

# 舟山内孔增材再制造技术

生成日期: 2025-10-23

装备零件具有种类繁多、类型多样、数量庞大及材质各异的特点,在使役过程中零件的损伤往往具有复杂性、突发性和随机性,而质优在役装备对维修的时效性要求较高。综合考虑损伤零件快速修复的时效性与经济性等因素,工程实际中很难保证在损伤零件增材再制造过程中实现增材再制造材料与损伤零件材料的完全同质匹配。由此,需基于材料的相容性和异质材料的交互作用规律,开展增材再制造材料集约化设计与制备的研究,以少数广谱集约化材料对不同材质的损伤零件进行增材再制造。为满足数量庞大的装备常用铁基、镍基、钛基、铝基零件的增材再制造,应重点研究以非平衡相变理论、非均匀晶界强化机理、弥散强化理论等为基础的集约化材料组元种类匹配和以分子动力学为基础的集约化材料组元含量优化,形成质优集约化材料设计准则,阐明异质材料增材修复过程中的力学、热学、化学相容性,揭示增材再制造过程合金元素的交互作用规律及其在熔池快速凝固及往复再热循环处理过程中的相变行为,建立集约化修复材料成形质量调控方法。设计和制备出覆盖材料种类多、适应不同工艺的集约化材料,使其既能满足异种材料之间具有良好的冶金相容性。特维克带您多方面了解增材再制造技术的特点和用途。舟山内孔增材再制造技术

损伤零件的尺寸恢复和性能提升是绿色增材再制造生产的中心任务。增材再制造技术采用载能束工艺实现损伤部位异质材料的逐层堆积,造成了增材再制造熔覆层与零件基体由二元或多元异质材料体系组成,使得二者之间存在着明显的界面问题。这种异质成形再制造的界面行为与组织形成是远离平衡态的过程,与同质材料增材制造相比,具有明显的难匹配性和非均匀性特征,且零件损伤表面往往为不规则表面,材料难以按轨迹准确沉积、按位置定量熔化。由此,在役装备现场增材再制造对形性协同调控提出了更高的要求。为满足在役装备现场增材再制造中对形性协同调控的需求,应重点研究以下内容:加强修复材料与损伤结构的工艺相容性,载能束与损伤结构、修复材料交互作用及热质传输行为,异质材料表/界面行为及其内部冶金缺陷的形成机理及控制方法,现场修复再制造内应力演化规律及变形开裂预防技术,现场增材修复再制造组织性能调控方法等,解决在役装备现场增材再制造“形”、“性”控制的工艺稳定性难题。舟山内孔增材再制造技术特维克带您多方面了解增材再制造技术的特点。

热输入费群星等研究了LDF不同工艺参数对试件组织和性能的影响,结果发现:1)沿沉积方向的重熔区截面呈片状,多为柱状晶,且晶粒向上呈放射状生长;2)当加大激光功率、增加热输入量时,可观察到晶粒的跨层生长现象,重熔区厚度明显增大;3)过高的功率会使热积累加大,从而使试样产生织构,柱状晶外侧界面容易产生热裂纹。Ganesh等在研究工艺参数对成形性能影响时发现:工艺参数可影响沉积效率,促使组织形态发生明显变化,形成柱状枝晶和胞状晶的混合形态。徐富家等研究峰值电流、脉冲频率、焊接速度和送丝速度对PA成形件组织性能影响时发现:低峰值电流和高焊接速度可获得细小致密的枝晶组织,析出的Laves相和金属碳化物呈弥散分布特征;增大脉冲频率或降低送丝速度会使组织粗大,Laves相和金属碳化物增多,且呈连续分布特征。上述研究结果反映了增材再制造过程中循环热输入产生的热积累效应对成形件组织与性能的影响规律,但是均采用定性描述,缺乏对热积累效应的定量研究。

冷却速度由于GTAW热输入量较小、能量密度较低,因此成形件受热过程中冷却速度低于PA。LDF王威等系统研究了不同冷却速度对Inconel718合金碳化物Laves相析出规律的影响,如图5所示。上述结果表明:1)冷却速度较低时,碳化物呈链状分布在枝晶间,呈大块状相连;2)随着冷却速度的加快,碳化物逐渐

向小块状转变，尺寸也随之减小；3) 聚集状态类似于碳化物，而随着冷却速度的加快，呈弥散分布且尺寸逐渐减小。Yin等提出碳化物的析出量和析出形态均会对合金的力学性能产生重要影响，弥散分布且尺寸较小的碳化物形貌更优。当Laves相尺寸每减小1 $\mu\text{m}$ 时，室温断面收缩率就可提高2.5%。目前尚无相关报道证明完全消除Laves相是可行的，因此探讨工艺参数对Laves相尺寸数量的定量影响关系具有重要意义。

激光增材再制造你了解它吗？

以等离子弧为焊接热源的增材再制造方法称为等离子增材再制造(Plasma Additive Manufacturing, PA)。其中，等离子弧是一种压缩的钨极氩弧，钨极氩弧最高温度为10000~24000K，能量密度小于104W/cm<sup>2</sup>，而等离子弧的温度高达24000~50000K，能量密度可达106~108W/cm<sup>2</sup>，依靠喷嘴的机械压缩作用，同时伴随着很小电压原理产生的热压缩以及弧柱本身的电磁压缩，使等离子弧的能量密度远远超过钨极氩弧，甚至能够达到激光的能量密度，图1为二者电弧形态的对比，自由电弧的扩散角约为45°，等离子弧则只有5°。与采用激光焊接电源相比，PA具有相对的成本优势。据资料显示：常见激光焊接电源一般价格在50万美元左右，而等离子弧焊接电源价格则只有7000美元，不足激光焊接电源价格的2%。与GTAW相比，PA的工艺调节较为繁琐，主要包括喷嘴结构、电极内缩量、离子气流量、焊接电流、焊接速度和喷嘴高度。其中：喷嘴结构和电极内缩量是其他工艺参数选择的前提，通常根据材料种类和成形条件来确定；离子气流量决定了等离子弧的穿透力，离子气流量越大，电弧穿透能力越强。国内已经有激光增材再制造企业近300家，目前该技术运用非常广。舟山内孔增材再制造技术

江苏特维克科技有限公司带您了解增材再制造和增材制造的区别。舟山内孔增材再制造技术

SLA主要是利用液态光敏树脂作为原材料，将其通过紫外激光束照射快速固化成型。SLA通过特定波长与强度的紫外光聚焦到光固化材料表面，使之由点到线、由线到面逐步凝固，完成一个层截面的绘制工作，进而层层叠加，形成三维实体。光固化成型技术(SLA)是很早出现的快速原型制造工艺，成熟度高。加工速度快，无需切削工具与模具。但因其原材料为液态树脂，需密闭避光，对工作环境要求严格。成型原件多为树脂类，强度、刚度、耐热性不太高。光固化快速成型技术在世界范围内得到了普遍的应用，如在概念设计的交流、单件小批量精密铸造、产品模型、快速工模具及直接面向产品的模具等诸多方面，行业应用涉及汽车、航空、电子、消费品、娱乐以及医疗等。

舟山内孔增材再制造技术

江苏特维克科技有限公司是一家金属表面处理的技术研发、技术转让、技术服务、技术咨询；激光增材技术的研发与应用；激光熔覆技术咨询、技术推广；金属制品的加工；通用机械设备及配件、金属制品、金属材料、电线电缆、五金、建材、仪器仪表的销售的公司，致力于发展为创新务实、诚实可信的企业。江苏特维克深耕行业多年，始终以客户的需求为向导，为客户提供\*\*\*的转子轴颈修复，激光增材制造，激光增材再制造，设备维修。江苏特维克继续坚定不移地走高质量发展道路，既要实现基本面稳定增长，又要聚焦关键领域，实现转型再突破。江苏特维克创始人陈俊琪，始终关注客户，创新科技，竭诚为客户提供良好的服务。