

## 面向社区能源自治的微电网系统建模与能效优化策略

在“双碳”目标背景下，推动能源系统向清洁、低碳、高效和可持续方向转型已成为全球共识。微电网（Microgrid）作为融合多种分布式能源、储能系统和智能控制技术的区域能源系统，具备自我调节、自我优化、自我运行的能力，是实现社区能源自治的重要路径。通过建设社区级微电网，可以提高能源使用效率，降低对外部电网的依赖，增强能源安全与应急能力，已成为新型能源系统研究与实践的重要方向。

社区微电网通常集成了光伏、风电、储能电池、电动汽车充放电、负荷响应等多种能源和用能单元，其运行过程受到气候、负荷波动、电价政策等多重不确定性因素影响。因而，构建高精度的系统建模方法，并结合智能优化算法提升运行能效和经济性，是提升微电网实际运行价值的关键。

本研究围绕面向社区能源自治的微电网系统，开展系统建模与优化控制研究。首先，基于多能源协同原理，构建包含可再生能源、储能系统与负荷动态特性的社区微电网仿真模型；其次，针对系统能效优化问题，引入多目标优化框架，综合考虑能量损耗、运行成本、碳排放与用户舒适度等指标，设计基于人工智能算法（如粒子群优化、遗传算法、强化学习等）的能效调度策略；最后，结合典型社区案例进行建模仿真与效果验证，分析不同运行场景下的系统表现与最优策略响应特征。

研究成果将为社区级能源系统的规划、设计与智能运行提供理论支撑和技术手段，助力实现绿色、安全、自治的现代社区能源体系。