

21世纪计算机系列教材

计算机辅助几何设计

▼
郑忠俊 谢红兵 编

上海交通大学出版社

21世纪计算机系列教材

计算机辅助几何设计

郑忠俊 谢红兵 编

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书详细介绍了计算机辅助几何设计的原理和方法。本书以 AutoCAD 软件为研究开发工具,讨论了微机上常用二维三维图形基本绘图操作、常用二维三维图形基本编辑操作、计算机图形的精确作图技术、计算机图形数据库技术、计算机图形的特殊处理技术、在线计算技术、二三维图形转换技术、计算机工程图解法设计、参数化图形开发技术等计算机图形处理方法和相关技术。

本书主要面向大专院校学生、研究生以及从事 CAD 工作的各专业工程技术人员。

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机辅助几何设计 / 郑忠俊, 谢红兵编. —上海:
上海交通大学出版社, 2006
(21世纪计算机系列教材)
ISBN 7-313-04452-6

I. 计... II. ①郑... ②谢... III. 几何—计算机辅助设计—高等学校—教材 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 060183 号

计算机辅助几何设计

郑忠俊 谢红兵 编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话: 64071208 出版人: 张天蔚

上海颀辉印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 16 字数: 394 千字

2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

印数: 1—3050

ISBN7-313-04452-6/TP·648 定价: 26.00 元

版权所有 侵权必究

前 言

计算机辅助几何设计 CAGD (Computer Aided Geometrical Design) 是以计算几何为理论基础, 以计算机软件为载体, 进行几何图形的表达、分析、编辑和求解等工作的一种技术方法。当今计算机软件的技术已经发展到相当高的水平, 在计算机上进行几何设计能绘制出手工难以绘制或根本就不能绘制的图形; 更重要的是, CAGD 技术可以在图纸上实现完全的精确设计, 设计信息可以传递到制造系统中, 真正实现 CAD (Computer Aided Design) 与 CAM (Computer Aided Manufacturing) 的有机集成, 从而实现设计及制造的自动化。随着计算机软件技术的迅猛发展, CAGD 技术已日趋完善, 在工程设计领域具有十分广阔的应用前景。本书着重介绍如何在微机上进行计算机辅助几何设计的原理和方法。

研究计算机辅助几何设计必须以某个计算机软件为工具, 这样的工具软件很多, 比如: AutoCAD, Pro/Engineering, UG, Solidworks, MDT 等, 由于 AutoCAD 软件成本低, 开放性好, 可使用的二次开发工具丰富, 它当之无愧地成为绝大多数工程技术人员在微机上进行 CAD 开发工作的首选软件, 成为国内外公认的在微机上进行 CAD 工作的最受欢迎的软件之一。鉴于以上原因, 本书以 AutoCAD 软件为平台, 研究在 AutoCAD 上如何进行计算机辅助几何设计的原理和方法。

本书力求在介绍 AutoCAD 常规作图方法的同时, 更注重探讨那些鲜为人知的设计及绘图方法, 书中介绍的计算机图形的精确作图技术、计算机图形数据库技术、计算机图形的特殊处理技术、在线计算技术、二三维图形转换技术、计算机工程图解法设计、参数化图形开发技术等计算机图形处理方法和相关技术是编者长期从事 CAD 教学工作经验的总结, 对热心学习计算机辅助几何设计的大专院校学生, 研究生以及从事 CAD 工作的各专业工程技术人员将有帮助和启发作用。

本书由四川大学制造科学与工程学院郑忠俊和西南民族大学电气信息工程学院谢红兵合作完成。

本书在编写过程中得到四川大学 CAD 中心, 工程设计中心同行们的大力协助, 在此深表谢意!

由于作者水平有限, 书中不当之处, 恳请读者及同行批评指正。

编 者

目 录

1 绪论	1
1.1 计算机辅助几何设计能实现的图形处理功能.....	1
1.2 本书所采用的计算机软件平台	2
1.3 本书涉及的计算机辅助几何设计的主要问题.....	2
1.4 计算机辅助几何设计的实现方法	3
2 计算机图形的坐标系系统	4
2.1 二维坐标及表示方法	4
2.2 三维坐标及表示方法	4
2.3 用户坐标系(UCS).....	5
2.4 使用 UCS 对话框.....	12
2.5 计算机图形中的坐标变换	13
2.6 绘图精度的设置	13
2.7 计算机图形的观察方法	14
练习	14
3 常用二维绘图基本命令	16
3.1 画点命令(PPOINT).....	16
3.2 画直线命令(LINE).....	16
3.3 画构造线命令(XLINE).....	17
3.4 画圆命令(CIRCLE)	18
3.5 画圆弧命令(ARC)	19
3.6 多义线的绘制与编辑命令(PLINE、PEDIT).....	21
3.7 样条曲线的绘制与编辑命令(SPLINE、SPLINEDIT).....	24
3.8 多线样式设置与绘制命令(STYLE、MLINE).....	26
3.9 画椭圆命令(ELLIPSE)	30
3.10 画正多边形命令(POLYGON).....	31
3.11 画矩形命令(RECTANG).....	32
3.12 图案填充命令(BHATCH)	33
3.13 图层设置命令(LAYER)	37
3.14 线型设置命令(LINETYPE).....	41
3.15 线宽设置命令(LINEWEIGHT).....	42
3.16 图幅界限设置命令(LIMITS)	43
3.17 变焦放缩命令(ZOOM).....	43
3.18 视窗移动命令(PAN).....	44
练习	45

4	常用图形编辑命令	48
4.1	擦除命令(ERASE)	48
4.2	实体选择	48
4.3	实体组的建立、修改和使用	49
4.4	切断命令(BREAK)	51
4.5	修剪命令(TRIM)	52
4.6	镜像命令(MIRROR)	53
4.7	阵列命令(ARRAY)	54
4.8	倒圆命令(FILLET)	55
4.9	倒角命令(CHAMFER)	57
4.10	延伸命令(EXTEND)	58
4.11	平行偏移命令(OFFSET)	59
4.12	拉伸命令(STRETCH)	60
4.13	分解命令(EXPLODE)	60
4.14	定数等分命令(DIVIDE)	61
4.15	定距等分命令(MEASURE)	62
4.16	比例放缩命令(SCALE)	63
4.17	平移命令(MOVE)	64
4.18	复制命令(COPY)	64
4.19	旋转命令(ROTATE)	65
4.20	取消和重做命令(U, REDO, UNDO)	66
4.21	LENGTHEN (修改长度命令)	68
	练习	69
5	文字及尺寸标注	71
5.1	定义文字样式 Style	71
5.2	文字标注 Text、Dtext、Mtext	72
5.3	尺寸标注	75
5.4	公差标注	94
	练习	96
6	块和属性方法	97
6.1	定义块命令(BLOCK)	97
6.2	插入块命令(INSERT)	99
6.3	多重插入块命令(MINSERT)	100
6.4	块的分解、修改或替换	101
6.5	指定基点命令(BASE)	102
6.6	写块命令(WBLOCK)	102
6.7	块图形库的建立与调用	103
6.8	属性	105
	练习	113

7	精确作图技术	114
7.1	精确作图中坐标点的输入方法	114
7.2	计算机精确绘图中使用目标捕捉	114
7.3	计算机精确绘图中使用目标跟踪	120
7.4	正交模式与极轴跟踪	123
练习	.....	125
8	图形数据的获取	126
8.1	图形中特定点坐标的获取方法	126
8.2	任意曲线的长度测量	127
8.3	求任意图形的面积周长及最外层边界	128
练习	.....	133
9	计算机图形的特殊处理技术	134
9.1	任意曲线的等分	134
9.2	角的任意等分	135
9.3	旋转拷贝	135
9.4	比例拷贝	137
9.5	拉伸图形	138
9.6	开窗消隐	138
9.7	覆盖消隐	143
9.8	图形的交、并、差运算	145
9.9	图形的局部切块比例放缩	147
练习	.....	151
10	实体选择集及图形数据库技术	152
10.1	实体选择集	152
10.2	图形数据库	153
10.3	通过图形数据库构造选择集	158
10.4	修改图形数据库实现修改图形	159
练习	.....	160
11	在线计算技术	161
11.1	在线计算表达式	161
11.2	Cal 支持的在线计算函数	162
练习	.....	169
12	三维图形制作基本操作	170
12.1	三维线框模型绘制	170
12.2	三维表面(曲面)模型绘制	171
12.3	三维实体模型绘制	177
练习	.....	181
13	三维图形的编辑	182
13.1	三维实体图形的编辑	182

13.2	三维实体的布尔运算	189
	练习	191
14	二维、三维图形转换技术	192
14.1	模型空间和图纸布局	192
14.2	由二维工作图生成三维实体模型	194
14.3	由三维实体模型生成二维三视图	196
	练习	200
15	工程图解法设计	202
15.1	作图法求图形数据	202
15.2	工程图解法参数设计	206
15.3	工程图解法曲线设计	213
	练习	215
16	参数化绘图程序设计技术	217
16.1	参数化图形的特点及应用	217
16.2	常用工程数据库的建立及检索	218
16.3	参数化图形编程技术	225
16.4	参数化图形编程实例	231
	练习	248

1 绪 论

在工程设计领域中产品设计通常包含两个方面的工作：功能设计及结构设计。功能设计是通过一定的理论设计及计算或几何设计，使设计产品达到相应的功能；结构设计的目的是按功能设计的结果，根据理论计算或几何设计的数据，对产品进行尺寸及几何设计，最终设计出在可靠性、安全性、经济性、舒适性、观赏性等方面达到设计要求的产品(结构或零部件)。可以看出，无论是功能设计还是结构设计都离不开几何设计，几何设计在工程设计领域中占有十分重要的地位。

传统的几何设计是设计人员利用设计手册，或类比设计样本，根据设计经验，使用绘图仪器，在绘图板上进行设计的过程。这样的设计方法，对设计人员的技术要求较高，设计出的产品，往往要把它制造出来以后，经过反复的实验和改进设计，才能达到设计要求。传统的几何设计不可能在图纸上进行精确的几何设计，设计出的数据不可能由图纸直接传递到数控设备中，因而无法实现设计及加工的自动化。

计算机辅助几何设计 CAGD(Computer Aided Geometrical Design)是以计算几何为理论基础，以计算机软件为载体，进行几何图形的表达、分析、编辑和求解等工作的一种技术方法。当今计算机软件技术已经发展到相当高的水平，在计算机上进行几何设计，能绘制出手工难以绘制或根本就不能绘制的图形；更重要的是，CAGD 技术可以在图纸上实现完全的精确设计，真正实现了 CAD(Computer Aided Design)与 CAM(Computer Aided Manufacturing)的有机集成，从而实现设计及制造的自动化。随着计算机软件技术的迅猛发展，CAGD 技术已日趋完善，在工程设计领域具有十分广阔的应用前景。

1.1 计算机辅助几何设计能实现的图形处理功能

计算机辅助几何设计能实现的图形处理功能有：

- (1) 能绘制手工绘图所能绘制的一切图形。
- (2) 绘图的精度可以根据用户要求，要多高有多高。
- (3) 绘制手工绘图不能绘制的图形，如精确的曲线、曲面、三维实体，对实体进行渲染等。
- (4) 能进行手工绘图不能完成的高级编辑工作，如旋转、复制、阵列、镜像、拉伸、夹点操作等。
- (5) 能建立图形数据库，并可以对数据库进行查询和修改，以达到修改图形的目的，实现“数”与“形”的转换。
- (6) 进行几何设计时，能进行在线计算和查询功能，实现设计数据的自动检索。
- (7) 能实现用精确的图解法完成解析法难以完成的工作。工程设计的许多实际问题，很难建立起符合实际的精确数学模型，而精确的图解法常常可以得到非常精确的数值解。
- (8) 能进行高效率的参数化绘图，实现绘图的自动化。
- (9) 能实现设计数据的传递和共享，实现 CAD 与 CAM 的有机集成。

(10) 借助网络能实现远程的网络化设计。

1.2 本书所采用的计算机软件平台

进行计算机辅助几何设计必须以一个或多个软件平台为依托, 这样的软件很多, 比如: AutoCAD, Pro/Engineering, UG, Solidworks, MDT, 等等。由于 AutoCAD 软件成本最低, 开放性最好, 可使用的二次开发工具最丰富, 它当之无愧地成为绝大多数工程技术人员在微机上进行 CAD 开发工作的首选软件。用户利用 AutoCAD 软件不仅可以方便地进行常规的 CAD 工作, 还可以利用它为用户提供的开发工具(VLISP, VBA, ObjectARX)进行程序设计, 开发出专用 CAD 软件或只有 Pro/Engineering, UG, Solidworks 这样的高级软件才能实现的特殊功能软件模块(如复盖消隐模块), 甚至可以开发出更加专业化和自动化的智能 CAD 软件(如专家系统)。鉴于以上原因, 本书以 AutoCAD 软件为平台, 研究在 AutoCAD 上如何进行计算机辅助几何设计的原理和方法。

1.3 本书涉及的计算机辅助几何设计的主要问题

计算机辅助几何设计的内容十分丰富, 鉴于本书的篇幅有限, 仅讨论以下主要问题:

(1) 计算机图形建模的基本环境。

① 计算机图形的坐标系系统。包括世界坐标系 WCS(World Coordinate System)及用户坐标系 UCS(User Coordinate System)。

② 计算机图形的坐标输入方法。包括二维坐标表示方法及三维坐标表示方法。

③ 计算机图形的坐标变换。

④ 图层管理器及对象特性管理器。

⑤ 计算机图形的观察方法。

(2) 常用二维绘图基本操作。

(3) 常用二维图形编辑操作。

(4) 文字及尺寸标注方法。

(5) 块和属性方法。

(6) 计算机图形的精确作图技术。

① 计算机中的精密绘图仪: 目标捕捉功能。

② 正交与极轴绘图。

③ 设置当前点。

④ 目标跟踪。

⑤ 精确作图方法。

(7) 计算机图形数据的获取技术。包括直(曲)线特定点的坐标、任意曲线的长度、任意封闭图形最外层边界及面积、图形的其他信息等。

(8) 计算机图形的特殊处理技术。包括角度的任意等分、曲线的任意等分、旋转拷贝技术、比例拷贝技术、图形的拉伸、图形消隐技术、在图形上的开窗操作、图形局部拷贝及放缩, 以及图形的交、并、差运算等。

(9) 图形数据库技术。包括检索任意图形数据库、图形数据表的获取与修改及通过修改图形数据库实现修改图形技术。

(10) 实体选择集技术。包括构造选择集、实体数据操作、利用实体选择集修改复杂图形。

(11) 在线计算技术。包括在线计算表达式、在线计算函数及在线计算的应用。

(12) 常用三维图形制作基本操作。

(13) 常用三维图形编辑操作。

(14) 二维、三维图形转换技术。包括模型空间、图纸空间、浮动模型空间，以及如何由二维工作图生成三维图，由三维图生成二维三视图。

(15) 计算机工程图解法设计。包括图解法结构设计、图解法参数设计及图解法程序设计。

(16) 参数化图形开发技术。包括工程数据库建立及检索，以及参数化图形编程技术。

1.4 计算机辅助几何设计的实现方法

在计算机上进行几何设计通常采用以下方法：

(1) 命令输入法。由用户在命令行输入 CAD 的各种绘图及编辑命令进行几何设计，这种方法要求用户对所用软件要非常熟悉，设计效率较低。

(2) 程序设计法。由用户通过一种或多种程序设计语言进行程序设计，当执行程序时自动实现计算机辅助几何设计。这种方法执行效率高，对用户的计算机水平要求不高，但要求开发者要具备较高的软件设计能力。

(3) 综合设计法。这种方法是综合运用前两种方法，通过输入命令，辅助工具，在线计算，编程等，实现高层次的计算机辅助几何设计。

2 计算机图形的坐标系系统

AutoCAD 为用户提供了强大的二维绘图功能同时三维功能也越来越强大。要掌握二维及三维图形的建模方法及绘制技术,首先要熟悉 AutoCAD 为用户提供的坐标系统,本章将以 AutoCAD R2004 为样本,讨论计算机图形的坐标系统。

2.1 二维坐标及表示方法

计算机图形的二维坐标系统,常用直角坐标系统。点的坐标有以下三种表示方法:

(1) 绝对坐标。键入方式为:

X, Y

键入 X 和 Y 的实际值(不能是变量),中间用逗号隔开,它们分别表示点的 X 坐标和 Y 坐标之值。例如:“2, 3”表示该点的 X 坐标为 2, Y 坐标为 3。

(2) 相对坐标。键入方式为:

@ Δ X, Δ Y

其中, @表示相对坐标, Δ X 与 Δ Y 值则是相对于前一点在 X 和 Y 方向的增量。例如:“@2, -3”表示该点相对于前一点的 X 坐标增量为 2, Y 坐标增量为 -3。

(3) 极坐标。键入方式为:

@距离<方位角

它是指相对于前一点的距离和方位角(与 X 轴正向的夹角)。例如:“@50<35”表示该点相对于前一点的距离为 50, 方位角为 35°。

2.2 三维坐标及表示方法

所谓三维坐标,就是在二维坐标的基础上,再增加一个 Z 坐标,三维对象的每一个实体上的每一个点的位置均是用三维坐标表示。AutoCAD 可以采用三种坐标表示方法来确定三维空间中的坐标点,即直角坐标、柱面坐标或球面坐标。

2.2.1 直角坐标

在进行三维绘图时,用户最常使用的是笛卡儿直角坐标。此时,如果要输入三维坐标,则需要指定 X、Y、Z 三个方向上的值。其格式如下:

(1) 绝对坐标形式。键入方式为:

X, Y, Z

键入 X、Y 和 Z 的实际值(不能是变量),中间用逗号隔开,它们分别表示点的 X 坐标, Y 坐标和 Z 坐标之值。例如:“2, 3, 4”表示该点的 X 坐标为 2, Y 坐标为 3, Z 坐标为 4。

(2) 相对坐标形式。键入方式为:

@ ΔX, ΔY, ΔZ

例如: “@2, 3, 4”表示该点相对于前一点的 X 坐标增量为 2, Y 坐标增量为 3, Z 坐标增量为 4。

2.2.2 柱面坐标

三维绘图时, 在某些情况下使用柱面坐标会很方便, 相对于二维极坐标, 柱面坐标增加了从所要确定的点到 XOY 平面的距离值.实际上柱面坐标是二维极坐标与 Z 坐标的组合, 其格式为:

(1) 绝对坐标形式:

该点在 XOY 平面内的投影到原点的距离 < 该距离矢量与 X 轴的夹角, 该点的 Z 坐标
例如:

50<35, 40

(2) 相对坐标形式:

@该点在 XOY 平面内的投影相对于前一点的距离 < 该距离矢量与 X 轴的夹角, 该点相对于前一点的 Z 坐标增量

例如:

@ 50<35, 40

2.2.3 球面坐标

三维空间的球面坐标与二维空间的极坐标也很类似, 其格式如下:

(1) 绝对坐标形式:

该点与 UCS 原点的距离 < 该点与坐标原点的连线在 XOY 平面内的投影与 X 轴的角度 < 该点与坐标原点的连线与 XOY 平面的角度

例如:

50<35<40

(2) 相对坐标形式:

@该点与前一点的距离 < 该点与前一点的连线在 XOY 平面内的投影与 X 轴的角度 < 该点与前一点的连线与 XOY 平面的角度

例如:

@ 50<35<40

2.3 用户坐标系(UCS)

2.3.1 WCS 与 UCS

AutoCAD 常用两套坐标系统: 世界坐标系 WCS(World Coordinate System)及用户坐标系

UCS(User Coordinate System)。AutoCAD 默认使用世界坐标系进行绘图。使用世界坐标系时，坐标是固定的，这个坐标系统对于二维绘图是能满足要求的，但对于三维立体绘图来说，固定的坐标系统会有许多不方便之处，计算和输入坐标都比较烦琐，为此，AutoCAD 允许用户建立自己的专用坐标系，即用户坐标系。在三维空间，用户可在任何位置定位和定向 UCS，也可随时定义、保存和重用多个用户坐标系，使坐标的计算和输入十分方便，可以这样说，UCS 在三维绘图中是至关重要、必不可少的。

2.3.2 用户坐标系图标(UCSICON)

在 AutoCAD 屏幕左下角有如图 2.1 所示图标，称为坐标系图标。“W”表示当前处在 AutoCAD 的世界坐标系下。当使用 UCS 命令改变坐标系时，图标就变成如图 2.2 所示。

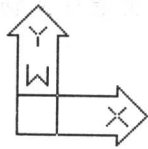


图 2.1 世界坐标系

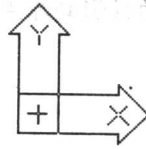


图 2.2 用户坐标系

我们可以通过 UCSICON 命令来控制图标的使用：

命令：UCSICON

输入选项[开(ON)/关(OFF)/全部(A)/非原点(N)/原点(OR)/特性(P)]<开>: OFF

各选项的作用如下：

ON：打开图标。

OFF：关闭图标。

A：多视图时，对所有视图都起作用。

N：图标回到左下角。

OR：图标显示在 origin。

P：该选项，将出现如图 2.3 所示的 UCS 图标对话框，在该对话框内可以选择 UCS 图标的各种特性。

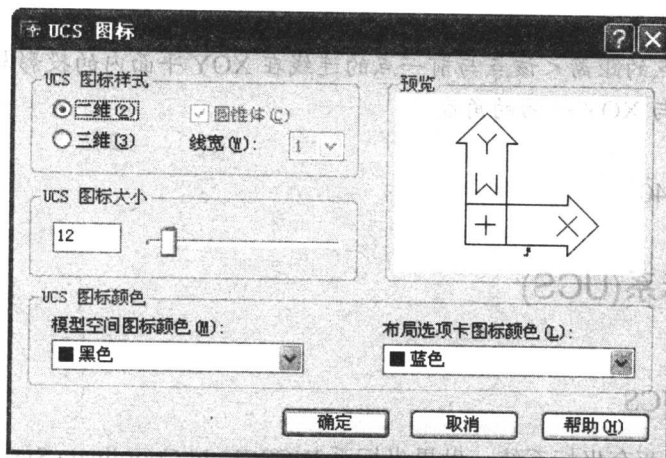


图 2.3 UCS 图标对话框

2.3.3 建立新的用户坐标系(UCS)

可以通过以下任一种方法建立新的用户坐标系:

- 命令: UCS
- 菜单→工具→新建 UCS→进行选项
- 光标在任一工具栏处击右键出现工具栏选项→UCS

假如采用第一种方法:

命令: UCS

当前 UCS 名称: *世界*

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

键入 N 建立新的用户坐标系, 出现下列提示:

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>:

输入不同选项, 即可建立新的用户坐标系。

(1) 建立由新原点决定的新坐标系(默认选项)。上列提示的默认值即为输入原点, 输入一个新的原点后, 用户可以得到一个新的坐标系统, 图 2.4 所示把新的原点设到棱柱体的一个顶点处。

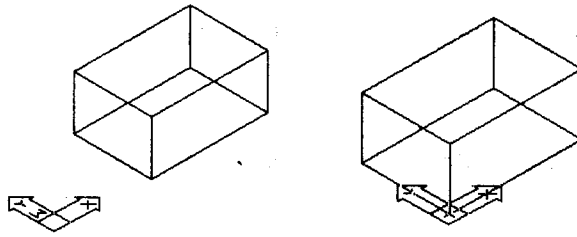


图 2.4 UCS 原点改变前后状态

(2) 建立 Z 轴决定的新坐标系(ZA 选项)。UCS 的 ZA 选项, 要求选择两点来决定新的 UCS 坐标系的 Z 轴。用户拾取的第一点作为新的原点(0, 0, 0), 第二点决定 Z 轴的正方向, 具体操作如下(如图 2.5 所示):

命令: UCS

当前 UCS 名称: *世界*

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

建立新的坐标系。

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>: ZA
选 Z 轴矢量, 建立新的坐标系。

指定新原点<0, 0, 0>: end

于 (通过端点捕捉方式, 捕捉新的原点 a)

在正 Z 轴范围上指定点<718.5042, 742.6755, 1.0000>: end

于 (通过端点捕捉方式, 捕捉 b 点, 确定 Z 轴的正方向)

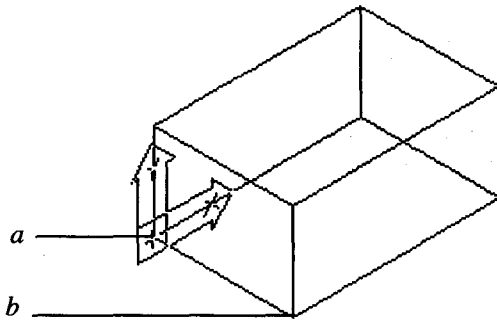


图 2.5 选 Z 轴，建立新的坐标系

(3) 建立 3 点决定的新坐标系(3P 选项)。UCS 的 3P 选项可以把三维空间中的任意平面作为新建立坐标系的 XOY 平面，通过选择三点来建立。用户拾取的第一点作为新的原点(0, 0, 0)，第二点确定 X 轴的正方向，第三点确定 Y 轴的正方向，具体操作如下(如图 2.6 所示)：

命令：UCS

当前 UCS 名称：*世界*

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

建立新的坐标系。

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>：3

指定三点方式。

指定新原点<0, 0, 0>：end

于 (通过端点捕捉方式，捕捉新的原点 a)

在正 X 轴范围上指定点<1.0000, 0.0000, 203.0380>：end

于 (通过端点捕捉方式，捕捉 b 点，确定 X 轴的正方向)

在 UCS XY 平面的正 Y 轴范围上指定点<0.0000, 1.0000, 203.0380>：end

于 (通过端点捕捉方式，捕捉 c 点，确定 Y 轴的正方向)

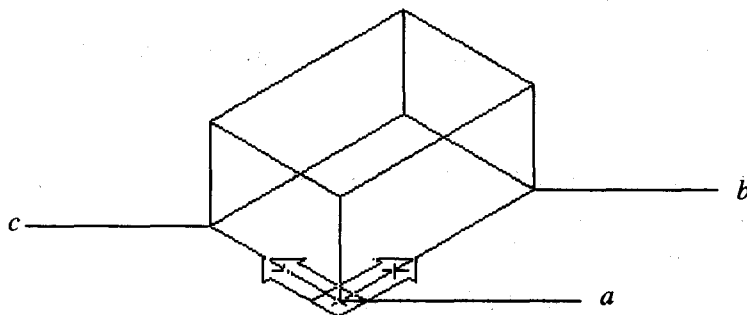


图 2.6 建立 3 点决定的新坐标系

(4) 通过选对象建立的新坐标系(OB 选项)。UCS 命令的对象(OB)选项能简单快速地建立

当前 UCS 坐标系，新建的 UCS 坐标系将选取的对象置于 XOY 平面上。选取此选项时，用户需选择对象，然后 AutoCAD 以一定规则确定 X、Y 轴的方向，此规则取决于用户选择对象的类型，见表 2.1 所示。

表 2.1 对象选项依据 X、Y 坐标轴方向的规则

对象类型	UCS 坐标系
圆 弧	圆弧中心为新的原点，X 轴通过离选择点最近的圆弧端点
圆	圆心为新的原点，X 轴通过选择点
二维多义线	多义线起点为新的原点，X 轴正方向通过多义线的第二点
线	离选择点最近的线的端点为新的原点，该线位于新的 UCS 的 XOZ 平面上
块	块的插入点为新的原点，块的旋转角度确定 X 轴

以下是通过选择圆建立的新坐标系的操作(如图 2.7 所示):

命令: UCS

当前 UCS 名称: *世界*

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

建立新的坐标系。

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>: OB

指定对象选项。

选择对齐 UCS 的对象: A

通过 A 点选择圆。

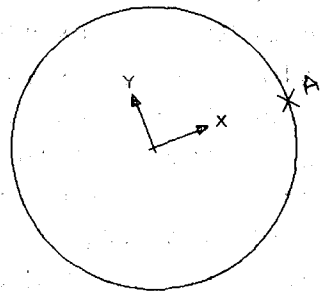


图 2.7 通过选对象建立的新坐标系

(5) 通过选旋转轴建立的新坐标系。UCS 命令中的

X、Y、Z 选项通过旋转当前 UCS 坐标系的轴来建立新的 UCS 坐标系。例如用户想使原 UCS 坐标系绕 Z 轴旋转得到新的 UCS 坐标系，可选 UCS 命令中的 Z 选项。输入旋转角度时，可以用右手法则来确定角度的正方向(拇指指向所绕轴的正方向，其余四指绕拇指的旋转方向即为转角的方向)。图 2.8 所示将 UCS 坐标系绕 Y 轴旋转 -90° 所得结果。

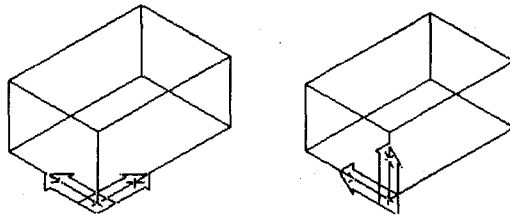


图 2.8 坐标系绕 Y 轴旋转 -90° 所得结果

(6) 通过选择面建立的新坐标系(F 选项)。通过指定三维实体的一个面来定义一个新的用户坐标系，这是 AutoCAD 新增的一个较好的功能。使用鼠标在需要的面内拾取一点后，AutoCAD 将该面亮显，并且所选面即是新的用户坐标系的 XOY 平面，所选面上离选取点最