

湖南省地方标准

《通用航空北斗时空信息服务安全应用技术规范》

（征求意见稿）

编制说明

一、项目背景

北斗/GNSS 作为提供精确高效的定位、导航与授时服务的重要手段，成为通用航空高效运行的基础，为航空器提供飞行引导信息，为空中交通服务提供定位监视信息，为空中航行服务提供授时信息，能有效提高空中交通安全水平、空域容量与运行效率，为通用航空新兴产业的快速发展起到了强大的催化作用。

而作为一种天基系统，GNSS 卫星导航系统天然存在脆弱性（卫星和接收器之间远达数千公里，传输距离远、落地信号弱、频率公开等），极易被拒止、削弱甚至欺骗，难以应对 GNSS 干扰等威胁。GNSS 干扰是一个全球性、反复出现且愈来愈频繁的问题，已成为制约 GNSS 实现其预定功能的关键因素，对民航、通航等行业带来极为严重的安全隐患。尤其是以俄乌冲突为代表的系列事件进一步表明，以干扰 GNSS 服务来破坏瘫痪敌对国关键基础设施已成为地区间对抗的首选和前战。

针对 GNSS 干扰建立有效防护机制，构建零信任时空安全网络安全框架，有效保护 GNSS 及其正常使用，已成为国内、国际社会主流共识，亟待解决。

目前，美国针对 GPS 不可用时的补充和备份能力建设出台了多份文件，推出了系列产品并投入应用。2018 年，美国总统特朗普签署了《国家授时弹性和安全法案》，提出建立 GPS 补充和备份授时系统。2020 年 2 月，美国白宫发布《通过负责任地使用定位导航与授时服务以增强国家弹性》行政令，要求全面评估网络遭受授时攻击的抵抗能力。2020 年 4 月 8 日，美国国土安全部发布了一份名为《GPS 的 PNT 备份和补充能力》的报告，明确指出：关键基础设施定位导航需求多样化，单一系统包括 GPS 不可能满足所有用户需求。2020 年 12 月，美国国土安全部发布《弹性 PNT 合规性框架》，指导用户使用适当的 PNT 源，解决 PNT 系统被阻断或是受到干扰的风。

我国对关键信息基础设施时空信息安全高度重视，也出台了相应的指导文件

和报告，2021 年，国务院公布《关键信息基础设施安全保护条例》，以立法形式保护关键基础设施安全，采取措施，监测、防御处置，保护关键信息基础设施免受攻击、侵入、干扰和破坏。在《5G 同步组网架构及关键技术白皮书》中进一步明确指出：考虑到卫星信号受到无意或有意干扰导致失效的情况越来越多，卫星信号被攻击的案例时有发生，5G 时钟同步对卫星授时依赖性高，若未采取授时安全保护将会带来极大安全隐患。

但在具体关键信息基础设施防护体系应用中，目前基本属于空白。仅南方电网、湖南省电信等单位牵头组织了小范围的 GPS 对抗攻防测试探索，但因没有相关标准可参考，不具备大范围推广基础。

另一方面，中华人民共和国交通运输部令 2022 年第 35 号文件中，交通运输部决定对《民用航空情报工作规则》（交通运输部令 2016 年第 12 号）作如下修改：

将第八十七条第十二项修改为：“（十二）未在航空资料中公布的障碍物、军事活动、航空表演、航空竞赛、大型跳伞活动、**无线电频率干扰**、航天活动、烟花等影响空中航行的危险情况的出现”（原文为：超出公布范围的障碍物、军事活动、航空表演、航空竞赛、大型跳伞活动等影响空中航行的危险情况的出现。）。

同时在第八十七条第三项又说道：无线电导航和地空通信服务的设置、撤消及工作能力的重大变化，包括：**无线电导航和地空通信服务的中断或者恢复**、频率的更改、服务时间的变化、识别信号的变化、方向性助航设施的方向调整、设施位置的改变、总发射功率 50%以上的增减、广播时间或者内容的变化，以及任何无线电导航和地空通信发生异常或者不可靠的情况；

由此可见，民用航空业关键基础设施的无线电频率干扰问题十分迫切。针对国内当前通用航空关键基础设施时空信息未设防、无标准、推广慢等痛点，亟需制定时空信息服务安全应用技术规范，明确基本范畴、关键性能、系统接口，更好的指导与促进通用航空时空信息服务安全体系的建立，促进通航高质量健康发展。

二、工作简况

（一）任务来源

根据湘市监标〔2023〕25 号《关于下达 2023 年度第 1 批地方标准制修订项

目计划的通知》，开始进行《通用航空北斗时空信息服务安全应用技术规范》的相关编制工作。

项目承担单位为长沙北斗产业安全技术研究院股份有限公司，行业主管部门为湖南省军民融合发展委员办公室，技术归口单位为湖南省军民融合标准化技术委员会。

本项目完成期限为 12 个月。

（二）协作单位

- 1) 中国电子科技集团公司第二十研究所；
- 2) 清华大学；
- 3) 湖南省通用航空发展有限公司。

（三）主要工作过程

1) 成立标准制定工作小组

2023 年 3 月由长沙北斗产业安全技术研究院股份有限公司、中国电子科技集团公司第二十研究所、清华大学、湖南省通用航空发展有限公司等成立了标准起草小组，并制定出标准编制计划。

2) 收集整理资料

2023 年 4 月份开始，标准起草小组收集分析现行国内外相关规范，对通用航空北斗时空信息服务相关设备制造、设备选型、系统设计、系统集成及运营调度、安全监管等情况进行了调研，收集了相关技术资料。

3) 起草标准文本

2023 年 5 月~6 月，在开展调研的基础上，深入分析论证本标准关键技术可行性，编制组起草形成了《通用航空北斗时空信息服务安全应用技术规范》工作组讨论稿，并多次组织工作组研讨会，多次修改标准文本。

4) 征求专家意见

2023 年 7 月起草组咨询行业内具有相关经验的专家，专家对该标准的框架和主要内容提出了修改意见，建议聚焦通航机场，充分详实论证技术规定项，其他规定适当精简，补充机场地勤车辆等要素的服务规约规定。

5) 形成征求意见稿

根据专家意见修改完善标准文本，并于 2023 年 7 月形成了征求意见稿。

三、标准编制原则及标准主要内容的依据

（一）编制原则

- 1) 标准格式统一、规范，符合 GB/T 1.1-2009 要求。
- 2) 标准内容符合统一性、协调性、适用性、一致性、规范性规则要求。
- 3) 标准技术内容安全可靠、科学先进、节能环保、经济适用、成熟稳定。
- 4) 标准实施后有利于提高产品质量、保证运行效率和行业规范性，符合通用航空行业发展需求。

（二）标准主要内容的依据

本标准主要参考的相关标准有：

- 1) GB/T 39267 北斗卫星导航术语
- 2) MH/T 1039 通用航空术语
- 3) MH/T 4003.1 民用航空通信导航监视台（站）设置场地规范 第1部分：导航
- 4) MHT 4018.4 民用航空空中交通管理信息系统技术规范：GNSS 完好性监测数据接口
- 5) MH/T 4037.1 多点定位系统通用技术要求 第1部分：机场场面多点定位系统
- 6) MH/T 4055.1 低空飞行服务系统技术规范
- 7) MH/T 5019 民用运输机场航站楼时钟系统工程设计规范
- 8) MH/T 5026 通用机场建设规范
- 9) MH/T 5040 民用运输机场时钟系统检测规范
- 10) CTSO-2C604a 仅用作航空器追踪的北斗卫星导航系统（BDS）机载设备
- 11) T/CATAGS 14 通用机场空域监视系统建设通用要求

四、主要试验（验证）分析报告、技术经济影响论证情况

通用航空北斗时空信息服务安全应用系统适用于机场空域监视系统、机场场面定位系统、航空器机载传感器、地面勤务车载传感器等系统，航路广域定位系统尚未纳入考虑。通用航空北斗时空信息服务安全应用系统通过对现有机场空域监视系统、机场场面定位系统、航空器机载传感器、地面勤务车载传感器等系统

功能进行扩展，以满足通用航空机场对低空导航电磁情报监视、时间同步安全隔离、区域地基导航增强定位等方面需求。

（一）必要性说明

通用航空北斗时空信息服务安全应用系统致力于解决的第一类核心问题是通用航空机场本场及周边空域内通航飞行器不同活动阶段的导航定位问题。通用机场场面定位系统基于“GNSS 和区域地面增强系统”，对通用航空机场本场及周边空域提供高可靠高完好性主备双模式增强定位服务。通用机场场面定位系统一方面实现特定条件下（如精密进近）用户高精度定位导航，另一方面可实现在区域卫星导航信号不可用条件下的用户定位导航。能够对通用机场场面定位系统进行验证的指标包括：支持频点、自主定位与自适应同步组网能力和信号功率调整能力。结合国内机场场面定位系统的一般技术规格这几项指标都必须在标准中给予明确要求。

通用航空北斗时空信息服务安全应用系统致力于解决的第二类核心问题是低空导航电磁情报监视。在本标准规约下，欺骗类型干扰信号主要由通航机场时空干扰监视站进行识别，压制类型干扰信号主要由通航机场时空干扰定位站进行识别。

通航机场时空干扰监视站主要用于对通用航空机场本场及周边空域内的 GNSS 电磁干扰进行监视与数据采集。通航机场时空干扰监视站通过在区域内部署的多个分布式的监视站，接收导航频段的信号，一方面监测导航信号的星历误差和导航卫星健康状态，进行完好性判断，计算得到星历的误差修正数，辅助用户接收机实现高精度定位导航；另一方面识别区域内干扰信号，判断其干扰类型，评估其危害，在中心计算机上进行告警显示并提示建议措施。干扰检测所涉及的监视频段、欺骗干扰识别率、异常预警时间、告警解除时间这几项指标必须在标准中给予明确要求。

通航机场时空干扰定位站主要用于对通用航空机场本场及周边空域内的压制干扰信号进行定位、测向服务。通航机场时空干扰定位站通过在区域内部署的多个分布式的干扰定位站，接收导航频段的信号，识别区域内干扰信号，判断其干扰制式，实现压制干扰信号测向与定位；压制干扰监视所涉及的压制干扰调制信号类型、干扰频段、检测灵敏度、测向精度等指标必须在标准中给予明确要求。

通用航空北斗时空信息服务安全应用系统致力于解决的第三类核心问题是通航机场各类基础设施时间基准的授时防护问题。授时安全隔离防护装置是实现这一功能的核心设备。授时安全隔离防护装置必须具备 GPS 授时设备原位加固、干扰信号安全隔离、卫星信号拒止后时间同步保持等功能，以满足通用航空机场时间基准服务需求。因此安全信号时间同步精度、GNSS 拒止后连续不间断保持能力这几项指标必须在标准中给予明确要求。

航空器机载增强传感器和地面勤务车载增强传感器为与通航机场场面定位系统配合使用的位置服务终端。航空器机载增强传感器具备区域系统下普通定位、高精度完好定位解算能力，可服务于通用航空器追踪、目视飞行、仪表飞行等业务。地面勤务车载增强传感器具备区域系统下普通定位能力，可服务于通用航空机场地面勤务车辆定位、导航等业务。

（二）主要试验或验证的分析

1、通航机场场面定位系统

1) 基站间无线组网时间同步精度

基站间无线组网时间同步精度用于表征基站间无线组网的时间同步偏差，用于描述基站间时间一致性的差别程度。基站间时间同步精度指标是实现通航机场场面定位系统高精度定位的关键指标。根据导航定位精度需求及工程测试技术水平，可确定该指标为： $\leq 1\text{ns}$ 。

2) 信号功率调节步进

信号功率调节步进是指输出信号在功率控制范围内进行功率调整的最小步长。这样，信号功率调整能够以更精细的步长来调整信号的功率。通过精确的功率调整可满足不同应用场景的使用需求。目前市面上的接收终端能够准确测量的载噪比变化在 0.5dB 左右，因而确定该指标要求为优于 0.2dB 。另外，系统具备较宽的调节范围($\geq 60\text{dB}$)，从而具备更宽范围的环境适应能力。

2、通航机场时空干扰定位站

1) 工作频段：

通航机场时空干扰定位站的工作频段是指通航机场时空干扰定位站正常工作时所利用的电波的频率范围。现有通用航空常用频段并没有覆盖导航频段，而导航常用频段又是民用无线电干扰的重灾区。频段 $1156\text{MHz}\sim 1228\text{MHz}$ 覆盖

GPS L2(L2P、L2C)、L5, BDS B2(B2I、B2Q), Galileo E5(E5a、E5b), GLONASS L3 等频点, 频段 1248MHz~1289MHz 覆盖 BDS B3(B3I、B3Q), GLONASS L2, Galileo E6(E6c、E6p)等频点, 频段 1553MHz~1610MHz 覆盖 GPS L1(L1C、L1C/A), BDS B1(B1I、B1Q), GLONASS L1(L1C/A), Galileo E1(E1-I、E1-Q)等频点, 频段 2483MHz~2500MHz 则覆盖 BDS S1、S2 频点。考虑到当前及未来的使用需求, 需覆盖所有导航频段, 可确定该指标为:

a) L 频段: 1156MHz~1228MHz, 1248MHz~1289MHz, 1553MHz~1610MHz;

b) S 频段: 2483MHz~2500MHz。

2) 检测灵敏度

通航机场时空干扰定位站检测灵敏度是指通航机场时空干扰定位站可识别或检测到的最小接收信号功率。本指标旨在为转发式欺骗、生成式欺骗、复合式欺骗等多种欺骗样式的检测灵敏度做服务, 因而需确定的是接收信号的上限值。根据地面卫星导航信号的特点以及工程测试技术水平, 可确定指标为: 优于 -123dBm(CW, 分析带宽 1KHz)。

3、通航机场时空干扰监视站

1) 欺骗干扰识别率

欺骗干扰识别率用于表征系统将欺骗信号从开放空间环境众多无线电信号中成功筛选出来的概率。从用户的角度来看, 干扰识别率越高, 欺骗信号能够筛选出来的概率越大, 干扰监视效果也就越好。国内并无针对导航欺骗信号识别率进行规定的准则, 在本标准中我们定义欺骗干扰识别率为: $\geq 80\%$ 。

2) GNSS 异常入侵告警能力

GNSS 异常入侵告警能力是指从异常信号发出入侵机场到接收机发出告警的时间。GNSS 异常入侵告警能力体现出通航机场时空干扰监视站对异常信号的反应能力。参考国内干扰监视产品技术性能和工程测试经验, 确定该指标为 $\leq 6s$ 。

3) 告警解除时间

告警解除时间是指系统探测到异常信号发出告警到异常信号解除, 恢复到正常工作状态所需要的时间。告警解除时间是对系统自恢复能力的重要表征, 也是对系统处理各种紧急状况时效性的体现。参考国内最新的技术能力和工程测试经

验，可确定该指标为 $\leq 180\text{s}$ 。

4、航空器机载增强传感器

1) GNSS 定位精度

GNSS 定位精度是指航空器机载增强传感器输出的位置准确度与标准位置的偏差程度。偏差程度越小，表示定位设备的定位精度越高。国内普遍的接受机定位误差水平 $\leq 10\text{m}$ ；垂直 $\leq 15\text{m}$ ，考虑到技术的发展和实际工程经验，确定该指标如下：水平 $\leq 8\text{m}$ ；垂直 $\leq 13\text{m}$ 。

2) 增强信号定位精度

增强信号定位精度是指地基增强系统的位置服务精度。地基增强系统利用地面发射台播发差分修正、完好性信息及其它信息，提高一定范围内卫星导航用户精度及其它性能。现行民用航空卫星导航地基增强系统（I 类精密进近）的增强信号定位精度为：水平位置误差不大于 16m 、垂直位置误差不大于 4m ，考虑到实际工程经验和技术的发展需求，确定该指标如下：水平 $\leq 1\text{m}$ ；垂直 $\leq 2\text{m}$ （50 公里基线）。

5、授时安全隔离防护装置

安全信号时间同步精度用于表征授时安全隔离防护装置输出的时间同步信号与标准 BDT 的时间同步偏差，用于描述两者间时间一致性的差别程度。安全信号时间同步精度越高，被授时设备的时间同步精度就越高。根据导航定位精度需求及工程测试技术水平，可确定该指标为： $\leq 100\text{ns}$ 。

五、国内外现行相关法律、法规和标准的情况

1) 本标准符合国家法律法规要求。

2) 与相关国际标准的关系：

国外无相关标准。

3) 与国内相关标准间的关系：

国内没有专门针对通用航空关键基础设施时空安全的相关标准。本标准参考了部分相关或相近的国家标准和行业标准。如 T/CATAGS 14-2020《通用机场空域监视系统建设通用要求》、MH/T 4003.1-2021《民用航空通信导航监视台（站）设置场地规范 第 1 部分：导航》、MH/T 4055.1-2022《低空飞行服务系统技术规范》等。

六、重大意见分歧及处理结果

无重大分歧。

七、实施地方标准要求和措施建议

建议在招标、设计、制造、试验等过程中采用本部分标准。

标准起草组

2023年07月10日