

公示材料

一、基本信息			
项目名称	中文	微损测试在役 CrMo 钢高温脆化和高温蠕变性能研究	
	英文	Micro-destructive test of the in service CrMo steel for high temperature embrittlement and creep properties	
成果申报等级		<input type="checkbox"/> 一等奖 <input checked="" type="checkbox"/> 二等奖 <input type="checkbox"/> 三等奖	<input checked="" type="checkbox"/> 是否同意调级
主要完成人		王汉奎、徐彤、沈红杰、关凯书、王琼琦、王朝平、钟继如、章晓程	
主要完成单位		中国特种设备检测研究院、华东理工大学、中国石化上海高桥石油化工有限公司	
推荐单位(盖章)		中国特种设备检测研究院	
奖项的主要项目来源		<input checked="" type="checkbox"/> 国家级 <input type="checkbox"/> 省部级 <input type="checkbox"/> 其他	
具体计划、基金的名称和编号：质检公益项目《微损测试在役 CrMo 钢高温脆化和高温蠕变性能研究》项目编号“201510070”； 中国石油化工股份有限公司技术开发《微试样测试技术评价在役加氢反应器脆化性能研究》项目编号：314007			
成果的主要项目起止时间		起始： 2015-1	完成： 2017-12
组织验收/鉴定单位		国家市场监督管理总局；上海市科学技术委员会	
成果登记号		G2019-446； 9312018Y0829	成果登记时间 2019.10.11； 2018.07.06

二、奖项简介

材质劣化是石油化工、能源电力领域的高温设备所面临的重要问题。近年来，随着我们国家对低碳、环保的要求的提高，石化、能源等领域的核心设备的运行温度越来越高，已达到材料蠕变的温度区间。CrMo 钢高温性能优越、经济性好，是高温容器、管道主要材料。CrMo 钢经过长时高温服役后材料性能下降，具体体现为蠕变强度下降和高温回火脆化导致的韧性下降。材质劣化程度是 CrMo 钢制成的高温设备长时服役的制约因素，决定了核心设备的使用寿命以及设备服役的安全性。

目前常规检验检测方法难以定量评估高温设备的材质劣化程度。常用的无损检测手段可以发现设备的宏观缺陷，对于材料本身劣化程度的定量评估较为困难。现场金相是少数可用于材质劣化评估的测试手段，但它对检验人员的经验依赖度高，仅能实现劣化分级。而常规的材料劣评估试验所需要的材料体积大，为破坏性试验，难以用于在役设备评估。

材料微损测试是从高温设备上取下不影响设备继续服役的些许材料，利用微小试样测试方法对材料强度、韧性和蠕变性能进行直接测试，以获得定量的材料性能参数，并利用材料性能参数实现材质劣化的定量评估。微损测试所采用的试样体积小，测试方法以及材料性能参数的提取是微损测试的技术难点。

本研究以 CrMo 钢高温服役后劣化评估为核心需求，突破了微损测试中的材料性能的解算、材料劣化韧性测试和微损测试解析解算等 3 方面的技术难点，并在工程实践中获得应用。具体突破的技术难点有：1)针对材料强度问题，利用有限元法反向解算，建立通用的微试样强度测试理论体系。依据该理论体系与小冲杆测试装置配套，建立材料高温强度和蠕变强度的参数化测试方法。2)针对材料韧性问题，利用带 U 形缺口试样的有限元法反向解算，解决了各向异性材料的韧脆转变温度的确定、材料性能劣化评估提供定量检测方法。该方法为在役加氢反应器的材料脆化的定量评估提供测试手段。3)依据该理论体系与液压鼓胀结合，建立了液压鼓胀试验方法，建立了材料强度性能的解析方法。

项目获得发明专利 2 项，论文 11 篇（SCI 论文 6 篇）。为在役设备材料性能劣化评估提供了定量表征的技术手段，成果排除核心设备的安全隐患，减少非计划停车次数，预计避免损失 100 万元/次。此外成果还用于上海高桥石化、镇海炼化的加氢反应器材料性能评估、高钢级管线环焊缝评估和北海 LNG 火灾后材料性能评估等场合。