

高等学校教材

工程制图

主编 龚伟

西北工业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

工程制图/ 龚伟主编. —西安: 西北工业大学出版社, 2005. 9

ISBN 7 - 5612 - 1992 - X

. 工... . 龚... . 工程制图—高等学校—教材 . TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 097653

出版发行: 西北工业大学出版社

通信地址: 西安市友谊西路 127 号 邮编: 710072

电 话: (029) 88493844 88491757

网 址: www.nwpup.com

印 刷 者: 陕西向阳印务有限公司

开 本: 787 mm × 1 092 mm 1/16

印 张: 32 375 插页 1

字 数: 616 千字

版 次: 2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 45.00 元(套)

前 言

目前,随着高等学校改革的不断深入,提倡素质教育及创新能力已渐成趋势。为拓宽学生的知识面,提高学生的适应能力,按照“厚基础、宽口径、培养复合型人才”的原则,使学生能够识读工程图样,加深对工程实践的认识和了解,我们编写了本教材,旨在结合专业特点及要求,培养与增强学生的工程概念,使学生具有较强的读图能力和基本的画图能力。本教材是由编者根据“高等学校工科本科基础课程教学基本要求”,总结多年的教学经验,并参考各方面的建议几经修改编写而成的,具有以下的特点:

1. 减少画法几何的内容,加强工程形体投影的介绍,理论联系实际,突出实用性、适用性,重点培养学生的识图能力和空间想像能力。
2. 内容精练,深入浅出,图文并茂,通俗易懂,符合学习者的认识规律,便于教学与自学。
3. 每章后均附有复习思考题,可作为学生自我检测的一种手段,以便其及时巩固每章所学的知识。

本教材由龚伟担任主编。参加编写工作的有:祁帜(第1章、第5章、第6章、第12章),龚伟(第2~4章、第8章、第13章),汪颖(第7章、第9章、第10章),陈素维(第11章),张彬(第14章)。

本教材可作为高等学校本、专科土木(建筑、水利)、工程管理、造价、装饰等非机类专业及其他相关专业的教材,也可供其他类型学校包括职工大学、函授大学、电视大学等的有关专业使用。

本教材的编写得到了许多教师的帮助和支持,在此谨表感谢。限于编者的水平,书中不妥之处恳切希望使用本教材的教师和读者批评指正。

编 者

2005年5月

目 录

第 1 章 制图的基本知识	1
1.1 制图标准的有关规定	1
1.2 几何作图	9
1.3 平面图形画法.....	15
复习思考题	17
第 2 章 投影的基本知识	18
2.1 投影及其分类.....	18
2.2 正投影特性.....	20
2.3 立体的三面投影.....	22
复习思考题	24
第 3 章 点、直线、平面的投影	25
3.1 点的投影.....	25
3.2 直线的投影.....	30
3.3 平面的投影.....	40
3.4 直线与平面、两平面的相对位置	50
复习思考题	58
第 4 章 立体的投影	59
4.1 平面立体.....	60
4.2 曲面立体.....	65
4.3 柱状体的投影.....	71
复习思考题	76
第 5 章 立体表面的交线	77
5.1 平面与立体相交.....	77
5.2 两立体相交.....	86
复习思考题	92
第 6 章 标高投影	93
6.1 点、直线和平面的标高投影	93

6.2	地面的标高投影表示法.....	99
	复习思考题.....	102
第7章	轴测投影.....	103
7.1	轴测投影的基本概念.....	103
7.2	平面立体轴测投影的画法.....	105
7.3	曲面立体轴测投影的画法.....	112
	复习思考题.....	118
第8章	组合体的投影.....	119
8.1	组合体三面投影的画法.....	119
8.2	组合体的尺寸标注.....	125
8.3	读组合体的投影图.....	129
	复习思考题.....	143
第9章	工程形体的表达方法.....	144
9.1	基本视图.....	144
9.2	剖视图.....	146
9.3	断面图.....	154
9.4	其他表达方法.....	156
	复习思考题.....	159
第10章	建筑施工图.....	160
10.1	概述.....	161
10.2	建筑总平面图.....	167
10.3	建筑平面图.....	169
10.4	建筑立面图.....	180
10.5	建筑剖面图.....	185
10.6	建筑详图.....	188
	复习思考题.....	197
第11章	结构施工图.....	198
11.1	概述.....	198
11.2	基础图.....	199
11.3	楼层结构施工图.....	204
11.4	钢筋混凝土构件详图.....	210
	复习思考题.....	216
第12章	水利工程图.....	217
12.1	概述.....	217
12.2	水工图的表达方法.....	218

12 3	水工图的阅读.....	224
12 4	水工图的绘制.....	226
	复习思考题.....	226
第 13 章	正投影中的阴影	227
13 1	阴影的基本概念和基本规律.....	227
13 2	点的落影.....	229
13 3	直线的落影.....	232
13 4	平面的落影.....	236
13 5	平面立体的阴影.....	241
13 6	建筑形体的阴影.....	243
13 7	圆柱面和圆柱体的阴影.....	247
	复习思考题.....	250
第 14 章	透视投影	251
14 1	透视投影的基本知识.....	251
14 2	透视图的基本画法.....	260
14 3	透视图的辅助画法.....	276
14 4	曲面及曲面体的透视.....	282
	复习思考题.....	285

第 1 章 制图的基本知识

为了使工程图样真正起到工程语言的作用,在学习绘制工程图之前,需要首先了解国家有关部门对工程图样的要求及规定,并正确掌握常用的几何作图方法。本章除了介绍“国家制图标准”的有关规定外,还讲解了常用的几何作图方法及平面图形进行尺寸分析和线段分析的方法。

基本要求:

- 1.了解并能遵守有关制图标准中图幅、比例、字体、图线及尺寸注法的一般规定。
- 2.能对一般的平面图形进行尺寸分析和线段分析,学会正确的作图步骤。

1.1 制图标准的有关规定

图样是工程技术界的语言。为了使工程图样基本统一,图样清晰简明,便于技术交流,能满足设计、施工、管理的要求,所绘制的工程图样必须遵守国家制图标准。本节主要介绍国家标准《技术制图、图纸幅面和格式》(GB/T14689—1993),《房屋建筑制图统一标准》(GB/T50001—2001),《建筑制图标准》(GB/T50104—2001)的部分内容。

1.1.1 图纸幅面

1. 图纸幅面

图纸幅面是指绘制工程图时所使用图纸的大小。为了合理使用图纸和便于资料管理,绘图用的图幅尺寸应符合表 1-1 的规定。必要时,也允许选用表 1-2 所规定的加长幅面。

表 1-1 图纸幅面及图框尺寸 (单位:mm)

尺寸代号	幅面代号				
	A0	A1	A2	A3	A4
$b \times l$	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
c	10			5	
a	25				
e	20		10		

表 1-2 加长幅面

(单位: mm)

幅面代号	长边尺寸	长边加长后尺寸						
A0	1 189	1 486	1 635	1 783	1 932	2 080	2 230	2 378
A1	841	1 051	1 261	1 471	1 682	1 892	2 102	
A2	594	743	891	1 041	1 189	1 338	1 486	1 635

2. 图框格式

绘制正式的工程图样时,图纸上必须用粗实线画出图框。图框线与图幅边线的间隔 a 和 c 应符合表 1-1 的规定。不留装订边时间隔为 e , 格式如图 1-1 所示。

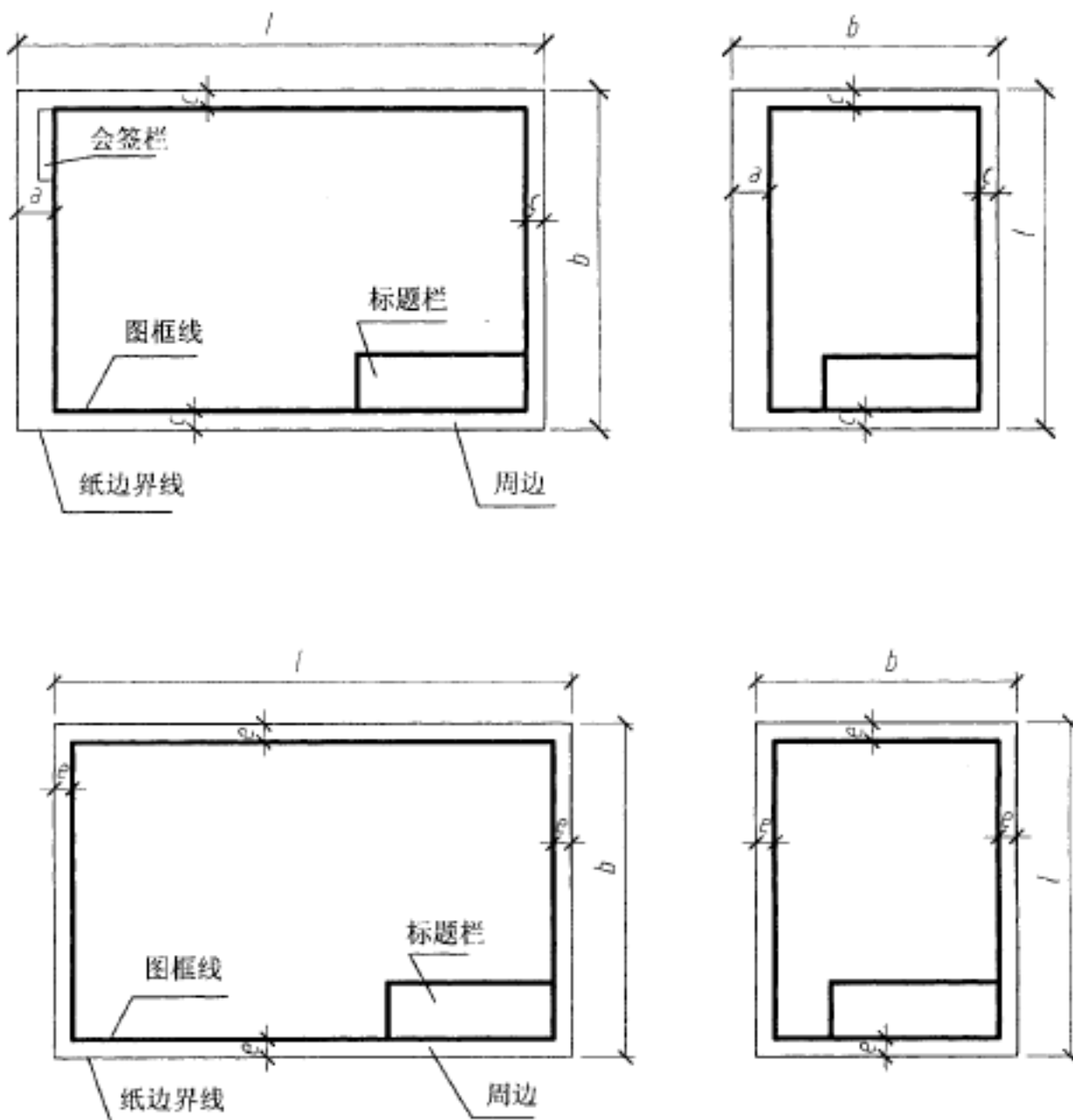


图 1-1 图幅、图框

3. 标题栏和会签栏

标题栏是用来说明图样的图名、图号、设计人等内容的专栏,位于图纸的右下角,简称图标。建筑工程中的设计图样一般需要审定和水、电等工种负责人的会签,这时可在图纸上留有装订边的一侧设置会签栏。会签栏一般位于图纸的左上角,如图 1-1 所示。《建筑制图标准》对

图纸的标题栏和会签栏的尺寸、格式、内容都有规定。对于学生在学习阶段的制图作业,建议采用如图 1-2 所示的标题栏,不设会签栏。

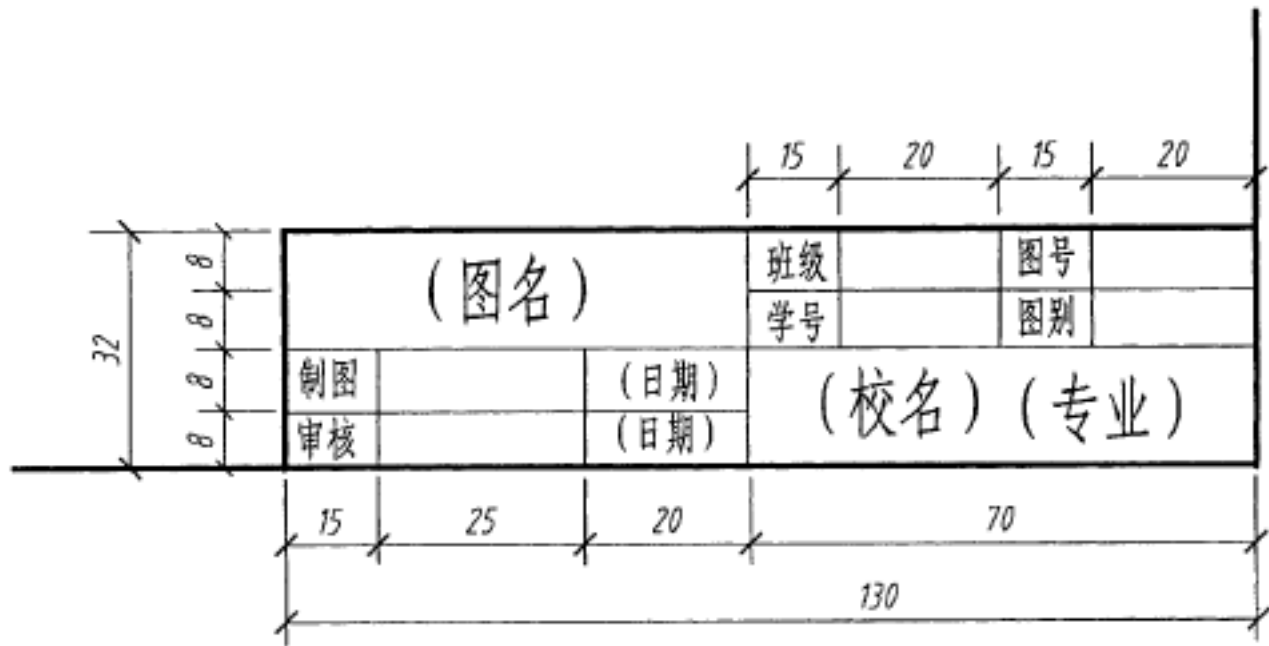


图 1-2 标题栏

1.1.2 图线

1. 线宽

画在图纸上的线条统称图线。图线有粗(b)、中($0.5b$)、细($0.25b$)之分。其中 b 为线宽代号。线宽 b (mm)的系列为0.18,0.25,0.35,0.5,0.7,1.0,1.4,2.0共八级。每个图样应根据复杂程度与比例大小,选用表 1-3 中适当的线宽组。一般情况下,同一张图纸内相同比例的各图样,应选用相同的线宽组合。

表 1-3 线宽组 (单位:mm)

线宽比	线宽组					
b	2.0	1.4	1.0	0.7	0.5	0.35
$0.5b$	1.0	0.7	0.5	0.35	0.25	0.18
$0.25b$	0.5	0.35	0.25	0.18		

图纸的图框线、标题栏线和会签栏线可采用如表 1-4 所示的线宽。

表 1-4 图框线、标题栏线、会签栏线的宽度 (单位:mm)














幅面代号	图框线	标题栏外框线	标题栏分格线、会签栏线
A0, A1	1.4	0.7	0.35
A2, A3, A4	1.0	0.7	0.35

2. 线型

绘制建筑工程图样时采用的线型有实线、虚线、点画线等,表 1-5 为国家标准规定的各线

型的用途,其中 b 为线宽。图 1-3 为各种线型在房屋平面图上的用法。

表 1-5 线型

名称	线型	线宽	用途	
实线	粗		b	<ol style="list-style-type: none"> 1. 一般作为主要可见轮廓线 2. 平、剖面图中主要构配件断面的轮廓线 3. 建筑立面图中外轮廓线 4. 详图中主要部分的断面轮廓线和外轮廓线 5. 总平面图中新建建筑物的可见轮廓线 6. 给排水工程图中的给水管道
	中		$0.5b$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建筑平、立、剖面图中一般构配件的轮廓线 2. 平、剖面图中次要断面的轮廓线 3. 总平面图中新建道路、桥涵、围墙等及其他设施的可见轮廓线和区域分界线 4. 尺寸起止符号
	细		$0.25b$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 总平面图中新建人行道、排水沟、草地、花坛等可见轮廓线,原有建筑物、铁路、道路、桥涵、围墙的可见轮廓线 2. 图例线、索引符号、尺寸线、尺寸界线、引出线、标高符号、较小图形的中心线
虚线	粗		b	<ol style="list-style-type: none"> 1. 新建建筑物的不可见轮廓线 2. 结构图上不可见钢筋及螺栓线 3. 给排水工程图中的排水管道
	中		$0.5b$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 一般不可见轮廓线 2. 建筑构造及建筑构配件不可见轮廓线 3. 总平面图计划扩建的建筑物、铁路、道路、桥涵、围墙及其他设施的轮廓线 4. 平面图中吊车轮廓
	细		$0.25b$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 总平面图上原有建筑物和道路、桥涵、围墙等设施的不可见轮廓线 2. 结构详图中不可见钢筋混凝土构件轮廓线 3. 图例线
点画线	粗		b	<ol style="list-style-type: none"> 1. 吊车轨道线 2. 结构图中的支撑线
	中		$0.5b$	土方填控区的零点线
	细		$0.25b$	分水线、中心线、对称线、定位轴线
双点画线	粗		b	预应力钢盘线
	细		$0.25b$	假想轮廓线、成型前原始轮廓线
折断线		$0.25b$	不需画全的断开界线	
波浪线		$0.25b$	不需画全的断开界线	

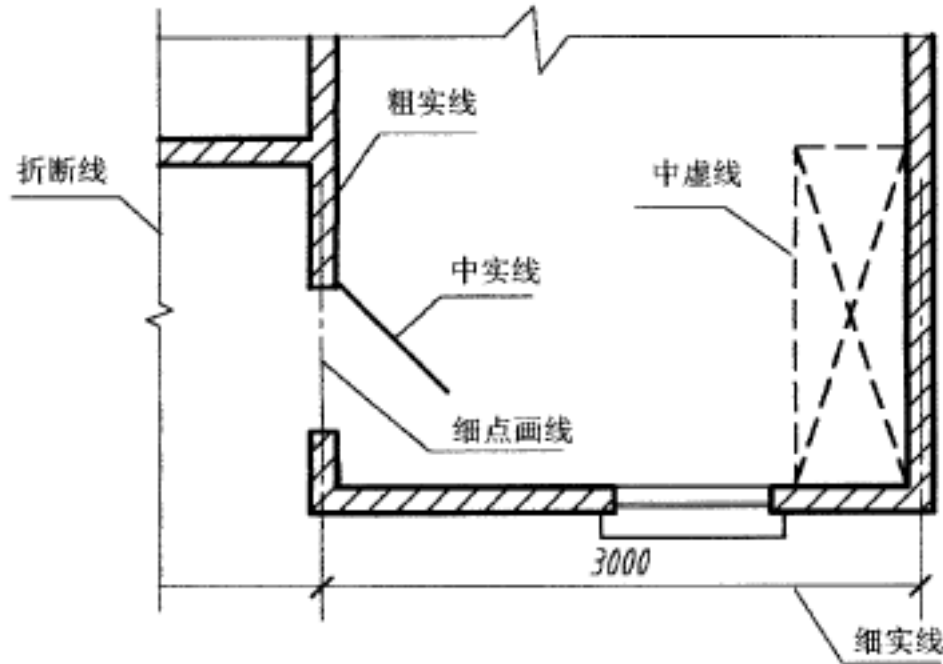


图 1-3 线型用法示例

3. 图线的画法

(1) 图线不得与文字、数字或符号重叠、相交。不可避免时,应断开图线以保证文字的清晰。

(2) 虚线的长为 $12b$, 间距为 $3b$ 。点画线或双点画线的两端不应是点, 其长度为 $24b$, 点的长度 $0.5b$, 画与点之间、点与点之间的间距为 $3b$ 。 b 为粗实线线宽。

(3) 虚线、点画线与自身或其他线相交时, 应交在画上。实线与虚线连接时, 应留有一定的间隔。点画线用作中心线时, 两端应超过圆周 $3 \sim 5 \text{ mm}$, 图形较小时, 可用细实线代替点画线 (图 1-4)。

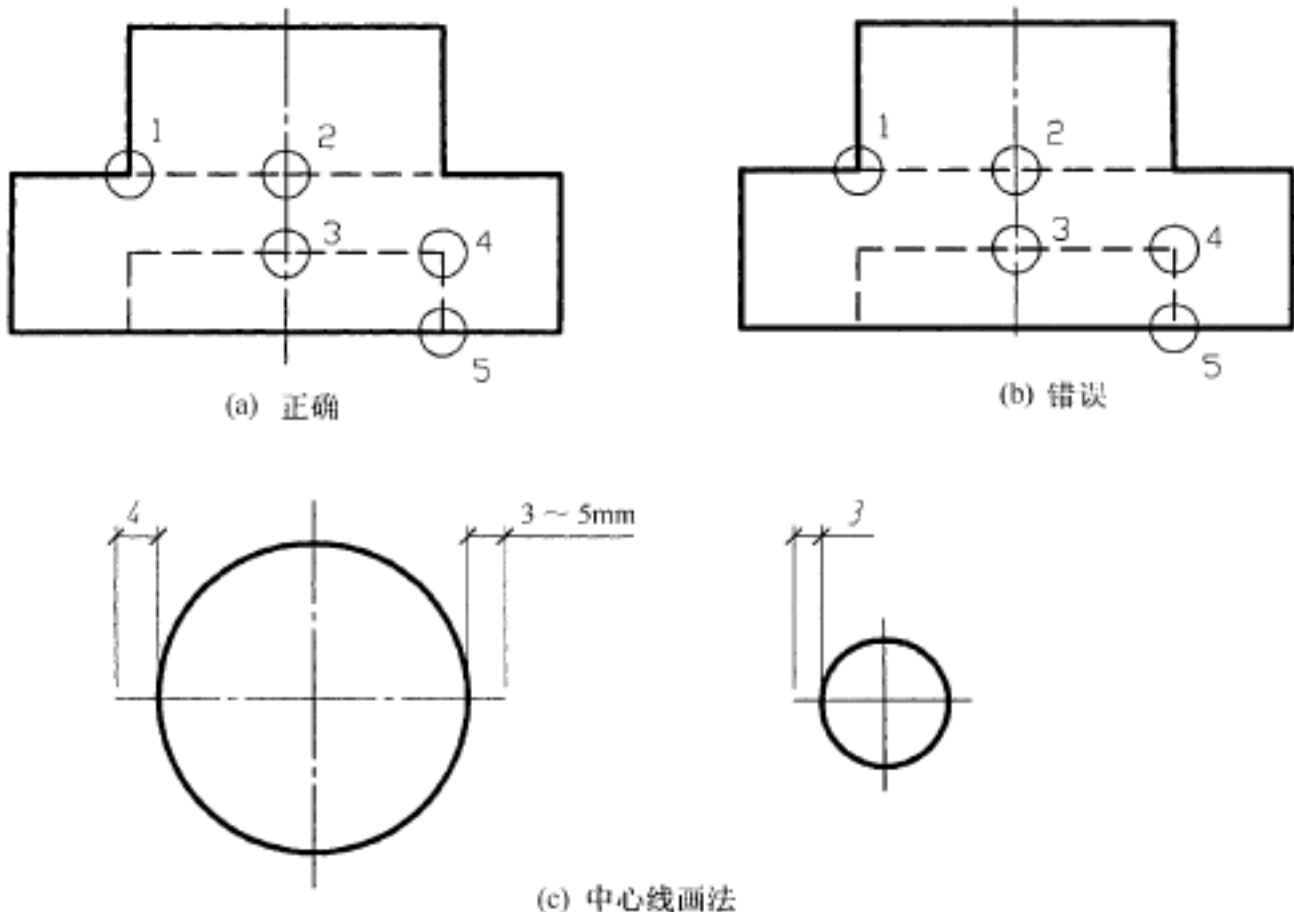


图 1-4 图线画法(一)

(4) 折断线应超出图形轮廓线,波浪线画至轮廓线为止(图 1-5)。

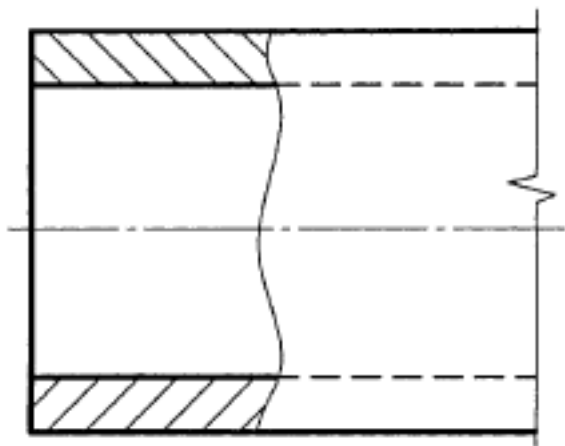


图 1-5 图线画法(二)

1.1.3 字体

图纸上所需书写的文字、数字、符号等,均应笔画清楚,字体端正,排列整齐。

1. 汉字

汉字应采用国家公布的简化汉字,并用长仿宋字体。长仿宋字体的字高与字宽的比例约为 1:0.7,如图 1-6 所示。字体的高度称为字体的号数。字号分 20 mm, 14 mm, 10 mm, 7 mm, 5 mm, 3.5 mm, 2.5 mm 等七级,一般应不小于 3.5 mm。字体宽度相应为 14 mm, 10 mm, 7 mm, 5 mm, 3.5 mm, 2.5 mm, 1.8 mm。长仿宋字体的示例如图 1-6 所示,其特点是笔画挺坚,粗细均匀,起落带锋,整齐秀丽。写好长仿宋字的基本要领是:横平竖直,注意起落,填满方格,结构匀称。



图 1-6 长仿宋字示例

2. 拉丁字母和数字

拉丁字母和数字有直体和斜体两种,字高与字宽之比为 1:0.7。图样上的数字和字母一般采用斜体字(向右倾斜约 75°),如图 1-7 所示,在与汉字写在一起时,宜写直体字。字高 h 不宜

小于 2.5 mm,小写字母的高度应为大写字高 h 的 $7/10$,字母间隔为 $2/10h$,上下行的净间距最小为 $4/10h$ 。字母和数字的笔画宽度(d)分为两种,宽型 $d = H/10$,窄型 $d = H/14$,一般采用宽型斜体字。

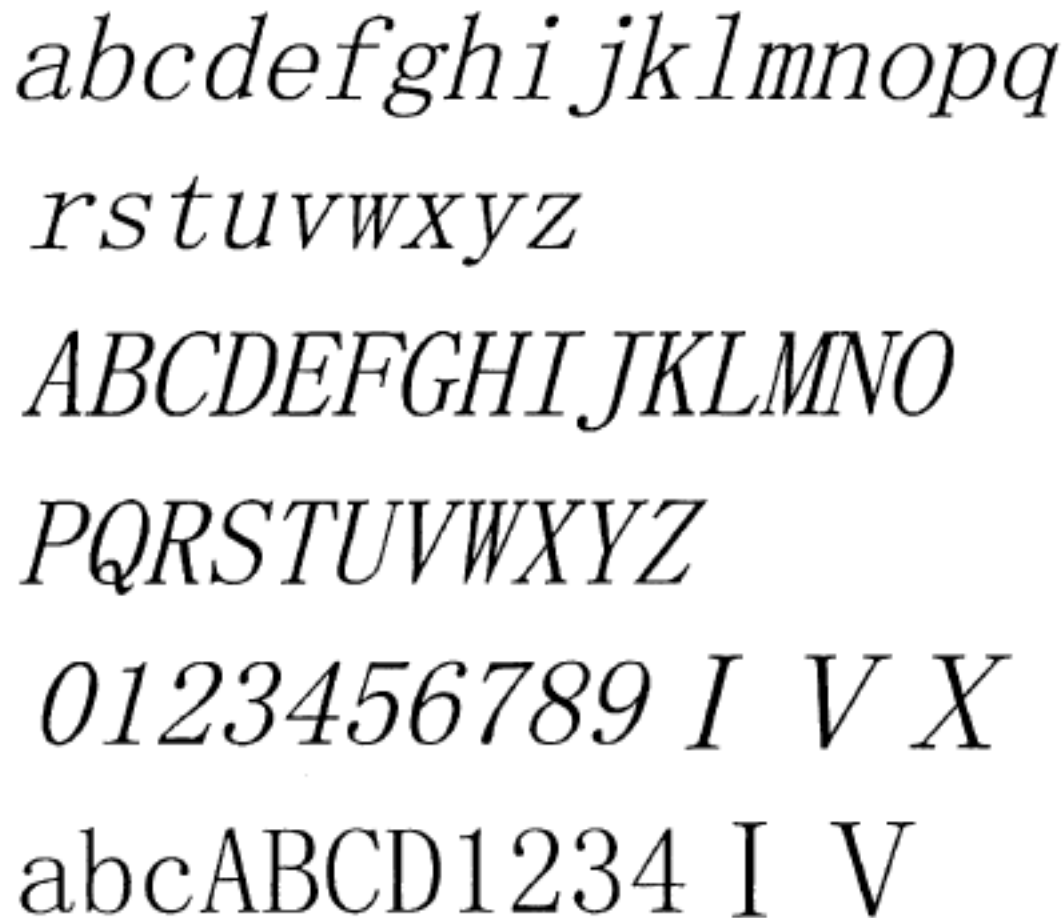


图 1-7 字母、数字示例

1.1.4 比例

图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比,称为比例。比例 1:50,即图上的尺寸为 1 个单位长度,而实物尺寸为 50 个单位长度。绘图时所用的比例,应根据图样的用途与被绘对象的复杂程度从表 1-6 中选用,并应优先选用表中的常用比例。

比例应写在图名右侧,并与图名底部平齐,字体比图名字体小 1 号或 2 号。当整张图纸上只用一种比例时,可写在标题栏内。

表 1-6 绘图用的比例

常用比例	1:1 1:2 1:5 1:10 1:20 1:50 1:100 1:200 1:500 1:1000
	1:2000 1:5000 1:10000 1:20000 1:50000 1:100000
	1:200000
可用比例	1:3 1:5 1:25 1:30 1:40 1:60 1:150 1:250 1:300 1:400
	1:600 1:1500 1:2500 1:3000 1:4000 1:6000 1:15000
	1:30000

1.1.5 尺寸标注

图样除了画出建筑物及其各部分的形状外,还必须准确、详尽和清晰地标注尺寸,以确定其大小,作为施工时的依据。

图样上的尺寸由尺寸界线、尺寸线、尺寸起止符号和尺寸数字组成(图 1-8)。

尺寸界线用细实线绘制,一般应与被注长度垂直,其一端应离开图样的轮廓线不小于 2 mm,另一端宜超出尺寸线 2 ~ 3 mm。必要时可利用轮廓线作为尺寸界线(如图 1-8 所示中的尺寸 3 260)。

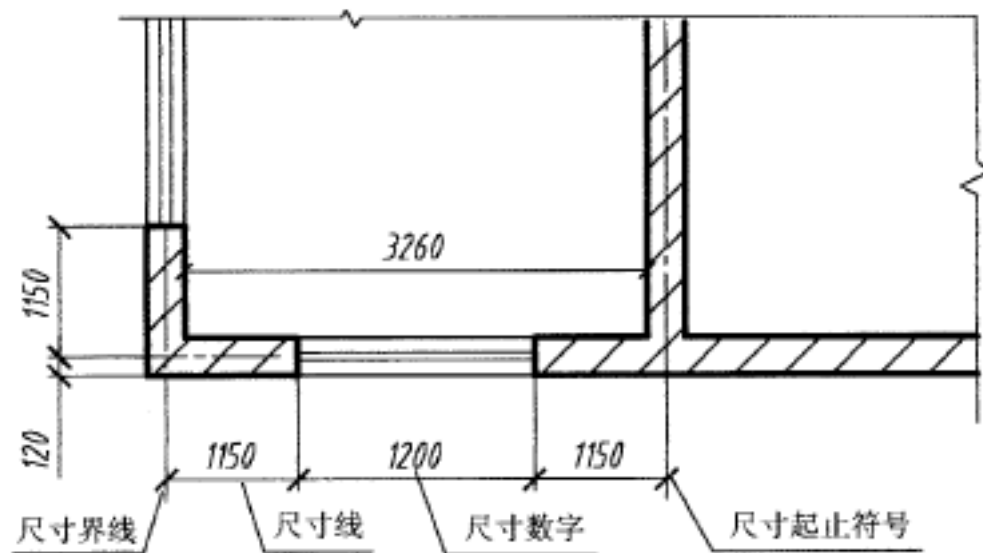


图 1-8 尺寸的组成

尺寸线也用细实线绘制,并应与被注长度平行,但不宜超出尺寸界线之外。图样上任何图线都不得用作尺寸线。

尺寸起止符号一般应用中粗短斜线绘制,其倾斜方向应与尺寸界线成顺时针 45°角,长度宜为 2 ~ 3 mm。尺寸界线过密或在轴测图中标注尺寸时,起止符号可用小圆点。

尺寸数字一般写在尺寸线上方中部,采用 3.5 号(或 2.5 号)字。全图尺寸数字的大小应一致。图上的尺寸数字是物体的实际大小,与画图采用的比例无关。

国标规定,图样上标注的尺寸,除标高及总平面图以米(m)为单位外,其余一律以毫米(mm)为单位,图上尺寸数字都不再注写单位。本书文字和插图中的数字,如没有特别注明单位的,也一律以毫米为单位。图样上的尺寸,应以所注尺寸数字为准。

尺寸数字应顺尺寸线注写。当尺寸线为水平或倾斜方向时,字头向上;当尺寸线为竖直方向时,字头向左,如图 1-9 所示。如需在图中阴影线所示 30°范围内注写尺寸时,应按图示方式标注。

标注半径、直径和角度,尺寸起止符号不用 45°短斜线,而用箭头表示,如图 1-10 所示,图中 R 表示半径,用于标注半圆及小于半圆的圆弧的尺寸; \varnothing 表示直径,用于标注圆及大于半圆的圆弧的尺寸。尺寸线应通过圆心,箭头指到圆周或圆弧。角度数字一律水平注写。

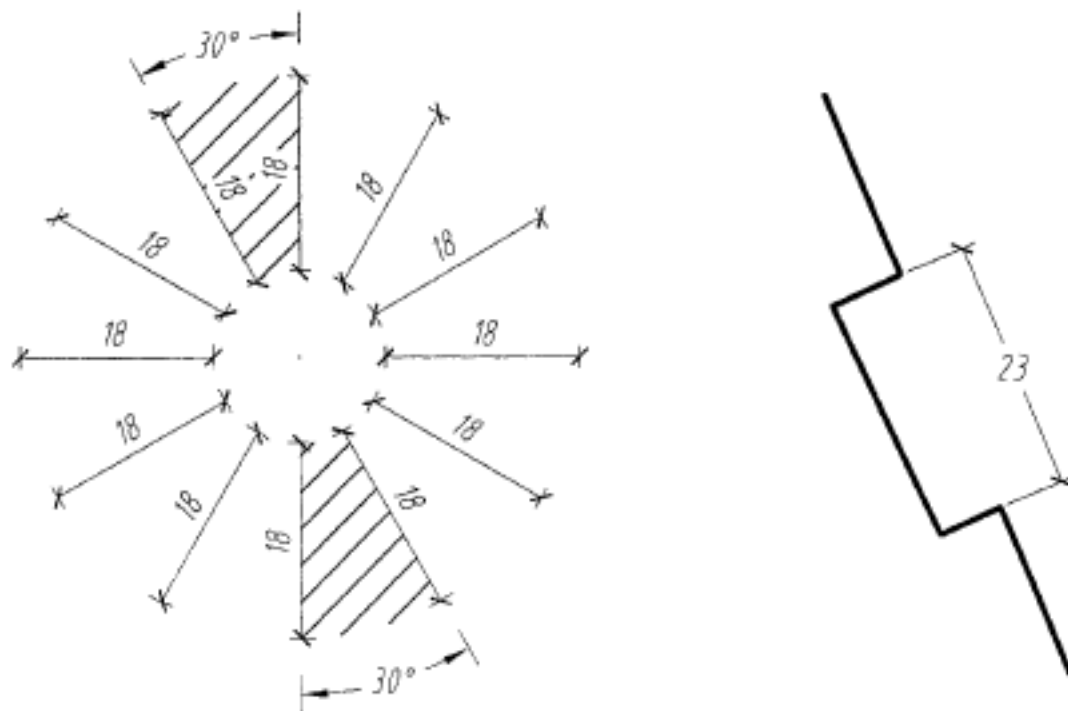


图 1-9 尺寸数字的注写

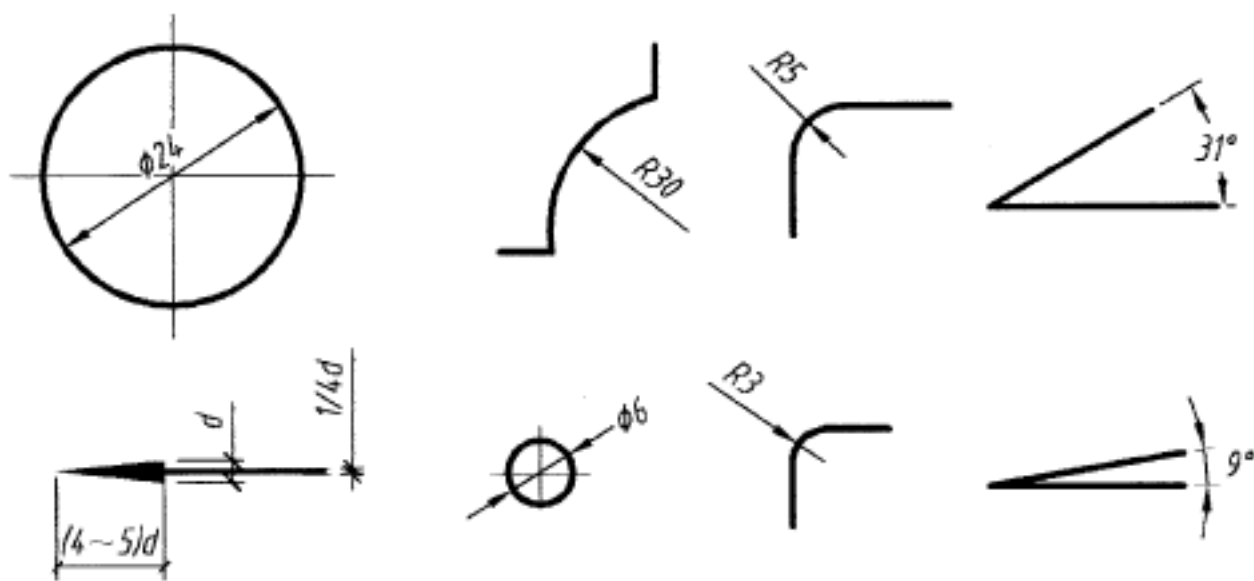


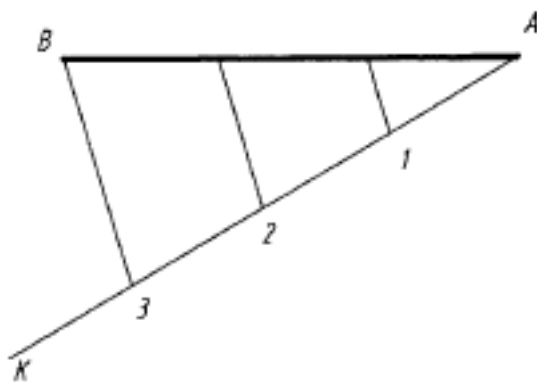
图 1-10 半径、直径、角度的尺寸注法及箭头画法

1.2 几何作图

1.2.1 等分线段

现以图 1-11 所示的三等分已知直线段 AB 为例,介绍一种作法,作图过程如下:

- (1) 过 A 点任作一直线 AK ,并在其上用等分连续量取三个任意的相等距离 A_1, A_2, A_3 ,得 1, 2, 3 各点。
- (2) 连 3 与 B ,由点 1, 2 作 $3B$ 的平行线,就与 AB 交得所求的两个等分点。

图 1-11 三等分已知线段 AB

1.2.2 作正多边形

1. 正六边形

图 1-12 为已知外接圆作正六边形,作图过程如下:

(1) 如图 1-12(a) 所示,以 60° 三角板紧靠丁字尺,分别过水平中心线与圆周的两交点作 60° 斜线。

(2) 如图 1-12(b) 所示,再翻转三角板,同样作另外两条 60° 斜线。

(3) 如图 1-12(c) 所示,过 60° 斜线与圆周的交点分别作上、下两条水平线,就作出了这个正六边形。

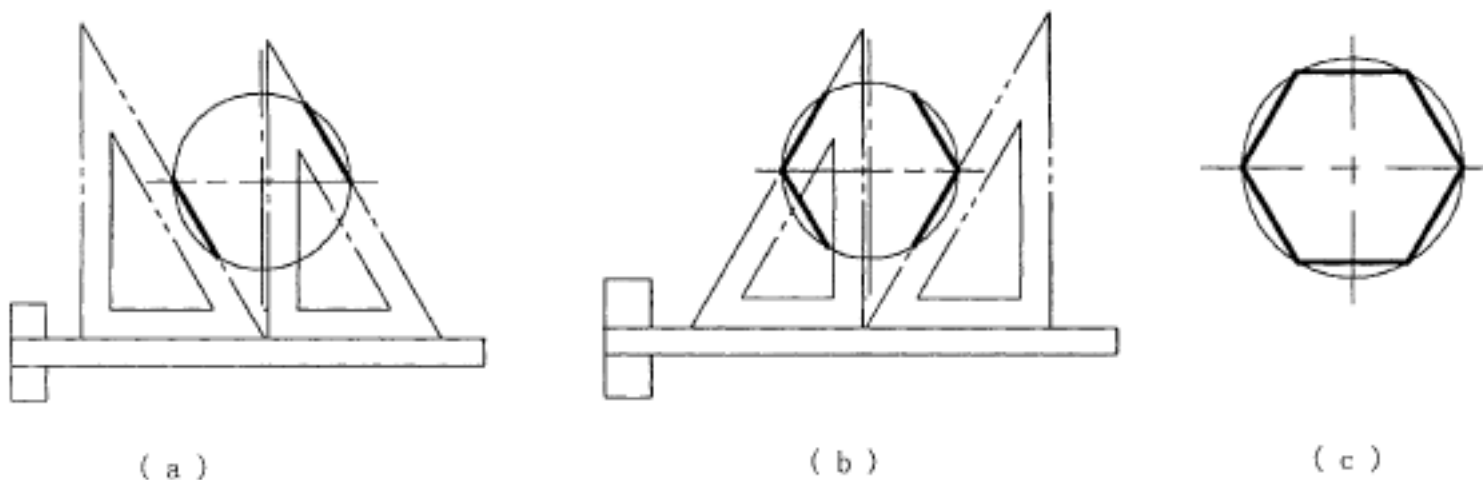


图 1-12 作正六边形

2. 任意边数的正多边形

现以图 1-13 所示的作圆内接正七边形为例,介绍一种正多边形的近似作图法,作图过程如下:

(1) 如图 1-13(a) 所示,先接外接圆的直径 AN 按所作正多边形的边数进行等分,现为 7 等分,得等分点 1,2,3,4,5,6。

(2) 如图 1-13(b) 所示,以 N 为圆心、 NA 为半径作弧,在水平中心线的延长线上,分别截得点 M_1, M_2 。

(3) 如图 1-13(b) 所示,过 M_1 和 M_2 分别向等分点 2,4,6 引直线,并延长到与圆周相交,得交点 G, F, E 和 B, C, D 。

(4) 如图 1-13(b) 所示,用直线段顺次连接 A, B, C, D, E, F, G, A ,即得所求的正七边形。

(5) 作图结果如图 1-13(c) 所示。

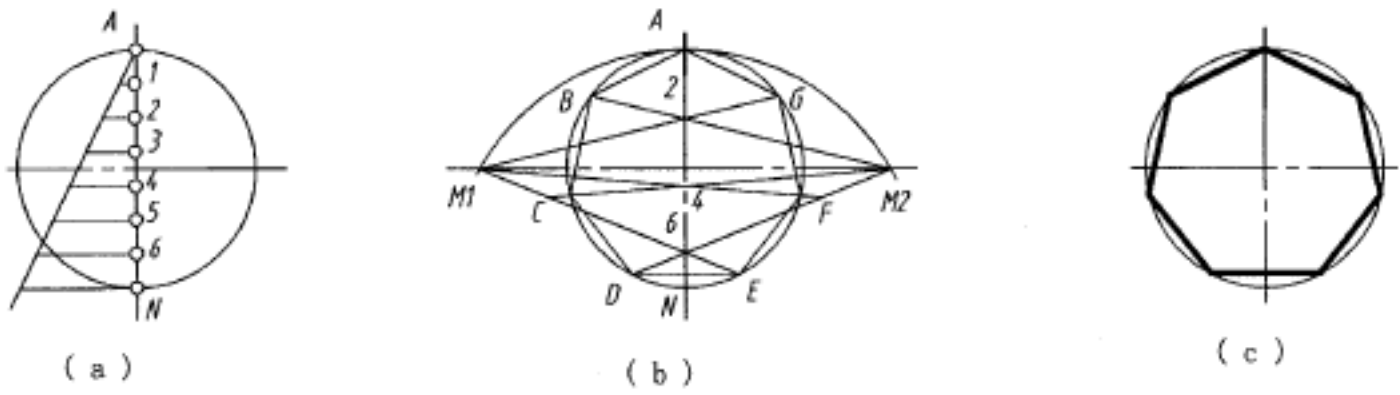


图 1-13 作正七边形

用这样的方法,也可作出任何边数的正多边形。

1.2.3 椭圆的作法

已知椭圆长轴 AB 及短轴 CD ,画椭圆。

方法一:同心圆法(图 1-14)。

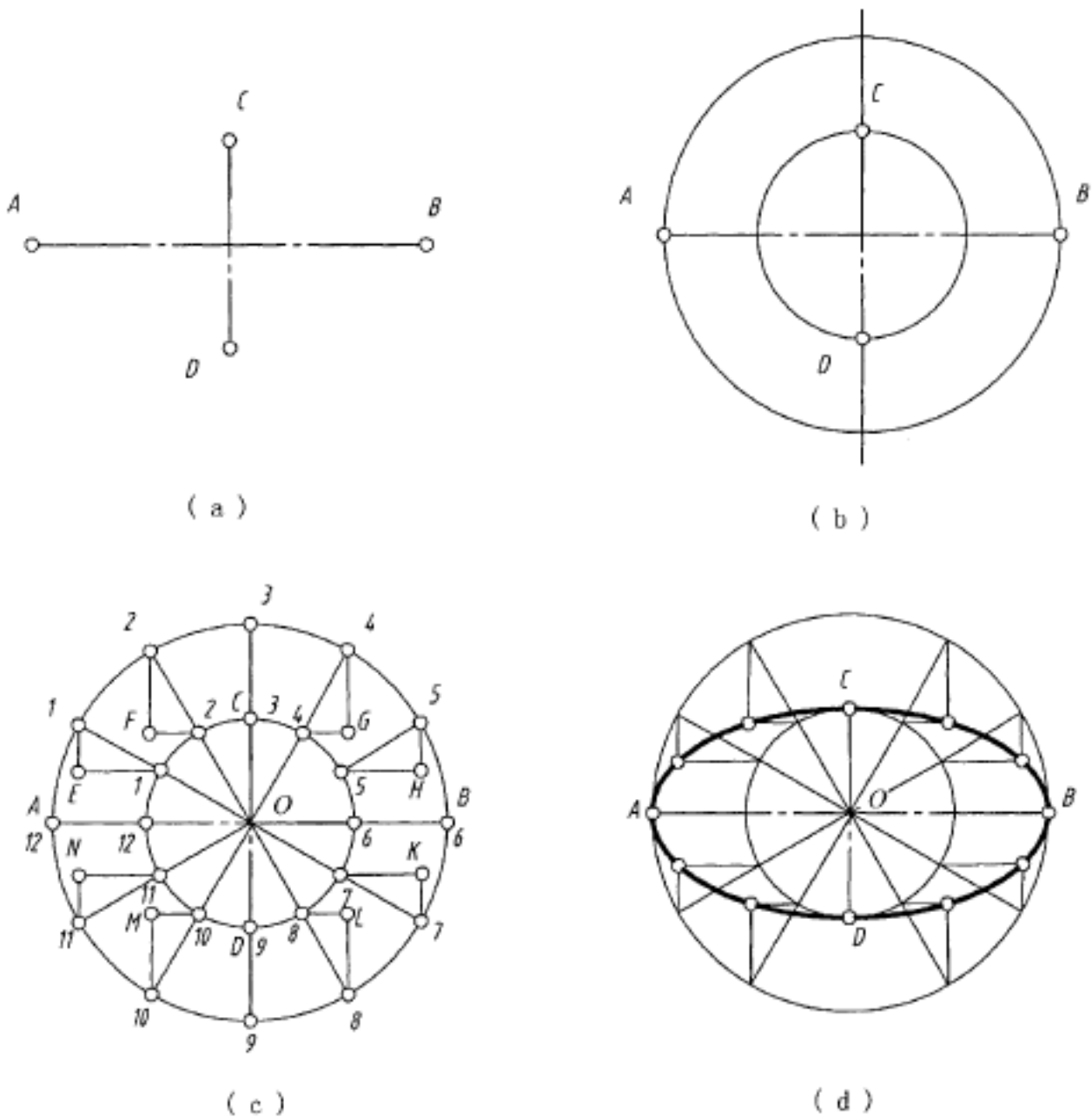


图 1-14 同心圆法