

山东省职业教育课程改革教材

机械制图

主编 董义香 梁峰



中等职业学校特色教材

机 械 制 图

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图/董义香,梁峰主编. —济南:山东科学技术出版社,2018.8

ISBN 978 - 7 - 5331 - 9631 - 8

I. ①机… II. ①董… ②梁… III. ①机械制图—职业教育—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 139402 号

责任编辑:邱赛琳 梁天宏

装帧设计:孙非羽

主管单位:山东出版传媒股份有限公司

出版者:山东科学技术出版社

地址:济南市市中区英雄山路 189 号

邮编:250002 电话:(0531)82098088

网址:www.lkj.com.cn

电子邮件:sdkj@sdpress.com.cn

发 行 者:山东科学技术出版社

地址:济南市市中区英雄山路 189 号

邮编:250002 电话:(0531)82098071

印 刷 者:山东省东营市新华印刷厂

地址:山东省东营市华泰工业园

邮编:257335 电话:(0546)6441693

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:11

字数:220 千

版次:2018 年 8 月第 1 版 2018 年 8 月第 1 次印刷

定价:30.00 元

本书编委会

主 编 董义香 梁 峰
副主编 吕爱英 张文亮
参 编 杨 升 孙永强 曲春梅 杜传山 李 亮
徐钦峰 高 文
主 审 胡安水

前 言

本书是山东省职业教育课程改革教材。教材根据机械工程学科发展的需要,依照国家教育部发布的《职业学校机械制图教学大纲》和山东省教育厅制定的专业教学指导方案,结合职业学校学生心理特点和认识规律编写而成。

本书以“简明实用”为编写宗旨,以“绘图与识图为主”为编写思路,基本上做到了基本理论以应用为目的,以够用为度。本书的具体特点如下:

第一,目的明确。本书编写紧贴职业院校各类专业学生的教学需求和培养目标,旨在培养学生的制图基本技能、空间想象能力、抽象思维能力、动手能力和综合素质。

第二,标准新。本书全部采用最新的国家标准,凡在定稿前能收集到的新国家标准,均在书中予以贯彻。

第三,内容新。本书内容选材新、资料新,实例、插图的选择紧密结合实际生产、生活需求,以提高学生学习的兴趣和学习效果。

第四,涵盖面和适用范围广。为适应机械类、近机械类及非机械类等专业的不同教学需求,本书在内容编排和实例插图上具有一定的收缩性和灵活性,并力争涵盖各专业需求,以便教师、学生能够根据自身需求加以取舍。

本书适合作为中、高等职业院校机械工程类专业的教学用书,适用于

160~180学时的课堂教学。在使用时,各院校可根据 ([具体情况进行适当删减或补充。

本书由董义香、梁峰担任主编,吕爱英、张文亮担任副主编,杨升、孙永强、曲春梅、杜传山、李亮、徐钦峰、高文参与编写,胡安水担任主审。

本书在编写过程中借鉴了大量的机械制图相关文献资料,在此向这些资料的作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 制图基本知识	1
§ 1-1 图纸幅面和格式	1
§ 1-2 比例和字体	4
§ 1-3 图线及其画法(GB/T 4457.4—2002)	6
§ 1-4 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)	7
第二章 几何作图	11
§ 2-1 绘图工具和仪器的使用	11
§ 2-2 线段的等分、圆周等分	14
§ 2-3 斜度和锥度	15
§ 2-4 圆弧连接	16
§ 2-5 平面图形的分析与作图	18
第三章 几何元素的投影	21
§ 3-1 投影法的基本知识	21
§ 3-2 点的投影	23
§ 3-3 直线的投影	26
§ 3-4 平面的投影	28
第四章 立体的投影及表面交线	30
§ 4-1 基本体的投影	30
§ 4-2 平面与立体相交	38
§ 4-3 两曲面立体表面相交	46
第五章 轴测图	53
§ 5-1 轴测图的基本知识	53
§ 5-2 正等轴测图(正等测)	54
§ 5-3 斜二等轴测图(斜二测)	57

第六章 组合体	60
§ 6-1 组合体的组合形式	60
§ 6-2 组合体视图的画法	62
§ 6-3 组合体的尺寸标注	67
§ 6-4 读组合体视图	74
第七章 机件的表达方法	83
§ 7-1 机件外部形状的表达——视图	83
§ 7-2 机件内部形状的表达——剖视图	87
§ 7-3 机件断面形状的表达——断面图	96
§ 7-4 机件局部细小结构的表达——局部放大图	98
§ 7-5 常用简化画法(GB/T 16675.1—1996)	99
第八章 常用件	103
§ 8-1 螺纹及螺纹紧固件	104
§ 8-2 齿轮	112
§ 8-3 键和销	116
§ 8-4 弹簧	117
第九章 零件图	121
§ 9-1 零件图概述	121
§ 9-2 零件结构形状的表达	122
§ 9-3 典型零件的表达方法	125
§ 9-4 零件图的尺寸标注	130
§ 9-5 零件图的技术要求	136
§ 9-6 零件图的识读	143
第十章 装配图	146
§ 10-1 装配图概述	146
§ 10-2 装配图画法的基本规定和特殊表达方法	148
§ 10-3 装配图的尺寸标注及序号和明细栏	153
§ 10-4 装配结构的构型	155
§ 10-5 画装配图的方法和步骤	158
§ 10-6 识读装配图	163
§ 10-7 读装配图举例	164

第一章 制图基本知识

机械图样是现代工业设计和生产中最重要技术文件之一,是表达设计思想,进行技术交流的共同语言。凡是从事工业生产的人,没有不和机械图样打交道的。对于高级技术工人(高级工、技师),更需要具备一定的识图和画图能力。

我国国家标准(简称国标)的代号是“GB”(“GB/T”为推荐性国标),它是由“国标”两个汉字的汉语拼音的第一个字母“G”和“B”组成的,例如 GB/T 17451—2008《技术制图 图样画法 视图》表示制图标准中图样画法的视图部分,编号为 17451,发布的年号是 2008 年。需要注意的是,《机械制图》标准适用于机械图样,《技术制图》标准则对工程界的各种专业技术图样普遍适用。

本章主要介绍图纸幅面和格式、比例、字体、图线以及尺寸标注法等。

§ 1-1 图纸幅面和格式

一、图纸幅面(GB/T 14689—2008)

绘制图样时,应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面,必要时也可采用规定的加长幅面,这些幅面的尺寸是由相应的基本幅面的短边成整数倍增加得出,如图 1-1 所示。

图纸幅面可横放或竖放,如图 1-2 所示。

表 1-1 基本幅面尺寸

单位:mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

二、图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为不留装订边和留有装订边两种,但同一产品的图样只能采用一种格式。

不留装订边的图纸,其图框格式如图 1-2 所示,尺寸按表 1-1 的规定。留有装订边的图纸,其图框格式如图 1-3 所示,尺寸按表 1-1 的规定。

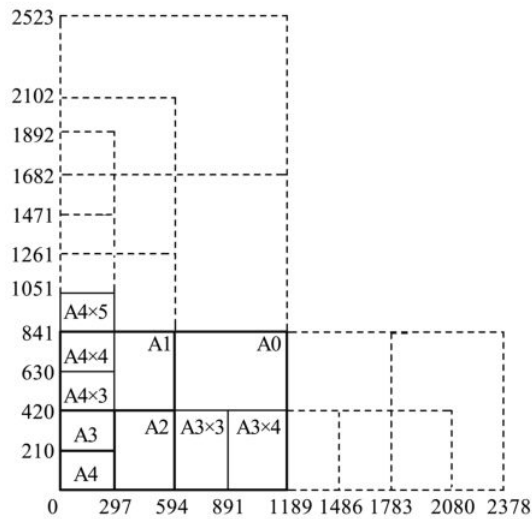


图 1-1 图纸幅面

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 $A2 \times 3$ 的图框尺寸,按 $A1$ 的图框尺寸确定,即 e 为 20(或 c 为 10),而 $A3 \times 4$ 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(GB/T 10609.1—2008)

每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏的位置应位于图纸的右下角,如图 1-2、图 1-3 所示。

标题栏的长边置水平方向并与图纸的长边平行时,则构成 X 型图纸,如图 1-2(a)、图 1-3(a) 所示。若标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸,如图 1-2(b)、图 1-3(b) 所示。看图的方向与标题栏的文字方向一致。

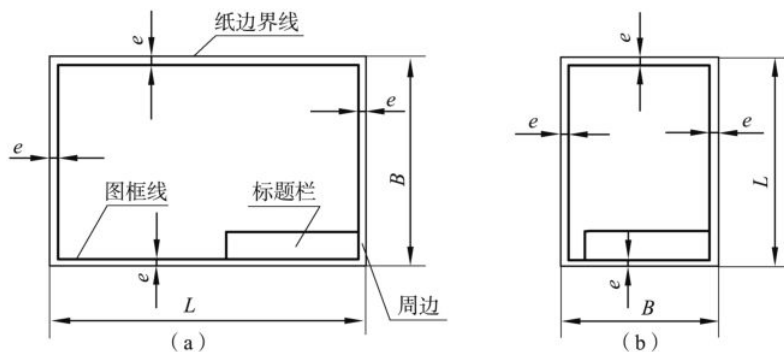


图 1-2 不留装订边的图样的图框格式

(图样名称)		比例	质量	共 张	(图样代号)
				第 张	
制图		(单位名称)			
审核					

(c) 简化的标题栏(装配图用)

图 1-4 标题栏格式

§ 1-2 比例和字体

一、比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。国标规定制图可采用的比例见表 1-2。

表 1-2 比 例

原值比例	优先使用	1:1
放大比例	优先使用	5:1 2:1 5 × 10 ⁿ :1 2 × 10 ⁿ :1 1 × 10 ⁿ :1
	可使用	4:1 2.5:1 4 × 10 ⁿ :1 2.5 × 10 ⁿ :1
缩小比例	优先使用	1:2 1:5 1:10 1:2 × 10 ⁿ 1:5 × 10 ⁿ 1:1 × 10 ⁿ
	可使用	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:1.5 × 10 ⁿ 1:2.5 × 10 ⁿ 1:3 × 10 ⁿ 1:4 × 10 ⁿ

注: n 为正整数。

比例一般应标注在标题栏内,必要时可在视图名称的下方或右侧标注比例,这在后面相关章节会作介绍。

二、字体(GB/T 14691—1993)

在工程图样中,除了表示机件形状的图形外,还要用文字、字母、数字来说明机件的技术要求和大小等内容。

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,其中汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h / \sqrt{2}$ 。

字体高度代表字体的号数。如需要书写更大的字,其字体高度应按一定的比率递增。

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。

长仿宋体的主要特点是笔画细直清楚,字体结构均匀。其笔画特点是横平竖直,粗细一致,撇挑锋利,勾拐有棱,起落有顿,适用于硬笔尖(钢笔和铅笔)一笔写成。汉字示例如图 1-5 所示。

字体端正 笔画清楚 排列整齐 间隔均匀

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基准高宽两端中心极锥销键材

图 1-5 汉字——长仿宋体示例

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)的十四分之一。B 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的十分之一。在同一图样上,只允许选用一种字体。

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 型斜体字母、数字示例如图 1-6 所示。

A B C D E F G H I J K L M N O P
a b c d e f g h i j k l m n o p
I II III IV V VI VII VIII IX X
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

图 1-6 A 型斜体字母、数字示例

汉字、拉丁字母、希腊字母、阿拉伯数字和罗马数字等组合书写时,其排列格式和间距应满足一定要求,详见国标 GB/T 14691—1993 的有关规定。

用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母,一般应采用小一号的字体。

图样中的数学符号、物理量符号、计量单位符号以及其他符号、代号,应分别符合国家的有关法令和标准的规定。图 1-7 是字体组合示例。

$7^{\circ+1^\circ}_{-2^\circ}$ 5 m/kg 460 r/min
10Js5(±0.003) M24-6h 5%
 $\phi 25 \frac{H6}{m5}$ $\frac{11}{2:1}$ $\frac{A \text{ 向旋转}}{5:1}$ $\frac{6.3}{\nabla}$

图 1-7 字体组合示例

§ 1-3 图线及其画法(GB/T 4457.4—2002)

绘制图样时,应采用表 1-3 中规定的图线。表 1-3 及图 1-8 列出了机械图样中常用图线的型式、宽度和主要用途,其他用途可查阅国标。

图线分为粗、细两种。粗线的宽度 d 应根据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 $d/2$ 。

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, 0.18 mm 应避免采用。

如图 1-9 所示,绘图时应遵守以下几点:

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

(2) 两条平行线(包括剖面线)之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度。其最小距离不得小于 0.7 mm 。






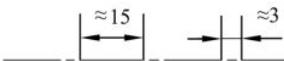

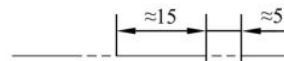
(3) 点画线和双点画线的首末两端,应是线段而不是短划。

(4) 点画线应超出相应图形轮廓 $2 \sim 5 \text{ mm}$ 。

(5) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为线段的交点。在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时,可以用细实线代替。

(6) 当虚线与虚线或与其他图线相交时,应以线段相交;当虚线是粗实线的延长线时,实线画到交点,在虚线处留有间隙。

表 1-3 图线的型式、宽度和主要用途

图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
粗实线		b	可见轮廓线,可见过渡线
细实线		约 $b/2$	尺寸线、尺寸界线,剖面线,引出线
波浪线		约 $b/2$	断裂处的边界线,视图和剖视的分界线
双折线		约 $b/2$	断裂处的分界线
虚线		约 $b/2$	不可见轮廓线,不可见过渡线
细点画线		约 $b/2$	轴线,对称中心线,节圆及节线
粗点画线		b	有特殊要求的表面的表示线
双点画线		约 $b/2$	假想投影轮廓线,中断线相邻辅助零件的轮廓线

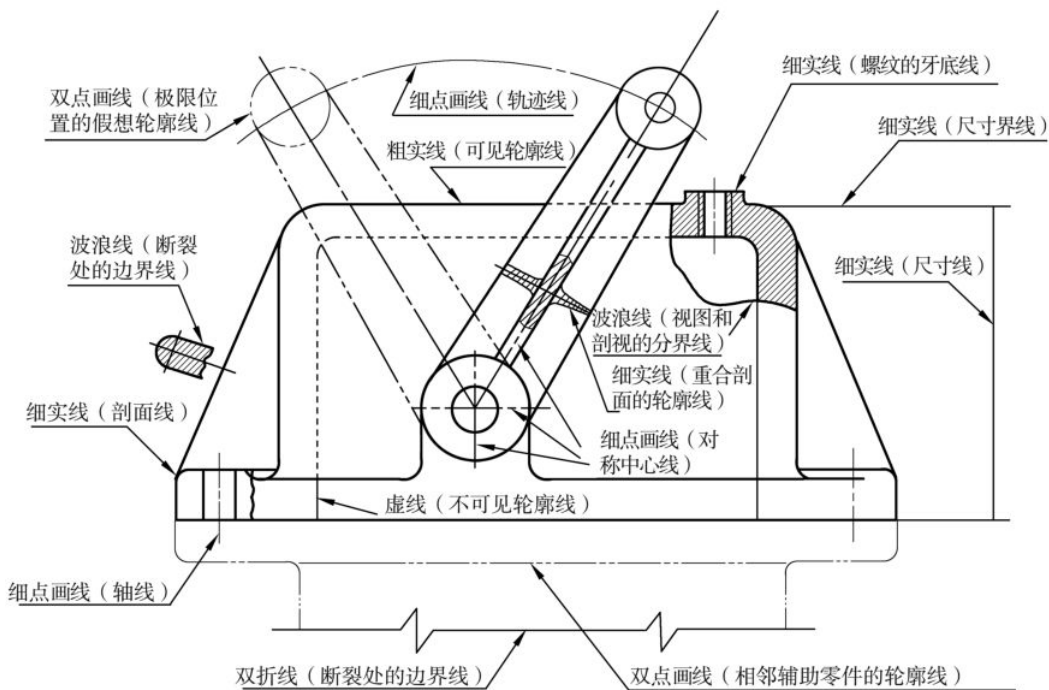


图 1-8 图线应用举例

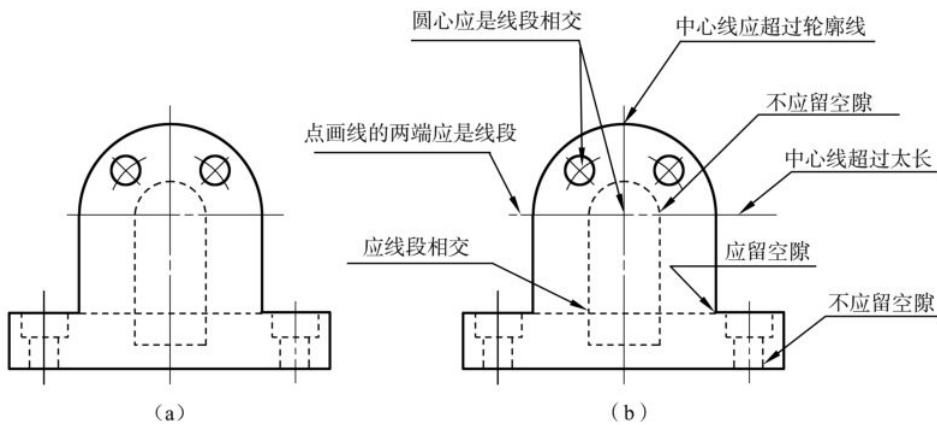


图 1-9 图线应用时容易出错的地方

§ 1-4 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)

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正确

度无关。

2. 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸,以毫米为单位时,不需标注计量单位的代号或名称;如采用其他单位,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

3. 图样中所标注的尺寸应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

一个完整的尺寸由尺寸数字、尺寸线和尺寸界线三部分组成。如图1-10所示。

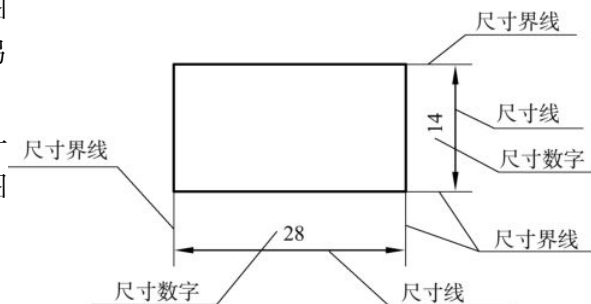


图 1-10 尺寸的三要素

1. 尺寸界线用细实线绘制,长度要超出尺寸线约 2 mm,一般由图形的轮廓线、轴线或对称线引出,如图 1-11 中的水平方向尺寸。

尺寸界线也可用轮廓线、轴线或对称中心线代替,如图 1-11 中的垂直方向尺寸。

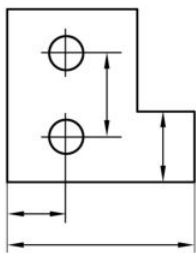


图 1-11 尺寸界线的引出

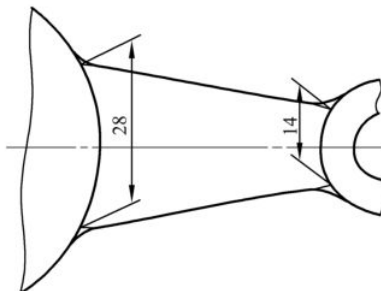


图 1-12 尺寸界线的特殊画法

尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时才允许倾斜;当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 1-12 所示。

2. 尺寸线用细实线绘制,不能用其他图线代替,也不能与其他图线重合或画在其延长线上,尺寸线相互间应尽量避免相交。尺寸线一般应与尺寸界线垂直。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行,尺寸线与轮廓线的距离以及相平行的尺寸线间的距离应尽量全图一致。

尺寸线的终端可以有两种形式:箭头或斜线。如图 1-13 所示。

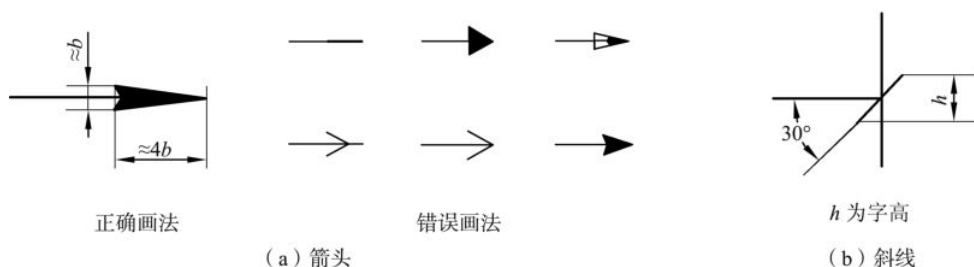


图 1-13 尺寸线的终端形式

在同一张图样中只能采用一种尺寸线终端形式。工程上较多地使用箭头这种形式,因此,我们也要求大家采用箭头。尺寸箭头应画成如图 1-13(a)所示的一个以尺寸线为对称轴的狭长等腰三角形,其尾部向内成弧形,长约 $4b$,宽约 b (b 为粗实线线宽)。箭头尖端应指到尺寸界线上,不应超出或不到尺寸界线。同一图样中的箭头大小应一致。

3. 线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方或左方,也允许注写在尺寸线的中断处。在同一图样上,数字的注法应一致。注写线性尺寸数字时,如尺寸线为水平方向时,尺寸数字规定由左向右书写,字头向上;如尺寸线为竖直方向时,尺寸数字由下向上书写,字头朝左;在倾斜的尺寸线上注写尺寸数字时,必须使字头方向有向上的趋势。线性尺寸、角度尺寸、圆、圆弧、小尺寸等尺寸的注法见表 1-4。

表 1-4 常见尺寸标准

标注内容	图 例	说 明
线性尺寸的数字方向		<p>尺寸数字应按左图中的方向注写,并尽量避免在 30° 范围内标注尺寸;当无法避免时,可按右图标注</p>
角 度		<p>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。必要时可写在上方或外面,也可引出标注</p>
圆和圆弧		<p>直径、半径的尺寸数字前应分别加符号“ϕ”“R”。尺寸线应按图例绘制</p>