

能量天气分析预报会议论文选编

河南省气象学会
河南省气象局科研所

一九八二年

能暑天气分析方法在我省的应用

符长锋

河南省气象学会和省气象局科研所于1981年11月，在郑州召开了我省首次能暑天气分析学术交流会议。会上对汛期开始暴雨、冰雹、飑线和寒潮大雪等的中、短期预报，对能暑锋、 Ω 能暑系统、高能管等能暑系统和多种能暑物理量进行了探讨。本文根据会上讨论的几个问题，就暑暑天气分析方法在我省的应用情况，作了粗略概括。

一、能暑天气分析方法的发展概况

能暑天气分析方法是中央气象局气象科学研究院雷雨顺等同志于1974年首先应用并推广的。在暴雨、冰雹等强对流天气中，已取得了不少可喜成果。由于这个方法物理意义明确，简便易行，前兆信息显著，有较好的效果，目前已在全国29个省、市、自治区铺开，成为我国广大气象台站较广泛采用的一种辅助预报方法。能暑天气分析方法一开始就和湿空气动力学联系起来，因为它充分考虑了水汽在天气变化中的作用，把水汽当作一个主动的、积极的因子。这一点相对于挪威学派的基本概念，可说是一次大的变革。挪威学派虽也考虑了水汽，但把水汽当作被动的、消极的因子，只承认天气系统对水汽的制约作用，没有认识到水汽对天气系统的反作用，即忽视了水汽在天气变化和天气系统演变中的能动性。所以挪威学派的天气学和动力学，实质上是干空气的。相应于湿空气的天气学和动力学，就有湿斜压、湿旋风、湿气旋动力学问题，就有湿急流、能暑

*本文是在我省能暑天气分析会议技术小结的基础上，加以删节、修改而成。

锋、高能管等一套天气学系统或称能层系统，从而就有总温度、稳定度等描述湿空气及其天气系统特性的一套基本物理量和判据。使天气预报获得了新的信息。

我省信阳气象台于1968年就曾把相当温度应用于单站曲线图上，并手绘制作了一张地面相当温度查标表。在单站曲线图上，相当温度和总静力温度升降趋势是一致的。1977年，信阳气象台开始建立寒潮单站能层模式，能层方法过去一直被用于预报绝对对流天气，对诸如寒潮这类稳定性天气是否有预告能力，当时还不知道。1977年起，南阳气象台开始了大规模的能层天气学方法预报试验，全区会战，跨区协作，形式多样，工作扎实，成效显著。接着，新乡、驻马店、省台等一些台站，相继行动起来，从广度和深度上都有较好的进展，使我省天气预报工作向前推进了一大步。

二、能层天气分析方法在省内的应用概况

雷雨顺同志在这次会议上提出，能层天气分析方法已提供了“两套半”比较成熟的东西。两套指的是四个基本物理量（干静力总温度、湿静力总温度、饱和总温度和饱和能差）和四个静力稳定度判据（干静力稳定度、条件稳定度、潜在稳定度和对流稳定度）。半套指的是已开始对能层锋、 β 能层系统、高能管等能层系统作了一定的工作，但作为方法还不够成熟。

1、关于能层物理量和判据

我省台站在上述基本的能层物理量和判据的基础上，又提出了其它一些如确定副高季节性北跳的 62°C 线的位置和 $21-40^{\circ}\text{N}$ 能层梯度，预报暴雨和强天气，南阳台使用的西部增能 and 南部增能，新乡台使用的差能平流，以及预报冬季大雪，采用的 $700\text{mb } 28^{\circ}\text{C}$ 线位置等。

能层天气分析方法十分注意大气层结不稳定，认为潜在不

稳定的产生和释放是暴雨、冰雹等强天气发生的关键。强天气多半是一种中尺度现象，用目前的一些大尺度的物理量计算方法，是算不出足够的上升运动的。应当重视不稳定层结可能导致的加速度。这种加速度把大尺度地形造成的初始上升速度增大几十倍甚至几百倍。

不稳定的产生和持续与上、下层的差动平流有关，把静力稳定性和平流、辐合等运动学参数结合起来研究是必要的。这方面，驻马店同志在分析一次冰雹过程中，作了不少工作。不过，目前强对流天气研究，多半还停留在解释现象产生的阶段，较完整可行的预报程序还没有形成，比暴雨预报要落后一些。为打开一条强对流天气短期和超短期预报之路，需要大家共同努力。

2. 关于能暑天气系统

这次会议上，代表们对能暑天气系统颇感兴趣，已揭露的能暑系统，不仅显示和阐明了一些中尺度、次天气尺度现象，而且对大尺度系统诸如副热带急流和副高等，也有描述和予告能力，因而大大扩大了我们的认识。

(1). 能暑锋

能暑锋是受到大家普遍重视的能暑系统，愈来愈多的事实表明它的重要性，这次所讨论的强烈天气，几乎都和能暑锋的能级、强度、坡度有关。从驻马店地区局的工作中，可以看到中尺度能暑锋对降雹的作用；从省科研所的工作中，可以看到副热带能暑锋能较好地表征梅雨锋的进退，为客观划分天气阶段提供了一条可取的途径；并且东亚副热带急流和500mb副热带能暑锋相联系，用副热带能暑锋能清楚地显示急流活动，而急流先于副高北跳的事实，给副高北跳、雨带季节性北移以很好的中期予告信息。

(2). 低空能量输送带

南阳气象台发现暴雨发生伴随着850—700mb上西方或南方的两条能量输送带。这两条带实际上和低空急流相联系，低空急流输送水汽也输送热能，二者反过来又影响急流强度。所以把低空急流和低空能量输送结合起来研究会是有意义的。增能路径不同对降水的影响不同，南阳台以两条增能带为基础建立模式预报的方法，在现时还是简易可行的途径之一。

(3). Ω 能量系统

气象科学研究院和外省的同志，对 Ω 能量系统研究很多，我省南阳、新乡等台都作了一定工作。 Ω 能量系统又叫 Ω 型锢囚高能舌，属于次天气尺度系统。一切强天气都直接或间接地和对流层低层大气中首先出现的 Ω 能量系统相联系。省台对我省重要的暴雨系统之一的气旋波作了一定工作，发现气旋波生成和 Ω 能量系统有密切关系，气旋波产生在 Ω 系统的南侧，位于新注且发展的高能舌的顶端，波动开始以中低压形式在能量锋上出现，形成气旋波后，沿能量锋移动。就连雹暴这种干风暴， Ω 能量系统也很明显。通常 Ω 能量系统愈显著，天气愈强烈。

(4). 高能管

这次会议上，很多台、站都谈到了高能管的作用。特别是湖北省科研所的同志给我们介绍了他们对高能管所作的工作，使我们受益不小。高能管指的就是在时间或空间的能量铅直剖面图上出现的上凸，下凹贯通整个对流层的连通管状的高能舌。它可能就是产生暴雨的“耗散结构”的一种表现。“耗散结构”把低层空气和水汽输送到高层，把热能转换为位能，再在高层输送到环境大气中去，于是能量场就呈现出上下连通的高能管。值得注意的是，强降水不是和高能管的中心相对应，而是和靠低能一侧管壁处的能量锋相一致，雨强和能量锋的坡度有关。

高能管的进一步揭露，将会导致我们对暴雨的认识和预报获得新的思路和方法。

(5). 干暖盖

前台和南前台都注意到暴雨前有先增湿后增湿的现象，暴雨前能暑场上出现的干暖盖，就是这种时空有序变化的结果，这对暴雨结构的了解和预报都是有益的，它大约有48小时左右的可预报性，是暴雨预报的一个很重要的前兆信息。

(6). 能暑激增

能暑激增实际就是稳态的破坏，出现了不平衡态，是空间能暑平衡汇集的结果，主要在低层表现明显，也是强天气发生的一个重要警告讯号。这一讯号在暴雨预报中受到普遍重视，在寒潮预报中，我省首先将其运用于单站分析中，为县站预报提供了可靠的前兆。

综上所述，我省使用能暑天气分析方法以来，成效是不小的，不过对能暑系统的研究，只是刚刚开始，和动力学以及其他方法的结合还不够紧密，能暑天气学方面的知识还不普及，基础还不扎实，总之，有许多工作等待我们去做。

3. 关于使用的主要工具

能暑天气分析方法是试验中的方法，虽然已被中央气象局列为今后五年内的推广项目，但至今尚无统一的图表和工具。从目前我省情况看，使用的图表和工具大致有以下七种：

(1). 单站地面能暑曲线图。图上点绘相当温度、气压和相对湿度（也可用饱和能差）等曲线。

(2). 单站能暑铅直廓线图。图上主要分析潜在不稳定、对流不稳定、水汽潜热、抬升凝结高度和能暑平衡高度等。

(3). 时间剖面图。主要分析等总温湿线和饱和能差（或相对湿度）线，以揭示高能管、能暑锋和干暖盖等系统。

(4). 空间剖面图。主要分析等总温度线和 24 小时变能线, 以揭示能场的空间分布。

(5). 等压面能场分布图。主要分析等总温度线, 一般分析 700 mb, 也有分析 850 mb 的, 有的图上还分析流线。

(6). 地面能场分布图。分析等总温度线, 流线或等压线等。

(7). 各地根据自己的不同情况、不同需要, 自行设计了一些图表和工具, 如稳定度指数分布图, 能场梯度曲线图等。我们希望通过一、两年的试验, 把公认有效的图表肯定下来。

三. 今后工作

1. 认清开展能场天气分析方法的意义, 搞好试验和推广。这次会议上, 赵文桐副教授从物理学的角度剖析了能场天气分析方法的意义和前景, 进一步坚定了我们工作的信心。他提出, 在能场天气分析方法的研究中引入布鲁塞尔学派关于耗散结构的理论的意见, 对我们很有启发。

能场天气分析是作为一种方法出现的, 但它实际上是一种研究思路和预报思路。这个思路, 从哲学角度来看, 应是对的, 是符合辩证法的。掌握这种思路, 就会使我们的工作少走弯路。按照自然辩证法的观点, 排斥和吸引是一切运动的基本形式。因此, 在气象上我们可以把总比能温度和大气压力之间的对立统一当作大气运动的最基本形式。恩格斯说: “一切主动的运动都必须归过来来自太阳的排斥的供给。”所以在吸引和排斥的矛盾运动中, 通常排斥是矛盾的主动方面, 吸引则是矛盾的被动方面。我们有些同志搞研究、作预报, 往往单纯地抓气压场或高度场, 或者过分地强调了气压场或高度场, 忽视了能场, 这是不合适的。气压场或高度场虽然是一个重要方面, 但它往

往不矛盾的主要方面。县站预报中的曲线图，压、温、湿三大要素，描述了排斥和吸引在单站的对立统一关系，单纯地抓气压是不对的，只抓能暑不管气压也是片面的。能暑场的重要性已被理论和实践所证实，我们应当有意识地在工作中采用这种思路。

也有同志认为，使用静力总温度 T_0 才是能暑分析方法，使用 θ_e 就不是。其实不然，两者都应属静力能暑分析方法范畴。雷雨顺等早已阐明， T_0 和 θ_e 具有大致相同的保守性，都能较好地描述气团特性，所不同的是，前者线性相加，意义明显，后者是超越函数，意义不那么直观。在使用中，两者各有利弊， T_0 便于手标，但多了一个参数 H （高度），在等压面上以表查标时，不如 θ_e 简便。在对流层下半部， θ_e 的 340°K 平均约和 T_0 的 62°C 相当。

2. 组织观测、预报联合试办，在短期和超短期预报服务上下功夫。各地实践证明，能暑分析方法在短期和超短期预报服务中是有效的，为提高短期预报质量，有条件的地区应把短期预报和卫星、雷达、高空等探测结合起来，以便深入地、具体地探讨预报对象形成、演变的物理过程，探讨各种条件所起的作用，使理论与实践紧密结合，互相促进。期望在不太长的时间内，形成一套卫星——雷达——能暑分析的短期或超短期预报方法。

3. 逐步提高能暑天气系统的结构和演变，以便建立一套结合能暑因子、方便使用的中长期预报方案。能暑因子不仅短期预报适用，中长期预报也是可用的。过去天气预报主要建立在气压系统发生、发展的基础上，而今能暑系统的出现，使我们对问题的认识更全面、更确切了。我们应当进一步揭示能暑天气系统的结构和演变，概括出几种强天气的天气概念模式。

根据不同的天气发展过程，找出相对有效的因子或判据，结合过去较成熟的经验，逐步建立基本的中长期预报程序或预报方案。

4. 充分利用以往成果，和其它预报方法有机结合。搞科学不能一阵风。我们现在提倡和推广能量分析方法，是为了给工作中提供一个思路，增添一种手段，决不意味着要摒弃以往的那些行之有效的办法。应当善于吸取各种方法的长处，使多种方法有机的结合。例如，有些地方搞天气阶段有一定成效，如能把能量因子用到划分阶段中去，鉴于能量的保守性，它会比单纯的温度或气压变率更好。因此能量分析方法和天气阶段预报方法是相辅相成的，并不矛盾。

副热带能暑锋与副热带高压的季节性北跳

河南省气象科学研究所 符长锋

提

要

本文阐明，当能暑锋在长江以南消失时，副热带高压初次季节性北跳，江淮梅雨季开始。当能暑锋在黄河以南消失时，副热带高压再次季节性北跳，盛夏季节来临，从而得出鉴别副热带高压季节性北跳的客观、定暑指标。

文中基于付热带急流先於付热带高压北跳的事实发现，和在东亚付热带急流相联系的500mb能暑 在 40°N 以南减弱，消失后约5—8天，付热带高压西部脊线将稳定北跳到 26°N 以北。由此出发，建立了予告付热带高压第二次季节性北跳、黄淮和华北一带入汛的中期方法。

一、引

言

自春入夏，随着夏季风北推，我国自南向北先后入汛。雨带位置和强弱与西太平洋付热带高压（以下简称付高）位置和强弱相联系。尤其每年6月中旬和7月中旬前后，付高两次季节性北跳，是江淮地区梅雨开始和结束，黄淮地区能否入汛的关键。但付高“季节性北跳”的形式比较复杂，以致梅雨起迄问题，我国至今还没有一个比较统一的判据。付高季节性北跳的预报，往々也是比较困难的。二者均是目前预报工作上的重点研究课题。

夏季付高西北侧，存在着一条湿斜压带，即付热带能暑锋区。季风或热带气团与极地气团相交绥，是这个锋区出现的客观基础，梅雨期间，梅雨锋就是付热带能暑锋的一种形式，由

于能暑锋基本上是位势不稳定和斜压不稳定的表征^[1]，它必然与一定区域里的环流调查和天气现象，存在着某种内在联系。本文试图通过付热带能暑锋的季节性活动，显示东亚地区环流的调查，从而给付高两次季节性北跳及其相伴隨的江淮梅雨季节起迄以客观的标准。在此基础上，进一步予告付高的季节性北跳。

为了上述目的，我们选取经线 120°E 附近18个站*，逐日计入夏期间1000、850、700、560 mb四层能暑力能暑及其平均值，以表征对流层下半部的能暑场特征，资料主要取自中央气象台出版的《历史天气图》，1964年以前记录不全，未能使用，故文中仅讨论1965—1979年共15年的情况。

二、付热带能暑锋与付高两次季节性北跳的确定

我国天气预报工作者多半利用560 mb付高脊线的位置阶跃作为划分梅雨起迄的标准。通常把2—25°N，作为期间付高脊线活动的平均区间，但也有把这个区间的上限定为 12°N 或 18°N 的，北界定为 26°N 、 27°N 或 30°N 的。不过单纯依付高脊线位置划分梅雨起迄，遇到一些难以解释的例外，很多年份，付高脊线一度出现入梅条件，如1971年6月1—11日和1972年6月22日—7月4日等，付高脊线位置在 20°N 附近，实际并无梅雨；1973年入梅时付高脊线位置却在 18°N 附近。1959年出梅后，付高脊线不北跳 26°N 。

*：18个站是西沙、东沙、厦门、福州、大陈、宁海、杭州、上海、南京、徐州、青岛、济南、大连、北京、沈阳、赤峰、通遼和海拉尔。

原书缺页

而有一些年份，出梅前几天，付高脊线偶有达到 $27-29^{\circ}\text{N}$ 的。出现这些困难的原因，也许是由于付高本身的强度变化较大，付高的各种特征以及付高的复杂结构，不可能由脊线位置这一种特征号全部概括出来。故脊线位置，尤其是不够稳定的脊线位置，不能充分反映付高的季节性北跳。下面将阐明，若采用付热带能号锋的活动位置，表征付高的季节性北跳，客观确定梅雨季节（以下简称梅季）起迄，不仅可以克服上述困难，且物理意义清晰，比较简便易行。

文献[2]指出，我国梅雨是在特定天气环流条件下，季风气团（即 $\theta_e > 340\text{ K}$ 的热带气团）向北推移过程中，梅雨锋在江淮地区停滞阶段的天气现象。其特征可以用 θ_e 来揭示。由于总静力比能温度（以下简称总温度） T_σ 和熵温度 θ_e 在绝热过程中都是守恒的，时空变化有较好的一致性，都能较好地描述气团属性，并且 T_σ 的物理意义比较直观，所以我们采用 T_σ 代替 θ_e 。经多次实验，结果得出，梅雨附近 θ_e 的 340 K 和 T_σ 的 62°C 相当。由 T_σ 得出的判据基本适用于 θ_e 。

季风或热带气团是高能气团，季风进退，付热带能号锋位置跳动，相应能号场突变，这必然与环流季节调查密切联系。以典型强梅年1962年为例，图1是6月17日—7月24日付热带地区沿经线 120°E 对流层下半部平均总温度 T_σ 场（指500、700、850、1000 mb 四层平均）和付高脊线的时间演变图。

能号锋北跳与付高北跳相一致，但较后者明显。能号锋的突变6月24日就开始了，6月28日完成的。6月24日以前，付热带能号锋区稳定维持于 $21-28^{\circ}\text{N}$ 之间，付高脊线活动于 18°N 以南，我国东部雨带停滞于南岭以南。6月24—27日，能号锋在 $28-31^{\circ}\text{N}$ 之间摆动，副高脊线则活动于 $18-20^{\circ}\text{N}$ 之间，雨带位于长江以南，南岭以北地区，长江中游沿岸受

江淮雨带影响，出现了暴雨。6月28日—7月19日，能号锋跃入 31°N — 36°N 之间，副高脊线跳到 20°N — 26°N 间稳定维持，这正是江淮梅季。7月20日能号锋又以北跃到 36°N 以北，副高脊线则北跳到 27°N 以北。付高北跳的同时，东亚付热带500 mb 环流形势调查。

相应100mb的形势变化(图略)也是很明显的。位于青藏高原上的南亚高压于6月28日偏离高原，影响 105°E 以东，又于7月21日在 110°E 附近建立中心，迫使100mb付热带流型发生季节性调查^[3]。江淮梅雨带7月19日迅速减弱趋消，黄淮和华北汛雨于20日突然发生，因此盛夏季节于7月30日开始。

上述例子不是特殊情况，每年大致都与此类似，事实表明，付热带能号锋的季节性活动与付高的季节性北跳、东亚大气环流调查是密切相关的，因而与梅季起迄有相当好的联系。

付热带能号锋区在 120°E 附近北跳到 31°N 和 36°N 以北，与付高两次季节性北跳及其伴随的梅季起迄的关系，并非偶然现象。此 31°N — 36°N 之间的区域和段月蕤等人^[4]指出的初夏时期我国东部多年平均旬降水易分布相对稳定的地区颇为一致，它应是梅雨期间夏季风能够相对频繁到达与极地气团交锋的地带。梅雨结束，夏季风将向这个区域以北挺进。因此我们在这个区域南北界附近，各选取三个指标站(即杭州、上海、南京和徐州、青岛、济南)，利用每三个站的总温度的平均值(分别记作 $T_{\sigma 31}$ 和 $T_{\sigma 36}$)的变化反映梅雨起迄能号场的突变，以西沙、东沙、厦门三站(纬度平均约为 21°N)的平均总温度(记作 $T_{\sigma 21}$)，反映入夏以后季风或热带气团常在区域的能号场特征。

图2和图3是1969年梅中和出梅时 120°E 能号场的剖面。随着季节推移，付热带能号锋平均强度略有减弱，而坡度变陡，

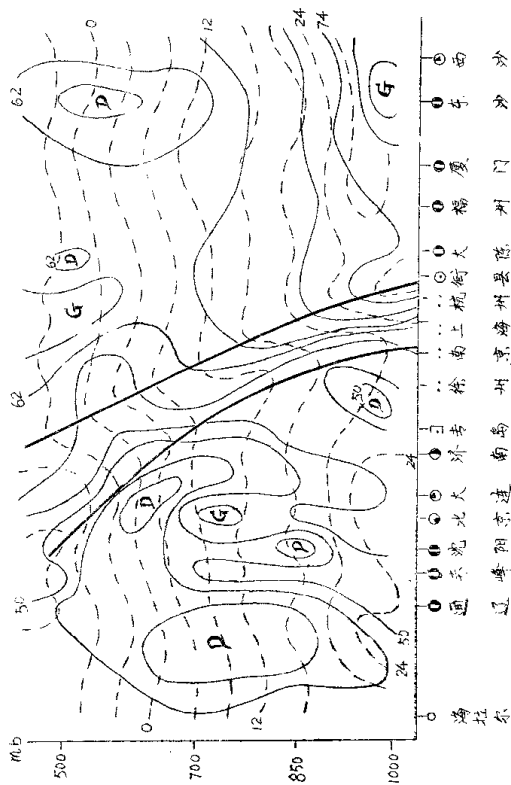


图2 年中经线 120°E 能易场的垂直剖面图(1969年7月4日)

图例: ——等能易线; ----等磁线; ——线区上、下界; D——低能中心; G——高能中心。

