

松软煤层水力割缝卸压增透技术研究

李标

河南神火煤电股份有限公司 河南 永城 476600

【摘要】：为解决松软煤层瓦斯抽采效率低的问题，需要研究基于高压水力割缝技术在松软煤层中的应用。水力割缝卸压增透技术的有效应用，可以解决瓦斯治理问题，在对煤层特征和物性分析的基础上，可以提高瓦斯治理水平，进一步加强了瓦斯防治效果。在突出煤层工作面应用高压水力割缝技术，可以提高瓦斯抽放浓度，增加抽放流量，该技术的应用成功解决了钻孔周期长和成本高的问题，提高了瓦斯抽放效果，有效降低了松软煤层的压力，并提高了煤层的渗透率。

【关键词】：松软煤层；水力割缝卸压增透；技术研究

引言

近年来，国内高压水力割缝技术发展迅速。在地下污水井中切缝的应用，提高了排水的有效性，并且在工程应用中取得了精准的效果，在煤层开采中，为了释放压力并增加煤的渗透性，使用水力割缝卸压增透技术切割煤体时撞击煤体，在煤体中造成裂缝，提高了煤层的透气性，也提高了抽瓦斯效果，并且有效缩短了抽采时间，取得了良好的应用效果。

1 水力割缝卸压增透技术概述

水力割缝卸压增透技术是在已钻煤孔段通过高压水射流的切割作用下来扩展裂缝，使钻孔煤孔段人为再造裂隙，增大煤体的暴露面积，有效改善了煤层中的瓦斯流动状态，为瓦斯排放创造有利条件，改变煤体的原应力，煤体得到充分卸压，提高煤层的透气性和瓦斯释放能力。

在松软煤层采用低压水，利用矿用钻机带动水力割缝浅螺旋整体钻杆、高低压转换割缝器及金刚石复合片钻头旋转钻进至设计位置，开启高压清水泵，调节至指定压力，一定压力及流量的高压水射流，通过高低压转换割缝器上的喷嘴射出形成射流，对钻孔煤孔段的煤层进行切割、冲击，在煤体中形成一定宽度和深度的不规则的扁平缝槽，切割下来的煤体在高压水射流的冲刷及螺旋钻杆的扰动作用下被排出孔外，钻孔内煤体的暴露面积显著增大。切割形成的缝槽使钻孔内煤体得以充分卸压，为煤体中瓦斯排放创造了有利条件，达到了煤层卸压增透的目的。

2 煤层卸压增透工艺

水力割缝主要用于突出煤层施工穿层钻孔，进入煤体后利用高压水射流进行射孔，使抽放能量在受控条件下逐渐释放。形成几个直径较大的孔洞，扰乱煤岩层应力平衡状态。孔周围的煤体在孔的方向上有不同的位移，有利于该状态下

的应力分布，有利于降低煤层形成中煤体的压力。煤体中形成裂缝，沿煤层传递气体流动间隙，增加煤层的气体渗透率。水力冲孔排放大量瓦斯和一定量的煤，在煤体内形成一定的泄压和瓦斯排放区。水力冲孔不仅消除了突出的动力，而且改变了煤层爆炸的性质，破坏了爆炸的基本条件，起到了防控作用。水力割缝卸压增透技术是在高压水泵的压力下的高压水介质，具有高度集中的高压水细流。具有很强的穿透和磨蚀能力，对煤体也有切割作用，对煤体产生强烈的冲击。高压水射流在生产煤层中上下切割，在切割周围形成缝，利用水流将切割的煤从孔中取出，增加暴露煤区。直缝相当于局部去除保护层，改变煤体应力，降低排水附近煤层压力，改善瓦斯流动，提高了煤层的透气性。

3 计划的制定和实施

水力割缝卸压增透应用现场选在梁北煤矿 32021 风巷底抽巷位置，煤层中的破坏类型为 IV 型，煤层初始瓦斯含量为 9.16m³/t，瓦斯压力为 1.5MPa，顶板为粉砂质泥质岩，底部接缝是粘土结构。为了增加煤层的渗透性，提高矿井的采煤生产效率，减少采煤生产时间，采用高压水切割措施，解决煤层复杂的预排问题。

3.1 水力割缝卸压增透作业流程

钻孔施工完后，卸下低压水尾，换接上超高压旋转水尾及超高压管路，按一定的割缝间距退钻进行割缝作业。

每刀割缝结束后，将泵压回零后再关停，根据设定的割缝间距，将高低压转换割缝器退至下一刀割缝位置，继续进行割缝作业。

割缝完成后，关闭超高压清水泵，撤卸水力割缝浅螺旋整体钻杆并堆放整齐，将高低压转换割缝器、金刚石水力割缝钻头、超高压旋转水尾妥善保管。

3.2 高压水力割缝排渣工艺技术

高压水力割缝过程中,由于松软煤层煤层硬度低,水量大割出的煤渣多,如果不采取妥善的处理办法,势必会造成堵孔喷孔以及瓦斯超限等问题,严重者甚至有伤人危险。故此,在高压水力割缝试验过程中,为防止瞬时出煤量太大,调压过程应缓慢进行,每次调压后须等待1分钟以上后方可继续调高压力;为防止煤层塌陷堵塞钻孔,所有预抽钻孔送至预排煤层,煤层段为筛管。

4 水力冲孔和水力割缝对比

水力冲孔和水力割缝技术都可以改变煤岩体的初始张力,提高煤层的渗透率,提高瓦斯抽采效率。但在实际应用中还是存在差异,一是两者的出口压力不同,水力冲孔工艺使用金刚石钻头反复冲洗煤层,出口压力很小;在水力割缝作业中,高低压转换器的压力在10~15MPa可达到额定开启压力,开启后放出高压水,煤体水压在10MPa左右。二是煤层形成的空间形态不同,水力冲孔反复刺穿煤层后,形成梨形缝隙,缝隙与缝隙形成裂纹,形成破坏;水力割缝是利用高压水来回切割煤体后,在切割孔周围形成深直槽,以达到增加煤层透气性的目的。

为了清晰地对比分析水力切割技术试验结果,选取等效直径和连续钻孔变化量的数据进行对比。在水力割缝钻孔和水力冲孔钻孔测量过程中,水力裂缝钻进过程中的平均气流为0.028m³/min,水力冲孔钻进的气流为0.013m³/min,水力割缝平均气体流量是对水力冲孔的2倍,提高了瓦斯抽采效率。

5 水力割缝钻孔及普通钻孔抽采浓度对比

普通钻孔抽采浓度最大35.1%,最小13.0%,平均23.1%;割缝钻孔抽采浓度最大100%,最小22.9%,平均40.4%。采用高压水力割缝后抽采浓度得到明显提高,割缝钻孔平均抽采浓度为水力冲孔钻孔的1.75倍。

6 割缝钻孔与普通钻孔抽采对比

普通抽采钻孔施工后,由于钻孔直径小,钻孔内煤体暴

露面积小,钻孔周围裂隙发育不明显,卸压影响范围小。高压水力割缝后形成一定宽度和深度的扁平缝槽,宏观缝槽的形成一方面增大了煤体的暴露面积,另一方面提供了煤岩变形空间。承压状态下的煤体经过高压水射流割缝以后,随着割缝煤渣的排出,缝槽附近煤岩应力分布、裂隙发育以及相应的透气性系数等参数均发生变化,煤层含水率增大,煤岩内应力降低,引起受压煤体裂隙张开,煤体透气性提高。因此,在水力割缝时,对于降低煤体压力效果明显,对煤层透气性的积极影响更为显著,提高了矿井瓦斯抽采效果^[1]。

7 有效抽放半径

假设煤层中存在瓦斯压降,采用瓦斯压降法确定有效抽放半径。待测压孔内气体压力稳定后,在预留位置的测压钻一个孔,液压切断并密封,孔用于连续抽放,观察压力表的变化,根据具体情况和试验要解决的主要问题,确定抽放半径的标准。气体压力下降51%,测压孔到测试孔的距离为有效的半径。水力割缝卸压单孔最高浓度为100%,平均浓度为40.4%。正常钻孔的最高浓度为35.1%,平均浓度为23.1%,水力割缝钻孔浓度比普通钻孔浓度高2倍。根据瓦斯抽采平均量计算,水力割缝钻孔抽采60后,剩余瓦斯降至6m³/t以下,而常规瓦斯抽采井需要至少150天才能去降至6m³/t以下。采用水力割缝技术,松软煤层瓦斯抽采达标时间缩短了57%,有利于生产的连续性^[2]。

结束语

综上所述,利用水力割缝卸压增透技术能在煤层和岩层中切层,有效地增加煤体的开口面积,使煤体无压力,并且可以更好地释放煤层瓦斯。应用水力割缝卸压增透技术平均瓦斯浓度比引进该技术前提高1.5倍,瓦斯流量比引进前提高3倍。瓦斯浓度和消耗量提高,可提高区域瓦斯抽采能力。根据煤矿的地质条件,相比于地层钻孔,水力割缝卸压增透技术更适合煤矿瓦斯治理,有效确定井下钻井的方案和参数。因此,煤层减压渗透技术可以成为类似煤层的技术应用指南。

参考文献:

- [1] 杨慧明.深部低透煤层水力割缝卸压增透技术研究现状及发展趋势[J].煤矿安全,2018,49(06):147-151.
- [2] 田坤云.松软煤层坚硬顶板中水力压裂卸压增透技术研究[J].自然灾害学报,2017,26(04):215-220.