

文章编号:1671-6833(2005)01-0069-04

# 新型过程装备虚拟装配技术研究与应用

古新, 王珂

(郑州大学热能工程研究中心, 河南 郑州 450002)

**摘要:** 换热设备传统的设计方法开发周期长、标准繁多、设计过程复杂且质量难以保证。以三维造型和装配软件 MDT 为开发平台, 借助于 ActiveX 自动化界面技术和 VBA 集成开发环境, 进行换热设备三维数字化建模和装配仿真技术研究, 开发新型高效节能换热设备装配子系统, 能够明显提高设计效率和质量。对系统实现方法进行了研究和实践, 系统以设置对象变量的方法引用 MDT 对象, 对下拉菜单和图形用户界面进行了设计和编制, 并采用程序代码预设了错误处理机制, 解决了系统开发中的关键问题。

**关键词:** 过程装备; 换热设备; MDT; VBA; 虚拟装配

**中图分类号:** TP 391.72 **文献标识码:** A

## 0 引言

换热设备是过程工业中广泛应用的重要设备。管壳式换热器由于结构可靠, 技术成熟, 适用面广, 是目前国内换热设备的主要结构形式。而换热设备研发制造周期长、标准繁多、过程复杂且质量难以保证。借助现代计算机及其应用技术研究开发过程装备现代设计制造方法, 是过程装备设计和制造业的发展趋势。

在国内过程装备领域中, CAD 技术的应用已有了较大的发展。但现有的过程装备 CAD 系统仅侧重于零部件几何外形的设计和表示以及二维自动绘图功能, 并不提供实体造型、基于特征的参数化设计、三维装配仿真等当今 CAD 系统中流行的解决方案, 对于设计意图、功能要求和装配关系等非几何信息无法全面表达。因此本文作用旨在对换热设备进行三维数字化整机建模和装配仿真技术研究, 以期解决以下问题: 实现装配仿真的环境和手段; 直观全面地反映设计意图, 为成品装配工艺提供指导性依据; 为有限元分析及设备内流场、温度场的数值模拟等提供整机数字模型。同时, 对于降低设计成本、缩短周期、提高设计效率和质量, 提高能源利用率和节能降耗技术水平, 加快高效节能新产品、新技术的推广应用, 将有现实而深

远的意义。鉴于此, 郑州大学热能工程研究中心在“换热设备 CAD 系统”中, 研制了一套新型高效节能换热设备装配仿真子系统, 实现了新型过程装备虚拟装配功能<sup>[1,2]</sup>。

## 1 系统的总体结构和功能特点

该子系统分为零部件造型模块、零部件调入模块、零部件装配模块、三维场景创建模块、二维工程图创建模块等 5 个模块, 包含新型高效节能换热设备零部件三维实体模型库。不仅可以建立虚拟的换热设备真实产品装配模型, 还提供产品装配后的零部件之间静态干涉检验功能, 以及装配图的分解视图(爆炸图)的表示, 二维装配图和零部件图的自动生成, 同时具备图框标题栏、技术要求、管口表、技术特性表、明细表等的自动添加、零部件质量特征(含质量、体积、表面积、质心、形心、转动惯量、惯性矩等等)查询等多项功能。

各个模块既可独立运行, 又可集成运行; 系统采用菜单、对话框、命令为主的界面形式, 具有操作简便、快捷高效等优点; 特别是首次实现了新型高效节能换热设备从零部件三维实体造型、三维装配造型、零部件干涉检验到二维工程图自动生成等一体化, 集成化设计。图 1 所示为新型高效节能换热设备装配子系统的运行界面。

收稿日期: 2004-11-17; 修订日期: 2005-01-25

基金项目: 河南省杰出人才创新基金资助项目(0221000600)

作者简介: 古新(1978-), 男, 山东省济宁市人, 郑州大学博士研究生, 主要从事过程装备 CAD/CAE/CAPP/CAM/VM 集成和网络化技术研究。

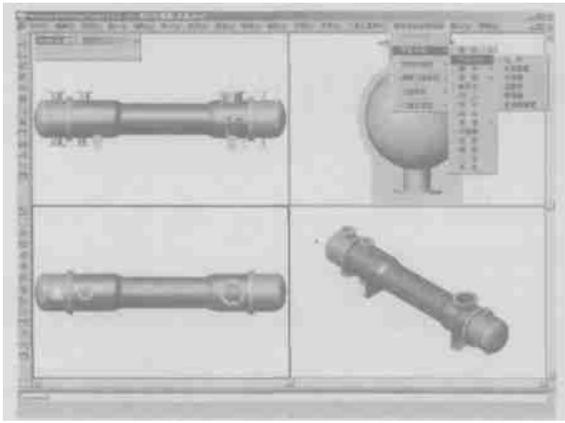


图1 系统运行界面

Fig. 1 Operation interface of the system

## 2 系统的实现<sup>[3~7]</sup>

完成系统的总体规划和设计后,尚未建立起系统与用户或操作者的联系,用户或操作者还不能对系统进行操作.因此,必须进行系统的详细设计,通过编制相应的程序代码实现系统的各种功能,体现系统的可操作性.实现系统的功能主要解决的关键问题包括:①MDT 运行环境与VBA 集成开发环境的联结,即MDT 对象库和对象的引用;②系统下拉菜单和图形用户界面的编制;③系统中的错误处理机制.

### 2.1 MDT 对象库和对象的引用

新型高效节能换热设备装配仿真子系统以内嵌于MDT 内部的VBA 标准模块作为开发语言和编译环境,启动MDT 的同时也就启动了VBA 集成开发环境(VBA IDE).

MDT 运行环境提供两种方式切换至VBA IDE:①在MDT 运行环境的主菜单中选择【辅助】/【宏】/【visual Basic 编辑器】,打开【visual Basic 编辑器】,即可进入VBA IDE;②在MDT 运行环境中,在窗口命令行中输入“VBAIDE”命令或通过Alt + F11 快捷键进入VBA IDE.

在VBA 中操纵MDT 对象,首先须将一个对象引用赋值给变量,然后编写使用对象的方法、属性和事件的程序代码.MDT 对象在MDT 中是开放的,在VBA 中可以直接操纵,步骤如下:①在VBA 工程中引用MDT 对象库;②在程序代码中设置MDT 程序对象和文档对象;③通过MDT ActiveX 对象、属性和方法,在MDT 图形文件中对对象进行处理.

如前所述,使用VBA 开发工具进行MDT 的二次开发,在编写VBA 代码前,首先要在VBA 集

成开发环境中引用MDT 对象库,以便利用对象库中的对象及其下级对象的属性和方法等,完成换热设备模型的生成、装配和编辑等操作.MDT 对象库是一种树型结构,包含一个根对象,通过根对象可以访问其下级对象,这个根对象一般被称为应用程序对象.

引用MDT 对象库方法如下:

在VBA IDE 中选择【工具】/【引用】菜单命令,打开【引用】对话框,选中Autodesk BrepAuto 2.0Type Library、Autodesk GeAuto 2.0Type Library、Autodesk MeadAuto 2.0Type Library、Autodesk SymB-Auto 2.0Type Library 四个类型库.VBA 必须通过这四个库来获得零件模型的几何拓扑信息、标准符号以及零件列表等各种支持.如果不正确设置这几个引用,对于很多对象,VBA 会提示尚未定义类型.

MDT 对象的引用包括对MDT 根对象的引用以及对它的所有下级对象的引用,并采用设置对象变量的方法来实现.设置对象变量时首先声明变量类型,然后使用Set 语句将对象引用赋值给变量.设引用MDT 应用程序对象的变量名为Mead,则

```
Dim mead As MeadApplication
'定义根对象变量
Set mead = This Drawing.Application
GetInterfaceObject("Mead.Application")
'根对象变量赋值
```

可以通过MDT 应用程序对象的属性和方法逐级向下访问其所有下级对象.

### 2.2 系统下拉菜单和图形用户界面的编制

一个优秀的应用程序,必须提供用户一个好的操作界面和方便的交互式操作方式.良好的操作界面应该结构简单、直观,输入和输出一目了然,操作简便,还应该具有一定的纠错和帮助功能.

下拉菜单是MDT 中调用命令的有效工具,编程实现菜单的定制开发,是VBA 进行MDT 二次开发的重要组成部分,通过访问MDT 的内部机制,VBA 可以对MDT 的菜单和工具条进行增加和编辑.下拉菜单的开发和定制,可以极大地扩充和丰富MDT 的功能.在VBA 集成开发环境中,窗口(Form)是开发应用程序的基本内容,通过窗口可以为用户的应用程序创建自定义对话框,通过这样的自定义对话框可以向使用者提供信息、从使用者取得信息或允许使用者控制应用程序的活

动.

新型高效节能换热设备装配子系统的运行界面,是在 MDT 原始运行界面的基础上,通过编程在原下拉菜单栏中增加自定义菜单列“换热设备装配子系统”,再在此菜单列中添加一系列下拉菜单项和下拉子菜单项(每 1 个下拉菜单项对应 1 个模块),并建立这些菜单项与相应的 VBA 工程的联结而实现的.

可遵循以下步骤创建下拉菜单:①用 Add 方法创建新菜单列“换热设备装配子系统”;②用 Add MenuItem 方法为新建下拉菜单列添加菜单项;③用 Add Separator 方法在菜单列中添加分隔线;④用 Insert In Menu Bar 命令将新建菜单列插入到指定位置,并使用菜单宏建立各个菜单项与相应 VBA 工程的连接.

子系统通过自定义对话框,向使用者提供信息、从使用者取得信息或控制模块的操作.创建自定义对话框的步骤如下:①创建新窗口并添加相应控件;②设置窗体和控件的属性;③为控件添加程序代码.

```
Public Sub dlhj ()
    Load UserForm
    UserForm.Show
End Sub
```

以上代码的功能就是在 MDT 窗口中打开“换热设备零部件调入对话框”,并使其可见,如图 2 所示.



图 2 零部件调入对话框

Fig. 2 Dialogue box of components inputting

### 2.3 系统中的错误处理机制

错误处理是编制 VBA 应用程序的重要工作,新型高效节能换热设备装配子系统有相当大的工作量集中在程序中建立错误处理机制方面.

用户在使用应用程序时,其操作过程和处理

总有不符合程序要求的地方,这样就可能产生错误,程序中对错误的预设亦即显示错误信息并中止应用程序或者跳转到特殊的响应.但一般情况下,遇到错误时自动中止应用程序不是使用者所希望的,故在新型高效节能换热设备装配子系统的开发中,不采用自动中止应用程序的方式来处理错误,而使用“On Error”语句来捕捉运行期间的错误,并自动跳转到特别编写的错误处理程序(如显示错误提示对话框等),从而避免因发生诸如输入项拼写有误等非致命性错误导致的系统崩溃,大大提高了应用程序的容错性和运行效率.

On Error 语句有 3 种格式,在新型高效节能换热设备装配子系统开发过程中均有涉及.

(1) On Error Resume Next.该语句是在需要忽略错误时使用,能够捕捉错误,但不会显示错误信息和中止程序,而是继续执行下一个程序行.

(2) On Error GoTo Label.该语句适用于用户自定义错误处理程序的情况.捕捉错误但不会显示错误信息和中止程序,而是跳转到用户自定义程序代码的特定位置并执行之.以“换热设备零部件调入”对话框为例,下列程序代码的功能是,当发生错误时弹出错误提示对话框,提示使用者“文件类型不正确或者零部件库中没有可供调用的零部件,请重新选择!”,并清除错误,返回“换热设备零部件调入”对话框,而不是退出调入零部件的应用程序.如图 3 所示.



图 3 错误提示对话框

Fig. 3 Dialogue box of mistake warning

```
.....
On Error GoTo errhandler
.....
errhandler : '错误处理器
    If s <> ".dwg" Then
        MsgBox "文件类型不正确或零部件库中
        没有可供调用的零部件,请重新选择!"
    Err .Clear
    UserForm.Show
.....
```

(3) On Error GoTo 0.该语句取消当前的错误处理程序,强行中止子程序的运行,相当于“end

sub”语句,而On Error Resume Next 和On Error GoTo Label 语句均能使程序跳转到其它程序行执行其它的错误处理程序,维持有效直至子程序结束.

### 3 结论

笔者将新型高效节能换热设备设计技术与计算机辅助设计技术相结合,利用三维CAD 数字化建模和装配仿真技术,进行新型高效换热设备现代设计技术研究与开发.所开发的新型高效节能换热设备装配子系统,操作简便,运行顺畅,快捷高效,其自动化程度可使普通设计人员的设计质量达到专家水平,设计质量和设计效率大幅提高,其可操作性及效率均明显优于二维CAD 系统.该成果为实现换热设备三维数字化整机建模和虚拟装配,为重大过程装备三维CAD/CAE/CAPP/VM 与网络化技术在高层次上集成进而实现全数字化虚拟设备设计进行了科学的探索与实践,具有明显的理论和工程应用价值.

### 参考文献:

- [1] 董其伍,刘敏珊.换热设备CAD 系统开发技术[M].北京:化学工业出版社,2004.184~187.
- [2] 董其伍,刘敏珊,夏立荣.换热设备零部件CAD 系统的开发与应用[J].郑州大学学报(工学版),2004,25(1):37~40.
- [3] Autodesk Inc. MCAD ActiveX and VBA Developer's Guide[R]. San Rafael :Autodesk Inc ,2000.
- [4] Autodesk Inc. MCAD ActiveX and VBA Reference[R]. San Rafael : Autodesk Inc .2000.
- [5] 赵景亮,王妍凤,郑轶.中文MDT6.0 基础与实例教程[M].北京:北京希望电子出版社,2002.437~438.
- [6] 张晋西.Visual Basic 与 AutoCAD 二次开发[M].北京:清华大学出版社,2002.269~277.
- [7] 李凤华.AutoCAD 2002/2000 VBA 开发指南[M].北京:清华大学出版社,2001.

## Research and Development of Virtual Assembly Technique of New Type Process Equipment

GU Xin , WANG Ke

(Thermal Energy Engineering Research Center , Zhengzhou University , Zhengzhou 450002, China)

**Abstract :** The conventional design and manufacture process is long and complex ,design criterions are numerous , and the design quality is hard to be guaranteed . Taking MDT as development platform and VBA as integrated development environment the research of 3D digital modeling and assembly simulation are presented , and the sub-system of new type process equipment is developed , which can raise design efficiency and quality greatly . In this system ,MDT objects are referred through setting object variables . Pop menus and graphical d created .Processor system of mistakes is preset .Some crucial techniques of the implementation are solved .

**Key words :** process equipment ; heat exchanger ; MDT ; VBA ; virtual assembly