

挤灰封堵施工中封堵剂流动性对封堵效果的影响

杨金龙

辽河工程技术分公司修井技术服务大队

【摘要】挤灰封堵技术在工程施工中广泛应用，其主要是通过使用封堵剂来封闭孔洞或缝隙，以达到防水、防漏和结构稳固的目的。研究表明，封堵剂的流动性是影响封堵效果的重要因素，合理的流动性能确保封堵剂在孔洞或缝隙中的均匀填充与固化，从而提高封堵的质量与耐久性。因此，本文针对封堵剂流动性对挤灰封堵施工中封堵效果的影响，探讨了如何通过优化封堵剂的配比和工艺参数等做法来提升封堵质量。

【关键词】挤灰封堵；封堵剂；流动性；封堵效果；施工工艺

The influence of plugging agent mobility on plugging effect in ash plugging construction

Young-dragon Yang

Liaohu Engineering Technology Branch

【Abstract】The ash plugging technology is widely used in engineering construction, mainly through the use of plugging agent to close holes or gaps, in order to achieve the purpose of waterproof, leakage prevention and stable structure. The study shows that the fluidity of the plugging agent is an important factor affecting the plugging effect, and the reasonable fluidity can ensure the uniform filling and curing of the plugging agent in the holes or gaps, so as to improve the quality and durability of the plugging agent. Therefore, according to the influence of the mobility of the blocking agent on the blocking effect of the blocking construction.

【Key words】squeezing ash blocking, blocking agent, fluidity, blocking effect, construction technology

引言

挤灰封堵技术作为一种常见的施工手段，主要用于地下结构、隧道和管道等需要防水、防漏的工程场景。封堵剂的选择和性能对封堵效果有着直接的影响，尤其是封堵剂的流动性问题^[1]。封堵剂流动性过大或过小，都会导致封堵不完全或固化不均匀，从而影响施工质量。因此，针对封堵剂流动性对封堵效果影响的相关研究具有重要的实践意义。

1 封堵剂流动性的重要性

封堵剂的流动性决定了其在孔隙或裂缝中的分布和充填情况。合理的流动性能保证封堵剂在施加压力下能够顺利地流入施工缝隙中，且不因流动性过高导致流失或流动性过低而阻碍充填过程。

(1) 流动性过大：封堵剂在高流动性条件下，容易在

施工中流失，特别是在垂直或倾斜面施工中，流动过快会导致封堵剂无法有效固化，进而影响封堵效果。

(2) 流动性过小：封堵剂如果流动性不足，可能无法完全渗入到细小裂缝中，导致部分空隙未被填满，封堵不严密，降低封堵效果和使用寿命。

2 封堵剂性能评定方法

触变性是化学封堵剂的重要特性。滞后环法、应力松弛法与动态实验法是目前常用的3种测定方法。

2.1 滞后环法

滞后环法是触变性研究中最常用的一种方法。剪切速率与应力图建立的环内面积即触变环面积可表征实验样品的触变性能，如图1、图2所示。

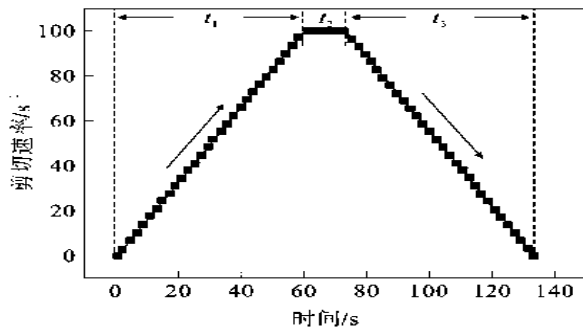


图1 剪切过程图

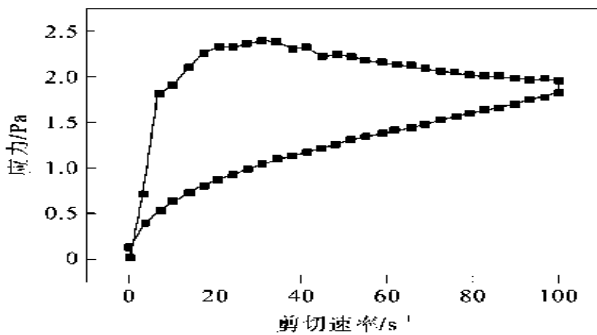


图2 滞后环示意图

2.2 恒剪切速率法

恒剪切速率法是将堵剂由高剪切速率破坏，瞬时降至低剪切，同时测定过程中应力的变化值，从而判定堵剂触变性能。

2.3 动态实验方法 动态实验方法最初由 Mewis 和 DeBleyser 提出，通过高速破坏后的小幅谐振，测试过程中黏度与时间的变化。如图3中所示，堵剂的弹性模量 G' 远高于其损耗模量 G'' ，从而通过该方法可客观反映出结构破坏后堵剂的恢复情况，同时反映恢复后的触变结构强度。

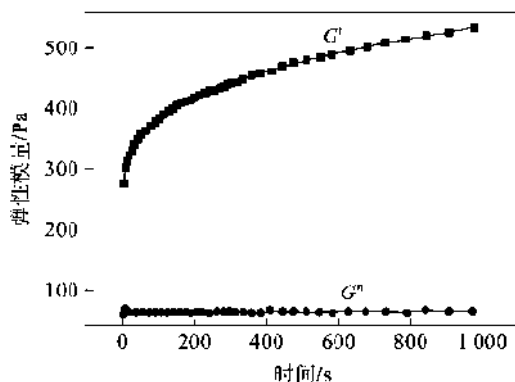


图3 不同恢复时间下体系的弹性模量

3 封堵剂流动性对封堵效果的影响分析

在挤灰封堵施工中，封堵剂的流动性主要受到材料成分、温度、施工压力等多种因素的影响。

(1) 材料成分的影响

封堵剂的材料成分是影响流动性和封堵效果的最基本因素之一，尤其是水泥、砂浆和添加剂的配比直接决定了封堵剂的物理性能^[2]。在封堵剂中，水与水泥的比例（即水灰比），对封堵剂的流动性和固化强度有直接影响。当水灰比过高时，封堵剂的流动性会显著提高，能够顺利流入细小缝隙或孔洞中，确保良好的填充性。然而，高水灰比也会导致固化后的强度下降，封堵层容易出现裂缝或结构不稳定，进而影响长期密封效果。水灰比过低则会降低封堵剂的流动性，可能导致封堵剂难以进入细微裂缝或缝隙中，留下未被完全封堵的空隙，最终影响封堵效果。因此，封堵剂的水灰比需要根据具体的施工条件进行优化。一般来说，在水灰比的选择上，既要考虑流动性以保证封堵剂能均匀充填到结构的缝隙或孔洞中，又要考虑固化后的强度，避免因强度不足而引发的二次施工问题。

在现代封堵剂配方中，添加剂的使用已经成为影响流动性和固化性能的关键因素。常见的添加剂包括减水剂、塑化剂以及引气剂等。其中，减水剂能够有效提高封堵剂的流动性，同时减少用水量，改善封堵剂的力学性能。合理添加减水剂可以在保持较低水灰比的情况下实现较高的流动性，从而确保封堵效果。在封堵剂配方中，塑化剂能够增加封堵剂的可塑性，使其在施工过程中更加容易操作，尤其是在复杂或高难度的封堵区域中，可以有效增强封堵剂的流动性和粘附性，确保封堵质量。而引气剂的加入则能够引入微小气泡，增加封堵剂的流动性，尤其在低温环境下能够有效减缓封堵剂流动性下降的问题。然而，引气剂的过量使用可能导致封堵剂强度下降，需根据实际需求进行优化。

(2) 温度的影响

首先使用搅拌机将化学封堵剂在 $1000s^{-1}$ 的剪切速率下剪切 60s 使堵剂变稀稳定，根据每组固化性能分析不同温度下封堵剂的固化特性。实验温度分别为 60、90、130

℃。封堵剂的强度随时间逐渐恢复,不同温度下的恢复速率在前5s时较高,之后恢复速率逐渐降低。温度越高,相同时间内封堵剂强度恢复程度越高,分析与封堵剂分子受热运动速率加快有关。

温度在挤灰封堵施工中对封堵剂的流动性具有显著影响,特别是在极端气候条件下,温度的波动直接影响封堵剂的黏度、固化时间和最终封堵效果。在低温条件下,封堵剂中的水分结晶会导致封堵剂黏度增加,流动性显著下降。这会直接影响封堵剂的可操作性和填充效果,难以均匀地分布在封堵区域内,尤其是在细微裂缝或深孔中,封堵剂可能难以完全渗透,留下未填满的空隙。此外,低温还可能延缓封堵剂的固化时间,导致封堵效果不稳定,甚至需要延长施工周期。为了应对低温环境的影响,可以加入适量的防冻剂,增加封堵剂在低温条件下的流动性,并加快其固化速度,从而保证封堵质量。在施工现场也可以采取升温措施,如使用暖棚或加热设备,来提高封堵剂的温度,保持其正常流动性。

相反,在高温环境下,封堵剂的流动性会显著增加,黏度降低,导致封堵剂可能在未完全固化之前流出封堵区域,特别是在垂直面或坡面上施工时,流失现象更加明显。这不仅会导致封堵效果不理想,还会造成材料浪费。因此,在高温环境下,可以减少水灰比或添加粘度增加剂,确保封堵剂在高温环境下仍能保持较好的稳定性和固化速度。尤其在高温施工时,尽量缩短封堵剂的暴露时间,确保其在流动性较好时尽快固化。

(3) 施工压力的影响

挤灰封堵施工中,封堵剂的流动性不仅取决于材料的性

能,还与施工过程中施加的压力密切相关。通过适当的压力,封堵剂可以被强制挤入孔洞和缝隙中,确保其完全填充并形成均匀的封堵层。然而,如果施工压力过小,封堵剂则会无法克服材料的内摩擦力和环境阻力,导致封堵剂不能深入细微裂缝或孔洞中,出现封堵不完全的情况。这种情况下,封堵剂可能只覆盖了表面,而没有深入到结构内部,造成潜在的渗漏隐患。而假如施工压力过大,则可能导致流动性过强的封堵剂被过度挤出封堵区域,特别是在流动性较大的封堵剂情况下,这种现象更为明显。封堵剂的流失不仅影响封堵效果,还会增加材料的浪费和施工成本。

为了保证封堵剂的流动性在不同的施工条件下达到最佳状态,应根据封堵剂的特性及施工环境优化压力。在施工过程中可以使用可调节的压力系统,根据封堵剂的流动性实时调整压力大小,确保封堵剂能够均匀地填充孔洞或裂缝。而对于较大或较深的孔洞,则可以采取分段施压的方式,先进行初步填充,再通过逐步增加压力确保封堵剂均匀分布,从而保证封堵质量。

4 结论

封堵剂的流动性是挤灰封堵施工中影响封堵效果的关键因素之一。通过优化封堵剂的材料配比、合理控制水灰比以及调整施工工艺,可以有效提升封堵剂的流动性,使其在施工中均匀填充孔洞或裂缝,进而提高封堵效果的可靠性与耐久性。在未来的研究和工程实践中,进一步优化封堵剂流动性控制技术,可以为提高挤灰封堵施工质量提供重要的技术支持。

参考文献

- [1]张德友.挤灰封堵工艺技术研究及应用[J].科技传播,2012,(01):121.
- [2]林清峰,吴迪平,张礼星,何富凯.水泥浆挤灰封堵工艺在临盘油田的应用[J].内江科技,2008,(05):123.
- [3]刘常清,徐国瑞,鞠野,等.海上高含水油田就地封堵体系优化研究[J].化学工程师,2019,280(1):35-38.
- [4]吕金龙,王楠,夏欢,等.高温高渗油藏堵水剂封堵效果实验研究[J].当代化工,2019,48(7):1399-1404.
- [5]李柳逸.水平井环空化学封隔定位堵水剂的流动规律研究[D].长江大学,2016.