

文章编号 : 1005-8451 (2016) 03-0022-06

铁路客运管理信息系统总体架构及 关键技术研究

杨国元¹, 史天运², 方 凯², 张秋亮²

(1.中国铁道科学研究院, 北京 100081 ;

2.中国铁道科学研究院 电子计算技术研究所, 北京, 100081)

摘 要 :通过分析国内客运管理信息系统的应用现状, 结合中国铁路客运实际, 提出了基于SOA的中国铁路客运管理信息系统总体架构设计。从总体架构、业务架构、逻辑架构逐层展开剖析, 说明了基于SOA的客运管理信息系统总体架构的优点, 并对其关键技术进行了全面总结和分析, 对于系统的深化研究、开发和后续升级具有一定意义。

关键词 : SOA ; 客运管理信息系统 ; 总体架构 ; 关键技术 ;

中图分类号 : U293.1 TP39 **文献标识码 :** A

General framework and key technologies of Railway Passenger Transport Management Information System

YANG Guoyuan¹, SHI Tianyun², FANG Kai², ZHANG Qiuliang²

(1.China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China;

2. Institute of Computing Technologies, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: Through analyzing the current application status of domestic Passenger Transport Management Information System, combining with the physical truth of railway passenger transport, this article proposed the overall architecture design of China Railway Passenger Transport Management Information System based on SOA, analyzed the overall architecture, business architecture and logical architecture, explained the advantages of the overall architecture of the System based on SOA. The key technologies were summarized and analyzed comprehensively, it also has certain practical significance to the deep research, development and subsequent upgrades of the System.

Key words: SOA; Passenger Management Information System; overall architecture; key technology

我国铁路经过多年信息化建设, 已投入应用的铁路运输调度指挥、铁路客票发售与预订、铁路旅客服务等系统在铁路行车调度指挥、客票发售预订、列车到发信息展示、旅客候车引导等方面发挥了重要作用, 各系统之间实现了信息共享。而在铁路客运管理信息化建设方面还比较薄弱, 各个铁路局、客运站段根据自身业务需求建立了一些相关信息系统, 包括: 排班、绩效考勤、人事档案、电源环境监控、机电设备管理等, 虽然在本铁路局、站段客运管理方面发挥了一定作用, 但存在着诸多方面的不足:

(1) 系统业务功能单一, 局限在本铁路局或者本站段使用, 无法在全路使用。

(2) 系统的建设缺乏统一的技术架构设计, 内部结构复杂, 集成耦合度高, 难以支持新业务的需求, 升级扩展困难, 重复开发现象严重。

(3) 系统自成体系, 缺乏统一的接口服务标准, 难以实现信息共享、综合利用, 造成信息源不统一, 数据重复录入, 使用效率不高, 维护困难。

(4) 系统的开发平台, 数据库各异, 独占服务器、网络等资源, 共享度低, 造成硬件、网络资源浪费, 机房电力资源浪费。

因此, 针对我国目前铁路客运部门信息系统应用现状, 有必要统一规划铁路客运管理信息系统的建设, 减少重复建设投资, 实现资源共享。铁路客运管理信息系统以促进铁路客运信息共享和综合利用^[1-2], 提升铁路客运生产作业能力和管理水平为目

收稿日期: 2015-09-01

作者简介: 杨国元, 在读博士研究生; 史天运, 研究员。

标,利用信息技术、集成技术、接口技术、图像处理、视频处理等技术,实现客运作业、运输组织、生产管理等业务在内的功能需求,建设形成以铁路总公司、铁路局、客运站段三级管理、决策科学的综合管理信息系统。通过系统的建设能够实现全路客运信息共享、网络资源共享、硬件资源共享以及信息集成,减少了各业务部门对信息系统的重复建设投资,节省了成本,提高了客运管理与服务工作效率。

1 铁路客运管理信息系统架构设计

面向服务的体系结构(SOA, Service Oriented Architecture)是一个组件模型^[3],它将应用程序的不同功能单元(称为服务)通过服务之间定义良好的接口和契约联系起来。通过企业服务总线(ESB, Enterprise Service Bus)实现服务的发布、查询、绑定和调用。SOA提出了服务提供者、服务注册中心、服务请求者3种角色,服务发布、服务查询、服务绑定调用3种基本操作,以及简单对象访问协议(SOAP, Simple Object Access Protocol)、通用描述、发现与集成服务(UDDI, Universal Description Discovery and Integration)、Web服务描述语言(WSDL, Web Service Describe Language)3个基础组件。

铁路客运管理信息系统根据客运站段业务应用及铁路局、铁路总公司集中管控、分级负责的需求,采用SOA技术理念,将相关业务功能抽象成标准、统一的接口服务,集成客票、动车组管理、客车管理、调度、人事、旅客服务等系统的信息,进一步对这类集成信息进行清洗、分析、统计和挖掘,实现全路客运信息集成共享,提高客运生产效率,为客运部门科学管理、决策提供信息化支撑。

1.1 总体架构

铁路客运管理信息系统的总体架构与铁路客运运营管理体制相适应,按照客运管理统一指挥、集中管控、分级负责的管理模式,本架构划分为铁路总公司、铁路局、客运站段三级信息系统,总体框架如图1所示^[4-5]。

铁路客运管理信息系统由铁路总公司客运管理信息系统(简称:铁路总公司客管系统)、铁路局客运管理信息系统(简称:铁路局客管系统)、客运段

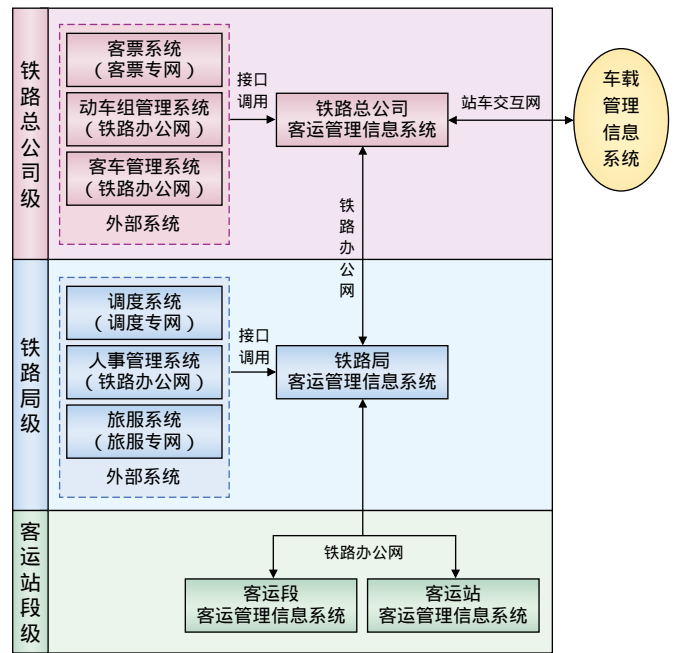


图1 铁路客运管理信息系统总体架构

客运管理信息系统(简称:客运段客管系统)、客运站客运管理信息系统(简称:客运站客管系统)、车载客运管理信息系统(简称:车载客管系统)组成。铁路总公司客管系统主要负责监控、管理全路客运生产、客运作业、客运服务的总体情况,完成全路客运业务计划审批,实现客运业务的规范、集中管理,客运信息的集成、共享,同时为辅助决策提供支持。铁路局客管系统负责监控、管理所辖站段客运生产、客运作业、客运服务的情况,完成局管内客运业务计划审批。客运站段客管系统负责本站段具体的客运生产、客运作业的执行、实施以及客运业务计划的编制、上报等。车载客管系统主要负责列车与地面客管系统的业务数据交互、车载客运计划签收执行等。客运站段客管系统重业务应用、数据处理,铁路总公司客管系统重决策统计、分析,数据共享。

铁路客运管理信息系统的接口包括外部接口和内部接口。外部接口包括接收客票系统的基础车次、开行计划、客运票价、车内实时人数等信息,接收动车组管理系统的动车组编组信息,接收客车管理系统的普速车编组信息,接收调度系统的客运调度命令、列车到发等信息,接收人事系统的人事静态基础信息,接收旅服系统的候车信息。内部接口包括铁路客运管理信息系统内部各个功能模块的标准接口。

铁路客运管理信息系统的网络结构采用两级组

网方案,包括铁路办公网和站车交互网。铁路总公司、铁路局、客运站段客管系统通过铁路办公网实现互联互通,车载客管系统通过站车交互网络与铁路办公网互联。此外,在铁路总公司级,铁路办公网与客票专网互联;在铁路局级,铁路办公网与调度专网、旅服专网互联;铁路客运管理信息系统与外部系统之间的数据交互通过接口调用的方式实现。

1.2 业务架构

业务架构是在对铁路总公司、铁路局、客运站段的客运业务、运输组织、生产管理的需求分析及流程分析的基础上,进一步明确、深化客管系统的总体功能、各业务的应用功能以及与外部系统之间的信息交互方式。根据客运部门组织结构、分工职责、生产业务及全路客运业务信息集成、共享的原则,给出了业务架构示意图,如图2所示。

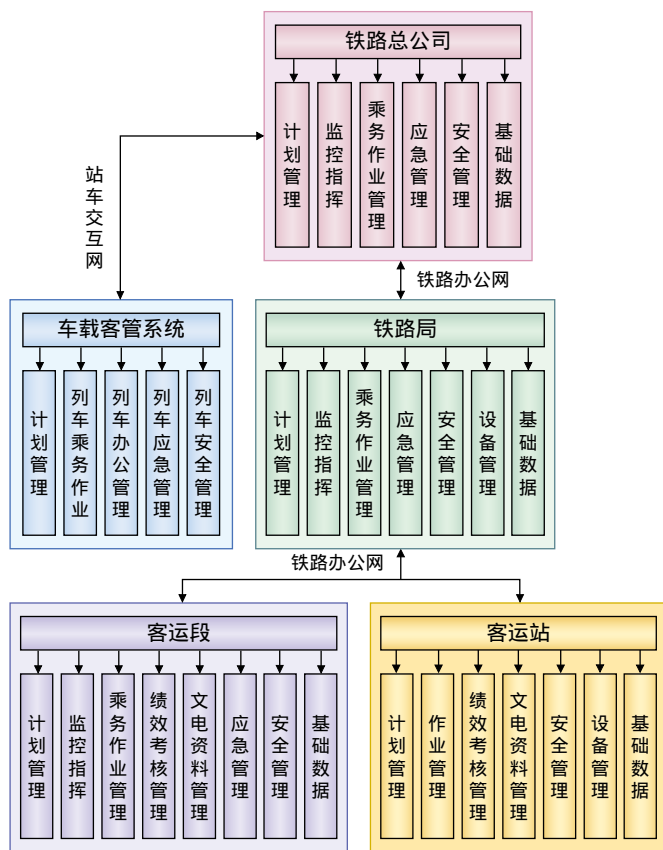


图2 铁路客运管理信息系统业务架构

图2所表示的铁路客运管理信息系统业务架构,包括铁路总公司、铁路局、客运站段客管系统的业务功能,以及横向、纵向业务功能的数据交互。

从横向来看,铁路总公司客管系统和铁路局客

管系统主要以作业计划审批、统计,行车监控、指挥,乘务作业监控,应急预案制定,客运安全管理为主。铁路总公司主要以全路客运业务为主,铁路局主要以铁路局所辖站段客运业务为主。客运站段客管系统主要以客运业务计划编制、上班、执行、统计,段担当列车监控指挥,乘务作业实施,站段人员绩效考核管理、文电资料管理、应急管理、客运安全管理,客运设备管理为主。

从纵向来看,一方面,客运段上报客运业务计划到铁路局,铁路局审批通过后,再上报铁路总公司审批,待铁路总公司审批通过后,反馈到客运站段进行执行,形成“上报—审批—反馈—执行”的闭环控制。另一方面,铁路总公司垂直管理铁路局、站段,对全路客运信息进行全面监控、统计分析、挖掘,为决策支持提供依据。

基于SOA的架构设计,从业务使用的用户角度来看,系统的界面是面向业务功能、后台数据的集成整合,用户并不关心应用如何实现,数据如何抽取、集成。从系统开发的研发人员角度来看,业务是经过抽象了的、基于标准的、可共享的、可复用的服务,以及对这些服务的组合编排,各功能模块之间以及与外部系统之间的数据交互通过服务调用方式来实现。当业务需求、业务级别、业务重点或管理方式发生变化时,能够快速灵活的通过服务重构、组合、复用来完成或执行变化,降低服务之间的耦合性,以满足业务需求或管理方式。铁路客运管理信息系统中的业务功能并不是通过一个单一的服务来实现的,以乘务计划服务为例,铁路总公司级乘务计划服务,是通过对各铁路局乘务计划服务的组合调用来实现的,而各铁路局的乘务计划服务又为本局、段客管系统其他功能模块提供服务,同一个服务可以被多个功能模块调用使用,提高了服务的重用性。

1.3 逻辑架构

本文采用Web Service的方式实现SOA,结合铁路客运管理信息系统执行具体业务的流程及特点,将系统的应用和数据分开,根据SOA不同的服务组件粒度及服务组合,构建一个标准化的集成框架模型来支持对系统的异构集成^[6],如图3所示,将铁路客运管理信息系统划分为5层:用户交互层、业务

处理层、服务组合层、数据访问层和数据处理层。

1.3.1 用户交互层

用户交互层是用户使用客户端访问系统各应用服务功能集，由客户端发出请求，后台响应请求，将结果展示在客户端，其中系统应用服务功能集表现在客管系统中业务功能模块。

1.3.2 业务处理层

业务处理层实现与用户交互层的交互，同时负责调用服务组合层服务。用户交互层客户端通过 SOAP 协议发出服务请求，通过 workflow 引擎 Web 服务接口的 WSDL 文件在 UDDI 服务注册中心查找定位相应的服务，并调用服务进行执行处理，将执行的结果反馈给用户交互层客户端^[7]。查找定位的服务不一定只局限在单一区域（铁路局）、单一服务（单一功能），而根据业务的需求，可以将多个铁路局、

多个应用服务进行组合、编排，同时这些服务的组合、编排也需要自动化过程来完成，这就需要由 workflow 引擎来完成。workflow 引擎的流程执行文件由业务流程执行语言（BPEL，Business process execution language）来描述。BPEL 可以完成对各种服务的组合、编排，形成更为复杂的服务，生成业务流程服务执行的顺序。而 workflow 引擎便按这个顺序来执行任务或流程。

1.3.3 服务组合层

服务组合层是系统服务的集合，包括流程监控服务、安全监控管理服务、公共服务、外部服务和业务服务。流程监控服务完成对 workflow 引擎流程执行顺序及流程状态的监控，安全监控管理服务完成用户 ESB 的监控及对用户访问服务的授权管理，完成对具体 ESB 服务的安全、授权管理。公共服务组件

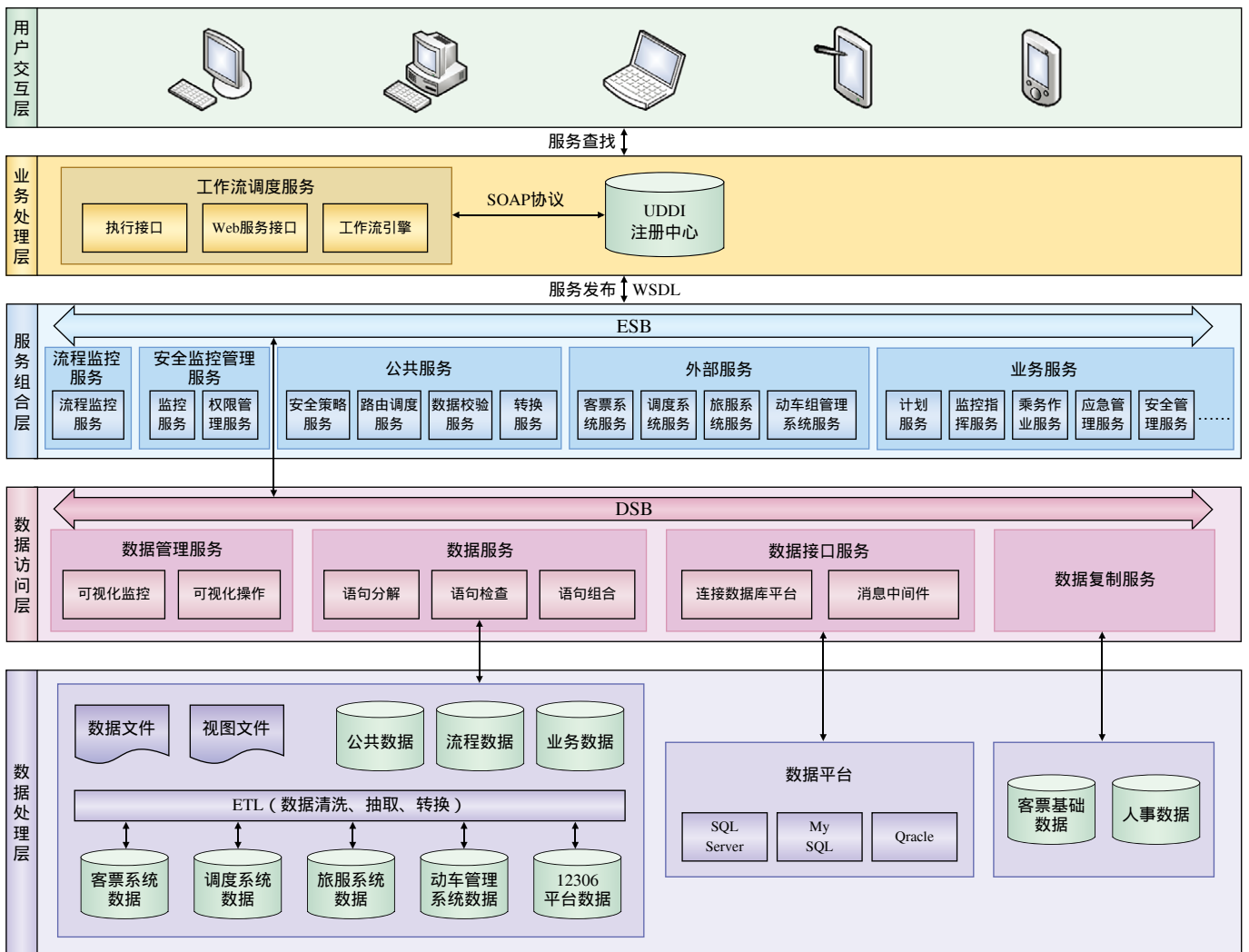


图3 逻辑架构

完成 ESB 的核心功能,完成安全策略配置、路由调度、数据安全校验、消息监听、转换等,为系统提供安全可靠的保障。业务服务组件是对系统应用业务服务的集合,包括乘务计划、列车在途监控、列车上水、列车直供电等客运业务服务及多种服务的组合。

1.3.4 数据访问层

数据访问层主要由对数据库各种操作的服务组成,包括数据管理服务、数据服务、数据接口服务、数据复制服务等。数据管理服务主要针对数据库操作的可视化监控及管理,数据服务主要实现对数据库操作语句的规范化处理,数据接口服务实现基于 JDBC 和接口技术实现跨平台的数据库访问,数据复制服务主要实现其他外部系统提供大批量基础数据的复制。

1.3.5 数据处理层

数据处理层是系统所有数据的集合及处理,数据集合包括基础数据、外部系统数据、各类异构业务数据库(计划数据、作业管理数据等)系统数据库、流程数据库数据等。数据处理主要完成对数据文件、视图文件、公共数据、流程数据、业务数据的处理,同时还包括对各外部系统的接口数据清洗、抽取、转换,使之符合客管系统的需求。数据平台主要实现对不同操作系统(Windows, Linux 等)、不同数据库(SQL server, MySQL, Oracle 等)的数据集中转换,起到数据中间件转换作用。

2 关键技术

2.1 地理信息系统及定位技术

利用地理信息系统、定位技术实现在全路路网上对在途列车运行的可视化追踪、监控,实时车内人数、列车编组、列车值乘人员信息及车内其他相关信息的可视化展示。在途列车可采用 GPS、北斗卫星、基站或列控系统进行定位。

2.2 客运乘务计划自动编排技术

根据列车运行图,建立车底交路计划、班组交路计划、值乘人员交路计划三类计划的自动编制优化模型,研究全局智能优化算法,实现各类计划的自动生成和自动调整,提高人员劳动生产率,提高车底周转率,减少班组的热备率,降低人力资源成本。

2.3 备品、备件管理技术

建立统一清晰的各类客运列车备品、备件分解模型^[8],研究备品、备件唯一编码和名称、种类字典,实现备品、备件录入的自动选择。对于新运营车型的备品、备件,系统根据车型自动给出规范化建议,通过人工交互,实现字典及编码的不断完善。

2.4 车载信息和基地信息融合及应用技术

在列车在运行过程中,将列车上客运作业、客运任务、营运状态等通过站车交互通道落地铁路总公司客管系统,属于不同铁路局、客运站段的信息,由总公司再分发到相应铁路局、站段。对于发现的问题,地面人员可以通过系统及时反馈给在途列车。其中需要研究大量车载信息处理技术和策略、数据转发同步技术。

2.5 客运设备全寿命周期管理技术

建立客运设备故障检测模型,实时监测相关设备运行状态,保障生产的安全稳定进行;跟踪故障管理状态,实现故障发现、故障录入、故障派工、故障维修、故障回填签收的一体化流程管理,保证故障责任到人、及时处理与审核;形成维修记录和故障记录的知识库,实现设备的全寿命周期管理。

2.6 车站设备节能控制技术

采用无线传感器网络实时采集温度、湿度、亮度、噪声等信息,建立网络环境,运用分布式信息融合算法,建立噪声滤波控制等模型,为智能控制车站照明、空调、电梯、通风等设备提供监控环境,实现车站节能降耗。

3 结束语

本文通过抽象铁路客运业务需求,提出了基于 SOA 的铁路客运管理信息系统总体架构,并从总体架构、业务架构、逻辑架构层面进行了深入的分析、研究,构建了铁路客运管理信息系统。通过对客票、调度、动车组管理等其他外部系统信息的集成和挖掘,以标准化服务的模式为铁路客运管理系统各业务功能模块提供统一的接口服务,以实现全路客运信息共享、集成,并对系统的关键技术展开讨论,为系统的建设、开发和实施提供了技术参考。

(下转 P30)

智能化地实现资源与服务供需进行优化配置和调节机制。

4.2 实施方案

对需要管控的重要资产加装 RFID 电子标签，如图 4 所示。标签内写入资产的信息，根据现场环境在资产监控区域安装一定数量的 RFID 设备，通过资产管理系统实现与 RFID 设备的通信和数据交互，自动采集资产的实时位置信息及状态信息。利用 3D 图形可视化展示资产区域、资产实时位置、历史移动轨迹。实现资产及管理区域进行设防、撤防、授权移动等设置，对监管资产情况进行实时位置、状态监管，对资产丢失、非法标签拆卸、未授权移动等异常情况采取报警提示，从而实现资产的实时跟踪管理，保障资产的安全。

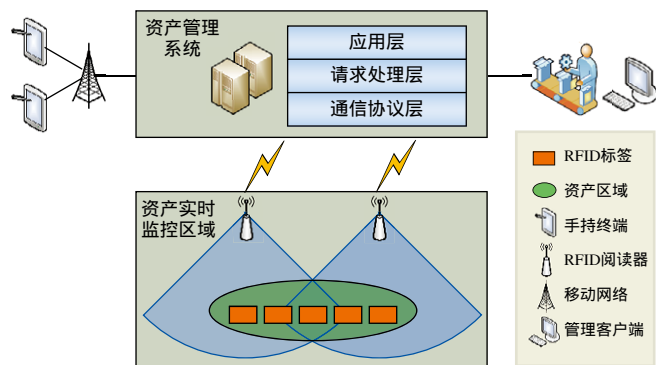


图4 基于RFID的资产实时定位跟踪

5 结束语

近些年来，随着我国铁路与城市轨道交通的飞

速发展，铁路和城市轨道交通的规划设计、工程建设、运营管理和资源开发等方面取得了长足的进步。在引进国内外先进产品与技术的同时，利用先进的物联网、云计算、复合型信息系统等技术，建设智慧的铁路企业资产管理系统，实现对铁路企业资产的全生命周期管理，必将提高企业的自主创新能力和市场竞争能力。

参考文献:

[1] 盛光祖. 深入推进铁路创新发展 为促进经济社会发展作出新贡献—盛光祖在中国铁路总公司工作会议上的报告(摘要)[N]. 人民铁道, 2016, 01, 20.

[2] 迈克尔·波特. 竞争战略[M]. 北京: 华夏出版社, 2002.

[3] Gordon Boyce. Information Costs and Institutional Typologies: A Review Article[J]. Australian Economic History Review, 1999, 39(1): 72-77.

[4] 符刚, 刘春华, 林万祥. 信息成本: 国内外研究现状及述评[J]. 情报杂志, 2007, 26(11): 83-86.

[5] 刘春华, 符刚. 信息成本 现代企业成本管理的“瓶颈”[J]. 中国管理信息化, 2008, 127(1): 11-16.

[6] 中国铁路总公司. 中国铁路总公司信息化总体规划(2016-2030)(征求意见稿)[R]. 北京: 中国铁路总公司, 2015, 10.

[7] 李伯虎, 张霖, 任磊, 等. 云制造典型特征、关键技术与应用[J]. 计算机集成制造系统, 2012, 18(7): 1345-1356.

[8] 虚拟化与云计算小组. 虚拟化与云计算[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.

责任编辑 杨琳明

(上接 P26)

参考文献:

[1] 中华人民共和国铁道部信息化领导小组办公室. 铁路信息化总体规划[Z]. 北京: 中华人民共和国铁道部信息化领导小组办公室, 2005.

[2] 中国铁道科学研究院. 铁路客运管理信息系统总体方案[R]. 北京: 中国铁道科学研究院, 2014, 12.

[3] 李平, 史天运, 裴坤寿. 铁路信息共享平台体系结构研究[J]. 中国铁路, 2008(5): 23-26.

[4] 孙远运, 刘刚, 马均培. 客运专线运营调度系统总体架构设计[J]. 计算机工程与应用, 2009(32): 215-221.

[5] 张健. 铁路客运专线信息系统总体架构探讨[J]. 铁道通信

信号, 2009, 45(6): 40-44.

[6] 史天运, 徐春婕, 吕晓军. 面向服务的大型铁路客运站管理系统研究[C]. 2014 第九届中国智能交通年会优秀论文集, 2014.

[7] 邓水光, 黄龙涛, 尹建伟, 等. Web 服务组合技术框架及其研究进展[J]. 计算机集成制造系统, 2011, 17(2): 404-412.

[8] 史天运, 张莉艳, 李平, 等. 基于对象的铁路公用基础信息编码方法[J]. 中国铁道科学, 2012, 33(2): 129-134.

责任编辑 王浩