

广东省重点领域研发计划 2018-2019 年度 “激光与增材制造”重大科技专项 申报指南

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“激光与增材制造”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和核心技术不足等问题，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。2018-2019年本专项支持4个专题，前3个专题共设11个项目，专题4为开放性课题。前三个专题除特别说明外，每个项目一般仅支持一项；技术路线明显不同而又在评审中排前两位时，经专家论证可都纳入并行支持；评审专家经评议认为项目申报质量都未达指南研发内容和指标要求时，可都不支持。专题4开放性课题同一技术路线、方向仅支持一项，支持总项数不超过5项。

专项统一以项目为单位申报，项目实施一般为3年，研究内容除特别说明外必须涵盖该项目下所列的全部内容，项目完成时应完成该项目下所列所有考核指标。每个项目下设课题原则上不超过4个，参研单位总数不超过10个。每个项目设1名项目负责人，项目中每个课题设1名课题负责人。鼓励产学研合作，鼓励大型科技企业联合中小型创新企业申报。

三、重点任务

专题一：高性能器件、关键部件(专题编号：0904)

项目 1：工业化皮秒、飞秒超短脉冲激光器

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，开展工业化皮秒、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)。

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： $\geq 100 \mu\text{J}@1\text{MHz}$ ；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： $\geq 100 \mu\text{J}@500\text{kHz}$ ；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。

支持方式与强度：采用竞争性评审、无偿资助方式；本项目研发经费省财政资助部分不超过人民币 2000 万元，具体资助额度根据预算财务评审确定。

项目 2：工业化大功率光纤激光器

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，基于国产光纤材料及相关核心器件，开展工业化大功率光纤激光技术研究，开发相应激光器，并开展示范应用。

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 30kW 的多模输出、光束输出能量分布均匀的高可靠光纤激光器。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，产品实现销售。

支持方式与强度：采用竞争性评审、无偿资助方式；本项目研发经费省财政资助部分不超过人民币 2000 万元，具体资助额度根据预算财务评审确定。

项目 3：大功率电子枪及其高精度扫描聚集系统

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，实现关键零部件自主研发，提升高端增材制造装备的创新能力和国产化水平。

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

3~6kW、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小于万分之一，电子枪系统无故障工作时间大于300小时，技术、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，产品实现销售。

支持方式与强度：采用竞争性评审、无偿资助方式；本项目研发经费省财政资助部分不超过人民币2000万元，具体资助额度根据预算财务评审确定。

项目4：高分辨率/大幅面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

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，突破国外技术封锁，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。

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 $\geq 15.4\text{mm} \times 9.6\text{mm}$ ， $0.19 \leq \text{数值孔径} \leq 0.23$ ，输出光功率大于10W。项目期间申请发明专利5件以上，完成产值3000万以上，产品实现销售。

支持方式与强度：采用竞争性评审、无偿资助方式；本项目研发经费省财政资助部分不超过人民币 1000 万元，具体资助额度根据预算财务评审确定。

专题二：重大装备与应用系统（专题编号：0905）

项目 1：高性能增减材复合制造装备

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，实现过程监控与质量回溯，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。

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 500mm×500mm×500mm，成形效率超过 300cm³/h，成形表面粗糙度 Ra 小于 2 μm，成形尺寸精度 20 μm/100mm，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，实现基于过程监控的质量回溯。申请发明专利 8 件以上，建立产品技术规范与工业标准，产品实现销售。

支持方式与强度：采用竞争性评审、无偿资助方式；本项目研发经费省财政资助部分不超过人民币 2000 万元，具体资助额度根据预算财务评审确定。

项目 2：无热源多喷头 3D 打印复合制造系统

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。

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 300mm*300mm 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 25um，打印头最高工作频率≥10KHz，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，产品实现销售。

支持方式与强度：采用竞争性评审、无偿资助方式；本项目研发经费省财政资助部分不超过人民币 2000 万元，具体资助额度根据预算财务评审确定。

项目 3：复杂构件的激光清洗/刻蚀/抛光等智能制造装备

研究内容：研究激光清洗专用脉冲光纤激光器，研究多脉宽激光合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。

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±0.002mm；激光抛光后表面粗糙度≤Ra1.0，加工效率≥200cm²/h；并进行典型工程应用示范。

支持方式与强度：采用竞争性评审、无偿资助方式；本项目研发经费省财政资助部分不超过人民币 2000 万元，具体资助额度根据预算财务评审确定。

项目 4：超高速线光斑激光 3 D 打印装备研发与产业化

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，高倍率提升打印速度，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。

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 50-100 μm , 100-500w 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 5-10 毫米,高倍率提升 3D 打印效率，成型效率达到 500cm³/h 以上，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，申请发明专利 10 件以上，软件著作权 2 项，形成新方法及新工艺 2 项以上，超高速、线光斑激光 3 D 打印装备实现销售。

支持方式与强度：采用竞争性评审、无偿资助方式；本项目研发经费省财政资助部分不超过人民币 3000 万元，具体资助额度根据预算财务评审确定。

专题三：重大应用示范（专题编号：0906）

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

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。

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，成形效率提高至 500cm³/h 以上，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。

支持方式与强度：采用竞争性评审、无偿资助方式；本项目研发经费省财政资助部分不超过人民币 2500 万元，具体资助额度根据预算财务评审确定。

项目 2：生物医疗植入物精确增材制造应用示范

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，研究骨植入物仿生结构的优化设计与增材制造技术，改善/提高钽或 PEEK 材料生物活性/促成骨性能，并在临床上形成应用示范。

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，研究提高 3D 打印植入体生物活性关键技术及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≤100PPM；PEEK 材料成形尺寸范围 300mm*300mm*300mm 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。

支持方式与强度：采用竞争性评审、无偿资助方式；钽和 PEEK 方向各支持 1 项，完成相应指标，本项目每项研发经费省财政资助部分不超过人民币 2000 万元，具体资助额度根据预算财务评审确定。

项目 3：复杂构件表面激光精细制造工艺与装备

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。

考核指标：自主研发，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 $5\mu\text{m}$ ，重复定位精度 $2\mu\text{m}$ ；A/C 轴定位精度 $\leq 8''$ ，重复定位精度 $\leq 4''$ ；功率稳定性 $\leq 5\% @ 10\text{min}$ ，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。

支持方式与强度：采用竞争性评审、无偿资助方式；本项目研发经费省财政资助部分不超过人民币 3000 万元，具体资助额度根据预算财务评审确定。

专题四：开放性课题（专题编号：0907）

研究内容：面向世界科技前沿，紧扣国家和广东产业发展需求，针对激光和增材制造的核心技术和装备，自主创新开展激光与增材制造的高性能核心部件、高端智能装备、重点典型应用等的前沿尖端技术、颠覆性技术预研、关键核心技术攻关、行业应用创新等。

考核指标：本方向不限制技术参数指标，鼓励和支持学术思想新颖、立论根据充足、研究目标明确、研究内容具体、技术路线合理的项目。前沿尖端技术、颠覆性技术预研课题完成时需提供同行评价，发表高水平学术论文 2 篇以上；关键核心技术攻关课题完成时需提供用户评价，申请发明专利 2 项以上；行业应用创新课题完成时需提出完整技术解决方案，完成 1 个以上典型场景应用，同时提交同行评议和用户反馈意见。

支持方式与强度：采用竞争性评审、无偿资助方式；本专题省财政资助部分每项不超过人民币 1000 万元，具体资

助额度根据预算财务评审确定。