

# 海平面上升对珠江三角洲地区 影响及对策初探

杜碧兰 田素珍 禹 军

(国家海洋局, 海洋发展战略研究所)

## 摘 要

珠江三角洲是我国沿海经济高速发展的地区, 但因其地势低平、河网纵横、人口密集、城镇集中, 成为我国未来海平面上升影响的主要脆弱区之一。本文利用 GLS 技术和沿海数字高程模型, 计算和编绘了在不同海平面上升情景和不同防潮设施情况下, 海水可能淹没范围的专题数字图件, 并给出了珠江三角洲主要市县的可能淹没面积及脆弱性分析。同时对未来海平面上升对珠江三角洲的影响和主要对策进行了初步探讨。

**关键词:** 海平面上升, 地壳垂直运动, 平均大潮高潮位, 历史最高潮位, 百年一遇高潮位, 淹没区。

## 一、引 言

由于气候变化的“温室效应”引起的全球海平面上升, 已引起国际社会的广泛关注。海平面上升是缓慢而持续的过程, 其长期累积结果, 将对沿海地区形成严重威胁。根据政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 对 21 世纪全球海平面上升的最佳估计值是 2030 年将上升 18cm, 2070 年将上升 44cm, 2100 年将上升 66cm, 这一上升趋势对中国沿岸也不例外。

珠江三角洲是我国经济高速发展、人口密集、城镇集中、环境问题突出的地区。珠江三角洲是由西江、北江、东江三条主要河流堆积而成, 并经虎门、蕉门、洪奇门、横门、磨刀门、鸡啼门、虎跳门、崖门八个口门与南海相通。该区地势低洼、河网纵横、河叉繁多、成为其地貌特色。在珠江三角洲的河网区, 现有耕地 770 万亩, 其中耕地田面高程在珠江基面 1.0m 以下的约占三分之一。区内的广州、佛山、江门等大中城市的地面高程均较低, 如广州市的高程一般多在 1.5~2.5m 之间, 周围均靠江、海堤围保护。三角洲地区遭受到台风和风暴潮的袭击, 常出现洪涝灾害。目前又面临着全球海平面上升的威胁, 因此, 珠江三角洲已成为我国沿海重点环境脆弱区之一。

我们已开展的海平面上升对珠江三角洲的影响及对策研究, 已取得了一些结果, 将在本文中给予介绍。

珠江三角洲研究区域的范围是  $21^{\circ}45' \sim 23^{\circ}30'N$ ,  $112^{\circ}20' \sim 114^{\circ}30'E$ 。区内共选取沿海



珠江三角洲未来海平面变化预测,除考虑全球性海平面上升外,需着重考虑三角洲不同地区的垂直构造沉降(如平原地区每年下降 1~2mm,丘陵地区每年上升 1mm)以及河网区围垦和联围导致的水位抬升、风暴潮袭击等因素,预计 2050 年珠江三角洲的海平面将上升<sup>[4]</sup>40~60cm。

### 三、未来海平面上升可能淹没区估计

根据 IPCC 反应战略工作组 1991 年公布的“沿海地区海平面上升脆弱性评价七步骤”<sup>[5]</sup>的要求,在我们的个例研究中,考虑了三种海平面上升情景:未来海平面上升 30cm(相当 2050 年的预测);上升 65cm(下一世纪海平面上升最佳估计);上升 100cm(21 世纪海平面上升最大估计)。

为了计算未来海平面上升可能出现的淹没区,我们选取了沿海验潮站的平均大潮高潮位、历史最高潮位、百年一遇高潮位三个范畴的潮位值为基础背景,再叠加不同的海平面上升值,用于淹没潮位计算。平均大潮高潮位表征某沿海站区的大潮高潮位的平均状况,出现频率较高。历史最高潮位是表征某站区由于受风暴潮等影响而出现的历史极端最高潮位,出现频率较低。百年一遇高潮位是未来沿海重点城市和重点开发区所考虑的防潮标准。

在考虑上述三种海平面上升情景和三种不同高潮位范围的同时,还考虑了沿海地区的防潮情况,分别对无防潮设施和有防潮设施情况进行了计算。

珠江三角洲未来海平面上升可能淹没范围的计算,是在全国 1:100 万数字高程模型的基础上,根据沿海数字高程模型,在 GIS 的 ARC/INFO 软件 6.1.2 的支持下,由 SUN 工作站完成的。沿海高程数据采集点的距离为 200m。高程值在 10m 以低的地区等高距为 1m,达到了国外同类研究的水平。

本文针对未来海平面上升 30、65、100cm 的三种情景分别进行了无防潮设施和有防潮设施以及不同背景潮位下,珠江三角洲可能淹没面积计算,其结果如表 1 所示。

表 1 未来海平面上升珠江三角洲可能淹没面积(km<sup>2</sup>)

不同防潮设施和背景潮位情况		上升 30cm		上升 65cm		上升 100cm	
		淹没面积	占总面积%	淹没面积	占总面积%	淹没面积	占总面积%
无防潮设施	平均大潮高潮位	2190	7	3744	12	4282	14
	成史最高潮位	5546	18	5967	19	6543	21
有防潮设施	历史最高潮位	1153	4	3453	11	6520	20
	100 年一遇高潮位	1719	6	2875	9	7823	25

从表中看出,若像国内普遍进行的海平面变化研究那样,不考虑任何防潮设施,则珠江三角洲在平均大潮高潮位上上升 30、65 和 100cm 时,相应可能淹没面积分别为 2190、3744 和 4282km<sup>2</sup>;在历史最高潮位上同样上升 30、65 和 100cm 时,可能淹没面积相应为 5546、5967 和 6543km<sup>2</sup>。从我国沿海实际情况出发,必须考虑现有防潮设施和能力。根据珠江三

角洲各验潮站周围平均堤顶高程数据及其与海平面不同上升情景潮位值的比较,确定其可淹没程度,在此基础上对有防潮设施情况下海平面上升出现的淹没区进行了计算。结果表明,目前珠江三角洲的防潮能力为 20~50 年一遇,其西部海岸多为 20 年一遇。

从表 1 中还清楚地看出,珠江三角洲在同一历史最高潮位上,无防潮设施和有防潮设施情况下,未来海平面上升的淹没范围大不相同。如海平面上升 30cm,在有防潮设施情况下就会减少淹没面积 4393km<sup>2</sup>,海平面上升 55cm 时,也会减少淹没面积 2514km<sup>2</sup>。这充分说明了珠江三角洲现有防潮设施的重要作用。若从表 1 中珠江三角洲淹没面积比例情况看,更是一目了然。现以历史最高潮位为例,当海平面上升 30cm 时,而在有防潮设施情况下,则其淹没面积下降为 4%。当海平面上升 65cm 时,则其淹没面积可从 19% 降至 11%。

珠江三角洲在无防潮设施情况下,海平面在历史最高潮位上,上升 65cm 时的淹没区范围(5967km<sup>2</sup>)如图 2 所示。

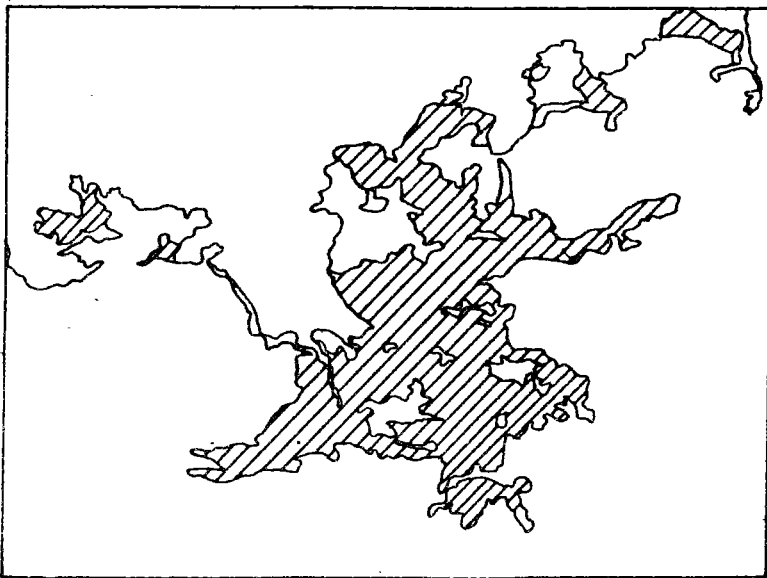


图 2 珠江三角洲在未来海平面上升时可能淹没范围

(淹没面积 5967km<sup>2</sup>)

从图中看出,珠江三角洲对海平面上升脆弱的地区主要是西部沿海平原,尤其是五大联围地势低洼地区。东部沿海多为零散丘陵分布,地形坡度较大,其脆弱性不甚明显。

#### 四、海平面上升对珠江三角洲的影响

珠江三角洲是广东经济最发达的地区,十多年来经济发展迅猛,1991 年的社会总产值和国内生产总值分别为 1590.39 亿元和 644.44 亿元,比 1990 年分别增长 26.1% 和 1.6%。三角洲地区以广州、佛山等大中城市为中心的卫星城镇迅速发展,产值超百亿元的有顺德、番禺、南海、台山等县市。珠江三角洲地区现有大小港口 60 个,吞吐量约  $9.5 \times 10^9$  t, 占全省 80%;沿海主要港口  $6.861 \times 10^7$  t, 外贸  $1.8 \times 10^7$  t 占 26%。万吨级泊位 33 个均分布在广

州、蛇口和赤湾港<sup>[6]</sup>。

未来海平面上升对珠江三角洲威胁最大的也就是上述经济发达区,这点可从表 2 中珠江三角洲主要市县的可能淹没面积的大小来看其受威胁的程度。其中危险度较大的是中山市、番禺县、顺德县、东莞市、斗门县、广州市、珠海市。如图 3 所示,这些县市即使考虑了现有防潮设施,在历史最高潮位上,未来海平面上升 65cm 时,也避免不了被淹没的威胁。尤其是顺德县目前防潮设施能力不足以抵御 65cm 的海水上升威胁。

表 2 未来海平面上升(对历史最高潮位)珠江三角洲  
主要市县可能淹没面积(km<sup>2</sup>)

海平面上升(cm)		广州市	佛山市	番禺县	顺德县	中山市	珠海市	斗门县	深圳市	东莞市
30cm	无防潮设施	191	91	670	667	980	104	300	7	484
	有防潮设施	171	20	68	1	0	40	132	0	0
65cm	无防潮设施	224	93	696	689	1000	108	317	8	516
	有防潮设施	203	93	309	686	648	42	138	0	0
100cm	无防潮设施	257	95	707	720	1015	113	325	10	539
	有防潮设施	249	95	707	720	1015	113	325	10	535

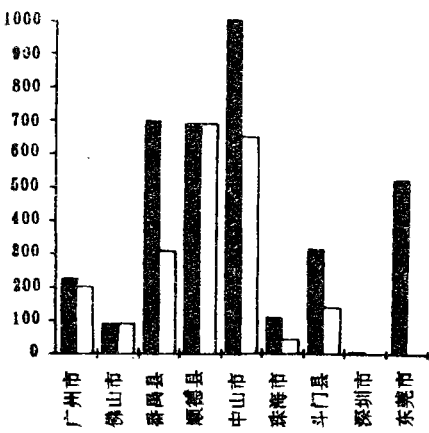


图 3 珠江三角洲主要市县可能  
淹没面积

(未来海平面在历史最高潮位上上升 65cm 时)

海平面上升对珠江三角洲的主要影响是:

1. 洪涝威胁加重

珠江三角洲由于地势低平,河流纵横,约有 1500km<sup>2</sup>(约 24%)的土地在珠基高程 0.4m 之下,近一半土地在 0.9m 以下,主要靠堤围防护。海平面上升将使堤围标准降低,洪涝威胁加大。据计算,如果海平面上升 0.7m 或 1.0m 时,珠江三角洲未来 10 年一遇的风暴潮水位,将超过现今百年一遇的水位<sup>[7]</sup>。近年来,由于上、中游水土流失而河床淤积严重,未来海平面上升,势必对洪水起顶托壅高作用,从而增加洪水的威胁。

2. 台风和风暴潮灾害加剧

由于全球变暖,除海平面上升外,热带海洋温度升高,从而增加台风和风暴潮的产生机率。在广东省登陆的台风次数占全国台风登陆总数的 42%,其中有 56% 来自西太平洋,44% 来自南海台风。珠江三角洲登陆台风又占全省的 25%,年平均为 1.2 个,最多可达 5 个。因此是受台风和风暴潮灾害十分严重的地区。如 8309 号台风引起的珠江三角洲虎门南沙站的 1.60m 的增水,出现 2.63m 的高潮位,使 13.33 万公顷农田受淹,广州市区多处上水,水深最高 1.0m,虎门镇水深 1.5m。海平面上

升将导致海堤设计标准降低,使风暴潮灾害加剧。

### 3. 咸潮上溯加重

珠江三角洲虽然潮差不大(1.0~1.5m),但潮水上溯比较深远,如今珠江干枯季节咸潮可达广州。未来海平面上升,咸潮的影响将会更加深入。由于会潮点和盐水楔的上移不仅会引起河道泥沙沉积的变化,也会对河流两岸的城乡的供水带来新的问题。

### 4. 水域排灌系统困难的加大

海平面上升,潮水顶托范围沿河上溯,使珠江三角洲的原有自然排灌系统失效,使城镇污水排放发生困难,甚至倒灌。因此会造成河网和联围内水域污染加重,必须重新改造或设计新的排水系统工程。

## 五、主要对策

在珠江三角洲对付海平面相对上升的适应选择,应以防护为主,顺应和后退只能是个别情况。由于珠江三角洲位置重要、经济活动频繁、人口和城镇密集、经济开发区发展迅速,因此,该区在我国沿海持续发展中具有特殊重要的意义,必须采取确保的战略措施。

### 1. 加强沿海防潮工程的建设,提高防护堤坝的设计标准

珠江三角洲目前的防潮能力如前所述,为20~50年一遇。尤其是西部沿海低地对海平面上升影响最为脆弱,但其防潮设施的标准相对较低,多为20年一遇,而且随着该区的经济发展,其脆弱性更大。建议在2000年以前该区海堤设防标准能提高到50年一遇。广州地区由于受洪潮交互影响也应提高其设防标准,对现有海堤加高、加固,使其留有余地。

### 2. 提高沿海脆弱区市政工程的设计标高

海平面上升过程虽然缓慢,但其持续上升的结果,不能低估,因此,今后在脆弱区内的城镇建设必须考虑其设计标高。如番禺、顺德、中山、斗门、珠海、东莞等位于脆弱区的县市,应在市政建设的设计高程上予以提高,新开发区的选址尽可能选择在地,环保设施和排水工程都要考虑海平面上升的影响。

### 3. 研究并预测港口航道的冲淤过程

海平面上升将会引起珠江三角洲的会潮点上溯内移和盐水楔深入等,都会使本区的河港、海港及其航道发生新的冲淤变化,应及早开展相应的模拟研究并提出预测以及治理措施,以保证珠江三角洲水运命脉的畅通。

### 4. 对国民经济发展的区域规划需作适应性调整

珠江三角洲海平面上升、沿海低地受淹、湿地扩大,生态环境变化,这些都应在区域规划

中对农、牧、副、渔业进行适应性结构调整,如将适于种养的水面扩大,可围垦的滩涂缩小、适于潮排潮灌的区域上移等,使其做到新的“地尽其利”。

### 5. 加强对海平面变化及其影响因素的监测

在珠江三角洲影响海平面相对上升的因素主要有地壳运动、地面沉降、风暴潮袭击、海岸侵蚀、河道淤积、地基软化等,因此开展对它们的长期连续监测是十分重要的。目前需对现有的监测系统进行技术改造,以提高其观测精度。同时要开展跨部门的技术合作,资料交换,协同攻关,才能达到对未来海平面上升监控的目的。

### 参 考 文 献

- [1] 国家海洋局,中国海平面公报,1989。
- [2] 国家海洋局,中国海平面公报,1992。
- [3] 郑文振,世界和中国的海平面变化,海洋通报,12(4):95~99,1993。
- [4] 中科院地学部,关于海平面上升对我国沿海地区经济发展的影响与对策的咨询建议,1~17,1993。
- [5] IPCC RSWG, The Seven Steps to the Assessment of the Vulnerability of Coastal Areas to Sea Level Rise: Appendix C, X VI。1991。
- [6] 项振勇,珠江三角洲的经济发展与港口布局,全国沿海开放地区经济持续发展 战略学术研讨会论文集,167~172,1993。
- [7] 李平日等,海平面上升对粤桂沿海环境及经济建设的可能影响及对策,中科院地学部,海平面上升对我国沿海地区经济影响与对策研讨会,论文摘要汇集,111~117,1993。

## IMPACTS OF SEA LEVEL RISE ON PEARL RIVER DELTA AND RESPONSE STRATEGIES

Du Bilan      Tian Suzhen,      Yu Jun

*(China Institute for Marine Development Strategy)*

### Abstract

The economy of Pearl River Delta has developed very fast recently, but the delta is one of the most vulnerable areas among the Chinese coastal zones because it is vast with low elevations, crisscross network of river courses, concentration of population, cities and towns. In this paper, by means of GIS technology and coastal DEM, the special data and maps of probably inundated areas by sea water have been computed and drawn for different sea - level rises and corresponding defence - installations, and the probable inundating area and vulnerability analyses of main cities and counties in Pearl River Delta have been provided. Moreover, this paper presents the preliminary research results of impacts of sea level rise on Pearl River Delta, and of response strategies.

**Key Words:** Sea Level rise, crustal vertical movement, Mean high water of spring - tide, Highest high water in record, Hundred - year high tide level, inundated areas.