

我国北方地区光伏发电项目环境影响浅析

张亚男¹, 贝新宇²

¹生态环境部核与辐射安全中心, 北京

²核工业北京地质研究院, 北京

Email: ynzhang123@126.com

收稿日期: 2021年4月26日; 录用日期: 2021年5月27日; 发布日期: 2021年6月3日

摘要

光伏发电是新能源应用的重要方面, 近年来建设规模日益增加, 其对环境产生的影响不容忽视。本文以我国北方地区典型光伏发电项目为例, 梳理项目组成特点, 分析项目建设和运行潜在环境影响因素, 在此基础上对光伏项目可能产生的环境影进行系统分析, 并提出针对性保护措施, 对北方地区类似项目实施具有指导借鉴意义。

关键词

北方地区, 光伏发电, 环境影响, 特征

Analysis on Environmental Impact of Photovoltaic Power Station Projects in North China

Ya'nan Zhang¹, Xinyu Bei²

¹Nuclear and Radiation Safety Center, Beijing

²Beijing Research Institute of Uranium Geology, Beijing

Email: ynzhang123@126.com

Received: Apr. 26th, 2021; accepted: May 27th, 2021; published: Jun. 3rd, 2021

Abstract

Photovoltaic power station is an important aspect of new energy applications. In recent years, the

scale of construction has been increasing, and the impact on environment cannot be ignored. This paper takes a typical photovoltaic power station project in northern region as an example, sorts out the characteristics of the project composition, and analyzes the potential environmental impact factors during construction and operation. On this basis, the possible environmental impacts of the photovoltaic project are systematically analyzed, and targeted protection measures are proposed, which have significant reference for the implementation of similar projects.

Keywords

Northern Region, Photovoltaic Power Station, Environmental Impact, Characteristics

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着全球化石能源消耗量不断增加, 温室效应日益严重。调整优化能源结构, 积极发展风电、水电、光伏发电等清洁能源, 是实现我国 2060 年“碳中和”目标的重要技术选择。光伏电站提供能源的同时, 不排放烟尘、二氧化硫、氮氧化物和其他有害物质[1], 是极具发展前景的新能源技术。2005 年《可再生能源法》颁布以后, 对于光伏市场产生了积极影响[2], 各地均在努力发展光伏应用。

以光伏为代表的可再生能源, 并不是“绝对的”清洁能源, 其产业链的部分环节对环境产生一定负面影响[3], 随着光伏发电项目投资建设规模日益增加, 其对环境产生的影响逐步成为公众关注的焦点。李丽珍[4]、朱林[5]、郭丹[6]等学者的相关研究表明, 光伏电站建设会对局部生态环境等产生影响, 并指出光伏发电项目环境影响主要关注因子为生态、固废、噪声等。本文以北方地区典型光伏发电项目为例, 讨论了可能产生的环境影响并提出针对性措施。

2. 项目组成

2.1. 工艺简述

本光伏发电项目所在区域太阳能资源丰富, 年辐射值 5040~5400 MJ/m², 大部分地区年日照时数 2000~2400 h, 属于我国太阳能资源 B 类丰富区[7]。

光伏电场设计建设 66 个光伏阵列, 每个光伏阵列设置一座 35 kV 箱变。光伏组件产生的直流电经逆变后接入箱式变压器升压至 35 kV, 再经 35 kV 集电线路并联后, 以 6 回 35 kV 线路接入配套新建的 110 kV 升压站, 是典型光伏发电项目, 发电系统示意图见图 1。

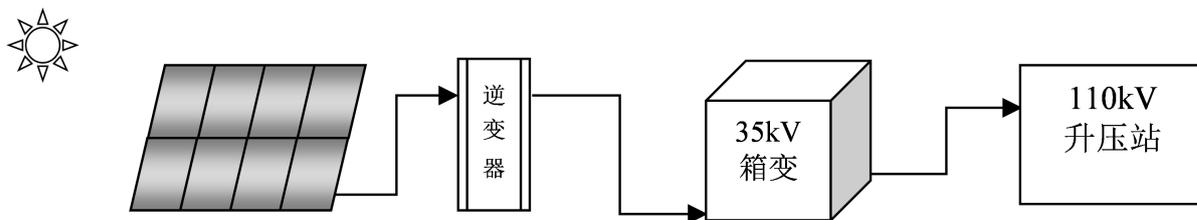


Figure 1. Schematic diagram of a typical photovoltaic power generation system

图 1. 典型光伏发电系统示意图

2.2. 工程内容

本项目光伏发电工程容量 100 MWp, 服务年限 25 年, 平均年发电量 141 万 kW·h。由主体工程、辅助工程、公用工程等组成。

1) 主体工程

主体工程包括光伏阵列、逆变系统、箱变系统、110 kV 升压站等。总装机容量 100 MW, 共布置 66 个光伏阵列, 66 台箱变。

将光伏组件竖向排列, 排成 2 行 11 列, 串联成一个光伏组串, 排列方案见图 2。每个光伏阵列接入 1 座箱式变压器升压至 35 kV, 每个阵列布置 23 台 75 kW 组串式逆变器。

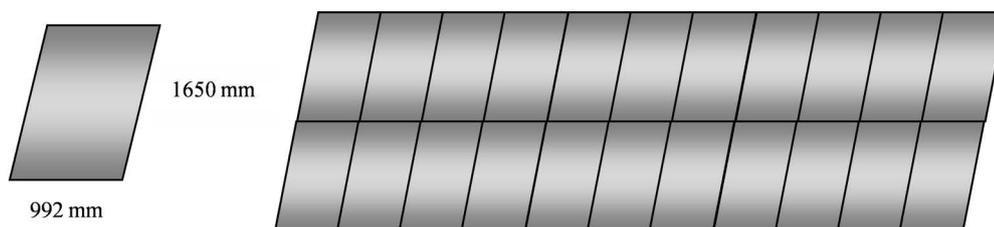


Figure 2. PV string arrangement scheme

图 2. 光伏组串排列方案

2) 辅助工程

辅助工程包括道路工程、集电线路。道路工程包括进场道路和场内道路。进场道路利用原有乡道; 场内道路总长 25.5 km, 在太阳能板间设简易人行道。集电线路包括 35 kV 集电线路和 110 kV 集电线路。

3) 公用工程

公用工程主要为供水、供电、供暖。本光伏发电项目施工期用水、运营期办公人员生活用水和光伏组件清洗水均外购; 供电引接附近电网, 并自备柴油发电机; 值班人员取暖采用电加热器和空调采暖。

3. 周边环境

3.1. 环境概况

本项目位于北方某省农村地区, 属于剥蚀中山 - 黄土丘陵区, 地形有一定的起伏, 海拔 900~1700 m。项目所在区域属温带大陆性气候, 是寒温干燥区和寒温半干燥区, 年平均气温 7.3℃、年平均降水量 518.3 mm。光伏电站评价区内未发现国家和省级重点野生动物, 没有需要特殊保护的野生动物分布区。

3.2. 环境质量

本项目位于农村地区, 人烟稀少, 周边无大型工矿企业, 环境空气质量较好, 区域声环境满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) [8]中 1 类标准限值要求。本项目占地类型为其他草地, 植被全部为白羊草蒿类草丛, 以中度侵蚀为主。

4. 污染源分析

4.1. 施工期

典型光伏发电项目主要施工工序包括太阳能光伏组件和逆变器的安装, 汇流箱和箱式变电站、铁塔基础开挖、混凝土浇筑, 配电装置安装、电缆敷设, 线路架设、道路修筑等。施工期工艺流程及产污环节见图 3。

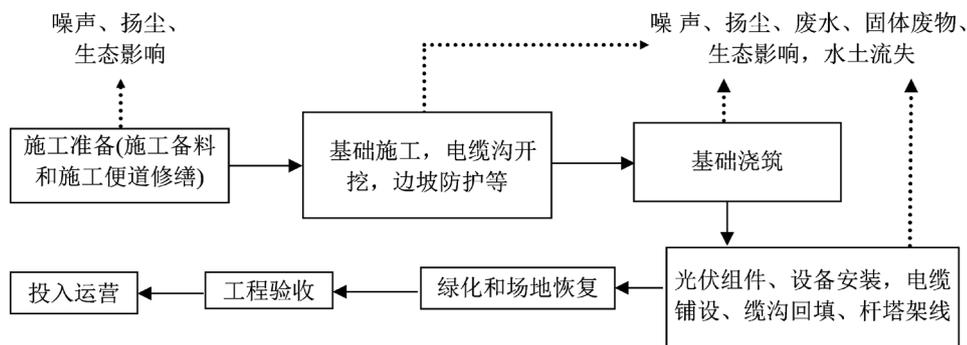


Figure 3. Schematic diagram of photovoltaic power station construction process and environmental impact links

图 3. 光伏电站施工工艺流程及环境影响环节示意图

由图 3 可知, 光伏电站在施工准备阶段会产生一定扬尘和噪声; 进入正式施工后, 在基础开挖、基础浇筑、设备安装、电缆铺设等环节主要产生扬尘、施工废水、噪声等影响, 并会对施工现场及周边造成一定程度水土流失、植被破坏等生态影响。具体分析如下。

施工期大气污染主要是施工期道路修筑、基础开挖、物料运输产生的短期扬尘和运输车辆、柴油发电机燃油产生的废气; 通过物料苫盖、洒水抑尘、封闭车厢运输等方式降低扬尘影响, 通过加强施工机械保养、燃用符合标准的油品等方式降低燃油废气影响。废水主要是施工废水和营地生活污水; 沉淀后全部回用, 不外排。通过集中安排高噪声施工、机械选型采用低噪声设备、设置操作间或建立隔声屏障等方式, 减小噪声影响。固体废物主要是施工渣土和生活垃圾, 全部送环卫部门指定地点处理[9]。土石方开挖对地表植被造成破坏, 引起土壤侵蚀及水土流失。

光伏电站建设项目施工期废气、废水和噪声对环境产生影响较小, 且都是暂时的, 随着施工结束而自然消除。施工过程对生态环境产生一定影响, 在采取植被恢复措施后, 生态环境能够得到恢复和改善。

4.2. 运营期

通过光伏阵列将光能转化为电能, 经逆变器将直流电转换为交流电[10]。每个阵列连接 1 座 35 kV 箱式变压器, 组成阵列 - 箱变单元接线, 将阵列逆变组件输出的电压升至 35 kV。将箱变经 35 kV 电缆集电线路送至 110 kV 升压站。运营期工艺流程及产污环节见图 4。

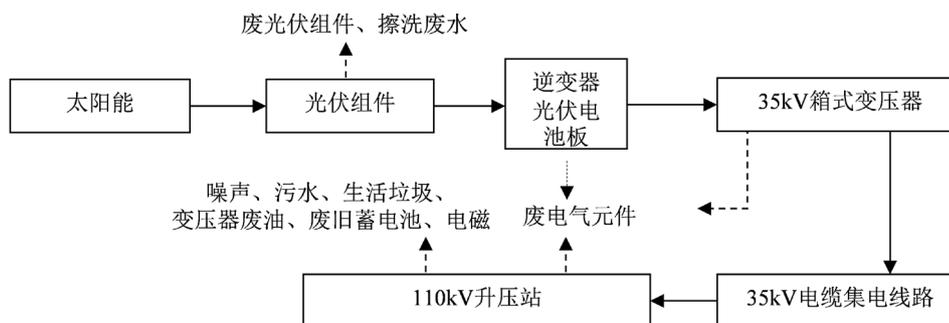


Figure 4. Schematic diagram of photovoltaic power plant operation process and environmental impact links

图 4. 光伏电站运营工艺流程及环境影响环节示意图

光伏电站运营期无废气产生。废水主要为值班人员生活污水和光伏组件擦洗废水, 生活污水经化粪池处理, 定期清掏; 擦洗废水不加洗涤剂, 水质成分简单, 用于场内草地绿化。噪声源主要是 35 kV 箱式变压器, 主变进行基础减振后, 可确保厂界噪声达标。固体废物包括故障光伏组件、废电气元件、废

旧蓄电池、变压器检修废油、生活垃圾。经类比监测, 电磁影响满足标准规范要求。此外, 光伏电站运营期还需关注光污染影响。

4.3. 服务期满

服务期满后, 光伏电站需进行一系列拆除操作, 此阶段环境影响仍需关注。主要包括光伏阵列拆除、逆变器设备及建筑基础拆除、箱式变压器设备及基础拆除、集电线路的拆除等。

该阶段重点关注固体废物, 包括报废的光伏组件和管件、废旧蓄电池、拆除作业产生的建筑垃圾等。光伏组件和管件全部返回原厂家回收, 废旧蓄电池交有资质单位处理利用, 建筑垃圾送环卫部门指定地点处理。

5. 主要环境影响

根据典型光伏电站建设运营过程及污染源分析可知, 各阶段主要环境影响为施工期生态影响、运营期固废影响[11]及光污染影响。

5.1. 施工期生态影响

光伏电站项目施工过程将进行土石方挖填, 包括道路工程、设施基础施工、升压站建设等, 一方面要挖除现有地表植被, 进行基础混凝土浇筑; 另一方面, 施工机械和人员的活动也会对地表植被造成破坏, 引起土壤侵蚀及水土流失。光伏项目建设在一定程度上将改变原有动物栖息环境, 惊扰动物正常活动, 一定程度影响小气候。

1) 对土地利用影响

项目建设期间道路采用碎石直接铺设; 施工临建区、电缆沟的开挖占地均为临时占地, 施工结束后进行人工植被恢复, 恢复土地原有性质; 箱变、铁塔等设施基础和开关站的建设会破坏原有地表植被, 将占地区土地从其他草地转变为建设用地, 但相对于整个占地区域而言, 设施基础占地零星分布于场区, 不会改变区域整体土地利用格局。

2) 对植被影响

项目占地损毁的主要自然植被均为当地常见种, 无珍稀濒危物种, 易于恢复, 而且造成的面积损失主要表现为点和线, 对区域植被的总体影响不大。这种影响是暂时的、可逆的。随着项目的建成, 施工临时占地将进行有效地人工多种植被恢复。

3) 对动物的影响

施工期机械噪声和人员活动噪声是对野生动物影响的主要影响因素, 区域内主要有野鸡、野兔、鼠类等小型动物。施工期间, 野生动物产生规避反应, 将迁往附近同类环境, 上述动物同类生境易于在附近找寻, 因此物种种群与数量不会受到明显影响。

4) 对小气候影响

小气候指距离地面 100 m 以内土壤和植被的层内气候。光伏电站施工建设会导致施工区域内风速和温度明显降低, 空气湿度提高[12], 还有可能使原有景观遭到割裂。

5) 生态恢复措施

① 工程措施

施工前对开挖区域先进行表土剥离, 剥离厚度 30 cm, 剥离后就近集中堆放, 表面拍实苫盖; 地桩基础完成后立即压实覆土平整, 表土回填。土方开挖时分层开挖、分层堆放、拍实表面, 定期洒水防尘, 顶部苫盖防护网。对土方和物料临时堆放点采用编织袋装土(料)堆筑挡护拦挡。在施工临建区, 砂石料场须设置围挡进行防护。对施工道路进行定期洒水。

② 管理措施

合理安排施工期, 场地平整、开挖等土建施工尽量避开雨季。大风天气对易起尘场所如堆土体、开挖区等采取遮盖、洒水等措施。施工期间尽量减小施工占地, 减小对原有地表植被的破坏面积。挖方首先用于回填利用, 对于不能立即回填的挖方, 其堆放场所要做好临时防护措施。

③ 动植物保护措施

严格控制施工范围, 尽量缩减作业面积, 划定施工人员车辆活动范围[13]。对施工人员进行环保和防火宣传教育, 禁止对不占用的地块植被进行破坏, 禁止用明火, 做好消防应急防护。禁止施工人员诱捕、猎杀区域内的野兔、野鸡等野生动物。

5.2. 运营期固废影响

光伏电站运营期产生的固体废物主要为生活垃圾、废光伏组件、废电气元件、废旧蓄电池、变压器检修产生的废油。

生活垃圾集中收集后送环卫部门制定地点处置。光伏电池板故障率约为万分之一, 废电气元件产生量约 100 件/a, 均返厂维修再利用。

根据《国家危险废物名录》, 变压器废油、废旧蓄电池属于危险废物, 暂存于危险废物暂存库, 最终交有危资质单位处置。根据国家《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001) [14], 危废暂存库在站内单独设置, 采用砖混结构, 库房四周设围栏、在明显处设置警示标志, 并配设报警装置; 库内危废分类贮存, 库房基础按要求防渗。

5.3. 运营期光污染影响

光伏电站采用太阳能光伏板作为能量采集装置, 在吸收太阳能的过程中, 会反射、折射太阳光, 产生一定程度光污染。本项目采用典型多晶硅太阳能电池, 电池组件最外层为特种钢化玻璃, 反射率仅为 5%。满足《玻璃幕墙光学性能》(GB/T18091-2000) [15]采用反射比小于 16%的低辐射玻璃要求, 不会造成明显光污染影响, 且项目紧邻道路为乡村公路, 交通量不大, 对交通安全影响不大。

6. 结论

本文以北方地区典型光伏发电项目为例, 根据项目组成特点, 分析了项目建设期、运营期、服务期满各阶段潜在环境影响因素, 提出此类项目环境影响关注重点为施工期生态影响、运营期固废影响及光污染影响, 提出了针对性保护措施, 对北方地区类似项目实施具有重要指导借鉴意义。

参考文献

- [1] 武广萍, 倪斌, 孟欢. 光伏电站的发展状况及低碳效益浅析[J]. 甘肃科技, 2016, 32(19): 51-54.
- [2] 孙禄健, 马佳, 王永军. 光伏发电中的环境影响评价源头预防作用探讨[J]. 能源与环境, 2019(5): 58-59.
- [3] 刘胜强, 毛显强, 邢有凯. 中国可再生能源发展的环境影响及管理对策[J]. 能源环境保护, 2011, 26(3): 13-16.
- [4] 李丽珍, 刘辉, 史学峰, 等. 浅析光伏电站对环境的影响[J]. 科技信息, 2012(12): 91.
- [5] 朱林, 吴菲, 李健. 国内外光伏电站环境影响评价方法简析[J]. 环境科学与管理, 2012, 37(1): 173-178.
- [6] 郭丹. 光伏发电现状及其环境效应分析[D]: [硕士学位论文]. 北京: 华北电力大学, 2016.
- [7] 国家气候中心, 中国气象局公共气象服务中心, 新疆维吾尔自治区气候中心. GB/T 31155-2014 太阳能资源等级总辐射[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [8] 中国环境科学研究院, 北京市环境保护监测中心, 广州市环境监测中心站. GB 3096-2008 声环境质量标准[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2008.

- [9] 何清怀. 山区光伏电站环境影响分析与防治[J]. 低碳世界, 2016(28): 6-7.
- [10] 孙俊青. 分布式光伏电站设计中的关键电气设计技术[J]. 产业科技创新, 2019, 1(13): 37-38.
- [11] 沈志伟. 新能源发电项目规划的环境影响评价指标体系[J]. 华电技术, 2012(12): 68-70.
- [12] 赵彦军. 光伏电站对生态环境的影响与相关对策[J]. 环境与发展, 2020, 32(11): 25-26.
- [13] 黄奇伟. 谈光伏电站建设对环境的影响[J]. 智能城市, 2018(23): 51-52.
- [14] 沈阳环境科学研究所. GB18597-2001 危险废物贮存污染控制标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2001.
- [15] 中国建筑科学研究院. GB/T18091-2000 玻璃幕墙光学性能[S]. 北京: 中国标准出版社, 2000.