

新疆光伏电站和河北风电场 2020–2021 年土壤化学 元素数据集

ISSN 2096-2223
CN 11-6035/N



文献 CSTR:
32001.14.11-6035.csd.2021.0080.zh
文献 DOI:
10.11922/11-6035.csd.2021.0080.zh
数据 DOI:
10.11922/sciencedb.j00001.00318
文献分类: 地球科学

收稿日期: 2021-11-17
开放同评: 2021-11-19
录用日期: 2022-05-17
发表日期: 2022-06-29

庄艳丽¹, 罗立辉^{1*}, 董六文², 董龙翔³, 余晔³, 高晓清³

1. 中国科学院西北生态环境资源研究院, 临泽内陆河流域研究站, 兰州 730000
2. 新疆大学资源与环境科学学院, 乌鲁木齐 830046
3. 中国科学院西北生态环境资源研究院, 寒旱区陆面过程与气候变化重点实验室, 兰州 730000

摘要: 在能源发展低碳化的背景下, 太阳能和风能被誉为可再生的绿色能源。全球光伏电站和风电场在规模和数量上正在快速增加。过去十多年, 中国开发了分别约占全球 17% 和 35% 的光伏和风电装机容量。然而, 大规模的光伏电站和风电场建设和运营对区域生态环境造成的影响如何, 成为区域环境保护决策中亟待解决的科学问题。本数据集采用无人机搭载多光谱传感器、X 射线荧光光谱仪监测了新疆一光伏电站和河北一大型陆上风电场。数据集包含光伏电站 DSM 和 NDVI 数据, 风电场风机 GPS 位置数据, 以及这两个研究区的土壤化学元素浓度数据。本数据集将为绿色能源和环境保护协调发展提供数据和科技支撑。

关键词: 风电场; 光伏电站; 环境影响; 土壤; 化学元素

数据库(集)基本信息简介

数据库(集)名称	新疆光伏电站和河北风电场 2020–2021 年土壤化学元素数据集
数据作者	庄艳丽、罗立辉、董六文、董龙翔、余晔、高晓清
数据通信作者	罗立辉 (luolh@lzb.ac.cn)
数据时间范围	2020–2021 年
地理区域	光伏电站位于新疆维吾尔自治区五家渠市, 其地理范围为 44°24'00"–44°25'00"N, 113°50'00"–114°5'00"E, 所属旭阳光伏发电有限公司; 风电场位于河北省张家口市尚义县, 其地理范围为 41°0'00"–41°15'00"N, 87°39'00"–87°40'00"E, 所属龙源张家口风力发电公司。
数据量	308 MB
数据格式	*.tif, *.shp, *.kml, *.csv
数据服务系统网址	http://www.doi.org/10.11922/sciencedb.j00001.00318
基金项目	国家重点研发计划项目 (2018YFB1502800); 国家自然科学基金 (41871065)。
数据库(集)组成	数据集共包括 4 个数据文件, 其中: (1) PPP.zip 是光伏电站无人机监测的边界、DSM 和 NDVI 数据, 数据量 306 MB; (2) WF.kml 是风电场风机 GPS 数据, 数据量 0.2 MB; (3) PPP_SOIL_XRAY.csv 是光伏电站土壤元素浓度数据, 数据量 1.39 MB; (4) WF_SOIL_XRAY.csv 是风电场土壤元素浓度数据, 数据量 0.2 MB; (5) at-wind_evp_gst_1981-2019_SD_SY.csv 是风电场周边商都和尚义气象站数据, 数据量 0.2 MB。

* 论文通信作者
罗立辉: luolh@lzb.ac.cn

引言

能源危机和环境危机已成为人类社会可持续发展面临的重大挑战。为缓解能源危机和应对全球气候变暖,大力发展可再生能源已成为重要国际共识之一^[1-2]。截至 2017 年底,全球累计光伏并网装机容量已达 405 GW,风电并网装机达 539 GW,我国光伏并网装机容量达到 130.25 GW,风电并网装机达到 163.67 GW。预计到 2030 年,我国太阳能、风电等新能源装机总量将达到 2874 GW。其中,风电装机约占 63%,光伏占比将维持约 17%。风能和光伏发电已成为引领能源转型、应对气候变化的重要手段^[3]。在大规模开发风能太阳能资源的背景下,为了全面认识风电场和光伏电站的生态气候和环境效应,国际上已经开始研究风电场和光伏电站运行对局地、区域甚至全球生态环境的影响,但是认识还不统一^[4]。为了风电光伏产业健康持续发展,亟需弄清风电场和光伏电站建设和运营对局地生态环境的影响。

目前大多数的研究,采用卫星遥感数据解译和土壤采样实验室测量其理化性质,分析其植被、土壤和景观的变化趋势^[5]。本文采用无人机搭载的多光谱传感器,以及 X 射线荧光光谱法(X-ray fluorescence, XRF)监测了光伏电站和风电场内外的植被、地形、土壤化学元素成分,定量评估站/场内的化学元素浓度空间变化及其内外的差异性,揭示风电场和光伏电站建设和运营可能对局地生态环境的影响。

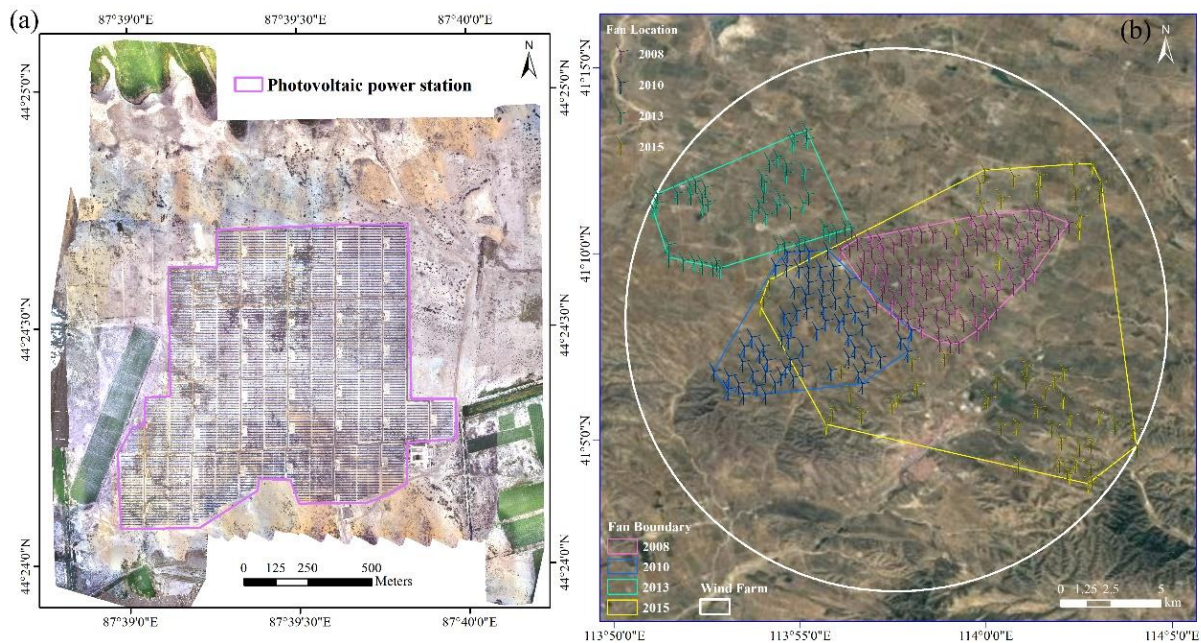
1 数据采集和处理方法

1.1 数据采集样地描述

光伏电站位于新疆维吾尔自治区五家渠市(图 1a),在天山山脉博格达峰北麓,准噶尔盆地古尔班通古特沙漠边缘。该地区属中温带大陆性气候,干旱、低温,光照时数多,昼夜温差大,气温变化剧烈。年均气温 6°C~7°C,最高气温 40°C~42°C,最低气温-38°C~-43°C,年均降水量 200 毫米,年蒸发量 2000 毫米,日照 2600~3200 小时/年。降水稀少且蒸发强烈,气候干燥,光照充足,热量丰富,水资源短缺,土壤含盐量较大。电站南北部有小型沙丘矗立,东西部有少量的棉花地。光伏电板的安装方式为全固定式支架安装,支架倾角 37°,方位角 0°。

风电场位于河北省尚义县陆地风电场(图 1b),在内蒙古和河北省交界处的河北省尚义县。该地区属温带大陆性季风气候。年平均气温在 0.6~6.2°C,年降水量 350~420 毫米,降水多发生在 6~8 月。该地区受东亚季风影响,全年都有强风,尤其是冬春季节。年平均大风天数,即风速大于 17 m/s 的天数为 55.3 天。冬季和春季的平均风速为 4.8 m/s;最大风速为 20 m/s,占风速观测的 15%。夏秋季平均风速为 3.4 m/s;最大风速为 11 m/s,占风速观测值的 17%。此风电场建设经历了 4 个阶段:2008 年(建设风机 100 台)、2010 年(新增 67 台)、2013 年(新增 50 台)和 2015 年(新增 58 台)。该风力涡轮机被安装在海拔 1420~1480 米的高度。每个风机系统的转子直径为 82~105 m,轮毂高度为 65~80 m。当风速小于 3 m/s 时,风机停止运行。

光伏电站和风电场土壤及植被类型、监测采样介绍请见表 1。



(a) 光伏电站; (b) 风电场

图 1 研究区示意图

Figure 1 Schematic diagram of the study area. (a) photovoltaic power plant; (b) wind farm

表 1 光伏电站和风电场监测描述

Table 1 Monitoring information of photovoltaic power plant and wind farm

绿色能源	日期	采样数	植被类型	农作物	土壤类型
光伏电站	2021-09-28 至 2021-09-30	744	温带半乔木荒漠（怪柳、沙针、碱蓬、刺儿菜为主，包含少量的骆驼蓬、蓝羊茅、白刺和黑果枸杞）	旱作和亚热带常绿经济林、果树园（棉花）	弱发育淋溶土(Haplic Luvisols)
风电场	2020-08-08 至 2020-08-10	112	温带丛生禾草草原（大针茅、克氏针茅、本氏针茅、短花针茅草原）	一年一熟粮作和耐寒经济作物（春小麦、糜子、马铃薯、甜菜、胡麻）	暗色浅层土 (Umbric Leptosols)

1.2 数据的获取与处理

土壤元素浓度监测采用奥林巴斯公司 Vanta 手持型 X 射线荧光光谱仪。该设备利用原级 X 射线光子或其它微观粒子激发待测物质中的原子，使之产生次级的特征 X 射线（X 荧光）而进行物质成分分析和化学态研究，是一种确定物质中主要元素和微量元素的种类和含量的一种方法。荧光 X 射线的强度与相应元素的含量有一定的函数关系，据此，可以进行元素定量分析。光谱仪可同时分析多元素，适合于大规模的检测，具有自动化程度高，分析速度快，准确度和精密度高的特点。我们监测了光伏电站和风电场内部和外围的数据，剔除了无 GPS 信息、奇异值等数据。

光伏电站遥感数据采用大疆精灵 4 多光谱版无人机，监测其地形地貌和陆地覆盖状况。Pix4Dmapper 软件处理无人机监测的照片，包括图片配准、点云和纹理处理、正射影像拼接、数字表

面模型 (Digital Surface Model, DSM) 和归一化植被指数 (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) 等指数的计算、质量验证等功能。

风电场内风机的 GPS 信息来自实测的风机位置数据。

2 数据样本描述

X 射线荧光光谱仪监测了光伏电站电板不同位置、每隔 10 排左右 (~100 m) 电板、站内外不同位置的土壤元素浓度数据, 以及风电场典型风机周边、场内外不同位置的土壤元素浓度数据。土壤元素浓度数据为表格型数据, 其具体内容及各字段含义参见表 2。光伏电站和风电场土壤元素浓度数据分别见图 2 和图 3。

表 2 土壤元素数据表监测内容

Table 2 Monitoring factors of soil element data table

字段名称	数据类型	量纲说明	说明
Lon	浮点型	无	GPS 经度
Lat	浮点型	无	GPS 纬度
elevation	浮点型	m	高程
elementName	字符型	无	元素名称
concentration	浮点型	ppm	浓度
error	浮点型	ppm	误差
EVP	浮点型	mm	蒸发量
GST_Avg	浮点型	°C	地表温度
AT	浮点型	°C	空气温度
Wind	浮点型	m/s	风速

3 数据质量控制和评估

为保证数据质量, 本研究所有原始数据均来自 GPS、无人机和 X 射线荧光分析仪的监测数据, 数据的加工及处理在 Pix4Dmapper、ArcGIS10.2、EXCEL 软件平台上进行, 数据格式及质量均严格进行了预处理。

4 数据价值

无人机挂载的多光谱传感器能反演植被的生长活力, 通过分析 NDVI 的空间差异性来揭示光伏电站运营对周边生态环境影响。在不计算光伏电板下隐藏植被的情况下, 光伏电站内平均 NDVI (0.05) 大于除农田外的荒漠 NDVI (0.03); 光伏电站内部的西北方向区域, 其 NDVI 要明显好于光伏电站内的其他区域, 这可能与接近农田或地势有关。6 月份是光伏电站内外植被的生长期, 而 9 月是农作物的成熟和植被的衰老期。同时, 9 月份也是光伏电站人工修整电板南部植被的时期, 这期间植被受到人类活动的影响较大。X 射线荧光光谱仪监测发现钙 Ca、铁 Fe 和硫 S 元素浓度较高, 光伏电站内外的差异不大。光伏电站内土壤硫元素浓度较高可能与光伏电板中含有的硫化镉有关。风电场内外

的钴 Co、钾 K、钛 Ti 和钒 V 的浓度较高。风电场内的钴、钛含量远大于风电场外，场内钴和钛的含量分别是场外的 1–4 倍和 1–10 倍。风电场建设以及维护过程中所需的润滑油可能会增加土壤的重金属含量。风机周围的土壤可能会因为机油泄漏等因素而受到一定程度的污染。



图 2 光伏电站内外土壤化学元素含量

Figure 2 Chemical element content in soil inside and outside the photovoltaic power plant

无人机反演的地形地貌和植被活力数据，以及土壤化学元素含量及其空间分布数据可直接服务于当地光伏电站和风电场运营期的生态环境保护工作，促进光伏电站和风电场局地退化土地恢复、改善区域生态环境，为绿色能源和环境保护协调发展提供科技支撑。

5 数据使用方法和建议

典型光伏电站和风电场土壤化学元素数据集包含 GeoTiff、Shapefile、KML 和 CSV 格式。DSM 和 NDVI 的栅格数据由 GeoTiff 格式存储，研究区的边界和风机的 GPS 信息由 Shapefile 和 KML 数据存储，土壤化学元素浓度数据则由 CSV 格式存储。GeoTiff、Shapefile 和 KML 数据可利用 ArcGIS、

QGIS、ENVI 和 ERDAS 等常用的 GIS 和遥感软件进行读取和操作；而 CSV 数据可利用 EXCEL、Notepad++ 等软件进行读取和操作。

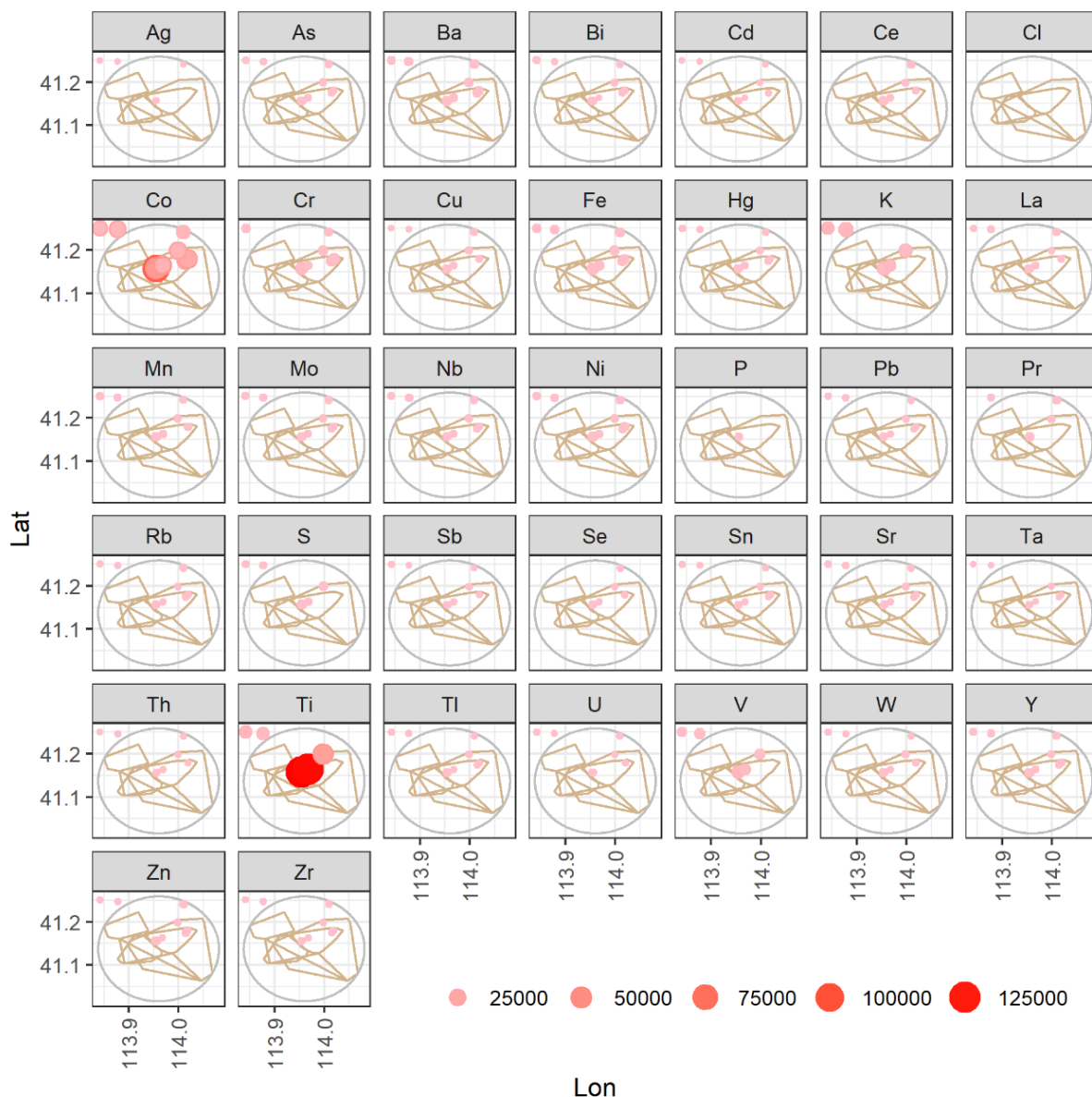


图 3 风电场内外土壤化学元素含量

Figure 3 Chemical element content in soil inside and outside the wind farm

致谢

感谢中国科学院西北生态环境资源研究院寒旱区陆面过程与气候变化重点实验室张彤、赵果、李江林、李振朝在光伏电站和风电场野外实验中的技术支持和后勤服务。

数据作者分工职责

庄艳丽（1981—），女，甘肃兰州人，副研究员，研究方向为干旱区水文。主要承担工作：数据监测方案、思路和测试。

罗立辉（1980—），男，湖南常德人，研究员，研究方向为寒旱区遥感及建模。主要承担工作：数据监测方案、思路和测试。

董六文（1994—），男，甘肃甘谷人，硕士研究生，研究方向为土壤动物生态学研究。主要承担工作：数据监测。

董龙翔（1988—），男，甘肃天水人，助理研究员，研究方向为陆面过程和大气边界层研究。主要承担工作：数据监测。

余晔（1973—），女，甘肃武威人，研究员，研究方向为大气边界层物理与大气环境。主要承担工作：数据监测建议与思路。

高晓清（1966—），男，甘肃白银人，研究员，研究方向为气候学与能源气象。主要承担工作：研究目标及技术方案建议。

参考文献

- [1] JOSELIN HERBERT G M, INIYAN S, AMUTHA D. A review of technical issues on the development of wind farms[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2014, 32: 619–641. DOI:10.1016/j.rser.2014.01.055.
- [2] TOLLEFSON J. Can the world kick its fossil-fuel addiction fast enough? [J]. Nature, 2018, 556(7702): 422–425. DOI:10.1038/d41586-018-04931-6.
- [3] 周志强. 中国能源现状、发展趋势及对策[J]. 能源与环境, 2008(6): 9 – 10. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9064.2008.06.004. [ZHOU Z Q. Present situation, development trend and countermeasures of energy in China[J]. Energy and Environment, 2008(6): 9–10. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9064.2008.06.004.]
- [4] LUO L H, ZHUANG Y L, DUAN Q T, et al. Local climatic and environmental effects of an onshore wind farm in North China[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2021, 308/309: 108607. DOI:10.1016/j.agrformet.2021.108607.
- [5] 李国庆, 张春华, 张丽, 等. 风电场对草地植被生长影响分析: 以内蒙古灰腾梁风电场为例[J]. 地理科学, 2016, 36(6): 959 – 964. DOI: 10.13249/j.cnki.sgs.2016.06.020. [LI G Q, ZHANG C H, ZHANG L, et al. Effects of wind farms on grassland vegetation: a case study of Huitengliang wind farm, inner Mongolia[J]. Scientia Geographica Sinica, 2016, 36(6): 959–964. DOI: 10.13249/j.cnki.sgs.2016.06.020.]

论文引用格式

庄艳丽, 罗立辉, 董六文, 等. 新疆光伏电站和河北风电场2020 – 2021年土壤化学元素数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2022, 7(2). (2022-06-26). DOI: 10.11922/11-6035.csd.2021.0080.zh.

数据引用格式

庄艳丽, 罗立辉, 董六文, 等. 新疆光伏电站和河北风电场2020 – 2021年土壤化学元素数据集 [DS/OL]. Science Data Bank, 2021. (2021-11-19). DOI: 10.11922/sciencedb.j00001.00318.

A dataset of soil chemical elements for the typical photovoltaic power plant in Xinjiang and wind farm in Hebei during 2020 – 2021

ZHUANG Yanli¹, LUO Lihui^{1*}, DONG Liuwen², DONG Longxiang³,
YU Ye³, GAO Xiaoqing³

1. Linze Inland River Basin Research Plant, Northwest Institute of Eco-Environment and Resources, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, P.R. China

2. School of Resources and Environmental Sciences, Xinjiang University, Urumqi 830046, P.R. China

3. Key Laboratory for Land Process and Climate Change in Cold and Arid Regions, Northwest Institute of Eco-Environment and Resource, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, P.R. China

*Email: luolh@lzb.ac.cn

Abstract: In the context of low-carbon energy development, solar and wind energy are known as renewable green energy. Global photovoltaic power plants and wind farms are rapidly increasing in scale and number. In the past decade or so, China has developed approximately 17% and 35% of the world's installed photovoltaic and wind power capacity. However, the impact of the construction and operation of large-scale photovoltaic power plants and wind farms on the regional ecological environment has become an urgent scientific issue in the regional decision-making process for environmental protection. In this study, we used drones equipped with multi-spectral sensors and an X-ray fluorescence spectrometer to monitor a large onshore wind farm in Hebei Province and a photovoltaic power plant in Xinjiang. The dataset contains DSM and NDVI data for the photovoltaic power plants, GPS location data for the wind farm, and soil chemical element concentration data for the two study areas. It is expected to provide data and technological support for the coordinated development of green energy and environmental protection.

Keywords: wind farm; photovoltaic power plant; environmental impact; soil; chemical element

Dataset Profile

Title	A dataset of soil chemical elements for the typical photovoltaic power plant in Xinjiang and wind farm in Hebei during 2020 – 2021
Data corresponding author	LUO Lihui (luolh@lzb.ac.cn)
Data authors	ZHUANG Yanli, LUO Lihui, DONG Liuwen, DONG Wenxiang, YU Ye, GAO Xiaoqing
Time range	2020 – 2021
Geographical scope	The photovoltaic power plant is located in Wujiaqu City, Xinjiang Uygur Autonomous Region, and its geographic range is 44°24'00"–44°25'00"N, 113°50'00"–114°5'00"E; the wind farm is located in Hebei Province Shangyi County, Zhangjiakou City, its geographic range is 41°0'00"–41°15'00"N, 87°39'00"–87°40'00"E.
Data volume	308 MB

Data format	*.tif, *.shp, *.kml, *.csv
Data service system	< http://www.doi.org/10.11922/sciencedb.j00001.00318 >
Sources of funding	National Key R&D Program of China (2018YFB1502800) and the National Natural Science Foundation of China (41871065).
Dataset composition	The dataset is composed of 4 subsets in total. Among them, (1) PPP.zip is the boundary, DSM and NDVI data for drone monitoring of photovoltaic power plants, with a data volume of 306 MB; (2) WF.kml is the GPS data of wind power plants with a data volume of 0.2 MB; (3) PPP_SOIL_XRAY.csv is the soil element concentration data of the photovoltaic power plant, with a data volume of 1.39 MB; (4) WF_SOIL_XRAY.csv is the wind farm soil element concentration data, with a data volume of 0.2 MB; (5) at-wind_evp_gst_1981-2019_SD_SY.csv is the data of Shangdu and Shangyi weather plants around the wind farm, with a data volume of 0.2 MB.