

## 1.1 目标思路

本课题针对“全灾种、大应急”航空救援组织实施过程中的需求，基于历史经典案例开展对突发事件应急需求与航空应急救援体系的系统性研究，形成规范的航空应急救援组织实施流程并基于仿真与效能评估技术验证航空应急救援组织实施流程及战法的合理性。其主要技术路线如下所述：

1. 航空应急救援组织实施流程背景调研
  - a) 全面分析国内外航空应急救援组织实施和救援能力的现状
  - b) 收集航空应急救援相关的经典案例数据，深入剖析其经验规律
  - c) 结合直升机/通用飞机特征分析航空应急救援组织实施的任务需求
2. 航空应急救援组织实施基本流程研究
  - a) 考察救援过程中的航线审批、野外加油保障条件
  - b) 研究应急救援各力量单位间的体系化合作方式：空地协同，多机组联合救援
3. 搭建仿真平台，建立航空应急救援组织实施模型
  - a) 提炼航空应急救援关键力量单位的数学模型
  - b) 构建各类突发事件的组织实施基础流程模型
4. 建立航空应急救援评价指标体系
  - a) 考察影响和定义体系任务效能的评价指标
  - b) 基于定量形式研究各项主要指标的分析方法
5. 体系任务效能关键因素及优化算法研究验证
  - a) 研究航空应急救援任务中影响体系任务效能的关键因素
  - b) 结合数据分析和数学最优化理论提出优化方案和配套算法
  - c) 基于可视化分析系统进行优化方案的模型验证

## 2 项目主要方案

### 2.1 主要内容

#### 2.1.1 研究对象

本课题以国家“多灾种”“大应急”救援任务需求为出发点，以充分发挥航空应急救援力量在不同灾害救援中的快速、高效、受地理空间限制较少等优势为目标，依托虚拟仿真验证平台，归纳总结航空应急救援任务的组织实施流程，研究航空应急救援任务中影响体系任务效能的关键要素（力量选择，任务分配），从而提出一套优化空地协同、多机组联合救援的战术战法，以及关于航线审批、野外加油等保障条件的可行性分析报告。在此基础上，提出加强和规范我国航空应急救援组织实施工作的意见建议，争取实现有限资源条件下我国航空应急救援组织实施能力的涌现性提升。

#### 2.1.2 总体框架

本研究将按照航空应急救援组织实施能力建设所涉及的我国航空应急救援体系背景情况、航空应急救援组织实施基本流程及建模技术、航空应急救援任务评价指标体系、航空应急救援组织实施流程优化及验证等重点部分展开相关研究。

##### 1. 航空应急救援组织实施问题现状及需求调研

收集航空应急救援任务的历史处置案例并进行分类研究（自然灾害，事故灾难，公共卫生与社会安全），总结航空应急救援任务的关键特征。

在案例基础上，从航空应急救援任务的关键特征和我国“全灾种、大应急”的任务需要两个方面，提出我国应急救援任务对于航空应急救援力量的需求。

进一步分析我国现有专业航空应急救援力量的分布以及覆盖范围，根据针对直升机/通用飞机的性能与特点，明确我国航空应急救援组织实施和救援能力的现状，提出我国航空应急救援任务对于直升机/通用飞机组织实施流程的需求。

##### 2. 航空应急救援组织实施基本流程及建模技术研究

在航空应急救援任务需求分析的基础上，归纳并研究提出利用航空应急力量快速、高效、受地理空间限制较少等优势组织实施不同类型突发事件救援的流程，其组成要素包括直升机/通用飞机在各类突发事件（自然灾害，事故灾难，公共卫生与社会安全）中的：航线审批、野外加油等保障条件；基本任务组成（运出人员，喷洒药剂）；任务执行流程（任务1，任务2顺序）；与各救援力量单位（航空器，船舶，车辆，人员）的合作协同方式（空地协同、多机组联合救援）。

进一步基于多智能体建模技术，构建各类突发事件的基础任务流程模型，并进行简化仿真模拟，从而获得航空应急救援组织实施过程中生成的可用于评价分析的指标数据。

### 3. 航空应急救援任务评价指标体系构建

根据航空应急救援组织实施基本流程和历史案例，从直升机/通用飞机、救援目标的安全性和搜索、救援、运输的任务效能等方面构建组织实施流程的**评价指标体系**，衡量应急任务处置的有效程度，基于定量指标，研究各项主要指标的分析方法。

### 4. 航空应急救援组织实施流程优化及验证研究

根据航空应急救援评价指标体系和组织实施的基本流程，研究航空应急救援任务中影响**体系任务效能的关键因素**（入场方式，搜寻路径），在此基础上进一步结合数据分析和最优化理论提出**优化方案和配套算法**以提升航空应急救援体系任务效能。进一步通过航空应急救援组织实施**可视化分析系统**进行优化方案的模型验证。

## 2.1.3 重点难点

（1）研究重点。一是通过调研分析我国航空应急救援组织实施和救援能力的现状。二是通过文献调研和走访一线单位等方式，提炼航空应急救援任务中组织实施不同类型突发事件的流程。三是根据构建基本流程仿真平台，进行多智能体可视化建模。

（2）研究难点。一是整理和分类不规则，多缺省的历史案例，并从中提取共通性的经验启示和基础数据。二是针对多类航空应急救援任务内容，精细化构建组织实施评价指标体系。三是提出航空应急救援任务中影响体系任务效能的关键因素，并基于数据分析和最优化理论给出提升体系任务效能的方式，并基于仿真平台验证。

## 2.2 实现方式

### 2.2.1 基本思路

坚持任务牵引。本课题旨在针对我国“全灾种、大应急”的任务需要，在深入剖析航空应急救援案例经验启示的基础上，对灾害事故发生后航空救援任务的组织实施，工作流程，空地协同、多机组联合救援等战法，以及航线审批、野外加油等保障条件等进行研究，提出加强和规范我国航空应急救援组织实施工作的意见建议，形成研究报告和航空应急救援行动组织工作流程。

坚持问题导向。本课题将靶向瞄准长期以来，我国航空应急救援体系组织实施过程中存在的基础流程不明确，多单位体系化协同度低，评价体系不具体，体系任务效能有待提高的瓶颈性问题，研究形成具有针对性和可操作性的理论观点和解决方案。

坚持实证调研。开展在交通、民航、林草、水利、地质、气象等部门间的调研，考察江西、浙江、四川、山东等航空应急救援先进省份，掌握航空应急救援一线单位的处置模式，摸清航空应急救援资源底数，了解航空应急救援领域机场、装备、队伍建设实现状态，为课题研究提供真实准确的数据支撑。

坚持体系思维。本课题将化解突发事件救援过程中各应急救援单位间的壁垒，从体系化视角，提出航空应急救援任务中影响体系任务效能的关键因素，再从后勤保障，协同方式，任务执行流程等方面提出具有实践指导意义的体系化协同方法，形成航空应急救援体系的整体合力。

坚持仿真验证。本课题依托北京航空航天大学体系化设计与运用团队深厚的建模仿真技术积累，建立直升机/通用飞机在各类突发事件中的基础任务流程模型，并进行简化仿真模拟，从而获得可用于评价分析的指标数据，并进行创新算法的仿真验证。

### 2.2.2 研究方法

1. 文献分析法: 课题组将通过大量相关阅读文献,了解我国航空应急救援体系基本情况,对比世界不同国家,我国不同地区的航空应急救援组织实施基本流程,分析其中的关键问题和可以借鉴之处。同时收集整理国内外航空应急救援经典案例,并从中提取研究数据和客观经验。
2. 实地调研法: 课题组拟通过对东海救助飞行队,北方航空护林总站,中国地震应急搜救中心,通飞研究院等一线/科研单位进行走访调研,获得其航空应急救援组织实施的实际经验和历史数据。
3. 数学建模法: 通过数学方法从定量的角度分析和研究航空应急救援组织实施问题,将应急救援单位及其运行规律抽象为数学模型,并在评价指标体系(优化目标)的基础上,设计优化器对数学模型进行求解,然后根据计算结果引导解决实际问题。
4. 仿真模拟法: 构建航空应急救援组织实施可视化分析系统验证“全灾种、大应急”航空救援组织实施流程。在航空应急救援组织实施可视化分析系统中,可以较为便利的调整系统参数,研究各关键因素对于体系任务效能的影响,并验证创新算法的效果。

## 3 三、项目进度计划

### 3.1 完成日期

合同签订 x 周内完成项目开题和方案评审;  
2021 年 xx 月 xx 日完成项目中期检查;  
2021 年 xx 月 xx 日完成终期评审。

### 3.2 预期成果

《典型航空应急救援任务类型与案例研究报告》纸质 1 份  
《我国航空应急救援体系分析及任务需求研究》纸质 1 份  
《我国航空应急救援组织实施和救援能力现状》 纸质 1 份  
《航空应急救援组织实施流程评价指标体系研究报告》纸质 1 份  
《基于仿真建模的航空应急救援组织实施流程研究》纸质 1 份  
航空应急救援组织实施可视化分析系统源码 光盘 1 张

## 4 服务报价