

# 多无人机控制与定位系统的研究

## Study on Control and Orientation System of Multi Unmanned Aerial Vehicles

中国科学院安徽光学精密机械研究所 胡 军 都基焱 刘文清

**摘要:**介绍了对无人机测控系统的要求,着重分析了实现多无人机控制与定位需要解决的核心问题,提出了多无人机系统的空间定位方法,进一步探讨了中继式无人机的数据传输原理。

**关键词:**无人机 中继无人机 控制与定位 中继传输

无人机是一种以无线遥控或自身程序控制的飞机。它的研制成功和战场使用受到各国军队的青睐。它作为一种侦察手段,以其成本低、生存能力强、体积小、重量轻、机动性好、无人人员伤亡和被俘虏的风险等特点,在现代战争中发挥了很好的作用,并使许多国家的军界人士对无人机的重要性和功能有了新的认识,同时,给无人机的发展注入了新的活力。

### 一、对无人机测控系统的要求

无人机在现代历次战争中发挥的作用,确定了它在现代和未来战争中的地位,从而也对其测控系统提出了更高的要求。

间的通信链路,未来的巡航导弹能够在飞行中利用通信链路交换数据,能识别特定目标和进行毁伤评价。如果原定目标被摧毁,能够重新选择航线,攻击备选的目标,从而显著增强

无人机控制系统有分散体制,也有统一系统;采用的方式有无线电指令控制,或预编程控制,或者两者结合;定位方法可分为数据线相关和无关技术,相关技术依靠现有的或特定的通信数据线附加特征来给出所需的定位特征,无关技术则需要其他系统提供位置。

在战术场合下,无人机远离我方的信号源,靠近敌方干扰机,所以抗干扰技术必不可少。扩频技术具有抗多径特性和相关特性,在无人机系统中能提供较好的测距、定位、通信及制导作用,所以现代无人机多采用扩频技术。另外,采用光纤链路也可以有效地改善任务的灵活性、数据的保密性及抗

作战效能。

### 三、结束语

巡航导弹是一种先进的精确制导高技术武器,其杀伤力及效费比极高,已成为各国竞

干扰性。

目前,无人机用的大多数是地基精密跟踪系统,局限于单机作战,而对于实战环境下多个无人机的跟踪与控制,是一个比较难解决的问题。如果同时控制多个无人机,则需要使每个无人机的运动保持在波束内。如果受控无人机超出无线电作用范围,则需要采用中继系统以扩大作用范围。对密集编队无人机的控制,要求以高精度测出其间隔和姿态以防止事故和保持要求的飞行图。

### 二、多无人机测控系统的实现原理

多无人机的目标控制一般有两种情况,即一个控制站控制多个无人机或多个控制站控制多个无人机。这两种体制在国外均有研究。在目前实战条件下,最有可能出现的多无人

相发展的项目,具有新、快、高的发展趋势。可以预见,随着高新技术的涌现以及在巡航导弹上的广泛应用,巡航导弹的发展将进入一个崭新阶段。 ■

机情况是中继无人机带任务无人机,以解决战争环境中对扩展通信距离的要求。

### 1. 多无人机自动控制系统的终端监控

由于无人机执行任务的时间增加,一个操作员要负责多个无人机,为此,多无人机自动控制系统首先要解决的问题是,操作员如何有效地监控无人机系统的所有数据,并解释数据、做出判定。对此,多无人机测控系统的终端监控应具备这样的功能:如果发动机或其他飞行系统出现异常,必须尽早认识到该异常并估测可能的结果;在中继飞行器起飞前,必须考虑与突防飞行器的通信线路,必要时做出是否终止任务的决定,让所有飞行器返航,或者是派出备用的中继无人机来继续该任务;在返航回收有故障的飞行器时,要提供最短的返航路径;在考虑这些问题及制订最佳方案的同时,还要将所有飞行器的现有数据在有例外的情况下继续进行评估等。

美国陆军导弹指挥部研究发展与工程中心提出了一种专家系统技术。此专家系统原理基于三个条件:(1)精确的制导,使其定向数据天线精确地指向飞行器;(2)遥控数据与指令在一个短数字脉冲内发完,这样所有的飞行器可使用一条数据线;(3)使用该技术的无人机系统均可获得所有的关键参数。该系统具有两层功能:第一,指明要评价的参数以及异常情况下的行动;第二,说

明如何评价该参数。例如,通过测量油压及气缸的温度可评价发动机的状况,如果有严重的机械故障在飞行中不能解决,则做出决定将飞行器返航回收。在实现返航之前,首先要申请替换飞机并提出飞机类型(中继或突防)。如果飞行器为突防型,则通过路由预计划器获得从当前位置返航的最佳路径,装入导航信息并命令飞行器开始返航;如果飞行器为中继型,在准备离站时,首先要确定受其影响的突防飞机数,并计算出替换中继飞行器到站所需的时间;然后测出每架突防飞机所剩的油料,并估算等待中继机替换所需的油料及完成任务所需的油料,如果油料不足,则指令突防飞机返航,如果油料足够且飞行器未在最佳待机高度,则指令其开始爬升处于待机状态,接着必须测试飞行器被威胁雷达跟踪的可能性,如果有,则突防飞行器也要返航,如果没有,则其形成待机状态直到替换中继机到站为止。在待机状态下,对发动机、数据线、自动驾驶仪及飞机参数等都要同时进行评价,判断对错,并采取必要的行动等。

### 2. 多无人机系统的信号传输与定位

(1)多无人机系统的信号传输。无人机系统要求宽带宽频线路,所以只能采用在视频路径上通信的高频传输,频率在1GHz以上,而且为满足频谱设计规程,频率经常要在5.52~5.67GHz或14.62~15.67GHz波

段内。因此,当无人机通信受地球表面曲率及障碍物(如小山)等因素的限制,就必须通过在该地区高空配置一个中继无人机来克服。

任务无人机(RPV)一旦发射,它便在地面控制站(GCS)的直接控制之下。在任务无人机飞出地面控制站的范围之前,通信线路必须从直接控制转化为中继传输,这种情况下确保任务无人机在交接中和交接后的控制是很重要的。应该避免采用多频率和不同的空中飞行器进行通信的方式,因为当不同的空中飞行器用不同的频率进行信息传输时,在控制转换中地面控制站就必须改变任务无人机的接收频率。如果通信中继的连续通信不能建立,则将永久丢失对任务无人机的控制。

最好是在一个地面控制站控制下对所有飞行器都用同一个频率信道控制,每个飞行器用一个报头来标志,而且对每个飞行器是唯一的,带有单独的控制信息,这些信息用一个脉冲串时分多路复用的方式发送。交接时,地面控制站将把任务无人机的信息报头改为一个由中继接收机识别的新报头,中继器对信息进行解码,并在再传输之前,将报头转换为适应于指定的任务无人机的信息,这样,任务无人机接收机(即其频率)没有任何变化。如果中继信息不能通过,地面控制站能在任务无人机飞出其视线范围之前回复到直接报头传输,以便建立任务无人机的控制。

(2)多无人机的空中定位。中继系统下的无人机定位可使用GPS系统。GPS接收机可安装在两个任务无人机上,但载荷负担的限制使这种定位方案难以实现。比较好的方法是采用现有的通信线路,以类似于单无人机定位的方法来实现。以下是两种比较典型的定位方案。

一种是采用三角方法来原因任务无人机的位置,如图1所示。只进行两次距离测量,不需要方位测量。其直接的缺点是需要两个中继无人机,而且要利用距离/方位测量技术在地面控制站确定每个飞行器的位置。地面控制站必须接收来自一个方向的传感器数据,同时又能与不同方向的第二个中继机进行通信,这意味着地面控制站要使用两个天线或一个多波束天线。所获得的定位精度

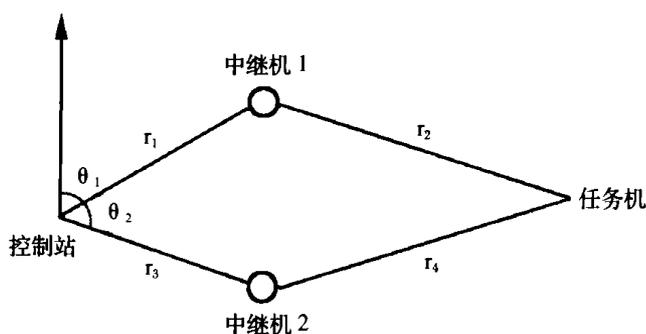


图1 两个中继机三角定位示意图

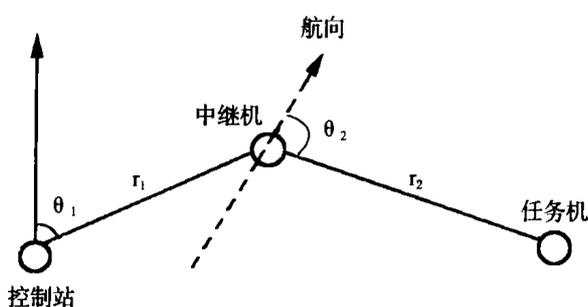


图2 距离/方位定位示意图

将取决于两个中继机之间的基线长度,这可能限制有效飞行器的操作范围。

另一种定位方式是只采用一个中继无人机,其位置由距离和方位确定,如图2所示。地面控制站只在一个方向进行通信,需进一步建立任务机相对

中继机的距离  $r_2$ 、中继方向  $\theta_1$  和任务机相对中继机的方位角  $\theta_2$  等三个参数,方可确定任务无人机的位置。

### 三、多无人机的信息传输原理

多无人机系统由任务机(ADT)、中继机(APR+ADT)和地面站组成,

地面站又分为主站(GDS)、机动站(MCS)和单收站(RVT)三种,主控站和小型机动站可以分别独立地完成对无人机跟踪和测控任务。中继无人机系统可对距离400~600km的无人机进行遥控、遥测、侦察视频信息的传输,以及对无人机的跟踪定位。在近距离条件下,不需要中继无人机,地面站可以直接对任务无人机进行跟踪和测控。地面单收站布于前沿,仅用于接收中继机或任务侦察信息和遥控数据,系统组成如图3所示。

此系统采用扩频“四合一”测控与信息传输体制,即上行遥控指令先加密,然后采取直接序列扩频的上行传输,下行图像数字化压缩与遥测复合共用信道传输,直接接收下行宽带信号进行单脉冲跟踪测角,综合利用上行遥控信息和下行图像遥测信息帧进行测距,另外,地面站与无人机之间,上行链路还备有UHF备用

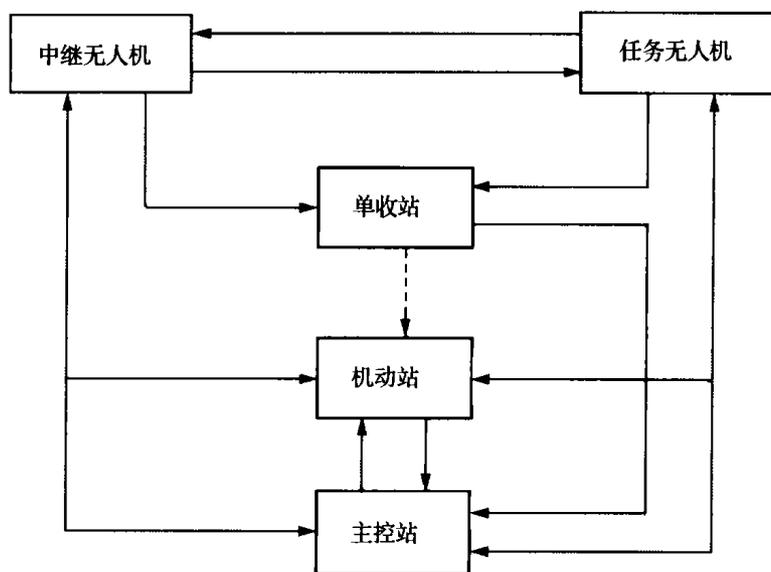


图3 无人机多目标系统组成图

# 飞机翼面结冰对飞行特性影响的研究

## Review about Effects of Lifting Surface Icing on Aircraft Flight Characteristics

中国民航飞行学院 钟长生

北京航空航天大学 洪冠新

**摘要:**结合 Y-12、Y-7、“双水獭”机型翼面结冰研究的部分成果,归纳出翼面结冰对飞行特性参量造成的影响,针对翼面结冰对飞行特性影响的分析方法提出建议。

**关键词:**飞行特性 翼面结冰 运输类飞机 飞行力学

**积**冰对飞机有各种不同的影响,轻则使飞机性能降低、飞行品质降级,严重时危及飞行安全,甚至造成机毁人亡的飞行事故。根据飞行动力学原理,飞机翼面(主要是机翼和尾翼)上的结冰对飞行特性的危害最大,因此,研究翼面结冰对飞行特性的影响始终是飞机结冰研究的一个重要课题。

结冰环境中使用的运输类

通道。地面站将控制中继机和任务机的遥控指令,由终端处理机编码、加密、扩频后,通过遥控发射机发往中继机或任务机,中继机接收到地面站发来的上行遥控信号,经过放大、解扩、解调后,取出中继机遥控指令送往中继机飞控计算机,同时将任务机的遥控指令通过机载中继数据终端发往任务机。任务机将侦察信息数字压缩与遥测复合,经图像遥测发射机

飞机,在投入实际运营前需按适航当局的适航审定标准进行运输类飞机结冰条件下飞行的合格审定。飞机结冰适航审定在很大程度上就是在进行翼面结冰对飞机飞行特性的影响研究和验证,结冰适航审定的过程和手段为研究翼面结冰问题展示了研究途径,其审定中得到的各种数据和结论,可充分表征飞机翼面在适航审定的结冰状

发往中继机,中继机接收到任务机发来图像和遥测数据后,与中继机遥测数据复合,通过机载数据终端发往地面,机动站进行直接处理和显示。地面站通过计算地面到中继机的距离和方位及中继机到任务机的距离和方位实现对任务机的自主辅助定位。

#### 四、结束语

有关无人机测控技术的研

究在我国刚刚起步,有很多技术有待于研究开发,尤其是多无人机测控系统方面。例如,如何实现一站多机,如何实现多站多机,中继式系统中如何实现一个中继机带多个任务机的控制方式等。这些研究不仅要考虑技术上的实现,而且还要考虑如何方便部队使用,如何更有效地发挥无人机系统战斗力等问题。本文对多无人机系统的测控仅作了分析式探讨,以供参考。 ■

#### 一、翼面结冰对飞行特性参量的影响

飞机气动特性、发动机品质、飞机重量是决定飞行性能的基本要素;各种力矩系数、气动导数、操纵杆力或力矩、杆位移量等是表征飞行品质的参量。飞行性能和飞行品质就是飞机飞行特性的两项基本内容。

当飞机在结冰环境中飞行时,可以预料其飞行特性会受到影响,但要求飞机仍有足够好的飞行品质和可接受的飞行

有关无人机测控技术的研究在我国刚刚起步,有很多技术有待于研究开发,尤其是多无人机测控系统方面。例如,如何实现一站多机,如何实现多站多机,中继式系统中如何实现一个中继机带多个任务机的控制方式等。这些研究不仅要考虑技术上的实现,而且还要考虑如何方便部队使用,如何更有效地发挥无人机系统战斗力等问题。本文对多无人机系统的测控仅作了分析式探讨,以供参考。 ■