

2018-2019 年度广东省重大科技专项 “激光与增材制造”申报指南

(征求意见稿)

为全面贯彻落实党的十九大和习近平总书记关于加强关键核心技术攻关的重要讲话精神，按照省委十二届二次、三次、四次全会和全省科技创新大会部署，面向经济主战场、面向国家和广东重大战略需求，瞄准激光与增材制造的国际技术发展前沿，启动实施“增材制造与激光制造”重大专项。

一、专项目标

通过本专项的实施，在激光与增材制造的高性能器件、关键零部件方面取得突破性进展，解决激光与增材制造原创性技术不足和核心技术问题，补齐广东激光与增材制造“短板”，研发可靠稳定长寿命高功率激光器、高精细“冷”激光光源等核心部件，攻克激光和增材制造的核心技术和工艺，研制一批激光与增材制造智能装备，通过前沿应用基础研究、共性关键技术及装备攻关、典型应用示范等一体化部署，形成激光与增材制造技术创新和产业高地，促进广东高端制造产业的发展 and 传统制造产业的转型升级。

二、总体布局和要求

本专项围绕解决激光与增材制造原创性技术不足和核心技术问题，从攻克激光和增材制造的核心关键技术出发，研制激光和增材制造的核心关键部件和成套智能装备，通过高性能器件与部件及原材料、重大装备与应用系统、典型应用示范等一体化部署，提升我省高端智能制造产业水平，促进传统制造业的转型升级。

本专项实施期3年，此次发布为2018-2019年项目指南，项目经评审择优后在2018、2019年支持。专项统一按项目申报，研究内容必须涵盖该项目下所列的全部内容，项目实施周期一般为3年，项目完成时应完成该项目下所列所有考核指标。

三、重点任务

专题一：高性能器件、关键部件

项目 1：工业级皮秒、飞秒超短脉冲激光器

（一）研究内容

针对微电子学和消费类电子产品等领域高速高精细激光、复杂微结构制造对“冷加工”激光光源的需求，开展工业级皮秒、飞秒超短脉冲激光技术研究并开发相应激光器及器件(芯片)。

（二）考核指标

自主研发，核心部件、材料具有自主知识产权。皮秒激光器：平均功率：120W@1MHz；波长：~1064nm；重复频率：50kHz~1MHz；脉冲宽度：5~10ps；脉冲能量： $\geq 100 \mu\text{J}$ @1MHz；功率稳定（RMS）： $< 1.5\%$ ；光束质量： $M^2 < 1.3$ 。飞秒激光器：平均功率：50W@500kHz；波长：~1064nm；重复频率：50kHz~1MHz；脉冲宽度：小于 1.0ps；脉冲能量： $\geq 100 \mu\text{J}$ @500kHz；功率稳定（RMS）： $< 1.5\%$ ；光束质量： $M^2 < 1.3$ 。项目执行期内完成激光器（整机）销售 100 台以上，产值 1.5 亿以上。

项目 2：工业级光纤/半导体大功率激光器

（一）研究内容

针对快速精密激光直接成形、厚板激光切割、高速激光焊接等增材制造与激光制造对大功率激光的需求，基于国产半导体激光芯片、光纤材料及相关核心器件，开展工业级光纤/半导体大功率激光技术研究，开发相应激光器，并开展示范应用。

（二）考核指标

自主研发，核心部件、材料具有自主知识产权。研制功率 $\geq 3000\text{W}$ 、光束质量 $M^2 \leq 1.2$ 的长寿命单模光纤激光器；研制功率 $\geq 2000\text{W}$ 、光束质量 $M^2 \leq 1.2$ 、线宽 $\leq 10\text{GHz}$ 的窄线宽单模光纤激光器；研制功率为 20kW 的多模输出、光束输出能量分布均匀的高可靠光纤激光器。基于国产半导体激光芯

片，研制输出功率 $\geq 25\text{kW}/600\text{ }\mu\text{m}$ 的高亮度光纤耦合半导体激光器，预期寿命 $>10\text{k}$ 小时。研制满足增材制造和激光制造过程中的实时状态监测、激光能量控制、安全保护等大功率激光器功能模块；在激光制造装备及特种装备中的国产化和示范应用。

项目 3：大功率电子枪及其高精度扫描聚集系统

（一）研究内容

应用于粉末床电子束选区熔化增材制造的大功率电子枪及其高精度扫描聚集系统、高压逆变电源等，建立国产核心零部件的研制、生产和应用体系，降低关键零部件对进口的依赖，提升高端增材制造装备的创新能力和国产化水平。

（二）考核指标

自主研发，核心部件、材料具有自主知识产权。研制出大功率高精度数字式扫描电子枪系统，单枪功率 $3\sim 6\text{kW}$ 、单枪高精度扫描尺寸 $\Phi 320\text{mm}$ 以上，电子束斑直径 $\leq 100\text{ }\mu\text{m}$ ，扫描定位精度好于 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以上、高压逆变电源稳定度不小于万分之一，电子枪系统无故障工作时间大于 300 小时，器件均应用于相应的国产增材制造装备，展示出不低于同类进口装备的性能指标。

项目 4： 高分辨率/大幅面 DLP 3D 打印高分辨率紫外曝光机芯片及核心部件研究及产业化

（一）研究内容

针对树脂、陶瓷浆料等光固化材料快速成形 3D 打印制造，开展核心部件关键技术攻关，达到国际同类产品水平，引领国际技术方向，拓展 3D 打印在微纳机电系统、生物医疗、微纳传感器、微流控制器、生物芯片等方面应用。

（二）考核指标

自主研发，核心部件、材料具有自主知识产权。开发高分辨率紫外 LCOS 芯片及大功率紫外 LED 光源，芯片分辨率 ≥ 3000 万像素，反射率 $\geq 70\%$ ，紫外辐照承受能力 $\geq 6\text{W}/\text{cm}^2$ ，寿命 $\geq 3000\text{h}$ ，光源靶面尺寸 $\geq 15.4\text{mm} \times 9.6\text{mm}$ ， $0.19 \leq$ 数值孔径 ≤ 0.23 ，输出光功率大于 10W。

项目期间完成产值 3000 万以上，申请专利 5 件以上。

专题二：重大装备与应用系统

项目 1：高性能增材复合制造装备

（一）研究内容

针对现有增材制造技术难以兼顾高效率、高质量、高精度、低成本的难题，在增材制造（如激光、等离子熔覆等）过程中复合单一或者多种方式（激光锻造或机械加工减材技术等），提高成形件的质量与精度，降低内应力、减小或消除内部缺陷、细化材料晶粒。通过增材制造技术与复合的单一或者多种技术有机融合，研发航空航天、汽车、消费电子和医疗器械等领域复杂零件的高性能复合增材制造工艺技术和相匹配的材料体系，开发复合增材制造装备，探索增材

与其他技术复合的相互影响机理、控形控性规律，以及协同、集成调控方法，建立复合增材制造策略。

（二）考核指标

自主研发，核心部件、材料具有自主知识产权。将高能束增材制造技术与单一或者多种方式（激光锻造或机械加工减材技术）相结合，研发复合增材制造装备、工艺和与之相匹配的材料体系（金属粉或金属丝），克服单一增材制造精度和表面光洁度差、内部缺陷/内应力严重等缺点，成形尺寸大于 $500\text{mm} \times 500\text{mm} \times 500\text{mm}$ ，成形效率超过 $300\text{cm}^3/\text{h}$ ，成形表面粗糙度 R_a 小于 $2\text{ }\mu\text{m}$ ，成形尺寸精度 $20\text{ }\mu\text{m}/100\text{mm}$ ，在不少于 3 类 5 件典型样品中得到应用，且工件性能达到并超过传统制造技术水平。形成 6-8 项核心知识产权成果，建立技术规范与工业标准。

项目 2：无热源多喷头 3D 打印复合制造系统

（一）研究内容

面向精密复杂大批量金属零部件的快速制造，研究无热源的多喷头打印粘结，结合后期的高温烧结工艺的复合制造技术，研究多喷头协同路径算法与后处理技术，及材料粘结复合高温烧结的尺寸收缩率。

（二）考核指标

自主研发，核心部件、材料具有自主知识产权。可成形不少于 $300\text{mm} \times 300\text{mm}$ 的复杂样件，成形中实现 3000 个以上

喷嘴的稳定均匀喷射高粘性液体材料，单喷嘴最小直径 25 μ m，无堵塞喷射高粘性液体时间不小于 2h，具有快速自动清洗功能，成形样件致密度 99% 以上，成形尺寸精度小于 0.1mm/100mm。

项目 3：复杂构件的激光清洗/刻蚀/抛光等智能制造装备

（一）研究内容

研究激光清洗专用脉冲光纤激光器，研究多脉宽激光光束及其高效加工方法与控制策略；开发智能控制系统实现振镜与多轴运动同步控制，具备典型的光机电协同控制功能。开发激光脉冲调制、光束稳定性控制、加工轨迹规划、多轴运动协同、光机电协调控制、加工过程在线监测与补偿等关键技术；研究多光束并行加工技术；开发面向复杂结构零件的微结构制造、精密切割、清洗、表面抛光等装备。

（二）考核指标

自主研发，核心部件、材料具有自主知识产权。针对清洗、刻蚀、抛光工艺，研制 2 套激光清洗，刻蚀和抛光激光复合加工装备。激光清洗用千瓦级脉冲光纤激光器，平均功率大于 1000W，最高脉冲能量不低于 50mJ，脉冲宽度 100-150ns，重复频率不低于 20kHz。复合加工装备可实现，金属构件清洗效率大于 40m²/h，清洗质量不低于 Sa3 级；激

光刻蚀精度 $\pm 0.002\text{mm}$ ；激光抛光后表面粗糙度 $\leq \text{Ra}1.0$ ，加工效率 $\geq 200\text{cm}^2/\text{h}$ ；并可进行典型工程应用。

项目 4：超高速线光斑激光 3 D 打印装备研发与产业化

（一）研究内容

针对目前 3D 打印存在工时长、制造成本高等问题，研发光学整形技术和光源技术，开发高功率高均匀性的线光斑光学整形系统、适合多种不同材料特性的激光光源模块、超高速线光斑 3 D 打印可调制控制系统、超高速线光斑 3 D 打印工艺等，形成一套高均匀性、高能量密度的线光斑激光系统，打印速度超过目前点光源打印速度的 50 倍，并研制超高速、线光斑激光 3 D 打印装备，实现核心技术国产化，达到国际领先水平。

（二）考核指标

自主研发，核心部件、材料具有自主知识产权。开发高效率、高功率、高均匀性线光斑光学整形系统，形成高分辨率的线阵激光光源，线阵上每个点为 $50\text{--}100\ \mu\text{m}$ ， $100\text{--}500\text{W}$ 功率输出，每个打印单元可实时控制，独立工作，线光斑长达可根据需求进行配置，最高达到目前传统 3D 打印光斑的数十倍长度，光斑尺寸可达 $5\text{--}10$ 毫米，提升实际的 3D 打印效率达到 50 倍以上，可实现大尺寸高精度工件的快速分能加工。从紫外到近红外开发适合多种不同材料特性的激光光源模块，实现高可靠性、高效率、高精度金属材料与非金属

材料 3D 打印，拥有自主知识产权核心关键技术，申报发明专利 10-15 项，软件著作权 2 项，形成新方法及新工艺 1-2 项，经济效益不低于 3 亿元。

专题三：重大应用示范

项目 1：高性能大型金属构件高效高精度增材制造与应用示范

（一）研究内容

以钛合金、高强钢、高强铝合金、高温合金等高性能大型复杂金属构件高能束熔化沉积增材制造过程为主线，开展高效高精度制造工艺研究。研究激光/等离子增材制造装备的优化设计方法，增材制造过程实时可视监控技术，大跨度高精度载能束/数控工作台或机器手的联合运动控制技术，为实现高性能大型复杂金属构件增材制造高效高精度制造装备提供工艺基础。

（二）考核指标

自主研发，核心部件、材料具有自主知识产权。实现钛合金、高强合金钢、高强铝合金、高温合金等 4 类金属、10 种以上规格大型复杂关键结构的高效高精度增材制造，制件单方向最大尺度达 1000mm 以上、变形控制在 0.3mm/100mm 以内，成形效率提高一倍，连续工作时间不低于 240 小时，成形过程可实时监测温度、几何与气氛等关键参数。

项目 2：生物医疗植入物精确增材制造应用示范

（一）研究内容

突破金属钽或非金属聚醚醚酮（PEEK）材料增材精确制造的核心技术和装备研制，掌握钽或 PEEK 的核心技术及其装备的研发技术，研究组织工程支架/骨科植入物仿生结构的优化设计与增材制造技术，并在临床上形成应用示范。

（二）考核指标

自主研发，核心部件、材料具有自主知识产权。掌握组织工程支架复杂仿生结构和定制式骨科植入物的设计以及增材制造工艺与装备开发等关键技术，研究其在组织修复及功能重建等方面的应用。钽成形尺寸范围不小于 200mm*200mm*200mm 范围，金属钽氧含量 $\leq 100\text{PPM}$ ；PEEK 材料成形尺寸范围 300mm*300mm*300mm 范围以上。进入临床应用，从 CT 数模到临床可实现 72 小时快速响应，推动定制式骨科植入物在金属材料和高分子材料的发展，促使生物设计/制造方法的革新。

项目 3：复杂构件表面的激光精细制造工艺与装备

（一）研究内容

面向国家重大需求及产业化需求，针对航空航天复杂构件、半导体功率器件、超高热流密度组件热沉等硬脆材料复杂结构的多功能制造，开展激光精细加工共性基础研究，通过新方法与新工艺攻关来突破激光高端精细制造装备与功

能部件的核心技术，研制硬脆材料表面复杂结构的激光高效精细去除加工专用装备，达到国际同类产品水平，提升国产激光制造技术与装备的竞争力。

（二）考核指标

自主研发，核心部件、材料具有自主知识产权。核心部件、材料具有自主知识产权。开发碳化硅、氮化镓、氧化铝、金刚石等硬脆材料的激光精细加工关键共性技术与高效精密去除专用装备，微结构加工尺寸范围 0.05mm-0.8mm；深径/槽宽比大于 15:1；加工精度 $\pm 5\mu\text{m}$ ；微结构无表面裂纹、氧化、沉积现象；激光加工装备：X/Y/Z 轴定位精度 $\leq 0.01\text{mm}$ ，重复定位精度 $\leq 0.005\text{mm}$ ；A/C 轴定位精度 $\leq 8''$ ，重复定位精度 $\leq 4''$ ；功率稳定性 $\leq 5\%$ @10min，光束指向稳定性 $\leq 0.1\text{mrad}$ ；研发自主知识产权加工控制系统，实现激光加工头\振镜与运动轴的协同控制，支持视觉定位、机械\温度误差补偿、状态监控与故障诊断等功能。