

松山湖材料实验室非晶材料团队关于采购选择性激光熔化（SLM）设备的需求论证和市场调研报告

1. 需求论证

1.1 购买该仪器或服务的原因

必要性、重要性以及其将产生的价值等

松山湖材料实验室目前正在承担广东省基础与应用基础研究重大项目，松山湖材料实验室非晶材料团队从事非晶合金材料研发，主要任务是研究非晶本征结构、形成能力、力学性能；通过新成分开发及新型加工工艺探索解决非晶材料尺寸、室温加工局限性、室温脆性、工程应用难等问题。

选择性激光熔化（SLM）设备，特别是在探讨非晶合金先进制造与形成能力时，其必要性与重要性愈发凸显。选择性激光熔化是一种利用高能激光束在粉末床上熔融金属粉末的 3D 打印工艺，可以构建任何人为设定的精密复杂结构，打印出的非晶合金元件特征尺寸能达到 100um 以下。SLM 工艺的局部冷却速率很高，约为 10^5 K/s，远大于非晶合金形成所需要的冷却速率；因此可以逐层合成比铸造工艺尺寸更大的非晶合金元件。

首先，SLM 工艺为非晶合金的制造提供了一种高效、精确的途径。相比传统的制造方法，如铸造或加工，3D 打印技术能够以更加灵活的方式将材料逐层堆积，从而制造出更复杂、更精细的非晶合金零件。这种精密的制造过程可以大大提高产品的质量和性能，并且可以更好地满足特定需求。其次，SLM 设备的使用使得非晶合金的形成能力得到了进一步的提升。非晶合金具有优异的力学性能和耐腐蚀性，但其制造过程往往具有挑战性，需要严格控制合金的成分和结构。而借助 3D 打印技术，可以更加精确地控制材料的成分和结构，从而实现非晶合金形成过程的精细调控，使得其性能得到进一步优化。此外，购置 SLM 打印设备还可以带来制造流程的简化和成本的降低。传统的非晶合金制造过程往往需要多道后处理工序和复杂的设备，而借助 3D 打印技术，可以将制造过程中的多个步骤合并为一步，大大简化了制造流程，并且减少了所需的设备和人力资源，从而降低了制造成本。

综上所述，购置选择性激光熔化打印设备对于非晶合金先进制造与形成能力来说至关重要，我们希望通过“制造策略”突破传统“快速凝固策略”中非晶合金有限的玻璃形成能力和加工难题，为非晶合金领域的“卡脖子”问题提供新的想法和思考。目前在周边高校、研究所和其它企事业单位并没有找到提供满足精度和质量要求的相关科研服务。考虑到上述需求和实际情况，需要购买一台选择性激光熔化设备。

1.2 主要技术指标和质量要求

对选择性激光熔化设备的具体技术要求有：

1、设备技术指标：

最大成形尺寸（W×D×H）： $\geq 100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 200\text{mm}$ ；

激光器功率： $\geq 400\text{W}$ ；

可打印材料：非晶合金、钛合金、铝合金、镁合金、铜合金、钨合金、钼合金、高温合金、钴铬合金、不锈钢、高强钢、模具钢；

分层厚度： $20 \sim 100\mu\text{m}$ ；

最高成形精度： $\pm 0.2\text{mm}$ ；

预热温度： $\geq 200^\circ\text{C}$ ；

氧含量： $\leq 100\text{ppm}$ 。

2、光学系统要求

（1）IPG 光纤激光器，确保极高品质的光束质量和可靠性；

（2）德国 SCANLAB 振镜，确保超高的重复定位精度及长时间运行稳定性，能够与机器控制软件进行通信，读取振镜的工作状态、温度信息等；

（3）采用 F-theta lens 聚焦镜聚焦，镜片为熔融石英材质，可应对加工难熔金属时较大的激光能量密度。

3、运动系统要求

（1）Z 轴重复定位精度： $\leq \pm 5\mu\text{m}$ ；

（2）底部送粉，提升送粉系统稳定性；

（3）单向变速铺粉，提升单层铺粉效率。

4、净化系统要求

（1）采用三级过滤方式，烟尘过滤级别不低于 H13 级；

(2) 配备注水循环滤芯箱，能够在取出滤芯前进行注水操作，避免过滤器自燃。

5、控制系统要求

- (1) ProfiNet 总线设计，可实现远程排产、远程体检、远程诊断；
- (2) PLC 数字控制系统品牌采用西门子，电气元件采用进口知名品牌；
- (3) 可实现打印过程实时监测并记录，保证零件打印过程全程可追溯。

6、安全与防护要求

- (1) 设备通过 CE 认证；
- (2) 设备通过 TUV、BV 等第三方官方 ATEX 整机防爆认证；
- (3) 舱门与激光器互锁，舱门打开状态下激光器无法出光避免误操作造成伤害；
- (4) 成形室压力与进气电磁阀关联，当成形室压力大于 30mbar 时，自动切断进气口压力，避免由于气源不稳定造成成形室压力过大损坏设备以及造成操作人员伤害；
- (5) 操作环境氧含量检测报警装置，当操作环境中氧含量低于设定值时发出报警声音，避免操作人员窒息的风险。

2. 市场调研

2.1 相关行业分析

3D 打印技术具有独特优势，是传统加工制造的重要补充。增材制造又称“3D 打印”，是基于三维模型数据，采用与传统减材制造技术（对原材料去除、切削、组装的加工模式）完全相反的逐层叠加材料的方式，直接制造与相应数字模型完全一致的三维物理实体模型的制造方法，将对传统的工艺流程、生产线、工厂模式、产业链组合产生深刻影响，是制造业有代表性的颠覆性技术，集合了信息网络技术、先进材料技术与数字制造技术，是先进制造业的重要组成部分。3D 打印最大的优点是简化制造程序，缩短研制周期，高效成形复杂结构，实现一体化、轻量化设计。对于非晶合金而言，其形成需要极高的冷却速率，由于其力学强度高，硬度高，难以采用传统加工技术成形为复杂形状。相比于传统的加工方式，增材制造的出现提供了直接成形复杂零件的可能。

2.2 产业发展状况

当前对于增材制造金属材料的研究热度高，SCI 发文量逐年增加，其中研究内容主要集中于工艺探索及适用于增材制造金属材料的开发。购买增材制造设备，可以从事热点研究，拿到如国家重点研发计划或广东省重点研发计划等省部级以上重大项目。

国家高度重视增材制造产业发展，并将其作为《中国制造 2025》、《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》的重点发展领域。近年来，我国增材制造已经形成了较为完整的产业结构，其市场规模在 2022 年已达到 80 亿元左右。

本项目拟采用全新的材料科学理念和方法；先进激光制造与新型热塑成型技术，构建合金非晶形成能力的基础理论，发展变革性的非晶合金预测和制备技术，研发新型非晶合金激光制造与热塑成型技术，促进非晶合金材料的更广泛的应用。通过本项目的实施，解决近一个世纪以来对非晶形成的物理机制认识不清晰的难题，颠覆近六十年以来传统试错法与凝固技术制备非晶合金的方法与思路，突破三十年以来限制非晶合金规模应用的材料尺寸瓶颈问题，获得一系列高性能非晶合金材料，实现大尺寸非晶合金材料的制造，为非晶合金在关键技术领域的应用，奠定理论基础，提供技术支撑。

2.3 主要供应商

1. 主要是指业内最高水平或标杆地位的供应商情况，含供应商名称、产品性能参数、技术水平、价格-附报价单

国内外同类设备生产厂商情况比较

详细参数比较			
品牌	西安铂力特	山东甲谷	(SLM Solutions) 翰海融通
型号	S200GX	M100	SLM 125
1 设备参数			
1.1 成形尺寸	W×D×H: 105mm×105mm×200mm	W×D×H: 120mm*120mm*100mm	W×D×H: 125mm*125mm*125mm
1.2 激光器功率	500W	200W	500W
1.3 可打印材料	钛合金、铝合金、镁合金、铜合金、钨合金、钼合金、	不锈钢、钛合金	钛合金、铝合金、高温合金、钴铬合金、

	高温合金、钴铬合金、不锈钢、高强钢、模具钢		不锈钢、高强钢、模具钢
1.4 分层厚度	20-100μm	0.02-0.08mm	20-80μm
1.5 成形精度	±0.02mm	±0.02mm	±0.02mm
1.6 预热温度	RT+20℃-200℃	/	RT+20℃~200℃
1.7 氧含量	≤100ppm	≤100ppm	≤100ppm
2 光学系统			
2.1 激光器	IPG 光纤激光器	IPG 光纤激光器	IPG 光纤激光器
2.2 振镜	德国 SCANLAB 振镜（能与设备控制软件通信，读取振镜的工作状态、温度信息等）	/	德国 SCANLAB 振镜
3 运动系统			
3.1 收粉模块	气动收粉模块	/	/
3.2 重复定位精度 (Z 轴)	≤±5μm	≤±5μm	≤±5μm
3.3 铺粉技术	单向变速铺粉技术	单向铺粉技术	单双向铺粉技术
3.4 伺服电机	数字总线伺服电机	伺服电机	伺服电机
4 净化系统			
过滤系统	三级过滤系统	三级过滤系统	三级过滤系统
芯箱	注水循环滤芯箱	/	注水循环滤芯箱
5 控制系统			
总线设计	ProfiNet 总线设计	/	/
安全扭矩功能	有	无	无
6 安全与防护			
安全认证	通过 CE 认证；通过 ATEX 整机防爆认证	通过 CE 认证	通过 CE 认证；滤芯模块通过防爆认证
安全机制	安全互锁机制，按照 SIL3 安全等级设计安全回路	舱门与激光器安全互锁	舱门与激光器安全互锁
7 售后服务			
	设备整机质保 1 年，激光器质保 2 年。7*24 小时电话支持服务，电话技术支持无法解决问题，技术人员 24 小时内到达现场提供服务。	提供一年质保	提供一年质保
8 价格			
	98 万元人民币，标配水冷机。	112 万元人民币。包含稳压电源、真空吸尘器等辅助设备。	210 万元人民币。包含稳压电源、真空吸尘器等辅助设备。

2.4 满足需求的供应商及其设备/服务

对拟选择的供应商及其供应的仪器设备进行详细阐述，主要体现该供应商及其设备在技术指标、性能参数、产品售价、售后服务或技术支持等方面的优势。

所选型号为西安铂力特的 S200GX 设备，该公司作为国内第一家增材制造企

业，技术源于 1995 年西北工业大学，拥有雄厚的实力，丰富的产品打印和设备经验。S200GX 设备作为铂力特针对科研的专项设备，拥有变速铺粉（提高铺粉速度），整机 ATEX 防爆认证（保护操作者安全），大量的材料工艺参数，开放的工艺参数包，价格低等优势。

先进性及技术特点：

- 1) 针对教育科研和高精密度零件金属增材制造设备；
- 2) 设备的精度高，稳定性好；
- 3) Post-Scan 光路模式，进口准直镜和扩束镜，提升光束质量；
- 4) 粉末剩余人性化提示（包含动态计算剩余粉末可支持打印层数，预估加粉时间、加粉重量）
- 5) 采用全套 EtherCAT 总线的数字伺服电机控制系统，使得设备间得以互联，逐步实现远程排产、远程体检、远程诊断。
- 6) 软件可实现同一层采用不同扫描策略，同一零件可实现变层厚剖分和打印。
- 7) 预热温度 200℃。

对上述产品调研情况的比较、分析，通过对以上品牌的性能参数、售后服务、报价对比分析：

- 1) 金属打印机：在预算范围内，相对于山东甲谷和合肥汉兴，铂力特的设备更安全，功能强大，稳定性高，用户反馈优秀。
- 2) 成形小平台部分：铂力特设备配置有小平台，其他几家均没有，此配置对后期实验，以及教学非常重要，可以节省大量粉末耗材的价格。
- 3) 安全性：三家都有 CE 认证，FDA 激光安全注册，铂力特设备有整机防爆认证，其他家没有，这对于后期实验室安全非常重要。
- 4) 售后服务：铂力特公司在广东省有分公司，且上市公司售后服务人员更多，广东地区客户基础好，积累客户非常多，经验丰富，用户反映较好。
- 5) 性价比：铂力特报价最低，市场占有率最高，功能齐全，质量稳定，性价比最高。

3. 选择性激光熔化设备采购方案

3.1 拟选购的设备信息

制造/生产/品牌商：西安铂力特增材技术股份有限公司

地址：陕西省西安市高新区上林苑七路 1000 号

产品型号：S200GX

一、技术指标：

1.设备用途：此设备主要用于小尺寸复杂金属构件选择性激光熔化成形，无缺陷激光精密制造。

2.设备组成：主要有光学系统、冷却系统、成形加工系统、控制系统、质量监控系统、循环过滤系统等组成。

3.可成形材料：适用于钛合金、高温合金、铝合金、不锈钢、镁合金、铜合金、纯钽等材料，提供不少于 2 种材料的成熟材料工艺参数包。

4.光学系统

4.1 激光器采用单模光纤激光器，采用同等或优于 IPG 品牌光纤激光器；

4.1★激光功率 $\geq 500\text{W}$ ，输出功率范围：10%-100%，激光波长：1060~1080nm， $M2 < 1.1$ ；

4.2 采用同等或优于 Scanlab 品牌扫描振镜，振镜的最大扫描速度： $\geq 7\text{m/s}$ ；

4.2★采用 F-theta lens 聚焦；

4.3 全幅面尺寸 95%校准点定位精度优于 0.05mm；

5.冷却系统：激光器冷却方式采用水冷，实时监控水冷机状态，异常情况报警，水冷机控温精度达到 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 。

6.成形加工系统

6.1★最大有效成形尺寸： $\geq 100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 200\text{mm}$ （ $W \times D \times H$ ）（不含基板，基板厚度不低于 20mm）；

6.2★支持更小平台切换成形打印，成形尺寸不大于 50mm*50mm*50mm，便于用户新材料研发，节约粉末；

6.3 设备成形舱可配置刚性刮刀和柔性刮刀，其中刚性刮刀可具备无磁性，实现磁性粉末的铺粉成形；

6.4 采用下顶粉方式供粉，单向变速铺粉，铺粉层厚可调节范围 20-100um；

6.5★基板最高预热温度不低于 200℃，提供设备预热实际温度监控视频。

6.6 采用下顶粉结构送粉，单向变速铺粉；

- 6.7 设备具备良好的气密性，打印过程最低氧含量可控制在 100ppm 以内；
- 6.8 设备须具备一键准备、一键铺粉功能，实现一键打印操作；提供软件功能截图；
- 6.9 集成送粉量智能控制功能，可实现自动根据当前打印截面智能调节送粉量，支持用户自主选择，提供软件控制截图。

7.控制系统

7.1 采用 PLC 数字控制系统，具备网络接口，并能够实时反馈设备的运行情况如各轴扭矩，位置等信息，具有数据采集、显示、储存等功能；

7.2 Z 轴配备绝对值编码器，整机伺服控制均使用总线伺服驱动，传输速度快，可实现闭环控制；

7.3 采用安全控制器进行了安全回路的设计，安全继电器等级可达到 SIL3 级；

7.4 设备控制操作均使用触摸屏操作，可实现自动及手动控制，自动控制和手动控制能够进行切换；

8.质量监控系统

8.1 实时监测、显示并记录零件成形关键信息，以上信息应至少包含平台温度、舱内温度、舱内压力、各轴扭矩位置、打印进度、滤芯压差以及成形舱内氧含量等，提供软件监控截图；

8.2 可对供粉舱内粉末量进行实时监测，提供粉末软件监控截图；

8.3 可实现刮刀扭矩实时监控及报警，扭矩数据可实时直观显示控制软件界面，提供控制软件界面截图；

8.4 具有压力异常报警功能，且压力超标时可自动泄压；

8.5 具备自诊断故障功能，可实现实时监控并分级诊断，故障进行监测、记录，分析；针对不同故障影响程度分级处理，提高效率，避免设备停机，提供故障分类处理机制方案；

8.6▲具备工作报表模块，可生成工作报表，工作报表包含零件信息、暂停信息、打印日志、操作日志、报警日志、工时记录、生产记录等，支持用户自由进行内容和时间筛选。工作报表可实现所有监控数据筛选至少任意 2 组以上数据对比分析，有利于客户质量分析对比追溯。提供工作报表及功能界面；

8.7 循环过滤系统：采用圆柱式滤芯三级过滤，滤芯级别不低于 H13 级别。设计有可注水滤芯箱，防止滤芯更换过程中发生自燃，确保操作人员更换滤芯过程安全，提供注水滤芯实际操作视频；

9.安全设计保障

9.1▲设备设计制造应符合 CE 安全标准，包括电气、机械、防爆指令标准，设备整

机通过 CE 认证，提供符合 CE 标准认证证书及网站查询截图，以备核实；

9.2▲设备整机设计符合 ATEX 防爆标准，可安全处理活性材料，整机通过 ATEX 防爆评估，提供符合 ATEX 标准评估证书及评估网站查询界面，以备核实；

9.3 有激光安全互锁，确保设备正常运行时成形舱门不能打开；有急停按钮，按下后设备立即停止运行；

9.4 成形舱观察窗具备三层防护玻璃，材质为两层钢化玻璃和一层防护玻璃，防护窗应保证操作人员安全，安全等级 $\geq OD4+$ ，提供衰减系数安全等级报告；

9.5▲整个激光防护系统安全可靠，具备针对激光防护系统第三方安全认可，提供激光器出厂合格证及激光防护系统第三方安全评估证明；

10 安装调试及验收

10.1 工作环境要求

电源：AC220V 单相三线。

设备可在环境温度 15~30℃，相对湿度 $\leq 75\%$ 的环境下长时间稳定工作

10.2 安装调试：卖方负责设备安装调试；签订合约后，卖方需了解客户的客观安装条件，确定设备的具体安装位置是否符合设备使用要求；

10.3 验收：设备在买方现场进行最终验收，终验收包括但不限于设备实物验收、设备调试验收和试加工验收，终验收报告经双方代表签字有效；（注：验收为通用化验收，根据项目资金、报价竞争等可针对性设计验收方案）

10.4 培训：在买方安装现场对相关人员进行不少于 3 个工作日的技术培训，培训包括设备使用和维护技术培训，使买方人员能够独立正确使用、维护设备，并具备常见故障分析和排除能力。

10.5 技术资料验收：随设备提供设备手册、设备操作及维护手册、设备电气原理图等。

11.技术及售后服务

11.1 设备制造商具有专业售后服务及技术保障团队；

11.2 设备自终验收后，进入质量保证期，质量保证期整机为 1 年（自用户最终验收签字生效之日算起）

11.3 在质量保证期内，投标人服务应及时有效，在接到买方故障信息后，要求 24 小时内响应，如有必要，48 小时内维修人员到达现场，5 个工作日内解决故障。

11.4 设备保修期过后，制造商具备能力终生提供广泛而优惠的备件供应和技术支持。

12.包装及运输

12.1 包装箱应用新的坚固的木箱或铁皮箱，适于长途运输，防潮、防锈、防震、防

粗暴装卸；

12.2 适于陆（公路、土路）运输。

3.2 拟采用的供货方案

代理商：西安铂力特增材技术股份有限公司

地址：陕西省西安市高新区上林苑七路 1000 号

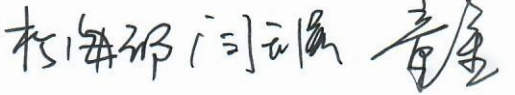
价格：98 万元

特定的采购要求（比如供货时间，预付款等）：

（如拟采购的产品非为调研中已满足技术要求的供货商产品，需特别详细说明缘由）

4. 结语

经广泛调研，满足实验所需技术指标要求的金属 3D 打印设备选择性激光熔化设备，目前有西安铂力特增材技术股份有限公司提供的选择性 S200GX 型号设备能满足我方要求，且优势明显。特此，拟申请采购西安铂力特增材技术股份有限公司 S200GX 设备，预算为 98 万元。

采购需求部门论证签字（3 人以上，含部门负责人）：

附件：调研供应商产品报价单

2024年5月13日