

煤矿采矿工程关键技术与安全管理工作要点

沈 瑞

内蒙古蒙泰不连沟煤业有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 010300

摘 要：煤矿采矿工程涉及井巷掘进、采煤工艺、矿井通风及灾害防治等关键技术，直接关系到矿井安全与生产效率。本文系统梳理了综掘一体化、综合机械化采煤、智能通风及多灾种防治等核心技术体系，并从安全风险分级管控、隐患排查治理两个维度构建安全管理框架，进一步明确掘进、采煤、运输及通防灾害防治等作业环节的安全管理要点，为煤矿企业实现标准化、智能化、安全化生产提供技术参考与管理指引。

关键词：煤矿采矿；采掘技术；安全管理；风险管控

引言：煤炭是我国能源结构的重要支柱，煤矿采矿工程技术水平与安全管理能力直接决定矿井生产效率与人员安全。随着开采深度增加、地质条件日趋复杂，瓦斯、水害、顶板、火灾等灾害风险叠加，传统技术与管理模式已难以满足安全高效生产需求。本文围绕煤矿采矿关键技术体系与安全管理工作要点展开系统论述，涵盖掘进、采煤、通风、灾害防治四大技术板块及风险管控、隐患治理、作业安全等管理内容，旨在为矿井安全生产提供系统性参考。

1 煤矿采矿工程关键技术体系

1.1 井巷掘进技术

井巷掘进技术是煤矿井下开拓布局的基础性核心技术，贯穿巷道开挖、围岩支护、出矸成型、环境防护等全施工流程，直接决定矿井开拓进度、巷道稳定性与井下作业安全。现阶段煤矿主流采用综掘一体化施工技术，配套综掘机、锚杆钻机、湿式除尘设备实现掘进、支护、除尘同步作业，彻底改善传统炮掘工艺效率低、成型差、安全隐患多的弊端。针对井下松软破碎岩层、高应力围岩、断层破碎带等复杂地质条件，配套应用锚网索联合支护、U型钢棚护、超前注浆加固等专项技术，有效约束围岩变形，防范片帮、冒顶事故。同时依托井下智能监测系统，实时采集巷道应力、围岩位移数据，动态优化掘进循环进尺与支护参数。

1.2 采煤工艺技术

采煤工艺技术是煤矿资源回采的核心工艺体系，涵盖破煤、装煤、运煤、工作面支护、采空区处理五大核心工序，需结合煤层厚度、倾角、地质构造及围岩条件科学选型适配。现代化大中型矿井以综合机械化采煤工艺为主体，依托采煤机、刮板输送机、液压支架成套

智能设备，实现自动化连续回采，大幅提升煤炭开采效率与资源回收率，降低人工劳动强度^[1]。针对薄煤层、急倾斜煤层、残采工作面等特殊开采场景，适配薄煤层综采、充填开采、掩护支架开采等特色工艺，有效破解复杂煤层开采难题。其中充填采煤工艺可有效控制采空区沉降，规避地表塌陷风险，实现绿色安全开采。智能采煤系统可自动调控设备工况、姿态参数，减少人为操作偏差，全面提升采煤作业标准化、智能化、安全化水平，适配矿井高效安全生产需求。

1.3 矿井通风技术

矿井通风技术是煤矿安全生产的保障性核心技术，主要作用是为井下各作业区域输送新鲜风流，有效稀释、排出瓦斯、粉尘、一氧化碳等有毒有害气体，调节井下温湿度与空气质量。现代矿井通风体系以机械强制通风为主、自然通风为辅，根据矿井开拓布局、开采范围、工作面分布，合理选用中央式、对角式、混合式通风模式，构建完整稳定的通风网络。通过精准测算通风阻力、风量配比、风流速度，规范布设风门、风墙、风筒、密闭等通风设施，杜绝风流短路、微风、无风等问题。依托智能化通风监测调控设备，实时动态监测井下风量、风速、气体浓度等关键参数，自动调节主扇、局扇运行状态。该技术能够持续保障井下空气环境达标，规避有害气体积聚超限风险，为井下采掘、运输、检修等所有作业筑牢安全通风屏障，是矿井安全生产的核心生命线。

1.4 矿井灾害防治技术

矿井灾害防治技术是针对煤矿典型重大灾害构建的综合性防控技术体系，主要覆盖瓦斯、水害、火灾、顶板、冲击地压、粉尘等灾害，贯穿矿井设计、生产、回

撤全流程。整套技术严格遵循“预防为主、综合治理”原则,各灾害防控技术针对性落地实施。瓦斯灾害采用超前抽采、实时监测、通风稀释、防爆阻爆技术,从源头管控瓦斯风险;水害依托超前探放水、疏水降压、帷幕注浆、隔水封堵技术,阻断水体涌入工作面;防灭火运用注氮、阻化剂喷涂、漏风封堵等技术,防治煤层自燃与外因火灾。顶板及冲击地压通过围岩监测、超前支护、卸压解危技术,规避围岩失稳破坏。同时融合智能监测、超前预警、应急处置技术,构建全方位立体化防控格局,有效降低灾害发生概率,规避人员伤亡和设备损毁事故,保障矿井安全稳定生产。

2 采矿工程安全管理体系

2.1 安全风险分级管控

安全风险分级管控是煤矿安全生产前置预防的核心管理制度,核心目的是实现风险源头辨识、分级管控、动态治理,从根本上防范安全事故发生。矿井结合采掘作业流程、地质条件、设备设施、岗位操作、环境因素等内容,定期开展全覆盖、全方位的安全风险辨识,重点排查瓦斯超限、透水、火灾、顶板坍塌、机械伤害等高危风险^[2]。根据风险发生概率、危害程度、影响范围,将风险划分为重大、较大、一般、低四个等级,建立标准化风险台账与管控清单。针对不同等级风险制定差异化管控措施,重大风险落实专项方案、专人值守、实时监测,中低风险落实常态化巡查管控。同时建立班组、工区、部门、矿井四级责任体系,动态更新风险台账,随采掘进度及时调整管控策略,构建全员参与、全程管控的前置安全防控体系。

2.2 隐患排查治理

隐患排查治理是煤矿安全闭环管理的关键环节,衔接风险分级管控工作,形成“风险预控、隐患治理”的双重安全防控体系。矿井建立三级常态化排查机制,包含班组日常排查、工区专项排查、矿井综合排查,全面覆盖采掘、通风、机电、运输、防灭火等所有生产系统。排查内容主要涵盖设备设施破损老化、现场违章作业、安全设施缺失、通风系统缺陷、气体超限隐患、管理漏洞等各类问题。对排查出的隐患实行分类分级登记,明确整改责任人、整改措施、整改时限和复查标准,落实“一隐患一方案”管理制度。整改完成后严格复验收,合格销号、不合格督办整改,实现闭环管控。

3 采掘作业安全管理要点

3.1 掘进作业安全管理

掘进作业安全管理覆盖井下巷道开挖、临时支护、

永久支护、出矸运输、设备操作全流程,是防范片帮冒顶、透水、机械伤害、瓦斯超限事故的关键管理工作。作业前必须开展班前风险辨识,全面检查作业区域围岩状态、通风条件、瓦斯浓度及设备完好情况,确认无隐患后方可开工。作业过程中严格遵守作业规程,严控循环进尺,坚决杜绝超挖、空顶作业,临时支护必须紧跟迎头,及时封闭裸露围岩。综掘设备操作人员必须持证上岗,严禁设备带病运行、违规操作,设备运转期间严禁人员靠近危险区域。安排专人实时监测围岩动态和气体浓度,发现顶板破碎、渗水、气体超限等异常立即停工撤人。作业结束后及时完善永久支护、清理现场,并强化人员安全教育,杜绝违章指挥和违章作业,全方位把掘进作业安全^[3]。

3.2 采煤作业安全管理

采煤作业安全管理针对综采工作面回采全流程开展管控,重点防范顶板冒落、煤壁片帮、瓦斯超限、机械伤害、采空区有害气体涌出等安全风险。作业前需全面检查采煤机、液压支架、刮板输送机等核心设备运行状态,校验瓦斯监测、断电闭锁、报警装置的可靠性,确保安全防护设施齐全完好。作业期间严格按照工艺参数施工,合理控制采高与推进速度,液压支架及时跟进支护,保证支护强度达标,严禁空顶作业。严禁人员在煤壁侧、支架空档等危险区域停留,设备运行时禁止跨越设备和违规检修。作业全程实时监测瓦斯、粉尘浓度,及时开启喷雾降尘装置,保障通风稳定。采空区严格执行安全规程,规范放顶、充填作业,每日开展工作面隐患排查整改,规范岗位操作,杜绝各类违章行为,保障采煤作业安全有序推进。

3.3 运输作业安全管理

运输作业安全管理涵盖井下皮带运输、轨道运输、绞车辅助运输等各类运输场景,是防范跑车、皮带撕裂、人员伤亡、物料坠落事故的重要管理内容。井下所有运输作业必须严格执行专项安全规程,作业前细致检查运输设备、轨道、连接装置、防护设施的完好性,及时整改轨道变形、皮带跑偏、部件失效等隐患。皮带运输严禁人员跨越、触摸运转部位,严禁超负荷运煤和载人,及时清理沿线杂物,防止设备堵塞撕裂。轨道运输严格控制矿车装载量,规范挂钩连接和制动操作,运输区段设置警戒,禁止行人通行。绞车作业实行专人专岗、专人监护,严控运行速度,杜绝超速、跑车风险。

4 通防与灾害防治安全管理要点

4.1 通风系统安全管理

通风系统安全管理是矿井通防安全的核心工作,主要用于保障井下通风系统稳定可靠、风量充足均衡、风

流有序可控,杜绝微风、无风、风流短路、通风紊乱等重大隐患。矿井建立通风系统常态化管控机制,定期检查主通风机、局部通风机的运行工况,校验设备自动切换、故障报警、断电保护功能,确保通风设备连续稳定运行。日常常态化巡查井下风门、风墙、风筒、密闭等通风设施,及时修复破损漏风、失效设施,保障通风设施完好合规。精准测算各工作面、硐室的需风量,科学调配通风网络,合理优化风流走向。巷道贯通、系统改造、设施调整前必须编制专项安全措施,审批后方可施工。依托智能监测系统实时监控通风参数,定期开展通风系统隐患排查整改,全面保障矿井通风系统安全、稳定、高效运行。

4.2 瓦斯防治安全管理

瓦斯防治安全管理严格遵循“先抽后采、监测监控、以风定产”的核心方针,是防控瓦斯积聚、超限、爆炸等重大事故的核心管理工作。矿井全面落实瓦斯超前治理理念,对采掘工作面及煤层围岩瓦斯实施预抽和边采边抽,从源头降低煤层瓦斯含量,减少工作面瓦斯涌出量。健全全覆盖瓦斯监测监控系统,在巷道高点、工作面、机电硐室等关键位置布设传感器,实现瓦斯浓度实时监测、超限报警、自动断电闭锁。作业全过程常态化检测瓦斯数据,一旦出现超限立即停工撤人,排查处置隐患并验收合格后方可复工。严格管控井下火源,严禁电气失爆、违规动火,彻底杜绝瓦斯引爆源头。定期维护瓦斯抽采设备与管路,强化岗位人员实操培训和应急演练,全方位构建闭环式瓦斯安全防控体系。

4.3 水害防治安全管理

水害防治安全管理严格执行“预测预报、有疑必探、先探后掘、先治后采”的工作准则,重点防控老空水、断层水、承压水、地表水引发的透水事故。矿井提前开展井田水文地质勘探,查清含水层、积水区、断层导水通道分布情况,建立完整的水文台账和水害风险分布图。所有采掘作业施工前,必须开展超前探放水作业,精准探测前方水体位置、水量、水压,精准排查水害隐患。针对探明的水害风险,采取疏水降压、注浆封堵、隔水加固、巷道改道等针对性治理措施,彻底消除透水隐患^[4]。日常常态化排查工作面、巷道渗水涌水异常,定期检修维护排水泵、管路、水仓等排水系统,

保障矿井排水能力满足最大涌水需求,同时完善应急预案,定期演练,提升水害应急处置能力。

4.4 防火安全管理

防火安全管理主要针对矿井煤层自然发火和外因火灾两大风险,构建常态化、全覆盖的井下防火管控体系,有效杜绝火灾事故发生。内因防火聚焦易自燃煤层,通过实时监测井下一氧化碳、温度、氧气等关键指标,精准预判发火隐患,采用注氮防灭火、注浆充填、喷洒阻化剂、封堵漏风通道等手段,减少煤层氧化积热,从源头遏制自然发火。外因防火重点管控井下火源,严格规范机电设备安装运维,杜绝电气短路、设备过热起火,严禁井下违规动火、存放易燃易爆物品。作业现场配齐灭火器、消防沙、消防管路等消防设施,并定期检修维护,确保随时可用。重点排查采空区、高冒区、机电硐室等防火关键区域,及时整改漏风、积热隐患,完善火灾应急机制,常态化开展演练,提升人员火情处置与紧急避险能力。

结束语

煤矿采矿工程关键技术与安全管理是保障矿井安全高效生产的两大核心支柱。本文从掘进、采煤、通风、灾害防治四大技术体系出发,结合风险分级管控、隐患排查治理及各作业环节安全管理要点,构建了较为完整的技术与管理框架。随着智能化、信息化技术深入应用,煤矿安全管理正向精准化、实时化方向演进。煤矿企业应持续推进技术升级与管理创新,强化全员安全责任意识,切实筑牢安全生产防线,推动行业高质量发展。

参考文献

- [1] 孙长升. 煤矿采矿工程关键技术与安全管理工作要点 [J]. 大众标准化, 2025(4): 37-39.
- [2] 张环. 探析煤矿采矿工程关键技术与安全管理工作要点 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2023(13): 100-102.
- [3] 王子胜, 魏振国. 煤矿采矿工程关键技术与安全管理工作要点研究 [J]. 工程建设与发展, 2025, 4(6): 218-220.
- [4] 陈嘉慧, 李美晨, 薛亚军. 煤矿工程采矿关键技术与安全监督管理思考探讨 [J]. 中国公共安全, 2025(12): 62-64.