

福建省 1956—2013 年降雨侵蚀力与厄尔尼诺—南方涛动(ENSO)的关系

陈世发¹, 查轩^{2,3}

(1. 韶关学院旅游与地理学院, 广东 韶关 512005; 2. 福建师范大学地理科学学院, 福州 350007; 3. 福建师范大学地理研究所, 福州 350007)

摘要: 选取 1956—2013 年福建省 57 个主要气象站点日降雨量数据, 采用日降雨侵蚀力模型计算降雨侵蚀力, 分析厄尔尼诺—南方涛动(ENSO)对福建省降雨侵蚀力的影响。结果表明, 虽 ENSO 对福建省不同区域的气象站点的影响存在差异, 但总规律为: (1) 福建省降雨侵蚀力年际变化和年内变化较大, 总体呈现略微波动上升的趋势; (2) 福建省降雨侵蚀力与赤道太平洋中东部海洋表面温度(SST)距平值呈现极显著相关。厄尔尼诺(El Niño)时期降雨侵蚀力较拉尼娜(La Niña)时期大, 但均低于福建省平均降雨侵蚀力; (3) 降雨侵蚀力与南方涛动指数(SOI)和多变量 ENSO 指数(MEI)存在极显著相关。通过分析 ENSO 对福建省降雨侵蚀力影响, 为福建省土壤侵蚀的预测和土壤保持提供参考和依据。

关键词: 降雨侵蚀力; 厄尔尼诺; 降水量; 南方涛动; MEI; SST

中图分类号: P467; X16

文献标识码: A

文章编号: 1009-2242(2017)04-0038-06

DOI: 10.13870/j.cnki.stbxb.2017.04.007

The Relationship Between Rainfall Erosivity and ENSO in Fujian Province During 1956—2013

CHEN Shifa¹, ZHA Xuan^{2,3}

(1. School of Tourism and Geography, Shaoguan University, Shaoguan, Guangdong 512005; 2. College of Geographical Sciences, Fujian Normal University, Fuzhou 350007; 3. Institute of Geography, Fujian Normal University, Fuzhou 350007)

Abstract: This study selected daily precipitation data of 57 main meteorological stations from 1956 to 2013 in Fujian province to calculate rainfall erosivity by applying the daily rainfall erosivity model and analyze the impact of ENSO events on rainfall erosivity in Fujian province. The results indicated that although the impacts of ENSO on meteorological stations were different in different areas, there were some general rules as follows: (1) The trend of rainfall erosivity showed general upward but an evident inter-annual and intra-annual variation; (2) Rainfall erosivity was significantly related to SST anomaly in equatorial Pacific. The rainfall erosivity during El Niño period was relatively higher than that during the La Niña period, but they were both lower than the average rainfall erosivity in Fujian province; (3) There were extremely significant correlation between rainfall erosivity and SOI and MEI. Through analyzing the effect of ENSO on rainfall erosivity, it would provide reference and basis for soil erosion prediction of and soil conservation in Fujian province.

Keywords: rainfall erosivity; El Niño; precipitation; southern oscillation (SO); MEI; SST

土壤侵蚀是雨滴对土壤颗粒的分离以及径流对土壤颗粒的搬运过程。它与降雨、地形、土壤和植被等自然因素相关, 不合理的人类活动加剧土壤侵蚀。其中, 降雨成为导致土壤侵蚀的主要因素, 雨滴溅蚀和降雨径流是造成土壤侵蚀的主要动力, 降雨侵蚀力是造成土壤侵蚀的潜在能力^[1-3], 其变化受降雨量决定。全球气候变化, 特别是降雨变化对降雨侵蚀力产

生极为复杂的影响。为此多利用气象站常规降雨资料来估算降雨侵蚀力, 而日、月和降雨历时估算降雨侵蚀力的模型应用广泛^[4-8]。

厄尔尼诺—南方涛动(ENSO)是影响全球气候最强烈的海—气相互作用事件, 是气候变化的重要因子。虽然只发生在赤道太平洋中东部附近, 但足以使全球大多数区域降水异常。其特征值常用赤道太平

洋中东部海洋表面温度(SST)距平值、南方涛动指数(SOI)和多变量 ENSO 指数(MEI)表示,通过这些指标的变动影响降雨,是造成旱涝、侵蚀等重要因素^[9-10]。ENSO 与澳大利亚南部、墨西哥北部等地降雨呈现显著相关^[11-12],也使大气环流发生改变^[13],全球极端降雨事件在厄尔尼诺(El Niño)事件时增加,拉尼娜(La Niña)事件减少^[14],厄尔尼诺事件造成中国东南部冬季降雨偏多^[15],使夏季雨带偏南,拉尼娜事件相反^[16]。虽然 ENSO 对气候影响显著,但较少从 ENSO 对降雨侵蚀力影响进行分析^[17-18],目前仅有实证研究 ENSO 对局部降雨侵蚀力的影响^[19-20]。ENSO 通过降雨影响土壤侵蚀风险^[21],IPCC 报告也认为强降雨事件频次增加,降雨侵蚀力增大^[22]。

福建省地形以山地丘陵为主,降雨量大且集中,特别是由于 ENSO 变化导致降雨变率加大,使福建省土壤侵蚀潜在危险性大。本文以福建省 1956—2013 年日降雨量数据为基础,研究 ENSO 对福建降雨侵蚀力的影响,为土壤侵蚀综合治理提供理论依据,对土壤侵蚀的预报、监测和评估具有重要意义。

1 数据来源与研究方法

1.1 研究区概况

福建省(简称闽)位于中国大陆东南部,地处 115°50′—120°43′E,23°32′—28°22′N 之间,总面积为 12.42 万 km²,地形以山地丘陵为主,其中武夷山是中国大陆东南部最高山体,位于福建省西北部,由于武夷山的阻滞效应,使福建省具有相对独立的地理单元。研究区西部和北部属于中亚热带海洋性季风气候,东南部沿海属于南亚热带海洋性季风气候。年平均气温约 15~21℃,无霜期达 225~336 d,年降水量 1 615.44 mm,降水时间和空间差异较大。植被为亚热带常绿阔叶林,但受到长期人类活动的破坏,多为马尾松林等次生植被,土壤多为红壤和第四纪花岗岩粘土,可蚀性强,形成较为严重的土壤侵蚀。

1.2 数据来源

本文所采用的降雨资料来源于中国气象共享服务网提供的 1956—2013 年福建省主要气象站点的数据,剔除时间尺度不连续的气象站点,最终选用 57 个主要气象站点的日降雨量数据,以日降雨量数据为基础计算福建省半月降雨侵蚀力,并以此统计福建省年降雨侵蚀力。ENSO 数据来自美国海洋与大气局气候预测中心公布的逐月 SST 距平值、SOI 和 MEI 数据(1956—2013 年)。

1.3 研究方法

1.3.1 降雨侵蚀力计算方法 采用章文波等^[23]提出的日雨量侵蚀力模型计算降雨侵蚀力,模型结构

简单,利用日雨量资料即可算出多年平均降雨侵蚀力,适用于降雨量较丰富的地区,而福建省降雨量较为丰富,适用于该模型。

$$R_i = \alpha \sum_{j=1}^k (p_j)^\beta \quad (1)$$

式中: R_i 为第 i 个半月时段的侵蚀力值(MJ·mm/(hm²·h·a)); k 为该半月时段的天数,以每月第 15 日为界; p_j 表示半月时段内第 j 天的侵蚀性日雨量(侵蚀性降雨标准 ≥ 12 mm),否则以 0 计算; α 和 β 为模型待定参数。计算公式为:

$$\beta = 0.8363 + \frac{18.177}{P_{d12}} + \frac{24.455}{P_{y12}} \quad (2)$$

$$\alpha = 21.586\beta^{-7.1891} \quad (3)$$

式中: P_{d12} 表示日降雨量 ≥ 12 mm 的日平均雨量; P_{y12} 表示日降雨量 ≥ 12 mm 的年平均雨量。利用公式(1)~(3),估算出每个站点逐年各半月时段的降雨侵蚀力,累加得到年降雨侵蚀力。

1.3.2 ENSO 事件统计 ENSO 是大尺度海洋与大气交互作用事件^[20],是发生在热带赤道太平洋中东部的厄尔尼诺(El Niño)和发生在大气中的南方涛动(SO)的海气交互事件。中国气象局 ENSO 监测小组采用的厄尔尼诺(拉尼娜)事件的确定方法为赤道东部太平洋海温距平值偏高或偏低 0.5℃以上(−0.5℃以下),且持续时间达 6 个月及以上(可允许一个月低于 0.5℃或 −0.5℃),则视为一次厄尔尼诺事件(拉尼娜事件),按照此划分方法:1957—1958 年,1963 年,1965—1966 年,1969 年,1972 年,1976—1977 年,1979—1980 年,1982—1983 年,1986—1987 年,1991—1992 年,1994 年,1997—1998 年,2002—2006 年和 2009 年为厄尔尼诺事件,而 1956 年,1964 年,1968 年,1970—1971 年,1973—1975 年,1984—1985 年,1988—1989 年,1995—1996 年,1999—2000 年,2007—2008 年,2010—2011 年为拉尼娜事件^[24-25]。

1.3.3 时空分析方法 采用距平和 5 年滑动距平值来判定福建省降雨侵蚀力的变化趋势。福建省降雨侵蚀力的空间分布采用反距离加权插值法,该插值法是基于相近相似的原理,以插值点与样本点的距离为权重进行加权平均,离插值点越近的样本点赋予的权重越大^[26]。同时对降雨侵蚀力进行极差标准化处理,并采用相关分析法分析福建省降雨侵蚀力与 ENSO 的关系,这些方法可以较为全面的分析福建省降雨侵蚀力时空变化及与 ENSO 相关关系。

2 结果与分析

2.1 福建省降雨侵蚀力时空分布

2.1.1 福建省降雨侵蚀力时间分布 以福建省 1956—2013 年日降雨量数据为基础,利用日降雨侵蚀力模型计算半月降雨侵蚀力,并对年降雨侵蚀力进

行统计。统计结果表明福建省 1956—2013 年年均降雨侵蚀力为 $9\ 831.55\text{ MJ}\cdot\text{mm}/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})$, 年降雨侵蚀力最大值为 $15\ 704.09\text{ MJ}\cdot\text{mm}/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})$ (2006 年), 最小值为 $6\ 391.74\text{ MJ}\cdot\text{mm}/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})$ (1967 年), 最大值与最小值的极值比为 2.46, 降雨侵蚀力的年际变化大。

对福建省 1956—2013 年分月降雨侵蚀力统计 (图 1A), 结果表明福建省平均月降雨侵蚀力为 $819.30\text{ MJ}\cdot\text{mm}/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})$ 。其中, 6 月的降雨侵蚀力最大, 高达 $1\ 970.33\text{ MJ}\cdot\text{mm}/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})$, 12 月最小, 仅为 $148.66\text{ MJ}\cdot\text{mm}/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})$, 极值比为 13.25。

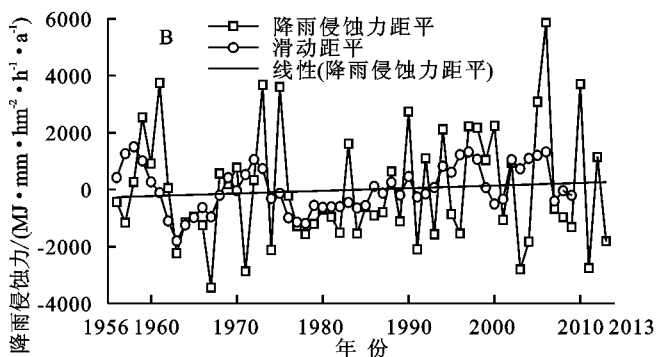
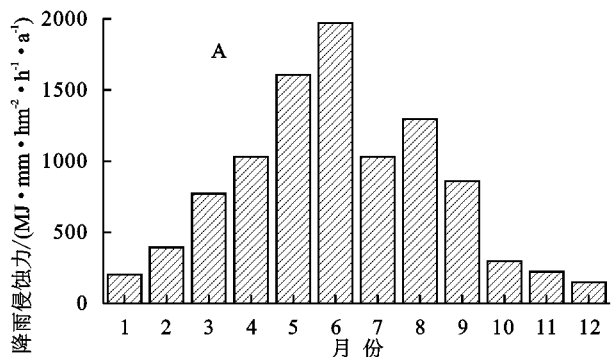


图 1 福建省 1956—2013 年降雨侵蚀力年内变化与年际距平变化

对福建省 1956—2013 年降雨侵蚀力距平进行统计 (图 1B), 可以看出福建省降雨侵蚀力距平呈现波动起伏的趋势, 对福建省降雨侵蚀力距平进行 5 年滑动平均统计, 结果表明, 1956—1978 年福建省降雨侵蚀力波动起伏大, 降雨侵蚀力的距平值变化最大; 而从 1979—1994 年福建省降雨侵蚀力总体处于波动上升阶段, 此阶段距平值最小; 在 1995—2013 年降雨侵蚀力波动变化, 距平值较大。从福建省降雨侵蚀力的线性趋势看出福建省降雨侵蚀力总的线性趋势是略微上升, 在 80 年代中期之前为负距平年份偏多, 80 年代中期后为正距平年份偏多。利用周伏健等^[5]提出的月降雨侵蚀力计算福建省同期降雨侵蚀力变化, 其变化趋势稍微降低, 两种方法计算降雨侵蚀力的变化趋势差异较大。这与任国玉等^[27]认为 1956 年来福建等东南沿海地区强降水事件频率增多, 而小雨事件显著减少, 造成侵蚀性降雨增加, 降雨侵蚀力有所上升。

2.1.2 福建省降雨侵蚀力空间分布 福建省 1956—2013 年降雨侵蚀力总体呈现略微上升的趋势。图 2 为福建省 57 个站点的降雨侵蚀力呈现的不同变化趋势, 其中降雨侵蚀力线性增加的站点为 32 个, 减少的站点为 11 个, 不变的站点为 14 个。福建内陆降雨侵蚀力共 9 个站点呈现减少趋势, 9 个站点呈现增加趋势, 而沿海地市的降雨侵蚀力主要以增加趋势为主, 高达 23 个站点, 仅 2 个站点降雨侵蚀力呈现线性降低。降雨侵蚀力的增减一定程度上对长时

降雨侵蚀力的月际变化大, 其中 4—8 月的降雨侵蚀力占全年降雨侵蚀力的比重为 70.50%, 特别是 5—6 月的降雨侵蚀力最大, 占全年比重的 36.37%, 此时节恰好为福建雨季, 雨带移至此, 而福建多山地丘陵, 受地形阻挡, 故而降雨量大, 所产生的降雨侵蚀力大。而 3—9 月的降雨侵蚀力的比重占全年 87.10%, 8 月与 9 月受台风影响较大, 降雨侵蚀力也较大。历年各月降雨侵蚀力最大值为 $4\ 215.12\text{ MJ}\cdot\text{mm}/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})$, 最小值为 $0\text{ MJ}\cdot\text{mm}/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})$, 在土壤、植被、土地利用等因素不变的情况下, 降雨侵蚀力决定土壤侵蚀强度。

间的土壤侵蚀治理起到指引作用。

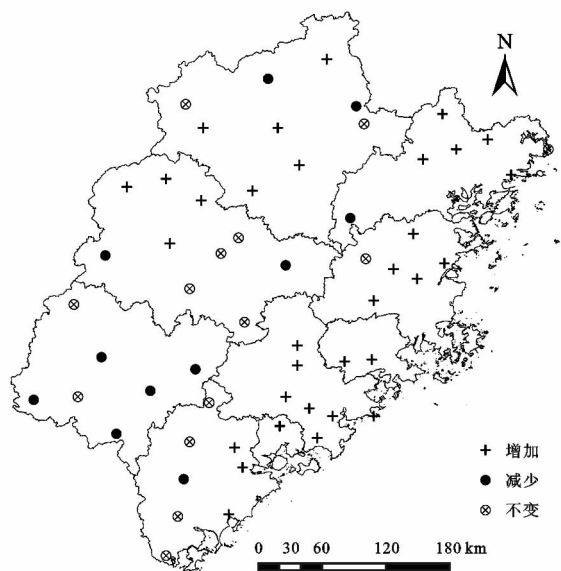


图 2 福建省 57 个气象站点降雨侵蚀力的变化趋势

福建省 57 个气象站点中, 年平均降雨侵蚀力最大值的站点为周宁县, 其侵蚀力高达 $14\ 828.23\text{ MJ}\cdot\text{mm}/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})$, 侵蚀力最小的站点为古田县, 侵蚀力仅为 $6\ 771.80\text{ MJ}\cdot\text{mm}/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})$ 。

对福建省 57 个气象站的降雨侵蚀力进行反距离加权空间插值, 生成福建省降雨侵蚀力分布 (图 3)。图 3 表明福建省降雨侵蚀力从沿海向内陆大体呈现“低—高一低—高”分布规律, 沿海地区较小, 内陆山区降雨侵蚀力较大, 特别是闽江流域降雨侵蚀力最低。

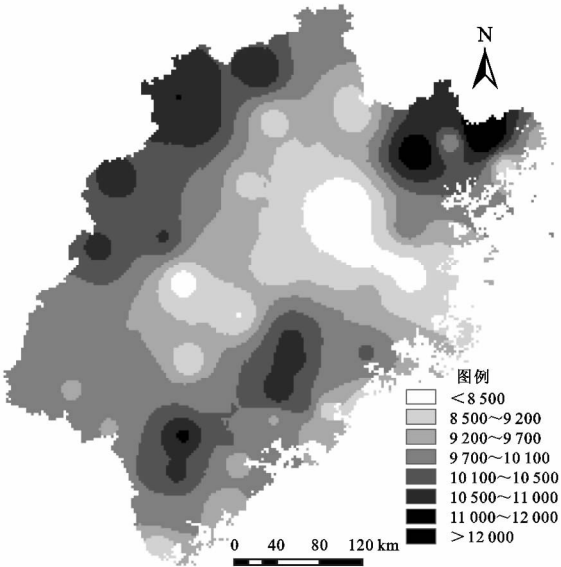


图 3 福建省降雨侵蚀力分布

2.2 ENSO 对降雨侵蚀力影响

2.2.1 El Niño/La Niña 对福建省降雨侵蚀力影响
对 1956—2013 年赤道太平洋中东部海温(SST)距平值统计作为判定厄尔尼诺(El Niño)事件(暖事件)或拉尼

娜(La Niña)事件(冷事件)的依据,统计结果见表 1。
同时,表 1 也对厄尔尼诺(El Niño)事件(ENSO 暖事件)和拉尼娜(La Niña)事件(ENSO 冷事件)时期福建省降雨侵蚀力进行统计。结果表明 1956—2013 年的 El Niño/La Niña 期福建省平均月降雨侵蚀力为 744.60 MJ·mm/(hm²·h·a),其中厄尔尼诺时期的降雨侵蚀力 771.95 MJ·mm/(hm²·h·a)高于拉尼娜时期的 713.92 MJ·mm/(hm²·h·a),而福建省月降雨侵蚀力为 813.90 MJ·mm/(hm²·h·a),高于 El Niño/La Niña 期,而在非 El Niño/La Niña 时期福建省降雨侵蚀力为 893.99 MJ·mm/(hm²·h·a),高于 ENSO 时期。从统计结果看出,福建省降雨侵蚀力在非 ENSO 冷暖时期较大,而在 ENSO 冷暖时期相对较小,特别是在 ENSO 冷事件时期。这与 ENSO 冷暖事件的夏季,雨带主要位于江淮地区与华北东北地区,我国东南部降水偏少相关^[28]。据此,在其他影响土壤侵蚀因素不变的条件下,非 ENSO 时期的土壤侵蚀相对较为严重,ENSO 时期的土壤侵蚀较轻,特别是拉尼娜时期,土壤保持工作在此时期开展效果相对较好。

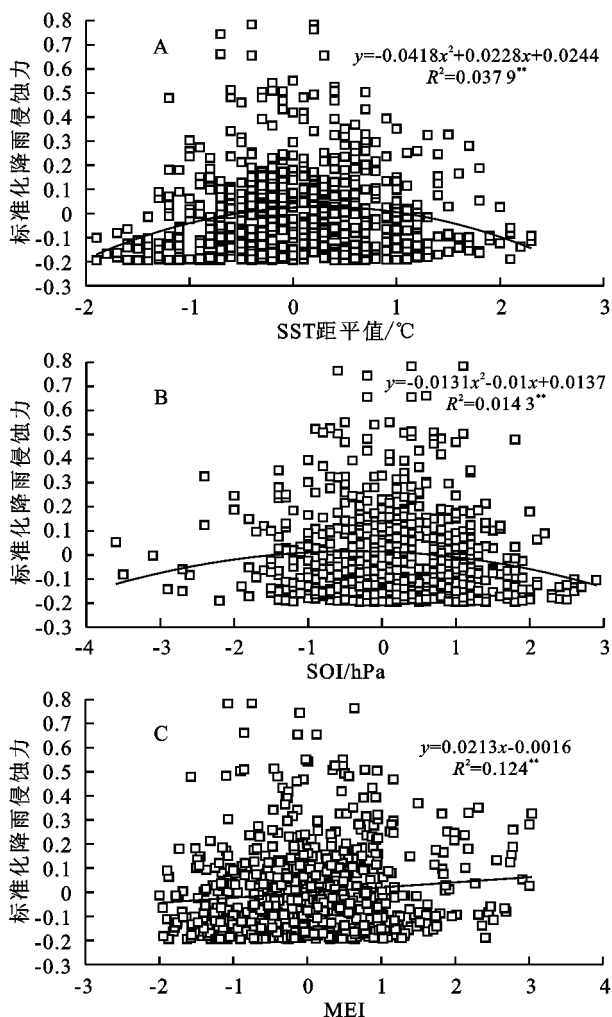
表 1 1956—2013 年冷暖事件及降雨侵蚀力 单位: MJ·mm/(hm²·h·a)

性质	起止年月	历时 (月)	月降雨 侵蚀力	性质	起止年月	历时 (月)	月降雨 侵蚀力
ENSO 暖事件	1957.04—1959.02	23	841.89	ENSO 冷事件	1956.01—1956.05	5	860.20
	1963.07—1964.02	8	656.47		1964.05—1965.01	9	692.43
	1965.06—1966.04	11	753.44		1967.12—1968.04	5	347.17
	1968.11—1970.01	15	745.01		1970.07—1972.01	19	594.19
	1972.05—1973.03	11	877.81		1973.06—1976.03	34	820.56
	1976.09—1977.02	6	273.12		1984.10—1985.06	9	571.34
	1977.09—1978.01	5	307.96		1988.05—1989.05	13	955.27
	1979.10—1980.02	5	129.43		1995.08—1996.03	8	449.25
	1982.04—1983.06	15	1094.74		1998.07—2001.03	33	840.16
	1986.09—1988.02	18	623.85		2007.08—2008.06	11	813.09
	1991.06—1992.07	14	1029.18		2010.07—2011.04	10	286.05
	1994.10—1995.03	6	339.45		2011.08—2012.03	8	617.59
	1997.05—1998.05	13	1170.84	厄尔尼诺月降雨侵蚀力			771.95
	2002.06—2003.02	9	969.56	拉尼娜月降雨侵蚀力			713.92
	2004.07—2005.04	10	601.55	厄尔尼诺/拉尼娜月降雨侵蚀力			744.60
	2006.09—2007.01	5	385.14	非厄尔尼诺/拉尼娜月降雨侵蚀力			893.99
	2009.07—2010.04	10	849.47	平均月降雨侵蚀力			819.30

2.2.2 SST 距平值对降雨侵蚀力影响 厄尔尼诺事件与赤道太平洋中东部的 SST 距平值相关,厄尔尼诺事件发生时,赤道中东太平洋 SST 异常升温,导致热带中东太平洋地区大气的对流活动加强,从而使热源加强;由于遥相关作用,使得大气环流异常,从而影响气候变化^[24]。对 1956—2013 年赤道太平洋中东部 SST 距平值进行统计,表明 SST 距平值呈现稍微下降的趋势,此期间的下降幅度约 0.2℃。同时,对福建省 1956—2013 年分月降雨侵蚀力进行极差标准化,并分析与赤道太平洋中东部月 SST 距平值的相关关系,分析表明两者之间呈现极显著相关($P<0.01$),降雨侵蚀力随着 SST 距平值的增大呈现

出先增加后减少的趋势(图 4A)。
对 57 个气象站点的标准化月降雨侵蚀力与赤道太平洋中东部月 SST 距平值进行相关分析(图 5A),分析表明所有气象站点的降雨侵蚀力与 SST 存在显著相关($P<0.05$),其中 54 个站点为极显著相关($P<0.01$),表明赤道太平洋中东部 SST 距平值与福建省降雨侵蚀力具有很好的相关性,且 57 个站点的降雨侵蚀也随 SST 距平值的增加呈现出先增大后减少的趋势。
2.2.3 SOI 距平值对降雨侵蚀力影响 南方涛动指数(SOI)是基于南太平洋的塔希提岛和澳大利亚达尔文的海平面气压差的标准指数,它已被看成是影响全球尺度的气候年际变化的重要标志之一,并且它与

热带海平面的气压变化、季风降雨等密切相关,通过海气遥相关等作用也对福建省降雨侵蚀力产生重要影响,对 1956—2013 年南方涛动指数(SOI)的变化规律进行统计分析,统计表明其总的变化趋势为略微下降,其幅度为 0.2 hPa。福建省 1956—2013 年标准化月降雨侵蚀力与南方涛动指数(SOI)也呈现极显著线性相关($P<0.01$),降雨侵蚀力随着 SOI 的增加呈现出先增加后减少的趋势(图 4B)。同时,对福建省 57 个气象站点的标准化月降雨侵蚀力与 SOI 进行相关分析(图 5B),表明 50 个气象站点的降雨侵蚀力与 SOI 存在显著相关($P<0.05$),其中 12 个站点为极显著相关($P<0.01$),7 个站点为不相关,不相关的站点主要分布于闽西北山区和闽东南沿海地区。



注: ** 表示 $P<0.01$ 。

图 4 福建省 57 个气象站的降雨侵蚀力与 SST 距平值(A)、SOI(B)与 MEI(C)相关性

2.2.4 MEI 距平值对降雨侵蚀力影响 为了证实采用 SST 距平值和 SOI 代表 ENSO 的合理性,采用 MEI 指数(多变量 ENSO 指数)来确定 ENSO 与福建省降雨侵蚀力关系。MEI 指数是将海温、经向风、纬向风、海平面气压、海平面附近温度以及天空云量这 6 个参数通过一套计算方式换算以得到 MEI 指数^[17],1956—2013 年

MEI 呈现稍微增加的趋势,增加幅度约 0.4。福建省 1956—2013 年标准化月降雨侵蚀力与 MEI 呈现极显著线性相关($P<0.01$),福建省降雨侵蚀力随着 MEI 的增大而逐渐增加(图 4C),呈现正相关关系。

同时,对福建省 57 个气象站点的降雨侵蚀力与 MEI 进行相关分析(图 5C),表明 47 个气象站点的降雨侵蚀力与 MEI 存在显著相关($P<0.05$),其中 22 个站点为极显著相关($P<0.01$),10 个站点无相关性,且主要分布于福建省沿海地区,极显著相关主要分布于内陆地区,而显著相关的站点中,降雨侵蚀力与 MEI 呈正相关关系。

3 讨论

3.1 厄尔尼诺/拉尼娜事件与福建省降雨侵蚀力关系

厄尔尼诺/拉尼娜事件通过大尺度海洋和大气相互作用影响全球气候,进而对降雨侵蚀力产生重要影响。厄尔尼诺事件发生时,福建省降雨侵蚀力较拉尼娜事件大,与秘鲁^[19]和广东省韶关市等地区相同^[25],但与西班牙^[20]等地区相反。总体来看,厄尔尼诺/拉尼娜事件发生时,福建省降雨侵蚀力总体偏小。在厄尔尼诺时期,赤道太平洋中东部海水异常增暖,上升气流增多增强,降水增加;而太平洋西部由于海水变冷,上升气流变为下沉气流,降水减少,而福建省处于太平洋西北侧,在厄尔尼诺时期降雨减少,且此时期我国雨带易停滞于江淮地区,使夏季降雨减少,造成福建省降雨侵蚀力较低。拉尼娜事件发生时,我国雨带多停滞华北和东北地区,福建降雨较少^[28]。同时,在拉尼娜时期,西太平洋夏秋季台风不活跃,较常年登陆我国的台风强度降低,使福建省暴雨频率降低,降雨侵蚀力减少^[29]。

3.2 ENSO 特征值与福建省降雨侵蚀力关系

选用 1956—2013 年 SST 距平值、SOI 和 MEI 作为 ENSO 的特征值,分析与同期福建省降雨侵蚀力关系。对 ENSO 特征值与福建省降雨侵蚀力之间的关系进行相关分析,分析表明两者均存在极显著相关关系($P<0.01$)。

本文分析 ENSO 与福建省降雨侵蚀力的关系,未考虑地形、植被等影响降雨侵蚀力的全部因素,而这些因素与福建省降雨侵蚀力也存在一定的关联。ENSO 影响福建省降雨侵蚀力,但降雨侵蚀力的变化还受其他因素的影响。

同时,台风也对福建省降水产生重要因素,特别是台风带来的暴雨是影响降雨侵蚀力的重要因素,如福建省 2006 年降雨侵蚀力较大,与超强台风“桑美”带来的大量降水相关,ENSO 对登陆福建省台风数量与强度也有重要的影响^[29],今后研究还应考虑 ENSO 对台风登陆福建的影响以及所产生降雨侵蚀力的变化。

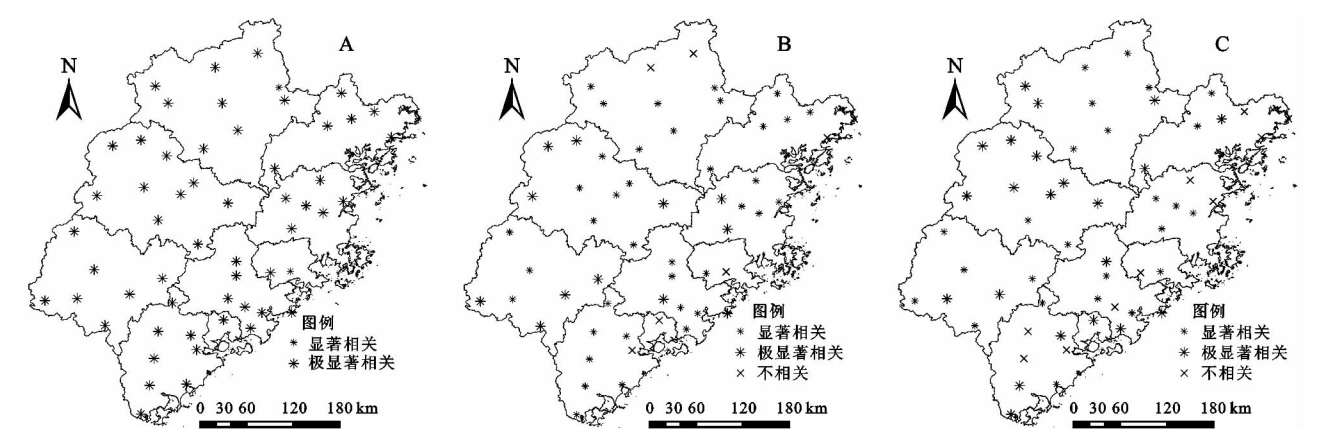


图 5 福建省 57 个气象站的降雨侵蚀力与 SST 距平值(A)、SOI(B)与 MEI(C)相关性

4 结论

通过对 1956—2013 年福建省降雨侵蚀力进行定量计算和分析,分析表明福建省降雨侵蚀力与 ENSO 事件有一定的关联。

(1)从福建省降雨侵蚀力的年际变化来看,从 1956—2013 年福建省降雨侵蚀力总体呈现略微上升趋势。其中,1956—1978 年处于波动起伏阶段,1978—1994 年波动上升,距平值最小,而 1995—2013 年降雨侵蚀力波动变化。从月降雨侵蚀力来看,福建省月降雨侵蚀力变化较大,主要集中于 4—8 月,尤其是 5—6 月降雨侵蚀力最大。

(2)厄尔尼诺事件发生时福建省月降雨侵蚀力高于拉尼娜时期,但均低于福建省平均月降雨侵蚀力。拉尼娜时期降雨侵蚀力最低,土壤保持工作在此时期效果相对较好。

(3)福建省降雨侵蚀力与赤道太平洋 SST 距平值呈现极显著相关($P<0.01$),且与所有气象站点均呈现显著相关($P<0.05$),降雨侵蚀力随 SST 距平值增加呈现出先增加后减少的趋势。

(4)福建省降雨侵蚀力与 SOI 存在极显著相关($P<0.01$),随着 SOI 增加呈现出先增加后减少的趋势。而所有气象站点仅 7 个站点不存在显著相关,分布于闽东南和闽西北地区。

(5)福建省降雨侵蚀力随着 MEI 的增大而逐渐增加,存在极显著正相关关系($P<0.01$),其无相关性的 10 个气象站点分布于东部沿海县市。

参考文献:

[1] Anton V L, Joost C B, Marijn V D. 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.

[2] Panos P A, Cristiano B A, Pasquale B R, et al. Rainfall erosivity in Europe[J]. Science of the Total Environment,2015,511(1):801-814.

[3] 王改玲,王青杵,石生新. 晋北黄土区降雨特征及其对坡度土壤侵蚀的影响[J]. 水土保持学报,2013,27(1):1-5.

[4] 吴光艳,祝振华,成婧,等. 黄土高原南部降雨侵蚀力试验研究[J]. 水土保持学报,2011,25(2):32-38.

[5] 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.

[6] Ahmed M A, Chandra S P, Huang J B, et al. Relationship between rainfall erosivity indicators under arid environments: Case of Liudaogou basin in Chinese Loess Plateau[J]. Journal of Food Agriculture and Environment,2013,11(2):1073-1077.

[7] Almeida C, Amorim O S, Ricardo S S, et al. Rainfall erosivity in municipal districts of Mato Grosso: Seasonal distribution and correlation with rainfall data[J]. Revista Brasileira de Reumatologia,2012,16(2):142-152.

[8] Nazzareno D D, Jasper K, Gianni B C. Reduced complexity model for assessing patterns of rainfall erosivity in Africa[J]. Global and Planetary Change,2013,100(1):183-193.

[9] 韦开,王全九,周蓓蓓,等. 基于降水距平百分率的陕西省干旱时空分布特征[J]. 水土保持学报,2017,31(1):318-322.

[10] 李慧娟,高建恩,张元星,等. 延安极端降雨特性分析及对梯田侵蚀灾害影响[J]. 水土保持学报,2016,30(6):79-84.

[11] Rezaul C H, Simon B C. Influence of SOI, DMI and Nino 3. 4 on south Australian rainfall[J]. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment,2013,27(8):1909-1920.

[12] Pompa-Garcia M, Némiga X A. ENSO index teleconnection with seasonal precipitation in a temperate ecosystem of northern Mexico[J]. Atmósfera,2015,28(1):43-50.

[13] Greg J H. Predicting El Niño's impacts[J]. Science,2009,325(8):47.

[14] Richard A, Brian S D. Atmospheric warming and the amplification of precipitation extremes [J]. Science,2008,321(12):1481-1484.

[15] Li C, Ma H. Relationship between ENSO and winter rainfall over southeast China and its decadal variability[J]. Advances in Atmospheric Sciences,2012,29(6):1129-1141.