

基于RIA的压缩机远程监测及故障诊断系统

谭文才, 张秋菊

(江南大学 机械工程学院, 江苏 无锡 214122)

摘要: 针对远程压缩机设备运行异常而得不到及时诊断维修的问题,采用基于富互联网应用程序(RIA)技术设计开发了压缩机远程监测及故障诊断系统。该系统采用基于Delphi开发环境的CBX解决方案构建了RIA软件平台,实现了基于Internet的远程访问;分析了系统平台的网络结构及CBX框架,以及CBX应用程序开发的要点,主要分析了系统实现的几项关键技术,包括基于神经网络的故障诊断专家系统、基于Matlab COM与delphi的混合编程、基于SDAC的数据库访问以及分析图谱的实现等。研究表明,通过基于RIA的压缩机远程监测及故障诊断系统,能够及时获取设备的运行状态,识别出故障模式,避免造成进一步的损失。该系统界面友好、功能丰富,具有一定的应用价值和借鉴意义。

关键词: 富互联网应用程序;压缩机远程监测;故障诊断专家系统;CBX

中图分类号: TH45;TP277 文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2012)08-0945-04

RIA-based remote monitoring and fault diagnosis system for compressor

TAN Wen-cai, ZHANG Qiu-ju

(School of Mechanical Engineering, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: Aiming at the problem of lack of diagnosis and maintenance while remote compressor was abnormal, remote monitoring and the fault diagnosis system for compressor based on rich Internet application (RIA) was developed, CBX solutions based on delphi was used to build RIA software platform, remote access through internet was realized, relevant research on network structure and CBX framework was carried out, the main points of CBX application development were introduced, the key technologies of system were analyzed, including fault diagnosis expert system based on neural network, mixed programming based on Matlab COM, database access based on SDAC, analysis map implementation, etc.. The results indicate that, through remote monitoring and fault diagnosis system for compressor, the status of compressor can be accessed timely and the failure mode can be identified to avoid further damage, The system has rich function and friendly interface and has a good application value and significance.

Key words: rich Internet application (RIA); compressor remote monitoring; fault diagnostic expert system; CBX

0 引言

压缩机是工业领域内的关键设备,其大型化、复杂化的发展趋势使得传统的本地监控与诊断模式很难满足诊断的要求,远程监测及智能诊断技术成为了当前研究的热点。

开发远程监测及故障诊断系统首先需进行体系结构的选择。当前流行的开发模式包括C/S结构与B/S结构^[1]。C/S结构为桌面式应用,其特点主要有响

应速度快、交互性强,利于处理大量数据。但是C/S结构要求Client端、Server端都得到特定的软件支持,所以安装、维护以及管理的难度较大,不能实现快速部署及配置。B/S结构(即浏览器/服务器模式)下,客户端只需要浏览器即可,无需安装特定软件,所以分布性强、维护方便,但在可操作性、人机交互能力上有所欠缺。而富互联网应用程序(RIA)^[2],能够在提高Web交互能力的同时又不丧失部署及使用的方便性,相当于C/S与B/S的完美结合。

本研究开发基于RIA技术的软件平台,为压缩机的远程监测及故障诊断提供一个新思路。

1 系统总体结构设计及RIA平台实现

1.1 系统总体结构设计

针对某压缩机厂的压缩机设备监测数据的特点以及系统平台的需求,本研究将远程监测及故障诊断系统分为三大模块:数据采集通信端、本地在线监测站、远程监测及故障诊断中心。数据采集通信端采用NI数据采集模块以多线程技术实现底层数据的并行采集后,进行本地的基于SQL Server2000数据库的数据存储,数据库访问由SDAC技术实现,并实时与服务器端进行通信,以完成数据的发送,服务端接收后,同样进行数据的存储。数据通信基于socket的网络通信技术。本地在线监测完成本地数据的实时监测,以曲线、表格、图谱等显示,并有一套完善的本地信息管理查询系统,能进行简单的数据分析及故障诊断,数据分析模块采用基于Matlab COM的混合编程。远程监测及故障诊断中心具有更加全面及强大的功能,对异地设备进行数据的在线监测,同时配备故障诊断专家系统。系统网络结构图如图1所示。

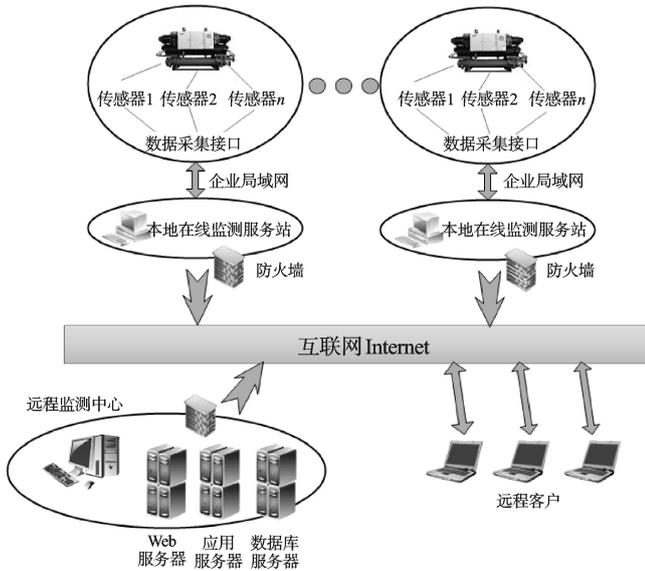


图1 压缩机远程监测系统网络结构

1.2 基于CBX的RIA技术概述

RIA技术的核心是:在系统初次运行时,先下载安装一个容器环境,即通过在客户端的浏览器中安装插件来扩展浏览器的能力,实现常规Web界面无法实现的UI,做出异常复杂的Web界面,是集桌面应用程序的最佳用户界面功能,Web应用程序的普遍采用和快速、低成本布署以及互动多媒体通信的实时快捷优点于一体的新一代网络应用程序,其特性包括胖客户端化、丰富的数据展示及操作、异步数据通讯等[3]。

目前RIA技术方案主要包括 Ajax、Flash/Flex、SilverLight、Java SWT以及CBX等。这些RIA技术方案的侧重点有所区别。本研究采用CBX解决方案[4],其优势在于:CBX基于Delphi7开发环境,远远超过基于Html甚至Ajax技术的Web开发能力;使用Delphi Midas的开发模式实现三层构架,具有开发效率高、能穿透防火墙、集成无状态中间层业务对象的机制;CBX有一套完善的客户端和服务端模块部署机制,操作简单快捷,适合架构大型企业系统;具有最高效率的基于http协议的数据传输机制,是以XML为传输格式传输速度的4~6倍,极大地提升了系统在互联网上的表现。

CBX解决方案以ActiveX为外壳开发了一个容器平台,自动从服务器端下载容器插件运行安装,来扩展浏览器的能力,运行AO(即applet)对象。在服务器端,同样是一个容器,是一个以Delphi Midas为模式的业务模块的执行平台,即所谓的中间层。在这个容器中,加载了若干服务器端对象,称之为XO(即servlet),是以Midas为模式的业务模块执行平台,提供数据服务。本研究以CBX实现的软件框架结构如图2所示。

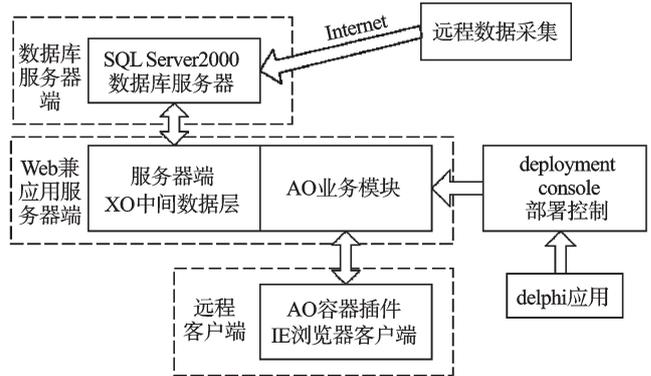


图2 CBX软件框架

1.3 RIA平台开发及功能实现

本研究以CBX实现的系统主界面如图3所示。

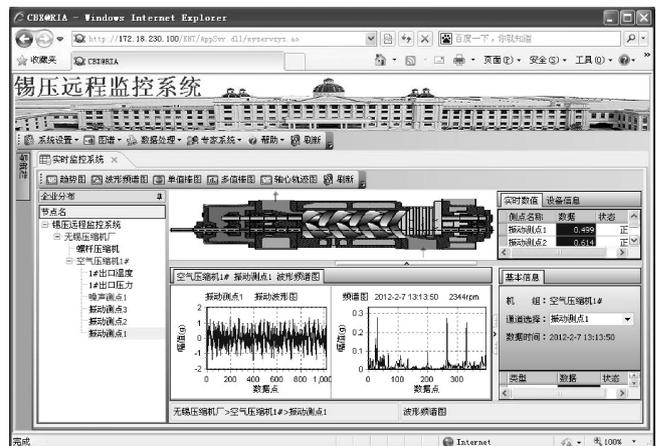


图3 压缩机远程监测平台主界面

软件开发主要是AO模块的开发,CBX给出了一套强大的业务机制,由核心bpl、主AO模块以及子业务模块组成。其中,核心bpl中通常包括全局变量、公共类以及函数单元、引用的辅助单元等等,各AO之间全局变量的数据交互即由核心bpl完成,同时引用的辅助单元可以有效地减小AO的体积。主框架AO提供了基础设施性的功能,包括子AO的加载、系统登录等等,不涉及具体的业务,仅为子业务模块提供框架性服务。子AO业务模块即具体的业务功能,该系统功能模块包括信息管理系统、权限管理系统、报表功能、数据分析功能等等,具体功能结构如图4所示。

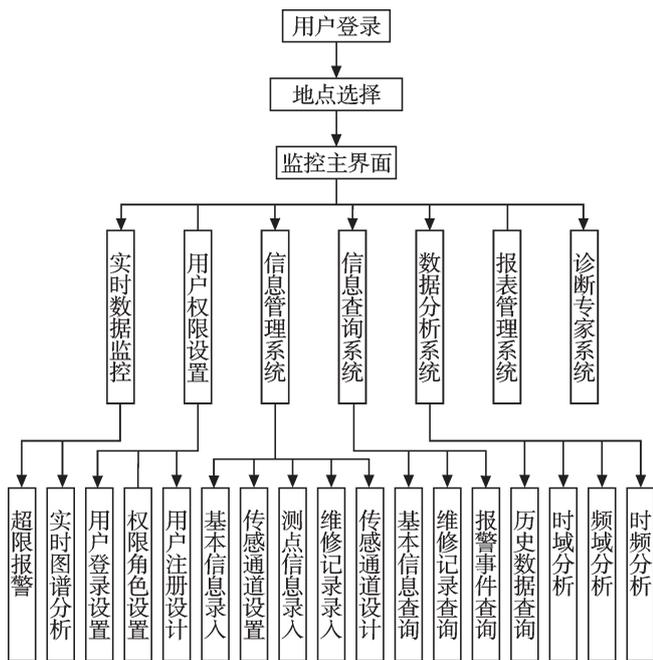


图4 压缩机远程监测平台软件功能结构框架

2 系统功能实现的关键技术

2.1 故障诊断专家系统的设计

故障诊断专家系统是远程监测平台的核心。传统基于规则的专家系统具有知识获取“瓶颈”等问题,而神经网络因自适应、自学习等优势而成为智能诊断的热点,但其实质是数值计算,所以解释功能不强、可信度不高^[5]。本研究采用基于神经网络的专家系统模型,综合神经网络与基于规则的传统专家系统的各自优点,其结构如图5所示。神经网络进行正向推理,给出初步判断结论,传统基于规则的专家系统以神经网络的输出为结论,进行反向推理,验证故障,并以反向推理的过程作为解释。这种方式保留了神经网络并行推理迅速的特点,消除了传统基于规则的专家系统正向推理的盲目性,减少了推理计算量,而且经过专家系统的反向推理验证后,易于记录推理路径,得出清晰解释。其推理结构如图6所示。

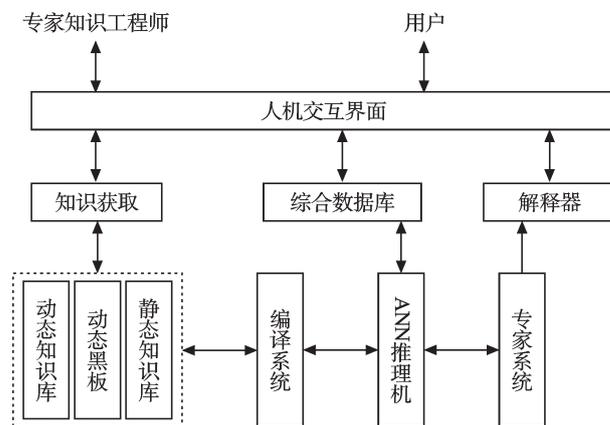


图5 神经网络专家系统结构

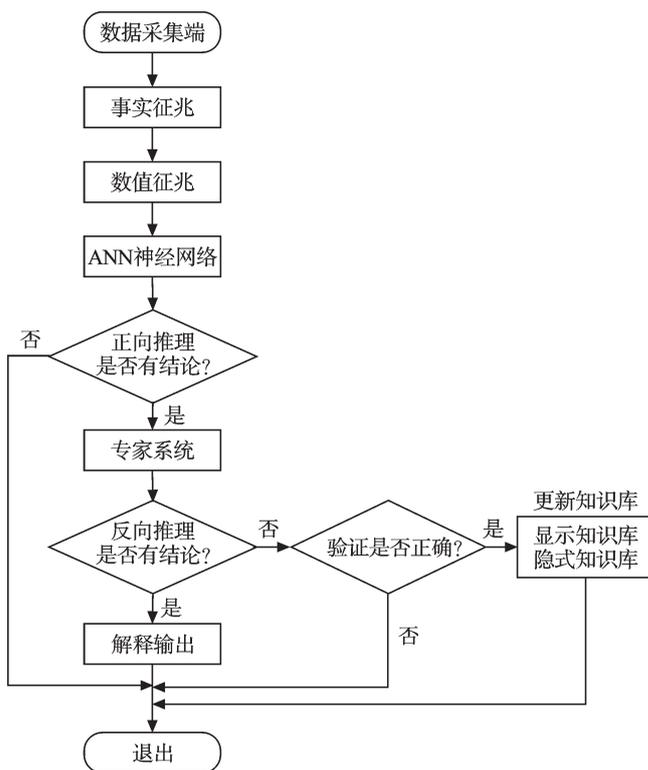


图6 神经网络专家系统推理流程

神经网络采用改进的BP神经网络算法LM算法^[6],神经网络的输入特征向量采用基于小波包的特征提取,信号经4层小波包,得到16个小波包节点,计算各节点的系数能量,并将能量经归一化处理作为网络的输入向量。神经网络输出即为待诊断的故障(如不平衡、基础松动等)。注意到小波包分解时存在着频带错位的问题,研究者需要进行小波包频段的重新排序,方可实现小波包与其频段的对应^[7]。

对于多个振动传感器的信息,由于其安装位置的差别,对不同类型或不同位置的故障敏感度不一样,每个传感器只是反映故障的某一个侧面,有可能会给出错误的诊断。本研究采用D-S信息融合^[8]的方法对各传感器的诊断结论进行融合,将误诊的可能性降至最低,给出最佳的诊断结论。

2.2 基于 Matlab COM 混合编程的功能实现

压缩机的振动信号是设备或结构状态信息的载体,蕴含大量的设备异常或故障的信息。研究人员通过对振动信号的分析,提取出故障特征,诊断出故障模式。故障特征提取的方法方法众多,包括时域指标、频域分析以及时频特征。通过 Delphi 实现这些复杂的算法难度可想而知,而 Matlab 为工程领域提供了各类分析算法,如信号处理、神经网络等,从而大大简化了编程的复杂度。采用基于 COM 的方法进行 Matlab 与 Delphi 的混合编程^[9],其优点是可以利用几乎所有的工具箱函数,并且可以脱离 Matlab 环境运行。基于 COM 的 Matlab 与 Delphi 的数据交互需采用 OleVariant 变体类型,通过 VarArrayCreate 进行初始化,如:

```
oleoutfsj := vararraycreate([0,29],vardouble); //输出变量
xyconversecomclass1.oct3spec1(1, oleoutfsj, datain, fs); //
com 函数
psj := vararraylock(oleoutfsj); //psj 为指针 pointer 类型
try
    move(psj^, outfsj[0], 30 * sizeof(double)); //数据传出
至 outfsj 数组
finally
    vararrayunlock(oleoutfsj);
end;
pf:= vararraylock(oleoutf);
```

同时,遗憾的是,部分工具箱函数不能够直接编译,例如神经网络工具箱,不支持其结构体 net 的编译,而神经网络是建立专家系统需面临的问题。经研究分析,笔者采用改写神经网络工具箱相关函数的方法,使之能够进行 COM 的编译,并注意应使用低版本的函数。

另外,在 CBX 环境下,研究者需要采用重载环境变量技术,在程序启动时添加环境变量,指定 Matlab COM 的 MCR 环境安装路径,这是由于 CBX 只默认 system32 系统路径。

2.3 基于 SDAC 的数据库访问

数据库访问接口由微软公司的 ODBC 逐渐发展,形成了诸如 DAO、RDO、OLE-DB、ADO 等诸多技术,其中最常用的为 ADO^[10],因其直接使用 API 函数,速度快、占用内存少。Delphi 全面支持 ADO 技术,提供了 ADO 组件。但在 CBX 环境下,因为其内部技术方案等原因,在使用 ADO 对 SQL Server2000 数据库操作时,会产生错误。CBX 对 SQL Server2000 数据库访问的最佳接口为 SDAC,即 SQL Server 数据存取组件,它使用 OLE-DB 直接通过基于 COM 的接口来存取数据源,是直接对 OLE-DB 的调用,所以在功能上与性能

上优于 ADO,特别是访问数据库的速度明显高于 ADO,对于大量的振动数据的存取,能够节省很多的时间,这对于实现压缩机的远程监测的实时性是很有优势的。

2.4 分析图谱的实现

对压缩机状态进行实时监测时,研究者需要采用各种图谱将信号以某种形式展示,以反映出信号的某个特征。对于振动信号,分析方法众多,对应的图谱也很多,如频谱分析、功率谱分析、倒谱分析、细化谱分析、相关分析、小波及小波包分析以及常用的辅助图谱包括轴心轨迹图、单值棒图、多值棒图、频谱瀑布图等等。支撑图谱的信号分析方法已通过 Matlab 算法实现,所以关键在于以图的形式对分析后的数据进行显示。Delphi 提供了 chart 组件,可以方便地实现各种图谱,避免繁琐的 GDI 编程。Chart 中的 series 包括了各种类型的图形,如 TlineSeries、TbarSeries、TpieSeries 等,对应曲线图、棒图、饼形图等。辅助图谱以外的分析图谱如频谱分析等使用 TlineSeries 即可。单值棒用于同时显示多通道的振动幅值,多值棒图显示单一通道的通频值以及各倍频分量,这两种图谱使用 TbarSeries 实现。对于轴心轨迹图,本研究采用 TlineSeries,但需设置横坐标值 xvalues 与纵坐标值 yvalues 的属性 order 的值为“loNone”,使绘图时点不按坐标值大小排序。某压缩机阳转子的轴心轨迹效果如图 7 所示。

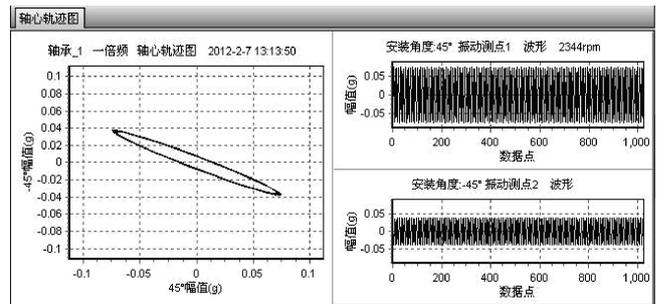


图7 某压缩机阳转子轴心轨迹图

3 结束语

本研究采用 CBX 解决方案开发了基于 RIA 的压缩机远程监测及故障诊断系统,系统界面友好、功能丰富,目前已投入试运行阶段。远程客户获取授权后通过浏览器即可实现基于 Internet 的访问,对压缩机设备进行在线监测,借助专家系统给出合理的故障诊断,为企业带来了可观的经济效益与社会效益。同时,系统设计思路以及一些关键技术分析与实现(诸如网络架构、软件结构、专家系统以及混合编程等)可以供相关研究领域参考。

(下转第 970 页)

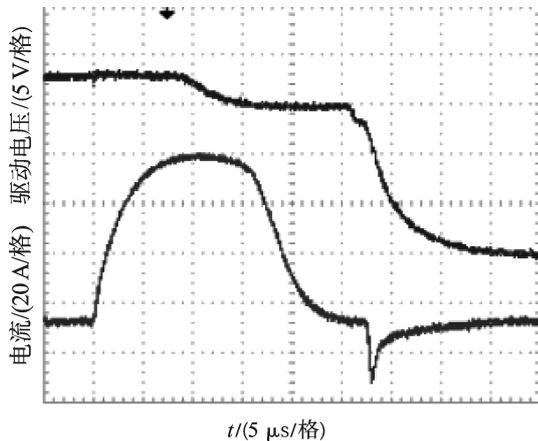


图9 短路保护测试结果

流发生时都能及时做出响应,通过采取相应的保护措施将电流限定在安全值以下,使IGBT得到可靠保护而免遭损坏。

4 结束语

根据IGBT的特性,本研究针对不同应用场合、多种过流情况设计了相应的过流保护电路,根据发生过流故障时保护电路的动作可分为:持续封锁的过载保护电路、封锁固定时长的时间封锁保护电路、封锁持续到下个开通信号的脉冲封锁保护电路以及降栅压、降频、软关断短路保护电路。

本研究以具体的电路原理图对过流保护电路的工作原理进行了详尽的分析,并通过实验对设计的所

有过流保护电路进行了测试。测试波形表明:本研究设计的过流保护电路在过流发生时都能及时作出响应,通过采取相应的保护措施将电流限定在安全值以下,使IGBT得到可靠保护而免遭损坏。

参考文献(References):

- [1] 吴耀辉,杨焦赞,魏仁灿. IGBT高频开关电源的故障分析及处理[J]. 电力电子技术,2009,43(5):61-62.
- [2] 杨岳峰,张奕黄. IGBT的瞬态保护和缓冲电路[J]. 电机电器技术,2003(3):10-11.
- [3] 杨斌文,胡浩,张建. IGBT的有关保护问题[J]. 电气开关,2006(6):7-9.
- [4] 华伟. IGBT驱动及短路保护电路M57959L研究[J]. 电力电子技术,1998,32(1):88-91.
- [5] 周志敏,周纪海,纪爱华. IGBT和IPM及其应用电路[M]. 北京:人民邮电出版社,2006.
- [6] HERMWILLE M. 使用栅极电阻控制IGBT的开关[J]. 电源世界,2009,12(2):44-45.
- [7] 陈振伟,陈辉明,王正仕,等. 一种新型单电源IGBT驱动电路[J]. 机电工程,2007,24(9):33-35.
- [8] 陈义怀,胡卫华,王彦. IGBT的保护[J]. 电源技术应用,2004,7(5):282-285.
- [9] 王正仕,吴益良,向群,等. IGBT的过流保护[J]. 电力电子技术,1996,30(3):70-73.
- [10] 胡宇,吕征宇. IGBT驱动保护电路的设计与测试[J]. 机电工程,2008,25(7):58-60.

[编辑:李辉]

(上接第948页)

参考文献(References):

- [1] 吴毅杰,张志明. C/S与B/S的比较及其数据库访问技术[J]. 船舶电子工程,2003(2):32-35.
- [2] 焦圣明,包云轩,郭静,等. 基于RIA气象站信息平台的设计与实现[J]. 计算机工程,2010,36(20):217-219.
- [3] 董龙飞,肖娜. Adobe Flex大师之路[M]. 北京:电子工业出版社,2009.
- [4] 张晓蓉. 基于RIA技术的石油企业信息化平台的构建[J]. 西安文理学院学报,2011,14(1):88-91.
- [5] 帅黎,陈铁军,李晓媛,等. 智能控制理论及应用[M]. 北京:清华大学出版社,2009.
- [6] 侯亚丽,李铁. 基于LM优化算法的BP神经网络目标识别方法[J]. 探测与控制学报,2008,30(1):53-57.
- [7] 傅勤毅,傅俭毅,王峰林. 一种无频带错位的小波包算法[J]. 振动工程学报,1999,12(3):423-428.
- [8] 马平,董彩凤. 基于D-S推理的旋转机械融合诊断[C]//2002年全国振动工程及应用学术会议论文集. 上海:上海高教电子音像出版社,2002.
- [9] 胡劲松,周方浩. 基于com的Matlab与Delphi混合编程研究[J]. 计算机应用与软件,2008,25(2):31-34.
- [10] 鲍海燕. 基于Delphi平台的数据库程序设计研究[J]. 太原科技大学学报,2011,32(4):273-276.

[编辑:李辉]