

远距离激光热驱散装备及其关键技术研究

提名公示材料

一、项目名称

远距离激光热驱散装备及其关键技术研究。

二、提名者及提名意见

提名者：中国人民武装警察部队工程大学。

提名意见：该项目研究历时 9 年，在陕西省自然科学基金等支持下，针对公安和武警部队遂行执勤处突多样化任务需求，突破了激光辐照皮肤组织光热效应建模与仿真、小型化安全化模块化激光热驱散装备设计、基于低细度 F-P 温度传感器的温度场实时测试假人系统等关键技术，构建了激光辐照人体皮肤组织的“光-热-损伤”基础理论体系、远距离激光热驱散装备设计技术体系和非致命激光武器热效应试验体系，开发出技术领先的非致命远距离激光热驱散装备，促进了国内非致命激光武器的快速发展，完善了非致命武器装备体系。项目成果已在公安、武警、河南威达军警装备有限公司、西安超凡光电设备有限公司、中国科学院西安光学精密机械研究所等公安部队单位、军工院所及企业得到了广泛应用，为应用单位遂行执勤处突多样化任务提供了有力的装备保障，为研发新型激光装备和构建非致命激光武器实验室等提供了有力的技术支撑，取得了显著的社会和军

事效益，累计产生经济效益超 2300 万元。该项目出版著作 2 部，授权国家发明专利 3 项，计算机软件著作权 6 项，实用新型专利 10 项，发表学术论文 26 篇。

提名该项目为陕西省科学技术进步奖三等奖。

三、项目简介

本成果属于非致命激光武器技术领域，成果主要针对公安和武警部队遂行多样化任务缺乏远距离、隐蔽高效处置装备的需求，解决了“激光热驱散装备设计缺乏激光对皮肤组织热损伤程度计算方法，无法分析生物组织临界损伤程度随温度大小及持续时间变化规律，缺乏激光辐照皮肤组织的光热效应模型，不同光源类型、激光参数和皮肤特征对组织温度场的影响不清晰；现有激光热驱散装备结构复杂、功率低、体积重量大、作战效果不理想，缺少模块化结构优化设计方法；激光热驱散装备性能试验中缺乏生物组织温度传感器、温度场实时测量系统和模拟复杂天气环境激光武器热效应的实验系统”等问题。

四、客观评价

项目根据公安和武警部队遂行多样化任务需求，综合运用激光技术、控制技术、数值仿真、试验评估等先进技术与方法，突破了激光致伤机理、输出功率控制、复杂试验系统构建等关键技术，首次实现了激光热驱散装备损伤计算、整体设计和试验评估，主要创新点如下：

1. 建立了生物组织热损伤模型，分析了生物组织临界损伤程度随温度大小及持续时间变化规律；研究了激光辐照

人体皮肤的光热作用机理，建立了人体手模多层生物组织三维有限元模型，仿真分析了光源类型、激光参数、皮肤特征对组织温度场的影响规律，为激光热驱散装备打击剂量的确定和设计定型提供了依据；

2. 创新性地采用光谱波束合成、柔性光纤、安全控制和模块化设计四项技术，用小功率激光器设计了大功率驱散装备，既降低了装备的成本又提高了输出功率和作用效果，增强了系统的安全性。模块化设计了驱散装备的整体结构，有力地克服了传统激光武器体积重量大、启动能量需求高、人机工效差、难于冷却等缺点；

3. 设计了一低细度光纤 F-P 温度传感器，搭建了微创型激光辐照生物组织温度场实时测量系统，创新性地设计了模拟人体皮肤特征和血液循环系统的皮肤组织温度场测试假人系统，构建了非致命激光武器热效应实验系统，为激光热驱散装备致热损伤机理研究、复杂天气环境下致热效果实验研究提供技术支撑。

该项目在技术集成和关键技术方面难度大、有很大创新，总体技术居国内领先水平，研制的装备可有效提高公安和武警部队的执勤处突和远距离排爆清障能力，产生了显著的社会公共安全应用价值和经济效益。

五、应用情况

本项目研制的激光热驱散装备于 2017 年 10 月 15 日至 2019 年 11 月 30 日，在武警某支队应用 40 余次，在应用过程中，一线官兵对该型激光热驱散装备的各项性能指标进行

了全面检验，认为该款激光热驱散装备结构简单，易于操作使用，性能良好，实际应用中可引燃人体衣物或者使人体产生无法忍受的热刺痛感，可实现驱散、打击人群的目的。项目研制的 10 型、20 型和 80 型激光系列产品被河南威达军警装备有限公司分别采购 200 支、200 支和 150 支，用于代理销售系列远距离激光热驱散装备；与西安超凡光电设备有限公司签订采购合同，售出项目研制的远距离激光热驱散装备 1 支，用于科研试验，取得了较好的经济效益。

六、主要知识产权和标准规范目录

1. 著作：非致命枪械设计理论，国防工业出版社。
2. 专利：反小型无人机的便携式激光武器装置及其使用方法。
3. 专利：一种无人机挂载的激光眩目器。
4. 专利：一种电击、激光、照明三合一眩目器及系统
5. 专利：一种模拟多环境非致命激光武器热效应的实验系统。
6. 专利：一种模拟非致命激光武器热效应的实验装置。
7. 计算机软件著作权：声光驱鸟设备远程操作控制软件 V1.0。
8. 计算机软件著作权：远距离激光照明控制夜视技术系统 V1.0。
9. 论文：Finite element simulation of Pulsed Laser Generated Ultrasonic in Human Skin。
10. 论文：Simulation and Study of Temperature

Distribution in Living Human Skin under 585 nm Dye Laser
Irradiation。

七、主要完成人情况

表 1 项目主要完成人情况表

排名	姓名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
1	刘加凯	无	副教授	中国人民武装警察部队工程大学	中国人民武装警察部队工程大学	分析了激光对人体的损伤效应；采用模块化设计技术和光纤光路控制技术，设计了激光热驱散装备的整体结构，降低了装备的体积重量，提高了装备的人机工效和安全性；利用微创型生物组织温度场实时测量系统，创新性地设计构建了模拟人体皮肤特征和血液循环系统的温度场测试假人系统。
2	刘霞	无	副教授	西安工程大学	西安工程大学	建立了激光辐照多层生物组织的三维有限元模型，仿真分析了不同光源类型、激光参数和剂量的变化对组织温度场的影响；设计了一低细度光纤 F-P 温度传感器，搭建了微创型激光辐照生物组织温度场实时测量系统，设计一种模拟非致命激光武器热效应的实验系统和一种模拟多环境非致命激光武器热效应的实验系统。
3	单宁	无	教授	西安工程大学	中国人民武装警察部队工程大学	建立了激光辐照多层生物组织的三维有限元模型，仿真分析了不同光源类型、激光参数和剂量的变化对组织温度场的影响；设计了一低细度光纤 F-P 温度传感器，搭建了微创型激光辐照生物组织温度场实时测量系统，设计一种模拟非致命激光武器热效应的实验系统和一种模拟多环境非致命激光武器热效应的实验系统。
4	冯建伟	副处长	讲师	中国人民武装警察部队工程大学	中国人民武装警察部队工程大学	设计一种模拟非致命激光武器热效应的实验系统和一种模拟多环境非致命激光武器热效应的实验系统；对激光热驱散装备进行了实验。
5	周波	参谋	无	中国人民武装警察部队工程大学	中国人民武装警察部队工程大学	研究了激光辐照人体皮肤组织光热作用机理，建立了激光辐照多层生物组织的三维有限元模型，仿真分析了不同光源类型以及激光参数和皮肤特征的变化对组织温度场的影响。
6	于云龙	总经理	无	陕西艾利克斯光电科技有限公司	陕西艾利克斯光电科技有限公司	创新性地采用光谱波束合成、柔性光纤、模块化设计三项技术，用小功率激光器设计了大功率驱散装备，既降低了驱散装备的成本又提高输出功率和作用效果，设计了驱散装备的整体结构，将激光热驱散装备推广应用。

7	艾喜红	总工程师	高工	陕西艾利克斯光电科技有限公司	陕西艾利克斯光电科技有限公司	改进设计了激光热驱散装备的整体结构，对激光热驱散装备进行实验。
---	-----	------	----	----------------	----------------	---------------------------------

八、主要完成单位及创新推广贡献

1. 中国人民武装警察部队工程大学：建立了生物组织热损伤模型，研究了激光辐照人体皮肤的光热作用机理，建立了人体手模三维有限元模型，仿真分析了光源类型、激光参数、皮肤特征对组织温度场的影响规律，为激光热驱散装备设计方案的确定提供了依据；采用光谱波束合成、柔性光纤、安全控制和模块化设计四项技术，设计了驱散装备的整体结构，用小功率激光器设计了大功率驱散装备，增强了系统的安全性，克服了传统激光武器的缺点；设计了低细度光纤 F-P 温度传感器，搭建了微创型皮肤组织温度场实时测量系统，设计了模拟人体皮肤特征和血液循环系统的温度场测试假人系统，构建了非致命激光武器热效应实验系统，为激光热驱散装备致热损伤效能研究提供了技术支撑。

2. 西安工程大学：设计了一低细度光纤 F-P 温度传感器，搭建了微创型激光辐照生物组织温度场实时测量系统，设计一种模拟非致命激光武器热效应的实验系统和一种模拟多环境非致命激光武器热效应的实验系统。

3. 陕西艾利克斯光电科技有限公司：创新性地采用光谱波束合成、柔性光纤、模块化设计三项技术，用小功率激光器设计了大功率驱散装备，既降低了驱散装备的成本又提高

输出功率和作用效果；设计了驱散装备的整体结构；将激光热驱散装备推广应用。

九、完成人合作关系说明

本项目由中国人民武装警察部队工程大学的刘加凯、单宁、冯建伟、周波，西安工程大学刘霞和陕西艾利克斯光电科技有限公司于云龙、艾喜红共同完成。

本项目在研究工程中，中国人民武装警察部队工程大学刘加凯、单宁、周波、冯建伟和西安工程大学刘霞共同建立了生物组织热损伤模型，研究了激光辐照人体皮肤的光热作用机理，建立了人体手模三维有限元模型，仿真分析了光源类型、激光参数、皮肤特征对组织温度场的影响规律，为激光热驱散装备设计方案的确定提供了依据；设计了模拟人体皮肤特征和血液循环系统的温度场测试假人系统，构建了非致命激光武器热效应实验系统，为激光热驱散装备致热损伤效能研究提供了技术支撑。

中国人民武装警察部队工程大学与陕西艾利克斯光电科技有限公司采用光谱波束合成、柔性光纤、安全控制和模块化设计四项技术，设计了驱散装备的整体结构，用小功率激光器设计了大功率驱散装备，增强了系统的安全性，克服了传统激光武器的缺点，共同完成了激光热驱散装置样机的研制。

本项目完成人及完成单位排名严格按照对成果的实际贡献大小依次排名。经项目组成员充分协商，按完成人承担研究任务、创新点贡献、推广应用工作量等综合实际依次排

名，各完成人及所在单位一致同意其排名。