



CNAS 技术报告

通信领域检测实验室 外部质量控制方法与实例

中国合格评定国家认可委员会

目 录

前 言	1
1 范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	3
4 通信检测外部质量控制方法概述	3
5 通信检测外部质量控制计划的制定	4
5.1 通信检测外部质量控制计划制定的依据	4
5.2 通信检测外部质量控制计划的内容	4
5.3 通信检测外部质量控制方法的选择	4
5.3.1 能力验证	4
5.3.2 其他外部质量控制方法	6
6 通信检测外部质量控制活动的实施	6
6.1 能力验证的实施	6
6.1.1 能力验证检测前的准备工作	6
6.1.2 能力验证检测工作	7
6.1.3 能力验证材料报送工作	14
6.2 其他外部质量控制活动的实施	14
6.2.1 概述	14
6.2.2 方案制定	14
6.2.3 实施步骤	14
7 通信检测外部质量控制评价结果的核查及利用	16
7.1 对样品稳定性与均匀性检验的核查	16
7.1.1 概述	16
7.1.3 对样品均匀性检验的核查	18
7.2 对外部质量控制评价结果的核查	19
7.2.1 概述	19
7.2.2 数据分布及处理	19
7.2.3 指定值及其不确定度	20
7.2.4 能力评定准则（判定值）	22
7.2.5 统计量及评定方法	22
7.2.6 图示法	23
7.2.7 其他可选择的比对结果评价方法	24
7.3 外部质量控制评价结果的利用	27
7.3.1 参加者结果为“满意/可接受”	27
7.3.2 参加者结果为“不满意/不可接受”或“有问题”	28
7.3.3 单次能力验证计划或实验室间比对的结果	29
7.3.4 连续能力验证计划或实验室间比对的结果	29
附录 A 射频辐射性能外部质量控制方法实例（辐射杂散（辐射发射功率）检测能力验证计划）	31
A.1 概述	31
A.2 样品制备	31

A.3 检测方法	32
A.4 结果统计及能力评价	33
A.5 技术分析及建议	39
附录 B 射频传导性能外部质量控制方法实例（5G 终端射频性能检测能力验证计划实例）	41
B.1 概述	41
B.2 样品制备	41
B.3 检测方法	43
B.4 结果统计及能力评价	44
B.5 技术分析及建议	48
附录 C 通信领域检测实验室间比对实例（数字移动通信终端音频性能（响度评定值）测试实验室间比对）	51
C.1 概述	51
C.2 样品制备	51
C.3 测试方法	53
C.4 结果统计及能力评价	53
C.5 技术分析及建议	58
参考文献	60

前 言

本文件依据CNAS相关规则、准则、说明、指南等文件以及国际、国内标准中关于实验室质量控制的要求，并结合通信检测领域质量控制的特点而制定。

本文件旨在规范通信检测领域实验室外部质量控制活动，以确保实验室选择适当的外部质量控制方法，开展有效的质量控制活动，保证其检测结果的准确可靠。

本文件介绍了通信检测领域实验室外部质量控制方法及其相关要素，并在附录 A~C 中给出了外部质量控制方法实例。

本文件就外部质量控制方法给出指导性建议，所提供的方法和实例并非是唯一或最优的，仅为通信检测实验室开展外部质量控制活动提供参考。

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、国家无线电监测中心检测中心、中国信息通信研究院、武汉网锐检测科技有限公司、中讯邮电咨询设计院有限公司、成都泰瑞通信设备检测有限公司

本文件主要起草人：龙跃、贾汝静、沈庆飞、陶洪波、张大元、唐维、姜秋红、张秩惟、张宇星、华广胜、沈雅琴、杨春、吕威、肖势川、牛年增、张京、王粤

通信领域检测实验室外部质量控制方法与实例

1 范围

本文件适用于通信领域检测实验室策划和实施外部质量控制活动，为实验室制定外部质量控制计划、选择和参加外部质量控制活动、利用外部质量控制结果提供指导性建议。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 4883-2008 数据统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理

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（ISO 5725-1:1994, IDT）

GB/T 15000.2-2019 标准样品工作导则 第2部分：常用术语及定义（ISO Guide 30:2015, IDT）

GB/T 19000-2016 质量管理体系 基础和术语（ISO 9000:2015, IDT）

GB/T 27043 合格评定 能力验证的通用要求（ISO/IEC 17043, IDT）

GB/T 28043-2019 利用实验室间比对进行能力验证的统计方法（ISO 13528:2015, IDT）

JJF1001-2011 通用计量术语及定义技术规范

ETSI TR 100 028-1 V1.4.1 (2001 -12) 电磁兼容和无线电频谱管理；移动无线电设备特性测量的不确定度；第1部分 [Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Uncertainties in the measurement of mobile radio equipment characteristics; Part 1]

ETSI TR 100 028-2 V1.4.1 (2001 -12) 电磁兼容和无线电频谱管理；移动无线电设备特性测量的不确定度；第2部分 [Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Uncertainties in the measurement of mobile radio equipment characteristics; Part 2]

CNAS-CL01 检测和校准实验室能力认可准则

CNAS-CL01-G002 测量结果的计量溯源性要求

CNAS-GL002 能力验证结果的统计处理和评价指南

CNAS-GL003 能力验证样品均匀性和稳定性评价指南

CNAS-RL02 能力验证规则

CNAS-CL01-A007 检测和校准实验室能力认可准则在通信检测领域的应用说明

3 术语和定义

GB/T 6379.1、GB/T 15000.2、GB/T 19000、GB/T 27043、GB/T 28043、JJF 1001 界定的术语和定义适用于本文件。

4 通信检测外部质量控制方法概述

近年来，在产业结构调整及高质量发展的背景下，通信技术在国民经济各领域中的应用愈加广泛，对国民经济发展所起的作用越发重要，社会各行业也对通信检测领域的质量控制（以下简称质控）提出了更高的要求。

外部质控是确保实验室检测结果有效性的重要手段之一，包括能力验证、能力验证以外的实验室间比对（以下简称实验室间比对）。其中，能力验证作为国际上通行的实验室外部质控方法，有着较完善的管理和技术标准体系，是实验室开展外部质控活动的有效手段，也是评价和认可实验室能力的重要依据。

此外，实验室还可通过组织或参加实验室间比对，对自身检测结果进行检验。本文结合通信检测工作实际，给出外部质控工作中各要素、环节的一般信息，旨在对通信检测领域组织、实施、参与外部质控活动，利用外部质控活动结果提供帮助。同时，本文附录给出了通信检测领域外部质控方法实例，作为应用示范，为实验室开展和参与外部质控活动提供指导。

质控是为达到质量要求采取的作业技术和活动。对于实验室检测工作，质控活动贯穿于检测工作的全过程，实验室外部与内部质控活动是互相联系，共同作用的，开展质控活动时仅采取某一种手段是不全面的，不能使质控活动的效果达到最佳，因此本文在描述通信检测领域外部质控方法及实例时，会涉及实验室内部质控的要素。同时，由于通信检测项目及参数众多，通信技术更新迭代较快，检测方法复杂多样，文中给出了广泛应用和较为成熟的外部质控方法和实例，未涵盖所有通信检测领域，且仅对一般情形进行描述，未涉及特殊情况。文中给出的外部质控方法及实例也不是唯一或最优的，仅对通信检测领域实验室开展外部

质控活动提供参考。

5 通信检测外部质量控制计划的制定

5.1 通信检测外部质量控制计划制定的依据

通信领域检测实验室(以下简称实验室)可根据体系管理和技术方面的风险、实验室内部质控情况及管理部门和认可机构的要求,制定外部质量控制计划。实验室发现管理和技术方面的风险后,通过外部质控活动,对风险因素进行确认并采取相应措施,以确保管理体系实现预期结果及目标,预防或减少实验室活动中的不符合工作并实现改进,实验室常见风险因素参见 CNAS-RL02 和 CNAS-GL032。同时,实验室通过内部质控活动可发现风险和不符合工作,并以此为输入制定外部质控计划。此外,实验室应根据中国合格评定国家认可委员会(以下简称 CNAS)及其行政、行业主管部门及对质控工作的要求选择适当的外部质控方法,按规定的频率开展外部质控活动。

5.2 通信检测外部质量控制计划的内容

外部质控计划一般包括以下信息:质控活动的方式(能力验证或实验室间比对)、检测依据的方法标准、项目及参数(代表实验室关键能力,尽可能在一个复评审或管理评审周期内覆盖所有参数)、日程安排、检测地点、人员、针对外部质控活动评价结果的措施预案、外部质控活动频率等。

5.3 通信检测外部质量控制方法的选择

5.3.1 能力验证

5.3.1.1 参加能力验证的最低要求

根据 CNAS-RL02,实验室在初次认可、扩大认可范围时,只要存在可获得的能力验证,应至少参加过 1 次认可子领域的能力验证计划;同时,实验室在复评审或监督评审时,只要存在可获得的能力验证,应按 CNAS 的领域及频次要求参加过认可子领域的能力验证计划。实验室参加上述能力验证计划,应获得“满意/可接受”结果,或者结果为“有问题/可疑”但符合认可项目依据的标准或规范所规定的判定要求。由 CNAS-RL02,通信检测领域能力验证包括“射频辐射性能”及“射频传导性能”两个子领域,每个子领域最低参加频次为 1 次/2 年。对于不属于上述子领域的通信检测项目能力验证,鼓励实验室积极参加。此外,申请认可或已认可实验室应参加 CNAS 指定的能力验证计划。

5.3.1.2 选择能力验证计划的要求

实验室应优先选择 CNAS 认可的能力验证提供者（以下简称 PTP）及已签署 PTP 相互承认协议（MRA）的认可机构认可的 PTP 在其认可范围内运作的的能力验证计划。在上述能力验证不可获得时，可选择未签署 PTP MRA 的认可机构、国际认可合作组织、国际权威组织等组织的能力验证计划，选择各类能力验证计划的优先级，参见 CNAS-RL02。当实验室选择依据 ISO/IEC 17043 获准认可的 PTP 在其认可范围外运作的的能力验证计划，或行业主管部门、行业协会、其他机构组织的能力验证计划时，需对其提供的能力验证计划的方法、作业指导书、检测样品、指定值、能力评定方法等的适宜性进行核查，核查内容参见 CNAS-RL02。

5.3.1.3 选择能力验证计划需考虑的因素

实验室可根据其预期目标，能力验证样品的检测参数及方法与其日常检测参数及方法的一致程度，PTP 的技术服务水平等因素，选择参加满足其外部质控需求的能力验证计划。此外，从能力验证参加者数量来看，能力验证分为多个参加者的“一对多”能力验证计划及一个参加者的“一对一”能力验证计划（测量审核），鼓励实验室优先参加“一对多”能力验证计划。关于选择能力验证计划需考虑因素的详细信息，参见 CNAS-GL032。

5.3.1.4 能力验证资源的获取

CNAS 官网-获认可的机构名录中查询获 CNAS 认可 PTP 以及其认可的能力范围；也可以通过 CNAS 官网-能力验证专栏内的“中国能力验证资源平台”（以下简称平台）中发布的 PTP 以及能力验证计划等相关信息。；还可通过 PTP 官网获取拟参加能力验证计划的通知、报名表等信息。实验室获取满足条件的能力验证计划信息，并通过联系方式报名参加能力验证计划。

由于“中国能力验证资源平台”中的信息由 PTP 自行维护，CNAS 对其真实性不承担相关责任，也不保证其科学性及严谨性，同时可能有已认可 PTP 未在平台上发布信息，平台所列能力验证计划项目也可能未获 CNAS 认可。实验室应以 PTP 官方提供的能力验证计划信息为准，确认其是否满足本实验室参加能力验证的需求，并以 PTP 官方发布的检测时间、方法、样品规格及传递路径、结果报送方式等参与能力验证计划。

5.3.2 其他外部质量控制方法

通常，实验室应选择能力验证作为外部质控的有效手段，特别是应优先选择获 CNAS 认可的能力验证计划。当能力验证不可获得时，实验室可选择能力验证之外的实验室间比对进行外部质控。在通信领域检测项目中，目前 PTP 开展的能力验证计划仅涉及无线通信终端射频传导及辐射性能、移动通信天线及光通信检测领域，在通信协议、卫星通信等领域没有提供相关的能力验证计划。对于不能获得能力验证计划的检测项目，实验室可组织或参加实验室间比对。

当实验室组织实验室间比对时，应优先选择比对项目已获 CNAS 认可的检测实验室，行业内专家实验室作为参比实验室。选择实验室间比对的考虑因素，可参照 5.3.1.3 部分选择能力验证计划需考虑的因素。

6 通信检测外部质量控制活动的实施

6.1 能力验证的实施

6.1.1 能力验证检测前的准备工作

6.1.1.1 能力验证设计方案的核查

能力验证设计方案通常会给出能力验证计划的参加条件，样品特性、参数及其预期的量值范围，样品的均匀性及稳定性检验方法，检测方法，指定值及能力评定标准差的确定方法，能力评定方法等内容，包含了能力验证计划的关键信息。实验室如能获得能力验证计划设计方案，可根据方案中的信息确认其是否具备参加此项能力验证计划的条件，能力验证样品、检测参数及方法与日常检测样品、参数及方法是否一致，数据统计及能力评定方法是否合理等。如能力验证设计方案与本实验室外部质控需求存在偏离，实验室需考虑通过其他外部质控活动对检测结果进行监控。

6.1.1.2 能力验证检测方法的确认

PTP 一般以作业指导书的形式向参加者提供能力验证计划的检测方法，包括检测条件、参数设置、操作程序、检测参数、测量点及测量结果记录要求等信息。参加者可对作业指导书中规定的内容逐条进行确认，包括实验室的检测能力是否与能力验证计划规定的检测方法及条件相匹配，能力验证计划检测样品、参数及测量点是否与实验室日常检测类似等。如能力验证计划检测方法与本实验室检测能力存在偏离，参加者需与 PTP 确认其检测方法与能力验证计划规定方法的等

效性，或通过其他外部质控活动对检测结果进行监控。

6.1.2 能力验证检测工作

6.1.2.1 人员

建议能力验证计划参加者对能力验证计划检测、复核及审核人员的最低要求进行规定，包括受教育程度、技术职称及应具备的能力、技术、知识、经验、工作经历等条件。上述人员应了解参加能力验证计划检测项目的测量原理，熟悉检测项目相关方法标准等技术规范，了解被测样品检测结果的意义，并熟练掌握相关测量设备、设施的使用方法、操作步骤。同时，参加者需具备对上述人员进行授权和监督的制度并予以实施。如有需要，参加者应对上述人员进行培训，确保上述人员符合开展相关能力验证计划检测工作的要求。通信检测实验室检测人员应满足的要求，可参见 CNAS-CL01-A007。

6.1.2.2 检测设备及系统

通信检测项目能力验证计划参加者应具备检测所需的设备及系统。参加者可通过以下手段确保通信检测项目设备及系统符合检测要求。

a) 常规检查

定期检查测量设备及系统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、计量性能是否符合相关技术规范要求、测量参数设置、测量条件是否符合检测工作要求等。

b) 自检及验证

具备自检功能的测量设备及系统，如无线通信终端音频性能检测使用的人工嘴、人工耳等，应根据设备及系统使用要求或需要进行自检，并通过自检结果对检测结果进行修正，以达到提高测量精度的目的。对于可进行验证的测量设备或系统，例如比吸收率（SAR）测量系统，可根据测量设备或系统的验证方法对其进行验证，以确认测量设备的精度是否满足技术规范的要求。设备自检或验证使用的测量设备应具有量值溯源性。

c) 量值溯源

对于影响检测结果的测量设备及系统，应按 CNAS-CL01、CNAS-CL01-G002 认可规范中对测量设备及系统计量溯源的要求，以及测量设备及系统相关计量检定规程、校准规范、产品标准、方法标准等技术规范制定量值溯源计划并予以实

施。

如通信终端射频性能检测使用的频谱分析仪、通信综合测试仪以及通信设备辐射杂散、基站天线及空中性能（OTA）检测使用的电波暗室、天线、接收机，无线通信终端音频性能检测使用的标准声源等，均应根据相关技术规范进行量值溯源。

d) 期间核查

对于具备计量特性（最大允许误差、准确度等）的测量设备、系统或标准物质，可通过对核查标准进行测量，判定测量设备、系统或标准物质是否符合技术规范中对其计量特性的要求。

除上述质量控制关键要素外，通信检测领域能力验证计划项目检测设备及系统的相关要求，可参见CNAS-CL01-A007。

6.1.2.3 样品

对于通信检测项目能力验证计划，PTP 通常会选择被测参数稳定性检验结果符合要求的通信终端设备或模组作为能力验证样品。为确保参加者对通信检测项目能力验证计划样品进行适当处置及正确测量，避免因样品因素导致检测结果不满意的情况出现，参加者应注意以下事项：

a) 参加者应严格按 PTP 要求对样品输出信号模式、参数等进行设置。

b) 对于需建立终端设备与基站连接的检测项目，检测前需确认样品与基站模拟器已按作业指导书参数配置要求建立稳定连接

c) 对于通过传导发射方式进行测试的通信终端样品，一般会配备信号测试线缆，线缆与通信终端设备信号输出接口的连接方式主要为胶封、焊接等。参加者在对能力验证样品进行包装、搬运、处置及检测时，应确保测试线缆与通信终端设备及测量设备连接到位且稳固，测试线缆没有过度弯折、扭转的情况，以确保样品测量结果的准确性及较好的稳定性和复现性。

d) 样品通过内部电池供电时，需确保检测过程电量充足。如作业指导书等技术规范中对检测样品电量有要求，应确保检测时样品电量符合相关规定。

6.1.2.4 检测方法

a) 概述

PTP 一般会规定能力验证计划参加者依据通信检测项目广泛使用的标准方

法进行检测。同时，PTP 通常会选择通用、典型指标作为通信检测项目能力验证计划的检测参数，并从通讯终端设备常用的模式、工作信道、标准中规定的频率范围内以及限值附近选择测量点，这样可更准确的反映参加者在参数关键量值处的测量能力，对参加者给出客观、准确及全面的评价，进而通过能力验证更有效的反映参加者的检测能力。参加者进行能力验证计划检测工作时，应根据作业指导书中的规定配置参数，并按作业指导书中的操作步骤对指定测量点进行检测。

b) 配置参数

符合能力验证计划要求的参数配置是检测工作正常开展的重要前提和保障，也是确保检测结果可比性及有效评价实验室能力的关键因素。因此，参加者应根据能力验证计划作业指导书及相关技术规范对检测参数及要求进行确认，如能力验证计划未明确某些必要的配置参数，参加者应联系 PTP 予以确认，以确保检测工作在规定的条件下实施。表 1 给出了部分通信检测项目能力验证计划主要的配置参数。

表 1 部分通信检测项目能力验证计划主要的配置参数

检测项目	配置参数
移动电话 射频性能	模式、频段、频率、带宽、调制方式、资源块（RB）个数及位置、子载波间隔（适用于 5G 模式）、功率等级（适用 5G 等模式）
无线局域网终端 射频性能	信道、模式、频率、带宽、轨迹、检波方式、分辨率带宽（RBW）、视频带宽（VBW）、SPAN
移动电话机 OTA 性能	模式、频率、EUT 相位中心
辐射杂散	频率、检波方式、RBW、VBW、SPAN、Sweep Time、EUT 的位置，EUT 与接收天线的极化方向及距离，天线高度及转盘是否固定，天线不固定时高度的变化范围
基站天线	频点、极化角度、下倾角
辐射场强 （电磁环境）	频率范围（选频方式适用）、检波方式、信号源与测量探头的高度及距离
无线通信设备 SAR	频率、带宽、调制方式、RB 个数及位置、EUT 位置及与人体模型的距离

无线通信终端音频性能(响度评定值)	头和躯干模拟器 (HATS) 的角度及压力、EUT 发射功率
-------------------	--------------------------------

c) 测量不确定度

通过了解测量不确定度来源,在能力验证计划检测开始前及过程中对其进行监控,是实验室获得能力验证可靠数据及“满意/可接受”评定结果的重要前提。同时,测量不确定度也是 PTP 及参加者对能力验证计划评定结果进行分析,对“有问题”及“不满意/不可接受”结果给出解决方案并采取相应措施的必要依据。

通信检测项目不确定度评定的详细信息,可参考相关测试方法标准及下列文献:

- 1) CNAS-GL026:2018 无线电领域测量不确定度评估指南及实例
- 2) ETSI TR 100 028-1/2 V1 .4.1 (2001 -12) Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Uncertainties in the measurement of mobile radio equipment characteristics; Part 1/2
- 3) GB/T 6113.402-2002/CISPR 16-4-2:2018 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第 4-2 部分: 不确定度、统计学和限值 建模 测量设备和设施的不确定度

表 2 部分通信检测项目能力验证计划测量不确定度主要来源

检测项目	测量不确定度主要来源
移动电话 射频性能	输出功率: 测试系统的重复性及误差, 链路损耗, 失配, 被测设备 (EUT) 供电电压、时间周期、环境温度的变化等; 占用带宽: 测试系统的重复性及误差, 环境温度的变化等。
无线局域网终端 射频性能	同上
移动电话机 OTA 性能	全总向辐射功率 (TIRP): 全电波暗室 (FAR) 测量系统: 信号源与校准天线、测量天线和接收设备的失配, 信号源输出电平的准确性和稳定性、校准及测量天线增益及其电缆因子, 测量链路损耗, 接收设备的测量误差、重复性及稳定性, EUT 位置 (包括 EUT 或校准天线相位中心与旋转轴中心的偏差,EUT 对测量天线的阻塞影

	<p>响（电压驻波比（VSWR）、暗室驻波）、EUT 的相位曲率），测量天线位置，EUT 与测量天线的距离，静区内纹波的影响，环境温度，手、头模型及其固定装置与标准的偏差等。</p> <p>混响室测量系统： 混响室统计纹波及重复性，参考功率传递函数，EUT 外壳导致的额外功率损耗，以及上述 FAR TIRP 的测量不确定度来源。</p> <p>全总向辐射灵敏度（TIRS）： FAR 暗室测量系统： 基站模拟器输出电平的正确性及稳定性，基站模拟器与测量天线间失配，灵敏度搜索步长，空间网格取点位置及上述 FAR TIRP 的测量不确定度来源。</p> <p>混响室测量系统： 包括上述 FAR TIRS 及混响室 TIRP 的测量不确定度来源。</p>
辐射杂散 (辐射功率)	接收机读数，接收机修正（正弦波电压、前置增益的稳定性及噪声基底），天线到接收机的衰减，放大器增益，天线系数，天线与前置放大器及前置放大器与接收机之间的失配，天线修正（频率内插计算、方向性差异、相位中心位置及交叉极化），场地修正（场地瑕疵、测试桌材料及高度、天线高度、测试距离），样品输出信号的稳定性。
基站天线	<p>增益：测量仪器的误差及稳定性、场地屏蔽、静区及口径场的特性、探头性能（近场测量）、接收天线和源天线指向及极化对准、源天线增益；</p> <p>VSWR 及隔离度：天线放置位置、指定位置 VSWR 变化量，网络分析仪的校准。</p>
电磁环境 (辐射场强)	测量仪器校准、线性、频率响应、检出限、各向同性及温度特性曲线等特性；测试过程读数时间、结果计算方法上的差异；EUT 和探头的位置；测量环境中物体及检测人员对源信号的反射、电磁干扰等。
无线通信设备 SAR	<p>a) SAR 测量探头：探头的校准情况、校准结果的漂移、线性和探测限、频率响应特性、各向同性、空间分辨率、传感器偏移距离、探头积分及响应时间；探头位于模型外壳表面上方位置的误差。</p> <p>b) 模型及样品：组织模拟液介电参数（相对介电常数、电导率）的</p>

	<p>测量、组织模拟液介电参数测量与 SAR 测量时的温度差、样品辐射发射元件与组织模拟液之间的距离、样品与模型正交位置的距离重复性、样品支架的影响、样品信号调制方式及漂移。</p> <p>c) 验证及测量 SAR 的过程及方法：验证天线接收功率、功率损耗、尺寸等与参考值的差异；组织模拟液介电参数测量值与目标值之差的修正；时间周期平均 SAR 测量时的取样速率；根据功率比确定 SAR 等。</p> <p>d) 环境射频信号、系统噪声及反射的影响。</p> <p>e) 软件对 SAR 测量数据的计算（外插及内插等）、处理方法引入的误差。</p>
<p>无线通信终端音频性能（响度评定值）</p>	<p>a) 校准、设置阶段</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 标准声源、Ref.mic 校准值的校准数据不准确引入了系统误差，或者未在规定期限内进行校准或更新校准数据。 2) 人工嘴、人工耳自校准周期过长，导致系统误差。 3) 手动电声自校准过程中，操作不准确导致校准数据不准确。 4) 音频测试系统设置的电、声的参数调用过程有误，导致测试结果偏倚。 <p>b) 测试阶段</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 手机夹具操作不准确、应力释放不到位，导致测试结果偏移。 2) 人工耳橡胶老化、硬度变化，导致测试结果偏移。 3) 射频链路建立后，手机发射功率过高或综测仪功率设置过大，影响手机语音性能，导致测试结果偏移。 4) 编解码方式及速率未按照正确要求设置，导致测试结果偏移。 5) 音频分析仪的模拟电信号接口端对测试结果的影响。 6) 音频分析仪测试结果的重复性及稳定性。
<p>无线通信设备 SAR 检测用组织模拟液</p>	<p>a) 人员操作：探头放入样品中时，其与样品接触面上是否存在气泡；使用柔性线缆时，探头夹具锁定位置、连接线缆走线及位置在校准件、参考液体及被测液体检测过程中是否保持固定等。</p> <p>b) 检测仪器及装置：网络分析仪的校准、漂移及随机误差、无源装置规格尺寸相对于设计值的偏差等。</p> <p>c) 标准物质及样品：测量系统标定用参考液体（如去离子水）的温</p>

	度及其介电参数测量值与目标值的偏差；样品的均匀性及稳定性等。
--	--------------------------------

d) 测量误差

识别测量误差来源的作用与第 2 部分所述监控不确定度来源的作用类似，是实验室获得能力验证“满意/可接受”结果的重要保障。此外，识别并明确测量误差的类型，对于选择更有效的措施减小或消除误差具有重要意义。

测量误差的主要分为随机误差和系统误差，关于随机误差和系统误差的特征、产生原因、减小或消除的措施，参见表 3。更多信息，可参考《误差理论与数据处理（第 7 版）》第二章第一、二节。

表 3 测量误差的类型

测量误差的类型	随机误差	系统误差
特征	参加者测量数据与指定值之差在符号和绝对值上不固定且没有统计规律。	测量数据与指定值之差在符号和绝对值上相对固定，或者在测量条件及测量点改变时，测量数据与指定值之差按一定的规律变化。
产生原因	一般由未能掌握或不便掌握的因素造成。	人员操作不当、测量设备问题、标准样品实际值与标定值的偏差、测量方法与理想状态的偏离、实际环境与标准环境的差异。
减小或消除的措施	在检测中对影响测量结果的因素进行监控，当相关因素发生变化，且与测量要求发生偏离时，通过采取纠正措施恢复因素原有状态，可减小或消除随机误差。	通过排除其来源及修正的方法减小或消除。

6.1.2.5 设施及环境

对于一些通信检测项目，如辐射杂散、OTA、基站天线测试等，需具备电波暗室等相关场地及设施，实验室应定期对场地及设施指标进行监测及确认，包括但不限于场地参数（屏蔽效能、归一化场地衰减（NSA）、VSWR、场均匀性、纹波特性等）、静区参数（静区尺寸等）、接地电阻、绝缘电阻、防静电措施、电源特性、环境条件（温度、相对湿度、大气压、洁净度、环境噪声电平等）等。

通信检测领域能力验证计划项目设施及环境的相关要求，可参见 CNAS-CL01-A007。

6.1.3 能力验证材料报送工作

能力验证计划相关材料通常包括报名表、被测样品接收状态确认表、被测样品发送状态表、结果报告单、检测报告及不确定度评定报告。参加者应根据 PTP 的要求，在截止日期前将相关材料报送至指定地址和（或）电子邮箱。

6.2 其他外部质量控制活动的实施

6.2.1 概述

如 5.3.2 所述，当实验室无法获得其检测项目所属领域的能力验证时，可通过实验室间比对开展外部质控活动。进行实验室间比对时，建议由 3 家（含）以上实验室进行比对，并优先选择本行业内已获得 GB/T 27025（ISO/IEC 17025）体系 CNAS 认可的实验室、APAC、ILAC 多边承认协议成员认可的实验室及专家实验室开展比对。

6.2.2 方案制定

进行实验室间比对前，组织方应制定方案。方案应包括但不限于以下内容：

a) 实验室间比对的组织方、参加方

注：1、实验室间比对组织方也可为参加方。

2、如参加方未确定需给出参加方数量。

b) 实验室间比对的参加条件

c) 检测方法

d) 数据处理及统计分析方法，包括指定值及不确定度的确定方法，指定值的计量溯源性，结果评价方法及准则。

6.2.3 实施步骤

a) 组织方制定实验室间比对作业指导书，作业指导书中应至少明确但不限于以下信息：检测依据的方法标准、参数配置要求、必要的操作步骤及结果记录格式。

b) 参加方对实验室间比对方案及检测方法进行核查，确认本实验室是否具备开展实验室间比对工作的能力。对于拟通过实验室间比对评价其检测能力的参加方，还应确认实验室间比对是否满足其质控需求。核查内容可参考 6.1.1 部分。

c) 由组织方制备比对样品，样品被测参数量值应稳定可靠。在条件允许的情况下，组织方应对样品稳定性和(或)均匀性进行检验，确认样品稳定性和(或)均匀性满足实验室间比对工作的要求。样品稳定性和(或)均匀性检验的步骤、评价方法，参见 7.1 部分。

d) 由组织方组织参加方开展样品传递及检测工作。参加方收到样品后，对样品状态进行确认，并将确认信息反馈给组织方。

e) 参加方根据作业指导书中规定的方法标准、检测条件、样品设置、操作步骤、数据处理等要求对样品进行检测，并在规定时间将检测结果(参加方实验室格式的检测报告和(或)不确定度评定报告等)反馈给组织方。参加方在实验室间比对实施过程中，检测工作各要素关键点及注意事项，参见 6.1.2 和 6.1.3。

f) 参加方按组织方的要求，将样品包装好发送至指定地点，并将样品发送情况反馈给组织方。

g) 全部参加方完成检测工作并反馈结果后，组织方对试验结果进行统计及评价，向参加方发布实验室间比对结果报告，报告应包含以下内容但不限于：

1) 参加方的结果

2) 指定值及其确定方法、指定值的计量溯源性及其不确定度。指定值及其不确定度的确定方法，参见 7.2.3.1。

3) 参加方结果统计量、评价准则及其确定依据、评价方法及评价结果。统计量的选择及评价方法、评价准则的确定方法，参见 7.2.4、7.2.5。

注：实验室间比对指定值的确定及评价方法和准则的选择，应独立于拟评价其检测能力的参加方实验室。

4) 技术分析及建议

注：当参加方存在“不满意/不可接受”或“有问题”评价结果时，报告中应给出原因分析及措施建议。

h) 如参加方实验室间比对评价结果为“不满意/不可接受”或“有问题”时，需采取相应纠正措施，并再次通过实验室间比对等质控活动验证措施的有效性，评价检测结果是否“满意/可接受”。参加方对结果的利用，参见 7.3。

7 通信检测外部质量控制评价结果的核查及利用

7.1 对样品稳定性与均匀性检验的核查

7.1.1 概述

能力验证或实验室间比对（以下简称比对）样品（以下简称样品）具有足够的稳定性与均匀性，可确保能力验证计划或比对参加者“不满意/不可接受”的评定结果不会归咎于样品的变异性，也是保证参加者检测结果有效性及可比性的前提。因此，对于样品的被检测参数，在通常情况下需由 PTP 或比对组织者进行稳定性和（或）均匀性检验，以确认是否需要改进样品的稳定性和（或）均匀性，或在能力评定中考虑样品的稳定性和（或）均匀性。

通信检测项目能力验证计划或比对参加者应对样品的稳定性和（或）均匀性进行核查，确认样品的稳定性和（或）均匀性对能力评定或比对结果的影响是否可以忽略。样品稳定性和（或）均匀性检验结果通常在能力验证计划或比对报告中给出。

由于通信检测项目的特殊性，样品的均匀性较难实现。因此，样品通常为了一件（含测试线缆、充电器等配件），此时仅需对样品稳定性进行检验。通信检测项目样品需进行均匀性检验的情况较少，如有必要则需对样品进行均匀性检验。以下给出针对通信检测项目样品稳定性和（或）均匀性检验的常用方法及判定准则。

7.1.2 对样品稳定性检验的核查

7.1.2.1 样品稳定性检验的时机

对于通信检测项目能力验证计划或比对，样品稳定性检验通常在样品开始传递前、传递中及返回 PTP 或比对组织者后进行；在样品制备过程中，需对样品的稳定性进行考核和验证时，也可对样品进行稳定性检验。

7.1.2.2 样品稳定性检验的步骤

通信检测项目样品稳定性检验的一般步骤为：在一个实验室中，使用一种具有良好中间精密度（介于重复性和再现性条件之间）的测量方法，对样品进行 1 组 g 次（为确保检验结果的可信度， $g \geq 6$ ）测量；将样品在一定时间内（可为样品传递时间）暴露于预期的存储及运输条件下；在前述实验室中，使用前述测量方法，尽快对样品进行第 2 组 g 次（ $g \geq 6$ ）测量；使用第 1、2 组数据，通过下

述评估准则对样品进行稳定性检验。

7.1.2.3 样品稳定性评估准则

a) 比较样品检测结果的平均值

如果稳定性检验结果满足式 (1) 或式 (2), 可认为样品稳定性符合要求。

$$|\bar{y}_1 - \bar{y}_2| \leq 0.3\sigma_{pt} \dots\dots\dots (1)$$

$$|\bar{y}_1 - \bar{y}_2| \leq 0.1\delta_E \dots\dots\dots (2)$$

式 (1)、(2) 中各参数含义如下:

\bar{y}_1 —样品发出前检测结果平均值;

\bar{y}_2 —样品在能力验证计划或比对进行中或完成后检测结果的平均值;

σ_{pt} —能力评定标准差;

δ_E —最大允许误差;

b) t 检验

对两组稳定性检验测量数据的平均值进行显著性水平为 α (通常取 0.05) 的 t 检验, 当 $t < t_{\alpha(n_1+n_2-1)}$ 时, 两组稳定性检验结果无显著差异 (上式中, n_1 、 n_2 分别为两组稳定性检验的测试次数); 还可对一组稳定性检验测量数据的平均值与参考值/标准值进行显著性水平为 α (通常取 0.05) 的 t 检验, 当 $t < t_{\alpha(n-1)}$ 时, 稳定性检验结果与参考值/标准值无显著差异 (上式中, n 为稳定性检验的测试次数)。

c) 比较实验标准差与测量不确定度

在通信检测项目能力验证计划或比对实施过程中, 有时样品状态正常, 但稳定性检验结果较难满足上述第 1、2 条所述判定准则。这里提供另一种稳定性检验评估准则, 供能力验证计划或比对参加者参考:

在样品发给参加者前、传递过程中、返回 PTP 或比对组织者后分别对样品进行 n_1 、 n_2 、 n_3 次测量 (n_1 、 n_2 、 n_3 均应大于 6), 分别计算检测结果前 n_1 次、前 n_1+n_2 、 $n_1+n_2+n_3$ 测量结果的实验标准差 s_1 、 s_2 、 s_3 , 将试验标准差分别与测量不确定度参考值 U_{ref} 比较, 如满足式 (3)、(4)、(5), 则认为样品稳定性符合要求。 U_{ref} 可通过方法标准等技术规范中给出的不确定度评估示例、限值等确定。此外, 实验标准差 s_1 、 s_2 、 s_3 还可分别取 n_1 、 n_2 、 n_3 次测量结果的实验标准差, 稳定性检验评价方法同式 (3)、(4)、(5), 此时需同时根据第 1 部分比较检验结果平均

值的方法进行稳定性检验。

$$s_1 \leq 0.3U_{\text{ref}} \dots\dots\dots (3)$$

$$s_2 \leq 0.3U_{\text{ref}} \dots\dots\dots (4)$$

$$s_3 \leq 0.3U_{\text{ref}} \dots\dots\dots (5)$$

样品稳定性检验的一般程序及评估准则的详细信息，可参考 GB/T 28043-2019 B.4~B.6 及 CNAS-GL03。

7.1.3 对样品均匀性检验的核查

7.1.3.1 样品均匀性检验的时机

一些通信检测项目的的能力验证计划或比对，如无线通信设备 SAR 检测用 TEL 介电参数测量，需在样品分发给参加者前，对样品进行均匀性检验。

7.1.3.2 样品均匀性检验的步骤

通信检测项目样品均匀性检验的一般步骤为：选择执行均匀性检验的实验室及测量方法（重复性标准差 s_r 足够小）；随机抽取 g 份（ $g \geq 10$ ）样品，从 1 个样品中制备 $m \geq 2$ 个子样，选择适当的方法使子样间差异最小；在重复性条件下，随机测量 $g \times m$ 份子样；计算总平均值 \bar{x} 、样品内标准差 s_w 、样品间标准差 s_s 。使用上述统计量，根据下述评估准则对样品进行稳定性检验。

7.1.3.3 样品均匀性评估准则

- a) 比较样本间标准差与能力评定标准差/最大允许误差

如果均匀性检验结果满足式 (6) 或式 (7)，可认为样品符合均匀性要求。

$$S_s \leq 0.3\sigma_{\text{pt}} \dots\dots\dots (6)$$

$$S_s \leq 0.1\delta_E \dots\dots\dots (7)$$

式 (6)、(7) 中各参数含义如下：

S_s — 样品间标准差；

σ_{pt} — 能力评定标准差；

δ_E — 最大允许误差。

- b) F 检验

对均匀性检验数据进行显著性水平为 α （通常取 0.05）的单因子方差分析 F 检验，即通过以样品间方差与样品内方差的比值作为统计量 F ，当 $F < F_\alpha(f_1, f_2)$ 时，

均匀性检验结果无显著差异，其中 f_1 、 f_2 分别为样品间及样品内方差的自由度。

样品均匀性检验的一般程序及评估准则的详细信息，参见 GB/T 28043-2019 B.1~B.3，CNAS-GL03。

7.2 对外部质量控制评价结果的核查

7.2.1 概述

能力验证计划及比对结果报告中通常给出指定值及其不确定度、能力统计量、评定准则及方法。作为能力评定的基础，上述内容是否符合统计方法的应用前提及适用条件，是否与能力验证计划或比对的目標相一致，是准确评价参加者能力的重要因素。因此，能力验证计划及比对参加者需对上述内容进行核查，以确认 PTP 或比对组织者采用了适当的统计方法，获得了适当的指定值及其不确定度，同时参加者的结果被合理评价。7.2 部分对上述内容进行了讨论，给出了能力验证及比对数据统计和能力评定的一般方法及注意事项，供参加者确认结果时参考。

能力验证计划及比对按参加者给出的结果类型分为定量计划及定性计划，定量计划结果为数值，定性计划结果为特征属性。目前通信领域检测项目能力验证计划涉及无线通信终端射频传导及辐射性能，移动通信天线及光通信检测等领域，均为定量计划，7.2 部分均以定量计划为基础描述能力验证及比对数据统计及能力评定的方法。

在能力验证计划中，只有一个参加者对样品进行测试，其测试结果与参考值进行比较的活动称为“测量审核”。PTP 一般会使用之前已开展能力验证计划的样品进行测量审核，并在测量审核中沿用已开展能力验证计划的方法、指定值、统计量及能力评定准则。对于适用于“测量审核”的数据统计及能力评定方法，7.2.5 和 7.2.7 部分给出了说明。

此外，7.2.7 部分还给出了能力验证相关技术规范之外的一些比对结果的评价方法，这些评价方法可用于通信领域检测实验室开展比对等外部质控活动时，对实验室比对结果进行评价。

7.2.2 数据分布及处理

数据符合正态分布是能力验证计划及比对样品稳定性 t 检验、均匀性 F 检验、参加者数据统计及能力评定方法的应用前提。因此，对样品进行稳定性及均匀性

统计假设检验前，或对参加者数据进行统计分析前，应对数据进行正态性检验。主要的检验方法包括：直观观察样本直方图或核密度图法得到的概率密度曲线；Q-Q 图、P-P 图、偏度-峰度检验、夏皮罗-威尔克（Shapiro-Wilktest）检验、科尔莫戈罗夫-斯米尔诺夫（Kolmogorov-Smirnov）检验。当检验结果表明数据分布为近似正态分布，即数据概率密度函数为单峰且近似对称时，可以检验并剔除离群值后计算简单统计量（平均值、标准差）。当数据分布不对称和（或）存在离群值时，如数据量、崩溃点等满足稳健统计方法的适用条件时，可以通过稳健统计方法计算统计量；也可以检验并剔除离群值后，计算简单统计量。

7.2.3 指定值及其不确定度

7.2.3.1 指定值及其不确定度的确定

对于通信检测项目能力验证计划及比对，一般通过单一实验室的检测结果或专家实验室/参加者的公议值确定检测参数的指定值。由于通信领域检测项目往往涉及测量设备、设施构成的测量系统，测量设置及过程复杂，影响检测结果的因素较多，不易确定测量系统、设备间测量误差及不确定度的大、小，同时一些检测项目（如 SAR）的检测结果离散性较大，单一实验室结果的可靠性有一定风险。因此，通信检测项目能力验证计划及比对通常以专家实验室/参加者的公议值作为指定值，优先选择专家实验室的公议值。

对于指定值的不确定度，如指定值为单一实验室的检测结果，以此实验室测量不确定度的评定结果作为指定值的不确定度，如有需要，需考虑样品均匀性及稳定性、样品运输过程对指定值不确定度的影响；如指定值为专家实验室/参加者的公议值，可根据指定值的计算方法，按相应的统计方法（基于标准差计算公式的变形）计算不确定度，例如当通过中位值、算法 A、Hampel 估计量等稳健算法计算指定值时，其不确定度按式（8）计算，式中 $u(x_{pt})$ 为指定值的标准不确定度， s^* 为专家实验室/参加者结果的稳健标准差， p 为专家实验室/参加者数量。

$$u(x_{pt}) = 1.25 \times \frac{s^*}{\sqrt{p}} \dots\dots\dots (8)$$

关于指定值确定及其不确定度计算方法的详细信息，参见 GB/T 28043-2019 7.1、7.2、7.5~7.7，CNAS-CL03，CNAS-GL002，《能力验证及其结果处理与评

价》表 4-2。

7.2.3.2 异常数据的检查、稳健统计方法及离群值检验

能力验证计划及比对结果中存在明显异常的数据可通过直观检查或直方图、核密度图等方式发现并删除；也可通过与以往数据或能力评定准则比较，发现并剔除异常数据。

稳健统计方法为对给定概率模型假定条件的微小偏离不敏感的统计方法，通过稳健统计方法计算稳健统计量（平均值、标准差），可减小离群值对统计量的影响，因此使用稳健统计方法前，无需对离群值进行检验及剔除。稳健统计方法有效率、崩溃点、对局部众数的抵消能力等性能指标，统计者应根据数据集的情况，选择适用的（当数据量大于等于 12 时，大多数单变量稳健估计是适用的。）、性能优良（高效率、高崩溃点、对局部众数的抵消能力强）的稳健统计方法进行统计。一般来说，进行数据处理及统计时，稳健统计方法宜优先于检验及剔除离群值后计算简单统计量（平均值、标准差）的方法。常用的平均值稳健统计方法包括中位数、算法 A、Hampel 估计等，常用的标准差稳健统计方法包括中位绝对离差（MADe）、标准化四分位距（nIQR）、算法 A、算法 S、 Q_n 法、 Q 法等。

能力验证计划及比对结果中的离群值，可在高置信水平（如 0.99）下通过格拉布斯检验法、科克伦方法等进行检验、识别和剔除，再计算平均值、标准差等简单统计量。剔除后的离群值作为能力验证计划或比对结果，仍需进行评价。

关于异常数据检查、稳健统计方法及离群值检验的详细信息，参见 GB/T 28043-2019 6.3~6.6 及其附录 C、附录 D.2，CNAS-CL03，CNAS-GL002。

7.2.3.3 参加者较少时指定值及标准差的确定

当能力验证计划及比对参加者较少时，指定值宜使用独立于参加者的方法确定，能力评定准则宜基于外部标准确定。如果必须使用参加者的结果进行统计，统计模型往往不能给出可靠的统计结果。我们只能使用相对适当的模型，计算出相对可靠的统计量。小样本的统计，通常可采用稳健统计方法（优先采用高效率的方法），或者离群值检验后计算简单统计量，来确定指定值及参加者结果的标准差。不同的统计方法适用于不同的参加者数量。关于参加者较少时采用的统计方法，参见 GB/T 28043-2019 5.4 及其附录 D.1。

7.2.3.4 指定值不确定度的限定

当指定值的标准不确定度相对于能力评定标准差较大时,参加者的能力评定或比对结果将由于较大的指定值不准确度而不可靠。鉴于以上情况,当指定值的不确定度符合式(9)或式(10)时,可以忽略不计,不需要在能力评定或比对结果中予以解释,否则需采取以下措施之一:在能力评定中使用指定值的不确定度;选择其他确定指定值的方法,使其不确定度满足式(9)或式(10)。

$$u(x_{pt}) < 0.3\sigma_{pt} \dots\dots\dots (9)$$

$$u(x_{pt}) < 0.1\delta_E \dots\dots\dots (10)$$

式(9)、(10)中各参数含义如下:

$u(x_{pt})$ —指定值标准不确定度;

σ_{pt} —能力评定标准差;

δ_E —最大允许误差。

关于限定指定值不确定度的详细信息,参见 GB/T 28043-2019 9.2。

7.2.4 能力评定准则(判定值)

能力评定准则是评价统计量是否可以接受的尺度,即能力评定判定值。通常可以最大允许误差、能力评定标准差、不确定度最大值等作为能力评定准则。对于通信检测领域能力验证计划及比对,宜优先选择相关技术规范中给出的最大允许误差、不确定度最大值等作为能力评定准则,也可由本次或以往能力验证计划的数据、专家意见,协同研究获得的重复性、再现性及一般模型确定。关于确定能力评定准则的详细信息,参见 GB/T 28043-2019, CNAS-GL002。

7.2.5 统计量及评定方法

能力验证计划及比对需选择适当的统计量进行能力评定。首先,参加者的结果应符合分布假设(通常指正态分布),在此基础上进行统计量的计算。同时,统计量应符合能力验证计划或比对的目標,即适用于对参加者的能力评定。此外,为便于对实验室能力评定结果趋势进行分析,不同被测量水平和不同轮次能力验证计划或比对的能力评分宜便于比较。

为符合目标适用性原则,对于通信检测项目能力验证计划及比对,一般优先使用不基于统计理论的统计量(差值 D_i 、百分相对差 $D_i\%$ 、允许偏差百分比 P_{Ai})

进行能力评定，其中 P_{Ai} 为测量审核常用的统计量之一。上述统计量计算公式见式 (11) ~ (13)。

$$D_i = x_i - x_{pt} \dots\dots\dots (11)$$

$$D_i \% = (x_i - x_{pt}) / x_{pt} \times 100\% \dots\dots\dots (12)$$

$$P_{Ai} = (D_i / \delta_E) \% \dots\dots\dots (13)$$

式 (11) ~ (13) 中各参数含义如下：

x_i —参加者 i 报告的检测结果（或多次检测结果的平均值）；

x_{pt} —指定值；

δ_E —最大允许误差。

评定方法如下：

对于差值 D_i ，当 $-\delta_E < D_i < \delta_E$ 时，结果为“满意/可接受”；否则结果为“不满意/不可接受”；对于百分相对差 $D_i\%$ ，当 $-\delta_E\% < D_i\% < \delta_E\%$ 时，结果为“满意/可接受”；否则结果为“不满意/不可接受”，其中 $\delta_E\% = (\delta_E / x_{pt})\%$ ；对于允许偏差百分比 P_{Ai} ，当 $-100\% < P_{Ai} < 100\%$ 时，结果为“满意/可接受”；否则结果为“不满意/不可接受”。

通信检测项目能力验证及比对还可使用统计量 z 、 z' 、 ζ 、 En 值进行能力评定，上述统计量需使用能力评定标准差 σ_{pt} 、指定值标准或扩展不确定度 ($u(x_{pt})$)、 $U(x_{pt})$)、参加者测量值标准或扩展不确定度 ($u(x_i)$ 、 $U(x_i)$) 进行计算。其中， En 为测量审核常用的统计量之一。统计量及能力评定方法的详细信息，参见 GB/T 28043-2019 第 9 部分、CNAS-GL002。

7.2.6 图示法

图示法从整体上给出能力验证计划或比对参加者的结果，参加者可在图示中看到自身结果与其他参加者结果的关系，并对自身检测能力进行评估。表 4 给出了常用图示法的含义及作用。图示法的详细信息及实例，参见 GB/T 28043-2019、CNAS-GL002。

表 4 常用图示法的含义及作用

图示法	含义	作用
直方图	横轴为测量值或统计量，纵轴为频次。	给出能力评定或比对结果频次分布，帮助参加者了解自身结果在所有结果中的位置。
核密度图	横轴为测量值，纵轴为概率密度。	发现局部众数、离群值。
条形图	横轴为参加者，纵轴为测量值或统计量。	展示参加者结果的偏倚、离散。
尧敦图	横、纵轴分别为参加者对两种等同或相似样品测量值的偏倚或统计量；原点为中位值或统计量 0 值。	分析参加者结果的偏倚程度、重复性及两种样品测量结果的相关性。
重复性标准差图	每个参加者测得 m 个结果，以横轴为参加者平均值，纵轴为参加者标准差。由指定统计量服从自由度为 2 的 χ^2 分布绘制置信区域。	识别偏倚较大的参加者。
分割样品	横轴为样品，纵轴为两家实验室平均值或标准差之差（可归一化，并推广为多家实验室的平均值、标准差的极差或标准差）。	展示两家（或多家）实验室测量结果离散性或离散性的分布随样品的变化趋势。
组合评分图示法	横轴为时间或测量值，纵轴为统计量。	展示实验室能力评定或比对结果随时间或测量值水平的变化趋势。

7.2.7 其他可选择的比对结果评价方法

7.2.7.1 使用重复性及再现性进行实验室间比对的方法

本部分所述方法需已知检测项目的重复性 σ_r 和（或）再现性 σ_R 。确定重复性 σ_r 及再现性 σ_R 的方法，参见 GB/T 6379.2-2004、GB/T 6379.5-2006。以下检验方法的置信水平为 95%。

a) 两个实验室检测结果的比较

在重复性条件下，第 1 个实验室的检测结果算术平均值和检测次数分别为 \bar{y}_1 和 n_1 ，第 2 个实验室的检测结果算术平均值和检测次数分别为 \bar{y}_2 和 n_2 。当式(14)成立时，两实验室检测结果是一致的。

$$|\bar{y}_1 - \bar{y}_2| \leq \sqrt{(2.8\sigma_R)^2 - (2.8\sigma_r)^2 \left(1 - \frac{1}{2n_1} - \frac{1}{2n_2}\right)} \dots\dots\dots (14)$$

当取第 1 个实验室测量数据算术平均值 \bar{y}_1 和第 2 个实验室测量数据中位值 $\text{med}(\{y_{2i}\})$ 作为检测结果时, 如式 (15) 成立, 两实验室检测结果是一致的。式 (15) 中 $c(n_2)$ 的数值可通过 GB 6379.6-2009 表 2 获得。

$$|\bar{y}_1 - \text{med}(\{y_{2i}\})| \leq \sqrt{(2.8\sigma_R)^2 - (2.8\sigma_r)^2 \left(1 - \frac{1}{2n_1} - \frac{\{c(n_2)\}^2}{2n_2}\right)} \dots\dots\dots (15)$$

类似的, 当两个实验室均取测量数据的中位数 ($\text{med}(\{y_{1i}\})$ 和 $\text{med}(\{y_{2i}\})$) 作为检测结果时, 如式 (16) 成立, 两实验室检测结果是一致的。式 (16) 中 $c(n_1)$ 和 $c(n_2)$ 的数值可通过 GB 6379.6-2009 表 2 获得。

$$|\text{med}(\{y_{1i}\}) - \text{med}(\{y_{2i}\})| \leq \sqrt{(2.8\sigma_R)^2 - (2.8\sigma_r)^2 \left(1 - \frac{\{c(n_1)\}^2}{2n_1} - \frac{\{c(n_2)\}^2}{2n_2}\right)} \dots (16)$$

上述方法也是常用的测量审核结果评价方法之一。详细信息参见 GB 6379.6-2009 5.3.2.2。

b) 实验室检测结果与参照值的比较

1) 通过重复性及再现性比较实验室检测结果与参照值

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 (17) 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。参照值 μ_0 可为参比实验室给出的公议值, 或者通过其他可靠方法获得。

$$|\bar{y}_1 - \mu_0| \leq \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(2.8\sigma_R)^2 - (2.8\sigma_r)^2 \left(\frac{n-1}{n}\right)} \dots\dots\dots (17)$$

当引入一个可检出的实验室偏倚 Δ_m 作为实验室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 (17) 可变为式 (18)。

$$|\bar{y}_1 - \mu_0| \leq \Delta_m / 2 \dots\dots\dots (18)$$

2) 通过重复性比较实验室检测结果与参考值

首先根据式 (19)、(20) 确定测量结果数 n 。式 (19) 通过 n 计算得到系数 A_w ，将 A_w 代入式 (20)，其中 σ_r 为检测方法的重复性， Δ_m 为希望从比对结果中检测出的偏移量，即检测结果与参照值之差大于等于 Δ_m 时，认为实验室结果与参照值之间存在显著差异。式 (20) 满足时的 n 即为所需测量结果数。

$$A_w = \frac{1.96}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots (19)$$

$$A_w \sigma_r \leq \frac{\Delta_m}{1.84} \dots\dots\dots (20)$$

根据式 (21) 计算实验室偏倚的估计量 $\hat{\Delta}$ ，式中 \bar{y}_w 为实验室 n 次测量结果的平均值； μ 为参照值，可为参比实验室给出的公议值，或通过其他可靠方式获得。

$$\hat{\Delta} = \bar{y}_w - \mu \dots\dots\dots (21)$$

式 (22) 给出了实验室偏倚 Δ 95% 的置信区间，当 σ_r 未知时，可通过其估计值 s_r 代替， s_r 的计算方法，参见 GB/T 6379.2-2004 4.3 及 GB/T 6379.1-2004 5.1.3.3。当置信区间包含 0 时，实验室结果与参照值是一致的；否则实验室的偏倚显著。本方法的详细描述，参见 GB/T 6379.4-2006 第 5 部分。

$$\hat{\Delta} - A_w \sigma_r \leq \Delta \leq \hat{\Delta} + A_w \sigma_r \dots\dots\dots (22)$$

7.2.7.2 传递比较法及比对法

a) 概述

计量领域可通过传递比较法或比对法对检定或校准结果进行验证，检测实验室可参照上述方法开展外部质控活动。

b) 传递比较法

检测实验室对样品进行检测后得到结果 y_{lab} ，测量扩展不确定度为 U_{lab} ；将样品送至具备较小测量误差/较高准确度等级/较小测量不确定度的参考实验室进行检测，结果为 y_{ref} ，测量扩展不确定度为 U_{ref} ，在检测实验室与参考实验室扩展不确定度包含因子近似相等的前提下，如式 (23) 成立，则表示检测结果是可以接受的。此方法等同于统计量 En 的计算及评定方法。

$$|y_{\text{lab}} - y_{\text{ref}}| \leq \sqrt{U_{\text{lab}}^2 + U_{\text{ref}}^2} \dots\dots\dots (23)$$

c) 比对法

检测实验室可与多个配备相同或相似测量设备或系统的实验室进行比对。根据除本实验室外各实验室（以下简称其他实验室）检测设备的准确度等级、测量不确定度确定权重，计算其他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所有实验室测量扩展不确定度包含因子相等的情况下，如式（24）成立，则表示检测结果是可接受的。比对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。

$$|y_{\text{lab}} - \bar{y}_w| \leq \sqrt{\frac{n-1}{n}} U_{\text{lab}} \dots\dots\dots (24)$$

7.3 外部质量控制评价结果的利用

能力验证计划及比对项目的参加者可通过能力验证计划或比对结果报告提供的信息，了解本次能力验证计划或比对项目本实验室和其他参加者的检测结果，以及本实验室检测结果在所有参加者中的位置，同时根据报告给出的能力评定或比对结果，对本实验室相应检测项目的能力进行评估。如有需要，应采取相应措施对实验室风险和不符合工作进行改进和纠正。以下针对几种能力评定及比对结果的情况给出措施建议，供实验室参考。

7.3.1 参加者结果为“满意/可接受”

7.3.1.1 概述

“满意/可接受”的能力评定或比对结果表明参加者符合开展相关检测项目的的能力要求（通过统计量 D 、 $D\%$ 、 P_A 及 7.2.7 所述方法进行能力评定时）或者具备在声称的不确定度水平内得到与指定值相符的结果的能力（通过统计量 z' 、 ζ 、 En 进行能力评定时），实验室在继续对检测相关要素进行质量控制，确保检测结果有效性的同时，仍需注意以下两点：

7.3.1.2 不确定度对能力评定或实验室间比对结果的影响

参加者的测量值及指定值的不确定度作为计算能力评定统计量 z' 、 ζ 、 En 值的输入参数，其可对参加者的能力评定或比对结果产生影响。因此，参加者测量

不确定度、指定值不确定度的评定过程及结果是否合理及客观的反映测量结果的分散性，决定了评定结果能否客观反映实验室的检测水平和能力。如果参加者测量值及指定值不确定度的评价不够合理，有可能导致能力评定或比对结果不能正确反映参加者的能力。例如，无线通信设备 SAR 检测能力验证计划使用 E_n 值作为统计量，当高估测量不确定度和（或）指定值不确定度时， E_n 值被低估，即参加者的能力被高估，此时参加者可能不符合此项检测的能力要求，但获得了“满意/可接受”的能力评定或比对结果。类似的，当低估测量不确定度和（或）指定值不确定度时，参加者的能力被低估。

7.3.1.3 统计量接近“不满意/不可接受”判定值的情况

当参加者的能力评定或比对结果为“满意/可接受”，但统计量接近“不满意/不可接受”判定值时，能力评定或比对结果的可信度会降低。例如在无线终端射频性能测试能力验证计划中，以差值的绝对值 $|D|$ 作为最大输出功率测量结果的统计量，以相关标准中规定的输出功率不确定度最大值 0.7dB 作为判定值，某参加者某频点的最大输出功率测量数据与指定值之差的绝对值为 0.5dB，虽然小于判定值 0.7dB，但参加者最大输出功率测量不确定度为 0.5dB，如果以测量值为中心，不确定度为半宽表示测量结果的分布区间，则测量结果存在大于判定值的可能性。因此，即使能力评定或比对结果为“满意/可接受”，统计量接近“不满意/不可接受”判定值时，参加者应参考 7.3.2，分析测量结果出现较大偏倚的原因以及误差来源及类型，必要时应采取整改措施。

7.3.2 参加者结果为“不满意/不可接受”或“有问题”

7.3.2.1 CNAS 相关要求

根据 CNAS-RL02，当实验室能力验证结果为“不满意/不可接受”且不符合认可项目依据的标准或规范所规定的判定要求时，实验室应暂停在相应项目证书/报告中 CNAS 认可标识，同时在 180 天内采取纠正措施并可通过 CNAS 现场评价或再次参加能力验证计划对纠正措施的有效性进行验证，当能力验证计划评价结果为“满意/可接受”或为“有问题/可疑”但符合认可项目标准或规范规定的判定要求时，纠正措施有效，实验室可恢复使用 CNAS 认可标识。

当实验室能力验证结果为“不满意/不可接受”，但仍符合认可项目标准或规范规定的判定要求时，或当实验室能力验证结果为“有问题/可疑”时，实验室应

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/537142031141010006>