中科大发现仿贝壳结构抗冲击性能弱化现象

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/21384.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！

中科大发现仿贝壳结构抗冲击性能弱化现象。
中国科学技术大学教授倪勇、何陵辉研究团队发现仿贝壳结构在较高冲击速度下会丧失此类优异的抗冲击耗能机制，其性能弱于普通层状复合结构;基于此现象，进一步突破以往随机混合的耐冲击结构设计方案，提出一种利用不同结构来匹配冲击速率变化的混合结构抗冲击设计策略，为抗冲击性能优化的微结构仿生设计提供了新的思路。相关研究成果日前发表于《自然-通讯》。

自然贝壳中的珍珠层具有高度规则的砖块-灰泥微结构，是天然的抗冲击盔甲，被视为新型抗冲击防护材料研发中的微结构设计模板之一。前人的研究工作表明仿贝壳结构在准静态或低速冲击加载下，可通过规模化的砖块滑动机制耗散大量的冲击能量。

珍珠层是自然材料中最具有代表性的结构仿生模型之一，通过砖块-灰泥结构相关的内在变形机制可以将能量耗散提升几个数量级。现有研究已充分展现出仿贝壳结构在部分低冲击速度下，作为防护材料抗冲击设计模板的优越性。但在自然环境下，贝壳会经常被捕食者以一定的冲击速度击碎，不清楚仿贝壳结构在更大范围的速度加载下是否仍然具有显著的抗冲击性能。

研究团队制备了激光雕刻结合层压组装的仿贝壳玻璃结构，以及三维数字模型结合3D打印的仿贝壳软硬复合材料结构，通过力学测试-损伤表征的实验研究并结合数值模拟和理论分析，详细探究了仿贝壳结构在不同冲击速度下的力学性能和损伤机制。研究发现，在一定低速冲击范围内，仿贝壳结构会表现出卓越抗冲击耗能，而当冲击速度超过临界值时，仿贝壳结构的抗冲击性能相比于普通层状结构将不再具有优势。在低冲击速度下，仿贝壳结构中的砖块滑动机制会更早被激活，产生大范围非弹性变形，并于临界速度下达到耗能饱和状态;而层状结构通过层间大面积脱层和层内裂纹扩展，会在更高的冲击速度区间内耗散更多的能量。

数值模拟和标度律分析进一步揭示了当达到临界冲击速度后，仿贝壳结构和层状结构抗冲击性能的优势总会出现反转这一现象的内在机理。临界冲击速度的大小与仿贝壳结构的砖块纵横比等尺寸参数和冲击边界条件相关，这间接解释了自然界中具有纳米级砖块-
灰泥结构的贝壳可能会被捕食者以14.7-23.5米/秒速度击碎的现象。

利用这种现象，研究人员根据冲击速度在材料内部沿加载方向衰减的特性，提出了一种将各种结构按抗冲击性能的优势速度范围逐层放置的混合结构设计策略。优化的混合结构可以成功结合仿贝壳结构和层状结构在不同冲击速度下的耗能优势，在更大的冲击速度范围内实现最优的抗冲击性能。这一混合结构设计策略易于实现、效果显著，未来可通过结合其他结构在冲击速度上的不同优势进行多层组合，提高防护结构材料在更大冲击速度范围内的综合抗冲击性能。(来源：中国科学报 王敏)

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41467-022-35439-3

作者：倪勇等 来源：《自然—通讯》

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转发