



海洋的潮汐问答

柯 朴

一、什么叫潮汐？

浩瀚的大海和宇宙一切事物一样，永无止境地运动着。它的运动形势是多种多样的。其中有这样一种形式，就是：在一定的时间内，海面会慢慢地升起来，使岸边大片的海滩和礁石被水淹没，而在达到一定高度的时候，海面又开始下落，逐步把淹没的地方裸露出来，而后，又开始上升，并接连不断地重复着这种起落。它是那样的有规律，好像在呼吸一样。人们把这种现象叫做潮汐，同时又把海面上升的过程称为涨潮，下降的过程称为落潮；海面上升的最高点和下降的最低点分别称为高潮和低潮。

二、潮汐与人类有什么关系？

海面的这种涨涨落落，对人类有着十分密切的关系。居住在海滨的人们，很早就知道利用潮汐为他们服务了。而且随着时代的发展和科学的进步，这种利用的规模越来越大。现在我们可以举几个明显的例子。

海岸附近，涨潮时被水淹没，落潮时裸露出来的地带称为潮间带。这里生长着许多有经济价值的生物，例如：牡蛎、毛蚶、竹蛏、蛤蜊、紫菜等等。人们总是趁落潮时去采集它们，通常称为“赶海”。人民公社成立以后，大规模地开发沿海滩涂的事业已在全国普遍展开。他们根据当地潮汐的规律和动植物的习性合理地划分了养殖区，并利用潮汐规律进行养殖、管理和收获，为人民创造了大量的财富。

也许有人听说过沿海有“旱地抓鱼”的奇闻吧！这是渔民利用潮汐规律想出来的捕鱼方法。他们在低潮线附近安装了一道网墙。在涨

潮时把网打开，高潮时把网放下。这样，随着涨潮游到潮间带的鱼虾，在落潮时就被拦到海滩上了。

沿海渔民利用潮汐规律捕鱼的事例还很多。目前采用的各种“张网”，都是利用潮汐捕鱼的渔具。甚至外海的机轮拖网也与潮汐有密切关系，在此就不一一细说了。

潮汐现象并不仅仅对于渔业关系密切，而且对于港工建设、海道运输、地形测量、滩涂晒盐以及农田灌溉等都有密切关系。例如修建一个码头，首先就要根据当地潮汐的具体情况确定它的高度。太低了，就会在大潮时被海水淹没；太高了，又会在低潮时使船舶高度与码头相差悬殊，上岸犹如攀登峭壁，给人员上下和货物装卸造成困难。沿海修筑堤坝、围海造田和防波护岸，同样需要根据潮汐确定高度，而且还需要利用潮小时的有利时机进行大规模的群众性施工。

随着我国社会主义革命和社会主义建设事业的蓬勃发展，用于国防和交通运输的舰船越来越多。船大了、吃水就深了，而港口航道的水深却是有限的，因此船舶进出港往往受到限制。在这种情况下，只有充分地掌握潮汐规律，巧妙地根据潮汐安排生产，才能避免因等潮而造成的时间浪费。

潮水的涨落还蕴藏着巨大的能量。我国沿海人民，已经在条件适宜的地方建成了一批中、小型潮汐发电站，为发展工农业生产开辟了新的能源。

三、潮汐形成的原因是什么？

生活在海滨的人们，很早就发现了潮汐现象，但对它的成因，却长期没有得到合理的解释。历代反动统治阶级为了维护他们的统治，总是以天命论欺骗人民。他们有的把潮汐的涨落说成是大鱼进洞和出洞的结果；有的又说成是海龙王在呼吸；总之都是骗人的鬼话。

早在1800多年以前，我国东汉时的唯物主义思想家王充，就提出了海潮起落随月亮变化（“涛之起也，随月盛衰”）的见解。他将发生在地球上的潮汐现象，从天体上找到了原因，这是潮汐认识史上的一大飞跃。大约300年前，牛顿的“万有引力”定律提出之后，又从理论上证实了王充的学说。现在我们就来看看月亮是怎样引起潮汐的吧！

大家知道，对立统一规律是宇宙的根本规律，一切事物都是相互联系而又相互制约的。地球和月亮的关系也是这样，它们既互相吸引，又互相排斥，构成了一个矛盾的统一体。

平常我们说，“月亮绕着地球转”。这句话并不确切。实际上，月亮和地球是共同绕着一个叫做“公共质心”的点转动。由于地球的质量比月亮大得多，使得这个点位于地球内部，离地心约为 $\frac{7}{10}$ 半径的地方，因此，地球的转动很不明显，看起来好像是月亮绕着地球转动一样。

凡是作圆周运动的物体都要产生离心力。计算表明，地球上因此而产生的离心力到处一样，每吨质量为338毫克力，方向背着月亮。

既然地球和月亮围绕着公共质心转动产生了离心力，为什么它们不因此而分离开来呢？这是因为它们之间除了有离心力之外，还有吸引力。地球上吸引力的方向朝着月亮，在总体上与离心力平衡，所以能维持地球和月亮既不会分离开来，又不会吸引到一起，长期保持着一定的关系运动着。

但是由于地球是一个直径有12,000多公里的球体，地球表面各处离月亮中心的距离并不相等，而吸引力的大小又与距离的平方成反比，因此地球表面受到月亮的吸引力并不是到处一样的。计算表明，离月亮最近的向月面每吨质量的吸引力为349毫克力，而离月亮最远的背月面则仅为327毫克力。这样一来，地球表面各处的离心力和吸引力就不平衡了。这两种力量的合力，就是引起潮汐的力量，通常称为“引潮力”。

引潮力又是怎样引起涨、落潮的呢？这可以通过下面的简单情况来说明。

在地球朝着月亮的一面，吸引力大于离心力，引潮力方向指向月亮，使海水朝着月亮的方向集聚，这里便形成高潮。在地球背着月亮的一面，离心力大于吸引力，引潮力方向背着月亮，使海水朝着背离月亮的方向集聚，这里也形成高潮。由于海水分别被向月面和背月面拉走了，所以地球另外两侧的中间便形成了低潮。

因为地球在和月亮一起围绕着它们的公共质心转动的同时还不不停地自转着，对地球表面的某一固定点来说，对准月亮旋转一周所需的时间大约是24.8小时，因此在24.8小时内要发生两次高潮和两次低潮。这也就是潮汐时间每天大约要向后延迟0.8小时的原因。

大家还知道，事物往往都是很复杂的，它包含着许多矛盾。对于产生潮汐来讲，由于月亮离地球最近，所以它和地球的矛盾是主要矛盾；太阳较远，它和地球的矛盾成了次要矛盾。其它天体按理也有作用，但和月亮与太阳比较起来，能量太小，可以忽略不计了。

太阳产生潮汐的道理和月亮完全一样，所不同的是它连续产生两次高潮和两次低潮的时间是24小时，同时它的引潮力仅为月亮的46%左右，因此它只能起一个配角作用。俗语说：“初一、十五涨大潮”“初八、二十三海水涨不上滩”。就是太阳作用的经验总结。因为在阴历初一和十五前后，地球、月亮和太阳三者的位置大体在一条直线上，这时太阳和月亮的引潮力相加，使高潮水位涨得特别高，低潮水位落得特别低，所以称为“大潮”。与此相反，在阴历初八、二十三前后，地球、月亮和太阳三者的位置大体成为直角，这时太阳和月亮的引潮力互相抵消，使高潮涨得不高，低潮落得不低，通常称为“小潮”。

上面说的只是形成潮汐现象的基本原因。由于地球、月亮和太阳三者之间的运行规律是十分复杂的，还由于潮汐波在大洋中形成之后向近岸传播受到地形限制和海底摩擦的影响，

因此,各地实际上发生的潮汐现象是千差万别的。以高潮和低潮的最大潮差而论,有的地方还不到2米(例如我国的秦皇岛港),有的地方却能达到10米以上,(例如朝鲜的仁川港)。以潮汐的周期而论,有的地方是一天两次涨潮和两次落潮的“半日潮”(我国台湾省以北以这种潮为主);有的地方是一天一次涨潮和一次落潮的“全日潮”(我国南海以这种潮为主);有的地方还是这两种类型的“混合潮”。再加上临时的气象条件和河川逕流的影响,潮汐现象就更加复杂了。在这里我们无法进行详细介绍。

四、怎样来预报潮汐?

潮汐现象和它的成因虽然是极其复杂的,但是科学的发展终于基本上攻克了这个难关。天文学和海洋学上的研究成果,已经将产生潮汐的力量分解为三百个以上规则的分量。现代快速数字电子计算机的使用,又按照天文学和海洋学上的理论根据,从一些港口的长期连续观测的潮汐资料中,分析出上百个实际形成潮汐的主要分量;并根据它们的天文参数,推算出相当准确的潮汐预报表来。我国出版的全国各大港口的〈潮汐表〉,就是这样计算出来的。它不但准确可靠,而且使用方便,对沿海的国防建设与生产建设,起了很大的作用。

如果手头上没有〈潮汐表〉,能不能比较粗略地预报潮汐呢?

完全可以。因为月亮是引起潮汐的主要因素,它的引潮力相当于太阳的2.2倍,所以只根据潮汐与月亮的主要关系,也能粗略地预报潮汐。

前面在讲潮汐成因的时候已经谈到,地球上凡是正对着月亮或者正背着月亮的地方都应当形成高潮。这个时候通常称为“月亮的中天时刻”,或简称“月中天时刻”。但是事实上高潮并不是正好出现在月中天时刻。因为潮汐从大洋中传到岸边需要一定的时间,所以一般都要在月中天之后过一段时间才能出现高潮。这

一段时间称为高潮的“潮伏期”,也做“潮汐间隙”。因此,预报高潮发生时间的公式应当是月中天时刻加上潮伏期。

各个地方每天的月中天时刻,可以根据〈天文年历〉中给出的基本数据计算出来。如果没有〈天文年历〉,可以用下列方法粗略计算:

因为阴历初一和十五的月中天时刻基本上是0点和12点钟,而且每过一天大约要延迟0.8小时,所以初一以后每天的月中天时刻,应当是阴历日数减去一天,再以差数乘0.8;而十五以后每天的月中天时刻,则应是阴历日数减去15,再以差数乘0.8。举例来说,如果要计算阴历初八和二十一的月中天时刻,那就分别应当是: $(8-1) \times 0.8 = 5.6$ 和 $(21-15) \times 0.8 = 4.8$ 小时。

潮伏期可以根据潮汐的实测资料算出来。计算的方法是用高潮(或低潮)时刻减去月中天时刻。由于受太阳引潮力的影响,我国北海沿海各地的潮伏期,在一月之中大约有一个小时的变化,因此最好取它的月平均值。

计算潮伏期需要根据〈天文年历〉查算月中天时刻,比较麻烦。没有〈天文年历〉能不能计算呢?也是可以的。因为阴历初一和十五月亮的中天时刻接近于0点和12点,所以这时高潮(或低潮)发生的时间就是它的潮伏期。

这样一来,如果要求的精度不高,那么就可以应用初一(或十五)的高潮(或低潮)时刻加上月中天时刻来预报任何一天的高潮(或低潮)时间了。

举一个例子来看,已知青岛阴历初一的高潮时和低潮时分别是5.0和11.2时,求初八的高潮时和低潮时。

先计算阴历初八的月中天时刻。按照前面讲的道理,它应当是阴历日期减去一天,(即 $8-1=7$),再乘以0.8,等于5.6小时。

再计算初八的高潮时间 $=5.0+5.6=10.6$ 时,即10点36分。初八的低潮时间 $=11.2+5.6=16.8$ 时,即16点48分。

(下转第64页)

Cadmium in Port Phillip Bay mussels, Mar. poll., &7 (5): 84—86.

菲利浦湾接纳着Melbourne城工业和生活污水。在最近的调查中发现,其海底沉积物中含有各式各样的重金属。本项研究已把调查扩大到重金属在牡蛎和贻贝中的积累方面。在这个海湾的大部分区域中,两种双壳类已受到了较重的污染,而牡蛎中累积的这一金属比贻贝中还多些。

V. W. Talbot et al., 1976

菲利浦湾贻贝中的铅

Lead in Port Phillip Bay mussels, Mar. Poll. Bull., 7(12):234—236.

在菲利浦湾22个点的贻贝样品中,有19个样品的含铅量超过了世界卫生组织规定的食品卫生标准。虽然这反映了食物链污染的严重情况,但是有关贻贝的半致死量实验却表明:铅对这种动物致死性效应的剂量比汞、镉、铜和锌低得多。关于铅对贻贝的长期性效应,现时了解得还很少。

ICES, 1976.

对国际研究工作组北海污染及其对生物资源和开发使用的影响的报告

Report of working group for the international study of the pollution of North Sea and its effects on living resources and their exploitation. ICES Cooperative research report, №39.

贻贝是这一协同研究中所规定的测定生物之一。分析的内容包括重金属(汞、锌、铜、镉和铅)和聚氯碳氢化合物(包括杀虫剂残留物、DDT和PCB)两大类污染物质。在后一类污染物方面,比、法和苏格兰没有取贻贝样品。贻贝中含汞量最高的是荷兰沿岸

和泰晤士河口,锌、镉最高值发现于泰晤士河口。杀虫剂残留物最高值在西德,荷兰沿岸比英国沿岸高。PCB最高含量同样也在荷兰沿岸。

C. R. Boyden, 1974.

软体动物体内微量元素含量与其个体大小的关系

Trace element content and body size in mollusca. Nature. 251:311—314.

本文研究了六种河口水域中生活的软体动物,贻贝(Mytilus edulis)是其中之一。微量元素的含量(微克)和干重(克)之间的关系,因元素和种类的不同而有差别,并归纳为三种关系。第一,元素的含量同体重 $\times 0.75$ 相关;第二,元素的含量同体重直接相关($6 \approx 1.00$),贻贝体内的镉含量表示出了这种关系;第三,元素的含量与体重的平方相关($6 \approx 2.00$)。

Fossato, V. U., 1975.

贻贝对碳氢化合物的清除

Elimination of hydrocarbons by mussels, Mar. poll. Bull., 6 (1): 7—10.

把从威尼斯泻湖受到污染的区域所采的贻贝,转移到相对没有污染的Malamocco湾口,在前10—15天中,碳氢化合物清除得很快,但尔后便缓慢下来,并且不能完全清除。8周之后,仍然保持最初含量的12%。在7.5—26℃时,碳氢化合物的清除速度与水的温度没有关系。当温度突然从11℃下降到4.5—6.0℃时,清除实际上就停止了。在贻贝体内,碳氢化合物的生物学半衰期,根据估算略低于 $3^{1/2}$ 天。但这只是同开始的快速清除期有关。

(崔玉珩摘译)

(上接第59页)

由于青岛是一个比较规则的半日潮港,它的相邻两次高潮或两次低潮的间隔大体上是12.4小时。因此初八的另外一次高潮应当发生在: $10.6 + 12.4 = 23$ 时;另外一次低潮则应发生在: $16.8 - 12.4 = 4.4$ 时,即4点24分。

这样的简单预报方法,最大误差能达到1小时左右,但对于许多工农业生产已经够用了,因而得到了广泛的推广。

在此应当说明的是,上面讲的都是天文因素引起的潮汐。这种潮汐通常称为“天文潮”,

是潮汐的主要部分。除此之外,气象条件例如:风和气压的变化也能引起潮汐。特别是长时间向岸吹颶的大风,在一些特殊地形的配合下,有时能使海水暴涨,侵入陆地,淹田倒屋,造成很大的灾害。这叫风暴潮。我国也有一些风暴潮成灾的海区。有关科研部门已经作了大量的研究工作,也提出了一些行之有效的预报方法。

事物在发展,认识无止境。让我们不断地总结经验,加强研究,为使海洋潮汐更好地为人类服务作出应有的贡献。