

超前注浆加固技术在斜巷揭煤中的应用

Application of Advanced Grouting Reinforcement Technology in Coal Uncovering of Inclined Roadway

周华荣 周连清

Huarong Zhou Lianqing Zhou

韩城矿业有限公司 中国·陕西 韩城 715400

Hancheng Mining Co., Ltd., Hancheng, Shaanxi, 715400, China

摘要: 煤与瓦斯突出矿井受灾害治理条件限制,主要进、回风大巷均设置于岩层中,施工回采巷道前常需进行石门揭煤作业,中国桑树坪煤矿北一采区200-14#斜巷进行揭煤作业时,煤体松软破碎,且属于煤与瓦斯突出煤层,为防止发生漏顶及冒顶事故,采用HWJ-加固材料对掘进工作面进行超前预注浆加固,增强了煤体的完整性,为掘进工作面安全、快速揭煤创造了有利的条件,类似地质条件的巷道掘进可以参考、借鉴。

Abstract: Coal and gas outburst mine limited by disaster management conditions, the main into, wind lane are set in the rock formation, before construction recovery roadway often need Shimen coal opening, China mulberry ping coal mine north 200-14 # inclined lane coal opening, coal soft and broken, coal and gas outburst seam, to prevent leakage and roof accidents, HWJ-reinforcement material advance grouting reinforcement, enhance the integrity of the coal, created favorable conditions for the excavation surface safety, similar geological conditions can reference, reference.

关键词: 松软煤层; 揭煤; 注浆加固; 支护

Keywords: soft coal seam; uncovering coal; grouting reinforcement; support

DOI: 10.12346/etr.v3i6.3721

1 引言

中国桑树坪煤矿为煤与瓦斯突出矿井,受瓦斯赋存条件制约,矿井主要进、回风大巷均位于3#煤底板以下20~40m处岩层中,施工各回采巷道前必须进行石门揭煤作业。北一200-14#揭煤斜巷位于4322综采工作面倾斜下部,用于采面顺槽下部掘进期间的通风、运输、行人。揭煤点附近3#煤厚4.8~11.8m,且3#下煤普遍发育,与3#煤层间距4.5~8.0m,厚度0.2~1.0m,因此,此次揭煤作业实质上需揭穿两个煤层,且3#煤层顶、底板起伏大,厚度变化明显,预计距开口点水平距离40m左右可能发育一条底板正断层构造,铅直断距约2.5m。由于地质条件复杂,煤质松软,

围岩软弱破碎,揭煤过程可能出现漏顶和冒顶事故,顶板极难控制,造成安全隐患。为此,矿井引进了工作面超前预注浆固化技术^[1],改善煤体物理结构,提高煤体及围岩整体性和自承能力,降低支护难度,达到支护效果。

2 工作面概况

中国北一200-14#斜巷位于矿井北一采区4322综采工作面倾斜下部,3#煤厚3.0~11.0m,平均7.0m,煤质松软,多呈粉末颗粒状,粘结性差。煤层直接顶板岩性为泥岩、砂质泥岩,厚4.0~5.0m,抗压强度353~563kg/m³,抗剪强度92kg/m³,普氏系数4.89,基本顶为细、粉粒砂岩,厚6.29m,

【作者简介】周华荣(1977-),男,中国陕西临潼人,本科,工程师,主要从事煤矿生产和安全管理研究。

灰白色，中厚层状，普氏系数 6.5；直接底板为泥岩，厚 0.5~1m，黑色，含矿物质，基本底为细砂岩，厚 2.0~3.0m，灰黑色，砂泥质胶结。

经钻孔探查，北一 200-14# 斜巷自下而上围岩岩性依次为：中砂岩 2.74m，粉砂岩 5.73m，砂质泥岩 5.53m，粉砂岩 0.96m，3# 下煤 0.25m，粉砂质泥岩 4.17m，粉砂岩 1.08m，3# 煤 6.9m。斜巷以 18° 正坡施工 27m 见 3# 下煤，50m 见 3# 煤底板，72.5m 见 3# 煤顶板（见图 1）。

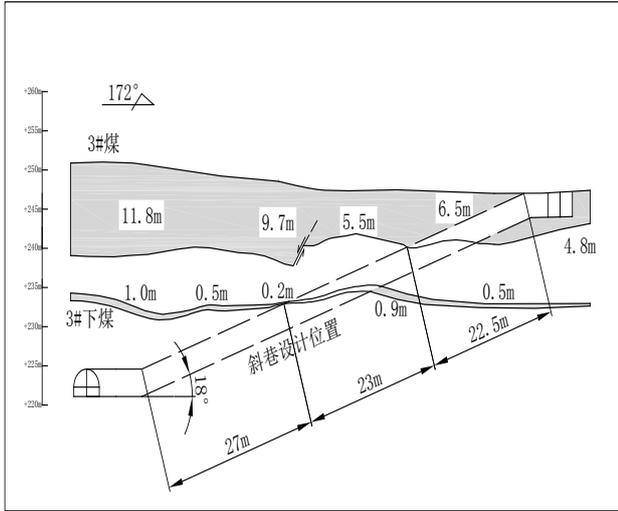


图 1 揭煤斜巷预想剖面图

3 超前注浆加固

超前注浆加固是指利用注浆设备，通过注浆钻孔将专用加固材料高压注入到松散煤岩体的裂隙内。在高压作用下，浆液在被加固地层内渗透、胶结，随即产生一系列物理反应，形成一种对破碎煤岩体具有很强黏结性、充满整个裂隙的固结体网络骨架，对被加固地层起到充填密实和补强加固作用，从而稳定施工区域煤（岩）体，降低支护难度^[2-4]。

3.1 注浆钻孔设计

巷道掘进距 3# 煤底板 2m 处停止前进，在工作面采用 ZBY-3200 坑道钻机施工前探注浆钻孔，钻孔直径 94mm，钻孔穿透煤层，覆盖 3# 煤及其顶板向上 0.5m 区域。为避免施工期间煤（岩）层裂隙导通各钻孔致使压力下降，一般采用“一孔一注”注浆工艺，即每打一个钻孔进行一次注浆作业。

本次施工设计 8 个注浆钻孔，设计钻孔时应综合考虑巷道和煤层的相对空间位置^[5]，钻孔平面投影覆盖巷道轮廓线向外 0.5m，终孔位置为穿过 3# 煤层顶板相向上 0.5m（见图 2~图 4），钻孔设计参数如表 1 所示。

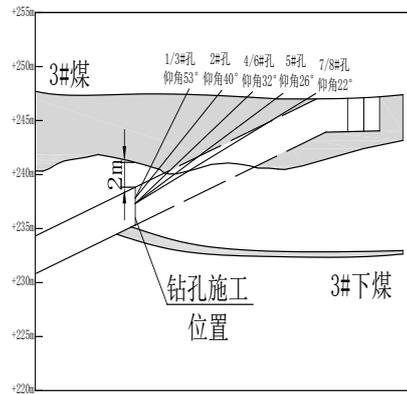


图 2 钻孔剖视图

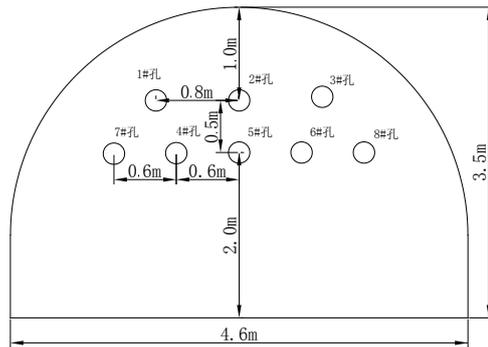


图 3 钻孔正视图

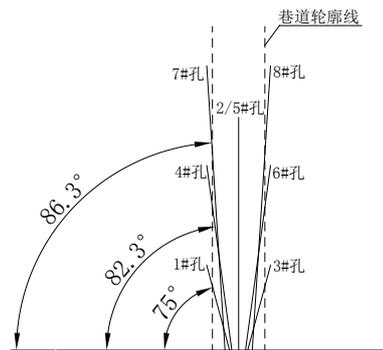


图 4 钻孔俯视图

表 1 钻孔设计参数

孔号	设计孔深 (m)			偏角	仰角
	孔深	岩孔	煤孔		
1	12.87	4.24	8.63	左偏 15°	53°
2	15.52	4.87	10.65	/	40°
3	12.87	4.24	8.63	右偏 15°	53°
4	19.2	5.86	13.34	左偏 7.7°	32°
5	22.52	6.88	15.64	/	26°
6	19.2	5.86	13.34	右偏 7.7°	32°
7	26.53	8.82	17.71	左偏 3.7°	22°
8	26.53	8.82	17.71	右偏 3.7°	22°

3.2 注浆加固参数

3.2.1 浆液的扩散半径

浆液扩散半径是注浆领域的一个重要指标,该指标受煤岩体裂隙发育程度、注浆压力、浆液渗透率、浆液反应时间等多种因素影响,同时不同地质条件、围岩性质下,扩散半径也有差异。目前对浆液扩散半径尚没有可靠的测算方法^[6],根据经验值,HWJ-加固材料浅孔注浆浆液扩散半径为1.0~2.0m,深孔注浆浆液扩散半径为1.0~5.0m,本次加固采用深孔注浆工艺。

3.2.2 注浆压力

注浆压力是浆液在煤岩体中扩散的动力,受地质条件和注浆材料等因素的影响和制约。一般来说,化学注浆比水泥注浆时压力要小得多,浅部注浆比深部注浆压力要小,渗透系数大的地层比渗透系数小的地层注浆压力要小。HWJ-加固材料浅孔注浆压力设定为2MPa,深孔终孔注浆压力大于等于15MPa。

3.2.3 浆液配比及凝固时间

浆液初凝和终凝时间是浆液本身的特征,在浆液生产过程中能准确控制,HWJ-加固材料初凝时间为1~30min(可调),终凝时间为8h内。

3.3 施工设备

注浆加固所需主要设备见表2。

表2 注浆加固主要设备明细

序号	设备名称	规格	单位	数量	备注
1	液注注浆泵	ZBYS6/16-32	台	1	
2	搅拌机	LJ250/280(防爆型)	台	1	
3	注浆泵用开关	DW80G—200	台	1	防爆开关
4	搅拌机开关	BQD—30	台	1	防爆开关
5	坑道钻机	ZBY—3200	台	1	打注浆孔

注浆主要辅助配件包括导流管、变径接头(注浆管与导流管连接)、混合器(双出料管)、高压输料管、快速接头以及封孔材料等。

3.4 注浆过程质量控制及效果检查

注浆过程质量控制主要包括以下几个方面。

3.4.1 注浆压力的变化

在整个注浆过程中,监测压力可以帮助施工操作人员保证达到工作压力;随着注浆孔数的增多,注浆压力越来越高,说明破碎煤岩体内的裂隙被充填密实度越好,则注浆效果越好,根据浆料性质要求,深孔注浆压力应不小于15MPa。

3.4.2 注浆量的变化

随着注浆过程的推进,监测注浆速率及注浆量的大小。

对它的监测可以在最好的时刻发现不必要的浆液溢出而造成的浪费。注浆孔后期的注浆量应该比前期注浆量明显减少,说明注浆效果变好,一般来说,采用HWJ-加固材料注浆时,深孔注浆每孔注浆料约250~2000kg。

3.4.3 注浆效果的观察

掘进期间,通过观察揭露煤岩体表面浆液骨架,也可对注浆效果进行检验,煤岩体表面裂隙被浆液充填并形成固体网络骨架,说明注浆效果较为理想^[7]。

4 现场施工

①随巷道掘进,煤层顶、底板起伏明显,揭煤点处于构造应力区域,且煤层底板向上趋势明显,为防止出现片帮、漏顶等事故,在揭煤点采取了以下两项措施:一是增大揭煤点巷道坡度,将揭煤点巷道坡度从18°增加至20°,从而提前揭露煤层顶板,对于揭煤点附近巷道坡度不一致的问题,后期对变坡点进行拉底,将底板坡度顺平,并用混凝土对金属支架棚腿进行加固处理;二是进一步加强支护,原设计每架金支打设15根前探木锚杆,揭煤点每架金支增加了6根2.5m自攻固锚杆,同时根据地质预报,在可能的应力集中区域增加2根2寸钢管,从而有效提升了前探支护强度。

②施工期间,发现多个钻孔注浆压力超过2MPa时,喷孔现象严重,造成钻孔报废,影响施工进度,为解决这一问题,矿井对封孔工艺进行了优化,采用囊袋封孔技术进行封孔作业,将矿用注浆封孔器的注浆管与注浆泵连通,液浆因注浆压力进入注浆管,由于单向阀的作用液浆进入囊袋1及囊袋2,囊袋迅速膨胀,将囊袋的外径紧固在煤层孔壁上,将封孔器两端的孔封闭;当压力大于0.8MPa时,爆破阀爆破,液浆将两个囊袋中间的部分充满,进而实现多层密封(见图5)。

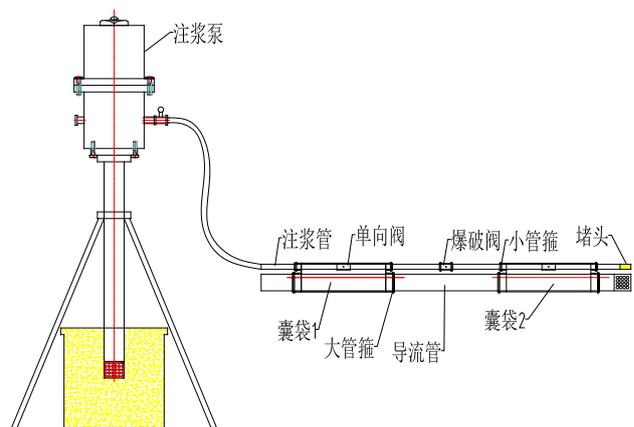


图5 矿用封孔器工作示意图

③部分钻孔受岩层裂隙影响,在注浆期间,其单孔注浆量较大,且远远达不到设计压力值,浆液沿大裂隙向外扩散。此时应采用注注停停的方法逐渐加压注浆,或重新在该孔附近打注浆孔复注,以保证所加固区域围岩内浆液扩散均匀。

5 实施效果

巷道揭煤前应用注浆材料进行超前预注浆加固,将破碎煤体胶结成整体,在很大程度上改善了煤体的力学性能,巷道围岩稳定性好,提高整体承载结构的承载能力,配合传统的架棚及前探锚杆施工,揭煤过程有效地控制了顶板以及两帮,每轮加固完成,预留足够超前距,施工巷道断面均达到设计要求,杜绝了因松软煤体垮落导致的顶板以及瓦斯事故,注浆效果良好^[8]。

6 结语

①北一200-14#斜巷在使用超前预注浆加固后,增加了揭煤点围岩强度,改善煤体的松散破碎性,提高煤体自承能力,工作面揭煤期间杜绝了顶板漏顶、冒顶引起的瓦斯超限事故,提前完成了揭煤工作,保证了生产的正常接续。

②注浆加固技术是一种积极主动的围岩控制方式,尤其

对于煤与瓦斯突出煤层效果明显,如果能够与两个“四位一体”防突相结合,则是煤矿井下揭煤值得推广的一项技术。

参考文献

- [1] 康红普,王金华,林健.煤矿巷道锚杆支护应用实例分析[J].岩石力学与工程学报,2010,29(4):649-664.
- [2] 康红普,冯志强.煤矿巷道围岩注浆加固技术的现状与发展趋势[J].煤矿开采,2013,18(3):1-7.
- [3] 佚名.空巷顶板稳定性原理及支护技术研究[J].煤炭学报,2005,30(1):8-11.
- [4] 陈佐南,党昌志,赵立新.马丽散固化剂在石门揭煤中的应用[J].煤炭技术,2005,24(1):99-100.
- [5] 柏建彪,侯朝炯,曹呆军.超前预注浆加固技术在软煤巷道掘进中的应用[J].中州煤炭,2009(1):52-53.
- [6] 冯志强.破碎煤岩体化学注浆加固材料研制及渗透扩散特性研究[D].北京:煤炭科学研究总院,2007.
- [7] 刘长武,陆士良.锚注加固对岩体完整性与准岩体强度的影响[J].中国矿业大学学报,1999(3):21-24.
- [8] 刘泉声,张华,冯智杰.厚顶煤强动压巷道围岩注浆加固技术研究[J].煤炭技术,2018,37(11):101-104.

(上接第81页)

相关的某一些参数不会对后续的矸石的填充效率完成重大影响。对于煤矸石的填充工艺,需要选择一些带有煤矸石填充液压支架为一体的综合性机械设备系统。煤矸石运输系统的高级化会直接影响其煤矿企业的基础效率,甚至会直接影响到企业的经济利益以及其他情况。由于填充技术的应用实效的提升会使得整体的采空区空顶时间缩短,降低顶板下沉量,为后续的填充增添了很多的时间^[4]。

5.2 降低煤矸石压缩率

煤矸石的填充压缩率与煤矸石本身的情况息息相关,其中,煤矸石采空区的覆岩层压力值与煤矸石填充压缩率呈现出正向相关关系。当煤矸石填充进入到采空区时,根本就难以实现最优的接顶处理,主要源于煤矸石的填充率低于100%。与此同时,覆岩层根本就难以对填充体之间施加任何的压力,只有在下沉的时候才可间接性对其进行压缩,实现内部结构的压实性增强。

6 结语

综上所述,现阶段中国逐步重视起煤矿煤矸石填充技术。为确保填充实效,势必要做好各项工作的革新,积极推动生产力的释放,确保国家的煤炭资源被有效利用,进一步保护煤矿区域的生态环境,完善煤矿设计标准,将新技术直接用于实践并将其转换为社会生产力,促进该项工作的持续性发展。

参考文献

- [1] 刘建功,赵庆彪,张文海,等.煤矿井下巷道矸石充填技术研究与实践[J].中国煤炭,2005,31(8):36-38.
- [2] 张元功,董凤宝.城镇建筑群下矸石充填开采新技术的研究与实践[J].煤矿开采,2008,13(1):31-33+84.
- [3] 姚宝志.煤矿井下矸石充填技术与地面减沉效果[J].煤矿安全,2012,43(6):47-49.
- [4] 公茂泉.推广矸石充填技术实现煤矿绿色开采[J].山东煤炭科技,2010(1):2-4.