

阅读、思考、编程：现代气象大师的范式

——记美国气象学家诺曼·菲利普斯

■ 贾朋群

会吹法国号的菲利普斯，在长达70年的气象生涯里，为后人演奏了一曲动人的大气环流之歌。他的“阅读、思考、编程”工作范式，简单中透露了过去百年来气象学科发展的主旋律。

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2019.06.022

2019年3月15日，美国气象学家诺曼·菲利普斯(Norman Alton Phillips, 1923—2019年，图1)去世，享年95岁。美国气象学会发表的一篇纪念文章中，称菲利普斯为现代气象学的“巨人”，而他曾长期工作过的MIT，在相关新闻里称其为“理论气象先行者，展示了数值模式可以预报天气并开发了首个地球气候大气环流模式”。随着菲利普斯及其所代表的在20世纪中期创造性地开辟了数值天气预报(NWP)方法的一代学者的相继辞世，这些与最初的NWP理念建立和实践紧密联系在一起的气象大师，将永驻全球气象人的心中。菲利普斯的学术生涯中，围绕气象事业的几次转折，既留下了20世纪中后期的时代烙印，更有气象大师的个人努力和时代机遇相结合的相得益彰的学术发展鲜明特征。



1 第一次转折：战争让菲利普斯选择了气象

菲利普斯1923年7月9日出生在美国芝加哥，他的四位祖父母都是19世纪后期从瑞典移民到的美国，这让他从小生活在多国氛围下。菲利普斯在中学时，加入了学校的乐队，他主吹法国号，也成为他一生的爱好。1940年高中毕业的菲利普斯进入芝加哥大学，主修化学。然而一年后美国加入二战中止了他的学业，

也让他第一次听说了与战争相关的培训中，包含一门叫做“气象”的课程，这一全新的概念立刻吸引了青年菲利普斯。他在加入美国空军之前，先在空军基地进行了几个月的军事培训，又在密歇根大学进行了6个月的物理和数学学习，随后在伊利诺伊空军基地接受了9个月的气象培训。

在完成这些培训后，本应在大学校园里学习化学课程的菲利普斯，从1944年6月到1946年9月战争结束一直在美军的几个基地担任气象预报员，为盟军的军事行动开展气象服务。期间他为美国跨越大西洋的航线提供气象支持，为此需要监测大洋天气的变化。他多次随侦察飞机飞行，在实际大气中领悟培训课程里在天气图上中标识的冷暖气团、锋面和低压中心等系统，尤其是当飞机以250 km的时速穿越锋区时，他真切地感受到了大气中的不连续。战争后期，他被调到通信部门，因此学习了编码和通信线路等知识，这一看似有些偶然的岗位调整，却为他后期专注于数值天气预报埋下伏笔。战争中气象相关工作的经历虽然仅持续2年多一点，但二战这个大熔炉足以让菲利普斯感觉到气象预报是吸引人的科学问题，如果成功解决这个问题，对社会的潜在影响会是巨大的。

1946年，战后被授予第一中尉军衔的菲利普斯返回芝加哥大学。早在战争结束前，菲利普斯就在思考如何改进天气预报的问题。那时的他认为，通过统计方法改进预报是一条明显的途径。再次回到校园，菲利普斯选择了统计课程，同时选修多个气象课程。他分别在1947年、1948年和1951年获得了气象科学的学士、硕士和博士学位。

芝加哥大学有当时美国最强的气象系之一，它是

收稿日期：2019年11月16日；修回日期：2019年11月29日

由罗斯贝于1939年创建的。菲利普斯在这里遇见了多位有名的气象学者，包括：Horace Byers和Victor Starr等，以及当时还年轻，后来成为著名学者的George Platzman、Dave Fultz、Herbert Riehl和Verner Suomi等。菲利普斯的硕士导师是Erik Palmén，在开始学位相关的气象研究初期，他还深受挪威学派的影响，研究了冷空气下沉与风暴形成之间的联系。

菲利普斯开始博士课题研究时，与同为博士生的郭晓岚在一起，执行罗斯贝的一项海军课题。他们分别就诊断和模式分析方法以及正压不稳定展开研究。也正是在这一时期，菲利普斯注意到了成功实现NWP的主要贡献者查尼的工作。那时，查尼已经首次用正压模式完成了大尺度空气运动预报。虽然很多学者理解查尼的研究主题，但知晓其中所利用的数学方法的人却很少。具有很好的数学基础的菲利普斯这时问自己：是否可以用简单的斜压模式进行数值预报？随后在受到了罗斯贝所做学术报告的启发，并在1952年夏天与查尼当面交流后，菲利普斯最终完成了斜压二层模式。

2 第二次转折：追随大师并最终成为大师

在菲利普斯即将完成博士论文时，已经通过多渠道了解了他的学识和能力的查尼，就邀请其完成学业后，加入当时刚刚完成世界上第一次成功的NWP试验的高级研究院（IAS）。1951年9月菲利普斯来到位于普林斯顿的IAS，加入查尼领导的NWP研究团队（图2）。当时该团队面临人员紧张的困境，模式试验成功后，后续工作拓展并向业务化方向发展的重点任务需尽快得到阶段性成果。菲利普斯加入后，全身心投入大气环流模拟工作，让NWP初期包含各种简化的模式，能在天气尺度上揭示出更多的全球环流特点，为其后续发展不仅提供了试验结果，更建立了模式作为研究和预报最有效工具最初的信心。期间，他与查尼合作发表了阐述正压和简单斜压模式数值积分



图2 Platzman(左1, 菲利普斯的博导)、菲利普斯(右2)和查尼(右1) 1952年在IAS计算机房

的重要论文，成为全球大气环流数值模拟研究的一个重要起点，菲利普斯也因此成为大气环流数值模拟研究的重要发起人。

菲利普斯在IAS期间，与查尼拧成一股绳维系创造了NWP辉煌历史的ENIAC项目的后续工作。初期，计算机的极度不稳定是影响效率的主要问题，同时针对模式运行问题，需要在气象和数学两个方面进行判断和分析，才可能找到最好的解决方案。而查尼和菲利普斯优势互补，相互信任和高效合作让项目组在NWP试验成功后，模式和研究内容有了进一步拓展。而实施这项工作的气象组当时仅仅有4个人：查尼、菲利普斯以及一位气象学者和一位程序员。正是在这一时期，菲利普斯分别完成了两篇重要论文，在查尼等人引入斜压不稳定突破性概念后，建立和完善了两层准地转模式，可用于具体天气形势的分析。菲利普斯的这项工作，被学术界认为是世界上第一个大气环流模式，一举确立了其重要的学术地位。

5年后，美国第一台电子计算机ENIAC项目中的气象小组的工作随着以NWP成功并取得阶段性成果而宣告结束，菲利普斯又与查尼一起于1956年来到MIT气象系。MIT的气象系由罗斯贝于1929年建立，是当时具有最浓厚气象底蕴的美国大学气象系。1957年菲利普斯成为副教授，1966年43岁时晋升教授，并在1970年到1974年担任气象系主任。

在MIT，他和查尼共同建立了气象专业图书馆，大量气象专业文献一直是师生们能在研究领域保持领先的基础。即使菲利普斯后来离开了MIT，他还不时回来造访图书馆，学校也一直友好地为菲利普斯保留办公室，方便他随时使用图书馆资源。查尼于1981年去世，美国科学院邀请菲利普斯撰写的查尼生平，菲利普斯也大多在图书馆完成，该生平收录于美国科学院1990年出版的科学家生平著作中。

3 最后一次转折：来到NWS是不忘初心使然

1974年，50岁的菲利普斯来到美国国家气象局（NWS），在他应邀在NWS做完一个学术报告，听众报以热烈掌声时，主持人宣布这位MIT的知名教授将加入NWS。人们露出的惊奇实际是在问：在校园里顺风顺水的菲利普斯为什么要来趟业务预报的水？实际上，与前两次转折是因为战争和项目结束而多少有些被动不同，这时作为美国国家气象中心（NWS的业务机构，是NCEP的前身）首席科学家的菲利普斯，是在人生走过半个世纪后，在事业上的主动选择：即让自己的学识真正能提升气象预报能力。在NWS，直到1988年64岁时退休，菲利普斯都是在怀揣二战期间

让天气预报完美的“初心”，全身心地改进天气预报的手段。

作为业务部门的首席科学家，菲利普斯在二战期间的预报经历和在校长期从事模式研发工作的经验，深知气象业务能力的提升需要保持对新知识的不断吸纳。在“讲座”时上任的菲利普斯，到任就在气象业务部门定时开展学术讲座。这个现在被称为“棕色公文袋”的系列讲座，从开始时的美国国家气象中心，传承到现在的NCEP并一直持续。例如，2016年NCEP就举办了17场讲座^①，平均每个月有3次左右。17次讲座的主讲人，分别来自NOAA、美国高校和NCAR，日本、英国、韩国、西班牙气象部门，以及西班牙超级计算中心等机构。17次讲座，主讲人来自美国国内9人次，美国以外8人次，充分显示了这个内部机构讲座的国际化。17次讲座中，针对模式和业务系统分别达到5次和3次，占主要部分；其他主题包括诊断（3次）、资料同化及验证（各2次）等。这些主题都和业务密切相关，特别是业务系统的讲座，几乎都是围绕当时正在开发的下一代模式系统展开。

在电子化和网络化时代，菲利普斯的这项学术遗产被精细化设计以取得更好效果。例如，讲座一般安排在中午时间举办，这样有助于业务人员在不影响业务工作的前提下保证定时“充电”，了解部门内外最新的相关进展。讲座提前一段时间通过专门的网页提示下次讲座的题目、报告人以及类似学术论文的报告摘要。报告结束后，在报告人许可的情况下，一般还能在网上共享报告人所做报告的课件，可以回味或摘引报告内容。

在NWS，他将之前在大学课堂上讲授的数值天气预报课程转化为气象局嵌入格点模式（NGM），这个

区域模式是美国最早的区域分析和预报系统，于1985年3月27日投入业务运行，直到2009年3月3日退出业务，是NWS少有的业务运行时间达到24年的长寿命系统。因为系统好用和菲利普斯个人对该模式的巨大贡献，美国的天气预报员早就在圈子里将NGM解读为了“Norm's Good Model（菲利普斯的好模式）”。

菲利普斯在MIT培养出来的第一位气象女博士Eugenia Kalnay回忆起她获得学位后继续讲授菲利普斯开创的NWP课程，后来转到NASA工作并最终又与菲利普斯在NWS成为同事。1987年，Kalnay担任菲利普斯所在开发部的主任，这时她从学生转变为菲利普斯的领导，在与菲利普斯讨论他的年度工作计划时充满忐忑。菲利普斯则在该年的工作计划中用3个词化解了她的担忧，他写到：1）阅读；2）思考；3）编程。这个计划不仅让Kalnay充满敬意，实际上也是先生一生气象事业，特别是得到了“NGM”口碑原因的写照：简单中保持深度。

菲利普斯一生获得很多学术荣誉，例如，1956年获得英国皇家气象学会第一个内皮尔·肖奖，1971年获得美国气象学会最高奖罗斯贝奖，1976年成为美国科学院院士，1987年在第十届WMO大会上获得出色讲师奖，1981年获得NOAA局长奖等。菲利普斯退休后依然勤于思考，最后一篇文章发表在他90岁高龄时。

会吹法国号的菲利普斯，在长达70年的气象生涯里，为后人演奏了一曲动人的大气环流之歌。他的“阅读、思考、编程”工作范式，简单中透露了过去百年以来气象学科发展的主旋律（数值模拟和预报技术）为什么从无到有、从失败一步步按照物理学和多学科应用相结合的路走向巨大成功的奥秘。

（作者单位：中国气象局气象干部培训学院）

^① 见贾朋群, 李婧华. NCEP讲座: 美国预报员的“加餐”. 科技信息快递, 2016,(8).