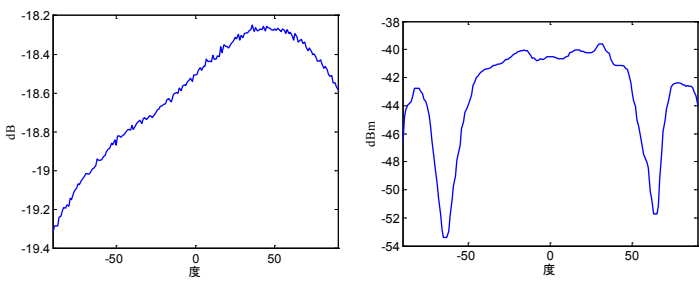


电子行业计量技术规范项目建议书

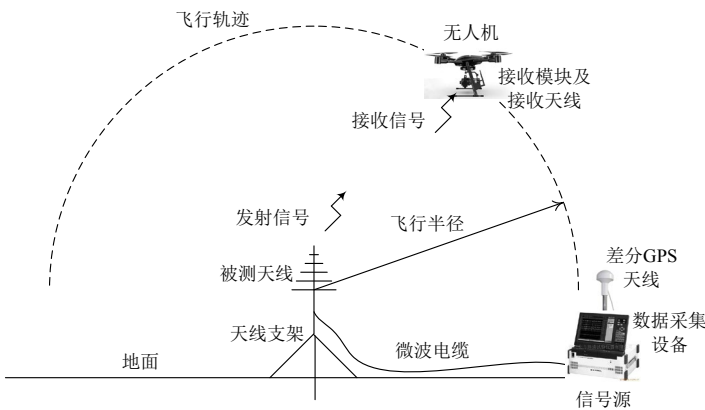
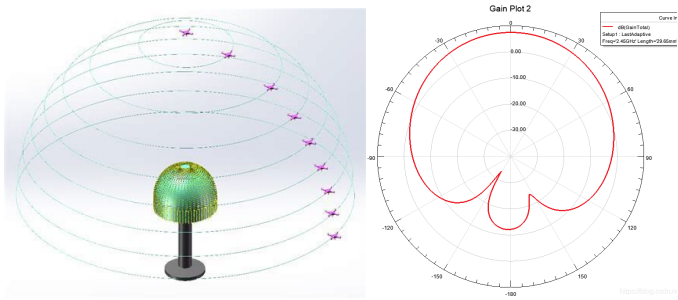
建议项目名称	100MHz～6GHz 天线系统方向性图外场校准规范		
制定或修订	<input checked="" type="checkbox"/> 制定 <input type="checkbox"/> 修订	被修订计量技术规范号	
计量技术规范性质	<input type="checkbox"/> 检定规程 <input checked="" type="checkbox"/> 校准规范	计量技术规范类别	<input checked="" type="checkbox"/> 重点 <input type="checkbox"/> 基础
主要起草单位	中国电子科技集团公司第二十研究所		
联系人	陆强	联系电话	18149452672
任务年限	2 年	申请经费	3 万
参加单位	中电科瑞测（西安）科技服务有限公司		
具备的特点	<input type="checkbox"/> 安全 <input type="checkbox"/> 节能 <input type="checkbox"/> 环保 <input checked="" type="checkbox"/> 自主创新 <input type="checkbox"/> 其他_____		
目的、意义和必要性	<p>天线是导行波和空间电磁波之间的转换器，包含全向性天线和定向性天线，天线的辐射方向性图用于表征天线辐射的电磁场在空间的分布特性的参数，在实际使用中，天线系统最终实现的方向性图将不可避免的受到天线的安装使用环境中遮挡、多径、反射等因素影响，从而使得天线方向性图产生畸变，最终导致天线系统的实际使用与设计产生较大偏差，进而影响整个系统的性能。如图 1 所示，某双角锥天线系统，外场实际测量方向性图与该天线在暗室环境下标准方向性图的差异很大。</p> <div><p>(a) 暗室环境天线方向性图测试数据 (b)外场实际使用时测试数据</p><p>图 1 天线外场方向性图变化差异</p><p>同时，部分天线系统采用波束合成的工作方式，其天线方向性图只能采用仿真方式估计，亟需在外场进行校准和测试验证。100MHz～6GHz 频段的</p></div>		

	<p>天线系统是目前应用于遥感、航空、航天、国防、航空导航、雷达探测、5G 通信、卫星导航等领域最广泛的外场天线系统。本项目主要申请编制天线系统外场校准规范，解决天线系统的外场方向性图校准溯源问题，为航空导航、雷达探测、5G 通信、卫星导航等产业的发展保驾护航。</p> <p>随着低空经济、5G 通信、卫星通信等科学技术的发展，天线的应用越来越广泛，电磁环境越来越复杂，对天线系统使用时的实际效能发挥要求越来越高，指标要求越来越精细，其外场天线方向性图直接决定着天线系统各项参数是否符合使用要求，各项参数量值的准确与否，直接影响对各类应用场景下，辐射信号是否可用的合格性判断。</p> <p>目前，没有相关 100MHz~6GHz 天线系统的外场方向性图的校准规范，有必要制定《100MHz~6GHz 天线系统的外场方向性图》，以解决 100MHz~6GHz 天线系统的外场方向性图的现场溯源问题，为航空、航天、通信、电子信息等众多行业在天线系统现场计量、测试方面提供强有力的技术支撑。</p> <p>100MHz~6GHz 天线系统广泛应用于航空导航信标、雷达探测、5G 通信等外场空域的无线电信号辐射、探测与测量，但国内没有相关的计量技术规范，100MHz~6GHz 天线系统外场方向性图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 100MHz~6GHz 天线系统外场方向性图的需要。该规范在解决设备溯源问题的同时可产生良好的社会效益，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>检索数据库范围：</p> <ol style="list-style-type: none">1 IEEE 全文数据库 https://ieeexplore.ieee.org/2 国际电工委员会（IEC） https://www.iec.ch/3 美国国家标准协会（ANSI） https://www.ansi.org/4 国家标准文献共享服务平台 http://www.cssn.net.cn/5 国家计量技术规范全文公开系统 http://jjg.spc.org.cn/6 中国标准在线服务网 http://www.spc.org.cn/7 军用标准化信息网 http://www.gjb.com.cn/ <p>经过查询上述数据库，目前天线系统外场方向性图没有相应的国家、军工、行业、地方等计量校准规范或检定规程。部分的论文和文献有对天线系</p>
--	---

	<p>统外场方向性图测量参数和测量方法有进行探究，但 100MHz~6GHz 天线系统外场方向性图一直没有合适的溯源依据，急需开展此项目的研究。</p>
产业链应用	<p>1、重点产业链方向</p> <p>国产大飞机按照“中国设计、系统集成、全球招标、逐步提升国产化”的路径发展。目前已经开始交付使用，国产大飞机有望为产业链企业带来万亿元量级的市场规模。大飞机被誉为现代制造业的皇冠，技术难度大、产业链条长，目前的 C919 大飞机一方面需要在商飞当中针对各种可能出现的事情进行测试，需要根据商飞反馈进行一些调整，另一方面则是需要在交付之前进行更多的测试，来保障大飞机本身的安全性，没有在制造过程当中出现安全方面的问题。当前无线电导航引导着陆是 C919 大飞机以及各型民用飞机普遍应用的飞机起降引导着陆方式。</p> <div data-bbox="523 891 1337 1108"></div> <p>图 2 大飞机无线电导航引导着陆原理图</p> <p>民航公约规定的无线电导航设备，主要包括仪表着陆系统（ILS）、伏尔系统（VOR）、微波着陆系统（MLS）、测距系统（DME）、卫星导航系统（GNSS）等。</p> <div data-bbox="518 1377 1278 1621"></div> <p>图 3 典型被校天线系统外场架设场景</p> <p>这些无线电导航系统均是在机场布设相应的天线系统，频率范围从 108MHz 到 6GHz 之间，向特定空域辐射不同制式的电磁波，用来引导飞机进行起降着陆。同时，在飞机生产、试验和交付过程中，需要开展机场试飞校验，用以验证飞机无线电导航设备分机、整机技术性能，试验时机场布设的导航引导天线系统外场辐射性能是否达到预期标准设计指标要求，已经成为</p>

	<p>了影响大飞机试验验证评估的关键问题，越来越多的机场和试验研究机构提出了机场空域天线系统的外场辐射性能校准需求。</p> <p>针对导航系统设备本身的性能，目前有相应的国家和行业校准规范，而对 100MHz～6GHz 天线系统外场方向性图的校准目前没有相应规范可以参考，仅有部分规范开展了暗室环境下的校准。本规范的研究与编制，能够实现相应天线系统的外场辐射特性的校准，为民用大飞机及各类民用飞机的科研改进、试验验证、推广应用提供计量技术支撑。</p> <p>2、对本行业重点产业链的支撑作用</p> <p>随着航空、航天、通信、雷达等无线电技术的蓬勃发展，无人机、低空经济、5G、民用卫星通信等场景，尤其是国产大飞机试验、应用均需要大量的天线来进行信号传输，而外场天线系统的性能，成为了产业发展的关键问题。本规范通过外场校准，能够精确的校准相关天线系统的外场方向性图，从而为天线系统的实际应用提供更准确、可靠、一致的量值保障，保障航空航天、地基增强系统、低空经济、5G 通信、卫星通信、物联网、自动驾驶等产业应用的健康持续发展。</p>																		
范围和主要 计量特性	<p>1. <u>计量技术规范的适用范围：</u></p> <p>本规范适用于 100MHz～6GHz 天线系统外场方向性图的校准，包括单天线系统方向性图和多天线系统波束合成方向性图。</p> <p>2. <u>以典型仪器或试验设备等（注明仪器型号）为依据，提出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>表 1 不同类型天线归一化方向图特性</p> <table><tr><th>天线系统类型</th><th>工作频率/MHz</th><th>归一化方向性图/dB</th></tr><tr><td>偶极子天线</td><td>100～1000</td><td>-40～0</td></tr><tr><td>双锥天线</td><td>300～1000</td><td>-40～0</td></tr><tr><td>对数周期天线</td><td>200～1000</td><td>-40～0</td></tr><tr><td>复合天线</td><td>100～3000</td><td>-40～0</td></tr><tr><td>其他天线</td><td>100～6000</td><td>取决于天线</td></tr></table> <p>根据上述典型型号仪器的技术指标，综合考虑各型号的天线系统的原理和结构构成，拟定参考计量性能要求如下（具体值以说明书为准）：</p> <p>辐射方向性图（幅度）：</p> <p>（1）频率范围 100MHz～6GHz</p> <p>（2）相对于主瓣峰值的电平: (-40 ～ 0) dB</p>	天线系统类型	工作频率/MHz	归一化方向性图/dB	偶极子天线	100～1000	-40～0	双锥天线	300～1000	-40～0	对数周期天线	200～1000	-40～0	复合天线	100～3000	-40～0	其他天线	100～6000	取决于天线
天线系统类型	工作频率/MHz	归一化方向性图/dB																	
偶极子天线	100～1000	-40～0																	
双锥天线	300～1000	-40～0																	
对数周期天线	200～1000	-40～0																	
复合天线	100～3000	-40～0																	
其他天线	100～6000	取决于天线																	

	<p>3. <u>校准环境条件</u></p> <p>3.1 环境温度：15℃～35℃；</p> <p>3.2 相对湿度：20%~80%；</p> <p>3.3 风速：≤5m/s；</p> <p>3.4 周围无影响仪器正常工作的电磁干扰。</p> <p>4. <u>主要测量标准的技术指标：</u></p> <p>(1) 无人机子系统</p> <p>飞行范围：（-100～100）m（水平），（0～100）m（垂直）</p> <p>空间定位误差（GNSS 误差）：±2cm(水平)，±5cm(垂直)</p> <p>无人机轨迹跟踪控制误差：±0.2m</p> <p>无人机具备轨迹规划和无线数传功能。</p> <p>天线云台角度范围（如需要）：</p> <p>方位角：-90°～90°，俯仰角：0°～90°，滚转角：-20°～20°</p> <p>角度最大允许误差：±0.1°</p> <p>(2) 射频子系统</p> <p>频率覆盖范围：100MHz～6GHz</p> <p>幅度测量动态范围：≥50dB</p> <p>相对幅度测量最大允许误差：±0.5dB</p> <p>分辨率带宽：1 Hz～1MHz</p> <p>测量天线：频率 100MHz～6GHz，辐射方向性图：全向</p> <p>信号源频率范围：100MHz～6GHz</p> <p>信号源功率范围：-40dBm～10dBm，最大允许误差：±0.5dB</p> <p>信号源非谐波杂散：<-50dBc</p> <p>具备天线方向图归一化解算和曲线绘制功能。</p> <p>5. <u>简要描述主要计量项目的技术原理。</u></p> <p>归一化天线辐射方向性图校准方法采用天线远场测量法来校准天线方向性图，天线远场测量是在天线的辐射场远区，通过直接测量得到远场的辐射特性。</p> <p>校准系统主要由无人机、差分 GPS 系统、信号发射端（含信号源、功放</p>
--	--

	<p>和发射天线)和信号接收端(含频谱仪和测试计算机)构成,如图2所示。信号发射端安装在地面上,由信号源和功放产生射频信号,通过被测天线发射信号。机载天线接收信号,通过接收模块获得发射信号不同角度的功率值。</p>  <p>图2 系统构成图</p> <p>以被校准天线为原点,确定好测量坐标系 x, y, z。控制无人机在被校准天线系统的远场测量条件下,确定校准测量轨迹,在轨迹圆周上等间隔角度选取校准点,遍历测量天线系统外场空间辐射功率测量,计算待测天线系统外场归一化方向性图。</p>  <p>图3 校准测量轨迹及归一化方向性图示意图</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>国内无相关天线系统外场方向性图计量技术规范及标准。目前国家校准规范仅有《JJF 1897-2021 30 MHz~1 GHz 测量天线校准规范》有相关暗室环境下的针对 30 MHz~1 GHz 测量天线方向性图校准规范,采用近场扫描法,与本规范在适用范围、校准环境与校准方法上均不同。</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>不涉及知识产权与专利问题。</p>

推荐意见		本项目申请编制天线系统外场校准规范，解决天线系统的外场方向性图校准溯源问题，项目书提出的计量特性和技术方案合理可行, 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。