

# 潮汐对海洋建设的影响及安平站潮汐特征分析

何阳<sup>1</sup>, 吴迪<sup>1</sup>, 李子莹<sup>1</sup>, 于跃<sup>1</sup>, 刘丽<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>中国人民解放军海军大连舰艇学院, 辽宁 大连

<sup>2</sup>大连职工大学, 辽宁 大连

收稿日期: 2022年9月28日; 录用日期: 2022年12月24日; 发布日期: 2022年12月28日

## 摘要

随着全球气候变暖, 海平面不断上升, 潮汐能蕴含的能量逐渐成为新能源领域的焦点, 对海洋潮汐的观测与应用成为众多科研人员着力攻关的技术。在前人对于潮汐在各个领域进行了系统研究的基础上, 本文首先从潮汐的定义、分类、对人类生活的影响、潮汐发电、对军事的影响几个角度出发介绍潮汐, 并利用观测资料统计分析了安平站的潮汐特征, 覆盖最高潮位、大潮平均高潮位、平均潮位、平均低潮位等一系列关键要素的月际变化特征, 结果表明: 安平站的潮汐大部分属于不规则半日潮或全日潮类型, 全年最高潮位在6月达到最高值2 m, 大潮平均高潮位在7月达到最大值1.59 m, 平均潮位在5~10月均有较高值并在8月达到最高值0.98 m, 平均低潮位变化趋势与平均潮位一致, 最低值在1月不足0.4 m。

## 关键词

潮汐, 定义, 分类, 安平, 月际变化

# Influence of Tides on Ocean Construction and Analysis of Tidal Characteristics at Anping Station

Yang He<sup>1</sup>, Di Wu<sup>1</sup>, Ziyang Li<sup>1</sup>, Yue Yu<sup>1</sup>, Li Liu<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>PLA Dalian Naval Academy, Dalian Liaoning

<sup>2</sup>Dalian Staff and Workers College, Dalian Liaoning

Received: Sep. 28<sup>th</sup>, 2022; accepted: Dec. 24<sup>th</sup>, 2022; published: Dec. 28<sup>th</sup>, 2022

\*通讯作者。

文章引用: 何阳, 吴迪, 李子莹, 于跃, 刘丽. 潮汐对海洋建设的影响及安平站潮汐特征分析[J]. 海洋科学前沿, 2022, 9(4): 207-214. DOI: 10.12677/ams.2022.94023

## Abstract

With global warming and rising sea level, the energy contained in tidal energy has gradually become the focus of the field of new energy, and the observation and application of ocean tides have become a key technology for many researchers. On the basis of the systematic study of tide in various fields by predecessors, this paper firstly introduces tide from the perspectives of its definition, classification, influence on human life, tidal power generation, and influence on military affairs, and the tidal characteristics of Anping Station are analyzed statistically based on the observation data, which cover the inter-monthly variation characteristics of a series of key factors such as the highest tidal level, the average high tide level of spring tide, the average tide level and the average low tide level, the results show that: most of the tides at Anping Station are irregular half-diurnal or diurnal tides. The maximum tidal level reaches 2 m in June, the average high tide level of spring tide reaches a peak level of 1.59 m in July. The average tide level has a higher value from May to October and reaches a peak value of 0.98 m in August. The variation trend of the average low tide level is consistent with the average tide level. The lowest was less than 0.4 m in January.

## Keywords

The Tides, Definition, Classification, Anping, Intermonth Variation

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 潮汐与潮波

在天体引潮力的作用下，地球上的海水产生了一种具有周期性的波动，人们把这种因天体引潮力而出现的波动称为潮波。天体引潮力并不是潮波唯一的产生因素，海区形状与海底地形的差异性也对其产生了不同的影响。潮汐反映了潮波水位变化，是我们能够观测到的海面涨落现象。古人为了区分不同时刻潮波水位变化的周期性升降现象，形象地把发生在早晨的高潮称作潮，发生在晚上的高潮称作汐，由此合称“潮汐”。

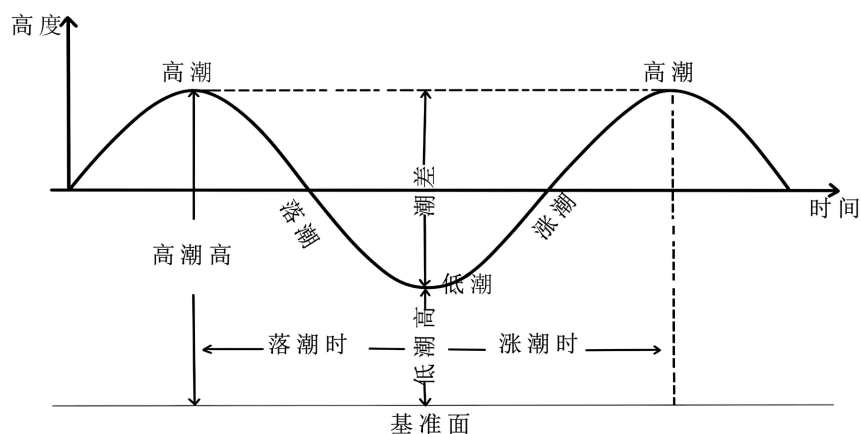


Figure 1. Diagram of tidal elements

图 1. 潮汐要素示意图

见图 1 所示, 与潮汐有关的要素多种多样, 潮汐的运动特征可由各种潮汐要素进行概括与描述, 各要素定义具体简述如下:

**高/低潮:** 涨潮时达到的最高水位/最低水位。

**落/涨潮:** 海水上涨/退落的现象。

**落/涨潮时:** 海面从高潮到低潮/低潮到高潮的时间间隔。

**高潮高/低潮高:** 高潮时的潮位高度/低潮时的潮位高度。

**潮差:** 一个潮汐周期内, 相邻高潮位与低潮位间的差值。

涨潮时、落潮时、潮高、潮差都有着周期性的变化规律, 根据这些要素的周期变化, 可将潮汐分为三种类型: 半日潮型、全日潮型、混合潮型, 详情见表 1 所示[1]。可见混合潮型是一种平衡于半日潮型和全日潮型之间特殊的潮汐类型, 既有不正规半日潮, 也有不正规全日潮。

我国海区的潮汐现象十分复杂多变, 其主导因素是太平洋的潮波传入我国海域。太平洋潮波通过第一岛链北段, 即经我国台湾与日本九州之间的琉球群岛诸海峡水道, 进入我国东海、黄海、渤海后, 又通过台湾地区和菲律宾之间的巴士海峡进入了我国南海。黄、渤海海区由于潮汐性质不定, 全日潮、半日潮、混合潮并存; 东海海区主要以正规半日潮性质为主, 只有在宁波、定海和台湾地区东岸、北岸、西南岸附近属于不正规半日潮; 南海海区[2]以不正规全日潮和全日潮为主, 但在南海海盆内大多为不正规半日潮, 如海南榆林出现的潮汐就是混合潮。

**Table 1.** Definition and characteristics of tides

**表 1.** 潮汐的定义和特征

类别	半日潮	全日潮	混合潮
定义	在一个太阴日(约 24 小时 50 分)内发生两次高潮和两次低潮。	在一个太阴日(约 24 小时 50 分)内发生一次高潮和一次低潮。潮位曲线为对称的余弦曲线。	是正规半日潮和全日潮之间的过渡潮型。一般又分为“不正规半日潮”和“不正规全日潮”。
特征	相邻两次高潮(低潮)潮位基本相等。	当月球赤纬接近零时, 潮位涨落不明显, 赤纬增大时, 潮位涨落也随之增大。	相邻两次高潮(低潮)潮位差很大。

## 2. 潮汐对人类生活的影响

潮汐对人类日常生活的影响涉及面极广, 目前该领域就潮汐对沿海城市暴雨洪涝、地下水位, 港口船舶泊位调度、潮汐电站建造发电等有一定的研究, 本节从具体行业、世界著名潮汐电站出发, 剖析潮汐对人类生活的具体影响。

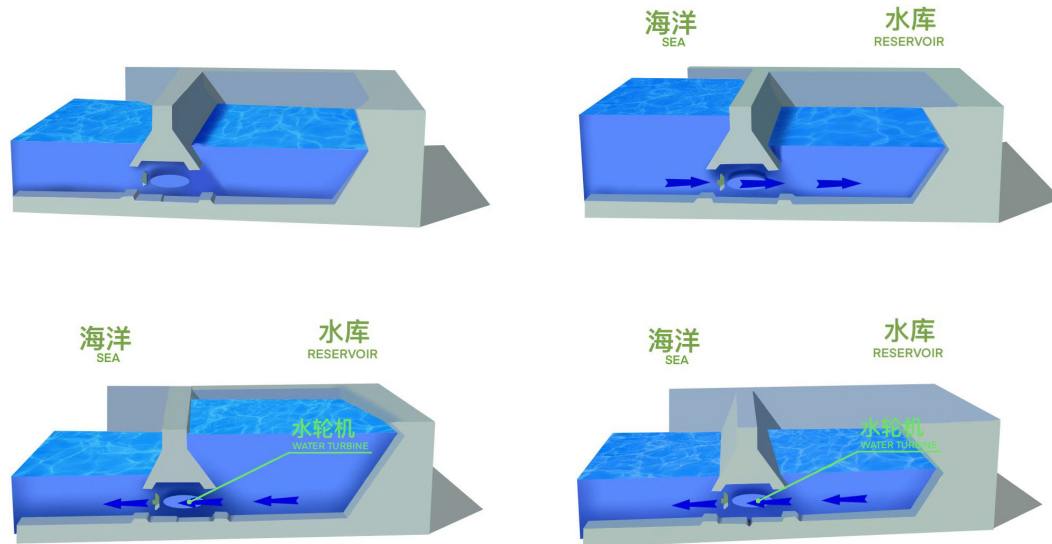
**航运:** 当船舶乘潮进港时, 必须考虑当地港口的潮水高度。如果大型船只在进港过程中遭遇潮退, 且水深小于船只的吃水深度, 就会难以驶进港口。因此在航行前, 必须及时获得准确的潮时潮高信息, 选择最优的航行路线与进出港时机, 避免船舶搁浅等事故的发生。

**渔业:** 在海水涨潮时, 潮水的流速会急剧增大, 海底的鱼类便会因海水剧烈动荡而浮游躲避, 造成沿海渔民在捕鱼时鱼获量大大减少; 为了避免捕鱼效率低下, 沿海渔民都掌握了视潮情判断鱼区地点、张网高度及航行时间等必备技能。

**制盐:** 现代海盐制业利用潮汐的规律, 在外海的高盐度海水被推至岸沿时, 打开盐田闸门, 令海水

因涨潮而缓缓流进盐田，这样既减少了人工晾晒的复杂度，也保证了海盐的质量。

**发电：**潮汐发电就是利用河口、海湾等有利的地形，建造水坝、水库，蓄积大量的海水，并在近旁建造专业正规的水利发电站，通过水轮发电机组生产出大量电能，具体情形见图 2 所示，这将是人类可持续发展、实现“双碳”目标的重要支撑。



**Figure 2.** Schematic diagram of tidal power generation  
**图 2.** 潮汐发电示意图

潮汐能作为一种可再生的清洁能源[3]，其全年总发电量相对稳定，极少会受到水文气象等自然因素的影响，也不存在所谓的丰、枯水年或丰、枯水期。据海洋学家计算，世界上潮汐能发电的资源量在 10 亿千瓦以上。

在中国，浙江江夏潮汐电站是我国已建成的最大的潮汐电站，隶属中国国电集团，总装机容量 4.1 MW，年发电量约 7.2 GW。1985 年电站基本建成，成为我国最大的潮汐能发电站，目前也是世界第四大潮汐能发电站。在韩国，有全球最大的潮汐能发电站——始华湖潮汐电站，装备有 10 台发电机合并装机容量达到 254 MW。1994 年，韩国政府计划通过建立潮汐能发电站，利用大规模的海水流通来改善始华湖的水质。法国朗斯潮汐电站为世界第二大潮汐发电站，属世界上著名大潮差地点之一。该潮汐电站拥有 24 台双向涡轮发电机，总装机容量高达 240 MW，年发电量约 1.8 GW。在加拿大，安娜波利斯潮汐试验电站，位于加拿大安娜波利斯河河口。采用了新型全贯流式水轮发电机组，减少了 20% 的投资，取得了良好的经济效益。装机容量 17.8 MW，年发电量 5 GW。详情见表 2 所示。

**Table 2.** Statistical table of tidal energy power stations by country  
**表 2.** 各国潮汐能电站统计表

电站名称	装机容量(MW)	机组台数(台)	平均潮差(M)	运行方式
江夏潮汐电站	4.1	6	5.08	双向发电
始华湖潮汐电站	254	10	5.6	单向发电
朗斯潮汐电站	240	24	10.85	双向发电
安娜波利斯潮汐电站	17.8	1	6.4	单向发电

### 3. 潮汐对军事的影响

潮汐不仅对人类日常生活产生了积极的影响,而且对于军事港湾的建造、沿海防御工事的组成、登陆行动的组织等军事行动也有着重要影响[4]。本节在前人分析出潮汐对于登陆作战等军事任务具有重大推动作用的基础上,对古今中外典型的案例进行了总结归纳。

**鹿耳门水道登陆:**1661年,郑成功为了抵抗荷兰的侵略,率领25,000名士兵攻入台湾。尽管航道狭窄,浅水道和岛礁区众多,且荷军以凿沉的破船堵塞郑成功部队的抗击,但郑成功仍然大获全胜。他带领部队乘着涨潮航道变宽广深厚时,利用大潮的高潮闯过了平时难于通行的水道,顺流攻入鹿耳门,于禾寮港成功登陆。

**诺曼底登陆:**诺曼底登陆发生在1944年6月6日早晨,盟军选择涨半潮时机在法国西北部海岸进行登陆。这样,既可避免敌方的海滩障碍物对海军登陆艇造成的破坏,又缩短了陆军部队暴露在海滩上的时间,减少伤亡。由于不同地点涨潮的时间先后不一,指挥者按潮时确定了5个不同登陆点的抢滩时间,结果在一个半小时内先后成功登陆。

**英国皇家橡树号沉没:**二战时期,德军利用潮汐和洋流的平潮期成功偷袭斯卡帕湾内的英国军舰——英国皇家橡树号。在执行任务前,德军准确推算出了当地潮流变化的速度和方向,明确了锚雷的深度、方位,最终选择在平潮期向斯卡帕湾驶去,并利用潮汐有效避开斯卡帕湾入口处的沉船和反潜网,成功进入港湾内,击沉了英国皇家橡树号。

**仁川登陆:**朝鲜战争初期,朝鲜人民军长驱直入,一度打到了釜山一带。美国借机迅速集合了联合国多国部队,选定登陆地点为仁川港。仁川港的潮汐极具特点,其退潮时近岸淤泥滩长达5000余米,若强行登陆,舰艇、两栖作战部队极易搁浅。美军凭借大潮高涨的优势,顺利穿越了淤泥滩极长的飞鱼峡水道,成功登陆。

总之,掌握作战海域的潮汐情况,准确推算高低潮的潮时与潮高是顺利完成作战任务的重要条件。低劣的潮汐条件会给舰船的航行安全带来威胁,造成进出港口、靠泊和通过狭窄水道及浅水区等行动出现更大的风险,而积极的潮汐条件便可以在建设军港码头、进行海道测量、成功布雷扫雷、组织登陆作战等诸多军事行动中起到中流砥柱的作用。

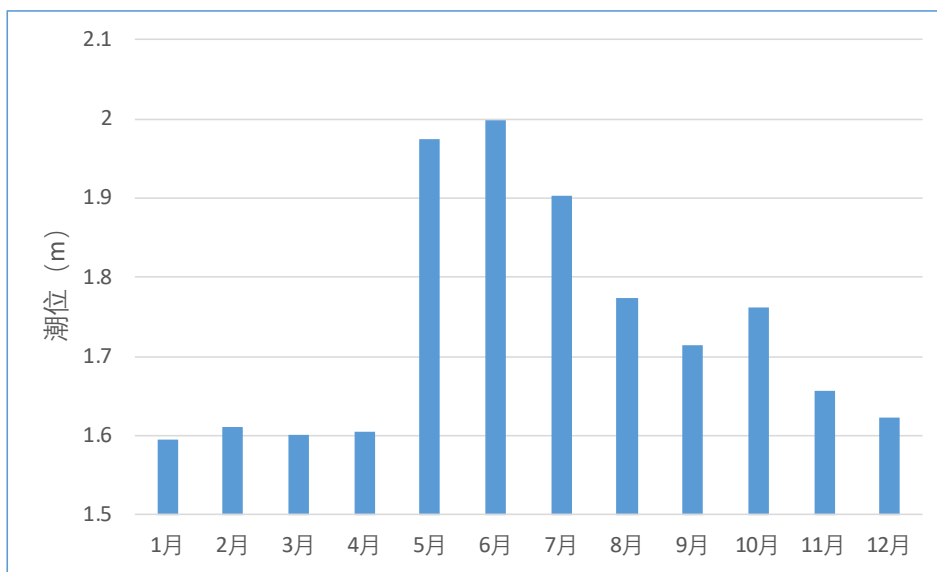
### 4. 安平站的潮汐特征

根据已有资料显示,台湾海峡潮汐明显,但地理位置较为特殊,其西海岸天然形成的良港甚少,大多是利用沙洲、潟湖挖掘疏通而成的港口。安平港位于台南市,北距台中港约100海里,南距高雄港约25海里,西北至马公港约52海里,也是后天人工利用沙洲挖掘疏通而成,通航条件较好,是台湾重要的临港工业区,亦为台湾备用军港之一,含1个海军轻型舰艇疏散基地,驻有1个导弹快艇中队,配有10艘导弹快艇。

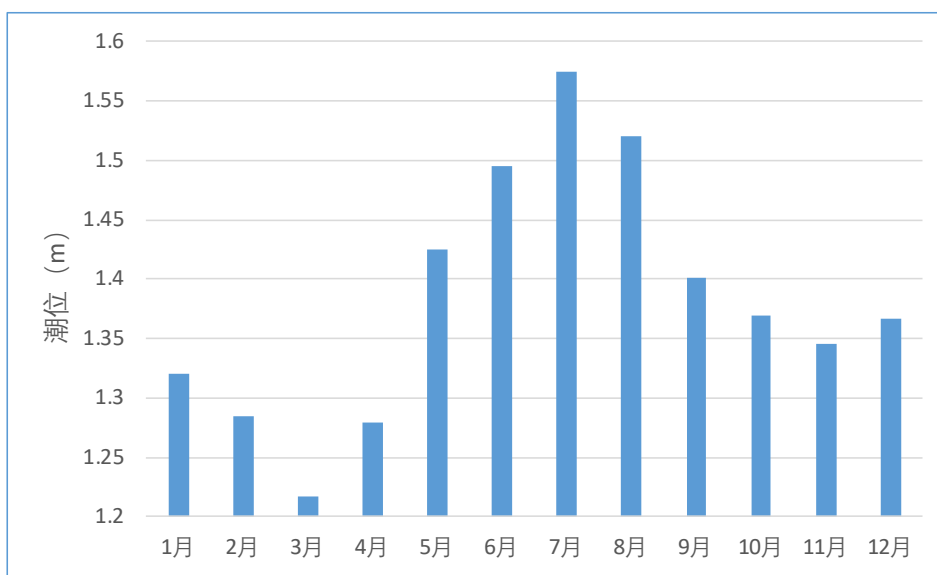
由太平洋进入台湾海峡的潮波,如果传播到台湾东岸,会被整个岛屿所遮挡,因此潮波会绕过台湾岛,从上下南北两端向中部传播。从潮汐类型看,台湾海峡的潮汐从北到南依次为半日潮、不规则半日潮、不规则日潮。以安平港为例,其潮汐主要为半日潮与全日潮。目前一般运用潮差来分析某地潮汐相关特征,本节通过更直观的各潮位要素从不同角度定义安平站的潮汐特征。

**最高潮位:**由图3可见,最高潮位在1月~4月普遍呈现出较低水平,在1.6 m上下浮动;5月~7月最高潮位值相对增高至1.9 m以上,其中6月份呈现出全年最高潮位,达到2 m;8月~10月均低于1.8 m,其中8月、10月相对较高,值分别是1.78 m、1.77 m;下降至12月份时仅为1.63 m左右,但全年最高潮位的最低值仍集中在1月份,约1.59 m。

**大潮平均高潮位：**即半日潮大潮期间(农历每月的第一天附近)高潮位的平均值，由图 4 可见，大潮平均高潮位的月际变化较最高潮位而言更为显著。1月~4月均匀分布在 1.3 m 左右，存在全年最低值，即 3 月仅约 1.21 m；4月~7月逐渐增长至全年最高值，即 7 月值，约 1.57 m；8 月仍维持在 1.5 m 以上，后 9 月~11 月逐渐下降，均低于 1.5 m，11 月至 1.35 m 以下，在 12 月又重新上涨。



**Figure 3.** The characteristics of the interlunar change at the highest climax of Anping Station  
**图 3.** 安平站最高潮位的月际变化特征

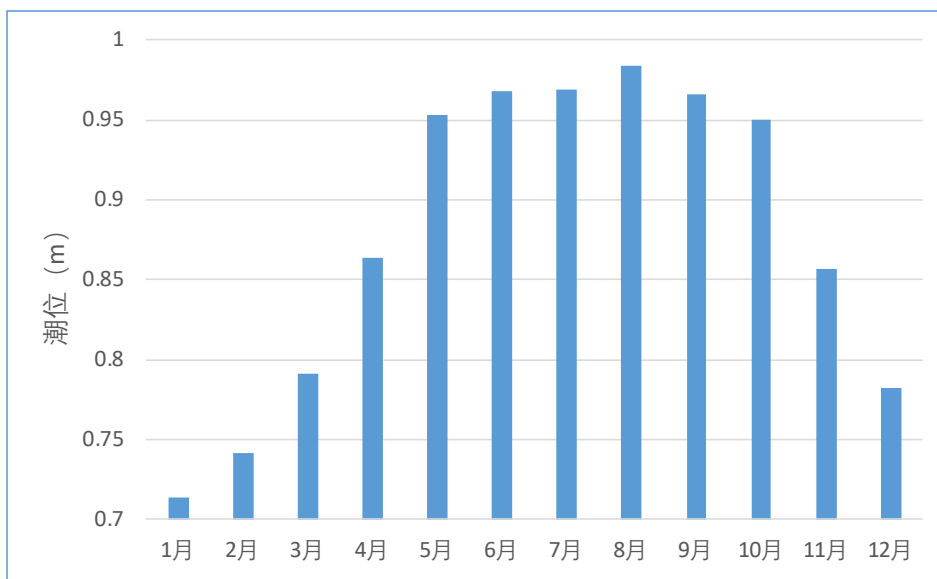


**Figure 4.** Characteristics of intermonthly variation of the mean high water level of the spring tide at Anping Station

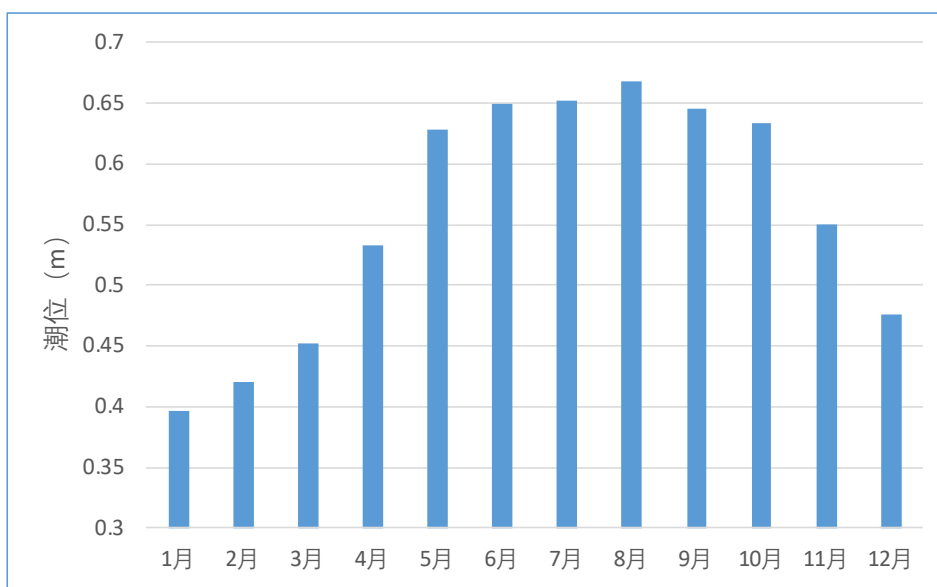
**图 4.** 安平站大潮平均高潮位的月际变化特征

**平均潮位：**由图 5 可见，平均潮位全年均低于 1 m，呈典型的先上升后下降。1月~8月平均潮位始终上涨，全年平均潮位在 8 月到达最高峰 0.98 m 左右；9 月~12 月平均潮位逐渐下降，但最低值仍为 1 月的 0.7 m；5 月~10 月平均潮位较平稳，都在 0.95 m~1 m 范围内。

**平均低潮位：**即月际低潮位平均值，由图6可见，在1月出现最低值小于0.4 m，在8月达到最高值约为0.67 m，全年平均低潮位在各月份之间的大小关系与平均潮位月际变化特征一致。从1月最低值逐渐增长，并在5~10月出现集中高值0.6~0.65 m，从10月到11月平均低潮位迅速降低约0.1 m，出现了最显著的变化。



**Figure 5.** Characteristics of intermonthly variation of average tide levels at Anping Station  
**图 5.** 安平站平均潮位的月际变化特征



**Figure 6.** Characteristics of intermonthly variation at the average low tide level of Anping Station  
**图 6.** 安平站平均低潮位的月际变化特征

## 5. 结论

本文利用观测资料统计分析了安平站的潮汐特征，覆盖了最高潮位、大潮平均高潮位、平均潮位、

平均低潮位等一系列潮汐要素每个月的变化特征, 结果表明: 安平站的潮汐具有明显的月际变化, 大部分属于半日潮和全日潮类型, 全年最高潮位在 6 月达到最高 2 米; 大潮平均高潮位在 7 月达到最大值 1.59 m, 特别是在 3 月出现了极小值 1.21 m; 平均潮位 5~10 月均有较高值并在 8 月达到最高 0.98 m, 平均低潮位变化趋势与平均潮位一致, 最低值在 1 月不足 0.4 m。

海洋环境对海洋建设的重要影响正逐步成为全人类的广泛认识[5] [6] [7], 而潮汐是海洋环境中必不可少的一环, 它源于日月, 作用于地球, 是大海的呼吸, 更牵动着我们人类的呼吸, 它不仅影响着人类的日常生活与社会发展, 也影响着国家军事力量的开拓。我们认知潮汐了解潮汐分析潮汐, 是为了更好地利用潮汐, 将潮汐用以海洋开发建设, 为祖国和平发展提供战略支撑, 为“双碳”目标提供科技支撑, 最终造福全人类。

## 致 谢

本文在构思、撰写过程中得到“海上丝路”资源与环境团队及团队郑崇伟老师的指导帮助, 特此感谢!

## 参考文献

- [1] 邬红涛. 基于全球潮汐模型的东海海域潮汐性质空间分布[J]. 海岸工程, 2021, 40(4): 269-276.
- [2] 潘海东, 王雨哲, 吕咸青. 南海潮汐主要分潮振幅变化趋势研究[J]. 海洋学报(中文版), 2021, 43(6): 26-34.
- [3] 王禄禹. 海洋潮汐能的环境收益核算及对区域经济的影响研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2022.
- [4] 桑雨, 谢春思, 由大德, 刘志赢, 刘聚. 海洋潮汐对对陆导弹登陆区的影响及优化方法[J]. 海洋测绘, 2020, 40(1): 30-34.
- [5] 郑崇伟, 潘静, 田妍妍, 杨支中. 全球海域风浪、涌浪、混合浪波候图集[M]. 北京: 海洋出版社, 2012.
- [6] 郑崇伟, 游小宝, 周广庆, 陈晓斌. 中国近海海洋环境特征概况及波浪能资源详查[M]. 北京: 海洋出版社, 2016.
- [7] 郑崇伟, 潘静, 孙威, 陈璇, 夏淋淋. 经略 21 世纪海上丝路之海洋环境特征系列研究[J]. 海洋开发与管理, 2015, 32(7): 4-9.