

大锻件氢致损伤及其热成型过程氢脆机理跨尺度研究

燕山大学

论文作者：李凌霄

指导教师：杜凤山 教授 主要从事压力成型、大锻件氢脆研究、大型筒节轧制技术以及振动铸轧工艺研究方面工作

摘要：

大型锻件在国计民生的各个领域都发挥着重要作用。随着材料科学和锻造技术的发展，我国大锻件制造能力和生产水平都有着较大提升。而氢致损伤作为困扰大锻件服役安全已久的难题，并未随着锻造技术的发展而消失，反而随着材料强度级别的提升愈发严重。为了保障大型锻件的服役安全，阐明大锻件的氢脆机理，寻找大型锻件氢脆的预控方法迫在眉睫。

本研究针对大型锻件氢脆问题巨大的尺度跨度和时间跨度，提出了适合于大锻件氢脆机理的宏微观跨尺度方法，综合考虑了大锻件的内源氢脆与服役过程中的环境氢脆问题。通过宏观有限元力学分析、传质分析、晶体塑性有限元、分子动力学和第一性原理与现代显微表征方法，材料测试方法的巧妙结合，多尺度、多视角的给出了内源氢与热塑性变形交互过程和大锻件氢脆机理这两个重要问题的科学解释。同时设计了物理模拟实验给出了用于测试大锻件氢脆敏感性梯度特性的方法。对科学理解大锻件的氢脆提供了理论基础，并为大锻件的氢脆预控和治理提供了依据。