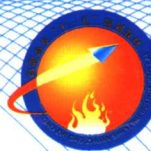


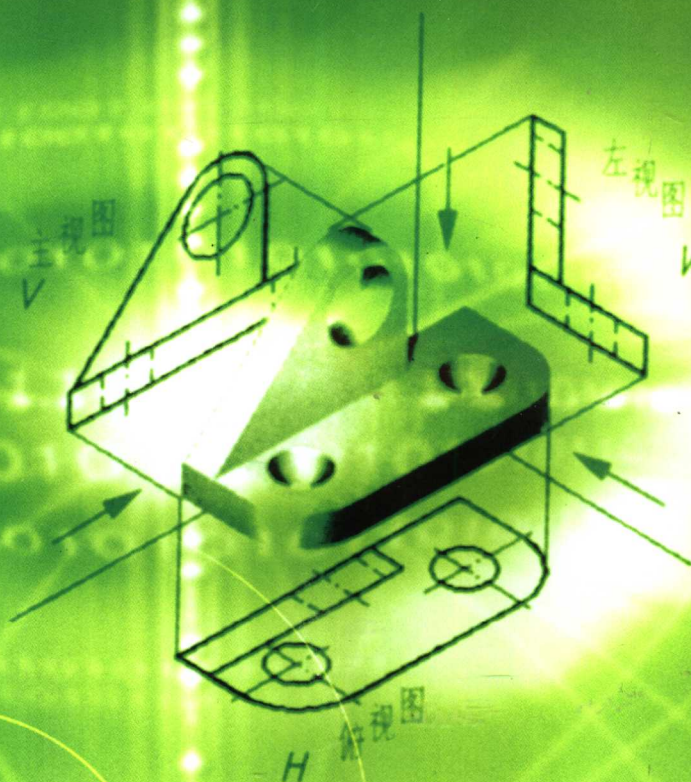
JIXIE ZHITU



高职高专“十一五”规划教材

机械制图

◎ 主编 亓秀玲 张翠芝 张爱迎



中国石油大学出版社

高职高专“十一五”规划教材

机 械 制 图

主 编	亓秀玲	张翠芝	张爱迎
副主编	魏 燕	林荣娜	崔文琪
	王凤平	赵亮培	亓海燕

中国石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/亓秀玲等主编. —东营:中国石油大学出版社, 2007. 8

ISBN 978-7-5636-2382-2

I. 机... II. 亓... III. 机械制图 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 109933 号

书 名: 机械制图
作 者: 亓秀玲 张翠芝 张爱迎

策划编辑: 宋秀勇 (电话 0546—8392139)

责任编辑: 宋秀勇 刘 清

封面设计: 九天设计

出 版 者: 中国石油大学出版社 (山东 东营 邮编 257061)

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子信箱: yibian8392139@163.com

排 版 者: 中国石油大学出版社排版中心

印 刷 者: 沂南县汇丰印刷有限公司

发 行 者: 中国石油大学出版社 (电话 0546—8392139)

开 本: 185×260 印张: 15.75 字数: 403 千字

版 次: 2007 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 28.00 元

前 言

本书是以教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作意见》为指导,结合职业教育的特点和职业教育教学改革的经验,本着“以应用为主,必需、够用为度”的原则而编写的。

本书具有以下特点:

1. 教材内容按照课程内容的内在联系、学生的认知规律安排内容。
2. 按照培养应用型生产一线工程技术人员的总目标,面向 21 世纪,以职业岗位技能和能力培养为中心,以少而精、突出实用为原则,以生产实际所需的基本知识、基本理论和基本技能为基础,精选教学内容。
3. 采用制图及其相关的最新国家标准和行业标准,大量列举生产中的实例,注重对学生读图、绘图能力的培养;注意把握教材的科学性、系统性、适用性。在编写上力求做到内容通俗易懂、重点突出、理论联系实际,便于自学和教学。

为了便于教学,本书还配有《机械制图习题集》(亓秀玲、张翠芝、张爱迎主编),便于学生课后练习。为适应多媒体教学需要,还配有电子课件。

本书可作为高职高专机械类、机电结合类等专业的通用教材,亦可供其他工程技术人员、企业管理人员、高级技术工人参考。

参加本书编写的有:亓秀玲(第 4、9、10 章)、张翠芝(第 3、7 章)、张爱迎(第 2、8 章)、魏燕(第 5 章)、林荣娜(第 1、6 章),全书由亓秀玲、张翠芝、张爱迎主编,由亓秀玲统稿。另外参加编写指导的还有崔文琪、王凤平、赵亮培、亓海燕等。

限于我们的水平和能力,书中难免有错误和缺点,恳请使用本书的师生以及其他读者批评指正。

编 者

2007 年 7 月

目 录

第 1 章 《技术制图》国家标准的若干规定	(1)
1-1 图纸幅面及格式	(1)
1-2 比例	(3)
1-3 字体	(4)
1-4 图线	(5)
1-5 尺寸注法	(7)
第 2 章 绘图工具和绘图方法	(12)
2-1 制图工具、仪器及使用方法	(12)
2-2 常用几何图形画法	(16)
2-3 平面图形的尺寸分析及画法	(19)
第 3 章 点、直线、平面的投影	(23)
3-1 投影法及三视图的形成	(23)
3-2 点的投影	(25)
3-3 直线的投影	(28)
3-4 平面的投影	(34)
3-5 平面内的点和直线	(37)
第 4 章 立体的投影	(39)
4-1 平面立体的投影	(39)
4-2 回转体的投影	(41)
4-3 平面与立体表面的交线——截交线	(45)
4-4 立体与立体表面的交线——相贯线	(53)
第 5 章 组合体	(60)
5-1 画组合体三视图的方法和步骤	(60)
5-2 组合体的尺寸标注	(66)
5-3 读组合体视图	(71)
5-4 轴测图	(78)
5-5 草图画法	(86)
第 6 章 机件常用的表达方法	(90)
6-1 视图	(90)
6-2 剖视图	(94)
6-3 断面图	(104)
6-4 其他表达方法	(107)



6-5 表达方法综合应用	(112)
第7章 标准件和常用件	(115)
7-1 螺纹及螺纹紧固件	(115)
7-2 键连接	(125)
7-3 齿轮	(128)
7-4 滚动轴承	(134)
7-5 弹簧	(138)
第8章 零件图	(141)
8-1 零件图的内容	(141)
8-2 零件的视图选择	(142)
8-3 零件图的尺寸标注	(143)
8-4 零件图的技术要求	(148)
8-5 零件上常见的工艺结构	(159)
8-6 典型零件的图例分析	(163)
8-7 零件测绘	(168)
8-8 读零件图	(171)
第9章 装配图	(174)
9-1 装配图的作用和内容	(174)
9-2 装配图的表达方法	(176)
9-3 装配图中的尺寸标注、技术要求与零部件编号及明细栏	(179)
9-4 装配体的工艺结构	(181)
9-5 部件测绘	(184)
9-6 读装配图和拆画零件图	(192)
第10章 展开图	(197)
10-1 求一般位置直线的实长	(197)
10-2 棱柱和圆柱管的展开	(198)
10-3 棱锥台和圆锥管的展开	(199)
10-4 绘制展开图应注意的问题	(202)
附 录	(203)
一、螺纹	(203)
二、螺纹紧固件	(207)
三、键与销	(220)
四、滚动轴承	(225)
五、常用标准数据和标准结构	(227)
六、常用金属材料、热处理和表面处理	(230)
七、轴和孔的极限偏差	(233)
参考文献	(245)

第1章 《技术制图》国家标准的若干规定

《技术制图》国家标准是我国基础技术标准之一，它起着统一工程“语言”的作用。为了准确无误地交流技术思想，绘图时，必须严格遵守《技术制图》国家标准的有关规定。

《技术制图》国家标准用一系列代号表示，如：GB/T 14690—1993《技术制图比例》，其中“GB”为国家标准的汉语拼音字头，“T”为推荐使用的第一字汉语拼音字头，“14690”为标准编号，“1993”为该标准颁布的年号。

1-1 图纸幅面及格式

下面根据 GB/T 14689—1993 标准介绍技术制图的若干规定。

一、图纸幅面尺寸和代号

图纸幅面尺寸(宽度×长度)及相应的幅面代号如表 1-1 所示。绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 中规定的基本图纸幅面，基本幅面图纸中，长边是短边的 $\sqrt{2}$ 倍，A1 图纸的面积是 A0 的一半，其余依此类推。必要时，也允许选用表 1-2 和表 1-3 所规定的加长幅面。加长幅面尺寸是由基本幅面的短边整数倍增加后得出。

表 1-1 mm

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

表 1-2 mm

幅面代号	尺寸 B×L	幅面代号	尺寸 B×L
A3×3	420×891	A4×4	297×841
A3×4	420×1 189	A4×5	297×1 051
A4×3	297×630		

表 1-3

mm

幅面代号	尺寸 $B \times L$	幅面代号	尺寸 $B \times L$
A0×2	1 189×1 682	A3×5	420×1 486
A0×3	1 189×2 523	A3×6	420×1 783
A1×3	841×1 783	A3×7	420×2 080
A1×4	841×2 378	A4×6	297×1 261
A2×3	594×1 261	A4×7	297×1 471
A2×4	594×1 682	A4×8	297×1 682
A2×5	594×2 102	A4×9	297×1 892

二、图框格式

图框是图纸上限定绘图区域的线框。在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为留有装订边和不留装订边两种。如图 1-1 所示,尺寸按表 1-1 的规定。同一产品的图样只能采用一种格式。

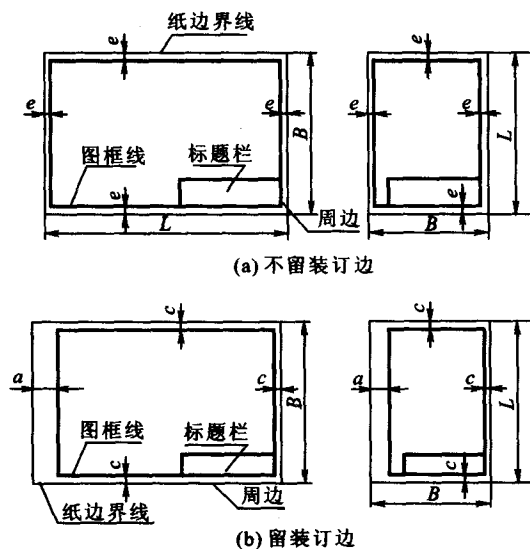


图 1-1 图框格式

加长幅面的图框尺寸,按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。例如 A2×3 的图框尺寸,按 A1 的图框尺寸确定,即 e 为 20 或 c 为 10,而 A3×4 的图框尺寸,按 A2 的图框尺寸确定,即 e 为 10 或 c 为 10。

三、标题栏及其方位

在每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏格式和尺寸按 GB/T 10609.1—1989 规定,这

里不作介绍。在课程作业和练习中,可采用简化标题栏,如图 1-2 所示。标题栏的位置应位于图纸右下角,如图 1-1 所示。标题栏中的文字方向为看图方向。

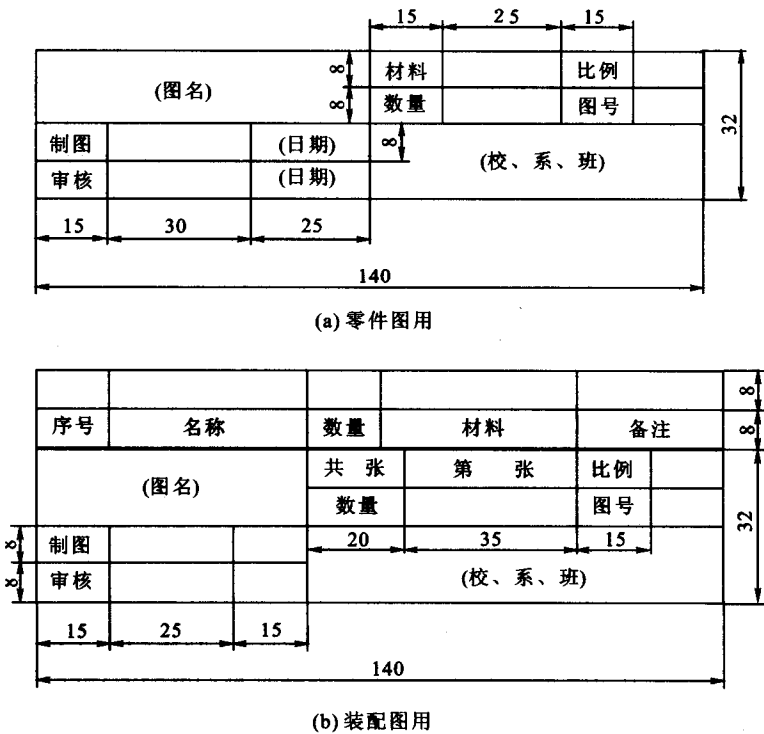


图 1-2 简化标题栏

1-2 比 例

图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比,称为比例。比值为 1 的比例称为原值比例,即 1 : 1。比值大于 1 的比例称为放大比例,如 2 : 1 等;比值小于 1 的比例称为缩小比例,如 1 : 2 等。根据 GB/T 14690—1993 的规定,需要按比例绘制图样时,应由表 1-4 规定的系列中选取适当的比例。比例符号应以“:”表示。比例的表示方法如 1 : 1,1 : 500,20 : 1 等。

比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。必要时,可在视图名称的下方或右侧标注比例,如: $\frac{A}{100:1}$, $\frac{B-B}{2.5:1}$ 。

表 1-4 绘图的比例

种类	比例	
	第 1 系列	第 2 系列
原值比例	1 : 1	
缩小比例	1 : 2, 1 : 5, 1 : 10, 1 : (1×10 ⁿ), 1 : (2×10 ⁿ), 1 : (5×10 ⁿ)	1 : 1.5, 1 : 2.5, 1 : 3, 1 : 4, 1 : 6, 1 : (1.5×10 ⁿ), 1 : (2.5×10 ⁿ), 1 : (3×10 ⁿ), 1 : (4×10 ⁿ), 1 : (6×10 ⁿ)

续表 1-4

种类	比例	
	第 1 系列	第 2 系列
放大比例	$2:1, 5:1, (1 \times 10^n):1, (2 \times 10^n):1, (5 \times 10^n):1$	$2.5:1, 4:1, (2.5 \times 10^n):1, 4 \times (10^n:1)$

注: n 为正整数, 优先选用第 1 系列。

1-3 字 体

字体是指图样的中文字、字母、数字的书写形式。根据标准 GB/T 14961—1993 对字体的规定如下:

书写字体必须做到: **字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。**

字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为: 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 mm。如需要书写更大的字, 其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体的高度代表字体的号数。

一、汉字

汉字应写成长仿宋体字, 并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字高度 h 不应小于 3.5 mm, 其字宽一般约为 $(2/3)h$, 如图 1-3 所示。

10号字

字体工整笔画清楚排列整齐间隔均匀

7号字

字体横平竖直注意起落结构均匀填满方格

5号字

技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

3.5号字

螺纹齿轮端子接线飞行直到驾驶舱位挖填时供引水通风闸阀坝棉麻化纤

图 1-3 铅笔手写字体示例

长仿宋体汉字书写要领是: **横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。**长仿宋体汉字的基本笔画及写法如图 1-4 所示。

二、字母和数字

字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/14$; B 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/10$ 。在同一图样上, 只允许选用一种类型的字体。

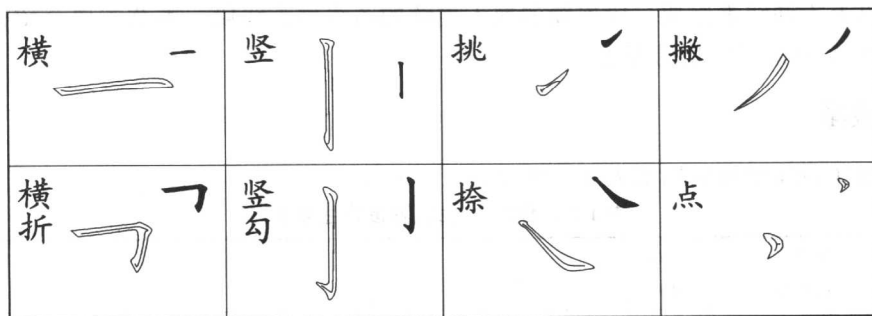
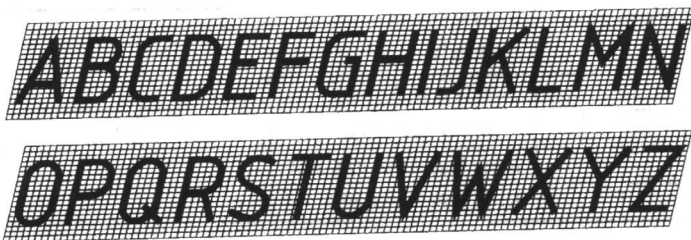


图 1-4 长仿宋体汉字的基本笔画

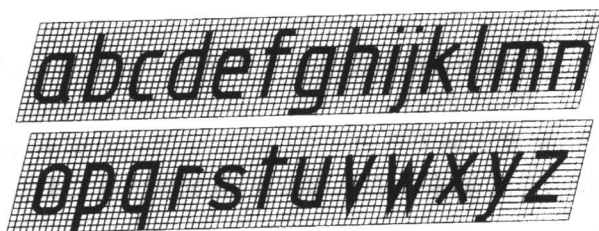
字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。A 型字母和数字的书写范例如图 1-5 所示。



(a) A型斜体阿拉伯数字及其书写笔序



(b) A型斜体大写拉丁字母



(c) A型斜体小写拉丁字母



(d) A型斜体罗马数字

图 1-5 阿拉伯数字和拉丁字母书写示例

1-4 图 线

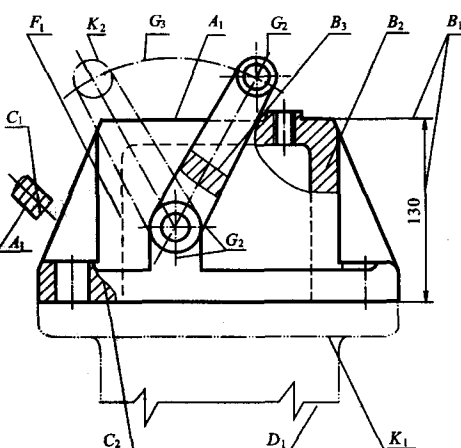
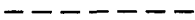
技术图样中,图线是指起点和终点间以任意方式连接的一种几何图形,形状可以是直线或曲线、连续线或不连续线。不连续线的独立部分,如点、长度不同的画和间隔统称为线素。一

个或一个以上不同线素组成一段连续的或不连续的图线称为线段。本章主要介绍标准 GB/T 4457.4—2002 对常用线型的规定。

一、线型

技术图样的线型及应用如表 1-5 所示。

表 1-5 图线的型式、宽度及主要用途

图线名称	图线型式及其代号	图线宽度	主要用途	图 例
粗实线		d	A_1 可见轮廓线	
细实线		约 $d/2$	B_1 尺寸线和尺寸界线 B_2 剖面线 B_3 重合剖面的轮廓线	
波浪线		约 $d/2$	C_1 断裂处的边界线 C_2 视图与剖视的分界线	
双折线		约 $d/2$	D_1 断裂处的边界线	
虚线		约 $d/2$	F_1 不可见轮廓线	
细点画线		约 $d/2$	G_1 轴线 G_2 对称中心线 G_3 轨迹线	
粗点画线		d	J_1 有特殊要求的线或表面的表示线	
双点画线		约 $d/2$	K_1 相邻辅助零件的轮廓线 K_2 极限位置的轮廓线	

二、图线的尺寸

所有线型的图线宽度 d 应按图样的类型和尺寸大小在下列数系(该数系的公比为 $1:\sqrt{2}$ 或 $1:1.4$)中选择: 0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2 mm。

粗线、中粗线和细线的宽度比例关系为 $4:2:1$ 。在同一图样中, 同类图线的宽度应一致。机械工程图样上采用两类线宽, 称为粗线和细线, 其宽度比例关系为 $2:1$, 粗线宽度 d 可在 0.5~2 mm 之间选取。

线素指不连续的独立部分, 手工绘图时, 线素的长度宜符合表 1-6 中的规定。

表 1-6 线素长度

线素	线型	长度
点	点画线、双点画线	$\leq 0.5d$
短间隔	虚线、点画线、双点画线	$3d$
画	虚线	$6d$
长画	点画线	$12d$

三、图线画法

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

(2) 两条平行线之间的最小间距不大于 0.7 mm。

(3) 绘制圆的对称中心线时,圆心应该为线段的交点,点画线的首末两端应是线段而不是点,并超出圆轮廓 2~5 mm。当圆比较小,绘制点画线圆比较困难,可以用细实线代替。

(4) 虚线为实线延长线相接处应为空当,如图 1-6 所示。虚线与虚线相交或虚线与其他图线相交,应为画相交。

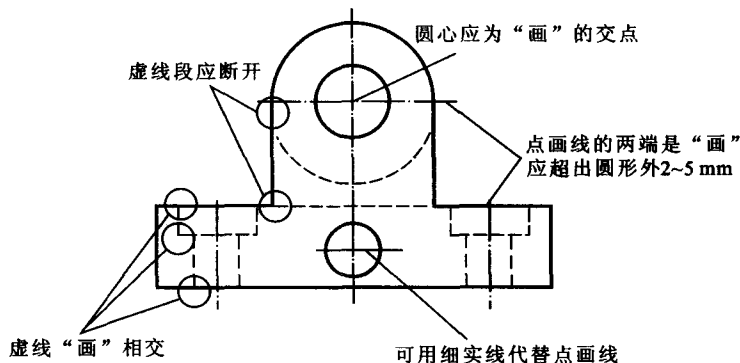


图 1-6 图线的画法

1-5 尺寸注法

标准 GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—1996 规定了图样中尺寸的注法。

一、基本规则

(1) 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性无关。

(2) 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸,以 mm(毫米)为单位时,不需标注计量单位的符号或名称,如采用其他单位,则必须说明相应的计量单位符号或名称。

(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、尺寸组成

一个完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字组成,如图 1-7 所示。

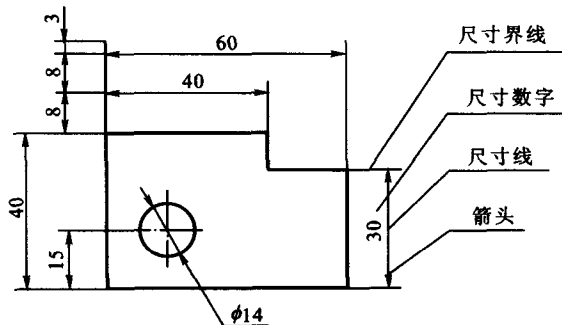


图 1-7 尺寸的组成

1. 尺寸界线

(1) 确定尺寸范围,用细实线绘制,可用轮廓线、轴线、中心线代替。

(2) 尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时才允许倾斜,并超过尺寸线的终端 3 mm 左右。在圆滑过渡处,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 1-8 所示。

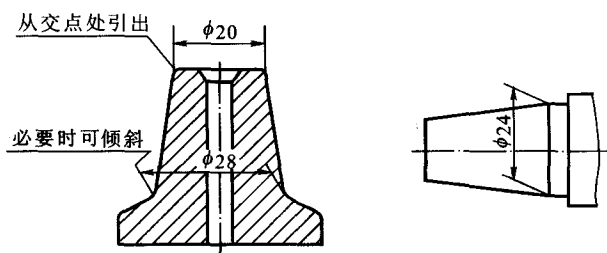


图 1-8 尺寸界线标注示例

2. 尺寸线

(1) 表示尺寸的方向,用细实线绘制,不能用其他图线代替,也不得与其他图线重合或画在其延长线上,如图 1-10 所示,其端部有箭头、斜线两种形式。表示尺寸线终端的箭头和斜线的画法如图 1-9 所示。采用斜线形式时,尺寸线与尺寸界线应相互垂直,机械图样一般采用箭头,在同一张图纸上箭头大小应一致。

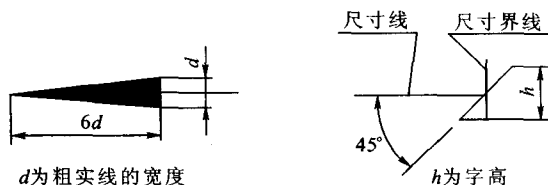


图 1-9 尺寸线终端的两种形式

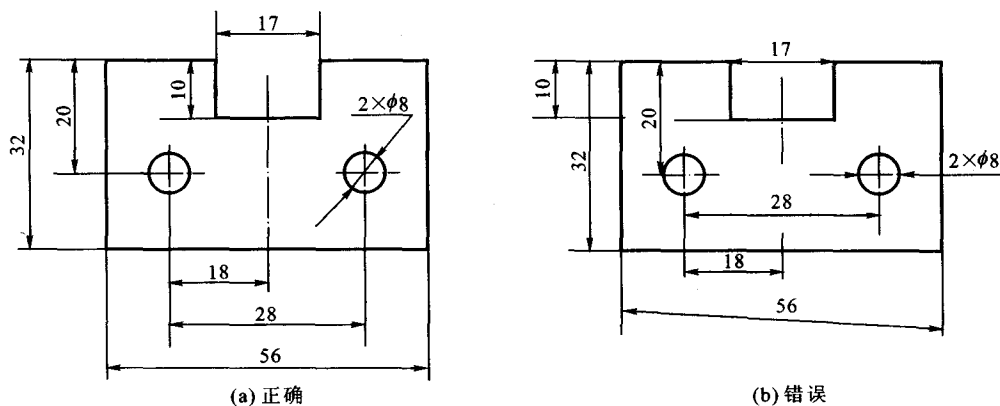


图 1-10 尺寸线标注示例

(2) 标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行,互相平行的尺寸线,小尺寸在里面,大尺寸在外面,尺寸线间的距离为 7 mm 左右。如图 1-10 所示。

3. 尺寸数字

(1) 尺寸数字表示尺寸的大小。一般写在尺寸线的上方,也可写在尺寸线的中断处(但同

一图样应一致)。当注写尺寸数字的地方不足够注写数字时,可以引出标注。

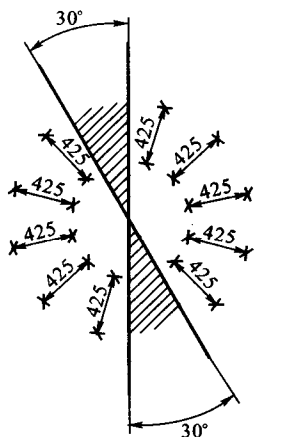
(2) 对于线性尺寸,水平尺寸写在尺寸线的上方,字头朝上,垂直尺寸写在尺寸线的左方,字头朝左,倾斜尺寸应保持向上的趋势(按小于 90° 的方向转至水平位置时,与水平尺寸相同),如图 1-11(a)所示,并尽可能避免在 30° 范围内标注尺寸。当无法避免时,可按图 1-11(b)的形式标注。

(3) 角度尺寸一律水平书写。

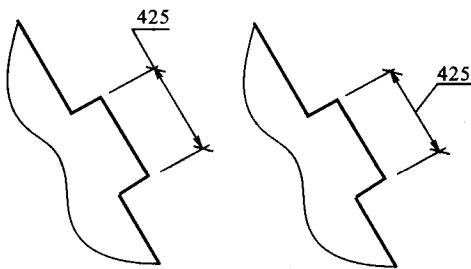
(4) 有时候不影响读图,对于非水平方向的尺寸,其数字也可以水平地注写在尺寸线的中断处。

(5) 尺寸数字不能被任何图线通过,否则必须断开。

(6) 在同一张图上,基本尺寸的字高要一致。



(a) 尺寸数字方向避免区域



(b) 在避免区域内可注形式

图 1-11 尺寸数字的书写

三、常用的尺寸注法

1. 圆与圆弧尺寸

(1) 标注圆或大于半圆的圆弧时,尺寸线通过圆心,以圆周为尺寸界线,并在尺寸数字前加注直径符号“ ϕ ”,如图 1-12(a)、(b)所示。

(2) 标注小于或等于半圆的圆弧时,应在尺寸数字前加注半径符号“R”,如图 1-12(c)所示。

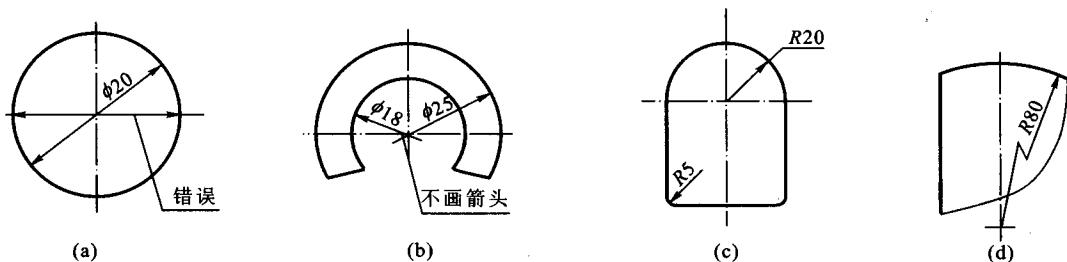


图 1-12 圆与圆弧的尺寸标注

(3) 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,可采用折线的形式标注。

若不需要标出圆弧的圆心位置时,可只画靠近箭头的一段。如图 1-12(d)所示。

2. 球面尺寸

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 1-13 所示。

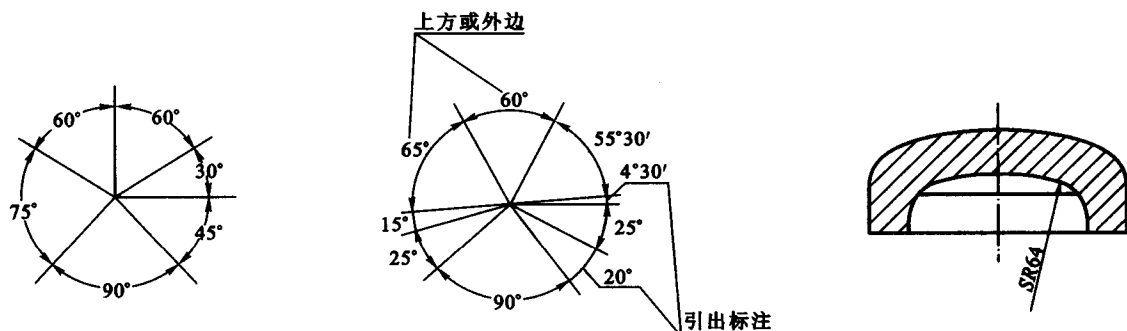


图 1-13 球面和角度的尺寸标注

3. 角度尺寸

角度的尺寸界线应沿径向引出,尺寸线是以角的顶点为圆心画出的圆弧线,角度的数字一律写成水平方向,注在尺寸线中断处,必要时可写在尺寸线上方或外边,也可引出标注,如图 1-13 所示。

4. 狭小部位标注

在没有足够的位置画箭头或注写尺寸数字时,可将箭头或尺寸数字布置在外面。当位置更小时,箭头和数字都可以布置在外面。几个小尺寸连续标注时,中间的箭头可用圆点或斜线代替,如图 1-14 所示。

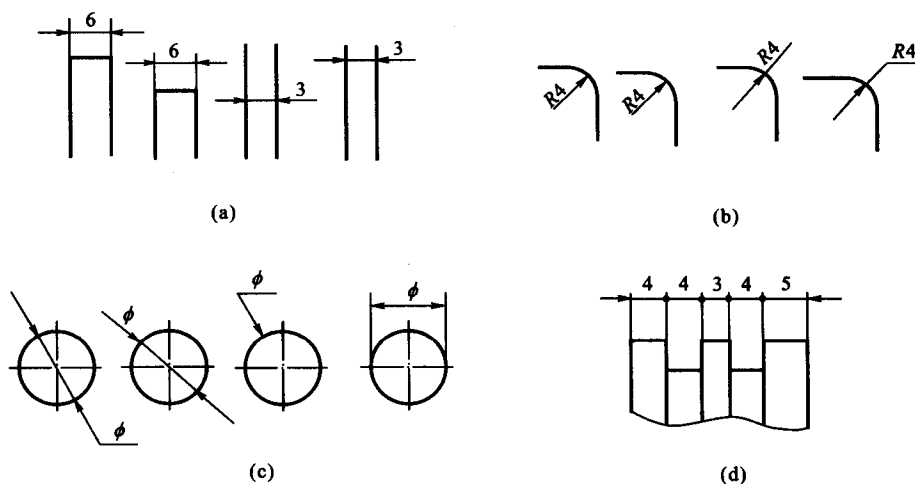


图 1-14 小尺寸注法

5. 成组要素的尺寸标注

在同一图形中,对于尺寸相同的孔、槽等成组要素,可仅在一个要素上标注其数量和尺寸,均匀分布在圆上的孔可在尺寸数字后加注“EQS”表示均匀分布,如图 1-15 所示。

6. 弧长和弦长的标注

弧长尺寸线应用与该圆弧同圆心的圆弧线表示,尺寸界线垂直于该圆弧的弦,当弧度较大

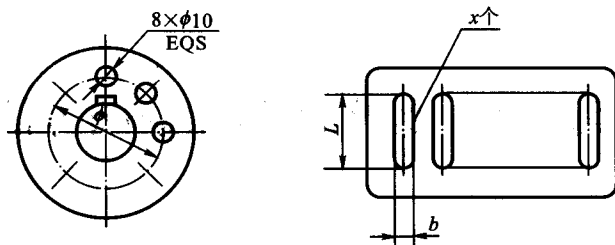


图 1-15 相同要素的尺寸标注

时,可沿径向引出尺寸界线,终端以箭头表示,弧长数字上方加注圆弧符号,如图 1-16 所示。

弦长尺寸线应平行于该圆弧弦,尺寸界线垂直于该弦,如图 1-16 所示。

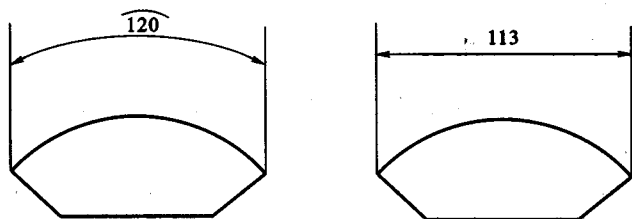


图 1-16 弧长和弦长的标注

7. 薄板厚度、正方形的标注

薄板厚度的尺寸标注可在数值前加厚度符号“t”,如图 1-17 所示。

正方形的尺寸标注可在数值前加注正方形符号“□”,或用边长×边长,如图 1-18 所示。

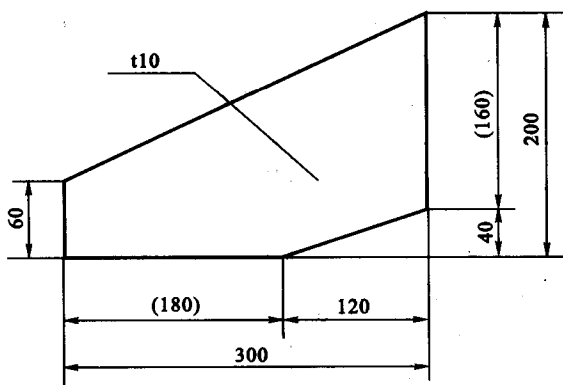


图 1-17 薄板厚度注法

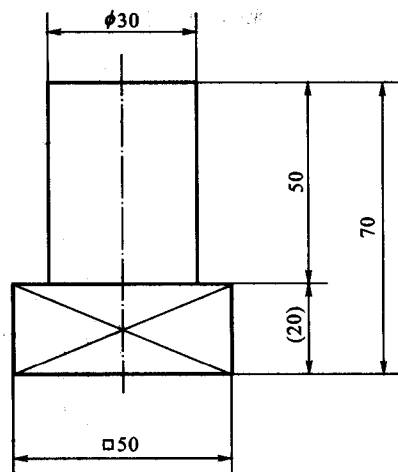


图 1-18 正方形注法

8. 参考尺寸

标注参考尺寸时,应将尺寸数字加上圆括号,如图 1-18 所示。