

高水速凝材料充填法在五家沟煤矿的实践与应用

吕国强

山西朔州平鲁区后安煤炭有限公司, 山西 朔州
Email: zlc200802116@163.com

收稿日期: 2021年2月26日; 录用日期: 2021年3月24日; 发布日期: 2021年3月31日

摘要

本论文针对五家沟煤矿15108掘进工作面过房采区空巷面临的顶板压力大、控制顶板比较困难的实际情况, 探索采用了高水速凝材料充填法进行充填房采区空巷, 并对高水速凝材料充填法的充填工艺、巷道管路布置、施工流程、注意事项进行了阐述, 高水速凝材料充填法收到了良好的治理效果, 保证了矿井的安全生产。

关键词

高水速凝材料充填法, 实践, 应用

Practice and Application of High-Water Quick-Setting Material Filling Method in Wujiagou Coal Mine

Guoqiang Lv

Shanxi Shuozhou Pinglu District Houan Coal Co., Ltd., Shuozhou Shanxi
Email: zlc200802116@163.com

Received: Feb. 26th, 2021; accepted: Mar. 24th, 2021; published: Mar. 31st, 2021

Abstract

This paper aims at the actual situation of high roof pressure and difficulty in controlling the roof in the empty roadway in the 15108 tunneling face of Wujiagou Coal Mine, and explores the use of

high-water quick-setting material filling method to fill the empty roadway in the housing mining area. And the filling process of the high-water quick-setting material filling method, roadway piping layout, construction process, and precautions were explained. The high-water quick-setting material filling method has received good governance effects and ensured the safe production of the mine.

Keywords

High-Water Quick-Setting Material Filling Method, Practice, Application

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

我国能源储量的特点是富煤、贫油、少气。我国能源探明剩余可采储量为 1392 亿吨标准煤，其中煤炭占 58.8%、石油占 3.4%、天然气占 1.3%、水能占 36.5% [1]。我国独特的能源储量结构，加上快速发展的经济对能源需求的急剧攀升，决定了煤炭在我国能源消费结构中占有主导地位[2]。然而，由于长期沿用传统采煤方法，且开采强度逐年增大，产生一系列严重的问题：资源回收率低下、矿区地表大面积沉陷，地下水大量流失、事故频发等等[3]。而自高水速凝材料出现后，凭借其单浆流动性好，易于用注浆泵运送、凝固时间短且易调节、固体强度高且抗水侵蚀能力强、无有毒有害物质、利于环保、材料来源广成本低、工艺系统简单等优点，即被广泛地应用于矿井的生产实践当中，对缓解上述问题起到了积极的作用[4]。另外在采煤工作面过空巷时利用高水速凝材料充填空巷，在回采前提前进行巷道加固，以保证后续开采过程中正常撤架以及回收设备，收到了良好的经济效益和社会效益[5]。本论文详细阐述了五家沟煤矿过空巷时采用了高水速凝材料充填空巷的技术保证了矿井安全、高效地生产。

2. 矿井及工作面概况

2.1. 矿井概况

中煤华昱能源公司五家沟煤矿位于山西省山阴县西北部马营镇下石井、上石井村一带，距山阴县城直线距离 25 km 处，行政区划属马营镇管辖。矿井年产量 400 万 t/a，矿井开拓方式为斜井开拓，共布置 4 个井筒。分别为主斜井、副斜井、进风排水斜井和回风立井。目前主采 5⁻¹ 号煤层，矿井现在四盘区位置布置 1 个综采放顶煤回采工作面，2 个综掘工作面。2019 年由重庆煤科院对矿井瓦斯等级进行了鉴定，矿井的绝对瓦斯涌出量 5.56 m³/min，矿井的相对瓦斯涌出量为 0.66 m³/t；回采工作面绝对瓦斯涌出量为 1.97 m³/min，掘进面绝对瓦斯涌出量为 0.66 m³/min，矿井为低瓦斯矿井。5⁻¹ 号煤层自燃倾向性等级为 II 级，为自燃煤层。回风立井安装了两台主要通风机，一台运转，一台备用，FBCDZ-No23，功率 2 × 132 KW，通风阻力 1760 Pa，主扇风量为 5454 m³/min。煤尘具有爆炸危险性，其爆炸指数介于 26.04%~28.05%之间。

2.2. 工作面概况

15108 掘进工作面位于下石井村，东部为工业广场；15108 掘进工作面位于井田南部，东距主、副斜井约 250m，西距 15103 主运顺槽约 25m，南部为 15109 工作面，北距西盘区回风巷约 50m；工作面上部无可采煤层和采空区；工作面内 5⁻¹ 号煤层下距 5⁻¹ 号煤层 0.80~6.72 m，平均 2.66 m。采用锚杆、锚索和

金属网联合布置的方式支护顶板，采用 EBZ160 型综掘机进行综合机械化掘进，采用 40T 刮板运输机进行运输。

3. 问题的提出

2020 年 8 月份根据矿地测科地质预测预报资料显示 15108 掘进工作面前方 110 m 处有过去已经回采过房采区空巷，而且由于五家沟煤矿煤层开采厚度大，巷道高度高，产生的应力集中区影响范围广。如何能够顺利地通过房采区空巷成为困扰工作面安全高效掘进的技术难题，最后探索出采用高水速凝材料充填法来充填房采区空巷，保证了掘进工作面顺利地掘进，收到了良好的治理效果。

4. 高水速凝材料充填法的具体应用

4.1. 高水速凝材料充填工艺

高水速凝材料是一种双料特种水泥混合材料，是近年来矿山充填应用较为成功的材料之一[6]。该材料由 A 料、B 料两种材料组成，以重量配合比 1:1 使用，其中 A 料是以硫铝酸盐水泥熟料为基材，以悬浮剂及少量超缓凝剂混磨而成，B 料是由石灰、石膏、悬浮剂和复合速凝早强剂等混磨而成[7]。根据不同的充填强度需求，可选择不同的水灰比。施工时将两种材料分别搅拌，配制成水固比 1.0~6.0 的浆体，然后经过管道输送到待充区中，当两种材料汇聚后迅速凝固，对巷道顶板以及巷帮围岩进行有效支护[8]。

充填材料单浆可保持 12 h 不凝固，双液混合后可在 30 min 内初凝，由于高水材料可远距离输送，充填泵站可灵活布置。高水材料充填工艺流程如图 1 所示。高水材料分 A、B 料按 1:1 的比例配合使用，A、B 料单独搅拌，经两条管路分别输送，在待充区域附近经混流器混合均匀后充入采空区，凝固形成充填体支撑顶板[9]。

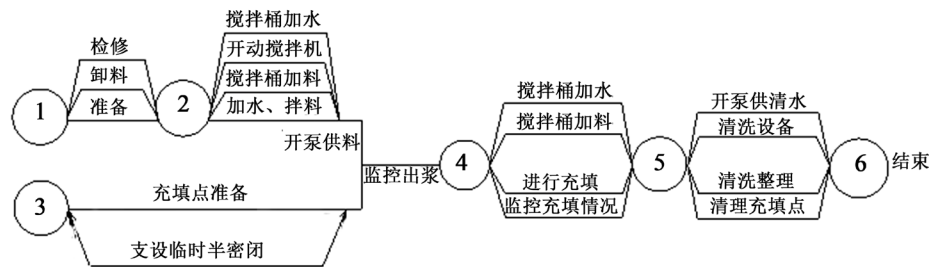


Figure 1. Schematic diagram of filling process

图 1. 充填工艺流程示意图

4.2. 高水速凝材料巷道管路布置

根据充填巷道的倾角及顶板形态，可将巷道分为水平巷道、倾斜巷道和复杂巷道 3 类[10]，如图 2 所示。

针对不同的巷道分类，高水材料充填方式可分为开放式充填、袋式充填、混合式充填和分段阻隔式充填，以上各种充填方法在工作面采空区充填实践中均有应用，属于较为成熟技术[11]。

开放式充填是指在巷道在一定倾角条件下，对巷道不进行任何调控，完全利用高水材料浆液的自流动性将采空区充满，凝固后的充填体与围岩形成一个完整的结构体来控制上覆岩层活动[12]。开放式充填要求巷道具备一定的倾角，满足浆液自流要求[13]。

袋式充填是在要充填的巷道内挂设充填袋，构筑密闭充填空间，充填完毕一个充填袋后，进行下一个充填袋的挂设与充填，直至将整条巷道充填完毕[14]；混合式充填即利用充填袋将巷道划分为多个充填

区段，在具备一定倾角的区段利用开放式充填，在其他条件下利用袋式充填，两种方式共同完成整条巷道的充填；分段阻隔式充填是在巷道内分段构筑挡浆墙，逐段进行后退式，直至整条巷道充填完毕[15]。

针对 15108 主运顺槽房采区特点，巷道顶板较为平整，下山且长度较短，设计采用巷口一次性充填方式，通过布置 2 趟充填管和加压充填，实现空巷的一次性充填到达指定位置，如图 3 所示。

根据高水材料特性并参考工程实践经验，综合考虑井下施工条件、工作面超前支承应力的作用效果、浆液固结强度及材料消耗等因素，确定空巷充填材料的水灰比为 6:1。

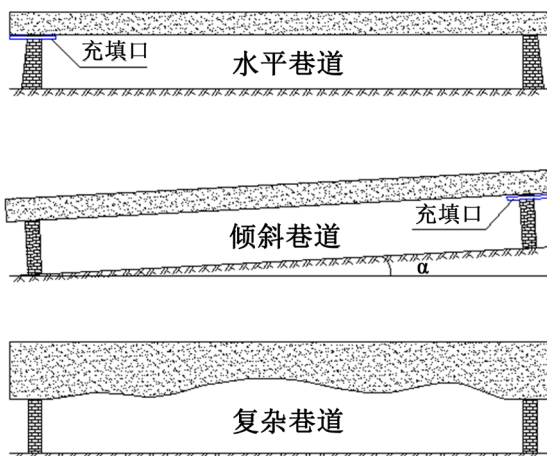


Figure 2. Roadway classification
图 2. 巷道形式分类

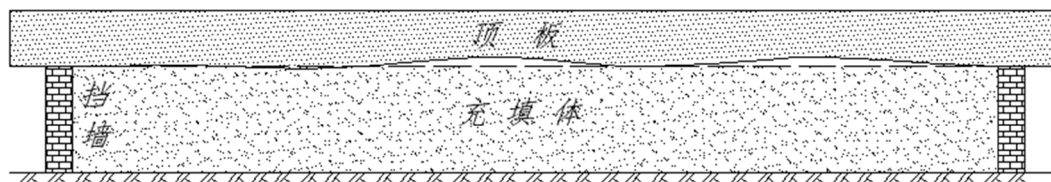


Figure 3. Direct filling at the entrance
图 3. 巷口直接充填

4.3. 高水速凝材料施工流程

高水速凝材料施工流程图如图 4 所示，按照以下流程进行施工：

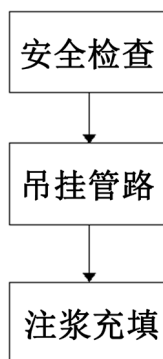


Figure 4. High-water quick-setting material construction flow chart
图 4. 高水速凝材料施工流程图

- 1) 安全检查：敲帮问顶，找掉不稳定的煤块或岩块，确认顶板及两帮完好后，开始施工；
- 2) 吊挂管路：在巷道顶帮 45 m、35 m 位置布置两根充填管，两帮在 2.7 m 位置做好标记；
- 3) 注浆充填：连接好管路并捆绑牢固，按设计比例配置浆液，A、B 料与水分别搅拌混合，搅拌时间一般不低于 5 min，通过双液注浆泵泵送充填，两个搅拌桶内的材料完全泵送后，重复该操作。

4.4. 高水速凝材料施工系统及材料

1) 辅助运输

包括设备、材料，充填设备可一次性运输至指定位置进行安装试运转，充填材料在井下受潮易变质硬化，且井下存放空间有限，必须每天按需运输。预计施工所需高水充填材料约为 330 t，按照 15 天工期考虑，每天运输量约 30 t，辅助运输量约 6 车/天~7 车/天。

2) 地面储料仓库

为避免施工工期受材料供应影响，计划在地面储存至少 2 天的充填材料用量，约 60 t。

3) 供电：注浆泵电机为 37 kW，搅拌桶电机为 5.5 kW，在两端巷口各设 3 个开关和接线电缆。

4) 供水：使用空巷附近的供水管路供水。

5) 压风：使用空巷附近的压风管路。

6) 通讯：通过顺槽内的有线电话与地面调度室联系，并通过对讲机联络搅拌站和注浆口操作人员，确保畅通。

充填主要设备为注浆泵、搅拌桶、馈电开关等。

主要材料为：高水充填材料、注浆管、胶管、电缆、各类阀门、三通、木板等。

4.5. 高水速凝材料施工注意事项

1) 加强对施工人员的培训、技术讲座，使每个职工明确其岗位技术要求、工作方法，牢固树立质量第一、信誉第一的思想。

2) 注浆过程中详细对材料配比、材料消耗、注浆量等数据进行记录，并做好外观描述，形成施工日志。

3) 所有作业人员严格服从并遵守施工现场的生产与安全规章制度。

4) 严格按照规定组织服务施工。

5) 注浆人员必须确保注浆施工过程中各环节工程质量，随时观察注浆材料配比变化，确保 A、B 双组份以正确的比例注入。

6) 每班注浆结束使用机油清洗设备及管路系统，工程结束后设备运至地面拆卸清洗。施工过程中可复用的枪体、孔口管及拆卸接头等发生堵塞后升井清理。

7) 施工过程遵循《煤矿安全规程》的相关规定。

8) 注浆质量检查采用系统观点应用多项评价方法，不是单一的一种指标，从而增加了技术上的可靠性。注浆质量评价指标包括：是否按设计要求施工、设计更改的原因及执行情况、特殊问题的处理、单孔自检(单孔在注浆过程中其注浆流量、压力随时间的变化)、根据后期的观测、检查，及实际工程效果评定注浆加固工程质量。

9) 注浆泵的控制：根据巷道注浆变化情况，即时开、停注浆泵，并时刻注意观察注浆泵的注浆压力，以免发生堵塞崩管现象。

5. 效果分析

自从 2020 年 8 月 10 日开始采用高水速凝材料充填房采区以来，共充填高水速凝材料 2479 吨，从施

工到凝固结束共用了 17 天的时间, 最后 15108 掘进工作面的施工人员以每天 12 m 的掘进速度安全、顺利地通过了房采区, 保证了工作面安全高效地掘进, 收到了良好的使用效果, 具有重要应用推广价值。

6. 结语

- 1) 高水速凝材料是一项非常实用、安全、高效的充填材料;
- 2) 高水速凝材料用途广泛、取材便利、成本低廉;
- 3) 充填高水速凝材料时必须做好材料运输、顶板管理、有害气体管理等工作, 确保施工安全。

参考文献

- [1] 魏士祥. 赵庄二号井 1303 工作面过空巷技术[J]. 中州煤炭, 2013(12): 57-58, 61.
- [2] 张友谊. 平煤二矿沿空留巷综合控制技术研究[J]. 煤炭工程, 2012, 1(6): 46-48.
- [3] 孙春东, 张东升, 王旭锋, 等. 大尺寸高水材料巷旁充填体蠕变特性试验研究[J]. 采矿与安全工程学报, 2012, 29(4): 487-491.
- [4] 陈全合. 我国沿空留巷支护技术发展现状及改进建议[J]. 中国西部科技, 2012(9): 37-39.
- [5] 赵红超, 陈勇. 沿空留巷整体浇筑护巷带围岩控制技术[J]. 煤矿开采, 2011, 16(3): 95-97.
- [6] 过江, 张钦礼, 郑双春. 矿用低成本高水速凝材料的开发及应用研究[J]. 有色金属(矿山部分), 2003, 55(1): 13-14.
- [7] 华心祝. 高水速凝材料泵送充填技术在我国煤矿的应用[J]. 煤炭工程师, 1996(3): 34-36.
- [8] 孙春东, 冯光明. 新型高水材料巷旁充填沿空留巷技术[J]. 煤矿开采, 2010, 15(1): 58-61, 70.
- [9] 布铁勇, 冯光明, 贾凯军. 大采高综采沿空留巷巷旁充填支护技术[J]. 煤炭科学技术, 2010(11): 41-44.
- [10] 丁涛. 高水速凝材料隔离墙在矿井回采工作面中的应用[J]. 煤矿现代化, 2018(3): 37-38, 42.
- [11] 宁帅, 冯光明, 等. 高水速凝材料在超高冒顶巷道治理中的应用[J]. 煤炭科学技术, 2009(8): 26-28.
- [12] 许正强. 高水速凝材料在沿空留巷中的应用[J]. 能源技术与管理, 2012(6): 106-108.
- [13] 陈通. 高水速凝材料巷旁充填在沿空留巷中的应用[J]. 山东煤炭科技, 1997(3): 59-61.
- [14] 刘军, 朱金鹏. 高水充填材料在深部沿空留巷中的应用[J]. 煤炭科技, 2015(2): 58-60.
- [15] 李波, 陈国旗, 董仁浩. 高水材料充填沿空留巷技术的研究与应用[J]. 煤炭科技, 2015(3): 67-69.