矿井工作面高位钻孔抽放系统优化研究

王丽军 (汾西矿业贺西煤矿, 山西 柳林 033300)

摘要: 为降低回采工作面采空区以及邻近层瓦斯涌出, 对采面高位瓦斯抽采系统进行优化, 具体措施为增加瓦斯泵抽采能力、优化钻孔布置参数、增加布置水闸分离器等。现场应用后, 瓦斯抽采管路瓦斯抽采浓度由 2.5% 增加至 10.8%、抽采纯量 $1.5\text{m}^3/\text{min}$ 增加至 $6.3\text{m}^3/\text{min}$, 回风上隅角瓦斯浓度控制在 0.4% 以内; 同时优化有的抽采系统预计可满足矿井后续 10a 瓦斯抽采需要。

关键词: 裂隙瓦斯; 高位钻孔; 瓦斯泵; 抽采管路; 封孔

Abstract: In order to reduce the gas emission in the goaf and adjacent layers of the working face, the high-level gas drainage system of the working face is optimized. The specific measures are to increase the gas pumping capacity, optimize the drilling layout parameters, and increase the arrangement of sluice separators, etc. . After the field application, the gas drainage concentration of the gas drainage pipeline was increased from 2.5% to 10.8%, the scalar amount of drainage increased from $1.5\text{m}^3/\text{min}$ to $6.3\text{m}^3/\text{min}$, and the gas concentration in the upper corner of the return air was controlled within 0.4%; at the same time; Some optimized drainage systems are expected to meet the mine's subsequent 10a gas drainage needs.

Keywords: fractured gas; high-position drilling; gas pump; drainage pipeline; hole sealing

随着矿井采深增加, 井下采掘工作面瓦斯涌出量呈递增趋势, 瓦斯抽采是降低煤层瓦斯涌出的主要技术措施。受到抽采钻孔布置、抽采系统布置的因素, 不同矿井间瓦斯抽采系统运行情况存在明显差异。文中以山西某矿为工程研究对象, 对回采工作面瓦斯抽采系统进行优化, 提高了瓦斯抽采效果同时降低了采面瓦斯涌出量, 现场取得较为显著的应用成果。

1 工程概况

山西某矿设计产能 240 万 t/a, 批准开采 2#、3#、7#、9# 以及 11# 等 5 层煤, 现保有煤炭资源储量为 5980 万 t, 剩余开采年限 22a。随着矿井生产时间增加, 浅部的 2#、3# 煤层资源基回采殆尽, 现生产集中在 7#、9# 煤层。7#、9# 煤层厚度平均 3.5m、5.6m, 原始瓦斯含量分别为 $4.9\text{m}^3/\text{t}$ 、 $5.3\text{m}^3/\text{t}$ 。

5703 综采工作面在回采期间回风上隅角瓦斯浓度始终保持 0.6~0.8%, 虽然使用风障等措施但是瓦斯浓度仍较高。通过分析发现, 采空区以及邻近层瓦斯涌出占到采面瓦斯涌出量的 50% 以上。文中以 7# 煤层 5703 综采工作面为工程实例, 对采面瓦斯抽采系统优化进行阐述, 以期能在一定程度上提高综采工作面瓦斯治理能力。

2 高位瓦斯钻孔抽采系统优化

2.1 采面原瓦斯抽放系统

采面原高位瓦斯抽采使用型号 ZWY-90/110 瓦斯泵进行抽放, 瓦斯泵转速、功率以及抽气量分别为 390r/min、97kW、 $90\text{m}^3/\text{min}$, 供水量介于 $4\text{m}^3/\text{h}$ ~ $13\text{m}^3/\text{h}$ 。进气口与 $\phi 325\text{mm}$ 抽采主管路连接 (管路沿着回风巷布置), 在采面内铺设 $\phi 273\text{mm}$ 支管, 抽采支管、抽采钻孔间采用 $\phi 65\text{mm}$ 软管连接。

采用高位瓦斯抽采钻孔对采空区瓦斯、顶板裂隙瓦斯进行抽放, 在 5703 回风巷内每隔 60m 布置一个钻场 (长 × 宽 × 高 = $4.0\text{m} \times 3.0\text{m} \times 2.0\text{m}$), 在钻场内交叉

布置 2 排钻孔, 单排钻孔 5 个, 上下两排钻孔倾角分别为 2.4° 、 2.4° 、 3.2° 、 4.0° 、 4.8° , 上排钻孔与下排钻孔终孔高差均为 0.5m, 上排钻孔与煤层顶板间距分别为 4.8m、7.2m、9.5m、11.9m、14.1m。施工的高位瓦斯抽采钻孔孔径均为 113mm、钻孔孔深均为 120m。

高位瓦斯抽采钻孔使用型号 FKQW-75/0.15 封孔器封孔, 内部预留有 73mm 钢管以便进行瓦斯抽采。封孔器两端分别为筛管、螺丝扣。采用的高位瓦斯抽采钻孔瓦斯抽采浓度稳定在 2.5%、瓦斯抽采混合稳定在 $60\text{m}^3/\text{min}$, 抽采纯量平均为 $1.5\text{m}^3/\text{min}$ 。虽然通过高位瓦斯抽采降低了采空区、邻近层瓦斯涌出, 但是现场实测发现采空区以及邻近层仍有大量的瓦斯向回采空间涌出。因此, 需要对高位瓦斯抽放系统进行针对性优化。

2.2 高位瓦斯钻孔抽采系统优化措施

通过上述分析发现, 高位瓦斯抽放系统使用的瓦斯泵抽放量过小以及瓦斯抽采管路抽采阻力过大 (管路过细) 是引起高位瓦斯抽采量较低的主要因素。为此提出使用型号 2BEC52 瓦斯泵代替 ZWY-90/110 瓦斯泵; 使用直径 $\phi 426$ 抽采管与 2BEC52 瓦斯泵连接, 并在回风巷内增加铺设一趟 $\phi 325\text{mm}$ 瓦斯抽采管路, 回采工作面内瓦斯抽采管路保持不变。使用的 2BEC52 瓦斯泵额定转速、功率、最大抽气量分别为 340r/min、244kW、 $235\text{m}^3/\text{min}$ 。

在回风巷内每隔 60m 施工一个钻场, 将钻孔深度由 4.0m 增加至 5.0m, 距离巷道最近的一个钻孔距离巷道帮间距由 0.7m 改为 1.7m, 钻场其余参数保持不变; 通过调整钻孔倾角、方位角将钻孔终孔位置确定到距离煤层顶板 8~25m 位置, 钻孔孔深由 120m 增加至 130m; 钻孔封孔由使用 FKQW-75/0.15 封孔器改为采用“两堵一注”方式, 从而降低钻孔封孔成本, 封孔长度仍保持 20m 不变。具体优化前后采面高位瓦斯抽放系统参数对

比情况见表 1 所示。

表 1 优化前后采面高位瓦斯抽放系统参数对比情况

项目	优化前	优化后
瓦斯泵型号	ZWY-90/110	2BEC52
抽采量 / (m ³ /min)	90	150~235
水闸分离器	无	增加布置
钻孔距煤层顶板间距 / m	4.8~14.1	8~25
钻孔孔深 / m	120	130
封孔方式	FKQW-75/0.15 封孔器	“两堵一注”

3 高位瓦斯抽放系统优化效果分析

①采用型号 2BEC52 瓦斯泵替代 ZWY-90/110，不仅将最大抽采量由 90m³/min 增加至 235m³/min，而且由于 2BEC52 瓦斯泵采用变频控制，可根据井下需要调整抽采量，提高瓦斯泵使用时限、降低设备运行能耗；

②对瓦斯抽采管路进行优化，通过增加抽采管路降低了瓦斯抽采阻力，并提高瓦斯抽采流量；在瓦斯抽放管路中增加布置水闸分离器，可避免水进入到瓦斯抽采管路中，提高瓦斯抽采效果；

③将瓦斯抽采钻孔深部由 4.0m 增加至 5.0m，不仅增加钻场内钻机作业空间，而且将靠近巷帮钻孔由 0.7m 间距增加至 1.7m，避免钻孔在后期抽采过程中漏气发生；

④将瓦斯抽采钻孔终孔与煤层顶板间距由 4.8~14.1m 优化至 8~25m，从而使得钻孔均处于采空区顶板裂隙带内，提高钻孔使用效率以及对邻近的 3# 煤层采空区瓦斯拦截能力。钻孔孔深由 120m 增加至 130m，可增加瓦斯抽采覆盖范围而且邻近钻场间抽采钻孔重叠距离有所增加，提高对采空区瓦斯治理效果。

对 5703 综采工作面高位瓦斯抽采系统进行优化，具体是将瓦斯抽采泵更换为抽采量更大且抽放可量可调整的瓦斯泵、抽采管路中增加布置水闸分离器、增加抽采管路直径以及优化高位瓦斯抽采钻孔布置参数等措施。对高位瓦斯抽采系统优化前后抽采管路瓦斯抽采浓度对比分析，发现抽采管路瓦斯浓度在优化前平均为 2.5%、优化有抽采浓度增加至 10.8%，采面上隅角瓦斯浓度由 0.6~0.8% 降低至 0.4% 以下，取得较为显著的优化效果。同时抽采钻孔使用“两堵一注”方式减低了钻孔封孔成本。

4 总结

①对 5703 综采工作面顶板高位瓦斯抽采系统进

行优化，瓦斯抽采泵抽采量由 90m³/min 提升至 235m³/min，抽采系统瓦斯抽采能力得以显著提升，并为矿井后续采掘工作瓦斯治理创造良好条件，预计在后续 10a 内瓦斯抽采泵均可满足瓦斯抽采需要；对抽采钻孔布置参数优化后，抽采管路中瓦斯抽采浓度由 2.5% 增加至 10.8%，抽采钻孔均位于采空区裂隙带内，提高了瓦斯抽采效果；

②通过本次优化，矿井积累的一定的瓦斯治理经验，矿井瓦斯抽采效率工作效率也得到一定程度提升。特别是在抽采系统中增加布置水闸分离器后，可有效降低抽采系统中积水量，从而降低抽采阻力；

③随着矿井采深的不断增加，预计瓦斯涌出量不断增大，现场瓦斯治理可通过增加采面供风量，强化本煤层瓦斯抽采、上隅角埋管等方式降低瓦斯涌出。具体采用的瓦斯抽采方式应结合矿井生产实际确定，以便更好的提高瓦斯抽采效果。

参考文献：

- [1] 贺文阳. 近距离突出煤层防突技术措施探讨 [J]. 中国矿山工程, 2021, 50(01): 44-46.
- [2] 邓成均. 突出矿井煤层群开采瓦斯联合抽采技术研究 [J]. 中国矿山工程, 2021, 50(01): 79-81.
- [3] 袁振春, 魏思祥. 采场动压分布特征及高效瓦斯抽放技术研究 [J]. 能源与环保, 2020, 42(12): 51-54.
- [4] 崔荣峰, 王彦军. 郭家山煤矿井下瓦斯的高位钻孔抽放系统优化实践 [J]. 山西煤炭, 2020, 40(04): 37-40.
- [5] 晋亚明, 郝钢. 回采工作面高位钻孔抽采瓦斯方案优化研究 [J]. 自动化应用, 2020(09): 146-148.
- [6] 王雪瑞. 顶板高位钻孔抽放瓦斯参数优化及应用 [J]. 山东煤炭科技, 2020(05): 107-109.
- [7] 许卫东, 李连举, 韩兆彦, 李豪, 展阔, 关学锋. 主焦煤 21141 采面高位抽放设计优化研究 [J]. 中州煤炭, 2011(02): 82-85.
- [8] 胡发伟, 贾全立. 矿井通风系统优化研究 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2019(20): 34-35.
- [9] 张志云. 矿井通风系统优化方法探讨 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2019(20): 141-142.
- [10] 王鹏飞. 矿井通风系统优化改造应用研究 [J]. 西部探矿工程, 2019, 31(10): 171-172+176.
- [11] 庞大芳, 高东旭, 李绪萍. 矿井通风系统优化改造研究 [J]. 煤炭技术, 2018(10): 73-75.
- [12] 吴强. 矿井通风系统优化及应用研究 [D]. 南昌: 江西理工大学, 2017.
- [13] 叶大法, 杨国荣. 变风量多分区空调系统新风量计算 [J]. 暖通空调, 2008, 38(6): 8-8.
- [14] 饶孜, 谢先明. 多煤层共采区域通风防火控制技术 [J]. 煤矿安全, 2019, 49(07): 62-65.

作者简介：

王丽军 (1981-)，男，山东肥城人，2015 年 7 月毕业于东北大学，安全工程专业，本科，现为工程师。