

J I X I E Z H I T U

机械制图

天 津 科 学 技 术 出 版 社

机械制图

天津大学机械制图
教研室 编

*

天津科学技术出版社出版
天津市赤峰道124号

天津新华印刷一厂印刷
天津市新华书店发行

*

开本787×1092毫米 1/16 印张 22 1/4 字数 539,000

一九八〇年四月第一版

一九八〇年四月第一次印刷

印数：1—38,000

统一书号：15212·1 定价：2.30元

前 言

为适应高等院校、电视函授大学和“七·二一”大学教学的需要，我们组织编写了这本《机械制图》教材。

本书介绍了机械制图的基本原理（正投影和轴测投影）、基本标准（《机械制图国家标准》）、零部件形体结构的表达方法、仪器使用、制图技巧和作图方法，以及有关的机械知识等。力求使学生通过学习，能够阅读和绘制一般机器或机械零件、部件图，并具有一定的空间构思能力和较好的绘图技巧，为学习其他机械课程打下必要的基础。

为了使学生掌握读图和绘图的方法，基本理论是从“体”出发，由简到繁，由浅入深地展开叙述，零件和部件、读图和画图恰当地结合，所选用图例尽量联系生产实际，以利于培养分析问题解决问题的能力。为适应工厂的实际需要，还增加了“其他图样”篇，有轴测图、投影图、投影变换、展开图、复杂曲面零件画法、厂房建筑图等。在教学中，可根据当时和实际需要挑选讲授。

机械制图是一门实践性较强的技术基础课程，除应有一定的生产实践知识外，还必须通过较多的绘图实践才能掌握。为配合这本教材的学习，我们另外编写了《机械制图习题集》同时出版。

我们在调研及编写过程中，听取了一些地区高等院校及“七·二一”大学有关教师的意见，许多同志给予热情帮助，在此一并表示感谢。

本书系集体编写，由向豪英、许锡琪同志审校。由于水平所限，书中难免存有缺点和错误，希望广大读者批评指正。

天津大学机械制图教研室

一九七八年七月

目 录

第一篇 机械制图基础	1
第一章 机械制图基本知识	1
§ 1-1 机械制图基本标准	1
§ 1-2 制图工具、仪器	12
§ 1-3 几何作图	17
第二章 投影基础	28
§ 2-1 正投影法	28
§ 2-2 三视图的形成及投影规律	30
§ 2-3 点、直线、平面的投影分析	33
§ 2-4 基本立体的三视图	41
§ 2-5 立体的切割	49
§ 2-6 立体的相贯	56
§ 2-7 组合体的画图与读图	65
§ 2-8 尺寸注法	70
第三章 机器零件的表达方法	72
§ 3-1 视图	74
§ 3-2 剖视	76
§ 3-3 剖面	84
§ 3-4 其它表达方法	86
§ 3-5 视图表达的综合举例	91
第二篇 零件图与装配图	93
第四章 零件图	93
§ 4-1 概述	93
§ 4-2 零件图的视图选择	94
§ 4-3 零件图的尺寸注法	99
§ 4-4 零件上常见的工艺结构	102
§ 4-5 几类典型零件图	108
§ 4-6 零件图读图举例	114
第五章 技术要求	117
§ 5-1 表面光洁度	118
§ 5-2 公差与配合	123
§ 5-3 表面形状和位置公差	132

§ 5-4 热处理·····	155
第六章 连接件、常用件 ·····	156
§ 6-1 螺纹及螺纹连接件·····	157
§ 6-2 键、销连接·····	167
§ 6-3 齿轮·····	172
§ 6-4 弹簧·····	190
§ 6-5 滚动轴承·····	193
第七章 装配图 ·····	197
§ 7-1 概述·····	197
§ 7-2 部件的表达方法·····	198
§ 7-3 装配图的视图选择·····	200
§ 7-4 装配图的尺寸注法·····	208
§ 7-5 装配图技术要求的拟定·····	208
§ 7-6 装配图中的零件序号和明细表·····	209
§ 7-7 合理的装配工艺结构和正确的装配关系·····	211
§ 7-8 画装配图的步骤方法·····	214
§ 7-9 看装配图和拆画零件图·····	217
第八章 零部件测绘 ·····	231
§ 8-1 测绘工作概述·····	231
§ 8-2 草图的特点和徒手画图方法·····	232
§ 8-3 量具的使用及测绘方法·····	234
§ 8-4 螺纹、紧固件及齿轮的测绘·····	238
§ 8-5 部件测绘的步骤方法·····	242
第三篇 其他图样 ·····	250
第九章 轴测图 ·····	250
§ 9-1 轴测图概述·····	251
§ 9-2 圆的正轴测图·····	252
§ 9-3 正轴测图画法举例·····	254
§ 9-4 斜轴测图·····	258
§ 9-5 轴测剖视图的画法·····	260
第十章 投影变换 ·····	261
§ 10-1 变换投影面法·····	262
§ 10-2 旋转法·····	265
§ 10-3 用投影变换法解题实例·····	268
第十一章 展开图 ·····	271
§ 11-1 平面立体的表面展开·····	271
§ 11-2 可展曲面的展开·····	273
§ 11-3 不可展曲面的近似展开·····	276

第十二章 几种常见曲面零件	280
§ 12-1 螺旋面	280
§ 12-2 凸轮	284
§ 12-3 叶轮和叶片	286
第十三章 厂房建筑图概述	291
§ 13-1 建筑施工图画法规定	291
§ 13-2 建筑图及设备常用图例	292
§ 13-3 小型工业厂房介绍	292
〔附录〕	299
一、常用金属材料	299
二、公差与配合	303
三、螺纹	309
四、螺纹连接件	313
五、螺纹连接结构要素	334
六、键及销连接	338
七、焊接表示法	343

第一篇 机械制图基础

第一章 机械制图基本知识

§ 1-1 机械制图基本标准

为了便于进行生产和技术交流，对于图样的内容、格式和表示方法等都应遵守《机械制图国家标准》的规定。本节摘要介绍图纸幅面、比例、字体、图线及其画法、剖面符号和尺寸注法等项内容。

一、图纸幅面（GB126—74）*

图纸幅面是指制图时所采用的图纸的大小。为了合理使用图纸和便于装订、保管，画图时应根据机件的大小和复杂程度，优先选用表1-1中所规定的图纸幅面。

表1-1		图 纸 幅 面 尺 寸				
幅 面 代 号	0	1	2	3	4	5
B × L	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297	148 × 210
c	10			5		
α	25					

1. 无论图纸是否装订，均应画出边框，其格式如图1-1（a）、（b）所示。图中字母 a 为图幅左侧装订边的边框宽度，字母 c 为其它三个边框的宽度，其数值大小可根据幅面尺寸由表1-1中查得。

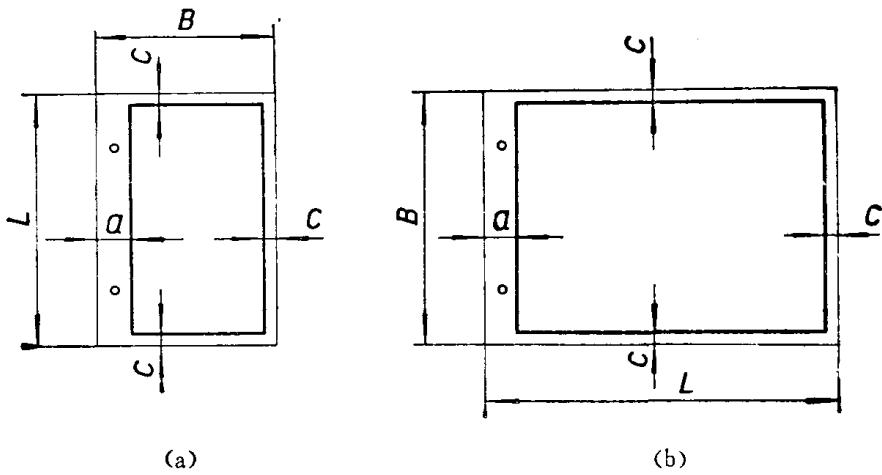


图 1-1 图样幅面格式

*（GB126—74）是《机械制图国家标准》中“一般规定”的代号。其中“GB”是GUOJIA BIAOZHUN（国家标准）的缩写，“126”是该标准编号，“74”表示颁布该标准的年代。

- 2.若装订成册时，一般应采用4号幅面竖装或3号幅面横装，见图1-1(a)、(b)。
- 3.当画出的机件过长或过宽时，允许将表1-1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，如图1-2所示。

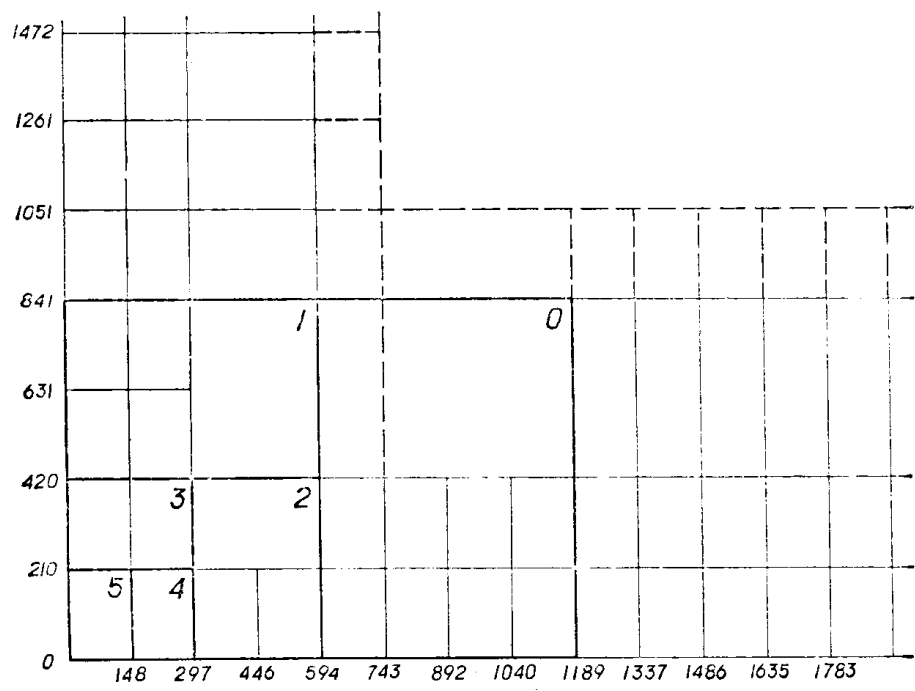


图 1-2 加长幅面示例

二、比例（GB126—74）

- 1.比例是指所画图形大小与机件实际大小之比。即比例 = 图形大小/机件实际大小。用符号“M”表示，如M 1：1、M 1：2、M 2：1……等。
- 2.为了便于从图形中看出机件的真实大小，绘图时应尽量采用M 1：1，对于较大机件采用缩小比例；对于较小机件采用放大比例，既要使图形清晰又要节约图纸。绘制图样时，应采用表1-2中规定的比例。

表1-2	图 样 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	1:10 ⁿ	1:2 × 10 ⁿ	1:5 × 10 ⁿ
放 大 的 比 例	2:1	2.5:1	4:1	5:1
	10:1	(10 × n):1		

注：n为正整数

- 3.在图样上标注比例的形式如：M 1：1 M 1：2 M 2：1。若在标题栏的比例一栏中填写比例时，不必再写符号“M”。
- 4.绘制同一机件的各个视图，应采用相同的比例。当采用不同的比例时必须另行标注，

* 相应边是指5号幅面的长边（210）或短边（148），若沿长边加长，则按210的倍数增加；若沿短边加长，则按148的倍数增加。

如图3-29。

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。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。字体的宽度约等于字体高度的三分之二。各种字体示例如下：

1. 汉字：汉字尽可能写成长仿宋体，并应采用国家正式公布的简化字。各号长仿宋体示例如下：

10号：字体端正笔划清楚排列整齐间隔均匀

7号：技术要求其余展开图向视图旋转机械厂

5号：螺母螺钉垫圈齿轮壳体箱盖轴支架栓环

3.5号：弹簧密封连接件底座汽缸活塞拨盘床身皮带名牌

2. 数字及字母：数字及字母有直体和斜体两种。斜体字大约与水平倾斜75°，一般情况采用斜体字。当与汉字一起书写时，采用直体字。各种数字、字母示例如下：

汉语拼音字母

大写斜体

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

小写斜体

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

希腊字母

αβγδθλμπσ η ω ξ Δ Φ

阿拉伯数字

1234567890 1234567890

罗马数字

I II III IV V VI VII VIII IX X I II III IV V VI VII VIII IX X

用作指数、分数、注脚、尺寸偏差数值和精度等级的数字一般采用小一号字体。字体的组合示例如下：

100jf(+0.045 / +0.070) Φ50+0.027 / +0.009

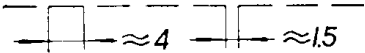
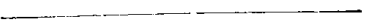
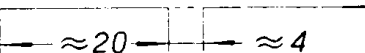
78±0.1 2×45° ▽7 ▽10a

Φ15 $\frac{D}{gb}$ $\frac{II}{M5:1}$ $\frac{A \text{ 向旋转}}{M3:1}$

四、图线及其画法 (GB126—74)

1.绘制图样时，应采用表1-3中规定的图线。图线的应用举例见图1-3所示。

表1-3 图 线

序 号	图 线 名 称	图 线 型 式	图 线 宽 度
1	粗 实 线		b (约0.4~1.2mm)
2	虚 线		b/2左右
3	细 实 线		b/3或更细
4	点 划 线		
5	双 点 划 线		
6	波 浪 线		b/3或更细 (徒手绘制)

- 2.图样中各种线型应分明。同一图样中同类线型的宽度应基本一致。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。
- 3.绘制图形的中心线时，圆心为线与线的交点。点划线、双点划线的首末两端 应 是 线 段，而不是点。

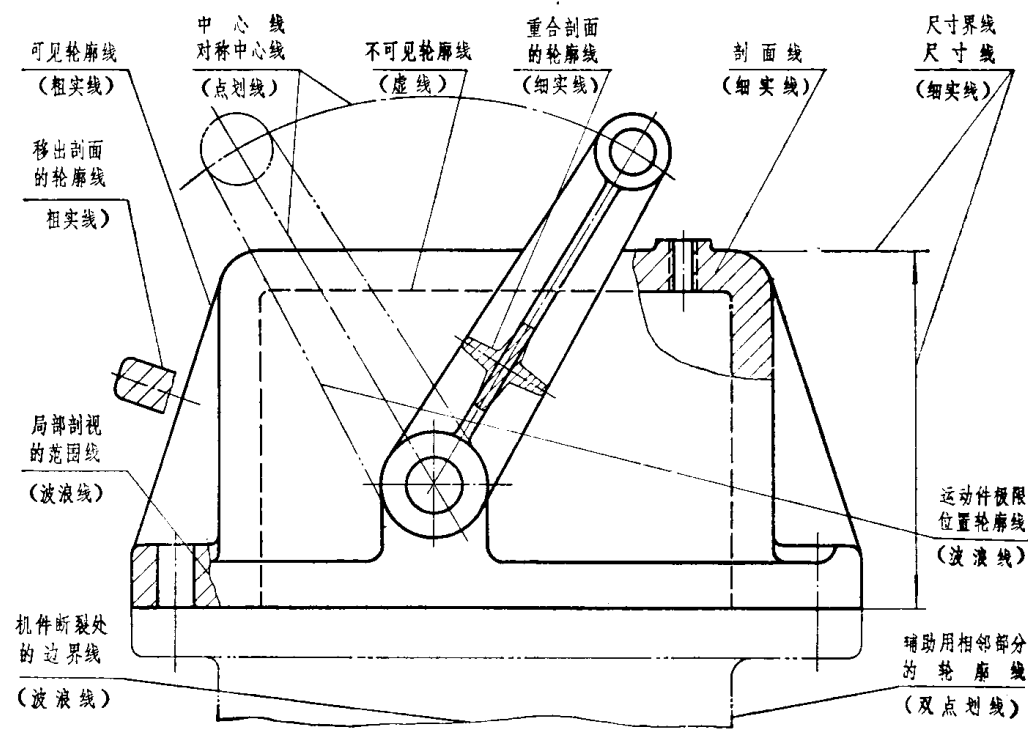


图 1-3 图线应用举例

4.当图形比较小,用双点划线或点划线绘制有困难时,可用细实线代替。例如图形中圆的直径小于12毫米时,其中心线可用细实线代替。

五、剖面符号 (GB126—74)

1.在图形中当机件被剖切后,应在被剖切的实体部分画出规定的剖面符号,以表示材料的类别。剖面符号的规定见表1-4所示。

表1-4		剖 面 符 号	
金属材料 (已有规定剖面符号者除外)		胶 合 板 (不分层)	
线圈绕组元件		基础周围泥土	
转子、电枢、变压器和 阻流器等迭钢片		混 凝 土	
塑料、橡胶、油毡等非 金属材料 (已有规定剖面 符号者除外)		钢 筋 混 凝 土	
型砂、填砂、砂轮陶瓷 及硬质合金,粉末冶金		砖	
玻璃及其它透明材料		格 网 (筛网、过滤网等)	
木 材	纵 剖 面		
	横 剖 面		
		液 体	

2.对于同一金属零件所有剖面、剖视中的剖面线,应画成间隔相等、方向相同且与水平成45°的平行线。当图形中的主要轮廓线与水平成45°或接近45°时,则该图形的剖面线应画成与水平成30°或60°的平行线,其倾斜方向仍应与其他图形的剖面线一致,如图1-4。

3.在剖视图或剖面图中,当剖面的图形面积较大时,可以只沿周边轮廓画出剖面符号,如图1-5。

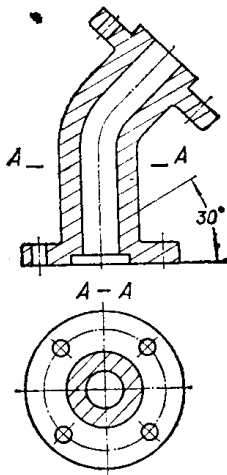


图 1-4 剖面线方向

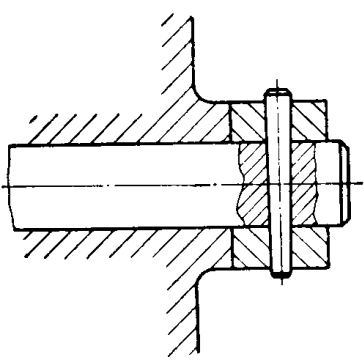


图 1-5 沿周边轮廓画剖面符号

六、尺寸注法 (GB129—74)

图样中的图形用来表示机件的结构形状,而机件的确切大小是由尺寸决定的。所以在图样中需要标注出尺寸,才能作为加工机件的依据。为了使图样中尺寸标注得清晰,本节摘要介绍标注尺寸的一些基本规定和各种尺寸注法。

1.基本规定 在图形中标注的每一个尺寸,都是由尺寸数字、尺寸界线、尺寸线、箭头四个部分组成的。见图1-6所示。

机件的每一尺寸,一般只标注一次,并应标注在表示该结构最清晰的图形上。

(1) 尺寸数字 尺寸数字表示机件所注尺寸部分的实际大小,它与图形大小及绘图的准确度无关。数字的单位为“毫米”时,不需注明单位。若采用其他单位时,则必须注明计量单位的名称或代号。填写数字时应按照下列规定:

第一,尺寸数字一般应注在尺寸线上方或中断处,如图1-7。当位置不够时也可引出标注,如图1-7中的尺寸球R5及图1-28所示。

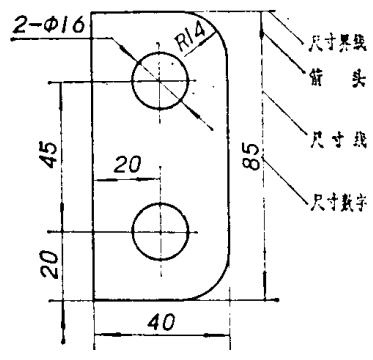


图 1-6 尺寸的组成

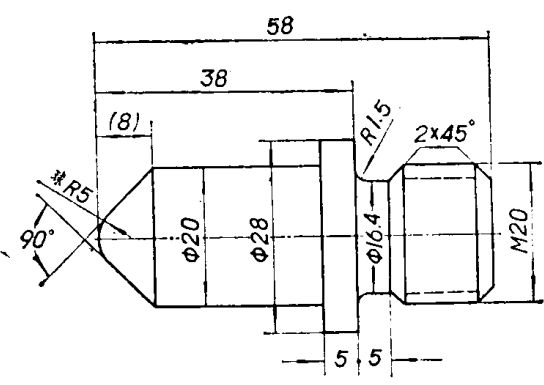


图 1-7 尺寸数字标注位置

第二，尺寸数字不要被任何图线通过，当无法避免时，必须将该图线断开，如图1-8所示。

第三，线性尺寸应按图1-9所示方向填写，水平方向的数字字头向上，垂直方向的数字字头朝左，倾斜方向的数字应使字头有向上的趋势。应尽量避免在图中所示 30° 范围内标注尺寸。当无法避免时，可按图1-10所示的形式标注。

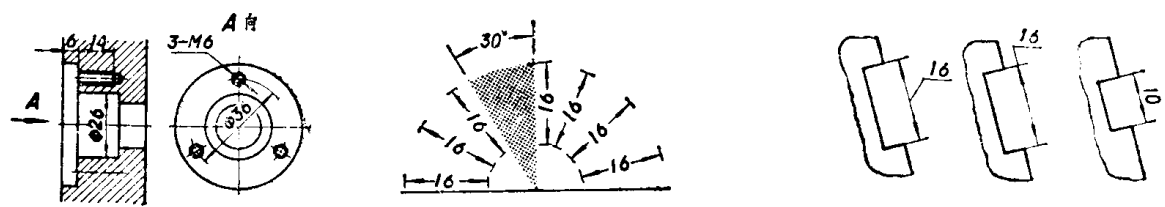


图 1-8 尺寸数字标注 图 1-9 尺寸数字方向 图 1-10 在 30° 范围标尺寸方法

(2) 尺寸界线 尺寸界线表示机件上标注尺寸的范围，其画法应遵照下列规定：

第一，尺寸界线用细实线绘制，并应自图形的轮廓线、轴线、中心线处引出，也可以利用轮廓线、轴线或对称轴线、中心线作为尺寸界线，如图1-11 (a)、(b)。

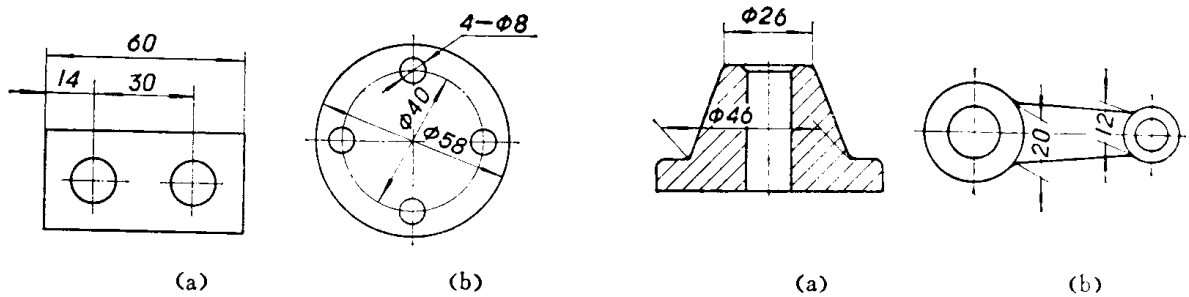


图 1-11 尺寸界线 图 1-12 尺寸界线

第二，尺寸界线一般应与尺寸线垂直，必要时才允许倾斜。在圆滑过渡处标注尺寸时，必须用细实线将轮廓线延长，从它们的交点引出尺寸界线，如图1-12(a)、(b)。

第三，角度的尺寸界线应沿径向引出，如图1-13。弦长和弧长的尺寸界线，应平行于该弦的垂直平分线，如图1-14、图1-15。当弧度较大时，则可沿径向引出如图1-16所示。

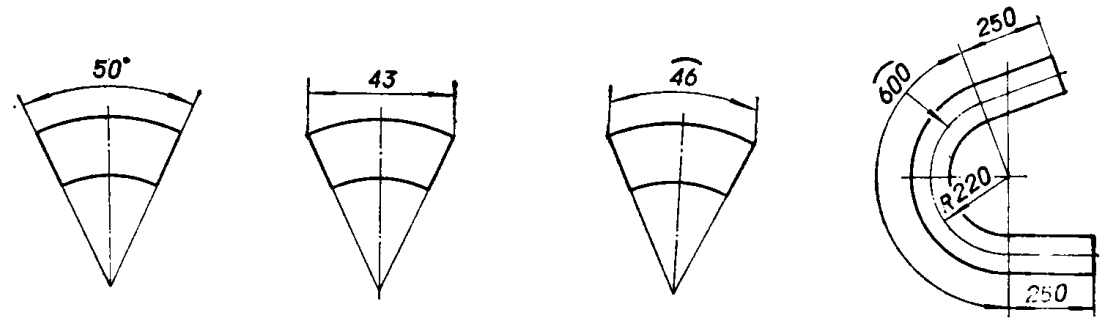


图 1-13 角度尺寸界线 图 1-14 弦的尺寸界线 图 1-15 弧的尺寸界线 图 1-16 大弧的尺寸界线

(3) 尺寸线 尺寸线一般表明所注机件尺寸的方向：

第一，尺寸线用细实线绘制，两端的箭头应指到尺寸界线，见图1-17。

第二，标注线性尺寸时，尺寸线应与所标注的机件轮廓线平行，并保持一定距离（约7-10毫米），如图1-18。

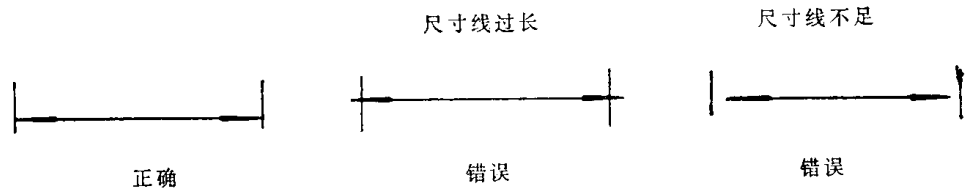


图 1-17 尺寸线画法

第三，轮廓线和轮廓线的延长线、轴线和中心线均不可作为尺寸线，如图1-19。

第四，尺寸线的排列应“短”的在内，“长”的依次在外，尽量减少尺寸线交叉。图1-20中的尺寸排列是不恰当的。图1-18中的尺寸安排是恰当的。

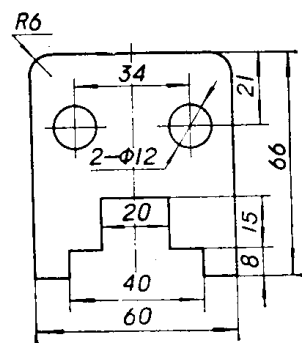


图 1-18 尺寸排列恰当

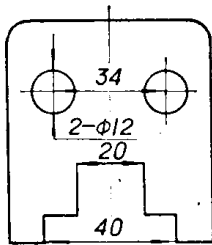


图 1-19 尺寸排列错误

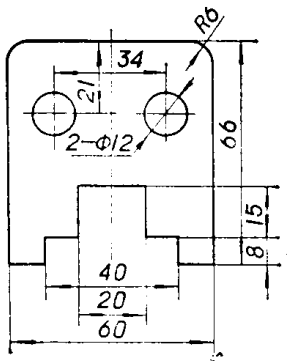
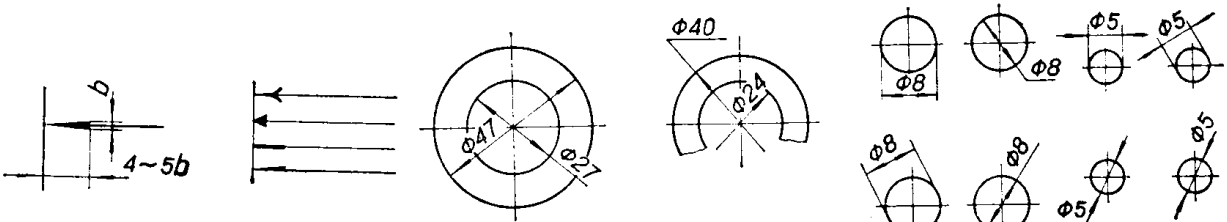


图 1-20 尺寸排列不恰当

(4) 箭头 在尺寸线端部的箭头表示尺寸的起点和终点。箭头的正确画法是：箭头宽度约等于粗实线的宽度，长度约为宽度的4—5倍。如图1-21(a)所示。图1-21(b)中所示的各种箭头画法是错误的。



(a) 正确 (b) 错误
图 1-21 箭头画法

图 1-22 圆和圆弧尺寸注法

2. 圆和圆弧尺寸的标注

(1) 标注圆的直径或大于半圆的圆弧直径时，应在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”，如图1-22。

(2) 标注小于半圆的圆弧半径时，应在尺寸数字前加注符号“R”，如图1-23。

(3) 当圆弧半径过大、在图纸范围内无法画出圆心位置时，可按图1-24(a)的形式标注。若不需要标出圆心位置时，可按图1-24(b)的形式标注。

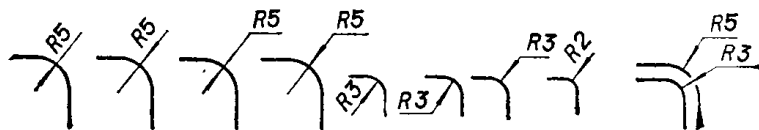


图 1-23 半径尺寸注法

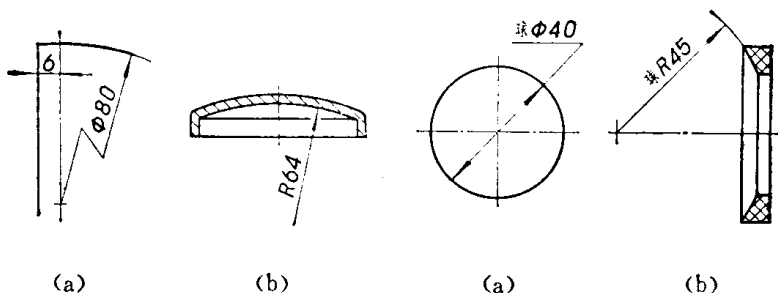


图 1-24 大圆弧半径尺寸注法

图 1-25 球面尺寸注法

(4) 标注球面的直径或半径尺寸时，应在符号“ ϕ ”或“R”前再加注球字，如图1-25(a)(b)。对于螺钉、铆钉的头部，轴（包括螺杆）的端部等，在不致引起误解的情况下可以省略“球”字，如图1-26。

3. 角度尺寸标注 标注角度尺寸时，应以夹角的两个边（或其延长线）作为尺寸界线，以角度的顶点为中心的圆弧作为尺寸线，角度尺寸数字一般应水平填写在尺寸线中断处并注出角度的符号“ $^\circ$ ”，如图1-27。必要时可标在尺寸线外面或引出标注，如图1-27中的 20° 、 5° 的标注形式。

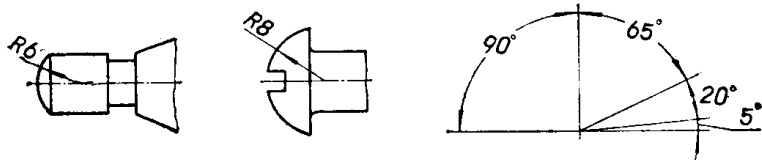


图 1-26 球面尺寸标注

图 1-27 角度尺寸标注

4. 小尺寸的标注 对于较小的机件结构尺寸，在没有足够的位置画箭头或填写尺寸数字时，可按图1-28所示形式标注。

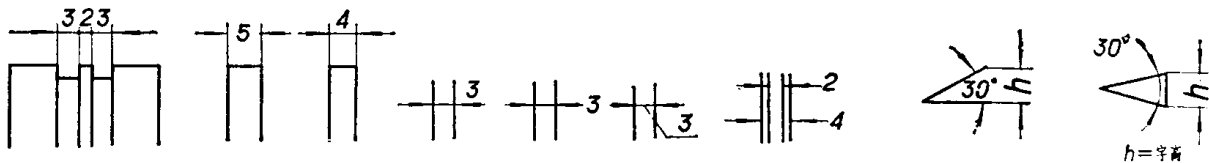


图 1-28 小尺寸注法

图 1-29 斜度和锥度符号

5. 斜度和锥度的标注 标注斜度和锥度时，可用符号或文字表示如表1-5。斜度和锥度符号按图1-29所示绘制，符号的方向应与斜度、锥度的方向一致。

6. 半线注法 对称机件的图形如只画出一半或略大于一半时，尺寸线应略超过对称中心

线或断裂线，并仅在尺寸线的一端画出箭头，如图1-30(a)(b)(c)。

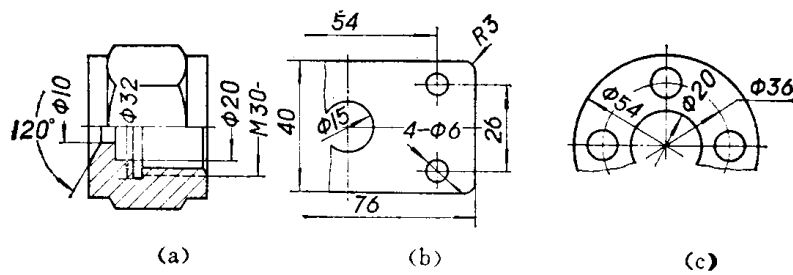


图 1-30 半线尺寸注法

表 1-5 锥度和斜度的标注

	符号标注示例	文字说明标注示例
锥 度 注 法		
斜 度 注 法		

7. 均匀分布的相同要素（如孔等）的尺寸，可按图1-31所示方法标注。当孔的定位和分布情况在图形中已明确时，可省略“均布”及其角度定位尺寸，如图1-32。

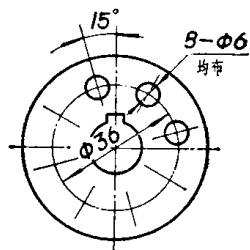


图 1-31 均布孔尺寸注法

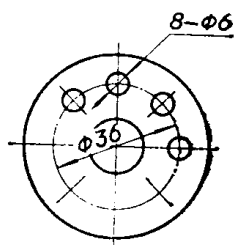


图 1-32 明确均布孔尺寸注法

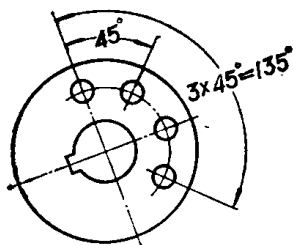


图 1-33 等距分布孔尺寸注法

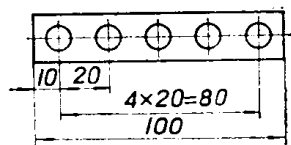


图 1-34 等距分布孔的尺寸注法

8. 均匀分布的相同要素（如孔等）等距分布时，可采用图1-33、图1-34所示方法标注。

9. 在同一图形中具有几种尺寸数值相近而又重复的孔时，可采用做标记（如涂色）的方法或注字母的方法来区别不同尺寸的孔，如图1-35、图1-36所示。

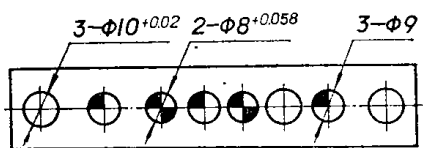


图 1-35 涂色区别尺寸相近的孔

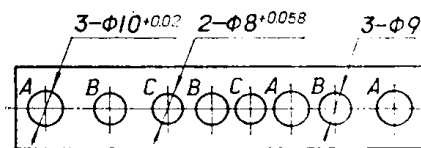


图 1-36 注字母区别尺寸相近的孔

10. 由同一基准出发标注长度或角度数值时，可按图1-37、图1-38的形式标注。

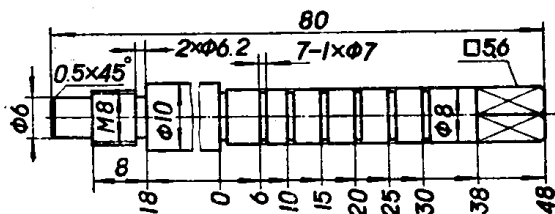


图 1-37 同一基准的长度尺寸注法

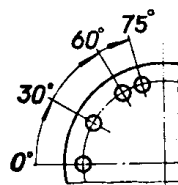


图 1-38 同一基准的角度尺寸注法

11. 长圆形孔（键槽除外）或凸台的尺寸可用图1-39或图1-40所示方法标注。

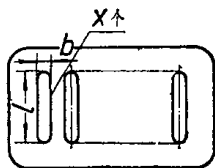


图 1-39 长圆孔尺寸标注

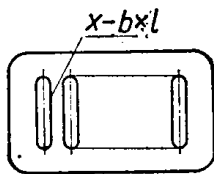


图 1-40 长圆孔尺寸标注

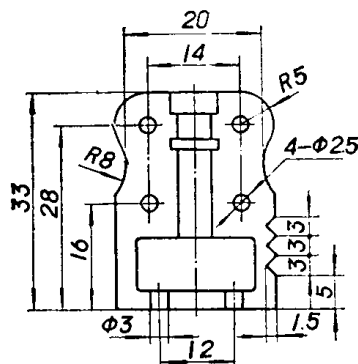


图 1-41 对称图形尺寸注法

12. 当图形具有对称中心线时，分布在对称中心线两边的相同结构，可以标注出其中一边