“海洋要素计算”-编程作业3

2023年春季学期

作业3要求：

数据：

xm-370d.txt：XM观测站近370天的逐时水位数据。

基本要求（8–10分）

利用实测水位进行潮汐调和分析和后报。

1)调和分析给出8大分潮（M_2、O_1、S_2、K_1、P_1、N_2、Q_1、K_2）和2个浅水分潮（M_4、MS_4）的调和常数

2)利用以上8个主要分潮和2个浅水分潮的调和常数后报1997年8月该站的高、低潮的潮时和潮高；计算余水位、平均潮差；计算该站的潮汐类型 。

拓展要求（加1–2分；10分封顶）

3)比较引入和不引入交点因子和交点订正角时10个分潮调和常数的差异。

注意：

1. 原创+按时；步骤按课堂教授的方式、不准使用程序包
2. 截止日期：2023年5月14日24点；鼓励尽早上交
3. 邮箱：haiyangyaosu111@163.com

作业3提交格式：

上交：编程作业的压缩包

命名：姓名+学号+hw3，如:杨俊超+010022010061+hw3.zip

内容：

1.小论文word:

摘要、数据介绍、分析步骤(流程图)、结果详细分析、参考文献和相关素材。

注意： *·word里不要放程序和公式截图；规范书写图注

2.相关程序：

(全部程序，按步骤排序，程序的注释直接写在程序中)

3.数据文件

(中间过程、结果；不包括作业原始data)

4.图片 1.2.3....

(全部图片，按小论文排序)

非必选:可包括程序演示视频、多媒体ppt。

数据结构

sta. XM
Lat:24deg. 27min. N
Lon:118deg. 40min. E
units: mm
time: 1996-12-27~1997-12-31 (GMT)
missvaule: 9999
199612271 870 1460 2510 3500 4480 5440 5920 5570 4520 3440 2740 2310
199612272 2010 2230 3040 4000 4820 5450 5650 5120 3980 2850 2020 1320

XM站，单位mm，1996年12月27日到1997年12月31日逐时数据，格林威治时间，缺省值9999，每日0-23时水位

a.分潮的选取

选取需要计算调和常数的分潮。一般采用课本附表4中的所有分潮，也可根据需要予以增减。在程序中要给出各分潮的角速率**σ**。

$$\sigma = n_1\sigma_\tau + n_2\sigma_s + n_3\sigma_h + n_4\sigma_p + n_5\sigma_{N'} + n_6\sigma_{p'}$$

附表 4　分析年观测资料时选取的主要分潮

序号	分潮	杜德森数							f	u	包含的主要复合分潮
		n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6	n_0			
长周期分潮											
1	S_a	0	0	1	0	0	0	0	1	0	
2	S_{Sa}	0	0	2	0	0	0	0	1	0	$K\overline{P}_{sa}$, $k\overline{S}_{sa}$
3	M_m	0	1	0	-1	0	0	0	M_m	M_m	$M\overline{N}_m$, $O\overline{Q}_m$
4	$\overline{M}S_f$	0	2	-2	0	0	0	0	M_2	$-M_2$	$P\overline{O}_f$
5	M_f	0	2	0	0	0	0	0	$M_2 \cdot k_2$	$k_2 - M_2$	$k\overline{M}_f$, $K\overline{O}_f$

b.数据的准备

i)第一个观测记录的年份Y，月份M，日期D和时间t_0。

ii)参与分析的记录个数*N*，时间间隔Δ*t* (单位:小时)。*N*取奇数（可适当删减部分资料）。一年的最佳长度为369天，至少不得短于10个月。

iii)依时间前后排列出*N*个水位观测值 $\zeta_{-N'}, \zeta_{-N'+1}, \ldots \zeta_0, \ldots, \zeta_{N'-1}, \zeta_{N'}$

有缺失或者异常怎么处理？

中国海洋大学 OCEAN UNIVERSITY OF CHINA

c.求解法方程

还记得法方程怎么得到的吗？

计算中间时刻各分潮的振幅 *R* 和位相*θ*

i) 计算法方程的系数行列式和傅里叶系数F_t'和F_t''。

ii)法方程的求解可利用任一求解线性方程组的标准程序。

iii)计算 *R*和*θ*：

$$\begin{cases} R_j = \sqrt{a_j^2 + b_j^2} \\ \theta_j = tg^{-1}\dfrac{b_j}{a_j} \end{cases}$$

$$\begin{cases} H = \dfrac{R}{f} \\ g = V_0 + u + \theta_0 \end{cases}$$

还记得f、u、V_0怎么计算的吗？

法方程

法方程系数参考课本p137-138

$$\begin{cases} A_{00}S_0 + A_{01}a_1 + A_{02}a_2 + \Lambda + A_{0J}a_J = F_0' \\ A_{10}S_0 + A_{11}a_1 + A_{12}a_2 + \Lambda + A_{1J}a_J = F_1' \\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda \\ A_{J0}S_0 + A_{J1}a_1 + A_{J2}a_2 + \Lambda + A_{JJ}a_J = F_J' \end{cases}$$

$$\begin{cases} B_{11}b_1 + B_{12}b_2 + \Lambda + B_{1J}b_J = F_1'' \\ B_{21}b_1 + B_{22}b_2 + \Lambda + B_{2J}b_J = F_2'' \\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda\ \Lambda \\ B_{J1}b_1 + B_{J2}b_2 + \Lambda + B_{JJ}b_J = F_J'' \end{cases}$$

法方程系数

Matlab中cosd、sind对应角度制

$$
\begin{cases}
A_{00} = \sum_{n=-N'}^{N'} 1\cdot 1 = 2N'+1 = N \\
A_{0j} = A_{j0} = \sum_{n=-N'}^{N'} 1\cdot \cos n\sigma_j\Delta t = \dfrac{\sin\frac{N}{2}\sigma_j\Delta t}{\sin\frac{1}{2}\sigma_j\Delta t}, (j=1,2,\cdots,J) \\
A_{jj} = \sum_{n=-N'}^{N'} \cos n\sigma_j\Delta t\cdot\cos n\sigma_j\Delta t = \dfrac{1}{2}[N+\dfrac{\sin N\sigma_j\Delta t}{\sin\sigma_j\Delta t}], (j=1,2,\cdots,J) \\
A_{ij} = A_{ji} = \sum_{n=-N'}^{N'} \cos n\sigma_i\Delta t\cdot\cos n\sigma_j\Delta t = \dfrac{1}{2}[\dfrac{\sin\frac{N}{2}(\sigma_i-\sigma_j)\Delta t}{\sin\frac{1}{2}(\sigma_i-\sigma_j)\Delta t} \\
\qquad + \dfrac{\sin\frac{N}{2}(\sigma_i+\sigma_j)\Delta t}{\sin\frac{1}{2}(\sigma_i+\sigma_j)\Delta t}], \quad (i,j=1,2,\cdots,J, i>j)
\end{cases}
\tag{3.54}
$$

法方程系数

$$\begin{cases} C_{0j} = D_{j0} = \sum_{n=-N'}^{N'} 1 \cdot \sin \sigma_j \Delta t = 0 \\ C_{ij} = D_{ji} = \sum_{n=-N'}^{N'} \cos n\sigma_i \Delta t \cdot \sin n\sigma_j \Delta t = 0 \end{cases} \quad (i, j = 0,1,\cdots,J) \qquad (3.55)$$

$$\begin{cases} B_{jj} = \sum_{n=-N'}^{N'} \sin n\sigma_j \Delta t \cdot \sin n\sigma_j \Delta t = \frac{1}{2}[N - \frac{\sin N\sigma_j \Delta t}{\sin \sigma_j \Delta t}], \quad (j = 1,2,\cdots,J) \\ B_{ij} = B_{ji} = \sum_{n=-N'}^{N'} \sin n\sigma_i \Delta t \cdot \sin n\sigma_j \Delta t = \frac{1}{2}[\frac{\sin \frac{N}{2}(\sigma_i - \sigma_j)\Delta t}{\sin \frac{1}{2}(\sigma_i - \sigma_j)\Delta t} \\ \qquad - \frac{\sin \frac{N}{2}(\sigma_i + \sigma_j)\Delta t}{\sin \frac{1}{2}(\sigma_i + \sigma_j)\Delta t}], \quad (i, j = 1,2,\cdots,J, i > j) \end{cases} \qquad (3.56)$$

$$\begin{cases} F_0' = \sum_{n=-N'}^{N'} \varsigma(t_n) \\ F_i' = \sum_{n=-N'}^{N'} \varsigma(t_n) \cos n\sigma_i \Delta t \quad (i = 1,2,\cdots,J) \\ F_i'' = \sum_{n=-N'}^{N'} \varsigma(t_n) \sin n\sigma_i \Delta t \quad (i = 1,2,\cdots,J) \end{cases} \qquad (3.57)$$

d.调和常数的计算

i)计算中间时刻的*s*、*h*、*p*、*N'*、*p'*

某年某月某日Greenwich零时，$T_0=180^o$, s_0、h_0、p_0、N_0、p_0'是平太阳时t=0时刻的平太阴、平太阳、近地点、升交点和近日点的平均黄经。

北京时间8点=Greenwich0点

t*15°

$$
\begin{cases}
T_0 = 180^\circ \qquad \tau_0 = T_0 - s_0 + h_0 \\
s_0 = 277^\circ.025 + 129^\circ.38481(y-1900) + 13^\circ.17640(D+Y) \\
h_0 = 280^\circ.190 - 0^\circ.23872(y-1900) + 0^\circ.98565(D+Y) \\
p_0 = 334^\circ.385 + 40^\circ.66249(y-1900) + 0^\circ.11140(D+Y) \\
N_0 = 259^\circ.157 - 19^\circ.32818(y-1900) - 0^\circ.05295(D+Y) \\
p_0' = 281^\circ.221 + 0^\circ.01718(y-1900) + 0^\circ.000047(D+Y)
\end{cases}
$$

t/24

y：阳历年份

D：y年1月1日起第几天

Y：1900年至y年的闰年数

非Greenwich零时怎么办？

d.调和常数的计算

ii) 计算该时刻各分潮的f、u及V_0，然后得调和常数

	f	u
M_m	1.0000-0.1300cosN+0.0013cos2N	0
M_f	1.0429+0.4135cosN-0.0040os2N	-23°.74sinN+2°.68sin2N-0°.38sin3N
O_1	1.0089+0.1871cosN-0.0147cos2N+0.0014cos3N	10°.80sinN-1°.34sin2N+0°.19sin3N
K_1	1.0060+0.1150cosN-0.0088cos2N+0.0006cos3N	-8°.86sinN+0°68sin2N-0°.07sin3N
J_1	1.0129+0.1676cosN-0.0170cos2N+0.001 6cos3N	-12°.94sinN+1°.34sin2N-0°.19sin3N
OO_1	1.1027+0.6504cosN+0.0317cos2N-0.0014cos3N	-36°.68sinN+4°.02sin2N-0°.57sin3N
M_2	1.0004-0.0373cosN+0.0003cos2N	-2°.14sinN
K_2	1.0241+0.2863cosN+0.0083cos2N-0.0015cos3N	-17°.74sinN+0°.68sin2N-0°.04sin3N
M_3	1+1.5(f-1)=-0.5+1.5f_{M2}	1.5u_{M2}
M_1	$f$cosu=2cosp+0.4cos(p-N) $f$sinu=sinp+0.2sin(p-N)	
L_2	$f$cosu=1.0000-0.2505cos2p-0.1103cos(2p-N)- 0.0156cos(2p-2N)-0.0366cosN+0.0047cos(2p+N) $f$sinu=-0.2505sin2p-0.1103sin(2p-N)-0.0156sin(2p-2N)-0.0366sinN+0.0047sin(2p+N)	

其他分潮见课本附表4

最后代入

$$H=\frac{R}{f}=\frac{\sqrt{a^2+b^2}}{f}$$

$$g=tg^{-1}\frac{b}{a}+(V_0+u)$$

$$V^{\mathrm{d}}=n_1\tau+n_2 s+n_3 h+n_4 p+n_5 N'+n_6 p'$$

课本附表4

$$V_0=n_1\tau+n_2 h+n_3 s+n_4 p+n_5 N'+n_6 p'+n_0\times 90$$