

面向现代化农业的综合能源系统构建模式初探

文/国网能源研究院有限公司 孔维政 杨 威

现代化农业正在向规模化、工业化方向发展，用能需求大幅提升，原有的农网改造工程一方面是投入高回报低，另一方面无法满足现代化农村的多种能源形式的用能需求。有必要拓展农村能源互联网，提供综合能源解决方案，解决现代化农业“最后一公里”的用能问题。本文以农业基地寿光为例，探索建立基于农业园区化的综合能源服务模式。

在中共中央政治局第八次集体学习时，习近平总书记从全面建设社会主义现代化强国的高度，指出了实施乡村振兴战略的科学内涵，提出农业农村现代化是实施乡村振兴战略的总目标，坚持农业农村优先发展是总方针，产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕是总要求，建立健全城乡融合发展体制机制和政策体系是制度保障。

农业农村部印发的《全国农村产业发展规划（2020—2025年）》中提出，2025年农产品加工业营业收入要达到32万亿元，农产品加工业与农业总产值比达到2.8:1，主要农产品加工转化率达到80%，返乡创新创业人员达到1500万。这对农业的用能量和形式都将带来根本性的变化。

建设农村综合能源系统具备良好基础

一是农业园区是现代农业的发展方向。以寿光为例，“农业

园区化、农民职业化”是方向，推进现代化农业发展，由政府为牵头方打造生产生活一体化的农业园区。园区土地由政府承包，土地面积千亩以上，引进大型农业企业集中标准化建设运营，村民集中安置住房，并成为农企员工，此模式为“寿光模式”，也是现代化农业的样板。未来现代化蔬果、水产农业都将以此为样板，园区中包含居民住宅、粗/深加工企业、高附加值的玻璃大棚、土棚、沼气站、科研办公/育种楼等。典型农业园区如图所示。

二是农业园区建设需要公司配合农网改造，但投资回收难度大。农业园区内包括水泵、风机、卷帘机、电热带和补光灯等多种用电设备，规划用电800~100 kV，用电量大，需要电网公司开展农网改造，专变供电。但负荷率低，夏冬季用电量大，春秋少，专变负载率低，而电价执行0.52元/kW·h（以山东为例）的农业电价，无峰谷电价，因而

农网投资回收率低。

三是农业园区适合开展农业园区综合能源系统建设，以保障农业用能。一是农业园区能源需求集中且多样化，包括大棚/居民的热负荷、冷负荷、电负荷；二是能源供应多样化且建设难度低，屋顶光伏、生物质（沼气）和热泵等均具备一定的经济社会环境效益，大棚用地由政府承包，实施难度低。

四是牵头推进农村综合能源系统建设有助于提升农村电气化和实施深度，改变农网改造单一投资模式。利用综合能源服务具备收益特点，形成生态圈，将成为撬动农村综合能源系统产业的杠杆。

农村综合能源系统的建设模式探索

一是开展综合能源开发利用。因地制宜结合寿光现代农业生产基地用能特点和当地屋顶光伏、生物质资源禀赋的优势，利用生



◎ 现代化农业园区示意图

物质沼气三联供、空气源热泵大棚余热回收等特色多能耦合网络架构,不仅能够满足用户的电、气、冷、热多元化用能需求,同时也能利用新能源多能互补技术,实现风、光、生物质等多种可再生能源之间的互补利用,进而提升能源供需协调能力,推动可再生能源就近消纳,提高可再生能源消纳率和能源综合利用率。

二是开展多能互补调度。针对农村综合能源具有源荷特征多样、时空分布广,用户用能行为复杂,管理控制环节多等特点,融合电气化、物联网和人工智能等信息科学技术,研发集农村能源负荷预测、协同优化与运营管理一体的智慧能量管理平台,突破了传统能源系统简单独立的运行模式,实现了综合能源系统“源-供-储-用”协同优化调度和电网友好交互。

三是构建农村现代能源体系。将互联网与能源生产、传输、存储、消费以及能源市场深度融合,从而提高可再生能源比重,提升农村能源综合效率。充分利用丰富的风、光、水、生物质资

源等就地资源,构建现代能源体系,实现农村资源清洁高效利用。开展省级农村电气化能源大数据中心建设,结合农村电气化建设积累的农村用能大数据,建立农村能源数据精准画像,为政府农村能源基础设施投资提供权威支撑,进一步开拓探索农村未来能源互联网平台的能源基础服务和增值服务机制。

四是探索农网提升投资新模式。针对农村地区“煤改电”对农村配电网的短期尖峰负荷冲击以及光伏大规模无序接入带来的消纳难题,改变传统农网单一配电投资模式,探索借助综合能源服务等创新模式引导清洁能源就地消纳,满足农村终端用电增量需求。

农村综合能源效益效果分析

根据初步分析测算,示范工程效益显著。

一是光伏等多能互补部分。一般农业园区可以部署兆瓦级的光伏发电设备,通过储能等多种方式能实现全额消纳。按农电0.52元/千瓦时计算,预期7—8年可收回成本。

投运蓄热、蓄电等多种储能设施,预计可为电网提供大量柔性负荷,节约电网投资。

二是沼气三联供分部。全额消纳区域秸秆、粪便垃圾,替代燃煤,减排烟气,发展循环经济。

三是大棚余热回收部分。冬季土棚内温度高,可提供玻璃大棚的夜间供热。同时,为行政村提供冬季集中供热服务,解决了政府煤改电相关难题。

四是农村智慧农业产业发展。带动综合能源相关公司拓展市场投资,带动政府及社会能源服务投资。依托项目建成的综合能源服务生态圈,带动区域农村能源互联网产业快速发展。

结束语

农村综合能源系统是保障现代农业开展的重要基础,也是未来农村能源发展趋势,促进了农村电气化提升。通过初步测算,农村综合能源系统具备经济、社会和环境效益,是农村智慧能源的样板。同时,农村综合能源系统能够拓展能源相关公司的业务,打造农村能源互联网的生态圈。EA