

## 黄士松与副热带高压研究

■ 陈云峰

黄士松先生在南京大学大气科学学院（前身为南京大学气象学系）任教40余年，为祖国培养了众多的气象人才，桃李满天下。他长期从事中、低纬度大气环流与灾害性天气气候问题的研究，探索天气变化的机理和预测途径。他在大气环流、副热带高压、夏季风、暴雨和台风以及长期天气预报等领域做了大量的、卓有成效的研究工作，取得了一批令人瞩目的研究成果，在国内外发表了大量很有学术价值的论著。

1942年，黄士松在毕业论文导师朱炳海的推荐下，与著名气象学家涂长望先生结缘并就此追随。1943年，经涂长望先生介绍，黄士松到位于重庆北碚的中央研究院气象研究所任研究助理员，从此真正迈进了气象研究的大门。1944年12月，国民政府考试院组织公开考试，招考留美实习生。1945年6月25日，黄士松告别恩师涂长望以及赵九章所长和所内各位同仁，赴美国芝加哥大学学习。这里是世界第一颗原子弹诞生的地方，有“诺贝尔奖摇篮”的美誉，而对于年轻的黄士松来说，最吸引他的是当时在世界气象界声名鹊起的罗斯贝教授和他的“芝加哥学派”团队。公费留学一年后，他向国民政府中国物资供应委员会申请暂缓回国，自费留下来继续深造。1949年7月黄士松顺利获得UCLA（加州大学洛杉矶分校）的候补博士资格，并于此正式成为J.Bjerknes的入门弟子。

新中国成立后，得知南京大学气象系紧缺师资，在祖国、亲人的召唤下，黄士松放弃了只要写完论文就可以取得的博士学位，义无反顾地踏上了归国之途。回国后，他把主要精力放在教学上，忙于备课、编写讲义。但他还是尽可能抽出时间来考虑一些科学问题。在他的脑海里一直有一个问题，那就是在UCLA博士口试时J.Bjerknes问他的关于决定大气环流的几个因子的问题：假设地球是不转动的，那么受太阳辐射的影响就只产生南北环流，地球一转动呢，就有了东西向环流波动了，但环流波动的情况每年每季都有不同，又是什么原因？这个问题给了他很大启发。后来在潜心研究下，1955年，黄士松在《气象

“黄士松对副热带高压详细结构的分析中最激动人心的发现，在于青藏高原对西风急流的分支作用问题。他的发现一举推翻了“冬季青藏高原南北侧各出现一支西风急流是完全由于山脉动力作用使某一西风急流分支的结果”的结论。

学报》第26卷发表了“决定大气环流的基本因子”，对大气环流形成的原因做了全景性的描述，震动学术界。

黄士松在研究决定大气环流的基本因子时注意到中纬度西风急流位置，一年之中向北移动振荡两次，但副热带高压脊线平均位置向北移动仅有一次，而且两者位移的位相并没有任何一致性，副热带高压脊到达最北时间为7—8月间，是在西风急流两次到达最北时的中间，较急流第二次到达最北早一个月左右。这和通常副热带高压与西风急流位移同位相的概念是全然不同的。西风急流和副热带高压之间到底是什么样的关系呢？那时学术界对副热带高压的研究并不多，对副热带高压的认识不清楚。黄士松带着他的第一个研究生余志豪在这方面开展研究。

1959年8月15—23日，一个强大的副热带高压罕见地、长时间地处于大陆上空，这给全面研究它提供了一个绝佳的机会。黄士松首先分析了副热带高压脊线的纬度位置随高度的变化情况，他发现：副热带高压脊线的纬度位置随高度的变化情况在大陆上与海洋上有很大差别，位于海洋上的高压脊轴首先随高度向南倾斜，之后往北倾斜；在大陆上则截然不同，高压脊轴基本上首先都随高度呈垂直上伸，抵850hPa高度后向北倾斜，之后约呈垂直，最后又稍呈向南倾斜的形状。这种高压脊轴的变化特征不但在个别时间如此，在平均情况亦如此。原因是什么呢？黄士松分析了北半球7月份对流圈下半部的热源和热汇的分布和海平面平均气温分布的情况，发现在大洋上热源或最暖区位于副热带高压的南方，而在亚非大陆上热源或最暖区却位于副热带高压的北方。在低空大陆上副热带高压位置随高度往北偏移，而海洋上副热带高压的位置随高度往南偏移者，概系热源高温作用使该区等压面上凸，导致副热带高压在对流圈下半部随高度向热源或



1946年秋，黄士松在美国UCLA



1974年，黄士松与青年教师探讨问题  
(左起伍荣生、黄士松、包澄澜、余志豪)



1992年，黄士松与学生在一起

高温区移动之故，这显示了热力因子对副热带高压结构的影响。

黄士松对副热带高压详细结构的分析中最激动人心的发现，在于青藏高原对西风急流的分支作用问题。他的发现一举推翻了“冬季青藏高原南北侧各出现一支西风急流是完全由于山脉动力作用使某一西风急流分支的结果”的结论。

他发现在副热带高压脊轴南北两侧各存在一个强风区，北侧的西风最大风速区出现在200hPa左右的高度，位于热带对流圈顶与温带对流圈顶间的断裂处，是为副热带西风急流，不同于极锋急流。这支副热带急流在北半球平均图上表现得非常明显。而位于高压脊轴南侧出现在130hPa左右高度的强东风，通常称为东风急流。这种强东风在夏季普遍存在于亚非大陆南部，亦见于北美，但出现的高度各地不同。

但值得注意的是，在副热带西风急流中心以下各高度上均存在两支强西风气流，它们均位于青藏高原所在纬度的北方。同时，南支强西风自低层上达急流中心的连线自南向北随高度倾斜，约与高压脊轴平行，乃纯粹是副热带急流；北支强西风乃是与低层南移弱锋相结合的强西风。副热带急流有一明显的急流中心，而与锋系结合的强西风因在夏季锋的强度弱，并不一定有急流中心，但是，两支强西风在200hPa左右高度会合，亦可增强副热带急流中心的强度。因此，乃可以认为两支强西风的出现，并不一定是山脉对某一西风气流的强迫分支的结果。夏季副热带高压北面强西风的这种分布形状不但出现在一些个别时间的南北剖面图上，而且在平均图上也可同样明显地见到。这一现象陶诗言和陈隆勋也有所发现。

青藏高原北侧为什么会有两支西风急流呢？黄士松觉得这一现象不是偶然的，难道本来就存两支西风急流，和青藏高原对急流的分支没有关系？经过进一步分析，他认为冬季青藏高原南侧的西风急流为副热带急流；北侧的西风急流主要为极锋急流或者为槽西侧

南缘的强西风，两者属于根本不同的性质。夏季极锋弱，与之结合的强西风多不具有显著的急流中心，而副热带西风急流中心则极为明显。冬季极锋强，极锋急流和副热带急流一样亦具有明显的急流中心，故南北剖面上常反映出两个或两个以上的急流中心。因冬季时东亚大陆上副热带高压脊（500hPa面上）平均位于 $12^{\circ}-15^{\circ}\text{N}$ 。副热带西风急流乃位于高原之南侧，强而稳定；极锋急流多活动于高原之北，变动较大，两支急流恒为高原所隔，故冬季青藏高原南北两侧各出现强西风急流中心的现象最为显著突出。至于分支作用，只是当极锋急流南移至较低纬度或副热带急流摆动到较高纬度时，则高原可对急流的下部分起分支作用。但是，分支作用亦主要限于低层，高原对急流中心的分支作用是值得怀疑的。

黄士松还根据对多年的副热带高压南北移动特征的研究指出，冬季在 $130^{\circ}-160^{\circ}\text{E}$ 间的副热带高压脊平均纬度位置要较 $70^{\circ}-100^{\circ}\text{E}$ 间高压脊纬度位置偏北，而且在自冬至夏向北移动过程中在6月中有跃进阶段，这一个跃进阶段开始时间在海洋上较在陆上要早一些或者同时发生。此外，他又指出：高压脊位置南北变动的位相在夏季中显著地要较同区域内的西风急流的南北变动位相为早。这一切都足以说明冬季东亚上空的南支急流为副热带急流，6月间其向北移动时在西部的要较在东部的稍迟，所谓南支急流的突然消失并非是因为某一西风急流北撤到高原之北，脱离了山脉分支影响，而显然是副热带高压的急速向北推进的结果。总之，南支急流的出现与消失，并不是青藏高原分支作用的表现。

虽经理论探讨指出地形对西风气流有分支作用，但对冬季青藏高原南北侧各出现一支西风急流，就认为完全是由于山脉动力作用使某一西风急流分支的结果，显然不是很恰当的。黄士松的这一发现引起了学术界的争论，他再一次震惊了气象界。

(作者单位：中国气象局气象宣传与科普中心)