

焊接力学不均匀性对静止和扩展裂纹前端局部应力应变场的影响

所属领域：机械强度

成果简介：

1. 成果的基本情况

建立了具有卸载特性的稳定扩展裂尖应力应变计算方法的基础上，完成了具有扩展特性和力学性能的不均匀性特性的焊接接头扩展裂纹尖端应力应变场分析。该成果于 2013 年 3 月获陕西省自然科学优秀学术论文奖一等奖，同时作为国家自然科学基金面上项目“多尺度下核电结构材料环境致裂机理与定量预测研究(项目编号:50875207)”的主要研究之一，使项目结题获得了优秀提名。并应用于日本三菱重工委托的日本大阪核电站 3 号压水堆一回路出口焊接接头 SCC 状况的定量预测，得到了相关国际企业和专家的好评。

2. 主要技术指标

(1) 由于卸载区存在于扩展裂纹尖端前方，静态裂尖和扩展裂纹尖端应力和塑性应变分布显著不同。

(2) 当 K_I 恒定时，高组配焊接金属静态和扩展裂尖前方应力比母材金属试样要大，塑性应变比母材金属试样要小。相反地，低组配焊接金属静态和扩展裂尖应力比母材金属试样要小，塑性应变比母材金属试样要大。

(3) 沿两种材料交界面除了拉伸应力外静态和扩展裂尖前方应力和塑性应变是明显不连续的，较大的应力和较小的塑性应变可能存在于高组配焊接接头焊接金属。相反地，较小的应力和较大的应变可能存在于低组配焊接接头焊接金属。

(4) 高组配焊接接头焊接金属区域环境致裂 (EAC) 扩展速率可能会增加，低组配可能会减小。

(5) 高组配焊接接头环境致裂 (EAC) 裂纹可能会向焊接金属区域扩展，低组配情况下可能会向基体金属方向扩展。

3. 应用范围

应用于核电焊接结构环境致裂机理与寿命评估工程领域。

4. 市场需求及经济效益分析

本项目针对核电一回路高温水环境中的奥氏体不锈钢和镍基合金及其焊接接头的环境致裂问题进行研究，取得了大量的研究成果。

但是鉴于本研究主要目标是保障核电站的安全运营，社会效益和安全效益非常重大，短期内无法用数据来衡量其转化情况，只能通过咨询、项目研讨、及不涉密成果的发表和引用来体现，其具体成效还需时间来积淀。

5. 合作方式：合作开发

6. 联系方式

负责人姓名：薛 河 电 话：13088958007 E-mail: xue_he@hotmail.com

7. 影像资料

采用紧凑拉伸试样，研究了裂纹萌生于焊缝区、焊缝-母材区和母材区域：

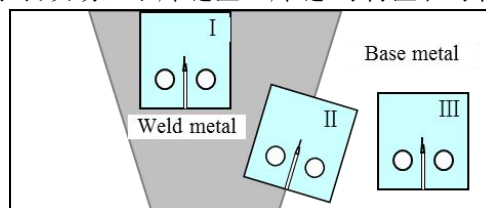


图 1 安全端焊接接头取样位置

计算出了焊接接头力学性能不均匀性对静止裂纹和扩展裂纹裂尖应力应变的影响。