

通过深钻孔的天然裂缝数据反演千米尺度地应力

Kilometer-scale crustal stress inverted through diverse natural fracture data from deep boreholes

蒋水斌¹ 张诗淮¹ 马晓冬¹

Shuibin Jiang¹ Shihuai zhang¹ Xiaodong Ma¹

(1. 中国科学技术大学地球和空间科学学院, 合肥 230026)

(1. School of Earth and Space Sciences, University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China)

摘要: 地壳内广泛存在着表征着应力信息的不连续结构——天然裂缝。大量观测表明, 脆性地壳中处于剪切滑移应力临界状态的裂缝具有显著导水性, 而非临界裂隙则大多不具备导水性。我们拓展库仑准则由原先的二元判断模糊化为剪切滑移概率, 表征裂缝剪切临界性和不确定性。通过对实际钻井数据的计算和合成数据, 剪切滑移概率与裂缝导水性之间的关系得到验证。基于此关系, 我们构建了非线性反演方法, 输入天然裂缝的导水性特征信息与空间产状信息, 采用网格搜索方法, 最优化剪切滑移概率与裂缝导水性的匹配度, 输出应力方向和相对大小。我们构建了虚拟裂缝岩体, 施加设定的应力状态, 计算岩体内具有不同内摩擦系数和空间产状的裂缝的剪切滑移概率。并通过裂缝数目、数据误差、导水裂缝比例、裂缝方向多样性四个参数, 生成不同数据。验证本方法的正确性和稳定性, 以及数据多样性对反演结果的影响。最后, 我们对四口千米尺度科学钻井, Cajon Pass, Long Valley, NTS, KTB 所拾取的天然裂缝数据的多样性进行分析, 并用于反演获得远场应力方向和相对大小, 结果与原位独立测量结果高度吻合。总体而言, 该研究明确了裂缝剪切滑移概率与导水性之间的相关性, 构建非线性方法反演地应力, 并讨论数据多样性的影响。

关键词: 地应力反演; 模糊库仑判断; 数据多样性