

The Application of the Technology of Leaving the Roadway Along the Empty Roadway in the Filling Mining Face of a Mine

Zhanxiao Ma

Shanxi Fangshan Jinhui Kaichuan Coal Industry Co., Ltd., Lvliang, Shanxi, 033102, China

Abstract

This paper conducts an in-depth study on the application of goaf retention technology in a certain mine's backfill mining face. By analyzing the principle of goaf retention technology and its advantages in mine backfill mining, it explores the specific application methods and effects of this technology in practical operations. The results show that the technology of leaving roadways along the empty roadway can effectively improve the recovery rate of mineral resources, reduce the maintenance cost of roadway, and have a positive impact on the safety production of mines. In addition, the successful implementation of the ventilation roadway retention process has accumulated rich practical experience and theoretical basis for the subsequent empty roadway retention technology.

Keywords

retention technology along the empty roadway; mine filling mining; face; roof anchor cable support

沿空留巷技术在某矿山充填开采工作面中的应用

马占晓

山西方山金晖凯川煤业有限公司, 中国·山西 吕梁 033102

摘要

论文针对某矿山充填开采工作面中沿空留巷技术的应用进行深入研究, 通过分析沿空留巷技术的原理及其在矿山充填开采中的优势, 探讨该技术在实际操作中的具体应用方法和效果。研究表明, 沿空留巷技术能够有效提高矿产资源的回收率, 减少巷道维护成本, 对矿山的安全生产具有积极影响, 并基于上述研究提出相应的技术改进措施, 以此为同类煤矿充填开采相关工程实施提供依据和借鉴。此外, 通风巷道的沿留工艺成功实施, 为后续的沿空留巷技术积累丰富的实践经验和理论依据。

关键词

沿空留巷技术; 矿山充填开采; 工作面; 顶板锚索支护

1 引言

随着矿产资源的日益紧张和开采技术的不断进步, 如何高效、安全地进行矿产资源的开采成为矿业领域关注的焦点。沿空留巷技术作为一种新型的矿山开采技术, 其在提高资源回收率、降低生产成本以及保障矿山安全方面展现出显著优势。论文旨在通过对某矿山充填开采工作面中沿空留巷技术应用的分析, 为类似矿山的开采提供参考和借鉴。

2 沿空留巷技术相关分析

2.1 技术原理

沿空留巷技术是一种在煤矿开采中应用的技术, 它主要应用于采煤工作面的回采过程中。技术的核心在于在采

煤工作面推进后, 保留部分巷道不进行回填, 而是将其作为通风、运输或安全出口等用途的巷道^[1]。沿空留巷技术可以有效减少巷道掘进量, 提高煤炭资源的回收率, 同时也有助于改善矿井通风条件和提升矿井的安全生产水平。

沿空留巷的关键在于巷道的支护技术。需要采用高强度、高可靠性的支护材料和方法, 以确保留设巷道的稳定性和安全性。常用的支护方式包括锚杆支护、锚索支护、锚网支护等^[2]。通过合理设计支护参数和施工工艺, 控制巷道围岩的变形, 保持巷道的完整性和使用功能。这通常涉及对围岩应力分布的分析和预测, 以及对围岩变形规律的研究。且在采煤工作面推进过程中, 需要对留设的巷道进行定期检查和维修, 以防止围岩过度变形或支护结构失效。

2.2 应用优势

①提高资源回收率、减少巷道掘进量。通过沿空留巷技术, 可以最大限度地回收煤柱资源, 减少煤炭资源的浪费。

【作者简介】马占晓(1986-), 男, 中国河北邢台人, 本科, 助理工程师, 从事煤矿采掘研究。

沿空留巷技术可以利用已有的巷道，避免新掘巷道的需要，从而减少巷道掘进量和相关成本。留巷后，可以增加相邻工作面的长度，提高单个工作面的生产能力。

②改善矿压控制、降低通风阻力。沿空留巷可以作为下一个工作面的支撑，有助于控制矿压，减少顶板事故的发生。留巷后，可以形成更合理的通风系统，降低通风阻力，提高通风效率^[3]。减少巷道掘进量和煤柱开采，有助于减少对地表和生态环境的破坏。上述优势综合起来，可以降低生产成本，提高经济效益。

3 工程概况

在唐山某矿区的 F5002 作业区在穿越 701 通道后，其轨道运输链条出现断裂，这直接导致作业末期设备搬运的阻碍。为确保设备能够顺畅地撤回，在开采阶段特别采用沿空留巷技术，对通风巷道进行加固，确保设备能够在作业完成后通过 701 系统顺利撤出。

此外，这一措施也为后续作业区的顺利接替预先准备一条巷道，有效降低接替作业区的挖掘工作量。F5002 作业区位于平均厚度为 2.4m 的煤层中，煤层的平均倾斜度为 13°^[4]。

该作业区巷道矩形断面，巷宽 4.2m、巷高 3.2m，净断面 13.44m²。其支护情况为：顶板使用 $\phi 20 \times 2000\text{mm}$ 左旋无纵筋螺纹钢锚杆配合 $\Phi 4.5 \times 1000 \times 2000\text{mm}$ 金属网和 $\Phi 12 \times 70 \times 3800$ 梯子梁支护，每排布置 5 根锚杆，间排距 900×900mm。使用 $\phi 17.8 \times 6300\text{mm}$ 锚索配合 300×300×10mm 钢托盘支护，锚索间排距 1600×1800mm。两帮使用 $\Phi 20 \times 2000\text{mm}$ 螺纹钢锚杆配合 120×120×10mm 的钢托盘支护，每排布置 4 根锚杆，间排距 850×900mm。

4 沿空留巷技术的应用

4.1 巷道支护

在矿井通风系统中，确保通风道的稳定性和安全性是至关重要的。为增强通风道沿空留巷顶部的支撑结构，本项目计划在通风道前方超出工作面 30m 的位置增设顶部锚索（图 1）。这一措施将显著提升沿空留巷顶部的稳定性，减少因地质活动或开采作业引起的潜在风险。锚索的布置将采用双排形式，平行于沿空留巷的走向，以确保均匀的支撑力分布。锚索之间的间距将严格控制在 3.0m 以内，以保证支撑效果的最大化。

此外，为确保通风道沿空留巷的长期稳定性和作业人员的安全，本项目对保留沿空留巷后的断面尺寸提出明确的要求。首先，从通风道尽头的支架后 8.0m 处开始，废石袋墙与沿空留巷侧壁之间的最小距离必须保持在 4.0m 以上。这一距离的设定考虑到废石袋墙的稳定性和沿空留巷侧壁的承重能力，确保在废石袋墙发生位移或变形时，不会对沿空留巷结构造成影响。其次，沿空留巷的宽度和高度也必须

满足一定的标准。沿空留巷的宽度不得少于 3.8m，这一宽度足以保证通风效果和人员通行的便利性。最后，沿空留巷的高度不得低于 2.5m，以确保作业人员在沿空留巷内有足够的空间进行作业，避免因空间限制而产生的安全隐患。沿空留巷的高度和宽度的设定，综合考虑通风需求、人员安全以及设备运输的便利性。

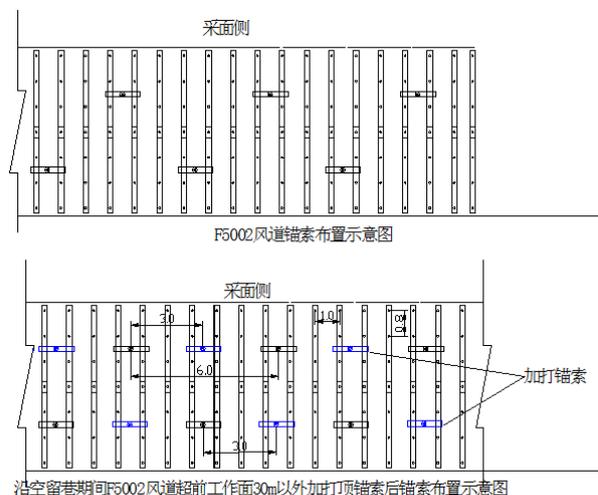


图 1 F5002 风道超前工作面加密锚索布置示意图

通过这些细致的规划和设计，本项目旨在为矿井通风系统提供一个既安全又高效的作业环境。增设的顶部锚索和严格的断面尺寸要求，将为矿井通风沿空留巷提供坚固的支撑，确保矿井内部的通风系统稳定运行，为矿工提供一个安全的工作环境。这些措施的实施，将有助于提升矿井的整体安全水平，减少因通风道不稳定带来的风险，保障矿井的长期稳定运营。

4.2 采空区一侧的支撑

在矿井或隧道工程中，保留沿空留巷后的填充区稳定性是至关重要的。为确保这一区域的安全，必须采取一系列的加固措施。

第一，在填充区一侧的升高板上，紧靠放置一排废石袋，形成一道坚固的屏障。这些废石袋的宽度至少要达到 0.8m，高度则要与保留沿空留巷的高度相等，确保其顶部能够紧密接触，从而形成一个连续的支撑面。

第二，放置好废石袋之后，接下来的步骤是在通风道尽头支架后不超过 4.0m 的位置，每隔不超过 3.0m，紧贴废石袋墙树立一根截面积为 0.15m×0.17m 的木支柱。这些木支柱的顶端需要紧贴顶部，并且略微倾向填充区 1°~3°，这样的倾斜角度有助于更好地分散顶部的压力，从而增强结构的稳定性。

第三，在距离端头支架尾梁后不超过 20m 的位置，需要在距离废石袋不超过 1.2m 的沿空留巷顶部，每隔不超过 3.0m 补充打入一颗锚索。锚索的使用是为进一步加固顶部结构，防止由于上方岩石的移动或压力变化导致的不稳定。

锚索的设置可以有效地将上方的岩石固定,减少对废石袋墙的压力。

通过上述措施,可以确保保留沿空留巷后的填充区具有足够的稳定性,从而为矿井或隧道的工作人员提供安全的工作环境。这些措施的实施需要严格按照工程标准和安全规范进行,以确保每一个环节都达到预期的安全效果。在实际操作过程中,还需要考虑到现场的具体条件,如地质结构、填充材料的性质等因素,以作出相应的调整和优化。

4.3 充填设计

巷道保留技术中,填充方案设计占据着核心地位,其涵盖填充物料、填充流程以及填充结构的设计要点。在选择填充物料时,必须依据矿山的地质状况及采矿工艺的具体需求进行决定,常见的填充物料包括膏状物、高聚材料以及各类固体废弃物等。膏状物料因其出色的流动和填充特性,适用于地下作业的填充;高聚材料因其卓越的强度和稳定性,适用于对采空区进行高强度填充;而尾矿等固体废弃物用作填充物料,不仅有助于环境保护,还能有效降低采矿成本。

填充流程的确定需结合填充物料的属性及矿山生产实际,涉及填充方法、填充速率和填充次序等多个方面。如膏状物料填充通常采取泵送方式;高聚材料则需通过压力灌浆手段进行填充。在确定填充次序时,还需考虑采空区顶部岩层的位移与破坏模式,确保填充结构的稳固性。

5 沿空留巷安全保证措施

①在工作面的两个出口处设置1套 ZT-8800-16/30 型端头充填式液压支架,对两个出料口分别进行支护。沿空留巷结束后,在距充填区这一端的尾梁后 2m 处不超过 2.0m 处进行一次提升,提升高度为 0.7~0.8m,提升板采用 HDJA-1200 金属铰链式顶板与单体支柱一梁一柱组合而成,单个立柱顶部朝充填区倾斜 $1^{\circ} \sim 3^{\circ}$ 。

②防护风道出口顶部的锚杆、锚索:在移动机尾部和 44 组的时候,要在支架的上面垫上木板,以防止在移动装置尾部的升降过程中,顶锚杆螺母和锚索锁具以下部分可以弯曲,顶锚杆螺母和锚索锁具以下部分可以弯曲。

③强化采场后的充填质量:充填率应不低于 1.3,并尽可能减小一组至 43 组架后充填区顶板与顶板之间的距离。

④当沿空留巷工作面出现明显的矿压时,应及时对工作面来压较大的巷道进行补帮,并要求每条巷道至少要有一根的煤柱。

⑤断层断裂带、变质岩带和压力异常区的空气传输通道;当巷道顶板假板等复杂地质情况下,在特定位置,对顶板进行加密处理。在留巷中,如果在顶板上设置加密的锚索,则可以不打贴帮支柱,从而提高留巷的安全性。

⑥工人应在有效支撑下工作,禁止在无支护区内进行。

⑦在进行沿空留巷的过程中,应严格执行“敲帮、敲顶、

清底”的原则,并在寻找过程中,安排专人在旁观察。清理时,要先用长柄器清理顶部的浮矸,确定没有危险后再进行。在堆放矸石的过程中,要将起码得笔直、牢固、牢固。尽可能地减小小空间及空袋与顶板之间的间隙,以减小空隙量。

⑧若在风管末端支架后方出现顶锚和锚索失效,则在其附近不超过 0.3m 处进行补作等效支护,或在其附近增设单体支柱。

⑨沿空留巷的监控装置:在机尾梁后沿空留巷间隔 50m 处布设一台监测装置。

⑩沿空留巷中瓦斯和有害气体治理:在充填区两侧,每 80m 铺设一根 1.2m 长 6 分铁管,铁管露出 0.2~0.3m,铁管的另一端延伸到充填区,铁管与顶板之间的距离不超过 0.5m,裸露在外的一面用胶带封住。

6 支护效果分析

在完成 F5002 采煤工作面的回采作业之后,矿井保留一段长达 350m 的空巷。为确保矿井安全,该空巷内每隔 50m 便设置一套顶板监测仪器,以实时监控巷道顶部的状况。监测数据显示,空巷顶部下沉幅度介于 50~200mm 之间,这表明顶板状况总体稳定,但仍有一定程度的下沉。同时,煤壁出现轻微的位移,这可能是由于顶板下沉和采空区压力变化引起的。幸运的是,底板隆起现象并不显著,这有助于保持巷道的完整性和稳定性。

为进一步确保安全并为下一阶段的开采工作做准备,矿井对局部底板进行清理处理。这一措施不仅消除潜在的安全隐患,还为工作面支架及相关设备的撤出和转运提供便利。经过清理和处理后,设备的撤出工作得以顺利进行,没有发生任何安全事故。

7 结语

综上所述,采用沿空留巷技术,有效地精简回采阶段物料运输的环节,提前规划设备撤出的路径,避免为设备回撤重新设计运输路线的繁琐,从而提升回撤作业的效率,增加工作面的新鲜风流,同时也降低瓦斯管理的难度。此外,通风巷道的沿留工艺成功实施,减少重复开掘巷道所需的人力与物力消耗,防止资源的不必要浪费,并且有效地维护采空区顶板的稳定性,为后续的沿空留巷技术积累丰富的实践经验和理论依据。

参考文献

- [1] 刘佩情,刘建功,赵家巍,等.固体充填开采沿空留巷机械化挡矸装备与工艺研究[J].煤炭技术,2024,43(1):225-228.
- [2] 高翔.临汾宏大煤矿矸石充填开采沿空留巷围岩稳定性控制技术[J].山东煤炭科技,2022(8):40.
- [3] 刘建功,封明明,荆保平,等.固体充填开采沿空留巷机械化设备与工艺研究[J].煤炭工程,2022,54(8):1-5.
- [4] 王平,曾梓龙,孙广京,等.深井矸石充填工作面沿空留巷围岩控制原理与技术[J].煤炭科学技术,2022,50(6):9.