

Analysis on the Interference Factors of Civil Aviation Navigation Signal and Its Improvement Measures

Yue Cui

Beijing Aircraft Maintenance Engineering Co., Ltd., Beijing, 100621, China

Abstract

This paper will start with the interference sources of civil aviation navigation signals, analyze the causes of their generation, and put forward corresponding improvement measures according to the actual situation, in order to play a certain role in China's civil aviation navigation signal anti-jamming ability and ensuring flight safety.

Keywords

navigation signal; civil aviation; interference

浅析民航导航信号干扰的因素及其改进措施

崔跃

北京飞机维修工程有限公司，中国·北京 100621

摘要

论文将从民航导航信号的干扰来源入手，对其产生的原因进行分析，并根据实际情况，提出相应的改进措施，以期为中国民航导航信号抗干扰能力和保障飞行安全起到一定的作用。

关键词

导航信号；民航；干扰

1 引言

随着社会和经济的发展，人们的生活水平不断提高，出行乘坐飞机的人也在不断增加。为了更好地适应社会需求，推动民航事业的发展，必须加强民航的安全保障。然而，民航在飞行过程中，由于各种导航信号的干扰，会对航班的正常运行造成一定的影响，对旅客和机组人员的生命构成了极大的威胁。因此，论文对民航导航信号的干扰来源进行了分析，介绍其产生的主要原因，并针对干扰来源制定合理的改进措施，以期降低或消除由于信号干扰而造成的民航飞行安全隐患，从而达到有效保障民航飞行安全的目的。

2 民航导航信号的类别

2.1 VOR

VOR 就是甚高频全向信标系统的缩写，属于进程无线电导航，VOR 的作用是：通过两个 VOR 可以进行定位，飞行员可以使用机载全向方向选择器来决定一个方向，使飞机可以根据这个方向来飞或者离开 VOR 台。同时，航线偏差指示仪可以显示飞机的航向和角度，使飞机重新返回方位线

并飞向目标。VOR 是通过空间波来接收和发送信号，因此，它的工作距离就成了一个重要的制约因素。在机载设备收到 VOR 的信号之后，可以利用相位差法得到飞机的磁方位角，再加上 180° ，就是 VOR 方位。

2.2 ILS

ILS 是仪表着陆系统的缩写，其主要功能是向飞行员提供导航信息，保证飞行器的安全降落。在飞机的飞行中，经常会遇到一些恶劣的天气，造成能见度很差，这就要求飞行员通过 ILS 来进行导航，以保证飞机的安全和为降落提供可靠信息。ILS 航向信标的工作频率在 108.10-111.95 MHz 范围内，下滑信标在 329.15-335 MHz 范围内，波段可以定义为 UHF，这两个信标的工作频率是相匹配进行工作的^[1]。

3 民航导航信号干扰来源

3.1 非航空信号干扰来源

从干扰来源的角度来看，有两种类型：一种是非航空信号的干扰，另一种是航空内部信号的干扰。非航空信号干扰大体上可划分为广播电视业务、电力传输系统、移动通信业务以及有线电视电缆传输系统等。

3.1.1 广播电视业务

广播电视业务的基本特征是采用大功率的传输装置，

【作者简介】崔跃（1985-），男，中国北京人，本科，助理工程师，从事飞机维修研究。

连续工作,其位置通常与大都市相邻,多在高山之巅设有差转台。广播和电视服务的频带与民用无线电服务频带非常接近,例如:74.6-75.4 MHz属于民用导航指标区,76-84 MHz是广播电视服务,87-108 MHz是FM广播服务,108-117.975 MHz属于民用导航(ILS、VOR),民用VHF通讯频带117.975-137 MHz。由于无线电、民用航空工业的迅速发展,但其频谱资源的限制,致使广播频次不断地向上扩张,民用频段不断扩大,使其在频带中显得过于拥挤,从而容易导致同频或相邻的频谱干扰。对广播电视服务造成的不良影响主要有两方面:一是它的残波辐射信号进入民用频带;另一方面,两个以上的广播信号在民用无线电接收器中形成互调,造成了在民用频带中的互调干扰。

3.1.2 电力传输系统

由于电力传输系统的电晕效应和空隙放电所产生的无线电噪声,会对无线通信基站的电磁环境产生一定的影响。一些高压线路在使用民用频带的载波控制信号时,也容易干扰民用航空业务。此外,高压电线是一种金属材料,它会对无线电导航信号进行反射和再发射,从而使导航信号在空中的场型发生变化,从而造成被动干扰。

3.1.3 移动通信业务

无绳电话广泛存在于社会中,一些厂商或使用者为了某种目的,会增加其额定功率,如果是在机场或一些特定地区,例如高山地区,很容易对地面或飞机产生电话语音干扰。

3.1.4 有线电视电缆传输系统

有线电视节目采用有线方式传送,有些载波已经占据民用频段,例如电视1、2、3频道,它们的影像载频分别为112.25 MHz、120.25 MHz、136.25 MHz、伴音载频分别为118.75 MHz、126.75 MHz、142.75 MHz,与民用VHF通信频率一致,因此会出现由于射频能量泄露而干扰导航信号的情况。

3.2 航空内部信号干扰来源

在现代化的民用机场中,装备有以下几种无线电通讯设备:例如,短波无线电主要是用来进行远程无线通讯的;VHF超短波无线电主要应用于机场、空中、地面通讯的调度与传输;微波设备是指在机场和通讯导航台站之间进行数据传送的。各种类型的雷达:主要是对飞机的飞行状态进行监测。各种导航装置:用于指导飞机的起降和正常飞行。微机管理:主要应用于多路数码同步记录,以及对雷达资料、飞行资料的处理。闭路电视:播放航班资讯及电视节目。这些设备,大部分都集中在一个房间里,形成了一个巨大的、复杂的EMI网络,如果不能解决EMC问题,就会导致系统之间的互相影响^[2]。

4 民航导航信号干扰原因分析

4.1 恶劣天气

由于航空的交通特性,在飞行的时候,会受到天气的影响,所以,在恶劣的天气条件下,飞机的导航和监控系统

都会受到一定的影响,从而给飞机的飞行造成一定的威胁。由于恶劣的气候条件,导航监控系统的运行受到很多因素的影响,尤其是突发事件,会直接引起设备的故障。

4.2 互调干扰

这种干扰是民航导航系统中的一个重要干扰因素,是通过发射通道中的一个非线性电路而产生的,当两个或多个不同频率的信号被输入到一个非线性电路中时,由于非线性元件的存在,会产生大量的谐波。谐波自身会对信号产生一定的干扰,而接收端则会接收到与期望信号相近的频率成分,从而干扰导航信号。一般情况下,一组频率成分会对导航信号造成很大的影响,如果有两个频率成分和期望的频率相近,那么接收器就会同时接收,从而造成三次干扰,造成更大的破坏。当互调干扰发生时,会使有效功率下降,同时也会对空间电波的次序造成影响。

4.3 邻道干扰

邻道干扰,是指两个相邻的信道发生信号的干扰,这种干扰是由信号接收器的射频信道或者邻近的信号造成的,经过变频处理后,会进入到中间信道,从而造成不同的信号干扰影响。总的来说,这种干扰会造成信噪比、灵敏度等性能下降,甚至会造成信号阻塞。造成这些干扰的主要原因,是因为某些无线电设备的技术指标不符合国家标准,如果用这些不符合国家标准的发射器发送信号,那么信号的频率不稳定,强制性很高,所以有些信号的频谱比较宽,会对相邻的信号造成一定的干扰。

4.4 同频干扰

这种干扰是指没有用的信号和有用的信号具有同样的频率,在这种情况下,接收器滤波器不能有效地过滤这个信号,使得接收器接收到没有用的信号,造成干扰。在同频干扰中,除距离外,信号的水平 and 干扰强度与装置的参数设定也有很大关系。如果距离太近,或者参数设定不合理,都会引起信号的干扰。如果存在同频干扰,将会严重影响导航系统的正常工作。

4.5 带外干扰

这种干扰可以分成两种,一种是发射端的杂散辐射,也就是探测到额定输出阻抗的负载,而小于25 W的发射机,任何一种都不超过2.5 uW。在载波频率超过25 W的情况下,其散射的散射强度要低于发射机载波70 dB。另一方面是接收机的杂散响应,尤其是在与接收到的有效信号的频率相近的接收机中产生的干扰信号,并且不能被系统过滤。在一般情况下,在无线环境中存在大量的干扰信号,大多数的干扰都可以通过滤波处理。但是,如果接收机的抗杂散响应能力较差,那么由于滤波器自身所产生的杂散响应将不能被滤波器充分过滤,进而影响到导航系统的接收性能,进而干扰导航信号。

4.6 操作失误

一般民航机场的通讯和导航工作都是由有关工作人员

负责,在实际工作中,由于人为的原因,很可能会对其造成一定的影响。在飞行过程中,通讯和导航监控工作人员的职责之一,就是要准确地检查各种数据;另外,要做好所有使用的设备的维护保养。总体来说,他们的工作量已经超出了平时的负荷。在这种工作环境中,操作错误是很常见的,从而会对航空通讯导航监控工作产生一定的影响,从而对飞机的安全运行产生不利影响^[1]。

5 民航导航信号干扰的改进措施

5.1 对非航空干扰源的改进措施

5.1.1 建立电磁环境监测制度

良好的电磁环境监控系统对提高民航飞行品质有很大的帮助,特别是某些未经有关部门许可擅自建设的无线电站,由于设备不符合国家规定,造成了噪声污染。所以,加强电磁探测是非常必要的。

5.1.2 加强无线电设施建设

随着无线电技术的飞速发展,无线通信设备的抗干扰性、抗干扰能力不断提高,各种抗干扰手段、措施层出不穷。为了充分利用机场的频谱资源,在招标采购中,必须严格执行民用机场的施工规范,并加强对民航设备的性能、施工、使用、管理或内部干扰源造成干扰。另外,非民用航空公司不得在机场安装差转台、短波电台、微波发射机等信号干扰设备。要加强对干扰源的各类仪器设备的建设,包括:配置高性能的频谱分析仪、无人机侦察干扰源等设备设施。

5.1.3 优化协调无线电管理部门的工作

由于干扰因素较多,因此要对其进行科学、有效的控制,就必须联合当地的无线电管理机构 and 机场有关部门,开展联合打击。此外,民航机场的导航系统的频率、功率等参数也要记录在案,一旦有外部干扰,就可以第一时间发现干扰来源,并采取相应的措施消除干扰。

5.2 对航空内部干扰源的改进措施

5.2.1 合理设置接地

对电子装置来说,它的地线一般是直流电源的一个电极,即供电线路中的一条线路,为了保证地线的安全性,接地是必须的。地线自身也有一定的阻抗,在正常运行的情况下,地线上的某些部分会出现不同的频率,从而产生一个电压下降。若将上述电压降与供电电压叠加,则馈入各回路后,将产生共接地电阻耦合的相互干扰。因此,应该采用减小阻抗的方法来抑制这种干扰。一般采用单点接地和多点接地两种方法,具体选用可视具体情况而定。通过对电子装置的可靠接地,消除了各个装置的电位差异对导航信号的影响,同时也可以防止外部电磁场对导航信号的干扰,而且还可以避免高压放电现象对信号的干扰。

5.2.2 优化屏蔽技术

利用屏蔽技术可以有效地消除电磁干扰。其实现方法是将导线制成的盒、壳、板等置于电子装置的外面,从而达

到抑制电场干扰的作用。在电磁屏蔽导线通过时,其强度会相应地减弱,从而可以有效地抑制电磁感应和电磁干扰。采用了屏蔽技术,可以有效地减少由机场电子设备所产生的EMI,并有效地减少了对导航系统的干扰。为了增强屏蔽作用,应确保安装在该装置上的机箱或柜门的密封性能良好,若装置自身存在电磁辐射,则应将其单独放置,或置于屏蔽导体处。

5.2.3 加强抗干扰能力

民航机场导航仪的抗干扰性能是影响整个系统性能的重要因素。为了减少外部因素对卫星导航信号的干扰,必须通过提高其抗干扰性能,减少受干扰的可能性。同时,为了提高通信导航系统的使用效率,必须保证其良好的性能和良好的性能。另外,该系统还可以将两大主要的通信和导航系统有机地结合起来,使得整个系统能够更加有效地提高系统的抗干扰性能。在系统集成时,必须解决兼容性问题,避免出现其他问题,从而影响系统的稳定。

5.2.4 完善机场无线电干扰检测

第一,监听,也就是让工作人员根据自己的听觉,判断一个频率有没有干扰,如果有干扰,就记录下干扰时间和内容。第二,观察,即工作人员通过观察和分析干扰源的波形、频谱等,从而做出相应的判断;第三,计算,就是理论上的分析和计算,比如,用电磁波在空气中的传播损失公式,可以计算出不同的干扰频率;第四,跟踪,简单来说就是同步监控,也就是说,通过分析理论上的频率,同时监控频谱中的干扰信号,当有干扰信号同时出现的时候,就可以认为是干扰源之一。第五,监测,主要是侧向干扰信号,主要有固定、车载、手持等侧向方式,通过侧向扫描,可以确定干扰信号的来源。

6 结语

目前,中国的航空工业发展速度很快,航班数量也越来越多,在这种情况下,民航机场的通讯导航系统信号的要求也变得越来越苛刻,但是在使用过程中,由于各种原因,导航系统信号的故障,导致了导航系统无法正常运行。民航的飞行安全,不仅关系到人民的生命和财产的安全,更关系到整个社会的发展和国家的形象。民航特殊频段的电磁干扰是“隐形杀手”,如果频率被严重干扰,很容易导致飞机失事。因此,必须深入分析和讨论民航导航信号的干扰来源,找出干扰的原因,采取相应的改进措施,消除电磁干扰,净化电磁环境,确保航空安全。

参考文献

- [1] 刘轶龙,谭志强,许磊,等.全频段导航压制干扰信号产生技术研究[J].现代导航,2022,13(1):16-22.
- [2] 付钰,朱克家,韩奇,徐勇.一种导航信号干扰源部署方法[J].导航定位学报,2020,8(3):110-114.
- [3] 白文礼,吴传龙,张海涛.导航信号干扰源定位排查能力评估[J].全球定位系统,2020,45(1):110-113.