

本煤层瓦斯抽采钻孔布置及抽采效果分析

张旭刚

(山西兰花科技创业股份有限公司通风防突部)

摘 要:针对我国高瓦斯矿井数量多且安全事故频发的产业背景,以3110工作面为例,在理论分析本煤层瓦斯抽采原理的基础上,进一步分析了抽采半径的影响因素,通过SF₆示踪气体测定了合理的瓦斯抽放半径,并进行了现场工业性试验,分析抽采效果证明抽采钻孔布置科学合理。

关键词:本煤层;瓦斯;抽采钻孔

0 引言

煤炭作为我国的主体能源在一次能源生产及消费结构中约占70%^[1],目前对于煤矿安全而言,最重要的就是瓦斯事故,瓦斯灾害带来的人员伤亡和财产损失巨大。中国煤炭储量丰富,但是由于地理环境不尽相同,煤层的赋存条件差异大,含瓦斯煤层多,瓦斯储量大,煤与瓦斯突出严重。根据数据显示,我国高瓦斯及煤与瓦斯突出矿井已经超过了4500处,高瓦斯矿井数量占据了一半左右。

煤层瓦斯是重要的资源,如果能够实现煤与瓦斯共采,不仅可以减少瓦斯排放量,同时可以控制瓦斯带来的严重灾害,促进煤炭生产企业的安全生产,同时瓦斯本身能够被作为清洁能源使用,减少化石燃料燃烧后造成的环境大气污染。

1 工程背景

某矿生产规模150万t/a,批准开采平均厚度4.8m、容重1.3t/m³且赋存稳定的3#煤。依据瓦斯涌出量测定报告,该矿的绝对瓦斯涌出量为56.3m³/

min, 相对瓦斯涌出量为 $20.2\text{m}^3/\text{t}$, 属于高瓦斯矿井。3110 工作面选用机械化走向长壁采煤法, 工作面倾向长度 180m , 全部垮落法管理采空区顶板, U 型独立通风方式, 测定工作面原煤瓦斯最大含量为 $6.1\text{m}^3/\text{t}$ 。

分析该工作面的瓦斯涌出情况可知, 影响瓦斯涌出的因素主要包括回采工艺、原煤瓦斯含量、工作面回采速度、矿山压力、工作面配风量等。

1) 煤层瓦斯含量: 煤层中的瓦斯含量是指煤体内处于吸附和游离两种状态瓦斯的总和, 测定 3110 工作面的瓦斯最大含量为 $6.1\text{m}^3/\text{t}$,

2) 生产工序: 当其他条件相同时, 采煤作业工序不同, 对应的瓦斯涌出特征也不同。3110 工作面采用“三八”制作业, 即两班生产, 一班检修。每个生产班割两刀煤(两个循环), 依据现场实测统计, 生产班的最高瓦斯浓度是检修班最高瓦斯浓度的 1.1 倍。

3) 周期来压: 伴随着回采工作面的不断向前推进, 上覆岩层垮落, 煤体内产生大量裂隙, 邻近煤层及围岩内的瓦斯在风流作用下不断涌入工作面, 从而增大了回风顺槽风流中的瓦斯含量。常规开采阶段, 工作面瓦斯涌出量随着顶板周期来压呈现周期性增加现象^[2]。

4) 工作面配风量: 3110 工作面采用典型是“U”型通风方式, 随着工作面配风量不断增加, 运输与回风顺槽两端之间的风力压差不断增大, 采空区漏风量增加, 采空区遗煤瓦斯及邻近煤层卸压瓦斯进入回风顺槽, 瓦斯涌出量增加。

2 本煤层瓦斯抽采原理

预抽和边采边抽是本煤层瓦斯常用的抽采方

法, 其中预抽是在未进行开采的煤层内打设钻孔, 并在回采前提前将煤体内的瓦斯抽出, 由于预抽前煤层还未采动卸压, 所以该抽出方式只适应于透气性较好的煤层。工作面回采过程中, 超前一定距离的煤体受采动影响内部会松动卸压, 透气性增大, 此时在即将待开采的煤体中布置钻孔对卸压瓦斯进行抽采可取得较好的抽采效果^[3]。

按照钻孔布置方式, 本煤层内的钻孔可分为顺层平行钻孔和交叉钻孔。在本煤层内施工断面相同的相邻两个钻孔, 分析单个钻孔周边切向应力的分布衰减过程得出, 钻孔周围存在一个超过原岩应力 5% 为界的剧烈影响区域。依据弹性力学原理, 设此影响半径为 R_i , 如果两个临近钻孔之间的距离 $> 2R_i$, 则这两个钻孔互不影响; 但当两个临近钻孔之间的距离 $< 2R_i$ 时, 则这两个钻孔彼此影响。在两个相互交叉钻孔的影响区域, 钻孔周边的塑性区半径在交叉范围内因为受切向集中应力的影响而增大, 由弹性力学的相关知识可知, 钻孔周边的塑性区半径与其直径成正比关系^[4]。

采煤工作面抽采实践经验表明, 布置在条件相同区域且参数相同的瓦斯抽采钻孔, 其抽采效果不尽相同。分析造成这种现象的原因是抽采过程中钻孔内部塌孔堵塞造成瓦斯的流动阻力增大。交叉钻孔因为相互影响而存在局部连通范围, 这样即使某一钻孔因塌孔等原因导致流动阻力增大时, 其他与之连通的钻孔还可以起到抽采作用, 从而提高瓦斯抽采效果^[5]。

3 示踪气体测定煤层瓦斯抽采半径及工业性试验

3.1 抽采半径影响因素分析

在一定时间内, 煤层中瓦斯压力开始下降的

点与抽采钻孔中心之间的距离称为抽采影响半径,煤层瓦斯压力下降到安全容许值的点到抽采钻孔中心之间的距离称为钻孔的有效可抽范围。

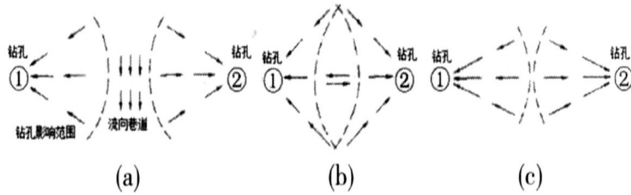


图1 钻孔间距与瓦斯抽采效果示意图

瓦斯抽采效率受钻孔间距影响较大,科学的抽采钻孔布置方式能够有效提高瓦斯的抽采能力;由于所有钻孔均会在一定时间之内形成自身控制的瓦斯流动区域,只有在钻孔控制区域内不会相互影响时,提高钻孔数量才能更好地增大瓦斯抽采效率。钻孔间距太大时,瓦斯易涌向巷道中,钻孔间距太小会造成单孔瓦斯抽采量太小。

3.2 SF6 示踪气体抽采半径测定

我国煤炭生产企业目前主要采用瓦斯压力、含量等指标测定本煤层中钻孔的抽采半径,本研究选用SF6示踪气体测定3110工作面煤体内钻孔的抽采半径。通过在3110工作面回风顺槽内施工2个平行注气钻孔注入SF6气体,同时施工4个平行抽采钻孔观测各个抽采孔中SF6示踪气体的浓度大小及变化情况,确定本煤层钻孔瓦斯抽采半径。

煤矿井下示踪气体测定技术使用的设备主要有示踪气体SF6、SF6检测仪、压力表、封孔材料、四分管等组成。注气孔和抽采孔的施工高度均为1.5m,孔径113mm,钻孔深度50m,抽采钻孔封孔长度大于8m,注气孔采用镀锌钢管及水泥封孔,封孔长度15m。测试钻孔布置如图2所示。

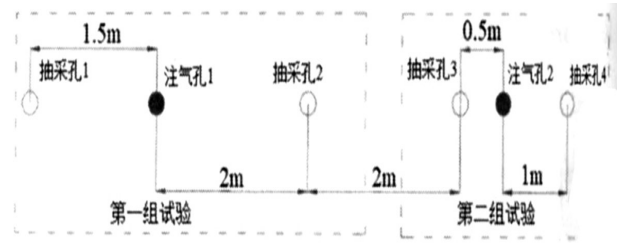


图2 煤层抽采半径测试钻孔布置示意图

按照设计参数及位置施工完钻孔后,采用“两堵一注”法对注气孔进行封孔。在前期准备工作结束后,每天固定时间采用注气装置对2个注气孔进行注气并用气体采样器采集孔内的监测气体SF6。向注气孔内注气结束后关闭注气管的接口阀门,确保不漏气同时打开抽采孔1、抽采孔2、抽采孔3、抽采孔4的阀门进行瓦斯抽采,并将抽放负压控制在15kPa。注气前检测4个抽采钻孔内示踪气体SF6的浓度,在注气结束后检测2个注气钻孔示踪气体SF6的浓度。

分析记录的抽采数据可知,抽采孔3在进行抽采的前期并没有发现SF6气体,而在进行抽采工作的第四天,检测到了SF6气体,该气体的当日浓度为109,第七天为247,第八天为303,第九、第十、第十一天的浓度分别为355,368,366,浓度在350到370之间波动,表明抽采孔3中SF6气体的浓度已趋于稳定。

抽采孔4在抽采前两周均未能够检测到SF6气体,在进行抽采的第十五天才检测显示出SF6气体,第十六天到第二十天的浓度分别为239,249,240,245,浓度在240到250之间波动,表面抽采孔4中SF6气体的浓度已趋于稳定。

30个观测周期内,在抽采孔1及2中均没有检测到SF6气体。说明在现有抽采负压作用下,未能影

响到抽采钻孔1和2。所以将抽采孔与注气孔之间的距离作为本煤层钻孔的瓦斯抽放半径,即瓦斯抽放半径为1m。

3.3 本煤层顺层平行钻孔抽采效果分析

3110工作面第一段长526m,宽180m;第二段长105m,宽220m,根据煤层赋存情况选择双向垂直交叉钻孔布置。在3110工作面运输及回风顺槽内施工顺层垂直双向交叉钻孔预抽本煤层瓦斯,并对抽采钻孔内的瓦斯浓度及流量进行定期测量,根据测量结果绘制的瓦斯纯量随时间的变化曲线如图3图4所示。

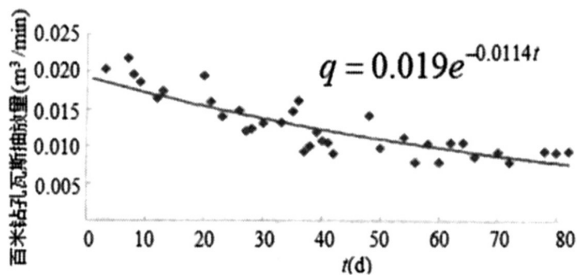


图3 回风顺槽瓦斯抽采量变化曲线

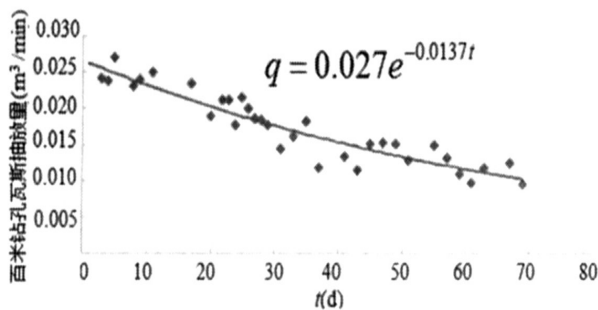


图4 运输顺槽瓦斯抽采量变化曲线

从图中可以看出3110工作面运输顺槽百米钻孔瓦斯抽采量 q ($\text{m}^3/\text{min} \cdot \text{hm}$)的变化规律为 $q=0.027e^{-0.0137t}$ 。回风顺槽百米钻孔瓦斯抽采量 q ($\text{m}^3/\text{min} \cdot \text{hm}$)变化规律为 $q=0.019e^{-0.0114t}$ 。

回风顺槽及运输顺槽百米钻孔的瓦斯抽采量分

别为0.019和0.027,后者是前者的1.37倍;回风顺槽与运输顺槽的百米钻孔瓦斯抽采衰减系数分别为0.0114和0.0137,基本一致。分析其原因主要是运输顺槽钻孔为上行孔,有利于瓦斯抽采,而回风顺槽钻孔为下向孔,不利于瓦斯抽采。

4 结语

随着科技快速发展,采煤工艺日趋大型化、集中化和高产高效。然而我国的煤炭赋存地质条件复杂,煤层瓦斯含量高、瓦斯事故频发,成为制约安全生产的主要因素之一。通过对3110工作面采取本煤层平行钻孔瓦斯抽采方法,保证了该作面的安全生产,对该矿其他工作面瓦斯抽采工作具有一定借鉴意义。

参考文献:

- [1]吴刚,刘虹.中国能源革命与煤炭的思考[J].四川大学学报(哲学社会科学版),2016(03):89—93.
- [2]李江涛,张劲松,曲晓明.顶板初次来压期间综采工作面采空区瓦斯涌出规律[J].煤矿安全,2008(10):25—27.
- [3]王彦凯,李新娟,潞安矿区低透气性松软单一煤层立体化瓦斯抽采技术探索[J].煤炭工程,2010(08):49—50.
- [4]任仲久.本煤层斜向交叉钻孔瓦斯抽采技术研究与应用[J].能源技术与管理,2016.41(01):39—40.
- [5]陈国新,王玉武,孙波.交叉钻孔预抽本煤层瓦斯在平顶山矿区的应用[J].煤矿安全,2002(10):1—3.
- [6]公衍伟,姬鹏锦,韩真理等.残余瓦斯含量法在测定瓦斯抽采有效半径中的应用研究[J].煤矿开采,2016.21(05):89—91.