

# 信息化运输调度在海外铁路工程线施工中的应用

白鑫<sup>1\*</sup>, 党亚运<sup>1</sup>, 陈建<sup>2</sup>, 李轩<sup>2</sup>

<sup>1</sup>中国港湾工程有限责任公司, 北京

<sup>2</sup>中交第二公路工程局有限公司, 陕西 西安

收稿日期: 2025年4月16日; 录用日期: 2025年4月28日; 发布日期: 2025年5月26日

## 摘要

随着全球信息技术的快速发展, 铁路工程行业也迎来了数字化转型和产业升级的关键机遇, 依托信息化手段进行工程施工、质量安全等的管理已逐步成为当前海外铁路工程建设的刚性需求。本文提出将信息化运输调度引入海外铁路工程线施工管理中, 分析信息化运输调度的必要性及设计导向, 再以马来西亚东海岸铁路项目工程线管理为研究对象, 分析信息化运输调度系统应用于运输组织、计划管理、设备监控及安全响应等方面的效果, 方案显著提升项目管理质效及安全风险管控水平, 可供海外铁路工程施工参考借鉴。

## 关键词

信息化运输调度, 海外铁路工程, 工程线管理, 施工安全

# Development of Information-Based Construction Railway Operation Control System in Overseas Railway Construction Project

Xin Bai<sup>1\*</sup>, Yayun Dang<sup>1</sup>, Jian Chen<sup>2</sup>, Xuan Li<sup>2</sup>

<sup>1</sup>China Harbour Engineering Company Limited, Beijing

<sup>2</sup>CCCC Second Highway Engineering Bureau Co., Ltd, Xi'an Shaanxi

Received: Apr. 16<sup>th</sup>, 2025; accepted: Apr. 28<sup>th</sup>, 2025; published: May 26<sup>th</sup>, 2025

\*通讯作者。

文章引用: 白鑫, 党亚运, 陈建, 李轩. 信息化运输调度在海外铁路工程线施工中的应用[J]. 现代管理, 2025, 15(5): 215-223. DOI: 10.12677/mm.2025.155145

## Abstract

With the rapid development of global information technology, the railway construction industry has also ushered in key opportunities for digital transformation and industrial upgrading. Relying on information technology to improve construction, safety and quality management has gradually become a rigid demand for current overseas railway construction project. This paper proposes to introduce information-based construction railway operation(CRO) control system into the overseas railway construction project, analyzes the necessity and design orientation of information-based CRO control system, and then takes the CRO management of the East Coast Railway Project in Malaysia as the research object to analyze the effect of the information-based CRO control system in transportation organization, planning management, equipment monitoring and safety response. The solution significantly improves the quality and efficiency of project management and the level of safety risk control, which can be used as a reference for overseas railway engineering construction project.

## Keywords

Information-Based CRO Control System, Overseas Railway Construction Project, CRO Management, Construction Safety

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着“一带一路”倡议在沿线国家的不断推广，众多海外建设工程落地开花，尤其是铁路工程建设项目，近年来如雨后春笋般迅猛发展。铁路以运量大、安全性高、成本低及受环境影响小等特点，成为一些发展中国家连通区域、发展沿途经济的首选，这也给更多国内建设企业提供了“走出去”的机遇。而在目前的海外铁路工程建设中，受到项目规模、地域限制、通讯联络条件等因素，很多项目在铺轨工程阶段的运输调度还沿用着传统的方式。纵观铁路工程建设全生命周期，铁路工程线施工处于“承上启下”的关键阶段，存在与前序线下工程、后序“四电”工程等多点且多类型交叉作业的情况，同时由于在长线的工程线区域内尚未建成完整的铁路信息、闭塞系统等，多专业施工队伍上线施工时，若未能做好有效的施工计划安排、调度管理、安全防护措施等，不仅会影响工程线运输调度和现场施工效率，同时也埋下了极大的安全隐患。

因此，考虑到当前互联网及计算机信息技术的快速发展，在总结传统铁路工程线施工经验的基础上，将信息化的运输调度系统运用到海外铁路工程线施工中[1]，依托该系统实现对轨行设备运输组织、工程线施工、轨行车辆调度、安全监控响应等的综合管理，从而实现海外铁路工程线施工质效提升、降低安全风险水平。

## 2. 铁路工程线施工实现信息化运输调度的必要性

### 2.1. 施工及行车安全性提升的必要

在铁路工程项目中，从线路铺轨工程开始到项目联调联试前，都归属于工程线管理的范畴，而这一

阶段由于项目轨道已经铺通，运输大列、轨道车及大机养路等轨行设备开始上道运行，故其也成为整个铁路项目中安全风险较高的一个阶段[2]。通常情况下，工程线施工阶段存在线下施工、房建施工进行中、“四电”工程也开始进场施工等情况，需要通过线路运输材料并开展上线施工。同时，各线上、线下各专业等陆续开始上线验收等相关工作，致使工程线施工阶段具备上线设备庞杂、参与单位较多、现场交叉作业点多等特点。加之一般铁路线路范围跨度较大，使得多点上线施工时信息互通较差、统筹管理难度提升[3]。尤其轨行设备上道运行后，其车辆吨位较大且无法及时刹停，若现场施工安排及防护未做到位，极有可能酿成重大的群体性死伤的安全事故，安全事故已屡见不鲜。因此，针对工程线施工管理，在当前技术发展的基础上，很有必要通过信息化的运输调度系统，针对轨行设备运行、上线施工作业、临线施工作业等进行统一安排，统筹整个工程线施工，依托即时的信息沟通，使上线作业、车辆运行整体协同管理，确保工程线施工安全可控。

## 2.2. 现场施工管理效率提升的必要

铁路工程线运输调度管理一般包含计划制定、资源分配、调度命令、现场协调、安全措施、上线施工、进度监控等步骤，而在传统铁路工程施工管理中，工程线运输调度管理主要依赖的是人工管理、纸质化流程以及基础的通讯手段来实现。比如在施工计划制定阶段，调度中心负责人需要结合现场实际施工需求、及线路天窗时间，手工编制施工计划表，并在相应的纸质甘特图或者日历表中进行排布，面对复杂的线路施工时，这项工作量大且对工作精准程度要求高；而在调度阶段，需要使用电话、传真等进行基本的调度信息传输，并附带书面调度命令等，现场人员确认后还需反馈调度中心，其流程不仅繁琐，而且过程中易出现口头误传、纸质版命令丢失等情况，导致调度工作效率低下，并直接产生安全隐患[4]。因此，为了提升外海铁路工程建设项目施工管理质效及信息化一体化协同管理水平，很有必要依托信息化的调度管理系统，来增加调度管理的覆盖范围，提升调度信息传输质量、速度和精准度，同时通过系统计算代替人力，提高计划安排及调度命令的科学性。

## 2.3. 企业智慧工地生态升级的必要

随着大数据及信息化技术的快速发展和在各行业的渗透应用，现阶段的发展也对铁路工程建设管理提出新的要求，“智慧工地”的生态管理理念快速在工程企业兴起，国内外大型的工程建设企业也在积极抓住机遇，依托信息化、智能化的软硬件手段等，从工程进度、质量、管理、安全等方面，对施工现场进行全面智能化升级。充分借助工程项目在大交通、大城市等诸多领域所具备的庞大应用场景优势，不仅能够显著提升企业的管理水平，加速数字化转型速度，同时也为公司在国际环境中项目营销提供必要的竞争力，避免被数字化发展的洪流淘汰。

# 3. 信息化运输调度的设计导向

## 3.1. 工程材料运输组织

通过信息化调度系统，为海外长大铁路工程线物料运输建立多路径规划的模型[5]。一般铁路工程线物料运输，主要包括钢轨、轨枕、道砟、标识标牌及其他铺轨相关材料，线下单位相关材料，“四电”系统相关材料等。而材料存储点主要包括铺轨基地、各车站的临时存储站场、存砟场等，铁路工程线的运输起点通常为上述场地，终点为各材料所需的具体施工点。无论是新建铁路还是既有线改造，大多材料的运输依托轨道平板运输车、运输大列等轨行设备，在实际运输组织中，就要充分考虑在运输路径上已经请点的线下施工、上线施工、临近施工等对物料运输的影响。因此，信息化运输调度的设计方向之一就是要在铁路工程线施工阶段建立系统的运输路径网络，将轨行设备运行与其他工程线施工等按照一定

的施工急缓程度和优先级统一规划、统一安排，确保线路运输通畅，尽可能保障其他施工充分利用天窗时间，并在不可预见情况发生时具备备用路径方案规划的功能。

### 3.2. 计划汇编施工调度

铁路工程线的计划管理，是最核心的一个环节，科学有效且不纰漏的施工计划编排才能保障铁路工程线施工的安全和效率。一般情况下，凡影响工程线设备(路基、桥涵、轨道等)稳定、使用和行车、人身安全的施工，必须纳入施工计划。工程线施工计划管理需要秉承集中领导、统一指挥、逐级负责的原则，由铁路工程项目专设的调度中心按照批复的施工、行车计划统一指挥。在工程线建筑限界内进行各类施工，相关单位必须在调度中心及区间车站登记签认，然后按照计划安排进行必要的施工防护、请销点动作等。上线运行车辆也必须严格按编制的施工计划和调度命令规定的时间、地点、运行速度、作业范围和内容等运行和作业，无特殊原因严禁延点或影响其它作业计划的执行。因此，信息化调度系统的设计方向就需要包含对线上机车运行及各类施工的汇编排布功能，通过在系统内的计划录入，依托系统定制算法，对各单位计划进行汇总梳理，并形成相应的整体计划，通过整体加护对工程线施工实现精准调度指挥和协同管理。

### 3.3. 行车安全信息监控

在铁路工程线施工主要人员包括上线或临近线施工的现场技术人员、管理人员及劳务工人等，主要设备包括工程列车(轨道车、运输大列、运输板车等)、临线交通汽车及其他机械设备、上线施工各类设备机具等，工程线的行车安全也主要从以上人、机两方面进行管控。在上线施工和临线施工方面，通过计划申请和管理、设置现场安全瞭望员等，为传统的安全管理措施。针对工程列车的运行，除需要按照调度命令、运输管理等要求在既定范围、按照既定速度等运行外，也要求列车司机能够有足够的驾驶能力、工程线行车经验和注意力高度集中，对人的信赖性较强，安全隐患不确定因素较大。因此，信息化调度系统的设计应趋向于行车安全信息的监控，尤其是工程列车等，从运行速度、所在位置、车辆前后盲区、线路平纵曲线运行状况等进行全方位监控，通过相应的硬件设备以及信息传输方式，实现终端对运行设备驾驶人员的实时提醒和在铁路工程调度中心对全线行车情况的实时把控，对突发情况能够及时决策处理。

## 4. 信息化调运输调度在海外铁路工程应用实例

### 4.1. 项目概况

中国交建马来西亚东海岸铁路项目是“一带一路”倡议的旗舰项目，项目包含 780 公里的轨道铺设工程，项目正线为单线轨道，全线仅设置一处铺轨基地，大型轨道车辆多，轨道运输压力巨大。在铺轨工程实施过程中，依托行车调度指挥中心的轨道铺设信息化调度管理系统，科学有序地组织土建、铺轨、四电等专业施工单位，实现了工程线信息化调度作业、轨行设备行车安全管理、现场施工安全管理、铺轨全流程作业可视化管理以及工程相关智能统计分析等功能，让各方风险源始终处于可预警及受控状态。

### 4.2. 应用实例

#### 4.2.1. 运输组织与路径协同规划

通过信息化调度管理系统来实现铺轨工作整体性运输组织和进度管理。系统基于北斗导航系统精准绘制全线虚拟地图、轨行设备运行轨迹图、项目工程线路电子沙盘等，系统通过绘制机车运行图自动检测各轨行列车计划之间的冲突，并通过“深度排程算法”自动求出最优排程方案，避免人工排布和调度

的复杂性和易错性，如图 1 所示。铺轨各分项工程作业队伍通过调度系统中的管理模块，详细了解轨料的运输进度，以确定轨料当前的位置，计算轨料的到达时间并合理安排施工计划，提高现场施工效率。调度中心电子沙盘可显示所有机车路径、位置情况及发车计划等，便于实时获取机车调度安排的当前情况、后续计划等，从而有效把控施工进度。



Figure 1. Locomotive route planning  
图 1. 机车运行路径规划

#### 4.2.2. 工程线施工计划统一编排

各土建、房建、四电等单位按照月向调度中心提交工程线施工计划，在进行工程线上道施工前 2 天还需提交日施工计划，由调度中心统一汇总并输入系统(见图 2)，对施工与行车计划进行审批和安排，科学合理发布调度及工程线施工命令。



Figure 2. Work plan logging & dispatching  
图 2. 施工计划录入及安排



人员人身安全。

针对机车运行,根据车载终端上传的定位数据,结合系统内设定的安全距离判定是否触发接近报警,可实现机车与机车、机车与小平车、机车与施工防护区之间的接近报警,提醒司机安全行车;车载端测速装置上传的数据,结合全线段自定义的最高时速,判定是否触发超速报警。当行车速度达到最高限速的80%,系统触发超速预警,提醒司机减速;当行车速度持续提升达到当前路段的最高时速,系统触发超速报警并记录存档,作为违章行车统计分析的依据。当机车进入无网络区域(比如隧道内、森林等),机车的数据无法回传至云平台,通过配备UWB(Ultra Wide Band)自组网接近报警装置(其整个工作过程包括距离感应、数据传输、中心控制、反馈报警都在单台设备内完成),实现无网络区域的接近报警,做到安全防护的双重保障。同时,依托系统的移动终端功能,工程线巡检员在发现线路有安全隐患时,可通过手机App将隐患里程、照片、文字描述等信息上报至系统,及时上报安全隐患,一旦有危及行车的高风险等级隐患时,系统可将隐患区域设置成防护区域,限制列车通行,保证行车安全,见图4。

针对铺轨作业之外的其他交叉施工等,根据施工计划、请销点管理、列车运行图之间的关联,生成施工区间电子围栏,在虚拟轨行区对应区域标记,当机车接近电子围栏时触发接近报警,实现区间内施工安全管理的目的。运用系统的自组网防护报警系统(包括车载端与人员施工防护端),针对不同施工情况配置分级报警距离、设置报警语音等。当机车与移动施工人员接近时,所有报警设备的显示屏会精确显示接近距离,达到设置的报警距离时系统自动触发报警,同时在调度中心显示屏及移动端App显示分级报警内容,喇叭播报不同的报警语音,有效降低工程线交叉作业安全风险,见图5。

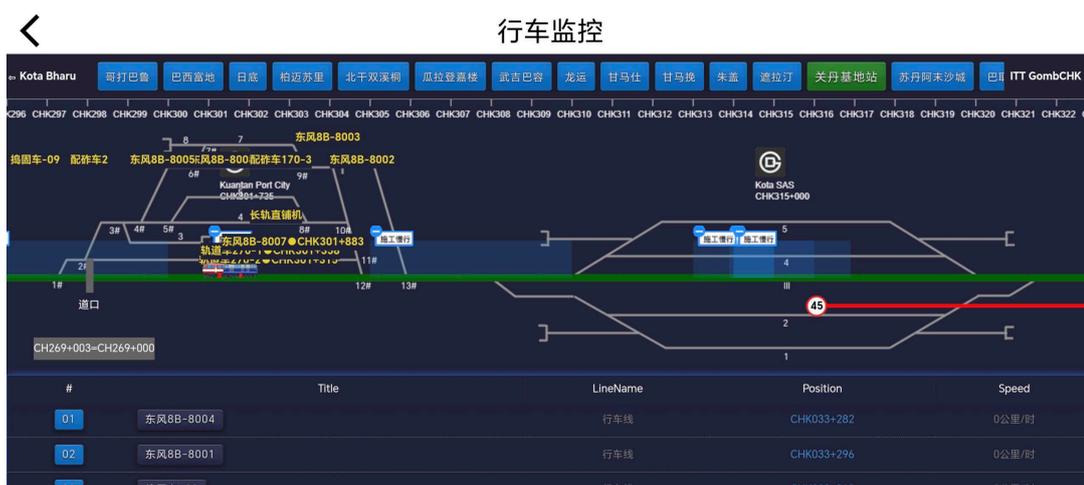


Figure 4. Locomotive condition monitoring

图 4. 机车监测



Figure 5. Construction geo-fence

图 5. 施工电子围栏

为确保突发安全事故的快速响应及上报，系统实现了机车端的网络接入。利用全网通对讲机，调度员可与列车司机、列车司机与列车司机、调度员与施工作业人员之间的语音实时对讲；在隧道内，机车端接入通过隧道无线基站接入网络，增加无线 WIFI 设备，全网对讲机接入，同样可实现实时语音对讲，见图 6。列车运行全线任何突发情况，都可第一时间反馈马东铁项目调度中心，做出快速响应及事故反馈上报流程，缩短事故处理时间，提升了工程线安全保障水平。

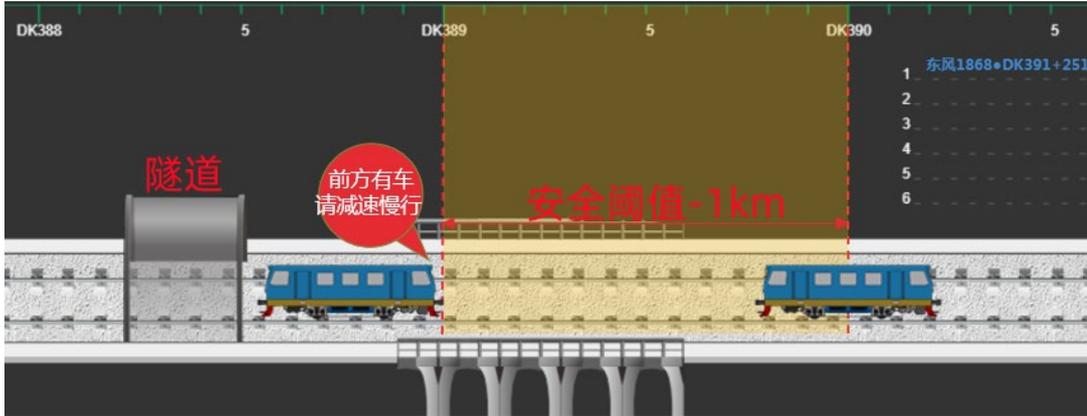


Figure 6. Edge device warning  
图 6. 终端报警

#### 4.2.5. 进度及施工安全统计分析

铺轨工程实施过程中，调度中心工作人员每日可将铺轨工程各分部分项工程进度实时录入系统，系统将对分部分项工程的进度数据进行统计处理，并自动形成项目整体形象进度图、各分部分项工程进度图等，在调度中心大屏可即时调出展示，如图 7。项目管理人员通过数据分析结果，把控生产进度，合理规划下一步施工计划及人机料的调配，提高管理决策合理性。



Figure 7. Construction progress chart  
图 7. 施工进度统计图

在工程线施工过程中，任何调度相关的安全事件，都将在管理系统中记录并统计，包括但不限于：机车超速报警、司机超速情况、接近报警时间、封锁报警时间以及影响列车运行的风险事项等。系统收集信息后，根据安全事件类型自动分类并绘制饼状图，对同类型安全事件的频次、百分比进行统计。管

理人员可通过调度中心大屏进行统计图的调出和展示，如图 8 所示。依托数据分析，对以往安全事件的诱因进行分析，对高发的安全事件进行及时预防，对相关设备、人员、里程段落等针对性管控，极大提升施工安全防治水平。

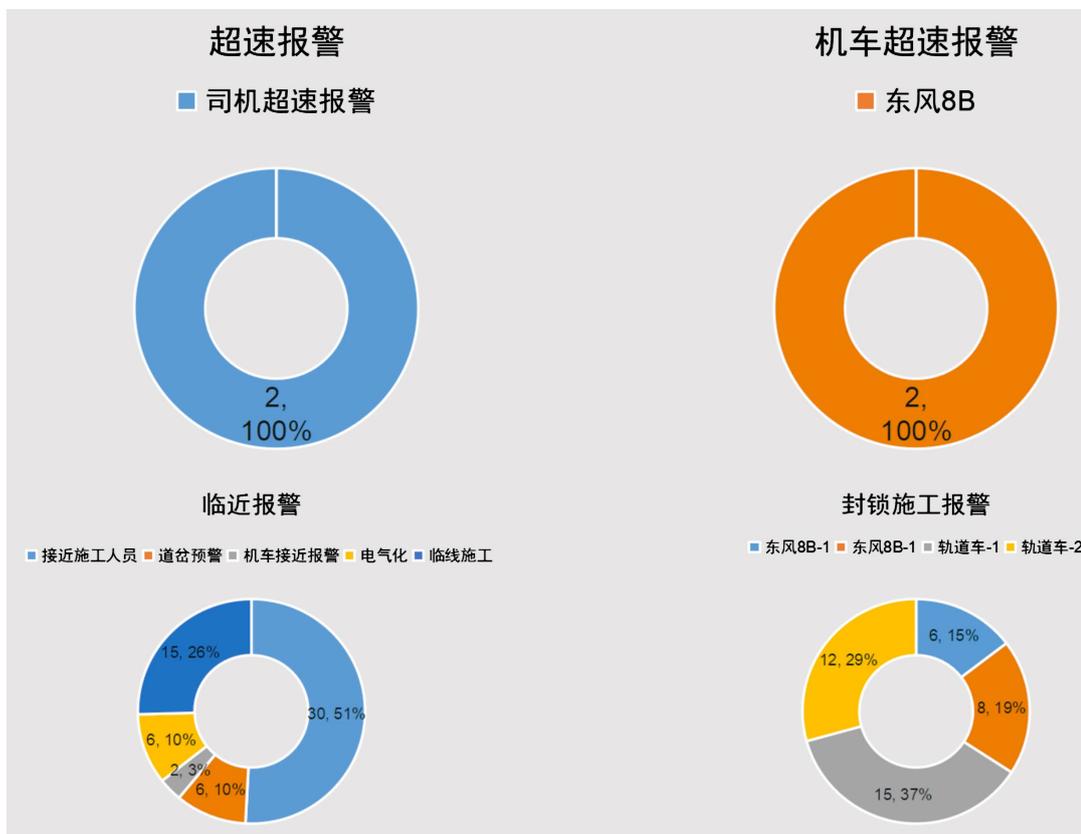


Figure 8. Safety incident pie chart of construction railway operation

图 8. 工程线安全事件饼状图

## 5. 结语

通过充分考量铁路工程建设实际需求，将信息化的运输调度系统运用于工程线施工管理，不仅能够极大的缩短信息交互和处理时间，为海外工程实施提高管理效率并争取价值工期，同时也使工程线的安全风险时刻处于可控状态，确保项目平稳实施。在“走出去”战略的引导下，未来海外铁路工程需要项目承包商做到分类施策、精准应对，通过当前信息化的手段不断提升项目履约能力和水平，增强自身国际竞争力，同时也为我国企业在海外工程中树立良好形象。

## 参考文献

- [1] 王伟. 信息化调度系统在铁路和城市轨道工程运输中的应用[J]. 运输经理世界, 2020(9): 73-74.
- [2] 赵劲波. 新建铁路工程线安全风险控制[J]. 设备管理与维修, 2021(8): 33-36.
- [3] 陆劲松. 铁路铺架工程施工安全风险研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 中南大学, 2012.
- [4] 吕中海. 海外铁路铺架工程施工安全风险研究[J]. 中国铁路, 2016(10): 20-23.
- [5] 王东振, 李财, 刘跃伟, 等. 基于 KSP 算法的铁路枢纽铺架物料运输路径规划研究[J]. 建筑技术, 2020, 51(1): 97-100.