CNAS 技术报告

电气检测领域实验室内部质量控制方法与实例

（征求意见稿）

目 录

前 言 3
1 范围 4
2 规范性引用文件 4
3 术语和定义 4
4 内部质量控制要求 5
5 内部质量控制方法 7
5.1 使用标准物质或质量控制物质 7
5.2 使用其他已校准能够提供可溯源结果的仪器 7
5.3 测量和检测设备的功能核查 8
5.4 使用核查或工作标准，并制作控制图 9
5.5 测量设备的期间核查 9
5.6 使用相同或不同方法重复检测 10
5.7 留存样品的重复检测 11
5.8 物品不同特性结果之间的相关性 12
5.9 审查报告的结果 13
5.10 实验室内比对 14
5.11 盲样测试 15
6 结果评价方法 16
6.1 偏差 D% 16
6.2 En 值 16
6.3 控制图 17
附录 A-1（资料性附录）非金属材料的球压检测项目质控案例 19
附录 A-2（资料性附录）空调器制冷量检测项目质控案例 22
附录 B（资料性附录）电子电器产品能效（待机功率）检测项目质控案例 27
附录 C（资料性附录）电气强度检测项目质控案例 32
附录 D（资料性附录）光伏并网逆变器转换效率检测项目质控案例 34
附录 E（资料性附录）接地电阻检测项目质控案例 37
附录 F（资料性附录）变压器绕组温升检测项目质控案例 39
附录 G-1（资料性附录）辅助激励量电压变化影响检测项目质控案例 42
附录 G-2（资料性附录）充电模块输出电流误差影响检测项目质控案例 44
附录 G-3（资料性附录）充电桩连接确认信号影响检测项目质控案例 47
附录 H（资料性附录）柱上断路器电流与温升特性相关性分析质控案例 50
附录 I（资料性附录）电力变压器产品检测项目质控案例 53
附录 J（资料性附录）电容器放电检测项目质控案例 58
附录 K（资料性附录）绝缘抗张强度检测项目质控案例 60
附录 L（资料性附录）电气实验室常规检测参数最大允许误差 62

前 言

本文依据 CNAS 相关的认可准则、应用说明等文件中对于实验室内部质量控制的要求，并结合电气检测领域的特性而制定。本文件旨在规范电气检测领域实验室内部质量控制活动，指导实验室实施对检测结果的监控活动，提升实验室内部质量控制技术的合理性和适用性，以确保结果的准确性和稳定性。

本文件从内部质量控制要求、质控方法和结果评价三个方面，阐述了电气检测领域实验室内部质量控制的实施要求，逐一分析典型内部质量控制方法并附案例。

本文件的附录 A～附录 L 为资料性附录。

本文件仅从操作层面上给出指导性的建议，所提供的方法并非是唯一的，不作为认可规范的强制性补充要求和评审依据。

本文件于 2018 年首次发布，本次为首次修订并代替 CNAS-TRL-008:2018 版。

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：

本文件主要起草人：

电气检测领域实验室内部质量控制方法与实例

1 范围

1.1 本文件适用于电气检测实验室依据CNAS-CL01：2018《检测和校准实验室能力认可准则》的 7.7 条款要求开展的内部质量控制（以下简称“内部质控”）活动。其它领域实验室涉及电气检测项目的，也可参照此文件中规定的方法及要求执行。

1.2 本文件附录提供的内部质控案例供实验室参考使用。

2 规范性引用文件

CNAS-CL01 检测和校准实验室能力认可准则

CNAS-CL01-G001 检测和校准实验室能力认可准则的应用要求

CNAS-CL01-G002 测量结果的计量溯源性要求

CNAS-CL01-A003 检测和校准实验室能力认可准则在电气检测领域的应用说明

CNAS-RL02 能力验证规则

CNAS-CL04 标准物质/标准样品生产者能力认可准则

CNAS-GL005 实验室内部研制质量控制样品的指南

CNAS-GL027 化学分析实验室内部质量控制指南——控制图的应用

CNAS-GL042 测量设备期间核查的方法指南

JJF 1001 通用计量术语及定义技术规范

IECEE OD-5014 检测实验室仪器精度限制范围（CTL Instrument Accuracy Limits）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 质量控制

质量管理的一部分，实验室通过采取作业技术和活动致力于满足质量要求。

注:改写 GB/T 19000—2016，3.3.7，增加“实验室通过采取作业技术和活动”。

3.2 质量控制方案

针对特定的产品、项目或合同，而规定的专门质量措施、资源和活动顺序的文件。质量控制方案包括实验室内部质控和实验室外部质控，内容一般应包括质控目标、质控项目、质控方法、判定标准、质控频率、实施时间、参加人员、负责人员等。

3.3 质量控制样品

用于测量质量控制的标准样品。

[来源:GB/T 15000.2—2019,2.1.22]

注:质量控制样品简称为“质控样品”

3.4 控制图

内部质量控制的一种主要工具。将控制值按特定顺序绘制在图中并与控制限比较，以判断过程和结果是否处于控制状态。

[来源:CNAS-GL027:2023,2.4]

3.5 重复检测

在重复性条件下进行两次或多次检测，反映实验室在重复性试验条件下的精密度，通常是指对同一样品进行多次检测，用于监测样品制备的均匀性和设备的稳定性，确保检测结果的可靠性和一致性。

重复性条件是指在同一实验室，由同一操作人员使用相同的设备，在短时间内对同一被测对象相互独立进行的测试条件。

3.6 测量准确度

简称准确度

被测量的测得值与其真值间的一致程度。

[来源:JJF1001-2011,5.8]

3.7 测量精密度

简称精密度

在规定条件下，对同一或类似被测对象重复测量所得示值或测得值间的一致程度。

[来源:JJF1001-2011,5.10]

3.8 核查标准

用于日常验证测量仪器或测量系统性能的装置，也称“核查装置”。在电气领域中，核查标准通常是质控样品的一种。

[来源:JJF1001-2011,8.10]

3.9 工作标准

用于日常校准或检定测量仪器或测量系统的测量标准。工作标准通常用参考测量标准校准或检定。

[来源:JJF1001-2011,8.7]

4 内部质控要求

4.1 目的

内部质控活动有助于了解检测活动结果及其发展趋势，及时识别和管控检测活动的过程风险，发现试验过程中可能存在的系统性误差和随机误差，查找和排除质量控制环节中导致不满意的可能原因并持续优化改进，确保检测结果准确可靠，建立健全质量管理体系，不断提升实验室管理水平和技术能力。

4.2 内部质控方式

内部质控方式包括但不限于：

a）使用标准物质或质量控制物质；

b）使用其他已校准能够提供可溯源结果的仪器；

c）测量和检测设备的功能核查；

d）适用时，使用核查或工作标准，并制作控制图；

e）测量设备的期间核查；

f）使用相同或不同方法重复检测或校准；

g）留存样品的重复检测或重复校准；

h）物品不同特性结果之间的相关性；

i）报告结果的审查；

j）实验室内比对；

k）盲样测试。

4.3 内部质控程序

4.3.1 实验室需根据自身的检测能力范围，综合考虑检测业务量、检测结果的用途、检测方法本身的稳定性与复杂性、检测活动对技术人员经验的依赖程度、参加外部比对（包含能力验证）的频次与结果、人员的能力和经验、人员数量及变动情况、新采用的方法或变更的方法等因素来制定内部质控方案。

4.3.2 实验室可按照策划的时间间隔，对近期质控活动的有效性进行评价，并根据评价结果制定下一周期内部质控方案。质控方案经技术负责人审核后实施。方案中应明确以下内容：

a）内部质控活动的对象；

b）检测项目/参数；

c）内部质控方式；

d）内部质控判定规则；

e）内部质控频次；

f）涉及的人员和/或设备；

g）计划开展时间。

4.3.3 当通过质控活动发现监控结果不能满足规定的判定规则时，实验室应依据不符合工作控制程序对不符合工作进行处理，并保存相关记录。

5 内部质控方法

5.1 使用标准物质或质量控制物质

5.1.1 基本原理

使用标准物质或质量控制物质实施内部质控是利用标准物质或质量控制物质作为质控样品，对检测设备、方法、环境和人员操作进行系统性监控与评估，以确保检测结果的准确性、重复性和长期稳定性。

5.1.2 适用情况

使用标准物质或质量控制物质实施内部质控主要用于测量系统的校准、测量程序的评估，评价测量结果的稳定性和重复性。其中，有证标准物质/标准样品是采用计量学上有效程序测定的一种或多种规定特性的标准物质/标准样品，并附有证书提供规定特性值及其不确定度和计量溯源性的陈述（如国家标准样品）。有证标准物质/标准样品的特性值通过严格的测量程序确定，且可追溯至国际单位制（SI），其定值更精准可靠，特性更均匀稳定。在内部质控活动中使用有证标准物质/标准样品，可以使结果可信度更高，准确性和可靠性更有保障，有助于实验室监控分析过程的有效性。因此，有可获得的有证标准物质/标准样品时，实验室应优先使用其开展内部质控。

注：如采用空调器参比机标准样品进行空调制冷量试验，采用压痕直径标准样品进行球压试验，采用噪声声功率级标准样品进行噪声试验，采用插头放电测试用标准样品进行插头放电试验，采用高低温标准样品进行高温/低温环境试验，采用低气压标准样品进行低气压环境试验等。相关案例见附录 A-1 和附录 A-2。

当不能获得有证标准物质/标准样品时，实验室可选择使用质量控制物质/样品，其特性值未经严格溯源，但具有长期稳定性，与常规检测样品相似或直接使用已知特性值的样品，通常可选择具有代表性的实际样品、能力验证的剩余样品或自制质控样品。

注：如采用已知电阻值的电路板进行电路板电阻试验，采用性能状态稳定的样品进行电气间隙和爬电距离测试等。

5.1.3 结果评价

通常采用“6 结果评价方法”中 En 值方法进行评价，当有证标准物质所附证书中规定

了结果评价方法时，按照证书中规定的评价方法进行结果评价。

5.2 使用其他已校准能够提供可溯源结果的仪器

5.2.1 基本原理

本方法是通过将待测仪器与经过校准且可溯源的参考仪器对同一稳定样品进行测试，对比两者的测量结果，评估待测仪器的准确性。实验室需选择校准状态有效且符合国家或国际标准的参考仪器，使用稳定的样品（如标准物质或留样）进行检测，并通过偏差计算（如百分比偏差）或统计检验（En 值法）分析数据差异。若结果偏差在预定的允许范围内（如行业标准或实验室内部要求），则判定为通过。相关案例见附录 B。

在运用该质控方法时，应尽可能的保持外部测试条件一致，仅使用两台不同仪器进行，以便最大限度的减少除设备以外的不确定度影响。

本方法在实施过程中一般应具备如下条件：

——相同的操作者；

——相同的被测对象；

——相同的地点；

——相同的检测方法/测量程序。

分别用两台仪器对被测样品进行测试，识别测量不确定度的贡献，并分别评定出两台仪器测量结果的扩展不确定度。

5.2.2 适用情况

本方法优先适用于下列情况：

——新设备投入使用时；

——维修或保养后的设备投入使用时；

——设备脱离实验室的控制，返回后无法确定设备性能的状态时；

——设备被移动、拆装或调整，无法确定设备性能的状态时；

——使用内部校准设备检测时。

5.2.3 结果评价

采用“6 结果评价方法”中偏差 D%或 En 值方法进行评价。

5.3 测量和检测设备的功能核查

5.3.1 基本原理

功能核查主要针对设备的非计量特性进行核查，其目的是验证设备的功能是否符合产品说明书等技术相关文件、标准的要求，例如基本操作、参数响应、安全保护功能等。它不涉

及校准状态的深度验证，更侧重日常使用前或使用后的检查，以确保设备可用性。核查标准需综合设备国家标准、行业规范及技术文件等来确定。相关案例见附录 C。

功能核查的频次需综合设备性能稳定性、历史故障发生情况、使用频率和强度、环境风险及标准要求等动态考虑。

5.3.2 适用情况

设备功能核查主要适用于核查检测设备以及重要的辅助设备的功能，例如显微镜检查光源和聚焦功能是否正常，拉力机的夹持系统是否能夹紧不松动等。设备投入使用或重新投入使用前，在不存在影响设备的计量特性的情况下，只需要核查设备的功能，例如耐压测试仪的报警功能检查，pH 计每次使用前用标准缓冲液核查等。

5.3.3 结果评价

依据核查标准，对测量和检测设备的功能核查结果进行评价，判断通过/不通过。

5.4 使用核查或工作标准，并制作控制图

5.4.1 基本原理

该方法是指在质控过程中，利用核查标准或工作标准来定期对测量系统或工作过程进行检查，获取准确可靠的数据，然后将这些数据按照一定的统计方法制作成控制图，通过观察控制图上数据点的分布情况，对测量系统或工作过程的稳定性和准确性进行监控和判断，及时发现过程中的异常波动，采取相应的纠正措施。

5.4.2 适用范围

通常适用于可以获得核查或工作标准的检测项目（参数）的质控活动，例如采用耐压质控样品进行耐压试验、采用光伏逆变器质控样品进行转换效率测试、采用锂离子电池质控样品进行放电容量试验、采用 CR4 级冷轧碳钢板进行盐雾试验、采用组合污染布标准样品进行洗衣机性能测试等检测项目（参数）的质控活动。相关案例见附录 D。

5.4.3 结果评价

采用“6 结果评价方法”中控制图方法进行评价。

5.5 测量设备的期间核查

5.5.1 基本原理

期间核查是对测量设备在使用过程中或在相邻两次校准之间进行验证，旨在确保设备性能的稳定性，确保检测结果的准确性和可重复性，防止因设备失准导致测量结果错误。相关案例见附录 E。

测量设备的期间核查可使用以下方法：

a）直接测量法

——使用有证标准物质、标准物质核查。如使用砝码、硬度块、标准电阻、已经定值的标准溶液等开展设备期间核查。

——使用质控样品、能力验证样品、留样核查。

——使用计量标准核查。如果实验室具备更高准确度等级的与被核查设备同类测量设备或可以测量同类参数的设备，可选择其作为对被核查对象进行期间核查的设备。

b）比对法

与实验室同类其他设备进行比对。如两台相同或类似的仪器，测量参数和量程等技术指标类似，可进行仪器间比对。

5.5.2 适用情况

该方法适用于测量设备期间核查的质量控制。实验室可重点对以下设备进行核查：

a）校准周期较长的设备，如校准周期超过 2 年的铂电阻；

b）使用频繁的设备、稳定性差（易漂移、易老化等）、使用中易受损、数据易变或有可疑现象发生的设备，如电参数测量仪、耐压测试仪、接地电阻仪、温度记录仪等;

c）上次质量控制过程存在较大偏差的设备；

d）历次校准结果波动较大或临近最大允许误差的设备；

e）当仪器设备的使用环境较为恶劣，可能发生影响设备使用状况时；

f）设备操作人员有所变化，经常拆卸、搬运、携带到现场导致设备的存放环境、使用环境发生变化的设备；

g）准确度要求较高的关键设备、检测/校准方法对核查有规定的设备，如三坐标测量机。

5.5.3 结果评价

采用“6 结果评价方法”中偏差 D%值或 En 值进行评价。

5.6 使用相同或不同方法重复检测

5.6.1 基本原理

5.6.1.1 使用相同方法重复检测

对同一检测项目，在相同试验条件下（设备、人员、环境、方法等）多次重复检测，以验证结果的重复性和稳定性。重复检测无法降低测量的系统误差，目的是减少随机误差，确保试验数据的稳定性和准确性。

5.6.1.2 使用不同方法重复检测

对同一检测项目，采用不同检测方法（原理不同或标准不同），对同一样品进行测试，通过结果一致性验证方法的准确性和适用性，消除单一方法的潜在偏差。相关案例见附录F。

5.6.2 适用情况

重复检测监控可用于实验室对样品制备均匀性、检测设备或仪器的稳定性、测试方法的一致性以及检测人员的精密度等进行监控评价。可参考的使用情况如下：

a）当引入新设备或设备维修后，通过相同方法重复检测，确认设备一致性，用于设备性能验证，如更换功率表后复测待机功耗。

b）对高风险项目关键参数的多次复测，确保结果符合标准要求。

c）当同一参数存在多种检测标准时，通过不同方法结果比对确认可靠性,用于方法间交叉验证，如能效测试的功率测量。

5.6.3 结果评价

重复检测结果的可接受性检查方法，不同的检测方法或标准会有不同的要求。如果检测方法或标准中没有相关规定，可采用“6 结果评价方法”中偏差 D%、En 值、控制图等常用方法进行结果评价。

5.7 留存样品的重复检测

5.7.1 基本原理

留存样品的重复检测是将已经检测过的样品进行妥善保存，在一定时间后，按照相同的检测方法、仪器设备和环境条件再次进行检测，以验证检测结果的重复性和稳定性。目的是检查检测过程是否稳定可靠。

在初次检测完成后，选择合适的样品进行留样。需要同步保存样品最初的检测技术记录和试验数据等信息，用于重复检测结果评价。实验室对于留存样品应避免在存储、处置和制备过程中发生影响功能、性能退化、丢失或损害。如有必要，应保持、监控和记录相关环境条件。

经过一定的时间间隔后，按照与初次检测相同的方法、仪器和环境条件对留样样品进行再次检测。对比两次检测的结果。通过计算两次结果的差值、相对偏差等指标来评估结果的重复性。如果两次结果差异较大，需要考虑是样品在保存过程中发生了变化，还是检测过程本身的重复性存在问题，如仪器的稳定性等。相关案例见附录 G-1～附录 G-3。

5.7.2 适用情况

留存样品的重复检测方法，适用于稳定性好、体积小、保存方便的样品，如电缆、电阻、电容等小型电子元件、软件算法功能测试、软件性能测试、源代码测试等；另外也适用于不会因为时间、环境等因素变化导致样品特性发生重大变化的情况，如电气嵌入式装置中的软件程序、保护逻辑等。不适用于特性随时间/环境变化的样品，如电池性能测试、绝缘材料老化测试、电解电容参数测试等。

5.7.3 结果评价

采用“6 结果评价方法”中偏差 D%和 En 值进行评价。

5.8 物品不同特性结果之间的相关性

5.8.1 基本原理

通过研究同一物品（如材料、样品或产品）的多个特性参数之间的关联性，验证检测结果的合理性和一致性，其核心逻辑基于两点：一是不同特性间存在理论或经验上的自然关联；二是系统性误差（如设备故障、操作失误）会破坏预期关联。具体分析方法包括：

a）同步数据比对法：对存在理论关联的电气参数（如绝缘电阻与介质损耗、工作电流与温升）进行同步测量，通过多通道数据采集系统等记录实时数据，验证其变化趋势的一致性。相关案例见附录 H。

b）跨设备交叉验证：使用不同原理的检测设备（如高阻计与 LCR 测试仪）对同一特性（如绝缘性能）进行交叉验证，判定结果关联性偏差是否在设备允差范围内。

c）环境协变监控：在温湿度可控环境舱中，监控关联参数（如导体电阻-温度、湿度-漏电流）随环境条件变化的同步响应，验证标准规定的关联特性。

d）历史数据趋势分析：调取同类设备历史检测数据（≥3 年），分析关键参数（如接地阻抗-接触电流）的长期关联稳定性，识别异常偏离。

5.8.2 适用情况

a）复杂样品检测：需验证特性间的逻辑关联性是否符合理论或经验规律。

b）方法验证：引入新检测方法时，通过多特性相关性分析，验证系统误差可控性。

c）异常结果排查：当某一特性结果异常时，通过与其他相关特性对比，快速定位问题根源（如试剂污染、设备故障等）。

部分应用场景如下：

应用场景	监控分析方法	实施依据
高压设备绝缘系统检测	同步数据比对+跨设备交叉验证+环	GB/T 16927.1

应用场景	监控分析方法	实施依据
	境协变监控	
新能源设备能效测试	同步数据比对+历史数据趋势分析	IEC 62477-1
电磁兼容（EMC）验证	跨设备交叉验证	GB/T 17626 系列
线路阻抗检测	同步数据比对+环境协变监控	IPC-2221B
电池系统循环寿命测试	历史数据趋势分析	GB/T 31486

5.8.3 结果评价

实验室应建立检测结果关联特性判定作业指导书，明确阈值设定规则及技术依据。接受准则包括：

a）数据一致性：关联特性间的变化趋势应符合技术文件预期方向；

b）允差范围：实测关联度偏差应处于方法验证确认的允许区间；

c）统计显著性：相关性分析的置信区间（95%）应排除零关联假设。

5.9 审查报告的结果

5.9.1 基本原理

审查报告是指从实验室已经完成签发流程的试验报告中抽取一定数量的试验报告，用于审查实验室所签发的试验报告数据和结果是否满足质量要求。这些试验报告可以是完成签发但尚未交付给客户，也可以是已经交付给客户在档案室留存的。

实验室宜根据所抽产品试验业务量、试验报告质量内外部反馈情况，按照提前策划的时间周期抽取报告。

审查试验报告包括如下内容：

a)基本信息审查

审查试验委托单位信息、生产单位信息、样品信息、样品编号、试验日期等信息资料是否正确、完整、统一。

注：可以通过对客户营业执照、试验合同/委托书、产品名牌、样品确认单等资料信息进行审查。

b)试验方法审查

审查试验项目、试验方法是否按照相关产品技术标准、试验方法标准、试验合同规定的要求进行，试验标准是否适用且版本是否有效。如果发生偏离，是否有书面批准记录或合理的情况说明。客户特殊要求是否得到满足。

注：可以通过对试验合同/委托书、试验依据标准、试验方案、试验操作指导书、试验原始记录、试验报告等资料信息进行审查。

c)数据完整性审查

审查试验的原始数据、图表、示波图、计算过程是否正确、信息量是否充分、完整和可追溯，试验数据是否存在异常或矛盾，重新计算关键参数（如直流电阻值、短路试验电流、效率等），确认公式应用是否正确。试验报告的数据信息是否与原始记录一致。

注：可以通过对试验报告、试验原始记录（包括但不限于数据采集记录、示波图、试验过程照、试验环境温度、湿度、大气压力、试验仪器设备的准确度、测量范围、校准周期）等资料信息进行审查。

d)结论表述审查

审查试验报告结论是否基于技术标准要求和数据客观分析，避免主观臆断。结论用语是否正确，是否具有不确定评估（适用时）。

e)格式规范性审查

审查试验报告的格式、资质认定和认可标识、单位、术语、页码等是否符合要求，编制、审核、签批等各环节是否规范。

报告审查人员按照上述要求，对所抽试验报告及其试验原始记录、相关试验资料进行详细审查，并做好试验报告审查的记录，如有发现不符合情形，应详细记录不符合事实，并由受审部门确认。每本报告审查完后得出审查结果是符合还是不符合。具体记录内容和要求参见附录 I 中表 I.1《试验报告审查记录表》。

5.9.2 适用情况

该方法对电气检测领域实验室普遍适用。

5.9.3 结果评价

实验室需根据策划的要求，并结合审查所发现的问题对试验报告结果的审查作出评价，并得出审查结论。

5.10 实验室内比对

5.10.1 基本原理

实验室内比对是按照预先规定的条件,在同一实验室内部对相同或类似的物品进行测量或检测的组织、实施和评价。实验室可以在其内部采用不同精度的设备或采用不同的检测方法或采用不同的测试人员，在标准规定的条件下，对同一个样品进行重复测试后，对一系列

测试数据进行统计分析，以评价不同条件对检测结果的一致性影响。相关案例见附录 J。由于 5.2 和 5.6 条款已经介绍了不同设备和不同测试方法进行质控的基本流程，本部分重点介绍实验室内不同测试人员的比对方法。

人员比对试验是指在相同的环境条件下，不同的检测人员采用相同的设施和检测设备、相同的检测方法或程序对同一个样品进行的检测，通过数理统计评价检测结果的一致性，评价人员对检测结果的影响。通过人员比对可以了解不同测试人员对检测方法的理解和操作的熟练程度，识别人为因素对检测结果造成的影响和偏差。

5.10.2 适用情况

采用人员比对时，实验室可从以下方面进行考虑：

a）从人员选择考虑：可选择初次授权上岗或上岗时间较短人员和已授权上岗多年人员或技术能力较强人员（如实验室技术负责人、参与标准编写人员、标准负责人等）进行比对。

b）从检测项目考虑：可选择日常测试工作中的依靠检测人员主观判断的项目或重点项目（如经常测试的项目、某项重要工作的项目等）。

c）从测试的复杂程度考虑：可选择测试过程中被测样品状态调整复杂、试验操作稳定性较差、测试环境搭建周期较长、测试仪器设备设置难度较大的项目等。

5.10.3 结果评价

根据人员比对的特点，最终会至少得到 2 组测试结果或数据，因此结果评价可参考如下方式：

a）对于定量的测试结果：通常采用“6 结果评价方法”中偏差 D%或 En 值法。

b）对于定性的测试结果：可采用比较结果一致性的方式进行评价。

5.11 盲样测试

5.11.1 基本原理

盲样测试是一种质控与验证方法，其核心是通过隐藏样品的真实信息（如成分、来源、预期结果等），确保检测或试验过程的客观性，避免操作人员的主观偏见或预期的影响。

盲样测试最关键的一步是盲样的选择和制备。对于大多数电气领域实验室实施内部质控时，当不能获得标准物质或者有证标准物质，采用多家实验室公议定值的方法也比较难实现时，可以采用前期参加能力验证时保留的未破坏能力验证样品作为盲样，用于实施实验室内部质控。不能获得能力验证保留样品时，实验室也可采用自己制备并定值的样品进行测试。当实验室自行确定指定值时，可参照 CNAS-GL003《能力验证样品均匀性和稳定性评价指南》

对样品的均匀性进行评价。实验室也可进行样品均匀性的验证，比如委托第三方实验室进行检测，并与其检测结果进行比对来确认。

盲样测试的特点是信息屏蔽。检测人员不知道样品信息，依据对未知样品的检测结果，来验证方法、设备或人员的可靠性。

5.11.2 适用情况

在电气领域实验室，电气性能（如导体直流电阻、绝缘电阻等）以及材料性能（如绝缘或护套材料的抗张强度、高温压力、球压试验、爬电距离等）均可以考虑采用盲样测试方法进行实验室内部质控活动。相关案例见附录 K。

5.11.3 结果评价

采用“6 结果评价方法”中的 En 值法进行结果评价。

6 结果评价方法

6.1 偏差 D%

实验室可根据标准、文献中给出的检测最大允许误差、该项目（参数）的能力验证结果的指定值及其标准偏差，或参考附录 L 中的要求（标准内无特定要求时）确定质控限（$D_{\%ref}$），采用偏差 D%来进行核查结果评价。质控限（$D_{\%ref}$）一般的计算方式是：

a）根据标准、文献中给出的检测最大允许误差；

b）根据项目（参数）的能力验证结果的指定值及其标准偏差；

c）附录 L 中的要求（标准内无特定要求时）。

百分相对差 D%的表达式是：

$$D_{\%} = \frac{(x-X)}{X} \times 100\% \qquad \text{……（1）}$$

式中：

x 为测试结果；

X 为指定值。

当 $D\% \leq D_{\%ref}$ 时，则结果满意；

当 $D\% > D_{\%ref}$ 时，则结果不满意，实验室应寻找问题，分析原因，制定纠正措施并加以实施。

6.2 En 值

实验室可根据检测项目（参数）的测量不确定度，结合数理统计方法，采用 En 值进行结果评价。由稳健统计，能力统计量 En 值的表达式是：

$$E_n = \frac{x-X}{\sqrt{U_l^2 + U_{ref}^2}} \qquad \text{……（2）}$$

式中：

U_{ref}为参考值 X 的扩展不确定度；

U_l 为质量控制时测量值x的扩展不确定度。

必须说明，对于同一实验室，由于两次测量中一般被核查仪器、测量方法、测量人员和测量的环境等条件完全或基本相同，所以一般情况下两次测量结果的扩展不确定度（置信概率 95%）是相同的，即 $U_{ref}=U_l=U$。因此，上式可写为：

$$E_n=\frac{x-X}{\sqrt{U_l^2+U_{ref}^2}}=\frac{x-X}{\sqrt{2}U} \quad \text{……（3）}$$

其判据是：

若$|E_n|\leq 1$，则结果满意，或者实验室检测结果符合所声明的测量不确定度；

若$|E_n|>1$，则结果不满意，或者实验室检测结果不符合所声明的测量不确定度，实验室应寻找问题，分析原因，制定纠正措施并加以实施。

对于一般的期间核查，上述公式也可直接转换为以下公式进行判断：

$$x-X\leq\sqrt{2}U \quad \text{……（4）}$$

6.3 控制图

6.3.1 常规控制图类型

常规控制图分为计量控制图和计数控制图两类。每类控制图又包括两种：已经预先给定过程参数（过程均值的真值 μ 和过程标准差的真值 σ ）的取值和没有预先给定过程参数的取值。常见控制图有均值$\overline{X}$图和极差 R 图、均值$\overline{X}$图和标准差 s 图、单值 X 图和移动极差 R_m 图、中位数$\tilde{X}$图和极差 R 图。常规控制图上有中心线 CL、上控制限 U_{CL} 和下控制限 L_{CL} 等控制限，见图 1 所示。

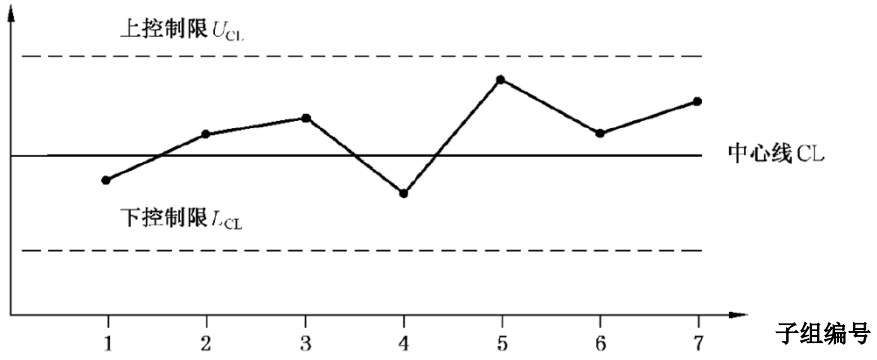


图 1 控制图示例

6.3.2 均值$\overline{X}$与单值X计量控制图

电气领域质控结果评价采用控制图方法时，建议采用已经预先给定过程参数取值（给定的过程均值 μ_0 和给定的过程标准差 σ_0）的均值$\overline{X}$或单值X计量控制图。这两类控制图很简单且易于使用，特别是采用标准物质、质控样品、核查标准等作为质控测试样品时，其 μ_0 和 σ_0 一般较易获得，取值方式通常为：

a）根据标准物质证书的特性值取值；

b）根据质控样品（如能力验证样品）的指定值和能力评定标准差取值；

c）根据核查标准的参考值取值。

μ_0 和 σ_0 的取值确定后，便可获得绘制控制图所需的控制限。其获取方式如下：

1）当子组大小≥2 时，建议采用均值$\overline{X}$图，其控制限为：中心线 $CL=\mu_0$，上控制限 $U_{CL}=\mu_0+A\sigma_0$，下控制限 $L_{CL}=\mu_0-A\sigma_0$。式中，A 可通过下表查询获得：

子组大小 n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A 值	2.121	1.732	1.500	1.342	1.225	1.134	1.061	1.000	0.949

备注：n＞10 时 A 的取值可在 GB/T 17989.2-2020 章节 6.2 查询。

2）当选择合理子组是不可能、不实际或无意义时，即子组大小=1 时，建议采用单值X图，其控制限为：中心线 $CL=\mu_0$，上控制限 $U_{CL}=\mu_0+\sigma_0$，下控制限 $L_{CL}=\mu_0-\sigma_0$。

6.3.3 均值$\overline{X}$与单值X计量控制图评价

针对各次测试结果，可对比控制限，观察绘制的控制图上的数据点，看看是否有落在控制限外的点以及不常见的趋势或模式存在。下图是常见的四种检验模式，通常对应以下警示：

a） 检验模式 1 表示存在失控状态；

b） 检验模式 2 表示过程均值或波动性已经偏离中心线；

c） 检验模式 3 表示过程出现有规则的线性趋势；

d） 检验模式 4 表示过程出现非随机或周期性模式。

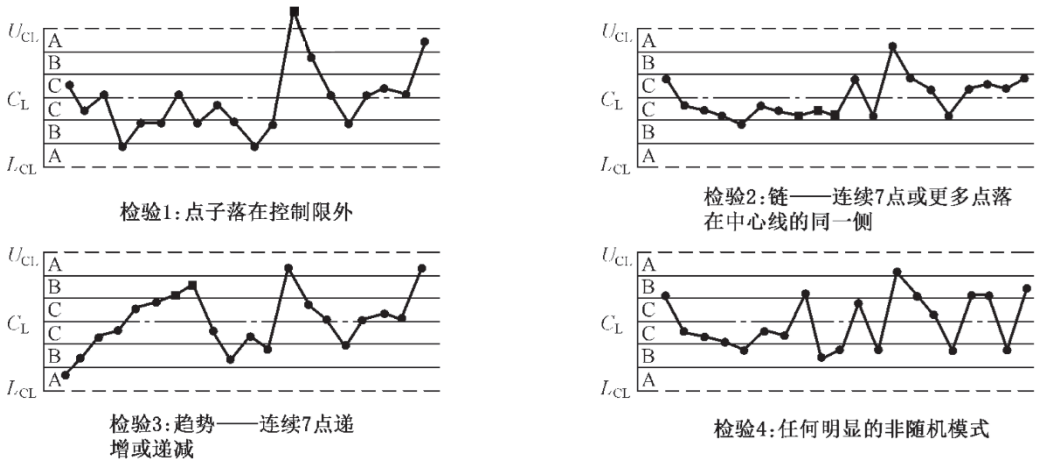


图 2 四种检验模式

当测试结果均在控制图控制限内时，表明测试过程和结果持续稳定和准确；当测试结果出现以上四种检验模式时，表面测试过程和结果可能出现异常，实验室应寻找问题，分析原因，制定纠正措施并加以实施。

附录 A-1（资料性附录）

非金属材料的球压检测项目质控案例

——使用有证标准物质/标准样品

1 目的

球压试验用于评价固体绝缘材料（不包括陶瓷）的耐热性能。整个试验过程除了特别需要注意试验温度的控制以外，更需要实验室对压痕直径做出准确的测量。

本文以非金属材料球压试验检测项目为案例，旨在介绍实验室如何通过使用标准物质或质量控制物质的方式实施内部质控，以确保检测结果有效性。

2 依据标准

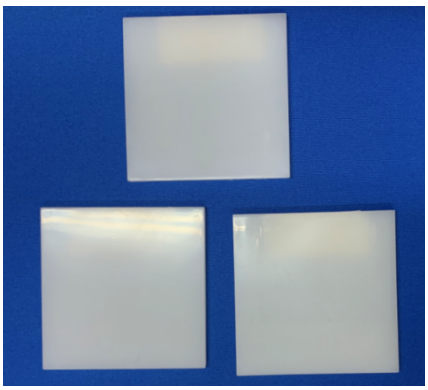
1）GB/T 5169.21-2017《电工电子产品着火危险试验 第 21 部分:非正常热 球压试验方法》；

2）参考 CTL PDSH 391E。

3 方法程序

3.1 质控样品的选择

选取电工电子产品球压试验（85℃）压痕直径国家标准样品，如下图 A-1.1 所示：



标准样品 A-1-1~A-1-3

图 A-1.1 球压试验（85℃）压痕直径标准样品

标准样品信息如下：

样品尺寸：60mm×60mm×3mm

样品数量：3 块（A-1-1~A-1-3）

试验温度：85℃

特性参数及标准值：压痕直径 1.6mm

能力评定标准差：σ=0.1mm

3.2 试验预处理

样品应放置在温度为 15℃~35℃，相对湿度为 45%~75%的大气环境下至少 24h。

3.3 试验装置

3.3.1 球压试验装置

球压试验装置由负载装置、压力球和试验样品支座组成。压力球的直径为5mm±0.05mm，负载的重量（包括压力球的质量）应在 20N±0.2N 范围内。

3.3.2 试验烘箱

烘箱应是单室的，其温度的梯度、波动和偏差应符合 IEC60216-4-1 的要求。试样放置后，试验箱应在 5min 内恢复到指定的温度（±2℃）且过冲不超过 5℃。

3.3.3 压痕直径测量工具

常用的压痕直径测量工具有：利用投影技术的光学显微镜和利用 CCD 成像技术的电子显微镜。确保显微镜的放大倍率足够（至少 10 倍的光学放大倍率），且带测距功能（分辨率能达到 0.1mm，最好能估读到 0.001mm）。数显卡尺或游标卡尺因测量误差大而不能被使用。

3.4 试验程序

3.4.1 选取其中一组样品 A-1-1，对其按 3.2 要求进行预处理。

3.4.2 将球压试验装置置于试验烘箱中，在试样支座中心表面下方约 3 mm 的位置安装一个独立热电偶，用于检查试样支座的温度不能显著偏离试验温度。此外，空气温度的测量应尽可能接近试样（在距离试样中心约 50mm 以内）。

3.4.3 调节烘箱温度设定为 85℃（容差在士 2℃范围内），稳定运行最少 3 小时，使烘箱内部球压试验装置温度达到 85℃±2℃。

3.4.4 将经过预处理的样品置于试样支座中心位置，确保其上表面是水平的，轻轻地将压力球放在试样大致中间的位置。确保试验期间压力球除了向下移动之外，不会存在其他情况。样品的放置在不超过 30s 内完成。烘箱应在 5min 内恢复到指定的温度（±2℃）且过冲不超过 5℃（开关烘箱门越大、放置过程时间越长，对烘箱内的温度变化影响越大，越可能导致过冲）。负载装置应保持在样品上60_0^{+2}min。

3.4.5 将负载装置移走后取出样品，应在 10s 内将样品放在 20℃±5℃的水中（浸没），然后将试样保持浸没在水中 6min±2min，最后从水中移出，并去除所有水迹，在 3 min 内测定压痕直径尺寸。

3.4.6 测试结果：

样品 A-1-1（85℃）测量的压痕直径 d=1.68mm。

3.4.7 测试注意事项：

压痕是与球压试验装置本身的球体接触的部分，忽略任何其他形变。因此，压痕不能超过 5mm。为了更清楚地观察结果，可以采用以下程序:

——在进行试验之前，用砂纸打磨表面,

——对表面上色，使其与材料形成对比，

——去除表面的颜色。

（擦拭表面后）颜色痕迹应会保留在磨砂表面，但从球压试验装置产生的光滑表面（压痕）上消失。

如果获得非圆形压痕，最长和最短测量值之间的最大差值不应超过 0.2mm。如果观察到直径之间的差值＞0.2 mm，则应重复试验。如果重复试验仍继续观察到较大的直径差异，则压痕的非圆形性质应与结果一起报告。如果获得非圆形压痕，则报告观察到的最大直径测量值。

必须注意的是，在球压试验后，任何使压痕可见的程序都必须能够在 3 分钟内完成，包括测量本身。

4 结果评价

按照标准样品证书中推荐的结果评价方式，可通过 Z=(x-X)/σ 对测试结果进行评价(x 为检测结果；X 为标准值；σ 为能力评定标准差)。判定原则为：|Z|≤2 满意结果；2<|Z|<3 有问题结果；|Z|≥3 不满意结果，见表 A-1.1。

表 A-1.1 测试结果汇总

测量结果 x (mm)	标准样品的特性值 X (mm)	能力评定标准差 σ (mm)
1.68	1.6	0.1
结果评价	$Z=\frac{x-X}{\sigma}=0.8$	
结果分析	|Z|≤2，检测结果为满意。	

如果测量结果存在争议，应在另外两个样品上重新进行两次试验。增加的试验应使用同样的烘箱在同样的温度下进行处理，烘箱和试验仪器不需要进行 3.4.3 的预处理，只要烘箱温度稳定, 则可以开始试验。测量结果均按照上述结果评价方式进行评价。

附录 A-2（资料性附录）

空调器制冷量检测项目质控案例

——使用有证标准物质/标准样品

1 目的

空调器能效水平是体现产品性能的重要指标，而空调制冷量则是空调产品能效标识中的重要参数。

本文以空调器制冷量检测项目为案例，旨在介绍实验室如何通过使用标准物质或质量控制物质的方式实施内部质控，以确保检测结果有效性。

2 依据标准

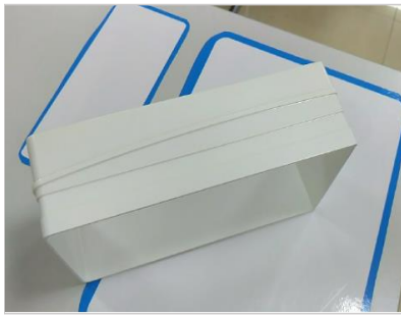
1）GB/T 7725-2022 《房间空气调节器》（采用空气焓值法）。

3 方法程序

3.1 质控样品的选择

选取空调制冷量测试用参比机国家标准样品，如下图 A-2.1 所示：

a)空调器标准机



b)特定风口延伸体

图 A-2.1 参比机标准样品

参比机标准样品信息如下：

参比机标准样品包括 1 台空调器标准机（见图 A-2.1 a））和 1 个特定风口延伸体（见图 A-2.1 b））。

特性参数及标准值：制冷量（焓差法）3750W

扩展不确定度：U=80W（k=2）

3.2 试验装置

房间空气调节器的额定制冷量通常采用空气焓值法进行测量，使用的测量设备为焓差实验室，此实验室一般由五部分组成，分别为：实验室外围保温结构、空气处理机组、温湿度

采样系统、空气流量测量装置、试验室测量控制系统、测量数据采集分析系统，保温结构将实验室分成两个房间，室内侧和室外侧，每个房间都有各自的空气调节装置。实验室可以通过校准各个组成的仪表来保证测试数据的准确性，但是，焓差试验室除了测量仪器仪表还包括控制系统和数据采集分析系统。

3.3 样机的布置

将整机放入室内侧和室外侧的隔墙开口处，底部用工装支撑，保持机器水平，使用厚度25mm 以上隔热聚酯板密封开窗口。在使用各类工装辅助时，应避免工装对出风的影响，安装时要保证室内外回风顺畅。

将空调器标准机出风口与实验室风量测量装置连接，进行空气焓值法试验时，需安装特定风口延伸体，把延伸体安装到出风口处，延伸体上标注了顶部和顶部，按照标注箭头方向安装并紧固。所有连接应确保，内出风不能受阻，对接风口需密封且保温应良好，无漏风、漏热。样机布置如下图 A-2.2 所示：

图 A-2.2 空调器标准机布置图

3.4 试验程序

3.4.1 测试供电条件：运行电压频率在额定电压、频率±1%以内。

3.4.2 按GB/T 7725标准进行试验，样机的运行状态需要保证在标准要求的试验条件下进行，如设定温度、风速、格栅位置等。温湿度的取样涉及取样风速、取样位置等。测试工况和读数允差见表 A-2.1 和表 A-2.2，样机放置及测试状态如下图 A-2.3 所示：

a) 室内侧

b) 室外侧

图 A-2.3 测试状态图

表 A-2.1 测试工况

测试条件	室内侧入口空气状态		室外侧入口空气状态	
	干球温度（℃）	湿球温度（℃）	干球温度（℃）	湿球温度（℃）
额定制冷测试	27	19	35	24

表 A-2.2 制冷量和稳态制热量试验的读数允差

测试条件	室内侧入口空气状态		室外侧入口空气状态	
	干球温度（℃）	湿球温度（℃）	干球温度（℃）	湿球温度（℃）
最大变动幅度	±0.5	±0.3	±0.5	±0.3
平均变动幅度	±0.3	±0.2	±0.3	±0.2

3.4.3 通过控制面板设定运行模式，如图所示：第一步，按下图中开关机键“ON/OFF”，显示板显示温度同时会有滴的一声响，表示已开机。第二步，开机 5s 后，按下图中的按钮，显示板显示 P1，表示进入额定制冷量运行，下图中③和⑥别设置为“HIGH”和“COOL”，样机启动额定制冷量运行状态。控制面板如下图 A-2.4 所示：

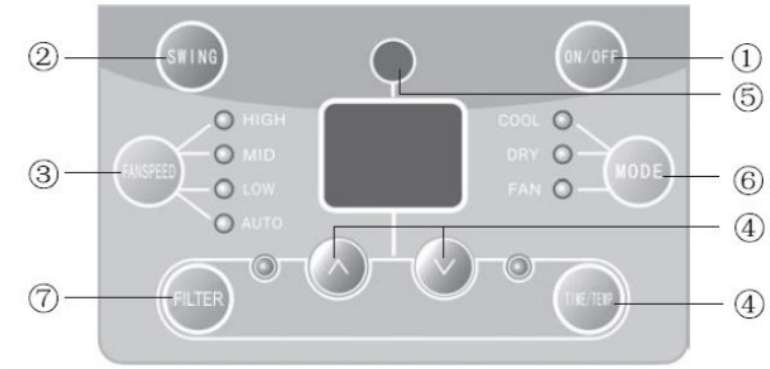


图 A-2.4 控制面板

3.4.4 样机进入稳定工况后连续稳定运行 1h 后进行测试，由系统自动采集数据并计算得出样机的制冷量。测试数据见表 A-2.3：

表 A-2.3 测试数据

工况	室内侧干球温度（℃）		27		室内侧湿球球温度（℃）				19	
	室外侧干球温度（℃）		35		室外侧湿球温度（℃）				24	
	电源电压（V）		220V		电源频率（Hz）				50Hz	
项目		单位	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	Result
试验结果	制冷量	W	3753.3	3754.4	3749.6	3754.0	3754.4	3757.5	3754.4	3753.9
	制冷消耗功率	W	1190.7	1191.8	1191.2	1190.7	1191.3	1191.0	1191.6	1191.2
	EER	W/W	3.152	3.150	3.148	3.153	3.151	3.155	3.151	3.151
实测工况	室内侧回风干球温度	℃	26.98	26.98	26.97	26.98	26.98	26.97	26.97	26.97
	室内侧回风湿球温度	℃	18.97	18.97	18.96	18.96	18.97	18.96	18.96	18.97
	室内侧出风干球温度	℃	11.00	10.99	10.98	10.97	10.98	10.97	10.97	10.98
	室内侧出风湿球温度	℃	10.24	10.23	10.21	10.22	10.22	10.22	10.22	10.22
	室外侧进风干球温度	℃	34.93	34.94	34.94	34.95	34.93	34.95	34.94	34.94
	室外侧进风湿球温度	℃	24.04	24.03	24.03	24.02	24.01	24.04	24.02	24.03
	室外侧进风相对湿度	%RH	36.21	36.18	36.16	36.08	36.12	36.20	36.14	36.15
	喷嘴风量	m^3/min	7.719	7.713	7.698	7.711	7.709	7.721	7.717	7.713
	喷嘴出风静压	Pa	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1
	喷嘴压差	Pa	166.8	166.5	165.9	166.4	166.3	166.8	166.7	166.8
	大气压力	kPa	98.57	98.57	98.57	98.56	98.56	98.56	98.56	98.56
	喷嘴前温度	℃	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1
	比容	m^3/kg	0.8438	0.8437	0.8438	0.8438	0.8438	0.8438	0.8438	0.8438
	室内侧进风含湿量	g/kg	10.806	10.807	10.803	10.797	10.806	10.801	10.796	10.806
	室内侧出风含湿量	g/kg	7.658	7.652	7.642	7.646	7.649	7.650	7.650	7.658
	室内侧进风焓值	kJ/kg	54.679	54.683	54.657	54.651	54.675	54.654	54.646	54.679
	室内侧出风焓值	kJ/kg	30.362	30.338	30.298	30.303	30.316	30.312	30.314	30.362
	室内侧显热	W	2538.3	2537.4	2532.9	2539.4	2537.8	2540.9	2540.4	2538.3
	室内侧潜热	W	1215.0	1217.1	1216.7	1214.6	1216.6	1216.6	1213.9	1215.0

	室内侧显热比	--	0.676	0.676	0.676	0.676	0.676	0.676	0.677	0.676
	室内侧漏热量	W	73.6	73.7	73.7	73.8	73.7	73.7	73.7	73.6
	室内侧排水重量	kg/h	1.7148	1.7177	1.7172	1.7142	1.7169	1.7170	1.7133	1.7148
	电源频率	Hz	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
	电源电压	V	220.37	220.37	220.36	220.37	220.36	220.38	220.36	220.37
	电流	A	5.49	5.50	5.49	5.49	5.49	5.49	5.50	5.49

3.4.5 制冷量测量扩展不确定度针对本次测试重新评定。

4 结果评价

采用 En 值方法进行评价，按公式计算 En 值：$En=\frac{x-X}{\sqrt{U1^2+U2^2}}$，式中：

x——标准样机测试结果

X——标准样机证书给定的标准值

U1——标准样机制冷量测量扩展不确定度，针对本次测试数据和使用设备评定

U2——标准样机证书给定的扩展不确定度

若|En|≤1 则判定结果为满意，否则判定为不满意。

表 A-2.4 测试结果汇总

测量结果 x (W)	测量值 x 的扩展不确定度 U_1 (W)(k=2)	标准值 X(W)	标准值 X 的扩展不确定度 U_2 (W)(k=2)
3753.9	79.1W(k=2)	3750	80W
E_n	$E_n=\frac{x-X}{\sqrt{U_1^2+U_2^2}}=0.035$		
核查结果分析	$\lvert E_n\rvert \le 1$，结果满意。		

附录 B（资料性附录）

电子电器产品能效（待机功率）检测项目质控案例

——使用其他已校准能够提供可溯源结果的仪器

1 目的

实验室使用一台已校准且可溯源的仪器，对另一台新投入的仪器进行交叉验证，通过对同一均匀稳定的样品进行测试，评估新投入使用的仪器测量结果的准确度，确保开展电子电器产品能效检测结果的有效性和一致性，降低误判风险。

2 依据标准

GB/T 35758-2017 《家用电器 待机功率测量方法》。

3 方法程序

3.1 样品选择

本次选取是一台待机功率稳定的电风扇样品，对其进行待机功率检测，如图 B.1 所示。

图 B.1 待机功率稳定电风扇

3.2 仪器选择

本次比对选择日置（HIOKI）数字功率计 PW3335 和横河（YOKOGAWA）数字功率计 WT1800 二台仪器（设备信息见表 B.1），其中型号为 WT1800 的仪器已校准且可溯源，使用两台仪器分别对电风扇的待机功率进行测试。

表 B.1 仪器参数表

序号	品牌	型号	设备参数	溯源状态
仪器 1	日置	PW3335	300V 50mA (15W) 0.1%读数+0.05%量程	否
仪器 2	横河	WT1800	300V 50mA (15W) 0.05%读数+0.05%量程	是

标准 GB/T 35758-2017《家用电器 待机功率测量方法》对使用的功率测量仪器引入的最大允许不确定度提出了要求，本次使用的测量仪器均符合标准要求。

3.3 实施步骤

3.3.1 试验步骤

试验步骤如下：

（1）试验前，将被试样品放置在稳定的环境中，环境温度维持在（23±5）℃；

（2）试验电压为 220V、50Hz，试验期间保持环境温度稳定；

（3）检查参与比对的两台功率计是否正常；

（4）依据 GB/T 35758-2017 标准分别对待测产品的待机功率进行试验。

电压表外接法如图 B.2 所示：

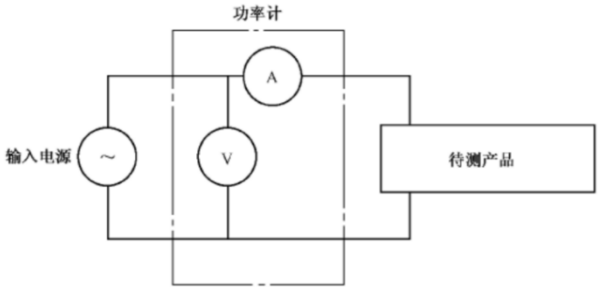


图 B.2 电压表外接法

因仪器比对需要评定测量结果的不确定度，分别采用两台仪器在重复性条件下连续各进行 6 次测试，得到两组测量值如表 B.2 所示。仪器 1 的测量平均值为：1.298W，仪器 2 的测量平均值为：1.302W。

表 B.2 重复性条件下的测量值

序号	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
仪器 1 测试值（W）	1.292	1.286	1.308	1.316	1.273	1.315
仪器 2 测试值（W）	1.302	1.304	1.298	1.301	1.311	1.294

3.3.2 测量结果不确定度评定

3.3.2.1 建立数学模型：

$$P = P_x$$

式中：P ——电风扇待机功率，单位为 W；

P_x ——数字功率计的表头读数，单位为 W；

3.3.2.2 输入量 P_x 的标准不确定度 u_c 的评定：

分析输入量 P_x 标准不确定度的来源，主要有来自与以下几个方面贡献。

1) 由重复性测量引入的标准不确定度 u_1；

2) 由数字功率计允许误差引入的标准不确定度 u_2；

3) 由试验电源电压波动引入的标准不确定度 u_3。

4) 由数字功率计电流表损耗引入的标准不确定度 u_4。

5) 由环境温度波动引入的标准不确定度 u_5。

3.3.2.3 计算灵敏系数

数学模型：

$$P = P_x$$

灵敏系数：

$$c_i = \frac{\partial P}{\partial P_x} = 1$$

3.3.2.4 合成标准不确定度

除重复性测量引入的标准不确定度 u_1 采用 A 类评定外，其他不确定度的分量来源进行 B 类评定，计算合成标准不确定度和扩展不确定度。

本案例不再详细介绍两台仪器的不确定度评定和计算的过程，不确定度分量、标准不确定度和扩展不确定度等数据汇总见表 B.3。

表 B.3 输入功率测量不确定度一览表

输入量	输入来源			测量仪器 1（型号 PW3335）						测量仪器 2（型号 WT1800）					
	标准不确定度分量	不确定度类型	不确定度来源	数值(W)	概率分布	包含因子	标准不确定度 $u_i(P_x)$ / W	灵敏度 c_i	不确定度贡献分量 $u_i(P)$ / W	数值(W)	概率分布	包含因子	标准不确定度 $u_i(P_x)$ / W	灵敏度 c_i	不确定度贡献分量 $u_i(P)$ / W
P_x	u_1	A	重复性测量	0.007112	正态	-	0.007112	1	0.007112	0.002348	正态	-	0.002348	1	0.002348
	u_2	B	数字功率计测试仪允许误差	0.008798	均匀	$K=\sqrt{3}$	0.005080	1	0.005080	0.008151	均匀	$K=\sqrt{3}$	0.004706	1	0.004706
	u_3	B	试验电源电压波动	0.01298	均匀	$K=\sqrt{3}$	0.007496	1	0.007496	0.01302	均匀	$K=\sqrt{3}$	0.007515	1	0.007515
	u_4	B	电流表损耗引入	1.811×10^{-5}	均匀	$K=\sqrt{3}$	1.046×10^{-5}	1	1.046×10^{-5}	1.750×10^{-5}	均匀	$K=\sqrt{3}$	1.010×10^{-5}	1	1.010×10^{-5}
	u_5	B	环境温度波动	0.01558	均匀	$K=\sqrt{3}$	0.008995	1	0.008995	0.01562	均匀	$K=\sqrt{3}$	0.009018	1	0.009018
合成标准不确定度				合成标准不确定度 $u_c=\sqrt{\sum_i (c_i u_i)^2}$					0.01461W	合成标准不确定度 $u_c=\sqrt{\sum_i (c_i u_i)^2}$					0.01286W
包含因子				包含因子 k（包含概率：95%）					2	包含因子 k（包含概率：95%）					2
扩展不确定度				扩展不确定度 $U_1=k\times u_c$					0.029W	扩展不确定度 $U_2=k\times u_c$					0.026W

4 结果评价

使用两台仪器比对，结果按照对比实验室的比值E_n值判定。

$$E_n = \frac{x - X}{\sqrt{U_1^2 + U_2^2}}$$

式中：

——U_1为比对仪器 1（PW3335）测量结果的扩展不确定度；

——U_2为已校准可溯源结果仪器 2（WT1800）的测量结果扩展不确定度；

——U_1和U_2的包含因子 k=2。

按照以下情况判定，判定结果见表 B.4。

——若$|E_n| \leq 1$，则结果满意，被评定仪器的准确度符合要求；

——若$|E_n| > 1$，则结果不满意，被评定仪器的准确度不符合要求。

表 B.4 不同仪器比对结果分析表

比对结果	仪器序号	仪器型号	测量结果	扩展不确定度 U
	1	PW3335	1.298W	0.029W
	2	WT1800	1.302W	0.026W
比对结果统计处理	根据公式得：$E_n = \frac{P_1 - P_2}{\sqrt{U_1^2 + U_2^2}} = \frac{1.298 - 1.302}{\sqrt{0.029^2 + 0.026^2}} = -0.10$			
比对结果分析：	$\left\|E_n\right\| \leq 1$，因此两台仪器比对结果无显著差异，比对的结果满意，。			
建议采取的措施：	✡结果满意，无其他措施。 □结果不满意，需调查原因，执行不符合工作的控制和纠正程序。			

附录 C（资料性附录）

电气强度检测项目质控案例

——测量和检测设备的功能核查

1 目的

本案例以耐压测试仪的报警功能核查为例，介绍实验室如何开展测量和检测设备的功能核查，以确保设备可用性。

2 依据标准

1）GB/T 4706.1-2024 《家用和类似用途电器的安全 第 1 部分：通用要求》；

2）设备说明书等技术相关文件。

3 方法程序

3.1 核查设备

本次功能核查的设备为耐压测试仪

3.2 核查步骤

试验前，将试验设备放置在实际测试工况环境中

3.2.1.外观检查

1）检查仪器外壳是否有损坏、裂纹或其他明显缺陷；

2）确保电源线、测试线等连接部件牢固可靠，且无破损或老化现象。

3.2.2 电源检查

1）确认电源开关正常，通电后指示灯亮起；

2）确认显示屏显示数据正常；

3）设备接线稳定性检查，确认接线端口连接牢固。

3.2.3 按键、旋钮设定检查

分别按下设备各按键、旋钮，确认屏幕按设定触发正确指令。

3.2.4 报警功能检查

1）试验前，设备设定耐压值和跳闸电流值为标准规定值 100mA；

2）保持该环境条件，将试验设备的试验电压输出端子（高压红色端子和低压黑色端子）短接；

3）准备完毕后，启动开始按钮，设备瞬间报警红灯亮，发出报警声音；

4）报警灯灭，屏幕显示“Fail”，功能验证完成，确认设备功能正常；

5）试验后重复上述功能核查。

3.2.5 耐压功能检查

1）准备已经过校准合格的耐压漏电校验器（标称值为 1000V/100mA）；

2）试验前，耐压测试仪输出电压设定为点检器标称值 1000V；

3）首先，将试验设备的高压红色端子夹住点检器的 OK 端，低压黑色端子夹住点检器的回路端，启动开始按钮，耐压测试仪显示“通过不击穿”，则判定设备功能正常；

4）将试验设备的高压红色端子夹住点检器的 NG 端，低压黑色端子夹住点检器的回路端，启动开始按钮，耐压测试仪显示“不通过击穿”，同时显示击穿电流为 100mA，则判定设备功能正常。

3.2.6 核查频次

实验室可根据风险评估结果确定测试时间与频次，通常每天使用前/使用后进行报警功能核查；设备两次校准之间，进行耐压功能核查，保留记录。

4 结果评价

见下表 C.1：

表 C.1

耐压测试仪功能核查记录表			
序号	功能核查项目	核查结果	
1	外观	检查正常	
2	电源检测：开机屏显功能检查	屏显正常	
3	电源检测：设备接线稳定性检查	接线端口固定正常	
4	按键、旋钮设定检查	屏幕按设定触发正确指令	
5	测试前报警功能检查	功能核查正常	
6	测试后报警功能核查	功能核查正常	
7	耐压功能核查	功能核查正常	
核查结论	●通过 □不通过		
核查人		核查日期	

附录 D（资料性附录）

光伏并网逆变器转换效率检测项目质控案例

——利用核查标准的控制图法

1 目的

本案例拟通过利用光伏逆变器质控样品作为核查标准，进行周期性测试，并采用控制图法对测试结果进行控制图绘制与结果评价，以期对实验室光伏并网逆变器转换效率测试结果进行质量控制，发现“警戒”或“行动”信号，从而确保该项目检测结果的准确性和稳定性。

2 依据标准

1）GB/T 37408-2019 《光伏发电并网逆变器技术要求 》；

2）GB/T 37409-2019 《光伏发电并网逆变器检测技术规范》；

3）NB/T 32004-2018 《光伏并网逆变器技术规范》。

3 方法程序

3.1 测试项目

本案例测试项目为光伏并网逆变器在 100%功率点下转换效率测试。

3.2 测试样品

本案例测试样品为光伏逆变器质控样品 1 台，来源于以往能力验证样品。该能力验证样品转换效率测试能力验证指定值 X 为 96.84%，能力评定标准差$\hat{\sigma}$为 0.19%。

3.3 测试设备及环境条件

测试设备：光伏模拟器、电子负载、功率分析仪；

测试环境：温度+20℃～+30℃，湿度 45%RH～75%RH，大气压 86kPa～106kPa。

3.4 测试时间

本案例测试时间为每季度一次。实验室可根据风险评估结果确定测试时间与频次，通常可每月、季或半年进行一次。

3.5 测试程序

1） 样品安装与接线

光伏逆变器按照实际应用安装要求进行安装，要求安装位置通风良好，与周边保留足够间隙；垂直安装时，倾角≤5°，接线区朝下，按要求连接输入和输出电源或负载；由功率测试系统同时测量质控样品输入和输出的电压、电流与功率，其中电压采样点宜在光伏逆变器输入和输出端口 5cm 范围内的电源线上，具体见图 D.1 接线示意图。

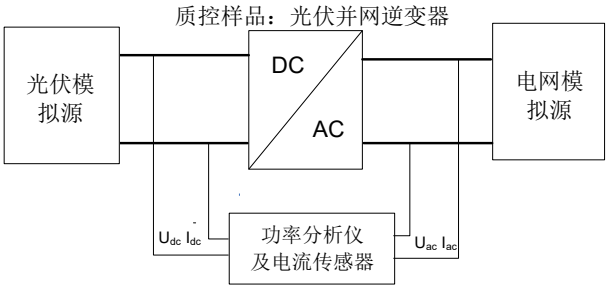


图 D.1 接线示意图

2） 试验设备设置

设置光伏逆变器输入和输出电源或负载参数为光伏逆变器额定输入输出值，输入电压偏差宜不大于±1.5%额定值，输出电压和功率偏差宜不大于±0.5%额定值，频率偏差不超过±0.01Hz。

3） 运行步骤与记录

根据光伏逆变器运行要求按顺序施加输入和输出电源或负载，使其工作在额定工作条件下，待被测样品工作稳定并持续 5min 后再测量光伏逆变器输入和输出电压、电流和功率。数据采集时间宜≥10 min，记录存储测量数据应不少于 120 个/min。同时记录试验日期、环境温度、环境湿度和大气压等。

4） 结果数据计算要求

测试结果取 10min 平均值，光伏逆变器额定工作条件下转换效率 η_n 通过以下公式计算取值：

$$\eta_n = P_{ac}（10\text{min 均值}）/ P_{dc}（10\text{min 均值}）\times 100\% \quad （1）$$

式中，P_{ac} 为光伏逆变器输出有功功率 10 min 平均值；P_{dc} 为光伏逆变器输入功率 10min 平均值。

3.6 测试结果

对光伏并网逆变器质控样品按以上程序每季度进行 1 次转换效率测试，每次测试 6 遍（子组大小 n 为 6）。连续 6 个季度共计测试 6 次的测试结果如表 D.1 所示。表 D.1 给出了测试数据，同时计算子组均值。

表 D.1 光伏并网逆变器转换效率测试结果

子组编号 k	转换效率测试数据 x_i（%）						子组均值 $\overline{X_j}$
	第 1 遍	第 2 遍	第 3 遍	第 4 遍	第 5 遍	第 6 遍	
1	96.83%	96.77%	96.86%	96.91%	96.78%	96.79%	96.82%
2	96.97%	96.92%	96.90%	96.84%	96.87%	96.83%	96.89%
3	96.81%	96.79%	96.76%	96.86%	96.74%	96.73%	96.78%
4	96.97%	96.91%	96.91%	96.97%	96.87%	96.93%	96.93%
5	96.84%	96.78%	96.91%	96.86%	96.85%	96.94%	96.86%
6	96.82%	96.91%	96.88%	96.91%	96.82%	96.76%	96.85%

3.7 控制图的绘制

本次案例绘制均值$\bar{X}$计量控制图，过程均值 μ_0 和过程标准差 σ_0 的取值根据本次质控样品的能力验证指定值 X（即 96.84%）和能力评定标准差$\hat{\sigma}$（即 0.19%）进行确定。均值$\bar{X}$计量控制图的中心线 CL、上控制限 U_{CL} 和下控制限 L_{CL} 等控制限的计算见式(D.1)～式（D.4）：

$$\text{中心线 } CL=\mu_0=96.84\% \quad \cdots\cdots (D.1)$$

$$\text{过程标准差 } \sigma_0=0.19\% \quad \cdots\cdots (D.2)$$

$$\text{上控制限 } U_{CL}=\mu_0+A\sigma_0=96.84\%+1.225*0.19\%=97.07\% \quad \cdots\cdots (D.3)$$

$$\text{下控制限 } L_{CL}=\mu_0-A\sigma_0=96.84\%-1.225*0.19\%=96.61\% \quad \cdots\cdots (D.4)$$

式中，A 为查表获得，当 n=6 时，A=1.225。

根据以上控制限计算结果，结合 6 个子组测试结果的均值，绘制$\bar{X}$计量控制图，见图 D.2。

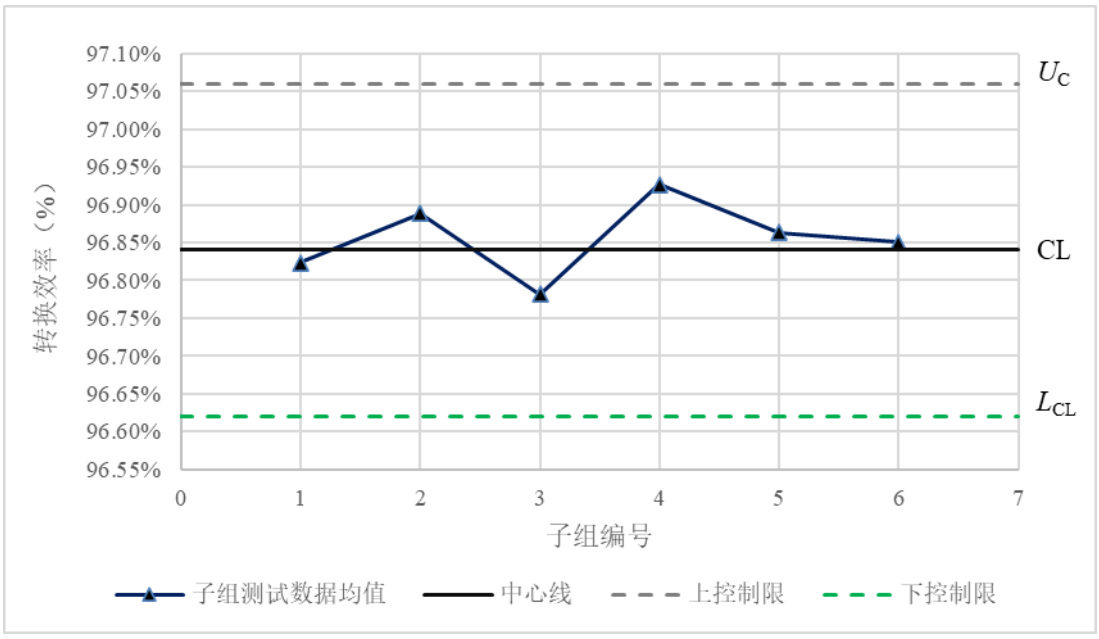


图 D.2 光伏逆变器转换效率$\bar{X}$计量控制图

4 结果评价

观察图 D.2 所示$\bar{X}$计量控制图上的数据点，均落在控制限内，不存在落在控制线外的点子以及“6.3 控制图”中所列的四种常见检验模式的情况，故本实验室光伏逆变器转换效率测试质控结果为满意。

附录 E（资料性附录）

接地电阻检测项目质控案例

——测量设备的期间核查

1 目的

本案例采用模拟交直流标准电阻器（内部质控样品）对接地电阻仪进行期间核查，为开展内部质控提供一种参考方法，帮助实验室提高内部质控活动的有效性。

2 依据标准

1）GB/T 4706.1-2024《家用和类似用途电器的安全 第 1 部分：通用要求》。

3 方法程序

3.1 测试环境条件

核查期间环境条件：温度（23±1）℃；湿度：55%RH。

3.2 核查标准

模拟交直流标准电阻器，型号：MJZ-60/RES，量程：0.1mΩ~10Ω,CUR：(0.1～60)A。

3.3 测试前预处理

将模拟交直流标准电阻器和接地电阻仪放置在同一个测试环境条件中至少 24 小时，接地电阻仪和模拟交直流标准电阻器需保持通电状态,以确保两者之间温度的一致性。

3.4 测试程序

将模拟交直流标准电阻器的阻值调到 50mΩ，依据标准 27.5 条接地电阻试验方法，使用接地电阻仪在 25A 测试电流值下，测量模拟交直流标准电阻器的阻值，记录其显示值，记为 r。

3.5 测试结果

25A 测试电流下，测量结果 r 为：48mΩ。

测试结果过程数据见附表 E.1。

4 结果评价

4.1 结果评价方法

选用本文件中“6.1 偏差 D%”方法进行结果评价。本次核查的偏差 D%计算公式为：

$$D\% = \frac{r-R}{R} \times 100\%$$

式中：D%是偏差 D%，r 为接地电阻仪的测量结果，R 为模拟交直流标准电阻器的电阻

值。

根据本案例“3.5 测试结果”计算得出：

25A 测试电流下，D%为：-4.0%。

4.2 结果评价

根据附录 L 确定本次期间核查结果评价质控限（D%ref）为±5%。

结合本案例 4.1 计算结果，本次核查偏差 D%小于 D%ref，故本次接地电阻测试仪质控结果为满意。

表 E.1 期间核查测量结果表

<table>
<tr><td>期间核查设备名称</td><td colspan="2">接地电阻仪</td><td>设备编号</td><td colspan="2">A001</td></tr>
<tr><td>型号规格</td><td colspan="5">华仪 7316</td></tr>
<tr><td>核查项目</td><td colspan="5">电阻测量值</td></tr>
<tr><td>核查地点</td><td colspan="5">实验 1 栋 101 房</td></tr>
<tr><td>环境温度(℃)</td><td colspan="2">23±1</td><td>环境湿度(%R.H.)</td><td colspan="2">55</td></tr>
<tr><td>核查方法</td><td colspan="5">使用质控样品核查</td></tr>
<tr><td rowspan="2">核查标准</td><td colspan="2" rowspan="2">模拟交直流标准电阻器
型号：MJZ-60，
RES：0.1mΩ~10Ω，
CUR：(0.1～60)A
编号：B002</td><td>精度/不确定度</td><td colspan="2">AC:±0.1%;DC:±0.05%,U=3%（K=2）</td></tr>
<tr><td>不确定度来源或评定过程</td><td colspan="2">不确定来源于计量证书：DYL2024</td></tr>
<tr><td colspan="6">核查结果</td></tr>
<tr><td>试验电流</td><td>测量值r(mΩ)</td><td>标准电阻值
R(mΩ)</td><td>D%</td><td>D%ref</td><td>核查结果分析</td></tr>
<tr><td>25A</td><td>48</td><td>50</td><td>-4.0%</td><td>±5%</td><td>本次核查偏差D%小于 D%ref，本次接地电阻测试仪质控结果为满意，仪器设备可正常使用。</td></tr>
</table>

附录 F（资料性附录）

变压器绕组温升检测项目质控案例

——使用不同方法对同一样品重复检测

1 目的

本文旨在为电气领域的检测实验室（以下简称实验室）开展内部质控提供一种参考方法，帮助实验室提高内部质控活动的有效性。

2 依据标准

GB 4943.1-2022《音视频、信息技术和通信技术设备 第 1 部分：安全要求》

3 方法程序

3.1 样品信息

环形变压器，1 个。具体规格见下图 F.1：

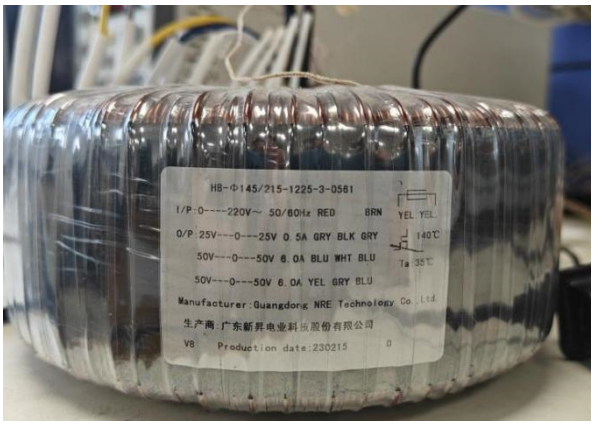


图 F.1 样品

3.2 测试程序

3.2.1 设施设备及相关参数

1) 环境设施：样品在有独立空调控制的房间内进行，环境温度的波动可以控制在±1.0℃ 以内，假定服从均匀分布。

2) 热电偶：K 型热电偶，在 0～200℃ 范围内，测量精度为±0.5℃，服从正态分布；

3) 数据采集仪：DS600，基本精度为：读数±0.05%＋2个字，为均匀分布；

4) 数字万用表：34401A，基础精度:直流 0.0015%、交流 0.06%；

5) 功率计：WT3000；基本精度:读数的±0.02%；

6) 可编程交流变频电源：AFV-31015T

3.2.1.2 测试过程

1) 试验前准备：

- 将实验室的环境温度稳定在 25℃±5℃的环境下进行预处理，使其和环境达到热平衡
- 进行必要的测试连接，如连接输入导线、输出导线、负载阻抗等；
- 将热电偶尽可能深入地插入变压器绕组，测量绕组的温度，如图 F.2 所示：

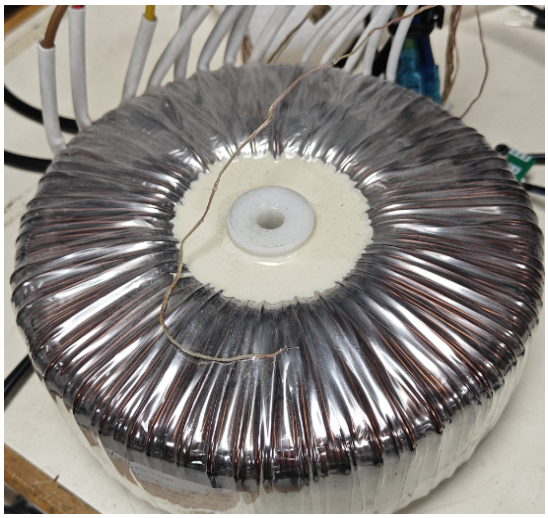


图 F.2 热电偶布置位置示意

2) 试验过程：

- 试验开始时，测量样品初级绕组的阻值 R1 对应的环境温度 t_1；
- 将样品的初级绕组连接到 220V～50Hz 的电源上，接入电子负载，开始试验；
- 整个试验期间保持该电压不变，直至样品工作温度达到稳定；
- 记录稳定状态下环境温度 T_0，布置在变压器绕组上的热电偶所测得的温度值T_2；
- 断电后，记录断电时刻的环境温度 t2 及 R2。相关测量数据见表 F.1

表 F.1 测试结果

试验开始时的环境温度 t_1	24.7℃
试验开始时绕组电阻 R_1	1.187Ω
稳定状态下的环境温度 T_0	28.9℃
稳定状态下的测点温度 T_2	53.9℃
试验结束时环境温度 t_2	28.9℃
试验结束时绕组电阻 R_2	1.366Ω

3.2.1.3 热电偶布点直接测量法测试

用该方法测试温升的计算公式为：$\Delta T = T_2 - T_0$

式中： ΔT——温升，K；

T_2——稳定状态下的测点温度，℃；

T_0 ——稳定状态下的环境温度，℃。

根据上述公式，其测量结果为 ΔT = 25.0K。

3.2.1.3 用电阻法测量温升

用绕组的电阻随温度变化的特性，通过测量温度变化前后绕组的电阻值，再利用公式计算绕组温升值，其数学计算公式为：

$$\Delta T = \frac{R_2 - R_1}{R_1} \times (235 + t_1) - (t_2 - t_1)$$

式中： ΔT —— 绕组平均温升，K；

R_1 —— 试验开始时绕组电阻（冷态电阻）， Ω;

R_2 —— 试验结束时绕组电阻（热态电阻）， Ω;

t_1 —— 试验开始时环境温度，℃；

t_2 —— 试验结束时环境温度，℃。

根据上述公式计算绕组温升ΔT= 34.9K。

4. 结果评价

4.1 数据分析

1) 根据 GB 4943.1-2022 表 9 内容，热电偶法测绕组温度时，温度值减少 10K。

2) 热电偶法x_1取 ΔT-10=24.9K 来进行结果评价。

4.2 结果判定

1) 利用 En 值法进行结果评价： 代入

$$E_n = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{U_1^2 + U_2^2}}$$

其中x_1 ：为热电偶法的测量结果；

x_2 ：为电阻法的测量结果；

U1 ：为热电偶法的扩展不确定度，考虑数据采集仪误差、热电偶安装方式、环境误差、稳定状态判定为不确定度主要来源，计算得其测量扩展不确定度为3.228K。

U2 ：为电阻法的扩展不确定度， 考虑电阻、环境误差为不确定度主要来源，计算得其测量的扩展不确定度为3.098K。

最终计算得$|E_n|$ = 0.04， $|E_n|$ ≤1，认为测试结果符合质量控制要求。

附录 G-1（资料性附录）

辅助激励量电压变化影响检测项目质控案例

——留存样品的重复检测

1 目的

本文旨在为电气领域的检测实验室(以下简称实验室)开展内部质控提供一种参考方法，帮助实验室提高内部质控活动的有效性。

对于不同人员在相同条件下对同一留存样品进行测试，比对测试结果进行分析，根据比对结果给出相应建议。

2 依据标准

GB/T 7261-2016《继电保护和安全自动装置基本试验方法》。

3 方法程序

3.1 测试准备

3.1.1 留存样品检查

留存样品取出后，应对其基本功能进行检验，验证其功能的正确性。

3.1.2 留存样品上次测试记录

应调取留存样品上次测试的辅助激励量电压变化影响试验相关记录，见下表 G-1.1。

测试项目	相别	整定值	辅助电源（V）	1	2	3	4	5	单位
过流 I 段动作值：施加交流电流，初始值为 4.7A，变化步长为0.01A,时间步长为0.2s，施加电流上限为 5.3A。	A	5A	176	5.00	5.00	5.00	5.01	5.01	A
			242	5.01	5.00	5.00	5.00	5.01	A

3.1.2 测试人员

测试人员需具备 GB/T 7261 标准中第 11.1 章的能力授权，并具备继电保护及安全自动装置相关试验经验。

3.1.4 测试仪器

测试仪器应能满足 GB/T 7261 标准中 4.3 节对于仪器设备的要求。

3.1.5 环境条件

测试环境应能满足 GB/T 7261 标准中 4.1 节的相关要求。

3.2 测试执行

按照 GB/T 7261 标准第 11.1 章节辅助激励量电压变化影响试验要求的试验方法对被试样品进行测试，记录相关测试结果。

3.3 测试记录

对相关标准中的要求对测试结果进行记录，见下表 G-1.2 ：

测试项目	相别	整定值	辅助电源（V）	1	2	3	4	5	单位
过流 I 段动作值：施加交流电流，初始值为 4.7A，变化步长为 0.01A，时间步长为 0.2s，施加电流上限为 5.3A。	A	5A	176	5.00	5.01	5.00	5.01	5.01	A
			242	5.01	5.00	5.00	5.01	5.01	A

4 结果评价

根据两次试验记录对结果进行统计，见下表 G-1.3

辅助电源（V）	上次测试结果平均值（A）	本次测试结果平均值（A）	上次测试测量不确定度（A）	本次测试测量不确定度（A）
DC176	5.004	5.006	0.005	0.005
DC242	5.004	5.006	0.005	0.005

计算评定两次测量结果比率值 En，要求|En|≤1。

比率值 En 的计算公式如下：

$$|\mathrm{En}| = \left|\frac{LAB-REF}{\sqrt{U_{LAB^2} + U_{REF^2}}}\right|$$

其中：

LAB——本次测试测量结果；

REF——上次测试测量结果；

U_{LAB}——本次测试测量不确定度（置信水平 95%）；

U_{REF}——上次测试测量不确定度（置信水平 95%）。

结果见下表 G-1.4:

辅助电源（V）	|En|
DC176	0.4
DC242	0.4

附录 G-2（资料性附录）

充电模块输出电流误差影响检测项目质控案例

——留存样品的重复检测

1 目的

本文旨在为电气领域的检测实验室(以下简称实验室)开展内部质控提供一种参考方法，帮助实验室提高内部质控活动的有效性。

对于不同人员在相同条件下对同一留存样品进行测试，比对测试结果进行分析，根据比对结果给出相应建议。

2 依据标准

NB/T 33008.1-2018《电动汽车充电设备检验试验规范 第 1 部分:非车载充电机》。

3 方法程序

3.1 测试准备

3.1.1 留存样品检查

留存样品取出后，应对其基本功能进行检验，验证其功能的正确性。

3.1.2 留存样品上次测试记录

应调取留存样品上次测试的输出电流设定误差试验相关记录,见下表 G-2.1:

测试项目及检验要求	交流输入电压（V）	直流输出电压（V）	整定值（A）	直流输出电流（A）	误差
将充电模块连接试验系统，并设置在恒流状态下运行，输入电压为额定值，设定输出电流在 20 %额定输出电流值～最大输出电流值范围内，调整输出电压在上、下限范围内的中间值，分别测量充电模块的输出电流 I_Z。在充电模块设定的输出电流值大于等于 30A 时，输出电流误差不应超过±1 %；在充电模块设定的输出电流值小于 30A 时，输出电流误差不应超过±0.3A。	380	600	8.00	8.00	0.000A
			20.00	20.05	0.050A
			66.70	66.76	0.09%

3.1.3 试验人员

试验人员应具备 NB/T 33008.1 标准第 5.12.9 章节的能力授权,并具备电动汽车直流供电设备用充电模块相关试验经验。

3.1.4 试验电源及试验仪器

试验电源和试验仪器应能满足 NB/T 33008.1 标准中 5.1.3、5.1.4 章节对于仪器设备的要求。

3.1.5 环境条件

测试环境应能满足 NB/T 33008.1 标准中 5.1.2 章节的相关要求。

3.2 测试执行

3.2.1 被试样品预处理

按照被试样品的要求对其进行预处理，将样品设置在恒流状态下运行，调整负载电压略低于样品电压设定值，确保样品进入恒流状态。

3.2.2 测试执行

按照NB/T 33008.1标准第5.12.9章节输出电流设定误差试验要求的试验方法对被试样品进行测试，记录相关测试结果。

3.3 测试记录，见下表 G-2.2：

测试项目及检验要求	交流输入电压（V）	直流输出电压（V）	整定值（A）	直流输出电流（A）	误差
将充电模块连接试验系统，并设置在恒流状态下运行，输入电压为额定值，设定输出电流在 20 %额定输出电流值～最大输出电流值范围内，调整输出电压在上、下限范围内的中间值，分别测量充电模块的输出电流 I_Z。在充电模块设定的输出电流值大于等于 30A 时，输出电流误差不应超过±1 %；在充电模块设定的输出电流值小于 30A 时，输出电流误差不应超过±0.3A。	380	600	8	8.01	0.010A
			20	20.03	0.030A
			66.70	66.75	0.09%

4 结果分析

根据两次试验记录对结果进行统计，见下表 G-2.3

交流输入电压（V）	直流输出电压（V）	整定值(A)	上次测试测量结果（A）	本次测试测量结果（A）	上次测试测量不确定度	本次测试测量不确定度
380	600	8	8.00	8.01	0.02	0.02
		20	20.05	20.03	0.02	0.02
		66.70	66.76	66.75	0.01	0.01

计算评定两次测量结果比率值 En，要求|En|≤1。

比率值 En 的计算公式如下：

$$|\mathrm{En}| = \left|\frac{LAB-REF}{\sqrt{U_{LAB}^2 + U_{REF}^2}}\right|$$

其中：

LAB——本次测试测量结果；

REF——上次测试测量结果；

U_{LAB}——本次测试测量不确定度（置信水平 95%）；

U_{REF}——上次测试测量不确定度（置信水平 95%）。

结果见下表 G-2.4:

整定值（A）	|En|
8	0.353
20	0.707
66.70	0.707

附录 G-3（资料性附录）

充电桩连接确认信号影响检测项目质控案例

——留存样品的重复检测

1 目的

本文旨在为电气领域的检测实验室(以下简称实验室)开展内部质控提供一种参考方法，帮助实验室提高内部质控活动的有效性。

对于不同人员在相同条件下对同一留存样品进行测试，比对测试结果进行分析，根据比对结果给出相应建议。

2 依据标准

GB/T 34657.1-2017《电动汽车传导充电互操作性测试规范 第 1 部分：供电设备》。

3 方法程序

3.1 测试准备

3.1.1 留存样品检查

留存样品取出后，应对其基本功能进行检验，验证其功能的正确性。

3.1.2 留存样品上次测试记录

应调取留存样品上次测试的连接确认测试试验相关记录,见下表 G-3.1:

状态	充电接口状态	开关 S 状态	可否充电	检测点 1 电压（V）			检测点 2 电压（V）		
				测量值	最大允许值	最小允许值	测量值	最大允许值	最小允许值
状态 0（初始状态）	断开	闭合	否	6.09	6.8	5.2	12.06	12.8	11.2
状态 1	断开	断开	否	12.21	12.8	11.2	12.06	12.8	11.2
状态 2	连接中	断开	否	6.09	6.8	5.2	6.09	6.8	5.2
状态 3	完全连接	闭合	可	4.06	4.8	3.2	6.09	6.8	5.2

3.1.2 试验人员

试验人员应具备 GB/T 34657.1 标准第 6.3.2.1 章节的能力授权，并具备电动汽车直流供电设备用充电模块相关试验经验。

3.1.4 试验电源及试验仪器

试验电源和试验仪器应能满足 GB/T 34657.1 标准中 5.2、5.3 章节对于仪器设备的要求。

3.1.5 环境条件

测试环境应能满足 GB/T 34657.1 标准中 5.1 章节的相关要求。

3.2 测试执行

3.2.1 被试样品预处理

按照被试样品的要求对其进行预处理，将样品连接试验系统，该测试系统应符合 GB/T 34657.1 标准中 6.3.1 中要求。

3.2.2 测试执行

按照 GB/T 34657.1 标准中 6.3.2.1 章节连接确认测试试验要求的试验方法对被试样品进行测试，记录相关测试结果。

3.3 测试记录，见下表 G-3.2：

状态	充电接口状态	开关 S 状态	可否充电	检测点 1 电压（V）			检测点 2 电压（V）		
				测量值	最大允许值	最小允许值	测量值	最大允许值	最小允许值
状态 0（初始状态）	断开	闭合	否	6.08	6.8	5.2	12.07	12.8	11.2
状态 1	断开	断开	否	12.20	12.8	11.2	12.07	12.8	11.2
状态 2	连接中	断开	否	6.10	6.8	5.2	6.06	6.8	5.2
状态 3	完全连接	闭合	可	4.05	4.8	3.2	6.06	6.8	5.2

4 结果评价

根据两次试验记录对结果进行统计，见下表 G-3.3：

状态	充电接口状态	开关 S 状态	可否充电	检测点 1 电压(V)		检测点 2 电压(V)		测量不确定度	
				上次测试测量结果	本次测试测量结果	上次测试测量结果	本次测试测量结果	上次测试测量不确定度	本次测试测量不确定度
状态 0（初始状态）	断开	闭合	否	6.09	6.08	12.06	12.07	0.05	0.05
状态 1	断开	断开	否	12.21	12.20	12.06	12.07	0.05	0.05
状态 2	连接中	断开	否	6.09	6.10	6.09	6.06	0.05	0.05
状态 3	完全连接	闭合	可	4.06	4.05	6.09	6.06	0.05	0.05

计算评定两次测量结果比率值 En，要求|En|≤1。

比率值 En 的计算公式如下：

$$|\mathrm{En}| = \left|\frac{LAB-REF}{\sqrt{U_{LAB}{}^2 + U_{REF}{}^2}}\right|$$

其中：

LAB——本次测试测量结果；

REF——上次测试测量结果；

U_{LAB}——本次测试测量不确定度（置信水平 95%）；

U_{REF}——上次测试测量不确定度（置信水平 95%）。

结果见下表 G-3.4:

状态	充电接口状态	开关 S 状态	可否充电	检测点 1 电压（V）	检测点 2 电压（V）
				|En|	|En|
状态 0（初始状态）	断开	闭合	否	0.141	0.141
状态 1	断开	断开	否	0.141	0.141
状态 2	连接中	断开	否	0.141	0.424
状态 3	完全连接	闭合	可	0.141	0.424

附录 H（资料性附录）

柱上断路器电流与温升特性相关性分析质控案例

——物品不同特性结果之间的相关性

1. 目的

通过分析柱上断路器电流与温升测试结果的关联性，对检测结果的合理性进行评估。旨在为电气领域的检测实验室开展内部质控提供一种参考方法，帮助实验室提高内部质控活动的有效性。

2. 依据标准

1）DL/T 593-2016 《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》；

2）GB/T 1984-2024 《高压交流断路器》；

3）GB/T 11022-2020 《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》。

3.1 方法描述

试验应该在户内、大体上无空气流动的环境下进行，试品本身发热引起的气流除外。当样品周围气流速度不超过 0.5m/s 时，就达到了这一条件。

对于除辅助设备以外的部分的温升试验，试品及其附件在所有重要方面都应该安装得和使用中的一样，包括试品各部分在正常工作时的所有外罩，并应该防止来自外部的过度加热和冷却。

根据样品进线、出线的材质规格选择尺寸相匹配的铜排（10kV 柱上断路器连接母线规格：60mm×6mm，2m 长铜排），按照制造厂的说明书将被测柱上断路器接入主回路。

接到主回路的临时连接线应该使得试验时与实际运行时的连接相比较，其热量的散出和传入没有明显的差异。

根据 DL/T 593-2016 6.5.2 节，在 1.1 倍额定电流下进行试验。

电源电流应为正弦波，其谐波的有效值不超过基波电流的 5%。试品应该在额定频率下试验，频率的偏差为-5% ～+2%。试验应持续足够长的时间以使温升达到稳定。如果在 1h 内温升的增加不超过 1K，就认为达到了这一状态。

试验时的周围空气温度应该高于+10℃，但低于+40℃。在周围空气温度的这一范围内，不应该进行温升值的修正。

在试验期间应该至少使用三只均匀布置在试品周围、处在载流部件的平均高度上并距试品约 1m 处的温度计、热电偶或其他温度检测器件来测量周围空气温度。应该防止温度计或

热电偶受气流以及热的过分影响。为了避免温度快速变化造成的读数误差，可以把温度计或热电偶放入装有 0.5L 油的小瓶中。

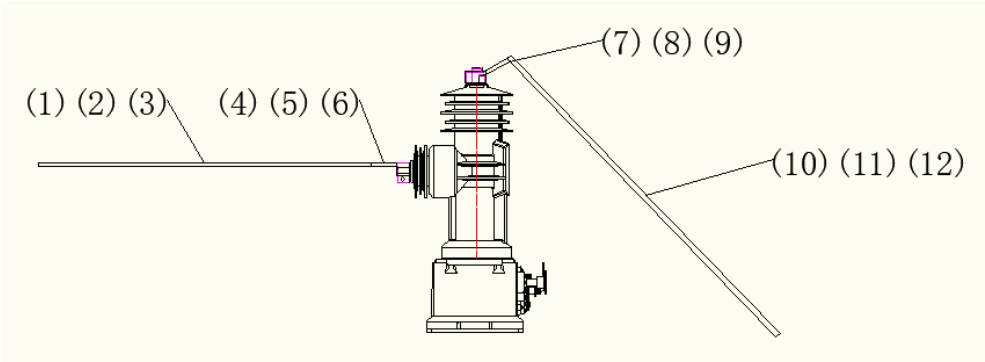


图 H.1 温升测点示意图

3.2 试验仪器

表 H.1：试验仪器技术参数表

序号	仪器设备名称	测量范围	不确定度/准确度/最大允许误差
1	3.5kA 交流温升系统	5A～3500A	±0.5%
2	数据记录仪	0℃～1200℃	±0.1℃
3	风速仪	0.1m/s～0.5m/s	U=0.02（k=2）
4	温湿度计	温度-15℃～50℃,湿度 11%RH～97%RH	温度误差±1℃（10℃～25℃），±1.5℃（其他）；湿度误差 5%RH

3.3 试验记录

表 H.2：温升试验结果

序号	试验项目	镀层	技术要求（K）	试验数据			（测温点）
				A 相温升（K）	B 相温升（K）	C 相温升（K）	
1	进线端 1m 处	/	/	70.8	38.4	37.7	(1) (2) (3)
2	进线端	镀锡	≤65	75.5	40.1	39.8	(4) (5) (6)
3	出线端	镀锡	≤65	43.1	39.7	41.9	(7) (8) (9)
4	出线端 1m 处	/	/	47.6	40.1	39.0	(10) (11) (12)
备注：	1）额定电流（A）：630　试验电流（A）：693　试验极数：三极　电流频率（Hz）：50 2）连接母线规格：60mm×6mm，2m 长铜排 1 根　通电时间：5.3h 3）主回路进出线端子与 1m 处连接导体的温升差值不超过 5K 4）周围空气温度：24.8℃；周围风速：0.1m/s～0.2m/s						

3. 结果评价

4.1 相关性分析

根据焦耳定律，电流通过导体时会产生热量，热量与电流的平方成正比，与导体的电阻和通电时间成正比。在本次温升试验中，柱上断路器的导电回路存在电阻，当有电流通过时，就会产生热量，导致温度升高，正常测试环境条件、材质基本一致的情况下，各测点温升应相近。如果柱上断路器的导电回路电阻较大，即使在相同的电流下，产生的热量也会更多，温升也就更高。本次温升试验结果中 A 相测温点（1）和（4）温升值异常偏高，通过对测试环境的进一步检查，发现由于 A 相母线铜排接触不良，导致温升测量结果出现异常值。

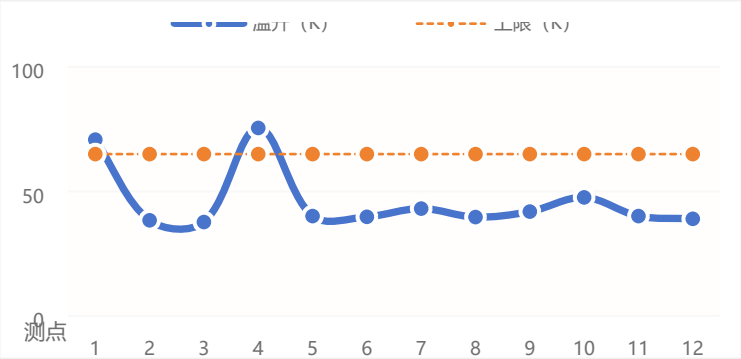


图 H.2 温升测点曲线图

4.2 应用建议

经内部质控分析，在测试条件、被测柱上断路器都相同的情况下，柱上断路器温升试验连接铜排接触不良会导致电流与温升特性关系异常，因此，在进行试品及试验回路的布置时应注意回路中所有焊接、插接、螺栓联结部位均应可靠连接、固定。根据内部质控结果，作业指导书应明确接线正确、连接可靠，并增加实操培训。

附录 I（资料性附录）

电力变压器产品检测项目质控案例

——审查报告的结果

1 目的

本案例旨在为电气领域的检测实验室（以下简称实验室）开展内部质控提供一种参考方法，帮助实验室提高内部质控活动的有效性。

本案例以油浸式电力变压器产品试验报告质量抽查为例，介绍实验室如何开展对试验报告结果的审查要求与方法。

2 依据标准

a) CNAS-CL01：2018《检测和校准实验室能力认可准则》；

b) CNAS-CL01-A003:2019《检测和校准实验室能力认可准则在电气检测领域的应用说明》；

c) CNAS-CL01-G001：2024《检测和校准实验室能力认可准则的应用要求》；

d) CNAS-CL01-G002：2021《测量结果的计量溯源性要求》；

e) GB/T 1094.1-2013《电力变压器 第 1 部分：总则》；

f) GB/T 1094.2-2013《电力变压器 第 2 部分：液浸式变压器的温升》；

g) GB/T 1094.3-2017《电力变压器 第 3 部分：绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙》；

h) GB/T 1094.5-2008《电力变压器 第 5 部分：承受短路的能力》；

i) GB/T 1094.10-2022《电力变压器 第 10 部分：声级测定》；

j) GB/T 6451-2023《油浸式电力变压器技术参数和要求》；

k) GB/T 7595-2017《运行中变压器油质量》；

l) GB 20052-2024《电力变压器能效限定值及能效等级》；

m) JB/T 501-2021《电力变压器试验导则》；

n) 实验室内部运行管理程序；

o) 电力变压器试验操作指导书；

p) 客户委托试验要求；

q) 电力变压器试验原始记录格式；

r) 电力变压器试验报告格式。

3 方法程序

3.1 审查报告的人员

实验室应按 CNAS-CL01-G001:2024 中 6.2 条要求，授权一定数量的试验报告审查人员。

从事电力变压器产品试验报告结果审查的人员应掌握电力变压器产品方面的专业知识，具备相应的试验检测经历，并定期参加技术能力提升培训。

3.2 试验报告的抽样

实验室宜根据所抽产品试验业务量、试验报告质量内外部反馈情况，按照月度或季度或半年度等时间周期，从实验室已经完成签发流程的试验报告中抽取一定数量的试验报告，用于审查实验室所签发的试验报告数据和结果是否满足质量要求。这些试验报告可以是完成签发但尚未交付给客户，也可以是已经交付给客户在档案室留存的。每年的抽查次数至少一次。

3.3 试验报告的审查内容

审查电力变压器产品试验报告的结果需要具体审查试验方法、试验过程、试验原始记录、试验报告等方面的内容。

3.3.1 基本信息审查

审查试验委托单位信息、生产单位信息、样品信息、样品编号、试验日期等信息资料是否正确、完整、统一。

这些可以通过对客户营业执照、试验合同/委托书、产品名牌、样品确认单等资料信息进行审查。

3.3.2 试验方法审查

审查试验项目、试验方法是否按照电力变压器产品、试验标准/合同规定的要求进行，试验标准是否适用且版本是否正确。如果发生偏离，是否有书面批准记录或合理的情况说明。客户特殊要求是否得到满足。

这些可以通过对试验合同/委托书、试验依据标准、试验方案、试验操作指导书、试验原始记录、试验报告等资料信息进行审查。

3.3.3 数据完整性审查

审查试验的原始数据、图表、示波图、计算过程是否正确、信息量是否充分、完整和可追溯，试验数据是否存在异常或矛盾，对变压器温升值、油箱变形量、声级等关键参数可重新计算，确认公式应用是否正确。试验报告的数据信息是否与原始记录一致。

这些可以通过对试验报告、试验原始记录（包括但不限于数据采集记录、示波图、试验过程照、试验环境温度、湿度、大气压力、试验仪器设备的准确度、测量范围、校准周期）等资料信息进行审查。

例如，电力变压器短路阻抗和负载损耗测量试验应包括测量电流，如果是三相变压器要包括每一相的测量电流、测量电压、每一相实测的负载损耗及经过计算得到的短路阻抗和参

考温度下的负载损耗等数值；电力变压器的短路承受能力试验需要包括产品的额定电压、额定电流、测试所得的阻抗电压和校准到参考温度的负载损耗等，试验过程得到的短路电流的有效值、短路电流的峰值、试验的时间、原始的电抗测量数据以及计算的电抗变化率等；电力变压器声级测量，需要包括产品外形尺寸、试验过程施加的电压或电流信息、试验室的空间尺寸、吸声系数信息、试验前测量的背景噪声的声压级、试验过程的声压级以及试验后的背景噪声的声压级信息。

3.3.4 结论表述审查

审查试验报告结论是否基于技术标准要求和数据客观分析，避免主观臆断。是否具有不确定度评估（适用时）。

3.3.5 格式规范性审查

审查试验报告的格式、资质认定和认可标识、单位、术语、页码等是否符合要求，编制、审核、签批等各环节是否规范。

3.3.6 试验报告的审查记录

应对试验报告结果的审查情况进行记录。

表 I.1 是某实验室对 S22-M-1250/10-NX1 电力变压器型式试验报告审查记录的案例。

4 结果评价

审查报告人员应根据所发现的审查结果对本次试验报告结果的审查作出总体评价，并得出审查结论。

实验室应针对本次试验报告审查的情况进行结果汇总，针对存在的问题，尤其是高频问题，进行原因分析并制定纠正和纠正措施，必要时应增加技术培训、完善试验条件、更新作业指导书和相关制度、修改和调整实验室内部质控方案。

表 I.1 试验报告审查记录表

受审部门	×××变压器实验室	试验报告编号	24M××××-S
委托单位	×××变压器有限公司	生产单位	×××变压器有限公司
试品名称	电力变压器	型号规格	S22-M-1250/10-NX1
试验依据	GB/T 1094.1、GB/T 1094.2、GB/T 1094.5、GB/T 6451 等及委托要求	试验类别	型式试验
审查人员	张××	审查日期	2025-××-××

序号	审查项目及内容	审查情况	不符合描述

1	基本信息审查	试验委托单位、生产单位名称地址是否正确	正　确 □ 不正确 □	
		试品名称型号规格、出厂编号、样品编号、到样日期是否正确	正　确 □ 不正确 □	
		试验日期是否正确	正　确 □ 不正确 □	
		客户营业执照、试验合同/委托书、产品名牌、样品确认单等资料信息是否一致	一　致 □ 不一致 □	
2	试验方法审查	试验项目是否满足标准和客户委托要求	满　足 □ 不满足 □	
		试验标准是否适用且版本是否正确	是　□ 否　□	
		如果试验方法发生偏离，是否有书面的批准记录或合理的情况说明	是　□ 否　□ 不适用 □	
		客户特殊要求是否得到满足	是　□ 否　□ 不适用 □	
3	数据完整性审查	原始记录格式是否正确，信息量是否充分，是否涵盖了记录唯一性标识、样品描述及编号、试验日期、环境条件、试验项目、试验依据、试验参数、试验设备、试验结果等信息	是　□ 否　□	
		原始记录内容是否完整，是否包含了样品试验前后状态、施加的试验条件、必要的图表、示波图、试验过程照等	是　□ 否　□	
		试验始数据、计算过程是否正确、完整和可追溯，公式应用是否正确	是　□ 否　□	
		试验数据是否存在异常或矛盾	是　□ 否　□	
		实验室所产生的电子数据是否按规定命名和保存	是　□ 否　□	
		试验报告数据信息与原始记录是否一致	是　□ 否　□	
		试验用仪器仪表测量准确度是否满足要求，是否在校准有效期内	是　□ 否　□	
		原始记录是否有试验、记录、校核等签字	是　□ 否　□	
4	结论表述审查	试验结论是否基于技术标准要求和数据客观分析进行正确判	是　□ 否　□	

		定，避免主观臆断		
		试验结论是否具有不确定度评估	是 □ 否 □ 不适用 □	
		试验报告结论用语是否规范	是 □ 否 □	
5	格式规范性审查	试验报告格式是否符合要求，版本是否现行	是 □ 否 □	
		试验报告上施加的 CMA、CNAS 标识是否符合要求	是 □ 否 □	
		试验报告中的单位、术语、页码是否正确	正 确 □ 不正确 □	
		编制、审核、签批等各环节是否规范	是 □ 否 □	
		确认报告审核、批准人员的资质	符合 □ 不符合 □	
6	其他	注：如有其他发现，可在此记录		
受审部门确认		签字： 日期：		
审查结论及意见		审查结论：□符合 □不符合 审查意见：□无需采取措施 □实施纠正 □实施纠正措施 签字： 日期：		
不符合原因分析		签字： 日期：		
纠正/纠正措施		签字： 日期：		
跟踪验证情况		签字： 日期		

附录 J（资料性附录）

电容器放电检测项目质控案例

——实验室内人员比对

1 目的

为确保实验室电容器放电测试结果的一致性和准确性，依据 GB 4943.1-2022 标准的 5.5.2.2 条款，采用人员比对方法，进行实验室内部质控，评估不同人员在测试中的差异。

2 依据标准

1）GB 4943.1-2022 《音视频、信息技术和通信技术设备 第 1 部分：安全要求》。

3 方法程序

3.1 样品描述

类型数量：信息技术设备使用的电源适配器，1 个。

电气规格：100-240V～ 50/60Hz 1.8A 直流输出: 20V⎓3.35A,67W Max。

3.2 使用仪器设备，见下表 J.1

表 J.1 仪器设备表

序号	设备名称	技术参数
1	稳压电源	0-300V 1kVA
2	示波器	带宽 300MHz
3	高压探头	100M 25pF
4	电子负载	0-40V 0-50A 2000W

3.3 测试人员

2 名具备该测试能力的实验室人员 A 和 B。

3.4 测试程序

1）测试准备

- 控制测试环境为温度：（23±5）℃，相对湿度：（50±20）%。
- 确认示波器和高压探头连接正常，并进行自校准。
- 按照样品电气规格，将样品输入接入 264VAC 50Hz。
- 调整适合的电子负载，使样品达到正常工作状态。
- 将示波器高压探头接入样品的电源输入端进行测试。

2）重复测试

人员 A 和 B 分别使用同一套测试设备，按照标准要求调整好样品状态后，断开输入电源，完成对样品的电容器放电测试。从放电曲线中读取放电时间常数（τ）为 2s 时的电压值，每人测试次数不应少于 6 次。测试结果如下表 J.2：

表 J.2 测试结果 单位（V）

人员	数据 1	数据 2	数据 3	数据 4	数据 5	数据 6
A	10.2	10.2	10.3	10.3	10.4	10.5
B	10.2	10.2	10.2	10.1	10.1	10.2

注：测试结果可以根据设备精度保留适当小数位。

3）数据记录

记录测试日期、时间、环境温湿度、样品信息、测试人员、测试设备、放电曲线、测试结果等信息。

4 结果评价

4.1 数据分析

1）比较 2 名人员每次测试数据的放电曲线是否一致。

2）选取 2 名人员测试中的最大值作为最终测试结果。

4.2 结果判定

1）采用 En 方法对 2 名人员测试结果进行评价。

2）En 方法中的 U 应按照 2 名人员的本次测试数据进行评定。

3）本次测试数据评价过程如下：

- 人员 A 最终测试结果 10.5V；
- 人员 B 最终测试结果 10.2V；
- 针对本次测试数据和使用设备，评定人员 A 的不确定度 U_1=0.8V（k=2），人员 B 的不确定度 U_2=0.8V（k=2）；
- 采用 En 值方法进行评价，结果如下：

$$E_n = \frac{x-X}{\sqrt{U_1^2+U_2^2}} = \frac{10.5-10.2}{\sqrt{0.8^2+0.8^2}} = 0.26$$

4）本次 En 值小于 1，因此认为 2 名人员测试数据一致，测试结果符合质量控制要求。

注：因本次不确定度评定结果保留 1 位有效数字，故 2 名人员的 U 结果相同。

附录 K（资料性附录）

绝缘抗张强度检测项目质控案例

——盲样测试

1. 目的

采用盲样测试的方式验证并发现实验室设备、方法和人员上存在的不足，保证室检测结果有有效性。

2. 依据标准

1）IEC 60811-501:2023 《电缆和光缆 非金属材料试验方法 第 501 部分：机械性能试验 绝缘和护套材料机械性能试验》；

2）GB/T 2951.11—2008 《电缆和光缆 非金属材料试验方法 第 11 部分：通用试验方法—厚度和外形尺寸测量—机械性能试验》。

3. 方法程序

3.1 样品确定

本方案采用上本年度实验室参加能力验证后的留样作为试验用盲样。

样品为电缆护套材料哑铃试件。

本次盲样测试用样品的结果指定值为 18.0MPa，指定值的扩展不确定度为 0.56MPa。

3.2 试验装置

测厚仪，精度为 0.01mm;

拉力试验机，精度 0.01N

3.3 检测环境

试件应避免阳光直射，并在（23±2）℃温度下存放至少 3h 后进行。

3.4 检测过程

1）截面积测量

按照 GB/T 2951.11 的要求确定每个试片的截面积；

2）进行拉力试验

夹头之间的距离：自紧式夹头：50mm；非自紧式夹头：85mm。

夹头的移动速度：250mm/min。

测量并记录拉伸过程中的最大拉力。在夹头处断裂的试件的结果应作废。

3）结果计算

按照 GB/T 2951.11-2008 标准中的定义计算抗张强度，单位 N/mm^2，修约到小数点后 1 位。

取 5 个试件的检测结果的中位值作为试验结果。

4. 结果评价

试验员盲样检测提交的 5 个试片的检测结果如下表：

试片	1	2	3	4	5	检测结果
试片厚度,mm	1.02	1.04	1.03	1.00	1.01	/
试片宽度,mm	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	/
截面积,mm^2	4.08	4.16	4.12	4	4.04	/
拉断力，N	74	76	75	74	76	/
抗张强度，MPa	18.1	18.3	18.2	18.5	18.8	18.3

对试验员提供的检测结果的评价如下表所述：

	比对方	检测结果，MPa	扩展不确定度，MPa
盲样检测结果	盲样检测结果	$x_i = 18.3$	$U_i = 0.32$
	盲样参考值	$X_{rm} = 18.6$	$U_{rm} = 0.56$
盲样检测结果统计处理	根据公式 $E_n = \frac{x_i - X_{rm}}{\sqrt{U_i^2 + U_{rm}^2}}$ 代入上述结果计算得$\lvert E_n \rvert = 0.47$		
比对结果分析	$\lvert E_n \rvert < 1$，比对结果间无显著差异，实验员的检测结果为满意结果。		

附录 L（资料性附录）

电气实验室常规检测参数最大允许误差

参数	量程	误差范围
电压		
≤ 1000 V	≤ 1 kHz	± 1.5%
	＞ 1 kHz ≤ 5 kHz	± 2%
	＞ 5 kHz ≤ 20 kHz	± 3%
	＞ 20 kHz	± 5%
＞ 1000 V	dc ≤ 20 kHz	± 3%
	＞ 20 kHz	± 5%
电流		
≤ 5 A	dc ≤ 60 Hz	± 1.5%
	＞ 60 Hz ≤ 5 kHz	± 2.5%
	＞ 5 kHz ≤ 20 kHz	± 3.5%
	＞ 20 kHz	± 5%
＞ 5 A	dc ≤ 5 kHz	± 2.5%
	＞ 5 kHz ≤ 20 kHz	± 3.5%
	＞ 20 kHz	± 5%
泄漏（接触）电流		
	50 Hz ≤ 60 Hz	± 3.5%
	＞ 60 Hz ≤ 5 kHz	± 5%
	＞ 5 kHz ≤ 100 kHz	± 10%
	＞ 100 kHz ≤ 1 MHz	待定
功率（50/60Hz）		
	≤ 3 kW	± 3%
	＞ 3 kW	± 5%
功率因数		
	50 ≤ 60 Hz	± 0.05
频率		
	≤ 10 kHz	± 0.2%
电阻		
	1 mΩ ≤ 100 mΩ	± 5%
	＞ 1 MΩ ≤ 1 TΩ	± 5%
	＞ 1 TΩ	± 10%
	其它	± 3%
温度		

参数	量程	误差范围
	≥ -35℃ ＜ 100℃	± 2℃
	100℃ ≤ 500℃	± 3%
	＜ -35℃	± 3℃
时间		
	10 ms ≤ 200 ms	± 5%
	＞ 200 ms ≤ 1 s	± 10 ms
	＞ 1 s	± 1%
长度（线性）		
	≤ 1 mm	± 0.05 mm
	＞ 1 mm ≤ 25 mm	± 0.1 mm
	＞ 25 mm	± 0.5%
质量		
	＞ 10 g ≤ 100 g	± 1%
	＞ 100 g ≤ 5 kg	± 2%
	＞ 5 kg	± 5%
力		
	全量程	± 6%
机械能		
	全量程	± 10%
转矩		
	全量程	± 10%
角度		
	全量程	± 1°
相对湿度		
	＞30% ≤ 95% RH	± 6 %RH
大气压力		
	全量程	± 10 kPa
气压、液压		
	静态测量	± 5%

注：1.本附录参考了 IECEE OD-5014，以该文件的最终版为准。

2.当检测标准中未规定最大允许误差的情况，可参考本部分内容。