

基于 SolidEdge 平台的工业汽轮机变型设计系统开发*

吴扬东^{1,2}, 王 斌²

(1. 浙江大学 现代制造工程研究所, 浙江 杭州 310027; 2. 贵州大学 机械工程学院, 贵州 贵阳 550003)

摘 要:针对企业存在的问题,提出了基于事物特性表技术和参数型 CAD 软件的汽轮机变型设计系统总体结构,对各功能模块的组成、模块的注册、主模型的建立及设计流程进行了深入探讨;通过对 SolidEdge 进行二次开发与数据库系统集成,开发了一套汽轮机变型设计系统,并通过典型产品的设计,验证了该系统的应用性能。

关键词:汽轮机;变型设计;事物特性表;CAD

中图分类号:TH164

文献标识码:A

文章编号:1671-5322(2005)03-0001-04

工业汽轮机属于资金、技术、人才密集型产品,其行业进入较为困难,市场占有率相对较高。它的零部件种类繁多,且工况较差,需要在高压、高温中长时间连续运转,要求有非常高的可靠性。设计和制造工业汽轮机需要机械、流体、材料、热力学、CAD/CAM 等各方面的专业知识。由于每台工业汽轮机都是按照客户的要求定制的,如果对每一产品都从新设计,难以实现对市场的快速响应。最好的方法是通过一些成熟的、通用的标准零部件模型进行变型设计,组成用户的定制产品;但单靠人工计算很难实现复杂的设计过程,开发专用的 CAD 系统是企业的迫切需要。

1 开发平台及编程接口

汽轮机变型设计系统是为汽轮机企业设计人员开发的一种 CAD 软件包,系统开发方案必须针对企业技术人员的特点,力求软件系统易学、易用,使用者只要具有相关 CAD 软件的专业知识,经过短时间学习,就可以应用该软件包进行设计工作。为此,所选择的开发平台必须具有强大的编程接口及良好的使用性能。

1.1 SolidEdge 设计平台

CAD 系统的开发可以采用基于某个 CAD 系统的二次开发,如天正系列软件等,就是基于 Autocad 软件二次开发的产品。使用二次开发的方式,可充分利用原有软件的工作能力,开发包的接口使用方便,比较适合本系统。考虑到本系统是三维软件面向产品设计的应用,为使系统既有较高的性能又有较低的价格,选用 SolidEdge 作为三维设计平台,并对其进行二次开发。

SolidEdge 是由美国 UGS 公司开发的中端 CAD 软件包,它以 Parasolid 为图形引擎,支持流形造型与单元体造型、混合维造型,并提供了丰富的边、面高级过渡和布尔运算功能,它采用容差造型技术,使模型文件交换可靠,避免了丢失几何数据,可向其他 CAD 系统无损地导出数据,并支持复杂几何操作、复杂零件的拔模操作及对复杂曲面的变形操作,是各种机械设计工作的强有力的工具。具有优良的实体建模功能;SolidEdge 采用工作流技术定义模型,通过改善用户交互速度和效率来提高计算机辅助设计效率,具有强大的特征管理器,它提供的特征设计树同实体模型实时

* 收稿日期:2005-06-05

基金项目:国家自然科学基金资助项目(70271013);教育部博士点基金项目(20020335059);浙江省科技公关计划重点科研项目(021110514)

作者简介:吴扬东(1969-),男,辽宁本溪市人,浙江大学现代制造工程研究所博士研究生,贵州大学机械工程学院讲师,主要从事产品建模、大批量定制、网络化制造等研究。

动态联接,并且支持 Internet 产品发布技术,它具有尺寸驱动功能,应用程序接口功能丰富,便于进行二次开发。

1.2 SolidEdge 二次开发的编程接口

SolidEdge 采用基于 COM 的 Active X Automation 技术提供应用程序开发接口,为用户提供了强大的二次开发功能。它提供的接口使开发者能够以各种支持 COM 编程技术的 Windows 程序设计工具对 SolidEdge 进行定制开发,开发包封装了几乎全部的内部函数,调用方便,简化了开发过程,使用户方便地开发出定制的应用模块来扩展 Solidedge 的功能。

ActiveX Automation 是 Microsoft 公司提出的技术标准, SolidEdge 的应用程序接口通过 ActiveX Automation 技术使用户自定义或自动操作 Solid Edge,用户开发模块作为客户程序提出对话要求, SolidEdg 作为服务程序响应客户程序的要求,完成相关的造型、运算等设计工作。

SolidEdg 内部编程对象间的关联采用层次结构的形式, Application 对象位于层次树的最顶端,当要调用某一对象完成相应的功能时,需要首先访问 Application,然后沿层次结构向下访问,调用相关对象。

由于系统使用实体模型完成复杂的建模、装配、拓扑运算等工作,对支持系统的运行性能要求较一般的二维工程软件要高;另外,为实现在运行过程中通过简洁的方式实现人机交互,本系统采用插件方式在 SolidEdg 环境下运行,既可实时察看到详尽的设计信息,又能充分利用 SolidEdg 的强大功能进行设计工作。

2 系统原理及组成

2.1 系统的总体结构

常规的工业汽轮机设计过程非常复杂,一般先由用户提出需要的工业汽轮机参数,如功率、转速、进汽压力、排汽压力、进汽温度和设备类型等,然后由设计人员进行设计,再将结果反馈给用户,整个周期较长。因此,用户难以很快得到对不同参数的设计结果,无法对不同方案进行比较。

汽轮机变型设计系统的开发和使用,缩短了产品的设计周期,加快了企业对市场的响应速度。系统结构如图 1 所示

2.2 设计原理及主要功能模块

本文采用基于事物特性表的变型设计技术。

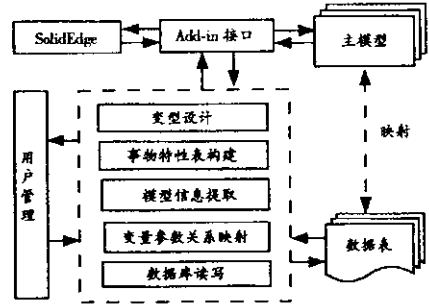


图 1 系统总体结构

Fig. 1 Variant design system framework

事物特性表是指表征产品(包括部件、零件)的功能、几何、制造等事物特性,并以固定格式表的形式反映出来的信息集合。事物特性表定义了从对象组中表征和区分某个对象的决定性特性,规定了特性数据的表示格式,使产品的特性数据能够方便地在不同的系统之间交换。基于事物特性表的变型设计是在原有产品基础上,通过改变事物特性表中的特性值而得到相似产品的设计方法。这一原理祁国宁^[1]、吴扬东^[2]、鲁玉军^[3]等在文献中进行过详尽的论述。由于事物特性表存储着产品主模型的各个实例化对象和它们之间的关系,所以,可以通过事物特性表来实现产品的变型设计。所谓产品主模型是指在 CAD 系统中,将产品的几何图形表示成参数化的变型模型。通过给参数赋不同值,可以从主模型中派生出所希望的产品实例。

整个系统包括用户管理模块、事物特性表构建模块、数据库读写模块、模型信息提取模块、变量参数关系映射模块和变型设计模块等部分。

用户管理模块管理整个系统的运行,是用户进入系统的入口。该模块还负责对用户权限的分配,对于非设计人员,只具有浏览的权限,设计人员则可以通过该模块调用相应的其他模块完成相应的设计工作,并实时观察系统运行的状态和结果;该模块除了负责任务调度外,还负责管理系统与 SolidEdge 内核之间的通信、向其他功能模块提供服务等任务。

变量参数关系映射模块用于建立事物特性表与 SolidEdge 中变量表之间的映射关系,通过两个表间的一一对应关系,系统就可以由事物特性表驱动零部件主模型在 SolidEdge 中的变量表,进而驱动主模型实现变型设计,得到新产品实例。

模型信息提取模块是为建立零部件的事物特性表服务的,它通过遍历零部件变量表,将其中的

所有的变量名、变量值、变量类型等信息提取出来,同时读取模型的属性信息,并将他们反映给设计者,供其编辑使用,以建立相应的事物特性表。

事物特性表构建模块用于读取信息提取模块给出的零部件变量信息及属性信息,根据《GB/T10091.1 事物特性表定义和原理》的要求,由设计者对其进行标准化处理,建立相应零部件的事物特性表。

数据库读写模块根据事物特性表的建立结果,调用数据库接口,在数据库中建立与事物特性表相对应的表,并将各个事物特性值存储于表中;在浏览产品时,将数据值读出并输出给相应模块。数据库中表与相应的主模型是一一对应的。

变型设计模块通过基于 COM 的程序接口,驱动零部件主模型的变量表,实现变型设计。设计者根据设计要求,通过该模块为主模型赋予新的值,将模型实例化,得到新的产品模型;若新的设计符合用户要求,则通过变量参数关系映射模块和数据库读写模块将参数值存入数据库。

3 汽轮机变型设计的实现

3.1 开发模块的注册

用于用户工具条插件开发的编程对象是 add-in, SolidEdge API 提供的开发接口使开发者可以将 add-in 与 SolidEdge 完全集成在一起^[5], add-in 对象的层次结构如图 2。

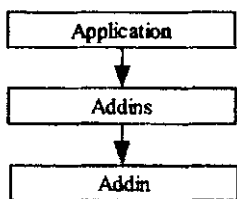


图 2 add-in 对象的层次结构

Fig. 2 Add-in hierarchy

实现一个 SolidEdge 的用户工具条插件, add-in 必须是自注册的动态链接库,由开发者编写脚本注册这个动态链接库到注册表中, SolidEdge 才能够正确的将它识别为一个工具条插件。程序的编制必须符合 COM 编程规范, add-in 使用为其分配的指针联接到 SolidEdge 的事件池,使用完毕后需释放指针。

add-in 在开发过程中必须使用标准的 Windows 资源,它实现接口的定义存在于 SDK 包的 addin.h 中, IsolidEdgeAddIn 是 add-in 首先要实现的接口,它控制用户插件的联接与断开。

SolidEdge 共有零件、装配、板金、焊接和工程图 5 种设计环境,环境的类别标识为字符串, add-in 通过 IsolidEdgeAddIn 接口的 OnConnectToEnvironment 属性,使用这些字符串决定它所要联接的环境,所用的键值在注册表 Environment Categories 子键下枚举列出。

SolidEdge 在启动时通过注册表寻找 add-in 对象的信息并加载。对于用于指明 add-in 对象工作环境的类别码, SolidEdge 通过搜索注册表的 Environment Categories 子键的值来确定工作环境。

注册脚本文件在 Windows 环境下直接运行完成注册。这样,在 SolidEdge 启动后,即可加载用户工具条插件,并通过工具条调用其他用户模块,完成专业化的设计任务。

3.2 变型设计的实现流程

为顺利实现汽轮机的变型设计,首先需要做大量的基础性工作,包括零部件种类分析、面向零件族的零件分类、零部件名称分析、零部件形状和参数分析等工作,对零部件实施标准化和规范化处理,规范产品结构,减少基本变量,建立导出变量间的关系,提出具有代表性的标准几何结构,而其他结构则可以通过对变量值和约束的修改得到,从而进一步建立可以实施变型设计的零部件几何模型及其事物特性表,即零部件主模型。零部件主模型的建立流程如图 3 所示。

3.3 应用实例

本文通过对 SolidEdge 进行二次开发,并与 SQLServer 数据库集成,开发了汽轮机变型设计系统,并通过某型汽轮机零部件的变型设计,以验证其性能。如图 4 为进行该汽轮机汽缸体的实例产生和修改。设计过程中,首先在 SolidEdge 中建立零件实体模型;然后调用各功能模块,打开变量表,提取特性参数,并对各特性进行详细说明,对所有特性进行描述后完成整个事物特性表构建。部件层次事物特性表构建同零件层次构建过程类似。

在实例产生过程中,可以先选择一个相近的零件,然后复制其所有的数据,根据需要修改其中的表列,产生新的实例。部件层次实例产生可以通过直接输入相应的特性值或者通过复制相似的实例然后进行修改来实现,图 5 为最后完成的汽缸体的设计实例。

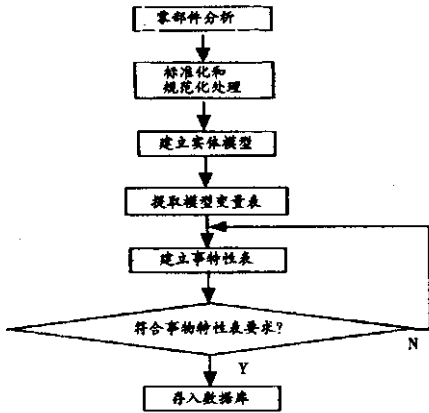


图 3 主模型的建立流程
Fig. 3 Master model modeling

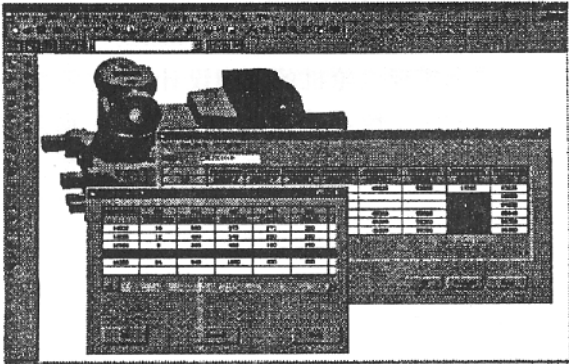


图 4 汽轮机汽缸体实例产生和修改
Fig. 4 Steam turbine cylinder building and modification

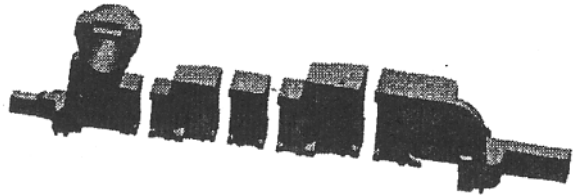


图 5 汽轮机汽缸体的设计实例
Fig. 5 Steam turbine cylinder instance

4 结束语

本文探讨了汽轮机变型设计系统的开发平台及开发原理,研究了系统的总体结构、主要功能模块及设计流程,并通过一个典型产品的设计实例,验证系统的应用情况。

该系统基于事物特性表原理,使用 COM 编程技术开发,可以通过事物特性表驱动 SolidEdge 中的实体模型,完成变型设计,快速生成满足用户要求的产品,并且扩展性良好,可以进一步与 PDM 系统集成。系统以 SolidEdge 插件的形式工作,充分利用了 SolidEdge 友好的界面和强大的功能,实时表达产品的三维实体设计结果,缩短了设计周期,提高了工作效率。

参考文献:

[1] 祁国宁. 大批量定制技术及其应用[M]. 北京:机械工业出版社,2003.
[2] 吴扬东. 于 Web 的变型设计系统[J]. 中国机械工程,2004,15(9):1720-1725.
[3] 鲁玉军. 基于事物特性表的产品变型设计[J]. 计算机集成制造系统-CIMS,2003,9(10):840-845.
[4] 李启炎. SolidEdge 二次开发高级指南[M]. 上海:同济大学出版社,2000.
[5] UGS Inc. Customizing SOLIDEDGE[Z]. UGS Inc, 2001.

A Steam Turbine variant Design System Based on SolidEdge

WU Yang-dong^{1,2}, WANG Bin²

(1. Institute of Contemporary Manufacturing Engineering, Zhejiang University, Zhejiang Hangzhou 310027, China)
(2. College of Mechanical Engineering, Guizhou University, Guizhou Guiyang 550003, China)

Abstract: Aiming at the existing problems of enterprises, this paper puts forward the framework of stream turbine variant design based on Tabular Layouts of Article Characteristics and CAD, and discusses the composing of module, module register, master model modeling and design process intensively. By redeveloping Solid Edge and integrating it with SQL server, the authors obtain a prototype of stream turbine variant design system. Finally, they design a typical product to test the performance of the system.

Keywords: Stream turbine; variant design; Tabular Layouts of Article Characteristics; CAD