

X80钢SMAW焊接接头的电偶腐蚀行为

李亚东, 朱国利, 李焰*

机电工程学院材料科学与工程系, 中国石油大学(华东), 山东, 青岛

简介: 针对管线钢焊接接头在服役过程中易发生腐蚀而失效, 引起重大的安全事故, 而其腐蚀机制尚未得以清晰认识的问题, 本文利用COMSOL Multiphysics® 多物理场仿真软件的“腐蚀, 二次电流”接口对焊缝/热影响区/母材面积比为4:3:18的模拟X80钢SMAW焊接接头在CO₂饱和的NACE溶液中的腐蚀行为进行表征, 得到焊接接头的电位和电流密度分布及表面的腐蚀深度变化。

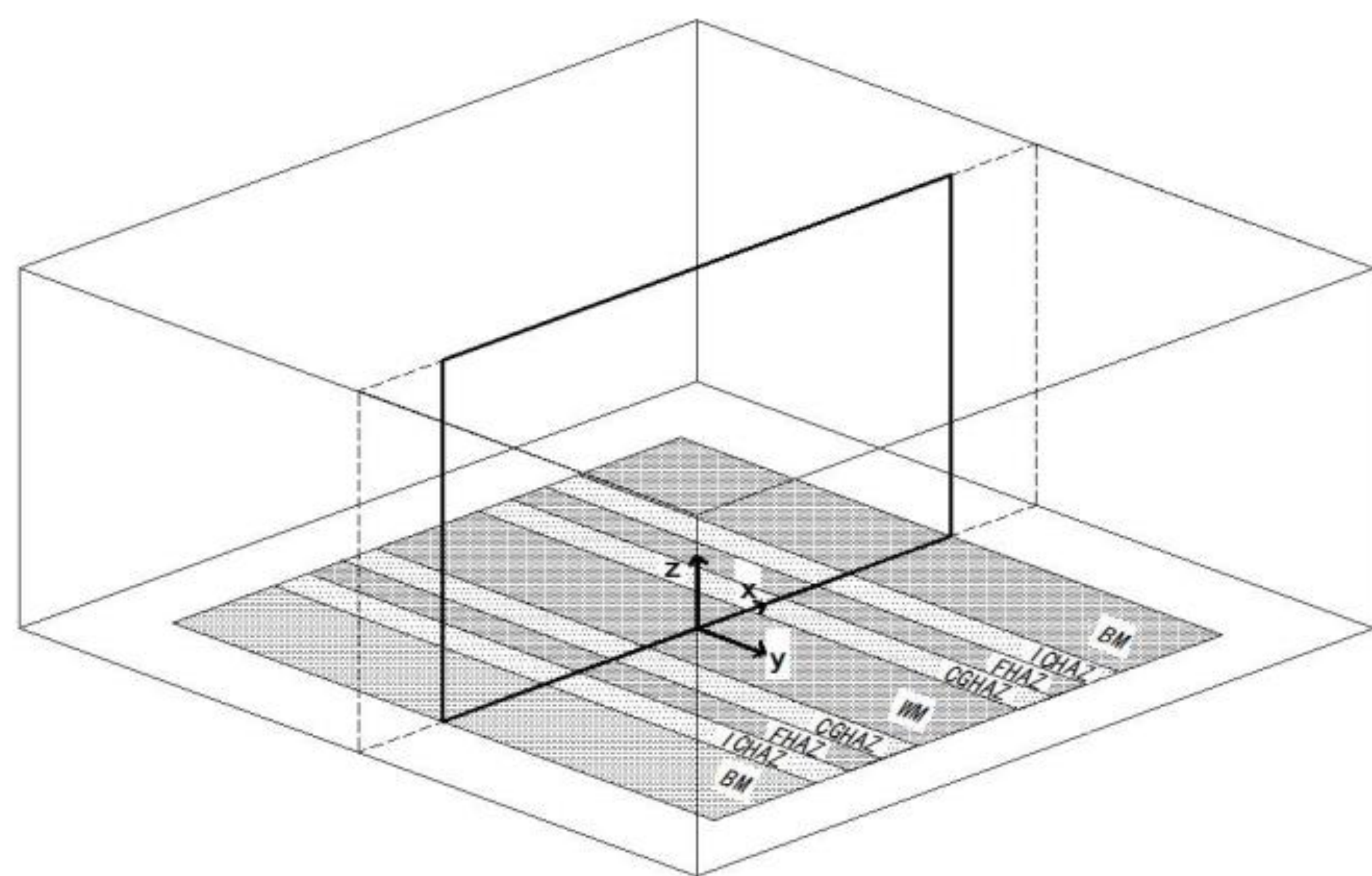


Fig. 1 Sketch map of simulated welded joint

计算方法: 利用电化学测试方法获取焊接接头各组成区域在NACE溶液中的动电位极化曲线, 对极化曲线进行解析, 通过Butler-Volmer公式, 得到交换电流密度、阴、阳极Tafel斜率等电极动力学参数作为模型的边界条件。采用简化的二维结构对焊接接头进行建模。

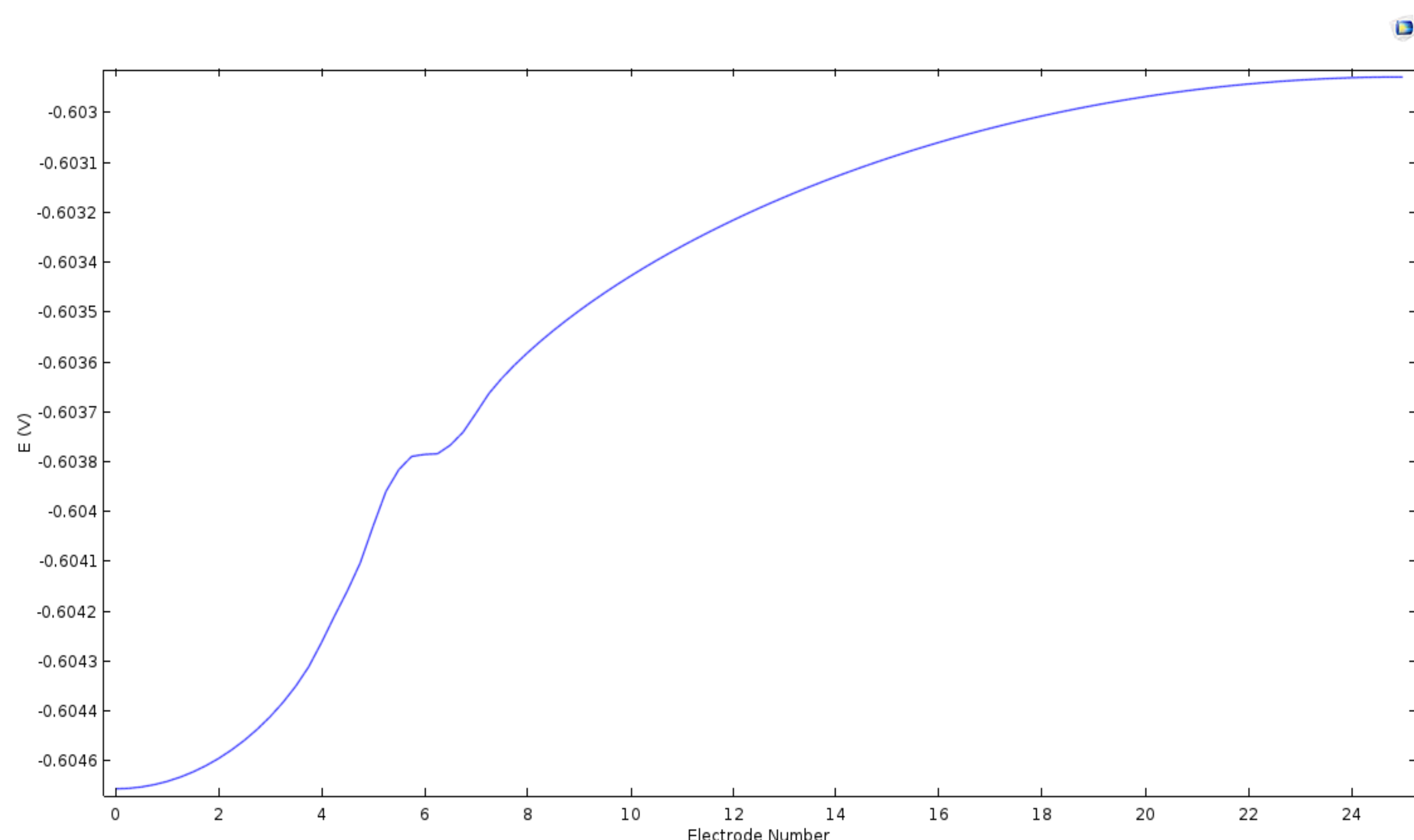


Fig. 2 Potential distribution of welded joint

结果: 通过计算得到浸泡5天后电极表面的电位、电流分布及腐蚀深度变化。结果表明: 焊缝和

粗晶区是整个焊接接头中电位最负、腐蚀电流密度最大的区域, 远离热影响区的母材部分和热影响区中的部分相变区的腐蚀电流密度较低。

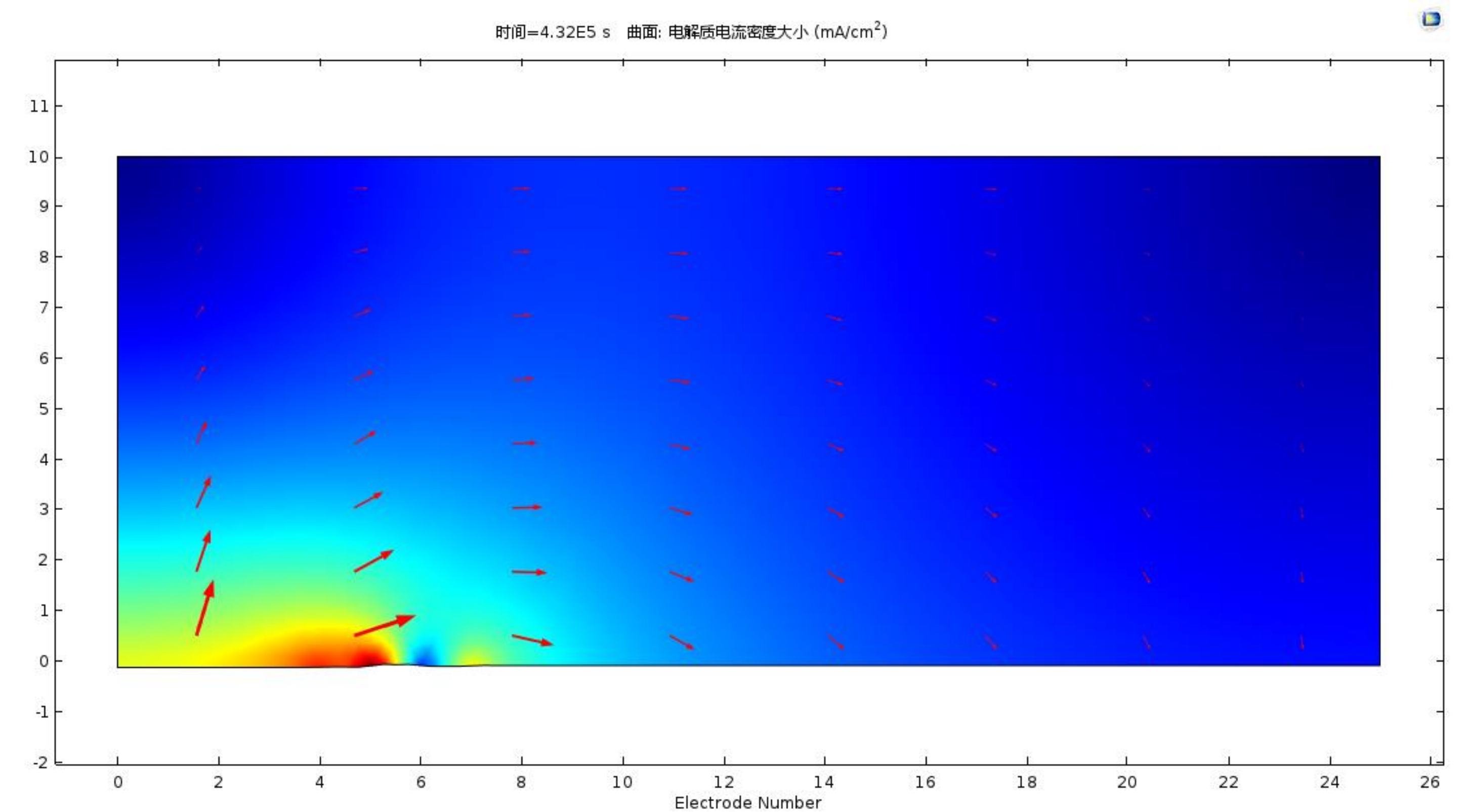


Fig. 3 Current density distribution of simulated welded joint

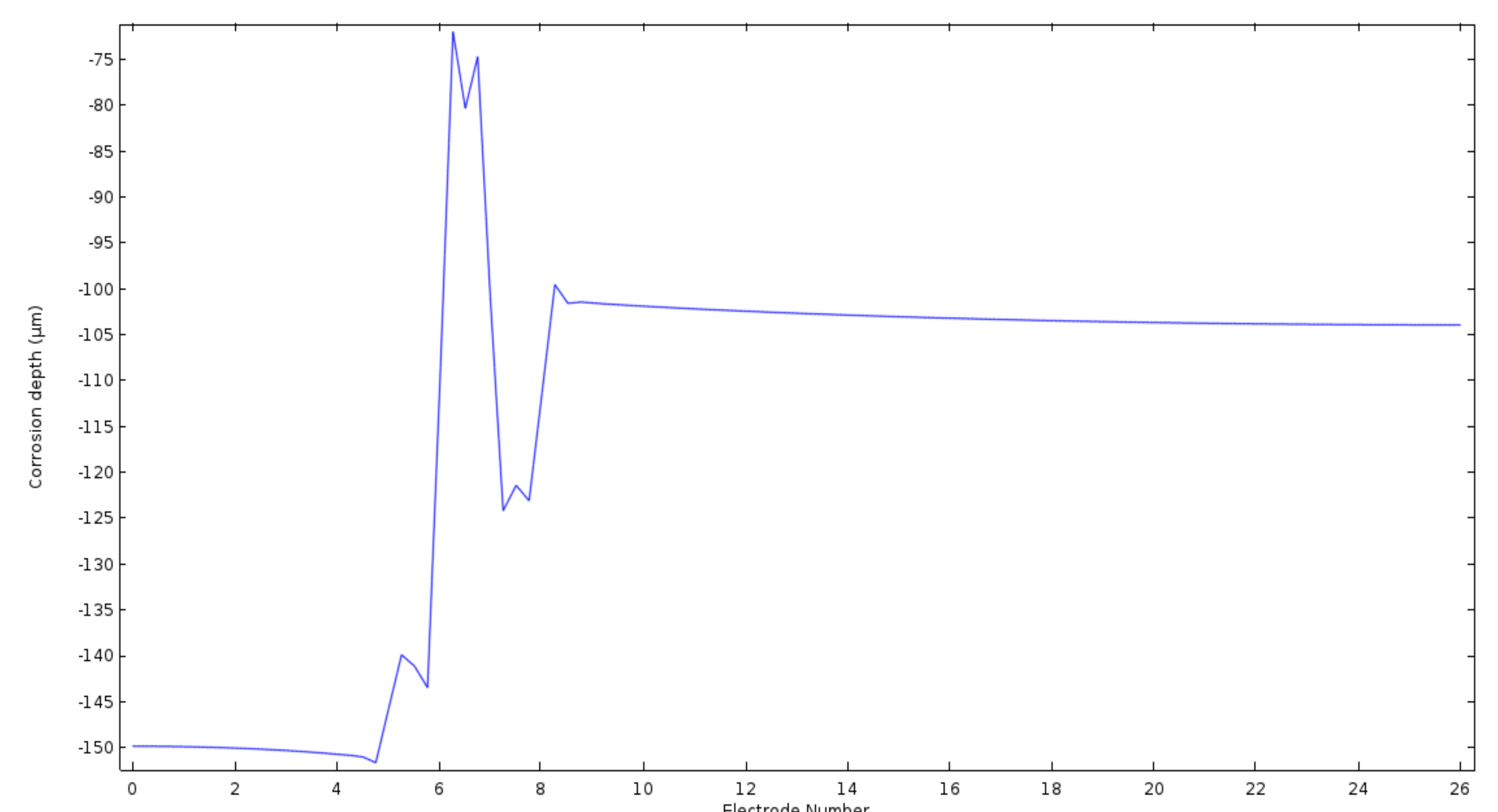


Fig. 4 Corrosion depth of simulated welded joint

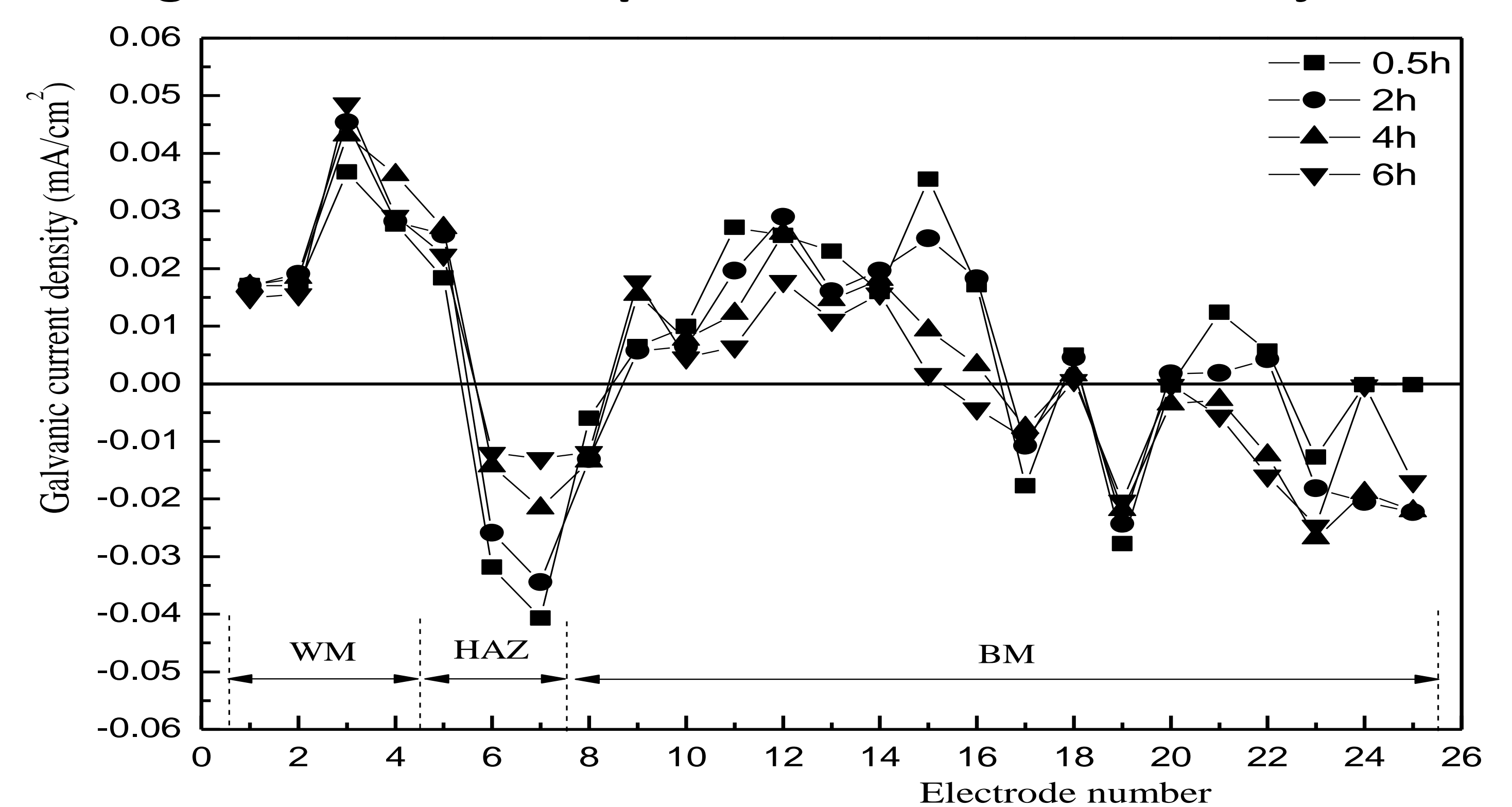


Fig. 5 Galvanic current density distribution of welded joint

结论: 孤立焊缝区的自腐蚀电流密度虽最小, 但随腐蚀时间延长, 在电偶腐蚀的加速作用下, 焊缝作为模拟焊接接头的薄弱环节, 首先因腐蚀而失效。利用COMSOL对焊接接头局部腐蚀行为的数值模拟, 可有效的为现场焊接工艺的制定及腐蚀控制提供科学依据。