



## 大会 — 第41届会议

### 技术委员会

#### 议程项目31：航空安全和空中航行标准化

### 通过减缓全球导航卫星系统 (GNSS) 干扰提高通信、 导航和监视 (CNS) 的抵御能力

(由捷克代表欧洲联盟及其成员国<sup>1</sup>、欧洲民用航空会议的其他成员国<sup>2</sup>、非洲民用航空委员会成员国<sup>3</sup>以及欧洲空中航行安全组织提交)

#### 执行摘要

全球导航卫星系统(通称为GNSS)是在全球范围内提供通信、导航和监视(CNS)以及空中交通管理(ATM)服务的关键技术。全球导航卫星系统对于实施基于性能的导航(PBN)和广播式自动相关监视(ADS-B)至关重要,为空中交通管理带来了巨大的安全、容量和环境效益。它还用于安全相关系统,并为同步系统(例如通信网络)和空中交通管理中的运行提供时间参考。然而,全球导航卫星系统容易受到无线电频率干扰(RFI)的影响,例如干扰抑制和网络攻击(例如电子欺骗)。因此,充分减缓全球导航卫星系统漏洞至关重要。

国际民航组织大会第40届会议于2019年就加强通信、导航和监视系统抵御能力和减缓全球导航卫星系统无线电频率干扰的行动达成一致。然而,我们继续目睹全球各地区报告的全球导航卫星系统无线电频率干扰情况日益增加。因此,在短期(例如改善军民协调、避免电子欺骗非法设备的扩散)和长期(例如改进通信、导航和监视的机载、地面和星基互补定位源整合)实施措施以提高全球导航卫星系统抵御能力至关重要。即使在全球导航卫星系统受损的环境中,这些措施应该使得能够保持基于性能的导航和广播式自动相关监视带来的好处。

**行动:** 请大会通过本工作文件附录中拟议的决议(请注意,拟议决议包括大会第40届会议关于该主题的建议)。

<sup>1</sup> 奥地利、比利时、保加利亚、克罗地亚、塞浦路斯、捷克、丹麦、爱沙尼亚、芬兰、法国、德国、希腊、匈牙利、爱尔兰、意大利、拉脱维亚、立陶宛、卢森堡、马耳他、荷兰、波兰、葡萄牙、罗马尼亚、斯洛伐克、斯洛文尼亚、西班牙、瑞典。

<sup>2</sup> 阿尔巴尼亚、亚美尼亚、阿塞拜疆、波斯尼亚和黑塞哥维那、格鲁吉亚、冰岛、摩尔多瓦共和国、摩纳哥、黑山、北马其顿、挪威、圣马力诺、塞尔维亚、瑞士、土耳其、乌克兰和联合王国。

<sup>3</sup> 阿尔及利亚、安哥拉、贝宁、博茨瓦纳、布基纳法索、布隆迪、喀麦隆、佛得角、中非共和国、乍得、科摩罗、刚果、科特迪瓦、刚果民主共和国、吉布提、埃及、赤道几内亚、厄立特里亚、斯威士兰、埃塞俄比亚、加蓬、冈比亚、加纳、几内亚、几内亚比绍、肯尼亚、莱索托、利比里亚、利比亚、马达加斯加、马拉维、马里、毛里塔尼亚、毛里求斯、摩洛哥、莫桑比克、纳米比亚、尼日尔、尼日利亚、卢旺达、圣多美和普林西比、塞内加尔、塞舌尔、塞拉利昂、索马里、南非、南苏丹、苏丹、多哥、突尼斯、乌干达、坦桑尼亚联合共和国、赞比亚和津巴布韦。

战略目标:	本工作文件涉及安全、空中航行能力和效率以及安保和简化手续战略目标。
财务影响:	本工作文件中提到的活动将继续视2023年至2025年经常方案预算和/或预算外捐助的可用资源进行。
参考文件:	A40-WP/82号文件: 抗干扰的通信、导航和监视星基系统 Doc 10007号文件: 第十二次空中航行会议(2012年)报告, 2012年11月19日至30日, 蒙特利尔 A32-19号决议: 国家对于全球导航卫星系统服务的权利和义务宪章 A32-20号决议: 研究和拟订规范全球导航卫星系统实施的适当的长期法律框架 A35-15号决议: 国际民航组织关于全球空中交通管理(ATM)系统以及通信、导航和监视/空中交通管理(CNS/ATM)系统的持续政策和做法的综合声明 A37-11号决议: 基于性能导航的全球目标 A40-28号决议附录F: 国际民航组织关于法律领域持续政策的综合声明 AN 7/5-20/89号国家级信件

## 1. 对全球导航卫星系统的日益依赖

1.1 全球导航卫星系统(GNSS)包括从空间提供信号的卫星星座, 这些卫星将定位和报时数据传输到全球导航卫星系统接收器, 包括航空器机上的接收器。这些接收器确定准确的航空器位置。卫星导航和全球导航卫星系统通过促能新程序的设计, 使航空器能够以更小的间距飞行更直接的航线, 最大限度地减少燃料消耗、噪音和碳排放, 从而使航空受益。

1.2 在大会第40届会议上, 多份文件强调需要提高包括全球导航卫星系统在内的通信、导航和监视(CNS)系统的抵御能力。大会商定了提案, 通过以下方式加强通信、导航和监视对无线电频率干扰(RFI)抵御能力: i) 防止使用非法干扰设备、ii) 加强与无线电监管和执法当局的协作、iii) 加强军民协调以应对与全球导航卫星系统测试和冲突区相关的干扰风险、iv) 保留必要的常规导航基础设施, 以在全球导航卫星系统中断的情况下提供应急支持, 并开发服务损失情况下的缓解技巧。国际民航组织AN 7/5-20/89号国家级信件重申了这些行动的重要性。

1.3 国际民航组织鼓励成员国实施现有规定以减少和减缓全球导航卫星系统无线电频率干扰的发生。然而, 由于全球导航卫星系统无线电频率干扰不断增加, 需要进一步提高通信、导航和监视的抵御能力并减缓对基于性能的导航(PBN)、广播式自动相关监视(ADS-B)以及全球导航卫星系统定位和报时其他用途的影响。

1.4 基于性能的导航和广播式自动相关监视实施进展使得在导航和监视方面对全球导航卫星系统的依赖日益复杂。欧洲和世界许多其他地区正在朝着以基于性能的导航为基础的导航环境发展, 同时减少基于传统导航设备的程序。同样地, 广播式自动相关监视的使用及其在更广泛的监视链中的集成正在推进, 从而能够实现相关的先进空中交通管制(ATC)能力。此外, 许多监视和轨迹管理应用程序现在设计为使用全球导航卫星系统报时对相关空中和地面系统同步化。

1.5 虽然许多航空运输航空器能够在全局导航卫星系统无线电频率干扰的情况下保持位置和时间信息，但通过使用备用导航系统，其他空域用户则更加依赖全球导航卫星系统。在一些实施了基于性能导航的空域，不再可能恢复到常规程序，这意味着需要提供备用应急基础设施（最低运行网络（MON））。由于广播式自动相关监视的位置和速度信息来自全球导航卫星系统，因此全球导航卫星系统若有任何退化或中断也会影响广播式自动相关监视的性能。因此，通信、导航和监视基础设施必须确保导航和监视最低运行网络在全球导航卫星系统中断的情况下支持应急运行。

1.6 惯性导航系统（INS）和如测距仪（DME）等地面导航系统，目前不支持所有的基于性能的导航应用，也不用于广播式自动相关监视。由一些飞行管理系计算机算的相关位置不确定性要用于支持特定的基于性能的导航运行或广播式自动相关监视服务水平可能不合适。因此，很难根据飞行计划中所载的设备信息来评估全球导航卫星系统无线电频率干扰对每架航空器继续自行导航能力的影响。这增加了空中交通管制的工作量，并在空中交通管制扇区容量规划中产生了不确定性。

1.7 全球导航卫星系统衍生的精确定位、速度和时间（PVT）信息也用于若干其他航空器应用，例如数据链和卫星通信服务。这使得飞行员难以了解全球导航卫星系统无线电频率干扰对所有受波及的航空器系统的影响，并在遇到无线电频率干扰时增加了飞行员的工作量。出于这个原因，许多航空器制造商已经向航空器运营人发布了指南，描述了全球导航卫星系统无线电频率干扰对航空电子设备的影响以及如何处理。这需要对机组人员进行进一步培训，以适当处理此类情况。

1.8 欧洲空中航行安全组织最近进行的一项分析<sup>4</sup>得出的结论是，欧洲网络中 38% 的业务量都经过全球导航卫星系统无线电频率干扰广泛和经常发生的区域。这些运行会在很长的时间有安全裕度降低之虞，使得处理其他系统故障变得更加困难。

1.9 观察到的大多数全球导航卫星系统无线电频率干扰导致相关导航和监视能力中断，同时，飞行员也报告了多种类型的异常情况。这些异常包括地图偏移、不正确的地速指示、航空器时钟的异常行为，以及在一些罕见情况下出现了错误的近地警告。这些问题可能归因于航空器设备集成水平日益提高，航空器制造商正在采取措施处理这些问题。然而，必须考虑到有些异常可能是由故意虚假或欺骗性的信号（电子欺骗）引起的。事实上，此类信号的生成由于不再需要军用级的功能而变得越来越容易。当前的导航完整性指标仅作为安全衡量开发，并未专门考虑电子欺骗。

1.10 大部分的全球导航卫星系统无线电频率干扰在地理上与冲突区和无人机防御相关。即使国际民航组织和国际电信联盟（ITU）尽最大努力鼓励各国尽可能限制有害的无线电频率干扰，航空器仍将继续受到此类无线电频率干扰的影响。然而，即使远离冲突地区，无线电频率干扰事件也可能随时发生并影响大量空域<sup>5</sup>。无线电频率干扰来源还可能包括经授权的国家安全行为者在计划或战术部署中使用反 UAS（无人驾驶航空器系统）的系统。

## 2. 改进互补定位能力未来的集成

2.1 国际民航组织、其成员国和业界正在通过双频多星座（DFMC）全球导航卫星系统开发下一代全球导航卫星系统能力，该能力连同先进的安保功能将显著减缓与无线电频率干扰无关的漏洞、并保

---

<sup>4</sup> <https://www.eurocontrol.int/event/eurocontrol-stakeholder-forum-gnss>

<sup>5</sup> 正如涉及一艘游艇配备了强大的反狗仔队无人机电子干扰器（意外启动）的近例所表明。

护全球导航卫星系统抵御单频无线电频率干扰。

2.2 根据第十二次空中航行会议关于惯性导航系统(INS)和测距仪(DME)价值的建议 6/8 e) 和 f), 这些系统应进一步发展, 以补充双频多星座全球导航卫星系统, 从而使运行持续地无缝进行。适当的航空电子设备配备已可在全球导航卫星系统中断的情况下切换到这些定位源, 但应尽量减少任何相关服务的降级。这种集成的改进将提供高度可靠的航空器精确定位、速度和时间数据, 安全可靠地满足航空器和空中交通管制的需求。

2.3 为此, 成员国、国际民航组织和业界应支持标准化机构开展的工作, 并进一步开发将精确定位、速度和时间数据与更好的质量指标挂钩的方法, 防止精确定位、速度和时间在受损害情况下的使用。这应会消弭对其他系统造成级联效应, 并允许在全球导航卫星系统受损环境中就所有航路和终端持续提供基于性能的导航和广播式自动相关监视服务。互补规划活动应确保一致实施, 将所有可用和合适的空间、航空器和地面基础设施组件作为基础, 同时考虑到不断变化的安保威胁和未来通信、导航和监视技术发展的整合。

2.4 高层级的性能目标是基于所有可用的通信、导航和监视地面、空间和机载系统提供的信息, 获得更可靠的定位和报时数据为所有可能的应用服务。这些系统可以通过备份能力提高服务连续性、或通过独立定位交叉检查(包括在独立的监视系统之间)增强服务完整性, 从而高效地相互补充, 继而提高这些运行的安全与安保。高层级原则应通过国际民航组织进行协调, 而相关的详细技术规范则由行业标准化机构制定。

### 3. 立即的短期行动

3.1 在能够实现这种改进的集成水平之前, 当前的航空器仍将继续经历全球导航卫星系统无线电频率干扰及其运行后果。因此, 必须开发方法来监测广播式自动相关监视定位报告, 尽最大可能地保护全球导航卫星系统服务, 使空中航行服务提供者(ANSP)能够确定哪些航空器会受到全球导航卫星系统中断的影响, 从而确保能够安全地继续运行。此举可提供欲估计的无线电频率干扰源位置, 并可能通过无线电监管执法加以根除。

3.2 航空器制造商应继续评估全球导航卫星系统无线电频率干扰对其系统的级联效应, 考虑通过自动数据收集系统进行机载干扰侦测和报告, 发布适当的指南以管理任何操作问题, 并建议对飞行员进行适当的培训。飞行员应继续报告全球导航卫星系统性能问题和相关的驾驶舱影响。

3.3 空中航行服务提供者应仔细分析全球导航卫星系统无线电频率干扰对其通信、导航和监视设施的影响, 并确保能够识别和处理任何系统退化。应该有适用于通信、导航和监视系统的备份功能, 包括对需要时间同步的系统 and 应用程序加以备份。此外, 基础设施和运行程序应可用于支持未配备多传感器能力的航空器运营人进行应急运行。

3.4 虽然认识到国家安全有时需要进行会产生全球导航卫星系统无线电频率干扰的演习和测试, 但任何此类活动都必须加强军民协调和协作决策加以支持。这种协调应最大程度地减少全球导航卫星系统无线电频率干扰对民用航空的影响。这种协调应包括必要时国家之间的跨境协作。

3.5 减少无线电频率干扰的努力不应仅限于航空，因为全球导航卫星系统服务对许多用户社群和其他关键基础设施部门也至关重要。鼓励航空当局与适当的政府行为者联系，以确保尽最大可能地限制全球导航卫星系统无线电频率干扰扩散。这应包括酌情加强在事先预防(监管、市场干预)和事后反应(侦测、定位和停止无线电频率干扰源的能力)这两方面的能力。

#### 4. 结论

4.1 如本工作文件所述，由于全球导航卫星系统在通信、导航和监视/空中交通管理中发挥核心作用，因此全球导航卫星系统无线电频率干扰必须加以缓解，通信、导航和监视系统的抵御能力必须增强，特别是通过提高互补定位能力的集成来实现。为此，制定了附录中拟议的大会决议，以指导和支持各国、国际民航组织和业界采取有效行动。

-----



## APPENDIX

### PROPOSED ASSEMBLY RESOLUTION

<b>A35-15:</b>	<b>Consolidated statement of continuing ICAO policies and practices related to a global ATM system and CNS/ATM systems</b>
----------------	--

#### APPENDIX A

##### General Policy

...

#### APPENDIX B

##### Harmonization of the implementation of the ICAO CNS/ATM systems

...

#### APPENDIX C

##### Ensuring the resilience of ICAO CNS/ATM systems and services

*Whereas* the ATM/CNS systems are evolving and so are the associated CNS threats and vulnerabilities;

*Whereas* the occurrences of interferences against satellite-based CNS systems and GNSS, in particular, have significantly increased;

*Whereas* CNS resiliency to interference needs to be addressed at a global level with a holistic approach, ensuring an efficient and coordinated evolution between the infrastructure architecture, improved technological capabilities, civil and military operational procedures, radio regulatory authorities and civil-military coordination;

*Recognising* that resiliency to interference needs to be improved by maximising the integration of all suitable ground infrastructure, space infrastructure and airborne components in a complementary and cooperative manner to be as robust as possible to cases of satellite-based service disruption or environments where false or deceptive signals are present;

*Recognising* that both the aircraft onboard and ground infrastructure complementing the satellite-based CNS systems need to be adapted to include, where appropriate, interference detection, mitigation and reporting functions to support the resolution of operationally encountered performance anomalies;

*Believing* that, combined with the use of the appropriate legal framework, such capabilities and measures will allow for the relevant authorities to act upon harmful interferences caused by the illegal operation of transmitters and avoid the proliferation and the use of such illegal transmitters and the misuse of test and maintenance equipment;

*Believing* that, with appropriate coordination and application of best practices, military and State authorities can conduct GNSS-related testing and other interventions using radio equipment as necessary and without causing an undue impact on civil aviation;

*Believing* that civil-military coordination should facilitate the sharing of relevant information with airspace users, especially when flying in the vicinity of a conflict zone; and

*Acknowledging* that loss of crew's situational awareness from malicious origin is classified as a cyber-security threat and cannot be tolerated in civil aviation; and that intentionally sending misleading signals to replace the accurate signal is a far more serious threat to flight safety than the loss of this signal.

*The Assembly:*

1. *Encourages* States to transition towards optimised, secure CNS systems based on complementary integration of suitable and independent aircraft capabilities, satellite- and ground-based infrastructure which maximise resiliency and robustness to any type of interference;
2. *Encourages* standardisation bodies and industry to develop appropriate interference detection, mitigation and reporting capabilities for the aircraft on-board, satellite- and ground-based CNS system components, in order to ensure higher CNS resiliency, continuity of operations and prevent any cascading effects from the use of compromised position, velocity or time data;
3. *Encourages* States to ensure that sufficient terrestrial CNS capabilities remain available to ensure safe operations and complement aircraft-level integration of position, velocity and time with independent surveillance information;
4. *Invites* ICAO to develop high-level principles on how to integrate CNS ground, space and on-board systems and capabilities to obtain more resilient positioning and timing services;
5. *Urges* States to apply necessary measures to avoid the commercialisation/proliferation and the use of illegal transmitters such as jammers and the misuse of test and maintenance equipment which may impact CNS systems;
6. *Urges* States to ensure close collaboration between aviation authorities, military authorities, service providers, radio regulatory and spectrum enforcement authorities to put in place any special measures required to ensure that spectrum used by all CNS systems, and GNSS in particular, is free from harmful interference;
7. *Urges* States to refrain from any form of jamming, or spoofing affecting civil aviation;
8. *Urges* States to coordinate and notify to the maximum extent possible in advance with the ANSP responsible for the affected airspace in case of military or other State-authorized security or defence-related operations or training, potentially causing any form of jamming, or spoofing affecting civil aviation; and
9. *Urges* States and operators when assessing the interference risks associated with conflict zones to consider that the use of satellite-based CNS systems can potentially be impacted beyond those zones

— END —