

# 西藏高原的水汽通道

鲍玉章

(西藏气象局拉萨气象台)

## 一、概述

在西藏高原,气象观测站极其稀少,西部地区几乎没有。这样,利用对气象要素的分析和计算来认识高原的水汽通道就有一定的局限和困难。由于气象卫星云图资料在高原天气分析和预报中的应用,西藏高原的水汽通道逐渐被认识和揭示。

本文使用拉萨气象台卫星云图接收组1972—1980年4月近9年的气象卫星云图资料,着重分析了高原以南水汽向西藏高原输送的路径和不同系统的卫星云图形态。从分析中归纳出,水汽向高原输送的路径主要有三条:1.暖湿气流沿横断山脉侵入高原,并向高原西部和东北部输送水汽;2.暖湿气流翻越喜马拉雅山脉侵入高原腹地和喜马拉雅山脉南麓,其范围在 $75^{\circ}\text{E}$ — $92.5^{\circ}\text{E}$ ;3.暖湿气流沿高原西侧侵入高原西部或北达南疆一带,其范围在 $70^{\circ}\text{E}$ 以西。水汽源地在孟加拉湾、阿拉伯海和低纬度热带辐合带。下面分季叙述各系统水汽向高原输送的卫星云图形态及水汽输送的路径。

## 二、冬季的水汽输送

冬季(12—2月),西藏高原以南暖湿气流向高原输送的卫星云图形态有两类:急流云系(77次)和南支槽云系(17次),上高原的路径以路径2为主。

### 1. 急流云系

急流云系包括西风急流云系(66次)和台风北侧急流云系(11次)。

冬季,暖湿气流以西风急流云系的形式向高原输送以路径2(45次)为主,还有路径1的14次和路径3的7次。水汽以急流云系形式沿路径2上高原,主要被输送到高原腹地和喜马拉雅山脉南麓一带。在卫星云图上,此云系轴线约呈西南—东北向,云系起始端在热带辐合带云系北侧,位于阿拉伯海附近。云带较狭窄,边界较清楚,C处附近卷云带呈反气旋弯曲,这一带可认为是高原以南水汽向高原输送的地区(图1)。

图2是西风急流云系向高原输送水汽的又一种云图形态,具有反气旋弯曲较大的特点,且经向度特别明显,可跨越30—40个纬距,云带起于阿拉伯海,沿路径2将水汽输送上高原上空,一般可输送到高原腹

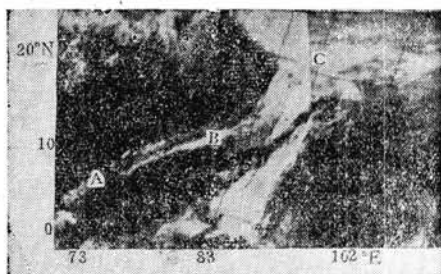


图1 1975年2月22日晚诺阿4号红外云图

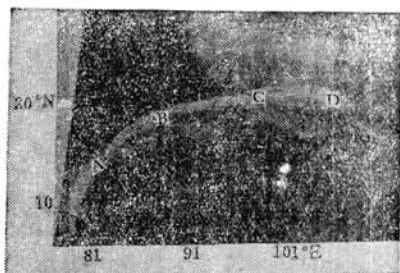


图2 1976年12月8日晚诺阿4号红外云图

地。若这类西风急流云系沿路径3侵入高原,暖湿气流可输送到高原西部或南疆一带,在高原雨季也有此类情况。

水汽以西风急流云系的形式沿路径1上高原,主要被输送到高原东南部横断山脉狭谷地带或沿狭谷向北伸展。这类云系具有纬向特征,长达35—40个经距,云线与急流轴垂直(见图3)。

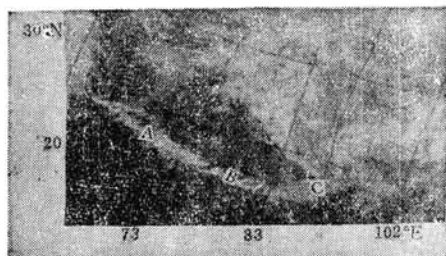


图3 1975年1月31日晚诺阿4号红外云图

台风西北侧急流云系起源于阿拉伯海或孟加拉湾,并与台风有极其紧密的联系(见图4)。低纬度的水汽和热量通过台风西北侧急流云系,以路径2(7

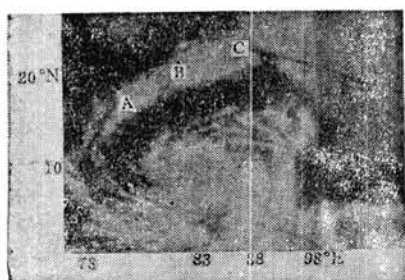


图4 1976年11月24日晚诺阿4号红外云图

次)和路径1向高原输送。一般说来台风西北侧急流云系是台风云系侵入高原的预兆。

## 2. 南支槽云系

冬季,长波西风槽云系受高原地形作用,分为南北两支。分裂出来的南支槽云系沿喜马拉雅山脉南侧东移,逐渐变性为暖湿云系。从卫星云图(图5)上

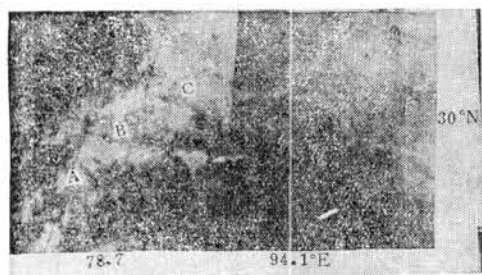


图5 1979年11月17日晚诺阿6号红外云图

看,云系呈带状,由高、中、低云组成,主体是层状云,积雨云团在浓白处可见。若这类南支槽云系沿路径2西部向北或东北方向入侵高原,在高空风和高原地形的相互作用下,云系在高原西部地区形成盾状云系(图6)。此云系自西南向东北方向辐散,云区十分宽阔,卷云羽的走向和高空风的走向一致,暗影明显,边界结构清楚,但弯曲多变。南支槽云系(17次)几乎都是沿路径2向高原输送水汽的,并多被输送至高原西部、西北部和中部地区;若沿路径1侵入高原,云系多影响高原东南部和东侧。

## 三、干季的水汽输送

在西藏,3—5月是干季,降水极少,多大风。分析认为,干季南部水汽向高原输送的云图形态、上高

原的路径与冬季有相似之处,并以急流云系和南支槽云系为主。其形态、路径和次数是:西风急流云系56次,其中路径1的19次,路径2的30次,路径3的7次;台风西北侧急流云系4次,其中路径1的1次,路径2的3次。南支槽云系共21次,都取路径2上高原。

5月中下旬印度低压云系爆发与高原雨季开始有紧密的关系。这时水汽向高原输送以印度低压云系为主。4月底5月初,在喜马拉雅山脉南麓也开始有云团涌上高原。

## 1. 印度低压云系

5月印度低压云系主要沿路径1(14次)从横断山脉峡谷,将南部水汽向高原东南部输送,进而向高原东北或向西伸展,其主要影响是东南部地区。由图7可见,印度低压云系由高、中、低云组成,以中云为主。19日云系沿路径1入侵到高原横断山脉峡谷地带,20日扩散并影响东南部地区(图略)。

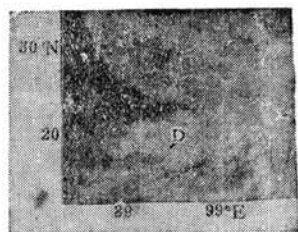


图7 1978年5月18日晚诺阿4号红外云图

## 2. 南部云团

4月底开始,喜马拉雅山脉南麓开始出现零星分散的云团,5月中下旬云团较活跃,有的云团爬越喜马拉雅山脉,有的在山脉南麓一带。云团所处位置就是水汽被输送到的地区(图8)。云团常常造成这些地区局地较强的降水或春雪。

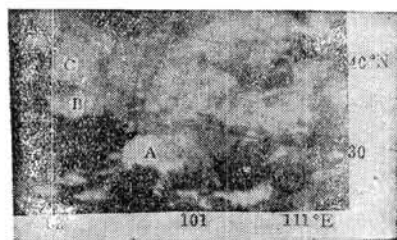


图8 1977年4月29日诺阿5号红外云图

## 四、雨季的水汽输送

雨季(6—9月),水汽向高原输送的方式有:热带辐合带北侧云系、西南季风云系(包括季风槽和季风云团)、印度低值系统(印度低槽云系和低压云系),南部云团和急流云系。其输送路径以路径2为主。

## 1. 热带辐合带云系

热带辐合带集中了大量的热量和水汽,由于热带

辐合带北跳,使其北侧云系侵入青藏高原,从而将热带辐合带的大量水汽和热量直接输送上高原,造成西藏强烈的天气过程。气象卫星观测的事实和分析认为,初夏,当热带辐合带在 $15^{\circ}\text{--}20^{\circ}\text{N}$ 时,其北侧云系(以积雨云团为主)维持在喜马拉雅山脉南侧 $25^{\circ}\text{--}27^{\circ}\text{N}$ 一带;盛夏当热带辐合带北跳到 $20^{\circ}\text{--}25^{\circ}\text{N}$ 时,其北侧云系可漫过喜马拉雅山脉,伸展到 $30^{\circ}\text{N}$ 左右,大量的水汽和热量在高原腹地造成强烈的降水天气。通过1972—1980年气象卫星资料的分析看出,热带辐合带北侧云系漫过喜马拉雅山脉,伸入高原腹地,是常见的事实。一般在子夜以积雨云团为主的热带辐合带北侧云系开始漫上高原,伸入腹地,所到之处,普降夜雨。降水后云系消失(见图9)。

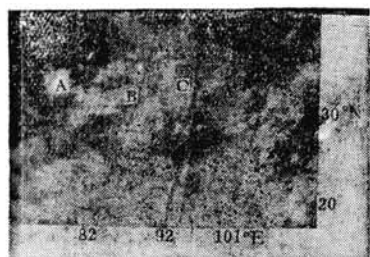


图9 1977年7月28日晚诺阿5号红外云图

## 2. 西南季风云系

雨季,高原南侧常维持着强烈的西南季风。在西南季风作用下,季风云系(季风槽和季风云团)沿路径1向高原输送水汽,并向东北或向西伸展。从图10看,西南季风槽云系呈宽阔带状,由高、中、低多层云组成,以层状云为主体。边界结构多凹凸变化。图11为西南季风云团一例,云系以积雨云团为主,也沿横断山脉峡谷进入高原,并沿河谷向西伸展。

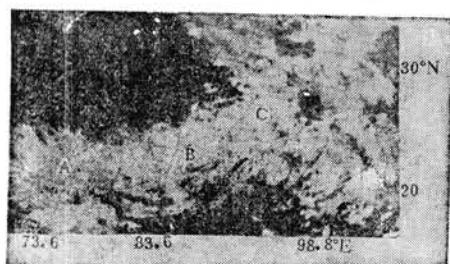


图10 1979年9月9日晚诺阿6号红外云图

## 3. 印度低值系统

雨季,印度低值系统向高原输送暖湿气流,常表现为印度低槽云系和印度低压云系,以路径1为主。

印度低槽云系(17次)在伊朗高压和西太平洋高压之间,云带中热量、水汽丰富,云系由高、中、低多层云组成,以层状云为主。云带中有裂痕,积雨云

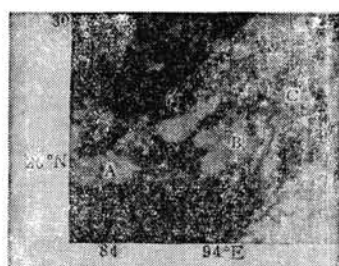


图11 1979年9月11日晚诺阿6号红外云图

团在浓白处可见。在两高间西南气流作用下,云系侵入高原。沿路径1的7次,沿路径2的10次。

印度低压云系(58次)将南部水汽输入高原。若沿横断山脉(路径1,21次)输入高原,并向东北或向西伸展(见图12)。若沿路径2向高原输送,云系可爬越喜马拉雅山脉侵入高原中部。若印度西北部的低压云系沿路径2西部爬越喜马拉雅山脉,一般可侵入高原西部,并产生低涡云系。

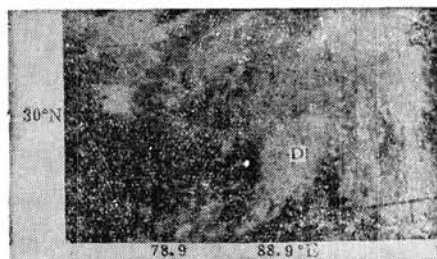


图12 1979年9月11日白天诺阿6号红外云图

## 五、台风云系对高原水汽输送的贡献

台风云系(14次)向高原输送水汽,以孟加拉湾台风(13次)为主,还有一次阿拉伯海台风。主要在

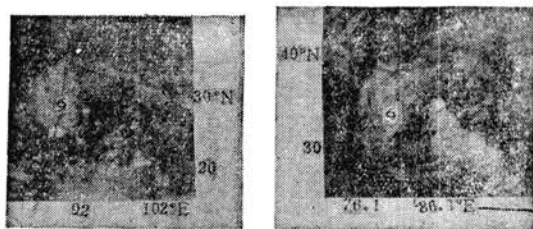


图13 1976年9月13日晚(左)、15日晚(右)诺阿4号红外云图

9—12月,以路径2为主。孟加拉湾台风主要影响高原东南部,有时也影响西部的南侧边缘。转向北上的孟加拉湾台风中心越过 $20^{\circ}\text{N}$ 时,其前部的云带在南支西风槽或副热带西风急流的推动下,可伸展到高原腹地。9—10月,云带可伸到高原的中部与东北部;11—12月,可伸展的位置偏南些(可能与副高东退,急流偏南有关)。图13是台风云系侵入高原的卫星云图图例。