

航空电子系统发展面临的挑战 与自主创新

Challenge and Self-Dependent Innovation for Avionics Development

中国航空无线电电子研究所
上海交通大学 顾伟青



顾伟青

中国航空无线电电子研究所总工程师,兼任原国防科工委航空电子综合专业组标技委成员、中国航空学会电子专业委员会副主任委员。长期从事先进航空电子技术、系统设计技术、软件开发技术以及标准等研究工作。

面对新军事革命以及航空电子系统及其技术发展所面临的挑战,我国航空电子系统应如何发展,并实现自我创新,对我们而言,是一个严峻的挑战。本文从未来信息化环境下的航空电子系统的特点分析出发,分析了航空电子面临的挑战,提出自主创新、开展航空电子系统开放式标准研究的观点,以期解决航空电子系统

只有通过自主创新,坚持不懈地开展开放式标准的研究,借鉴国外标准研究的成果,才能提高标准的科技含量和水平,才能在我国现有国力的基础上不受制于人地构建自己的开放式航空电子系统标准体系,不断推动航空产业结构优化和升级,提高竞争力,从而为国防安全提供保障。

面临的挑战。

未来信息化环境下的 航空电子系统

以往,传统主战武器主要是通过改进自身的机动速度、火力强度等机械性能来提高作战能力。而当代信息技术等高新技术的发展及其在武器装备制造和改进中的应用,使得传统主战武器的作战性能产生了质的飞跃,作战能力的提高已不仅仅依赖于机械性能的提高,而是转为目标搜索与识别、作战信息网络、对目标精确定位和打击等方面能力的全面提高。因此,未来信息化环境下的航空电子系统特点主要体现在:

(1) 获取信息的能力,指的是作战飞机通过各类先进的传感器来侦察、探测地面和空中目标的能力。作

战飞机是战场信息网络中的一个节点,同时又拥有飞得高、看得远的特点,是战场信息的重要获取源。其航电系统有强大的探测能力,有既可探测远距离空中目标又有高分辨对地探测能力的相控阵雷达,可在静默状态下探测红外目标的红外光学探测系统,高精度可支持反辐射导弹的雷达告警设备。

作战飞机航电系统综合射频处理、信号处理和数据处理能力为各类探测设备提供了高效共享的系统资源;通过系统资源的动态配置,既降低了资源的浪费,又保证了开放式模块化的体系结构,使动态容错技术能充分应用,使低成本的后勤管理,高作战出勤率成为可能。

(2) 信息共享的能力,指的是通过信息网络与地面指挥系统、其他信

息平台,如预警机、侦察机等实时进行信息交互的能力。在现代战争中,要做到对高密度、快变化的战场态势有迅速、准确、全面的了解,迅速决策、畅通指挥,使整个战情发生有利于我方的变化,网络是保障信息化作战能够胜利的重要条件。

作战飞机航电系统强大的通信能力能够实现多个信息平台的信息互联与信息交换,实现整个战场态势信息的实时综合管理,并通过与指挥中心信息互连,实现对整个战场的统一指挥和控制。数据链与飞控、惯导、自动驾驶仪、外挂管理等设备交联,指挥系统可根据每架战机的武器配置情况、飞机与目标的相对态势,以及飞机航向、姿态、油量等作出调度,合理分配攻击任务。

(3) 信息管理与处理的能力。是指利用强大的计算处理能力,对本机探测信息和信息网络的目标信息进行综合处理,形成战场态势信息,实施智能化决策,提供给飞行员必要的各类战术决策信息,以完成任务的能力。作战飞机的作战性能在很大程度上取决于综合信息处理和管理的的能力。最近十几年来,各国对军用战斗机性能的改进已经不局限于气动力学性能、发动机性能的改进,而是将更多的注意力放在航电系统综合信息处理与管理能力的提高上。JSF 计划中采用了统一网络的结构,充分挖掘了信息处理和管理的潜力,以适应未来“网络中心战”对飞机平台的信息处理的需求。

作战飞机航电系统的综合处理机能快速对获取信息及有关数据进行分析核实、综合处理,完成机载各种信息网络体系信息的融合,实现空、天、地一体化战术态势显示;利用敌情、态势和威胁评估,估计敌方的作战意图和战术,按照预先计划的任务方案、任务约束条件、威胁特征、飞机战斗性能界限、武器作战性能,并按战术信息处理结果形成作战任

务规划、分配、管理;支持火力分配、机载武器管理和火力控制,实施攻击,实现作战飞机的任务使命。

作战飞机的信息管理与处理能力能显著减轻驾驶员的工作负荷,使驾驶员可以集中精力进行更重要的作战判断、决策,如制定攻击计划、准备和发射武器、协调与机群中其他成员之间关系等,可以更好地适应于变化多端的战场环境。

(4) 信息综合应用的能力,指的是利用信息优势,实现先敌发现,先敌攻击和防御。利用信息优势和各类精确制导武器打击的能力,从而实现对空中、地面目标的实时有效的攻击。信息化战争中,根据不同的作战需求,作战飞机对信息的综合利用将提出不同的需求。在战斗毁伤效果方面,突出精确有效原则。信息侦察与共享、信息处理与管理、精确的指挥控制,都是为精确打击服务的。信息化作战最终要靠精确打击来划上一个圆满的句号,这已在近年来各种局部战争中得到了验证。海湾战争中,美军使用的精确制导弹药仅占

全部投弹量的 8%,却摧毁了伊拉克 80% 的重要目标;科索沃战争中占到约 35%,尽管南联盟地形和天候条件复杂,却摧毁了 74% 的目标;阿富汗战争中占到 60%,摧毁了 90% 的目标。在协同作战方面,通过信息综合利用,可提供多个平台信息共享,实现信息协同处理,武器协同,实现协同作战。

航空电子系统发展面临的挑战

航空电子系统在不断满足飞机平台作战需求的同时,自身发展也面临诸多挑战。军用航空电子技术随着计算机技术、微波技术和光电技术等多项新技术的飞速发展和军事需求的不断提高,得到了飞速发展,而且航空电子综合系统与飞机平台、机载武器一起成为衡量现代军用飞机作战性能的三大要素。军用航空电子系统的设计者一直致力于提高航空电子系统的任务能力、生存能力和执行任务成功率的研究工作,并为此做出了不懈的努力。但是,追求系



统高性能与成本产生了尖锐的矛盾。数字化网络中心战的出现,信息战能力又要求配备更多的高性能无源和有源传感器,而这些传感器目前已经占到航空电子系统成本的60%以上。因此,航空电子系统将面临提高性能、降低成本、改进技术可用性和可保障性等诸多方面的挑战。

1 技术发展的挑战

随着作战飞机对作战任务能力、态势感知能力和作战适用性要求的不断增长,基于联合式系统结构的航空电子系统的局限性日益显露,无法适应新环境使用要求。例如,采用1553B总线的联合式系统结构的航空电子系统,其数据传输速率低(仅1Mbps),带宽不足,不能满足日益增长的飞机内部和外部信息传输要求。该系统结构是以外场可更换单元(LRU)为基础,系统硬件资源的共享程度低,容错能力有限。该系统用简单的增加传感器来增加系统功能,提高系统的探测能力;通过增加系统数据传输总线来增加系统数据吞吐能力;通过增加CPU数量来增加系统处理能力,这与系统重量、体积和功耗的要求相矛盾。同时系统的可靠性、维修性、测试性也比较差,全寿命费用高等问题也直接影响作战飞机航空电子系统的研制和发展。这就意味着基于联合式系统结构下的航空电子系统已经无法满足未来作战飞机的任务使命。

航空电子系统技术开始从联合式航空系统向综合式航空电子系统方向转变;系统综合从任务信息综合向数据、信号、功能综合方向发展;从本机信息综合向机内外多平台信息综合方向发展;系统组成从外场可更换单元向外场可更换模块方向发展;系统结构从专用相对封闭结构向开放式系统结构方向发展。

2 信息化能力的挑战

以信息技术为代表的现代科学技术的发展及其在军事领域的广泛

使用,使得战争形态正在发生深刻的变化,信息战将成为今后战争的基本形态,夺取“制信息权”已成为夺取战争胜利的关键。这就要求作战飞机成为网络中心战场中的一个数字平台和信息网中的节点,不仅具有在恶劣气候条件下探测、识别和跟踪目标的能力,还要具有收集战场信息与地面、空中友机和支援飞机交换信息的能力,以及阻断敌方探测、欺骗迷惑敌方的信息对抗能力和实时、全面地向飞行员提供战术态势的能力。

3 经济可承受性的挑战

为了满足现代作战任务和作战环境的要求,提高作战飞机自身的态势感知能力和生存力,现代作战飞机在航空电子系统上付出了极大的硬件和软件代价。先进的战斗机需完成空空、空地、全天候的高空作战、低空突防、近距离格斗、超视距作战等任务;需要装备雷达探测、红外探测、多目标攻击、地形跟随/回避、地图显示、电子对抗以及通信导航识别等多种设备。因此,航空电子系统在飞机出厂成本中的比例一直上升,从70年代的21%,80年代的30%到90年代的40%~50%。

与此同时,航空电子系统的复杂性和多样性,使得航空电子系统维护和技术支持费用也日益增长,因此,飞机全寿命周期费用也随之大幅增加。航空电子系统的经济可负担性/经济可承受性,已经成为航空电子系统设计师们在设计航空电子系统时优先考虑的重要因素,并且已成为制约航空电子系统应用的主要因素。

4 技术可用性挑战

航空电子系统的研制开发周期一般为5~10年,其使用寿命一般与飞机相当,在20到30年间,与其形成强烈反差的是,微电子或半导体技术的进步和发展迅速,其更新的周期一般是几个月或10几个月,这意味着在航空电子系统尚未研制投入使用之前,就有80%以上的器件已

经过时或已停产。

另外,军用电子产品在全球半导体市场上,已不再是市场技术领先者和技术发展的主要驱动力。大多数集成电路制造商出于商业利益的考虑,已逐步退出了用于军品的集成电路芯片生产线,这将严重威胁军用航空电子系统产品的制造和维护所需的货源。这意味着军用航空电子的元器件供应已经发生了深刻的变化,军用航空电子系统的研制和开发必须适应这一市场的变化。因此,航电系统设计师必须考虑采用各种先进的设计方法和技术策略来解决和保证系统的可用性和技术的可支持性。

自主创新,开展航空电子系统开放式标准研究

开放式系统结构是解决航空电子系统面临挑战最主要的途径之一,而开放式系统的系统标准又是实现开放式系统的关键因素。

1 开展航空电子系统开放式标准研究的重要性

航电系统的发展趋势是开放式、模块化、综合化。开放式航电系统通过定义系统结构各要素的软、硬件和接口标准,达到提高系统任务性能、改进系统的互用性和互换性、降低系统全寿命周期成本的目的,是解决新技术有效插入、元器件停产、保障系统升级扩展能力、降低系统全寿命周期成本等技术可用性、可改进性、重新使用能力和经济可承担性的有效技术途径。开放式航空电子系统的主要技术特点是提出了统一的航空电子数字网络的概念,系统应用开放式系统结构;使用商用货架产品以及“即插即用”的软件和公共功能模块技术;采用功能分区,以通用模块和专用模块替代原来的分系统,以外场可更换模块为基本结构单元;把系统综合推进到传感器层面。

2 开展航空电子系统开放式标准研究的必要性

目前国内航空业正处于高速发展的黄金时期,这为我们提供了难得的发展机遇。这些飞机平台的新一代航空电子系统均提出了采用开放式系统结构需求,但直接借用国外成熟的开放式系统标准设计我国飞机航空电子系统困难重重,借鉴国外航空电子开放式系统的先进设计思路,依据国内现有的技术优势,提出符合国情的航空电子开放式系统的设计理念,是目前飞机航空电子系统研发的关键。通过自主创新,建立我国拥有自主知识产权的开放式航空电子系统结构是航空工业发展和具备国际竞争力的必要条件,满足航空电子开放式系统结构需求的标准是对创新技术的保护和知识壁垒建立依据。因此,积极推动和开展开放式系统的技术创新和航空电子开放式标准研究和应用,满足新机平台航空电子系统研制的要求是非常必要的。

在电子技术领域,民用电子技术发展非常迅速,且民用电子技术已经广泛应用于各个领域,并已成为电子领域技术的主导者。因此,采用民用的开放式标准,已经成为未来航空电子系统研制的必然趋势。深入开展航空电子开放式结构的设计研究,使全新的设计理念应用于航空电子系统设计以适应未来技术的发展。此外,在新的航空电子系统结构理念的基础上,制定我国航空电子开放式标准,使我国航空电子系统采用COTS技术成为可能,从而满足航空电子系统经济可承受性和技术可用性要求。

我国航空电子技术的发展走过了一条从模拟到数字,从分立、联合、综合到高度综合,从引进、生产、仿制到自行研制的发展道路。经过几十年的发展和调整,已初步形成一个专业齐全、有一定规模的科研生产体系,具备了承担第三代飞机航空电子系统的研制和发展能力。同样,我国航空电子系统的各项标准研究随着

对航空电子系统研究的深入和系统研制的成熟,也日趋完善。对标准在航空电子系统研制中所起到作用的认知也逐步提升。国内已经具备了开展航空电子系统标准研究和制定的能力。国内在90年代已开始对开放式系统在航空电子领域的相关论题进行先期研究工作,并一直对国外开放式航空电子系统技术进行跟踪。同时,已着手进行的开放式航空电子系统各个基础标准的研究,包括硬件、软件、统一网络等接口标准的研究。但是,目前对标准的研究主要是对国外标准的跟踪,消化和吸收,标准的制定主要借鉴国外的相应标准。我国要成为航空工业的强国,实现航空电子系统的自主创新,就必须从开放式标准研究着手,建立一套符合航空电子技术发展的开放式标准体系,必须开展航空电子开放式标准体系的研究和标准规范的制订。否则,将无法从技术上超越欧美国家的航空电子技术。

开展开放式标准研究的建议

为了更好地开展开放式标准研究和制定工作,加速推进开放式标准在航空电子系统中的应用,提出如下建议:

(1) 充分重视开放式标准对航空电子系统研制的重要性,成立航空电子开放式系统结构与标准研究国家层面的联合工作小组,专项负责统一、协调各方面的工作,组织开放式航空电子系统结构标准的制订。

(2) 充分借鉴国外开放式航空电子系统标准成果,根据国内的工业基础和技术水平,结合我国航空电子技术发展需求,集中国内近年来各方的科研成果,有选择地进行剪裁和吸收国外的标准,自主创新地开展开放式标准的研究,确定开放式航空电子系统体系结构的目标:经过深入的研究和分析,提出先进的、可用的、经济的开放式航空电子系统的目标;

改变目前标准制定中注重引进标准、忽略标准的消化吸收再创新工作和标准的验证工作的现状。

(3) 充分重视开放式系统标准的技术验证工作,投入更多的经费开展标准的验证工作。针对不同的应用环境,针对开放式航空电子系统标准中所涉及的关键技术进行技术验证,确认其达到预期的工作目标。

(4) 深入研究已有的标准、技术、实现方法。针对开放式航空电子系统结构标准中涉及的关键技术问题及其相关的实现方法进行深入的研究和验证,对不同的实现方法对系统性能的影响及取舍进行详细分析,以取得最佳系统实现途径。

(5) 重视有效性测试标准研究。测试是系统设计的重要方面,是系统可靠运行的关键,也是保证系统高任务可靠性的主要途径。有效的测试标准可指导设计者在系统设计初期即建立完整的系统测试方案,保证开放式航空电子系统结构在可靠性、可测试性、可维修性、综合保障性和安全性上满足军用产品的要求。

(6) 重视标准的系统性和实用性。建立航空电子开放式标准体系,按照标准体系制定一套完整、严谨、可靠并实用的开放式航空电子系统结构标准。

结束语

通过分析航空电子系统面临的挑战,使我们进一步认识到自主创新开展航空电子开放式标准研究的重要性和必要性。只有通过自主创新,坚持不懈地开展开放式标准的研究,借鉴国外标准研究的成果,才能提高标准的科技含量和水平,才能在我国现有国力的基础上不受制于人地构建自己的开放式航空电子系统标准体系,不断推动航空产业结构优化和升级,提高竞争力,从而为国防安全提供保障。

(责编 微凉)