

编者按:2025年6月,自然资源部办公厅印发了《新一轮找矿突破战略行动先进适用勘查技术推广清单(第一批)》,鼓励各单位选用新技术、新方法,提升勘查工作效率,更大程度实现绿色勘查。为使广大钻探工程技术人员更好地了解清单中的先进适用钻探技术,择优使用,本刊特此推出“技术快报”专栏,对清单中的相关钻探技术进行介绍,以飨读者。本期介绍“环保多功能一袋化冲洗液技术”“膨胀波纹管护壁技术”“页岩气超深井钻进高效率长寿命钻头”3项先进适用钻探技术。

《新一轮找矿突破战略行动先进适用勘查技术推广清单(第一批)》之钻探技术介绍

环保多功能一袋化冲洗液技术

完成单位:北京探矿工程研究所

供稿人:熊正强,李晓东,付帆

中图分类号:P634 文献标识码:C 文章编号:2096-9686(2026)01-0156-02

1 技术背景

冲洗液是钻探工程的“血液”,是优质、高效完成钻探工程的重要技术保障。地质钻探工程在松散地层和破碎地层钻进使用膨润土低固相冲洗液存在钻杆内壁结泥皮、现场工人冲洗液性能维护能力较弱等问题,环保多功能一袋化冲洗液技术孕育而生。环保多功能一袋化冲洗液技术是指仅采用一种环保材料(低黏增效粉LBM或多功能剂MBM)配制出适用于淡水或盐水配浆的环保冲洗液。该冲洗液可满足绳索取心钻探冲洗液“低黏、低切和低失水”要求,大幅简化了施工现场添加的冲洗液材料种类及工人操作难度。

低黏增效粉LBM和多功能剂MBM是北京探矿工程研究所改进或新研发的新型冲洗液材料,在矿产资源勘查、科学钻探和海洋钻探等工程中广泛应用。

2 技术内容

环保多功能一袋化冲洗液技术是在淡水或盐水中加入3%~4%低黏增效粉LBM或多功能剂MBM,搅拌均匀后即可配制出满足绳索取心钻探工艺要求的多功能冲洗液。LBM和MBM两种材料集造浆材料与泥浆处理剂功能于一体,具有“方便面”特点。

2.1 低黏增效粉LBM

低黏增效粉是以钙膨润土为原料,加入一定比例的纯碱溶液和低分子量有机聚合物溶液GSA混合均匀,通过挤压机湿挤压钠化改性和增效,再烘干粉碎后制成,见图1。LBM具有无毒、可降解特点,适用于淡水配浆。

2.2 多功能剂MBM

多功能剂是以钠化膨润土为原料,加入含羧基、磺酸基

等单体和具备螺旋状结构的高分子量聚合物,通过物理捏合与挤压对钠膨润土插层改性,再烘干粉碎后制成,见图2。MBM获国家发明专利1项(专利号:ZL201210025193.7)和2013年度国家重点新产品(见图3)。MBM具有无毒、可降解特点,适用于海水、盐水或卤水配浆。

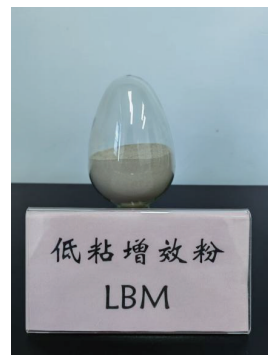


图1 低黏增效粉

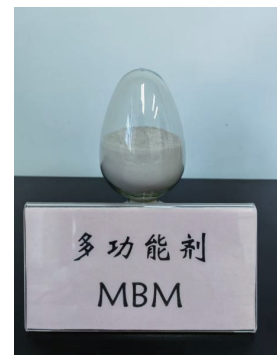


图2 多功能剂

3 技术特点

目前国内地勘行业没有同类产品,而配制出满足绳索取心钻探“三低”要求的淡水低固相冲洗液或盐水低固相冲洗液则需要加入钠膨润土、纯碱或烧碱、高黏羧甲基纤维素、腐植酸钾等多种材料。添加的冲洗液材料种类多,而且现场工人加料操作较为繁琐。采用低黏增效粉或多功能剂配制的环保多功能一袋化冲洗液性能见表1。

环保多功能一袋化冲洗液的技术特点主要有:

(1)技术成熟度高,广泛应用于矿产资源勘查和科学钻



图3 多功能剂获国家重点新产品证书

表1 环保多功能一袋化冲洗液性能测试结果

冲洗液配方	苏式漏斗黏度/s	动切力/ Pa	API滤失量/ mL	相对膨胀降低率/ %	生物降解性(BOD ₅ /COD)/ %	生物毒性(EC ₅₀ / mg·L ⁻¹)
淡水+4% LBM	23	1.5	12	66	21.4	352700
海水+4% MBM	26	2.5	10	69	20.5	240000

注:SY/T 7467—2020环保型钻井液标准要求生物降解性BOD₅/COD≥5%、生物毒性EC₅₀≥30000 mg/L。

探工程。为了解决金刚石绳索取心钻探钻杆内壁易结泥皮等问题以及简化现场配浆,探矿工程研究所分别于20世纪80年代和2013年研发了低黏增效粉和多功能剂两个产品,并对产品配方进行了迭代升级。环保多功能一袋化冲洗液技术已广泛应用于小秦岭金矿、三山岛北部海域金矿、坡北铜镍矿、老挝钾盐矿、大陆科学钻探、汶川科学钻探等钻探工程,应用客户近百家。

(2)冲洗液材料成本较低,而且配制与性能维护简单。环保多功能一袋化冲洗液材料成本为150~260元/m³(未包含材料运输费用),可有效解决一般松散破碎地层及非强水敏性地层孔壁失稳、取心质量差的问题。而且,冲洗液配制与性能维护简单,避免了现场加料浪费,减轻了工人劳动强度。如果钻遇地层复杂,可在环保多功能一袋化冲洗液基础上添加防塌护壁类冲洗液材料,解决孔壁失稳和取心质量差等问题。

(3)冲洗液技术绿色环保,不会污染环境。多功能一袋化冲洗液具有无毒、生物降解性好的特点,以及良好的流变性、降滤失性和抑制性能,能满足绿色勘查要求。

4 应用案例

4.1 LBM在小秦岭整装勘查区综合普查钻探应用

小秦岭整装勘查区综合普查ZK1号孔地层复杂,存在多段蚀变构造带,岩石破碎程度高(见图4),呈碎块状及碎粉状,部分呈粉末状。以往该地区施工普遍存在坍塌掉块、卡钻及埋钻问题,钻孔深度多在1000 m以内。

全孔采用具有优良护壁性能的LBM防塌冲洗液,施工

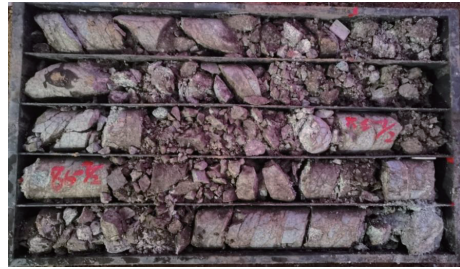


图4 ZK1号孔松散破碎地层岩心

过程中冲洗液流变性能稳定,防塌护壁效果显著,未出现坍塌掉块情况。终孔深度2338.21 m,创陕西省金属矿产资源勘查钻探施工最深纪录。

4.1 MBM在老挝钾盐矿钻探应用

老挝万象盆地及农波盆地钾盐矿地层中存在大量岩盐、光卤石和溢晶石等可溶性盐,采用普通水基冲洗液,钻进过程中孔壁及岩心中的盐分会不断溶解,不仅影响孔壁稳定和冲洗液性能,还会出现岩心溶蚀现象,即使采用饱和盐水冲洗液获取的岩心仍然存在取心质量差的问题。

现场采用MBM一袋化冲洗液钻进,当钻遇岩盐、光卤石和溢晶石地层时,再加入抑溶剂、氯化镁和氯化钙转化为强抑溶冲洗液,完成了万象盆地及农波盆地钾盐矿区40多个钻孔近2万m的钻探工作量,解决了岩心溶蚀问题(见图5),显著提高了岩心采取质量。



图5 使用MBM冲洗液取出的岩心

5 应用建议

低黏增效粉LBM和多功能剂MBM两种环保材料和环保多功能一袋化冲洗液技术已广泛应用于国内外金矿、铁矿、钾盐等矿产资源钻探和科学钻探工程,有效解决了钻探施工中的技术难题,产品质量受到地勘单位高度认可,取得了良好的经济效益和社会效益。

(1)可用于矿产资源勘查,尤其是绳索取心钻探工程。

(2)可用于一般松散、破碎地层及非强水敏性地层钻进。若地层复杂,再适当添加防塌护壁类冲洗液材料,进一步提高冲洗液的护壁护心性能。

(3)可适配现场淡水、海水、盐水或卤水配浆。