

气象科学“内卷”了吗？

■ 贾朋群

新中国气象科学经过70年的快速发展，已经触摸到了世界前沿。从20世纪中叶开始的长时间“跟跑”和中国具有世界上最高、尺度最大的地形等带来的气象预报复杂性问题的，或许在21世纪20年代到来时，“内卷”带来的挑战会更严峻：在全球气象进入“准停滞期”等待突破时，我们还很少有领跑的机会和经验。

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2021.01.001

刚刚过去的2020年，在《咬文嚼字》评选出来的十大流行语中，“内卷”位列其中。2021年初，一些学术媒体也发声，历数“内卷”现象，其范围远远超出“内卷”一词作为社会学术语的范畴，大有“万物皆卷”之势。那么，气象科学是否“内卷”了？

“内卷”又称“内卷化”，对应的英文是involution，指一种社会或文化模式发展到一定程度或阶段后出现的停滞不前，或无法转化到更高层的模式。这一社会学术语，或许是因为迎合了世界大变革环境下人们思考和认识的自觉，很快被辐射到更多的方面：从生物学到人类学，再到历史经济等很多领域，在更广泛的学术意义上指一种由于追求增量而产生的不能进化的现象，提示整个社会的不同层面，应该也需要有一段相对冷静的反思时间。

1 近现代气象科学因卑尔根学派和芝加哥学派的完美接力实现过渡

近代、现代气象科学分别发展了数百年和超过百年，其阶段性的跨越和发展（可分别用与involution有联系的词，revolution（革命）和evolution（演进）表示），分别代表了计量气象传感器发明带动的气象观测网建设向把天气预报问题归为物理初值问题的两次突破（革命）和之间的过渡时段（演进）。第一次过渡因为伴随世界各地气象观测网的建设，其本应超长的演进期似乎被20世纪初的理论突破，主要是通过20世纪前半叶由卑尔根学派和芝加哥学派联手获得的新理念再次加速。

2 世纪之交气象学发展的“内卷”趋势逐渐明显

近现代气象学的第二个演进期，可以用全球气象界津津乐道的数值天气预报的进步（图1）给出更好

的表示。虽然这张图显示的预报持续进步的量度令人振奋，却也不难看出在世纪之交数值预报表征的学科进步已经出现进入“准停滞期”的预警信号。主要表现是，用大约数十年不变的模式性能统计指标，得到的模式性能虽然还在进步，但是进步的速率几乎没有有了提升的空间。

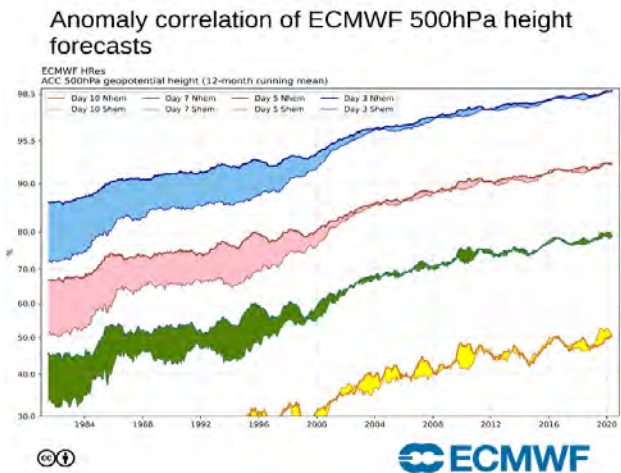


图1 20世纪80年代以来数值天气预报模式的性能持续提升，但改进的幅度在收缩（来源：ECMWF）

3 技术和多学科或使气象学避免“内卷”

气象科学的进步，以及学科进步带来的数值天气预报技巧的提升，两者之间的关系实际上是较为复杂的。在最近召开的欧洲中期天气预报中心（ECMWF）AI技术主题研讨会上，有学者对预报的“系统”到真实世界之间的层层“包装”进行了描述（图2）。在这张图中，如果说20世纪初的突破，是将真实大气与物理模型之间建立了联系（气象的系统有了最外层的“包装”），气象学者找到了解释大气运动的一把钥匙；那么数值天气预报的成功无疑是找

资助信息：中国气象局气象软科学项目（2021ZZXM29）

到了从物理模型到应用系统之间的一条最快捷的路，而后的进步，仅仅是让各层包装尽量“变薄”，从而让“系统”反映的真实世界的“失真”越来越小。

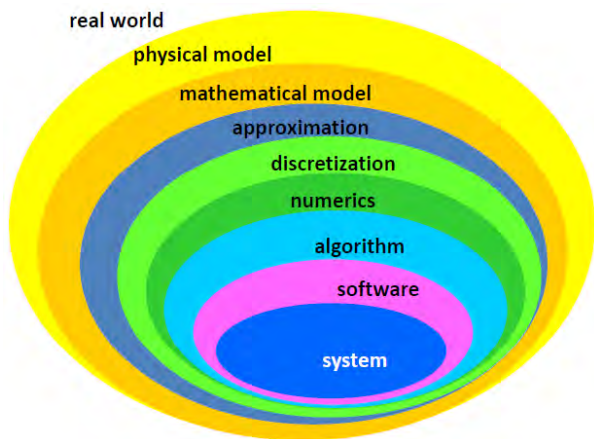


图2 真实的世界和气象系统之间的关系(从内到外:系统、软件、算法、数字、离散、近似、数学模式、物理模式、真实世界)

可以说，现代气象科学的发展之路，是皮叶克尼斯和罗斯贝等少数大师在指出了宏观道路之后，大量“工匠”很好地把道路“雕刻”得更加精细和尽可能少些“失真”。这样的学科发展之路也许具有很好的代表性，在新的“大师”出现前，找寻“工匠”更有效益的工作场合是关键，其背后的问题就是如何避免或缩短所谓“内卷期”。美国学界应对类内卷现象的一个举措，就是近日有媒体报道的美国自然科学基金（NSF）或许要改为NSTF（加入T，技术）^①，试图放大技术对学科的推动作用。我们以目前无论天气研究还是气候变化研究都关注的海冰和海洋探测为例（图3），可以洞察到已有的平台和探测技术种类之多和发展之快，很多新一代的探测资料，在很难把握的机制方面难见成效，或许能倒逼基础研究向前推进。在中国，中国自然科学基金委在进行了学科编码改革后，又最新成立了交叉学科部，其目的显然是优先将学科交界点上的研究作为重要资助的方向。这些举措，为打通科学系统与真实世界之间的屏障，都打下伏笔。

4 小结

气象学是中国近现代科学事业中，继天文学、地质学和生物学等学科后实现本土化的重要学科。一方面，与数学、物理和化学等具有普遍性的学科相比，气象学等的地域性更加突出；另一方面，新中国气象科学经过70年的快速发展，已经触摸到了世界前沿。从20世纪中叶开始的长时间“跟跑”和中国具有世界上最高、尺度最大的地形等带来的气象预报复杂性问题，或许在21世纪20年代到来时，“内卷”带来的挑战会更严峻：在全球气象进入“准停滞期”等待突破时，我们还很少有领跑的机会和经验。2020年，数学家彭骆斯荣获了诺贝尔物理学奖等案例，应该引起我们的思考：该奖项来自天文研究本不奇怪，但英国学者彭骆斯凭借几乎纯粹的数学研究，因“发现黑洞的形成是广义相对论的坚实预言”而获奖，则是没有先例的。反“内卷”在物理、数学和与气象同质的天文学上，无疑跨出了一步。

俗话说“既要低头拉车，也要抬头看路”。气象科学作为一门学科，无疑在现代意义上已经进入成熟期，出现消退期或进入发展相对缓慢的阶段在所难免。这时，“抬头看路”或许更加重要，而花一点时间回望近现代气象科学数百年来在物理学、化学、数学等学科交叉中，孕育、发展并最终找到快速发展之路的历史，尤其具有意义。

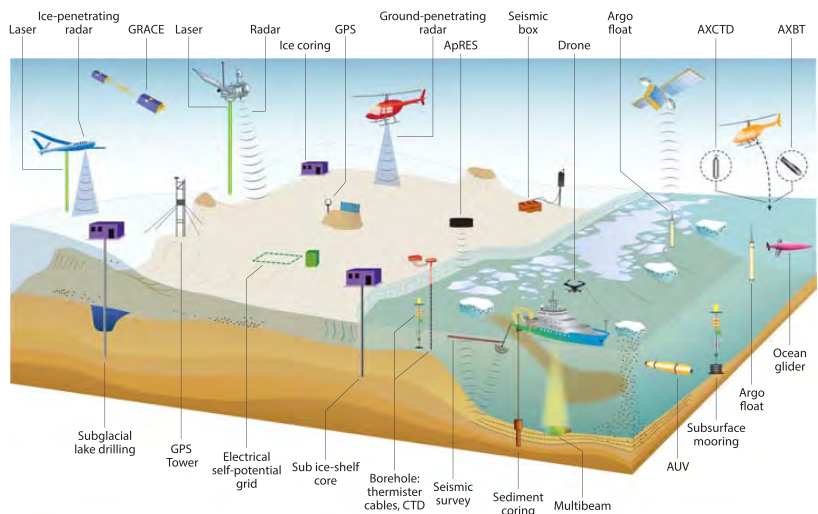


图3 目前可用的冰和海洋观测技术(其中: ApRes: 安装在飞机或雪上汽车牵引的自动相敏感回声探测仪; AXCTD: 空基投弃式导电温度深度探测仪; ADCP: 声多普勒流廓面仪; AXBT: 空基投弃式深海温度计)

(作者单位: 中国气象局气象干部培训学院)

^① 据媒体报道，2020年5月27日，美国国会两党联合立法小组提出了《无边疆法案》（Endless Frontier Act），该法案内容之一就是改革美国科研体制，将NSF更名为国家科学技术基金会（NSTF），并设立技术局，其职责是通过关键技术重点领域的基础研究加强美国在关键技术方面的领导地位。法案还明确了近期美国国家科学技术基金会重点突破的技术领域，包括人工智能和机器学习、高性能计算，自然和人为灾害防御等。