

# 铁路货运司机的疲劳管理与安全驾驶策略研究

屈睿达

中国铁路北京局集团有限公司丰台机务段, 中国·北京 丰台区 100071

**摘要:** 铁路货运运输作为国民经济重要支柱环节, 其运行安全直接关系到社会稳定与公共安全。然而, 货运司机长期夜间值乘、工作负荷高、岗位专业化与自动化依赖程度上升, 使“驾驶疲劳”成为事故致因的核心变量。本文以铁路货运司机群体为研究对象, 系统梳理其疲劳成因机制、典型表现与对行车安全的影响, 指出作业制度单一、监测手段滞后、休息条件不足、管理评价弱化等问题是疲劳隐患持续累积的关键诱因; 进一步从生理节律失衡、心理压力累积、劳动组织不合理等深层因素展开解析。基于此, 提出优化轮乘运用与排班制度、强化疲劳实时监测与预警机制、完善司机休息环境与心理干预机制、推动智能辅助驾驶装备应用等综合性策略。研究认为, 应以制度治理与科技赋能并举, 构建“监测—预防—干预—评价”全周期闭环疲劳管理体系, 从源头上降低人为风险, 提升铁路货运运输安全韧性。

**关键词:** 铁路货运; 驾驶疲劳; 安全管理; 监测预警; 轮乘制

## Fatigue Management and Safe Driving Strategies for Railway Freight Drivers

Qu Ruida

China Railway Beijing Group Corporation Fengtai Locomotive Depot, China Beijing Fengtai District 100071

**Abstract:** Railway freight transportation is a critical component of national economic operations, and its operational safety directly impacts societal stability and public security. However, due to long night shifts, heavy workloads, and increasing automation reliance, driving fatigue has become a major causal factor of railway accidents. This study examines fatigue causes, manifestations, and safety implications among railway freight drivers. It identifies issues such as monotonous work schedules, outdated monitoring approaches, insufficient rest conditions, and weakened performance evaluation as primary contributors to persistent fatigue risks. The research further investigates the underlying mechanisms from circadian rhythm disruption, psychological stress accumulation, and improper labor organization. Based on the findings, comprehensive strategies are proposed, including optimizing duty rotation and shift scheduling, strengthening real-time fatigue monitoring and early warning systems, improving resting environments and psychological intervention, and applying intelligent driving assistance technologies. The study concludes that institutional governance and technological empowerment must work together to construct a full-cycle fatigue management system incorporating monitoring, prevention, intervention, and evaluation to mitigate human risk factors and enhance the resilience of railway freight transport safety.

**Keywords:** Railway freight; Driving fatigue; Safety management; Monitoring and early warning; Duty scheduling

## 0 引言

铁路货运在现代物流体系中承担着大宗物资长距离运输任务, 是保障能源供应与产业链稳定运行的重要基础。然而伴随运输需求增长、人员结构紧张及自动化设备普及, 铁路货运司机长期处于高强度、高风险、高时变的工作情境, 疲劳驾驶事件时有发生, 成为影响运输安全的显性因素与系统性隐患。现有管理中, 部分单位仍以经验式排班和结果性考核为主, 疲劳监测工具应用有限, 生理与心理特征差异未被充分纳入管理机制, 导致司机疲劳问题呈隐

蔽化、累积化趋势。

## 1 铁路货运司机疲劳管理现状分析

### 1.1 作业模式与劳动组织特征

铁路货运司机的作业模式和劳动组织具有明显特殊性, 其疲劳风险呈现长期、反复和累积的特点。夜班运行在铁路货运组织中占据比重较高, 司机须频繁进行昼夜倒班, 而列车运行时间常常难以提前精准预测, 使作息呈现高度被动状态。生理节律被持续打乱, 睡眠周期无法规律恢复, 深度睡眠比例下降, 导致身体机能和认知功能处于

长时间低水平运行状态。夜间驾驶时光照不足,视觉识别能力下降,同时列车速度高、制动距离长,司机在高度警觉与极低环境刺激间切换,极易出现倦意积累。任务压力方面,铁路货运强调时效性与安全性并重,司机不仅承担运输按时到达的绩效考核,还肩负列车运行安全的高度责任感。列车故障处置、突发天气变化、线路施工限制等不确定因素频发,心理负荷不断叠加,形成持续应激状态。司机长期紧绷注意力,处于高责任、高压、低舒缓的心理环境,疲劳呈隐性累积<sup>[1]</sup>。

驾驶环境的单调性更是放大疲劳生成。大量货运线路为长距离直线区段,夜间周边景物和光源极少,视觉和听觉刺激不足,容易导致注意力涣散和警觉性下降。驾驶过程缺乏任务变化,操作内容重复性高,认知资源投入无法实现积极循环,易引发操作惰性和反应延迟。此外,铁路货运专业化与自动化水平不断提高,尽管技术装备进步带来辅助能力,但也强化了司机对系统运行状态的持续监控责任。

## 1.2 疲劳识别与监测能力不足

铁路货运司机疲劳识别与监测体系仍处于传统管理模式向智能化监管过渡的阶段,自我申报与管理人员的巡查仍是主要手段。这种方式依赖司机主观感受与上级观察判断,而疲劳作为隐性、生理性的状态往往难以被本人及时感知,更难准确呈报。当司机处于强责任感驱动或担心影响排班安排时,更倾向于隐瞒疲劳,导致识别环节失真。巡查机制具有间断性和随机性,无法覆盖夜间运行的关键时段,也难以在列车高速运行环境下深入监测心理与生理负荷变化,因此存在明显滞后特征。

铁路车辆虽然已逐步装配瞌睡检测、行为识别、偏离预警等装置,但多以面部表情、眼睑闭合、方向盘操控偏差等外显行为作为识别依据。这类监测常在疲劳外化为动作异常后才触发警报,缺乏对疲劳早期生理信号的敏锐捕捉。当司机通过短暂刺激强行维持清醒时,设备也易误认为警觉状态正常,造成隐患继续积累。同时,不同个体在疲劳表现上存在显著差异,系统算法难以精准适配,误报与漏报现象并存,降低了现场人员对报警信息的信任度<sup>[2]</sup>。即便监测到疲劳风险,也常因缺乏明确处置标准与可执行流程而难以形成强制干预,如强制休息、替乘安排、心理评估等措施缺乏协同机制,使预警功能难以真正转化为管理效能。

# 2 铁路货运司机疲劳问题的成因分析

## 2.1 制度设计仍以岗位需求为中心

铁路货运司机的排班制度长期围绕运力保障和运输组

织效率展开,制度设计逻辑更偏向岗位需求满足,而对司机的生理规律与疲劳累积规律关注不足。铁路货运任务具有连续性和突发性并存的特征,大量运输计划需根据货流变化实时调整,造成调班频繁、工作起止时间变动大。司机不但难以形成稳定作息,还需随时进入高度警觉状态以应对加班、延点或临时补位,睡眠与休整时间被不断压缩与碎片化,深度睡眠得不到保证。夜班工作在货运列车运行中占据较高比例,而连续夜班或夜班间隔过短,使生物节律长期处于紊乱状态,睡眠时间向白天转移,又因环境光照与噪声干扰导致恢复质量显著下降。昼夜倒班周期不科学,令司机昼夜节律无法重建,疲劳呈不断累积趋势<sup>[3]</sup>。

作为关键岗位人员,司机须严格遵循岗位责任与调度命令,制度层面对司机休息权的保障相对薄弱,即便个体出现明显疲劳迹象,也常因担忧影响绩效考核或影响整体运能而选择勉强坚持,隐性透支自身健康。现行制度中虽设有工休安排,但多以劳动时长管理为核心,关注点集中于形式上的“休息时间是否满足规定”,而非实际恢复质量与疲劳转归状况。

## 2.2 科技手段应用深度不足

铁路货运行业在疲劳管理科技手段应用方面尚未实现系统化和深度化,现有监测设备主要集中于行为层面的异常识别,例如通过眨眼频率、眼睑闭合时间、头部姿态偏移以及车辆操控偏差等外在表现来判断司机是否处于疲劳状态。这类技术虽然具备一定的实时监测优势,但其有效性高度依赖疲劳已经外显为行为失准的阶段,对于疲劳早期的认知功能下降、生理节律紊乱尚难以识别。许多司机在责任感驱动和自我激励机制下,会通过短暂活动、用力掐按、深呼吸等方式抑制行为异常,使疲劳迹象暂时被掩盖。

相比行为指标,脑电活动、心率变异、皮肤电变化等生理信号更能反映大脑警觉性与自主神经系统负荷,但铁路装备在此方面覆盖率较低,设备选型和算法适配尚未达到行业大范围应用条件。生理监测装置涉及佩戴舒适度、数据干扰、隐私与合规等问题,加之设备成本与维护要求较高,使得生理信号采集难以在所有司机、所有运行区段实现常态化配置,监测体系呈现不均衡状态<sup>[4]</sup>。

## 2.3 外部运输压力持续增大

铁路货运在国家综合运输体系中承担着关键的物流保障职能,随着经济结构调整和产业布局优化,煤炭、矿石、粮食、集装箱等运输需求阶段性集中增长,运输组织不得不针对高峰期采取增列、压缩停时、提高周转效率等措施,

以保证货物及时送达。在此背景下,人均运力利用率持续提升,司机工作负荷同步加剧。许多机务段司机编制与运能需求之间存在结构性缺口,尤其在枢纽节点及干线繁忙区段,司机经常在接连完成长途值乘后无缝衔接新任务,恢复时间被不断压缩,身体机能和注意力水平在未能充分恢复的情况下再次进入高强度作业状态,使疲劳呈现叠加效应。

铁路货运生产组织需要紧密衔接列检、调度、编组、交路安排等多环节,任一环节变更都可能传导至司机排班层面,导致大量临时调整。面对突发天气、设备故障、大宗物资集中运输等情形,司机往往需承担额外加开或延时任务,休息计划随之被打乱。即便在规定休息时段内,司机仍需保持对任务动态的关注,心理上难以完全放松,恢复质量大打折扣。长时间处于待命状态也会造成潜在精神消耗,形成一种隐性压力累积<sup>[5]</sup>。运输压力的加大不仅体现在任务数量和时间压缩上,还伴随着对安全与效率双重指标的更高要求。铁路货运强调“一趟不误、一路平安”,司机深知一旦出现延误或异常可能影响整体运输链条,因此在驾驶过程中持续保持高度精神集中。

### 3 铁路货运司机疲劳管理与安全驾驶策略

#### 3.1 科学优化轮乘与排班制度

铁路货运司机疲劳治理的核心在于优化劳动组织方式,实现运行制度从“岗位优先”向“安全优先”的本质转变。轮乘与排班作为司机作业负荷分配的基础机制,其科学性直接决定身体与认知状态能否在合理区间内保持稳定。当前普遍采用的调班方式仍以固定交路、运能匹配为主要依据,缺少对疲劳积累进程的动态感知与健康约束,导致部分司机在连续夜班后尚未恢复,便再次投入运行。构建以驾驶负荷与疲劳指数双参数为基础的调度模型,可根据司机的任务强度、时段特性、睡眠质量与历史生理数据等指标进行综合评估,将安全阈值纳入排班决策,使每一次任务安排都具备人因安全的前提条件。

夜间运行对生理节律冲击最大,而连续多夜处于被动觉醒状态,会引发神经系统长期紊乱。因此设置专门的夜班缓冲安排,是维护司机健康能力与认知资源的关键。通过合理设计夜班后的强制恢复期,延长睡眠窗口并保障睡眠环境质量,使身体得以重建节律平衡,从而降低疲劳累积速率<sup>[6]</sup>。

#### 3.2 构建智能监测与预警体系

铁路货运司机疲劳治理要迈向前置化与主动化,必须依托智能技术构建监测与预警体系,实现从传统经验判断

向数据驱动转型。疲劳是一种伴随生理节律变化与认知负荷增加逐渐发展的状态,仅凭面部表情或操作偏差难以实现早期识别,因此有必要通过多源感知手段采集反映大脑与自主神经系统功能的核心数据,将脑电活动、眨眼频率、心率变异、皮肤电反应等生理信号纳入实时监测范围。此类指标在疲劳初期即可呈现异常变化,通过轻量化、舒适化可穿戴设备和车载传感系统同步采集,能够在疲劳外化前给予预警,使干预从滞后补救走向提前控制。

监测数据需经智能化分析模型评估司机疲劳水平,通过算法将多种信号融合计算形成疲劳指数,并接入调度指挥系统,使其成为排班调整、运行管控与应急替乘的重要依据。指挥层可对疲劳指数偏高的司机进行动态管理,根据区段、天气、任务风险等级灵活调配,实现人因风险与运输组织的实时协同。

#### 3.3 改善休息环境与心理支持机制

铁路货运司机的疲劳不仅源于作业过程中的身体透支,也与休息条件不足、心理压力积累等外在因素密切相关。要真正实现疲劳治理从事后补救向源头预防的转变,必须在制度之下强化司机休息环境建设与心理支持体系构建。候班室作为司机执行任务间隙恢复体力和精神状态的主要场所,其环境质量直接关系睡眠效果。目前部分候班室仍存在光照过强或光线难以遮蔽、温度调节不合理、噪声干扰严重等问题,不利于深度休眠的发生。因此加强候班室静音设计、改善通风与温控系统、采用柔和可调光照,使司机能够迅速进入放松状态,提升每一次休息时段的恢复效益。同时,配置舒适寝具、提供睡眠健康指导与环境净化设备,让短时休整也能具备较高的生理修复质量<sup>[7]</sup>。

心理健康问题常与长期压力、职责负担和家庭支持不足相伴相生。为了持续掌握司机心理状态,应建立覆盖整个职业周期的心理健康档案,将心理测评纳入定期体检项目,通过访谈、问卷、智能识别等方式动态评估压力水平、情绪变化及睡眠困扰程度。在高强度运输阶段和夜班集中期间进行重点跟踪,建立风险预警机制,对显现易疲劳倾向与焦虑状况者及时进行谈话提醒与干预措施落实。

#### 参考文献:

[1] 陈敏. 铁路列车司机不安全行为形成机理及干预策略研究[D]. 中南大学, 2024.DOI:10.27661/d.cnki.gzhnu.2024.003978.

[2] 张彦春, 陈敏, 李卓. 铁路动车组司机工作压力对不安全行为作用机理研究[J]. 铁道科学与工程学报, 2024,21(09):3518-3528.DOI:10.19713/j.cnki.43-1423/

u.T20232055.

[3] 黄龙. 铁路机车运用安全管理的策略探讨[J]. 科技风, 2018,(03):145.DOI:10.19392/j.cnki.1671-7341.201803127.

[4] 丁宗广. 铁路司机家庭安全氛围及其对安全驾驶行为的影响研究[D]. 北京交通大学, 2017.

[5] 李响. 铁路机车司机驾驶疲劳评测方法与在线检测技术的研究[D]. 北京交通大学, 2015.

[6] 泽贡, 宇贺神博, 林航空. 铁路列车司机工作疲劳

与身心健康的管理[J]. 国外内燃机车, 1998,(07):24-28.

[7] 施其洲, 张国宝, 张济民等. 中国高原铁路机车司机在不同条件下的驾驶疲劳研究[J]. 铁道学报, 1995,(04):16-22.

作者简介: 屈睿达, 男, 中国铁路北京局集团有限公司丰台机务段, 本科, 河北省张家口市怀来县, 光电信息科学与工程, 河北工程大学。