

基于 VC 和 ANSYS 的自动扶梯 CAE 辅助分析系统研究

吴海平¹,江叶峰²,吴兴生¹,蒋杰¹

(1. 杭州市特种设备检测研究院,浙江 杭州 310014; 2. 嘉兴市特种设备检验检测院,浙江 嘉兴 314050)

摘要:在自动扶梯设计研发中,对 CAE 分析的需求是不同的。应用 ANSYS 的二次开发工具 APDL 和 Visual C++及数据交互技术,结合智能制造特点开发出了一套自动扶梯 CAE 辅助分析系统,可以满足 CAE 不同层次分析目标需求,有效地解决自动扶梯研发中遇到不同层次力学问题,缩短研发周期,节约企业成本。

关键词:自动扶梯;CAE;Visual C++;APDL;批处理

中图分类号:TP391.73 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2019)06-0134-03

Research on Escalator CAE Aided Analysis System Based on VC and ANSYS

WU Haiping¹, JIANG Yefeng², WU Xingsheng¹, JIANG Jie¹

(1. Hangzhou Special Equipment Inspection and Research Institute, Hangzhou 310014, China;

2. Jiaxing Institute of Special Equipment Inspection, Jiaxing 314050, China)

Abstract: In the research and development of escalator, the demand of CAE technology is hierarchic. Based on Visual C++ and ANSYS secondary development tool APDL and data interface technology, this article studies the CAE technology meeting different requirements. And the aided analysis system of the escalator is developed with the intelligent manufacturing characteristics. The system can be used to effectively solve the problems appearing in the research and development thus reducing the design costs and shortening the development cycle.

Keywords: escalator; CAE; Visual C++; APDL; Batch mode

0 引言

自动扶梯作为一种连续输送人员上、下并带有循环运动梯路的固定电力设备,已在诸多领域得到普遍应用。自动扶梯制作工艺复杂,对力学分析需求巨大,尤其是其自动扶梯桁架安全性能分析直接影响自动扶梯的安全使用^[1]。当前自动扶梯制造企业对产品研发主要根据客户要求来设计和分析产品特性,这个研发过程较为被动,导致产品研发周期延长和成本增加,企业缺乏主动与系统地了解产品综合性能。

CAE(computer aided engineering,计算机辅助工程)技术在产品研发过程中起到巨大的作用,近年来发展迅猛。企业可以应用 CAE 技术避免很多重复试验,为产品的优化设计和高效性能提供精准保障,CAE 技术已成为企业产品研发必不可少的工具。CAE 专业技术强,企业普通研发人员对软件不能很好掌握,往往对产品 CAE 分析只能简单分析或外包方式发给专业分析人员,而专业分析人员对产品制造过程无法了解透彻,从而影响产品分析结果的准确性。

对自动扶梯产品开发过程分析发现,同型号的自动扶梯零部件重复使用率达 50%以上,30%左右的零部件可以作部分修改再应用于新产品,有约 20%的零部件必须重

新修改设计。所以如果将 80%以上零部件作系统梳理,采用 CAE 二次开发工具,通过模版化、导航化分析使得普通设计人员方便快速获取想要的分析结果,可以有效帮助各类研发人员解决 CAE 分析问题。

本文提出了一种运用 VC(Visual C++)和 APDL 工具而开发自动扶梯 CAE 分析系统构想。该系统将大大提高研发效率,降低产品开发成本。

1 ANSYS 二次开发

ANSYS 提供了 3 种二次开发工具^[2],即 UIDL、UPFs 及 APDL。

UIDL 用来改变 ANSYS 界面;UPFs 是用户在源代码的基础上修改函数和可编程序序来增加功能。APDL (ANSYS 参数化设计语言)是一种解释性文本语言。APDL 可将 ANSYS 命令流以宏形式组织开发出参数化的用户程序,以实现分步骤有限元分析的全过程,这样可在 ANSYS 中定制分析导航工具条、一系列参数化对话框、三维模型、材料定义、网格划分、载荷和边界条件、分析控制和求解以及参数化的后处理等。APDL 是 ANSYS 最简单有效二次开发工具。

VC 是一种高效的编程语言工具,用 VC 可开发集成 ANSYS 分析导航操作界面。ANSYS 与 VC 的数据接口方

式为批处理,即 batch mode^[3]。APDL 宏中存放了命令流语句,APDL 命令流语句可直接被 VC 调用。通过命令由 VC 直接调用参数化的 ANSYS 命令^[4-8]。

2 自动扶梯分析系统实现过程

2.1 自动扶梯产品 CAE 分析系统归类

根据企业研发生产调查,沿用已有扶梯型号生产,部分自主改进是企业主要的生产模式。自动扶梯产品结构图见图 1,零部件结构树见图 2。依据生产模式可作以下归类:A 类零部件为只作少量修改的零部件;B 类零部件为结构变化较大的零部件,比如扶梯桁架等;C 类零部件为研发的核心,即在自动扶梯产品中变化最大、专业化要求高的零部件,也是其设计研发的关键零部件,如梯级系统、梯路导轨系统、驱动主机,附加制动器等。

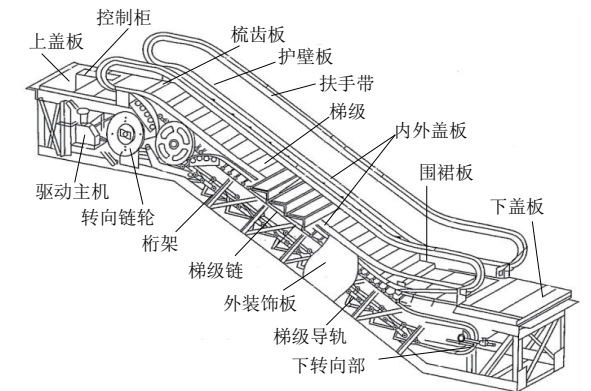


图 1 自动扶梯产品结构图

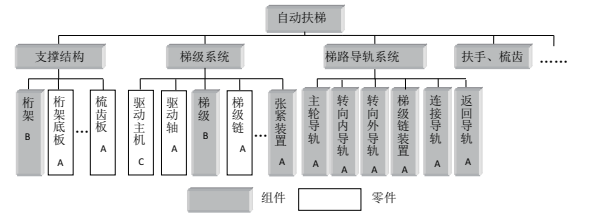


图 2 自动扶梯产品零部件结构图

根据以上归类特点,可以将扶梯 CAE 分析归为以下 3 类:

- 1) 参数化 CAE 分析^[9]。主要针对扶梯的 A 类零部件,对如桁架底板和梳齿板的材料参数、布置驱动主机位置与螺栓数量、弹簧弹性模量等参数作优化,降低材料成本,提高扶梯性能。
- 2) 模板化 CAE 分析。系列化的自动扶梯其实质大同小异,无非是提升高度、提升角度、梯级宽度等的变化,而每种自动扶梯的桁架强度振动及梯级强度等都有分析要求。此外,如何在提高桁架与梯级强度前提下减少成本,也是设计者必须考虑的问题。对此,可针对此分析特点开发出分析模板,并运用 CAE 分析导航,引导研发人员合理选择材料等参数,并简化分析步骤,在完成分析的同时提高工作效率。

3) 专业化 CAE 分析。适用于根据客户新要求开发的非标扶梯,与标准化扶梯不同,非标扶梯如桁架强度分析需要单独建模并作 CAE 分析。此外诸如控制柜、变频器的散热分析及散热结构设计难度较大、专业性强,都要由专业分析人员完成。这就需要通过分析平台,研发人员和分析人员可以交流分析数据,提交问题和改进分析方案等。

2.2 分析系统的实现方法

根据以上扶梯的 3 种不同分析归类,分析系统实现方法如下:

1) 参数化 CAE 分析单元。在 VC 编译而成的界面中输入扶梯的参数,形成需要分析的 APDL 参数化命令流文件,界面再调用 ANSYS 完成分析,然后从工作目录获取分析结果,存入库,通过界面可查看各类型分析结果云图。图 3 为参数化 CAE 分析单元实现流程图。

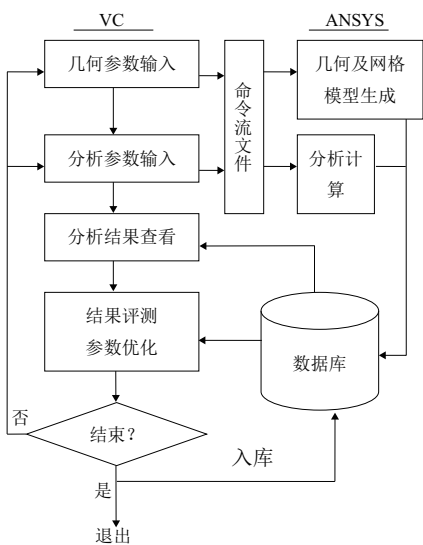


图 3 参数化分析流程图

2) 模板化 CAE 分析单元。在界面中完成工作目录与要分析的类型选择,再设置模版,启动 ANSYS 进入分析界面。在 ANSYS 已定制的导航条中完成模型、材料、单元、边界条件载荷等参数的更改,在 ANSYS 中查看完成结果。图 4 为模版化 CAE 分析流程图。

3) 专业化 CAE 分析单元。企业研发人员主要通过 VC 界面完成确定分析任务、提交模型给专业 CAE 分析师,分析师完成分析后把结果存入数据库供研发者参考。图 5 为专业化 CAE 分析流程图。

3 实例应用

本文以浙江省制造业信息化与智能制造为背景,结合扶梯企业生产模式,开发自动扶梯辅助分析系统。

图 6 为参数化 CAE 分析界面,以桁架分析为例,系列化同型号桁架分析都作参数化设置,设计人员只需输入相应数据就可获得想要的结果。

图 7 所示模板化 CAE 分析界面中,有直接分析和分

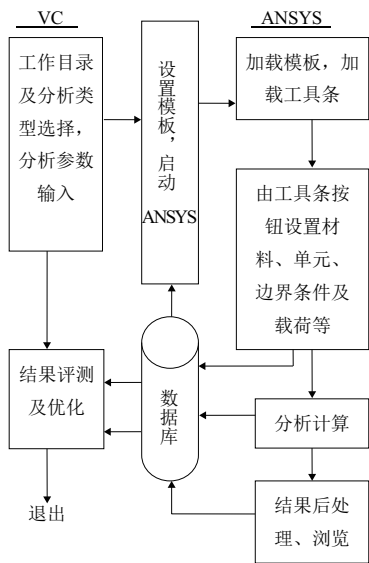


图 4 基于模板的 CAE 分析流程图

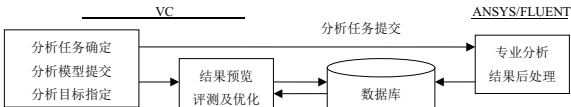


图 5 专业分析模块流程图

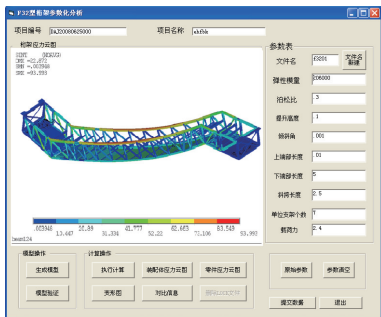


图 6 参数化 CAE 分析界面

步骤分析两种方法。前者应用于模型网格不需更改的情况,而后者则应用于三维模型和网格变更的情况。为方便操作,ANSYS 界面中定制导航工具条,引导设计人员按序顺利操作。定制的工具条有简单和分步骤可供选择(图 8),此外在界面中还可以定制针对网格建立划分修补等一些个性化操作工具。

分步骤分析以自动扶梯桁架强度为例,先输入项目名称、项目编号和工作目录,选择分步操作分析类型,选择要分析的 CAD 模型。界面用 CAD 软件导出的 IGES 文件再导入到 ANSYS 界面中,在 ANSYS 界面中,通过导航工具条等工具的操作,工具条中触发用宏文件设置的对话框,完成单元、材料、载荷边界等参数的输入和修改,最后求得分析结果。桁架强度应力分析云图如图 9 所示。

图 10 为专业化 CAE 分析界面,以非标桁架分析为例,设计者通过 CAD 模型将分析目的等提交给 CAE 分析人员,CAE 分析人员把分析结果提交到界面供设计人员参考,以此交互界面来完成任务。

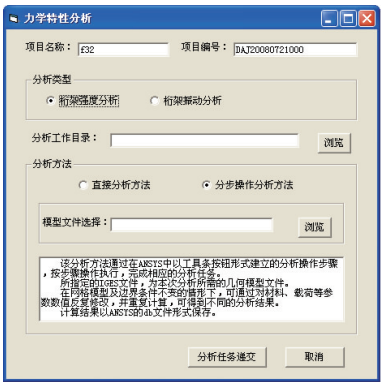


图 7 模板化 CAE 分析界面



a) 简单工具条



b) 分步骤工具条

图 8 专业分析模块流程图

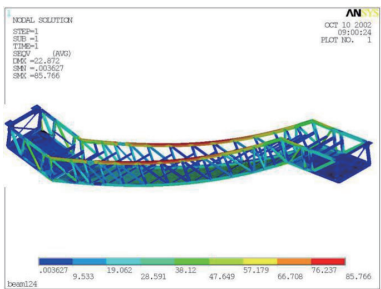


图 9 桁架强度分析应力云图

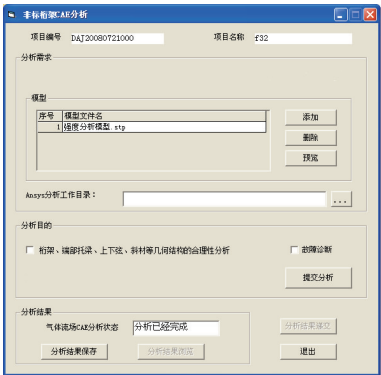


图 10 专业 CAE 分析操作界面图

4 结语

本文介绍了运用 VC 和 ANSYS 二次开发工具研发的自动扶梯辅助分析系统,提供多种有效途径来解决研发人员在扶梯研发中碰到的 CAE 分析难题,界面灵活、多样,定制了参数化对话框、个性化的导航工具及网格划分工具。该系统能有效帮助企业缩短研发周期,降低研发成本。

(下转第 163 页)