

春季连续低温阴雨天气的 预 报 方 法

中国科学院大气物理研究所二室 著

科 学 出 版 社

春季连续低温阴雨天气的 预报方法

中国科学院大气物理研究所二室 著

科学出版社

1977

内 容 简 介

本书采用天气图分析、单站资料分析、波谱分析和天气动力学分析等方法,对长江中下游地区春季(3—4月)连续低温阴雨天气的发生、持续和消亡的过程,进行了系统的研究,并得到了一些规律性的结果。在理论上指出了这类天气是一种周期为10—15天的大气超长波活动的产物。在上述分析基础上,提出了对这类灾害性天气的长中短期预报方法。

本书可供气象台站预报人员、大专院校有关专业师生和科研工作者参考。

春季连续低温阴雨天气的 预报方法

中国科学院大气物理研究所二室 著

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1977年7月第一版 开本:787×1092 1/16
1977年7月第一次印刷 印张:6 1/4
印数:0001—10,300 字数:136,000

统一书号:13031·602

本社书号:879·13—15

定 价: 0.68 元

序 言

无产阶级文化大革命前夕,遵循伟大领袖毛主席关于知识分子必须与工农群众相结合的教导,为了将理论与实践密切结合,我所部分同志下楼出院,深入到长江中下游地区,向当地老农和基层台站预报员学习天气预报经验,开展了以春播夏收为中心的天气预报服务工作。以“春东南雨连连”,“南风不过三,过三必连阴”等老农看天经验为线索,制作了一些春播夏收的单站预报方法。通过文化大革命,对这项工作开展了更为广泛深入的研究,这些预报方法的预报准确率不断提高。在工作中,通过实践对这些方法不断检验和修正,另一方面,逐步开展了地面和高空单站资料与天气图相结合的预报方法。而后又逐步开展了数理统计预报方法。近年来采用各种手段,如天气图、波谱分析、时间序列分析及天气动力学分析等对这类天气发生规律进行了较为仔细的研究。

我国南方广大地区春季发生的连续低温阴雨天气是一种灾害性天气。由于在这种天气影响下,低温阴雨的范围大、持续时间长(一般持续一两个星期,甚至二十天),所以造成大范围烂秧。重新播种,不仅造成上百万斤稻谷的浪费,而且延误了春季播种季节,影响一年三熟的农时安排。同时这种天气对棉花、玉米的播种和管理也极为不利。在这类大范围阴雨低温天气中会出现局部的雷雨或暴雨,对航行影响较大,航行天气预报中应特别加以注意。同时这类天气在铁路运输、航海、贮藏仓库管理方面也有一定危害,因此解放以来对连阴雨天气研究和预报受到广泛重视,南方广大台站把这类天气定为一年中几个主要灾害性天气之一,进行会战。

过去关于连阴雨的研究主要着重于单站,也开展了一些环流形势方面工作。

在单站预报方面,许多气象台站都认为长南风、高温、高湿后冷空气入侵就会形成连阴雨,广西武鸣,湖北应城、监利以及贺兰对连阴雨的形形成条件进行了具体统计,得到大同小异的预报指标。武鸣气象站^[2]与胡伯威^[1]更进一步把多个气象要素联合分析得到了连阴雨发生的单站曲线模式。监利县^[3]还提出对比气温和气压时间变率的大小来预报连阴雨的思路。

关于连阴雨的环流形势的天气学研究方面,湖北应城气象站^[3]提出汉口与成都海平面气压差是预报连阴雨短期的良好指标,这种东部气压高于西部气压的形势(即“东高西低”)在长江流域许多地区都认为是连续阴雨的环流的良好标志。李兆祥^[4]对连阴雨环流形势作了研究,指出阻塞高压对于连阴雨环流稳定性有重要作用,并指出急流分支是这种环流的主要特点。其后范永祥^[5]也研究了南支急流上的流型与连阴雨关系。许粹秀^[4]更仔细地研究了这种南支波动的结构。曹修齐也作了类似的讨论。此外宜昌专区台^[6]指出

1) 胡伯威,一种常见的单站春季连阴雨模式,《气象通讯》,第三期。

2) 湖北省监利县气象服务站,“制作春季连阴雨预报的几个方法”,《气象通讯》,第二期。

3) 湖北省应城县气象站,“连阴雨中期预报探索”,《气象通讯》,第二期。

4) 李兆祥等,“春季南方连续低温阴雨的两个模式”,《气象通讯》,第三期。

5) 范永祥,“冬半年亚洲南支形势的一些特点”,《气象通讯》,第二期。

6) 湖北省宜昌专区气象台,“稳定层和阴雨天气”,《气象通讯》,第三期。

连阴雨与温度层结的稳定有关。同时许多台站都指出初雷与未来阴雨的关系。

上面这些工作对连阴雨的几个方面提供了不少有益的结果。但是还存在一些问题。单站统计方面缺乏与天气过程的联系,并且这些统计都是短期方面的,在中长期预报方面则统计较少。在天气学方面缺乏对连阴雨发生发展全过程的分析,对于这类天气形成和发生缺乏物理上动力学的说明。因此我们感到有必要从以下几个方面开展工作。

(1) 从大量资料出发,统计划分连阴雨类型气候特点和天气学模型。

(2) 深入剖析连阴雨的内在结构,研究连阴雨的细胞——天气过程。

(3) 从环流形势与单站要素分析连阴雨发生发展全过程。

(4) 分析连阴雨期间东亚三度空间物理量的演变过程,求出在演变过程中内在统一关系。

(5) 对单站资料进行分析,以便从事实上提供连阴雨发生的机制。

(6) 研究连阴雨发生的机制,以便更好地为天气预报寻找预报方法。

总之需要在以上天气、动力和单站资料分析基础上建立预报方法,特别是中期预报方法。

最近两年,在较为广泛资料的基础上,通过对单站地面资料和高空资料的分析,地面单站资料的波谱分析,历史天气图分析和动力学分析,我们清楚地认识到长江流域春季连阴雨形成是一种超长波在长江流域活动的结果。一般说春季长江流域超长波活动是相当频繁的,但是形成连阴雨的超长波具有一系列的结构上的特点:形成连阴雨的两种环流形势,欧洲阻塞高压型和北方大低涡型(亦即阻高偏西型),东亚急流分支都比较清楚,两支急流南北相距不过 3000 公里左右,南支急流绕道青藏高原南麓,在 500 毫巴以上在孟加拉湾形成宽广的低槽,槽前上升气流一直伸延到长江下游地区,这样东西方向的波长达 8000—10000 公里,因此这种超长波南北方向的尺度比东西方向的尺度小得多,这是形成连阴雨的超长波的重要特点之一。在这种超长波大型环流背景之上,由青藏高原或者巴尔喀什湖地区发源的南支低槽得以发展并能东传到达长江中下游地区,由于这些槽强度不大,波长短,彼此相距又很近,因此在连阴雨时期能观测到一次又一次的降水过程,两次过程之间可以有短暂的雨停甚至短时间的晴好天气。因此天气过程是连阴雨长过程的细胞。

这种超长波在垂直结构上也有其明显的特点:在对流层低层尤其靠近地面层中系统垂直向西倾斜比较明显,高空风南北分量的分界线和零值温度距平线都是如此,因此在连阴雨地区高空盛行西南风;在 850—500 毫巴低空中出现暖湿中心而在地面则盛行东北风、低温和高压。这样,在超长波槽前连阴雨区域中的探空曲线在 850—700 毫巴层中可以发现逆温或稳定层结的存在。

这种超长波在长江流域的出现是相当有规律的,当北半球大气环流发生一次由纬向环流型向径向环流转变后,两种连阴雨环流形势有两种不同形成过程,一般阻塞型是槽脊向东移行,最后调整到连阴雨的阻塞环流,而另一类则是通过低涡西退来调整到低涡型连阴雨环流形势的。这种调整过程一般可长达两星期之久。在这种调整过程中东亚大槽同时得到强烈发展,槽后冷空气沿两湖盆地南下出东海变性,形成“东高西低”的地面连阴雨形势。这一形成过程在地面和高空单站资料表现得相当清楚,当东亚大槽后部冷空气南下时,长江中下游一般均出现明显的持续北风降温和升压,当高压出海后接着便出现南

风、升温、升湿、降压过程,接着马上出现连阴雨,判断这种冷暖空气活动是否是形成连阴雨的超长波,除了对这种标志冷暖空气的气象要素如风、气压在时间序列上要有一定的强度和持续时间外,还要求温压场相互有一定的特殊配置(见第六章,单站预报方法)。同时超长波的随高度倾斜结构表现在高空单站资料时间剖面图上是高空落后于地面,当地面是冷空气入侵时空是暖空气控制,随着时间推移,便出现相反情况,即高空为冷空气地面为暖空气控制,当地面再一次为较弱冷空气时,高空便为暖湿空气控制,盛行偏南气流,连阴雨便开始了,因此研究地面和高空这种冷暖空气的强度和持续时间,不仅可以预报连阴雨的出现,还可以估计连阴雨持续时间。波谱分析指出这种形成连阴雨的超长波周期一般为12—16天。

理论的探讨指出这种超长波与伯格(Burger)所指出的超长波不同,由于它的南北方向尺度比东西方向尺度小一个量,因此在动力特性上具有显著特点,它比较接近长波特性,西退缓慢,因而能稳定在一个地区徘徊,形成连阴雨天气。理论的分析说明具有这种特殊空间结构的超长波是一种发展的不稳定超长波。理论计算得出的空间结构和地面单站曲线的演变与实况相当一致。对风场、气温、气压场之间种种配置,作了计算,这些结果对于进一步作好连阴雨中期预报是有一定启发意义的。

但是作为长江流域连阴雨形成,还必须说明超长波何以有时在长江流域徘徊,或者何以孟加拉湾低槽稳定少变。我们只从天气形势说明了青藏高原的控制作用,没有从理论上加以说明。此外形成连阴雨的天气过程的南支小槽在超长波背景上得以形成发展和东传,显然是超长波和小扰动相互作用的结果,对此我们没有来得及研究。

以上工作只是初步的结果,特别是有些看法更是属于探讨性,不恰当之处,希望读者批评指出。

参加本书总结工作的有李麦村、潘菊芳、田生春、李维亮、陈于湘等同志,全书由李麦村同志执笔。

目 录

第一章 连阴雨的气候状况和环流特征	(1)
一、引言	(1)
二、连阴雨发生的气候状况和连阴雨的特点	(2)
三、连阴雨的大型环流形势	(3)
四、连阴雨形势的三度空间结构	(4)
五、关于南支急流	(4)
六、连阴雨结束的环流形势	(5)
第二章 连阴雨中的天气过程	(7)
一、一次连阴雨是由两个或两个以上的天气过程所组成	(7)
二、天气过程的统计特征	(7)
三、连阴雨天气过程的结构	(8)
四、关于冷空气活动问题	(10)
五、天气过程的个例分析	(11)
第三章 连阴雨环流形势的形成	(14)
一、连阴雨天气的形成和结束是大气环流剧烈转变的结果	(14)
二、欧亚阻塞型连阴雨天气形势的形成过程	(15)
三、北方大低涡型连阴雨天气形势的形成	(17)
四、连阴雨天气形势形成过程中某些单站高空资料的演变特征	(19)
五、连阴雨形成的三度空间物理量分析	(21)
第四章 春季连阴雨时期气象要素的波谱分析	(37)
一、引言	(37)
二、资料选取和处理	(37)
三、几点主要结果	(38)
四、讨论	(51)
第五章 连阴雨发生的机制	(53)
一、连阴雨天气是超长波的产物	(53)
二、青藏高原对于连阴雨环流形势的影响	(54)
三、瞬变 (transient) 超长波	(54)
四、瞬变超长波的尺度分析	(55)
五、环流的水平和垂直结构对超长波移动的控制作用	(57)
六、连阴雨超长波的斜压结构	(58)
七、地面气象要素的演变	(61)
八、结束语	(64)
第六章 连阴雨的预报方法	(65)
一、统计预报	(65)
二、单站指标预报方法	(74)
三、连阴雨的天气图和单站资料相结合的预报方法	(77)

四、一个预报实例	(78)
附录一 上海历年连阴雨一览表	(81)
附录二 谱分解原理及计算方案	(83)
附录三 自然正交函数原理和计算方法	(88)

第一章 连阴雨的气候状况和环流特征

一、引言

春季(3, 4月)连续低温阴雨, 会形成早稻烂秧, 影响棉花和玉米出苗。因此春播期连阴雨预报是气象台站天气预报中, 特别是中期预报中的重要课题。自1966年以来, 我们遵照毛主席光辉的“五·七”指示, 深入到长江中下游地区拜老农为师, 收集了一些群众预报连阴雨的经验, 结合上海单站历史资料和历史天气图进行了研究。几年来, 通过在上海嘉定县气象站的实践, 几经修改, 对连阴雨预报, 有了一些初步结果。

连阴雨的主要特点是降水的持续性。我们曾经作过说明^[1], 这种现象是春夏过渡季节被激化了的冷暖空气矛盾双方势均力敌、矛盾的运动处于僵持阶段、使它们的交界面(锋面)停滞或徘徊于长江中下游的结果。显然, 从准静止锋的特点来看, 冷暖空气的矛盾是形成连阴雨的主要矛盾, 但是“无论什么矛盾, 矛盾的诸方面, 其发展是不平衡的。”从预报的角度来看, 由于这一对矛盾双方的斗争, 如何发展形成连阴雨却是一个关键问题。几年来, 我们在学习群众看天经验的实践中, 对这个问题有了初步认识。群众谚语中有:

春东南, 雨涟涟。

南风不过三, 过三有几天。(阴雨)

一日南风三日曝, 三日南风狗进灶。

这些谚语总的含意是指春天南风过后往往伴有阴雨, 三天以上南风之后, 必有持续的低温连阴雨来临。这与广大气象站预报员的“南风”、“高温”、“高湿”是连阴雨天气的短期征兆的经验是完全一致的。这就是说春季暖空气盛行时期的持续南风为连阴雨准备了充分的水分条件, 当南风超过三天之后, 必有冷空气侵袭形成连阴雨。这些群众经验生动地描述了冷暖空气矛盾形成连阴雨过程。

为了加深对这些群众经验的理解, 为了作中期预报, 我们对这些群众经验进行了“去粗取精、去伪存真、由此及彼、由表及里”的工作。事实上我们在作连阴雨中期预报过程中感到在连阴雨开始前十天左右东亚环流形势有一次明显经向发展, 在沿海形成一个很深大槽, 槽后地面强冷高压以偏西路径经两湖盆地由华东入海, 根据多年单站资料我们发觉这次冷空气是形成连阴雨的必要条件, 对于连阴雨中期预报具有十分重要的意义。因为处在这个入海高压西南部的长江中下游往往盛行偏东南风, 出现“高温”“高湿”。这就是说对一个单站来说, 由高压前冷空气转变成高压后暖空气控制。群众经验中所强调的“长南风”、“闷热”实际上是这次冷高压出海的结果。同时由于高压入海加强了副热带高压, 形成东亚“东高西低”的天气形势, 给连阴雨形成准备了良好条件, 当再一次冷空气南下, 便在准静止锋上形成连阴雨。这就是连阴雨形成全过程。

“如果人们不去注意事物发展过程中的阶段性, 人们就不能适当地处理事物的矛盾。”对天气预报来说也就不能报准连阴雨。由于主要矛盾方面不断转化, 冷暖空气这对矛盾在连阴雨形成全过程中对一个单站来说, 可以划分为四个阶段。

(1) 预兆阶段：即前期冷空气阶段。北方冷空气南下侵入我国中部，经华东入海，造成长江流域持续北风、降温、升压。它一般发生在连阴雨前十天左右。

(2) 酝酿阶段：即暖空气北上阶段。冷空气出海之后，长江流域持续偏南风，空气暖而潮湿。这就是群众经验中所强调的暖空气阶段。

(3) 形成阶段：即第二次冷空气南下阶段。第二次冷空气比第一次路径偏东，这时冷空气与南方暖空气对峙于长江流域，形成持续阴雨。

(4) 结束阶段：当北方再一次有较强冷空气南下，持续多日阴雨便告结束。

由此可见，贯穿连阴雨形成全过程的是冷暖空气团矛盾斗争的过程，而在不同阶段矛盾的主要方面不同。中期预报应抓第一阶段矛盾的主要方面，即前期冷空气。而短期预报则应全力抓北上暖空气。

当然并非所有冷暖空气都能形成连阴雨。因为“矛盾着的对立的双方互相斗争的结果，无不在一定条件下互相转化。在这里，条件是重要的。没有一定的条件，斗争着的双方都不会转化。”冷暖空气矛盾向连阴雨转化的条件就是连阴雨预报的指标。

二、连阴雨发生的气候状况和连阴雨的特点

伟大领袖毛主席教导我们：“你对于那个问题不能解决么？那末，你就去调查那个问题的现状和它的历史吧！你完完全全调查明白了，你对那个问题就有解决的办法了。”了解连阴雨的历史状况，对于连阴雨预报有很大好处。

我们根据上海资料凡符合下面情况的算一次连阴雨：每日雨量大于0.1毫米，或雨量 ≤ 0.1 毫米，且日照 < 5 小时称为一个雨日。

总雨日五天以上，其中至少有三个连续雨日，中间不允许连续两个无雨日；同时要求无雨日前后一天日照至少5小时，算作一次连阴雨。据1926—1969年共44年每年3月1日到4月30日符合上述连阴雨定义的共76次（具体日期见附录一）。连阴雨的气候特征如表1.1—1.3所示。

表 1.1 连 阴 雨 发 生 次 数

一年中3, 4月连阴雨次数	0	1	2	3	4	5	计
年 数	8	9	17	8	1	1	44

表 1.2 连 阴 雨 的 长 度 分 布

连阴雨的长度(天数)	5, 6, 7	8, 9, 10	11, 12, 13	15, 16, 17, 18	计
个例数目	14, 16, 18	2, 4, 4	7, 2, 2	3, 1, 2, 1	76
计	48	10	11	7	76

表 1.3 每 次 连 阴 雨 总 雨 量 分 布

总雨量(毫米)	20 以下	20—30	30—50	50—100	100 以上	小 计
个例数目	10	12	28	24	2	76

由表 1 看出连阴雨一年中最多出现 5 次,最少 0 次,一年出现两次概率最大,占 $17/44 = 39\%$ 。出现 1 至 3 次概率为 77%。

连阴雨最长为 18 天,而以 5—7 天概率最大,占 $48/76 = 63\%$ 。

连阴雨总雨量在 100 毫米以上甚少,20 毫米以下也不多,而以 30—100 毫米最多,占 $52/76 = 69\%$ 。

所以说连阴雨不是一般降水,而是有 5—7 天或以上持续性的降水,同时细雨霏霏,雨量不大,此外从天气图上可以看到一次连阴雨的范围很广,往往雨区达上百万平方公里。由此可见,降水时间长、雨量少和范围广是连阴雨的三个基本特点。

三、连阴雨的大型环流形势

长江中下游连阴雨一般是大范围的,往往出现从汉口到上海的整个长江中下游上百万平方公里的一片雨区。显然这种天气发生是大型天气过程和大型环流形势所支配的。

连阴雨主要特点是降水持续性,这种降水往往是南支急流上的小槽一个接一个地频繁东传,所以连阴雨整个过程中一次次的降水过程是由这样小槽形成的,这些小槽接连出现并产生降水,说明存在一种稳定的环流背景,这种环流的尺度和生命史比小槽的要大。连阴雨的形成是这种大型环流所支配的,而小槽则是在这种大型环流背景上的派生现象,所以连阴雨的预报必须着眼于这种大型环流形势。

我们分析了 1956—1971 年连阴雨的各种环流形势,归纳起来主要有两种形势:

(1) 欧亚阻高型

这类连阴雨形势主要之点是在乌拉尔附近存在着阻塞高压,鄂霍次克海阻高可以不存在,在欧亚基本上为平直西风环流。急流分成两支,北支绕道青藏高原北边,经中亚到西伯利亚形成一个宽槽,宽槽后的浅脊向华北和长江中下游输送冷空气。南支在里海形成切断低涡,低涡南边的南支绕道青藏高原之南,在孟加拉湾形成低槽,槽前西南气流一直伸延到长江中下游,向这里输送暖湿空气。由于南支急流上的孟加拉湾低槽位相比北支槽落后,有时甚至反相(即所谓“橄榄形”),所以南北支在长江下游以东汇合,所以南北两支急流所输送的冷暖空气交汇在长江中下游,在 700 毫巴上形成切变线。在地面则形成准静止锋(图 1.1)。

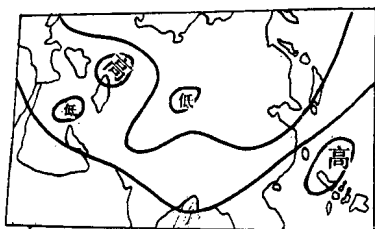


图 1.1 阻塞型连阴雨 500 毫巴形势图



图 1.2 大低涡型连阴雨 500 毫巴形势图

(2) 欧亚平直西风型(亦称北方大低涡型)

这类形势主要特点是在中高纬欧亚为一个大型低涡所控制,这是极涡偏心于欧亚大陆的结果,在北欧冰岛或大西洋有时有阻塞高压存在。因此亚洲大陆上为平直西风环流。这支平直西风环流在青藏高原上有分支,北支在我国新疆到蒙古形成一个浅脊,南支在孟

加拉湾形成低槽。南北两支急流在长江下游以东地区汇合，准静止锋在长江流域到南岭之间摆动，其他情况与阻塞型一致(图 1.2)。

以上两种形势的共同特点是南支急流与北支急流上的槽脊在亚洲位相不同，甚至反相，这样南支向长江中下游输送的暖湿空气与北支输送的冷空气在长江中下游得以交汇，



图 1.3 连阴雨开始时的地面图

形成切变线和准静止锋，从而形成阴雨。其次是有稳定的环流形势如阻塞高压、切断低压、大型低涡。这样使平直西风分支和副热带高压得以稳定在 $18^{\circ}-20^{\circ}\text{N}$ 。这是降水持续性的基础。

以上两类环流有着基本上相似的地面形势，图 1.3 是连阴雨开始时的地面图。主要之点是地面冷高压以比较偏东路径从华北入海，而在蒙古一带有强的高压源地，使冷空气源源不断补充南下，在川陕气压较低有低槽东伸，副热带高压西伸加强，这样在东亚形成东部气压高于西部的“东高西低”形势。

四、连阴雨形势的三度空间结构

研究连阴雨天气形势的三度空间结构对了解连阴雨发生有一定作用。

图 1.4 是沿连阴雨区南北剖面图。在长江流域连阴雨时期存在南北两支急流，而且南支比北支强，但南支锋区坡度平缓，锋区之下是冷空气垫，其上为暖湿空气，因而连阴雨天气中层结是准水平稳定的。

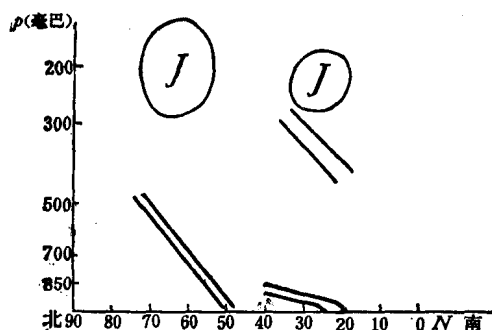


图 1.4 长江中下游连阴雨时期南北剖面示意图

图中双曲线表示锋区位置，J 表示急流位置

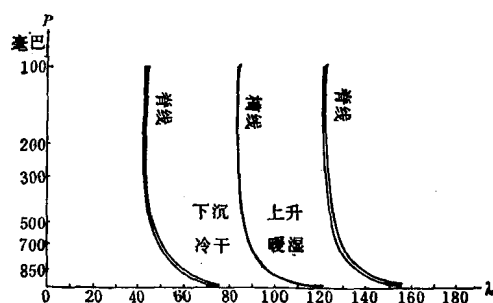


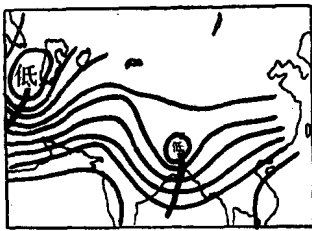
图 1.5 长江中下游连阴雨时期沿 30°N 东西剖面示意图

图 1.5 是沿纬向垂直剖面图，主要特征是槽线随高度向西倾斜，槽前是暖湿上升气流，槽后是冷湿的空气，连阴雨发生在地面冷空气垫上槽前偏南风气流中。

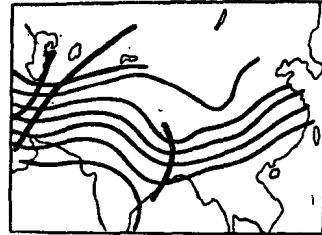
五、关于南支急流

南支急流的特点主要是在孟加拉湾形成低槽，但由于低槽深浅不同，可以分为 A 型和 B 型两种(见图 1.6)，图 1.6 a 为 A 型，图 1.6 b 为 B 型，可见 A 型槽深些，B 型平直些。根据 1956—1963 年三、四月资料统计，两型出现频率见表 4：

由表 4 可见 B 型占了绝对优势, A 型也很稳定, 占了 9%, 两型占总日数 61%。所以 A, B 二型都很稳定, 特别是 B 型更稳定, 它是形成连阴雨的主要形势。当然并非所有 B 型都能形成连阴雨, 还要有北支急流配合。与北支急流的关系, 见表 5。



a A 型



b B 型

图 1.6 500 毫巴南支波动图

表 1.4 各类南支低槽的频率

低槽类型	日数	百分比 (%)
A	49	9
B	247	52
其他	197	39
总计	493	100

表 1.5

	A (%)	B (%)
北支纬向型 ¹⁾	76	62
北支经向型	24	38

1) 北支经向纬向定义是根据中央气象局气象台环流分型的规定, A, B, C 为纬向型, D, F, G 为经向型。

可见二者对应北支急流的纬向型较多, 这从另一个角度说明了连阴雨的形势, 因为我们知道在连阴雨环流形势中, 北支是呈纬向环流特点的。

另外我们知道在连阴雨中南北两支急流上的槽脊分布位相是反相的, 一般相差 90° — 180° , 亦即与孟加拉湾槽对应的是北支浅脊。由于南北两支急流上槽脊分布的这些特点构成了南北两支急流及其相伴冷暖空气的复杂的相互作用, 形成了形式多样的连阴雨中天气过程。

在本章第三节所说的两类连阴雨环流形势中, 南支急流是 A 型, 或 B 型, 这两种急流型都可以出现连阴雨, 两者并不一一对应。

六、连阴雨结束的环流形势

前面已指出连阴雨开始和持续的环流特征是呈纬向气流, 并且有阻塞高压, 切断低压, 或北方大低涡等稳定系统存在, 因而两支急流并存, 冷暖空气得以源源不断地输送, 而交汇于长江中下游地区。与这种环流形势相反, 连阴雨结束是这种稳定形势破坏, 阻塞高压等稳定系统和急流分支消失, 环流经向发展, 南北急流重叠出现大槽大脊, 最重要是里海脊发展并东移, 欧洲槽和东亚大槽经向发展, 在东亚大槽后面的脊东移出来, 地面南疆盆地出现很强冷高压和强正变压中心向东南方向移动, 预示这个冷高压将以西方路经南下, 经两湖、安徽达长江下游, 出东海, 有时造成强烈降温或霜冻。图 1.7 是连阴雨结束时 500 毫巴形势。图 1.8 是相应的地面图。500 毫巴图上大槽大脊经向特点是很清楚的。在



图 1.7 连阴雨结束时 500 毫巴形势图

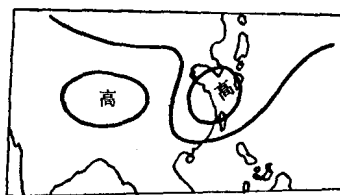


图 1.8 连阴雨结束时地面气压形势图

地面图上,强冷空气已达华东,而在新疆则又有强冷空气堆积。预示着长江流域将有持续的晴好天气。

第二章 连阴雨中的天气过程

前一章我们介绍了连阴雨的环流形势，这一章将进一步讨论在连阴雨大型环流背景下的天气过程。

一、一次连阴雨是由两个或两个以上的天气过程所组成

一次连阴雨天气，特别是长连阴雨，是由几次天气过程所组成。在高空天气图上表现为南支急流中的小波动，一个接一个地频繁东传。这些小波动的脊将北支锋区中的冷空气一股股地引导南下，与南支上暖湿空气形成准静止锋，从而形成长江流域一次次频繁的降水过程，即所谓连阴雨天气。在连阴雨中只要环流背景不发生转变，这种天气过程中总是稳定地出现。当小槽经过时，形成一次降水，当小脊经过时，阵雨暂停，甚至出现短暂的晴天。所以在连阴雨的长过程中，日照、降水、风和地面温度都出现短时期的变化。

图 2.1 是一次连阴雨过程，这次连阴雨全长 7 天，其中有三次小槽经过上海。地面上温度、降水、风和日照都相应出现变化。

由此可见，天气过程是组成连阴雨的细胞，是连阴雨的有机组成部分。了解这点，我们可以把连阴雨的预报划成几个过程来预报，这对连阴雨天气图预报和统计预报的作法，都是有益的。在预报一章中，我们将较为仔细讨论这点

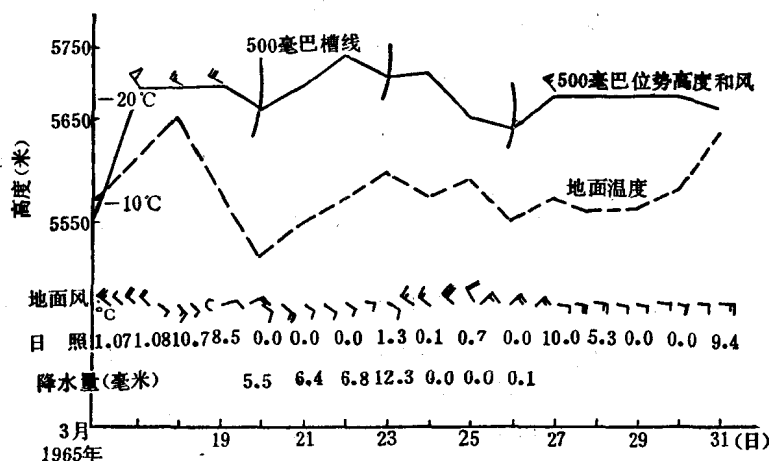


图 2.1 连阴雨中的天气过程

二、天气过程的统计特征

在连阴雨时期，天气过程有一系列的统计特点。首先，三、四月的连阴雨的天气过程次数频率分布见图 2.2，从图看出连阴雨中以 3 次天气过程频数最大，为 53%，而 2 和 4 次

的其次,各占 15%, 5 次过程也不少, 占 12%。最多的可以有 9 次过程组成。所以在长江中下游, 连阴雨一般是由 2—4 次天气过程所组成, 占 83%。这个数目与第一章连阴雨平均的长度 5—7 天是相当的, 因为每次过程周期大约为 2 天时间。

其次, 这类过程一般可以追迹到里海南部, 开始往往有小槽出现, 并有负变温负变高中心相配合, 到达青藏高原, 由于高原动力作用, 小槽减弱, 难以分辨, 但仍伴有负变高和负变湿, 一过高原, 到达我国西南地区, 小槽又清楚了, 并伴有降水。所以必须判断里海低槽的移出。

根据从 1954—1963 年资料统计得出¹⁾: 凡 500 毫巴图上 A 区(见图 2.3)出现小槽, 并且在槽前(以 38 区, 687 站为代表)有 >170 位势米的负变高中心和 $>3^{\circ}\text{C}$ 负变温中心相配合, 这些槽一般东移出长江流域。这样的槽(见表 2.1)共 138 次, 东移 131 次, 占 95%, 东移并在长江中下游发生降水的有 124 次, 占 91%。由此可见绝大部分这样的槽, 都会东移, 影响长江中下游地区。

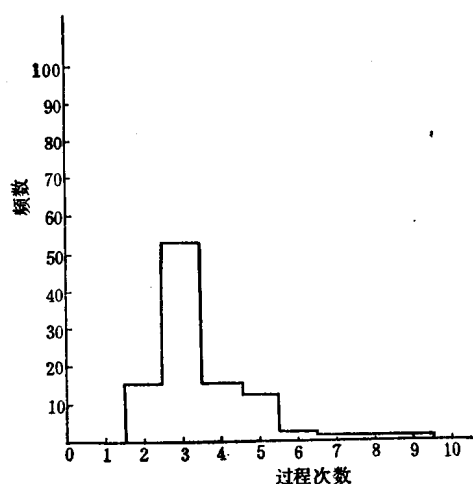


图 2.2 一次连阴雨中天气过程次数频率分布图



图 2.3 冷空气路径示意图

双线表示西路冷空气路径, 虚线表示连阴雨时冷空气路径

表 2.1

总 计	东 移	东移并产生降水
次 数: 138	131	124
百分比: 100	95%	91%

这种槽从 A 区移到长江流域一般是 5 天, 最快 3 天, 最慢要 7 天。移动速度与环流形势密切相关。

每次天气过程都有一次冷空气相伴随, 主要是槽后脊与北支重叠接触, 将北支锋区冷空气小股引向南下, 这类占 73%, 也有由于槽前气旋波发展而引起冷空气南下的。在连阴雨中冷空气都是从蒙古经我国华北而流向长江流域。这就是所谓东路冷空气路径, 这与连阴雨前期和结束时期东亚环流转变时期西路冷空气路径是明显不同的。

三、连阴雨天气过程的结构

春季连阴雨天气过程有如下一些特征^[4]。

1. 起始阶段(图 2.4)

1) 朱翠英、王皎明, 长江下游 3—4 月降水系统之一——里海与咸海之间低槽(手稿)。

在连阴雨开始前,长江流域到华南为一变性冷空气垫所控制,当南支急流上有小槽东移时,华南低层转成西南风,并在地面高压后部有雨区新生。

2. 持续阶段(图 2.5)

随着高空低槽东移,雨区东移,地面气压场在雨区上形成V形倒槽。

700 毫巴图上江淮流域有一切变线,在切变线南侧地面有降水区产生。在地面低压槽的南北剖面图上可以看到高空槽前有一高空锋,在它的下面水平稳定层破裂,并在地面低槽中有锋生现象。南支低槽一个接一个频繁地东移,引导小股冷空气一次接一次地南下,引起地面和高空一次又一次锋生。冷空气一次又一次补充,使冷空气垫得以维持。与高空槽相对应的是地面连阴雨区中有一个最大降水中心。

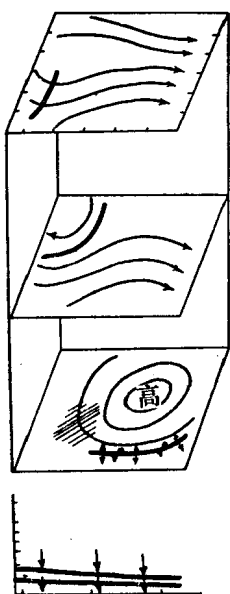


图 2.4 连阴雨开始阶段天气过程的结构

实线表示流线,粗线表示槽线、切变线和锋,阴影区表示雨区

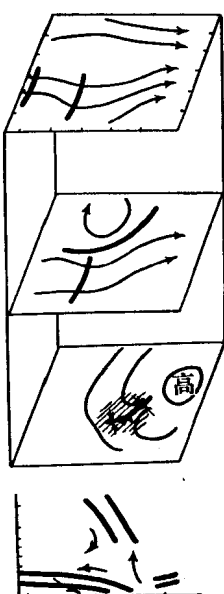


图 2.5 连阴雨持续阶段天气过程的结构

(说明同图 2.4)

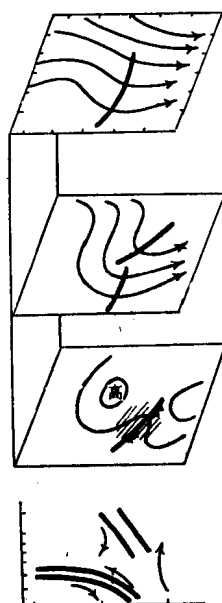


图 2.6 连阴雨结束阶段天气过程的结构

(说明同图 2.4)

3. 结束阶段(图 2.6)

当高原上有强的高压脊东移,这时南支和北支系统合并,大陆上盛行西北气流,地面有较强冷空气沿西路南下时,原停滞在长江流域 700 毫巴上切变线消失,变地面冷锋南下,持续多日连阴雨天气便告结束。

从以上分析可以看出连阴雨天气过程有如下几个特征:

1. 这种过程在高空表现为小槽从高原东移,移动速度较快,并且槽都是发展不大,移出长江流域后,一般都会消失。只有结束过程槽是发展的。
2. 这种小槽的垂直结构(如图 2.7 所示)在 700 毫巴以下倾斜较大,其上倾斜较小,在槽前为暖湿气流,在 850 毫巴左右为一暖湿中心,就在此温暖中心之下,地面附近为一冷空气垫,因此在此区为一潮湿不稳定层,盛行春季雷雨,“春雷百日阴”,反映南支急流上水汽充分供应对连阴雨的作用。