

## 2025 年度中国光学学会科技创新奖简介

项目名称：大功率光纤激光器纤芯温度分布式在线测量技术

获奖类别：技术发明奖

获奖等级：一等

主要完成单位：国防科技大学

主要完成人：韩凯、崔文达、奚小明、宋长青、史尘、来文昌、李乾

学科分类：光学工程（代码：0803）

推荐单位：国防科技大学

项目简介：

光纤激光器具有转换效率高、光束质量好、可柔性操作等优点，在国防和工业领域应用广泛。大功率光纤激光器运行时，高能激光束的产生、传输被约束在十微米级的纤芯中，纤芯承受着极高的激光强度。纤芯吸收激光能量，温度过高会严重影响激光器安全稳定运行，甚至引发光纤激光器熔毁。此外，光纤激光器中的诸多物理效应均与纤芯中的热分布紧密相关，这些物理效应限制了激光器的性能。纤芯温度分布数据有助于揭示物理效应的机理、提出综合抑制方法。因此，实现纤芯温度分布式在线测量，对于大功率光纤激光器安全运行和性能提升具有重要意义。

然而，传统的测温方法，如：温度计（热敏电阻、热电偶）、热像仪等，只能测得光纤外表面的温度，无法直接测得纤芯的温度；光纤光栅只能测得特定位置的纤芯温度，无法测得整个光纤链路的温度。本项目面向大功率光纤激光器安全稳定运行以及输出性能提升的需求，基于光纤传感原理，发明了系统的测量方法、牵头研制了测量仪器，实现了大功率光纤激光器纤芯温度的分布式在线测量。主要技术发明如下：

1) 发明了测量大功率光纤激光器纤芯温度分布的方法。有效解决了温度和应力相互耦合影响测量、探测光在光纤激光器链路中损耗很大、回光信号受到主激光干扰等技术难题，实现了多类型、多结构光纤激光器纤芯温度的分布式在线测量。

2) 发明了评测大功率光纤激光器高温点特性的方法。基于纤芯温度测量数据，准确定位了大功率光纤激光器中高温点的位置和温度，建立了物理模型，阐明了高温点的温升机理，揭示了温度演化的规律，支撑了大功率光纤激光器针对性的热管理设计。

3) 发明了纤芯温度调控装置，提升了光纤激光器的性能。基于纤芯温度数

据，提出了光纤激光器纤芯温度调控方案，研发了时空同步调制纤芯温度的光纤激光器模块化热管理装置，有效抑制了非线性效应，提升了光纤激光器的性能。

4) 基于发明的测温方法牵头研制了指标领先的测温仪器。实现了商用大功率光纤激光器纤芯温度的实时在线测量，通过了国防科技工业光电子一级计量站的现场测试考核。

相关技术和仪器已应用于多家光纤器件、光纤激光器、光纤激光系统研发生产单位，为大功率光纤激光器的设计研发和可靠性测评提供了关键基础数据，为大功率光纤激光器的性能提升作出了重要贡献。