

我国古代一种推算潮时的方法

指掌定位算潮法

李文渭

(中国科学院海洋研究所)

计算潮时的方法,在我国有悠久的历史,从现有文献资料可知:唐朝的窦叔蒙在公元770年前后所写的《海涛志》中,就提出潮时推算图^[1]。宋朝张君房(公元1010年前后)又对窦叔蒙的潮时推算图进行改进和补充^[2]。而燕肃(公元1025年)作过《海潮图》一篇^[3]。遗憾的是该图失传。不过有人认为吕昌明于至和三年(公元1056年)重订的四季潮候表^[4]就是燕肃的《海潮图》。但由于资料不足尚难定论。事实上,在吕昌明之后,尤其到了明朝,我国沿海地区潮候表比比皆是。这种情况与当时我国沿海的经济发展关系至为密切,东南沿海地区日益开发,出现了不少工商业城镇,对外贸易日益发达,船只的往来、港口、码头的建设均需要比较准确地掌握潮时、潮高,所以算潮的方法也日益为人们所重视。我国沿海劳动人民根据自己的实践经验创造了很多推算潮汐的方法,《指掌定位法》就是其中一种比较简单、方便、宜记的推算半日潮的方法。此法对于广大工、农、兵群众的生产劳动,很有实用价值。

我们知道,对潮汐的预报推算,现在已经采用调和分析方法,这种方法计算比较准确,但比较复杂。用调和分析法作出的永久潮汐表不可能随时携带,再说潮汐表也没有将我国沿海所有的大小港口一一推算出来,因此简单的算潮方法在实际生产劳动中还是很有必要的。最适合推广使用的应当说是《指掌定位算潮法》。

《指掌定位算潮法》是利用潮汐在半个朔

望月内有一个周期,一个朔望月一次循环,即五天推移4小时,涨潮、落潮历时各为6小时的基本规律;再利用我国按朔望月排列的农历月,按古代十二时辰在指掌上定位,进行推算半日潮时,并可以算出粗略的潮高。该方法甚为简便,所以在沿海地区流传极广。为了总结我国沿海劳动人民的经验,并对沿海从事一般作业的同志们提供简便可靠的方法,现将《指掌定位算潮法》作一介绍,并为提高其精度作了些改进。

一、《指掌定位算潮法》

《指掌定位算潮法》适用于半日潮型海区,是根据潮汐每天有两次高潮、两次低潮的半日潮型的规律创造出来的。

我们知道规则的半日潮型区(港)的高潮时或低潮时每天随月中天的推移而推移,每天大约推移50分钟,古代约算为48分钟。这样就有每五天($48分 \times 5 = 240分 = 4小时$)推移4小时的规律。

还有半日潮虽说是半个月(朔望月)一个周期,严格地说是农历初一日的第一次昼潮到十五日则成为夜潮,只有一个朔望月才真正作一次循环。

对于半日潮来说,由低潮涨至高潮,即涨潮历时是6小时12.5分,过去看成6小时;而由高潮退至低潮,即落潮历时,也看成6小

本文承蒙山东海洋学院徐瑜同志,中国科学院海洋研究所卞家溪同志的指导和帮助,致以衷心感谢。

时，认为涨潮、落潮是等速的。

我国的农历月，即是朔望月，所以，用农历月、日可以确定月中天时刻。

基于以上的条件，劳动群众就编出了以下的三种指掌定位图：一种为《潮长图》，用以推算低潮时（见图一）；一种为《潮满图》，用以推算高潮时（见图二）；一种为《潮汐图》，附有“长、半、满、退、半、涸（有的作为竭）”六字，用以推算潮汐涨、落的六种

图一 潮长图

巳 初初 六七	午 初初初 八九十	未 十十 一二	申 十十十 三四五
辰 初初初 五四三	潮 长 图		酉 十十 六七
卯 初初 二一			戌 十十二 八九十
寅 三二二 十十十 九八	丑 二二 十十 七七	子 二二二 十十十 五四三	亥 二二 十十 二一

图二 潮满图

巳 初初 一二	午 初初初 三四五	未 初初 六七	申 初初初 八九十
辰 二二二 十十十 八九	潮 满 图		酉 十十 一二
卯 二二 十十 六七			戌 十十十 三四五
寅 二二二 十十十 五四三	丑 二二 十十 二一	子 二十十 十九八	亥 十七 十六

图三 潮汐图

巳 初初 六七	午 初初初 八九十	未 十十 一二	申 十十十 三四五
辰 初初初 三四五	潮 汐 图		酉 十十 六七
卯 初初 一二			戌 十十二 八九十
寅 二二三 十十十 八九	丑 二二 十十 六七	子 二二二 十十十 三四五	亥 二二 十十 一二

情况。无论其形式如何变化，但以指掌定位，按顺时针计算则是一致的。这些图多见于沿海地区的地方志中，此处不一一介绍其出处。

图一、图二原说明如下：

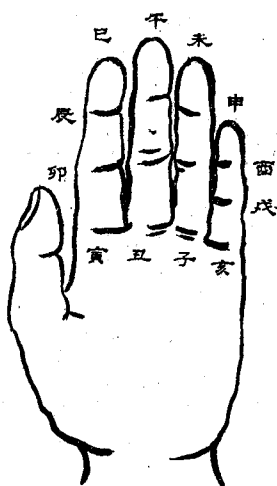
“左图十二辰指掌定位也。推潮长法，以初一、初二加于卯位，左旋顺数至寅而止。推潮满法，以初一、初二加于巳位，左旋顺数至辰而止。阳时管三日，阴时管二日，而一月大概定焉。初一、初二长在卯，则长半在辰，满在巳。初退在午，退半在未，涸在申。再长在酉，长半在戌，满在亥。初退在子，退半在丑，涸在寅。自长至满，历三时，至涸亦历三时，而潮信可知也。”〔4〕

这段文字的意思是：上面两个图是将十二时辰在指掌上定位算潮。推算开始涨潮的方法，是将初一、初二定于卯位（这是根据该地区实测而定的）开始算起，顺时针的旋转数到寅为止。推算高潮的方法，是以初一、初二定在巳位（亦为实测或推算而定）开始算起，顺时针的旋转数到辰位为止。将子定为一，亥定为十二。奇数时管三日，偶数时管二日。一个朔望月的日子就分别定入了指掌中的地支数内。这样以算潮涨法为例，初一、初二涨在卯时（卯为偶数四所以管二日），则潮涨一半在辰时，潮涨满就在巳时。开始退潮在午时，退

至一半在未时，退干在申时。第二涨潮就在酉时，涨到一半在戌时，涨满在亥时。开始退潮在子时，退潮一半在丑时，退干在寅时。自开始涨潮到涨满潮，历三个时辰（6小时），自满潮到潮退干也历三个时辰（6小时）。所以一个月中任一天的潮时和潮高就可以推算出来了。

图三是将图一、图二合并为一，说明略。

这种在指掌上定位的方法，是同我国算属象的方法一样，以十二支，即子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥，在左手食指、中指、无名指、小指的四指上定位，再将阴前历日子按说明排上，如上法推算。



图四 指掌定位图

在手掌上应用如图四：

由上我们可以知道，用此法推算半日潮型区的潮时和潮高，只需知道该地的高潮间隙，即可算得任意一天的高潮时或低潮时。现说明如下：

我们以蓬莱港为例，蓬莱是半日潮型，高潮间隙为0950时。按十二时辰，0950为巳时。

巳时是第六位，为偶数，所以管两天。因此，初一、初二日加于巳位；初三、初四、初五日加于午位；初六、初七日加于未位；初八、初九、初十日加于申位，依次类推至二十八、二十九、三十日加于辰位。假若我们要算初六日的低潮时，我们就在手掌的未位起顺数三个时辰就是戌位，戌时是19时—21时，中间是22时。算高潮时每日所在之位是第一次高潮时，顺数六个时辰是第二次高潮时。如二十八日在辰位是第一次高潮时，顺数六位在戌时即22时是二十八日的第二次高潮时。一个月中每天的潮时均可算得。

显然，这样推算的潮时是在一个较大的时段之内，其精度难以令人满意。后人也曾为了提高其精度进行了些工作，为了更能满足需要今又作了一些改进。

二、改进指掌法

指掌法是我国独有的方法。由于我国的阴历月是太阴月，推算潮汐非常便利。它又用古代十二时辰定位，就可以用手掌推算。所以，此法流行于我国沿海。但十二时辰的时段太宽，每个时辰合现在时两小时，势必误差范围大。另外，古代为了将一个星期的三十天定位于十二辰位中，采用了阴时、阳时（即双数时、单数时）的不太科学的规定来排日数，这样就必然会使误差较大。其次，不论什么情况都是从初一开始排两天或三天，也是使在某些情况

表 1

子			丑			寅			卯			辰			巳		
初	正	末	初	正	末	初	正	末	初	正	末	初	正	末	初	正	末
2300	2340	0020	0100	0140	0220	0300	0340	0420	0500	0540	0620	0700	0740	0820	0900	0940	1020
2340	0020	0100	0140	0220	0300	0340	0420	0500	0540	0620	0700	0740	0820	0900	0940	1020	1100

午			未			申			酉			戌			亥		
初	正	末	初	正	末	初	正	末	初	正	末	初	正	末	初	正	末
1100	1140	1220	1300	1340	1420	1500	1540	1620	1700	1740	1820	1900	1940	2020	2100	2140	2220
1140	1220	1300	1340	1420	1500	1540	1620	1700	1740	1820	1900	1940	2020	2100	2140	2220	2300

下误差更大的一个原因。虽然有人曾将时段缩短，但由于没有明确划分，致使未被推广。

鉴于以上情况我们作了如下一些改进：

1. 将时段缩短，每个时辰按初、正、末分为三段，并换算为现在的时分。其划分如表1；这样的划分在每个时段最大误差不超过±20分。

2. 由于时段的缩短和我们采用现代的时分，我们根据潮汐时刻的变化规律，将原规定阳时（单数时辰即子、寅、辰……等）管三日，阴时（双数时辰即丑、卯、巳……等）管两日改为：若该地的高潮间隔（或初一日的第一次高潮时）的小时数是奇数（即1、3、5……21、23小时），同时又在25—40分内；如某地高潮间隔为07时32分就是；或小时数是偶数（即2、4、6……22、24小时），同时又在13—20分内；如某地高潮间隔为10时15分就是。该时辰就管两天。其余情况，如某地高潮

图 四

10 巳 初正末 初三初二 三十	12 午 初正末 初三初四	14 未 初正末 初五初六 初七	16 申 初正末 初八初九
08 辰 初正末 初二 二十九	高 潮 时 图		18 酉 初正末 初十 十一 十二
06 卯 初正末 初二 二十六 二十七			20 戌 初正末 十三 十四 十五
04 寅 初正末 二十三 二十四	02 丑 初正末 二十一 二十二	00时 子 初正末 十八 十九	22 亥 初正末 十五 十六 十七

间隔为09时20分或12时38分，该时辰均管三天。

3. 关于日期的编排我们作了这样的改进，就是并非总是从初一开始排三天或两天，而是有时将二十九和三十和初一日排在一起，其条件是这样的：每个时辰共计120分钟，分为初、正、末三刻。假若某地的高潮间隔是在初刻（即0—40分钟）无论是该时辰管三日或两日均从初一日排起；若是在时辰的正刻（即41—80分钟），该时辰管三日，但应从三十日排起数三天；若是在时辰末刻（即81—120分钟），该时辰管三日时应从二十九日排起，管两日时从三十日排起。

4. 关于时段内刻数的判定，凡是管三天的时段内是初刻、正刻、末刻按日序排列；管两天的时段，一般是按日序排初刻、正刻、空末刻，下个时辰管三天就是初刻、正刻、末刻。若高潮间隔（或初一日高潮时）是偶数时，而分数又大于52分钟，这时管三天的为初刻、正刻、末刻。下个时辰管两天排正刻、末刻，

图 五

10 巳 初正末 初初 初三	12 午 初正末 初初 初四 初五 初六	14 未 初正末 初初 初七 初八	16 申 初正末 初初 初九 初十 十一
08 辰 初正末 初二 二十九	高 潮 时 图		18 酉 初正末 初十二 十三
06 卯 末正初 二十八 二十七			20 戌 初正末 十四 十五 十六
04 寅 末正初 二十五 二十四	02 丑 末正初 二十三 二十二	00时 子 末正初 二十一 十九	22 亥 末正初 十八 十七

空初刻。

其他与原法相同，现在举例说明如下：

蓬莱港的高潮间隙为0950时。

从表 1 可知为巳时正刻，在我们规定两天的条件之外，那就应该管三天。该高潮间隙的分数是在41—80分钟内，这样就应该从三十日排起。又不在偶数时，所管两天的时辰应在空末刻。这样就可以定位推算，即三十日，初一

日，初二日为巳时初刻、正刻、末刻第一次高潮时，初三日、初四日为午时初刻、正刻第一次高潮时，初五日、初六日、初七日为未时初刻、正刻、末刻第一次高潮时，依次类推。推算低潮时仍用原法，顺数三个时辰。其他均同原法。绘图如下：

又如某地的高潮间隙（即初一日高潮时）为0854时。我们知道0854时是辰时末刻，在规

表 2

阴历日	八分算法 高潮时	改进后指 掌法高潮时	相当现代时	与八分法之差	古指掌法 高潮时	相当现代时	与八分法之差
初一	0950	巳 正	1000	+10	巳	10时	+10
初二	1038	巳 末	1040	+ 2	巳	10	- 38
初三	1126	午 初	1120	- 6	午	12	+34
初四	1214	午 正	1200	-14	午	12	-14
初五	1302	未 初	1320	+18	午	12	-62
初六	1350	未 正	1400	+10	未	14	+10
初七	1438	未 末	1440	+ 2	未	14	-38
初八	1526	申 初	1520	- 6	申	16	+34
初九	1614	申 正	1600	-14	申	16	-14
初十	1702	酉 初	1720	+18	申	16	-62
十一	1750	酉 正	1800	+10	酉	18	+10
十二	1838	酉 末	1840	+ 2	酉	18	-38
十三	1926	戌 初	1920	- 6	戌	20	+36
十四	2014	戌 正	2000	-14	戌	20	-14
十五	2102	亥 初	2120	+18	戌	20	-62
十六	2150	亥 正	2200	+10	亥	22	+10
十七	2238	亥 末	2240	+ 2	亥	22	-38
十八	2326	子 初	2320	- 6	子	00	+36
十九	0014	子 正	2400	-14	子	00	-14
二十	0102	丑 初	0120	+18	子	00	-62
二十一	0150	丑 正	0200	+10	丑	02	+10
二十二	0238	丑 末	0240	+ 2	丑	02	-38
二十三	0326	寅 初	0320	- 6	寅	04	+36
二十四	0414	寅 正	0400	-14	寅	04	-14
二十五	0502	卯 初	0520	+18	寅	04	-62
二十六	0550	卯 正	0600	+10	卯	06	+10
二十七	0638	卯 末	0640	+ 2	卯	06	-38
二十八	0726	辰 初	0720	- 6	辰	08	+34
二十九	0814	辰 正	0800	-14	辰	08	-14
三十	0902	巳 初	0920	+18	辰	08	-62

此表是以蓬莱港为例，高潮间隙为0950时。

定的管两天的条件之外，所以该时辰管三天，而应从二十九日、三十日、初一日排列初刻、正刻、末刻。下个时辰应管两天，由于0854时是偶数时，分数又大于52分，应该空初刻，即排两天的应排正刻，末刻，所以初二、初三日是巳正刻、末刻。其他依古法，如图五。

关于潮高的推算仍用长、半、满、退、半、涸六个字来大约的推算，还没有更简便更精确的办法。

三、指掌法与八分法的比较

“八分算潮法”在我国已经应用多年，为了说明“指掌定位算潮法”的实用性，我们将三种算法推算的结果分别列于表2，并将两种指掌法与八分法的差值一并列出，以便比较。

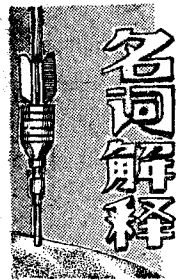
由表2中我们可以看出，改进后的“指掌定位算潮法”与“八分算潮法”的推算结果，绝对误差是18分钟，一般在±15分钟以内。这样的准确度，比原来的推算结果有了很大的提

高，而且我们所选蓬莱港为列，是考虑到误差较大，在其他情况下，误差会更小。

总起来说，指掌定位算潮法其精度比较粗略一点，但是该方法的极大优点是：方法简单，运用方便，只要掌握要领就随时可以推算。所以，对于从事海上作业，如捕捞、运输、滩涂养殖及海洋采集等工作都有实用的价值。对于这种民间的通用方法，如果要求与精度很高的计算机进行计算的数值比较，那是没有必要的。应该说，我国古代劳动人民根据自己的实践经验创造出来的“指掌定位算潮法”是科学技术史上杰出的成就。这种方法符合潮汐变化的客观规律。我们要继承这些科学遗产，“古为今用”，而又加以改进，使其为社会主义建设服务。

参 考 文 献

- [1] 俞思谦辑《海潮辑说》卷上。
- [2] 《宋史》燕肃传。
- [3] 《淳祐临安志》卷十。



大洋型地壳

层)，而其厚度亦很薄，一般厚为5—8公里。

大洋型地壳主要由三层组成（即层I、层II、层III）：

层I (LAYER I)：未固结的沉积层，密度1.46克/厘米³。地震纵波速度2.0—2.2公里/秒。此层厚度变化很大，约为0—2公里，此层一般在大洋中脊处较薄而向洋脊两侧有增厚的现象。

层II (LAYER II)：主要是玄武岩类的火山熔岩层（如火山成因的拉斑玄武岩或枕状玄武岩等），有些地方为固结的沉积岩层。此层密度为2.4克/厘米³。地震纵波速度可为3.5公里—6.5公里/秒，多数地区为4.5公里/秒—5.5公里/秒。此层厚度变化在0—5公里之间，平均厚度约为1.7公里。此层在火山岛、海底高地和海岭处厚度增大，而至大洋深水盆地处厚度变小。

层III (LAYER III)：这一层以前叫“玄武岩层”，但据最新钻探资料，在大西洋北纬36°中脊上第一次钻进层III，获得这层岩心为蛇纹石化基性岩、橄长辉长岩类的基性玄武岩。在菲律宾海中央盆地断层一侧也钻遇到层III，其岩性为辉长岩类准基性岩。“层III”的地震纵波速度为6.7—6.9公里/秒。密度为3克/厘米³。厚度较均一，约4.7公里。

“层III”的底面就是“莫霍洛维奇”面（简称“莫霍面”）。“莫霍面”下就是地幔（MANTLE），其顶部密度为3.3克/厘米³。地震纵波速度为8.1公里/秒。根据火山熔岩中岩包体石以及大洋中脊岩石的研究，一般认为，上地幔顶部是由纯橄岩及斜辉橄岩组成，它们的平均原子量是21.1±0.1。

（范时清）