

基于 VB 的 ANSYS 二次开发在日光温室设计中的应用

李石¹, 郭艳玲^{1*}, 陈国辉^{1,2}

(1. 东北林业大学机电工程学院, 黑龙江哈尔滨 150040; 2. 黑龙江科技大学机械工程学院, 黑龙江哈尔滨 150080)

摘要 为了研究在建或拟建日光温室的结构性能, 对日光温室进行有限元分析, 提出了利用 ANSYS 提供的二次开发工具 APDL, 并用 VB 开发出参数输入图形化界面的日光温室结构有限元分析程序系统, 自动完成日光温室结构有限元分析过程。以哈尔滨市某一无立柱圆弧形前屋面型日光温室为实例调用了该二次开发系统, 得到相应结构变形图和应力图, 通过 VB 结果后处理模块提取出计算结果数据, 分析得出日光温室结构在 50 年一遇的极端天气下仍是安全可靠的, 这证明了该二次开发系统的可行性。该系统有利于用户方便快捷地对日光温室结构进行有限元分析, 减少了日光温室结构研究与设计的工作量, 提高了研究效率。

关键词 ANSYS; 二次开发; 日光温室; 结构有限元; VB

中图分类号 S625 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)33-13027-03

Application of VB - based ANSYS Secondary Development in solar Greenhouse Design

LI Shi et al (College of Mechanical and Electrical Engineering, Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040)

Abstract In order to study the structural properties of solar greenhouse, finite element analysis was conducted. The use of secondary development tool APDL provided by ANSYS was proposed, and greenhouse structure parameter input graphical interface finite element analysis program system was developed by VB, greenhouse structural finite element analysis was automatically completed. With Harbin City as an example, the corresponding structural deformation and stress diagram chart were obtained, the calculation result data was extracted by VB results post-processing module, it was found that the greenhouse structures under the extreme weather is still safe and reliable. The system helps users quickly and easily to conduct finite element analysis on greenhouse structure, reduce the workload of the greenhouse structure and design, and improve research efficiency.

Key words ANSYS; Secondary development; Greenhouse; Structural finite element; VB

日光温室是一种新型、高效、可控的农业生产设施。多年来, 人们通过对日光温室进行优化设计来实现最大化收益^[1-2]。近几年来, 全国各地风灾、雪灾时有发生, 日光温室设施频频遭受损失^[3], 导致这些事故的原因, 主要是对日光温室的理论研究不足, 缺乏有针对性的研究软件。

ANSYS 软件是一款大型通用有限元分析软件, 实际工程中经常用其对工程结构进行有限元分析, 但 ANSYS 复杂的英文界面和繁琐的分析步骤给从事有限元分析的技术人员造成了很大的困难^[4-7]。因此, 对 ANSYS 进行二次开发, 具有一定的创新性, 也对研究日光温室结构安全性有着重要的现实意义。

利用 VB 对 ANSYS 命令流进行后台封装, 应用 APDL 语言对日光温室进行了 ANSYS 静力学分析。结果用户只需要输入诸如日光温室建造地理位置、几何参数、结构用材等关键参数, 系统就能自动将输入的参数赋值给 ANSYS, 进行实体建模、网格划分、施加荷载以及求解。系统前台设计采用 Windows 提供的标准图形用户界面, 友好、易用, 对复杂、难于掌握的 ANSYS 命令流进行后台封装, 方便于借助该系统进行日光温室结构有限元分析及研究。

1 基本原理

ANSYS 具有强大的结构力学分析功能, 但要求用户必须具有较高的力学知识和软件经验。ANSYS 二次开发系统不

要求用户掌握 ANSYS 基本操作, ANSYS 自身提供的参数化设计语言 APDL 主要是实现从前处理建模、加载求解到后处理结果查看等全过程性的参数化语言^[8-11]。

先利用 APDL 语言编制日光温室有限元分析的相关命令流^[12], 然后利用 VB 语言设计出图形化参数输入界面, 方便用户完成日光温室相关参数的输入, 再将用户输入的日光温室参数补充到原 APDL 命令流中, 调用 ANSYS 后台运行新生成的 APDL 命令流, 最后通过 VB 后处理界面提取计算结果数据, 得出该结构设计是否安全的结论。整体系统流程图如图 1 所示。

2 基于 VB 的 ANSYS 二次开发

2.1 VB 前处理模块 VB 前处理模块主要负责实现二次开发系统与用户的交互, 读取用户输入的日光温室相关参数。当所有的参数输入完毕, 系统将结合原 APDL 命令流和用户输入参数自动生成新 APDL 命令流, 并以 txt 格式保存在程序运行目录下, 该文命名为 VBANSYS.txt。

2.2 VB 对 ANSYS 的调用 VB 为 ANSYS 应用的自动化提供了可视化操作平台, 可用于参数化编程等应用。其基本原理是 VB 通过其内部函数 shell 函数实现对 Windows 应用程序的调用。利用 VB 向打开的 ANSYS 程序写入 APDL 文件实现对 ANSYS 的控制。

对 ANSYS 调用的具体代码及注释如下:

Dim VBANSYS 定义 VBANSYS 变量, 用来存放 shell() 函数的返回值。

```
VBANSYS = Shell("C:\Program Files\Ansys Inc\v120\ansys\bin\intel\ansys120.exe -b -p ane3fl -i VBANSYS.txt -o VBANSYS.log", vbMinimizedFocus) 对 ANSYS 进行调用。
```

其中, "C:\Program Files\Ansys Inc\v120\ansys\bin\intel

基金项目 哈尔滨市科技创新人才研究专项基金(2011RFXXN044)。
作者简介 李石(1989-), 男, 湖南益阳人, 在读硕士研究生, 研究方向: 日光温室建模及软件设计。* 通讯作者: 郭艳玲, 教授, 博士生导师, 从事机电一体化技术与先进制造技术研究。
收稿日期 2013-10-20

"\ansys120.exe"为ANSYS的安装目录,此处为绝对路径,可更改。

"-b"为设置ANSYS的Simulation Environment为ANSYS Batch。

"-p"为设置License为对应的Product/Feature Names,此处用的是ane3fl,为Multiphysics模块的特征代码,即为-p ane3fl。

"-i"对应于ANSYS的Input File栏的设置,即所输入的APDL文档,VB前处理模块生成的VBANSYS.txt。

"-o"对应于ANSYS的Output File栏的设置,为输出的文档,一般为*.log文件,此处命名为VBANSYS.log。

"vbMinimizedFocus"为VB中的命令,表示调用时,后台运行窗口最小化。

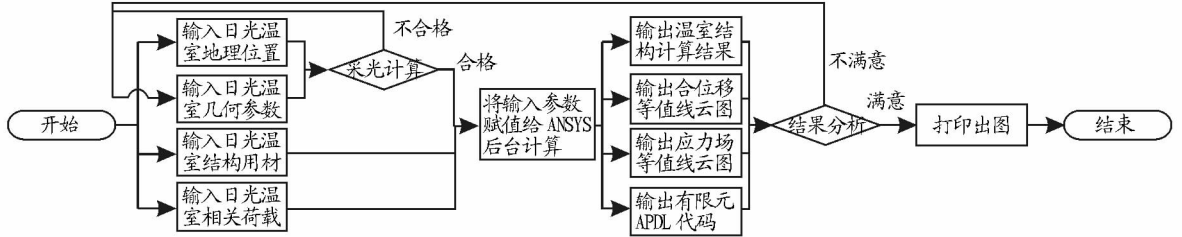


图1 系统流程

2.3 VB后处理模块 VB后处理模块主要负责提取计算结果数据,分别比较日光温室结构中前屋面角与当地合理的前屋面角最小值、最大受力节点所受应力与所用钢的许用应力值,以得出此日光温室采光性和结构安全性的评价,并判断该结构设计是否符合合理和安全结论的要求。

3 实例分析

3.1 基本情况 选取哈尔滨市某一无立柱圆弧形前屋面型日光温室作为实例来试验本ANSYS二次开发系统。整体日光温室坐北朝南,东西方向截面角度和尺寸如图2所示。日光温室总长度为50m,跨长为8m,脊跨比按一般标准1:2建造,即脊高4m,可利用2.5m后墙,为方便大型设备的工作及管理者的活动建造0.5m高前窗,后屋面水平投影长2m,用40mm×60mm方钢搭建日光温室钢骨架。材料杨氏模量为 2.0×10^{11} Pa,泊松比为0.3,密度为 $7\ 800\text{ kg/m}^3$,用10mm厚聚碳酸酯中空板(PC板)为覆盖材料。

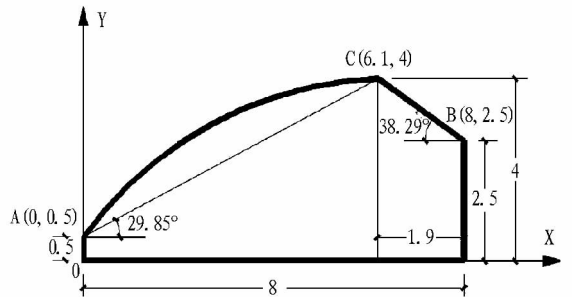


图2 日光温室东西方向截面模型(单位:m)

3.2 输入界面 双击二次开发系统打开,从地理位置下拉菜单中选择哈尔滨,系统自动从数据库中调用并填写地理纬度、基本雪压、基本风压、前屋面角合理最小值等数据,再输入日光温室相关几何参数、相关用材参数,日光温室荷载参数也是根据当地50年一遇的极端天气下雪载、风载以及工程应用中常用荷载值计算得到的,用户也可以自定义其荷载

图3 系统输入界面

最危险荷载组合的合位移等值线图:

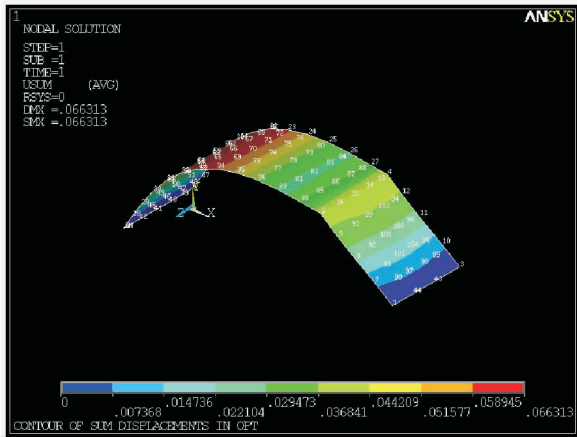


图 4 输出合位移等值线图

最危险荷载组合的等效应力场等值线图:

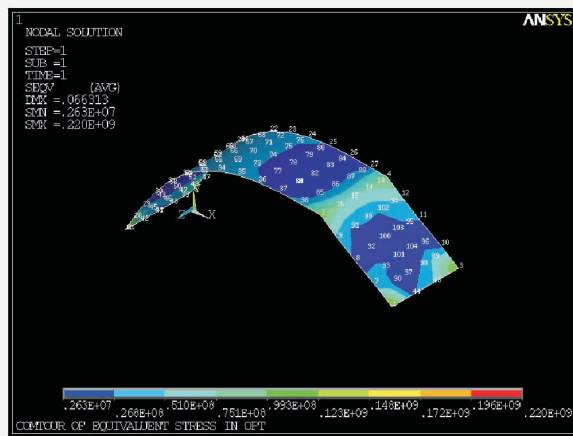


图 5 输出等效应力场等值线图

日光温室结构有限元分析计算结果:

日光温室结构有限元分析计算结果:

所建日光温室模型前屋面角 α' 为: 29.85 度
 大于 哈尔滨 处要求的前屋面最小角度 29.20 度
 此日光温室采光良好!

结构中最大受力节点为第 6 节点, 其受力为 220173588 Pa
 即结构中最危险内力为: 220 MPa
 小于钢的许用应力 235 MPa, 可确定此日光温室结构安全!

查看合位移等值线图
 查看等效应力场等值线图
 查看有限元 APDL 代码

打印出图 修改数据 新建数据 退出系统

图 6 系统计算结果

大小。确认完参数后就可以单击计算命令按钮,将输入参数值赋予 ANSYS 进行计算。整体界面程序如图 3 所示。

3.3 结果分析 试验用时 5~10 s 即完成了 ANSYS 的整体后台运算。计算得到的合位移等值线云图和等效应力场等值线云图分别如图 4 和 5 所示。VB 后处理模块提取相关信息,后处理计算结果,并反馈给用户,如图 6 所示。由计算结果可知,整个日光温室结构中最大受力节点为第 6 节点,其受力大致为 220 MPa,小于所用钢的许用应力 235 MPa,可确定此日光温室在 50 年一遇的极端天气情况下结构仍然安全。

4 结论

(1) 利用 VB 对 ANSYS 提供的二次开发工具 APDL,开发出了参数输入图形化界面的日光温室结构有限元分析系统。

(2) 该系统给用户提供了一个友好的界面,不熟悉 VB 和 ANSYS 的用户也可以完成日光温室的有限元分析。此外,该界面操作简单,具有人机交互性,只需要在提示界面下对日光温室结构参数做简单输入或修改,即可完成温室结构的有限元分析。

(3) 该系统对日光温室的研究及评估快捷、准确,提高了日光温室设计及分析的效率。

(4) 该文提供了一种基于工程应用的 VB 调用 ANSYS 的有效方法,在实际工程中的应用有一定参考价值,对解决同类 ANSYS 二次开发有一定帮助。

(5) 该系统目前暂时只能研究无立柱圆弧形前屋面型日光温室,缺少一定的全面性,在未来的研究中将继续加入其它日光温室模型,以便研究其它类型的日光温室。

参考文献

- [1] 张东兵. 日光温室结构设计探讨[J]. 农业技术与装备, 2011(10): 45-47.
- [2] 明月. 日光温室结构优化设计研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2007.
- [3] 权丽珍, 马新立. 从北方大雪后看温室结构特点与抗灾效果分析[J]. 栽培技术, 2010(2): 9-11.
- [4] 闫毅, 王瑞梅, 陈丽梅, 等. 北方地区日光温室的设计与环境控制[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(35): 15741-15743.
- [5] 刘建, 周长吉. 日光温室结构优化的研究进展与发展方向[J]. 内蒙古农业大学学报, 2007, 9(28): 264-268.
- [6] 张京社, 柴文臣. 高寒区现代日光温室结构与建造[J]. 山西农业科学, 2012, 4(8): 870-873.
- [7] 刘志杰, 郑文刚, 胡清华, 等. 中国日光温室结构优化研究现状及发展趋势[J]. 中国农学通报, 2007, 2(23): 449-453.
- [8] 周长吉. 现代温室工程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [9] 张东兵. 日光温室结构设计探讨[J]. 农业技术与装备, 2011(10): 45-47.
- [10] KENDIRLI B. Structural analysis of greenhouses: A case study in Turkey [J]. Building and Environment, 2006, 41: 864-871.
- [11] 曾攀, 雷雨萍, 方刚. 基于 ANSYS 平台有限元分析手册 结构的建模与分析[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.
- [12] 张波, 盛和太. ANSYS 有限元数值分析原理与工程应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.

(上接第 13026 页)

- [16] 李源, 赵艳玲, 石秀伟, 等. 模糊评价在高潜水位矿区复垦潜力评价中的应用[J]. 广东农业科学, 2013(2): 166-168.
- [17] 杨伟, 廖和平, 谢德体, 等. 模糊综合评价法在农村居民点整治潜力测算方法优选中的应用——以重庆市长寿区为例[J]. 云南师范大学学报, 哲学社会科学版, 2012, 44(2): 52-59.
- [18] 杨纶标, 高英仪. 模糊数学原理与应用[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2006.
- [19] 王建国, 杨林章, 单艳红, 等. 模糊数学在土壤质量评价中的应用研究

- [J]. 土壤学报, 2001, 38(2): 176-183.
- [20] 范金梅, 孟宪素, 薛永森. 中国耕地整理潜力评价初探——以北京延庆县为例[J]. 地理研究, 2004, 23(6): 736-744.
- [21] 张正峰, 陈百明, 郭战胜. 耕地整理潜力评价指标体系研究[J]. 中国土地科学, 2004, 18(5): 37-43.
- [22] 国土资源部土地整理中心. 土地开发整理标准[S]. 北京: 中国计划出版社, 2000.
- [23] 张光宇, 刘永清. 土地利用问题的系统学思考[J]. 中国土地, 1997(10): 15-17.