

粉煤灰基胶结材料充填留巷技术

马龙¹, 李凤义², 聂文波²

(1. 永城煤电控股集团 登封煤业有限公司, 河南 登封 452400;
2. 黑龙江科技大学 安全工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150027)

摘要:为了解决新安煤矿3832综三工作面因前期采用浮煤堆砌方法进行沿空留巷,造成的围岩变形严重,漏风严重,留巷效果不佳等情况,在该矿进行了粉煤灰基胶结材料巷旁充填沿空留巷技术与试验,并确定了留巷带支护参数、充填系统工艺流程.工程应用表明:巷道上方的下位顶板岩层和上位顶板岩层的离层得到了有效控制,采用的充填袋式充填有效阻止了巷道漏风,并预计实现区段煤柱回收效益达 $1\,371.955\,2 \times 10^4$ 元,为实现充填开采的规模化提供了工程实例,也为条件类似的矿区提供了借鉴作用.

关键词:沿空留巷;粉煤灰基胶结材料;充填体

中图分类号:TD823.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-9102(2014)02-0042-04

Research on fly ash cementing material for filling and surrounding rock consolidation supporting technology

MA Long¹, LI Fengyi², NIE Wenbo²

(1. Yongcheng Coal Holdings Group Dengfeng Coal Co., Ltd., Dengfeng 452400, China;
2. College of Safety Engineering, Heilongjiang University of Science and Technology, Harbin 150027, China)

Abstract: In order to solve the problem caused by the deformation of serious surrounding rock, severe air leakage, the worse result of retaining by using float coal pile method along the empty left lane in 3832 working face of Xin'an Coal Mine, this paper studies with the test by fly ash cementing material lane beside the filling for the technology, and determines the supporting parameters and filling system for process flow. The project application cases show that the roadway at the top of the lower and upper roof strata of roof strata abscission layer has been effectively controlled, the packing bag filling roadway air leakage has been effectively prevented, and is expected to achieve section pillar recovery benefit of RMB 13 719 552, and the scale of the filling mining has provided a project example and references for similar mines.

Key words: gob-side entry retaining; fly ash cementing material; filling body

沿空留巷技术因其能够较好地实现无煤柱护巷,无论是在利用煤炭资源上,还是在采煤方法上都比留煤柱护巷具有更好的技术经济优势,自20世纪50年代在我国开始使用以来,一直是我国煤炭开采的重要技术发展方向^[1-4].经过多年的研究与发展,国内外已在垮落法管理顶板的采煤工作面形成了似膏体巷旁留巷、超高水材料巷旁充填留巷

及封闭模铸砌体留巷等无煤柱沿空留巷技术^[5-8].

充填开采作为绿色开采^[9]的一个重要组成部分,越来越受到重视和认可.新安矿采用的是以黑龙江科技大学矿业研究院研制的粉煤灰基胶结材料,其具有凝固时间短、早期强度高、增阻速度快、密闭采空区效果好等优点^[10],而且易于泵送、机械化程度高.

为了解决新安矿围岩变形和漏风严重等问题,同时增加矿井的服务年限,提高煤炭的回采率,新安煤矿和黑龙江科技大学矿业研究院进行技术合作,在3832综三工作面实施了粉煤灰基胶结材料巷旁充填技术。

1 工作面情况

1.1 矿井总概况

龙煤集团双鸭山分公司新安煤矿矿井总储量为 $22\,546.2 \times 10^4$ t,可采储量为 $11\,336.0 \times 10^4$ t,采区回采率为85%,核定后的矿井生产能力为 210×10^4 t/a,矿井的剩余服务年限38.56 a.在前期采用浮煤堆砌的方法,进行留巷,但造成围岩变形严重且漏风严重,影响了矿井的生产能力和效益。

1.2 3832 工作面基本参数

该工作面基本参数:走向长度650 m;煤层倾角 $11^\circ \sim 14^\circ$;倾斜长150 m;采高1.6~1.8 m,平均1.7 m.3832工作面的顶底板情况如表1所示。

表1 顶底板情况

顶底板	岩石名称	厚度/m	特性
基本顶	细砂岩	6.58	灰白色,局部夹有中砂岩,分选中等次棱角状,具有水平层理
直接顶	粉砂岩	2.60	灰黑色,岩石完整,致密具有水平及波状层理,坚硬
直接底	粉砂岩	1.80	灰色,底板完整,坚硬具有水平后层理

2 巷旁支护参数的设计及选取

2.1 巷旁支护的支护强度

为了使粉煤灰基胶结材料成功的应用于沿空留巷巷旁充填的项目中,我们进行了大量的基础实验和理论研究.首先是掌握各种不同的岩性构成,开采深度,矿床赋存条件和开采工艺条件下的矿压显现规律;其次是作为支护材料的煤灰基胶结材料的物理力学性质与其支护对象所应有的匹配关系。

巷旁充填体的尺寸主要是指每次充填所形成

的充填体的长度、宽度和高度。

1) 充填体长度的确定.每次充填的长度主要取决于工作面推进的进度和充填作业制度.该工艺每天充填一次,充填一次可以充填多袋,但一班作业,综三工作面每天推进6 m,则每天充填长度为2 m。

2) 充填体宽度的确定.充填体的宽度大小主要取决于围岩所要求的切顶力,充填体强度及充填成本.根据以上的计算,考虑安全及施工方便,取充填宽度 $B = 1$ m,从而要求充填体强度一天达到2.0 MPa以上。

3) 充填体高度的确定.理论上的充填体高度就是工作面的采高,取平均值为2.2 m,实际的充填高度等于被充填空间的高度。

2.2 活化搅拌硐室系统建设

沿空留巷粉煤灰基胶结充填技术是以粉煤灰等工业废料为主要胶凝材料,通过粉煤灰活化、加入添加剂和速凝剂制备成粉煤灰基胶结充填材料,随着采煤工作面推进,将充填材料注入充填袋内,支撑采空区顶底板,在工作面后方垂直工作面走向打一排震动孔,放震动炮,使采空区顶板沿震动孔整齐切下,确保巷道完整。

粉煤灰基胶结充填材料吸纳了工业废料粉煤灰、炉底渣、脱硫石膏,减少了环境污染,充填后能很快膨胀实现主动接顶,在6~8 h达到1.8~2.4 MPa,3 d达到2.5~3.0 MPa,28 d达到4~6 MPa,以后强度持续稳定缓慢增长,即使在顶板来压充填体内部产生裂缝的不利情况下材料也会自动愈合并高于破坏前抗压强度.以上优良性能显然能有效的预防顶板覆岩移动;材料中外加剂全部无毒,不会污染地下水源,真正实现了绿色充填。

2.2.1 活化搅拌系统

井下活化搅拌硐室是集加料、搅拌、设备及输送系统控制等于一体的综合性井下工作站,是整个充填系统的源头.活化搅拌硐室整体布置如图1所示。

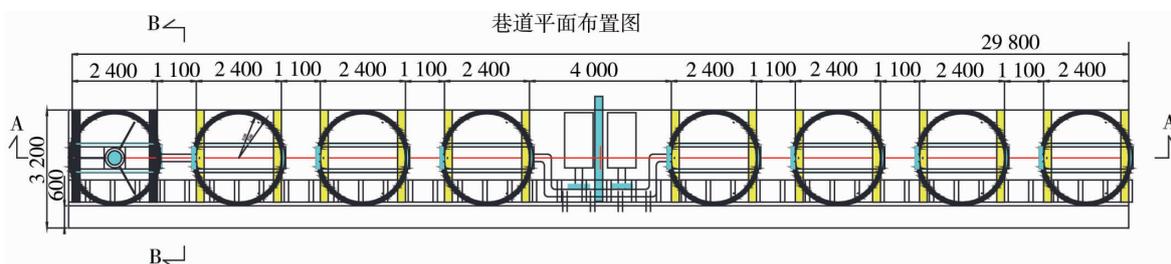


图1 活化搅拌硐室整体布置图

其工作原理:由防爆电动机带动摆线针轮减速器,通过刚性联轴器传动搅拌叶进行旋转搅拌,搅拌叶为开启涡轮式三层折叶结构,使液体流型为轴向和周向。

2.2.2 泵送系统

泵送系统主要是采用渣浆泵直接将活化搅拌好的浆液直接通过管路泵送到工作面。

1)渣浆泵.渣浆泵(型号GMZ-80-65-180流量 $170\text{ m}^3/\text{h}$,扬程 29.5 m)主要负责将搅拌好的充填浆液通过管路输送系统送往工作面.渣浆泵前端和活化搅拌池出浆口相连,后端连于多相加球装置上.工作原理:渣浆泵(型号GMZ-80-65-180)是单级单吸、轴向吸入悬臂卧式离心泵,属于离心泵的一种.通过叶轮旋转产生离心力,从而达到浆体输送目的.本次试验所用渣浆泵如图2所示。



图2 渣浆泵

2)加球装置.主要功能:防止浆液固液分离、清理管路系统、预防堵管,可实现浆液连续泵送不中断加球。

3)管路输送系统.管路输送系统,作用是输送充填浆液,主要由特种塑料管、手动闸阀和充填软带组成.管路固定采用架挂方式,利用风动钻机在巷钻孔然后通过U型卡和钢管将其管路固定在巷帮上,防止管路向外张开,管路每隔 2.5 m 设置一个架挂结构,弯头过道需用混凝土确实固定。

4)清洗管路系统.主要功能:水管路系统主要负责往粉煤灰活化罐中注水.水管路系统有两套,其中一套备用.系统起始端为新安煤矿井下高压水管.终端连在活化搅拌硐室的搅拌池上方.每次注水量按设计用粉煤灰的量来计算.主管路系统起始端由3吋铁管连接,通过巷道上方直接连接搅拌池

上方.在水管的出水口处直接连接水表,计量水量.备用管路系统起始端由3吋铁管连接,通过消防水管直接通往活化搅拌池.备用管路系统主要用于主管路破损、堵塞等其他问题的时候。

5)水箱.主要功能:水箱主要用于储存清洗活化搅拌池、充填管路的用水及紧急情况下输送管路的清洗.水箱内配备有潜水泵(流量 $20\text{ m}^3/\text{h}$,扬程 10 m)1台及输送管路1套.用时可以直接对接到活化搅拌池中,操作简便、安全、可靠。

3 留巷充填工艺

3.1 工艺流程

沿空留巷充填工艺是一个非常严谨的工序配合,各个环节都至关重要,从事沿空留巷充填工作的工作人员必须要有足够的责任感、观察能力和应变能力.充填工作主要由2个工作地点配合完成,分别是活化站搅拌硐室和工作面.工作面充填站与活化搅拌硐室的泵送指令由工作面充填站发出,站点没有收到指令不得擅自开泵.发生紧急情况立即相互通知,牵一发而动全身,应有较强时间观念与工作效率,定岗定责,每个人都要熟练完成自己的工作,同时做好协助他人工作的准备。

高水膨胀充填材料其中各种材料的配比有比较严格的要求,为达到要求,每种材料都要经过电子称严格称重,同时要做好防潮措施,防止材料变质。

为了应急井下突发时间,活化时间可以控制在 $3\sim 30\text{ h}$,再确定工作面工序一切正常的前提下,才可以按流程图时间向罐内加入固化剂、外加剂,否则要等待井下恢复正常才能加入固化剂、外加剂,然后等待井下制浆站指令。

3.2 工作面充填系统

工作面充填系统是由充填体(包括充填袋,充填模板,单体支柱)、4吋充填软带、打点通讯系统组成,充填体垂直于工作面布置,每个充填袋都带有充填口和排气口,充填口用长 2 m 的4吋塑料管与充填管带连接。

充填模板使用自行研制的耐磨模板.模板紧靠单体支柱内侧,用于支撑辅助充填袋内浆液成型.如图3所示。



图3 充填模板

打点通讯系统,用于工作面与活化搅拌硐室之间通讯,通过打点个数,控制泥浆泵的开启关闭,1点停泵,2点开泵,3点动开泵。遇到紧急情况可以喊话对讲,快速有效的控制充填袋内浆液体积,防止浆液飞溅出袋,从而迅速、保质保量的完成指令的传达。

4 技术经济效益分析

新安矿 3832 工作面下巷实际长度约 768 m,层厚度平均为 2.2 m,原设计预留 20 m 区段煤柱,用留巷充填,取消了区段煤柱,回收煤炭约为 $4.899\ 84 \times 10^4$ t,经济效益为 $1\ 371.955\ 2 \times 10^4$ 元。

5 结论

1)新安矿 3832 工作面留巷充填试验,预计经济效益达 $1\ 371.955\ 2 \times 10^4$ 元。

2)沿空留巷巷旁充填试验有效地控制了顶底板围岩的变形,提高了围岩强度,有效地控制了巷道变形,采用的袋式充填有效地控制了巷道的漏风,改善了矿井通风能力,阻止了有害气体通过采

空区逸出,在类似条件矿区具有一定地推广应用价值。

参考文献:

- [1] 孙恒虎,赵炳利.沿空留巷的理论与实践[M].北京:煤炭工业出版社,1993.
- [2] 华心祝.我国沿空留巷支护技术发展现状及改进建议[J].煤炭科学技术,2006,34(12):78-81.
- [3] 白书民.薄煤层无巷旁充填沿空留巷技术研究[J].煤炭科学技术,2012,40(11):42-44.
- [4] 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,2010,38(11):41-44,96.
- [5] 张东升,茅献彪,马文顶.综放沿空留巷围岩变形特征的试验研究[J].岩石力学与工程学报,2002,21(3):331-334.
- [6] 张东升,缪协兴,茅献彪.综放沿空留巷顶板活动规律的模拟分析[J].中国矿业大学学报,2001,30(3):261-264.
- [7] 张东升,缪协兴,冯光明,等.综放沿空留巷充填体稳定性控制[J].中国矿业大学学报,2003,32(3):232-235.
- [8] 柏建彪,周华强,侯朝炯,等.沿空留巷巷旁支护技术的发展[J].中国矿业大学学报,2004,33(2):183-186.
- [9] 钱鸣高,许家林,缪协兴.煤矿绿色开采技术[J].中国矿业大学学报,2003,32(4):343-348.
- [10] 颜志平,漆泰岳,张连信,等.ZKD高水速凝材料及其泵送充填技术的研究[J].煤炭学报,1997,22(3):270-274.