

文章编号: 1004-4965 (2007) 06-0545-08

## 广东大尺度大气水汽汇的年际及年代际变化特征

简茂球, 陈蔚翔, 乔云亭, 袁卓建

(中山大学季风与环境研究中心/大气科学系, 广东 广州 510275)

**摘 要:** 用 1958~2004 年实测降雨量和 NCEP/NCAR 再分析资料, 分析了广东地区大尺度水汽汇的年际和年代际变化特征及其与水汽通量变化的关系。结果表明, 气候平均而言, 广东春夏季大气向地面输送较多水资源, 秋季地气间相互交换的水分相当, 冬季由地面向大气输送较多的水资源。四季和年水汽汇的年际分量方差贡献均占主导地位, 秋、冬季水汽汇的年际分量有约 3 年的显著周期。除了显著的年际分量外, 冬、春季和年水汽汇的年代际分量方差贡献也较显著, 占总方差的 40% 以上, 以 30 多年的长周期变化为主, 目前正处于由正位相向负位相转变的过渡期, 预示今后广东有偏旱趋势。广东冬春季水汽汇的异常有显著的同相关系。另外, 夏、秋季水汽汇的年代际分量有 10~15 年的显著周期。广东各季大气水汽汇偏强(弱)是由于从热带低纬输送到南海北部至华南地区的水汽增强(减弱), 并伴随着水汽通量的辐合的增强(减弱)造成, 但各季水汽通量异常分布型是有差别的。

**关 键 词:** 水汽汇; 年际和年代际变化; 广东

中图分类号: P434

文献标识码: A

### 1 引 言

水是人类不可或缺的重要资源, 但也是洪涝之源, 密切影响着人类的生存活动。在气象学上, 水汽收支是大气环流的重要内容之一, 它不仅与大气环流系统和天气系统中的水汽含量的多寡有关, 而且与大气中可能的潜热加热有关, 是气候系统中一个重要的热力过程。广东是中国一个重要的人口和经济大省, 同时也是自然灾害多发省份之一, 尤以旱涝灾害最为严重。据统计, 自 17 世纪以来, 广东 90% 以上的年份发生过洪涝灾害, 80% 以上的年份发生过干旱灾害, 只是灾害发生的范围和危害程度不同<sup>[1]</sup>。目前旱涝灾害所带来的危害和潜在威胁依然严重, 尤其是 2004~2005 年、2005~2006 年的秋冬连旱, 已经严重影响到珠三角地区的居民饮用水源。因此, 对广东地区上空的水汽收支研究是一个迫切且具有社会意义的课题。目前, 与广东旱涝时空分布特征及其可能的影响因素有关的研究已有许多<sup>[2-8]</sup>。但在这些研究中, 对华南旱涝的研究绝大部分是以分析降水量为基础的。虽然空中降水的多寡对旱涝的发生

有非常重要的影响, 但是大气与陆地的水资源交换不仅包括大气中降到地面的水, 还包括地面蒸发到大气中的水分, 二者之差才代表陆-气间的水分净交换量。因此, 用降水量和蒸发量的差值(即大气的水汽源汇)来研究广东大尺度水资源的变化特征更为准确。

近年来, 不少作者分析了不同地区不同季节的水汽汇分布、水汽输送及变化特征及其对各种天气系统的影响。例如, Li 等<sup>[9]</sup>研究了北半球晚春和夏季期间南海的水汽通量和水分平衡, 认为在此期间南海是水汽汇区, 南海由于其特殊的地理位置而像一个“蓄水池”。蓝光东等<sup>[10]</sup>分析了热带太平洋上空水汽汇的年际变化及其与海温异常的联系。黄荣辉等<sup>[11]</sup>研究了夏季东亚季风区水汽输送特征及其与南亚季风区水汽输送特征的差别, 揭示出东亚季风水汽输送以经向输送为主, 而南亚季风区水汽输送以纬向输送为主。简茂球等<sup>[12-14]</sup>利用 1980~1986 年的水汽汇资料分析了华南地区水汽汇的季节演变, 揭示了水汽汇的季节变化与江水流量的密切联系。田红等<sup>[15]</sup>用多年的资料分析发现来自孟加拉湾和南

收稿日期: 2006-08-20; 修订日期: 2006-10-19

基金项目: 广东省自然科学基金项目(05003339)资助

作者简介: 简茂球, 男, 广东阳江人, 教授, 博士, 主要从事季风与海/陆/气相互作用研究。E-mail: eesjmq@mail.sysu.edu.cn

海的水汽输送年际变化与华南降水的年际变化有显著的正相关。但到目前为止,涉及广东地区各季的大气水汽汇年际和年代际变化特征的研究非常少见,因此本文主要目的是利用多年的大气水汽汇资料来分析广东地区各季大尺度空中水汽源汇的时间变化特征,以及与大气水汽汇异常有关的大尺度水汽输送特征。

## 2 资料与方法

本文使用的资料有:1958~2004年NCEP/NCAR再分析逐日资料的 $u$ 、 $v$ 及 $q$ ,水平空间分辨率为 $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ ,垂直12层标准等压面,其中比湿 $q$ 在300 hPa以上为零。由上述各标准等压面逐日资料,水汽汇 $Q_2$ 可由水汽方程倒算得到<sup>[16]</sup>

$$Q_2 = -L(\partial q / \partial t + V \cdot \nabla q + \omega \partial q / \partial p) \quad (1)$$

其中 $q$ 为比湿, $\omega$ 为 $p$ 坐标的垂直速度, $V$ 水平风矢量, $L$ 为凝结潜热常数,而 $Q_2$ 又可表示为

$$Q_2 = L(c - e) + L\overline{\partial q' \omega' / \partial p} \quad (2)$$

其中 $c$ 为凝结率, $e$ 为蒸发率,撇号表示相对于大尺度值的偏差量," $\overline{\quad}$ "表示水平平均。对式(2)垂直积分可得

$$\langle Q_2 \rangle = \frac{1}{g} \int_{300}^{P_s} Q_2 dp \approx L(P - E) \quad (3)$$

其中 $P$ 为降水量, $E$ 为地表涡旋水汽通量(蒸发量), $P_s$ 为地面气压, $g$ 为重力加速度。由式(3)可知,大气整层积分的水汽汇 $Q_2$ 反映了大气与下垫面的水分净交换量。

另外,单位水平面积气柱整层大气水汽输送通量 $Q = (Q_x, Q_y)$ 可由下式来计算

$$Q = \frac{1}{g} \int_{300}^{P_s} Vq dp = \frac{1}{g} \int_{300}^{P_s} (u, v)q dp \quad (4)$$

式中各物理量含义与前相同, $u$ 、 $v$ 分别为纬向风和径向风分量。

另外,还用到广东7个测站1958~2004年逐月降水量资料。

通过对广东及其附近区域( $20 \sim 25^\circ \text{N}$ ,  $110 \sim 117.5^\circ \text{E}$ )范围内的7个格点(图1)的 $Q_2$ 相互作用相关分析,如取点C作为中心参考点,然后计算其余6个点与中心点C在春、夏、秋、冬各季及全年的相关系数,得到的相关系数都为显著正相关(表1,其中样本数为47和显著水平0.05的相关系数临界值为0.29),表明这些点具有很好的同相变化特征,故可以把这7个点的 $Q_2$ 平均值作为广东平均水汽汇值。另外,用1958~2004年梅县、汕头、曲江、

河源、广州、阳江、湛江共7个站点的平均降水量代表广东大尺度平均的降水量。划分春季为3、4、5月,夏季为6、7、8月,秋季为9、10、11月,冬季为12、1、2月(其中冬季的年份以1月所在的年命名)。

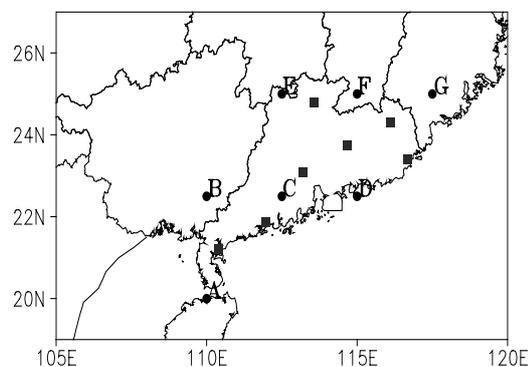


图1 计算用的格点(“□”)和测站(“○”)分布

表1 A-G各点 $Q_2$ 与C点 $Q_2$ 的相关系数

格点	A	B	D	E	F	G
春	0.36	0.87	0.85	0.76	0.79	0.73
夏	0.63	0.92	0.73	0.69	0.44	0.38
秋	0.62	0.87	0.82	0.81	0.74	0.55
冬	0.68	0.89	0.80	0.65	0.84	0.58
年	0.41	0.88	0.76	0.81	0.70	0.54

## 3 季节及年的 $Q_2$ 、 $P$ 、 $E$ 的气候平均值

表2给出1958~2004年广东春、夏、秋、冬各季及全年的 $\langle Q_2 \rangle$ 、 $P$ 和 $E$ 气候平均值。从表2可以看出,春季的水汽汇和降雨量较多并仅次于夏季,其中季节降雨量约占全年降雨量的32%,这与华南前汛期降雨有密切关系;而水汽汇的气候平均值为204 mm,这说明广东春季是大气向地面输送较多水资源的季节。夏季降雨量约占全年降雨量的43%,水汽汇则在四季中最大,达387 mm(约占全年的73%),这表明广东夏季是全年地-气水分净交换最多的季节。秋季降雨量和蒸发量相当接近,使得水汽汇强度较弱,气候平均值仅为18 mm。冬季降雨量为全年降雨量的8%,远小于蒸发量,水汽汇气候平均值为负值,即为水汽源,可见广东冬季是地面向大气净输送水资源的季节。另外,春夏季的蒸发量较接近,秋冬季的蒸发量相差不大,而且就47年平均而言,广东地区全年的降雨量有70%以蒸发形式回到大气当中,说明区域内蒸发在大气水分内循环中的作用是很重要的。

表 2 1958~2004 年广东各季以及全年的  $\langle Q_2 \rangle^*$ 、 $P$ 、 $E^{**}$  的气候平均值 单位: mm。

	春季	夏季	秋季	冬季	全年
水汽汇 $\langle Q_2 \rangle$	204	387	18	-78	531
降雨量 $P$	555	758	286	147	1746
蒸发量 $E$	351	371	268	225	1215

注: \*  $\langle Q_2 \rangle$  的单位已从  $W/m^2$  换算为  $mm/季(年)$  ( $28.9$

$W/m^2 = 1 mm/d$ ); \*\*  $E$  是根据式(3)由  $P$  和  $\langle Q_2 \rangle$  算得。

## 4 水汽汇的年际及年代际变化特征

为分析广东水汽汇的年际和年代际变化特征, 本文参考文献[17]中的谐波分析方法对水汽汇进行频域尺度分解, 取 8 年以下周期成份为年际分量, 8 年以上周期成份为年代际分量(其中包括年代以上尺

度)[18]。根据尺度分解结果, 广东地区平均的春、夏、秋、冬各季节及年水汽汇年际分量距平变化曲线和年代分量距平变化曲线如图 2 所示。下面分季节进行讨论。

在春季, 水汽汇年际变化分量和年代际变化分量的方差分别占总方差的 54% 和 46%, 说明虽然以年际分量方差为主, 但年代际分量的方差也非常明显。从年际分量距平变化曲线(图 2a)可以看出, 1970 年代中期以前的变化幅度较以后的幅度要大一些。在年代际变化曲线(图 2b)上, 以 1978 年为界, 在这之前的水汽汇为负距平, 之后的水汽汇为正距平, 但 2003、2004 又为变负距平。总体而言, 过去几十年水汽汇有增强的变化趋势, 但其年代际分量目前正处于从正位相向负位相转换期。

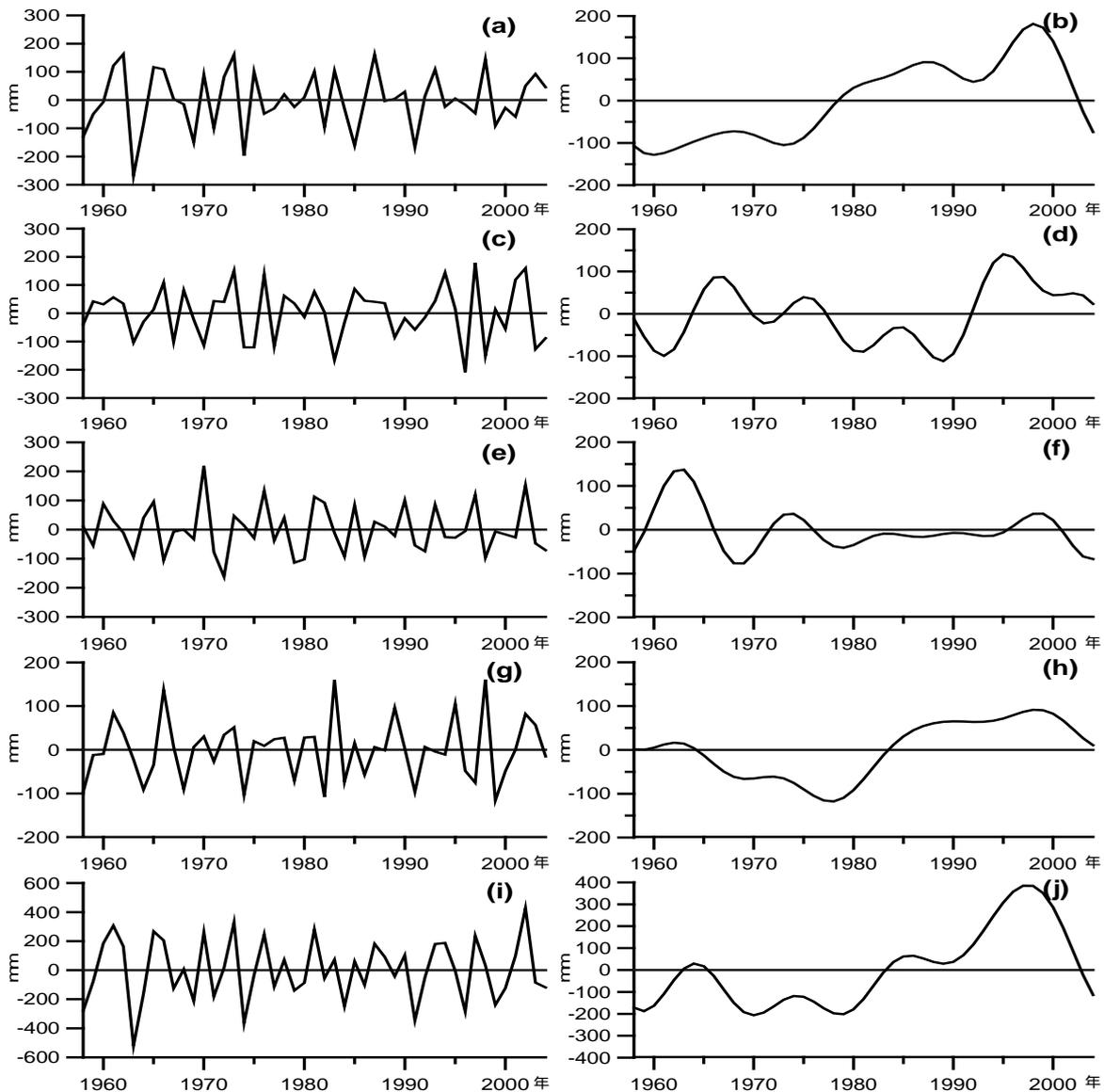


图 2 广东平均的垂直积分大气水汽汇  $Q_2$  距平的年际(左图)和年代际(右图)变化曲线  
从上到下分别为春、夏、秋、冬及年的水汽汇。

夏季,水汽汇年际变化分量方差占总方差的 65%,而年代际变化分量的方差占总方差的 35%,说明年际变化分量起主导作用。在图 2c 上,年际分量变化曲线的一个特点是自 1993 年以后振幅增大。在年代际变化(图 2d)方面,功率谱分析发现有 10~15 年的明显周期,1960 年代中~1970 年代后期以及 1990 年代初以后水汽汇为正距平,其余时段为负距平。水汽汇从 1970 年代后期~1990 年代初的负位相,转变为 1990 年代初以后的正位相,为近十几年夏涝的发生提供了有利的气候背景。

在秋季,水汽汇年际分量和年代际分量的方差分别占总方差的 73%和 27%,意味着秋季水汽汇的变化主要取决于年际分量的变化。在年际变化曲线上(图 2e),1980 年代中期以后振幅有稍变小的特征,功率谱分析结果表明该曲线有准 3 年的显著周期。而对于年代际变化分量(图 2f),主要以 10~15 年的显著周期变化,同时 1966 年以前具有较明显的正值位相,1966 年以后围绕在 -15 mm 的位置振荡变化,所以从长期趋势看, $\langle Q_2 \rangle$ 有减少的趋势。

冬季水汽汇年际分量和年代际分量的方差分别占总方差的 53%和 47%,说明两种分量对水汽汇的变化都有显著的贡献。对年际变化(图 2g)而言,功率谱分析显示有约 2.7 年显著变化周期,1998 及 1999 年是分析时段的最大(正)和最小(负)值极端年。至于年代际变化(图 2h),长周期变化较明显,在 1960 年代中期前水汽汇为正距平,此后直至 1980 年代中期为负距平,1980 年代中期以后,水汽汇处于显著正距平位相,若按该曲线的变化趋势推测,此后 20 年 $\langle Q_2 \rangle$ 将可能处于负距平位相期,将有利于干旱的发生。

对年水汽汇而言,水汽汇年际分量和年代际分量的方差分别占总方差的 58%和 42%,说明水汽汇的年际分量和年代际分量占的比重都是非常明显的。在年际分量变化(图 2i)方面,功率谱分析表明其主要以 4~5 年显著周期变化,从 1970 年代中~1980 年代末这段时间的变化幅度较小,其它时段的振幅较大。对于年代际分量(图 2j),其变化以较长周期为特征,在 1980 年代中期以前为负距平位相,之后为正,并在 1990 年代出现一个明显的正距平波峰,但在 2003 年开始为负距平,若按此变化推测,未来若干年广东水汽汇将进入偏少的年代际位相期,可能为一个偏干旱气候时期<sup>[19]</sup>。

另外,计算表明,广东冬、春季水汽汇的变化

有显著正相关,其中年际尺度分量的相关系数为 0.6,不分尺度的序列的相关系数为 0.56,表明广东冬春季容易出现连旱或连涝现象。

## 5 与水汽汇异常相关的水汽通量场变化特征

由水汽方程(1)结合连续方程,作垂直积分并利用式(3)、(4)有

$$L(\partial W / \partial t + \nabla \cdot Q) \cong -\langle Q_2 \rangle \quad (5)$$

其中  $W$  是单位水平面积气柱的水分总含量,其余符号含义已在前面说明。上式中气柱水分总含量的局地时间变化项相对其它项而言一般较小,所以水汽汇大小主要决定于水汽通量的散度的大小。换言之,水汽汇的变化与水汽通量场的异常有非常密切的联系。

为了分析与广东地区  $Q_2$  异常相关的水汽通量场特征,首先对 1958~2004 年广东地区平均的春夏秋冬四季水汽汇序列标准化,然后选出各标准化序列数值大于等于 1 的年为强年,小于等于 -1 的年为弱年(表 3),然后根据强弱年对各季垂直积分的水汽通量场进行合成。

表 3 1958~2004 年四季的广东大气水汽汇强弱年份

季节	强年
春	1981、1983、1987、1993、1998
夏	1966、1968、1973、1976、1993、1994、1995、1997、2001、2002
秋	1960、1961、1962、1964、1965、1970、1976、1997、2002
冬	1961、1966、1983、1989、1995、1998、2002
季节	弱年
春	1958、1959、1963、1964、1969、1971、1974
夏	1963、1970、1983、1989
秋	1966、1969、1971、1972、1979、1980、1984、1986、2003、2004
冬	1958、1968、1974、1976、1979、1982

春季,就气候平均而言,主要有两支水汽输送带在中南半岛-南海汇合北上影响广东,一支是西太平洋副热带高压南侧源于偏东气流的水汽输送带在中南半岛-南海地区转向北上,另一支是源于印度-孟加拉湾的偏西气流的水汽输送带(图 3a)。除雷州半岛和海南外,华南处于水汽通量的辐合区。在广东水汽汇偏强年,菲律宾附近出现一反气旋式水汽通量距平场,中南半岛北部、南海南部及菲律宾以东区域是明显的水汽通量距平辐散区,而中国东南部

地区则处于菲律宾附近的反气旋式水汽通量距平场北侧的西南风水汽通量距平带，并伴随着明显的辐合（图 3b），即是说，由西南气流输送到广东上空的水汽较常年的偏多，其辐合也偏强，因而导致广东的水汽汇偏强。在广东水汽汇偏弱年，中国东部及其以东洋面上空是一反气旋式水汽通量距平场（图 3c），华南则处于该反气旋式水汽通量的南支偏东风水汽通量距平带中，并伴随有明显的水汽通量距平辐散，即较常年而言，在南海北部-华南上空的西南风水汽输送偏弱，其水汽通量的辐合也偏弱，因此使得广东的水汽汇较常年偏弱。另外，从春季水汽汇的强弱年份（表 3）可知，强年出现在 1981 年以后，而弱年则集中在 1974 年以前，所以上述强弱

年水汽通量场的差异实际上也反映了其年代际变化特征。

图 4a 给出了夏季水汽通量的气候平均分布。从图可知，水汽通量的分布与夏季对流层低层的风场分布（图略）较相似，华南上空为辐合的西南风水汽通量。在广东水汽汇偏强年（图 4b），南海北部至华南上空出现一气旋式水汽通量距平场并伴随有强的辐合中心，因而使得广东上空的水汽汇偏强。另外，华南上空的水汽通量距平辐合中心实际上与其东南方的一条西北-东南向的水汽通量距平辐合带相连，这说明在广东夏季水汽汇偏强年，从菲律宾东部洋面经菲律宾到南海北部一带的热带低压系统是比较活跃的。而在水汽汇偏弱年（图 4c），华

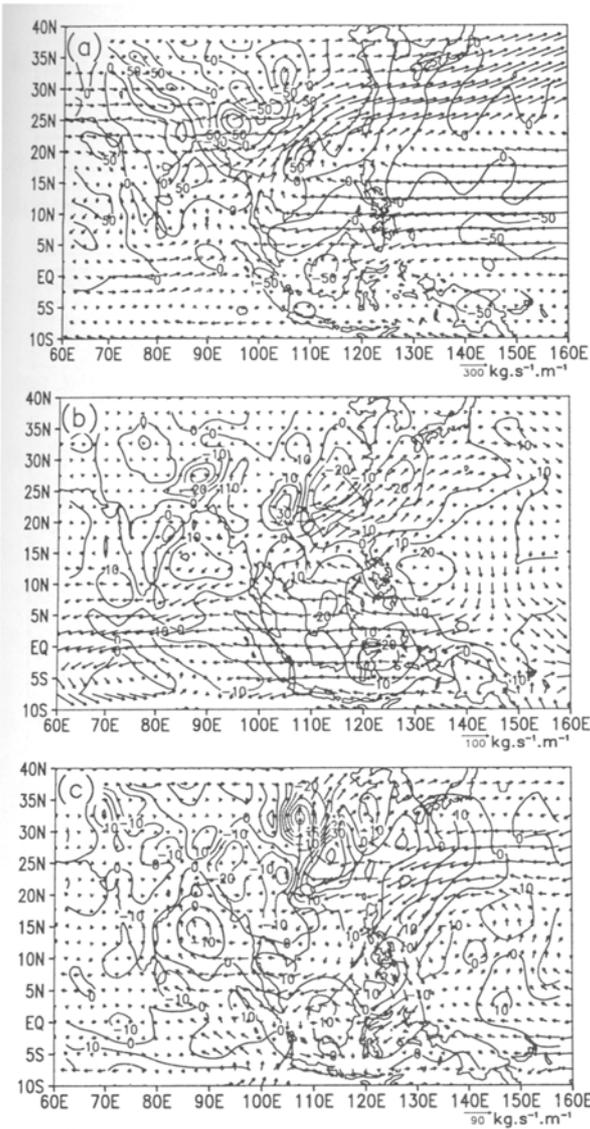


图 3 广东春季垂直积分水汽通量场及其散度场(等值线)  
a. 1958~2004 年平均场; b. 和 c. 分别为水汽汇偏强、弱年合成的距平场。散度单位:  $10^6 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{m}^{-1}$ 。

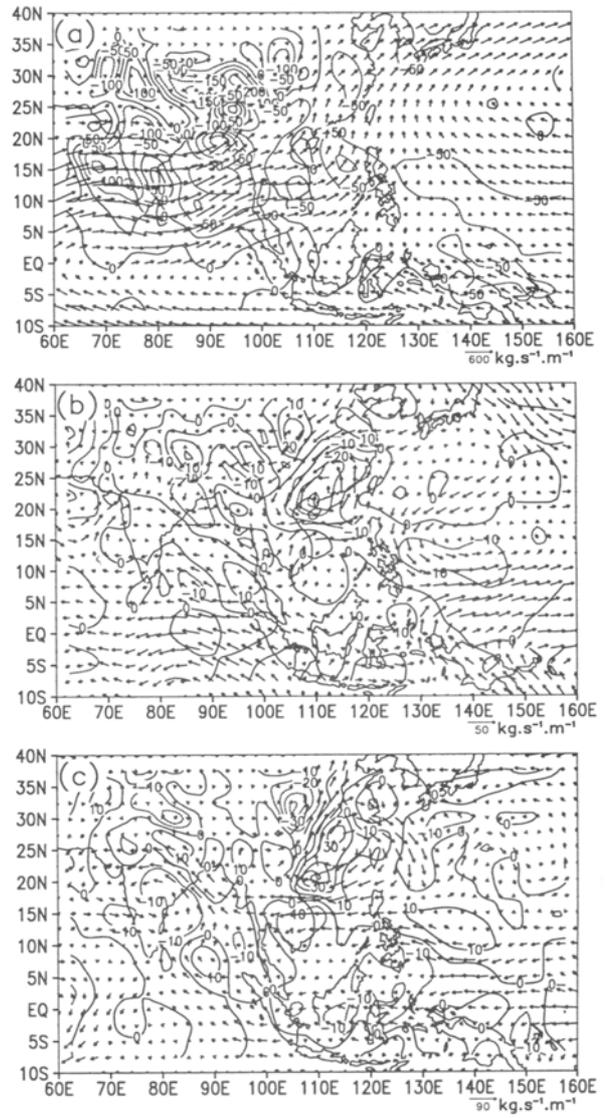


图 4 同图 3，但为夏季

南上空为一反气旋式水汽通量距平场,有强的辐散中心,在其南部则为一气旋式水汽通量距平场,从中南半岛东南端经南海南部到菲律宾南部及其东部洋面上空为一明显的水汽通量距平辐合带,该带的位置显然与强年水汽通量距平辐合带位置有差别,但彼此平行,这可能与在广东夏季水汽汇的强、弱年热带西太平洋的西北-东南向的赤道辐合带位置出现异常变化有关,具体有待进一步探讨。

秋季气候平均的水汽通量场分布如图 5a 所示,来自副热带西太平洋偏东气流的水汽输送带和源于北印度洋的偏西气流水汽输送带在孟加拉湾东岸汇合而转向北上,并经青藏高原东部向中国长江流域和华北输送,再向东输送。

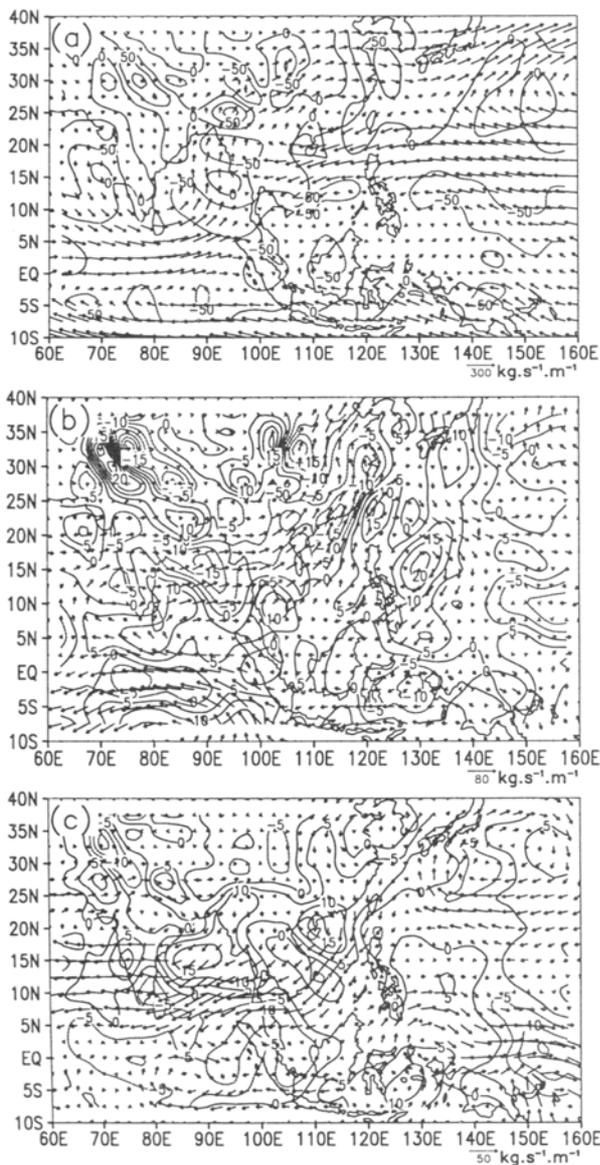


图 5 同图 3, 但为秋季

(图 5b), 菲律宾附近有一反气旋式水汽通量距平辐散中心, 而从孟加拉湾经中南半岛、南海北部到华南是偏西风水汽通量距平辐合带, 华南沿海是一明显的辐合中心, 说明自孟加拉湾经中南半岛向华南的水汽输送增强, 水汽辐合也增强, 从而导致广东的水汽汇增强。在水汽汇偏弱年(图 5c), 印度半岛北部上空有一反气旋式水汽通量距平, 而在中国东部到南海北部则有偏北风水汽通量距平, 并转向流向中南半岛和孟加拉湾南部, 在华南和南海北部是一明显的水汽通量距平辐散中心, 换言之, 从西南方输送到华南的水汽通量减弱, 其辐合也减弱, 因此造成广东的水汽汇减弱。

图 6a 给出了冬季气候平均的水汽通量场分布。从

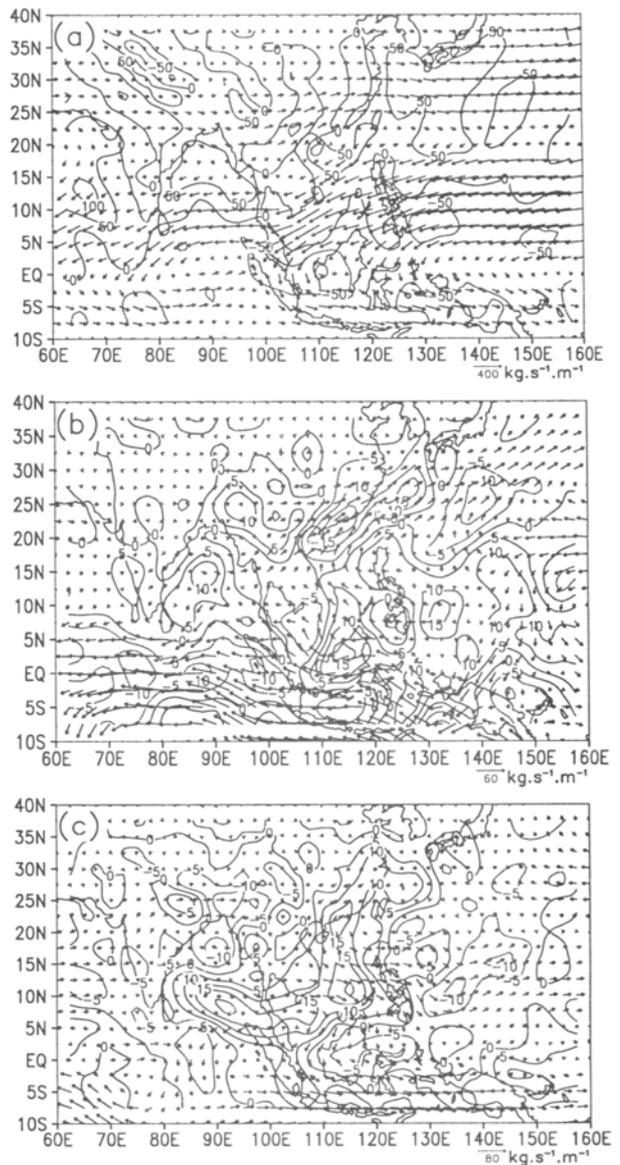


图 6 同图 3, 但为冬季

图可看出,华南地区的水汽主要来源于孟加拉湾北部及中南半岛北部自西向东的水汽输送。在广东冬季水汽汇偏强年,南海出现偏南风水汽通量距平(图 6b),并与源于孟加拉湾经中南半岛向东北方向的水汽通量距平、高原东南部向东的水汽通量距平在南海北部至华南上空汇合,使得输送到华南上空的水汽增强,并形成水汽通量距平辐合中心,因此使得广东的水汽汇偏强。在水汽汇偏弱年,高原东南部、菲律宾以东洋面及印度尼西亚上空都出现明显的水汽通量辐合距平中心(图 6c),而在中国东南部地区至整个南海都出现辐散的偏北风水汽通量距平,使得输送到华南的水汽减少而导致广东的水汽汇减弱。

## 6 小 结

从上述对广东地区各季及年水汽汇的年际、年代际变化特征,以及水汽汇异常与水汽通量变化的关系的分析,可以得出以下几点结论。

(1) 就气候平均而言,广东春夏大气向地面输送较多水资源,秋季降雨量和蒸发量相当,冬季为地面向大气输送净水分。

(2) 四季和年水汽汇的年际分量方差贡献均占主导地位,但冬、春季和年水汽汇的年代际分量方差贡献也较显著,占总方差的 40% 以上,并以 30 多年的长周期变化为主,目前正处于由正位相向负位相转变的过渡期,预示今后冬、春季广东有偏旱趋势。夏、秋季水汽汇的年代际分量有 10~15 年的显著周期,而秋、冬季水汽汇的年际分量则有约 3 年的显著变化周期。广东冬春季水汽汇变化有显著的同相关关系。

(3) 广东地区大尺度大气水汽汇的异常与输送到广东水汽通量异常密切相关。广东各季大气水汽汇偏强(弱)是由于从热带低纬输送到南海北部至华南地区的水汽通量增强(减弱),并伴随着水汽通量的辐合的增强(减弱)造成,但各季水汽通量异常分布型是有差别的。

## 参 考 文 献：

- [1] 梁必骥,叶锦昭. 广东的自然灾害[M]. 广州: 广东人民出版社, 1993: 28-50.
- [2] 贺海晏. 近 40 年广东省的旱涝特征[J]. 热带气象学报, 1998, 14(4): 297-305.
- [3] 梁巧倩,简茂球. 干旱指数 AWTP 在广东冬半年干旱分析中的应用[J]. 广东气象, 2001, 114(4): 7-9.
- [4] 梁建茵,吴尚森. 广东省汛期旱涝成因和前期影响因子探讨[J]. 热带气象学报, 2001, 17(2): 97-108.
- [5] 吴尚森,黄成昌,薛惠娴. 华南后汛期降水的年际变化[J]. 热带气象, 1990, 6(4): 348-356.
- [6] 吴尚森,梁建茵. 华南前汛期旱涝时空分布特征[J]. 热带气象, 1992, 8(1): 87-92.
- [7] 林爱兰. 广东前汛期月降水异常的强信号研究及预测概念模型[J]. 热带气象学报, 2002, 18(3): 219-226.
- [8] 梁建茵,吴尚森. 夏季广东降水异常变化与夏季风[J]. 热带气象学报, 1999, 15(1): 38-47.
- [9] LI W P. Moisture flux and water balance over the South China Sea during late boreal spring and summer[J]. Theor Appl Climatol, 1999, 64(3): 179-187.
- [10] 蓝光东,温之平,贺海晏. 热带太平洋上空大气热源、水汽汇的年际变化及其与海温异常之间的联系[J]. 热带气象学报, 2004, 20(3): 258-270.
- [11] 黄荣辉,张振洲,黄刚,等. 夏季东亚季风区水汽输送特征及其与南亚季风区水汽输送特征的差别[J]. 大气科学, 1998, 22(4): 460-469.
- [12] 简茂球,罗会邦. 华南大气热源和水汽汇的时间变化[J]. 热带海洋, 1996, 15(1): 60-67.
- [13] 简茂球,罗会邦,温之平. 4-9 月西江洪水过程水汽汇与江水流量的关系[J]. 中山大学学报(自然科学版), 1997, 36(6): 97-101.
- [14] 简茂球,罗会邦. 前汛期北江洪水过程水汽汇与河水流量的关系[J]. 热带地理, 1996, 16(2): 130-135.
- [15] 田红,郭品文,陆维松. 中国夏季降水的水汽通道特征及其影响因子分析[J]. 热带气象学报, 2004, 20(4): 401-408.
- [16] YANAI M, ESBENSEN S, CHU Jan-hwa. Determination of bulk properties of tropical cloud clusters from large-scale heat and moisture

- budgets[J]. J Atmos Sci, 1973, 30(4): 611-627.
- [17] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法[M]. 北京: 气象出版社, 1990: 300-305.
- [18] WANG B, WU R LI T. Atmosphere-warm ocean interaction and its impacts on Asian-Australian monsoon variation[J]. J Climate, 2003, 16(8): 1195-1211.
- [19] 薛积彬, 钟巍. 历史时期广东地区旱涝灾害与气候变化关系[J]. 地理与地理信息科学, 2005, 21(5): 75-79.

## INTERANNUAL AND INTERDECADAL VARIATIONS OF LARGE-SCALE MOISTURE SINKS OVER GUANGDONG

JIAN Mao-qiu, CHEN Wei-xiang, QIAO Yun-ting, YUAN Zhuo-jian

( Research center for Monsoon and Environment/Department of Atmospheric Sciences,  
Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China )

**Abstract** : The interannual and interdecadal variations of moisture sinks over Guangdong are discussed with the NCEP/NCAR reanalysis data and observed precipitation data from 1958 to 2004. The results indicate that climatically, the amount of precipitation is larger than that of evaporation in spring and summer. Precipitation and evaporation almost balance each other in autumn and the amount of evaporation is larger than that of precipitation in winter. The interannual signal dominates the variations of moisture sinks in all seasons in Guangdong with a period of three-year oscillation in autumn and winter. Remarkable interdecadal signal characterized by a period of three-decade oscillation can be identified for winter and spring from seasonally averaged moisture sink data and from annually moisture data, with variance percentage larger than 40%. This result indicates that Guangdong is at a transitional stage from positive anomalies to negative anomalies. The moisture sink anomalies in winter and following spring over Guangdong are usually in-phase. Besides, there exist periodic oscillations with periods of 10 to 15 years in summer and autumn. The positive (negative) anomalies of moisture sinks over Guangdong are due to the intensified (weakened) moisture from the tropical areas being transported to the Southern China, accompanied by an intensified (weakened) moisture convergence.

**Key words**: moisture sinks; interannual and interdecadal variations; Guangdong