

文章编号:1005-0523(2014)04-0038-06

基于城轨车辆制动控制测试数据库系统设计与实现

杨丰萍,黄兵斌,袁芦北,卢义

(华东交通大学电气与电子工程学院,江西 南昌 330013)

摘要:城市轨道交通作为我国城市大运量、快捷、安全、低耗、环保的运输形式,已成为交通运输体系的重要组成部分,在国民经济中占有重要地位。城轨车辆制动控制装置^[1-4]在装车前要进行各项试验和运行考核,测试平台作为生产过程中的重要一环,具有不可替代的作用,同时它也适用于车辆段对该装置的检测和维修。主要从概念化的角度和关系模式对制动控制检测系统进行数据库^[7-10]的总体设计、概念设计和详细设计以及基于微软可视化工作室(Microsoft Visual Studio 2008, VS2008)开发平台,利用ADO、DLL、TCHART技术,实现数据库的通信与数据浏览、条件查询、录入、删除、修改的数据操作,同时对数据库保存的测试数据以曲线图形式显示与数据分析,增加数据可读性。

关键词:制动控制装置;E-R模型;ADO数据通信;数据分析

中图分类号:TS736+.2

文献标志码:A

由于城市轨道交通制动系统对运行安全的重要性,世界上各国轨道交通应用部门对制动系统^[1-4]的检测都进行了大量的研究工作。传统的检测手段过于单一,检测数据难以长时间的保存,已不能满足现阶段的要求,设计一个多功能检测、大数据管理和分析的制动装置检测系统迫在眉睫。针对这一问题,在已实现了多功能检测的前提下,设计一个中小型数据库系统。众所周知,数据库的设计是整个系统的关键部分,好的数据库能够减少数据冗余,达到减少磁盘空间占用率,本系统主要根据关系数据理论,规范化数据库设计^[5-6],减少数据冗余太大和消除数据更新异常、插入异常和删除异常问题为出发点,设计出符合3NF范式^[7]的数据库,在基于VS2008界面开发平台和Microsoft SQL Server 2008(SQL2008)数据库开发^[8-10]平台上,采用ADO^[5]、DLL^[5]、TCHART等技术实现系统数据库的设计和实现。该系统可提供的用户界面良好,可通过对数据管理和分析,发现潜在的设备故障数据^[11-12],与多功能检测系统组合成一个制动控制装置检测系统,完成设备测试和及时维护,降低设备维护成本,成为保障列车安全运行的有效措施,代表了列车设备故障诊断技术的发展方向。

1 需求收集和分析

需求分析是整个设计过程的基础,是最困难、最耗时的一步,作为地基的需求分析是否做得充分与准确,决定了在其上构建数据库大厦的速度与质量。通过对中国铁路科学研究院的实地考察,收集一手资料,以及对调查问卷进行分析和研究,主要测试功能包含电气接线测试、传感器零点测试、气密性测试、载重输出测试、总风压力开关(AR)测试、阀响应测试、空气制动测试、防滑测试、MVB(多功能车辆总线)网络通信测试以及制动缸压力开关测试,得出系统功能框图如图1所示。

收稿日期:2014-03-15

基金项目:华东交通大学校立科研项目(11DQ06)

作者简介:杨丰萍(1967—),女,教授,研究方向为交通信息工程及控制、电力牵引及传动控制以及计算机检测等。

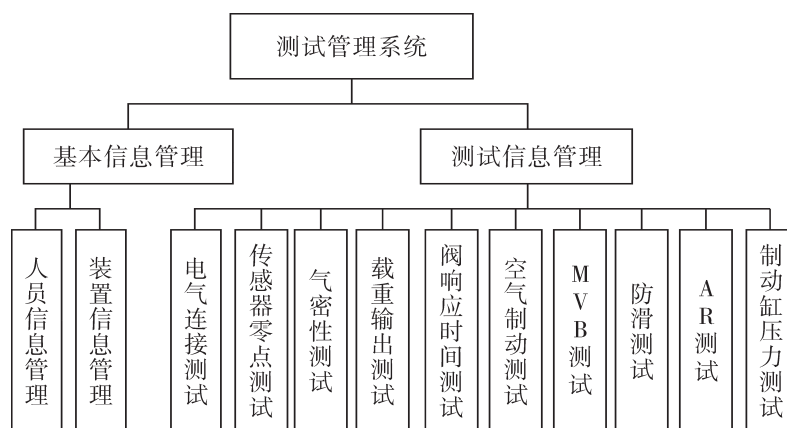


图1 数据库系统框图

Fig. 1 Database system diagram

图1画出了数据库系统框图的主要部分,各项测试在不同条件下测试方法和内容不同,例如在测试制动控制装置的气密性时,需要在缓解、紧急制动和常用7级制动不同条件下分别发送制动指令,上位机来模拟并由PLC来控制气路系统相应的电磁阀,根据各个压力传感器传送的值来测试制动缸压力(BC)、总风压力(AR)、空簧压力1(AS1)、空簧压力2(AS2)压力值和压降值;除十项测试项目外,还需要包含数据库配置以及对人员和设备的管理与对数据生成报表和打印等工作。

2 概念与逻辑设计

城市轨道交通制动数据库系统测试项目有十项,每项的测试方法不同,若第一次测试或者需要改变测试方式时,需要配置相应的通道和数值范围,为了使相应的配置反映到测试数据当中,在每项测试项目中,数据库需要保存当前配置,保证数据的完整性。根据需求分析中对人员管理要求,工作人员需要凭借用户账号和登录密码才能登录系统;不同的工作人员具有不同的访问权限;不同的装置可进行十项测试项目中的任何一下测试,需要根据配置判断对应的装置是否有相应的测试项;每个装置中测试项目可以有多种配置方案;每种装置根据配置可以在不同车况、信号类型和控制指令下进行测试;采用数据挖掘中分析归纳法定义实体,可以抽象归纳出人员、装置、车型、装置指令、信号类型、十项测试项目实体。

各实体之间的联系^[7-8]有:工作人员与被测装置实体之间多对多($m:n$)的联系,各测试子项目与单一被测装置实体之间一对多($1:m$)的联系,车型与单一被测装置实体之间多对多($k:m$)的联系,信号类型与单一被测装置实体之间多对多($n:m$)的联系,制动指令与单一被测装置实体之间多对多($p:m$)的联系,根据数据库概念结构设计方法,构建实体联系模型,得出制动装置检测系统总体E-R图,如图2所示。

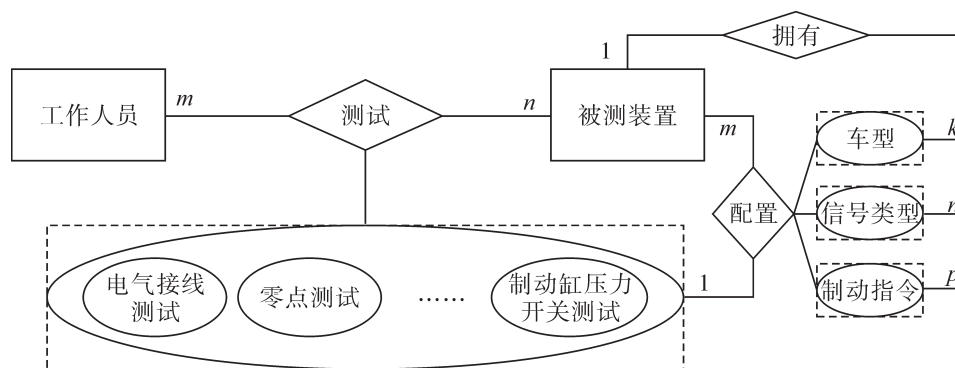


图2 制动装置检测系统总体E-R图

Fig. 2 Overall E-R diagram of braking device detection system

在逻辑结构设计阶段,根据关系数据库理论^[7-9],在保证达到3NF范式^[1-2]条件下,将E-R(实体—联系模型)图^[1]转换为关系模型,由于篇幅所限,只列出传感器零点测试、气密性测试与电气接线测试三项测试关系表的设计,而其他测试在不同配置条件下所测试内容不同,具体可参照上面气密性测试的过程;在人员表、装置表、指令表、信号表、车型表与三项测试表中分别标注主键和外键^[7],“—”为该表的主键,“~~~”为该表的外键,没有标注说明不存在相关建,关系表的部分结构如下所示:

人员(人员编号、密码、姓名、职称、电话号码、备注)

装置(装置编号、项目名称、装置型号、装置编号、备注)

指令(指令编号、指令名称)

信号(信号编号、信号名称)

车型(车型编号、车型名)

传感器零点配置(零点配置编号、装置编号、传感器类型、AD(压降)范围)

传感器零点(传感器零点编号、零点配置编号、传感器类型、当前压力值、AD值、测试结果、测试日期和时间)

气密性配置(气密性配置编号、装置编号、指令编号、传感器类型、AD范围)

气密性(气密性编号、气密性配置编号、传感器类型、压力值、压降值、测试结果、测试日期和时间)

电气接线测试配置(电气接线配置编号、装置编号)

电气接线(电气接线编号、电气接线配置编号、110 V开关输入、1轴速度信号输入、2轴速度信号输入、3轴速度信号输入、4轴速度信号输入、PWM信号输入、电压信号输入、电流信号输入、测试日期和时间)

在气密性测试关系表中,气密性测试配置表结构如表1所示,气密性测试表结构如其中气密性配置表如表2所示。

表1 气密性测试配置表

Tab. 1 Configuration of air tightness test

编号	字段名称	数据类型	说明	主键	外键
1	ATC_id	int	气密性配置编号	是	
2	PD_id	int	编号		是
3	Com_id	int	指令编号		是
4	Sen_type	varchar10	传感器类型		
5	ADrange	varchar30	AD范围		

表2 气密性测试表

Tab. 2 Air tightness test

编号	字段	数据类型	说明	主键	外键
1	AT_id	bigint	气密性编号	是	
2	ATC_id	int	气密性配置编号		是
4	Sen_type	varchar10	传感器类型		
3	Pre_Values	Float	压力值		
4	ADvalues	Float	压降值		
5	Result	varchar 6	测试结果		
6	Testtime	datetime	测试日期和时间		

其它测试表的结构根据测试条件与内容的不同而不同,在实际考察中对检测设备的测试是流动性的,检测人员与被测装置只存在检测联系,对设备的管理,须有专门人员来管理。

3 数据库系统软件实现

制动控制装置检测系统是基于VS2008和SQL2008环境下开发的,其中两个环境之间通信采用的是ActiveX Data Object (ADO)数据库访问技术,可以访问多种数据源,与OLE DB一样,使应用程序具有很好的通用性和灵活性。通过编写ADO类封装通信算法,再制作成基于共享微软基础类库(Microsoft Foundation Classes, MFC)编写规则动态链接库(DLL)的形式,采用动态链接库的好处在于,对公用的库函数,系统只有一个拷贝,而且只有在应用程序真正调用时,才加载到内存。在内存中的库函数,也只有一个拷贝,可供所有运行的程序调用。当没有程序需要调用它时,系统会自动将其卸载,并释放其所占用的内存空间。对于测试数据保存、删除、修改、查询操作,都是通过采用ADO技术将通信过程封装成通信类后,利用基于MFC框架下DLL技术,留出通信接口,只需要编写结构化查询(Structured Query Language, SQL)语句,就能实现与SQL2008后台数据库通信操作(存储、删除、修改、查询),在数据库中可设置;数据存储具有手动和自动保存两种功能,可在配置页面上进行配置;手动保存时,需要用户点击工具栏保存按钮,而数据保存方式机制在于是否每测试完一项就保存还是全部测试完在保存,增加对数据保存的灵活性;图3为测试数据保存时流程图,贯穿整个数据库系统实现使用VC++消息映射机制^[5],采用上述通信方法,首先在头文件中使宏定义,然后在源文件中写入实现代码,主对话框中数据保存实现与数据库通信的主要代码如下所示:

```
#define WM_SQL_MSG (WM_USER + 110) //宏定义消息类型
afx_msg LRESULT OnDatasave(WPARAM wParam, LPARAM lParam); //消息映射
void CTestBedDlg:: OnDatasave(WPARAM wParam, LPARAM lParam)
{
    UpdateData(TRUE);
    ADOConn m_ADOConn; //数据对象定义
    CString strSql, str1, str2;
    int itemp=0; str1=""; str2="";
    strSql.Format("%d", itemp);
    m_ADOConn.OnInitADOConn(); //数据库对象初始化
    strSql="Select * from TT_project_device where Pro_name="
    "+" + strProjectname + " and Dev_type=" + strBraketype + " and
    Dev_id=" + str1 + " "; //SQL数据查询语句
    m_ADOConn.GetRecordSet(strSql);
    if (! m_ADOConn.m_pRecordset->adoEOF) //没有数据
    {
        //SQL数据插入语句
        strSql="insert into TT_project_device values (
        "+ str1 + ", " + strProjectname + ", " + strBraketype + ", " +
        str1 + ", " + str2 + " )";
        m_ADOConn.ExecuteSQL(strSql); //将SQL语句传入
    }
    ADO接口
    {
        m_ADOConn.m_pRecordset=NULL; //数据记录集清空
        m_ADOConn.ExitConnect(); //关闭数据库连接
    }
}
```

其它测试的数据操作代码大同小异,数据曲线采用TCHART控件,它能够提供上百种2D和3D图形风

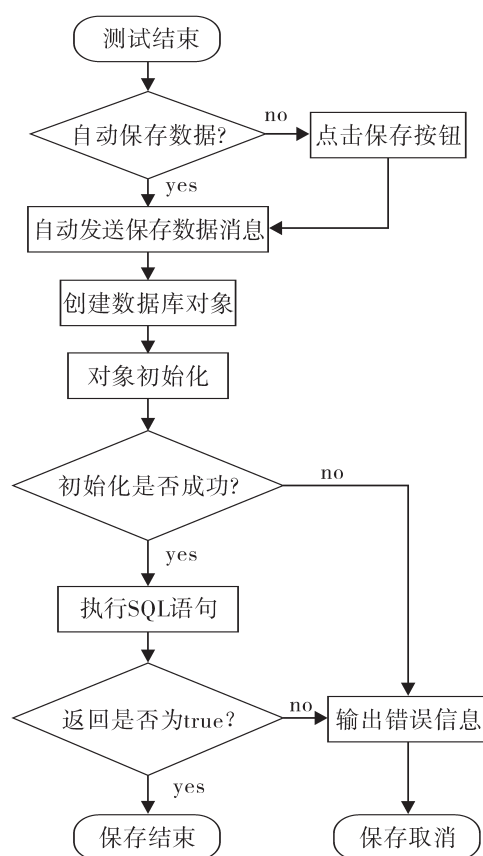


图3 数据保存流程图

Fig. 3 Data retention flowchart

格、40种数学和统计功能、加上无限制的轴和22种调色板组件供选择,具有非常好的数据分析功能。数据库数据录入在每次测试完后,数据库保存配置就会将相应的测试项目置位,防止误设置,将其设置为不可修改,保证安全性,如图4所示;数据的查询、删除和修改在相应的页面上操作,如图5所示;数据分析在选择查询之后,弹出数据分析曲线图,方便用户直观地了解测试数据进而预判设备潜在损坏,做好维护和检修工作。

数据库配置

数据库存储方式
☒ 手动 ☐ 自动

数据保存方式
☐ 单项保存 ☒ 全项保存

全项保存配置

☒ 电气接线	☒ 传感器零点
☒ 气密性	☒ 载重输出
☐ 阀响应时间	☒ 空气制动
☐ 防滑	☒ MVB
☐ AR(总风)	☒ 制动缸压力

图4 数据保存配置

Fig. 4 Data storage configuration

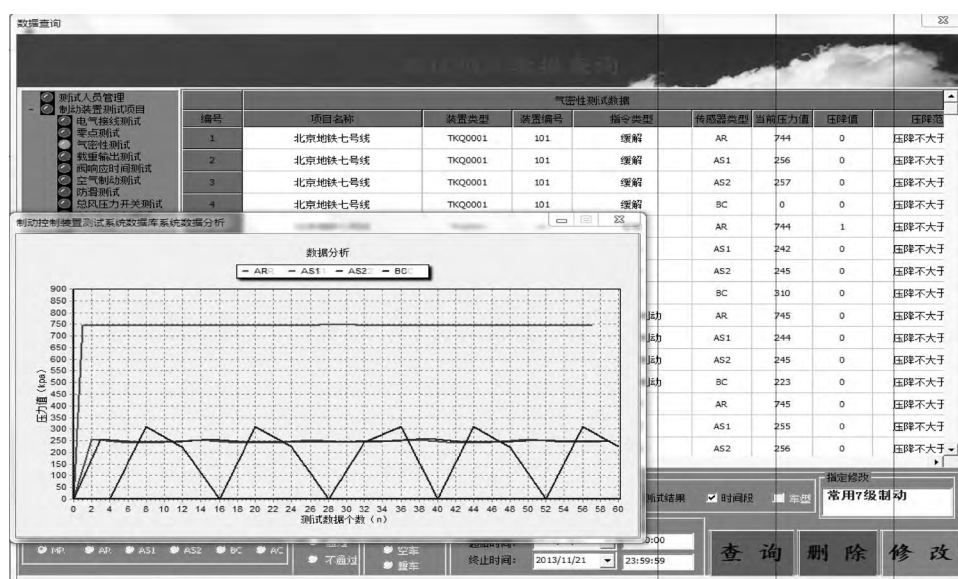


图5 数据分析

Fig. 5 Data analysis

5 结论

制动控制装置测试系统的数据库设计主要是为了针对目前铁科院制动装置的测试数据不能长期保存问题的解决奠定基础,以减少数据冗余、插入异常、删除异常和更新异常为出发点进行设计,该系统关系数据理论达到3NF范式前提下,将数据冗余降到最小,节省不必要的磁盘空间,既考虑各个测试模块间的独立测试无损连接性^[7],同时也要考虑测试模块耦合性^[7];通过对各个测试模块之间进行配置,能够很好地解决上述问题,在铁科院外包项目中得到了体现;利用开发工具制作友好界面,实现对数据库的数据操作和数据分析功能,为制动控制装置检测系统能够预判设备安全性、可靠性和检修事故及时性奠定基础。

参考文献:

- [1] 上海申通地铁集团有限公司轨道交通培训中心[M].北京:中国铁道出版社,2011:6.
- [2] 曾青中,韩增盛.城市轨道交通车辆[M].成都:西南交通大学出版社,2009:8.
- [3] 李晓村,候梅英.动车组构造[M].成都:西南交通大学出版社,2009:1.

- [4] 刘转华,唐阳.动车组技术[M].成都:西南交通大学出版社,2010:6.
- [5] 孙鑫编.VC++深入详解[M].北京:电子工业出版社,2012:7.
- [6] 陈国建.Visual C++宝典[M].北京:电子工业出版社,2011:1.
- [7] 萨师煊,王珊.数据库系统概论[M].北京:高等教育出版社,2006:5.
- [8] 戴维森.SQL Server 2008数据库设计与实现[M].北京:人民邮电出版社,2009:11.
- [9] 章立民研究室.SQL Server 2005数据库开发实战[M].北京:机械工业出版社,2007:1.
- [10] 郑阿奇.SQL Server 实用教程:SQL Server 2008版[M].北京:电子工业出版社,2009:12.
- [11] 涂春萍,柴亚辉,甘岚,等.基于MVC与多数据库的开放实验预约系统设计[J].华东交通大学学报, 2009, 26(3):1-6.
- [12] 肖挺松.铁路车辆钩舌故障分析[J].华东交通大学学报, 2012,30(3):1-4.

Realization and Design of Braking Control Test Database System for Urban Rail Vehicles

Yang Fengping, Huang Bingbin, Yuan Lubei, Lu Yi

(School of Electrical and Electronic Engineering, East China Jiaotong university, Nanchang 330013, China)

Abstract: China's urban rail transit, as a form of mass, rapid, safe, energy-efficient and environment-friendly transport, has become an important part of the transportation system and plays a significant role in our national economy. Urban rail vehicle braking control device must carry out various testing and running assessment before loading with the test platform, an important and irreplaceable part, which is also used for detecting and repairing the device. This paper mainly discusses the overall concept and detailed design of the braking control database system from the perspective of concept and relation model. Based on Microsoft Visual Studio 2008 (VS2008), ADO, DLLT and TCHART technology, this study realizes the database communication, browse, query, deletion, modification and input. At the same time, the data of testing results stored in database can be displayed in a graph form and analysis, which may increase the data readability.

Key words: braking control device; E-R model; ADO data communication; data analysis