

# 长江流域旱涝典型年大气水汽输送

高国栋

翟盘茂

(南京大学大气科学系 南京 210008) (国家气象中心 北京 100081)

**摘要** 利用我国125个探空站一日两次自地面至100hpa共11个层次上的观测资料,对长江流域典型夏涝年(1980年)和夏旱年(1985年)我国大气中水汽总输送场、涡动输送场及散度场进行了计算分析。结果表明:当水汽总输送场从西北、西南和东南三支气流携带的水汽交汇于长江流域,且整个水汽输送场稳定持久,则在水汽辐合带附近导致大量降水,形成洪涝;反之,当三支气流微弱不稳定,不能形成水汽辐合带条件,则形成干旱。涡动输送亦反映出类似的特征。稳定且强盛的西南气流水汽输送是形成降水的主要条件和原因。

**关键词** 水汽总输送 水汽涡动输送 水汽辐合带 水汽散度场 干旱 洪涝

## 1 引言

旱涝的形成在很大程度上受水汽条件制约,我国许多气象和水文学家曾关注到水汽输送及水分平衡在气候形成中的作用,尤其对旱涝的影响做了大量工作,取得了一定进展<sup>[1~9]</sup>。但由于受到资料和计算条件限制,对旱涝时期的水汽输送及其对降水形成的作用的研究至今尚不多见。

本文利用1980年(涝年)和1985年(旱年)我国所有探空台站一日两次从地面至100hPa共

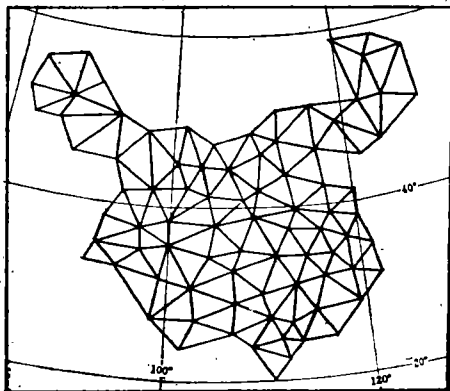


图1 全国水汽通量散度计算的三角形网格  
Fig. 1. Calculating triangular grid of water vapour flux divergence over China.

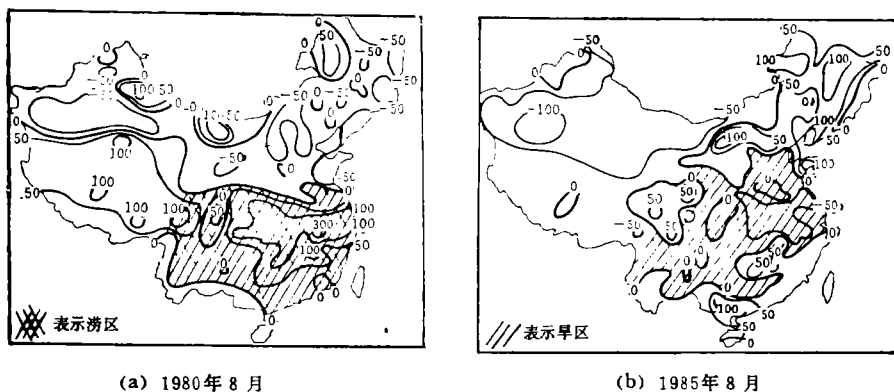
11层次上的温、压、湿、风资料,对该两年6月、7月、8月水汽总输送、涡动输送及散度进行计算分析。对水汽场、水汽输送场、水汽散度场的计算公式采用常规方法外,为了提高散度的精度作了如下的改进<sup>[10~12]</sup>:即不采用客观分析和插值处理,而使用施永年提出的考虑地球的曲面效应的方法;在利用测站进行三角形网格划分时,为减少三角形形状及大小差异对散度值的影响,采取了面积订正。全国散度计算共划分了127个三角形(图1)。

水汽涡动输送则由水汽总输送减去水汽平均输送而得。

## 2 雨情特点

1980年夏季，雨带长期停滞在江淮流域，降水集中，连续出现大到暴雨天气，6月至8月整个流域降水量比常年偏多50%以上，部份地区达100%~200%，类似1991年的洪涝，受灾严重。

1985年夏季，长江流域梅雨和夏雨特点不明显，雨带不稳定，黄河以南至淮河、长江地区6月至8月降水量比常年偏少50%以上，从而导致了该地区异常干旱(图2)。



(a) 1980年8月

(b) 1985年8月

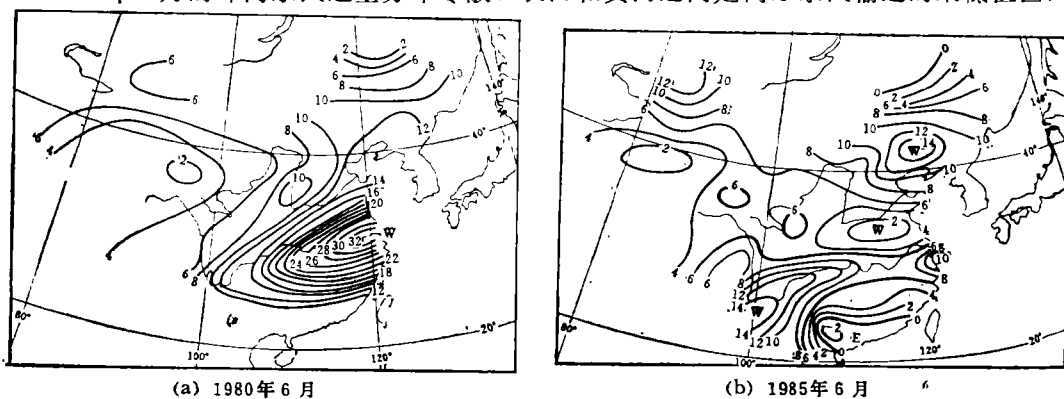
图2 1980年和1985年夏季月份降水距平分布图(%)

Fig. 2. Distribution of precipitation anomaly for summer months in 1980 and 1985

## 3 水汽纬向总输送特点

1980年夏季各月长江流域的水汽纬向输送全是由西向东，输送量的最大值与大雨区相配合，一直稳定在长江流域及其以南地区，这种输送形势为水汽通量辐合提供了条件。

1985年6月的纬向水汽通量分布零散，长江和黄河之间是向东水汽输送的最低值区；7



(a) 1980年6月

(b) 1985年6月

图3 1980年和1985年夏季月份整层水汽纬向总输送( $\times 100g/cm \cdot s$ )

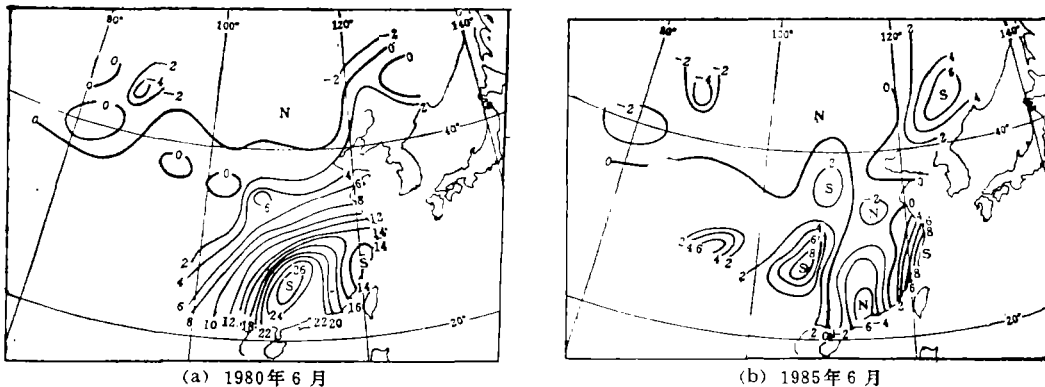
Fig. 3. Water vapour zonal total transport in the whole atmospheric layer for summer months in 1980 and 1985

月份长江中游及其以南地区出现了一个较强的向东输送中心，但不及1980年同期的输送强度；8月份向西的水汽输送占据了江淮以南大部地区，呈现出与涝年截然相反的水汽输送特征(图3)。

#### 4 水汽经向总输送特点

1980年夏季整层水汽经向总输送最大值轴线从北部湾延伸至长江中下游。6月份向北的水汽通量一直达到黄河以北地区，全国最大的向北输送中心在南岭一带，华北处于弱南风输送的北缘，构成了长江流域较强的经向水汽通量辐合。7月份向北的水汽输送的北缘较南，在黄河一线，中心位置变化不大，水汽的经向辐合仍较强。8月向北水汽输送强度有所减弱，南风输送边缘退到长江附近，但江南的经向水汽通量梯度仍很大，经向辐合一直维持在长江流域。

1985年6月，我国水汽经向输送仅在西南和东北地区以及沿海一带出现了较弱的南风水汽输送，115°E经线两侧区域存在微弱的北风输送。7月份东部地区出现了南风输送，最大值中心在南岭一带，但比1980年同期小，长江中下游的辐合形势不明显。8月份除西南至东北地区具有南风输送外，大部分区域受北风输送控制，江淮地区甚至出现了水汽的辐散状况(图4)。



(a) 1980年6月

(b) 1985年6月

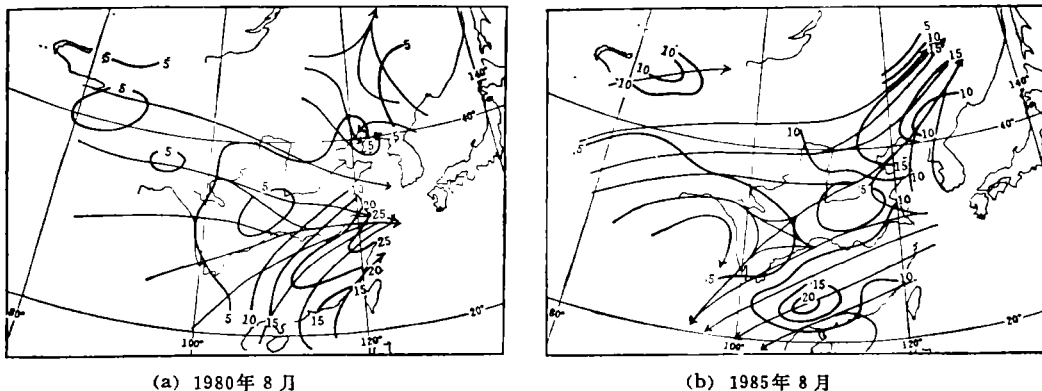
图4 1980年和1985年夏季月份整层水汽经向总输送( $\times 100\text{g}/\text{cm}\cdot\text{s}$ )

Fig. 4. Water vapour meridional total transport in the whole atmospheric layer for summer months in 1980 and 1985

#### 5 水汽合成总输送特点

1980年6月、7月我国上空出现了以长江中下游为中心的强水汽输送区，水汽主要来自西南的孟加拉湾和南部的南海，显示了西南季风和东南季风的共同作用。8月份强输送中心稍偏南，但以来自南海的水汽输送为主。总之，夏季西南、东南及偏西北来的水汽输送汇合带位于江淮流域，且整个水汽输送场稳定持久，在强的水汽辐合中心附近形成降水带。同时，汇合带的南北移动和强弱与雨带的变化具有很好的一致性，这是导致长江流域洪涝的主要原因。

1985年6月, 没有出现强水汽输送中心, 输送场比较零乱且微弱, 构不成三支气流在长江流域附近汇合的形势。7月份虽三支气流有所显示, 最大输送中心偏南偏弱, 汇合线明显偏北。8月份长江以北为低值区, 江南出现偏东气流输送, 最大水汽输送中心北移至 $42^{\circ}\text{N}$ , 雨带位于 $40^{\circ}\text{N}$ 附近, 从而形成江淮流域干旱现象。总之, 1985年夏季在长江流域没有形成输送的汇合区, 且水汽输送量较弱是形成干旱的主要原因(图5)。



(a) 1980年8月

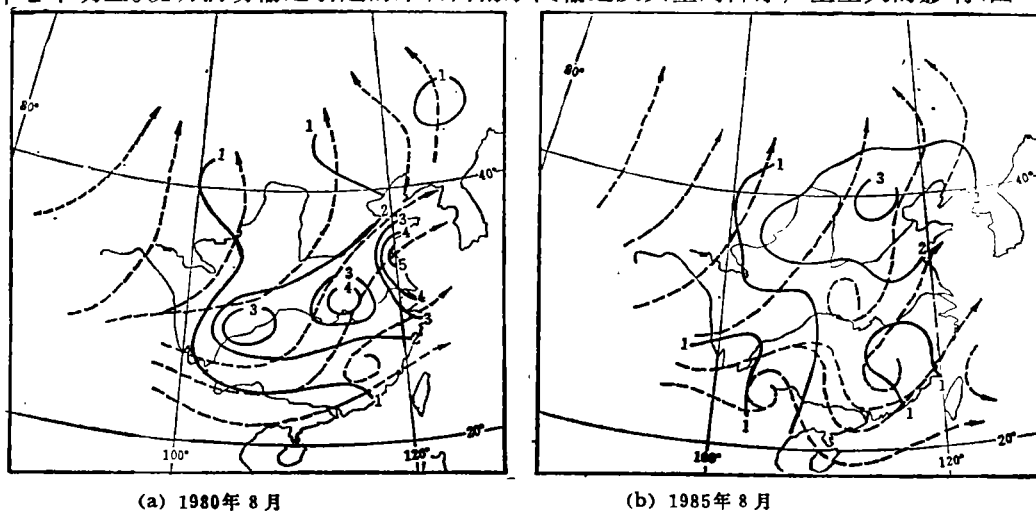
(b) 1985年8月

图5 1980年和1985年夏季月份整层水汽合成总输送( $\times 100\text{g}/\text{cm}\cdot\text{s}$ )

Fig. 5. Water vapour resultant total transport in the whole atmospheric layer for summer months in 1980 and 1985

## 6 水汽涡动输送特点

涡动水汽输送与大气水汽含量梯度方向一致, 自湿区指向干区。1980年夏季月份, 我国东南部以稳定的来自西南涡动输送为主, 最大涡动输送量中心位于长江流域, 其输送量达 $500\text{g}/\text{cm}\cdot\text{s}$ 左右。1985年夏季月份涡动输送场较零乱且出现反气旋的输送形势, 输送量较小且中心不明显。说明涡动输送引起的来自西南水汽输送及其量对降水产生重大的影响(图6)。



(a) 1980年8月

(b) 1985年8月

图6 1980年和1985年夏季月份整层水汽涡动输送( $\times 100\text{g}/\text{cm}\cdot\text{s}$ )

Fig. 6. Water vapour eddy transport in the whole atmospheric layer for summer months in 1980 and 1985

## 7 水汽散度场特点

刘国纬等曾对1983年(偏丰水年)全国全年散度场进行了分析<sup>[13]</sup>, 本文仅分析长江流域1980年和1985年夏季月份的散度场情况。

### 7.1 水汽通量散度铅直分布

1980年6月我国东部上空的水汽通量散度场在 $30^{\circ}\text{N}\sim 35^{\circ}\text{N}$ 上空300hPa高度以下为很强的水汽输入层, 水汽辐合的高值区在700~500hPa, 辐合区两侧纬度上的对流层中下层主要是水汽的水平输出。1985年6月在 $30^{\circ}\text{N}$ 附近低层则以水汽的辐散为主, 整个经度带上没有出现自对流层下层一直伸展到中层顶的强水汽辐合区(图7)。

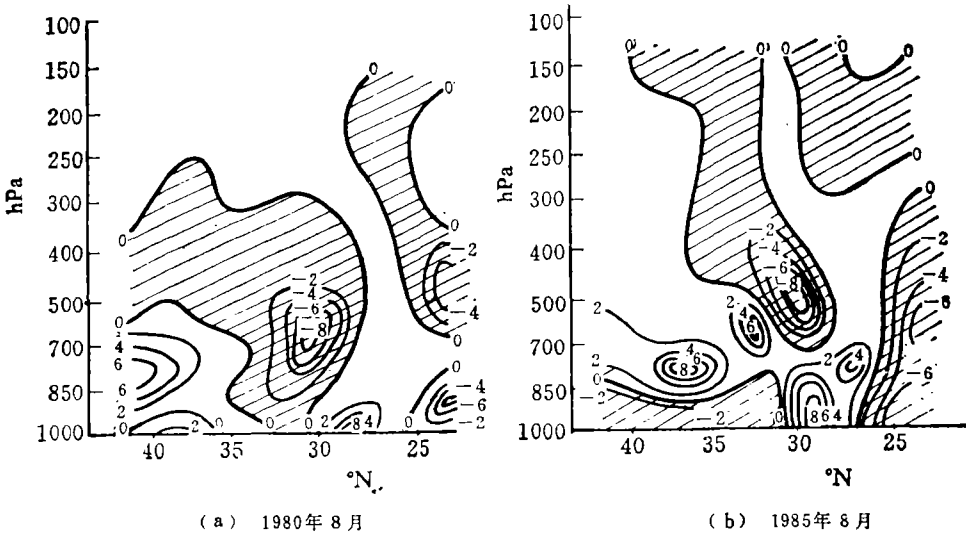


图7  $115^{\circ}\text{E}$ 剖面上水汽通量散度铅直分布( $\times 10^{-8}\text{g}/\text{cm}\cdot\text{s}\cdot\text{hPa}$ )

Fig. 7. Vertical section of water vapour flux divergence along  $115^{\circ}\text{E}$

注: 影区为输入区。

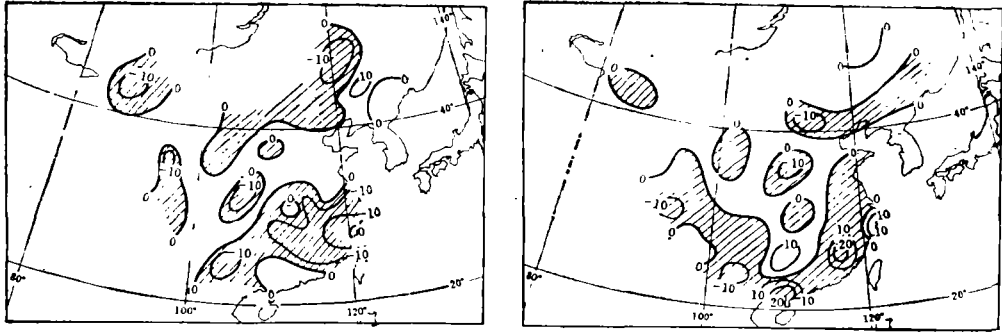
1980年7月水汽通量散度辐合区在 $30^{\circ}\text{N}\sim 35^{\circ}\text{N}$ 最显著, 自1000hPa一直伸展到400hPa, 最强辐合中心在700hPa处。1985年7月剖面上仅有不连续的辐合区出现, 强度不大(图略)。

1980年8月在 $30^{\circ}\text{N}$ 附近上空以深厚而广阔的水汽辐合为特色, 而且辐合含量也较大, 最大辐合中心出现在对流层低层。1985年8月则以较强的水汽辐散为主, 辐合仅出现在很少的垂直层次上。

### 7.2 水汽散度场

1980年6月黄河以南地区出现大片的水汽辐合区, 最强中心在长江流域, 这与400mm以上降水区相配合。7月份江淮流域强辐合中心对应着300mm以上的雨区, 华南水汽辐散区与少雨带对应。8月份水汽辐合区主要在华南, 这与江、浙地区雨涝分布很一致, 水汽辐散区在华北, 形成北旱南涝的形势。

1985年6月长江中下游至华北地区主要是水汽辐散区, 与少雨区相吻合。7月份长江至黄河广大地区仍以辐散为主, 江南在副高控制下也存在较大的辐散区, 降水不稳定。8月份长江至黄河的中部仍以辐散为主, 雨量较少, 导致干旱(图8)。



(a) 1980年8月

(b) 1985年8月

图8 1980年和1985年夏季月份整层水汽通量散度( $\times 10^{-6} \text{g/cm}^2 \cdot \text{s}$ )

Fig. 8. Water vapour flux divergence in the whole atmospheric layer for summer months in 1980 and 1985

## 参 考 文 献

- 1 陆渝蓉, 高国栋. 中国大气中的水汽平均输送. 高原气象, 1983, 2(4): 34~48
- 2 高国栋, 陆渝蓉. 中国大气中平均风场下水汽辐合(辐散)量的计算和分析. 南京大学学报(气象版), 1986, 131~138
- 3 陆渝蓉, 高国栋. 我国大气中的水汽含量与水分平衡特征. 气象学报, 1984, 42(3): 301~310
- 4 陆渝蓉, 高国栋. 中国水分平衡的研究. 大气科学进展, 1984, 1(2): 165~178
- 5 陆渝蓉, 高国栋. 中国水分气候图集. 北京: 气象出版社, 1984. 1~183
- 6 徐淑英. 我国的水汽输送与水分平衡. 气象学报, 1958, 29(1): 33~43
- 7 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, 1959, 30(2): 173~185
- 8 刘国纬, 周 仪. 中国大陆上空的水汽输送. 水利学报, 1985, (11): 1~14
- 9 刘国纬, 崔一峰. 中国上空的涡动水汽输送. 水科学进展, 1991, 2(3): 145~153
- 10 丁一汇. 天气动力学中的诊断分析方法. 北京: 科学出版社, 1987. 1~293
- 11 施永年. 动力气候学中客观计算散度场涡度场的一种新方案. 气象学报, 1982, 40(4): 490~496
- 12 崔一峰. 计算散度的三点法比较及订正新方案. 气象, 1989, 15(6): 14~19
- 13 刘国纬, 崔一峰. 中国上空水汽输送通量散度场初步研究. 中国地理学会水文专业委员会第五次全国水文学会议论文集. 北京: 科学出版社, 1992. 61~66

## Water Vapour Transport During Two Wet/Drought Summers over the Yangtze River Valley

Gao Guodong

(Department of Atmospheric Sciences, Nanjing University)

Zhai Panmao

(National Meteorological Center)

**Abstract:** Based on the radiosonde data observed two times a day for 125 stations

in China, the total transport, eddy transport and divergence fields of water vapour are calculated and analyzed for the whole atmospheric layer over the Yangze River Valley during two typical wet/drought summers (1980/1985), when there were three currents that carried water vapour steadily from the southwest, northwest and southeast respectively, and then joined together over the Yangtze River Valley, high precipitation would appear near a convergence belt, yielding floods and water-loggings. On the other hand, during drought period, the three currents are weak and unstable, so that the condition of convergence belt formation cannot be met. Eddy transport also has similar feature. Water vapour transport due to a strong and stable current from the southwest, is a main source of precipitation.

**Key words:** water vapour total transport; water vapour eddy transport; water vapour convergence belt; water vapour divergence field; flood; drought.



《洪水风险分析制图实用指南》 本书系根据联合国亚洲及太平洋经济社会理事会编印的《根据洪水风险分析及风险图改进防洪系统专家组会议会刊》编译。全书共分三个部份：洪水风险分析制图实用指南；洪水风险分析制图实例；根据洪水风险分析及风险图改进防洪系统专家组会议简介。在实用指南中阐述了洪水风险分析的地貌学、实际洪水、水文学和水力学等三种方法的基本原理和有关技术，并详细叙述了各种方法的优缺点。

本书可供防汛、水文、水利管理以及有关科研、设计和教学人员参考。定价：4.70元。

《陕西省作物需水量及分区灌溉模式》本书较全面地总结了陕西省作物需水量及分区灌溉模式研究方面的成果，从一定程度上反映了我国目前对作物需水量理论与应用研究的情况和水平。

全书共分9章。内容包括作物需水量的基本概念和资料的收集、整理与分析；作物需水规律和适宜土壤水分条件；作物需水量的计算与预报；作物需水量和灌溉需水量等值线图的研究与应用；作物水分供需条件的分析评价，作物灌溉分区及分区灌溉模式；农业灌溉水量供需状况的评价方法和农业灌溉节水对策等。定价：15.20元。

地 址：北京市西城区三里河路6号(二里沟)水利电力出版社发行部

开 户 行：工商银行北京地安门分理处

帐 号：032—046017—58

邮 编：100044

邮 费：请按书款总额加汇10%的邮挂费