

综合射频系统技术研究进展

庞天宇

中国电子科技集团公司第二十九研究所 四川成都 610000

摘要: 综合射频技术能够将全寿命周期成本有效的降低、对新的功能需求快速而有效的应对、对系统资源能进行有效的动态分配、使得升级费用能够极大的降低等,此外这项技术能够将由于增加多频功能而引起的机载、舰载等受限平台的天线不断增多的问题解决,这是综合射频系统技术的主要优势特征,因此,在发展这项技术时,世界上各个国家都对其非常重视。本文主要分析了综合射频系统技术在当前的研究进展,以供实践参考。

关键词: 综合射频系统技术; 多功能软件; 一体化系统

随着现代化科学信息技术的不断发展与进步,武器装备中的信息化技术也有了进一步的发展,在现代化的战争中,作战平台的综合作战性能被提出了更高的要求,而现代化的武器系统要与现代化的发展趋势相适应,也就是实现武器系统的多功能与一体化。长时间以来,在系统中各类武器平台上装备的射频传感器的安装都是单独且分散地,使其功能相对单一,而且没有较强的兼容性,这样不利于综合作战系统的形成,也不能将作战能力有效提高,为了能够将这一问题有效的解决,就需要积极研发综合射频系统技术。

一、综合射频系统技术概述

综合射频系统技术主要指的是用来代替现阶段平台上数量比较多的天线口径为多个分布式宽带多功能孔径,而体系构架采用的则是一体化、模块化以及可重构的射频传感器系统,该系统主要分为三个部分,分别是综合孔径、综合射频、多功能软件等,综合孔径为天线阵列;综合射频包括宽带数字接收机与波束形成、窄带数字接收机与波束形成、模拟波束形成、时钟(本振产生)、通信调制器、干涉仪接收机、波形产生以及发射信号分配等;是多功能软件则包括信号与数据处理、计算机软件控制等^[1]。

综合射频系统能够通过应用射频阵列天线,使得双工工作模式能有效的实现。在发射过程中,该系统能够在利用计算机软件时能够将所需的波形进行有效的控制,使得信号的频谱资源能够被科学合理的分配,这样就能够通过发射阵列天线将信号发射出去;在接受信号时,要通过波束形成或者是窄带滤波器将不同的信号全部接收,并对信号进行解调然后进入到数据处理中心,这样就能够形成诸多功能,如雷达功能、通信功能等,以上的这些工作在进行时,多数情况都是在相同的时钟下,

利用计算机进行资源的调配。

二、综合射频系统技术

自上世纪以来,综合射频技术系统技术随着数字化与信息化的不断发展也有了明显的进步,在综合射频系统技术的概念提出重点技术的不断突破,使得各国的实际装备中都已经加入了综合射频系统技术。在研究该技术的过程中,分别要对综合孔径、综合射频以及多功能软件等技术进行分析。

1. 综合孔径技术

当综合孔径雷达系统在发射信号时所使用的发射信号是线性调频信号,该信号对多普勒频移的敏感性相对较低,而且包络恒定,这是综合孔径技术的主要优势特点。因为综合孔径雷达系统的频率线性相对较大,这样孔径雷达所合成的发射波形能够有较大地带宽,这样探测性能的精确度就会变得相对较高。在使用综合孔径技术时,该恒定的信号包络能够让雷达发射机在使用过程中能够将功率极大的提高,使得信号功率能够大幅度提升,这样作用距离就能够变得更远。如果能够与通信功能进行结合,那么通信信噪比能够有效的增加,而误码性能也能够有效的提高。在接收信号时,可以利用相应的脉冲压缩方式获得到窄脉冲,使得距离分辨力就能够有效的提高。现阶段国外所研究的综合孔径技术包括先进共用孔径项目与可重构孔径项目两种。

先进共用孔径项目能够让电子战与通信实现一体化功能,这项技术的先进之处主要是能够将功率放大器进行灵活的转换或者是将信号带宽进行灵活的转换,这样瞬息万变的战场实际情况就能快速的被适应。该技术的基本结构中传统的单一天线已经被先进的阵列天线所取代,而阵列天线的组成主要是十六个单元子阵,在这些子阵的共同作用下,能够确保各方面的数据的获取中能

够更加精确。在阵列的侧边以及上面位置处分布着宽波束功能，而旁瓣则是由若干个子阵单元子阵进行控制，这样能够有效的增强其抗干扰能力。除此之外，这些子阵列在排列时会按照一定的规律进行的，能够将冗余的天线有效减少，与传统天线相比较的话，先进共用孔径项目的天线数量会更多，不过总体的体积重量却是呈现出减少状态，使得雷达截面积能够极大的增强^[2]。

可重构孔径项目是美国国防高级研究计划局所启动的一个项目，主要是为了将天线信号宽带有效的加大，使其探测结果能够更加精确。为了将这一目标高效的实现，就需要科学合理的利用微机电系统技术重现改造近期的天线，并将宽角扫描功能加入其中。不过因为现阶段的微机电系统技术没有发展成熟，所以此项目中的很多关键技术并没有实现有效的突破。即使目前已经有创新方案被提出来了，不过在实际的发展中仍然处于理论阶段，并不能将该项目工程具体落实。

2. 综合射频技术

为了能够有效的实现综合射频，那么其系统结构就应该达到层次化与模块化的级别，这样该系统自身的兼容性也就能有效的增加。要想将该工程更有效的实施，那么在选择去频段时，就应该对雷达、通信等经常用到的工作频段的独有特征进行综合性的考虑。而且为了能够将该项目的可靠性有效的提高，那么在处理核心部件时就应该利用分布式方法进行处理，这样能够促进系统架构变得更加开放，而总线结构也能更开放，使得模块与元件在使用过程中更方便进行循环利用，进而将系统成本有效的降低。美国综合射频的项目主要包括电磁机动指挥控制技术、先进多功能射频概念以及美军F-35战机的综合射频传感器系统。

电磁机动指挥控制技术主要是由美国海军研究局所开展的一个项目。在开发这项技术时，是在原型技术基础上，将诸多功能有效的进行整合，并构建出先进且用途较多的射频结构体系架构。该技术在发展过程中，其主要的系统构成则是密集型的软件与硬件，在这样的系统中能够使得对无线电的监控频率范围更为广泛，使得作战要求以及电磁环境的变化能够被更快速精准的发现，进行做出相应的响应，使得各种功能可以实现频率以及资源的重新分配^[3]。

先进多功能射频概念也是由美国海将负责开展的一个研究项目，该项目的研究主要是为了能够将舰船上各种射频功能集成的效用进行验证。在验证过程中主要使用的试验器件不仅包括大宽带天线，还包括数字软件处

理以及功率发生器等，这样被极大简化的结构能够有效的减少舰船上的天线，使得海军舰船成本明显降低，而舰船的隐身功能也极大的增加了，从而能够进一步提升舰船的攻击能力与防御能力。

美军F-35战机的综合射频传感器系统的基础是隐身战斗机F-22，在研发过程中，F-35战机就成为了隐身战斗机F-22的下一代。以往的“宝石柱”计划中所应用的射频传感器系统依旧是独立且分散的，而且在数字处理这一模块中就显得太过封闭，而F-35战机在研发过程中就做了相应的改进，尤其是利用了高度综合化的航电系统。此外，在软件开发方面，该项目系统中的功能也基本上实现了综合一体化，与以往的各项功能相比，当前的一个软件具备了多项功能，使得以往一个软件只具备一项功能的问题被有效的解决，而项目系统也变得更加稳定。在现代化的科学技术发展中，现代化的电磁环境相对复杂，在应用F-35时其性能优势也就突出出来了，所以美国的各个兵种中都会配备F-35战机^[4]。

3. 多功能软件技术

所有硬件结构的驱动是多功能软件系统中的主要特征，在应用多功能软件系统时能够促进武器装备技术与计算机技术的有机结合，使二者能够被综合的利用。在现阶段的信息战争背景下，多功能软件技术在系统中占据着非常重要的地位，不可被取代。系统的软件架构是开放式的，而且是分层形式的，这样在系统中就能实现有效的管理与配置。主要涉及到的软件包括Block 0.5软件和任务系统软件。

Block 0.5软件美国在对机载雷达APG-81进行五组软件试验测试中发现的主要雷达安装软件，该软件占据这种型号雷达的整体计划编码中的一半以上，并且与先进多功能软件进行有机结合，从而进一步增强了该型号雷达的综合一体化能力。

任务系统软件是F-35战机上所安装的数据接收器，使其能够对接收到的各种数据信息进行智能化的处理，进而能够将关键态势信息向飞行员进行简要的传递。这一软件中的所有功能结构都能够对系统传感器所发出的信息进行接收，这样在相互协调作用下，就能够进行综合的判断与分析。通过对更多的数据信息进行分析，使得可以借助数据的相关性将部分无用信息进行有效的排除，这样战机在应对泛滥的现代信息化战争环境时就能够更加高效^[5]。

三、综合射频系统技术的发展趋势

综合射频系统技术在发展过程中，主要的发展趋势

就是朝着综合一体化、数字化方向发展。综合射频系统所采用的是开放式系统,在其发展过程中要在不同方面进行深入发展,如体系架构、阵列天线、工作分工秩序等,这样在整个综合射频系统中就能够实现从部件到整体的模块化设计,从而对新型武器结构综合化发展趋势更好的适应,而且也能实现控制智能化与信息融合化等,如果能够实现综合性的电子系统,与总电子设备功能进行充分的结合,这样装备在相对复杂的作战环境中的战斗力也能有效的提高。除此之外,相关的研究人员在研发过程中,要将系统的观念作为出发点,对架构、兼容方式以及装备等继续深入的研究,并反复的进行方案验证与对比,进而确定最优的设计值。

随着现代化信息技术的不断发展与进步,综合射频系统的数字化、信息化程度也随之不断提高。在现代化战争中要想有效的实现联合作战,就一定要确保信息化,这是其中必不可少的一个重要条件。现阶段,现代化的战争的是将信息化作为作战中心,并采用多技术,多体系的联合作战。应用综合射频系统技术既能将作战能力极大的提高,又能够将受限作战平台的资源分配与利用问题进行合理有效的解决^[6]。现代化战争中的对抗主要是现代化与信息化之间的抗衡,尤其是信息对抗,在复杂多变的信息作战环境中,系统隐蔽性以及探测目标的精确性、持续性与可靠性是非常重要的,并且要能够对敌我进行有效的识别,这样传统的传感器并不能达到相应的要求,因此,就需要综合利用多传感器系统。当前各个国家都出现了一体化的作战体系,实现了海、陆、空一体化。在大数据环境下,实现了信息的高度融合与资源的共享,这样能够促进网络协同作战,这样在现代化与信息化战争中就能够为其奠定坚实而稳定的基础。在战场上综合射频系统能够有效的实现各种网络信息的实时交换,在对各类传感器进行综合运用时,能够有效的捕获到战场上各种稍纵即逝的信息,并且能够充分的利用大数据技术有效的结合不同的战术数据链以及战场

信息动态吗,从而将对战场信息的感知、信息的获取以及综合处理能力有效的提高,使得多平台协同作战能力极大的提高。

四、结束语

综上所述,综合射频系统技术在现阶段的发展过程中已经逐步实现了进一步的突破。各个国家对综合射频系统技术的研究也获得了不同程度上的成果,这样飞机、舰船等武器平台在应用过程中的作用能够更大,而在军民融合方面也应用了该项技术,使得这项技术的发展前景非常广阔。虽然现阶段的理论方面有了一定的突破,不过在实际工程的实施方面还需要进一步加强。因为各个国家都比较重视这项技术,所以该技术在发展过程中不管是发展速度还是发展前景都有着极为广阔的发展前景。随着该技术的不断发展与进步,使得与这项技术相关的关键技术也随之发展的更为成熟也更加实用,在一部分的战舰、战斗机以及车辆平台上都能体现出综合射频系统技术的优异性能。因此,我国在研究综合射频系统技术时要注重对国外综合射频系统技术的最新发展动态的关注,使得我国的军武器平台能够进一步实现信息化的发展。

参考文献:

- [1]张雪莲.多功能综合射频技术发展研究[J].现代雷达, 2020, 42(7): 78-81.
- [2]徐云.国外新一代综合射频项目解析[J].飞航导弹, 2020, (6): 70-75+82.
- [3]王露,王磊.无人艇射频传感器系统发展分析与展望[J].现代导航, 2020, 11(1): 31-35.
- [4]王晓明.机载综合射频系统高空核电磁脉冲耦合分析与验证[J].电波科学学报, 2020, 35(3): 325-331.
- [5]董文方,魏华波,吴敏,朱会柱.基于层次分析法的综合射频架构选取技术研究[J].航空电子技术, 2019, 50(3): 12-19.
- [6]秦碧野,饶世钧.舰载多功能综合射频系统应用与发展[J].舰船电子工程, 2019, 39(6): 11-14+55.