文章编号：2097-5899(2026)10-0063-08　**中图分类号**：U294　**文献标识码**：A
DOI：10.16669/j.cnki.issn.2097-5899.20250311003
引用格式：王健，廖冬波，邢科家，等. 铁路车站值班员疲劳作业风险研究[J]. 铁路物流，2026，44(10)：63-70.
WANG Jian，LIAO Dongbo，XING Kejia，et al. Research on Fatigue Work Risk of Railway Station Duty Officers[J]. Railway Logistics，2026，44(10)：63-70.

铁路车站值班员疲劳作业风险研究

王　健[1]，廖冬波[2]，邢科家[1]，王振宏[1]，王　玺[1]

(1. 中国铁道科学研究院集团有限公司 通信信号研究所，北京　100081；2. 中国铁路广州局集团有限公司 株洲北车站，湖南 株洲　412001)

摘　要：为探讨铁路岗位人员疲劳作业风险及事故预防体系，建立人因疲劳事故风险模型。通过分析车站值班员在铁路调度指挥体系中的作用，研究车站值班员的作业行为和特点，构建以疲劳风险因素、疲劳类型、作业行为和人因失误种类组成的事故链网络模型，清晰界定了事故链中各要素之间的传导路径；在总结疲劳风险防护措施的基础上提出四层安全防护屏障，并与事故链网络模型融合，建立人因疲劳事故风险模型，分析疲劳事故的发展过程和安全防护措施的作用原理。结果表明：人因疲劳事故链中各要素间有明确的传导路径，应按照预防措施的特点合理调配。研究为制定人因疲劳风险应对策略、优化岗位作业管理制度、构建事故预防体系提供参考。

关键词：铁路安全；人员疲劳；人因失误；车站值班员；疲劳风险因素；事故链

0　引言

铁路是交通运输体系的骨干，其运营安全直接关系经济社会发展与人民生命财产安全。岗位疲劳是威胁铁路运营安全的突出风险源，研究铁路运输岗位疲劳，对改善工作表现、保障铁路运营安全、构建事故预防体系意义重大。

疲劳是人的一种正常反应，可以保护身体避免由于过度消耗造成不可挽回的损失[1]，虽对人体有利，但也会产生很多负面影响。工作场景中的疲劳具有多种表征：既体现为注意力下降、反应时间延长等认知功能减退，也表现为作业精准度降低、操作失误增加等行为失常，也可能出现决策和判断能力的下降[2]。人因工程学将这种现象称为“人因失误”，即在系统操作、任务执行或决策制定过程中，由于人的认知、判断或行为偏离预期标准或程序，导致非预期结果或不良后果的现象；而由疲劳导致的认知能力下降或操作失误所引发的安全事故称为“人因疲劳事故”。

收稿日期：2025-03-11　**修订日期**：2026-03-03
基金项目：中国铁道科学研究院集团有限公司科研项目(2024YJ185)

随着我国“八纵八横”高速铁路网的逐步成型与智能调度系统普及，我国铁路调度指挥系统也在经历规模扩展与效能提升。根据《2025年铁道统计公报》，截至2025年底，全国铁路营业里程达到16.5万km，其中高速铁路里程达到5万km。车站值班员在铁路调度指挥系统中承担重要的运输组织任务，其岗位数量大、同时在岗人数多，是保障行车组织安全高效的核心人力节点。在安全、效率、秩序和突发任务等多重目标压力下，车站值班员的岗位疲劳已从个体健康问题演变为系统性安全风险。以铁路车站值班员为对象，开展岗位人员疲劳事故风险防控研究。

1　研究现状

围绕人因疲劳事故风险防控问题，学者普遍先识别疲劳风险因素，再提出针对性的预防措施。疲劳风险因素的研究有理论推断、专家咨询等定性研究方法，也有问卷调查、实验法等定量研究方法[3]。美国联邦铁路管理局(FRA)[4]研究指出，工作量、工作压力和班次

安排与岗位疲劳直接相关；Fan等[5]的研究显示铁路行业的岗位疲劳符合职业疲劳的总体特征，也受到行业特定因素的影响；Dorrian等[6]通过模拟驾驶实验证明了工作时间的增长导致疲劳水平逐渐增加；李万军等[7]、Tsao等[8]采用问卷调查法对铁路职工开展疲劳研究，结果表明轮班制度、工作负荷、工作环境等是导致疲劳的主要因素。

现有研究提出的事故预防方法主要是依托“长效机制”的管理方案。王新平等[9]将岗位疲劳的应对方法总结为优化作业动作、优化作业环境和优化管理等方面；赵跃等[10]提出可以动态调整岗位人数使之与作业量匹配，从而调节工作负荷；郭晓波等[11]指出预防人因疲劳事故应注重组织与个人的协同，既要优化生产工艺和设备、建立规章制度，也要强调个体的适应性与心理调整；王道孝[12]研究发现岗位互控可以提示安全隐患，是预防人因疲劳事故的有效管理制度。部分研究提出运用技术手段预防岗位疲劳事故。游政等[13]针对错发、漏发调度命令的问题开发了安全卡控技术，可有效预防人因失误引发的不良后果；陈梵等[14]开发基于CTC系统的调车进路触发技术，防止作业人员误办调车进路；亦有技术标准文件中提出运用技术手段防止误操作的功能要求[15]。部分研究通过构建模型研究人因疲劳事故。戢晓峰等[16]根据人－机－环范式构建了结构化的人因安全保障模型，指出人因安全保障体系由规范人员、优化设备、改善环境3部分组成；李佳瑶等[17]在分析事故案例的基础上建立事故链模型，分析事故致因模式；许朱等[18]在统计事故致因的基础上建立事故致因网络模型，揭示了风险与事故的关联关系；徐桦等[19]用瑞士奶酪模型分析油库火灾事故，提出了不断剔除不安全因素，杜绝事故通路的事故防范思路；高鹏等[20]为管控实验室操作风险，建立了多层安全屏障模型，并在分析安全屏障缺陷的基础上提出风险管控措施。

根据现有研究，人因疲劳事故的预防措施可分为3类：第一类是建设制度性的事故预防管理措施；第二类是推行工间休息等实时干预手段；第三类是部署技术装备，依靠防误操作技术预防人因疲劳事故。为阐明各类措施的原理，基于事故链传导效应构建符合人因工程学原理的疲劳事故风险模型，进而揭示各类预防措施通过阻断事故链传导路径实现事故预防的作用机理，是本研究的关键问题。

根据铁路车站值班员的作业特点和作业行为，建立人因疲劳事故风险模型，明确疲劳风险因素与疲劳事故之间的链式传导过程，阐明防护措施和技术手段预防人因疲劳事故的机理，对提高事故预防水平、驱动技术升级具有重要的参考意义。

2　车站值班员的生产工作

2.1　车站值班员在铁路调度指挥体系中的作用

我国铁路调度指挥体系由中国国家铁路集团有限公司(以下简称“国铁集团”)、铁路局集团公司和基层站段三层构成，铁路调度指挥体系结构如图1所示。国铁集团运输调度指挥中心集中统一指挥全路运输工作，铁路局集团公司调度所直接指挥列车运行，基层站段负责运输工作的基础组织和执行，在这个多层指挥体系中，各层次之间既分工合作，也逐级领导[21-22]。

车站值班员处在铁路调度指挥体系中的基层，是体系中的执行者。由于调度指挥体系的宝塔式结构，车站值班员是铁路调度指挥系统中人员数最多的群体，其高质量工作是铁路运输生产的重要保障。

2.2　车站值班员的工作内容

车站值班员依照各类计划组织车站运输生产，工

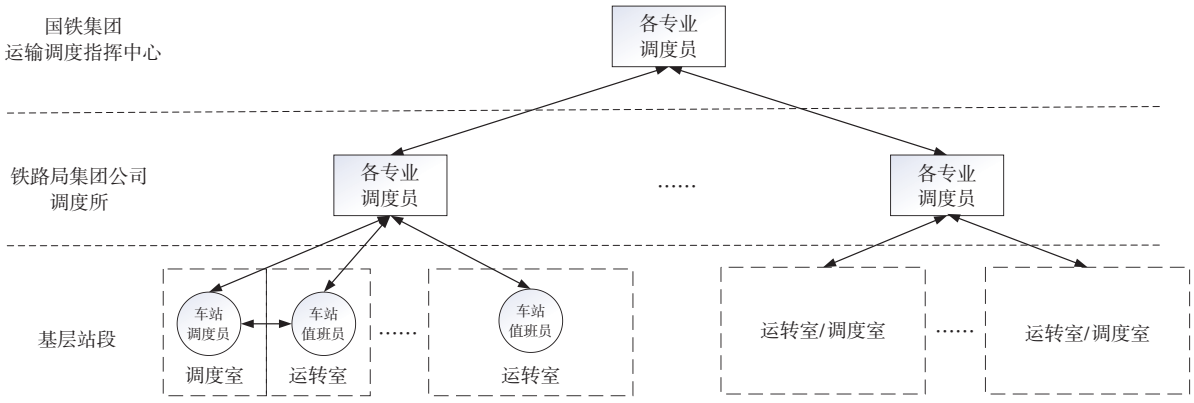


图1　铁路调度指挥体系结构

Fig.1　Structure of railway dispatch command system

作内容主要包括办理行车手续、监控列车运行、组织调车作业、填报作业进度和非正常情况下的行车指挥等[23]。车站值班员一般在车站信号楼运转室内组织车站运输作业，通过调度电话与相关部门保持联系，通过显示器掌握现场设备状态和作业进度。

车站值班员在工作中需要掌握大量信息，除规章制度、基本计划、技术文件外，还包括车站、线路、接触网、信联闭设备、调车机等静态信息及阶段计划、调度命令、线路设备状态、区间占用状态、列车运行状态、技术作业状态等动态信息。

车站值班员在运输生产过程中需要持续收集各类动态信息，准确判断各项作业的状态和预期，在目标和约束的框架内确定运输资源的使用方案，操作设备并协调相关部门有序推进作业进度。将车站值班员的生产工作内容归结为3类作业行为，分别为信息收集、判断决策和操作执行，车站值班员的生产工作过程如图2所示。

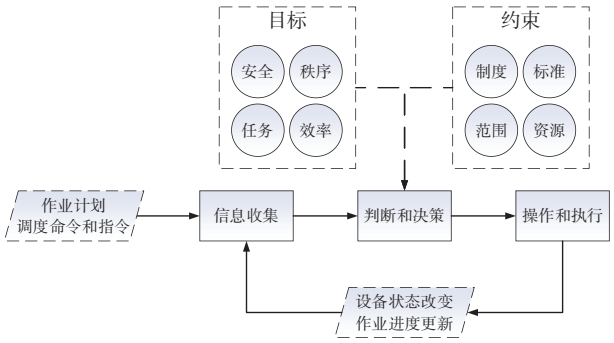


图2　车站值班员的生产工作过程

Fig.2　Production work process of station duty officers

2.3　车站值班员的工作负荷

车站值班员的工作量因车站的业务性质、等级、技术作业内容和办理量而异。作业繁忙的车站会按照车场或作业区将车站划分为多个区域，每个区域分别设置车站值班员岗位负责该区域运输生产组织工作。作业任务简单的车站，如一些中间站，已不再设置车站值班员岗位，站内设备控制和行车工作由铁路局集团公司调度员或自动化控制系统执行。

我国车站值班员一般实行大四班倒班工作制[7]，每个岗位至少配备4名职工交替轮班，当班时段连续负责管辖区域内12 h运输生产组织工作，一般白班时段为8：00至20：00，夜班时段为20：00至次日8：00。车站值班员统筹组织车站的运输生产活动，兼任运输生产过程的组织者、执行者和监控者，当班时经常处于精神高度集中的连续工作状态。

综上，铁路车站值班员在铁路调度指挥体系中扮演关键角色，工作负荷较重，其疲劳作业的风险不容忽视，对铁路车站值班员岗位疲劳的研究应予以高度重视。

3　车站值班员疲劳作业风险

3.1　疲劳风险因素

作业人员疲劳的发展可按作业能力划分为3个阶段，分别为初始期、稳定期和疲劳期。初始期的作业人员工作效率逐渐提高；稳定期作业人员的工作表现保持在高水平；疲劳期的作业人员出现疲劳感，作业速度和准确度降低，是生产事故的高发期[24]。

作业人员开始工作后会依次经历初始期、稳定期和疲劳期3个阶段，开始工作2～3 h后进入疲劳期，通过有效的干预，如工间休息，可恢复到初始期[24]。这种在工作期间规律性地发生并能通过工间休息恢复的疲劳称为急性疲劳。相对的，慢性疲劳(或称累积性疲劳)指未从之前的疲劳中完全恢复，可能持续数日甚至更久，累积性疲劳可能导致作业人员刚开始工作时即处在疲劳期，还可能表现出消极对待工作或降低对工作的投入[25]。常规的工间休息可以有效缓解急性疲劳，累积性疲劳则需要更多的干预手段或更长的时间来恢复。虽然急性疲劳和累积性疲劳在作业过程中导致人为失误的模式相同，但累积性疲劳更难恢复，潜在威胁更大。

作业人员进入疲劳期的时间长短既遵循人体机能的规律，也受个体差异和作业条件等的影响。这些影响疲劳形成的条件称为疲劳风险因素，可归纳为3类：个人背景、身体负荷和工作环境。疲劳风险因素是导致岗位疲劳的根源，管控岗位疲劳风险，是从源头降低疲劳事故发生率的关键；忽视对岗位疲劳风险的管控，不仅会为事故埋下隐患，更将防控压力转嫁给后续环节，增加事故预防的复杂性。

个人背景因素主要指短时间内不发生变化的个人基本情况，包括教育培训程度、职业技能水平、工作经验、身体素质等[26-27]。例如技能水平较高、工作经验丰富的作业人员能够从容应对常规生产任务，而技能水平较低、工作经验匮乏的作业人员应对常规生产任务更吃力，导致其更早地产生疲劳或形成累积性疲劳。

身体负荷因素主要指导致身体负担超过个人承受能力的因素，包括睡眠、疾病、压力、药物、酒精等[27]。身体负荷受个人因素和社会因素的共同作用，

波动大、突发性强是影响作业疲劳的不稳定因素，可能导致作业人员更早地产生疲劳或形成累积性疲劳。

工作环境因素主要指生产工作施加给作业人员的不可抗影响，包括倒班、工作时长、工作强度、工作条件(作业空间、温湿度、噪音、技术装备和工器具等)、同事关系、突发事件、临时任务等，工作环境因素中有长期不变的因素也有突发因素[25]。昼夜倒班、工作时间长负荷重、工作条件差、同事间的冲突、临时增加任务等可能导致作业人员更早地产生疲劳或形成累积性疲劳。

个人背景、身体负荷和工作环境3类疲劳风险因素之间形成动态交互：个体特征(如体能、代谢能力、抗压能力等)决定了工作负荷的耐受阈值，而当身体负荷超出阈值时，疲劳会加速产生、累积，甚至反向影响个体生理、心理特征；优质的工作环境可促进个人技能水平、工作经验的提升，而欠佳的工作环境亦可能干扰生理节律、增加心理压力，加剧身体负荷的负面影响。

3.2　车站值班员的人因失误模式

根据人的行为原理，车站值班员人因失误的主要表现包括认知失误、决策失误和执行失误3种类型[27]。认知失误指感知环境和接收信息方面的失误，如漏看或看错、漏听或听错等；决策失误指人脑处理信息后给出失误的决策或判断，如股道、线路使用错误等；执行失误指行为输出的失误，如传递信息错误、设备操作错误等。在车站值班员的作业行为中，信息收集、判断决策和操作执行分别与人因失误的认知失误、决策失误和执行失误相对应。

铁路车站值班员在疲劳风险因素的作用下产生疲劳，在疲劳状态下开展生产作业导致人因失误，最终引发生产事故。通过对事故链条中各节点的分析，建立由疲劳风险因素、疲劳类型、作业行为和人因失误类型按顺序组成的人因疲劳事故链网络模型如图3所示。

4　人因疲劳事故的预防

事故链网络模型展示了疲劳风险因素逐步发展为人因疲劳事故的过程：各种疲劳风险因素是疲劳的源头，作业人员发生疲劳是人因失误的萌芽，疲劳状态下坚持生产作业促成人因失误的发生，人因失误发生后仍有补救机会，而当所有安全屏障被突破后，最终发生人因疲劳事故。因此可将事故链网络模型按事故发展的阶段分为疲劳产生的原因、人因失误的萌芽阶段、人因失误的发生阶段、人因失误的补救阶段和人因事故发生。

秉承预防为主、综合治理的方针，实践中采取多种措施预防事故的发生，安全防护措施针对的事故链要素和发挥作用的原理各不相同，每一项预防措施都具有隔断事故链或削弱事故链连接强度的作用。在构建预防体系时应充分考虑各种措施的特点，合理调配，有效发挥层层设防的作用。按作用将预防措施归纳为4层安全屏障，并加入事故链网络模型中，形成完整的疲劳作业风险模型，在此基础上分析各层安全屏障的作用。疲劳作业风险模型如图4所示。

4.1　控制疲劳风险因素

第一层安全屏障的主要目标是降低或消除导致疲劳的风险因素，常用的措施包括学习培训、优化作业条件和主动调节身体负荷等。通过系统性的专业技能学习和培训，可以提升作业人员的技能水平和操作规范性，使其更加轻松地完成工作任务，降低其工作压力；改善工作环境(如温度、照明、通风等)可以有效改善身体舒适度，减少因环境因素导致的疲劳累积；身体负荷因作业人员的个体情况而异，除了个人主动调

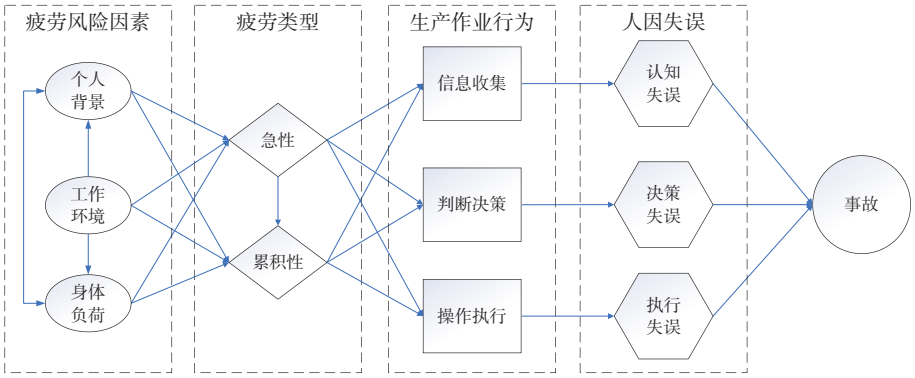


图3　人因疲劳事故链网络模型

Fig.3　Network model of human factor-related fatigue accident chain

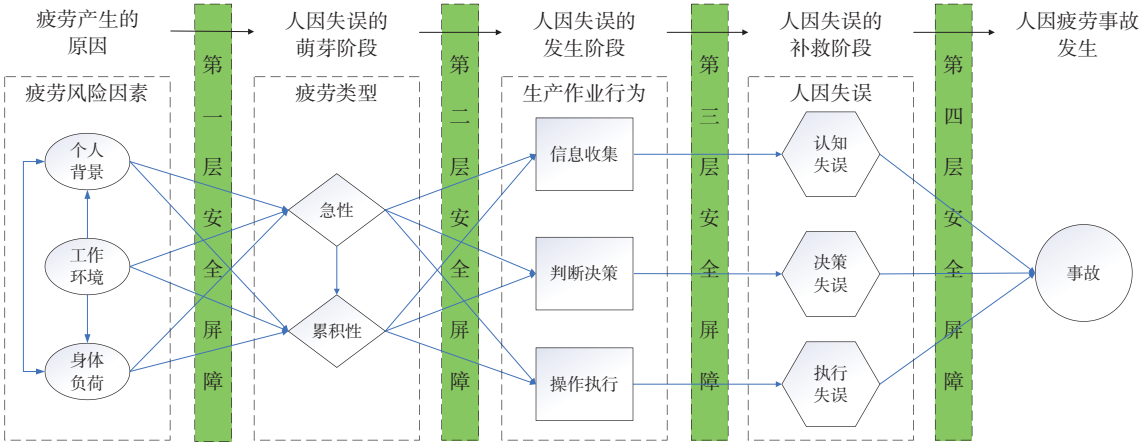


图4　疲劳作业风险模型

Fig.4　Fatigue work risk model

整外，企业或部门也可通过文化建设、文娱活动、帮扶慰问等形式进行干预以减轻作业人员的身心负担。第一层安全屏障能够从源头控制疲劳风险，但组织教育培训、改善工作环境和干预身体负荷都需要长期持续的投入。

4.2　疲劳检测和应对

第二层安全屏障的目标是减少疲劳作业时间，主要依靠疲劳检测技术及早地发现疲劳并采取应对措施。疲劳检测技术是疲劳研究中的热门方向，通过各种指标对人员状态进行分类和识别，基于生理指标、计算机视觉和多特征融合的检测方法都取得了较好的检测效果[3]。疲劳应对措施更多地依靠管理手段，比如利用工间休息、临时替班等方法减少疲劳作业时间。

4.3　减少疲劳作业时的人因失误

第三层安全屏障通过安全教育、岗位互控等措施降低疲劳作业时的人因失误风险。安全教育可增强作业人员的安全意识和责任感，能在一定程度上防止工作疲劳时的思想松懈；岗位互控能够有效地提示并消除作业过程中存在的安全隐患，形成团队协作的安全防护体系，而建立完善的制度和管理是岗位互控有效运作的关键。

4.4　补救人因失误

第四层安全屏障的目标是补救已经发生的人因失误，主要依靠信息自动校核、设备自动安全防护等技术手段，例如自动对作业人员输入的信息进行检查核对、调车作业中的冒进信号和超速防护、列车超速防护等。这类技术的优势在于能够在最后关头防止人因失误导致严重后果，但由于技术装备的设计制造存在限制，难以防护所有的作业内容，且研发、更新和维护成本较高。

基于疲劳作业风险模型的分析发现，安全防护措施的作用和原理各异，单一措施难以全面应对复杂的事故发展过程，建立由多重屏障组成的防护体系能有效提升预防疲劳作业风险事故的效果，最大限度地减少疲劳作业导致的人因失误和相关事故的发生。各层安全屏障的作用与特点如表1所示。

表1　各层安全屏障的作用与特点

Tab.1　Functions and characteristics of safety barriers at each layer

层级	预防措施	作用	优势
第一层安全屏障	学习培训 优化作业条件 调节身体负荷	控制疲劳风险因素	从源头降低疲劳风险
第二层安全屏障	检测疲劳状态并采取应对措施	减少疲劳作业时间	及时发现及时干预
第三层安全屏障	安全教育 岗位互控	降低疲劳作业时的失误率	团队协作的安全防护体系
第四层安全屏障	关键操作自动核验 设备自动安全防护	避免人因失误导致严重后果	设备自动防护

基于疲劳事故风险模型的分析发现，安全防护措施在作用机理方面存在显著差异，单一措施存在明显的防护盲区。由多重安全屏障组成的人因疲劳事故预防体系有助于提升预防事故的效果，最大限度地减少疲劳作业导致的人因失误和相关事故的发生。上述4层安全屏障构成了具有3个维度的人因疲劳事故预防体系，人因疲劳事故预防体系框架如图5所示。

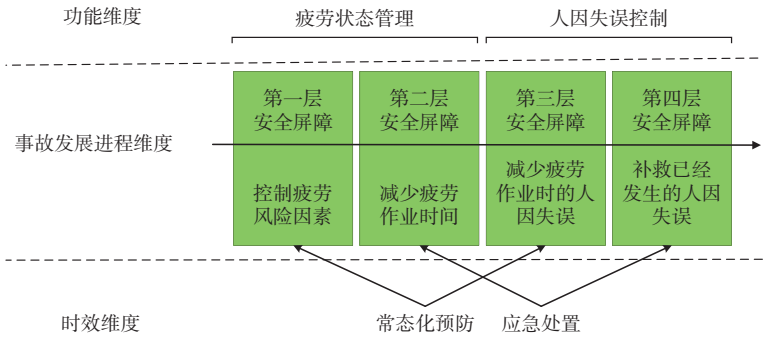


图5　人因疲劳事故预防体系框架

Fig.5　Framework of human factor-related fatigue accident prevention system

（1）从事故发展进程维度，分为4层递进式安全屏障：第一层通过控制风险源抑制疲劳的发生；第二层实施疲劳干预减少疲劳作业；第三层通过防护性措施减少作业失误；第四层依托技术装备的容错能力补救人因失误。

（2）从功能维度，4层屏障划分为2个模块：第一、二层构成“疲劳状态管理”模块，侧重源头治理，通过消除疲劳诱因与实时干预控制岗位疲劳；第三、四层构成“人因失误控制”模块，强调过程管理，通过流程约束和技术支撑控制人因失误。

（3）从时效维度，第一、三层属于常态化预防机制，强调风险防控；第二、四层属于突发情况响应，侧重应急处置。

5　结束语

研究聚焦铁路车站值班员岗位，深入探讨了与铁路运营安全紧密相关的疲劳作业问题，从模型建构、风险识别和防控机制3个层面展开研究，基于车站值班员岗位作用及工作内容，梳理其作业特点和作业行为，构建了人因疲劳事故链网络模型，清晰界定了事故链中各要素之间的传导路径；创造性地提出具有4个层级、3个维度的预防体系并建立疲劳作业风险模型，实现对人因疲劳事故的全过程覆盖。研究为制定人因疲劳风险应对策略、优化岗位作业管理制度提供了重要的参考依据。目前关于车站值班员岗位疲劳风险及预防的研究仍侧重于理论分析和定性研究，后续研究要结合管理实践开展实证研究，对疲劳风险因素的影响、各安全屏障和预防措施的能效进行量化评估，以更好地评价疲劳事故管控的效果。

参考文献：

[1] NAKAGAWA S，SUGIURA M，AKITSUKI Y，et al. Compensatory Effort Parallels Midbrain Deactivation during Mental Fatigue：An fMRI Study[J]. PLoS One，2013，8(2)：e56606.

[2] BEURSKENS A J H M，BÜLTMANN U，KANT I，et al. Fatigue among Working People：Validity of a Questionnaire Measure[J]. Occupational and Environmental Medicine，2000，57(5)：353-357.

[3] 王　健，高　扬，邢科家，等. 铁路运输岗位疲劳研究综述[J]. 中国铁路，2023(3)：16-25.
WANG Jian，GAO Yang，XING Kejia，et al. Overview of Research on Fatigue of Railway Transport Posts[J]. China Railway，2023(3)：16-25.

[4] Federal Railroad Administration，US Department of Transportation. A Preliminary Examination of Railroad Dispatcher Workload，Stress，and Fatigue[R]. Washington DC：Federal Railroad Administration，US Department of Transportation，2002：1-4.

[5] FAN J L，SMITH A P. A Preliminary Review of Fatigue among Rail Staff[J]. Frontiers in Psychology，2018，9：634.

[6] DORRIAN J，LAMOND N，KOZUCHOWSKI K，et al. The Driver Vigilance Telemetric Control System (DVTCS)：Investigating Sensitivity to Experimentally Induced Sleep Loss and Fatigue[J]. Behavior Research Methods，2008，40(4)：1016-1025.

[7] 李万军，陶明锐，王新纯. 不同轮班制对运转值班员疲劳状况影响调查[J]. 中国职业医学，2007，34(6)：510-512.
LI Wanjun，TAO Mingrui，WANG Xinchun. Survey on the Effect of Different Duty Rules to the Fatigue Condition of Personnel in a Railway Station[J]. China Occupational Medicine，2007，34(6)：510-512.

[8] TSAO L，CHANG J，MA L. Fatigue of Chinese Railway Employees and Its Influential Factors：Structural Equation Modelling[J]. Applied Ergonomics，2017，62：131-141.

[9] 王新平，畅涛涛，孙林辉. 体脑疲劳交互影响下煤矿工人作业改善研究[J]. 工业工程，2020，23(4)：148-153，182.
WANG Xinping，CHANG Taotao，SUN Linhui. Study on Working Improvement of Coal Mine Workers under the Influence of Physical Mental Fatigue Interaction[J]. Industrial Engineering Journal，2020，23(4)：148-153，182.

[10] 赵　跃，叶　龙，沈　梅. 铁路调度系统中人的失误原因分析及控制对策[J]. 北方交通大学学报，2001，25(5)：77-79.
ZHAO Yue，YE Long，SHEN Mei. Analysis on the Cause of

Human Errors and Study on Preventive Countermeasures of Railway Dispatching System[J]. Journal of Northern Jiaotong University，2001，25(5)：77−79.

[11] 郭晓波，郭海林. 影响作业疲劳的因素及对策研究[J]. 中国安全生产科学技术，2009，5(6)：189−192.
GUO Xiaobo，GUO Hailin. The Research of Modern Operations Fatigue[J]. Journal of Safety Science and Technology，2009，5(6)：189−192.

[12] 王道孝. 铁路车务段行车安全风险管理研究[D]. 北京：中国铁道科学研究院，2019.

[13] 游　政，赵全赏，姚大鹏，等. CTC/TDCS 调度命令内容安全卡控技术研究[J]. 铁道通信信号，2024，60(4)：42−48.
YOU Zheng，ZHAO Quanshang，YAO Dapeng，et al. Research on Security Control Technology of Content of Dispatching Command in CTC/TDCS System[J]. Railway Signalling & Communication，2024，60(4)：42−48.

[14] 陈　梵，靳　俊，翟月华. 调度集中系统调车进路办理改进方案[J]. 铁道通信信号，2022，58(5)：16−20.
CHEN Fan，JIN Jun，ZHAI Yuehua. Improved Technical Solution to Shunting Route Handling in CTC System[J]. Railway Signalling & Communication，2022，58(5)：16−20.

[15] 中国铁路总公司. 编组站综合自动化系统需求暂行规范：TJ/DW209—2018[S]. 北京: 中国铁道出版社，2018：25−29.

[16] 戢晓峰，崔　梅，陈　方. 关于高速铁路人因安全保障体系的研究[J]. 铁道运输与经济，2013，35(8)：1−5.
JI Xiaofeng，CUI Mei，CHEN Fang. Research on Human-Factor Security Guarantee System of High Speed Railways[J]. Railway Transport and Economy，2013，35(8)：1−5.

[17] 李佳遥，苟娟琼，穆文歆，等. 基于事故链情境的铁路潜在风险关联推理研究[J]. 铁道学报，2017，39(11)：8−14.
LI Jiayao，GOU Juanqiong，MU Wenxin，et al. Rules Reasoning of Inter-Relation of Railway Potential Risks Based on Context of Accident Chain[J]. Journal of the China Railway Society，2017，39(11)：8−14.

[18] 许　未，何世伟，刘朝辉，等. 基于关联规则的铁路事故致因网络构建与分析[J]. 铁道运输与经济，2020，42(11)：72−79.
XU Wei，HE Shiwei，LIU Zhaohui，et al. Construction and Analysis of Railway Accident Causation Network Based on Association Rules[J]. Railway Transport and Economy，2020，42(11)：72−79.

[19] 徐　桦，张福泉. 油库消防安全管理中的人为因素影响[J]. 消防科学与技术，2013，32(11)：1287−1289.
XU Hua，ZHANG Fuquan. Brief Analysis of Human Factors in the Fire Safety Management of Oil Depots[J]. Fire Science and Technology，2013，32(11)：1287−1289.

[20] 高　鹏，张小涛，刘延鑫，等. 基于安全屏障模型的试验操作风险管控[J]. 中国安全科学学报，2022，32(S2)：32−37.
GAO Peng，ZHANG Xiaotao，LIU Yanxin，et al. Research on Management and Control of Test Operation Risk Based on Safety Barrier Model[J]. China Safety Science Journal，2022，32(S2)：32−37.

[21] 杨　奎. 铁路列车调度员疲劳机理与发展规律研究[D]. 成都：西南交通大学，2017.

[22] 周利萍，陈亚茹，张　璐，等. 基于调度数据中台的货运调度系统设计与应用[J]. 铁路物流，2026，44(1)：38−43，56.
ZHOU Liping，CHEN Yaru，ZHANG Lu，et al. Design and Application of Freight Transportation and Dispatching System Based on Dispatching Data Middle Platform[J]. Railway Logistics，2026，44(1)：38−43，56.

[23] 张良顺. 车站值班员[M]. 成都：西南交通大学出版社，2009.

[24] 牛　侨，张勤丽. 职业卫生与职业医学：3 版[M]. 北京：中国协和医科大学出版社，2015.

[25] 莫俊文，詹星慧. 蓄积性疲劳对高海拔铁路工程技术人员离职倾向影响研究[J]. 铁道科学与工程学报，2025，22(3)：1291−1301.
MO Junwen，ZHAN Xinghui. Impact of Cumulative Fatigue on Turnover Intention of Railway Construction Technical Personnel in High-Altitude Areas[J]. Journal of Railway Science and Engineering，2025，22(3)：1291−1301.

[26] WILLIAMSON A，LOMBARDI D A，FOLKARD S，et al. The Link between Fatigue and Safety[J]. Accident Analysis & Prevention，2011，43(2)：498−515.

[27] 戢晓峰，刘　澜. 铁路系统安全的人因研究综述[J]. 人类工效学，2007，13(4)：51−54.

（责任编辑：金　晶）

Research on Fatigue Work Risk of Railway Station Duty Officers

WANG Jian[1]，LIAO Dongbo[2]，XING Kejia[1]，WANG Zhenhong[1]，WANG Xi[1]

（1. Signal and Communication Research Institute，China Academy of Railway Sciences Corporation Limited，Beijing 100081，China；
2. Zhuzhoubei Station，China Railway Guangzhou Group Co.，Ltd.，Zhuzhou 412001，Hunan，China）

Abstract: To explore fatigue work risks and accident prevention systems for railway post personnel, a risk model of human factor fatigue accidents was established. By analyzing the role of station duty officers in the railway dispatch command system and studying their work behaviors and characteristics, a network model of an accident chain consisting of fatigue risk factors, fatigue types, work behaviors, and human error types was constructed, and the conduction paths among various elements in the accident chain were clearly defined. Based on the summary of fatigue risk prevention measures, a four-layer

safety protection barrier was proposed and integrated with the network model of the accident chain to establish the risk model of human factor fatigue accidents, and the development process of fatigue accidents and the action principle of safety protection measures were analyzed. The results show that there are clear conduction paths among elements in the accident chain of human factor fatigue, and reasonable allocation should be carried out according to the characteristics of preventive measures. This paper provides a reference for formulating response strategies for human factor fatigue risks, optimizing post work management systems, and constructing accident prevention systems.
Keywords: Railway Safety; Personnel Fatigue; Human Error; Station Duty Officer; Fatigue Risk Factor; Accident Chain

（上接第62页）

Analysis of Fire Safety Issues in Railway Freight Transportation and Research on Improvement Strategies

TANG Minshen

（Safety Technology Department，Jiangsu Tie Lian Logistics Co.，Ltd.，Nantong 226600，Jiangsu，China）

Abstract: Fire safety of railway freight transportation is a crucial foundation for ensuring the safe, stable, and efficient operation of logistics transportation, and it is an important guarantee for the industry to achieve sustainable development. Taking a certain railway logistics enterprise as the research object, this paper combined case analysis with literature research to systematically analyze the common fire safety problems existing in the railway freight transportation system, such as aging infrastructure, insufficient application of smart technologies, weak risk control in specific areas, lack of personnel awareness and emergency response capabilities, and imperfect management mechanisms. The research suggests that by implementing strategies such as risk-oriented precise investment, deepening the application of smart fire protection technologies, strengthening basic management and capacity building, and improving responsibility implementation and linkage mechanisms, the core role of fire safety of railway freight transportation in the development of railway freight transportation logistics can be effectively enhanced, providing theoretical references and practical guidance for industry managers.
Keywords: Railway Freight Transportation; Fire Safety; Risk Analysis; Smart Fire Protection; Emergency Management