

采矿工程施工中的不安全技术因素及其应对

朱均

江西煤业集团有限责任公司安源煤矿安全环保部

DOI: 10.32629/jpm.v7i2.8725

[摘要] 煤矿采矿工程施工环境特殊,受井下地质条件复杂、作业空间狭窄、通风难度大等因素影响,安全管控难度剧增。各类不安全技术因素下,易引发煤矿施工安全事故,直接威胁到作业人员生命财产安全,难以保障煤矿企业安全生产效益,影响到采矿工程施工高效发展。文章通过分析采矿工程施工中的不安全技术因素,包括未更新采矿技术与设备、巷道与车场设计不合理、车场与运输参数未优化、缺乏信息技术的深度使用、支护通风等工艺不完善等,提出持续优化采矿技术设备、增强项目设计科学性、规范轨道与运输系统参数、灵活运用信息化技术、完善关键工艺与施工技术等措施,进一步强化采矿工程施工安全技术水平,有效防范技术类安全事故,保障煤矿井下施工有序进行。

[关键词] 采矿工程; 施工安全; 不安全技术因素; 应对措施

Safety Challenges in Mining Construction and Countermeasures by

Zhu Jun

Safety and Environmental Protection Department, Anyuan Coal Mine, Jiangxi Coal Industry Group Co., Ltd.

[Abstract] The mining construction environment in coal mines is inherently complex, with challenges including intricate underground geological conditions, confined working spaces, and ventilation difficulties, significantly increasing safety management complexity. These technical hazards frequently trigger accidents that endanger workers' lives and property, compromise operational efficiency, and hinder sustainable development. This paper identifies critical safety risks in mining construction, including outdated technologies and equipment, suboptimal roadway and transport yard designs, nooptimized transport parameters, insufficient IT integration, and inadequate support ventilation systems. To address these issues, the study proposes comprehensive solutions: upgrading mining technologies, enhancing project design rigor, standardizing track and transport parameters, adopting smart IT solutions, and refining core construction techniques. These measures aim to elevate safety standards, prevent technical accidents, and ensure orderly underground mining operations.

[Key words] mining engineering; construction safety; unsafe technical factors; countermeasures

1 引言

党的二十大报告对着力推动高质量发展、促进人与自然和谐共生、坚决维护国家安全等进行了系统阐述,为矿产资源保护监督工作在贯彻新发展理念、构建新发展格局、推进高质量发展等方面指明了方向,提供了根本遵循和行动指南。随着社会经济和科学技术的不断发展,采矿行业正在逐步引入先进的技术,大大加快了出矿的效率,同时也就意味着对采矿工程技术的更高要求^[1]。采矿工程施工中,不可控因素多,可能因井下支护工艺不完善引发冒顶事故、因通风技术不到位导致瓦斯积聚事故、因设备落后引发运输故障等,不仅会

造成重大人员伤亡与财产损失,还会延误煤炭开采工期,阻碍煤矿行业可持续发展^[2]。因此,有必要深入探究采矿工程施工中的不安全技术因素,并积极引入新技术、新设备,增强井下施工安全保障能力,为煤矿企业安全生产提供保障。

2 采矿工程施工安全管理的重要性

煤矿采矿工程施工集中在井下,作业环境恶劣,风险点密集,安全管理是煤矿安全生产的核心,具有显著的重要性。一是保障作业人员安全,煤矿井下存在瓦斯、冒顶等安全隐患,不安全技术因素易诱发各类安全事故,通过完善安全管理体系,有利于及时排查技术漏洞,规范施工流程,从源头防范事

故发生，切实维护作业人员生命财产安全。二是促进煤炭生产有序进行，技术类安全事故的发生，会导致井下作业停工、设备损坏，延误煤炭开采工期。通过加强安全管理，有助于规避技术隐患，保障采矿设备正常运行，强化煤炭生产稳定性。三是提升煤矿企业综合效益，有效的安全管理下，可减少安全事故造成的经济赔偿、设备维修等损失，同时通过优化技术管理，有利于提升采矿效率，增强煤矿企业经济效益与生产安全性。

3 采矿工程施工中的不安全技术因素分析

3.1 未更新采矿技术与设备

煤矿采矿工程施工中，采矿技术与井下作业设备更新滞后，是引发技术类安全事故的重要原因，直接影响到施工安全及效率^[3]。部分煤矿企业未控制成本，仍使用传统采矿技术与老旧设备，未及时机械化、智能化转型，可能增加潜在安全隐患，影响到采矿工程施工高效进行。在采矿技术方面，部分煤矿未优化炮采、普采工艺，不仅降低开采效率，还可能因爆破参数不合理、顶板控制不到位，引发冒顶、片帮等安全事故。尤其对于薄煤层与复杂地质条件下，此类隐患更加突出，难以保障采矿工程施工安全性。在采矿设备方面，井下掘进机、采煤机等重要设备老化严重，部分设备超出使用年限但仍在违规运行，且缺乏定期检修与升级，易出现机械故障，阻碍施工高效进行，同时增加设备伤人、瓦斯积聚等安全风险。

3.2 巷道与车场设计不合理

巷道与车场是煤矿井下施工、运输的关键区域，其设计合理性的高低，直接关系到井下施工安全，但目前一些煤矿巷道与车场设计不合理，存在严重的技术安全隐患。一方面，部分设计人员在巷道设计时，未结合煤矿井下实际情况，忽视地质条件、煤层赋存差异，直接套用标准设计方案，导致巷道断面尺寸、支护方式与现场实际不符。例如，对于地质构造复杂、顶板破碎区域，巷道断面设计过窄，不仅影响到施工人员及设备通行，还会增加顶板压力，易引发冒顶事故。另一方面，部分车场选址不合理，设置在地质条件不稳定或顶板破碎区域，且车场线路布置混乱，曲率半径设计不符合煤矿井下运输安全标准，可能造成脱轨与翻车事故，威胁到井下作业人员安全^[4]。

3.3 车场与运输参数未优化

煤矿井下车场与运输系统，是煤炭开采、物料转运的关键环节，其参数设置合理性，直接影响到运输安全及施工效率，而当前部分煤矿车场与运输参数未科学优化，存在明显的不安全技术因素。在车场参数中，一些煤矿车场轨道间隙设置过小，轨道接头处衔接不平整，存在错台、缝隙过大等问题，可能导致车轮脱轨，引发运输安全事故。同时，车辆调车设备参数与运输车辆不匹配，调车速度过快、制动距离不足，都易导致车辆碰撞或追尾。在运输参数中，井下运输线路坡度、曲率半径

等参数设置不合理，未综合考虑运输车辆载重量来测算，导致车辆行驶过程中受力不均，增加机械故障风险。另外，部分煤矿未根据开采进度、运输量变化，合理调整车场与运输参数，增加运输系统负荷，影响施工效率。

3.4 缺乏信息技术的深度使用

当前煤矿行业向数字化、智能化转型，信息技术应用价值显著，但部分煤矿在采矿工程施工中，未深度使用信息技术手段，降低安全管控智能化水平，难以有效防范技术类安全隐患。一是安全监测，一些煤矿虽然引进了监测设备，但信息技术与监测系统融合深度不足，无法实现监测数据实时共享，导致监测范围较为狭窄，难以覆盖井下瓦斯、顶板、水害等关键风险点。并且，一些监测设备灵敏度不足，可能存在数据失真、预警不及时等问题，导致施工人员难以预判安全隐患。二是施工管理，部分企业未优化一体化安全管理平台，仍人工记录井下施工进度、设备运行状态等信息，易出现数据误差，降低施工全过程管控精度。三是信息技术人才短缺，现有施工人员信息素养匮乏，难以熟练使用智能设备与系统，降低信息技术利用率。

3.5 支护通风等工艺不完善

支护、通风是煤矿井下采矿施工的关键工艺，直接关系到井下作业环境安全，当前部分煤矿在支护通风等工艺方面存在不完善之处，属于典型的不安全技术因素。一些煤矿支护材料选用不合理，未结合井下地质条件、顶板压力等实际情况，导致强度与适配度不足，且支护施工流程不规范，存在支护间距过大、强度不足、锚固不牢固等问题，导致顶板下沉、冒顶等安全事故。另外，部分煤矿未优化通风系统内设计，降低其通风能力，无法实现井下空气有效循环，导致瓦斯与煤尘等有害气体积聚，增加爆炸风险。同时，若通风管路破损或漏风，将难以保障通风效果，进一步加剧井下作业安全风险。此外，部分煤矿在爆破、排水等辅助工艺方面，也存在不完善之处，增加采矿工程施工安全隐患。

4 采矿工程施工中不安全技术因素的应对措施

4.1 持续优化采矿技术设备

煤矿企业应持续优化采矿技术，保持采矿设备与时俱进，提升煤矿开采效率，进一步降低人工操作风险，强化采矿工程施工安全性。第一，企业应加大技术设备投入力度，基于煤矿井下地质条件，引入薄煤层采煤机、综采智能化控制系统等智能开采技术，逐步淘汰传统落后工艺，大力推广充填开采、绿色开采等技术，保障施工安全。第二，企业应构建设备全生命周期管理体系，定期检修、维护并升级设备，安排专业技术人员进行常态化巡检，并及时更换老旧、破损零部件，严禁设备违规超期运行。同时，还要搭建设备故障预警平台，实现故障

的早识别、早处置，为采矿工程安全施工奠定基础。第三，企业应促进采矿设备智能化升级，利用瓦斯巡检机器人、顶板监测机器人等替代人工，减少作业人员安全风险，还需升级设备安全防护装置，在运输机上加装防卡阻、防脱轨装置，提升采矿设备安全水平。

4.2 增强项目设计科学性

为更好地应对采矿工程施工的不安全技术因素，企业应增强项目设计科学性，实地勘察施工现场，优化巷道与车场设计细节，为后续安全施工奠定基础。首先，企业应组织专业技术人员深入井下现场，全面勘察煤层赋存情况、地质构造、顶板条件等参数，确保巷道、车场设计匹配现场实际，从源头避免设计隐患，推动开采作业高效、安全进行。其次，企业应根据井下通风与运输需求，科学设计巷道断面尺寸、坡度与支护方式，对于地质破碎、顶板不稳定区域，应适当扩大巷道断面，优化巷道布置^[5]。同时，还应合理规划车场选址与线路布置，基于煤矿运输安全标准设计曲率半径，预留足够的安全通道。再者，企业应组建专业的评审小组，包括技术专家、施工人员、安全管理人员等，全方位审核设计方案，重点排查其中潜在的技术安全隐患，并提出优化建议，确保设计贴合施工实际。

4.3 规范轨道与运输系统参数

企业应规范轨道与运输系统参数，基于煤矿井下轨道运输安全规范，合理设置车场轨道间隙，并动态调整运输参数，强化运输作业安全性。其一，企业应精细化处理轨道接头，避免出现错台或缝隙过大等问题，定期调校、维护轨道，确保轨道平整且牢固，同时选择高强度、耐磨的轨道材料，由此增强轨道使用安全性，进而提升采矿工程施工技术安全水平。其二，企业应根据运输车辆型号与载重量，精准测算车场调车速度与制动距离，合理设置调车设备参数，保证设备与运输车辆高度匹配。对于井下光线昏暗区域，还应加装照明设备与警示标识，减少车辆碰撞与追尾隐患。其三，根据煤矿开采进度与运输量，企业应及时优化井下运输路线坡度、曲率半径等参数，科学规划运输路线，避免运输系统负荷过大，还需设置运输流量监测装置，可实时监控运输状况，及时疏导拥堵车辆。

4.4 灵活运用信息化技术

针对采矿工程施工中的不安全技术因素，应灵活运用信息技术，借助智能化工具预判安全风险，为安全隐患排查提供有力支持，推动采矿工程数字化转型与升级。一是整合数据资源，企业应优化煤矿井下一体化安全监测平台，整合瓦斯、顶板、煤尘、水害等监测数据，实现监测数据实时共享，当监测参数超出安全限值时，系统可自动预警提示，确保安全隐患及时处置。二是推广智能化管控技术，企业应借助大数据、AI技术等，

深度分析多源监测数据，可精准预判安全风险发展趋势，为制定安全管理决策提供可靠依据。企业还需利用视频监控系统，实现井下施工全过程的可视化管控，有效保障作业规范性。三是加强技术人才培养，企业应组织系统化培训，强化井下施工人员、安全管理人员信息素养，并引进高素质、复合型人才，充分提高安全管控的智能化水平。

4.5 完善关键工艺与施工技术

企业应完善关键工艺与施工技术，包括支护、通风、爆破与排水等工艺，常态化优化工艺技术，更好地满足采矿工程施工安全管理需求。首先，企业应根据井下地质条件与顶板压力，选择高强度锚杆、锚索、U型钢支架等支护材料，并规范支护施工流程，控制支护间距、强度与锚固质量。在掘进工作面与采空区周边等高危区域，还需创新联合支护技术，进一步强化支护稳定性，进而防范冒顶与片帮事故。其次，企业应完善通风工艺，优化井下通风系统设计，选择更高效、节能的通风设备，确保通风能力满足井下作业需求，促进井下空气有效循环，可及时排出瓦斯、煤尘等有害气体。再者，企业应规范爆破与排水等辅助工艺，根据煤层厚度与地质条件，合理确定爆破药量与间距，并引入毫秒爆破等安全爆破技术，减少对顶板与巷道的破坏，降低瓦斯爆炸风险。

5 结束语

综上所述，采矿工程施工中，还存在诸多不安全技术因素，降低开采作业安全性。对此，文章提出持续优化采矿技术设备、增强项目设计科学性、规范轨道与运输系统参数、灵活运用信息化技术、完善关键工艺与施工技术 etc 方案，从多方面进行改善，有效化解施工中的潜在安全隐患，推动采矿工程施工高效、安全进行。

[参考文献]

- [1]周凯, 仇锦龙, 武传志. 试论采矿工程技术存在的问题及应对策略[J]. 冶金与材料, 2023, 43(08): 148-150.
- [2]冯连涛. 煤矿采矿安全管理与事故防范策略[J]. 内蒙古煤炭经济, 2025, (01): 94-96.
- [3]秦显宾, 徐伟, 李树强. 采矿工程中的采矿技术与施工安全研究[J]. 冶金与材料, 2023, 43(06): 17-19.
- [4]韩永生. 新时代采矿工程施工中不安全技术因素及对策[J]. 世界有色金属, 2022, (23): 37-39.
- [5]南亮亮. 采矿工程施工中顶板不安全技术因素控制研究[J]. 矿业装备, 2022, (03): 69-71.

作者简介：朱均，1980年11月16日，男，江西萍乡，汉族，本科，采矿工程（中级工程师），研究方向：采矿工程、采矿技术管理、采矿安全技术。