

新疆理化所等揭示影响玄武岩纤维拉伸强度的关键因素

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/4186.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

新疆理化所等揭示影响玄武岩纤维拉伸强度的关键因素。玄武岩纤维是以天然玄武岩矿石为原料，经高温熔融、拉丝后形成的连续状纤维材料(图1A)。该纤维具有优异的力学、热学、阻燃等性能，且生产过程环境友好，因此被称为“21世纪的绿色环保材料”，并被广泛用于生产各种纤维增强复合材料。在复合材料领域，玄武岩纤维的拉伸强度对相应复合材料的性能尤为重要。目前商业化的玄武岩纤维拉伸强度为2000-2500MPa，显著低于其理论值(3000-4840MPa)。不同厂家生产的玄武岩纤维在化学组成、拉丝工艺以及浸润剂等方面均有不同，难以明确影响玄武岩纤维力学性能的关键因素。

针对上述问题，中国科学院新疆理化技术研究所环境科学与技术研究室研究员马鹏程领衔的复合材料团队与贵州中科玄武岩纤维材料创新孵化研究院有限公司合作，在前期建成的国内玄武岩纤维大数据库的基础上，系统比较了国内7种不同厂家生产的直径均为13微米的玄武岩纤维在成分、拉伸强度等参数的差异，发现浸润剂、材料的化学组成以及不同组分之间的结构状态对纤维的拉伸强度起到至关重要的作用：科研人员采用扫描电子显微镜对同种纤维在去除浸润剂前后的形貌进行了观察，发现未涂覆浸润剂的玄武岩纤维表面光滑(图1B)，而涂覆有浸润剂的纤维样品表面出现凹凸不平的结构，材料表面粗糙程度显著增加(图1C)，这有利于通过锚定作用实现复合材料中纤维和基体的有效结合；统计学结果表明浸润剂可部分修复玄武岩纤维在拉丝过程中形成的表面缺陷，从而降低材料的应力集中现象，可使单根纤维的拉伸强度提升最高达25%。

玄武岩纤维含有Si、Al、Na、K、Fe、Mg等元素，不同化学组分在玄武岩纤维形成的硅酸盐网络结构中起到形成体或改变体的作用，其中Al和Fe元素所形成的氧化物对纤维的拉伸强度具有显著影响：具体来讲当纤维中的Al₂O₃含量增加时，将会改善纤维网络结构连接的紧密程度，从而提升玄武岩纤维的拉伸强度(图1D)；玄武岩纤维中铁元素主要以二价(Fe²⁺)和三价(Fe³⁺)形式存在，当Fe³⁺/Σ(Fe²⁺+Fe³⁺)比值增加时(即高价态的铁元素含量更高)，纤维在拉丝过程中容易析出晶体，这会增加纤维表面的缺陷，使得纤维的拉伸强度显著降低(图1E)。

此外，科研团队还比较了玄武岩纤维与常用无机纤维之间的性能差异，发现玄武岩纤维的拉伸强度显著高于普通玻璃纤维，并接近碳纤维的强度数值，而玄武岩纤维的价格是碳纤维的六分之一甚至更低，因此在无机纤维材料领域，玄武岩纤维具有较高的性价比，是衔接玻璃纤维和碳纤维应用领域的高性能纤维材料。

上述研究成果为调控玄武岩纤维力学性能提供了一种有效的方法，也为开发高强度玄武岩纤维材料提供了理论支持。该研究工作得到国家自然科学基金、新疆理化所所长基金等的支持，相关成

果近期发表在复合材料领域专业杂志《复合材料A：应用科学与制造》上。

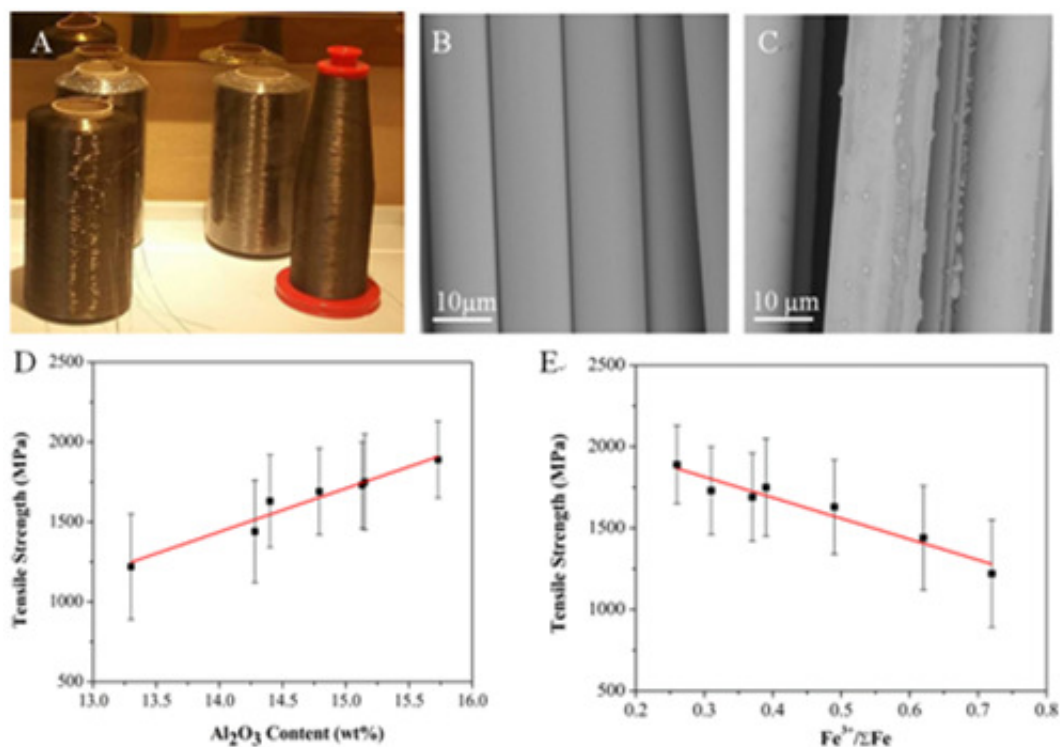


图1.玄武岩纤维(A)及其去除表面浸润剂前(B)、后(C)的微观形貌以及纤维中 Al_2O_3 含量(D)和 $\text{Fe}^{3+}/\Sigma \text{Fe}$ (E)对纤维拉伸强度的影响

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发