

潮汐分潮的直接推导

W.D.福莱斯特 陆国平译

摘 要

本文认为那种因最初的潮汐分析不包括后来所推导的分潮而进行分析结果订正的传统方法乃是艰难的笔算年代之遗物。因此本文提出一种方法,即在最初的分析中便把推导分潮与标准分潮之间的假定关系结合进去考虑,作为处理最小二乘法所用到的标准方程组建立的条件。文中并对所提出的方法原理及实际效果作了探讨。

一、引 言

本文所述,可由A.S富兰卡(1985)对其完成微机潮汐预报程序设计的经验总结加以部分论证。笔者也购置了一台具有16KB内存的辛克莱ZX81型微计算机,并拟订了自行编制潮汐分析和预报程序的计划。分析程序难度较大,但笔者已设计成功了一种本文正介绍的可以采用任意长度潮位、潮流观测资料(连续或不连续均可)分析出13个分潮的分析程序,并且可以根据需要推导出更多的辅助分潮。ZX81机由于内存太小,速度太慢,不能作为潮汐分析的一种实用工具加以介绍,但它确是一种便于程序改进和检验的有效的辅助设备。

编制程序的实践使我更加确信,许多潮汐程序都仍需要简化某些限制性的计算,以减少手工计算的麻烦,但这仅限于电子计算机的有效功能之内。其中一个特殊的例子就是普遍用于订正或“整理”潮汐分析结果的方法。该方法考虑到了那些在一定的观测资料中无法从邻近分潮中分离出来的分潮贡献。这些分潮便是必须从分析出的分潮进行推导的分潮,其振幅和位相系根据它们之间的相互关系推算。下面讨论该方法在整理和推导方面的不足,并介绍另一种可作替换的方法。

二、整理和推导的传统方法

任何一种潮汐分析方法,从分析出的分潮中推导那些无法分离的分潮都需要十分准确地掌握观测区域的分潮调和常数之间的相互关系(振幅比和位相差)。对于所推导的分潮,传统的方法是在最初的分析中,先将其完全忽略不计,然后按照该地区分潮常数之间的关系,计算并调整推导分潮,推导分潮能引起一定的计算误差。从校正后的基本分潮调和常数推导所要求的分潮调和常数,还需再次用到当地分潮间的相互关系。Foreman(1977)对此方法曾作过确切的阐述。严格地说,这种方法是不精确的,因为它难免应用

了一些数学上的近似值,并且它还不允许除基本分潮外的其它分潮的混合。然而,在观测资料足够长,能分离所有主要分潮频率带并且因此使混合分潮减到最少时,这种方法是很精确的。由于这种情况会产生许多近似解,所以很难确切地估计在各种操作条件下所产生误差的大小。

在手工计算年代,人们在潮汐分析中不断改进方法,摸索技巧,以逐步减轻手工计算量,直至提出了整理和推导的方法。但那时的推导方法还不能将推导条件直接结合到初始分析中去。而今天,则可以在计算机上用最小二乘法迅速而精确地解算 $2N+1$ 阶联立方程组,从潮位观测资料中分析出 Z_0 和 N 个分潮。在程序设计中,完全可以将推导条件直接结合到 $2N+1$ 阶方程组的解算中,而如果缺乏这一步,就等于停留在计算机前的年代里。

三、直接推导方法的提出

关于应用最小二乘法作潮汐调和分析的原理,在很多著作中均有阐述(如 Forrester 1983)。假定用 N 个分潮便足以表示潮汐,则任意时的潮高 $X(t)$ 可表示为:

$$X(t) = Z_0 + \sum_{i=1}^N f_i H_i \cos(V_i + u_i + w_i t - g_i) \quad (1)$$

式中, V_i 为分潮在格林威治 $t=0$ 时的位相(平衡潮位相); f_i 与 u_i 为分潮的交点因子,通常取观测资料的中间时刻所对应的值,作为整个观测时期的常量; w_i 为分潮的角速率; H_i 、 g_i 为分潮的振幅和迟角。为省篇幅,引出:

$$E_i(t) = V_i + u_i + w_i t \quad (2)$$

于是,稍经三角函数变换,(1)式便为:

$$X(t) = Z_0 + \sum_{i=1}^N [f_i H_i \cos g_i \cos E_i(t) + f_i H_i \sin g_i \sin E_i(t)] \quad (3)$$

如果第 K 个分潮是按

$$H_K/H_j = r_{jK} \quad \text{与} \quad g_j - g_K = a_{jK} \quad (4)$$

所表示的关系从第 j 个分潮推导的,则,此两个分潮叠加所表示的潮高 $X(t)$ 便可写为

$$\begin{aligned} & f_j H_j \cos g_j [\cos E_j(t) + (f_K/f_j) r_{jK} \cos(E_K(t) + a_{jK})] \\ & + f_j H_j \sin g_j [\sin E_j(t) + (f_K/f_j) r_{jK} \sin(E_K(t) + a_{jK})] \end{aligned} \quad (5)$$

从(5)式和(3)式可看出,在用最小二乘法解正规方程组时,将其余各项累加到 $f_j H_j \cos g_j$ 和 $f_j H_j \sin g_j$ 的系数中,便可简单地求得推导分潮的贡献。如果增加的分潮是从第 j 个分潮推导得出,则在第 j 个分潮系数系列中只需包含与增加分潮相对应的系数。在同一分析中,任何数量的分潮都可以作为一个或多个推导分潮的基本分潮,只要将其系数作相应的变更。Foreman(1977)给出了在观测数据间隔相等时求算初始项系数的表达式。由于增加项与初始项形式相同,故它们的系数可用同样方法计算。

这儿并未产生数学上的近似解,而且这种推导条件使最小二乘法的解为整数形式,所以从推导分潮所引起的误差便在所有其余分潮中得到消除,直至符合该区域内相互关系所

允许的误差范围。在通常的方法中,基本分潮的最终值是由分析时直接获得,推导分潮的值则由基本分潮及区域内的分潮之间相互关系推算得到。

四、讨论及建议 (略)

参 考 文 献 (略)

译自《国际海道测量评论》1986年7月号论 陈 密校

海洋资料浮标网管理规定通过审定

由国家海洋局主持召开的《海洋资料浮标网管理规定》审定会于1991年4月6日在天津市,国家海洋局海洋技术研究所召开。参加审定会的有来自中国科学院青岛海洋研究所、山东省科学院海洋仪器研究所、国家海洋标准计量中心、国家信息中心、国家海洋环境预报中心和从事浮标网管理第一线国家海洋局各分局等单位的24名代表。会议期间,代表们对此规定进行了热烈的讨论,与会专家一致认为,国家海洋局海洋技术研究所编制的《海洋资料浮标网管理规定》明确了由国家海洋局、各分局、基层单位组成的三级海洋资料浮标网管理体系。规定还阐明了各级管理单位的职责。该规定的实施,为加强海洋资料浮标网的管理,强化各个管理单位的职能,进一步发展和完善我国海洋资料浮标网的建设,提高海洋环境监测和预报能力奠定了基础。

许富祥 (国家海洋环境预报中心)