

2024 年度中国光学学会科技创新奖简介

项目名称：模式损耗剪裁高亮度半导体激光器关键技术及应用

获奖类别：技术发明奖

获奖等级：二等奖

主要完成单位：中国科学院长春光学精密机械与物理研究所，苏州长光华芯光电技术股份有限公司

主要完成人：佟存柱，王俊，汪丽杰，谭少阳，彭航宇，王立军

学科分类：光学

推荐单位：中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

项目简介：

高功率激光技术，如光纤激光、固体激光、碱金属蒸汽激光，是现代制造业、空间通讯、精密装备的关键核心技术，而高功率半导体激光器是这些激光器的核心泵浦光源，是激光产业链的基石与源头，其功率、亮度、可靠性直接影响高功率激光系统的性能、体积与成本。过去几十年产业界发展总体趋势都是通过不断增加高功率半导体激光芯片波导面积来增加功率，进而实现亮度的提升，然而越来越宽的波导也导致激光芯片沿慢轴(侧向)的光束质量急剧下降、电流分布不均、远场展宽等问题，导致激光芯片高功率下远场性能急剧恶化，应用受限。另外，可实现激光更高亮度的光谱合束技术也面临着因为高阶模式所导致的光束质量极限，为解决上述高功率激光技术领域发展的瓶颈性难题，急需从激光芯片结构、合束方法等源头基础性研究出发，从根本上解决问题。

(1) 提出模式损耗剪裁高亮度宽区半导体激光芯片设计思想，通过调控宽区波导各阶模式的增益和损耗，使低阶模受影响小、高阶模式损耗增大，达到抑

制高阶模式的目的, 在保持高功率、高效率不明显降低前提下改善慢轴光束质量超 50%, 从芯片层次大幅提升半导体激光器亮度, 该思想被同行采纳并发展;

(2) 发明条形周期分布式电极结构将近红外宽区半导体激光芯片慢轴发散角电流依赖降低了 10 倍, 为目前国际最好水平, 通过复合微结构实现高亮度长寿命损耗剪裁激光芯片产品, 获美国专利授权;

(3) 提出损耗剪裁模式控制半导体激光合束方法, 通过选择性反馈部分模式的光来抑制高阶模式, 突破了传统光谱合束方法光束质量无法超越单元器件光束质量的难题, 实现优于单元激光器 3-4 倍的高光束质量激光输出; 发明束腰劈裂偏振合束方法, 可将激光亮度提高近 1 倍, 获美国专利授权, 为高功率激光合束更高光束质量的实现开辟了新技术路径。

本项目突破了损耗剪裁宽区半导体激光芯片设计、制备、可靠性、合束等关键技术, 开发的高亮度半导体激光器芯片、合束模块等产品, 获 Laser Focus World 2023 年度创新奖、“2024 年激光金耀奖”, 获国家自然科学基金委杰出青年基金、国家重点研发计划项目、华为公司项目资助, 成功应用于光纤激光泵浦、太阳能电池和新能源锂电池加工、激光传能、Xe 灯泵浦等离子体光源, 取得了显著的经济效益和社会效益。