

计算机图形与图像丛书

AutoCAD AME

立体绘图高手



陈文贤 编著
吴志铭

学苑出版社

计算机图形与图像丛书

AutoCAD AME 立体绘图高手

陈文贤	吴志铭	编著
李建明	石 龙	改编
朱培华	希 望	审校

学 苑 出 版 社

1994.

(京)新登字 151 号

内容提要

本书是 AutoCAD AME 的高级教材。本书以具体实例说明了绘制实体的最佳方法,提供了大量的习题;本书还讨论了实体造型的发展方向,提供了 AME 的命令参考。通过阅读本书和上机实践,读者可以很快地成为使用 AutoCAD AME 的立体绘图高手。

需要本书的用户,请直接与北京 8721 信箱资料部联系,邮政编码:100080,电话:2562329。

版权声明

本书繁体字中文版原书名为《AutoCAD AME 立体高手》,由松岗电脑图书资料股份有限公司出版,版权归松岗公司所有。本书简体字中文版版权由松岗公司授予北京希望电脑公司和学苑出版社独家出版、发行。未经出版者书面许可,本书的任何部分不得以任何形式或任何手段复制或传播。

计算机图形与图像丛书

AutoCAD AME 立体绘图高手

编 著:陈文贤 吴志铭
改 编:李建明 石 龙
审 校:朱培华 希 望
责任编辑:徐建军
出版发行:学苑出版社 邮政编码:100032
社 址:北京市西城区成方街 33 号
印 刷:北京宏伟胶印厂印刷
开 本:787×1092 1/16
印 张:18.875 字 数:434 千字
印 数:1~5000 册
版 次:1994 年 5 月北京第 1 版第 1 次
ISBN7-5077-0884-5/TP·26
本册定价:39.00 元(含盘)

学苑版图书印、装错误可随时退换

序

由传统的手绘制图到现在的电脑辅助制图,绘图的速度及技巧已有大幅度提高。然而,立体图的绘制仍是一件相当麻烦的事情,AutoCAD 在第 11 版以前对于立体图的绘制仍是一个难题。但是,现在由于 AME 的出现,立体图的绘制已经不再是难题了。本书将以浅显易懂的方式带领大家进入三维空间的立体奇妙世界,让诸位学会使用 AME 强大的立体绘图功能。读者只需多加练习,就能够成为可与一般 CAD/CAM 工作站匹敌的立体绘图高手。

纵观目前市面上的 AutoCAD 书籍,大多数为手册之类。而艰深难懂者,尤以翻译之书籍为最。试看市面上之其它书籍中将 AME 做多方面演示及测试的有多少?而能以自己多年之绘图及教学经验著书之人恐怕更为稀少。所以读者迫切需要的是一本吸收多方之经验,并且有实际作图经验的书。

本书内容以 AutoCAD 在第 11 版后提供的 AME 积木式立体绘图系统为主,本书宗旨是希望能多培育立体绘图的专业人才,使立体图的绘制不至于成为国外大型 CAD/CAM 工作站的专利。因此本书内容深入浅出,以最浅显、最易懂的实例来说明实际的操作过程。本书例题之操作都是作者仰赖平日的教学经验和绘图经验,非一般翻译书籍所能及,而且本书在例题说明之后附上详细的操作步骤,这样读者可以一边看书一边上机实习,或者只需要观看本书之例图及操作步骤就能轻易地学会 AME 的使用方法,以建立和培养正确的立体观念。

其实立体图的绘制并不难,AME 的各种三维的绘图指令也不难理解,重要的是建立及培养正确的立体概念。一旦建立起正确的立体概念,立体图的绘制便如探囊取物一样容易。由已完成的立体图,我们可以求得其它的工作视图,读者若能善用 AME 的立体绘图功能来绘制立体图,那么绘制立体图将比绘制其他平面图更快也更方便。

看完本书,读者将获得下以能力:

1. 了解 AME 基本的立体绘图功能;
2. 获得基本的立体绘制能力;
3. 以图纸空间作立体及平面输出的能力;
4. 清楚的立体概念;
5. 善用 UCS 用户坐标系统的能力。

本书中引用 AutoCAD 相关手册之资料图片,经台湾特克公司同意后采用,对于该公司尤其是李国宝先生之协助,在此特以致谢。

本书之编写校对虽力求小心正确,但疏忽难免,疑文错句犹恐余存,尚祈诸位读者不吝指正。

AutoTools 工作室

陈文贤 吴志铭

1993. 7

目 录

第一篇 基础与概论

第 0 章 AME 功能简介	(2)
0.1 区域造型	(2)
0.2 在任意平面上建立实体原型	(2)
0.3 更多选项以简化图元的建立工作	(2)
0.4 在任意平面上定点	(2)
0.5 提高精确度	(2)
0.6 提高执行效率	(3)
0.7 绘图功能的加强	(3)
0.8 新的改良指令	(3)
0.9 外部应用程序的支持	(3)
0.10 AME 手册中指令的安排	(4)
第一章 AME 基础	(5)
1.1 装载 AME	(6)
1.2 输入 AME 的授权号码	(6)
1.3 自动装载 AME	(6)
1.4 AME 的发行版本	(7)
1.5 卸下 AME 系统	(7)
1.6 建立原型	(7)
1.7 结合实体(或结合区域)	(7)
1.8 构造性实体几何树	(8)
1.9 边界表示	(9)
1.10 实体与区域的编辑修改	(9)
1.11 数据结构	(10)
1.12 线架构与网格外形	(10)
1.13 材料性质	(10)
第二章 AME 常用指令变量与说明	(12)
2.1 基本实体	(12)
2.2 倒角及圆角	(19)
2.3 布尔运算功能	(21)
2.4 实体修改	(26)
2.5 网格表示及线架表示	(28)
2.6 各种平面的截取	(30)
2.7 AME 实体常用系统变量	(34)

第三章 图纸空间的运用技巧	(35)
3.1 如何知道,何时要在纸空间工作,何时要在模型空间工作	(35)
3.2 如何建立纸空间的视区	(36)
3.3 在纸空间如何一次建立多个视区	(36)
3.4 如何在纸空间里建立与模型空间的视区结构一样的视区	(36)
3.5 在打印纸空间的图形时,如何作隐藏线消除	(37)
3.6 如何打开与关闭纸空间的视区	(37)
3.7 在纸空间里如何将视区图元到处移动	(38)
3.8 如何改变纸空间视区的大小	(39)
3.9 在纸空间里如何将各个视区图元以不同的比例绘制与打印	(39)
3.10 如何控制多个视区中的图层	(40)
3.11 如何建立一个冻结的图层	(41)
3.12 如何设定新图层的缺省可见性	(42)
3.13 使用纸空间作为草稿图纸	(42)
3.14 纸空间中的两个视区	(42)
3.15 在纸空间里绘图	(43)
3.16 利用 Pspace 的绘图功能,登记“改图部位”	(43)
3.17 仍然可以利用一般的 Freeze,Thaw,On/Off 等指令选项	(43)
3.18 沿着外框选择视区	(44)
3.19 Mirror 与 Rotate 指令对纸空间视区图元的作用等于 Copy	(44)
3.20 regenall 与 redrawall 对纸空间视区的影响	(44)
3.21 纸空间中 hatch 指令下的 scale	(44)
3.22 印图时要不要附带印出纸空间视区的外框	(44)

第二篇 实例练习

第四章 小虎钳套件练习	(46)
第五章 庭园桌练习	(101)
第六章 镗锥台练习	(116)
第七章 凸轮练习	(130)
第八章 由立体图产生平面图练习	(148)
第九章 实体修改练习	(165)
第十章 实体数据练习	(184)

第三篇 自学教案

第十一章 AME 自学教案(一)	(190)
11.1 区域造型	(190)
11.2 设定	(191)
11.3 建立一个区域图元	(191)
11.4 建立一个复合区域	(192)
11.5 改变区域的剖面线形	(193)

11.6	区域差集	(193)
11.7	将区域做并集	(194)
11.8	复合区域的图形数据结构	(195)
11.9	列出 CSG 树的结构	(195)
11.10	精简一个区域图形的树状结构	(198)
11.11	修改区域	(198)
11.12	移动一个区域图元	(199)
11.13	比例缩放一个区域图元	(200)
11.14	取代一个区域图元	(201)
11.15	由区域来产生 2D 图元	(202)
11.16	取代一个区域图元	(204)
11.17	清除一个区域图元	(206)
11.18	分析区域	(207)
11.19	将区域 CSG 树最高层的内容列出来	(207)
第十二章	AME 自学教案(二)	(209)
12.1	实体模型的自学章节	(209)
12.2	设定	(209)
12.3	建立实体图元	(209)
12.4	建立长方体	(210)
12.5	改变视图的视线	(211)
12.6	建立一个圆柱体	(212)
12.7	实体化一个 2D 图元	(212)
12.8	建立一个由拉伸 2D 图元而成的实体图元	(213)
12.9	建立一个由旋转产生的实体模型图	(215)
12.10	建立一个复合实体	(217)
12.11	为实体图形定位	(217)
12.12	重定位用户坐标系 UCS	(218)
12.13	旋转一个图元	(218)
12.14	旋转与移动图元	(219)
12.15	改变视线角度	(220)
12.16	建立复合实体	(221)
12.17	将实体图形的边缘做圆角	(222)
12.18	修改实体	(223)
12.19	列出一个实体模型的数据	(223)
12.20	修改实体图元	(224)
12.21	改变一个图元的尺寸	(224)
12.22	以 Instance 选项拷贝图元	(225)
12.23	替换一个图元	(226)
12.24	实体材料	(227)

12.25	定义一种新的材料	(227)
12.26	改变一个实体所含材料的性质	(228)
12.27	分析实体	(229)
12.28	计算质量的性质	(229)
12.29	实体模型着色	(230)
12.30	网格化表示方法	(230)
12.31	消除隐藏线	(232)
12.32	2D 绘图的帮手	(232)
12.33	轮廓图像的产生	(232)
12.34	产生特性图形	(234)
12.35	截面图形产生	(235)
12.36	剖开实体	(236)
12.37	计算实体图形的重叠部分	(237)
第十三章 AME 自学教案(三)		(239)
13.1	集成区域与实体造型技术	(239)
13.2	由区域来建立实体	(239)
13.3	拉伸一个区域	(239)
13.4	旋转一个区域	(243)
13.5	由实体来建立区域	(244)
13.6	摘要	(246)
13.7	绘制一个简单的 AME 实体图	(247)

第四篇 有关 AME 之开发与研究

第十四章 三视图立体图动作转换系统		(250)
14.1	介绍	(250)
14.2	传统平面等轴测图的缺陷	(250)
14.3	解决方法之原理	(251)
14.4	立体模型图绘制流程	(251)
14.5	程序的配合与执行步骤说明	(252)
14.6	执行结果范例	(253)
14.7	三种方法的结果比较	(259)
14.8	讨论与展望	(260)

第五篇 附 录

附录 A	AME 指令说明	(262)
------	----------------	-------

第一篇 基础与概论

第 0 章 AME 功能简介

AutoCAD 提供了许多方面的增强功能,主要的增强功能如下:

0.1 区域造型

AME R1 版引入了 3D 实体造型,提供新的指令来建立与处理这些实体。AME R2 版则扩展了这些功能,它能够建立 2D 的封闭区域(region)。AME 原来用来建立与修改实体的指令现在同样可以用在 Regions 上。Regions 区域可以包含孔洞,而且可以跟实体一样计算区域的面积与进行其它性质的分析。将区域造型程序集成到实体造型程序的结果是:由区域面积来建立实体或者由实体来建立区域两者均可实现。例如,一个实体截面可自动转换成一个平面区域以计算其面积特性,一个区域面积也可以被延伸或旋转,以建立复杂的实体。

0.2 在任意平面上建立实体原型

为了简化在任意空间位置建立原型,一个新的选项 Baseplane 已加入到 SOLBOX、SOLCONE、SOLCYL、SOLTORUS、SOLWEDGE 和 SOLSPHERE 指令内,允许用户定义一个暂时性的 UCS,然后在其上可以建立原型。暂时的 UCS 是在 AME 指令中定义的,当这个指令执行完之后,UCS 会自动恢复原有的 UCS。

0.3 更多选项以简化图元的建立工作

SOLCONE 及 SOLCYL 两个指令提供了新的选项,用它可以按指定轴心两端点的方式来建立圆锥及圆柱。也可以使用 SOLBOX 指令的新选项 CENTER 来放置一个四方盒。这些改进允许在一个动作中就可以建立并放置一个新的实体。

0.4 在任意平面上定点

利用新的建构平面(Construction Plane)选项可以轻易地定义一个 3D 点。在允许点输入的任意一个提示中,可以输入 CP,其功能类似 Baseplane 选项,它用于定义一个暂时的 UCS 坐标,于其上可以定点。所不同的是这个暂时的 UCS 坐标的功效只能用于选定一点,然后就回复到原有的 UCS 坐标。这些功能加强了 AME 指令中的选点与放置的功能。

0.5 提高精确度

AME 2.0 版的重要改进之一是提高造型程序的精确度,AME 2.0 版对于浮点运算都用双精确度来做。

0.6 提高执行效率

AME 2.0 版作了许多改进,以加快 AME 的操作速度并压缩文件的大小。布尔运算加快了 10%至 20%,在某些情况下能加快到 40%。AME 2.0 版由于使用双精度运算,而使文件增大。但此情况被自动压缩文件边缘的功能所抵消,使图形文件的大小进一步压缩,因为 AME 2.0 版会舍弃不需要的线框架图形数据。

0.7 绘图功能的加强

SOLPROF 指令增加了两个选项,使得绘图更方便。其中一个选项将侧面轮廓边缘投影到一个平面上;另一个选项会消除侧面轮廓的切线边缘,此隐藏线消除功能可以对多个实体工作,考虑所有选到的实体,并同时计算它们应有的隐藏线。SOLTEAT 指令现在允许选择多个边缘与面同时进行。

0.8 新的改良指令

AME 2.0 版新增加的三个指令为:

(1)SOLCUT 指令

用于以一个平面来切割实体,然后保留切开来的两个半实体。

(2)SOLINTERF 指令

能够检测两个实体是否有重叠。

(3)SOLSECT 与 SOLCUT

用于定义切割平面或截面平面。

0.9 外部应用程序的支持

在 AME 2.0 版内对于外部应用程序开发的支持有显著的增强,其增强项目如下:

(1)支持 AutoLISP

AME 加强了它的可程序化界面,提供了大部分 AME 指令的 AutoLISP 函数给 AutoLISP 程序设计者使用;同时也提供 API 函数给 ADS 程序设计使用。

(2)新的 API 函数

AME 的应用程序开发界面已有进步,它提供 Regions 区域功能函数和许多其它新的函数、新的以及更改的 API 函数。

(3)新的示范程序

为了引导应用程序的开发以及提供一个新应用程序开发的架构,AME 2.0 版提供了 11 个新的样板 AutoLISP 及 C 的应用程序。

(4)许多其它的加强是根据用户的要求而加以改进的。

0.10 AME 手册中指令的安排

实体造型与区域造型,这两者都使用相同的 AME 指令,有些指令可以用于在实体造型与区域造型,但有些指令只能用于实体造型。

所有的区域与实体造型指令都是以 Sol 三个字母开头,这样可以将它们与 AutoCAD 指令或 AutoLisp 函数的名称区别开,以免混淆。这种命名法还提醒用户是在做 Solids 或 Regions 的工作,而并不是作其它类型的 3D 图形(譬如线架构或曲面)。

AME 同时也提供使用 AutoCAD 别名的功能。它用于将 AME 取一个用户喜欢的名称,如输入 Box,就表示了 Solbox 等等,可以使用这些别名,删除、改变它或增加更多别名,使用户更方便使用 AME。AME 所提供的别名放在 acad.pgp 文件中。

第一章 AME 基础

AME R2 版是个实体造型程序,也是一个平面区域造型程序。实体造型程序用于建立实体的三维空间的图形,平面区域造型程序用于建立封闭的二维的区域面积,可以定义实体或区域的物理或材料性质,允许对这些图件作科学分析;可以很容易地修改实体或区域的外形以建立不同的设计。实体与区域造型程序都是由基本的形状开始;使用架构积木的方式来建立实体或区域的图形。对于实体来说,它们可以是立方体、圆柱体、圆环、球状体、楔形体、圆锥体;对于区域来说,它们可以是任意的 AutoCAD 封闭的平面面积,如圆形、多边形、2D 折线等。可以将多个实体连结起来形成一个新的复合实体,或者将多个区域面积并集,以形成一个新的复合区域;也可以将多个实体彼此扣除或寻找它们的交集。对于区域也可以做差集、并集、交集的动作,用来组合成复杂的实体或区域的图元,AutoCAD 把它们记忆在特殊的图层上以便在需要 AME 时还能够将复合的实体或区域拆开成原有的组成图形。

虽然对某些 AME 的指令而言,可以同时选择实体或区域一起来处理,但是一般来说,实体与区域两者是分开处理不相干涉的。例如,SOLUNION 指令会将多个实体并集成一个复合实体,将多个区域并集成一个复合区域。但是不能拿实体与区域做并集。利用 SOLFILL 和 SOLCHAM 指令可以对实体的尖角做削圆或砍切的动作。SOLFILL 和 SOLCHAM 对区域不能工作。然而可以使用 AutoCAD 平面指令 FILLET 和 CHAMFER 两个指令对 AutoCAD 图元做削圆的动作,然后将它们转换成区域。

AME 可轻易地由实体来建立区域,或由区域来建立实体。使用 SOLEXT 及 SOLREV 指令,可以将一个区域或者 AutoCAD 2D 图元拉伸或旋转,来建立一个实体。当将一个区域拉伸成一个实体的时候,可以分配这个区域的外围或者它所含的孔洞,分配它们以不同的高度;使用 SOLSECT 这个指令,可以由一个实体的截面来建立一个平面区域。

AME 的另外一个特性,就是它能分析实体与平面区域,可以计算一个实体或平面区域的质量或者实体范围,如它的重心、质量、表面积、惯性矩、主惯性矩、回转半径等等,这都是力学公式上用到的一些数据。SOLINTERF 指令可以检测实体之间是否互相重叠,然后针对重叠部分,自动产生一个新的实体。另外可以使用 SOLCUT 指令将实体切成两部分。

通常实体或区域表现在屏幕上的是线框架的外观。线框架图形使用 AutoCAD 折线、弧、圆、线。对于线框架的图形,不能生成浓淡或对它着色,但是可以为它建立一个曲面的网格,就可以建立一个隐藏线视图或者对它做着色或浓淡处理。AME 使用 AutoCAD Pface 图元,来绘制网格化的实体区域。SOLPROF 指令用于建立一个实体的 2D 图元,而且它也表示一个实体的消隐线视图。

AME 支持 AutoLISP 和 API 两种程序设计语言,用于定制 AME,以建立自己想要的实体或区域造型应用程序。API 是一个 AME 的 C 语言程序设计环境。AME 提供一个对等的 AutoLISPX 函数以对应多数的 API 函数及 AME 指令。

1.1 装载 AME

AME 是一个 ADS 应用程序,必须先载入它,然后才可以执行 AME 指令。AME 程序可执行文件是 AME.EXP。AME 可执行文件与正文文件 ame2.txt 必须存在同一个目录中,否则 AME 就不能工作。载入 AME 的方法如下:

Command: (Xload "ame")

另外也可以由 AME 的下拉菜单载入与启动 AME。

1.2 输入 AME 的授权号码

AME 软件是附在 AutoCAD 软件磁盘中一起发放的,不过却无法执行它的指令,除非在购买 AME 的时候获取了它的授权号。在第一次装载 AME 时,AutoCAD 会提示输入用户的人数,以及 AME 的授权号码。如果是在网络上使用 AME,则必须输入 AME 的网络版授权号码。

用户可以从 AutoCAD 销售商那儿取得授权号码,并遵循以下的步骤载入 AME:

1. 先执行 AutoCAD

2. 在 AutoCAD command 提示号下输入: (Xload "ame")

AME 软件至少需要 1.5MB 的内存

3. 首先要输入的 AME 的授权号码

AME has not been configured

AutoCAD serial number is XXX-XXXXXX.

Enter AME authorization code: (在此输入授权号码)

4. 接着提示输入用户的人数

Enter number of the users (输入用户的人数)

当使用的 AutoCAD 版本是国际版的时候,AME 是不会提示输入用户数目的,也就是说它只要求输入授权号码而已。

1.3 自动装载 AME

可以在 acad. ads 或者 acad. lsp 中增加一列说明,让 AutoCAD 自动载入 AME。在 acad. lsp 文件中要增加的说明如下:

```
(defund S: :STARTUP()
```

```
  (xload "ame")
```

```
)
```

另外要在 acad. ads 文件中加入如下一列:

AME

于是 AutoCAD 在执行的时候就会自动载入 AME 的功能。更详细的说明请参考《AutoCAD 开发系统程序设计参考手册》或《AutoLISP 程序参考手册》。

1.4 AME 的发行版本

在 AutoCAD 中可以使用 Solamever 指令来验证所使用的 AME 版本。该指令执行后会出现：

SOLAMEVER=AME release 2 (read only)

1.5 卸下 AME 系统

在 AutoCAD 的编辑过程中,如果已经完成 AME 指令的使用,想要减少内存使用的话,那么就应该把 AME 系统卸下来,以便空出内存供其它程序使用。要卸下 AME 可执行以下指令:

Command: (xunload "ame")

1.6 建立原型

AME 有六个指令来建立简单的实体图形,如 Solbox 建立立方体, Solwedge 建立楔形块, Solcone 建立圆锥, Solcyl 建立圆柱, Solsphere 建立圆球, Soltorus 建立圆环。这六个指令每一个都会建立一个实体图元,当然必须输入各个指令所需要的参数。由于这些图形是最基本的实体元件,我们称它为实体图元。不过这一些图元是构建更复杂实体模型的基本积木方块。AME 还用于建立额外的实体图元,方法是延伸或者是旋转 AutoCAD 2D 平面图元。延伸一个 2D 平面图元也就是使该图元具有厚度;旋转一个 2D 图元则是将该图元绕某一个轴旋转。您也可以将一个 AutoCAD 2D 图元予以实体化,而使用该图元的厚度来作为延伸高层。如果要延伸、旋转或实体化的 2D 图元本身并不封闭,则 AME 将不封闭的缺口用直线封闭之后,然后才建立一个实体图元。另外,AME 并没有产生“区域图元”的指令,只能将现存的 AutoCAD 2D 图转换成区域图元,例如圆或 2D 组合线、trace 或平面的圆环 donut,都可以转换成区域图元,而所使用的指令是 Solidify。

1.7 结合实体(或结合区域)

当好几个实体(或好几个区域)结合成一个单一的图元时,这个图元就称为复合模型图。一个复合模型图可以包含一群实体(或者是一群区域)。但是要么就全是实体,不然就全是区域,两者不可混和结合。所以复合模型图永远只有两种,一种是复合实体(composite model),一种是复合区域(composite region)。

一个复合模型可以包含原型、其它复合模型、或此两种的混合。AME 具有八个指令可以建立复合模型:

Solunion	建立一个由多个图元并集所构成的复合模型。
Solint	求多个图元的交集。
Solsub	由一个图元扣除另一个图元。

Solxft 和 Solrev

以延伸与旋转一个区域的方式建立一个实体。

Solcham 与 Solfill

所建立的复合实体是先建立一个倒角或圆角的实体原型, 然后将它加入到(或扣除于)原来的实体。

Solinterf

所建立的实体是两个以上实体的重叠部分。

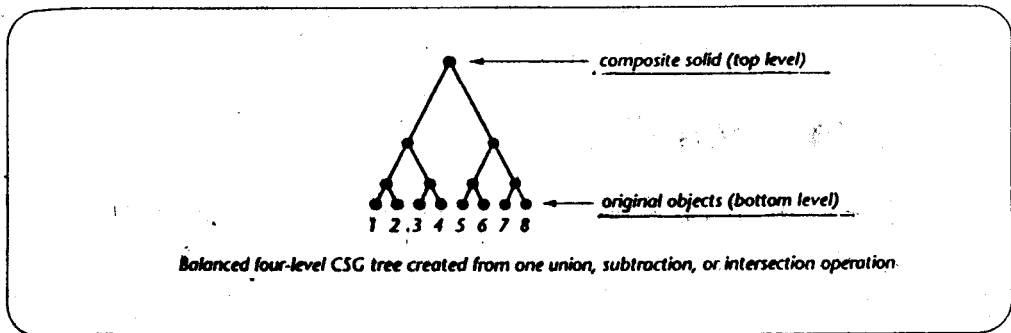
虽然 Solint, Solsub, Solunion 等指令用于在执行一次的时候可同时选择实体与区域, 不过实体永远只与实体结合而区域永远只与区域结合, 而且所选的区域中只有位于同一个平面上时才能进行并、交集、或者差集处理。这也表示 Solint, Solsub, Solunion 都能在一次执行中建立多个复合区域, 当然各个区域位于不同的平面上, 而每一个指令只能建立一个单一的复合实体。另外可以将 Solint, Solsub, Solunion 所建立的复合模型利用 Solsep 指令予以分解, 这个指令以逆向的方式将复合模型图拆分为组成它的单个图元。以下图形说明两个圆柱实体做并集、差集与交集的结果。

1.8 构造性实体几何树

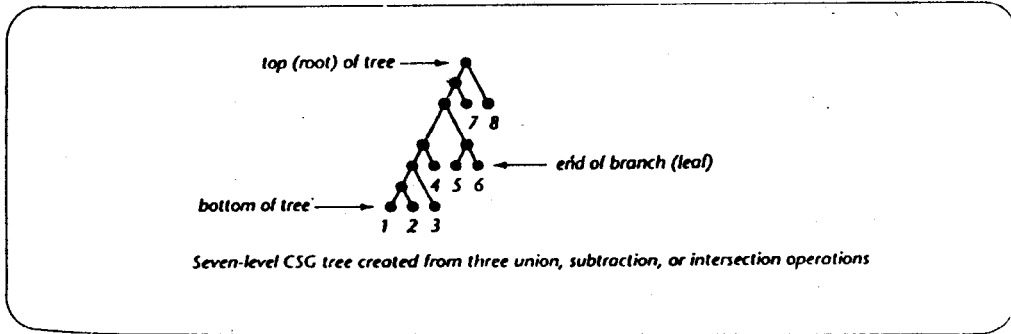
前面所说的使用 Solint, Solsub, Solunion 等指令建立一个复合模型的方法, 称为 CSG (constructive solid geometry, 构建式实体几何)。

构造性实体几何在由别的复合模型或图元来构建新的复合模型的时候, 同时产生了一个层次关系。所谓层次关系就是利用并集、差集、交集对多个图元组合成复合模型时, 各图元被操作的先后次序关系。追踪这个层次关系是 CGS 树的工作之一。

虽然 Solint, Solsub, Solunion 用于一次选择许多的图元, 不过其交集、并集、差集的作业是一对一地执行。例如挑选 3 个图元来做 Solunion 并集工作时, 头两个图元先被并集成一个图元, 然后其结果复合模型图元再跟第三个图元作交集。这两个被操作的图元会形成 CGS 树中的一个阶层。当在交集、并集指令操作时若选择多个图元, 这个 CGS 树自动产生一棵平衡树, 也就是最少阶层的一棵树。就 Solunion 指令而言, 如果它选择了八个图元, 那么它产生的 CGS 树包含了四个阶层, 如下图:



当然可以建立不同的 CGS 树状结构, 也就是控制结合的图元的顺序来做到。多次执行 Solunion 指令, 然后每次选择较少的图元, 可能产生一棵如下所示的不平衡树。不过不平衡树并不是我们所想要的, 因为当 AME 需要计算复合模型图的结构时, 要走完这个树所需要的时间比较长。



CGS 树的构造是上下颠倒的,复合模型在树的顶端,也就是所谓的树根;而原型图位于它分枝的末端,也就是所谓的树叶。可以利用 Sollist 指令来观察复合模型的 CGS 树的结构。

1.9 边界表示

除了运用 CGS 造型技术以定义复合模型之外,AME 同时还保持有一份边界描述 (Boundary representation, B_rep) 的数据,以便将模型图显示在屏幕上。每个实体包含有 CGS 的数据,它记录了一个实体的结构与尺寸;实体还包含有边界描述数据,它描述这个实体的边界。

边界描述 B_REP 的数据包含了实体的边缘以及曲面,它们共同组成了实体的表面的范围。B_REP 的数据是储存在 AME_FRZ 冻结层上面两个隐藏的聚合模组中,其中一个聚合模组包含模型的边缘线,另外一个聚合模组包含表面的各个曲面。CGS 与 B_REP 数据的结合使得实体在视觉上与分析上达到了更高的精确度(请参考本章末附图)。

1.10 实体与区域的编辑修改

除了 AutoCAD 一般编辑指令之外,AME 还提供了额外的指令供修改实体与区域。一旦建立一个实体或区域的原型,可以使用 Solchp 指令来改变它们的物理性质,即使该图元已经组合成复合模型图中的一部分,也是可以改变的。Solchp 指令也能对复合模型包含的原型做移动、删除、与替代。所以 Solchp 指令的威力在于它能够在不分解复合模型图的情况下改变它所包含的原型图的性质。还有 Solmove 指令用于将实体或区域针对一个暂时性坐标系统的 X,Y,Z 轴做区域的面或边缘线,这样能进一步简化“将某个图元对准其它图元”的工作。另外有两个指令 Solcham 与 Solfill,它们对于实体的修饰有点不同,这两个指令分别对于已存在的实体做圆角或倒角。要将一个实体做倒角是砍掉它的角隅,而要对实体做圆角是要将它的尖角削圆,Solcham 与 Solfill 自动地将倒角或圆角的原型与待修饰的实体做并集或差集的动作。Solcham 与 Solfill 不能处理区域,应利用 AutoCAD 的 Fillet 和 Chamfer 指令修改 AutoCAD 的图元,然后再将该图元转换成一个区域。

1.11 数据结构

当建立一个实体或区域的时候,AME 在图形文件中做了一个聚合模组插入动作。它将