

应用天文周期预报海洋异常事件的若干问题

修 日 晨

(国家海洋局第一海洋研究所, 青岛)

在海洋和大气中的振动系统不是真正稳定的振动系统, 所以尽管天文周期是其运动的基本周期, 但海洋和大气中异常事件的发生, 如厄尔尼诺及黑潮的大弯曲, 则并不具有固定的周期, 它们仅是一种准周期的事件。关于使用天文周期预报异常海洋事件所应注意的事项, 文中也提出了具体的建议。

自然界中许多自然现象的演变皆具有一定的周期性, 海洋中亦是如此。但是, 与自然界中很多自然活动现象的发生并没有固定不变的周期一样, 海洋中许多自然现象的发生, 特别是一些异常海洋事件的发生, 也没有固定不变的周期界限。

在大气和海洋这样一个庞大的联合体中, 海水的密度约为空气密度的1000倍, 海水的热容量为空气热容量的3000多倍, 海水的总质量约为空气总质量的280倍, 海水所含有的总热量约为大气所含总热量的1200倍以上。因此, 在海洋和大气的相互作用中, 海洋的一举一动就具有举足轻重的地位。大洋环流的异常, 不仅对大气环流的运动产生强烈的作用, 还将对地球自身的运动产生显著的影响。所以, 对于大尺度的海洋异常现象的分析研究, 不仅是海洋学家的热门研究课题, 也越来越受到气象学家、天文学家的关注, 并运用天文周期对某些异常海洋事件, 如对厄尔尼诺及黑潮大弯曲进行统计分析, 以期能够运用天文周期对之进行预报^[1]。但是, 欲想取得较合理的统计分析结果, 选取较理想的预报指标, 除了广泛地搜集有关资料外, 尚需对于异常海洋事件发生的机制问题, 在理论上进行分析研究。只有这样, 所进行的统计分析工作才能有坚实可靠的物理基础, 才有可能选取较为理想的预报指标。本文就有关问题提出自己的看法。

一、天文周期是海洋运动的基本周期

海水运动的主要动力有: 引潮力、风应力、大气压力, 以及海水的压强梯度力。由月球和太阳引潮力所产生的海洋潮汐运动, 是人们最早认识也是海洋学家予以充分研究的学科。不言而喻, 月球、太阳运动中有什么样的天文周期, 即引潮力场中就有怎么样的天文周期, 在海洋(包括大气和地球)的潮汐运动中也就必然有着与之相同的天文周期。

由风应力作用于表层海水所产生的海水运动, 称之为风海流。风应力的分布与变化取决于大气环流的分布与变化, 而大气环流的分布和变化与太阳的活动密切相关, 故在风生大洋环流的变化周期中, 就必然有着相应的太阳活动的天文周期。如, 大洋中的信风流就是如此, 其最为典型的例证就是印度洋的信风流, 它是随印度洋信风的季节变化而变化的。

海水压强梯度力有两个: 一是正压效应; 二是斜压效应。无论是正压效应或是斜压效应,

皆直接或间接地与太阳活动有关。因此,大洋热盐环流的变化中必然有着相应的太阳活动的天文周期。

不少学者的统计分析结果表明,月球的运动与某些地区的天气活动密切相关。文献[2]也曾指出,月球、太阳引潮力场对于大气、海洋环流的作用,将比人们目前所预料的要强烈得多,因此,大洋(气)环流的变化周期中也必然会含有月球运动的天文周期。

总之,对于大尺度的海洋运动而言,天文周期乃是其基本的周期。

二、异常海洋事件的周期律

由于海洋异常事件的发生,往往给人类的生命财产造成巨大的损失。因此,异常海洋事件的发生,历来为人们所关注。现在,运用天文周期分析研究异常海洋事件发生的周期律,已取得了初步成果。大量的观测资料表明,异常海洋事件的发生(如黑潮大弯曲以及厄尔尼诺事件的发生),并没有固定不变的周期。目前已知的黑潮大弯曲所发生的时间是:1925~1927, 1934~1944, 1951.8~1952.4, 1953.9~1955.12, 1959.6~1962.12, 1969.5~1970.8, 1975.8~1980.8, 1981.11~1984.9¹⁾。已知的厄尔尼诺事件所发生的时间是:1891, 1925, 1941, 1957~1958, 1965, 1969, 1972~1973, 1976, 1982~1983, 1986~1987。由此可知,黑潮大弯曲和厄尔尼诺,不仅它们发生的时间间隔不是一个固定不变的量值,而且其每次事件所持续的时间、强度也差别甚大。如以黑潮大弯曲而言,其持续时间最长者可达12年之久,最短者仅为8个月。这充分表明,尽管天文周期是海洋运动的基本周期,但其异常海洋事件的发生却并没有一个固定不变的周期,仅能说是一种准周期性的行为。

为什么天文周期是海洋运动中的基本周期,但其异常海洋事件的发生却并没有一种固定不变的周期?本文认为,异常海洋事件的发生不具有固定不变的周期这一事实本身,乃是自然界中一种普遍性的运动规律的具体表现。

大家知道,在一个机械的振动系统中,一个受外力所策动的物体的振动,只有当策动力输送给该振动体的周期平均功率恰为其摩擦消耗的周期平均功率所平衡时,该振动体的振动才能保持永恒的稳定状态,这样的振动系统才能称为真正的稳定系统。但是,如果振动体所接受的策动力输入的功率大于其摩擦的消耗,也就是说,经过一个振动周期之后,该振动体还有能量剩余,那末,该振动体的振动状态就不能再保持不变了,该振动系统也就不再是一个稳定的振动系统了。因为在这种振动系统中,振动体的剩余能量将使该振动体偏离其平衡态,而且,随着振动次数的增加,其剩余能量的积累也将随之增加,振动体偏离其平衡态也就越远。当这些剩余能量的积累达到一定数量时,该剩余能量将使振动体完全脱离平衡态,振动的形态被破坏,振动体中的剩余能量被释放出去,然后,振动体又恢复到其初始的振动状态。如此循环不已。由于在这种振动系统中,存在着能量的有序向无序的转化,因此这种振动系统就是一种非稳定的振动系统。很显然,在这种非稳定的振动系统中,振动体将具有两种周期性的振动行为。一是振动体在策动力的作用之下而产生的受迫振动,其振动周期与策动力的振动周期保持一致。这是一种在人们意料之中的正常的振动行为。另外一种则是其

1)该资料为我所王元培副研究员提供,深表谢意。

振动状态所出现的、周期性的崩溃的行为，其周期的长短取决于剩余能量累积速率的大小，而与策动力的周期无直接联系。这是一种发生在人们意料之外的振动行为，故称之为异常振动事件。也就是说，在一种非稳定的振动系统中，异常的振动事件的发生乃是该系统所特有的振动行为。而且，如果该系统是一个封闭的振动系统，策动力又是单一的、稳定的，此外又不再受到其他扰动力的作用，在这种理想的情况下，由于其剩余能量累积的速率是不变的，因此其异常振动事件发生的周期也必将固定不变的。但是，若振动体又受到了某种扰动力的作用，在振动体处于尚稳定的阶段时，该扰动力的作用可以忽略不计；但当振动体远离平衡态而达到一个极限值时，此时一个微小的扰动力的作用也将产生巨大的效果，使得异常振动事件的发生提前或延后某一时刻发生。也就是说，尽管该振动体剩余能量累积的速率是固定不变的，但由于扰动力的作用，其异常振动事件发生的周期也就不可能是固定不变的了，而是一种准周期的行为。顺便指出，该扰动力对于异常振动事件的发生仅是一种“触发”作用。

策动力能否激发起振动系统产生出强烈的振动，策动力的大小固然重要，但策动力的周期与系统本身的固有振动周期（近似）相同与否尤为重要。因为只有共振响应的情况下，策动才能输送出最大的功率，因为策动力在一个周期内对振动体永远作正功^[3]。由于系统中的阻尼作用往往是随着振动振幅的增大而增加，因此在共振响应的情况下，将会出现下列三种情况。一是系统中的阻尼作用足够大，使得振动的振幅永远为一个有限的值，即使再受到其他扰动因子的作用，其振动状态仍保持不变，这是一种稳定的共振响应振动系统。如果系统中的阻尼作用不够大，经过若干周期之后，振动的振幅增至无限大，导致振动崩溃，这是一种非稳定的共振响应振动系统。此外，如果系统中的阻尼作用恰巧使得振动的振幅达到一个极限值后振幅不再增加，此时策动力所输入的周期平均功率恰为阻尼作用所消耗。但是，如果再受到某一微小的扰动力的作用，该振动就发生崩溃，因此，这样的振动系统只能称之为准稳定的共振响应振动系统。而且，在这种非稳定和准稳定的共振响应振动系统中，也将会发生如前所述的两种振动行为。

此外，如果系统中存在着非机械能（如热能）向机械能（动能和势能）的转化，那么，这种复杂的非封闭的振动系统，就更不可能是一种稳定的振动系统。

现实海洋中，理想的稳定的环流振动系统是不可能存在的。因为大洋中任何一个环流振动系统都不可能是一个完全封闭的机械振动系统，策动力也不是单一的，扰动因子又是多种多样的。因此，大洋环流的振动必将具有两种振动行为：一是与策动力周期相同的正常的振动行为，二是准周期的异常的振动行为。也就是说，尽管天文周期是海洋中大尺度运动的基本周期，但其异常海洋事件的发生却并没有固定不变的周期。

三、关于天文周期的应用

由以上分析可知，异常海洋事件的发生不可能具有固定不变的周期。尽管如此，本文认为运用天文周期对它们进行统计分析并进行预报，依然是一项很有意义的工作。一方面，对于黑潮大弯曲、厄尔尼诺等异常海洋事件发生的机制问题，目前仍然不够清楚。在这种情况下，这种统计分析工作是很必要的。另外，天文周期毕竟是海洋运动的基本周期，因

此, 某一海洋异常事件的发生与某种天文周期发生某种联系是完全可能的, 用某种天文周期对该海洋异常事件的发生进行预报, 也是应该予以肯定的。但是, 从已发表的有关论文报告可知, 有些问题尚需加以注意。

1. 当我们对某复杂的观测序列进行频谱分析时, 必将获得很多的周期分量, 需知, 此时这些周期仅是数学分析的结果, 是一些数学周期, 它们并不一定皆具有确定的物理意义。也就是说, 现实海洋中的物理周期可能与之完全两样。因此, 如果我们把这些数学上分析所得的周期不加分析地视之为物理周期, 并以此作为进行分析研究的依据, 就往往会陷入困惑的境地。此外, 由于任何一种海洋异常事件的发生, 其作用因子并非是单一的, 也就是说, 异常海洋事件发展过程中所含有的自变量并非一个, 且具有不同时间尺度的频率。因此, 不同的取样间隔就会产生不同的数学周期。即使某些观测序列并没有明显的变化周期, 但在数学上同样可以对之进行调和分析。很显然, 此时所获得的谱峰的物理意义的可靠性就更需特别予以判别, 因为即使其在数学上很显著的周期分量, 也不一定就有真实的物理意义。

2. 应充分认识到, 而且观测资料业已表明, 现实海洋中异常事件的发生并不具有一种固定不变的周期, 只能是一种准周期性的行为。因此, 在运用天文周期进行统计分析时, 不应苛求它们能与某种天文周期完全对应, 更不能企求仅以某种天文周期就能对之进行准确预报。实际上, 如果运用某种天文周期对某一受多种因素影响的海洋异常事件预报的准确率高于50%, 这样的预报结果就应予以肯定。

3. 黑潮大弯曲及厄尔尼诺等异常海洋事件的发生, 皆是大洋环流的振动发生异常(振动)行为的结果。由以上分析可知, 大洋环流振动异常行为发生的周期与其策动力的作用周期并不是一回事。因此, 在运用天文周期对这些异常事件进行统计分析时, 如果发现它们与某种天文周期相对应, 该天文因子也只能是一种扰动作用力, 不应视之为策动力。

4. 对于黑潮大弯曲、厄尔尼诺等海洋异常事件的发生、发展、消失的确切时间, 目前的监测手段尚不能予以确切回答。也就是说, 对于这些海洋异常事件到底在哪一天开始发生, 哪一天消失, 目前的监测手段还难以确定。因此, 在运用天文周期对之进行统计分析和预报, 是不可能给出一个确切的时间表的。

总之, 现实海洋中黑潮大弯曲及厄尔尼诺等这样一些异常海洋事件的发生, 是一种很复杂的自然现象, 它们不可能具有一种固定不变的周期, 只能是一种准周期性的行为。由于这些海洋异常事件的发生是大洋环流变异的结果, 而大洋环流的变异又与天体、大气, 以及地球自身的运动密切相关。而且, 它们彼此之间的相互联系性质又是非常复杂的, 有些联系是具有因果关系, 有些则只有现象之间的表面上的联系。因此, 在运用天文周期统计分析这些海洋异常事件的同时, 还应分析研究其物理机制。这样, 才能使这种统计分析和预报有坚实的物理基础, 寻找出较理想的天文周期作为其预报指标。

参 考 文 献

- (1) 天文气象文集编委会编, 1986, 天文气象学术讨论文集, 科学出版社.
- (2) 修日晨等, 1988, 关于引潮力在大气和地震活动中作用探讨, 黄渤海海洋, 3.
- (3) 修日晨, 1982, 海洋对引潮力反应的初步探讨, 海洋与潮沼, 13, 5, 395~405.

ON APPLICATION OF ASTRONOMICAL PERIODS TO FORECAST OF ANOMALOUS OCEANIC EVENTS

Xiu Richen

(First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao)

ABSTRACT

It is pointed out that oscillatory systems in ocean air are not real steady, although basic periods of the movements in ocean and air coincide with the astronomical periods. So the anomalous events occurring in ocean and air such as the El Niño and the large meander of Kuroshio do not have a fixed period, they occur just as quasi-period events. The matters needing attention in the forecast of anomalous oceanic events have been proposed in this study.