

《面向变电站无线局域网设计与优化技术规范》

编制说明（报批稿）

一、工作简况

1 主要工作过程

起草（草案、调研）阶段：

由国网山西省电力有限公司电力科学研究院牵头，成立标准编写工作组，开启《面向变电站无线局域网设计与优化技术规范》标准制定工作。工作组按照 GB/T1.1—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》要求，结合变电站无线局域网规划、设计、建设等全生命周期需求，开展调研分析，明确标准核心框架、技术指标及适用场景，制定标准大纲并形成草案稿。

标准立项阶段：

2025 年 11 月，经中国电工技术学会标准工作委员会审核审议，批准《面向变电站无线局域网设计与优化技术规范》标准立项，确定该标准由中国电工技术学会标准工作委员会能源智慧化标准工作组归口管理。

编写研制阶段：

标准编写组围绕网络架构设计、频率规划、安全防护、优化实施、测试验收等核心内容，开展多轮技术研讨与论证。针对草案稿中的技术细节、指标参数、条款表述等进行反复打磨，优化完善 FITAP 架构部署、802.1X 接入认证、多网融合优化等关键内容，最终形成《面向变电站无线局域网设计与优化技术规范》征求意见稿，为电力无线局域网的规范化建设与高效运维提供技术依据。

2 主要参加单位和起草工作组成员及其所做的工作

标准编写组收集了近几年来电力无线局域网方面的相关资料，通过对比整理分析确定了标准主要技术内容，由国网信息通信产业集团有限公司牵头完成标准编制、整理和完善，其他参与单位配合并负责收集相关资料、提出建议。

本文件起草单位：国网山西省电力有限公司电力科学研究院、北京中电飞华通信有限公司、南京博洛米通信技术有限公司、华北电力大学、国网信息通信产

业集团有限公司研发中心。

本文件主要起草人：刘泽辉、琚贇、刘泽三、刘松阳、许剑、芦山、徐哲男、柴超、郭旻、孟雨、甘信灿、彭涛、丛诗奇、贾少堃、肖志鸿、王尧、周续然、刘浩宇、吴明锋、袁绪跃、闫俊、王成、武子杨、宋欣茹、陈靖语、刘志兵、何清榕、李飞扬、李春朋、孙芑岳。

二、标准编制原则和主要内容

1、标准编制原则

a. 本标准的起草遵循《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，以科学性、先进性和经济性为原则，坚持实事求是，遵守国家有关法律、法规，同时符合团体标准要求。本标准以电力无线通信及网络优化技术为基础，推动电力无线局域网在发、输、变、配、用各环节的规范化设计与优化工作，提升电力通信网络的智能化水平和业务支撑能力。

b. 采用会议讨论的形式，集合电力规划设计、通信技术、信息安全、网络优化及运维管理等不同领域的专家，将无线通信技术与电力业务场景深度融合，系统分析电力无线局域网在架构设计、频率规划、覆盖优化、安全防护及质量评估等方面的专业技术要求，体现出标准编制的科学性、实用性和先进性。

2、标准主要内容

本标准分为9个章节，（1）范围；（2）规范性引用文件；（3）术语和定义；（4）符号、代号和缩略语；（5）总则；（6）设计要求；（7）安全要求；（8）优化实施；（9）测试与验收；（10）运行维护。主要内容如下：

总则：规定电力无线局域网在设计优化中应遵循的安全可靠、技术先进、覆盖容量协同等基本原则；

设计要求：规范网络架构、频率规划、覆盖与容量设计及设备选型等设计阶段的技术要求；

安全要求：规定接入认证、数据加密、网络防护与安全管理等保障网络安全性的措施与机制；

优化实施：明确工程质量、设备、组网、覆盖、容量及多网融合等方面的优化目标与方法；

测试与验收：规定网络环境与业务性能的测试指标、方法及验收流程，以验证网络达标；

运行维护：明确网络交付后的维护管理职责、日常维护要求及不同类型维护

工作的内容。

3、主要技术差异

本标准为新制度标准，无主要技术差异。

4、解决的主要问题

本文件填补了电力无线局域网在规划设计、安全防护与优化运维领域的标准空白，解决了电力特定业务场景下无线网络覆盖难、干扰多、安全性要求高等问题，旨在实现电力生产、传输、配电等环节无线通信的可靠、实时和安全接入，支撑电力业务的高效数字化运行。

三、主要试验（或验证）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

本技术规范中涉及的下列技术内容包含第三方专利或知识产权，包括但不限于：

FIT AP 架构中涉及的集中管理、零配置部署、动态射频管理等技术；

802.11ax/be 物理层与 MAC 层关键技术；

WPA3 加密协议及其衍生安全机制；

CAPWAP 协议在 AC-AP 隧道通信中的实现方式；

多链路聚合（MLO）和 QinQ 双层 VLAN 等组网技术。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

（1）构建安全可靠、覆盖广泛的电力无线通信基础设施，赋能电力系统发、输、变、配、用各环节的数字化与智能化转型升级；

（2）规范电力 WLAN 网络的建设与优化流程，提升网络质量与业务支撑能力，保障电力生产、管理及服务数据的实时、稳定、安全传输；

（3）推动通信技术与电力业务深度融合，带动相关设备研发、系统集成及运维服务产业发展，形成可推广的行业专用网络建设模式。

六、与国际、国外对比情况

与国内标准对比，本标准在 GB15629.11-2003 通用 WLAN 技术参数基础上，针对电力场景优化：强制采用 FITAP 架构并明确 3 种部署方案，适配 AP 分散与集中管控需求；考虑变电站金属柜体、混凝土墙体衰减，将 2.4GHz 频段 AP 覆

盖直径限定 $\leq 20\text{m}$ ，发射功率 $\leq 20\text{dBm}$ ，补充“AP 间切换成功率 $\geq 90\%$ ”等电力特有的测试指标。安全层面，衔接 GB/T37092-2018 密码要求，规定 AES-128/256 加密、动态密钥生成，转化为 WLAN “链路层加密+管理帧防护”方案；参考 GB/T30976.2-2014，部署 NGFW 划分安全域，新增电磁干扰、防爆区域验收环节。与国际标准对比，本标准兼容 IEEE 802.11ax 技术框架，优先支持该标准但限制 5.8GHz 频段使用场景，避免电力环境频段冲突；单 AP 最大承载用户数 ≤ 20 ，低于 IEEE 802.11ax 理论值，适配电力终端高带宽需求，暂不强制 MLO 技术以平衡稳定性。认证上遵循 IEEE 802.1X 三元架构，要求 RADIUS 服务器对接电力统一身份认证，实现“角色+编号”账号管理与业务端口白名单控制。协同 IEC 61850 系列，规定 WLAN 传输 MMS 报文时延 $\leq 100\text{ms}$ ，设计 AC 主备切换（ $\leq 30\text{s}$ ）、AP 快速漫游（ $\leq 50\text{ms}$ ）方案。

综上，本标准以通用标准为基础，通过环境适配、业务优化、运维细化，既保障兼容性，又解决电力 WLAN 特有问题的，为行业建设提供精准指导。

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。

本团体标准与相关标准协调性良好：

1. 国家标准：符合《信息技术 系统间远程通信和信息交换 局域网和城域网特定要求第 11 部分》（GB 15629.11 系列）无线局域网底层技术规范，遵循《电力监控系统网络安全防护导则》（GB/T 36572-2018）安全要求，技术指标保持一致。

2. 行业标准：衔接《电力无线局域网设计规程》（NB/T 11310-2023）设计框架，补充其运维优化内容；呼应《电力 LTE 无线通信网络安全防护要求》（能源 20220762 计划）中 WLAN 安全防护条款，与《输变电设备物联网节点设备无线组网协议》（DL/T 2808-2024）组网逻辑兼容。

3. 地方标准：暂未检索到电力无线局域网专项地方标准，无冲突。

4. 团体标准：与《换流（变电）站 WAPI 无线局域网技术要求》（T/CES 272-2024）场景互补，前者侧重通用设计优化，后者聚焦特定站所 WAPI 应用，共同完善体系。

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

建议本标准批准发布 7 天后实施。

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