瓦斯抽采漏气失效钻孔修复技术

Drilling technique for gas leakage failure in gas extraction

毋肖飞（山西兰花科创玉溪煤矿有限责任公司，山西　晋城　048000）

Wu xiaofei（Shanxi Lanhua Kechuang Yuxi Coal Mine Co. Ltd，Shanxi　jincheng　048000）

摘　要：伴随着各种资源需求的增多，资源开采力度日渐加大，但因为资源形成往往经历了多次的地质变化和地壳运动，使得很多资源的分布条件非常恶劣，在资源开发时常常面临着巨大的风险，比如，部分资源开采地段的瓦斯浓度超出了正常标准，作业人员应通过瓦斯抽采来创造更为安全的作业环境。钻孔密封是瓦斯抽采中十分有效的方式，但因为其密封效果受到诸多因素的影响，常常伴随着钻孔密封漏气失效的问题。基于此，本文从瓦斯抽采漏气失效的机理出发，探析了相应的修复技术。

关键词：瓦斯抽采；钻孔密封；漏气失效；修复技术

Abstract：along with increasing resources demand, resources exploitation strength increasing, but because resources often experience several geological changes and the crust movement, makes a lot of resources distribution condition is very bad, often when resources development faces enormous risks, such as gas concentration on the part of resource mining area is beyond the normal standard, homework personnel should through the gas extraction Borehole sealing is a very effective way in gas extraction, but because its sealing effect is affected by many factors, it is often accompanied by the problem of gas leakage failure. Based on this, this paper starts from the mechanism of gas leakage failure, and analyzes the corresponding repair technology.

Key words：gas extraction；Drilling seal；Leakage failure；Repair technology

钻孔密封在一些高浓度瓦斯区域有着广泛的应用，只有保障了钻孔密封效果，才能够提高瓦斯抽采的成功率。但因为作业环境中的环境因素、人为因素和设备因素等，都会引起钻孔密封失效，导致作业区中的瓦斯含量无法降至安全范围，可能会引起瓦斯爆炸等一系列事故，引起的人员伤亡和财产损失巨大。因此，相关企业在利用钻孔密封进行瓦斯抽采的过程中，应结合漏气失效机理来采取有效的控制和修复技术，为作业人员创造良好的条件，提高作业效率与水平。

1 钻孔密封机理

现阶段的生产领域，密封有着广泛的应用，根据密封对象的不同，在资源开发中的瓦斯抽采钻孔密封与机械行业中的流体密封技术高度相似。随着流体密封技术的日渐进步，流体密封理论研究表明，钻孔为密封腔，封孔材料、胶囊等均会在技术应用中对密封起到一定的作用，在机械领域所使用的密封件主要为相应的零部件，被密封的流体主要就是岩层中的瓦斯或者巷道侧空气。在钻孔密封技术应用中，密封接触面是需要关注的重点部位，密封接触压力大小也是此项技术应用中需重点关注的参数，接触表面存在弹性，在接触压力大小的确定上，应以接触面表面出现弹性且密封结构具有刚性作为确定依据，密封件弹性形变中，为消除其对密封效果的影响，应及时对接触表面的间隙加以填充处理，避免压力过大所引起的密封件破损等问题。如果从钻孔的角度出发，应保障钻孔密封腔的密封效果，也就使得保障钻孔空间封孔段没有任何的漏气问题，保障密封段的充实度、致密性。如果在钻孔密封处理中封孔段的透气性较差，可能会伴随着瓦斯外渗、外部空气吸入钻孔的问题，因此，封孔工作中应加强对钻孔围岩裂隙的密封处理。

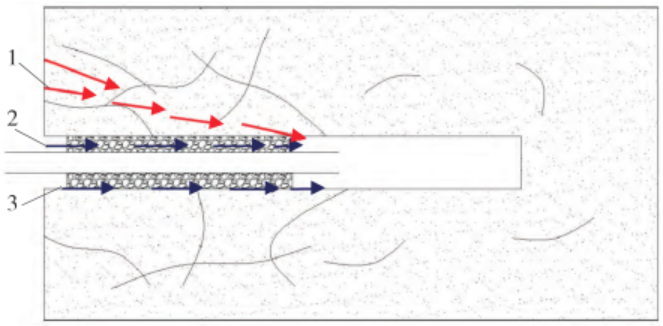
2 瓦斯抽采钻孔漏气失效成因分析

在利用钻孔密封方法进行瓦斯抽采的过程中，钻孔漏气失效的问题极为常见，为保障钻孔密封的有效性，应根据钻孔漏气失效的原因来科学应用各种的修复技术，发挥钻孔密封在瓦斯抽采方面的突出作用。通常情况下，瓦斯抽采工作的进行就是在目标抽采区域中开展钻孔作业，在孔口特定的范围内使用相应的密封材料或者设备来实施封堵处理，随后将该钻孔与抽采系统连接起来。因为在瓦斯抽采的过程中，抽采设备运行的过程中存在一定的负压作用，该作用力可以使得区域内的游离态瓦斯能够在抽采系统、设备等辅助下有效抽采出来，使得区域的瓦斯含量大大降低。但一旦钻孔密封处理中封孔段出现了漏气问题，抽采负压只能够在孔口区域起作用，无法保障抽采效果。根据钻孔密封中的钻孔漏气失效风险，主要包含了以下两个方面：

2.1 岩层贯通裂隙漏气

在资源开发过程中，如果资源分布层处于应力平衡的条件下，伴随着一系列的开挖和钻孔作业进行，应力平衡状态势必被打破且重新分布，形成新荷载平衡条件。

在应力平衡破坏到新荷载平衡的形成阶段，存在着一定的附加抽采负压等外力作用影响和干扰，正是因为如此，使得在开采作业进行的过程中，巷道和钻孔四周的岩体将出现明显的裂隙发育，形成裂隙通道。但如果钻孔密封作业中的封孔深度不大，裂隙发育就有可能超过该封孔段，此时在巷道中的空气在受到一定的抽采负压影响以后，就会沿着图 1 的漏气通道进入到钻孔中，影响钻孔密封作用的实现。



1- 岩层漏气通道；2- 封孔材料漏气通道；3- 钻孔壁漏气通道

图 1　瓦斯抽采钻孔漏气失效主要成因

2.2 封孔材料失稳变形导致钻孔漏气

随着当前钻孔密封技术在生产领域的广泛使用，这一技术的发展日渐成熟，现阶段的一些资源开发中，所采用的封孔器材主要为机械式封孔器、高分子膨胀材料和无机封孔材料。封孔材料变形同样会加剧钻孔漏气现象的发生，比如，在钻孔密封施工作业中，利用机械式封孔器开展封孔作业时，需将水或者气体介质注入到封孔器中，当外层膨胀以后也就保障了封孔效果，但如果在这一封孔处理的过程中封孔器外层与钻孔内部的绝对铰接效果较差，当介质压力逐步降低的情况下，封孔器外层与钻孔壁之间的缝隙将同步增大，形成的漏气通道将会引起封孔失效。其次，高分子膨胀材料的膨胀性好、操作简单，在钻孔密封中的应用较多，但此类材料同样存在着低强度、大黏度的问题，使得在利用该材料开展钻孔密封时，瓦斯抽采浓度衰减严重，在利用这一材料开展封孔作业时，一旦钻孔周围的应力重新分布，作为薄弱点的封孔材料可能会面临一定的变形问题，加剧钻孔失效风险。最后，水泥砂浆等无机封孔材料在瓦斯抽采方面同样非常有效，但因为这种材料性质的特殊性，在凝固时的收缩严重，封孔效果难以保障。

3 漏气失效钻孔修复技术

3.1 缝槽位置的精准确定

伴随着巷道开挖、钻孔施工作业的进行，资源分布层将以钻孔深度为基础，在一定的范围内被划分成应力降低区、应力增高区和原岩应力区，这三个区域呈现出不同的特点，比如，在应力增高区域中的裂隙发育非常明显，可能分布有很多的漏气通道，针对这一现象，为避免出现漏气失效问题，应尽量将环形缝槽设置于原岩应力区。此外，钻孔修复技术应用中的钻孔和封孔成本也应该考虑，综合分析以后，环形缝槽在原岩应力区和应力增高区交界处的钻孔密封效果更为理想。

3.2 缝槽施工与封孔工艺选择

缝槽施工和封孔工艺的选择同样会对封孔效果产生直接的影响，根据当下的密封钻孔技术应用情况，在多瓦斯区域使用水力割缝设备及时将最初封孔段中的原材料清除干净，在已经确定的应力增高区、原岩应力交界位置处进行环形缝槽的设置，因为此地段的情况特殊，环形缝槽完全楔入到了岩体中，在一定程度上对岩体中的贯通裂隙漏气通道的形成起到了一定的阻隔作用，对预防和控制漏气失效问题非常有效。此外，这一处理方式下，因为环形缝槽与钻孔封孔段在一定程度上构成了整体结构，在利用对应的封孔材料将封孔空间完全填充以后，随着材料的凝固与硬化，空气基本不会经由钻孔壁流入到抽采钻孔中。因此，钻孔密封技术在应用时，“两堵一注”的工艺非常有效，可以使得封堵能够达到预期的效果。

4 结束语

近年来的很多生产领域，钻孔密封已然成为了一个关键性的技术，尤其是对一些高浓度瓦斯作业区而言，这一方式对瓦斯抽采、安全作业非常有效，但这一技术应用时的漏气失效加剧了作业中的安全风险，为提升钻孔密封技术的有效性，相关作业人员应加强对漏气失效机理的研究，并采取对应的控制对策，注重工艺和技术的创新。

参考文献：

[1] 熊伟 . 瓦斯抽采漏气失效钻孔修复技术研究 [J]. 矿业安全与环保 ,2020,249(01):84-87.

[2] 冉永进 . 抽采钻孔漏气修复技术现场应用 [J]. 山东煤炭科技 ,2020,24(10):103-105.

[3] 娄振 , 魏国营 , 张书进 , 等 . 煤层动态裂隙充填瓦斯抽采技术试验研究 [J]. 中国安全科学学报 ,2016,26(010):127-132.

[4] 杨洪增 . 超高水材料封堵瓦斯抽采钻孔技术研究 [J]. 煤炭与化工 ,2017,40(03):11-13.

[5] 成艳英 . 本煤层钻孔瓦斯抽采失效机制及高效密封技术研究 [D]. 徐州 : 中国矿业大学 ,2014.

[6] 张晓龙 . 本煤层瓦斯抽采钻孔漏气机理及封孔技术试验研究 [D]. 郑州 : 河南理工大学 ,2013.

[7] 王新伟 , 李辉 . 瓦斯抽采钻孔漏气机理及新型封孔技术试验研究 [J]. 煤炭技术 ,2015(03):127-129.

作者简介：

毋肖飞（1980- ），男，汉族，山西晋城人，本科，中级工程师，研究方向：安全与通风。