

doi: 10.13582/j.cnki.1674-5876.2022.04.005

近距离倾斜煤层群连续抽采快速揭煤技术

龙声德, 段勇信*, 罗飞

(贵州松河煤业发展有限责任公司, 贵州 六盘水 553000)

摘要:为解决贵州松河煤业发展有限责任公司近距离倾斜煤层群石门揭煤周期长、频次高的问题,提出近距离倾斜煤层群连续抽采快速揭煤技术:采用穿层长钻孔连续抽采前方待揭煤层揭煤区域瓦斯,同时在待揭煤层 7 m 法向距前对揭煤区域内抽采盲区进行补充区域防突措施,并在揭煤区域外对煤层进行注浆.采用穿层长钻孔实现连续抽采和异地消突,联合注浆改变围岩条件加固顶底板形成安全屏障,钻孔抽采时产生的负压圈减少揭煤区域外的瓦斯涌入揭煤区域.结果表明:穿层长钻孔穿过平均层间距 6.5 m 的煤层 10 层,比常规揭煤方式少施工钻孔 194 个,节省抽采和施钻时间 201 d,缩短揭煤时间 67%,抽采总吨量多 22.57 万 m³,总节资 64.86 万元.所提方法在缩短石门揭煤打钻抽采时间的同时,提高了石门揭煤安全性和瓦斯利用率,实现了安全快速揭煤.

关键词:近距离倾斜煤层群;快速揭煤;连续抽采

中图分类号:TD713

文献标志码:A

文章编号:1672-9102(2022)04-0030-05

Rapid Coal Uncovering Technology of Continuous Drainage in Near Distance Inclined Coal Seam Group

LONG Shengde, DUAN Yongxin, LUO Fei

(Guizhou Songhe Coal Industry Development Co., Ltd., Liupanshui 553000, China)

Abstract: In order to solve the problem of long period and high frequency of rock cross-cut uncovering coal in Guizhou Songhe Coal Industry Development Co., Ltd., continuous pumping and rapid uncovering coal technology is put forward in nearby distance coal seam group. To use a long drilling hole to continuously extract gas in the frontal uncovered the coal seam area, at the same time, at the 7 m normal distance of uncovering the coal seam, supplementary regional outburst prevention measures should be taken for the blind area of extraction in uncovering the coal seam. Supplementary regional outburst prevention measures are carried out for blind area of extraction in the uncovered coal seam area, and grouting the coal seam outside the uncovered coal seam area. It uses long drilling to achieve continuous pumping and remote outburst elimination, and uses the joint grouting to change surrounding rock conditions, strengthen the roof and the bottom plate to form a safety barrier, and the negative pressure ring generated during drilling extraction to reduce the gas pouring into the uncovering coal area. The practice shows that the drilling hole has passed through 10 layers of coal seam with an average interval of 6.5 m. This method has 194 fewer drilling holes than conventional coal uncovering, which saves 201 days of pumping and drilling, and reduces uncovering time by 67%. The total quantity of drainage is 225 700 cubic meters more than that of conventional uncovering coal, and the total saving is RMB 648 600 yuan. This method allows us to shorten the time of uncovering coal at the same time, improve the safety and gas utilization rate of rock cross-cut coal uncovering, and to achieve safe and rapid coal uncovering.

Keywords: near distance inclined coal seam group; rapid coal uncovering; continuous drainage

收稿日期:2021-10-14

* 通信作者, E-mail: 270507633@qq.com

贵州松河煤业发展有限责任公司矿区内煤层赋存条件具有煤层多且层间距较小等特点,通常一层煤还没有揭完就要对下一层煤采取区域防突措施^[1].近距离突出煤层群开采突出危险性大,且易误穿煤层引发煤与瓦斯突出等事故^[2].因此,近距离的煤层群采取可靠的区域防突措施,对于保障矿井安全生产、提高揭煤效率及安全性具有重大意义^[3-5].国内众多学者对快速揭煤及煤层群采掘问题进行了研究.赵云德^[1]对近距离多煤层石门快速揭煤技术进行了试验研究,揭煤时间缩短48%;李青松^[6]结合松河矿井的具体情况,提出了一套完整的石门揭煤防突工艺,并分析应用效果,实现了安全快速揭煤;曹佐勇等^[7]对近距离煤层水力冲孔破煤时电磁辐射信号响应特征进行研究;王建等^[8]为提高缓倾斜严重突出煤层的揭煤效率,采用缩短揭煤巷道距离、水力压裂增透结合底板穿层钻孔预抽的方法,优化揭煤步骤,现场应用表明,该方法可以减少2次区域验证次数,减少施工9~24个钻孔,揭煤时间平均缩短5.0~15.4 d,费用减少50%,实现了安全快速石门揭煤;龙建明等^[9]将深孔预裂爆破和高压水力割缝技术应用在松藻煤矿,揭煤时间缩短61%;冯康武^[10]采用单孔多次高压水力割缝形成缝槽,并同时实施中压注水实现导向性水力压裂的煤层增透方法,单孔抽采瓦斯流量平均提高2倍,单孔抽采瓦斯浓度平均提高3倍左右,实现了石门快速揭煤.

以上的研究只针对单一煤层或少数煤层进行快速揭煤,根据我公司煤矿出现的近距离倾斜煤层群特征及揭煤周期长等问题,本文提出近距离倾斜煤层群连续抽采快速揭煤技术,采取左右钻场施工长钻孔控制前方大于0.3 m的10层煤,在揭煤的过程中对前方待揭煤层进行不间断抽采降低揭煤区域瓦斯含量、压力,提高单孔浓度及瓦斯利用率,同时降低突出危险性,在距煤层7 m法向距前对单一煤层或层间距小于7 m煤层群抽采盲区采取补充措施和煤层注浆,从而达到安全高效快速揭煤的目的.

1 工程概况

贵州松河煤业发展有限责任公司采三区132运输石门是下一步保证矿井能正常生产接续的重要工程,为更好地做好该石门瓦斯治理,快速掘进形成系统,布置该区段采掘工作面瓦斯治理工程,打开矿井生产布局,是矿井急需解决的问题.

132运输石门设计长度891 m,以 $32^{\circ}55'28''$ 方位,3‰坡道向前掘进,最大埋深644 m.L8测点前45~186 m段标高+1 493.2~1 492.7 m,掘进过程中需要揭露均具有突出危险性的9[#],11[#],13[#],15[#],16[#],17[#],18[#]及大于0.3 m的3层煤线,共计10层煤;煤层最大层间距9.2 m、最小层间距4 m;平均层间距6.5 m,煤层平均倾角 30° ,煤破坏类型为III~IV类,瓦斯含量为8.20~18.39 m³/t.

2 快速揭煤技术

近距离倾斜煤层群连续抽采快速揭煤技术分为3步:(1)穿层长钻孔控制前方10层煤进行连续抽采和异地消突;(2)在抽采空白带进行区域防突措施补充和强化;(3)对煤层进行注浆固化形成安全屏障.

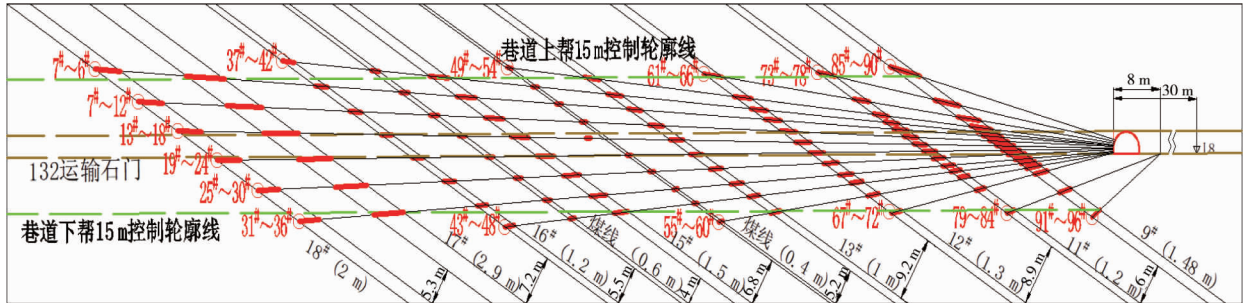
2.1 连续抽采+异地消突

在L8点前30 m处左右两帮分别施工2个深×宽×高为5.0 m×5.5 m×3.5 m的钻场,钻场全断面采用锚网索支护.在两帮钻场和工作面退后8 m处利用ZDY7300LX煤矿用全液压坑道大功率钻机施工96个15~180 m的钻孔,控制巷道轮廓线上部、下部及左右均 ≥ 15 m,平均每层煤施工补孔12个、注浆孔8个,共计296个钻孔,除补孔外所有钻孔均能在工作面进尺过程中实现连续抽采和异地消突.常规揭煤方法平均每层煤施工钻孔49个,揭露10层煤需要施工490个钻孔,比快速揭煤技术多施工钻孔194个.快速揭煤技术穿层钻孔实施方法如图1所示.

2.2 煤层注浆

在各煤层7 m法向距前,结合区域防突措施钻孔竣工图,在揭煤区域外注浆固化煤层,并改变煤岩性质,加固揭煤过程中顶底板的同时形成一个人为的安全屏障.

在施工注浆孔时,由于钻孔受到钻头和钻杆的钻动影响导致钻孔周围应力重新分布,钻孔孔壁及周边煤岩受到扰动影响后形成一些人为的裂隙.注入高压高强度的无机材料填充裂隙,不仅可以减少揭煤区域外未进行抽采的煤层瓦斯涌入揭煤工作面,还间接地加大煤体承载能力,减少揭煤过程中的突出危险性,有效地防止煤与瓦斯突出事故.注浆设计详见图 2.



220个,工程量6595m。揭开10层煤需要施工区域防突措施钻孔和注浆钻孔304个,总工程量17810m。

常规揭煤方式揭露9[#]~18[#]煤需要施工钻孔490个,单孔平均孔深38m,工程量约18620m,施工穿层钻孔每米成本260元,即快速揭煤技术节约施钻成本21.06万元。

3.2 钻孔施工时间分析

近距离倾斜煤层群连续抽采快速揭煤技术钻孔施工时间为12d,施钻期间无异常动力现象,施钻结束后还需要抽采29d,时间差异性系数小于30%,并且符合上级公司下发的《矿井井巷揭煤技术管理规范》文件,工作面抽采率达到45%以上。每层煤施工补孔和注浆孔时间为4d,还需要抽采7d达到要求,施钻和抽采时间共计99d。常规揭煤方式每层煤需要施钻时间和抽采时间最快为30d,在揭煤程序、施工单位和施工设备一致的情况下比常规揭煤方式节省时间201d,缩短揭煤时间67%。

3.3 瓦斯抽采量分析

穿层长钻孔最多穿过煤层10层,钻孔最长195m,最短18m。穿过煤层1~10层不等。单孔初始浓度最大高达89%,钻孔成孔后24h内由管理人员到现场指导进行“两堵一注+带压封孔”,DN350主管安设自动计量装置,每7d进行一次调校,误差不超过5%,单孔浓度每7d由专人负责测定并记录分析。主管瓦斯浓度在全部钻孔施工结束后的29d内稳定在30%以上,抽采混量平均22.83m³/min、抽采纯量6.85m³/min;日抽采总纯量9864m³,日均发电量达到2.66万kW·h。单孔浓度最高90%,主管瓦斯浓度最高达到50%,纯量最高达到12.52m³/min。抽采时间与抽采纯量、瓦斯浓度关系图见图3所示。

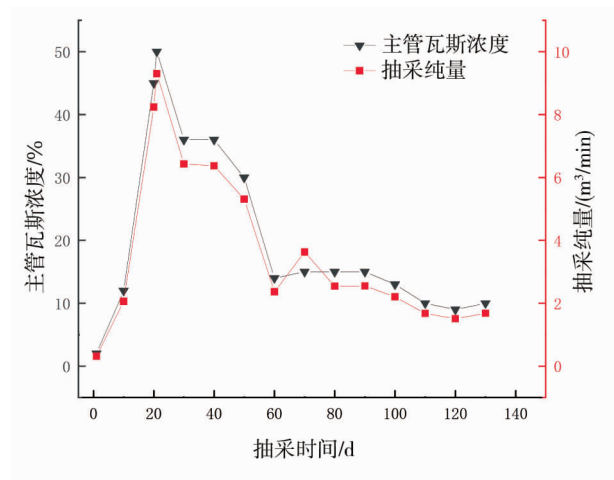


图3 抽采时间与抽采纯量、瓦斯浓度关系

3.4 瓦斯利用率分析

所有煤层揭露完成后,主管瓦斯浓度仍保持在10%上下,总抽采天数130d,抽采总纯量57.57万m³,平均抽采纯量3.08m³/min。常规揭煤方式平均每层煤瓦斯抽采总纯量为3.5万m³,10层煤揭露完成抽采总纯量能达到35万m³,平均1m³纯量瓦斯能发电2.7kW·h。近距离倾斜煤层群连续抽采快速揭煤技术比常规揭煤方式抽采总纯量多22.57万m³,可多发电60.9万kW·h,可间接获益40.8万元。快速揭煤技术与常规揭煤瓦斯抽采量对比图见图4。

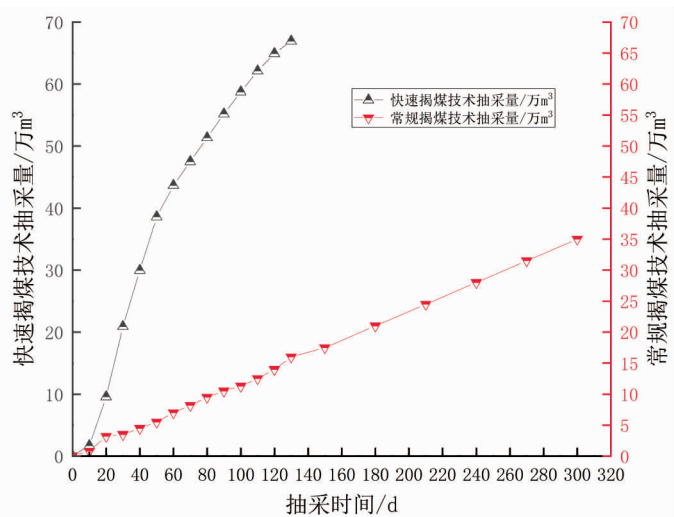
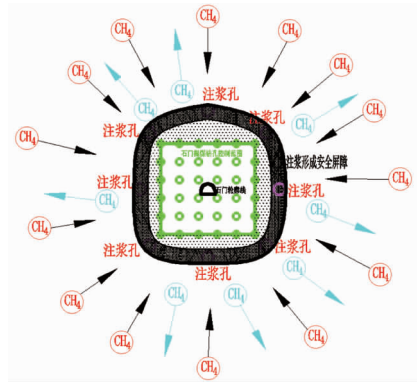


图4 快速揭煤技术与常规揭煤瓦斯抽采量对比

3.5 效果分析

在钻孔有效控制范围内抽采达标后,工作面进尺期间钻场和后方钻孔始终保持抽采,主管抽采负压保持在15kPa以上,主管瓦斯浓度长期维持在15%上下,对前方揭煤区域钻孔有效控制范围内进行连续抽采。在工作面掘进期间,抽采时见煤段筛管孔附近产生负压流,从而形成一个负压圈对涌入工作面的瓦斯进行拦截和注浆形成的安全屏障共同构成揭煤工作面的“双重保护”。近距离倾斜煤层群连续抽采快速揭煤技术成果示意图见图5。



1-揭煤工作面； 2-负压圈； 3-抽采钻孔； 4-注浆孔； 5-注浆安全屏障

图5 近距离倾斜煤层群连续抽采快速揭煤技术成果

在132运输石门揭露9[#]~18[#]层煤期间,区域防突措施效果检验中,17[#]煤层实测最大残余瓦斯含量为4.586 9 m³/t;工作面前方第四层煤13[#]层最小残余瓦斯含量为2.543 3 m³/t.区域验证最大钻屑解吸指标值为0.28 mL/(g·min^{1/2});掘进期间回风流瓦斯浓度最小仅为0.19%,最大为0.45%.

3.6 建议

1) 由于第一层煤穿过的钻孔终孔间距最近仅为1 m,因此,在施工穿层长钻孔时现场必须有中线和测定钻孔开孔参数的仪器,由专人开孔,倾角偏差为0°,夹角偏差±1°,钻孔见煤情况与设计偏差5 m以上,采用钻孔测斜仪确定钻孔有效控制范围,最大化弥补抽采盲区.

2) 对于倾角大于-25°的下行抽采钻孔,为了提高抽采效果必须采取有效防范钻孔积水的技术措施.

4 结论

1) 采用穿层长钻孔同时控制10层煤进行连续抽采,各煤层7 m法向距之前采区补充措施和煤层注浆固化,加大煤体承载能力,减少揭煤过程中突出危险性,较常规揭煤方式节省时间201 d,缩短揭煤时间67%.

2) 在负压圈和注浆形成的安全屏障共同构筑的“双重保护”下,揭煤过程中实现瓦斯零超限和零异常,为矿井安全揭煤提供保障.

3) 从揭煤时间、瓦斯抽采量、钻孔施工工程量以及瓦斯利用率等多方面比较,证明了近距离倾斜煤层群连续抽采快速揭煤技术能实现安全快速揭煤.

参考文献:

- [1] 赵云德.近距离多煤层石门快速揭煤技术试验研究[J].煤炭技术,2020,39(7):32-35.
- [2] 程建圣.近距离突出煤层群联合防突管控体系研究[J].矿业安全与环保,2016,43(3):41-44.
- [3] 张世鹏,黄光利.近距离突出厚煤层群石门揭煤综合防突技术[J].中州煤炭,2015(11):46-48.
- [4] 陆俊翔,罗文柯,王成龙,等.基于降压法测定预抽煤层瓦斯穿层钻孔有效影响半径的应用[J].矿业工程研究,2021,36(3):48-53.
- [5] 刘明举,唐耀才,赵发军.严重突出“三软”煤层快速揭煤技术的研究及应用[J].煤炭技术,2010,29(4):52-55.
- [6] 李青松.石门快速揭煤防突工艺技术及应用[J].煤矿安全,2010,41(6):20-22.
- [7] 曹佐勇,王恩元,汪皓,等.近距离煤层水力冲孔破煤时电磁辐射信号响应特征研究[J].煤炭科学技术,2019,47(11):90-96.
- [8] 王建,张荻,李正刚.缓倾斜严重突出煤层快速揭煤优化研究[J].矿业安全与环保,2015,42(6):80-82.
- [9] 龙建明,李文树,陈久福,等.松藻煤矿快速石门揭煤技术研究[J].煤炭科学技术,2011,39(7):35-38.
- [10] 冯康武.水力化卸压增透技术在石门快速揭煤中的应用研究[J].矿业安全与环保,2020,47(4):62-65.