



CNAS 技术报告

电磁兼容检测领域关键设备量值溯源指南

中国合格评定国家认可委员会

前 言

本文件依据 CNAS-CL01《检测和校准实验室能力认可准则》和 CNAS-CL01-G002《测量结果的溯源性要求》中的要求，并结合电磁兼容检测实验室测量设备的特性而制定。

本文件给出了电磁兼容检测实验室校准方案制定和实施的工作程序、方法和一般原则，以及典型设备的校准参数和范围，目的是指导相关实验室科学合理、有效地制定和实施校准方案，提高校准的有效性，确保实验室检测结果的准确可靠。

本文件给出的技术建议仅供相关方参考，不作为认可要求和评审依据。

本文件包含 3 个资料性附录。

本文件由中国合格评定国家认可委员会提出并归口。

本文件主要起草单位：中国合格评定国家认可中心、中国计量科学研究院、福建省计量科学研究院、中国信息通信研究院、中国电子技术标准化研究院

本文件主要起草人：靳冬、黄攀、肖娜丽、沈庆飞、周镒、崔强、侯新伟、孙晓辰、付君、熊宇飞、任春香、张海燕、田珊珊

电磁兼容检测领域关键设备量值溯源指南

1 范围

本文件给出了电磁兼容检测实验室为实现关键设备量值溯源，制定校准方案、实施校准、应用校准结果的程序、方法和一般原则，以及典型设备的校准参数和范围。

本文件适用于电磁兼容检测领域实验室。电磁兼容检测领域包括各类电子电气产品、工业科学和医疗设备、汽车、摩托车的电磁兼容检测项目。

本文件的测量设备（简称设备）包含测量仪器、测量标准和辅助装置等。

本文件不包含相关法规或者个别标准的特定要求。

2 引用文件

CNAS-CL01 《检测和校准实验室能力认可准则》

CNAS-CL01-A025: 2018 《检测和校准实验室能力认可准则在校准领域的应用说明》

CNAS-CL01-G002 《测量结果的溯源性要求》

CNAS-TRL-004:2017 《测量设备校准周期的确定和调整方法指南》

3 校准方案的制定

3.1 校准方案制定人员的作用和职责

实验室应选用具有有效和高效管理方案的校准方案制定人员，该人员应：

- a) 根据实验室实际工作需要和任何已知的约束确立校准方案的范围；
- b) 适当时，通过分配角色、职责和权限，支持校准方案的制定；
- c) 确定并确保提供必要的资源；
- d) 确保准备和保持适当的记录，包括校准方案记录；
- e) 监视、评审和改进校准方案；
- f) 将校准方案与实验室相关工作人员进行沟通，适当时与受委托的校准机构沟通。

校准方案制定人员应请实验室管理层批准其方案。

3.2 确立校准方案的内容

实验室应根据设备用于检测所依据的技术标准及实验室相关体系文件确立校准方案的范围，实验室制定的校准方案应覆盖所有对检测结果有影响的设备。

校准方案应包括但不限于：

a) 设备信息（设备名称、型号、编号等），适用时，加入设备所使用控制软件的名称和版本信息；

b) 溯源方式；

c) 需要校准的参数；

d) 各参数校准范围、校准点（适用时）；

e) 各参数最大允差或检测所依据标准规定的技术要求；

f) 校准周期；

g) 校准机构的资质要求；

h) 各参数的校准结果（数据）是否能满足要求的确认方法。

如果测量设备因没有相应的检定规程/校准规范等原因，以非校准证书的形式作为溯源证明时，实验室应确认其技术有效性（技术上是否能够等效为校准证书），以及是否满足使用要求。

实验室应准备和保持适当的记录，如编制校准设备计划表（参见附录 A）。

4 校准方案的实施

实验室应根据制定的校准方案实施校准工作。

4.1 校准服务方的选择

校准服务方应满足 CNAS-CL01-G002 的要求，实验室需索取和评价服务方的资质和能力范围，并保留相关资质证明材料和评价记录。校准服务方提供的各参数的不确定度应能满足实验室设备各参数最大允差或检测所依据标准规定的技术要求。

4.2 校准的实施

实验室应将校准方案中的校准参数、测量范围、最大允差、校准所依据的技术文件等技术信息提供给校准服务方，以便于校准服务方按照实验室的要求进行校准。

实验室应及时记录校准的时间、结果、校准服务方等信息。

在校准实施过程中，如测量设备离开实验室控制范围，应有有效的措施保护设备在运输、

校准服务方的存储、校准实施中的安全，确保其功能正常，并在投入使用前进行确认。

4.3 校准结果的确认

校准的结果应予以确认。校准证书的确认应至少包括以下内容：

- a) 校准机构服务方是否满足要求；
- b) 是否按照实验室提供的技术信息予以校准；
- c) 各参数的校准结果（数据）是否能满足其校准方案的要求，并能作出相应判断结果，

测量不确定度是否满足要求；

d) 适用时，是否提供修正值/修正因子或示值误差、校准曲线等，是否根据提供的上述数据进行修正；

e) 如果测量设备因没有检定规程/校准规范等原因，以非校准证书的形式作为溯源证明时，实验室应确认其技术有效性（技术上是否能够等效为校准证书），以及是否满足使用要求。

对于由多个子设备组成的成套检测设备，实验室应在对子设备进行校准的基础上，对成套设备所出具的检测结果进行核查。应制定核查作业指导书，明确核查方法和核查周期等，并对核查人员进行培训和授权，适用时给出核查结果的不确定度。

实验室应准备和保持适当的记录，如编制校准结果确认表（参见附录 A）。校准证书及校准证书的确认等记录应统一归档。

4.4 校准结果的使用

实验室应监视、分析、评价和应用其测量设备的校准结果。校准结果的监视、分析、评价和应用，应至少包括以下内容：

a) 确认测量设备各参数的校准结果（数据）是否符合校准方案的要求；

b) 发生不符合时，适用时：

- 1) 立即采取措施控制，并纠正不符合；
- 2) 处理后果，包括追溯测量设备不符合带来的影响；
- 3) 分析发生不符合的原因。必要时，可送其他校准机构再校准，对校准结果进行再确

认；

4) 实施任何所需的纠正措施，包括：修正使用、维修、停用和更换等措施；

5) 评价所采取的纠正措施的有效性；

c) 适用时，应用校准结果（数据）开展不确定度评定。

d) 部分检测项目应考虑利用测量设备的校准结果（数据）修正检测系统。包含但不限于传导骚扰和辐射骚扰项目。

考虑利用校准结果（数据）修正检测结果的测量设备及参数参见附录 C。

需要注意的是不理想的接收机的脉冲频率响应特性是不能进行修正的。因为在实际测量中干扰信号的脉冲重复频率通常是未知且无法确定的。抗扰度设备的参数一般不做修正。如果使用符合相关抗扰度标准中规定的设备和设施进行试验，那么与试验仪器校准和试验电平有关的不确定度不需要记录在试验报告中，也不应予以考虑。标准中规定的试验参数也不应由于考虑测量不确定度而改变。即：如果抗扰度设备的校准结果符合标准中的规定，那么在实际的抗扰度试验中，无需考虑使用实际校准的电平值和校准不确定度，也不应考虑使用实际校准的电平值对抗扰度试验的设定参数进行修正。

4.5 不确定度

4.5.1 不确定度的确认

在校准证书中都会给出测量结果的扩展不确定度和扩展不确定度的包含因子和包含概率。根据 CNAS-CL01-A025，实验室使用的测量标准的测量不确定度（或准确度等级、最大允许误差）应满足校准方法（如检定规程或校准规范）和国家溯源等级图（国家检定系统表）等的要求，当没有相关规定时，其与被校设备的测量不确定度（或最大允许误差）之比应小于或等于 1/3。

注：某些专业可能无法满足测量标准与被校设备测量不确定度（或最大允许误差）之比小于或等于 1/3，实验室应能够提供相关技术证明材料（如相关文献），证明其测量标准配置的合理性。

在电磁兼容领域中，测量标准与被校设备测量不确定度（或最大允许误差）之比大于 1/3 的情况主要出现在瞬态抗扰度发生器的校准中。例如：静电放电发生器的接触放电电流上升时间的最大允许误差为 $\pm 25\%$ ，校准的扩展不确定度为 $U_{rel}=15\%$ ($k=2$)；静电放电发生器的接触放电电流第一峰值的最大允许误差为 $\pm 15\%$ ，校准的扩展不确定度为 $U_{rel}=6.3\%$ ($k=2$)。电快速瞬变脉冲群发生器输出到 50Ω 负载的峰值电压的最大允许误差为 $\pm 10\%$ ，校准的扩展不确定度为 $U_{rel}=8.6\%$ ($k=2$)。浪涌发生器的开路电压峰值的最大允许误差为 $\pm 10\%$ ，校准的扩展不确定度为 $U_{rel}=8.6\%$ ($k=2$)；浪涌发生器的开路电压波前时间的最大允许误差为 $\pm 30\%$ ，校准的扩展不确定度为 $U_{rel}=13\%$ ($k=2$)。

4.5.2 不确定度的使用

通常实验室可以通过使用校准证书中的校准数据来修正测量结果，并得到较小的测量不确定度。考虑利用校准结果（数据）修正检测结果的测量设备及参数参见附录 C。

以接收机为例，可以采用一种标准给出的减小测量不确定度的简单方法。例如：如果校准

证书表明接收机的正弦波电压准确度在标准所规定的 $\pm 2\text{dB}$ 允差范围内，则仪器的正弦波电压准确度修正的估计值认为是 0，并服从半宽度为 2dB 的矩形分布。如果校准证书表明接收机的正弦波电压准确度优于标准所规定，例如为 $\pm 1\text{dB}$ ，则可以将该值用于接收机的不确定度评估（此时正弦波电压准确度修正的估计值认为是 0，并服从半宽度为 1dB 的矩形分布）。此时未使用校准实验室校准的测量不确定度。

另一种减小测量不确定度的方法则是采用数据修正的方法。如果校准证书给出了正弦波电压测量值与参考值的偏差，那么可以使用该偏差对测量结果进行修正，此时是使用校准实验室校准的测量不确定度。在接收机数据修正的实际使用中，还要考虑接收机的工作状态和测试频率等因素。例如：内置衰减器和预放大器的状态是否和校准证书校准正弦波电压准确度时候的状态相同，如果不相同，那么还要考虑这些部分对不确定度的影响。测试频率与校准频率不同的时候，则需要采用线性插值的方法进行修正。由于接收机的各种设置状态比较复杂，因此并不推荐对接收机的数据进行修正，推荐使用第一种方法。

当且仅当使用测量设备的校准结果对检测结果进行修正的时候，可以使用校准证书中的测量不确定度来分析检测结果的不确定度。在未利用校准证书的数据进行修正的时候，则不能使用校准证书中的测量不确定度，应使用测量设备自身的最大允许误差（或测量不确定度）来分析检测结果的不确定度。

5 校准方案的监控与改进

实验室可根据自身管理体系的要求对校准方案进行复审和必要的调整。

实验室应监控校准方案的实施过程，并根据实施情况予以持续改进。

6 校准周期的确定

校准周期的确定和调整方法参考CNAS-TRL-004: 2017《测量设备校准周期的确定和调整方法指南》。

6.1 设备校准周期的确定

设备校准周期的确定应由具备相关测量经验、设备校准经验、熟悉设备使用情况的专业人员完成。确定设备初始校准周期时，实验室可参考检定规程/校准规范所采用的方法和仪器制造商的建议等信息。此外，实验室可综合考虑以下因素：

- a) 预期使用的程度和频次；
- b) 环境条件的影响；
- c) 测量所需的不确定度；
- d) 最大允许误差；
- e) 设备调整（或变化）；
- f) 被测量的影响（如大功率信号对衰减器的影响）；
- g) 相同或类似设备汇总或已发布的测量数据。

6.2 设备校准周期的调整

实验室应制定校准方案，并进行复审和必要的调整，以保持对校准状态的信心。实验室制定校准方案后，可在后续使用中结合设备的使用情况和性能表现做出必要的调整。设备的校准周期以及后续校准周期的调整一般应由实验室（或设备使用者）确定，并以文件化的形式规定。如果设备的校准证书中给出了校准周期的建议，实验室可根据自身情况决定是否采用。

6.3 设备后续校准周期调整需考虑的因素

设备后续校准周期的调整，一般应考虑以下因素：

- a) 实验室需要或声明的测量不确定度；
- b) 设备超出最大允许误差限值使用的风险；
- c) 实验室使用不满足要求设备所采取纠正措施的代价；
- d) 设备的类型；
- e) 磨损和漂移的趋势；
- f) 制造商的建议；
- g) 使用的程度和频次；
- h) 使用的环境条件（气候条件、振动、电离辐射等）；
- i) 历次校准结果的趋势；
- j) 维护和维修的历史记录；
- k) 与其它参考标准或设备相互核查的频率；
- l) 期间核查的频率、质量及结果；
- m) 设备的运输安排及风险；
- n) 相关测量项目的质量控制情况及有效性；
- o) 操作人员的培训程度。

7 设备分类及校准参数

7.1 设备分类

7.1.1 测量类设备

测量类设备直接参与测量，其读数用于计算测量值的设备。此类设备主要包括：测量接收机、断续骚扰分析仪、频谱分析仪、谐波分析仪、闪烁分析仪等。

此类设备是电磁兼容检测的主要设备，使用频次高，校准参数多，其参数直接影响测量结果。推荐校准周期为 1 年。

7.1.2 测量类辅助设备

测量类辅助设备直接参与测量，但不具有读数功能，其参数的校准值直接用于计算测量值的设备。此类设备主要包括：各种类型的接收天线、人工电源网络（AMN）、不对称人工网络（AAN）、测量发射的耦合去耦网络（CDNE）、高阻电压探头、容性电压探头、电流探头、功率吸收钳、脉冲限幅器、以及衰减器、阻抗转换器和电缆等。

此类设备虽然是电磁兼容检测的辅助设备，但其参数直接影响测量结果。由于此类设备多为无源设备，没有自检功能，一旦参数发生变化，比较难于察觉。推荐校准周期为 1 年。

注：对于那些已经固定安装，不方便拆卸的电缆，实验室可以使用经过校准的仪器，对其衰减值/插入损耗值定期进行测量。

7.1.3 抗扰度类设备

抗扰度类设备是抗扰度试验的发生器，以及抗扰度试验的发射设备或耦合设备。此类设备包括：信号发生器、功率放大器、发射天线、耦合去耦网络（CDN）、电流注入探头、静电放电发生器、浪涌发生器等。

有些类型的抗扰度类设备，其发生器和发射设备或耦合设备应分开校准，例如：信号发生器、功率放大器和发射天线、耦合去耦网络一般分开校准。而有些类型的抗扰度设备，其发生器应和发射设备或耦合设备作为一个系统来校准，不能单独校准，例如：浪涌发生器和耦合去耦网络、电快速瞬变脉冲群发生器和容性耦合夹、工频磁场发生器和磁场线圈等。推荐校准周期为 1 年。

7.1.4 抗扰度类监测设备

抗扰度类监测设备是在抗扰度实验的实验前自校准和实验中用于监测的设备。此类设备主要包括：场强探头、功率计和功率探头、定向耦合器、电流监测探头、示波器等。

此类设备的读数直接影响抗扰度实验的测试等级是否准确。推荐校准周期为 1 年。

7.1.5 辅助类设备

辅助类设备不参与测量，这些设备为测量提供一个稳定的状态。此类设备主要包括：纯净电源、去耦网络、共模吸收装置（CMAD）、负载等。

如果实验室有此类设备的核查方案，那么此类设备不需要经常校准。推荐校准周期为 2 年。

7.1.6 期间核查类设备

期间核查类设备用于电磁兼容检测系统的期间核查。此类设备主要包括：梳状波发生器、噪声发生器、谐波源、静电放电靶、电快速瞬变脉冲群校准负载、高压差分探头、脉冲电流探头等。

此类设备的校准周期依据实验室的使用频次而定。推荐校准周期为 1 至 2 年。

7.1.7 其它类

以上未能涵盖的电磁兼容设备和设施。

7.2 设备主要校准参数及范围

各类常见设备主要校准参数及范围参见附录 B。

附录 A（资料性附录）：

设备校准计划表

设备名称	型号规格	设备编号	校准参数	技术要求	确认技术依据	校准机构的 资质要求	校准周期	上次 校准日期	有效日期
			参见附录 B				参见附录 B		

校准结果确认表

设备名称	型号规格	设备编号	校准参数	技术要求	确认技术 依据	校准结果		校准机构	
						证书号及校准 数据	是否符合 使用要求	机构名称	是否满足 校准要求
			参见附录 B				<input type="checkbox"/> 符合要求 <input type="checkbox"/> 不符合要求		<input type="checkbox"/> 符合要求 <input type="checkbox"/> 不符合要求

注：对于校准结果是否符合使用要求，需要对校准数据进行确认后作出符合性的判断。

发布日期：2022 年 12 月 31 日

附录 B（资料性附录）：

常见设备主要校准参数

类别	设备名称	参数	推荐校准周期	备注
1	测量接收机	正弦波电压幅度准确度	1 年	
		总选择性		
		输入端口电压驻波比		
		RF 衰减		
		QPk、PK、AV 检波器脉冲响应特性		
		线性刻度		
	断续骚扰分析仪	喀喇声试验信号	1 年	
		(相对/绝对) 脉冲响应		
		正弦波电压幅度准确度		
		6dB 带宽		
		RF 衰减		
	谐波分析仪	时间、幅度、频率	1 年	
		电压测量频率响应		
		电压测量准确度		
		电流测量频率响应		
		电流测量准确度		
闪烁分析仪	功率测量准确度	1 年		
	矩形电压变化的闪烁值 (Pst=1)			
2	喇叭天线	矩形电压变化的闪烁值 (Pst=3)	1 年	
		天线系数		
	环天线	端口驻波	1 年	
		天线系数		
	杆天线	天线系数	1 年	
	双锥天线	天线系数	1 年	
		对数周期天线		
		复合天线		
	对数周期天线	端口驻波	1 年	
		对称性 (可选)		
		分压系数		
	人工电源网络	端口阻抗 (模和相角)	1 年	
		隔离度		
		共模端口阻抗和相角;		
	不对称人工网络	隔离度	1 年	
		纵向转换损耗		
分压系数				
共模阻抗和相角				
测量发射的耦合去耦网络	差模阻抗	1 年		
	纵向转换损耗			
	分压系数			
	插入阻抗			
电流探头		1 年		

类别	设备名称	参数	推荐校准周期	备注	
		转移阻抗			
		电压探头	分压系数	1 年	
		功率吸收钳	钳因子 (含 6dB 衰减器和电缆)	1 年	
		去耦因子			
3	抗扰度类设备	信号发生器	输出电平	1 年	
		调制度			
	功率放大器	增益	1 年		
		1dB 压缩点			
		谐波			
		输出功率			
	耦合去耦网络	共模阻抗	1 年		
		耦合系数			
	电流注入探头	插入损耗	1 年		
		转移阻抗			
	电磁注入钳	耦合系数	1 年		
		去耦系数			
		阻抗			
	静电放电发生器	输出电压	1 年		
		放电的第一个峰值电流			
		放电电流的上升时间			
		在 30 ns 时的电流			
	电快速瞬变脉冲群发生器	在 60 ns 时的电流	1 年	应分别在 50 Ω 负载和 1000 Ω 情况下校准	
		脉冲重复频率			
		脉冲群周期			
		脉冲群持续时间			
		脉冲电压峰值			
		脉冲上升时间			
	电快速瞬变脉冲群发生器耦合去耦网络	脉冲电压峰值	1 年	应配合电快速瞬变脉冲群发生器一起校准	
		脉冲上升时间			
		脉冲宽度			
	电快速瞬变脉冲群发生器容性耦合夹	脉冲电压峰值	1 年	应配合电快速瞬变脉冲群发生器一起校准	
		脉冲上升时间			
		脉冲宽度			
	浪涌发生器	开路电压峰值	1 年		
		开路电压波前时间			
		开路电压持续时间			
		开路电压下冲			
		短路电流峰值			
短路电流波前时间					

类别	设备名称	参数	推荐校准周期	备注
	浪涌发生器耦合去耦网络	短路电流持续时间		应配合浪涌发生器一起校准
		短路电流下冲		
		开路电压峰值	1 年	
		开路电压波前时间		
		开路电压持续时间		
		短路电流峰值		
		短路电流波前时间		
短路电流持续时间				
4	抗扰度类监测设备	场强探头	1 年	
		场强线性		
	功率探头	频率响应	1 年	
		功率线性		
	定向耦合器	耦合系数	1 年	
		端口驻波		
		插入损耗		
	电流监测探头	插入损耗	1 年	

附录 C（资料性附录）：

应用校准结果（数据）修正的典型设备及参数

序号	检测设备	修正参数	备注
1	测量天线	天线系数	
2	预置放大器（需要时）	增益	
3	人工电源网络	分压系数	
4	不对称人工网络	分压系数	
5	功率吸收钳	吸收钳系数	
6	衰减器	衰减系数	
7	容性电压探头	分压系数	
8	电压探头	插入损耗	
9	脉冲限幅器	插入损耗	
10	射频同轴线缆	插入损耗	
11	工频磁场	线圈因数	