

铁路运输组织优化下的机务资源配置研究

王献锋

宁夏宁东铁路有限公司 宁夏 银川 750000

摘要：在铁路运输集约化、精细化发展背景下，运输组织动态优化对机务资源配置的精准性、协同性提出更高要求。本文以矿区重载铁路为研究场景，借鉴国能朔黄、包神铁路重载运输与单司机作业成熟经验，剖析当前机务资源静态配置、结构失衡、调度协同不足等核心问题，结合万吨、两万吨重载列车运输特征与单司机值乘作业模式，构建动态化、结构化、协同化的机务资源配置优化体系，配套完善数据管控、制度管理、队伍建设保障策略。研究结果可有效化解重载运输车流波动、单司机作业适配不足、资源供需错配等难题，提升机车周转效率与乘务、检修资源利用率，为矿区铁路机务资源精细化管控提供实践参考。

关键词：铁路运输组织；机务资源；资源配置；调度优化；重载列车；单司机作业

引言：随着煤炭能源保供力度持续加大，矿区铁路重载运输常态化、车流波动差异化特征愈发显著，万吨、两万吨重载列车逐步成为干线运输主力，单司机智能值乘模式广泛落地，彻底改变了传统机务作业流程与资源配置逻辑。铁路运输组织优化聚焦运力统筹、工序精简、多专业联动，通过动态调整列车开行方案、重构作业标准，实现运输效能提质增效。机务资源作为重载运输的核心保障，其配置合理性直接决定重载列车周转效率、运输安全性与运营经济性。当前多数矿区铁路沿用传统固定资源配置模式，无法适配重载列车大牵引、高周转、高管控的作业需求，同时难以匹配单司机值乘的人力、检修、调度适配标准。本文借鉴朔黄、包神铁路重载运输机务管控经验，立足运输组织优化视角，梳理机务资源配置现存短板，针对性提出优化方案与保障措施，实现机务资源与重载运输、单司机作业模式的精准适配。

1 铁路运输组织与机务资源配置核心概述

1.1 铁路运输组织优化核心内涵

铁路运输组织优化以运行图动态编制、重载运力精准分配、站段高效接续、多工种联劳协同为核心，通过流程再造与标准重构，削减交叉冗余工序，压缩机车折返、列车待线无效停时，均衡区间通过能力，实现集约化、标准化运营。优化核心特征为动态化、协同化、精细化，可根据矿区煤炭外运波动、重载列车开行增量、节假日运能需求灵活调整列车对数与机车交路，适配差异化运输场景。区别于普通铁路，矿区重载铁路运输

组织优化重点聚焦万吨、两万吨重载列车常态化开行管控，朔黄、包神铁路通过优化重载列车操纵流程、交路布局与区段衔接，实现日均接发万吨及两万吨列车 110 对以上，大幅提升能源通道运输效能。依托车机工电一体化联动机制，精准投放机车、乘务资源，化解重载高峰运能饱和、平峰设备闲置的矛盾。结合单司机智能驾驶作业模式，精简乘务值守配置，重构值乘作业标准，推动运输组织从“固定排班”向“数据驱动动态适配”转型，保障重载运输高效有序推进^[1]。

1.2 运输组织与机务资源配置的联动关系

运输组织与机务资源配置双向约束、深度协同，重载运输场景下二者联动特征更为突出。运输组织的车流密度、重载列车开行数量、交路周转时长、单司机作业范围，直接决定机务资源的需求节奏与配置标准，是机车调配、乘务排班、检修计划制定的核心依据。重载列车牵引吨位大、编组长度长，对机车性能、检修质量、司机操纵能力要求更高，若机车周转效率偏低、检修资源保障不足，极易引发重载列车晚点、区段运能受限；而资源冗余则会大幅抬高重载运输的设备与人力运营成本。反之，科学的机务资源配置是运输组织落地的核心保障。朔黄、包神铁路的实践表明，适配重载运输的机务资源动态调配模式，可有效支撑重载列车常态化开行与单司机值乘模式落地。通过优化机车机型匹配、推行单司机机动轮乘、错峰开展重载机车专项检修，破除传统固定配属、定员管控模式，可实现车流、重载运力、机务保障的一体化适配，最大化提升重载铁路运输组织

效能。

2 运输组织优化视角下机务资源配置现存问题

2.1 静态资源配置与重载动态运输、单司机作业适配不足

当前矿区铁路机务系统普遍采用固定化资源配置模式,依据常规运量分配机车、人力与检修资源,未适配重载运输波动特征与单司机作业新模式,供需错配问题突出。重载运输场景下,矿区煤炭外运车流昼夜、季节差异显著,干线万吨、两万吨重载列车开行高峰时段,机车牵引压力、乘务值乘强度、检修作业量大幅激增,而平峰时段短途小运量任务偏少,易出现设备人力闲置问题。同时,传统双司机值守资源配置标准,无法适配朔黄、包神铁路普及的单司机智能值乘模式。现阶段部分线路已启用24轴大功率机车单牵万吨列车、单司机值守作业模式,但机务人力排班、岗位定员仍沿用双司机标准,造成乘务人力冗余;而重载高峰区段单司机值乘缺口未及时补位,易出现司机超劳作业、班次衔接断层问题。固定的资源配置模式无法随重载运输组织优化、单司机作业模式迭代同步调整,资源利用效率偏低^[2]。

2.2 机务资源内部配比失衡,重载适配性薄弱

机务各类资源结构性错配问题突出,机型、人力、检修资源无法匹配重载运输精细化保障需求。机车配属层面,未依据重载牵引定数、交路里程动态调整机型布局,存在大功率重载机车承担短途轻载任务、干线重载运力储备不足的问题,牵引功率冗余与重载运力紧缺矛盾并存,不符合重载运输机型精准匹配规律。乘务人力配置僵化,全域动态调配机制缺失。传统固定交路限制人员流动,骨干乘务人员集中于普通干线,具备重载列车、单司机值乘资质的专业人员储备不足,无法满足万吨、两万吨重载列车常态化开行需求。一线值乘与后勤岗位静态定员,无法随重载运量波动灵活调整,单司机作业岗位劳产率参差不齐。检修资源方面,高周转重载区段机车故障概率高、检修任务密集,但检修工位、人力配置不足,易造成检修积压;低周转区段检修资源长期闲置,跨区联动维保能力薄弱,重载机车完好率难以保障。

2.3 资源调度协同性不足,重载运输衔接脱节

当前一体化调度平台已实现各专业数据互通,但针对重载列车、单司机作业的动态协同调度能力存在明显短板。运行图临时调整、重载增量车流下发后,机务调度接收信息后需多层人工复核,机车调配、单司机排班、重载机车检修计划调整存在时延,无法实现资源前

置适配。此外,调度平台各业务模块独立运行,缺少重载场景专属联动测算功能,无法自动匹配重载机车周转规律与单司机值乘节奏,时常出现机车就位但单司机未到岗、重载机车检修未完工无法投入牵引的作业空档。相较于朔黄、包神铁路智能联动调度体系,现有调度模式智能化程度偏低,依赖人工经验处置,难以适配重载运输即时保障、单司机精准排班的作业需求。

3 铁路运输组织优化下机务资源配置优化思路

3.1 构建适配重载与单司机作业的动态资源调配机制

针对静态配置适配性不足的痛点,借鉴朔黄、包神铁路重载运输管控经验,搭建数据驱动的动态机务资源调配体系。整合重载车流统计、机车牵引参数、单司机值乘台账、区段周转效率等多维度数据,构建运力需求时序分析模型,划分重载运输高峰、平峰、低谷三级阈值,分级匹配机车、乘务人力与检修资源。高峰重载时段,启动跨区段机动调拨预案,优先调配大功率重载机车保障万吨、两万吨列车牵引任务,启用持证单司机机动轮乘班组填补值乘缺口,杜绝司机超劳作业;低谷时段收拢闲置机车入库,组织富余人员开展重载机车专项检修、单司机实操特训。搭建运输-机务联动测算模型,重载列车开行方案调整后,自动测算机车周转量、单司机岗位缺口、检修负荷增量,快速生成资源调整预案,形成“车流预判-需求测算-资源调拨-动态复盘”闭环流程,精准适配重载动态运输与单司机作业需求^[3]。

3.2 优化机务资源结构性配比,强化重载专项保障能力

聚焦重载运输作业特征,重构机务全品类资源配置结构,实现机型、人力、检修资源精准适配。机车配属层面,测算重载牵引适配系数,根据万吨、两万吨乘务人力方面,推行重载单司机专属动态调配机制,建立持证单司机人才库,重点向长距离、大吨位重载交路倾斜人力配置。优化岗位配比,精简双司机值守冗余岗位,规范单司机值乘作业流程,明确单司机操控、应急处置岗位职责,设立机动补位班组,解决重载班次衔接断层问题。检修资源层面,依据重载机车周转频次、故障规律分区规划维保产能,采用均衡修工艺压缩机车库停时长,针对重载机车长大下坡制动、车钩受力等高频故障点开展专项检修,在成本可控前提下提升重载机车完好率。

3.3 搭建重载适配型协同调度管控体系

依托现有一体化调度数据中台,针对性升级重载运

输与单司机作业适配模块,打通行车计划、重载机车运用、单司机智能排班、全周期检修子系统联动接口,实现重载车流、机车状态、司机待乘、检修节点数据自动流转,减少人工核对时延。增设重载运力智能预判模块,可根据当日重载列车开行对数、交路调整情况,自动测算机车周转效率、单司机岗位缺口、检修台位占用情况,提前完成资源前置部署。优化应急调度流程,针对重载临时加车、突发故障场景,简化跨区资源调拨审批流程,缩短重载机车、单司机班组响应时长。同步联动机车运用、乘务调度、检修管控业务,实现重载运输全流程资源同步调整、协同落地,全面匹配动态重载运输保障需求。

4 机务资源配置优化的实施保障策略

4.1 强化重载场景数据化管控支撑

强化重载场景数据化管控支撑,是机务资源配置优化的核心技术保障。依托铁路机务一体化数据共享底座,迭代升级机务专属智能分析模块,聚焦重载运输全流程、单司机标准化作业场景搭建专项结构化数据库,归集重载列车运行实绩、大功率部件全生命周期走行数据、单司机值乘台账、各修程重载检修全链条记录,完成跨系统数据统一清洗、关联映射与合规共享。通过多维度交叉比对算法,精准识别重载机车非计划闲置、单司机配比失衡、检修响应滞后等核心问题,输出标注问题点位、影响范围与整改优先级的量化决策报表。动态优化智能预测模型,结合重载车流波动规律、单司机作业特征实时修正参数,将高峰时段运力、人力、检修负荷的预判精度提升至95%以上,为资源优化落地提供刚性数据支撑^[4]。

4.2 完善重载机务资源统筹管理制度

完善重载机务资源统筹管理制度,是保障机务资源配置优化落地的核心制度支撑,需围绕重载运输与单司机作业的全流程特性,构建体系化的管控规则体系。健全适配重载运输与单司机独立作业场景的机务资源全链条管控规范,明确不同牵引定数下的重载机车动态调配细则、单司机值乘岗位定员定额标准、各修程重载机车检修作业的刚性执行标准,以可追溯的制度条款约束资源从申请、调度到落地的全流程,消除人为调配的弹性空间。完善跨区段重载资源联动响应机制,细化重载机车跨长交路牵引、单司机跨机务段轮乘、多检修班组异地协同作业的权责边界与操作流程,严格执行单司机值

乘时长上限与连续作业强度管控要求,从制度层面规避疲劳作业引发的安全隐患。建立资源配置专项量化考核机制,将重载机车日均周转效率、单司机岗位劳产率、重载机车月度检修完好率作为核心考核指标,按周开展数据核验、按月落地绩效兑现,倒逼各层级岗位严格落实资源优化配置的各项要求。

4.3 提升重载机务队伍专业保障能力

聚焦重载操控、单司机作业、重载检修核心能力,搭建分层分类常态化培训体系,定期开展重载列车操纵、单司机智能驾驶、重载机车故障应急处置、一体化调度平台实操专项培训,实现全员技能全覆盖。借鉴朔黄、包神铁路人才培养模式,推行师带徒、跨岗位比武机制,重点强化单司机独立操控、重载列车突发工况处置能力训练,压缩应急响应时长。建立绩效激励机制,对高效完成重载牵引、跨区轮乘、应急保供任务的单司机与检修人员予以专项奖励,激发队伍积极性,筑牢重载运输机务人力保障根基^[5]。

结束语

本文构建的运输组织优化视角下机务资源配置全链条优化体系,已完成核心逻辑与落地路径的系统性梳理,可直接适配矿区重载铁路当前单司机作业普及、重载运能持续释放的发展阶段。后续随着重载智能驾驶技术的迭代与车机工电联动机务管控体系的完善,机务资源动态调配的预判精度与响应速度将进一步提升,持续推动重载运输从“经验型调度”向“全数据驱动”转型,最终实现能源重载通道机务资源利用效率与运输安全保障能力的双重提升,为国内同类重载铁路的集约化运营提供可复制的实践范式。

参考文献

- [1] 边璐,刘敏,杨宁.铁路机务运输组织影响因素分析与优化研究[J].交通工程,2025,25(5):66-73.
- [2] 王欢欢.铁路运输成本控制策略及优化路径研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)经济管理,2025(11):140-143.
- [3] 魏晓勇,王怀相.铁路运输价格规制的动态演化与市场化转型路径研究[J].价格月刊,2025(6):1-10.
- [4] 梁存彰.新时期铁路运输企业高技能人才队伍需求及建设路径研究[J].中国储运,2025(1):154-155.
- [5] 侯晓峰.铁路货运装车组织中的协同作业流程优化研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(8):186-189.