

# 南极长城站近海潮汐特征的初步分析

孙 洪 亮

(国家海洋局第一海洋研究所, 青岛)

## 摘 要

本文对1987年1月5日至3月7日在南极长城站海湾获取的潮位观测记录进行了分析。结果表明: 这里的潮汐属于不正规半日潮, 最大可能潮差按公式  $2(1.29H_{M_2} + 1.23H_{S_2} + H_{K_1} + H_{O_1})$  计算为2.944m。对其近海的潮波, 以及潮位对气压变化的响应做了初步分析。

人们对南大洋潮汐的认识比其它任何大洋的认识都更加模糊, 这主要是因为南大洋各岛屿和南极洲沿岸的潮位观测资料非常贫乏而且缺乏代表性。在长期被冰覆盖的海面上, 调和常数往往会出现季节变化, 所以就更增加了认识它的困难。在这种条件下, 想研究南大洋的潮波运动及局地潮汐特征只能是初步的和近似的; 想解释南大洋的一些潮汐现象也只能是一种尝试。

本文根据前人所做的世界大洋潮汐数值模型实例, 指出了德雷克海峡、南极半岛附近海域的潮波主要受两个顺时针旋转潮波系统的控制。在此基础上, 依据我们自己在南极长城站所观测的潮汐资料, 重点分析了南极长城站的潮汐特征, 并指出潮汐类型属于不正规半日潮。最后简单讨论了这里的潮位对气压变化的响应问题。

## 一、潮 波

南大洋系指地球南纬60°以南、环绕在南极洲周围的南太平洋、南大西洋和南印度洋, 面积约  $3800 \times 10^4 \text{km}^2$ , 有“世界第五大洋”之称。水深由南向北逐渐加深, 由1000m增至4500m, 等深线呈带状分布。从理论上说, 由于地球自西向东自转, 潮波应该呈前进波形式自东向西传播, 但观测到的恰好相反, 潮波自西向东传播<sup>[1]</sup>, 这一特点至今还没有人对它给出合理的解释。

德雷克海峡是沟通太平洋和大西洋的重要通道。多数研究者指出: 德雷克海峡、南极半岛附近海域存在两个顺时针旋转潮波系统。表1列出了近几年几个研究者(Pekeris

表 1 不同研究者数值模拟的  $M_2$  分潮无潮点位置

大 洋	区 域	坐标中心和旋转方向		
		Pekeris 和 Accad (1969)	Zabel (1970)	Hendershott (1972)
太平洋	东南海域	59°S, 100°W (-)	57°S, 98°W (-)	49°S, 96°W (-)
南大洋	大西洋海域	62°S, 58°W (-)	59°S, 62°W (-)	62°S, 28°W (-)

说明: (-)号表示顺时针旋转潮波。

\* 承蒙刘爱菊副研究员审阅全文并提出宝贵意见, 特此致谢。  
本文于1988年4月11日收到, 修改稿于1989年7月7日收到。

和Accad,1969;Zahel,1970; Hendershott, 1972)数值模拟的无潮点位置。几个研究者得出的两个旋转潮波的位置、中心坐标都大致相同,旋转方向也都是顺时针的。图 1 绘出了这两个旋转潮波的同潮图〔2〕。南极长城站及其近海在这两个旋转潮波(主要是右边一个)的控制下,在当地自然环境的综合影响下,产生复杂的潮波运动。

## 二、潮 位

中国是在1985年登上南极洲的,以往对这里潮位的了解是一个空白。从1987年1月5日开始使用安德拉 WLR-5 型水位计对潮位进行长期连续观测,现已获取了60多天、8000多组观测数据。水位计压力传感器位于长城站水准点S<sub>1</sub>以下,垂直距离为6.598m(水准点S<sub>1</sub>的海拔高度为2.681m)。对这些资料进行分析,计算出了52个分潮的调和常数,其中10个见表2。现根据分析计算结果对南极长城站的潮位特征进行初步分析。

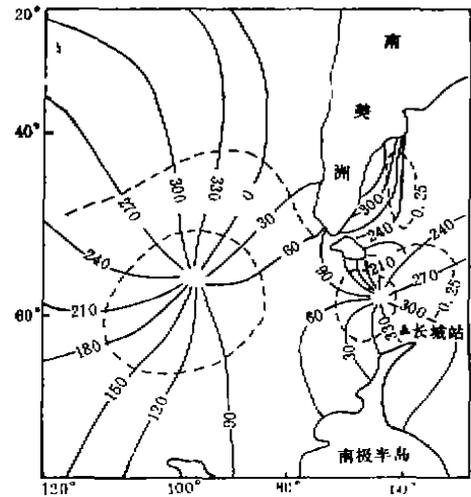


图 1 德雷克海峡、南极半岛附近海域 M<sub>2</sub>分潮同潮图 (根据Zahel, 1970)

表 2 南极长城站潮汐调和常数(前10个)

分 潮	振 幅 (cm)	初 位 相 (°)	分 潮	振 幅 (cm)	初 位 相 (°)
M <sub>2</sub>	2.5	328	K <sub>1</sub>	28.0	4
M <sub>Sr</sub>	5.9	327	N <sub>2</sub>	7.4	140
O <sub>1</sub>	8.2	333	M <sub>2</sub>	45.1	166
O <sub>1</sub>	29.3	352	S <sub>2</sub>	25.8	209
P <sub>1</sub>	9.3	0	K <sub>2</sub>	7.0	213

### (一)潮汐现象

#### 1. 潮汐类型

用主要分潮振幅之比( $A = \frac{H_{K_1} + H_{O_1}}{H_{M_2}}$ )作为划分潮汐类型的依据,由计算知A = 1.27,属不正规半日潮。每日两次高潮和两次低潮,相邻潮高的高度不等,潮汐日不等现象显著。日潮和半日潮位相之差为170°,接近180°,所以日不等主要表现在低潮不等,高潮不等的程度很小(见图2)。当月赤纬南、北最大附近时,日不等最大(见图3);随着月赤纬的变小,日不等逐渐减小,月球经过赤道时日不等最小,出现正规的两高两低(见图4)。这类不正规半日潮,潮位曲线除随着月赤纬的变化而变化外,还随月亮盈、亏的变化也比较明显,如果月赤纬南、北最大附近(回归潮)和朔、望期间相遇,潮位曲线每日虽两高两低,但低潮不等最大,高低潮和低低潮之差可达1.4m左右;若与

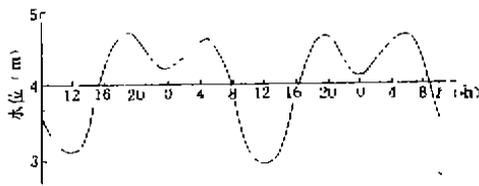


图 2 潮位过程曲线  
(1987.1.13.08:00~1.15.10:00)

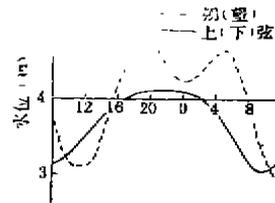


图3 回归潮潮位  
过程曲线

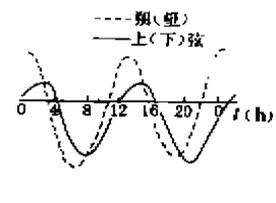


图4 分点潮潮位  
过程曲线

上、下弦相遇则高低潮消失，一天出现一次高潮和一次低潮，高潮平潮时间拖长（见图 3）。如果月球经过赤道附近与朔、望相遇潮差则大；与上、下弦相遇潮差则小（见图 4）。

2. 水位

观测期间的平均水位为3.143m，最高水位为 4.222m，时间是1987年 3 月 2 日 7 时 30 分；最低水位为1.714m，时间是同年 1 月 29 日 12 时 10 分，变幅达 2.508m。我们将观测期间的平均水位、最高水位和最低水位列成表 3；把每天的平均水位、最高水位和最低水位制成图 5。最高水位高出平均水位约 1m；最低水位低于平均水位约 1.5m。这些明显的变化除天文因子的作用外，还有气象因子的作用。

表 3 观测水位统计表

月 份	一		二			三
	中 旬	下 旬	上 旬	中 旬	下 旬	上 旬
平均水位	3.936	3.884	3.819	3.976	3.954	4.204
最高水位	4.674	4.552	4.395	4.684	4.677	4.834
最低水位	2.954	2.861	3.000	3.038	2.956	3.061

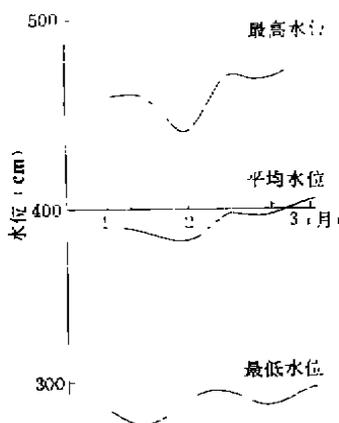


图 5 观测水位变化曲线

二) 潮 差

潮差是一个海区潮汐强弱的重要标志之一。由于资料的长短不同，平均潮差差异较大。观测期间的平均潮差为1.501m，最大潮差为 2.242m，时间是1987年 1 月 29 日，最大可能潮差按公式

$$2(1.29H_{M_2} + 1.23H_{S_2} + H_{K_1} + H_{O_1})$$

计算为 2.944m。若遇上增水或减水天气形势，出现的最大潮差有可能超过理论上的最大可能潮差。该海区为不正规半日潮，理论上当月球赤纬最大后几天潮差达最大(回归潮潮差)；月球经过赤道后几天潮差达最小(分点潮潮差)。观测期间的回归潮平均大潮差为1.700m，分点潮平均潮差为1.100m。

### (三) 潮 时

我们用回归潮、分点潮的平均高、低潮间隙和涨、落潮历时来描述潮时变化规律, 表 4 是观测期间实测资料的统计结果。从表 4 可以看出, 回归潮的平均高潮间隙与平均低潮间隙相近约半天, 这表现出全日潮特征; 分点潮的平均高潮间隙与平均低潮间隙几乎相等, 回归潮、分点潮的平均涨潮时和平均落潮时都近 6h, 均表现出半日潮特征。

表 4 潮 时 统 计 表

	平均高潮间隙	平均低潮间隙	平均涨潮时	平均落潮时
回 归 潮	5:31	10:30	6:14	6:10
分 点 潮	5:26	5:07	6:02	6:14

## 三、潮位对气压变化的响应

影响潮位变化的诸气象因素中, 气压和风是最主要的因素。活跃在南纬 50~70° 范围内的绕极气旋是控制该区域气压场和风场的主要天气系统。从南极长城站每日接收的天气图上可以看到, 德雷克海峡、南极半岛附近夏季经常存在有南、北两个气旋组成的气旋簇, 其移动的平均路径在 60°25' S, 出现周期为 3~7d。气旋到来, 常有 6 级以上的偏东风, 气压降低约 50hPa, 风暴潮等严重自然灾害也时常伴随而来。遗憾的是由于资料缺乏, 对南极长城站的风暴潮我们还未进行研究, 只能根据气压的变化来估算出潮位的相应变化。当天文潮与气象潮非线性耦合现象不严重的情况下, 由于气压变化引起的潮位变化可以从实测潮位资料中分离出来, 设  $\Delta P$  为气压变化, 则潮位对  $\Delta P$  的响应为

$$\Delta H = \frac{1}{d} \cdot \frac{1}{g} \cdot \Delta P$$

式中  $d$  为海水密度, 取南极海区平均值 1.027g/cm<sup>3</sup>;  $g$  为重力加速度, 取 9.82216m/s<sup>2</sup>, 由国家海洋局第一海洋研究所三室重力组测得。南极长城站气象观测站 1987 年夏季观测到的海平面最高气压为 1011.1hPa, 最低气压为 964.9hPa, 差值为 52.8hPa, 由此得出潮位的相应变化值为 0.54m。

致谢: 国家海洋局情报研究所张锦文同志帮助计算, 国家海洋局第一海洋研究所束美新同志帮助整理资料, 一并致谢。

### 参 考 文 献

- [1] 格·依·马尔丘克和巴·阿·卡岗著, 大洋潮汐, (李坤平, 白乃著译), 海洋出版社, 1982: 130~203。  
 [2] 陈宗镛, 潮汐学, 科学出版社, 1980: 117~121。

## A PRELIMINARY ANALYSIS AND STUDY OF THE TIDAL CHARACTERISTICS OFF THE GREAT WALL STATION OF ANTARCTICA

Sun Hongliang

(*First Institute of Oceanography, SOA*)

### Abstract

In this paper, the records of the tidal observation obtained in the Great Wall Station Bay during the period from 5 January~7 March 1987 are analyzed. The results show that the Bay has the features of non-regular, semi-diurnal tides and the maximum probable tidal range is 2.944m based on the calculation with the formula:  $2(1.29HM_2 + 1.23Hs_2 + Hk_1 + Ho_1)$ . Meanwhile, the tidal waves off the Bay and the responses of the water level to the variations of air-pressure are analysed and studied preliminarily.