

空气弹簧参数化系统的设计研究

郑明军¹, 张宝红¹, 陈军伟²

(1. 石家庄铁道大学 机械工程学院, 河北 石家庄 050043; 2. 石家庄市市政建设总公司, 河北 石家庄 050041)

摘要:运用 Pro/Engineer 软件建立空气弹簧的三维参数化模型, 以 VS.NET 2005 为开发平台, 使用 Pro/Toolkit 开发工具包开发出空气弹簧参数化设计系统, 成功实现了对帘线层间距、帘线角和帘线网格间距等参数的控制, 为空气弹簧的研究开发打下了基础。

关键词:空气弹簧; 橡胶气囊; 参数化设计

中图分类号: TQ336.4⁺2; TP391.41 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-890X(2014)02-0111-04

空气弹簧是利用橡胶气囊内部压缩空气的反作用力进行恢复的一种弹性元件。由于其具有良好的非线性特性, 因此在车辆上得到广泛应用。随着计算机技术的快速发展和有限元理论的不断成熟, 对空气弹簧进行计算仿真分析与试验研究相结合是空气弹簧开发研究的大趋势, 而建立三维实体模型是计算仿真分析的前提。

本研究采用三维参数化模型与应用程序控制相结合的方式实现参数化设计。利用 Pro/Engineer 三维软件建立空气弹簧的三维参数模型; 基于 VS.NET 2005 开发平台使用 Pro/Toolkit 开发工具包开发出参数化应用程序, 实现三维实体开发模型的快速建立。

1 空气弹簧的结构及工作原理

1.1 结构

根据橡胶气囊工作时变形方式的不同, 可以将空气弹簧分为囊式和膜式两大类, 如图 1 所示。橡胶气囊是空气弹簧的重要部件, 一般由内、外橡胶层, 帘线层和成型钢丝圈硫化而成^[1]。空气弹簧的承压能力主要由帘线层决定, 帘线的材质及帘线层的布置对空气弹簧的耐压和耐久性能起决定性的作用。

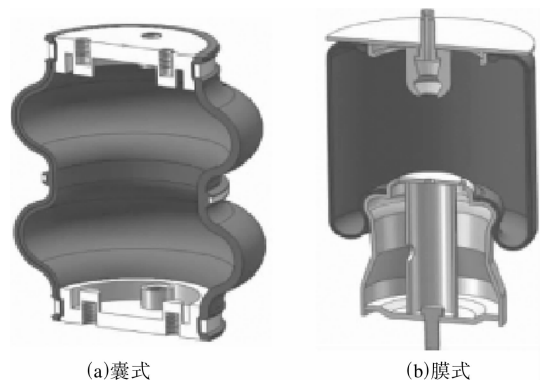


图 1 空气弹簧结构示意图

1.2 工作原理

空气弹簧系统是由空气弹簧本体、附加空气室和各种控制阀等组成的系统装置。

空气弹簧工作时, 腔内充入压缩空气, 形成压缩空气气柱。随着振动载荷的增大, 空气弹簧的高度降低, 有效容积变小, 刚度提高, 内腔空气柱的有效承载面积增大, 最终使其承载能力提高; 反之, 变化则正相反。因此, 在空气弹簧的有效行程中, 空气弹簧的高度、有效容积和承载能力会随着振动载荷的增大或减小而平稳改变。

2 空气弹簧的三维参数模型

本研究以某品牌型号的囊式空气弹簧为原型, 在 Pro/Engineer 软件中建立三维参数模型。囊式空气弹簧由上、下盖板, 橡胶气囊和气囊间的卡箍等结构组成。其中橡胶气囊的建模最为复杂, 它由多层帘线和橡胶硫化而成。

基金项目:河北省自然科学基金资助项目(E2013210018); 河北省高等学校科研计划项目(2010279)

作者简介:郑明军(1971—), 男, 陕西渭南人, 石家庄铁道大学教授, 博士, 主要从事现代设计理论与方法研究和教学工作。

2.1 建模思路及尺寸控制

橡胶层与帘线层分为两部分分别进行建模,根据空气弹簧模型外形尺寸和胶囊的厚度建立胶囊三维实体模型。根据胶囊的外形尺寸得出帘线的中间曲面,偏移中间曲面得到一帘线层曲面,用螺旋曲面节距控制帘线的角度,相交两曲面求出帘线的实际中心线,扫描得出一根帘线。用同样的方法偏移得另一帘线层的曲面,用反向螺旋扫描出另一曲面,求另一帘线层上的帘线中心线,即可扫描出另一根帘线。阵列前面两根帘线,即得到全部帘线。

以曲面偏移的尺寸控制帘线层间距,以螺旋曲面的节距控制帘线角,以帘线阵列个数控制帘线网格间距。

2.2 建模重点过程

选取螺旋扫描得到的螺旋曲面和偏移中间曲面得到的帘线层曲面,利用曲面相交命令得到这个帘线层帘线的中心线;选取帘线的中心线作为扫描路径即可得到一根帘线,阵列帘线即可得到一层帘线,如图2所示。

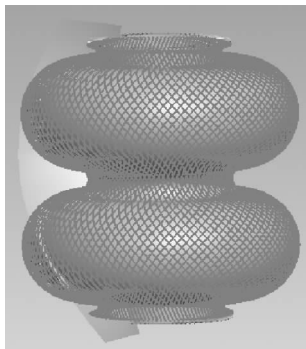


图2 阵列得到的帘线层

2.3 实体装配

通过旋转实体命令得到空气弹簧的橡胶气囊、盖板及卡箍实体模型,如图3~5所示。再加上图2所示空气弹簧的帘线层,对各个部件进行装配,得到的空气弹簧的实体模型如图6所示。

2.4 设计参数添加与尺寸关系建立

首先,进行空气弹簧设计参数的选取。设计参数的选取目的是在所建模型的几何约束(尺寸约束和拓扑约束)基础上,通过修改模型中的某一特征尺寸或者需要进行更改的尺寸,使之与修改相关的尺寸随之发生相应变化,从而实现整个模

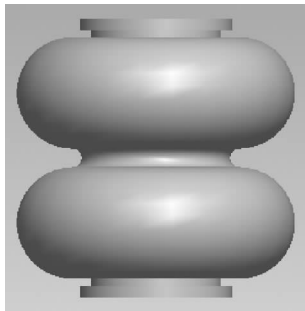


图3 空气弹簧橡胶气囊

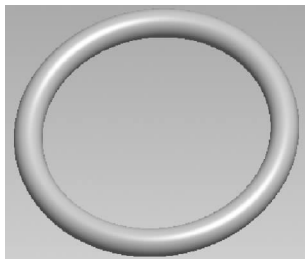


图4 空气弹簧卡箍



图5 空气弹簧盖板

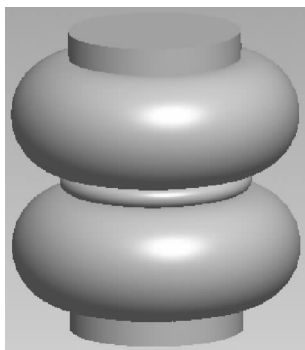


图6 空气弹簧装配实体

型自动更新^[2]。选取的空气弹簧设计参数为胶囊厚度(B)、帘线截面直径(D)、帘线角(α)、帘线网格间距(W)和帘线层间距(P),如图7所示。

随后建立模型中其他尺寸与设计参数之间的关系,如图8所示。

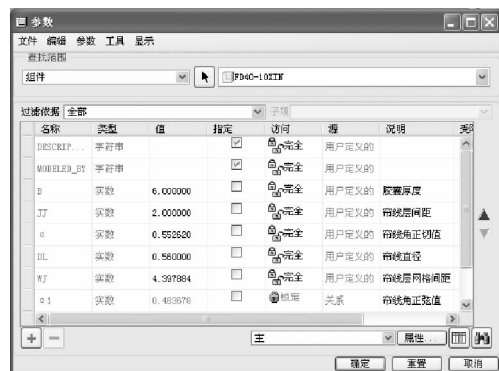


图 7 参数添加

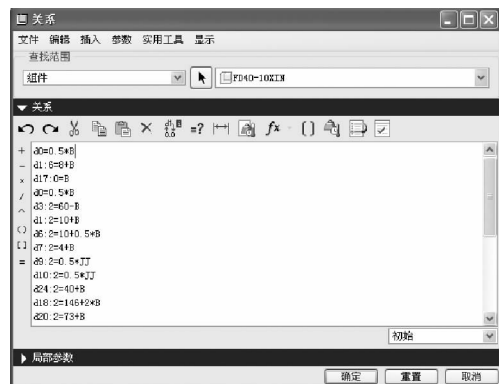


图 8 关系建立

3 参数化程序设计

3.1 创建 Pro/Toolkit 应用程序

本研究以 VS. NET 2005 为开发环境,创建 Pro/Toolkit 应用程序。Pro/Toolkit 应用程序有两种工作模式,本研究采用同步工作模式的动态链接库模式(即 DLL 模式),在创建程序时选择 MFC DLL 项目类型。

Pro/Toolkit 应用程序编写通过调用函数库中的函数实现各种主要功能。

3.2 系统菜单设计

本研究使用菜单栏菜单技术实现人机交互界面。菜单分为菜单栏菜单和菜单条菜单两级。菜单主要实现 2 个功能,其一是打开文件,其二是进行参数化设计。

编写信息文件,定义菜单项及其提示等信息。编写执行程序代码,主要命令有添加菜单栏菜单函数 ProMenuBarMenuAdd()、菜单条菜单动作函数 ProCmdActionAdd()和添加菜单条菜单函数 ProMenuBarMenuPushbuttonAdd()^[3]。

设计的菜单如图 9 所示。

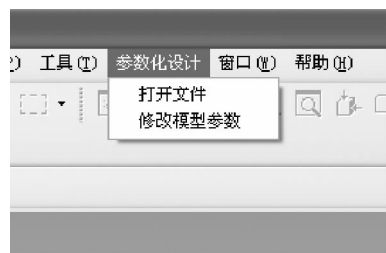


图 9 菜单

3.3 参数化设计界面的实现

本研究采用 MFC 编程技术设计对话框界面。程序员利用该编程技术可以高效地开发出基于 Windows 操作系统的各种应用程序,并可以实现程序界面的可视化。相对 UI 对话框开发技术,使用 MFC 技术设计的人机交互对话框界面布局更容易,修改和调试更方便。

3.4 参数化程序设计

3.4.1 模型文件的输入

模型文件的输入主要用到 3 个函数:ProModelRetrieve()将指定的模型读入内存;ProObjectwindowCreate()创建模型显示窗口;ProModelDisplay()显示三维模型。

3.4.2 参数对象的检索、参数值获取和修改及模型更新

要实现模型的参数化驱动,必须实现数据的双向交流,即能从初始三维模型读取到设计参数,用户修改完设计参数后,又能从用户界面传递到初始三维模型,完成模型的更新。

调用 ProParameterVisit()函数获得参数对象。调用 ProParameterValueGet()函数得到 ProParamvalue 结构体对象,访问 ProParamvalue 对象的下级成员进行参数值的修改。通过参数化界面修改后的参数值被重新传递到模型参数中,通过与模型参数检索相反的逆过程实现参数的更新,最后调用 ProSolidRegenerate()函数实现模型的更新^[3-4]。

3.5 程序的注册运行

注册应用程序,在 Pro/Engineer 中加载 Pro/Toolkit 应用程序,通过该应用程序可以调用 MFC 应用程序,实现空气弹簧的参数化设计。注册应用程序如图 10 所示。

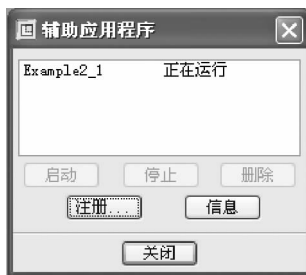


图 10 注册运行程序

4 空气弹簧参数化系统实现

在完成了以上工作后,就可以通过空气弹簧参数化系统对空气弹簧进行参数化设计。

点击参数化设计菜单下的打开文件菜单项,如图 11 所示,就可以打开预先建立的空气弹簧的参考模型。

点击图 11 所示下拉菜单的修改模型参数菜单项,弹出修改参数对话框,如图 12 所示,在对话框中

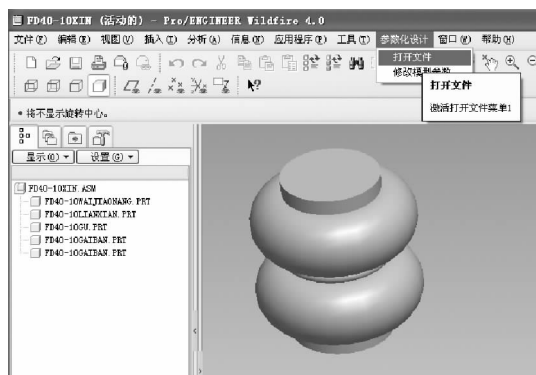


图 11 打开文件

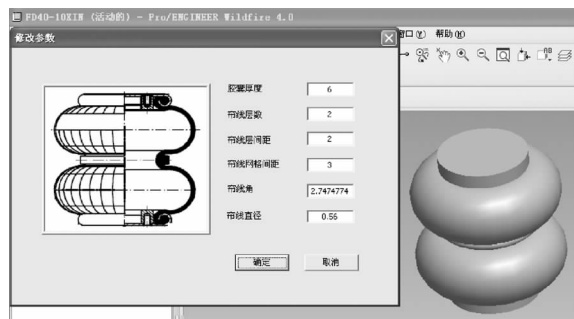


图 12 参数化界面

框中可以查看和修改相应的参数,最终实现空气弹簧的参数化设计。

5 结语

本研究基于 VS. NET 2005 平台编写了 Pro/Toolkit 应用程序,建立了空气弹簧参数化建模系统,成功实现了对帘线层间距、帘线角和帘线网格间距等参数的控制,为其三维参数化建模提供了参考,进而为产品研究开发打下了基础。

参考文献:

- [1] 赵焕玲. 基于 SolidWorks 的空气弹簧三维建模方法研究[J]. 汽车零部件, 2011(11): 86-88.
- [2] 于亚男. 盾构机刀盘的参数化设计[D]. 石家庄: 石家庄铁道大学, 2012.
- [3] 王文波, 肖承翔, 王云峰. Pro/E Wildfire 4.0 二次开发实例解析[M]. 北京: 清华大学出版社, 2010: 3-16, 122-126.
- [4] 李世国. Pro/Toolkit 程序设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003: 265-342.

收稿日期: 2013-08-27

Design and Research on Parameterization System for Air Spring

ZHENG Ming-jun¹, ZHANG Bao-hong¹, CHEN Jun-wei²

(1. Shijiazhuang Tiedao University, Shijiazhuang 050043, China; 2. Shijiazhuang Municipal Works Construction Corp., Shijiazhuang 050041, China)

Abstract: Three-dimensional parametric model of air spring was established by using Pro/Engineer software, and taking VS. NET 2005 as a development platform, the parametric design system of air spring was developed by use of Pro/Toolkit development kit. The interval of cord layers, cord angle, interval of cord grids and other parameters could be controlled successfully with the design system, which was useful for research and development of air spring.

Key words: air spring; rubber bag; parameterization design