ICS 17.020
CCS A 50

T/CS

团　　体　　标　　准

T/CS XXX—2026

智能计量器具远程校准实施规程

Code of practice for remote calibration of intelligent measuring instruments

（征求意见稿）

2026 - XX - XX 发布　　2026 - XX - XX 实施

中国商品学会　　发 布

目　　次

前言 II
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 缩略语 2
5 远程校准实施的总则 2
6 校准前的条件确认 3
7 远程校准链路的建立与验证 4
8 标准量值的远程传递 4
9 智能计量器具响应数据的采集 5
10 数据处理与测量不确定度评定 6
11 远程校准记录与校准证书 6
12 远程校准的持续有效性保持 7

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由赤峰市产品质量检验检测中心提出。

本文件由中国商品学会归口。

本文件起草单位：赤峰市产品质量检验检测中心、巴彦淖尔市产品质量计量检测中心（巴彦淖尔市天赋河套质量标准检验研究中心）、菏泽市定陶区市场监督管理局、河南利华电力科技股份有限公司、蒙牛乳业（察北）有限公司。

本文件主要起草人：杨瑛、张美玲、杨锦、高正岗、孙喜。

智能计量器具远程校准实施规程

1 范围

本文件规定了智能计量器具远程校准的实施总则、校准前条件确认、远程校准链路建立与验证、标准量值远程传递、响应数据采集、数据处理与不确定度评定、校准记录与校准证书以及持续有效性保持的操作要求。

本文件适用于计量技术机构对具备远程通信接口和可远程控制功能的智能计量器具所实施的远程校准活动。本文件不适用于因器具结构限制或安全要求而不能建立远程通信链路的计量器具的校准。

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 19022 测量管理体系 测量过程和测量设备的要求

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 26866 电力时间同步系统检测规范

GB/T 27025 检测和校准实验室能力的通用要求

GB/T 35273 信息安全技术 个人信息安全规范

GB/T 38844 智能工厂 工业自动化系统时钟同步、管理与测量通用规范

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

JJF 1206 时间与频率标准远程校准规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

远程校准 remote calibration

校准实验室与被校准智能计量器具不处于同一物理位置，通过通信网络建立数据与控制链路，由校准实验室对智能计量器具实施量值比较、响应采集和校准结果判定，且校准全过程满足可追溯性要求的校准活动。

3.2

智能计量器具 intelligent measuring instrument

具备传感测量单元、数据处理单元和通信接口，能够按照规定的通信协议接收远程指令、输出测量数据或校准响应，并可在无需现场人员干预条件下配合完成校准操作的计量器具。

3.3

远程校准链路 remote calibration link

连接校准实验室端设备与被校准智能计量器具端设备，用于传输控制指令、标准量值信号和测量响应数据的通信通道及其两端的接口装置、协议栈和安全设施的总和。

3.4

端到端传输时延 end-to-end transmission delay

自校准实验室端发出校准激励信号或控制指令的终止时刻起，至接收端接收到智能计量器具相应测量响应数据首字节的时刻止，所经历的时间间隔。

3.5

器具响应时间 instrument response time

自智能计量器具接收到校准激励信号或控制指令的时刻起，至其输出满足规定稳定度要求的测量值的时刻止，所经历的时间间隔。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

NTP：网络时间协议（Network Time Protocol）

PTP：精确时间协议（Precision Time Protocol）

UTC：协调世界时（Coordinated Universal Time）

5 远程校准实施的总则

5.1 可追溯性要求

5.1.1 实施远程校准的校准实验室应持有与所开展校准项目相适应的计量标准，该计量标准的量值应通过不间断的校准链溯源至国家计量基准或国际计量基准。

5.1.2 远程校准链路中传输的标准量值信号，应在传输前于校准实验室端输出口进行核查，并在传输后于被校准器具端输入口进行核查。核查偏差超过计量标准最大允许误差绝对值三分之一时，不得使用该次传输的数据进行校准结果计算。

5.1.3 智能计量器具在远程校准中产生的全部原始响应数据、控制指令日志和时间戳信息，应构成从标准量值发出到器具示值输出之间的完整证据链，任何环节不得缺失或不可区分。

5.2 可证实性要求

5.2.1 每一项远程校准操作应产生对应的操作记录，记录内容至少包括操作指令、发出时刻、接收确认时刻、器具响应内容和端到端传输时延。操作记录应使未参与该次校准的人员能够依据记录复现校准过程的关键步骤。

5.2.2 远程校准所依据的方法应形成文件化程序。当远程校准方法为该实验室首次采用时，应按照 GB/T 27025 中 7.2.2 的要求进行方法确认，确认内容包括通信链路对测量结果的影响量和影响程度的评估结果。

5.2.3 校准实验室应保存远程校准方法的确认记录和每次校准的操作记录，保存方式应符合 GB/T 19022 中 6.2.3 对记录控制的要求。

5.3 安全与保密要求

5.3.1 承载远程校准业务的网络与信息系统，应按照国家网络安全等级保护制度确定安全保护等级，并依据 GB/T 22239 实施相应等级的安全措施。远程校准链路的安全保护等级不应低于第二级；被校准器具用于贸易结算，或者涉及安全联锁、安全保护、安全控制的，其安全保护等级不应低于第三级。校准实施前，校准实验室应确认被校准器具所在网络与信息系统的安全保护等级及其安全措施满足本条要求。

5.3.2 远程校准过程中采集、传输和存储的与自然人相关的信息，其处理活动应符合 GB/T 35273 的规定。校准数据中不应包含与服务目的无关的个人信息。

5.4 人员要求

远程校准操作人员应经过通信链路操作与远程校准方法的专项培训并经授权，非授权人员不得操作远程校准系统或发出校准控制指令。

5.5 校准与远程调整的边界

远程校准过程中不得对被校准器具的计量参数进行调整，不得升级或更换其固件、软件。确需调整的，应取得使用方书面授权，并在调整前后分别采集校准数据；调整前后的示值误差应分别给出，并在校准证书中单独标注。

6 校准前的条件确认

6.1 智能计量器具的远程可校准性确认

6.1.1 在校准开始前，校准实验室应确认被校准智能计量器具同时满足下列条件：

a) 具备与校准实验室端兼容的通信接口，且该接口在校准期间可被校准实验室独立控制；
b) 能够接收并响应校准所需的激励信号或参数设置指令；
c) 能够输出未经内部修正或经声明修正状态的原始测量数据；
d) 在校准期间不因远程指令之外的因素改变其计量特性设置。

6.1.2 当智能计量器具的通信协议或数据输出格式为该型号首次用于远程校准，校准实验室应获取该型号的通信协议说明文件或数据字典，并在方法确认记录中载明协议版本标识和关键数据字段的解析规则。

6.1.3 校准实施前，校准实验室应获得被校准器具使用方的书面授权，并确认被校准器具已切换至不影响现场安全的校准模式、无处于活动状态的故障报警，且不存在正在执行或即将执行的现场计量、控制或联锁任务。

6.2 远程校准系统的时间同步状态确认

6.2.1 校准实验室端和被校准器具端的时间基准应在每次远程校准开始前完成同步状态核验。两端时钟相对于 UTC 的偏差绝对值均不应大于 1 s。

6.2.2 时间同步偏差的核验方法按照 GB/T 26866 中规定的对时偏差测量方法执行。对于不具备直接测量条件的器具端，应通过同一链路中经溯源、时间偏差已知的中继节点进行间接推算，推算合成的时间同步偏差应满足 6.2.1 或 6.2.3 的适用限值，推算过程应记入校准记录。

6.2.3 当远程校准所测量的量值对时间标记敏感（如时间间隔、频率、脉冲参数等）时，两端时间同步偏差绝对值不应大于被测量允许误差绝对值的十分之一，且任何情况下不应大于 10 ms。时间频率类标准器的远程校准，其时间同步要求按照 JJF 1206 的规定执行。

6.3 环境条件的远程确认

6.3.1 校准实验室端的环境条件应满足所依据的校准规范的要求。当校准实验室端环境条件由该实验室自身监测系统提供时，监测数据的采样间隔不应大于 5 min。

6.3.2 被校准智能计量器具端的环境条件应通过器具内置或外接的环境传感器获取，并在校准前至少连续记录 30 min。环境温度应控制在（20±5）℃范围内，相对湿度不应大于 80%。当被校准器具的校准规范对温湿度有更严格限值时，以该规范的要求为准。

6.3.3 当器具端不具备环境参数监测能力时，校准实验室应在校准记录中声明该条件为“未确认”，并评估未确认的环境因素对测量不确定度的贡献量。该贡献量应计入测量不确定度评定。
6.3.4 校准实施全过程应连续记录器具端环境参数，采样间隔不应大于 1 min。环境参数记录值超出 6.3.2 规定限值的，该次记录相邻两次记录之间的时段内所采集的数据，不得用于校准结果计算。

6.4 远程校准链路的功能确认

6.4.1 在校准实施前，应执行一次端到端的功能确认。确认内容至少包括：

a) 控制指令从校准实验室端发出至接收到器具端返回的执行确认的往返延迟，连续 10 次测量的延迟值中，最大值与最小值之差不应大于 1 s；
b) 标准量值信号或替代核查信号经链路传输后，接收端解码结果与发送端编码结果的一致性；
c) 链路中断后的自动恢复或人工重建能力。

6.4.2 功能确认结果不满足 6.4.1 a）或 b）的要求时，不得进入正式校准程序。校准实验室应排查链路原因并重新执行功能确认，排查和重新确认的过程应形成记录。

7 远程校准链路的建立与验证

7.1 链路建立

7.1.1 远程校准链路应按照“实验室端与器具端双向身份认证—链路加密协商—控制通道与数据通道分离建立”的顺序建立。双向身份认证失败或加密协商未完成时，不应传输任何校准控制指令或测量数据。
7.1.2 控制通道用于传输校准参数设置指令、激励触发指令和状态查询指令；数据通道用于传输测量响应数据和标准量值数据。两个通道的逻辑隔离应在链路建立时予以验证，验证方法为在控制通道发送不影响器具测量状态的查询指令，同时监测数据通道是否出现非预期的数据帧。

7.2 链路传输质量验证

7.2.1 在正式采集校准数据前，应连续采集不少于 30 个数据帧，统计帧丢失率和往返延迟。
7.2.2 链路帧丢失率不应大于 0.1%。往返延迟的算术平均值不应大于 2 s，单次往返延迟的最大值不应大于 5 s。
7.2.3 帧丢失率或往返延迟超出 7.2.2 限值时，应在校准记录中注明链路质量状态，并评估其对响应时间类测量项目的影响。当被校准项目包含响应时间或动态特性参数时，链路质量不满足 7.2.2 要求则不得继续该项校准。

7.3 数据传输完整性验证

7.3.1 每一帧校准数据应附带发送端生成的数据完整性校验值。接收端在校验失败时应丢弃该帧并请求重发，同一帧的重发请求次数超过 3 次时，应终止当前数据采集并记录异常。
7.3.2 一次完整校准数据采集结束后，接收端应对全部有效帧的帧序号连续性进行核查。帧序号出现缺失且缺失部分无法通过重发补全时，该次采集数据不得用于校准结果计算。
7.3.3 链路中断恢复后，应重新执行 7.2 规定的链路传输质量验证，验证通过后方可从断点继续采集；中断对数据有效性的影响应在校准记录中说明。

8 标准量值的远程传递

8.1 传递方式选择

8.1.1 校准实验室应根据被校准智能计量器具的量值类型和准确度等级，在下列方式中选择标准量值的远程传递方式：

a) 信号直接传递方式：校准实验室端生成标准量值信号，经链路直接传输至器具端，器具端以该信号作为激励进行测量。适用于电学量、时间频率量、数字量等可编码传输的量值；
b) 标准器携带方式：将经校准实验室校准的传递标准器运送至器具端，由校准实验室远程控制传递标准器输出标准量值，器具端对传递标准器的输出进行测量。适用于信号直接传递方式无法覆盖的量值类型或准确度等级；
c) 器具信号回传方式：器具端在受控条件下输出测量信号，经链路回传至校准实验室端，由校准实验室端的计量标准进行测量。适用于器具输出信号可完整编码传输且回传链路满足 7.2 和 7.3 要求的情形。采用该方式时，应按统一 UTC 时间戳对齐器具输出时刻与校准实验室端标准测量时刻，对齐偏差不应大于该校准点采集时间间隔的十分之一。

8.1.2 方式选择的结果及其理由应记入校准记录。当选择标准器携带方式时，传递标准器在运送前后的校准状态核查记录应作为校准记录的组成部分。

8.2 传递前的量值核查

8.2.1 采用信号直接传递方式时，校准实验室端应在信号发出前和器具端接收后，分别使用最大允许误差绝对值不大于被传递量值最大允许误差绝对值三分之一的核查设备进行量值核查。前后两次核查结果之差不应大于被传递量值最大允许误差绝对值的二分之一。

8.2.2 采用器具信号回传方式时，校准实验室端计量标准在接收器具回传信号前，应以内部核查标准确认其工作状态。核查偏差超过计量标准最大允许误差绝对值三分之一时，应停止接收并排查原因。

8.2.3 采用标准器携带方式时，传递标准器到达器具端后，应在器具端所处环境条件下稳定不少于 2 h，方可开始输出标准量值。稳定期间的温湿度记录应随传递标准器的校准状态核查记录一并保存。

9 智能计量器具响应数据的采集

9.1 采集参数设定

9.1.1 每个校准点的数据采集应满足下列数量要求：对于示值误差类校准项目，每个校准点采集的有效数据组数不应少于 6 组；对于重复性类校准项目，每个校准点采集的有效数据组数不应少于 10 组。被校准器具的校准规范另有规定时，从其规定。

9.1.2 相邻两次数据采集之间的时间间隔不应小于被校准器具响应时间与端到端传输时延之和的 3 倍。器具响应时间按 3.5 确定，可由器具技术文件获取或实测确定；端到端传输时延按 3.4 确定，并由 6.4.1 a）中获得的数据进行估算。

9.2 异常数据的判定与处理

9.2.1 在数据采集过程中，出现下列情形之一的数据组应判定为异常数据：

a) 该组数据与该校准点已采集全部数据（含待判定组）的中位数的偏差绝对值超过该组数据所在量程段最大允许误差绝对值的 3 倍；
b) 组数据对应的端到端传输时延超过 6.4.1 a）中获得的往返延迟最大值与 5 s 之和；
c) 该组数据的完整性校验值不匹配且重发后仍不匹配。

9.2.2 异常数据不应直接进入校准结果计算，但应在校准记录中保留异常数据的原始值和判定依据。异常数据组数超过该校准点应采集数据组数的 20%时，该校准点的数据采集应重新执行；重新采集前应排查异常来源并排除引起异常的原因，排查过程记入校准记录。

9.3 采集过程的实时记录

9.3.1 每采集一组有效数据，应同步记录：校准点标称值、标准量值（或传递标准器示值）、器具示值、端到端传输时延、器具响应时间（若可获取）、采集时刻的器具端环境温度（若可获取）、数据完整性校验状态。

9.3.2 采集记录的时间戳应统一以 UTC 标记，并注明该时间戳与校准实验室端时钟的偏差值。时间戳标记方式按照 GB/T 38844 中时钟同步管理的要求执行。

9.4 校准后状态的核验与恢复

校准结束后，校准实验室应远程核验被校准器具已恢复至校准前的工作模式与参数设置；核验发现异常时，应及时通知使用方。核验与通知处置过程应记入校准记录。

10 数据处理与测量不确定度评定

10.1 示值误差的计算

10.1.1 远程校准的示值误差按式（1）计算：

$$\Delta_i = x_i - x_{s,i} \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

Δ_i——第 i 组数据的示值误差；

x_i——智能计量器具第 i 组示值；

$x_{s,i}$——第 i 组对应的标准量值。

10.1.2 当采用器具信号回传方式时，$x_{s,i}$为校准实验室端计量标准对器具回传信号的测量值。当回传链路存在已知的固定衰减或增益时，应在计算前对 $x_{s,i}$进行修正，修正量的确定方法和数值应记入校准记录。

10.1.3 校准点的示值误差取该点全部有效数据示值误差的算术平均值。同时应给出该校准点数据的实验标准差，作为重复性分量的表征。

10.2 测量不确定度评定

10.2.1 远程校准的测量不确定度评定应按照 JJF 1059.1 规定的方法执行，并在常规校准不确定度分量基础上，至少增加下列远程引入的分量：

a) 标准量值经远程传递链路引入的不确定度分量，其量值根据 8.2 中核查偏差的分布特征评定；

b) 时间同步偏差对时间相关量测量结果引入的不确定度分量，其量值根据 6.2.3 中确认的时间同步偏差限值按均匀分布评定；

c) 端到端传输时延离散性对时间相关量测量结果引入的不确定度分量，其量值根据 9.3.1 中记录的端到端传输时延实测数据的分布评定；

d) 采用中继节点间接推算时间同步偏差时，中继节点时间偏差的溯源不确定度引入的分量；

e) 远程控制指令解析与执行偏差引入的不确定度分量。

10.2.2 器具端环境条件未按 6.3.3 确认时，应将环境因素未确认所引入的不确定度分量单独列出，并在校准证书中注明该分量为“未确认环境条件贡献”。

10.2.3 不确定度评定过程应保留各分量的量化依据和计算步骤。评定结果的表述格式应符合 JJF 1059.1 的要求，包含扩展不确定度 U和包含因子 k。

11 远程校准记录与校准证书

11.1 校准记录的构成

11.1.1 远程校准记录至少应包括下列内容：

a) 被校准智能计量器具的标识信息（名称、型号、出厂编号、通信地址或设备标识）；
b) 校准依据的方法文件编号和版本；
c) 6.2 的时间同步状态确认记录；
d) 6.3 的环境条件记录及 6.3.3 的未确认声明（如适用）；
e) 6.4 和 7.2、7.3 的链路功能与质量验证记录；
f) 8.1 的标准量值传递方式及 8.2 的量值核查记录；
g) 9.1 至 9.3 的采集参数、有效数据、异常数据及其判定依据；
h) 10.1 的示值误差计算结果和 10.2 的不确定度评定记录；
i) 校准日期、校准人员标识和审核人员标识。

11.1.2 校准记录中每一项数据的来源应可追溯到对应的采集时刻、数据帧标识或核查操作。远程校准链路的操作日志应作为校准记录的关联文件保存，日志与校准记录的对应关系应以统一的时间戳和器具标识建立。

11.2 校准证书的内容要求

11.2.1 远程校准证书除满足 GB/T 27025 中 7.8 对校准证书的通用要求外，还应包含下列远程校准特有的信息：

a) “远程校准”的明确标识；
b) 被校准器具所在位置的描述（至少到建筑或设施层级），校准实验室所在位置；对车载、船载、机载等可移动器具，应标注校准时刻的地理位置坐标及所属运营单位；
c) 标准量值传递方式；
d) 远程校准链路的类型和所采用的时间同步方式；
e) 未确认环境条件的声明（如适用）及其对不确定度的贡献。

11.2.2 校准证书中不应包含仅由远程校准引入的、与器具本身计量性能无关的修正值或修正因子，除非该修正是远程校准方法所规定且经过确认的。

11.3 记录的保存

11.3.1 远程校准记录（含关联的链路操作日志）的保存期限自校准证书发出之日起不应少于 5 年。当校准实验室的管理体系文件或法律法规规定更长保存期限时，从其规定。

11.3.2 以电子形式保存的远程校准记录，应具备防止未授权修改的技术措施，并保持可检索、可读取状态至保存期限届满。记录中涉及修改的，修改前的数据和修改后的数据应同时保留，修改人和修改时间应可识别。

12 远程校准的持续有效性保持

12.1 远程校准方法的期间核查

12.1.1 校准实验室应对已确认的远程校准方法实施期间核查。核查周期不应大于 12 个月。核查方式为：选取一台性能稳定的智能计量器具或远程可接入的核查标准器，按照该方法完成一次完整远程校准，将结果与该器具或标准器最近一次本地校准结果进行比较。

12.1.2 比较结果满足下列条件时，判定远程校准方法在此期间保持有效：

a) 示值误差的差值绝对值不大于被核查对象最大允许误差绝对值的二分之一；
b) 测量不确定度评定中远程引入分量的量值未出现超过原评定值 30%的变化，且其绝对值不超过该方法规定的远程引入误差限值。

12.1.3 期间核查结果不满足 12.1.2 的条件时，应暂停使用该远程校准方法，排查链路、时间同步、传递方式或数据处理环节的原因。排查完成后应重新执行 5.2.2 的方法确认。

12.2 链路与时间同步的定期检查

12.2.1 远程校准链路的安全配置应按照 GB/T 22239 中安全运维管理的要求进行定期检查和更新。身份认证凭据和加密密钥的更换周期不应大于 6 个月。

12.2.2 用于远程校准的时间同步设施，其输出偏差应按照 GB/T 26866 规定的检测周期进行检测。检测结果超过 6.2.1 或 6.2.3 所适用限值时，在偏差纠正之前不得开展相应类型的远程校准。