

## 通过增材制造（3D打印）实现的结构化高熵合金（HEAs）

### 制造

建筑和施工技术

纳米技术与新材料

智能出行与电动汽车

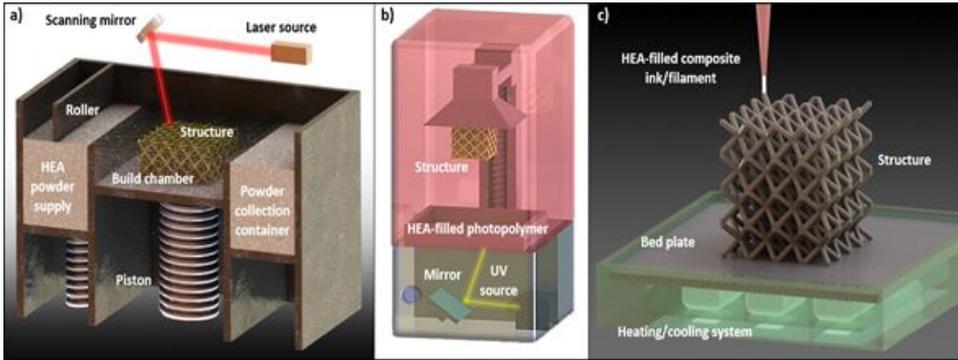


图 1. 基于常见金属 3D 打印技术的装置示意图，可用于制造结构化 HEA 结构。a) 选择性激光熔化 (SLM)，b) 立体光刻 (SLA)，c) 熔融沉积成型 (FDM)。

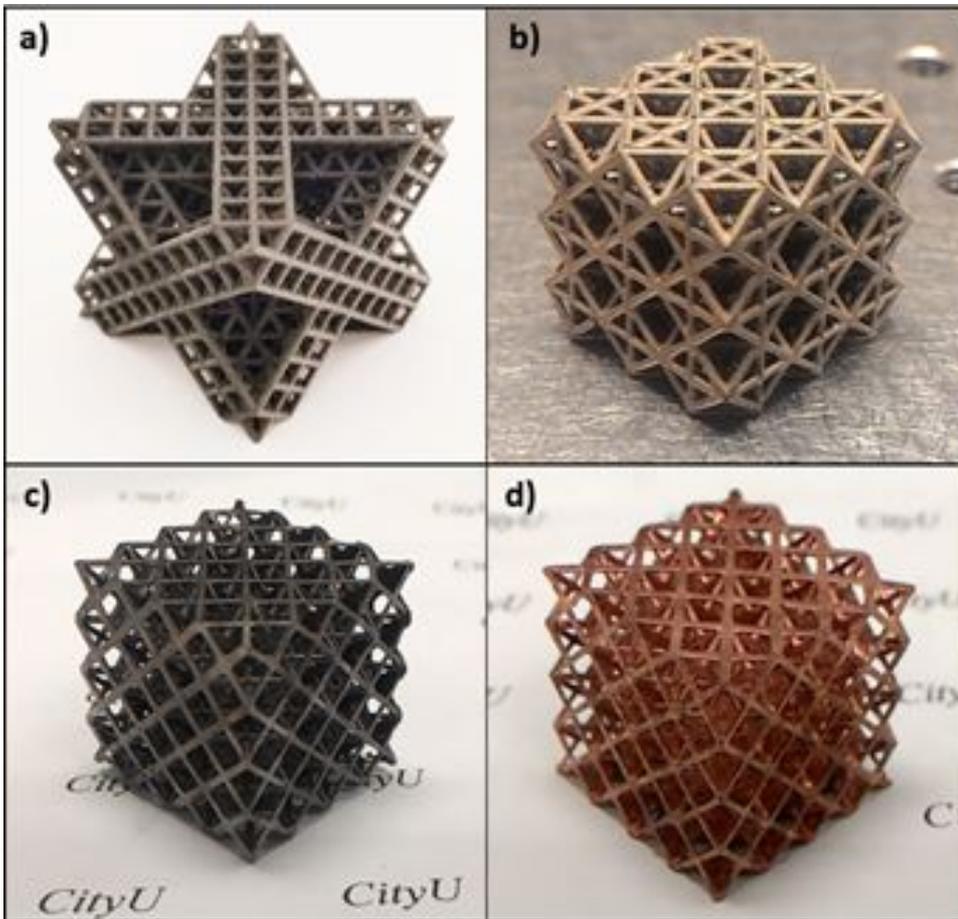


图 2. 3D 打印金属/合金结构化结构的示例。

**IP状态**  
专利已授权

技术成熟度等级 (TRL) ?

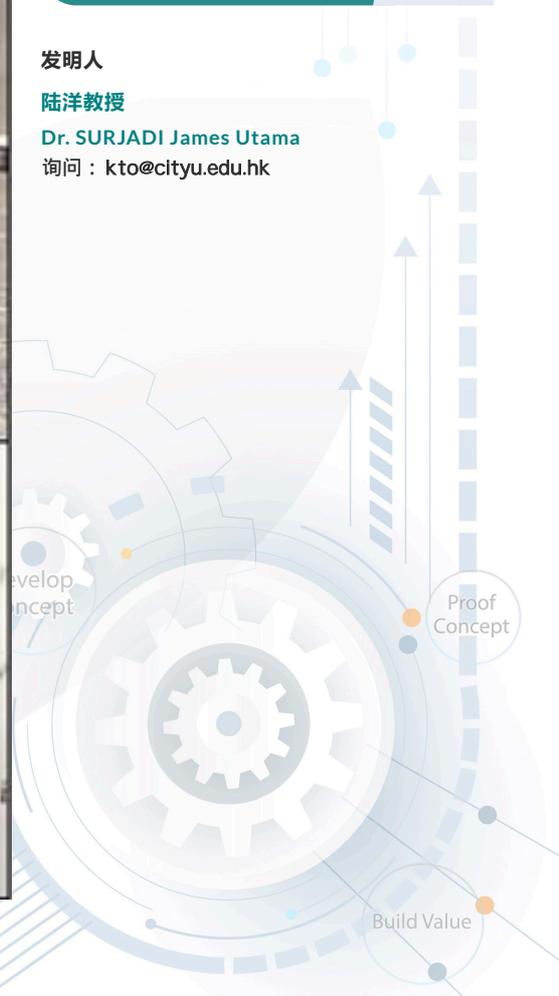
3

发明人

陆洋教授

Dr. SURJADI James Utama

询问: kto@cityu.edu.hk



## 机会

高熵合金（HEAs）凭借其独特的微观结构和广泛的成分范围能够释放出极端的机械和功能特性组合。然而，目前的研究主要涉及对单体块状样品的成分或后处理进行改变，这限制了其机械响应和物理特性（例如密度）。本发明提供了一种通过增材制造（3D打印）制造结构化高熵合金的新策略，实现了直接可用性，可以在几乎不需要后处理的情况下制造复杂的、即用型3D部件。通过利用3D打印赋予的独特微观结构和蜂窝结构的轻量化设计原则，3D结构化高熵合金可以突破材料特性（例如强度-密度、强度-延展性权衡）的传统耦合，同时实现对其几何形状、机械行为和物理特性的前所未有的控制，这些在块状材料中是无法实现的。该方法还可以与新兴的材料信息学领域结合，大大缩短制造高性能功能部件的时间，以满足特定工业应用的需求。

## 技术

通过使用增材制造（3D打印）技术（如选择性激光熔化（SLM）、电子束熔化（EBM）、直接金属激光烧结（DMLS）、双光子光刻（TPL）、立体光刻（SLA）、熔融沉积建模（FDM）等）引入架构。起初设计一个架构结构的CAD模型，然后通过商用有限元软件对其进行分析，以优化其拓扑/几何结构以满足所需的要求（如高比强度等）。优化后的模型将被转换为标准三角测量语言（STL）文件，以便由标准或特殊的切片软件处理。然后生成二维层，一个3D打印机会逐层打印这些二维层，最终制造出3D结构。可以使用和/或修改各种3D打印技术进行最终结构的打印。在3D打印结构完成后，会执行后处理技术，包括但不限于热退火、将其插入脱粘炉中以初步去除支撑聚合物，随后在惰性气体或成形气环境中烧结，最终得到完全致密的3D高熵合金结构。

## 优势

- 通过在高熵合金（HEAs）的合成中引入架构，可以在较短时间内生产出具有结构层级或功能梯度的部件，这些部件表现出前所未有的、理想的机械（如更强、更轻、更韧）和功能（如耐腐蚀、生物相容、催化、热电和超导）特性。
- 该方法进一步减少了原材料的总体成本和测试不同高熵合金所需的时间，同时能够生产出轻量化、复杂的、3D均质部件，充分利用了高熵合金的诸多优势。
- 与传统加工技术相比，减少了铸造和机械加工成所需形状时产生的废料。3D打印可以直接用于制造最终部件，并在所能实现的几何形状方面具有更大的灵活性。

## 应用

- 新型高性能专业高熵合金材料的原型和测试，用于航空航天和建筑等行业。
- 用于电动汽车（EV）电池壳体，因其在高温下具有高抗冲击性和散热能力。
- 用于卫星壳体，因其密度低（轻量化）并且在极端环境（如低温）下具有高韧性。

