

华南旱涝年份水汽输送的特征

陈世训 陈创贤 陈连宝 黄同慰

(中大地理系) (广东气象局)

一、引言

在自然界各种物质的交换过程中,水的迁移性是最大的,水成为地表面和大气中物质和能量交换最重要的组成要素之一。一个地区空气中的水汽,一部分是由气流从外界带来,另一部分则由本地区下垫面上的蒸发而来。这些水汽,通过各种物理过程,一部分以降水形式而降落,一部分又随气流而流去外地。降落的水分,一部分渗入土壤和流入河湖再成为地表水径流和地下水径流,一部分又由蒸发作用而再返回到空气中去,这样就构成了一个地区水分循环的规律性。由于水分循环在降水的形成和分布方面起着决定性的作用,因而对于气候,地表径流和植被等的形成方面都有重大影响。因此,水分循环的研究,对于探讨降水变化的规律性以及估价蒸发在降水形成中的作用是很有意义的,对于研究气候形成问题可以提供重要资料。水分循环过程是要通过大气环流来完成的,而水汽输送又与大气环流密切联系,这也表示水汽输送不仅是整个水分循环过程的重要组成部分,并且在探讨环流因素与降水形成的关系方面也有着重要作用。

近年来,有关我国水分循环问题已经开始做了一些工作。徐淑英^①,谢义炳^②,郑斯中^③等对我国东部地区,长江流域等的水汽输送和水分循环做过研究,比较全面地分析了我国水汽输送的一些特征,对于推动有关我国水分循环的研究有一定的帮助。

华南属于热带和亚热带季风气候,具有空气水汽含量大,降水量多,蒸发作用强等特征,而且季节变化显著。华南位于我国南方,是海陆气团出入的要冲地带,这里的水汽输送对全国来说是有其重要地位的。本文的主要目的就是利用地面和高空观测资料探讨华南(主要包括广东,广西,福建)旱涝年份所发生的水汽输送特性以及环流因素与降水的关系。选择1958—1960年的资料,以1958年代表常年(该年总降水量少于多年平均值,但逐月分配比较接近平均状态),1959代表涝年(该年2月份连续阴雨,引起严重烂秧,汛期降水又特多,尤以6月份为甚,引起严重涝患),1960年代表旱年(该年除8月份降水特多外,其他各月都偏少,加上1959年10月份以来的少雨,形成广大地区的干旱)。

二、資料与 方法

为了确定华南水汽输送的一些特性量,根据海口,广州,汕头,厦門,福州,赣州,柳州,桂林,百色,南宁等站1958—1960年每天的高空观测資料。划分为地面—1000,1000—900,900—800,800—700,700—600,600—500,500—400,400—300毫巴等8层。分別計算每一层的水汽含量,各层相加得到总量。輸送量为水汽量与风速的乘积。各层风速采用实测記錄,分层計算輸送向量。某层的总輸送量(包括平流輸送和涡度輸送)是将該时期內各次观测到的比湿和分解(經向和緯向)后的风速逐次相乘,然后求其平均而得。計算按下式进行:

$$\vec{\omega} = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{1}{g} q \vec{V} dt \approx \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{1}{g} q \vec{V}_i$$

式中 ω 为单位時間內通过某一气层单位剖面的水汽量(仟克/米毫巴秒), T 为时距, N 为在 T 时距內的观测資料次数, g 为重力加速度, q 为比湿, V 为风速。

自地面到高空整个气层內的总輸送量則按下式計算:

$$W = \int_{P_0}^P \vec{\omega} dp = \sum_{P_0}^P \vec{\omega} \Delta P$$

式中 W 为积分后的水汽总輸送分量(經向和緯向)(仟克/米秒), P_0 为地面气压, P 为气层上界气压(本文以300毫巴为限)。

为求得某一剖面(剖面的选取是直接將二点連綫而作成的截面)平均淨輸入本地区的水汽总量,假定两点之間輸送量的变化是綫性的。用算术平均的方法將經向和緯向輸送量分別加以平均,然后求其合成,由此求得平均淨輸送量及平均淨輸送方向。通过各剖面的总輸送量 W' 按下式計算:

$$W' = W \cdot l \cdot \sin \theta$$

式中 l 为剖面的綫长度,即兩站間的直綫长度, θ 为边界方向与平均淨輸送方向間的交角。 W' 为正值时表示水汽通过該剖面进入本地区內,为負值时表示水汽从本地区通过該剖面而輸出。

在說明各年天气特征时,对1958年4月至9月的天气图进行了分析,以1959年和1960年的多雨与少雨月份与1958年相比較,并作个例分析。

三、水分含量

华南各地各气层內的年平均水汽含量是自南向北而减少的,以海南島为最大。

南北水汽梯度以冬季最为显著,夏季则较复杂。例如地面—300毫巴水汽总量(仟克/米²)1958年1月海口为33.1,广州为27.5,赣州为20.3,7月海口为57.8,广州为55.6,赣州为57.1。就东西差异来说,该年1月汕头为26.4,百色为22.2,7月汕头为51.3,百色为61.1,可见冬季为东部大于西部,夏季为西部大于东部。西部百色一带冬季常在比较干燥的西南气流控制下,空气湿度较小,夏季潮湿的西南气流盛行,湿度则大为增大。

各地一年中水汽含量的变化情况,以广州等地1958—1960年平均值为例有如表1(仟克/米²):

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
赣州	19.2	21.7	32.3	38.0	51.7	62.6	57.4	57.6	48.6	31.8	26.2	20.6	39.0
广州	25.0	28.8	38.5	43.4	53.8	59.6	56.9	56.7	53.8	38.4	32.1	26.1	42.6
海口	32.4	34.1	41.0	44.5	54.5	61.0	59.1	58.8	57.7	45.5	37.8	31.4	46.5

一年中水汽含量都以6月为最大,约为60仟克/米²,1月或12月为最小,约为20—30仟克/米²。6月与1月的比值海口为1.9,广州为2.4,赣州为3.3,有自南向北增大之势,这表示冬夏较差愈北而愈大。水汽量的季节变化是明显的,一般以夏季最大,春季次之,秋季又次之,冬季最小,但海南岛则为秋季大于春季,这与降水状况是一致的。夏季气温高,蒸发盛,而且盛行海洋气团,气流携带水汽丰富,近海地区的水汽含量一概很大。春季锋面活动较多,,气旋和低槽频频过境,空气多上升运动,含水量增大。秋季大陆气团开始盛行,地面和高空多为高压所占据,空气多下沉运动,含水量减少,但沿海多台风和低压的地区,水分仍很丰富。冬季高压增强,盛行干燥的冬季风,蒸发也弱,含水量最小。

在这三年中,如以4—9月和10—3月的水分总量(仟克/米²),来说,各年差异并不大,在4—9月的差值为10—20,10—3月的差值为13—25。以广州为例,1958年4—9月的总量为318.0,10—3月的总量为181.2,而1959年4—9月为318.0,与1958年相同,10—3月为189.7,比1958年只大8.5。但是就三年中的个别月份来看那就相差很大,例如广州1959年2月比1958年2月大11,1960年8月比1958年8月大12等。这表示大气含水量月际变化是很大的,这种变化与环流作用有着密切关系,在环流有利于降水形成时(如气流上升运动),降水量大致与含水量成比例。

为比较各年含水量的铅直分布情况,以广州和海口的1月和7月为例,有如表2,表中为各层含水量占总量的百分率(假定地面—300毫巴的水分总量为100,在300毫巴以上的水分忽略不计,实际上这里的水汽是很少的)

广 州							海 口					
1月			7月				1月			7月		
58	59	60	58	59	60		58	59	60	58	59	60
400—300	1.0	1.0	1.1	1.7	1.7	1.6	1.4	1.3	1.3	1.8	1.6	1.6

500—400	2.2	2.4	3.0	4.1	4.1	3.9	3.3	3.4	3.2	3.9	4.0	3.8
600—500	5.7	5.1	6.0	7.8	7.6	10.7	6.8	7.8	6.8	7.2	7.3	6.8
700—600	11.6	10.2	10.6	12.7	12.1	14.7	13.0	13.3	13.2	11.3	11.3	14.6
800—700	18.6	18.2	17.7	19.0	18.3	16.3	20.0	19.4	19.7	17.3	16.8	20.0
900—800	25.3	26.0	25.4	24.5	24.9	22.4	24.8	24.2	24.2	25.0	24.6	22.4
1000—900	30.1	31.1	30.9	29.6	30.3	29.1	25.2	25.1	26.2	32.4	32.4	28.6
地面—1000	5.5	6.0	5.3	0.6	1.0	1.3	5.5	5.5	5.4	1.1	2.0	2.2

大气含水量的鉛直分布是随高度增大而迅速减小的。在地面—700 毫巴气层内的水分量占总量的百分率，1 月份广州约为 80%，海口约为 75%，7 月份广州约为 70—75%，海口仍约为 75%。不但有地区差异，而且有季节差异，但海口的季节差异却不明显。这表示冬季海口不仅含水量比广州为大，而且所达到的高度也比广州为大。在不同年份含水量的鉛直分布差异并不大，尤其在 700 毫巴以上几乎没有差异，在 700 毫巴以下的差异，最大也不过 5% 左右。可见无论旱年或涝年，尽管含水量绝对值有较大的差异，但鉛直分布的比例都是比较稳定的。

大气含水量急剧转变的时期也是天气系统重要的转变时期，在这期间，会有明显的天气变化。在正常年份，华南春初当含水量显著增大时常为海洋气团开始侵入的结果，秋末当含水量显著减小时又常为大陆气团开始侵入的结果。由于冬夏季风逐年有进退迟早的不同，含水量转变时期也有明显的年际变化。表 3 列出广州与海口一年中平均含水量最大的增减时期：

1958 年			1959 年		
	时 間	差 值 (仟克/米 ²)		时 間	差 值 (仟克/米 ²)
海口	2 月上旬—3 月上旬	—11.9		3 月中旬—3 月下旬	—7.4
	11 月中旬—11 月下旬	+19.6		9 月下旬—10 月上旬	+18.0
广州	3 月上旬—3 月中旬	—10.6		1 月下旬—2 月上旬	—13.3
	10 月中旬—10 月下旬	+17.2		9 月下旬—10 月上旬	+11.5
1960 年					
	时 間	差 值 (仟克/米 ²)			
海口	3 月上旬—3 月中旬	—5.1			
	11 月下旬—12 月上旬	+10.3			
广州	2 月下旬—3 月上旬	—14.2			
	10 月中旬—10 月下旬	+15.1			

表中指出，1958 年比较接近正常状况，而 1959 年广州湿空气到达太早，撤退又早，引起该年 2 月的连绵多雨与 10 月以后的连续干旱。1960 年的情况也是不够正常的。

为了把华南大气含水量情况与华中作一比較, 引用邹进上等^[4]的比湿資料再經過換算有如表4: (仟克/米²)

		1000—700	700—300	1000—300	
南京	1月	6.4	3.8	10.2	(1954—1959年平均値)
	7月	39.9	14.6	54.5	
广州	1月	17.3	6.2	23.5	(1958—1960年平均値)
	7月	41.6	14.3	55.9	

以广州含水量与南京相比較除夏季差异很小外, 其他季节都有很大差异, 尤其是冬季特別显著, 这时广州比南京大得多, 以1000—700毫巴为最著。这表示在夏季风盛行时期, 华中与华南大气中湿度都比較大, 但在冬季风盛行时期, 华南大气中湿度仍不小。这是因为广州地处低緯又临近海洋, 因而进入大气中的水分要比南京为多。

四、水汽輸送

在这三年中, 自地面—300毫巴水汽輸送量, 以广州等地1月和7月为例, 有如表5, 表中A表示淨輸送量(仟克/米秒), B表示輸送方向:

	1 月						7 月					
	58		59		60		58		59		60	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
海口	54.4	200°	67.2	263°	67.9	236°	244.3	214°	212.7	174°	265.9	198°
广州	153.6	259°	109.3	262°	100.8	233°	115.4	179°	220.0	174°	263.0	195°
赣州	152.3	260°	140.3	255°	146.2	269°	173.8	194°	295.7	221°	296.5	213°
百色	99.0	261°	149.8	271°	148.2	267°	106.5	212°	264.0	197°	199.1	197°

1月份輸送量以海口最小, 这里在三年中虽以1958年稍小, 但相差不大。广州以1958年最大, 比1959年和1960年約大50仟克/米秒。1958年1月广州降水量特多, 为98.0毫米, 而1959年1月为4.0毫米, 1960年1月为27.2毫米, 这与輸送量的多少是一致的。赣州位置偏北, 1月輸送量一般較大, 但各年差异則不大。百色位置偏西, 1月輸送量也較大, 但1958年比其他两年約小50仟克/米秒。各地輸送方向除海口稍有差异外, 大致相近, 平均約为260°, 可見冬季水汽輸送以自西向东的方向为主要。这表示印度洋孟加拉湾一带洋面是冬季华南水分的重要源地, 循西风而进入的低槽就成为冬季降水的重要系統(图1)。各气层的輸送量, 在这期間, 一般是上层大于下层, 例如广州1959年和1960年在700—300毫巴的輸送量比地面—700毫巴都要大4倍, 百色1959年則大4.4倍。

7月份輸送量, 除个别情况外, 一般比1月为大, 这是含水量較大的結果。这种

情况以海口最为显著,例如1960年7月比1月约大4倍。广州1960年7月的输送量也是很大的,但没有形成该月份有较多的降水量,恰恰相反,在三年中7月份的降水量是以1960年为最少,只是到了8月份才形成了特多的降水。因为1960年7月上中旬从高空到地面都为副热带高压所控制,只是自下旬以后受台风频频侵袭,才形成较多的降水。这也说明环流作用对于旱涝的形成是最主要因素。各地输送方向以 200° 左右为最多,海口和广州1959年则为南稍偏东(图2)。可见夏季西南风是引起较大输送量的重要气流,而且是下层大于上层,例如广州1960年7月地面—700毫巴的输送量比700—300毫巴大2.5倍,百色则大2.0倍。

图3—4为不同年份各经向剖面水汽输送的比较。

就整个研究地区来说,我们计算了通过8个剖面的平均输送量(10^5 千克/秒),并分成上层(700—300毫巴)和下层(地面—700毫巴)加以比较,列于表6:

		海口—广州			广州—汕头		
		下层	上层	总量	下层	上层	总量
1958	1月	+ 1.8	- 165.9	-181.9	+ 6.5	- 14.5	+ 34.9
	7月	+152.3	+ 78.2	+230.7	+224.3	+ 23.8	+252.2
1959	1月	+ 3.5	- 264.8	-261.4	- 4.8	- 24.5	- 29.6
	7月	+494.6	+ 190.5	+697.4	+446.4	+130.1	+575.2
1960	1月	+ 4.3	- 195.1	-256.7	- 44.6	+ 9.3	- 53.6
	7月	+363.3	+1040.2	+460.4	+440.8	+123.1	+562.4
		汕头—福州			福州—赣州		
		下层	上层	总量	下层	上层	总量
1958	1月	—	—	—	—	—	—
	7月	+ 3.5	-557.6	-558.3	-526.2	- 14.6	-624.5
1959	1月	-115.6	-227.3	-346.1	- 27.3	- 16.0	- 48.9
	7月	- 13.0	+ 14.5	0.0	-547.2	-207.8	-457.5
1960	1月	-246.3	-229.9	-494.9	+ 29.4	- 5.5	- 34.0
	7月	- 48.1	-28.7	-108.3	-515.5	- 73.3	-587.7
		赣州—桂林			桂林—百色		
		下层	上层	总量	下层	上层	总量
1958	1月	—	—	—	—	—	—
	7月	- 693.7	- 76.1	- 769.9	-361.7	- 31.6	-393.2
1959	1月	- 8.5	+ 11.7	+ 3.5	+ 43.5	+ 75.7	+187.3
	7月	- 815.4	-206.9	+1020.0	-573.4	-237.5	-810.9
1960	1月	+ 72.4	+ 29.2	+ 101.7	+ 49.1	+117.5	+154.3
	7月	-1102.9	-282.6	-1391.1	-654.4	+112.9	-927.3

百色—南宁					南宁—海口		
		下层	上层	总量	下层	上层	总量
1958	1月	+ 53.8	+105.3	+ 154.0	+ 24.3	+271.3	+251.1
	7月	+ 89.9	+ 49.0	+ 275.7	+174.3	+111.9	+648.8
1959	1月	+ 24.5	+111.5	+ 135.3	+ 27.0	+253.1	+279.0
	7月	+ 317.5	+ 25.9	+ 484.8	+399.9	+ 89.9	+465.6
1960	1月	+ 64.8	+ 78.3	+ 142.2	+ 73.9	+161.9	+281.1
	7月	+ 402.6	+185.3	+ 574.8	+669.3	+356.7	+895.9

海口—广州剖面1月份輸送总量皆为負值，也就是水分流出，但下层則有少量水分輸入，輸出主要是在上层，这是冬季水分流出的一个重要剖面。輸出总量以1959年最多，1960年次之，1958年最少。7月份輸送总量皆为正值，以下层輸入为最多，这又是夏季东南气流和西南气流携带水汽进入本区的重要剖面。輸入总量以1959年最多，1960年次之，1958年最少。

广州—汕头剖面1月份1958年为水分进入，1959年和1960年为水分流出，但数量都不大。7月份則概为水分进入，而且数量較大，也成为夏季水分輸入的重要剖面，1959年和1960年都比1958年約大2.0倍。汕头—福州剖面1月和7月都是負值，是本区水分流入海洋所通过的重要剖面。福州—贛州剖面1月和7月也都是負值，这表示本区不仅夏季有大量水汽通过这一剖面进入华中，而且冬季也有少量水汽流出。贛州—桂林剖面1月为正值，7月为負值，这是冬季水分进入夏季水分流出的一个重要剖面。桂林—百色剖面也是1月正值7月負值，因而冬季有水分进入，夏季有水分流出。百色—南宁剖面1月和7月皆为正值，这是冬夏季水分进入本区的重要剖面，尤其是冬季更为重要。

南宁—海口剖面1月和7月也都是正值，这是一年中水分輸入的重要剖面。在这一剖面上，1月份以上层进入的水分最多，与下层进入的水分相比較，1958年大11.2倍，1959年大9.4倍，1960年只大2.2倍。輸入总量以1960年最多，1959年次之，1958年最少。7月份則以下层进入水分最多，与上层进入的水分相比較，1958年大1.6倍，1959年大4.4倍，1960年大2.0倍。輸入总量以1960年最多，1958年次之，1959年最少。

由上可見，1958年的水分輸入量不大，但輸出量也不大，而1960年輸入量虽不小，但輸出量則更大。本区各地1958年1月和7月的降水量，除北部边缘山地外，一概比1960年同时期的降水量为多，尤以1月最为显著。这表示降水量与水分輸送差额是有一定关系的。

由各剖面輸送量的总和，則得到整个地区的总净余量(亿公方/月)，有如表7：

	1958	1959	1960
1月	—	-216.5	-428.1
7月	-2513.5	-175.1	-1394.8

表中指出,在这三年中 1 月和 7 月的总输送净余量都是负值,形成大气中水分的出超,也就是一个水分输出地区,这与徐淑英研究 1956 年我国东部水汽输送^①所得的结果相一致。7 月有大量水分由本区输向高纬大陆或海洋,1 月又有不少水分由本区输送出海。就三年中的 7 月份来看,出超以 1958 年最大,1960 年次之,1959 年最小,这对 1959 年夏季特多的降水提供了有利的条件。至于水分出超的补偿问题,应与华南终年有着强盛的蒸发作用有关,也就是在这期间,蒸发量应该超过降水量,陆地上有大量的蒸发来补足水分出超以维持水量平衡。当然,就全年的月份来说,有的为水分入超,有的为水分出超,即使在不同年份的同一月份也可能有入超和出超的变化,这是因为环流情况不仅有逐月变化也有逐年变化。但是,就我们所计算的三年 1 月和 7 月都是出超来看,可能这是华南 1 月和 7 月水汽输送的一般情况。就平均情况来说,1 月是华南降水最少的月份,由于这时太阳辐射仍较强,下垫面蒸发仍不弱,水分支出自然会大大超过收入。7 月锋面降水已大为减少,局部对流性降水大为增多,这时锋面已北移到长江和黄河流域一带,华南多在单纯海洋气团控制下,虽有大量水分输入,但也有大量水分输出。在这期间,云量已较 5 月和 6 月为少,日射既强,气温又高,下垫面蒸发也就十分强烈,因而也最易形成水分出超。

五、环流因素在降水形成上的作用

降水量的多少,不决定于大气中水分存在的本身,而决定于水分循环的强度。水分循环强度又与大气环流强度密切关联,大气环流强度改变时可以引起降水量的增加或减少,因而引起水分循环强度的改变。在环流有利于降水形成的条件下,空气湿度增大时可以引起降水量的增加,在这情况下,蒸发作用在降水形成过程中就很重要。

为了利用地面资料来确定降水量与相对湿度和温度间的关系,求得与水分循环强度有关的参数 α ,用来比较各地环流,温度和湿度对该地降水的有利程度,应用下列形式:

$$r(h) = \alpha f(t) \Phi(h)$$

式中 $r(h)$ 为月平均降水量, $f(t)$ 为温度 t° 时的饱和水汽压, $\Phi(h)$ 为降水量与相对湿度相关联的函数。 $\alpha < 1$ 表示对降水的条件不利, α 愈小则愈干燥; $\alpha > 1$ 表示对降水的条件有利, α 愈大则愈多雨; $\alpha = 1$ 表示对降水条件接近正常状态。

α 值的计算是根据地面降水量,相对湿度和温度资料,取华南地区 6.7.8 三个月份内 $\alpha = 1$,因此 $r(h) = f(t) \Phi(h)$ 。又取 1956—1961 年上述三个月温度为 $t = t_0 = 28.0^\circ \pm 0.2^\circ \text{C}$ 及 $27.5^\circ \pm 0.2^\circ \text{C}$ 范围内的 r, h (降水量与相对湿度),计算 $\Phi(h) = \frac{r(h)}{f(t_0)}$ 值(t_0 取为标准温度)点绘散布图,得出 $\Phi(h)$ 值,有如表 8:

$h(\%)$	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
$\Phi(h)$ 毫米/毫巴	1.8	1.8	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.6	2.8	3.0	3.3	3.7
$h(\%)$	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	
$\Phi(h)$ 毫米/毫巴	4.0	4.4	4.8	5.2	5.6	6.1	6.7	7.6	8.5	9.7	11.0	12.6	14.0	

这样就可根据任一时期内的实际降水量 $r(h)$, 平均温度 t° 时的饱和水汽压 $f(t)$ 来计算 α 值。

由于华南汛期一般为4—9月, 因此选择下列各站, 计算1958—1960年4—9月的 α 值, 有如表9:

	4 月			5 月			6 月		
	58	59	60	58	59	60	58	59	60
海口	0.16	0.27	0.18	0.54	0.68	0.92	1.87	0.50	1.80
广州	0.65	0.89	0.91	0.84	0.96	0.57	1.10	1.50	0.80
汕头	0.24	1.13	0.80	0.66	0.17	1.52	0.53	1.49	1.43
赣州	1.39	1.53	1.45	2.00	1.35	1.69	1.13	1.34	1.13
福州	0.75	1.83	1.34	1.85	0.97	1.17	1.16	0.82	1.62
桂林	1.65	2.12	1.69	1.62	1.94	2.54	2.30	1.78	0.86
南宁	0.30	0.37	0.62	0.78	1.17	1.08	0.72	1.67	0.27
百色	0.97	0.45	0.07	0.51	1.11	1.44	1.25	1.40	0.28
	7 月			8 月			9 月		
	58	59	60	58	59	60	58	59	60
海口	0.56	0.78	0.63	0.89	0.64	0.39	2.20	0.71	1.05
广州	0.67	0.81	0.58	0.48	1.19	1.65	0.82	1.14	0.61
汕头	2.05	1.81	0.37	0.49	1.15	1.40	0.76	0.89	0.57
赣州	2.47	0.45	0.63	0.42	1.91	1.59	0.66	1.00	1.40
福州	1.30	1.25	0.19	0.75	0.99	2.18	1.02	1.95	0.97
桂林	2.56	1.37	1.15	0.81	1.46	0.96	0.90	0.60	1.48
南宁	0.68	1.01	0.84	1.46	0.52	0.89	1.68	0.92	1.07
百色	2.13	0.60	1.35	0.49	0.78	0.69	1.79	0.78	0.58

就上表所列的 α 值看出在这三年中, 不仅逐年相差很大, 而且地区差异也很明显。这表示各地旱涝变率很大, 这种变率主要是由大气环流的距常所引起的, 至于温度和湿度的年际变化对于旱涝过程只能起着加强或减弱的作用。

以表中 α 值与1958—1960年的天气图相对照, 明显地看出华南水分循环强度的变化与环流存在着密切关系。为了简单起见, 现在只分析1958年4—9月期间的主要天气特征, 再以1959年和1960年的个别旱涝月份进行比较。

1958年4月, $\alpha > 1$ 的为赣州和桂林, 其他都是 $\alpha < 1$ 。这时降水量多数地区少于

平均值,以西部和南部最少,中部和北部较多。本月上旬有几次弱高压南侵,强度不大,虽有锋面频频而来,但仍不能形成较大的降水。中旬又有高压南下,到下旬则低压和锋面活动较多,大气含水量有显著增大,这时达到45仟克/米²。5月, $\alpha > 1$ 的为赣州,福州和桂林,这时西部和南部继续少雨,东部和北部则降水显著增多。本月上旬有微弱的冷高压南下,南岭有准静止锋,形成北部较大的降水,局部地区有暴雨。中旬仍有冷空气活动,又在南岭一带形成较大的降水。下旬冷空气南下与暖空气相遇形成辐合带,使沿海地区出现暴雨,这时含水量达到55仟克/米²。6月, $\alpha > 1$ 的占大部分地区,只有汕头和南宁为 $\alpha < 1$,这时除西南部降水仍稍少外,其他都有较多的降水,尤以南部增加较多。本月上旬受台风影响高空出现偏南气流,中旬又为西南低槽所控制,下旬低槽加强而东移,含水量达到60仟克/米²。7月,除海口、广州、南宁等地 $\alpha < 1$ 外,其他都为 $\alpha > 1$,而且 α 值较大,这时中部和南部降水都偏少,但偏离平均值并不很大。本月上旬为副热带高压所控制,降水很少。中旬西部低槽发展东伸,并与太平洋上台风槽连成一大低槽,使降水量普遍增多。下旬初期又有南海台风在沿海活动,到末期则为西伸加强的副热带高压所控制,含水量为57仟克/米²。8月,除南宁外各地都为 $\alpha < 1$,降水除西部比较正常外,其他都偏少,尤以北部为最少。本月上旬副热带高压西伸北进,使西南槽西退,华南为高压脊边缘所控制,只有局部性的对流雨,但末期有台风形成南部较多的降水。中旬一般在副热带高压边缘控制下,从高空到地面均为偏南气流,降水很少。下旬中期以后受台风及低槽影响多雷阵雨,并有小股冷空气活动,但影响不大,含水量为54仟克/米²。9月, $\alpha > 1$ 的为海口,福州,南宁和百色,其他则为 $\alpha < 1$,降水以南部特多,北部特少,中部也稍少。本月上旬初期有台风在东部活动,末期为副热带高压控制大陆,并有南海台风形成南部及西部的降水。中旬有冷暖气流在南海海岸及太平洋上交绥,锋面活动较多,形成南部多量的降水。下旬虽有台风出现,但路径偏东转向北上,大陆上降水仍不多,含水量为45仟克/米²。

1959年6月,除海口和福州为 $\alpha < 1$ 外,其他都为 $\alpha > 1$,降水除南部和东北部特少外其他都很多,尤以中部为最多。本月副热带高压位置偏南,其脊线位于海南岛附近,冷暖气流在华南交绥频繁,尤以中旬初期两次锋面南下,普遍出现降水,特别是广东东江河源等地降水特多。下旬初期副热带高压西伸增强,近地面层低压活动减少,开始处于高压脊西缘,降水多形成局部雷阵雨。本月含水量(仟克/米²)上旬南部为57,中部为62,中旬南部为54,中部为62,下旬南部为56,中部亦为56。

1950年7月,除桂林和百色为 $\alpha > 1$ 外,其他都为 $\alpha < 1$,这时除西北部降水稍多外,其他一概偏少,尤以东部最少。本月上、中旬从高空到地面均为副热带高压所控制,盛行偏南气流。西部地区一度受到西南槽边缘的影响,降水较多,其他地区则很少。下旬初期由于台风进袭,赤道辐合带随之北移,给本区带来一些雨水,同时西部又受到西南槽的影响也产生了降水,这时含水量为65仟克/米²。8月,广州,汕

頭,贛州和福州都是 $\alpha > 1$,以福州 α 值最大,海口則為最小,這時南部和西部降水都偏少,東部又偏多。本月副熱帶高壓勢力很強,脊綫位於北緯 35° 以北,台風次數多,但路徑偏西而少轉向,形成東部和中部的多雨,南部則很少。本月含水量上旬和中旬為 66 仟克/米^2 ,下旬則降為 58 仟克/米^2 。

由上所述,可見在旱澇問題的決定上,環流是主導因素,無論是降水的時間變化或地區分布都與環流演變的趨勢是一致的。當有利於形成降水的气流上升運動占優勢時,大氣含水量大為增高,在不利於形成降水的气流下沉運動占優勢的地區就會出現相反的情況。

六、結 論

華南地處低緯,又屬季風氣候,具有大氣含水量多和輸送量大等特征,含水量冬季約為 $20-35 \text{ 仟克/米}^2$,夏季約為 $55-60 \text{ 仟克/米}^2$,平均輸送淨量冬季約為 $100-120 \text{ 仟克/米秒}$,夏季約為 $180-240 \text{ 仟克/米秒}$ 。冬季偏北氣流的輸送量很少,這時仍由西偏南方向輸入的水分為主,上層大於下層;夏季水分輸入以西南氣流為主,下層大於上層。無論冬夏,印度洋孟加拉灣一帶洋面都是輸入水分的重要源地。各剖面的水分輸送有入超和出超的不同。冬季水分輸入主要是通過百色—南寧和南寧—海口剖面,其次為通過贛州—桂林和桂林—百色剖面;水分輸出主要是通過海口—廣州和汕頭—福州剖面。夏季水分輸入主要是通過海口—廣州,廣州—汕頭,百色—南寧和南寧—海口等剖面;水分輸出主要是通過福州—贛州,贛州—桂林和桂林—百色等剖面,其次為汕頭—福州剖面。

整個地區1月和7月水分總輸送差額為負值,這表示在這時期華南是全國一個重要水分輸出地區,對全國水汽來源和水量平衡方面有著重要作用。

大氣中所存在的水分大部分成為大氣徑流而流出,只有小部分成為降水形式而降落。降水量的多少與大氣中水分存在的本身關係較小,主要決定於水分循環強度,而水分循環強度又與環流強度密切關聯。在環流有利於促進降水形成的條件下,循環強度增大,參加循環的水分增多。雖然,環流是降水形成的主導因素,但在有利於降水形成的環流系統情況下,降水量與大氣含水量大致是成比例的,這也表示蒸發的增大必將引起降水的增多。因此,如果由於實行各種改造自然措施而使下墊面的蒸發作用有所改變,必將引起降水量的改變。

華南終年蒸發旺盛,土壤多濕潤,植物蒸騰面積又很大,一年中的自然蒸發量是很大的。因此,蒸發作用在水分循環過程中占有重要地位,這與高緯度的情況是不同的。

由於華南高空觀測的測站不多,資料仍感不足,而且有關水汽輸送方面的計算又比較繁瑣,因此觀差可能較大。由於確定蒸發量的方法目前還不夠完善,地表徑流資料也比較缺乏,本文沒有涉及整個水分循環問題。這些都有待於繼續進行研究。

参 考 文 献

- [1] 徐淑英: 我国的水汽输送和水分平衡 气象学报 29卷1期 1958
- [2] 谢义炳, 戴武杰: 中国东部地区夏季水汽输送个例计算 气象学报30卷2期 1959
- [3] 郑斯中, 沈建柱: 长江流域的大气水分循环 地理学报 25卷5期 1959
- [4] 邹进上、张有连, 杨中秋: 南京自由大气中的气候特征 气象学报31卷4期 1962
- [5] Будыко М.И.: 论大气中水分循环的规律性 气象学译报 1期 1954
Дроздов О.А.
- [6] Григорьев А.С.: 苏联欧洲部分南部不同年份的水分循环 气象学译报 5卷1期 1958
- [7] Benton G.S. and Blackbrum R. T.: The role of atmosphere in the hydrologic cycle, Trans, Amer. Geophys. union, 31 1950
- [8] Benton G.S. and Estoque M.A.: Water vapour transfer over the North American Continent, Jaur. Meteor, 11 1954