

基于渗流-化学-应力多场耦合的砂岩型铀矿 CO_2+O_2 地浸开采数值模拟研究

Numerical Simulation Study of CO_2+O_2 in Situ Leaching of Sandstone Type Uranium Deposit Based on Multifield Coupling of Seepage-Chemistry-Stress

牛庆合^{1,2,3}, 何佳彬^{1,2,3}, 王伟^{1,2,3}, 苏学斌⁴, 周根茂⁵, 赵利信⁴, 袁维^{1,2,3}, 常江芳^{1,2,3}, 胡明伟^{1,2,3}
Qinghe Niu^{1,2,3}, Jiabin He^{1,2,3}, Wei Wang^{1,2,3}, Xuebin Su⁴, Genmao Zhou⁵, Lixin Zhao⁴, Wei Yuan^{1,2,3}, Jiangfang Chang^{1,2,3}, Mingwei Hu^{1,2,3}

(1. 道路与铁道工程安全保障教育部重点实验室(石家庄铁道大学), 石家庄 050043;

2. 省部共建交通工程结构力学行为与系统安全国家重点实验室省部共建交通工程结构力学行为与系统安全国家重点实验室, 石家庄 050043;

3. 河北省金属矿山安全高效开采技术创新中心, 石家庄 050043;

4. 核工业北京化工冶金研究院, 北京 101149;

5. 新疆中核天山铀业有限公司, 新疆 伊犁 835000)

(1. Key Laboratory of Roads and Railway Engineering Safety Control (Shijiazhuang Tiedao University), Ministry of Education, Shijiazhuang, 050043, China

2. State Key Laboratory of Mechanical Behavior and System Safety of Traffic Engineering Structures, Shijiazhuang Tiedao University, Shijiazhuang 050043, China

3. Hebei Technology and Innovation Center on Safe and Efficient Mining of Metal Mines, Shijiazhuang, 050043, China

4. Department of In Situ Leaching Technology, Beijing Research Institute of Chemical Engineering and Metallurgy, Tongzhou District, Beijing 101149, China

5. Xinjiang CNNC Tianshan Uranium Industry Co., Ltd., Ili Prefecture, 835000, China

摘要:为了探明不同影响因素对 CO_2+O_2 地浸采铀效果的影响规律和影响机理,首先,建立了适合 CO_2+O_2 地浸的渗流-化学-应力多场耦合数值模型,其次,结合实际现场工况,开展了注液速率、渗透率、 O_2 配加浓度、 HCO_3^- 配加浓度和铀矿石平均品位影响下 CO_2+O_2 地浸采铀的数值模拟研究。研究表明: CO_2+O_2 地浸过程中,抽液井铀浓度呈现“缓慢上升-快速上升-缓慢下降-趋于稳定”的阶段性变化趋势;矿层渗透率、铀矿石平均品位、 O_2 配加浓度、 HCO_3^- 配加浓度与抽液井铀浓度呈现线性正相关关系,溶浸液的注入速率与抽液井铀浓度呈现线性负相关关系; CO_2+O_2 地浸过程中应该选择初始渗透率大且铀品位高的矿层,同时应该适当加大 O_2 和 HCO_3^- 的配加浓度,并控制好溶浸液注入速率,可实现铀资源的高效开采。本文研究对 CO_2+O_2 地浸矿层的选择和地浸工艺的优化具有重要的指导意义。

关键词: CO_2+O_2 ; 地浸采铀; 多场耦合; 数值模拟