

编组站站区数字化智慧平台设计与实现

邱添¹ 卓禹心¹ 王银¹ 宋文波² 陈磊²

1. 北京全路通信信号研究设计院集团有限公司, 中国·北京 100070

2. 中国铁路成都局集团有限公司成都北车站, 中国·四川 成都 610500

摘要: 编组站作为铁路车流集散地, 列车在编组站的技术作业过程环节复杂, 生产任务需要车务、机务、车辆、工务、电务、供电等多部门联劳协作才能完成, 围绕运输生产任务站区各单位间存在生产信息壁垒, 站区生产计划交互缺乏平台支撑的应用现状, 借助以大数据、5G+北斗技术、物联网等为代表的新技术打造“站区联动高效、安全管控有效、数字赋能提效”的新型数字化站区管理模式。在统一的站区数字化智慧平台上承载各类站区业务。进一步提升编组站站区的智能化水平。实现编组站运输生产的安全、高效。

关键词: 编组站站区; 大数据; 安全管控; 数字赋能; 智慧平台

Design and Implementation of Digital Intelligent Platform for Marshalling Station Area

Tian Qiu¹ Yuxin Zhuo¹ Yin Wang¹ Wenbo Song² Lei Chen²

1. Beijing Quanlu Communication Signal Research and Design Institute Group Co., Ltd., Beijing, 100070, China

2. Chengdu North Railway Station, China Railway Chengdu Bureau Group Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610500, China

Abstract: As a railway traffic distribution center, the marshalling station is a complex technical operation process of trains in the marshalling station, and the production tasks can only be completed by the joint cooperation of multiple departments such as train service, locomotive maintenance, vehicles, public works, electrical affairs, power supply, etc., focusing on the existence of production information barriers between units in the transportation production task station area and the lack of platform support for the interaction of production plan in the station area, with the help of new technologies represented by big data, 5G+Beidou technology, Internet of Things, etc., to create “efficient linkage between the station area, effective safety control, and digital empowerment and efficiency improvement”. The new digital station area management model. Carry all kinds of station services on a unified digital intelligent platform for station areas. Further improve the intelligent level of the marshalling station area. Realize the safety and efficiency of marshalling station transportation and production.

Keywords: marshalling station area; big data; security control; digital empowerment; smart platform

1 编组站站区数字化现状及目标

1.1 背景

习近平总书记指出发展新质生产力是推动高质量发展的内在要求和重要着力点。铁路作为国民经济的重要支柱产业, 推动新质生产力发展是落实“交通强国、铁路先行”战略的重要举措。

既有编组站生产管理过程中, 数据主要用于事后分析、考核, 无法进行即时决策分析的现状有望改变, 编组站迫切需要搭建站区智慧运行中心、站区孪生安全管控平台, 来实现运输生产的安全、高效。伴随大数据、5G+北斗技术、物联网等新型基础设施的建设和应用, 丰富应用场景, 延伸产业链条, 不断深入发展^[1]。打造“站区联动高效、安全管控有效、数字赋能提效”的新型数字化站区管理模式已成为站区数字化转型的必经之路。按照“横向联动、纵向延伸”的建设思路, 通过横向打通站区信息孤岛, 纵向建设数字化

车站模块, 逐步推进数字站区建设。

1.2 现状分析

①各专业间的数据信息尚未全面共享, 未能实现站区范围内的协同作业, 数据价值远未得到充分利用^[2], 造成站区机务、车辆、工务、电务、供电各单位之间协同作业效率低。

②目前接发车作业, 货检、列检作业, 机车出入段作业, 调车作业, 违章统计, 施工维修情况等站区运输分析及作业环节的考核主要依靠人工经验及回放手段, 缺乏平台支撑, 无法有效记录, 站区各单位的考核评价没有统一体系和标准, 无法实现对人员和作业情况的统筹管理。

③目前站区车务、机务、车辆、电务、工务、供电等单位在日常作业和维修作业中存在人车位置不确定、作业反馈不便捷、车地信息交互方式少、移动作业人工传递计划效率低等实际业务痛点^[3]。

④目前站区各作业环节能力查定主要依靠人工经验判断或现场写实, 能力查定值准确性不高并且时效性较差。

2 站区数字化智慧平台构建方案

2.1 平台架构

站区数字化智慧平台系统采用分布式集群服务架构体系^[4],研究面向信息共享、运输质量与预警、站区协同、能力查定、安防平台等方向的应用服务。站区数字化智慧平台总体架构如图 1 所示。

①基础设施层是平台的物理基础,涵盖了硬件设备、网络设施和计算资源。它为上层的数据采集、存储、处理和传输提供支持,确保系统的稳定性、可靠性和高效性。

②数据层是平台的核心组成部分,负责数据的采集、存储、处理和管理^[5-7]。它为上层应用和平台提供高质量的数据支持,确保数据的完整性、准确性和安全性。数据分为实时数据(视频流、人员定位等信息)、业务数据(计划、车辆、列车等信息)。采用的存储方式分为关系型数据库(MySQL、Oracle)、非关系型数据库(Redis)、分布式文件系统(HDFS)。平台的源数据主要来自 CIPS 系统、

HMIS 系统、运安系统、机务整备系统、辅时系统、工务生产管理系统、维修计划 2.0 系统、施工登销记系统等诸多系统。

③平台层是平台的核心服务层,负责数据处理、分析和智能决策支持。它为上层应用提供基础服务,同时为下层数据层提供数据整合和计算能力。

④服务层是平台的核心逻辑层,功能上负责提供数据处理、业务逻辑、智能决策和系统集成等服务。业务上主要分为信息共享服务、运输质量分析服务、运输预警服务、站区协同服务等。它为上层应用层提供功能支持,同时与下层数据层交互,获取和存储数据。服务层是系统的“大脑”,负责实现复杂的业务逻辑和智能化功能。

⑤应用层是平台的用户交互层,直接面向用户提供具体的业务功能和服务。它是用户与系统交互的窗口,通过可视化界面和操作接口,将平台的核心功能呈现给用户,满足不同角色的需求。



图 1 站区数字化智慧平台总体架构

2.2 服务层功能实现

①站区智慧运行中心,形成编组站一体化业务流程,研发集专业数据、业务管理、信息交互等于一体的站区智慧运行中心,实现站区生产计划的一体化编制及信息可视化平台。

信息共享内容包括车站(阶段计划、运输指标、车流情况等)、车辆段(取送计划、设备检修覆盖率、站修线检修完成情况等)、机务段(机车机班、分方向辅时、机务检修计划等)、工务段(维修计划、阶梯天窗、重点关注设备单元)、电务段(集控操作、天窗维修和兑现等)、供电段(电力倒闸计划、行车限制卡、枢纽供电示意图等)。

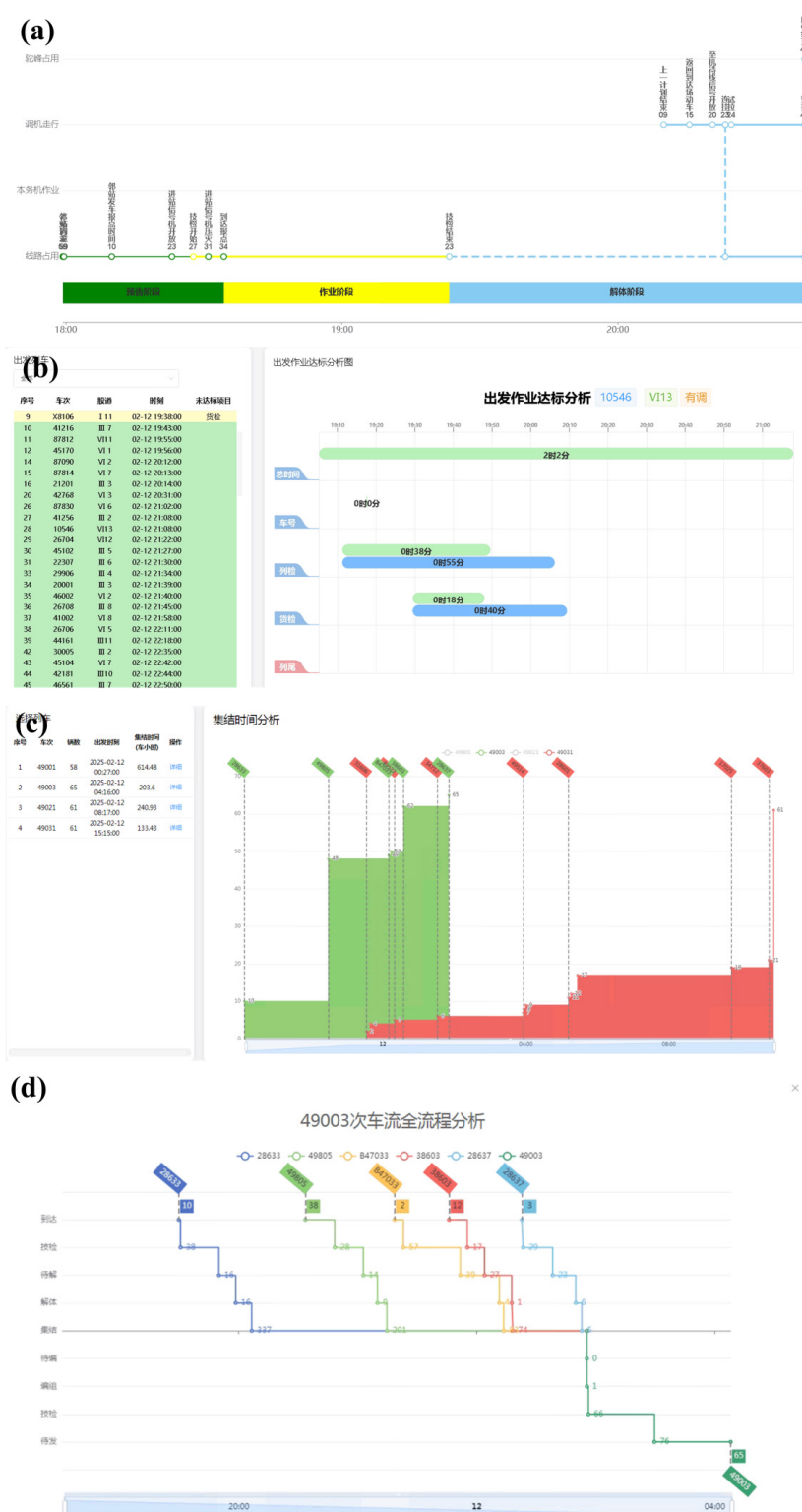
②站区考核评价系统,形成列车到、解、集、编、发

全流程各环节可评价可追溯的达标评价体系,实现指标数据分析全覆盖、作业环节全覆盖,如图 2 所示。

搭建站区施工维修信息化管理平台,统一站区各单位的考核评价体系和标准,实现各班、各岗位的精准考核评价体系,实现对人员和作业情况的统筹管理。

③站区数字孪生安防平台^[8],实现调机自动化系统车地信息实时传输、车地可视化调度、调车机位置及现场作业人员位置的可视化、室外作业人员移动作业及作业监控等功能。

④作业能力查定,实现任意时段、任意项目的能力快捷查定。迅速地对车站咽喉能力、解编能力等进行展示和分析。提升能力查定的精度和效率。



(a) 到解全部作业流程图; (b) 出发作业流程图; (c) 集结过程分析; (d) 出发作业全流程图。

图 2 到解集编发流程图

3 站区数字化智慧平台应用分析

3.1 站区信息共享

站区信息共享是指围绕站区生产计划一体化编制，实现站区信息的有效融合，高效指挥站区安全生产。

①车站更加高效编制阶段计划。车站调度员在推算车

流时，首先通过数字化智慧平台车站界面查看机车、机班、列尾等行车资源情况，并适时调整阶段计划开行车次或及时调配各类行车资源，解决既有电话对接掌握信息滞后的问题。通过数字化智慧平台下发站区各单位执行，实现一部计划统领站区各项作业。

②车辆段更加精准制定看车计划、调配列检班组。车辆段列检值班员在安排看车计划时,通过车辆界面呈现的阶段计划开车时间,可以按需制定看车计划;同时可查看车场能力拥堵状态,及时调配列检班组,快速缓解车场拥堵。

③站段修取送计划实时交互。车辆段在办理取送作业时,根据检修能力,通过车辆界面向车站发出需求申请,车站根据车场存车情况及调机动力,及时反馈车辆送车信息,实现车辆段取送计划的实时交互。

3.2 站区协同

阶梯天窗系统提报。工、电、供等设备管理单位在提报阶梯天窗维修计划时,进入站区智慧运行中心阶梯天窗模块,通过系统接口或人工方式进行维修计划提报,系统根据天窗区域及维修时间,辅助完成天窗综合及计划铺排,实现“现场会议”向“无纸化办公”模式的转变,减轻人工整合计划劳动强度及可能出现的错误及纰漏。同时在阶梯天窗正式计划界面,车站可提前 3 小时向设备管理单位发布维修计划开始时间,方便设备管理单位安排现场作业。

3.3 达标评价

站区达标体系更加完善。依托站区达标评价系统,实现对列检作业、货检作业、一分钟发车、调机运用等站区生产指标的达标考核,构建站区精准到日、班、岗位人员差异化考核体系,并每日公示,充分调动站区职工工作的积极性,进一步提升站区运输组织效率。

3.4 站区安全管控

充分发挥“5G+北斗”新基建优势,通过建筑信息模型及地理信息系统技术对现场场景、设备设施进行三维可视化建模,搭建站区数字孪生安防平台,更加有效卡控现场作业安全。

3.4.1 非集中区调车作业安全

车站在往车辆段送车时,针对非集中区调车推送作业,数字孪生安防平台会综合比对大门开启状态、手扳道岔开通位置、脱轨器状态是否与调车作业计划一致,不一致时及时通过定位装置向连结员发出报警提示。

3.4.2 阶梯天窗电子围栏

在阶梯天窗现场维修作业时,作业人员根据维修区域在数字孪生安防平台划定电子围栏,一旦作业人员位置不在

施工区域内,系统将立即报警,保证现场作业人身安全。

4 结语

编组站站区数字化智慧平台的设计与实现,为传统编组站的数字化转型提供了一套完整的解决方案。通过整合物联网、大数据、云计算等先进技术,该平台有效解决了编组站管理中的诸多痛点,显著提升了运营效率和管理水平。未来的研究方向可以集中在进一步优化智能算法、加强系统安全性、探索与铁路其他系统的深度集成^[9]、低空经济^[10]等方面,以推动编组站数字化平台的持续发展和完善。

参考文献:

- [1] 姜永富.智能联接助力智慧铁路系统建设——“十四五”铁路通信发展展望[J].铁道通信信号,2021,57(2):5-7+15.
- [2] 陈新荣.编组站一体化数据治理方案设计与实现[J].铁路计算机应用,2023,32(3):44-49.
- [3] 许勤,刘晓军,张俊武.基于5G技术的铁路编组站可视化生产作业管控一体化平台研究[J].中国铁路,2022(9):149-157.
- [4] 徐永梅,余淮,王晶.编组站综合自动化系统大数据平台构建及应用探究[J].铁道运输与经济,2020,42(12):49-53.
- [5] 刘合.铁路编组站运输组织大数据分析研究[J].铁道运营技术,2019,25(3):48-50.
- [6] 陈丽.基于大数据的应用系统架构研究与应用[J].软件产业与工程,2014(5):33-38.
- [7] 王华伟.铁路运输设备技术状态大数据平台架构研究[J].铁道运输与经济,2017,39(8):59-65.
- [8] 乐建伟,潘红芹,王晓强,等.基于数字孪生的铁路数字编组站智能平台[J].铁路计算机应用,2022,31(6):18-23.
- [9] 胡博.车号地面识别设备在CIPS系统的应用[J].铁路通信信号工程技术,2023,20(6):11-14+43.
- [10] 赵强,刘志明.无人机在铁路行业的应用探索与实践[J].铁路通信信号工程技术,2025,22(1):13-18.

作者简介:邱添(1991-),男,中国黑龙江齐齐哈尔人,硕士,工程师,从事铁路运输研究。

基金项目:中国铁路通信信号股份有限公司科研项目(项目编号:2024KJ02),北京全路通信信号研究设计院集团有限公司科研项目(项目编号:2300-K1240015)。