

薛湖煤矿松软突出煤层以孔代巷区域防突长钻孔间距设计

杨洪伟 张格强

河南神火煤电股份有限公司 河南永城 476600

摘要: 底抽巷与穿层钻孔瓦斯抽放技术在深部突出煤层瓦斯防治中是常见的技术手段, 但具有施工时间长及成本高的缺点。因此, 针对薛湖煤矿主采二₂煤层瓦斯抽采的工程问题, 提出了以孔代巷的技术, 并在29020风巷设计了“主孔+分支孔”的梳妆钻孔, 并进行了实施。基于现场抽采数据, 提出了瓦斯抽采及消突达标评估方法。研究表明: (1) 29020风巷“主孔+分支孔”的梳妆钻孔, 实现了宽度36 m、长度500 m范围内的条带瓦斯抽采, 控制范围达到29020风巷轮廓线外15 m。(2) 以定向的方式在煤体上进行长距离、大覆盖范围的钻孔抽采瓦斯, 可以有效地对煤层瓦斯进行抽放, 降低瓦斯压力和瓦斯含量。(3) 基于消突达标时的煤层残余瓦斯含量值、吨煤瓦斯抽采率和质量守恒定律, 将理论瓦斯抽采量与实际瓦斯抽采量进行对比, 该方法具有很好的实用性和普适性, 对同类瓦斯地质条件矿井具有广泛的推广意义。

关键词: 煤与瓦斯突出; 以孔代巷; 消突评价方法

The spacing of long boreholes is designed to prevent outburst in soft protruding coal seam of Xuehu Coal Mine

Hongwei Yang Geqiang Zhang

Henan Shenhuo Coal Power Co., LTD. Yongcheng 476600, China

Abstract: The gas drainage technology of bottom roadway and through layer drilling is a common technical means in the gas prevention and control of deep outburst coal seam, but it has the disadvantages of long construction time and high cost. Therefore, aiming at the engineering problem of gas drainage in the II 2 coal seam of Xuehu Coal Mine, the technology of replacing roadway with hole is proposed, and the dressing borehole of “main hole + branch hole” is designed and implemented in 29020 air roadway. Based on the field drainage data, the evaluation method of gas drainage and outburst elimination is put forward. The results show that: (1) the dressing drilling of “main hole + branch hole” in 29020 air roadway realizes strip gas drainage within the range of 36 m wide and 500 m long, and the control range is 15 m outside the contour of 29020 air roadway. (2) Long distance and large coverage borehole gas drainage on the coal body in a directional way can effectively drainage the coal seam gas and reduce the gas pressure and gas content. (3) Based on the residual gas content of coal seam when outburst elimination meets the standard, gas extraction rate per ton of coal and the law of mass conservation, the theoretical gas extraction amount is compared with the actual gas extraction amount. This method has good practicability and universality, and has extensive popularization significance for mines with similar gas geological conditions.

Key words: Coal and gas outburst; Replacing roadway with hole; Outburst elimination evaluation method

引言

煤与瓦斯突出是一种复杂的矿井煤岩动力灾害现象, 随采深加大、应力和瓦斯压力增大及深部地质条件越来越复杂, 煤与瓦斯突出灾害日趋严重, 对煤矿安全高效生产造成严重影响^[1,2]。2016新版《煤矿安全规程》第二百一十条规定“煤层埋深大于700m的突出煤层,

不得将在本巷道施工顺层钻孔预抽煤巷条带瓦斯作为区域防突措施”。

河南省神火集团薛湖煤矿主采二₂煤层, 该煤层为突出煤层, 具有松软、低渗透、高含量及高吸附的特征。随着矿井开采深度逐渐增加, 目前的23采区埋深已达到800m, 在煤巷掘进过程中发生了煤与瓦斯突出事故, 给矿井安全生产形势造成严重影响。由于二₂煤层不具

备开采保护层的条件, 区域防突只能采用“底抽巷 + 穿层钻孔瓦斯抽放”的方法, 底抽巷工程量大、施工时间长及成本高的特点使矿井生产成本大幅增加, 采掘接续紧张, 严重影响矿井的高产高效。因此必须研究其它高效的区域防突技术方法, 以缓解矿井接续及安全形势紧张、生产成本居高不下的困境。

定向钻机可实现定向长距离钻进, 是利用钻孔自然弯曲或采用专用工具使水平钻孔轨迹按设计要求延伸至预定目标的一种钻进方法。与煤矿常规钻机相比, 千米定向钻机具有钻进长度大、定向比较准确、无需提前施工专用抽放巷道、瓦斯预抽时间长的优点^[3]。单一长钻孔以孔代巷也存在钻孔多、抽采效果不高的问题, 对于低透气性煤层必须采取卸压增透措施^[4]。因此, 提出以孔代巷, 即底板梳状长钻孔高效抽采条带瓦斯区域防突技术。

一、以孔代巷概念简介

以孔代巷, 即底板梳状长钻孔高效抽采条带瓦斯区域防突技术: 通过千米钻孔在底板打若干个主干长钻孔, 在每个主干长钻孔内分段向煤层钻若干穿层分支钻孔, 煤层内分枝孔间距符合煤层抽采瓦斯孔间距要求。每个主干孔及分枝孔完成后, 连管抽放, 所有钻孔完成后, 连续抽采预掘煤巷条带瓦斯。实现以孔代巷, 取消底板巷。千米钻机用于井下定向长钻孔及分支钻孔施工, 可同时起到瓦斯抽采钻孔和地层探测的双重目的, 对于提前掌握煤层赋存及地质构造变化、增大矿井区域瓦斯抽采量、提高煤矿区域防突效率具有重要意义。^[5]

二、矿井概况及工作面简介

薛湖煤矿二₂煤层破坏类型属于Ⅲ~Ⅳ类煤, 相对瓦斯压力 0.69 ~ 1.35MPa, 坚固性系数为 0.22 ~ 0.4059, 煤层的瓦斯放散初速度为 12.957 ~ 14.000, 单项指标全部突出参数均达到《煤与瓦斯突出矿井鉴定规范》^[6]规定的突出临界值。根据《煤与瓦斯突出矿井鉴定规范》第 5.2.3 条规定, 鉴定结果为薛湖煤矿(标高 -786m 以深的二₂煤层)内有突出危险。

29 采区煤层的直接顶板为砂质泥岩或细粒砂岩, 局部为中粗粒砂岩; 直接底板为细粒砂岩和砂质泥岩。煤层厚度 2.4 ~ 3.3m, 平均厚约 2.5m, 煤厚多集中于 2 ~ 3m 之间, 属中厚煤层。煤层倾角一般在 5 ~ 11°, 平均 9°。煤层原始瓦斯压力 0.72 ~ 1.7MPa, 平均瓦斯压力为 0.99MPa, 原始瓦斯含量 6.2 ~ 15m³/t, 平均瓦斯含量为 8.11m³/t, 煤层透气性系数为 0.0861m²/(MPa²·d), 百米钻孔瓦斯流量衰减系数为 1.38d⁻¹, 煤层硬度较大, 煤层坚固性系数为 0.22 ~ 0.4059。

三、定向长钻孔参数设计及瓦斯抽采分析

在 29020 风巷向 29020 风巷煤体施工“主孔 + 分支孔”的梳状钻孔, 覆盖 29020 风巷轮廓线外 15m。在 29020

风巷底板下方不小于 7m 处做钻场, 每个钻场布置 7 个梳状钻孔, 钻孔主孔直径 120mm, 主孔孔深不小于 500m, 钻孔水平间距 6m, 控制巷道轮廓线以外不小于 15m 范围, 其中煤段进尺约 3500 米, 岩段进尺约 7500 米。如图 1, 1# 孔布置在 29020 风巷中间位置, 其余钻孔对称布置在 1# 孔两侧, 实现宽度 36m、长度 500m 范围内的条带瓦斯抽采。

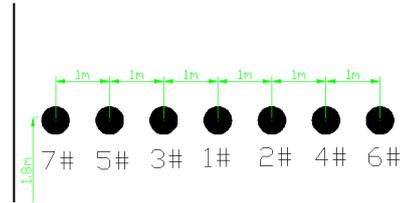


图 1 开孔位置

参考二₂煤层水力割缝增透瓦斯抽采有效半径为 3.2m (抽采时间 180 天), 定向钻孔组设计为“梳状”平面布置形式, 孔间距 6m, 开孔倾角为 5°, 首次见煤点为 90m, 终孔位置为 600m, 一组钻孔(1# - 7# 定向钻孔)能够控制 29020 风巷宽度方向 36m、长度方向 500m 的条带。钻孔平面设计轨迹如图 2 所示。

钻孔剖面设计轨迹如图 3 所示, 每个钻孔设计有主孔和分支孔, 主孔孔深不小于 500m。每个钻孔设计 n 个分支孔, 以实钻为准, 且分支孔间距和长度根据实钻情况适当调整。

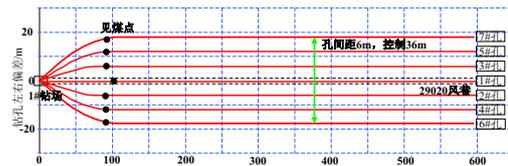


图 2 钻孔平面设计轨迹图

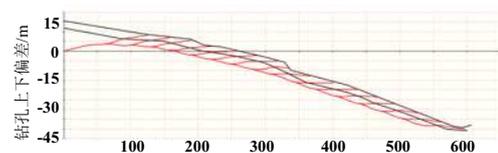


图 3 钻孔剖面设计轨迹图

对钻进过程中和钻孔完成后瓦斯抽采的增加和衰减规律进行分析。

1#、2#、6#、4#、3# 定向钻孔群瓦斯抽采浓度和流量变化如图 4 所示。

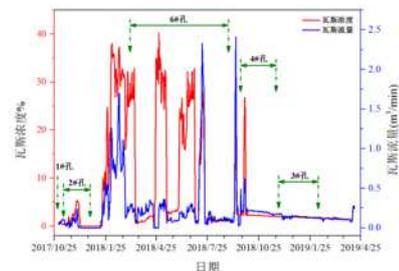


图 4 钻孔瓦斯抽采数据变化

由图 4 可知, 定向钻进长钻孔施工期间, 瓦斯抽采

浓度和抽采流量等抽采数据均呈上升趋势, 钻孔施工完毕后的瓦斯抽采数据会慢慢的随着时间的推移成下降趋势, 直到新的钻孔开始施工。整个瓦斯抽采期间, 各个钻孔在施工期和抽采期的瓦斯浓度和流量均有所不同, 值得注意的是, 在2#钻孔和6#孔施工间隔期, 瓦斯抽采浓度及流量值均很低, 结合现场实际情况分析主要原因为水力驱动钻孔成孔后, 下向长钻孔内存在较多积水, 对瓦斯气体起到“液封”效果, 影响了瓦斯抽采效果, 降低了钻孔的抽采效率。

为进一步分析各钻孔在施工期间和施工完成后的瓦斯抽采数据的变化规律, 分别对1#、2#、3#、4#、6#钻孔进行分析。

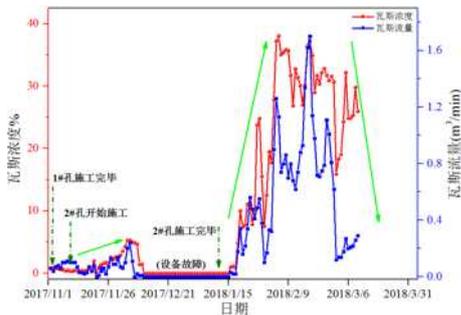


图5 1#、2# 钻孔瓦斯抽采数据变化

图5为1#、2#钻孔施工期间和施工后的瓦斯抽采数据, 从中可以看出, 1#钻孔施工完毕后, 瓦斯流量和浓度均处于较低水平。在2#钻孔施工期间, 施工前期瓦斯抽采数据成上升趋势, 施工后期由于设备故障的问题, 暂停抽采。

2#钻孔施工完毕后, 瓦斯浓度和流量均表现出明显的增长趋势, 且数据水平远高于1#钻孔。在瓦斯抽采22天后, 抽采系统的瓦斯数据表现出明显的下降趋势, 分析认为一方面是由于煤层瓦斯随着时间的增加而逐渐变少, 瓦斯压力和瓦斯含量下降; 另一方面, 由于钻孔内部的积水过多, 瓦斯解析受限, 瓦斯抽采量变少。

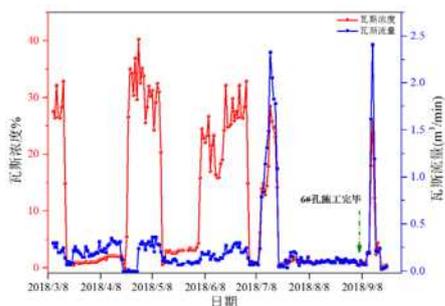


图6 6# 钻孔瓦斯抽采数据变化

图6为6#钻孔施工时和施工后的瓦斯抽采数据图。从图中可以看出, 整个抽采系统在6#钻孔施工期间的瓦斯流量要明显高于1#、2#钻孔施工和抽采期间的瓦斯流量, 个别时间段表现出波动较大的现象, 但整个抽采期内总体呈下降趋势, 分析认为: 一方面6#钻孔所在煤层的瓦斯压力和瓦斯含量大, 导致其抽采数据明显

偏大, 特别是波动明显的时间段内的瓦斯数据; 另一方面, 受1#、2#钻孔的瓦斯抽采逐渐减小的影响, 总的瓦斯抽采数据整体呈衰减趋势, 且在6#钻孔施工完毕16天后, 瓦斯抽采流量和浓度同样在快速增加后又迅速下降, 进一步证明了下向钻孔内存有积水, 影响了瓦斯的抽采效果。

通过分析可知, 以定向的方式在煤体上进行长距离、大覆盖范围的钻孔抽采瓦斯, 可以有效的对煤层瓦斯进行抽放, 降低瓦斯压力和瓦斯含量, 但由于下向钻孔内积水较多, 对瓦斯气体起到“液封”效果, 无法在钻孔施工的间隔期间对孔内瓦斯进行完全抽采, 因此需要对积水进行排放。

四、结论

本文针对松软、低渗透、高含量及高吸附煤层瓦斯高效抽采的问题, 提出以孔代巷的抽采理念, 并进行了现场实施, 基于现场数据和分析, 得到了抽采效果的评估方法:

(1) 对薛湖煤矿29020风巷设计了“主孔+分支孔”的梳状钻孔, 实现了宽度36m、长度500m范围内的条带瓦斯抽采, 控制范围达到29020风巷轮廓线外15m。

(2) 在长钻孔施工期间, 抽采系统的瓦斯浓度和瓦斯流量总体增大; 钻孔施工后正常抽采时, 瓦斯流量和浓度总体呈先增加后下降的变化特征。结合25020风巷下向长钻孔的实际情况, 钻孔内积水会降低瓦斯抽采浓度和抽采流量, 严重影响瓦斯抽采效果。

(3) 基于消突达标时的煤层残余瓦斯含量值、吨煤瓦斯抽采率和质量守恒定律, 将理论瓦斯抽采量与实际瓦斯抽采量进行对比, 提出了以孔代巷瓦斯抽采及消突达标的评价方法, 该方法具有很好的实用性和普适性, 对同类瓦斯地质条件矿井具有广泛的推广意义。

参考文献;

[1] 尹锡峰, 严磊. 下保护层开采卸压效应研究[J]. 煤炭技术, 2021, 40(08): 55-59.
[2] 俞启香, 程远平. 矿井瓦斯防治[J]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2012
[3] 申宝宏, 刘见中, 张泓. 我国煤矿瓦斯治理的技术对策[J]. 煤炭学报, 2007(07): 673-679.
[4] 周世宁, 孙辑正. 煤层瓦斯流动理论及其应用[J]. 煤炭学报, 1965(01): 24-37.
[5] 高巍. 采空区多场耦合模拟以孔代巷瓦斯抽采技术研究及试验[J]. 煤炭技术, 2021, 40(11): 146-151.

作者简介: 杨洪伟, 男, (1972年12月生-), 河南永城人, 高级工程师, 1996年7月毕业于焦作工学院采矿工程专业, 现就职于河南神火煤电股份有限公司薛湖煤矿, 主要从事矿山开采技术管理、煤矿瓦斯灾害防治及利用等。