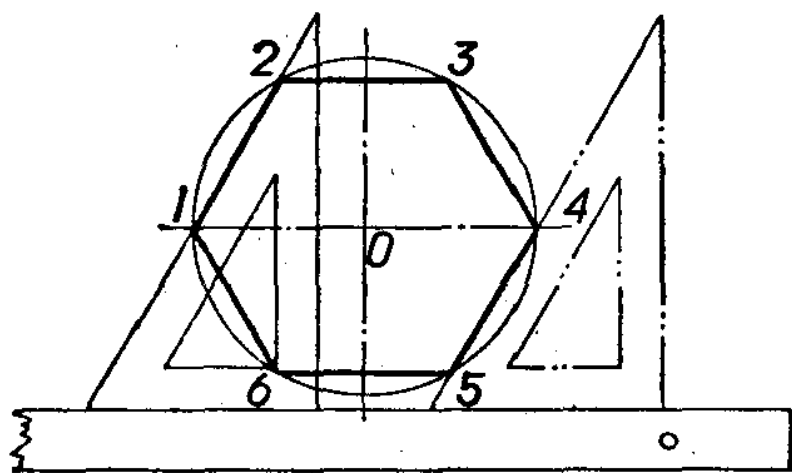


图1-29 圆内接正六边形作法一

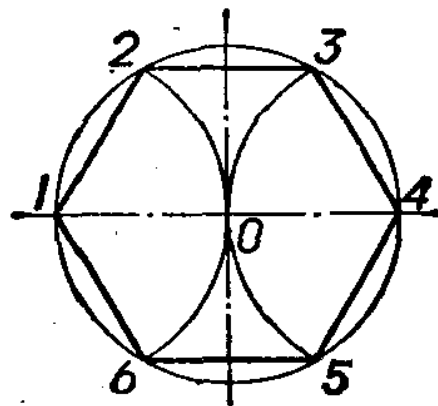


图1-30 圆内接正六边形作法二

2. 圆内接正五边形的作法 (图1-31)

(1) 平分圆的半径 ob 得点 g ;

(2) 以 g 为圆心, gc 为半径作弧, 交水平中心线上于点 h , 线段 ch 即为正五边形的边长;

(3) 以 c 为圆心, ch 长为半径, 依次在圆周上截取五个等分点并相连, 即得圆内接正五边形。

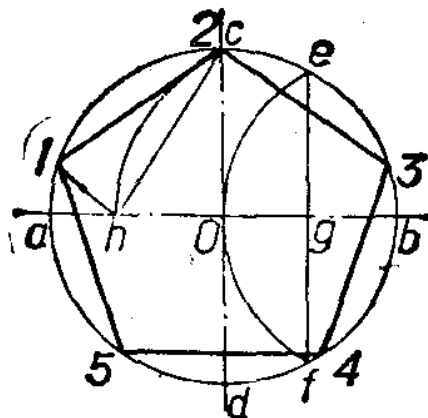
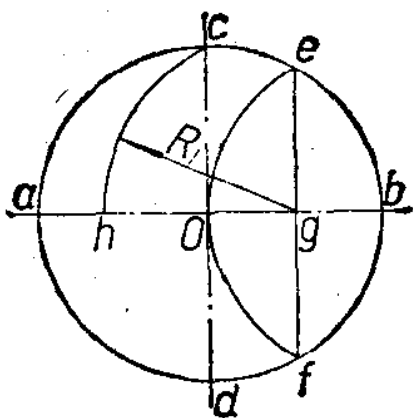


图1-31 圆内接正五边形作法