

# 光伏电站建设对沙区生态环境的影响

谢国华

国能(海北刚察)新能源开发有限公司 青海海北州 812300

**摘要:** 本文研究荒漠地区光伏电站工程选择、工程筹划、管理及生态化工程等问题,旨在为建立光伏电站技术与生态建设相结合的产业可持续发展提供借鉴。通过对大量文献归纳整理及相关课题研究,分析光伏电站工程建设期和运营期对土地、植物、天气、动物及细菌等生态综合因子的影响,指出现有光伏电站在生态化建设方面存在的不足之处,并对光伏电站未来的应用前景和发展方向进行预测。光伏电站工程项目建成期会对站内植物资源和大气环境产生一定短期的影响。而在实际运营阶段,由于光伏阵列的阻风固沙与遮阴增湿作用及其人工管护,将促使电站内的植被修复、土壤改良,沙区局地小气候环境的明显改善。今后,应该研究光伏电站对生态的危害机理,并提出更具体的防控举措,以提高地区生态平衡,实现光伏发电事业与生态的良好和谐发展。

**关键词:** 光伏电站;沙区;生态环境

## Influence of photovoltaic power station construction on ecological environment in sandy area

Guohua Xie

National Energy (Haibei Gangcha) New Energy Development Co., Ltd., Gangcha County, Haibei Prefecture, Qinghai Province 812300

**Abstract:** This paper studies the project selection, project planning, management, and ecological engineering of photovoltaic power stations in desert areas to provide a reference for the establishment of industrial sustainable development combining photovoltaic technology and ecological construction. By summarizing and sorting out a large number of documents and studying related topics, this paper analyzes the impact of the construction period and operation period of the PV power station project on the comprehensive ecological factors such as land, plants, weather, animals, and bacteria, points out the shortcomings of the existing PV power stations in the ecological construction, and forecasts the future application prospect and development direction of the PV power stations. The completion period of the power station project will have a certain short-term impact on the plant resources and atmospheric environment in the station. In the actual operation stage, due to the wind-blocking and sand fixation, shading, and humidification of the photoelectric array and its artificial management, it will promote vegetation restoration and soil improvement in the power grid and significantly improve the local microclimate environment in the sand area. In the future, we should study the damage mechanism of photovoltaic power stations to the ecology and put forward more specific prevention and control measures to improve the regional ecological balance and realize the good and harmonious development of photovoltaic power generation and ecology.

**Keywords:** photovoltaic power station; Sand area; ecological environment

### 引言:

光伏发电科技是指基于光生伏特效应机理,通过使用太阳能电池将阳光能量直接转换为电能的一项工程技术,具备了清洁性、永续性和取用简单等优点。自从一九六九年,世界上首个太阳能发电厂在法国建成后,

太阳能光伏发电科技与行业在世界各地快速发展,并形成了前景最广阔的一个环保型电力产品。同时,大规模并网式光伏发电科技已作为当今该产业发展的主导方向。经过翻阅了大量有关文献资料,我们可以看到目前关于光伏产业的主要研究成果都仅考察其经济产出,而鲜有

关于光伏产品的生态化危害和经济效益研究。尽管光伏产品正在向荒漠、戈壁等地带加速发展，但若对其所产生的生态效果认识还不够，则会对我国光伏行业的进一步蓬勃发展形成重大负面影响。如能厘清光伏产业对荒漠、戈壁等区域的生态建设意义，即对荒漠、戈壁地区光伏产业的建成将如何产生明显的生态建设效果？有何特殊生态建设含义？其对动植物、水土、气象、哺乳动物和细菌等有什么正面生态建设因素和消极生态建设因素？基于此，本章将经过对大批文章的精炼汇总和有关课题研讨等工作，剖析当前光伏电站建成期和运作期对自然环境的影响<sup>[1]</sup>。

## 一、光伏电站对土壤的影响

### 1. 对土壤抗蚀性的影响

我国光伏电站主要集中分布于中国西北地区，戈壁、沙漠等典型的生态脆弱地区。区内植物数量稀少、土地水肥供应不足、植物生产力偏低、原始生态保护非常薄弱等。但在地区光伏电站工程建设中，由于人为活动的干扰必然会强化对土壤中原生结构和植物的损伤影响，从而增加了地表风蚀效应，并对地区生态的安全稳定形成了影响。

光伏电站对土地耐蚀性的影响，主要集中于在施工期中太阳能光伏发电装置用地的平整、太阳能光伏发电系统阵列基础的施工、道路体系的建设和升压场区的现场平整等作业中。另外，由于光伏电站的建造过程必须大幅度采伐影响地面运输设备、遮挡太阳能光电阵列等部分的植物，从而造成土壤暴露，并形成大量松散土方石，极易产生土壤侵蚀。光伏电站项目将打破该地区长年沉积的土壤地表结皮，导致水土流失和地表扬尘，甚至产生风沙。进入工程执行阶段，各种具备生态保护作用的工程建设与植物保护项目将得以实施，水土流失进入较为平衡阶段。另外，太阳能电池板存在一定的遮蔽效果，大规模的太阳能光伏发电装置阵列可以降低地表强度，减少土壤地表输沙量，同时提高地表粗糙度，此时水土流失会明显下降<sup>[2]</sup>。

### 2. 对土壤理化性质的影响

光伏电站在建设过程中，由于受到机器设备碾压、人力踩踏、混凝土体的翻整，或被堆放在地表下等各种人原因的影响会使土壤板结，肥力显著下降，导致建设区域内动植物的正常生活条件遭到毁坏，自然重要性下降，从而使得该建设区域内动植物群体种类构成和分布规律性出现了变化，从而影响其土地特征。总的来说，光伏电站建设运营可在一定意义上促进土地理化特征的

改善和生物多样性的提高。

### 3. 对土壤温度的影响

高晓清教授等对格尔木沙漠区光伏发电厂土地温度变化做了近一整年的观察后得出，站内和站外土地气温日、月变化值均相同，在十厘米的土地浅层，站内土地气温日较差值显著小于站外，表明光伏发电系统中存在着绝热保温效果；在冬季，利用光伏电站作为冷源，虽然站外5—180cm的各层土地气温都显著高于站内，但实际上全站各层土地气温的较差值都超过了站外。

## 二、光伏电站对植物的影响

光伏电站建设对植被的危害一共包括了两个过程：施工期和营运阶段。在光伏电站建设施工阶段，必须对入站地块的平整以及对光伏组件支架结构和配电室等基础材料的浇筑，使原有植被受到了一定程度的损伤。在施工阶段施工量相对较小，其植物危害也会随着施工的完成而逐渐减弱，施工完成后次年就可以进行植物修复。而在光伏电站建设阶段，短时间内虽能导致一些生物的数量下降，却又无法让这些生物在一定区域内绝对的消失。在光伏电站运作期内，人为干扰已经大大减少了，而大型的太阳能设施也有助于维持植物免遭阳光和风力的影响，而经常冲洗太阳能光伏板的水流也能够帮助为植株提供发育所需要的水分，为耐荫性植株的发育创造了条件。而实验结果表明，光伏电站内的植被类型多样化主要体现在：无遮阴\遮阴\电站附近，说明了光伏电站可以大大增加了该地区的植物覆盖面，也可以改变了脆弱的自然环境。另外，植物生长还能够降低风尘对光伏板发电设备的损坏和影响<sup>[3]</sup>。

光伏电站对植物生长的影响，主要表现在：太阳能电池板对风和阳光的遮蔽效果。荒漠化区域通过大面积光伏组件的布设，可以提高地表粗糙度，减少风速并且降低了植被的水分蒸发，进而使当的植被良好地生长，从而发挥抗风固沙和绿化的功能。例如，翟波等人探讨了光伏电站下赖草群落特征和多样性之间的关系，对每块电板下根据光照强度和土壤含水量状况的不同，分析结果表明电板下一级的植物多样性指标总体上较差，而Pielou的均衡化指标也显示了电板下级的植物数量并不如电板前檐和后檐，其中以电板前檐的变化最大，达到了零点八六。光伏技术电板的架设改善了草本植物种类分布，降低了草原上自然植物的生物多样性。另外，由于风力也会使草本植物的叶子倾角发生变化，从而致使早熟期叶面积指数下降。在风力的持续影响下，有些植株的叶片表面层也会遭到剥蚀，羧化酶的含量也受影响，

从而影响光合作用。强风也会直接影响植被附近的相应气温和相对湿度。光伏阵列减少了电站内的风力,提高了空气相对湿度,也就给植被生长发育创造了优越的生态环境,同样也实现了与自然生长环境兼顾治沙的良性循环。不过,也因为太阳能电池板对阳光的遮挡效果强,使板下气温较低,因而压抑了绿色植物进行光合作用,使植被的生长发育更加迟缓。

### 三、光伏电站对局地小气候的影响

#### 1. 对地表太阳辐射的影响

光伏阵列可以将部分太阳光转化为能量,从而改善了局地地表能源分配,但可能会对大规模光伏电站局地和附近的太阳辐射,乃至天气条件形成负面影响。常兆丰等人运用了河西走廊的天气资料和民勤沙区的光照观察资料及其植被观察资料,分别做了探索性分析。计算结果说明,1m<sup>2</sup>的光伏电池板所转化的太阳光约等于民勤沙区260.75m<sup>2</sup>荒漠植被所使用的太阳光。光伏电站建成后,将大规模的太阳能电池板覆在了地球表面,彻底改变了原来地表形状,并将太阳光直接转换成能量,从而大大减少了地表的阳光直接照射时间,将对地表辐射平衡形成直接影响,在光伏电站内将产生小气候变化,对附近局地天气形成重大影响。Taha通过对美国洛杉矶地区的天气模拟分析,以此来评价对光伏电站的大气影响。Turney等人研究了对光伏电站在美国整个存在过程的影响。Barron-Gafford等人对美国大规模建筑光电系统所产生的城市热岛影响开展了大量工作。Fthenakis等对美国的大型光伏电站的温度场资料开展了模拟分析,并与美国实际的温度场资料开展了对比。另外,据杨丽薇等人实验表明,到站日的平均反照率为0.19,站外则为0.26,到站日的平均净照射显著大于站外。光伏电站在夜间有防火功能,而在白天有减压功能,因此光伏电站也是一种能源汇。而因太阳能光伏发电系统阵列的部分辐射能转化为能量输出,而使得电厂内地表气温低于了电厂外<sup>[4]</sup>。

#### 2. 对大气热力平衡的影响

地球表面热力不均衡,是生成压力梯度进而成为风的主要力量源。沙区多风,且很大的沙面暴露;而压力梯度越大时,其风力越大,这也是造成我国西北每年春季沙尘暴频繁的一种主要因素。当每年春季地面温度回升时,由于沙面把大量的太阳辐射反射到近地面空气中,空气受热而膨胀,并向前运动,压力逐渐减小,与每年春季向西传播的西伯利亚高压冷空气生成了明显的压力梯度关系。当风袭击干燥而暴露的沙面时吹起了

沙灰尘,从而生成沙灰尘或风砂流。风又是沙灰尘的主要力量源,而近地面空气环境的热力不平衡又是风的主要力量源。因此太阳能光伏发电技术又可以转变为和消耗了荒漠区灰尘暴和风砂流的主要动能源,从而降低了灰尘暴的发生。光电子技术的电板支撑器还能改善气体方向,减少风力,从而得到相当于沙障的挡风阻沙效果。

#### 3. 对大气温湿度的影响

空气湿度是表示某个区域气候环境的主要参数。在夏季晴朗的气候条件下,对光伏电站产生了增温减湿的负面影响,从而产生了热岛效应。学者高晓清等人使用了格尔木大型光伏电站内部的空气湿度监测资料,通过对比电站内部温度和空气相对湿度的日变化和月变动特性,解析了产生光伏电站内部空气湿度差别的主要因素。研究结果表明,由于太阳能电池板的导热效应,使其加热气流效果明显超过了光伏发电板的遮阳冷却效果,使春、夏、秋季日间到站2m高度处的温度均明显高于站外,与夏季差值也达到了最大;但在四季夜晚,到站2m高度处的温度却均高于站外,这或许也与光伏发电板对近地土壤层的保温效果直接相关,仍有待于进一步深入研究。同时,在四季当中,但其中秋、冬季差别很大,这或许也和冬、夏季温差对太阳能电池板光电转换效率的直接影响相关。在夜晚,太阳能光伏发电系统阵列产生了绝热保温性能的效果,使到站昼夜温差显著降低,对于控制风成的产生有着非常关键的意义。另外,光伏电站对局部的小气候还产生了降温增湿的效果<sup>[5]</sup>。

#### 四、光伏电站对动物和微生物的影响

光伏电站建设期对太阳能光伏发电系统现场的平整、太阳能光伏发电系统阵列基地的施工、道路体系的建设、和升压站区的现场平整等工作环节,造成土层地表暴露,并形成了大量松散土方石,极易产生土壤侵蚀现象。而土壤侵蚀过程又可以直接影响土地养分在坡表面的空间分配和土壤结构,并通过影响土壤物理性质,从而改善了土壤微生物种群的繁殖环境和养分的浓度,进而影响了土地微生物的繁殖。另外,由于项目进行阶段受到爆破等建筑活动的影响,园区内的野生动物会遭受惊吓等负面影响,而随着工程建设的完成这些负面影响也将得到减少。因此光伏电站对动物的环境影响研究主要重点表现在鸟类迁移等活动中,对其他哺乳动物以及土壤微生物的影响相对较小。

#### 五、结论

1. 在光伏电站建设期大规模毁坏了长年造成的土壤地表结皮,造成了大批松散土石方工程堆、土壤地表结

构暴露,极易产生土地流失和风力腐蚀扬尘等,是造成土壤侵蚀问题的重点阶段。在经营期内,由于植物自然复苏、人工绿化和管护对站内土地产生一定的修复效果。

2.在沙区光伏电站建设后期,短期内会对全站动植物群落产生不利影响,但从长远来看,会促进耐荫植被的发展,增加生物多样性,改变沙区脆弱的自然环境。光伏阵列的挡风、固沙、遮阳和增湿效果可以显著提高电网的工厂覆盖率,从而改变脆弱的环境区域。此外,在电网的选择上,尽量选择植被较少的流动沙丘区和0.5固定沙丘区,还应充分考虑风蚀和沙埋积对电网正常运行和保护的影响。

3.大规模铺设的光伏板将吸收大量阳光并将其转化为电能,从而减少土壤表面的大部分阳光直射,并可转化为沙尘暴和风流的主要动力源并消耗。同时,太阳能光伏发电系统阵列可以产生类似于高垂直机械沙障的风沙阻挡效果,可以控制和降低风沙的频率和强度。此外,光伏电站对当地小气候有冷却和增湿作用。因此,以往的科学研究主要依靠模型模拟,侧重于温度场的理论研究,而对内辐射影响特性的检测和分析相对较少。由于

光伏电站的正常运行对局部辐射的稳定性有很大影响,未来的科学研究也将重点关注光伏电站内部辐射特性的差异。

4.在项目实施过程中,由于爆破等施工活动的影响,该区域的野生动物(主要是鸟类)将遭受影响,随着建筑施工的完成,这些危害将减少。一般来说,光伏电站对动物和土壤微生物的危害很小。

#### 参考文献:

[1]张金萍.浅谈互助县并网光伏电站建设使用林地对生态环境的影响[J].农家参谋.2019(12).

[2]王喜君.甘肃河西走廊光伏电站建设生态环境保护对策研究[J].水资源开发与管理.2019(03).

[3]程硕,张体强.光伏电站全生命周期固体废物污染控制研究[J].电世界.2021(12).

[4]李芬,杨勇,赵晋斌,陈正洪,高晓清,申彦波.光伏电站建设运行对气候环境的能量影响[J].气象科技进展.2019(02).

[5]张彬.存量光伏电站提质增效方案浅析[J].中国电力企业管理.2021(33).