

# 热防护服装功能设计与评估 关键技术及产业化应用

主要完成单位：东华大学

主要完成人：李俊、王云仪、苏云、田苗、王朝莉、李小辉、王敏

获奖等级：科技进步奖二等奖



热灾害环境服装热防护性能的精准评估是决定人体安全水平的关键因素。由于热灾害环境的危险性，往往采用实验装置或数值建模方法模拟着装人体热传递过程，评估热防护服装性能，但热灾害环境存在多耦合属性，人体温度采集装置需具备皮肤热物性、三维传热等特征，同时柔性服装导致衣下空间呈现不规则三维形态等。这些关键因素导致现有技术无法实现热灾害环境着装人体的三维热传递模拟，难以准确评估服装热防护性能，一直是行业的难点痛点，成为制约热防护服装产业发展的瓶颈。

项目团队以热防护服装性能精准评估与产业化应用为目标，成功构建了热防护服装产业化集成技术体系，取得了以下重要创新：

1. 自主研发了热灾害环境服装热防护性能测评技术及系统，实现了多灾害耦合环境服装热防护性能精准评估；
2. 基于“替代真实人体皮肤”的生物物理实验，研制了具有人体热生理响应规律的皮肤模拟传感器装置，实现了人体皮肤三维传热及皮肤烧伤分布图谱的精准预测；
3. 提出了衣下空间数字化建模技术，揭示了热暴露前后衣下空间三维形态变化规律；
4. 建立了柔性服装三维瞬态传热模型及仿真平台，实现火灾环境中着装状态下人体传热的动力学仿真；
5. 建立热防护服装多功能融合设计方法，研发具有科技含量的多功能一体化热防护服装。

项目获授权发明专利 9 件，参与修订国际标准 1 项。该项目建成了国际先进的服装热防护性能评估平台，包括闪火、辐射、对流、高温蒸汽等热灾害场景模拟及性能评价，大幅提升热防护服装综合性能设计开发水平，并在国内外知名企业得到应用，经济和社会效益显著。