第 11 卷 第 4 期
1999 年 12 月

湖 泊 科 学
JOURNAL OF LAKE SCIENCES

Vol. 11, No. 4
Dec., 1999

# 太湖流域海面－地面变化信息系统研究*

吴国平[1] 黄 艳[2] 谢志仁[3] 王 文[4] 王腊春[1]

(1:南京大学城市与资源学系,南京 210093;2:南京市第 29 中学,南京 210024;
3:南京师范大学地理科学学院,南京 210097;4:河海大学水资源开发利用国家专业实验室,南京 210098)

**提 要** 应用 GIS 软件 ARC/INFO,建立太湖流域海面—地面变化信息系统,并与数据采集系统、图像处理系统和计算机系统相结合,研究对本区人类社会经济发展、区域规划、工程建设和人民生活产生重大影响的气候、海面、地面变化和区域环境变迁.采用长江三角洲地区邻近海域 21 世纪前半期地区性 RSL 上升幅度预测方案进行研究,结果表明:随着海面的不断上升和太湖流域地面沉降的加剧,2000 年到 2050 年,太湖流域处于高潮位以下区域逐渐扩大.该研究成果可用计算机屏幕或图形终端显示,或用笔式绘图仪、静电绘图仪或打印机输出.

**关键词** 太湖流域 海面—地面变化 地理信息系统 21 世纪 预测研究

**分类号** P343.3

## 1 太湖流域海面－地面变化信息系统数据库

位于中国东部海岸带的太湖流域人口稠密、大都市众多,在我国国民经济中占有举足轻重地位,是我国经济文化最为发达的地区之一.太湖流域地势低平、河流纵横、湖泊密布,全球性的气候变暖和海面上升,对本区的区域环境和工农业生产将产生直接和重大影响.

### 1.1 太湖流域海面－地面变化信息系统初步设计

信息系统设计的内容随系统目标、数据性质和系统功能的不同而有很大的差异[1,2].太湖流域海面—地面变化信息系统选取太湖流域地形图、太湖流域沉降速率图、晚更新世至近代海面变化曲线及温室效应影响海面升高的不同预测方案等基础信息,运用 GIS 软件 ARC/INFO,在 SUN 工作站上,对上述资料和信息进行分析整理、图幅标描、数据标准化和规范化、数据分类编码、数据输入和编辑处理,建立系统数据库和信息系统.系统的基本结构包含数据采集与更新、数据库、模型库和成果输出系统,具有数据输入、编辑处理、数据分析、数据显示、数据转换、查询检索、空间操作、过程恢复、趋势预测和机助制图等功能.

### 1.2 区域范围

本系统研究范围包括宁镇山脉和宜溧丘陵以东、长江以南、杭州湾以北的整个太湖流域平原区,地理座标为 119°E－121°E, 30°N－32°N,并选取四个基本控制点(TIC 点):TIC1(119°E, 32°N), TIC2(121°E, 32°N), TIC3(119°E, 30N), TIC4(121°E, 30°N).

### 1.3 资料来源

(1) 中国科学院南京地理研究所编制的 1:200000 太湖流域地形图;

---

* 国家自然科学基金(49471072)和国家攀登项目联合资助.
收稿日期:1998－09－26;收到修改稿日期:1999－05－25.吴国平,男,1964 年生,副教授.

表1 海面绝对上升幅度预测方案 单位:cm
Tab.1 Forecasting of absolute sea level changes

| 方案 | 2000年 | 2025年 | 2050年 |
|---|---|---|---|
| A | 8 | 37 | 81 |
| B | 4 | 17 | 38 |
| C | 1 | 4 | 9 |
| D | 1 | 3 | 6 |

(2) 胡惠民、黄立人等编制的地壳垂直运动速率等值线图[3];

(3) 朱季文、谢志仁:长江三角洲地区邻近海域21世纪前半期的地区性RSL上升幅度预测方案[4](表1).

### 1.4 建立步骤和方法

目前,数字高程模型(DEM)的建立已有不少成功的方法.本研究选择方法简单、使用灵活、数据精度高的地形图手扶跟踪数字化方法建立.此方法不仅如实地将地形图的高程点和等高线转换成数据信息,而且可以根据不同用户的要求加密采样点或稀疏采样点选用不同的格网大小.本系统高程采样的精度在5m以下为m级,5m以上采集了10m和30m等高线.

在ARC/INFO软件的支持下,系统的DEM建立流程见图1.

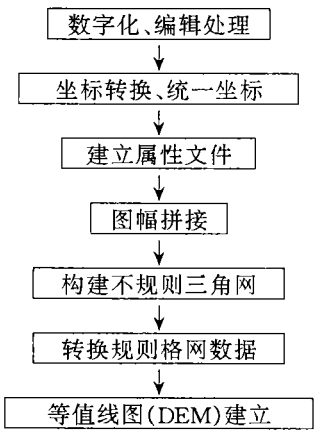


图1 DEM建立流程图
Fig.1 Sketch of DEM establishing

(1) 在1:200000太湖流域地形图上,选取4个控制点,利用ADS进行高程点和等高线的数字化,然后编辑.

(2) 对分幅输入的COVERAGE控制点进行坐标转换,并将其统一到相同的经纬网坐标中.

(3) 构造并建立等高线(LINE)与高程点(POINT)的属性文件表,完成高程数据的矢量数据库,同时检查错误.

(4) 将已编辑完成的各分幅图形进行边缘匹配和图幅拼接.

(5) 自动选取重要点,构成不规则三角网,进行三维显示.

(6) 由不规则三角网数据转换成规则格网点上的矩阵数据.

(7) 把规则格网转换成等值线图.

## 2 中国东部海面变化

### 2.1 中国东部海面变化

海面的升降变化将直接影响占大陆面积10%、世界人口2/3的沿海地带.据对江、浙沿海研究及世界各国数据,全新世以来次一级的海面波动达10次左右,我国东部沿海5ka B.P.以来海面仍有多次升降波动[5-7].近百年来全球海平面10-15cm上升量中至多有7-12cm可归因于气候变暖,其余3cm则为验潮站的地表沉降趋势[8].1890年至今,世界气候进入"20世纪温暖期",海面上升的幅度约为1-2cm·$a^{-1}$[9].而"温室效应"导致海面上升,地势低缓平坦的海岸地带极易被淹没,迫使人口向高地迁移,如太湖地区最低居住面高度变化曲线所示[10].

### 2.2 海面变化影响因素

中国东部沿海平原如太湖流域,地势低平、人口密集、工农业高度发达,属于气候变化和海面变化敏感区,但应区分自然和人为因素.自然因素包括气候变化、海面变化和地壳运动.人为因素则包括大气层$CO_2$含量变化、人为引起的地面沉降等.

### 2.3 海面变化研究技术手段

海面变化研究的技术手段和计算机应用方法较多[11].本文尝试运用 GIS 软件 ARC/INFO,利用所掌握的大量资料和信息,进行太湖流域海面－地面变化信息系统研究.

## 3 太湖流域海面－地面变化基础信息

### 3.1 太湖流域地壳升降

预测海面变化对该区可能产生的影响范围和严重程度,首先要查清近期该地区相对于海平面升降变化的特征和速率.本文采用 1957－1987 年 30 年间,我国东部沿海地区的精密水准复测资料分析长江三角洲及其邻近地区的地壳垂直运动[3].

在绘制地壳垂直运动速率等值线图时,空间外推难度较大,实际成图区域要比上述经纬度范围略小.在研究区域形变时,限于测量技术本身和实际地理、经济环境等因素,尽可能使精密水准点能均匀分布于整个区域.少数环线较大、重合水准点过少、局部区域资料缺乏的地区,则予以必要的说明.

### 3.2 海面变化预测

受到温室效应影响的海面变化趋势预测,主要涉及数十年至百年的时间跨度,它包含两个基本的预测目标——未来全球海面升降变化及未来地区性的海面相对变化.太湖流域的海面变化趋势预测采用表 1 的方案[4].

### 3.3 太湖流域地面沉降

本区地面沉降自然机制包括构造运动、均衡运动及压实作用.在百、千年尺度构造运动引起的沉降将继续保持等速,均衡沉降和压实沉降将出现速度减小趋势.太湖流域过量开采地下水导致地面沉降加剧,工业城市中心及附近尤为突出.

## 4 太湖流域海面－地面变化信息系统

太湖流域平原人口密集、经济发达、地势低平,河流纵横、湖泊密布、岸线和滩地动态变化复杂,全球性的气候变暖和海面上升,对本区的区域环境和工农业生产将产生直接和重大影响.因此,太湖流域海面－地面信息系统研究具有理论和现实意义.

### 4.1 太湖流域地面变化信息系统

从上述太湖流域平原区海面－地面信息系统数据库中,提取地形矢量数据库和沉积速率数据库,将此转换成相同格网密度的规则格网数据.该地形矢量数据库的地形资料取自 1980 年中国科学院南京地理研究所编制的 1:200000 太湖流域地形图.

用地形格网数据减去沉降厚度格网数据(沉降厚度数据由沉降速率网数据乘以相应的年份),就可以得到相应年代的地形,即形成太湖流域地面变化信息系统.选取典型年代,用地形格网数据减去沉降厚度格网数据(如沉降速率网数据乘以 20 年、45 年和 70 年),就可得到 2000 年、2025 年和 2050 年时的地形图,并利用输出设备进行结果输出.本研究采用分层设色的形式输入,即分成 5m 以上、3－5m、2－3m、2m 以下区域及水域五个区域,分别用不同颜色表示.

### 4.2 太湖流域海面变化信息系统

全球性的气候变暖和海面上升,对太湖流域平原区的区域环境、经济发展和人民生活将产

生重大影响.太湖流域海面变化信息系统对太湖流域平原区处于高潮位以下危险区域的分布位置和范围大小进行预测模拟研究,可提供相应的对策和预防措施.

海面变化预测成果具很大的不确定性,如温室效应增温幅度预测的不确定性、全球海面上升幅度预测的不确定性和地区性海面变化趋势预测的不确定性.在此情况下的预测可采用"方案预测"的概念,即对难以精确估测其变化趋势的不确定因素制订若干种假定方案,确定可能的变化范围[4].

太湖流域平原区及邻近海域21世纪前半期海平面上升幅度预测方案分A、B、C、D四种方案,在建立的太湖流域海面-地面变化信息系统数据库中.A方案可视为未来海面上升量最大的"最坏情形",D方案则为"最好情形",此时海面上升量最小,而B和C方案分别代表中高估计和中低估计,应是太湖流域平原区未来海面上升量的"最可能情形".

太湖流域海面-地面变化信息系统的研究,以浏河站多年平均高潮位值3.64m(吴淞基面)作为基准面,换算成黄海基面1.84m(3.62-3.64m).在1980年太湖流域地形图上提取出数值为1.84m等高线,并将其叠加到1980年太湖流域地形图上,低于此等高线的区域用阴影表示,亦即1980年处于高潮位以下的范围.预测公元2000年、2025年和2050年在高潮位以下的范围时,采用了海面上升幅度预测方案(参见表1).在相应年代地形图上分别提取代表2000年、2025年和2050年高潮位值的等高线,此等高线等于海面上升预测方案的海面上升预测值加上现代高潮位值1.84m,并将其叠加到相应年代的地形图上,低于此等高线的区域用阴影表示,即用阴影表示出相应年代处于高潮以下的范围.

通过太湖流域海面-地面变化信息系统研究,得出如下结论:

通过对比太湖流域处于高潮位以下的范围,如A方案下,从2000年到2050年,随着海面的不断上升和太湖流域平原区地面沉降的加剧,处于高潮位以下区域逐渐扩大,2000年2m以下区域和2-3m的小部分区域处于高潮位以下;2025年2m以下区域和2-3m的一部分区域在高潮位以下;2050年2m以下区域和2-3m的大部分区域已处于高潮位以下了.其余方案时的情形与此基本相似.

处于高潮位以下的区域范围和面积大小均可在太湖流域海面-地面信息系统中进行详细研究和分析预测,为21世纪太湖流域减灾和可持续发展提供科学依据和预防措施.

未来海面上升对太湖流域的影响是多方面的,如风暴潮灾害、海岸侵蚀、湿地损失、海岸防护工程及对经济发展的影响等,这些也可用太湖流域海面—地面变化信息系统进行研究.

## 5 讨论

本研究是将GIS运用于海面变化研究的尝试.结合海面变化研究的要求,利用GIS软件ARC/INFO,建立包含数据采集与更新系统、数据库系统、模型库系统和数据输出系统的中国第四纪海面变化背景系统.系统具有数据输入、编辑处理、数据分析、数据显示、数据转换、查询检索、空间操作、过程恢复、趋势预测和机助制图功能等.

由于研究区域地形复杂,影响因素较多,加之时间仓促,人力、物力有限,只能对太湖流域海面—地面变化信息系统进行初步研究探讨.有待改进的方面包括:建立更加良好的用户界面,如建立菜单等;能够将经纬网换算为公里网,计算区域面积;建立完整的地形高程模型(DEM),加强分析功能,如计算地面坡度、量算体积等.此外还应及时更新系统中有关中国海

面变化资料(如各地区、各时期的海面变化数据等),不断扩充和完善系统模型库,增加和改进系统功能.这都在今后的研究和工作中逐步实现.

## 参 考 文 献


1 陈述彭.地理系统与地理信息系统.地理学报,1991,**46**(1):1-7

2 黄杏元,汤勤.地理信息系统概论.北京:高等教育出版社,1989

3 胡惠民,黄立人等.长江三角洲及其邻近地区现代地壳垂直运动.地理学报,1992, **47**(1):20-30

4 谢志仁.海面变化的未来趋势.见:施雅风主编. 中国气候与海面变化及其趋势和影响②:中国海面变化.济南:山东科学技术出版社,1996. 312-358

5 杨桂山.全球海平面上升机制和趋势及其环境效应.地理科学,1993,**13**(3):250-256

6 K O 埃默里,尤芳湖.太平洋西部中国沿岸海平面的变化.海洋与湖沼,1981,**12**:297-310

7 Newman W S, *et al*. Ecstasy and deformation of the Geode earth theology. *Isostasy and Ecstasy*, 1980: 555-567

8 Pirazzoli P A. Present and near-future global sea level change. *Global and Planetary Change*, 1989, **1**(4):241-258

9 杨怀仁主编.第四纪地质,北京:高等教育出版社,1987

10 杨怀仁,陈西庆.中国东部第四纪海面升降、海侵海退与岸线变迁.海洋地质与第四纪地质,1985,**5**(4):59-80

11 谢志仁.海面变化与环境变迁.见:海面-地面系统和海-气-冰系统初探.贵阳:贵州科技出版社,1995


# GIS about the Sea Level & Ground Changes of Taihu Lake Basin


WU Guoping[1]　HUANG Yan[2]　XIE Zhiren[3]　WANG Wen[4]　WANG Lachun[1]

(1: *Dept. of City and Resources, Nanjing University, Nanjing* 210093; 2: *The 29th Middle School, Nanjing* 210024;
3: *College of Geographical Science, Nanjing Normal University, Nanjing* 210097;
4: *Water Resources Development & Utilization Lab., Hohai University, Nanjing* 210098)



**Abstract**

By using of ARC/INFO and varied information, pictures, data from (1) the map of Taihu lake basin's topography (1:200000) by Nanjing Institute of Geography, Academia Sinica; (2) the map showing the velocities of the recent crustal vertical movement in the Yangtze River and its adjacent area by Hu Huiming, Huang Liren and Yang Guohua[3]; and (3) the forecasting of absolute sea level changes in the front of 21st century by Zhu Jiwen and Xie Zhiren[4], this report has build up the Geographical Information System about the sea level of the China's Eastern sea coast region and ground changes of Taihu lake basin.

The results forecast four different rise of sea levels (RSL) under aboslute sea level changes in the early 21st century, as well as the lowering of the high tide of Taihu lake basin correspondingly (i.e. 2000a, 2025a, 2050a). All of the forecasting results will not only be demonstrated by screen, but also be drawn and printed. The GIS supplies the fundamental data and analytical service about the sea level and ground changes of the Taihu lake basin.



**Key Words**　Taihu Lake Basin, Sea level & ground changes, GIS, 21st century, forecast