

附件 3:

电子行业计量技术规范项目建议书

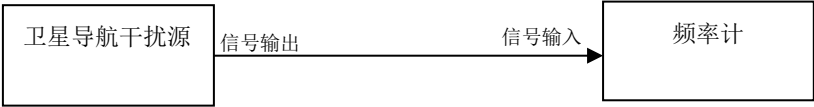
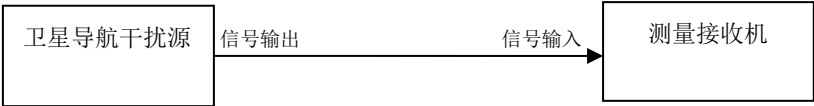
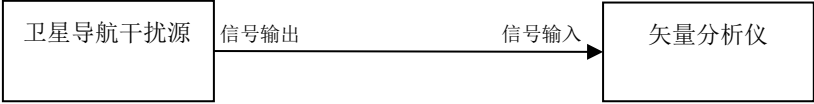
建议项目名称	卫星导航压制干扰源校准规范		
制定或修订	<input checked="" type="checkbox"/> 制定 <input type="checkbox"/> 修订	被修订计量技术规范号	/
计量技术规范性质	<input type="checkbox"/> 检定规程 <input checked="" type="checkbox"/> 校准规范	计量技术规范类别	<input type="checkbox"/> 重点 <input checked="" type="checkbox"/> 基础
主要起草单位	工业和信息化部电子第五研究所、成都国营锦江机器厂		
联系人	顾林	联系电话	18926107062
任务年限	2024 年~2026 年	申请经费	5 万
参加单位	广州赛宝计量检测中心服务有限公司		
目的、意义和必要性	<p>1.目的、意义</p> <p>全球卫星导航系统是以导航卫星为基础的无线电全球导航系统，凭借其能为用户提供全天时、全天候、高精度的定位、测速、授时服务等优点，广泛应用于自动驾驶、无人机、航空、航海、铁路等领域。</p> <p>（1）自动驾驶行业</p> <p>在自动驾驶行业中，全球卫星导航系统主要用于定位和导航。通过全球卫星导航系统，如自动驾驶汽车可以准确地识别车辆所处的位置和方向，从而更好地规划行驶路线。同时，全球卫星导航系统还可以提供精确的时间同步，确保系统的稳定性和可靠性。</p> <p>（2）无人机行业</p> <p>在无人机行业中，全球卫星导航系统也是无人机的主要导航手段，其依靠测定无人机至卫星导航的距离来解算无人机的高精度三维位置，具有精度高、收敛速度快和成本低的显著优势。除输出位置信息外，还能够输出高精度的时间信息。</p> <p>（3）航空行业</p> <p>由于全球卫星导航系统具有连续的全球覆盖能力，使飞机可以在可遵循的条件下实现从一地到另一地的直线飞行，摆脱台对台飞行，明显降低航行时间和油耗。在全球卫星导航接收机中包含数据处理系统，可将飞机位置、高度、速度信息实时发送到空中交通管制中心及相关部门，实现全程自动监视，为空中交通管制中心提供防撞预警。</p> <p>（4）航海行业</p>		

	<p>在航海行业中广泛采用全球卫星导航系统，海洋面积广阔，采用全球卫星导航系统能够让海洋中航行的船只实时准确的了解定位。对于指定航线，避免船只碰撞等起到重要作用，特别是我国海域辽阔，船只数量庞大，国际贸易繁忙。通过全球卫星导航系统可以对所有的船只航行情况进行管理和监控。</p> <p>虽然全球卫星导航系统的应用很广泛，但全球卫星导航系统本身所固有的低功率、开放性和可预测性等特性，决定了其容易受到无意或有意的人为干扰。这些干扰中，窄带射频干扰极大的降低了依赖相关技术提供服务的性能和安全，会导致社会和经济上的重大损失。而卫星导航压制干扰源能生成多种干扰信号或构成导航信号的复杂电磁环境，是用于测试抗干扰性能的关键设备。它能灵活模拟、复现近似真实环境中典型的卫星导航、干扰信号，支持验证全球卫星导航接收机的抗干扰能力，大大降低测试的成本，越来越多的全球卫星导航接收机生产厂家、科研实验室、第三方检测机构采用。</p> <p>目前我国卫星导航压制干扰源的校准方法尚不完善，缺少客观一致的校准方法，导致测试关键参数的量值准确性无法保障。此项计量技术规范的研究有利于卫星导航压制干扰源校准的规范化和标准化，保障测试抗干扰参数的准确可靠，对于依赖全球卫星导航系统的各个领域的发展具有重要意义。</p> <p>2.先进性和亮点、社会效益和推广应用前景</p> <p>随着全球卫星导航技术在自动驾驶、无人机、航空、航海、铁路等领域不断完善，干扰的影响成了依赖全球卫星导航系统的相关设备中不可忽略的因素，这使得国内外生产厂家、科研实验室、第三方检测机构用卫星导航压制干扰源对其进行抗干扰的测试，卫星导航压制干扰源的相关计量要求也被提出。但卫星导航压制干扰源目前在计量校准领域尚没有国家、行业校准方法，该规范的制定可填补目前国内卫星导航压制干扰源计量依据的空白，为其量值溯源提供依据，促进全球卫星导航领域的发展，为先进轨道交通、航空航天装备等中国制造 2025 重点应用领域的测试提供可靠保障。</p> <p>3.查新结果</p> <p>目前国内卫星导航压制干扰源还没有相应的国家或部门计量技术规范，缺乏合适的溯源途径。与其相关的规范有 JJF 1471-2014《全球导航卫星系统（GNSS）信号模拟器校准规范》。</p>
产业链应用	<p>1.重点产业链方向</p> <p>我国卫星导航与位置服务产业链已形成了完整的内循环。上游基础部件是产业自主可控的关键环节，主要由基带芯片、射频芯片、板卡、天线等构成。中游主要包括终端集成和系统集成，是产业发展的重点。下游的解决方案和运维服务提供给航空、船舶、无人机、智能驾驶汽车等众多行业应用。</p> <p>2.对本行业重点产业链的支撑作用</p> <p>智能驾驶汽车、无人机中的卫星导航模块，飞机中的航电系统、</p>

	<p>海运船只的卫星定位模块都有做卫星导航抗干扰的测试需求,已经有国内厂家开始引入卫星导航抗干扰测试并寻求计量支持,比如大疆、华为、中兴等,因为卫星导航部件的抗干扰功能直接关系到产品功能实现和安全性。因此为了保障卫星导航干扰测试的量值传递准确可靠,需要对测试设备进行有效的计量。</p>	
<p>范围和主要 计量特性</p>	<p>1.适用范围 本规范适用于 GPS、BDS、GLONASS、Galileo 等卫星导航压制干扰源的计量校准。</p> <p>2.计量特性</p> <p>2.1 典型仪器</p> <p>(1) 制造厂: 湖南卫导、型号: NIF4000</p>	
		
	<p>干扰信号频段</p>	
	BDS	B1、B2、B3、S (含北斗三号)
	GPS	L1、L2、L5
	GLONASS	L1、L2、L3
	Galileo	E1、E5、E6
	<p>压制干扰信号</p>	
	压制干扰类	单频、扫频、脉冲、调幅、调频、数字调制、组合干扰等
	最大干扰带	≥80MHz
	最大干扰通道	8 个 (可同时输出 8 个频点, 不同样式的压制干扰信号)
	信号输出功率	最大输出功率: ≥+10dBm (可选外置功放模块)
		衰减可调范围: 60dB
		衰减调节精度: 1dB
		功率准确度: ≤0.5dB
	<p>(2) 制造厂: 思博伦、型号: GSS7765</p>	
		
	<p>输出频率</p>	
	所有信号类型	500MHz~2GHz
	分辨率	0.01Hz
	稳定性	<±1ppm/年
		<±1ppm (0℃~55℃) 典型值

		脉冲调制	开关比大于 85dB，上升/下降沿小于 50ns，重复周期 2us~30s	
	<p>2.2 计量特性</p> <p>参考典型的卫星导航压制干扰源的技术要求，计量特性如下：</p> <p>2.2.1 频率</p> <p>频率：500MHz~3GHz，</p> <p>相对最大允许误差：$\pm 1 \times 10^{-7}$。</p> <p>2.2.2 功率</p> <p>功率：-130dBm~20dBm，</p> <p>相对最大允许误差：± 0.5dB。</p> <p>2.2.3 谐波</p> <p>谐波：(-60~-20)dBc，</p> <p>允许范围：≤ -30dBc。</p> <p>2.2.4 非谐波</p> <p>非谐波：(-70~-30)dBc，</p> <p>允许范围：≤ -50dBc。</p> <p>2.2.5 多音压制式干扰</p> <p>多音频率频偏：1Hz~25MHz，</p> <p>相对最大允许误差：$\pm 1 \times 10^{-2}$。</p> <p>2.2.6 扫频压制式干扰</p> <p>(1) 扫频周期：0.1ms~100s，</p> <p>相对最大允许误差：$\pm 1\%$；</p> <p>(2) 扫频宽度：(0~25)MHz，</p> <p>相对最大允许误差：$\pm 5\%$。</p> <p>2.2.7 脉冲压制式干扰</p> <p>(1) 脉冲周期：1μs~50s，</p> <p>相对最大允许误差：$\pm 1\%$；</p> <p>(2) 脉冲占空比：(1~100)%，</p> <p>相对最大允许误差：$\pm 10\%$；</p> <p>(3) 开关比：> 85dB；</p> <p>(4) 上升/下降时间：< 50ns。</p> <p>2.2.8 调频压制式干扰</p> <p>调制频率：0.1Hz~100kHz，</p> <p>相对最大允许误差：$\pm 20\%$；</p> <p>调频频偏：0.1Hz~30MHz，</p> <p>相对最大允许误差：$\pm 20\%$。</p> <p>2.2.9 调幅压制式干扰</p> <p>调制频率：0.1Hz~100kHz，</p> <p>相对最大允许误差：$\pm 20\%$；</p> <p>调幅深度：0%~100%，</p> <p>相对最大允许误差：$\pm 20\%$。</p> <p>2.2.10 数字调制压制式干扰</p> <p>调制类型：BPSK、4QAM、16QAM、64QAM；</p> <p>(1) 误差矢量幅度：$\leq 3\%$；</p>			

	(2) 相位误差: $\leq 1^{\circ}$ 。	
	2.3 主要标准器的技术指标	
	2.3.1 矢量分析仪	
	频率: 500MHz~6GHz, 相对最大允许误差: $\pm 3\times 10^{-8}$;	
	功率: -130dBm~20dBm, 相对最大允许误差: $\pm (0.35\sim 1.0)$ dB;	
	误差矢量幅度: $\pm 1\%$;	
	相位误差: $\pm 0.3^{\circ}$;	
	具备脉冲、数字调制解调功能, 解调分析带宽为 120MHz。	
	2.3.2 频率计	
	频率: 500MHz~3GHz, 最允许误差: $\pm 1\times 10^{-8}$;	
	分辨力: 1Hz。	
	2.3.3 测量接收机	
	频率: 500MHz~3GHz, 相对最大允许误差: $\pm 1\times 10^{-7}$;	
	功率: -130dBm~20dBm, 相对最大允许误差: ± 0.15 dB;	
	调频测量: 调制频率 10Hz~100kHz, 相对最大允许误差:	
	$\pm (1\sim 6)\%$;	
	调频频偏: 0.1Hz~15MHz, 相对最大允许误差: $\pm (1\sim 6)\%$;	
	调幅测量: 调制频率 10Hz~100kHz, 相对最大允许误差:	
$\pm (1\sim 6)\%$;		
调幅深度: 0%~100%, 相对最大允许误差: $\pm (1\sim 6)\%$;		
最小分辨力: 0.01dB。		
2.3.4 示波器		
频率带宽优于 1GHz, (上升/下降时间应小于被测信号上升/下降时间的二分之一);		
时基: 1 μ s~50s, 相对最大允许误差: $\pm 0.1\%$ 。		
2.3.5 检波器		
频率: 500MHz~3GHz, 频率响应: 0.45dB;		
上升时间优于 20ns。		
3.校准项目		
校准项目表		
序号	校准项目名称	
1	频率	
2	功率	
3	谐波	
4	非谐波	
5	多音压制式干扰	多音频率频偏
6	扫频压制式干扰	扫频周期
		扫频宽度
7	脉冲压制式干扰	脉冲周期
		脉冲占空比
		上升时间
		下降时间
		开关比
8	调频压制式干扰	调制频率

			调频频偏	
	9	调幅压制式干扰	调制频率	
			调幅深度	
	10	数字调制压制式干扰	误差矢量幅度	
			相位误差	
4.校准方法				
4.1 频率校准				
				
图 1 频率校准连接示意图				
按图 1 所示连接仪器，被校卫星导航压制干扰源设置单载波信号，输出功率为适当值（无要求时，输出功率设为 0dBm），选择卫星导航系统和频点，用频率计测量频率值。				
4.2 功率校准				
				
图 2 功率校准连接示意图				
按图 2 所示连接仪器，被校卫星导航压制干扰源设置单载波信号，从高到低改变功率，用测量接收机分别测量功率值。				
4.3 谐波校准				
				
图 3 谐波校准连接示意图				
按图 3 所示连接仪器，被校卫星导航压制干扰源设置单载波信号，输出功率为适当值（输出功率尽可能大的适当值），选择卫星导航系统和频点，用矢量分析仪分别测量二次谐波与基波间的相对电平值即为谐波。				
4.4 非谐波校准				
按图 3 所示连接仪器，被校卫星导航压制干扰源设置单载波信号，输出功率为适当值（输出功率尽可能大的适当值），选择卫星导航系统和频点，用矢量分析仪分别测量偏离载波（偏离载波的频率值为技术说明书规定值）的最大非谐波与基波间的相对电平值即为非谐波。				
4.5 多音压制式干扰校准				
4.5.1 多音频率频偏校准				
按图 3 所示连接仪器，被校卫星导航压制干扰源设置卫星导航系统和频点，输出功率为适当值（无要求时，输出功率设为 0dBm），选择多音压制式干扰信号，从低到高改变多音频率频偏，				

用矢量分析仪分别测量多音信号与基波间的频率偏差值。

4.6 扫频压制式干扰校准

4.6.1 扫频周期校准

按图 3 所示连接仪器，被校卫星导航压制干扰源设置卫星导航系统和频点，输出功率为适当值（无要求时，输出功率设为 0dBm），选择扫频压制式干扰信号，扫频宽度设置为 1MHz，按要求设置扫频周期；矢量分析仪 SPAN 置为 0，扫描时间置为卫星导航压制干扰源扫频周期的 1.5 倍，触发为 VIDEO 模式，使扫频干扰信号运行轨迹中相邻信号在屏幕上，用光标测量相邻信号的时间间距即为扫频周期。

4.6.2 扫频宽度校准

按图 3 所示连接仪器，被校卫星导航压制干扰源设置卫星导航系统和频点，输出功率为适当值（无要求时，输出功率设为 0dBm），选择扫频压制式干扰信号，从小到大改变扫频宽度，用矢量分析仪的占用带宽功能分别测量扫频宽度值。

4.7 脉冲压制式干扰校准

4.7.1 脉冲周期校准

（1）检波器法

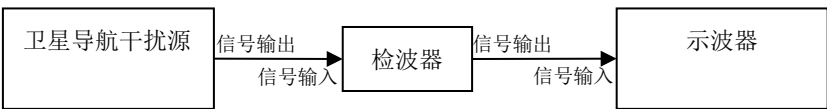


图 4 脉冲周期校准连接示意图

按图 4 所示连接仪器，被校卫星导航压制干扰源设置卫星导航系统和频点，输出功率为适当值（无要求时，输出功率设为 0dBm），选择脉冲压制式干扰信号，从小到大改变脉冲周期，用检波器滤掉基波信号后用示波器测量脉冲周期。

（2）分析法

按图 3 所示连接仪器，被校卫星导航压制干扰源设置卫星导航系统和频点，输出功率为适当值（无要求时，输出功率设为 0dBm），选择脉冲压制式干扰信号，从小到大改变脉冲周期，用矢量分析仪脉冲解调功能分别测量脉冲周期。

4.7.2 脉冲占空比校准

（1）检波器法

按图 4 所示连接仪器，被校卫星导航压制干扰源设置卫星导航系统和频点，输出功率为适当值（无要求时，输出功率设为 0dBm），选择脉冲压制式干扰信号，从低到高改变脉冲占空比，用检波器进行检波后，信号再通过示波器分别测量脉冲占空比值。

（2）分析法

按图 3 所示连接仪器，被校卫星导航压制干扰源设置卫星导航系统和频点，输出功率为适当值（无要求时，输出功率设为 0dBm），选择脉冲压制式干扰信号，从低到高改变脉冲占空比，用矢量分析仪脉冲解调功能分别测量脉冲占空比。

4.7.3 上升/下降时间校准

	<p>(1) 检波器法</p> <p>按图 4 所示连接仪器, 被校卫星导航压制干扰源设置卫星导航系统和频点, 输出功率为适当值 (无要求时, 输出功率设为 0dBm), 选择脉冲压制式干扰信号, 脉冲占空比设置为 50%, 用检波器进行检波后, 信号再通过示波器测量上升/下降时间值。</p> <p>(2) 分析仪法</p> <p>按图 3 所示连接仪器, 被校卫星导航压制干扰源设置卫星导航系统和频点, 输出功率为适当值 (无要求时, 输出功率设为 0dBm), 选择脉冲压制式干扰信号, 脉冲占空比设置为 50%, 用矢量分析仪脉冲解调功能测量脉冲上升/下降时间。</p> <p>4.7.4 开关比校准</p> <p>按图 3 所示连接仪器, 被校卫星导航压制干扰源设置卫星导航系统和频点, 输出功率为适当值 (无要求时, 输出功率设为 0dBm), 选择脉冲压制式干扰信号, 用矢量分析仪测量有脉冲压制式干扰信号与无脉冲压制式干扰信号的相对电平值即为开关比值。</p> <p>4.8 调频压制式干扰校准</p> <p>4.8.1 调制频率校准</p> <p>按图 2 所示连接仪器, 被校卫星导航压制干扰源设置卫星导航系统和频点, 输出功率为适当值 (无要求时, 输出功率设为 0dBm), 选择调频压制式干扰信号, 从低到高设置调制频率, 用测量接收机的调频测量功能分别测量调制频率值。</p> <p>4.8.2 调频频偏校准</p> <p>按图 2 所示连接仪器, 被校卫星导航压制干扰源设置卫星导航系统和频点, 输出功率为适当值 (无要求时, 输出功率设为 0dBm), 选择调频压制式干扰信号, 调制频率设置为 1kHz, 从低到高设置调频频偏, 用测量接收机的调频测量功能分别测量调频频偏值。</p> <p>4.9 调幅压制式干扰校准</p> <p>4.9.1 调制频率校准</p> <p>按图 2 所示连接仪器, 被校卫星导航压制干扰源设置卫星导航系统和频点, 输出功率为适当值 (无要求时, 输出功率设为 0dBm), 选择调幅压制式干扰信号, 从低到高设置调制频率, 用测量接收机的调幅测量功能分别测量调制频率值。</p> <p>4.9.2 调幅深度校准</p> <p>按图 2 所示连接仪器, 被校卫星导航压制干扰源设置卫星导航系统和频点, 输出功率为适当值 (无要求时, 输出功率设为 0dBm), 选择调幅压制式干扰信号, 调制频率设置为 1kHz, 从低到高设置调幅深度, 用测量接收机的调幅测量功能分别测量调幅深度值。</p> <p>4.10 数字调制压制式干扰校准</p> <p>4.10.1 误差矢量幅度校准</p> <p>按图 3 所示连接仪器, 被校卫星导航压制干扰源设置卫星导航系统和频点, 输出功率为适当值 (输出功率尽可能大的适当值), 选择数字调制压制式干扰信号, 改变调制类型, 用矢量分析仪的数</p>
--	--

	<p>字调制解调功能分别测量误差矢量幅度值。</p> <p>4.10.2 相位误差校准</p> <p>按图 3 所示连接仪器，被校卫星导航压制干扰源设置卫星导航系统和频点，输出功率为适当值（输出功率尽可能大的适当值），选择数字调制压制式干扰信号，改变调制类型，用矢量分析仪的数字调制解调分别测量相位误差值。</p>
水平	<p><input type="checkbox"/> 国际先进 <input checked="" type="checkbox"/> 国内先进</p>
国内外情况 简要说明	<p>1.与国内相关技术规范之间的关系</p> <p>目前国内卫星导航压制干扰源还没有相应的国家或部门计量技术规范，缺乏合适的溯源途径。与其相关的规范有 JJF 1471-2014《全球导航卫星系统（GNSS）信号模拟器校准规范》。</p> <p>JJF 1471-2014《全球导航卫星系统（GNSS）信号模拟器校准规范》不适用卫星导航压制干扰源的校准。理由如下：</p> <p>（1）适用范围的差异</p> <p>JJF 1471-2014《全球导航卫星系统（GNSS）信号模拟器校准规范》适用于全球导航卫星系统模拟器，它生成各种卫星导航射频信号。</p> <p>本规范适用于卫星导航压制干扰源，它生成多种干扰信号，其中包括多音压制式干扰、扫频压制式干扰、脉冲压制式干扰、调频压制式干扰、调幅压制式干扰、数字调制压制式干扰等信号。</p> <p>（2）计量特性的差异</p> <p>根据两个规范适用范围的差异，因此两个规范中的计量特性有所区别：</p> <p>JJF 1471-2014《全球导航卫星系统（GNSS）信号模拟器校准规范》的计量特性包括了各种卫星导航射频信号的速度、加速度、伪距分辨力等参数，不适用于卫星导航压制干扰源。</p> <p>本规范的计量特性包括了射频信号的频率、功率、谐波和非谐波等基本参数，还包括了多音压制式干扰的多音个数和多音频率频偏、扫频压制式干扰的扫频周期和扫频宽度、脉冲压制式干扰的脉冲周期、脉冲占空比、上升/下降时间和开关比、调频压制式干扰的调制频率和调频频偏、调幅压制式干扰的调制频率和调幅深度、数字调制压制式干扰的误差矢量幅度和相位误差等参数。</p> <p>（3）计量方法的差异</p> <p>根据两个规范计量特性的差异，因此两个规范的计量方法有所区别：</p> <p>JJF 1471-2014《全球导航卫星系统（GNSS）信号模拟器校准规范》中速度、加速度、伪距分辨力等参数的计量方法不适用对卫星导航压制干扰源的校准。</p> <p>本规范规定的频率、功率、谐波和非谐波等参数的计量方法可参照 JJF 1471-2014《全球导航卫星系统（GNSS）信号模拟器校准规范》中的相应参数的方法进行计量；各种干扰信号等参数的计量方法在本规范中进行了详细的描述。</p> <p>综合以上说明，JJF 1471-2014《全球导航卫星系统（GNSS）</p>

		信号模拟器校准规范》无法作为卫星导航压制干扰源的技术依据使用。 2.是否发现有知识产权的问题，或涉及专利的情况 目前国内尚无卫星导航压制干扰源计量装置或计量方法的专利。			
推荐意见		卫星导航干扰源能生成多种干扰信号或构成导航信号的复杂电磁环境，是用于测试导航终端抗干扰性能的关键设备，支持验证全球卫星导航接收机的抗干扰能力，大大降低测试的成本，被生产厂家、科研实验室、第三方检测机构采用。卫星导航干扰源目前国家及行业计量技术规范不能满足计量需求，建议立项。			
主要 起草 单位	(签字、盖 公章) 月 日	技术 委员会	(盖公章) 月 日	部委托 支撑 单位	(盖公章) 月 日

填写说明：1.表中第 2，3，11 行，请在选定的内容上填写 “■” 的符号。
2.填写制定或修订项目中，若选择修订则必须填写被修订计量技术规范号。