

北京航空航天大学 航空应急救援研究情况简介

北京航空航天大学

2021 年 06 月

1. 团队简介

北京航空航天大学体系化设计与运用研究团队以“航空器先进设计技术”工业和信息化部重点实验室、“城市应急保障与模拟技术”北京市重点实验室和“虚拟现实技术与系统”国家级重点实验室、“航空科学与技术”国家级虚拟仿真实验中心等优势科研平台为依托，在航空器体系化设计与运用技术的学术和科研方面已经持续开展了 10 余年的工作，研究成果在航空、航天、船舶等各大工业集团和空军、交通运输部救捞局、首都机场、中国国航、北京市红十字会、华西医院等近 50 家用户的多个典型军/民用航空航天装备型号上得到应用。

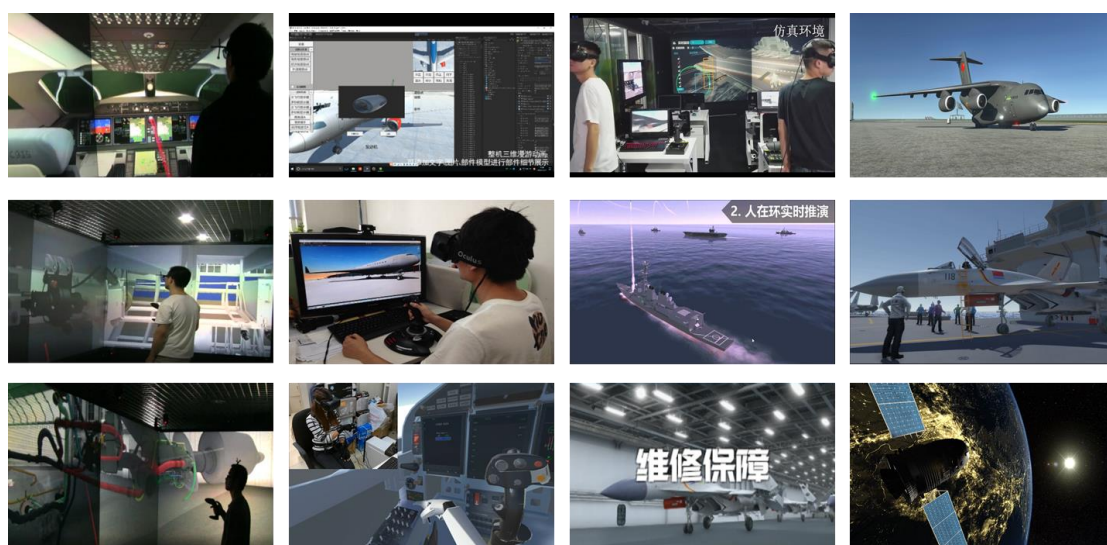


图 1 典型案例

在航空应急救援方面，北航飞行器体系化设计与运用研究团队综合了北航相关领域的多方面学科优势，在工信部、科技部等重大科研项目的支持下，通过自主研发，逐步形成了航空应急救援辅助决策与协同训练平台。该平台涵盖航空应急救援辅助决策仿真推演系统和航空应急救援虚拟协同训练系统两大系统，通过平台可以实现两个系统层面的有机融合，即辅助决策牵引协同训练，协同训练对辅助决策的方案进行演练，为开展“行动有方、训练有素”的航空应急救援提供支撑。



图 2 航空应急救援辅助决策与协同训练平台功能架构

2. 航空应急救援研究情况简介

北航体系化设计与运用研究团队通过多年来在航空应急救援领域的探索与实践，逐步形成了顶层规划、装备研制、辅助决策、人员训练等多场景应用。



图 3 航空应急救援多场景应用

1) 顶层规划

根据我国常见的大型自然灾害等突发事件类型，围绕国家航空应急救援体系的航空器数量需求、机型组成结构、救援装备配备等顶层规划问题，通过开发航空应急救援体系顶层规划仿真推演系统，开展航空应急救援需求分析、体系构建、

推演仿真、效能评估等研究，为国家应急管理部的航空应急救援体系顶层规划提供理论支持。

● 航空应急救援力量布局规划仿真

针对我国森林火灾，洪涝和地震灾害的需求分布，结合直升机的性能和任务剖面，给出了现有布置下的全国自然灾害需求分布。并以需求为基础，设计基地选址基本规则，以一定覆盖率为指标，构造基地布置模型，并给出了不同国产机型与进口机型数量比例下的基地布置可能范围及最优布置方案。

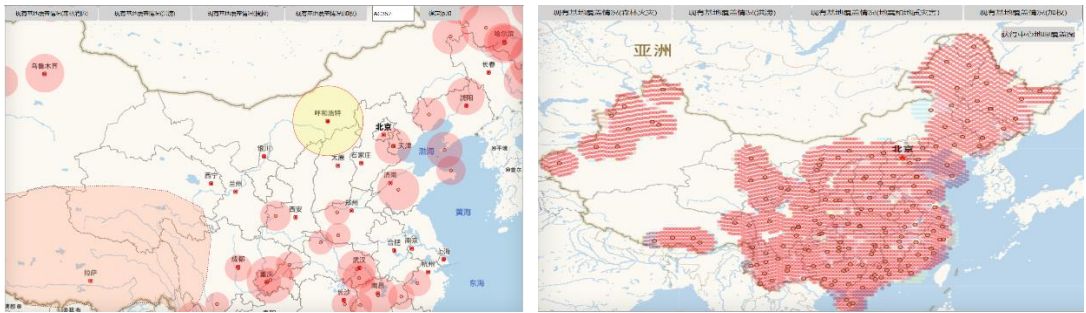


图 4 航空应急救援力量布局规划仿真系统

● 航空应急救援体系规划与运用仿真

围绕省级区域航空应急救援体系规划的航空装备配置与力量部署需求，通过装备配置、力量部署、任务规划等工作，设计多机型联合运用的航空应急救援体系方案并进行推演、评估和决策，为区域航空应急救援体系规划与运用提供支持。



图 5 航空应急救援体系规划与运用仿真

2) 装备研制

在我国经济步入高质量发展新阶段，国家应急管理体系亟需提升应急救援装备的现代化建设，特别是航空应急救援装备，以提升应对突发事件的快速响应能力、资源投送能力。围绕国产航空应急救援装备研制过程中的航空应急救援任务需求捕获、指标论证及任务效能评估等问题，开展面向航空应急救援装备的任务

场景应用仿真研究，为国产航空应急救援装备的设计研制提供支持。

● 人在环半物理灭火系统飞行仿真验证

针对 AG600 灭火任务仿真，构建典型高分辨率灭火任务场景，建立森林火场蔓延模型与通用飞机投水模型，实现人在环投汲水灭火系统仿真验证。



图 6 人在环半物理灭火系统飞行仿真验证

● ARJ21 灭火机灭火环境仿真与灭火效能研究

针对 ARJ21 改型灭火机的灭火任务仿真，建立灭火效能评价指标，开展灭火剂投放运动仿真及灭火效能评估研究，分析飞行参数及灭火剂投放参数对灭火效能的影响，为飞机飞行和投水方案设计提供指导。

3) 辅助决策

我国的突发公共事件种类多、分布广，科学、可操作的应急方案辅助决策是保证航空应急救援任务安全和效率的重要保证，但面向重大事件的航空应急救援实践少、经验缺，“用什么”、“怎么用”已成为涉及多机型多架次联合行动的重大事件救援中亟待解决的难题。

航空应急救援辅助决策仿真推演系统针对应急方案辅助决策，通过突发事件

任务想定快速构建、航空应急力量能力建模、预案推演仿真、综合效能评估，为航空应急救援的救援预案编制、调度辅助决策等提供支撑。

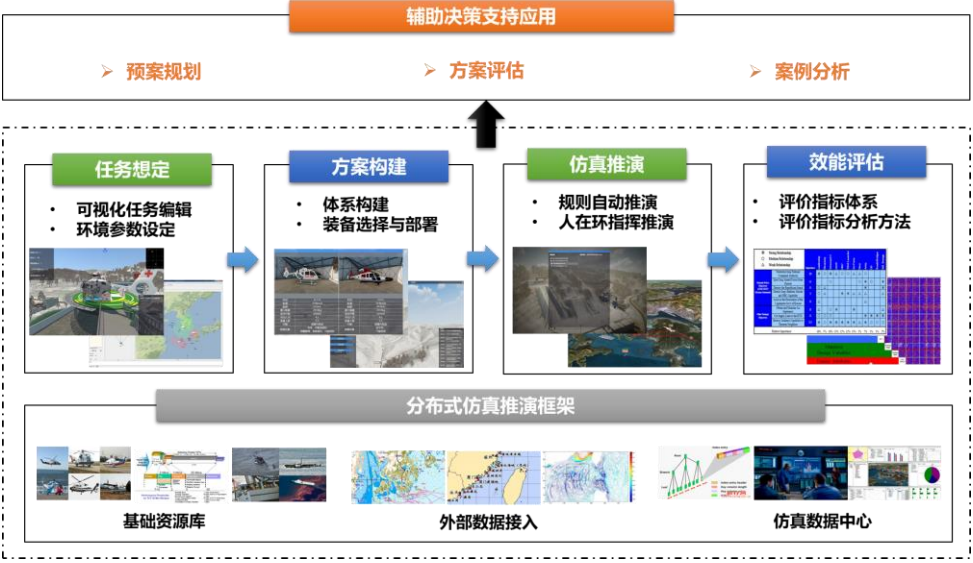


图 7 航空应急救援规划调度辅助决策系统

团队与应急管理部森林消防局、交通运输部救助打捞局、北京市 999 急救中心、中国飞龙通航等一线的航空应急救援单位、中国航空工业集团公司等航空器制造商实现了广泛而密切的联合，在海上应急决策支持、面向洪涝灾害的航空应急救援调度策略仿真推演、冬季运动航空医疗救援体系等领域进行了深度合作。

● 海上应急处置决策支持系统

由北京航空航天大学牵头，联合中国直升机设计研究所、中航通飞研究院有限公司、中航通飞华南飞机工业有限公司、哈尔滨飞机工业集团有限责任公司、交通运输部东海第二救助飞行队、中国飞龙通用航空有限公司、中国民航科学技术研究院七家单位，针对海上突发事件进行方案仿真推演与辅助决策支持。

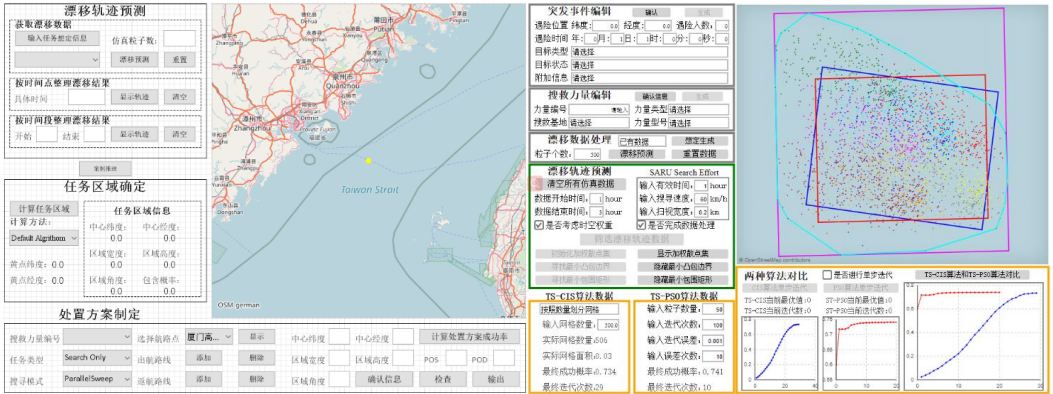


图 8 海上应急决策支持系统

● 面向洪涝灾害的航空应急救援调度策略仿真推演

针对我国洪涝灾害险情下的航空应急力量调度指挥辅助决策，围绕现有航空应急力量的救援规划与指挥调度问题，通过洪涝灾害险情态势的快速构建、航空应急力量能力建模、任务推演仿真、综合效能评估，为洪涝灾害突发险情下的航空应急力量精准调度与指挥提供一定的参考。



图 9 面向洪涝灾害的航空应急救援调度指挥仿真推演系统

● 冬季运动航空医疗救援体系仿真

针对辅助决策，联合北京市红十字会急诊抢救中心（即 999 急救中心，2022 年北京冬奥会直升机医疗救援服务商），针对航空医疗救援的体系探究与设计支持，在考虑多种条件约束的情况下，通过起降点的选择、直升机的部署等进行体系方案的设计，实现体系设计预案的仿真推演，评估不同方案的应对流程和任务耗时等效能指标。



图 10 航空医疗救援体系探究与设计支持系统

● 930 水难特种救援演习应急处置预案仿真

航空应急救援 VR 决策支持系统针对应急方案辅助决策，通过突发事件任务想定快速构建、航空应急力量能力建模、预案推演仿真、综合效能评估，为航空应急救援的体系顶层规划、救援预案编制、调度辅助决策等提供支撑。2020 年 9 月 30 日，国家应急管理部孙华山副部长现场观摩公羊救援队水难特种救援演习。



图 11 孙华山副部长现场观摩救援演习



图 12 预案推演仿真

4) 人员训练

突发事故现场危险性大、环境复杂多变，难以复现；而且通过实际飞行进行训练的成本高、风险高。现有的飞行模拟器材以飞行技能训练为主，迫切需要能对各种类型、不同等级的突发事件中的单机多人、多机多人、空地一体进行人员训练和联合演练的手段，破解“练不了”、“练不起”的难题。

针对人员训练，形成了面向森林灭火、医疗救援、地震搜救、山区救援、海上搜救等任务场景的航空应急救援虚拟协同训练系统。系统采用组件化编辑方法，将典型航空应急救援任务要素（地形、环境、装备、角色、突发事件等）封装为独立的虚拟现实任务组件，利用这些组件可快速构建出各类复杂的航空应急救援虚拟现实任务场景，用于飞行员、救援人员协同的多人多机模拟航空应急救援任务过程，并支持教员实时对任务过程进行评估及训练数据的分析评价。具有多任务、协同化、低成本的特点，在机组资源管理、程序训练、教学评估等方面有着广阔的应用前景。

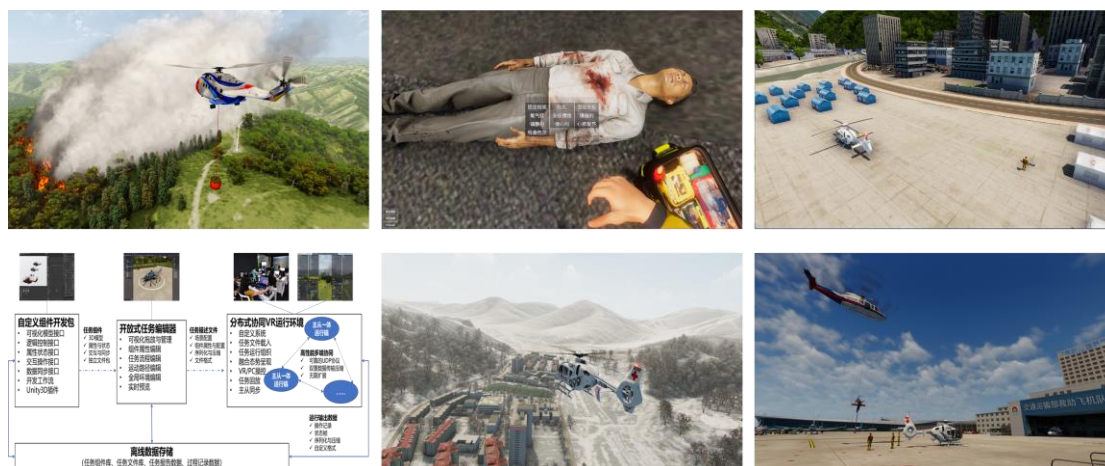


图 13 航空应急救援虚拟协同训练系统

该系统已在北京市红十字会急诊抢救中心、四川华西医院、中国飞龙通航、海丰通航等一线救援单位得到了实际的应用，并用于国家卫生健康委员会医政医管局指导、中国医学救援协会主办的全国航空医疗救护专业培训班，收到了良好的反响。此外，团队与北京市红十字会急诊抢救中心联合成立了“航空医疗救援支持技术联合实验室”，建立了“航空医疗救援智能虚拟现实训练基地”，以进一步加强在航空医疗救援体系的科研与应用方面的合作。



图 14 航空应急救援虚拟协同训练系统应用情况



图 15 团队与北京 999 急救中心联合成立了“航空医疗救援支持技术联合实验室”