

# 民用航空机场导航信号干扰因素与应对策略

王祝平

(广西机场管理集团南宁吴圩国际机场有限公司, 广西 南宁 530048)

**摘要** 科技的高速发展让无线电新技术、新产品都得到了发展, 机场电磁环境日益复杂, 干扰了机场通信导航设施的正常运行。本文将主要探讨民用航空机场导航信号干扰的主要因素, 如邻道干扰、互调干扰、天气原因等, 并针对这些干扰因素提出相应的应对策略, 以期为保持机场周边导航信号的顺畅度提供借鉴。

**关键词** 民用航空机场; 导航信号; 干扰因素

中图分类号: V24

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)02-0010-03

电磁干扰的本质是一种电磁效应, 可能导致信息系统故障, 引起电子设备异常工作。近年来, 机场电磁环境日益复杂, 潜在无线电干扰因素明显增多, 直接增加了机场电磁安全隐患。而民用航空机场导航信号是保障飞机起落安全的重要前提, 也是实施空中交通管理的主要参照。然而, 随着无线电技术的普及和复杂电磁环境的影响, 导航信号干扰问题日益严重, 下文将对此展开探讨并提出相应的应对策略。

## 1 民航机场导航信号干扰因素分析

### 1.1 天气原因

飞机的航行过程会受到天气因素的影响, 一旦遭遇不良天气, 航空器的飞行监视频段会有所影响, 影响航空器的正常飞行。飞机在恶劣天气环境中飞行时极易遭遇突发性事件, 影响导航监视工作的有序开展, 甚至可能直接引起设备故障问题。具体来说, 空中与地面指挥台在面临恶劣天气时, 信号交流会受到限制, 难以保证沟通的有效性, 无法据此制定后续飞行计划, 对后续航班的正常飞行可能造成影响, 也很难对飞机运行情况做出准确判断。由此可见, 通信导航监视对于确保飞机飞行安全而言至关重要。飞机在暴雨天气下极易遭受电磁波干扰, 导致飞行危险性大幅增加, 影响通信导航监视系统的运行稳定性, 导致飞机与地面基站难以正常联系<sup>[1]</sup>。

### 1.2 邻道干扰因素

邻道干扰多因相邻频道信号互相影响所引起, 而射频通道或附近信号则是造成此类干扰问题的主要因素, 信号接收机在同一时间接收了过多的信号信息, 所接收的信息在经由变频处理后会进入中频通道, 并产生一定干扰。整体分析可知, 如果信号干扰所覆盖

的范围较广, 则可能影响信号传输的灵敏性, 一旦干扰过重, 甚至可能引发信号堵塞问题。

### 1.3 互调干扰因素

互调干扰主要源自设备中的电路质量问题, 由于电路质量问题导致多种干扰信号叠加和变频。而这种干扰隶属于非线性作用类型, 干扰发生往往不规律, 且极易引起无线电信号混频, 从而影响信号质量和接收的有效性。如遇极端情况, 甚至可能导致信号丢失或接收不良, 进而影响塔台与航空器之间的通信, 对航空安全构成潜在威胁。

### 1.4 操作失误因素

人为因素在民用航空机场通信导航监视中起到了关键性作用, 但是, 由于工作压力大且任务繁重, 导致人员操作失误风险大幅增加, 机场通信导航监视面临严重干扰。具体而言, 通信导航监视人员需要在飞机飞行过程中做好全面监控, 不仅需要精准核对各项数据信息, 还需要高质量落实设备运维检修工作。由此可见, 他们的工作量大大超出了自身负荷, 难免产生操作失误的问题, 影响飞机的安全飞行<sup>[2]</sup>。

## 2 民用航空机场导航信号干扰因素的应对措施

### 2.1 精准识别风险类型

第一, 流程法。流程法注重按照工作流程和顺序进行逐步检查。针对通信导航监视工作过程进行梳理, 发现其中的潜在风险点, 其优势在于可以覆盖整个工作流程, 不易遗漏风险源。在执行过程中, 需要关注流程关键环节和交接点等常见风险环节。

第二, 数据采集法。整合头脑风暴和德尔菲法等方式, 吸取多方意见并做出统筹分析, 以确保风险识别的精准度。头脑风暴鼓励参与者自由发表意见和看

法, 激发创新思维, 从而发现潜在风险。德尔菲法则通过多轮专家问卷调查, 收集专家的预测和建议, 充分利用专家经验和知识, 以提高风险识别的准确性。

第三, 假定条件法。通过设定假设条件来分析可能的风险情景, 对各种假设条件下的结果进行分析, 便于发现非常规、非直观的风险问题, 以提高风险识别的全面性。在使用这种方法时, 需要充分考虑各种可能的情况和变化, 以确保假设的合理性。

第四, 综合规划法。需以全面掌握设备应用情况为前提, 针对设备应用情况做出全面的风险统筹, 分别着眼于人员、资金和技术等角度, 实施系统的风险管理。通过对各种人力物力资源的科学配置, 辅之以流程优化, 切实降低设备应用风险, 确保风险管理效果<sup>[3]</sup>。

## 2.2 优化技术以应对恶劣气候

航空飞行过程中极易遭受恶劣天气的影响, 尽管我们已经可以提前建立对天气状况的基本认知, 但是, 当前的技术并不能达到精准预知天气情况的要求, 必须主动优化技术手段, 通过对大气环境的观测和模拟, 提前发现可能导致极端天气事件的气象条件, 并通过气象预警系统向公众发出警报。同时, 可使用先进的气象卫星、雷达和计算机模拟等技术, 精准预测极端天气事件的发生时间、地点和强度, 以提升预测准确性, 为防范应对极端天气事件提供更多数据支持。最后, 还可以利用遥感测量技术, 对极端天气事件进行实时监测和观测, 以提供更为准确的气象信息。此外, 无

人机技术和机器人技术也可以在不利环境下进行监测和救援, 为防范和应对极端天气事件提供了新的途径。

具体而言, 如遇暴雨等极端天气, 可采取以下应对措施: 若能见度低于 50m, 通信安全性难以保障, 需全面实行道路封闭。当飞机飞行全线均满足封闭条件, 则需由巡逻队汇报巡访结果, 由上级结合汇报结果做出封闭指令, 并传达给下级执行, 同时, 应开展不间断的路政巡查。施工单位需停止对未中断交通的施工作业路段的施工, 若无法中断, 或因局部开挖难以撤离, 则需在相应位置处增设警示标识, 配备灯具, 强化安全管理。当某一具体路段能见度达不到标准时, 需要进行封闭, 但是其他路段可以正常行驶时, 监测人员需第一时间汇报详细情况, 并由上级部门结合现场实际做出区域封闭的指示, 并在封闭区域两侧的收费站设置分流点, 将来往车辆进行分流, 禁止车辆在该路段行驶。此外, 机场应充分发挥电子显示屏、警告标识和收费站的作用, 提高巡逻密度, 确保可以及时发现现场安全问题并做出上报<sup>[4]</sup>。

## 2.3 优化民航机场电磁环境

首先, 机场内设备应用频率可能产生相互干扰, 需要进行合理的频率管理, 针对机场设备频率做出科学分配和合理调度, 以减少设备干扰。其次, 应选择具有良好电磁兼容性的设备, 并合理布局。在设备布局时, 应注意避免高磁场和电场区域, 以减少对其他设备的干扰。再次, 需对容易受到干扰的设备进行屏蔽,



图 1 机场气象雷达设备

或在电源线或信号线上添加滤波器,以减少电磁干扰。最后,良好的接地和防雷措施可以将雷电产生的电磁干扰引入地下,从而减少对设备的影响。

#### 2.4 完善机场无线电干扰查询流程

第一,工作人员需要利用听觉进行监听,确定相应频段的干扰状态,一旦发现了干扰问题,则应立即记录具体的干扰信息,详细记录干扰时间及内容。

第二,需利用视觉展开对干扰源波形和频谱的分析,精准分析干扰因素的特征和类型。

第三,针对电波损耗情况进行理论分析,计算出电波在空中可能出现的干扰频率。

第四,针对电波理论频率展开分析,通过同步的跟踪管理,确定频谱仪设备中的干扰信号变化情况。干扰信号与被干扰信号同步出现的情况一旦发生,可定义为信号干扰源。

第五,侧向干扰信号的主要呈现方式为固定、手持等侧向方式,可采用侧向测量的方式实施定位,发现干扰信号的来源,从而确定无线电干扰的来源,采取相应的措施进行处理,并以此为基础逐步开展信号排查工作<sup>[5]</sup>。

#### 2.5 强化机场无线电操作者安全意识

第一,需定期开展教育培训工作,通过对机场无线电操作者的业务培训,提升他们的应急处理能力,深化他们对无线电法规、安全操作规程等规范的认知,全面提升其专业素质和安全意识。

第二,需利用内部宣传、案例分析等各种渠道,提高无线电操作者对安全意识的重视程度。在宣传过程中,需充分强调无线电安全在机场通信导航中的重要性,让操作人员警惕违规操作可能带来的风险,确保无线电操作者行为的合法性。

第三,应提高机场无线电设备运维管理强度,定期巡查检修,一旦发现设备故障和异常问题,需及时进行更换处理,避免因设备问题引发严重的无线电干扰。同时应建立针对无线电干扰的应急机制,明确应急处置流程,并加强与相关部门的协调合作,以便在发生干扰时能够迅速响应并作出应对,确保设备运行稳定性。

第四,应加强对机场无线电操作者的监管,建立健全考核奖惩制度,对于违规操作或安全事故进行严肃处理,增强操作者的安全意识。

第五,应定期评估反馈无线电操作者的安全意识,通过理论考试、实际操作考核以及安全行为观察等,

确保操作人员具备足够的无线电安全知识和技能。

#### 2.6 加强与地方无线电管理部门的协调

为确保信号干扰处理效果,机场管理方需密切与管理部 门的交流,双方合作开展协查整治工作,并对民用航空机场内的各类参数信息进行备案,确保可以在出现外来干扰的第一时间发现干扰源,从根本上消除信号干扰。首先,机场应与地方无线电管理部门建立畅通的联系渠道,互换电话、微信、电子邮件等联系方式,确保双方能够及时沟通并解决问题。其次,机场应熟悉了解国家和地方的无线电管理法规政策,确保双方在处理导航信号干扰问题时能够遵循相关规定和要求。再次,定期向地方无线电管理部门汇报机场导航信号干扰情况和处理措施,以及工作进展和成果,以便地方无线电管理部门了解情况并提供支持和指导。如有需求,可向无线电管理部门请求技术支援,例如,可以请无线电监测机构协助监测定位干扰源,以提升信号干扰应对的有效性。最后,可与地方无线电管理部门开展联合行动,对干扰源进行调查处理,共同解决导航信号干扰问题,确保机场导航信号得以正常传输<sup>[6]</sup>。

### 3 结语

民用航空机场导航信号干扰问题日益凸显,需要采取综合性的应对策略,整合频率管理、设备升级与维护、电磁屏蔽与滤波等多种技术手段,深入强化国际合作与交流,以降低导航信号干扰风险,保障民用航空的安全与顺畅运营。然而,随着科技的不断进步和创新应用的需求增加,未来的研究应进一步关注新技术在解决导航信号干扰问题中的应用和推广。

#### 参考文献:

- [1] 辛伟. 浅谈民用航空机场导航信号干扰因素与应对措施[J]. 数字通信世界, 2021(05):100-101.
- [2] 孙豪爽. 浅谈民用航空机场导航信号干扰因素与应对措施[J]. 百科论坛电子杂志, 2019(08):794.
- [3] 张诚. 民用航空机场导航信号干扰因素与应对措施[J]. 中国航班, 2021(35):6-8.
- [4] 谢文泽. 民用航空机场导航信号干扰因素及应对策略[J]. 科技风, 2022(10):61-63.
- [5] 白义甫. 影响民航航空导航信号的因素分析及管控措施[J]. 科学与财富, 2019(03):295.
- [6] 罗金波. 民航机场导航信号干扰因素及应对策略[J]. 中国航班, 2023(11):19-22.