

回 答

谢 义 炳

(北京大学地球物理系)

<气象学报>编辑部又寄来评论文两篇, 促我尽快分别回答。兹简称“评”稳定的和不稳定的斜压行星波’的研究”文为“朱评二”, 谢文借“朱评二”中的代号 H_1 。本文可称为“谢答二”。

1. 批判继承和发展

批判一词原有积极的含义。自然科学就是在批判继承中发展起来的。

斜压不稳定理论的确有不少气象学家研究过, 并发表过不少论文, 但还是属于批判继承发展的范畴。 H_1 也是对传统的斜压不稳定理论提出一些批判继承发展的意见, 同时也提出了不同于传统的空间稳定和不稳定的观点。这是一种尝试, 也反映原作沿着批判继承发展道路前进的志向。中国人应当有这种志向。

传统的斜压不稳定理论的建立过程也是批判继承发展的过程, 已有些人对这种过程中的工作进行比较和小结。其基本结论已编入教科书(例如 Holton 1972, pp 186—192)。结论的核心是一个依赖于风速的垂直切变, 层结稳定度和波长的斜压不稳定判据, 并认为观测到的行星波是在大气中一般风速的垂直切变和层结稳定度情况下, 其波长具有最大不稳定性的行星波。这种小结结论并不与个别科学家在小结前的工作, 例如“朱评二”所选用的两篇采用固定边界的早期论文的处理方法和结论完全相同, 是很自然的。是否“朱评二”的作者认为西风带必须有两个固定边界?

2. 实践和理论

“朱评二”根据“观测事实”来否定 H_1 , 可是其列举的“观测事实”并不是观测事实。

对流层(斜压大气)西风带中并没有行星驻波也没有西退的行星波。四十年代末, Cressman 在罗斯贝的指导下, 以每日高空图对罗斯贝方程进行检验, 并没有发现西退的行星波。看来好象是西退的波, 实际是另一波的移来或发展。Cressman 为了调和矛盾, 称这种现象为不连续后退。近二十年卫星云图的广泛应用, 明确了西风带对流层中没有西退的行星波, 也没有行星驻波。至于阻塞形势、平均图、谐波分析则是另一回事。

根据现有的、相对少的观测事实, 平流层是有超长波式的驻波的。平流层的层结稳定度远大于对流层, $\lambda^2 > 0$ 。

尊重观测事实是实际工作者和理论工作者都应当具有的基本态度。

至于水汽潜热缩短波长的作用, 还不能简单地用观测事实来证实, 而是对观测事实的一种说明或理

* 本文于1985年1月5日收到。

论解释,即湿斜压不稳定理论。英国Hoskins 1981年(欧洲数值预报中心报告),美国Mak 1982年(美国大气科学)也得出了类似结论,方法各不相同。美国还用了“准地转湿斜压不稳定”理论的名称。比我国晚了三到四年。是否应当接受英国或美国的工作,并据此对中国的工作进行“评”议?

3. 流体力学和大气动力学的理论

流体力学和大气动力学的比较完整的闭合方程组是包罗很多内容的。要求这种方程组在各式各样的边值和初值条件下的合理的解,即统一场论,过去,现在和可望的将来是做不到的。流体力学和大气动力学根据具体实际问题,求解的目的和数学工具引进一些限制性假设,以阐明某些实际问题或学术问题。流体力学和大气动力学的理论是阐明某些具体问题的理论。每一假设的提出,都对方程组所讨论的范围加上一定的限制。这是流体力学和大气动力学的方法论。数值模拟仅求数值解,也不例外。

对于某一具体问题说,一些假设是必要的;但同样的假设对另一具体问题说,就不一定必要。举例说,由闭合方程组出发求罗斯贝波,需要引进的假设的数目,决定于闭合方程组的完整程度。罗斯贝最不愿意把闭合方程组写出来,然后引进许多假设再丢掉许多项。他直接由最简单的涡度方程出发,用了很少的假设就得出行星波方程,后来被称为罗斯贝方程。即使是最简单的涡度方程,其包含的内容也超出罗斯贝波。如果目的不在于求得罗斯贝波,就可以认为罗斯贝所引用的假设“不必要”。

H_1 引进 $a^2 > 0, b^2 > 0$ 假设的目的是为了研究上下层都有扰动的大气运动。

$U_1 > c, c > U_2$ 是符合观测到的基本事实的。

H_2 是以 $a^2 > 0, b^2 > 0, U_1 > c > U_2$ 等假设来限制方程组所包含的内容,并在这种限制下,研究行星波的存在范围的。在这种限制下,行星波存在的范围已够宽了,内容也够多的了。

4. 空间不稳定性

空间不稳定性观点是从其他科学引进来的。“时空同化”对数学家说不是问题,对气象学家说也不陌生。 H_1 以处理初值问题的方法处理边值问题,也是应用了时空同化的观点。

我们既然把振幅随时间快速增长的波看成是时间不稳定的波,也应当可以把振幅随一维空间 y 快速增长的波看成是空间不稳定的波。某时的高空图上看到的振幅随纬度不快速增长和快速增长的行星波,可以理解为空间稳定和空间不稳定的行星波。这些波和其随时间的变化,从稳定性的观点加以阐明,就是 H_2 的内容。

传统的斜压不稳定理论先设 c 为实数,在某种条件下, c 变为复数,从而得出时间不稳定判据。 H_1 文的空间不稳定判据 $a^2 b^2 - \lambda^4$ 是在 c 假设为实数时得出的,并没有涉及 c 为复数的问题。 H_2 文在后来求时间不稳定判据时,才用上了 c 为复数的条件。这和传统的斜压不稳定理论一样,并不存在同一时刻并存两个矛盾条件的问题。

a^2, b^2 在空间不稳定性讨论一节中,是没有确定值,而是待定值 c 的函数。只要满足 $a^2 > 0, b^2 > 0, U_1 > c > U_2$ 就成了。具体值下文再定。这在科学工作中是常见的,无可非议。

扰动不稳定后的处理方法是多种多样的。这些并不包括在不稳定性理论范围之内。

H_2 文并没有完全否定传统的斜压不稳定理论。 δ 的表达式依然存在,但物理含义变了,不再作为时间不稳定判据了。时间不稳定判据改为 $c = c_1$ 。 H_2 文称 c_1 为斜压空间时间双重临界稳定罗斯贝波相速,或简称斜压临界罗斯贝波相速。这是把 c_1 看作斜压大气行星波的特征相速,运用了似共振或共转的观点。这是对罗斯贝波的进一步肯定,是发展中的肯定。

空间、时间稳定和不确定是一种观点,是对大气运动的一种看法。接受不接受完全取决于自愿。数值预报和数值模拟就是希望把大气运动的时空变化一步一步计算出来,并不考虑时间或空间不稳定性

题。

5. 两个简单的数学问题

“朱评二”认为 $H_1(26)$ 是四阶方程, 定解有困难。不过 $H_2(26)$ 是双两阶方程, 其系数可以作为待定参数即常数看待, 因此并没有定解困难问题。

“朱评二”还认为应把 H_2 假设的 $A, B \sim e^{\gamma y}$ 改为 $A = A_1 e^{i\gamma y}, B = B_1 e^{i\gamma y}$ 。不过, 两者的 γ^2 差一个负号, 结果是一样的。这样的改正是完全不必要的。

至于复平面问题, 一位数学系毕业的研究生也曾提过, 认为可以从泛函分析作进一步研究, H_2 的作者欢迎这种积极性的建议, 并希望青年同志从不同的观点和方法对大气运动的基本问题进行探索。