

X80管线钢焊接接头局部腐蚀的数值模拟

朱国利¹, 李亚东¹, 李焰¹

¹中国石油大学 (华东)

Abstract

管道输送是油气能源长距离输送的重要途径。目前管道连接多采用焊接完成，焊接是一个复杂的非平衡物理化学过程，焊接接头各组成部分的成分、组织和性能都存在差异，同时还容易产生裂纹、气孔、夹杂和未熔合等焊接缺陷和较大的残余应力，使得焊接接头成为管道工程中的薄弱环节。在服役介质中，焊接接头存在宏观腐蚀电池与微观腐蚀电池耦合的多相电化学反应而引起局部腐蚀，可能导致整个构件失效，引发严重的安全事故，造成重大的经济损失甚至人身伤亡。利用COMSOL多物理场仿真软件的腐蚀模块和二次电流分布接口对X80钢焊接接头在CO₂饱和的NACE溶液中的电流密度及电位分布进行了仿真，并利用参数化扫描功能，模拟了焊缝与母材不同比例条件下的腐蚀行为。(图1)、(图2)、(图3)和(图4)分别为焊缝：母材=1:3和1:8条件下焊接接头在NACE溶液中的电流密度和电位分布。研究表明，腐蚀最严重的部位发生在焊缝和母材的接合处，焊缝面积增加，腐蚀速度加快。利用COMSOL数值模拟，可以为现场焊接工艺的制定及腐蚀性评价提供科学依据。

Reference

- [1] 贾旭, 等. 南海某海底管道腐蚀原因分析[J]. 全面腐蚀控制, 2013, 27(8): 33
- [2] Wintle J B, et al. Technical failure investigation of welded structures (or how to get the most out of failures)[J]. Engineering Failure Analysis, 2005, 12(6): 1027
- [3] 方娜, 等. 海底管道泄漏事故统计分析[J]. 油气储运, 2014, 33(1): 99
- [4] Zhu J, et al. Galvanic corrosion of a welded joint in 3Cr low alloy pipeline steel[J]. Corrosion Science, 2016, In Press

Figures used in the abstract

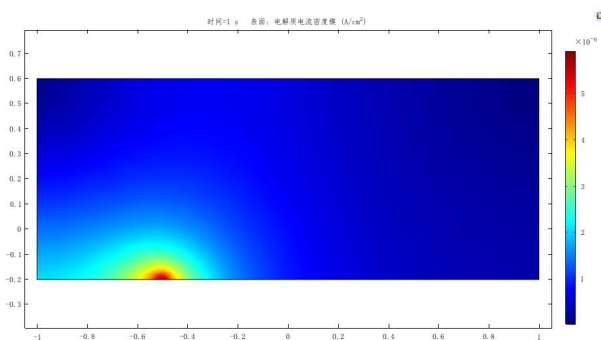


Figure 1: 焊缝：母材=1:3条件下焊接接头的电流密度分布

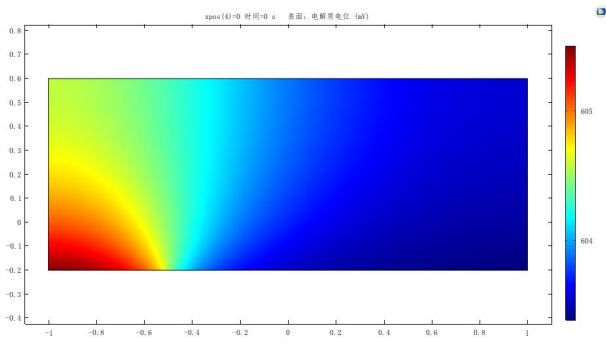


Figure 2: 焊缝 : 母材=1:3条件下焊接接头的电位分布

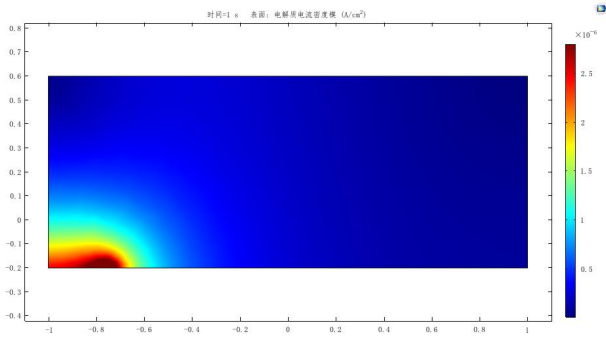


Figure 3: 焊缝 : 母材=1:8条件下焊接接头的电流密度分布

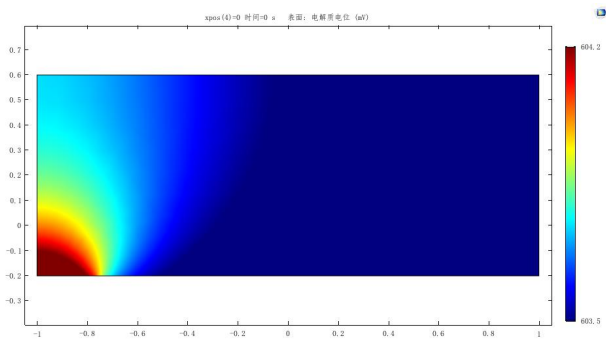


Figure 4: 焊缝 : 母材=1:8条件下焊接接头的电位分布