

工程制图基础及应用

魏淑芬 主编

许春华 刘书杰 副主编

图书在版编目(CIP)数据

工程制图基础及应用 / 魏淑芬编著. —北京: 国防工业出版社, 2005.1

ISBN 7-118-03720-6

I. 工... II. 魏... III. 工程制图 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 134449 号

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 29 679 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

印数: 1—4000 册 定价: 39.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

前 言

本书是根据教育部关于“画法几何及工程制图课程教学基本要求”，参考国内外同类教材，结合本校学生的专业特点和作者多年的教学经验及近年来的教学改革实践而编写的。

编写本书主要考虑以下几点：

1. 本书是在总结近 10 年的环境科学与环境工程专业学生制图教学经验及社会实践调查的基础上，由具有多年制图教学经验的教师和从事多年设计工作的专业技术人员共同编写的，适合于环境工程、市政工程等专业使用。

2. 本书遵循“少而精”的原则，以图示为主，培养学生初步的空间形象思维能力、绘制及阅读工程图样的能力。

3. 书中采用了国家新近发布的有关制图标准，同时还介绍了相关的 ISO 标准。

4. 本书的各章均配有相应的习题，可以帮助学生巩固和掌握所学的内容。

5. 根据教学需要，编制时工程实例原图已作修改，故不得套用书中例图用于工程实践中。

6. 因本书版面所限，需将原图缩小，所以图中比例已不再是原图所标注的比例。

本书由魏淑芬主编，许春华、刘书杰副主编。

山东大学魏淑芬编写绪论、第 3、5、7、8 章的文字部分及部分图形、附录 1~5；河北农业大学水产学院李威与魏淑芬共同编写第 6、9 章；山东大学魏淑芬与徐丽共同编写第 2 章、附录 6~7；山东大学艾子萍编写第 4 章的文字部分及图形设计；山东大学鲁能欧玛刘书杰编写第 3、5、7 章的部分图形、8 章图形、第 4 章图形绘制、2~8 章习题；山东大学许春华编写第 12 章、第 13 章；山东省聊城市建筑设计院许春雷与许春华共同编写第 10 章、附录 8~10；许春雷与济南建筑设计院白永生共同编写第 11 章；许春华与北京市消防局杜光共同编写第 14 章。

由于水平有限，书中不当之处在所难免，欢迎读者批评指正。

本书得到山东大学出版委员会基金资助，并且得到国防工业出版社的大力支持，同时得到山东建工学院张岩老师的帮助，我们对此深表谢意。同时也感谢所有为本书的编写和出版给予帮助的朋友。

编 者

2004 年 12 月

目 录

第 1 章 绪论.....	1
1.1 基本概念	1
1.2 课程的目的、任务和要求.....	1
1.3 课程的主要内容和学习方法	2
第 2 章 制图基本知识和技能.....	4
2.1 国家制图标准简介	4
2.2 绘图工具和仪器的使用方法.....	13
2.3 几何作图.....	15
2.4 徒手作图.....	21
习题	23
第 3 章 正投影基础	39
3.1 投影法概述.....	39
3.2 点的投影.....	43
3.3 直线的投影.....	46
3.4 平面的投影.....	53
3.5 换面法.....	57
习题	67
第 4 章 直线与平面的相对位置	91
4.1 平行关系.....	91
4.2 相交关系.....	93
4.3 垂直关系.....	97
4.4 综合举例	100
习题.....	103
第 5 章 立体的投影.....	115
5.1 平面立体的投影	115
5.2 平面立体表面上求点求线	116
5.3 平面立体的截交线	118
5.4 曲面立体的投影及其表面上取点取线	120
5.5 常见回转体的截交线	123
5.6 常见回转体的相贯线	129
习题.....	135
第 6 章 轴测图.....	163

6.1	概述	163
6.2	正等轴测图	165
6.3	斜二等轴测图	170
	习题	173
第7章	组合体	177
7.1	概述	177
7.2	组合体视图的画法	180
7.3	组合体视图的尺寸注法	182
7.4	阅读组合体视图	186
	习题	189
第8章	机件形状的表达方法	205
8.1	视图	205
8.2	剖视图	209
8.3	断面图	216
8.4	其他表达方法	219
8.5	第三角投影画法简介	223
	习题	225
第9章	机械图	243
9.1	机械制图简介	243
9.2	螺纹及螺纹紧固件	243
9.3	零件图	249
9.4	装配图	255
	习题	263
第10章	建筑施工图	291
10.1	概述	291
10.2	施工总说明及建筑总平面图	293
10.3	建筑平面图	299
10.4	建筑立面图	306
10.5	建筑剖面图	311
10.6	建筑详图	313
	习题	315
第11章	结构施工图	316
11.1	概述	316
11.2	基础图	321
11.3	上部结构施工图	324
11.4	钢筋混凝土构件详图	326
11.5	楼梯结构详图	327
11.6	小结	329
	习题	330

第 12 章 建筑给水排水施工图	331
12.1 概述	331
12.2 给水排水制图一般规定	331
12.3 建筑给水排水工程图	337
12.4 室外给水排水管道平面图	347
习题	350
第 13 章 给水排水管网及工艺施工图	351
13.1 排水管网	351
13.2 水处理构筑物工艺图	359
习题	364
第 14 章 AutoCAD 简介	365
14.1 AutoCAD 简介	365
14.2 简单命令与图形显示控制	368
14.3 图形编辑方法	372
14.4 往图形中添加注释文本	377
14.5 尺寸标注	379
习题	382
附录	383
附录 1 常用零件结构要素	383
附录 2 螺纹	386
附录 3 连接件	388
附录 4 表面粗糙度参数	396
附录 5 公差与配合	397
附录 6 常用材料	406
附录 7 热处理名词解释	409
附录 8 总图制图常用图例	409
附录 9 构造及配件图例	413
附录 10 常用建筑材料图例	420
参考文献	422

第 1 章 绪 论

1.1 基本概念

1.1.1 工程图

在生产建设和科学研究工作中,对于已有的或想象中的空间物体(如地面、建筑物、机器等)的形状、大小、位置和其他有关资料,很难用语言和文字表达清楚,因而需要在平面上(例如图纸上)用图形表达出来。这种在平面上表达工程物体的图,称为工程图。

常用的工程图有以下几种:(1)透视图;(2)轴测图;(3)正投影图;(4)标高投影图。

1.1.2 画法几何

当研究空间物体在平面上如何用图形来表达时,因空间物体的形状、大小和相互位置等不相同,不便以个别物体来逐一进行研究,特采用几何学中将空间物体综合概括成抽象的点、线、面等几何形体的方法,先研究这些几何形体在平面上如何用图形来表达,以及如何通过作图来解决它们的几何问题。

这种研究在平面上用图形来表示空间几何形体和运用几何图形来解决它们的几何问题的一门学科,称为画法几何。

例如:正方体——由 6 个面组成
——每个面由无数条线组成
——每条线由无数个点组成

1.1.3 工程制图

把工程上具体的物体,视为由几何形体所组成,根据画法几何的理论,研究它们在平面上用图形来表达的问题,而形成工程图。在工程图中,除了有表达物体形状的线条以外,还要应用国家制图标准规定的一些表达方法和符号,注以必要的尺寸和文字说明,使得工程图能完全、明确和清晰地表达出物体的形状、大小和位置,以及其他必要的资料(例如:物体的名称、材料的种类和规格、生产方法等)。研究绘制工程图的这门学科,称为工程制图。

1.2 课程的目的、任务和要求

1.2.1 目的

培养学生绘图、读图和图解的能力,通过这几方面的实践,培养学生的空间想象能力。

1.2.2 任务

- (1) 研究正投影的基本理论和作图方法；
- (2) 培养绘制和阅读工程图的能力；
- (3) 研究常用的图解方法,培养图解能力；
- (4) 通过绘图、读图和图解的实践,培养空间想象能力；
- (5) 培养认真、细致、一丝不苟的工作作风；
- (6) 培养用图形软件绘制图样的能力。

1.2.3 应达到的要求

- (1) 掌握正投影的基本理论和作图方法；
- (2) 正确使用绘图工具,掌握绘图的技巧和方法,又快又好地绘制出符合国家标准的工程图,并能正确地阅读相关专业的工程图纸；
- (3) 具有图示空间几何形体和图解空间几何问题的能力；
- (4) 初步掌握计算机绘图的基本技能。

1.3 课程的主要内容和学习方法

1.3.1 主要内容

制图的基本知识及技能、正投影理论基础、画法几何、轴测投影、组合体投影、工程物体表达方法、标准件与常用件、零件图、装配图、建筑施工图、结构施工图、给排水施工图、市政管道施工图、计算机绘图及最新绘图软件的使用知识等；并介绍一些相关的国家及ISO的制图标准。

1.3.2 学习方法

画法几何是制图的理论基础,比较抽象,系统性较强。绘制工程图是投影理论的运用,实践性较强,学习时要完成一系列的绘图、识图作业。但必须注意学习方法才能提高学习的效果。

1. 要下工夫培养空间想象能力

从二维的平面图形想象出三维形体的形状。这是初学者制图的一道难关。开始时可以借助于一些模型,加强图物对照的感性认识,但要逐步减少使用模型,直至可以完全依靠自己的空间想象能力,看懂图纸。

2. 作图时要画图与读图相结合

每一次根据物体画出投影图之后,随即移开物体,从所画的视图想象原来物体的形状,看是否相符。坚持这种做法,有利于空间想象能力的培养。

3. 要培养解题能力

课文易懂,习题难做。这是本门课程的第二道难关。要解决这个问题,一要掌握解题的思路,空间问题,一定要拿到空间去分析研究,决定解题方案;二要掌握几何元素之间的

各种基本关系(平行、垂直、相交、交叉等)的表示方法,才能将解题逐步用作图表达出来。

4. 要提高自学能力

课前预习,带着问题听课。复习时要着重检查自己对知识点的掌握。

5. 要认真负责

工程图纸(机械图纸、建筑图纸、给排水图纸、市政管道图纸等)是施工的根据,往往由于图纸上一条线的疏忽或一个数字的差错,结果造成严重的返工浪费。所以应从初学制图开始,就严格要求自己,养成认真负责、一丝不苟和严格执行国家标准的工作态度。同时又要逐步提高绘图速度,达到又快又好的要求。

第 2 章 制图基本知识和技能

2.1 国家制图标准简介

图样作为“工程界的语言”，必须作出一些统一的规定，才能适应生产、管理和技术交流的需要。我国于 1959 年首次发布了国家标准《机械制图》，随着科学技术的不断发展及对外交流工作的需要，国家先后于 1970 年、1974 年、1981 年、1984 年、1989 年、1993 年、1998 年、2002 年批准发布了《技术制图标准》、《机械制图标准》，2001 年国家建设部批准发布了《房屋建筑制图统一标准》、《建筑制图标准》、《建筑结构制图标准》、《给水排水制图标准》等。标准中主要是对图样格式、内容、图线及画法、比例、字体和尺寸标注等作了一系列统一规定，即实现了制图的标准化。

2.1.1 技术制图标准与机械制图标准

我国现行的制图标准，是国家于 1984 年以来发布实施的《技术制图》与《机械制图》标准。国家标准简称“国标”，代号：GB。本节只介绍国家标准《技术制图》与《机械制图》标准中的部分内容。

2.1.1.1 图纸幅面和格式 (GB/T14689—1993)

1. 图纸幅面尺寸

为了便于图纸的保管，国标对图纸幅面作了规定。绘制图样时，图纸幅面应采用表 2-1 中所规定的尺寸。

表 2-1 图纸幅面

单位：mm

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

必要时可按规定加长图纸的幅面。幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加得出，见图 2-1。细实线和虚线为加长后的图纸幅面。

2. 图样格式

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，见图 2-2 和图 2-3。其尺寸规定按照表 2-1。同一产品的图样必须采用一种图框格式。

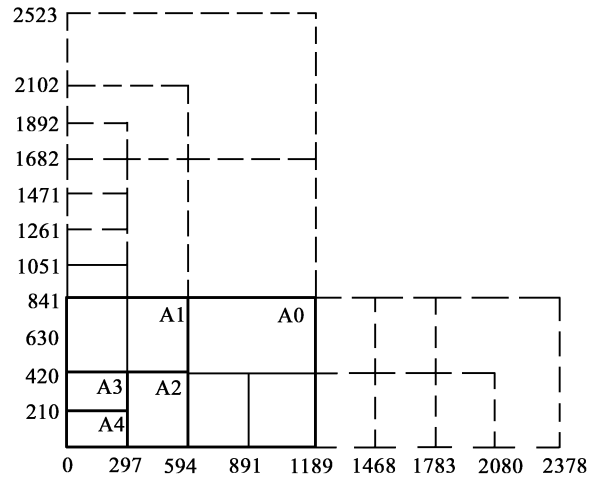


图 2-1 图纸幅面

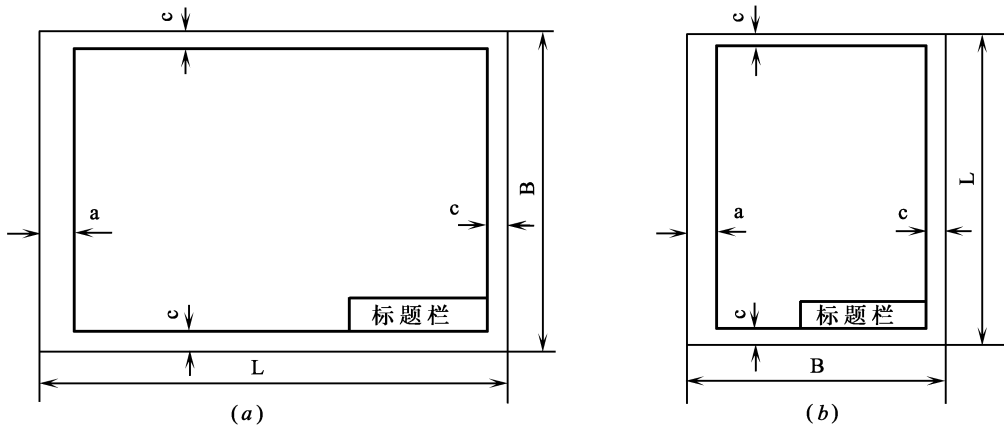


图 2-2 留有装订边图纸格式

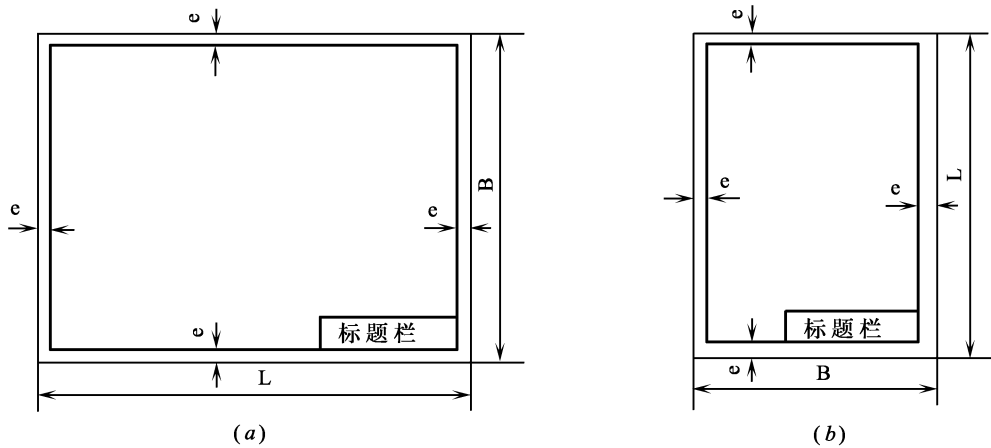


图 2-3 不留装订边图纸格式

3. 标题栏

每张图纸上都必须画有标题栏。标题栏位于图纸的右下角,标题栏的格式由国标(GB10609.1—89)规定。标题栏中的文字方向是看图的方向。本课程制图作业建议采用图2-4(a)所示的标题栏格式。

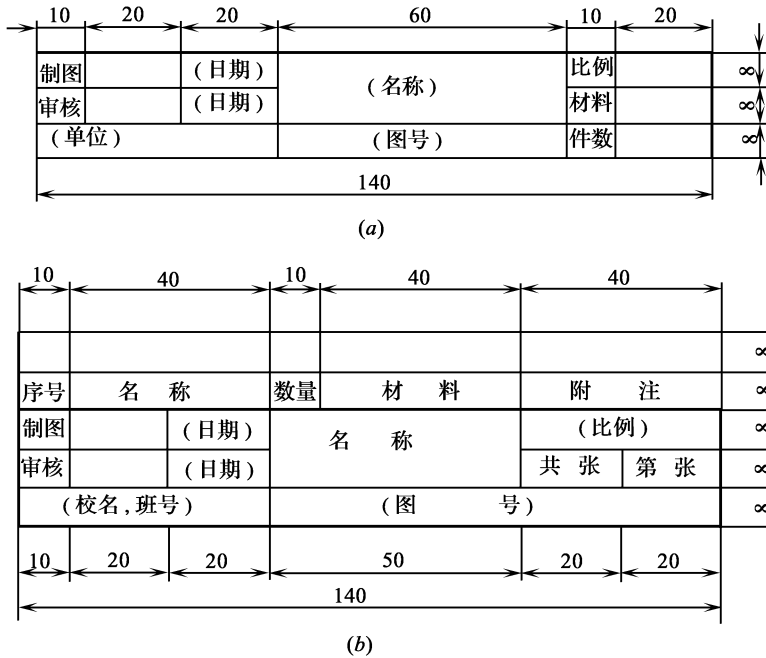


图 2-4 标题栏

(a) 零件图标题栏; (b) 装配图标题栏。

2.1.1.2 比例(GB/T14690—93)

图样中的比例是指图样中机件要素的线性尺寸与实物相应要素的线性尺寸之比,称为图样比例。绘制图样时应尽可能按机件的实际大小(1:1)画出,也可视实际情况采用放大或缩小的比例画出,一般应采用表2-2中规定的比例,尽量不用括号内的比例。

表 2-2 规定的比例

n 为正整数

与实际相同	1:1							
缩小的比例	(1:1.5)	1:2	(1:2.5)	(1:3)	(1:4)	1:5	(1:6)	1:10
	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:10 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$	$1:6 \times 10^n$			
放大的比例	5:1 (4:1)	(2.5:1)	2:1	$5 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$1 \times 10^n:1$		

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。当某个视图需要采用不同的比例时,必须另行标注。图样不论采用规定中所列何种比例绘制,在标注尺寸时,均应按机件的实际尺寸标注。

2.1.1.3 字体(GB/T14691—1993)

1. 汉字

图样和技术文件中书写的字体必须做到字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。

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

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 h 不应小于 3.5mm,其宽度一般为 $h/\sqrt{2}$,见图 2-5。



图样和技术文件中书写的汉字、数字、字母必须做到
字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

图 2-5 汉字示例

2. 数字和字母

数字和字母可写成直体或斜体。斜体向右倾斜,与水平线成 75° 角。见图 2-6。



图 2-6 字体示例

字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度(d)为高度(h)的 $1/14$,B 型字体的




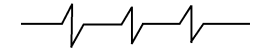
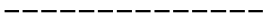
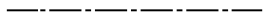


笔画宽度(d)为高度(h)的 $1/10$ 。在同一图样上,只允许选用一种形式的字体。

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符合国家标准。

2.1.1.4 图线(GB/T4457.4—2002)

1. 线型及其应用

表 2-3 图线

名称	代号	图线型形式	图线宽度	图线应用举例
粗实线	A		$b=0.5\sim 2$	(1)可见轮廓线;(2)可见过渡线
细实线	B		约 $b/2$	(1)尺寸线和尺寸界线;(2)剖面线;(3)重合剖面轮廓线;(4)螺纹的牙底线;(5)引出线;(6)分界线及范围线;(7)辅助线等
波浪线	C		约 $b/2$	(1)断裂处的边界线;(2)视图与剖视的分界线
双折线	D		约 $b/2$	断裂处的边界线
虚线	F		约 $b/2$	(1)不可见轮廓;(2)不可见过渡线
细点划线	G		约 $b/2$	(1)轴线;(2)对称中心线;(3)轨迹线;(4)节圆及节线
粗点划线	J		b	有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线	K		约 $b/2$	(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

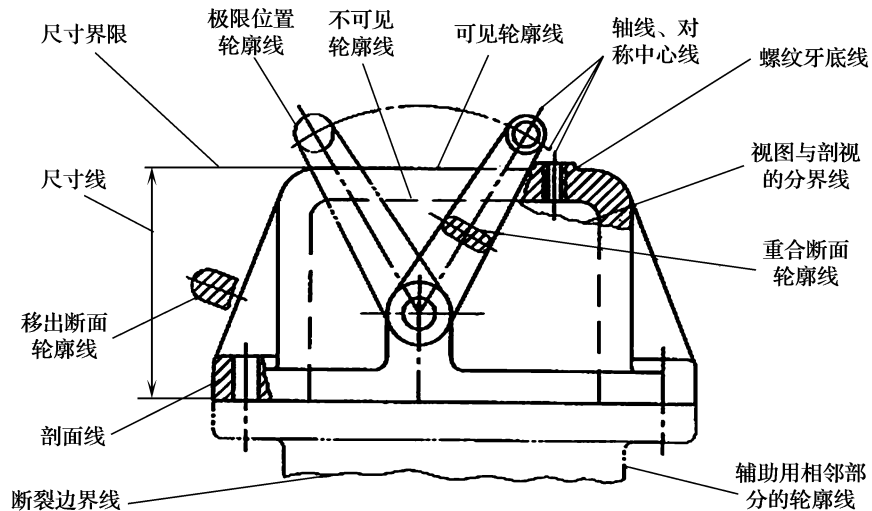


图 2-7 图线的应用举例

2. 图线的画法

(1) 同一图样中,同类线的宽度应基本一致,虚线、点划线、双点划线各自线段的长短和间隙应大致相等。

(2) 绘制圆的中心线时:a)应超出圆外(2~5)mm;b)首末两端应是线段而不是点;c)圆心是线段的交点;d)当绘制小圆的中心线有困难时,可由细实线代替点划线。如图2-8(c)所示。

(3) 绘制虚线与虚线(或其他图线)相交时:a)应是线段相交;b)虚线是实线的延长线时,在相交处要分开。如图2-8(d)所示。

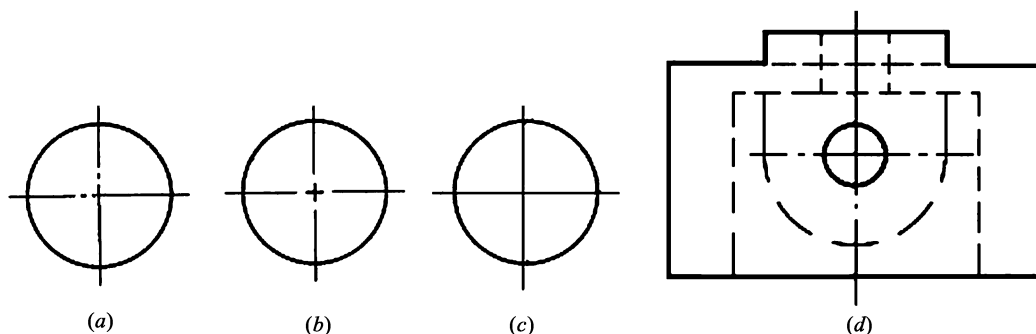


图 2-8 中心线的画法

2.1.1.5 尺寸标注(GB/T4458.4—1984)

图样中的图形仅仅确定了机件的形状,而机件的真实大小是靠尺寸确定的,因此,尺寸标注是图样中的另一重要内容。尺寸标注也是制图工作中极为重要的一环,需要认真细致,一丝不苟。

1. 尺寸标注的基本原则

(1) 机件的真实大小应以图样上所标注的尺寸数值为依据,与图样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 为单位,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) 机件的每一个尺寸,一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸的组成

一个完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字和箭头(或斜线)组成,故常称为尺寸的四要素。如图2-9所示。

(1) 尺寸界线(表示尺寸的起止)的画法。一般用细实线画出并垂直于尺寸线。尺寸界线的一端应与轮廓线接触,另一端伸出尺寸线外(2~3)mm,

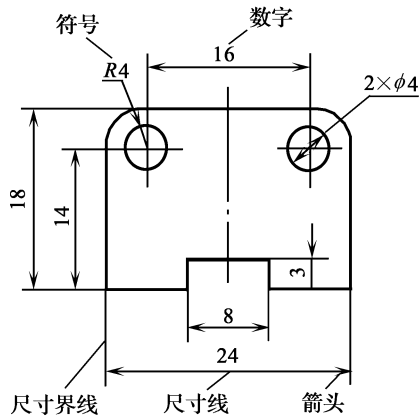


图 2-9 尺寸标注

有时也可以借用轮廓线、中心线等作为尺寸界线。

(2) 尺寸线。a) 尺寸线必须用细实线单独画出, 不能用其他图线代替, 也不能画在其他图线的延长线上; b) 标注线性尺寸时, 尺寸线必须与所注的尺寸方向平行; c) 当有几条相互平行的尺寸线时, 大尺寸要注在小尺寸的外面, 以免尺寸线与尺寸界线相交。d) 在圆或圆弧上标注直径尺寸时, 尺寸线一般应通过圆心或其延长线通过圆心。

(3) 尺寸线终端的两种形式。尺寸线终端有箭头和斜线两种形式。a) 箭头。箭头的形式适用于各种类型的图样; b) 斜线。斜线用细实线绘制, 当尺寸线的终端采用斜线的形式时, 尺寸线与尺寸界线必须垂直。同一张图样箭头(或斜线)大小要一致, 并只能采用一种形式。当采用箭头时, 地方不够的情况下, 允许用圆点或斜线代替箭头; c) 圆的直径或圆弧半径的尺寸线的终端应画成箭头。

(4) 尺寸数字。线性尺寸的数字一般注在尺寸线的上方, 也可注在尺寸线的中断处。a) 尺寸数字的书写, 水平方向的尺寸数字头朝上; b) 垂直方向的尺寸数字头朝左; c) 倾斜方向的尺寸数字字头要保持朝上的趋势; d) 应避免在 30° 范围内标注尺寸, 当实在无法避免时, 可按图 2-10(b) 所示。

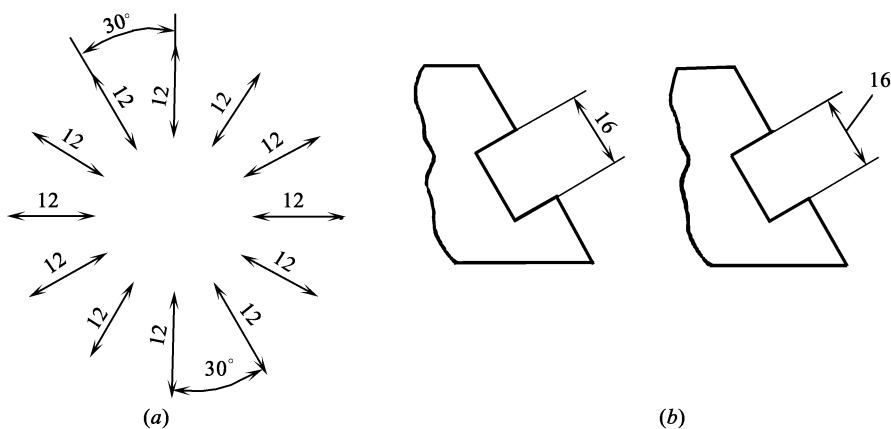


图 2-10 尺寸数字的注法

尺寸标注示例详见表 2-4 所示。尺寸标注应注意的问题如下:

- (1) 尺寸数字应写在尺寸线的中间, 在水平线上的应从左到右写在尺寸线上方, 在铅直尺寸线上, 应从下到上写在尺寸线左方;
- (2) 长尺寸在外, 短尺寸在内;
- (3) 不能用尺寸界线作尺寸线;
- (4) 轮廓线、中心线可以作尺寸界线, 但不能作为尺寸线;
- (5) 尺寸线倾斜时数字的方向应便于阅读, 应尽量避免在斜线 30° 范围内注写尺寸;
- (6) 同一张图纸内尺寸数字大小应一致;
- (7) 在剖面图中写尺寸数字时, 应在留有空白处书写而在空白处不画剖面线;
- (8) 两尺寸界线之间比较窄时, 尺寸数字可注在尺寸界线外侧, 或上下错开, 或用引出线引出再标注。