

中国沿海海平面变化及其环境影响的初步分析

张立海¹ 张业成¹ 于道永¹ 刘海青²

(1.国土资源部实物地质资料中心 河北燕郊 065201, 2.华北科技学院 河北燕郊 065201)

摘要: 根据中国沿海 25 个验潮站观测资料统计分析, 近几十年来, 中国沿岸海平面总体呈上升趋势, 1985 年以前和以后, 平均上升速率分别为 1.6mm/a 和 2.1mm/a; 不同地区升降趋向和幅度相差很大。海平面变化因素十分复杂: 温室效应导致区域海平面上升, 但上升速率应不超过 1.0mm/a; 地壳垂直形变与地面沉降是导致海面地区变化和局部强烈上升的重要原因; 厄尔尼诺、黑潮大弯曲以及气象、水文条件也具有一定影响。海平面上升造成台风、风暴潮和洪涝灾害加剧, 导致部分地区咸水扩侵和海岸侵蚀, 并使湿地减少, 因此对海湾、河口三角洲等地势低洼的脆弱地区产生严重危害。

关键词: 中国沿海 海平面 控制因素 环境影响 灾害效应

1 前言

海平面上升是当今世界面临的重大环境问题。自 20 世纪 40 年代开始, 海平面变化研究蓬勃兴起, 经过半个世纪的发展, 虽然取得了大量成果, 但迄今对海平面变化趋向及其原因仍然莫衷一是。在多数人认为“温室效应”已经造成并将继续导致海平面持续上升这一主导意见的同时, 也有不少与之相左的看法^[1], 尽管这些看法属于“非主流”意见, 但予以应有的重视, 对于全面认识海平面变化仍然有益。

本文通过对中国东部有较长时间记录的 25 个验潮站观测数据的统计, 计算中国东部沿海相对海平面升降速率, 探讨其影响因素, 分析海平面上升的环境影响与灾害效应, 希望对于认识中国沿海海面变化有所帮助。

2 中国沿海现代相对海面变化趋势与主要特点

2.1 统计分析方法

把平均海面变化视为一时间序列, 这种变化既具有长期性变化趋势, 又有复杂的准周期变化以及随机变化。其解析式可表示为:

$$H_i(t) = A(t) + B(t) + C(t) \quad (1)$$

式中: $H_i(t)$ 为年平均海面; $A(t)$ 为年平均海面的线性变化分量; $B(t)$ 为年平均海面的准周期性变化分量; $C(t)$ 为年平均海面的随机变化分量。

线性变化分量可用一元回归方法求得。其计算式为:

$$A(t) = H_0 + at \quad (2)$$

作者: 张立海 (1972-), 男, 工程师, 工学学士, 1996 年毕业于成都理工学院, 主要从事水工环及实物资料管理等研究工作。

$$a = \frac{\sum_{t=1}^n t \cdot \overline{H(t)} - \frac{1}{N} \left(\sum_{t=1}^n t \right) \left[\sum_{t=1}^n \overline{H(t)} \right]}{\sum_{t=1}^n t^2 - \frac{1}{N} \sum_{t=1}^n t^2} \quad (3)$$

式中： H_0 为初始年份（ $t = 0$ ）的平均海面； a 为年平均海面的变化速率（mm/a）；

$\overline{H(t)}$ 为多年平均海平面； t 为计算时段（年）。

准周期性变化分量的计算方法是把实际的波动变化分解成 K 个分振之和，即进行波谱分析。其计算式为：

$$B(t) = \sum_{i=1}^k \left[a_i \cos\left(\frac{2\pi}{T_i} t\right) + b_i \sin\left(\frac{2\pi}{T_i} t\right) \right] \quad (4)$$

式中： a_i 、 b_i 为与周期 T_i 相对应的系数，它们和该周期的振幅 A_i 初相 θ_i 的关系为：

$$A_i = (a_i^2 + b_i^2)^{\frac{1}{2}} \quad \theta_i = \tan^{-1}\left(\frac{b_i}{a_i}\right)$$

$C(t)$ 据历史统计资料获得。

2. 2 计算结果

将中国沿海 25 个验潮站的实测海平面数据，分两个时段（1985 年以前、1992 年以前）计算相对海平面变化速率和多年平均海面。得出如下认识：

（1）近几十年来，中国东部沿海相对海面总体上呈缓慢上升趋势，1985 年以前平均上升速率为 1.6mm/a；1992 年以前平均上升速率为 2.1mm/a，表明近几十年来中国沿岸相对海面呈上升趋势，并且上升速率有加快倾向。

（2）中国沿岸相对海平面变化的地区差异性很大，不同地点海平面变化方向（上升或下降）和速率很不相同。1992 年以前时段，剧烈上升的 5 个，缓慢上升或基本稳定的 17 个，剧烈下降或缓慢下降的 3 个，其变化范围 -5.4~9.2 mm/a。

（3）综合各地区近几十年海面变化过程，尽管中国沿岸不同地区现代相对海面的年变化速率差异很大，但各站平均海面的波动大体是同步进行的：自 1950 年以来，形成 6 次比较明显的升降旋回，其中突出的低海面分别出现在 1963 年、1968 年和 1980~1982 年；突出的高海面分别出现在 1952 年、1959 年和 1975 年。

3 中国沿岸相对海平面变化主要控制因素

3. 1 温室效应

目前国内外多数专家认为温室效应是导致全球海平面持续上升的根本原因；我国和世界多数国家气温和相对海面上升这一基本事实为这一观点提供了佐证。然而温室效应对海平面上升的影响究竟有多大却是一个值得讨论的问题。许多人认为，温室效应导致的全球海平面上升速率在 2 mm/a 以上，更有甚者认为达到 5 mm/a 或 10 mm/a 以上。这种认识把中国沿海或其它一些地区的区域性或局部性海平面变化全部归咎于温室效应，显然带有不同程度的夸大倾向。

出现这种倾向的重要原因是忽略了这样一个事实：中国和世界上多数验潮站设置在地壳

沉降地区，其中一些验潮站甚至设置在因过量抽取地下水等而发生地面沉降的地区；因此观测数据的代表性和可靠性受到影响。

由于工作程度限制，笔者尚无法评估由温室效应引起的全球海平面变化及其对中国沿岸海平面升降的影响程度，但粗略估计应不超过 1mm/a。

3. 2 地壳垂直形变与地面沉降

相对海平面变化即包括全球性或区域性海平面变化，又包括由于差异性陆地升降而引起的局部海面升降。

我国东部沿海地区现今构造活动强烈，地壳垂直运动的地区差异很大，北部较强而复杂，中部较弱而稳定，升降变化较小，南部以大范围的块体活动为主，出现大范围的上升区和下降区^[2]。对比地壳形变与海平面变化可以看出，大约 70%的验潮站相对海平面上升、下降和基本稳定，分别与地壳下降、上升和基本稳定地区相对应。它表明，中国沿岸相对海平面变化的地区差异主要是由于地壳垂直形变和地面下沉的地区差异引起的。这种关系在塘沽站表现得特别明显。该地区位于老黄河三角洲，不仅是地壳下降区，而且是强烈的地面沉降区。剧烈的沉降活动始于 20 世纪 70 年代，特别是 1976 年以后，随地下水开采量的剧增而急剧发展，地面沉降速率达 10~80mm/a；这里的海平面变化与此形成镜象关系。在 1976 年以前，相对海平面在波动中上升，1976 年以后表现为急剧上升，其上升速率 10~50mm/a (图 1)^[3-4]。

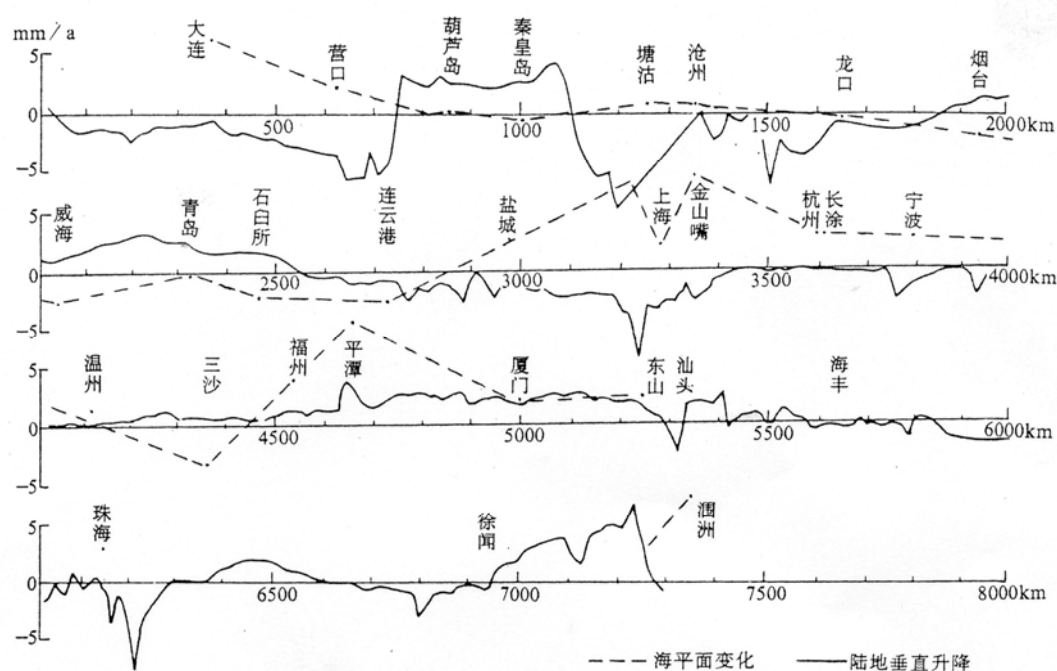


图 1 中国沿岸海平面变化与陆地垂直升降对比图

3. 3 厄尔尼诺和黑潮大弯曲

厄尔尼诺和黑潮大弯曲是大尺度的海洋事件，它们有时单独存在，有时先后发生或共同存在。由于这两大海洋事件的共同作用，使中国沿岸海平面变化更加复杂：当厄尔尼诺和黑潮大弯曲单独出现时，前者使中国沿岸海平面下降，后者使中国沿岸海平面升高；当二者同时出现时，如果以厄尔尼诺影响为主，使中国沿海海平面下降，出现低海面，如果以黑潮大弯曲为主，则使中国沿海海平面上升，出现高海面。中国沿海年平均海面的 3~7a 的周期变化，主要是年平均海面对厄尔尼诺和黑潮大弯曲以及中国沿海气候变异作出的响应^[5]。

3. 4 降水量和河流入海水量

中国沿岸海平面变化随降水量大小而发生相应的升降变化,丰水年出现高海面,枯水年出现低海面。一些地处河流入海口附近的验潮站,其年平均海面明显随河流径流量而变化。如长江口的吴淞站年平均海面变化与长江大通站的径流量变化基本一致。地处黄河河口附近的羊角沟站,1964年出现海平面上升30cm的异常高海面,其原因是1964年该地区降水量高达973.3mm,是近代历史上降水量最大的年份,使入海水量剧增,局地海面高度上升。

4 中国相对海平面变化的环境影响与灾害效应

海平面变化对中国东部沿海产生重要影响;特别是辽东湾、渤海湾、黄河三角洲、珠江三角洲等地区,一方面社会经济发达,另一方面地势低洼,是对海平面上升反映最敏感的脆弱地区,海平面变化产生的环境影响与灾害效应,对城市发展、港口建设、资源开发造成严重危害。

- 台风和风暴潮灾害不断加剧;
- 河口和沿海平原积洪滞涝,洪涝灾害加重;
- 潮水沿江河上溯范围扩大,加剧咸水扩侵;
- 一些地区滨海潮滩湿地减少,生态环境改变,危害养殖业;
- 部分地区海岸侵蚀活动加剧;
- 一些城镇、企业排污系统效能降低,或完全失效。

5 结语

(1) 近几十年来,中国沿岸相对海平面在波动中呈缓慢上升趋势,1985年和1992年以前两个时段的平均上升速率分别为1.6和2.1mm/a,表明近年来相对海平面上升速率加快。

(2) 海面变化受气候、海洋水文以及地壳运动等多种因素影响。温室效应对包括中国在内的全球海平面变化具有广泛作用,但目前许多人对其影响程度的估计具有不同程度的夸大倾向。中国沿岸海平面变化与地面升降呈现“镜像”对应关系,表明地壳形变和地面沉降是控制相对海面的重要因素,它对地区性或局部性海面升降影响程度大大超过温室效应的作用。

(3) 海面升降和海陆进退对辽东湾、渤海湾、莱州湾、黄河三角洲、长江三角洲、珠江三角洲等地区的风暴潮、洪水等灾害以及整个东部沿海地区的生态环境具有重要影响,因此加强中国沿海海平面变化研究具有十分重要的实际意义。

(4) 海平面研究是地学领域的一个重大课题,需要多学科相互合作。其中现今构造活动与地形变分析乃是一项特别重要的内容,只有对气候、海洋、地质以及人类活动等进行综合研究,才能对海平面的升降规律以及变化趋势得出科学认识。

主要参考文献

- [1]周天华等,近几十年来中国沿岸海平面变化趋势的研究,海洋学报,1992,14(2)。
- [2]陈宗镛等,中国沿海现代海面变化和地壳运动,青岛海洋大学学报,1992,22(3)。
- [3]张业成等,京津唐地区地质自然灾害发展规律及其预测,中国地质科学院562综合大队集刊,1993,第10号。
- [4]黄立人等,中国沿海海面变化的均衡基准,地震地质,1991,13(1)。
- [5]李坤平等,海平面变化对黑潮变异的响应,黄渤海海洋,1993,11(4)。

Superficial Analysis of the Changes in the Sea Surface of China's Coastal Areas and Its Effects on Environment

Zhang Lihai¹ Zhang Yecheng¹ Yu Daoyong¹ Liu Haiqing²

(1. National Geological Samples Center of the Ministry of Land and Resources, Yanjiao Hebei Province,065201; 2. North China Institute of Science and Technology, Yanjiao, Hebei Province,065201)

Abstract: According to the statistical analysis of the observed materials from the 25 coastal tide-testing observatories of China, the sea surface of China's coastal areas in general has been ascending in the past decades. Before 1985 and after that, the average ascending rate was 1.6mm/a and 2.1mm/a respectively, with different areas having huge differences in the tendency and size of its ascent or descent. Very complicated factors contribute to the changes of the sea surface: It's true that greenhouse effect leads to the ascent of regional sea surface, but its rate should not go beyond 1mm/a; vertical transformation of earth's crust and the descent of the earth's surface are important factors responsible for the changes of the sea surface and violent local ascent; El Nino, Grand Japan Current Curve, meteorological conditions and hydrological conditions have certain effects as well. The ascent of sea surface aggravates the disasters derived from typhoon, tide caused by windstorm and flood; besides, it results in the expansion of salty water and coastal erosion and reduces wet land as well. As a result, it brings severe harms to the fragile areas in the low-lying parts, such as bays and deltas.

Key Words: China's coastal areas sea surface dominating factors effects on environment disastrous effects