

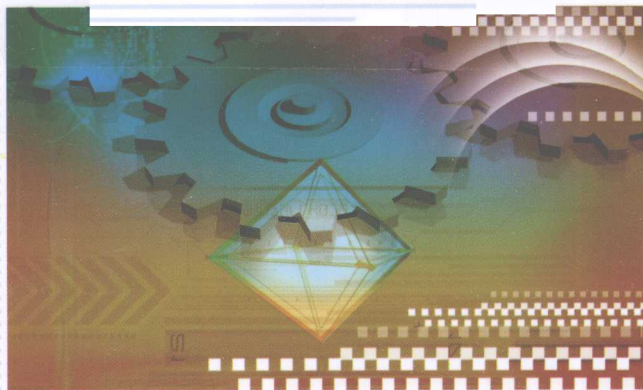


面向“十二五”高等教育课程改革项目研究成果

机械制图及CAD

JIXIE ZHITU JI CAD

◎ 主 编 刘淑琴
◎ 副主编 武洪娟 谢庆元
◎ 主 审 王建明



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

面向“十二五”高等教育课程改革项目研究成果

机械制图及 CAD

主 编 刘淑琴

副主编 武洪娟 谢庆元

主 审 王建明



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书主要内容有：机械制图国家标准“GB”，盘盖类零件，轴套类零件，箱体和支架类零件，标准件和常用件，装配图。

本书既可作为高等院校机电类和相关专业的教材，也可供工程技术人员参考使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图及 CAD/刘淑琴主编. —北京：北京理工大学出版社，2010.7
ISBN 978-7-5640-3694-2

I. ①机… II. ①刘… III. ①机制制图—高等学校：技术学校—教材
②机制制图：计算机制图—高等学校：技术学校—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 160874 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京市通州富达印刷厂

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 17.5

字 数 / 329 千字

版 次 / 2010 年 7 月第 1 版 2010 年 7 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 1500 册

定 价 / 37.00 元

责任编辑/ 臧 玮

王叶楠

责任校对/ 陈玉梅

责任印制/ 边心超

图书出现印装质量问题，本社负责调换

前 言

《机械制图及 CAD》是高等院校机电类专业教材,是根据教育部高等教育的总体要求,依据高等教育课程改革行动计划的有关精神,并结合高等教育的实际情况编写的。《机械制图及 CAD》是在机械制图和 CAD 的基础上,按项目课程教学模式编写的。

全书按照“机械制图国家标准‘GB’”、“盘盖类零件”、“轴套类零件”、“箱体和支架类零件”、“标准件和常用件”和“装配图”六个项目编写,主要内容包括制图的基本知识与技能、正投影法基本原理、立体及其表面交线、轴测图、组合体、机件的表达方法、常用机件及结构要素的表示法、零件图、装配图等。全书以机械制图为体系,将 CAD 的内容融入机械制图体系中,在 AutoCAD 绘图环境中分析讲解作图的方法、步骤,使机械制图与 CAD 真正融合;通过实例讲解,任务驱动的方式,讲解应用 CAD 绘制机械图样的基本技能和方法,其内容涵盖了 AutoCAD 的基本操作、基本绘图及编辑命令、尺寸及文字的标注、图块的操作等主要内容;精选实例,由浅入深,将各个知识点融于实例操作中。

与本书配套编写的习题集,有与各章节内容相适应的练习题。部分练习题提供相应的 CAD 格式电子版本,可方便读者在 AutoCAD 绘图环境中进行练习。本书配备相应的网络资源。

本书可作为高等院校工程技术类专业“机械制图及 CAD”等相关课程的教材,也可作为相关工程技术人员的培训教材及参考用书,及在高等教育自学考试的制图教学中参考使用。

参与本书编写工作的有:刘淑琴副教授/高级工程师(项目一、项目二),谢庆元副教授/高级工程师(项目三、项目四),武洪娟讲师/工程师(项目五、项目六),由刘淑琴主编。全书由王建明副教授/高级工程师审阅。

书中部分内容的编写参照了有关文献,恕不一一列举,谨对书后所有参考文献的作者表示感谢。

限于编者水平有限和时间匆忙,书中定有不少疏漏和错误,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

项目一 机械制图国家标准“GB”	(1)
任务 制图国家标准	(1)
模块一 国家标准关于制图的一般规定	(1)
1.1.1 基本制图标准	(1)
1.1.2 绘图工具及其使用方法	(11)
模块二 平面绘图	(13)
1.2.1 几何作图	(13)
1.2.2 平面图形的画法	(17)
1.2.3 徒手绘图	(19)
1.2.4 计算机绘图	(20)
模块三 投影基础	(28)
1.3.1 正投影法与三视图	(28)
1.3.2 点、线、面的投影	(32)
1.3.3 轴测图	(47)
项目二 盘盖类零件	(60)
任务 盘盖零件图	(60)
模块一 基本立体	(61)
2.1.1 平面立体	(61)
2.1.2 回转体	(64)
模块二 立体表面交线	(68)
2.2.1 截交线	(68)
2.2.2 相贯线	(75)
模块三 组合体	(80)
2.3.1 组合体的形体分析	(80)
2.3.2 组合体的三视图	(82)
2.3.3 尺寸标注	(84)
2.3.4 读组合体视图	(96)
2.3.5 计算机绘制立体图	(102)
2.3.6 视图	(105)

模块四 剖视图	(109)
2.4.1 剖视图	(109)
2.4.2 剖视图的画法	(110)
2.4.3 剖切面的种类	(112)
2.4.4 剖视图的种类	(116)
模块五 简化画法	(119)
项目三 轴套类零件	(124)
任务 轴套类零件图	(124)
模块一 断面图	(125)
3.1.1 断面图	(125)
3.1.2 其他画法	(129)
模块二 零件加工工艺结构	(134)
3.2.1 尺寸标注的注意事项	(134)
3.2.2 机械加工工艺结构	(136)
3.2.3 技术要求	(138)
模块三 计算机绘制轴类零件图	(159)
项目四 箱体和支架类零件	(167)
任务 零件图	(167)
模块一 铸件工艺结构	(168)
模块二 尺寸标注的注意事项	(171)
模块三 读零件图	(173)
项目五 标准件和常用件	(180)
任务 标准件、常用件的画法及应用	(180)
模块一 螺纹	(180)
5.1.1 螺纹的形成	(180)
5.1.2 螺纹的几何参数	(181)
5.1.3 螺纹的规定画法	(183)
5.1.4 螺纹的种类和标注	(185)
5.1.5 普通螺纹的公差及表面粗糙度	(188)
模块二 螺纹紧固件及其连接	(191)
5.2.1 螺纹紧固件的标记	(191)
5.2.2 螺纹紧固件的画法	(193)
5.2.3 螺纹紧固件的连接	(194)
模块三 键、销连接	(197)
5.3.1 键连接	(197)
5.3.2 普通平键连接的公差及表面粗糙度	(198)

5.3.3 销连接	(199)
模块四 齿轮	(201)
5.4.1 圆柱齿轮	(201)
5.4.2 渐开线圆柱齿轮的公差	(205)
5.4.3 圆锥齿轮	(210)
5.4.4 蜗杆、蜗轮	(212)
模块五 滚动轴承、弹簧	(215)
5.5.1 滚动轴承	(215)
5.5.2 弹簧	(221)
模块六 计算机绘制标准件连接	(223)
项目六 装配图	(227)
任务 装配图	(227)
模块一 装配图内容及画法	(227)
6.1.1 装配图的内容	(227)
6.1.2 装配图的画法	(229)
模块二 装配图上尺寸标注及明细栏、零件序号	(234)
6.2.1 装配图上的尺寸注法和明细栏	(234)
6.2.2 装配工艺结构	(236)
6.2.3 绘制装配图的步骤	(239)
模块三 计算机绘制装配图	(240)
模块四 读装配图及拆画零件图	(242)
6.4.1 读装配图的方法和步骤	(242)
6.4.2 由装配图拆画零件图	(243)
附录	(247)
参考文献	(271)

项目一 机械制图国家标准“GB”

知识要点:

为了便于生产、管理和技术交流,国家标准《技术制图》和《机械制图》对图纸的幅面和格式、比例、字体、图线和尺寸标注法等,作了统一的规定,这是每个工程人员都必须严格遵守的。

线性尺寸统一使用国际标准 ISO (单位: mm)。

技能达标:

严格执行国家标准“GB”,了解掌握国际标准“ISO”。

任务 制图国家标准

【先导案例】

机械图样是用来表达和交流设计思想的语言,是设计、制造机械产品的技术资料。因此,国家标准对图样的画法、格式和尺寸标注等做出统一规定,近年又参照国际标准(ISO)再次进行了修订,使之更加完善、合理和便于国际间的技术交流和贸易往来。国家标准《技术制图》(GB/T 14689 ~ 14691—1993、GB/T 16675.2—1996)是一项基础技术标准,国家标准《机械制图》(GB/T 4457.4—2002、GB/T 4458.4—2003)是一项机械专业制图标准,是图样的绘制与使用的准绳,必须认真学习和遵守。“GB/T”为推荐性国家标准代号,一般可简称“国标”。“14689”、“4457.4”为标准批准顺序号,“1993”、“1996”、“2002”、“2003”表示该标准发布的年号。

【知识链接】

模块一 国家标准关于制图的一般规定

1.1.1 基本制图标准

1. 图纸的幅面与格式 (GB/T 14689—1993)

1) 图纸幅面尺寸

基本幅面共有五种,其尺寸见表 1-1-1,绘制图样时应优先采用这些幅面尺寸。必要时可以沿幅面加长、加宽,加长幅面尺寸在 GB/T 14689—1993 中另

有规定。

表 1-1-1 中 A1 号图纸的幅面是 A0 号图纸的幅面对开, 其余类推。

表 1-1-1 图纸幅面及图框尺寸 (mm)

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

2) 图框

每张图纸在绘图前都必须先画出图框。图框有两种格式, 一种是不留装订边的, 另一种是留有装订边的。

(1) 不留装订边的图纸, 其图框如图 1-1-1 所示, 宽度 e 可依幅面代号从表 1-1-1 查出。

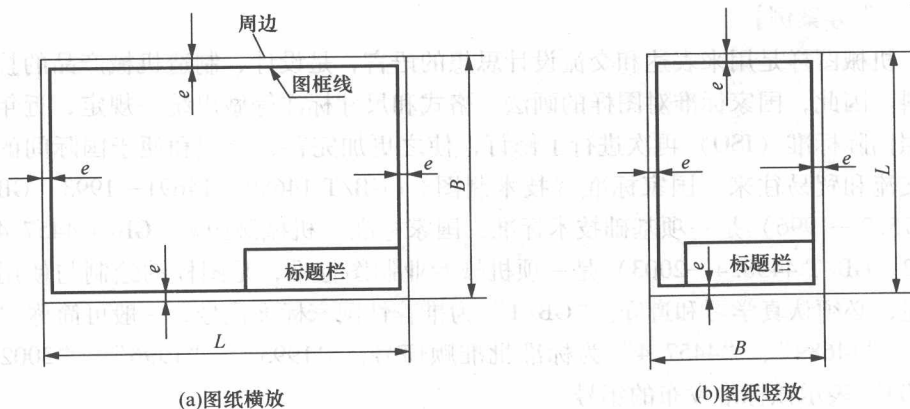


图 1-1-1 不留装订边的图框格式

(2) 留有装订边的图纸, 其图框如图 1-1-2 所示, 装订边宽度 a 和 c 可依幅面代号从表 1-1-1 查出 (一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装)。图框线用粗实线绘制。

3) 标题栏

标题栏的位置一般应在图纸的右下角, 如图 1-1-1 和图 1-1-2 所示。标题栏的文字方向应为读图方向。为了使用印制好的图纸, 标题栏的位置可以按图 1-1-3 的方式配置, 但须加注方向符号。

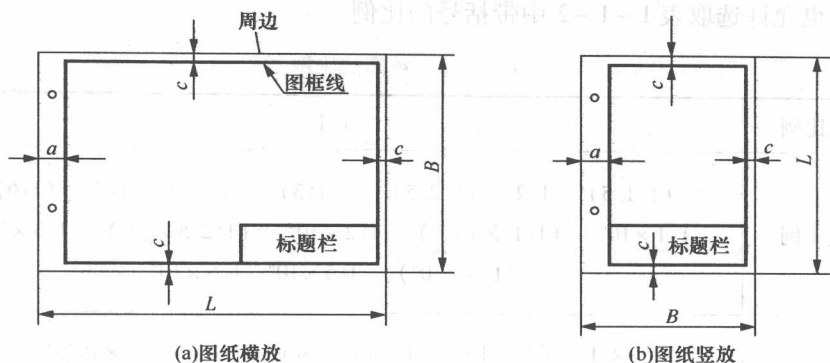


图 1-1-2 留有装订边的图框格式

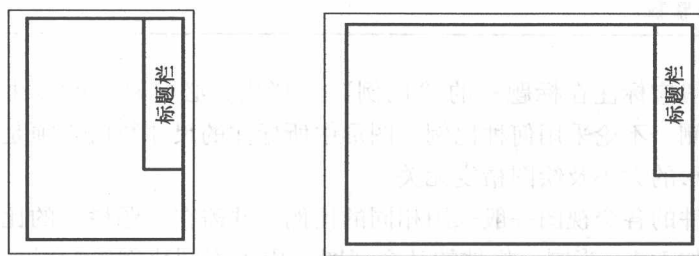


图 1-1-3 用印制图纸允许的另一种标题栏方位

GB/T 10609.1—1989 对标题栏的内容、格式与尺寸作了规定。制图作业的标题栏建议采用如图 1-1-4 所示的格式，外框线及竖线为粗实线，横线为细实线。

				30			
				12			
32	8	(图名)			比例		(图号)
					材料		
		制图	(姓名)	(日期)	(校名)		
		审核	(姓名)	(日期)			(班级)
		12					
		40			65		
					130		

图 1-1-4 制图作业的标题栏

2. 比例 (GB/T 14690—1993)

图样中机件要素的线性尺寸与实际机件要素的线性尺寸之比称为比例。

绘制图样时，一般应从表 1-1-2 规定的系列中选取不带括号的适当比例，

必要时也允许选取表 1-1-2 中带括号的比例。

表 1-1-2 绘图的比例

原值比例	1:1					
缩小比例	(1:1.5)	1:2	(1:2.5)	(1:3)	(1:4)	1:5 (1:6)
	$1:1 \times 10^n$	$(1:1.5 \times 10^n)$	$(1:2 \times 10^n)$	$(1:2.5 \times 10^n)$	$(1:3 \times 10^n)$	$(1:4 \times 10^n)$
缩小比例	2:1	(2.5:1)	(4:1)	5:1	$1 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$
		$(2.5 \times 10^n:1)$	$(4 \times 10^n:1)$	$5 \times 10^n:1$		
注: n 为正整数						

比例一般应标注在标题栏的“比例”一栏内;必要时,可标注在视图名称的下方或右侧。不论采用何种比例,图形中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小,与图形的大小及绘图精度无关。

同一机件的各个视图一般采用相同的比例,并需在标题栏中的比例栏写明采用的比例,如 1:1。当同一机件的某个视图采用了不同比例绘制时,必须另行标明所用的比例。

3. 字体 (GB/T 14691—1993)

图样中除了用图形表达机件的结构形状外,还需要用文字、数字说明机件的名称、大小、材料和技术要求等。为使字体美观、易写、整齐,要求在图样中书写的汉字、数字、字母必须做到“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐”。各种字体的大小要选择适当。字体大小分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8 八种号数。字体的号数即字体的高度(单位: mm)。

1) 汉字

图样上的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。汉字的高度不应小于 3.5,字宽约等于字高的 2/3。长仿宋体的书写要领是:横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。

2) 阿拉伯数字、罗马数字、拉丁字母和希腊字母

数字和字母有正体和斜体之分,一般情况下用斜体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。字母和数字按笔画宽度分为 A 型和 B 型两类, A 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 1/14, B 型字体的笔画宽度为字高的 1/10,即 B 型字体比 A 型字体的笔画要粗一点。

3) 字体示例

汉字、字母和数字的示例见表 1-1-3。

表 1-1-3 字体

字体		示例
长仿宋体汉字	10 号	字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐
	7 号	横平竖直 注意起落 结构匀称 填满方格
	5 号	技术制图石油化工机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织焊接设备工艺
	3.5 号	3.5 号螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸坝棉麻化纤
拉丁字母	大写斜体	<i>ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ</i>
	小写斜体	<i>abcdefghijklmnopqrstuvwxyz</i>
	大写正体	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
	小写正体	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
阿拉伯数字	斜体	<i>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9</i>
	正体	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
罗马数字	斜体	<i>I II III V VI VII IX X</i>
	正体	I II III V VI VII IX X
字体的应用		$\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $7^{\circ +1^{\circ}}_{-2^{\circ}}$ $\frac{3}{5}$ 10J85 (± 0.003) M24 - 6h $\phi 25 \frac{H6}{m5}$ $\frac{II}{2:1}$ $\frac{A}{5:1}$ $\sqrt{Ra 6.3}$ R8 5% $\sqrt{3.50}$

4. 图线 (GB/T 17450—1998)

1) 线型及图线尺寸

国家标准《技术制图》中,规定了15种基本线型。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公比为 $1:\sqrt{2}$ 的系数中选择: 0.13 mm, 0.18 mm, 0.25 mm, 0.35 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, 1 mm, 1.4 mm, 2 mm。

粗线、中粗线和细线的宽度比例为 4:2:1。在同一图样中,同类图线的宽度应一致。

在手工绘图时,线素(不连续线的独立部分,如点、长度不同的画线和间隔)的长度应符合表 1-1-4 中的规定。

表 1-1-4 线素的长度

线素	线型代号	长度
点	细点画线、粗点画线、细双点画线	0.5 d
短间隔	虚线、细点画线、粗点画线、细双点画线	3 d
画	虚线、线双点画线	12 d
长画	细点画线、粗点画线	24 d

基本线型和线素的计算公式在 GB/T 14665—1993 中有规定, 这些公式也便于使用 CAD 系统绘制各种技术图样。

2) 图线的应用

在机械制图中常用的线型、宽度和线素长度及一般应用见表 1-1-5, 应用举例如图 1-1-5 所示。

表 1-1-5 图线

No	线型		名称	图线宽度	在上图的一般应用
01	实线		粗实线	d	可见轮廓线
			细实线	约 d/2	(1) 尺寸线及尺寸界线 (2) 剖面线 (3) 重合断面的轮廓线 (4) 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 (5) 指引线 (6) 分界线及范围线 (7) 过渡线
			波浪线	约 d/2	(1) 断裂处的界线 (2) 剖与未剖部分的分界线
			双折线	约 d/2	(1) 断裂处的边界线 (2) 局部剖视图中剖与未剖部分的分界线
02			细虚线	约 d/2	不可见轮廓线
03			细点画线	约 d/2	(1) 轴线 (2) 对称线和中心线 (3) 齿轮的节圆和节线
			粗点画线	d	限定范围的表示线
04			细双点画线	约 d/2	(1) 相邻辅助零件的轮廓线 (2) 极限位置的轮廓线 (3) 假想投影轮廓线 (4) 中断线

3) 图线的画法

(1) 在同一图样中, 同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及细双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等; 点画线、细双点画线的首末两端应是画, 而不是点。

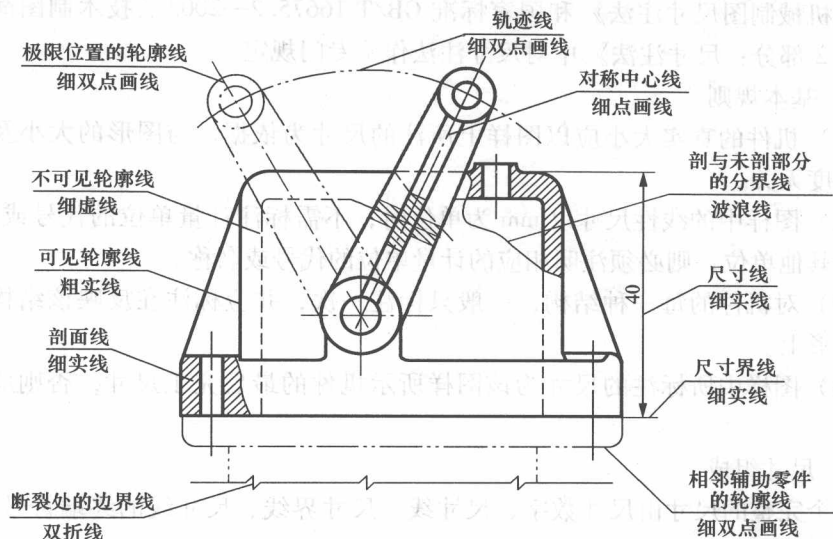


图 1-1-5 图线应用举例

(2) 两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7 mm。

(3) 绘制圆的对称中心线 (简称中心线) 时, 圆心应为画的交点。细点画线的长度应为 8 mm ~ 12 mm, 细点画线的两端应超出轮廓线 2 mm ~ 5 mm; 当圆的图形较小, 绘制点画线有困难时, 允许用细实线代替细点画线。

(4) 各种线型相交时, 都应以画相交, 不应在空隙或点处相交, 如图 1-1-6 (a) 所示。

(5) 当细虚线处于粗实线的延长线上时, 粗实线应画到分界点, 而细虚线应留有空隙, 如图 1-1-6 (b) 所示。当细虚线圆弧和细虚线直线相切时, 细虚线圆弧的画应画到切点而细虚线直线需留有空隙, 如图 1-1-7 所示。

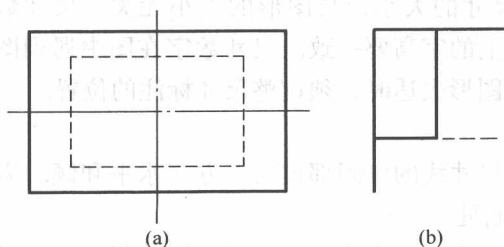


图 1-1-6 两线相交的画法

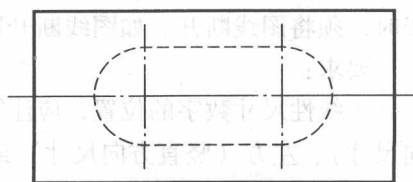


图 1-1-7 虚直线和虚圆弧相交的画法

5. 尺寸标注

图样中的图形可表明机件的结构形状,而机件的确切大小是由尺寸决定的。所以只有在图样中完整、清晰、合理地标出尺寸,才能作为加工制造机件的依据。因此,标注尺寸时,必须认真细致,尽量避免遗漏或错误。GB/T 4458.4—2003《机械制图尺寸注法》和国家标准 GB/T 16675.2—2003《技术制图简化表示法第2部分:尺寸注法》中对尺寸注法作了专门规定。

1) 基本规则

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

(2) 图样中的线性尺寸以 mm 为单位时,不需标注计量单位的代号或名称,如采用其他单位,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

(3) 对机件的每一种结构,一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

(4) 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。

2) 尺寸组成

一个完整的尺寸由尺寸数字、尺寸线、尺寸界线、尺寸线的终端符号组成,标注示例如图 1-1-8 所示。

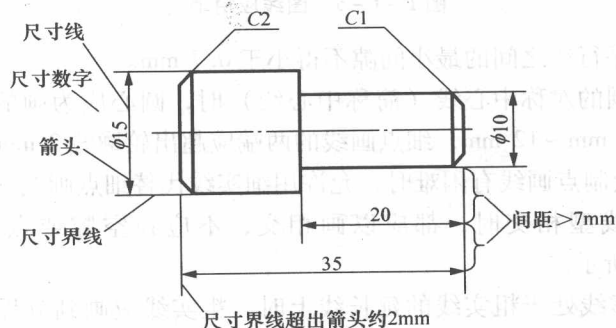


图 1-1-8 尺寸的标注示例

(1) 尺寸数字用于表明机件实际尺寸的大小,与图形的大小无关。尺寸数字采用阿拉伯数字书写,且同一张图样上的字高要一致。尺寸数字在图中遇到图线时,须将图线断开。如图线断开影响图形表达时,须调整尺寸标注的位置。

要求:

①线性尺寸数字的位置,应注写在尺寸线的中间部位的上方(水平和倾斜方向尺寸)、左方(竖直方向尺寸)或中断处。

②线性尺寸数字方向,尺寸线是水平方向时字头朝上,尺寸线是竖直方向时字头朝左,尺寸线是其他倾斜方向时字头要有朝上的趋势。

③角度的尺寸数字一律写成水平方向，一般注写在尺寸线的中断处，必要时也可以用指引线引出注写。

(2) 尺寸线用于表明所注尺寸的度量方向，尺寸线只能用细实线绘制。一般情况下，尺寸线不能用其他图线代替，也不得与其他图线重合或画在其他图线的延长线上。

尺寸线的终端有3种形式：箭头、斜线和圆点，在同一张图中箭头和斜线只能采用一种，机械制图多采用箭头。同一张图样上箭头（或斜线）的大小要一致。箭头尖端应与尺寸界线接触，其画法如图1-1-9所示。当采用箭头时，在地方不够的情况下，允许用圆点代替箭头。斜线用细实线绘制。

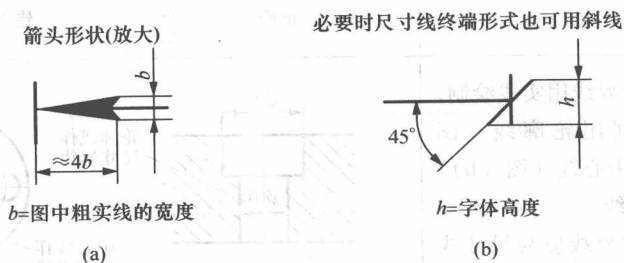


图1-1-9 尺寸线的终端形式

(3) 尺寸界线应自图形的轮廓线、轴线、对称中心线引出。轮廓线、轴线、对称中心线也可用作尺寸界线。

(4) 尺寸线与尺寸界线用细实线绘制。

(5) 标注尺寸时，应尽可能使用符号和缩写词。常用的符号和缩写词见表1-1-6。

表1-1-6 常用的符号和缩写词

名称	符号和缩写词	名称	符号和缩写词
直径	ϕ	45°倒角	C
半径	R	深度	$\downarrow$
球直径	S ϕ	沉孔或铰平	$\sqcup$
球半径	SR	埋头孔	∇
厚度	t	均布	EQS
正方形边长	$\square$		

3) 常见尺寸的标注方法

表1-1-7 对常见尺寸的标注法作了进一步说明。

表 1-1-7 常见尺寸注法

项目	说明	图 例
尺寸线	1. 尺寸线必须用细实线单独画出。轮廓线、中心线或其延长线均不可作尺寸线使用 2. 标注线性尺寸, 尺寸线必须与所标注的线段平行	正确 错误
尺寸界线	1. 尺寸界线用实线绘制, 也可以利用轮廓线 (图 (a)) 或中心线 (图 (b)) 作尺寸界线 2. 尺寸界线应与尺寸线垂直。当尺寸界线过于贴近轮廓线时, 允许倾斜画出 (图 (c)) 3. 在光滑过渡处标尺寸时, 必须用细实线将轮廓线延长, 从其交点引出尺寸界线 (图 (d))	(a) 轮廓线作尺寸界线 (b) 中心线作尺寸界线 (c) 从变点引出尺寸界线 (d)
直径与半径	标注直径尺寸时, 应在尺寸数字前加注直径符号“ϕ”; 标注半径尺寸时, 加注半径符号“R” 尺寸线或其延长线应通过圆心	标注小直径或小半径尺寸时, 箭头和数字都可以布置在外面