数值天气预报的前世今生

经济日报·中国经济网记者　沈　慧

热点追踪

面对千变万化的天气状况，古代先哲通过观天积累了一定经验，可大体知道某些天气变化规律。时移势易，我们现今迈进了数值天气预报时代，得益于这一预报技术的进步，全国24小时晴雨预报准确率已达87%，暴雨预警准确率提高到88%。

春有百花秋有月，夏有凉风冬有雪……时序更替虽有规律，但也经常“天有不测风云”。为应对变化无常的天气状况，古代先哲留下了许多智慧结晶——“日落胭脂红，无雨必有风”“朝霞不出门，晚霞行千里”“满天乱飞云，雨雪下不停”……通过观天，古人积累了一定经验，可知道某些天气变化规律，这就是前科学时代的天气预报——凭个人经验。

而如今，得益于天气预报的技术进步，我们从经验预报时代迈进了数值天气预报时代，全国24小时晴雨预报准确率已达87%，暴雨预警准确率提高到88%。

在这个春暖花开的季节，就让我们跟随第61届国际气象组织奖获得者、中国科学院大气物理研究所院士曾庆存，一览数值天气预报的前世今生。

数值天气预报被称为20世纪最伟大的科技发展之一

作为一名气象科学的老战士，曾庆存从事科研工作已有近60年。在他看来，直至20世纪，随着气象仪器的发明，风速、气压、气温、湿度等大气状态变量有了准确计量器，气象学才开始进入“科学时代”。此时，受益于无线电技术的成功研发与大量应用，各地气象观测数据可以及时汇总到一个中心，绘成“天气图”。然而，这种天气图法的预报虽建立在科学分析基础上，仍在很大程度上依赖于预报员凭经验作出主观判断。

为让天气预报准点，再准点，于是有了今日的数值天气预报方法。那么，什么是数值天气预报？

曾庆存这样解释：根据物理学原理（大气动力学）建立描述天气演变过程的方程组（数学模型），输入观测资料，用电子计算机作数值求解，预测未来天气。

听起来似乎很简单，其实不然。20世纪初，科学界开始提出，利用描述大气运动的原始方程组做定量天气预报的构思。但方程组非常复杂，无法直接求解。后来，科学家创造出“数值求解”法，但由于未认识到大气动力过程的多尺度性，无法区分天气系统演变的主因，尝试宣告失败。

时间一转眼到了1950年，美国一位气象学家使用电子数字积分计算机（ENIAC），做出了第一张24小时天气形势预报图——由此，“数值天气预报”一词正式使用。可惜这一预报图无法直接预报描述大气运动的其他变量，如风场、降水场和比湿等，在实际业务中无法开展应用，相关试验最终宣告停止。

此后，国际科学界转向对完整大气方程的研究，努力寻找天气变化的主因，以及能供电子计算机及时计算的方法。唯有如此，才能有真正可实用的数值天气预报。

朝着这一目标努力奔跑，时光不负情深，目前国际上天气预报的有效性从早期的1天至3天，提高到5天至7天，且7天的预测能力达到可进入实际业务预报的程度。

“数值天气预报，20世纪最伟大的科技发展之一。”世界气象组织如是评价。顶级期刊《自然》则盛赞其发展是一场静悄悄的革命。

“半隐式差分法”让今天的数值天气预报成为可能

数值天气预报从梦想照进现实，事实上离不开曾庆存。

这位公认的国际数值天气预报理论重要奠基人，首创了“半隐式差分法”。1961年，他在深入分析天气演变过程的理论基础上，在国际上首次成功求解大气斜压原始方程组，给出了世界上第一张采用原始方程组的天气预报图。这让天气预报从望天看云的民谣和经验，转变为应用更可靠的科学理论和数据，也让今天的数值天气预报成为可能。

“中华民族是有优秀理论思维的。尽管我国在1985年前没有可供作数值天气预报的大型计算机，但理论研究一直继续，向世界贡献了‘世界首创’的、严谨的数值天气预报物理数学基础理论研究成果。”曾庆存表示。

咬定青山不放松，曾庆存此后又集中攻关研究大气和地球流体力学的基本理论问题，以及数值天气预报进一步发展中要解决的理论问题，并出版专著《数值天气预报的数学物理基础》（第一卷）。

在1981年出版的日本《天气》杂志中，一位日本科学家这样评价该书：“正面引入气象力学的数学物理基础，这是世界首创；为构筑气象力学的学术基础，这样的工作必不可少；曾庆存的书是气象学理论化极重要篇章。”在国际科学界看来，该专著为数值天气预报和大气动力学奠定了坚实理论基础，结合其对斜压原始方程组的奠基性贡献，曾庆存成为国际数值天气预报理论的奠基人之一。

上图　风和日丽的北京陶然亭公园。好天气吸引了许多游客踏青。

左图　曾庆存院士为大家讲述数值天气预报。　沈　慧摄

科学研究没有止境。资料空缺曾是制约数值天气预报发展的第一难题，而卫星遥感是获取全球气象资料时空分布和发现灾害性天气最重要的手段。按照国家当时的紧迫需求，曾庆存又参加了我国气象卫星工程的规划和设计工作，在完成各项具体任务的同时，注力于遥感理论研究，将各个遥感方法系统地发展为大气遥感理论，并提出选择水汽遥感通道的“最佳信息层”方法。

时至今日，气象卫星水汽通道已成为监测暴雨和台风等灾害天气的利器。而曾庆存的反演方法也被世界各主要卫星数据处理和服务中心所采用，用于高效提取水汽含量、温度等实时定量信息，服务于实时天气预警和短期天气预报。

在数值天气预报的支持下，如今经过社会各界共同努力，我国已经实现了多个登陆台风的人员零死亡报告，极大保护了公众的生命财产安全。

随着“解读地球计划”不断推进，未来我们将能一览地球的过去、现在和将来

这只是个开始。要知道，天气预报仍主要聚焦大气圈，预报未来几天的天气。而预测未来一个季度、一年，甚至几年、几十年的气候预测，则关系到国民经济建设的方方面面。例如：夏季洪涝、冬季雾霾、农业规划等，在全球气候变化的背景下，气候预测日显重要。

然而，气候预测的困难无疑更大：与天气预报不同，气候预测仅凭研究大气圈远远不够，还需要了解海洋、陆面及太阳活动等情况。

向着科学的高峰攀登。1983年，曾庆存及其团队开始研制中国气候系统模式和预测方法，自主研制了大气、海洋、陆面模式，取得一系列创新性成果，并在国际上首先开创短期气候预测系统。

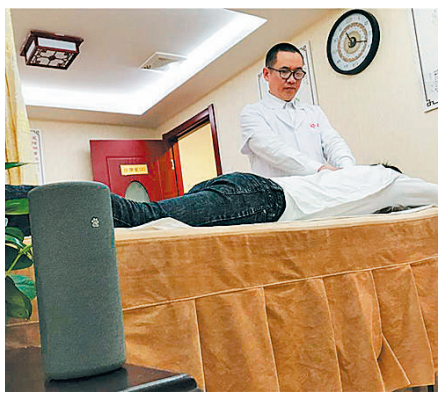
老骥伏枥，志在千里。已是耄耋之年的曾庆存仍推动建立着研究和预估全球气候和生态环境变化的地球数值模拟装置。风雨兼程、历经九载，在数百位科学家的共同努力下，地球系统数值模拟装置于2018年在北京市怀柔科学城破土动工。“解读地球计划”迈出至关重要的一步，从此，中国可以自己为地球做CT。

“这一装置将为国家防灾减灾、应对气候变化、大气环境治理等重大问题提供科学支撑，促进我国地球系统科学整体向国际一流水平跨越。”曾庆存表示。

据了解，有了这个“国之重器”，可以实现对地球系统全圈层模拟，并提供全国区域高精度环境模拟，空间精度可以由原来的45公里提高至1公里至3公里。在不久的将来，它会为我们解读地球的过去、观察地球的现在、预测地球的将来。

盲人按摩多了个“助理”

本报记者　余　颖



一台智能音箱，让盲人按摩实现了“动口不动手”。　余　颖摄

最近，北京海淀区西二旗宜华康盲人按摩店的师傅们配上了一位私人助理——“打开窗帘”“空调温度30摄氏度”“灯光调暗一点”“设置一小时闹钟”……只要动动嘴，这位助理就会帮视力不好的师傅们搞定这些“难题”。

“的确方便多了。”按摩师姜帆很满意这位小助理，“她其实是一个小度音箱，就放在这间按摩室里。”

姜帆是吉林人，由于一场大病导致眼睛失明，家人为他选择了做按摩师，这是盲人最普遍的工作。从前，姜帆虽能胜任，却也有很多不方便。“比如按摩得为客人拉上帘子，就只能摸索着去拉。”姜帆说，“客人们的按摩时间长短也不同，需要计时。但我眼睛不好，没法上闹表，只好弄个盲人手表，按摩一会，就按一下手表，听听时间。有时一忙起来，自己也忘记听时间了，就会超时。”

天冷时，调整空调温度更是大麻烦。目前，市面上绝大多数空调并没有在遥控器上附加盲文，调节温度也没有语音提示。所以，空调遥控器上的按键对盲人来说是大麻烦，有时连找遥控器都是问题。姜帆也说，“如果客人觉得冷或热，只能趴着自己调”。

这些尴尬，店里的常客都遇到过。其中就有两位互联网工程师杨锐和汤旭。他们在附近的百度视觉技术部工作，因为经常伏案写代码，肩颈不好，经常来店里按摩。几次过后，他们就发现了不方便的地方。

“百度的AI技术完全可以帮助盲人师傅们解决这些问题啊！”两人很快从百度自家服务里，翻出了适合帮助盲人的产品和技术——小度智能音箱和百度人脸识别技术，并自掏腰包，各自花费了5000元，为按摩店购置了小度智能音箱Pro，并安装了智能空调、智能灯具设备，完成了调配。

用人工智能爆改盲人按摩店后，只需喊一下音箱的固定唤醒词“小度小度”，盲人师傅们成功实现了“动口不动手”。

姜帆在现场演示了一下。他站在门口，喊“小度小度，打开灯”，大概两秒之后，室内的灯光果然亮起；再喊“小度小度，打开窗帘”，按摩床之间的隔断帘就能缓缓拉上。他嫌房间有点吵，要求小度调整音量，也得到了迅速回应。

不仅如此，工程师们还在按摩店门口立起了一个刷脸设备，开发了一套健康管理系统。按摩店的顾客们进门后无需登记，只要对着机器“刷脸”就能录入自己的信息。如果是熟客，还可以通过刷脸来查看自己的健康档案，甚至连付款都可以通过“刷脸”来实现。顾客还可在设备上自行完成从选择重点治疗部位、预约按摩师再到刷脸支付等完整流程，大大减轻了盲人前台工作的不便。

“小度智能音箱已经成了师傅们喜爱的小助理。”宜华康盲人按摩店店长阮书杰说，自从改造后，店里的师傅们工作效率大大提高了，顾客体验也更好了。工作空闲时，盲人按摩师们还喜欢围着小度智能音箱，让她唱歌、播新闻，甚至学习按摩知识。

“不管是语音识别还是人脸识别、刷脸支付，都不是人工智能领域的最新技术，智能音箱、智能家居，大众也已经熟悉了。”杨锐认为，人工智能应用的场景还可以继续拓展，有些习以为常的技术，对特定的人群来说，却有着不一般的改变。“就像这个盲人按摩店，只是一台智能音箱，几个智能家电，就为盲人师傅们的生活工作带来了极大便利。这才是技术改变生活的真正意义。”

我国6个月内婴儿纯母乳喂养率不到三成

本报讯　记者吴佳佳报道：日前发布的《中国母乳喂养影响因素调查报告》（简称《报告》）显示，我国6个月内纯母乳喂养率约为29.2%，低于世界平均水平。

世界卫生组织（WHO）建议，婴儿出生后1小时内开始母乳喂养、6个月内纯母乳喂养、坚持母乳喂养到2岁及以上。根据我国国民营养计划，2020年，0至6个月婴儿纯母乳喂养率达到50%以上；2030年，这一数字在2020年的基础上提高10%。

然而，《报告》显示，我国婴儿6个月内纯母乳喂养率为29.2%，远低于43%的世界平均水平，以及37%的中低收入国家平均水平。同时，在中国有31%的母亲在婴儿出生6个月内添加了水和果汁等液体。

中国发展研究基金会副秘书长方晋认为，母乳代用品促销误导消费者，显著提高了给孩子添加奶粉的可能性，降低了6个月内婴儿的纯母乳喂养率。同时，婴儿母亲对母乳喂养的认知不足，家庭、工作单位和公共场所对母乳喂养的支持不到位等，也是造成我国母乳喂养率低的主要因素。

“另外，由于我国产假制度相对不完善，女性在生育之后需快速回到岗位。”方晋称，导致哺乳期女性很难在工作期间喂奶，如此产生恶性循环。

《报告》建议，我国应采取多种措施来改善母乳喂养状况。首先，通过加强对母乳喂养知识和技能的宣传，提高公众相关认知。其次，医疗卫生机构应发挥核心作用，为婴儿母亲提供从孕期、分娩至产后的全方位母乳喂养宣教和专业技术支持。此外，应从国家法律层面为实现6个月内纯母乳喂养提供更好的制度保障。同时，应鼓励工作单位为母乳喂养提供支持，允许哺乳期女职工有弹性工作时间和方式，以充分保障哺乳期母亲在恢复工作后能够继续母乳喂养。

狗能嗅出癫痫发作气味

本报讯　记者余惠敏报道：《科学报告》期刊日前发表的一项小型研究指出，狗或能鉴别与癫痫发作有关的一种特定人体气味。此研究结果表明，癫痫发作的气味特征有望将来用于癫痫发作的预测。

此前的研究曾显示，乳腺癌或肺癌这类疾病与身体气味的特定变化具有相关性。但癫痫发作具有个体特异性和高度多样性，其气味特征是否也能反映癫痫发作的可能性？此前从未得到测试。

来自法国的科研团队开展了这个实验，他们让经过训练的3只母犬和2只公犬接触了各种复杂气味（呼吸和身体气味），这些气味分别采集自癫痫患者的发作期间、不发作期间以及运动锻炼之后。每只狗都参与了9次实验，它们正确识别阴性（特异性）的能力范围达到95%至100%。

结果表明，虽然癫痫发作和个体气味具有多样性，但癫痫发作与特定气味特征有关，这有望用来预测癫痫发作，以便患者提前找到更为安全的环境。

不过，研究者表示，仍需开展进一步研究才能确定癫痫发作气味的化学特性，以及这些气味是否会在发作前出现。

新型“智能插座”：

破解电动汽车充电难

本报讯　记者王轶辰报道：车好买，建桩难。桩已有，共享难。信号差，监控难……“充电难”一直是阻碍电动汽车推广的关键因素。近日，国家电网所属国网电动汽车服务有限公司宣布，将在居民小区、周边路侧停车位广泛安装一款新型迷你充电设备，以破解电动汽车充电难题。

目前，国内电动汽车发展快速，私人电动汽车充电难的“痛点”愈发突出。许多电动汽车在居住区的充电需求得不到满足，个人充电桩存在充电桩智能化程度不够等问题，影响客户体验。为解决充电的痛点问题，国网电动汽车公司创新提出了电动汽车智能电插座解决方案，并正式推出“e精灵”智能电插座产品。

记者看到，这种电动汽车智能插座仅A4纸大小，就像一个小盒子，没有任何拖线。用户仅需用充电枪感应，随即就可插枪充电。由于充电枪自带一定长度的电线，可以支持跨车位充电，实现设施通用和共享。

国网电动汽车服务有限公司总经理沈建新表示，“e精灵”具有覆盖广泛、共用共享、有序充电、即插即充、支付无感等优点。它改变了传统充电桩的形态，通过广泛布点建设，可实现用户的便捷共享充电。此外，通过智慧车联网云平台智能操控，可提供搜索附近空闲电插座、充电完成信息提醒等智能服务。在解决了乘用车用户充电难问题的同时，“e精灵”还实现了用户、车企、汽车经销商、小区物业、电动汽车公司、电网公司的多方共赢。

沈建新透露，他们将充分发挥国家电网品牌和营销渠道优势，于上半年重点在北京、上海、浙江等省市试点推广，试点成熟后，将于下半年在全国推广。

沈建新向记者展示“e精灵”智能电插座产品。　王轶辰摄

本版编辑　郎　冰
联系邮箱　jjrbxzh@163.com