

注浆加固技术在首阳山煤业的应用

马骥晓

山西长治联盛煤业投资有限公司, 山西 长治 047100

DOI:10.61369/SDR.2025020006

摘 要： 山西长治联盛首阳山煤业有限公司是一座兼并重组整合矿井，3号煤层赋存区域已经遭到小窑开采破坏，造成许多空区、空巷，复采期间的顶板管理存在非常大的安全隐患。在此背景下，首阳山煤业积极探索技术革新，引入中国矿业大学研发的注浆加固技术，开展从材料选择、系统构建到工艺优化的全流程实践，旨在攻克复杂条件下的顶板治理难题，为同类矿井提供可复制、可推广的技术范本，推动煤炭行业安全高效开采技术的发展。

关 键 词： 注浆加固技术；首阳山煤业；小窑破坏区

Application of Grouting Reinforcement Technology in Shouyangshan Coal Industry

Ma Jixiao

Shanxi Changzhi Liansheng Coal Industry Investment Co., Ltd.Changzhi, Shanxi 047100

Abstract： Shanxi Changzhi Liansheng Shouyangshan Coal Industry Co., Ltd. is a merged and reorganized mine. The occurrence area of the No.3 coal seam has been damaged by small-scale mining, resulting in many empty areas and tunnels. There are significant safety hazards in roof management during the secondary mining period. In this context, Shouyangshan Coal Industry actively explores technological innovations, introduces grouting reinforcement technology developed by China University of Mining and Technology, and carries out the entire process from material selection, system construction to process optimization. The aim is to overcome the challenges of roof management under complex conditions, provide a replicable and promotable technical template for similar mines, and promote the development of safe and efficient mining technology in the coal industry.

Keywords： grouting reinforcement technology; Shouyangshan Coal Industry; small mine damage area

一、引进新技术，注浆加固控顶板

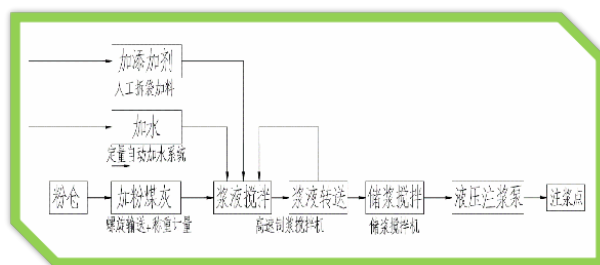
（一）注浆加固技术的引进

2022年11月开始，联系具备资质的注浆单位到矿进行实地调研，出具方案、设计，在各级各部门的指导下，最终确定采用中国矿业大学科研团队研发的专利产品，无机粉煤灰固化剂作为主，粉煤灰为辅的注浆材料，对空区、旧巷进行充填加固，并选择了3106工作面作为我矿推进注浆工作的试验工作面^[1]。

（二）注浆加固系统的建设

3106综采工作面复采充填加固工程项目于2023年4月份开始地面准备工作，包括接通水电、建设简易工房、建设注浆站等，同时井下开始铺设注浆管路。

该技术是将粉煤灰制浆站设置在地面，在地面选择适当位置，打设注浆输送孔，在钻孔内设置 $\phi 200\text{mm}$ 的刚管作为护管，将2趟高压注浆管通过该护管接至井下，利用高压注浆管路将浆液输送至充填区（如图一）。2023年5月12日注浆管路通水试验正常，完成整个系统建设^[2]。



图一：充填工艺流程图

（三）注浆工艺流程

- 1) 打注浆孔：选用CMS1-1600/37煤矿用深孔钻车， $\phi 50\text{mm}$ 的钻杆，终孔 $\phi 75\text{mm}$ ，终孔位置根据采掘工作面实际情况确定，我矿设计的终孔位置为超过巷道底板3m。
- 2) 安设套管：钻探至设计深度后，安设孔口套管^[3]。
- 3) 试注浆孔：使用清水（不加注浆材料）进行试注，对漏水区域使用堵漏王等堵水材料进行封堵，确保打设的钻孔能够正常进行注浆。
- 4) 地面制浆：人工调整好配比1:4:7（固化剂：粉煤灰：水），利用地面制浆站的定量自动配备系统，将注浆材料混合搅拌，快速将浆液转储到注浆搅拌机内备用^[4]。

5) 注浆充填: 与井下联系好后, 利用液压注浆泵、注浆管路, 将制好的浆液输送至注浆点进行注浆。

6) 管路冲洗: 完成注浆工作后, 空压注清水, 清洗管路中的浆液, 防止发生堵管现象。

7) 复孔、复注: 待完成注浆区域的浆液凝固后(约一周时间), 再在该位置打孔验证是否需要进行复注。

若经复孔仍存在空区则重复上述步骤。

(四) 注浆方案确定与成果

5月13日正式按照既定的方案进行注浆。注浆期间科研团队、联盛公司技术人员多次到现场进行查看、收集基础资料, 并组织对收集的资料及试验数据进行分析, 对粉煤灰固化充填材料配比进行了多次试验与调整, 最终确定了注浆材料配比的最优方案。并于同年7月初完成了3106工作面的注浆加固工作, 注浆钻孔及复孔深度共计2508.5m, 完成注浆量21752m³^[6]。

3110工作面从2023年8月底开始打注浆孔, 9月份开始注浆, 截止2024年5月底已完成注浆钻孔及复孔深度共计20745m, 完成注浆量42773m³。

二、解决新难题, 优化提效率

注浆工作开展初期, 地面浆站制浆及井下打钻、注浆工作都由合作单位负责。中期由于合作单位人员不足, 也为了加快注浆工作进度, 公司安排专业的探放水队负责井下打钻工作, 合作单位负责地面制浆和井下注浆工作。为了彻底将该技术引入, 矿委会又从其他生产队组抽调职工进入探放水队工作, 开始由合作单位负责指导, 矿探放水队全权负责注浆工作模式^[6]。

注浆工作开展期间, 矿领导及生产科室也对注浆过程中出现的问题提出了很多合理化的建议, 采取了积极有效措施。例如: 打注浆钻孔如何打到采空区, 由于动压影响, 钻孔塌孔现象较多, 公司加长了止水套管, 解决了该问题。有的空区在工作面两顺槽揭露, 导致注浆过程中漏浆, 采取了提前对顺槽内的空区、空巷使用封堵材料进行封堵或者喷浆封堵, 再从附近的实体煤向该空区打设注浆钻孔的措施, 取得了良好的注浆效果。

通过全矿职工的共同努力, 不断在工作实践中边学习边改进, 目前已熟练掌握该技术, 能够保证该技术在我矿扎实地开

展下去^[7]。

三、注浆加固新工艺, 带来安全与效益

注浆加固工作带来的安全、生产、经济效益显著。

一是增强了顶板、煤壁稳固性, 大大减少了片帮、冒顶的风险, 职工不再进入煤墙作业, 安全系数得到了极大的提升, 同时减轻了工人的劳动强度;

二是减少了爆破次数, 降低了对工作面大溜、液压支架、电缆的损坏, 减少了因爆破带来的安全隐患;

三是减少了临时支护材料的投入, 降低了生产成本;

四是保证了正规循环作业, 提高了推进度, 月推进度增加了约30m;

五是减少了矸石外运量, 提高了煤炭质量。

通过对3106工作面注浆加固示范工程的数据分析, 粉煤灰固化充填加固具有浆液流动性好、凝固速度适中、增阻速度快、劳动强度小、固结体胶结性能好、塑性能性好、能够实现远距离输送、充填成本低廉等优点。3106工作面经过粉煤灰固化充填加固后, 能够形成再生顶板, 强度及硬度均能达到预期效果, 真正做到了变被动防范为超前治理^[8]。

四、注浆加固的社会效应

2024年1月份, 上党区应急管理局组织上党区其他六座复采矿井, 到井下现场进行了实地调研, 重点对注浆工作取得的实际效果进行参观、研讨, 并积极推广该技术^[9]。

2024年1至6月份, 先后有晋城、吕梁、临汾等地的煤矿企业, 到矿进行参观、调研。都对注浆工作给与了高度评价, 并希望能够引进该技术, 以提升其安全管理工作, 降低顶板的管理难度^[10]。

注浆技术在首阳山煤业的成功应用, 不仅有效解决了兼并重组煤矿小窑破坏区煤炭资源安全高效回采的难题, 为兼并重组矿井提供了完美的解决方案; 也受到了主管部门及同行业的肯定; 同时也将顶板治理工作由被动防范, 转变为主动的超前治理。此项工艺必将在其他的煤矿企业得到更广泛的推广应用。

参考文献

- [1] 王政. 中兴煤业综采工作面马丽散注浆加固技术应用研究 [J]. 山西冶金, 2023, 46(06): 229-231. DOI: 10.16525/j.cnki.cn14-1167/tf.2023.06.084.
- [2] 杜琳. 峪沟煤业8105工作面断层注浆加固治理技术应用研究 [J]. 煤炭与化工, 2022, 45(10): 12-15+18. DOI: 10.19286/j.cnki.cci.2022.10.004.
- [3] 李颖博. 注浆加固技术在综采工作面安全顺利过断层中的应用研究 [J]. 西部探矿工程, 2022, 34(12): 115-116+120.
- [4] 武涛. 黑龙江煤业2103综采放顶煤工作面注浆加固过空巷技术应用 [J]. 山东煤炭科技, 2022, 40(08): 35-37.
- [5] 段宁宁. 底板注浆加固技术在义棠煤业的应用 [J]. 矿业装备, 2022, (04): 58-59.
- [6] 陶力中. 晋北煤业巷道注浆加固技术应用研究 [J]. 能源与节能, 2021, (06): 176-177. DOI: 10.16643/j.cnki.14-1360/td.2021.06.075.
- [7] 周雪, 赵雷. 巷道围岩注浆加固技术的应用 [J]. 能源科技, 2020, 18(03): 39-41+48.
- [8] 靖文青, 徐洪泽, 曾现策. 预注浆加固技术在过断层中的应用 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2018, (24): 67-68. DOI: 10.13487/j.cnki.imce.013293.
- [9] 郭志文. 综采面断层带泥质破碎岩体渗流特性及注浆加固技术研究 [D]. 中国矿业大学, 2019.
- [10] 李文亮, 马富君, 谢益盛, 等. 伊田煤业2107工作面运输巷注浆加固技术研究与应 [J]. 能源技术与管理, 2019, 44(03): 56-57+70.