

# Energy-saving Analysis of the Construction of a Near Zero Carbon Electronic Industrial Park in the Yangtze River Delta Region

Hao Wang

Anhui Provincial Architectural Design and Research Institute Co., Ltd., Hefei, Anhui, 230062, China

## Abstract

A near zero carbon park in the Yangtze River Delta region makes use of renewable energy according to local conditions, combined with the integration of wind, light, storage, direct and flexible intelligent integrated energy system and building photovoltaic, so as to achieve the flexible consumption of renewable energy, and the annual energy saving rate reaches 17.86%. After completion, the carbon intensity of the park will be reduced by about 53%, and the annual carbon dioxide emission will be reduced by 11250 tons and 1465.3 tons of standard coal, which is equivalent to planting 2.293 million trees, which has an obvious effect on environmental protection.

## Keywords

near zero carbon park; renewable energy; energy saving rate; economic performance; carbon emission

## 长三角区域某近零碳电子产业园区建设节能分析

王浩

安徽省建筑设计研究总院股份有限公司, 中国·安徽 合肥 230062

## 摘要

长三角区域某近零碳园区因地制宜的利用可再生能源, 结合风、光、储、直、柔智慧综合能源系统与建筑光伏一体化, 做到可再生能源的弹性消纳, 年节能率达到17.86%。建成后园区碳强度下降约53%, 年减少二氧化碳排放11250t、标准煤约1465.3t, 相当于植树229.3万棵, 环境保护作用明显。

## 关键词

近零碳园区; 可再生能源; 节能率; 经济效益; 碳排放

## 1 引言

2020年9月, 中国在联合国大会上向世界宣布了2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和的目标。在《十四五规划和2035年远景目标纲要》中指出, “要推动能源绿色低碳安全高效利用, 深入推进工业、建筑、交通等领域的低碳转型<sup>[1]</sup>。”

低碳园区特别是近零碳园区是统筹兼顾碳排放与可持续发展, 是以形成低碳产业集群为发展目标的一种绿色发展方式, 也是提高原材料和能源消耗使用效率的有效途径, 是实现人类与生态环境和谐相处的关键环节<sup>[2]</sup>。论文结合工程实际, 通过对该近零碳园区的经济效益、环境效益的应用分析, 总结适用于本区域的适宜性低碳技术, 为低碳园区建设提供参考。

【作者简介】王浩(1982-), 男, 中国安徽合肥人, 本科, 高级工程师, 从事暖通与建筑节能研究。

## 2 项目概述

园区位于中国安徽省江南产业集中区内, 规划建设一个区域多功能互补综合能源站及配套管网系统, 为园区内用户提供冷热源; 规划光伏发电系统(光伏建筑一体化)、风光储直柔系统及微风电系统。建筑面积约134420.56m<sup>2</sup>, 园区原建设方案碳排放量约21280t。分为九栋电子厂房, 无地下室。园区拟引入广州、佛山、深圳等地区电子产业生产企业, 主要从事电子显示屏、电子组装等半导体封装测试生产。近零碳园区建设方案如下:

①建筑光伏一体化应用, 光伏发电面积约34000m<sup>2</sup>, 年总发电量约515万kWh;

②采用地源热泵空调系统, 埋管面积约20000m<sup>2</sup>, 打井数量约820口, 装机容量4900kW。地源热泵年使用量约1270万kWh;

③本项目采用消峰填谷的水蓄能空调系统, 本项目空调尖峰冷负荷估算约19165kW, 尖峰热负荷约6895.8kW,

采用水蓄能空调系统,夏季日蓄冷量 5.2 万 kWh,冬季日蓄冷量 3.15 万 kWh 蓄能罐容积 5000m<sup>3</sup>。

### 3 项目的可再生能源资源情况勘察

#### 3.1 太阳能资源

近年来,世界范围内太阳能光伏技术和光伏应用快速发展,光伏发电已经从解决边远地区的用电和特殊用电逐步转向并网发电和分布式供电的方向和领域,并且发展十分迅速。虽然中国在光伏发电产品技术和制造开发方面已经取得了一定成就,但并没有在分布式发电领域发挥其战略作用。在常规能源短缺和环境污染已经成为制约中国经济发展瓶颈的今天,清洁、可再生的太阳能利用应有更大空间,太阳能光伏发电也有更大的应用潜力可挖<sup>[3]</sup>。

①太阳能资源丰富程度评估按照太阳辐射年总辐照量为标准,可划分为 A、B、C、D 四个区域,分别为最丰富区、很丰富区、丰富区、一般区,具体见表 1。本项目位于安徽省池州市(东经 117.65°,北纬 30.75°),气候环境条件优异,光照条件好,适合光伏发电。

表 1 太阳能资源丰富程度等级

区域	指标 (kWh/m <sup>2</sup> )	丰富程度
A	≥1750	最丰富
B	1400~1750	很丰富
C	1050~1400	丰富
D	< 1050	一般

从 NASA 数据库可查得,安徽省池州市地区日均太阳辐照量为 3.70kWh/m<sup>2</sup>,最高达 4.86kWh/m<sup>2</sup>,年总辐照量为 1351.4kWh/m<sup>2</sup>,太阳能资源丰富等级为 C 级,是安装光伏系统的较佳地区。分布式光伏电站系统如图 1 所示。

②本项目园区内厂房平屋面,东、西、南立面及露天停车场均可用于建设光伏建筑一体化系统、光伏车棚、光伏屋面采用黑色碲化镉发电玻璃,立面采用蓝色铜铟镓发电玻璃,可满足发电和透光、遮阳采光的要求。

#### 3.2 地热能资源

池州市位于安徽省中南部,是长三角重要城市之一。项目所在区域属于喜马拉雅构造层第一亚构造层,该构造层由第四系组成,是一套河流相和冰川系列未固结一半固结沉积物,具有下粗上细的二元结构,总体可称为二元陆屑建造。底部少量砂砾,下部砂,上部粘土,组成冲积平原和河谷阶地。区内出露的基岩为第三系古新统,望虎墩组棕红、紫红色厚层砾岩、粗砂岩与细砂岩互层,夹灰魄薄层长石砂岩,厚度可达 930m<sup>[4]</sup>。

拟建地源热泵项目位于池州市江南集中产业园区内,拟采用地源热泵空调系统。受工程建设管理中心委托,我公司对场地进行地源热泵岩土热响应试验。根据国家相应规范,现场布设 TK1、TK2 两个热物性测试孔,具体位置如图 2 圆圈所示。

实验结果如表 2 所示,根据热响应试验现场采集的数据,岩土导热系数 2.97,单井换热量约 6.0kW,延米换热 60.0W/m。

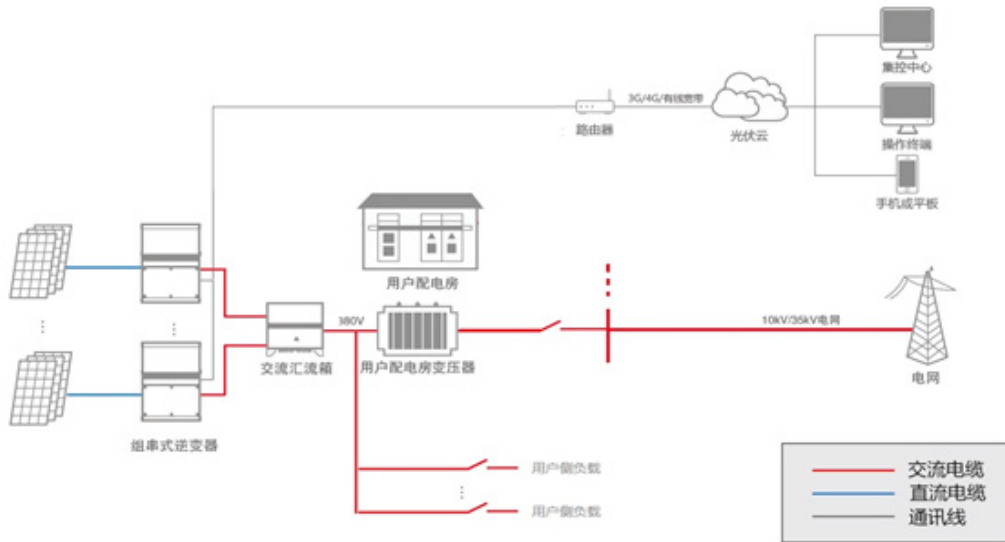


图 1 分布式光伏电站系统图

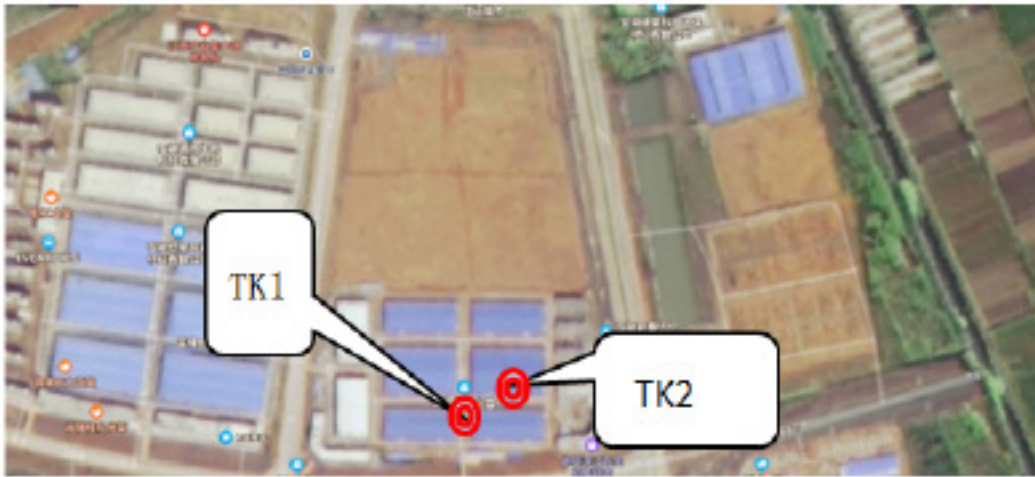


图2 热物性实验位置图

表2 热响应实验结果表

编号	斜率	岩土导热系数	单井换热量夏(kW)	实验供水温度(°C)	实验回水温度(°C)	延米换热 W/m	最后8小时温度上升量(°C)	模拟时间
TK1# 夏季	1.78	2.97	6.0	34.5	31.1	60.0	0.2	22.01.07-01.07
TK2# 夏季	1.95	2.95	6.0	34.	30.9	60.0	0.2	22.01.07-01.07
平均值	1.86	2.96	6.0	34.4	31.0	60.0	0.2	

## 4 近零碳园区建设实施方案

园区内增设太阳能车棚,同时利用现有屋面及厂房四周增设光伏屋面及光伏幕墙,尽最大限度利用可再生能源。

其中光复屋面面积约22000m<sup>2</sup>,光伏立面面积约9000m<sup>2</sup>,光伏车棚面积约3000m<sup>2</sup>,合计面积34000m<sup>2</sup>,年发电量约495万kWh。园区具体措施如下:

①增设智慧能源管理系统,增加各用能系统的能耗统计、碳排放数据及空调设备实时COP值<sup>[5]</sup>。

②风、光、储、直、柔智慧综合能源的综合应用,利用微风电路灯、光伏发电给门卫、值班室及1号厂房照明24小时直流供电,该处安装储能电池,同时考虑电动汽车充储共用,电动汽车在用电高峰期间可以给直流电网直接供电,充当蓄电池的功能,做到风光直柔弹性消纳配电网<sup>[6]</sup>。起到较强的示范引领作用。园区设置40盏风光互补LED路灯,年发电量约20万kWh。蓄能电池设置于厂房内独立电池间内,蓄能电池容量约1000kWh。

③本项目空调尖峰冷负荷估算约19165kW,尖峰热负荷约6895.8kW,采用水蓄能空调系统,夏季日蓄冷量5.2万kWh,冬季日蓄冷量3.15万kWh蓄能罐容积6000m<sup>3</sup>,在靠近负荷中心区域的3号楼开挖地下室3500m<sup>2</sup>用于能源站建设。

④采用地源热泵空调系统,埋管面积约20000m<sup>2</sup>,打井

数量约820口,装机容量4900kW;⑤园区设置低碳出行奖励政策,并实行低碳周活动等,年减碳量约200t。

## 5 经济性分析

### 5.1 运行效益分析

项目制冷工况运行时间6个月,日运行16小时,负荷使用率为60%;供热工况运行时间3个月,日运行16小时,负荷使用率为40%<sup>[5]</sup>。年制冷总量3311.7万kWh,其中水蓄冷部分年制冷总量1123.2万kWh;年供热总量397.15万kWh,蓄热部分年供热量255.15万kWh,地源热泵部分供热量按80%考虑年蓄热量204.12万kWh;电锅炉蓄热部分供热按20%考虑为51.03万kWh。本项目后期采用专业团队管理,设备定期做好维护保养每年约100万元。供冷运行成本为630.85万元。供热运行成本为80.33万元。常规能源系统供能成本:按夏季供冷0.50元/kWh,冬季供热0.5元/kWh考虑。年用能费为1854.43万元。年收益费用为1043.25万元。考虑项目入驻率0.8,因此本项目综合能源站年收益费用为834.6万元。

风能、光伏系统年发电量515万kWh,经济效益约386.25万元,电池储能系统按峰谷价差平均0.45元,储能系数取值0.8,年使用天数按360日计算得经济效益为12.96万元。综上近零碳电子产业园区年收益Y总为1233.81万元。

## 5.2 静态回收期

综合能源站系统增量投资为 3375 万元, 建筑光伏一体化及风光储直柔系统增量成本为 3537 万元, 合计增量成本为 6912 万元。计算  $T=K/Y_{总}=6912/1233.81=5.6$  年。

其中,  $T$  为静态投资回收期(年);  $K$  为增量成本(万元);  $Y$  为近零园区总经济收益。

## 6 社会效益

### 6.1 减碳量计算

#### 6.1.1 蓄能系统

夏季:  $5.2 \div COP(3.5) \times \text{负荷系数}(0.6) \times \text{年运行时间}(180 \text{天})=160.5 \text{万 kWh}$ ;

冬季:  $3.15 \div 0.95 \times \text{负荷系数}(0.4) \times \text{年运行时间}(90 \text{天})=119.36 \text{万 kWh}$ 。

合计减少峰值用电 279.86 万 kWh, 减排约 1963.2t。

#### 6.1.2 地源热泵系统

地源热泵空调系统埋管面积约 20000m<sup>2</sup>, 打井数量约 820 口, 装机容量 4900kW。按地源热泵系统减碳排量方法得, 地源热泵碳排量为 0.180kg CO<sub>2</sub>/kWh。经计算, 燃气锅炉供热为 0.609kg CO<sub>2</sub>/kWh, 水冷机组制冷为 0.613kg CO<sub>2</sub>/kWh。因此, 综合折算地源热泵空调减碳量折算 0.431 千克 CO<sub>2</sub>/kWh 方法<sup>[7]</sup>, 本工程运行后, 优先使用地源热泵空调机组, 地源热泵年使用量约 1270 万 kWh, 减少碳排放约 5473.7t, 年减少二氧化碳排放 11250t。

### 6.2 环境效益

本项目实施后, 将建成风、光、地、储智慧能源项目

应用示范项目, 项目建成后年减少二氧化碳排放量 11250t, 利用可再生能源后年节约标准煤约 1465.3t, 相当于植树造林 229.3 万棵。采用蓄能空调系统, 相当于建设了一座 6.7MW 的调峰电站, 环境效益显著。

## 7 结语

通过上述分析可得本项目年节能率达到 17.86%, 静态回收期为 5.6 年, 经济效益良好。项目建成后碳强度下降约 53%, 减少二氧化碳排放 11250t, 相当于植树造林 229.3 万棵, 环境效益明显。本项目在该地区有较强的可示范性及可复制性。

### 参考文献

- [1] 王伟龙. 高层住宅标准层公共空间模块化设计研究[D]. 济南: 山东建筑大学, 2021.
- [2] 曾友竞, 林孟朝. 低碳园区标准体系研究[J]. 质量技术监督研究, 2020(4): 15-19.
- [3] 孙富荣. 并网光伏发电系统对电网影响的研究[J]. 山东工业技术, 2019(2): 203.
- [4] 张万涛. 安徽省长江流域安庆和池州段地层特点及工程实践[J]. 山西建筑, 2013, 39(10): 2.
- [5] 苏斌, 赵凯, 赵本坤. 区域供冷系统能源站冷负荷预测及同时使用系数的确定[J]. 重庆建筑, 2014, 13(9): 3.
- [6] 江震. 浅谈太阳能光伏建筑一体化[J]. 中国科技纵横, 2011(20): 60.
- [7] 张培民. 地源热泵系统的技术经济及环保效益综合评价[D]. 北京: 清华大学, 2011.