

Economic Analysis of Fixed-support “Fishing-photovoltaic Complementary” Power Station

Yun Cui¹ Yungang Feng¹ Naisong Chen²

1. Shanghai Electric Power Engineering Co., Ltd., Shanghai, 200025, China
2. Shanghai Ocean University, Shanghai, 200025, China

Abstract

The central and eastern part of China is the center of electricity load, and the aquaculture is developed and the fish pond area is large, so it is very suitable for the development of “fishing-photovoltaic complementary” photovoltaic power station. In this paper, through the financial analysis of the fixed-support “fishing-photovoltaic complementary” power station, after taking into account part of the fishery income, it can improve the financial internal rate of return of the “fishing-photovoltaic complementary” project and improve the economy of the “fishing-photovoltaic complementary” project.

Keywords

fixed-support; fishing-photovoltaic complementary; fish pond; economy

固定支架式“渔光互补”电站经济性浅析

崔云¹ 冯云岗¹ 陈乃松²

1. 上海电力设计院有限公司, 中国·上海 200025
2. 上海海洋大学, 中国·上海 200025

摘要

中国中东部地区是用电负荷中心区域,且水产养殖发达,鱼塘面积大,非常适合发展“渔光互补”型光伏电站。通过对固定支架式“渔光互补”电站财务分析,在计入渔业部分收益后,可提升“渔光互补”项目的财务内部收益率,提高“渔光互补”型项目的经济性。

关键词

固定支架; 渔光互补; 鱼塘; 经济性

1 引言

近年来,随着地面光伏电站的大规模建设,中国地面光伏发电项目的建设条件越来越受到限制。不同于其他形式的发电系统,光伏发电系统的占地面积较大,因此单一形式的光伏发电系统的发展愈发受到限制,光伏发电系统与土地综合利用、生态环境修复相结合将是未来地面光伏电站的发展方向。

中国中东部地区经济发达,人口密度高,是电力负荷中心,且分布着大面积的湖泊、河流、滩涂和鱼塘,水资源丰富,水产养殖发达。随着土地资源利用,传统单一形式的光伏发电系统难以在该区域继续大规模发展。综合利用水面同时开展光伏发电和水产养殖,可以有效地解决光伏发电项目的土

地问题^[2,3]。“渔光互补”项目可以实现渔业和光伏的互补,因此,“渔光互补”光伏电站模式将成为中国中东部开发光伏发电项目的一个重要途径,前景非常广阔。

固定支架式系统具有以下优点:一是系统投资成本低;二是可以有效利用太阳能资源;三是系统可靠性高,正常运行时,一般不会出现故障;四是运维便利,运维成本低。特别是水上光伏发电系统,一旦出现故障,维修的难度相对较大。因此,截至目前,固定式仍然是各种支架形式中占比最高的一种形式。

目前,固定支架式“渔光互补”电站在全国范围内应用不多,本文将在实际调研和工程设计的基础上,对固定支架式“渔光互补”互补电站系统进行研究,分析其经济性,为后续推广应用,提供一定的参考借鉴。

2 “渔光互补” 电站系统概况

2.1 “渔光互补” 电站总体布置

本文以东部区域的江苏省某地为例,进行固定支架式“渔光互补”电站系统的经济性研究。固定支架式“渔光互补”电站按 20MW 容量考虑,光伏渔场设计时需要充分考虑光伏发电和渔业养殖的双重要求^[1]。

固定支架式光伏渔场可分为两个区域:光伏单列布置区域和环沟区域。光伏单列布置区域位于鱼塘中心区域,主要布置光伏支架单列、汇流箱以及线缆;环沟区域位于鱼塘四周,投饵、增氧等渔业设施布置在环沟区域,光伏发电系统箱逆变布置在环沟区域外侧靠近道路。

2.2 养殖的鱼类和渔业设施

研究表明,光对水产动物的生长、发育与繁殖和饲料转化效率均有不同程的影响。光的三因素(周期、光照强度和光谱)对不同的水产动物的影响程度略有不同。喜阴的水产动物尽管不耐受强光照,但不一定需要较长的光周期。底栖水产动物为喜阴的种类,如沙塘鳢、甲鱼、小龙虾、河蟹、大鲵、海参、鲍鱼和比目鱼类等,尤其适合于渔光互补的生态环境下进行养殖生产。

环沟式渔业养殖池塘四周为环沟,鱼塘中间高,四周低,鱼类可以在整个鱼塘内活动,在环沟内投饵、增氧、捕捞,环沟区域约占整个鱼塘面积的 30% 左右。每个鱼塘长边设置 3 台投饵机,短边设置 2 台投饵机,每个鱼塘设置 10 台投饵机。根据鱼类的养殖需求,采用均衡组合复合增氧技术,包括增氧机的品种选择、数量配备、在池塘中的摆放位置、开关技巧及最佳性价比溶氧控制点技术等。

2.3 固定支架光伏系统

固定式光伏发电系统主要由光伏组件、固定光伏支架、支架基础、逆变器、箱变等电气设备、电缆和一座 35kV 开关站组成。

20MW 光伏发电系统分布在 2 个 300 亩的鱼塘内,每个鱼塘内的光伏容量为 10MW,由 8 个典型 1.25MW 光伏子阵构成,每个典型 1.25MW 光伏子阵的容量按 1.391MW_p 考虑。

系统选用 310W_p 单晶硅光伏组件、630kW 集中式逆变器。光伏单列南北向立柱间距为 4.5 米,保证全年 9 ~ 15 点(真太阳时)时段内前后组件不遮挡^[4],以及渔光互补的要求。

固定光伏支架基础采用 PHC 管桩,逆变器房和箱式变压器布置在环沟之外岸边,采用天然地基的浅基础。

3 “渔光互补” 投资

3.1 光伏电站投资估算

参照光伏行业通用技术标准和常规定额进行投资测算。按照 2019 年第二季度造价水平,固定支架式“渔光互补”电站的主要费用如下:施工辅助费 50 万元;设备购置及安装费 6020 万元;建筑工程费 2011 万元;其他费用 1105 元;基本预备费 91.9 万元;本工程静态总投资 9277.9 万元,单瓦静态投资 4.17 元;建设期利息 180 万元;动态总投资 9407.3 万元,单瓦动态投资 4.23 元。

3.2 渔业养殖投入

根据初步计算,结合实际调研,渔业部分的投入主要有:清淤费用、苗种费用、饲料费用、鱼药费用、水电费用、人工工资等。以长三角区域某养殖场 300 亩鱼塘为例,整个养殖期间每年投入约 60 万元,其中池塘清淤费 6 万元,苗种费 10 万元,饲料费 22 万元,鱼药费 10 万元,水电燃料费 4 万元,人工工资 6 万元。

4 “渔光互补” 电站收益

4.1 光伏系统上网发电量

中国中东部区域的江苏省某市多年平均年太阳能辐射量为 1330kWh/(m²·a),多年平均日照时数为 2073h,多年平均气温为 15.4℃,多年平均风速 2.8m/s。光伏发电系统采用固定支架式方案,总装机容量为 22260.48kW_p。通过对光伏发电系统效率计算,进行光伏电站年发电量估算,按此计算得出 25 年分年发电量,详见表 1。

表 1 光伏电站 25 年发电量

年份	发电量(万 kWh)	年利用小时数(h)	年份	发电量(万 kWh)	年利用小时数(h)
1	2789.7	1253.2	14	2552.6	1146.7
2	2739.6	1230.7	15	2537.0	1139.7
3	2724.0	1223.7	16	2521.4	1132.7
4	2708.4	1216.7	17	2505.9	1125.7
5	2692.9	1209.7	18	2490.3	1118.7
6	2677.3	1202.7	19	2474.7	1111.7
7	2661.7	1195.7	20	2459.1	1104.7
8	2646.1	1188.7	21	2443.5	1097.7
9	2630.5	1181.7	22	2428.0	1090.7

10	2614.9	1174.7	23	2412.4	1083.7
11	2599.4	1167.7	24	2396.8	1076.7
12	2583.8	1160.7	25	2381.2	1069.7
13	2568.2	1153.7	平均	2569.5	1154.3

4. 渔业养殖收入

参照中东部区域的江苏省某市渔业养殖情况, 300亩鱼塘共售出鱼类160吨, 总收入约85万元, 投入产出比约1:1.4左右, 与实际调研中投入比1:1~1.5相符合。扣除投入成本, 纯利润约25万元。

5 “渔光互补” 电站经济性计算

光伏电站计算期取26年, 其中建设期1年, 生产期25年, 资本金比例为20%。光伏电站上网电价采用江苏电网脱硫标杆上网电价, 含税价格为0.391元/kWh。本文对单独光伏发电系统的财务效果和计入渔业养殖收益后的光伏发电系统财务效果分别进行测算, 测算结果如表2所示:

表2 “光伏部分” 及 “光伏+渔业” 部分测算结果汇总表

序号	指标	光伏部分	光伏+渔业
1	全投资财务内部收益率(税前)	6.3%	6.7%
2	全投资财务内部收益率(税后)	5.9%	6.3%
3	资本金财务内部收益率(税后)	8.41%	10.4%

注: 实际养殖过程中, 渔业养殖每年的收益可能并不完全相同。为了

简化计算, 按各年收益相同进行计算。

由表2可见, 考虑渔业养殖部分的收益后, 可以增加“渔光互补”整个项目的收益水平, 提升财务内部收益率。

6 结语

本文以中东部区域的江苏某地为例, 进行了固定支架式“渔光互补”电站系统研究, “渔光互补”电站中的光伏布置和渔场是一个有机的整体, 应同时规划、同时设计、同时施工。参考常规电站的成本构成, 对单独光伏发电系统的财务效果和计入渔业养殖收益后的光伏发电系统财务效果分别进行测算, 测算结果表明, 考虑渔业养殖收益后, 可以增加“渔光互补”的收益, 提升财务内部收益率, 提高“渔光互补”项目的经济性。

参考文献

- [1] 杨光磊. “渔光互补”光伏电站工程设计的研究[J]. 华电技术, 2016, 4.
- [2] 吴思俊. 基于“渔光互补”在绍兴水产养殖应用中的研究[J]. 电源技术应用, 2014, 8.
- [3] 诸荣耀. 浅析光伏电站中“渔光互补”技术[J]. 科技创新, 2016(16).
- [4] 中国电力企业联合会. 光伏电站设计规范(GB 50597-2012), 中国计划出版社, 2012.