

中国古代对潮汐的观察及近距作用的概念

戴念祖

(中国科学院自然科学史研究所)

近年来某些科学史文章在论述中国古代关于潮汐的观察成就时,以为古代人已有超距的引力观念,这多少误解了古代典籍中的有关记载和古人的思想。本文就此谈点看法,供读者参考。

一、对潮汐规律及成因的探讨

中国古代有关潮汐的记载极为丰富,早期的文献如《尚书》、《周易》、《诗经》和《山海经》中就有过描述¹⁾。古代人在观察、研究潮汐,探讨它与日、月运动的关系以及对它的成因寻求解释等方面都表现出极大兴趣。

潮汐简称潮,又称为海涛。古人所以把海水的定期涨落称为潮汐,是因为白昼有潮,夜晚也有潮。葛洪的《抱朴子·外佚文》说:“糜氏云:‘潮者,据朝来也;汐者,言夕至也’。”²⁾可见,潮汐一词中,潮与朝有关,朝者早也、昼也,故潮的狭义为早潮、白昼之潮;汐与夕有关,汐为晚潮或夜潮。潮与汐总是相对的,在时间上相差半天。任一天的白昼与黑夜都会发生一次潮。如果早潮在晨,晚潮则在夕;早潮在日落前,晚潮则在黎明前。

经过历史上一段较长时间的观察,有关潮汐的古代神话传说才逐渐地被人们对自然本身的了解所代替。东汉王充指出了潮汐与月亮的关系:

“涛之起也,随月盛衰,大小满损不齐同。”³⁾可见,汉代人已观察到潮汐随月亮圆缺而变化。此后,晋代杨泉、葛洪均有类似的记述⁴⁾。到了唐代,人们对潮汐的观察研究取得了长足的进步。窦叔蒙(八世纪人)在他的著作《海涛志》一书中指出:

“潮汐作涛,必符于月”;“海之潮汐,并月而生,日异月同,盖有常数也。盈于朔望,消于朏魄,虚于上下弦,息于朏朏,轮回辐次,周而复始。”⁵⁾

窦叔蒙明确提出潮汐的大小与月亮的运行或月相的关系:每月朔望为大潮,以后渐小,至上下弦时为最小。并且他总结出潮汐“日异月同”,以一个月亮月为周期,“轮回辐次,周而复始。”

卢肇(公元九世纪人)进一步发展了窦叔蒙的思想,提出潮汐“以后望(朔)二日而方盛”⁶⁾。也就是说,实际的大潮均出现在朔望后二日。卢肇的另一个重要发现是,他不仅强调前人指出的潮汐与月亮有关,而且第一次注意到它与太阳的联系。卢肇说:

“夫潮之生,因乎日也。其盈其虚,系乎月也。”⁷⁾

潮汐与日月有关的理论比起只与月有关系来,能解释更多的现象,如潮汐的月变化和年变化的规律。但是,卢肇关于太阳激起潮汐涨落的机制,在今天看来是令人费解的。他遵循传统的浑天说,即太阳从海上东行,又从西边落日海中,潜行地下。一个炽热的太阳与一片温柔

1) 详见中国古代潮汐史料整理研究组编的《中国古代潮汐论著选译》一书(科学出版社1980年出版)。这本史料性、评注体著作收集了大量的中国古代潮汐资料,颇具参考价值。本文所引绝大部分文献都可以从该书中找到。

2) 参见《太平御览》一书第三十三卷和六十八卷。

3) 参阅王充的《论衡·书虚篇》一书。

4) 参阅杨泉的《物理论》(丛书集成辑本)一书和葛洪的《抱朴子·外佚文》一书。

5) 窦叔蒙的《海涛志》一书似已佚,此处引文见俞思谦的《海潮辑说》一书上卷。

6) 参阅卢肇的《文标集》一书上卷(见《豫章丛书本》)。

7) 参见卢肇的《文标集》一书上卷。

的海水互相冲激、排斥，因而掀起浪花，惊涛汹涌而成潮。他认为，“日入，则晚潮激起左；日出，则早潮激起右。”¹⁾这就是他对每天两次潮生的解释。当潮被日激发之后，“潮之大小则随于月”²⁾，即，潮汐的大小和快慢在被日激发后才与月亮的盈亏、日月运行有关系。根据这种想法，又加上元气说的观点，卢肇还解释了潮汐的例年变化，即秋冬潮大、春夏潮小的现象；解释了潮汐的月变化，即每月朔望后二日为大潮的现象。

卢肇关于潮汐与日月均有关系的看法，以及关于潮汐的例年变化和月变化的发现都曾影响后世许多人。他的理论在潮汐史上具有重大意义，但也引起了后世人们的极大争论。一些学者否定潮汐与日有关，并抨击他的理论，只是因为他的日激潮汐的机制过于直观和幼稚的缘故。

在卢肇之后，宋代沈括发现了潮涨时间与具体观察地点的关系：

“以海上候之，得潮生之时。去海远，则须据地理增添时刻。”³⁾

此外，从唐代起，不少学者观察记载了一年四季每个月内潮汐在每一天的发生时刻⁴⁾。

值得指出的是，钱塘江潮至少从汉代起得到人们的普遍注意，对钱塘江潮的涌波成因人们作了许多有意义的推测和考察。南宋时期学者朱中有(生卒不详)为解释这涌波现象作了世界上最早的水力学实验。

王充认为，钱塘江潮的涌波是由于其江“殆小浅狭”，“浅多沙石，激扬为濑。”⁵⁾北宋燕肃发展了王充的理论，他说：

“盖(江)以下有沙渚，南北亘连，隔碍洪波，蹙遏潮势……。潮来已半，浊浪堆滞，后水益来，于是溢于沙渚，猛怒顿涌，势声激射，故起而为涛耳。”⁶⁾

燕肃揭示了钱塘江底的沙渚(即沙坎)、南北亘连，成为潮流障碍，因而形成涌波。他的解释完全符合现代涌波形成的理论，而且还得到朱中有的观察和实验证实。

朱中有于嘉定甲申年(1224年)著问答题

《潮赋》一文。他是福建同安人，在该文《序》中自称“愚生长海滨，往来钱塘五十年”，幼读卢肇《海潮赋》，而对潮汐现象感兴趣。但“贫不能尽见天下书，独以意推测”。晚年时，经他五十年往来钱塘考察，从而断言“独钱塘之潮天下伟观，燕公所谓沙渚已尽其理。”⁷⁾他用以证实燕肃观点的模拟实验是这样作的，《潮赋》写道：

“或问：燕龙图《潮论》是耶非乎？”

“答曰：《序》固言之，钱塘头沙渚所激，诸家之论尽废。今子欲详之乎，尝试与子于一沟之内观之。引水满沟，则其水必平进。于沟之半，累碎石而为齟齬，从上流倾水，势必经齟齬，而斗(通陡)泻于下，水之激涌无怪也。”⁸⁾

这就是说，先以人工挖一水沟，在水沟一半处用碎石堆成一条横坎，即所谓“齟齬”。然后在沟渠上源灌水。若无碎石横坎，水面平直而下；若有碎石横坎，水经此时激涌而起。朱中有通过这个模拟实验和长期观察，证实了钱塘江口的沙坎是涌波产生的水力学原因。

二、日、月的近距作用观

潮汐之起，波涛汹涌，其力量之大令人惊叹。人们一直在猜测和探索产生潮汐力量的来源。西汉以前，就有鲸鲵出入海穴引起海水涨落的神话，也有神龙变化之说，更有伍子胥愤而起潮的民间故事⁹⁾。自东汉始，人们从自然本身探讨潮汐的起源。两千年来，学者纷争，论著丰厚，或以为地气升降¹⁰⁾，或持海水受月致感论¹¹⁾，

1), 2) 参见卢肇的《文标集》一书上卷。

3) 参阅沈括的《梦溪笔谈·补笔谈》一书第二卷。

4) 详见《中国潮汐论著选译》一书。

5) 参阅王充的《论衡·书虚篇》一书。

6) 参阅姚宽的《西溪丛语》一书上卷，引公讷石碑文，即燕肃的《海潮论》一书，也见宋代王明清的《挥尘录·前录》第四卷，中华书局校本第100条转引燕肃的《海潮论》一书。

7), 8) 参阅南宋宝庆年版《会稽续志》一书第七卷，也见《中国古代潮汐论著选译》一书第123至149页。

9) 详见王充的《论衡·书虚篇》一书中所引。

10) 例如五代丘光庭的《海潮论》一书，宋代张载的《正蒙·参两篇》一书。

11) 见黎叔蒙的《海涛志》一书，封演的《封氏闻见记》，张君房的《潮说》。

或主张海水依月附日说¹⁾。

在这种解释中,使我们感兴趣的是,古人决不以为潮汐是由于日、月的超距作用,而是主张近距作用。其近距作用的媒介就是中国古代思想家们用以解释自然界各种现象的“元气”。

元气,作为古代用于说明物质世界的辩证性概念具有悠久的历史。古代思想家们设想元气是一种普遍存在、无处不到的物质,并赋予它一定的结构和运动特性。这是中国古代不同于古希腊、古罗马和中世纪欧洲的一支独特的思想花朵。在他们看来,元气是充满宇宙太空的最微细的物质。王充说:“元气,天体之精微也”²⁾，“气若云烟”³⁾。宋代张载说:“太虚即气”⁴⁾。明清之际王夫之说:“气弥沦无涯而希微不形”⁵⁾。由此可见,在古代观念中,根本不存在虚无的空间;元气这种假想的物质充一切实、贯一切虚;它既是连续的,又是不连续的,是连续与不连续两种物质形式的统一体。古人还将元气分为阴、阳两性,或称“二体”、“二端”。这种观念按张载的说法就是“一物二体,气也”⁶⁾。这样,在同一物质中既能发生运动变化和相互作用,又能相反相成而复归统一,所以说:“二端,故有感;本一,故能合。”⁷⁾这种元气学说,为中国古代的潮汐学说中的近距作用观念提供了极为方便、有用的媒介,也为潮汐学说奠定了理论基础。

由前述可知,古人认为潮汐与日、月相关。至于日、月的作用如何传播到地面,促使海水周期性的涨落,北宋张君房作了这样的推想:

“凡月周天则及于日,日月会同,谓之合朔,合朔则敌体,敌体则气交,气交则阳生,阳生则阴盛,阴盛则朔日之潮大也。自此而后,月渐之东,一十五日与日相望,相望则光偶,光偶则致感,致感则阴融,阴融则海溢,海溢则望日之潮犹朔之大也。斯又体于自然也。”⁸⁾

在这段文字中,虽然我们今天很难理解其中有些用词(如“敌体”、“光偶”)的含义,但元气的阴、阳两性相互交感、日月与元气的相互作用这个中心意思是明白的。其大意是:当月亮在天

空中运行一周又与太阳相会合,则称为“合朔”。日月位于同一方向的情况称为“敌体”。由于“敌体”,引起宇宙中阴阳二气的相冲、相交,气相交又使阳气生、阴气盛。因阴气与海水同属,同类相感,故阴气盛就感发了朔日的大潮。此后,月亮渐渐东移,到十五日,日、月相望。日、月相望的情形称为“光偶”。“光偶”时,日、月相互感应,相互影响,致使充满太空的阴气松融、散开或漫溢。阴气融散就又使得同一属性的海水随之融散、漫溢,因而十五这一天的潮水同初一样大。张君房的这个构想,实际上就是日、月近距作用的古代模式。在他看来,这是十分自然的事情。

燕肃对于潮汐成因的设想没有象张君房那样复杂,他说:

“大率元气嘘翕,天随气而张敛,溟渤往来,潮随天而进退者也。日者众阳之母,阴生于阳,故潮之附于日也。月者,太阴之精,水乃阴类,故潮依于月也。是故随日而应月,依阴而附阳。”⁹⁾

燕肃以元气论为基础,简单地解释了日月作用的传播。分属阴阳的月与日,贯穿和布满太空的阴阳二气,时刻在相互作用着。元气的一呼一吸或一张一弛,使得整个“天”也随之往来张弛。于是,潮水自然随天而进退。而元气的张弛呼吸终究是受日月牵制的。燕肃的这种设想显然是近距作用的模式。

中国古代关于潮汐成因的推想,虽千差万别,但其基本点是相同的,即:阴阳二性的气相互激发、感应、交偶,于是海水融散、满溢;或者设想元气本身的膨胀与收缩,扩散与凝聚,松缓与紧张,也即嘘翕张敛,从而将日、月的作用引发于海水。在对古人来说,虚无空荡的宇宙空间,以及日、月通过这样的空间作用于地面,那简直是无法想象的事。

1) 见卢肇的《海潮赋》和张君房的《潮说》。

2),3) 见王充《论衡》一书中的《四纬篇》和《自然篇》。

4),5) 见张载的《正蒙·太和篇》和王夫之的《张子正蒙注·太和篇》。

6),7) 见张载的《正蒙》中的《参两篇》和《乾称篇》。

8) 见张君房的《潮说》和俞思谦的《海潮辑说》一书上卷。

9) 燕肃的《海潮论》,见姚宽的《西溪丛语》一书的上卷。