

## 编辑选编

中国气象学会成立90周年纪念专刊  
——《气象学报》2014年第72卷第5期

为庆祝中国气象学会成立90周年,《气象学报》出版了纪念专刊。专刊刊载了17篇论文来回顾和综述近10年来中国气象/大气科学领域的诸多创新研究成果,展示了中国气象学者在气候和全球变化、地球/气候系统动力学及其数值模拟、大气环流理论和遥相关、锋面气象及台风动力学、数值预报和数据同化、海陆气相互作用、大气物理和探测理论等若干领域的研究进展,并立足国际视野,对有关研究方向的未来发展进行了预示和展望。

其中,陶祖钰等参照流体力学发展的4个阶段,以锋面气旋模型为例将天气学也分为:“古代”、经典、近代和现代4个发展阶段。文中指出“古代”天气学的代表是1863年航海家Fitz Roy绘制的第一个风暴概念模型,它是对实践经验的总结,但不失其科学性;100年前挪威气象学派锋面气旋模型是基于牛顿力学的经典天气学代表,确立了斜压性是天气变化机理的核心,但将锋面视为物质面是其有悖流体连续性原则的重大缺陷;50年前芝加哥学派的锋面气旋三维模型是基于对准地转动力学理论深刻物理洞察力的近代天气学代表;20世纪末暖锋后弯卷入爆发性气旋模型是高科技时代基于大规模数值计算的现代天气学代表。在大数据时代,现代天气学需要学习和继承近代天气学用深刻的物理洞察力来分析天气学问题。

李崇银等指出热带大气季节内振荡(包括MJO)是大气环流的重要系统,它的活动及异常既对其他系统有一定的作用,也对长期天气和短期气候有明显影响。因此,热带大气季节内振荡一直是大气科学的前沿研究课题之一,李崇银等对近5~10年中国学者的有关研究工作及其进展做了简要回顾和综合,主要包括:(1)

热带大气季节内振荡特别是MJO的动力学机制;(2)热带大气季节内振荡以及MJO的数值模拟问题,特别是大气非绝热加热廓线对模式模拟MJO的重要作用;(3)热带大气季节内振荡和MJO,特别是在赤道西太平洋地区,与ENSO的相互作用关系;

(4)热带大气季节内振荡(包括MJO)及其流场形势对西太平洋台风活动的重要影响,即MJO对西北太平洋台风生成数的调制作用,以及热带大气季节内低频气旋性(LFC)和反气旋性(LFAC)流场对西太平洋台风路径的影响;(5)热带大气季节内振荡(包括MJO)的活动及异常对东亚和南亚夏季风建立、活动异常的影响,以及它们与中国降水异常的密切关系。

丁一汇等对近年来中外关于东亚冬季风(EAWM)年代际变化问题研究进展做了回顾和评述,主要包括以下3个方面:(1)东亚冬季风明显受到全球气候变化的影响,从20世纪50年代开始,中国冬季气温经历了一次冷期(从20世纪50年代延续到80年代初中期),一次暖期(从20世纪80年代初中后期延续到21世纪初)和近10~15年(约从1998年开始)出现的气候变暖趋缓期(也称气候变暖停顿期)。(2)东亚冬季风主要表现为强—弱—强3阶段的特征,即从1950年到1986/1987年,明显偏强;从1986/1987年冬季开始,东亚冬季风减弱;约2005年之后,东亚冬季风开始由弱转强。与东亚冬季风的年代际变化特征相对应,东亚冬季大气环流以及中国冬季气温和寒潮都表现出一致的年代际变化。(3)东亚冬季风的年代际变化与大气环流和太平洋海表温度(SST)的区域模态变化密切相关。当北半球环状模/北极涛动(NAM/AO)和太平洋年代际振荡(PDO)处于负(正)位相,东亚冬季风偏强(弱),中国冬季气温偏低(高)。此外,北大西洋年代尺度振荡(AMO)对东亚冬季风也有重要影响,在AMO负位相时,对应东亚

冷期(强冬季风),正位相对应暖期(弱冬季风)。因而海洋的年代际变化是造成东亚冬季风气候脉动的主要自然原因,而全球气候变暖对东亚冬季风强度的减弱也有明显影响。

任荣彩等系统地介绍了近年来应用等熵位涡理论研究平流层对流层动力相互作用所发现的一些新的事实和机理,包括平流层冬季极涡振荡过程中平流层、对流层环流异常的时空传播特征,以及等熵质量理论框架下的平流层对流层动力耦合机理,还介绍了影响平流层环流年际尺度异常的因子及影响过程。回顾了夏季青藏高原的热力作用所激发的负位涡强迫源对东亚及全球大气环流的影响。并基于对夏季高原周边等熵位涡经向输送垂直分布的诊断进一步说明,夏季青藏高原的存在使高原东缘及东亚地区成为平流层和对流层物质交换的独特区域,探讨了夏季青藏高原影响平流层对流层动力耦合的一种重要途径及其影响全球气候的重要意义。

秦大河等指出冰冻圈是全球气候变化的显著因子和指示器,也是对气候系统影响最直接和最敏感的圈层,在地球气候系统中占据举足轻重的地位。在全球变暖背景下,冰冻圈研究受到前所未有的重视,成为气候系统研究中最活跃的领域之一;冰冻圈变化正在引起的一系列社会经济影响是当前全球变化和可持续发展最为关注的热点之一。文中给出了气候变暖背景下近几十年来全球和中国冰冻圈的变化特征,以及未来可能的变化趋势;着重从气候效应角度,综述了青藏高原和欧亚积雪、北极和南极海冰、冻土与冰川变化对中国气候影响的研究成果;并讨论了中国冰冻圈科学研究的未来发展方向。

从气旋和反气旋谈正、负阻尼  
——《大气科学》2014年11月第38卷第6期

刘式达、刘式适等指出在定常条件下,利用简化的大气运动控制

方程,分析了气旋与反气旋的基本特征。在此基础上,利用常微分方程的定性分析与求解,获得了气旋和反气旋轨道的解析解。接合气旋与反气旋的基本特征,论证了正负阻尼在气旋和反气旋运动中具体体现,并从物理机理上说明产生气旋和反气旋运动中正负阻尼的差异在于水平辐合在低层的不同。

### 人类活动对全球典型干旱半干旱区气候变化的影响——《科学通报》2014年第59卷第30期

李春香等基于CMIP5多模式的历史试验(考虑所有驱动因子)以及单因子强迫气候归因试验结果,评估了温室气体、气溶胶、土地利用及所有人类活动对全球典型干旱半干旱区气候变化的影响。结果表明,所有人类活动和温室气体强迫会引起全球陆地显著增温,特别是由温室气体强迫引起的北半球中高纬地区近60年的增温幅度几乎是历史变化的2~3倍,气溶胶的降温效应则对近60年来的全球变暖具有明显的抑制作用,土地利用在大多数干旱半干旱区具有微弱的降温作用。所有人类活动和温室气体强迫会使大多数陆地及干旱半干旱区的降水增加,而气溶胶和土地利用的影响则存在明显的区域差异和不确定性。近60年,中国北方干旱半干旱区的气温和降水变化受人类活动的影响最为显著。基于集合经验模态分解(EEMD)的结果,大多数地区气温和降水的年代际和多年代际变化特征均是所有人类活动综合作用“同步叠加”在自然变化之上的一种结果;其中,气溶胶在大多数地区显著促进温度的多年代际变化,土地利用在澳大利亚地区则起到明显的抑制作用;对降水的多年代际变化而言,气溶胶的贡献相对比较突出,而温室气体和土地利用对全球降水的多年代尺度特征有明显的促进作用。

### 气候序列的均一化: 定量评估气候变化的基础——《中国科学: 地球科学》2014年第44卷第10期

严中伟等撰文指出长期气象观测序列是反映气候变化的最基本依据。然而,几乎所有气象站都要经历迁址或观测仪器、规则和方法等方面的变更,导致观测序列相应时段的系统性偏差。均一化就是要校订这类系统性偏差,以确切评估时间序列中的变化趋势。近年来随着气候变化研究的深入,均一化也从早期主要着眼于平均态校订发展到更注重极端天气气候信息的校订。文章结合理想的和实际的气候序列分析,演示均一化的基本思路;简介近年来就中国区域气候序列的均一化研究取得的一些新认识,并就该领域存在的(特别是涉及气候极值或极端天气以及多要素物理联系等方面)问题,展望进一步研究。

### 影响中国及关键经济区热带气旋降水的气候趋势及极端性特征——《大气科学》2014年第38卷第6期

巢清尘等利用中国气象局上海台风研究所整编的《热带气旋年鉴》(1951—2010年)最佳路径资料,分析影响我国和关键经济区热带气旋(TC)降水量、降水强度以及不同等级降水TC频数的气候变化趋势,研究结果表明,影响全国的TC总降水量的年际变化幅度大,年际差异显著。长江三角洲、珠江三角洲地区影响TC过程雨量年极值自1970年代开始缓慢上升,表明近年来TC引起的极端性降水存在增加的可能。全国范围内自1970年代开始,过程雨量大于250mm的TC频数也在增加,但长江三角洲、珠江三角洲地区发生极端性降水的TC频数并没有明显的增长。TC造成的24小时降水极值的气候变化趋势不明显,但是1980年代全国范围内的24小时降水极值存在跃变。长江三角洲、珠江三角洲地区日降水极值超过250mm的TC频数自1980年代开始

有缓慢增加趋势。全国范围、长江三角洲及珠江三角洲内TC小时降雨量年极值呈现振荡的周期变化,而在年代际上没有明显的变化趋势。

### 高原东南缘大气近地层湍能特征与边界层动力、热力结构相关特征——《气象》2014年10月第40卷第10期

徐祥德等基于云南省大理2008年3、5、7月GPS加密探空试验时段(14和02时)资料,结合边界层铁塔综合观测资料,采用温度梯度法、逆温强度法和涡动相关法分别计算高原东南缘对流边界层(convective boundary layer, CBL)及稳定边界层(stable boundary layer, SBL)顶高度,通过计算获取感热通量、潜热通量、湍流动能、切变项以及浮力项与大气动力、热力过程垂直相关特征综合分析,可发现湍能方程中浮力项、感热、潜热通量与NCEP再分析资料计算获取的大气视热源相关特征显著,这某种程度反映了高原东南缘近地层大气湍流动量、热量输送对低层大气视热源Q1的重要贡献。低层视热源Q1亦表现出与湍能方程分量类似的日变化周期,此特征反映了高原东南缘大气热源变化与下垫面水热过程及其湍流输送日变化密切相关;浮力项与湍能等项对大气低层热源与涡动特征、热力混合结构的形成有重要作用;低层大气视热源、水汽汇均与边界层高度有显著相关,综合分析结果某种程度描述了青藏高原东南缘近地层湍流动量、热量输送状况与低层大气热源,热力混合边界层结构的综合相关物理图像,初步探索了高原东南缘对流活跃区大气湍流运动与大气动力、热力过程相互作用特征。研究表明近地层湍流通量变化某种程度可反映未来局地大气视热源垂直结构变化的“强信号”特征。上述研究结论也可启发进一步关注近地层湍流通量异常变化特征及其对局地降水过程大气热源结构演变的影响问题。

**MLS观测和气候模式模拟的平流层水汽的年际变化——Interannual variations of stratospheric water vapor in MLS observations and climate model simulations.** *Journal of the Atmospheric Sciences*, 2014, Vol. 71, No. 11.

通过分析来自于NASA Aura卫星搭载的微波临边探测器 (Microwave Limb Sounder, MLS) 传感器获取的几乎长达10年的水汽数据, 以及对最先进的气候模式模拟结果的详细诊断分析, 日本海洋—地球科学和技术中心的Kawatani等证实了在早期有关研究中讨论的赤道平流层水汽年际变化的概念图。赤道的水汽年际异常与准两年振荡 (QBO) 强烈相关, 本研究给出了赤道水汽异常的时间—高度结构的第一QBO组分。水汽异常显示, 在约10 hPa以下的区域, 向上传播方式类似于缓慢平均上涌引起的向上平流 (“录音机”式传播), 但在更高的层, 表现出明显的向下传播。然后, 本研究检测了MIROC-AGCM和CMIP5的4个模式模拟的这些水汽变化。通过对MIROC-AGCM数据的诊断分析, 以及CMIP5几个模式模拟结果之间的比较, 证实了QBO引起的对流层温度异常对于平流层低层水汽变化的重要性, 以及平流层上层的水汽异常在很大程度上是由受垂直风QBO年际波动影响的水汽平均垂直梯度的平流驱动的。

**某一深度的土壤含水量是否能用来估计一个点或坡面范围的土壤剖面的平均土壤含水量——Can soil water measurements at a certain depth be used to estimate mean soil water content of a soil profile at a point or at a hillslope scale?** *Journal of Hydrology*, 2014, Vol. 516.

土壤含水量测定是农业气象观测中的一项重要工作, 土壤剖面 (或不同深度) 含水量对灌溉计划的制定、根系吸水计算、感热与潜热分配等意义重大。然而, 对土壤剖面的水分测定往往费时、费钱。为此, 加拿大萨斯喀彻温大学的胡伟等研究了是否可以利用时间稳定性分析找到某一点的

某一深度的土壤含水量, 去估算点和坡面尺度上的土壤剖面平均含水量。试验数据来自利用中子仪测定的黄土高原一个典型坡地的28个样点 (4年共测定37次) 0.1~3.8m剖面的土壤含水量。研究首先利用秩相关系数, 评价了土壤水分垂直格局的时间稳定性。然后, 利用时间稳定性指数——相对误差绝对值的均值和前两年的土壤含水量数据确定了时间稳定性深度, 后两年数据用来检验该稳定性深度是否可以预测点尺度和坡面尺度的土壤剖面平均含水量。结果表明, 土壤水分在垂直剖面方向上也具有较强时间稳定性。平均含水量的预测误差依采样点和剖面深度而异。对于垂直格局时间稳定性最强的采样点而言, 时间稳定性最强深度可以很好地预测不同剖面 (0~1.0m、0~2.0m、0~3.0m和0~3.8m) 土壤平均含水量, 其相对误差在点和坡面尺度上分别小于5%和10%。将该方法进一步应用到加拿大草原景观, 也取得很好效果。因此, 该研究表明, 利用时间稳定性最强的土壤深度可以用来预测点和坡面 (或流域) 尺度的土壤剖面平均含水量, 这将大大减小土壤水分测定工作量。

**红外、微波以及无线电掩星卫星观测对数值天气预报业务模式的影响——Impact of infrared, microwave, and radio occultation satellite observations on operational numerical weather prediction.** *Monthly Weather Review*, 2014, Vol. 142, No. 11.

NOAA的Cucurull等比较了红外 (IR)、微波 (MW) 以及无线电掩星 (RO) 观测对NCEP全球预报业务模式的影响。模拟时段为2013年2月21日—3月31日。模拟发现, 总体上, 不同卫星系统产生的影响格局基本相似, 但其中MW对分析产生的影响最大, RO产生的影响最小。若没有RO观测的话, 卫星辐射率的修正会过高或偏低, 即RO扮演了锚定观测的角色, 减少了全球的预报偏差。三种卫星观测系统对温度产生的影响

存在正的相关, 说明它们以一种相似的方式影响全球温度。然而, 三种观测系统对流层低层温度的影响的相关非常的小 (小于0.5)。基于三种卫星观测系统的湿度场在对流层低层的相关也较小。另外, 不同卫星观测对500hPa位势高度的预报在北半球与南半球也存在很大差异: 在北半球, 所有三种观测叠加在一起产生了一个小的正的影响 (同没有卫星观测相比), 其中单独同化IR和MW时, 会产生小的正的影响, 而单独同化RO时, 其影响没有显著意义; 在南半球, 所有三种观测叠加在一起会产生大的正影响, 而单独同化IR、MW和RO时, 都会产生相似的显著影响。

**干旱期间蒸发变冷效应减弱对气温升高的贡献——The contribution of reduction in evaporative cooling to higher surface air temperatures during drought.** *Geophysical Research Letters*, 2014, in press.

气象干旱与气温升高通常同时出现。对此, 一般有两种解释。第一种是, 气温的增加引起了蒸发的增加, 使环境变得更干。第二种是, 干旱期间, 降水的减少引起了可利用水分的减少, 从而导致了蒸散的下降, 并随之又导致蒸发变冷效应的减弱, 使气温变得更高。为了检验这两种解释哪个正确, 清华大学的Yin等使用CRU TS3.21的气温和降水数据, 以及近来发布的包括了入射、射出长波和短波地面辐射通量的CERES数据, 研究了位于澳大利亚、美国和巴西的4个样点的气象干旱事件, 其中, 蒸散的计算基于Budyko近似。结果显示, 对于位于干旱区的3个样点, 第二种解释更为合理; 而对于位于巴西的湿润区样点, 温度与蒸散、降水都没有明显的关系, 尽管在该样点, 观测到随降水的减少, 入射短波辐射有所增加, 但这并没有转化为射出长波辐射 (例如, 地表温度) 的增加。该分析还表明, 干旱引起的温度增加和CO<sub>2</sub>浓度上升引起的温度增加分别伴随了不同的辐射特征: 干旱期间, (局

地)入射短波辐射增加,入射长波辐射减少;而温室气体增加导致入射长波辐射增加,入射短波几乎没有变化(全球平均)。

### 21世纪澳大利亚野火增加背景下碳汇依然在增强——Enhanced Australian carbon sink despite increased wildfire during the 21st century. *Environmental Research Letters*, 2014, Vol. 9, No. 10.

气候预测显示,21世纪澳大利亚显著变暖,大部分地区降水减少。这种变化通常被认为会导致野火风险增加。然而,澳大利亚麦考瑞大学的Kelley等研究表明,烧毁面积在澳大利亚南部会增加,但在澳大利亚北部会降低。总体上,火灾预计增长较小(占国土面积的0.72%~1.31%,取决于所使用的气候情景),并且不会导致碳储存的减少。实际上,碳储存会增加3.7~5.6Pg C(取决于所使用的气候情景)。采用基于过程的植被动态、植被—火相互作用和碳循环模型进行模拟发现,火增加促进了树木繁茂地区的树种向更适应火灾的树木转变,它们还会侵占草原,导致森林面积总体增加3.9%~11.9%,这些变化都增加了碳的吸收和储存。木本植被的增加导致粗大凋落物的增加,它们的分解比细凋落物更慢,因此导致异养呼吸整体相对减少,进一步降低了碳损失。CO<sub>2</sub>直接效应又使木本覆盖、水利用效率和生产力增加,从而使碳储存增加了8.5~14.8Pg C(与CO<sub>2</sub>保持目前浓度值下的模拟相比)。在干旱地区,CO<sub>2</sub>效应往往会增加烧毁面积、导致碳损失,但在树木繁茂地区,会增加植被密度和减少烧毁面积。

### MODIS植被参数特征及其对区域气候模拟的影响——MODIS consistent vegetation parameter specifications and their impacts on regional climate simulations. *Journal of Climate*, 2014, Vol. 27, No. 22.

美国马里兰大学的Xu等使用CWRP模式,评价了源于MODIS的

一套植被参数数据对北美区域气候模拟的影响。这套植被参数数据包括叶面积指数(LAI)、茎面积指数(SAI)、土地覆盖类型(LCC)、植被覆盖度(FVC)、反照率等多种变量。和先前的AVHRR数据相比,MODIS LCC在中西部和中部大平原分别增加了耕地和草地的比例,而在东南部,常绿针叶林变成了混交林,加拿大的混交林变成了常绿针叶林。FVC在中部大平原减少了0.05~0.3,而在落基山脉北部、加拿大和美国东南部,FVC增加了0.1~0.35。MODIS LAI比AVHRR通常低了2~6,除了在中部大平原、落基山脉东部和墨西哥中部以外。模拟显示,中部大平原LCC和FVC的变化使变暖减少了0.71℃、降水减少了0.36mm/d。LAI的大幅下降使潜热和感热通量分别下降了0.78~5.81W/m<sup>2</sup>和0.91~6.54W/m<sup>2</sup>。它们还减少了控制试验(旧的植被、反照率数据)模拟到的夏季美国墨西哥湾沿岸地区和东南部的偏冷,以及北美季风区和加拿大的偏湿特征。在包括加拿大东部、俄亥俄河谷和亚特兰大中部在内的植被稠密区域,由于LAI下降引起了蒸散发—降水—土壤湿度的正反馈,从而导致这些区域春季和夏季的降水减少、温度增加。相反,在植被稀疏区域(如大平原),FVC减少引起了反照率—蒸散发—降水—土壤湿度的负反馈,导致这些区域降水和温度都出现了下降。

### 气溶胶对瑞典和芬兰陆地低层云的间接影响——Aerosol indirect effects on continental low-level clouds over Sweden and Finland. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2014, Vol. 14.

结合气溶胶地面观测数据和云、降水遥感数据,瑞典隆德大学的Sporre等研究了气溶胶对北欧国家低层云的影响。其中,大气边界层的气溶胶数浓度数据来自于瑞典和芬兰的两个气溶胶观测站的10年的气溶胶粒度分布观测数据,云遥感数据来自于MODIS数据,降水数据来自于波罗的海试验的天气雷达数据。另

外,也使用ECMWF的再分析数据研究了气象条件是如何影响云的。结果显示,当气溶胶数浓度增加时,云滴有效半径减小,然而,云光学厚度没有随边界层气溶胶数浓度的变化而变化。此外,用来度量云活性粒子数浓度是如何影响云滴有效半径的一个参数——气溶胶—云交互参数(ACI),被发现某些区域该值在0.10与0.18之间,当使用直径大于130nm的粒子数浓度代表云凝结核数据时,ACI的幅度最大。气象雷达图像上低的降水强度与较高的气溶胶数浓度有关。另外,Hyytiälä观测站观测到的粒子数浓度在没有出现降水时一般比发生降水时要高。因此,气溶胶第一间接效应没有在本研究中被证实,而第二间接效应在本研究中是显著的。

### 德国地区气溶胶对冷锋过后对流云的影响——Impact of aerosol on post-frontal convective clouds over Germany. *Tellus B*, 2014, Vol. 66.

为检测改进气溶胶数据对天气预报业务模式预报能力的改善,德国卡尔斯鲁厄理工学院的Rieger等使用预定义的和交互式的两种情景下的气溶胶分布数据,利用COSMO-ART模式进行了模拟研究。该研究关注了2008年4月25日一道冷锋过后的对流积云的发展。同冷锋前的情形相比,冷锋过后的偏北气流导致了海盐气溶胶浓度的增加。交互式情景下的高气溶胶数浓度代表了典型的污染条件下的场景。与预定义的陆地和海上气溶胶情景相比,交互式的气溶胶分布导致了如云滴半径、数浓度等云特征的显著变化。对对流积云覆盖的区域进行平均,发现随着气溶胶数浓度的增加,降水出现了系统性的下降。降水和有关的非绝热效应的系统性差异缓冲了云覆盖、短波辐射和云顶高度的差异。与实测降水相比,交互式气溶胶情景和预定义的海上气溶胶情景都表现出了很好的一致性。该研究表明,气溶胶对冷锋过后的积云特性和降水有系统性的影响,业务模式对气溶胶较好地再现能改善锋过后的预报。