

云南省标准化降水蒸散指数数据集（1998–2012）

刘世梁^{*}, 成方妍, 张月秋, 侯笑云, 武 雪

北京师范大学环境学院, 北京 100875

摘 要: 云南省位于中国西南地区, 地理范为 $21^{\circ}8'32''\text{N}$ – $29^{\circ}15'8''\text{N}$, $97^{\circ}31'39''\text{E}$ – $106^{\circ}11'47''\text{E}$, 它与四川、贵州、广西和西藏 4 个省份接壤, 并与缅甸、老挝和越南 3 国相邻。近年来, 云南省的干旱事件频发, 迫切需要开展区域内干旱相关的研究。采用 Vicente-Serrano 等在标准化降水指标基础上提出的标准化降水蒸散指数 (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index, SPEI), 探讨区域的干旱发生情况。针对云南省 33 个数据点, 利用逐月的气象数据分别提取 1998 至 2012 年, 各点 3、6、12 和 24 个月的标准化降水蒸散指数 (SPEI)。数据结果表明, SPEI3、SPEI6、SPEI12 和 SPEI24 随时间推移表现出相似的降低趋势, 即区域内干旱趋势逐渐加强。数据集包括两部分: (1) 标准化降水蒸散指数计算数据点的地理位置; (2) 各点 1998–2012 年的标准化降水蒸散指数 (SPEI)。数据集存储为 .kmz, .shp 和 .xls 格式, 由 9 个文件组成, 数据量为 677 KB (压缩为 2 个文件, 212 KB)。

关键词: 云南; 西南; SPEI; 干旱

DOI: 10.3974/geodp.2017.04.11

1 前言

在全球气候变化背景下, 极端天气的频繁出现进一步加剧了全球的干旱化^[1], 干旱状况的表征需要综合降水和气温变化的共同效应, 传统的单一干旱指标难以表征这种共同效应^[2]。Vicente-Serrano等^[3]在标准化降水指标 (Standardized precipitation index, SPI) 基础上, 提出了一个新的气候干旱指数: 标准化降水蒸散指数 (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index, SPEI)。该指数基于降水和温度数据, 集成了帕默尔干旱指标 (Palmer drought severity index, PDSI) 对蒸发需求变化的灵敏性和SPI的计算简单、多时空的属性, 是监测干旱化及分析干旱化过程较为理想的工具^[2–3]。

云南省拥有澜沧江、红河等多条重要的国际河流, 近年来频繁受到极端干旱事件的影响, 跨境水安全与纠纷问题日益突显^[4]。因此, 迫切需要开展区域内干旱变化研究, 为跨境水资源利用和管理提供有效的数据支持。考虑到多时间尺度的SPEI能够反映区域干旱演

收稿日期: 2017-10-26; 修订日期: 2017-12-15; 出版日期: 2017-12-25

基金项目: 中华人民共和国科学技术部 (2016YFC0502103); 国家自然科学基金 (41571173)

^{*}通讯作者: 刘世梁 C-1377-2017, 北京师范大学环境学院, shiliangliu@bnu.edu.cn

论文引用格式: 刘世梁, 成方妍, 张月秋等. 云南省标准化降水蒸散指数数据集 (1998–2012) [J]. 全球变化数据学报, 2017, 1(4): 447–451. DOI: 10.3974/geodp.2017.04.11.

数据集引用格式: 刘世梁, 成方妍, 张月秋等. 云南省标准化降水蒸散指数数据集 (1998–2012) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2017. DOI: 10.3974/geodb.2017.01.07.V1.

变与可获得水资源的情况^[5]，该研究提取了1998–2012年，云南省33个站点3、6、12和24个月尺度的SPEI，以便分析云南省的干旱发生情况，为区域制定干旱对策提供科学数据支持。

2 数据集元数据简介

云南省标准化降水蒸散指数数据集（1998–2012）^[6]元数据包括数据集名称、短名、作者、数据集覆盖区域、基金项目、出版单位、数据集组成、数据格式、数据政策等列于表1。

表 1 云南省标准化降水蒸散指数数据集（1998–2012）元数据简表

条目	描述
数据库（集）名称	云南省标准化降水蒸散指数数据集（1998–2012）
数据库（集）短名	YunnanSPEI_1998-2012
作者信息	刘世梁 C-1377-2017, 北京师范大学, shiliangliu@bnu.edu.cn 成方妍 S-6509-2016, 北京师范大学, chengfangyan@mail.bnu.edu.cn 张月秋 P-3944-2017, 北京师范大学, 13324103182@163.com 侯笑云 S-6962-2016, 北京师范大学, houxiaoyun526@126.com 武雪 V-5240-2017, 北京师范大学, 849934301@qq.com
地理区域	21°9'N–29°15'N, 97°32'E–106°12'E；行政范围：云南省
数据年代	1998–2012 年
数据格式	.kmz, .shp, .xls
数据量	172 KB
数据集组成	由2个文件组成：1). StationsYN.kmz；是Google Earth格式的云南省33个数据点的位置数据；2). YunnanSPEI_1998-2012.rar，包含.shp格式的33个数据点的位置数据和.xls格式的各点1998至2012年逐月的SPEI数据
基金项目	中华人民共和国科学技术部（2016YFC0502103）；国家自然科学基金（41571173）
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 http://www.geodoi.ac.cn □
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101，中国科学院地理科学与资源研究所
数据共享政策	全球变化科学研究数据出版系统的“数据”包括元数据（中英文）、实体数据（中英文）和通过《全球变化数据学报》（中英文）发表的数据论文。其共享政策如下： （1）“数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放，用户免费浏览、免费下载；（2）最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源；（3）增值服务用户或以任何形式散发和传播（包括通过计算机服务器）“数据”的用户需要与《全球变化数据学报》（中英文）编辑部签署书面协议，获得许可；（4）摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10% 引用原则，即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%，同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 ^[7]

3 数据研发方法

3.1 数据来源

该研究所用气象数据为云南省33个站点1998至2012年逐月的降水和气温数据。每月降水和平均气温数据采用中国气象局气象中心的国家气象科学数据共享服务平台提供观测数据（<http://data.cma.cn/>）。

3.2 数据研发模型

该数据集采用了Vicente-Serrano等^[3]在SPI的基础上引入潜在蒸散项而构建的SPEI指数。SPEI具体计算步骤如下^[5]:

- 1) 计算潜在蒸散。采用Thornthwaite方法计算潜在蒸散。
- 2) 计算逐月降水与蒸散的差值。

$$D_i = P_i - PET_i \quad (1)$$

式中, D_i 为降水与蒸散的差值, P_i 为月降水量, PET_i 为月蒸散量。

- 3) 对 D_i 数据序列正态化处理。由于原始数据序列 D_i 中可能存在负值, SPEI指数采用3个参数的log-logistic概率分布。给定时间尺度的log-logistic概率分布的累积函数为:

$$F(x) = \left[1 + \left(\frac{\alpha}{x - y} \right)^\beta \right]^{-1} \quad (2)$$

式中, α 为尺度参数, β 为形状参数, 均可采用线性矩的方法拟合获得。

- 4) 对累积概率密度进行标准化:

$$P = 1 - F(x) \quad (3)$$

当累积概率 $P \leq 0.5$ 时,

$$W = -2 \ln(P) \quad (4)$$

$$SPEI = W - \frac{C_0 + C_1 W + C_2 W^2}{1 + d_1 W + d_2 W^2 + d_3 W^3} \quad (5)$$

式中, W 为蒸散降水推导函数的累积概率函数值, $C_0=2.515, 517$, $C_1=0.010, 328$, $d_1=1.432, 788$, $d_2=0.189, 269$, $d_3=0.001, 308$ 。当 $P > 0.5$ 时, 以 $1-P$ 表示, SPEI变换符号。

4 数据结果

4.1 数据集组成

云南省标准化降水蒸散指数数据集(1998-2012)采用.rar文件压缩包方式提供下载。该数据集共包含两种数据文件, 数据点位置数据(见图1, 包括Google Earth和Shape file格式)和各站点SPEI数据(.xls格式)。站点SPEI数据(YunnanSPEI98-12.xls)的属性信息包括各站点的代码、信息记录日期、SPEI-3、SPEI-6、SPEI-12和SPEI-24(见表2)。

4.2 数据结果分析

不同时间尺度上, SPEI均表现出相似的降低趋势, 即干旱趋势逐渐加强。但随着时间尺度的变化, SPEI随时间变化的敏感性略有差异, 时间尺度越小, 趋势线斜率的绝对值则越小(图2)^[5]。此外, 不同时间尺度的SPEI对于干旱的表征也存在差异。SPEI数值波动性较大, 说明其对短期降水比较敏感; SPEI6则更多地受到多雨期和少雨期的影响, 其数值波动幅度也较大; 而SPEI12和SPEI24的曲线趋势则更加平缓, 二者更多地反映了年际和年代际的干旱情况。

表 2 云南省标准化降水蒸散指数（1998-2012）（节选）

代码	年	月	SPEI-3	SPEI-6	SPEI-12	SPEI-24
56444	1998	1	0.910,218	1.405,472	0.755,184	0.651,674
56444	1998	2	0.354,802	1.226,318	0.736,720	0.389,720
56444	1998	3	1.628,373	0.793,755	1.096,529	0.639,470
56444	1998	4	0.516,306	0.720,538	1.325,416	0.650,676
56444	1998	5	0.427,654	0.454,335	1.422,186	0.260,293
56444	1998	6	-0.680,155	0.238,960	1.562003	0.499,223
56444	1998	7	-0.554,716	-0.235,120	0.758,294	0.456,951
56444	1998	8	-0.072,008	0.039,212	0.696,490	0.181,056
56444	1998	9	-0.111,926	-0.530,831	-0.208,498	0.320,678
56444	1998	10	0.587,437	-0.123,503	0.202,388	0.353,049
56444	1998	11	0.687,330	0.183,279	0.260,906	0.585,221
56444	1998	12	0.585,163	0.083,873	0.109,124	0.580,234

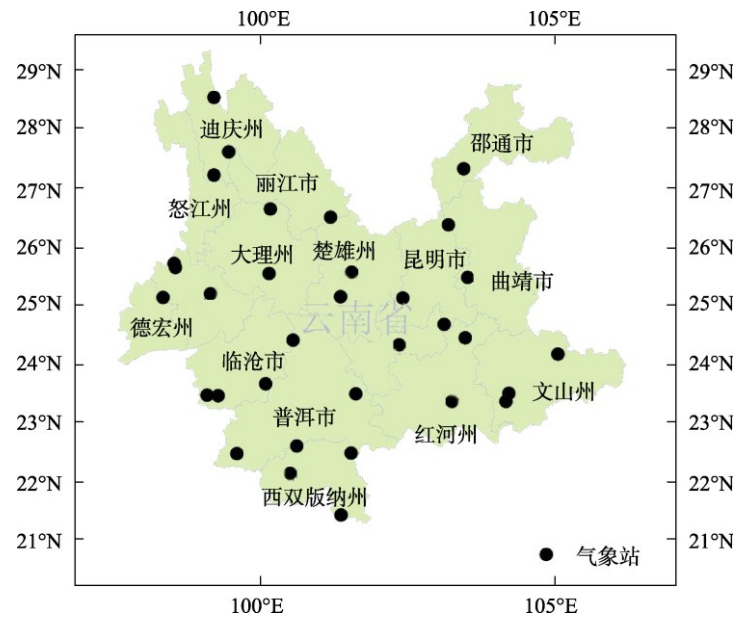
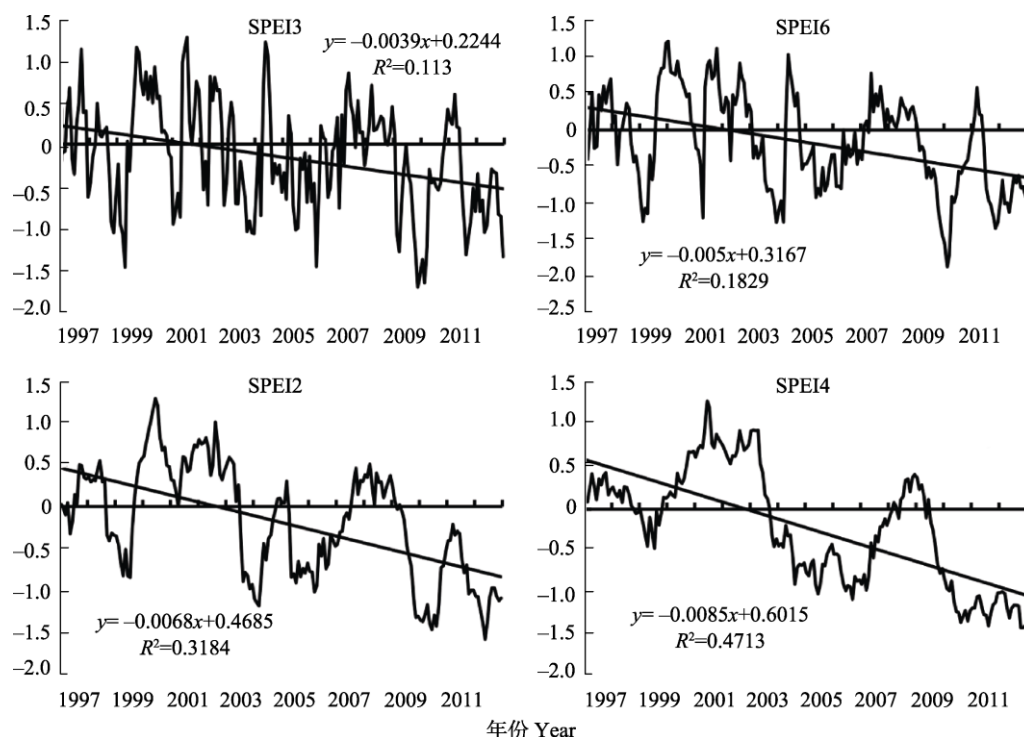


图 1 标准化降水蒸散指数数据集数据点的地理位置图

5 讨论

该研究中利用SPEI的时间变化趋势所表现出的区域干旱特征，与牛凯杰等^[8]的结果相似。尽管计算潜在蒸散的Thornthwaite方法没有考虑辐射的影响，但研究区范围纬度差异较小，辐射差异也相对低。当探讨关于SPEI变化趋势时，辐射差异暂时忽略不计。

图2 云南省多时间尺度标准化降水蒸散指数数据可视化图^[5]

参考文献

- [1] Dai, A. G. Drought under global warming: a review [J]. *Climate Change*, 2011, 2(1): 45–65.
- [2] 苏宏新, 李广起. 基于 SPEI 的北京低频干旱与气候指数关系[J]. *生态学报*, 2012, 32(17): 5467–5475.
- [3] Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S., López-Moreno, J. I. A multi-scalar drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index [J]. *Journal of Climate*, 2010, 23(7): 1696–1718.
- [4] He, D. M., Wu, R. D., Feng, Y., *et al.* China's transboundary waters: new paradigms for water and ecological security through applied ecology research [J]. *Journal of Applied Ecology*, 2014, 51(5): 1159–1168.
- [5] 刘世梁, 田韞钰, 尹艺洁等. 云南省植被 NDVI 的时间变化特征及其对干旱的响应[J]. *生态学报*, 2016, 36(15): 4699–4707.
- [6] 刘世梁, 成方妍, 张月秋等. 云南省标准化降水蒸散指数数据集 (1998–2012) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2017. DOI: 10.3974/geodb.2017.01.07.V1.
- [7] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策 [OL]. DOI: 10.3974/dp.policy.2014.05 (2017 年更新).
- [8] 牛凯杰, 梁川, 赵璐等. 西南地区干旱时空变化特征[J]. *灌溉排水学报*, 2014, 33(3): 1–6.