

《基于隐私保护的产消者电-碳共享系统技术规范》

编制说明（征求意见稿）

一、工作简况

1. 主要工作过程

调研与预研阶段：2026年1月开始，国网江苏省电力有限公司苏州供电分公司牵头各单位成立标准编写组，讨论确定了标准的主要内容及分工，同时进行调研分析，收集资料，编写标准草案稿，准备立项审查答辩；

标准立项阶段：2026年9月，在北京召开了第一次标准的专家立项评审会，经中国电工技术学会标准工作委员会专家组审议，批准《基于隐私保护的产消者电-碳共享系统技术规范》标准立项；

中期稿评审阶段：2026年10月在北京召开了第二次标准的专家中期评审会对标准草案稿进行讨论修改，形成了征求意见稿。

2. 主要参与单位和工作组成员及其所做的工作

标准编写组收集了近年来产消者聚合、电-碳协同交易与隐私计算方面的相关资料，通过对比整理分析确定了标准主要技术内容。本标准由国网江苏省电力有限公司苏州供电分公司牵头完成标准初稿编制，负责项目总体组织、总体框架及市场层、物理层技术内容编写和仿真验证环境搭建；江苏惠闻电力发展有限公司负责信息层算法与隐私保护技术内容编写及隐私攻击验证，并承担工程适用性核查与试点应用对接。

本标准主要起草人为：李秋实、曹宇、王国栋、汤俊、陆松、杨玉存、卢德龙。编制组专业构成涵盖电力系统及其自动化、人工智能与隐私计算、电力市场、能源经济与碳管理、配电系统运行、信息安全、电力营销管理等方向。

二、标准编制原则和主要内容

1. 标准编制原则

本标准按照 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，遵循科学性、先进性、经济性原则，坚持实事求是，以隐私保护下的多产消者电-碳共享技术与工程实践为基础，遵守国家有关法律、法规，符合团体标准要求，目的在于规范产消者电-碳共享系统的规划设

计、构建、运行与评估，确保各参与方能够按照统一的技术要求开展电-碳共享业务。

在标准编制过程中，主要依据 GB/T 22239—2019《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》、GB/T 32150—2025《工业企业温室气体排放核算和报告通则》、GB/T 24067—2024《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》、GB/T 33593—2017《分布式电源并网技术要求》、GB/T 46284—2025《人工智能 联邦学习技术规范》、GB/T 39786—2021《信息安全技术 信息系统密码应用基本要求》等标准。

在编写体例上，正文仅规定可验证的功能与性能要求，数学模型、算法实现与参数取值等以资料性附录（附录 A、附录 B）给出推荐性参考方案，实施时可采用精度相当的等效模型与方法。

2. 标准主要内容

本标准共 9 章、2 个资料性附录及参考文献：（1）范围；（2）规范性引用文件；（3）术语和定义；（4）缩略语；（5）总体框架；（6）物理层技术要求；（7）信息层技术要求；（8）市场层技术要求；（9）数据安全与隐私保护要求；附录 A 为产消者聚类与隐私保护参考实现方法，附录 B 为产消者建模与电-碳共享参考计算方法。主要内容如下：

总体框架：规定由物理层、信息层、市场层构成的三层协同架构，以及层间数据流与决策流的闭环接口要求。

物理层技术要求：规定产消者分类（工业型、商业型、居民光伏型和混合型，并实行动态调整）与设备配置要求，设备建模与本地决策要求、决策输出要求及碳排放核算要求；光伏发电、风力发电、燃气轮机、电储能系统及本地决策优化的推荐性参考模型以附录 B 给出。

信息层技术要求：规定联邦学习协调中心功能与部署要求、产消者聚类方法、基于近端策略优化（PPO）的本地决策模型、加权联邦平均聚合机制及差分隐私处理要求，以及信息层性能指标（单轮通信端到端时延、模型收敛性、本地训练耗时、服务可用性等）；聚类、PPO 模型、聚合与差分隐私参数标定及隐私保护效果验证的参考实现以附录 A 给出。

市场层技术要求：规定内部市场机制（电能与碳配额联合出清）、碳配额初始分配（历史排放法与基准线法相结合的混合分配方法）、外部市场交互、电-碳协同决策机制及市场层性能指标；集中出清、配额分配及外部交互的推荐性参考计算方法以附录 B 给出。

数据安全与隐私保护要求：规定数据传输安全、数据存储安全、数据处理安全、模型安全（防篡改、防窃取、防投毒）及用户隐私保护（差分隐私预算管控、数据匿名化与去标识化、最小化数据收集）要求。

3. 解决的主要问题

（1）解决传统集中式协同优化依赖原始数据汇聚、存在用户用电特征与商业敏感信息泄露风险的问题，通过联邦学习与差分隐私实现“数据不出本地、模型协同进化”；

（2）解决工业、商业、居民等异质产消者数据分布差异导致联邦学习模型收敛缓慢、性能下降的问题，通过聚类联邦学习缓解统计异质性影响；

（3）解决产消者间电能与碳配额共享缺乏统一交易机制、碳成本难以内部化的问题，建立电-碳联合出清机制与碳配额初始分配规则，形成碳成本内部化的双重价格信号；

（4）解决电-碳共享系统在数据传输、存储、处理及模型交互等环节缺乏统一安全与隐私保护要求的问题，规范数据全生命周期与模型安全管理。

4. 主要技术差异

本标准为新制定标准，无主要技术差异。

三、主要试验（或研制）情况

本标准不涉及试验（或研制）情况。

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

（1）统一多产消者电-碳共享系统的技术架构、交易机制与隐私保护要求，降低系统建设与互联互通的试错成本，促进虚拟电厂、综合能源服务、负荷聚合等新业态规范发展；

（2）支撑需求侧柔性资源规模化开发利用和清洁能源就地消纳，通过电-碳联合出清与碳成本内部化机制驱动产消者经济性与低碳性协同优化，助力“双碳”目标落地；

（3）提升产消者发用电数据、碳资产数据与交易记录的全生命周期安全防护水平，降低数据合规风险，实现“数据可用不可见”条件下的电-碳协同共享；

（4）为产消者联盟运营商、综合能源服务企业、分布式能源与储能设备集成商、能源管理系统开发商提供统一的技术依据和产品开发指引，为相关监管与第三方评估提供技术支撑。

六、与国际、国外对比情况

国际上与本标准相关的标准主要集中在碳排放核算（如 ISO 14064-1:2018）、电力信息交互（如 IEC 61850 系列、IEEE 1547-2018、IEEE 2030.5-2018）、隐私保护通用框架（如 ISO/IEC 27701:2019）及隐私计算技术（如 IEEE 3652.1-2020、ITU-T X.1404）等单一维度，尚未出现将隐私保护系统性地嵌入多产消者电-碳协同共享全流程的综合性技术规范。上述标准未考虑个体产消者层级的实时碳足迹追踪、多方数据融合过程中的隐私保护，也未针对电力系统实时性、可靠性及碳数据可验证性提出行业特定要求。

国内已有 GB/T 44241—2024《虚拟电厂管理规范》、GB/T 32150—2025《工业企业温室气体排放核算和报告通则》、GB/T 46284—2025《人工智能 联邦学习技术规范》、YD/T 4691—2024《隐私计算 联邦学习产品安全要求和测试方法》等标准，可为标准制定提供借鉴与参考，但尚缺少面向产消者电-碳共享场景的隐私保护技术规范。本标准的制定可填补“多产消者—电-碳协同—隐私保护”交叉领域的标准化空白，与现行的相关法律、法规、规章及相关标准保持一致。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准与现行的相关法律、法规、规章与相关标准保持一致。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

标准编制过程中广泛征集了专家意见，所有意见均按照标准编制程序进行了采纳，不存在重大分歧意见。

九、标准性质的建议说明

建议本团体标准的性质为推荐性团体标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

（1）建议产消者联盟及虚拟电厂运营商、综合能源服务企业、配电系统运行与交易组织机构等相关单位的人员，按照本标准相关要求开展产消者电-碳共享系统的规划设计、建设、运行与评估工作；

（2）建议由中国电工技术学会牵头组织标准宣贯与推广，依托牵头单位的碳普惠市场与虚拟电厂实践基础，组织企业、单位开展试点应用；

（3）建议在本标准的指导下规范电-碳共享业务流程，并结合仿真验证与试点应用情况持续完善，确保标准的先进性和适用性。

十一、废止现行相关标准的建议

无。

十二、其他应予说明的事项

无。