

科学家

学笃风正 献身科学

——贺叶笃正先生荣获世界气象组织最高奖

符淙斌* 延晓冬 吴国雄 王会军

(大气物理研究所 北京 100029)

关键词 叶笃正,世界气象组织,最高奖

2003年5月27日,著名气象学家、中国现代大气科学和气象业务的奠基人之一、中国科学院资深院士叶笃正先生荣获世界气象组织最高奖——第四十八届国际气象组织奖IMO奖(每届一人),这是中国气象学家第一次获此殊荣,也是叶笃正先生为我国气象科学研究事业奉献的又一重大成果。

1 漫漫求学路,拳拳爱国心

叶笃正先生1916年出生于天津,身为前清道台的父亲十分注重对子女的传统文化道德教育,所以,叶先生幼年接受的是家聘教师的启蒙教育,直到1930年考入南开中学。这所开放而又治学严谨的学校,不仅培养了他对理科的兴趣,而且还培养了他活跃的思维和社会责任感。1931年,“九·一八”的战火弥漫天津,亡国奴的沉痛感受在他幼小的心灵里撒下了忧国忧民的种子,他决心努力学习,用自己的才华拯救贫穷落后的祖国。

1935年,叶先生考入清华大学,受其兄长们进步思想的影响,参加了民族解放先锋队,积极参与学生救亡宣传工作,并投身于“一·二九”时期的学生运动。两年后,他结识了学长钱三强,在这位日后影响中国的核物理学家的劝说下,放弃了自己喜爱的物理专业,选择了对国家更为实用的气象学。1940年考取浙江大学史地研究所研究生,师从著名科学家涂长望、王淦昌。1943年获硕士学位后任中央研究院助理研究员;1945年赴美国,在芝加哥大学气象系做研究生,师从世界著名气象学家

Rossby、C. G,研究大气环流及天气动力学;1948年获博士学位后任芝加哥大学气象系气象学研究员。

在美国求学期间,他刻苦学习,勇于创新,学业突飞猛进,在欧美几种著名刊物上发表了学术论文。这些论文被誉为动力气象学及大气环流理论的经典著作,叶先生也很快引起国际气象界的瞩目,由此奠定了叶先生的以罗斯贝为代表的、对近代气象学发展有重大影响的芝加哥学派一员的基础。

1949年新中国成立,这位立志报效祖国的莘莘学子,毅然放弃国外优越的工作条件和优厚的生活待遇,辗转一年,终于和妻子冯慧于1950年10月回到祖国,为新中国的气象事业注入了现代气象科学的新营养。

几十年来,他参与筹建了中国科学院地球物理研究所气象学研究室,参与创建了中国科学院大气物理研究所,先后任地球物理研究所研究员,北京大学、南京大学及中国科技大学教授,大气物理研究所研究员、所长及名誉所长。1980年当选为中国科学院学部委员(院士)。历任中国科学院副院长、中国科学院特邀顾问、国家科委气象组副组长、中国气象学会第19届和第20届理事会理事长等职。曾当选为第三届、第五届全国人大代表,第六届、第七届全国人大常委。

同时,叶先生还担任了许多国际组织的重要职务及荣誉职务。1981年被选为芬兰科学院外籍院士,1982年被授予英国皇家气象学会荣誉会员,1990年被授予美国气象学会荣誉会员。1982—1988年任国际科学理事会(ICSU)和气象组织(WMO)联

* 大气物理研究所研究员

收稿日期:2003年7月2日

合科学委员会(JSC)委员。1983—1987 年任国际大气物理和气象协会(IAMAS)执行委员会委员。1985—1987 年任国际大地测量和地球物理联合会(IUGG)执行局成员,1987—1991 年任中国 IUGG 委员会主席,现任顾问。1987—1990 年担任国际地圈生物圈计划(IGBP)科学委员会委员(SC-IGBP),并于 1988—1995 年任 IGBP 中国国家委员会主席,后改任名誉主席至今。

作为中国气象事业的领导者、组织者和实践者,叶先生长期奋斗在科研第一线,硕果累累。曾获国家自然科学奖一、二、三等奖各 1 项,中国科学院自然科学奖一等奖多项,还获得了第一届何梁何利最高奖——科学与技术成就奖,并获陈家庚地球科学奖。

2 科学研究,成就卓越

叶笃正先生是国内外公认的杰出的气象学家,他在青藏高原气象学、大气环流理论、大气动力学、东亚地区大气环流研究、全球变化研究等领域都做出了重大贡献。

2.1 青藏高原气象学

在研究中国乃至东亚气候的过程中,叶先生注意到,作为地球最高的高原——青藏高原,其上空的天气和气候有独特的规律和作用,研究它对认识东亚大气环流甚至北半球大气环流都有深远意义,于是开始了对青藏高原气象学的研究。上世纪 50 年代以前,在研究中一般都着眼于高原的动力强迫作用。50 年代初期叶先生指出,青藏高原在夏季是一个巨大热源,而在冬季是个冷源,并深入地研究了夏季青藏高原热源及其对东亚大气环流的影响。由于他的工作,使得国际上接受了高原(以及其它大地形)热源影响的概念。他将研究工作总结出来,与其他同志合写的《西藏高原气象学》一书,是当时国内外惟一西藏高原气象学专著。

叶先生还首先发现,沿着青藏高原南侧、经长江下游至日本,存在着一支高空西风急流,称为南支急流,对中国的大气有重大影响。这支急流与高原北侧的北支急流汇合成为北半球最强大的急流,严重地影响着东亚天气。这一发现引起国内外学者

的广泛注意,由此引出了对这两支急流的一系列研究工作。70 年代,他利用当时很少的观测资料,对青藏高原热力状况、环流状况、高原上对流系统的作用、青藏高原在全球环流中的重要性、青藏高原大型垂直流场等问题做了大量研究。他指出,夏季从高原上升的气流可以在遥远的地区下沉,导致高原与遥远地区有重要的遥相关作用。此外,他还研究了夏季由高原热源引起的强对流小系统与大尺度天气系统的非线性相互作用。指出夏季高原上空的小尺度对流活动对高原高空大尺度环流的维持起主要作用。1979 年他与高由禧等合著《青藏高原气象学》一书,更全面系统地总结了该领域的研究成果。1991 年美国气象学会在评价叶笃正先生当选为其名誉会员时指出,他的工作在国际上第一次揭示了青藏高原对大气环流的热力作用并奠定了理论基础。

叶先生在青藏高原气象学方面的研究开拓了一个新领域,并吸引了国内外大量的大气科学工作者。后来,叶先生和他的学生们应用更新更全的资料,发现夏季高原东西部各有一个对流活动中心,并进一步验证、充实了他过去的观点和结果。他们还比较了青藏高原和北美洛矶山对大气环流影响的异同,阐明了青藏高原能激发出向东南和东北方向传播的两大波列,而洛矶山则无此作用的原因。此外,还研究了青藏高原和洛矶山对北半球气象要素遥相关的重要影响。叶先生关于青藏高原气象的独具特色的研究成果,丰富了世界气象科学宝库。

2.2 大气环流理论

大气环流是指全球范围大尺度大气运动的基本状况,是全球气候和各种尺度天气系统生成、发育、发展、运动和维持的最重要背景条件。叶先生通过对物理现象的深刻认识和分析,在这一领域做出了一系列世界瞩目的研究成果。

中高纬度大气的长波波动,从对流层中下层和平流层的底层都可观测到,其变化可使一般天气系统和天气过程产生显著变化,认识其发展维持机制是现代天气预报的基础。早期人们尽管观测到温度槽脊常有落后于高度槽脊的现象,对应着行星尺度扰动有同时向极地和向东传播现象,但一直没有合

理的理论解释。叶先生基于大气是频散介质,在存在外来强迫时,能量传播速度与相速度(风速)应该具有不同特征的考虑,对 Rossby 的先驱波动理论进行了大胆的发展,他在 1949 年 1 月发表在《美国气象学报》的文章通过把群速度引入大气环流分析,提出了大气平面 Rossby 波的能量频散理论。他指出,大气平均槽脊的形成与大地形的定常扰动有关,在固定地点的定常扰动,可导致大气中的槽脊出现。同时从理论上证明了西风环流中的能量可按远大于风速的速度向下游(或上游)传播,他指出“在西风带某处发生强大扰动后,在其下游(东边)一定距离内也将发生扰动”。从而对现代大气长波的预报提供了理论基础,也对阻塞高压天气系统的生成、维持和移动给出一种动力学解释,并长期保持了在该研究方向上的领先。直到 1981 年,他的这个工作,才由 Hoskins 提出的“大圆理论”得到进一步完善和推广,理论解释了遥相关和遥响应。人们把叶先生这个理论誉为长波波动理论的三个里程碑之一(其它两个是 Rossby 波和“大圆理论”)。

关于大气环流现有状态的形成和维持机制是上世纪 50 年代世界气象学界最重要的研究课题。当时盛行的大气环流的维持理论认为,维持大气中的角动量平衡,大气的扰动(槽、脊、高压等)起主要作用,长波槽线和脊线必须是自东北向西南倾斜的。对于大气环流状态如何维持则存在着两种观点:其一认为,在全球角动量维持平衡的机制中,除大气扰动外,低纬度的 Hadley 环流也很重要;其二则认为 Hadley 环流不重要,甚至怀疑 Hadley 环流是否真实存在。对此叶先生做出了重要贡献。对于前一个问题,叶先生提出了所谓涡度平衡说,即在大气环流中,不仅角动量要平衡,涡度也要平衡。他指出,长波槽线和脊线不仅要倾斜,而且要呈螺旋形,与观测事实达到了较好的一致。对第二个问题,叶先生与 Riehl 合作,通过对海洋上大量测风资料的分析,首次证实了 Hadley 环流的真实存在,确立了 Hadley 环流是大气环流维持机制中的重要环节的理论。

1958 年,叶先生和朱抱真合作出版了《大气环流的若干基本问题》,全面概括了大气环流的主要事实,结合自己独创的理论和方法体系,分析讨论

了这些事实的本质和它们的相互关系。该书一经出版就受到国内外气象界推崇,并被译为俄文出版。目前仍是研究和认识大气环流演变过程和维持机制的研究者必看的经典著作之一。

2.3 天气动力学理论

上世纪 50 年代中期,叶先生开始了国内气象事业的创业。从领导研究绘出第一张 500hPa 环流图开始,逐渐掌握了东亚大气环流的动力和热力状况以及变化规律,与顾震潮、陶诗言及杨鉴初合作将这些研究发表在 *Tellus* 上的 3 篇论文中。文章描述了东亚上空平均大气环流在冬季和夏季的动力和热力结构及年际变化,引起了国际学术界的重视,成为研究东亚气象学问题的重要文献资料,由此奠定了我国天气预报的重要基础。

50 年代初,叶先生和陶诗言先生等发现,东亚和北美环流在过渡季节(春、秋季)有急剧变化的现象。在这两个地区,大气环流的年变化是有阶段性的,而不是逐渐、平稳地过渡的,这一发现对天气预报有重要意义,并开拓了环流突变研究方向,引起了国内外的广泛关注和研究。特别值得注意的是,近年来的大气环流数值实验也显示了这种突变。

大气环流的持续异常是指在固定范围持续期超过天气尺度变化的现象,认识其发生机制是改进持续异常天气和气候的重要途径。上世纪 60 年代叶先生等注意到北半球多数异常个例与阻塞高压有关,通过分析发现阻塞形势的建立和崩溃常伴随着大范围环流形式的强烈转变,它的长期维持则带来大范围气候反常现象,从而最早确立了高压阻塞在持续异常天气预报中的重要性,并形成了一个重要的研究方向,国外的学者在 10 多年后才才注意到这个问题。叶先生还和陶诗言等合著《北半球阻塞高压的研究》,对阻塞高压这一重要天气系统的生成、维持和移动原因提出了动力解释,成为重要的经典文献。

2.4 大气运动的适应理论

大气环流中气压场和风场的关系问题是大气环流的重要理论课题。1940 年以前,在大尺度运动中,人们认为气压场先有变化,风场随之而变,以适

应气压场的变化,成为准地转运动。40 年代,Rossby 从理论上说明大型运动的变化并非以气压场为主,而是以风场为主,气压场去适应风场。气压场和风场究竟谁为主导?通过深入研究之后,叶先生于 1957 年提出:大尺度的大型运动仍是以气压场的变化为主导,较小尺度的大型运动则以风场的变化为主导,从而赋予了大型准地转运动以尺度影响的概念。60 年代初,他与李麦村提出,在中小尺度的运动中也同样存在着风场与气压场之间的力的准平衡关系。这种关系是非线性的而不是线性准地转的。后来,国外也出现了不少非线性方面的研究。

70 年代末至 80 年代初,他又与李麦村共同提出,在大气各种空间尺度的系统的生成与发展中都有三个不同时间尺度的变化阶段。一旦运动中力的准平衡遭到破坏后,运动即发生急速变化,这段时间非常短(第一种时间尺度);这变化使运动的力进入准平衡阶段,也就是运动的第二阶段,这时运动变化较缓,变化时间较前者约长一个量级(这是第二种时间尺度)。运动的巨大变化主要发生在这段时间;此后运动进入准定常阶段(第三种时间尺度)。这三个时间尺度一个比一个长。他们还指出,对不同空间尺度的运动都存在一个特征尺度,当实际运动的空间尺度大于这个特征尺度时,气压场起主导作用;当运动的空间尺度小于特征尺度时,风场起主导作用。这便是著名的大气运动适应理论。这个理论大大丰富了大气环流理论知识。

2.5 全球变化科学

上世纪 70 年代末至 80 年代,叶先生参与了世界气候研究计划(WCRP)的有关科学活动,并成为该计划的联合科学委员会成员。国际上十分关注全球气候变化问题引起了他的注意,于是年过七旬的他又积极组织并领导我国科学家开始开展气候变化的综合研究。在揭示大范围积雪和降雨异常以及土壤湿度对大气环流后延反馈的基础上,提出了“陆面记忆”的新概念,受到国际学术界重视。

在全球变化研究兴起初期,科学家们发现把地球的各个部分(大气、水、冰雪、陆地、生物)作为一个整体,研究其各种过程的相互作用,从而进行包括气候在内的全球环境演变研究,可以把地球有生命

过程和无生命的过程有机地结合起来,来探索人类活动对全球环境变化的影响。所以,他从一开始就积极参与了国际地圈-生物圈研究计划(IGBP)的建立和科学规划工作,并发挥了重要作用。他提出了全球变化的早期信号的研究问题,认为气候和植被过渡带是气候和环境变化的最敏感地区,如有变化,应在敏感的地区先开始,因此它应在研究全球变化中受到重视,这个观点现在已得到学术界的广泛认同。鉴于人类活动在全球环境变化中的作用不断加大,他和国际上其他科学家们同时提出人类社会要适应全球变化,并和中国的同事们开出了“有序人类活动”的适应药方,得到了许多科学家的推崇。

在叶先生倡导下,中国的全球变化研究得到很大发展,其规模和成果都得到了国际承认,在国际上占有一席之地。国际组织“全球变化的分析、研究和培训系统”(START)在东亚筹建了“东亚全球变化区域委员会”(START Regional Committee for Temperate East Asia)(由中国、日本、远东俄罗斯、韩国、朝鲜和蒙古等六国组成)。由此又成立了“全球变化东亚区域研究中心”(START Temperate East Asia Regional Center)也设在中国科学院。由于该中心的研究工作引起了国际同行的高度重视,最近,全球变化的国际组织 IGBPWCRPIHDP 和 DIVERTSITA 一致同意建立季风亚洲区域集成核心研究计划,并把其总部设在中国科学院,这是对叶先生倡导中国全球变化研究所取得成果的最大肯定。

3 一代尊师,提携后进

叶先生一贯主张科学研究的本质就是创新。他认为,要创新就必须一要看到出成果的苗头,二要勇于冒险和承担责任。正是基于此,他经常向年轻同志请教自己所不熟悉的问题。他重视理论研究,也重视实际工作。对我国气象局的天气预报和研究工作,也尽其所能做了大量协助工作。1972 年,中美两国建交后,美国华盛顿天主教大学流体力学教授张捷迁向周总理提出,愿意短期来华工作。周总理批示中国科学院,要做好中美学者学术交流与协作。叶先生接到任务后,首先想到了建造大气环流物理模拟实验室,他认为除了理论分析和对观测事实分析,也可以用流体实验方法模拟研究大气环流

的动力学问题。这在当时是有一定风险的,但他率领一批科技人员去做了,并取得了成功。1974 年,叶先生和张捷迁等发表了第一篇论文,在随后一系列的大气环流物理模拟实验的工作中,他巧妙地把大气环流理论与流体实验结合,在实验室里直观地显示了青藏高原对东亚大气环流的动力及热力作用,发现了许多前人未知的现象。

叶先生在人才培养方面做了大量工作。他曾在北京大学、南京大学、中国科学技术大学等学校任教多年,培养了大批人才,其中许多人已成为国内外享有盛誉的院士、教授、研究员和业务骨干。他治学是严字当头,对学生严格要求,注重培养他们学业的扎实基础和严谨的学风,鼓励学生独立思考,提出与导师不同的学术观点。除了对科研的严格把关外,他反对别人对他的观点唯唯诺诺,乐于与别人就科学问题争论。曾有一个研究生,在与先生讨论问题时,多附和了一些,先生立即就中止了谈话,严肃地告诉这位学生,这样是做不成科学研究的,这位学生后来总把这次谈话当成自己成才的起点。先生名气大,媒体采访不断。有一次,电视台来采访学术讨论会,以为摄上几分钟就可以了,哪知先生问起问题没完没了,还与做报告的学生争论了起来,弄得电视台记者只好拍摄下去,后来,记者说真是上了一堂生动的科学精神课。

叶先生在治学严谨的同时,还非常关爱和提携后辈。气象界学生后辈很多,他从来没有门派偏见,都乐于帮助。为加大我国地球科学与国际接轨的步伐,以他的国际影响,叶先生大量介绍和推荐我国科学家到国际学术组织工作。推荐著名科学家陶诗言、曾庆存去 ICSU 及 WMO 的联合科学委员会任职;推荐符淙斌去 IGBP/ICSU 任职;推荐周秀骥去

IAMAS 任职;推荐陈俊勇到 IUGG 执行局任职等。文革刚过的当年,尽管百废待兴,他需要众多的助手来帮助完成手头的重大科研课题,但他认为年轻学者在国际最新的领域得到历练才对国家和他们个人最有利,依然推荐青年俊才到世界各个气象科学研究机构去深造。他们回国后,都成为各个领域的骨干,为我国地球科学走向世界起到了非常积极的作用。早年,数学背景的气象科学工作者的论文,因为其交叉科学性质,没有专业刊物愿意接受,叶先生了解后,立即做了工作,使得问题得到解决。几十年后的今天,人们看到数学背景的科学工作者在大气科学中的重要作用时,都在感叹先生的远见和爱才之心。叶先生担任《气象学报》主编 10 余年,任《中国科学》、《科学通报》主编多年,通过扩大这些刊物的作者群和提高这些刊物的质量和学术水平并使之达到国际先进水平做出了重要贡献。

叶先生治学的精髓实际上是其高尚的品德和爱国主义情操。因为此,当年他才能放弃国外优越的工作生活条件,回到祖国,努力开拓中国现代气象科学研究;因为此,他才不计个人得失,团结和组织来自各方面的科研人员攻克一个个的难关,取得一项项重大科学成果;因为此,他才有无尽的精神力量克服物质上的不足和过去政治上的不公正待遇,坚守自己的科研阵地。叶先生总把自己的成绩归功于他人,并提出他的“舞台学说”：“个人离不开群众,荣誉归于大家,要感谢舞台,因为舞台是大家给的;要感谢大家,因为单人唱不成戏,配角甚至更光彩……”。我们想,学习叶先生,品德才为先。

(相关图片请见封四)