

中国荒漠化潜在发生区域时空变化数据集 (1930–2100 年)

蔡依靠^{1,2,3}, 王锋^{1,2,3*}, 潘绪斌⁴, 张方敏⁵, 任国玉^{6,7}, 卢琦^{1,2,3}



文献 CSTR:

32001.14.11-6035.csd.2024.0096.zh



文献 DOI:

10.11922/11-6035.csd.2024.0096.zh

数据 DOI:

10.57760/sciencedb.08395

文献分类: 地球科学

收稿日期: 2024-05-10

开放同评: 2024-05-17

录用日期: 2024-09-30

发表日期: 2025-06-09

1. 中国林业科学研究院生态保护与修复研究所, 北京 100091
2. 中国林业科学研究院荒漠化研究所, 北京 100091
3. 三北工程研究院, 内蒙古巴彦淖尔 015200
4. 中国检验检疫科学研究院, 北京 100176
5. 南京信息工程大学气象灾害预报预警与评估协同创新中心, 南京 210044
6. 中国气象局国家气候中心, 北京 100081
7. 中国地质大学(武汉)环境学院, 武汉 430074

摘要: 本数据集基于《联合国防治荒漠化公约》对荒漠化可能发生区域的定义, 利用全球气象数据集 (CRU TS4.07)、第六次国际耦合模式比较计划 (CMIP6) 中的 19 个气候模式数据以及未来全球大气 CO₂ 浓度数据集, 采用含有 CO₂ 浓度参数的 Penman-Monteith (PM) 公式估计潜在蒸散, 计算了 1930–2100 年中国荒漠化潜在发生区域时空变化数据, 构建了中国荒漠化潜在发生区域长时间序列空间分布数据集。本数据集依赖的来源数据质量可靠。基于考虑 CO₂ 浓度的 PM 公式, 对未来潜在蒸散的估算更精确。研究首次提供了从 1930 到 2100 年中国荒漠化潜在地理分布区逐年时空变化数据集。本数据集可为研究中国荒漠化潜在发生区域的长期变化趋势、规划我国北方重大生态修复工程建设提供数据基础, 对制定中国国家荒漠化防治的中长期战略和履行荒漠化防治国际公约都具有重要参考价值。

关键词: 彭曼公式; 潜在蒸散; 干旱指数; CRU; CMIP6

数据库(集)基本信息简介

数据库(集)名称	中国荒漠化潜在发生区域时空变化数据集 (1930–2100 年)
数据通信作者	王锋 (wangfeng@caf.ac.cn)
数据作者	蔡依靠、王锋、潘绪斌、张方敏、任国玉、卢琦
数据时间范围	1930–2100年
地理区域	73.5°–135°E; 3.75°–53.5°N
空间分辨率	0.25°
数据量	122.3 MB
数据格式	*.tif
数据服务系统网址	https://doi.org/10.57760/sciencedb.08395
基金项目	中国林业科学研究院基本科研业务费专项 (CAFYBB2023ZA009、CAFYBB2021MC001、CAFYBB2021MC002); 国家自然科学基金 (32171875、31570710)。

* 论文通信作者

王锋: wangfeng@caf.ac.cn

数据库（集）组成	数据集共包括2个数据文件，其中：（1）China-desertification-history.zip是1930–2022年逐年中国荒漠化潜在发生区域时空变化数据，数据量34.3 MB；（2）China-desertification-future.zip是2023–2100年不同共享经济路径下中国荒漠化潜在发生区域时空变化数据集，数据量88 MB。
----------	---

引言

《联合国防治荒漠化公约》^[1]提出“荒漠化指由于气候变化和人类活动等各种因素造成的干旱、半干旱和亚湿润干旱地区的土地退化”。荒漠化潜在发生区是在气候变化和人类活动背景下，容易发生荒漠化现象的区域^[2]。《联合国防治荒漠化公约》第十五次缔约方大会协议提出，要通过改进数据集、监测和报告，确定需要恢复的土地区域，尽快实现到2030年恢复10亿公顷退化土地的目标^[3]。中国是受荒漠化影响最为严重的国家之一，超过两亿人的生活受到荒漠化的影响^[4]。因此，长时间尺度的荒漠化潜在发生区空间分布，为中国乃至世界荒漠化防治提供了重要的数据基础。

目前国内外已发表了一些与干旱程度相关的数据集，如基于标准化降水蒸散发指数（SPEI）生成的中巴经济走廊和新疆区域干旱指数数据集^[5-6]；综合植被指数（NDVI）、地表反照率（Albedo）制作的荒漠化指数数据集^[7]、基于植被状况指数（VCI）和温度条件指数（TCI）生成的干旱指数数据集^[8]等。尽管国家地球系统科学数据中心发布了中国逐年干旱度数据集（1901–2100年）^[9]，但该数据集与《联合国防治荒漠化公约》^[1]中推荐的干旱等级划分存在差异，且对未来干旱的预测未考虑CO₂浓度变化的影响。因此，生产长时间序列的中国荒漠化潜在发生区域数据集，对分析中国荒漠化潜在发生区域的动态变化、中国国家防沙治沙的中长期规划和荒漠化防治国际公约的履行都具有重要的现实意义。

计算本数据集所使用的气候数据来自英国东安哥拉大学气候研究中心生产的Climate Research Unit Time Series 4.07（CRU TS4.07）气象数据集^[10]和第六次国际耦合模式比较计划（CMIP6）^[11]中的19个全球气候模式数据。基于《联合国防治荒漠化公约》^[1]中干旱指数的定义和气候区类型的划分标准，生产了1930–2100年中国荒漠化潜在发生区域时空变化数据集，为中国荒漠化防治政策制定、生态工程规划实施提供数据支撑。

1 数据采集和处理方法

本研究基于《联合国防治荒漠化公约》中关于荒漠化的定义，以干旱、半干旱、亚湿润干旱气候为中国荒漠化潜在发生区域，即干旱指数AI在0.05–0.65的范围。以30年为一个参考周期^[12]，即30年干旱指数的平均值作为中国荒漠化潜在发生区域时空变化数据，故所需数据从1901年开始。

1.1 数据来源

用于计算中国荒漠化潜在发生区域时空变化（1930–2022年）的数据，来源于CRU TS4.07气象数据集^[10]。本研究使用该数据集中的降水[mm/month]、潜在蒸散[mm/day]，（下载地址为https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/cru_ts_4.07/），时间跨度为1901–2022年，空间分辨率为0.5°×0.5°（下载地址：https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/cru_ts_4.07/）。

2023–2100年中国荒漠化潜在发生区域时空变化的数据，选取19个（表1）应用广泛的具有低

排放情景（SSP1-2.6）、中排放情景（SSP2-4.5）和高排放情景（SSP5-8.5）3 种共享社会经济路径（Shared Socioeconomic Pathway, SSP）下的 CMIP6^[11]全球气候模式数据。对 19 个模式数据采用集合平均的方法处理^[13]。其中，气压[Pa]、潜热通量[W/m²]、显热通量[W/m²]数据均来源于 CMIP6 官方网站，时间跨度为 2023–2100 年，空间分辨率不同的气候模式有所不同，详见表 1（下载地址：<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/projections-cmip6?tab=form>）。降水[kg/m²/s]、相对湿度[%]、风速 [m/s]（10 m）、最高气温[K]、最低气温[K]数据均来源于美国国家航空航天局地球交换全球每日降尺度预测气候模式数据集（NASA Earth Exchange Global Daily Downscaled Projections, NEX-GDDP-CMIP6）^[14]，时间跨度为 2023–2100 年，空间分辨率为 0.25° × 0.25°（下载地址为 <https://www.nccs.nasa.gov/services/data-collections/land-based-products/nex-gddp-cmip6>）。未来 CO₂ 浓度数据来自“基于 CMIP6 历史和未来情景下的全球逐月大气 CO₂ 浓度数据集”^[15]，时间跨度为 2023–2100 年，空间分辨率为 1° × 1°（下载地址为 <https://zenodo.org/record/5021361>）。

表 1 本研究中所选择的 CMIP6 中的气候模式空间分辨率

Table 1 Spatial resolutions of the selected CMIP6 models in the study

序号	气候模式	所属机构	分辨率（纬度×经度）
1	ACCESS-CM2	澳大利亚英联邦科学和工业研究组织	1.875° × 1.25°
2	CanESM5	加拿大气候建模和分析中心	2.813° × 2.813°
3	CMCC-ESM2	意大利气象和气候研究中心	0.9375° × 0.625
4	CNRM-CM6-1	法国国家气象研究中心-法国应用科学研究中心	1.389° × 1.406°
5	CNRM-ESM2-1	法国国家气象研究中心-法国应用科学研究中心	1.406° × 2.8125°
6	EC-Earth3-Veg-LR	欧盟地球系统模式联盟	1.125° × 1.125°
7	FGOALS-g3	中国科学院大气物理研究所 CasESM 研发团队	2.0253° × 2°
8	GFDL-ESM4	美国国家海洋和大气管理局地球物理流体动力学实验室	1° × 1.25°
9	HadGEM3-GC31-LL	英国气象局和英国地质调查局	1.25° × 1.875°
10	INM-CM4-8	俄罗斯科学院数值数学研究所	2° × 1.5°
11	INM-CM5-0	俄罗斯科学院数值数学研究所	2° × 1.6°
12	IPSL-CM6A-LR	皮埃尔-西蒙拉普拉斯学院	2.5° × 1.259°
13	MIROC6	日本海洋地球科学技术厅	1.406° × 1.406°
14	MIROC-ES2L	日本环境研究所和日本地球环境研究中心	3.75° × 2.8125°
15	MPI-ESM1-2-LR	马克思普朗克气象研究所	0.938° × 0.938°
16	MRI-ESM2-0	日本气象厅气象研究所	1.125° × 1.125°
17	NorESM2-MM	挪威气候中心	0.94° × 1.25°
18	TaiESM1	台湾研究院环境变迁研究中心	0.75° × 1.25°
19	UKESM1-0-LL	英国气象办公室气候模式中心	1.25° × 1.875°

1.2 数据生产

1.2.1 数据预处理

对原始的 CRU TS4.07 气象数据集中的降水和潜在蒸散数据、CMIP6 19 个全球模式数据、未来 CO₂ 浓度数据均按照中国边界进行裁剪；采用最邻近法将 CRU TS4.07 气象数据集中的降水

[mm/month]和潜在蒸散[mm/day], CMIP6 气候模式数据中的气压[Pa]、潜热通量[W/m²]、显热通量[W/m²], 以及未来 CO₂ 浓度数据重采样到 0.25° × 0.25°。

1.2.2 未来潜在蒸散计算

本文在计算 2023–2100 年潜在蒸散 (PET) 数据时, 使用的 Yang 等人^[16]提出的考虑 CO₂ 浓度的 Penman-Monteith 公式, 具体如式 (1):

$$PET = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \left\{ \left(1 + u_2 \left[0.34 + 2.4 \times 10^{-4} (CO_2 - 300) \right] \right) \right\}} \quad (1)$$

式中 Δ 为饱和蒸汽压曲线的斜率, 单位为 kPa/°C; R_n 表示地表净辐射, 单位为 MJ/(m²·d); G 表示土壤热通量, 单位为 MJ/(m²·d); γ 表示湿度计常数, 单位为 kPa/°C, T 表示大气温度, 单位为 °C; u_2 表示距地表 2 m 处风速, 单位为 m/s; e_s 表示饱和水汽压, 单位为 kPa; e_a 表示实际水汽压, 单位为 kPa; CO_2 表示大气中二氧化碳浓度值, 单位为 ppm。由于 CMIP6 计划中的模型中没有土壤热通量, 因此 R_n 和 G 是通过感热和潜热通量相加来计算^[17]。

T 根据最高气温 T_{\max} 和最低气温 T_{\min} 的平均值来计算^[18], 根据 T 求得 e_s , 利用所得的 e_s 和 T 进一步计算 Δ , 计算公式如下:

$$e_s = 0.6108 \exp \left[\frac{17.27T}{(T + 237.3)} \right] \quad (2)$$

$$\Delta = \frac{4098e_s}{(237.3 + T)^2} \quad (3)$$

e_a 可由相对湿度 RH 和 e_s 计算求得^[19], 公式如下:

$$e_a = RH * e_s \quad (4)$$

γ 表示湿度计常数, 可由大气压 P 求得^[18], 公式如下:

$$\gamma = 0.665 \times 10^{-6} P \quad (5)$$

CMIP6 中的风速为 10 m 高度的风速, 利用 Michael Bliss Singer^[20]等人提出的公式将其转化为 2 m 高度处的风速, u_z 为 z m 高度处的风速, u_2 为 2 m 高度处的风速, 单位为 m/s, 公式如下:

$$u_2 = u_z \left(\frac{4.87}{\ln(67.8z - 5.42)} \right) \quad (6)$$

1.2.3 干旱指数

本研究以 30 年为一个参考周期^[12], 利用多年平均降水和多年潜在蒸散的比值, 计算干旱指数 (AI), 具体如式 (7), 干旱等级划分^[21]见表 2。

$$AI = \frac{\sum_{i=1}^{30} \left(\frac{P_i}{PET_i} \right)}{30} \quad (7)$$

其中， P_i 和 PET_i 分别为年降水量和年潜在蒸散的总和， i 表示年份。

表 2 干旱等级划分表

Table 2 Aridity index grade classification

AI 值	$AI < 0.05$	$0.05 \leq AI < 0.2$	$0.2 \leq AI < 0.5$	$0.5 \leq AI < 0.65$	$0.65 \leq AI$
气候区	极端干旱区	干旱区	半干旱区	亚湿润干旱区	湿润区

1.2.4 偏差校正

本研究使用参考期（2015–2022 年）基于观测气象数据的干旱指数均值 \overline{AI}_{obs} 与基于模式模拟气象数据的干旱指数均值 $\overline{AI}_{raw-mod}$ 的商，对未来干旱指数进行偏差校正^[22]（式 8）。

$$AI_{bc-mod}(t) = AI_{raw-mod}(t) \times \left(\frac{\overline{AI}_{obs}}{\overline{AI}_{raw-mod}} \right) \quad (8)$$

式中 $AI_{bc-mod}(t)$ 是偏差校正后的未来干旱指数， $AI_{raw-mod}(t)$ 为未校正前的干旱指数， t 的范围为 2023–2100 年。

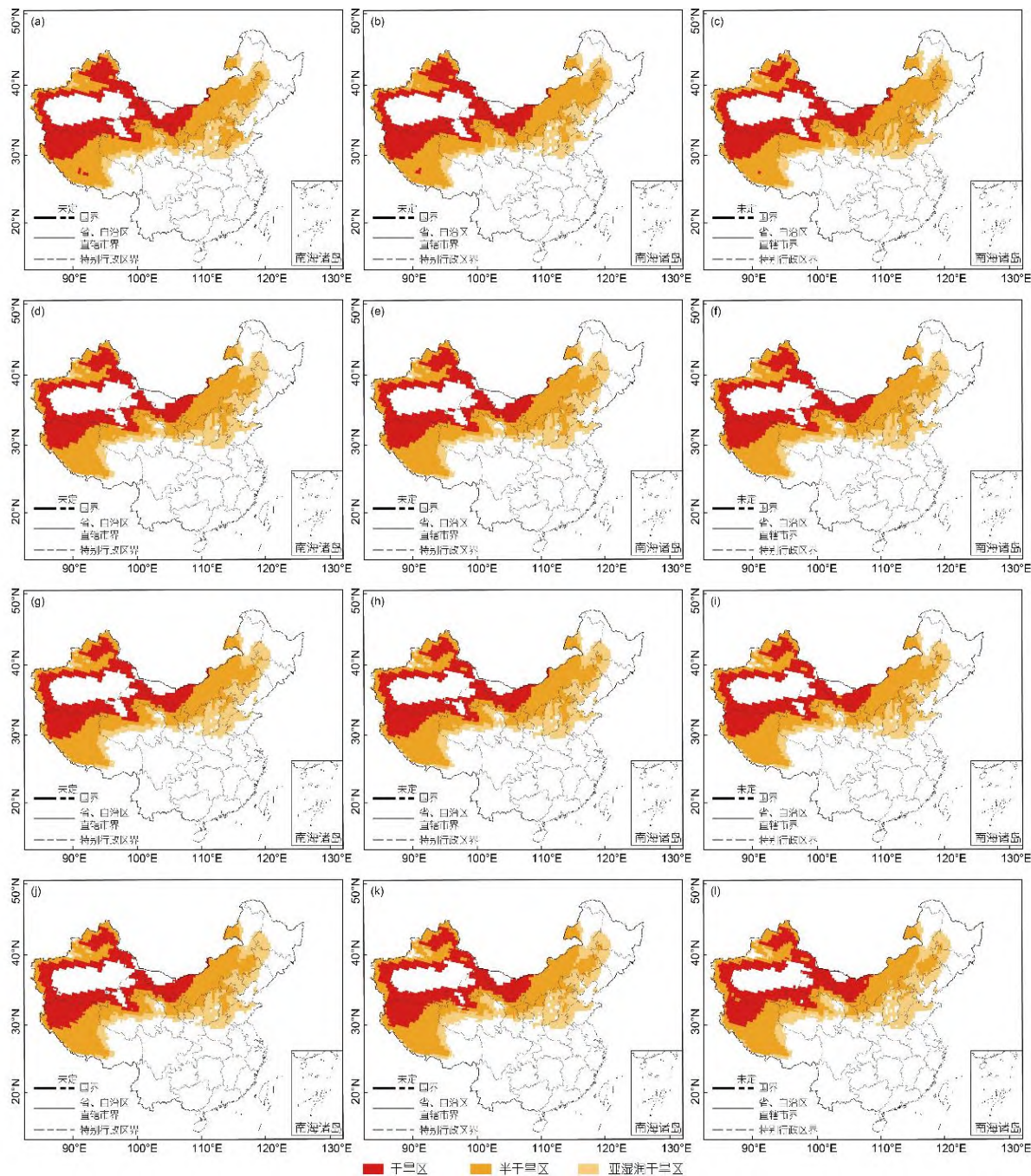
2 数据样本描述

本数据集包括 1930–2022 年中国荒漠化潜在发生区域时空变化数据以及 2023–2100 年不同共享社会经济路径下中国荒漠化潜在发生区域未来时空变化数据集。为了便于计算处理与应用，存储为 tif 格式文件。文件命名方式，例如：1930 年中国荒漠化潜在发生区域时空变化数据的命名为 history_PGDD_0.25_1901_1930.tif，含义见表 3。中国荒漠化潜在发生区域时空变化数据分为三类：1 代表干旱区（ $0.05 \leq AI < 0.2$ ），2 代表半干旱区（ $0.2 \leq AI < 0.5$ ），3 代表亚湿润干旱区（ $0.5 \leq AI < 0.65$ ）。以干旱指数为划分标准的中国荒漠化潜在发生区域时空变化数据结果展示如图 1 所示，其中图 1（d）、（e）、（f）；（g）、（h）、（i）；（j）、（k）、（l）分别为 SSP126、SSP245、SSP585 情景下不同年份的中国荒漠化潜在发生区域时空变化结果。数据集组成如表 4 所示。

表 3 数据集文件名含义

Table 3 Definition of dataset file naming conventions

序号	文件名	中文含义
1	history/ssp126/ssp245/ssp585	history 代表中国荒漠化潜在发生区域历史时空变化数据集；ssp126、ssp245、ssp585 代表不同共享社会经济路径下的中国荒漠化潜在发生区域未来时空变化数据集
2	PGDD	荒漠化潜在发生区域
3	0.25	0.25°×0.25°空间分辨率
4	YYYY_YYYY	利用 YYYY 到 YYYY 年计算所得的干旱指数



(a) 1931–1960 年; (b) 1961–1990 年; (c) 1991–2020 年; (d)2021–2050 年 SSP126; (e) 2051–2080 年 SSP126; (f) 2071–2100 年 SSP126; (g)2021–2050 年 SSP245; (h) 2051–2080 年 SSP245; (i) 2071–2100 年 SSP245; (j)2021–2050 年 SSP585; (k) 2051–2080 年 SSP585; (l) 2071–2100 年 SSP585

图 1 中国荒漠化潜在发生区域时空分布（审图号：GS 京（2025）0227 号）

Figure 1 Spatiotemporal distribution of potential desertification distribution in China

表 4 数据集组成

Table 4 Dataset components

序号	名称	含义
1	列数×行数	246×193

序号	名称	含义
2	0	非荒漠化潜在发生区
3	1	干旱区
4	2	半干旱区
5	3	亚湿润干旱区

3 数据质量控制和评估

已有研究证实了 CRU 数据在中国的可靠性^[23-24]。且 CRU TS V4.07 气象数据所用的插值方法是角-距离加权（ADW）方法^[25]，该方法考虑了观测站点之间的角度和地理位置的因素，提高了复杂地形和不均匀观测分布站点区域空间插值的准确性。

NEX-GDDP-CMIP6 数据集基于最新的 CMIP6 气候模式数据，利用偏差校正和空间降尺度方法（BCSD）^[26]对数据进行处理，提高了数据的空间分辨率^[14]。未来情景下的全球逐月大气 CO₂ 浓度数据，是根据历史 CO₂ 浓度的空间分布、季节和年际特征，利用降低复杂性的气候碳循环模型（MAGICC7.0）^[27]，生成不同共享社会经济路径和代表浓度路径情景下的非均匀 CO₂ 空间分布数据，增强了全球气候建模的真实性^[15]。综上，本研究的来源数据质量可靠。

我国学者从 20 世纪 90 年代开始，基于干旱指数对中国荒漠化潜在发生区域的分布范围开展了一系列研究，已有研究大多利用的 Thornthwaite 公式计算 PET，得到中国荒漠化潜在发生区的面积范围大多在 33.6%到 47.1%^[28-31]。本研究计算所用的 PET 基于 PM 公式和考虑 CO₂ 浓度的 PM 公式，对潜在蒸散的估算更精确^[32]。因此，本研究计算所得的数据相较过去中国荒漠化潜在发生区域结果具有更高的准确性。

本研究是基于《联合国防治荒漠化公约》中关于荒漠化的定义，以干旱、半干旱、亚湿润干旱气候为中国荒漠化潜在发生区域。该方法基于自然气候情况，根据干旱指数划定的荒漠化潜在发生区域，尚未考虑土地利用变化及人类活动的影响，并且未将人迹罕至、自然条件差的极端干旱区划入荒漠化潜在发生区域。在中国极端干旱区也有人类居住，该区域也存在发生荒漠化的风险，如我国塔里木盆地、河西走廊西部额济纳地区等。未来研究需进一步综合人类活动和自然条件对荒漠化潜在发生区域的影响，深入分析和评估荒漠化潜在发生区域。

4 数据价值

本数据集包含 1930–2022 年中国荒漠化潜在发生区域时空分布历史数据以及 2023–2100 年不同共享社会经济路径下中国荒漠化潜在发生区域时空分布未来数据集，为研究中国荒漠化潜在发生区域的动态变化、规划我国北方重大生态修复工程实施范围等提供数据基础。对制定中国国家荒漠化防治的中长期战略和履行荒漠化防治国际公约都具有重要参考价值。

5 数据使用方法和建议

数据文件为 GeoTiff 格式，可以使用 ArcGIS、ENVI、python 等软件进行读取、分析和计算。由于早期中国西北地区观测站点较少，1920 年前的数据存在一定的不确定性，造成中国荒漠化潜在发生区域空间分布早期数据有一定偏差^[24]。但是与青藏高原毗邻的中亚和南亚的国家有密集的观测站点，可以对西藏数据进行插值，填补早期西藏地区数据的空白^[33]。

数据作者分工职责

蔡依靠 (2000—), 女, 山东省烟台市人, 硕士研究生, 研究方向为气候变化与干旱区生态、生态大数据分析和应用。主要承担工作: 论文研究思路讨论、代码编写、数据生产和论文撰写。

王锋 (1981—), 男, 安徽省合肥市人, 博士, 研究员, 研究方向为生态遥感与模型。主要承担工作: 研究思路的提出、论文修改和审核。

潘绪斌 (1981—), 男, 安徽省安庆市人, 博士, 研究员, 研究方向为生态环境风险管理。主要承担工作: 数据分析和论文修改。

张方敏 (1983—), 女, 河南省漯河市人, 博士, 教授, 研究方向为遥感大数据应用及模型模拟。主要承担工作: 算法分析和论文修改。

任国玉 (1958—), 男, 辽宁省沈阳市人, 博士, 研究方向为气候变化监测、检测、归因研究。主要承担工作: 数据质量控制和论文修改。

卢琦 (1963—), 男, 河南省南阳市人, 博士, 研究员, 研究方向为水土保持与荒漠化防治。主要承担工作: 论文研究思路的讨论和论文修改。

参考文献

- [1] United Nations General Assembly. Elaboration of an International Convention to Combat Desertification in Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa[EB/OL]. (1994-09-12) [2024-3-19]. <https://digitallibrary.un.org/record/174569?v=pdf#files>.
- [2] WANG X M, GENG X, LIU B, et al. Desert ecosystems in China: Past, present, and future[J]. Earth-Science Reviews, 2022, 234: 104206. DOI: 10.1016/j.earscirev.2022.104206.
- [3] SUGIO F T, MUYUNGI R. A reporting service for environmental and development negotiations[EB/OL]. (2024-11-13) [2024-3-19]. <https://enb.iisd.org/sites/default/files/2024-11/enb12857e.pdf>.
- [4] WANG X M, CHEN F H, HASI E, et al. Desertification in China: an assessment[J]. Earth-Science Reviews, 2008, 88(3/4): 188–206. DOI: 10.1016/j.earscirev.2008.02.001.
- [5] 姚俊强, 毛炜峰, 胡文峰, 等. 1961—2015 年新疆区域 SPEI 干旱指数数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2019, 4(3). (2019-07-10). DOI: 10.11922/csdata.2018.0048.zh. [YAO J Q, MAO W Y, HU W F, et al. A dataset of drought indices based on the standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI) over Xinjiang, China (1961-2015) [J/OL]. China Scientific Data, 2019, 4(3). (2019-07-10). DOI: 10.11922/csdata.2018.0048.zh.]
- [6] 方泽华, 陶辉, 陈金雨. 1961–2015 年中巴经济走廊 SPEI 干旱指数数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2021, 6(4). (2021-12-31). DOI: 10.11922/11-6035.csd.2021.0056.zh. [FANG Z H, TAO H, CHEN J Y. A dataset of SPEI in the China-Pakistan economic corridor from 1961 to 2015[J/OL]. China Scientific Data, 2021, 6(4). (2021-12-31). DOI: 10.11922/11-6035.csd.2021.0056.zh.]
- [7] 敏玉芳, 冯克庭, 康建芳, 等. 2000–2017 年中巴经济走廊逐年荒漠化分布数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2019, 4(3). (2019-08-02). DOI: 10.11922/csdata.2018.0056.zh. [MIN Y F, FENG K T, KANG J F, et al. A dataset of desertification distributions along the China–Pakistan Economic Corridor 2000-2017[J].

China Scientific Data, 2019, 4(3). (2019-08-02). DOI: 10.11922/csdata.2018.0056.zh.]

- [8] 乔龙鑫, 郑泽琳, 马晓岩, 等. 2003–2021 年黄河流域逐月 1 km 分辨率 VCI 和 TCI 干旱指数数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2023, 8(2). (2023-06-14). DOI: 10.11922/11-6035.ncdc.2022.0004.zh. [QIAO L X, ZHENG Z L, MA X Y, et al. A dataset of monthly VCI and TCI drought indices at a resolution of 1km in the Yellow River Basin(2003–2021)[J]. China Scientific Data, 2023, 8(2). (2023-06-14). DOI: 10.11922/11-6035.ncdc.2022.0004.zh.]
- [9] 1901-2022 年中国 1km 逐年干燥度数据集[DS/OL].(2023-07-11) [2024-03-19]. <https://www.geodata.cn/data/datadetails.html?dataguid=188606016270010&docId=1109>. DOI: 10.12041/geodata.188606016270010.ver1.db. [National Earth System Science Data Center [DS/OL]. (2023-07-11) [2024-03-19]. <https://www.geodata.cn/data/datadetails.html?dataguid=188606016270010&docId=1109>. DOI: 10.12041/geodata.188606016270010.ver1.db.]
- [10] HARRIS I, OSBORN T J, JONES P, et al. Version 4 of the CRU TS monthly high-resolution gridded multivariate climate dataset[J]. Scientific Data, 2020, 7(1): 109. DOI: 10.1038/s41597-020-0453-3.
- [11] 周天军, 邹立维, 陈晓龙. 第六次国际耦合模式比较计划(CMIP6)评述[J]. 气候变化研究进展, 2019, 15(5): 445–456. DOI: 10.12006/j.issn.1673-1719.2019.193. [ZHOU T J, ZOU L W, CHEN X L. Commentary on the coupled model intercomparison project phase 6(CMIP6) [J]. Climate Change Research, 2019, 15(5): 445–456. DOI: 10.12006/j.issn.1673-1719.2019.193.]
- [12] Carter T R, Hulme M, Lal M. Guidelines on the use of scenario data for climate impact and adaptation assessment[EB/OL]. (1999-12) [2024-03-19]. https://unfccc.int/resource/cd_roms/na1/v_and_a/Resource_materials/Climate/ScenarioData.pdf.
- [13] 谢文强, 王双双, 延晓冬. CMIP6 全球气候模式对中国年平均日最高气温和最低气温模拟的评估[J]. 气候与环境研究, 2022, 27(1): 63–78. DOI: 10.3878/j.issn.1006-9585.2021.21027. [XIE W Q, WANG S S, YAN X D. Evaluation on CMIP6 global climate model simulation of the annual mean daily maximum and minimum air temperature in China[J]. Climatic and Environmental Research, 2022, 27(1): 63–78. DOI: 10.3878/j.issn.1006-9585.2021.21027.]
- [14] THRASHER B, WANG W L, MICHAELIS A, et al. NASA global daily downscaled projections, CMIP6[J]. Scientific Data, 2022, 9(1): 262. DOI: 10.1038/s41597-022-01393-4.
- [15] CHENG W, DAN L, DENG X Z, et al. Global monthly gridded atmospheric carbon dioxide concentrations under the historical and future scenarios[J]. Scientific Data, 2022, 9(1): 83. DOI: 10.1038/s41597-022-01196-7.
- [16] YANG Y T, RODERICK M L, ZHANG S L, et al. Hydrologic implications of vegetation response to elevated CO₂ in climate projections[J]. Nature Climate Change, 2019, 9: 44–48. DOI: 10.1038/s41558-018-0361-0.
- [17] YANG Y T, ZHANG S L, MCVICAR T R, et al. Disconnection between trends of atmospheric drying and continental runoff[J]. Water Resources Research, 2018, 54(7): 4700–4713. DOI: 10.1029/2018WR022593.
- [18] ALLEN R G, PEREIRA L S, RAES D, et al. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56[J]. Fao Rome, 1998, 300(9): D05109.
- [19] PARISH O O, PUTNAM T W. Equation for the determination of humidity from dewpoint and

- psychrometric data[EB/OL]. (1977-01-01) [2024-03-19]. <https://ntrs.nasa.gov/citations/19770009916>.
- [20] SINGER M B, ASFAW D T, ROSOLEM R, et al. Hourly potential evapotranspiration at 0.1 ° resolution for the global land surface from 1981-present[J]. Scientific Data, 2021, 8(1): 224. DOI: 10.1038/s41597-021-01003-9.
- [21] MICHAEL C, CHARLES H, JAMES R, et al. World atlas of desertification Third Edition[M]. Publications Office of the European Union: Luxembourg, 2018. DOI:10.2760/9205.
- [22] WANG L, CHEN W, HUANG G, et al. Changes of the transitional climate zone in East Asia: past and future[J]. Climate Dynamics, 2017, 49(4): 1463–1477. DOI: 10.1007/s00382-016-3400-4.
- [23] 邓兴耀, 刘洋, 刘志辉, 等. 中国西北干旱区蒸散发时空动态特征[J]. 生态学报, 2017, 37(9): 2994–3008. DOI: 10.5846/stxb201601270190. [DENG X Y, LIU Y, LIU Z H, et al. Temporal-spatial dynamic change characteristics of evapotranspiration in arid region of Northwest China[J]. Acta Ecologica Sinica, 2017, 37(9): 2994–3008. DOI: 10.5846/stxb201601270190.]
- [24] 王芝兰, 李耀辉, 王素萍, 等. 1901—2012 年中国西北地区东部多时间尺度干旱特征[J]. 中国沙漠, 2015, 35(6): 1666–1673. DOI: 10.7522/j.issn.1000-694X.2014.00190. [WANG Z L, LI Y H, WANG S P, et al. Characteristics of drought at multiple time scales in the east of Northwest China from 1901 to 2012[J]. Journal of Desert Research, 2015, 35(6): 1666–1673. DOI: 10.7522/j.issn.1000-694X.2014.00190.]
- [25] HOFSTRA N, NEW M. Spatial variability in correlation decay distance and influence on angular-distance weighting interpolation of daily precipitation over Europe[J]. International Journal of Climatology, 2009, 29(12): 1872–1880. DOI: 10.1002/joc.1819.
- [26] WOOD A W, LEUNG L R, SRIDHAR V, et al. Hydrologic implications of dynamical and statistical approaches to downscaling climate model outputs[J]. Climatic Change, 2004, 62(1): 189–216. DOI: 10.1023/B: CLIM.0000013685.99609.9e.
- [27] MEINSHAUSEN M, NICHOLLS Z R J, LEWIS J, et al. The shared socio-economic pathway (SSP) greenhouse gas concentrations and their extensions to 2500[J]. Geoscientific Model Development, 2020, 13(8): 3571–3605. DOI: 10.5194/gmd-13-3571-2020.
- [28] 周晓东, 朱启疆, 孙中平, 等. 中国荒漠化气候类型划分方法的初步探讨[J]. 自然灾害学报, 2002, 11(2): 125–131. DOI: 10.3969/j.issn.1004-4574.2002.02.022. [ZHOU X D, ZHU Q J, SUN Z P, et al. Preliminary study on regionalization desertification climate in China[J]. Journal of Natural Disasters, 2002, 11(2): 125–131. DOI: 10.3969/j.issn.1004-4574.2002.02.022.]
- [29] 慈龙骏, 吴波. 中国荒漠化气候类型划分与潜在发生范围的确定[J]. 中国沙漠, 1997, 17(2): 107–111. [CI L J, WU B. Climatic type division and the potential extent determination of desertification in China[J]. Journal of Desert Research, 1997, 17(2): 107–111.]
- [30] 吴波, 苏志珠, 陈仲新. 中国荒漠化潜在发生范围的修订[J]. 中国沙漠, 2007, 27(6): 911–917, 1093–1094. [WU B, SU Z Z, CHEN Z X. A revised potential extent of desertification in China[J]. Journal of Desert Research, 2007, 27(6): 911–917, 1093–1094.]
- [31] SUN B, GAO Z H, LI Z Y, et al. Dynamic and dry/wet variation of climate in the potential extent of desertification in China during 1981–2010[J]. Environmental Earth Sciences, 2015, 73(7): 3717–3729. DOI: 10.1007/s12665-014-3659-x.
- [32] YANG Y T, ZHANG S L, RODERICK M L, et al. Comparing Palmer Drought Severity Index drought

assessments using the traditional offline approach with direct climate model outputs[J]. Hydrology and Earth System Sciences, 2020, 24(6): 2921–2930. DOI: 10.5194/hess-24-2921-2020.

[33] 闻新宇, 王绍武, 朱锦红, 等. 英国 CRU 高分辨率格点资料揭示的 20 世纪中国气候变化[J]. 大气科学, 2006, 30(5): 894–904. DOI: 10.3878/j.issn.1006-9895.2006.05.18. [WEN X Y, WANG S W, ZHU J H, et al. An overview of China climate change over the 20th century using UK UEA/CRU high resolution grid data[J]. Chinese Journal of Atmospheric Sciences, 2006, 30(5): 894–904. DOI: 10.3878/j.issn.1006-9895.2006.05.18.]

论文引用格式

蔡依霏, 王锋, 潘绪斌, 等. 中国荒漠化潜在发生区域时空变化数据集（1930–2100 年）[J/OL]. 中国科学数据, 2025, 10(2). (2025-06-09). DOI:10.11922/11-6035.csd.2024.0096.zh.

数据引用格式

蔡依霏, 王锋, 潘绪斌, 等. 中国荒漠化潜在发生区域时空变化数据集（1930–2100 年）[DS/OL]. V2. Science Data Bank, 2024. (2024-09-10). DOI:10.57760/sciencedb.08395.

A dataset of spatiotemporal changes in potential desertification areas in China (1930–2100)

CAI Yifei^{1,2,3}, WANG Feng^{1,2,3*}, PAN Xubin⁴, ZHANG Fangmin⁵, REN Guoyu^{6,7},
LU Qi^{1,2,3}

1. Institute of Ecological Conservation and Restoration, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, P.R. China

2. Institute of Desertification Studies, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, P.R. China

3. Institute of Great Green Wall, Inner Mongolia Bayannur 015200, P.R. China

4. Chinese Academy of Inspection and Quarantine, Beijing 100176, P.R. China

5. Collaborative Innovation Center on Forecast and Evaluation of Meteorological Disasters, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, P.R. China

6. National Climate Center, China Meteorological Administration, Beijing 100081, P.R. China;

7. School of Environmental Studies, China University of Geosciences, Wuhan 430074, P.R. China

*Email: wangfeng@caf.ac.cn

Abstract: The dataset is based on the definition of potential desertification areas as outlined in the United Nations Convention to Combat Desertification. Using global meteorological dataset (CRU TS4.07), data from 19 climate models in the Coupled Model Intercomparison Project 6 (CMIP6), along with future global atmospheric CO₂ concentration data, we applied the Penman-Monteith (PM) formula, considering the impact of future changes in CO₂ concentration on potential evapotranspiration. We then calculated the spatiotemporal variation data of the potential desertification areas in China from 1930 to 2100, , resulting in

a dataset of spatiotemporal changes in potential desertification areas in China. The data sources are of high quality and widely recognized, and the inclusion of CO₂ effects in the PM formula improves the accuracy of future evapotranspiration estimates. This is the first dataset to provide year-by-year spatiotemporal variation in potential desertification distribution in China from 1930 to 2100. This dataset can provide scientific data support for studying long-term trends in desertification risk and supports the planning of major ecological restoration projects in northern China. It also serves as a valuable reference for developing China's medium and long-term strategies to combat desertification and for fulfilling the goals of international desertification control conventions.

Keywords: Penman-Monteith; potential evapotranspiration; aridity index; CRU; CMIP6

Dataset Profile

Title	A dataset of spatiotemporal changes in potential desertification areas in China (1930–2100)
Data corresponding author	WANG Feng(wangfeng@caf.ac.cn)
Data authors	CAI Yifei, WANG Feng, PAN Xubin, ZHANG Fangmin, REN Guoyu, LU Qi
Time range	1930–2100
Geographical scope	73.5°–135°E; 3.75°–53.5°N
Spatial resolution	0.25°
Data volume	122.3 MB
Data format	*.tif
Data service system	https://doi.org/10.57760/sciencedb.08395
Sources of funding	Basic Scientific Research Special Fund for Youth Collaborative Innovation Research Group Project of Chinese Academy of Forestry Sciences (CAFYBB2023ZA009, CAFYBB2021MC001, CAFYBB2021MC002); National Natural Science Foundation of China (32171875, 31570710).
Dataset composition	The dataset consists of 2 subsets in total, which are recorded as: (1) China-desertification-history.zip containing the spatiotemporal changes of potential desertification distribution in China from 1930 to 2022, with a data volume of 34.3 MB; (2) China-desertification-future.zip containing the spatiotemporal changes of potential desertification distribution in China under different shared socioeconomic pathway scenarios from 2023 to 2100, with a data volume of 88 MB.