

3D 打印

提供全维度金属增材制造行业解决方案

得益于母公司鑫精合的科学战略布局和雄厚的增材工艺技术储备，镭明也始终致力于深耕工艺研发和装备研发两个重点方向，追求尽善尽美，旨在向用户提供全维度金属增材制造行业解决方案。

文 | 天津镭明激光科技有限公司



更多精彩请扫描二维码

2020年，严峻的国内外形势将国家的各项硬实力推上了风口浪尖，而先进加工制造业一直是“硬实力”不可或缺的重要组成部分，尤其是被称为第三次工业革命的重要标志之一的金属增材制造技术，集成了机械加工技术、激光技术、自动化技术和材料科学等众多学科科研成果，对于其他各领域技术前沿推进极具战略意义。

随着近年国家对增材产业的政策支持力度逐渐加大，以及基础科学和互联网技术的发展及成功应用，促使增材产业实现了长足进步。各种规模的增材制造企业前赴后继，稳步推进增材行业发展。以鑫精合激光科技发展（北京）有限公司（下文称“鑫精合”）为代表的众多从事金属增材制造行业的优秀企业脱颖而出，尤其是其旗下全资装备子公司——天津镭明激光科技有限公司（下文称“镭明”），得益于母公司鑫精合的科学战略布局和雄厚的增材工艺技术储备，同鑫精合一脉，深耕工艺研发和装备研发两个重点方向，追求尽善尽美，旨在向用户提供全维度金属增材制造行业解决方案。

工艺应用展示

1. 定制材料工艺开发

可以说航空航天领域代表了对高温金属材料的最高要求，而高温钛合金以其独特的热强性、极高的比强度、良好的耐腐蚀性能以及耐高温性能，在航空航天领域领域有着不可替代的作用。以往钛合金均采用传统机械加工方式生产，周期长，成本高，材料利用率低，结构复杂程度受限，加工部分复杂零件及快速响应程度都显得力不从心。作为全新解决方案的金属增材制造方法可以有效弥补这一短板，以SLM（激光选区熔化）和LENS（激光近净成形）为代表的金属增材制造技术，基本可以覆盖不同尺

寸及不同结构的零件加工应用需求。

但一些指定牌号的钛合金金属增材制造存在制造粉末要求严格、工艺窗口较窄及各批次间一致性差等问题，鑫精合工艺研发团队结合多年金属增材服务技术经验，在此问题上投入大量人力物力，最终在SLM和LENS两项工艺中实现了工艺突破，成功开发出多款高温钛合金的工艺参数，并实现了在多个项目的成功应用。图1为鑫精合根据开发的Ti60参数通过LENS工艺生产的零部件，其性能已经达到并在诸多性能参数上超越了欧美发达国家水平（表1）。

2. 复杂结构应用

对于传统减材等材（锻造和铸造



图1 Ti60 LENS成形法兰零件毛坯及成品

表 1 国内外不同牌号 600 °C (及以上) 高温钛合金的高温力学性能

国 家	合金牌号	试验温度 /°C	力学性能			
			σ_b /MPa	σ_s /MPa	δ /%	ϕ /%
英 国	IMI834	600	680	550	15	50
美 国	Ti-1100	600	630	530	14	30
俄罗斯	BT36	600	753	/	21	50
中国 TSC	Ti60	600	707	563	21	48
		650	643	510	29	56

等)制造复杂结构(如内流道,点阵,复杂曲面等)或者是对能工巧匠的技艺及设备的性能的极大考验,尚不能保证成品率,或者就是从设计层面妥协,调整结构,放弃最理想的冷却、减重或者空间结构等需求。增材制造是处理类似问题的理想手段。鑫精合团队通过结构拓扑优化、工艺参数设计优化及工艺流程优化等手段,结合自研设备和前处理软件,逐渐确定了应对复杂结构零件的增材制造工艺领先优势。如图 2 所示为鑫精合生产的某型燃气轮机火焰筒,可以采用 SLM 金属增材一体打印,提升了整体性能,又省去大量的焊接和机加工操作,极大的降低了生产成本。金属增材制造成为能达到该效果

的唯一解决方案。

合金材料,通过 LENS 方式生产,无论从功能上还是微观上都达到了非常理想的效果。

图 4 为较低倍数(50 倍)下两种材料的界面结合形貌,从图中可以看出明显的过渡层区。过渡层两侧界面平直,过渡层的厚度约 0.6~0.8 mm,且无气孔、夹杂、裂纹和未熔合等冶金缺陷,冶金结合效果理想。

在金属增材制造领域,工艺和设备相辅相成。镭明公司依托于母公司鑫精合的雄厚工艺技术资源,以及自身具有多年装备制造经验的优秀团队,洞察国内外行业发展趋势,从各个维度布局研发投入,最终实现了



图 2 某型燃气轮机火焰筒

3. 梯度功能材料应用

梯度功能材料主要应用在像航空航天、核电等高科技领域,梯度功能材料与均一材料、复合材料不同。它是选用两种性能不同的材料,通过连续地改变这两种材料的组成和结构,使其界面消失导致材料的性能随着材料的组成和结构的变化而缓慢变化,形成梯度功能材料。LENS 工艺为梯度功能材料的加工提供了更多可能,图 3 所示是鑫精合生产的用于某核电项目钩爪,耐磨、耐热及耐蚀等特性直接决定整个控制棒驱动机构的使用寿命,采用增材制造+梯度材料实现。以奥氏体不锈钢基体保证零件的韧性,在易磨损的区域采用耐磨蚀

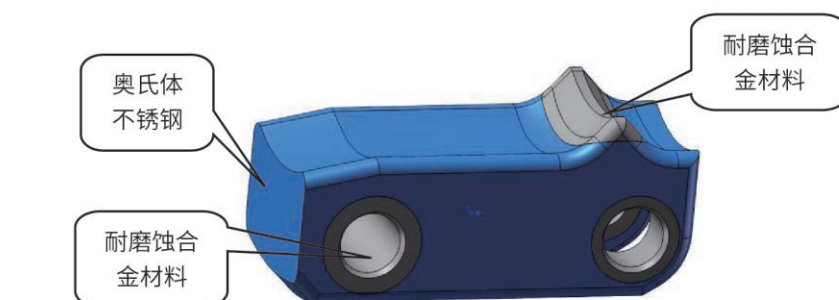


图 3 梯度功能材料应用

SLM、LENS 以及 WAAM 等多元化设备解决方案,并得到了业内专家及用户的一致好评。

全维度装备解决方案展示

1. 设备工艺品类维度

得益于对激光加工的深刻理解,镭明研发团队目前已经分化出多个项目团队,分别致力于激光同轴送粉、激光同轴送丝、激光铺粉、激光熔覆和激光焊接等设备的研发和生产,基本可以覆盖客户有关激光成形和修复的所有解决方案。

2. 设备规格维度

镭明公司的所有产品线定义,均基于大量市场调研工作,以匹配客户的多样化需求。SLM 设备分为常规的 LiM-X150 系列、LiM-X260 系列以及侧重打印尺寸及打印效率的 LiM-X400 系列(图 5),LiM-X600 系列,多数机型均可以选配单激光系统或者是多激光系统,平衡了客户对于设备成本与打印效率或打印尺寸的要求。

镭明公司具备生产行程和跨度在 4 m 以上的龙门型 LENS 设备以及熔覆设备的能力,相关设备均采用定制化策略,即深度沟通理解客户具体加工或修复零件的工艺和行程要求,结合现场环境和多方面

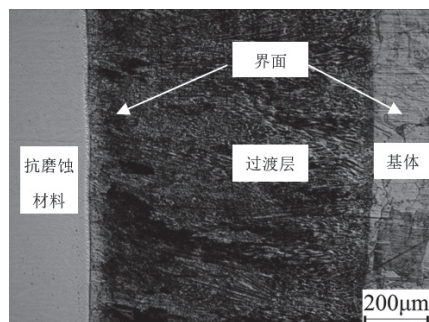


图 4 梯度功能材料过渡层界面形貌

因素，为客户提供最佳匹配的设备参数和功能。亦可以对于客户其他特殊定制化需求进行评估和实现。

3. 增材流程维度

镭明公司可以为客户提供从原材料选择、零件设计、剖分策略、现场操作、热处理、机加工、检验以及 ERP 等全流程的技术支持或咨询服务。无论用户是初次接触增材行业，想要实现基本应用，还是行业从业者，想要攻克实际应用难题，镭明公司均可以为其提供相应建议或解决方案支持。

4. 软件维度

完善工艺的载体一部分在于设备实体，另一部分则在于设备的数据模型前处理软件。没有前处理软件的自研和定义能力，就无法释放增材制造的最大潜能。所以镭明公司从装备研发伊始，就加大对前处理软件的研发投入（图 6），目前的软件研发及测试团队已经扩张到数十名，并开发应用于 SLM、LENS 和 WAAM 等多款专用前处理软件投入使用，并且维持其后续迭代升级。对于客户，镭明公司承诺进行软件终生免费升级服务，及时对用户公布最新的研发成果，践行镭明同用户共同成长。



图 5 镭明 LiM-X400A 系列和 LiM-S2510 系列设备

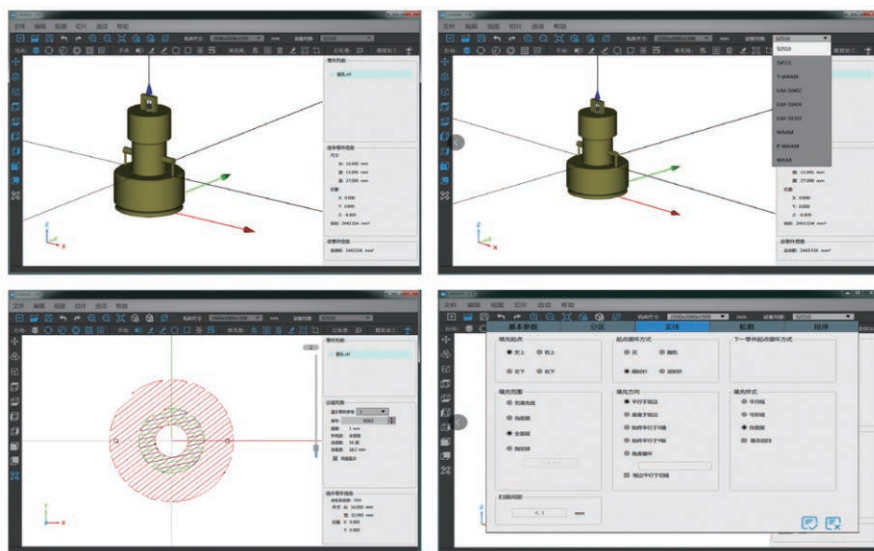


图 6 镭明自研前处理软件

因为对工艺开发过程本身的深入理解，镭明的前处理软件重点强调开放性，除了可提供对常规材料牌号的标准参数外，镭明前处理软件开放对多项参数的设置，使特殊需求用户可以去开发自己的材料工艺参数，从而构建自己的核心竞争力。此外，镭明公司的产品线还覆盖工艺参数代为开发，或者合作开发等多种共赢合作模式。

关于鑫精合 & 镭明公司

鑫精合激光科技发展（北京）有限公司（下文简称“鑫精合”）。鑫精合是国家级高新技术企业，多年来埋头工艺研发及应用，厚积薄发，目前已经拥有华北地区最大的金属增材制造基地。作为金属增材整体解决方案提供商，鑫精合在沈阳、天津、西安和潍坊等多个地区成立了子公司，覆盖激光成形、修复以及焊接等多个应用领域，在拓扑优化、粉末标准、工艺参数、模型前处理以及

零件后处理等多个环节积累了大批人才、技术以及宝贵的经验。伴随着对工艺的理解和深入，进口设备的开放程度以及开放维度逐渐不能满足其对设备的要求，而且进口设备对于国内很多本土化需求理解不够透彻，难以提供最优解决方案。鑫精合经过大量国内外设备及市场调研，决定成立旗下全资装备子公司——天津镭明激光科技有限公司（下文称“镭明”）。

镭明用户目前分布于航空航天、军工、汽车、教育、医疗及文创等多个行业，近年实现销售额稳定增长。即使在全球新冠疫情期间，公司领导和员工共克时艰，随时根据疫情发展情况灵活调整工作重心，在 2020 年度依然实现了 100% 的销售额增长。根据目前的对市场和潜在客户的预测，预期在 2021 年实现装备销售额再翻一番！

我们可喜的看到，金属增材制造技术正在逐渐以一种设计思路，而非简单的作为一种可替代加工方式在各个行业渗透，为增材制造在加工制造领域找到可以大放异彩的新天地。同时镭明坚信增材行业的发展才是推动公司发展的基本力量，镭明公司与母公司鑫精合一道，欢迎有更多的有识之士了解并投入到增材制造行业，共同形成增材制造合力，助力《中国制造 2025》！ **MM**