

电子行业行业计量技术规范项目建议书

建议项目名称	非接触式超声波法局部放电测试仪校准规范		
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	广电计量检测集团股份有限公司		
联系人	潘乔	联系电话	020-38699960
任务年限	1 年	申请经费	2 万
参加单位	/		
目的、意义和必要性	<p>1. <u>计量技术规范项目编制的目的、意义，解决产业的问题和编制必要性、迫切性</u></p> <p>随着国家大力发展清洁绿色能源，电力系统迅速发展，电网容量不断扩大，电压等级逐步提高，电力系统的稳定性和可靠性要求越来越高，对电力设备的状态监测日益重要。加强输变电设备在线监测、故障诊断与状态评估技术的研究，对于提高设备利用率和运行可靠性，保障电网安全经济运行具有重要意义。电力系统运行维护方式由计划维修模式向状态检修过渡已成为必然趋势。近年来，局部放电测试仪在高压电力设备的检测和维护中应用越来越广泛，为国家电网的稳定运行提供重要的监测手段。</p> <p>目前很多计量机构在校准超声波法局部放电测试仪时只参考国家计量校准规范 JJF 1856-2020 《局部放电测试仪校准规范 第 1 部分：超声波法局部放电测试仪局部放电测试仪》对超声波法局部放电测试仪进行校准。该规范只适用于接触式超声波法局部放电测试仪的校准，而非接触式超声波法局部放电测试的校准目前仍处于空白状态，因此在日常使用过程中不容易发现其测试功能异常情况，容易造成在实际应用中出现误判，引起不必要的停电及重复检修，造成人力物力的浪费。</p>		

	<p>为了提高非接触式超声波法局部放电测试仪日常检测数据的可靠性，提高电网故障排查及时性及准确性，有必要对该类设备的校准方法进行研究并确认，通过制定《非接触式超声波法局部放电测试仪校准规范》，进一步完善非接触式超声波法局部放电测试仪的日常校准，提高设备在线监测的可靠性。</p> <p>2. <u>先进性和亮点、社会效益和推广应用前景</u></p> <p>非接触式超声波法局部放电测试仪适用于高压电力器件与电力设备的局部放电定量测试场景。通过准确检测局部放电现象，帮助巡检人员准确发现线路故障隐患，及时发现并处理潜在的电力设备故障，避免重大事故的发生，减少了停电时间，从而降低了运营成本，有效保障电力系统的安全稳定运行，提高了供电系统的可靠性同时也提升了电力系统的经济效益。</p> <p>随着电力系统对安全性和可靠性的要求不断提高，非接触式超声波法局部放电测试仪在电力变压器、电缆等设备的维护与检测中的广泛应用，还能检测电厂压力容器及管道的内外气液泄漏，成为工业汽液堵漏增效的节能助手。但目前该类设备在国内没有相关的计量技术规范，一直没有合适的溯源依据，该规范的制定可解决上述问题，满足非接触式超声波法局部放电测试仪校准的需要，促进电力检测行业的发展，保障电力产品质量，为电力系统的稳定运行提供有力的技术支持，同时产生良好的社会 and 经济效益。</p> <p>3. <u>查新结果（国家、本行业或其他行业是否有相关技术规范）</u></p> <p>经查询，目前国内相关规范有：</p> <p>JJF 1856-2020 《局部放电测试仪校准规范 第1部分：超声波法局部放电测试仪》。</p> <p>JJF 1616-2017 《脉冲电流法局部放电测试仪校准规范》</p> <p>DL/T 1416-2015 《超声波法局部放电测试仪通用技术条件》</p> <p>国家电网公司企业标准 Q/GDW11061-2017《局部放电超声波检测仪技术规范》</p>
--	---

<p>产业链应用</p>	<p><u>1.重点产业链方向</u></p> <p>非接触式超声波法局部放电测试仪主要在风电装备、核电装备等行业中广泛应用，并扮演着重要角色，对上述产业的发展起着重要作用。</p> <p><u>2.对本行业重点产业链的支撑作用</u></p> <p>非接触式超声波法局部放电测试在风电、核电装备行业中具有重要的支撑作用，在该类行业的电力设备日常检测及维护中尤为重要，其作用主要体现在以下几个方面：</p> <p>设备维护与故障预测：局部放电测试仪能够对变压器、互感器、高压开关、氧化锌避雷器、电力电缆等高电压电工产品进行局部放电测量，帮助识别潜在的绝缘故障和设备缺陷。通过非侵入式的在线测量工具，可以快速、精确地检测中电压和高电压设备的局部放电情况，从而预测设备故障，提高安全性和效率。</p> <p>提高运行监督和维护效率：局部放电测试仪具有高灵敏度、抗干扰、诊断分析和定位精准等功能，适用于变压器、GIS、SF6 罐式断路器、开关柜、电缆等设备的局放检测。这些功能使得局部放电检测仪成为发供电运行部门和电力建设安装调试部门的必备测试设备。</p> <p>非接触式超声波法局部放电测试仪在风电、核电装备产业链中起到了关键的支撑作用，不仅提高了设备的安全性和可靠性，还优化了电力系统的运行和维护，推动了行业的现代化发展。</p>
<p>范围和主要 计量特性</p>	<p><u>1.计量技术规范的适用范围</u></p> <p>该规范适用于测量频率在 20kHz~60kHz 范围内非接触式超声波法局部放电测试仪的校准。</p> <p><u>2.典型仪器或试验设备等（注明仪器型号），计量特性的技术指标，包括其名称、测量范围和最大允许误差</u></p> <p>以恒威国电电力设备有限公司生产的 HE-800 局部放电测试仪、广州漠阳谷生产的 EC400P 局部放电测试仪和博电科技生产的 PEV-100 局部放电测</p>

试仪为典型型号仪器。

1) HE-800 局部放电测试仪技术指标如下：



AA 测量	
测量范围	-6dB μ V~68dB μ V
分辨率	1dB
精度	\pm 1dB
传感器中心频率	40 kHz

2) EC400P 局部放电测试仪技术指标如下：



套件 2
超声波, GIS TR, 电缆

选件 1
开关柜, 外接非
接触式超声波

空声 (AA) 测量	
测量范围	-5BμV 至 70dBμV
分辨率	1dB
精度	±1dB
传感器灵敏度	-65dB (0dB=1volt/μbar 有效值 SPL)
传感器中心频率	40kHz
传感器直径	16mm
外差频率	38.4kHz

3）博电科技 PEV-100 局部放电测试仪技术指标如下：



超声波测量	
测量范围	-7dB μ V-68dB μ V
分辨率	1dB
精度	± 1dB
传感器中心频率	40kHz

参考典型型号的非接触式超声波法局部放电测试仪技术指标及电力 DL/T1416 超声波法局部放电测试仪通用技术条件及 JJF 1856-2020 《局部放电测试仪校准规范 第 1 部分：超声波法局部放电测试仪》相关标准的技术要求，制定以下计量特性：

- 1、检测灵敏度：在距离声源 1m 时，测量结果≥6dB（在标准传感器检测结果不大于 35dB 声压级信号的条件下测量）。
参考：Q/GDW11061-2017《局部放电超声波检测仪技术规范》中的技术要求。
- 2、中心频率及截止频率：范围：20kHz~60kHz，最大允许误差：±20%，
参考：JJF1856-2020《局部放电测试仪校准规范第 1 部分：超声波法局部放电测试仪》中的计量特性。
- 3、电压幅值误差：范围（-7dBμV~70dBμV），最大允许误差±（1~1.6）dB，

	<p>根据非接触式超声波局部放电测试仪设备的工作特性及应用场景，电压幅值误差的校准没有按照仪器指标中提及的电压幅值测量范围进行全量程校准，而是采用了相对变化量的方法进行校准，这种方法涉及将信号发生器的输出信号幅值逐步降低，以观察被校测试仪的响应变化，可以有效减少由于传感器位置和测量距离变化带来的误差。该校准方法也参考：JJF1856-2020《局部放电测试仪校准规范第1部分：超声波法局部放电测试仪》中的电压幅值误差的校准方法，同样也是采用相对变化量的方法对电压幅值误差进行校准。</p> <p>4、短期稳定性：在输入信号强度不变的情况下，测试仪连续工作4个h后，幅值变化量一般不超过其允许误差的1/5。</p> <p>参考：JJF1856-2020《局部放电测试仪校准规范第1部分：超声波法局部放电测试仪》中的计量特性。</p> <p><u>3.主要测量标准的技术指标</u></p> <p>✓ 消声室</p> <p>环境噪声比测试声信号低20dB</p> <p>✓ 声源</p> <p>频率范围：10kHz~60kHz，相邻1/3倍频带声功率级相差不超过±3.0dB；</p> <p>✓ 标准传声器</p> <p>符合GB/T20441.4-2006要求的WS3型工作标准传声器；</p> <p>✓ 传声器前置放大器</p> <p>频率范围：10kHz~60kHz，频率响应优于：±0.3dB；</p> <p>✓ 超声波测量仪</p> <p>频率范围：10kHz~60kHz，幅值最大允许误差：±5%；</p> <p>✓ 信号发生器</p> <p>频率范围：10kHz~60kHz，频率准确度最大允许误差：±0.25%；输出信号总谐波失真不大于0.5%，幅值年稳定度优于±0.2dB。</p> <p>✓ 测量放大器</p> <p>频率范围：10kHz~60kHz，频率响应优于±0.5dB；增益（0~20）dB，增益偏差不大于±0.3dB，输出信号总谐波失真<0.1%。</p>
--	---

4.简要描述主要计量项目的技术原理

1) 检测灵敏度

接线如图 1、图 2 所示。将标准传声器和声源放置消声室合适位置，两者在同一水平轴上，相距 1m。利用信号发生器向声源输出一组正弦波信号，信号频率处于 20kHz~60kHz 之间，建议选择被校测试仪的主谐振频率 40kHz。调节信号发生器幅值，使得标准传声器检测结果不大于 35dB 声压级。保持信号发生器输出幅值及频率不变，然后用被校测试仪替代标准传声器，被校测试仪的检测结果显示在信号发生器输出前后应有明显变化，前后数值的变化量不小于 6dB。

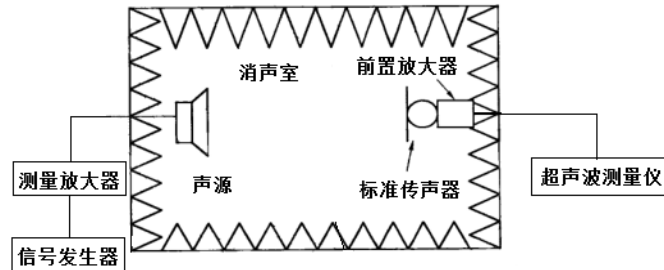


图 1 检测灵敏度校准（替换前）

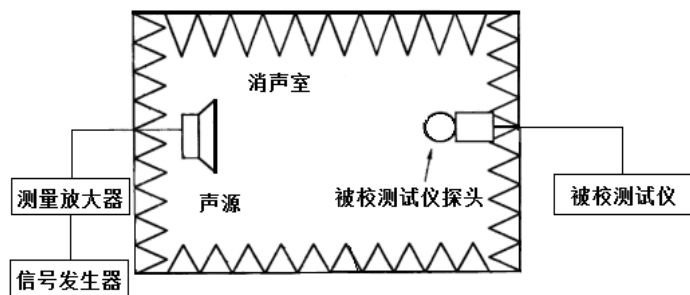


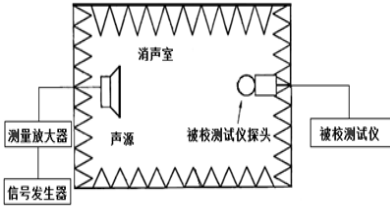
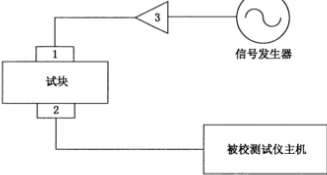
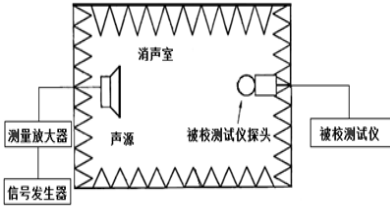
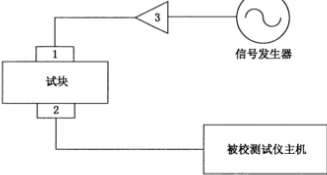
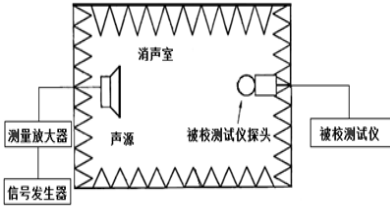
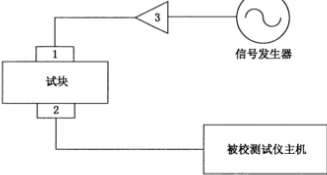
图 2 检测灵敏度校准（替换后）

2) 中心频率及截止频率

按图 2 所示，在消声室里面用信号发生器输出合适大小幅值的正弦波信号并保持不变，调节信号发生器输出频率；找出被校测试仪幅值显示的最大点，记录此时频率并作为中心频率 f_c 。保持信号发生器幅值不变，通过降低信号发生器输出频率，找出被校测试仪显示值降幅达到 50%（降低 6 dB）时的频率点，此点即为被测仪的实测下限截止频率 $f_{(下)}$ ；通过升高信号发生器输出频率，用同样的方法找出被测仪的实测上限截止频率 $f_{(上)}$ 。

3) 电压幅值误差

	<p>按图 2 所示在消声室里选择被校测试仪某一测量量程，设置信号发生器输出频率为 40kHz 的正弦信号，缓慢调节信号发生器输出幅值，使被校测试仪显示值刚好达到其量程范围的上限值，而后依次降低输入信号幅值，使由标准传声器和超声波测量仪组成的标准测量系统测得的峰值以 6dB 值衰减，记录被校测试仪显示值 U_x，按公式（2）计算幅值显示衰减值，按公式（3）计算电压幅值相对误差。</p> $\Delta U_x=U_{x(n)}-U_{x(n+1)} \tag{2}$ <p>式中： ΔU_x ---- 测试仪在前后两次相邻校准点幅值显示衰减值；</p> <p>$U_{x(n)}$， $U_{x(n+1)}$ ----- 测试仪在前后两次相邻校准点的显示值。</p> $\gamma_u=\frac{\Delta U-6}{6}\times 100\% \tag{3}$ <p>式中： γ_u ----测试仪电压幅值相对误差。</p> <p>4) 短期稳定性</p> <p>按图 2 所示在消声室里选择被校测试仪某一测量量程，设置信号发生器输出频率为 40kHz 的正弦信号，缓慢调节信号发生器输出幅值，使被校测试仪显示值为 20dB。被校测试仪开机连续工作 4 个小时，再次记录测试仪显示值，比较前后记录值得到短期稳定性。</p> $S_s=U_{4h}-20$ <p>式中： S_s----测试仪短期稳定性；</p> <p>U_{4h}----测试仪连续工作 4h 后的显示值。</p>			
水平	<div><input type="checkbox"/> 国际先进</div> <div><input checked="" type="checkbox"/> 国内先进</div>			
国内外情况 简要说明	<p>1. <u>与国内相关技术规范之间的关系</u></p> <p>JJF 1856-2020 《局部放电测试仪校准规范 第 1 部分：超声波法局部放电测试仪》。明确规定了适用于测量频率在 20kHz~500kHz 范围内接触式超声波法局部放电测试仪的校准，并不适用于非接触式超声波法局部放电测试仪的校准。</p> <p>具体区别如下：</p> <table><tr><td></td><td>本次申请的校准规范</td><td>JJF 1856-2020 《局部放电测试仪校准规范 第 1 部分：非接触式超声波法局部放电测试仪局部放电测试仪》</td></tr></table>		本次申请的校准规范	JJF 1856-2020 《局部放电测试仪校准规范 第 1 部分：非接触式超声波法局部放电测试仪局部放电测试仪》
	本次申请的校准规范	JJF 1856-2020 《局部放电测试仪校准规范 第 1 部分：非接触式超声波法局部放电测试仪局部放电测试仪》		

	<table><tr><td>适用范围</td><td>该规范适用于测量频率在20kHz~60kHz 范围内非接触式超声波法局部放电测试仪的校准</td><td>规范适用于测量频率在20kHz~500kHz 范围内接触式超声波法局部放电测试仪的校准</td></tr><tr><td>校准方法</td><td><p>在自由声场通过空间耦合的方式对超声波传感器进行校准。</p></td><td><p>采用钢试块通过接触的方式对超声波传感器进行校准。</p><p>图 2 上、下限截止频率校准接线图</p></td></tr><tr><td>主要标准器</td><td>消声室、标准传声器等</td><td>钢试块、发射换能器等</td></tr></table>	适用范围	该规范适用于测量频率在20kHz~60kHz 范围内非接触式超声波法局部放电测试仪的校准	规范适用于测量频率在20kHz~500kHz 范围内接触式超声波法局部放电测试仪的校准	校准方法	<p>在自由声场通过空间耦合的方式对超声波传感器进行校准。</p> 	<p>采用钢试块通过接触的方式对超声波传感器进行校准。</p>  <p>图 2 上、下限截止频率校准接线图</p>	主要标准器	消声室、标准传声器等	钢试块、发射换能器等	<p>JJF 1616-2017《脉冲电流法局部放电测试仪校准规范》，该校准规范规定适用于脉冲电流法，测量频率范围在 10kHz~500kHz 之间的局部放电测试仪的校准。不适用于非接触式超声波法局部放电测试仪校准。</p> <p>DL/T 1416-2015《超声波法局部放电测试仪通用技术条件》中对接触式超声波法局部放电测试仪提出了具体技术指标及检测方法，但未对非接触式超声波法局部放电测试仪提出具体的校准方法。</p> <p>综上所述，目前暂未有能够全覆盖非接触式超声波法局部放电测试仪的校准规范，该规范的编制可以满足非接触式超声波局部放电测试仪的溯源要求，保证校准方法的统一，量值准确可靠。</p> <p>2. <u>指出是否发现有知识产权的问题，或涉及专利的情况</u></p> <p>未发现知识产权问题或涉及专利的情况。</p>
适用范围	该规范适用于测量频率在20kHz~60kHz 范围内非接触式超声波法局部放电测试仪的校准	规范适用于测量频率在20kHz~500kHz 范围内接触式超声波法局部放电测试仪的校准									
校准方法	<p>在自由声场通过空间耦合的方式对超声波传感器进行校准。</p> 	<p>采用钢试块通过接触的方式对超声波传感器进行校准。</p>  <p>图 2 上、下限截止频率校准接线图</p>									
主要标准器	消声室、标准传声器等	钢试块、发射换能器等									

推荐意见		非接触式超声波法局部放电测试仪广泛应用于风电装备产业链中，在高压电力器件与设备研制、试验和使用过程中发挥着重要的作用。但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，可满足非接触式超声波法局部放电测试仪的校准需求，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