

电力机车乘务员作业疲劳测评及预防管理机制研究

陈科儒

国能新朔铁路有限责任公司机务分公司

DOI: 10.32629/jpm.v7i1.8678

[摘要] 铁路运输作为我国综合交通运输体系的核心支柱, 凭借运量大、速度快、成本低、安全性高、受自然环境影响小的优势, 承担着重要物资与旅客运输任务, 是国民经济发展的“大动脉”。电力机车乘务员作为铁路运输系统的核心岗位从业者, 肩负着保障列车安全、正点、高效运行的关键职责, 其作业状态直接关系到铁路运输安全与国民经济发展。本文以保障铁路运输安全、维护电力机车乘务员职业健康为目标, 通过梳理电力机车乘务员作业疲劳的成因与危害, 构建科学的作业疲劳测评指标体系与测评方法, 探索针对性的疲劳预防管理机制。

[关键词] 电力机车乘务员; 作业疲劳测评; 预防管理

Research on Fatigue Assessment and Prevention Management Mechanism for Electric Locomotive Crew Members

Chen Keru

Guoneng Xinshuo Railway Co., Ltd. Locomotive Branch

[Abstract] As the core pillar of China's comprehensive transportation system, railway transportation, with its advantages of large capacity, fast speed, low cost, high safety, and minimal impact on the natural environment, undertakes important transportation tasks for materials and passengers, and is the "main artery" of national economic development. As the core practitioners of the railway transportation system, electric locomotive crew members shoulder the key responsibility of ensuring the safe, on-time, and efficient operation of trains. Their operational status directly affects the safety of railway transportation and the development of the national economy. This article aims to ensure the safety of railway transportation and maintain the occupational health of electric locomotive crew members. By sorting out the causes and hazards of work fatigue among electric locomotive crew members, a scientific evaluation index system and evaluation method for work fatigue are constructed, and a targeted fatigue prevention and management mechanism is explored.

[Key words] electric locomotive crew; Homework fatigue assessment; Preventive management

引言:

电力机车乘务员作为列车驾驶与调度的核心执行者, 其作业过程需长时间保持高度专注, 时刻监控列车运行状态、应对各类突发情况, 工作质量直接决定铁路运输系统的稳定性与安全性。随着我国铁路运输速度提升、运输密度增大, 乘务员的工作压力进一步加剧, 作业疲劳问题愈发突出, 已成为制约铁路运输安全的重要瓶颈。因此, 开展电力机车乘务员作业疲劳测评及预防管理机制研究, 具有迫切的现实必要性。为有效缓解乘务员作业疲劳, 保障其身心健康, 提升作业效率与安全意识, 降低因疲劳引发的铁路运输事故发生率提供借鉴, 同时增强乘务员的职业归属感与满意度, 推动铁路运输行业可持续、安全化发展, 还可为其他类似高强度、不规律作业群体的疲劳

管理提供借鉴。

一、电力机车乘务员作业疲劳的危害

第一, 疲劳驾驶是铁路安全行车的最大隐患之一。电力机车乘务员在疲劳状态下, 身体机能和反应能力都会下降, 注意力难以集中, 对各种突发情况的判断和应对能力减弱。第二, 长期处于作业疲劳状态对电力机车乘务员的身心健康会造成严重损害。在生理方面, 容易引发各种慢性疾病。在心理方面, 甚至可能引发更严重的心理障碍, 影响乘务员的心理健康和生活质量。这些身心健康问题不仅会对乘务员个人造成伤害, 还可能影响其家庭和社交生活, 降低其职业幸福感和满意度。第三, 电力机车乘务员作业疲劳还会对铁路运输效率产生负面影响。当乘务员超劳或处于疲劳状态时, 可能会出现反应迟缓、

操作失误等情况，导致列车运行速度下降、停车次数增加，甚至出现列车等线、晚点等问题。给铁路运输带来了极大的不便和经济损失。

二、电力机车乘务员作业疲劳的成因分析

(一) 设备与环境因素引发的疲劳

设备与环境因素会对电力机车乘务员作业疲劳产生显著影响。机车车辆故障、线路信号故障等设备问题时有发生，严重影响列车的正常运行。在客车密集的线路上，一旦发生设备故障，会引发大量列车等待。为确保客运列车的优先通行，低等级的货物列车机车乘务员往往需要长时间等待故障排除，极易引发超劳和作业疲劳。同时，驾驶室的工作环境也较为恶劣。高温、噪音、震动等因素长期作用于乘务员身体，会不断消耗其体力和精力，加上设备运行产生的噪音和持续的震动，乘务员在这样的环境中工作，不仅身体舒适度降低，还会导致心理压力增大，加速疲劳的产生。

(二) 自然与突发因素引发的疲劳

自然与突发因素也是导致电力机车乘务员作业疲劳的不可忽视的原因。遇灾害性天气，许多地区的铁路线路受到严重影响，出现水没钢轨、路基下沉、山体滑坡、倒树侵线、接触网断线等问题。这些情况不仅威胁列车运行安全，还会导致列车非正常停车，乘务员需要长时间坚守岗位，应对各种突发状况，值乘时间被迫延长，从而引发作业疲劳。此外，区间撞人、家畜抢道等突发状况也会对列车运行造成干扰。一旦遇到此类情况，列车必须紧急停车并进行处理，这无疑会增加乘务员的工作负担和心理压力，延长其工作时间，导致疲劳感加剧。

(三) 人员管理因素引发的疲劳

人员管理方面的问题也会直接导致电力机车乘务员作业疲劳。机务段在人员管理上，若配备的人员班次未按图定上够，就会造成阶段性等机班的情况。后续列车由于缺少机班无法按时出发，只能在线路上等待，这必然导致乘务员工作时间被动延长，增加超劳的风险。这种人员管理上的不合理安排，不仅影响了铁路运输的正常秩序，也给乘务员的工作和生活带来了极大的困扰，是导致作业疲劳的重要人为因素之一。

三、电力机车乘务员作业疲劳测评体系的构建

(一) 作业疲劳测评指标的选取

主观测评指标主要聚焦于电力机车乘务员对自身疲劳状态的直接感受以及相关心理状态的自我评估。本研究选取了《疲劳症状自评量表》《焦虑自评量表》《抑郁自评量表》作为核心主观测评工具。在实际测评过程中，通过对比乘务员出乘前和退乘后的量表得分，能够清晰地观察到值乘过程对其主观疲劳感受和心理状态的影响，为后续的分析 and 干预提供有力的数据支持。

客观测评指标主要从生理行为角度出发，选取能够准确反映电力机车乘务员作业疲劳的量化指标。本研究以闪光融合频

率和视觉运动反应时作为核心客观测评指标。闪光融合频率是指当闪光频率达到一定程度时，人眼将不再能分辨出单个的闪光，而是将其感知为连续的光，这一频率的变化能够灵敏地反映出视觉系统和精神状态的疲劳程度。视觉运动反应时则是测量乘务员在接收到视觉刺激后，做出相应运动反应所需的时间，同时记录反应的错误次数。在疲劳状态下，神经传导速度减慢，大脑对信息的处理和反应能力下降，导致视觉运动反应时延长，错误次数也会相应增加。

(二) 作业疲劳测评方法的确定

问卷调查法，问卷调查法是获取电力机车乘务员主观作业疲劳数据的重要手段。本研究采用整群随机抽样的方式，随机选取涵盖不同线路、不同运输任务特点的乘务员群体。在调查过程中，分别在乘务员出乘前和退乘后开展问卷调查。为了保证问卷数据的有效性和可比性，在实施过程中统一了指导语和填写标准。通过这种严格的实施过程控制，所收集到的问卷数据能够真实反映乘务员的主观作业疲劳情况，为后续的数据分析和研究提供可靠依据。

仪器测试法主要用于获取电力机车乘务员的客观生理行为数据，以评估其作业疲劳程度。在实际操作中，使用专业的闪光融合频率计和视觉运动反应时测试仪等设备，分别在乘务员出乘前和退乘后进行现场测试并记录，通过对比出乘前后的数据变化，直观地反映值乘过程对乘务员生理状态的影响，从而判断其作业疲劳程度。

数据统计分析法是对问卷调查和仪器测试所获取的大量数据进行深入分析的关键方法。本研究采用 SPSS 统计软件对主观和客观数据进行全面分析。在相关性分析方面，通过计算各项疲劳症状与心理状态指标之间的相关系数，明确它们之间的内在关联。在差异分析方面，对比不同工况下乘务员的疲劳指标数据，分析不同因素对疲劳程度的影响。通过这些数据统计分析方法，能够深入挖掘数据背后的信息，为准确划分疲劳等级、制定针对性的疲劳预防管理措施提供有力的数据支撑，使研究结果更具科学性和实用性。

(三) 作业疲劳测评流程规范

日常测评：在乘务员出乘前，进行基础测试，包括使用仪器测试闪光融合频率、视觉运动反应时等客观生理指标，同时发放并指导填写出乘前问卷，收集乘务员的基本信息、初始疲劳感受和心理状态等主观数据。在值乘过程中，借助机车车载监控设备记录乘务员的操作行为和工作状态，结合列车运行调度数据，获取值乘过程中的工作时长、任务强度、作业环境变化等信息。在乘务员退乘后，立即进行复测，再次使用仪器测试客观生理指标，并发放退乘后问卷，了解其在完成值乘任务后的疲劳感受、心理状态变化以及对整个值乘过程的评价。

定期测评：由铁路机务段组织，每月开展一次全面测评，整合日常测评数据，对乘务员的疲劳状态进行综合评价，分析

疲劳产生的主要成因，建立乘务员疲劳档案，为预防管理措施的优化提供依据。定期测评可结合现场实验数据，提升测评结果的准确性。

(四) 疲劳等级划分与结果判定

结合主观测评得分和客观测评指标的变化情况，对电力机车乘务员的作业疲劳程度进行等级划分，共分为轻度、中度、重度三个疲劳等级。轻度疲劳等级对应的测评指标特征为：主观量表得分略有升高，疲劳症状表现相对较轻。客观指标方面，闪光融合频率下降幅度较小，视觉运动反应时略有延长，错误次数增加不明显；中度疲劳等级的判定标准为：主观量表得分显著升高，出现较多明显的疲劳症状。客观指标上，闪光融合频率下降较为明显，视觉运动反应时明显延长，错误次数显著增加；重度疲劳等级表现为：主观量表得分极高，乘务员出现严重的疲劳症状，甚至影响到正常的工作和生活；客观指标上，闪光融合频率大幅下降，视觉运动反应时大幅延长，错误次数大幅增加，严重影响工作能力。

当测评结果达到中度疲劳等级时，发出黄色预警，提醒相关部门关注乘务员的工作状态，采取适当的调整措施；当达到重度疲劳等级时，发出红色预警，立即停止乘务员的工作，安排其进行充分休息和恢复，并对其身体和心理状况进行进一步评估和干预，以保障乘务员的身心健康和铁路运输安全。

四、电力机车乘务员作业疲劳预防管理机制的构建

(一) 设备与环境改善机制

首先，强化设备日常维护与检修是降低电力机车乘务员作业疲劳的重要保障。建立机车、线路、信号设备的定期检修制度，明确检修周期和标准，确保设备始终处于良好的运行状态。针对客车密集线路的设备问题，制定专项排查方案，加大排查力度和频率。由于客车密集线路的列车运行密度大，设备的使用频率高，更容易出现故障。因此，需要增加对这些线路设备的检查次数，提前发现潜在的问题并及时解决。其次，改善机车驾驶室作业环境对于降低电力机车乘务员的体力和心理消耗具有重要意义。通过采取降噪措施、隔热措施、减震措施、安装通风设备等，全面改善机车驾驶室作业环境，降低恶劣环境对乘务员的影响，减少他们的体力和心理消耗，有效预防作业疲劳的产生。

(二) 人员管理与健康保障机制

优化乘务员排班制度是预防电力机车乘务员作业疲劳的关键环节。严格执行作业时间标准，确保客运列车机车乘务员一次连续工作时间不超过8小时，货运列车一次连续工作时间不超过10小时。在实际排班过程中，充分考虑列车交路特点，合理安排单班、双班执乘模式。这要求机务段合理调配人员，根据列车运行计划提前做好排班，确保每个列车都有足够的机班人员。同时，建立灵活的人员调配机制，当出现突发情况

导致机班人员不足时，能够及时从其他岗位调配人员，保障列车的正常运行。加强乘务员健康监测与干预是维护电力机车乘务员身心健康的重要措施。建立乘务员健康档案，详细记录乘务员的基本信息、健康状况、体检结果等。定期开展体检，全面检查乘务员的身体状况，包括心血管系统、呼吸系统、神经系统等，及时发现潜在的健康问题。对于问题较为严重的乘务员，可根据实际情况进行岗位调整，安排他们从事相对轻松的工作，让他们有足够的时间恢复身心健康。通过加强乘务员健康监测与干预，及时发现并解决他们的健康问题，降低职业健康风险，保障他们能够以良好的状态投入工作。

(三) 科技防控与监督考核机制

开发超劳防控信息系统是利用科技手段预防电力机车乘务员作业疲劳的重要举措。借助信息化手段，实时监控乘务员的工作时长，通过与列车运行调度系统、乘务员管理系统等进行数据对接，准确获取乘务员的出乘时间、退乘时间以及在途工作时间等信息。通过信息共享，各部门能够协同工作，提高调度决策效率，降低作业疲劳风险。完善防控工作考核机制是确保电力机车乘务员作业疲劳预防管理机制有效实施的重要保障。制定调度所各工种防超劳考核指标，明确每个工种在预防乘务员超劳工作中的职责和任务，将超劳发生率纳入绩效考核体系。通过完善防控工作考核机制，强化各部门和人员的责任意识，促使他们积极采取措施预防乘务员超劳，确保铁路运输安全有序进行，保障电力机车乘务员的身心健康和职业安全。

综上，完善电力机车乘务员作业疲劳测评及预防管理机制需要从多方面进行，未来还应构建动态化、智能化的疲劳预防管理体系。根据实时监测数据和分析结果，自动调整运输组织方案、优化乘务员排班，实现疲劳预防管理的智能化决策。加强跨学科研究，融合心理学、生理学、工程学等多学科知识，深入探究作业疲劳的产生机制和干预方法，为铁路行业高质量发展提供更有力的支撑，不断提升铁路运输安全水平，保障电力机车乘务员的职业健康和铁路运输的高效、稳定运行。

[参考文献]

- [1]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（09）
- [2]李敬强；刘安南；张希凝；胡超；刘林静.机组疲劳评估系统模型对中国航司国际航班飞行员疲劳预测的适用性[J].科学技术与工程，2023（13）
- [3]申瑞源；黄康.铁路安全人因工程应用管理体系架构研究[J].中国铁路，2021（12）
- [4]杨欢.列车驾驶员多视角实时疲劳检测方法研究[D].兰州交通大学，2018