

零碳蔬菜基地设计实践研究

沈立扬¹ 张艳燕¹ 胥栋¹ 李逸超¹ 乔嘉诚¹ 安丽焕² 刘志彪² 李洁²

1 国网上海市电力公司浦东供电公司 2 上海昱章电气股份有限公司

DOI:10.12238/pe.v3i2.12436

[摘要] 为支持国家“双碳”“乡村振兴”发展战略,进一步助力乡村产业发展,在川沙新镇七灶村蔬菜基地建设一套清洁能源供能系统,确定了相应的系统建设方案并实施了经济效益和减排效益分析,详细阐述了屋面光伏发电系统、风力发电系统、超级电容路灯系统、市光充一体化充电站系统等的设计情况,搭配综合能效服务管理系统,旨在以数字化技术赋能能源系统,助力七灶村的零碳发展。

[关键词] 蔬菜基地; 零碳、清洁能源; 节能减排

中图分类号: TE08 **文献标识码:** A

Research on the Design Practice of Zero Carbon Vegetable Base

Liyang Shen¹ Yanyan Zhang¹ Dong Xu¹ Yichao Li¹ Jiacheng Qiao¹ Lihuan An² Zhibiao Liu² Jie Li²

1 State Grid Shanghai Pudong Electric Power Supply Company

2 Shanghai Regeon Electric Co., Ltd.

[Abstract] In order to support the rural revitalization and further develop and expand the rural industry, the zero carbon vegetable base was built in Qizao Village and Chudian Village, Chuansha New Town. The corresponding project construction plan was determined and the analysis of economic benefits and emission reduction benefits was carried out. The design of roof photovoltaic power generation system, wind power generation system, supercapacitor street lamp system and municipal integrated optical charging station system were elaborated. Combined with an integrated energy efficiency service management system, it aims to empower the energy system with digital technology and contribute to the zero-carbon development of Qizao Village.

[Key words] vegetable base; Zero carbon, new energy; Energy conservation and emission reduction

引言

川沙新镇七灶村零碳蔬菜基地示范项目位于上海市浦东新区川沙镇,项目区域面积424.15亩,为农业用地,该地块申报并建设了蔬菜园艺场设施建设项目,依据“科学、合理、实用”的规划原则,建设项目区域内基础能源系统;立足于蔬菜基地能源结构的调整,开展供电+能效服务,提升清洁能源利用率;同时通过蔬菜基地的数字化转型,以数字化技术赋能能源系统,助力七灶村的零碳发展。

项目用电范围为整个蔬菜基地,用电时间为全年365d,每天24h用电。根据前期收集资料,目前蔬菜基地用电设备有办公用电设备、冷库用电设备、照明设备、室外照明设备、温室用电设备等,电力负荷约1816.64kW,由此估算七灶村蔬菜基地全年用电量约为286.45万kWh。

1 设计实践

1.1 建设方案

项目依据国家“双碳”“乡村振兴”发展战略,七灶村“乡

村振兴示范村”、蔬菜基地“零碳”的发展要求,结合七灶村蔬菜基地的实际情况,为七灶村蔬菜基地建设1套清洁能源供能系统,包括屋面光伏发电系统、风力发电系统、超级电容路灯系统、市光充一体化充电站系统(包括光伏车棚及充电桩)等,同时搭配1套综合能效服务管理系统。通过成熟先进技术,如太阳能发电技术、风力发电技术、智慧能源管控技术等,为蔬菜基地提供可靠、安全的绿色清洁能源提供服务。

1.2 效益分析

(1)经济效益。项目建设完成后,年减少市电用电量27.84万kwh,按照平均电价0.729元/kwh,年节约电费约20.29万元。同时,通过光伏、风能等可再生能源利用,大幅度地提升了蔬菜基地清洁能源占比,降低能源使用成本;通过建立智慧安全用电系统,结合安全用电与智慧用能两大主题,确保蔬菜基地电力安全稳定;通过建立能源管理平台,逐步实现无人值守,减少蔬菜基地后期设备及运维人员的管理费用;通过建设以智慧能源为基础的智慧园区管理平台,提升蔬菜基地影响力,打造示范效应。

(2)减排效益。本项目立足于七灶村蔬菜基地的能源情况,借助有利政策条件,为基地规划一套清洁、安全、经济、智慧的能效服务方案,项目建设完成后,项目年减少市电用量万27.84万kWh,绿电替代率达9.72%。

根据中国电力企业联合会2022年7月发布的《中国电力行业年度发展报告2022》显示,“2021年,全国6000千瓦及以上火电厂供电标准煤耗301.5克/千瓦时”“单位火电发电量烟尘、二氧化硫、氮氧化物排放量分别为22毫克/千瓦时、101毫克/千瓦时、152毫克/千瓦时”;据《上海市生态环境局关于调整本市碳交易企业外购电力中绿色电力碳排放核算方法的通知》显示,“外购电力排放因子统一为4.2tCO₂/104kwh”,由此测算减排效益。根据测算,本项目建设完成后,折合年减少标煤83.93吨,减少CO₂排放116.91吨,减少碳粉尘0.01吨,减少SO₂排放量0.03吨,减少NO_x排放量0.04吨,项目减排效益明显。

1.3 方案设计

(1)屋面光伏系统。利用蔬菜基地闲置屋面资源,光伏建设区域包括新建生产中心及原有管理房屋面。可利用屋面面积总计1322m²,其中新建屋面面积1170m²;经现场踏勘及荷载分析,在原有管理房屋面建设光伏,可利用有效面积为152平米。装机容量分布情况如表1所示。

表1 装机容量分布情况

序号	建筑名称	建筑情况	屋顶面积(m ²)	组件	装机容量(kWp)	并网节点
				数量		
1	新建管理中心	新建	1170	320	196.8	生产中心配电房
2	原有管理用房	原有建筑	152	24	14.76	生产中心配电房
3	总计		1322	344	211.56	

设计方案强调“自发自用、余电上网”的基本原则,设置1个并网节点,将分布式光伏组件逆变后接入用户配电站0.4kV侧母线的低压配电柜内。综合考虑已有混凝土屋面尺寸、实际安装情况、受光照情况、经济性以及产品供应情况等因素,屋顶光伏部分选择615Wp单晶硅高效双面双玻光伏组件,搭配组串式逆变器以提高实际发电效率。根据总规划装机容量、倾斜面辐照量、系统效率以及光伏组件标称效率衰减等,计算出本屋面光伏系统211.56kWp建成后,首年发电量为219735kWh,首年利用小时数1039h;25年均发电量为208896kWh,年均利用小时987h;25年总发电量约为522.24万kWh。

(2)风力发电系统。结合七灶村蔬菜基地的布局,考虑风机设备与景观融合,选择在基地空地布置4台3kW小型风力发电机,采用“自发自用,就地消纳”模式为蔬菜基地提供绿色电力。

本项目采用3kW水平轴风力发电设备,采用高效控制器及逆变器,确保风机在风力很弱的情况下,逆变器也能正常工作。上

海地区年可以用于风力发电的强风小时时间为930小时,本项目配置4台3kW风力发电机;预计风力发电系统年发电量为4*3kW*930h=11160kWh。

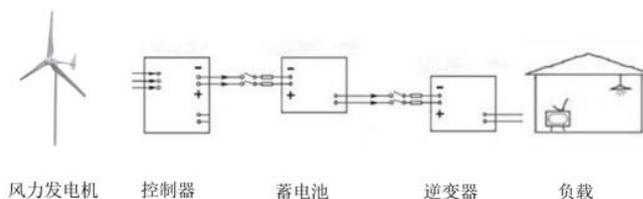


图1 风力发电原理图

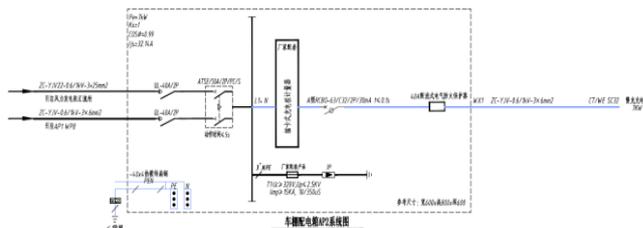


图2 风力发电配电系统图

(3)超级电容路灯。超级电容光伏路灯利用太阳能发电,将所发电量储存于超级电容中,夜间为路灯供电,可以减少对市电的依赖性,而且超级电容器是标准低碳产品,在照明应用中,无需埋地安装,不占用土地资源,不扰动土壤,直接置顶安装,无需特殊保温措施,且不会起火不会爆炸,是一次性投入终身受益的“绿色电源”。

路灯位置选择设置在蔬菜基地主干道。路灯的布置无需太高等级的照明条件,选择单侧照明方案(见图3)。根据《城市道路照明标准》,截光型路灯的高度需大于路面宽度,本项目路面宽度约为4m,则路灯安装高度按照5m选取;路灯间距最大为三倍灯杆高度,即15米。同时考虑到太阳能电池组件不被灯杆遮挡。所以灯源的高度为5m,灯杆的高度设计为6m。灯源功率选择=照度×安装高度×灯杆高度/(0.9×0.9×发光效率)=15×5×15/(0.9×0.9×50)=27.8W,因此取灯源功率为30W,考虑单侧照明并留有余量,本项目选择60W灯珠。

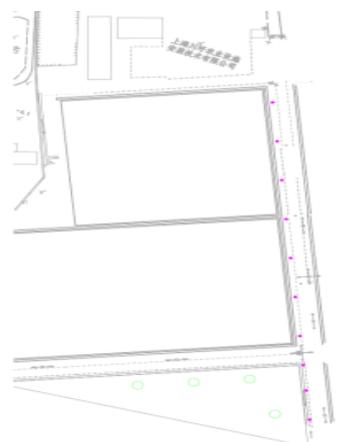


图3 单侧路灯排布

项目路灯使用60W LED灯,日亮灯时间10h,则每盏路灯日耗

电量约 $60W \times 10h \text{盏} = 600Wh$, 年耗电量: $600Wh \times 365 \text{天} = 219.0kWh$, 10盏路灯采用自发自用模式, 年节约电量 $219.0kWh \times 10 \text{盏} = 2190kWh$ 。

(4)市光充一体化充电站。市光充一体化充电站是将市电、光伏发电及充电桩结合成一个系统, 同时, 与本项目配置的风力发电以及综合智慧能效服务管理系统, 形成微电网, 能够实现微电网电力调度, 助力蔬菜基地绿色出行, 实现利益和供能双收益。充电站位置位于管理中心室外空地, 充分利用蔬菜基地土地资源, 同时, 鼓励基地工作人员使用新能源汽车, 形成绿色出行的生活方式, 减少碳排放。根据现场踏勘及用户要求, 光伏车棚分两个区域建设, 总占地面积约 $255m^2$, 停车位12个, 停车棚上方铺设光伏板。在生产中心室外空地光伏车棚配置2套60kW直流快充充电桩及6套交流慢充充电桩。

市光充一体化充电站, 在供车辆停放时遮雨遮阳的同时能够发电, 光伏车棚高度约 $2.5m \sim 3.5m$, 宽度约 $6.4m$, 总计配置 $57.195kWp$ 光伏组件。车棚光伏年均发电量约为 $56475kWh$ 。考虑基地特性, 多为工作人员使用充电桩, 本方案为基地设计充电桩以慢充为主, 同时为解决应急充电需求, 在停车场各设置2台60kW快充充电桩, 6台7kW慢充充电桩。相应的设备配置情况如表2所示。

表2 充电站设备配置

序号	设备	数量	备注
1	光伏车棚	2套	装机容量 $57.195kWp$
2	慢充充电桩	6个	充电功率7kW
3	快充充电桩	2个	充电功率60kW

(5)综合智慧能效服务管理系统。系统能够直观地监测基地各项数据情况, 并可以对异常关键指标预警和挖掘分析, 也可以接入上级智慧能源管理平台(及省级智慧能源服务平台), 充电桩设备的运行状态数据后期可接入虚拟电厂聚合商平台便于参

与电网调度。综合智慧能效服务管理模块接收本次建设的屋面光伏系统、风力发电系统、市光充一体化充电站系统(光伏车棚及充电桩)、安全用电等数据, 实现对基地建设的智慧能源系统的实时监测、统计等功能。对于预防能源浪费、设备健康监测、能源系统运维等工作提供数字化服务, 其核心功能包含了能源计算引擎、权限管理、报表功能、用户界面等, 可以分层级展示能源情况, 结合日、月、年等时间维度, 直观反映各个层级的用能信息, 协助管理人员作出客观的评价, 及时了解能源使用状态。

2 结语

总而言之, 绿色发展持续深化背景下, 低碳环保、节能减排成为社会发展的重要趋势, 借助新能源发电技术和能源管理技术, 可以打造零碳蔬菜基地项目, 提升项目的经济效益和减排效益, 更好地适应可持续发展和绿色发展的要求。

[参考文献]

- [1]高金权,赵丽华.天津市农业发展服务中心举行“科技示范基地”落成与“京津冀蔬菜科技小院”揭牌活动[J].天津农林科技,2024,(05):47.
- [2]翟思绪.设施蔬菜基地机耕整地农机农艺融合技术[J].中国农机装备,2024,(05):38-40.
- [3]沈晓岑.无公害蔬菜基地建设和植保技术运用分析——以正阳定食蔬菜示范基地为例[J].农村科学实验,2024,(9):70-72.
- [4]刘伟林,岳海兴.支持规模蔬菜基地建冷链仓储[N].农民日报,2024-03-08(001).
- [5]王茂宇,周天美,黄懿.蔬菜产业发展对策及“菜篮子”基地建设经验分析[J].农业开发与装备,2023,(09):70-72.

作者简介:

沈立扬(1993--),女,汉族,上海人,大学本科,工程师中级职称,研究方向:电力工程。