

煤矿电气系统事故隐患成因及安全策略

辛 颖 徐 伟 王海波

内蒙古电投能源股份有限公司煤矿安全监察局 内蒙古 通辽 029200

摘 要：本文围绕煤矿电气系统事故隐患展开。概述了其隐蔽性、突发性、危害性等特征，从设备、人员、管理、环境四方面分析成因。进而提出优化设备管理、强化人员管理、完善管理制度、改善作业环境等安全策略，并强调制定应急预案、配备应急设备物资及加强应急演练的重要性，以保障煤矿安全生产。

关键词：煤矿电气；系统事故隐患；成因；安全策略

引言：煤矿电气系统作为煤矿生产的命脉，其安全稳定运行关乎生产效率与人员生命。然而，电气系统事故隐患具有隐蔽性、突发性与危害性大等特点，受设备、人员、管理及环境等多因素影响。深入剖析隐患成因，制定科学有效的安全策略，加强应急管理与预防措施，对降低事故风险、保障煤矿安全生产具有重要意义。

1 煤矿电气系统事故隐患概述

煤矿电气系统作为煤矿生产的核心支撑体系，涵盖了从井上到井下、从高压到低压的众多电气设备与复杂线路网络。其运行状况直接关系到煤矿的生产效率、安全稳定以及员工的生命安全。然而，煤矿电气系统事故隐患犹如隐藏在暗处的“杀手”，具有隐蔽性、突发性和危害性大等显著特点，给煤矿安全生产带来了严峻挑战。（1）事故隐患的隐蔽性是其最为突出的特征之一。煤矿电气系统设备众多、线路繁杂，隐患可能潜藏在电气设备的任何一个部件之中，如变压器内部的绝缘老化、开关触头的接触不良等；也可能存在于线路连接点，如电缆接头处的松动、氧化等。这些隐患在初期往往难以通过常规的巡检和检测手段发现，它们就像一颗颗“定时炸弹”，随时可能因外界因素的触发而爆发。

（2）事故隐患的突发性也是不容忽视的。由于煤矿生产环境的复杂性和不确定性，电气系统在运行过程中可能会受到各种因素的影响，如过载、短路、雷击、机械损伤等。一旦这些因素与潜在隐患相互作用，事故就会瞬间发生，让人猝不及防。例如，在雷雨天气，雷电可能会击中井架或输电线路，引发电气设备的过电压，进而导致绝缘击穿、短路等故障，引发火灾或爆炸事故。

（3）煤矿电气系统事故隐患的危害性极大。一旦事故发生，不仅会破坏煤矿的正常生产秩序，导致停产停工，造成巨大的经济损失；更严重的是，会直接威胁到井下作业人员的生命安全。瓦斯爆炸、电气火灾等事故往往伴随着高温、高压、有毒有害气体等，极易造成重大人

员伤亡。（4）了解煤矿电气系统事故隐患的基本特征，是开展成因分析和制定科学有效安全策略的基础。只有深入剖析隐患产生的根源，才能有针对性地采取预防和控制措施，如加强设备维护保养、完善安全管理制度、提高人员安全意识等，从而降低事故发生的概率，保障煤矿的安全生产。

2 煤矿电气系统事故隐患成因分析

2.1 设备因素

在煤矿电气系统中，设备因素是引发事故隐患的重要根源。部分煤矿企业出于降低成本的考量，仍在使用老旧电气设备。这些设备历经长期运行，其绝缘性能大幅下降，绝缘材料老化、破损，使得漏电风险显著增加；机械部件也因频繁使用而磨损严重，如轴承磨损、齿轮间隙增大等，导致设备运行不稳定，极易引发短路等故障。而且，企业设备更新换代不及时，新型智能化电气设备应用匮乏。新型设备具备先进的监测和预警功能，能实时掌握设备运行状态，提前发现潜在故障，但老旧设备无法实现这一功能，使得隐患难以及时发现和处理。此外，电气设备的安装不规范问题也较为突出。电缆敷设混乱，不仅影响美观，还可能因电缆相互挤压、摩擦而损坏绝缘层；接地装置安装不达标，无法有效将漏电流引入大地，在发生漏电时不能及时切断电源，这些都为煤矿电气系统事故的发生埋下了重大隐患^[1]。

2.2 人员因素

在煤矿电气系统中，人员因素是影响安全的关键变量。煤矿电气作业人员专业素质良莠不齐，部分人员未接受过系统、全面的电气知识培训。他们对电气设备的原理、结构以及操作规范缺乏深入了解，对安全注意事项更是知之甚少。在实际操作中，违规操作现象屡见不鲜，像带电检修这种严重违反安全规程的行为时有发生，这不仅会损坏设备，还极有可能引发触电事故，危及作业人员生命安全；不按规定佩戴防护用具，如绝缘

手套、绝缘靴等,也使得作业人员在面对电气危险时毫无防护,增加了事故发生的概率。同时,部分管理人员安全意识淡薄,对电气系统的安全管理重视不足。他们未能充分认识到电气事故隐患的严重性,在日常管理中缺乏有效的隐患排查机制,无法及时发现和消除潜在的事故隐患,导致煤矿电气系统长期处于不安全状态,给煤矿安全生产带来极大威胁。

2.3 管理因素

在煤矿电气安全管理中,管理因素是影响系统安全稳定运行的重要环节。当前,部分煤矿企业电气安全管理制度存在明显缺陷,不够完善,缺乏行之有效的监督考核机制。这使得安全管理制度形同虚设,难以真正落实到位。在设备维护保养方面,问题尤为突出。维护保养计划缺乏科学性与合理性,未充分考虑设备的实际运行状况、使用频率等因素,导致计划与实际需求脱节。而且,在执行过程中,存在敷衍了事的情况,维护保养工作不彻底、不到位,设备故障无法得到及时有效的修复,小毛病逐渐演变成大隐患。此外,电气作业审批流程把关不严。对于危险作业,风险评估环节流于形式,未能全面、深入地分析作业过程中可能存在的危险因素,也未制定切实可行的防范措施。这种管理上的漏洞,使得危险作业在缺乏充分安全保障的情况下进行,大大增加了事故发生的可能性,给煤矿电气系统的安全运行带来严重威胁。

2.4 环境因素

煤矿井下环境条件极为恶劣,对电气系统的安全运行构成了诸多不利影响。井下空气湿度通常较大,高湿度环境会使电气设备绝缘材料受潮,导致其绝缘性能显著下降。绝缘性能降低后,电气设备发生漏电、短路等故障的风险大幅增加,不仅会影响设备的正常运行,还可能引发触电事故,威胁井下作业人员的生命安全。同时,井下粉尘浓度较高,粉尘极易堆积在电气设备表面。这些堆积的粉尘会阻碍设备的散热,使设备在运行过程中产生的热量无法及时散发出去,从而导致设备温度过高。长时间处于高温状态,设备内部的电子元件和线路会加速老化,甚至可能引发设备过热起火,引发严重的火灾事故。更为关键的是,井下存在瓦斯等易燃易爆气体。当电气设备因故障或违规操作产生电火花时,这些电火花极有可能成为点燃瓦斯的火源,进而引发瓦斯爆炸等灾难性事故,给煤矿带来毁灭性的打击。

3 煤矿电气系统安全策略

3.1 优化设备管理

设备管理是煤矿电气系统安全运行的关键。煤矿企

业应加大对电气设备的资金投入力度,摒弃为降低成本而使用老旧设备的短视做法。及时淘汰那些绝缘性能下降、机械部件磨损严重的老旧设备,选用符合国家标准、质量可靠的新型电气设备。尤其要积极推广应用智能化电气设备,借助先进的传感器和监测系统,实现对设备运行状态的实时监测与故障预警,提前发现潜在隐患,避免事故发生。在设备安装环节,要严格遵循安装规范进行施工。电缆敷设应做到整齐有序,避免交叉、缠绕,确保线路畅通;接地装置的安装必须符合相关要求,保证接地电阻在规定范围内,为设备和人员提供可靠的安全保障。此外,要建立完善的设备维护保养制度。制定详细的维护计划,定期对电气设备进行全面检查、维护和保养,及时更换磨损部件,确保设备始终处于良好的运行状态,为煤矿的安全生产提供坚实的设备支撑。

3.2 强化人员管理

人员是煤矿电气系统安全运行的核心要素,强化人员管理至关重要。对于煤矿电气作业人员,企业需制定系统且全面的专业培训计划。培训内容不仅要涵盖电气理论知识,如电路原理、电气设备工作机制等,还要深入讲解操作规程,明确每一步操作的标准与要求,同时强化安全法规教育,让作业人员清楚知晓违规操作的严重后果。定期组织严格考核,只有通过考核、持证的人员才能上岗作业,以此保证作业人员具备扎实的专业素养。此外,通过案例分析、安全讲座等形式,让作业人员直观感受事故的危害,从而提高其安全意识,增强应急处理能力,确保在突发状况下能迅速、正确地采取应对措施。对于管理人员,要着重强化其安全责任意识。将电气安全管理纳入绩效考核体系,明确管理职责与目标,以严格的考核机制促使管理人员认真履行职责,加强对电气系统的安全管理,为煤矿电气系统的安全稳定运行提供有力的人员保障^[2]。

3.3 完善管理制度

完善的管理制度是煤矿电气系统安全运行的重要保障。煤矿企业应全面建立健全电气安全管理制度,清晰界定各部门及人员的安全职责,避免出现职责不清、相互推诿的现象。同时,对电气设备管理、作业审批、隐患排查等各项制度进行细化,明确具体操作流程和标准。例如,在电气设备管理方面,规定设备的采购、验收、安装、调试、维护、报废等环节的具体要求;在作业审批环节,明确审批流程、审批权限以及风险评估要点。加强对安全管理制度执行情况的监督考核,建立科学合理的奖惩机制。对于严格遵守制度、在电气安全工

作中表现优秀的人员,给予物质奖励或荣誉表彰,激发其工作积极性;对违规操作、不履行职责的人员,依法依规进行严肃处理,形成有效的威慑。此外,定期开展电气安全专项检查,运用专业检测设备和技术手段,全面排查电气系统中的事故隐患,并及时消除,确保电气系统始终处于安全可靠的运行状态。

3.4 改善作业环境

煤矿井下恶劣环境对电气系统安全运行影响极大,需积极改善作业环境。(1)加强通风管理是关键。优化通风系统布局,保证风流合理分配、风量充足且稳定,有效降低空气湿度,减少电气设备受潮导致的绝缘性能下降风险;同时降低粉尘浓度,避免粉尘堆积影响设备散热。(2)安装高精度瓦斯监测装置,实时、精准监测瓦斯浓度。一旦浓度超标,迅速启动应急预案,加大通风力度,快速稀释瓦斯,并切断相关区域电源,防止电火花引发爆炸。(3)对电气设备进行防护。优先选用防爆型电气设备,其特殊结构可防止内部电火花外泄;为电气设备加装防护外壳,抵御粉尘、潮湿侵蚀,降低环境因素引发事故的概率,保障电气系统安全。

4 应急管理与预防措施

4.1 制定应急预案

鉴于煤矿电气事故的突发性和严重性,结合煤矿实际状况,制定一套科学合理、切实可行的电气事故应急预案至关重要。预案需明确事故发生后的应急响应程序,从信息报告、应急启动到现场处置,各环节都要清晰有序。同时,详细制定救援措施,包括针对不同类型故障的抢修方法、救援设备的调配使用等。此外,要规划好人员疏散方案,确保在紧急情况下人员能够安全、迅速撤离。应急预案应全面涵盖漏电、短路、电气火灾、瓦斯爆炸等各类电气事故场景。并且,要定期组织应急预案演练,检验预案的可行性和人员的应急处置能力。根据演练中发现的问题,及时对应急预案进行修订和完善,保证预案的实用性和有效性^[1]。

4.2 配备应急设备与物资

为有效应对煤矿电气事故,在井下合理且关键的位置配备充足、完备的应急设备与物资是必要举措。应配备灭火器,以应对电气火灾,不同类型灭火器要按规范

分布,确保能快速取用;配备绝缘手套、绝缘靴,为电气抢修人员提供安全防护,防止触电;配备应急照明设备,保障事故发生时井下照明,便于救援和人员疏散。同时,要建立严格的检查维护制度,定期对应急设备和物资进行检查、测试与保养,保证其性能良好、随时可用。此外,还需建立应急物资储备管理制度,明确物资的采购、存储、补充和更新流程,根据设备物资的使用情况和有效期,及时进行补充和更新,确保应急物资始终处于充足、有效的状态。

4.3 加强应急演练

在煤矿电气安全管理中,加强应急演练是提升应对事故能力的重要环节。煤矿应定期组织全体员工开展电气事故应急演练,演练频率需根据煤矿实际情况和风险等级合理确定。演练过程中,要模拟真实的电气事故场景,如漏电、短路引发火灾或瓦斯爆炸等,让员工亲身体验事故发生时的紧张氛围。通过演练,使员工熟悉应急预案的详细流程和具体要求,明确自身在应急处置中的职责和任务。同时,让员工熟练掌握各类应急设备的使用方法,如灭火器、绝缘工具等。此外,演练还能增强员工在事故发生时的应对信心,使其在面对突发情况时能够冷静、有序地采取行动,从而最大限度减少事故造成的损失,保障煤矿安全生产。

结束语

综上所述,煤矿电气系统安全至关重要。从设备、人员、管理及环境等多方面剖析隐患成因,并针对性地采取优化设备管理、强化人员培训、完善制度、改善环境等策略,同时做好应急管理与预防措施,构建全方位安全保障体系,可有效降低事故风险,为煤矿生产筑牢安全防线,推动行业稳定发展。

参考文献

- [1]孙飞.露天煤矿电气系统事故隐患成因及安全策略[J].露天采矿技术,2022,37(01):123-125.
- [2]宗飞宇.露天煤矿电气系统事故隐患及安全策略探析[J].矿业装备,2022,(01):122-124.
- [3]苏大伟,顾红红.煤矿安全管理问题解析及对应策略[J].矿业装备,2020(5):98-99.