

新型电力系统构建中的微电网市场角色与发展规划研究

李林龙 田佳鑫 张余祥

(浙江朝泰科技有限公司)

DOI

摘要: 在“双碳”目标驱动能源结构转型的背景下,传统电力系统面临新挑战,构建新型电力系统成为核心路径。本文聚焦微电网的关键市场角色与远景规划,指出其已从孤立供电单元转变为配电网侧“源-网-荷-储”聚合协同的核心载体。文章分析了我国微电网市场的政策、现状与瓶颈,并从多维度提出发展路径,为其在新型电力系统中发挥价值提供理论与实践指引。

关键词: 能源结构转型;微电网;市场角色;发展规划

Research on the Market Role and Development Planning of Microgrid in the Construction of New Power System

Li Linlong, Tian Jiaxin, Zhang Yuxiang

Zhejiang Chaotai Technology Co.LTD.

Abstract: Against the backdrop of energy structure transformation driven by the "dual carbon" goals, traditional power systems face new challenges, making the development of a new-type power system a core pathway. This paper focuses on the pivotal market role and long-term vision of microgrids, highlighting their evolution from isolated power supply units to the core platform for "source-grid-load-storage" integration and collaboration on the distribution network side. The study analyzes China's microgrid market policies, current status, and bottlenecks, and proposes multidimensional development strategies to provide theoretical and practical guidance for realizing microgrids' value in the new-type power system.

Keywords: Energy structure transformation; Microgrid; Market role; Development planning

前言

我国能源体系正经历深度清洁低碳变革,电力作为核心组成部分,构建新型电力系统成为新型能源体系建设的关键,而高比例新能源大规模接入对传统电力系统的安全稳定与消纳能力构成严峻挑战,为此国家密集出台政策明确建设路径,《新型电力系统发展蓝皮书》将高比例新能源供给消纳列为核心任务并强调源网荷储协同,多部门政策亦鼓励智能微电网技术研发、支持以微电网等模式就近消纳新能源,这表明构建新型电力系统已成为国家战略,微电网的战略地位空前提升,其从技术示范迈向规模化、商业化发展的路径及市场角色与价值界定成为亟待研究的课题,本文聚焦微电网的市场角色与发展规划,旨在为其健康发展及新型电力系统建设提供理论与实践指引。

一、当前微电网市场现状及潜力

(一) 企业市场布局分析

当前,中国微电网市场呈现出行业集中度较低、竞争格局相对分散的态势,其发展深受国家政策导向的驱动。从市场主体来看,主要参与者可分为国有企业和民营企业两大类,二者在市场份额与竞争实力上存在显著差异。

1. 国有企业:主导力量与规模优势

以国家电网、中国南方电网等为代表的国有企业,凭借其雄厚的资本实力和与政策的高度协同,在微电网领域

占据了主导地位。这一点在由国家推动的28个微电网示范项目中得到充分体现,国有企业承建了其中的大多数项目。强大的资源整合能力与项目获取能力,使其拥有更高的市场占有率与核心竞争力。

2. 民营企业:市场补充与生存挑战

民营企业,如兴业太阳能、新奥集团等,构成了市场数量的主体,但普遍规模有限。由于当前微电网市场尚未成熟,商业化模式仍在探索,多数民营企业面临盈利空间狭窄,甚至频现亏损的经营困境。为维持运营,部分企业依赖于国家针对微电网行业发放的专项补助资金。尽管民营企业数量众多,展现了市场的活力,但其整体市场占有率与国有企业相比仍存在较大差距。

(二) 市场潜力分析

1. 微电网市场的核心驱动力

分布式光伏的规模化爆发与并网消纳挑战是微电网市场的核心驱动力。微电网市场的潜力直接源于分布式能源,尤其是户用分布式光伏的迅猛发展。其市场空间并非独立存在,而是构建在分布式光伏巨大体量所带来的“成长烦恼”之上。

(1) 户用分布式光伏市场空间巨大

根据中国光伏行业协会(CPIA)及行业共识,中国拥有超过5000万户的可安装户用光伏的农村自建房屋。即

使以保守的每户 10kW 装机估算,其理论市场空间也超过 500GW。在“整县推进”等政策激励下,这一市场正被快速激活。

(2) 光伏新增装机预测指向高比例分布式

近年来,中国光伏年度新增装机屡创新高,其中分布式光伏占比已连续多年超过 50%。预计“十四五”及“十五五”期间,年均新增装机量将维持在 100GW 左右的高位,且分布式光伏将继续占据重要份额。这意味着,配电网层面将迎来海量的、分散的、具有波动性的电源点。

当数以百万计的分布式光伏同时接入区域配电网时,将极易产生电压越限、潮流反送、线路阻塞等技术问题,严重制约其渗透率的进一步提升。传统的“刚性”配电网难以有效管理,而单纯依靠大电网的升级改造成本高昂。这一“消纳瓶颈”正是微电网发展的根本逻辑起点。

2. 市场潜力的具体体现

微电网正从“可选项”向“必选项”演进,市场潜力将全面释放:一是作为分布式能源高效就地消纳的核心载体,通过整合储能与可控负荷实现源-荷-储自平衡,平抑新能源出力波动,未来 GW 级至数十 GW 级面临消纳压力的分布式光伏场景,将需配置“光伏+储能+智能管理”微电网解决方案;二是成为提升区域供电可靠性与韧性的关键基础设施,极端天气频发与供电质量需求提升背景下,其主网故障时的孤岛运行能力可保障关键负荷供电,数据中心、医院等高端用户市场利润空间可观;三是作为聚合虚拟电厂的基础单元,微电网可整合内部分布式资源参与电力市场交易,通过调峰调频、需求侧响应及现货市场“低买高卖”创造额外收益,未来将成为虚拟电厂核心构成,吸引社会资本投入,市场潜力巨大。

3. 市场潜力总结与展望

未来中国微电网的市场潜力,本质上是由分布式光伏规模化发展带来的技术倒逼,与电力市场化改革提供的商业模式共同催化的结果。

短期潜力(3-5年):主要由政策引导和特定场景需求驱动,集中在面临消纳瓶颈的“整县光伏”示范区、对供电可靠性有硬性要求的关键设施,以及部分前沿的工业园区。市场规模将稳步增长。

长期潜力(5-15年):随着分布式光伏全面铺开、储能成本进一步下降以及电力市场完全成熟,微电网将从“示范项目”走向“商业化应用”。它将不再是电网的补充,而是新型电力系统在配用电侧不可或缺的有机组成和智慧单元。其市场潜力将全面释放,形成一个涵盖规划设计、装备制造、系统集成、运营管理等环节的千亿级产业集群,为中国的能源转型提供坚实的底层支撑。

二、微电网发展困境及破局路径

(一) 微电网发展困境

布局微电网是能源转型中的重要一环,但在实际推进

过程中,确实面临着技术、经济、政策和运营等多个维度的挑战。

1. 技术与协同难点

分布式能源(如光伏、风电)的间歇性和波动性影响供电稳定。储能技术的成本、寿命和效率仍是规模化应用的瓶颈。微电网与大电网的调度控制策略不匹配,难以高效协同。相关技术标准和规范不统一,导致设备兼容性和系统集成难度大。

2. 经济与商业模式难点

项目初始投资规模大,投资回收周期长,导致社会资本望而却步。盈利模式单一且不确定性高,缺乏成熟、可持续的商业模式。融资渠道相对狭窄,金融机构对这类项目的贷款审批较为严格。

3. 政策与市场机制难点

针对新型主体(如分布式能源聚合商)和场景(如零碳园区)的政策定位与差异化支持不足。微电网参与电力市场的机制不健全,在准入、电价、交易等方面缺乏明确规则和有效激励。跨部门、跨主体的权责划分模糊,协同运行效率低。

4. 运营与管理难点

涉及多方主体(能源商、用户、电网公司等),利益协调和权责划分复杂。运维成本高,设备种类多、分布散,且缺乏专业技术人员。用户的节能意识和参与度有待提高,影响微电网的整体运营效果。

(二) 突破微电网发展困境的路径探索

1. 强化技术攻关与标准统一

(1) 突破储能瓶颈

重点研发低成本、长寿命的储能技术(如钠离子电池、压缩空气储能),并通过智能算法建立风、光、储多能互补模型,平抑功率波动。

(2) 提升控制水平

开发基于边缘计算、人工智能的协同控制技术,实现毫秒级响应,并推广高效能源转换设备,降低损耗。

(3) 推动主配微协同

健全分级调控机制,推动电网控制模式由“集中控制”向“主配协同、分层自治”转变。

2. 创新商业模式与拓展融资渠道

(1) 多元化投资模式

推广“政府引导+社会资本+用户共建”的混合投资模式。政府可承担公共基础设施投资,吸引社会资本和用户参与。

(2) 丰富金融工具

推出微电网专项绿色债券,鼓励金融机构开展“储能资产抵押贷”“绿电收益权质押贷”等创新金融产品。

(3) 明确收益渠道

建立绿电溢价机制,允许在园区内开放能源交易市场,

让用户间进行绿电交易，保障投资者的稳定收益。

3. 完善政策体系与市场机制

(1) 明确主体地位与权责

需要出台专项政策，明确无点位主体（如虚拟电厂）的法律定位和市场准入规则。同时，由政府牵头制定多主体协同运行管理办法，清晰界定权责。

(2) 提供精准化扶持

为零碳园区等典型场景建立专项审批通道，并设置阶梯式碳减排补贴，将其纳入碳交易市场，以覆盖高昂的低碳转型成本。

(3) 健全市场交易机制

推动微电网作为独立主体参与电力市场交易，探索其参与调峰、调频等电力辅助服务的典型模式和常态化机制。

4. 优化运营管理与促进多方协同

(1) 搭建智慧管理平台

依托大数据和 AI 技术构建智慧能量管理系统，实现对可再生能源出力和负荷需求的精准预测（准确率力争达 90% 以上），动态优化调度策略。

(2) 降低运维成本

推广配电设备的标准化与模块化设计，这有助于降低维护成本。

(3) 提升用户参与度

开发用户侧能源管理 APP，实时推送用电数据与节能建议，并通过“节能积分兑换绿电”等方式培养用户习惯，提升参与感。

三、微电网远景发展规划

(一) 微电网布局战略

为支撑国家“双碳”目标与新型电力系统建设，中国微电网发展将遵循“由点及线、聚线成面、面体融合”的演进逻辑，构建一个覆盖全场景、智慧协同的现代化微电网体系。

(二) 微电网核心发展方向

1. 场景驱动，全域覆盖：从高端别墅到普通民居，从工业园区到偏远海岛，发展重点从单一示范转向全域化、规模化应用，精准对接不同场景的差异化需求，形成定制化解决方案。

2. 技术融合，智慧赋能：推动“光储充荷”一体化与 BIPV（光伏建筑一体化）等技术的深度融合，并以人工智能、大数据为核心打造“智慧能效管理”平台，实现系统的自愈、自治与自优化。

3. 模式创新，价值激活：超越单纯的能源自发自用，积极探索隔墙售电、虚拟电厂（VPP）、绿电交易等新模式，将分散的微电网资源聚合为可参与电力市场交易的商业实体，开辟全新收益渠道。

4. 主微协同，增强韧性：微电网定位从“被动负荷”

转向“主动调节资源”，既能在并网时与主网柔性互动、提供辅助服务，也能在离网时孤岛运行，极大提升区域供电可靠性与韧性。

(三) 总体布局规划

首先，在“基础应用层”实现规模化布局。在家庭、园区、交通这三类需求明确、易于启动的场景中率先开展规模化建设，形成广泛覆盖的“点”与“线”。此阶段的核心是验证技术、降低成本、培养市场。

进而，在“战略整合层”完成模式创新与资源整合。在基础场景之上，聚焦于零碳乡村和综合能源系统这两个更具战略意义的层面。它们不再是单一场景，而是通过“整县推进”和“多能互补”，将无数个“点”聚合为“面”，并探索隔墙售电、VPP 等创新商业模式，是微电网价值升华的关键。

最终，通过一体化融合，实现总体目标。所有层级的微电网将通过信息物理系统深度融合，形成智慧能源生态体。在这个“体”中，能源流、信息流、资金流自由交互，微电网成为新型电力系统中高效、可靠、灵活的有机组成部分。

结语：

构建新型电力系统是长期复杂的系统工程，微电网作为关键环节已从技术示范迈入规模化、产业化发展新阶段，在政策驱动、市场需求与清晰应用场景的共同作用下，我国微电网市场正迎来重大历史机遇；未来，微电网将超越技术形态，引发能源生产与消费革命，重塑用能方式、重定义能源资产价值、赋能千行百业，为全社会绿色低碳转型注入核心动力，尽管前路仍有挑战，但通过持续技术创新、精准政策扶持与成熟商业模式探索，微电网必将从“能源孤岛”联结成“能源大陆”，为建成新型能源体系、实现“双碳”目标奠定坚实基础。

参考文献：

- [1] 国家能源局.《新型电力系统发展蓝皮书》[R].
- [2] 工业和信息化部, 财政部, 商务部, 等.《关于推动能源电子产业发展的指导意见》[Z]2023.
- [3] 中国电力企业联合会.《中国电力行业年度发展报告 2023》[R] 北京: 中国建材工业出版社, 2023.
- [4] 中国光伏行业协会.《中国光伏产业发展路线图》[R]2023.
- [5] 王成山, 李鹏, 郭力.《微电网关键技术及应用》[M] 北京: 科学出版社, 2020.
- [6] 曾鸣, 李源非, 孙辰军, 等. 面向新型电力系统的微电网规划方法综述 [J] 中国电机工程学报, 2023, 43(1): 1-20.

作者简介：李林龙（1993.04—）、男、汉族、浙江杭州、本科、中级职称、从事工作：新能源工程项目管理。