

# 我国沙漠地区光伏产业与生态治理分析

闻光辉

中国电建集团江西省水电工程局有限公司, 江西 南昌 330001

**[摘要]**我国沙漠地区有着丰富的光伏资源, 这无疑让其成为光伏产业极为重要的发展区域。不过, 该地区极端的气候条件、贫瘠的土地状况以及强劲的风沙情况, 给光伏项目带来了不小的生态方面的挑战。大规模开展光伏设施的建设工作, 有可能对沙漠中的植被、土壤以及局地气候造成负面的影响。所以说, 有必要采取行之有效的生态治理举措, 从而促使光伏产业能够和生态环境达成协调发展的良好局面。

**[关键词]**沙漠地区; 光伏产业; 生态治理

DOI: 10.33142/hst.v8i5.16492

中图分类号: X322

文献标识码: A

## Analysis of Photovoltaic Industry and Ecological Governance in Desert Areas of China

WEN Guanghui

PowerChina Jiangxi Hydropower Engineering Bureau Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330001, China

**Abstract:** Desert areas in China have abundant photovoltaic resources, which undoubtedly makes them an extremely important development area for the photovoltaic industry. However, the extreme climate conditions, barren land conditions, and strong sandstorms in the region have brought significant ecological challenges to photovoltaic projects. The large-scale construction of photovoltaic facilities is highly likely to have negative impacts on vegetation, soil, and local climate in the desert. Therefore, it is necessary to take effective ecological governance measures to promote the coordinated development of the photovoltaic industry and the ecological environment.

**Keywords:** desert areas; photovoltaic industry; ecological management

### 引言

全球能源转型不断推进, 光伏产业作为清洁能源的重要构成部分, 受到了诸多关注。我国沙漠地区有丰富的阳光资源, 是光伏发电较为理想的区域。不过, 沙漠生态环境比较脆弱, 而光伏产业又在快速发展, 这就出现了生态方面的矛盾。怎样在推动能源转型之时兼顾对沙漠生态的保护与修复, 已然变成一个需要迫切去解决的问题。本文会探讨沙漠地区光伏产业当下的发展状况、存在的生态问题以及相应的治理办法, 以此为可持续发展给予一定的参考。

### 1 我国沙漠地区概况与光伏产业发展现状

我国沙漠地区主要分布在西北干旱半干旱地带, 像内蒙古西部、甘肃中西部、宁夏北部、青海北部、新疆大部以及陕西北部等地, 总面积超过了 70 万平方公里, 占全国陆地面积的七分之一。这些地区日照时间长, 太阳辐射强度大, 是全球公认的太阳能开发“黄金地带”。塔克拉玛干沙漠、库布其沙漠、腾格里沙漠等沙漠的年均光照时长都超过了 3000 小时, 总辐射量普遍超过 6000 兆焦/平方米, 为大规模光伏发电提供了理想的条件。随着“碳达峰、碳中和”战略不断向前推进, 沙漠地区已然成为我国清洁能源发展极为关键的核心区域。自“西部大开发”以及“沙戈荒”光伏基地建设相关政策开始实施起, 便有不少超大型光伏项目相继在新疆哈密、青海格尔木、甘肃酒

泉等地成功落地生根, 进而逐步形成了以这些地区作为核心的光伏产业集群。这些项目一方面有力地推动了光伏装机容量不断增加, 另一方面也极大地带动了当地基础设施建设以及经济的发展进程。

不过, 沙漠地区光伏产业在拓展进程中同样面临着诸多挑战, 像是土地利用和生态保护之间存在矛盾、资源调度以及并网消纳方面存在难题, 还有就是极端环境会给设备稳定性带来影响等等这类问题。所以, 要推动光伏产业与生态保护实现协调的发展态势, 就需要在产业布局、技术创新以及治理机制等多个层面持续不断地加以优化, 朝着生态友好型、系统集成型以及智能协同型这样的发展方向去努力迈进。

### 2 沙漠地区光伏产业发展的生态问题分析

#### 2.1 生态环境对光伏产业的影响

沙漠地区特有的生态环境, 在给光伏产业带来丰富日照资源之际, 也对其可持续运转带来了颇为严苛的考验。其一, 该区域强风肆虐, 风沙时常出现, 且昼夜温差极大, 如此这般, 便会促使光伏组件表面尘土快速积聚起来, 进而大幅削减光电转换效率, 最终对整体发电效能以及经济效益产生不利影响。相关研究说明, 倘若不按时加以清洁, 积尘情况能够致使组件效率降低百分之十, 甚至比这还要多。其二, 沙漠地带水资源极为稀缺, 这无疑加大了清洗

维护工作的难度,对光伏电站的长期运营管理形成了限制。沙漠地区的地形地貌呈现出以流动性沙丘作为主要特点的状况,其地表结构较为松散,稳定性也较差,这无疑给光伏基础设施的建设工作以及稳固运行状态带来了诸多挑战。在某些特定的区域当中,季节性的沙尘暴极易引发诸如支架发生倾覆、线路出现破损等一系列问题,进而使得设施维护以及运维方面的成本得以增加。与此沙漠地表的反照率是比较高的,在高温且光照强度较强的情况下,容易产生局部组件出现热斑效应的现象,如此一来便会使设备老化的速度加快,导致使用寿命相应地缩短。沙漠地区的生物多样性相对来说是比较低的,不过其生态系统显得格外脆弱。倘若工程扰动的程度过大的话,要是没有合理的规划以及相应的生态保护举措,那么就很容易使得原有的微生态格局出现失衡的情况,进而诱发土地退化这一状况,同时还会让沙化的程度变得更加严重等一系列的次生生态风险。所以说,要切实深入地去理解生态环境给光伏产业所带来的影响,这不但是实现该产业绿色发展的一个必要前提,而且还是推动构建“光伏+生态”这种协同治理模式的重要关键所在。

## 2.2 光伏产业对生态环境的反作用

光伏产业于沙漠地区迅速发展,虽说有清洁能源的优势,然而其给生态环境带来的负面影响不能被忽视。大规模的光伏项目在建设的时候,常常会开展土地平整、道路修建以及基础桩设置等相关工程活动,如此一来就很容易对原始的地表结构造成破坏,让土壤表层受到扰动,进而改变微地形的格局,使得地表风蚀情况加重,水土流失问题也愈发严重。特别是在生态本就脆弱的沙地系统当中,这类人为干预极有可能引发局地出现沙化反弹以及土地退化的风险。光伏板在铺设的时候,多多少少会改变区域的能量交换状况以及地表的辐射特性。当组件把阳光给遮挡住了以后,局地的温度、湿度还有风速都会出现变化,进而形成所谓的“光伏热岛效应”。这一效应会对原本就存在的植物生长微环境造成干扰,尤其在板下的区域,由于光照不够充足,并且水分也发生了重新分布的情况,所以很容易使得地表的植被出现退化乃至彻底消失的现象,最终对土壤的固结情况以及生态系统的稳定性都产生影响。部分光伏建设时,生态治理和施工没同步,生态补偿机制也滞后,这加剧了生境连通性被割裂的程度,给原有野生动植物种群的栖息造成了障碍。有些项目在板间区域没有做好绿化,就容易变成“黑地面”结构,使得生态修复成本不断升高。所以,光伏产业得高度关注它可能给生态系统带来的连锁负效应,加强全过程生态评估以及绿色设计理念,达成从能源开发到生态共生的转型。

## 2.3 光伏设施运行对局地小气候的影响

光伏设施于沙漠地区开展运行活动,其产生的影响是多方面的。它促使能源结构发生了改变;在物理层面,它

还给局地小气候带来了颇为显著的影响。具体而言,大面积的光伏组件在铺设之后,地表的能量吸收以及反射模式都出现了变化。光伏板在吸收太阳辐射并将其转化为电能的过程中,会有一部分能量以热量的形式释放出来,如此一来,便使得组件周边的温度有所升高,进而形成了类似于城市热岛那样的“光伏热岛效应”。这种现象在白天的时候表现得尤为突出,局地的地表温度能够比未进行建设的区域高出 $2^{\circ}\text{C}$ 以上,并且还会进一步对空气对流的强度以及热力环流的结构产生改变作用。光伏板对阳光进行遮挡,使得其下方以及邻近区域的光照强度出现明显下滑的情况,进而使得地表蒸发速率以及土壤温度都降低了,最终对局部的水热条件产生了影响。虽说这一变化能够在某种程度上对蒸发所造成的水分损失起到一定的抑制作用,对于土壤水分的积累是有利的,然而与此它也有可能让植物的光合作用效率变弱,对自然植被的恢复形成限制,在降水较少的沙漠生态系统当中,这种影响表现得更为显著。光伏设施给风速以及风向带来的干扰,使得地表风场结构发生了改变。其组件阵列对于近地层气流有削弱的作用,这一作用让风蚀的过程变得缓慢起来,对于抑制沙尘再次悬浮以及移动是有帮助的,然而与此它也有可能对种子传播还有气溶胶交换这类生态过程产生影响。局部小气候结构出现了变化,虽说不一定能造成宏观气候方面的异变,可是对于生态系统所具有的稳定性以及它的重建路径而言,却有着颇为深远的影响。所以说,在沙漠光伏开展开发工作的过程当中,应当着重关注设施针对局地小气候所起到的调控作用,要科学且严谨地去评估其生态适应性的边界所在,以此来为达成能源开发跟生态保护二者协同发展的目标给予相应的理论依据。

## 3 沙漠地区光伏生态治理措施与模式

### 3.1 光伏项目沙地整地与地貌稳定技术

在沙漠地区开展光伏项目相关建设工作时,沙地地貌所具有的不稳定性无疑是一项极为关键的挑战因素,所以具备科学性的整地以及能够实现地貌稳定的各项技术,便成了确保该工程可以持续向前推进的重要前提条件。沙地整地一方面要契合光伏组件布设时对于工程平整度方面的要求,另一方面还得充分顾及对原有地形结构加以保护的需求以及维持微生态格局的需要,防止因大面积的扰动而引发次生沙化方面的风险情况出现。在实际的操作实践当中,往往会遵循“微扰动”的原则来开展相关工作,借助定向清障、采用低强度的压实方式以及保留局部的高差等手段,从而在保持地形整体基本完整无缺的状态下达成满足设备安装所需条件的目的<sup>[1]</sup>。为了提升地貌的稳定性,工程往往会辅助运用防风固沙方面的技术,进而构建起“工程+生态”这样的复合支撑体系。比如说,在开展基础施工的区域预先铺设能够被生物降解的网或者纤维毡,如此一来便能有效地对沙粒的流动起到抑制作用;与

此还会配合着去撒播那些适宜在当地生长的草本植物种子,借助自然气候条件来推动板间生态得以恢复。就高频风沙通道而言,还能够采用格栅结构、对地表进行糙面处理等办法来提高风蚀阈值,以此减缓沙丘迁移的速度,让地貌的抵抗力得以增强。像遥感测绘以及数字地形建模这类新兴技术手段在实际应用当中,能够让施工之前针对地貌展开的分析变得更加精确了。如此一来,便更有助于依据实际地理情况去制定有关整地还有保持稳定的方案。把工程技术同生态理念加以整合,进而构建起能够契合沙漠地质特性的那种低扰动整地体系。如此既能保障光伏设施可以长时间安全地运转下去,同时也给后续开展生态修复工作创造出了较为有利的条件,从而切实达成资源开发和生态保护之间的协同平衡状态。

### 3.2 外围锁边林带建设与风沙防护

在沙漠地区开展光伏开发工作的时候,外围锁边林带的构建在其中占据着极为重要的地位。它不但是生态防护方面极为关键的一个环节,而且还是能够保障光伏系统可以长期且稳定地运行的一道重要屏障。要知道,沙漠地区的风蚀情况是比较强烈的,并且流动沙丘的活动也十分频繁。要是没有有效的阻隔措施,那么风沙就很容易对光伏的基础结构造成侵蚀,甚至还会将其给覆盖住,进而使得设备的效率出现下降的情况,同时维护成本也会随之增加。而锁边林带作为一道防线,它有着削弱风速、拦截移动沙源以及稳定边缘地貌等多种多样的生态功能。林带建设需依据当地实际情况来挑选树种,要选那些能抗旱、耐得住风蚀且根系比较发达的乡土树种,比如梭梭、红柳、沙拐枣这类,进而构建起乔木、灌木以及草本相互结合的种植模式,以此提升系统所拥有的生物多样性以及生态方面的稳定性<sup>[2]</sup>。其具体布局方式能够采用“带状加上网状”的形式,在项目的边缘处打造出一个闭合的防护圈,并且还能够在朝外不断辐射开去,进而形成一个风沙减速的梯度,如此便能有效地减轻因风力突然发生变化而给项目边界所带来的侵蚀影响。锁边林带在建设的时候,要把土壤改良、水分保持以及滴灌这类水资源高效利用的技术一起协同推进起来,通过这样去做,能够提升植物的成活率,也能让其持续覆盖的能力得以提高。在某些地区,已经开始尝试把污水处理之后回用或者是利用光伏发电来供水,然后把这些和林带灌溉系统相互结合起来,进而形成一个生态跟能源联动的系统,以此来促使资源利用的效率得到

提升。

### 3.3 草方格固沙技术

草方格技术是利用废弃的麦草呈方格状铺在沙上,再用铁锹轧进沙中,留麦草的 1/3 或 1/2 自然竖立四边,然后将方格中心的沙子拨向四周麦草根,使麦草牢牢地竖立在沙地上。随着技术的发展,研究发现聚乳酸纤维(poly-lactic acid)PLA、尼龙网等材料同样具有较好的防护效果<sup>[3]</sup>。以往研究表明,1m×1m、1.5m×1.5m、2m×2m 草方格防沙效果均显著,但考虑成本及防护效益 1m×1m 草方格为最优尺寸,且出露高度在 0.15~0.20m,间距为 0.81~1.08m 时,草方格能够适应流沙环境。因为在当地沙料和风速情况下,沙子被风吹起的移动的距离大约为 1m。“草方格”高出地面 10~20cm,把格内的沙料正好拦住,使其不能跳到另一个格内,起到固沙作用。植物种子被风吹动,在“草方格”的麦草桩边停留、扎根、生长,后来他们形成了新的活体材料“草方格”,替代了将在数年后自然消亡的干草“草方格”。

## 4 结语

沙漠地区光伏产业的发展面临着生态环境以及资源利用方面的双重挑战。借助科学的生态治理举措,比如沙地整地、锁边林带建设还有植物固沙等办法,能够切实有效地缓解光伏产业给生态环境所带来的负面作用,达成产业和生态的和谐共存状态。在往后的日子当中,伴随技术不断取得进展以及管理持续得到优化,光伏产业会在沙漠地区的可持续发展进程里起到极为关键的作用,并且会为绿色能源转型以及生态文明建设做出颇为重要的贡献。

### [参考文献]

- [1]尚小伟,武文一,卫建军,等.我国沙漠地区光伏产业与生态治理分析[J].绿色科技,2024,26(4):27-33.
  - [2]常曼,张鹏.在“三地一区”风光基地开发中推广“新能源+生态治理”模式[J].水电与新能源,2024,38(10):44-46.
  - [3]吴阿龙,邓友生,董晨辉,等.沙漠地区经济建设与生态治理研究[J].环境科学与管理,2024,49(3):168-173.
- 作者简介: 闻光辉(1977—),男,民族:汉,籍贯:江苏省扬州市江都区,现职称:工程师(机电),现职务:副总工程师,毕业院校及专业:1999年06月毕业于武汉水利电力大学,电力系统及其自动化专业,最高学历:本科,现主要从事的工作或研究的方向:清洁能源。