

# 利用崇明岛地区的时间序列地形图进行预测分析

王俊杰

(北京经济技术开发区 国土资源和房屋管理局 北京 100176)

## Prediction Analysis Using Time-serial Topomaps of Chongming Island

WANG Jun-jie

**摘要** 通过对上海崇明岛地区的时间序列地形图进行量测和对比分析, 得出一组关于崇明岛面积的时间序列数据。因其面积有逐年增大的趋势, 根据这些时间序列数据, 采用灰色系统理论对这种增长趋势进行预测, 做定量研究。

**关键词** 地形图 时间序列 灰色系统理论 预测

### 一、引言

时间序列地图是指不同时代编制出版的地图, 或虽然是同时出版, 但描述不同时间的同一现象(例如月平均气温、降雨量等)的地图。我国测绘部门在 20 世纪 80 年代曾编制出版了全国 1:25 万地形图, 1998 年建成了全国 1:25 万地形数据库, 另外, 我国在 20 世纪 60 年代和 70 年代曾先后编制出版过全国 1:20 万地形图。因此, 这些在不同年代出版的相同或相近比例尺的地形图可构成时间序列地形图, 地形图上同一要素或同一现象分别在这几个时期的确切数值, 就构成了一组时间序列数据。

崇明岛位于上海市东北部的长江入海口处, 三面临江, 东濒东海, 形似卧蚕, 为我国第三大岛, 并且是我国现今河口沙洲中面积最大的一个典型河口沙岛。它从露出水面到最后形成大岛, 经历了 1 300 多年的涨坍变化。通过对不同时期的崇明岛 1:25 万地形图和 1:20 万地形图所组成的时序地形图进行量测, 同时为增加可比性和了解最新的崇明岛状态, 另结合由 2002 年的 1:5 万卫星影像地图量测到的结果, 得出一组有关崇明岛面积的时间序列数据, 见表 1。

表 1

年份	1956	1964	1975	1981	2002
面积/km <sup>2</sup>	684	896	973	1 048	1 218

从表 1 数据可以看出, 随着时间的推移, 崇明岛的面积在逐步增大。因此, 可以根据以上所形成的时间序列数据, 对崇明岛面积的增长趋势进行预测。

本文借助灰色系统理论对这种趋势预测进行定量研究。

地图所表征的某些空间现象的内容, 如人口、降水、产量、产值等能全部确知, 信息是充足的, 按照灰色理论可以将其称为白色系统; 而表征的某些现象的内容及特征, 或相互关联、内容结构、参数等一无所知, 只能从外部表象来研究, 这说明信息十分缺乏, 如同一个黑箱, 按照灰色理论可以将其称为黑色系统。而介于白与黑之间, 或者说部分信息已知, 部分信息未知的这类系统就可称之为灰色系统。地图上载负的信息相对于空间现象的客观存在正是灰色系统。

影响崇明岛面积增加的因素主要是因为长江口泥沙长期不断淤积的影响, 除此之外还有人工围垦等其他因素, 因此可将崇明岛面积的增长过程看作是一种在一定时空范围内变化的灰色过程。本文应用灰色系统理论中的费尔哈斯特(Verhulst)模型进行崇明岛面积增长预测。

### 二、Verhulst 预测模型建立

Verhulst 模型为单序列一阶非线性灰色模型, 常用于对生物繁殖、人口发展、树木生长等过程的描述与预测。其相应的微分方程形式为

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} = ax^{(1)} - b(x^{(1)})^2 \quad (1)$$

式中,  $x^{(1)}$  为一次累加处理(1-AGO)的累加生成值

$$x^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k x^{(0)}(i) \quad (2)$$

生成数列削弱了原始数列的随机因素。

式(1)微分方程的解为

$$\hat{x}(t) = \frac{\frac{a}{b}}{1 + \left[ \left( \frac{a}{b} \right) \frac{1}{x^{(1)}(0)} - 1 \right] \exp(-at)} \quad (3)$$

式中,  $a, b$  为待辨识参数, 用最小二乘法及极值原理求解。

$$B = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} [x^{(1)}(2) + x^{(1)}(1)] & - \left\{ \frac{1}{2} [x^{(1)}(2) + x^{(1)}(1)] \right\}^2 \\ \frac{1}{2} [x^{(1)}(3) + x^{(1)}(2)] & - \left\{ \frac{1}{2} [x^{(1)}(3) + x^{(1)}(2)] \right\}^2 \\ \vdots & \vdots \\ \frac{1}{2} [x^{(1)}(N) + x^{(1)}(N-1)] & - \left\{ \frac{1}{2} [x^{(1)}(N) + x^{(1)}(N-1)] \right\}^2 \end{bmatrix}$$

$$Y_N = \{x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(N)\}^T$$

经矩阵运算求得  $a, b$ , 代入式(3)即可得崇明岛面积增长的 Verhulst 预测模型。

### 三、崇明岛面积的增长预测

由表 1 得原始数据列

$$x^{(0)}(5) = \{684, 896, 973, 1048, 1218\}$$

对原始数据列按等时距化要求换算后, 进行 1-AGO 处理。由式(4)解得

$$\hat{a} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.723987747 \\ 0.000105057516 \end{bmatrix}$$

待辨识参数列

$$\hat{a} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y_N \quad (4)$$

其中,  $B$  为累加生成矩阵;  $Y_N$  为向量。二者的构造是

$$\frac{a}{b} = 6891.3465$$

因而可得 Verhulst 预测模型, 经计算得预测序列, 对其进行一次 1-AGO 处理, 其值即为该模型预测值(表 2)。

表 2 崇明岛面积增长 Verhulst 模型预测值

预测年份	2010 年	2020 年	2030 年	2040 年
预测值/km <sup>2</sup>	1274	1341	1398	1452

由以上预测结果可以看出, 崇明岛的面积增长呈衰减趋势, 衰减幅度越来越大。

## 红色觐标重立珠峰

[本刊讯] 由国家测绘局组织的 2005 年复测珠峰高程及相关科学考察活动, 正在顺利实施中。

2005 年 5 月 22 日 11 时 50 分, 在珠峰之巅牢牢竖起红色觐标和 GPS 天线, 当时峰顶风力 8 到 9 级, 温度约 -29℃。这项艰巨的任务是由 4 名藏族测量队员小嘉布、普布、阿旺根堆、多吉格桑和中国女子登山队员、高山协作人员和西藏登山队员共同完成的。

2005 年中国珠峰测量队(国测一大队)由 40 多名队员组成。下设 GPS 综合测量分队、重力测量分队、水准测量分队和登山冲顶分队等 4 个分队, 各自负责分管的测量工作。3 月中旬到 4 月中旬已完成珠峰外围地区的测量工作。从 4 月中旬到 5 月, 完成珠峰周边地区的测量工作。按照计划, 测量队员将在大本营起始点、Ⅲ 7-1、西线、中线、东线 2、东线 3 六个交会测量点对觐标进行 48 小时三角高程测量。登山队员还要在珠峰顶和六个交会点实施 48 小时 GPS 同步观测。此前国家测绘局与中国气象局已在海拔 4300 多米的西藏定日气象站内共建 GPS 连续运行站。觐标成功竖立后, 登顶队员还用雷达探测仪测量了冰层厚度, 为计算珠峰高程提供精确改正数据。

自 1975 年我国首次组织对珠峰进行测量以来, 测绘科技 30 年间取得巨大进步, 我们将得到并公布更加精确的珠峰高程数据。这次监测获得的各项数据, 对于研究珠峰和邻近地区的地壳运动变化, 以及今后我国地学研究、地震预报、抗灾减灾等方面, 都具有重要意义。

国家测绘局陈邦柱局长在给珠峰测量队全体同志的慰问信中指出: “这次冲顶成功是珠峰测量史上的壮举。你们向世界展示了中国人的勇气和力量, 展现了中国测绘工作者的智慧和技能, 我们为你们骄傲, 向你们致敬!”

5 月 24 日, 中共中央政治局委员、国务院副总理曾培炎给国家测绘局局长陈邦柱发来贺信, 祝贺珠峰高程测量登山队成功登顶, 再次胜利完成测量任务。他在贺信中指出: “珠穆朗玛峰是世界最高峰, 其精确高程一直为世界所关注。你们与有关部门共同努力, 运用最先进的现代测绘技术, 取得了十分宝贵的测绘资料, 这对于深化人类对地球运动规律的认识具有十分重要的意义。希望你们与有关单位共同努力, 认真做好后期观测、数据处理和研究论证工作, 圆满完成这次珠峰科考和测绘任务。”