

机械制图

龚石钰 刘光霁 王昌惠 主编

MECHANICAL
DRAWING

成都科技大学出版社

轴承工人技能培训教材目录

轴承车工技能

轴承磨工技能

轴承锻工技能

轴承冲压工技能

轴承热处理工技能

钢球磨研工技能

轴承装配工技能

轴承检查工技能

序

本书根据国家教委1987年颁布的《画法几何及机械制图课程教学基本要求》的精神,采用1984年发布的国家标准《机械制图》和其它有关最新标准,总结和吸取多年的教学经验,按照100~150学时的教学要求编写而成的。

在编写过程中,我们力求处理好以下问题:

1. 注意加强基础。全书贯穿形体分析、线面分析和结构分析,力求作到投影分析与空间分析相结合,重点培养投影表达、尺寸标注和查阅标准的能力。
2. 注意理论联系实际,把零件图与装配图紧密地结合起来,以便于了解零件在机器设备中的功能。在内容上和例题上均力求反映工程实际上的问题。全书采用1984年发布的国家标准《机械制图》和其它有关最新标准,并在书末附有常用标准表,以供查阅。《机械制图习题集》与本书紧密配合。
3. 注意少而精。在内容选择上突出重点,力求简明扼要;在图例选择上力求典型性和代表性;在编写上力求概念确切,论述严谨,深浅适中,循序渐近,图文结合,系统性强,有利自学。
4. 注意拓宽使用范围。在书中和与之配套的习题集中所采用的图例和习题,力求具有通用性,同时又考虑到不同专业的需要。在配套使用的《机械制图习题集》中,题目难易适中,由浅入深,数量上留有余量,以便于尽可能地满足教学上的不同安排。

本书由成都科技大学龚石钰、刘光舜、王昌惠主编。参加编写的有,龚石钰(序、绪论、第四章、第九章、第十章、第十二章)、张祖荫(第一章、第三章)、李成贵(第二章、第五章)、钟清林(第六章、第七章)、刘光舜(第八章、第十一章、第十三章)、田荣焰(第十四章)、肖铭新和漆纪琴(第十五章)、王昌惠(附录),参加本书描图工作的有刘光舜、王昌惠和张祖荫。

本书由朱育方教授主审,西南交通大学朱育万、刘锡彭,电子科技大学王亚峰,重庆大学秦生训,四川工业学院王义安,成都大学吴建宇,成都科技大学李沛然、刘允襄、吕荣寰等参加了本书编写提纲的审定,并提出了许多宝贵意见。在此表示衷心感谢!

由于编者水平有限,疏漏错误之处,敬请读者批评指正。

编 者

一九八七年八月一日

目 录

绪论	1	§5-6 轴测剖视图的画法	58
第一章 国家标准《机械制图》简介		§5-7 在轴测图上标注尺寸	60
§1-1 图纸幅面及格式 (GB4457.1-84)	2	第六章 机件的表达方法	
§1-2 比例 (GB4457.2-84)	4	§6-1 视图	61
§1-3 字体 (GB4457.3-84)	4	§6-2 剖视图	64
§1-4 图线 (GB4457.4-84)	6	§6-3 剖面图	74
§1-5 尺寸注法 (GB4458.4-84)	8	§6-4 局部放大图、简化画法及 其它规定画法	76
第二章 绘图工具、仪器及其使用		§6-5 综合举例	81
§2-1 常用绘图工具	14	§6-6 第三角投影法简介	83
§2-2 绘图仪器	15	第七章 螺纹、键、销及其连接	
§2-3 其它绘图工具	17	§7-1 螺纹及螺纹紧固件连接	85
第三章 平面图形的画法及其尺寸分析		§7-2 键及其联结	102
§3-1 几何图形的画法	18	§7-3 销及其联结	105
§3-2 圆弧连接	21	第八章 齿轮、弹簧、滚动轴承	
§3-3 平面图形的尺寸和线段分析	24	§8-1 齿轮	107
§3-4 绘图的一般方法和步骤	26	§8-2 弹簧	118
§3-5 徒手绘图	27	§8-3 滚动轴承	121
第四章 组合体的三视图		第九章 零件的表达	
§4-1 物体的三视图	30	§9-1 概述	125
§4-2 组合体的构成	31	§9-2 零件的结构分析	127
§4-3 组合体三视图的画法	32	§9-3 零件表达方案的选择	131
§4-4 组合体三视图的读法	36	§9-4 各类典型零件表达方案 的选择	135
§4-5 组合体的尺寸标注	42	第十章 零件图中的尺寸标注	
第五章 轴测图		§10-1 概述	141
§5-1 轴测投影的基本知识	48	§10-2 尺寸基准及其选择	141
§5-2 常用轴测图的轴间角及 轴向变形系数	49	§10-3 尺寸标注的形式	143
§5-3 点、线、面及平面立体轴 测图的画法	50	§10-4 零件图中尺寸标注的合理性	144
§5-4 平行于坐标面的圆的轴测图 的画法	52	§10-5 零件图中尺寸标注的完全性 和清晰性	149
§5-5 曲面立体及组合体轴测图的 画法	56	§10-6 零件图的尺寸标注举例	151
		第十一章 零件图中的技术要求	
		§11-1 尺寸公差与配合	154

§11-2 形状和位置公差	160
§11-3 表面粗糙度	166
§11-4 常用材料、热处理与 表面处理	172
第十二章 零件图的绘制与阅读	
§12-1 零件的测绘	174
§12-2 零件图的阅读	185
第十三章 装配图	
§13-1 概述	192
§13-2 机器、部件的表达方法	192
§13-3 装配图中的尺寸注法	196
§13-4 装配图中零、部件序号及 明细表	197
§13-5 装配图的画法	198
§13-6 装配图的阅读	205
§13-7 拆图—由装配图画零件图	208
第十四章 化工设备图	
§14-1 化工设备的表达特点	215
§14-2 焊接的代号、标注及画法	222
§14-3 化工设备图的阅读	227
第十五章 计算机绘图简介	
§15-1 概述	230
§15-2 计算机绘图系统	230
§15-3 绘图机的工作原理	231
§15-4 图形处理的矩阵变换	231
§15-5 MP-1000绘图机指令简介	237
§15-6 绘图程序设计	239
§15-7 零件图程序编制举例	243

附 录

一、基本标准 (摘录)

附表1 国家标准、部分部颁标准和 部分外国标准代号	251
附表2 零件倒角与倒圆(GB6403.4-86)	251
附表3 回转面及端面砂轮越程槽 (GB6403.5-86)	251

二、螺 纹

附表4 普通螺纹(GB193-81, GB196-81)	252
------------------------------	-----

附表5 非螺纹密封的管螺纹 (GB7307-87)	252
附表6 用螺纹密封的管螺纹 (GB7306-87)	253
附表7 梯形螺纹(GB5796.1~4-86)	254
附表8 粗牙螺栓、螺钉的拧入深度和 螺纹孔尺寸	255
附表9 螺纹收尾、肩距、退刀槽、 倒角(GB3-79)	255

三、螺纹紧固件

附表10 六角头螺栓(GB5780-86)	256
附表11 双头螺栓(GB897~900-76)	257
附表12 开槽圆柱头螺钉(GB65-85)、 开槽沉头螺钉(GB68-85)	258
附表13 内六角圆柱头螺钉(GB70-85)	259
附表14 开槽锥端紧定螺钉(GB71-85)、 开槽平端紧定螺钉(GB73-85)	260
附表15 I型六角螺母—C级(GB41-86)	261
附表16 I型六角开槽螺母—C级 (GB6179-86)	261
附表17 平垫圈(GB97.1-85)、平垫圈— 倒角型(GB97.2-85)	262
附表18 弹簧垫圈(GB93-87)	262

四、键、销

附表19 平键、键的剖面及键槽 (GB1095-79, GB1096-79)	263
附表20 半圆键(GB1098-79、 GB1099-79)	264
附表21 键槽宽度b的公差	264
附表22 开口销(GB91-86)	265
附表23 圆锥销(GB117-86)	265
附表24 圆柱销(GB119-86)	266

五、滚动轴承

附表25 单列向心球轴承(GB273.3-82)	267
附表26 单列圆锥滚子轴承(GB273.1-81)	268
附表27 单向推力球轴承(GB301-84)	269

六、公差与配合

附表28 基本尺寸至500mm的标准 公差数值	270
----------------------------	-----

附表29 优先、常用轴的极限偏差..... 271

附表30 优先、常用孔的极限偏差..... 274

七、常用材料及热处理

附表31 常用铸铁的牌号及用途..... 276

附表32 常用钢的牌号及用途..... 276

附表33 常用有色金属的牌号及用途..... 277

附表34 常用非金属材料的牌号及用途... 278

附表35 热处理、表面处理及其应用..... 279

绪 论

一、课程的地位、研究对象和任务

工程图样，是“工程技术界的语言”，是生产管理、科学研究和技术交流的重要手段。因此，每个工程技术人员都必须熟练掌握这种语言，具备画图和读图的能力。

《机械制图》是研究用正投影法绘制工程图样和解决空间几何问题的理论和方法的一门学科。为了培养高等工程技术人员的基本工程素养，高等工业院校在其专业教学计划中把《机械制图》列为一门重要的必修的技术基础课程。

《机械制图》课程的主要内容包括制图基础、机械图（包括化工设备图）和计算机绘图等部分。它的主要任务是：

1. 研究用正投影法的理论并遵守国家标准《机械制图》的规定，绘制和阅读机器设备图和零件图。所绘图样，必须投影正确、表达恰当、尺寸完全、图面整洁、符合国标，并力求满足设计和生产的要求。
2. 培养和发展空间想象能力和分析能力，即培养和发展投影能力、视图表达能力、尺寸标注能力、查阅标准的能力以及绘图读图技能。
3. 培养耐心细致的工作作风，严肃认真的工作态度，理论联系实际的学习方法。

二、课程的学习方法

《机械制图》是一门实践性很强的技术基础课程，它必须通过完成一系列的制图作业来了解和掌握课程的基本内容，培养绘制和阅读机器设备图和零件图的基本能力。为了掌握课程的基本内容，在学习过程中必须注意以下各点：

1. 认真听课，作好笔记，及时复习，弄懂课程的基本理论、基本方法和基本作图。注意培养用形体分析法、线面分析法和结构分析法等去分析问题和解决问题的能力；
2. 通过复习后，要及时地、认真地独立完成作业。在完成作业的过程中，一定要多画、多看、多想。对指导教师指出的作业上的错误，一定要及时改正，务必弄懂；
3. 在完成作业的过程中，要注意养成耐心细致、严肃认真的工作作风和按照正确的方法步骤进行画图和读图的工作方法。所做作业，必须整齐、清洁、美观；
4. 不断改进学习方法，注意学会查阅有关制图的参考书籍、资料 and 图册，努力提高自己的独立工作能力和自学能力。

第一章 国家标准《机械制图》简介

图样是工程技术界的语言，是指导生产、管理和进行技术交流的重要技术文件。我国于1959年首次发布了国家科学技术委员会批准的国家标准《机械制图》。随着生产和科学技术的发展，自59年以后对国家标准《机械制图》曾进行了多次修订与补充，最近一次是国家标准局1984年发布的重新修、制订的国家标准《机械制图》。每个工程技术人员都必须严格遵守，认真执行国家标准。

国家标准简称国标，其代号为“GB”。本章仅摘录了国家标准《机械制图》中的部份内容，其余内容将在以后各章中陆续介绍。

§1—1 图纸幅面及格式 (GB4457.1—84)

一、图纸幅面尺寸

国家标准《机械制图》规定采用A系列六种图纸幅面，其代号为A0、A1、A2、A3、A4和A5，其尺寸如表1—1。绘制图样时，优先采用表中规定的幅面尺寸。

必要时可以沿长边加长。对于A0、A2和A4幅面的加长量应按A0幅面长边的1/8的整数倍增加；对于A1和A3幅面的加长量应按A0幅面短边的1/4的整数倍增加，见图1—1中的细实线部份。A0及A1幅面也允许同时加长两边，见图1—1中的虚线部分。

表 1—1 幅面及周边尺寸 (mm)

幅面代号	幅面尺寸	周边尺寸		
	B×L	a	c	e
A0	841×1189	25	10	20
A1	594×841			
A2	420×594		5	10
A3	297×420			
A4	210×297			
A5	148×210			

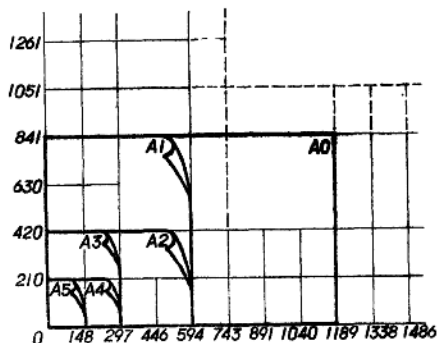


图1—1 六种图纸幅面及加长边

二、图框格式

1. 无论图纸是否装订, 均需在图框内绘出图框, 如图1—2和1—3。图框线用粗实线绘制。

2. 需要装订的图样, 其图框格式如图1—2所示, 其尺寸按表1—1中的规定。一般采用A4幅面竖装或A3幅面横装。

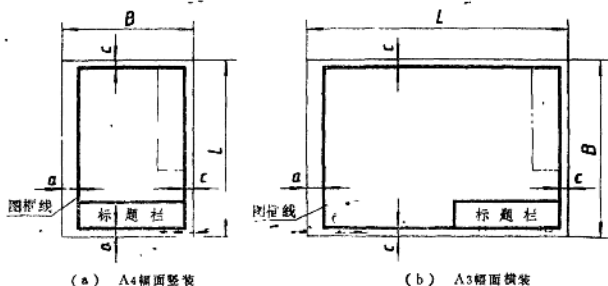


图1—2 需装订的图样图框格式

3. 不留装订边的图样, 其图框格式如图1—3所示, 其尺寸按表1—1中的规定。

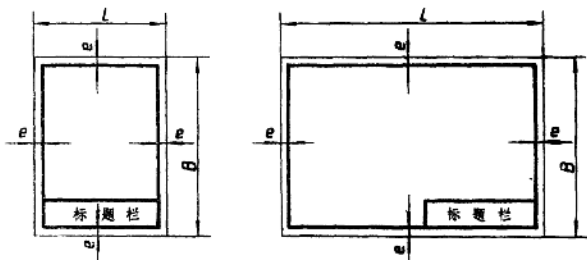


图1—3 不需装订的图样图框格式

三、标题栏的方位及格式

1. 每张图样均应有标题栏。标题栏的位置, 应按图1—2和图1—3所示的方位配置。必要时, 也可按图1—4所示的方位配置。标题栏中的文字方向为看图的方向。

2. 标题栏的格式, 国家标准已有统一规定, 学习中建议采用图1—5所示的格式。标题栏的外框为粗实线, 其余的均为细实线。其底边及右边与图框线重合。填写的字体除图名用10号字、班级用3.5号字外, 其余均用5号字。

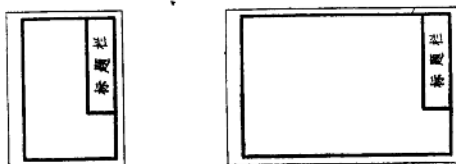


图1—4 标题栏的方位

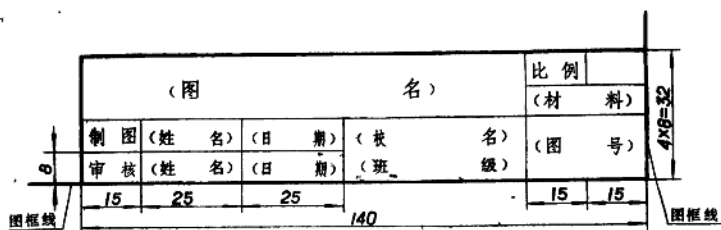


图1—5 标题栏的格式

§1—2 比例 (GB4457.2—84)

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，称为比例。国标规定，绘制图样时一般采用表1—2中规定的比例。

表 1—2 比 例 (n为正整数)

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

绘制图样时，应尽可能采用与实物相同的比例（即1:1）来画出，以便直接从图样上看出机件的真实大小。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或1:2。无论采用何种比例绘制图样，在标注尺寸时，均应按机件的实际尺寸标注。

§1—3 字体 (GB4457.3—84)

图样中书写的字体必须做到：字体端正，笔划清楚，排列整齐，间隔均匀。

字体的大小分为20、14、10、7、5、3.5、2.5七种号数（汉字不宜用2.5号）。字体号数即字体的高度（单位为mm）。字体的宽度约等于字高的2/3。数字及字母的笔划宽度约为字高的1/10。

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。写长仿宋字的要领是：横平竖直，排列匀整，注意起落，填满方格。字体示例见图1—6。

10号

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

7号

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布水平镀抛光研
视图向旋转前后表面展开两端中心孔锥销键

5号

技术要求对称不同轴垂线相交行径跳动弯曲形位移动允许偏差内外左右
检验数值范围应符合于等级精热处理淬回火渗碳硬有效总圈并紧其
余未注明按全部倒角

图1—6 长仿宋体示例

二、字母和数字

字母与数字有直体与斜体之分。斜体字字头向右倾斜，与水平线约成75°。字母和数字示例见图1—7。



图1—7 字母和数字示例

三、字体的应用示例

字体的应用示例见图1—8。用作指数、分致、极限偏差和注脚等的数字，一般采用小一号字体。

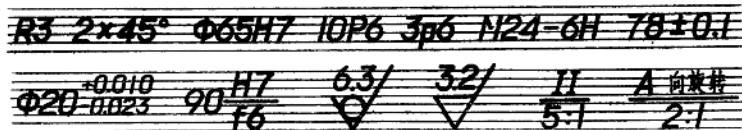


图1—8 字体的应用示例

§1—4 图线 (GB4457.4—84)

一、图线型式及应用

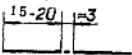
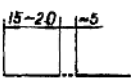
图线的宽度分为粗、细两种。粗线的宽度 b ，应按图的大小和复杂程度在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选择。细线的宽度约为 $b/3$ 。图线宽度的推荐系列为： $0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2\text{mm}$ 。由于图样复制中所存在的困难，应避免采用 0.18mm 。

各种图线的名称、型式、代号、宽度以及在图上的一般应用，见表1—3及图1—9。

表1—3 图线

图线名称	图线型式	代号	图线宽度	应用举例
粗实线		A	$b = 0.5 \sim 2$ (mm)	A_1 可见轮廓线； A_2 可见过渡线；
细实线		B	约 $b/3$	B_1 尺寸线及尺寸界线； B_2 剖面线； B_3 重合剖面轮廓线； B_4 螺紋的牙底线及齿轮的齿根线； B_5 引出线； B_6 分界线及范围线； B_7 弯折线； B_8 辅助线； B_9 不连续的同一表面的连线； B_{10} 成规律分布的相同要素的连线。
波浪线		C	约 $b/3$	C_1 断裂处的边界线； C_2 视图和剖视图的分界线。
双折线		D	约 $b/3$	D_1 断裂处的边界线。
虚线		F	约 $b/3$	F_1 不可见轮廓线； F_2 不可见过渡线。

续上表

图线名称	图线型式	代号	图线宽度	应用举例
细点划线		G	约b/3	G ₁ 轴线; G ₂ 对称中心线; G ₃ 轨迹线; G ₄ 节圆和节线, 分度圆及分度线。
粗点划线		J	b	J ₁ 有特殊要求的线或表面的表示线。
双点划线		K	约b/3	K ₁ 相邻辅助零件的轮廓线; K ₂ 极限位置的轮廓线; K ₃ 坯料轮廓线或毛坯图中制成品的轮廓线; K ₄ 假想投影轮廓线; K ₅ 试验或工艺用结构(成品上不存在)的轮廓线; K ₆ 中断线。

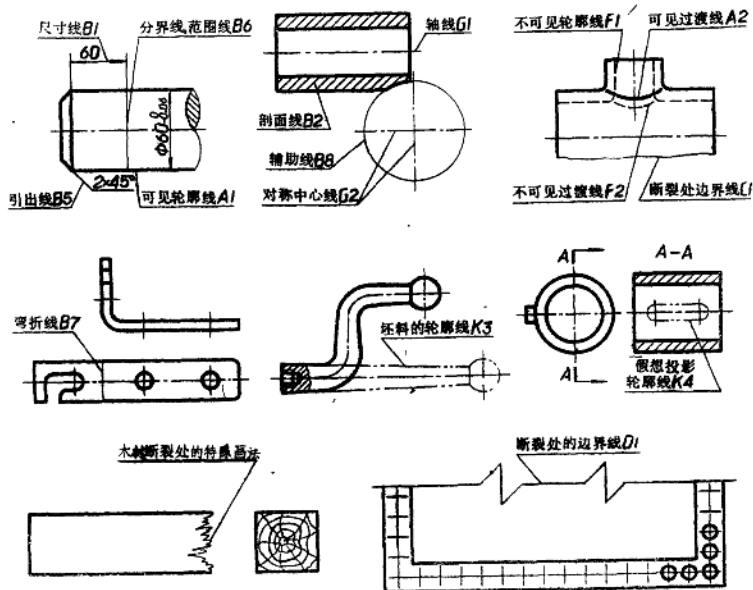


图1—9 图线的应用示例

二、图线的画法 (图1—10)

1. 中心线应是线段相交 (如①), 应超出轮廓线3~5mm (如②), 且首尾应为线段而不是短划 (如③)。在较小图形上绘制点划线有困难时, 可用细实线代替。

2. 虚线为粗实线的延长线时应留空隙 (如④)。虚线与虚线相交、或虚线与其它图线相交时, 应无间隙 (如⑤)。

3. 两条平行线 (包括剖面线) 之间的距离应不小于图线宽度的两倍, 其最小距离不得小于0.7mm (如⑥)。

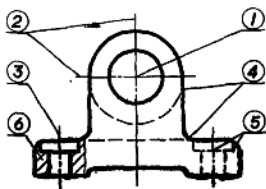


图1—10 图线的画法

§1—5 尺寸注法 (GB4458.4—84)

一、基本规则

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

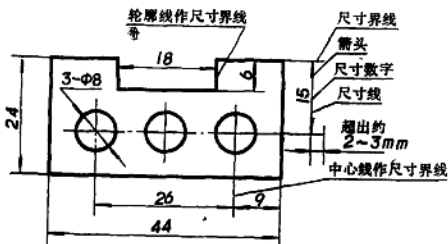
2. 图样中的尺寸以mm为单位时, 不需标注计量单位的代号或名称。如采用其它单位, 则必须注明相应的计量单位的代号或名称, 如30° (度)、cm (厘米)、m (米)、1/2" (1/2英寸) 等。

3. 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。

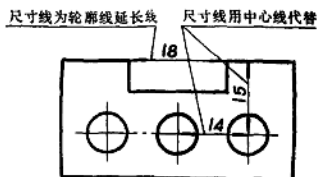
4. 机件的每一尺寸, 一般只标注一次, 并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

二、尺寸的组成

一个完整的尺寸应由尺寸数字、尺寸线和尺寸界线组成, 如图1—11 (a) 所示。



(a) 正



(b) 误

图1—11 尺寸的组成

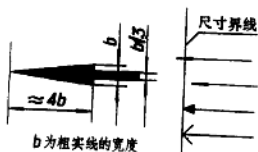
1. 尺寸界线：表示尺寸的范围，用细实线绘制，并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线，如图1—11(a)。

2. 尺寸线：表示尺寸的方向，用细实线绘制，如图1—11(a)。一般不得与其它图线重合或画在其延长线上，如图1—11(b)。

尺寸线终端有两种形式：箭头和斜线。

(1) 箭头：其形式如图1—12(a)所示，适用于各种类型的图样。箭头应与尺寸界线接触，不应留有间隙或超越。尺寸界线应超出箭头约3mm，如图1—11(a)。同一张图纸上箭头的大小应基本一致。

(2) 斜线：用细实线绘制，其方向与画法如图1—13所示。当尺寸线的终端采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。



(a) 正



(b) 误

图1—12 箭头

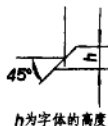


图1—13 斜线

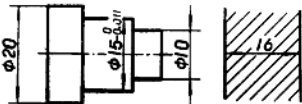


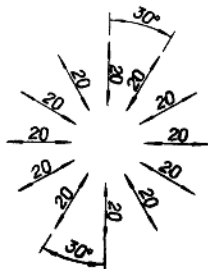
图1—14 尺寸数字

3. 尺寸数字：表示尺寸的大小。任何图线都不得穿过数字，否则应将图线断开，如图1—14。

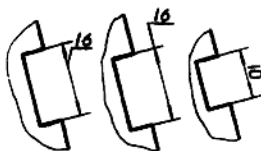
三、各类尺寸的标注

(一) 线性尺寸的注法

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。数字应按图1—15(a)所示方向注写，并尽可能避免在30°范围内标注尺寸。当无法避免时，可按图1—15(b)的形式标注。



(a)



(b)

图1—15 线性尺寸数字的注写

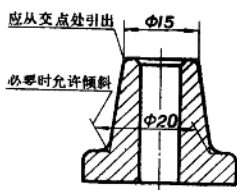


图1—16 垂直或倾斜的尺寸界线

2. 线性尺寸的尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时允许倾斜。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—16所示。

3. 线性尺寸的尺寸线,必须与所标注的线段平行。在标注几个互相平行的尺寸时,如图1—17(a),应尽量避免尺寸线与尺寸界线相交。尺寸线与轮廓线之间,平行尺寸线之间的距离建议在6~10mm之间。

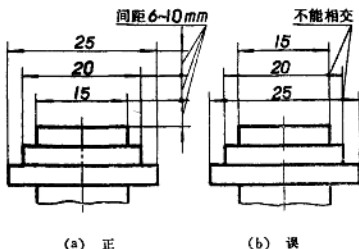


图1—17 平行尺寸的标注

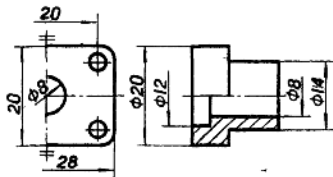


图1—18 对称尺寸的标注

4. 当对称机件的图形只画出一半或大于二分之一时,尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界线,此时仅在尺寸线的一端画出箭头,如图1—18。

(二) 圆及圆弧尺寸的注法

1. 标注圆或大于半圆圆弧的直径时,在尺寸数字前应加注直径符号“ ϕ ”,如图1—19所示。



图1—19 直径尺寸的注法

2. 标注小于或等于半圆圆弧的半径时,尺寸线自圆心引向圆弧,只画一个箭头,尺寸数字前加注半径符号“R”,如图1—20(a)。

当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标出圆心位置时,尺寸线可采用折线形式,如图1—20(b)。若不需要标出其圆心位置时,可按图1—20(c)的形式标注。

(三) 无足够位置画箭头和写数字时的尺寸标注

在尺寸界线之间没有足够的位置画箭头或写数字时,可将箭头画在二尺寸界线的外侧并指向尺寸界线,尺寸数字可按图1—21形式注写。

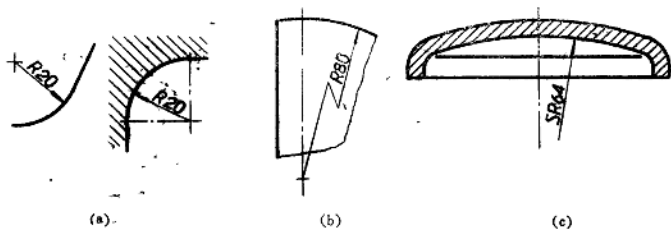


图1—20 半径尺寸的标注

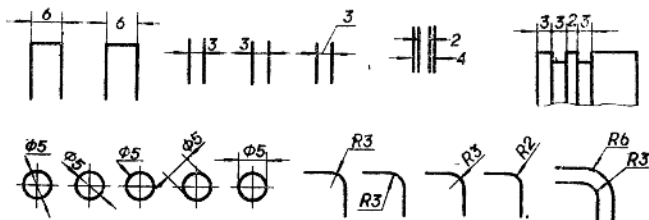


图1—21 无足够位置画箭头和写数字时的尺寸注法

(四) 角度、弧长、弦长的尺寸注法

1. 标注角度尺寸时，其尺寸界线应沿径向引出，尺寸线以角顶为圆心画成圆弧，角度数字应水平书写，一般填写在尺寸线的中断处，如图1—22 (a)。必要时可写在上方或外侧，也可引出标注，如图1—22 (b)。

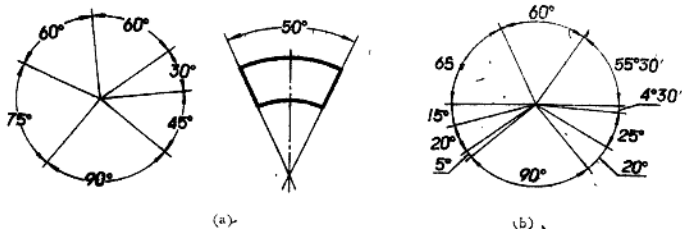


图1—22 角度尺寸的注法

2. 弦长尺寸的注法与直径尺寸的标注相同，其尺寸界线应平行于弦的垂直平分线，如图1—23 (a)。

3. 标注弧长尺寸时，尺寸界线应垂直于弦，尺寸线为同心圆弧，尺寸数字上方应加注符号“ $\frown$ ”，如图1—23 (b)、(c)。