

P110SS 在海底超高温超临界 CO₂ 中的腐蚀规律研究

朱新宇^{1,2}、黄熠³、李文拓^{3,4}、高禹^{3,4}、傅琦^{3,4}、于延钊^{1,2}

1. 中国石油大学(北京) 2 油气装备材料失效与腐蚀防护北京市重点实验室

3. 中海石油(中国)有限公司海南分公司 4. 海南省深海深层能源工程重点实验室

摘要:

随着海上油气勘探开发逐渐向深层发展,油井管服役环境日趋严峻,材料在超高温高压环境下面临严重的腐蚀失效风险。**目的:**为明晰在过饱和超临界 CO₂ 下低合金钢油井管的腐蚀行为和规律,以 P110SS 为研究对象,通过静态腐蚀失重实验,分析了宽域温度(40°C~250°C)和超高压(4MPa~70MPa)对超临界状态下材料腐蚀速率规律的影响。利用 SEM、EDS 等分析方法,对腐蚀产物的形态及成分等特征进行表征。**结果:**P110SS 在模拟海洋工况 10MPa CO₂ 分压下,在 80°C 下腐蚀速率最高,为 2.43mm/a,随温度升高腐蚀速率不断降低,250°C 下腐蚀速率为 0.17mm/a。在压力低于 7.35 MPa 时,随压力增加腐蚀速率呈线性增加。当 CO₂ 脱离密相态,压力对腐蚀速率的影响不再显著。**结论:**无论 CO₂ 处于密相态或超临界态,温度对 P110SS 的腐蚀速率影响规律均呈现先升高后降低的趋势,腐蚀模式未发生改变。腐蚀速率在 80°C 时最高,随温度升高逐渐降低,180°C 以上基本保持平稳,腐蚀速率受腐蚀产物的致密度控制。随 CO₂ 压力增加,腐蚀速率逐渐升高,P110SS 腐蚀速率对处于密相态下的 CO₂ 压力更为敏感,变化趋势与 CO₂ 在水中的溶解度有关。本研究为理解材料在超临界 CO₂ 状态下的腐蚀行为和机理提供了有益补充。

关键词:超高温;超临界 CO₂;低合金钢;腐蚀试验