

塔里木盆地玉北地区石油钻井井壁稳定性 技术研究与应用*

刘景涛

西北油田分公司石油工程技术研究院, 乌鲁木齐, 830011

玉北地区二叠系开派兹雷克组地层火成岩发育, 岩性主要为灰黑色玄武岩、灰色凝灰岩和棕红色泥岩, 在钻井中易剥落掉块垮塌, 频繁发生井下复杂, 制约了该区块勘探开发进程。

1 岩石理化性能分析

1.1 矿物成分分析

对岩芯试件进行全岩矿物分析和 X 射线衍射分析, 该区火成岩地层粘土矿物类型以蒙脱石为主, 其次为高岭石 (图 1、2)。其中, 凝灰岩中蒙脱石含量平均为 45.7%, 玄武岩中蒙脱石含量平均为 53.8%。

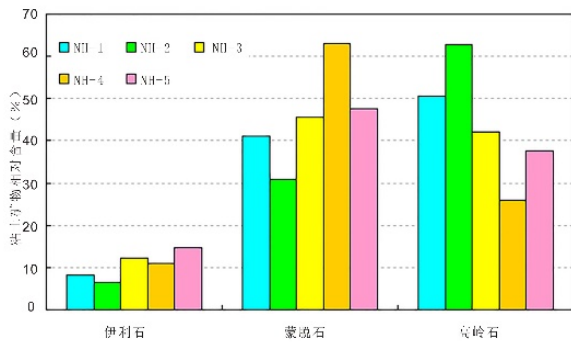


图 1 凝灰岩中矿物组分相对含量

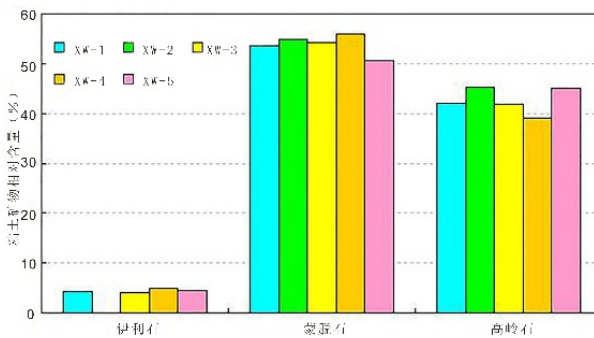


图 2 玄武岩中矿物组分相对含量

1.2 矿物结构分析

对岩芯进行扫描电镜观察, 玄武岩及凝灰岩试件内部矿物晶体间微裂缝发育, 且岩石矿物内部解理发育 (图 3、4)。

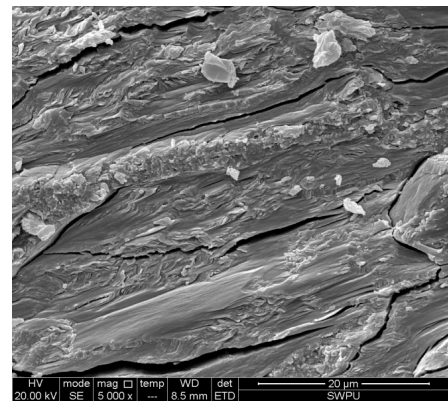


图 3 玄武岩微观裂缝发育图

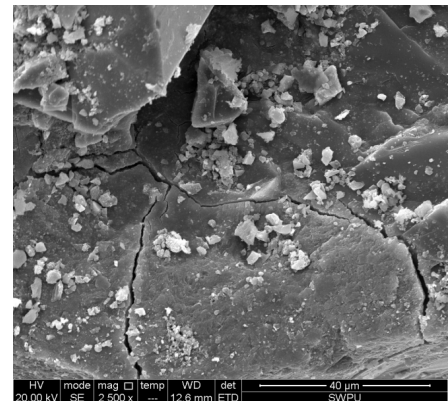


图 4 凝灰岩微观裂缝发育图

1.3 钻井液浸泡对岩石力学性能的影响

现用钻井液浸泡后的岩石力学参数测试表明: 浸泡导致玄武岩抗压强度、内摩擦角有轻微降低 (图 5、6)。

收稿日期: 2015-02-03; 改回日期: 2015-03-01; 责任编辑: 周健。

作者简介: 刘景涛, 男, 1987 年生。硕士, 工程师, 石油工程专业。Email: liujingtao999@126.com。

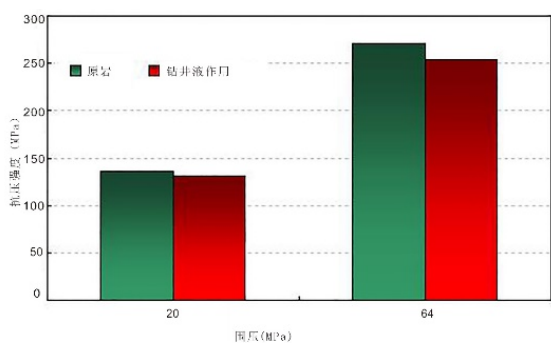


图 5 钻井液对不同围压下玄武岩抗压强度的影响

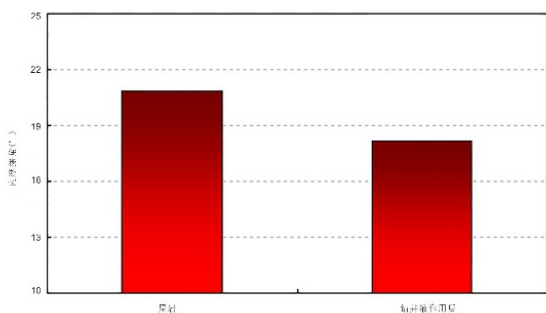


图 6 现用钻井液体系对玄武岩内摩擦角的影响

2 井壁失稳原因与对策

2.1 井壁失稳原因分析

火成岩与钻井液接触，不可避免发生表面水化，蒙脱石吸水膨胀，产生水化应力，使井周围岩的应力分布和材料力学特性发生变化，这种变化具有时间效应，随钻井液作用时间的推移，岩石强度下降，导致井壁围岩失稳。

岩石内部微观损伤结构降低了岩石的力学性能，也增大了钻井液侵入岩石内部的可能。此外，在高密度钻井液作用下，将产生强烈的水力劈裂作用，导致井壁失稳。

2.2 钻井液体系优选与应用

通过正交实验，优选出具有较低的高温高压失水($\leq 10\text{ml}/30\text{min}$)和合理的高温高压流变参数，又具有高热稳定性和抑制性的两性离子聚磺 KCL 盐水钻井液体系，即：3%~4%膨润土+2%SMP-2+3%KJ-1+3%MC-1+1.0%~1.5%KJ-2+0.3%XY-27+0.3%~0.4%FA-367+3%KCL+重晶石，同时优选出封堵剂组配方案 2%WT-666+1%ZD-1。

3 现场应用

优选出的钻井液体系在玉北地区试验井进行了现场应用(图 7、8)。该井三开井段钻遇二叠系开派兹雷克组(4292~4523m)，采用 KCL-聚磺防塌钻井液体系，钻井过程中掉块现象明显降低，除钻进过程中发现少量 $10\times 20\text{mm}$ 火成岩及 $10\times 10\text{mm}$ 泥岩掉块外，未出现整泵、整转盘现象。现场钻井液的 API 滤失量始终低于 4mL，HTHP 滤失量始终低于 12mL，均达到了设计要求。

三开井段平均井径扩大率 9.57%，二叠系开派兹雷克组平均井径扩大率 8.13%，井径扩大率得到良好控制，相比该区块井径扩大率 13%，相对井径扩大率减少了 37.31%。

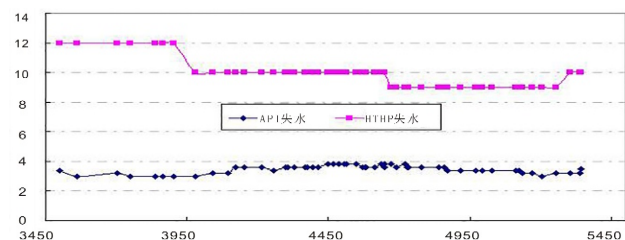


图 7 三开钻井液失水变化

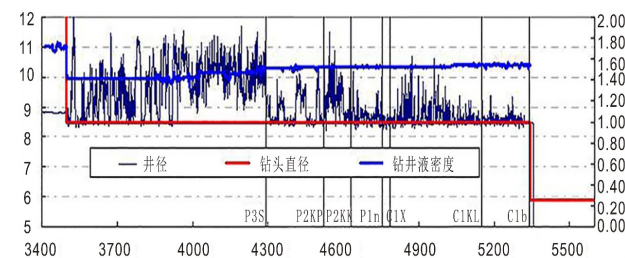


图 8 三开钻井液密度-井径

参 考 文 献 / References

陈勉，金衍，张广清. 2008.石油工程岩石力学.北京：科学出版社.
 陈新，杨强，何满潮，等. 2005.考虑深部岩体各向异性强度的井壁稳定分析.岩石力学与工程学报，24 (16)：2882~2888.
 金衍，陈勉.2012.井壁稳定力学.北京：科学出版社.
 李金锁，王宗培. 2006.塔河玄武岩地层垮塌、漏失机理与对策.西部探矿工程，5：137~139.
 刘向君，罗平亚. 2004.岩石力学与石油工程.北京：石油工业出版社.