

普通高等教育“十一五”规划教材

化工 AutoCAD 制图应用基础

周军 张秋利 主编



化学工业出版社

普通高等教育“十一五”规划教材

化工 AutoCAD 制图应用基础

周 军 张秋利 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书以高效、精确绘制化工专业工程图为目的,介绍了制图标准与方法,AutoCAD2008(中文版)绘图准备及环境设置、基本绘图操作命令,化工设备图、工艺流程图、设备布置图和管道布置图绘制,化工CAD二次开发等基础知识。书中结合作者多年从事化工专业及CAD教学经验,结合化工工程图例,对AutoCAD绘图基本操作方法及应用开发进行了详细讲解,便于化工专业读者轻松快速掌握、理解运用AutoCAD2008工具软件,更好地服务于专业工作。

本书可作为高等(高职)院校、专科院校化工类各专业或其它工科类专业教学使用,也可供相关专业工程技术人员及自学者学习参考。

化工 AutoCAD 制图应用基础

周军 张秋利 主编

图书在版编目(CIP)数据

化工 AutoCAD 制图应用基础/周军,张秋利主编.

北京:化学工业出版社,2008.10

ISBN 978-7-122-03715-2

I. 化… II. ①周…②张… III. 化工机械-机械制图:
计算机制图-应用软件, AutoCAD IV. TQ050.2-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 140275 号

责任编辑:陶艳玲

装帧设计:韩飞

责任校对:蒋宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张11¼ 字数301千字 2008年10月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

前 言

化工类各种工程图样，是现代化学工业生产中必不可少的技术资料，是企业组织生产和施工的重要工具，是工程技术人员交流的“语言”。伴随着信息时代的发展要求，出现了多种优秀计算机辅助设计（CAD）绘图软件，已广泛应用到化工、冶金、机械、建筑、电子、航天、军工等多个领域。各高等院校、职业院校也顺应这一趋势，在绝大部分理工科专业中开设了 CAD 课程。

本教材以快速高效精确绘制化工工程图样、服务工科专业教学为目的，基于 AutoCAD 2008（中文版）软件平台，主要介绍了制图标准与方法，AutoCAD 2008 常用绘图命令及操作方法，专业图形绘制及实例演示等；结合化工专业典型设备实例，详细介绍了化工 CAD 二次开发过程。

本教材定位准确，逻辑层次分明，图文并茂，浅显易懂，专业实用性强，适合于高等（高职）院校、专科院校化工类各专业或其它工科类专业教学使用，也可供相关专业工程技术人员和自学者学习参考。

本教材由周军、张秋利主编，兰新哲、赵西成、杨双平、宋永辉参与了第 4 章部分内容的编写。

由于编者水平所限，书中难免存在不足之处，恳请广大读者批评指正。

编者

2008 年 6 月

目 录

第 1 章 制图标准及方法	1
1.1 国家标准关于制图的基本规定	1
1.1.1 图纸幅面和格式	1
1.1.2 标题栏和明细栏	3
1.1.3 比例	4
1.1.4 字体	4
1.1.5 图线	5
1.1.6 尺寸标注	5
1.2 常用制图方法	8
1.3 AutoCAD 绘图软件简介	9
1.3.1 基本功能	9
1.3.2 AutoCAD2008 工作界面及组成	9
1.3.3 AutoCAD 绘图的一般步骤	12
第 2 章 绘图准备及环境设置	14
2.1 系统选项设置	14
2.2 AutoCAD 的坐标系统	17
2.2.1 世界坐标系 (WCS) 和用户坐标系 (UCS)	17
2.2.2 确定点的方式	18
2.3 绘图单位	19
2.4 绘图界限	20
2.5 绘图辅助工具	20
2.5.1 捕捉和栅格	20
2.5.2 对象捕捉	21
2.5.3 正交与极轴	23
2.5.4 对象追踪	24
2.5.5 动态输入	25
2.6 图层、线型和颜色	26
2.6.1 图层、线型和颜色的概念	26
2.6.2 图层特性管理器	27
第 3 章 AutoCAD 基本操作	31
3.1 基本绘图命令	31
3.1.1 直线	32
3.1.2 构造线	33

3.1.3	多段线	33
3.1.4	正多边形	35
3.1.5	矩形	35
3.1.6	圆弧	36
3.1.7	圆	37
3.1.8	修订云线	39
3.1.9	样条曲线	39
3.1.10	椭圆	40
3.1.11	椭圆弧	40
3.1.12	创建块与插入块	41
3.1.13	点	44
3.1.14	图案填充与渐变色	44
3.1.15	面域	47
3.1.16	文字与表格	48
3.2	基本编辑修改命令	54
3.2.1	删除	56
3.2.2	复制	56
3.2.3	阵列	57
3.2.4	镜像	61
3.2.5	偏移	62
3.2.6	移动	62
3.2.7	旋转	63
3.2.8	缩放	63
3.2.9	拉伸	64
3.2.10	修剪	65
3.2.11	延伸	66
3.2.12	打断与打断于点	67
3.2.13	倒角	68
3.2.14	圆角	68
3.2.15	分解	70
3.2.16	合并	70
3.3	图形显示控制	70
3.3.1	平移和缩放显示	71
3.3.2	重画	72
3.3.3	重生成和全部重生成	72
3.3.4	自动重新生成	72
3.3.5	填充显示命令	73
3.4	尺寸标注	73
3.4.1	基本概念	73
3.4.2	设置尺寸标注样式	74
3.4.3	尺寸标注关联性	80
3.4.4	标注尺寸方法	81

3.5 图形打印输出	84
3.5.1 从模型空间输出图形	84
3.5.2 从图纸空间输出图形	88
第4章 化工专业图形绘制	90
4.1 化工设备图	90
4.1.1 概述	90
4.1.2 化工设备图的图示特点	92
4.1.3 化工设备图中的简化画法	94
4.1.4 化工设备图中焊缝的表示方法	97
4.1.5 化工设备的标准化零部件简介	99
4.1.6 典型实例1——法兰盘	103
4.1.7 典型实例2——泵体	107
4.1.8 典型实例3——塔设备	121
4.2 工艺流程图	125
4.2.1 概述	125
4.2.2 工艺流程图的视图	127
4.2.3 工艺流程图的标注	130
4.2.4 工艺流程图的绘制	134
4.3 设备布置图	141
4.3.1 概述	141
4.3.2 建筑图简介	142
4.3.3 设备布置图的视图	145
4.3.4 设备布置图的标注	147
4.3.5 设备布置图的绘制	148
4.4 管道布置图	151
4.4.1 概述	151
4.4.2 管道布置图的视图	151
4.4.3 管道布置图的标注	155
4.4.4 管道布置图的绘制	157
第5章 化工 AutoCAD 二次开发	160
5.1 二次开发的目的和意义	160
5.2 二次开发方法概述	160
5.2.1 ActiveX Automation	160
5.2.2 AutoCAD VBA	161
5.2.3 Object ARX	161
5.2.4 Auto LISP 语言	162
5.2.5 Visual LISP 语言	162
5.3 二次开发实例——列管式换热器	163
5.3.1 软件系统的总体结构	163
5.3.2 换热器软件界面设计	164

5.3.3 建立 VB 与 AutoCAD 之间的连接 167

5.3.4 图形文件的建立、打开、保存和关闭 169

5.3.5 绘图环境设置 170

5.3.6 绘制列管式换热器结构图 170

5.3.7 单行及多行文字 173

5.3.8 图形尺寸标注 174

5.3.9 换热器 CAD 设计软件介绍 177

参考文献 178

附录：AutoCAD 常用快捷（功能）键 179

第1章 制图标准及方法

化工制图，主要是绘制化工生产企业在初步设计阶段和施工阶段的各种专业图样，包括化工设备零件图、装配图、工艺流程图、设备布置图、管道布置图等。所有这些图样均是现代化学工业生产中必不可少的技术资料，是企业组织生产和施工的重要工具，是工程技术人员交流的“语言”。作为工程技术图的一类，它同样具有严格的规范性，必须遵照国家有关标准的规定。本章主要对国家标准关于技术制图、CAD 工程制图的基本规定、常用制图方法、计算机辅助设计绘图软件等进行简单介绍。

1.1 国家标准关于制图的基本规定

1.1.1 图纸幅面和格式（GB/T 14689—1993）

GB/T 14689—1993 中，GB 为“国标”的汉语拼音第一个字母，“T”为推荐执行，“14689”为该标准编号，“1993”指该标准的颁布时间是 1993 年。

1. 图纸幅面尺寸

绘制技术图样时应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面。必要时也允许选用表 1-2 和表 1-3 所规定的加长幅面。

表 1-1 图纸基本幅面尺寸 单位：mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
尺寸 $B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297

表 1-2 必要时的图纸加长幅面尺寸（一） 单位：mm

幅面代号	A3×3	A3×4	A4×3	A4×4	A4×5
尺寸 $B \times L$	420×891	420×1189	297×630	297×841	297×1051

表 1-3 必要时的图纸加长幅面尺寸（二） 单位：mm

幅面代号	尺寸 $B \times L$	幅面代号	尺寸 $B \times L$
A0×2	1189×1682	A3×5	420×1486
A0×3	1189×2523	A3×6	420×1783
A1×3	841×1783	A3×7	420×2080
A1×4	841×2378	A4×6	297×1261
A2×3	594×1261	A4×7	297×1471
A2×4	594×1682	A4×8	297×1682
A2×5	594×2102	A4×9	297×1892

2. 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，图框格式如图 1-1 和 1-2 所示，尺寸按表 1-4 的规定。同一产品的图样只能采用一种格式。

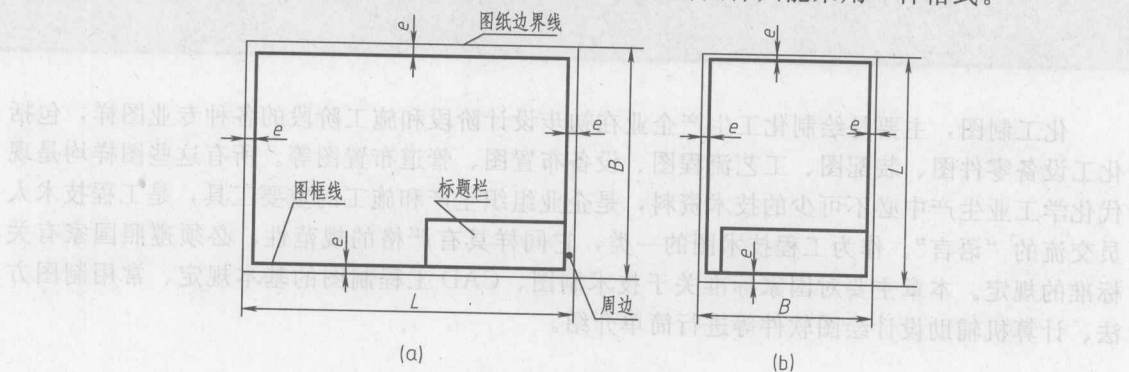


图 1-1 不留装订边图框格式

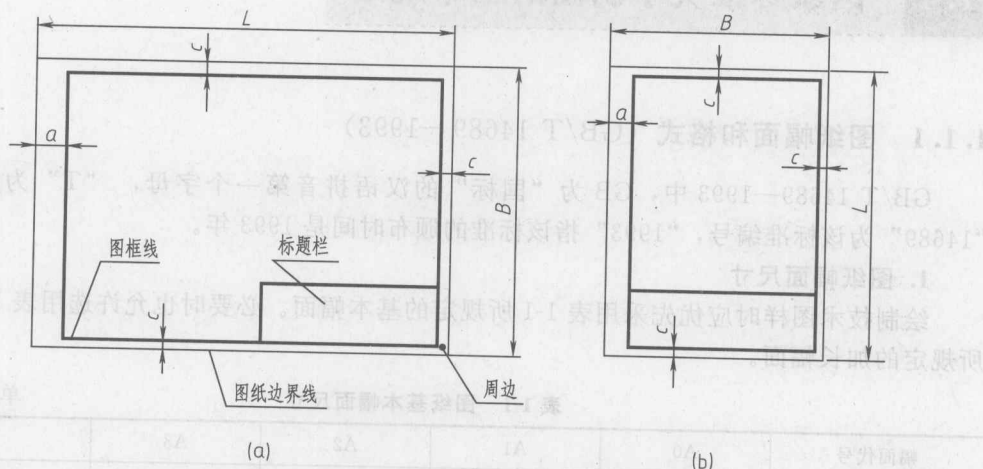


图 1-2 留有装订边图框格式

表 1-4 图框格式尺寸

单位: mm

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				

为了在复制和缩微摄影、阅读图样时定位方便，图框线上还可以绘制一些附加符号，如对中符号、方向符号等，如图 1-3 所示。对中符号画在图纸各边的中点处，用粗实线绘制，线宽不小于 0.5mm，长度从纸边界开始至伸入图框内约 5mm。当对中符号处在标题栏范围内时，则伸入标题栏部分省略不画。方向符号是为了明确绘图和看图时图纸的方向，在图纸下边的对中符号处画出一个方向符号。

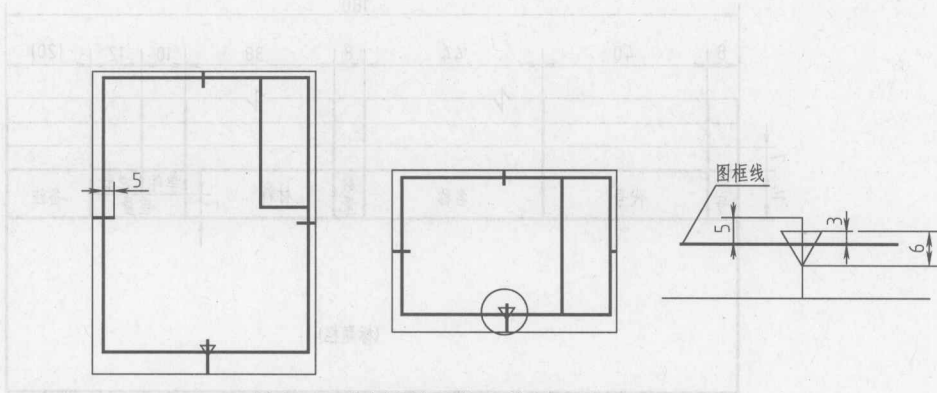


图 1-3 对中符号和方向符号

1.1.2 标题栏 (GB 10609.1—1989) 和明细栏 (GB 10609.2—1989)

每张技术图样中均应画出标题栏，其位置一般在图纸的右下角。常用标题栏的内容、格式和尺寸见图 1-4。装配图中一般应有明细栏，一般配置在装配图中标题栏的上方，按由下而上的顺序填写，其格数应根据需要而定，如图 1-5 所示。当由下而上延伸位置不够时可紧靠在标题栏的左边自下而上延续；当装配图中不能在标题栏的上方配置明细栏时，可作为装配图的续页按 A4 幅面单独给出，其顺序应是由上而下延伸，还可连续加页，但应在明细栏的下方配置标题栏并在标题栏中填写与装配图相一致的名称和代号。

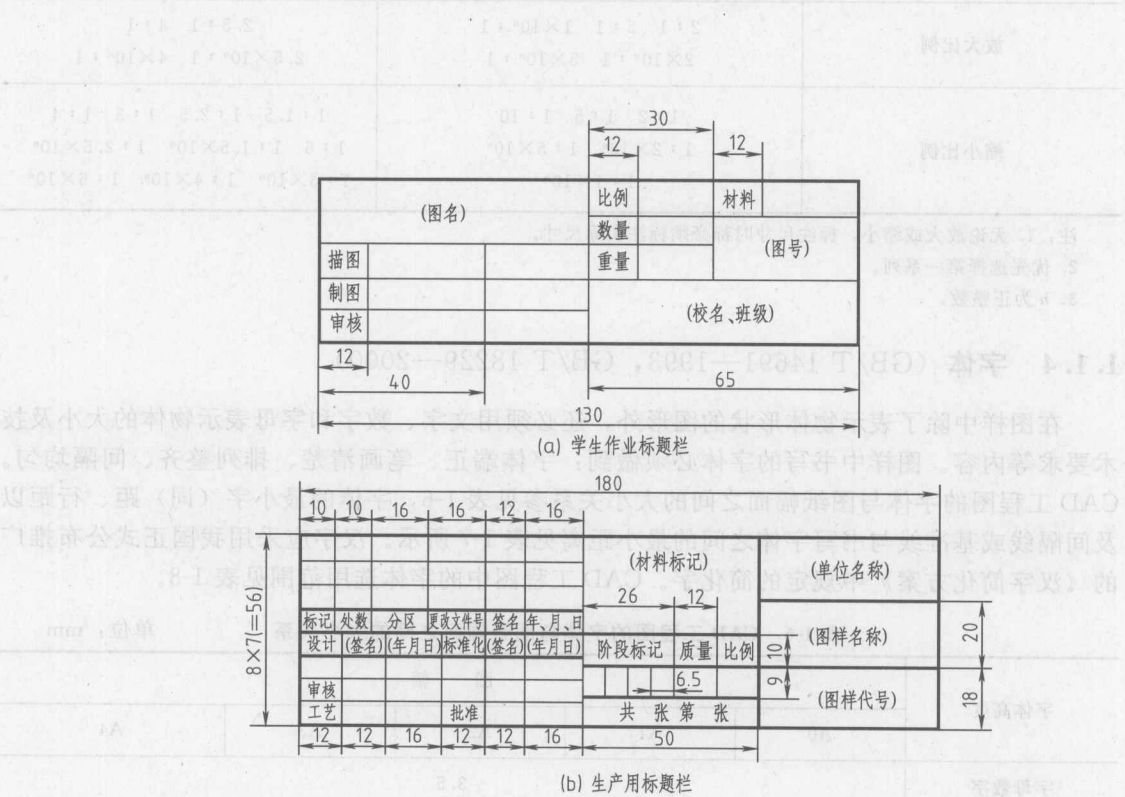


图 1-4 标题栏

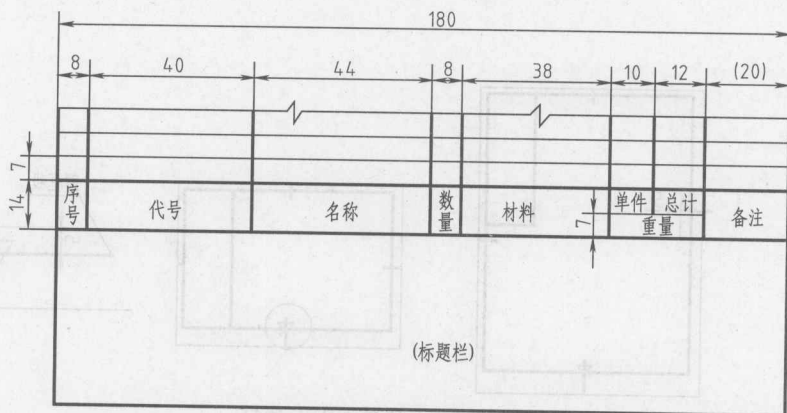


图 1-5 明细栏

1.1.3 比例 (GB/T 14690—1993)

比例为图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。比例一般注写在标题栏中，必要时也可在视图下方或右侧注写。需要按比例绘制图样时，应由表 1-5 规定的系列中选取适当的比例。

表 1-5 比例

种 类	第一系列	第二系列
原值比例	1 : 1	
放大比例	2 : 1 5 : 1 1 × 10 ⁿ : 1 2 × 10 ⁿ : 1 5 × 10 ⁿ : 1	2.5 : 1 4 : 1 2.5 × 10 ⁿ : 1 4 × 10 ⁿ : 1
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10 1 : 2 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ 1 : 1 × 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

注：1. 无论放大或缩小，标注尺寸时都必须标注实际尺寸。

2. 优先选择第一系列。

3. n 为正整数。

1.1.4 字体 (GB/T 14691—1993, GB/T 18229—2000)

在图样中除了表示物体形状的图形外，还必须用文字、数字和字母表示物体的大小及技术要求等内容。图样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。CAD 工程图的字体与图纸幅面之间的大小关系参见表 1-6，字体的最小字（词）距、行距以及间隔线或基准线与书写字体之间的最小距离见表 1-7 所示。汉字应采用我国正式公布推广的《汉字简化方案》中规定的简化字。CAD 工程图中的字体选用范围见表 1-8。

表 1-6 CAD 工程图的字体与图纸幅面之间的大小关系

单位：mm

字体高度	图 幅				
	A0	A1	A2	A3	A4
字母数字	3.5				
汉 字	5				

表 1-7 CAD 工程图中字体的最小字（词）距、行距以及间隔线或基准线与书写字体之间的最小距离
单位：mm

字 体	最 小 距 离	
汉 字	字距	1.5
	行距	2
	间隔线或基准线与汉字的间距	1
拉丁字母、阿拉伯数字、 希腊字母、罗马数字	字符	0.5
	词距	1.5
	行距	1
	间隔线或基准线与字母、数字的间距	1

注：当汉字与字母、数字混合使用时，字体的最小字距、行距等应根据汉字的规定使用。

表 1-8 CAD 工程图中的字体选用范围

汉字字型	国家标准号	应 用 范 围
长仿宋体	GB/T 13362.4~13362.5—1992	图中标注及说明的汉字、标题栏、明细栏等
单线宋体	GB/T 13844—1992	大标题、小标题、图册封面、目录清单、标题栏中设计单位名称、图样名称、工程名称、地形图等
宋 体	GB/T 13845—1992	
仿宋体	GB/T 13846—1992	
楷 体	GB/T 13847—1992	
黑 体	GB/T 13848—1992	

1.1.5 图线（GB/T 18229—2000，GB/T 4457.4—2002）

在绘制化工专业图样时，建议采用表 1-9 所示的 8 种基本图线。屏幕上的图线一般应按表中所列出的颜色显示，相同类型的图线应采用同样的颜色。

表 1-9 CAD 工程图线类型及屏幕上的颜色

图 线 类 型	屏幕上的颜色
粗实线	白色
细实线	绿色
波浪线	
双折线	
虚 线	黄色
细点画线	红色
粗点画线	棕色
双点画线	粉红色

1.1.6 尺寸标注（GB/T 18229—2000，GB/T 4458.4—2003）

标注尺寸是制图中一项极其重要的工作，必须认真、细致，以免给生产带来不必要的困难和损失，标注尺寸时必须按国家标准的规定标注。

(1) 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（即与绘图比例）及绘图的准确度无关。

② 图样中的尺寸以毫米为单位时，不需要标注“mm”；如采用其它单位，则必须注明相应单位的代号或名称。

③ 图样中所标注的尺寸，为该图样最后完工尺寸，否则应另加说明。

④ 机件上的每一个尺寸，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

一个完整的尺寸由四个基本要素组成：尺寸界线、尺寸线、尺寸数字和箭头。如图 1-6 所示。

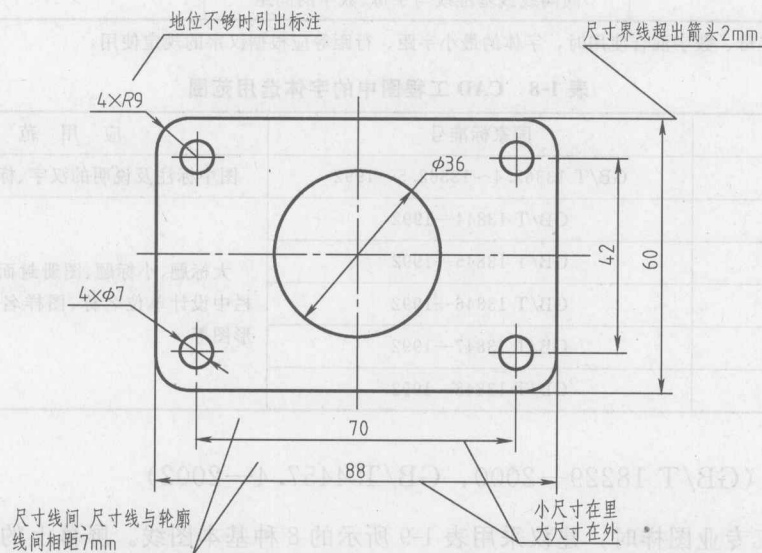


图 1-6 尺寸组成

① 尺寸界线 从图 1-6 可看出，尺寸界线用细实线绘制，并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可以利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直，必要时才允许倾斜；在光滑过渡处标注尺寸时，应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 1-7 所示。

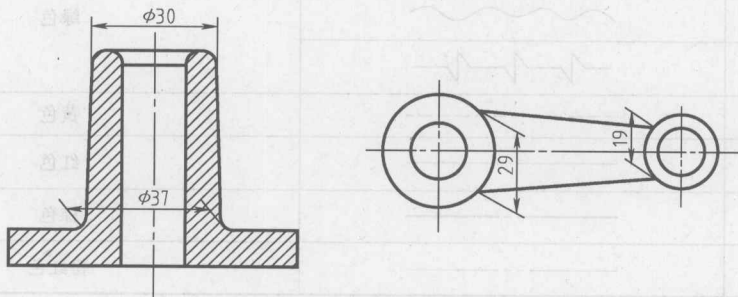


图 1-7 尺寸界线

② 尺寸线 尺寸线用细实线绘制。标注线性尺寸时，尺寸线应与所标注的线段平行；尺寸线不能用其它图线代替，一般也不得与其它图线重合或画在其延长线上；当对称机件的图形只画出一半或略大于一半时，尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界，此时仅在尺

寸线的一端画出箭头。如图 1-8 所示。

③ 箭头 在尺寸线的两端都带有箭头以示尺寸的起始和终止。箭头的尖端应与尺寸界线接触，不得超出或留有空隙。在 CAD 工程图中所使用的箭头形式如图 1-9 所示。斜线箭头多用在建筑图样中，化工图样中常用实心三角箭头作为尺寸线的终端。同一 CAD 工程图中，一般只采用一种箭头形式。

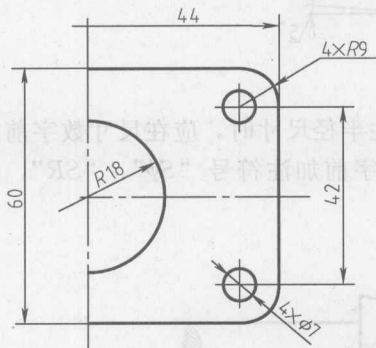


图 1-8 对称机件的尺寸线只画一个箭头的注法

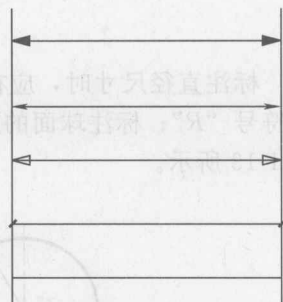


图 1-9 尺寸线终端形式

④ 尺寸数字 尺寸数字的注写方向如图 1-10 所示。水平方向尺寸数字的字头向上；垂直方向尺寸数字的字头向左；倾斜方向尺寸数字的字头都有向上的趋势；尽可能避免在左 30° 范围内标注尺寸，当无法避免时可引出标注。

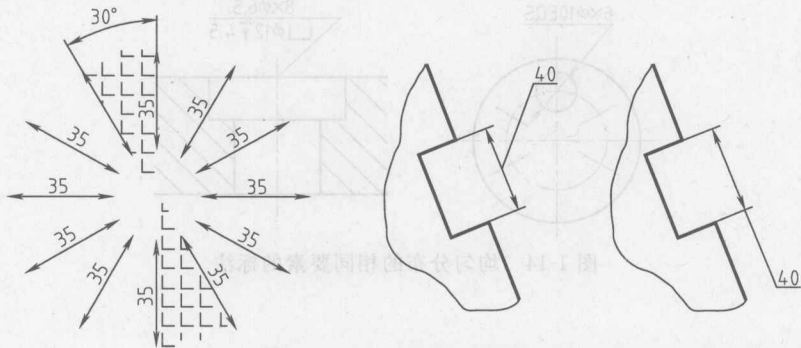


图 1-10 尺寸数字的注写方向

在没有足够的位置画箭头或注写数字时，可按图 1-11 的形式标注，此时，允许用圆点或斜线代替箭头。

角度的数字一律写成水平方向，一般注写在尺寸线中段处，如图 1-12 所示。

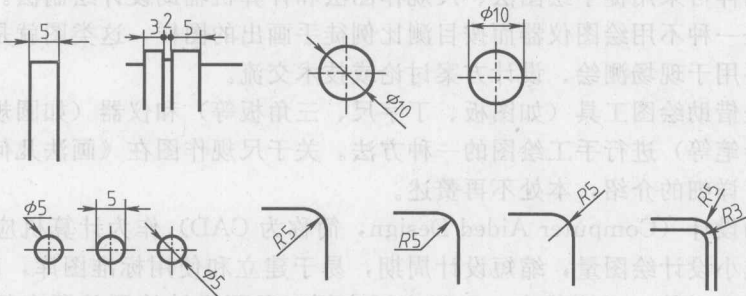


图 1-11 没有足够的位置画箭头或注写数字时的标注形式

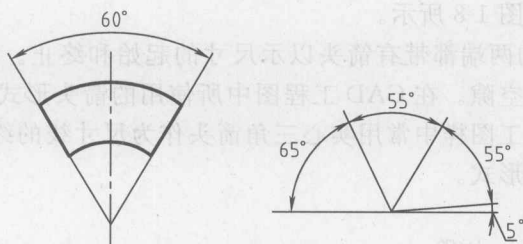


图 1-12 角度的标注

标注直径尺寸时,应在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”;标注半径尺寸时,应在尺寸数字前加注符号“ R ”;标注球面的直径或半径尺寸时,应在尺寸数字前加注符号“ $S\phi$ ”、“ SR ”,如图 1-13 所示。

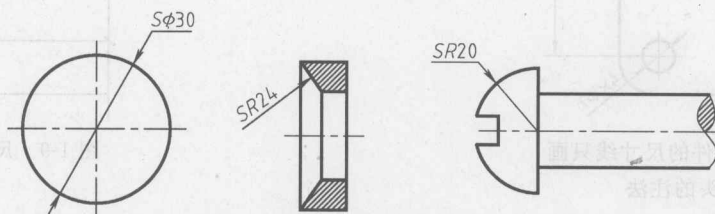


图 1-13 球面尺寸的标注

均匀分布的相同要素的标注如图 1-14 所示。

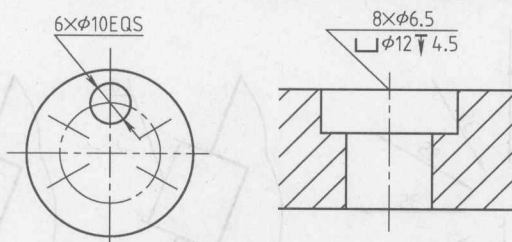


图 1-14 均匀分布的相同要素的标注

1.2 常用制图方法

化工专业图样可采用徒手绘图法、尺规作图法和计算机辅助设计绘制法。

徒手绘图是一种不用绘图仪器而按目测比例徒手画出的图样,这类图就是通常所称的草图。这类图主要用于现场测绘、设计方案讨论或技术交流。

尺规作图是借助绘图工具(如图板、丁字尺、三角板等)和仪器(如圆规、分规、比例尺、曲线板、铅笔等)进行手工绘图的一种方法。关于尺规作图在《画法几何》或《工程制图》中已进行了详细的介绍,本处不再赘述。

计算机辅助设计(Computer Aided Design, 简称为 CAD)作为计算机应用的一个重要分支,它具有减小设计绘图量,缩短设计周期,易于建立和使用标准图库,改善绘图质量,提高设计及管理水平的等一系列优点,已经广泛应用于需要设计绘图的所有领域。近十几年来,随着计算机硬件性能不断提高、价格不断降低,以及图形、图像、文字处理软件的日趋

完善, CAD 技术的应用在发达国家已经十分普及, 并成为衡量一个国家科技现代化和工业现代化水平的重要标志之一。我国的 CAD 技术从 20 世纪 90 年代起有了长足的发展, 许多高校和研究单位相继建立了 CAD 研究中心、开发机构和培训基地。在所有计算机辅助设计应用软件中, 尤以美国 Autodesk 公司开发的 AutoCAD 软件, 易于使用、适应性强(可用于化工、机械、冶金、建筑、电子等许多行业)、易于二次开发, 已成为当今世界上应用最广泛的计算机辅助设计绘图软件包之一。

1.3 AutoCAD 绘图软件简介

AutoCAD 绘图软件从 1982 年问世至今, 其版本不断更新。AutoCAD2008 中文版在性能和功能方面都有了较大的增强和提高, 增强了绘图和编辑、尺寸标注功能, 改善了多重引线标注和图形集管理器, 增加了图形注释性功能。它能在 Windows 平台下更方便、更快捷地进行绘图和设计工作, 具有更高质量与更高速度的超强图形功能等, 已逐步广泛流行。

1.3.1 基本功能

AutoCAD 能根据用户的指令迅速而准确地绘制出所需要的图形, 具有易于校正错误以及大量修改图形而无需重新绘制的特点, 并能输出清晰、准确的图纸。它是传统手工绘图根本无法比拟的一种高效绘图工具。其基本功能有以下四种。

(1) 绘图功能

用户可以通过输入命令及参数、单击工具按钮、执行菜单命令等方法绘制出各种基本图形(如直线、多边形、圆、圆弧、文字、表格等), AutoCAD 会根据命令的具体情况给出相应的提示和供选择的选项。

(2) 编辑功能

真正体现计算机辅助设计强大功能的不仅是其绘图功能, 更主要的是其图形编辑、修改能力。AutoCAD 可以让用户以各种方式对单一图形或一组图形进行修改, 图形实体可以移动、复制, 可以删除局部线条或整个实体。用户可以改变图形的颜色、线型或在三维空间中旋转。从理论上讲, 在 AutoCAD 中, 任何对象均不必画第二次。熟练掌握编辑技巧会使绘图效率成倍地提高。

(3) 图形显示及输出功能

图形在屏幕上的显示及打印输出也是十分重要的。AutoCAD 可以任意调整显示比例, 以方便观察图纸的全貌或局部, 也可以采用幻灯片效果的表现方式来显示图纸。计算机绘图的最终目的是将图形画在图纸上, AutoCAD 支持所有常见的绘图仪和打印机, 并具有极好的打印效果。

(4) 高级扩展功能

AutoCAD 提供了一种内部编程语言——Auto LISP, 使用它可以完成计算与自动绘图的功能。在 AutoCAD 平台上, 用户还可以使用功能更强大的编程语言(如 C、C++、VB 等)来处理较复杂的问题或进行二次开发。

1.3.2 AutoCAD 2008 工作界面及组成

AutoCAD 2008 提供了“二维草图与注释”、“三维建模”和“AutoCAD 经典”三种