

AutoCAD2002

三维绘图教程

赵文新 郭启全 主编



配有光盘

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

AutoCAD 2002 三维绘图教程

赵文新 郭启全 主编

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

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

AutoCAD 2002 三维绘图教程/赵文新,郭启全主编. —北京:
北京理工大学出版社,2003.4

ISBN 7-900638-40-7

I. A… II. ①赵…②郭… III. 计算机辅助设计-应用软件,
AutoCAD 2002-教材 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 102354 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) 68912824(发行部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

电子邮箱 / chiefedit@bitpress.com.cn

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京圣瑞伦印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 14

字 数 / 324 千字

版 次 / 2003 年 4 月第 1 版 2003 年 4 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 5000 册

责任校对 / 郑兴玉

定 价 / 25.00 元

责任印制 / 李绍英

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

AutoCAD 系列绘图软件是当前世界上应用最为广泛的计算机辅助设计软件，该软件具有极为强大的建模功能，能够精确、便捷地创建各种平面和三维图形。设计人员能够在 AutoCAD 的三维空间中直接生成与实际物体基本相同的三维模型。通过 AutoCAD 的三维模型，可形象直观地查看设计结果，并可在此基础上进一步创建具有真实感的模型渲染图像，以更好地表达设计目的。此外，AutoCAD 的三维模型数据还可用于有限元计算（FEM）和计算机辅助制造（CAM）等程序，也可用于对三维模型进行仿真计算和加工制造。

随着 CAD 软件及其应用的深入发展，越来越多的设计部门都开始利用计算机直接进行三维设计，许多图形图像和动画制作的软件也常常借助于 AutoCAD 进行三维建模。针对这种情况，本书对 AutoCAD 的三维功能进行了深入全面的讲述。

本书详细地介绍了 AutoCAD 2002 中文版的三维绘图功能，包括三维绘图的环境、三维对象的创建、修改，三维视图，浏览器的使用，三维模型的渲染以及图形的打印等内容。通过对本书的学习，可以在 AutoCAD 二维绘图的基础上，进一步掌握 AutoCAD 的三维绘图功能，提高建模的能力，为更好地应用 AutoCAD 进行设计打下一个坚实的基础。

本书从三维绘图的基本概念和基本操作开始，深入全面地讲述了 AutoCAD 三维应用的各个方面。本书内容详实，示例丰富，并在每章的后面附有思考题，以帮助读者更好地理解 and 掌握书中内容。

全书共有七章和两个附录：

第一章讲述 AutoCAD 的三维环境。主要包括 AutoCAD 的三维空间、三维坐标系、三维坐标形式、三维视图和三维视口等。

第二章讲述 AutoCAD 基本的三维对象。主要包括各种对象的类型，以及各种简单三维对象的创建命令和方法。

第三章讲述 AutoCAD 的三维动态观察器的使用和设置，以及与其相关的一些命令。

第四章讲述 AutoCAD 中对三维对象的修改命令。

第五章讲述复杂三维对象的创建方法和各种应用。主要包括各种复杂三维曲面对象和复杂三维实体对象的创建命令和方法，以及对实体对象进行剖切、截面、检查干涉、分析计算、创建实体对象的轮廓和剖面图等操作。

第六章讲述图形渲染的基本概念以及在 AutoCAD 中对三维模型渲染的方法。主要包括对光源、材质、场景、配景以及各种特殊效果的设置，以及对渲染操作的设置和渲染结果的处理等内容。

第七章讲述在 AutoCAD 的图纸空间中，利用布局和布局视口进行图形打印的方法，以及配置打印机、设置打印样式和打印过程的各种方法。

附录 A 列出了 AutoCAD 中与三维绘图相关的命令及其功能。

附录 B 是各章思考题的解答。

本书可作为广大 AutoCAD 用户掌握 AutoCAD 三维功能的学习用书，也可作为大、中专院校相关专业师生及培训班学员的教材或教学参考书。

本书由赵文新和郭启全主编，第1章由陈斌编写，第2章由刘莉编写，第3章由高显华和曾斌编写，第4章由曾明和秦茹编写，第5章由杨立庭编写，第6章由赵文新编写，第7章由刘显编写，附录由杨文广编写。郭启全对全书作了统稿。秦利那、张英、王萍等对书稿的录校和插图也作了部分工作，在此谨向他们表示衷心感谢。由于编者水平有限，书中难免存在不妥之处，恳请广大读者多提宝贵意见。

编者

2002年10月于清华园

目 录

第 1 章 三维绘图基础	(1)
1.1 AutoCAD 的三维空间	(1)
1.1.1 三维坐标系	(1)
1.1.2 三维坐标形式	(2)
1.1.3 构造平面与标高	(4)
1.2 世界坐标系和用户坐标系	(5)
1.2.1 世界坐标系和用户坐标系	(5)
1.2.2 创建用户坐标系	(6)
1.2.3 用户坐标系的管理	(8)
1.2.4 控制 UCS 图标的显示	(12)
1.3 三维视图	(14)
1.3.1 选择预置三维视图	(15)
1.3.2 设置平面视图	(16)
1.3.3 使用视点预置	(16)
1.3.4 设置视点	(17)
1.3.5 视图的命名与管理	(18)
1.4 模型视口	(20)
1.4.1 设置模型视口	(20)
1.4.2 多视口的应用	(22)
1.4.3 模型视口的拆分与合并	(23)
1.4.4 命名模型视口配置的管理	(24)
思考题	(25)
第 2 章 基本的三维对象	(26)
2.1 AutoCAD 的三维对象	(26)
2.1.1 三维线框对象概述	(26)
2.1.2 设置对象的厚度	(26)
2.1.3 三维曲面对象概述	(27)
2.1.4 三维实体对象概述	(27)
2.2 三维线框对象	(28)
2.2.1 创建三维点	(28)
2.2.2 创建三维直线	(29)
2.2.3 创建三维多段线	(29)
2.2.4 在三维空间中创建二维对象	(30)
2.3 基本的三维曲面对象	(31)

2.3.1	创建长方体表面	(31)
2.3.2	创建棱锥面	(32)
2.3.3	创建楔体表面	(34)
2.3.4	创建球面	(34)
2.3.5	创建上半球面	(35)
2.3.6	创建下半球面	(35)
2.3.7	创建圆锥面	(36)
2.3.8	创建圆环面	(36)
2.3.9	创建网格	(37)
2.4	基本的三维实体对象	(38)
2.4.1	创建长方体实体	(38)
2.4.2	创建球体实体	(39)
2.4.3	创建圆柱体实体	(40)
2.4.4	创建圆锥体实体	(41)
2.4.5	楔体实体	(42)
2.4.6	圆环体	(42)
	思考题	(44)
第3章	三维动态观察	(45)
3.1	三维动态观察器	(45)
3.2	三维视图变换	(46)
3.3	视图调整与设置	(48)
3.4	选择着色模式	(52)
3.4.1	设置着色模式	(53)
3.4.2	创建消隐视图	(55)
3.4.3	创建着色视图	(56)
3.4.4	图形配置设置	(57)
3.5	其他相关命令	(59)
3.5.1	相机设置	(59)
3.5.2	三维动态观察器的特性	(60)
3.5.3	设置视图	(60)
	思考题	(63)
第4章	三维绘图中的修改命令	(64)
4.1	三维对象的修改	(64)
4.1.1	修改三维对象的特性	(64)
4.1.2	编辑三维多段线和多边形网格	(66)
4.1.3	编辑三维样条曲线	(70)
4.1.4	实体的倒角	(71)
4.1.5	实体的圆角	(72)

4.1.6	三维对象的分解	(73)
4.2	对象的三维操作	(74)
4.2.1	三维阵列	(74)
4.2.2	三维镜像	(76)
4.2.3	三维旋转	(77)
4.2.4	对齐命令	(78)
4.3	编辑三维实体对象	(80)
4.3.1	编辑实体的面	(81)
4.3.2	编辑实体的边	(88)
4.3.3	编辑实体的体	(89)
	思考题	(92)
第 5 章	创建复杂的三维对象	(93)
5.1	创建复杂曲面	(93)
5.1.1	创建旋转曲面	(93)
5.1.2	创建平移曲面	(96)
5.1.3	创建直纹曲面	(98)
5.1.4	创建边界曲面	(99)
5.1.5	创建三维网格	(101)
5.1.6	创建多面网格	(102)
5.1.7	三维面	(104)
5.1.8	修改边的可见性	(105)
5.2	创建复杂实体	(105)
5.2.1	创建拉伸实体	(106)
5.2.2	创建旋转实体	(108)
5.3	创建组合实体	(110)
5.3.1	创建实体的并集	(110)
5.3.2	创建实体的差集	(111)
5.3.3	创建实体的交集	(111)
5.4	实体的剖切和截面	(112)
5.4.1	实体的剖切	(112)
5.4.2	创建实体的截面	(114)
5.5	实体的检查和查询	(115)
5.5.1	实体的干涉检查	(115)
5.5.2	查询实体的质量特性	(117)
5.6	创建实体的轮廓和剖视	(118)
5.6.1	设置视图	(118)
5.6.2	创建实体轮廓图和剖视图	(122)
5.6.3	创建实体轮廓图	(122)

5.7 实体对象的应用	(124)
5.7.1 绘制底座	(124)
5.7.2 绘制滑轮	(130)
思考题	(133)
第6章 图形渲染	(134)
6.1 渲染概述	(134)
6.1.1 渲染简介	(134)
6.1.2 渲染的类型	(134)
6.1.3 渲染结果	(135)
6.2 创建光源	(135)
6.2.1 光源概述	(135)
6.2.2 设置环境光	(142)
6.2.3 创建点光源	(143)
6.2.4 创建平行光	(144)
6.2.5 创建聚光灯	(146)
6.2.6 光源的管理和设置	(147)
6.3 应用材质	(148)
6.3.1 颜色、材质与贴图	(148)
6.3.2 载入和使用材质	(155)
6.3.3 新建和编辑材质	(158)
6.3.4 管理材质库	(166)
6.3.5 设置贴图方式	(167)
6.4 设置场景和特效	(170)
6.4.1 构建场景	(170)
6.4.2 设置背景	(171)
6.4.3 设置雾化	(174)
6.5 使用配景	(175)
6.5.1 插入配景	(175)
6.5.2 编辑配景	(176)
6.5.3 管理配景库	(177)
6.6 渲染配置	(179)
6.6.1 设置渲染类型	(179)
6.6.2 设置渲染过程和渲染选项	(182)
6.6.3 设置渲染目标	(183)
6.6.4 其他渲染设置	(184)
6.6.5 设置分辨率和显示精度	(184)
6.7 创建渲染图像	(185)
6.7.1 创建和保存渲染图像	(185)

6.7.2 使用渲染窗口	(186)
思考题	(188)
第 7 章 布局和打印	(189)
7.1 布局	(189)
7.1.1 布局的基本概念	(189)
7.1.2 布局的创建	(190)
7.2 布局视口	(193)
7.2.1 创建布局视口	(193)
7.2.2 设置布局视口的特性	(195)
7.2.3 布局视口的使用	(196)
7.3 打印配置	(199)
7.3.1 创建打印机配置文件	(199)
7.3.2 编辑打印机配置文件	(200)
7.3.3 打印设置	(200)
思考题	(202)
附录 A 三维绘图相关命令	(203)
附录 B 思考题解答	(207)

第 1 章 三维绘图基础

本章主要讲述 AutoCAD 三维绘图的基础知识，首先介绍 AutoCAD 的三维空间、三维坐标系和各种三维坐标形式，并详细讲述如何使用世界坐标系 (WCS) 和用户坐标系 (UCS)。此外，还介绍了如何在 AutoCAD 中设置和管理三维视图与模型视口。

1.1 AutoCAD 的三维空间

AutoCAD 的图形空间是一个三维空间，可以在 AutoCAD 三维空间中的任意位置构建三维模型。使用三维坐标系对 AutoCAD 的三维空间进行度量，用户可使用多种形式的三维坐标形式。

1.1.1 三维坐标系

AutoCAD 的三维坐标系由三个通过同一点且彼此垂直的坐标轴构成，这三个坐标轴分别称为 X 轴、Y 轴和 Z 轴，交点为坐标系的原点，也就是各个坐标轴的坐标零点。从原点出发，沿坐标轴正方向上的点用正的坐标值度量，而沿坐标轴负方向上的点用负的坐标值度量。因此，在 AutoCAD 的三维空间中，任意一点的位置可以由三维坐标轴上的坐标 (x, y, z) 惟一确定。AutoCAD 三维坐标系的构成如图 1-1 所示。

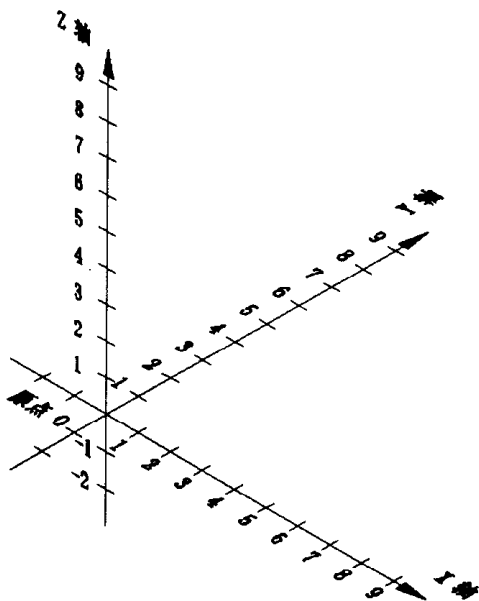


图 1-1 AutoCAD 的三维坐标系

在三维坐标系中，三个坐标轴的正方向可以根据右手定则确定。如图 1-2 (a) 所示。

在三维坐标系中，三个坐标轴的旋转方向的正方向也可以根据右手定则确定，具体方法

是用右手的拇指指向某一坐标轴的正方向，弯曲其他四个手指，手指的弯曲方向表示该坐标轴的正旋转方向，如图 1-2 (b) 所示。

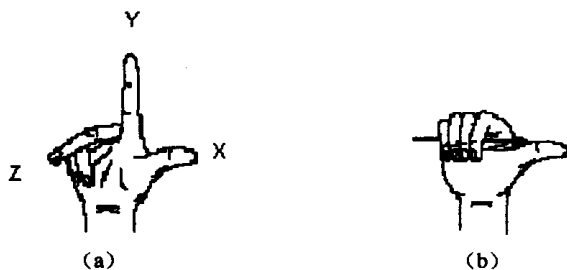


图 1-2 右手定则

在 AutoCAD 中，坐标轴的旋转方向常常用逆时针方向和顺时针方向表示正负。定义方法为：当某个坐标轴的正方向垂直指向屏幕外侧时，把屏幕作为时钟的表面，时钟指针旋转的方向即为该坐标轴的顺时针方向，反方向即为逆时针方向。

由右手定则可知，坐标轴的逆时针方向为正的旋转方向，而顺时针方向为负的旋转方向。

1.1.2 三维坐标形式

进行三维建模时，常常需要使用精确的坐标值确定三维点。在 AutoCAD 中可使用多种形式的三维坐标，包括直角坐标形式、柱坐标形式、球坐标形式以及这几种坐标类型的相对形式。

直角坐标、柱坐标和球坐标都是对三维坐标系的一种描述，其区别是度量的形式不同。这三种坐标形式之间是相互等效的。也就是说，AutoCAD 三维空间中的任意一点，可以分别使用直角坐标、柱坐标或球坐标描述，其作用完全相同，在实际操作中可以根据具体情况任意选择某种坐标形式。

1. 直角坐标形式

AutoCAD 三维空间中的任意一点都可以用直角坐标 (x, y, z) 的形式表示，其中 x 、 y 和 z 分别表示该点在三维坐标系中 X 轴、 Y 轴和 Z 轴上的坐标值。例如，点 $(6, 5, 4)$ 表示一个沿 X 轴正方向 6 个单位，沿 Y 轴正方向 5 个单位，沿 Z 轴正方向 4 个单位的点，该点在坐标系中的位置如图 1-3 所示。

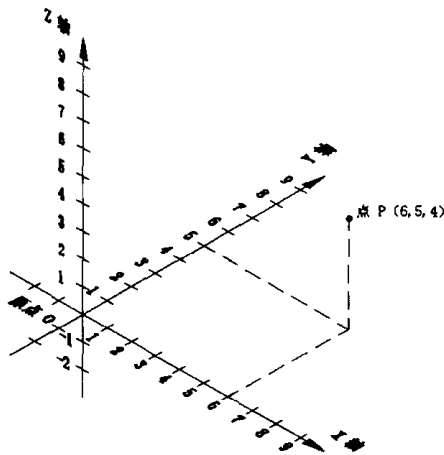


图 1-3 直角坐标示意图

2. 柱坐标形式

柱坐标用 $(L<a, z)$ 的形式表示, 其中 L 表示该点在 XOY 平面上的投影到原点的距离, a 表示该点在 XOY 平面上的投影和原点之间的连线与 X 轴的交角, z 为该点在 Z 轴上的坐标。从柱坐标的定义可知, 如果 L 坐标值保持不变, 而改变 a 和 z 坐标时, 将形成一个以 Z 轴为中心的圆柱面, L 为该圆柱的半径, 这种坐标形式被称为柱坐标。例如, 点 $(8<30, 4)$ 的位置如图 1-4 所示。

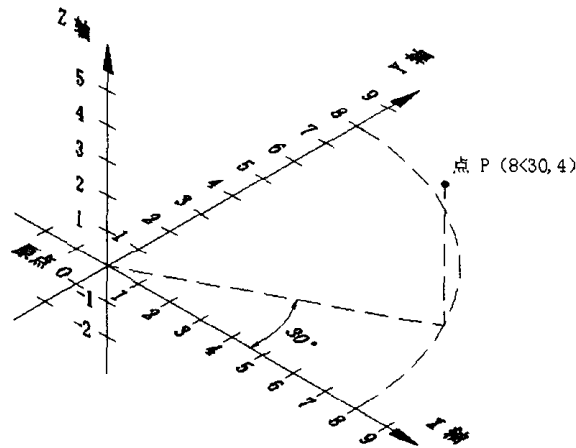


图 1-4 柱坐标示意图

3. 球坐标形式

球坐标用 $(L<a<b)$ 的形式表示, 其中 L 表示该点到原点的距离, a 表示该点与原点的连线在 XOY 平面上的投影与 X 轴之间夹角, b 表示该点与原点的连线与 XOY 平面的夹角。从球坐标的定义可知, 如果 L 坐标值保持不变, 而改变 a 和 b 坐标时, 将形成一个以原点为中心的圆球面, L 为该圆球的半径, 这种坐标形式被称为球坐标。例如, 点 $(8<30<20)$ 的位置如图 1-5 所示。

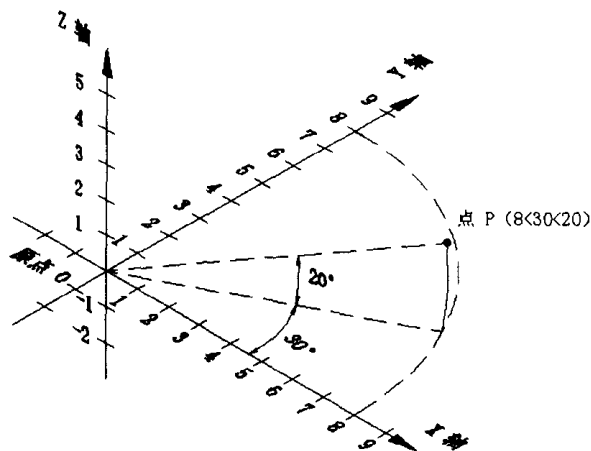


图 1-5 球坐标示意图

4. 相对坐标形式

以上三种坐标形式都是相对于坐标系原点而言的, 也可以称为绝对坐标。此外, AutoCAD

还可以使用相对坐标形式。所谓相对坐标，在连续指定两个点的位置时，第二点以第一点为基点所得到的相对坐标形式。相对坐标可以用直角坐标、柱坐标或球坐标表示，但要在坐标前加“@”符号。例如，某条直线起点的绝对坐标为(3, 2, 4)，终点的绝对坐标为(8, 7, 7)，则终点相对于起点的相对坐标为(@5, 5, 3)，如图1-6所示。

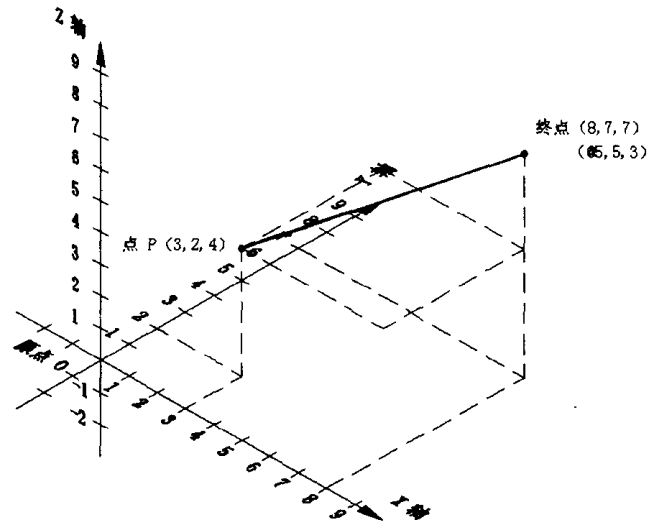


图 1-6 相对坐标示意图

1.1.3 构造平面与标高

1. 构造平面

构造平面是 AutoCAD 三维空间中一个特定的平面，一般为三维坐标系中的 XOY 平面。构造平面主要用于放置二维对象和对齐三维对象。通常，创建的二维对象都位于构造平面上，栅格也显示在构造平面上，如图 1-7 所示。

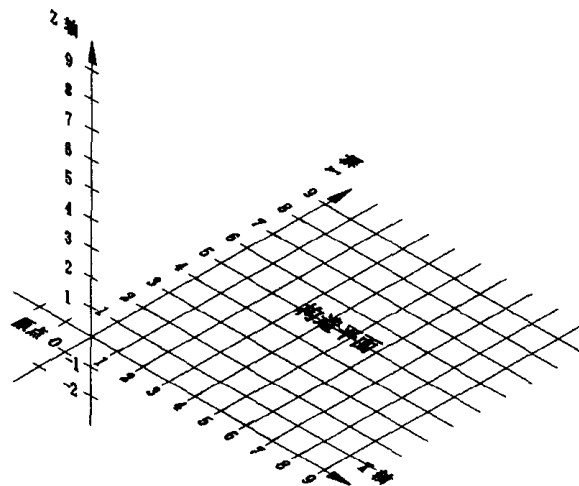


图 1-7 构造平面示意图

三维绘图时，如果没有指定 Z 轴坐标，或直接使用光标在屏幕上拾取点，则该点的 Z 坐标将与构造平面的标高保持一致。默认情况下，构造平面为三维坐标系中的 XOY 平面，

即构造平面的标高为 0。也可以改变构造平面的标高，可直接在与 XOY 平面相平行的平面上绘图。

2. 标高

标高是指 AutoCAD 中默认的 Z 坐标值，默认情况下的标高值为 0。当在命令行中只输入坐标点的 x、y 值，或使用光标在屏幕上拾取点时，AutoCAD 自动将该点的 Z 坐标值指定为当前的标高值。

设置标高的命令调用方式和执行过程为：

- 命令行：ELEV

```
命令:ELEV  
指定新的默认标高 <0.0000>:  
指定新的默认厚度 <0.0000>:
```

使用 ELEV 命令，可以重新设置当前的默认标高和默认厚度。其中厚度的概念详见第 2 章。

注意：当坐标系发生变化时，AutoCAD 自动将标高设置为零。

AutoCAD 将标高值保存在系统变量 ELEVATION 中，可以直接修改该系统变量，从而改变当前的标高设置。

1.2 世界坐标系和用户坐标系

在 AutoCAD 的三维空间中，可以使用两种类型的三维坐标系。一种是固定不变的世界坐标系，一种是可移动的用户坐标系。可移动的用户坐标系对于输入坐标、建立图形平面和设置视图非常有用。对于用户坐标系，可以进行定义、保存、恢复、删除等操作。

1.2.1 世界坐标系和用户坐标系

1. 世界坐标系 (WCS)

在 AutoCAD 的每个图形文件中，都包含一个惟一的、固定不变的、不可删除的基本三维坐标系，这个坐标系被称为世界坐标系 (WCS, World Coordinate System)。WCS 为图形中所有的图形对象提供了一个统一的度量。

当使用其他坐标系时，可以直接使用世界坐标系的坐标，而不必更改当前坐标系。使用方式是在坐标前加“*”号，表示该坐标为世界坐标。例如，无论在哪个坐标系中，坐标 (*10, 10, 10) 都表示世界坐标系的点 (10, 10, 10)。

2. 用户坐标系 (UCS)

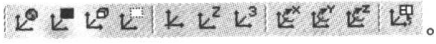
在一个图形文件中，除了 WCS 之外，AutoCAD 还可以定义多个用户坐标系 (UCS, User Coordinate System)。顾名思义，用户坐标系是可以由用户自行定义的一种坐标系。在 AutoCAD 的三维空间中，可以在任意位置和方向指定坐标系的原点、XOY 平面和 Z 轴，从而得到一个新的用户坐标系。

1.2.2 创建用户坐标系

在 AutoCAD 中, 可以使用多种方法创建 UCS, 新建的 UCS 将成为当前 UCS。

新建 UCS 的命令调用方式和执行过程为:

- 菜单: “工具” → “新建 UCS” → “世界”、“对象”、“面”、“视图”、“原点”、“Z 轴矢量”、“三点”、“X”、“Y”、“Z”、“应用”。

- 工具栏: “UCS” → 。

- 命令行: UCS。

命令: UCS

当前 UCS 名称: *没有名称*

输入选项

[新建(N)/移动(M)/正交(G)/上一个(P)/恢复(R)/保存(S)/删除(D)/应用(A)/?/世界(W)] <世界>: n

指定新 UCS 的原点或 [Z 轴(ZA)/三点(3)/对象(OB)/面(F)/视图(V)/X/Y/Z] <0,0,0>:

UCS 命令包括以下几种命令选项:

(1) 选择“世界(W)”命令选项, 可以将当前 UCS 设置为 WCS。

(2) 选择“新建(N)”命令选项, 可以直接指定新 UCS 的原点, AutoCAD 将根据原来 UCS 的 X、Y 和 Z 轴方向和新的原点定义新的 UCS, 即相当于平移原来的 UCS, 如图 1-8 所示。

(3) 选择“新建(N)”命令选项, 然后选择“Z 轴(ZA)”命令选项, 可以指定 Z 轴正半轴, 从而定义新 UCS。

首先需要指定新 UCS 的原点, 原来的 UCS 将平移到该原点处。然后指定新建 UCS 的 Z 轴正半轴上的点, 从而确定新建 UCS 的方向, 如图 1-9 所示。

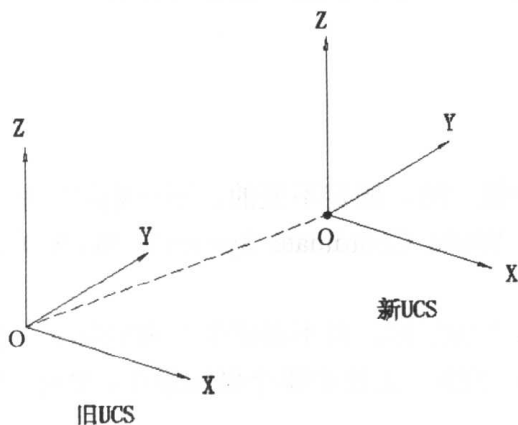


图 1-8 指定原点创建 UCS

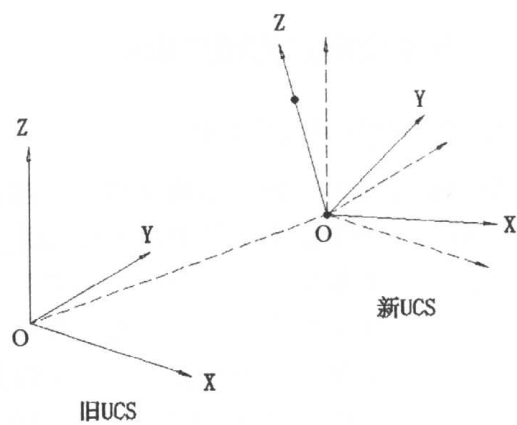


图 1-9 指定 Z 轴创建 UCS

(4) 选择“新建(N)”命令选项, 然后选择“三点(3)”命令选项, 可以指定新 UCS 的原点及其 X 和 Y 轴的正方向, AutoCAD 将根据右手定则确定 Z 轴。

用户依次指定新 UCS 的原点、X 轴正方向上一点和 Y 轴正方向上一点, AutoCAD 根据这三点得到 UCS 的 XY 平面, 然后由右手定则自动确定 UCS 的 Z 轴, 如图 1-10 所示。

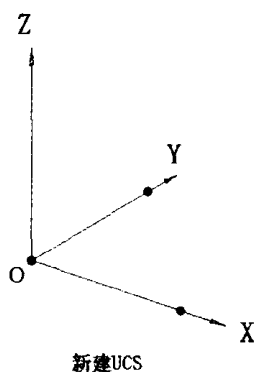


图 1-10 指定三点创建 UCS

(5) 选择“新建 (N)”命令选项，然后选择“对象 (OB)”命令选项，AutoCAD 将根据用户指定的对象定义 UCS。

在图形中选择图形对象时，AutoCAD 根据不同的对象类型选择相应的方法定义 UCS，其中新 UCS 的 Z 轴正方向与选定对象的正法向保持一致，一些典型的定义方法见表 1-1。

表 1.1 根据对象定义 UCS 的方法

对 象	定 义 方 法
点	新建 UCS 的原点将位于该点。
直线	新建 UCS 的原点位于离选择点最近的端点，AutoCAD 选择新的 X 轴使该直线位于新 UCS 的 XZ 平面中，并且使该直线的第二个端点在新 UCS 中 Y 坐标为零。
宽线	新建 UCS 的原点位于宽线的起点，X 轴沿宽线的中心线方向。
圆弧	新建 UCS 的原点位于圆弧的圆心，X 轴通过距离选择点最近的圆弧端点。
圆	新建 UCS 的原点位于圆的圆心，X 轴通过选择点。
二维多段线	新建 UCS 的原点位于多段线的起点，X 轴沿起点到下一顶点的方向。
二维填充	新建 UCS 的原点位于二维填充的第一点，新 X 轴沿前两点之间的连线方向。
标注	新建 UCS 的原点位于标注文字的中点，X 轴的方向平行于绘制该标注时生效的 UCS 的 X 轴。
三维面	新建 UCS 的原点位于三维面的第一点，X 轴沿前两点的连线方向，Y 的正方向取自第一点和第四点，Z 轴由右手定则确定。
形、文字、块参照、属性定义	新建 UCS 的原点位于该对象的插入点，X 轴由对象绕其拉伸方向旋转定义，用于建立新 UCS 的对象在新 UCS 中的旋转角度为零。

选择圆对象创建 UCS 的示例如图 1-11 所示。

(6) 选择“新建 (N)”命令选项，然后选择“面 (F)”命令选项，可以选择实体对象中的面定义 UCS。

用户可以选择实体对象上的任意一个面，被选中的面将亮显，如果此时选择命令提示后