

附件 3:

电子行业计量技术规范项目建议书

建议项目名称	宽带射频信号采集记录回放仪校准规范		
制定或修订	☒ 制定 ☐ 修订	被修订计量技术规范号	/
计量技术规范性质	☐ 检定规程 ☒ 校准规范	计量技术规范类别	☐ 重点 ☒ 基础
主要起草单位	工业和信息化部电子第五研究所、 中星联华科技（北京）股份有限公司		
联系人	顾林	联系电话	18926107062
任务年限	1 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	1.目的、意义 随着 5G-A 商用落地、6G 技术研发、毫米波通信、雷达电子对抗及电磁频谱监测领域的高速发展，宽带射频信号采集记录回放仪已成为电子信息产业链研发、测试、运维环节的核心通用测试仪器。该类仪器可实现宽频段射频信号的实时采集、无损存储、精准回放与数据分析，广泛应用于无线通信终端测试、射频芯片性能验证、复杂电磁环境复现、电子仪器故障排查等关键场景，是支撑高端电子测试测量领域的基础装备。目前行业内主流应用仪器覆盖不同频段、带宽与精度层级，适配民用通信、军工电子、频谱监管等多场景应用需求。 当前国内针对宽带射频信号采集记录回放仪的校准工作缺乏统一、专项的行业规范，现有校准依据多参考通用射频测试仪器校准标准，针对性、系统性不足。通用标准仅能覆盖基础频率、功率等常规参数，无法适配典型仪器的宽带采集、高速存储、精准回放等核心特性。仪器的核心技术指标与工作机制均区别于传统射频仪器，通用校准标准无法实现精准计量溯源。 行业校准标准的缺失，直接导致仪器量值溯源链条不完整，不同计量机构、生产企业、使用单位的校准方法、判定依据、环境条件管控不统一，造成同型号仪器校准结果偏差较大。部分仪器存在采集带宽精度不足、回放信号失真等隐性问题无法被精准检出，进而影响射频芯片研发测试、通信仪器性能验证、电磁环境监测数据的准确性与可靠性。同时，无统一行业规范也导致仪器量产质检、周期检定、招投标验收环节缺乏权威依据，制约行业标准化、规范		

	化发展。 基于行业发展现状与仪器应用需求，制定宽带射频信号采集记录回放仪电子行业校准规范具有重要现实意义。本规范聚焦主流机型的核心技术参数，统一校准项目、校准方法、环境要求，补齐行业专项校准标准空白。通过构建量值溯源体系，可有效提升该类仪器的参数性能，保障各类射频测试、电磁监测、电子对抗试验数据的真实性、可比性与有效性，为电子信息产业高质量发展、高端测试装备国产化替代、电磁频谱资源规范化管理提供坚实的计量技术支撑。 2.先进性和亮点、社会效益和推广应用前景 本校准规范立足当前宽带射频信号采集记录回放仪的技术迭代趋势与行业应用痛点，相较于现有通用射频仪器校准标准，具备显著技术先进性与行业创新亮点，精准适配主流国产及进口仪器的技术特性，填补了细分领域专项校准技术空白。 在规范亮点层面，一是针对性极强，聚焦行业主流机型，实现仪器核心性能参数的全覆盖、精准化校准，解决了通用标准无法适配高频、宽带、一体化射频采集回放仪器的技术短板。二是前瞻性显著，充分考虑 5G-A、6G、毫米波通信、智能电磁对抗等新兴技术场景的测试参数需求，纳入分析带宽、误差矢量幅度等校准指标，可满足未来 3-5 年行业技术迭代的校准需求。三是溯源体系完善，规范明确各参数的校准方法和计量标准，统一不确定度评定方法，解决了行业内校准结果不统一、难对比的难题。 本规范具备良好的社会效益，一方面可规范宽带射频测试仪器的计量校准市场，统一行业技术标准，杜绝因校准标准混乱导致的仪器质量参差不齐、测试数据失效等问题，提升电子测试测量行业的整体规范化水平。另一方面，通过精准校准保障国产仪器性能精度，助力中星联华、坤恒顺维等国产仪器企业提升产品可靠性与市场竞争力，推动高端射频测试仪器国产化替代，降低行业对进口仪器及配套校准服务的依赖，节约产业成本。同时，规范可保障电磁频谱监测、通信仪器检测、军工电子试验等关键领域的精准性，为公共电磁安全、通信基础设施建设、国防电子技术发展提供基础保障，社会公共价值突出。 在推广应用前景方面，本规范适配全国各级计量检测机构、电子仪器生产企业、通信仪器研发企业等多类主体。目前国内宽带射频信号采集记录回放仪市场规模持续增长，主流机型已广泛部署于通信、军工、科研、监管等领域，市场存量仪器基数大、应用场景广。本规范发布实施后，可快速应用于仪器出厂质检、周期计量检定、仪器验收等场景，具备极强的行业适配性与落地性。同时，随着新一代无线通信、智能电磁对抗技术的持续发展，宽带射频采集回放仪器的应用场景将持续拓展，本规范可长期支撑行业仪器标准化管控，推广应用价值高、市场前景广阔。 3.查新结果 目前，国内尚未制定专门针对宽带射频信号采集记录回放仪的
--	---

	国家或部门计量技术规范。尽管在实际应用中存在功能部分相近的规范 JJF 1922-2021《GNSS 导航信号采集回放仪校准规范》，但该规范主要适用于采集、回放 GPS、BDS、GLONASS 和 Galileo 等卫星导航信号的专用设备，其校准方法、技术指标和测试信号类型均围绕导航信号的特点而设计，无法直接适用于宽带射频信号采集记录回放仪。 本规范在制定过程中，新增了对信号采集与回放的频率、功率、带内平坦度、分析带宽及调制信号质量一致性等关键参数的计量要求，并提出了相应的校准方法。因此，JJF 1922-2021 不能直接作为宽带射频信号采集记录回放仪的校准依据。
产业链应用	1.重点产业链方向 本校准规范聚焦高端电子测试测量仪器产业链核心细分领域，精准对接国家电子信息产业高质量发展的重点产业链布局，核心覆盖仪器仪表产业链、移动通信仪器产业链、集成电路产业链三大重点产业链方向，契合我国高端仪器国产化、产业链自主可控的核心发展战略。当前我国电子测试测量仪器产业处于转型升级关键阶段，中低端仪器产能充足，但高端宽带射频测试仪器长期存在技术壁垒，核心仪器与校准技术曾部分依赖进口，产业链存在标准缺失、计量薄弱、质量管控不足等短板，本规范的制定将精准补齐产业链关键环节短板。 首先，聚焦仪器仪表产业链核心环节。该产业链涵盖射频信号采集、存储、回放、分析类仪器的研发、生产、质检、运维、计量全链条，是电子信息产业的基础性支撑产业链。中星联华 SL4301A、XCOM IQC9100A、坤恒顺维 KSW-VST01 均属于该产业链的中高端核心装备，广泛应用于射频芯片、微波器件、通信模块等核心元器件的性能测试。本规范针对主流仪器制定标准化校准体系，覆盖仪器频段精度、功率精度、信号带宽、信号回放一致性等产业链关键性能指标，精准对接高端射频仪器研发定型、量产质检、市场运维的全流程需求，补齐产业链计量标准短板，完善高端射频仪器产业链质量管控体系。 其次，支撑移动通信仪器产业链升级发展。当前 5G-A 规模化商用、6G 技术攻关、毫米波通信技术落地，推动通信测试仪器向超宽带、高精度、实时化、智能化方向迭代，宽带射频信号采集记录回放仪是通信基站、终端仪器、核心芯片研发测试的核心配套装备。该产业链核心需求为高精度、可溯源、标准化的测试计量支撑，而原有通用校准标准无法满足新一代通信超宽带信号的测试校准需求。本规范针对新一代通信场景下的大带宽、高频段测试需求，优化完善宽带信号采集回放校准指标与方法，适配 5G-A、6G 毫米波通信仪器的测试校准场景，助力新一代信息通信测试产业链标准化、高端化升级。

最后，赋能集成电路产业链自主可控发展。在电子对抗、雷达探测、军用频谱监测、军工通信仪器研发领域，宽带射频采集回放仪是复杂电磁环境模拟、军用电子仪器性能验证、战场电磁信号分析的核心装备，KSW-VST01、SL4301A 等仪器已广泛应用于军工电子配套场景。军工电子产业链对仪器计量精度、稳定性、可靠性、溯源性要求极高，无专属校准规范易导致军工测试数据存在误差风险，影响装备研发质量。本规范严格贴合军工电子测试的严苛标准，建立高可靠性校准体系，规范军工场景下仪器的使用与检定流程，助力军工电子配套产业链实现标准化、精准化、自主化发展，夯实国防电子产业基础。

2.对本行业重点产业链的支撑作用。

本宽带射频信号采集记录回放仪校准规范的制定与实施，将从标准完善、质量管控、技术迭代、国产化替代、产业链安全五个核心维度，全方位支撑仪器仪表及上下游重点产业链高质量、可持续、自主化发展，破解行业长期存在的计量标准缺失、产品质量参差不齐、技术迭代无标准引领、产业链协同不足等痛点，筑牢产业链发展的计量技术根基。

一是完善产业链标准体系，夯实产业规范化发展基础。仪器仪表产业链的高质量发展，离不开完善的行业标准与计量溯源体系支撑。此前国内针对宽带射频信号采集记录回放仪的专项校准标准处于空白状态，产业链研发、生产、检测、应用各环节缺乏统一计量依据，导致上下游企业技术对接、产品验收、数据互通存在壁垒。本规范针对行业主流三款核心仪器，明确全维度校准参数、技术方法、判定标准与溯源要求，填补细分领域标准空白，构建起从仪器出厂质检、周期检定、现场应用、故障溯源的全流程标准化计量体系，完善高端射频测试仪器产业链标准架构，推动产业链各环节规范化、标准化协同发展。

二是强化产业链质量管控，提升国产仪器核心竞争力。当前国产宽带射频采集回放仪器已实现技术突破，中星联华、坤恒顺维等本土企业产品性能已接近进口仪器水平，但由于缺乏统一校准标准，部分产品存在性能精度不稳定、批次一致性不足等问题，制约国产仪器市场认可度与替代进度。本规范通过标准化、精细化的校准要求，倒逼生产企业优化产品设计、生产工艺与性能管控，精准排查仪器带宽失真、频谱还原度不足等质量隐患，大幅提升国产仪器的精度稳定性、批次一致性与可靠性。同时统一的校准标准可规范产品验收流程，提升国产仪器在通信、军工、科研等高端场景的适配能力，加速高端射频测试仪器国产化替代进程。

三是引领产业链技术迭代，适配新兴产业发展需求。随着 6G、毫米波通信、智能电磁对抗、卫星互联网等新兴产业快速发展，行业对射频信号采集回放仪器的带宽、精度、同步性、稳定性要求持续升级，仪器技术迭代速度不断加快。本规范前瞻性纳入超宽带信号校准、高频段信号保真度、长时连续工作稳定性、多通道时序同步等前沿技术指标，贴合产业链技术迭代趋势，为企业产品研发升级提供明确的技术导向。企业可依托规范标准优化产品核心性能，

	攻克宽带信号无损采集、高精度回放等关键技术，推动产业链整体技术水平升级，适配新一代信息技术产业发展需求。 四是保障产业链安全可控，提升上下游协同能力。高端射频测试仪器是电子信息产业链的“基础测量工具”，其计量溯源体系的自主可控是产业链安全的重要保障。此前行业部分校准技术、判定标准依赖进口仪器配套体系，存在产业链潜在风险。本规范完全基于国内产业现状、主流仪器技术参数与应用场景制定，实现校准标准、计量方法、溯源体系的全面自主可控，破除对外技术依赖。同时，统一的校准标准可打通上游芯片元器件、中游仪器仪器制造、下游通信测试、军工应用等各环节的数据壁垒，实现上下游产品测试数据互通、技术对接协同，提升产业链整体运行效率，强化重点产业链的韧性与抗风险能力，为电子信息产业高质量发展提供坚实支撑。																																				
范围和主要 计量特性	1.适用范围 本规范适用于采集、回放 GSM、WCDMA、TD-SCDMA、LTE、5GNR 等通信信号的宽带射频信号采集记录回放仪的校准。 2.计量特性 2.1 典型仪器 (1) 制造厂：中星联华科技（北京）股份有限公司、型号：SL4301A  主要技术指标 <table><tr><th>技术参数</th><th>测量范围</th><th>技术指标</th></tr><tr><td>参考信号频率</td><td>10MHz</td><td>相对频率偏差：优于±1×10⁻⁷</td></tr><tr><td>信号采集频率</td><td>1MHz~18GHz</td><td>相对频率偏差：优于±1×10⁻⁷</td></tr><tr><td>信号采集功率</td><td>-100dBm~+5dBm</td><td>最大允许误差： ±1.5dB(-60dBm ~ +5dBm)、 ±2.0dB(-100dBm ~ -60dBm)</td></tr><tr><td>信号采集分析带宽</td><td>100kHz~2GHz</td><td>/</td></tr><tr><td>信号采集平坦度</td><td>/</td><td>≤3dB(输入功率 0dBm、最大带宽)</td></tr><tr><td>信号回放频率</td><td>1MHz~18GHz</td><td>相对频率偏差：优于±1×10⁻⁷</td></tr><tr><td>信号回放功率</td><td>-100dBm~+5dBm</td><td>最大允许误差： ±2.0dB(-60dBm ~ +5dBm)、 ±2.5dB(-100dBm ~ -60dBm)</td></tr><tr><td>信号回放带宽</td><td>100kHz~2GHz</td><td>/</td></tr><tr><td>信号回放平坦度</td><td>/</td><td>≤3.0dB(最大带宽)</td></tr><tr><td>回放信号单边带相位噪声</td><td>/</td><td>≤-100dBc/Hz(频偏为 10kHz)</td></tr><tr><td>误差矢量幅度一致性</td><td>/</td><td><3.0%</td></tr></table> (2) 制造厂：XCOM、型号：IQC9100A	技术参数	测量范围	技术指标	参考信号频率	10MHz	相对频率偏差：优于±1×10 ⁻⁷	信号采集频率	1MHz~18GHz	相对频率偏差：优于±1×10 ⁻⁷	信号采集功率	-100dBm~+5dBm	最大允许误差： ±1.5dB(-60dBm ~ +5dBm)、 ±2.0dB(-100dBm ~ -60dBm)	信号采集分析带宽	100kHz~2GHz	/	信号采集平坦度	/	≤3dB(输入功率 0dBm、最大带宽)	信号回放频率	1MHz~18GHz	相对频率偏差：优于±1×10 ⁻⁷	信号回放功率	-100dBm~+5dBm	最大允许误差： ±2.0dB(-60dBm ~ +5dBm)、 ±2.5dB(-100dBm ~ -60dBm)	信号回放带宽	100kHz~2GHz	/	信号回放平坦度	/	≤3.0dB(最大带宽)	回放信号单边带相位噪声	/	≤-100dBc/Hz(频偏为 10kHz)	误差矢量幅度一致性	/	<3.0%
	技术参数	测量范围	技术指标																																		
	参考信号频率	10MHz	相对频率偏差：优于±1×10 ⁻⁷																																		
	信号采集频率	1MHz~18GHz	相对频率偏差：优于±1×10 ⁻⁷																																		
	信号采集功率	-100dBm~+5dBm	最大允许误差： ±1.5dB(-60dBm ~ +5dBm)、 ±2.0dB(-100dBm ~ -60dBm)																																		
信号采集分析带宽	100kHz~2GHz	/																																			
信号采集平坦度	/	≤3dB(输入功率 0dBm、最大带宽)																																			
信号回放频率	1MHz~18GHz	相对频率偏差：优于±1×10 ⁻⁷																																			
信号回放功率	-100dBm~+5dBm	最大允许误差： ±2.0dB(-60dBm ~ +5dBm)、 ±2.5dB(-100dBm ~ -60dBm)																																			
信号回放带宽	100kHz~2GHz	/																																			
信号回放平坦度	/	≤3.0dB(最大带宽)																																			
回放信号单边带相位噪声	/	≤-100dBc/Hz(频偏为 10kHz)																																			
误差矢量幅度一致性	/	<3.0%																																			



主要技术指标

技术参数	测量范围	技术指标
参考信号频率	10MHz	/
信号采集频率	1GHz~18GHz (26.5GHz、40GHz 为可选)	/
信号采集功率	/	±3.0dB
信号采集分析带宽	最大带宽 1GHz	/
信号采集平坦度	/	±2.0dB
信号回放频率	1GHz~18GHz	/
信号回放功率	/	/
信号回放带宽	最大带宽 1GHz	/
信号回放平坦度	/	±2.0dB
回放信号单边带相位 噪声	/	/
误差矢量幅度一致性	/	/

(3) 制造厂：坤恒顺维、型号：KSW-VST01B



主要技术指标

技术参数	测量范围	技术指标
参考信号频率	10MHz	/
信号采集频率	1MHz~40GHz	相对频率偏差：±1×10 ⁻⁷
信号采集功率	-100dBm~0dBm	±1.0dB
信号采集分析带宽	最大带宽 2GHz	/
信号采集平坦度	/	/
信号回放频率	1MHz~40GHz	相对频率偏差：±1×10 ⁻⁷
信号回放功率	-100dBm~0dBm	±1.0dB
信号回放带宽	最大带宽 2GHz	/
信号回放平坦度	/	±1.5dB
回放信号单边带相位 噪声	/	≤-130dBc/Hz(载波频率 1GHz、频偏为 1kHz) ≤-114dBc/Hz(载波频率 10GHz、频偏为 1kHz)
误差矢量幅度一致性	/	/

2.2 计量特性

参考典型的宽带射频信号采集记录回放仪的技术要求，计量特性如下：

2.2.1 信号采集频率

频率范围：1MHz~40GHz；

相对频率偏差：±1×10⁻⁷。

2.2.2 信号采集功率

功率范围：-100dBm~5dBm；

最大允许误差：±（1.0~3.0）dB。

2.2.3 信号采集分析带宽

带宽范围：100kHz~2GHz。

	2.2.4 信号采集带内平坦度 最大允许误差：±1.5dB。 2.2.5 信号回放频率 频率范围：1MHz~40GHz； 相对频率偏差：±1×10⁻⁷。 2.2.6 信号回放功率 功率范围：-100dBm~5dBm； 最大允许误差：±（1.0~3.0）dB。 2.2.7 信号回放带宽 带宽范围：100kHz~2GHz。 2.2.8 信号回放带内平坦度 最大允许误差：±1.5dB。 2.2.9 回放信号单边带相位噪声 ≤-65dBc/Hz（载波频率：1MHz~40GHz，频偏：100Hz~1MHz）。 2.2.10 频率一致性 频率范围：1MHz~40GHz； 相对频率偏差：±1×10⁻⁷。 2.2.11 功率一致性 功率范围：-100dBm~5dBm（载波频率 1MHz~40GHz）； 最大允许误差：±3.0dB。 2.2.12 误差矢量幅度一致性 调制方式：QPSK、BPSK、QAM； 误差矢量幅度一致性：≤3%。 2.2.13 相位误差一致性 调制方式：QPSK、BPSK、QAM； 相位误差一致性：≤1°。 3 主要标准器的技术指标 3.1 信号发生器 频率范围：覆盖被校准设备的频率范围， 相对频率偏差：优于±3×10⁻⁸； 功率范围：-90dBm~5dBm，最大允许误差：±（0.5~0.8）dB， -100dBm~-90dBm，最大允许误差：±（1.2~1.8）dB； 幅度平坦度：±1.0dB； 相位噪声：优于被校准设备 10dB； 具有外部参考、扫频和数字调制功能。 3.2 矢量信号分析仪 频率范围：覆盖被校准设备的频率范围， 相对频率偏差：优于±3×10⁻⁸； 功率范围：-130dBm~20dBm， 最大允许误差：±（0.5~1.8）dB； 残余误差矢量幅度：≤1.0%； 相位误差：±0.3°； 具有频谱分析和数字调制解调功能，解调分析带宽大于等于被校准设备的最大信号带宽。
--	--

- 3.3 频率计数器
频率范围：覆盖被校准设备的频率范围；
相对频率偏差：优于 $\pm 1.5 \times 10^{-8}$ 。
- 3.4 测量接收机
频率范围：覆盖被校准设备的频率范围；
功率范围：-120dBm~20dBm，
最大允许误差： $\pm (0.10 \sim 0.25)$ dB；
最小分辨力：0.01dB。
- 3.5 相位噪声测试系统/相位噪声分析仪
频率范围：覆盖被校准设备的频率范围；
频偏：100Hz~1MHz；
相位噪声测量准确度： ± 2 dB；
本底相位噪声：优于被校准设备 10dB。
- 3.6 功分器
频率范围：覆盖被校准设备的频率范围；
端口不平衡度： ≤ 0.2 dB；
驻波比： ≤ 1.4 。

4 校准项目

校准项目表

序号	校准项目名称
1	信号采集频率
2	信号采集功率
3	信号采集分析带宽
4	信号采集带内平坦度
5	信号回放频率
6	信号回放功率
7	信号回放带宽
8	信号回放带内平坦度
9	回放信号单边带相位噪声
10	频率一致性
11	功率一致性
12	误差矢量幅度一致性
13	相位误差一致性

4.校准方法

4.1 信号采集频率校准

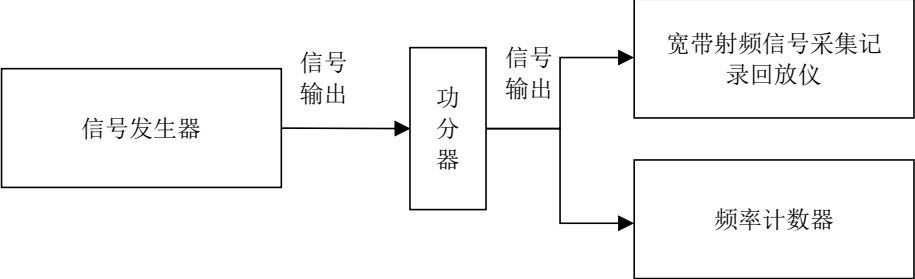


图 1 信号采集频率校准连接示意图

a) 连接示意图如图 1 所示，标准器为信号发生器、频率计数器和功分器。

b) 根据被校宽带射频信号采集记录回放仪的信号采集频率范围，在信号采集频率范围内综合选取高、中、低一般校准点和典型校准点，或依据技术说明书要求确定校准点，校准点至少 3 个。

c) 信号发生器输出功率为适当值（无要求时，输出功率设为 0dBm），按高、中、低原则依次调节信号发生器的输出频率，分别读取被校宽带射频信号采集记录回放仪测量的频率值 f_1 和频率计数器测量的频率值 f_2 ，其差值即为信号采集频率示值误差；最后保存采集文件并按规定命名（校准项目+校准点）。

4.2 信号采集功率

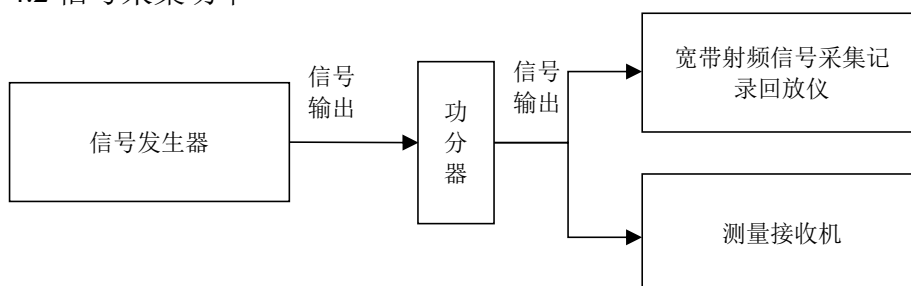


图 2 信号采集功率校准连接示意图

a) 连接示意图如图 2 所示，标准器为信号发生器、测量接收机和功分器。

b) 根据被校宽带射频信号采集记录回放仪的信号采集功率范围，在信号采集功率范围内综合选取高、中、低一般校准点和典型校准点，或依据技术说明书要求确定校准点，校准点至少 5 个。

c) 信号发生器按高、中、低原则依次调节信号发生器的输出功率，分别读取被校宽带射频信号采集记录回放仪测量的功率值 L_1 和测量接收机测量的功率值 L_2 ，其差值即为信号采集功率示值误差；最后保存采集文件并按规定命名（校准项目+校准点）。

4.3 信号采集分析带宽

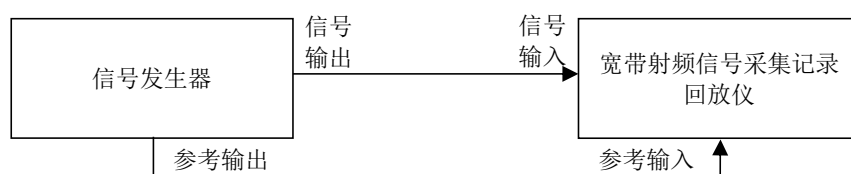


图 3 信号采集分析带宽校准连接示意图

a) 连接示意图如图 3 所示，标准器为信号发生器。

b) 根据被校宽带射频信号采集记录回放仪的分析带宽范围，在分析带宽内综合选取高、中、低一般校准点和典型校准点，或依据技术说明书要求确定校准点，校准点至少 3 个。

c) 将信号发生器中心频率置为 f_0 ，输出功率置为 0dBm，并设置为正弦波单次扫频模式，扫频步进 50kHz，扫频起始频率为 $f_0 - \frac{1}{2}f_{BW}$ ，终止频率为 $f_0 + \frac{1}{2}f_{BW}$ 。同时将被校宽带射频信号采集记录回放仪设置为采集功能，采集带宽置为 f_{BW} 。启动信号发生器的扫频信号后，待被校宽带射频信号采集记录回放仪显示的信号轨迹谱

线完整且稳定时，用光标读取谱线上的最大频率值 $f_{\max}$ 和最小频率值 $f_{\min}$ ，其差值即为信号采集分析带宽；扫频完成后停止采集，最后保存采集文件并按规定命名（校准项目+校准点）。

4.4 信号采集带内平坦度

- 连接示意图如图 3 所示，标准器为信号发生器。
- 信号采集带内平坦度校准点为按步骤 4.3 b) 确定的校准点。
- 重复步骤 4.3 c)，待被校宽带射频信号采集记录回放仪显示的信号轨迹谱线完整且稳定时，用光标读取谱线上中心频率两侧共 80% 带宽范围内的最大电平值 $L_{\max}$ 与最小电平值 $L_{\min}$ ，其差值即为信号采集带内平坦度；扫频完成后停止采集，最后保存采集文件并按规定命名（校准项目+校准点）。

4.5 信号回放频率

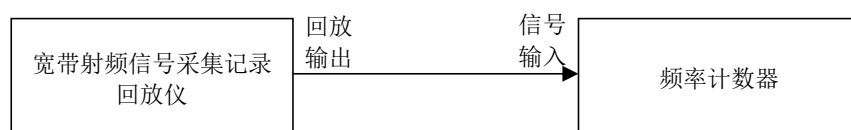


图 4 信号回放频率校准连接示意图

- 连接示意图如图 4 所示，标准器为频率计数器。
- 信号回放频率的校准点为步骤 4.1 中采集的校准点。
- 被校宽带射频信号采集记录回放仪依次回放步骤 4.1 中采集的文件，采用频率计数器测量其频率值 f_0 。

4.6 信号回放功率

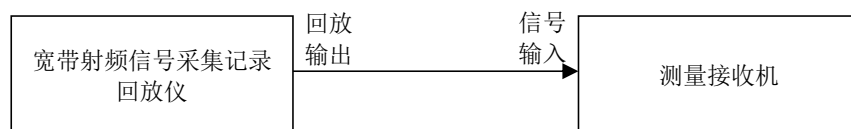


图 5 信号回放功率校准连接示意图

- 连接示意图如图 5 所示，标准器为测量接收机。
- 信号回放功率的校准点为步骤 4.2 中采集的校准点。
- 被校宽带射频信号采集记录回放仪依次回放步骤 4.2 中采集的文件，采用测量接收机测量其功率值 L_0 。

4.7 信号回放带宽



图 6 信号回放带宽校准连接示意图

- 连接示意图如图 6 所示，标准器为矢量信号分析仪；
- 信号回放带宽的校准点为步骤 4.3 中采集的校准点。
- 被校宽带射频信号采集记录回放仪依次回放步骤 4.3 中采集的文件，当矢量信号分析仪显示的信号轨迹谱线完整且稳定时，用光标读取谱线上最大频率值 $f_{\max 1}$ 和最小频率值 $f_{\min 1}$ ，其差值即为信号回放带宽。

4.8 信号回放带内平坦度

- 连接示意图如图 6 所示，标准器为矢量信号分析仪。

- b) 信号回放带内平坦度的校准点为步骤 4.4 中采集的校准点。
- c) 被校宽带射频信号采集记录回放仪依次回放步骤 4.4 中采集的文件，当矢量信号分析仪显示的信号轨迹谱线完整且稳定时，用光标读取谱线上中心频率两侧共 80% 带宽范围内的最大电平值 $L_{\max 1}$ 与最小电平值 $L_{\min 1}$ ，其差值即为信号回放带内平坦度。

4.9 回放信号单边带相位噪声

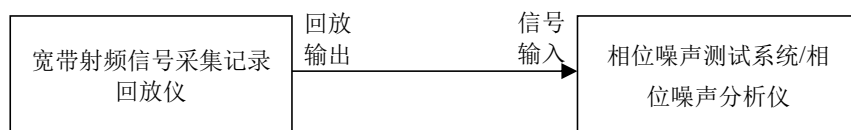


图 7 信号回放单边带相位噪声校准连接示意图

- a) 连接示意图如图 7 所示，标准器为相位噪声测试系统/相位噪声分析仪。

- b) 信号回放单边带相位噪声的校准点为步骤 4.1 中采集的频率点下，其在频偏 100Hz、1kHz、10kHz、100kHz 及 1MHz 处的单边带相位噪声。

- c) 被校宽带射频信号采集记录回放仪依次回放步骤 4.1 中采集的文件，用相位噪声测试系统/相位噪声分析仪测量规定频偏下的单边带相位噪声。

4.10 频率一致性

- a) 连接示意图如图 1 和图 4 所示，标准器为信号发生器、频率计数器和功分器。

- b) 重复步骤 4.1 c)，用频率计数器测量采集模式下的频率值 f_2 。

- c) 重复步骤 4.5 c)，用频率计数器测量回放模式下的频率值 f_0 。

- d) 频率一致性为 f_2 与 f_0 的差值。

4.11 功率一致性

- a) 连接示意图如图 2 和图 5 所示，标准器为信号发生器、测量接收机和功分器。

- b) 重复步骤 4.2 c)，用测量接收机测量采集模式下的功率值 L_2 。

- c) 重复步骤 4.6 c)，用测量接收机测量回放模式下的功率值 L_0 。

- d) 功率一致性为 L_2 与 L_0 的差值。

4.12 误差矢量幅度一致性

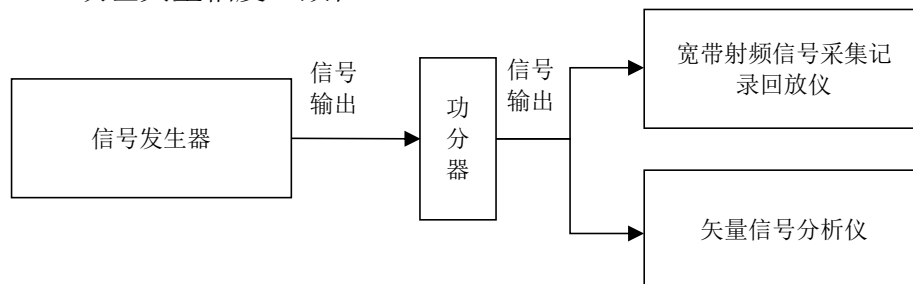


图 8 误差矢量幅度一致性（采集模式）校准连接示意图

- a) 连接示意图如图 8 所示，标准器为信号发生器、矢量信号分析仪和功分器。

- b) 采集模式：信号发生器设置规定模式的调制信号，矢量信

	号分析仪选用对应解调设置，被校宽带射频信号采集记录回放仪设置相应采集带宽。调整所有设备至同一频率后，启动信号，用矢量信号分析仪测量误差矢量幅度值 EVM_1，并保存采集文件（校准项目+校准点）。 c) 连接示意图如图 6 所示，标准器为矢量信号分析仪。 d) 回放模式：被校宽带射频信号采集记录回放仪回放上述采集的文件，用矢量信号分析仪测量误差矢量幅度值 EVM_2。 e) 误差矢量幅度一致性为 EVM_1 与 EVM_2 的差值。 4.13 相位误差一致性 a) 连接示意图如图 6 和图 8 所示，标准器为信号发生器、矢量信号分析仪和功分器。 b) 重复步骤 4.12 b) ~ 4.12 d)，用矢量信号分析仪分别测量采集模式下的相位误差值 PE_1 和回放模式下的相位误差值 PE_2，两者之差即为相位误差一致性。
水平	☐ 国际先进 ☒ 国内先进
国内外情况 简要说明	1.与国内相关技术规范之间的关系 目前，国内针对宽带射频信号采集记录回放仪尚未制定专门的国家或部门计量技术规范，导致该类仪器缺乏统一、有效的量值溯源途径。在实际应用中，虽然存在功能部分相近的规范为 JJF 1922-2021《GNSS 导航信号采集回放仪校准规范》，但该规范主要适用于采集、回放 GPS、BDS、GLONASS 和 Galileo 等卫星导航信号的专用仪器，其校准方法、技术指标和测试信号类型均围绕导航信号的特点而设计。然而，宽带射频信号采集记录回放仪通常覆盖更宽的频率范围，支持多种调制格式与高带宽实时采集和回放功能，在信号带宽、动态范围、调制信号质量一致性等方面的性能要求和校准项目与 GNSS 采集回放仪存在显著差异。因此，现有规范无法满足其对信号采集与回放的带宽、带内平坦度、调制信号质量一致性等关键参数的校准需求。这一技术规范的缺失，不仅影响该类仪器的量值准确性与可比性，也给相关领域的测试验证、仪器研制和系统集成带来了技术风险和不确定性。 因此 JJF 1922-2021《GNSS 导航信号采集回放仪校准规范》不能直接作为宽带射频信号采集记录回放仪的依据文件。本规范基于计量范畴，同时参照了中星联华、XCOM、坤恒顺维等厂商的典型仪器的技术指标和技术手册，提出了计量特性和校准方法，使规范更适用于计量校准。 2.是否发现有知识产权的问题，或涉及专利的情况 目前国内无相关专利。

推荐意见		宽带射频信号采集记录回放仪主要对宽带射频信号进行实时采集、存储、回放与数据分析，广泛应用于无线通信终端测试、射频芯片性能验证、复杂电磁波环境复现等场景和领域。目前国家及行业没有相应的计量技术规范，不能满足计量需求，因此有必要编制本规范。建议书给出的计量特性和技术方案基本合理，可满足宽带射频信号采集记录回放仪的校准需求。			
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 2，3，10 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。