

青藏高原邻近地区大气热源 对华北汛期降水年代际变化的影响

刘海文^{1,2}, 田淑欣³, 杜建华⁴

(1. 成都信息工程学院大气科学学院, 成都 610225;

2. 成都信息工程学院高原大气与环境四川省重点实验室, 成都 610225;

3. 山西省气象台, 太原 030006; 4. 高平市气象局, 山西高平 048400)

摘要: 利用 1957—2006 年中国 740 站逐日降水资料和 NCEP/NCAR 逐日再分析资料, 采用相关分析和合成分析等方法, 分析了青藏高原及其邻近地区大气热源影响华北汛期降水的年代际变化的原因。结果表明: 华北汛期降水量与青藏高原及其邻近地区的大气热源显著正相关, 与江淮流域的视水汽汇显著反相关。以 1978 年为界, 高原上空大气热源由之前的异常偏强改为之后的异常偏弱, 直接导致了高原东部邻近地区包括华北在内的纬向垂直环流的年代际变化, 即由之前的异常上升改变为之后的异常下沉, 华北汛期降水也因此发生了由偏多变为偏少的年代际变化。华北上空视水汽汇的年代际减少, 也是华北汛期降水年代际减少的重要热力因素之一。

关键词: 青藏高原; 大气热源; 华北汛期; 降水

中图分类号: P426.614

文献标识码: A

大气中冷热源状况是决定大气环流及其异常的主要因素之一^[1]。赵声蓉等^[2]认为高原上凝结潜热异常与华北地区汛期降水存在明显的负相关关系。李栋梁等^[3]的数值模拟试验表明, 夏季青藏高原大面积感热异常偏强时, 黄河流域降水偏多; 相反, 华北干旱。最近, 周连童等^[4]研究发现, 我国西北干旱、半干旱区对东亚夏季风环流也有很大影响。这些研究表明, 高原及其邻近地区的大气热源和华北汛期降水之间有着重要的关系。华北汛期降水有着鲜明的年代际变化特征^[5]。那么, 在华北汛期降水发生的年代际变化背景下, 高原及其邻近地区的大气热源又发生了怎样的年代际变化, 高原及其邻近地区的大气热源发生的年代际变化, 又怎样影响华北汛期降水的年代际变化, 这是本文研究的主要内容。

1 资料和方法

所用资料: 1) 1957—2006 年中国气象局国家

气象中心资料室提供的中国 740 个测站逐日降水资料; 2) 1957—2006 年 NCEP/NCAR 全球 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 逐日风场、气压场、比湿场、温度场、垂直速度场资料, 垂直分辨率为 17 层。气候学上 6 月 30 日—8 月 18 日为华北汛期^[6], 华北的空间区域范围也按照文献^[6]选择。大尺度大气热源 Q_1 和视水汽汇 Q_2 采用文献^[7]的定义。

2 结果分析

为了检验计算整层积分的大气热源 Q_1 和视水汽汇 Q_2 的准确性, 首先给出 1957—2006 年气候平均整层积分的 Q_1 和 Q_2 水平分布 (图 1)。由图 1 可见, Q_1 和 Q_2 的分布和叶笃正等^[1]计算的 Q_1 、 Q_2 的分布基本一致, 因此, 本文计算的大气热源 Q_1 和视水汽汇 Q_2 可用于气候研究。青藏高原作为抬高的热源, 可直接加热对流层中上层大气, 对亚洲甚至全球的天气气候都可产生重要影响^[8]。青藏高原在夏季是强大的热源^[9]。为了进

收稿日期: 2010-04-28

作者简介: 刘海文 (1969—), 男, 汉, 山西晋城人, 博士, 高级工程师, 从事天气气候诊断分析和研究。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (青藏高原积雪年际和年代际变率原因研究 40805026)

一步确定华北汛期期间, 哪些区域的大气热源 Q_1 对华北汛期降水有显著的影响, 对 1957—2006 年

华北汛期降水量与北半球大气热源的 Q_1 进行了同期相关分析 (图 2)。

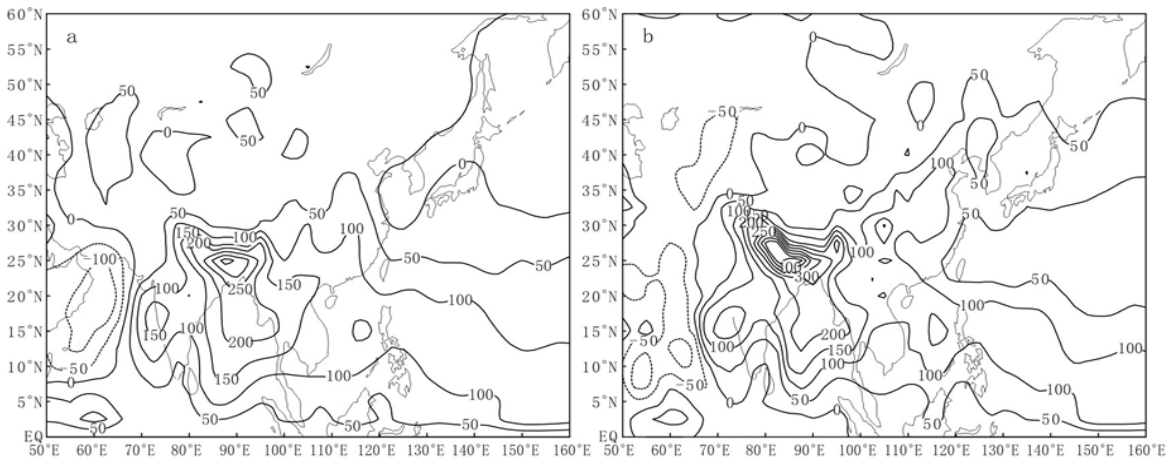
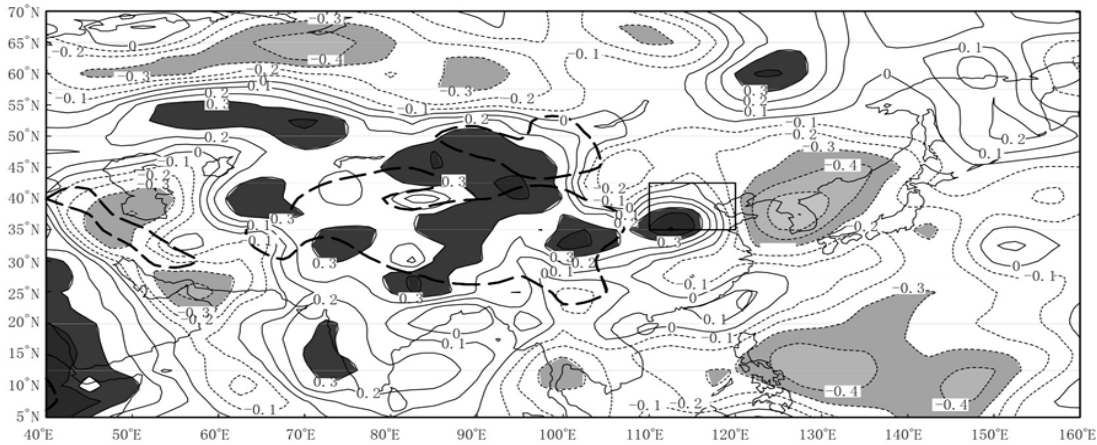


图 1 华北汛期 1957—2006 年平均垂直积分的大气热源 Q_1 (a) 和视水汽汇 Q_2 (b) 分布 (单位: Wm^{-2})



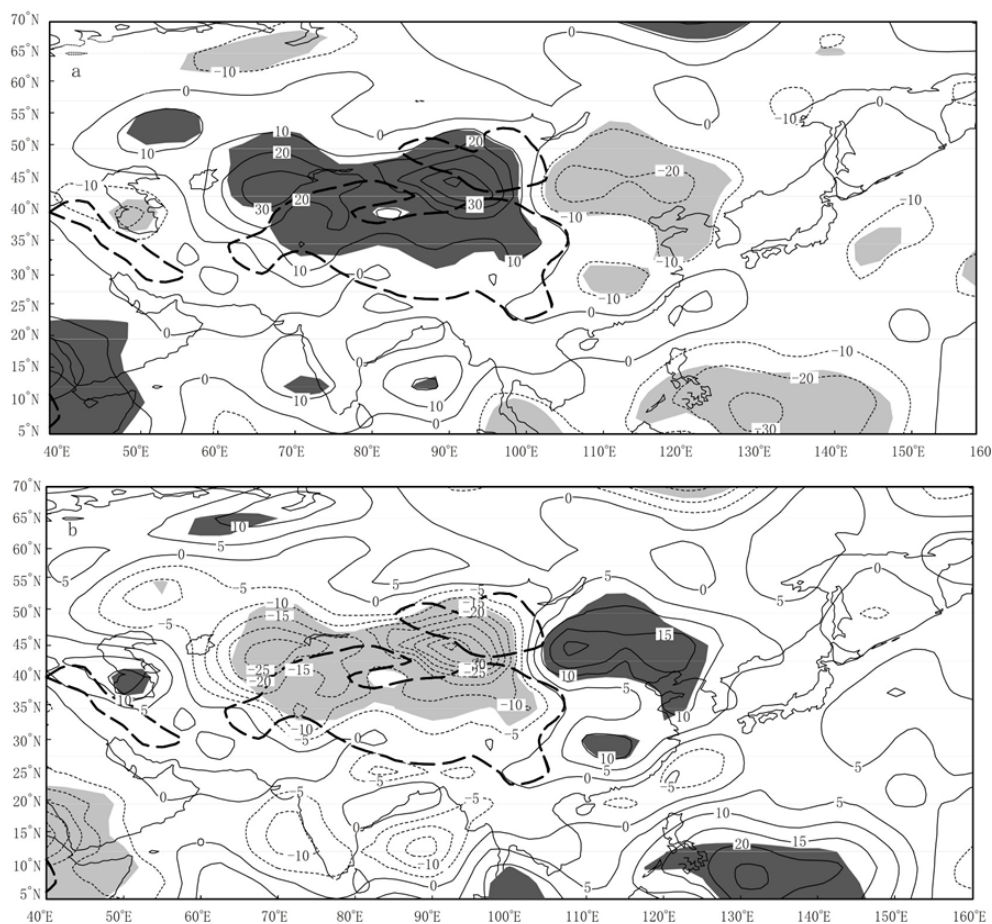
粗虚线为 1 500 m 地形高度线; 方框为华北区域, 下同

图 2 华北汛期降水量与垂直积分的大气热源 Q_1 同期相关分布

由图 2 可见, 在我国大陆内部, 与华北汛期降水有显著正相关的区域, 主要位于青藏高原东南部地区及我国的西北地区, 显著的负相关区在渤海湾至东部南部地区。因此, 高原东南部地区及高原北部的我国西北地区的大气热源, 对华北汛期降水有着重要的影响。当这一区域的大气热源偏强(弱)时, 华北汛期降水偏多(少)。

华北汛期降水具有明显的年代际变化特征^[5], 按照文献 [5] 的划分, 1957—1978 年为华北汛期降水偏多阶段, 1979—2006 年为华北汛期

降水偏少阶段。为了确定造成华北汛期降水年代际减少的大气热源区域, 图 3 给出了华北汛期在两个不同阶段大气热源的距平合成图。由图 3 可见, 与华北汛期降水存在显著的年际相关关系, 同时在年代际距平合成场中, 通过了 t 检验的区域, 主要位于青藏高原以北我国的西北地区。因此, 青藏高原北部至我国西北的大气热源年代际减弱, 是导致华北汛期降水发生年代际减少的重要原因。由于我国西北干旱、半干旱区是整个欧亚大陆上陆面感热最强的地方之一^[4], 因此, 青藏高



单位为 W/m^2 ；阴影区表示通过 0.05 的显著性检验

图 3 华北汛期期间两个阶段 (a 1957—1978；b 1979—2006) 垂直积分的 Q_1 距平合成

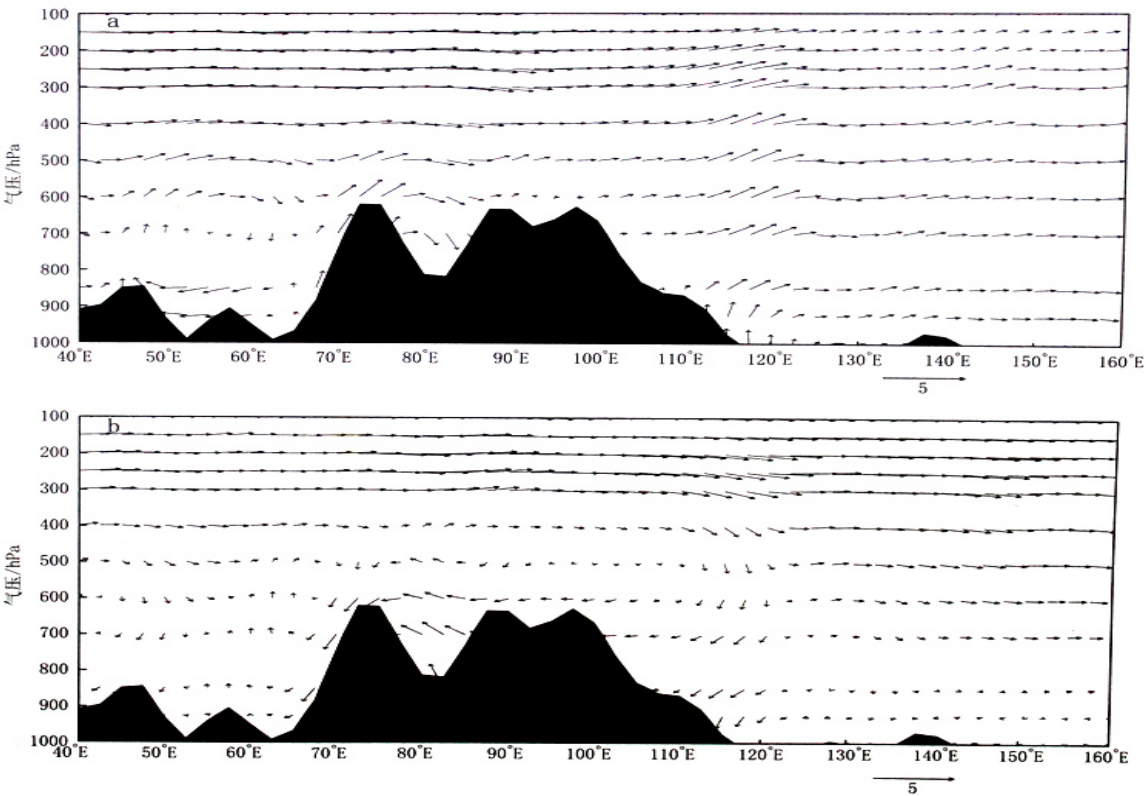
原北部及我国西部地区的大气热源的减少，主要是感热的年代际减弱。

青藏高原在夏季作为一个巨大的热源，对东亚和太平洋地区的大气环流与天气，产生着相当大的影响^[2]。图 4a 是华北汛期降水偏多阶段，距平纬向风和距平垂直速度沿 $37.5^\circ N$ 垂直剖面图。由图 4a 可见，由于高原大气热源异常偏强，高原东西两侧存在一致的两个异常上升气流，而在中间是下沉气流，华北上空处于异常上升运动气流控制中。虽然朱抱真等^[10]认为，高原东部的上升气流和高原大陆东部的上升气流是两支不同波长的直接环流。吴国雄等^[11]也认为，必须在大陆尺度加热或者是海陆分布的大背景下考虑局地地形的作用，才能恰如其分地评估大地形对气候的

影响。但是 He 等^[12]则更加强调了高原与邻近地区的垂直环流是由高原热源维持。结合高原大气热源异常偏弱时，高原与邻近地区的垂直环流的分布特征，认为：华北地区产生异常偏强的上升运动区和高原邻近地区大气热源的异常偏强有关。华北汛期偏少阶段，由于高原上空大气热源的异常减弱，高原上空及其邻近地区的上升运动出现明显的改变(图 4b)。对比分析图 4a 和 b，在高原西部的异常上升运动变为异常下沉，高原东部及其以东地区出现异常下沉运动，华北也处于异常下沉运动区，而在高原东西部之间出现的特有的弱下沉运动也改变为异常上升运动。叶笃正等^[1]、朱抱真等^[10]指出，由青藏高原上升的气流可向东沿纬圈方向到达东太平洋地区下沉，构成

这两个地区的纬向遥相关。无论高原上空大气热源异常偏强还是偏弱,这个纬向的环流仍然存在,只是在高原地区的上升运动的位置发生改变,即由原来的高原东部(120°E)附近变为高原中间位

置(80°E),华北上空由异常上升运动改变为异常下沉运动,显然这和高原大气热源的异常减弱有关。因此,高原大气热源的年代际变化,是华北汛期降水发生年代际变化的重要原因之一。



纬向风单位为 m/s; 垂直运动速度单位为 hPa/s

图 4 华北汛期期间两个阶段 (a 1957—1978; b 1979—2006) 距平纬向风和距平垂直速度沿 37.5°N 垂直剖面图

图 5 是华北汛期降水量与垂直积分的大气视水汽汇 Q_2 的相关分布。对比分析图 5 和图 2,在西太平洋及其以东海区,视水汽源和视水汽汇都和华北汛期降水量呈显著的反相关关系。究其原因,主要是该地区的视水汽源和视水汽汇主要是由凝结潜热释放形成的,这是由这些地区强大的对流活动造成的^[1]。而在青藏高原西部地区,视水汽汇和和华北汛期降水的关系,表现出相反的关系,这也从另一方面说明了高原西部地区热源主要以感热为主^[13]。虽然降水和水汽汇的配合比和视热源好一些^[14],但是华北及其附近汛期降水与视热源的相关,与视水汽汇相关相比,正相关区域范围更大,相关系数也更大,这进一步说明华北区域的潜热对其降水的重要作用。

由于高原西部地区主要以感热为主,前面研究了视热源对华北汛期降水的影响,而菲律宾及其海域的对流活动与中国东部降水的关系的研究也比较多,因此,对这些区域的视水汽汇与华北汛期降水的年代际变化不做分析。图 6 给出 1957—2006 年华北汛期期间,华北地区(110°E~120°E)垂直积分的大气视水汽汇 Q_2 的时间-纬度剖面图。由图 6 可见,50 a 来,华北上空垂直积分的视水汽汇呈显著的减少趋势。其中,1965 年以前,垂直积分的视水汽汇最大,20 世纪 70 年代中期,垂直积分的视水汽汇显著减少。暴雨两个例研究表明^[15],潜热对上升运动的增强作用十分重要,华北上空视水汽汇对华北汛期降水的作用是一个正反馈过程。因此,华北上空视水汽汇的

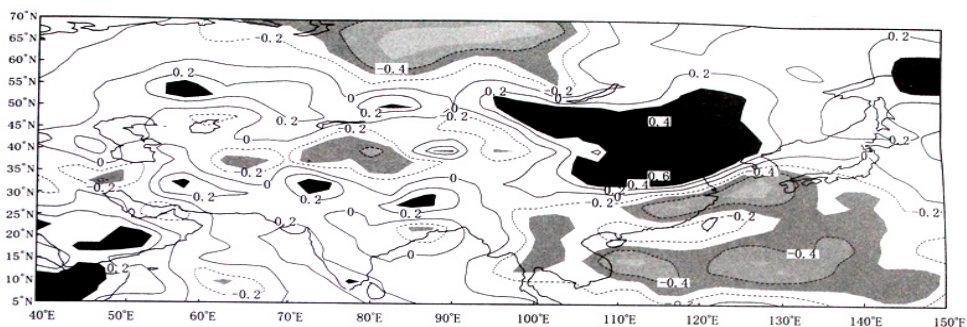


图5 华北汛期降水量与垂直积分的大气水汽汇 Q_2 同期相关分布

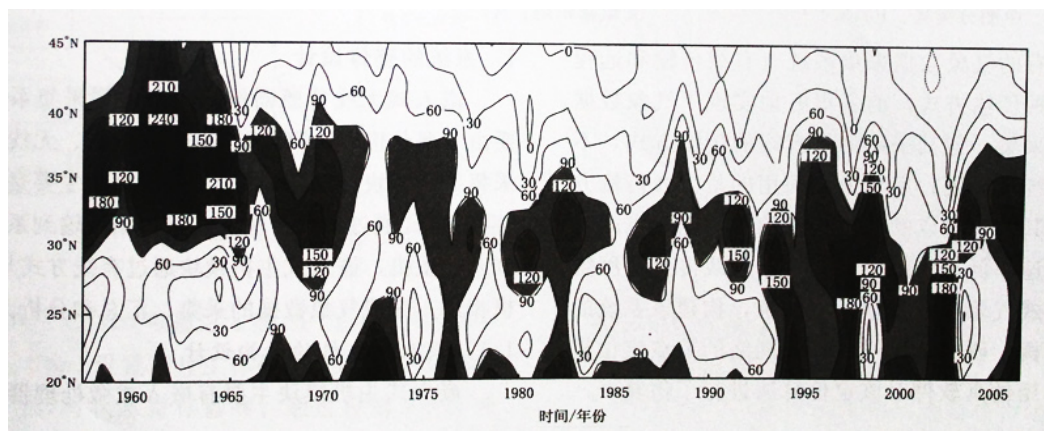


图6 1957—2006 年华北汛期降水量 $110^{\circ}\text{E}\sim 120^{\circ}\text{E}$ 垂直积分的大气水汽汇 Q_2 时间-纬度剖面 (单位: W/m^2)

年代际减少也是华北汛期降水年代际减少的重要的热力因素之一。

3 结论

3.1 华北汛期降水量与青藏高原及其邻近地区的大气热源显著正相关,与江淮流域的视水汽汇显著反相关。当高原东南部地区及高原北部的我国西北地区的大气热源偏强(弱)时,华北汛期降水偏多(少)。

3.2 华北汛期降水量在 1978 年前后发生的年代际变化,与青藏高原及其邻近地区大气热源及华北上空视水汽汇的年代际变化有关。以 1978 年为界,高原上空大气热源由之前的异常偏强变为之后的异常偏弱,直接导致了高原东部邻近地区包括华北在内的纬向垂直环流年代际变化,即其由之前的异常上升改变为之后的异常下沉,华北汛

期降水也因此由偏多阶段转变为偏少阶段。

3.3 华北上空视水汽汇的年代际减少,也是华北汛期降水年代际减少的重要的热力因素之一。

参考文献:

- [1] 叶笃正,黄荣辉.长江黄河流域旱涝规律和成因研究[M].济南:山东科学技术出版社,1996:387.
- [2] 赵声蓉,宋正山,纪立人.华北汛期降水与青藏高原热力异常关系的研究[J].大气科学,2003,27(5):881-893.
- [3] 李栋梁,魏丽,李维京,等.青藏高原地面感热异常对北半球大气环流和中国气候异常的影响[J].气候与环境研究,2003,8(1):60-70.
- [4] 周连童,黄荣辉.中国西北干旱、半干旱区感热的年代际变化特征及其与中国夏季降水的关系[J].大气科学,2008,32(6):1276-1288.

基于无线传感器网络的气象数据采集系统设计

张照龙¹，包容刚²，王小飞¹，周鸿魁²

（1. 阿拉山口口岸气象局，新疆阿拉山口 833418；2. 吐鲁番气象局，新疆吐鲁番 833413）

摘 要：针对现有的气象监测系统在测量定位、测量点数据传输方面的不足，结合 S3C44B0X 嵌入式微处理器高速的特点，设计了基于无线传感器网络的气象数据采集系统。在无线传感器网络设计中采用改进的 DV-Hop 无线传感器定位算法，用仿真软件仿真验证了该算法的有效性。该系统可保证气象观测数据的准确性、可靠性。

关键词：S3C44B0X；气象数据采集；无线传感器网络

中图分类号：P415.1+3

文献标识码：A

现有的气象数据采集系统有有线传输和远程无线两种传输方式，前者很好地实现了气象数据的自动采集，但其采用的是有线的传输方式，不利于系统的拓展；后者虽然采用的是无线传输方式，但其在测量点的定位精度稍差，测量点的数据传输速率低。为此设计了基于无线传感器网络的嵌入式气象数据自动采集系统，构建该系统的网络结构，研究该无线传感器网络的节点定位算法，使用仿真软件对该定位算法进行了仿真^[1]。

1 系统的整体设计

嵌入式无线传感器网络气象数据采集系统主要由三部分构成：PC 机、嵌入式主机、无线数据采集节点模块。无线数据采集节点模块主要是采集气象数据，通过无线传输方式将数据传输到系统的嵌入式主机，嵌入式主机模块通过有线方式与 PC 机相连，完成气象数据的采集、汇总和分析。

1.1 嵌入式主机的结构设计

嵌入式主机模块主要有嵌入式微处理器芯片

收稿日期：2010-02-25

作者简介：张照龙（1980—），男，新疆博乐人，助理工程师，主要从事地面测报研究。

[5] 刘海文，丁一汇．华北汛期日降水特性的变化分析[J]．大气科学，2010，34（1）：12-22.

[6] 刘海文，丁一汇．华北汛期的起讫及其气候学分析[J]．应用气象学报，2008，19（6）：688-696.

[7] Yanai M, Esbensen S, Chu J H. Determination of bulk properties of tropical cloud clusters from large-scale heat and moisture budgets [J]. J Atmos Sci, 1973, 30（4）：611-627.

[8] 朱玉祥，丁一汇，徐怀刚．青藏高原大气热源和冬春积雪与中国东部降水的年代际变化关系 [J]．气象学报，2007：65（6）：346-958.

[9] Nitta T. Convective activities in the tropical western pacific and their impact on the northern hemisphere summer circulation [J]．J Meteor Soc Japan, 1987, 65（3）：373-390.

[10] 朱抱真，宋正山．关于夏季东亚大气环流的研究[J]．大气科学，1979，3（3）：219-226.

[11] 吴国雄，刘屹岷，刘新，等．青藏高原加热如何影响亚洲夏季的气候格局[J]．大气科学，2005，29（1）：47-56.

[12] He H, McGmnis J W, Song Z, et al. Onset of the Asian monsoon in 1979 and the effect of the Tibetan Plateau[J]. Mon Wea Rev, 1987, 115:1966-1995.

[13] 叶笃正，高由禧．西藏高原气象学 [M]．北京：科学出版社，1979：278.

[14] 简茂球，罗会帮．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.

[15] 丁一汇，蔡则怡，李吉顺．1975 年 8 月上旬河南特大暴雨的研究 [J]．大气科学，1978，2（4）：276-289.