

中国高速铁路信息化现状及智能化发展

史天运

中国铁道科学研究院有限公司, 北京 100081

摘要 信息化在高速铁路保安全、提效率、控成本、增效益中发挥了重要的作用。概括了中国高速铁路的建设成就,总结了高速铁路信息化建设现状,分析了智能高铁的理念和特征,阐述了智能高铁的发展方向。

关键词 高速铁路;信息化;智能高铁

1 中国高速铁路建设成就

铁路是综合交通运输体系的骨干和主要交通方式之一,在中国经济社会发展中的地位和作用至关重要。特别是近年来,中国高速铁路从无到有、从弱到强,实现了跨越式发展。2004年,国务院批准实施《中长期铁路网规划》,翻开了中国高速铁路建设的新篇章,先后建设了一大批适应各种特殊气候环境、复杂地质条件和不同运输需求的高速铁路。截至2016年底,中国高速铁路运营里程已超过2.2万km,投入运营的动车组有2470组,是世界上高速铁路运营里程最长、动车组列车最多的国家。

在“十三五”期间,中国高速铁路仍将保持快速发展,规划贯通哈尔滨至北京至香港(澳门)、连云港至乌鲁木齐、上海至昆明、广州至昆明高速铁路通道,建设北京至台北、呼和浩特至南宁、北京至昆明、宁夏银川至海口、青岛至银川、兰州至广州、北京至兰州、重庆至厦门等高速铁路通道,拓展区域连接线。预期到2020

年,铁路网规模达到15万km,其中高速铁路3万km,覆盖80%以上的大城市。形成以“八纵八横”主通道为骨架、区域连接线衔接、城际铁路补充的高速铁路网。同时,中国在高速铁路的勘察设计、装备研制、施工建设和运营管理均处于国际先进水平,形成了具有中国特色的高速铁路技术标准体系,尤其是具有完全自主知识产权——“复兴号”动车组列车于2017年6月26日,在京沪高铁正式双向首发,标准时速可到达400km,标志着中国高速铁路已达到国际领先水平。

信息化是现代化的基础,没有信息化就没有高速铁路的现代化。高速铁路信息化广泛利用于现代通信和信息技术中,构建技术先进、功能完善、经济适用、安全可靠的,具有中国特色的高速铁路信息系统,实现调度指挥智能化、客货营销社会化、经营管理现代化,为提高运输效率、扩大运输能力、优化资源配置、保障运输安全、改进服务质量、提升管理水平、提高经济效益提供支撑。

收稿日期:2017-08-14;修回日期:2018-12-20

基金项目:中国工程院咨询研究项目(2018-ZD-05)

作者简介:史天运,研究员,研究方向为计算智能理论及应用、铁路信息化铁路智能运输系统,电子信箱:shitianyun@sina.com

引用格式:史天运.中国高速铁路信息化现状及智能化发展[J].科技导报,2019,37(6):53-60;doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2019.06.007

2 高速铁路信息化现状

高速铁路是一个多专业、综合的、复杂的系统工程。目前,信息化建设已全面覆盖高速铁路各个领域,对于支撑日常业务开展发挥了重要的作用。高速铁路信息化总体架构如图1所示。公共基础平台包括:硬件及网络平台、基础数据平台、信息共享平台及大数据分析平台。



图1 高速铁路信息化总体架构

Fig. 1 Overall Framework of High-speed Railway Informatization

2.1 工程建设信息化

2013年铁路总公司确定将建筑信息模型技术(built information modeling, BIM)作为铁路工程建设信息化的主要技术发展方向。在此基础上,大力推进铁路工程管理平台建设。铁路工程管理平台以标准化管理为依托,以铁路工程设计、建设、运营全生命周期管理为目标,以BIM技术为核心,以建设项目为载体,按照“一门户,三平台,四维度”模式搭建,建立统一开放生态圈,实现铁路工程实体、从业人员、社会环境等各要素共生共治、协同创新,有力地支撑了铁路工程建设全过程调度指挥、施工组织、质量安全风险监控、预警和分析。

作为平台的支撑技术,BIM技术^[1]是对工程建筑物的三维数字化,突破了原有的二维模型所不具有的立体组合拼装能力,利用标准族库快捷组装进行自动化组装和基于时间的推演分析,能够适应不同项目阶段、不同项目参与方的工程建设协同应用。同时针对在工

程建设过程中,产生的设计数据、施工过程数据等大量异构数据,实现基于模型化的数据集成、管理与分析。目前,铁路工程管理平台覆盖铁路总公司所有在建铁路项目,同时延伸至济青、汉十、合安九、金台等地方铁路,以及北京地铁、深圳地铁等国内城市轨道交通领域。

2.2 客运服务信息化

高速铁路客运服务领域信息化建设已覆盖售票、营销、自动售检票、候车、列车服务等出行全流程,形成了成套的产品体系,主要包括:新一代铁路客票系统、客运营营销辅助决策支持系统、铁路旅客服务系统和客运管理信息系统等。

新一代铁路客票系统。铁路客票系统自1996年开始建设,经过10余年的发展,先后完成5次大规模升级,已建成覆盖全国的超大型售票网络,即1个铁路总公司客票中心、18个铁路局地区客票中心,拥有窗口、代售点、自动售票机、电话等多个售票渠道。车站和代售点售票窗口近2.5万个,自动售/取票机4000余台,电话订票线数近11万线。新一代铁路客票系统包含车站服务、互联网/手机售票、电话订票、电子支付前置、列车服务、票务管理、客户关系管理、监控子系统、订餐服务,以及交易服务集成平台和数据共享集成平台,为旅客出行提供了方便服务。面向海量数据存储和超大规模并发交易的应用需求,新一代铁路客票系统广泛地采用了移动互联网、云计算平台、内存数据库及弹性计算架构等新技术,并在车票实名制、电子支付、票额预分、席位选择、通退通签等领域深入研究、持续创新,不断强化服务和运维效率,提升服务品质。

客运营营销辅助决策系统。全面应用历史数据仓库与实时数据仓库相结合的混合数据仓库技术、基于时间序列与神经网络的客流预测模型与技术、业务主题建模技术、基于客流预测模型与票额自动分配模型的票额自动预分及预警技术、客运业务整合模型及可视化展现技术等技术手段^[2],构建全面、灵活的数据分析决策平台,以铁路运力资源为基础,以客运市场变化为依据,为铁路客运管理部门提供有关旅客的客户分析、产品设计、产品销售以及外延相关服务的全过程营销活动决策的支撑。本系统采集全国铁路客运实际生产数据,每天加工处理原始数据10 GB、衍生数据20 GB,交易记录1200万条,席位记录15000万条、订票记录2800万条,为各级营销管理人员把握市场动态、完善产

品设计、优化运能利用、提升社会和经济效益提供决策支持。

铁路旅客服务系统。作为铁路客运服务的窗口,针对查询、订票、进站、候车、乘车、出站等环节,为旅客提供出行全流程的信息服务,并为客运工作人员提供业务服务支撑。旅客服务系统采用SOA架构(service-oriented architecture, 面向服务的架构)设计,利用虚拟化服务技术,实现业务流程和应用服务的灵活组织编排、业务数据的动态负载均衡;自动接入调度和售票信息,实现自动调图、客运计划自动调整;基于语音识别技术、智能视频分析技术,实现旅服客运作业的智能校对和便捷操作;基于人工智能学习算法,实现旅服平台辅助决策应用;基于物联网技术,实现外声场广播模拟信号的实时监测与闭环管理;基于故障日志自动分析,实现旅服集成平台远程故障自诊断。

铁路客运管理信息系统。以先进的信息技术为支撑,适应铁路快速发展的需求,覆盖铁路总公司、铁路局、客运站段等层级,满足铁路客运管理部门的值乘计划管理、在途列车监控、客运组织与作业管理、列车办公与服务管理的功能需求,规范铁路客运管理作业流程,提高工作效率。系统在基于无线网络的在途列车追踪技术、备品备件编码及标识技术、值乘计划编制及优化技术等多个方面取得了突破。

2.3 动车组维修信息化

建成并应用了动车组管理系统。该系统覆盖铁路总公司、铁路局、动车(客车)段、动车运用所的业务需求,兼容多种车型动车组技术管理,适应不同动车维修基地站场布局、工艺流程和生产组织模式,实现动车维修基地生产、作业、技术、物流、设备、安全、质量、生产成本、经营决策等信息的全路调配运用和网络化维修管理,达到“作业高效率、管理现代化、决策科学化”目标。系统采用了基于状态修、故障修、计划修的综合可靠性维修技术,以及基于动车组部件分解模型的动车组故障管理技术、动车组运用与检修计划一体化自动编制技术^[3]、动车组车载信息与基地检测信息融合应用技术、基于物联网与射频识别(radio frequency identification, RFID)的动车组及关键部件全生命周期跟踪管理技术^[4]、动车组应急处理与维修知识库技术^[5],为动车组安全高效运用维修提供了支撑。

2.4 基础设施维护信息化

建成并应用了工务管理系统、电务管理系统及供

电管理系统,主要负责管理各专业日常检测监测和维修管理等相关工作,实现日常检修维修作业计划管理、检修维修调度和作业全过程管理、基础设施设备的检测监测数据管理、检测监测设备的管理等。

铁路工务管理系统。提供工务设备管理、状态检查、专题管理和综合展示等功能,可以及时掌握铁路工务设备的情况,准确反映轨道的质量和和设备状态,及时测量出工务安全隐患,确保行车的安全性。

铁路电务管理系统。实现电务系统管理手段由制约型向适应型转变为目标,功能包括生产管理、安全调度、应急抢修、设备动态监测、设备维护、天窗修管理等。

铁路供电管理系统。利用新一代信息技术对供电部门的日常工作进行信息化管理,为建立科学、高效的管理体系提供技术支持。主要功能包括:设备履历管理、供电调度、生产指挥管理、远动系统复视、视频系统复视、接触网巡视管理等。

2.5 运输调度信息化

运输调度是高速铁路运输组织的指挥中枢,在高速铁路信息化建设中具有非常重要的地位。全面建设了列车调度指挥系统(train operation dispatching command system, TDCS)、调度集中系统(centralized traffic control, CTC)、运输调度管理系统(transporting dispatching management information system, TDMS)不断升级,高速铁路运输调度信息化水平大幅提升。

运输调度管理系统。以运输生产过程的业务流程为导向,以计划编制为基础,以运行管理为核心,组织和协调运输生产过程各相关专业调度的业务流程,对运输生产过程(列车进路、列车运行和牵引供电)进行全面监控,对主要运力资源综合调度,对安全状态进行全面监控和快速响应。

列车调度指挥系统。是实现铁路各级运输调度对列车运行实行透明指挥、实时调整、集中控制,覆盖全路的现代化铁路运输调度指挥和控制系统。系统利用信息技术、网络技术、控制技术现代科学技术手段取代了传统落后的行车指挥手段,实现了铁路运输组织的科学化、现代化,增加运能,提高效率,减轻了调度人员的劳动强度,改善了调度指挥的工作环境。

调度集中系统。在列车调度指挥系统基础上构建,由铁路局、车站两级构成。调度集中除实现列车调度指挥系统的全部功能外,还实现列车编组信息管理、

调车作业管理、综合维修管理、列/调车进路人工和计划自动选排、分散自律控制等功能。

2.6 安全防护信息化

符合高速铁路安全防护信息化领域主要包括:动车组运行故障图像监控系统、自然灾害及异物侵限监测系统、高速铁路周界入侵报警系统等。

动车组运行故障图像监控系统。该系统是对动车组运行状态图像进行实时监控的综合联网监控管理系统,设计了规范统一的多型设备数据接口和通讯协议,实现了高铁正线关键节点上多型图像检测设备的集中联网;设计了基于视觉质量差异的高分辨率图像高保真压缩方法与数据传输方案,满足了海量监控数据实时显示的应用需求;提出了动车组运行故障的图像联网诊断方法,实现了动车组关键配件运行故障隐患的高效识别和及时预警;设计了负载均衡的监控作业分配方法和状态监控方法,实现了有限时效内数据处理资源的均衡利用。该系统已应用于全路18个铁路局,构建动车段集中监控中心22个,联网接入正线运行检测设备147台套,实现了全路在线运行动车组的综合联网监控及应用管理,日监控运营动车组7000余组次,多次发现及预报在线运行动车组的严重故障隐患,在保障动车组运行安全、维护铁路运输稳定方面发挥了重要的作用,具有良好的社会经济效益。

自然灾害及异物侵限监测系统。该系统是铁路行车安全的重要基础保障系统,负责对危及列车运行安全的自然灾害(风、雨、雪、地震等)及异物侵限等进行实时监测、采集、汇总、报警及紧急处置,为调度指挥及维护管理提供报警、预警信息,有效防止或减少灾害对高速铁路列车运行安全的影响^[6]。系统采用地震预警P波与S波复合自动快速识别技术、基于超声波与热场式工作原理的风监测技术、基于微波与压电式工作原理的雨量监测技术、基于激光式工作原理的雪深监测技术、基于数字强震仪的地震监测技术、基于双电网的异物侵限监测技术,为灾害信息的准确、及时获取提供技术保障。目前系统已在京津、京沪、武广等得到了广泛使用。

高速铁路周界入侵报警系统。系统利用传感器技术和电子信息技术,对非法侵入高速铁路周界的行为进行监测(阻拦),并产生报警信息。在既有人防(巡逻)、物防(防护栅栏)的基础上,通过加强技防手段,提高铁路安防水平。技防手段包括:视频监控、振动光

纤、脉冲电子围栏、光波对射等。系统实现了多种类型现场设备(振动光纤、脉冲电子围栏、光波对射等)报警信息的融合及展示,通过采用智能识别技术,有效降低现场环境引起的误报率。

2.7 经营管理信息化

建成并应用了人力资源管理系统、财务管理系统、物资管理系统、综合办公系统等,统一基础数据、规范业务流程,打破部门信息沟通壁垒,实现企业经营资源的优化配置,信息系统在企业经营管理中发挥了重要作用。

2.8 公共基础平台

公共基础平台主要包括:基础硬件及网络设施、基础数据平台、信息共享平台、大数据分析平台等。

初步建成两级的信息处理平台,支撑各级信息系统的安全、稳定运行。对于总公司一级关键信息系统,建立同城双活机房,确保灾难发生时的业务连续性。

基础数据平台包括:主数据管理平台及地理信息平台(GIS平台)。主数据管理平台初步建成,实现公用基础编码及主数据的集中管理、统一服务,确保公用基础编码及主数据的规范、统一及共享。地理信息平台正在建设过程中,为用户及业务系统提供统一的国家基础地理信息和铁路专业公用地理信息服务。

信息共享平台在各业务系统之间提供数据交换及数据共享服务。目前,已面向不同业务领域建设了局部的信息共享平台,包括面向旅客服务的信息共享平台、面向安全监督的信息共享平台、TDCS与TDMS的信息共享平台、以及运输信息集成平台等。

大数据分析平台提供面向全数据类型的数据接入、数据存储及计算能力,提供数据综合分析能力,支撑各领域大数据分析应用的开展,盘活数据资产,深挖数据价值,为提升铁路生产经营能力、客户服务能力和开放共享能力提供支撑。

3 智能高铁的概念及特征

高速铁路集现代高新技术于一体,是现代科技革命的重要成果。相比于普速铁路,高速铁路运行速度更快、技术条件更高、故障影响更大、生产节奏更快、环境要求更严,对于安全保障、运行效率及服务质量等提出了更高的要求,推动高速铁路信息化全面深化,系统全面集成、信息高度共享、资源充分整合、技术与业务

深度融合,并向着更加自动化、智能化的方向发展。同时,信息技术日新月异,人工智能出现重大突破,进一步加快利用新技术改造传统铁路的进程,推进高速铁路向智能高铁转型。

国外对于智能高铁研究普遍集中在铁路数字化、智能化发展。其中在战略规划方面,典型代表有欧洲 Shift2Rail、德国铁路 4.0、瑞士 SmartRail 4.0 等。虽然各侧重点不相同,但是均取得了一定的成果。从中可以看出,铁路智能化已成为全球铁路未来发展方向。欧洲、日本、法国、德国、瑞士、英国等国家或地区提出了一系列战略规划以推动本国(地区)铁路转型,积极探索铁路技术发展趋势,推动一系列措施或任务在不同业务领域进行布局。

智能高铁是基于云计算、大数据、物联网、移动互联网、人工智能、卫星导航、BIM 等新技术,综合高效利用资源,实现铁路移动装备、固定基础设施及内外部环境间信息的全面感知、泛在互联、融合处理、主动学习和科学决策,实现全生命周期一体化管理的新一代智能化高速铁路交通系统,从而实现更加安全可靠、更加经济高效、更加温馨舒适、更加方便快捷、更加节能环保的目的^[6-7]。

智能高铁的主要特征包括:为全面感知、泛在互联、融合处理、主动学习及科学决策。全面感知指对铁路运输系统中移动设备、固定设施、自然环境、其他相关要素等进行全面透彻的信息感知。泛在互联指各类信息进行广泛、深度、安全可信的交互,实现信息的共享。融合处理指充分利用不同时间、空间的多源、异构传感器数据资源,解决数据的不一致、不完整问题,为综合决策提供充足的依据。主动学习指积累大量数据和知识,不断迭代,适应铁路外部市场和环境的变化。科学决策指基于大数据分析、知识推理等方法,从海量数据中提出决策信息,辅助运营管理和经营决策。

4 智能高铁发展

中国智能高铁建设以引领世界轨道交通发展为目标,以大数据、云计算等新技术为支撑,以智能京张高铁和京沪高铁标准示范线建设为突破口,致力于实现覆盖高速铁路规划、设计、建设、运营和维护全业务流程、全价值链条、全生态体系的智能化,强有力支撑中国高铁“走出来”和“一带一路”伟大战略。随着智能高

铁建设的推进,智能高铁体系架构、内涵特征、关键技术等相关研究^[8]受到关注。中国智能高铁总体框架包括:智能建造、智能装备和智能运营。智能装备包括智能列车、智能基础设施,智能运营包括智能调度、智能安防、智能养护维修、智能客运和智能经营管理(图2)。



图2 中国智能高铁总体框架

Fig. 2 Overall Framework of Intelligent High-speed Railway in China

1) 智能建造。智能建造是围绕工程建设实体,集成以传感器和RFID电子标签为载体的物联网及移动互联网技术,完成施工现场数据的自动、按需获取,实现生产及试验现场、工作人员、管控平台及管理人员的信息互联,并且将BIM技术运用于勘察设计及建设管理的各个环节,依托BIM模型,完成设计协同、竣工交付,形成工程建设质量的全寿命可追溯闭环管理体系,实现工程建设精益化管理,为业主、管理者、施工单位、监理单位等提供安全、高效、便捷的智能工程建设生态环境。

2) 智能基础设施。基于物联网、卫星导航、地理信息、大数据等技术,实现高速铁路基础设施状态的自感知、自诊断、自决策和协同互动,强化通信信号、牵引供电等基础设施的科学管理及优化配置,保持基础设施的良好使用状态,提高资产运用效率,提升经营效益。

3) 智能列车。智能列车以工作状态自感知、运行故障自诊断、导向安全自决策为目标,通过高速列车全方位态势感知技术及智能感知网络、事故预测技术,实现自动驾驶、列车联网、在途故障预警、安全状态自感知及远程运维等功能。通过车载WiFi、车内显示查询终端、智能交互终端设备,提供人性化、多样化、自助化旅行服务。

4) 智能调度。智能调度全面掌握高速铁路行车环

境中各类运输生产信息,科学编制运输计划,并依据运输计划自动生成与运输资源状态相匹配的各生产作业计划;动态预演分析路网车流状态,发现实际运行与计划的偏差以及潜在的行车安全风险,实现计划调整、行车调度、资源调配的综合协调控制,确保高效、安全的行车组织。

5) 智能安防。智能安防广泛采用物联网、RFID等技术,运用智能化、信息化手段,实现对关键运输设备不安全状态、自然灾害、作业岗位不安全行为以及安全履职情况等的全面感知;通过打造覆盖全路的一体化高速铁路运输安全监测与监管平台,实现关键运输设备不安全状态的实时监控预警、事故故障规律分析、事故故障预测与健康管理和作业过程安全监控、应急响应与处置等功能;通过搭建多级、动态的高速铁路安全风险和隐患数据库,实现安全风险管控和重大隐患排查治理双重预防,逐步形成人防、物防和技防一体化的智能运输安全保障体系。

6) 智能养护维修。应用物联网、云计算、大数据、移动互联等新一代信息通信技术和智能检测检修设备,采集基础设施及运输设备基础履历、服役状态、故障维修等全生命周期数据,掌握基础设施及运输设备劣化机理及演变规律,科学预判故障趋势,实现预测性维修,并基于设备状态自动生成设备维护计划、备品备件计划,合理优化地安排相关的人、财、物资源。

7) 智能客运。智能客运以旅客为中心,充分运用人工智能、大数据、云计算、物联网等核心技术,构建可自感知、可自调整、可自适应的高速铁路综合客运服务集成系统,围绕旅客乘坐列车全过程,预先准确感知旅客在票务、进站、候车、乘车、出站、换乘等各个客运环节的多样化、个性化出行需求,自适应地配置和优化客运生产服务资源,实现高速铁路旅客安全、快捷、舒适、绿色地出行。在智能车站方面,集成物联网、大数据、云计算、人工智能、机器人、虚拟现实等现代科学技术,以客运车站设施设备及运营环境状态感知、故障诊断、智能决策为基础,实现车站设备智能化、车站服务多样化、客运车站人员-设备-作业的协同联动,提高管理效率,提升服务质量,优化业务流程。

8) 智能经营管理。智能经营管理建立以业务流程为导向的协同工作模式和人力、财务、物资资源管理集成平台,统一基础数据、规范业务流程,实现经营管理业务在一个平台上运行,打破部门间信息沟通壁垒,实

现纵向上下各级组织和横向各业务部门无缝衔接,实现企业经营资源的优化配置。

5 结论

进入新世纪以来,中国高速铁路发展迅猛,并取得了举世瞩目的成就。目前中国已成为世界上高速铁路投产运营里程最长、在建规模最大的国家。高速铁路已成为中国外交的一张新名片。在高速铁路快速发展的过程中,信息化建设功不可没。在高速铁路客运服务、安全防护、工程建设、动车组维修等领域,中国已形成成套的、体系化的信息系统,包括新一代铁路客票系统、铁路旅客服务系统、铁路工程管理平台、动车组管理系统等,在高速铁路运营中发挥了举足轻重的作用。

工业化、信息化之后,智能化将是人类社会发展的必然趋势。目前,中国高速铁路正处在一个关键的转型期,高速铁路成网运营,对内要求提升运输组织效率,提高经营效益;对外要求优化服务品质,提高安全水平。高速铁路势必向着更加自动化、智能化的方向发展。未来20年,通过云计算、大数据、人工智能、卫星导航等新一代技术的广泛应用,构建基于BIM的智能建造标准、基于量子、区块链等的智能安全、旅客无障碍出行服务、面向复杂路网综合协同指挥的智能调度等体系,突破列车无人驾驶、列车移动闭塞、极端复杂情况下,高铁智能容错理论与技术、可储能源的绿色无线供电、动态近距离的列车移动追踪等关键技术,研发谱系化智能动车组、自修复型智能动车组等高速列车,建设基于信息物理系统(CPS)的智能高铁大脑,实现高速铁路建设运营全过程、设施设备全生命周期的全面自主操控、无人化。

未来,中国高速铁路将向着创新、开放、绿色、温馨、平安的方向发展,全面建成智能高铁,并为经济社会发展作出新的贡献。

参考文献(References)

- [1] 王同军. 基于BIM的铁路工程管理平台建设与展望[J]. 铁路技术创新, 2015(3): 8-13.
Wang Tongjun. Construction and prospect of railway engineering management platform based on BIM[J]. Railway Technical Innovation, 2015(3): 8-13.
- [2] 单杏花, 卫瑞明, 王炜炜, 等. 铁路客运营营销辅助决策系统及

- 关键技术研究[J]. 铁路技术创新, 2015(2): 123-127.
- Shan Xinghua, Wei Ruiming, Wang Weiwei, et al. Research on assistant decision-making system and key technology of railway passenger transport marketing[J]. Railway Technical Innovation, 2015(2): 123-127.
- [3] 王忠凯, 史天运, 张惟皎, 等. 动车组运用计划和检修计划一体化编制模型及算法[J]. 中国铁道科学, 2012, 33(3): 104-110.
- Wang Zhongkai, Shi Tianyun, Zhang Weijiao, et al. Model and algorithm for the integrative scheduling of emu utilization plan and maintenance plan[J]. China Railway Science, 2012, 33(3): 104-110.
- [4] 管江旗, 贾志凯, 张惟皎, 等. 基于RFID的CRH型动车组关键配件全生命周期跟踪管理系统研究[J]. 铁路计算机应用, 2013, 22(1): 25-28.
- Guan Jiangqi, Jia Zhikai, Zhang Weijiao, et al. Research on whole life-cycle tracing management system of CRH EMUs key parts based on RFID[J]. Railway Computer Application, 2013, 22(1): 25-28.
- [5] 史天运. 动车组管理信息系统及其关键技术[C]//中国智能交通年会, 北京, 2012-09-26.
- Shi Tianyun. EMUs Management Information System and Key Technologies[C]// ITS CHINA, Beijing, 2012-09-26.
- [6] 李晓宇, 张鹏, 戴贤春, 等. 高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统运用及管理优化研究[J]. 中国铁路, 2013(10): 21-25.
- Li Xiaoyu, Zhang Peng, Dai Xianchun, et al. Research on application and management for high-speed railway nature disaster and foreign invasion monitor system[J]. Chinese Railways, 2013(10): 21-25.
- [7] 王同军. 智能铁路总体架构与发展展望[J]. 铁路计算机应用, 2018, 27(7): 1-8.
- Wang Tongjun. Overall framework and development prospect of intelligent railway[J]. Railway Computer Application, 2018, 27(7): 1-8.
- [8] 郭歌, 史天运. 智能铁路内涵与特征的探讨[J]. 铁路计算机应用, 2012, 21(6): 7-10.
- Guo Ge, Shi Tianyun. Discussion on connotation and features of intelligent railway[J]. Railway Computer Application, 2012, 21(6): 7-10.

Present situation of wide applications of information and intelligence in the field of high-speed railway in China

SHI Tianyun

China Academy of Railway Sciences Corporation Limited, Beijing 100081, China

Abstract The informatization plays a significant role in ensuring safety, improving efficiency, controlling cost and increasing benefit of high-speed railway. This paper firstly reviews the construction achievements and the present situation of the informatization construction of China high-speed railway. Moreover, the function and the key technologies of the main information system are analyzed. Then, the concept and the characteristics of the intelligent high-speed railway are discussed. Lastly, the paper analyzes the main development directions of the intelligent high-speed railway.

Keywords high-speed railway; informatization; intelligent high-speed railway ●



(责任编辑 田恬)