

煤矿井下泵站检修安全风险防控措施分析

孙文浩

国能神东煤炭集团大柳塔煤矿 陕西 榆林 719315

摘要: 煤矿井下泵站作为矿井排水、液压供给核心枢纽,检修安全风险防控至关重要。本文识别了井下泵站检修面临的机械伤害、电气安全、环境、管理四大类安全风险,分析其成因。采用多种方法构建风险评估模型,精准评估风险等级。从技术、管理、应急、环境四个维度提出防控措施,包括设备技术改造、健全管理制度、完善应急预案、改善作业环境等,旨在为煤矿井下泵站检修安全风险防控提供全面、科学的指导,保障矿井安全生产。

关键词: 煤矿井下泵站; 设备检修; 安全风险; 防控措施

引言: 煤矿安全生产关乎能源供应与社会稳定,井下泵站检修是保障其正常运行的关键环节。然而,井下环境恶劣,设备复杂,检修过程中面临诸多安全风险,如机械伤害、电气事故、环境隐患等,严重威胁人员生命与设备安全。当前,部分矿井在泵站检修安全风险防控上存在不足,缺乏系统性的风险识别、评估与防控措施。因此,深入研究煤矿井下泵站检修安全风险防控措施,对提升矿井安全管理水平、降低事故发生率具有重要意义。

1 煤矿井下泵站检修安全风险识别

1.1 井下泵站设备特点与检修流程

煤矿井下泵站作为矿井排水、液压供给的核心枢纽,设备具有工况恶劣、负荷繁重、关联性强的显著特点。井下空间狭窄、潮湿多尘,部分区域存在瓦斯、煤尘等易燃易爆介质,设备长期在高压、高负荷状态下运行,易出现部件磨损、渗漏、腐蚀等问题。其检修流程需严格遵循安全规范,先完成停机闭锁、瓦斯检测、断电挂牌等前置准备工作,再开展设备拆解、部件检查、故障排查等核心作业,检修完成后需进行试运行测试、安全隐患复查,确认无问题后方可恢复正常运行,每一步骤都需衔接紧密,避免因流程疏漏引发安全事故。整个检修过程受空间、环境、设备特性限制,作业难度大,安全管控要求极高。

1.2 主要安全风险分类

1.2.1 机械伤害风险

机械伤害风险是井下泵站检修最直接的风险之一,主要源于设备运行及检修过程中的机械部件动作。检修时,若未彻底切断动力源或闭锁装置失效,泵体、联轴器、齿轮箱等旋转部件可能意外启动,造成人员绞伤、挤压伤。设备拆解过程中,高压部件残余压力未完全释放,易导致部件飞溅伤人;螺栓、螺母等细小零件脱落,可能引发

人员绊倒、砸伤^[1]。另外,检修工具使用不当,如扳手打滑、起重设备吊装失衡,会导致设备部件坠落或碰撞伤人。同时,长期使用后的设备部件存在疲劳损坏、强度不足等问题,检修中拆卸、更换时易发生断裂,进一步加剧机械伤害风险,对检修人员人身安全构成直接威胁。

1.2.2 电气安全风险

井下泵站电气设备众多,检修过程中电气安全风险隐患突出。井下潮湿环境易导致电气设备绝缘老化、破损,引发漏电事故,若检修人员未佩戴合格绝缘防护用品,或检测仪器失灵,极易发生触电伤害。部分电气设备接线复杂、线路敷设密集,检修时若误碰、误接线路,可能造成短路、电弧灼伤,甚至引发瓦斯、煤尘爆炸。断电操作不规范,如未执行“停电-验电-放电-挂牌-闭锁”流程,或多人作业时沟通不畅导致误送电,会直接危及检修人员生命安全。电气设备接地、接零保护装置失效,也会加剧漏电、触电风险,同时电气故障还可能引发设备停机故障扩大,影响矿井整体生产安全。

1.2.3 环境风险

煤矿井下特殊的作业环境给泵站检修带来诸多安全隐患,环境风险主要体现在三个方面。一是通风不良,井下泵站多位于巷道深处,若通风系统故障或风量不足,会导致瓦斯、煤尘浓度超标,检修过程中电气火花、工具撞击火花易引发爆炸燃烧事故。二是潮湿积水,井下湿度大、易出现顶板淋水、巷道积水,不仅会腐蚀设备部件、影响检修作业,还可能导致人员滑倒摔伤,同时加剧电气设备漏电风险。三是地质条件复杂,部分区域存在顶板破碎、围岩变形等问题,检修过程中可能发生顶板掉块、片帮事故,对检修人员造成砸伤、掩埋等伤害。此外,井下温度、噪声等环境因素,还会影响检修人员操作稳定性,增加误操作概率。

1.2.4 管理风险

管理风险贯穿井下泵站检修全过程,是引发安全事故的重要间接因素。部分矿井安全管理制度不完善,检修作业缺乏标准化流程,对检修人员资质审核、作业审批、现场监护等环节管控不严,导致违规检修、无证作业等行为频发。检修前安全技术交底不到位,人员对作业风险、操作要点不明确,易因误操作引发事故。设备台账管理混乱,未及时记录设备运行状态、检修历史,导致检修人员无法精准判断故障点,增加检修难度和风险。此外,安全监督检查流于形式,对检修过程中的违规行为未能及时发现和制止,应急预案不完善、演练不及时,事故发生后无法有效处置,进一步扩大事故损失。

1.3 风险成因分析

煤矿井下泵站检修安全风险的形成是设备、人员、环境、管理多因素叠加的结果。从人员层面看,部分检修人员安全意识淡薄,存在侥幸心理,违规操作、不按规范佩戴防护用品等行为较为普遍,同时专业技能不足,对复杂设备结构、故障排查方法掌握不熟练,易因操作失误引发风险^[2]。设备层面,井下设备长期超负荷运行,维护保养不及时,导致部件老化、性能下降,且部分设备存在设计缺陷,适配性不足,增加检修风险。环境层面,井下空间、通风、湿度等客观条件限制,无法彻底消除不良环境对检修作业的影响。管理层面,制度执行不到位、监督考核不严格、安全培训流于形式,导致各项管控措施无法有效落地,最终诱发安全风险。

2 煤矿井下泵站检修安全风险评估

2.1 风险评估方法选择

结合煤矿井下泵站检修风险的复杂性、多样性特点,需选择科学合理的风险评估方法,确保评估结果精准可靠。常用的风险评估方法包括安全检查表法、故障类型和影响分析法、风险矩阵法、LEC评价法等。安全检查表法操作简便,可结合泵站检修流程制定针对性检查表,逐一排查风险点,但主观性较强。故障类型和影响分析法能精准识别设备故障类型及潜在影响,为风险防控提供靶向性建议,适用于设备类风险评估。风险矩阵法通过评估风险发生概率和影响程度,划分风险等级,便于优先管控高风险项。LEC评价法通过计算危险性分值量化风险等级,客观性较强,可全面覆盖人员、设备、环境、管理等各类风险。实际应用中,建议采用多种方法结合的方式,弥补单一方法不足,实现对泵站检修风险的全面、精准评估,为风险管控提供科学依据。

2.2 风险评估模型构建

煤矿井下泵站检修安全风险评估模型的构建,是一项严谨且系统的工作,需以全面、精准的风险识别作为

坚实基础,并严格遵循系统性、科学性与可操作性原则,全面涵盖风险识别、指标筛选、权重确定、等级划分以及结果应用等关键环节。在风险识别后,需精心筛选关键风险评估指标。紧密结合泵站检修流程以及明确的风险分类,构建一个包含机械伤害、电气安全、环境、管理四大核心类别的指标体系。对每个类别下的指标进行细致细化,明确其具体内容,确保指标能够全面且无遗漏地覆盖各类潜在风险点,为后续评估提供丰富且准确的数据支撑。确定指标权重时,采用层次分析法这一科学工具。充分结合专家打分所蕴含的专业经验,以及现场调研获取的一手数据,对不同指标对整体风险的影响程度进行量化分析。通过这种方式,突出高优先级风险指标,使评估结果更具针对性与指导性^[3]。建立风险等级划分标准同样至关重要,紧密结合矿井安全管理的实际要求,将风险科学合理地划分为重大风险、较大风险、一般风险、低风险四个等级,并清晰明确各等级对应的管控责任与具体措施。最后,搭建评估模型运行机制,定期开展风险评估工作,动态更新评估结果。针对评估中识别出的高风险项,制定专项管控措施,形成风险识别、评估、管控的闭环管理,为煤矿井下泵站检修安全提供精准、可靠的保障。

3 煤矿井下泵站检修安全风险防控措施

3.1 技术防控措施

技术防控作为煤矿井下泵站检修安全风险管控的核心手段,需紧密结合设备特性与检修流程,精心优化技术方案。针对机械伤害风险,对泵站设备展开全面技术改造。加装可靠的闭锁装置,确保设备停机后无法随意启动;设置坚固的防护栏,对旋转部件进行全程防护,避免人员意外接触;安装急停按钮,便于在紧急情况时迅速停机。定期对高压设备进行压力检测,配备专用泄压装置,并规范泄压操作流程,防止部件飞溅伤人。针对电气安全风险,选用适配井下环境的防爆、防潮电气设备,从源头上降低电气事故风险。定期开展绝缘检测、接地电阻测试,及时更换老化、破损线路及部件。推广应用智能化检测技术,如漏电监测系统、瓦斯浓度实时监测设备,实现风险实时预警。另外,优化设备检修工艺,制定标准化检修操作手册,明确部件拆卸、更换、安装的技术要点,配备专用检修工具,提升检修作业的规范性和安全性,从技术层面有效降低风险发生概率。

3.2 管理防控措施

强化管理防控措施,需健全完善井下泵站检修安全管理制度体系,筑牢安全管理防线。制定标准化检修作业流程,明确检修前准备、作业过程、验收复盘各环节

的操作规范和责任分工。严格执行作业审批制度,未经审批不得开展检修作业,确保检修工作有序进行。加强检修人员管理,严格资质审核,杜绝无证作业现象。定期开展安全培训和技能考核,培训内容涵盖风险识别、应急处置、规范操作等重点,提升人员安全意识和专业技能。完善设备台账管理,详细记录设备运行状态、检修历史、部件更换情况,实现设备全生命周期管控。强化现场监督管理,配备专职安全监督员,全程跟踪检修作业,及时制止违规操作行为。建立考核问责机制,将检修安全与人员绩效挂钩,确保各项管理制度落地执行,形成闭环管理,为井下泵站检修安全提供坚实保障。

3.3 应急防控措施

完善应急防控措施,是提升井下泵站检修事故应急处置能力、最大限度降低事故损失的关键。制定针对性应急预案,涵盖机械伤害、触电、瓦斯爆炸、顶板事故等各类突发情况。明确应急组织机构、职责分工、处置流程、救援物资调配等内容,确保事故发生后能够快速响应。配备充足的应急救援物资,如急救箱、绝缘工具、灭火器、应急照明设备等,并定期开展物资检查和维护,确保性能完好、可随时调用。定期组织应急演练,模拟各类突发事故场景,提升检修人员应急处置技能和协同配合能力。通过演练及时发现应急预案存在的不足并优化完善。建立应急通讯保障机制,确保井下与地面通讯畅通,事故发生后能第一时间上报情况、下达指令。同时明确事故善后处理流程,做好伤员救治、事故调查分析、隐患整改等工作,防范同类事故再次发生,保障井下作业安全。

3.4 环境改善措施

通过针对性环境改善措施,可优化井下泵站检修作业环境,降低环境因素引发的安全风险。优化通风系统,合理布置通风设备,确保泵站区域风量充足、通风顺畅,及

时排出瓦斯、煤尘等有害气体。定期开展通风系统检测和维护,确保其运行稳定,为检修作业提供良好的空气环境。加强顶板管理,对泵站所在巷道顶板、围岩进行定期排查,采用锚喷支护、架棚支护等方式加固薄弱区域,及时清理顶板浮矸、危石,防范顶板掉块、片帮事故,保障人员和设备安全。完善排水、防潮设施,安装排水泵、排水沟,及时排除巷道积水,配备除湿设备,降低井下湿度,减少潮湿环境对设备和检修作业的影响^[4]。合理规划作业空间,清理巷道内杂物、设备,拓宽检修作业区域,规范工具、部件摆放,避免空间狭窄引发操作不便、碰撞伤害等问题。同时,优化照明、降噪设施,改善作业视觉环境,降低噪声对人员操作的影响,为检修作业创造安全、舒适的环境。

结束语

煤矿井下泵站检修安全风险防控是一项系统而复杂的工作,涉及技术、管理、应急、环境等多个层面。通过全面识别风险、科学评估等级,并针对性地采取防控措施,能够有效降低检修过程中的安全风险,保障检修人员生命安全和设备稳定运行。未来,随着科技的不断进步和管理理念的持续更新,应进一步优化防控措施,提高风险防控的智能化、精细化水平,为煤矿安全生产提供更加坚实的保障,推动煤炭行业安全、可持续发展。

参考文献

- [1]张玉洁,马梦娜,李嘉仪.煤矿井下作业施工安全监测及报警系统研究[J].能源与环保,2023,45(02):250-255.
- [2]陈峰.煤矿高压电气设备检修试验中的问题及措施分析[J].矿业装备,2022(06):118-120.
- [3]纪慧燕.矿用绞车钢丝绳防跑偏装置设计及应用[J].机械管理开发,2022,37(10):39-40.
- [4]王梁.面向煤矿井下的新型智能自固定绞车[J].中国新技术新产品,2022(17):49-51.