

电子行业计量技术规范项目建议书

建议项目名称	TEM 喇叭天线校准规范		
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 checked="" type="checkbox"/> 重点 <input type="checkbox"/> 基础
主要起草单位	广电计量检测集团股份有限公司 中国电子技术标准化研究院		
联系人	张辉	联系电话	13751728327
任务年限	1 年	申请经费	4 万元
参加单位	/		
目的、意义和必要性	<p>1.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</p> <p>提到电磁辐射，大家往往想到电视发射塔、信号发射塔、通信基站或雷达站等。但如今，各种无线通讯技术层出不穷，比如人手一部的手机，车载电子/智能系统、人工智能设备、无线通信设备、新型显示、家庭场馆到处都有的 WLAN(WiFi)、蓝牙、RFID 等近距离无线通讯，因此每人都携带着射频发射机，周围环境也到处都有射频发射机，这些射频发射源彼此距离很近，这些距离很近的设备彼此可能会相互干扰，并可能会对环境中的其他电子设备产生干扰，尤其是在空间比较狭小、设备距离很近的环境里，这些现实情况越来越迫切地要求电子电气设备要具备抵抗近距离的电磁辐射干扰的能力。</p> <p>TEM 喇叭天线用于电气和电子设备在近距离射频电磁场中的抗扰度测试（“近距离”一般指源和受影响设备间的距离，频率高于 26MHz 时距离不大于 200mm，频率低于 26MHz 时距离不大于 500mm），包括对暴露于便携式发射装置的固定安装设备，暴露于</p>		

	<p>固定发射装置的移动设备，以及暴露于其他移动发射装置的移动设备的近距离辐射抗扰度测试，因此在近距离辐射场抗扰度测试中具有不可替代的作用。</p> <p>国际电工委员会(IEC)于 2017 年发布 IEC 61000-4-39:2017 电磁兼容 试验和测量技术 第 39 部分：近距离辐射场抗扰度试验，国家标准化管理委员会于 2023 年将此标准转化为国家推荐标准（GB/T 17626.39-2023），TEM 喇叭天线作为近距离辐射场抗扰度试验的主要设备，TEM 喇叭天线的校准对相关产品近距离辐射场抗扰性测试起着关键作用，因此急需制定 TEM 喇叭天线校准规范，及时解决 TEM 喇叭天线溯源问题。</p> <p><u>2.先进性和亮点、社会效益和推广应用前景</u></p> <p>在生活中具有发射源功能的设备应用广泛且无处不在，特别是在多个新兴产业领域广泛应用，包括新一代通信、新能源汽车、人工智能、仪器仪表、新型显示等重点产业领域，因此相关产品近距离辐射场抗扰度测试至关重要。但作为近距离辐射场抗扰度试验的主要设备，目前国内还没有相关的计量技术规范，TEM 喇叭天线没有合适的溯源依据，TEM 喇叭天线校准规范的制定可解决相关产业领域近距离辐射场抗扰度测试溯源的问题，满足 TEM 喇叭天线的校准需求，并为相关产业提供技术支持和质量保障，应用前景广泛。</p> <p><u>3.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>目前国家、军工、行业、地方均没有 TEM 喇叭天线的技术规范。</p>
产业链应用	<p><u>1.重点产业链方向</u></p> <p>TEM 喇叭天线主要用于有发射源功能的电子电气设备的近距离辐射场抗扰度测试，包括新能源汽车（自动/智能驾驶、车载电子和电气设备近场抗扰度测试）、人工智能（人机交流、通信等功能近场抗扰度测试）、仪器仪表（通信及性能近场抗扰度测试）、新型显示（显示、成像质量抗扰度测试）等重点产业领域。</p>

	<p><u>2.对本行业重点产业链的支撑作用</u></p> <p>TEM 喇叭天线校准规范的制定符合工业和信息化部、科技部、国家能源局、国家标准化管理委员会联合印发的《新产业标准化领航工程实施方案（2023—2035 年）》、及市场监管总局、中央网信办、国家发展改革委、科技部、工业和信息化部等 18 个部门联合印发的《贯彻实施<国家标准化发展纲要>行动计划（2024—2025 年）》中新能源汽车、人工智能、仪器仪表、新型显示等重点产业领域关键设备溯源需求，是实现重要产业链自主可控的重要环节，为加快建设现代化产业体系提供坚实的技术支撑，对构建现代产业体系、推动新产业高质量发展和提质增效具有深远意义。</p> <p>随着国家重要政策、纲要对上述重点产业领域的大力支持，TEM 喇叭天线校准规范将在校准领域广泛应用，并为近距离无线通讯相关的产业推广及应用提供技术支撑和质量保障，促进国内新兴产业领域标准化体系建设和高质量发展，扩大中国智造在国际市场的占有率起到重要作用。</p>
范围和主要 计量特性	<p><u>1.计量技术规范的适用范围</u></p> <p>本规范适用于符合 GB/T 17626.39-2023 《电磁兼容 试验和测量技术 第 39 部分：近距离辐射场抗扰度试验》和 IEC 61000-4-39:2017 《电磁兼容 试验和测量技术 第 39 部分：近距离辐射场抗扰度试验》要求的 TEM 喇叭天线的校准。</p> <p><u>2.典型仪器或试验设备、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>2.1 典型的 TEM 喇叭天线</p> <p>2.1.1 SCHWARZBECK-TEMH6000</p> <p>下图 1 为 SCHWARZBECK 型号为 TEMH6000 的 TEM 喇叭天线，图 2 为测试时可在喇叭天线端口安装距离模块（100mm±2mm），可直接进行测试不用再标定距离而节省测试时间。</p>

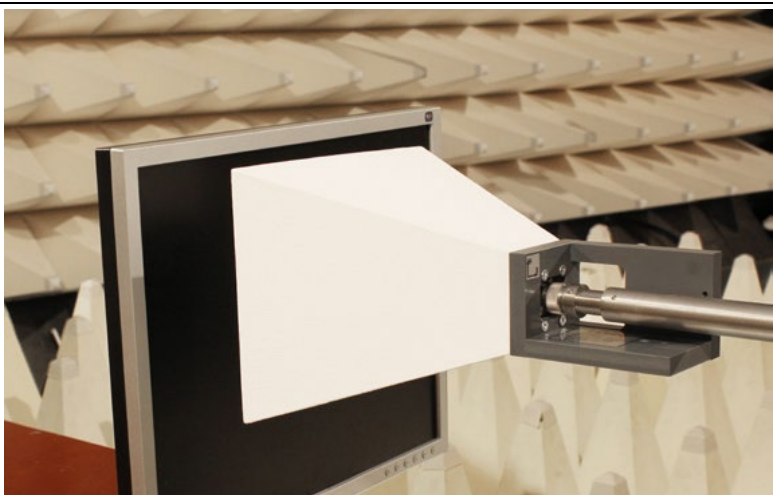


下表为 SCHWARZBECK 型号为 TEMH6000 的 TEM 喇叭天线的技术指标。

	Specifications:
380 MHz...6 GHz	<i>Nominal Frequency Range:</i>
300 MHz ... 8 GHz	<i>Usable Frequency Range:</i>
50 Ω	<i>Nominal Impedance:</i>
< 2	<i>Standing Wave Ratio SWR typical:</i>
< 1.0 dB, typ. < 0.5 dB	<i>Unbalance:</i>
typ. > 20 dB	<i>Cross Polarisation Rejection:</i>
x ~ 30 cm y ~ 20 cm	<i>0...-4 dB Uniform Area Dimension in 10 cm Distance:</i>
300 W	<i>Max. Input Power:</i>
2...10 dBi	<i>Isotropic Gain:</i>
20...38 dB/m	<i>Antenna Factor:</i>
typ. 30° ... 68°	<i>3 dB Half-Power-Beamwidth E-Plane:</i>
typ. 40°... 61°	<i>3 dB Half-Power-Beamwidth H-plane:</i>
	<i>N-Connector female</i>
	<i>Mount: 22 mm Tube, Indexing Ring</i>
260 x 300 (500) x 210 mm	<i>Width x Length x Height:</i>
1.4 kg	<i>Weight:</i>
Spacer 100	<i>Optional Accessories:</i>

2.1.2 TESEQ-TETRA400/GMR460

下图为 TESEQ 型号为-TETRA400/GMR460 的 TEM 喇叭天线在对显示器进行测试。



下表为 TESEQ 型号为-TETRA400/GMR460 的 TEM 喇叭天线的技术指标。

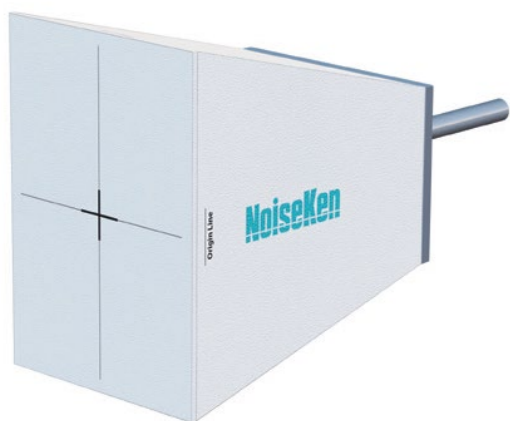
Technical specifications

Application:	IEC / EN 61000-4-39
Frequency range:	600 MHz to 6 GHz (usable from 380 MHz)
RF input power, max.:	250 W (70 W with MNW 400 and MNW 460)
Typically power requirement:	15 to 250 W for 300 V/m at 0.1 m distance (see curve)
Field homogeneity:	0 to -4 dB min: 100 cm ² typical: 250 cm ²
Max. insertion loss:	-6 dB
RF input connector:	N, female
Impedance (nominal):	50 Ω
Fixture:	2x thread 1/4" x 20 for horizontal and vertical mounting
Recommended tripods:	Camera tripod with thread 1/4" x 20 or BTP 6020A plus adapter CHA 9435 or
Recommended dipol tube:	BAA 6001 (allows connection to \varnothing 22 mm mast /tripod holder)
Size (W x H x D in mm):	approx. 160 x 175 x 210 approx. 282 x 175 x 210 with fixture approx. 320 x 175 x 210 with fixture and MNW 400 approx. 290 x 175 x 210 with fixture and MNW 460
Weight:	approx. 0.5 kg with fixture

2.1.3 NoiseKen- THA-380M60G/THA-380M70G

下图 1 为 NoiseKen 型号为 THA-380M60G 的 TEM 喇叭天线，图 2 为 NoiseKen 型号为 THA-380M70G 的喇叭天线。





下表为 NoiseKen 型号为 THA-380M60G/THA-380M70G 的 TEM 喇叭天线的技术指标。

规格		
	THA-380M60G	THA-380M70G
项目	规格	
满足标准	IEC 61000-4-39	
频率范围	380MHz ~ 6GHz (8GHz) ※6GHz 以上不保证	380MHz ~ 7.125GHz
VSWR	3 以下 ※ 参考图 (VSWR)	3 以下 ※ 参考图 (VSWR) ※6GHz 以上不保证
耐电力	380MHz ~ 750MHz :180W MAX 750MHz ~ 1.7GHz :100W MAX 1.7GHz ~ 6GHz :65W MAX	380MHz ~ 7.125GHz :100W MAX
电场均匀区域	参考图 (电场分布特性)	
必要电力	参考图 (300V/m 发生必要的电力 (typ) (at0.1m))	
阻抗 (typ)	50Ω	
接口	N(J)	
尺寸	W450mm×H420mm×D598mm 不包含凸起部，不包含 φ22 天线支撑杆 ※ 详细参考图 (尺寸图)	W225mm×H324mm×D309.5mm 不包含凸起部，不包含 φ22 天线支撑杆 ※ 详细参考图 (尺寸图)
重量	大约 3.2kg	大约 1.6kg

2.2 TEM 喇叭天线的计量特性

参考典型的 TEM 喇叭天线技术参数及标准 GB/T 17626.39/IEC 61000-4-39 中对 TEM 喇叭天线参数的要求，TEM 喇叭天线的计量特性如下：

2.2.1 电压驻波比

不大于 3。

2.2.2 场均匀性

距离 TEM 喇叭天线 100mm 处的场强（0~-4）dB，（0.5~300）V/m。

3.主要测量标准的技术指标

3.1 网络分析仪

频率范围：380MHz~6GHz；

反射系数：0~1，最大允许误差：±（0.06~0.2）。

	<p>3.2 信号发生器</p> <p>频率范围：380MHz~6GHz；</p> <p>输出功率：不小于 0dBm，最大允许误差：±1.0dB。</p> <p>3.3 功率放大器</p> <p>频率范围：380MHz~6GHz；</p> <p>功率增益：不小于 45dB；</p> <p>谐波抑制：不小于 20dBc。</p> <p>3.4 定向耦合器</p> <p>频率范围：380MHz~6GHz；</p> <p>耦合度：(10~60)dB；</p> <p>电压驻波比：不大于 1.2。</p> <p>3.5 功率计</p> <p>频率范围：380MHz~6GHz；</p> <p>校准因子不确定度：$U_{rel}=2.0\% \sim 3.0\% (k=2)$。</p> <p>3.6 场强探头</p> <p>频率范围：380MHz~6GHz；</p> <p>电场强度：(0.5~300)V/m，最大允许误差：±2dB。</p> <p>3.7 测试场地</p> <p>测试场地是校准 TEM 天线的空间区域，推荐使用半电波暗室。</p> <p>场地确认方法参见 CISPR 16-1-4:2023。</p> <p><u>4.简要描述主要计量项目的技术原理</u></p> <p>4.1 电压驻波比</p> <p>设置网络分析仪为单端口测量 S_{11}，中频带宽设为不大于 100Hz，起始频率为 380MHz，终止频率 6000MHz，测试线缆接网络分析仪测量端口，在线缆端口用开路-短路-负载校准件对网络分析仪进行单端口自校准，选择电压驻波比测量功能。将被校 TEM 喇叭天线的输入端接至网络分析仪的测量端口，记录各频点的电压驻波比。</p> <p>4.2 场均匀性</p>
--	--

在距 TEM 喇叭天线外正面 (100 ± 5) mm 处放置一个小的场强探头。探头应能测量单极化场的场强。场强探头的传感元件尺寸应小于 TEM 喇叭天线开口较小尺寸的 1/3。

TEM 喇叭天线场均匀性的测量程序如下:

a) 从中心点开始, 规定一个间距为 $25\text{mm} \times 25\text{mm}$ 的网格, 覆盖所需的均匀区域。中心点沿 TEM 喇叭天线的中轴方向。

b) 将场强探头置于距 TEM 喇叭天线前表面 (100 ± 5) mm 的网格中心点上 (见图 A.1 和 A.2)。

c) 使用适当的场强值 (如 100V/m), 记录试验或天线规格内的频率范围内的前向功率和场强读值 (频率以当前频率的最高 1% 增加)。

d) 将场强探头放置于每个网格点上, 并重复步骤 c)。

e) 对所有频率步进, 将记录的前向功率值 (场强恒定的情况下) 或记录的场强值 (功率恒定的情况下) 从最大值到最小值进行排序。

f) TEM 喇叭天线的可用均匀场区域定义为所有相邻的探头位置在步骤 b) 到 d) 记录的最大场强的 0dB 到 -4dB 之间的区域。

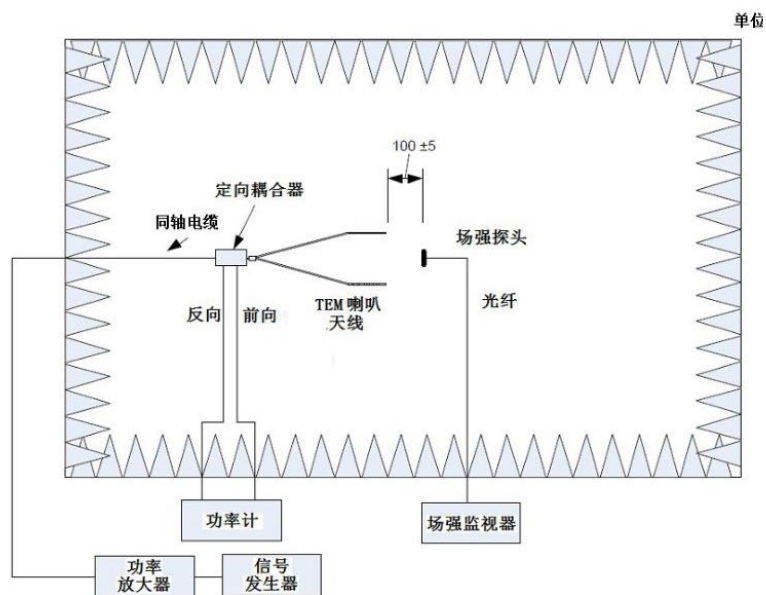
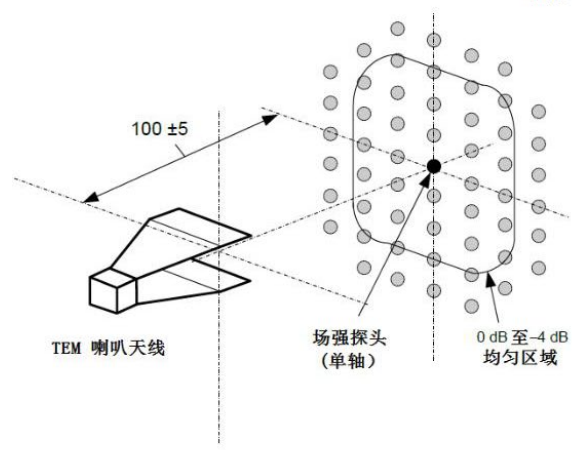
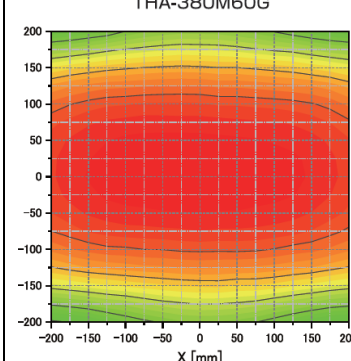
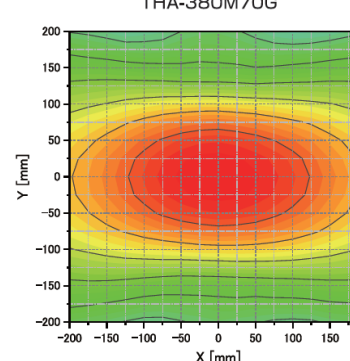
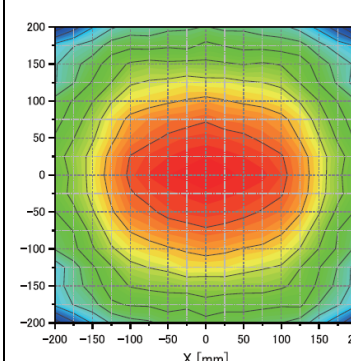
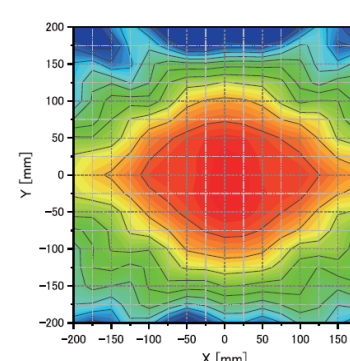


图 A.1 场均匀性验证布置的示例

	<div>单位：毫米</div>  <p>TEM 喇叭天线</p> <p>场强探头 (单轴)</p> <p>0 dB 至 -4 dB 均匀区域</p> <p>图 A.2 场均匀性测量布置</p> <div><div><p>THA-380M60G</p></div><div><p>THA-380M70G</p></div></div> <p>380MHz 场均匀性</p> <div><div></div><div></div></div> <p>6GHz 场均匀性</p>
水平	<input type="checkbox"/> 国际先进 <input checked="" type="checkbox"/> 国内先进
国内外情况 简要说明	<p><u>1.与国内相关技术规范之间的关系</u></p> <p>目前国内相关的技术规范有：JJF1893-2021 《(0.2~40) GHz 电磁兼容喇叭天线校准规范》校准参数为：天线系数、天线半功率波束宽度和端口电压驻波比；JJG（军工）209-2019《电磁兼容测量天线检定规程》检定参数为：天线系数；GJB8815-2015《电磁兼容天</p>

		<p>线的天线系数校准规范》校准参数也为天线系数；JJF（军工）27.10-2014《电磁发射和敏感度测量设备校准规范 第10部分：发射天线》校准参数为：发射天线系数、3dB波束宽度和电压驻波比，与JJF1893-2021校准参数一致，但上述规程规范的主要参数均为“天线系数”，且一般发射天线的校准规范及方法均关注1m、3m或10m的天线系数（天线增益），发射信号与TEM喇叭天线的传播方式不同，不能表征天线口径上的照射均匀性；而TEM喇叭天线用于近场（10cm）测试，主要参数为场均匀性，因此一般发射天线的校准参数也不适用于TEM喇叭天线。</p> <p>本（建议）规范计量特性及技术指标符合GB/T 17626.39/IEC 61000-4-39中TEM喇叭天线的性能和特性，满足标准中TEM喇叭天线的参数和测量设备的要求。</p> <p><u>2.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>无知识产权问题或涉及专利情况。</p>			
推荐意见		<p>TEM喇叭天线主要用于有发射源功能的电气电子设备的近距离辐射场抗扰度测试，包括新能源汽车（自动驾驶、车载电气和电子设备近场抗扰度测试）、人工智能（人机交流、通信等功能近场抗扰度测试）、仪器仪表（通信及性能近场抗扰度测试）、智能家居（人机交流、智能控制近场抗扰度测试）等重点产业领域。TEM喇叭天线的校准对相关产品近距离辐射场抗扰性测试起着关键作用，项目书提出的计量特性和技术方案合理可行，建议立项。</p>			
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。