

基于地理信息的“航空+”业务系统技术研究与应用

2019年3月，李克强总理所作的《2019年政府工作报告》中指出，要加大民用和通用航空等基础设施投资力度；11月，在主持中央政治局第十九次集体学习时，习近平总书记指出，要加强航空应急救援能力建设，完善应急救援空域保障机制。随着国家及地方在通用航空领域给予的政策支持及战略规划布局，通用航空作为一种先进的生产工具和技术手段，在我国经济和社会发展中起到了举足轻重的作用，尤其在民用无人机产业，实现了中国制造向中国创造的转型。

地理信息产业，作为高技术产业、现代服务业和战略性新兴产业，已成为国民经济发展新的增长点。根据中国地理信息产业发展报告（2019），我国地理信息产业产值为5957亿元，同比增长15%，地理信息产业已进入高质量发展转型阶段。

基于上述背景，中绘云图信息科技有限公司和福建图宇燎原信息技术有限公司项目团队以“航空护林”业务为切入点，融合地理信息、下一代互联网、移动互联网、物联网、云计算等新技术，提炼形成技术方案，研发“航空+”业务系统，创新基于地理信息的“航空+”服务模式，推动地理信息科技进步，提升行业业务应用信息化水平。

项目的研究内容主要分为以下四个部分：“航空护林”业务需求分析、关键技术研究、“航空+”业务系统研发和产品应用推广。项目成果包括：软件产品成果7套、软件著作权成果6件、项目文档成果等。

在成果推广方面：地区上，“航空+”系列产品已在福州市、天津

市、漳州市、莆田市、泉州市、平潭综合实验区 6 个地区推广使用或试用中，其中包含 2 个省级用户单位、3 个市级用户单位以及 1 个县级用户单位。行业上，“航空+”系列产品相继推出了航空护林指挥调度综合管理系统、航空农事一体化平台、航空巡检 GIS 系统、航空消防一体化平台、通航 GIS 综合管理平台、中海油 NDB 管理平台等，满足了农业、林业、消防、电力等部门对“航空+”业务系统的需求。

随着项目成套关键技术的沉淀、系统研发的持续投入以及“航空+”系列产品的推广使用，在涉及到林业、农业、电力、消防等行业的政府部门、企业用户通过通用航空与地理信息的集成应用，避免了以往项目实施的流程贯通难、航空成果孤岛等各类难题，节约了经费投入，降低了生产成本，提高了自身的工作效率，“航空+”系列产品具有广阔的市场推广前景，特别是 5G 技术的商用拓展，将进一步深化市场应用，成果将推广到更多的行业。” “1. 立项背景

目前，我国通用航空事业的发展仍然处于初级阶段，行业业务应用不够深入，特别是在应急救援领域，加之技术尚不成熟等客观现实问题的存在，使得各行业在面对突发危机事件时，保障不够及时、不够精确、不够全面。如何融合地理信息、下一代互联网、移动互联网、物联网、云计算等新技术，解决诸如应急救援、医疗救护、森林防火中“最后一公里”的难题是我国通用航空事业的关键问题。

以森林防火为例，2020 年 3 月 28 日四川凉山发生森林火灾，在抗击火灾过程中，有 18 名专业扑火队队员和 1 名向导牺牲，3 名扑火队员受伤。而距离 2019 年凉山火灾 3.30 事件，仅仅过去一年，在

那场大火中 30 名扑火员牺牲。除此之外，还有 2018 年美国加州森林火灾、2019 年的澳大利亚火灾，不仅是造成人员伤亡、财产损失，还会影响地区和全球气候变化和生态系统的生物多样性。传统的人工巡查和管理方式效率低、损失重。航空护林以其机动灵活性发挥“发现早、行动快、灭在小”的优势，已成为森林防火中独特的、不可替代的手段。

项目团队以“航空护林”业务为切入点，分析“航空护林”业务需求，解决诸如通用航空飞行综合保障、基于位置定位及融合通信的实时数据回传、飞行数据处理与集成、应急指挥调度等关键问题，开发“航空+”业务应用系统，推出“航空+”系列产品，如航空护林、航空农事、航空巡检、航空消防等，并应用到农林、环保、水利、电力、公安、消防等政府信息化工作中，创新基于地理信息的“航空+”新型服务模式，进一步提升行业的通航业务应用信息化水平，推动地理信息产业做强做大，对于促进我国产业结构调整与经济转型，实现高质量发展具有重要的战略意义。

2. 科技含量

（1）总体思路

项目团队通过深入分析“航空护林”业务需求，得出通用航空飞行综合保障、数据处理与管理、图传接收移动观察、通用业务管理、地理信息辅助决策、航空指挥调度、无人机应急指挥、航空护林 APP 等航空护林业务需求点。结合“航空护林”业务需求，融合地理信息、

下一代互联网、移动互联网、物联网、云计算等新技术，研究“航空+”地理信息关键技术，提炼通用航空飞行综合保障、飞行数据处理与集成、分布式云存储与按需服务、大规模虚拟场景的组织管理与实时绘制等关键技术点，在此基础上提炼形成系统技术方案，研发“航空+”业务系统，包括通用航空飞行综合保障子系统、数据处理与管理子系统、综合业务管理子系统、地理信息辅助决策子系统、应用支撑子系统和“航空+”APP 六大应用子系统。推出“航空+”系列产品，如航空护林、航空农事、航空巡检、航空消防等，并应用到农林、水利、电力、消防、测绘等行业信息化工作中，创新“航空+”GIS 的新型服务模式，推动行业应用。

（2）技术方案与创新成果

在总体思路的基础上，将“航空+”业务系统应用作为一个整体进行规划，采用分层设计思想，实现“数据、管理、服务、应用相对分离”的总体架构。

1) 系统功能设计

包括通用航空飞行综合保障子系统、数据处理与管理子系统、综合业务管理子系统、地理信息辅助决策子系统、应用支撑子系统、“航空+”APP 等。

①通用航空飞行综合保障子系统

通用航空飞行保障系统保障通用飞机安全飞行、顺利完成作业任务，实时掌握通用飞机待飞情况、飞行状态、飞行轨迹、机器余量等信息。

②数据处理与管理子系统

I 图传接收子系统

通过无线图传系统获取飞机当前的位置、姿态、连接状态、电量及速度等数据，并对各类数据和相关业务数据依照相关要求进行处理、加工、统计、分析。

II 业务数据库管理

数据库管理是系统建设的核心，包括基于空间数据、基础地理信息数据、专题数据、业务数据、方法或模型数据。

③综合业务管理子系统

I 通用业务管理

实现通用业务的统一管理，涵盖无人机和有人机的采购、入库、列装、使用、维修等环节，还包括航线设计、飞行申报、飞行指挥调度、飞行日志、数据采集与传输、报表统计、图表展示、影像信息共享等功能。

II 行业应用——以航空护林为例

结合不同的行业需求，推出“航空+”系列产品。以航空护林为例，在通用板块的基础上，增加护林业务模块，如林区巡逻、火情侦察、机降灭火、林区照相、资源勘探、森林病虫害防治、野生动物保护以及火烧迹地播种造林等。

④地理信息辅助决策子系统

建设卫星影像和二维、三维电子地图，叠加地理信息数据、移动业务终端采集的图像视频数据、专题数据等，生成行业专用的地理信

息辅助决策子系统，为指挥调度提供基础支撑。

⑤应用支撑子系统

应用支撑子系统是一个信息的集成环境，是将分散、异构的应用和信息资源进行聚合，通过统一的访问入口，提供一个支持信息访问、传递、以及协作的集成化环境。

⑥“航空+”APP

I 对于数据采集功能的移动终端，具有图像、视频的采集、上传功能，能与管理系统进行集成；

II 手持移动终端 APP，面向业务人员使用，主要进行实时定位、巡护轨迹记录以及图像视频拍摄等，满足指挥调度、航空巡护等工作的需要。

2) 关键技术

①通用航空飞行保障

在航路飞行中，通过 GPS 接收位置数据实时在 GIS 电子地图上显示飞机飞行具体方位，通过 ADS B 接收临近飞机的数据信息，同时显示在 GIS 电子地图上，利用 GIS 的缓冲区分析技术和通用飞机冲突探测模型建立飞机圆形缓冲区，判断是否与其它飞机存在冲突碰撞隐患，及时在 GIS 电子地图上加亮显示，为飞行员提供直观告警提示，并伴随语音告警，避免冲突事故。

②飞行数据处理与集成技术

飞行数据包括实时定位数据、飞行姿态数据、搭载传感器实时数据等。由于每种报文都涵盖用户想要传输和获取的数据信息，所以对

报文的有效处理至关重要。无论对哪种格式的报文进行解析处理，实质都是对报文内的字符以及字符串的识别、配对和处理过程。在分析传统编程解析、基于人工智能的处理方法以及正则表达式解析法，提出基于正则表达式的模式匹配算法解决飞行数据处理与集成。

③分布式云存储与按需服务技术

航空应用的三维几何模型和相关的地理数据、多媒体数据，将是海量的、与地理位置关联的大数据集，需要考虑采用分布式存储。基于云的地理空间数据存储和按需服务，提供了新的解决途径。

④大规模虚拟场景的组织管理与实时绘制技术

基于三维实体模型的“航空+”业务应用系统，涉及到大规模海量虚拟场景的组织管理与实时绘制技术。需要利用 LOD 优化算法、八叉树和层次包围盒、线性方程测试预裁剪等技术解决大规模航空三维场景的组织管理，需要利用 GPU 机制和技术解决实时渲染大规模航空三维场景的动态和真实感效果。

(3) 实施效果

项目总投资 1153.8 万元，目前项目成果已推出航空护林、航空植保、航空巡检、航空消防、航空测绘等行业应用产品，成果已经应用到福建省航空护林总站等部门，产生直接经济效益约 2873.16636 万元，预计间接经济效益 16929 万。

3. 创新点

(1) 创新内容

①基于位置定位及融合通信技术的实时数据回传机制

通过 GPS/BDS 定位技术，实现通用航空巡护的实时位置感知；基于通用航空无线通信、Socket 通信等融合通信技术，实现对通用航空器的实时轨迹跟踪；同时结合流媒体技术实现移动智能终端多媒体采集数据实时回传到指挥平台，为后台指挥管理提供实时数据支持。

②基于多源传感器的“航空+”智能决策模型

基于红外热感成像、纳米波滤光穿透等技术，集成多源多类型的传感器，获取丰富的传感器数据，通过高精度、高复杂度的深度学习算法，实现自动检测、识别，依托 Hadoop 数据存储，Spark 分析计算建立“航空+”智能决策模型，为应急救援、防灾减灾等业务提供辅助决策。

③基于视觉即时定位与地图构建技术的无人机快速三维重建

即时定位与地图构建技术是机器人在未知环境下自主作业的核心关键技术，为机器人构建周围环境图，同时提供机器人在环境图中的位置，并随着机器人的移动而进行环境图的增量式构建与机器人的连续定位，是实现机器人环境感知与自动化作业的基础。视觉即时定位与地图构建以增量式方式进行特征点的追踪，并引入局部影像网平差技术处理序列图像，快速获取影像的位姿参数，实现了实时定位，并具有高效制图能力。将即时定位与地图构建序贯处理方法引入无人机三维重建中，获取无人机序列影像的初始位姿信息，建立图像匹配优先度队列，并采用 ORB 特征描述子有效减少匹配计算量，依据影像 GPS 定位结果校正制图结果，结合视差图融合方法快速获得三维重建

结果，实现无人机影像快速三维重建。

（2）创新成果

软件著作权成果 6 项，其中著作权人为中绘云图信息科技有限公司 2 项，著作权人为福建图宇燎原信息技术有限公司 4 项。

①二三维一体化地理信息应用平台软件 V1.0

②农林二三维地理信息管理系统 V1.0

③农业智能化物联网监管系统 V1.0

④地理信息应用管理系统 V1.0

⑤三维可视化管理系统 V1.0

⑥地理信息系统应用管理平台 V1.0

实用新型专利 2 项：

①一种二三维规划、统计、展示、分析、应用地理信息系统

②一种集成大数据接入、存储、分析、可视化的云端平台

4. 国际比较

通用航空技术在国内各领域的应用广泛。在军事领域，可以起到侦查卫星、空中预警、军用战斗等功能；在民用领域，例如，城市管理、农业建设、地质勘查、气象监测、抢险救灾等，与传统的人力相比，效果显著。

在通用航空应用遍地开花的热闹景象背后，存在着应用模式不够多样化和灵活化，脱离行业需求，可操作性不强等现实问题。就地理信息行业来说，其实“通用航空+GIS”远不等于航测。“通用航空

+GIS”应以 GIS 行业应用为出发点，通用航空的作用不局限于航测，而是作为信息采集平台。相对于其他“通用航空+GIS”产品，“航空+”地理信息系统具有以下几个方面特色：（1）快速低成本的获取各类基础数据和应用数据成果，采取“一张图”的理念，将地理信息数据和行业业务数据融为一体，可完成行业可视化管理和智能化操作；（2）通用航空数据获取、处理、显示管理以及通用航空器维护的一站式智能 AI GIS 系统：包括支持有人机、无人机等种类丰富的飞行平台、满足各种应用需求的航线模式、支持真三维地形数据的精准三维航线规划、三维实时飞行监控、快速的飞行质检、丰富的数据处理工具箱、稳健的精度控制和自动成图、可视化的监控中心、以及系统升级、智能维护、信息推送等云服务；（3）系统具有丰富图像分析和统计分析：对通用航空器采集的倾斜摄影数据、低空多光谱遥感数据、定位数据等进行分析，可以用于洪水灾害模拟、危险源识别、路线规划等多领域，同时，通用航空器产生的大量数据，生成的三维模型数据必定会促进二维地理数据库转向三维。二维地图将向信息更加丰富的三维方向转变。（4）根据不同行业定制模块：包括巡检模块、消防救援模块、环保监测模块、护林模块等，满足各行各业需求，增强可操作性。”

在地区上，“航空+”系列产品已在福州市、天津市、漳州市、莆田市、泉州市、平潭综合实验区 6 个地区推广使用或试用中，其中包含 2 个省级用户单位、3 个市级用户单位以及 1 个县级用户单位。

在行业上，“航空+”系列产品相继推出了航空护林指挥调度综合管理系统、航空农事一体化平台、航空巡检 GIS 系统、航空消防一体

化平台、通航 GIS 综合管理平台、中海油 NDB 管理平台等系列产品，满足了农业、林业、消防、电力等部门对“航空+”业务系统的需求。

在效益上，“航空+”系列产品已累计签订合同额约 2873.16636 万元，约 6 个用户出具了用户使用报告或使用说明，系统使用操作简单、功能丰富、性能稳定，能够很好地满足用户的指挥调度、应急抢险、防灾减灾、巡检等需求，取得了良好的经济效益和社会效益。随着我国通信技术的迅猛发展，5G 技术的商用拓展，未来基于通用航空+GIS 的“航空+”系列产品将不再受到信息传输限制，市场将进一步深化，成果将推广到更多的行业。

目前已产生的成果和推广应用情况如下：

（1）软件产品成果

“航空+”—航空护林指挥调度综合管理系统；

“航空+”—航空农事一体化平台；

“航空+”—航空巡检 GIS 系统；

“航空+”—航空消防一体化平台；

“航空+”—通航 GIS 综合管理平台；

“航空+”—中海油 NDB 管理平台；

“航空+”—航空测绘。

（2）软件著作权成果

①二三维一体化地理信息应用平台软件 V1.0；

②农林二三维地理信息管理系统 V1.0；

③农业智能化物联网监管系统 V1.0；

④地理信息应用管理系统 V1.0

⑤三维可视化管理系统 V1.0;

⑥地理信息系统应用管理平台 V1.0。

(3) 专利成果

实用新型专利 2 项:

①一种二三维规划、统计、展示、分析、应用地理信息系统;

②一种集成大数据接入、存储、分析、可视化的云端平台。

(4) 项目文档成果

项目需求规格说明书;

项目概要设计书;

项目详细设计书;

项目数据库设计说明书;

项目部署手册;

项目用户使用手册。

(5) 推广应用

①系统类型:福建省航空护林指挥调度综合管理系统(林业无人机影像管理平台)

使用部门:福建省航空护林总站

证明材料:福建省航空护林指挥调度综合管理系统(林业无人机影像管理平台)验收意见

②系统类型:航空农事一体化平台

使用部门:福州陆海工程咨询有限公司

证明材料：航空农事一体化平台应用证明

③系统类型：航空巡检 GIS 系统

使用部门：福建畅翔智能科技有限责任公司

证明材料：航空巡检 GIS 系统应用证明

④系统类型：航空消防一体化平台

使用部门：福州博力科技有限公司

证明材料：航空消防一体化平台应用证明

⑤系统类型：通航 GIS 综合管理平台

使用部门：福建北斗空间信息科技有限公司

证明材料：通航 GIS 综合管理平台应用证明

⑥系统类型：中海油 NDB 管理平台

使用部门：中海油天津分公司

证明材料：中海油 NDB 管理平台验收意见

⑦系统类型：航空监测数据平台

使用部门：福建省地质调查研究院

证明材料：航空监测数据平台应用证明”

1、提升行业业务体系品质，提高工作效率，推动行业技术的更新与进步；2、创新地理信息服务模式，构建融合“航空+”业务后的社会化服务新业态，对促进行业产业结构调整与经济转型有重要的战略意义；3、合理规划路径保护自然资源和生态资源环境；4、创新通航科技助力社会应急安全保障；5、实现数据快速收集与动态管理，有助于提升政府部门工作效能，为政府部门管理决策和生产经营活动提供更加完善的数

据服务。” 项目综合应用地理信息、北斗导航定位、移动互联网、物联网、云存储等新一代技术，研发了包含通用航空飞行综合保障、数据处理与管理、综合业务管理、辅助决策、应用支撑、“航空+”APP等功能模块的“航空+”业务系统，创新了基于地理信息的“航空+”服务模式，推动了地理信息科技进步。

综上所述，我单位同意推荐该项目申报地理信息科技进步奖 一等奖。”