文章编号：2097-5899(2025)03-0054-06　　**中图分类号**：U298.3　　**文献标识码**：A
DOI：10.16669/j.cnki.issn.2097-5899.202406030001
引用格式：秦洪. 基于铁路货运管控平台的装卸作业电动防护信号应用技术研究[J]. 铁路物流，2025，43(3)：54-59.
QIN Hong. Application Technology of Electric Protection Signals for Loading and Unloading Operations Based on Railway Freight Control Platform[J]. Railway Logistics，2025，43(3)：54-59.

基于铁路货运管控平台的装卸作业电动防护信号应用技术研究

秦　洪

(中国铁路西安局集团有限公司 货运部，陕西　西安　710054)

摘　要：针对当前铁路装卸防护信号装置的自动化、信息化、智能化发展相对滞后，存在作业效率低、安全风险大、信息传递不及时以及货运与车务间协作联动效率低等问题，基于铁路货运管控平台，采用计算机管理、电子通信、生物识别等先进成熟技术，研制了装卸作业电动防护信号装置与系统，通过设计数据接口，使装卸作业电动防护信号系统接入到货运管控平台中，实现了装卸防护信号装置远程自动化操作，防护信号装置作业信息不落地传递，业务部门间智能化联动，确保铁路货运业务安全高效。

关键词：铁路；货运；防护信号；管控平台；自动化；信息化

安设铁路装卸作业防护信号装置是为了防止装卸作业过程中机车车辆进入作业区，以避免人机相撞而造成的人身伤亡事故发生，安撤装卸防护信号装置构成了铁路货运安全风险点[1-4]。目前，铁路装卸防护信号装置的自动化、信息化、智能化发展相对滞后，存在工作效率低、工作强度大、信息传递不及时等问题。使用装卸作业电动防护信号系统，实现装置的远程可视化操作，提高了装置的自动化水平，使得工作强度大幅降低、工作效率极大提升、安全性进一步提高；将其纳入铁路货运生产作业与管控平台(以下简称“货运管控平台”)中，提升了铁路装卸作业防护系统的信息化水平，使得作业信息不落地，作业信息传递即时、准确；通过与货运管控平台的数据交互，增强了货运管控平台智能化水平，使得各业务系统数据互联互通[5-7]。

1　基于货运管控平台的装卸作业电动防护信号的研究

按照《铁路货物装卸安全技术规则》的要求，装卸作业前，应在作业车辆两端(尽头线为来车一端)，安设装卸作业防护信号，避免机车和其他车辆与作业车辆相撞。

当前铁路装卸防护信号装置主要使用移动式装卸防护信号和手动固定式装卸防护信号，装卸防护信号安设、撤除作业需要作业人员往返于货运值班室、装卸作业区以及防护信号设立区之间，作业过程费时费力；装置的安设与撤除均需要人工确认和手工录入作业信息，信息滞后、信息不完整时有发生；装卸作业期间装置状态缺少监控，给防护安全带来漏洞；装置作业信息仍然依靠人工电话联系确认，与其他业务系统及部门存在信息壁垒，致使信息传递不即时，进而影响业务部门的协作联动效率。

当前装卸防护信号大多是孤立式的，装卸防护信号的安设和撤除状态信息都是通过装卸工组、货运员、调车员间进行人工传递，各岗位间互控不到位，特别是调车员不能主动掌握现场防护信号安设和撤除状态。若有货运员违反流程操作，有可能发生调车脱轨事故或人身安全事故。当发生安全问题后，因缺少相关记

收稿日期：2024-06-03
基金项目：中国铁路西安局集团有限公司科研项目(N2024054)

录，造成调查取证困难。

为解决上述问题，研制出基于货运管控平台的装卸作业电动防护信号装置，实现装卸作业防护信号装置的远程可视化操作，提高了装置的自动化水平；将其纳入货运管控平台中，实现货运与车务生产协同联动，避免因违反作业程序规定，或与车站联系失误造成车辆脱线事故，提升了铁路装卸作业防护系统的信息化水平，使得作业信息不落地，作业信息传递即时、准确；通过与货运管控平台的数据交互，增强了货运管控平台智能化水平，使得各业务系统数据互联互通。

1.1　铁路装卸作业电动防护信号的研制

在装卸防护信号系统中采用了计算机管理、电子通信、生物识别等先进成熟的技术，解决了作业安全问题，提高了劳动生产率[8−10]。

1.1.1　系统功能特点

装卸作业电动防护信号系统采用数字通信技术，将PLC控制信号与远程视频信号集成，具有如下功能特点。

（1）可实时掌握各设备点的各项信息，包含脱轨器状态、防护信号牌(灯)状态以及设备周边环境等。

（2）360°可控云台与高清广角摄像机让远程设备控制身临其境。

（3）作业记录详尽即时，每次作业都自动记录作业内容、时间及操作人，并支持输出打印。

（4）作业记录与作业录像自动关联，便于查询追溯。

（5）系统对设备状态进行实时监测，设备出现异常时，系统实时警报提醒。

（6）多样化的数据接口与货运管控平台进行实时数据交互，满足各部门的业务需求。

（7）定制化的数据处理模块，通过货运管控平台实现与其他系统的集控联锁。

1.1.2　系统框图

装卸作业电动防护信号系统包含系统管理、生物识别、作业与设备管理、PLC控制与电源管理、机械传动机构、视频采集与处理、记录查询与视频回放、数据接口与智能分析等8大模块，装卸作业电动防护信号系统框图如图1所示。

（1）系统管理。包含货场配置管理、股道设备配置、作业班组与作业别配置以及用户与角色管理等功能，设备配置功能使整个系统具有良好的扩展性。

（2）生物识别。装卸防护信号采用指纹识别技术或人脸识别技术对安设和撤除人员进行管理，对防护信号的作业进行记录，可以准确记录作业人员，不会出现他人替代操作，系统操作方便、快捷、安全。

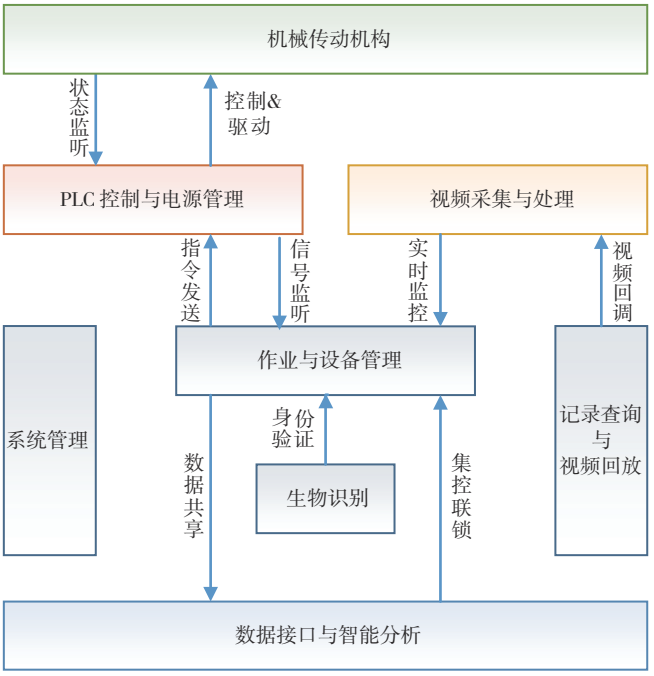


图1　装卸作业电动防护信号系统框图

Fig.1　Block diagram of electric protection signal system for loading and unloading operations

（3）作业与设备管理。作业管理包括与生产调度有关的组织工作，装卸作业任务的调度发布，装卸工组的安排，班组作业信息的录入和采集，装卸作业任务结束申请和批准；设备管理包括装卸防护信号的安设和撤除申请、操作和确认。

（4）PLC控制与电源管理。采用PLC控制保证系统具有良好的稳定性和可靠性，PLC控制系统配备有丰富的通信接口和协议，便于与其他设备和系统进行通信，支持信息化和智能化。

（5）机械传动机构。装卸防护信号安设、撤除时，脱轨器与信号表示牌联动，保证脱轨器位置与信号表示牌一致。

（6）视频采集与处理。系统配备有监控相机，可以实时采集装卸防护信号现场图像，相机采用星光技术，在夜晚低照度情况下，也能清晰显示现场实景。另外配备视频录像机，将采集到的图像保存下来，采用滚动保存方式，记录最近2个月的图像，用于回放查询。

（7）记录查询与视频回放。每一次的安设和撤除操作都在系统中进行记录和留有痕迹。记录内容包括股道编号，安设、撤除时间，安设、撤除申请人员和确认人员，装卸作业班组等。记录查询根据时间、股道、作业班组、安设人、撤除人等查询条件，按照时

间排序查询出所有历史纪录。

（8）数据接口与智能分析。使用光缆通信或无线通信方式在轨上设备和控制计算机之间进行通信，实现控制信号的传送和状态信号的返回。具有数据接口供货运管控平台调用，接口协议采用HTTP协议，符合RESTful Api接口规范。安全方面采用OAuth2.0认证方式进行授权和认证，确保只有合法用户才能访问和使用接口。数据格式采用JSON格式，传输基础数据及实时数据，基础数据包括股道信息、班组信息和人员信息等，实时数据包括股道状态和报警状态等，由调用者定时调用获取。同时，接口具有安全审计功能，记录接口的安全审计日志和访问日志，以便追踪和分析安全事件。通过接口调用，数据可以接入货运管控平台，实现信息共享，防护信号状态信息实时传送给货运室的同时，也传送给信号楼(行车室)，为车站值班员排列进路提供了依据。

1.1.3　主要硬件组成

装卸作业电动防护信号系统主要由室外设备和室内设备组成。在室外设备和室内设备之间采用光缆通信或无线通信，装卸作业电动防护信号系统构成如图2所示。

1.2　与货运管控平台的交互连通

货运管控平台分为生产作业、安全监控和货运管理3个部分，每个部分相对独立，同时能实现信息共享。生产作业部分侧重于满足货运现场生产组织需要，主要服务于货运值班员、货运员、装卸人员、货检值班员、货检员，用于指挥现场生产，包括作业计划、进出货、装卸车、专用线作业、货检作业等系统功能，可实现装卸车组织、专用线交接检查、集装箱空箱回送、场站货物盘整等作业。

装卸防护信号管理系统通过数据接口模块与货运管控平台的数据进行互联互通，从货运管控平台获取股道信息、班组信息、用户信息、调度信息及作业信息等并进行扩展，并把股道状态、视频等信息传给货运管控平台供平台展示与查询，装卸作业电动防护信号系统数据接口如图3所示。

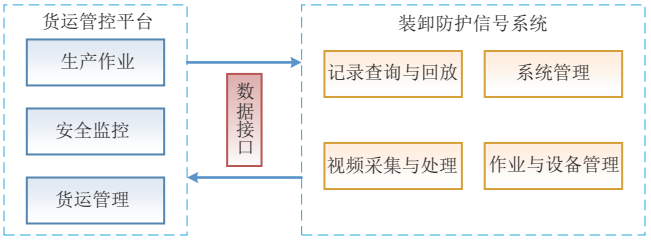


图3　装卸作业电动防护信号系统数据接口

Fig.3　Data interface of electric protection signal system for loading and unloading operations

1.2.1　数据结构设计

数据结构设计是对系统既有数据结构进行扩展，涉及货运管控平台相关核心业务数据，主要包括股道信息表、班组信息表、用户信息表、调度排班表、调度信息表、作业信息表和股道状态信息表等，具体数据结构如下。

（1）股道信息表：股道编号、股道名称、股道描述、股道状态、创建时间、录像机IP、录像机端口、录像机通道、录像机用户名、录像机密码、脱轨器IP、脱轨器端口、股道类型、主股道编号。

（2）班组信息表：班组名称、班组状态。

（3）用户信息表：用户名、用户指纹、用户密码、用户状态、创建时间。

（4）调度排班表：班组编号、调度编号、班组状态。

（5）调度信息表：股道编号、作业编号、调度发布时间、调度发布人、调度确认时间、调度确认人、

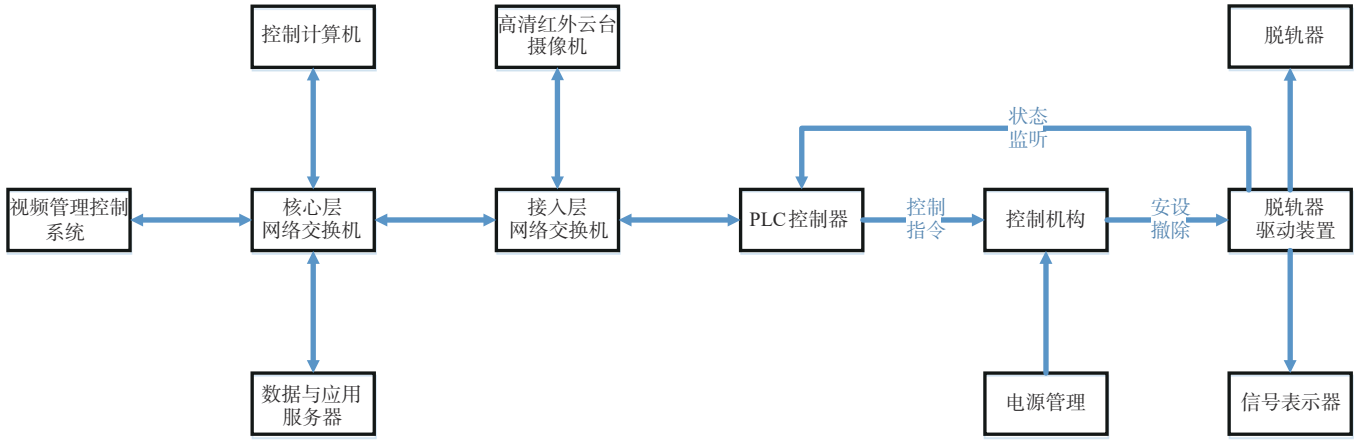


图2　装卸作业电动防护信号系统构成

Fig.2　Composition of electric protection signal system for loading and unloading operations

接收人、调度状态、安排状态、作业结束确认人。

（6）作业信息表：股道编号、调度编号、描述信息、设置状态、安设人、安设确认人、撤除人、撤除确认人、安设时间、安设确认时间、撤除时间、撤除确认时间。

（7）股道状态信息表：股道编号、股道状态、防护信号状态。

1.2.2　接口设计

数据接口分2种，一种是从货运管控平台获取数据，此接口由货运管控平台提供，由装卸防护信号系统调用，主要包括股道信息、班组信息、用户信息、调度信息及作业信息等，请求类型为HTTP，接口方式为GET，授权认证为OAuth2.0；一种是从装卸防护信号系统获取数据，此接口由装卸防护信号系统提供，由货运管控平台调用，主要包括股道状态和视频信息等，请求类型为HTTP，接口方式为GET。

1.2.3　货运生产基础数据交互联通

货运管控平台突出“计划指导生产”的理念，实现货运作业计划贯穿货运生产作业全流程。货运员根据当天承认车、待卸车信息，通过货运管控平台自动编制装车、卸车计划，确定作业股道、需求车型、车数，向车站调度员提出取送车需求，生成电子信息发送至现车系统。同时可以查询车站调度员编制的取送车调车作业计划，指导货运员有序开展装、卸车作业。装卸作业电动防护信号系统自货运管控平台获取装车、卸车计划，确定装卸班组。通过简化操作流程，不需要货运值班员重复输入，实现了货运生产作业过程的基础数据交互联通。

1.2.4　货运生产视频数据交互联通

货运管控平台提升设备视频数据采集功能，利用货运管控平台及既有各系统的视频采集设备，实现可视化场站资源管理。货装值班员通过货运管控平台“场站资源全景图”可以实时查看在站车辆、货物分布及装卸班组作业信息，车辆状态及货物信息，货区货位、箱区箱位使用情况，以及集装箱、货物票据的详细信息，实时掌握货场内作业进度，动态掌握货区、箱区变化情况。装卸作业电动防护信号配备有监控相机，可以并入货运管控平台视频模块，实时采集防护信号现场实时画面，并根据需要调整方向和角度，采集需要的图像信息，在一定程度上可以满足货运生产作业过程的图像信息采集要求，减少视频监控相机的部署。

1.2.5　货运生产与车务部门信息交互协同

现有货运与车务协同方式主要有3种。一是通过线下作业人员直接沟通的方式，来解决系统间的沟通需求，这种方式存在货运和车务数据重复录入、业务协同性不高的问题；二是在各货运系统构建时，从车务或者其他货运系统获取相关需求数据，一定程度上减少了数据录入，但是随着业务需求的不断变化和增长，由于没有统一的设计和管理，各系统多存在数据质量不可控、业务协同简单低效的问题；三是在系统运维过程中，由于业务需求的变化，通过系统升级的方式，增加新的沟通路径，在一定程度上满足了业务发展的需要，也增加了协同的复杂性和混乱程度。

货运与车务综合协同梳理作业需求，构建合适的协同方式。货运通过货运管控平台相关作业实现与车务协同，车务主要由运输集成平台将多种版本现车系统整合后统一与货运进行协同。货运管控平台作业与现车系统作业之间交互通过数据服务的方式实现。货运管控平台根据需要采集装卸作业电动防护信号安设、撤除状态信息，并根据需要将装卸防护信号状态数据传输给现车系统。对于货运业务需要的数据，由现车系统提供数据服务，将数据传输给货运管控平台，装卸防护信号装置安设操作需经车务部门进行确认，装卸防护信号安设或撤除状态需实时传送到货运管控平台，并在站场平面图中标识出防护信号的实时状态。

装卸作业电动防护信号系统整合利用铁路现有计算机资源，实现多系统信息资源共享，具有系统界面友好、操作简单、安全性高等特点，设备维护性好，状态信息即时准确，可以实现与货运管控平台无缝链接。

2　装卸作业电动防护信号在货运管控平台的应用

铁路装卸作业电动防护信号的使用及管理接入货运管控平台，优化了防护信号安设和撤除的作业流程，提高了防护信号的管理水平，保障了货物装卸和行车调度等生产作业的安全。

2.1　生产作业模式重构

目前大多铁路场站装卸作业防护信号操作模式是人工安设和撤除防护信号，不但人工成本高而且效率低。在货运管控平台集成装卸作业电动防护信号系统后，作业班组只需在货运室通过主机发送指令，即可自动完成防护信号的安撤，减少了领用及交回作业环节，作业模式由人工转为自动，大大提高了工作效率。

2.2　作业流程优化

货运场站装卸车作业基本流程如图4所示。

2.2.1　流程优化前

在防护信号安设或撤除环节，系统的安设或撤除

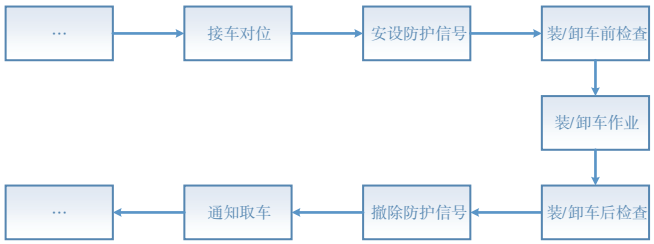


图4　装卸车作业基本流程

Fig.4　Basic process of loading and unloading operations

状态显示通过人工进行维护，货运员现场确认股道编号和防护信号状态，利用手持机拍摄状态照片上传货运管控平台后，防护信号状态改变，货运管控平台人工维护防护信号状态如图5所示。

2.2.2　流程优化后

防护信号作业及管理接入货运管控平台后，通过货运管控平台完成装卸防护信号的安设或撤除，并在界面上自动显示防护信号的状态，货运管控平台自动显示防护信号状态如图6所示。

2.3　提升防护信号作业管理水平

为确保装卸防护信号安撤的万无一失，安撤操作采用权限验证，通过指纹验证，被授权的人员方可操作，防护信号的身份信息来自货运管控平台，做到身份信息一致性。

装卸防护信号安设和撤除在货运管控平台上操作和显示，系统自动记录所有操作信息及视频图像，免除了传统手工记录，不会出现漏记和误记现象。货运管控平台实时显示防护信号的状态，避免人工维护不及时甚至错误的发生，保障装卸生产作业的安全和取送车作业的安全。

3　现场应用

铁路装卸作业电动防护信号系统在中国铁路西安局集团有限公司西安国际港站安装试用，系统运行稳定，未发生故障，能够实现以下功能。

（1）集中控制。在值班室实现防护信号的全过程操作、视频监控功能，可以对防护信号状态、来车状态、作业场概况进行视频监视、录像。

（2）自动报警。防护信号装置安设、撤除不到位或信号灯故障不亮，图像、返回数据不正常时，系统自动报警，提示值班人员及时处理。

（3）防护信号安撤操作全程记录。对操作环节进行记录，通过视频回放及表格记录方便查阅。

（4）在断电或系统故障等情况下，可以进行人工操作，不影响正常装卸作业。

（5）实现与货运管控平台的信息交互联通。

4　结束语

基于铁路货运管控平台的装卸作业电动防护信号装置及智能监控系统具有高可靠性、实时性、准确性，便于维护，解决了目前铁路装卸作业防护信号在使用和操作过程中存在的管理漏洞，防止了防护信号安撤工作落实不到位现象的发生，减轻了职工劳动强度，提高了作业效率，消除了安撤防护信号的人身安全隐患，防止了因防护信号安撤不到位而发生装卸作业人员伤亡和调车作业脱线事故的发生，实现了与货运管控平台信息交互及与车务部门信息沟通，可以满足防护信号管理的需要。



图5　货运管控平台人工维护防护信号状态

Fig.5　Manually modified protection signal status on freight control platform



图6　货运管控平台自动显示防护信号状态

Fig.6　Automatically display of protection signal status on freight control platform

参考文献：

[1] 中国铁路总公司. 铁路货物装卸安全技术规则：铁总运〔2015〕244号[A]. 北京：中国铁路总公司，2015.

[2] 张小强，赵　周. 铁路调车作业安全防护技术研究[J]. 铁道货运，2024，42(1)：31-36.
ZHANG Xiaoqiang，ZHAO Zhou. Research on Safety Protection Technology for Railway Shunting Operation[J]. Railway Freight Transport，2024，42(1)：31-36.

[3] 金卫东. 铁路装卸作业防护信号装置安全监控管理的实践[J]. 铁道货运，2017，35(3)：31-34，49.
JIN Weidong. Practice of Safety Monitoring Management of Prevention Signal Equipment of Railway Handling Operation[J]. Railway Freight Transport，2017，35(3)：31-34，49.

[4] 张铁钢. 铁路货运安全风险管理体系优化探讨[J]. 铁道货运，2021，39(3)：1-5.
ZHANG Tiegang. Discussion on Optimization of Risk Management System for Railway Freight Safety[J]. Railway Freight Transport，2021，39(3)：1-5.

[5] 董　晖. 铁路货运生产作业与管控平台总体方案设计研究[J]. 铁道货运，2023，41(4)：1-8.
DONG Hui. Overall Scheme Design of Railway Freight Operation and Control Platform[J]. Railway Freight Transport，2023，41(4)：1-8.

[6] 张方明. 铁路货运生产作业与管控平台背景下装卸机械智能化发展探讨[J]. 铁道货运，2023，41(9)：8-14.
ZHANG Fangming. Exploration of Intelligent Development of Loading and Unloading Machinery Based on Railway Freight Production Operation and Control Platform[J]. Railway Freight Transport，2023，41(9)：8-14.

[7] 中国铁道科学研究院集团有限公司. 铁路货运生产作业与管控平台总体技术方案[R]. 北京：中国铁道科学研究院集团有限公司，2022.

[8] 吴志伟. 铁路智慧物流园信息管理平台物联网技术研究[J]. 铁道运输与经济，2020，42(10)：14-20.
WU Zhiwei. A Study on Internet of Things Technology of Intelligent Railway Logistics Park Information Management Platform[J]. Railway Transport and Economy，2020，42(10)：14-20.

[9] 吴　丹. 关于车务与货运结合部规范化管理对策的探讨[J]. 铁道货运，2019，37(7)：37-40，52.
WU Dan. A Study on the Strategies of Standardized Management of the Interface between Vehicle Management and Freight Operation[J]. Railway Freight Transport，2019，37(7)：37-40，52.

[10] 唐　浩，王丹竹，刘伟达，等. 关于铁路货运场站安全防护智能化建设的探讨[J]. 铁道货运，2022，40(4)：46-50.
TANG Hao，WANG Danzhu，LIU Weida，et al. Discussion on Intelligent Construction of Safety Protection at Railway Freight Yards[J]. Railway Freight Transport，2022，40(4)：46-50.

（责任编辑：魏　然）

Application Technology of Electric Protection Signals for Loading and Unloading Operations Based on Railway Freight Control Platform

QIN Hong

(Freight Department, China Railway Xi'an Group Co., Ltd., Xi'an 710054, Shannxi, China)

Abstract: The relatively lagging development of automation, informatization, and intelligence in current railway loading and unloading protection signal devices has led to issues such as low operational efficiency, high safety risks, untimely information transmission, and inefficient coordination and linkage between freight and traffic organization. To address these issues, based on the railway freight control platform, advanced and mature technologies were adopted, such as computer management, electronic communication, and biometric identification, and the electric protection signal device and system for loading and unloading operations was developed. By designing data interfaces, the electric protection signal system for loading and unloading operations was integrated into the freight control platform. This enabled remote automated operation of the protection signal devices for loading and unloading operations, ensured seamless transmission of operational information, and facilitated intelligent linkage between business departments, thereby guaranteeing the safety and efficiency of railway freight business.

Keywords: Railway; Freight Transportation; Protective Signal; Control Platform; Automation; Informatization