

高瓦斯矿井采煤巷道布置安全保障技术研究

郑亚强

开滦(集团)有限责任公司钱家营矿业分公司

DOI:10.12238/pe.v3i3.13614

[摘要] 本文围绕高瓦斯矿井采煤巷道布置的安全保障技术展开研究,分析了瓦斯赋存特征、巷道布置方式、通风系统设计及瓦斯抽采技术等关键环节,并提出了相应的对策与优化措施。研究表明:科学合理的巷道布置是防范瓦斯灾害、实现矿井安全生产的重要保障。

[关键词] 高瓦斯矿井; 采煤巷道; 安全保障

中图分类号: TD353 **文献标识码:** A

Research on safety guarantee technology of coal mining roadway layout in high gas mine

Yaqiang Zheng

Qianjiaying Mining Branch of Kailuan (Group) Co., LTD.

[Abstract] This paper focuses on the safety assurance technology for the layout of coal mining roadways in high-gas mines. It analyzes key aspects such as gas occurrence characteristics, roadway layout methods, ventilation system design, and gas extraction technology, and proposes corresponding countermeasures and optimization measures. A scientifically sound and reasonable roadway layout is a crucial guarantee for preventing gas disasters and ensuring mine safety production.

[Key words] high gas mine; coal mining roadway; safety guarantee

高瓦斯矿井在煤炭开采过程中易发生瓦斯突出等安全事故,严重威胁作业人员生命安全和矿井生产稳定,因此科学合理地布置采煤巷道对于有效控制瓦斯涌出、提高通风效率及保障施工安全具有重要意义,其是当前煤矿安全生产技术研究的重要方向之一。

1 高瓦斯矿井采煤巷道布置的概念

高瓦斯矿井采煤巷道布置是指在高瓦斯矿井中,根据煤层赋存条件、瓦斯赋存规律及通风系统要求,科学规划和设计工作面及其相应巷道(如运输巷、回风巷、切眼等)的位置、走向与排列方式,其目的是在确保煤炭高效开采的同时有效防范瓦斯事故的发生,保障矿井安全生产,合理的巷道布置不仅能优化通风系统,提高瓦斯抽采效率,还能减少瓦斯积聚和突出风险,该过程需综合考虑地质构造、煤层厚度、瓦斯含量、采掘工艺以及通风与排水等因素,这是高瓦斯矿井安全技术管理中的关键环节^[1]。

2 高瓦斯矿井采煤巷道布置安全保障的重要意义

2.1 降低瓦斯浓度

在高瓦斯矿井中,瓦斯浓度的控制是保障矿井安全生产的核心内容之一。瓦斯作为一种易燃易爆气体,当其浓度达到爆炸极限时极易因火花、电器故障或其他引火源引发爆炸事故,对井下作业人员生命安全构成严重威胁,因此通过科学合理的巷道

布置有助于加强通风管理,促进瓦斯稀释和有序排放,从而有效降低局部区域瓦斯浓度,减少瓦斯积聚风险,特别是在采煤工作面、回风巷等关键区域,通过优化巷道位置与走向可以实现风流均衡分布,提升整体通风效率,确保空气流通顺畅,有效稀释高浓度瓦斯,降低事故发生概率^[2]。降低瓦斯浓度还有助于为其他安全措施的实施创造良好条件,例如在瓦斯浓度较低的环境下,瓦斯抽采设备运行更稳定,监测系统更灵敏,防突设备也能更有效地发挥作用,合理的巷道布置配合瓦斯抽采系统可提前将煤层中的瓦斯抽排至安全浓度以下,从源头减少作业面瓦斯涌出量,同时瓦斯浓度的降低还能提高作业人员的工作环境质量,减少因瓦斯引起的中毒或窒息事件,降低瓦斯浓度是高瓦斯矿井采煤巷道布置中最重要的安全保障目标之一,其对提升矿井整体安全水平具有重要意义。

2.2 提高通风效率

在高瓦斯矿井中,提高通风效率是实现采煤作业安全、控制瓦斯危害的关键措施之一。通风系统的效率直接决定了井下空气的流通质量和瓦斯的稀释、排出能力,通过科学合理的采煤巷道布置可以有效优化风流路径,减少通风死角,提升风流穿透能力,从而加速瓦斯与有毒有害气体的稀释与排放,特别是在采煤工作面、掘进面和回风通道等关键区域合理设置进风巷与回风巷有助于形成稳定、有效的风流循环,确保各作业区空气清新、

安全达标,这不仅降低了瓦斯积聚和爆炸风险,也为井下作业人员创造了良好的工作环境^[3]。提高通风效率还对实现矿井的现代化管理和智能化监控具有重要推动作用,高效的通风系统使得气体监测设备能够更准确反映各区域瓦斯浓度变化,便于实时预警和风险评估,同时通风效率的提升还能降低矿井能耗,提高通风设备运行的经济性,在多工作面或复杂地质条件下良好的巷道布置有助于风量均衡分配,防止因局部风压不足而导致瓦斯积聚,增强整个矿井的抗风险能力,因此提升通风效率不仅是高瓦斯矿井实现本质安全的重要技术支撑,更是保障矿工生命安全和矿井稳定运行的基础性工程措施。

2.3减少瓦斯积聚

在高瓦斯矿井中,瓦斯积聚是引发爆炸事故的主要隐患之一。由于煤层瓦斯含量高且释放速度快,若通风不畅或巷道布置不合理极易在工作面、掘进头、上隅角等区域形成瓦斯积聚,严重威胁矿工生命安全和矿井生产秩序,通过科学的采煤巷道布置可以有效避免风流短路和通风盲区的出现,从而防止局部区域气流停滞,使瓦斯得到及时稀释和排出,特别是合理设置进风与回风系统、加强局部通风和瓦斯抽采协同配合有助于形成稳定的气流通道,有效控制瓦斯在井下各作业区域的浓度水平,减少瓦斯积聚不仅有助于降低爆炸和中毒等事故风险,还能提升矿井的整体安全管理水平。在巷道布置过程中,若结合瓦斯赋存规律、地质构造特征与开采工艺需求进行精细化设计不仅能提高抽采效率,还能提前预判瓦斯聚集趋势,采取针对性措施进行干预,例如合理设置瓦斯导排通道和抽采钻孔位置有助于在瓦斯积聚初期进行高效抽采,防止其浓度持续上升,同时配合现代瓦斯监测与自动化通风调控系统,更能实现对瓦斯积聚的实时感知与智能控制,因此减少瓦斯积聚不仅是采煤巷道布置的重要目标,更是实现高瓦斯矿井本质安全管理的基础保障。

2.4防止瓦斯突出

瓦斯突出是高瓦斯矿井中最为严重和突发性强的灾害之一,其具有瞬时性强、破坏力大、难以预警等特点,极易造成人员伤亡和设备损毁,科学合理的采煤巷道布置是防止瓦斯突出的重要手段之一,通过优化巷道走向、开采顺序与布置方式能够降低煤层应力集中,减缓瓦斯释放速度,从而有效降低瓦斯突出的诱发条件,同时合理设置抽采巷道和卸压通道有助于提前释放煤层瓦斯压力,实现“先抽后采”“边抽边采”的安全开采模式,显著减少瓦斯突出的发生概率^[4]。巷道布置的科学性还直接关系到瓦斯监测、防突预警和应急处置的效果,在突出危险区域通过设置避灾硐室、加强通风系统和布置密集监测点可以实现对瓦斯压力和浓度变化的实时感知,提升突发事件响应能力,合理布置的巷道有利于打通安全疏散路线,提高人员逃生成功率,降低突发事故造成的损失,同时配合综合防突措施能够在源头上控制瓦斯积聚和应力集中,为煤层安全开采提供有力保障,因此在高瓦斯矿井中防止瓦斯突出的根本在于科学的巷道规划和系统的安全保障体系建设。

3 高瓦斯矿井采煤巷道布置安全保障技术分析

3.1 瓦斯赋存特征

在高瓦斯矿井的采煤过程中,准确掌握瓦斯赋存特征是制定安全保障技术对策的前提。瓦斯在煤层中的赋存形式包括游离态、吸附态和溶解态,其分布受地质构造、煤层厚度、埋藏深度、裂隙发育程度等因素影响显著,因此工程师可以通过地质勘探、瓦斯抽采试验等手段全面掌握煤层瓦斯含量、压力、解吸能力及其空间分布规律,基于这些特征分析可以科学划分瓦斯富集区、突出现象活跃区与低风险区,为后续巷道布置和开采顺序的确定提供可靠依据,针对不同瓦斯赋存特征应采取分区分类管理与有针对性的防治措施。对于瓦斯含量高、压力大的区域应优先采用区域预抽、定向钻孔抽采和煤层卸压等措施,提前降低瓦斯浓度与应力水平,在巷道布置上应避免构造破碎带与瓦斯突变带,优先布置在瓦斯分布相对均匀、地质条件稳定的区域,同时工程师可以结合瓦斯赋存动态变化特点,构建智能化瓦斯监测系统,实现瓦斯浓度、压力和流量的实时监控,并通过自动通风调控系统进行联动响应,通过上述技术对策的实施可有效降低高风险区瓦斯突出的可能性,增强矿井整体的防突能力,确保采煤作业安全稳定进行。

3.2 巷道布置方式

在高瓦斯矿井中,巷道布置方式对矿井安全生产具有决定性影响。不同的巷道布置方式直接关系到瓦斯抽采效率、通风系统运行效果以及防突措施的实施空间,常见的巷道布置方式包括平行布置、对角布置、走向布置和倾斜布置等,每种布置方式都需根据煤层倾角、瓦斯赋存条件、通风需求及开采工艺进行合理选择,例如平行布置适用于通风路径明确、抽采便捷的条件,而对角布置则有利于增强通风灵活性和减少风流短路,合理的布置方式应避免形成通风盲区与瓦斯积聚点,同时为瓦斯抽采和防突钻孔的布设提供有利空间^[5]。在实际工程中,巷道布置还需兼顾多个工作面协同作业的需要,确保通风系统稳定运行和风量均衡分配,布置不当容易造成风流混乱、瓦斯稀释不充分甚至引发局部超限,埋下事故隐患,因此在设计阶段应结合矿井总体通风网络对主通风巷道、进风巷、回风巷进行系统性优化,确保主辅风流路径清晰、分区明确,此外工程师还应充分考虑未来采掘推进的需要,预留瓦斯抽采与应急疏散的通道,提升整个矿井系统的安全冗余能力,科学的巷道布置方式不仅是实现高瓦斯矿井本质安全的重要保障,也是煤矿实现高效、绿色开采的重要技术基础。

3.3 通风系统设计

在高瓦斯矿井中,通风系统设计是确保井下作业安全、控制瓦斯浓度的关键环节。合理的通风系统设计应根据矿井的地质结构、巷道布置及采掘工艺等实际情况,科学规划进风与回风路径,实现风流的高效组织与均衡分配,通过设置主通风机、局部通风机、风门、风筒等设施可以构建完善的通风网络,可以确保新鲜空气及时送达工作面,同时将有害气体迅速排出井外,工程师可以在设计过程中还应充分考虑各工作面之间的通风协调,

避免风流短路、串联或逆流现象的发生,确保每个作业区均有充足、稳定的风量。高瓦斯矿井通风系统设计还需兼顾瓦斯抽采系统的配合与智能监控功能,现代矿井通风系统正逐步实现自动化与信息化能够通过实时监测瓦斯浓度、风速、风压等参数,实现风量的动态调节与智能控制,当局部瓦斯浓度异常升高或风流异常时,系统能够自动调节风流方向与风量,配合抽采系统快速排放瓦斯,降低事故风险,同时通风系统还需具备良好的应急能力,在发生突发事件(如瓦斯爆炸、设备故障)时能够迅速切换备用通风线路或启动应急通风设施,为人员疏散和事故处理提供保障,因此科学、高效、智能化的通风系统设计是高瓦斯矿井采煤巷道布置中不可或缺的重要组成部分,对实现矿井本质安全具有重要意义。

3.4 瓦斯抽采技术

瓦斯抽采技术是高瓦斯矿井安全保障体系中的核心技术之一,其目的是在煤层开采前或开采过程中,将瓦斯从煤体或围岩中高效抽出,降低瓦斯含量和压力,从源头上防止瓦斯突出和超限积聚。科学的巷道布置为瓦斯抽采提供了良好的作业条件,如布设专用抽采巷、钻孔通道和导排系统等,常用的瓦斯抽采技术包括顺层钻孔抽采、穿层钻孔抽采、高负压抽采和定向长钻孔抽采等,这些技术需结合煤层瓦斯赋存特征进行灵活选择与组合使用,工程师可以在抽采前期还可结合压裂、水力割缝等增透措施,提高煤体渗透性,从而提升抽采效率。在安全保障技术分析中,瓦斯抽采不仅要实现“抽得出”,更要实现“抽得净、抽得稳”。抽采系统必须与通风系统紧密配合,合理控制风压与抽采负压,防止因负压失衡导致瓦斯倒灌或抽采效率降低,同时抽采过程应配备完善的监测设备,实时掌握各抽采孔瓦斯浓度、流量和负压变化,确保抽采效果符合预期。工程师可以在巷道布置

阶段应优先规划瓦斯富集区的抽采孔分布与钻探走向,形成全覆盖、高效率的抽采网络,此外抽采系统还需具备应急处理能力,在抽采异常或瓦斯突涌时能够及时切换系统或启动补抽方案。总之,高效、精准与智能化的瓦斯抽采技术是实现高瓦斯矿井采煤作业安全、提高灾害防控能力的关键保障。

4 结语

高瓦斯矿井采煤巷道布置的安全保障技术是实现煤矿安全、高效生产的重要基础。通过科学分析瓦斯赋存特征、优化巷道布置方式、完善通风系统设计和提升瓦斯抽采技术水平,能够有效降低瓦斯灾害发生的风险,保障矿工生命安全与作业环境稳定。未来矿井应不断加强技术创新与智能化应用,推动高瓦斯矿井安全管理体系向精细化、智能化方向发展,全面提升矿井本质安全水平。

[参考文献]

- [1]张智巍.连续采煤机在高瓦斯矿井巷道掘进中的应用[J].矿业装备,2024(8):142-144.
- [2]刘浩东.高瓦斯矿井综采工作面瓦斯治理技术研究[J].西部探矿工程,2024,36(3):53-55.
- [3]唐华,黄文.恒泰煤矿瓦斯赋存特征及“三区联动”抽采技术研究[J].内蒙古煤炭经济,2023(12):70-72.
- [4]王艳龙,牛冠宇,高成章,等.高瓦斯矿井沿空留巷瓦斯治理技术研究与应用[J].煤炭与化工,2023,46(7):107-109.
- [5]王海.新鸿发煤矿薄煤层采煤工作面切顶卸压留巷技术[J].现代矿业,2024,40(2):113-115.

作者简介:

郑亚强(1990--),男,汉族,河北赵县人,本科,工程师,从事的研究方向:采煤。