



CNAS 技术报告

电磁兼容检测领域质量控制方法

中国合格评定国家认可委员会

电磁兼容检测领域质量控制方法

1 范围

1.1 本文件适用于电磁兼容检测领域实验室及其它涉及电磁兼容检测项目的实验室（以下简称实验室）为确保检测结果有效性开展的质量控制活动，对实验室质量控制方法制定、方案策划及实施评价及评审组开展实验室认可评审工作提供指导性建议。

1.2 本文件附录给出了电磁兼容检测实验室质量控制方法及实例，供实验室开展质量控制活动及评审组开展认可评审工作时参考。

2 参考文献

下列文献中的条款通过引用成为本文件的条款。凡是注日期的引用文献，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文献，其最新版本（包括修改单）适用于本文件。

2.1 CNAS-CL01: 2018 《检测和校准实验室能力认可准则》

2.2 CNAS-CL01-G001: 2018 《CNAS-CL01<检测和校准实验室能力认可准则>应用要求》

2.3 CNAS-CL01-G002: 2021 《测量结果的计量溯源性要求》

2.4 CNAS-CL01-A003: 2018 《检测和校准实验室能力认可准则在电磁兼容检测领域的应用说明》

2.5 CNAS-CL01-G004: 2018 《内部校准要求》

2.6 CNAS-RL02: 2018 《能力验证规则》

2.7 CNAS-GL002: 2018 《能力验证结果的统计处理和能力评价指南》

2.8 CNAS-GL003: 2018 《能力验证样品均匀性和稳定性评价指南》

2.9 CNAS-GLXX 《电磁兼容检测领域设备、设施期间核查指南》

2.10 JJF1001-2011 《通用计量术语及定义技术规范》

2.11 JJF1033-2016 《计量标准考核规范》

2.12 GB/T 17989.1-2020 控制图 第1部分：通用指南

2.13 GB/T 17989.2-2020 控制图 第2部分：常规控制图

2.14 GB/T 17989.4-2020 控制图 第4部分：累积和控制图

2.15 GB/T 6379.1-2004 测量方法与结果的准确度(正确度与精密度) 第1部分 总则与定义

- 2.16 GB/T 6379.2-2004 测量方法与结果的准确度（正确度与精密度） 第2部分 确定标准测量方法重复性与再现性的基本方法
- 2.17 GB/T 6379.3-2012 测量方法与结果的准确度（正确度与精密度） 第3部分 标准测量方法精密度的中间度
- 2.18 GB/T6379.6-2009测量方法与结果的准确度（正确度与精密度 第6部分：准确度值的实际应用
- 2.19 GB/T 27043-2012 合格评定 能力验证的通用要求
- 2.20 GB/T 28043-2019 利用实验室间比对进行能力验证的统计方法
- 2.21 GB/Z 41634-2022 电磁兼容检测用设备期间核查指南
- 2.22 《一级注册计量师基础知识及专业实务（第4版）》，中国质检出版社，2017年3月第1版
- 2.23 《能力验证及其结果处理与评价》，中国质检出版社，2016年2月第1版

3 术语、定义及缩略语

下列术语、定义及缩略语适用于本文件。

3.1 术语及定义

3.1.1 检测

对给定产品，按照规定程序确定某一种或多种特性、进行处理或提供服务所组成的技术操作。

[JJF 1001-2011, 9.46]

3.1.2 校准

在规定条件下的一组操作，其第一步是确定由测量标准提供的量值与相应示值之间的关系，第二步是用此信息确定由示值获得测量结果的关系，这里测量标准提供的量值与相应示值都具有测量不确定度。

[JJF 1001-2011, 4.10]

3.1.3 质量控制

为达到质量要求所采取的作业技术和活动。

3.1.4 准确度

测试结果与接受参照值间的一致程度。

[GB/T 6379.1-2004, 3.6]

3.1.5 正确度

由大量测试结果得到的平均数与接受参照值间的一致程度。

[GB/T 6379.1-2004, 3.7]

3.1.6 精密度

在规定条件下，独立测试结果间的一致程度。

[GB/T 6379.1-2004, 3.13]

注：精密度的度量通常以不精密度表达，其量值用测试结果的标准差表示，精密度越低，标准差越大。

3.1.7 测量仪器的稳定性/稳定性

测量仪器保持其计量特性随时间恒定的能力。

[JJF 1001-2011, 7.19]

3.1.8 标准样品

具有一种或多种规定特性足够均匀且稳定的材料，已被确定其符合测量过程的预期用途。

[GB/T 15000.2-2019, 2.1.1]

3.1.9 核查标准/核查装置

用于日常验证测量仪器或测量系统性能的装置。

[JJF 1001-2011, 8.10]

3.1.10 期间核查

根据规定程序，为了确定计量标准、标准物质或其他测量仪器是否保持其原有状态而进行的操作。

[JJF 1001-2011, 9.49]

3.1.11 控制图

为监控过程，控制和减少过程变异，将样本统计量值序列以特定顺序描点绘出的图。

[GB/T 17989.1-2020 3.1]

3.1.12 子组

取自同一过程的一组数据，所得到的分组数据使组内差异尽量小，组内差异尽量大。

[GB/T 17989.2-2020 3.1.1]

3.1.13 控制限

用于确定特性的预期稳定程度的统计量。

[GB/T 17989.1-2020 3.2]

3.1.14 重复性条件

在同一实验室，由同一操作员使用相同的设备，按相同的测试方法，在短时间内对同一被测对象相互独立进行的测试条件。

[GB/T 6379.1-2004, 3.14]

3.1.15 重复性

在重复性条件下的精密度。

[GB/T 6379.1-2004, 3.13]

3.1.16 再现性条件

在不同的实验室，由不同的操作员使用不同设备，按相同的测试方法，对同一被测对象相互独立进行的测试条件。

[GB/T 6379.1-2004, 3.18]

注：在一些技术规范中，“再现性”也称为“复现性”。

3.1.17 再现性

在再现性条件下的精密度。

注：在一些技术规范中，“再现性”也称为“复现性”。[GB/T 6379.1-2004, 3.17]

3.1.18 中间精密度条件

在实验室、操作员、设备、测试方法、测试时间等测试条件不完全相同，也不完全不同的情况下，对同一被测对象相互独立进行测试的条件。

注：在一些技术规范中，如 JJF1001-2011 中，“中间精密度”也称为“期间精密度”。

3.1.19 中间精密度

在中间精密度条件下的精密度。

注：在一些技术规范中，“中间精密度”也称为“期间精密度”。

3.1.20 最大允许测量误差/最大允许误差

对给定的测量、测量仪器或测量系统，由规范或规程所允许的，相对于已知参考量值的测量误差的极限值。

[JJF 1001-2011, 7.27]

3.1.21 系统测量误差/系统误差

在重复测量中保持不变或按可预见方式变化的测量误差的分量。

[JJF 1001-2011, 5.4]

3.1.22 随机测量误差/随机误差

在重复测量中按不可预见方式变化的测量误差的分量。

[JJF 1001-2011, 5.6]

3.1.23 测量误差/误差

测得的量值减去参考量值。

[JJF 1001-2011, 5.3]

3.1.24 测量不确定度/不确定度

根据所用到的信息，表征赋予被测量量值分散性的非负参数。

[JJF 1001-2011, 5.18]

3.1.25 能力验证

利用实验室间比对，按照预先制定的准则评价参加者的能力。

[GB/T 27043-2012 3.7]

3.1.26 指定值

对能力验证样品的某个特性赋予的值。

[GB/T 28043-2019 3.3]

3.1.27 能力评定标准差

用于能力评定的离散性度量。

[GB/T 28043-2019 3.4]

3.1.28 离群值

样本中的一个或几个观测值，它们离开其他观测值较远，暗示它们可能来自不同的总体。

[GB/T 28043-2019 3.12]

3.1.29 测量审核

一个参加者对被测样品进行测试，其测试结果与参考值进行比较的活动。

注：测量审核是对一个参加者进行“一对一”能力评价的能力验证计划。

3.2 缩略语

3.2.1 LISN/AMN

线路阻抗稳定网络（Line Impedance Stabilization Network），也称人工电源网络（artificial mains network）

3.2.2 EUT

被测设备（Equipment under test）

3.2.3 NSA

归一化场地衰减（Normalized Site Attenuation）

3.2.4 VSWR

电压驻波比（Voltage Standing Wave Ratio）

3.2.5 CDN

耦合去耦网络（Coupling Decoupling Network）

4 质量控制的目标

质量控制是实验室质量管理体系的关键环节。实验室通过质量控制工作对检测活动进行监控，确认检测结果是否准确可靠，当发现检测过程与管理体系、技术规范存在偏离、检测结果存在偏倚时，采取措施予以控制和纠正，防止报告不正确的结果，同时避免再次出现类似不符合工作。

质量控制的目标为使实验室检测活动符合管理体系和技术规范的要求，应与实验室质量管理体系、技术规范、客户要求及针对检测项目的特定需求一致。

5 质量控制活动的分类

质量控制方法明确了质量控制工作中的程序、步骤、关键点及评价方法，是质量控制方案的核心内容，也是质量控制工作开展的基础。实验室可根据检测项目、检测标准/方法本身的稳定性与复杂性，以及实验室环境、设备、人员等变化情况，采取相应的一种或多种方法，实施不同的质控活动。

5.1 内部质量控制活动

实验室可针对其内部影响检测结果的各种因素，采取相应的方法进行质量控制。电磁兼容检测领域的内部质量控制活动，可以从检测过程关键点的“事中”监控，也可以对检测结果（数据）的分析利用的“事后”追溯。

5.1.1 基于检测过程的质量控制活动

实验室可选取检测过程中对检测结果产生影响的关键环节和关键控制点实施监控或核查，包括但不限于：

- （1）对电磁兼容检测相关人员能力的监控；
- （2）对电磁兼容检测过程中的环境条件、测量设施设备等实施监控，包括但不限于对测量设备及标准样品的溯源性的监控、测量设备及标准样品的功能的监控、测量场地及设施相关要求的监控等；
- （3）对电磁兼容检测过程中检测样品（EUT）对检测结果影响的进行监控和评估；
- （4）检测原始记录、证书、结果报告内容的核查。

5.1.2 基于检测/核查结果（数据）的质量控制活动

实验室可策划并实施特定的检测/核查，并分析监控其结果（数据）用于实验室的质控活动，适用时实施改进，包括但不限于：

- (1) 使用质量控制样品进行质量控制，例如：
 - a) 使用标准样品等核查标准对测量仪器设备进行期间核查；
 - b) 持续对标准样品等核查标准进行检测，并制作控制图监控检测结果；
 - c) 留存样品的检测；
 - d) 盲样测试；
 - e) 分析样品不同特性结果之间的相关性；
- (2) 实验室内部比对，例如：
 - a) 使用不同设备进行检测；
 - b) 通过不同方法进行检测；
 - c) 不同人员进行检测；

5.2 外部质量控制活动

实验室的外部质量控制方法优先考虑适合的能力验证计划和测量审核，适当时，可组织实验室间比对。

5.3 其他质量控制活动

一些特殊的检测活动，检测结果无法复现，难以按照上述质量控制方法进行质量控制，实验室应关注人员的能力、培训、监督以及与同行的技术交流。

6 典型质量控制方法与实例

实验室可制定电磁兼容检测项目质量控制方法，并将质量控制方法作为管理体系文件进行控制，按照管理体系要求对其进行审查、更新、批准、标识、发放、作废等操作。本报告提供的质量控制方法及实例基本覆盖了电磁兼容检测工作的一般情形，但可能不适用于所有电磁兼容检测项目，或与实验室检测工作开展情况存在差异，因此，本报告中的质量控制方法对于实验室的具体应用，可能不是唯一或最优的选择，实验室可参考本文件结合实际情况制定适合的质量控制方法。

质量控制方法通常需考虑以下内容：

- a) 质量控制程序和步骤
- b) 实施质量控制的关键点；
- c) 适用时，样品应满足的要求；
- d) 适用时，质量控制结果评价准则、限值及其确定依据；

6.1 对检测过程的关键点进行监控的方法

6.1.1 对电磁兼容检测相关人员能力的监控

为确保电磁兼容检测工作质量，实验室从事检测相关工作的人员应符合一定的要求，包括受教育程度、技术职称及具备相应的能力、技术、知识、经验等条件。为确保实验室电磁兼容检测结果的有效性，应对检测人员能力进行定期或不定期的监控。

实验室实施人员能力监控应基于风险分析的原则，充分考虑人员岗位职责和授权情况，根据技术的复杂性、检测方法的变化情况、人员专业教育经历、培训考核情况以及工作量和其他的变化。监控手段包括但不限于：现场监督实际操作过程、盲样测试、实验室内比对、能力验证和实验室间比对结果等。

实验室通过监控手段发现检测人员与管理体系要求存在偏离时，应采取纠正措施，如培训、同行交流等，使检测人员符合管理体系相关要求。

6.1.2 对环境条件和测量设施设备的监控

当实验室的测量准确度或测量不确定度影响报告结果的有效性和（或）建立结果报告的计量溯源性时，需对测量设备及标准样品进行计量溯源。测量设备及标准样品的计量溯源工作应符合 CNAS-CL01、CNAS-CL01-G002 以及抽样、检测方法对计量溯源性的要求。对于电磁兼容检测来说，测量设备及标准样品的功能、测量场地及设施都对检测结果有直接的影响。

实验室可策划监控方案，定期或不定期核查电磁兼容检测的测量场地、设施设备、标准样品情况，确保满足相关技术规范对的要求，核查的方法和内容包括但不限于：

计量溯源方案、评价和选择满足溯源要求的机构、根据要求的项目及周期对测量设备及标准样品进行检定/校准或测试、对溯源结果进行核查和再确认；

对测量设备及标准样品功能核查主要包括测量设备外观是否完整无破损、线缆连接是否牢固、接地是否良好（如有需要）、是否可以正常运行、计量性能是否符合技术规范相关要求、测量模块及测量参数设置是否符合检测工作要求等。

对于具备计量性能的测量设备及标准样品，核查其校准状态，或者通过对核查标准进行检测、校准或测量，核查测量设备或标准样品是否符合要求；对于辅助测量设备，一般可通过预先运行、加载等核查其功能。

电磁兼容检测领域的环境参数主要有：屏蔽效能、接地电阻、绝缘电阻、

环境噪声电平、NSA、VSWR、场均匀性等。对测量场地及设施进行确认及核查，确认及核查内容主要包括信号源、EUT 与天线、探头、LISN、CDN 等测量设备的相对位置及距离、天线位置、方向及高度，桌面材质及高度，接地平板的材质及尺寸、吸波材料的布置、场地空间及屏蔽性、NSA 等等，以确保测量场地及设施符合检测方法相关规定。

6.1.3 对检测样品（EUT）的影响进行监控和评估

检测样品、端口及其使用线缆的类型、频率范围、运行模式、功能、试验信号、配置、布置及工作电压、频率等因素均可能会对检测结果产生影响。实验室可策划并选取功能相对复杂的样品实施监控，并对样品本身对检测结果的影响进行评估。

对检测样品（EUT）的影响监控和评估，可采用同一样品重复安装、布置，重复测试，以评估样品与测试环境、测试设备的链接和部署对检测结果的影响。也可以对 EUT 在不同工作状态、运行模式、不同功能实现和不同类型的信号下进行反复测试，评估样品自身特性对检测结果的影响。确保检测样品相关因素符合检测方法相关要求，保检测结果能够客观、准确反映检测样品在运行时的辐射电平水平或抗扰度性能。

6.1.4 检测原始记录、证书、结果报告内容的核查

实验室可定期审查检测原始记录、证书及结果报告的格式、内容、数据处理及表示、修改、变更、审核、批准、用印及存档等是否符合管理体系相关要求及技术规范有关规定，确保检测原始记录、证书及结果报告的信息可以客观、准确和完整的反映测量结果。

6.2 期间核查

6.2.1 期间核查的一般要求

期间核查是为保持测量设备校准状态的可信度，对测量设备示值(或其修正值、或修正因子)在规定的时间内是否保持测量设备所规定的最大允许误差或扩展不确定度或准确度等级的核查。期间核查是核查测量设备示值的系统误差，或者说核查系统效应对测量设备示值的影响。

实验室检测使用的测量设备或系统，通常只要具备相应的核查标准和实施核查的条件，均应作为期间核查对象，根据频次要求进行期间核查。对于电磁

兼容检测领域，由于一种项目一般需要多种设备配套使用进行检测，因此一般不对单台测量设备进行期间核查，而是采用核查测量系统的方式进行期间核查。

电磁兼容检测领域设备、设施期间核查的程序要求、适用情形、对象、计划、作业指导书、结果处理方法及核查要求和方法示例等详细信息，可参见 GB/Z 41634-2022 《电磁兼容检测用设备期间核查指南》，CNAS-GL52 《电磁兼容检测领域设备期间核查指南》。

6.2.2 实例

本文件给出了使用梳状波信号发生器对辐射骚扰场强（1GHz~6GHz）测量系统（以下简称测量系统）进行期间核查的方法实例，见附录 A.1。

6.3 控制图

6.3.1 概述

控制图是对过程数据的图形化表示，可对检测结果变化情况进行直观评估，判断检测结果是否只受到随机或偶然因素的影响，没有受到非预期或特殊因素的影响，即检测结果是否处于“统计受控状态”。这里“过程”指检测相关测量、统计等工作。

典型的控制图包含中心线和位于中心线两侧的上控制限 L_{CL} 及下控制限 U_{CL} 。中心线反映了统计量预期变化的中心水平。控制限用于判断过程是否处于统计受控状态。如果统计量随机落在两侧控制限之间的区域，同时满足相关判定准则时，表明过程处于受控状态；当有统计量落在控制限之间的区域外或不满足相关判定准则时，表明有特定原因导致过程变异，需要对过程采取纠正措施，使过程恢复到受控状态。有时，控制图还有称为“警戒限”的第二组控制限，此时，原控制限称为“行动限”。当数据点超出警戒限但未超出行动限时，表明存在使过程出现偏离趋势的影响因素，但此时不必采取措施，可以缩短下一组测量的时间间隔或增加子组样本量来确定过程是否失控。

6.3.2 控制图的设计

6.3.2.1 控制图绘制前的准备工作

控制图绘制前的准备工作主要有：

确定控制图的统计量，即通过控制图进行监控的参数，统计量的选择根据质量控制的项目有所区别：

对于发射或传导骚扰检测项目，测量点应覆盖核查对象的示值区间，并包括

相关技术规范中规定的各检测频率范围内发射或传导骚扰限值附近的测量点；对于发射或传导抗扰度检测项目，试验电平应覆盖相关技术规范中规定的试验电平频率、电压、电流、场强等指标范围。应分析和确认测量过程的关键因素，确保测量过程的关键因素得到控制。

对于统计量，如果具备进行重复性测量的条件，应按一定的时间间隔分组进行测量，每组测量在重复性条件下进行。各组测量的时间间隔和每组测量的次数，可综合考虑测量工作的难易程度、经济成本等情况确定。一般来说，较短的时间间隔及较大的子组样本量能够更准确的检测到较小的过程均值的偏移；较长的时间间隔及较小的子组样本量可以更快的检测到较大的过程均值的偏移。同时，子组的时间间隔及子组样本数会影响过程能力，子组的时间间隔越大，引入波动的因素可能会增加，子组内重复性增大，控制限的范围变宽，过程能力指数降低。反之，减小子组时间间隔，子组内重复性减小，控制限范围变小，过程能力增加。

采集初始数据，用于确定控制图中心线及控制限。初始数据收集阶段，过程应不受外部因素的间歇性影响，即在数据采集的初始阶段，过程处于稳定状态。

制定控制图出现统计失控状态时的行动方案，即控制图统计量落在控制限之间的区域外或不满足相关判定准则时，应有排查特殊原因来源并采取纠正措施的预案，用于指导过程偏离的纠正和调整。

6.3.2.2 控制图类型的选择

对于某个监控参数，一般有监控过程均值和过程变异的两个控制图对测量值组间和组内波动情况进行描述。

当每组测量次数 $n=1$ 时，选择单值 $\bar{X}$ 图和移动极差 R_m 图（数据点为相邻 $\bar{X}$ 值之差的绝对值）进行质量监控；当每组测量次数 $1 < n < 10$ ，选择均值 $\bar{X}$ 图和极差 R 图进行质量控制；当每组测量次数 $n > 10$ 时，选择均值 $\bar{X}$ 图和标准差 s 图进行质量控制。当需要降低组内极端值的影响时，中位数 X 图可替代均值 $\bar{X}$ 图进行质量控制。中位数 X 图特别适用于包含奇数个测量值的子组样本量较小的子组，但中位数 X 图较均值 $\bar{X}$ 图对失控状态的响应稍慢一些。以上各类控制图可基本满足电磁兼容检测领域质量控制工作的需要，更多类型控制图的信息，可参考 GB/T 17989-2020 系列标准。

6.3.2.3 控制图的绘制

各类控制图以进行子组测量的序号为横轴，统计量为纵轴，在其上绘制中心线、控制限及数据点。上述各类控制图中心线及控制限的计算方法见 GB/T 17989.2-2020 6.2~6.4 部分，其他控制图的绘制方法见 GB/T 17989-2020 系列标准。

6.3.3 控制图在电磁兼容检测质量控制工作中的应用

辐射或传导骚扰测量系统通过接收机等设备对稳定的信号发生器输出的信号场强等参数进行测量，或者通过场探头、电流探头、示波器、功率计、数字万用表等设备对辐射或传导骚扰抗扰度测量系统的骚扰信号波形峰值、脉冲时间等参数进行测量时，可将上述测量值绘制在控制图中，通过控制图对上述量值进行监控，以达到对检测结果进行质量控制的目的。此外，可将测量系统或设备历年量值溯源记录中的数据绘制在控制图中，对测量系统或设备数据的稳定性进行监控，进而对检测结果进行质量控制。

6.3.4 采用控制图实施质量控制的步骤

以下为在检测数据平均值及标准差未知的情况下，通过控制图对检测质量进行控制的步骤：

6.3.4.1 对控制图进行设计。

6.3.4.2 在监控过程变异的控制图上绘制数据点

首先在移动极差 R_m 图或极差 R 图或标准差 s 图中绘制数据点，当有数据点落在控制限之间的区域外或不满足相关判定准则时，需排查原因，如失控数据点可以查明原因，应采取纠正措施消除导致过程偏离的因素，并在控制图中删除此数据点，重新计算中心线和控制限，并绘制控制图。确定剩余数据点是否在新绘制控制图中处于统计控制状态，如仍有数据点处于失控状态，重新进行本步，否则进行下一步。

注：1、为确保对过程波动性的可靠估计，最少要采集 25 个初始子组。

2、当删除的失控数据点多于 1/3 的子组数（对于 25 个初始子组，为 8 个数据点）时，建议补充采集更多的子组，使子组数不少于 25 个。

6.3.4.3 在监控过程均值的控制图上绘制数据点

当第 6.3.4.2 条中所述控制图中的数据均处于统计控制状态时，使用这些数据绘制单值 $\bar{X}$ 图或均值 $\bar{X}$ 图或中位数 X 图，其他要求同第 6.3.4.2 条。

6.3.4.4 持续监控过程

使用第 6.3.4.2 条、第 6.3.4.3 条部分修改的最后一版控制图对检测数据进行持续监控，当有数据点落在控制限之间的区域外或不满足相关判定准则时，应根据之前确定的出现统计失控状态时的行动方案排查原因并采取纠正措施，使过程恢复至统计控制状态。当过程失控、原因被识别且消除该原因需要对过程进行重大改变时，需重新进行第 6.3.4.1 条至第 6.3.4.3 条步。

6.3.5 实例

采用控制图实施质量控制的实例，见附录 A.2。

6.4 使用重复性及稳定性考核数据进行质量控制的方法

6.4.1 重复性考核

对于辐射及传导骚扰测量系统或设备，重复性试验中，通过测量系统或设备在重复性条件下对稳定的检测对象（通常为信号发生器）输出的场强等参数，进行 n 次独立重复测量，得到的测量值为 y_i ($i=1, 2, \dots, n$)，则重复性 $s(y_i)$ 按式 6.4.1 计算。

$$s(y_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (6.4.1)$$

式中， n 应尽可能大，一般应不小于 10 次。

对于辐射及传导骚扰抗扰度测量系统或设备，如果具备信号采集测量设备或系统，可读取抗扰度测量系统或设备输出信号波形的峰值、脉冲时间等参数，也可以进行重复性考核，此时为通过信号采集测量设备或系统，在重复性条件下对抗扰度测量系统或设备输出信号的参数进行 n 次独立重复测量，重复性参照式 6.4.1 计算。

一般来说，电磁兼容检测系统或设备至少每年进行一次重复性试验，以首次重复性试验获得重复性作为参考值，也可参照技术规范中的信息（如 CISPR-16-4-2 中给出的接收机读数引入的不确定度分量）给出重复性参考值，记为 s_0 ；后续进行重复性试验时，如重复性不大于 s_0 ，则认为电磁兼容检测系统或设备测量重复性符合要求。否则，应根据后续获得的重复性对测量不确定度重新进行评定，如评定结果符合测量系统或设备计量性能的要求（参见测量系统或设备校准规范），或者满足测量要求（参见检测方法标准），则重复性符合要求，并将新的重复性作为参考值对后续重复性进行评价；如评定结果不符合测量系

统或设备的计量性能要求、或不满足测量要求，则重复性不符合要求，需排查原因并采取纠正措施，使重复性满足相关要求。

6.4.2 稳定性考核

对于辐射及传导骚扰测量系统或设备，每年通过测量系统或设备在重复性条件下对稳定的检测对象（通常为信号发生器）输出的场强等参数，进行至少一组 n 次独立重复测量，取其算术平均值作为稳定性考核数据，以相邻两次的稳定性考核数据之差的绝对值作为电磁兼容检测系统或设备该段时间的稳定性。若辐射或传导骚扰测量系统或设备的测量结果采用标称值或示值作为结果，则其稳定性应当小于测量最大允许误差的绝对值，若测量结果需要加修正值使用，则其稳定性应当小于修正值的扩展不确定度(U_{95} 或 U ， $k=2$)（可参考测量系统或设备的校准证书）。

对于辐射及传导骚扰抗扰度测量系统或设备，通过信号采集测量设备或系统，每年在重复性条件下对抗扰度测量系统或设备输出信号的波形参数（峰值、脉冲时间等）进行至少一组 n 次独立重复测量，取其算术平均值作为稳定性考核数据。可根据相关技术规范（测量系统或设备校准规范、检测方法标准等）中的规定对稳定性考核数据进行评价。

实验室也可至少每年一次用高准确度等级的测量设备对电磁兼容检测系统或设备进行测量，或者通过控制图、技术规范规定的方法、电磁兼容检测设备或系统的量值溯源记录进行稳定性考核，并根据相关技术规范判断稳定性是否符合要求。

6.4.3 实例

使用重复性考核方法进行质量控制的实例见附录 A.3.1。关于重复性考核的详细信息，参见 JJF1033-2016 4.5.3.5 及 C.1。

使用稳定性考核方法进行质量控制的实例见附录 A.3.2。关于稳定性考核的详细信息，参见 JJF1033-2016 4.2.3 及 C.2。

6.5 使用测量方法重复性、再现性及中间精密度进行质量控制的方法

重复性、再现性及中间精密度分别指在重复性条件、再现性条件及中间精密度条件下测量结果的精密度，即测量结果的标准差。对于辐射或传导骚扰检测项目，可使用重复性、再现性及中间精密度进行质量控制；对于辐射或传导骚扰抗扰度检测项目，实际应用中较难确定重复性、再现性及中间精密度，一

般不建议通过本部分给出的方法进行质量控制。

以下检测质量控制方法需已知重复性 σ_r 、再现性 σ_R 或中间精密度 σ_I 。确定测量重复性 σ_r 及再现性 σ_R 的方法，参见 GB 6379.2-2004；确定中间精密度 σ_I 的方法，参见 GB 6379.3-2012。以下检验方法的显著性水平为 95%。

6.5.1 实验室内两组测量结果的比较

在实验室内重复性条件下进行两组测量，两组测量结果的算术平均值分别为 $\bar{y}_1$ 和 $\bar{y}_2$ ，数量分别为 n_1 和 n_2 ，如式 6.5.1 成立，则认为两组测量结果是一致的，否则认为两组测量结果存在差异，需排查原因并采取纠正措施。

$$|\bar{y}_1 - \bar{y}_2| \leq 2.8\sigma_r \sqrt{\frac{1}{2n_1} + \frac{1}{2n_2}} \dots\dots\dots (6.5.1)$$

6.5.2 实验室内测量结果与参照值的比较

在实验室内重复性条件下进行一组测量，测量结果算术平均值及数量分别为 $\bar{y}$ 和 n ，当已知被测量的参考值 μ_0 时，如式 6.5.2 成立，则认为此组测量结果与参考值是一致的，否则认为此组测量结果与参考值存在显著差异，需排查原因并采取纠正措施。

$$|\bar{y}_1 - \mu_0| \leq \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(2.8\sigma_R)^2 - (2.8\sigma_r)^2 \left(\frac{n-1}{n}\right)} \dots\dots\dots (6.5.2)$$

当引入一个可检出的实验室偏倚 Δ_m 作为试验者希望从试验结果中以高概率检测出的实验室偏倚的最小值，则式 6.5.2 可变为式 6.5.3。

$$|\bar{y}_1 - \mu_0| \leq \Delta_m / 2 \dots\dots\dots (6.5.3)$$

使用重复性、再现性比较实验室测量结果与参照值的方法实例见附录 A.4.1。

6.5.3 实验室内测量结果精密度的检查

实验室内对 q 个水平的标准样品进行测量，每种水平的标准样品测量 n 次，将每种水平测量的标准差 s_r 与重复性 σ_r 进行比较，接受准则如式 6.5.4。当 q 个水平的标准样品测量结果均满足式 6.5.4 时，实验室内精密度符合评定要求。

$$s_r^2 / \sigma_r^2 < \chi_{0.05}^2(\nu) / \nu \dots\dots\dots (6.5.4)$$

上式中， $\chi_{0.05}^2(\nu)$ 是 χ^2 分布的 0.95 分位点，自由度 $\nu=n-1$ 。

使用重复性检查实验室内测量结果精密度的方法实例见附录 A.4.2。

6.5.4 实验室内测量结果稳定性的检查

使用已确定的重复性 σ_r 、再现性 σ_R 、中间精密度 σ_I 及被测物参数的接受参照值 μ ，绘制单值 X 图、极差 R 图、移动极差 R_m 图、累计和控制图的中心线、控制限（警戒限或行动限），并将测量数据绘制在控制图中，当有数据点落在控制限之间的区域外或不满足相关判定准则时，应排查原因并采取纠正措施，使稳定性数据恢复到统计控制状态。

一般来说，检查精密度稳定性时，可使用单值 X 图、极差 R 图等常规控制图，检查正确度稳定性时，可使用均值 $\bar{X}$ 图、移动极差 R_m 图、累计和控制图等。

实验室内测量结果稳定性检查方法的详细信息，参见 GB/T 6379.6-2019 第 6 点，控制图中心线、控制线、判定准则等信息，参见 GB/T 17989.2-2020 第 8 点、附录 A 及 GB/T 17989.4-2020 第 8、9 点及附录 A~C。

6.5.5 实例

利用精密度检查实验室内测量结果稳定性的方法实例见附录 A.4.3。

6.6 留存样品检测

留存样品检测一般用于辐射及传导骚扰检测项目的质量控制；对于辐射及传导骚扰抗扰度检测项目，如果可以获得信号采集及测量系统或设备对辐射及传导骚扰抗扰度检测系统或设备输出信号波形参数检测数据的中间精密度，也可使用此方法进行检测质量控制。

实验室通过在不同时间对留存样品再次进行检测，对检测结果进行质量控制。留存样品应至少有一次测量结果，性能稳定，处于保存期限内。

实验室在测量留存样品时，应注意与留存样品之前测量条件（操作员、设备、方法、时间等）的差异，并通过精密度试验获得相应的中间精密度 σ_I 。确定中间精密度 σ_I 的方法，参见 GB 6379.3-2012。

留存样品第一组测量结果平均值及次数记为 $\bar{y}_1$ 和 n_1 ，第二组测量结果平均值及次数记为 $\bar{y}_2$ 和 n_2 。如式 6.6.1 成立，则认为留存样品前后测量结果一致，否则人员测量结果存在显著差异。式 6.6.1 所示检验方法的显著性水平为 95%。

$$|\bar{y}_1 - \bar{y}_2| \leq 2.8\sigma_1 \sqrt{\frac{1}{2n_1} + \frac{1}{2n_2}} \dots\dots\dots (6.6.1)$$

6.7 盲样测试

实验室可通过测量盲样进行质量控制。盲样可为标准样品、核查标准等。使用盲样测量结果进行质量控制的检验方法、判定准则，可参考本文件第 6.4 条及 6.5 条。

6.8 根据样品不同参数测量结果之间的相关性进行质量控制

通过分析样品检测参数具有相关性的不同参数的数据，对样品检测结果进行质量控制。例如，对于辐射骚扰场强（30MHz-1GHz）测量，有实验室只具备 EUT 与测量天线 3m 距离的测量条件，当需要与其他实验室 10m 距离测量结果进行比较时，需将其测量结果归一化为 10m 距离辐射骚扰场强数据，然后再通过实验室间比对方法对检测结果进行质量控制。不同的 EUT 与测量天线距离下辐射骚扰场强（30MHz-1GHz）测量结果的归一化按式 6.8.1 计算：

$$E_2 = E_1 + 20\log(d_1 / d_2) \dots\dots\dots (6.8.1)$$

式中， E_1 及 d_1 分别为实验室辐射骚扰场强测量结果（dBμV）及距离（m）， d_2 为归一化到的测量距离（m）， E_2 为归一化后的辐射骚扰场强测量结果（dBμV）。

注：式 6.8.1 参照 GB/T 9254-2021 C.2.2.4 中给出的不同测量距离下的辐射骚扰场强限值调整公式给出。

6.9 能力验证计划

6.9.1 概述

能力验证根据预先制定的评价准则，通过实验室间比对对参加者的能力进行评价。能力验证是重要的外部质量控制方法之一，电磁兼容检测领域实验室，特别是正在申请或已通过合格评定认可的实验室，应根据认可相关要求及工作开展需要，参加相应的能力验证计划项目，并由能力验证提供者给出评价结果。当能力验证计划项目评价结果为有问题或不满意时，参加实验室应采取相应的纠正措施，必要时参加后续能力验证计划项目或由评审员进行现场评价，以确定纠正措施有效；认可机构可根据参加实验室纠正措施的实施情况，决定是否对相关检测项目维持、暂停或撤销认可。

电磁兼容检测领域能力验证项目主要分为辐射或传导骚扰和辐射或传导抗扰度两类，对于辐射或传导骚扰能力验证项目，实验室通过对标准信号源的输出信号电平进行测量，对于辐射或传导抗扰度能力验证项目，实验室通过使用标准信号采集装置获取测量系统输出信号参数，实现对实验室检测能力的验证和评价。

关于申请或已经获得 CNAS 认可的实验室参加能力验证的相关要求，参见 CNAS-RL02: 2018 第 4 部分。

6.9.2 参加能力验证计划项目的步骤

- a) 实验室根据认可领域对选择能力验证活动及参加能力验证计划项目的要求以及自身开展检测项目的情况，报名参加能力验证计划项目。
- b) 根据 CNAS-RL02: 2018 附录 B，电磁兼容检测领域能力验证最低参加频次为 1 次/2 年。关于选择能力验证活动的要求，参见 CNAS-RL02: 2018 4.5。
- c) 实验室收到能力验证计划样品后，对样品状态进行确认，并将确认信息反馈给能力验证提供者。
- d) 实验室根据作业指导书中规定的方法标准、测量条件、样品设置、操作步骤、数据处理等要求进行能力验证试验。
- e) 实验室在规定时间内将测量结果反馈给能力验证提供者。
- f) 实验室按能力验证提供者的要求，将样品包装好发送至指定地点，并将样品发送情况反馈给能力验证提供者。
- g) 能力验证计划项目全部参加实验室完成试验并反馈结果后，能力验证提供者对试验结果进行统计及评价，向实验室发布能力验证结果通知及报告。
- h) 如实验室能力验证计划项目评价结果为不满意或有问题，需采取纠正措施，如有需要，将措施实施情况及效果反馈给认可机构。

6.9.3 能力验证样品的均匀性和稳定性

能力验证提供者应对能力验证样品进行均匀性和稳定性评估，确保其均匀性和稳定性符合要求。能力验证样品均匀性和稳定性的检验程序、计算公式、评估准则等信息，参见 GB/T 28043-2019 附录 B 及 CNAS-GL003: 2018 第 4、5 部分及附录 A。

6.9.4 能力验证计划结果统计及评价方法

电磁兼容检测领域的能力验证计划试验一般为定量结果，本部分给出常用的能力验证计划定量结果统计方法及评定准则。

6.9.4.1 通过测量误差进行统计和评定

差值 D ，由式 6.9.1 计算：

$$D = x - X \dots\dots\dots (6.9.1)$$

式中， x 为参加者结果； X 为指定值。

差值 D 通常与目标适用性原则设定的允差或以往能力验证计划的经验值比较，上述允差或经验值，记为 δ_E ，即最大允许测量误差。如 $-\delta_E < D < \delta_E$ ，则认为能力评定结果是可接受的，否则认为存在问题。

百分相对差 $D\%$ ，由式 6.9.2 计算：

$$D\% = \frac{(x - X)}{X} \times 100 \dots\dots\dots (6.9.2)$$

式中， x 为参加者结果； X 为指定值。

与差值 D 类似，百分相对差 $D\%$ 通常与目标适用性原则设定的相对允差或以往能力验证计划的经验值比较，上述相对允差或经验值，记为 $\delta_E\%$ ，即最大允许相对测量误差。如 $-\delta_E\% < D < \delta_E\%$ ，则认为能力评定结果是可接受的，否则认为存在问题。

6.9.4.2 z 值，由式 6.9.3 计算：

$$z = \frac{x - X}{\sigma} \dots\dots\dots (6.9.3)$$

式中， x 为参加者结果； X 为指定值， σ 为能力评定标准差。

通常 z 值评定准则如下：

$|z| \leq 2$ 表明“满意”，无需采取进一步措施；

$2 < |z| < 3$ 表明“有问题”，产生警戒信号；

$|z| \geq 3$ 表明“不满意”，产生措施信号。

6.9.4.3 $\bar{z}$ 值，由式 6.9.4 计算：

$$z' = \frac{x - X}{\sqrt{\hat{\sigma}^2 + u_x^2}} \dots\dots\dots (6.9.4)$$

式中， x 为参加者结果； X 为指定值， $\hat{\sigma}$ 为能力评定标准差， u_x 为指定值引入的标准不确定度。当指定值的确定未用到参加者的结果时，可用式 (6.9.4) 计算。

z' 值评定准则同 z 值。

6.9.4.4 ζ 值，由式 6.9.5 计算：

$$\zeta = \frac{x - X}{\sqrt{u_x^2 + u_X^2}} \dots\dots\dots (6.9.5)$$

式中， x 为参加者结果； X 为指定值， u_x 是参加者结果的合成标准不确定度； u_X 是指定值的标准不确定度。仅当 x 和 X 不相关时，式 6.9.5 成立。

ζ 值评定准则同 z 值。

6.9.4.5 E_n 值，由式 6.9.6 计算：

$$E_n = \frac{x - X}{\sqrt{U_x^2 + U_X^2}} \dots\dots\dots (6.9.6)$$

式中， x 为参加者结果； X 为指定值， U_x 为参加者结果的扩展不确定度 ($k=2$)； U_X 为指定值的扩展不确定度 ($k=2$)；仅当 x 和 X 不相关时，式 6.9.6 成立。 E_n 值评定准则如下：

$|E_n| \leq 1$ 表明“满意”，无需采取进一步措施；

$|E_n| > 1$ 表明“不满意”，产生措施信号。

6.9.4.6 相关说明

a) 数据统计时减小离群值影响的方法

为减小或避免能力验证测量结果中的离群值对计算指定值、统计量时的不利影响，可采用如下两种方法对测量数据进行统计或预处理。

稳健统计方法：

稳健统计方法不要求识别能力验证测量结果中的离群值，在后续统计分析中也无需剔除。一般来说，使用稳健统计方法宜优先于使用删除离群值的方法。稳健统计方法的详细信息参见 GB/T 28043-2019 附录 C 及 CNAS-GL003: 2018 附录 A。

离群值检验：

离群值检验方法的详细信息参见 GB/T 6379.2-2004 7.3.2~ 7.3.4。如果某一能力验证测量结果作为离群值被剔除，仍应按适用于所有参加者的标准对测量结果含有离群值的参加者进行能力评定。

b)对指定值不确定度的限定

对于指定值 x 的不确定度 $u(X)$ ，如符合式 (6.9.7) 给出的准则，则不需要在能力验证计划项目结果中予以解释。否则需采取相应措施，确保其符合能力评定策略。相关信息参见 GB/T 28043-2019 9.2。

$$u(X) < 0.3\hat{\sigma} \text{ 或 } u(X) < 0.1\delta_E \dots\dots\dots (6.9.7)$$

c)参加者数量较少时的考虑因素

当能力验证计划项目参加者数量较少时，理想状态下宜使用独立于参加者的测量程序和统计方法确定指定值，如通过配方或参照实验室确定。能力评定准则也宜基于外部标准确定，如通过专家判断，或基于目标适用性的标准。当不能满足上述条件时，需根据参加者结果确定指定值和（或）能力评定标准差。

当使用稳健统计方法统计包含离群值的测量结果时，通常不宜将其用于非常小的数据集，对均值和标准差的大多数单变量稳健估计在参加者数量 $p \geq 12$ 时是可以接受的。对于参加者少的情况，更可取的做法是：先剔除离群值后再计算均值或标准差。此外，不同的离群值检验方法也适用于不同规模的数据集，并且当数据集中存在大量离群值时，检验方法可能失效。因此，格拉布斯检验等需事先指定可能离群值数量的方法，最适用于 $p > 10$ 的情况。

对于小数据集指定值的不确定度，如果使用中位数作为指定值，则 $p > 18$ 时符合式 6.9.7 对指定值不确定度限定的规定；如果使用其他稳健估计，如算法 A，考虑算法效率，则 $p > 12$ 时可以符合式 6.9.7 对指定值不确定度限定的规定。对于均值的计算密集型的稳健估计，如 Q 方法和 Hampel 估计量，当

$p < 15$ 不宜使用。

对于小数据集，由于标准差估计存在很高的变异性，不宜使用基于参加者结果统计得到的标准差作为能力评定标准差。如果能力验证计划允许标准差估计的高变异性，并且标准差估计用于其他目的，处理小数据集时，宜选择具有最高效率的标准差估计。

关于能力验证参加者数量较少时考虑因素的详细信息，参见 GB/T 28043-2019 D.1。

d) 参考文献

关于能力验证统计量计算及评定，能力验证指定值及其不确定度的确定、能力评定标准差的确定等信息的详细内容，参见 GB/T 28043-2019 5.4 及 D.1。

6.9.5 实例

通过能力验证计划项目进行质量控制的方法实例见附录 B.1~B.3。

6.10 测量审核

6.10.1 概述

测量审核是由能力验证提供者对一个参加者进行能力评价的能力验证计划。广义来讲，测量审核属于一种一对一的能力验证活动。由于在实验室的实施质量控制活动实际操作中通常单独实施，因此本文件中将测量审核单独作为一种质量控制活动。

6.10.2 测量审核的步骤和样品

参加测量审核项目的步骤以及测量审核样品的均匀性与稳定性，与能力验证相同。

6.10.3 测量审核结果统计及评价方法

6.10.3.1 E_n 值

同本文件 6.9.4.5 部分。

6.10.3.2 通过重复性、再现性进行测量审核结果统计及评价

通过重复性、再现性进行测量审核结果统计及评价的方法同本文件第 6.5.2 部分，其中 $\bar{y}_1$ 和 n 为测量审核参加实验室测量结果的算术平均值及测量次数， μ_0 为能力验证提供者给出的指定值。

6.10.3.3 通过专业标准方法进行测量审核结果的统计及评价

如果相关专业标准规定了测量结果的最大允许误差，则按标准规定对测量审核结果进行统计及评价。按式 6.10.1 计算统计量 P_A 。

$$P_A = \frac{x - X}{\delta_E} \dots\dots\dots (6.10.1)$$

式中， x 为参加者结果； X 为指定值， δ_E 为标准规定的最大允许误差。

统计量 P_A 的评定准则为：

当 $|\delta_E| \leq 1$ 时，表明“满意”，否则为“不满意”。

6.10.4 实例

通过测量审核进行质量控制的方法实例见附录 B.4。

6.11 实验室间比对

6.11.1 检定或校准结果的验证方法

6.11.1.1 传递比较法

实验室使用电磁兼容检测系统或设备对核查标准进行测量，然后用高准确度等级的测量设备对核查标准进行测量，实验室及高准确度等级测量设备测量的扩展不确定度分别为 U_{lab} 和 U_{ref} ，实验室及高等级测量设备测量结果分别为 y_{lab} 和 y_{ref} ，当两者扩展不确定度包含因子近似相等的前提下，如式 6.11.1 成立，则表示检测结果是可接受的。此方法等同于本文件第 6.9.4.5 条部分的 E_n 值结果统计及评价方法。

$$|y_{\text{lab}} - y_{\text{ref}}| \leq \sqrt{U_{\text{lab}}^2 + U_{\text{ref}}^2} \dots\dots\dots (6.11.1)$$

6.11.1.2 比对法

当不能采用传递比较法验证检测结果时，实验室可与多个配备相同功能电磁兼容检测系统或设备的实验室的测量结果进行比对。根据除本实验室外各实验室检测系统或设备的准确度等级、测量不确定度确定权重，计算除本实验室外各实验室测量结果的加权平均值 $\bar{y}_w$ ，本实验室测量结果及扩展不确定度分别为 y_{lab} 和 U_{lab} ，当本实验室测量重复性接近于其他实验室测量重复性的平均值且其他实验室测量扩展不确定度包含因子相等的情况下，如式 6.11.2 成立，则表示检测结果是可接受的。传递比较法不具有量值溯源性，因此为得到较为可靠

的评价结果，参加比对的实验室数量应尽可能多。

$$|y_{\text{lab}} - \bar{y}_w| \leq \sqrt{\frac{n-1}{n}} U_{\text{lab}} \dots\dots\dots (6.11.2)$$

通过比对法验证检测结果的实例见附录 B.5。

6.11.2 使用重复性及再现性进行实验室间比对的方法

以下实验室间比对结果的检验方法需已知重复性 σ_r 、再现性 σ_R 。确定测量重复性 σ_r 及再现性 σ_R 的方法，参见 GB 6379.2-2004。以下检验方法的显著性水平为 95%。

在重复性条件下，第一个实验室测试结果算术平均值和测试次数分别为 $\bar{y}_1$ 和 n_1 ，第二个实验室测试结果算术平均值和测试次数分别为 $\bar{y}_2$ 和 n_2 。当式 6.11.3 成立时，两实验室测量结果是一致的。

$$|\bar{y}_1 - \bar{y}_2| \leq \sqrt{(2.8\sigma_R)^2 - (2.8\sigma_r)^2 \left(1 - \frac{1}{2n_1} - \frac{1}{2n_2}\right)} \dots\dots\dots (6.11.3)$$

当取第一组测量数据算术平均值 $\bar{y}_1$ 和第二组测量数据中位值 $\text{med}(\{y_{2i}\})$ 作为测量结果时，如式 6.11.4 成立，两实验室测量结果是一致的。式 6.11.4 中 $c(n_2)$ 的数值可通过查询 GB 6379.6-2009 表 2 获得。

$$|\bar{y}_1 - \text{med}(\{y_{2i}\})| \leq \sqrt{(2.8\sigma_R)^2 - (2.8\sigma_r)^2 \left(1 - \frac{1}{2n_1} - \frac{\{c(n_2)\}^2}{2n_2}\right)} \dots\dots\dots (6.11.4)$$

类似的，当两个实验室测量数据均取中位数（ $\text{med}(\{y_{1i}\})$ 和 $\text{med}(\{y_{2i}\})$ ）作为测量结果时，如式 6.11.5 成立，两实验室测量结果是一致的。式 6.11.5 中 $c(n_1)$ 和 $c(n_2)$ 的数值可通过查询 GB 6379.6-2009 表 2 获得。

$$|\text{med}(\{y_{1i}\}) - \text{med}(\{y_{2i}\})| \leq \sqrt{(2.8\sigma_R)^2 - (2.8\sigma_r)^2 \left(1 - \frac{\{c(n_1)\}^2}{2n_1} - \frac{\{c(n_2)\}^2}{2n_2}\right)} \dots\dots\dots (6.11.5)$$

当两个实验室的测量结果不满足 4.2.21~4.2.23 的检验不等式时，应分析实验室间测量结果不一致的原因，实验室间结果存在差异的原因主要有：两实验

室之间的系统差异；测试样本的差异；确定测量重复性和（或）再现性过程中的误差。

6.11.3 其他方法

实验室间比对还可参照能力验证和测量审核中所述的方法进行。

6.11.4 实例

使用重复性及再现性进行实验室间比对的质量控制方法实例见附录 B.6。

7 质量控制方案

7.1 概述

质量控制方案规定了质量控制的目标、范围、方法、频次等信息，是质量控制工作开展的指导文件，对规范、有效开展质量控制工作具有重要作用。

7.2 质量控制方案的覆盖范围

质量控制方案宜覆盖到实验室的所有检测项目，并重点关注以下项目：

- a) 新开展或方法变更的项目；
- b) 重要的、技术难度高的检测项目；
- c) 前期内部及外部质控结果有问题及不满意的检测项目；
- d) 对技术人员经验的依赖程度强的检测项目；
- e) 检测频次少的项目（如上个质控周期少于 1 次）

7.3 制定质量控制方案时需考虑的因素

7.3.1 制定内部质量控制方案需考虑的因素

- a) 检测业务量；
- b) 检测结果的用途；
- c) 检测方法标准中的质量控制要求；
- d) 检测方法的稳定性与复杂性；
- e) 新采用的方法或变更的方法；
- f) 对技术人员能力和经验的依赖程度，以及人员数量及变动情况；
- g) 参加外部比对（包含能力验证）的频次与结果；

7.3.2 制定外部质量控制方案需考虑的因素

实验室在制定外部质量控制方案时，除 7.3.1 中描述的因素外，还应考虑以下因素：

- a) 内部质量控制结果；
- b) 实验室间比对（包含能力验证）的可获得性；

- c) 能力验证提供者的资质、组织活动的技术水平和数据的可信度；
- d) CNAS、管理机构及客户对实验室间比对（包含能力验证）的要求。

7.4 质量控制方案的内容

质量控制方案通常包括以下内容：

- a) 质量控制的目标；
- b) 校准或检测项目；
- c) 适用情形；
- d) 质量控制方法（见本文档第6部分）；
- e) 按周期实施质量控制的频次及其他需要实施质量控制的情况；
- f) 实施时间及进度；
- g) 涉及的人员、设备、样品、环境等资源；
- h) 当质量控制结果不符合要求时，需排查的因素及采取的纠正措施。

7.5 质量控制方案的策划

实验室可参考7.2~7.4部分制定电磁兼容检测项目质量控制方案，同时建议实验室将方案作为管理体系文件进行控制，按照管理体系要求对其进行审查、更新、批准、标识、发放、作废等操作。

8. 质量控制的实施

实验室应针对所有开展的检测项目确定质量控制方法、制定质量控制方案。

实验室应根据已策划质量控制方案制定质量控制计划，并按方案规定的适用情形、校准或检测项目、方法及频次予以实施。

质量控制的实施应符合管理体系文件相关要求，保证可获得质量控制工作涉及的人员、设备、样品、环境等资源，按日程安排完成质量控制检测校准、评价及纠正（如果需要）工作，并形成记录。

除根据质量控制方案规定的频次实施质量控制外，当出现实验室的质量控制试验结果为临界值、设备出现异常返修、使用在培人员、实验室搬迁更换场地或发生内、外审不符合等可能导致质量控制结果不符合要求的情况时，宜制定临时质量控制计划并实施。

实施质量控制并对输出进行评价，当评价结果不符合质量控制要求时，排查存在的不符合工作，采取相应措施予以控制和纠正，使实验室工作符合质量

管理体系要求，同时避免再次出现类似的不符合工作。

附录 A 电磁兼容检测内部质量控制方法及实例

附录 A.1 期间核查方法实例

A.1.1 概述

本部分给出了使用梳状波信号发生器对辐射骚扰场强（1GHz~6GHz）测量系统（以下简称测量系统）进行期间核查的方法。

A.1.2 核查对象

接收机、天线等仪器设备及暗室等各项设施组成的测量系统。

A.1.3 核查标准（核查装置）

梳状波信号发生器（以下简称信号发生器），频率范围：1GHz~6GHz。

A.1.4 试验方法依据

GB T 9254.1-2021 信息技术设备、多媒体设备和接收机 电磁兼容 第 1 部分 发射要求

A.1.5 核查方法

1、由具有相应资质的计量技术机构对测量系统接收机、天线等进行校准，出具校准证书。

注：如有需要，暗室屏蔽效能、接地及绝缘电阻、场地衰减、电压驻波比、场均匀性等也应进行确认。

2、第 1 步完成后，在重复性条件下使用测量系统对信号发生器产生的场强（单位 dB μ V/m）进行测量，测量条件及方法如下：

- （1）测量前信号发生器需充满电。
- （2）信号发生器放置在非金属测试桌面的中心，且位于转台中心。
- （3）天线及信号发生器均为垂直极化（信号发生器水平放置在测试桌面上且电源开关朝向天线）。
- （4）天线中心与信号发生器中心之间距离为 3m。
- （5）天线高度为 1m。
- （6）打开信号发生器，转动转台，选择接收机校准证书中频率响应校准结果中的 6~8 个频点，找到这些频点的最大场强值（dB μ V/m），记录数据，测量次数不小于 10 次，得到参考值 y_s ，这里 y_s 为利用接收机测量结果、接收机校准

证书中的频率响应修正值及天线校准证书中的天线系数计算后得到的测量平均值。

注：如不能在接收机或天线校准证书中找到测量频率对应的频率响应修正值及天线系数，可利用其他频率数值通过内插计算得到。

3、根据测量系统使用的频率、条件及可靠性指标等因素，在第 2 步确定信号发生器场强参考值后经过一段时间间隔（详见 A.1.7），使用测量系统对发生器进行测量，测量条件、方法及频点与参考值确定过程相同，得到期间核查结果 y ， y 宜采用平均值。

A.1.6 核查结果的判定

当 y 满足式 A.1.1 时，可认为测量系统校准状态可信，否则认为不可信，需排查引起测量结果偏倚超出允差的原因，并采取相应措施使其恢复可信的校准状态。式 A.1.1 中， Δ 为测量结果与参考值之差的限值，根据 CISPR 16-4-2 附录表 E.1 中给出的全电波暗室（FAR）3 米距离 1GHz 至 6GHz 辐射骚扰场强测量扩展不确定度，取 5.18dB。

$$y_s - \Delta \leq y \leq y_s + \Delta \dots\dots\dots (\text{A.1.1})$$

A.1.7 核查时机

由于测量系统接收机及天线校准依据的技术规范中建议校准周期为一年，因此通常在接收机及天线校准后半年对测量系统进行一次期间核查。同时，在需要时应不定期进行期间核查。

附录 A.2 控制图方法实例

A.2.1 概述

本实例给出了辐射杂散测量系统通过测量梳状波信号发生器（以下简称发生器）输出信号的等效全向辐射功率，并绘制均值 $\bar{X}$ 图和极差 R 图进行质量控制的方法，包括试验方法、数据采集，确定中心限及控制限、绘制均值 $\bar{X}$ 图和极差 R 图等内容。

A.2.2 目的

识别测量结果随时间、操作人员、环境条件等因素的变化，出现偏离受控状态的情况，以便及时采取措施使测量结果恢复到受控状态。

A.2.3 试验方法

辐射杂散测量依据 YD/T 1483-2016 无线电设备杂散发射技术要求和测量方法。测量条件及方法如下：

- 1、测量前将信号发生器充满电。
- 2、信号发生器放置在测试桌中心位置，测试桌中心与转台中心对齐。
- 3、天线和信号发生器为垂直极化（信号发生器水平放置）
- 4、天线高度与信号发生器处于同一水平面。
- 5、打开信号发生器开关，旋转转台，找到指定频点（1.5GHz、2GHz、3.5GHz、4GHz、5GHz、6GHz）的等效全向辐射功率（dBm）最大值，记录数据，结果保留 2 位小数。

A.2.4 数据采集

以下给出以频点 5GHz 等效全向辐射功率测量结果绘制控制图的方法步骤。

按 A.2.1 中的方法对指定频点进行 25 组试验、每组进行 5 次测量，用于计算控制图中心限及控制限。每组数据在短时间内、采用相同方法对同一个信号发生器进行测量，各组数据在不同时间、由不同的测量人员（如果实验室具有多名测量人员）、在试验要求允许的环境条件波动范围内进行，即各组数据的测量条件覆盖影响测量结果的主要因素。

测量数据见表 A.2.1、A.2.2。

A.2.5 确定中心线及控制限

由于测量数据单位 dBm 表示对数关系数据，无法直接进行加法运算，因此

首先将测量数据转换为 mW 单位的数据（见表 A.2.2），然后再进行确定中心限及控制限的计算。

分别通过式 A.2.1 及 A.2.2 计算各组数据极差的平均值 $\bar{R}$ 和各组数据平均值的平均值 $\bar{\bar{X}}$ ，作为极差 R 图和均值 $\bar{X}$ 图中心线 CL 的取值，式 A.2.1 及 A.2.2 中， k 为数据组数 25， j 为数据组序号， R_j 和 $\bar{x}_j$ 分别为第 j 组数据的极差和均值；通过式 A.2.3 及 A.2.4 计算极差 R 图的上控制限 U_{CL} 及下控制限 L_{CL} ，通过式 A.2.5 及 A.2.6 计算均值 $\bar{X}$ 图的上控制限 U_{CL} 及下控制限 L_{CL} ，式 A.2.3~A.2.6 中， D_3 、 D_4 、 A_2 为控制限计算因子（见 GB/T 17989.2-2020 6.2 表 2）。上述计算结果见表 A.2.3。

$$\bar{R} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k R_j \dots\dots\dots (\text{A.2.1})$$

$$\bar{\bar{X}} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \bar{x}_j \dots\dots\dots (\text{A.2.2})$$

$$U_{CL} = D_4 \times \bar{R} \dots\dots\dots (\text{A.2.3})$$

$$L_{CL} = D_3 \times \bar{R} \dots\dots\dots (\text{A.2.4})$$

$$U_{CL} = \bar{\bar{X}} + A_2 \times \bar{R} \dots\dots\dots (\text{A.2.5})$$

$$L_{CL} = \bar{\bar{X}} - A_2 \times \bar{R} \dots\dots\dots (\text{A.2.6})$$

表 A.2.1 辐射杂散测量系统等效全向辐射功率测量数据 (dBm)

测量次数 \\组数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	-33.08	-32.71	-33.99	-32.60	-32.31	-33.36	-35.76	-33.49	-32.24	-33.15	-33.33	-31.55	-34.27
2	-33.19	-34.00	-33.38	-33.26	-33.80	-33.38	-33.83	-33.17	-32.45	-33.38	-32.53	-33.41	-31.04
3	-32.40	-32.53	-32.97	-34.51	-33.26	-34.03	-34.06	-30.69	-33.52	-32.89	-33.66	-33.12	-32.85
4	-34.09	-33.27	-34.19	-33.22	-31.47	-33.23	-32.08	-33.56	-33.31	-33.19	-34.35	-33.08	-34.39
5	-33.51	-33.45	-33.98	-31.09	-33.62	-33.54	-35.17	-30.81	-31.43	-31.36	-34.73	-32.67	-33.35
测量次数 \\组数	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	/
1	-33.47	-32.05	-33.11	-34.21	-34.80	-33.33	-34.39	-32.43	-32.44	-34.45	-33.94	-35.66	/
2	-31.45	-31.69	-33.89	-32.88	-30.99	-34.82	-33.37	-33.01	-32.48	-34.35	-33.28	-31.35	/
3	-31.89	-35.74	-35.18	-34.24	-34.04	-33.08	-31.70	-33.08	-32.98	-35.09	-32.91	-32.34	/
4	-32.84	-32.01	-32.80	-32.81	-30.10	-32.90	-33.51	-32.92	-34.44	-33.69	-33.48	-35.17	/
5	-34.00	-33.16	-34.67	-33.33	-33.47	-31.52	-34.88	-32.42	-31.74	-33.18	-34.77	-33.77	/

表 A.2.2 辐射杂散测量系统等效全向辐射功率测量及统计数据 (mW)

测量次数\ 组数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	4.9×10	5.4×10	4.0×10	5.5×10	5.9×10 ⁻⁴	4.6×10 ⁻⁴	2.7×10 ⁻⁴	4.5×10 ⁻⁴	6.0×10 ⁻⁴	4.8×10 ⁻⁴	4.6×10 ⁻⁴	7.0×10 ⁻⁴	3.7×10 ⁻⁴
2	4.8×10	4.0×10	4.6×10	4.7×10	4.2×10 ⁻⁴	4.6×10 ⁻⁴	4.1×10 ⁻⁴	4.8×10 ⁻⁴	5.7×10 ⁻⁴	4.6×10 ⁻⁴	5.6×10 ⁻⁴	4.6×10 ⁻⁴	7.9×10 ⁻⁴
3	5.8×10	5.6×10	5.0×10	3.5×10	4.7×10 ⁻⁴	4.0×10 ⁻⁴	3.9×10 ⁻⁴	8.5×10 ⁻⁴	4.4×10 ⁻⁴	5.1×10 ⁻⁴	4.3×10 ⁻⁴	4.9×10 ⁻⁴	5.2×10 ⁻⁴
4	3.9×10	4.7×10	3.8×10	4.8×10	7.1×10 ⁻⁴	4.8×10 ⁻⁴	6.2×10 ⁻⁴	4.4×10 ⁻⁴	4.7×10 ⁻⁴	4.8×10 ⁻⁴	3.7×10 ⁻⁴	4.9×10 ⁻⁴	3.6×10 ⁻⁴
5	4.5×10	4.5×10	4.0×10	7.8×10	4.3×10 ⁻⁴	4.4×10 ⁻⁴	3.0×10 ⁻⁴	8.3×10 ⁻⁴	7.2×10 ⁻⁴	7.3×10 ⁻⁴	3.4×10 ⁻⁴	5.4×10 ⁻⁴	4.6×10 ⁻⁴
$\bar{R}$	1.9×10 ⁻⁴	1.6×10 ⁻⁴	1.2×10 ⁻⁴	4.2×10 ⁻⁴	3.0×10 ⁻⁴	8.0×10 ⁻⁵	3.5×10 ⁻⁴	4.1×10 ⁻⁴	2.7×10 ⁻⁴	2.7×10 ⁻⁴	2.2×10 ⁻⁴	2.4×10 ⁻⁴	4.2×10 ⁻⁴
$\bar{\bar{X}}$	4.8×10 ⁻⁴	4.8×10 ⁻⁴	4.3×10 ⁻⁴	5.3×10 ⁻⁴	5.2×10 ⁻⁴	4.5×10 ⁻⁴	4.0×10 ⁻⁴	6.1×10 ⁻⁴	5.6×10 ⁻⁴	5.3×10 ⁻⁴	4.3×10 ⁻⁴	5.4×10 ⁻⁴	5.0×10 ⁻⁴
测量次数\ 组数	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	/
1	4.5×10 ⁻⁴	6.2×10 ⁻⁴	4.9×10 ⁻⁴	3.8×10 ⁻⁴	3.3×10 ⁻⁴	4.6×10 ⁻⁴	3.6×10 ⁻⁴	5.7×10 ⁻⁴	5.7×10 ⁻⁴	3.6×10 ⁻⁴	4.0×10 ⁻⁴	2.7×10 ⁻⁴	/
2	7.2×10 ⁻⁴	6.8×10 ⁻⁴	4.1×10 ⁻⁴	5.2×10 ⁻⁴	8.0×10 ⁻⁴	3.3×10 ⁻⁴	4.6×10 ⁻⁴	5.0×10 ⁻⁴	5.6×10 ⁻⁴	3.7×10 ⁻⁴	4.7×10 ⁻⁴	7.3×10 ⁻⁴	/
3	6.5×10 ⁻⁴	2.7×10 ⁻⁴	3.0×10 ⁻⁴	3.8×10 ⁻⁴	3.9×10 ⁻⁴	4.9×10 ⁻⁴	6.8×10 ⁻⁴	4.9×10 ⁻⁴	5.0×10 ⁻⁴	3.1×10 ⁻⁴	5.1×10 ⁻⁴	5.8×10 ⁻⁴	/
4	5.2×10 ⁻⁴	6.3×10 ⁻⁴	5.2×10 ⁻⁴	5.2×10 ⁻⁴	9.8×10 ⁻⁴	5.1×10 ⁻⁴	4.5×10 ⁻⁴	5.1×10 ⁻⁴	3.6×10 ⁻⁴	4.3×10 ⁻⁴	4.5×10 ⁻⁴	3.0×10 ⁻⁴	/
5	4.0×10 ⁻⁴	4.8×10 ⁻⁴	3.4×10 ⁻⁴	4.6×10 ⁻⁴	4.5×10 ⁻⁴	7.0×10 ⁻⁴	3.3×10 ⁻⁴	5.7×10 ⁻⁴	6.7×10 ⁻⁴	4.8×10 ⁻⁴	3.3×10 ⁻⁴	4.2×10 ⁻⁴	/
$\bar{R}$	3.2×10 ⁻⁴	4.1×10 ⁻⁴	2.2×10 ⁻⁴	1.5×10 ⁻⁴	6.5×10 ⁻⁴	3.8×10 ⁻⁴	3.5×10 ⁻⁴	8.1×10 ⁻⁵	3.1×10 ⁻⁴	1.7×10 ⁻⁴	1.8×10 ⁻⁴	4.6×10 ⁻⁴	/
$\bar{\bar{X}}$	5.5×10 ⁻⁴	5.4×10 ⁻⁴	4.1×10 ⁻⁴	4.5×10 ⁻⁴	5.9×10 ⁻⁴	5.0×10 ⁻⁴	4.5×10 ⁻⁴	5.3×10 ⁻⁴	5.3×10 ⁻⁴	3.9×10 ⁻⁴	4.3×10 ⁻⁴	4.6×10 ⁻⁴	/

表 A.2.3 初始的控制图中心线及控制限（mW）

控制图类型	中心线 CL	上控制限 U_{CL}	下控制限 L_{CL}
极差 R 图	2.9×10^{-4}	6×10^{-4}	0
均值 $\bar{X}$ 图	4.9×10^{-4}	6.6×10^{-4}	3.3×10^{-4}

A.2.6 绘制控制图

图 A.2.1 为以表 A.2.3 中第一行数据作为中心线及控制限，以表 A.2.2 中的数据 $\bar{R}$ 作为数据点，绘制的极差 R 图控制图。图 A.2.2 为以表 A.2.3 中第二行数据作为中心线及控制限，以表 A.2.2 中的数据 $\bar{X}$ 作为数据点，绘制的均值 $\bar{X}$ 图。

图 A.2.1 极差 R 图所示，第 18 组数据极差超过上控制限，处于受控状态之外，经排查发现进行此组测量时，测量方法与标准中规定的方法存在偏离，因此将第 18 组数据删除后，重新计算极差 R 图及均值 $\bar{X}$ 图的中心线及控制限（见表 A.2.4），并绘制调整后的极差 R 图及均值 $\bar{X}$ 图（见图 A.2.3、A.2.4）。调整后的极差 R 图及均值 $\bar{X}$ 均表明过程处于受控状态，因此这两个控制图可用于未来辐射杂散测量系统等效全向辐射功率测量结果的质量控制。

注：1、实际应用中，可将中心线及控制限单位由 mW 转化为更常用的单位 dBm，并以 dBm 为单位的测量数据作为数据点，绘制控制图。但因 dBm 表示非线性数据，控制图单位为 dBm 时，均值 $\bar{X}$ 图上、下控制限与中心线的距离是不相等的。

2、在均值 $\bar{X}$ 图中，除数据点落在控制限之外的情况，一些情况也表明过程出现了平均值或波动性偏离中心线、非随机的线性及周期性等趋势，需要引起注意，在可查明原因的情况下，应认为这些数据点处于失控状态，在确定控制图中心线及控制限时，应删除这些数据。更多关于均值 $\bar{X}$ 图检验模式的信息，参见 GB/T 17989.2-2020 第 8 条及附录 A。

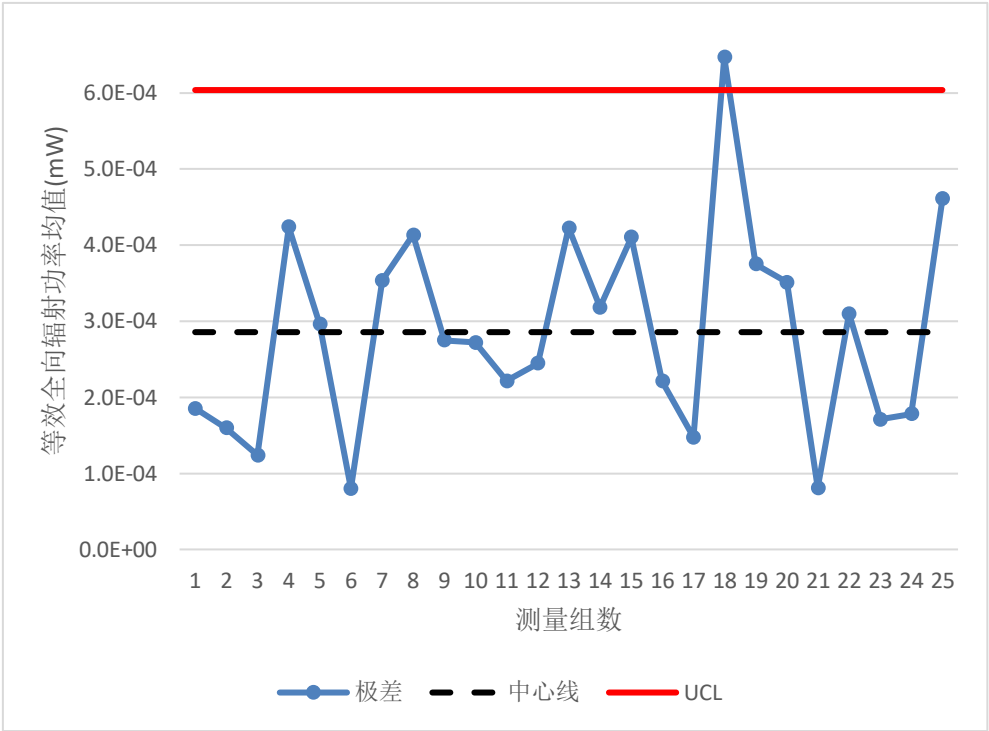


图 A.2.1 初始极差 R 图

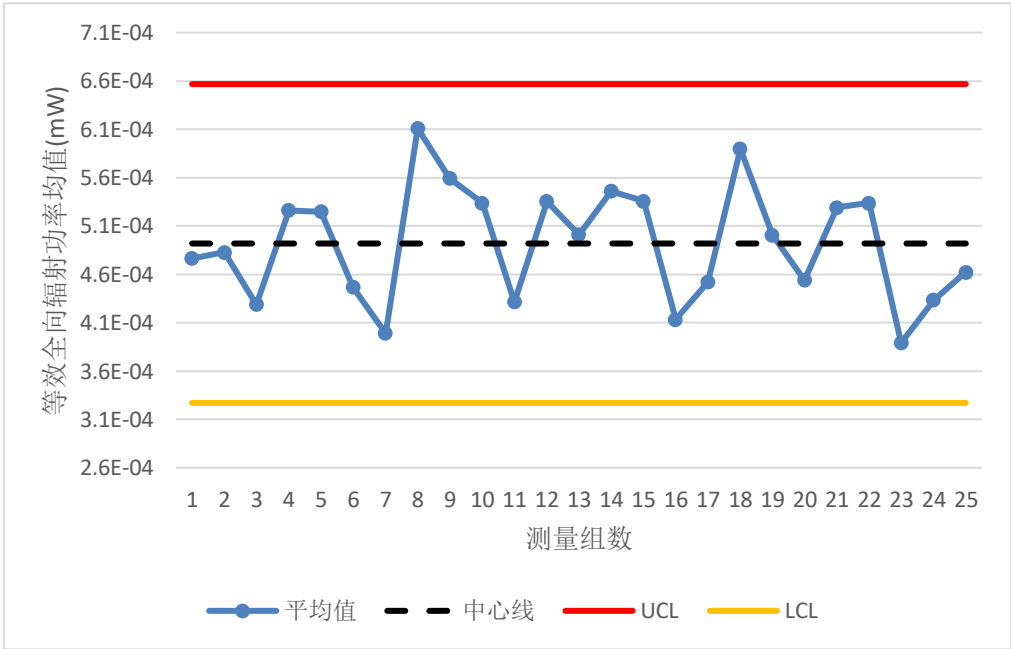


图 A.2.2 初始均值 $\bar{X}$ 图

表 A.2.4 调整后的控制图中心线及控制限（mW）

控制图类型	中心线 CL	上控制限 U_{CL}	下控制限 L_{CL}
-------	--------	---------------	---------------

极差 R 图	2.7×10^{-4}	5.7×10^{-4}	0
均值 $\bar{X}$ 图	4.9×10^{-4}	6.4×10^{-4}	3.3×10^{-4}

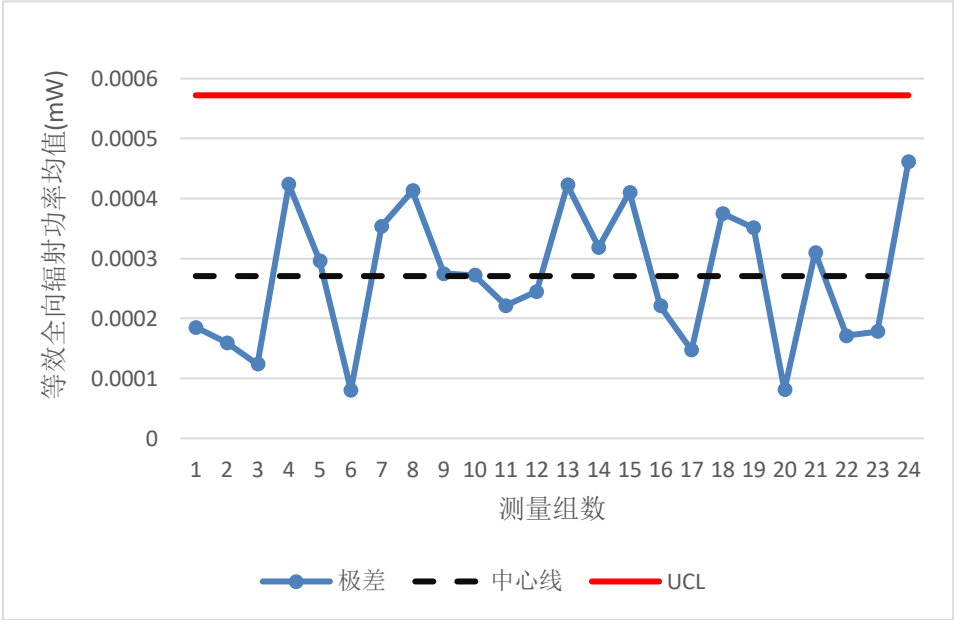


图 A.2.3 调整后的极差 R 图

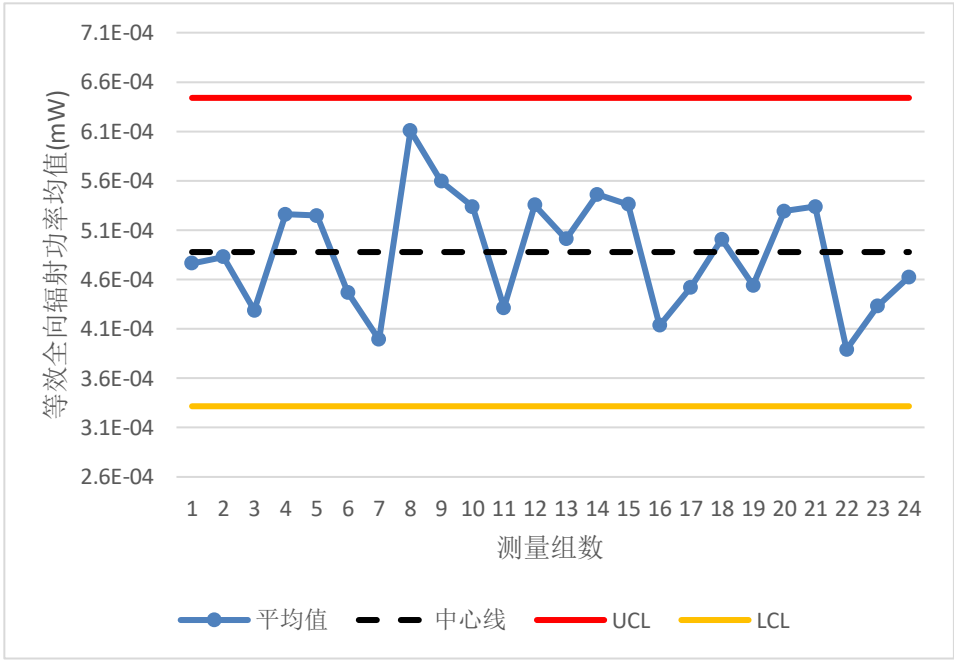


图 A.2.4 调整后的均值 $\bar{X}$ 图

附录 A.3 使用重复性、稳定性考核数据进行质量控制的方法实例

A.3.1 使用重复性考核数据进行质量控制的方法实例

A.3.1.1 概述

本部分给出了使用梳状信号源（以下简称信号源）对汽车零部件辐射发射检测项目进行重复性试验，并使用试验数据进行质量控制的实例，包括试验方法、数据统计及结果判定。

A.3.1.2 试验方法

汽车零部件辐射发射测量依据 GB/T 18655-2018《车辆、船和内燃机 无线电骚扰特性 用于保护车载接收机的限值和测量方法》，测量条件及方法如下：

- 1、测量前将信号源充满电。
- 2、在信号源上安装被测频率对应的天线。
- 3、将信号源开关打开，预热 5 分钟。
- 4、将参考源放置在测试桌上，参考源与接收天线中心位置的距离设置为 1m。
- 5、测量信号源天线与接收天线在垂直极化下指定频率（30MHz、50MHz、100MHz、200MHz、320MHz、400MHz、550MHz、700MHz、800MHz、950MHz）的场强峰值及平均值，测量结果保留 1 位小数。

注：测量应在重复性条件下进行，即由同一操作员使用相同的设备，按相同的测量方法，在短时间内对同一信号源进行多次独立测量，次数通常不小于 10。

A.3.1.3 试验周期

一般来说，首次重复性考核在汽车零部件辐射发射测量系统（以下简称测量系统）安装调试完成，投入使用前进行，之后每年进行一次重复性考核试验。

A.3.1.4 数据统计

表 A.3.1、A.3.2 分别为汽车零部件辐射发射场强测量峰值及平均值首次重复性考核数据（单位为 dB μ V/m），因单位 dB μ V/m 表示对数关系数据，不能直接进行加法运算，因此将重复性考核数据换算为单位为 μ V/m 的线性数据，再参照式 6.4.1 计算实验标准差（见表 A.3.3、A.3.4）。

A.3.1.5 结果判定

后续进行重复性考核时的实验标准差数值应不大于首次的数值，否则，应

根据后续获得的重复性数据对测量不确定度重新进行评定，并判断新的不确定度是否符合测量系统性能及测量精度的要求。

另外，还可通过单位为 $\mu\text{V/m}$ 的重复性考核平均值、标准差，将单位为 $\mu\text{V/m}$ 的标准差转换为单位为 dB 的数值（见表 A.3.5、A.3.6），并与 CISPR 16-4-2 Edition 2.2 2018-08 中表 D.2、D.4 中给出的垂直极化辐射发射测量不确定度中的接收机读数不确定度分量(0.1dB)进行比较。从表 A.3.5、A.3.6 中的数据可以看出，标准差引入的不确定度均不大于接收机读数不确定度分量，可认为汽车零部件辐射发射检测项目重复性考核结果是可以接受的。

表 A.3.1 辐射发射场强测量峰值重复性考核数据 (dB μ V/m)

测量次数\频率 (MHz)	30	50	100	200	320	400	550	700	800	950
1	39.48	46.93	57.97	69.87	69.08	64.04	52.86	48.90	49.81	39.97
2	39.48	46.85	57.85	69.91	68.81	63.92	52.88	48.92	49.78	40.12
3	39.57	46.91	57.74	69.81	69.08	64.04	52.80	48.92	49.84	40.03
4	39.40	46.85	57.93	69.89	69.02	64.02	52.86	48.84	49.88	40.06
5	39.48	46.92	57.77	69.82	69.00	64.11	52.72	48.94	49.83	40.08
6	39.57	46.83	58.02	69.80	69.12	63.99	52.89	49.01	49.77	40.04
7	39.53	46.89	58.00	69.88	69.00	64.04	52.88	48.90	49.75	40.25
8	39.59	46.80	57.81	69.88	68.92	64.00	52.82	49.04	49.77	39.96
9	39.47	47.02	57.93	69.90	69.03	63.87	52.74	48.87	49.78	40.19
10	39.49	46.90	57.92	69.71	69.04	64.01	52.87	48.94	49.84	40.13

表 A.3.2 辐射发射场强测量平均值重复性考核数据 (dB μ V/m)

测量次数\频率 (MHz)	30	50	100	200	320	400	550	700	800	950
1	39.10	46.79	57.89	69.75	68.92	63.82	52.73	48.57	49.54	39.17
2	39.21	46.86	57.91	69.80	68.91	63.93	52.80	48.60	49.51	39.05
3	39.23	46.82	57.82	69.86	68.88	64.03	52.68	48.52	49.50	39.06
4	39.08	46.63	57.86	69.82	69.00	63.84	52.69	48.54	49.50	38.89
5	39.12	46.78	57.89	69.92	69.09	63.92	52.74	48.51	49.57	39.02
6	39.09	46.95	57.87	69.82	69.03	63.90	52.73	48.47	49.54	38.95
7	39.09	46.80	57.76	69.82	68.99	63.87	52.66	48.44	49.44	39.11
8	39.13	46.77	57.88	69.95	68.95	63.91	52.72	48.58	49.55	39.04
9	39.23	46.75	57.87	69.80	69.07	63.91	52.63	48.61	49.46	39.02
10	39.17	46.72	57.94	69.82	69.07	63.91	52.61	48.50	49.54	39.16

表 A.3.3 辐射发射场强测量峰值重复性考核及统计数据 (μV/m)

测量次数\ 频率 (MHz)	30	50	100	200	320	400	550	700	800	950
1	94.19	222.08	791.59	3115.30	2844.46	1592.21	439.54	278.61	309.39	99.66
2	94.19	220.04	780.73	3129.68	2757.40	1570.36	440.55	279.25	308.32	101.39
3	95.17	221.56	770.90	3093.86	2844.46	1592.21	436.52	279.25	310.46	100.35
4	93.33	220.04	787.95	3122.48	2824.88	1588.55	439.54	276.69	311.89	100.69
5	94.19	221.82	773.57	3097.42	2818.38	1605.09	432.51	279.90	310.10	100.93
6	95.17	219.53	796.16	3090.30	2857.59	1583.07	441.06	282.16	307.96	100.46
7	94.73	221.05	794.33	3118.89	2818.38	1592.21	440.55	278.61	307.26	102.92
8	95.39	218.78	777.14	3118.89	2792.54	1584.89	437.52	283.14	307.96	99.54
9	94.08	224.39	787.95	3126.08	2828.13	1561.35	433.51	277.65	308.32	102.21
10	94.30	221.31	787.05	3058.44	2831.39	1586.72	440.05	279.90	310.46	101.51
平均值 $\bar{x}$	94.47	221.06	784.74	3107.13	2821.76	1585.67	438.14	279.52	309.21	100.97
实验标准差 s	0.63	1.59	8.73	22.04	28.82	12.24	3.05	1.93	1.48	1.07

表 A.3.4 辐射发射场强测量平均值重复性考核数据 ($\mu\text{V/m}$)

测量次数\ 频率 (MHz)	30	50	100	200	320	400	550	700	800	950
1	90.16	218.52	784.33	3072.56	2792.54	1552.39	433.01	268.23	299.92	90.89
2	91.31	220.29	786.14	3090.30	2789.33	1572.17	436.52	269.15	298.88	89.64
3	91.52	219.28	778.04	3111.72	2779.71	1590.38	430.53	266.69	298.54	89.74
4	89.95	214.54	781.63	3097.42	2818.38	1555.97	431.02	267.30	298.54	88.00
5	90.36	218.27	784.33	3133.29	2847.74	1570.36	433.51	266.38	300.95	89.33
6	90.05	222.59	782.53	3097.42	2828.13	1566.75	433.01	265.16	299.92	88.61
7	90.05	218.78	772.68	3097.42	2815.14	1561.35	429.54	264.24	296.48	90.26
8	90.47	218.02	783.43	3144.13	2802.21	1568.56	432.51	268.53	300.26	89.54
9	91.52	217.52	782.53	3090.30	2841.19	1568.56	428.06	269.46	297.17	89.33
10	90.89	216.77	788.86	3097.42	2841.19	1568.56	427.07	266.07	299.92	90.78
平均值 $\bar{x}$	90.63	218.46	782.45	3103.20	2815.56	1567.51	431.48	267.12	299.06	89.61
实验标准差 s	0.63	2.12	4.45	21.24	24.03	10.31	2.81	1.73	1.42	0.89

表 A.3.5 辐射发射场强测量峰值重复性标准差数据转换计算过程

步骤 序号	步骤内容	统计量、计算公式 及单位	频率（MHz）									
			30	50	100	200	320	400	550	700	800	950
1	计算平均值 与标准差之和（差） ¹	$\chi_{\text{repUpLimit}} = \bar{x} + s \text{ (}\mu\text{V/m)}$	95.10	222.65	793.47	3129.17	2850.58	1597.91	441.19	281.45	310.69	102.04
		$\chi_{\text{repLowLimit}} = \bar{x} - s \text{ (}\mu\text{V/m)}$	93.84	219.47	776.01	3085.09	2792.94	1573.43	435.09	277.59	307.73	99.90
2	将平均值与标准差之和（差） 单位由 $\mu\text{V/m}$ 换算为 $\text{dB}\mu\text{V/m}$	$\chi_{\text{repUpLimit}} \text{ (dB}\mu\text{V/m)}$	39.56	46.95	57.99	69.91	69.10	64.07	52.89	48.99	49.85	40.18
		$\chi_{\text{repLowLimit}} \text{ (dB}\mu\text{V/m)}$	39.45	46.83	57.80	69.79	68.92	63.94	52.77	48.87	49.76	39.99
3	将平均值单位由 $\mu\text{V/m}$ 换算为 $\text{dB}\mu\text{V/m}^2$	$\bar{x} \text{ (dB}\mu\text{V/m)}$	39.51	46.89	57.89	69.85	69.01	64.00	52.83	48.93	49.81	40.08
4	使用单位为 $\text{dB}\mu\text{V/m}$ 的平均 值、标准差数据 计算标准差引入的不确定度 ³	$U_{\text{rep}+} = \chi_{\text{repUpLimit}} - \bar{x}$ (dB)	0.05	0.06	0.10	0.06	0.09	0.07	0.06	0.06	0.04	0.10
		$U_{\text{rep}-} = \bar{x} - \chi_{\text{repLowLimit}}$ $\bar{x} \text{ (dB)}$	0.06	0.06	0.09	0.06	0.09	0.06	0.06	0.06	0.05	0.09

注 1：根据表 A.3.3 平均值及试验标准差计算。

注 2：根据表 A.3.3 平均值进行换算。

注 3：使用本表第 2、3 步的数据计算。

表 A.3.6 辐射发射场强测量平均值重复性标准差数据转换计算

步骤 序号	步骤内容	统计量、计算公式 及单位	频率（MHz）									
			30	50	100	200	320	400	550	700	800	950
1	计算平均值 与标准差之和（差） ¹	$\chi_{\text{repUpLimit}} = \bar{x} + s \text{ (}\mu\text{V/m)}$	91.26	220.58	786.90	3124.44	2839.59	1577.82	434.29	268.85	300.48	90.50
		$\chi_{\text{repLowLimit}} = \bar{x} - s \text{ (}\mu\text{V/m)}$	90.00	216.34	778.00	3081.96	2791.53	1557.20	428.67	265.39	297.64	88.72
2	将平均值与标准差之和（差） 单位由 $\mu\text{V/m}$ 换算为 $\text{dB}\mu\text{V/m}$	$\chi_{\text{repUpLimit}} \text{ (dB}\mu\text{V/m)}$	39.21	46.87	57.92	69.90	69.07	63.96	52.76	48.59	49.56	39.13
		$\chi_{\text{repLowLimit}} \text{ (dB}\mu\text{V/m)}$	39.08	46.70	57.82	69.78	68.92	63.85	52.64	48.48	49.47	38.96
3	将平均值单位由 $\mu\text{V/m}$ 换算为 $\text{dB}\mu\text{V/m}$ ²	$\bar{x} \text{ (dB}\mu\text{V/m)}$	39.15	46.79	57.87	69.84	68.99	63.90	52.70	48.53	49.52	39.05
4	使用单位为 $\text{dB}\mu\text{V/m}$ 的平均 值、标准差数据 计算标准差引入的不确定度 ³	$U_{\text{rep}+} = \chi_{\text{repUpLimit}} - \bar{x}$ (dB)	0.06	0.08	0.05	0.06	0.08	0.06	0.06	0.06	0.04	0.08
		$U_{\text{rep}-} = \bar{x} - \chi_{\text{repLowLimit}}$ $\bar{x} \text{ (dB)}$	0.07	0.09	0.05	0.06	0.07	0.05	0.06	0.05	0.05	0.09

注 1：根据表 A.3.4 平均值及试验标准差计算。

注 2：根据表 A.3.4 平均值进行换算。

注 3：使用本表第 2、3 步的数据计算

A.3.2 使用稳定性考核数据进行质量控制的方法实例

A.3.2.1 概述

本部分给出了通过溯源或期间核查记录进行抗扰度测量仪电快速瞬变脉冲群发生器（以下简称发生器）稳定性考核的实例。

A.3.2.2 考核方法

本实例通过对发生器每年的校准数据或定期进行的期间核查数据进行分析，评价其稳定性。

A.3.2.3 考核周期

发生器每年校准后或每次期间核查后进行一次稳定性考核。

A.3.2.4 考核数据

JJF 1672-2017 电快速瞬变脉冲群模拟器校准规范第 6 部分中规定的校准项目对应的校准参数，包括发生器、发生器连接耦合去耦网络及发生器连接容性耦合夹时的脉冲电压峰值、上升时间及宽度，发生器的脉冲重复频率、脉冲群持续时间及周期。

A.3.2.5 结果判定

如考核数据符合 JJF 1672-2017 第 5 部分中的计量特性要求，则认为发生器符合稳定性考核要求。

附录 A.4 使用测量方法重复性、再现性及中间精密度进行质量控制的方法实例

附录 A.4.1 实验室测量结果与参照值的比较

A.4.1.1 概述

本部分给出利用测量方法重复性、再现性对实验室比吸收率测量用组织模拟液介电参数（相对介电常数及电导率）测量结果与参照值比较的实例，包括试验方法、统计计算及结果判定。

A.4.1.2 试验方法

实验室依据 YD/T 1644.1-2020 附录 J，在重复性条件下依据 YD/T 1644.1-2020 附录 J 对一组织模拟液样品进行一组测量，测量次数为 10，测量参数为相对介电常数及电导率（m/s），测量结果取 10 次测量的平均值 $\bar{y}_1$ ，结果保留三位小数；参照值 μ_0 取某专家实验室对同一样品相对介电常数及电导率的测量结果。

本实例需已知组织模拟液介电参数测量方法的重复性 σ_r 、再现性 σ_R ，重复性、再现性需通过对实验室间协同的精密度试验获得的数据进行计算后得到，试验要求及统计方法参见 GB/T 6379.2-2004。

A.4.1.3 统计计算及结果判定

表 A.4.1.1 给出了组织模拟液实验室测量结果、参照值及测量方法精密度等参数，将表中参数代入式 6.5.2 两侧，对于相对介电常数，公式两侧计算结果分别为 0.285 及 1.168，对于电导率，公式两侧计算结果分别为 0.015m/s 及 0.020m/s，不等式 6.5.2 均满足，因此实验室组织模拟液测量结果与参照值是一致的，没有显著差异。

表 A.4.1.1 组织模拟液实验室测量结果及参数

介电参数\ 测量结果及参数	平均值 $\bar{y}_1$	测量次数 n	参照值 μ_0	重复性 σ_r	再现性 σ_R
相对介电常数 ε_r'	43.403	10	43.688	0.471	0.740
电导率 σ (m/s)	0.981	10	0.996	0.007	0.012

附录 A.4.2 实验室内测量结果精密度的检查

A.4.2.1 概述

本部分给出利用测量方法重复性对一信号发射装置的环境电磁辐射（电场强度）测量结果进行评价的实例，包括试验方法、统计计算及结果判定。

A.4.2.2 试验方法

实验室依据 HJ/T 10.2-1996，使用测量设备的非选频方式，在重复性条件下对距离指定信号发射装置 1m、2m、3m 时的环境电磁辐射进行一组测量，测量次数为 10，测量参数为电场强度（V/m），计算测量结果的实验标准差 s_r ，结果保留三位小数。

本实例需已知环境电磁辐射参数测量方法的重复性，重复性需通过对实验室间协同的精密度试验获得的数据进行计算后得到，试验要求及统计方法参见 GB/T 6379.2-2004。

A.4.2.3 统计计算及结果判定

表 A.4.2.1 给出了电磁辐射测量结果、次数及测量方法的重复性，将表中参数代入式 6.5.4 左侧，查 χ^2 分布表 $\chi^2_{0.05}(\nu)$ 等于 16.919，计算后不等式 6.5.4 均满足，因此测量结果是满意的，测量数据精密度符合要求。

表 A.4.2.1 电磁辐射测量结果及参数

测量距离\ 测量结果及参数	实验标准差 s_r	测量次数 n	自由度 ν	重复性 σ_r
1m	0.41	10	9	0.38
2m	0.11	10	9	0.15
3m	0.17	10	9	0.13

附录 A.4.3 实验室内测量结果稳定性的检查

A.4.3.1 实验室测量结果精密度的检查

A.4.3.1.1 概述

本部分给出实验室利用中间精密度对不同人员的辐射骚扰场强（30MHz-1GHz）测量结果，通过极差 R 图进行精密度检查的实例。

A.4.3.1.2 试验方法

实验室安排两名人员每天在不同时间对一信号发生器（以下简称发生器）指定频点垂直极化场强进行测量，每天每名人员各测量 1 次，测量依据为 GB T 9254.1-2021，各次测量的设备、设施及方法保持不变，接收天线与发生器距离 10m，转台保持不变，天线 1m-4m 升降。

本实例需已知在不同人员、不同时间下测量辐射骚扰场强（30MHz-1GHz）的中间精密度 $\sigma_{I(TO)}$ ，中间精密度的计算方法，参见 GB/T 6379.3-2012。

A.4.3.1.3 数据采集

实验室根据质量控制的需要，采集在一定时间内按上述试验方法进行辐射骚扰场强测量的数据（本实例为 15 天，以 950MHz 频点为例给出数据，见表 A.4.3.1）。

同时，由于测量数据单位 dB μ V/m 表示对数关系数据，因此需将测量数据转换为 μ V/m 单位的线性数据（见表 A.4.3.2），然后再计算极差 R ，并利用控制图进行精密度检查。

表 A.4.3.1 950MHz 频点辐射骚扰场强（dB μ V/m）测量结果

天数 \测量结果	第 1 名人员 测量结果	第 2 名人员 测量结果
1	39.5	38.6
2	40.5	37.4
3	37.2	42.2
4	36.7	41.7
5	38.4	35.6
6	37.8	35.2
7	32.6	40.1
8	40.7	41.3
9	37.7	32.8

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/098065047131006052>