

## 编辑选编

### 1960年以来东亚季风区云降水微物理的直接观测研究——《气象学报》2014年第72卷第4期

王东海等人指出中国已有云—降水微物理参数的成果可归纳为：(1) 通常云—降水微物理粒子浓度变化较大，但总体变化有一定的范围；(2) 采用 $\Gamma$ 函数拟合云滴谱更接近实际谱，但不同拟合谱参数差异较大；(3) 可用指数函数和 $\Gamma$ 函数来拟合层状云降水雨滴谱， $\Gamma$ 函数拟合积云和层积混合云降水雨滴谱精度更高；(4) 中国冰核浓度较高，冰核浓度随温度的降低近似成指数变化；(5) 冰晶谱、雪晶谱、冰雹谱通常采用指数函数来描述；(6) 通常使用荣格(Junge)和 $\Gamma$ 函数来分段描述气溶胶粒子谱拟合误差更小。由于云—降水过程及其反馈作用描述不准确是数值模式预报结果不确定性的最大因素，中国正在不断地推进云—降水的微物理观测研究，以期进一步加深对东亚季风区云—降水微物理特征的认识，从而为模式中微物理参数化方案的改进提供观测依据和科学指导。他们同时指出基于数值预报模式中云微物理过程参数化发展的需要，总结了我国1960年以来云—降水微物理直接观测的研究成果，可为东亚地区云—降水微物理研究及其模式参数化方案的改进提供观测依据。

### 2013年北大西洋破纪录高海温与我国江淮—江南地区极端高温的关系——《科学通报》2014年第59卷第27期

孙建奇在文中指出：2013年7月，我国江淮—江南地区持续高温，多个地区气温打破历史纪录，影响重大。他从气候学的角度开展了其归因研究，结果发现在2013年7月，北大西洋中纬度地区海温持续偏高，打破160年的历史纪录，海温的异常通过遥相关波列与东亚

上空纬向西风和西太平洋副热带高压产生联系，进而可能影响到我国江淮—江南地区夏季气温的变化，这可能是造成该地区2013年7月破纪录高温事件的重要原因。对于江淮—江南地区的极端高温，一般关注的是西太平洋副热带高压的影响。他还指出，江淮—江南地区上空纬向西风的变化也是影响该地区夏季气温变化的重要气候因子，尤其是2013年7月，该地上空纬向西风破纪录的偏弱与夏季气温破纪录的偏高密切相关。这意味着，对于我国江淮—江南地区夏季气温和极端高温事件的研究，不但需要关注西太平洋副热带高压的作用，还需要关注高层纬向风的变化。

### GRAPES区域集合预报系统应用研究——《气象》2014年第40卷第9期

张涵斌等采用集合变换卡尔曼滤波初值扰动方法以及多物理过程组合的模式扰动方法，基于业务区域模式GRAPES\_MesoV3.3.2.4构建了区域集合预报系统，进行了连续40d的批量试验，重点分析了ETKF初值扰动的结构及其演变特征，并通过概率预报检验方法对GRAPES-REPS进行了集合预报系统性能检验和降水预报检验，分析了该系统对强降水个例的预报效果。试验结果表明，GRAPES-REPS能产生较合理的集合预报初值扰动，扰动结构随流型依赖并对观测有较好的响应，且扰动成员相互正交。扰动总能量分析表明，集合扰动能够随预报时效保持合理增长状态。集合预报检验表明，集合预报结果优于控制预报，集合成员间在72h预报时效内能保持合理的集合离散度。将该区域集合预报系统与业务上基于WRF模式的区域集合预报系统WRF-REPS进行了降水预报对比，表明GRAPES-REPS的降水预报能力表现要优于业务WRF-REPS。强降水个例分析表明，集合预报能较好预报出强降水中心，预报效果明显优于控制预报。

### 冬季青藏高原上游西风模态与中国降水及NAO的关联——《高原气象》2014年第59卷第27期

宇婧婧等利用ERA40再分析资料和中国区域站点降水观测资料分析了冬季北大西洋至青藏高原上游地区上空西风变率的EOF主要模态(简称高原上游西风模态)，并考察了这些模态与中国区域降水及北大西洋涛动(NAO)之间的联系。研究表明，冬季高原上游最主要的两种西风模态(EOF1和EOF2)都和北大西洋涛动(NAO)显著相关，却与中国冬季降水的关系明显不同：EOF1对应着整体位置偏北、南侧活动中心偏东的NAO型，并与高原西南侧及长江中下游地区冬季降水存在显著正相关；而EOF2对应着整体位置偏南，南侧活动中心位置偏西的NAO空间型，与中国冬季降水却没有显著的相关关系。进一步研究指出，在偏强的EOF1中，低纬异常西风带可向东伸展到位于亚欧大陆中南部的高原上游，造成高原西南侧中下层气流的爬升运动增强，导致高原西南侧降水异常偏多，同时，该西风异常可绕过高原形成异常西南风，与异常偏高的西太平洋副热带高压南侧湿润的东南风异常汇合于长江中下游地区，产生异常辐合上升运动，从而引起长江中下游地区冬季降水增强，反之亦然；而EOF2较EOF1位置偏东、偏南，低纬纬向风东伸较弱，对中国冬季降水影响不明显。这表明冬季高原上游西风异常分布的形态对下游中国区域降水的影响至关重要，而西风EOF1模态是NAO通过上下游效应影响中国冬季降水的一个重要媒介。

### 复杂地形下北京雷暴新生地点变化的加密观测研究——《大气科学》2014年第38卷第5期

张文龙等指出，2008年8月14日北京发生了雷暴群形式的局地暴雨，雷暴新生地点复杂多变，形成了多个 $\gamma$ 中尺度的强降水中心。他们利用近年来北京气象现代化建设

取得的加密地面自动站、多普勒雷达、风廓线仪、微波辐射计等多种新型高时空分辨率观测资料及雷达四维变分同化系统(VDRAS)反演资料,通过精细分析地面(边界层)风场、温度场等的演变特征,讨论了雷暴新生地点变化的机制。结果表明:复杂地形与雷暴冷池出流作用相结合,主导了雷暴新生地点的变化,进而影响 $\gamma$ 中尺度强降水中心的变化;天气尺度高低空槽、槽的配合不一致,并且系统移动缓慢,以及对流层低层的弱的环境垂直风切变,是雷暴冷池结合复杂地形发挥雷暴新生地点主导作用的重要前提;复杂地形使得冷空气在一定范围内流动,在边界层产生碰撞和辐合,起到触发和增强对流作用,并使得对流风暴的形态和走向与地形呈现出紧密相关性;一定强度的冷池出流、边界层前期的暖湿空气和对流不稳定能量的积累,是冷池出流触发雷暴新生和演变的必要条件;北京周边地区的雷暴,通过其雷暴冷池出流沿着沟谷地形或向平原地区流动,与北京山谷或城区的边界层暖湿空气形成辐合抬升机制,触发雷暴新生。

#### 间歇湍流的分形特征—分数维及分数阶导数的应用——《地球物理学报》2014年第57卷第9期

刘式达等指出,分数维由Mandelbrot创立已有30年,分数阶导数在1695年由L'Hospital提出已有400年的历史。刘式达等用物理学中的间歇湍流问题说明分数维及分数阶导数的物理意义。由于间歇湍流涡旋不完全充满空间,所以其维数为 $2 < D < 3$ 。由于小涡旋所占的比例缩小,使得小涡旋的功率减小,因此惯性区功率谱的斜率加大(即功率谱指数加大)。由于大小涡旋共存,所以湍流游动距离即等待时间差别很大,因此造成涡流的异常扩散。由于湍流涡旋的串级(Cascade)或碰撞(Collision)引起的速度变化并不是转瞬的,它会

影响将来的速度场,这就引起了湍流的记忆性,因此,湍流黏性应该用有记忆的分阶拉普拉斯算子。正是涡旋并不充满空间,所以涉及流体力学运算的微点元、微面元和微体积元都要做修改。

#### 卫星—地基—模式统一的自动观测云分类原则和标准的研究——《地球物理学报》2014年第57卷第8期

随着空基、地基云状观测自动化进程的推进,国际通用的人工观测云分类标准不再适用于自动观测。李昉英等提出了适用于自动观测的卫星观测、地基观测和数值预报模式统一的云分类原则和分类标准,依据大气代表性原则、仪器观测可行性原则、历史继承性原则和可扩展性原则,不考虑云的高度,沿用形态学和发生学理论,将云分为卷云、层状云、波状云和积状云4属,更细分为薄卷云、密卷云、波云、雨波云、层云、雨层云、浅积云和深积云8类,列出了各类云特征的定性描述,为自动观测、预报保障和模式评估提供参考。同时指出当地基和星基仪器可探测云的垂直结构时,判识多层云将成为可能,无论如何这与目前制定自动观测云分类的标准并无矛盾。

#### 中国高层大气与电离层耦合研究进展——《中国科学:地球科学》2014年第44卷第9期

万卫星等指出,近年来地球高层大气与电离层之间的耦合研究为众多学者所关注。在回顾这一领域国际上若干研究方向进展的基础上,着重介绍了中国学者的近期研究工作与贡献。首先,扼要介绍了中国高层大气观测的新发展,包括激光雷达、FP干涉仪、全天空气辉成像仪等光学探测,MST雷达、全天空流星雷达等无线电探测手段。在高层大气变化特性研究中,介绍了高层大气的气候学及各种大气波动的研究进展。在高层大气与低电离层的耦合研究方面,介绍了突发

钠层及低热层钠层的观测研究和钠层模式的研究进展,以及突发E层与大气行星波之间的耦合研究工作。在高层大气波动过程与电离层F2层耦合研究中,着重介绍了电离层四波经度结构与高层大气非迁移潮汐之间的耦合特性与机理研究。在热层与电离层耦合的研究方向上,介绍了热层背景大气风场和重力波对电离层的作用、带电粒子对赤道热层的影响与热层赤道异常的形成机理研究等热层电离层相互耦合作用。综合认为,近年来中国学者在高层大气与电离层耦合的研究领域进行了大量工作,包括实验观测及数据分析、模式化与理论研究等。

#### 中国月平均气温可预报性的时空特征及其年代际变化——《科学通报》2014年第59卷第25期

李维京等利用中国1960—2011年资料比较完整的518站逐日气温观测资料,采用非线性局部Lyapunov指数(NLLE)和非线性误差增长理论,定量分析了中国区域月时间尺度平均气温可预报性期限(MTPL)的时空分布和年代际变化特征。分析发现:多年平均的MTPL空间分布存在明显的地域差异,总体来看,东北大部、云南西南部和西北地区东部为可预报性高值区,长江中下游地区及黄淮流域为可预报性低值区;MTPL在各月份的空间分布存在明显的季节变化,总体上表现为冬半年可预报性较低,而夏半年较高;MTPL还具有明显的年代际变化特征,就全国而言,从1970年以来,MTPL具有上升的趋势,在2000年前后出现下降的趋势,尤其是东北地区在1986年之后可预报性显著提高。西北、黄淮、东北MTPL的年代际变化可能与气温的持续性有关。进入21世纪,除南方地区外,大部分地区的MTPL有降低趋势。上述结果为进一步认识我国月尺度气温异常的机理奠定科学基础,并为提高月尺度气温预测能力提供参考。

### 基于集合经验模态分解改善大气环流模式温度模拟的新方法及其在多模式集合预报中的应用

A novel method to improve temperature simulations of general circulation models based on ensemble empirical mode decomposition and its application to multi-model ensembles. *Tellus A*, 2014, Vol. 66.

大气环流模式（GCM）是模拟过去和未来气候变化最重要的工具。全球现在有40多个GCMs，不同气候模式模拟出的结果也有所不同。已有的研究表明，气候模式的集合模拟是改善模式模拟结果的重要方法。但是，发展其他方法改善气候模式模拟结果也是提高模式模拟准确度的重要方面。沈阳农业大学的张先亮等发展了一个基于集合经验模态分解（EEMD）来改善单个气候模式以及多模式集合模拟结果的新方法，并通过将该方法应用于CMIP5的八个模式模拟的全球陆地表面温度，验证了其有效性。该方法主要是将八个气候模式模拟的温度基于EEMD方法分解成不同的高低频信号，然后将分解出的第一层高频信号移去，移去后，模式对全球平均值和各大洲的平均值的模拟都可以得到改善。研究表明，应用EEMD方法处理气候模拟数据后可以改善单个气候模式的模拟性能，并且EEMD方法比其他信号分解方法对单个模式模拟性能的改善效果好。另外，基于简单平均集合、多元线性回归法、奇异值分解法和贝叶斯模式平均法的几个模式的集合模拟值也可以通过EEMD方法得到进一步的改善。该方法简单易用，对于提高气候模式对气候变化的模拟准确度具有重要意义。

### 城市灌溉模块与耦合了城市冠层模式的Noah陆面过程模式的融合

Incorporating an urban irrigation module into the Noah land surface model coupled with an urban canopy model. *Journal of Hydrometeorology*, 2014, Vol. 15, No. 4.

通过在Noah陆面模式（LSM）—单层城市冠层模式（SLUCM）系统内发展

的一个灌溉方案，加州大学洛杉矶分校的Vahmani以位于洛杉矶大都市区的一个超过49km<sup>2</sup>的城市区域为研究对象，探讨了灌溉对城市水循环的影响。模式的分辨率为30m，模拟时段为两年。敏感性分析表明，日和月的能量收支、水文通量和状态变量对灌溉量和灌溉时间都显著敏感。每月的居民室内用水数据和估算的三种室外用水量被用来校准灌溉方案。利用先前开发的MODIS10 Landsat蒸散量（ET）、Landsat地表温度（LST）产品以及每小时的ET观测，通过加利福尼亚灌溉管理信息系统（CIMIS），评价了模型的性能。结果表明，当纳入灌溉模块时，Noah LSM-SLUCM真实模拟了ET的日变化和季节变化。如果不考虑灌溉，该模式在模拟ET时会产生较大的偏差。例如，在2003年7月和2004年7月，不考虑灌溉时ET的误差分别为-56和-90mm/月，而采用本研究的灌溉方案后，这些值分别减少到-6和-11mm/月。研究表明，灌溉引起的潜热通量增加，导致城市公园地表温度下降了约2℃。本研究开发的模拟框架具有较广的应用价值，包括从室外用水估算到气候变化影响评估。

### 全球变暖会减弱常绿阔叶林的树木生长：以澳大利亚温带和亚热带桉树林为例

A warmer world will reduce tree growth in evergreen broadleaf forests: evidence from Australian temperate and subtropical eucalypt forests. *Global Ecology and Biogeography*, 2014, Vol. 23, No. 8.

理解气候对树木生长的影响，对于预测森林如何应对气候变化至关重要，但是目前关于树木跨宏观气候梯度生长的研究较少。为此，澳大利亚塔斯马尼亚大学的Bowman等以澳大利亚的温带、亚热带湿润桉树林（23°—43°S，115°—153°E）为对象，研究了常绿阔叶林的生长与大陆尺度上

的气候变异之间的关系。研究收集了2409个永久森林观测点的数据，形成了一个有关桉树直径增长的数据库（约50万个测量数据）。这些观测点的年平均降水量为558~2105mm，年平均气温为6~22℃。研究使用广义相加模型分析了树木直径增长与气温、降水、蒸发之间的关系。结果显示，树木生长与降水量成正相关，但当年平均降水量超过1400mm时，降水的影响开始变弱。对温度的峰值响应出现在年平均气温为11℃和最热月的最高气温为25~27℃时。低温直接抑制了生长，高温主要是通过减少水的可利用性（以降水/蒸发来表示）来抑制树木生长，不过高温似乎也产生了直接的负面影响。包括了最热月的最高气温和降水/蒸发比的模型，能解释28%的异常，这比单因子模型的解释能力更强。研究认为，澳大利亚温带、亚热带桉树林的生产力可能因气候变暖而大幅下降，因为87%的森林目前正处于年平均温度高于11℃（树木增长率最高）的情形下，而桉树林生产力的下降将会使碳吸收减少。

### 过去100年来中国东部的地表气温及有关的大尺度气候变异趋势

Trend of surface air temperature in eastern China and associated large-scale climate variability over the last 100 years. *Journal of Climate*, 2014, Vol. 27, No. 12.

中国气科院的赵平等利用重建的回溯至19世纪的连续和均一化的中国东部16个城市（中国最大的工业化区域）的地表气温（SAT）序列，研究了这些区域的SAT线性趋势。分析发现，中国东部SAT的区域均值在1909—2010年间的上升幅度达到1.52℃·100yr<sup>-1</sup>。

气温上升主要发生在过去的40年，这和另一个地表气温观测序列正好相符，该观测序列同样在此地区，始于1951，站点更加密集（超过400个站点）。另外，本研究收集

了245个站点(从4001个点中)的人口数据,并根据人口规模划分为五个同样大小的组。对这五个组进行从30~60年不同时间长度的比较发现,自1951年以来,人口对气温变暖的贡献为9%~24%。为了证明城市化对气温的影响并没有那么大,本研究进一步确定了大尺度气候指数能解释多大程度的气温上升。研究显示,大尺度气候指数的异常,如热带印度洋SST与西伯利亚大气环流系统,对总的气候变暖的贡献占至少80%。

### 近期欧亚大陆北方森林变绿响应的转变可能与夏季的变暖、变干相关

——Recent shift in Eurasian boreal forest greening response may be associated with warmer and drier summers. *Geophysical Research Letters*, 2014, Vol. 41, No. 6.

北部的高纬度陆地生态系统目前正经历着急剧升温,最近的研究表明,北方森林面临气候变暖时的脆弱性正在逐渐加强,这主要包括升温引起的干旱胁迫、火灾和虫害的爆发。利兹大学的Buermann等使用新的可利用的卫星植被数据,分析了过去30年北方森林变绿与气候的年际关系。结果表明,由于夏天温度持续升高、降水持续缺乏,导致20世纪90年代中期出现了一个中西部欧亚大陆北方森林向更干、更暖转变的转折点。这可能是夏季高温与森林变绿之间出现大规模负相关的主要原因。如果这样的转变机制持续存在,那么就像植被模型预测的那样,高温和干旱胁迫所引起的北方森林的植被枯死可能比预期进行的更为迅速。

**MJO与台湾的冬季降水**——Madden-Julian Oscillation and the winter rainfall in Taiwan. *Journal of Climate*, 2014, Vol. 27, No. 12.

台湾师范大学的洪致文等探讨了大气季节内振荡(MJO)对台湾冬季(11—4月)降水产生的主

要影响。研究显示,台湾有更多的降水出现在MJO第3和4相位(印度洋和海洋大陆西部的MJO对流活跃期),而第7和8相位(西太平洋暖池区)的降水偏少。与MJO相关的机制如下:(1)热带到中纬度地区的波列:当MJO移至印度洋中部,Matsuno-Gill型模态被诱发。响应于MJO非绝热加热,热带大气的这种响应特征表现为一对上层反气旋异常,并对称于赤道到加热的西部。位于阿拉伯海和印度北部上空的北部异常反气旋,诱导东北方向传播波列到中纬度地区。该波列由一个集中在东亚的气旋异常所构成,该气旋异常使台湾的冬季降水增强;

(2)来自南海的水分供给的增加:当MJO对流靠近苏门答腊岛和海洋大陆的爪哇时,赤道对流的向东渗透增强了一个低层的偏南气流,导致水分向北输送至台湾和华南地区。因此,受来自南方的水分供应增加的影响,更多的冬季季风降水出现在台湾。

### 全球陆地区域1km分辨率的逐日温度数据的时空插值

——Spatio-temporal interpolation of daily temperatures for global land areas at 1 km resolution. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 2014, Vol. 119, No. 5.

塞尔维亚贝尔格莱德大学的Kilibarda等使用GSOD(Global Surface Summary of Day)和欧洲气候评估及数据集(ECA&D)构建了时空地统计模型,以预测全球陆地区域1km分辨率的逐日气温。研究使用了时空回归-克里格方法,将MODIS 8天合成影像、地形数据(数字高程模型和地形湿度指数)和与地理位置有关的温度趋势作为协变量,对日平均、最高和最低气温进行了预测,然后用“留一法交叉验证法”评价了逐日气温的预测精度。为了解释地理坐标系上的聚类站点,并得到一个更有代表性的

交叉验证精度,预测值被聚合在500km×500km的土地块上。结果显示,在站点覆盖较为稠密的区域,日平均、最高和最低气温的平均预测精度为RMSE=±2℃,在站点较为稀疏区域,RMSE在±2℃到±4℃之间。较高海拔区域(>1km)和南极的预测精度最差, RMSE大约为6℃。本研究中,模型和预测仅应用于了2011年,但同样的方法可以推广至MODIS LST数据可利用的整个时间段(2001年至今)。

**与气候变化引起的欧洲大湖变暖有关的热通量调整**——Heat flux modifications related to climate-induced warming of large European lakes. *Water Resources Research*, 2014, Vol. 50, No. 3.

过去几十年间,欧洲一些湖泊的水温有所上升。研究认为,这些湖泊的水温增长与热平衡组分的重新配置有关。为了确定热通量的主要变化和识别1984—2011年间热平衡组分重新配置事件,瑞士联邦水生环境科研所的Fink等探索了大气热交换的时间变化趋势,以博登湖为例,估算了不同热通量对总的热平衡的贡献。研究发现,对太阳辐射(+0.21±0.13 W·m<sup>-2</sup>·yr<sup>-1</sup>)、长波辐射(+0.25±0.11 W·m<sup>-2</sup>·yr<sup>-1</sup>)的吸收增加是湖水温度上升(0.046±0.011℃·yr<sup>-1</sup>)的主要原因。而由于湖水的升温,通过长波辐射(-0.24±0.06 W·m<sup>-2</sup>·yr<sup>-1</sup>)散发到大气中的热和潜热通量(-0.27±0.12 W·m<sup>-2</sup>·yr<sup>-1</sup>)同时都有所加强。鉴于入射太阳辐射和变暖的大气导致湖表温度增加,使得更多的长波辐射被释放,更多的水被蒸发,热收支总体上处于一个准稳定状态。在水温缓慢增加的每一层,热通量总是处于平衡状态。总的热容量的变化非常小。另外,入湖河流的变冷效应对湖水热收支的影响也较弱。