

编辑选编

“青藏高原环境变化”专题——《科学通报》2015年第60卷第32期

《青藏高原环境变化科学评估报告》是一个集科学、政府、用户3个层面为一体的多方共同努力的成果，是一个集中反映青藏高原环境变化多年科学研究和社会实践的系統总结成果，是一个为科学研究服务、为政策制定服务、为社会发展服务的公共产品。本期《科学通报》，以五篇“青藏高原环境变化”专题论文展示该报告的部分成果。

其中，陈德亮等基于环境代用指标、观测数据和相关统计资料，从气候、水体、生态系统、陆表环境、人类活动影响和灾害风险6个方面，采用温度、降水、冰川、积雪、湖泊等26项指标内容，归纳了冷/暖、干/湿等60项指标特征，揭示了青藏高原过去2000年和现代环境变化的基本事实，重点评估了环境变化和人类活动影响，同时预估了未来100年环境的不同情景。文章所用资料全部来自公开发表的科学文献和省部级及以上的统计数据，是首次青藏高原环境变化科学评估的简要版本，体现了《青藏高原环境变化科学评估报告》的基本框架、指标体系和主要结论，反映了当今科学界对青藏高原环境变化的科学认知水平。

张人禾等回顾了21世纪青藏高原区域多种气候和环境要素变化预估研究的进展，包括气温、降水、极端天气气候事件、冻土、积雪、冰川、径流和植被等，预估结果主要来自于SRES和RCP情景下气候模式的预估以及物理统计模型的预估。结果表明，未来青藏高原地面气温将升高，21世纪后期增温更显著。总体来说21世纪高原降水以增加为主，极端天气气候事件增加。高原未来冻土面积缩小，冻土活动层厚度增加，积雪日数和积雪深度

减少，冰川将以退缩为主。径流的未来变化较复杂，不同流域之间的差异较大，径流在不同流域表现为增加和减少并存。青藏高原植被对气候变化的响应敏感而脆弱，21世纪中后期青藏高原的生长季长度增加，常绿林/森林出现在高原东部和南部，灌丛植被类型将会扩展并入侵高寒草原。根据已有的研究结果，文章对这些气候与环境要素在21世纪中期（2030—2050年）和后期（2080—2100年）的变化进行了综合集成，给出了它们在21世纪中期和后期的可能变化范围。

崔鹏等基于青藏高原与气候变化相关的地表自然灾害（滑坡、泥石流、山洪、干旱、雪灾）的孕灾和成灾特点，遴选出不同类型灾害的危险性评估指标，进行灾害危险性评估；依据对承灾体的危害程度和方式，分别针对山地灾害（滑坡、泥石流、山洪）和气象灾害（干旱和雪灾）进行区域易损性评估；对危险度和易损度评估值进行归一化处理，完成灾害综合风险评估。评估结果表明：高度风险区主要位于青藏高原西部和南部边缘地区，占20.55%，包括川西高原和藏东南；中度风险区主要位于青藏高原中南部、中西部以及东北部地区，占30.26%，包括西藏南部、青海北部以及四川西北部地区；低度风险区主要位于青藏高原中部地区，占37.64%，包括西藏中北部与青海西南部地区；微度风险区主要位于青藏高原北部与西北部，占11.55%，包括西藏北部与新疆南部地区。最后，分析了当前防灾减灾存在的问题，并提出相应的减灾对策。

气溶胶与东亚季风相互影响的研究进展——《中国科学：地球科学》2015年第45卷第11期

中国科学院地学部在第33次科学与技术前沿论坛对气溶胶与季风相互作用进行了深入讨论和评估。吴国雄等综述了在此次论坛上所报

告的国际和中国气溶胶与东亚季风相互作用有关的研究进展。研究表明：1) 东亚季风能影响气溶胶的输送，特别是可以由气溶胶引起的持续性强雾-霾天气过程的生成和发展提供适宜的大气环流背景场，东亚季风还在季节、年际、年代际等多时间尺度上影响气溶胶的输送和空间分布特征，季风区域的高水汽特征还可能影响气溶胶的光学及辐射效应；2) 已有证据表明气溶胶对于中国部分区域云的物理特征和降水有明显影响，在东南沿海地区，增加气溶胶的含量可能会抑制轻型和中度降水，对强降水可能有强化作用，但是此问题极为复杂，值得深入研究；3) 东亚夏季风活动的年际变化对中国区域气溶胶浓度和空间分布有明显影响，而且近几十年季风的减弱很可能利于区域气溶胶浓度增加。同时期，中国大气污染排放量的显著增加很可能减小了海陆温差和纬向差异，也不利于季风的增强。此外，文章对未来加强季风与气溶胶相互作用的研究给出了部分参考建议，还指出气溶胶对于东亚季风环流影响研究的不确定性。

数值天气预报中分析同化基本方法的历史发展脉络和评述——《气象》2015年第41卷第8期

数值天气预报中分析同化的基本方法先后经历了多项式函数拟舍方法、逐步订正方法、最优插值方法、变分方法和集合卡尔曼滤波方法。朱国富首先根据相关的经典文献力求本色地介绍这些方法的基本思想和实施的具体要点；然后，着重于它们的上下承接关系，试图阐述同化的历史发展脉络，评述这些方法的显著特征和创新性，以期清晰地理解资料同化的循序渐进的内在发展逻辑。此外，从起源上阐明“主观分析”与“客观分析”、“初猜场”与“背景场”、“分析”与“同化”、以及“更新”、“新息”等基本概念，以期准确地

理解和把握“大气资料同化”的由来和内涵。

登陆台风精细结构的观测、预报与影响评估——《地球科学进展》2015年第30卷第8期

端义宏等撰文介绍了2015年立项的国家重点基础研究发展计划(973计划)项目“登陆台风精细结构的观测、预报与影响评估”。项目将通过进行登陆台风精细结构的野外科学试验,开展登陆台风精细结构的多源资料分析理论和方法研究,探索登陆台风精细化结构演变规律及其对风雨分布的影响机理,发展高分辨率台风数值预报模式关键技术,开展台风灾害影响(预)评估方法研究等,揭示环境因子及其自身内部的多尺度系统相互作用如何影响登陆台风精细化结构的演变,以及精细结构的演变如何影响台风风雨强度和分布,力争提高登陆台风精细结构的模拟、预报和影响评估能力。

华北地区水位下降是否会减缓气温上升——《地球物理学报》2015年第58卷第10期

华北地区由于长期持续的地下水过量开采,导致了大面积地下水位大幅下降,引发地面塌陷、地下水水质污染等一系列地质环境问题,这些现象早已为人们所熟知和关注。然而地下水位下降还会造成百米量级浅部地温及其梯度的变化,因此即使来自地球深部的大地热流密度没有变化,年度平均的从表浅部位通过地表实际传导进入大气的热流密度会减小,这是中外文献中尚未见讨论过的问题。尹凤玲等通过数值模拟发现假定在大地热流密度不变的条件下,华北数万平方千米地下水位下降会造成百米尺度内的地温降低,从而传入大气的热流密度降低40%以上,且会持续数百年以上的时间。这种长时间大范围的传导入大气的热流密度变化对

环境会造成什么影响是一个十分值得关注的问题。这一预测在一定程度上得到了气象站地温观测数据的支持,但由于目前气象观测站只有3.2m深度范围内的地温资料,累计不超过五六十年,中间还有10余年的间断,而且表浅深度地温受地表多种因素的影响也较大,这些资料难以对我们关心的地下水位下降引起流入大气的热流密度变化这一问题提供直接确凿的数据来进行分析,因此今后有必要开展对地下数十乃至数百米地温进行持续精确的监测工作。

中国平均降水和极端降水对气候变暖的响应:CMIP5模式模拟评估和预估——《地球物理学报》2015年第58卷第9期

吴佳等基于24个CMIP5全球耦合模式模拟结果,分析了中国区域年平均降水和ETCCDI强降水量(R95p)、极端强降水量(R99p)对增暖的响应。定量分析结果显示,CMIP5集合模拟的当代中国区域平均降水对增暖的响应较观测偏弱,而极端降水的响应则偏强。对各子区域气温与平均降水、极端降水的关系均有一定的模拟能力,并且极端降水的模拟好于平均降水。在RCP4.5和RCP8.5情景下,随着气温的升高,中国区域平均降水和极端降水均呈现一致增加的趋势,中国区域平均气温每升高1℃,平均降水增加的百分率分别为3.5%和2.4%,R95p增加百分率为11.9%和11.0%,R99p更加敏感,分别增加21.6%和22.4%。就各分区来看,当代的区域性差异较大,未来则普遍增强,并且区域性差异减小,在持续增暖背景下,中国及各分区极端降水对增暖的响应比平均降水更强,并且越强的极端降水敏感性越大。未来北方地区平均降水对增暖的响应比南方地区的要大,青藏高原和西南地区的R95p和R99p增加最显著,表明未来这些区域发生暴雨和洪涝的风险将增大。

大气甲烷浓度变化的源汇因素模拟研究进展——《地球科学进展》2015年第30卷第7期

鲁易等从甲烷大气化学过程、传输模式和反向模拟机理等方面综述了大气甲烷浓度变化及其源汇研究的主要进展及存在的问题。基于数据同化算法的反向模拟能有效降低全球及国家尺度甲烷排放估计的不确定性。但在具体的算法实施中,先验的甲烷排放估计和地面站大气甲烷浓度测定的不确定性量化仍然主要是经验性的,缺乏严格和系统性的量化算法。相对于有限的地面站测定,基于卫星平台的大气甲烷浓度变化监测数据极大地提高了数据的空间覆盖度,进一步促进了反向模拟的应用。当前的反向模拟研究在全球尺度上确认了自然湿地甲烷排放对大气甲烷浓度年际波动的决定性作用;在国家尺度上,反向模拟在国家温室气体清单的“可核查”方面也有广泛的应用前景。

气候容量及其对气候安全风险管理的的作用——《地球科学进展》2015年第30卷第6期

全球气候安全问题已经日益突显,为了开展气候安全风险管理的概念。然而,目前对气候容量的科学认识十分有限,甚至还没有比较统一的科学定义,对如何通过气候容量评价开展气候安全风险管理的思路。张强等在归纳总结以往研究的基础上,进一步讨论了气候容量及其对气候安全风险管理的的作用,对气候容量给出了更加科学的定义和合理的诠释,并且分析了气候容量的科学属性和基本特征,探讨了全球气候安全风险的总体趋势,提出了利用气候容量的杠杆作用提升气候安全风险管理和气候资源开发利用水平的初步思路。

雷达观测到的湖体对流在登陆和地形抬升期间的演变——The evolution of lake-effect convection during landfall and orographic uplift as observed by profiling radars. *Monthly Weather Review*, Vol. 143, No. 11.

安大略湖东部地区是北美东部最大季节性降雪多发的区域之一，其中，又以安大略湖下风处（东岸）约30km的Tug Hill高原（海拔600m）的降雪量为最。在Tug Hill高原，湖体对流效应受到了伴随着登陆和地形抬升的中尺度强迫的影响。美国纽约州立大学奥尔巴尼分校的Minder等使用安大略湖冬季湖体效应系统试验的雷达数据，分析了导致Tug Hill高原强降雪的湖体对流的内陆演变特征。从安大略湖岸到Tug Hill，沿一线设置了四部K波段微型降雨雷达（MRR），并使用一部X波段雷达（XPR）进行了附加观测。分析对象为发生在Tug Hill高原的一次强烈的湖体效应降雪，等量液态降水（LPE）为6.4cm。这次事件表现出强烈的内陆增强特征，在15km的水平距离内，LPE增加了1.9倍。MRR谱揭示此内陆增强不是由于湖对流深度或强度的增加。随着内陆距离的增加，回波从对流向层状形态转变，同时变得没那么强烈，过渡更均匀、更频繁。回波频率的内陆增强（可能是地形强迫）对降雪增强有所贡献。XPR观测重现了MRR所探测到的基本的垂直结构，同时也体现出海拔低于600m的Tug Hill迎风坡的降雪受到了抑制，这可能伴随于云升华或水凝物平流。基于29次事件的统计也表明，以上所述的对流内陆演化是安大略湖东部湖体效应风暴的常见特征。

1997年7月Oder洪水期间土壤湿度在产生强降水中的角色——On the role of soil moisture in the generation of heavy rainfall during the Oder flood event in July 1997. *Tellus A*, 2015, Vol. 67.

土壤湿度—大气反馈在世界许多区域的气候中都扮演了重要的角

色，这不仅表现在平均气候态，也表现在极端事件上。一些研究已经显示出干旱和热浪的强度和幅度受到了干/湿（土壤湿度）条件的显著影响。然而目前很少有研究关注土壤湿度对强降水事件的影响。为此，德国亥姆霍兹联合会海岸研究所的Ho-Hagemann等以1997年7月Oder洪水事件为例，研究了土壤湿度在强降水形成中的角色。研究使用了区域气候模式COSMO-CLM（作为一个非耦合的standalone模式）和耦合系统模式COSTRICE，在后者中，COSMO-CLM和海洋（TRIMNP）、海冰模式（CICE）进行了耦合，耦合区域为波罗的海和北海。模拟结果显示，耦合模式能够捕捉到导致Oder洪水的强降水的第二阶段（7月18—20日），而非耦合模式不能。敏感试验表明，耦合模式的较好表现归因于模拟的1997年7月中欧的土壤湿度条件，耦合模式中的土壤湿度要大于非耦合模式。这个发现说明强降水事件之前的土壤湿度显著影响了第二阶段强降水的生成。较好的模拟效果也暗示了大气—海洋耦合有助于特定极端事件的模拟。不过，没有哪个版本（无论耦合或不耦合）能捕捉到降水的第一阶段（7月4—8日），尽管土壤湿度条件的不同，这表明土壤湿度对强降水产生的重要性强烈依赖于事件本身和有关的大气环流型式。

全球气候模式在模拟全球气候类型地理分布时的缺陷——Deficiencies in the simulation of the geographic distribution of climate types by global climate models. *Climate Dynamics*, 2015, in press.

评估全球气候模式可以反映全球气候模式对现实气候的模拟能力。一般来说，相关系数、偏差和标准误差等指标可以用来评估全球气候模式对单个变量的模拟能力。然而，这些指标不能评估同一模式对不同变量的协同模拟能力。基于不同变量划分的气候类型的分布，可以反映不同变量协

同变化的空间属性。另外，气候类型的分布同陆地生物圈及其分布具有紧密的联系。通过全球气候模式模拟的全球气候类型的分布可以预测未来陆地生物圈的有关变化。为此，沈阳农业大学的张先亮等评估了CMIP5中9个全球气候模式对全球气候类型的模拟能力。结果表明，基于全球气候模式模拟的变量划分出的全球气候区，在很大面积上和实际的气候区的分布不同。对于多数模式的结果，分布到错误气候区的区域占陆地总面积的30%~50%。另外，基于模式模拟结果得到的气候区变动和实际气候区的变动也有很大的差别。气候区变动的区域及气候区变动的面积都不能很好的通过模式模拟得到。因此，全球气候模式的模拟结果不能很好地反映全球气候区的分布以及气候区的变动状况，这表明全球气候模式的空间模拟能力还需要进行改善。

1998—2012年全球变暖停滞中的欧亚冬季变冷——Eurasian winter cooling in the warming hiatus of 1998–2012. *Geophysical Research Letters*, 2015, Vol. 42, No. 19.

使用5种不同的全球温度数据集，德国汉堡大学的Li等分析了不同纬度带地表温度趋势对近期变暖“停滞”（hiatus）的相对贡献幅度。研究认为，1998—2012年的全球平均地表温度趋势受到了欧亚明显的冬季变冷趋势的强烈影响。为寻找这种冬季变冷趋势的驱动因素，研究利用ECHAM6模式，设置了3种不同的海表温度和海冰方案，对每一种设置，进行了20个成员的集成模拟。试验表明，过去几十年间，北极海冰的减少并没有驱动北半球大尺度环流的系统变化。观测到的1998—2012年欧亚冬季变冷趋势基本上源自大气内部变率，并构成了一种极端气候事件。不过，观察到的北极海冰减少增强了欧亚大陆冬季气候的变化，从而增加了极端欧亚冬季变冷趋势的概率。

京津唐区域城市扩张对地表温度的累积影响——The cumulative effects of urban expansion on land surface temperatures in metropolitan Jingjintang, China. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 2015, Vol. 120.

快速城市化进程已经导致许多农田和自然植被转换成了不透水层,从而大幅改变和影响了地表特性和陆-气交互过程。中科院遥感地球所的胡永红等使用Landsat卫星数据,分析了京津唐区域2001—2010年的城市化进程。研究首先将基于Landsat的土地利用分类结果合成为1和10km两种分辨率的栅格数据,并使用MODIS产品获取了年和季节地表温度数据(LST)。然后,使用滑动窗和梯度分析方法,检测了城市用地和其他土地类型间的LST差异,以分析城市化水平对LST的影响。研究发现,2001—2010年,该区域的城市化范围增加了1.6倍,其中新的城市化区域的45%是由耕地转变而来。这使得京津唐区域的年平均LST增加了 $0.85 \pm 0.68^\circ\text{C}$,并且夏季的变暖幅度最大。在1km栅格内,城市用地增加10%将使年LST增加约 0.21°C 。城市化导致的白天LST和夜晚LST的增加程度分别约为 $1.03 \pm 1.38^\circ\text{C}$ 和 $0.78 \pm 1.02^\circ\text{C}$ 。城市化引起的变暖趋势存在明显的季节和昼夜差异,而且变暖趋势很有可能是由土地特性、辐射传输和人为热释放等因素的共同效应所引起。

城市化对炎热沙漠城市气候的影响:土地覆盖、局地气候和季节特征的作用——Urban climate modifications in hot desert cities: The role of land cover, local climate, and seasonality. *Geophysical Research Letters*, 2015, in press.

温带区域的城市热岛效应(UHI)已经得到了研究者的广泛关注。相比,对于炎热、干旱环境下城市化对气候的影响目前依然知之甚少,尽管这些地区的城市化进程

也在不断加速中。为此,阿联酋马斯达尔科学技术研究院的Lazzarini等使用源自MODIS和Landsat遥感数据的地表温度、归一化植被指数、不透水层面积等资料,分析了位于中东、北非和北美的8个炎热沙漠城市(阿布扎比、科威特市、利雅得、多哈、拉斯维加斯、菲尼克斯、比斯科拉、比卡内尔)土地覆盖和温度之间的关系。研究发现,不同沙漠城市显示出了相似的气候格局:白天,城市区域的温度要低于郊区(UCI,城市“凉岛”);夜晚,则相反(出现城市热岛效应)。观测到的白天城市“凉岛”很大程度上可以用植被相对丰度、裸地比例和局地气候条件来解释,而调节干旱地区边界层动态的物理过程需要进一步的研究。

缺水气候条件下的径流减少与CO₂对植被的影响相一致——Reduced streamflow in water-stressed climates consistent with CO₂ effects on vegetation. *Nature Climate Change*, 2015, in press.

全球环境变化影响着水资源的时空分布,但如何量化这种影响仍然存在挑战。特别是,对于响应于大气CO₂浓度增加的植被变化对水循环的影响,目前知之甚少。澳大利亚麦考瑞大学的Ukkola等使用基于遥感的归一化植被指数(NDVI)和长期的水平衡蒸散(ET)数据,对190个基本未受人为干扰的流域进行了分析,分析的时间段为1982—2010年,研究发现,过去30年间,植被受到水分限制的降水阈值显著下降了,而半湿润和半干旱流域的植被有所增加(greening),同时也消耗了更多的水,导致了径流的显著减少(24%~28%)。相比,干旱和湿润区域NDVI和ET的变化并不显著,其中,干旱区域高比例的C4植物可能导致CO₂施肥效应并不明显。研究表明,植被水利用效率的增加以及缺水区域径流的减

少,可能使未来降水减少的问题变得更为复杂。

基于卫星植被指数的地中海东部地区250m分辨率年蒸散产品——Annual evapotranspiration retrieved from satellite vegetation indices for the eastern Mediterranean at 250m spatial resolution. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2015, Vol. 15.

以色列巴伊兰大学的Helman等利用卫星植被指数建立了一个分辨率为250m的地中海东部地区蒸散量估算模型,该模型被称为植被指数参数化估算蒸散模型(PaVI-E)。PaVI-E模型基于MODIS植被指数(归一化植被指数NDVI和增强型植被指数EVI)与具有广泛的植物功能型代表性的16个FLUXNET站点观测的年总蒸散量之间的经验关系。研究首先分别建立了一年生植被系统(如农田和草地)和一年生、多年生混合植被系统(如林地,森林,萨王纳和灌丛)的经验关系。植被指数能够解释不同植被系统年蒸散量的大部分方差(一年生植被系统为71%,一年生、多年生混合植被系统为88%),但是在多变量回归中增加地表温度,或对温度和绿度模型进行修正都不会导致相关变得更好($p > 0.1$)。建立经验关系后,PaVI-E被用来提取2000—2014年地中海东部地区的年蒸散量。模型估计的蒸散量与沿该地区降水梯度流域水分平衡计算出的年蒸散量相关系数非常高($R=0.92$, $p < 0.01$)。同其他粗糙分辨率的ET产品相比,比如与目前两种业务化的中等分辨率的ET产品——LSA-SAF MSG Eta (3.1km)和MODIS (MOD16, 1km)在148个地中海东部流域相关系数分别高达0.75和0.77 ($p < 0.001$),相对偏差为 $-5.2\% \sim 5.2\%$ 。由于目前缺乏针对地中海东部地区的高分辨率($< 1\text{km}$) ET模型,本研究提出的模型将对该地区水文研究,以及管理该地区最宝贵的水资源非常有益。