全球潮汐调和参数球谐分析算法公式

利用全球海洋潮汐调和常数格网模型,采用球谐分析方法,生成全球海潮负荷规格化球谐系数模型。

天文潮位$T(t)$,用天文潮位面相对于当地长期平均海面的高度表示,等于多个海洋分潮潮高的叠加:

$$T(\varphi,\lambda,t)=\sum_{i=1}^{M}T_i(\varphi,\lambda,t)=\sum_{i=1}^{M}H_i(\varphi,\lambda)cos[\theta_i(t)-g_i(\varphi,\lambda)] \tag{1}$$

式中:M为分潮的个数;$\theta_i(t)$为分潮i的天文幅角;H_i、g_i分别称为分潮i的振幅和迟角。

展开任意分潮i的天文潮高T_i:

$$\begin{aligned}T_i(\varphi,\lambda,t)&=H_i(\varphi,\lambda)cosg_i(\varphi,\lambda)cos\theta_i(t)+H_i(\varphi,\lambda)sing_i(\varphi,\lambda)sin\theta_i(t)\\&=H_i^{+}(\varphi,\lambda)cos\theta_i(t)+H_i^{-}(\varphi,\lambda)sin\theta_i(t)=H_i^{+}cos\theta_i+H_i^{-}sin\theta_i\end{aligned} \tag{2}$$

任意分潮i的潮高又可表示为球谐级数形式:

$$T_i(\varphi,\lambda,t)=\sum_{n=1}^{N}\sum_{m=0}^{n}\bar{P}_{nm}(sin\varphi)\left[T_{i,nm}^{+}(\lambda,t)+T_{i,nm}^{-}(\lambda,t)\right] \tag{3}$$

$$T_{i,nm}^{+}(\lambda,t)=\bar{C}_{i,nm}^{+}cos(\theta_i+m\lambda)+\bar{S}_{i,nm}^{+}sin(\theta_i+m\lambda) \tag{4}$$

$$T_{i,nm}^{-}(\lambda,t)=\bar{C}_{i,nm}^{-}cos(\theta_i-m\lambda)+\bar{S}_{i,nm}^{-}sin(\theta_i-m\lambda) \tag{5}$$

将式(4)和式(5)中的三角函数展开得:

$$\begin{aligned}T_{i,nm}^{+}(\lambda,t)&=\bar{C}^{+}[cos\theta_i cosm\lambda-sin\theta_i sinm\lambda]+\bar{S}^{+}[sin\theta_i cosm\lambda+cos\theta_i sinm\lambda]\\&=[\bar{C}^{+}cosm\lambda+\bar{S}^{+}sinm\lambda]cos\theta_i+[-\bar{C}^{+}sinm\lambda+\bar{S}^{+}cosm\lambda]sin\theta_i\end{aligned} \tag{6}$$

$$\begin{aligned}T_{i,nm}^{-}(\lambda,t)&=\bar{C}^{-}[cos\theta_i cosm\lambda+sin\theta_i sinm\lambda]+\bar{S}^{-}[sin\theta_i cosm\lambda-cos\theta_i sinm\lambda]\\&=[\bar{C}^{-}cosm\lambda-\bar{S}^{-}sinm\lambda]cos\theta_i+[\bar{C}^{-}sinm\lambda+\bar{S}^{-}cosm\lambda]sin\theta_i\end{aligned} \tag{7}$$

比较(2)式与(3)式,对于任意海潮分潮σ_i,有(以下省略分潮序号i):

$$H^{+}=\sum_{n=1}^{N}\sum_{m=0}^{n}\bar{P}_{nm}\,(\bar{C}^{+}cosm\lambda+\bar{S}^{+}sinm\lambda+\bar{C}^{-}cosm\lambda+\bar{S}^{-}sinm\lambda) \tag{8}$$

$$H^{-}=\sum_{n=1}^{N}\sum_{m=0}^{n}\bar{P}_{nm}\,(-\bar{C}^{+}sinm\lambda+\bar{S}^{+}cosm\lambda+\bar{C}^{-}sinm\lambda+\bar{S}^{-}cosm\lambda) \tag{9}$$

$$H^{+}=\sum_{n=1}^{N}\sum_{m=0}^{n}\bar{P}_{nm}\,[(\bar{C}^{+}+\bar{C}^{-})cosm\lambda+(\bar{S}^{+}-\bar{S}^{-})sinm\lambda] \tag{10}$$

$$H^{-}=\sum_{n=1}^{N}\sum_{m=0}^{n}\bar{P}_{nm}\,[(\bar{S}^{+}+\bar{S}^{-})cosm\lambda+(-\bar{C}^{+}+\bar{C}^{-})sinm\lambda] \tag{11}$$

$$\bar{C}^{+}=\hat{C}^{+}sin\varepsilon^{+},\quad \bar{C}^{-}=\hat{C}^{-}sin\varepsilon^{-},\quad \bar{S}^{+}=\hat{C}^{+}cos\varepsilon^{+},\bar{S}^{-}=\hat{C}^{-}cos\varepsilon^{-} \tag{12}$$

潮汐调和常数球谐分析过程中不涉及交点修正问题。

同样,由全球地面大气压潮汐调和常数格网模型,经规格化球谐分析,可得到大气负荷球谐系数模型,如系统中的 360 阶大气负荷球谐系数模型 ECMWF2006.dat(半日、周日、半年、年 4 个周期的大气分潮)。