

# 临近空间飞行器军事应用价值分析

郭 劲

(中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033)

**摘 要:** 随着现代高新技术的快速发展, 信息对抗空间不再仅限于陆地、海洋、低空和太空, 临近空间的军事化和临近空间对抗逐渐成为各国的研究热点。临近空间飞行器搭载探测、预警, 通讯设备及武器平台可以很好地完成定点侦察监视、情报收集、通信保障, 攻击空中及地面目标等任务。本文针对临近空间飞行器的军事应用价值展开研究, 介绍了现有的飞行器种类及其在军事应用方面独特的优势。分析了临近空间飞行器的应用前景, 为我国临近空间飞行器的发展提供了思路, 对于我国军事技术变革有着重要意义。

**关键词:** 临近空间; 飞行器; 探测; 预警

中图分类号: V275.3

文献标识码: A

DOI: 10.3788/OMEI 20102708.0022

## Military Application Value of Near Space Vehicle

GUO Jin

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China)

**Abstract:** With the development of the new technology, the information countermeasure space have not been limited in the land, sea, low-altitude and space, military and countermeasure at near space have become a hot research issue on which many countries make extensive scientific research. The near space vehicle with detecting, early warning, communicating instrument and weapon platform could finish the mission of fixed-point reconnaissance monitoring, information collecting, communication protecting and attacking the land target and the air target. The military application value of the near space vehicle was reviewed in this paper, the species of the vehicles and its special advantage in the application on the military was introduced, and the application prospect of the near space vehicle was analyzed. An idea for our near space vehicle development was provided, which being important in the military technology revolution of our country.

**Keywords:** near space; vehicle; detecting; early warning

## 1 引言

临近空间 (Near space), 又称“近空间”、“近太空”、“近地空间”或“空天过渡区”等, 指距海平面 20 km(接近国际公认的上限管制空域)和 100 km(接近国际公认的下限空间)之间的区域<sup>[1-2]</sup>。人们习惯于把航天器运行的空域范围称为航天空间, 一般在距地面 100 km 以上; 航空器飞行的空域范围称为航空空间, 一般在距地面 20 km 以下。因此, 可简单地把“临近空间”理解为: 现有飞机飞行的最高高度(约 20 km)和卫星运行轨道的最低高度(约 100 km)之间的空域, 大致包括平流层(18~55 km)、中间层(55~85 km)和部分热层(85~800 km)区域。

临近空间的环境有如下特点: 在平流层, 大气以水平运动为主, 平均速度为 10 m/s, 层内干燥, 水汽、杂质很少, 云雨现象少见, 温度几乎不变, 湿度接近于零, 适合浮空器和采用吸气式动力的飞行器平稳飞行。在这样的空间区域, 既可以避免目前绝大多数的地面攻击, 又可以提高军事侦察和对地攻击的精度, 对于情报收集、侦察监视、通信保障以及对空对地作战等, 具有极大的发展潜力<sup>[3]</sup>。而未来充当临近空间主角的将是气球、飞艇、高空无人机及高超声速飞行器等。临近空间飞行平台能够高速飞行或定点悬停, 相比航空飞行器具有更强的机动能力和达几周至数月的超长滞空时间。临近空间飞行平台距离地面位置适中, 具有较大的覆盖范围、较高地面分辨率和成像灵敏度, 克服了天基卫星武器距离遥远、信号微弱致使分辨率和灵敏度不高的缺点。另外, 临近空间武器还具有安全性高、生存能力强和部署快速、效费比高等优点, 部署这种高空飞行器, 成本低、时间快, 适合现代战争的需求。

## 2 临近空间飞行器种类

### 2.1 轻于空气的近空间飞行器(浮空器)

#### 2.1.1 平流层飞艇

平流层飞艇是一种轻于空气的飞行器, 主要由

艇囊、能源系统、推进系统、载荷舱、艇首和艇尾结构、控制系统等组成, 工作在近空间的低层(高度在 20~30 km), 依靠静升力驻空, 由太阳能为其提供能源动力, 并带有推进系统, 具有携带数吨重的有效载荷并实现定点、以及主动控制和机动的能力。它与平流层高空气球的最大区别在于具有推进和控制飞行状态的装置。如图 1 所示, 平流层飞艇能长时间定点驻空, 时间长达数月或数年, 非常适合作为新型信息平台, 用来进行高分辨率对地观测、通信中继、区域预警、区域导航等。2005 年底, 美国洛克希德-马丁公司与导弹防御局(MDA)已签订 1.47 亿美元的 HAA 平流层飞艇合同, 预计 2009 年研制成功其原型艇, 并进行演示验证<sup>[4]</sup>。美国空军正在开发“攀登者”(Ascender)军用巨型飞艇, 其设计飞行高度为 30~50 km, 初期阶段研制工作已经结束。其他参与平流层飞艇研制的机构或公司还包括: ESA、JAXA、韩国航空宇航研究院、Lindastrand 公司、San-swire Networks 公司、Raven 工业公司、马来西亚国家浮空器技术中心等。



图 1 平流层飞艇示意图

#### 2.1.2 平流层高空气球

平流层高空气球是一种飞行在平流层高度(30~40 km)的无动力飞行器, 具有飞行高度高、成本低、准备周期短、易于灵活实施等其它飞行器所不具备的特点。平流层高空气球飞行系统由气球、球伞分离装置、回收伞、结缆和吊舱组成, 吊舱内除了装有有效载荷外, 还装有遥测遥控设备、电源、

压舱物等。平流层高空气球目前主要采用排气阀和抛压舱物来调整气球的升速和高度,并综合利用平流层的风向变化来控制其航迹,但该控制方法存在很大局限性,这导致平流层高空气球飞行时间较短(一般不超过数周),目前还无法实现定点控制,是一种短航时自由飞行的近空间飞行器。而且,根据平流层高空气球的特点和任务需求,其发放地点、季节和飞行区域的选取都有比较严格的限制。

目前,国外开发平流层高空气球的研制单位较多,其先进水平的代表为美国 NASA 研制的超压、长航时高空气球 (ULDB),它已经能飞行到 48.7 km 的高度,并带有 680 kg 的有效载荷。国内目前主要有中国科学院高能物理研究所等从事该方面的研制工作,其研制的  $4 \times 10^5 \text{ m}^3$  高空气球的飞行高度已达到 40 km,该所最大可研制  $6 \times 10^5 \text{ m}^3$  的气球,最大发放有效载荷重量 1 500 kg,飞行高度为 40 km<sup>[5-6]</sup>。

## 2.2 重于空气的近空间飞行器

### 2.2.1 太阳能平流层飞翼

太阳能平流层飞翼是一种利用太阳能作为能源动力并依靠空气动力升力飞行的飞行器,其飞行高度可达到 30 km,有效载荷能力大约 100 kg。它采用单晶硅太阳能电池提供能源,带有储能电池,并以高效高空螺旋桨作为推进动力。它能够完成大多数情报侦察监视任务和无线电通信任务。目前,美国南加利福尼亚的空间环境公司已研制成功“太阳神”(Helios)演示验证飞翼,由于 Helios 遇到夜间能源供应等问题,目前难以实现长期滞空,技术还不成熟,可靠性不高。但是,随着高效能源储存技术的不断进步,太阳能平流层飞翼有望在将来实现数月或数年的长期滞空,具有十分诱人的应用前景。

### 2.2.2 平流层无人机

平流层无人机是一种高性能的战略级大型高空长航时无人机,其飞行高度可达 20 km 以上,飞行时间可达数天,用于执行军事侦察和攻击任务。平流层无人机采用高性能涡轮风扇发动机,飞行控制系统采用 GPS 全球定位系统和惯性导航系统,可自

动完成从起飞到着陆的整个飞行过程,可自主完成洲际飞行,一天之内可以对约  $1.37 \times 10^5 \text{ km}^2$  的区域进行侦察。它可同时携带光电、红外传感系统和合成孔径雷达,能不间断地对目标实施高清晰的侦察,且不容易受战术伪装的欺骗,能将侦察图像直接实时地传给地面站。在平流层无人机中,美国诺斯罗普-格鲁门公司的 RQ-4A 全球鹰无人机占有优势,并已经开始投入使用。该无人机可在 21 km 以上高度执行 42 h 任务,其有效载荷能力在 1 800 kg 以上。美国海军计划用其来承担日益增加的信号情报任务,并进一步增强美国的广域海上监视早期作战能力。

### 2.2.3 高超声速飞行器

高超声速飞行器一般是指飞行速度在 5 倍音速 (1 700 m/s) 以上,使用吸气式超燃冲压发动机作为推进动力的飞行器。该飞行器将按需要垂直或水平发射,巡航工作在近空间的中高层,采用碳氢燃料或氢燃料,预计能在 2 h 内到达全球任意地点,是一种新型空天运输飞行器,负责将有效载荷运送至全球各地,甚至近地轨道,或进行空中监视,或执行其他类型的作战支援任务,然后返回地面水平着陆,并可重复使用。

由于高超声速飞行器具有极大的战略意义和应用价值,世界主要航空航天大国——美国、俄罗斯、法国、日本、英国等都在开展相关工作,但由于其难度大,目前各国仍处于概念研究和可行性试验阶段。美国在该领域处于领先地位,NASA 于 2004 年成功试飞了 X-43A 验证机,创造了 9.8 倍音速 (3 332 m/s) 的飞行速度,验证了超燃冲压发动机的可行性。我国也高度关注超高声速飞行器的发展研究工作。

## 3 临近空间飞行器优势

作为一种新型的平台,临近空间飞行器弥补了作战飞机和人造地球卫星工作范围之间存在的广阔的真空地带,可以执行多种军事任务,如用作情报、监视、

侦察 (ISR) 平台, 像 GPS 卫星一样对导弹、飞机进行导航制导, 另外, 临近空间飞行器也能搭载一定的有效载荷, 直接进行作战。与作战飞机和人造卫星相比, 由于独特的工作空间范围和工作方式, 临近空间飞行器在执行相同的战略战术任务时有着得天独厚的优势, 具体分析如下:

1. 将战略优势拓展到新的领域, 在保证覆盖区较大时能提供分辨率较高的照片。军事上常用的侦察照相卫星轨道一般为 300 km 左右, 提供的照片分辨率有限而且信号容易受电离层干扰。侦察飞机可以有重点地对某一区域进行侦察, 而且提供的照片分辨率要高得多, 但是覆盖区小, 需要冒险进入对方领空, 容易被击落和受到国际法的约束。使用临近空间飞行器可以在敌方领空以外部署, 升入临近空间, 然后进入工作区上空, 在 30 km 左右的距离, 可以提供比卫星的分辨率高得多的照片, 并且有较大的覆盖区。

2. 自持时间长。大多数临近空间飞行器可以长时间漂浮在工作区上空, 能耗非常低, 可以持续工作几天、几十天、几个月甚至超过一年, 可以不间断地实时监控, 远远超过了现有的作战飞机。虽然卫星有很长的工作时间, 但是无法做到对某一区域实施重点精确监视。

3. 生存能力强。临近空间飞行器往往外形光滑, 雷达和红外特征很不明显, 而可见光特征在天空的背景中基本被淹没, 使得现代的多普勒雷达对其的探测失效。另外, 目前的作战飞机和地对空导弹都最多只能达到临近空间的下部区域, 无法对临近空间飞行器构成威胁。

4. 部署方便, 反应时间短。可以根据作战需求进行调整机动; 将气球折叠放置在导弹战斗部内, 由载机携带至指定空域释放, 可以快速部署, 也可以采用相同的方式由地面发射, 将整套系统模块化设计, 可以快速有效地部署。卫星和航天飞机需要进行位置机动, 需要耗费大量的燃料, 而发射的准备工作就更复杂了。

5. 成本低廉, 研发周期短。对于航天器来说, 每

千克有效载荷的发射成本在 1 万~4 万美元之间, 而临近空间飞行器的有效载荷出故障时可以回收修理, 而报废时可以仅更换有效载荷而无需更换整个平台; 同时, 临近空间飞行器不像卫星那样暴露在高辐射环境下, 不需要在传感器的防护上面开支。对于卫星来说, 发射前很久就要开始研制工作, 而且一旦设计参数确定, 发射前很难进行修改。同样, 对于作战飞机, 往往需要超过 10 年的研发周期, 而临近空间飞行器结构简单, 可大量运用成熟技术, 研制周期可以缩短到 5 年以内。

当然, 临近空间飞行器也有一定的缺陷, 如大型的飞艇和气球在充气 and 放气时需要相当长的时间, 而且容易受到天气 (尤其是风) 的影响<sup>[7]</sup>。另外, 多数临近空间飞行器的体积较大, 机动性能比较差。由于与海平面相比, 高空大气密度较小, 物体加速到相同的速度需要长得多的时间, 导致临近空间飞行器进行战术机动时花费时间较多。

## 4 临近空间飞行器军事应用前景

### 4.1 用作侦察监视平台

与临近空间飞行器相比, 航空平台的分辨率较高, 但其覆盖范围有限, 不能长时间驻留, 并且其生存能力较低; 轨道平台则更多地用于战略层次的任务, 分辨率和对特定地区的覆盖率都不如临近空间飞行器<sup>[8]</sup>。航空平台、临近空间平台和轨道平台配合使用, 可以实现平时和战时任务区域的全方位、全时段的综合侦察监视。作为侦察监视平台, 临近空间飞行器不仅可用于战场态势感知, 还可用于海洋监视、气象监测、打击效果评估、灾情监测、空中预警和反导拦截等。

### 4.2 用作通信中继平台

临近空间飞行器作为通信平台可以广泛应用于军事和民用通信。与卫星通信相比, 其优势是大容量、高频率利用、传播损耗特性好 (比同步轨道衰减减少 65 dB)、时延小、发射功率低, 易于实现通信终端的小型化、移动化, 建设周期短, 管理、维护



和升级容易,成本低。与地面无线通信相比,临近空间通信平台的覆盖范围大、发射功率低,建设周期短、易于升级,通信不受地形的限制,可以全天候连续工作。

#### 4.3 用作电子对抗平台

临近空间飞行器由于生产和使用成本低、活动区域广、没有人员危险等特点,有着其他空域电子对抗设备无法比拟的优越性。特别是,临近空间飞行器可以在目标上空长期驻留,进行不间断的电子对抗。临近空间飞行器可以干扰敌方地面和海上的警戒、搜索引导、目标指示雷达,减少敌雷达发现目标和预警的时间,为我作战飞机、导弹等提供长时间的电子支援干扰,从而提高这些作战武器在作战过程中的突防能力、作战效能和生存概率。临近空间飞行器还可以发射高强度的卫星导航干扰信号,从而降低了敌方的作战效能;同时,临近空间飞行器也可以发射增强的卫星导航信号,压制敌方对我卫星导航信号的干扰。

#### 4.4 用作运输补给平台

临近空间飞行器作为新一代运输工具,可以在高于现有防空能力的空域运输部队,做到强火力混编作战单位的大范围、高机动投送。美国已提出“海象”(Walrus)计划,研发1 000 t的洲际飞艇,期望它能承担一个完整武装旅的运输,使之成为可移动的“战斗堡垒”。巨型临近空间飞行器也可作为地面到轨道之间的运载器,将诸如宇宙飞船、人造卫星等航天器运抵预定高度并发射入轨。另外,巨型临近空间飞行器在临近空间犹如一个“临近空间站”,也可作为临近空间飞行器系统(设备)的补给和维修平台。

#### 4.5 用作演示验证平台

目前,在航天航空、空间武器等先进技术领域

开展演示验证的一般方法是采用航天器搭载试验。这种试验可以真实模拟设备的实际工作环境,但也存在搭载机会难得、搭载费用高、搭载风险大、无法回收、演示试验受到搭载航天器本身功能限制等问题。而采用临近空间飞行器作为搭载平台,则可以在一定程度上弥补天基搭载平台的不足,其优势主要体现在3个方面:(1)演示试验范围广,费用低;(2)试验设备可回收,风险小;(3)可以进行新技术的先期演示验证。

#### 4.6 用作空间武器平台

搭载一定的武器装备后,低速临近空间飞行器可以长时间在战区上空巡航,一旦需要,可以从空中迅速对敌地面战略目标实施打击,这种居高临下的突然性攻击可极大地压缩预警反应时间,提高突防能力,具有很强的战略威慑作用。一旦威胁解除,还可以回收部署。高速临近空间飞行器作为武器平台时,具有机动速度快、覆盖范围大、高空作战不受气候条件限制等特点,可以使用常规弹药、高能微波武器、高能激光武器等对敌方高价值目标进行快速、精确打击,还可以远程拦截敌方现役和未来可能部署的多种空天进攻平台。

## 5 结 论

本文针对临近空间飞行器的军事应用前景展开讨论,对不同种类的飞行器的结构组成及工作方式进行了详细介绍,并分析了临近空间飞行器在军事应用方面的优势。在此基础上阐述了临近空间飞行器的未来应用前景,为临近空间领域的探索及临近空间飞行器的研究和发展提供了思路。对于促进新的军事变革多元化、一体化及国家安全体系发展进程具有重要意义。

## 参考文献

- [1]李铮,赵大勇.美国临近空间平台开发利用及对我军的启示[J].火力与指挥控制,2009,34(8):1-3.

- [2]于涌,王淑平.临近空间飞行器光电载荷[J].光机电信息,2008,25(3):30-36.
- [3]王彦广,李健全,李勇,等.近空间飞行器的特点及其应用前景[J].航天器工程,2007,16(1):50-57.
- [4]Jamison L, Sommer C S, Porche I R. High-altitude air-ships for the future force army [R]. *RAND Corporation Technical Report*, 2005.
- [5]中国科学院高能物理研究所编.平流层高空气球系统[M].中国科学院,2005.
- [6]Smith M S, Rainwater E L. Application of scientific ballooning technology to high altitude airships [R]. *AIAA-2003-6711*, 2003.
- [7]黄伟,罗世彬,王振国.临近空间飞行器研究现状分析[J].飞航导弹,2007(10):28-31.
- [8]尹志忠,李强.临近空间飞行器及其军事应用分析[J].装备指挥技术学院学报,2006,17(5):64-68.

作者简介:郭劲(1964-),男,汉族,吉林长春人,博士,研究员,博士生导师,2008年于长百货光几所获得博士学位,主要从事光电对抗技术与装备研制方面的研究。E-mail: wtfeng@sina.com

## 《光学 精密工程》(月刊)

《光学 精密工程》是中国仪器仪表学会一级学术期刊,中国科学院长春光学精密机械与物理研究所主办,科学出版社出版。由国内外著名科学家任顾问,陈星旦院士任编委会主任,国家科技部副部长曹健林博士担任主编。

《光学 精密工程》坚持学术品位,集中报道国内外现代应用光学、光学工程技术、光电工程和精密机械、光学材料、微纳科学与技术、医用光学、先进加工制造技术、信息与控制、计算机应用以及有关交叉学科等方面的最新理论研究、科研成果和创新技术。本刊自2007年起只刊发国家重大科技项目和国家自然科学基金项目及各省、部委基金项目资助的论文。《光学 精密工程》竭诚欢迎广大作者踊跃投稿。

本刊获奖:

中国精品科技期刊  
中国科学技术协会择优支持期刊  
中国百种杰出学术期刊  
第一届北方优秀期刊  
吉林省双十佳期刊

国际检索源:

《美国工程索引》(EI Compendex)  
《美国化学文摘》(CA)  
《英国INSPEC》(SA)  
《俄罗斯文摘杂志》(PЖ)  
《美国剑桥科学文摘》(CSA)

国内检索源:

中国科技论文统计源期刊  
中国学术期刊(光盘版)  
万方数据系统数字化期刊  
台湾华艺中文电子期刊网  
中国科学引文数据库  
中国物理文献数据库  
中国期刊网

中文核心期刊要目总览(北大)  
中国学术期刊综合评价数据库  
中国光学与应用光学文摘  
中国科学期刊全文数据库  
中国光学文献数据库  
中国学术期刊文摘  
中国物理文摘

电话:(0431) 86176855  
传真:(0431) 84613409

E-mail: gxjmgc@ciomp.ac.cn gxjmgc@sina.com  
<http://www.eope.net>