

开发一种新的实验技术，分析3D打印制造的金属结构保护能力

马德里卡洛斯三世大学（UC3M）和IMDEA材料研究所的科研人员开发了一种新的碎裂测试实验技术，用于评估3D打印制造的金属结构对冲击能量的吸收能力。该技术比目前使用的其他技术更灵活、更简单、更快速，因此可以用于测试这些材料作为保护结构的机械性能。

该研究的主要应用领域涉及航空、航天工程以及安全和土木工程等需要开发新材料的领域，以建造轻便、便携且可在使用中修复的防护结构，同时还需表现出对冲击能量的吸收能力。研究人员指出，这对于应对飞禽与飞机的碰撞、汽车之间的意外碰撞、以及可能发生在政府建筑和关键基础设施（如核电站）遭受袭击时的爆炸等情况都至关重要。

“我们的想法是能够使用3D打印来制造防护结构，以降低成本、最大限度的减少废料、个性化设计，并将其制造非本地化，因为它可以就地完成，这对于航空航天和国防应用来说将是一个巨大的优势。”最近在《固体力学与物理学杂志》上发表研究成果的，玛丽·居里 CONEX-Plus (GA 801538) 项目研究员，UC3M连续介质力学和结构理论系的Juan Carlos Nieto Fuentes解释说明。

另一位研究人员，在欧盟ERC启动资助项目PURPOSE (GA 758056) 框架内进行了项目研究的，UC3M同系副教授José Antonio Rodríguez Martínez表示：“这篇论文介绍了在UC3M冲击实验室中启动的一项新的实验技术，我们以每秒高达400 米的冲击速度进行碎裂测试。”

研究人员使用两台高速摄影机拍摄了这些试验，并与已经对样品微观结构做过表征的IMDEA材料研究所的同事合作，使用X射线对试验前后的打印材料结构进行了三维断层扫描。IMDEA材料研究所的Federico Sket指出：“具体而言，我们确定了通过打印过程产生的孔的形状和大小分布，并研究了其对裂纹的形成和传播以及因此对结构吸收能力的影响。”他与同事Jonathan Espinoza一同参与了该项目的研究。

这些破碎实验是在UC3M冲击实验室中使用氦气推动气炮进行的。具体而言，即研究人员发射了一个重约150克的圆锥形弹头，以每秒 200 至 400 米（720 至 1,440 公里/小时）的速度撞击薄壁管。在这种情况下，弹丸的直径大于管壁直径，弹头前进时管壁径向膨胀，直到形成多个裂缝导致样本破碎。

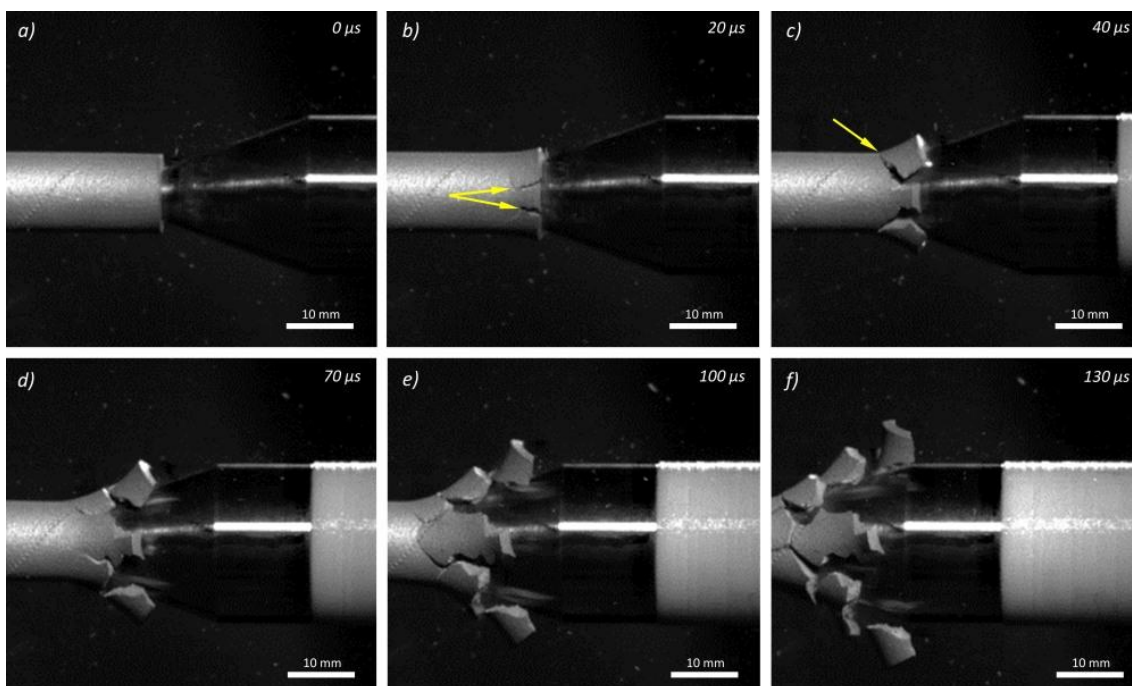
“与使用爆炸物或电磁系统相比，该系统更简单、使用更快捷，更灵活且操作成本更低。此外，我们的设备还能在更短时间内进行更多实验，从而获得具有统计学意义的试验结果。”UC3M连续介质力学和结构理论系实验室技术员Sergio Puerta和David Pedroche解释。他们也参与了实验的进行。

研究人员表示，这是一种开创性的方法，并希望制定规范基础，根据其多孔微观结构的特征及其与碎片机制的相关性，系统地确定通过3D打印的结构是否适合吸收冲击能量，该决定基于对其多孔微观结构的表征及其与破碎机制的相关性。“这项技术最终将告诉我们金属 3D 打印是否是建造防护结构的可行技术。” José Antonio Rodríguez Martínez指出并总结：“在美国，国防部和能源部已经推出了具体计划来资助这一领域的研究，因此我们希望欧洲联盟和西班牙政府也会制定一个长期愿景，将我们进行的基础研究转化为工程实践。”

参考文献：

作者：J.C. Nieto-Fuentes, J. Espinoza, F. Sket, J.A. Rodríguez-Martínez (2023). 《增材制造金属管的高速冲击破碎》High-velocity impact fragmentation of additively-manufactured metallic tubes. 期刊《固体力学与物理学杂志》(Journal of the Mechanics and Physics of Solids), 卷 174, 105248, ISSN 0022-5096, <https://doi.org/10.1016/j.jmps.2023.105248>

MEDIOS DE COMUNICACIÓN



图片说明：从高速摄像机记录的实验过程中子弹对管子的撞击中提取的帧序列。 图片来源：UC3M

视频：https://youtu.be/zjg_4phWLiA