

国家计量技术规范
《卫星导航干扰模拟源校准规范》

编制说明

《卫星导航干扰模拟源校准规范》起草组

2023 年 12 月

国家计量技术规范
《卫星导航干扰模拟源校准规范》
编写说明

一、任务来源

根据市监计量发〔2022〕70号“市场监管总局办公厅关于下达《2022年国家计量技术规范项目制定、修订及宣贯计划》的通知”，由湖南省计量检测研究院和北京市计量检测研究院共同作为主要起草单位，并联合湖南卫导信息科技有限公司组成起草组，负责起草《卫星导航干扰模拟源校准规范》。

二、采纳国际建议说明

查询国际上公开的标准及文献，并没有发现卫星导航干扰信号模拟源同类相关标准，本规范没有相关国际建议。

三、制定的必要性

GNSS 卫星导航干扰信号模拟源可模拟产生与天空真实导航信号相似的 GNSS 导航欺骗信号和指定样式的压制干扰信号，可用于对真实环境中工作的接收机进行欺骗和干扰，广泛应用于无人机反制、抗干扰设备试验评估等方面。

现阶段卫星导航干扰信号模拟源品类繁多，功能和性能指标各不相同。国内的主要厂家有湖南卫导信息科技有限公司（NSF4000 无人机诱骗设备）、湖南矩阵电子科技有限公司（便携式无人机主动防御装备）、湖南

跨线桥航天科技有限公司（ASG8000 系列导航欺骗信号源），国外的厂家有思博伦通讯有限公司等。

目前 GNSS 卫星导航干扰信号模拟源分为欺骗式和压制式两种：压制式指以使真实目标信号被干扰淹没的一种有源干扰方式，在空间辐射形成压制干扰环境，达到抑制干扰目标对象无法正常工作的目的，其主要性能指标可参照通用的信号源校准方法实施；欺骗式指生成与真实导航信号相关的欺骗信号，并通过仿真的欺骗信号对目标对象（GNSS 卫星导航接收机）进行干扰，用于改变 GNSS 卫星导航接收机解算的位置和时间信息，国内的计量机构主要针对常规射频性能指标（频点、功率等）进行计量，无法全面反映一台卫星导航干扰信号模拟源的整体性能情况，设备的频点、频谱纯度、信号带宽、干扰控制等指标将直接影响干扰的效果，目前这类干扰模拟源的特性计量和校准，主要由设备的供应商和用户自行测试，尚没有专门的计量校准规范。故需要制定专门的计量校准规范，使欺骗式卫星导航干扰信号模拟源（简称卫星导航干扰信号模拟源）的溯源更加全面、合理，从而保证其量值溯源的可靠性。

四、主要技术依据及原则

本规范以 JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、GB/T 19391-2003《全球定位系统术语及定义》、JJF 1188-2008《无线电计量名词术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性文件，以 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》规定的规则进行编写。本着科学合理，便于操作的原则，根据现有的国家计量技术规范、国标、企业标准和专家意见、建议，以现有的生产技术、校准技

术为前提，本着提高生产水平，鼓励进步，淘汰落后，完善卫星导航干扰信号模拟源的溯源体系。由于本规范为初次拟定，起草组与国内外主要厂家华诺星空技术有限公司、湖南跨线桥航天科技有限公司、湖南卫导信息科技有限公司、湖南矩阵电子有限公司以及思博伦通讯有限公司等进行沟通交流后，针对卫星干扰源参数计量需求，确定了本规范的校准项目和计量特性。

本规范针对市场上最为主流、存量最大、各机构通常采用的欺骗式卫星导航干扰信号模拟源进行制定，适用于欺骗式卫星导航干扰信号模拟源的校准，在此基础上，结合实际，本规范引用了下列文件：

JJF1403-2013 全球导航卫星系统(GNSS)接收机（时间测量型）校准规范；

JJF1471-2014 全球导航卫星系统(GNSS)信号模拟源校准规范；

JJF 1922-2021 GNSS 导航信号采集回放仪校准规范

GB/T 19391-2003 全球定位系统术语及定义；

GB/T 30288-2013 卫星导航定位指标系统。

五、制定的进度情况

从接受起草任务、组成起草组到完成《卫星导航干扰模拟源校准规范》（送审稿），大致分三个阶段：

1、接收起草任务及组成起草组阶段

2023年1月，组成起草组，进行调研工作；对校准规范中涉及到技术工作进行技术跟踪，网络搜索、相关部门走访、实地考察统计及技术资料收集等调研工作。

2、校准方案论证阶段

2023年2月至5月，调研、试验，整理试验数据，确定校准方法。

对该阶段的具体工作进行了部署：1、调整优化项目组；2、根据工作目标及进度安排，责任到人实施该项目。

起草组召开了方案论证会。在原项目任务书的基础上，确定了规范起草的如下要求：

- 1) 规范的适用范围；
- 2) 被校卫星导航干扰信号模拟源的计量特性；
- 3) 主要校准项目和校准方法；
- 4) 测量标准及其他设备的技术要求；
- 5) 不确定度评定示例。

3、校准规范编制实施阶段

1) 2023年6月至7月，根据校准规范技术方案完成主要校准项目试验验证及校准方法研究，起草组讨论并小范围征求意见。

2) 2023年8月，完成《卫星导航干扰模拟源校准规范》初稿；

3) 2023年9月，完成《卫星导航干扰模拟源校准规范》初稿内审形成征求意见稿，完成意见征求并根据反馈意见完成预审稿；

4) 2023年9月19日，在湖南省长沙召开卫星导航干扰信号模拟源校准规范预审会，参会单位有国家计量院、湖北省计量院、北京市计量院、国家授时中心、重庆计量院、湖南卫导信息科技有限公司、湖南省计量院等七家，预审会由黄艳老师主审，与会专家和老师对本规范的引言、引用文件、术语和计量单位、概述、计量特性、校准项目和校准方法、不确定度评定等发表意见和讨论。会上各专家对GNSS欺骗式卫星导航干扰信号模

拟源的结构原理和用途提出建议，并在编制说明里补充对于压制式卫星导航干扰信号模拟源说明，在规范里增加欺骗式卫星导航干扰信号模拟源的1PPS校准，以及对干扰模拟源对天校准合理性与重复性进行激烈讨论，同时规范了测量标准设备和校准方法的阐述和不确定度评定的修改。会后制修订工作组对反馈意见进行整理、讨论并对征求意见稿修改，同时补充相关实验并完成实验报告。

5) 2023年10月，再次根据征求意见稿反馈情况进行修改后完成《卫星导航干扰模拟源校准规范》（送审稿）。

6) 2023年11月，全国卫星导航应用专用计量测试技术委员会对《卫星导航干扰模拟源校准规范》（送审稿）进行审定。

六、规范起草的要点及说明

1、适用范围

适用于欺骗式GNSS卫星导航干扰模拟源的校准（以下简称卫星导航干扰模拟源），本规范不适用于压制式GNSS卫星导航干扰模拟源。

2、概述

卫星导航干扰模拟源生成与真实导航信号相关的干扰信号，通过仿真干扰信号对卫星导航接收机进行干扰，用于改变卫星导航接收机识别的位置和时间信息。

3、计量特性

3.1射频频信号

射频频信号载波频率相对频率偏差:优于 $\pm 100 \text{ Hz}$;

射频频信号带宽: $\geq 2.046 \text{ MHz}$ 。

3.2 发射功率

功率范围: (-70 ~ +20) dBm;

功率分辨力: (0.1 ~ 2) dB;

功率最大允许误差: ± 2 dB。

3.3 频谱纯度

谐波抑制: (-60 ~ -20) dBc;

非谐波抑制: (-60 ~ -30) dBc;

相位噪声: (-90 ~ -60) dBc/Hz (频偏 10 Hz) ;

(-100 ~ -65) dBc/Hz (频偏 100 Hz) ;

(-110 ~ -70) dBc/Hz (频偏 1 kHz) ;

(-120 ~ -80) dBc/Hz (频偏 10 kHz) ;

(-130 ~ -85) dBc/Hz (频偏 100 kHz) 。

3.4 误差矢量幅度

误差矢量幅度: < 20%。

3.5 干扰控制

干扰初始化时间: < 300 s;

干扰生效时间: 1 s ~ 75 s;

时间干扰误差: 100ns ~ 2us;

3.6 1PPS定时准确度

1PPS定时准确度: ≤ 300 ns。

4、测量标准及其他设备

4.1 功率计

频率范围：50MHz ~ 3.6 GHz；功率范围：-70 dBm ~ 20 dBm；

最小分辨力：0.01dB；最大允许误差：± 0.03 dB。

4.2 测量接收机

频率范围：10MHz ~ 3.6 GHz；

功率范围：-120dBm ~ -30dBm，最大允许误差：± 2 dB；

-30dBm ~ 0dBm，最大允许误差：± 0.5dB。

4.3 频谱分析仪

频率范围：10 MHz ~ 3.6 GHz；

功率范围：-120dBm ~ -30dBm，最大允许误差：± 3dB；

-30 dBm ~ 10dBm，最大允许误差：± 1dB。

4.4 相位噪声测量系统

频率范围：10 MHz ~ 3.6 GHz ；

频偏范围：1 Hz ~ 1 MHz ；

本底相位噪声：优于被校模拟源 10 dB。

4.5 计时装置

测量不确定度优于0.2 s(k = 2)。

4.6 时间间隔测量装置

测量范围：1ns ~ 1000s；测量不确定度优于2ns (k= 2)。

4.7 矢量信号分析仪

频率范围：20 Hz ~ 3.6 GHz；解调分析带宽：120 MHz。

4.8 参考 GNSS接收机（时间测量型）

内部噪声指标优于被校仪器3倍以上，天线相位中心稳定性指标优于被校仪器3倍以上，内部延迟已校准，不确定度优于20 ns (k=2)。

4.9参考GNSS导航接收机

支持模拟GNSS卫星导航信号，可单频点定位解算；

定位偏差：2 m；定位精密度（ 2σ ）：2 m；

重复（模拟测试）：载噪比 ≤ 0.2 dB,定位偏差 ≤ 0.5 m,定位精密度 ≤ 0.5 m。

4.10 功分器

频率：1 GHz ~ 3.6 GHz；驻波比： ≤ 1.5 dB。

4.11 参考时间频率源

输出5MHz/10MHz、1PPS信号，5MHz/10MHz相对频率偏差：优于 $\pm 1 \times 10^{-10}$,稳定度应优于 $5 \times 10^{-12}/s$ ；1PPS 信号不确定度应优于40 ns (k = 2)。

4.12 GNSS导航模拟源

支持模拟GNSS导航信号；

功率：输出范围（-130 ~ -50）dBm（带内功率）；

最大允许误差： ± 2 dB；伪距分辨力： ≤ 0.05 m。

5、校准项目和校准方法

序号	校准项目名称	条款
1.	外观及工作正常性检查	7.2.1
2.	射频信号	7.2.2
3.	功率控制	7.2.3
4.	频谱纯度	7.2.4
5.	误差矢量幅度	7.2.5
6.	干扰控制	7.2.6
7.	1PPS 定时准确度	7.2.7

七、征求意见情况

2023年10月向 个单位有关专家发出征求意见稿，其中个单位给出意见或建议， 个单位无意见或建议。共收到意见或建议 条，采纳或部分采纳条， 不采纳条。

编写组对合理的意见或建议予以采纳并遵照专家意见进行了认真修改，对不采纳的条款均做出了相应说明。

八、验证情况和结果

为验证《卫星导航干扰模拟源校准规范》中所规定校准项目以及校准方法正确性和可行性，起草组选择几种类型的欺骗式卫星导航模拟源作为实验对象，验证了全部校准项目，并编制了实验报告。验证实验结果表明：规范规定的校准项目和技术要求合理，校准方法正确、可操作。

九、参考资料

JJF1403-2013 全球导航卫星系统(GNSS)接收机（时间测量型）校准规范；

JJF1471-2014 全球导航卫星系统(GNSS)信号模拟源校准规范；

JJF 1922-2021 GNSS 导航信号采集回放仪校准规范

GB/T 19391-2003 全球定位系统术语及定义；

GB/T 30288-2013 卫星导航定位指标系统。

本规范调研、制订及征求意见的过程中，得到了相关领导和专家的支持和帮助，在此表示衷心的感谢！

《卫星导航干扰模拟源校准规范》起草组

2023年10月20日