

# 基于系留式无人机的高空基站通信系统设计与应用

应急管理部沈阳消防研究所 杨树峰 隋虎林  
深圳市普天宜通技术股份有限公司 闫新

本文针对复杂环境大范围大空间消防应急通信覆盖需求,提出了基于系留无人机的高空基站通信系统解决方案,并探索研究了高空基站主系统、系留综合供电系统、一体化音视频集群调度管理软件等设计的关键技术,最后分析了本方案在消防应急救援的应用场景和应用模式。

近年来,地震、泥石流等重大地质灾害,森林火灾频频发生,往往伴随着公众通信网络的大面积瘫痪、道路交通的严重阻断,消防应急通信车无法抵近展开应急通信部署,且受地形地貌影响,信号传输损耗严重,常规无线通信难以正常发挥作用,现场消防应急通信无法得到保障,指挥中心很难第一时间快速获取灾害现场信息和下达指令,影响科学合理的处置方案制定。在此类大范围大空间复杂环境下,如何快速有效地建立灾害现场消防应急通信网络,是有效开展抢险救援的关键,也是消防救援队伍面临的一个严峻问题。

## 1 基于系留式无人机高空基站系统方案设计

本文设计的基于系留式无人机高空基站系统,是基于无人机技术、LTE技术和通信组网技术的应急救援现场通信系统,可实现超

考虑高空环境 and 应用需求,消防应急救援中的高空基站通信系统在实践中应满足以下技术要求:

(1) 系留综合控制平台:系留线缆收放控制应实现智能化,并具有良好的抗拉伸性能,供电应满足不间断和稳定性要求,无人机抗风能力强、防护性好;

(2) 高空基站主机:专网信号具有大范围覆盖、远距离中继传输能力,抗干扰性强,体积小、重量轻,且具有一体化防护能力以及紧急情况断电保护能力;

(3) 整机及业务应用:满足便携性好、展开快速、操作简单等实用性要求,整体防护性能好。

## 2 高空基站关键技术研究

### 2.1 高空基站主系统设计

常规的通信基站主要包括基站模块、核心网模块、射频功放模块、电源模块、天馈单元等五大模块,受系留平台载荷限制,高空基站通信系统在设计时采用了分体设计的理念,将电源模块纳入系留平台统一规划,将核心网硬件剥离成独立功能模块,仅将基站模块、射频功放模块、天馈单元以及用于实现多基站联网及远距离通

信功能的高性能自组网通信模块等关键部件作为核心升空部件进行一体化设计,有效解决了升空载荷不足的问题。

### 2.2 系留综合供电系统设计

综合供电是系留平台的关键技术难点,系留供电要保障对多个设备的持续、稳定输送电能,并要尽量减少因高空长距离而导致的供电损耗。同时,多个高频开关电源应用将会产生强的电磁干扰,消除电源噪声至关重要。

本系统中系留线缆设

计长度100m,这种长距离直流供电首先需要通过升压方式来降低电能损耗,系统中将外接交流电源转为直流电后,一方面为自动收放线系统、集群调度系统供电,另一方面通过升压模块升高压,经系留电缆输送至高空无人机,经降压、变压后分别为无人机、高



图1 系统拓扑架构图

大范围的LTE宽带信号覆盖、超长距离跨区域联网以及应急救援现场音视频集群调度指挥。系统拓扑架构如图1所示。

本系统主要由系留综合控制平台、高空基站主机、音视频综合调度指挥箱、远距离通信地面站、移动通信终端等部分组成。

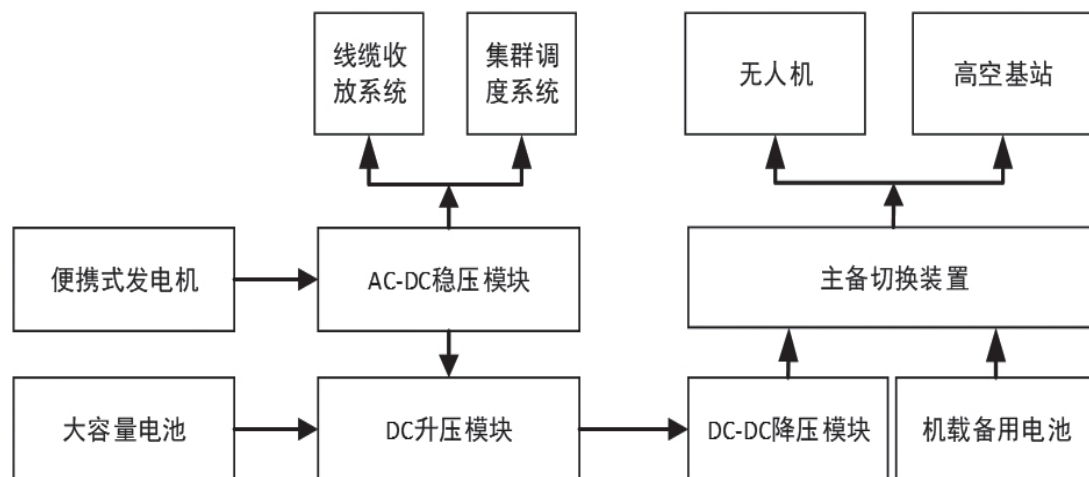


图2 系留综合供电方案



图3 功能架构设计

空基站主机供电。同时设置了高空备电切换装置，实现紧急断电状态下的快速切换，确保设备应急阶段稳定运行。系留综合供电方案如图2所示。

### 2.3 音视频综合调度管理软件设计

音视频综合调度管理软件设计采用一体化方式，集成了音视频指挥调度、系留平台运行监测、高空基站运行监测及系统管理等功能，实现了对整个系留高空基站通信系统的全面监测与管理。主要功能如图3所示。

## 3 应用模式及场景分析

### 3.1 城市消防救援场景

目前城市内高层建筑、化工厂区等高隐患功能区不断增多，灾害场景下传统的地面无线通信信号受建筑物遮挡，难以满足现场应急通信保障需求。采用单基站覆盖模式的系留无人机高空基站通信系统，通过控制基站升空高度，可实现不同楼层高度的定点覆盖以及空对地的信号覆盖，大大减少信号盲区，有效建立起现场消防员、移动指挥车、消防指挥中心之间的通信链路。同时，本系统可保持24h空中悬停，灾情现场各类信息数据得以持续传输，确保指挥中心能获取完整的信息流，做出精确判断，及时下达指令。

### 3.2 地质性灾害救援场景

受山岭、丛林遮挡影响，地震、泥石流、洪涝以及山区林火等地质性灾害发生时，现场应急通信保障是重大难题。系留无人机高空基站通信系统具有轻便灵活、起降环境要求低、部署快速、操作简单等实用性特点，且基站升空后可有效减小地形对电磁波的影响，保障一定区域内的连续通信覆盖。因此，该系统非常适用于具有复杂地形灾特征的地质性灾害救援场景。远距离信号传输时，可采用多基站组网配合地面站的方式，部署第一台高空基站系统在靠近灾害现场位置，部署第二台高空基站系统作为中间接力中继，

通信指挥车位置部署地面站和音视频集群调度台，升空后，两台基站与地面站自动建立组网连接，实现大区域组网覆盖，所有接入网络的移动通信终端均可以相互通信，并可通过音视频综合调度台统一调配，为现场信息搜集、命令下达提供有效的通信保障。

结论：基于系留无人机高空基站通信系统作为消防应急通信方式的重要补充，为复杂灾害现场开展抢险救灾提供有效技术手段，可实现周边数公里范围建设一个快速、可靠、稳定的指挥通信网络，在突发自然灾害、通信基础设施受到破坏、通信环境恶劣等条件下，大大提升应急指挥平台对现场指挥、灾情监测、应急通信的能力。本系统已在多地的消防救援演练中试用，应用效果良好。

未来，随着技术的不断更新完善，此类系统也将逐渐成熟，必将在更多、更复杂的消防灾害事故现场应急通信保障方面发挥重要作用。

基金项目：应急管理部消防局重点攻关项目《基于系留无人机的消防应急通信高空基站研制》（2018XF GG15）。

作者简介：杨树峰（1984—），男，应急管理部沈阳消防研究所通信研究室助理研究员，硕士，主要从事消防应急通信指挥相关技术研究工作。