

沿空留巷综放工作面高位孔抽采采空区瓦斯治理 回风隅角瓦斯效果的探讨

王树军 李乾荣

(山西兰花集团东峰煤矿有限公司)

摘 要:沿空留巷具有降低煤柱损失、减少掘进工程量、缓解抽掘采衔接紧张等优势,应用愈加普遍。但应用中挡矸支架在方便挂模注模的同时,形成抽屉式的半封闭空间,容易积聚瓦斯,成为瓦斯治理的重点和难点。为此,先后采用硬质风筒导风、风障布导风、风流引射器引导新鲜风流稀释高浓度瓦斯等方法,也采用顶板补打钻孔抽采瓦斯,但效果均不理想。之后采用预留通风口,将工作面风流引入挡矸支架、经通风口再进入回风流的方式,有效解决了挡矸支架内瓦斯积聚的难题。但在工作面依次回采后,自首采面到末采面要逐渐形成一个大采空区,不仅新采空区瓦斯涌入挡矸支架,老采空区瓦斯也受到二次甚至多次采动影响,连通新采空区积聚瓦斯一并快速涌出,导致瓦斯超限风险频发甚至酿成瓦斯事故。为此,一方面采用走向高位钻孔抽采裂隙带瓦斯;另一方面,施工倾向高位钻孔至老采空区顶板裂隙带,持续抽采新老采空区瓦斯,最大限度降低采空区及其顶板裂隙带瓦斯存量,取得理想效果,瓦斯治理效果显著。

关键词:沿空留巷;跨备用面倾向高位孔;上隅角;采空区瓦斯

随着煤矿开采及安全保障技术的进步,工作面通风方式也在不断发生变化。工作面通风方式是影响瓦斯运移、涌出规律以及抽采条件和方法的直接因素之一,对上隅角瓦斯涌出及分布尤为重要。对于常见的U形通风工作面,治理上隅角瓦斯有效措施包括增加漏风汇和减少采空区漏风两种方式^[1],

在实践中形成了设置临时风障^[2]、安设引射器^[3]、高位钻孔抽放瓦斯^[4]、埋管抽采^[5]、专用排瓦斯尾巷^[6]等上隅角瓦斯治理方法。由于沿空留巷具有降低煤柱损失、减少掘进工程量、缓解抽掘采衔接紧张等优势,相应的Y型通风方式应用愈加普遍。

兰花集团东峰煤矿位于高平西部、老马岭以东,

为高瓦斯矿井,开采山西组下部3号煤层。在开采初期,先后采用U型、U+I型通风方式。由于资源利用意识的提高,加之沿空留巷技术的成熟,无煤柱开采得到广泛认可。为提高经济效益、延长矿井服务年限,东峰煤矿自2016年进行了沿空留巷无煤柱开采,工作面采用“两进一回”的Y型通风方式。在工作面通风方式转变过程中,对瓦斯治理进行了工程探索。

1 连续回采Y型通风工作面瓦斯涌出特点

1.1 Y型通风上隅角瓦斯分布特点

对于Y型通风方式,理论上消除了上隅角的存在。但在实际作业中,如图1所示,沿空留巷设挡矸架控顶挂模,挡矸架置于采空区碎煤网兜和柔模墙之间,除朝工作面开口外,采空区和架尾均被碎煤网

兜包裹,另一侧有柔模墙阻隔,呈“抽屉”状。挡矸架内风流不畅,导致瓦斯不仅容易积聚,还很难稀释吹散,造成超限报警频繁。

为解决回风隅角和挡矸架内瓦斯积聚问题,先后采用吊挂硬质风筒、风障布导风、风流引射器吹散瓦斯、临时补打顶板钻孔抽采留巷顶部煤岩裂隙瓦斯等方法,但治理效果均不显著。为改善流场,在挡矸架控顶范围内,注模时先挂袋留通风孔,如图所示,让风流经挡矸架稀释瓦斯后再汇入回风流,效果明显。

1.2 沿空留巷工作面老空区连续分布特征

东峰煤矿3号煤二采区沿底板等高线由低往高、逐个布置工作面,全部沿空留巷放顶煤回采,如图2所示。首采面结束接替面开始回采后,受到二次采动影响,老采空区与新采空区将会勾连,形成大的采空区。随着采空区范围越来越大,受初次来压

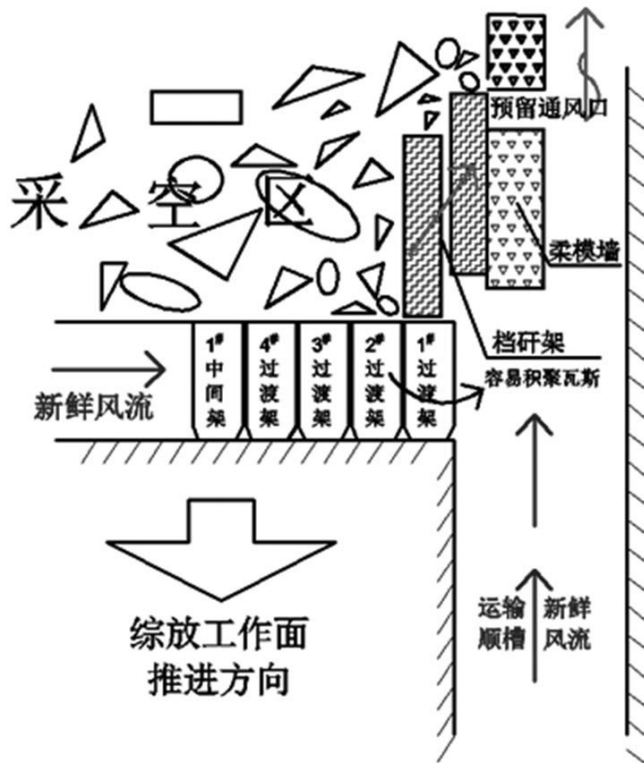


图1 沿空留巷注模区域瓦斯积聚示意图

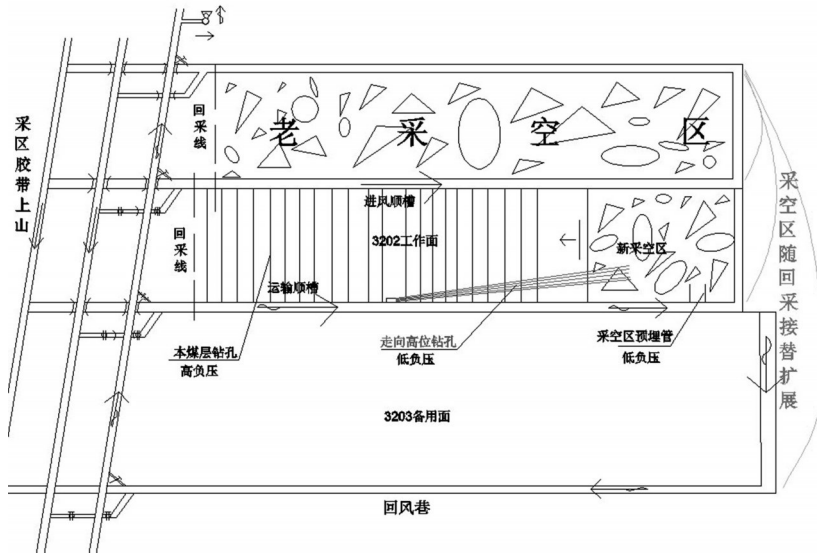


图2 工作面瓦斯抽采方法

和周期来压的采动影响,新老采空区及其顶板裂隙带瓦斯很容易被扇出,在风流及瓦斯运移规律影响下,突然瞬间大量涌入工作面及其回风流造成瓦斯超限报警甚至酿成事故就成为可能。且工作面均为长距离(推进长度均在2000 m以上)单翼回采推进,在地面打钻抽采采空区瓦斯不具备条件。沿空留巷放顶煤工作面开采过程中,新老采空区沟通扩展条件下瓦斯治理成为又一亟需解决的难题。

2 Y型通风上隅角瓦斯治理实践

2.1 工作面瓦斯综合抽采措施

东峰煤矿Y型通风工作面采取了本煤层钻孔采前预抽和卸压带抽采、顶板高位钻孔抽采裂隙带瓦斯和柔模墙体上埋管抽采采空区瓦斯的综合抽采措施。本煤层瓦斯通过施工顺层钻孔进行预抽,并在回采期间,逐步拆除距工作面最近的抽采管,充分利用本煤层钻孔抽采卸压带内瓦斯。

对于采空区裂隙带瓦斯,采用顶板高位钻孔抽采。在轨道顺槽巷帮内每间隔50 m布置一个钻场,

钻场内施工5个高位钻孔,钻孔呈扇形布置,钻孔深度160 m。钻孔终孔位于煤层顶板上方50-70m,水平方向上距轨道顺槽15 m-30m,为采空区上方冒落带与裂隙带结合部的裂隙带环形高渗区。

为了强化采空区抽采,采用了柔模墙体上埋管抽采,在留巷柔模墙体上每间隔12.5 m-40 m预埋一根 $\Phi 159$ mm的瓦斯抽放管,如图3所示,接入低负压管路抽采采空区瓦斯。一方面预埋管抽出的瓦斯浓度比较稳定,能有效降低采空区瓦斯浓度;另一方面,欲通过埋管抽采负压引导部分新鲜风流,自工作面进风端头直接经过采空区向开切眼处埋管自然运移,减少挡矸架内回风隅角瓦斯积聚风险。

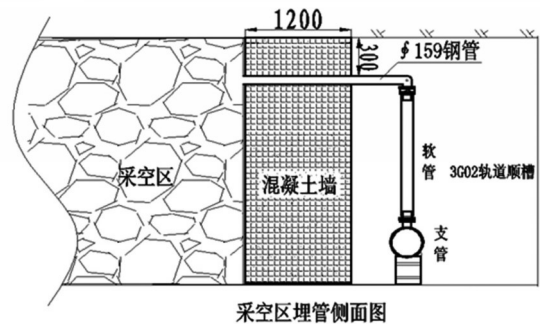
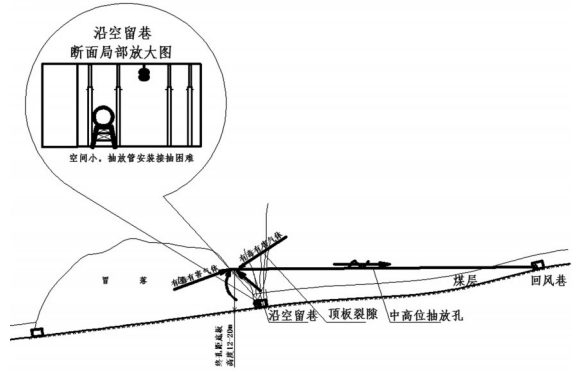


图3 柔模墙体上埋管抽采布置示意图

对于埋管抽采,之后进行了中低位孔代替柔模墙预埋管的改进试验。该方法是在回风巷煤帮开口,斜向施工至工作面采空区冒落带即可,如图4所示。主要是解决沿空留巷后柔模墙顶部冒落裂隙带瓦斯,可代替柔模墙上预埋管,减轻沿空留巷内滞后支柱之间狭小的空间安装接抽管路,降低工人劳动强度。为避免采动影响导致钻孔被挤压后失效,故可沿回风巷煤壁每间隔30-50m施工一组钻孔,通过增加钻孔数量预防堵塞。达到防止挡矸架及回风隅角附近或柔模墙壁与顺槽顶板肩角结合部瓦斯积聚的目的。



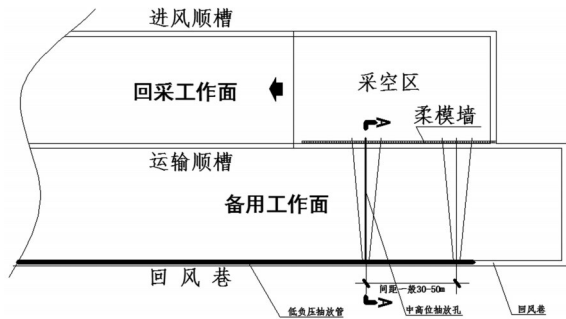
(b)剖面示意图

图4 中低位孔代替柔模墙预埋管布置图

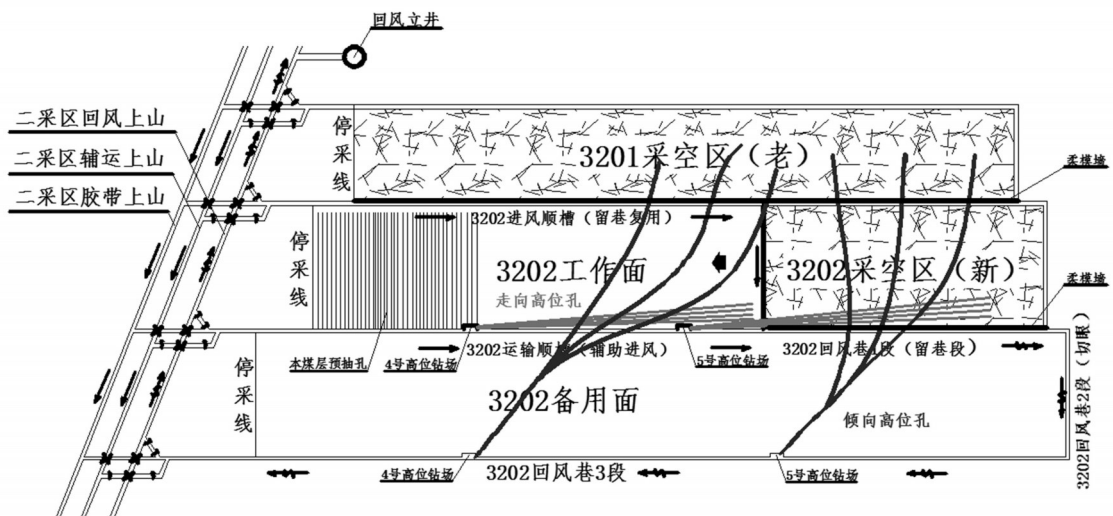
采取沿空留巷Y型通风及以上瓦斯治理措施后,回采期间回风流瓦斯保持在0.4%以下,抽采率在40% - 45%之间,而且在工作面生产、移架放顶煤、老顶周期来压时,瓦斯涌出比较稳定,未发生瓦斯超限报警的现象。

2.2 “走向+倾向”定向长钻孔采空区抽采技术

对于连续回采的沿空留巷工作面,考虑到相邻工作面推过后采空区互相沟通扩大,加剧了正在回采工作面瓦斯治理难度,甚至由于柔膜支撑存在极



(a)平面布置图



图例

图5 Y型通风工作面钻孔抽采布置示意图

表1 Y型通风工作面抽采总量

工作面	抽采点	抽采日期	抽采纯量(万 m ³)	
			各地点	总量
3G01	3G01 进风顺槽高负压	2017.08-2020.04	124.5	267.5
	3G01 回风顺槽低负压	2019.05-2020.04	143	
3201	3201 运输顺槽高负压	2017.01-2021.07	222	426.4
	3201 轨道顺槽低负压	2020.04-2022.04	113.5	
	3201 回风顺槽低负压	2020.04-2021.06	90.9	
3202	3202 运输顺槽高负压	2019.06-2022.04	273.1	454.1
	3202 运输顺槽低负压	2021.09-2022.04	75.2	
	3202 回风顺槽低负压	2021.10-2022.04	105.8	

表2 3202 采空区、3201 老空区瓦斯抽采量分析汇总表

高位钻场	抽采点	抽采日期	抽采纯量(万 m ³)			
			各点	小计	占比	合计
3202 回风巷	5号高位钻场(倾向)	2021.9.4-2022.5.25	63.5	65.6	32.7%	200.9
	4号高位钻场(倾向)	2022.3.18-2022.5.25	2.1			
3202 运输顺槽	5号高位钻场(走向)	2022.9.25-2022.3.17	72	80.8	40.2%	
	4号高位钻场(走向)	2022.3.12-2022.5.25	8.8			
3202 回风留巷段	柔模墙预埋管	2021.10.19-2022.5.25	54.5	54.5	27.1%	

限,有可能发生采空区顶板再次甚至多次破断,产生大面积来压,在非常短的时间里瞬间冒落,把采空区内空气在极短时间内快速挤压排出,形成具有极强破坏力的空气冲击飓风和大范围高浓度瓦斯超限。对此,在3201工作面应用了走向顶板高位钻孔抽采裂隙带瓦斯。之后,又在3202工作面提出了“通风稀释+柔模插管抽采+走向顶板高位钻孔抽采采空区瓦斯+倾向顶板高位钻孔抽采采空区瓦斯”的四位一体瓦斯治理方案,采用走向顶板高位钻孔抽采采空区顶板裂隙带瓦斯,利用倾向顶板高位钻孔抽采相邻老空区或者新采空区积聚瓦斯,如图5所示。

由于倾向顶板高位钻孔在不受采动影响的相邻工作面旁边回风巷开口,即使工作面推过后形成采

空区,也不需撤管,可实现持续抽采新老采空区中上部顶板裂隙带积聚瓦斯,为此类回采工作面瓦斯治理开辟新的通道,持续抽采上部裂隙带瓦斯,能有效减少采空区、挡矸架和回风隅角瓦斯浓度,避免挡矸架瓦斯积聚造成超限报警乃至其他瓦斯事故。

对Y型通风工作面不同抽采方法下瓦斯抽采量进行了统计分析,如表1所示。可以看出,自3201工作面应用定向长钻孔抽采技术后,在轨道顺槽抽采的邻近层瓦斯抽采量迅速增加,抽采总量达到113.5万 m³,占抽采总量26.6%,效果显著。在3202工作面回风巷施工跨工作面倾向高位钻孔抽采3201采空区瓦斯后,自2021年9月开始接抽到2022年4月抽采量达到57.7万 m³,占工作面抽采总量16.6%。

另通过孔板流量计观测,3202工作面自2021年9月中旬开始回采后,截止到2022年5月25日,3202回风巷5号钻场跨3203备用面倾向高位钻孔累计抽采纯瓦斯63.5万 m^3 ;4号钻场跨3203备用面倾向高位钻孔累计抽采纯瓦斯2.1万 m^3 ,合计65.6万 m^3 。3202运输顺槽5号钻场走向高位钻孔累计抽采纯瓦斯72万 m^3 ,已于3月17日撤管封孔;4号钻场走向高位孔自3月12日开始接抽,累计抽采纯瓦斯8.8万 m^3 ,合计80.8万 m^3 。3202留巷段采空区预埋管累计抽采纯瓦斯54.5万 m^3 。这样,低负压总共抽采3201老采空区和3202新采空区瓦斯纯量为200.9万 m^3 ,其中3202运输顺槽走向高位钻孔抽采采空区瓦斯占40.2%,3202回风巷倾向高位钻孔抽采采空区瓦斯占32.7%,3202留巷巷柔模墙埋管抽采采空区瓦斯占27.1%,具体详见表2。

利用“走向+倾向”定向长钻孔采空区抽采技术,对3201工作面老采空区和3202工作面新采空区进行持续抽采,有效控制了3202工作面回采期间挡矸架内与工作面回风流瓦斯浓度。工作面柔模墙外回风流甲烷传感器显示甲烷浓度一直维持在0.07%—0.71%之间,未出现超限报警现象,并对挡矸架内甲烷浓度也进行了跟踪观测,如图6所示,在回采期间保持在0.71%以下。

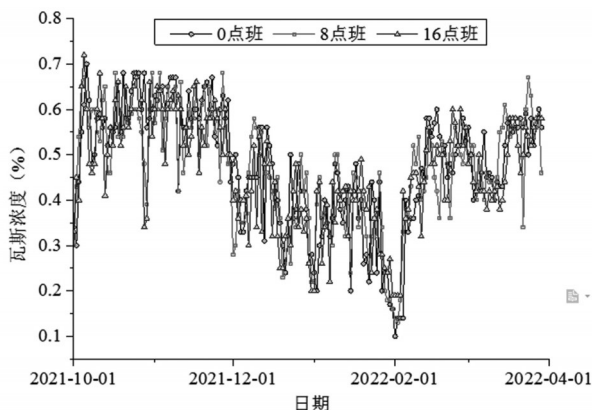


图6 3202工作面回采期间上隅角瓦斯浓度

3 结论

通过对东峰煤矿连续回采Y型通风工作面瓦斯治理开展的研究,得出如下结论:

(1)对于“两进一回”的Y型通风工作面,为防止挡矸架内瓦斯积聚,可在挡矸架的有效控顶范围内适当留设通风口,便于利用工作面风流吹散或稀释挡矸架内瓦斯,避免挡矸架内瓦斯积聚后超限报警。

(2)依次回采的沿空留巷工作面,除利用传统的走向高位钻孔抽采采空区瓦斯,也可考虑横跨备用面顶板上部煤层,斜向新老采空区顶板裂隙带施工倾向高位定向钻孔,持续抽采采空区顶板裂隙带瓦斯。再配合留巷内柔模墙上预埋抽放管,抽采采空区中下部瓦斯,从而大大降低采空区瓦斯库存量,从根源上产出瓦斯隐患。

(3)在回风巷横跨备用面施工中位孔抽采柔模墙体附近采空区瓦斯,可替代留巷段柔模墙体预埋管,能够减轻沿空留巷内滞后支柱之间狭小的空间管路安装工作量,降低工人劳动强度。

参考文献:

- [1]林柏泉,周世宁.U形通风工作面采空区上隅角瓦斯治理技术[J].煤炭学报,1997,22(5):63-67.
- [2]张传喜,马丕良.浅析采煤工作面上隅角瓦斯超限的几种处理方法[J].煤矿安全,2008,39(3):78-81.
- [3]许彦鹏.采面上隅角瓦斯超限瓦斯稀释器治理技术研究[J].河南理工大学学报:自然科学版,2014,33(6):710-714.
- [4]谢生荣,武华太,赵耀江,等.高瓦斯煤层群“煤与瓦斯共采”技术研究[J].采矿与安全工程学报,2009,26(2):173-178.
- [5]薛勇,尚斌.综采工作面上隅角瓦斯抽放技术研究[J].山东煤炭科技,2015,(8):77-78.
- [6]贾宝财,刘振宇.U型通风方式采煤工作面上隅角瓦斯处理方法[J].煤炭技术,2008,27(5):88-89.