

文章编号: 2095-2163(2019)04-0220-06

中图分类号: TP311.52

文献标志码: A

# 基于混合架构的地铁车辆履历管理系统开发

张岩, 方宇, 胡定玉

(上海工程技术大学 城市轨道交通学院, 上海 201620)

**摘要:** 随着地铁维保技术及运营管理方式的发展, 现有地铁车辆履历管理中的信息异构、信息缺失等问题愈发凸显, 如何更好地实现地铁车辆履历信息的记录、保存及运用, 成为地铁行业急需解决的问题。本次研究在继承现有系统基本功能的基础上, 弥补既有系统存在的缺陷, 开发出一款全新的地铁车辆履历管理系统, 以期为更好地进行地铁车辆的检修、运用管理和技术分析打下坚实的基础。

**关键词:** 混合架构; 地铁; 车辆履历管理; 系统开发

## Development of subway vehicle history management system based on hybrid architecture

ZHANG Yan, FANG Yu, HU Dingyu

(School of Urban Rail Transportation, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

**[Abstract]** With the development of metro maintenance technology and operation management methods, the defects of information heterogeneity and lack of information in the management of existing subway vehicles have become more prominent. It is urgent for the subway industry to better realize the recording, preservation and application of subway vehicle history information. On the basis of inheriting the basic functions of the existing system, this paper has made up for the defects of existing systems and developed a new subway vehicle history management system, in order to lay a solid foundation for better carrying out maintenance, operation management and technical analysis of subway vehicles.

**[Key words]** hybrid architecture; subway; vehicle history management; system development

## 0 引言

地铁车辆履历包含了大量、复杂的基础信息, 其中记录了地铁车辆及重要零部件从购买、组装、运用、检修到退役报废全过程重要数据及技术状态<sup>[1]</sup>, 是地铁车辆检修、运用管理和技术分析的重要基础与依据。因此, 一个能全面管理、充分利用车辆信息的地铁车辆履历管理系统在实际使用中具有十分重要的意义。

相较于一般的信息管理系统, 地铁车辆履历管理系统具有数据量大、冗余度高等特点, 这就要求地铁车辆履历管理系统能够更规范合理地记录、保存、运用车辆信息, 避免出现车辆信息不完善、不正确的问题。

但是, 由于以往的履历管理工作中存在着计算机技术不成熟、操作规范不清晰、职工思想不重视等问题<sup>[2]</sup>, 车辆履历信息得不到妥善的管理, 产生了信息异构、信息无法形成闭环、信息利用率不高等问

题。随着地铁检测、管理、维修、评估等技术的迅猛发展和地铁运营规模的不断扩大, 这些问题愈发凸显, 成为地铁行业发展中不可忽视的制约因素。如何更为高效、便捷地管理车辆履历成为亟需解决的研究课题。针对这些问题, 本文开发出一款满足实际需求的地铁车辆履历管理系统。对此拟做研究论述如下。

## 1 现有系统的不足

### 1.1 履历系统的信息孤岛及信息异构

地铁最初的规划建设基本以线路为单位, 各线路通过综合管理中心实现线路的监控和管理<sup>[3]</sup>, 各线路自成体系, 也各有其独特的管理方式。同时, 地铁建设是阶段性的, 不同阶段的建设厂商不同、设备厂家不同、建设技术不同、建设经费和负责人也各不相同<sup>[4]</sup>。而这两方面影响因素使得系统之间、线路之间存在大量异构的履历信息, 这些信息难以共通公用, 不能融合<sup>[5]</sup>, 加大了系统之间、线路之间信息

**作者简介:** 张岩(1992-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 载运工具故障诊断与控制; 方宇(1974-), 男, 博士, 教授, 主要研究方向: 复杂工程装备数字化设计、仿真及智能运维、轨道交通列车健康状态检测与评价。

**通讯作者:** 方宇 Email: 920946051@qq.com

收稿日期: 2019-05-10

共享的难度,并由此产生了线路间的信息孤岛与信息异构问题<sup>[6]</sup>,这不利于履历信息的存储及应用。

### 1.2 履历信息无法形成闭环

由于现有履历管理系统的不完善,外加人为因素的影响,现有履历信息存在信息不完全、不准确、无法形成信息闭环的问题,履历信息的不完善,将对地铁车辆检修、运用管理和技术分析产生不利影响。

### 1.3 履历信息利用率不高

综合前述两点履历系统的不足,工作人员无法简单高效地存储、整理、使用履历信息,严重浪费系统中存储的大量的履历信息,不利于地铁的车辆检修、运用管理和技术分析。

### 1.4 现有系统架构存在其局限性

现有的履历管理系统由于建设时技术的局限性,大多采用客户机/服务器架构(C/S架构)。这种C/S架构的系统虽然满足了地铁行业的大部分工作需求,但仍有可扩展性不强、缺乏一定的远程访问功能、维护成本高、升级任务繁杂、客户端操作系统兼容性差等问题<sup>[7]</sup>。

## 2 系统设计方案

针对现有系统存在的问题,本系统开发中采取了一定的设计方案,可对其阐释分述如下。

(1)明确了数据管理所用的系统,规范了数据处理和存储的方式,从而设计出一种合理的、通用的,能满足各个系统、各条线路需求的车辆履历管理机制,实现履历信息的“书同文、车同轨”。解决了现有系统中信息异构的缺陷,达到了科学高效地存储使用履历信息的目的,从而适应了当下地铁正由线性管理向网状管理过渡的特征发展趋势,而且同时还满足了时代进步对地铁建设提出的新要求。

(2)设计了合理的序列号生成机制,完善了现有的序列号管理功能<sup>[8]</sup>,从而更好地实现采购、安装、故障、更换等信息的跟踪管理,解决了现有系统中履历信息无法形成闭环的缺陷,为地铁运维企业的设备采购、故障管理、修程制定等打下坚实的数据基础。

(3)设置了统计分析和趋势分析两大模块,进行有针对性的数据统计分析,深度挖掘,使相关信息一目了然,解决了现有系统中履历信息利用率不高的缺陷,为地铁的车辆检修、运用管理和技术分析打下坚实的基础。

(4)采用了混合架构。该架构既有C/S架构安全性高、信息资源共享与交互性好等特点<sup>[9]</sup>,也有

B/S架构维护和升级方式简单、可扩展性好、兼容性强等特点<sup>[10]</sup>,解决了现有系统中在系统架构设计上存在着不足的缺陷,能够在保证信息安全的同时,降低维护成本,弥补现有系统由于其架构不完备而带来的局限性。

## 3 系统设计

### 3.1 数据库设计

数据库设计就是在特定应用环境中,构造出合理的数据库逻辑模式及物理结构,以此创建数据库及应用系统,确保其能有效地保存、管理数据,满足不同用户的需求<sup>[11]</sup>。本系统采用了具有存储高效、操作方便、安全可靠、功能齐全等优点的SQL Server数据库<sup>[12]</sup>,为了使设计的数据库满足节省数据的存储空间、保证数据的完整性、方便应用系统的开发等要求<sup>[13]</sup>,本系统在对履历信息存储及使用的相关工作流程和系统所需功能分析的基础上,进行了有针对性的数据库设计。这里,将给出探讨详述如下。

(1)概念结构设计。数据库概念结构设计是设计数据库的第一步。通过分析地铁车辆履历管理系统中参与及处理的对象,梳理统计各对象应当具备的属性信息,同时确认各对象间的关系,构建其概念模型,从而设计出整车、零部件采购E-R图如图1所示。相应地,也得到了维修更换E-R图如图2所示。

(2)逻辑结构设计。在概念结构设计后,即需展开数据库逻辑结构设计。这是由概念模型向具体的数据模型转化的过程,即按照概念结构建立的E-R图,将其转换成管理系统所支持的逻辑模型。逻辑结构设计的过程主要分为3个步骤<sup>[14]</sup>,研究内容详见如下。

①地铁车辆履历管理系统概念模型的初步转换,将管理系统的整车、零部件采购E-R图和维修更换E-R图转换为一般的关系模型,设计出供应商信息表(编号、名称、公司地址、电话、Email、所在国家、所在城市、货币类型等)、职工信息表(工号、职工姓名、性别、身份证号、政治面貌、文化程度等)、整车信息表(编号、列车型号、列车名称、价格、合同编号、采购日期等)、零部件信息表(编号、零部件型号、零部件名称、价格、合同编号、购买日期等)、故障信息表(工单号、列车编号、零部件编号、故障编号、故障日期等)等17张表,从而满足整车及零部件的采购、更换、测量、维修等履历信息的存储需求。

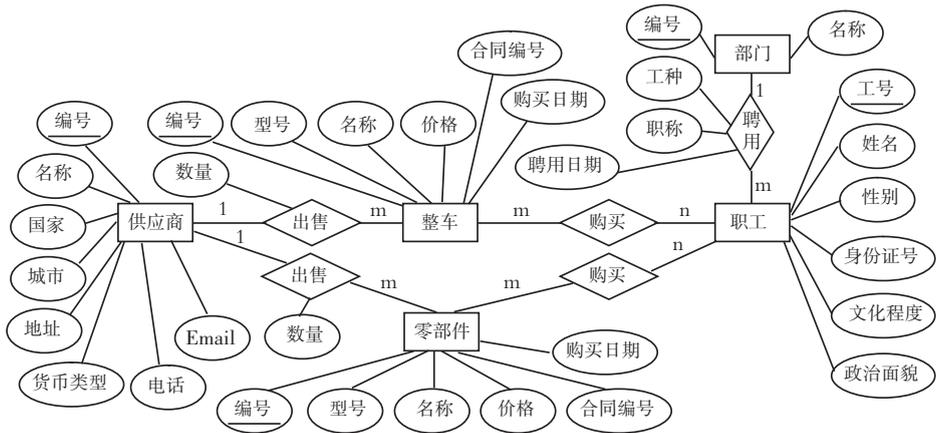


图1 整车、零部件采购 E-R 图

Fig. 1 The E-R chart of vehicle and parts procurement

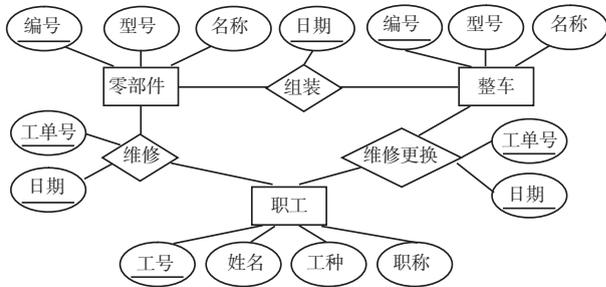


图2 维修更换 E-R 图

Fig. 2 The E-R chart of repair and replacement

② 继续转换地铁车辆履历管理系统的关系模型,使其成为 SQL Server 数据库管理系统支持的数据模型。

③ 优化地铁车辆履历管理系统的数据库模型,使其能够更加高效地存储管理车辆信息。

(3) 物理结构设计。在数据库物理设计阶段,根据数据库的逻辑和概念模式、DBMS 及计算机系统所提供的功能和施加的限制,设计管理车辆信息的数据库文件的物理存储结构、各种存取路径、存储空间分配、记录的存储格式等<sup>[15]</sup>。物理结构设计关系着数据库的性能,对地铁车辆履历管理系统的性能起决定性作用,因此也占有至关重要的位置。文中以职工信息表为例,各项信息属性具体见表1。

表1 职工信息表

Tab. 1 Employee information form

字段	类型	长度	NULL
工号	varchar	20	否
姓名	nvarchar	20	否
性别	tinyint		否
身份证号	varchar	20	否
文化程度	tinyint		否
政治面貌	smallint		否

### 3.2 系统功能模块设计

地铁车辆履历管理系统主要由基础信息管理、信息录入及查询、统计分析、趋势分析、系统管理这五个功能模块组成,而每个功能模块又包括了多个子模块。本文研发得到的地铁车辆履历管理系统的功能模块设计结构则如图3所示。对其中涉及的主题开发模块的设计功能可做剖析阐述如下。

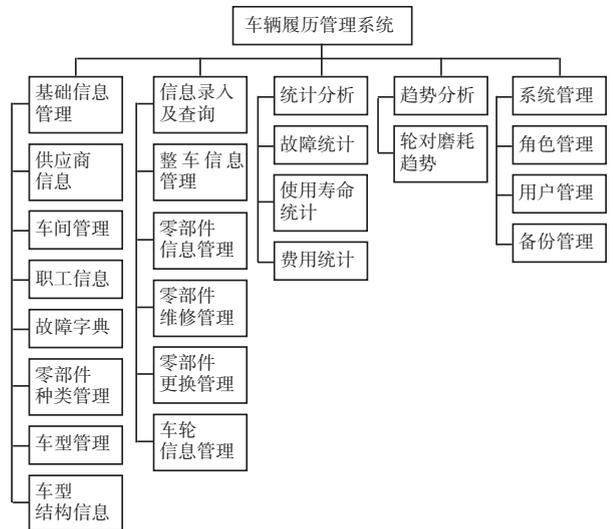


图3 功能模块结构图

Fig. 3 Function module structure chart

(1) 基础信息管理模块。是地铁车辆履历管理系统的基础部分,该模块管理系统中参与及处理的对象,通过添加、保存、修改、删除等操作存储供应商、车间、职工、零部件、列车车型等对象的特征信息。这些信息是地铁车辆履历管理系统的基础信息,在后续的信息录入及查询、统计分析和趋势分析中都会用到,因此该模块的信息录入是做好后续工作的必要前提。

(2) 信息录入及查询模块。主要包含整车信息

管理、零部件信息管理、零部件维修管理、零部件更换管理及车轮信息管理这五个子模块。其中,前四个模块各自独立、又相互关联,通过这四项模块的相互配合,辅以序列号管理功能,能对整车及零部件从采购、安装、故障到更换维修的全部履历信息进行记录,实现履历信息的闭环管理。同时,针对有独特特征的履历信息,可定制设计一个功能模块进行管理,如车轮信息管理模块。本模块能专门记录车轮的特征信息,为后期的趋势分析做准备。

(3)统计分析模块。主要由故障统计、使用寿命统计和费用统计这三个子模块构成。通过分析信息录入及查询功能模块中记录的信息,根据指定的查询条件,查询出相应信息并进行统计分析,通过对比,找出故障类型占比、高发故障类型、高磨损零部件种类等信息,为地铁车辆检修、运用管理提供数据支撑。同时,也可结合费用信息,寻求各零部件性价比最高的供应商,为地铁的运营维修降低成本。

(4)趋势分析模块。目前主要包含轮对磨损趋势模块,后期若有需求,可添加其它零部件所对应的趋势分析模块。本功能模块重点用于分析部分零部件的磨损趋势,并形成相应的磨损趋势图,使零部件的磨损趋势更加直观地展示出来,为工作人员获知零部件的运行性能提供更为清晰的判别依据。

(5)系统管理模块。系统管理模块主要包含角色管理、用户管理和备份管理这三个子模块。本模块管理着使用者的登录口令、授权信息等基本信息,

能进行用户分类、用户授权等操作,并且配有数据备份功能,以便做到安全、快捷的车辆数据备份。系统通过该功能模块确认登录用户的身份,并根据其角色及授权信息提供相应的功能和信息,是地铁车辆履历管理系统安全性和可靠性的有效保障。

综合上述步骤,设计出一款具有履历信息存储、数据统计分析、重点零部件监控等功能的地​​铁车辆履历管理系统,从而更好地实现地铁车辆履历信息的精细化管理<sup>[16]</sup>。

### 4 系统开发与测试

参照前文设计的地铁车辆履历管理系统框架,基于混合架构和 ASP. Net 编程框架,采用 JavaScript、HTML 和 SQL Server 等技术,进行管理系统的开发,并通过仿真测试来验证其性能。

本地​​铁车辆履历管理系统的测试主要以功能测试为主,主要选取信息录入及查询、统计分析、趋势分析这三个模块进行测试。经过测试分析,对此结果可叙述如下。

#### 4.1 信息录入及查询模块

以子模块零部件信息管理为例,操作界面如图 4 所示。输入查询条件,如零部件编号、所在列车编号等信息,即可查询到所需信息,从而实现列车及重要零部件的序列号跟踪及管理功能,实现地铁车辆履历信息的精细化管理。



图 4 零部件信息管理图  
Fig. 4 Parts information management chart

### 4.2 统计分析模块

以故障统计功能为例,操作界面如图5所示。输入查询条件,如零部件类型、时间区间等信息,即可查询出所需的信息并详细展示,点击查看图片,即可生成对应的统计图,使查询结果一目了然。

### 4.3 趋势分析模块

以轮对磨耗趋势分析功能为例,操作界面如图6所示。输入查询条件,如轮对编号、时间区间等信

息,即可查询出对应轮对的各项数据,点击查看图表,即可生成对应的磨耗趋势图,为工作人员做决策提供有效的数据支撑。

通过上述系统测试可知,地铁车辆履历管理系统的性能得到了验证,并在继承现有系统的基本功能的基础上,弥补了既有系统存在的缺陷,为更好地进行地铁车辆的检修、运用管理和技术分析做出了有益的尝试。



图5 故障统计图

Fig. 5 Fault statistics chart



图6 轮对磨耗趋势图

Fig. 6 Wheel wear trend chart

## 5 结束语

地铁车辆履历管理系统应用于地铁车辆的履历信息管理,在地铁运维体系中占据着不可或缺的重要地位。本文在现有履历系统的基础上,分析其需求,弥补其不足,完善其功能,采用混合架构、SQL Server 等技术,开发了包含基础信息管理、信息录入及查询、统计分析、趋势分析和系统管理这五大功能模块在内的地铁车辆履历管理系统,使得工作人员能够方便快捷地存储、查询、修改、利用地铁车辆的履历信息,提高地铁车辆履历信息的利用率,从而为地铁的车辆检修、运用管理和技术分析提供坚实的基础,为智慧城市、智慧地铁的建设进行了成功探索,积累了宝贵经验。

## 参考文献

- [1] 李希宁,张奕奕,彭新平,等. 电子履历技术在机车上的应用研究[J]. 电力机车与城轨车辆,2016,39(4):7-9,58.
- [2] 李中浩,朱东飞,邢智明. 以信息化助推城市轨道交通快速发展的思考[J]. 城市轨道交通研究,2017,20(5):1-6,46.
- [3] 陈军. 城轨线网数据标准与数据库设计研究[D]. 广州:华南理

- 工大学,2015.
- [4] 谭寒烁. 基于数据交换与共享的城轨安全管理系统设计与实现[D]. 北京:北京交通大学,2009.
- [5] 邵春海,刘波,简锐锋,等. 新一代城轨信息化体系中ATS系统发展[J]. 都市轨道交通,2018,31(4):77-81,97.
- [6] 张建功. 基于ESB技术的北京城轨信息交换平台研究[D]. 北京:北京交通大学,2006.
- [7] 李云云. 浅析B/S和C/S体系结构[J]. 科学之友,2011(1):6-8.
- [8] 文志永,郝伟. 高速动车组全生命周期履历管理系统应用[J]. 铁路计算机应用,2017,26(1):28-30,35.
- [9] 林伟婷. C/S与B/S架构技术比较分析[J]. 科技资讯,2018,16(13):15-16.
- [10] 赵曼颖. 客车固态及动态参数履历管理系统的研究与实现[D]. 上海:上海交通大学,2012.
- [11] 郭志军,王秀霞. 电子档案管理系统解决方案及其关键技术实现[J]. 电脑知识与技术,2016,12(2):5-7.
- [12] 杜亮. 基于C/S模式的计量器具管理系统[J]. 中国测试技术,2007,33(3):108-110.
- [13] 徐俊西. 计算机应用基础学习指导与实践辅导[M]. 北京:机械工业出版社,2002.
- [14] 王叶英. 企业人力资源管理信息系统的设计与实现[D]. 厦门:厦门大学,2014.
- [15] 张露,马丽. 数据库设计[J]. 安阳工学院学报,2007(4):76-79.
- [16] 侯选一,刘同战. 地铁车辆信息管理系统设计与优化[J]. 铁路技术创新,2017(3):92-93,100.

(上接第219页)

### 3.3 实时榜单计算的实现

实时榜单的计算主要使用了 SparkStreaming 的 reduceByKeyAndWindow 算子,每隔一个时间段系统就会将规定窗口内的数据进行汇总计算。其中,图8展示的 DAG 就是经过一段时间对窗口内所有的微批进行处理。

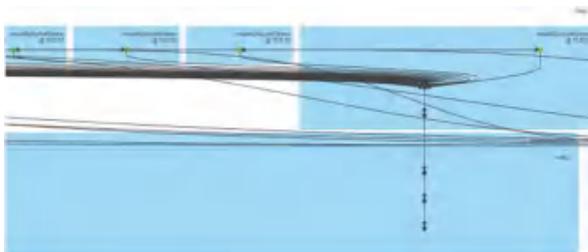


图8 Streaming 实时计算 DAG

Fig. 8 DAG of real time computation

## 4 结束语

本系统实现了资源分享、资源搜索、资源推荐等基本功能,但系统的整个集群都是在一台电脑的虚拟机上搭建而成的,无法完全模拟生产环境,这样就难于处理某些在实际生产环境中遇到的问题。同时

推荐算法的选取也偏于单一化,因而还未能能在多模型融合的推荐排序方面取得突破。今后拟在深度学习与语义推荐方面做出优化与改进。

## 参考文献

- [1] 周志华. 机器学习[M]. 北京:清华大学出版社,2016.
- [2] 林轩田. 机器学习基石[EB/OL]. [2013]. <https://www.coursera.org/learn/ntumlone-mathematicalfoundations/2017-10>.
- [3] 林轩田. 机器学习技法[EB/OL]. [2013]. <https://www.coursera.org/learn/ntumlone-algorithmic-techniques/2018-02>.
- [4] 王家林,段志华,夏阳. Spark 大数据商业实战三部曲:内核解密I商业案例I性能调优[M]. 北京:清华大学出版社,2018.
- [5] 郭景瞻. 图解 Spark:内核技术与案例实战[M]. 北京:电子工业出版社,2017.
- [6] 唐亘. 精通数据科学:从线性回归到深度学习[M]. 北京:人民邮电出版社,2018.
- [7] 杨海霞. 数据库原理与设计[M]. 2版. 北京:人民邮电出版社,2013.
- [8] KALUA B. Java 机器学习[M]. 武传海,译. 北京:人民邮电出版社,2017.
- [9] 杨冠宝. 阿里巴巴 Java 开发手册[M]. 北京:电子工业出版社,2018.
- [10] MINER D, SHOOK A. MapReduce 设计模式[M]. 徐钊,赵重庆,译. 北京:人民邮电出版社,2014.