

注浆加固技术在巷道底鼓治理中的应用研究

郭磊磊*

(山西兰花科技创业股份有限公司伯方煤矿分公司,山西 高平 048400)

摘要:为保证巷道正常使用,针对伯方煤矿三盘区回风大巷受到两侧综采工作面采动压影响底鼓变形严重问题,采用新型注浆水泥混合材料进行加固治理,通过配比试验对各项参数指标进行优化确定,选择使用水灰比为0.8:1的比重进行浅部注浆,水灰比为1.1:1的比重进行深层注浆,加固治理后的巷道水平移近量小于57mm,垂直方向移近量小于42mm,底鼓变形的治理效果较好。

关键词:底板加固;控制底鼓;注浆材料;变形监测

中图分类号:TD353 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5716(2024)10-0109-03

随着我国煤炭开采技术的不断提升,许多大型煤矿开采深度增加,也遇到不同程度的矿压影响,造成巷道变形量加快,围岩应力凸显,巷道底鼓片帮等现象,需要通过投入大量人力物力进行扩帮修巷,否则在长期失修条件下很难保障巷道的支护强度能够抵消围岩应力作用,对矿井的安全生产构成严重威胁^[1-4]。为解决巷道严重底鼓开裂问题,伯方煤矿通过引进新型注浆材料,经过实验对比,探索出加固变形底板的治理方法,取得一定的成效。

1 工程概况

伯方煤矿隶属于山西兰花科技创业股份有限公司,矿井三盘区为主要布置采区,其西翼分别设置有3303采煤工作面、3302采煤工作面和3304采煤工作面等,主采矿井3[#]煤层,对应地表标高为+940~+1085m,煤层埋深为430~490m,盘区内地表地势由南向北逐渐升高,最低点为附近河底村的吴庄河流域,最高点为孤山山脉,且在盘区采面最西面紧邻矿井井田边界,从盘区内横穿两条背斜构造。

受到综采工作面采动影响,三盘区主要开拓大巷如轨道大巷、胶带大巷和回风大巷等均受到不同程度的矿压作用,导致巷道变形严重,尤其是回风大巷出现近370m段的严重底鼓,原巷道设计施工断面为4.5m高,底鼓后最小断面处仅有3.1m高,底鼓移近量近1.4m,且周边围岩开裂导致巷道挤压变形,出现大面积的片帮离层,对于回风巷安全巡检和喷淋洒水降尘工作带来极大不便,断面大小不均,也造成回风大巷出现

局部风阻增大现象,导致通风不畅,无法有效调节各采区配风量,存在一定安全隐患。虽然经过多次扩修卧底,但是回风大巷岩层已经受到应力破坏,围岩裂隙极为发育,整体完整性较差,加上采煤工作面的动压叠加传递,始终不能达到回风大巷内的围岩应力动态平衡状态,需要不断实施卧底和扩修加固以确保巷道足够的支护强度,给安全生产造成极大不便。

2 围岩加固方案设计

三盘区回风大巷采用直墙半圆拱+喷浆层处理加固,受动压影响,多处巷道出现顶帮开裂离层,围岩的整体结构性受到破坏,抗压强度明显降低。基于此,考虑使用新型注浆材料通过打设钻孔向裂隙内进行注浆充填,使注浆料作为粘合剂重新粘结已经开裂的岩层,提高围岩的完整性,注浆时采用先顶帮、后底板的施工顺序,待凝结加固后形成统一整体,再对顶帮补打锚杆、锚索起到悬臂梁的作用,对顶帮加固之后,具备抵抗围岩应力和动压的强度后,再对底板重新卧底,清理矸石,达到巷高标准要求时,再对底板施工钻孔进行注浆加固,经过巷道整体扩修后,实现提高围岩抗压强度的目的。

3 新型注浆材料配比分析与参数确定

不同于常规注浆材料单一使用一定比例的水泥和清水进行配比制浆,新型注浆材料选用硫铝酸盐水泥熟料和石灰、石膏的混合料进行配比,由于缺乏成熟实验参数,通过设置多组配比方案对比制浆效果,以及凝固后的成品抗压强度,确定最终的优化配比方案。

* 收稿日期:2023-03-21

作者简介:郭磊磊(1987-),男(汉族),山西晋城人,工程师、注册安全工程师,现从事生产技术管理工作。

经过初步筛选,得出按照50份的硫铝酸盐水泥熟料,配合6.25份的石灰料、43.75份的石膏料分别进行水灰搅拌制浆,以硫铝酸盐水泥制浆得到A液,由石灰和石膏混合料制浆得到B液,并且辅助添加增稠剂、缓凝剂和速凝剂等材料。根据不同裂隙发育程度,以及现场施工对凝固时间的需要等要求,配制出符合条件的浆液比例。

3.1 凝固时间和抗压强度确定

确定注浆效果的基础参数无疑是凝固时间和抗压强度决定的作用,不同比例的浆液根据凝结时间长短,会产生不同的凝固效果,而凝固后的水泥浆成品,以及粘接后的围岩整体抗压强度也会存在差别,根据围岩应力统计分析,至少达到10MPa及以上即可满足抵抗力需求,能够对围岩造成的破坏将会降低。浆液配比与凝固时间关系如图1所示。

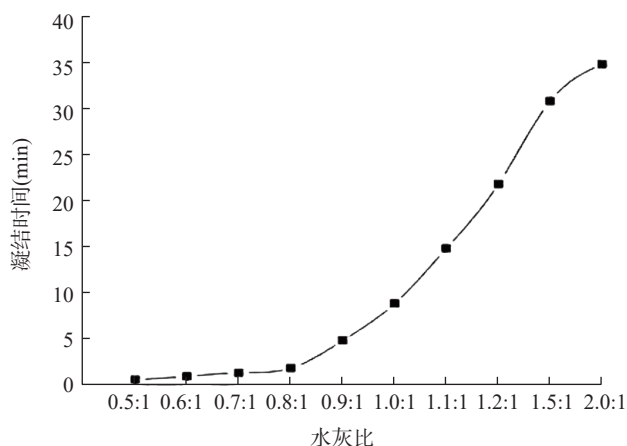


图1 浆液配比与凝固时间关系

由图1所示:水灰比从(0.5:1)~(2.0:1)的配比区间内,随着浆液比重的增大,凝固时间也逐渐延长,在比重达到0.8:1时凝固时间较明显,出现显著上升拐点,小于该比重时凝固时间较短,小于5min;大于该比重时,凝固时间最长可达到35min,时间可控区间范围较大,利于根据不同注浆条件和裂隙发育程度进行比例调配,满足不同空间的注浆需求。

此外,根据混合浆液凝固后形成的块状固体进行抗压强度测试,根据数据绘制浆液配比与抗压强度关系图,如图2所示,由图2可知,当水灰比达到0.5:1时,结块抗压强度为17.4MPa,当水灰比在2.0:1时,结块抗压强度为4MPa。经过围岩应力监测统计分析,满足不小于10MPa的抗压强度即可抵消应力作用,提高稳定性。因此,根据测定结果显示,控制水灰比在(0.5:1)~(1.1:1)区间内即可满足条件,实现破碎围岩修护加固。

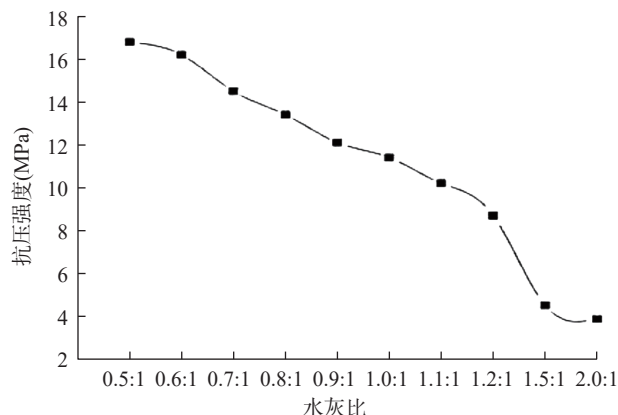


图2 浆液配比与抗压强度关系

3.2 干缩率与时间、比重的确定

由于混合浆液在静置状态下不同液体成分的密度大小不同,密度大的如水泥浆会沉在底部,经过一段时间会凝固,形成整体的块状;而密度较小的液体如水会浮于上层表面,形成水和水泥浆的分离。干缩率与时间、比重关系图如图3所示,混合浆凝固后的结块干缩率不仅和水灰配比有关,还与静置时间长短有关。经过数据分析,结块整体凝固时间在4h状态均高于2h状态下的干缩率,且水灰比比重越高,结块干缩率越高,呈现一定正比关系,在此状态下,结块更加稳定。

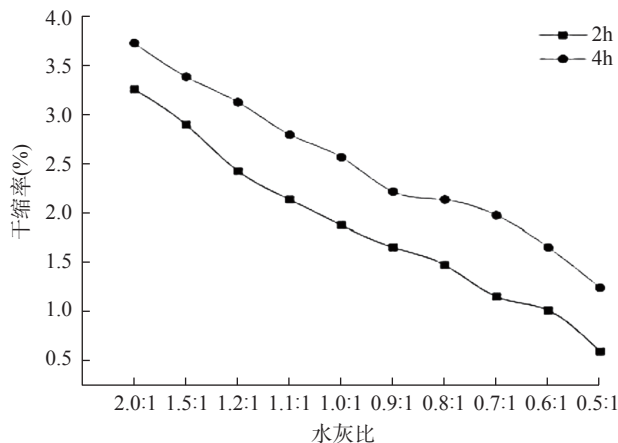


图3 干缩率与时间、比重关系

3.3 反应温度与浆液配比确定

新型注浆材料用到硫铝酸盐水泥和石灰、石膏等材料,这些材料在遇水搅拌过程中都会发生化学反应,并产生高温高热,是一个放热过程。当制浆搅拌和注浆等流程需要在井下巷道现场操作时,难免出现操作不当,导致温度过高引燃煤体后发生自燃火灾等事故,具有一定危险性^[4]。因此,根据地面配比试验和温度测定统计结果显示,新型注浆材料在(0.5:1)~(1.5:1)的配比区间内,化学反应放热温度为55℃~38℃,温度随

着比重增大而降低。反应温度与浆液配比关系如图4所示。

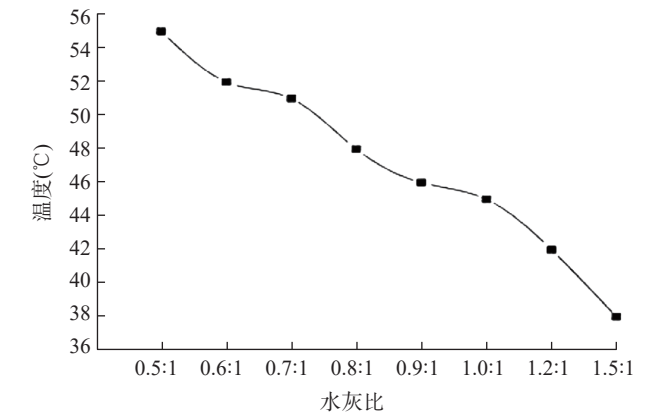


图4 反应温度与浆液配比关系

3.4 浆液配比参数确定

根据井下回风大巷现场底鼓开裂情况,将注浆分为浅部注浆和深层注浆两种。对于底鼓不明显、裂隙不发育的巷道条件采用浅部注浆,由于裂隙不发育,比重较大的稠浆无法注入,结合以上参数分析,选定水灰比为0.8:1的浆液比重进行注浆,可以达到5min内快速凝固,抗压强度达到13MPa,干缩率达2.2%左右,且反应温度为48℃,满足注浆加固要求,注浆时,为避免压力过大造成喷浆伤人,确定终压压力为1~1.5MPa。深层注浆适用于裂隙发育,底板开裂宽度较大,需要卧底后进行注浆,选用比重为1.1:1的混合浆液较合适,可以实现15min内凝固,抗压强度达到11MPa,干缩率达2.3%~2.7%左右,反应温度为43℃,确定终压压力为4.5~5MPa。

4 注浆加固效果评价

4.1 底板渗漏检测

回风大巷底板渗漏检测主要根据裂隙加固前后的渗水率和注水量进行,注浆治理前由于裂隙发育,注水时用水量大,说明裂隙空间较大;注浆后原有裂隙受到浆液充填,再次进行注水时用水量较小,渗漏较少,说明注浆效果良好。在回风大巷内370m段底鼓区域,选取变形严重80m范围进行效果评价,每隔20m在巷道中间两侧施工5m孔深的注水评价孔,对比注浆前后的渗水量,注浆加固前后裂隙注水量对比如表1所示。由表1数据分析,同一区段内注浆加固后的注水量明显小于加固前的注水量,说明裂隙被充填效果较好,底板注浆后重新形成统一整体。

4.2 围岩变形监测

在回风大巷注浆加固的370m范围内,每隔30m使

表1 注浆加固前后裂隙注水量对比

注水区段(m)	孔号	注浆前注水量(m³)	注浆后注水量(m³)
20	1#	0.63	0.05
	2#	0.51	0.08
40	3#	0.32	0.06
	4#	0.49	0.03
60	5#	0.33	0.04
	6#	0.41	0.06
80	7#	0.66	0.07
	8#	0.47	0.03

用水平线和垂线在同一平面内设置观测点,使用喷漆标定,并打设水泥钉减小观测误差,经过注浆加固治理后,对每组测点的巷道宽度和顶底高度详细记录原始数据,经过两个月连续动态监测,统计数据后分析可得:巷道在水平方向上的最大移近量为57mm,在垂直方向上的最大移近量为42mm,相较于加固前的最大底鼓移近量1.4m,巷道变形控制效果较好。

5 结论

(1)在三盘区回风大巷内采用新型注浆混合材料进行加固试验,在试验过程中针对底鼓裂隙不同的发育程度,采用浅部注浆和深层注浆两种方式进行加固治理,浅部注浆水灰配比选定0.8:1,终压压力为1~1.5MPa;深层注浆水灰配比选定1.1:1,终压压力为4.5~5MPa,在凝固时间、结块抗压强度、反应温度和干缩率等方面均能够满足加固要求。

(3)经过注浆加固后的治理效果评价,底板裂隙注水渗漏量明显小于加固前的注水量,底板渗漏满足加固要求,而且混合浆液凝固结块后,将破碎岩石重新充填粘接,确保巷道水平移近量小于57mm,垂直方向移近量小于42mm,极大控制了巷道的底鼓变形。

参考文献:

[1] 郭伟.高应力回采巷道底鼓治理技术的研究与应用[J].煤炭与化工,2021(3):18-20.

[2] 文涛.高地应力煤层巷道底鼓形成机理及治理技术研究[J].能源与节能,2021(8):26-27.

[3] 张红.高应力区回采巷道底鼓治理技术初探[J].江西煤炭科技,2022(2):99-101.

[4] 孙振伟,陈维龙.弱胶结软岩巷道底鼓变形机理及控制技术研究[J].煤炭技术,2019(3):31-34.

[5] 王树明.中空注浆锚索在高地应力软岩巷道底鼓治理中的应用[J].江西煤炭科技,2020(1):160-161.