

文章编号: 1674—8247(2022)04—0114—06
DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2022.04.019

基于云原生的中老铁路信息系统一体化方案研究

纪伟¹ 吴桦林¹ 谢鹏² 陈俊峰¹

(1. 中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031;
2. 中国铁道科学研究院科学技术信息研究所, 北京 100081)

摘要:中老昆万铁路(以下简称中老铁路)是第一个以中方为主投资建设、与中国铁路网直接连通的国际铁路项目,全线采用中国标准。作为现代化铁路的重要标志,信息化建设在中老铁路建设及运营中发挥了重要作用,设计人员结合中老两国国情、路情与轨道交通发展实际情况,充分借鉴国内外铁路信息化建设经验,遵循平台+应用、系统整合、轻量化应用的信息系统设计理念,首次在国际铁路信息化建设中提出基于云原生的中老铁路信息系统一体化设计方案,以适应中老铁路整体发展战略目标要求,全面满足中老铁路核心业务需求,保证信息化战略目标与业务战略目标相互关联、相互促进、协调发展,为国际铁路项目提供参考。

关键词:中老铁路; 信息系统; 云原生; 一体化; 云平台; 系统架构

中图分类号:U285 文献标志码:A

Research on the Plan of Cloud-native Integration of Information System for China-Laos Railway

JI Wei¹ WU Hualin¹ XIE Peng² CHEN Junfeng¹

(1. China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Chengdu 610031, China;
2. Institute of Science and Technology Information, China Academy of Railway Sciences Corporation Limited, Beijing 100081, China)

Abstract: Kunming (China)-Vientiane (Laos) Railway (hereinafter referred to as China-Laos Railway) is the first international railway project invested in and constructed by China and directly connected with China's railway network. China's standards are adopted for the whole line. As an important symbol of modern railways, informatization plays an important role in the construction and operation of the China-Laos Railway. The designers fully learn from the experience of railway informatization at home and abroad in combination with the national conditions, railway conditions, and the actual development of rail transit in China and Laos, and follow the information system design concept of platform + application, system integration, and lightweight application. For the first time, the design plan of cloud-native integration of information system for the China-Laos Railway is proposed in the international railway informatization, so as to meet the requirements of the overall development strategic objectives of China-Laos Railway, fully meet the core business needs of China-Laos Railway, ensure that the informatization strategic objectives and business strategic objectives are interrelated, mutually promoted and coordinated, and provide a reference for international railway projects.

收稿日期:2022-03-21

作者简介:纪伟(1981-),男,高级工程师。

引文格式:纪伟,吴桦林,谢鹏,等. 基于云原生的中老铁路信息系统一体化方案研究[J]. 高速铁路技术,2022,13(4):114-119.

JI Wei, WU Hualin, XIE Peng, et al. Research on the Plan of Cloud-native Integration of Information System for China-Laos Railway[J]. High Speed Railway Technology, 2022, 13(4):114-119.

Key words: China-Laos Railway; information system; cloud-native; integration; cloud platform; system architecture

作为泛亚铁路中线的重要组成部分,中老铁路是第一个以中方为主投资建设并运营,采用中国技术标准,与中国铁路网直接连通的境外铁路项目。信息化系统作为现代化铁路的重要标志,在中老铁路建设及运营中发挥了重要作用。

1 国内外铁路信息化发展现状

目前,以数字化、网络化、智能化为标志的信息技术革命正深刻改变着世界战略格局,世界主要国家纷纷研究和提出了适应自身特点的信息化智能化发展战略和举措^[1]。美国、日本与欧洲等国家和地区在本世纪初就开始了智能铁路信息化的研究,美国提出了 Smarter Railroad,利用智能化网络化的信息系统,提高铁路运营效率,节约运营成本。日本的 CyberRail 通过提供强大的信息功能,实现铁路与其他各类运输方式的无障碍衔接,力争做到无缝衔接。欧洲的 InteGRail 以实现更高效、更高服务标准的铁路运输组织为目标,提出了欧盟范围内的铁路资源一体化和信息共享使用技术方案。虽然以上智能铁路信息化系统的重点与思路存在一定差异,但其共同点都是利用计算机及信息技术,实现信息资源的互联、集成与共享,通过信息资源的优化利用,提升铁路系统的效率与服务水平。

与此同时,中国铁路也向着信息化和智能化的方向快速迈进,铁路工程建设、运输服务、多元化经营、协同服务保障等企业核心业务发展对信息化智能化建设提出了新的更高需求。2017年原铁路总公司发布了《铁路信息化总体规划》(简称“总体规划”),提出了信息化发展的基本原则、主要目标、总体架构、工作任务等。在总体规划的指引下,我国全面开展智能铁路的规划和建设,形成了具有中国特色、全面拥有自主知识产权的成套技术装备和技术体系,为智能铁路建设发展提供了强有力的技术支撑。智能京张以全力打造“精品工程、智能京张”及服务奥运为目标,广泛应用云计算、大数据、物联网、移动互联、人工智能、北斗导航、BIM等新技术,综合高效利用资源,初步实现了涵盖智能建造、智能装备、智能运营的新一代智能化高速铁路系统^[2]。智能浩吉示范工程以智能浩吉大脑平台为基础支撑,以基于LKJ的机车自动驾驶、基于北斗的单线CTC、智能牵引供电、智能调度、基础设施智能运维、综合安全大数据等为主要智能化应用,初步探索了货运铁路智能化的创新实践^[3-4]。

云计算技术从诞生至今取得了飞速的发展,被业

界喻为第三次互联网革命。云计算技术的应用,使社会的工作方式和商业模式发生了巨大的改变,国内外大型互联网公司都推出了自己的云平台产品^[5]。目前阿里云的市场份额已经位居中国第一位,世界第三位。中国铁路12306采用了阿里云技术经受了多个春运的考验,给广大旅客带来了更加便捷的体验和服务。中国第一条完全采用云平台技术建设信息系统的浩吉铁路,充分发挥了云平台的优势,没有因为系统升级或者设备维修而进行过停机“要点”,既保证了业务的连续性,也给运维带来极大的便利。因此,云计算是技术发展的主流,且具备广泛应用的潜力,与铁路业务结合也具有很好的成功先例,具备在中老铁路使用的条件。

2 必要性分析

信息技术是当今经济与社会发展的重要驱动力,信息化智能化代表新的生产力和发展方向,已成为引领创新驱动的先导力量和衡量国家及行业现代化水平的重要标志。2020年5月,国铁集团对中老铁路运营管理事项进行了正式批复(铁运函[2020]197),明确了中老铁路磨万段运营管理模式采用扁平化组织架构,并统筹考虑开通初期委托运营管理和老中铁路公司自主运营管理两个阶段的衔接,优化岗位及人员设置^[6]。充分借鉴浩吉、京张等国内近期投产运营铁路信息化建设经验,以系统整合、轻量化应用的设计理念,按符合老挝国情、路情与轨道交通发展实际情况的原则完成中老铁路磨万段信息系统设计。

(1)作为云计算未来的发展方向,云原生技术是基于分布部署和统一运营的分分布式云,是基于云计算技术的一套云技术产品体系。作为一种新型技术体系,云原生技术与铁路业务结合具备广泛的应用潜力。

(2)云平台是未来数据中心建设的大势所趋,已经作为下一代计算模式全面进入实践应用阶段。各国政府纷纷推动主要厂商围绕云计算重新布局,创新平台、产品与应用不断涌现,越来越多的数据和应用在向云平台迁移。

(3)云平台有利于大大降低企业运营成本。云平台可让所有计算资源得到充分利用,其中包括服务器、存储以及各种网络设备,工作人员的共享使用成本降低,特别是小到中等规模的应用和原型。同时,具备反应迅速准确,动态可扩展,维护简化等优势,节约企业二次开发的投入,减低维护难度及维护人员成本。

(4)云平台有利于资源共享。采用云平台一体化方案统一规划中老铁路信息化整体架构,集中建设企业级信息系统,构建统一公共技术平台,可以避免分散建设和出现新的“信息孤岛”,从而实现信息跨区域、跨部门、跨业务综合应用^[7-8]。同时为国内外互联互通奠定了良好的基础,是实现“一带一路”“五通”目标的必要手段。

(5)基于云平台的信息系统有利于业务流程再造,实现面向运输组织全过程的一体化。结合中老铁路的特点,以简化作业模式、提升作业效率为目标,面向整个运输组织过程,进行一体化设计。一是能够实现调度一体化;二是能够实现“局站”一体化;三是能够实现站内各工种作业一体化。

(6)云平台有利于提升系统的可重塑性与可操作性。云平台一体化方案充分利用了微服务、云平台、大数据、中台等技术,对传统应用改造进行深入的探索。一是采用基于微服务架构的一体化云原生技术;二是从传统CS模式跨代到基于微服务架构的B/S结构。三是采用大数据应用技术,支撑后期基于大数据的综合应用开发。

3 系统方案

中老铁路磨万段信息系统通过采用云平台(IaaS/PaaS)构建信息化体系,实现了集约化、精细化管理软、硬件资源;采用微服务架构设计“平台+模块”的一体化应用架构,可灵活配置系统功能、实现岗位的动态调整,支持多岗合一;通过整合调度、办公网络资源,减少因网络架构带来的数据壁垒问题,为国内外互联互通奠定良好基础;通过使用云平台、微服务架构,可以带来更高的服务质量、更低的开发运维成本,实现业务的快速迭代,最终实现一个中心、一个平台、一套系统,调度一体、局(公司级)站一体、站内作业一体,提高作业效率,节省人员成本。

3.1 系统功能

信息系统云平台的建设以需求为导向,以运输能力为基础,以安全有序为原则,以提质增效为目标,实现高效精准调度和运输组织过程深度融合。通过业务流程的再造,实现局站一体的扁平化运输组织和生产指挥模式,覆盖了TDMS调度系统、现车系统、95306营销系统、货票系统、货运站系统、集装箱管理,口岸站系统等国铁既有系统的功能,基于“调度指挥一体化、调度车站一体化、车站作业一体化”,主要实现以下功能和目标:

(1)基于“全程调度”的理念,将运输计划贯通供

应链全程,精准衔接上下游企业作业,将铁路调度指挥范围延伸到整个运输过程,更好规范行车秩序,提高作业效率。

(2)优化既有的调度计划编制模式,实现基本计划、日班计划、作业计划一体化编制,构建综合调度计划协同编制平台,构建计划优先级调整和冲突检测模型,做到综合计划协同编制、联动卡控、预警提示,结合效率效益综合评价。

(3)货运作业全过程管理,包含需求收集、配空排空、装卸安排、货运编组、技检作业等全过程。通过构建动态现车库和车流推算,预测车流去向,动态调整货运工作计划。结合区段通过能力、装车能力、卸车能力等能力管理,提示预警,自动停限装卡控。

(4)动态调整客运开行方案;建立统一的客运编组管理库、车底交路管理库,动态调整车底交路计划。

(5)基于一体化计划,实现机车工作计划、车辆工作计划与列车工作计划的一体化,机务和车站作业的协同联动,实现对机车车辆的智能运用和全程监理、动态调整,并动态生成机车日产量、机车日车公里、运用车辆公里、空车走行率等运用指标。

(6)施工综合管理。实现施工维修月计划、日计划、作业计划、登销记全过程管理,提供施工过程巡检、进度盯控、现场复示手段,加强施工安全防护。

(7)车站作业智能管控。实现局站衔接、车机衔接,提高车站作业计划智能编制、自动调整水平,提高作业效率和计划兑现率。

(8)调度命令智能一体化管理。调度命令录入方式多样化、内容标准化、格式化、传输过程透明化,调度命令与调度综合计划协同编制,关联卡控,着重冲突检测、安全检查。

(9)构建运输调度数据处理中心,实现横向各相关专业、纵向各级机构数据全面融合,加工挖掘,形成客货运数据集市,提供个性化、定制化数据服务,提供多维度的追踪服务。实现货物定位追踪、车辆轨迹跟踪、列车全程追踪,掌握实际动态。

(10)提供正晚点预测和推送服务。对内建立正晚点信息联动推送机制,对外实现客运列车的正晚点信息全程主动即时推送。

3.2 系统架构

(1)总体架构

中老铁路磨万段信息系统云平台基于云计算平台架构开展设计,部署于万象调度中心通信信息机房。中老铁路信息系统云平台总体架构如图1所示,其中IaaS层提供基础资源保障;PaaS层为整个信息化体系

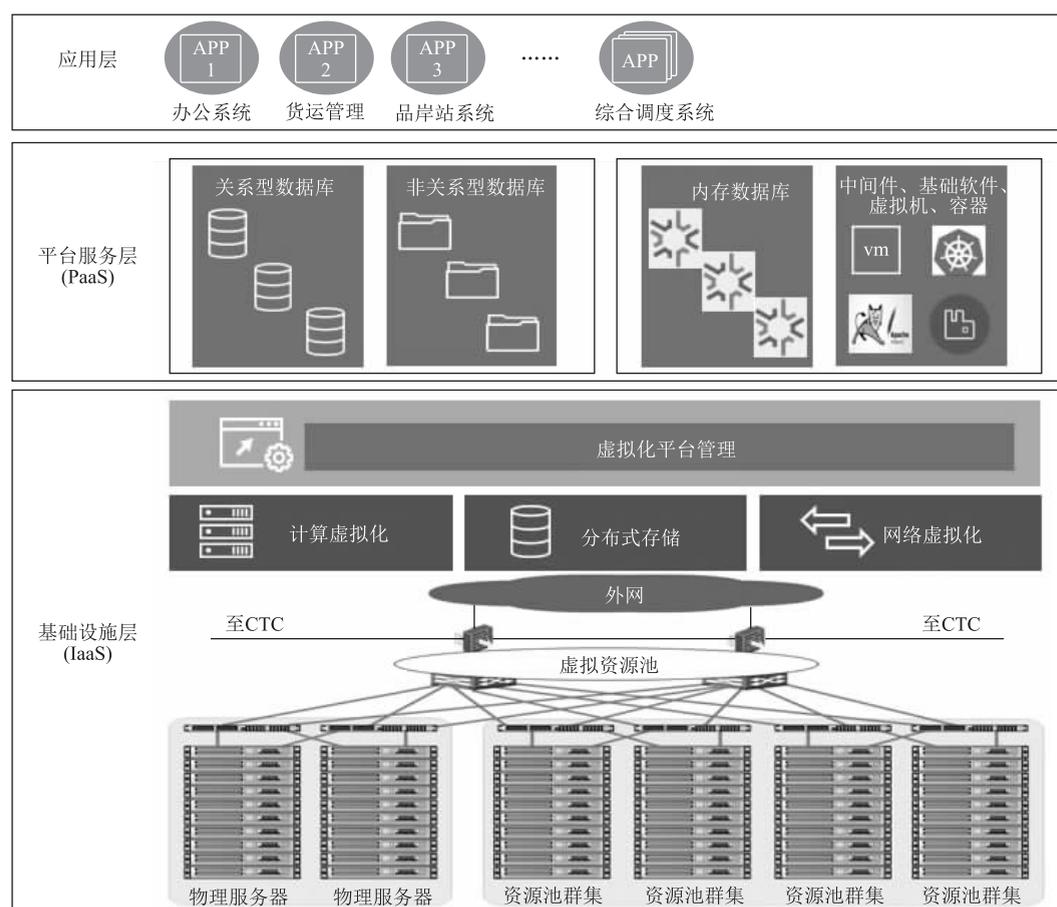


图1 中老铁路信息系统云平台总体架构图

提供便捷灵活的资源调度;SaaS 层部署办公系统、货物运输管理信息系统、口岸站管理信息系统和综合调度系统,实现各应用系统功能。

(2) 网络架构

信息系统云平台配置服务器、存储、网络及安全设备,组建基于云计算的运行环境,使用云管理平台统一进行管理及资源分配。信息中心系统承载铁路信息系统核心业务,在中心设置内网计算资源,主要运行运输生产和经营管理应用。通过核心防火墙与 CTC、旅客服务信息系统进行互连,完成必要的数据库交换。各车站级信息系统通过通信 IP 数据网提供的主备通道接入万象调度中心信息系统云平台。中老铁路信息系统云平台组网如图 2 所示。

(3) 主要设备配置方案

① 数据库服务器配置方案

整体硬件建构同时为后台 Oracle 数据库提供高可用的安全架构支撑。系统配置 2 台 unix 小型机、2 台光纤存储交换机,3 台存储、2 台高速心跳交换机。2 台小型机搭建 Oracle RAC 集群,可实现实时并行对外提供服务,任何一台出现故障,另一台可继续工作,

并不影响业务,且无需切换数据库,业务中断时间为零。

② 云平台服务器配置方案

云平台服务器配置 20 台 2 路的 x86 服务器构成基础资源池,另外由相同的 3 台服务器构成管理集群,云平台服务器通过光纤连接共享存储作为存储资源池,基础资源与管理集群分别连接不同的存储资源池。每台资源服务器配置为 32 核心处理器和 256 GB 内存,20 台资源服务器构成的资源池可以提供 1 200 vCPU 和 5 TB 以上内存用来部署虚拟机。同时设置单独的管理群集,将云平台管理系统独立于计算资源之外,计算资源故障时不会影响云平台管理系统。

③ 存储设备配置方案

系统共配置 3 台存储设备:主存储 A、主存储 B 和仲裁存储。使用存储资源池 A 和存储资源池 B 分别创建两个文件组,保证其中任何一台存储出现故障,还有一份数据可用。另外设置一台仲裁存储,与存储资源池 A、存储资源池 B 一起组成表决磁盘组,并保证 3 份表决文件存放在 3 台不同的存储上,其中任何一

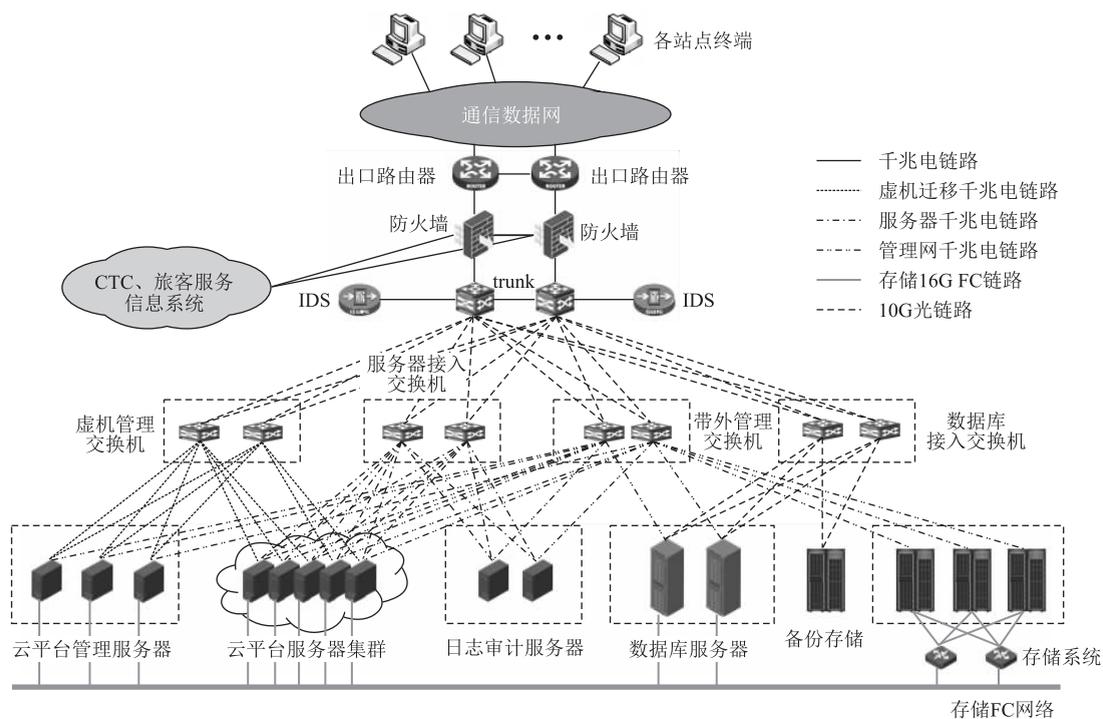


图2 中老铁路信息系统云平台组网示意图

台存储故障,可保证还有半数以上的表决文件可访问,数据库系统不会宕机。

④系统安全防护方案

信息安全设备参照中国信息安全技术网络安全等级保护的相关要求配置。系统制定了明确的网络安全方针、策略,建立了完整的网络安全框架,可实现对信息系统全生命周期安全管控,对业务应用安全稳定运行形成有力支撑。信息安全设备包括防火墙、入侵检测系统、防病毒系统和日志审计系统。

4 建设效果分析

通过基于云原生的中老铁路信息系统一体化方案的应用,实现了调度指挥智能化和运行生产精准化,提高了站段运输安全生产水平和运输调度指挥效率。在缩短货车周转时间和降低能源消耗等方面发挥重要作用,达到减员增效的目标。

(1)通过云平台一体化信息系统合并各调度工种,实现一岗多人到一人多岗的转变;通过设置综合台,大幅减少调度员数量;通过车站作业集中化可实现车站无人或者少人管理。

(2)通过云平台一体化信息系统的应用,统一提供接入数据的汇集、治理功能,减少数据治理人员;系统提供统一的系统接口,各业务系统无需再专门开发接口,减少接口开放和接口维护人员。

(3)通过云平台一体化信息系统的应用,让所有

计算资源得到充分利用,包括服务器、存储以及各种网络设备,减少设备维护周期及设备维护费用。

5 结束语

中老铁路信息化建设中充分考虑中老两国国情,制定适合中老铁路发展的信息化建设方案,主要目的是能够适应中老铁路整体发展战略目标要求,全面满足中老铁路核心业务需求,保证信息化战略目标与业务战略目标相互关联、相互促进、协调发展^[9-10]。研究业务功能齐全、技术架构先进、系统运行高效、安全保障全面的信息系统建设体系,可以全面提升国际铁路的信息化水平,创造新的经济增长点,实现更多的社会效益。我们始终坚信中老铁路这条绿色发展之路将会开花结果,造福沿线国家人民,带动经济文化高速发展。

参考文献:

- [1] 李平,曹鸿飞,谢鹏.新一代信息技术驱动下的智能重载铁路总体架构研究[J].铁路计算机应用,2020,29(6):25-29.
LI Ping, CAO Hongfei, XIE Peng. Overall Framework of Intelligent Heavy Haul Railway Driven by New Generation of Information Technology[J]. Railway Computer Application, 2020, 29(6): 25-29.
- [2] 李红侠.京张高速铁路智能化技术应用进展[J].铁道标准设计,2021,65(5):158-161.
LI Hongxia. Application Progress of Beijing-Zhangjiakou High-speed

- Railway Intelligent Technology[J]. Railway Standard Design, 2021, 65(5): 158-161.
- [3] 张纯, 孔化蓉. 智能调度系统在浩吉铁路上的应用[J]. 河南科技, 2020(7): 129-132.
ZHANG Chun, KONG Huarong. Application of Intelligent Dispatching System in Haolebaoji-Ji'an Railway[J]. Henan Science and Technology, 2020(7): 129-132.
- [4] 张南, 黄凯, 王凯. 蒙西至华中地区铁路智能运输信息系统研究[J]. 铁道经济研究, 2017(2): 43-47.
ZHANG Nan, HUANG Kai, WANG Kai. Research on the Railway Intelligent Transportation Information System of the Western Inner Mongolia to the Central China Railway [J]. Railway Economics Research, 2017(2): 43-47.
- [5] 张磊. 基于云计算的勘察设计信息化建设初探[J]. 高速铁路技术, 2015, 6(3): 46-49.
ZHANG Lei. Discussion on Information Construction of Exploration and Design Based on Cloud Computing [J]. High Speed Railway Technology, 2015, 6(3): 46-49.
- [6] 铁运函[2020]197号,关于中老昆万铁路运营管理事项的批复[S].
Tie Yun Han [2020] No. 197, Reply on the Operation and Management of Kunming (China)-Vientiane (Laos) Railway[S].
- [7] 张源, 杨林. 铁路调度系统数据中心一体化架构设计的研究[J]. 铁道通信信号, 2013, 49(S1): 151-155.
ZHANG Yuan, YANG Lin. Research on Data Center Integrated Architecture Design for Railway Dispatching System [J]. Railway Signalling & Communication, 2013, 49(S1): 151-155.
- [8] 王瑞斌. 铁路运输信息集成平台技术方案研究[J]. 铁道运输与经济, 2019, 41(2): 43-49.
WANG Ruibin. A Research on the Technical Scheme of the Railway Transportation Information Integration Platform[J]. Railway Transport and Economy, 2019, 41(2): 43-49.
- [9] 纪伟, 王学林, 谢鹏, 等. “一带一路”新视域: 信息技术助力中老铁路建设[J]. 一带一路报道(中英文), 2022(1): 102-105.
JI Wei, WANG Xuelin, XIE Peng, et al. A New Vision of the Belt and Road-Information Technology Assists the Construction of China-Laos Railway [J]. The Belt and Road Reports, 2022(1): 102-105.
- [10] 张磊. 基于云计算的勘察设计信息化建设初探[J]. 高速铁路技术, 2015, 6(3): 46-49.
ZHANG Lei. Discussion on Information Construction of Exploration and Design Based on Cloud Computing [J]. High Speed Railway Technology, 2015, 6(3): 46-49.

(上接第113页)

表7 各方案成本系数表

成本	A	B	C	合计
概算成本/(元/m ²)	10 000	12 000	15 000	37 000
成本系数	0.270	0.324	0.406	1.000

表8 各方案价值系数表

方案	功能系数 F	成本系数 C	价值系数 $V = F/C$
A	0.363	0.270	1.344
B	0.330	0.324	1.018
C	0.307	0.406	0.756

通过以上对比分析,方案A价值系数最高,为最佳方案。

4 研究结论

(1) 价值工程是一种科学管理方法,是功能对成本的比值,提高价值要通过调整功能与成本的比例关系来实现。

(2) 运用价值工程进行方案比选,要合理确定功能系数,降低工程成本,提高价值系数。

(3) 某境外铁路提速改造方案价值最高,其次为

新建标准轨方案,下阶段应重点进行研究。

(4) 某建筑工程A方案价值系数最高,为最优方案。

参考文献:

- [1] 王乃静. 价值工程概论[M]. 北京: 经济科学出版社, 2006.
WANG Naijing. Introduction to Value Engineering [M]. Beijing: Economic Science Press, 2006.
- [2] 罗汉奎. 价值工程[M]. 北京: 北京铁道出版社, 2007.
Luo Hankui. Value Engineering [M]. Beijing: Beijing Railway Press, 2007.
- [3] 中国铁路设计集团有限公司. 某境外铁路可行性研究报告[R]. 天津: 中国铁路设计集团有限公司, 2020.
China Railway Design Corporation. Feasibility Study of an Overseas Railway [R]. Tianjin: China Railway Design Corporation, 2020.
- [4] 周晶. 价值工程在铁路选线中的应用[J]. 山西建筑, 2012, 38(12): 173-175.
ZHOU Jing. On Application of Value Engineering in Route Selection for Railways [J]. Shanxi Architecture, 2012, 38(12): 173-175.
- [5] 张慧琴. 浅谈价值工程在设计方案优选中的应用[J]. 山西建筑, 2009, 35(6): 265-266.
ZHANG Huiqin. On the Application of the Value Engineering in the Optimal Selection of the Design Scheme [J]. Shanxi Architecture, 2009, 35(6): 265-266.