第十五届中国创造学会创造成果奖

理论创新奖

一、项目名称

飞行器热结构高温烧蚀机理及精细化预测理论

二、主要完成人

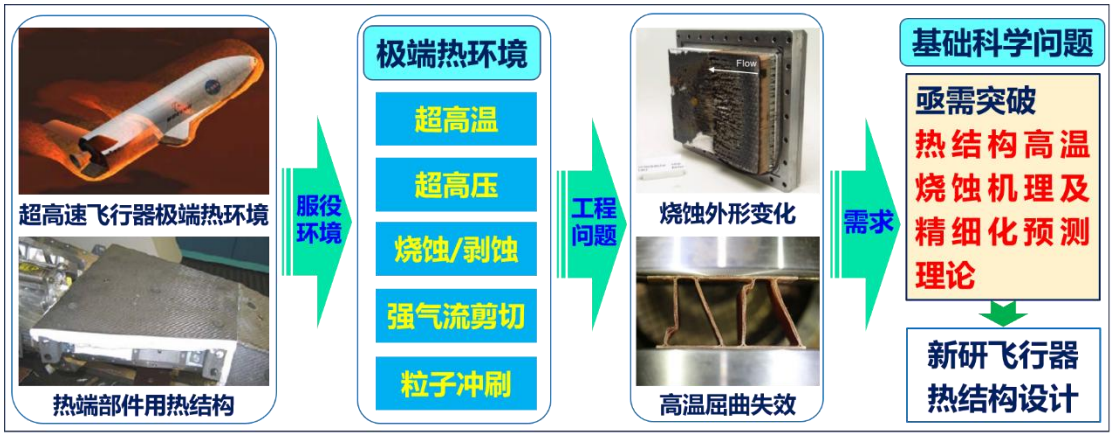
时圣波，陈树生，郭元东，耿玺，孙永超，陈群教

三、主要完成单位

西北工业大学，北京航空航天大学，南京航空航天大学，中国人民解放军国防科技大学，山东源瑞试验设备有限公司

四、项目背景（200 字以内，1-3 张照片，10MB 以内）

高温复合材料热结构是保障新一代飞行器超高速、强机动、长航时飞行的关键热防护系统，更是决定超高速飞行器设计成败的核心要素。飞行器服役环境下高温复合材料热结构会发生复杂的烧蚀、相变、热演化及热失效过程，这些动态过程会危及飞行器的服役安全及生存能力。因此，突破飞行器热结构高温烧蚀机理及服役性能精细化预测理论，提高新研飞行器防热结构设计水平，具有十分重要的科学意义和工程价值。



五、关键技术（300 字以内、列出支撑成果及评价水平）

项目围绕“飞行器热结构高温烧蚀性能精细化预测理论”这一基础交叉科学问题，从微、细、宏观角度出发，阐明了极端热环境条件下热结构的多尺度、多途径烧蚀、传热机理，构建了热结构烧蚀/防热/隔热性能精细化理论预报模型，实现了热结构表面烧蚀外形的精确预测；揭示了热结构内部质量和能量交换机制，建立了热结构瞬态热响应半解析预报方法，实现了温度场的精确预测；厘清了烧蚀后退、炭层损伤等烧蚀形貌与热应变、热应力、热强度之间的关联关系，发展了热结构烧蚀/变形/失效一体化预示方法，突破了热结构力-热-化多场耦

合响应的准确预报。经专家鉴定，该研究成果总体达到国际先进水平。

六、综合效益（200 字以内、列出代表性工程、并注明工程特色）

相关研究成果在国内外权威学术期刊共发表 SCI/EI 论文 82 篇，出版专著、译著和书章共 3 部。基于该项目成果开发的高速飞行器热结构设计与评估一体化软件平台，填补了国内在超高速热结构精细化设计与评估工具领域的技术空白，已被航天科技、航天科工、航空工业、兵器工业等多家航空航天院所采用，有力支撑了新一代超高速飞行器等多项工程任务的高效设计与工程实施，具有显著的应用价值、经济效益和推广前景。