

画法几何及工程制图

北京交通大学 卞永龄

西安交通大学 樊留生

主编

高等学校教材

中国铁道出版社

高等学校教材

画法几何及 工程制图

(电类及技术管理等专业适用)

北方交通大学 巩永龄 主编
西南交通大学 魏福平

中国铁道出版社

1990年·北京

内 容 简 介

本书是在试用教材的基础上,根据国家教育委员会委托的画法几何及工程制图课程教学指导委员会一九八七年三月制订的高等学校《工程制图基础课程教学基本要求》修订而成的。

本书系统地介绍了制图的基本知识,正投影法的基本理论和基本作图方法,绘制和阅读工程图样的基本原理和方法。同时,针对各专业的需要,编有机械图、电气制图和房屋建筑图。对计算机制图也作了简要的介绍。

本书可作为高等学校无线电技术、电子工程、自动控制、通信信号、技术管理以及应用理科类专业(60~70学时)的教材。也可作为业余及函授高等工业学校有关专业师生和工程技术人员的参考书。

高等学校教材 画 法 几 何 及 工 程 制 图

北方交通大学 巩永龄 主编
西南交通大学 魏福平

✱

中国铁道出版社出版、发行
(北京市东单三条14号)

责任编辑 程东海 封面设计 王毓平
各地新华书店经售
中国铁道出版社印刷厂印

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 12.25 字数: 283 千

1990年5月 第1版 第1次印刷

印数: 1—5000册

ISBN7-113-00711-2/TB·15 定价: 2.50元

前 言

随着我国国民经济的迅速发展,新技术不断出现,国家有关部门根据各个方面的需要,自一九八五年起先后颁布并实施了一系列新的标准,如《机械制图》(GB4457~4460—84)、《电气图用图形符号》(GB4728.1~13—85)、《电气制图》(GB6988.1~7—86)、《电气设备用图形符号》(GB5465.1~2—85)、《建筑制图》(GBJ104—87)等。作为高等学校教材,应及时反映这些新标准。

本书是根据新的“画法几何及工程制图课程教学基本要求”在一九八三年由北方交通大学巩永龄、上海铁道学院谈迅文、西南交通大学魏福平主编,中国铁道出版社出版的高等学校试用教材《画法几何及工程制图》基础上进行修订的。适用于电子、应用理科类专业,学时数为50~70学时。

本书修订后,保持原试用教材的基本特色,但在以下四个方面作了较大的变动:

一、按照新的有关国家标准更换了全书的相应图例和有关数据。

二、突出以图示为主的基本点,改写了原书第四、五和第六章,删去了原书第十四章“图解空间几何问题”和第十三章“投影变换及立体表面展开”中的“立体表面展开”等选学内容,把投影变换中的“换面法”作为独立的一节插入本书的第六章,使理论与实际更好的结合。

三、扩充原书的第七章,把对组合体的认识与表达技能作为主干内容,以强化从基本几何元素过渡到工程实际形体的训练。

四、考虑到本教学类型学时数较少的特点,把画图与读图的训练交叉进行叙述,因此撤消原书独立的第九章“轴测图”,而将它的内容分散穿插到各个章节中去。在教学时,可以按各校教学习惯,既可以如本修订版这样,使正投影图和轴测图穿插并进,完成空间到平面、平面到空间的多次循环,也可以在教学的适当阶段集中介绍轴测图的基本知识和画法。

除此之外,很多章节的内容也进行了局部修订,并把原书选学部分的第十五章“计算机绘图”移入本书第一篇中。这样全书就由原有的五篇共十五章修订为本书的四篇共十二章。

在本书修订的同时,也对与之配套的习题集作了补充和修改。

参加本书修订工作的有:上海铁道学院陈文耀(第二、第十章);长沙铁道学院梁克定(第九章)、李仁(第十二章);兰州铁道学院郑德福(第八章)、彭子萍(第一、第十一章);华东交通大学阎立荣(第五、第六、第七章);西南交通大学顾秀英(第三章)、任晓强(第四章);由北方交通大学巩永龄、西南交通大学魏福平担任主编。

本书由西南交通大学刘钊彰、大连铁道学院陆振涛担任主审。

担任本书描图工作的有:兰州铁道学院牛文华,西南交通大学濮秀英,北方交通大学王桂玲等同志。

编 者

1989年5月

目 录

第一篇 制图基本知识

第一章 制图的基本规定	
第一节 一般规定	1
第二节 尺寸注法	6
第二章 绘图工具和仪器	
第一节 常用绘图工具和仪器	12
第二节 其它绘图工具	17
第三节 专用绘图设备和图样复制设备	19
第四节 徒手画草图	20
第三章 平面图形	
第一节 几何作图	21
第二节 平面图形的画法及尺寸标注	26
第四章 计算机绘图简介	
第一节 绘图机和绘图软件	30
第二节 交互式绘图	32

第二篇 正投影法原理

第五章 投影的基本知识	
第一节 投影法概述	34
第二节 空间形体与其投影间的对应关系	35
第三节 工程上常用的各种图示法	37
第六章 点、直线和平面的投影	
第一节 点的投影	43
第二节 直线的投影	47
第三节 平面的投影	55
第四节 更换投影面法	63
第七章 立 体	
第一节 平 面 体	69
第二节 曲 面 体	74
第三节 两回转体相贯	85
第四节 立体的轴测图的画法	89

第三篇 投 影 制 图

第八章 组 合 体

第一节 组合体的组成分析	95
第二节 组合体视图的画法	97
第三节 组合体视图的读法	100
第四节 组合体的尺寸标注	105
第五节 组合体轴测图的画法	109

第九章 物体的表达方法

第一节 视 图	112
第二节 剖 视 图	115
第三节 剖 面 图	120
第四节 局部放大图	122
第五节 简化画法	122
第六节 第三角投影简介	125

第四篇 工 程 制 图

第十章 机械图

第一节 零 件 图	127
第二节 几种零件的画法	136
第三节 装配图的内容及表达方法	142
第四节 画装配图和读装配图	148

第十一章 电气制图

第一节 概 述	153
第二节 《电气制图》标准中的一些重要规则	153
第三节 电气图举例	157

第十二章 房屋建筑图

第一节 建筑施工图的基本知识	161
第二节 房屋建筑图的阅读	165
附录 I 长仿宋体	172
附录 II 螺纹及连接件	175
附录 III 公差与配合	179

第一篇 制图基本知识

绘图时严格遵守国家标准对制图的有关规定,正确、熟练地掌握各种绘图工具和仪器的使用方法,准确地绘制出各种平面图形,是每一位工程技术人员应当具备的基本知识和技能。而了解反映新技术的计算机绘图,更有助于开拓读者的思路。本篇将对上述内容作必要的介绍。

第一章 制图的基本规定

在现代化的工业生产中,图样是工程技术人员表达设计思想、指导生产和交流技术经验的重要手段。各种机器、仪表、建筑物等的制造和施工,都是以图样作为主要依据的。因此,图样被称为工程技术人员的“语言”。

为适应现代化生产和便于技术交流,对于图样的格式、内容、画法和尺寸标注等,必须有一个统一的规定,这些规定称为制图标准。

对于机械制图,我国于1959年制订了国家标准《机械制图》,以后又于1970年、1974年作了修订,现在实施的是1984年修改、制订的制图标准。对于土建制图、电气制图等,现在实施的是1986年、1987年相继修改、制订的制图标准,如国家标准《房屋建筑制图统一标准》、《建筑制图标准》、《电气制图》等等。此外,不同部门还根据专业需要,制订了部颁标准,作为国家标准的补充。本章介绍的是国家标准《机械制图》中的一些基本规定,其它内容将在有关章节中分别介绍。

第一节 一般规定

一、图纸幅面及格式

1. 图纸幅面

绘制图样时,应采用表1—1中规定的幅面尺寸。

图纸幅面尺寸(单位: mm)

表1—1

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

2. 图框格式

图纸根据是否装订，分为两种形式。需要装订的图纸，其格式如图 1—1 所示， a 为装订边的尺寸，一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。不需装订的图纸，其格式如图 1—2 所示。图纸无论是否装订，都应根据幅面的大小，按表 1—1 中所规定的 a 、 c 、 e 尺寸留出周边，并用粗实线画出图框线。

标题栏的位置应按图 1—1、1—2 所示的方式配置。标题栏的边框线为粗实线。标题栏中的文字方向为看图的方向。

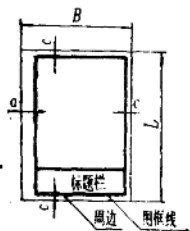


图 1—1

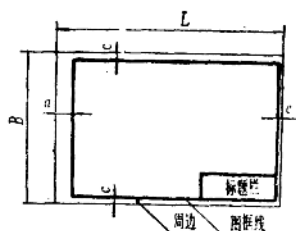


图 1—2

标题栏的格式，国家标准未作统一规定。在制图作业中，建议采用图 1—3 所示的格式。

二、比 例

比例是图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比。

绘制图样时，一般应采用表 1—2 中规定的比例。



图 1—3

比 例

表 1—2

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 ⁿ	1:1.5×10 ⁿ	1:2×10 ⁿ	1:2.5×10 ⁿ	1:5×10 ⁿ	
放大的比例	2:1	2.5:1	4:1	5:1	(10×n):1	

注： n 为正整数。

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，必须另行标注。

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，可不按比例放大画出。

三、字 体

国家标准对图样上书写的各种字体，作了一些具体规定。

1. 图样上书写的汉字、数字和字母都必须做到，字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。

2. 字体的号数，即字体的高度（单位为毫米），分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5

七种（汉字字高不宜采用2.5），字体的宽度约等于字体高度的三分之二。数字及字母的笔划宽度约为字体高度的十分之一。

3. 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般采用小一号字体。

4. 斜体字字母向右倾斜，与水平线约成 75° 角。

下面对各种字体作一些介绍。

（一）汉字

汉字应写成长仿宋体，并应采用国家正式公布推行的简化字。汉字长仿宋体示例如图1—4。

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

图 1—4

汉字长仿宋体的写法可参阅附录 I。

（二）数字

阿拉伯数字是图样上使用最多的字体。按照国家标准的规定式样，写好这十个字是非常必要的。

数字分直体和斜体两种。表1—3列出了斜体数字的结构特点和笔划顺序。

表 1—8

直笔划类型		曲笔划类型	
直曲混合笔划类型			

直体数字的示例见图1—5。

斜体罗马数字的示例见图1—6。



图 1—5

(三) 字 母

拉丁字母也分直体和斜体两种。一般多用斜体。大写和小写的斜体拉丁字母的示例见图 1—7。

I II III IV V VI
VII VIII IX X

图 1—6

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

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

四、图 线

图线的名称、型式、宽度及其主要应用范围如表 1—4 所列。在同一张图中，同类图线的宽度应基本一致。

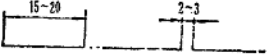
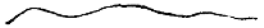
图线的宽度分粗、细两种，粗（实）线的宽度 b 应根据图形的大小和复杂程度，在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选用，细线的宽度约为 $b/3$ 。

虚线、点划线和双点划线的线段长度和间隔应各自大致相等。绘图时，建议采用表 1—4 中所列的数据。

绘制圆的对称中心线时，圆心应为点划线线段的交点，而不应是点；点划线的首末两端应是线段，且应超出图形 $3 \sim 5\text{mm}$ ；在较小的图形上绘制点划线有困难时，可用细实线代替。如图 1—8 所示。

图线名称、型式、宽度及其主要应用范围

表 1—4

图线名称	图线型式	图线宽度	主要应用范围
粗实线		b	可见轮廓线
细实线		约 $b/3$	不可见轮廓线
细点划线		约 $b/3$	轴线、对称中心线
双点划线		约 $b/3$	相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线、假想投影轮廓线
波浪线		约 $b/3$	断裂处的边界线，视图和剖视的分界线
双折线		约 $b/3$	断裂处的边界线

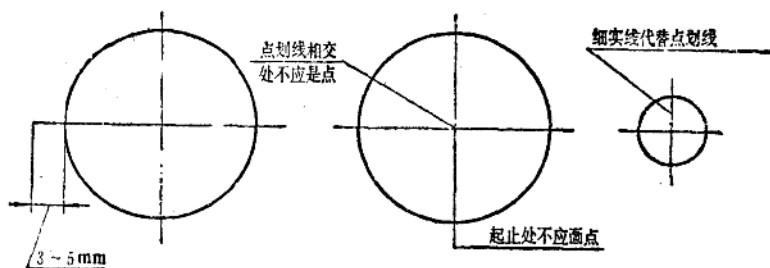


图 1—8

粗实线、虚线和点划线相交处的正确画法如图 1—9 所示。

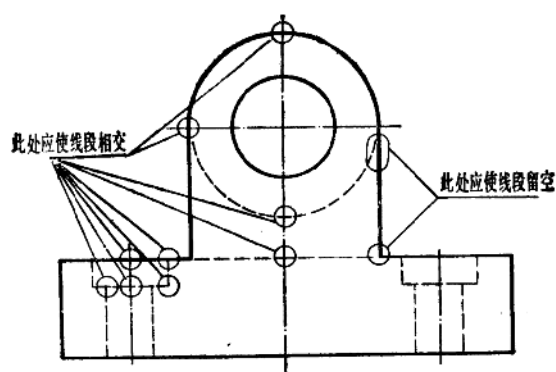


图 1-9

图 1-10是用规定的图线画出的—把螺丝刀。螺丝刀的可见轮廓用粗实线画，刀杆装入手柄内不可见部分用虚线画，螺丝刀的对称中心线应用点划线画出。尺寸线和尺寸界线用细实线画。与螺丝刀有关但不属于螺丝刀的螺钉和壁板则需用双点划线来画出，壁板的其余部分与读图无关，故用波浪线断开。

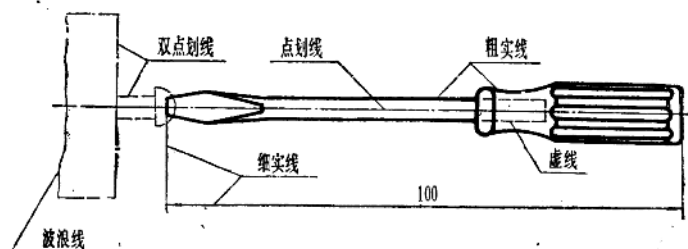


图 1-10

第二节 尺寸注法

标注尺寸是一项十分重要的工作，必须严格遵守国家标准中的有关规定。下面介绍的是国家标准机械制图《尺寸注法》中的基本内容。

一、基本规则

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

(二) 图样中(包括技术要求和其它说明)的尺寸，以毫米为单位时，不需标注计量单位的代号或名称，如采用其它单位，则必需注明相应的计量单位的代号或名称。

(三) 图样中所标注的尺寸，为该图样所示机件的最后完工尺寸，否则应另加说明。

(四) 机件的每一部位的尺寸，一般只标注一次，并应标注在反映该部位最清晰的图形上。

二、尺寸数字、尺寸线和尺寸界线

一个完整的尺寸，应包括尺寸数字、尺寸线和尺寸界线等部分，如图 1—11 所示。

(一) 尺寸数字

1. 线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方，也允许注写在尺寸线的中断处。当没有足够的位置注写数字时，可引出标注，如图 1—12 所示。尺寸数字不可被任何图线所通过，否则必须将该图线断开，如图 1—13 所示。

2. 线性尺寸数字的方向，一般应采用下述第一种方法注写。在不致引起误解时，也允许采用第二种方法。但在一张图样中，应尽可能采用同一种方法。

方法 1：数字应按图 1—14 所示的方向注写，并尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸，当无法避免时，可按图 1—15 的形式标注。

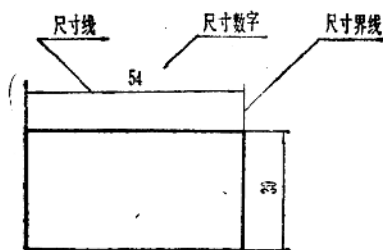


图 1—11

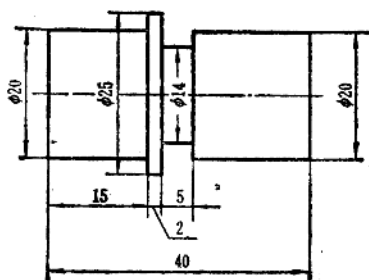


图 1—12

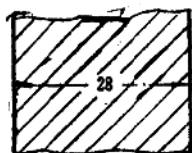


图 1—13

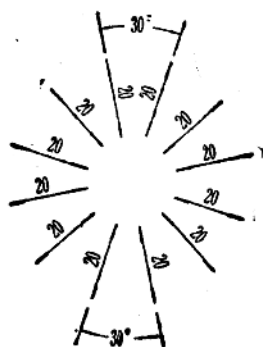


图 1—14

方法 2：对于非水平方向的尺寸，其数字可水平地注写在尺寸线的中断处，如图 1—16 所示。

3. 角度的数字一律写成水平方向，一般注写在尺寸线的中断处，必要时可将数字注写在尺寸线的旁边或引出标注，如图 1—17 所示。

(二) 尺寸线

1. 尺寸线用细实线绘制，其终端可以有如下两种形式。

a、箭头：箭头的形式如图 1—18 所示（其中 b 为粗实线的宽度），适用于各种类型

的图样。

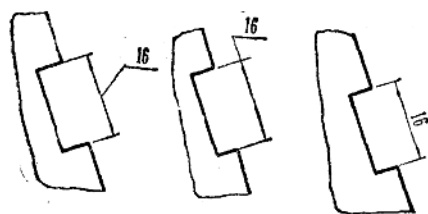


图 1-15

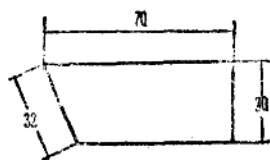


图 1-16

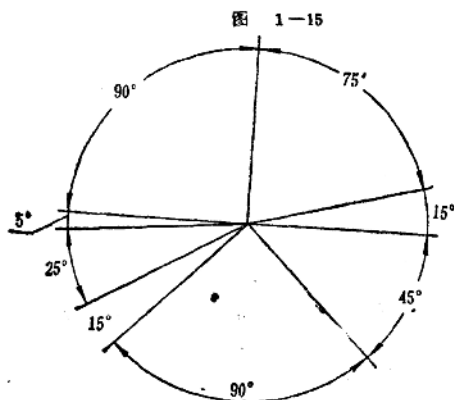


图 1-17

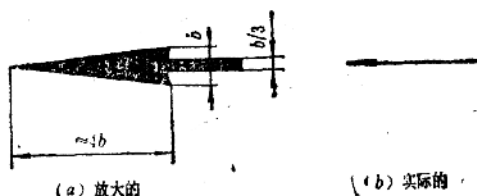


图 1-18

b、斜线：斜线用细实线绘制，其方向和画法如图1-19所示（其中 h 为字体高度）。当尺寸线终端采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界线必须互相垂直，如图1-20所示。

当尺寸线与尺寸界线相互垂直时，同一张图样中只能采用同一种尺寸线终端形式。

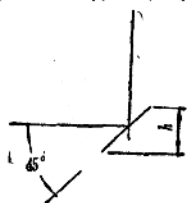


图 1-19

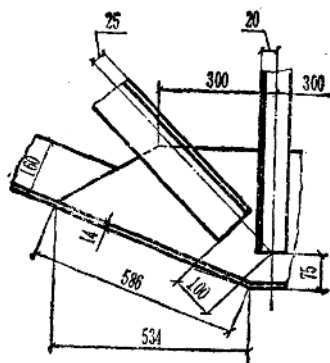


图 1-20

2. 在没有足够的位置画箭头或注写数字时，可按图1-21的形式标注。

3. 标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行，如图1-22(a)所示。

尺寸线不能用其它图线代替，一般也不得与其它图线重合或画在其延长线上。读者不难看出，图1-22(b)中的各尺寸线是违反这些规定的，因而该图中的整个尺寸注法是错误的。

4. 标注角度时，尺寸线应画成圆弧，其圆心是该角的顶点，如图1-17所示。

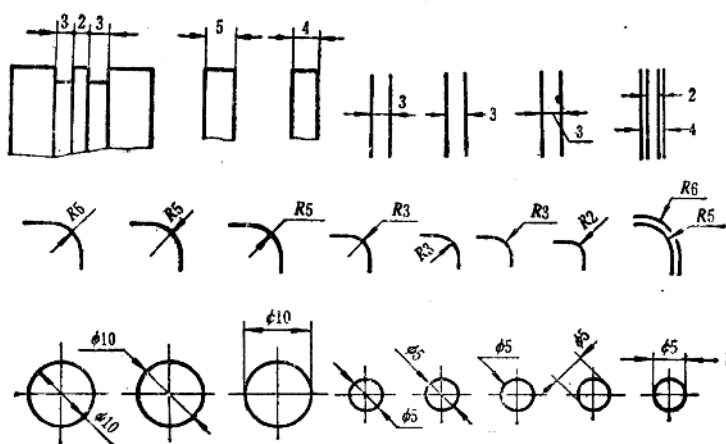
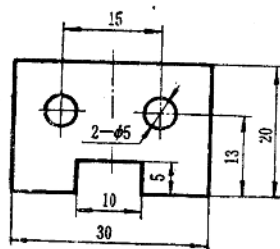


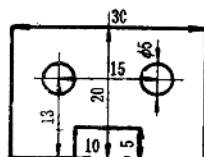
图 1-21

(三) 尺寸界线

1. 尺寸界线也用细实线绘制，并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线，如图 1-22 (a)、图 1-13 所示。



(a) 正确

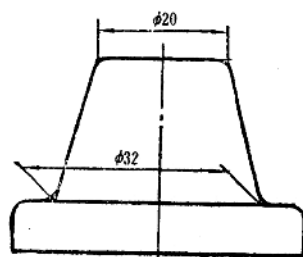


(b) 错误

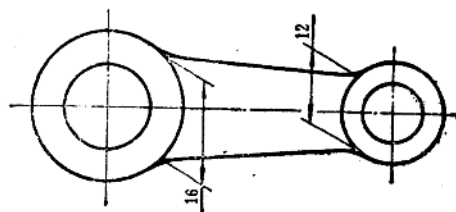
图 1-22

2. 尺寸界线一般应与尺寸线垂直，必要时才允许倾斜。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，如图 1-23 所示。

3. 标注角度的尺寸界线应沿径向引出，如图 1-17。



(a)



(b)

图 1-23

三、直径、半径、弧长与弦长的标注

1. 标注圆的直径尺寸时，一般以过圆心的一条倾斜线作为尺寸线，尺寸线的终端应画成箭头，以圆的轮廓线作为尺寸界线，并在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”（图 1—24 a）。

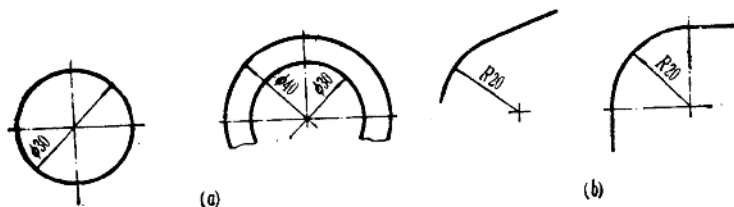


图 1—24

2. 标注圆弧的半径尺寸时，尺寸线的一终端在圆心，另一终端用箭头指向圆弧的轮廓线，在尺寸数字前加注符号“ R ”（图 1—24 b）。

当圆弧的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—25 (a) 的形式标注。若不需要标出其圆心位置时，可按图 1—25 (b) 的形式标注。

3. 标注球面的直径或半径时，应在符号“ ϕ ”或“ R ”前再加注符号“ S ”。如图 1—26 所示。

对于螺钉、铆钉的头部、轴及手柄的端部等，在不致引起误解的情况下，可以省略符号“ S ”，如图 1—27 所示。

4. 标注弧长时，应在尺寸数字上方加注符号“ $\wedge$ ”。弧长及弦长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线，当弧度较大时，尺寸界线可沿径向引出，如图 1—28 所示。

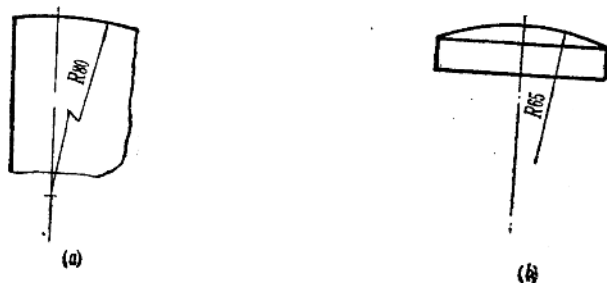


图 1—25

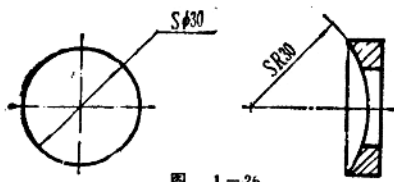


图 1—26

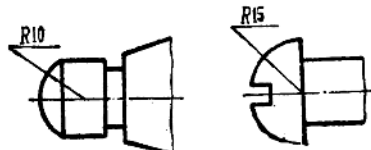


图 1—27

四、几种简化注法

1. 在同一图形中, 对于尺寸相同的孔、槽等成组要素, 可仅在一个要素上注出其尺寸和数量, 如图 1—29 所示。

2. 均匀分布的成组要素 (如孔等) 的尺寸按图 1—30 所示的方法标注。当成组要素的定位和分布情况在图形中已明确时, 可不标注其角度, 并省略“均布”两字, 如图 1—31 所示。

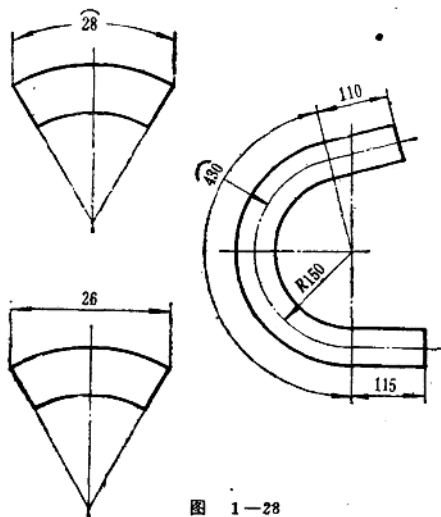


图 1—28

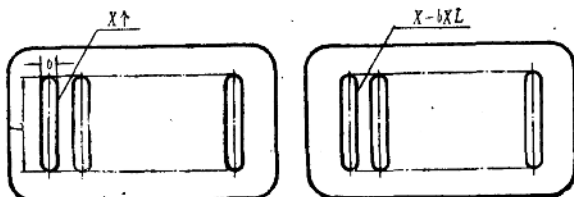


图 1—29

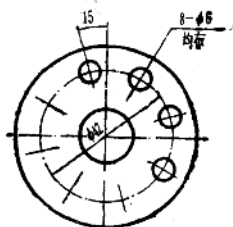


图 1—30

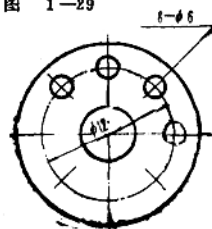
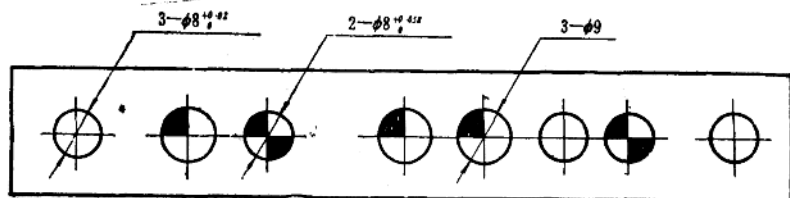
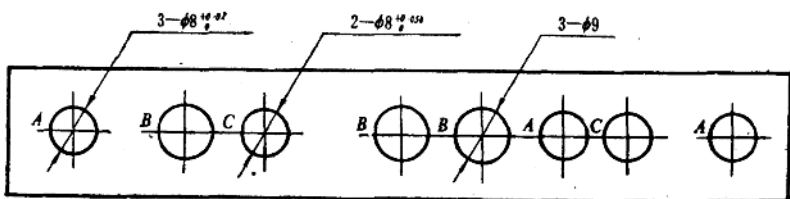


图 1—31

3. 在同一图形中具有几种尺寸数值相近而又重复的要素 (如孔等) 时, 可采用标记 (如涂色等) 的方法 (图 1—32 a), 或采用标注字母的方法 (图 1—32 b) 来区别。



(a)



(b)

图 1—32