第35卷 第2期 地球物理学报 Vol. 35, No. 2
1992年3月 ACTA GEOPHYSICA SINICA Mar., 1992

精密引潮位展开的精度评定*

郗 钦 文
(国家地震局分析预报中心,北京 100036)

摘 要

文中介绍了一个新的引潮位展开,含有潮波3070项及一些新的信息;潮波振幅给至小数点后第6位.为了与精密引潮位比较,专门建立了一套标准数据,其精度为±0.001μGal.按照这一标准数据,我们评价了精密引潮位展开的精度,并给出了其余差及功率谱分析的结果.结果表明,对于潮汐重力,精密引潮位展开的精度,可达±0.005μGal.

关键词 引潮位展开,标准数据,历书,振幅,余差,功率谱.

一、引 言

在文献[1]中,我们给出了用计算机演绎法得到的引潮位展开.此后几经改进,我们又将潮波振幅扩充到小数点后第6位,给出一个精密引潮位展开[2],共含潮波3070项.在这个新的潮波表中包含了一些新的信息,特别值得一提的是,在半日波段中存在136个长期项,在1/3波段中存在12个周日项,在1/4波段中存在2个长期项. 尽管这些波的振幅系数不大于6×10^{-6},一般情况下可不考虑,但是这种现象揭示了引潮位展开的某些实质.

我们从理论上作了估计. 作为例子,要使计算月亮二阶位引起的重力变化精度为1μGal,与此相应的月亮历书精度应为2.47×10^{-6} (0.5″). 可见精度要求极高.

另外,我们还就计算地方平月亮时 τ、力学时改正、章动改正、幅角周期改正、太阳座标的行星摄动改正等问题作了解释性说明.这些改正,对于提高应用引潮位所作的计算精度是绝对必要的;相应说明对于正确使用潮汐表及上述改正也是不可缺少的.

二、精 度 评 定

精度评定与误差检验对于一个新的潮汐表来说是十分重要的,甚至可以作为它的组成部分.但是如何评定精度,有时并非易事.特别是对一个高精度的潮汐表来说,更是如此.

首先,我们应该设法建立一个标准数据,作为比较的基准.显然,这个标准必需直接由天体历书计算.当然我们可以从星历表中摘取日月的赤经、赤纬,直接按天顶距法依下

* 地震科学联合基金资助的课题.
本文1990年3月26日收到,1991年6月12日收到修改稿.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.c

式计算重力潮汐理论值(预报值)

$$\Delta g = -165.1631\frac{\rho}{a}\left(\frac{c}{R}\right)^3\left(\cos^2\theta - \frac{1}{3}\right) + \cdots, \tag{1}$$

$$\cos\theta = \sin\varphi\sin\delta + \cos\varphi\cos\delta\cos l. \tag{2}$$

但是问题在于一般天文年历上仅给出月亮和太阳的视位置而非真位置．所以我们按下述两种方法建立标准数据：

1. 采用新的天文常数系统、时间系统和基本参数，由天体运动方程组解出的新的数值积分结果，计算日月之赤经、赤纬(真位置)，然后按(1)、(2)式计算1987年逐时理论值(预报值)．

2. 按照与公式演绎法进行引潮位展开时的相同数据与公式进行数值计算（而非公式演绎)，求得日月之赤经 α 与赤纬 δ 值，进而计算天顶距，然后再按(1)、(2)式计算同一年份之逐时理论值(预报值)．

显然，如果按后一结果评定我们的引潮位展开，那将是不公平的．因为它们同出一源，必然显示极好的内符合精度．但所幸这两种方法的结果无大的差异，其方差仅±0.002 μGal．图1给出了它们的余差及功率谱结果．

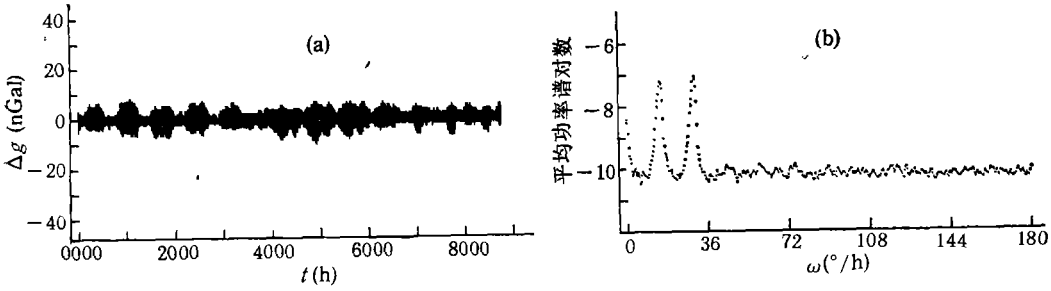

图1　两种标准数据之逐时差及功率谱

(a) 逐时差；(b) 功率谱．

这表明两种结果皆具有非常高的精度．所以我们采用前一结果作为标准数据来评定我们的引潮位展开，它自身的精度为±0.001μGal．

首先将我们的引潮位展开按照表列潮波振幅 H 的大小($H>100$，$H>50$，$H>10$，$H>1$) 分为4种不同精度的表（简称表1，表2、表3、表4)．我们之所以未再考虑其它任何"门限"，是由于一些门限对于计算垂直分量合适，但对于计算水平分量或应变并不合适．上述采用分类"门限"的4个表大致相当于 Doodson 表，CTE 表，精密表及高精密表．

应用4个不同的潮汐展开表，我们计算了引潮力垂直分量逐时理论值(潮汐预报值)，并且分别将它们与上述标准数据比较．最终比较是由这些引潮力垂直分量逐时值（潮汐预报值)中减去标准数据逐时值，从而得到它们各自的余差，并作功率谱分析．毫无疑问，余差本身已经能够直观地反映各种展开表的精度水平．它们的方差依次为±0.048μGal，±0.031μGal，±0.009μGal 和 ±0.005μGal．功率谱则反映出余差中不同频率成分的能

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.c

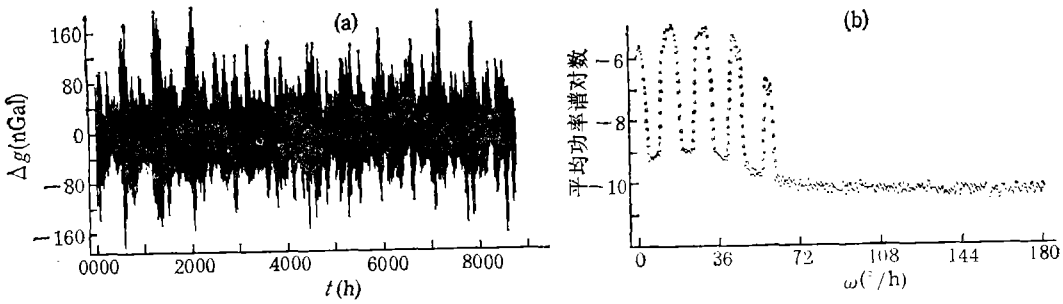

图 2 表 1($H>100$) 的余差及功率谱

(a) 逐时差; (b) 功率谱.

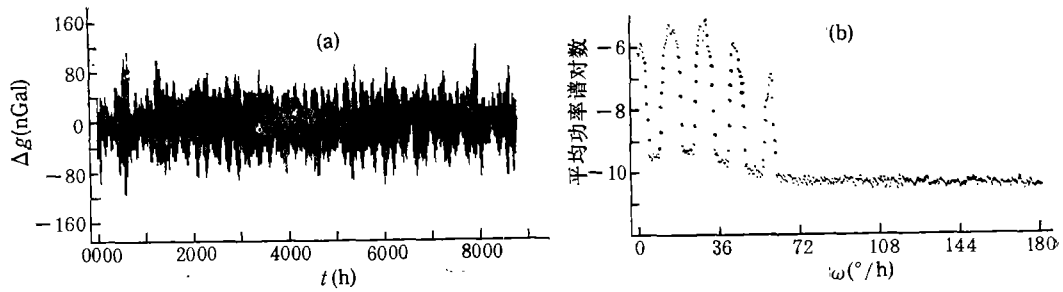

图 3 表 2($H>50$) 的余差及功率谱

(a) 逐差时; (b) 功率谱.

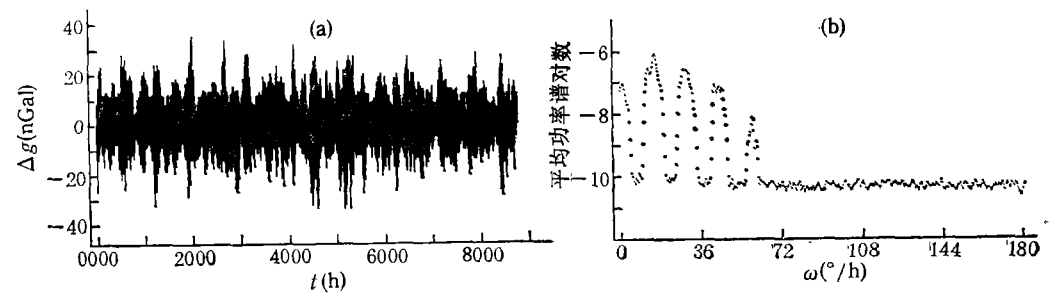

图 4 表 3($H>10$) 的余差及功率谱

(a) 逐时差; (b) 功率谱.

量. 在功率谱计算中为了减小有限长度序列的影响,我们采用了所谓"窗口"法,实际上是一种加权平均法,起了一种光滑作用.

图 2 至图 5 分别表示 4 种不同精度展开表的余差及其功率谱. 显然,表 4($H>1$)具有最高精度,表 3($H>10$) 次之,表 2($H>50$) 与表 1($H>100$) 等而下之, 精度大约要低一个数量级. 十分有趣的是,如果我们将余差图的水平轴加以展开,仍然可见一些类似于潮汐的周期变化,它们主要来源于公式 (3) 中的截断项及偶然误差.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.c

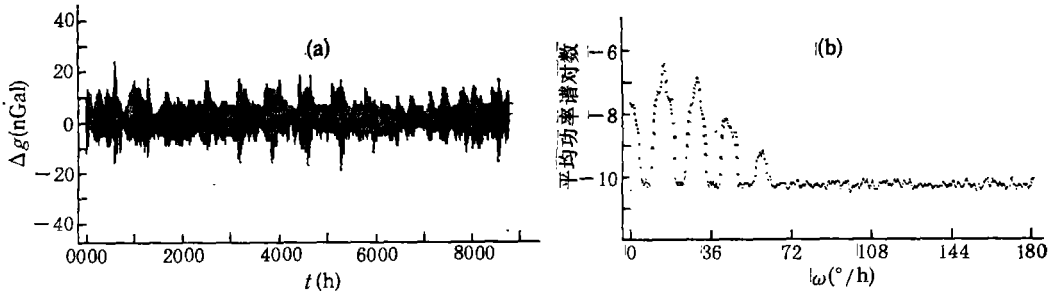

图 5　表 4($H>1$) 的余差及功率谱

(a) 逐时差；(b) 功率谱.

$$\Delta g=\sum_{n=1}^{\infty} H\cos(a\tau+bs+ch+dp+eN+fp_s)$$

$$=\sum_{n=1}^{3070} H\cos(a\tau+bs+ch+dp+eN+fp_s)$$

$$+\sum_{n=3071}^{\infty} H\cos(a\tau+bs+ch+dp+eN+fp_s)+V$$

$$=\text{潮波项}+\text{截断项}+\text{偶然误差}. \tag{3}$$

显然，它们包含一些小的不同频率的潮汐波(上式中第二个等号后第二项)，因此仍然在低水平上显示潮汐变化.

参　考　文　献

[1] Xi Qinwen, The Algebraic Deduction of Harmonic Development for the Tide-generating Potential with the IBM-PC, Proceeding of the Ninth International Symposium on Earth Tides, 481—489, 1985.

[2] 郗钦文，精密引潮位展开及某些诠释，地球物理学报，**34**，182—194，1991.

THE EVALUATION ON THE PRECISION OF THE DEVELOPMENT OF THE TIDAL GENERATING POTENTIAL

Xi Qin-wen

(Center for Analysis and Prediction, State Seismological Bureau, Beijing 100036)

Abstract

In this paper a new tidal development is introduced, which includes 3070 tidal waves and some new information. The amplitudes are given to the 6th place of decimals. In order to evaluate the precision of the tidal development, a standard data set with accuracy about ±0.001 μGal was established for comparison. According to this data set we evaluated the precision of the development of the tidal generating potential. The results of residues and power spectrum analysis are given.

Key words　Development of tidal generating potential, Standard data set, Ephemeris, Amplitude, Residues, Power spectrum.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.c