相关方维检修作业安全管理体系优化研究

夏志彬,韩 智,刘晓宇,曹嘉璇

(内蒙古包钢钢联股份有限公司轨梁轧钢厂,内蒙古 包头 014010)

摘 要:针对冶金行业相关方维检修作业事故高发的严峻现实,文章以某大型轨梁厂为典型案例,深入剖析了其在高温熔融金属区域、特种设备、有限空间等高危场景下面临的核心作业风险与管理挑战。研究发现,资质审核形式化、过程监护缺位、应急协同不足是导致事故的关键管理缺陷。为解决这些问题,本研究提出并构建了一套涵盖“准入 - 过程 - 验收”全流程的闭环安全管理优化体系。该体系的核心内容包括:建立融合“资质审查 - 技术能力评估 - 信用评价”的三维准入审核模型;开发与应用数字化作业许可管理平台,以实现流程标准化与风险动态监管;设计并推行技术交底与安全交底并行的“双交底”制度及业主与相关方协同的“双监护”机制;构建基于绩效评估的黑名单联动机制。文章旨在通过系统性优化,提升冶金企业相关方作业的本质安全水平,并为行业安全管理模式的创新提供理论参考与实践路径。

关键词:相关方管理;检修安全;安全管理体系;数字化管控;绩效评估

中图分类号:TK428 **文献标识码**:B **文章编号**:1009 - 5438(2025)06 - 0084 - 05

Research on Optimizing Safety Management System for Maintenance and Repair Operations of Contractors

Xia Zhibin, Han Zhi, Liu Xiaoyu, Cao Jiaxuan

(*Rail and Beam Rolling Plant of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In the paper, the core operation risks and management challenges facing in such high risk scenes as high temperature molten metal area, special equipment and finite space are deeply analyzed by taking a large rail and beam rolling plant as the typical case aiming at the grim reality that the incidence of accidents is high in maintenance and repair operations of contractors in the metallurgical industry. It is found that the accidents are caused by such key management defects as formalization of examination and verification of qualification, omission of process monitoring as well as insufficient emergency coordination through this study. In this study, a set of closed loop safety management optimization system covering the entire process of “access - monitoring - acceptance” is proposed and established to solve these problems. The core content of the system includes establishing three - dimensional access, examination and verification model integrating “qualification inspection - technical capacity assessment - credit assessment”; developing and applying management platform of digital work permit to realize process standardization and dynamic supervision of risks; designing and implementing regime of concurrent technical disclosure and safety disclosure as well as mechanism of cooperation of proprietor and contractor; establishing linkage mechanism of blacklist based on performance assessment. The paper is aimed at improving the essential safety level for operations of contractors in metallurgical enterprises as well as providing theoretical references and

收稿日期:2025 - 07 - 18

作者简介:夏志彬(1982 -),男,内蒙古乌兰浩特市人,硕士,高级工程师,现从事机械液压设备维护检修工作。

practice paths for innovating safety management patterns in the industry through systematic optimization.

Key words: management of contractor; safety of maintenance; safety management system; digital management and control; performance assessment

冶金行业维检修作业以其高风险性、多专业交叉性和作业环境复杂性而著称。权威统计数据显示,2023 年冶金企业生产安全事故中,高达 68.5% 发生于维检修环节,其中涉及相关方的作业占比更是达到 83.2%[1]。以包钢轨梁厂(国内核心钢轨生产基地)为例,随着产能扩张(如两条万能轧钢生产线投产),维检修作业频次显著增加(年均约 48 次),对传统相关方安全管理模式构成严峻挑战。当前管理模式突出表现为三方面结构性矛盾:生产系统连续高效运行需求与维检修作业时效性压力之间的冲突;生产设备快速技术迭代升级与相关方从业人员技能水平相对滞后之间的差距;多单位、多工种协同作业的现实需求与安全管理责任边界模糊不清之间的矛盾。这些矛盾深刻制约着维检修作业安全水平的提升,亟需系统性的管理优化方案。文章聚焦于识别关键风险与管理痛点,探索并构建适配现代冶金生产需求的相关方维检修安全管理优化体系。

1　相关方检修作业风险特性与典型管理问题分析

1.1　高风险作业场所

高温熔融金属区域检修如轧机辊道更换、加热炉炉体维护等作业,涉及高温辐射、灼烫风险,相关方人员对设备运行状态不熟悉,易误触高温部件或未采取隔热防护。

特种设备检修起重机、压力容器、压力管道等特种设备的检修需严格执行《特种设备安全法》,但相关方通常因资质不全(如起重工无证上岗)或未落实定期检验导致事故。起重机、压力容器检修需执行《特种设备安全法》[2],但相关方通常存在无证上岗(如电气焊作业人员、起重工未持证)、未定期复验等问题。

有限空间与高空作业如进入轧机地坑、步进炉内部检修,存在缺氧、有毒气体积聚风险;高空检修时(如行车轨道维护)若未使用防坠落安全防护装置,易引发坠落事故。

1.2　行业特有管理难点

生产连续性与检修时效性矛盾,造成轧制线非计划停机,经济损失巨大。相关方为压缩工期可能简化或规避必要安全流程(如有限空间作业前未严格执行气体检测与置换程序)。设备复杂性与技术壁垒使万能轧机、智能化温控系统等精密设备维检修对专业技术要求高。部分相关方人员技能不足,过度依赖业主技术交底,易因信息理解偏差或技能欠缺导致操作失误。多单位交叉作业协调难题,大型维检修常涉及机械、电气、液压、自动化等多专业相关方团队协同。若缺乏统一有效的现场协调指挥,易出现作业区域重叠、能量隔离冲突、监护责任真空等风险。如图 1 所示,对相关方单位安全检查中事故致因因素的数量分布统计,其中管理问题缺陷存在 38 项。

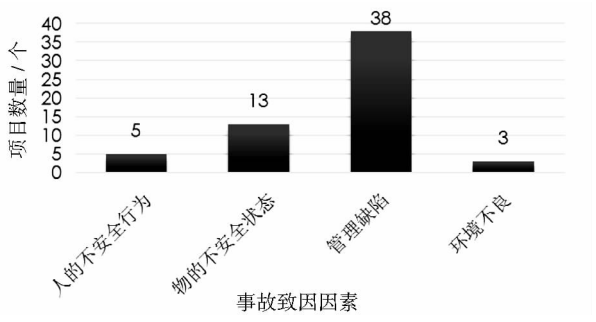


图 1　2024 年 1 ~ 7 月份对相关方单位安全检查分析图

2　相关方维检修作业安全管理的关键缺陷诊断

2.1　准入审核流于形式、资质造假与动态监管缺失

部分相关方伪造特种作业证(如焊工证),企业仅核对复印件而未联网验证;人员实际技能与作业难度不匹配(如无证人员操作起重机)。安全协议条款模糊表现为未明确双方在事故中的责任划分,如未约定“企业提供安全培训,相关方承担违规操作后果”等具体条款。

2.2　过程管控环节漏洞显著

作业许可制度执行不严格,未按照《冶金企业安全生产规定》[3]要求办理动火、有限空间、高处等危险作业许可证,或存在票证审批内容与实际作业

范围、风险控制措施不符(如擅自扩大动火作业区域)。未有效落实“双监护”要求表现为企业指派的属地监护人员擅离职守,相关方自带监护人员未接受业主专项培训,监护能力不足。技术交底与风险告知不足体现在仅口头告知设备风险,未提供书面化的《检修风险点清单》(如未标注轧机液压系统高压区域)。《冶金企业检修作业风险防控》[4]未针对作业地点的特有风险(如轧制油飞溅、高温铁屑)进行专项培训。

2.3 应急响应与事故溯源机制薄弱

应急预案未联动,相关方不熟悉作业场所应急通道、消防设施位置,演练时未参与联合处置。作业记录不完整未留存检修过程影像、签字确认单,事故后无法追溯责任。如图 2 所示,2024 年 1 ~ 7 月份对相关方单位安全检查隐患问题分类统计,其中基础管理问题有 25 项、危险作业问题有 17 项,基础管理和危险作业问题数量占总问题项目数量的 71%。如图 3 所示,2024 年 1 ~ 7 月份对各家相关方单位检查结果,在接受检查的 12 家单位中,某建设公司 1 家问题 26 项,占问题总数的 44%,某建设公司在轨梁厂属于常驻保产单位,日常管理存在问题。

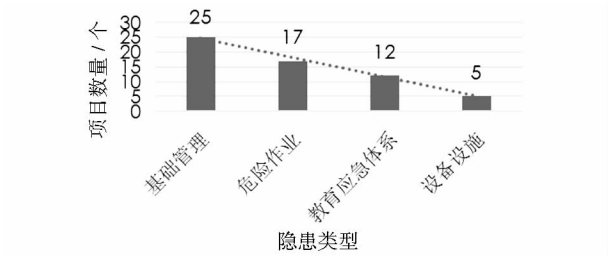


图 2 2024 年 1 ~ 7 月份对相关方单位安全检查隐患问题分类统计

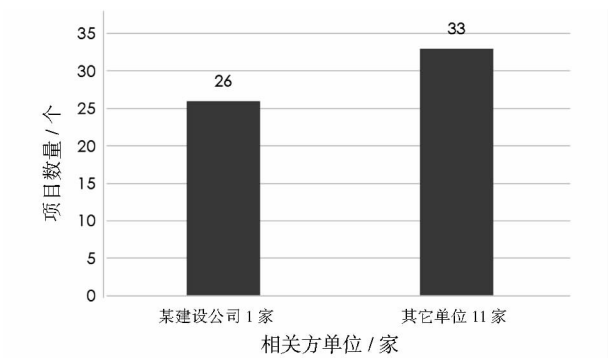


图 3 2024 年 1 ~ 7 月份对各家相关方单位检查结果

3 相关方检修作业安全管理优化体系的构建

针对前文诊断的核心风险与管理缺陷,本研究提出并构建了一套覆盖维检修作业全生命周期的安全管理优化体系,该体系以系统性、闭环性和技术赋能为特征。

3.1 准入机制优化

三维准入审核体系创新性地整合资质审查、技术能力评估与信用评价三个维度,构建一套综合性的相关方准入审核模型。资质审查强调对相关方企业资质、人员持证情况的严格核查,推行利用官方“特种作业操作证查询平台”进行联网实时核验,旨在杜绝资质造假。技术能力评估,重点评估相关方针对特定高危项目(如万能轧机精调)的技术方案可行性、人员专业匹配度及机具设备安全性,确保其具备承接项目的安全技术保障能力。信用评价标准化作业准备流程设计体现了标准化的作业前准备流程,包括权责清晰的安全协议签订与全面安全告知机制,实施相关方人员“一人一档”管理。基于企业信息化平台的作业项目在线申报与审批流程,规定合理的提前申报时限。“双项确认”机制:作业前,由业主项目负责人与相关方负责人共同进行详尽的安全与技术交底,并依据《安全风险确认表》对管控措施进行逐项签字确认。

3.2 过程监控强化

数字化作业许可管理平台的开发与应用是基于“智慧包钢平台”的数字化作业许可管理系统。该平台实现了动火、有限空间、高处等危险作业许可证的线上全流程管理(申请、审批、签发、电子签名)。其核心功能在于自动关联设备的基础台账(如起重机定检报告、压力容器有效期),实现资质与设备状态的动态校验。当检测到票证过期或关联设备状态异常时,系统可自动触发对相关作业区域门禁的锁定,从技术上保障作业许可的严肃性。“双交底 + 双监护”协同监管机制推行的技术交底,由业主专业技术人员提供包含《维检修作业技术标准》及《施工质量控制与安全关键点》的书面材料,清晰标识作业区域内高温、高压、带电、煤气等危险源位置及管控要求。安全交底要求属地监护人带领相关方人员实地确认作业环境、逃生路线及应急物资,并签署《作业现场安全风险告知确认书》,强化风险认知。“双监护”机制强调业主指派的属地监护人与相关

方自带监护人(需经业主专项培训认证)共同在场与协同履职,消除监护真空。过程动态监控与证据链构建是指倡导利用移动终端(如企业微信/专用APP)建立作业项目动态管理控制群组,要求在关键节点(如执行措施、过程检查、结束作业)上传带有时间、地点、作业内容水印的照片。这些照片构成《安全风险确认表》签署、有效票证、安全措施落实(能量隔离、气体检测、防护穿戴、警戒设置)、过程措施再确认、三方(业主、相关方、监护方)最终签字确认以及收尾情况的可视化证据链,为过程追溯和责任界定提供依据。

3.3　验收评估闭环

标准化验收与电子档案管理机制人员在作业结束后强制人员清点、工具回收、现场清理,需监护人及作业负责人双方签字确认。设备功能与性能验收要求业主方技术人员与相关方负责人共同核验设备关键运行参数(如轧机辊缝精度、液压压力稳定性),确保维检修质量达标,并将正常试车作为人员离厂的前提条件。电子档案归档通过平台整合完整的维检修记录、过程影像资料及各类签名单据,形成可追溯的电子档案库。

基于绩效评估的激励与约束机制构建了相关方安全绩效量化评价体系,指标涵盖事故/事件、违章行为、工作质量、应急响应、培训参与度等。正向激励使相关方在年度维检修过程中实现零事故、高质量,给予后续项目优先合作权等激励。负向惩戒则针对发生严重违章或事故的相关方,实施严格考核,并将存在严重问题的相关方纳入企业供应商黑名单,限制或终止其合作机会。持续改进循环是指复盘、培训与标准优化,培训组织相关方人员对作业进行全面复盘,分析违章、险肇事件及管理漏洞,并开展针对性的安全再培训。定期召开案例分析会,不仅追究典型问题(如液压管路泄漏)责任,而且要加强基于事故教训的设备设计或维护规程改进(如推广防松动卡箍、优化紧固标准)。相关方综合评价是指根据“同管理、同教育、同培训、同考核”的原则,在项目结束后对相关方全过程安全管理表现进行量化评分,纳入其信用档案,驱动持续改进。

如图 4 所示,2025 年 1 ~7 月份对相关方单位安全检查中的事故致因因素的数量分布图中,管理问题缺陷数量 20 项,与 2024 年 38 项对比减少了 18 项,管理措施有明显改善效果。

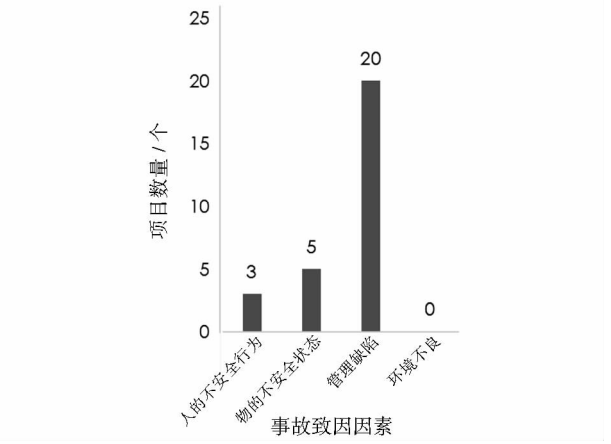


图 4　2025 年 1 ~7 月份对相关方单位安全检查

如图 5 所示,2025 年 1 ~7 月份对相关方单位安全检查隐患问题分类统计图中,基础管理问题 5 项、危险作业问题 3 项,与 2024 年同期 42 项相比,减少了 34 项。由此可见,对于基础管理及危险作业的措施加强后,有了明显改善效果。

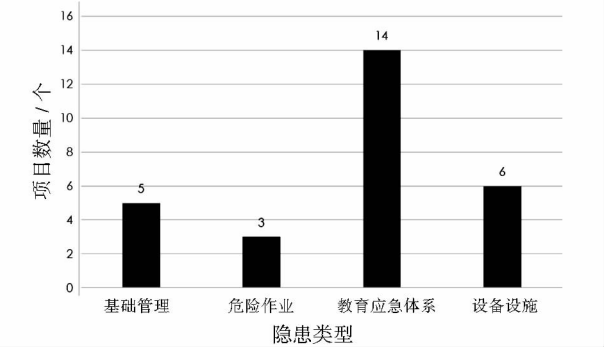


图 5　2025 年 1 ~7 月份对相关方单位安全检查隐患问题分类统计图

如图 6 所示,2025 年 1 ~7 月份对各家相关方单位检查结果,在接受检查的 12 家单位里,某建设公司 1 家问题有 9 项,2024 年某建设公司问题有 26 项,减少了 17 项,2025 年对某建设公司在轨梁厂日常管理中进行的改进措施改善效果显著。

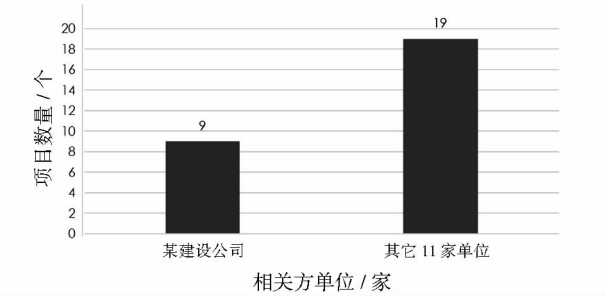


图 6　2025 年 1 ~7 月份对各家相关方单位检查结果

4 管理体系效能提升的优化路径

4.1 准入深度强化

探索在证件核查基础上,增加由业主企业组织的入厂(或项目专项)安全教育培训及考核,并将考核合格作为人员进场的强制性条件。

4.2 过程智能监管升级

在关键区域(如轧机主控室)部署“双屏监控系统”,实时显示相关方操作界面与核心设备运行参数,并预设安全阈值实现异常状态自动报警,提升干预时效性。

4.3 技能与安全协同发展

强调深化相关方人员技能培训,促使其不仅能掌握安全规程,还能更深入理解设备原理与标准作业流程,以实现维检修作业安全性与效率的同步提升。

5 结论

本研究深入剖析了大型轨梁厂相关方维检修作业的安全管理痛点,系统性地提出并构建了以“合规性为底线、技术性为支撑、协同性为保障”的优化理念及覆盖作业全生命周期的安全管理体系。通过实施“三维一体”准入审核模型、数字化作业许可平台、“双交底+双监护”协同监管机制、基于绩效的黑名单联动制度以及闭环的验收评估改进流程,有效缓解了生产连续性与维检修安全性之间的固有矛盾。实践应用初步表明,该体系有助于显著提升作业现场的本质安全水平。未来研究工作将聚焦于以下方向:

(1)深化智慧化融合应用

推动相关方全面接入企业“智慧安全管理平台”,实现人员定位、设备状态、作业许可、风险预警等多源数据的实时互联互通与智能分析预警,提升风险预控能力。

(2)强化标准化体系落地与迭代

系统编制并持续完善《轨梁厂维检修作业标准化手册》,确保在每次设备维检修前精准下发,并对相关方人员实施强制性、针对性的培训与严格考核,保障标准要求的有效执行与持续改进。同时,需关注该体系在更广泛冶金场景及不同规模企业中的适用性与推广路径。

参 考 文 献

[1] 王建军. 冶金企业外包安全管理痛点分析[J]. 中国安全生产科学技术,2024,20(1):112-117.

[2] 中华人民共和国特种设备安全法[S]. 北京:中国标准出版社,2014.

[3] 冶金企业安全生产规定[S]. 北京:应急管理出版社,2018.

[4] 张建国. 冶金企业检修作业风险防控[M]. 北京:冶金工业出版社,2020.

(上接第83页)

匹配钢厂防护需求。实际应用效果卓越:彻底根除了鸟类搭接所引发的短路事故,形成的绝缘层在多年运行后仍保持优异的耐候、电气、机械、密封和阻燃性能,实现长效免维护运行,显著提升供电安全可靠性,保障连续生产。

综上所述,采用辐照交联硅橡胶自融带对钢铁企业变电所户外裸露母线进行绝缘防护改造,是一项投入合理、效果显著、效益持久的安全技术措施,对保障企业电力安全、稳定生产具有重要的现实意义和推广价值。

参 考 文 献

[1] 李志刚,王建华. 高压电气设备外绝缘技术[M]. 北京:中国电力出版社,2010.

[2] 张军,钱政,严璋. 电力设备防护用硅橡胶材料的老化研究进展[J]. 绝缘材料,2018,51(5):1-7.

[3] Q/GDW 1799.2—2013,防止电力生产事故的二十五项重点要求[S].

[4] 刘振亚. 智能电网技术[M]. 北京:中国电力出版社,2010.

[5] 胡文斌,司马坚,雷清泉. 辐照交联聚乙烯电缆绝缘研究进展[J]. 电工技术学报,2015,30(18):366-375.

[6] GB/T 20633.1—2006,承载印制电路板用涂料(敷形涂料)[S].