

文章编号:1671-251X(2017)12-0082-04

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2017.12.016

基于 Web 的采掘运装备零部件参数化设计系统

罗京伟^{1,2}, 任芳^{1,2}, 杨兆建^{1,2}

(1. 太原理工大学 机械工程学院, 山西 太原 030024;
2. 煤矿综采装备山西省重点实验室, 山西 太原 030024)

摘要:为了实现在网页中快速、方便地对采掘运装备零部件的参数化设计,综合利用 ANSYS 二次开发技术和网页设计开发技术,开发了基于 Web 的采掘运装备零部件参数化设计系统,介绍了系统总体设计及关键技术。该系统将用户在网页中输入的零部件参数与零部件建模 APDL 命令流相结合,通过远程调用 ANSYS 软件对采掘运装备零部件进行参数化设计,降低了对设计人员的专业要求,提高了设计效率。

关键词:煤炭开采;采掘运装备;零部件参数化;Web;ANSYS 二次开发

中图分类号:TD402 文献标志码:A 网络出版时间:2017-12-06 10:15

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20171205.1740.007.html>

Parametric design system of mining and conveying equipment parts based on Web

LUO Jingwei^{1,2}, REN Fang^{1,2}, YANG Zhaojian^{1,2}

(1. College of Mechanical Engineering, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China;
2. Shanxi Key Laboratory of Fully Mechanized Coal Mining Equipment, Taiyuan 030024, China)

Abstract: In order to realize parametric design of mining and conveying equipment parts in Web pages quickly and easily, parametric design system of mining and conveying equipment parts based on Web was developed by use of secondary development technology of ANSYS software and Web page design and development technology, and overall design and key technologies of the system were introduced. The system combines parts parameters entered by user in Web page with parts modeling APDL command flow, and call ANSYS software to complete parametric design of mining and conveying equipment parts, so as to reduce professional requirement of designer and improve design efficiency.

Key words: coal mining; mining and conveying equipment; parts parametrization; Web; secondary development of ANSYS

0 引言

以采煤机、掘进机、刮板输送机和提升机为主的采掘运装备是煤矿开采中不可缺少的设备,其构造复杂,且设备工作环境非常恶劣,工作过程中如果零

部件出现故障,可能会导致煤矿开采工作失败,产生严重的经济损失,甚至出现人员伤亡^[1]。对采掘运装备零部件进行参数化设计有重要的实际意义。谭开兵等^[2]基于 UG 软件下的 WAVE 模块和 PTS 模块建立了 WK-75 型矿用挖掘机回转平台的参数化

收稿日期:2017-07-18;修回日期:2017-10-24;责任编辑:盛男。

基金项目:山西省“十二五”科技重大专项项目(20111101040);山西省科技基础条件平台建设项目(2014091016)。

作者简介:罗京伟(1992—),男,河南周口人,硕士研究生,研究方向为基于网络的现代机械设计,E-mail:1187538377@qq.com。通信作者:任芳(1967—),女,山西汾阳人,副教授,博士,研究方向为机械结构与系统动力学和机械系统动态监测、诊断与维护,E-mail:renfang@tyut.edu.cn。

引用格式:罗京伟,任芳,杨兆建.基于 Web 的采掘运装备零部件参数化设计系统[J].工矿自动化,2017,43(12):82-85.

LUO Jingwei, REN Fang, YANG Zhaojian. Parametric design system of mining and conveying equipment parts based on Web[J]. Industry and Mine Automation, 2017, 43(12): 82-85.

模型;程相文等^[3]利用 Creo 2.0 的 TOOLKIT 开发工具包,使用 VC++ 编程环境并结合参数化建模技术实现了刮板输送机非标零部件的参数化设计;李晓豁等^[4]给出了采煤机滚筒截齿排列方式及其参数确定方法,利用 MATLAB GUIDE 语言编程,设计了滚筒的多种截齿排列方案;孙燎原等^[5]采用计算机软件编程,开发了采煤机螺旋滚筒参数化 CAD 设计程序软件;李晓豁等^[6]以 Visual C++6.0 为开发工具,结合 Pro/E 软件的 Pro/TOOLKIT 二次开发功能对纵轴式掘进机截割减速器进行了参数化设计。以上研究都是基于建模软件本身对采掘运装备中单独的零部件进行参数化设计,在 Web 环境下实现采掘运装备零部件参数化设计的研究还很少。本文将 ANSYS 二次开发、ASP.NET 和 WebGL 等技术相结合,开发了基于 Web 的采掘运装备零部件参数化设计系统,可为设计人员提供技术交流平台,减少企业资金和研发人员的投入,加快产品设计开发速度。

1 系统总体设计

1.1 系统架构

基于 Web 的采掘运装备零部件参数化设计系统基于 B/S 结构,如图 1 所示。用户工作界面通过浏览器来实现,主要功能及请求在服务器端实现,用户可通过 1 个浏览器访问多个服务器。利用 B/S 结构开发的系统,可实现不同用户在不同地点以不同方式来访问和操作共同的数据库服务器,能有效保护系统数据和管理访问权限,数据库服务器也较安全。

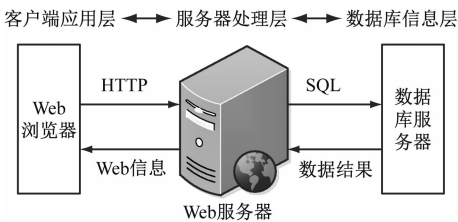


图 1 B/S 结构

Fig. 1 B/S structure

基于 Web 的采掘运装备零部件参数化设计系统架构如图 2 所示,包括用户操作、远程响应和结果处理 3 个部分。

(1) 用户操作。用户通过浏览器登录采掘运装备零部件参数化设计网站,根据需求选择相应模块,如参数化建模模块、相关学术论文模块;用户可通过

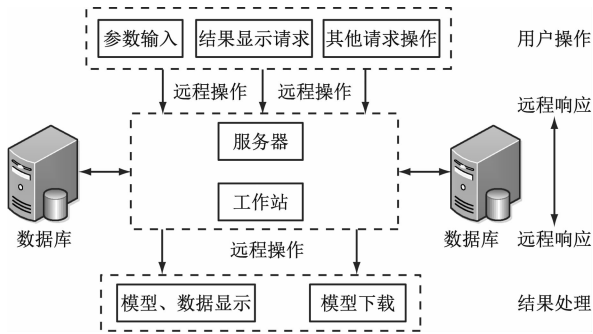


图 2 基于 Web 的采掘运装备零部件参数化设计系统架构

Fig. 2 Architecture of parametric design system of mining and conveying equipment parts based on Web

网页远程对计算机输入请求,提交需要实现的任务,如模型建立及相关学术专业知识浏览、下载等。

(2) 远程响应。用户在网页中输入请求后,服务器对用户提交的命令进行响应并处理,如传递用户在浏览器中输入的参数、调用后台软件及处理相关数据等。

(3) 结果处理。通过后台程序调用处理结果,实现模型显示、下载及用户请求。

1.2 系统框架

基于 Web 的采掘运装备零部件参数化设计系统针对采煤机、悬臂式掘进机、刮板输送机、提升机的零部件进行参数化设计,系统框架如图 3 所示。

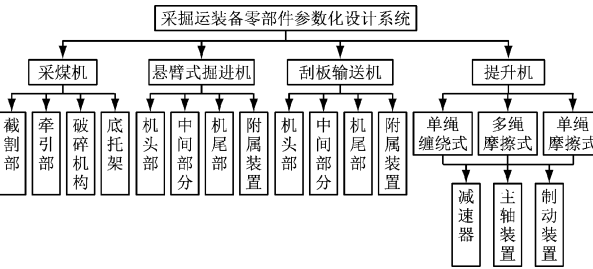


图 3 基于 Web 的采掘运装备零部件参数化设计系统框架

Fig. 3 Framework of parametric design system of mining and conveying equipment parts based on Web

2 系统关键技术

2.1 ASP.NET

ASP.NET 是基于 .NET Framework 的 Web 开发平台^[7],其特点是将页面逻辑和业务逻辑分开,使动态的网站开发更快捷、简单,同时借用 .NET 平台提供的框架提高了动态网站的安全性和可扩展性^[8]。后台代码页和窗体之间互相衔接,同时涵盖了各个窗体当中的服务器代码、配置文件、Global.asax 文件、XML 网络服务器连接、数据库连接、缓

存^[9]。在 Web 应用程序运行时,ASP.NET 中的一些常用内置对象会提供丰富功能,如维护 Web 服务器的活动状态、网页的输入输出等。

基于 Web 的采掘运装备零部件参数化设计系统基于 ASP.NET 技术平台,应用 Visual Studio 2013 工具搭建网站的动态网页,利用 ASP.NET 中的 ADO.NET 技术访问数据库。用户端通过浏览器向服务器发出请求,Web 服务器做出适当的处理操作后,再将处理结果提交给用户端。

2.2 ANSYS 二次开发

ANSYS 软件本身提供了 3 种二次开发工具: ANSYS 参数化设计语言 (ANSYS Parametric Design Language, APDL)、用户界面设计语言 (User Interface Design Language, UIDL) 及用户可编程特性 (User Programmable Features, UPFs)^[10]。其中 APDL 主要用于完成一些通用性强的任务,如参数化建模、专用分析程序创建等^[11]。基于 Web 的采掘运装备零部件参数化设计系统利用 APDL 编写参数化命令流文件,从而实现零部件的参数化设计。在参数化的分析过程中,可修改参数,达到反复分析各种尺寸设计方案的目的,且编写的参数化命令流文件不受系统平台和软件的限制,更利于保存。

2.3 参数传递

将网页中输入的零部件尺寸参数与 ANSYS 软件结合实际上就是参数在服务器和软件之间的传递与调用。在 C# 中可通过 System.IO 模型以流的方式对各种数据文件进行访问,该访问方式不仅灵活,而且可保证编程接口统一。基于 Web 的采掘运装备零部件参数化设计系统采用 System.IO 命名空间中的 StreamWriter 类和 FileStream 类^[12], StreamWriter 类可将用户在网页中输入的模型尺寸参数写入 input 输入文档中,FileStream 类可对文件进行读取、打开、写入和关闭。在后台页面代码中建立 Read 和 Write 函数,编写程序代码,实现网页中输入的零部件尺寸参数和零部件模型的 APDL 参数化命令流的合成。参数传递流程如图 4 所示。

2.4 模型在浏览器中的显示

WebGL 是一项用来在浏览器中绘制和渲染复杂三维计算机图形,并允许用户与之进行交互的三维展示技术^[13]。WebGL 可通过 HTML 脚本本身制作三维模型及交互式三维动画或通过加载器导入

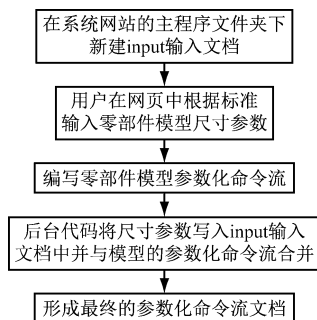


图 4 参数传递流程

Fig. 4 Parameter transfer process

外部模型,然后通过 OpenGL^[14] 接口实现图形渲染,真正实现浏览器端机械三维模型的显示与交互。WebGL 技术利用其独特的三维绘图标准,在给 HTML5 Canvas 进行硬件加速渲染后集成在支持 GPU 加速的浏览器中,在无需安装插件的情况下,实现三维模型的展示。

基于 Web 的采掘运装备零部件参数化设计系统生成的 Iges 格式的模型无法直接在浏览器中显示,需要通过格式转换方式实现模型的显示功能。利用 JavaScript 编写格式解析及模型加载程序,将 Iges 格式的模型转换为可通过 WebGL 直接在浏览器中显示的 STL 格式,将 WebGL 技术和模型加载程序相结合,即可实现在浏览器中显示零部件模型。

2.5 后台调用 ANSYS

要实现在浏览器中对零部件的参数化设计, ANSYS 软件的远程调用接口是关键^[15]。调用 ANSYS 的过程:

(1) 采用 ANSYS 软件的批处理技术,用批处理执行的建模过程不用显示模型的情况,只会在后台运行。通过 Product Launcher 启动 ANSYS,指定 Simulation Environment 为 ANSYS Batch 模式,指定 License 为 ANSYS Multiphysics,设置工作路径和输入输出文件路径,点击 Run,便可开启具有后台调用功能的 ANSYS Batch 模式。

(2) 利用 APDL 编辑零部件的参数化命令流文件。

(3) 通过 C# 语言,采用 .NET Framework 中的 Process 类控制 ANSYS 软件的运行。Process.StartInfo 用来向被调用的进程传递信息,通过进程通信可调用 ANSYS 后台批处理程序;StartInfo.Arguments 用来传递被调用的进程,通过进程设置输入输出路径及需要调用的参数化命令流文件;

StartInfo.FileName 用来确定调用的进程名称,设置 ANSYS 软件的完整安装路径供后台调用。

3 结语

基于 ANSYS 二次开发、ASP.NET 和 WebGL 等技术,采用 C# 语言开发了基于 Web 的采掘运装备零部件参数化设计系统。用户在网页中输入零部件参数后,该系统能将各尺寸参数与零部件的 APDL 参数化命令流结合,形成最终的参数化命令流文档,通过远程调用 ANSYS 软件的建模模块实现对采掘运装备零部件的参数化设计。该系统可方便地更改零部件尺寸,快速对零部件进行参数化设计,提高了产品设计效率,同时降低了对使用人员的专业要求,便于企业人员使用。

参考文献(References):

[1] 谢和平,高峰,鞠杨,等. 深地煤炭资源流态化开采理论与技术构想[J]. 煤炭学报,2017,42(3):547-556.
XIE Heping,GAO Feng,JU Yang,et al. Theoretical and technological conception of the fluidization mining for deep coal resources [J]. Journal of China Coal Society,2017,42(3):547-556.

[2] 谭开兵,吴凤林,谭彬,等. WK-75 型矿用挖掘机回转平台的参数化设计[J]. 煤炭工程,2016,48(2):139-141.
TAN Kaibing,WU Fenglin,TAN Bin,et al. Parametric design of indexing platform for WK-75 mining excavator[J]. Coal Engineering,2016,48(2):139-141.

[3] 程相文,张罗平. 刮板输送机三维参数化设计系统研究与实现[J]. 机械设计与制造,2016(9):262-265.
CHENG Xiangwen,ZHANG Luoping. Research and implementation of 3D parametric design system for scraper conveyor [J]. Machinery Design & Manufacture,2016(9):262-265.

[4] 李晓豁,周洋,刘士君,等. 滚筒式采煤机截齿排列参数化设计系统的研究[J]. 工程设计学报,2014,21(6):550-554.
LI Xiaohuo,ZHOU Yang,LIU Shijun,et al. Research

on parametric design system for pick arrangement on drum shearer [J]. Chinese Journal of Engineering Design,2014,21(6):550-554.

[5] 孙燎原,陶嵘. 采煤机滚筒参数化 CAD 软件的开发及应用[J]. 煤炭技术,2014,33(4):193-195.
SUN Liaoyuan,TAO Rong. Exploitation and application of cutting drum parametric CAD software [J]. Coal Technology,2014,33(4):193-195.

[6] 李晓豁,顾红兵. 截割减速器参数化设计数据库管理系统的研究[J]. 机械传动,2008,32(4):1-3.
LI Xiaohuo,GU Hongbing. Research on database management system for parametric design of cutting speed reducer [J]. Journal of Mechanical Transmission,2008,32(4):1-3.

[7] 孟军,王宝学. 精通 ASP.NET 网络编程[M]. 北京:人民邮电出版社,2002.

[8] 陈蝴蝶,孙波,刘峥. 基于 ASP.NET 的摩擦轮传动系统的设计与实现[J]. 自动化与仪表,2017,32(2):54-56.
CHEN Hudie,SUN Bo,LIU Zheng. Design and implementation of friction wheel drive system based on ASP.NET [J]. Automation & Instrumentation,2017,32(2):54-56.

[9] WALTHER S. ASP.NET 技术内幕[M]. 马朝晖,译. 北京:机械工业出版社,2002.

[10] 师访. ANSYS 二次开发及应用实例详解[M]. 北京:中国水利水电出版社,2012.

[11] MAGGI Y I,GONCALVES R M,LEON R T,et al. Parametric analysis of steel bolted end plate connections using finite element modeling[J]. Journal of Constructional Steel Research,2005,61(5):689-708.

[12] HOFFMAN K. Visual C# 2005 技术内幕[M]. 李虎,许福,王晓博,译. 北京:机械工业出版社,2007.

[13] MATSUDA K,LEA R. WebGL 编程指南[M]. 谢光磊,译. 北京:电子工业出版社,2014.

[14] SMITHWICK M,VERMA M. Pro OpenGL ES for Android[M]. New York:Apress,2012.

[15] WATSON K,NAGEL C. C# 入门经典[M]. 齐立波,译. 5 版. 北京:清华大学出版社,2010.