

相关技术

离合器参数化设计及仿真分析系统研究

彭亦军, 龚春全, 严忠胜, 卢永文

(七一—研究所, 上海 200090)

摘要: 以某离合器为研究对象, 提出了一种基于 Pro/E 的离合器参数化设计及仿真分析集成系统, 并利用 VC++6.0 作为开发工具, 突破了系统设计原理、程序流程及系统开发中的关键技术。运行结果表明, 该系统的使用可大幅提高离合器设计效率。

关键词: 离合器; 参数化设计; 仿真分析

中图分类号: TH164 TP391.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4357(2010)01-0049-04

Study on Parametric Design and Simulation Analysis System for Clutch

Peng Yijun, Gong Chunquan, Yan Zhongsheng, Lu Yongwen

(Shanghai Marine Diesel Engine Research Institute, Shanghai 200090)

Abstract: Taking a clutch as the research object, a Pro/E based parametric design and simulation analysis system for clutch is presented. It use VC++6.0 as development tool, and break through key technical points about system design principles, program flow, as well as the key points during the process of development. It is revealed that the efficiency of clutch design may be greatly improved by using this system.

Keywords: clutch; parametric design; simulation analysis

1 概述

目前激烈的市场竞争迫使企业开始寻求采用基于知识的参数化设计技术, 同时辅以数值模拟的手段代替传统的“试错”方法, 以缩短产品研发周期。但目前复杂产品参数化设计与专业 CAE 软件有机地集成起来的实用系统较少。建立某一系列产品的数字化功能样机是发展趋势之一: 即针对某类产品的参数化设计、分析与仿真实现全分析功能的集成; 用户利用集成平台, 修改 CAD 模型、进行 CAE 分析都十分方便, 无疑将大大提高产品的设计效率、缩短周期。本文介绍一种以 VC++6.0 为开发平台, 基于 Pro/E 的离合器参数化设计及仿真分析系统的设计原理及其实现的关键技术。

2 系统研究目标

本系统研究目标为: 通过对 CAD 软件进行二

次开发, 将离合器关键零件的关键尺寸参数化, 对关键零件间装配关系在一定程度上实现参数化; 采用动力学仿真软件对离合器工作过程的机构运动进行模拟, 给出关键部件运动参数及承载信息, 确定关键部件工作中的危险时刻并利用有限元软件计算关键部件应力应变值; 开发集成软件, 实现离合器关键零件及装配的参数化造型, 实现 CAD 软件、动力学仿真软件(ADAMS)与有限元软件(MARC)之间的参数化通信, 并对离合器工作过程中摩擦片的受力与热负荷情况进行热力耦合分析, 输出用户自定义量值信息。

3 系统开发的关键技术

3.1 Pro/E 二次开发技术

本系统 CAD 软件选用 Pro/E。Pro/E 二次开发有两种不同的模式: 同步模式和异步模式^[1]。同步模式是指在打开 Pro/E 的同时, 调用二次开发生

收稿日期: 2009-07-02

作者简介: 彭亦军(1950-), 男, 研究员, 主要研究方向为动力传动技术。

成的可执行文件 EXE 或 DLL 文件,加载菜单项,执行相应操作;异步模式开发的应用程序拥有自己的主函数(main()),其启动完全独立于 Pro/E,可在程序运行后启动 Pro/E 程序或与一个已经运行的 Pro/E 程序建立联接。同步模式很容易做到与 Pro/E 的无缝集成,运行速度相对较快,但此模式不利于和其它 CAD 系统的结合,同时其应用程序也不宜过大。因此本系统采用异步模式开发,这样有利于在应用程序中批量实现 CAD 模型参数化。

3.2 开发平台的选择和数据库的创建、管理

本系统选用 VC++6.0 作为开发平台。VC++6.0 提供了对数据库的管理,使用户可以很方便地在开发环境中管理数据库,而不需要进入数据库系统管理。无论是功能简单的数据库(如 Jet Engine),还是复杂的大型数据库系统(如 Oracle),VC++6.0 都提供了大量的数据库访问接口。这些接口主要有开放数据库连接(ODBC API)、开放数据库互连(ODBC)、数据访问对象(DAO)、数据访问范例(OLE DB)、ActiveX 数据对象(ADO)等五种^[2]。

系统选用 Microsoft Access 作为数据管理的工具。Access 小巧、灵活,对数据库的基本操作(如:添加、删除、查询等)十分简便,同时功能实用。本系统所有零件参数尺寸存放在一张表中,读入方案时用零件的参数更新数据库中的数据;这样数据库中存放的数据量较小,仅 100K 左右。根据需要,访问数据库的接口技术采用了 ODBC API、ADO 等。ODBC API 的特点是功能强大丰富,提供了异步操作,事务处理等高级功能,但相应的编程复杂,工作量大。ADO 接口面向对象,接口简单,具有更广泛的特征数组和更程度的灵活性。

3.3 参数化通信技术

本系统集成参数化设计、动力学仿真分析、有限元仿真分析、仿真结果后处理等功能模块;实现的关键之一是如何实现 CAD 软件(Pro/E)、动力学仿真软件(ADAMS)与有限元软件(MARC)相互之间的参数化通信。本系统参数化通信技术主要包括 CAD 参数化接口、多体动力学仿真参数化接口、结构和热负荷仿真参数化接口等三个接口。参数化接口可实现文件定位和文件修改等主要功能。本系统通过搜索环境变量和数据库来实现文件定位,通过文件写入、写出操作来实现文件修改。图 1 为结构和热负荷仿真参数化接口的程序流程图。

3.4 数据搜索技术

仿真结果文件数据量往往很大,其中大量的数据是每一步计算的数值结果等中间数据。本系统采

用特殊的数据搜索技术较好地解决了这个问题。本系统通过软件编程将用户关心的关键数据提取出来,经过一定的比较或运算等处理,将最终结果提交给用户并写入数据库。系统通过数据搜索技术,既提高了运行速度,又可避免用户在不擅长的仿真分析软件操作上花费大量精力。

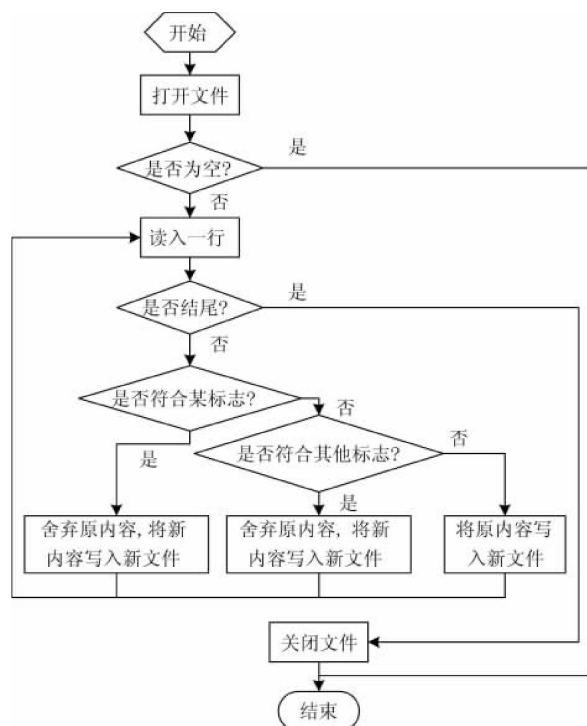


图 1 结构和热负荷仿真参数化接口的程序流程图

4 系统开发

4.1 系统集成平台结构

本系统通过对离合器关键零部件及关键装配关系实现参数化;建立 Pro/E 与 ADAMS 软件间的参数化接口,自动生成运动仿真模型并进行离合器运动仿真;建立 ADAMS 与 MARC 之间的参数化接口,自动生成热力耦合分析所需载荷与约束文件,构造热力耦合分析有限元网格模型,添加边界条件及从界面获得的材料信息,生成求解控制等相关信息并进行热力耦合分析,输出对 MARC 软件进行二次开发所得用户自定义量值信息。本系统集成平台结构如图 2 所示。

4.2 系统程序结构

4.2.1 系统总体程序结构

根据研究目标,同时考虑到系统功能的扩展、升级与维护,系统的开发采用模块化的总体思路:将 CAD、CAE、设计数据库分别定义为不同模块;通过定义与构造各模块间的数据通信接口实现模块

间的数据动态交换; 将所有模块及数据通信接口集成在用户界面中, 通过相关控制参数实现不同的功能。系统总体程序流程如图 3 所示。

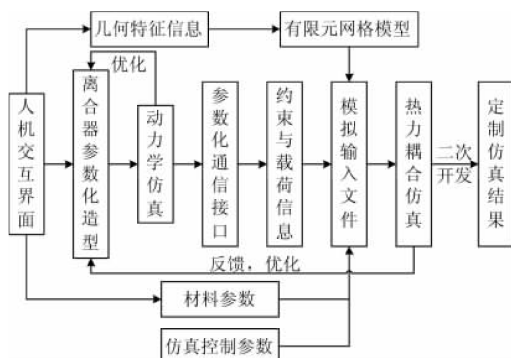


图2 系统集成平台结构

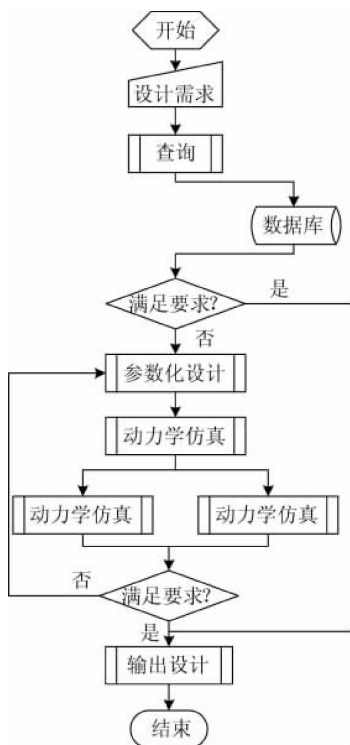


图3 系统总体程序流程图

4.2.2 参数化设计模块架构

参数化设计模块架构如图 4 所示^[3]。

首先在方案数据库中根据离合器的性能参数查找是否有完全或者部分满足设计要求的离合器设计方案。衡量或评判一个方案是否满足设计要求, 需要根据离合器的主要性能参数是否满足设计要求来判断。而离合器性能参数是由后续的 CAE 分析软件经过计算后得到的。如果找到相似方案, 就在原方案基础上根据设计规范和设计员的经验参数化修改方案。若没有找到相似方案, 可按照初始设计新建一个方案。

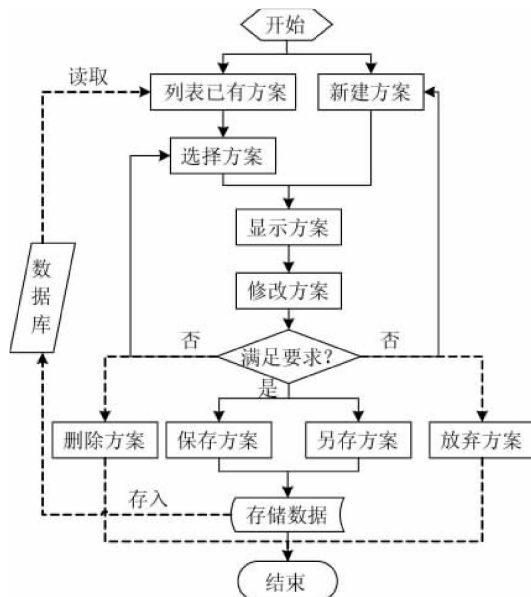


图4 参数化设计模块系统架构图

4.2.3 动力学仿真模块程序流程

系统动力学仿真分析模块程序流程图如图 5 所示。

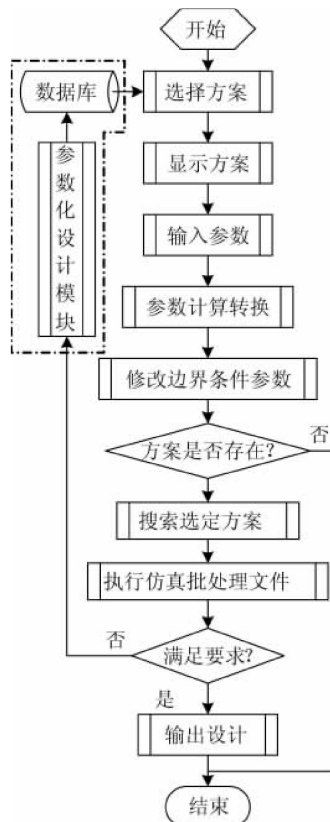


图5 动力学仿真程序流程图

用户可用鼠标选中方案, 缺省时有一个方案为 CAD 模型参数化时最后选取的方案。点击输入多体动力学按钮, 打开输入参数对话框; 用户可以在

编辑框中输入参数数值。系统接受用户输入的参数,自动进行参数转换后修改边界条件参数,自动进行动力学仿真计算,输出计算结果。若计算结果不符合用户要求,用户可转入参数化设计模块,重新修改相关参数后再进行动力学仿真计算。

4.2.4 结构及热负荷仿真模块

系统结构及热负荷仿真模块程序流程与动力学仿真模块类似,仅仅是边界条件、执行的仿真分析批处理文件不同,本文不再赘述。

4.2.5 仿真结果后处理模块

利用该模块,用户可根据需要选择关心的结果,已计算好的仿真分析结果就可显示出来。这些仿真结果既包括仿真分析结果图片,又包括有关变量的仿真分析数值结果。

4.3 系统运行结果

本系统集成离合器参数化设计、动力学仿真分析、结构及热负荷仿真分析、后处理等功能模块。如点击主菜单中的参数化设计,进入参数化设计系统;在参数化系统中可以实现离合器方案的新建、选择、保存、另存、删除等功能及离合器各零部件的参数化设计等。图 6 为选择某方案后的离合器参数化设计界面。类似地离合器某方案已完成参数化设计,可进行后续的仿真分析。图 7 为点击系统结构及热负荷仿真分析后的界面。

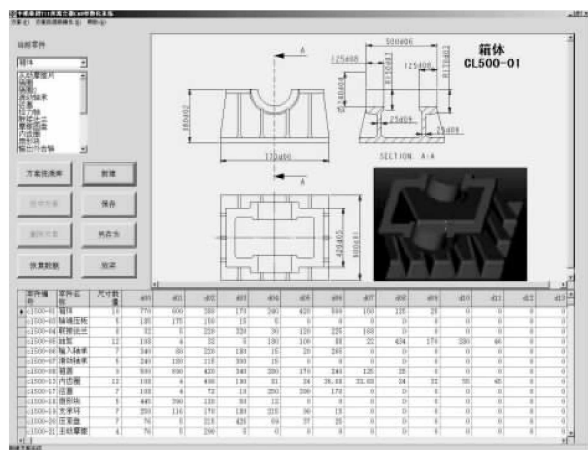


图 6 选择某方案后的参数化设计界面

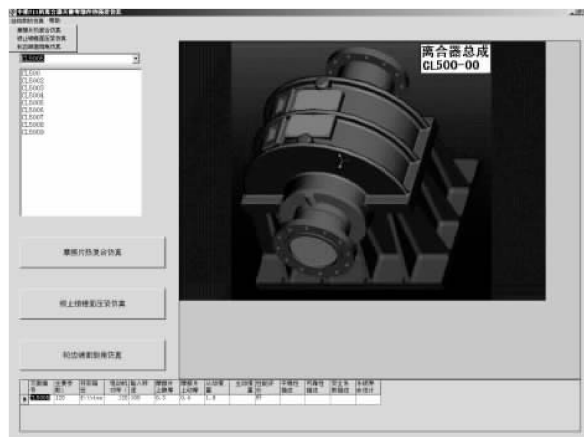


图 7 系统结构及热负荷仿真分析界面

5 结 论

基于 Pro/E 同步模式二次开发,利用 VC++ 6.0 开发工具和 Microsoft Access 数据库系统,本文完成了离合器参数化设计及仿真分析系统的设计,系统运行较稳定可靠、可扩展性好、具有良好的用户界面和数据管理功能。利用本系统,用户可以方便地设计出不同型号的离合器系列产品或改良产品,并可以大幅度提高该类型离合器设计效率和设计水平,快速响应市场需求。

该系统的设计思想和设计方法不仅适合于该类型离合器的设计与开发,同时对于其他产品的专用参数化设计及仿真分析集成系统的开发来说也有一定的实用价值和参考意义。

参考文献

- [1] Parametric Technology Corporation. Pro/TOOLKIT User's Guide[M]. 2006.
- [2] 龚春全,周志雄,邓远雄. 外圆磨床关键零部件三维参数化 CAD 系统开发的关键技术[J]. 机械制造,2003,41(12):10-13.
- [3] 梅琼风,严忠胜,龚春全,等. 基于 PRO/E 的离合器参数化 CAD 系统[J]. 机械传动,2009,33(1):61-62,88.