

文章编号: 1673-5196(2006)04-0126-04

增强 ANSYS 前处理能力的轻钢 结构 CAD 参数建模程序

李春燕, 王秀丽, 张贵文, 宋 蔚

(兰州理工大学 土木工程学院, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 应用 Visual Basic 语言开发 Mechanical Desktop 设计软件, 形成了具有参数输入图形化界面的钢结构计算机辅助设计程序。程序生成的几何模型直接输入 ANSYS, 增强了 ANSYS 前处理能力, 为结构设计与仿真分析提供一个快捷方便的图形参数化建模工具。

关键词: 轻钢结构; CAD; 参数建模; ANSYS 前处理

中图分类号: TU 311.41 **文献标识码:** A

Program of CAD parameter modeling for light steel structure with intensified ANSYS preprocessing function

LI Chun yan, WANG Xiu li, ZHANG Gui wen, SONG Yu

(College of Civil Engineering, Lanzhou Univ. of Tech., Lanzhou 730050, China)

Abstract: A parameter input graphic interface with Visual Basic language was used to develop the software of Mechanical Desktop, which could realize steel structure computer aided design. The geometric model generated by this software, the program was linked with ANSYS interface directly, so that the ANSYS preprocessing function was intensified and a swift and convenient graphic parameterization tool for structural design and emulation was provided.

Key words: light steel structure; computer aided design; parameter modeling; ANSYS preprocessing

钢结构具有材质均匀、可靠性高、强重比大、塑性韧性好、制造简便和施工工期短等优点, 在地震区的高层建筑中有较好的应用价值^[1]。近 30 年来轻型钢结构在欧美国家发展很快, 已经形成了一整套十分成熟的技术, 但在我国还处于启动阶段, 设计和施工各个技术环节还存在不少问题^[2]。建筑结构新体系的认识是一个漫长的过程, 结构试验研究的类型多、耗资大、周期长。随着计算机技术的不断发展, 模拟试验已经成为试验技术的组成部分, 尤其对于大型结构与复杂结构, 应用计算机仿真技术对其受力过程、应力分布或破坏过程进行分析省时又省力, 低耗且直观。

用 ANSYS 软件对结构试件进行仿真的优势比较显著, 首先, 能在一定程度上弥补试验数据的不足, 使人们能够更直观清楚地了解结构构件受力的

细微情况; 其次, 能够计算和分析任何几何尺寸和任意形式的结构, 但是 ANSYS 前处理器的建模过程中却存在一些不足。ANSYS 分析的标准过程为: 建模、定义荷载、求解和解释结果, 若对这个标准过程中的任意一个环节进行修改, 就必须重新建模并重复上述步骤^[3], 当模型稍有复杂或修改内容稍多时, 建模过程既繁琐又费时。虽然 ANSYS 自身带有参数化设计语言 APDL, 但 APDL 语言本身功能有限, 并不提供图形化界面输入, 模型修改必须从源程序开始, 给结构设计与分析带来诸多不便。

在轻型钢结构的仿真分析过程中, 为了弥补 ANSYS 建模功能的不足, 实现结构设计与分析一体化, 开发了轻钢结构建模程序^[4], 给结构设计与分析提供了一个快捷方便的图形参数化建模工具。

1 轻钢结构参数建模程序总体结构

轻钢结构 CAD 参数建模程序可以实现直梁、曲梁、柱与框架梁柱节点三维实体几何模型, 以及曲

收稿日期: 2005-12-02

作者简介: 李春燕(1975-), 女, 甘肃陇西人, 讲师。

梁二维线型模型的建立. 程序总体结构框架如图 1 所示.

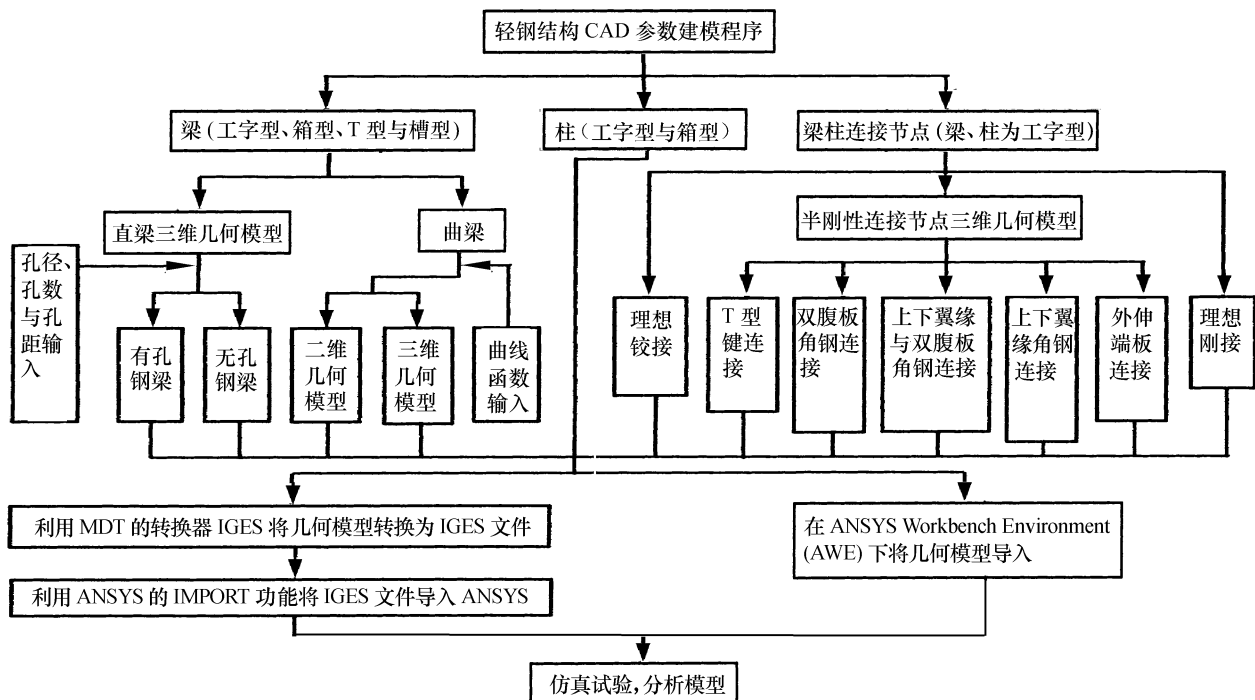


图 1 轻钢结构建模程序总体结构框架

Fig. 1 Overall configuration of modelling program for light steel structure

2 程序开发基础

2.1 开发平台

Mechanical Desktop (简称 MDT) 是集 Auto-CAD 与参数实体造型、曲面造型、装配造型、二维和三维双向关联绘图以及 IGES、STEP 转换器等模块于一体的面向现代化机械工程的微机 CAD 软件. MDT 提供了强有力的参数化设计方法, 参数设计方法允许设计者以零件的尺寸、几何形状和相互位置等关系来进行产品造型设计, MDT 能识别这方面的相关信息, 并对造型的任何修改在整个设计中可以方便、快捷地反映出来. MDT 具有性能价格比高、易学易用、便于掌握和容易进行二次开发等特点^[5].

2.2 开发工具

Visual Basic (以下简称 VB) 是 Microsoft 公司推出的可视化开发工具组件 Visual Studio 的组件之一, 是基于 Basic 的可视化程序设计语言, 它既继承了 Basic 语言简单易懂的特点, 又采用了面向对象、事件驱动的编程机制, 提供了一种所见即所得的可视化程序设计方法. VB 能够充分利用 Windows 资源, 它通过动态数据交换 (DDE) 技术、对象链接与嵌入 (OLE) 技术以及动态链接库 (DLL) 技术三种技术与 Windows 资源交互^[6].

3 ANSYS 与 CAD 软件的接口技术

ANSYS 可与许多先进 CAD 软件共享数据.

1) ANSYS 通过其数据接口 Import 将 CAD 系统生成的几何数据导入. 能够与 ANSYS 软件共享数据的 CAD 模型文件格式有: Pro/E、Unigraphics、CADDSS、IGES、SAT 和 Parasolid.

2) ANSYS 7.0 以上版本 (包括 ANSYS 7.0) 新增了 ANSYS Workbench Environment (AWE), 它是一个完全的参数化分析环境. 利用 AWE 可在 ANSYS 界面下方便地读取其他 CAD 软件绘制的几何图形的各项参数, 成功地导入 CAD 几何模型, 实现了 ANSYS 与 CAD 模型参数的互动共享^[7].

ANSYS 与 CAD 软件的数据共享可以节省用户在创建模型过程中所花费的大量时间, 极大地提高工作效率.

4 程序开发途径

利用 MDT 易于二次开发以及可与其他软件交换数据信息的特点, 应用 VB 语言的强大功能, 设计开发了轻钢结构梁、柱及框架梁柱节点参数建模程序. 程序可建立任何几何尺寸的梁 (工字型、箱型、T 型与槽型)、柱 (H 型与箱型) 及框架梁柱节点^[8,9] (七种连接形式) 的几何模型. 模型可通过两个途径

与 ANSYS 接口:1) 利用 MDT 的转换器 IIGES 与 ANSYS 进行接口;2) 直接与 ANSYS Workbench Environment (A WE) 互动共享 CAD 几何模型及相关参数.

5 应用实例

下面通过轻型钢梁模型的建立为例来介绍程序的主要功能.

5.1 参数输入界面设计

为配合使用 ANSYS 软件数值模拟轻型钢梁的力学特性,程序设计了不同截面与不同形状的梁.梁的截面类型有工字型、箱型、T 型与槽型,截面尺寸由输入参数确定.梁的形状有曲梁、圆孔蜂窝直梁与直梁的三维实体几何模型、曲梁线形几何模型.曲梁的曲线形状与曲率及蜂窝梁圆孔直径与孔间距由输入参数确定.

5.2 建模程序设计

采用 VB 6.0 语言编写 MDT 6.0 设计软件的 Script 语言^[10],形成对模型的建立与 IIGES 文件的转换.例如下面一段程序为工字型圆孔蜂窝直梁实体几何模型建立的片段:

```
Private Sub cmdLiangJM_Click ()
Select Case cmbJie Mian .ListIndex
Case 0
w 1 = CDBl (txtgz w 1)
...
ll = CDBl (txt LiangLL)
Open "f \zh\scr\gzgl .scr " For Out put As # 1
...
Print # 1, "pline "
Write # 1, 0, 0
Print # 1, "@ " & . w 1 & . "<0"
...
Print # 1, "_extrude "
...
Write # 1, ll
...
If optZHL .Value = True Then
If opt LiangFBWK .Value = True Then
d 0 = CDBl (txt KJing)
...
Print # 1, "—a mhole "
Print # 1, "D "
...
End If
```

```
End If
End select
Print # 1, "_igesout "
Print # 1, "f \zh\iges\gzL igs "
Print # 1, ""
Close # 1
...
vate l = Shell ("d \ Program Files\ Mechanical \acad .exe /b f \zh\scr\gzgl .scr ")
```

5.3 程序与 ANSYS 接口对模型仿真分析

通过 MDT 的 IIGES 转换器将生成的三维实体几何模型转换为 ANSYS 可以识别的 IIGES 文件格式.将几何模型导入 ANSYS 后,就可以对其划分网格、加载、求解与后处理.

算例:圆孔蜂窝梁^[11]非线性分析.

材料特性: $E = 206 \text{ GPa}$, $E_T = 0.1 E = 20.6 \text{ GPa}$, $q = 0.215 \text{ kN/mm}^2$.

几何特性: $L = 8\ 000 \text{ mm}$, $b = 250 \text{ mm}$, $h = 600 \text{ mm}$, $t_f = 14 \text{ mm}$, $t_w = 12 \text{ mm}$, $d_0 = 400 \text{ mm}$, $d = 1\ 000 \text{ mm}$.

荷载: $q_1 = 40 \text{ kN/m}$, $q_2 = 50 \text{ kN/m}$.

1) 几何模型的建立.

由图 2a、2c 可见,蜂窝梁的截面与荷载都是对称的.有限元分析时,为了节省计算机资源,加快计算速度,梁截面以 y 轴为对称轴取 $1/2$,梁长沿 z 轴方向取 $L/2$,在跨中施加对称约束(如图 2b 所示),将基本几何数据输入轻型钢梁参数建模程序界面,建立蜂窝梁实体模型(如图 3a 所示).

2) 材料模型的建立.

非线性材料模型选取经典双线性随动强化模型,钢材选用 Q 235 钢,其本构关系如图 2d 所示.弹性模量 E 、切线模量 E_T 及屈服强度 q 由材料特性给定.

3) 单元选取.

将程序生成的三维实体模型导入 ANSYS 有限元分析软件中,如图 3a 所示.选择从 CAD 软件导入的几何模型的实体单元 SOLID 92,对梁划分有限元网格,如图 3b 所示.

4) 施加约束与载荷.

梁端施加 x 、 y 、 z 方向的位移约束,跨中施加对称约束;在梁上翼缘施加两个荷载步,第一荷载步为 q_1 ,第二荷载步为 q_2 .

5) 求解与后处理分析,后处理结果如图 3c、3d 所示.

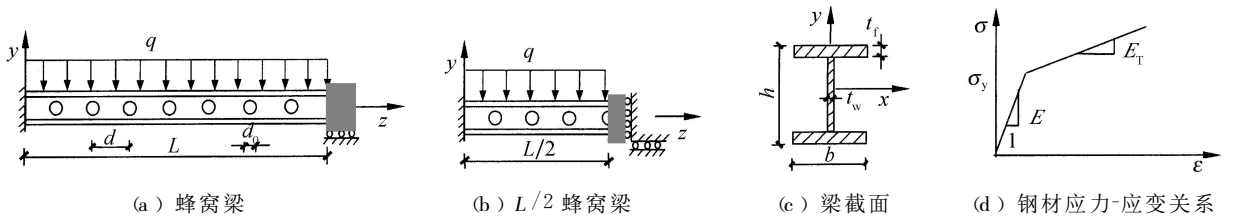


图 2 工字型对称截面蜂窝梁基本条件

Fig. 2 Fundamental condition of honeycomb beam with I bar shape symmetric across section

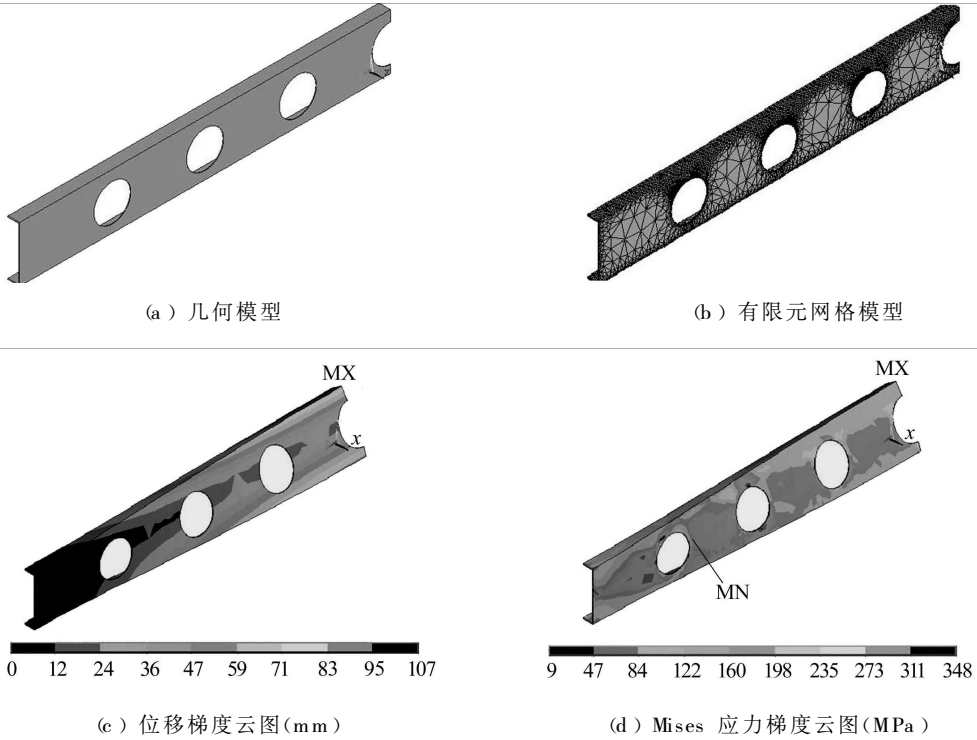


图 3 有限元分析模型图

Fig. 3 Finite element analysis model

6 结论

1) 参数建模界面简单明了,容易操作.对于不熟悉 ANSYS 建模的使用者,只需在图形窗口中的文本框内输入需要的参数即可.

2) 可以建立并分析许多不同几何尺寸与形式的几何模型.

3) 解决了 ANSYS 软件建立模型的复杂性,节省了建模时间,加快了有限元分析的进度.

4) 程序与 ANSYS 数值模拟结合起来将使设计更加快捷、直观、准确和经济.

5) 程序除了配合 ANSYS 进行仿真分析外,还可单独使用实现参数化绘图.

参考文献:

[1] 周学军. 门式刚架轻钢结构设计与施工 [M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2001.
 [2] 王秀丽, 沈世钊, 朱彦鹏, 等. 轻钢结构在房屋增层改造中的应

用 [J]. 兰州理工大学学报, 2004, 30(1): 97-100.

[3] 博嘉科技. 有限元分析软件——ANSYS 融会与贯通 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002.
 [4] 周丹晨, 蒋玉明, 杨屹. 基于 ANSYS 的铸件浇冒口系统 CAD 的开发 [J]. 铸造, 2001, 50(4): 211-214.
 [5] 窦忠强. MDT 6.0 实用教程 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
 [6] 蒋洪军, 沈瀛生, 魏永明, 译. Visual Basic 6 宝典 [M]. 北京: 电子工业出版社, 1999.
 [7] 郝文化. ANSYS 土木工程应用实例 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2005.
 [8] 荆军, 王元清, 石永久. 门式刚架轻型钢结构端板连接节点性能研究与设计 [J]. 建筑结构, 2000, 30(4): 16-19.
 [9] 赵卫东, 孙浩波, 卫刚, 等. 三维钢结构 CAD 软件中的节点设计 [J]. 计算机工程, 2003, 29(7): 32-35.
 [10] 张晋西. 用 VB 增强 ANSYS 前处理能力 [J]. 计算机应用, 2002, 22(3): 22-23.
 [11] 苏益声. 圆形孔与多边形孔蜂窝钢梁的试验分析 [J]. 广西大学学报: 自然科学版, 2003, 28(1): 5-8.