

低压供电服务模式创新探索

张鸿枫 蔡燕琳

苏州三新供电服务有限公司昆山分公司

DOI:10.12238/jpm.v6i9.8410

[摘要] 随着分布式能源的快速发展和用户对供电服务需求的多元化，传统低压供电服务模式面临线损控制难、分布式光伏并网管理复杂、服务响应滞后等挑战。本文聚焦低压线损治理、分布式光伏协同服务、供电服务流程优化等核心方向，探索低压供电服务模式的创新路径。通过分析当前低压供电服务的现状与问题，提出基于数字化技术的线损精益化管理、分布式光伏“一站式”并网服务、“互联网+”供电服务等创新模式，并结合实践案例验证其有效性。研究旨在为提升低压供电服务质量、降低线损、促进分布式能源消纳提供参考，推动低压供电服务向智能化、高效化、个性化转型。

[关键词] 低压供电；服务模式；线损治理；分布式光伏；数字化转型

Exploration of Innovation in Low Voltage Power Supply Service Mode

Zhang Hongfeng Cai Yanlin

Suzhou Sanxin Power Supply Service Co., Ltd. Kunshan Branch

[Abstract] With the rapid development of distributed energy and the diversification of user demand for power supply services, the traditional low-voltage power supply service model faces challenges such as difficult line loss control, complex distributed photovoltaic grid management, and lagging service response. This article focuses on core directions such as low-voltage line loss management, distributed photovoltaic collaborative services, and power supply service process optimization, exploring innovative paths for low-voltage power supply service models. By analyzing the current status and problems of low-voltage power supply services, this paper proposes innovative models such as line loss lean management based on digital technology, distributed photovoltaic "one-stop" grid connection service, and "Internet plus" power supply service, and verifies their effectiveness with practical cases. The research aims to provide reference for improving the quality of low-voltage power supply services, reducing line losses, promoting the consumption of distributed energy, and promoting the transformation of low-voltage power supply services towards intelligence, efficiency, and personalization.

[Key words] Low voltage power supply; Service mode; Line loss management; Distributed photovoltaics; digital transformation

一、引言

低压供电网络作为电力系统与用户连接的“最后一公里”，其服务质量直接关系到用户用电体验和电力系统的经济运行。近年来，随着新型城镇化建设的推进、低压分布式光伏的大规模接入以及用户对供电可靠性、电能质量要求的提升，传统低压供电服务模式逐渐暴露出诸多弊端：线损率居高不下，部分农村地区低压线损率超过 10%；分布式光伏并网流程繁琐，用户等待时间长；故障抢修响应慢，服务效率低等。

低压线损是衡量供电企业管理水平的重要指标，降低线损

既能减少能源浪费，又能提升企业经济效益。低压分布式光伏作为清洁能源的重要组成部分，其规范并网与高效消纳是实现“双碳”目标的关键。在此背景下，创新低压供电服务模式，整合线损治理、分布式光伏服务、用户需求响应等功能，成为供电企业转型升级的必然选择。本文基于低压供电服务实践，系统探讨模式创新的路径与方法，为行业发展提供借鉴。

二、低压供电服务现状与问题分析

2.1 低压线损管理现状与问题

当前，低压线损管理仍以人工抄表、定期核算为主，存在

数据滞后、分析粗放等问题。部分台区因三相负荷不平衡、计量装置老化、窃电等因素，线损率波动较大。例如，某县供电公司 2023 年低压线损率平均为 8.5%，其中 15% 的台区线损率超过 12%，远超 6% 的考核标准。

线损管理的主要痛点包括：一是数据采集不及时，传统人工抄表存在估抄、漏抄现象，导致线损分析失真。在一些偏远山区，抄表员每月需徒步数十公里完成抄表工作，不仅效率低下，还常因天气等因素影响抄表准确性，使得线损计算出现偏差。二是线损原因诊断难，缺乏对负荷特性、线路参数、用户行为的动态监测，难以精准定位高损台区的成因。比如某工业园区周边台区，因企业生产时间不固定，负荷波动大，线损率时常异常，但仅通过定期核算无法确定具体是线路损耗还是用户用电异常导致。三是治理措施针对性不足，多采用更换导线、增容变压器等“一刀切”方式，忽视了负荷调整、三相平衡优化等低成本解决方案。部分供电企业为快速降低线损率，盲目对台区进行设备升级，导致资源浪费，而实际上通过合理调整三相负荷分布即可有效降低线损。

2.2 低压分布式光伏服务现状与问题

随着国家对清洁能源的政策支持，低压分布式光伏（尤其是户用光伏）呈现爆发式增长。但光伏并网服务仍存在流程繁琐、技术支撑不足等问题。某省电力公司数据显示，户用光伏并网平均办理时间为 15 天，远超“最多跑一次”的服务承诺。

具体问题包括：一是并网申请流程复杂，用户需提交多项材料，涉及供电所、营销部、调度中心等多个部门，协同效率低。用户往往需要在多个部门之间来回奔波，补充材料、签字确认，耗时费力。二是接入方案不合理，部分台区因光伏接入容量过大，导致电压越限、谐波超标等问题，影响电网安全运行。在一些农村地区，由于缺乏对光伏接入容量的科学评估，大量户用光伏集中接入同一台区，使得台区电压严重偏高，不仅影响其他用户正常用电，还对电网设备造成损害。三是运维服务缺失，用户光伏设备出现故障后，缺乏专业维修渠道，发电量损失严重。许多用户对光伏设备维护知识了解甚少，设备出现故障后只能等待厂家维修，而部分厂家响应不及时，导致设备长时间闲置，减少了用户的发电收益。

三、低压供电服务模式创新路径

3.1 基于数字化技术的线损精益化管理模式

3.1.1 构建“智能监测 + 精准治理”体系

通过部署智能电表、台区智能融合终端、负荷监测装置等设备，实现低压台区电压、电流、功率、电量等数据的实时采集，形成“分钟级”数据监测网络。利用大数据分析技术，建立线损异常识别模型，自动筛查高损台区并推送预警信息。

例如，某供电公司农村台区安装智能融合终端后，实时

监测三相负荷不平衡度，当不平衡度超过 15% 时自动报警，运维人员通过远程调整负荷分布，使台区线损率降低 2.3 个百分点。同时，开发线损诊断系统，结合线路参数、用户画像等数据，生成“一台区一方案”的治理建议，避免盲目投资。该系统会对每个台区的线路长度、导线型号、用户类型等信息进行分析，判断线损过高是由于线路老化、负荷过大还是三相不平衡等原因导致，并给出相应的治理措施。对于线路老化的台区，建议进行线路改造；对于负荷过大的台区，建议合理分配负荷；对于三相不平衡的台区，建议调整负荷分布。

3.2 低压分布式光伏“一站式”服务模式

3.2.1 优化并网服务流程

整合营销、运检、调度等部门资源，建立光伏并网“一站式”服务平台。用户可通过手机 APP 提交并网申请，平台自动校验材料完整性并分配客户经理，实现“线上申请、线下勘查、全程代办”。例如，某供电公司光伏并网流程简化为“申请受理 — 现场勘查 — 方案答复 — 并网验收”4 个环节，平均办理时间缩短至 5 天。客户经理会全程跟进用户的并网申请，为用户提供指导和帮助，解决申请过程中遇到的问题。在现场勘查环节，客户经理会与用户沟通，了解用户的光伏安装计划和用电需求，制定合理的接入方案。

3.2.2 构建“接入评估 + 动态调控”技术体系

开发台区光伏接入容量评估模型，结合台区变压器容量、负荷特性、历史数据等，自动计算最大允许接入容量。对已接入光伏的台区，安装电压监测装置，当电压超标时，通过主动调节光伏逆变器出力或投入无功补偿装置，保障电网安全。某台区通过该技术，在光伏渗透率达 60% 的情况下，电压合格率仍保持 99.9%。该评估模型会根据台区的实际情况，动态调整最大允许接入容量，确保光伏接入不会对电网安全造成影响。同时，电压监测装置会实时监测台区电压变化，一旦发现电压超标，立即采取措施进行调控，保证电网电压稳定。

3.3 “互联网 +” 低压供电服务模式

3.3.1 打造全渠道服务平台

整合微信公众号、手机 APP、95598 热线等渠道，实现业务办理、故障报修、电费查询、节能咨询等服务“一网通办”。开发 AR 故障报修功能，用户通过手机拍摄故障现场，系统自动识别故障类型并定位位置，派单效率提升 50%。某供电公司线上服务渗透率从 30% 提升至 70%，用户满意度提高 25 个百分点。用户可以通过手机 APP 随时随地办理各种业务，无需再前往线下窗口。AR 故障报修功能的应用，使得故障定位更加精准，派单更加迅速，缩短了故障抢修时间。

3.3.2 建立用户画像与个性化服务体系

基于用户用电数据，构建“用电行为画像”，分析用户负

荷特性、节能潜力等。针对高耗能用户推送节能建议，为光伏用户提供发电量预测与收益分析，为企业用户定制需量管理方案。例如，某供电公司超市用户提供“错峰用电”建议，使其峰谷电费降低 15%。通过分析用户的用电数据，供电企业可以了解用户的用电习惯和需求，为用户提供个性化的服务。对于高耗能用户，根据其用电高峰时段和设备能耗情况，提供节能改造建议；对于光伏用户，根据天气情况和设备运行状态，预测发电量和收益，帮助用户合理安排用电；对于企业用户，根据其生产特点和用电需求，制定需量管理方案，降低用电成本。

四、实践案例：某地级市低压供电服务模式创新应用

4.1 项目背景

该地级市位于东部沿海地区，低压用户约 80 万户，2023 年户用光伏新增装机容量达 50 万千瓦，部分台区线损率高达 15%，用户对供电服务投诉率居高不下。为解决上述问题，当地供电公司于 2024 年启动低压供电服务模式创新项目。

该地级市经济发展迅速，工业企业和居民用电需求不断增长，同时随着环保意识的提高，户用光伏的装机容量大幅增加。但传统的低压供电服务模式已无法满足当地的用电需求和用户对服务质量的要求，线损率过高导致能源浪费和企业经济效益下降，光伏并网服务不畅影响了清洁能源的推广，服务响应滞后则降低了用户的满意度。

4.2 实施措施

线损管理方面：在 1000 个台区安装智能融合终端，建立线损动态监测平台，组建 10 支线损专项治理队伍，推行“一台区一方案”治理。智能融合终端实时采集台区的各项数据，并上传至线损动态监测平台，平台对数据进行分析处理，及时发现线损异常台区。线损专项治理队伍根据平台提供的信息，深入现场进行调研，制定个性化的治理方案。

光伏服务方面：上线光伏并网“一站式”APP，建立 3 个光伏运维服务中心，为用户提供并网、运维、消纳全链条服务。用户通过 APP 即可完成光伏并网申请，无需再前往多个部门办理手续。光伏运维服务中心的专业人员为用户提供设备安装、调试、巡检、维修等服务，并推出“光伏 + 储能”等套餐，提高光伏发电的消纳率。

综合服务方面：打造“线上 + 线下”服务体系，划分 50 个供电网格，实现故障抢修快速响应。线上服务平台为用户提供各种业务办理和查询服务，线下窗口则为用户提供面对面的咨询和帮助。供电网格内的台区经理和抢修队伍负责网格内的供电服务和故障抢修工作，确保用户的问题能够得到及时解决。

4.3 实施效果

线损率从 8.5% 降至 6.2%，年节约电量 1.2 亿千瓦时，折合经济效益 7200 万元。通过安装智能融合终端和推行“一台区一方案”治理，精准定位并解决了线损过高的问题，减少了能源浪费，提高了企业的经济效益。

光伏并网平均办理时间从 15 天缩短至 4 天，用户满意度达 98%。光伏并网“一站式”APP 的上线和光伏运维服务中心的建立，简化了并网流程，提高了服务质量，得到了用户的广泛认可。

低压故障平均抢修时间从 110 分钟缩短至 40 分钟，投诉率下降 60%。“线上 + 线下”服务体系和“网格化 + 快速响应”抢修模式的实施，提高了服务响应速度和故障抢修效率，降低了用户的投诉率。

五、结论与展望

低压供电服务模式的创新是适应能源转型和用户需求变化的必然要求。通过数字化技术赋能线损管理、优化分布式光伏服务流程、构建“互联网 +”服务体系，能够有效提升服务效率、降低线损、促进清洁能源消纳。上述案例表明，创新模式在实际应用中取得了显著成效，具有较强的推广价值。

未来，随着人工智能、5G、边缘计算等技术的发展，低压供电服务模式将向更智能、更精准、更协同的方向演进。建议供电企业进一步加强数据融合应用，深化与光伏企业、储能服务商的合作，探索“供电 + 能效服务”“供电 + 碳管理”等新型商业模式，为用户提供全方位能源解决方案，推动低压供电服务实现高质量发展。在数据融合应用方面，将用户用电数据、设备运行数据、气象数据等进行整合分析，为服务模式创新提供更有力的支持；在合作方面，与光伏企业、储能服务商共同开发新产品和服务，实现互利共赢；在商业模式探索方面，为用户提供能效评估、节能改造、碳足迹核算等服务，拓展供电服务的内涵和外延。

【参考文献】

- [1]王锦斌，谭忠富。低压台区线损精益化管理技术与实践 [M]. 北京：中国电力出版社，2022.
- [2]李庚银，周明。分布式光伏发电并网技术及应用 [J]. 电力系统自动化，2023，47（5）：1-9.
- [3]张粒子，黄仁乐。电力营销服务模式创新研究 [J]. 电网技术，2022，46（8）：2905-2913.
- [4]国家电网有限公司。低压供电服务规范（2023 版）[S]. 北京：中国电力出版社，2023.
- [5]南方电网有限责任公司。分布式光伏“一站式”服务实践指南 [R]. 2022.