

文章编号 :1671 - 683X(2002)04 - 0009 - 05

换热设备零部件三维造型系统的开发

董其伍, 刘敏珊, 曹海亮

(郑州大学热能工程研究中心, 河南 郑州 450002)

摘 要 : 采用 AutoCAD 二次开发技术, 在 Visual C++ 6.0 和 ObjectARX 2000 的环境下, 开发了换热设备零部件的三维造型系统. 运用挤出、旋转和布尔运算等方法, 在给定基本参数条件下, 自动创建换热设备零部件的三维实体模型, 修改设计参数, 并给出了应用实例. 系统方便、省时、界面友好, 运行可靠, 实现了从数据到图纸的计算机参数化绘图. 实践证明, 系统为换热设备零部件的有限元分析前处理建模节省了时间, 提高了设计分析效率.

关键词 : 换热设备 ; 三维实体造型 ; 二次开发 ; 参数化绘图

中图分类号 : TP 391.72 ; TQ 051.5 文献标识码 : A

换热设备广泛应用于石油化工、炼油、化肥、动力、轻工、冶金、核工业等工业部门. 随着 CAD/CAE/CAM 技术的发展, 在换热设备设计的同时需要对换热设备零部件进行有限元分析和优化设计, 这首先需要创建零部件的三维模型. 据统计, 创建模型所耗费的时间占整个分析过程的 87%^[1]. 特别是在优化设计过程中, 要根据优化结果不断进行三维模型的修改和优化, 这给设计分析人员手工建模带来很大的麻烦, 大大降低了设计分析效率. 随着 CAD 技术的发展, 关于换热设备零部件的绘图软件包应运而生, 但它们的三维功能较弱, 大多只提供了一些基本三维实体图元以及相应的接口函数. 国外一些大的软件商也推出了三维软件(如 ProE 等), 但他们的价格比较高, 令一般的用户望而却步. 所以开发能够准确快捷地创建换热设备零部件的三维造型系统, 具有很大的必要性和实际意义.

为此, 作者运用 AutoCAD 二次开发技术, 开发了换热设备零部件的三维造型系统. 运行该系统, 输入必要的设计参数, 系统将自动快捷地生成精确的零部件三维模型, 实现了换热设备零部件的三维参数化绘图.

1 三维造型系统的开发环境

ObjectARX 2000 是 Autodesk 公司随着 Auto-

CAD 2000 推出的新一代功能强大的二次开发工具. 它使用面向对象的 C++ 应用程序开发机制, 以动态链接的形式与 AutoCAD 共享地址空间, 能够直接利用 AutoCAD 的内核代码, 直接访问 AutoCAD 的数据库、图形系统及几何造型核心^[2], 扩充 AutoCAD 的类和协议, 创建新的 AutoCAD 命令, 并可被 AutoCAD 环境直接调用, 具有较高的程序开发与执行效率. ARX 程序命令的消息模型如图 1 所示.

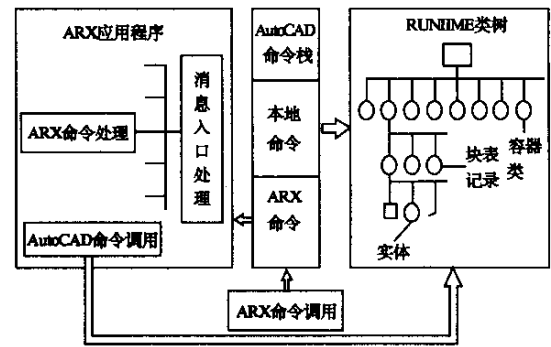


图 1 ARX 程序的消息模型

Fig.1 Information model of ARX program

运用 AutoCAD 二次开发技术, 在 VC++ 6.0 和 ObjectARX2000 的环境下, 编写了 ARX 应用程序, 开发了换热设备零部件三维造型系统. 在 AutoCAD 环境下加载 ARX 应用程序, 程序向 Auto-

收稿日期 2002 - 08 - 07 ; 修订日期 2002 - 09 - 11

基金项目 : 国家“九五”重大科技攻关项目(96 - A01 - 01 - 07)

作者简介 : 董其伍(1941 -) 男, 浙江省鄞县人, 郑州大学教授, 博士生导师, 主要从事过程装备、换热设备 CAD/CAE/CAM 方面的开发与研究.

平板,是管壳式换热设备主要部件之一.管板的三维造型就是通过三维参数化绘图,在输入了筒体的公称直径 D_n ,换热管的外径 d_h ,管板的厚度 H 和布管方式等,直接生成管板的三维图形.本程序以单壳程单管程的正方形方式布管的延长部分兼作法兰的管板为例,叙述管板三维造型程序的开发过程.其大致分为以下几个部分:

(1) 人机交互界面的创建.利用 MFC 开发环境开发了如图 3 所示的人机交互的对话框界面,用户可以在对话框界面中输入或修改数据,实现人机交互.



图 3 管板三维造型对话框

Fig.3 Dialog of 3D - modeling for tubesheet

(2) 管板布管程序的算法.本计算适用范围:
①正方形、转角正方形、正三角形排列的管壳式换热器;
②结构形式为固定管板式和浮头式换热器.

以管子正方形排列的单管程固定管板的布管为例,建立坐标系如图 4 所示.

管数的计算和中心位置的确定.程序采用迭代的方法,其程序流程框架图如图 5 所示.

中心布管奇数排列时,迭代式为: $x = x_0$, $x = x + p$; $y = y_0$, $y = y + p$. 中心布管偶数排列时,迭代式为: $x = x_0 + p/2$, $x = x + p$; $y = y_0 + p/2$, $y = y + p$.

式中: x_0, y_0 为迭代初值,根据管程情况取值; p 为换热管中心距.经过迭代运算出每根换热管管孔的中心坐标 (x, y) .

计算各层布管数.根据管程情况,确定 x_0 和 y_0 初值.根据中心布管奇数排列还是偶数排列,

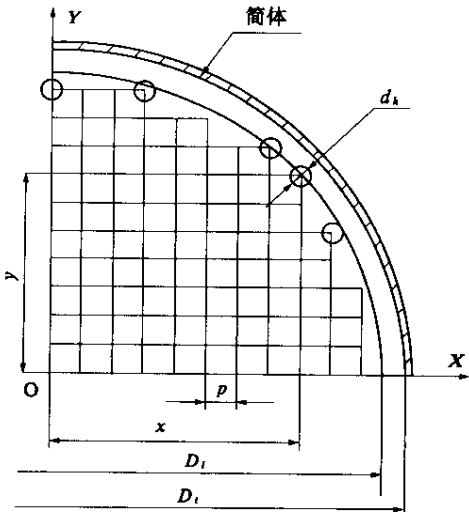


图 4 计算模型

Fig.4 Computing model

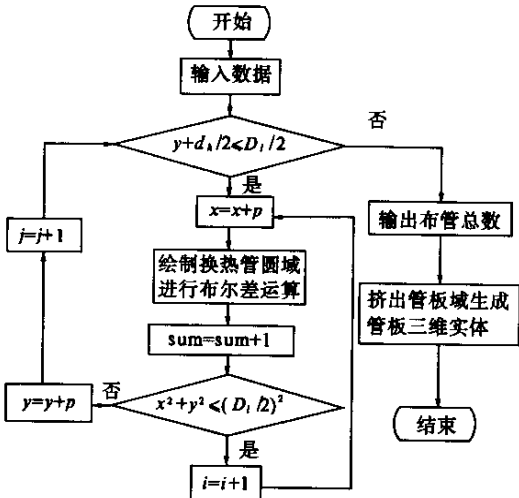


图 5 程序流程图

Fig.5 Program flow chat

确定迭代公式,进行迭代循环.每一层迭代循环过程中,计数器开始累加换热管的总数 $sum = sum + 1$,直到 $\sqrt{x[i]^2 + y[j]^2} \geq (D_i/2)$;令 $y = y + p$,进行下一层迭代.如此循环,直到 $\sqrt{x[0]^2 + y[j]^2} \geq (D_i/2)$ 为止.迭代循环结束时,计数器累加了所有的换热管根数 sum .式中, D_i 为管板布管限定圆直径,其计算公式参考文献 [4].

(3) 绘制管板.利用 `AcDbCircle * pCirc1 = new AcDbCircle(center, normal, D_i/2);` 生成圆心在 `center` 位置,半径为 $D_i/2$,法向量为 Z 轴(`normal(0,`

1.0)的管板外圆,并用指针 pCircle 指向该圆,利用 AcDbRegion::createFromCurves(Circ1 ,regions1),生成以 Circ1 为边界的圆域 regions1,利用 AcDbRegion * pRegion1 = AcDbRegion::cast(AcRxObject *)regions1[0])使指针 pRegion1 指向该圆域。

(4)布管.选择排管方式,按布管方式进行排管.程序计算所得换热管中心坐标(x, y),绘制每根换热管截面小圆域 pRegion2,运用布尔差运算 $pRegion1 -> booleanOper(AcDb::kBoolSubtract, pRegion2)$ 在管板圆域 pRegion1 中挖去管子圆域 pRegion2.经过循环可以挖去所有管子圆域,形成管板的截面域 pRegion1.

(5)用挤出法按指定路径挤出管板截面域,生成管板的三维造型。

AcGePoint3dArray pt3d ;//定义三维坐标点数组

pt3d.setLogicalLength(2);//定义数组长度

pt3d[0].set(0.0, 0.0); pt3d[1].set(0.0, h);

AcDb3dPolyline * poly3d = new AcDb3dPolyline(AcDb::k3dSimplePoly, pt3d, Adesk::kFalse);

AddEntityToDBs(poly3d);//形成三维路径 poly3d 并添加到 AutoCAD 数据库中

if(Acad::eOk == p3dObj1 -> extrudeAlongPath(pRegion1, poly3d))//将管板截面域 pRegion1 按路径 poly3d 挤出,生成新的三维管板实体 p3dObj1.

AddEntityToDBs(p3dObj1);//把三维管板实体添加到 AutoCAD 数据库中

至此,管板三维造型已经完成.运用上述方法可完成换热设备其它零部件的三维实体造型系统。

5 系统的运行

在 VC++ 6.0 的环境下,运行该程序,得到一个管板设计 .arx 动态连接库程序.启动 AutoCAD 2000,点击换热设备零部件三维造型系统下拉菜单中的延伸部分兼作法兰菜单项,AutoCAD 将自动加载该 * .arx 文件,同时向 AutoCAD 内部命令堆栈中添加管板三维造型程序的 AutoCAD 命令 tubesheet.执行该命令,弹出管板三维造型对话框,进行人机交互,输入绘制管板的必要参数,按“三维造型”按钮,即可运行程序,生成管板的三维实体如图6所示。

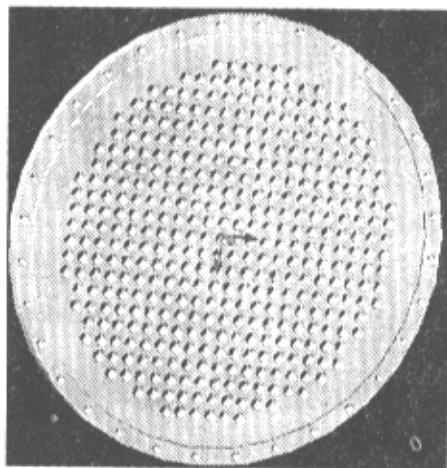


图6 管板三维造型图

Fig.6 3D model of tubesheet

6 结束语

应用 ObjectARX 2000 开发的换热设备零部件三维造型系统,能够直接利用 AutoCAD 的内核代码,共享 AutoCAD2000 的地址空间,具有较高的程序开发和执行效率.而且该系统具有非常友好的操作界面.运行该系统,通过人机交互的方式,输入必要的参数,可精确绘制零部件三维实体图形;通过修改设计参数,可随时修改创建模型.该系统准确、方便、省时,实现了从数据到图纸的计算机参数化绘图。

实践证明,本系统在利用有限元软件 ANSYS 对换热设备的温度场和应力场进行有限元分析和优化中,克服了 ANSYS 软件对复杂三维实体造型的不便,大大提高了建模效率,节省了大量的时间和精力。

参考文献:

- [1] 王有智. CAE 技术的过去、现在与未来 [J]. 计算机辅助设计与制造, 1998 (12): 8-11.
- [2] 王福军, 张志民, 张师伟. AutoCAD 2000 环境下 C++ 应用程序开发教程 [M]. 北京: 北京希望电子出版社, 2000.
- [3] 三维创作室. Visual C++ 6.0 应用与提高 [M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [4] GB 151-98 钢制管壳式换热器 [S].
- [5] 刘丽芳, 胡家顺. 确定管板限定圆最大布管数的新方法 [J]. 武汉化工学院学报, 1999, 21(1): 53-56.
- [6] 李世国. AutoCAD 高级开发技术 ARX 编程及应用 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1999.
- [7] 李大帅. 换热设备 CAD 图形系统集成方法探讨 [J]. 郑州工业大学学报, 2001, 22(2): 80-82.

Development of 3D – modeling System of Heat Exchanger 's Parts

DONG Qi – wu , LIU Min – shan , CAO Hai – liang

(Thermal Energy Project Center Zhengzhou University , Zhengzhou 450002 , China)

Abstract : In this paper ,second developing AutoCAD adopted ,the 3D – modeling system of heat exchanger 's parts is developed with Visual C + + and ObjectARX 2000 .Some methods including extruding , revolving and boolean operation are applied in this system. When some basic data is given , it can automatically create 3D – modeling of parts and conveniently modify them by modifying their design parameters. The system has a friendly interface and runs safely and realizes 3D parameterized modeling from data to drawing. It proves that the system can greetly save time and improve design efficiency for creating of 3D – modeling in the preprocessing of finite element analysis for heat exchanger 's parts .

Key words : heat exchanger ; 3D – modeling ; second development ; parameterized drawing