

军用无人机目标特性综述

薛 鹏, 阳再清

(解放军 92419 部队, 辽宁 兴城 125106)

摘 要: 军用无人机作为一类典型的空中目标, 分析其目标特性有着重要的军事意义和技术价值。为系统介绍军用无人机的目标特性, 从应用和设计的角度分析探讨了其作战使用、结构、飞行和电磁辐射等特性的基本特点, 可为工程设计与使用人员提供参考。

关键词: 无人机; 目标特性; 结构特性; 运动特性; 雷达散射特性; 红外辐射特性

中图分类号: V279

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1673-3819.2016.03.014

Target Characteristics of the Military UAV

XUE Peng, YANG Zai-qing

(The Unit 92419 of PLA, Xingcheng 125106, China)

Abstract: Military UAV has become a kind of typical air targets with rapid development. The analysis of target characteristics has important military significance and technical value. To introduce the target characteristics of military UAV, from the perspective of the application and design, the paper discusses the operational use, structures, flying and the basic characteristics of the electro-magnetic radiation characteristics, and provides a reference for engineering designer and user of personnel.

Key words: UAV; target characteristics; structural characteristics; flight characteristics; radar scattering characteristics; radar wave modulation characteristics

目前, 全球有近 60 个国家和地区的军队拥有无人机装备, 预计到 2025 年美国空军拥有无人机数量将达到其远程航空兵力的 90%^[1], 因此, 无人机作为一种典型的空中目标成为各国关注的焦点, 研究其目标特性也成为重要的军事技术方向。目标特性是观测目标基本特征的表征参量, 不同的观测目的需要的特征量不完全相同, 本文从作战使用、结构、运动与电磁辐射等性能方面进行研究, 意在明确表征军用无人机的典型参数, 分析基本特性与发展趋势, 为相关研究提供借鉴。文中军用无人机主要是指自主控制的任务式军用无人机。目前, 随着计算机技术、传感器技术的发展和国内各研制单位对无人机研发的技术积累, 大多数的军用无人机已经具备了自主控制飞行能力, 可以根据特定的任务需要, 事先规划好待飞行的航路和预定点的预定任务自动执行, 可以采取地面一键式起飞、自主飞行、自主完成任务、自主回收, 更先进的无人机还可以在飞行过程中实时动态规划预定飞行航路, 极大地提高了无人机的任务可靠性和飞行安全性。因为, 军用无人机的使用环境复杂性和操作人员非专业性特点更为突出。自主控制式的军用无人机能够更好地适应

复杂的演练、训练或实战环境, 使非专业化的士兵操作手更快地掌握无人机的操控, 加快新装备战斗力的生成。

1 军用无人机作战使用特性分析

无人机由于不受人的生理与心理极限的限制, 使用性能可达到飞行极限, 且适应于危险性大、高危恶劣环境^[2], 体现了比有人机更好的适应与生存能力, 能更好地满足作战使用的要求。军用无人机是为遂行空中防御、攻击及辅助作战任务而存在的, 其担负的主要作战任务有: 空中侦察监视与情报搜集、空中打击、信息对抗、通信中继、空中运输等^[3]。

军用无人机从使用空域上可分为高空型、中空型、低空型、超低空型等。高空型的特点是临近空间、大载荷、长航时, 完成战略、战役级目标侦察跟踪甚至打击任务, 典型目标如 RQ-4A/B“全球鹰”。中空型的特点是高速、中等载荷、快速机动, 完成战术侦察、定点打击等任务, 典型目标如 MQ-9。低空型主要完成凝视跟踪、定点打击、通信中继等任务, 典型目标如 RQ-8B“火力侦察兵”。超低空型主要以单兵侦察装备为主, 典型目标如微型无人机。近年来为满足作战使用的需要, 无人机发展开始两极分化, 一方面为增强观测与生存能力, 各国竞相发展临近空间固定翼无人机, 另一方面为解决战术精确打击需要, 以微型固定翼和旋翼机为主的超低空甚至掠海无人机应运而生。高空长

收稿日期: 2016-03-07

修回日期: 2016-04-08

作者简介: 薛 鹏(1978-), 男, 陕西西安人, 硕士, 工程师, 研究方向为空靶论证与应用。

阳再清(1966-), 男, 高级工程师。

航时、低空微型或旋翼机是今后发展的重点方向,也是军用无人机重点的作战空域所在^[4]。

军用无人机的适用范围不仅受到飞行能力的影响,而且受地面测控系统性能制约,目前国内外无人机系统大多在视距内通过地面测控系统实施控制,其作战范围一般局限在视距通信以内,只有美国和西方军事大国拥有宽带通信、卫星通信、自主飞行控制等先进技术,其无人机系统可以跨越地域在全球范围内实施控制^[2]。随着智能技术、网络通信技术等的广泛应用,各国的军用无人机系统的使用范围将逐步突破地面测控系统性能的制约。

军用无人机为完成作战任务首先需要携带完成各类任务的器材或装备,如:侦察型无人机需要携带雷达、光电、红外等设备,攻击型无人机需要携带导弹或炸弹等,先进无人机甚至会增加自身防卫的干扰机、告警装置等,载荷能力成为其作战使用首要的特性。一般地,单一侦察、通信中继等功能的无人机载荷能力在100kg以内,高性能侦察无人机或察打一体的无人机由几百千克至几千千克。随着任务设备的小型化、智能化发展,将不断打破载荷能力的瓶颈,军用无人机的性能与作战能力将进一步提升。

目前,军用无人机功能单一、保障复杂、协同作战能力差,其应用模式大量采用独立方式,少量采用多机编队方式,因此,近期无人机目标威胁主要以单一目标为主,多目标为辅。随着技术的发展,今后具有协同作战能力,适应机群作战模式,无人机之间、无人机与有人机之间协同作战将成为新的主要运用模式^[2],多目标将成为未来无人机威胁的主要方式。

2 军用无人机结构特性分析

从设计的角度,结构特性可以通过满足使用与维护能力、使用条件的参数来描述,GJB67-2008《军用飞机结构强度规范》提供了参量的定义与描述方法,是军用无人机结构设计应遵从的技术规范,但用这些参数描述其目标特性中的结构特性,则太繁杂。从目标特性的角度,重点从应用的层面用结构系统外在呈现的特性来描述,这些特性参数主要包括:外形、材料材质、载荷布局等。

外形是飞行器机体结构的外在体现,也是飞行器气动特性的主要实现形式,在目标特性描述时,一般用长、高、翼展等外形尺寸来表述其空间分布。一般地,军用无人机机体可分为三段:头段、中段和尾段,头段为流线的卵型、半球型、锥型等,中段为圆柱型或其它对称几何型,装配飞行翼,尾部延续中段形状,装配尾翼。为满足超高速、隐身等需要,军用无人机开始向对

称非规则几何外形发展。

早期的军用无人机多采用金属材料制造,结构重量大,有效载荷小。随着复合材料的发展,无人机机体、翼、舵等结构件大量采用玻璃纤维、碳纤维、环氧基等复合材料,典型的无人机如MQ-1“捕食者”结构用复合材料占比达92%,RQ-4A“全球鹰”达65%,复合材料的使用有效降低结构重量可达20%-30%^[5]。今后航空级树脂材料、复合材料整体成形等技术的发展,金属材料使用将越来越少,重量将进一步降低,有效载荷将显著增加。

载荷布局是指各有效载荷在机体的位置分布,由各部件的重量、重心位置、载荷变化等确定。军用无人机的内部载荷布局从头到尾可分为5个舱:第一舱安放雷达天线或任务载荷;第二舱安放电子设备舱;第三舱位于重心位置,安放燃油、伞降设备等可变载荷;第四舱安放发动机;第五舱安放舵控制设备,外挂载荷一般安装在中部的翼下或机腹部。载荷布局会随着无人机系统功能、重量分布等进行调整,但基本的功能区域变化不大。对于目标易损性,除了外形以外就是载荷分布,因此载荷布局是重要的目标特性。

3 军用无人机飞行性能分析

应用无人机完成任何任务都必须以其飞行能力为基础,军用无人机技术正是围绕飞行性能不断优化而进步的。GJB2874规范了飞行品质的要求,GJB3718规范了舰载机飞行性能的要求,尽管这两个标准是针对有人机的设计实现提出的飞行性能要求,然而通过对其分析,可将军用无人机目标的飞行性能用飞行剖面、平飞能力、机动能力等指标来描述,它们既是自身设计与使用的重要参量,也是对其探测跟踪的重要参量。

飞行剖面是一个设计与使用的综合性指标,任何一个飞行器都是根据需求的飞行剖面进行设计的,也是按照设计达到的飞行剖面的约束制定飞行任务的。飞行剖面在设计中主要体现为飞行包线,它集成了飞行升限、航程、环境条件等指标的极值,描述了极限的飞行能力;在使用中一般表述为任务剖面,它是在飞行包线内设定的飞行航线,综合了平飞与机动性能、战术性能、环境条件等性能的约束关系,描述了最佳的使用方法。军用无人机目标的飞行包线决定了其基本能力,任务剖面确定了其优化的使用方式。

平飞能力是军用无人机最基本的飞行性能,主要由发动机的能力决定,在应用特性上表征为飞行速度、高度和航程等参数。低速、低空、长航时无人机采用活塞发动机,适应高度5km以下、速度0.2Ma;高速无人机采用涡喷或涡扇发动机,适应高度20km以下、速度

0.4Ma-2Ma^[6];无人直升机采用涡桨或涡轴发动机,适应高度 3km 以下、速度 0.1Ma-0.2Ma。随着涡轮增压技术、电子燃油喷射技术等的发展,发动机适用范围有了很大的提高,平飞能力也随之不断提升。

机动能力是军用无人机在爬升、俯冲、转弯等状态下的飞行能力,一般用机动过载来表示。大的机动过载必须有大推力的发动机、加强的机体结构和良好的飞行稳定性,机动能力集中体现了飞机设计的关键性能。军用飞机正常机动的过载并不大,在特殊作战时期需要作出大的机动,如紧急避让、投放干扰或投弹后返航等时期,有人机考虑飞行员的承受能力一般机动过载不超过 8g。目前的军用无人机大多只设计在正常状态下飞行,其机动能力不强,一般不能进行大机动飞行,随着其使用范围扩大,作战要求提高,机动性能也会提高。

4 军用无人机电磁特性分析

军用无人机的电磁特性主要包括雷达辐射特性和红外辐射特性。

雷达辐射特性一般用雷达反射面积(RCS)来表示。RCS 综合表达了在探测跟踪中的雷达与目标的特性,单从目标角度看,外形结构和材质决定了 RCS 的幅值、误差,位置和运动特性影响 RCS 的变化^[7]。对雷达辐射特性的探测分为主动探测和被动探测,雷达主动探测是雷达探测跟踪最常用的方式,军用无人机一般采用复合材料,外形与有人机类似但尺寸小于同类机型,因此其 RCS 会较同类有人机小。目前大多数军用无人机未进行隐身设计,据估算,大型无人机 RCS 一般大于 1m²,采用隐身设计后,其 RCS 可降至 0.1m² 以下,可大大提高无人机的战场生存能力。雷达被动探测一般为雷达探测跟踪的辅助方式,近年来被动制导成为多种武器的主要方式,其主要是探测无人机上加装的雷达、测控数据传输设备或其它电子设备的电磁散射特性,只有在这些电子设备工作时被动雷达系统才能正常跟踪无人机。美国 RQ-4A“全球鹰”无人机采用 Ku 波段进行数据传输,采用 UHF 波段进行指令传输,是一种较为典型的测控体制,目前应用较多的无人机测控频段大多集中在 L、S、C 波段,UHF 为指令备用波段。

红外辐射特性主要包括自身的辐射和反射辐射,自身辐射主要有蒙皮与喷管的固体表面辐射、喷流的参与性介质辐射,是主要的辐射源,反射辐射主要有固体表面对太阳、大气、地面及喷流等入射形成的辐射^[8]。蒙皮辐射主要集中在长波波段内,其强度取决于表面积和温度,飞行过程中会出现气动加热,速度越高越明显;喷管辐射是典型的灰体辐射,其温度与背景温度相差较大,辐射强度较高,集中在中波波段;喷流是典型的参与性介质辐射,是中波波段的主要辐射源,强度主要取决发动机出口温度与尾焰成分^[9]。

5 结束语

目标特性的研究是一项复杂的、系统性的基础性研究课题,是研究、发展和提高军用无人机性能及使用效能的重要工作内容之一。对于军用无人机目标特性的研究应站在设计和使用的不同角度去综合分析,这样才能提高其战场生存能力。本文结合近年来对无人机目标特性的研究成果,从设计和使用的角度对军用无人机的目标特性作了概括性的总结归纳,可为军用无人机的工程设计和实际使用提供一些参考和借鉴。

参考文献:

- [1] 欧阳龙春,等.军用无人直升机的发展现状与趋势[J].航空科学技术,2011(2):9-11.
- [2] 李文正.无人机发展刍议[J].航空科学技术,2012(4):11-13.
- [3] 吕信明.军用无人机的发展及对策[J].国防技术,2013,34(1):5-7.
- [4] 陈黎.军用无人机技术的发展现状及未来趋势[J].航空科学技术,2013(2):11-14.
- [5] 程文礼.无人机结构复合材料应用进展[J].航空制造技术,2012(18):88-91.
- [6] 祝小平.无人机设计手册[M].北京:国防工业出版社,2007.
- [7] 黄培康.雷达目标特性[M].北京:电子工业出版社,2010.
- [8] 徐顶国.背景辐射下的无人机红外辐射特征仿真研究[J].激光与红外,2013,43(6):649-653.
- [9] 桑建华.飞行器隐身技术[M].北京:航空工业出版社,2013.