

## 无人机台风探测实况监控系统设计研究\*

张东明<sup>1</sup>, 张雪芬<sup>2</sup>, 郭然<sup>2</sup>, 王志诚<sup>1</sup>

(1.浙江省大气探测技术保障中心, 浙江 杭州 310018; 2.中国气象局气象探测中心, 北京 100081)

**摘要:** 无人机探测台风(含热带气旋)是我国国家气象发展战略的重要组成部分之一。在海洋一期的任务目标中, 明确指出要完成下投探空的机载飞行、海洋高空下投、数据接收和处理等全数据链的验证试验, 为今后业务化观测台风奠定技术基础。无人机实况监控系统结合移动式地面站、气象、卫星网络等资源, 为无人机、无人飞艇等设备的实况飞行提供基于 WebGIS 的三维监控展示, 为地面控制中心调度提供决策支持服务。系统主要包括处理展示当前无人机状态、当前的飞行天气现象、飞机覆盖范围、典型示范区数据, 并对所有的飞机探测计划、飞机探测计划完成情况等资料进行管理。

**关键词:** 无人机台风探测; 实况监控系统; WebGIS; 三维监控

中图分类号: TN95; TP212

文献标识码: A

DOI: 10.16157/j.issn.0258-7998.191279

中文引用格式: 张东明, 张雪芬, 郭然, 等. 无人机台风探测实况监控系统设计研究 [J]. 电子技术应用, 2020, 46(10): 83-87.

英文引用格式: Zhang Dongming, Zhang Xuefen, Guo Ran, et al. Design and research of UAV typhoon detection live monitoring system[J]. Application of Electronic Technique, 2020, 46(10): 83-87.

### Design and research of UAV typhoon detection live monitoring system

Zhang Dongming<sup>1</sup>, Zhang Xuefen<sup>2</sup>, Guo Ran<sup>2</sup>, Wang Zhicheng<sup>1</sup>

(1.Zhejiang Atmospheric Detection Technology Support Center, Hangzhou 310018, China;

2.CMA Meteorological Observation Centre, Beijing 100081, China)

**Abstract:** UAV detection of typhoons (including tropical cyclones) is one of the important components of China's national meteorological development strategy. In the mission objectives of the first phase of the ocean, it is clearly pointed out that it is necessary to complete the verification test of the full data link of airborne flight, ocean high-altitude drop, data reception and processing, which will lay the technical foundation for the future operational typhoon. The UAV live monitoring system combines mobile ground stations, meteorological and satellite networks to provide three-dimensional monitoring and display based on WebGIS for live flight of unmanned aerial vehicles and unmanned airships, and provides decision support services for ground control center dispatching. The system mainly includes the data management of displaying the current status of the UAV, the current flight weather phenomenon, the coverage of the aircraft, the data of the typical demonstration area, also manages information on all aircraft detection plans and the completion of aircraft detection plans.

**Key words:** UAV detection typhoon; live monitoring system; WebGIS; 3D monitoring

#### 0 引言

我国是世界上受热带气旋影响最为严重的国家之一, 平均每年我国登陆台风 7~8 个, 给我国造成巨大经济损失和严重人员伤亡<sup>[1]</sup>。从 1990 年以来, 台风路径预报误差约降低了 50%, 主要归功于中尺度和天气尺度数值预报和资料同化技术的进步, 但同期热带气旋强度预报精度改善却非常有限, 台风的狂风和暴雨客观预报仍不具有明显的业务能力<sup>[2]</sup>。其原因与对台风内部精细结构及其影响强度变化机制了解的缺乏密切相关。研究表

明, 台风垂直结构观测(特别是预报敏感区的目标观测)资料的同化可减少数值模式对台风强度预报误差的 10%~20% 及以上。显然, 台风内部结构观测资料的匮乏, 已成为当今制约台风定位定强精度、台风结构变化及其对路径和强度影响的机理认识、台风数值模式(路径和强度变化)预报能力等进一步提高的主要瓶颈<sup>[3]</sup>。

无人机的发展经过三次浪潮<sup>[4]</sup>, 如今无人机正广泛地应用于多个领域, 如防火减灾、搜索营救、资源勘探、气象探测等方面。国外 NASA 使用高空长航时无人机“全球鹰(Global Hawk)”初步建立无人机平台下投探空观测的台风精细结构探测体系<sup>[5]</sup>。中国气象局气象探测

\* 基金项目: 科技部重大自然灾害监测预警与防范重点专项(2017YFC1501700)

# 计算机技术与应用 Computer Technology and Its Applications

中心依托“海洋气象综合保障一期工程”项目,初步建设基于高空长航时大型无人机的下投探空技术能力及无人机气象观测任务地面气象保障能力,初步探索国家级无人机气象观测业务模式及现场作业流程<sup>[6-7]</sup>。

## 1 总体设计

本文设计了一款可灵活扩展的台风无人机业务监控与管理平台<sup>[4]</sup>。该系统是一个完整、专业的应用软件系统,通过通信卫星和无人机地面控制终端接收无人机飞行平台数据、下投探空仪数据并实时在验证系统平台上展示,为地面指挥调度中心的地面保障提供参考。

### 1.1 逻辑设计

该系统设计有完备的软件系统架构<sup>[8]</sup>,采用5层应用架构进行定义和分析,分别为基础设备管理层、网络传输层、业务管理层、数据共享层和用户服务层<sup>[9]</sup>。系统总体架构如图1所示。

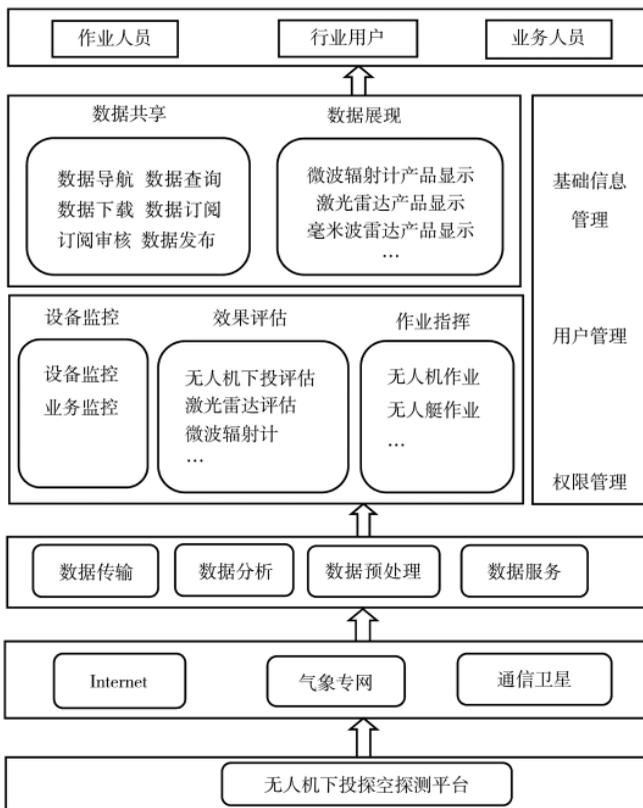


图1 实况监控系统功能架构图

(1)基础平台层:对不同平台设备监控管理,主要包括无人机飞行平台、无人机地面控制站、地面现场保障系统、国家调度指挥中心。

(2)传输接口:包括卫星网络、飞机地面站通道、局域网络的互通。地面控制站传输接口如图2所示。

(3)业务管理:建立统一管理体系,管理业务配置、基础信息配置、用户管理、权限管理。

(4)数据共享:建立统一数据库,数据存储统一存储,产品统一共享<sup>[10]</sup>。

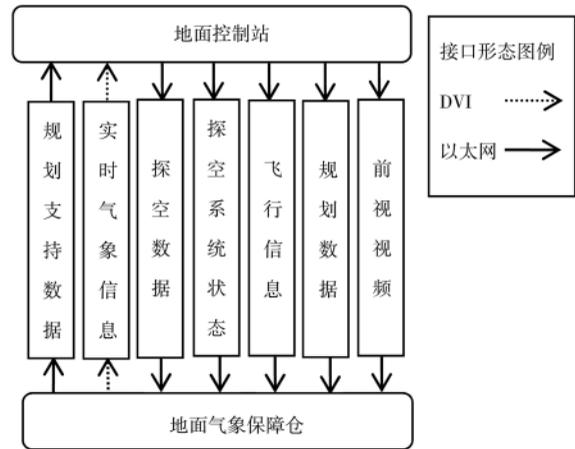


图2 地面控制站与气象保障舱传输接口

(5)用户服务:负责将得到的气象数据和无人机数据对不同用户进行展示,提供决策信息。

### 1.2 功能设计

下投探空系统由数据接收处理、下探作业指挥、气象分析显示、飞行显示分析、数据管理5个子系统组成,体系结构如图3所示。

各个模块的功能如下:

#### (1)数据接收与处理

以数据流或者文本的方式接收从卫星和无人机地面接收站传回来的飞行数据和下探设备的观测数据,接收到数据后将数据以FTP或者数据流的方式传输到云平台上去。对接收到的数据进行解析加工处理并存入数据库。

飞行数据包含飞机实况数据与飞机视频数据,该模块实时接收飞行数据并在前台展示,实时接收的飞机视频数据存储在方舱服务器上,在带宽闲置情况下传输回指挥中心。

#### (2)下探作业指挥

下探作业指挥管理并制定全国所有的飞机探测计划,并对飞机探测计划完成情况等资料进行管理。支持按飞机、飞行任务、地理位置(省区市)列表、时间等条件的查询。查询结果以列表、图形、文档等方式进行展现。检索显示各地方单位的一般工作情况、负责人、联系方式、年度飞行探测计划和完成的项目情况。

#### (3)气象分析显示

气象分析显示主要是飞机飞行轨迹和不同气象产品之间叠加显示(视觉上的叠加),同时显示多个物理量,便于比较和判断,并提供二次交互功能。

#### (4)飞行显示分析

该模块根据实时飞行数据,在三维地图中展示从飞机地面站接收到的无人机飞行数据,并实时加载刷新气象背景图。

#### (5)数据管理

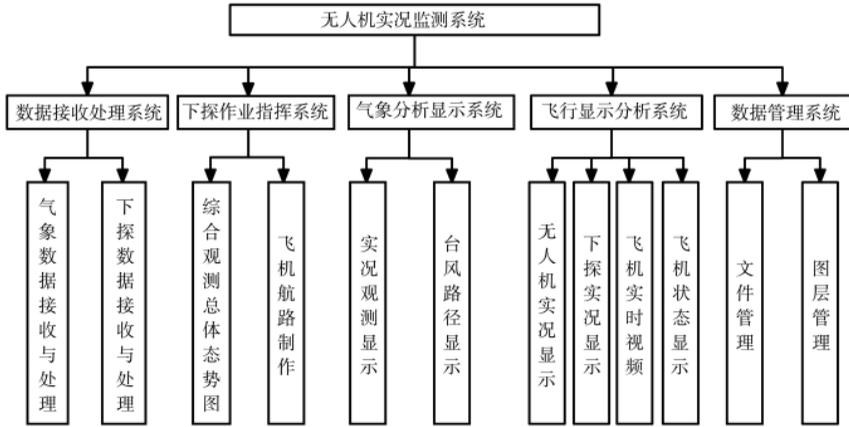


图3 软件功能结构图

将每次飞行涉及的实时数据进行收集,包含飞机飞行实况、实时视频、下探实况、天气数据、航路规划与实际航线数据、下探规划与实际数据、机场等数据。以飞行任务、时间进行编号,作为存储ID。

## 2 系统功能实现

### 2.1 飞行监控

飞行监控模块负责链接实时飞行的无人机信息,并

在地图上加载无人机模型,能够显示实况的飞行状态信息。飞行监控模块可以根据不同航线选择飞行计划, 航路信息包括预设航线、实际航线、下投信息,可以实现测距功能。飞行航线规划图如图4所示。

选择航线后,点击“连接”按钮,系统加载当前在空中飞行的无人机信息,无人机能够实时飞行展示并展示实际航线信息;点击“暂停”按钮,暂停连接,地图中的无人机暂停飞行;点击“测距按钮”,能够在三维地图中测量距离。

### 2.2 背景数据模块

该模块间主要展示实况的气象数据叠加信息,卫星数据来源于 CMACast, 雷达数据来源于 CMACast 及当地雷达,探空数据来源于 CMACast,飞机航线数据来源于无人机地面控制端,下投设备数据来源于下投探空数据处理平台。点击对应按钮后在地图上加载显示最新的产品数据。图5所示为闪电数据展示



图4 飞行航线规划图



图5 闪电数据展示模块

# 计算机技术与应用 Computer Technology and Its Applications

模块。

## 2.3 飞行状态展示模块

飞行状态展示模块主要包括飞机姿态信息、下投舱信息,可实时接收展示飞机的水平速度、方位角、下投舱投放信息等信息。飞机姿态信息为飞行员提供飞机飞行安全,下投舱通过高亮显示对应仓储位置是否投放,飞行状态显示模块如图6所示。

## 2.4 下投探测显示模块

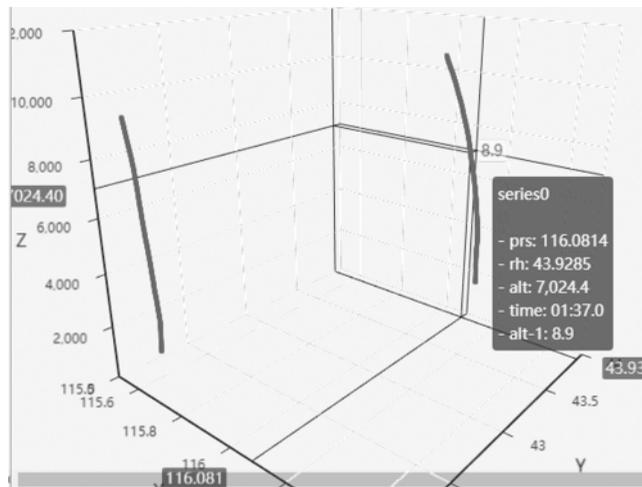
该模块主要负责地图的显示,如显示探测设备、显示禁飞区、高亮航线等功能。下投探测显示模块如图7、图8所示。



图6 飞行状态显示模块



(a)下投点数据展示



(b)下投点数据三维表格展示

图7 下投探测显示模块

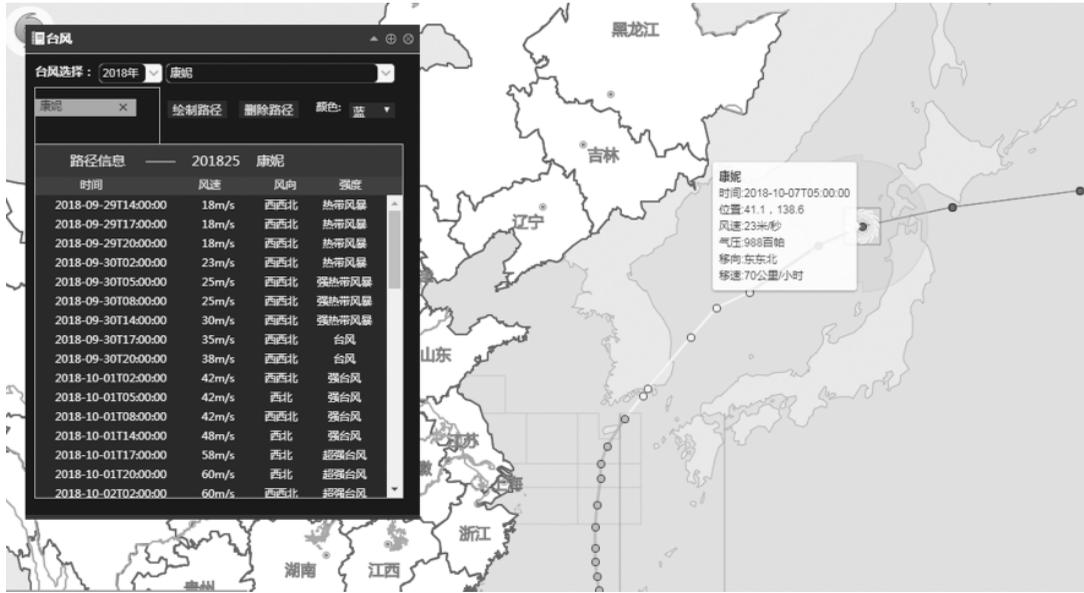


图8 真实模拟康妮数据下投展示模块

3 结论

本文介绍了一款针对大型无人机台风观测能力建设项目进行开发的无人机台风探测实况监控系统。该系统负责实时接收无人机系统地面接收站发送的无人机和气象放舱信息，并实时在三维地图上展示。系统由CMACast、MICAPS以及具备地面气象导航规划、飞行器航迹实时气象监视、下投探空标校及后处理子系统等功能软件子系统组成。完成的实况监控系统运行稳定，模块化清晰，可实现我国综合气象资料与大型无人机监控系统全面结合。该系统是我国首次应用大型无人机与气象产品数据相结合的开发研究，为今后业务化观测台风奠定技术基础。

参考文献

[1] 郭琪,童庆祥.无人机在气象监测中的应用[J].广东气象, 2016(6): 64-66.

[2] 马俊.基于 GoogleEarth 的无人机地面站监控系统[D].南京:南京航空航天大学, 2011.

[3] 于歌,刘刚,房建成.小型无人机地面监控系统软件设计与实现[J].机械与电子, 2007(7): 25-27.

[4] 马杰,孙仁祺.无人机发展的缘起与近期发展的三次浪潮[J].江苏航空, 2008(1): 4-5.

[5] 雷小途.无人飞机在台风探测中的应用进展[J].地球科学进展, 2015, 30(2): 276-283.

[9] ZHOU Y H, SU K, SHAO L M. A new chaotic hybrid cognitive optimization algorithm[J]. Cognitive Systems Research, 2018, 52: 537-542.

[10] 曾珂,禹思敏,胡迎春,等.基于 3D-LSCM 的图像混沌加密算法[J].电子技术应用, 2020, 46(1): 86-91.

[11] 姚灼琛.用于 Hadoop 平台的大数据混沌加密研究与实

[6] 荆平平,刘惠,王厚军,等.基于移动平台的海域无人机监视监测系统集成技术与应用[J].中国科技成果, 2018 (18): 24-26.

[7] WICK G A, HOCK T F, NEIMAN P J, et al. The NCAR-NOAA global Hawk dropsonde system[J]. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, 2018, 35(8): 1585-1604.

[8] 刘洋,韩泉泉,赵娜.无人机地面综合监控系统设计与实现[J].电子设计工程, 2016, 24(14): 110-112.

[9] COFFEY J J, WICK G A, HOOD R E, et al. Sensing hazards with operational unmanned technology: NOAA's application of the global Hawk aircraft for high impact weather forecasting[C]. AGU Fall Meeting, 2015.

[10] WICK G. NOAA utilization of the global Hawk unmanned aircraft for atmospheric research and forecast improvement[C]. AGU Fall Meeting, 2014.

(收稿日期: 2019-11-25)

作者简介:

张东明(1990-),男,硕士,工程师,主要研究方向:大气探测、信号处理、软件开发。

张雪芬(1958-),男,博士,正研级高级工程师,主要研究方向:大气探测。

郭然(1988-),男,硕士,工程师,主要研究方向:信号探测、信息处理。

现[D].广州:广东工业大学, 2019.

[12] WEI S, YU Z, CHONG F, et al. A novel batch image encryption algorithm using parallel computing[J]. Information Sciences, 2020, 518: 211-224.

(收稿日期: 2020-04-14)

作者简介:

田佳鹭(1996-),女,硕士研究生,主要研究方向:人工智能与云计算。

(上接第 82 页)

## 版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所