

ENSO 对广东省韶关市年降雨侵蚀力 影响数据集(1951–2013)

陈世发

韶关学院旅游与地理学院, 韶关 512005

摘要: 根据 1951–2013 年韶关市历年各月降雨量数据, 采用月降雨侵蚀力模型计算月降雨侵蚀力, 选取海洋表面温度 (SST)、南方涛动指数 (SOI) 与多变量 ENSO 指数 (MEI) 作为厄尔尼诺-南方涛动 (ENSO) 的指标, 分析 ENSO 对月降雨侵蚀力的影响, 得到 ENSO 对韶关市年降雨侵蚀力影响数据集 (1951–2013)。数据结果表明, 韶关市降雨侵蚀力年际变化和年内变化较大, 总体呈现波动上升趋势; 降雨侵蚀力与赤道太平洋 SST 距平值呈现极显著相关。该数据集包括两部分内容: (1) 1951–2013 年广东省韶关市降雨侵蚀力及距平; (2) 1951–2013 年 ENSO 月指标值与广东省韶关市月降雨侵蚀力。该数据集存储为.xlsx 格式, 数据量为 116 KB。该数据集的分析研究成果发表在《地理科学》2016 年第 36 卷第 10 期。

关键词: 降雨侵蚀力; ENSO; MEI; 韶关; 1951–2013; 地理科学

DOI: 10.3974/geodp.2019.04.12

1 前言

降雨是造成土壤侵蚀的直接原因, 是引起土壤侵蚀的重要因素。降雨对土壤侵蚀的能力被称为降雨侵蚀力^[1], 降雨侵蚀力在某种程度上能够反映降雨对土壤侵蚀的潜在能力^[2–3], 一次降雨总动能 (E) 与最大 30 min 降雨强度 (I_{30}) 的乘积 (EI_{30}) 通常作为降雨侵蚀力的指标, 并应用于 (修订) 通用土壤流失方程 USLE (RUSLE) 中降雨侵蚀力的计算, 即降雨侵蚀力的 R 值^[4–6]。国内外学者在降雨侵蚀力及其应用方面已进行较多的研究, 在全球不同区域建立不同的降雨侵蚀力公式, 同时不同降雨历时也有不同的降雨侵蚀力公式^[7–12]。降雨侵蚀力的变化与气候变化密切相关, 全球气候变化给降雨侵蚀力带来极为复杂的影响^[13], 但目前针对全球气候变化对降雨侵蚀力的研究较少, 相关降雨侵蚀力与全球气候变化的数据集甚少。

厄尔尼诺-南方涛动 (El Niño-Southern Oscillation, ENSO) 是全球气候变化的重要影响因子, ENSO 的特征值包括赤道太平洋中东部海洋表面温度 (Sea Surface Temperature, SST) 距平值、南方涛动指数 (Southern Oscillation Index, SOI) 和多变量 ENSO 指数

收稿日期: 2019-11-07; 修订日期: 2019-12-17; 出版日期: 2019-12-24

基金项目: 广东省 (GD18XGL55, 2015KQNCX148); 韶关市 (G2017017, 2018sn055)

作者信息: 陈世发 0000-0002-1273-9668, 韶关学院旅游与地理学院, sgxyysf@163.com

数据引用方式: [1] 陈世发. ENSO 对广东省韶关市年降雨侵蚀力影响数据集(1951–2013) [J]. 全球变化数据学报, 2019, 3(4): 387–392. DOI: 10.3974/geodp.2019.04.12.

[2] 陈世发. ENSO 对广东省韶关市年降雨侵蚀力影响数据集(1951–2013) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.06.02.V1.

(Multivariate ENSO Index, MEI)等,通过这些特征值的变动影响降雨,降雨侵蚀力也随之变化。ENSO 对全球降水的变化存在差异,ENSO 暖事件发生时,南美洲大部分地区降水增加、亚洲东部冬季降水也呈现增加趋势,但亚洲东部与亚洲南部的夏季降水偏少、非洲降水减少^[14-16]。虽然 ENSO 对降水的影响研究较多,但研究对降雨侵蚀力的影响相对较少^[13,17]。本研究以广东省韶关市 1951–2013 年月降雨量数据为基础,通过 ENSO 的指标值,分析各指标值对韶关市降雨侵蚀力的影响,可为相关研究提供参考,为韶关市乃至南方红壤低山丘陵地区的土壤侵蚀综合治理提供理论依据,对韶关市乃至南方红壤低山丘陵地区土壤侵蚀的监测、评估和治理也具有参考意义。

2 数据集元数据简介

《ENSO 对广东省韶关市年降雨侵蚀力影响数据集 (1951–2013)》^[18]的名称、作者、地理区域、数据年代、数据集组成、数据出版与共享服务平台、数据共享政策等信息见表 1。

表 1 《ENSO 对广东省韶关市年降雨侵蚀力影响数据集 (1951–2013)》元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	ENSO 对广东省韶关市年降雨侵蚀力影响数据集 (1951–2013)
数据集短名	ENSO_RainfallErosivityShaoguan_1951-2013
作者信息	陈世发 0000-0002-1273-9668, 韶关学院旅游与地理学院, sgxycsrf@163.com
地理区域	广东省韶关市, 地理范围: 23°5'N–25°31'N, 112°50'E–114°45'E
数据年代	1951–2013
数据格式	.xlsx
数据量	116.5 KB
数据集组成	(1) 1951–2013 年广东省韶关市降雨侵蚀力及距平 (2) 1951–2013 年 ENSO 月指标值与广东省韶关市月降雨侵蚀力
基金项目	广东省 (2015KQNCX148, GD18XGL55); 韶关市 (G2017017, 2018sn055)
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 ^[19]
数据和论文检索系统	DOI, DCI, CSCD, WDS/ISC, GEOSS, China GEOSS

3 数据研发方法

本数据集采用的降雨资料来源于中国气象共享服务网 (<http://data.cma.cn/>) 提供的 1951–2013 年韶关市分月降雨量数据, 以月降雨量数据为基础计算韶关市月降雨侵蚀力,

以此统计韶关市年降雨侵蚀力。

ENSO 数据来自美国大气局 (NOAA) 气候预测中心 (CPC)(<http://www.esrl.noaa.gov/>) 公布的逐月 SST 距平值、SOI 和 MEI 数据 (1951–2013 年)。

3.1 算法原理

采用周伏健提出的降雨侵蚀力模型^[8]，该模型利用气象站逐月雨量资料计算降雨侵蚀力该模型公式为：

$$R = \sum_{i=1}^{12} (-2.6398 + 0.3046P_i) \tag{1}$$

式中， P_i 为月降雨量 (mm)， R 为年降雨侵蚀力 $\text{MJ mm hm}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ a}^{-1}$ 。采用式(1)计算韶关市分月降雨侵蚀力，累加可知年降雨侵蚀力。

El Niño 事件的确定方法为赤道东太平洋海温距平值偏高 0.5 °C 以上或偏低–0.5 °C 以下，且持续时间达 6 个月及以上 (可允许一个月低于 0.5 °C 以上或–0.5 °C 以下)，则视为一次厄尔尼诺事件或拉尼娜 (反厄尔尼诺) 事件。

3.2 技术路线

研究以广东省韶关市为例，分析 ENSO 对韶关市降雨侵蚀力的影响，技术路线见图 1。

选取广东省韶关市 1951–2013 年日均降雨量数据与代表 ENSO 指标的 SST、SOI 和 MEI 的数据，分析各自在 1951–2013 年期间的变化规律，在此基础上，利用 SPSS 19.0 统计软件分析韶关市降雨侵蚀力与 ENSO 之间的相关性，分析 ENSO 对韶关市降雨侵蚀力的影响程度，最后分析 ENSO 影响韶关市降雨侵蚀力的机理。

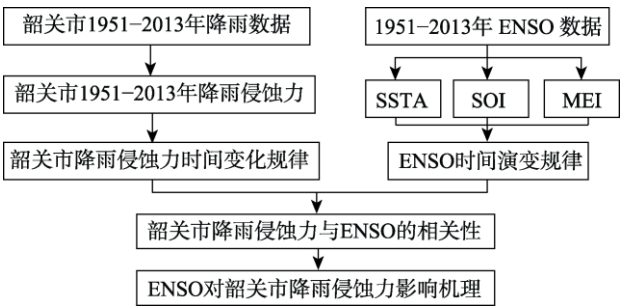


图 1 数据研发技术路线图

4 数据结果与验证

4.1 数据集组成

- (1) 1951–2013 年广东省韶关市降雨侵蚀力及距平数据，其中包括：年降雨侵蚀力、5 年滑动平均的降雨侵蚀力、降雨侵蚀力距平和 5 年降雨侵蚀力滑动距平；
- (2) 1951–2013 年 ENSO 月指标值与广东省韶关市月降雨侵蚀力数据，包括历年每月降雨侵蚀力、多变量 ENSO 指数(MEI)、南方涛动指数(SOI)和海洋表面温度(SST)数据。

4.2 数据结果

数据时间为 1951–2013 年，研究区域位于广东省韶关市。韶关市 1951–2013 年年均降

雨侵蚀力为 $476.53 \text{ MJ mm hm}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ，历年各月降雨侵蚀力最大为： $180.52 \text{ MJ mm hm}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ，最小为 $0 \text{ MJ mm hm}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ，年降雨侵蚀力最大值为 1994 年的 $646.27 \text{ MJ mm hm}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ，最小值为 1963 年的 $302.53 \text{ MJ mm hm}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ a}^{-1}$ 。韶关市平均月降雨侵蚀力为 $39.71 \text{ MJ mm hm}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ，其中，5 月的降雨侵蚀力最大，高达 $78.64 \text{ MJ mm hm}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ，12 月最小，仅为 $14.03 \text{ MJ mm hm}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ a}^{-1}$ [17]，从月降雨侵蚀力的拟合曲线来看（图 2），韶关市降雨侵蚀力在 4–7 月最大，而在 11 月–次年 2 月最低，月降雨侵蚀力变化起伏较大。

韶关市降雨侵蚀力距平呈现波动起伏的趋势，对韶关市降雨侵蚀力距平进行 5 年滑动平均统计，结果表明：1951–1970 年韶关市降雨侵蚀力总体处于负距平，而 1971–1991 年处于波动起伏阶段，此阶段降雨侵蚀力的负距平达到最大值，而从 1992–2013 年韶关市降雨侵蚀力总体处于正距平，累计距平值波动较大，此阶段降雨侵蚀力突变性较大。韶关市降雨侵蚀力呈现线性上升趋势，在 20 世纪 80 年代中期之前为负距平，80 年代中期之后为正距平 [17–18]。

从图 3 可以看出，1951–2013 年出现 ENSO 暖事件共 20 次（图 3a），ENSO 冷事件出现 13 次（图 3b），ENSO 冷暖事件时期韶关市平均月降雨侵蚀力为 $35.44 \text{ MJ mm hm}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ a}^{-1}$ 。其中，暖事件时期平均月降雨侵蚀力为 $36.75 \text{ MJ mm hm}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ，冷事件时期为 $33.88 \text{ MJ mm hm}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ，虽然暖事件降雨侵蚀力高于冷事件时期，但各次冷事件时期的降雨侵蚀力波动较小，而暖事件时期波动较大。韶关市降雨侵蚀力在非 ENSO 冷暖事件时期较大，而在 ENSO 冷暖事件时的降雨侵蚀力相对较小，特别是在 ENSO 冷事件期间的降雨侵蚀力。

韶关市降雨侵蚀力与赤道太平洋中东部 SST 距平值呈现极显著相关关系 ($P<0.01$)，降雨侵蚀力随着 SST 距平值的增加呈现出先增加后减少的趋势。韶关市降雨侵蚀力与 SOI 显著相关 ($P<0.05$)，降雨侵蚀力随着 SOI 的增加逐渐降低。降雨侵蚀力随着 MEI 的增大而逐渐增加 ($P<0.01$)，两者呈现极显著的正相关关系，降雨侵蚀力与 MEI 的相关性强于 SST 距平值和 SOI。

利用周伏建等学者的月降雨侵蚀力公式计算韶关市 1951–2013 年降雨侵蚀力，虽然适用于降水丰富的南方低山丘陵地区，但对于日降雨侵蚀力、小时降雨侵蚀力、不同雨强的降雨侵蚀力均未涉猎，而极端降雨也受全球气候变化的影响，在以后的研究中应考虑不同降雨侵蚀力公式计算结果与 ENSO 的关系，以全面系统反映全球气候变化对降雨侵蚀力的影响。

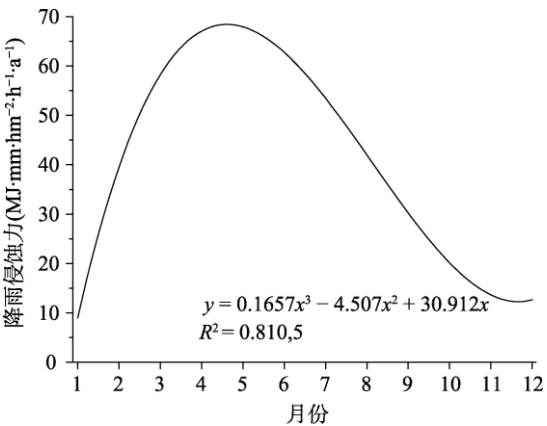


图 2 韶关市 1951–2013 年分月降雨侵蚀力变化曲线

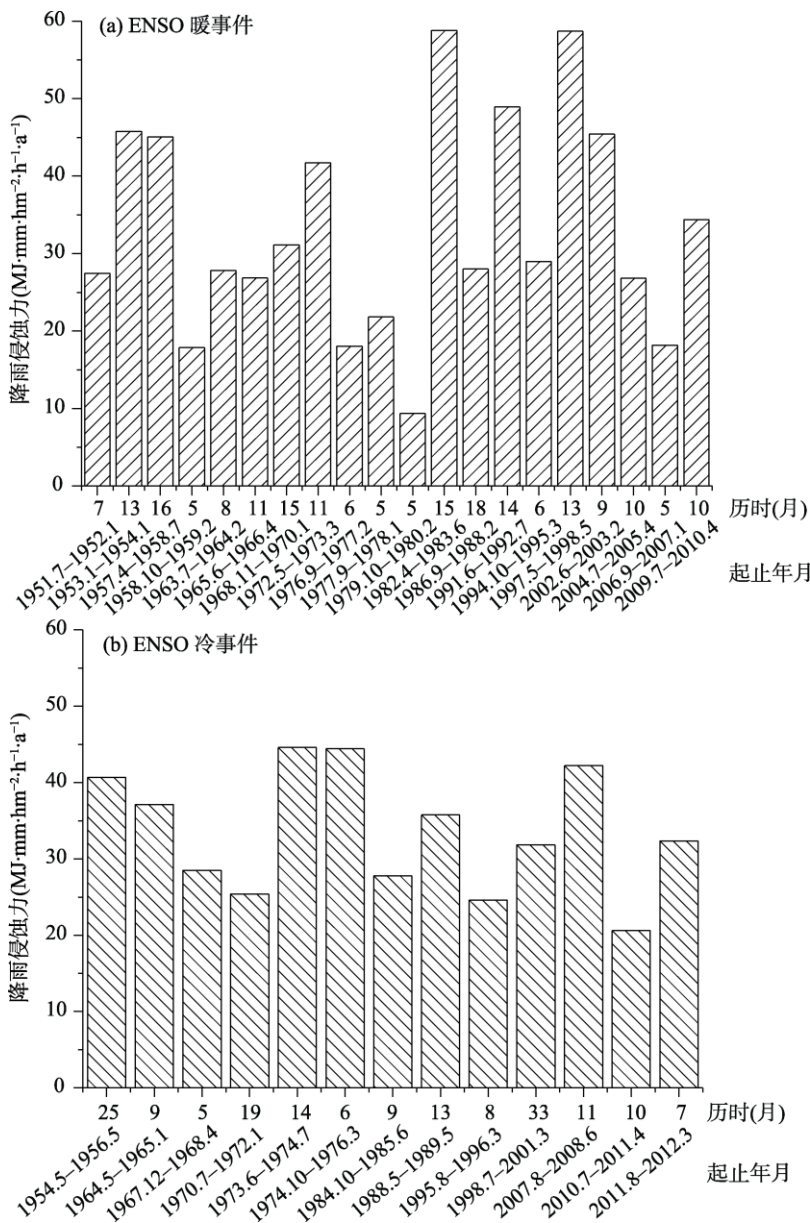


图 3 1951–2013 年 ENSO 冷暖事件及降雨侵蚀力

5 讨论和总结

本数据集基于韶关市 1951–2013 年月降雨量数据，利用月降雨侵蚀力公式，计算韶关市月降雨侵蚀力，并以 ENSO 特征值数据为基础，分析与降雨侵蚀力的相关关系。该数据集表明 1951–2013 年韶关市降雨侵蚀力总体呈现略微上升趋势，降雨侵蚀力的年际变化与月际变化均较大。ENSO 暖事件的月降雨侵蚀力高于 ENSO 冷事件时期，韶关市降雨侵蚀力随 SST 距平值的增加呈现出先增加后减少的趋势，随着 SOI 的增加逐渐降低，随着 MEI

的增大逐渐增加。

本数据集为分析 ENSO 事件对韶关市降雨侵蚀力产生的影响提供数据支持,可以全面评估 ENSO 对韶关市降雨侵蚀力的影响,为类似地区的长时间尺度月降雨侵蚀力的计算及与全球气候变化的关系提供基础数据及方法参考。降雨侵蚀力除受降雨量的影响之外,降雨强度、降雨历时等也对降雨侵蚀力产生重要的影响,本数据集采用相关性分析探讨了 ENSO 对降雨侵蚀力的影响,在后续的研究中将考虑不同降雨强度、降雨历时的降雨侵蚀力的变化并分析 ENSO 对其的影响机制。

参考文献

- [1] Panagos, P., Ballabio, C., Borrelli, P., *et al.* Rainfall erosivity in Europe [J]. *Science of the Total Environment*, 2015, 511: 801–814.
- [2] Vrieling, A., Hoedjes, J. C. B. van der Velde, M. Towards large-scale monitoring of soil erosion in Africa: Accounting for the dynamics of rainfall erosivity [J]. *Global and Planetary Change*, 2014, 115(4): 33–43.
- [3] 赵平伟, 郭萍. 1980–2013 年滇西北地区降雨侵蚀力变化特征[J]. *地理科学*, 2015, 35(10): 1306–1311.
- [4] Wischmeier, W. H., Smith, D. D. Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning [M]. Washington DC: US Department of Agriculture, 1978.
- [5] Renard, K. G., Freidmund, J. R. Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the RUSLE [J]. *Journal of Hydrology*, 1994, 157(4): 287–306.
- [6] Yu, B. F., Rosewell, C. J. A robust of the R-factor for the universal soil loss equatio [J]. *Transaction of the American Society of Agricultural Engineers*, 1996, 39(2): 559–561.
- [7] 章文波, 谢云, 刘宝元. 利用日雨量计算降雨侵蚀力的方法研究[J]. *地理科学*, 2002, 22(6): 705–711.
- [8] 周伏建, 陈明华, 林福兴等. 福建省降雨侵蚀力指标 R 值[J]. *水土保持学报*, 1995, 9(1): 13–18.
- [9] 黄炎和, 卢程隆, 郑添发等. 闽东南降雨侵蚀力指标 R 值的研究[J]. *水土保持学报*, 1992, 6(4): 25–30.
- [10] Yu, B. F. Rainfall erosivity and its estimation for Australia's tropics [J]. *Australian Journal of Soil Research*, 1998, 36(1): 143–166.
- [11] Richardson, C. W., Foster, G. R., Wright, D. A. Estimation of erosion index from daily rainfall amount [J]. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 1983, 26(1): 153–160.
- [12] Loureiro, N. D. S., Coutinho, M. D. A. A new procedure to estimate the RUSLE EI30 index, based on monthly rainfall data and applied to the Algarve region, Portugal [J]. *Journal of Hydrology*, 2001, 250(1): 12–18.
- [13] Chen, S. F., Zha, X. Effects of the ENSO on rainfall erosivity in the Fujian province of southeast China [J]. *Science of the Total Environment*, 2018, 621: 1378–1388.
- [14] Haylock, M. R., Peterson, T. C., Alves, L. M., *et al.* Trends in total and extreme South American rainfall in 1960–2000 and links with sea surface temperature [J]. *Journal of Climate*, 2006, 19(8): 1490–1512.
- [15] Bradfield, L. The strength of El Niño and the spatial extent of tropical drought [J]. *Geophysical research letters*, 2004, 31(21): 1–4.
- [16] Mason, S. J., Goddard, L. Probabilistic precipitation anomalies associated with ENSO [J]. *Bulletin of the American meteorological society*, 2001, 82(4): 619–638.
- [17] 陈世发. ENSO 对韶关市 1951–2013 年降雨侵蚀力影响研究[J]. *地理科学*, 2016, 36(10): 1573–1580.
- [18] 陈世发. ENSO 对广东省韶关市年降雨侵蚀力影响数据集(1951–2013) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.06.02.V1.
- [19] 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).