

中国历史时期海面变化(Ⅱ)——潮灾强弱与海面波动^{*}

王 文

谢志仁

(中国科学院南京地理与湖泊研究所 南京 210008)

(南京师范大学海岸与第四纪研究所 南京 210097)

摘 要 在分析海面波动对潮灾强弱影响机制的基础上,对近 2 000 年来我国沿海地区 2 000 多条潮灾史料进行了统计分析.从潮灾相对强度变化曲线来看,近 2 000 年来,唐代前期和中期以及两宋时期为两个明显的潮灾高潮期,14 世纪、16 世纪、18 世纪为三个不明显相对高潮期.潮灾强度变化与历代海塘修筑频率变化有较好的一致性,应是海面变化的反映.进一步分析表明,“中世纪温暖期”和其后的“小冰期”中气候冷暖波动的主要峰谷点与同期潮灾强度曲线峰谷点有较好的对应关系,而塘工频率曲线的峰谷点则有滞后现象.这一研究结果显示了历史时期在百年尺度上气温、海面、潮灾、塘工四者之间的有机联系——温暖期对应于相对高海面期、潮灾高潮期以及稍后的海塘修筑高潮期.

关键词 海面变化;潮灾;历史时期;气候变化;海塘工程

中图分类号 P732

1 潮灾资料对海面变化研究的意义

历史时期海面变化研究与地质时期海面变化研究相比,具有很大的特殊性.一方面,海面波动幅度小,沉积地层厚度薄,常规地质方法难以适应这种高分辨率的要求;另一方面,历史时期有大量与海岸变迁及海面变化有关的文字记载和先民活动遗迹,提供了各种直接或间接的、文字类或实物类的“代用资料”.启用这些海面变化“代用资料”是历史时期海面变化研究的重要途径^[1].

潮灾过程受气象水文因素(风暴侵袭、洪水顶托等)、天文因素(天文大潮)、地质因素(地震海啸)以及人为因素(沿海开发、海岸防护)的影响.从长期变化的角度来看,潮灾还受到海面升降、地面沉降的影响.海面升降运动是历史潮灾强度周期性波动的重要背景条件.海面上升必然会导致某一高度的风暴潮发生频率的增加.例如,在荷兰的 Hoek van 4 m 高的风暴潮的重现期平均为 250 a,若海面上升 1 m,则 3 m 高的风暴潮的破坏力就相当于原来的 4 m 高风暴潮的波动,而 3 m 高的风暴潮的重现期约 50 a^[2].风暴潮重现期的减小,也就必然会导致潮灾发生频率的增加.因此,在历史时期百年尺度海面变化研究中潮灾资料是一种较好的代用资料.

海面变化代用资料不是对海面的直接精确测定记录,它是海面变化间接的模糊的反映.在各种文字类代用资料中,潮灾记录具有较好的完整性和连续性,其本身包含着海面变化的信息.对这些记录加以收集整理和统计分析,就有可能揭示海面变化的时间序列.

2 潮灾资料的统计

2.1 潮灾强度统计的方法

地方志中通常对潮灾有大量的记载.本文对我国东部沿海省区方志中所记录的 2 000 余条潮灾记录进行了分析,剔除了错误及可疑记录,分别统计了华东和华南沿海最近 2 000 年来每 50 年的潮灾发生次数(即潮灾频度).资料来源于《中国古代潮汐资料汇编》^{**}及文献[3].由于江浙地区潮灾资料最为详尽,因此本文以该地区为主要研究对象进行分析.

收稿日期:1998-04-08

第一作者简介:王文,男,博士研究生,自然地理专业,主要研究第四纪环境及地理信息系统与遥感应用.

^{*} 国家自然科学基金项目(49471072)和国家教委博士点基金项目(9428424)资助.

^{**} 古潮汐资料整理组.中国古代潮汐资料汇编(第 5 分册).1978

图 1 为江浙地区潮灾频度曲线.从图 1 可明显看出潮灾频度不断增加的趋势.事实上,潮灾统计频度大小与记录疏漏程度和实际灾害次数均有关.方志数量越多,记录越详细,潮灾记录就越多.实际灾害次数又与风暴潮发生次数及沿海地区开发程度和人口密度有关.风暴潮发生次数越多,史料中记载的潮灾次数越多;而沿海地区人口密度越大,则即使是一次不大的潮海侵袭也可能造成不小的灾难,会在史书中记上一笔,这也使得潮灾记录增多.因此,仅潮灾频度变化情况难以直观地反映海面变化.

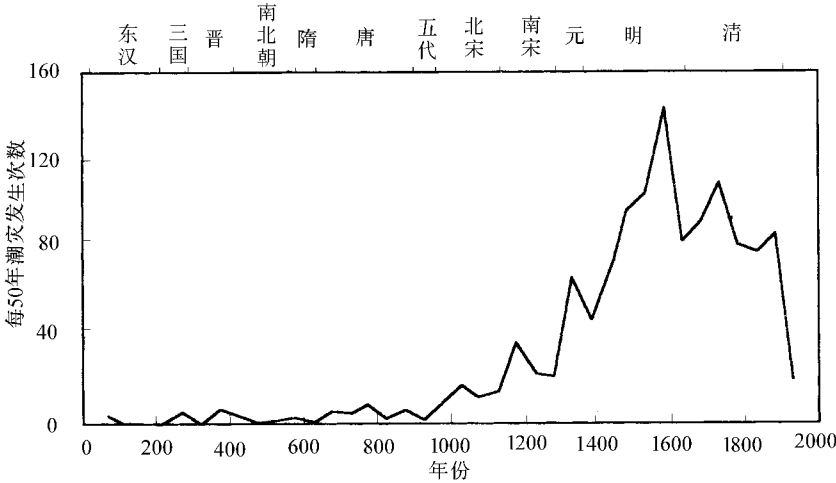


图 1 江浙地区历代潮灾频度变化曲线

Fig.1 The frequency of historical tidal disaster in Jiangsu-Zhejiang region

为了消除不同历史时期潮灾记载详略程度对统计结果的影响,采用每 50 年间潮灾发生的地次数(A)与发生次数(B)的比值作为潮灾强度指数(I):

$$I = A/B$$

这里,以一地(一个县)发生一次潮灾为一地次.例如,某次潮灾影响到 5 个县,则这次潮灾的地次数为 5 次.指数 I 反映每 50 年间平均每次潮灾影响到的县数,代表了潮灾的相对强度.这里使用比值法的理论假设是:海面上升必然会导致某一高度的风暴潮发生频率的增加;一次潮灾影响县数越多,则强度越大;某一时段潮灾发生次数越多,潮灾强度越大,则反映的海面越高,反之则可能是海面稳定或下降.江浙沿海近 2 000 年来的潮灾强度指数曲线如图 2 虚线所示.图 2 同时给出了江浙沿海历史时期海塘修筑频率变化曲线(实线).

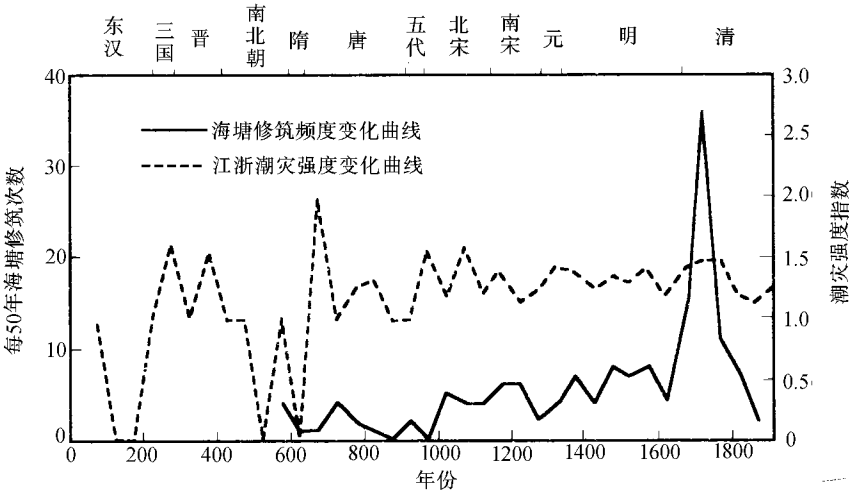


图 2 江浙地区潮灾强度变化曲线与海塘修筑频率变化曲线对比

Fig.2 Intensity of tidal disaster and frequency of sea-wall construction in Jiangsu-Zhejiang region

2.2 潮灾统计结果分析

从潮灾相对强度曲线来看,唐代前期和中期、两宋时期为两个明显的潮灾高潮期,14 世纪、16 世纪、18 世纪为 3 个不明显的相对高潮期.对比历代海塘修筑曲线和潮灾相对强度变化曲线(图 2),可以看出二者有较

好的一致性,潮灾强度相对高潮期与海塘修筑高潮期大致相对应.这种一致性应是海面波动的反映.

3 海塘修筑频率变化、潮灾强度变化与海面变化、气温变化

海面波动的原因是十分复杂的,主要有天文因素、气候因素、地壳运动及大地水准面变形等.而其中气候因素,通过气温变化影响全球冰量和海水量的平衡转移过程,是历史时期海面波动的控制性因素.因此,江浙地区的潮灾强度变化如果确实是海面波动的反映,那么就应该与同期的气候冷暖波动有较好的对应关系.至于海塘修筑频率的变化也应基本上保持同步关系并略有滞后.

我国近 2 000 年来的气候,战国至西汉初气温要比现在低,西汉中叶开始转暖^[4].这个回暖过程可能带有突变的性质,导致西汉高海面的出现.东汉以后气候略转冷,三国、南北朝时期,淮河冻结,渤海冰冻,估计那时的平均气温较现在低 2 ~ 4℃^[5],而根据前述潮灾强度和有关文献资料分析,此时正处于一个低海面时期.隋唐时期的气候竺可桢^[6]定为温暖期,但近年来有人提出异议.满志敏^[7]认为 8 世纪中叶到 10 世纪中叶气候比现代寒冷,而邹逸麟^[4]则认为直到唐朝中叶,气候略为偏暖.这一时期与江浙潮灾高潮期相对应.唐后期至五代,文献中记载的霜雪极端事件增多,并且史料中还记载了黄淮海平原的沿海海冰现象^[4].历史上苏北沿海海水结冰的记载仅出现在唐代后期与明清时期.明清时期是众所周知的小冰期.因此推测唐朝后期至五代也是一个气温与明清时期相当但历时较短的寒冷时期.这正好与唐末至五代的潮灾低潮期所代表的低海面相对应.与我国两宋时期大至同期,世界上许多地区出现气温仅次于全新世中期的“中世纪温暖期”.这与过去竺可桢^[6]所定的“南宋冷期”有冲突.张德二^[8]认为我国 13 世纪中叶为一显著温暖期.满志敏等^[9]则认为我国在 10 世纪到 13 世纪也存在一温暖气候期,其间我国东部的温度变化出现 3 个暖峰和 2 个冷谷,3 个暖峰分别出现在 10 世纪中叶、11 世纪后期和 13 世纪,2 个冷谷分别出现在 11 世纪前期和 12 世纪前期.据邹逸麟^[4]研究,北宋资料中记有较多的暖冬现象,并且霜雪害稼的记载很少见,认为北宋至元中叶的主要时段气候是温暖的.与前述潮灾强度变化情况相比较;“中世纪温暖期”总体上正好对应于一个高潮期,并且潮灾强度变化曲线的峰谷点与中世纪温暖期的冷暖峰谷点对应较好,塘工频度曲线的峰谷点则有滞后倾向(表 1).

表 1 中世纪温暖期内塘工频度、潮灾强度和气温峰谷点比较

Table 1 Comparison of the peaks and valleys of seawall construction , tidal disaster and climate change during the MWP

峰谷点类别	海塘修筑频度	潮灾强度	气温变化 ^[9]
峰值年代	—	975	10 世纪中叶
	1025	1075	11 世纪后期
	1175 ~ 1225	1175	13 世纪
谷值年代	1075 ~ 1125	1025	11 世纪前期
	1275	1125	12 世纪前期

对于公元 1400 年以后的气候变化,研究较为深入.图 3 将江浙潮灾强度曲线和海塘工程修筑频度曲线与上海冬季温度指数变化曲线^[10]、祁连山圆柏年轮宽度变化曲线^[11]及敦德冰芯 $\delta^{18}\text{O}$ 变化曲线^[12]进行了对比.表 2 则列出了这 6 种要素主要波动峰谷点的年代值.对比结果表明,气候波动与潮灾强度和海塘修筑有较好的对应关系.小冰期内的 3 次暖期出现在 16 世纪、18 世纪、20 世纪,3 次冷期出现在 15 世纪、17 世纪和 19 世纪,分别与明清期的潮灾强度和海塘修筑曲线的峰谷相呼应.

表 2 小冰期内的冷暖期与潮灾强度和海塘修筑峰谷点比较

Table 2 Comparison of peaks and valleys of climate ,tidal disaster and seawall construction during the Little Ice Age

冷暖期和峰谷点年份	敦德冰岩芯	祁连山圆柏年轮	上海冬温	潮灾强度	海塘修筑频度
冷期和谷值点年份	1420 ~ 1520	1428 ~ 1532	?	1425	1425
	1570 ~ 1680	1622 ~ 1740	1576 ~ 1690	1625	1625
	1770 ~ 1890	1797 ~ 1865	1781 ~ 1895	1875	1875
暖期和峰值点年份	1521 ~ 1570	1533 ~ 1621	? ~ 1575	1575	1475 ~ 1575
	1680 ~ 1770	1741 ~ 1796	1691 ~ 1780	1675 ~ 1775	1725

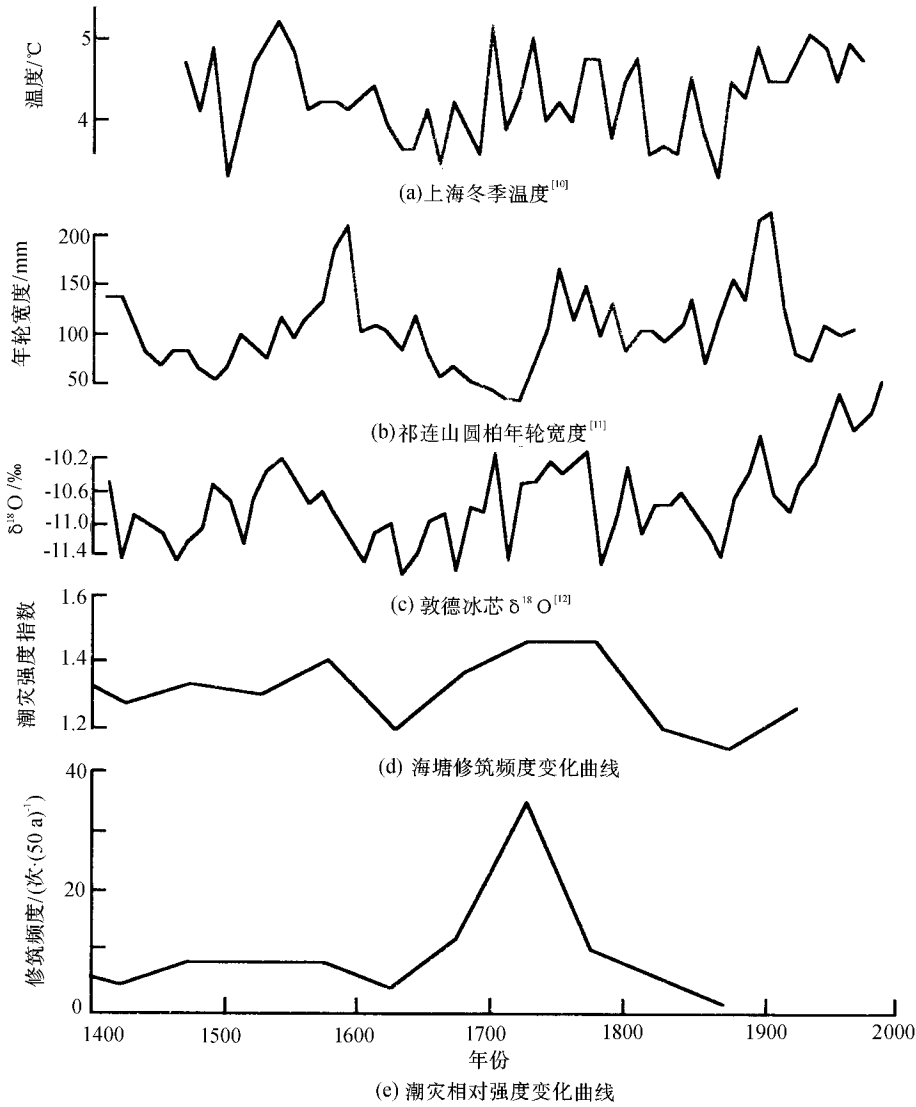


图 3 小冰期气候变化曲线与海面变化代用曲线的对比

Fig.3 Climatic curves and proxy sea level curve for the Little Ice Age

4 结 论

由于海面升降运动与历史潮灾强度周期性波动有着内在的联系 ,而我国历史文献中潮灾记录具有较好的完整性和连续性 ,因此潮灾史料成为历史时期海面变化研究的一种重要的文字类代用资料 .对近 2000 年来我国沿海地区 2000 多条潮灾史料的统计分析表明 ,唐代前期和中期、两宋时期为 2 个明显潮灾高潮期 ,14 世纪、16 世纪、18 世纪为 3 个不明显的相对高潮期 ,而且这些潮灾高潮期与海塘建设高潮期有较好的一致性 ,应是海面变化的反映 .从潮灾史料、塘工史料与气温变化的对比情况来看 ,“中世纪温暖期”和其后的“小冰期”中气候冷暖波动的主要峰谷点与同期潮灾强度曲线峰谷点有较好的对应关系 ,而塘工频率曲线的峰谷点则有滞后倾向 .这一研究结果显示了历史时期在百年尺度上气温、海面、潮灾、塘工四者之间的有机联系——温暖期对应于相对高海面期、潮灾高潮期以及稍后的海塘修筑高潮期 .

参 考 文 献

1 王文 ,谢志仁 .中国历史时期海面变化(I)——塘工兴废与海面波动 .河海大学学报 ,1999 27(4) :7 ~ 11
2 Gornitz V .Global coastal hazards from future sea level rise .Palaeogeography ,Palaeoclimatology ,Palaeoecology ,1991 ,133 379 ~ 398
3 陆人骥 .中国历代灾害性海潮史料 .北京 海洋出版社 ,1984 .26 ~ 286

4 邹逸麟. 黄淮海平原历史地理. 合肥 :安徽教育出版社 ,1993. 17

5 叶笃正. 中国的全球变化预研究(第 2 部分 :分报告). 北京 :气象出版社 ,1992. 43

6 竺可桢. 中国近五千年来气候变迁的初步研究. 考古学报 ,1972(1) :15 ~ 38

7 满志敏. 唐代中国气候特征再探讨. 见 施雅风等主编. 中国气候与海面变化研究进展(一). 北京 :海洋出版社 ,1990. 20 ~ 21

8 张德二. 我国“ 中世纪温暖期 ”气候的初步推断. 第四纪研究 ,1993(1) :7 ~ 15

9 满志敏 ,张修桂. 中国东部中世纪温暖期(MWP)的历史证据和基本特征的初步研究. 见 :张兰生主编. 中国生存环境历史演变规律研究(一). 北京 :海洋出版社 ,1993. 95 ~ 104

10 张德二 ,朱淑兰. 近五百年来我国南部冬季温度状况的初步分析. 全国气候变化学术讨论会文集. 北京 :科学出版社 ,1978. 64 ~ 70

11 刘光远 ,徐瑞珍 ,张先恭. 祁连山圆柏的最后年表. 气象 ,1984(5) :27 ~ 28

12 姚檀栋 ,谢自楚 ,武筱聆等. 敦德冰帽中的小冰期气候记录. 中国科学(B 辑) ,1990(11) :1197 ~ 1201

Historical Sea Level Fluctuations in China(II)

Tidal Disaster Intensity and Sea Level Change

Wang Wen

(*Nanjing Institute of Geography and Limnology ,CAS ,Nanjing 210008*)

Xie Zhiren

(*Institute of Coast and Quaternary ,Nanjing Normal Univ. ,Nanjing 210097*)

Abstract The impact of sea level change on tidal disaster intensity is analyzed ,and on that basis ,more than 2 000 records about tidal disasters which happened in the last 2 000 years are statistically analyzed. According to the tidal disaster curves ,in the past 2 000 years ,most of the time of the Tang Dynasty and the Song Dynasty are considered two obvious peak periods of tidal disasters ,while the 14th ,the 16th and the 18th centuries are three less obvious peak periods. These coincide with the change of the frequency of seawall construction ,and it must be the reflection of sea level change. Further analysis shows that the temperature peaks of climatic fluctuations which took place in the “ Medieval Warm Period ” and the following “ Little Ice Age ” are coincident with the peaks of the tidal disaster intensity ,while the peaks of seawall construction lag behind. The research reveals the relationship among the climate ,sea level ,tidal disaster and seawall construction ,namely ,warm periods coincide with relatively high sea level ,the peak periods of tidal disaster and the following peak periods of seawall construction.

Key words sea level change ;tidal disaster ;historical period ;climate change ;seawall construction