

地铁司机疲劳驾驶对行车安全的影响及防控措施

王戈男

西安市轨道交通集团有限公司运营分公司 陕西 西安 710016

【摘要】：地铁运输系统的安全运行高度依赖司机的清醒程度与操作稳定性。疲劳驾驶会削弱司机的警觉性、信息处理能力和操作准确性，使监控疏漏、应急反应迟缓和误操作风险显著上升。在高密度、高频次的地铁运营环境中，疲劳对行车安全的影响更为突出，可能导致制动延迟、信号误判和对突发状况处理不当等问题。为降低疲劳带来的安全隐患，有必要构建系统化的防控机制。本文围绕疲劳成因、行为表现及其对安全运行的作用机制展开分析，并提出科学排班、实时疲劳监测、优化驾驶环境和强化安全培训等综合防控措施，以期地铁运营单位建立完善的疲劳管理体系提供参考。

【关键词】：地铁司机；疲劳驾驶；行车安全；风险防控；疲劳监测

DOI:10.12417/2811-0528.26.03.033

引言

城市轨道交通承担着大量客运需求，其运行安全直接关系到公众利益与城市交通系统的稳定性。随着地铁线路不断延伸、列车密度持续增大，司机的工作负荷和心理压力显著提升，疲劳问题逐渐成为影响安全运营的重要隐患。疲劳会削弱注意力、判断力与反应速度，使操作可靠性下降，从而增加交通事故发生的概率。因此，对地铁司机疲劳驾驶的影响机制及防控策略进行研究具有重要现实意义。本研究旨在探讨疲劳对行车安全的具体作用路径，并构建可操作的疲劳防控体系，为地铁运营单位改进管理措施提供依据，推动地铁行业的安全保障能力持续提升。

1 地铁司机操作安全中的疲劳风险认识

地铁司机的疲劳风险在城市轨道交通安全体系中具有关键意义，其影响机制涉及生理、心理与操作行为多个层面。高强度、长周期的驾驶任务会引发认知资源的持续消耗，使司机在长时间运行中出现警觉性下降与注意力漂移等现象。地铁运行过程需要司机对信号变化、线路状况和设备提示作出快速而准确的判断，疲劳状态下的信息处理速度减缓，导致对关键运行参数的识别不够敏锐。警觉度波动会削弱对异常情况的捕捉能力，在复杂路况或突发情形下难以维持稳定的操纵行为，从而增加运行偏差和误操作的概率。

在封闭、高频、高密度的地铁运营场景中，司机的操作负荷具有持续性。疲劳的累积效应使视觉扫描范围收窄，决策过程受限，对刹车距离、速度变化以及站台环境的感知出现滞后。地铁驾驶系统虽具备自动化辅助功能，但关键工况仍依赖人工监控，疲劳状态会使手脚协调性下降，影响制动操作的精确性与连续性。操作迟疑或动作延后可能导致列车制动距离不足，或在极端情况下出现对信号的错误应对，从而对行车安全形成潜在威胁。

心理疲劳在驾驶安全中的作用同样不容忽视。在长时间处于封闭驾驶室环境时，司机面临单调运行带来的精神负荷，情绪稳定性与抗干扰能力逐步下降，容易产生反应迟钝或判断偏差。随着疲劳加深，工作记忆能力和情境感知水平降低，难以同时处理多个运行信息。对线路状况变化、车载设备提示与乘客情况的综合判断出现偏差，进一步放大安全风险。地铁司机的疲劳状态不仅影响个人操作行为，也会对整体运行组织造成连锁反应^[1]。司机反应时间延长可能使列车间隔难以保持稳定，影响全线运行节奏。对于高峰期密集发车的线路而言，疲劳引发的微小延误均可能对运营秩序产生累积性影响。系统性视角显示，驾驶员疲劳已成为影响城市轨道交通安全稳定运行的关键变量，亟需得到充分认知与科学管理。

2 地铁司机疲劳成因下的安全隐患深化分析

地铁司机疲劳的形成具有多因素叠加的特征，对行车安全隐患的影响呈现出隐蔽性和累积性。高强度轮班制度与不规则作息打乱了司机的昼夜节律，睡眠结构被反复打断，深度睡眠时间缩短，机体难以完成有效恢复。在早晚高峰及夜间检修窗口配合运行时段，司机需适应频繁变化的开车时间和班次安排，生物钟长期处于“被动调节”状态，慢性睡眠负债逐渐累积，形成持续性生理疲劳。运营任务压强较大考核指标细化到列车正点率、停站误差和能耗控制等多个维度，司机承受着较高的绩效压力，心理应激水平被显著抬升，易产生精神紧绷与情绪耗竭。

从工作场景看，地铁线路多为封闭区间，车窗外景象单一，驾驶操作高度程序化，长时间处于单调环境会诱发警觉性下降和注意涣散。驾驶室人机工程设计若存在缺陷，如座椅支撑性不足、仪表布局不够合理、噪声与振动控制不到位等，会在无形中增加身体不适和操作负担，促使疲劳感提前出现。部分司机在间歇时间缺乏科学的放松与恢复方式，休息时间被各类辅

助性工作占用,导致工作一休息节奏失衡,疲劳状态难以及时逆转。

在上述成因作用下安全隐患呈现多维度扩散。生理疲劳会延长反应时,司机对信号机显示、速度变化和限速标志的感知存在滞后,易出现制动点预判偏差或速度控制偏离标准曲线^[2]。心理疲劳则弱化规则遵守意愿和风险敏感度,在复杂工况或轻微异常出现时,可能低估危害程度,倾向于采用经验性处置而非严格执行操作规程。认知资源受限的状态下,司机在多任务并行场景中难以进行有效的信息筛选和优先级判断,导致对少见故障、非常站停或线路临时调整的处理不够及时,诱发信号冒进、停车越位、关门异常等典型行车事故隐患。长周期看,这类由疲劳成因推动的隐患具有反复出现、难以完全暴露的特点,对地铁运营安全构成长期潜在威胁。

3 基于疲劳控制的安全提升路径与实践成效

地铁司机疲劳的防控措施需要在组织管理、技术支撑与工作环境优化等层面协同推进,以构建可持续的安全提升路径。科学排班是疲劳控制的基础,通过对司机作息规律、线路运行节奏和高峰负荷进行综合分析,建立符合人体生理节律的班次配置模型,减少跨时段任务占比,降低睡眠被切割的频次,有助于恢复驾驶员的警觉水平。运营单位在排班决策中引入力学分析与疲劳预测模型,可以通过监测心率变异、反应时数据和生物节律参数动态评估疲劳风险,并据此调整司机出勤安排,使其始终保持在较为稳定的生理状态。

在技术层面,基于生理信号与行为特征的疲劳监测系统逐

渐成为行车安全的重要保障。面部特征识别、眼动轨迹分析与方向盘微操作检测等多维度指标可实时表征疲劳程度,当系统识别到警觉性下降趋势时,可通过语音提醒、座椅震动或界面警示方式将司机从低唤醒状态拉回到安全区间^[3]。与行车控制系统联动后,可在疲劳程度达到临界水平时触发自动保护响应,减少因操控偏差导致的风险。与此同时,驾驶室设计也在持续优化,通过改善坐姿承托结构、降低噪声与振动强度、提升显示界面可视性和操作布局的合理性,使司机在长时段运行中保持更高的舒适度和专注度,延缓疲劳出现。

在管理实践中,一些运营线路通过建立疲劳管理闭环机制取得了显著成效。风险评估、监测预警、行为干预和效果验证形成完整链条,使疲劳控制不再停留在经验判断层面,而是具有可量化的评估依据。司机在接受系统化的安全培训后,对自身疲劳迹象的识别能力增强,更愿意采用主动申报与协同调度方式维护运行安全。实践表明,在疲劳监测数据稳定、排班优化实施到位的线路上,信号响应偏差、制动误差和非常态处置延迟等安全类事件出现频率明显下降,列车运行的规律性和均衡性得到提升。

4 结语

地铁司机疲劳对行车安全的影响具有持续性与隐蔽性,只有通过科学管理、技术监测与环境优化形成多层协同的控制体系,才能有效降低风险。研究从疲劳风险认识、隐患机制与安全提升路径展开分析,显示出精细化疲劳管理在提升运行稳定性和保障乘客出行安全方面具有重要作用。随着技术能力与管理模式不断完善,地铁行业的安全韧性将得到进一步增强。

参考文献:

- [1] 陈潇.地铁司机的疲劳驾驶成因与对策研究[C]//重庆市大数据和人工智能产业协会.人工智能与经济工程发展学术研讨会论文集(三).石家庄市轨道交通集团有限责任公司,2025:121-124.
- [2] 张蓓.地铁司机驾驶疲劳状况调查与分析[D].首都经济贸易大学,2014.
- [3] 江跃龙.一种基于列车司机在途疲劳状态检测及预警的方法[J].现代信息科技,2021,5(20):98-102.