

研
究
开
发基于 SolidWorks 二次开发技术的
机车车辆车轴参数化设计

陈 建, 米彩盈

(西南交通大学 机械工程学院, 四川 成都 610031)



作者简介: 陈 建(1986-), 男, 硕士研究生, 从事 SolidWorks 二次开发研究。

摘 要: 为适应现代技术发展及产品快速更新的要求, 研究了 SolidWorks 操作平台下, 利用 VC++ 语言进行二次开发, 结合机车车辆车轴自身特点, 完成用户界面设计及参数驱动法实现车轴参数化特征建模, 生成了一套具有车轴参数库模块的参数化建模插件。结果显示可以加快设计过程, 提高设计质量和效率。

关键词: 计算机辅助设计; 机车车辆车轴; SolidWorks; 二次开发; 参数化设计

中图分类号: U260.331⁺.1; TH122 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-128X(2011)04-0027-04

Parametric Design of Railway Vehicle Axle Based on Secondary Development Technology of SolidWorks

CHEN Jian, MI Cai-ying

(School of Mechanical Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu, Sichuan 610031, China)

Abstract: In order to fit the requirement of modern technology development and rapid product renewal, the redeveloped with VC++ based on SolidWorks platform was carried out, which implemented parametric feature modelling by parameter driving method through axle characteristic and interface designs for user. With above, a new set of parametric modeling plus-ins with vehicle axle parameter database were provided. The results indicated that it can accelerate the design and improve the quality and efficiency.

Key words: computer aided design; railway vehicle axle; SolidWorks; secondary development; parametric design

0 引言

当前, 随着产品设计信息化进程的不断推进, 现代企业运用三维 CAD 系统进行设计正日趋广泛。我国机车车辆设计制造企业已开始应用三维 CAD 平台进行新产品研发。在“十一五”国家科技支撑计划“高速列车关键技术研究及装备研制”中, 明确提出建立我国高速列车关键部件(转向架的承载部件)的三维参数化 CAD 平台。

早在上世纪 90 年代, 德国研究机构就在 AutoCAD 平台上开发出机车车辆车轴参数化设计与强度分析程序^[1]。在该程序中, 基于 UIC515-3、EN13103、EN13104 和德国联邦铁路标准 BN42201 等标准对机车车辆车轴进行参数化结构优化。直到今天, 我国机车车辆企业的车轴设计仍未实现参数化设计。

本文利用 VC++、Access 数据库和 SolidWorks 软件开发出了一套机车车辆车轴通用件模块系统。该部件采用参数驱动方法, 不仅可以驱动零件尺寸数据的修改, 还可以进行车轴零件数据库扩充, 能够有效提高产品的设计开发效率, 对于开发系列化产品设计软件具有重要参考价值。

1 SolidWorks 二次开发基本原理

SolidWorks 支持 ActiveX Automation 技术。VC++ 环境下建立的客户程序可以直接访问 SolidWorks 中的对象。ActiveX Automation 是 Microsoft 公司提出的一个基于 COM 的技术标准, 是以以前的 OLE 技术的更高层次的发展。SolidWorks 可以看为一个服务程序, 把二次开发工具 VC++ 程序作为客户程序, 它们之间是服务器与客户的关系。用户只要在 VC++ 上进行操作, VC++ 就驱动 SolidWorks 完成相应的工作。而且, SolidWorks 为二次开发提供了大量的 API 对象, 这些对象涵盖了全部的 SolidWorks 的数据模型, 通过对这些对象属性的设置和

方法的调用,就可以在用户自己开发的DLL 中实现与SolidWorks相同的功能。本文通过VC++ 调用SolidWorks中的API 函数,不仅可以对SolidWorks工作环境进行设置,系统还可以完成零件各项参数特征控制等^[2]。

2 车轴三维参数化 CAD 系统的结构

2.1 系统结构框架

以SolidWorks 2007为支撑软件,用SolidWorks API建立机车车辆车轴所需的三维参数化模型库。在面向对象的开发环境VC++6.0中,设计一个友好的用户界面,完成车轴的设计,也就是设计参数的选择或者输入,并建立数据管理库,实现对车轴模型的修改、建模;同时完成了车轴强度校核工作,对失效截面进行优化设计。本系统的框架结构见图1。

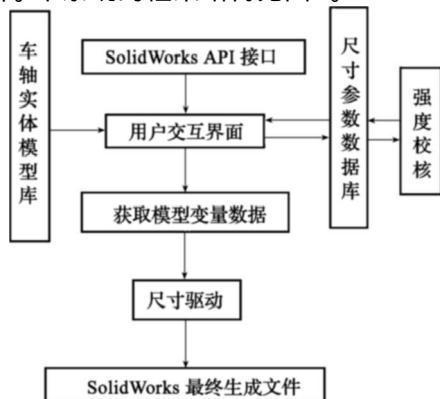


图1 系统结构框架

2.2 铁路车辆车轴分类及强度计算

在机车车辆车轴结构中,根据车轴的工作特点对其进行分类,车轴分类结果如图2所示。

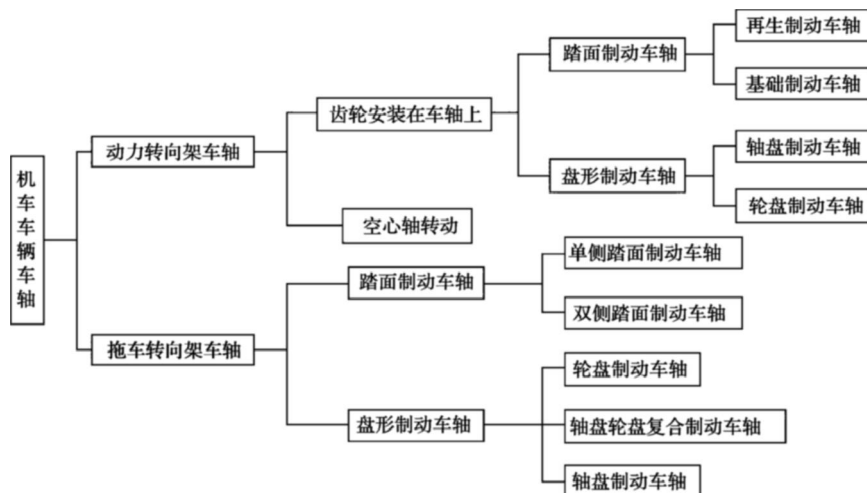


图2 机车车辆车轴分类

本文采用欧洲标准EN13103—2009《轮对和转向架/非驱动车轴—设计方法》和EN13104—2009《轮对和转向架/驱动车轴—设计方法》确定车轴的应力分布。根据不同工况承担簧上和簧下质量载荷,驱动载荷及制动载荷。按EN13103标准确定的车轴任意计算截面的应力满足关系式:

$$\sigma_{\text{cri}} = \frac{32K_i M_{Ri}}{\pi d_i^3} \leq [\sigma_i] \quad (1)$$

式中: K_i ——第*i*个计算截面的应力集中系数;

σ_{cri} ——第*i*个计算截面的计算应力;

$[\sigma_i]$ ——第*i*个计算截面的许用应力。

3 车轴三维参数化设计关键技术与方法

本文主要通过编写Visual C++程序来对SolidWorks软件进行二次开发,采用的技术方案是:VC++、Access和SolidWorks API,其主要过程如下:

在Microsoft Access中建立机车车辆车轴类零件设计中所需的表格数据库,供在轴类零件设计中程序查询使用。

在SolidWorks中实现对轴类零件的造型。用SolidWorks创建轴类零件三维模型时,把建模的全过程录制成宏文件,找出宏文件中与模型生成有关的关键函数,并确定其中的关键常数,弄清关键常数的变化对实体建模的影响,将关键常数用变量代替,这样就建立了SolidWorks中的轴类零件的参数化模型。

使用MFC语言编制应用程序界面,当进行轴类零件设计时,设计者通过应用程序界面录入初始参数,程序将自动计算出函数中所需相关参数,编译程序并生成可执行程序供SolidWorks程序调用。

完成可执行应用程序后,使用SolidWorks API函数完成参数化驱动,实现模型的建立。

通过以上4步即完成了SolidWorks的二次开发。

3.1 VC++开发SolidWorks方法

SolidWorks API是SolidWorks的OLE应用程序开发接口,为用户提供了完全面向对象的类体系。它包括以下几个方面:

对象的类型; 对象的属性; 对象的方法。开发者通过操纵对象的属性和调用对象的方法建立自己的应用程序,开发者可以在通用的开发平台如VB、VBA、VC等上开发使用这些类的程序,也可以在自己的程序中派生这些类的子类,生成这些类的对象,对对象进行操作,设置或修改对象的属性,从而访问SolidWorks的数据库、图形系统和系统界面。

使用Visual C++进行SolidWorks二次开发优势如下^[3]:

可以使用GDI对象和设备环境类所提供的绘图函数,可以轻易实现绘图功能而且无需考虑具体设备情况。Visual C++开发环境十分友善,其高度的可视化开发方式和强大的向导工具(AppWizard)能够帮助用户轻松地开发出多种类型的应用程序,大多数情况下,用户只需向自动生成的程序框架中填充定制代码即可,而且使

用ClassWizard还能够大大简化这个过程。SolidWorks也专门针对Visual C++开发了SolidWorks ClassWizard。Visual C++6.0有着强大的调试功能,能够帮助开发人员寻找错误和提高程序效率。Visual C++与SolidWorks有很好的连接性,能直接调用许多资源,方便在SolidWorks上添加菜单。

3.2 参数化设计技术

机车车辆车轴的标准化、系列化、通用化程度高,每类产品中又分为不同的品种和规格。各品种的结构相同,只是品种规格的局部尺寸不同,根据这一特点,可以以品种为单位对通用件进行参数化建模,这样也便于数据库的后续扩展工作。参数化设计一般是指设计对象的结构形状比较定型,可以用一组参数来约定尺寸关系。参数的确定比较简单,参数与设计对象的控制尺寸有着明显的对应关系,利用尺寸驱动技术修改设计结果。

尺寸驱动即设计人员改变了产品轮廓尺寸数值大小时,轮廓将随之发生相应的改变^[4]。尺寸驱动的特点是,首先对欲生成图形结构参数作结构分析,提取结构尺寸的特征参数并进行标识,在对话框中通过用户交互,其程序界面如图3所示,完成这些参数的赋值或修改,然后由程序自动生成目标图形。在轴类零件产品的设计过程中,不可避免地要进行反复修改,进行零件尺寸和形状的综合协调、优化。对于定型的产品设计,需要形成系列,以便针对用户的要求提供不同的大小、规格的产品型号。其优点是:一方面可灵活自由地构建出

结构不同的轴类零件;另外一方面可以大大简化轴段的绘图工作量,提高工作效率,并降低编程难度。

3.3 数据库的建立与读取

作为Microsoft Office组件之一的Microsoft Access是Windows环境下常用的桌面数据库管理系统,其具有操作灵活、转移方便、运行环境简单等优点,完全可以满足SolidWorks二次开发要求。

在SolidWorks中,建立各种类型机车车辆车轴的模板图形,然后由程序对需要修改的尺寸进行驱动。数据库中最重要的是访问技术,利用数据查询功能,调用不同类型的数据表格,如图4,分别为实体建模或者强度校核模块提供必须的参数。该部分是系统的核心,用户发出

id	轴型	L1	L2	L3	L4	D1	D2	D3	D4	D5	D6
11	RD2 (130×220×1956)	2146	1956	1706	220	130	165		194	174	
12	RD3 (130×195×1956)	2146	1956	1756	195	130	165		194	174	
13	RE2 (150×240×1956)	2166	1956	1686	240	150	180		206	184	
14	RE2A (150×230×1981)	2191	1981	1731	230	150	180		210	184	
15	RD4 (130×195×1956)	2146	1956	1756	195	130	165		194	174	
16	RC4 (120×191×1930)	2110	1930	1728	191	120	145		178	198	
17	RC3 (120×191×1930)	2110	1930	1728	191	120	145		178	158	
18	RE2B (150×210×1981)	2181	1981	1761	210	150	180		210	184	
19	RD3A (130×195×1956)	2146	1956	1756	195	130	165		194	174	
20	RD4A (130×195×1956)	2146	1956	1746	195	130	165		194	174	198
21	RD3B (130×195×2000)	2190	2000	1800	195	130	165		194	174	198

图4 GB/T12814—2002 标准型滚动轴承车轴参数库

适当的操作指令,程序智能判断操作顺序和要求用户选择特定的轴型后,利用ADO(ActiveX Data Object)技术与数据库进行交互操作,创建和查询满足用户要求的特定数据记录,完成参数的传递。ADO是基于组件的数据库编程接口,它是一个和编程语言无关的COM组件系统,作为一种可选择的技术,正在逐渐替代其他数据访问接口,因此本系统选用ADO技术作为数据接口。完成数据操作,保证了代码的重用和运行效率^[5]。

4 设计实例

根据设计的结果,在基于VC++的SolidWorks二次开发环境相关COM组件接口,API、CAD环境和数据库等技术支持下,可驱动三维绘制引擎绘制不同规格的车轴,从而获得实体模型。在整个设计过程中,首先获得车轴的相关信息,其运行界面如图5所示。从图5界面可以看到,通过输入轴型,按照用户的要求对数据库进行查询,取得车轴参数尺寸数据,选出相应轴型模型文件,然后通过驱动程序按取得的

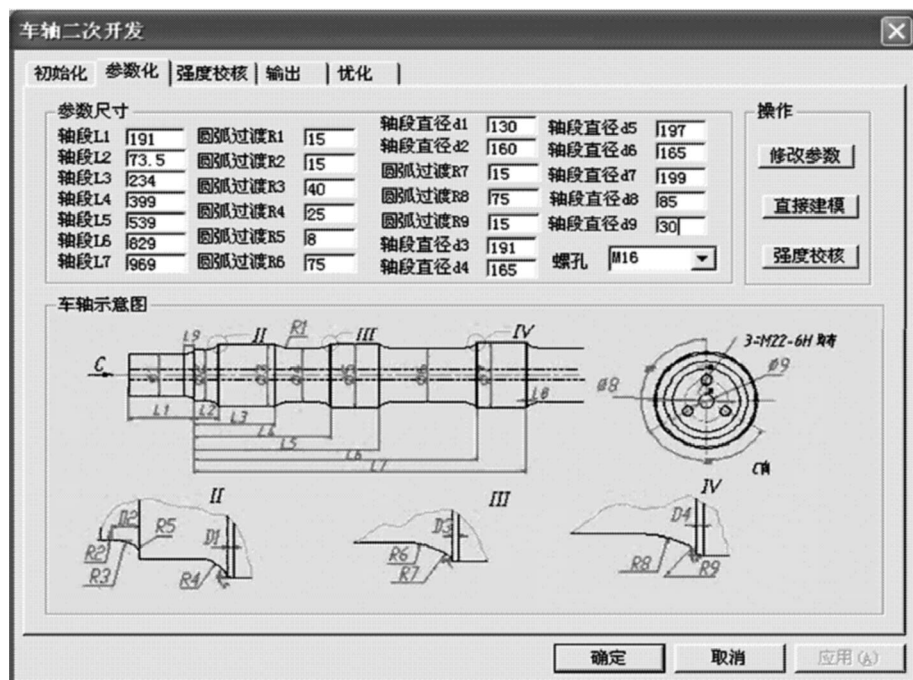


图3 参数化程序界面



图5 公共入口界面

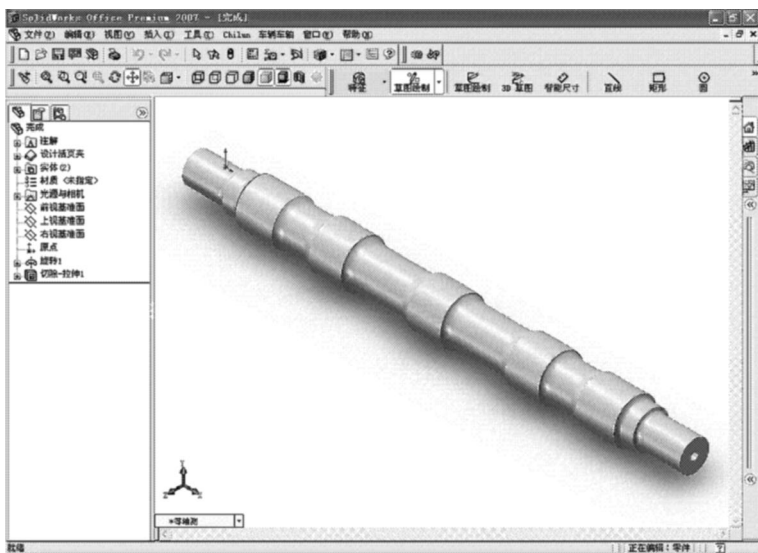


图6 生成的车轴实体

数据进行驱动,生成所需的车轴模型,返回给用户。其基本工作流程为:与SolidWorks建立连接;打开车轴模型文件并激活;修改变量尺寸;有疲劳强度要求时,

进行强度校核;根据新尺寸重建模型。

运行程序,得到车轴的实体图形如图6所示。

5 结论

以SolidWorks二次开发平台为基础,结合铁道机车车辆车轴的结构特征,生成了一套具有车轴参数库模块的参数化建模插件,实现铁道机车车辆三维参数化设计,显著提高了车轴的设计效率。

本文采用关键技术的优点:以SolidWorks为平台,界面操作简单和较强的开放性;数据库的引用,实现了后续工作的可扩展性;采用参数化技术,有效避免了重复劳动。

本文以轴系零件结构参数化设计为例,尝试结构三维参数化设计,为铁道机车车辆承载结构,例如转向架其他零部件——螺旋圆弹簧悬挂系统、螺栓连接件、构架、驱动系统、制动系统和轴承等参数化和结构选型奠定了理论基础。

参考文献:

- [1] Belou I, Holland H, Kuhn M, Sapojniko D, Schröter W, Schwarze M. CAD-gestützte Auslegung von Radsatzwellen für Schienenfahrzeuge[J]. Der Eisenbahningenieur, 2000, 51(5):48-49.
- [2] 陶元芳,安喜平,于万成,潘鲜.用VC++对SolidWorks进行二次开发[J].太原科技大学学报,2006,27(2):102-105.
- [3] 叶炜威. SolidWorks2006实体建模与二次开发教程[M].北京:国防工业出版社,2006.
- [4] 穆群英. 动态链接库(DLL)及其应用[J]. 石油仪器,2001,15(3):49-52.
- [5] 沈炜,徐慧. Visual C++数据库编程技术与实例[M].北京:人民邮电出版社,2005.
- [6] 米彩盈,李芾. 高速动力车车轴强度分析的工程方法[J]. 铁道学报,2002,24(2):26-29.
- [7] 求是科技. Visual C++6.0 程序设计从入门到精通[M].北京:人民邮电出版社,2006.
- [8] 严隽豪,傅茂海. 车辆工程[M]. 第三版.北京:中国铁道出版社,2007.

(上接16页) 分别为流过3个并联IGBT上的电流。

试验结果表明,流过3个并联IGBT的电流相当,在总有效值电流为1 200 A的情况下,各并联支路之间的电流差在30 A以下,达到了很好的均流效果。

4 结论

通过理论分析、研究性试验及工程化设计开发,6.5 kV高压IGBT的并联取得了很好的均流效果,为后续批量工程应用打下了坚实的基础,在机车牵引、中高压变频器等方面应用前景广阔。

参考文献:

- [1] 钱照明,盛况. 大功率半导体器件的发展与展望[J]. 大功率变流技术,2010(1):1-9.
- [2] Wen Huiqin Liu Jun Zhang Xuhui Wen Xuhui. Design of high power electronic building block based on parallel of IGBTs for electric vehicle[C]. Beijing:Power Electronics and Motion Control Conference, 2008.
- [3] 杨恩星. 低速永磁直驱风力发电变流器若干关键技术研究[D]. 杭州:浙江大学,2009.
- [4] 王宝归,周飞,童亦斌. 基于IGBT并联技术的250 kW光伏并网逆变器[J]. 大功率变流技术,2009(4):26-30.
- [5] 荣智林,忻力,陈燕平,饶沛南,李华. TGA6型主辅一体化IGBT变流器[J]. 机车电传动,2010(5):25-28.