

陈锦河¹, 王昆^{2,3*}, 黄铁成^{2,3}, 黄文江^{2,3}, 高世臣¹,

郭培昌¹, 邹昫轩¹

www.sciengine.com/CSD

ISSN 2096-2223

CN 11-6035/N



文献 CSTR:

32001.14. 11-6035.ncdc.2023.0008.zh



文献 DOI:

10.11922/11-6035.ncdc.2023.0008.zh

数据 DOI:

10.57760/sciencedb.09599

文献分类: 地球科学

收稿日期: 2023-07-25

开放同评: 2023-08-02

录用日期: 2024-05-11

发表日期: 2025-03-03

1. 中国地质大学 (北京) 数理学院, 北京 100083
2. 可持续发展大数据国际研究中心, 北京 100094
3. 中国科学院空天信息创新研究院, 遥感科学国家重点实验室, 北京 100094

摘要: 在全球气候变化背景下, 极端气候事件频发, 对生态环境和人类社会造成了极大的影响。特别是复合型极端气候事件的发生, 如气温上升、局部干旱和高温威胁还可能导致春季霜冻的风险增加, 给农业生产带来复合连锁效应。研究极端气候事件对准确、定量地预测和防范灾害性天气事件, 保护生态环境和人民生命财产安全至关重要。然而, 由于现有的极端气候指标数据集时空分辨率较低, 限制了区域极端气候的影响和评估研究。本研究基于中国地面气象要素驱动数据集 (CMFD) 和中国近地表气温数据集 (CDAT), 利用 R 语言程序包 climdex.pcic 计算得到了中国 1979–2018 年 0.1° 极端气候指标数据集 CECID (China Extreme Climate Index Dataset), 数据集涵盖了 27 项极端气候指标。本数据集与现有的极端气候指标数据集 HadEX3、CEI_0p25 和 CECID_0p25 相比, 除了与时间跨度有关的指标外, 大多数指标 (如霜冻日数 FD、热夜日数 TR、中雨日数 R10mm、年降水量 PRCPTOT) 的相关系数在 0.7 以上, 确保了数据的可靠性; 其次, 数据集的空间分辨率 0.1°, 明显高于其他同类中国或全球范围的数据集; 再次, 研究采用的公里级气温与降水数据集, 相较于基于站点数据得到的极端气候数据集, 在原始数据源上更为可靠; 最后, 相较于已发布的特定区域数据集, 本研生产的数据集以中国为研究区, 可用于中国极端气候发生特征及其对生态系统的影响研究, 对防灾减灾、气候变化评估等领域具有实用价值和意义。

关键词: 中国; 极端气候指标; 气候变化

数据库 (集) 基本信息简介

数据库 (集) 名称	1979–2018 年中国 0.1° 极端气候指标数据集
数据作者	陈锦河, 王昆, 黄铁成, 黄文江, 郭培昌, 高世臣, 邹昫轩
数据通信作者	王昆 (wangk@aircas.ac.cn)
数据时间范围	1979–2018 年
地理区域	地理范围为 (18.13°N–53.54°N, 73.45°E–135.06°E)
空间分辨率	0.1° × 0.1° km
数据量	5.13 GB

* 论文通信作者

王昆: wangk@aircas.ac.cn

数据服务系统网址	<p style="text-align: center;"> https://doi.org/10.57760/sciencedb.09599 http://www.ncdc.ac.cn/portal/metadata/618c7d66-329a-4005-abd1-232bb06ea863 </p>
基金项目	中国科学院战略性先导科技专项（A类）（XDA26010304）；风云卫星应用先行计划（FY-APP）。
数据库（集）组成	本数据集包含气候变化检测和指数专家组（ETCCDI）定义的27个核心极端气候指标，每个指标一个文件，共27个文件，格式为 nc，命名规则如下： X_ANN_China_0p10_deg_hist_1979_2018.nc X_MON_China_0p10_deg_hist_1979_2018.nc 文件名中，X是极端气候指标的缩略代码；ANN或MON是指年或月尺度的数据指标；China表明研究区域是中国；0p10_deg指的是空间分辨率是0.1°；hist表示是历史数据；1979_2018指的是数据集的时间序列的始末年份是1979和2018。

引言

20 世纪 80 年代至 21 世纪初，全球气候持续变暖，极端气候事件频发，对生态环境保护和社会经济可持续发展等方面构成了巨大挑战^[1]。极端气候事件具备概率低、突发性高和破坏力大等特征，其频率和强度的增加将严重危害人类社会和生态系统，对植被生长和生态系统碳循环等方面产生重要影响。据统计，过去几十年来，全球范围内极端气候事件的频率和强度呈现增加趋势，中国也不例外^[2-3]。例如，2003 年东部地区热浪、2010 年西南地区干旱、2012 年北京特大暴雨以及 2021 年 7 月河南省的持续性强降雨天气等。

极端气候事件的研究需要可靠的数据支撑，极端气候指标是反映极端气候事件频率、强度等方面的重要指标之一^[4]。因此，世界气象组织（World Meteorological Organization, WMO）和世界气候研究计划（World Climate Research Program, WCRP）共同成立了气候变化检测和指数专家组（Expert Team on Climate Change Detection and Indices, ETCCDI），定义了 27 个代表性的气候指数，这些指数被广泛应用于全球和区域极端气候事件的研究^[5]。目前，已有多个全球性和区域性的极端气候指标数据集^[6-13]，比如高分辨率全球气候极端指数历史数据集^[14]（A High-Resolution Global Gridded Historical Dataset of Climate Extreme Indices, CEI_0p25）与全球陆地现场气温和降水极端数据集（Development of an Updated Global Land In Situ - Based Data Set of Temperature and Precipitation Extremes, HadEX3）^[15]。但这两个数据集空间分辨率较低，难以满足区域气候变化研究的需求。中国极端气候研究大都基于站点气象站观测数据。已发布的极端气候指标数据集有 1961–2014 年中国沿海地区极端气候数据集^[6]和青藏高原极端气候指标数据集^[7]等。还有的数据集只针对某个极端气候指标，如渭河流域极端降水指数数据集^[8]、1973–2018 年“一带一路”地区极端低温指数数据集^[9]和极端高温指数数据集^[10]。这些数据集仅能反映特定研究区或者某一站点或者某类极端气候事件的变化，无法应用于全国或区域的极端气候变化时空连续性特征刻画。2022 年国家地球系统科学数据中心及参建单位黄土高原分中心发布了 1948–2016 年中国 0.25°分辨率极端气候指标系列数据^[11]（以下简称 CECID_0p25），该数据根据美国普林斯顿大学发布的全球 0.25°候数据集（Princeton Global Forcings dataset）生成，分辨率相对较粗，不能满足特定小范围区域的极端气候变化研究。

本研究以 ETCCDI 的 27 个核心极端气候指标为标准，生产了中国 1979–2018 年 0.1° 长时序极端气候指标数据集。本数据集为进一步分析全国极端气温与降水年际变化趋势及变化特征提供了可靠的数据支持。相较于已有的数据集，本数据集分辨率较高且时空连续，对极端气候的监测、评估、预测以及防灾减灾等具有更优的研究潜力。

1 数据采集和处理方法

1.1 数据源简介

气温与降水数据来源于中国地面气象要素驱动数据集（China Meteorological Forcing Dataset，以下简称 CMFD）^[12]和中国近地表气温数据集（A Dataset of Daily Near-surface Air Temperature in China，以下简称 CDAT）^[13]。

CMFD 下载于中国青藏高原科学数据中心（<https://data.tpdc.ac.cn/zh-hans/data/8028b944-daaa-4511-8769-965612652c49>），包含 7 个要素：气温、气压、比湿、风速、向下短波辐射、向下长波辐射和降水率。时间分辨率为 3 小时，空间分辨率为 0.1°。CMFD 为极端气候指标计算提供 1979–2018 年逐日降水数据。

CDAT 下载于时空三极环境大数据平台（<http://60.245.210.47/zh-hans/data/daa58689-a6d2-46cf-90fc-b73014ecef9d/>），包括日最高气温、日最低气温和日均温三个要素，空间分辨率为 0.1°。CDAT 为极端气候指标计算提供 1979–2018 年逐日气温数据。

1.2 数据生产流程

整个生产流程包含两部分。第一，基础输入数据制备：针对每个栅格，分别制作最高气温（包含年份、日序数、最高气温）、最低气温（包含年份、日序数、最低气温）、平均气温（包含年份、日序数、平均气温）和降水量（包含年份、日序数、降水量）csv 文件。第二，计算极端气候指标：利用 R 语言编写的 `climdex.pcic` 包计算极端气候指标，生成每个栅格的极端气候指标 csv 文件，并整合成 nc 文件。具体操作流程如图 1。

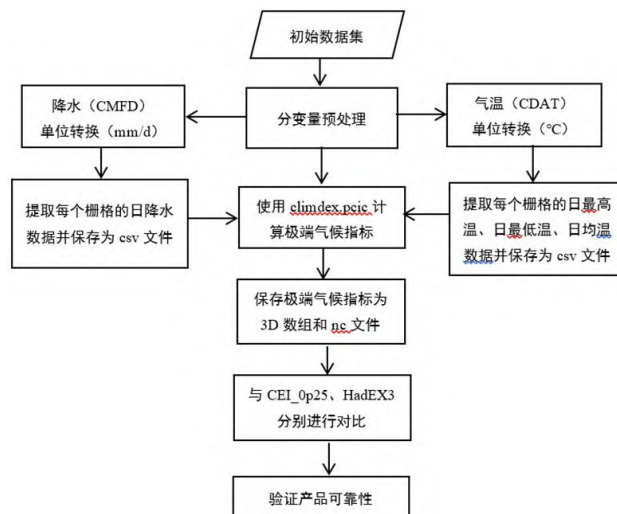


图 1 极端气候指标计算流程图

Figure 1 Flowchart of extreme climate index calculation

(1) 统一气温数据单位为℃，降水数据单位为 mm/day。CMFD 原始降水数据存储方式为 nc 文件，CDAT 原始气温数据存储方式为 TIFF 文件，上述两类文件使用 python 打开并完成单位统一。

(2) 制作气温与降水 csv 文件。针对每个栅格制作 tmax_lat_lon.csv，tmin_lat_lon.csv，tavg_lat_lon.csv，precip_lat_lon.csv。命名规则：tmax、tmin、tavg、precip 分别指的是日最高温、日最低温、日平均温、日降水；lat、lon 分别是当前栅格左下角对应的纬度与经度。每类 csv 文件均有 280000 个。

(3) 利用 climdex.pcic 包计算极端气候指标。以 SU（夏日日数）计算为例，第一步是将日期解析为计算要求的时间戳 PCICt。第二步是将数据导入，即从已加载的数据中读取相应变量。第三步是调用 climdex.su 函数计算夏日日数。第四步是计算结果保存为 su_lat_lon.csv。具体程序见图 2，SU（Summer Days）指的是夏季（通常是 6 月到 8 月）每天日最高温度超过了 25℃ 的次数。SU 的计算公式如下：

$$SU = \sum_{i=1}^N \{T_{max,i} > 25^{\circ}\text{C}\} \quad (1)$$

其中，N 是夏季的总天数， $T_{max,i}$ 是第 i 天的日最高温度。

```
library(PCICt)
# 载入 PCICt 库
## Create a climdexInput object from some data already loaded in and## ready to go.
## Parse the dates into PCICt.
## 从已经加载和准备好的一些数据中创建一个 climdexInput 对象
## 将日期解析为 PCICt 格式

tmax.dates <- as.PCICt(do.call(paste, ec.1018935.tmax[,c("year", "yday")])), format="%Y %j",
cal="gregorian")
tmin.dates <- as.PCICt(do.call(paste, ec.1018935.tmin[,c("year", "yday")])), format="%Y %j",
cal="gregorian")
prec.dates <- as.PCICt(do.call(paste, ec.1018935.prec[,c("year", "yday")])), format="%Y %j",
cal="gregorian")
## Load the data in.
## 载入数据

ci <- climdexInput.raw(ec.1018935.tmax$MAX_TEMP,ec.1018935.tmin$MIN_TEMP,
ec.1018935.prec$ONE_DAY_PRECIPITATION,tmax.dates, tmin.dates, prec.dates, base.range=c(1979, 2018))
## Create an annual timeseries of the number of summer days.
## 创建一个年度时间序列，记录夏日日数
su <- climdex.su(ci)
```

图 2 极端气候指标计算程序示意图（以 SU 指数为例）

Figure 2 Schematic diagram of the extreme climate index calculation procedure (Using the SU index as an example)

(4) 整合每类极端气候指标并存储为 nc 文件。计算得到的每类极端气候指标均有 280000 个 csv 文件。以 SU（夏日日数）整合为例，python 读取所有 su_lat_lon.csv 文件，将 csv 文件数据存储于包含 lat、lon、time3 个维度的 nc 文件。

(5) 数据验证对比。本数据集 CECI 分别与选定的已发布数据集 HadEX3、CEI_0p25 对比验证。本研究将 27 个极端气候指标的变量名设置为 ETCCDI 中相应的缩写，单位采用 ETCCDI 定义的单位，具体请参考表 1。

表 1 ETCCDI 核心极端气候指标清单

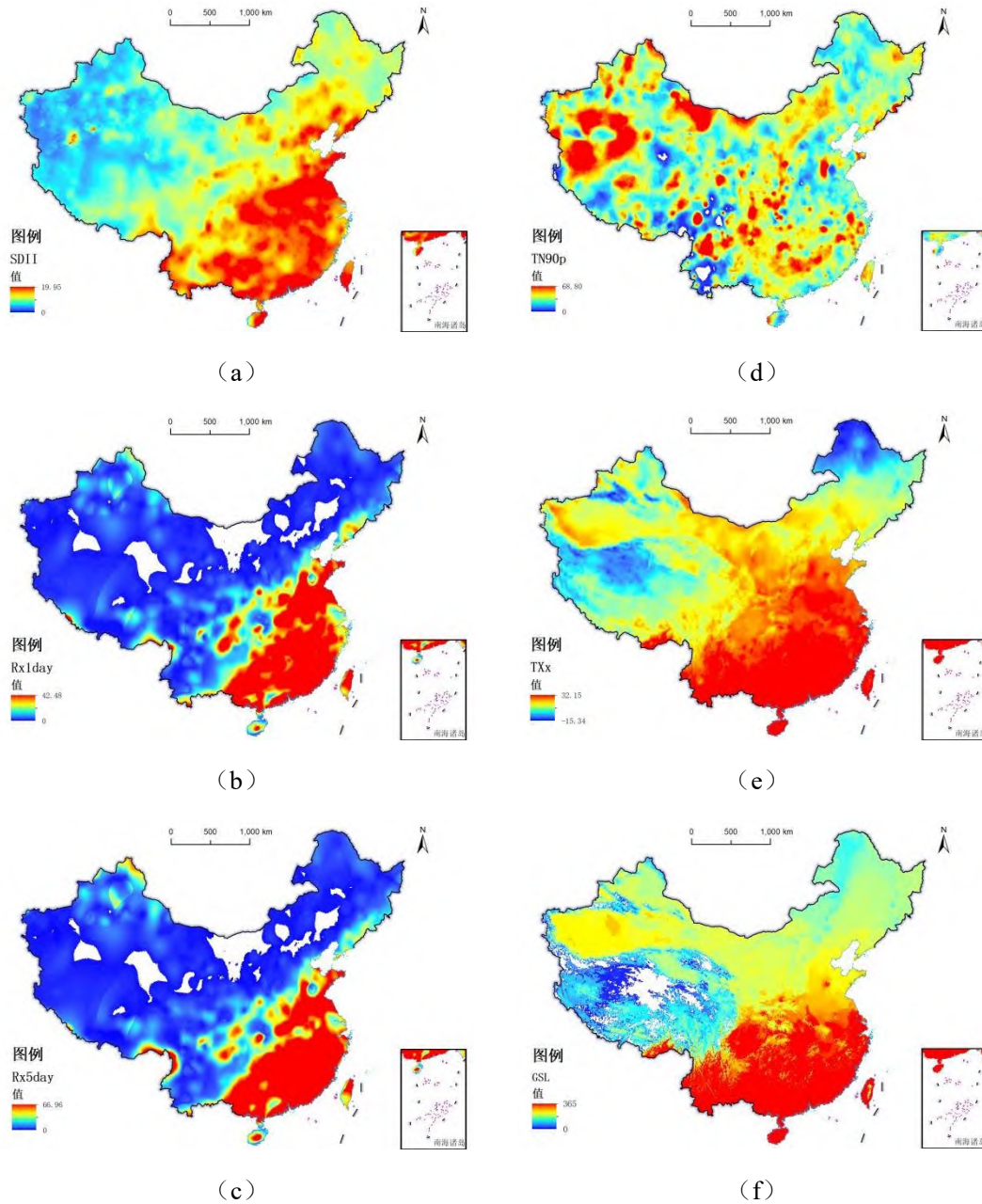
Table 1 List of ETCCDI core climate indices

英文名称	中文名称	定义	单位
FD	霜冻日数	日最低气温 $TN < 0^{\circ}\text{C}$ 的日数	days
SU	夏日日数	日最高气温 $TX > 25^{\circ}\text{C}$ 的日数	days
ID	冰封日数	日最高气温 $TX < 0^{\circ}\text{C}$ 的日数	days
TR	热夜日数	日最低气温 $TN > 20^{\circ}\text{C}$ 的日数	days
GSL	生长季长度	一年中从至少连续 6 日平均气温 $TG > 5^{\circ}\text{C}$ 起算至第一个连续 6 日(7 月以后, 南半球为 1 月以后) 日平均气温 $TG < 5^{\circ}\text{C}$ 之间的日数	days
TXx	月最高气温极大值	每月最高气温的最大值	$^{\circ}\text{C}$
TNx	月最低气温极大值	每月最低气温的最大值	$^{\circ}\text{C}$
TXn	月最高气温极小值	每月最高气温的最小值	$^{\circ}\text{C}$
TNn	月最低气温极小值	每月最低气温的最小值	$^{\circ}\text{C}$
TN10p	冷夜日数	日最低气温 $< 10\%$ 分位值的天数占全年的百分比	%
TX10p	冷昼日数	日最高气温 $< 10\%$ 分位值的天数占全年的百分比	%
TN90p	暖夜日数	日最低气温 $> 90\%$ 分位值的天数占全年的百分比	%
TX90p	暖昼日数	日最高气温 $> 90\%$ 分位值的天数占全年的百分比	%
WSDI	热持续指数	连续 6 日最高温 $> 90\%$ 分位值日数占全年的百分比	days
CSDI	冷持续指数	连续 6 日最低温 $< 10\%$ 分位值日数占全年的百分比	days
DTR	气温日较差	每日最高气温与最低气温的差值的平均数	$^{\circ}\text{C}$
Rx1day	连续 1 日最大降水量	每月内的最大日降水量	mm
Rx5day	连续 5 日最大降水量	每月内连续 5 天的最大降水量	mm
SDII	日降水强度	湿日 (日降水量 $\geq 1.0 \text{ mm}$) 降水总量与湿日日数之比	mm/day
10mm	中雨日数	一年内日降水量 $\geq 10 \text{ mm}$ 的日数	days
R20mm	大雨日数	一年内日降水量 $\geq 20 \text{ mm}$ 的日数	days
Rnnmm	日降水大于某一特定强度的日数	一年内日降水量 $\geq nn \text{ mm}$ 的日数 (nn 默认值为 1)	days
CDD	连续干旱日数	降水量 $< 1 \text{ mm}$ 的最长连续日数	days
CWD	连续湿润日数	降水量 $\geq 1 \text{ mm}$ 的最长连续日数	days
R95pTOT	非常潮湿天气的贡献	$100 * r95p / \text{PRCPTOT}$	%
R99pTOT	极端潮湿天气的贡献	$100 * r99p / \text{PRCPTOT}$	%
PRCPTOT	年降水量	一年内降水量之和	mm

2 数据样本描述

本产品是 1979–2018 年中国极端气候指标数据集, 空间分辨率为 $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$, 时间分辨率包括逐年和逐月两种, 数据量 5.13 GB。数据包括 27 个 nc 文件, 以极端气候指标变量名加后缀命名, 其中年

数据 20 个文件以 “ANN_China_0p10_deg_hist_1979_2018.nc” 为后缀，每个文件包含 40 个年份的数据索引；月数据 7 个文件以 “MON_China_0p10_deg_hist_1979_2018.nc” 为后缀，每个文件包含 480 个月份的数据索引，索引命名使用日期。其中，ANN 表示年统计，MON 表示月统计，China 表示数据覆盖中国，0p10_deg 表示精度为 10 km，hist 表示数据集为历史数据。图 3 展示了 1979 年部分极端气候指标的制图结果。



(a) 日降水强度 (mm/day); (b)1月连续1日最大降水量 (mm); (c) 1月连续5日最大降水量 (mm); (d) 暖夜日数 (%); (e) 1月月最高气温极大值(°C); (f) 生长季长度(days)
 (a) Daily precipitation intensity (mm/day); (b) Maximum precipitation in a single day in January (mm); (c) Maximum precipitation in five consecutive days in January (mm); (d) Percentage of warm nights; (e) Maximum monthly temperature in January (°C); (f) Length of the growing season (days)

图3 1979年极端气候指标数据集展示 [审图号: GS京(2025)0227号]

Figure 3 Examples of the 1979 extreme climate index dataset

3 数据质量控制和评估

3.1 质量控制

为了保证极端气候指标数据集的精度，并且能够进一步实现数据集的有效共享，本研究以国内认可度高且广泛应用的 CMFD 的降水数据和 CDAT 的气温数据为基础，开展中国近 40 年极端气候指标数据集的研制。

近年来，大量学者先后对 CMFD 数据集的准确性进行了广泛的评估和验证，并得出了积极的评价，尤其在中国的适用性方面。例如青藏高原^[16]、黑河流域^[17]、长江上游流域^[18]。作为一种长期气温数据集，CDAT 具有比其他数据集更高的准确性和空间表达能力，通过准确性评估和与现有数据集的比较，CDAT 在每个区域的气温估计和整体准确性方面表现更好，例如预测滇藏铁路沿线的潜在地热灾害区域^[19]、分析 1979–2018 年的热浪事件^[20]和评估 1979–2018 年期间青藏高原东部的极端气温^[21]。

3.2 质量评估

本研究选取 HadEX3、CEI_0p25 和 CECID_0p25 作为验证数据集。

HadEX3 全称为 HadEX3: Gridded land surface extremes indices (网站为 <https://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadex3/>)，空间分辨率为 1.875°×1.25°，覆盖了 1901 年至 2018 年的时间范围^[15]。CEI_0p25 全称为 A High-Resolution (0.25 degree) Historical Global Gridded Dataset of Climate Extreme Indices (1970–2016) using GLDAS data (网站为 <https://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.898014>)，空间分辨率为 0.25°，覆盖了 1970–2016 年^[14]。CECID_0p25 (网站为 <http://www.geodata.cn/data/index.html?ownername=%E7%A8%E5%86%9B%E5%B3%B0>) 空间分辨率为 0.25°，时间为 1948–2016 年，数据包括年降水量、降水强度、年最高气温、最低气温、热夜日数、霜冻日数等 21 个极端气候指标^[11]。

上述三套验证数据集均包含了除 Rnnmm (用户自主设置) 指标外本研究对比验证所需的大多数极端气候指标，同时时间基本覆盖 1979–2018 年。HadEX3、CEI_0p25 与 CECID 分别由英国气象局哈德利中心、地球与环境科学数据平台 PANGAEA 和中国国家地球系统科学数据中心发布，相应的数据集文章也已发表^[20-21]，数据准确性较高。

本研究分别使用 HadEX3、CEI_0p25 和 CECID_0p25 与本研究数据集 CECI 对比验证。以 HadEX3 对比验证为例：第一步，利用线性插值方法分别将数据集 CECI 升尺度至 1.875°；第二步，利用 HadEX3 数据集 1979–2018 年中国范围内的数据与 CECI 做相关性分析，并计算相关系数年平均均值；第三步，汇总每类极端气候指标的分析结果。

由表 2 知，本研究数据集 CECI 分别与 HadEX3、CEI_0p25 以及 CECID_0p25 对比得到的相关系数大多在 0.7 以上，时间持续性指标 (如 CDD、CWD)，相关性也在 0.4 以上。由于百分位数相关指标 (如 R95pTOT、TN10p 和 CSDI 等) 受到时间跨度的影响较大，例如，HadEX3 的时间跨度是 1901–2018 年，本研究数据集 CECI 是 1979–2018 年，从而导致此类指标相关性较差。综上，本研究开发的较高分辨率极端气候指标数据集是可靠的，可应用于极端气候研究中。

表 2 相关系数的平均值

Table 2 Average values of correlation coefficients

序号	名称	HadEX3	CEI_0p25	CECID_0p25	序号	名称	HadEX3	CEI_0p25	CECID_0p25
1	FD	0.81	0.95	0.92	15	CSDI	0.43	0.12	0.33
2	SU	0.62	0.95	0.91	16	DTR	0.83	0.73	-
3	ID	0.73	0.93	0.87	17	Rx1day	0.77	0.64	-
4	TR	0.71	0.98	0.91	18	Rx5day	0.81	0.73	-
5	GSL	0.77	0.94	0.77	19	SDII	0.80	0.79	0.86
6	TXx	0.70	0.90	-	20	R10mm	0.89	0.87	0.82
7	TNx	0.81	0.94	-	21	R20mm	0.87	0.80	-
8	TXn	0.70	0.92	-	22	Rnnmm	-	-	0.77
9	TNn	0.79	0.93	-	23	CDD	0.71	0.48	0.83
10	TN10p	0.37	0.24	-	24	CWD	0.59	0.57	0.78
11	TX10p	0.33	0.20	-	25	R95pTOT	0.39	0.15	-
12	TN90p	0.46	0.35	-	26	R99pTOT	0.35	0.11	0.21
13	TX90p	0.46	0.31	-	27	PRCPTOT	0.88	0.92	0.90
14	WSDI	0.51	0.24	0.36					

4 数据价值

本数据集提供了中国近 40 年极端气候指标数据集，包含 27 个核心极端气候指标，数据空间分辨率是 0.1°，时间跨度 1979–2018 年。本数据集与已有的极端气候指标数据集相比，相关性达 0.7，且空间分辨率较高，可为研究中国极端气候事件及其影响评估提供有价值的数据库。因此，具有重要的理论和实际应用价值。用户可以根据自己的需求，选择性地下载数据，并进行数据格式转换处理等操作，以满足自己的实际需求。

黄河流域 2003–2022 逐年干旱指数数据集在年尺度上反映区域干旱的变化特征，数据按年存储，格式为 GeoTiff 格式。数据读取和操作可以用 ArcGIS、ENVI 等软件，或者 Matlab、R、python 等进行读取、查看与分析。干旱指数以影像的像元值表示，在使用过程中，用户可以对数据进行分级，对数据进行其他分析，如生态系统受干旱胁迫情况评估、政府精准救灾、保险部门理赔等。在目前缺乏广泛认可的遥感干旱监测指数前提下，综合利用多种干旱指数，同时也可与气象干旱指数和土壤相对湿度结合，综合评估干旱情况。

致谢

感谢“国家青藏高原科学数据中心” (<http://data.tpdc.ac.cn>) 提供的 CMFD 数据。感谢“时空三

极环境大数据平台” (<http://60.245.210.47/zh-hans/>) 提供的 CDAT 数据。感谢国家科技基础条件平台-国家地球系统科学数据中心 (<http://www.geodata.cn>) 提供的 CECID_0.25d 数据支撑。

作者分工职责

陈锦河（1999—），男，山东省菏泽市人，硕士研究生，研究方向为机器学习。主要承担工作：技术实施和数据论文撰写。

王昆（1981—），女，山东省德州市人，副研究员，研究方向为全球变化与生态遥感。主要承担工作：总体工作部署、整体思路设计和论文修改与审核。

黄铁成（1986—），男，河南省周口市人，助理研究员，研究方向为生态遥感。主要承担工作：设计研究方法，论文修改。

黄文江（1972—），男，安徽省安庆市人，研究员，研究方向为植被遥感。主要承担工作：论文修改。

高世臣（1965—），男，山东省菏泽市人，教授，研究方向为数学。主要承担工作：论文修改与审核。

郭培昌（1988—），男，河南省鹤壁市人，副教授，研究方向为计算数学和机器学习。主要承担工作：论文修改与审核。

邹响轩（1996—），男，河北省石家庄人，硕士研究生，研究方向为机器学习。主要承担工作：设计研究方法，论文修改。

参考文献

- [1] 王晓利, 侯西勇. 1961-2014 年中国沿海极端气温事件变化及区域差异分析[J]. 生态学报, 2017, 37(21):16. [WANG X L, HOU X Y. Analysis of spatiotemporal variations and regional differences in extreme temperature events in the coastal area of China during 1961-2014[J]. Acta Ecologica Sinica, 2017, 37(21):16.]
- [2] 蔡霞, 蔡琳, 李亚军, 等. 山西北部极端气候事件与农业气象灾害分析[J]. 江西农业学报, 2023, 35(2): 121–127, 134. DOI: 10.19386/j.cnki.jxnyxb.2023.02.019. [CAI X, CAI L, LI Y J, et al. Analysis of extreme climate events and agrometeorological disasters in northern Shanxi Province[J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2023, 35(2): 121–127, 134. DOI: 10.19386/j.cnki.jxnyxb.2023.02.019.]
- [3] GAO S, CHEN Y, LI K, et al. Changes in day–night dominance of combined day and night heatwave events in China during 1979–2018[J]. Environmental Research Letters, 2022, 17(11):114058.
- [4] 马伟东, 刘峰贵, 周强, 等. 青藏高原极端降水数据集 (1961-2017) 的研发与内容[J]. 全球变化数据学报(中英文), 2021, 5(01):67-72, 180-185. [MA W D, LIU F G, ZHOU Q, et al. Development of extreme precipitation dataset of Qinghai-Tibet Plateau (1961 - 2017) [J]. Journal of Global Change Data & Discovery, 2021, 5(01): 67-72, 180-185.]
- [5] DONAT M G, ALEXANDER L V, YANG H, et al. Updated analyses of temperature and precipitation extreme indices since the beginning of the twentieth century: the HadEX2 dataset[J]. Journal of

- Geophysical Research: Atmospheres, 2013, 118: 2098-2118.
- [6] 1961~2014 年中国沿海地区极端气候数据集[DS/OL]. 中国科学院烟台海岸带研究所, 2021. DOI: 10.12237/casearth.60e55fca819aec59a2af7073. [Extreme Climate Dataset for Coastal Regions of China from 1961 to 2014[DS/OL]. Yantai Institute of Coastal Zone Research, Chinese Academy of Sciences. DOI: 10.12237/casearth.60e55fca819aec59a2af7073.]
- [7] 周玉科, 高琪. 1960-2012 年青藏高原极端气候指标数据集[DS/OL]. V1. Science Data Bank, 2017. [2023-10-13]. DOI:10.11922/sciencedb.444. [ZHOU Y K, GAO Q. Dataset of extreme climate indicators on the Qinghai-Tibet Plateau from 1960 to 2012. [DS/OL]. V1. Science Data Bank, 2017. [2023-10-13]. DOI:10.11922/sciencedb.444.]
- [8] 周旗, 张海宁, 任源鑫. 渭河流域极端降水数据集 (1961-2016) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志(中英文), 2021. <https://doi.org/10.3974/geodb.2021.02.06.V1>. [ZHOU Q, ZHANG H, REN Y. Extreme Precipitation Dataset of Weihe River Basin (1961-2016) [J/DB/OL]. Digital Journal of Global Change Data Repository, 2021. <https://doi.org/10.3974/geodb.2021.02.06.V1>.]
- [9] 涂锴. 1973-2018 年“一带一路”地区极端低温指数数据集[DS/OL]. 中国科学院大气物理研究所, 2022. DOI: 10.12237/casearth.636e17ea819aec5df66b5180. [TU K. Dataset of Extreme Low Temperature Index in the Belt and Road Region from 1973 to 2018[DS/OL]. Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences. 2022. DOI: 10.12237/casearth.636e17ea819aec5df66b5180.]
- [10] 涂锴. 1973-2018 年“一带一路”地区极端高温指数数据集[DS/OL]. 中国科学院大气物理研究所, 2022. DOI: 10.12237/casearth.636e17ea819aec5df66b5180. [TU K. Dataset of Extreme High Temperature Index in the Belt and Road Region from 1973 to 2018[DS/OL]. Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences. 2022. DOI: 10.12237/casearth.636e17ea819aec5df66b5183.]
- [11] 税军峰. 中国 0.25° 分辨率日最大降雨量数据集 (1948-2016 年) [DS/OL]. 国家地球系统科学数据中心 (<http://www.geodata.cn>), 2022. DOI:10.11866/db.loess.2022.016. [Tax, Junfeng. China 0.25° resolution daily maximum rainfall dataset (1948-2016)[DS/OL]. National Earth System Science Data Center (<http://www.geodata.cn>), 2022. DOI:10.11866/db.loess.2022.016.]
- [12] 阳坤, 何杰, 唐文君, 等. 中国区域地面气象要素驱动数据集 (1979-2018) [DS/OL]. 国家青藏高原数据中心, 2019. DOI: 10.11888/AtmosphericPhysics.tpe.249369.file. [YANG K, HE J, TANG W et al. (2019). China meteorological forcing dataset (1979-2018)[DS/OL]. National Tibetan Plateau / Third Pole Environment Data Center, 2019. DOI: 10.11888/AtmosphericPhysics.tpe.249369.file.]
- [13] 方舒, 毛克彪. 中国近地表日气温数据集(1979-2018)[DS/OL]. 时空三极环境大数据平台, 2022. DOI: 10.5281/zenodo.5502275. [FANG S, MAO K. A dataset of daily near-surface air temperature in China from 1979 to 2018[DS/OL]. A Big Earth Data Platform for Three Poles, 2022. DOI: 10.5281/zenodo.5502275.]
- [14] MISTRY M N A. High-Resolution Global Gridded Historical Dataset of Climate Extreme Indices[J]. Data, 2019, 4(1):41.
- [15] DUNN R J H, ALEXANDER L V, DONAT M G, et al. Development of an updated global land in situ - based data set of temperature and precipitation extremes: HadEX3[J]. Journal of Geophysical

- Research: Atmospheres, 2020,125(16): e2019JD032263.
- [16] 温婷婷, 郭英香, 董少睿, 等. 1979-2017 年 CRU、ERA5、CMFD 格点降水数据在青藏高原适用性评估[J]. 干旱区研究, 2022, 39(03): 684-697. [WEN T T, GUO Y X, DONG S R et al. Assessment of CRU, ERA5, CMFD grid precipitation data for the Tibetan Plateau from 1979 to 2017[J]. ARID ZONE RESEARCH, 2022, 39(03): 684-697.]
- [17] 赵捷, 徐宗学, 左德鹏. 黑河流域潜在蒸散发量时空变化特征分析[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2013, 49(Z1): 164-169. [ZHAO J, XU Z X, ZUO D P. Spatiotemporal Variation of Potential Evapotranspiration in the Heihe River Basin[J]. Journal of Beijing Normal University (Natural Science), 2013, 49(Z1): 164-169.]
- [18] 王留杰, 张行南, 方园皓, 等. 中国区域地面气象要素数据集在长江上游流域的适用性评估[J]. 水力发电, 2017, 43(3): 5. [WANG L J, ZHANG X N, FANG Y H, et al. Applicability Assessment of China Meteorological Forcing Dataset in Upper Yangtze River Basin[J]. Water Power, 2017, 43(3): 5.]
- [19] CHEN Z, CHANG R, GUO H, et al. Prediction of Potential Geothermal Disaster Areas along the Yunnan–Tibet Railway Project[J]. Remote Sensing, 2022; 14(13): 3036.
- [20] GAO S, CHEN Y, LI K, et al. Changes in day–night dominance of combined day and night heatwave events in China during 1979–2018. Environmental Research Letters, 2022,17: 114058.
- [21] TIAN Y, GHANUSI S A, ZHANG Y, et al. Radiation as the dominant cause of Temperature Extremes on the Tibetan Plateau[J]. Environmental Research Letters,2022,18(17):074007.

论文引用格式

陈锦河, 王昆, 黄铁成. 等. 1979–2018 年中国 0.1°极端气候指标数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2025, 10(1). (2025-03-03). DOI: 10.11922/11-6035.ncdc.2023.0008.zh.

数据引用格式

陈锦河, 王昆, 黄铁成. 等. 1979–2018 年中国 0.1°极端气候指标数据集 [DS/OL]. V2. Science Data Bank 2024. (2025-02-10). DO: 10.57760/sciencedb.09599.

A dataset of climate extreme indices at 0.1° resolution in China (1979–2018)

CHEN Jinhe¹, WANG Kun^{2,3*}, HUANG Tiecheng^{2,3}, HUANG Wenjiang^{2,3},
GAO Shichen¹, GUO Peichang¹, ZOU Yunxuan¹

1.School of Science, China University of Geosciences Beijing, Beijing 100083, P.R. China

2.International Research Center of Big Data for Sustainable Development Goals, Beijing 100094, P. R. China

3.State Key Laboratory of Remote Sensing Science, Aerospace Information Research Institute, Chinese

Academy of Sciences, Beijing 100094, P.R.China

*Email: wangk@aircas.ac.cn

Abstract: In the context of global climate change, the frequent occurrence of extreme weather events has had significant impacts on the ecological environment and human society. Particularly, the rise of compound extreme events (e.g. rising temperature, localized droughts and the heightened threat of high temperatures) may also lead to an increased risk of spring frosts, resulting in various compound and chain effects on agricultural production. The study of extreme weather events is crucial to accurately and quantitatively predict and prevent catastrophic weather events, protect the ecological environment and people’s lives and property, and reduce losses. However, due to the low spatio-temporal resolution of existing extreme climate index datasets, the study and assessment of regional climate extremes has been limited. In this study, we developed the China Extreme Climate Index Dataset (CECID), a dataset of climate extreme indices at 0.1° resolution in China from 1979 to 2018. This dataset was calculated, using the R language program package climdex.pcic, based on the China Surface Meteorological Element Driven Dataset (CMFD) and the China Near Surface Air Temperature Dataset (CDAT). It covers 27 extreme climate indices. Compared with existing extreme climate index datasets like HadEX3, CEI_0p25 and CECID_0p25, the correlation coefficients of most of the indicators (e.g., frost days FD, tropical nights TR, moderate rain days R10mm, and annual precipitation PRCPTOT) are above 0.7 ensuring the reliability of the dataset. Moreover, its spatial resolution of 0.1° is significantly higher than that of similar datasets both in China and globally, further enhancing its usability. Additionally, the temperature and precipitation dataset used in this study, based on kilometer-scale data sources. Finally, compared with existing region-specific datasets, the dataset produced in this study covers China as a whole, making it suitable for studying the characteristics of extreme climate events in China and their impacts on ecosystems. It holds practical value and significance for disaster prevention, climate change assessment, and other related fields.

Keywords: China; climate extreme indices; climate change

Dataset Profile

Title	A dataset of climate extreme indices at 0.1° resolution in China (1979 - 2018)
Data authors	CHEN Jinhe, WANG Kun, HUANG Tiecheng, HUANG Wenjiang, GAO Shichen, GUO Peichang, ZOU Yunxuan
Data corresponding author	WANG Kun (wangk@aircas.ac.cn)
Time range	1797–2018
Geographical scope	Across China (18.13°N–53.54°N, 73.45°E–135.06°E)
Spatial resolution	0.1°×0.1° km
Data volume	5.13 GB
Data format	*.nc
Data service system	< https://doi.org/10.57760/sciencedb.09599 > < http://www.ncdc.ac.cn/portal/metadata/618c7d66-329a-4005-abd1-232bb06ea863 >

Sources of funding	The Strategic Priority Research Program of the Chinese Academy of Sciences (Grant No. XDA26010304); Fengyun Application Pioneering Project (FY-APP).
Dataset composition	<p>This dataset comprises 27 core extreme climate indices defined by the Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI), totaling 27 files in NetCDF (nc) format, with each file representing an individual extreme climate index. The naming rule of the files is as follows:</p> <p>X_ANN_China_0p10_deg_hist_1979_2018.nc X_MON_China_0p10_deg_hist_1979_2018.nc</p> <p>where “X” represents the extreme climate index; “ANN” or “MON” refers to the data is on an annual or monthly scale; “China” indicates the study area is China; “0p10_deg” refers to a spatial resolution of 0.1°; “hist” indicates the data is historical; “1979_2018” refers to the start and end years of the dataset’s time series, spanning from 1979 to 2018.</p>