

Abstract

摘要：本文结合示踪试验，提出了基于渗流通道模型的热储参数反演与开采井热突破预测的完整理论框架。应用溶质运移理论，得到渗流通道中的溶质浓度解析解，并联合移动渐近线法提出了热储参数反演理论模型；推导了渗流通道中的对流传热解析模型，可对开采井中的水温变化进行预测。依托中国河北省献县地热田地热对井示踪试验，应用该理论框架，运用Comsol软件，进行了示踪试验数据的定量解释及开采井热突破预测，并对影响开采井热突破的主要参数进行了敏感性分析。结果表明：(1) 将理论模型应用到工程实例中，结合示踪试验数据，进行了参数反分析，计算得到拟合优度 $R^2=0.7907>0.6$ ，说明此优化结果与测量值有较强的相关性，拟合程度较好。(2) 结合示踪试验反分析的热储参数取值，对该地热对井系统进行了热突破预测，结果表明，由于示踪剂回收率偏低，说明采灌井之间的水力联系较差，在100年的使用期限里，开采温度变化幅度很小，不会发生热突破现象。(3) 对反演所得到的主要参数包括通道长度 x 、渗流速度 u 和通道面积 A 进行了敏感性分析，并建议在实际布井方案设计中，应提前通过各种手段如抽水试验、钻孔岩心分析等确定热储的渗透系数、孔隙率和裂隙率等参数，布井应尽量避免这些参数偏大的地区，同时应设计较大的采灌井间距，以减少开采井热突破的风险。

本文结合示踪试验，完善了基于等效渗流通道模型的碳酸盐岩热储参数反演与开采井热突破预测的完整理论框架。应用溶质运移理论，得到渗流通道中的溶质浓度解析解，并联合移动渐近线法提出了热储参数反演理论模型；推导了渗流通道中的对流传热解析模型，可对开采井中的水温变化进行预测。依托河北省献县地热田地热对井示踪试验，应用该理论框架进行了示踪试验数据的定量解释及开采井热突破预测，并对影响开采井热突破的主要参数进行了敏感性分析。结果表明：(1) 应用理论模型进行了参数反分析，计算得到拟合优度 $R^2=0.7907>0.6$ ，说明此优化结果与测量值有较强的相关性，拟合程度好。(2) 连续开采100年，不会发生热突破现象。