

解决金属材料的氢脆挑战

白皮书



ENGINEERING YOUR SUCCESS.

氢的影响

在追求脱碳社会的探索中，毫无疑问，氢作为一种对生态环境无害的燃料来源，正越来越受欢迎成为未来的燃料首选。一场关于氢的变革正在发生。



Clara Moyano

Clara 是 Parker 欧洲仪表产品事业部的材料科学家，曾发表多篇文章，包括《耐腐蚀合金在石油和天然气行业中的应用》等

以氢为基础的技术正在迅速发展，大量进入市场，成为我们日常生活的一部分，推动着能源转型。从清洁发电到环保汽车，可能性是无穷无尽的。

交通运输业是氢技术起飞的一个主要案例，使真正可持续交通变得前所未有地切合实际。

搭载氢燃料电池的重型卡车已经上路。尽管在全球建设加氢站等基础设施可能需要几年，甚至数十年，但是全球各国政府对

氢经济的承诺肯定会加快它的发展速度。

作为运动和控制领域的先进制造商，Parker 提供面向氢运输市场的多种产品，从为卡车和巴士提供燃料电池动力平台到储氢等一系列面向氢市场的产品。

我们的多元化产品解决方案涵盖不同压力，帮助我们的客户克服严苛应用的一些技术挑战。

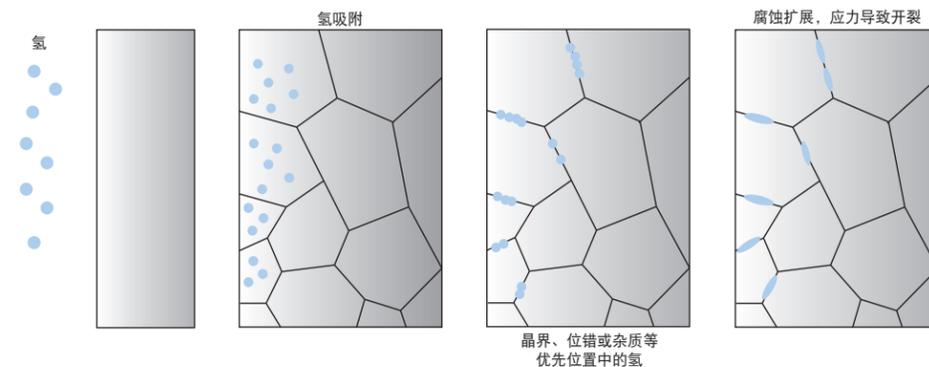
氢挑战

氢是自然界中最丰富的元素，作为一种可获得、可持续和有效的替代能源，其用途广泛，具有令人信服的优势。

然而，氢对大多数金属材料具有很大的破坏性，造成氢损伤或氢脆。作为极小的粒子，氢的降解与其易被金属吸收的能力，以及这些粒子在微观结构水平上的高流动性有直接关系。

几乎所有金属材料都容易受到氢损伤，氢的降解形式有几种。氢脆开裂是更为常见的，影响着氢的三大主要应用场景

- 生产
- 运输
- 贮藏



当氢扩散到材料中，材料失去延展性而变脆时，就会发生氢脆。氢原子在材料的结构中处于优先位置，改变了材料的物理特性和机械力学性能。

其结果是使材料失去延展性，变得更脆，更容易开裂。氢是无声杀手，缓慢地削弱材料的强度，并且没有明显的损伤痕迹，但通常会造成严重故障。

氢脆的影响是由三个主要挑战决定的：

- 环境
- 材料的机械力学性能
- 材料的微观结构特点。

1. 环境

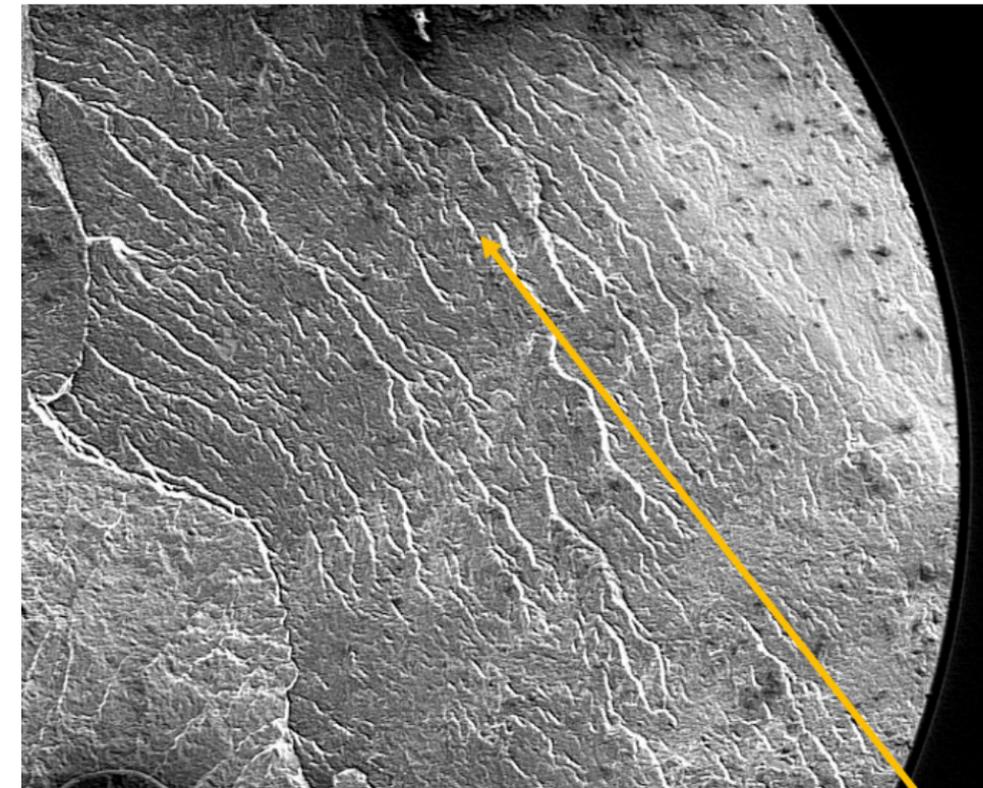
- 内部和外部的氢
- 氢的形态（气体）

2. 机械力学（内部和外部因素）

- 周期性运行
- 振动
- 超负荷（设计差、设备质量差、安全系数低）
- 制造和材料加工造成的内部应力。

3. 微观结构特点

- 机械力学性能
- 微观结构的质量
- 缺陷和夹杂物的密度
- 热处理
- 化学过程
- 炼钢
- 制造工艺
- 表面处理

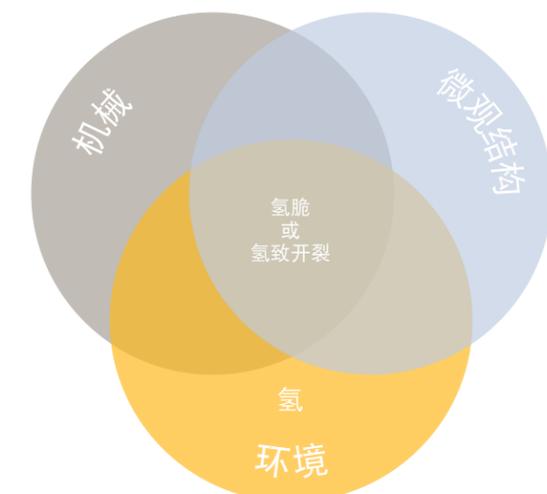


氢致开裂表面的裂纹扩展细节

氢介质和应力作用在易受影响的材料上就会发生氢致开裂。

首先，生产和使用阶段都可能发生氢吸附。未加控制的熔炼、电镀或焊接等工艺可能促使氢预充入给定金属中。

在微观结构方面，根据经验，具有高机械强度或存在大量缺陷和夹杂物的材料更容易发生这种类型的故障。



氢脆的严重程度也取决于工作温度，低温非常不利于材料的延展性，而高温下的氢吸附率更高。

影响微观结构质量的因素很多，这是材料协会普遍同意的结论。

这个话题非常复杂，微观结构的影响作为氢行为的主要因素，不能用简单的词语来评价。单独使用一个变量不足以保证给定组件的质量或性能，而且可能会造成误导。

例如，“完美化学过程”或特定成分高的材料仍然可能得出质量非常低的产品。

不恰当和未加控制的材料加工、热处理和/或制造作业等多种因素造成的常见后果是原材料中不需要的相和夹杂物具有很高的密度。在氢气应用场景下，这些不可避免地会导致致命性或过早的氢致开裂故障。材料加工是关键。

而且，产品应用方面的力学因素的影响也非常重要。部件的应力状态可能是由与某些制造技术相关的残余应力，以及使用期间施加的应力引起的。不正确的产品设计和安装可能造成对材料施加过大的应力。

所有这些因素都可能造成部件在氢服务环境中过早出现故障。

Parker 如何站在氢能市场的前沿阵地

在氢处理方面，材料和设备的选择作为成功的关键因素变得越发重要。

根据国际行业标准 ISO15916-2015，由于大多数金属容易发生不同水平的氢脆，合适的材料和设备必须经过严选，避免在预期出现氢暴露时发生故障。最终用户需要特别关注材料和所购设备的质量。

作为压力容器设备商，Parker 在氢气应用方面有数十年的经验。

Parker 的产品旨在降低与腐蚀和氢腐蚀相关的风险，提供安全可靠的部件，减少泄漏风险，为现场的可靠运行保驾护航。

我们可以对使用的原材料进行追溯，从熔炼阶段到成品严格控制。

此外，制造工艺也是经过了精挑细选，以大幅降低氢应用场景中的运行风险。除了不锈钢（氢运输领域的首选材料），我们还可以提供不同镍合金应用于其他多元应用。

Parker 的产品组合还包括 EC-79 认证产品。EC-79 认证（欧洲议会和理事会于 2009 年 1 月 14 日颁布的关于氢动力车辆型式认可的条例）是针对氢动力汽车上安装的部件和系统的欧盟规范。

通过此条例认可的产品系列经过大量测试，为 H2 设备在不同压力、电气、机械、高低温或化学应用场景下的性能安全保驾护航。

