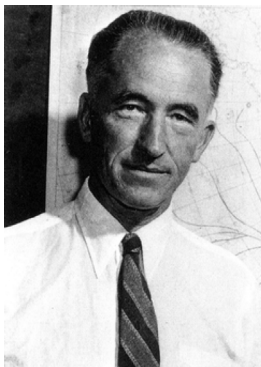


J.皮叶克尼斯及海气相互作用研究

■ 叶鑫欣 焦艳 傅刚

J.皮叶克尼斯 (Jacob Aall Bonnevie Bjerknes, 1897—1975年) 是著名挪威气象学家V.皮叶克尼斯之子, 是气象学的挪威学派的重要代表人物之一。挪威学派由V.皮叶克尼斯创立, 在20世纪大气科学发展中贡献卓著。J.皮叶克尼斯子承父业, 很早就踏入学术领域, 不仅引领了挪威学派的学术繁荣时期, 更在平均大气环流、海气相互作用等领域做出突出贡献。



J.皮叶克尼斯

J.皮叶克尼斯出生在瑞典斯德哥尔摩, 1907年迁居到挪威, 1924年获得奥斯陆大学博士学位。1914年他曾暂时放弃学业, 到莱比锡协助父亲工作; 1917年前往挪威卑尔根, 负责气象观测站网建设和挪威西部的天气预报工作, 在此期间提出锋面气旋模型的雏形, 并在最终锋面气旋理论成型的过程中起关键作用。1931年, J.皮叶克尼斯受聘于卑尔根博物馆的气象系 (任教授), 在学术领域的成果也逐渐为国际气象界所关注, 曾被邀请到新西兰、英国、荷兰、德国、加拿大、美国等多个国家举办学术讲座, 并在1939年7月访问美国高校和科研机构。然而, 1939年9月第二次世界大战爆发, 挪威遭受德国入侵。在罗斯贝的帮助下, J.皮叶克尼斯决定留在美国, 并顺利就职于加利福尼亚大学洛杉矶分校 (UCLA) 物理系的天气预报研究室。1940年, J.皮叶克尼斯成为UCLA的气象学教授, 在他的推动下, UCLA气象系于1945年正式成立^①, 迅速发展为世界级大气科学中心之一。二战期间, J.皮叶克尼斯曾作为美国空军顾问前往英国、意大利和美国夏威夷、关岛等地。

J.皮叶克尼斯的研究兴趣十分广泛。在卑尔根工作期间, 他定义出大气波动发展过程中的两类主要辐合, 将其命名为“转向线” (steering-line) 和“飑线” (squall-line), 也就是后来的“暖锋”和“冷锋”, 并总结出包含初生、发展、锢囚的完整的锋面气旋生命周期。他还与Carl Ludvig Godske合作, 研究了锋面不稳定问题。随着1928年无线电探空仪的发明和轻型气象仪器

的推广, 连续性的探空气球观测逐渐在技术和资金上得以实现, J.皮叶克尼斯结合这类数据进行了锋面气旋形成机制和高空大气波动的研究。1926年, 他还为挪威探险家罗尔德·阿蒙森^②的极地飞行提供了气象支持。二战结束后, J.皮叶克尼斯着重对平均态的大气环流和西风急流进行了研究。

J.皮叶克尼斯接近60岁时投入到大西洋和热带太平洋海气相互作用领域的研究, 直到1975年在洛杉矶辞世。由他提出的ENSO循环概念所引发的海气耦合系统的研究热潮持续至今。

20世纪50年代末, 也就是J.皮叶克尼斯接近60岁时, 他投入到大西洋和热带太平洋海气相互作用领域的研究中, 直到1975年在洛杉矶辞世。由他提出的ENSO循环概念所引发的海气耦合系统的研究热潮持续至今。J.皮叶克尼斯把他对海气问题的灵感、决心和动力归功于罗斯贝、斯维尔德鲁普 (H. U. Sverdrup) 和汉森 (Bjørn Helland-Hansen)。令人遗憾的是, 在这三位科学家逝世时 (1957年), J.皮叶克尼斯的海气研究刚刚开始。

J.皮叶克尼斯最先关注的是北大西洋区域的海气相互作用现象。他认为20世纪初北大西洋偏暖现象可能是由风应力加强使湾流加速导致的。通过对年际、年代际时间尺度海气之间相互作用的研究, 他发现北大西洋海表面温度 (SST) 的年际变化与西风强度有关: 强西风年, 冰岛格陵兰岛以南SST偏低, 湾流区SST偏高, 并注意到北大西洋涛动 (North Atlantic Oscillation, NAO) 是北大西洋区域重要的外强迫。两个多世纪前, 传教士Hans Egede在日记中也记录了格陵兰岛和丹麦冬季气温年际尺度的反相变化, 而NAO这一术语则是由G. Walker在研究全球大气异常之间关系时提出的。J.皮叶克尼斯分析了冰岛和亚速尔群岛区域的海表面气压差异, 利用1890—1940年的数据研究了北大西洋SST和海平面气压 (SLP) 相关性, 指出年际尺度的SST异常主要与局地海气界面潜热和感热通量变化有关; 年代际尺度的SST异常主要与海洋环流和海洋热交换有关, 通过非局地、缓慢的动力作用完成。北大西洋的气候变率和海气相互作用动力过程吸引了诸多科学家进行观测、理论和数值模式研究。

① 美国第四个大学气象系, 前三个为罗斯贝最早创建的麻省理工学院气象系、加州理工学院和纽约大学气象系

② 罗尔德·阿蒙森 (Roald Amundsen, 1872—1928年), 挪威极地探险家, 是世界西北航道的征服者, 曾经3次率探险队深入到北极地区, 1911年12月14日成为历史上第一个登上南极点的人

J.皮叶克尼斯更为瞩目的工作是以厄尔尼诺 (El Niño) 现象为切入点的热带太平洋研究。El Niño (西班牙语“the infant”, 即“圣婴”) 最初由秘鲁渔民于19世纪初发现并命名, 指热带东太平洋秘鲁、厄瓜多尔等地沿岸的海水异常偏暖, 一般周期性出现在圣诞节附近并持续数月, 给当地渔业造成损失。El Niño逐渐被用来代指每3~6年赤道东太平洋海表面大尺度异常增暖事件, 持续9~12个月, 最长达18个月, 影响可波及世界其他地区。人们对El Niño的研究兴趣也经历了起起伏伏, 从19世纪末的兴起, 到20世纪四五十年代的淡漠, 直到50年代末丰富数据反映太平洋海温与南方涛动 (Southern Oscillation, SO), 即G. Walker于20世纪20年代发现的赤道东西太平洋不规则的气压振荡现象之间存在联系, 重新引发研究热潮。1960年前后, 人们注意到东太平洋的增暖是海温振荡变化的一部分, 可以沿赤道传播到日界线附近。J.皮叶克尼斯对哈得来环流诊断发现, El Niño年环流偏强、北太平洋西风增强进而影响到北美天气, 甚至能影响到欧洲。这种气候异常被理解为暖水区和赤道整个中太平洋之间的“遥相关”。

J.皮叶克尼斯进一步指出, El Niño并不是秘鲁沿岸的局地海洋事件, 而是能够影响大气及整个热带太平洋的振荡变化, 是海气相互作用的结果。他指出沿赤道东西方向的热力差异会导致赤道太平洋上空形成东西向垂直空间内的热力直接环流圈, 即“沃克环流”^① (the Walker Circulation), 并给出在赤道上空大气与外界没有交换的情况下理想的环流型 (图1), 这一纬向环流圈概念模型丰富了人们对大气环流的认识。他提出, El Niño和SO是同一现象的不同侧面, 将二者合在一起称为ENSO; 它们通过沃克环流相联系, 而沃克环流可视为更大尺度SO机制的一部分^②。当热带信风减弱时, 赤道东太平洋温跃层变深、海温增暖, 使信风进一步减弱, 构成完整的正反馈, 此即皮叶克尼斯假设 (Bjerknes Hypothesis)。然而该机制只能解释El Niño或La Niña的建立和维持, 无法说明ENSO位相之间的转换及其准周期性的成因。

基于J.皮叶克尼斯的研究成果, 人们对赤道太平洋的大尺度过程的认识逐渐清晰、深入。大约从1975年起, 研究者普遍将El Niño和SO作为整体, 如今ENSO已被公认为最强而普遍的年际气候变率, 以El Niño为暖位相, La Niña为冷位相。之后提出的延迟振子理论、充放

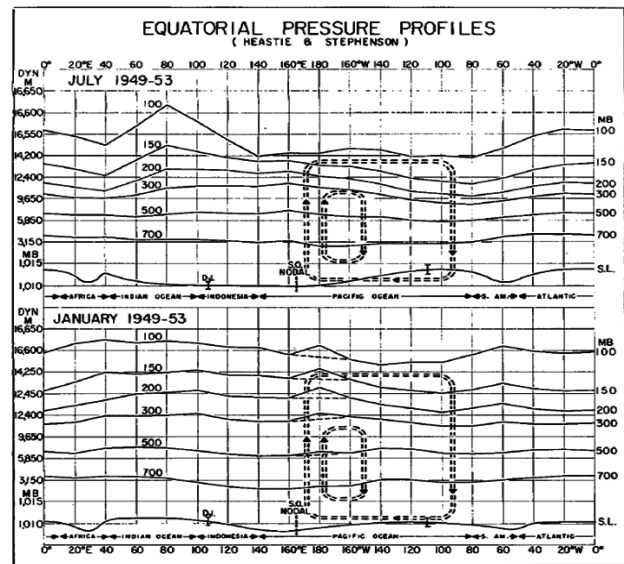


图1 1949—1953年1月和7月赤道上空标准等压面随高度分布

电阵子理论、西太平洋振荡理论等对ENSO循环的形成和周期问题给出了较为合理的解释。

J.皮叶克尼斯活跃在大气科学领域长达55年之久。他热情好客, 许多朋友和同事都曾在他和妻子在洛杉矶圣莫尼卡的家中受到热情款待。他不吝时间听取学生和同事们遇到的问题并加以建议和指导, 尽力传授自己对复杂大气运动进行简化的艺术。对感兴趣的课题, 他习惯于集中精力直到能清晰解释为止。由于对地球物理学的奠基性贡献以及无私的学术合作精神, 1945年J.皮叶克尼斯被美国地球物理联合会 (AGU) 授予堪称最高荣誉的威廉鲍伊奖, 其后还获得了美国气象学会罗斯贝奖 (1960年)、国家科学奖 (1966年) 等。

(作者单位: 叶鑫欣, 北京大学; 焦艳, 国家海洋局北海预报中心; 傅刚, 中国海洋大学)

深入阅读

Eliassen A. 1995. Jacob Aall Bonnevie Bjerknes(1897-1975). Washington D C: National Academy of Sciences.
 Fiolek A. 2004. Pioneers in Modern Meteorology and Climatology: Vilhelm and Jacob Bjerknes- A Selected Bibliography. NOAA Central Library,(1): 1-20.
 Wurtele M G. 1975. Selected Papers of Jacob Aall Bonnevie Bjerknes. North Hollywood, California: Western Periodicals Co.

① J.皮叶克尼斯 (1969) 提到: "...that circulation will be referred to as the 'Walker Circulation' since it can be shown to be an important part of the mechanism of Walker's 'Southern Oscillation.'" (由于该环流是Walker提出的“南方涛动”现象的重要部分, 因此将它命名为“沃克环流”)
 ② J.皮叶克尼斯 (1969) 提到: "... the fluctuations in the running of the Walker Circulation are therefore likely to initiate some of the major pulses of the Southern Oscillation." (沃克环流的扰动可能是南方涛动的重要驱动因素之一)