

我国东部沿海平均潮差分布特征及变化规律

张冲¹, 杨同军²

(1. 河海大学 国土资源管理研究所, 江苏 南京 210098;

2. 河海大学 海岸灾害及防护教育部重点实验室, 江苏 南京 210098)

摘要: 我国沿海地区面积广阔, 受多种因素的影响, 平均潮差的分布及变化特征相当复杂。由此, 利用我国东部沿海地区21个验潮站连续1 a的逐时实测潮位资料, 统计其年平均潮差及月平均潮差, 并由此分析了年平均潮差在我国东部沿海的分布特征及月平均潮差变化规律。结果显示我国东部沿海平均潮差的分布及变化除受天文因素的影响, 径流以及海湾形态亦是重要的影响因素。沿海地区, 在天文因子作用下, 月平均潮差呈现明显的规律性变化, 但在河口内及受非周期性因素影响严重海域, 月平均潮差变化规律则比较复杂。

关键词: 年平均潮差; 月平均潮差; 分布特征; 变化规律

中图分类号: P 731.23

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)01-0060-06

Distribution and variation law of mean tidal range in eastern coastal China

ZHANG Chong¹, YANG Tong-jun²

(1. Institute of Land Resource Management, Hohai University, Nanjing 210098, China;

2. Key Laboratory of Coastal Disaster and Defence, Ministry of Education, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Influenced by multiple factors, distribution and variation law of the mean tidal range in eastern coastal China are quite complicated. Therefore, based on the continuous hourly observation data of 1 year at 21 tide gauges in eastern coastal China, annual mean tidal range and monthly mean tidal range are statistically analyzed. Furthermore, distribution of the annual mean tidal range and variation law of the monthly mean tidal range are also analyzed. The results show that besides the astronomical factor, runoff and morphology of the bay are important factors which can influence distribution and variation law of the mean tidal range. In the coastal area, influenced by the astronomical factor, monthly mean tidal range varies regularly. But in the river estuaries or the areas influenced by the acyclic factors, variation law of the monthly mean tidal range is irregular and complicated.

Key words: annual mean tidal range; monthly mean tidal range; distribution; variation law

潮汐是发生在海洋及近海地区的一种水位周期性涨落现象, 现阶段, 对其机理及规律的研究已经趋于成熟^[1-3]。但是在近岸及河口地区, 由于潮波在传播过程中受到地形、海底摩阻以及科氏力等因素的影响, 潮汐特征及性质与外海相比已经发生很大变化。平均潮差是潮汐学研究内容中一个非常重要的统计量, 它包括月平均、年平均以及多年平均潮差等。对其分布特征及变化规律

的研究, 可为港口航道设计施工、海洋工程、潮汐发电、海水养殖等生产活动提供可靠的参考依据。但是由于我国海岸区域广阔, 沿海受到多个潮波系统的控制, 导致在不同的海域, 甚至在同一海域中, 潮汐性质不尽相同, 潮差的分布也存在很大差异。

现阶段对我国沿海潮汐的研究基本是基于实测资料结合数值模拟的方法展开的, 其中对我国

收稿日期: 2012-06-08

作者简介: 张冲(1986—), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为土地资源管理及沿海开发规划。

沿海潮波的数值模拟已经臻于成熟, 得到了令人满意的成果^[4-11]。胡方西等^[12]通过统计我国沿海地区验潮站实测资料, 对月平均潮差的变化规律进行了分类及成因分析, 将我国沿海地区的月平均潮差变化类型分为“单峰型”与“双峰型”2种。文章结合我国沿海地区验潮站的实测资料, 深入分析我国东部沿海平均潮差的分布及其变化规律。

1 东部沿海年平均潮差的分布

潮汐的强弱可以依据平均潮差H来判断。当 $H<2.0\text{ m}$ 时为弱潮海区; 当 $2.0\text{ m}\leq H<4.0\text{ m}$ 时为中潮海区; 当 $H\geq 4.0\text{ m}$ 时为强潮海区。根据我国海区的划分, 山东的蓬莱角至辽宁老铁山角一线为渤海与黄海的分界线, 长江口北角至韩国济州岛西南角一线为黄海与东海的分界线。

根据我国东部沿海地区较为均匀分布的21个验潮站(图1)1 a的逐时潮位资料, 统计各验潮站的年平均潮差。藉此, 分析我国东部沿海的年平均潮差的分布规律。采用资料年份及年平均潮差的具体结果见表1。

由表1可知, 部分验潮站资料年代久远, 但是在我国沿海潮汐性质未发生根本变化的前提下, 对研究结果的影响并不大。

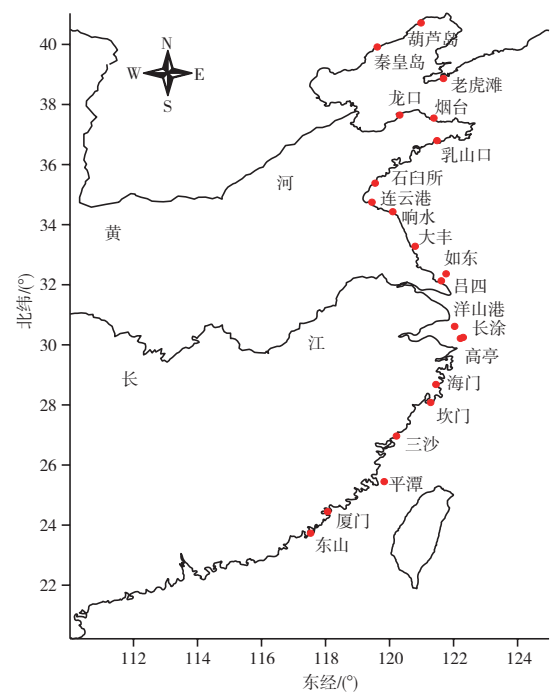


图1 我国东部沿海验潮站分布

表1 各验潮站采用资料年份及年平均潮差

验潮站	资料年份	年平均潮差/m
葫芦岛	1974	2.024
秦皇岛	1974	0.458
老虎滩	1997	2.167
龙口	1974	0.839
烟台	1974	1.576
乳山口	1964	2.373
石臼所	1991	3.045
连云港	1982	3.458
响水	2010	2.393
大丰	2010	3.474
如东	2010	3.632
吕四	1994	3.741
洋山港	2005	2.696
长涂	1974	2.173
高亭	2007	2.075
海门	2009	3.825
坎门	1997	4.047
三沙	1974	4.164
平潭	1974	4.189
厦门	1997	4.107
东山	1974	2.248

由此, 结合表1的数据可以得出, 受秦皇岛与黄河口附近2个半日分潮无潮点的影响^[6], 渤海大部分为弱潮海区, 只有辽东湾附近的水域年平均潮差超过2.0 m, 为中潮海区, 其余海区基本在2.0 m以下。黄海大部分的水域为中潮海区, 山东半岛东北及连云港东南由于存在两个半日分潮的无潮点, 附近水域潮差小于2.0 m, 为弱潮区域, 根据研究, 琼港附近由于黄海旋转潮波系统与东海前进波系统波峰线交汇, 潮波辐聚, 潮差增大, 年平均潮差在4.0 m以上, 附近水域为强潮海区^[13]。东海水域基本属于中潮区或者强潮区, 坎门以南水域, 除东山为中潮区, 其余均为强潮区。钱塘江口门以内, 由于特殊的喇叭形河口, 河宽迅速束窄, 导致波能聚集, 潮差迅速增大^[14], 形成了我国潮差最大的水域。舟山群岛水域岛屿林立, 滩槽交错, 平均潮差以定海、岱山为中心向西北、东南方向有增大的趋势^[15], 长涂、高亭两站位于岱山附近水域, 年平均潮差较小, 为中潮区。

此外, 由图2可知, 我国东部沿海地区年平均潮差的分布, 从北往南呈逐渐增大的趋势, 出现这种规律的原因, 主要是由于我国沿海潮汐主要是由太平洋传入的潮波引起的, 太平洋潮波一支经过巴士海峡进入南海, 引起南海潮波的振动;

另一支经过日本九州岛与我国台湾岛之间,越过琉球群岛进入我国海域,其中一支进入黄海及渤海海域,沿程受海底摩阻的作用,潮差逐渐减小,但由于黄海及渤海海域特殊的地形发育,存

在多个半日分潮的无潮点,引起这些水域年平均潮差与附近水域潮差分布特征不一致;另一支则经过台湾海峡进入我国南海海域,由于受到海峡地形的束窄,年平均潮差有增大的趋势。

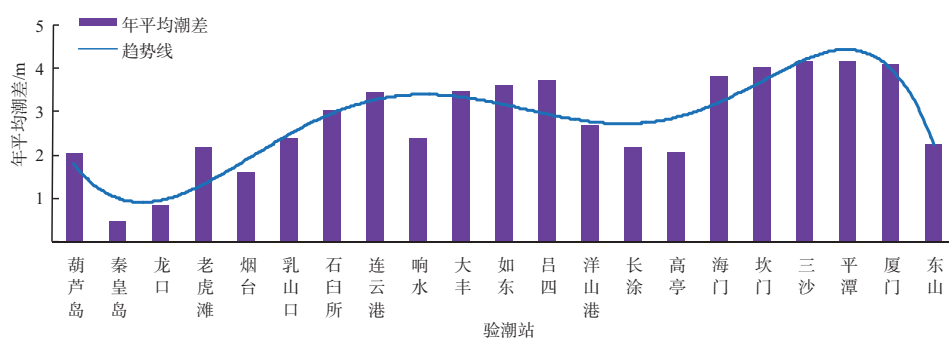


图2 我国东部沿海年平均潮差从北到南分布

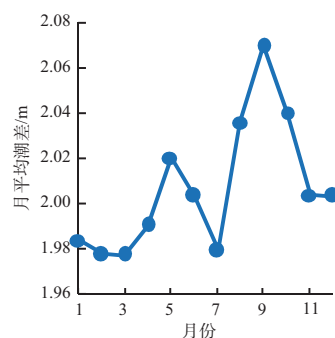
2 东部沿海月平均潮差的变化规律

根据我国东部沿海21个验潮站1 a潮位资料,统计各站月平均潮差,并将其变化曲线绘制成图,部分结果见图3~5。我国沿海地区月平均潮差的分布规律,由于受到天文因子、地形因素等的影响,成因比较复杂,在各个海区的分布差异也较大。因此,分海区对东部沿海的月平均潮差变化规律进行分析。

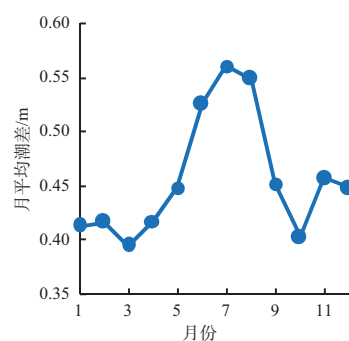
2.1 月平均潮差变化规律

由图3可知,在渤海的3个验潮站,月平均潮差的变化规律各不相同,葫芦岛验潮站月平均潮差变化呈现明显的“双峰形”特征,月平均潮差的最大值出现在5月及9月,最小值出现在2月及7月;秦皇岛验潮站月平均潮差的变化则趋近于“双峰型”,但规律不明显,与葫芦岛验潮站的不同之处在于秦皇岛验潮站的月平均潮差最大值出现在7月及11月,最小值出现在3月及10月;而对于龙口验潮站,变化规律则比较复杂,1年之中月平均潮差有3个峰值,而且由图3c)还可以看出,龙口验潮站部分月份中相邻两个月的月平均潮差相差较大,过渡性不明显,这与龙口湾的潮汐类型、地理位置及海湾形态密切相关。

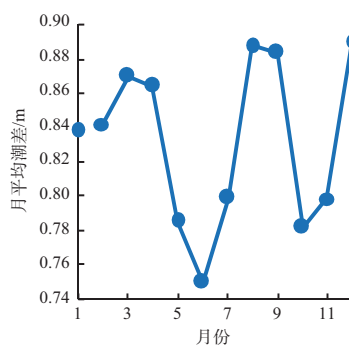
选取黄海水域具有代表性的验潮站,分析其月平均潮差的变化规律。由图4可知,在黄海,各验潮站月平均潮差的变化规律基本上是“双峰型”,对于大丰验潮站,其规律表现的不明显。



a) 葫芦岛



b) 秦皇岛



c) 龙口

图3 渤海各站月平均潮差变化曲线

将图4各验潮站月平均潮差最大值及最小值出现在月份做一统计, 结果见表2。

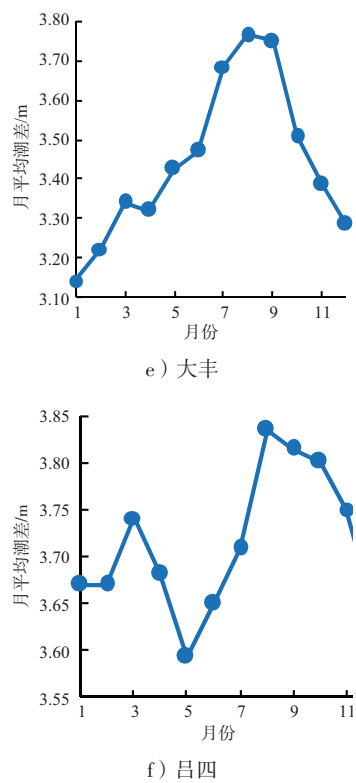
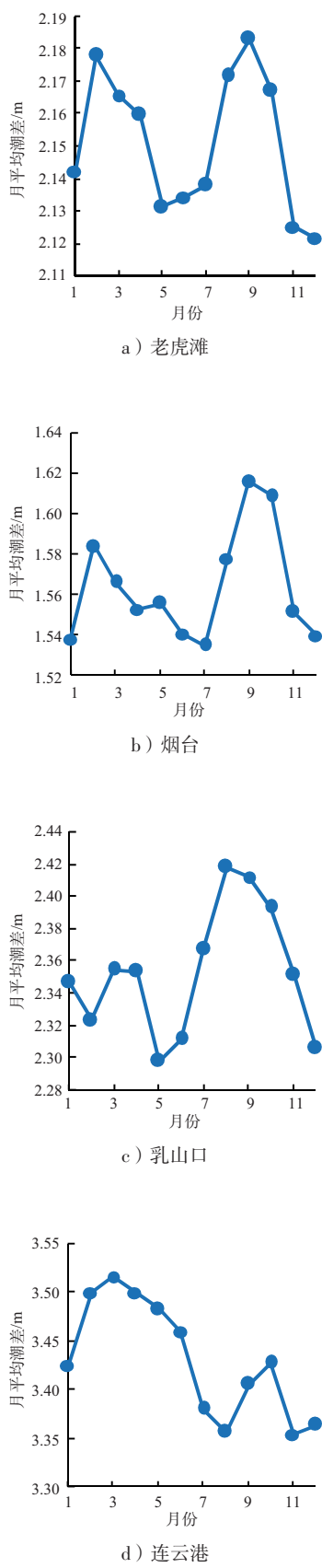


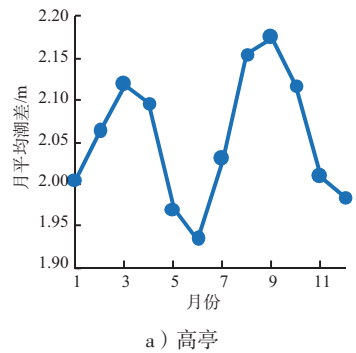
图4 黄海部分验潮站月平均潮差变化曲线

表2 图4各站月平均潮差峰值及谷值出现月份

验潮站	月平均潮差峰值月份	月平均潮差谷值月份
老虎滩	2, 9	5, 12
烟台	2, 9	7, 12
乳山口	3, 8	5, 12
连云港	3, 10	8, 11
大丰	3, 8	1, 4
吕四	3, 8	5, 12

由表2的统计可知, 各站月平均潮差最大值主要出现在上半年的2, 3月份以及下半年的8, 9月份; 各站月平均潮差最小值主要出现在上半年5月份左右及下半年的12月份。

由图5可知, 位于东海沿海地区的高亭与东山2个验潮站月平均潮差呈现明显的“双峰型”规



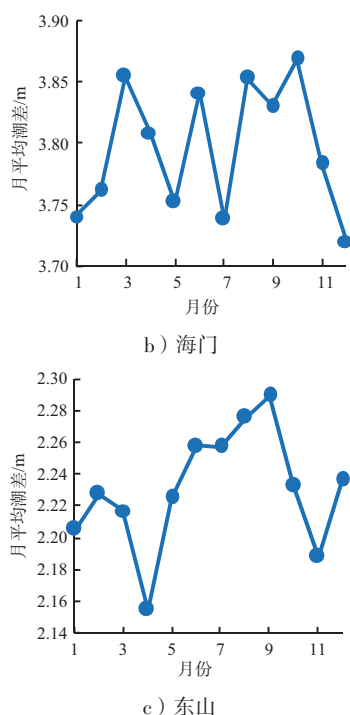


图5 东海部分验潮站月平均潮差变化曲线

律,而浙江的海门验潮站,变化规律较为复杂,存在多个峰值,这种无规律的变化可能是受到非周期性因素的影响。

2.2 月平均潮差变化的原因分析

潮汐现象主要是由天体的周期性运动引起的,因此天文因子是影响月平均潮差变化的重要因素。此外,我国沿海区域广阔,海岸地形复杂多变,特殊的海岸、海底也会引起潮波变形,从而月平均潮差变化规律也会随之发生变化。

在我国东部沿海地区,除了秦皇岛与黄河口附近海域为规则日潮类型外,其余海域均为规则半日潮与不规则半日潮类型^[16],不正规半日潮主要位于半日分潮无潮点周围的海域,比如辽东湾、渤海湾、莱州湾、山东半岛威海以东水域,以及连云港的东南部沿海,这主要是由渤海及黄海的半日分潮无潮点引起的。

在我国,每年的6月份及12月份,此时太阳的赤纬最大,潮汐的日不等现象最为严重,对于位于日潮区的潮汐,每天可能只有1次高潮和1次低潮,导致月平均潮差显著增大,而位于半日潮区域的潮汐,由于潮汐日不等现象严重,月平均潮差则显著减小;而在每年的3月份及9月份,此时

太阳的赤纬最小,潮汐日不等现象较弱,半日潮现象较为显著,导致位于半日潮区域的潮汐月平均潮差较大,而日潮区域的潮差则明显较小,这就解释了我国东部海区月平均潮差呈现双峰的原因。而统计的验潮站中只有秦皇岛位于日潮区,这也是秦皇岛月平均潮差变化规律异于其他验潮站的原因。

地理因素影响月平均潮差的变化规律主要体现在河口地区,河口潮汐受上游径流的影响,弱化了天文因子的周期性作用,导致月平均潮差的变化规律不明显。图5b)中海门验潮站的月平均潮差变化规律复杂,主要是由于海门验潮站位于浙江椒江河口内,受径流影响剧烈,尤其是在洪季,月平均潮差波动较大。此外,港湾振动对月平均潮差的影响亦较大,我国龙口湾就存在比较明显的港湾振动现象,它是由移动气压波的扰动引起湾外长波传入湾内发生共振导致的,因此会出现大振幅的假潮^[17-19],由此就会导致月平均潮差的变化幅度较大,这就是出现图3c)变化规律的原因。

2.3 平均潮差对港口航道建设影响浅析

不同的潮差变化对港口海岸工程建设有着重大影响。根据不同水域的平均潮差,往往会选择不同的码头结构形式;过大的潮差会给乘潮施工带来不便、降低港口航道的通航能力甚至威胁到船只的安全,潮差过大亦会对码头船舶的装卸工艺产生影响。

3 结语

根据我国东部沿海21个验潮站的统计结果表明,我国东部沿海地区年平均潮差基本呈现从北到南呈现逐渐增大的趋势,部分验潮站受半日潮无潮点的影响,年平均潮差有所减小。

我国东部沿海地区月平均潮差随着太阳赤纬的变化,会出现周期性的增大减小现象,1 a中会出现2个峰值和2个谷值,同时受海域不同潮汐类型的影响,验潮站变化规律不尽相同,日潮海区的变化规律与半日潮海区相反。此外,在河口内,由于潮汐受径流洪枯季节的影响较大,变化

规律较为复杂, 潮汐所处海域的特殊地形亦会对月平均潮差的变化规律产生影响。

参考文献:

- [1] Godin G. The Analysis of Tides[M]. Toronto: University of Toronto Press, 1972: 1-264.
- [2] 陈宗镛. 潮汐学[M]. 北京: 科学出版社, 1980: 1-301.
- [3] 黄祖珂, 黄磊. 潮汐原理与计算[M]. 青岛: 中国海洋大学出版社, 2005: 1-293.
- [4] 山广林, 刘赞沛, 王钟楫, 等. 渤海潮混合数值模拟: I. 渤海主要半日分潮的数值模拟[J]. 海洋与湖沼, 1983, 14(5): 419-431.
- [5] 李身铎, 顾思美. 杭州湾潮波三维数值模拟[J]. 海洋与湖沼, 1993, 24(1): 7-15.
- [6] 叶安乐, 梅丽明. 渤海黄海潮波数值模拟[J]. 海洋与湖沼, 1995, 26(1): 63-70.
- [7] 陈倩. 浙江近海潮汐潮流的三维数值模拟[D]. 杭州: 浙江大学, 2002.
- [8] LI Dong-feng, ZOU Bing, HU Hui-jun, et al. Finite element numerical simulation of tide and tidal current flow in the Yellow River estuary[C]//ZHUANG Feng-gan, LI Jia-chun. Proceedings of the Fourth International Conference on Fluid Mechanics. Beijing: Tsinghua University Press & Springer-Verlag, 1994: 351-354.
- [9] 章卫胜. 中国近海潮波运动数值模拟[D]. 南京: 河海大学, 2005.
- [10] 程殿忠. 东中国海潮汐和潮流的数值模拟[D]. 厦门: 国家海洋局第三海洋研究所, 2009.
- [11] 朱学明. 中国近海潮汐潮流的数值模拟与研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2009.
- [12] 胡方西, 谷国传. 中国沿岸海域月平均潮差变化规律[J]. 海洋与湖沼, 1989, 20(5): 401-411.
- [13] 黄惠明, 王义刚, 尚进, 等. 冬季苏北辐射沙洲水域悬沙分布及输运特征分析[J]. 河海大学学报: 自然科学版, 2011, 39(2): 201-205.
- [14] 潘存鸿, 鲁海燕, 曾剑. 钱塘江涌潮特性及其数值模拟[J]. 水利水运工程学报, 2008(2): 1-9.
- [15] 张飞. 岱山岛北部海岸工程水流泥沙数值模拟研究[D]. 南京: 河海大学, 2010.
- [16] 吴俊彦, 肖京国, 成俊, 等. 中国沿海潮汐类型分布特点[C]//中国测绘学会九届四次理事会暨2008年学术年会论文集, 2008.
- [17] 王兴铸, 李坤平, 余宙文. 龙口港内港湾振动的概要特征[J]. 海洋湖沼通报, 1986(2): 1-5.
- [18] 王忠楫. 龙口湾大振幅假潮形成的数值模拟[J]. 黄渤海海洋, 2000, 18(3): 7-13.
- [19] 祝慧敏. 海陆分界与中国沿海理论最高潮位研究[D]. 南京, 河海大学, 2011.

(本文编辑 郭雪珍)

· 消 息 ·

《水运工程》2013年专辑（增刊）征集公告

全国水运工程各单位:

本刊已取得自1992年以来全部连续6版（每4年一版）全国中文核心期刊的市场地位。《水运工程》专辑（增刊）以特有的单位整体专业学术氛围建设水平与单位技术实力展示载体，已然成为支持单位和个人事业愿景提升的平台。

为扎实做好专辑（增刊）的组织工作，特向你们征集2013年专辑（增刊）的出版申请。

本刊2013年专辑、增刊指标共4个，以独家单位和《水运工程》编辑部通过甲乙双方协议的形式确认。

联系电话：010-64066347，联系人：陈路华

欢迎垂询！

《水运工程》编辑部