

Research on the “Trinity” Gas Comprehensive Control Technology for the Upper, Middle, and Lower Parts of the 15249N Mining Face

Haizhao Song

Jizhong Energy Fengfeng Group Handan Baofeng Mining Co., Ltd. Jiulong Mine, Handan, Hebei, 056201, China

Abstract

With the deepening of coal mining projects, the amount of gas emitted from the mine is gradually increasing. There are also complex geological structures and uneven gas distribution factors in the deep coal seams of the mine, making gas control more difficult. Therefore, the research on comprehensive gas control technology in deep coal seams of coal mines is particularly important. Conducting gas extraction work before and during mining according to local conditions to prevent gas disasters, setting reasonable gas extraction technical measures, and extracting enriched gas is the simplest and most efficient gas prevention and control technical measure. The key link of this technical measure is to correctly analyze the development characteristics of overburden fractures under the mining conditions of the working face and select the gas enrichment area. By combining the factors of coal seam occurrence and roadway layout in the 15249N mining face, a “three in one” gas comprehensive control technology for the upper, middle, and lower parts of the working face has been proposed, forming a targeted comprehensive gas control system that effectively controls the gas emitted during the mining process, avoids gas exceeding the limit, and ensures safe and efficient production of the working face.

Keywords

deep part of Inoda; gas occurrence; geological conditions; gas control

15249N 回采工作面上、中、下“三位一体”瓦斯综合治理技术研究

宋海朝

冀中能源峰峰集团邯郸宝峰矿业有限公司九龙矿, 中国·河北 邯郸 056201

摘要

随着煤矿采掘工程向深部的延深, 矿井瓦斯涌出量呈逐渐增大的趋势, 井田深部煤层又存在地质构造较复杂, 瓦斯分布不均匀的因素, 瓦斯治理难度增大。因此, 井田深部煤层瓦斯综合治理技术研究尤为重要。因地制宜地开展开采前、开采中的瓦斯抽采工作, 防止瓦斯灾害发生, 设置合理的瓦斯抽采技术措施, 抽采富集瓦斯是最简单高效的瓦斯防治技术措施。正确分析回采工作面采动条件下的覆岩裂隙发育特征、选择瓦斯富集区域便成为这一技术措施的关键环节。通过结合回采工作面煤层赋存和巷道布置因素, 提出了15249N回采工作面上、中、下“三位一体”瓦斯综合治理技术, 形成了一套有针对性的综合瓦斯治理体系, 有效治理了工作面回采期间涌出的瓦斯, 避免了瓦斯超限, 确保了工作面安全高效生产。

关键词

井田深部; 瓦斯赋存; 地质条件; 瓦斯治理

1 概况

九龙矿属于煤与瓦斯突出矿井, 15249N 工作面位于九龙矿北三采区, 该工作面埋藏较深、煤层瓦斯含量高。为了避免 15249N 工作面回采期间瓦斯事故发生, 根据工作面实际情况, 为安全开采提供保障, 通过结合煤层赋存和巷道布置因素, 超前谋划, 制定出 15249N 工作面上中下“三位一体”综合瓦斯治理措施。上层位即施工顶板抽采巷并在巷道内施

工高位钻孔; 中层位即应用大功率瓦斯抽采泵匹配大直径管路治理采空区瓦斯、在工作面上下两巷施工本煤层顺层拦截钻孔抽采瓦斯; 下层位即利用两条底板野青巷道施工穿层预抽钻孔对工作面掘进期间上下两巷和回采区域进行消突, 同时利用底板穿层钻孔对工作面采前、采中、采后持续下层位抽采瓦斯。

2 上层位瓦斯抽采技术应用

2.1 裂隙带层位控制

随着回采工作面开采的不断进行, 煤层逐渐被开采剥离, 采空区上方的岩层由下至上受到拉伸和挤压破断力, 发

【作者简介】宋海朝(1986-), 男, 中国河北邯郸人, 本科, 从事煤矿瓦斯治理研究。

生不同程度的破坏并逐渐形成竖向破断裂隙。根据研究结果，覆岩裂隙的破坏状况和破坏程度呈分带性，根据断裂程度的差异程度，可将其由下向上可划分为垮落带、裂隙带和弯曲下沉带。瓦斯富集与采动覆岩裂隙之间存在统一关系，在裂隙带中，岩层存在竖向裂隙但并未贯穿完整岩体，彼此横向裂隙能够形成良好的沟通，瓦斯受升浮作用继续向上作用受到限制，瓦斯横向方向上可产生瓦斯汇集作用，这个区域为高瓦斯易抽区。

根据回采工作面采空区顶板冒落带和裂隙带最大高度理论计算公式，式中 M 为工作面采高：

冒落带高度： $H_M=100M/(4.7M+19)$ 。

裂隙带高度： $H_L=100M/(1.6M+3.6)$ 。

① 15249N 工作面初采期间采高为 3m，计算得：

采空区冒落带最大高度 H_M 为 9.06m；

采空区裂隙带最大高度 H_L 为 35.7m。

② 15249N 工作面放顶煤期间采高为 6.5m，计算得：

采空区冒落带最大高度 H_M 为 13.1m；

采空区裂隙带最大高度 H_L 为 46.4m。

因此，可得出 15249N 工作面初采期间采空区顶板裂隙带范围为 9.06~35.7m，放顶煤期间采空区顶板裂隙带范围为 13.1~46.4m。

2.2 高位钻孔瓦斯抽采

高位钻孔抽采瓦斯技术是瓦斯有效治理的方法之一，该技术重点是关键层的判定和瓦斯富集区的判定。首先，判断关键层的位置，划分回采工作面的瓦斯富集区域，圈定瓦斯抽采区域；然后，向采空区瓦斯富集区域施工长钻孔，为瓦斯抽取作准备工作；最后，通过长钻孔抽取富集区域内的瓦斯。

在 15249N 工作面首先掘进顶抽巷，并在顶抽巷里段内施工高位钻孔，高位钻孔终孔层位为 2 煤顶板以上 25m 处，抽采顶板裂隙带瓦斯，顶抽巷高位钻孔层位选择合理，同时实现了所有高位钻孔在岩层内开孔，保证了钻孔封孔质量，可延长高位钻孔有效抽采时间。实施“大孔径、大管路、大流量、严封孔、管到底”抽采措施，钻孔封孔时将普通水泥改为新型封孔专用超细水泥对钻孔进行封孔注浆，超细水泥凝固效果和膨胀性能好，凝固后不收缩，保证了钻孔封孔严密。创新采取在顶抽巷内施工 4 个探透上巷钻孔，与上巷瓦斯抽采主管路连接，使顶抽巷内两组高位钻场分别实现独立控制和抽采，达到了最佳抽采效果。随着工作面推进，采空区顶板裂隙开始发育，高位钻孔抽采纯量由 $0.6\text{m}^3/\text{min}$ 开始提高，最高抽采纯量可达 $5.6\text{m}^3/\text{min}$ ，长时间维持在 $4.5\text{m}^3/\text{min}$ 以上。高位钻孔布置在顶抽巷顶板上，工作面在推过钻孔开孔位置后，由于顶抽巷不会立即垮冒，高位孔可较好地保留，创新钻孔连孔方式，利用顶抽巷与上顺槽之间的探透孔抽采，工作面推过二号钻场后抽采纯量仍保持在 $3\text{m}^3/\text{min}$ 以上。顶抽巷高位钻孔抽采示意图如图 1 所示。

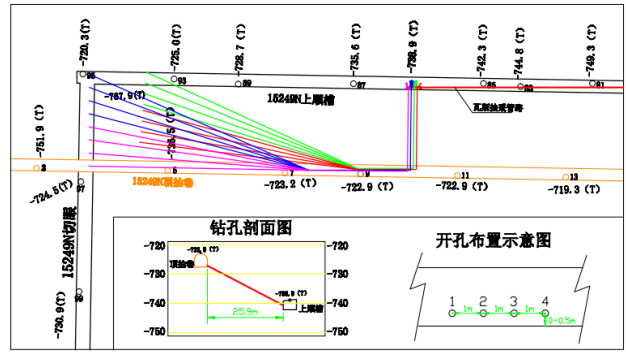


图 1 顶抽巷高位钻孔抽采示意图

2.3 顶抽巷瓦斯抽采

顶抽巷现已被广泛用于治理回采工作面采动裂隙带及采空区瓦斯，而现场实际实施存在一定经验性，影响了顶抽巷的瓦斯治理效果。为解决顶抽巷抽采流量低，抽采浓度低等问题，提高顶抽巷的瓦斯抽采效果，通过理论计算、邻近工作面现场考察、煤层顶板岩性、抽采效果分析、抽采能力验证等，系统地研究了综放回采工作面顶抽巷抽采瓦斯的布置层位，并在 15249N 工作面进行了实施。15249N 工作面煤层厚度 6.5m 左右，经理论计算确定该回采工作面采空区顶板冒落带最大高度为 13.1m，裂隙带最大高度为 46.4m，同时结合临近工作面抽采效果分析等综合因素分析，15249N 工作面顶抽巷宜布置在煤层顶板上 20~40m，内错上顺槽 25m（平距）处。在顶抽巷末端（与 15249N 上巷相透处）建筑密闭墙，墙内留设 $\phi 500$ 管路，使用井下移动抽采泵（额定抽采能力 $290\text{m}^3/\text{min}$ ）进行抽采。工作面推采期间通过分析工作面推采位置与顶抽巷的位置关系，根据现场实测抽采数据，及时调整抽采系统，经过调配两趟预留管路阀门，优化合理分配两趟管路抽采量和负压，实现了抽采效果最大化。随着工作面不断推采，顶抽巷层位逐渐由采空区冒落带变化为采空区裂隙带，抽采浓度由最初的 1.5% 上升到最大 4.5%，抽采纯量由最初的 $1.5\text{m}^3/\text{min}$ 上升到最大 $4\text{m}^3/\text{min}$ 。

3 中层位瓦斯抽采技术应用

3.1 工作面动压区顺层钻孔瓦斯抽采

在工作面回采过程中，工作面前方煤层受集中应力作用，此时煤体容易产生裂隙，透气性增大，这种状态有利于瓦斯运移。开采工作面前方，受支撑压力影响，煤层透气性增强，为瓦斯的涌出创造了有利条件。在 15249N 工作面上下巷施工顺层拦截瓦斯抽采钻孔，通过采用 $\phi 133\text{mm}$ 扩孔工艺，增大钻孔直径，增加煤体暴露面积，使钻孔抽采面积提高 40%，单孔浓度提高 30% 以上，有效释放了工作面煤体瓦斯，增加了抽采量，保证钻孔抽采效果。

3.2 采空区埋管瓦斯抽采

工作面回采过程中因破坏了煤体的压力平衡状态，使得煤体压力释放，引起煤体及顶底板移动变形产生顶底板裂隙，从而形成了向采空区排放瓦斯的裂隙通道。瓦斯通过裂

隙通道逸散至采空区及上隅角,造成工作面上隅角、采空区大量瓦斯聚积,从而制约工作面安全生产。当工作面通风系统采用后退式“U”形方式通风时,工作面回风上隅角是瓦斯积聚的主要地方,瓦斯大量涌藏在回风上隅角处,并不断向工作面流动。采空区埋管抽采的方法是,首先在采空区后部铺设一组抽采管路,此处瓦斯浓度较高,铺放的抽采管路正好可以抽取瓦斯,降低上隅角瓦斯浓度。为有效解决采空区及上隅角瓦斯积聚难题,在上隅角处全设煤袋墙封堵采空区瓦斯,同时在工作面上卷敷设一趟 $\phi 500\text{mm}$ 大直径瓦斯管路,并与大功率 $290\text{m}^3/\text{min}$ 移动泵连接,每隔8米在管路上安设一个 $\phi 150\text{mm}$ 接口,并安装挡板防止漏气。工作面推进至 $\phi 150\text{mm}$ 接口时,将接口上的挡板打开(蜂窝式抽采头安装在接口上,上部接顶,延伸至采空区,重复此工序),蜂窝式抽采头埋入采空区后对采空区瓦斯进行抽采。采用大直径管路采空区埋管加设蜂窝式抽采头抽采以后,瓦斯抽采效果显著,在工作面回采过程中,上隅角瓦斯浓度保持在 $0.2\%\sim 0.45\%$ 范围,得到了有效控制,抽采流量最大达到 $210\text{m}^3/\text{min}$,抽采纯量最大达到 $4\text{m}^3/\text{min}$,解决了上隅角瓦斯积聚制约生产的不利因素,有效保证了工作面的安全生产。

4 下层位瓦斯抽采技术应用

基于超前谋划的“一面五巷”瓦斯治理模式下,利用两条底板野青巷道施工穿层预抽钻孔对工作面掘进期间上、下两巷和回采区域进行消突,同时利用底板穿层钻孔对工作面采前、采中、采后持续下层位抽采瓦斯。采用施工穿层预抽钻孔作为15249N工作面区域防突措施,经过不断优化、改进施工工艺,积极开展穿层钻孔水力冲孔增透工作,并取得良好成果。通过采取水力冲孔增透技术,钻孔瓦斯抽采浓度提升1.4倍,瓦斯抽采纯量提升2倍。钻孔封孔时将普通水泥改为新型封孔专用超细水泥对钻孔进行封孔注浆,超细水泥凝固效果和膨胀性能好,凝固后不收缩,保证了钻孔封孔严密。对喝风、漏气的穿层钻孔使用新型材料进行二次注浆封孔,提高抽采效果。

回采工作面推采过程穿层钻孔继续保持抽采状态,工作面回采过程中煤体应力再次发生改变,距离工作面较近的煤体受应力变化,煤体裂隙会再次发育,工作面推进过程中超前应力也随之前移,有利于穿层钻孔的卸压抽采。推采过后采空区内会积存大量瓦斯,穿层钻孔也可抽取采空区积存瓦斯,减少了向工作面涌出。通过分析工作面推采位置与穿层孔钻场的位置关系,根据现场实测抽采数据,及时调整抽采系统,经过调配各抽采钻场阀门,优化合理分配各抽采点

抽采量和负压,实现了穿层钻孔抽采效果最大化。穿层孔抽采示意图如图2所示。

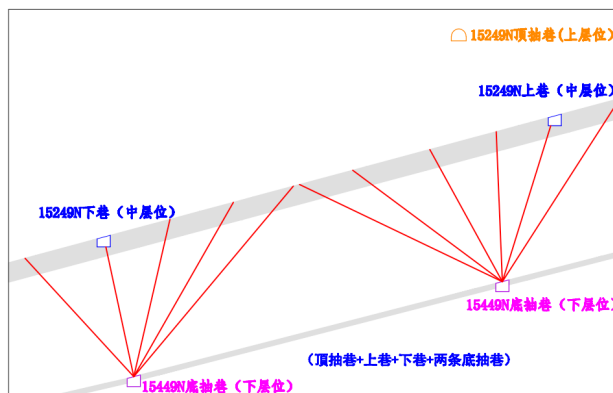


图2 穿层孔抽采示意图

5 效果总结

详细分析掌握工作面瓦斯的形成、运移、富集规律,采取科学合理的抽采手段,实施对工作面瓦斯交叉、立体、全方位抽采,形成了一整套多措并举的瓦斯综合治理技术体系。通过采取了上、中、下“三位一体”瓦斯综合治理技术,15249N工作面瓦斯治理工作起到了良好的效果,15249N工作面风量为 $970\text{m}^3/\text{min}$ 左右,回风瓦斯浓度保持在 0.4% 以下,上隅角瓦斯保持在 $0.2\%\sim 0.4\%$,确保了工作面安全高效生产。

6 结语

从理念上坚持“超前入手、超高投入、超长抽采、守正创新”瓦斯治理方针;从技术上秉承“设计优、装备新、钻到位、封孔严、考核细、效果好”瓦斯抽采八字工作要求;从执行上落实“局部通风不循环,风筒跟头不超远,钻孔接抽不隔天,抽采瓦斯不间断,瓦斯巡查不假检,监测监控不断线,通风设施不违建,回风瓦斯不过半”通防管理“八个不”目标要求。通过不断摸索规律,总结瓦斯治理经验,形成了一套适合回采工作面的综合瓦斯治理技术路线。

参考文献

- [1] 张孝强.矿井多区域通风系统动态监测及其可靠性预警技术[D].青岛:山东科技大学,2014.
- [2] 冯瑞.采动裂隙场瓦斯流动模型及数值模拟[D].阜新:辽宁工程技术大学,2011.
- [3] 钱鸣高,李鸿昌.采场上覆岩层活动规律及其对矿山压力的影响[J].煤炭学报,1982(2):1-12.
- [4] 杨思舜,方潮杰.利用测井方法研究采区离层裂隙带变化规律[J].矿业技术与管理,2006(28):55-56.
- [5] 周世宁.瓦斯在煤层中流动的机理[J].煤炭学报,1990,15(1):61-67.