

断层破碎带化学注浆加固处理技术

杜志龙¹, 张良², 杨猛¹

(1. 杭州国电大坝安全工程有限公司, 浙江 杭州 310030; 2. 大同煤矿集团 雁崖煤业有限公司, 山西 大同 037003)

[摘要] 运用化学注浆新技术对大同煤矿集团雁崖矿 416 盘区 14—3 工作面巷道断层破碎带进行加固处理, 该技术方法采用 HK—9101 新型聚合物材料进行注浆, 与传统煤矿注浆加固方法相比, 能更有效加固顶板, 为架设永久支护节约了时间和空间, 且施工工艺简便, 为煤矿工程取得了良好的技术经济效益。

[关键词] 断层破碎带; 新型注浆材料; 粘结顶板; 注浆

[中图分类号] TD353.8

[文献标识码] B

[文章编号] 1006-6225 (2010) 06-0061-02

Technology of Chemical Grouting Reinforcement for Fault Cracked Zone

大同煤矿集团雁崖矿是一座开采时间超过 40a 的老矿井, 该矿区位于大同煤盆地的中部, 跨大同市南郊区鸦儿崖乡及左云县南深井等地区, 整个矿区内煤炭储量非常丰富, 但由于断层发育等问题, 直接影响了该矿区煤炭开采产量的提高, 对煤矿生产效率和生产安全带来了严重的影响。

在生产过程中, 该矿 416 盘区 14—3 巷揭露出 2 条断层 ($H=1.7\sim 2.2\text{m}$), 由于受地应力的影响, 导致了断层附近的煤体或岩体破碎和顶板破碎, 掉顶严重, 引起顶板支护困难, 对煤矿开采安全威胁大, 生产月进度较低, 直接影响了煤矿开采安全与生产。为此, 在过断层期间, 采用杭州国电大坝安全工程有限公司的化学注浆新技术, 对该巷道进行了超前加固, 取得了显著的加固效果, 采煤工作面顺利通过该断层区域。

1 工程概况

在 416 盘区 14—3 巷, 距采煤工作面 380m 处, 遇到 2 条斜断层^[1], 断层范围内地质情况: 顶底板主要为火成岩, 埋深约 800m, 煤层厚度约 3m, 煤岩整体性较差, 裂隙较发育。

该断层与巷道夹角约 60° , 落差近 4m, 受此断层影响, 该区域巷道的煤体顶板破碎严重, 整体性较差, 虽然采用了打超前树脂锚杆, 缩小循环进尺 (每班架 1 棚, 进尺 0.6m) 等方法, 但仍然难以控制采煤工作面的片帮冒顶, 每次进行人工接顶作业时, 安全威胁较大。为了有效避免帮顶大面积垮落, 增加安全系数, 最终决定引入大坝基础加固处理技术, 采用注化学浆的加固新技术, 对该断层

破碎区域进行超前粘结加固。

2 注浆加固技术机理及注浆材料选择

2.1 化学注浆加固技术机理

化学注浆技术发展已有近半个世纪的历史。近年来, 逐步引入到了煤矿开采领域。过去煤矿中加固顶板一般采用机械方法或者物理方法^[2-3], 如架棚挑棚、打树脂锚杆锚索, 注水泥浆等方法。

化学浆液是一种双组分产品, 入煤岩层几秒钟后, 两种组分即进行化学反应, 浆液遇水膨胀, 对围岩松动裂隙进行充填, 对破碎松散体进行粘结, 最后固化成一种刚性塑料, 使整个松散体成为一个坚固的整体, 提高了围岩的整体抗压承载能力。

2.2 注浆材料选择

注浆材料选择次序: 水泥浆 > 水泥—水玻璃 > 化学浆, 本工程要求胶凝时间短, 起强度快, 操作方便可控。经比选, 决定采用由杭州国电大坝安全公司生产的 HK—9101 化学注浆材料。

该浆液在物理性能 (黏度、胶凝时间、聚合特点等)、强度性能 (粘结强度、固砂强度) 及高渗透性等方面均可以满足该项工程固结防渗的要求。另一方面, 浆液具有稳定性较好、无溶剂等特点, 在煤矿井下可以安全使用。

不同条件下的试验结果表明, HK—9101 聚氨酯化学灌浆材料的渗透性、胶凝时间可以通过改变浆液浓度进行有效控制, 在对粘结强度和抗渗性能不产生较大影响情况下, 使浆液的应用范围具有很大的扩展性, 井下应用时, 可根据具体地质条件和工程应用目的适当调节胶凝时间。

[收稿日期] 2010-07-01

[作者简介] 杜志龙 (1979—), 男, 浙江嵊州人, 工程师, 从事化学灌浆材料应用研究。

2.3 HK-9101 化学注浆材料简介

HK-9101 化学注浆材料是一种高分子材料产品，该产品具有反应速度快、粘结力强、力学性能高等特点。干混凝土面 4h 后粘结强度能达到 5MPa 因此，特别适用于煤体、岩体的加固，同时该浆液遇水后能膨胀并封堵裂缝，也能起到较好的堵水作用。该产品为双组份独立包装，无需现场称量配浆等繁琐工艺，使用时只要将 A 组分和 B 组分以 1:1 (体积比) 通过气动双液注浆泵自动混合后，即可进行灌浆。

该化学材料被注入进地层后，低黏度的混合液体能迅速渗透煤岩体内的微细裂缝，并迅速凝固，最终有效地加固裂缝周围的松动岩体，使之成为一个整体，从而提高了围岩的整体承载能力，控制巷道顶板的垮落。

HK-9101 注浆材料浆液无溶剂，无刺激性气味，在矿井等通风不良的场所施工无不良影响。表 1 为该产品的性能指标。

表 1 HK-9101 化学注浆材料性能指标

产品特性	A 组分	B 组分
外观	无色透明液体	深褐色液体
黏度 (23±2℃) / (mPa·s)	150~300	150~300
密度 (23±2℃) / (kg·m ⁻³)	1040±50	1230±50
使用配比 (体积比)	1:1	
开始反应时间 (23±2℃) /s	40~60	
终止反应时间 (23±2℃) /min	1~2	
发泡特性	可以根据工程特点调整为发泡 2~3 倍左右至 20 倍以上。	
抗压强度 /MPa	>50	
粘接强度 /MPa	>5 (与干混凝土面)	

3 化学注浆加固技术施工工艺

3.1 浆液扩散半径及注浆孔布置

由于浆液扩散半径受裂隙孔隙影响极大^[2]，根据经验，按浆液扩散半径 3m 来确定注浆孔距。按此浆液扩散半径，初步确定孔间距范围 4~8m。根据相关地质资料，在断层区域布孔，布孔时尽量斜穿过断层区域。钻孔可使用风钻等设备，钻孔孔径 42mm，孔深控制在 8~10m，此次布孔在煤体内共布置 11 个注浆孔，孔间距约 4~8m，孔仰角 30°。孔内安装注浆管及封孔器。

3.2 注浆压力

注浆压力的大小是注浆工程成败的关键因素之一。压力太小，浆液扩散半径小，易产生注浆盲区，影响注浆效果；压力太大则可能在注浆过程中出现片帮等险情。根据煤岩性质，确定注浆压力为

5~8MPa，注浆时达到预定压力即可换孔注浆。

3.3 化学注浆系统设备

使用小型多功能气动注浆泵，采用双液注浆系统。设备布置如图 1 所示。

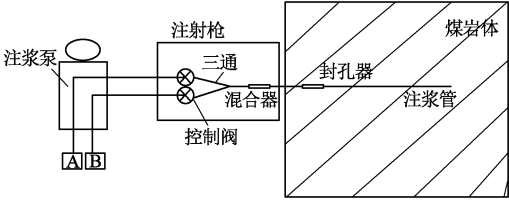


图 1 注浆系统设备布置

3.4 施工工艺

注浆施工工艺：钻孔→埋管→安装封孔器→连接注浆系统→将吸浆管分别插入装有浆液 A 组分和 B 组分的桶内→开泵注浆→注浆完成→冲洗机具→停泵→拆卸注射枪→结束。

每孔注浆量可根据注浆压力确定，施工时必须严格控制注浆压力，当注浆压力达到 5~8MPa 或出现大面积漏浆 (漏浆量≈泵的注入量) 时，即可换孔注浆或停止注浆。

注浆顺序：由下而上顺序进行。

本次加固巷道 60m，共 11 个注浆孔，施工中收集的注浆数据见表 2。

表 2 各注浆孔注浆量

注浆孔	1号	2号	3号	4号	5号	6号
注浆量/组	6	19	2	5	7	2
注浆孔	7号	8号	9号	10号	11号	总计
注浆量/组	7	19	3	16	5	91

3.5 工程特殊情况处理方法

在注浆过程中，不可避免地会出现跑浆、窜浆等异常情况。若出现跑浆现象时，可在跑浆的裂缝中用木楔、棉纱、棉丝等物嵌塞或配合糊堵快速水泥，并作间歇式注浆；当跑浆严重时，可改变注浆孔位置并缩短浆液凝胶时间来加以控制；当发生窜浆时，应及时关闭窜浆孔的孔口阀门，注浆孔的注浆量在可能的情况下，应加倍注入。如长时间不上压，产生这种现象的原因，一般是超扩散，应首先查明有无浆液流失、泵的吸浆是否正常，根据地质条件资料，钻孔附近是否有采空区、大裂缝等。然后，根据不同情况，采取相应的措施。如有浆液流失，应及时采取封堵，调浓浆液缩短凝胶时间、间歇注浆等措施加以控制；如因注浆泵吸浆不正常，则应采取措施加以排除；如有采空区或大裂缝，则

(下转 82 页)

供应比较紧张，在进行支架选型时选择余地很小，7446工作面所选用的支架为上世纪 70 年代西德生产的液压支架，型号为 WS1.7—1.3/2.8，该套支架已使用 30 多年，设备已相当陈旧，在深部开采过程中出现了比较多的问题。

(2) 夹河煤矿深部采场支架使用情况 该型支架没有前探梁和护帮板，护帮护顶效果差，不能及时有效护顶护帮，易造成煤壁片帮、煤壁区漏冒顶事故，多次发生煤壁片帮、漏冒顶事故；为了减小端面距，支护煤壁区顶板，只有采取超前移架的办法，工作面大线难于采直。

支架为分底式结构，底座面积较小，抗压入能力差，不能适应软底条件。由于 7446 工作面局部地段留底煤回采，支架底座钻底现象严重。

支架老化严重，造成支架损坏严重，给顶板控制和安全工作带来威胁。

现场顶板控制亟待加强和提高。现场常出现割

煤后不能及时移架现象，支架初撑力和工作阻力达不到规定要求，采场顶板得不到有效支护，加剧顶板恶化，煤壁片帮程度加重。

支架选型时应选择高支护阻力、有前探梁和护帮板、掩护效果好的支架，支架底座面积也应足够大，以适应深部软底采场条件。

4 结束语

通过矿压观测分析研究，确定了深部矿压显现及其控制技术，基本解决了深部矿压显现及其控制方面的一些主要技术问题。找出了矿压与采深的关系，即—1000～—1200m 的深部采场周期来压明显，来压步距缩短，为深部矿压控制提供了依据。

[参考文献]

- [1] 钱鸣高，石平五·矿山压力与岩层控制 [M]·徐州：中国矿业大学出版社，2003.
- [2] 陈炎光，陆士良·中国煤矿巷道围岩控制 [M]·徐州：中国矿业大学出版社，1994.

[责任编辑：李宏艳]

(上接 62 页)

应缩短凝胶时间，加大浆液注入量。注浆压力应严格控制在煤岩能够承受的范围以内，避免出现片帮等险情。注浆期间应密切观察周围情况，发现异常，应及时停泵处理，以防掉块伤人。

4 结论

化学注浆技术，能及时地改变围岩的松散结构，提高岩体的整体强度，从而提高施工速度，保证工作面的正常接替，值得煤矿在过断层等异常情况时应用。此外，在煤炭生产的其他环节，如：采

煤面的片帮、冒顶等类似情况，也可应用该技术进行治理。

[参考文献]

- [1] 齐清，孙兆明，赵飞·应对中段走向断层的技术措施 [J]·有色金属，2010 (1)：8—10.
- [2] K·R·萨蒂尔·锚杆和锚索支护法—日益广泛用作快速，安全和低成本的顶板加固法 [J]·周书良译·美国《工程与采矿杂志》，1992 (1)：27—31.
- [3] 张化远，柳风志·长锚索锚杆联合加固采场 [J]·化工矿山技术，1989 (2)：23—25.

[责任编辑：王兴库]

(上接 74 页)

井；其次，是严格控制混凝土搅拌时间，并采用目测、手捏等方法检测混凝土的搅拌情况；再次，是施工前，用灰浆事先润滑管路，严把管路清洗关。

(2) 水灰比过大。现场工人操作，害怕管路堵塞，擅自加大用水量，增加可泵送性。大的水灰比会降低混凝土的强度，并增加速凝剂的使用量。解决办法主要是加强培训，强化正规操作。

(3) 成品混凝土搅拌后应尽量在 1.5h 内使用完毕，否则会水化失效。为延长可使用时间，可加入巴斯夫的 DELVO C rete 稳定剂，添加量为水泥的 0.4‰～2‰，可在 3～72h 内保持可工作性。

(4) 掺入钢纤维、微硅粉、硅粉浆液，可提高强度和韧性。

2 结束语

近一年的现场试验证明，湿喷工艺具有回弹小、粉尘低、强度高、效率高的优点，现场环境得到极大改善，具有广阔的推广前景。下一步应重点解决混凝土的配比、掺和物、改性剂的试验研究，使强度达到 40MPa 以上。

[参考文献]

- [1] 中华人民共和国建设部·GB50086—2001 锚杆喷射混凝土支护技术规范 [S]·北京：中国计划出版社，2007.
- [2] 秦国保，耿全宁·Cobra 湿式喷浆台车在梅山铁矿的应用 [J]·矿业快报，2003，411 (9)：30—32.

[责任编辑：张银亮]