

# 军用航空装备技术发展趋势

张东波<sup>1</sup>, 赵群力<sup>2</sup>

1. 中国航空工业集团公司科学技术委员会, 北京 100012

2. 中国航空工业发展研究中心, 北京 100012

**摘要** 军用航空装备技术的发展方向直接影响一个国家的军用航空装备,进而决定一个国家的空中力量。通过分析研究世界航空军事强国着力发展的航空装备以及新兴技术在航空装备上的应用,提出未来军用航空装备技术将向着体系化、信息化、敏捷化、远程化和智能化的方向发展,并对中国军用航空装备未来发展提出了建议。

**关键词** 军用航空;装备技术;军事科技

当前,世界新军事革命持续发展,军事新技术与装备不断出现,军队体制编制深入调整,新作战样式和战法不断生成,对军用航空装备技术发展提出严峻挑战。

美国将军事科技发展作为军队建设作为确保其超级大国地位的主要手段,大幅度增加国防经费,2018财年美国国会通过的国防预算高达7000亿美元,占世界各国军费之和的40%以上;2019财年国防预算申请额增至7160亿美元。2018年张海涛<sup>[1]</sup>通过分析过去10年美军武器系统采办预算的发展脉络,以及未来5年武器系统采办预算趋势,发现航空装备在各类装备中的占比最大;航空装备始终是美国国防预算重点投资领域,美军始终保持对航空装备在全球投送和全球打击等方面能力的重视程度。日本、印度等国军费开支也持续增长。2035年前,国外的一批新技术将发展成熟并用于航空武器装备,有可能产生新装备与新技术的突袭。

本文介绍世界航空强国正大力发展的新型军用航空装备的研究,分析新兴技术对军用航空装备发展的影响,提出未来军用航空装备技术发展的趋势。

## 1 世界航空强国大力发展新型航空武器装备

2035年前,世界军用航空装备将快速发展,预计有很多新型武器装备将部署。世界各航空军事强国着力发展的装备主要包括:高超声速飞行器、新一代远程轰炸机、隐身战斗机、先进无人机、新型机载武器等。

1) 高超声速飞行器。预计2035年,美国空军将装备高超声速飞机,这种飞机将采用组合动力,可在约30 km高度以5~6 Ma的速度飞行,执行侦察、打击等作战任务<sup>[2]</sup>;美国空军还将列装高超声速巡航导弹。俄罗斯将列装高超声速助推滑翔弹和“锆石”高超声速巡航导弹,这些武器的出口型或俄罗斯与印度联合发展的“布拉莫斯 II”高超声速巡航导弹将列装印度和越南等国,对中国带来严重挑战。

2) 新一代远程轰炸机。针对高端战争的需要,美国正在研制新一代远程轰炸机B-21。该机具有隐身性好、网络化协同作战能力好、独立作战能力强、载弹量

收稿日期:2018-06-16;修回日期:2018-09-10

作者简介:张东波,高级工程师,研究方向为航空工业发展战略,电子信箱: rushi\_ren@163.com

引用格式:张东波,赵群力. 军用航空装备技术发展趋势[J]. 科技导报, 2018, 36(22): 127-130; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2018.22.011

大、武器种类多、经济性好等特点。该机作战半径 3900 ~ 4600 km, 载弹量 15 t, 单价 5.5 亿美元, 计划 2020 年前首飞, 2025 年左右形成初始作战能力, 美军计划采购 100 架。

3) 隐身战斗机。美国将研制“下一代空中主宰”(NGAD)制空系统<sup>[3]</sup>, 其中新战斗机具有高度的网络化协同作战能力和更好的隐身性能, 并兼顾速度和敏捷性, 作战半径不小于 1850 km, 内埋载弹量至少比 F-22 战斗机增加 1 倍, 可与其他战斗机、预警机、无人机、武库机以及航天装备等形成制空为主、兼有多域作战能力的“系统簇”。

4) 先进无人机。美国将形成由大、中型无人机和大量小型低成本无人机组成的装备谱系, 可采取忠诚僚机、编队、蜂群等多种作战方式, 执行情报监视侦察(ISR)、通信组网、网络和电磁攻击、防空压制、对地攻击、空战等多种任务。欧洲的未来作战空中系统(FCAS)将包含多种无人机, 分别执行侦察、攻击、电子战等任务, 通过有人机和无人机组成的装备体系夺取制空权。印度和韩国也计划研制无人作战飞机。

5) 新型机载武器。美国将装备具有多任务、抗干扰、高密度内埋、云制导等能力的下一代空空导弹(NGM)以及小型先进空空导弹(SACM)。B61-12 战术核炸弹、新型远程防区外武器、新型反辐射导弹、通用近程空地导弹等将形成装备。空基反导弹武器系统(AWL)将形成拦截上升段/助推段弹道导弹的能力。2035 年前, 美国将装备输出功率不小于 10 kW 的防御型激光武器和输出功率不小于 100 ~ 150 kW 的攻击型激光武器<sup>[4]</sup>。高功率微波武器将配装多种作战飞机, 还将用于空射巡航导弹、防区外空地弹等空对地武器<sup>[5]</sup>。

## 2 新技术的涌现催生军用航空装备发展

2035 年前, 一大批新技术将发展成熟并用于航空装备, 从而产生新的技术突袭。在这些新技术中, 尤其值得关注的是高超声速、人工智能、网络化分布式作战、机载定向能武器、自适应变循环发动机、纳米技术、增材制造和超材料技术。

1) 高超声速技术。主要特点是速度快, 从而形成作战优势, 甚至可弥补隐身的不足。该技术可用于侦察、运输、航天器发射和打击等任务, 在海外基地支持下, 将使美军具备在 1 h 内对全球任意目标进行打击的潜力。根据美国米切尔航空航天研究所的提议, 预计

21 世纪 20 年代美军将装备从空中发射中程高超声速打击武器; 21 世纪 30 年代将装备功能和性能更强大的攻击/情报、监视与侦察武器; 21 世纪 40 年代将装备可重复使用的高超声速攻击/情报、监视与侦察飞机<sup>[2]</sup>。

2) 人工智能技术。2016 年, 美国“阿尔法”人工智能系统在模拟空战中击败了有丰富经验的飞行员, 显示了人工智能在制空作战中的巨大潜力。随着智能化程度的不断提升, 无人机与有人机协同作战的能力将越来越强, 将对未来空中作战产生颠覆性影响。

3) 网络化分布式作战技术。网络化分布式作战技术的核心思想是不再由当前的高价值多用途平台独立完成作战任务, 而是将能力分散部署到多种平台上, 通过网络将多个平台连接在一起, 形成能完成多种作战任务的装备体系, 共同完成作战任务。为实现网络化分布式作战, 美国国防高级研究计划局(DARPA)已启动多个研究项目。预计 2035 年前, 网络化分布式作战将得到广泛应用, 并将对未来空中作战的方式产生重要影响。

4) 机载定向能武器技术。在激光武器技术方面, 根据美国空军机载激光武器的发展路线图, 2022 年将使用 F-35 战斗开展功率数 10 千瓦的激光武器演示验证; 2029 年后将为第五代战斗机研制功率在 100 kW 级的机载激光武器。在微波武器方面, 美国空军已经于 2012 年 10 月完成“反电子高功率微波导弹专项”(CHAMP)的首次技术演示验证试飞, 预计 2035 年前, 配装高功率微波战斗部的巡航导弹将装备部队<sup>[6]</sup>。

5) 自适应变循环发动机技术。该技术可根据不同的飞行任务特点, 通过改变发动机工作点热力循环参数, 满足不同飞行任务的工作需要。2016 年 6 月 30 日, 美国空军向通用电气公司和普惠公司同时签订“自适应发动机验证项目”(AETP)合同, 计划 2021 年完成整机试车。预计在 2035 年前后, 美军的下一代战斗机和 F-35 的改进型飞机都将采用自适应变循环发动机<sup>[7]</sup>。

6) 纳米技术。该技术是指纳米级(0.1 ~ 100 nm)材料、设计、制造、测量、控制和产品技术, 主要包括纳米材料、纳米元器件、纳米机电技术等, 这些技术对提高航空器的强度、减轻重量、改善隐身性能、融合传感器、提高机载系统工作效率等方面具有广泛的影响。

7) 增材制造技术。该技术颠覆了以切削加工为主的传统制造流程, 可大幅度降低工装需求, 减少材料消耗, 缩短工时, 并可制造常规方法无法实现的新颖零件和复杂结构, 从而引起产品在设计 and 制造上的重大变

革。目前,航空增材制造的研发重点是直接激光制造(DLM)、选区激光烧结/熔化(SLS/SLM)、电子束熔化(EBM)、熔融沉积成形(FDM)和喷墨沉积(包括黏合剂喷射)等技术。预计在2035年前,大型金属承力构件、发动机金属热端构件、陶瓷和复合材料构件都将可以用增材制造技术进行制造。

8) 超材料技术。通过人为设计微结构单元及其排列方式,超材料具有天然材料所不具备的某些超常物理性能,例如:负折射、反多普勒效应、反常光压等。利用超材料,可以对电磁波、光波、声波的传播方向进行控制。2017年8月,美国普渡大学开发出一种石墨烯-陶瓷复合材料,具有轻质、耐火、强度高、弹性好、导电和隔热性能优良的特点,可用于飞机传感器和热防护系统<sup>[8]</sup>。国外研究超材料在隐身、雷达罩、宽频天线、光学器件等领域的应用已取得明显进展。预计2035年,超材料将在下一代航空武器装备上应用,使飞机的性能显著提升。

### 3 未来军用航空装备技术发展趋势

综合世界各航空军事强国正在着力发展的军用航空装备,以及新技术不断成熟并在航空装备上开展应用,认为未来军用航空装备将向着“五化”——体系化、信息化、敏捷化、远程化、智能化方向发展。

#### 3.1 体系化

随着信息技术的发展,航空装备的形态和作战方式正在发生革命性的变化。不但航空装备之间的信息联系日益紧密,而且与地面装备相互之间协同作战的能力也在不断增强,航空装备体系化发展的趋势变得越来越明显。2016年5月,美国空军发布《2030年空中优势飞行规划》<sup>[9]</sup>认为,未来没有任何一种下一代战斗机可以单独地躲避和对抗作战对手的地空、空空、反卫星、电子战攻击和网电威胁,而是要依靠由战斗机、无人机、卫星、先进机载武器等装备组成的体系,才能有效地夺取制空权,完成其他作战任务。欧洲和日本也非常注重体系化作战,分别提出了由有人机和无人机组成的装备体系夺取制空权的作战概念。

#### 3.2 信息化

2035年前,信息技术仍将保持快速发展,在航空装备和空中作战中的应用将越来越广。特别是情报、侦察、指挥、通信等领域,对信息技术将更加倚重。在这

种情况下,C3ISR(指挥、控制、通信、情报、监视、侦察)系统将变得更加重要。如果没有可靠的C3ISR系统,就无法顺利开展空中作战。

#### 3.3 敏捷化

随着航空技术、信息技术和机载武器技术的发展,航空装备的快速灵活反应能力正变得越来越重要。美国空军2015年9月发布的《空军未来作战概念》已经把作战敏捷性放到了非常高的位置<sup>[10]</sup>,并且明确提出,美国空军将利用其作战敏捷性迅速适应任何情况或任何敌人。在未来战争中,不但作战平台、机载武器的飞行速度要加快,而且情报侦察、指挥控制、兵力机动、交战与评估的各个环节都将加快速度。

#### 3.4 远程化

随着飞机航程、武器射程的不断提高,以及情报、侦察、指挥、控制能力的不断增强,空中作战正在向远程化的方向发展。美军将远程作战能力视为其独特的不对称优势,要求新型战斗机、空空导弹、反舰导弹和舰载无人机都具有远程作战能力,为此启动了MQ-25舰载无人加油机等装备的研制工作。

#### 3.5 智能化

当前,以脑机交互、神经元计算和生物化学工程为代表的科学技术日益趋近颠覆性发展的拐点,航空装备研制、生产、使用和维护保障的全过程正在由信息化向智能化方向发展。虽然在短时间内,无人机并不能完全取代有人机,但是随着其智能化程度的不断提高,无人机的应用范围会越来越广。美国空军协会米切尔航空航天研究所认为,有人/无人协同技术使空军可将无人机当作武器运载平台使用,为有人机提供火力支援,从而增加武器载荷和数量,提升作战效能。此外,由于有人机的留空时间有限,无人机可以长时间在空中飞行,及时发现目标并进行目标指示(如:激光照射),帮助有人机实施快速打击。有人/无人协同技术还能够提高侦察监视和电子攻击能力,或者利用成批量的小型空射无人机充当诱饵开辟新道路,甚至摧毁敌方目标<sup>[11]</sup>。从世界范围看,下一代战争极可能是智能化战争。

## 4 结论

近年来,中国虽有一批新型航空武器装备部队,但与美国等航空军事强国相比仍有较大差距,特别是随



着F-35战斗机逐步部署在中国周边,给中国周边安全形势带来严峻考验。

党的“十九大”报告提出“力争到2035年基本实现国防和军队现代化,到21世纪中叶把人民军队全面建成世界一流军队”的战略目标。为满足建设世界一流军队,维护国家安全利益的需要,必须针对国家战略需求,加快军用航空装备的发展,大力发展信息战、网络战、太空战和远程作战、海上作战相关的航空装备技术。建议围绕军用航空装备技术发展方向——体系化、信息化、敏捷化、远程化、智能化开展相关技术研究,加强科技创新,努力抢占航空科技的制高点,特别是要加快航空前沿技术和颠覆性技术的发展,研制出一批具有原创性的军用航空装备,为实现强军目标做出贡献。

#### 参考文献(References)

- [1] 张海涛. 美国2019财年国防预算释放了哪些信号[N]. 中国航空报, 2018-03-27(5).  
Zhang Haitao. What signals did the US defense budget for the 2019 fiscal year release[N]. China Aviation News, 2018-03-27 (5).
- [2] Hallion R P, Bedke M G C M, Schanz M V. Hypersonic weapons and US national security: A 21st century breakthrough[R]. Arlington, VA: The Mitchell Institute for Aerospace Studies Air Force Association, 2016.
- [3] Seligman L. USAF speeds next-gen fighter family, with eye toward china[EB/OL]. [2018-02-21]. <http://aviationweek.com/defense/usaf-speeds-next-gen-fighter-family-eye-toward-china>.
- [4] Drew J. MDA backs laser-equipped UAVs to shoot down missiles[EB/OL]. (2016-06-27)[2018-02-21]. <http://aviationweek.com/awindefense/mda-backs-laser-equipped-uavs-shoot-down-missiles>.
- [5] Drew J. Analysis: Defence firms get creative at Air Warfare Symposium[EB/OL]. (2016-02-25)[2018-02-21]. <https://www.flightglobal.com/news/articles/analysis-defence-firms-get-creative-at-air-warfare-422373>.
- [6] Drew J. US bomber force preparing computer-killing HPM cruise missiles[EB/OL]. (2016-08-01)[2018-02-21]. <http://aviationweek.com/defense/us-bomber-force-preparing-computer-killing-hpm-cruise-missiles>.
- [7] Norris G. GE details sixth-generation adaptive fighter engine plan[EB/OL]. (2015-01-29)[2018-02-21]. <http://aviationweek.com/defense/ge-details-sixth-generation-adaptive-fighter-engine-plan>.
- [8] Graphene-ceramic metamaterial shows promise in sensors and heat shields[EB/OL]. (2017-08-10)[2018-02-21]. <https://www.theengineer.co.uk/graphene-metamaterial>.
- [9] Enterprise Capability Collaboration Team. Air superiority 2030 flight plan[R]. Arlington, VA: United States Air Force, 2016.
- [10] United States Air Force. Air force future operating concept [R]. Arlington, VA: United States Air Force, 2015.
- [11] Deptula D A. Consolidating the revolution: Optimizing the potential of remotely piloted aircraft[R]. Arlington, VA: The Mitchell Institute for Aerospace Studies Air Force Association, 2017.

## Research on the development trend of military aviation equipment technology

ZHANG Dongbo<sup>1</sup>, ZHAO Qunli<sup>2</sup>

1. Science and Technology Committee of Aviation Industry Corporation of China, Beijing 100012, China
2. Aviation Industry Development Research Center of China, Beijing 100012, China

**Abstract** The development direction of military aviation equipment technology directly affects a country's military aviation equipment, and thus determines the strength of a country's air power. This article analyzes and studies military aviation equipment that are being developed by the world's aviation and military powers and the application of emerging technologies to military aviation equipment. It is argued that the future military aviation equipment will develop in the direction featuring systematic, informational, agile, remote, and intelligent. The suggestions for the future development of China's military aviation equipment are also proposed.

**Keywords** military aviation; equipment technology; military technology ●



(责任编辑 傅雪)