

Research on Anti-jamming Points of Airborne Radar

Guangyi Zhang

Survey Branch of Xinjiang Water Resources Design and Research Institute Co., Ltd., Changji, Xinjiang, 831100, China

Abstract

Airborne radar, as a facility to probe the surrounding environment, directly affects the safety of flight. Relevant personnel need to strengthen the attention to radar, in-depth analysis of the functions of airborne radar and existing interference factors, and targeted to avoid the impact of interference factors. However, the airborne radar itself has high technical content, relatively sophisticated structure, and the operating environment is very complex, so there are many influencing factors on airborne radar, which affect the operational quality of airborne radar to a large extent. Under this background, this paper starts with airborne radar, analyzes the factors that may affect the quality of radar combined with the function of radar, and then makes targeted solutions to ensure the function of airborne radar.

Keywords

airborne radar; environment; terrain; structural characteristics

机载雷达抗干扰要点研究

张光毅

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司勘测分公司, 中国·新疆 昌吉 831100

摘要

机载雷达作为探查周围环境的设施, 直接影响飞行的安全, 需要相关人员加强对雷达的重视, 深入分析机载雷达的功能以及存在的干扰因素, 并针对性地规避干扰因素的影响。但是机载雷达本身技术含量较高, 结构较为精巧, 再加上作业环境十分复杂, 机载雷达的影响因素就较多, 很大程度上影响机载雷达的作业质量。此背景下, 论文就从机载雷达入手, 结合雷达的功能分析可能影响雷达质量的因素, 然后针对性地制定解决策略, 保证机载雷达功能的发挥。

关键词

机载雷达; 环境; 地形; 结构特点

1 引言

机载雷达作为安装在航空装置上的探测装置, 一般用于探查空中以及地面的探察, 可以影响飞行的安全性, 机载雷达的探查质量就成为飞行器发展的要点, 要求相关人员结合实际进行分析。而实际作业环节, 机载雷达会受到外界环境、电磁环境以及气候条件等多种因素的影响, 出现测量的偏差。所以机载雷达实际作业环节, 还需要专业的技术人员对机载雷达的干扰因素进行分析, 探究干扰因素的成因以及对雷达的影响, 并且结合这些影响因素制定针对性地解决策略, 保证机载雷达的功能。论文就从机载雷达入手, 浅谈机载雷达的功能, 探究机载雷达的影响因素, 支持基础上分析雷达抗干扰的必要性, 对要点进行分析, 规避因素对雷达的影响(图1)。



图1 机载雷达

2 机载雷达概述

2.1 概念

机载雷达是指安装在航空器上的雷达设备, 用于探测空中和地面目标。机载雷达通常由雷达天线、发射器、接收器、信号处理器等组成。它可以探测到飞机周围的天气情况、其他飞机、地形等信息, 帮助飞行员进行导航和避免风险。除了民航领域外, 机载雷达还广泛运用于军事、科学研究等

【作者简介】张光毅(1992-), 男, 中国河南郑州人, 本科, 工程师, 从事水利测绘研究。

领域。随着雷达技术的不断发展,机载雷达也不断提升其性能和功能,为航空领域的安全和发展做出了重要贡献。

2.2 机载雷达的功能

现阶段机载雷达的功能主要有以下几种:一是目标探测与跟踪,机载雷达可以探测并跟踪空中目标,如其他飞机、无人机、导弹等。通过分析返回的雷达信号,可以确定目标的位置、速度和方向,帮助飞行员识别潜在威胁或进行空中交通管理;二是进行天气监测,机载雷达可以检测并显示飞机周围的天气情况,如降水、云层、雷暴等。这对于飞行员来说非常重要,能够帮助他们避开恶劣天气区域,确保飞行安全;三是实现地形识别与避障,机载雷达可以探测地面上的地形、建筑物、山脉等。在低空飞行或复杂地形环境下,它可以提供飞行员所需的地形信息,帮助他们规避障碍物,确保飞行安全;四是进行导航与定位,机载雷达可以通过测量自身与地面上地标的距离和角度,提供飞行员所需的导航和定位信息。这对于正确导航、精确起降以及在目标区域内定位非常重要;此外还具有搜索与救援功能,机载雷达在搜索与救援任务中发挥着重要作用。它可以帮助寻找失踪飞机、海上船只或其他需要救援的目标,提供目标位置的初步指示。这些功能使得机载雷达成为航空领域中不可或缺的设备,提高了飞行的安全性和效率。随着技术的发展,机载雷达的功能还将不断增强和完善。

3 机载雷达常见的干扰因素

机载雷达在工作过程中可能会受到多种干扰因素的影响,进而影响雷达作业质量,现阶段常见的干扰因素主要有以下几种:

3.1 天气条件

恶劣的天气条件,如大雨、冰雹、强风等,可能会对机载雷达的性能产生负面影响。降水和云层等天气现象会导致雷达信号散射和衰减,从而降低目标探测和跟踪的能力。

3.2 地形和地物

地形和地物对机载雷达的工作也会产生干扰。例如,山脉、建筑物、树木等可以反射或遮挡雷达信号,从而降低雷达的探测范围和分辨率。

3.3 电磁干扰

其他无线电设备、雷达系统或电磁源可能会产生干扰信号,与机载雷达的工作频段相互干扰,导致信号的混叠或丢失。这些干扰源可能包括雷达干扰器、雷达警告接收器、通信设备等。

3.4 雷达回波反射

雷达发射的信号可能被飞机自身或其他近距离目标反射回来,形成回波信号。这些回波信号可能会干扰雷达系统的正常工作,需要通过信号处理技术进行滤波和抑制。

3.5 雷达杂波

雷达系统本身产生的杂波也是一种干扰因素。杂波是

由雷达接收器内部的电子噪声或其他外部干扰引起的,会混淆目标信号并降低雷达的探测性能。

这些因素的存在直接影响雷达的功能,要求相关人员进行深入研究,对这些难点进行针对性地治理。

4 机载雷达抗干扰的必要性

机载雷达抗干扰的必要性非常重要,因为在飞行中,机载雷达需要准确、可靠地探测和跟踪目标,并提供关键的导航、定位、天气预警等信息,以确保飞行安全。如果雷达受到干扰,将会对其性能和探测能力产生负面影响,从而影响飞行员的判断和决策,进而危及飞行安全。例如,在目标探测和跟踪方面,如果雷达受到电磁干扰或其他杂波干扰,可能会导致误判和漏判,错失关键的目标信息。在天气监测方面,如果雷达受到降水和云层等天气条件的干扰,可能会导致天气预警不准确,从而给飞行带来潜在的危险。因此,机载雷达必须具备良好的抗干扰能力,以应对各种干扰因素。现代雷达系统采用了多种技术手段,如数字信号处理、自适应滤波、频谱分析等,以提高雷达系统的抗干扰能力和性能稳定性。同时,雷达系统的设计和测试也需要充分考虑各种干扰因素,进行全面的试验和验证,确保其能够在各种复杂的环境下稳定、可靠地工作。

5 机载雷达抗干扰要点

5.1 合理选择机载雷达抗干扰技术

针对现阶段常见的雷达干扰因素,相关人员可以通过以下技术来治理。一是自适应数字信号处理技术,主要利用数字信号处理技术对接收到的信号进行滤波、降噪和抑制杂波等处理,以提高目标信号与干扰信号之间的信噪比,增强目标探测和跟踪能力。自适应数字信号处理技术可以根据实时的环境变化,自动地调整算法参数,更好地适应各种干扰条件;二是脉冲压缩技术,可以利用脉冲压缩技术可以提高雷达系统的抗干扰能力,使得雷达系统能够更好地区分目标信号和干扰信号,提高目标分辨率和距离测量精度。脉冲压缩技术实现了对信号时域和频域的同时处理,可以有效地抑制干扰;三是频率捷变技术,采用频率捷变技术可以使雷达系统更难受到外部干扰的影响,因为频率捷变可以改变雷达的工作频率,使得干扰者很难找到并跟踪雷达的信号;此外还有多波束雷达技术,多波束雷达可以通过同时使用多个波束来探测目标,从而减少单一波束受到的干扰影响。在复杂的干扰环境下,多波束雷达可以更好地探测和跟踪目标。这些技术手段可以综合运用,根据具体的应用场景和需求,设计出具有良好抗干扰能力的机载雷达系统。

5.2 频谱管理技术

机载雷达的频谱管理技术是抗干扰的关键之一,它可以通过合理选择工作频段和频率规划来减少与其他设备或雷达系统的频带重叠,从而降低互相干扰的可能性,需要相关人员结合实际进行设计,保证技术作业的落实。一是要合

理进行频段选择,应根据实际需求和环境条件,选择适合的工作频段。不同频段的传播特性和干扰源分布情况各不相同,因此根据具体情况选择合适的频段可以降低干扰的可能性;二是合理进行频率规划,对于某一频段的利用,需要进行频率规划,避免不同雷达系统之间频率的冲突。通过合理规划雷达系统的发射和接收频率,避免频段相互重叠,可以减少干扰的发生;三是重视频谱监测和管理,应对周围的频谱环境进行监测,及时发现并识别干扰源。通过频谱监测设备,实时监测和分析目标频段的占用情况,以便及时采取措施应对干扰;四是合理设计动态频谱访问,应在频谱资源有限的情况下,采用动态频谱访问技术,根据实际需要和频谱状况,灵活地选择可用频段和可用频率。这样可以更好地适应频谱环境的变化,提高频谱利用效率,并减少与其他设备的干扰;此外还需要落实协同频谱共享,还需要与其他雷达系统或通信系统进行协同,进行频谱共享和资源分配。通过协调和合作,避免频谱资源的浪费和冲突,减少相互干扰^[1]。这些频谱管理技术的综合应用可以提高机载雷达系统的抗干扰能力,确保雷达工作的稳定性和可靠性。同时,由于雷达系统的频谱使用受到法规和标准的限制,合规的频谱管理也是必要的。

5.3 合理地进行天线设计

机载雷达的天线设计是影响抗干扰能力的重要因素之一,通过优化天线的设计,可以减少地物和其他目标对雷达信号的反射和散射,从而提高目标探测和跟踪能力。所以实际作业环节,就需要相关人员结合实际进行分析,合理地进行天线设计。一是要重视方向性和辨识度,机载雷达的天线需要具有足够的方向性和辨识度,以便准确地检测和跟踪目标。通过合理选择天线类型和位置,可以减少自身回波对雷达系统的干扰;二是重视极化设计,机载雷达的天线还需要考虑极化设计。适当的极化设计可以提高雷达的抗干扰能力,例如采用垂直极化可以抑制水平极化的干扰;三是进行多波束设计,作业环节,采用多波束设计可以提高雷达系统探测和跟踪目标的效率,同时减少单一波束受到的干扰影响。多波束设计可以根据实际情况,调整天线波束数量、宽度和方向,以适应不同目标的检测和跟踪需求;四是重视宽带设计,机载雷达的天线宽带设计能够适应不同频段的雷达信号,提高雷达的灵敏度和探测距离。同时,宽带设计也可以减少干扰信号对雷达系统的影响;此外还需要设计防反

射涂层,需要在天线表面覆盖抗反射涂层,可以减少外部干扰源对雷达系统的影响。抗反射涂层能够有效地降低天线的反射系数,提高雷达系统的探测和跟踪能力^[2]。这些天线设计技术的综合应用可以提高机载雷达系统的抗干扰能力,确保雷达工作的稳定性和可靠性。同时,由于机载雷达通常工作在复杂的电磁环境中,因此需要根据具体情况进行调整和优化。

5.4 优化信号处理

信号的处理是提升雷达作业质量的关键,实际作业环节,要求相关人员对现阶段雷达信号进行优化。一是要合理设计滤波器设计,在接收机前端设计合适的滤波器可以有效地抑制带外干扰信号,减少其对雷达系统的影响。滤波器可以根据实际情况选择不同的类型和参数,以提高系统的抗干扰能力;二是进行自多普勒处理,应针对不同速度的目标和干扰源,采用多普勒处理技术可以有效地区分目标和干扰,提高雷达系统对目标的跟踪性能;三是重视干扰抑制算法,可以采用专门设计的干扰抑制算法,如自适应干扰抑制、空时干扰抑制等,可以有效地抑制各种类型的干扰信号,提高雷达系统的抗干扰能力^[3]。综合应用以上信号处理优化技术,可以有效地提高机载雷达系统的抗干扰能力,确保雷达系统在复杂电磁环境中稳定可靠地工作。同时,还需要根据具体的任务需求和电磁环境特点,对信号处理算法进行调整和优化。

6 结语

在当今社会的信息通信里面,雷达有着不可忽视的功能。然而,正因如此,使其也面临着越来越多的电磁干扰。为了可以使雷达有效地进行避免,并正常投入工作中,还需要进一步加强这方面的技术研究。实际作业环节,专业的设计人员可以通过频谱管理、信号处理以及天线设计等手段,尽可能地规避雷达的影响因素,保证机载雷达功能的发挥。

参考文献

- [1] 卜祎.机载雷达认知抗干扰波形设计与处理方法[D].成都:电子科技大学,2021.
- [2] 张怀根,何强.机载雷达抗干扰技术现状与发展趋势[J].现代雷达,2021,43(3):1-7.
- [3] 马宏,魏明山.一种杂波环境下的盲源分离抗干扰方法[J].中国新通信,2017,19(7):158-160.