

光伏扬水灌溉系统在土地整治中的应用研究

陈丽月

江山市峡口水库管理中心, 浙江 衢州 324116

[摘要]土地整治近年来的受关注程度不断提升, 各类新型技术在该领域的应用成为业界热点, 相关理论研究和实践探索也大量涌现。基于此, 文章简单分析光伏扬水灌溉系统的应用现状, 结合地处山岗丘陵地区的浙江省江山市垦造耕地情况。实例深入探讨土地整治中光伏扬水灌溉系统的具体应用, 并以光伏扬水灌溉系统构成、数据对比、效益分析等内容, 直观展示了光伏扬水灌溉系统的应用价值。以供业内人士参考。

[关键词]光伏扬水; 灌溉系统; 土地整治; 逆变器; 低碳节能

DOI: 10.33142/nsr.v1i1.12360

中图分类号: S275

文献标识码: A

Application of Photovoltaic Water Lifting Irrigation System in Land Regulation

CHEN Liyue

Jiangshan Xiakou Reservoir Management Center, Quzhou, Zhejiang, 324116, China

Abstract: In recent years, land remediation has been paid more and more attention. The application of various new technologies in this field has become a hot spot in the industry, and a large number of relevant theoretical research and practical exploration have emerged. Based on this, this paper briefly analyzes the application status of photovoltaic water lifting irrigation system, combined with the cultivated land in Jiangshan City, Zhejiang Province, which is located in mountainous and hilly areas. This paper deeply discusses the specific application of photovoltaic water lifting irrigation system in land regulation, and intuitively shows the application value of photovoltaic water lifting irrigation system based on the composition, data comparison and benefit analysis of photovoltaic water lifting irrigation system for reference.

Keywords: photovoltaic water lifting; irrigation system; land improvement; inverter; low carbon energy-saving

引言

通过有机结合农业灌溉技术与光伏技术, 光伏扬水灌溉系统可以将太阳能作为动力源, 以此开展的农业灌溉在节水、节能、增收、增产等方面的表现较为突出。近年来光伏扬水灌溉系统的应用范围不断扩大, 为保证土地整治中光伏扬水灌溉系统能够充分发挥自身优势, 文章正是围绕该课题开展具体研究的原因所在。

1 光伏扬水灌溉系统的应用现状

1.1 系统特点

光伏扬水灌溉系统在城市水景、草原畜牧、农业灌溉、生活用水、荒漠治理等方面均存在较高应用价值, 能够充分体现节能、环保、低碳等现代理念, 在改善边远地区农业条件方面的优势极为突出。光伏扬水灌溉系统一般由光伏组件、水泵、逆变器等组成, 如逆变器负责条件和控制整个系统, 能够将直流电向交流电转换, 满足水泵工作的能源需要, 如阴雨天气或光照不足, 可通过后备供电方式满足灌溉需要, 以此实现全天候用水, 这一过程需保证逆变器的可靠性。光伏扬水灌溉系统的逆变器多通过变频控制对电机进行控制, 逆变器输出频率随增强的光照强度而提升, 此时存在更快的水泵电机转速。光伏扬水灌溉系统可基于需要选择是否投入蓄电池, 以此满足不同应用需求, 一般光伏扬水灌溉系统在单纯的水泵蓄水应用场景中的

表现较为出色, 具备零碳排放、低运行成本、安全难度低、无须人工值守等优势, 属于解决偏远地区农业灌溉、日常用水问题的理想方案, 在土地整治领域的应用价值也较高^[1]。

1.2 应用现状

近年来光伏扬水灌溉系统在我国各地得到广泛应用, 该系统具备的优势也受到业界认可。以毛乌素沙漠南缘的陕西省靖边县光伏扬水灌溉系统应用为例, 为实现治沙护林目标并发展生态农业, 当地在新能源应用方面投入大量资源, 如在生态农业基地引入光伏扬水灌溉系统。生态农业基地引入的光伏扬水灌溉系统型号为SolartechPS3000, 配置的电池板阵列、交流水泵、逆变器规格分别为4800W、3000W、PB3700H, 光伏扬水灌溉系统拥有35m扬程, 主要用于光伏节水重力滴灌, 夏季日供水量、春秋季节日供水量分别为95t、70t, 能够满足沙漠经济作物灌溉需要, 具体灌溉面积为26.67hm², 同时可服务于土地整治^[2]。

按照光伏扬水灌溉系统的设计参数及应用效果进行分析可以发现, 该系统每年拥有7500KW的发电量, 系统存在25年使用寿命, 因此可实现70t标准煤节省, 灰渣、烟尘、二氧化硫、二氧化碳的减排量分别为18t、1.1t、1.4t、31t。系统同时可用于滴灌施肥, 在减少农药和化肥用量方面也有着出色表现, 能够更好满足环境保护需要。

相较于地面洪灌，光伏扬水重力滴灌的灌水效率更高，具体能够实现 70% 节水。依托未治理沙地和封沙育林生态治理成果，光伏扬水灌溉系统将生态农业项目与荒漠化防治相结合，经济社会可持续发展与防沙治沙工作也同时实现充分结合。在综合应用的农耕措施、工程措施、科技措施下，照光伏扬水灌溉系统真正融入当地社会与经济发展、农民脱贫致富，产业发展与生态建设、生产方式改进与结构调整、经济效益与生态效益同时实现的结合也能够更直观展示系统的应用价值^[3]。

2 土地整治中光伏扬水灌溉系统的具体应用

2.1 研究区概况

以浙江省江山市山地丘陵区作为研究对象。自 2016 年开始，江山市开展垦造土地改造工作。据不完全统计，截至目前全市垦造耕地 351 处，面积 6 万多亩，覆盖 19 个乡镇街道。但垦造后土地因地处山岗丘陵，具有地势高、需水量大的特点。目前其主要存在三种灌溉方式，包括靠天吃饭、电力抽水、柴油机三相抽水。靠天吃饭的灌溉方式主要用于耐旱作物种植，但由于降雨量不均衡，作物产量往往较低。电力抽水通过电网供电提水，这种方式成本较高，线路架设及变压器安装需要一次性投入较大成本，且整个运行期的设备维护成本和电费成本较高。柴油机三相抽水可通过短期暂时能源满足灌溉需要，但需要耗费一定成本购入柴油机，同时存在柴油机维护折旧、柴油消耗等成本。因此，用水成本成为制约整治土地综合利用发展的瓶颈。新垦造的耕地因灌溉用水不足，一年只能种植 1 季早稻，每亩产量 300 斤，如果灌溉用水充足，每亩产量可以达到 700 斤以上。

下面以军源农业科技为例。2017 年军源农业科技与袁隆平团队合作。在江山市石门镇锯家岗村 380 亩垦造耕地上种植生产优质丹霞黑梗糯、丹霞香米等功能水稻，在坡改梯综合治理和提高粮食产量上获得很大成功。但是，该地块西高东低，西边 280 亩由峡口水库东干渠电力提水灌溉，东侧由东干渠自流灌溉。近三年军源农业科技每年花费电费 6 万多元。为满足农业科技创新需要，响应节能减排号召，军源农业科技如应用光伏扬水灌溉系统，安装太阳能光伏板 20 块，费用 12000 万元；逆变器 1 个，费用 230 元；太阳能水泵 1 个，费用 1000 元；蓄水池 1 处，费用 15000 元；管道等附属设施 21770 元；合计费用 5 万元。至第 5 年成本下降至 300%。

2.2 光伏扬水灌溉系统构成

图 1 为案例是江山市军源农业科技采用的光伏扬水灌溉系统结构图，图中的 1、9、10、7、11 分别为光伏智能处理组件、环境检测器、太阳能电池板、光伏吸收组件、反射镜，14、12、13、8、2 分别为固定件、立柱、支座、控制器、蓄电池，3、5、4、6 分别为逆变器、洒水装置、抽水泵、蓄电池。

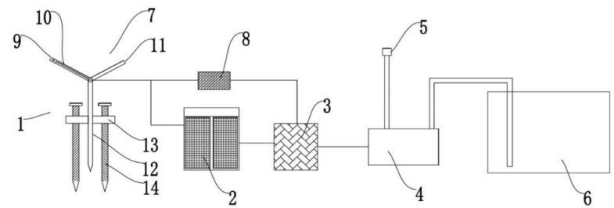


图 1 光伏扬水灌溉系统结构图

图 1 所示光伏扬水灌溉系统存在较为简单的结构和较高实用性，通过对反射镜和太阳能电池板间的角度进行智能调节，即可得到最大的太阳能吸收率。环境检测器由雨雪检测模块和光照检测模块组成，在系统中负责对雨雪情况和光照强度进行检测，如确定存在阴天状态的光照强度，洒水装置的喷洒量需要适当减少，反之则需要适当增加洒水装置的喷洒量。水泵转速调节以日照强度变化为依据，达到峰值的日照对应存在额定转速运行的水泵，日照较充足时存在处于最大功率点跟踪方式的调速运行，水泵在日照较低时低转速运行。如出现雨雪天气，环境检测器需要及时传递信息至系统，此时光伏扬水灌溉系统停止工作，这能够避免频繁变化的低速运行、满转、空转对系统正常运行及使用寿命造成危害；逆变器同样属于光伏扬水灌溉系统的核心工作部分，其能够在系统中将直流电向交流电转换，太阳能电池板能够在该组件的最大功率点跟踪功能支持下保持高效输出。

系统拥有变频启动功能、逆变功能、数字控制功能、最大功率点跟踪功能，在系统的变频启动功能支持下，可实现对驼峰电流现象的智能克服、尖峰电流的完全消除，逆变功能可满足三相交流电输出需要，数字控制功能可实现系统的无人值守、自动运行和保护，最大功率点跟踪功能可实现输出频率实时调节。抽水泵由三相交流电机驱动，可以从江河湖泊、深井等水源中提水并向储水设备注入，如蓄水池、水箱，也可以直接用以灌溉。

2.3 数据分析

2015 年，浙江省水利河口研究院把光伏提水灌溉模式作为在浙江省应用的研究课题，对光伏提水，电力提水和柴油提水作了成本对比。在此基础上，光伏扬水灌溉系统现已在军源农业科技得到良好应用，改善了原丘陵地区土地，对该光伏扬水灌溉系统土地整治数据整理，其扬程、输水距离分别为 101m、956m，出水量为 40m³/h，为提升光伏扬水灌溉系统综合效益，更好地整治丘陵土地，配套建设了 2000m³ 蓄水池，同时铺设输水管道、电缆分别 3776m、2166m，使光伏扬水灌溉系统的影响区域扩大至周边 1300 亩土地。相较于以往灌溉方式，光伏扬水灌溉系统以太阳能为驱动力，环保节能明显，并对当地丘陵土地进行改善优化，使土地情况更适宜种植农作物。在当地以往农业生产中，受限于丘陵土地条件而大规模种植低价值、低产、耐旱农作物，极大限制了当地农业发展，而

光伏扬水灌溉系统的应用改善了土地条件,经光伏扬水灌溉系统长期应用下,土地整治效果显著,现已能够种植高价值、高产农作物。

以光伏组件寿命对光伏扬水灌溉系统的使用寿命进行统一度量,按 155.5 万 m³总抽水量作为系统整个寿命周期的统一对比总条件,不考虑柴油运输费用,且假设水源地与高压线路间存在 1500m 直线距离,可确定存在表 1 所示的不同抽水系统成本及参数对比。

表 1 不同抽水系统成本及参数对比

提水系统	柴油机三相抽水系统	电力抽水系统	光伏扬水灌溉系统
功率/kW	5.5	5.5	8
购置成本/元	11525	31200	104600
运行成本/元	2514136	356370	50150
总抽水量/m ³	1555000	1555000	1555000
总成本/元	2525661	387570	154750
单位成本/元	1.624	0.249	0.995

2.4 效益分析

江山市军源农业科技案例表明,光伏扬水灌溉系统的应用效益主要体现在三个方面:第一,经济效益。在案例区域的光伏扬水灌溉系统应用中,其经济效益源于当地粮食产量的增加,结合近年来各地开展的同类实践可以发现,光伏扬水灌溉系统在实际应用中存在产出高、投入高、风险低、投资回收快等优势,具备较高的经济可行性。系统的应用能够实现灌溉保证率的有效提升,在土地质量等级提高、土地整治方面的表现较为出色,同时可做到农业增产、农民增收,在改善农业条件、促进经济发展方面同样能够发挥积极作用;第二,社会效益。一个区域的灌溉保证率可通过光伏扬水灌溉系统显著提升,对于很多偏远地区来说,当地灌溉条件能够实现质的飞跃,自主有效灌溉可在系统

支持下取代以往的靠天吃饭局面,农民的生产积极性也能够同时提升。为最大化光伏扬水灌溉系统效用,需在推广系统的过程中做好培训工作,同时聚焦农业新品种引进,依托先进的管理和技术手段,提升农业生产科学性,更好实现对财力、人力、物力的节约,这种示范作用在农业生产条件改善、现代农业发展推动、农业发展后劲增强、区内耕地质量持续提升、农业稳定发展等方面均能够得到直观体现;第三,生态效益。在实现对能源节约的同时,光伏扬水灌溉系统在降低污染物质排放方面的表现也较为出色,如降低烟尘、灰渣、二氧化硫、二氧化碳的排放量,这对区域生态系统优化、生态环境改善能够带来积极影响,同样需要得到各界重视。

3 结论

综上所述,光伏扬水灌溉系统能够较好满足土地整治需要。如在江山市范围内的垦造耕地上进行进一步应用,土地整治的效果将得到极大提升;当然,为更好开展土地整治,还需要当地政府主导,譬如出台补助惠农政策,成立专项扶助资金,补贴加大、设备成本控制、维保工作人员配备等方面内容,从而使土地整治能够在低碳节能前提下完成,助力乡村振兴。

[参考文献]

- [1]高林朝,谢毅,郝庆英.光伏发电扬水蓄能监测系统试验研究[J].河南科学,2020,38(8):1215-1221.
 - [2]徐政,李旭,陈锐坚.基于单相感应电泵的光伏扬水系统开发[J].太阳能学报,2018,39(2):529-535.
- 作者简介:陈丽月(1974.9—),女,毕业院校:西南交通大学,专业:土木工程专业,当前就职单位:江山市峡口水库管理中心,职位:渠道管理科科长,职称级别:高级工程师。