

汪钟兴

(中国科学技术大学,合肥 230026)

提 要

给出了梅雨期暴雨过程中水汽输送3种内在输送过程的空间分布实例。指出无论在对流层中层或低层,无论是08时或20时的资料分析,均以扰动风场输送平均水汽场和平均风场输送扰动水汽场为主要输送过程,其中又以扰动风场输送平均水汽场占主导地位,故突出扰动场作用对预报降水落区更有参考意义。

关键词: 水汽输送 梅雨期暴雨 扰动场作用

引 言

水汽输送及其时空变化与暴雨形成、旱涝分布、水分循环以及水资源评估等等均有重要意义,因而国内研究工作已有很多。例如徐淑英^[1]指出,涡动输送在水汽输送总量中只占次要地位。王作述^[2]指出,水汽输送主要发生在700—850hPa气层内。刘国纬^[3]则根据大陆上空多年平均水汽输送、垂直分布、季节变化和水汽收支状况,并从气候意义上指出,经向和纬向环流分别是水汽输入和输出的主要机制。最近,吴国雄^[4]研究了平均经圈环流、行星尺度波动和天气尺度波动对水汽输送和收支的贡献,增进了对大气环流演变以及副热带干旱成因的认识。

此外,当人们想了解一个天气系统的热力和动力结构时,同样需要分析湿度场的水平和垂直分布以及它的输送和汇集状况。丁一汇等^[5]对孟加拉湾地区一个季风低压的水汽场作了详细分析,发现该低压湿度场演变似乎是低压环流发展的结果,而且水汽辐合场也很不对称,它与实际云区和降水区较为一致。在做暴雨强度和落区预报时,水汽输送的水平分布及其变化,也是常用诊断量之一。

本文的目的在于了解暴雨过程中水汽输送的水平分布究竟是由什么内在物理过程来完成的。

1 水汽输送的内在物理过程

梅雨期间暴雨诊断分析表明,西南低空急流是主要水汽输送通道,并且沿低空急流方向常常是辐散的,而在法线方向往往是辐合的。为简便起见,将风场分解为 u 、 v 分量,分别计算两个分量的水汽输送量,它们的水平分布常与降水系统有一定的配置关系,例如输送零线常与切变线或辐合线相联系。此外,南风水汽输送的强度及其水平分布降水强度和落区具有指示意义,故国内许多省、市气象台将南风水汽输送量作为暴雨重要诊断量之一使用。为此本文就以南风水汽输送来分析讨论。

将水汽场和风场分解成月平均及其偏差两部分

$$q = \bar{q} + q' \quad v = \bar{v} + v' \quad (1)$$

$$qv = \bar{q}\bar{v} + q'v' + (q'\bar{v} + v'\bar{q}) \quad (2)$$

可见某一时刻的南风水汽通量是由3种输送过程造成的,第1项代表平均经向环流对平均水汽场的输送,简称平均经向环流输送项,第

2项为扰动风场对扰动水汽场的输送,简称扰动输送项,第3项则是扰动风场对平均水汽场的输送和平均风场对扰动水汽场的输送两种过程之和,简称扰动相互作用项。

1.1 3种输送过程的实例分析

本文利用我国东部地区52个探空站各标准等压面层的气象资料,对1987和1988年梅雨期3次暴雨过程作实例分析。结果指出,在对流层低层,3种水平输送过程中以扰动相互作用项最为重要,其强度和分布控制着总的南风水汽输送强度和分布。而且在该输送过程中,又以扰动风场对平均水汽场的输送起主要作用,这是由于扰动风场的强度大于扰动水汽场强度的缘故。因为在梅雨期内风速比月平均值增加2—3倍是较为常见的,而比

湿比月平均值增多不大,因而扰动风场对水汽输送过程的作用非常重要。当分析南风水汽输送的演变时,对扰动风场的演变需要特别注意。另外,该项最大输送轴线西北侧的梯度大值区(水汽通量辐合区)为降水区,它与卫星云图上的云区也颇为一致。图1a和b分别给出1988年6月28日08时和1987年7月5日20时850hPa上扰动相互作用项($\overline{uq'} + \overline{qv'}$)的水平分布图。 $q'v'$ 扰动输送项为最小项,但由于 q' 与 v' 的正相关性,该项一般为正值,尤以降水区是该项的正值中心区(图略)。 qv' 平均经向环流输送项其量值大小介于两项之间,它对某次过程降水的强度和水平分布并无直接关系(图略)。

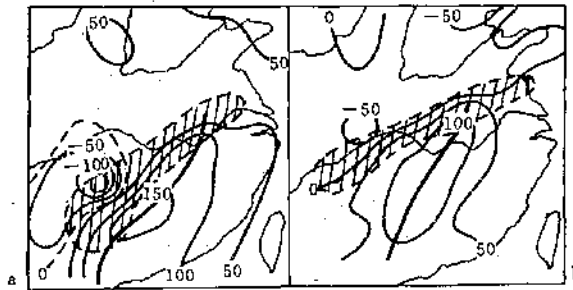


图1 850hPa扰动相互作用项/ $10^3 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的水平分布图
a:1988年6月28日08时,b:1987年7月5日20时,阴影区为降水区

1.2 对流层中、低层水汽输送过程特征

在对流层中层也和对流层低层一样,扰动相互作用项仍是主要输送过程,其中也以扰动风场输送平均水汽场占重要贡献,决定

总的水汽输送强度和分布。但是对流层中、低层该项的输送强度和水平分布均有差异。图2a和b分别给出1987年7月19日20时对流层低层(700hPa)和对流层中层(500hPa)扰动

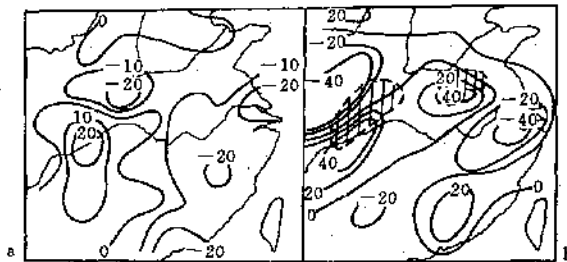


图2 1987年7月19日20时扰动相互作用项水平分布图
a:500hPa,b:700hPa(单位:同上)

相互作用项的水平分布。由图可见,由于对流层中、低层环流形势不同,该项水平分布是不同的,尤其是东侧降水区附近,该项在500hPa上为负值,这是由于 $v' < 0$ 造成的,说明对流层中层盛行北风,北风空气干燥,但 q' 仍为正值,可能是雨区向上输送水汽之故。 $q'v'$ 扰动输送项在对流层中、低层水平分布差异更大,因其量值较小,故图示从略。 qv 平均经向环流项在对流层中层量值变小,水平分布与低层比较稍为相似。

1.3 水汽输送过程的日变化

梅雨期内水汽输送的日变化十分明显,就3种输送过程而言,其强度以08时较强,20时则明显减弱。图3a和b分别给出1987年7月19日08时和20时850hPa上扰动相互作用项的水平分布。可见除强度不同之外,水平分布也稍有差异。分析其原因,主要是20时的 v 和 v' 强度减弱所致,而 q 则在08时和20时的强度和分布均十分一致, q' 的差异也不大(图略)。此特征在分析该年7月份的水汽收支时也得到证实。

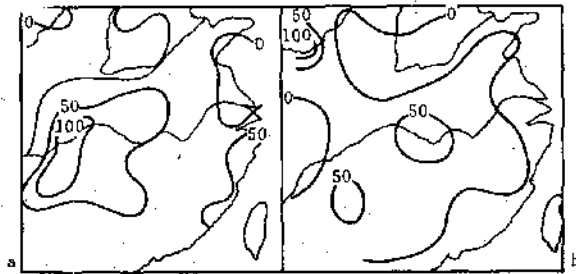


图3 1987年7月19日850hPa扰动相互作用项水平分布图
a:08时,b:20时,(单位:同上)

2 讨论和结语

本文着重分析了长江中下游梅雨期暴雨过程中水汽输送3种内在输送过程,并以3个实例计算得到的结果如下:

2.1 梅雨期南风水汽输送的3种内在过程中,以扰动风场输送平均水汽场和平均风场输送扰动水汽场为主要输送过程,其中又以扰动风场输送平均水汽场占主导地位。

2.2 无论在对流层低层或中层,无论是08时或20时的资料分析,均以扰动相互作用项为主要输送过程,从而使人们认识到做暴雨预报分析水汽输送状况时,不妨除去平均环流输送项(即 qv),突出风场和水汽场的扰动作用,将更能对降水落区预报有指导意义。

2.3 作者也曾将水汽场和风场分解为空间

平均及其偏差之和,同样分析3种输送过程,结果表明也是扰动相互作用项为主要输送过程。由此进一步认清无论时间扰动还是空间扰动场均对南风水汽输送的强度和分布起着决定性的作用。

参考文献

- 1 徐淑英. 我国的水汽输送和水分平衡. 气象学报, 1958, 29(1): 33-43.
- 2 王作述等. 长江上游地区盛夏季节的水分循环. 气象学报, 1964, 34(4): 345-354.
- 3 刘同纬等. 中国大陸上空的水汽输送. 水利学报, 1985, 第11期, 1-4.
- 4 吴匡雄. 大气水汽的输送和收支及其对副热带干旱的影响. 大气科学, 1990, 14(1): 53-63.
- 5 丁一汇等. 一个孟加拉湾低压水汽场的初步分析. 大气科学, 1986, 10(1): 87-96.

The Effect of Disturbance Wind Field on Moisture Transport Processes

Wang Zhongxing

(University of Science and Technology of China, Hefei 230026)

Abstract

Three horizontal patterns of moisture transport are studied during the heavy rain of Mei-Yu. It is pointed out that the process of mean moisture field transferred by disturbance wind has the dominate role regardless of low or middle troposphere and 00 or 12 GMT data. Therefore, the effect of disturbance wind are more important for the regional forecast of precipitation.

Key Words: moisture transport heavy rain in Mei-Yu the effect of disturbance field