

基于风险预控的地铁司机日常安全卡控机制优化

潘 强 加壮壮 王 非 周颖超 陈 晨

西安市轨道交通集团运营分公司运营一中心 陕西 西安 710018

【摘 要】：基于风险预控理念构建地铁司机日常安全卡控机制，可通过精准识别关键作业场景、动态跟踪风险变化并强化过程性卡控措施，实现从被动处置向主动防范的转变。通过优化风险分级、细化操作节点和引入数据化监测手段，使驾驶行为、设备状态与环境信息形成闭环管理，从而提升卡控措施的针对性和实时性，减少人为疏失导致的运营安全隐患，为地铁行车组织提供更稳固的安全支撑体系。

【关键词】：地铁司机；风险预控；安全卡控；动态监测；行车安全

DOI:10.12417/2811-0528.26.03.056

引言

地铁网络持续扩展，驾驶作业面临的风险要素随之增多，传统以经验管理为主的控制方式已难以满足高密度运营需求。风险预控理念的引入，使驾驶活动能够在早期阶段识别潜在不稳定因素，并通过卡控机制对关键节点实施精准干预。随着监测技术和数据分析能力的提升，驾驶行为、设备运行与线路环境的细微变化得以被及时捕捉，为建立更细颗粒度的卡控体系创造了条件。围绕这些变化探索更高效的安全管理模式，不仅关系到行车组织的稳定性，也关系到公众对城市轨道交通的信任度，因此有必要对地铁司机日常安全卡控机制进行系统化优化研究。

1 日常驾驶风险点的突出问题识别

地铁司机在高密度行车条件下，需要在有限时间内完成信号识读、速度控制、站台对位与环境观察等多项操作，任何细微偏差都可能引发连锁风险。在持续运行的状态中，视觉疲劳、节奏干扰和突发指令切换增加了风险暴露度。部分区段曲线半径较小、线路设备更新频率差异明显，使驾驶员在信号变化频繁的环境中更易产生判断滞后^[1]。加之设备状态信息实时性有限，若机车界面反馈延迟或提示模糊，驾驶行为便可能出现误判或超限操作等问题，使安全边界受到压缩。日常作业中若缺乏对关键工况的精细化识别，风险点便难以在早期阶段显现，导致卡控措施难以精准实施。

人员操作方面的风险同样具有隐蔽性。地铁司机长期处于封闭驾驶环境，交互信息单一，精神集中度在长时间运行后难以维持稳定；若班前状态评估不够严谨，生理疲劳、情绪波动、注意力微弱下降等因素便会在运行过程中累积成潜在风险。部分关键步骤依赖人工执行，如区间限速确认、异常信号复核、到发条件确认等，若标准化流程执行不够细致，可能出现遗漏或误读。在处置突发事件时，驾驶人员需在极短时间内进行信息整合与操作选择，若缺乏对典型风险场景的充分预判，操作

路径便容易偏离规范要求，使风险水平在局部工况中急剧上升。

外部运行环境的动态性也在持续放大日常风险点。设备老化、轨旁设施状态波动、信号系统间的耦合变化都会影响司机的实时判断。雨雪天气、照度变化以及站台客流突增等因素使驾驶活动的复杂度不断加深，尤其在早晚高峰时期，地铁运行紧密、停车精度要求高，若缺乏对环境变量的敏感捕捉，驾驶行为便容易与实际工况脱节。部分线路存在屏蔽门联动延迟、道岔转换不稳定等问题，使司机需根据经验做出补偿性控制，而这类基于经验的微调在高压工况下更容易出现偏差。随着运营规模增大，传统以经验判断为主的风险识别方式难以适应更精细的安全要求，使日常驾驶风险呈现出多源化、动态化和耦合性增强的特征。

2 基于预控理念的卡控体系优化路径

基于风险预控理念的安全卡控体系，需要在驾驶流程的前置环节构建可视化、可量化的风险识别模型，使司机在进入作业状态前便能获得个体风险、线路风险与设备风险的综合评估结果^[2]。班前状态监测应由传统的人工记录转向生理参数采集、行为特征识别和数据分析相结合的方式，通过疲劳指数、心理负荷水平和注意力稳定性等参数形成风险等级。线路侧风险数据库可将曲线半径、坡度变化、信号密度、设备故障率等指标进行动态计算，使驾驶活动在进入高风险区段前便具备明确的预警提示。

在驾驶过程的动态阶段，卡控机制需强化过程性监测与实时指导功能。通过列车监控系统、智能驾驶辅助模块和环境感知装置实现状态信息集成，使速度曲线偏离、制动距离异常、信号响应延迟等细微异常能够即时捕捉。关键操作节点可通过算法优化，将其转化为可触发式提示逻辑，使司机在接近风险阈值前获得清晰的操作控制区间。在复杂工况下，如长区间限速、联锁切换、站台拥堵等场景，系统可提供决策支持参数，

减轻司机高负荷状态下的认知负担。卡控机制在这一阶段呈现出数据联动、自动识别和精准干预的特征,使预控理念在驾驶全过程中得以落地。

在事后管理和持续改进环节,预控体系需通过闭环反馈机制实现风险模型的自适应更新。运营数据、驾驶记录、设备报警以及现场巡检信息可通过数据平台统一存储与分析,形成风险事件的溯源链条,为卡控规则的优化提供依据。驾驶行为的历史特征、异常频次和环境条件变化能够生成趋势性预警,使卡控策略具备针对性和时效性。通过持续迭代的风险矩阵和动态阈值更新,使卡控机制能够保持对新风险形态的敏感性,推动预控体系从固定规则向智能化、场景化和自学习方向发展,进一步提升日常驾驶安全保障水平。

3 卡控机制运行成效的综合评估与完善方向

卡控机制在运行后的成效评估,应从风险检出率、预警准确率和驾驶行为稳定性等多维度展开,通过对运行数据、驾驶记录与设备反馈的综合分析,判断卡控措施是否真正实现对关键风险点的提前拦截。在高负荷时段与复杂工况下,系统对速度偏差、提前制动、信号响应间隔等指标的实时捕捉能力,是衡量其有效性的核心参数^[1]。若监测频率与数据灵敏度不足,容易造成潜在风险在系统中被弱化,导致卡控信息滞后。在评估过程中,对比机制上线前后的运行差异,可识别卡控策略在不同区段、不同班组与不同运营时段的实际适配度,从而建立成效的量化指标体系。

随着运行场景不断变化,卡控机制需要在技术层面构建动态更新能力,使评估结果能够反向驱动卡控规则的再设计。在

数据分析平台中,行为特征序列、环境因子波动与设备故障模型被整合后,可形成新的风险趋势,使系统具备更高的敏感性与识别精度。算法模型的阈值调整、预警等级的分层优化以及场景化策略的扩充,都需要依据评估结果进行周期性修订。当系统在多次迭代后能够有效识别非典型风险与组合性风险时,卡控机制便可逐步提升对不确定工况的适应能力,使预控理念在多维环境下获得更完整的技术支撑。

在人机协同层面,完善方向需强化司机对卡控机制的理解与反馈机制的参与度,使技术系统与人的经验形成互补结构。通过分析驾驶员的响应时间、指令执行稳定性与操作偏差特征,可形成针对性的能力提升方案,使驾驶个体在卡控体系中保持持续的适应性。培训系统可根据评估结果调整模拟场景,使风险认知与操作策略更贴近实际运行需求。同时,通过建立常态化反馈渠道,使驾驶员在遇到卡控提示不匹配或信息冗余时能够及时提出调整建议,为机制优化提供现场依据。随着评估体系的逐步完善,卡控机制的技术性能与人的操作能力将形成双向提升,使运行安全保障结构更加稳固、精细且具有延展性。

4 结语

基于风险预控理念构建的日常安全卡控机制,使地铁司机的驾驶活动具备更高的可控性与前瞻性。风险识别、过程监测与反馈优化形成了紧密衔接的管理链条,使关键工况能够在早期阶段呈现并得到及时干预。随着技术迭代与数据体系完善,卡控措施的精度与适应性将持续增强,为地铁运营的稳定运行奠定更加坚实的安全基础。

参考文献:

- [1] 姜伟,吴正军.地铁司机安全驾驶风险点及防范管理措施分析[J].人民公交,2025,(16):132-134.
- [2] 秦鹤璇.地铁司机应急处置能力评估与提升策略研究[C]//《中国招标》期刊有限公司.新质生产力驱动第二产业发展与招标采购创新论坛——绿色智造·采购革新专题(第二册).天津致新轨道交通运营有限公司,2025:472-476.
- [3] 裘成,王辉,陈红镭,等.地铁车辆司机室照明控制电路的优化设计[J].设备管理与维修,2024,(14):57-59.