用冷喷涂固态增材制造，铜材料强塑性获突破

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/19617.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！

用冷喷涂固态增材制造，铜材料强塑性获突破。既强又韧综合性能优异的金属材料，是结构材料领域贯穿始终的研究目标。但材料强塑性的同步提升，是极具挑战性的课题。近日，中外科研团队通过联合攻关，利用先进冷喷涂技术，在金属结构材料增材制造方面取得了突破性成果，可在原位固态增材制造过程中，实现传统纯铜材料的强塑性协同提升。相关研究发表于Journal of Materials Science Technology。

据了解，广东省科学院新材料研究所教授级高级工程师刘敏团队联合上海大学教授任忠鸣团队、爱尔兰都柏林圣三一大学教授殷硕团队、西安交通大学教授李文亚等团队，通过冷喷涂固态增材制造技术，在材料内部实现了完整的异质微纳梯度结构，获得了具有双峰晶粒特征的纯Cu块材，获得了优异的强度和延展性（抗拉强度271 MPa，断裂伸长率43.5%，均匀伸长率30%），同时解决了传统冷喷涂脆性的局限问题，进一步提升了纯铜这一传统材料的强韧性。

研究结果表明，冷喷涂固态增材制造纯Cu块体具有独特的异质微观结构，具有微米级和纳米级晶粒双峰分布的梯度晶粒结构。基于单碰撞颗粒的变形观察，整个铜粒子在高速碰撞沉积后形成梯度微纳晶粒结构。梯度晶粒结构的单个变形粒子作为一个微单元在冷喷涂的连续沉积过程中构建了具有双峰晶粒分布的异质微结构，可以通过控制晶粒细化和位错密度来实现协同强化和韧化。这项工作为冷喷涂固态增材制造技术在制备具有高强度和良好延展性、而无需额外后处理的各种金属部件提供了可能。

尽管冷喷涂增材制造的机械结合机制可以提供足够高的极限抗拉强度，然而颗粒间不充分的冶金结合使其往往表现出显著的脆性力学行为。冷喷涂增材制造颗粒在塑性变形过程中形成的高加工硬化效应不能产生高塑性变形。延展性差通常在断裂伸长率低的情况下发现，而类似解理的破坏通常以出现在颗粒间边界处的断裂表面为特征，表明脆性特征。虽然冷喷涂增材制造的脆性可以通过后热处理得到改善，仍然无法避免抗拉强度的牺牲。

同时，值得注意的是，该工作中冷喷涂增材制造纯Cu块体的高强度和延展性可与表面塑性变形工艺（SMAT）、剧烈塑性变形（ECAP）和纳米晶粒电镀等工艺相媲美。然而，上述材料加工技术的复杂性是无法避免的。同时，通过高能束增材制造纯铜一直是需要克服的主要问题。由于高能量输入，基于激光或电子束的增材制造的纯铜部件表现出与铸造样品接近的低强度和高延展性。因此，独特的冷喷涂增材制造技术可以为高品质纯铜的增材制造提供出色的解决方案，并在强度和延展性之间取得理想的平衡，这与严重的塑性变形工艺相当。

该项研究表明，在冷喷涂增材制造中可以实现平衡的强度和延展性。这种梯度晶粒结构与粗晶基体相比，具有高出十倍的屈服强度和相当的拉伸塑性，并且可以承受超过100%的真实拉伸应变

而不会开裂。为了进一步揭示微结构的形成机制，该工作开展了单粒子沉积实验和分析。（来源：中国科学报朱汉斌）

相关论文信息：https://doi.org/10.1016/j.jmst.2022.07.003

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。
作者：刘敏等 来源：《材料科学技术》

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