国家计量技术规范

《电能计量数字校准证书技术规范（试行）》

编制说明

《电能计量数字校准证书技术规范（试行）》工作组

2025年08月

**《电能计量数字校准证书技术规范（试行）》编制说明**

一、任务来源及计划要求

根据国家市场监督管理总局办公厅发布的《2024年国家计量技术规范制定、修订及宣贯计划》（市监计量发〔2024〕40号），《电能计量数字校准证书技术规范（试行）》被正式列为国家计量技术规范的制定项目之一。该项目的提出旨在解决当前电能计量领域中存在的校准证书结构多样，数据标准与格式不统一，证书中测量数据不具备机器可读、交换、验证的能力等问题，通过制定统一的数字校准证书技术规范，明确数字校准证书的架构，证书的内容、数据交换的格式，确保电能计量数字校准证书的完整、易读、数据准确、不可篡改，构建测量数据互通共享、证书互信互认的新模式，推进电力计量数字化转型。

本项目由国家市场监督管理总局提出并归口管理，全国电磁计量技术委员会负责具体的技术指导和解释工作。主要起草单位为中国电力科学研究院有限公司、中国计量科学研究院、南方电网科学研究院有限责任公司、浙江省计量科学研究院，上述单位在电能计量校准和体系管理方面具有丰富的经验和专业优势。同时，为了确保规范的全面性和实用性，还邀请了湖南省计量检测研究院、陕西省计量科学研究院作为参加起草单位，共同参与规范的编制工作。

在计划要求方面，本项目需严格按照《国家计量技术规范管理办法》及《全国专业计量技术委员会章程》的相关规定执行，确保规范的科学性、严谨性和公开公正性。项目制定、修订工作应于2026年5月31日前完成材料报送报批，以确保规范能够及时发布并实施。

二、项目意义

国家质量基础设施包括计量、标准、认证认可、检验检测等要素，电能计量校准证书是计量技术机构出具的证明电能计量器具计量溯源性的文件，校准证书的数字化是推进电力量值溯源数字化不可或缺的重要一环，有助于提升电力计量器具全寿命周期质量管理效能，是电力计量大数据数字应用的研究基础。然而，传统校准证书在数字化转型过程中暴露出诸多问题，如结构多样、数据标准与格式不统一，证书中测量数据不具备机器可读、交换、验证的能力等，导致校准证书的存储、发布和验证存在困难，给校准证书的数字化管理与应用带来了挑战。

本项目的实施具有以下几方面的重要意义：

1. **推进校准证书的数字化**：通过制定统一的数字校准证书标准和验证方法，可以实现数字校准证书的标准化和统一化，这有助于计量技术机构更好地开展计量数据的归集挖掘与管理应用。

**2. 支撑校准证书的国际互认与合作：**通过制定统一的数字校准证书结构规则和验证方式，确保校准证书具备国际互认性和机器可读性，便于全球范围内的计量信息共享。通过国际互认性提升中国在国际计量领域的影响力和话语权，促进国际贸易和技术合作。

**3. 降低运营成本：**减少纸质证书成本：通过数字化证书减少纸质证书的制作和存储成本，节约资源。减少因人工操作导致的错误率，提高校准证书的准确性和可靠性。

**4. 推动数据共享与协同：**促进数据共享：促进不同利益相关者之间的校准数据共享，如校准实验室、制造商和终端用户，提升数据的可追溯性和一致性。为计量领域构建协同创新平台，推动行业技术进步和创新发展。

**5. 促进工业4.0与智能制造：**支持工业自动化：使校准结果能够直接从设备传输到相关系统，无需人工干预，满足工业4.0的需求。为智能制造提供高精度、高效率的计量支持，确保生产过程的可靠性和一致性。

**6. 提高质量监管效率：**通过数字化和智能化技术，建立市场监管的智能系统，提高质量监管效率。实现校准数据的实时共享和可追溯性，增强监管透明度和公信力。

三、编制依据

本规范的编制主要依据以下文件和相关标准：

**1.相关法律法规和政策文件：**

《中华人民共和国计量法》

《国家计量技术规范管理办法》

《全国专业计量技术委员会章程》

《计量发展规划（2021—2035年》（国发〔2021〕37号）

市场监管总局办公厅关于印发《2024年国家计量技术规范制定、修订及宣贯计划》的通知（市监计量发〔2024〕40号）

**2.相关国家标准和行业标准：**

JJF 1001 通用计量术语及定义

GB/T 18391.1 信息技术 元数据注册系统(MDR) 第1部分：框架

GB/T 18793 信息技术 可扩展置标语言(XML)1.0

GB/T 19710.1 地理信息 元数据 第1部分：基础

GB/T 25061 信息安全技术 XML数字签名语法与处理规范

**3.国际标准和国外先进标准：**

ISO/IEC 17025 检测和校准实验室能力的通用要求

ISO/IEC 80000 量和单位

RFC 4648 Base16、Base32和Base64数据编码(The Base16, Base32, and Base64 Data Encodings)

**4.相关数字校准证书标准和实践经验：**

2020年，德国联邦物理技术研究院（PTB）提出了基于国际单位制（SI）的计量数据传输框架，即数字SI（Digital SI），建立了测量结果和不确定度模型，发布了满足SI数字框架要求的数字校准证书（DCC）基本架构，以XML格式存储，已在温、湿度计量等领域验证了其可靠性。德国、美国、日本等国家的计量技术机构以PTB发布的DCC为基础，在电阻计量、几何计量等领域开展了DCC的验证，但尚未形成规模化应用。

我国在新闻媒体、财务领域已制定数字化及元数据的技术规范，如《GB/T 20092 中文新闻信息内容》、《GB/T 25500.X 可扩展商业报告语言（XBRL）技术规范》系列标准等。

**5.校准证书的实际应用和管理需求：**

结合我国校准证书的实际应用和管理需求，充分考虑不同行业、不同机构的特点和差异，确保规范的实用性和可操作性。

四、编制过程

2023年，中国电力科学研究院有限公司开展电能计量领域数字校准证书的预研，广泛调研国内外数字校准证书发展现状，总体提炼规范初稿；在2023 年全国电磁计量技术委员会电能工作组会议，和2023年电磁委员会全体工作会议暨计量技术规范审定会作申报意向汇报。

2024年5月，国家市场监督管理总局办公厅发布《2024年国家计量技术规范制定、修订及宣贯计划》（市监计量发〔2024〕40号），制定《电能计量数字校准证书技术规范（试行）》的项目正式立项。

2024年7月，全国电磁计量技术委员会下达了技术法规制修订任务的通知（MTC18电磁函〔2024〕24 号），要求组成编制工作组，中国电力科学研究院有限公司牵头成立《电能计量数字校准证书技术规范(试行)》工作组，成员包括中国电力科学研究院有限公司、中国计量科学研究院、南方电网科学研究院有限责任公司、浙江省计量科学研究院、湖南省计量检测研究院、陕西省计量科学研究院。

2024年8月，国家计量技术规范《电能计量数字校准证书技术规范(试行)》工作组成立暨工作启动会以线上视频会议形式召开，规范牵头单位中国电力科学研究院有限公司介绍了技术规范立项背景、规范大纲、编制规则，明确编制单位任务分工及时间进度安排。

2024年9月至2025年3月，工作组成员讨论明确了数字校准证书的结构、核心元数据的构成和属性，以及元数据的约束、要求等内容。

2025年4月，完成征求意见稿，并在电磁技术委员会内征求意见。

2025年7月，工作组根据反馈的意见集中讨论，完善征求意见稿。

五、主要技术内容的说明

本规范主要规定了以下内容：

**1.范围**

本规范规定了电能计量领域数字校准证书的结构要求、元数据要求及验证方法，适用于各计量技术机构出具的电能表、标准电能表、电能表检定装置及电动汽车充电桩的数字校准证书的生成、存储、发布和验证。

**2.规范性引用文件**

本规范列出了在编制过程中引用的相关标准和文件，包括国内外相关电能计量标准、计量法规和标准等。这些引用文件为规范的编制提供了重要的参考和依据。

XML为数字校准证书存储和传输的格式基础，引用《GB/T 18793 信息技术 可扩展置标语言(XML)1.0》，与国际通用的DCC格式（均采用XML格式）保持一致。

为保证对校准证书信息的统一描述，本规范要求使用元数据描述证书包括的信息，应用元数据实体描述一组有关联的信息，应用元数据元素和属性描述其特征，元数据已在其他领域开展应用，并形成技术标准。本规范引用《GB/T 18391.1 信息技术 元数据注册系统(MDR) 第1部分：框架》和《GB/T 19710.1 地理信息 元数据 第1部分：基础》中关于元数据的定义，确保与国内信息领域标准兼容。

引用《GB/T 25061 信息安全技术 XML数字签名语法与处理规范》为数字校准证书中的数字签名提供安全标准，保障证书的真实性和完整性。

Base64编码适用于文本和二进制数据的转换，且具有可逆性，对于传统的人类可读的证书（如PDF、WORD、EXCEL形式），都可以经过Base64编码转换为二进制，编码后的文件可以存储在XML文档中，必要时可以转码为原文件，Base64编码引用《RFC 4648 The Base16, Base32, and Base64 Data Encodings》。

**3.术语和定义**

本规范对数字校准证书这一关键术语进行了定义，确保了对这一术语的准确理解和使用。同时，还定义了元数据、属性、元数据元素等相关术语，为规范的后续内容提供了基础，数字校准证书应用元数据描述传统校准证书包括的信息，应用元数据实体描述一组有关联的信息，应用元数据元素和属性描述某一对象或实体的特征。

本规范还引用了元模型的概念，数字校准证书数字校准证书应根据元模型生成，一般元模型为XML模式定义文档（XML Schema Definition, XSD），XSD是一种用于定义和描述XML文档结构和内容规则的语言，它通过声明元素、属性、数据类型、约束条件等，确保XML文档符合特定的格式和逻辑要求。

**4.通用要求**

本规范规定了数字校准证书的通用要求，包括数字校准证书结构、管理数据要求、测量数据要求、注释数据要求、文档数据要求、数字签名要求等。这些要求是生成、存储、发布和验证数字校准证书的重要基础。

数字校准证书的特点在于数字化，能够被计算机直接读取，能够支持跨平台和跨系统的数据交换。本规范选择XML为存储和传输的格式基础，XML具有良好的结构化特性，通过标签和层级结构清晰描述复杂数据，便于机器可读和验证；XML兼容性强，相比JSON格式，XML更适合定义严格的模式（如XSD），确保数据格式一致性，相较CSV，XML支持复杂嵌套结构，适合电能计量多维度数据；此外，XML结合数字签名的技术比较成熟，可保障数据安全性和完整性，满足校准证书不可篡改的需求。因此，XML在标准化、互操作性和安全性方面具有显著优势，是电能计量数字校准证书的理想选择。

数字校准证书结构要求由管理数据、测量数据、注释数据、文档数据、数字签名五部分组成，结构参考德国PTB的DCC基本架构（administrativeData、measurementResults、comment、document、signature），本规范沿用该结构并针对电能计量领域的特点进行了细化，增加了校准项目的具体元数据要求。

**5.元数据描述和属性**

元数据作为“描述数据的数据”，通过定义名称、属性、数据类型和约束，可以为电能计量数字校准证书提供标准化的结构化描述，便于机器解析和人机交互，且符合《GB/T 18391.1 信息技术 元数据注册系统(MDR)》标准。

在其他领域，已有采用XML格式和元数据应用的成功案例。和数字校准证书的定位类似，国内的财务行业已经开展了数电发票的应用，2024年财政部根据《GB/T 42965.X 电子发票业务数据规范》和《GB/T 25500.X可扩展商业报告语言（XBRL）技术规范》系列标准，起草了《电子凭证会计数据标准——全面数字化的电子发票（试行版）》，2025年下发了《关于推广应用电子凭证会计数据标准的通知》（财会〔2025〕9号），在全国范围推广应用电子凭证会计数据标准，其应用元数据的理念，以XML格式存储法定电子凭证，依托XBRL技术实现结构化数据标记。在新闻媒体行业，新华通讯社牵头起草了《GB/T 20092.X中文新闻信息内容》（GB/T 20092.1-2022、GB/T 20092.2-2022、GB/T 20092.3-2022）系列标准，对中文信息内容的概念模型、新闻元数据、数据交换的XML格式提出了要求，实现新闻信息的存储、传输等。

本规范借鉴XBRL的分类理念，定义电能计量专属的元数据分类（如校准项目、测量结果），确保校准数据的语义清晰和结构规范。同时要考虑灵活扩展，元数据支持动态扩展（可以新增字段），本规范设计类似的扩展机制，适应电能表、充电桩等不同设备校准需求。

本规范详细描述了电能计量数字校准证书的元数据构成，包括管理数据、测量数据、注释数据、文档数据、数字签名等核心元数据的名称、定义、约束、数据类型、值域。这些元数据是描述电能计量数字校准证书基本构成和校准结果的关键信息，对于实现数字校准证书的规范化生成、数据共享与互认具有重要意义。

具体来说，电能计量数字校准证书元数据描述涵盖了以下几个方面：

管理数据要求明确包含证书基本信息、被校设备信息等六类元数据实体，每个元数据的元素和属性主要参考《ISO/IEC 17025 检测和校准实验室能力的通用要求》和《JJF 1071 国家计量校准规范编写规则》对校准证书的要求。

测量数据要求包含测量设备、校准项目及试验方法、试验条件、校准结果等信息，主要参考《JJF 1071 国家计量校准规范编写规则》对证书的要求，并基于数字国际单位制（D-SI）对计量单位数字化的要求，确保测量数据的规范性；校准项目对应电能计量领域相关检定规程（详见附录 A），保证与现有技术校准实践的衔接，并增加了量程、相线、功率因数等特定参数（详见附录 B）。附录 A基于我国电能计量领域的规程规范（如 JJG 307、JJG 596、JJG 1085等），涵盖了电能表、标准装置及充电桩的典型校准项目（如基本误差、潜动试验、时钟误差等），并参考measurementResults的结构，确保元数据的规范性和电能计量领域的特殊性。附录 B结合电能计量领域的实际需求，增加了量程、相线、功率因数等特定参数，以满足电能计量领域校准结果的精确描述。附录 C基于PTB的D-SI 框架（si:real和si:expandedUnc），确保计量单位和不确定度的数字化表示符合国际标准。附录内容结合了我国电能计量校准的实际需求，通过示例化的元数据描述，降低了规范的实施门槛，提高了可操作性。

注释数据和文档数据均使用Base64编码。除了管理数据、测量数据外，校准证书还可能存储一些图像或者附加文字性的说明，这些文件本身的格式多样，所以本规范要求使用Base64编码转换为字符串并存储在XML文档中。Base64将文件（如图片、文件、视频等）转换为字符串，转换后的字符串适合在XML格式中传输，确保跨平台和系统兼容，避免因字符编码差异导致数据损坏；Base64是广泛认可的编码标准，易于解析和处理，支持多种文件类型（如传统的PDF、WORD、EXCEL格式），符合《GB/T 18793 信息技术 可扩展置标语言(XML)1.0》的要求，Base64具有可逆性，必要时可以将字符串转为原文件。

数字签名要求明确签名信息、签名值等四要素，签名结构参考《GB/T 25061 的 XML 数字签名语法》，确保签名可验证、防篡改，与国内信息安全体系兼容。

**6.数字校准证书的验证**

本规范规定了数字校准证书的验证方式和方法，以确保数字校准证书的合规性、机读性和可信性。这包括证书结构验证、证书机读性验证、数字可信测评等方面的内容。

具体来说，数字校准证书的验证涵盖了以下几个方面：

1. **证书结构验证：**规定了数字校准证书的结构验证方式，证书结构及内容的要求采用人工方式对DCC的结构进行审查测评。必要时使用专业工具完成，例如DOI的查询工具。
2. **证书机读性验证：**规定了数字校准证书的证书机读性验证方式，采用模型开发者提供的验证服务进行验证，必要时可依据DCC元模型声明文件自行开发测评工具。
3. **数字可信测评：**规定了数字校准证书的数字可信测评方法，根据 DCC证书中数字签名相关声明，计算数字签名(含哈希值)，与DCC证书数字签名进行比对测评，以判断数字签名(含哈希值)是否被篡改、签名信息是否完整、签名是否有效（有签发机构）。如比对一致，则认为DCC证书是可信的，不一致则不可信。

DCC 的应用场景涉及计量技术机构、电力企业、设备制造商等多主体，需在不同系统间传输和验证。附录D给出验证的接口和结果示例，接口方式允许外部系统（如计量标准管理系统、企业营销系统）通过程序化调用完成验证，无需人工干预，符合“机器可读、数据互通”的目标，接口由服务端统一实现验证逻辑（如XSD解析、XPath提取、数字签名校验），避免各系统重复开发，减少冗余工作。附录E给出一份标准电能表数字校准证书的示例，提高规范的可操作性。

六、工作小结

本次《电能计量数字校准证书技术规范（试行）》的编制工作，是在国家市场监督管理总局的指导和支持下，由中国电力科学研究院有限公司、中国计量科学研究院、南方电网科学研究院有限责任公司、浙江省计量科学研究院牵头，湖南省计量检测研究院、陕西省计量科学研究院参与完成的。在编制过程中，工作组深入调研了国内外相关数字校准证书研究现状与应用需求，广泛征求了专家和行业代表的意见和建议，经过多次修改和完善，最终形成了具有科学性、合理性和可操作性的标准文本。

本规范的制定将有力推动校准证书数字化管理的标准化和统一化进程，提高校准证书数据的交换和共享效率。同时，我们也期待本规范能够在实施过程中得到不断完善和优化，以更好地服务于我国计量事业的发展。

在此，工作组特别感谢所有参与本次编制工作的专家、学者和行业代表，他们的辛勤付出和宝贵意见为规范的编制提供了有力支持。同时，我们也要感谢国家市场监督管理总局和全国电磁计量技术委员会的指导和支持，使得本次编制工作能够顺利进行并取得圆满成功。

未来，工作组将继续关注校准证书数字化管理的最新动态和发展趋势，不断完善和优化本规范的内容，为推动我国计量事业的持续健康发展贡献更大的力量。

《电能计量数字校准证书技术规范（试行）》工作组

2025年04月