

• 王书庆 董 冰 编著



计算机工程制图

JISUANJI
GONGCHENG
ZHITU

同济大学出版社

404148

计算机工程制图

王书庆 董冰 编著



同济大学出版社

JS 133 / 21
内 容 提 要

本书作者针对 AutoCAD 进行工程绘图存在的许多问题,结合工程实践和许多年来计算机工程制图的教学经验编写而成。全书共 12 章,主要内容有: AutoCAD 的基本概念、基本操作和几何点输入,选择集的构造——几何项的输入,基本作图,基本编辑,工作制图的实现,尺寸标注,图形的显示控制和其他,图形中的汉字输入和编辑, AutoLISP 基础和 ADS 开发环境介绍等。书末还附有工程制图上机习题和 TAB 程序清单,使读者在走上岗位前,使能掌握现代化的高性能计算机,为建设祖国的四个现代化打下坚实的基础。

本书可作为工科院校计算机制图教材,也可供工程技术人员、科技工作者参考。

责任编辑 李炳钊

封面设计 陈益平

计算机工程制图

王书庆 董 冰 编著

同济大学出版社出版

(上海四平路 1239 号 邮编: 200092)

新华书店上海发行所发行

常熟市第七印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 14 字数: 350 千字

1997 年 10 月第 1 版 1997 年 10 月第 1 次印刷

印数 1-1500 定价: 12.50

ISBN7-5608-1881-1/TP·196

前 言

在计算机飞速发展的今天,高性能的个人计算机日益普及。特别是随着计算机图形输入输出设备(如大屏幕高分辨率彩色显示器、数字化仪和滚筒式绘图机)的发展,计算机辅助设计(CAD)已深入到各个领域。采用先进的 CAD 技术能极大地提高设计效率、改善设计质量和降低工程造价,因此国内许多大中小设计单位已将推广普及 CAD 技术作为长期发展的战略任务。

计算机辅助设计的一个重要方面是利用计算机制图软件系统进行辅助制图。采用计算机进行工程图绘制,其优点是显而易见的,如制图速度快、出图质量高等。更为重要的是由于设计是一个不断修改和完善的过程,和传统手工制图相比,计算机制图能够将图纸以数字的方式储存在计算机中,为今后的设计修改提供了极大的方便。正是由于这些优点,使计算机工程制图技术在我国各个行业的设计单位内迅速普及。绘图板、尺、墨笔的时代已经结束。当我们告别学堂走向工作岗位后,我们面临的将是现代化的高性能计算机。

在众多的计算机辅助制图软件系统中,美国 AutoDESK 公司的 AutoCAD 系统,由于其功能强、适用广和对硬件性能要求低等特点而一枝独秀,在全球微机计算机图形软件市场上独领风骚。在国内各设计单位,AutoCAD 图形软件十分普及。“有微机就有 AutoCAD”的说法并不夸张。学习和掌握 AutoCAD 制图系统具有十分重要的意义。

关于如何使用 AutoCAD 软件的图书琳琅满目,不下百余种。但这些书籍往往是借助原版 AutoCAD 的用户手册和参考手册,对系统的每一条命令进行解释,因此篇幅庞大,缺少系统性。AutoCAD 软件适用范围很广,因此其软件手册也缺少对具体应用问题的介绍。利用 AutoCAD 进行工程制图存在许多问题,而这些问题的解决方法在手册中往往并不十分明确。因此,这些书籍作为本课程的参考书是非常好的,但却不能作为教材。

为了帮助初学者了解 AutoCAD 软件,特别是掌握利用 AutoCAD 进行工程制图的方法,结合工程实践和多年计算机工程制图教学体会,我们编写了这本教材。旨在能够对学习者提供必要的帮助和避免翻阅名目繁多的 AutoCAD 使用手册。

本教材中着重对计算机工程制图的基本概念和基本方法进行介绍。AutoCAD 软件中许多制图命令的操作方法并未详细介绍,读者可参考有关手册。另外,对 AutoLISP 程序设计和利用 C 语言进行 AutoCAD 深入开发等内容作了简单介绍。

鉴于作者水平有限,不正确之处敬请指正!

王书庆 董 冰
1997 年 3 月于同济大学

目 录

第 1 章 AutoCAD 的基本概念

- 1.1 AutoCAD 的工作目标 (1)
- 1.2 图形信息输入和图形编辑的手段和方式 (1)
- 1.3 AutoCAD 图形输出手段和方式 (2)
- 1.4 AutoCAD 的用户界面 (2)
- 1.5 几何图形的度量和数字坐标 (3)
- 1.6 AutoCAD 中的几何元素 (6)
- 1.7 几何项的非几何属性 (8)
- 小结 (10)

第 2 章 AutoCAD 的基本操作

- 2.1 AutoCAD 图形系统的启动 (11)
- 2.2 AutoCAD 图形系统中的文件操作 (11)
- 2.3 系统磁盘的整理 (12)
- 2.4 图形系统中执行 DOS 命令 (13)
- 2.5 图形屏幕和文本屏幕切换 (14)
- 2.6 作直线和圆 (14)
- 2.7 命令输入技巧 (15)

第 3 章 AutoCAD 的几何点输入

- 3.1 目标捕获 (16)
- 3.2 目标捕获实例 (19)
- 3.3 等距点捕获 (21)
- 3.4 正交状态 (23)
- 3.5 几何运算器 (23)
- 小结 (26)

第 4 章 选择集的构造——几何项的输入

- 4.1 选择集的分类 (27)
- 4.2 当前选择集 (28)
- 4.3 选择集的构造方法 (28)
- 4.4 选择集构造的省缺设置 (29)
- 4.5 选择集构造实例 (30)

4.6	有名选择集	(32)
4.7	选择集的过滤	(33)
4.8	选择集过滤实例	(37)
	小结	(39)
第5章 基本作图		
5.1	圆弧(ARC)	(40)
5.2	多义线(POLYLINE)	(41)
5.3	多义线绘制(PLINE)	(45)
5.4	多义线编辑(PEDIT)	(49)
5.5	文字的字形(STYLE)	(52)
5.6	文字标注(TEXT)	(55)
5.7	偏移线(OFFSET)	(57)
5.8	方倒角(CHAMFER)和圆弧倒角(FILLET)	(58)
	小结	(60)
第6章 基本编辑		
6.1	几何项删除(ERASE)	(61)
6.2	几何项移动(MOVE)	(61)
6.3	几何项的复制(COPY)	(61)
6.4	几何项旋转(ROTATE)	(62)
6.5	几何项缩放(SCALE)	(62)
6.6	镜射(MIRROR)	(62)
6.7	阵列复制(ARRAY)	(64)
6.8	拉伸(STRETCH)	(66)
6.9	剪切(TRIM)	(68)
6.10	延伸(EXTEND)	(69)
6.11	截断(BREAK)	(71)
6.12	夹持编辑(GRIPS EDIT)	(72)
6.13	几何项属性编辑	(76)
6.14	命令恢复	(79)
	小结	(80)
第7章 工程制图的实现		
7.1	工程制图的特点	(81)
7.2	内部图块	(82)
7.3	图块制作(BLOCK)	(85)
7.4	图块的插入(INSERT)	(85)
7.5	图块写盘(WBLOCK)	(86)

7.6 内部图块的打碎(EXPLODE)	(86)
7.7 外部引用(XREF)	(87)
7.8 图形的基点(BASE)	(88)
小结	(88)

第8章 尺寸标注

8.1 尺寸标注子系统	(90)
8.2 尺寸标注的分类	(90)
8.3 线型尺寸标注的构成	(91)
8.4 影响尺寸标注的系统变量	(92)
8.5 小数点位数的设定	(96)
8.6 尺寸标注生成命令	(97)
8.7 线型尺寸标注实例	(99)
8.8 尺寸标注的编辑	(102)
8.9 圆型尺寸标注和角度标注	(106)
8.10 利用拉伸、延伸和剪切对尺寸标注编辑	(109)
8.11 尺寸标注的夹持拉伸编辑	(110)
8.12 在标注子系统中运行 AutoCAD 命令	(111)
小结	(111)

第9章 图形的显示控制和其他

9.1 AutoCAD 的虚拟屏幕	(113)
9.2 图形的显示控制	(114)
9.3 图形重构	(116)
9.4 图形信息的查询	(117)
9.5 阴影线和模式填充的生成	(118)
9.6 用户坐标系 UCS 的设置	(123)
9.7 文字标注的编辑	(126)
9.8 几何点的生成	(127)
9.9 目标捕获的补充——坐标过滤	(128)
9.10 图形存储空间的整理	(129)
小结	(129)

第10章 图形中的汉字输入和编辑

10.1 TJACE 的装入和启动	(131)
10.2 汉字字形的建立	(131)
10.3 TJACE 主对话框和参数控制	(133)
10.4 汉字输入方法	(135)
10.5 TJACE 的当前编辑和汉字光标	(138)

10.6	全角和半角字符	(140)
10.7	利用 TJACE 对已有汉字进行编辑	(141)
10.8	字块操作、参数修改和文件交换	(143)
10.9	词组和联想关系操作	(144)
10.10	中心线和下划线	(146)
10.11	工程制图符号	(147)
10.12	TJACE 运行中执行图形系统命令	(147)
	小结	(148)
第 11 章 AutoLISP 基础		
11.1	AutoLISP 概述	(149)
11.2	AutoLISP 的数据类型	(150)
11.3	AutoLISP 的数据存储结构	(154)
11.4	AutoLISP 的程序结构	(156)
11.5	AutoLISP 中的主要通用函数	(157)
11.6	AutoLISP 程序的装入、运行和 ACAD.LSP	(171)
11.7	AutoLISP 中的常用图形函数	(175)
11.8	图形处理程序实例说明	(183)
	小结	(186)
第 12 章 ADS 开发环境介绍		
12.1	开发环境的要求	(188)
12.2	程序结构	(189)
12.3	ADS 定义的数据类型	(192)
12.4	主要的 ADS 函数	(196)
12.5	ADS 程序实例	(200)
	小结	(202)
附录 1 工程制图上机习题		
		(203)
附录 2 TAB 程序清单		
		(211)

第 1 章 AutoCAD 的基本概念

1.1 AutoCAD 的工作目标

利用 AutoCAD 软件绘制工程图,就是利用图形输入设备,如鼠标器、键盘和数字化仪等,向计算机输入反映图形内容的几何信息和非图形信息。这些信息将按一定的格式以文件的形式保存在计算机的存储设备中(通常指硬盘)。为了和其他文件区别,这个文件以.DWG 作为扩展名。由于保存在存储设备中的文件可以永久保存,并且可以利用 AutoCAD 软件随时调出和修改,因此相应的工程图也就可以永久保存和随时修改。

AutoCAD 软件实质上是连接设计人员和计算机之间的桥梁。它向设计人员提供了良好的界面。面对这个界面,设计人员可以把计算机看作为一个准确、快速的制图工具。这个界面包括可以输入制图命令的提示区、屏幕菜单区、状态行和观察图形的作图区(图 1-1)。

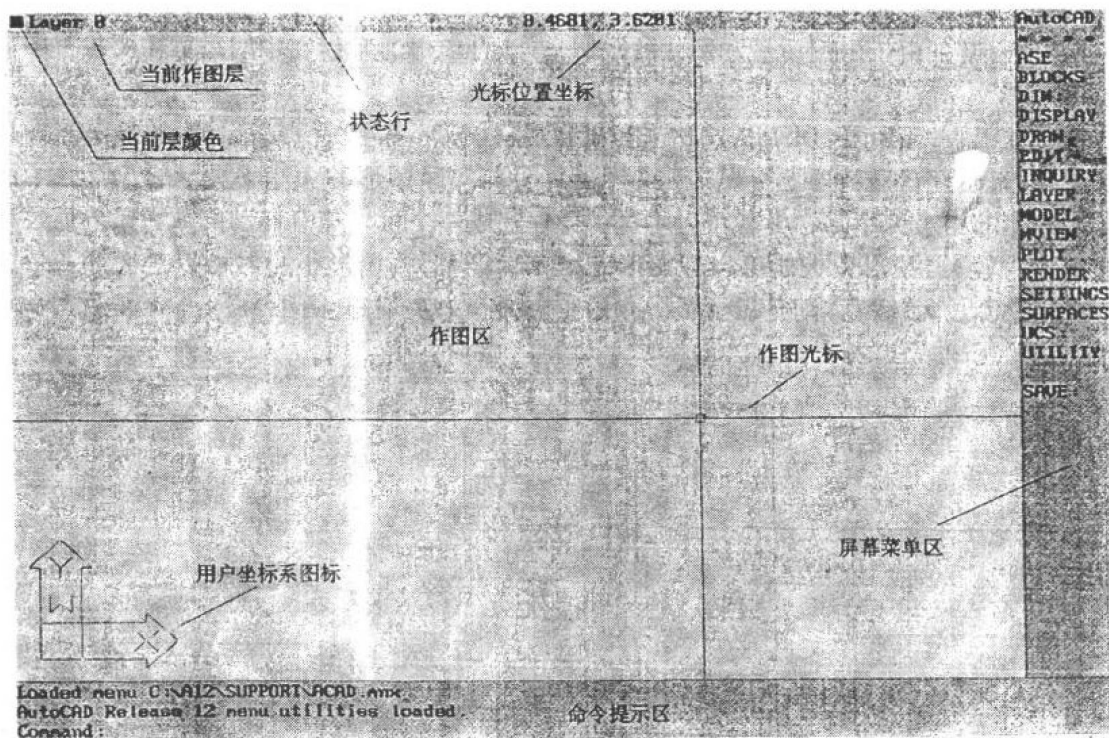


图 1-1 AutoCAD 的用户界面

1.2 图形信息输入和图形编辑的手段和方式

与手工制图不同,计算机制图不再需要尺、笔等工具,而代之以一系列的命令和几何信息的输入。命令用来通知计算机作何种图形或进行何种编辑,如作直线、作曲线、移动、删除和拷贝等。几何信息则包括很多内容,可分为两大类。一类是常见的几何点的坐标、距离和

角度等,这些可通过解析几何的基本知识加以联想。因为在解析几何中,我们熟知要确定一条直线必需确定两个端点坐标。另一类则是计算机制图所特有的,如当需要删除某一条直线时,必需要通知计算机删除哪一条直线。当要将一条直线切断,则必需通知计算机在何处切断。

第一类中,几何点的输入在计算机制图中十分重要,它涉及到图形系统中的关键概念——目标捕获。第二类信息的输入涉及到另一关键概念——几何项选择集构造。

AutoCAD 的所有命令一般是通过键盘输入,即在图 1-1 所示的命令提示区内输入。此外,AutoCAD 提供了良好的屏幕菜单和状态行下拉菜单。通过菜单用户也可以方便地输入命令,但是菜单输入命令的速度远不如键盘输入快。因此用户在开始学习时,应努力养成不用菜单输入的好习惯。

几何信息的输入一般是通过键盘和鼠标器。键盘用于输入数字类型的几何信息,而鼠标器则用于目标捕获、几何项选择集构造和其他定位。

1.3 AutoCAD 图形输出手段和方式

利用计算机进行工程图形的输入和编辑的最终目的是将图纸输出到工程图纸上。一般而言,工程图纸最终是在滚筒式绘图机(PLOTTER)上输出。点阵打印机(PRINTER)也可用来输出图纸,但是由于出图质量和图幅的限制,点阵打印机通常仅在中间过程需要检查图形时使用。

绘图过程中,显示器(DISPLAY)用来监视和观察图形。需要特别指出的是,显示器的尺寸是有限的,而且在显示器上所观察到的图形大小与实际图形的大小无关。它仅反映了图形各元素间的相对大小。初学者可以将显示器理解成一个可以随意移动的放大镜。通过移动这个放大镜,当图形很大时可以让图形完全充满屏幕,当图形很小时可以对局部图形放大。当然这个放大镜的移动是靠 AutoCAD 的相应命令来实现的(图 1-2)。

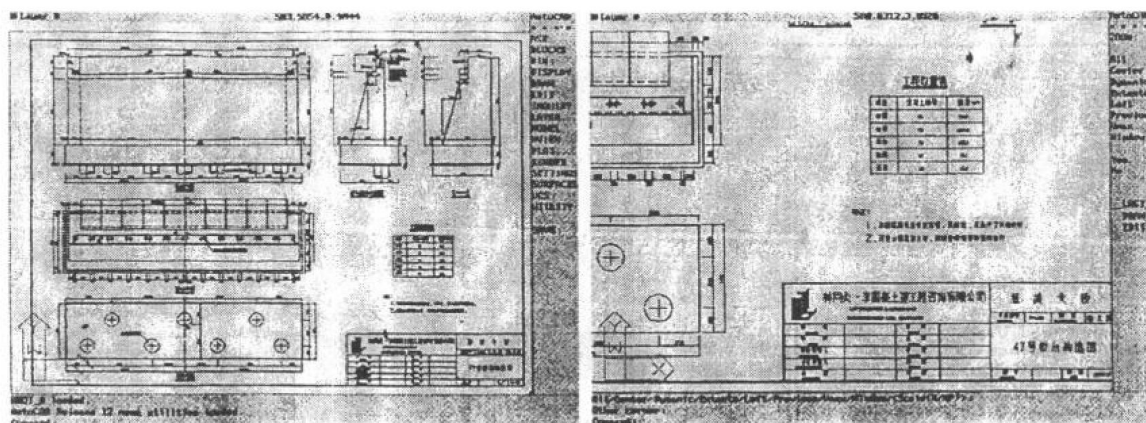


图 1-2 显示器观察到的图形大小与实际图形的关系

1.4 AutoCAD 的用户界面

用户界面就是指用户和计算机之间进行信息交流的方式。现代计算机软件设计已将用

户界面的设计作为软件设计中非常重要的内容,因为软件的用户界面的友善与否是影响软件生命的关键之一。AutoCAD 软件的用户界面既向熟练用户提供了可以快速输入信息的键盘输入,又为初学者提供了利用鼠标器进行输入的屏幕菜单和状态行下拉菜单。同时许多 AutoCAD 的图形编辑命令提供了图形窗口对话方式。为满足不同用户的开发要求,AutoCAD 的屏幕菜单可以根据用户需要进行扩充。图 1-3 示出了 AutoCAD 的部分菜单和图形对话框。

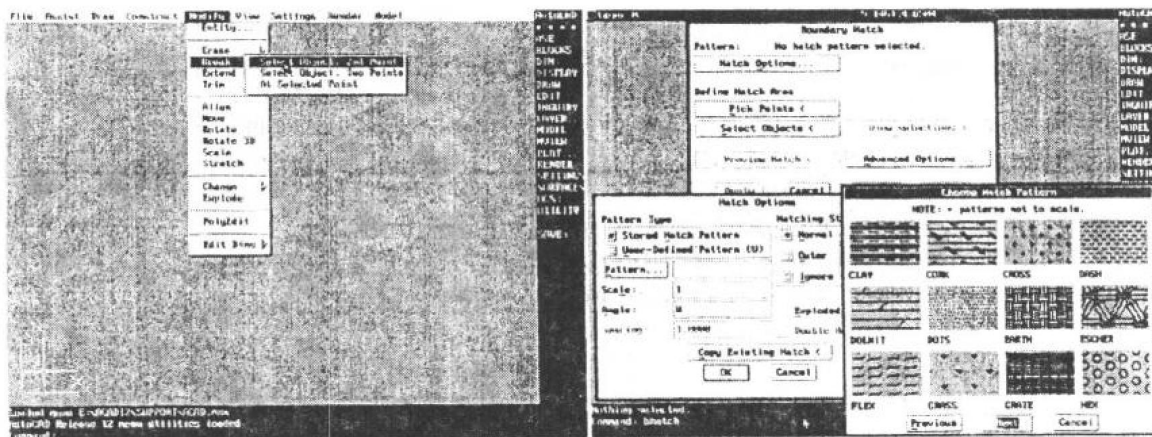


图 1-3 AutoCAD 的下拉菜单和图形对话框

1.5 几何图形的度量和数字坐标

手工制图可以借助毫米方格纸和直尺对图形进行定位和度量。计算机制图系统中对图形的度量是采用解析几何中熟知的坐标系统。关于坐标系统,AutoCAD 中涉及了世界坐标、用户坐标、绝对坐标、相对坐标、直角坐标、柱坐标和球坐标。理解这 7 个坐标系统是熟练掌握图形几何信息输入的关键。

世界坐标系(WCS) 对于一个独立的 AutoCAD 工作目标而言(一个 DWG),其上的所有几何图形元素共有一个始终固定不变的三维直角坐标系。这个坐标系被称为世界坐标系——WCS(World Coordinate System)。显然无需关心 WCS 的原点在何处,因为几何元素的绝对位置并无实际意义,而图形元素间或一个图形元素的各个部分间的相对关系才有意义。计算机图形系统设置世界坐标系,其目的是当一个图形由许多几何元素组成时,为方便确立图形中的各个几何元素或一个图形元素的各个部分间相对关系提供参考依据。假如图形中仅有一个直线,当然我们仅关心直线的一个端点和另一个端点的相对位置。正如当我们建造一座高楼时,使用大地坐标仅仅是为了能够精确定位,而我们更关心大楼离某一个典型参考建筑物的距离和方位。

用户坐标系(UCS) 当组成图形的几何元素非常繁多时,在生成这些几何元素时,如果仅能用一个固定不变的直角坐标系作参考,显然是不便的。为此,AutoCAD 提供了可以随时移动原点并且转动坐标轴的三维直角坐标系——用户坐标系——UCS(User Coordinate System)。各个 UCS 的原点位置和坐标轴方位是在 WCS 的参考下进行度量的。正如在解析几何中所熟知的,当我们说“将坐标系从 O_1 点移到 O_2 点并转动 θ 角”时, O_1 点和 O_2 点及 θ

角是相对绝对坐标系而言的。用户应特别注意,除非明确指出,当向 AutoCAD 任何一条需要几何点的命令输入几何点的坐标时,该坐标总是认为是当前 UCS 下的坐标。

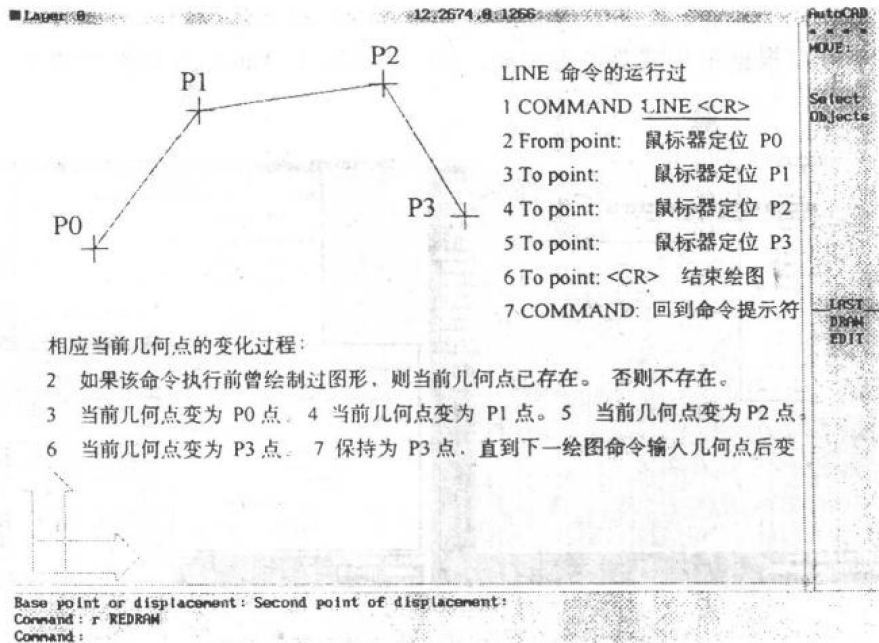


图 1-4 AutoCAD 绘图过程中的当前几何点

极坐标 除了常用的三维直角坐标系外, AutoCAD 还提供了柱坐标和球坐标。这些坐标系仅用在几何点坐标输入时,保存在 DWG 文件中的图形数据则为三维世界坐标。三维直角坐标需要提供 X 、 Y 和 Z 坐标,柱坐标需要提供极半径 R 和极角 α 和柱高 Z ,球坐标需要提供球半径 R 、和 XY 平面内夹角及和与 XY 平面夹角。就二维工程图绘制而言,这两个非直角坐标系是相同的,统称为极坐标。

相对坐标 在一段时间内,绘图过程往往是连续不断的,当手工绘图时,如果要绘制由两段直线相连的折线,在第一段直线画完后而继续画第二段时,经常是采用相对第一段直线的终点定位第二段直线的终点。为解决这一问题, AutoCAD 在制图过程中始终记录着当前几何点的坐标。最初开始时不存在当前几何点,但当一条绘图命令启动后,只要用户输入一个几何点,那所输入的点即变为当前几何点。随着绘图的继续,当前几何点不断随之变化。图 1-4 以 AutoCAD 中最为常见的直线绘图命令 LINE 为例,示出了当前几何点的变化。

在当前几何点的基础上, AutoCAD 提供了相对坐标输入的手段。所谓相对坐标是指在一个绘图命令进行过程中,当需要以坐标的方式(言外之意, AutoCAD 除能以数字坐标的方式输入几何点外,还能通过移动鼠标器而直接输入几何点,或者利用目标捕获功能来捕捉已经绘制好的图形元素的关键点)输入几何点时,可以临时将当前 UCS 的原点平移到当前几何点上。所谓临时是指仅在一个几何点输入过程中起作用,这个点输入结束后 UCS 即恢复原状(但当前几何点已发生变化)。

绝对坐标和相对坐标的输入 几何点的坐标由于涉及到世界坐标(WCS)、用户坐标(UCS)、直角坐标、极坐标、绝对坐标和相对坐标的概念,而且实际作图过程中坐标的输入往

往是组合在一起输入,因此几何点在直接输入数字坐标时显得十分复杂。但由于 AutoCAD 采用了下列的关键字符使坐标输入有规律可寻。这些关键字符共四个,它们是:

- ， 用于分隔直角坐标中的 X 坐标和 Y 坐标
- < 用于分隔极坐标中的极半径 R 和极角 $R < \alpha$
- @ 前缀于坐标对 X, Y 或 $R < \alpha$, 表示相对于当前几何点的坐标
- * 前缀于坐标对 X, Y 或 $R < \alpha$, 表示相对于世界坐标系的坐标

设 X, Y, R 和 α 均是已知的数字,则数字坐标输入时可能有的组合如表 1-1 所示:

表 1-1 几何点数字坐标输入的各种组合

组 合	说 明
X, Y	相对于当前 UCS 的直角坐标
$R < \alpha$	相对于当前 UCS 的极坐标
@ X, Y	相对于当前几何点的相对直角坐标
@ $R < \alpha$	相对于当前几何点的相对极坐标
* X, Y	相对于 WCS 的直角坐标
* $R < \alpha$	相对于 WCS 的极坐标
@* X, Y	坐标值相对于当前几何点,坐标方向相对于 WCS 坐标轴
@* $R < \alpha$	极点相对于当前几何点,极角相对于 WCS 的 X 轴

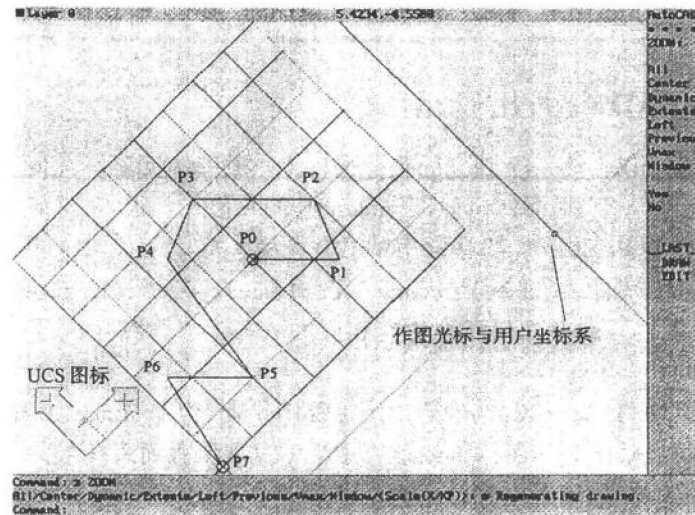


图 1-5 几何点数字坐标间的关系

为进一步掌握几何点的各种数字坐标间的关系和输入方法,仍以直线绘图命令 LINE 为例加以说明。图 1-5 中 P_0 为当前 UCS 坐标系原点, P_7 为 WCS 坐标系原点,矩形格栅与 UCS 坐标轴平行,每格一个作图单位,直线 P_0P_1 , P_0P_4 和 P_5P_6 均为两个作图单位长, P_0 , P_1 和 P_4 三点在同一条水平线上。相应的 LINE 命令的各几何点坐标的输入如下:

COMMAND: LINE < CR >

From point:0,0 < CR >
To point: @ * 2,0 < CR >
To point:2,0 < CR >
To point: @ - 2,2 < CR >
To point:2 < 135 < CR >
To point: - 2, - 2 < CR >
To point: @ * 2 < 180 < CR >
To point: * 0,0 < CR >
To point: < CR > 结束命令
COMMAND: 回到命令提示符。

正如前面所述,由于相对定位要较绝对定位方便得多,在图形输入过程中,几何点坐标绝大多数情况下是采用相对坐标输入的。因此熟练掌握几何点坐标的输入是提高利用 AutoCAD 作图效率的关键之一。

作图单位 “AutoCAD 制图时以什么为绘图单位? 米? 厘米? 还是毫米?”在初学计算机制图系统时,不少人会问这样的问题。关于这个问题,我们将在后面有关章节中详细介绍。这里仅简单的说,AutoCAD 软件的图形并无绝对的尺寸单位概念,而是一个标量图形系统。因为图形大小是相对而言的,作图时无论我们以什么为单位,AutoCAD 的处理都是相同的。我们只须在同一个工作目标(一个 DWG)中,统一以一个固定的尺寸为单位即可,如米、厘米或毫米等。关于尺寸单位尚需明确一点,就是仅当一个 DWG 在利用绘图设备输出到图纸上时,因为涉及到要输出到多大的图幅问题,这时 DWG 的尺寸单位才具有实际的意义。

1.6 AutoCAD 中的几何元素

几何元素是指可以作为一个独立的整体进行操作的基本元素。几何元素在 AutoCAD 中又称为几何实体(Entity)或目标(Object)。AutoCAD 的几何元素很多,从最简单的点、直线、圆到由许多元素组成的块(Block),都是常用的几何元素。在名目众多的几何元素中,应用最为普遍的是:点(point)、直线(line)、圆(circle)、圆弧(arc)、多义线(polyline)、文字(text)、尺寸标注(dim)和块(block)。这些几何元素均有相应的 AutoCAD 命令生成。一般这些命令与几何元素的名字相同。

虽然我们仅讨论利用 AutoCAD 进行二维工程图绘制,但是 AutoCAD 是一个功能强大的三维图形系统。而且是由最初的二维经过二维半的发展历程而最终成为一个完善的三维图形系统。关于 AutoCAD 的三维内容已超出本课程的范围,在此不作详细介绍。只是二维半的概念比较特殊,是其他图形系统所没有的。一些涉及到几何元素生成的二维半问题,这里作一简单介绍。

所谓二维半就是指在二维的基础上,图形系统仅能将二维的几何元素沿一个特定的方向拉伸到任意高度。这个方向垂直于二维几何元素所在的平面,这个平面称之为二维几何元素的构造平面。对于二维工程制图而言,所有几何元素的构造平面均在 WCS 的 XY 平面内,而且 UCS 的变化也仅仅局限在这个平面内。即平移和绕 WCS 的 Z 轴旋转。

AutoCAD 中定义了一个描述构造平面到 UCS 的 XY 平面的距离——ELEVATION,即所

有 AutoCAD 的几何元素, 当它被生成时是生成在平行于 UCS 的 XY 平面且这个平面到 UCS 的 XY 平面的距离为当前 ELEVATION 的值(图 1-6)。而二维几何元素是否被沿 UCS 的 Z 方向拉伸以及拉伸高度由当前的 THICKNESS 值决定。当 THICKNESS 为 0 时不拉伸, 当为正值时沿 UCS 的 Z 轴正向拉伸, 当为负值时沿 UCS 的 Z 轴负向拉伸。

有趣的是, 显然当 THICKNESS 不为 0 时二维几何元素已经变为三维, 但是 AutoCAD 系统仍然称之为二维元素。如图 1-6 中的圆柱体和右上方的平面, 它们分别是由圆和直线在 THICKNESS 不为 0 时生成的, 但它们仍称为圆和直线。

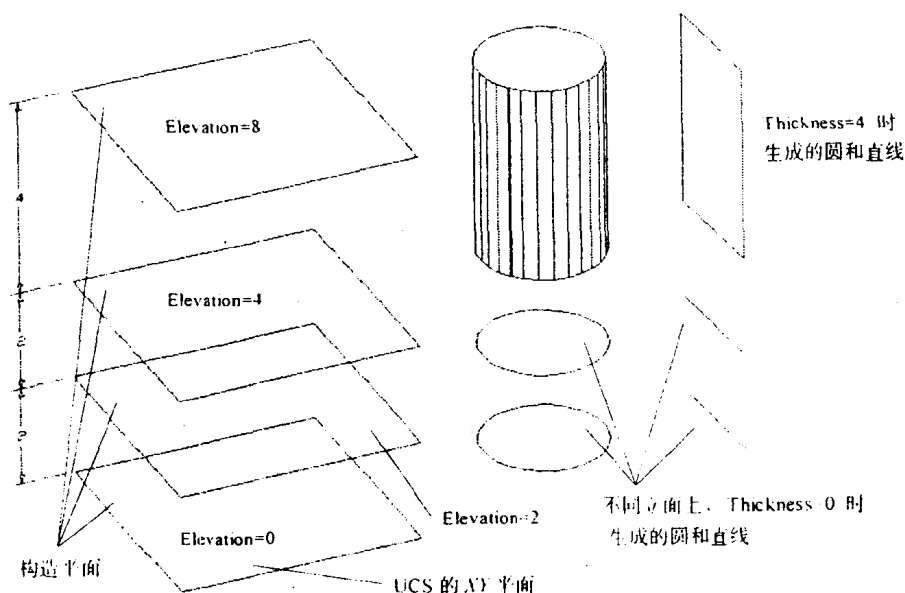


图 1-6 AutoCAD 图形系统中的二维半概念

一个应特别注意的问题是, ELEVATION 和 THICKNESS 在概念上的区别是简单的, 但是它们更重要的差别是 ELEVATION 仅在生成几何元素时起作用, 一经生成后, 其值的大小将对已生成好的几何元素不发生任何影响。而 THICKNESS 则不同, 它是二维几何元素不可分割的一部分。就像一条直线不能缺少一个端点坐标一样。与二维几何元素其他明显的几何信息, 如直线的端点坐标等, 唯一的差别是其他几何信息在生成几何元素的命令运行工程中交互的由用户输入, 就像直线的端点坐标一样。而几何元素的厚度 (THICKNESS) 是事先设置的, 生成时仅取用当前值即可。

这一差别是十分重要的。因为几何元素生成后, 当我们需要对它进行编辑时, 可以像编辑直线的端点坐标一样编辑几何元素的厚度 (THICKNESS)。

虽然利用 AutoCAD 二维半的功能可以生成三维图形, 但是二维半和真三维间存在着本质的差别。简单说, 差别是: 真三维图形系统的基本几何元素是空间实体。对二维几何元素的编辑, 如切断一条直线要远比将三维复杂实体切去一块实体简单的多。其复杂情形可以通过将一个锥体挖去一个球体来想象。二维图形系统中, 我们可以查询一条直线的长度; 真三维图形系统下, 我们可以查询上述被挖去一个球体后锥体的体积和重心。另外一个明显的差别是: 二维半图形系统中的曲面, 其曲率仅能在两个方向上变化; 而真三维图形系统中

的曲面,其曲率可以在三个方向上变化。

在二维工程制图中,我们总可以假定系统的 ELEVATION 和生成几何元素时的 THICKNESS 值不影响作图。当然系统已省缺设定为 0。当对几何元素编辑时,无需对 THICKNESS 属性进行修改。对于 WCS 和 UCS,可以简单的认为它们仅有 X 轴和 Y 轴。

1.7 几何项的非几何属性

几何元素的几何属性是非常容易理解的。如直线的端点坐标、圆的圆心和半径以及上面提到的几何元素的厚度等。当图形中的几何元素很多时,经常会遇到编辑上的问题。例如,图形中含有钢筋、外形构造和尺寸标注时,由于各图形元素相互间的距离很近而给编辑带来困难。为此,图形系统将各几何元素均赋予一些特定的非几何属性,根据这些属性图形系统可以决定以什么颜色或什么线型,甚至是否在某一定时间内将它们显示在屏幕上。如果说以什么样的线型显示是图形几何信息的一部分,而以什么颜色显示或是否显示则完全是为了满足对复杂图形编辑方便的要求。

概括而言,几何元素的非几何属性包括:几何元素的层(LAYER)、几何元素的颜色(COLOR)和几何元素的线型(LINETYPE)。

每一个几何元素都有一个层名的属性,不同的元素的层名属性可以相同。如此,一个 DWG 中的所有几何元素可能共有 L 个层。 L 的大小可以说不受任何限制。层属性的命名,即层名,可以是字母或数字开头的 ASCII 字符串。就一般的制图而言,层名字串的长度也可以说不受限制。通常几何元素的层名,应视几何元素的性质而定。如将钢筋的层名定为 BAR、外形构造图的层名定为 PROFILE,尺寸标注的层名定为 DIMENSION 等。

对于 AutoCAD 的这 L 个层,每一层都含有如下的属性或状态:

- ON/OFF 决定该层几何项是否显示,ON 显示,OFF 不显示
- THRAW/FREEZE 决定该层几何项是否显示和能选择,THRAW 显示及能选择, FREEZE 不显示不能选择
- UNLOCK/LOCK 决定该层几何项是否能选择,UNLOCK 能选择, LOCK 不能选择
- COLOR 决定该层几何项用什么颜色显示,如红色(RED)、白色(WHITE)等
- LINETYPE 决定该层几何项的线型,如实线(CONTINUOUS)、中心线(CENTER)等

利用层的这些属性或状态,可以将一些几何项用不同的颜色显示或不显示在屏幕上,或者以不同的线型显示。如果一段时间内编辑的是钢筋,可以将外形图的几何项所在的层显示关闭,从而使作图区简洁明了。层能否被选择,这一特性是十分重要的。正如前面所述,几何信息的输入包括第二类几何信息的输入,即几何项选择集的构造。几何项选择集是用来确定编辑命令所需的编辑对象,如删除几何项需要指明删除哪些几何项。不能被选择的几何项就是当在构造选择集时,这些几何项不会被选中,从而能避免对几何项的错误编辑。当图形非常复杂时,将暂时不要编辑的几何项的层置为不能选择,可以使构造几何项选择集更方便。

根据 ON/OFF、THRAW/FREEZE 和 UNLOCK/LOCK 这三个状态开关的涵义可知,显示出

来的几何项不一定能被选择,没有显示出来的几何不一定不能选择。关于层的 THRAW/FREEZE 状态还有更进一步的涵义,这里不作介绍。

层是几何项的非几何属性之一,几何项所在层的颜色和线型属性影响着几何项显示的颜色和线型。那么为什么几何项还有颜色和线型的非几何信息呢?原因很简单,为了更方便的对图形进行编辑。因为在同一层的几何项采用同一颜色显示和采用同一线型很不方便。例如,外形轮廓图的几何项中会有不同的线型,钢筋的众多几何中,可能希望不同类型的钢筋用不同的颜色显示等。利用 AutoCAD 进行工程制图的实践表明,层的颜色和线型属性远不如几何项的颜色和线型的非几何属性重要。因为直接为所要求的几何项设定指定的颜色或线型更方便。

几何项的颜色和线型属性和层中的颜色和线型属性稍有差别。层中的颜色和线型属性只能明确指明是什么颜色和什么线型。而几何项中的颜色和线型属性除能明确指明什么颜色和什么线型外,还可以设定一个特别的值,它们是 BYLAYER 和 BYBLOCK。当设置成 BYLAYER 时,几何项的颜色和线型将取决于几何项所在层的颜色和线型。AutoCAD 中有一种特别的几何项,它是由许多一般的几何组成的,这个特别的几何项称为块(BLOCK)。块可以作为一个一般的几何项以任意的角度和任意的缩放倍数插入到图形的任何位置。插入一个 BLOCK 时,就像生成一个一般几何项一样。因此它也有几何项的颜色和线型属性以及层属性。当组成这个块的几何项的颜色或线型的属性是 BYBLOCK 时,该几何项的颜色和线型将取决于块插入时块作为一个几何项时的颜色和线型属性以及该块插入时所在层的颜色和线型属性。

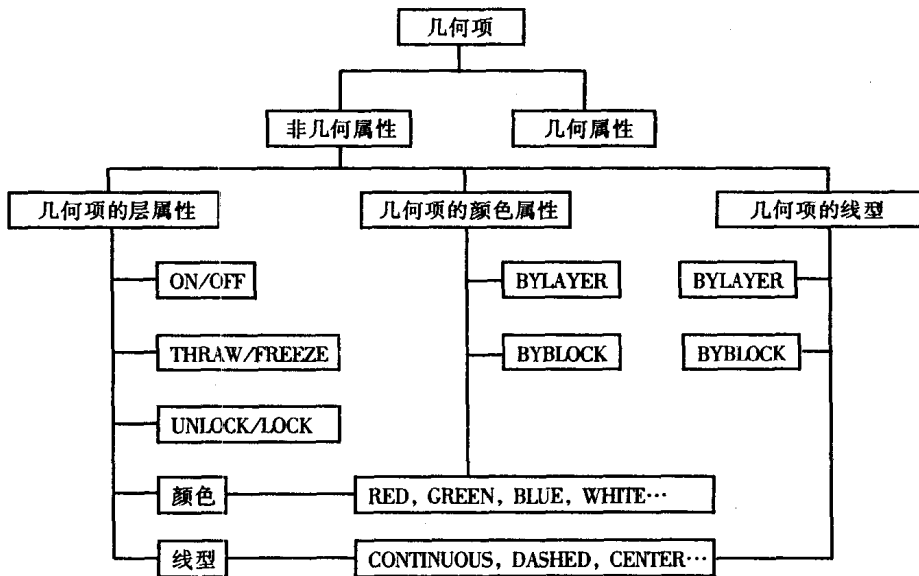


图 1-7 几何项的非几何属性关系

当几何项的颜色和线型属性不为 BYLAYER 或 BYBLOCK 时,AutoCAD 将首先以几何项颜色和线型属性所确定的值作为显示几何项的颜色和线型。图 1-7 示出了几何项的非几何属性中层、颜色和线型的关系。

顺便提及,由于工程习惯和输出设备的限制,工程图纸一般总是以单色输出。因此,几