

我 国 中 期 预 报 现 状

陈 汉 耀

近来学习了国内不少中期预报的文章，这里结合过去的中期预报发展情况，作个综合介绍并提出自己的一些看法。

5—10天（或3—15天）的中期预报，必须有中期预报理论为依据的工具和方法。但是，当前某些工具，从天气动力或理论上讲，只能反映中期天气过程的某些侧面，而且中期天气预报原理还不那么完整。因此我们不得不综合分析各个侧面，引用思维逻辑，作出判断。由此可见，从现有工具到中期数值预报模式在反映中期天气过程上，都具有一定局限性和困难，主要有以下几点理由：

1. 短期预报的发展固然给中期预报带来了条件，但又不宜把中期预报只看作为短期预报的延伸。因为中期天气过程又和长期天气过程有密切的联系。短期天气过程可以不得已作为绝热过程，而长期天气过程却是非绝热过程。因此作为中期天气过程如何处理绝热和非绝热过程之间的关系？

2. 实践表明，大气运动过程存在着不同尺度的运动，预报员必须考虑不同尺度间相互关系及其相互制约性。但是在大气运动中从湍流运动到行星尺度的运动，其物理性质又是那样的复杂。迫使人们处理实际问题时，总是试图着眼于较大尺度对较小尺度运动的制约，看成较小尺度运动过程总是以较大尺度运动为背景，要求预报对象的尺度和大气运动尺度相对应。若抓长波的演变，因本身时间尺度的局限，其时效不会超越5天，这就需要抓更大的波动，如超长波，因为它的时问尺度约10—12天。这样，抓长波和超长波的相互关系显得格外重

要。因此在当前，中期预报的关键显然是形势的调整问题。那么超长波又是怎样调整呢？

3. 既然中期过程和长期过程有密切关系，那么在现阶段使用的工具中如天气图（逐日、逐候），常常把长波或超长波的演变，尤其是长波调整过程视为中期天气过程，那么长期天气过程又用什么来刻画呢？显然用月平均天气图还不足以很好反映物理过程。那么用什么工具和方法来反映长期天气过程？

4. 大气环流的调整问题，包括高低空的相互关系，高低纬之间的相互作用，和上下游之间相互制约和相互关系。在这些方面，比较熟悉的是上下游之间相互制约性和对流层内上下层的关系都很重要。但是，例如平流层和对流层环流形势变化的相互作用，高纬的极涡（极高）和低纬的付高之间关系，以及南北各种物理量输送过程的物理机制，大多还不很清楚。

看来，只有在分析上，认识上得到改进以后，并对以上这些问题得到初步解决，才有可能提出一个比较满意的，物理基础较好5—10天的预报方法。

若干进展

一、50年代初期，中期预报业务主要采取划分自然天气周期和环流分型，虽然自然天气周期和环流型的概念不完全一致，但在同一周期和同一环流型内，基本天气过程和天气现象分布基本相似。自然天气周期和环流型的转换在预报上都同样困难。但是这两个概念在以后的中期预报业务发展中还可能有一定的作用。

1958年，中央气象台试验采用赫拉勃罗夫中期预报方法，这个方法较帕加瓦方法的优点是引入了长波和涡度平流的概念，“自然天气周期”落在一个长波控制的时段里。在预报上变为两个问题，一是在同一长波形势下，短波如何变化？另一个是自然天气周期如何转变？前者采用涡度外推；对后者并未提出有效解决办法。通过这次试验，认识到中期预报的关键在于抓好长波的调整。此后，科研单位对大气环流若干基本问题和北半球冬季阻塞形势进行系统的研究。广大台站广泛开展了中期预报改革。1964年中央气象台对每日500毫巴天气图进行了滤波试验，如对四个纬圈进行谐波分析和用空间平均找出超长波，以分析每次长波调整与超长波的关系。这些都为进一步发展中期预报起到了积极作用。

60年代初期，为建立新疆的中期预报业务，延长预报时效，抓住灾害性关键性天气，当时我们认为必须抓好三件事。（1）因新疆位于中高纬度，欧亚地区一次环流调整，直接影响新疆的天气常常只有48小时，甚至是24小时。因此要搞好中期预报，就必须对大型天气过程的演变和新疆具体天气作一系列的对比研究。例如北风带的建立及其地理位置，欧洲地区的阻塞高压的演变特征，中亚地区的长脊，两支锋区的反位相和迭加过程，中亚低涡和新疆脊的演变与寒潮、降温、大风、大雪和大降雨的关系等，把中期具体天气预报改换成上述系统的环流演变的预报问题。

（2）熟悉天气气候，掌握天气气候背景。分析了50年代气候资料以后，新疆有些地区有一年旱（单），

一年湿(双)的两年周期特点，同样相似的天气系统表现在不同的年份，天气现象绝然不同。(3)实践表明，不同时间尺度的过程其物理性质是不同的，因此，有必要建立中期预报特有的工具。根据莫宁对环流指数谱密度的振动分析，行星尺度的振动主要表现为两个，一是12天，另一是25天(见附图)。12天的可否看成是超长波，25天可否

了两个阶段。一是为验证群众经验，分析历史气象资料所反映的天气演变特点，判别预报因子的可靠程度，马尔柯夫链，平稳性随机过程等概率统计方法的应用。另一是以广大台站的预报经验为线索，结合天气气候认识，加以统计处理。例如引用了0、1型分析，多元判别分析，回归分析，时间序列等等。但是统计方法只是一个工具而已，

更重要的是在于对“天气”的物理规律认识。因此在今后的研究和实践要向动力—统计的途径发展。

3.“天气阶段”的应用。 1973年吉林省气象台发布了 “不定期的中期三性预报”即 发布日期不固定，看准了就发；

预报时效不固定，能报多长时间就报多久；狠抓“三性”天气，突出重点。这是对“天气阶段”的认识和应用。70年代以来，通过中期预报实践表明，大型环流的调整，是一个天气阶段转向为另一个天气阶段，而在每一阶段中环流的主要特征相对来说是稳定的。吉林、河南、新疆、湖北、陕西、上海等地气象台站都提出了类似的观点。吉林省伊通气象站认为转折性天气预报的

基础是天气发展变化的阶段性的存在，所谓转折性就是两个性质不同的天气阶段的更换。还有的认为在某一区域内，在一较长的时段里，天气变化相似，因此在同一阶段中，主导环流系统保持不变，冷暖空气活动相对稳定，天气及气象要素的演变具有相似规律。也有的根据单站气象要素演变特征，可划分为回暖和降温两个天气阶段，并与100毫巴的类型相对应，有明显的“天气阶段”……等等。有的以日平均气温和日平均气压的演变特点，找出转换指标。“天气阶段”概念的引用，为台站的中期预报模式指标法开阔了思路。但目前对天气阶段转换的指示性指标，还缺乏办法。

4.侧重抓大型天气过程的事实

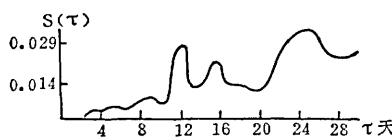
调查、分析和研究。实践表明，由于没有较好理论基础和行之有效的中期预报方法，有必要积累大量的天气事实，从中认识中期天气过程的本质。因此在这期间，对大型天气系统过程作了大量的研究。值得指出，不少研究已不限于对流层的系统而达到了平流层。例如对付高的研究，突出的成果是，盛夏南亚100毫巴的付高中心有东西向振荡过程，在振荡时，不仅100毫巴流型发生明显的调整，而且西太平洋付热带高压脊，在我国大陆上也有一次明显的进退过程。在冬半年，人们也越来越注意极涡和寒潮天气过程的关系，因而对100毫巴的极涡作了分析和普查，在此基础上进行分型，并且联系高纬度超长波系统进行分析。近10年来在我国出现的6次最强的寒潮过程，都发生在极地涡旋持续稳定在亚洲的情况下，而对应的环流形势是太平洋北部和大西洋北部高压脊在极地打通，即“桥式打通”，造成强大寒潮。这些研究表明，可以用平流层图，500毫巴谐波分析，时间(如三天)平均图，空间平均图来分析超长波。不少研究指出了中期预报问题应抓超长波的调整。

在研究大型天气过程及其环流调整时，已注意到三维结构和物理机制，在纬向环流转经向环流机制中，锋区上不稳定小槽的发展，角动量输送的周期变化和纬度角动量辐合的作用等，也考虑到平流层超长波的地理位置及其转换和500毫巴流型变化的关系。

由于开展了超长波的研究，促进了中期预报方法的试验，如北京大学寒潮中期预报指标，北大和中央气象台共同协作利用三天500毫巴平均图，探讨中期天气过程……等。

关于工具和方法

综合上述，当前气象台站的中期预报工具，大致有以下几种图表。



附 图

看成为一次指数循环呢？因此在建立中期预报工具中，首先建立西风指数演变曲线和锋区特征线演变图，常常称它为综合周期演变图。一次指数循环其时间长度和综合周期的时间长度基本相似，都在25天左右。其次建立100毫巴图和60°N、40°N纬图上500毫巴高度的谐波分析。其三分析北半球逐日500毫巴图，亚欧地面图，目的是抓长波的演变。其四建立必要的气象要素演变曲线。

二、60年代中期到70年代中期预报业务的发展，有四个明显特点。

1. 广大台站在学习群众的看天经验之后，通过物候观测，积累资料，找出指标，制作农业生产需要的关键性、灾害性中期天气预报。例如，有的地方通过多年观察，发现初春痴蛤蟆出穴后的活动与后期冷暖天气变化有一定的关系，对做好播种育秧期的中期预报有一定参考。有的根据“蝉儿叫与荷梅雨”的关系，进行了物候观测，利用多年观测资料，证明“荷未到蝉鸣叫，晒得犁头跳”，“蝉鸣雨去，雨在蝉不鸣”。

2. 广泛引入数理统计方法。数理统计在应用于中期预报业务经历

1. 西风指数演变曲线；
2. 根据不同地区对不同纬度的 500 毫巴高度进行波谱分析，并注意连续演变；
3. 逐日 100 毫巴北半球图；
4. 逐日或逐候 500 毫巴锋区代表线（特征线）演变图；
5. 北半球 500 毫巴候、旬、三天平均图；
6. 逐日北半球 500 毫巴或 300 毫巴图；
7. 逐日亚欧地面图或北半球地面图，
8. 本站、指标站或关键区的压温演变曲线；
9. 若干灾害性或关键性天气模式；
10. 某些相似卡片以及其他气候图表。

各个台站根据各自的经验，选取上述数种，但总的来说，要基本表达指数循环、超长波、长波和天气气候背景四个方面的工具。在方法上不外乎天气学、数理统计、模式指标和其他如韵律、阴阳历迭加、相关、相似等，然后综合分析，作出中期预报。

现举以新疆气象台当前的天气学的中期预报方法为例：

在 5—10 天的预报中，用天气学方法常常分成三步进行。第一步是分析大尺度环流形势和锋区（急流）演变特征，确定形势稳定或转换及其 10 天左右的演变趋势。若在经向型条件下，可用短期预报经常用的法则，分析超长波演变特点；根据转换统计关系，地理位置等找出维持或崩溃的判据；在纬向型条件下，找出有否转经向型的判据，并找出发生经向度最大可能的地理位置等。第二步预测长波达到日期，确定过程的长短。第三步根据已有经验确定天气现象的分布和强度。

第一步是基础。在考虑中期天气过程时，可把超长波分为两类。一类是定常波，在对流层内由于最初因斜压不稳定而产生的长波，在移近或发生在定常超长波位置上

时，可判断其强度变化和稳定持续时间。例如对流层的阻高，在定常波影响下，阻高稳定或发生替换而持续，呈现加强稳定少变的特点，当定常波衰减时，阻高表现为西退或连续西退，甚至有的和定常波一起调整；另一类是移动波（自由波），它常常和长波一致，有时可看成为罗斯贝波，这时则可根据锋区特征线的外型，或用槽线或脊线的连续演变，进行外推。有不少例子如定常超长波转变为移动超长波时发生的横槽的转向表明外推还是可用的办法，不然会被逐日流型变化所迷惑，造成预报动摇不定。

另外，在分析超长波时，可把超长波分解为若干个分波，根据各分波的地理位置、振幅大小及其周期变化，判断对大型扰动的增强或衰减的贡献。

在预报大气环流调整时，应考虑指数循环的特点；从低指数向高指数转换时，对中纬度地区来说，要紧紧扣住强西风可能到达的纬度，以北疆而言，当强西风位置到达 50°N 时（可配合西风廓线），无不出现强冷空气活动。这是由于经向转纬向时，锋区即急流位置，刚好在北疆上空。当由高指数转向低指数时，显然不能排除由短波造成的天气外，必须注意中纬地区流型的变化，造成暖湿空气北上，有时出现两支锋区的型式，因此情况还比较复杂，对中高纬度地区来说，这期间中期预报容易失误。

第二步和第三步的分析，关键是依赖于日常天气气候分析，既要考虑季节的异常，气候的振动，地形对天气分布的影响，还要考虑中小尺度系统依赖于大尺度系统变化和产生的可能。

讨论和展望

从上述中期预报实践表明，经历了从引用外国的方法到建立走自己的路子过程。其特点是：从本地区的中期预报实际服务需要出发，揭露和认识大气中期过程的天气事

实为主要依据，分析中期天气的物理过程，以达到制定出有物理依据的中期预报模式或指标。其思路或做法上应该是可行的。下一步的工作就必须建筑在上面现有成就的基础上。这样做前景是乐观的。在预报工具上，由原来的类似管窥的工具到比较全面的能反映大气事实的工具，在方法上不只是天气学的或简单的统计相关，而是有了天气动力、动力统计和可能出现仿生学的。这是令人对前景乐观的所在，因而成绩是主要的。但还须对以下两个问题作出正确的回答。

一、关于物理因子问题

根据不少文献指出，从能量学观点考虑，短期的可视为绝热过程，长期的便是非绝热过程，当时间尺度一长，达到 7 天时，就不能不考虑外界能量的输入和耗散。因此一般把“长”短天气过程划分以 7 天为界。则影响中期天气过程的物理因子就更为复杂。既受大气初始状态的影响，又受能源的影响，例如辐射加热，湍流加热和凝结加热在中期预报的工具上很少反映，虽然已经注意到地-气，海-气关系和其他一些问题，由于没有落实到天气图工具上，因此中期预报准确率不高。

2. 关于地形和地面摩擦效应问题 地面摩擦必然经常作用于大气，地形影响也是如此。但是在日常中期预报业务中如何去分析仍然存在问题，用什么方法事先就能分析出对有些扰动地面摩擦效应显著，对另一些扰动地面摩擦效应不显著，有些扰动受地形阻尼而减弱，有些扰动在高耸地形的背风坡造成气旋的再生？1978 年 6 月 8 日至 12 日，新疆出现了一次有记录以来的最大一次大面积降水（暴雨），乌鲁木齐降水 91 毫米，天池 229.0 毫米，对于这次降水预报，从形势调整的预报来讲，时效达 5 天，但对形势调整中的具体天气系统的演变，认识极差。归其原因与地面摩擦效应和地形作用不清楚有关。即当一个南北向跨度很大很深厚的槽（高层图

EL型电接风仪的小改进

有的指示灯泡因电压过高常常容易烧坏。我们在指示灯泡的公共线上串接一10欧姆的线绕电阻R₁₃，串接后灯泡亮度会有些减弱，但仍能满足要求，这样可以延长灯泡的使用寿命。接法见附图。

风向有时会出现电接不良现象，其表现为时而电接时而不电接。造成这种故障的原因是由于感应器的方位块与触头经常摩擦产生痕迹，而通过此处的电流又经常保持在100毫安以上，容易产生很小的电火花。时间长了后就会在此处形

为超长波槽)在越过高原(帕米尔)、盆地(塔里木)、山脉(东西向山脉)等错综复杂的地形时，北端东移北缩，南端在塔里木盆地西北部(即背风坡)形成涡旋(图略)。这个涡旋自成系统以后缓慢东北上，造成大面积降水。试问高原、山脉、盆地的空间尺度是固定的，为什么类似的大槽，有的在它的背风坡不能形成涡旋？即地形动力、热力效应有如此之大的差异呢？

二、关于不同尺度扰动的相互作用问题

实际大气波动是由波长极长的超长波到波长极短的声波、重力波迭加而成的合成波。长波已为人们所应用。但超长波是什么？由于工具不一致，在认识上是有差异的。例如有的是从对流层空间平均图出发，企图过滤长波，其结果歪曲了超长波；有的用一般的付里叶谐波分析，求出沿各纬圈等压面高度的波数分布情况，虽然方法较客观，但缺点仍有，实际上可能不是这样的，只有把前3个分波加起来才与实际的大型系统的扰动比较接近，同时也因1波波长在高纬和低纬同地球半径不同，振幅不同，难以相加，又显示不出两个锋区……等等原因，就束缚了它的应用，甚至被看成为抽象的。但若使用100毫巴时，

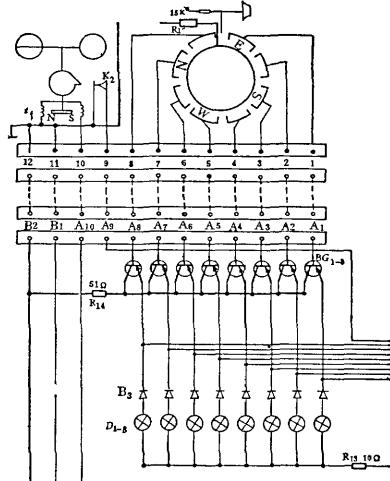
成黑色氧化物而接触不良，风向有时电接有时不电接，影响记录完整。过去我排除这一故障的办法是：①减小触点簧片的压力；②用细油石或细沙纸将方位块磨光磨平。但这样排除后仍不能长久保持。特别是当指示灯泡不用0.075安培而采用0.15安培的保持时间更短。

现在我们用8个3AX81B晶体管接在指示器的输入端，目的是减小感应器上的电流。偏流电阻就接在感应器内的公共线

并配合谐波分析，则会有直观感觉，更容易对超长波有所认识。

当前，我们对超长波的天气学事实已有了积累，例如超长波有定常波和移动波。对定常波讲具有摆动性质，槽脊分布的地理位置大致固定，由此推论超长波的起因由于地形和海陆冷热分布等外力作用引起的，即主要是地形和非绝热的作用形成的。但是最近有些研究指出不能忽视斜压不稳定的作用。总的来说，我们对超长波研究无论从热力学还是动力学来说都是很不够的，因此我们必须：(1)对超长波进行加热场的研究和动力学的研究，以了解它的生成、发展和消亡的过程。(2)了解超长波和长波之间的相互关系。因为它不是想象的长波和短波间那样关系和易于处理。(3)如果在中期预报业务中重视平流层的系统，那么必须研究对流层与平流层之间的相互作用。

目前从少数一些国外报导来看，中期数值预报虽然已发布了6—10天的预报，但总的来说数值预报往往在很大程度上仍是研究工作者的一种“诊断”工具，离开实际收效尚有很大距离。但是我们坚信一旦我国的中期数值预报投之于业务，将会成为一项重要方法，并且提高中期预报理论基础。



附图

上。这是一个三极管放大并联电路。 β 值可取得大一些(参阅附图)。电路这样改变后，将原来流经方位块上 ± 100 毫安的电流减小到1—2毫安，这就大大减小了电氧化程度，延长了检修周期。图中R₁₅是基极偏流电阻，R₁₄是集电极负载。注意不要使管子处于过饱和状态，以免烧坏。

(辽宁开原县气象站
武际光)

本期“想想看”答案

地道一般在地表下几米深处，在深秋地道内空气有较充分的水汽来源，温度比外面高，温度较高的湿空气沿上部流向外面，外面较冷的空气沿下部流向地道里面。又由于水泥拱表面辐射降温要比土壤厉害得多，这在凌晨更加明显，地道口处的水泥拱降温也就会更多些。因此，当水泥拱表面温度降到空气的露点温度以下时，就会有水汽凝结在上面；位于地道口处的水泥拱，由于表面温度远低于空气的露点温度，以致在上面凝结出的水珠比地道深处还要多。