

我国层状盐穴地下储氢库密封性评价与模拟研究 ——以金坛地下储库为例

The tightness Evaluation and simulation of underground hydrogen storage bedded salt
carven: a case study of Jintan, China

宋宇家^{1,2} 宋睿^{1,2} 刘建军^{1,2}
Yujia Song^{1,2} Rui Song^{1,2} Jianjun Liu^{1,2}

(1. 岩土力学与工程国家重点实验室, 中国科学院武汉岩土力学研究所, 武汉 430071;

2. 中国科学院大学, 北京 100049)

(1. State Key Laboratory of Geomechanics and Geotechnical Engineering, Institute of Rock and Soil Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Wuhan, 430071, China;

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

摘要: 氢气作为目前为最具潜力的清洁能源之一, 长期、大规模储存是氢能源产业中至关重要的一环, 而盐穴可作为氢气储存的优质地下空间。本文基于盐穴储库运行过程中围岩孔隙中水-气两相多组分流体的非等温运移理论, 建立了盐穴储氢库数值模拟模型, 研究了地下盐穴储氢库运行过程中围岩气体和卤水运移规律, 对比了储存方案、盐岩和夹层的渗透性以及气体组分对地下盐穴储库气体密封性的影响。研究结果表明: (1) 循环注采会促进盐穴围岩中氢气泄漏, 且注采频率越高, 泄漏越快。(2) 在循环注采过程中, 抽汲作用可促进气体进入孔隙空间, 提高气相的相对渗透率, 削弱围岩的氢气密封性, 因此, 卤水饱和度可作为评价地下储氢库中氢气密封性的重要指标。(3) 随着盐岩和夹层渗透率以及夹层总厚度的增大, 地下储氢库的泄漏率也随之增加。为便于模拟结果的现场应用, 提出了层状盐岩层厚加权平均渗透率 (K_{wa}), 用以综合表征以上变量影响。以年氢泄漏率小于 1% 作为临界经济指标, 则临界 K_{wa} 需小于 $3.02 \times 10^{-17} \text{ m}^2$ 。(4) 与甲烷和二氧化碳相比, 纯氢的漏失率较高, 且混合气体的漏失率低于纯氢, 当储气中 H_2 含量越高时, 其漏失率越接近于纯氢。本研究为在中国盐穴中评估 UHS 的可行性和选址提供了理论指导。

关键词: 地下储氢库; 盐穴; 密封性评价; 氢-卤两相渗流