

美国空军未来能力及其航空关键技术分析

Analysis on Future Capability of US Air Force and Aeronautic Critical Technology

王传胜 / 中国航空工业发展研究中心

摘要: 从整体角度介绍了美国空军未来能力需求, 并简要分析了美国空军未来的航空关键技术。

关键词: 关键技术; 未来能力; 自主技术; 机载激光

Keywords: critical technology; future capability; autonomous technology; airborne laser

0 引言

作为世界上最强大的空中力量, 美国空军对空中优势的掌控已达数十年, 然而随着未来威胁类型的复杂多变和作战模式的多样化, 现有的航空武器装备与技术已不能满足美国空军的需求。

要满足美空军新的能力需求, 还要考虑经济低迷导致美国政府未来可能大幅削减军费开支等限制, 使得美国空军不得不认真审视其未来能力以及发展相应的未来航空关键技术。

1 美国空军未来能力

为适应新时期的作战需求变化, 美国空军数年前就提出了转型计划等战略性文件。这些文件指出, 美国空军要实现从“基于威胁”向“基于能力”的转变; 要实现全球警戒、全球到达和全

4 结束语

复合材料所具有的非比寻常的特性和技术的日臻成熟为其在新一代商用发动机上的应用奠定了基础。

复合材料作为一种新型材料和新结构, 在运用到航空发动机制造时, 需要进行大量工艺、材料试验, 这样才能保证航空发动机的安全性和可靠性。美国、俄罗斯等在将复合材料运用到航空发动机的过程中积累了丰富的经验, 具有很高的技术水平, 形成了较为完备的工业技术体系。

AST

参考文献

[1] 李杰. GE公司复合材料风扇叶片的发展和工艺[J]. 航空发动机, 2008(4).

[2] 李杰. 后掠大流量宽弦复合材料风扇叶片综述[J]. 航空制造技术, 2009(17).

[3] 闫国志, 李杰. 首款国产大飞机发动机技术特点及其市场前景浅析[J]. 航空制造技术, 2010(14).

[4] 李杰. LEAP-X发动机的创新性技术[J]. 航空科学技术, 2011(4).

[5] Cook D. Development of composite materials for the next generation of civil aircraft engines[J]. The Engine Yearbook, 2010.

[6] 李杰. 后掠大流量宽弦复合材料风扇叶片的发展与创新[J]. 航空动力技术, 2010(2).

[7] 汪星明, 邢誉峰. 三维编织复合

材料研究进展[J]. 航空学报, 2010(5).

[8] 蔡天舒. 三维编织复合材料及RTM工艺进展[C]. 第十七届玻璃钢/复合材料学术年会, 2008.

[9] 纪双英, 王晋, 邢军, 益小苏, 袁学仁. 国外航空发动机风扇包容机匣研究进展[J]. 航空制造技术, 2010(14).

[10] 文生琼, 何爱杰. 陶瓷基复合材料在航空发动机热端部件上的应用[J]. 航空制造技术, 2009(S).

作者简介

李杰, 高级工程师, 从事外贸技术与管理工作。

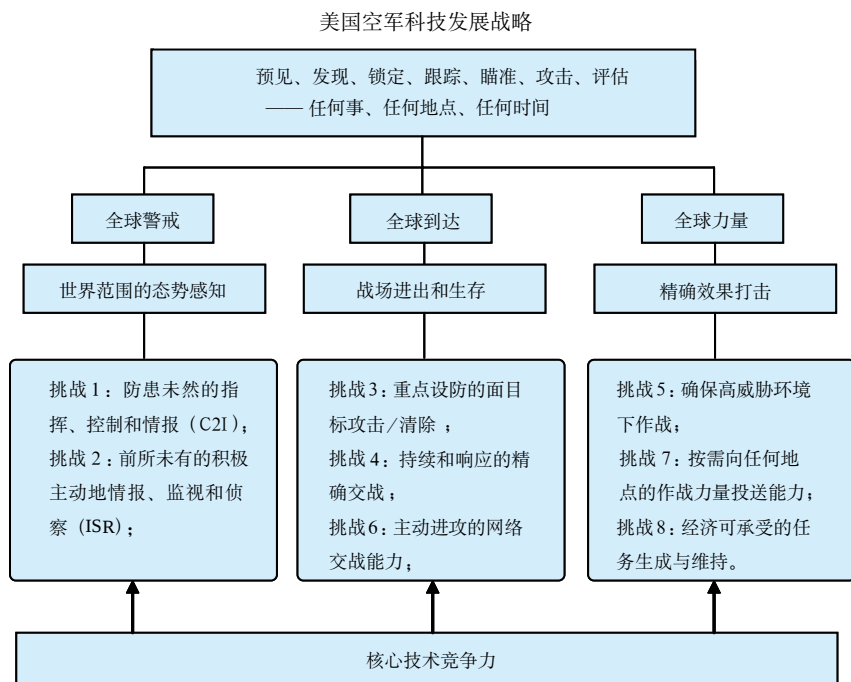


图1 八项技术挑战对美国空军科技战略的支撑关系图

球力量三大能力。据此,美国空军还提出了六种作战概念,包括全球打击、全球持续攻击、核反应、国土安全、全球机动、航天与C4ISR,此外还提出了灵活作战保障。

从任务定位上来看,美国空军未来作战任务是“在空中、太空和网络空间进行飞行、战斗和获胜”。为了进一步细化空军任务能力需求,自2009年起,美国空军提出了十二项核心职责,包括核威慑行动、空中优势、太空优势、网际空间优势、全球精确打击、快速全球机动、特种行动、全球综合情报监视与侦察(ISR)、命令与控制、人员救援、伙伴合作、灵活作战保障。

近年来,美国政府面临着越来越大的财政压力,为了理顺财政,减少联邦支出,美国国会已通过了预算控制法案,其中包括减少国防预算。需要指出的是,美国国防部计划未来削减陆军规模,但却要加强对空军和海军建设的投入,以维

持制空权和制海权,实现其设想的“空海一体战”作战概念。

作为现在与未来作战的核心力量之一,美国空军能力的建设需要科学与技术的大力支持。而美国空军的科技发展战略是保证美国空军具备“预见、发现、锁定、跟踪、瞄准、攻击、评估——任何事、任何地点、任何时间”的总体能力,这一能力可分解为“全球警戒、全球到达和全球力量”等三个方面。其中“全球警戒”是要实现世界范围的态势感知;“全球到达”是保证战场进出和生存;“全球力量”则是确保目标的精确效果打击。为了保证这些能力的实现,美国空军研究实验室提出了八项技术挑战。

挑战1:防患于未然的指挥、控制和情报(C2I);

挑战2:前所未有的积极主动地情报、监视和侦察(ISR);

挑战3:重点设防的面目标攻击/

清除;

挑战4:持续和响应的精确交战;

挑战5:确保高威胁环境下作战;

挑战6:主动进攻的网络交战能力;

挑战7:按需向任何地点的作战力量投送能力;

挑战8:经济可承受的任务生成与维护。

这八项技术挑战代表了美国空军武器装备的未来能力需求方向和技术发展方向,其与未来能力之间的支撑关系如图1所示。

2 美国空军未来航空关键技术

与其他军种相比,空军对科技的依赖程度更高,在美国国防科技投资中,空军科技投资长期处于前列。早在美国空军成为独立军种之前,航空学领军人物冯·卡门在哈普·阿诺德将军的全力支持下,实施了一次大型航空科技研究计划(或称航空科技构想)——“新地平线”,该研究全面调查研究了当时世界上最先进的航空科技研究情况,并在此基础上对美国科学和技术将在未来十年扮演的角色进行了构想。该研究收获了丰硕的成果,为美国空军科技后续发展奠定了雄厚、坚实的基础。之后,每隔十年左右,美国空军就会进行一次类似的研究,其中重要的内容就是分析空军未来需要重点发展的关键技术,以保证其空中优势。最新的一版科技构想为2010年的“技术地平线”。

此外,尽管美国政府未来计划大幅削减军费开支,但对直接影响未来美国空军继续保持领先优势的武器装备项目,将继续给予大力支持。从目前的情况来看,这些仍处于探索和技术攻关的新型航空武器装备可能包括六代机、远程轰炸机、无人作战飞机等,其中每一型航空装备都需要相应的航空关键

技术的支持。

2.1 “技术地平线”中的未来航空关键技术

“技术地平线”是由美国空军首席科学家办公室主导,多家军事、科研、工业和政府机构共同参与,历时9个月完成的美国空军第七版科技构想(或称空军科技路线图)的研究成果。该研究全面分析了影响美国空军科技发展的战略环境,重点论述了空军未来的30大潜在能力领域,并研究确定了美国空军未来需重点关注的多达110项的“关键技术领域”,这些领域将是形成美国空军未来能力的主要科技保障。

“技术地平线”给出了30项潜在能力领域中前10位的优先级别,这10项潜在能力领域与相应的关键技术主要有以下几方面。

1) 固有抗入侵网络系统

关键技术包括频率捷变射频系统、赛博进攻与防御、多形网络、量子密钥分配等。

2) 网络易损性自动评估和反应

关键技术包括多形网络、复杂环境可视化、分布式感知网络、复杂自适应系统的验证与确认、自主系统、人机接口等。

3) 人体效能增强

关键技术包括自主系统、健康监控与预测、生物特征、类行为建模、认知活动增强、身体活动增强、人机接口等。

4) 可信、自适应、灵活的自主系统

关键技术包括复杂自适应系统、虚拟机器体系、自主系统、自主任务规划、健康监控与预测、灵巧网络、综合感知与处理、自动软件生成、复杂自适应系统的验证与确认等。

5) 优势频谱战

关键技术包括激光通信、频率捷变射频系统、大功率微波、轻型多功能结

构、动态频谱访问、定向能作用、光电材料、保密射频链等。

6) GPS拒止环境中的精确导航与定时

关键技术包括冷原子INS、芯片原子钟、多形网络、频谱易变性、复杂自适应系统、自主系统、先进射频孔径、复杂自适应系统的验证与确认、保密射频链等。

7) 具有处理能力的智能ISR传感器

关键技术包括芯片原子钟、EO/IR感知、基于传感器的处理、信息融合与理解、综合感知与处理、自主推理与学习、纳米材料等。

8) 分层式、高生存力遥控系统

关键技术包括:先进气动构型、冷原子INS、激光通信、定向能作用、定向能作用、IR特性压制、先进复合材料、自愈合材料、能量生成与能量存储、先进/涡轮间燃烧室、高效非引气进气道等。

9) 下一代高效涡轮发动机

关键技术包括耦合多物理仿真、轻型多功能结构、健康监控与预测、纳米材料、高温材料、三流道发动机体系、先进/涡轮间燃烧室、弯曲喷管等。

10) 用于战术打击/防御的定向能

关键技术包括先进气动构型、固态激光、波束控制、定向能作用、能量生成与能量存储、热管理部件、高温电子、复杂自适应系统的验证与确认、三流道发动机体系等。

2.2 未来航空武器装备中的关键技术

目前,美国空军正进行一些未来航空武器装备的探索与研制,从对这些武器的分析中可以看出美国空军未来重点关注和支持的军用航空关键技术。

1) 六代机的航空关键技术

随着美国F-22/F-35战斗机研制工作的陆续开展和完成,为确保美国空军的能力优势,同时为了推进技术开发,美

国已着手开展下一代战斗机的发展工作,但六代机目前仍处于概念方案论证等较初级的阶段。

2009年年初,美国《空军》杂志发表的《第六代战斗机》一文,对第六代战斗机的需求进行了分析,并预测更低的信号特征、可变形结构、自适应变循环发动机、定向能武器、智能蒙皮、更趋综合的航电系统,可选有人驾驶为其潜在的技术特征。

2010年11月,美空军装备司令部发布了《下一代战术飞机装备与技术概念研究》项目能力信息征询书,提出第六代机应“在2030年左右形成初始作战能力”,并要求能在2030~2050年间的“反介入/区域拒止”环境中作战,并明确列出了16项“政府最感兴趣”的可应用技术概念,其中包括传感器防护、对空/对地目标的自动识别、非动力学武器、无人/可选有人驾驶等仍处于研究探索的技术。征询书指出第六代战斗机的主要任务是对空作战——即摧毁或削弱敌方控制天空的能力;次要任务为综合空中与导弹防御、近距空中支援、空中遮断、空中电子攻击、情报/监视与侦察。

2011年7月,波音公司和诺·格公司分别展示了其为空军第六代战斗机项目提出的概念设计方案,两种概念方案的共同特点是采用无垂尾、大后掠角、双发/推力矢量、进气道上置的单座隐身战斗机设计。

综合来看,美国六代机的关键技术可能包括自适应变循环发动机、无人/有人驾驶、传感器防护、更趋综合的航电系统、机载激光武器等。

2) 远程轰炸机中的航空关键技术

为了使远程打击力量在远程作战方面具有更高的作战效能,同时考虑应对未来反介入/区域拒止能力,美国空军一直在力推新型远程轰炸机的研制。到

目前为止,美军新型远程轰炸机的战技要求论证和作战概念开发工作均已基本完成,新型远程轰炸机及其关联项目已获得总额较大的累积投资,按照美空军目前的计划,其新型远程轰炸机将在2025年左右形成初始作战能力(IOC)。

根据美国防部和美空军在2010年和2011年发布的文件和透露的信息,美空军的新型远程轰炸机将与其他平台组成机群编组作战,而新型远程轰炸机本身将是隐身、可选有人/无人驾驶、具备核打击能力或潜力、作战半径/载弹量适中、具有经济可承受性的远程轰炸机。美空军还在其预算申请材料中指出,新型远程轰炸机将在打击反应能力、持久性、生存力、杀伤力、连通性和经济可承受性方面提升美空军的远程打击能力。归纳起来,该机将具有以下技术特点:

- 平台: 将采用类似B-2飞机的无尾飞翼布局,兼具极低可观测性和长航时飞行能力,既可以选择有人驾驶也可以选择无人驾驶。

- 系统: 将采用基于成熟技术的航电系统,采用开放式系统结构和具有多个安全等级的软件系统,配装多种先进的传感器,配装电子战系统,具有很强的网络连通、多传感器数据融合、多机传感器交互提示、自动目标识别和战斗识别等能力。

- 动力: 可能采用基于F135发动机技术的涡扇发动机,也可能采用具有高涡轮前温度的自适应变循环发动机。

- 武器: 具有内埋弹舱,除使用常规弹药外,还具有核打击能力或潜力。既能使用临空打击和中近程精确制导弹药,又能使用防区外空地导弹。具有搭载大量小型精确制导弹药实施饱和打击和多目标同时打击的能力。具有搭载攻坚弹摧毁坚固及深埋目标的能力。

3) 无人作战飞机中的航空关键

技术

无人战斗机将在未来的网络中心战中充当射手角色,在全球作战指挥控制体系的指挥下对敌方目标实施精确时敏打击,能在高危环境生存,并具备适应全球作战的超视距网络连通性,能够独立或作为有人作战的一部分完成作战任务,具有与现有无人机、有人机的互操作能力。

2011年,诺·格公司X-47B和波音公司的“幻影线”无人作战飞机先后在美国加利福尼亚州的爱德华兹空军基地成功完成首飞。标志着美国无人作战飞机验证机进一步取得了更丰富的成果。

发展无人作战飞机具有高技术风险,以目前的技术水平研制具有有限任务能力的无人战斗机还是可行的,但要发展能在复杂作战环境下使用的多任务无人作战飞机尚有许多技术障碍需要克服,关键在于以下几方面。

- 先进平台技术。需发展的技术包括涡流控制技术、非线性控制技术、推力矢量技术、智能结构技术、高聚合物材料等。

- 自主控制技术。需发展的技术包括自适应控制技术、容错技术、行为智能和自主决策、标准和人/机接口、低可探测的共形天线、先进的无人机管理系统等。

- 网络连通性。需发展的技术包括全天候的加密宽带数据链、分布式高速处理技术和图像/数据压缩技术、数字式“软件”无线电技术、动态无线组网技术。

- 空域管理。需发展的关键技术包括抗干扰GPS系统、极低漂移率的惯性测量设备、冲突检测和防撞系统、空中交通管制和任务管理算法、精确着陆辅助装置、气候对作战环境的影响等。

此外,吸气式高超声速推进技术、机载激光武器技术、多功能机载武器技术

等也是美国空军正在研制和攻克军用航空关键技术。

3 结束语

综合来看,美国空军未来的能力需求是希望通过高科技手段继续保持其空中优势,并拓展其优势领域至太空和网络空间,实现“三空”的优势作战。而为了达到这一目标,美国空军将重点发展包括自主系统、人效增强技术、GPS拒止环境中的精确导航与定时技术、自适应变循环发动机技术、机载技术武器技术、多电飞机技术等关键技术。由于技术发展的难度不同,这些关键技术将随着成熟度的不同逐步出现在未来的航空装备中,并发挥重要的作用。

AST

参考文献

- [1] 王传胜. 美国空军未来的装备与技术[J]. 航空科学技术, 2010(1): 1-4.
- [2] Technology Horizons— A Vision for Air Force Science & Technology During 2010–2030. United States Air Force Chief Scientist (AF/ST), 2010.
- [3] Air Force Research Laboratory's Focused Long Term Challenges. Air Force Research Laboratory, 2007.
- [4] Sustaining U.S. Global leadership: priorities for 21st century defense. Department of Defense, 2012.
- [5] Structural challenges for the structural challenges for the next century of flight. Air Force Research Laboratory, 2005.
- [6] 美国空军转型飞行计划 [Z]. 美国空军战略规划局, 2002.

作者简介

王传胜, 博士, 主要从事航空科技战略研究。