

对风暴螺旋度大值区。龙卷主要产生于台风外围螺旋雨带上,台前龙卷往往产生前地面已存在风向切变和风速的辐合,但温度梯度不大。2)在台风影响环境下导致龙卷的风暴属于微超级单体风暴,有水平尺度2~4 km的中气旋;垂直涡度限制在4 km以下;风暴单体的质心在2 km左右,风暴伸展高度在5~7 km。

北京“7·21”特大暴雨中的干侵入分析研究——《高原气象》2015年第34卷第1期

汤鹏宇等利用中尺度数值模式WRF V3.2模拟分析2012年7月21日发生在北京特大暴雨过程的天气形势与中尺度系统特征,并结合干侵入理论分析了暴雨过程中的干冷空气活动及其对暴雨的影响。结果表明,此次暴雨过程发生在高空槽引导冷空气南下与强盛的西南暖湿气流在华北一带剧烈交汇的天气形势下,西太平洋副热带高压阻碍了高空槽东移,使北京地区的降水过程维持较长时间。暴雨过程伴随着明显的中尺度对流复合体MCC活动,MCC的持续活动与降水中心在时空上具有一致性。WRF模式对暴雨过程有较好的模拟能力,降水发生之前的24 h内不断有来自35°N对流层顶附近的高位涡、低湿的干冷空气,沿着倾斜向北向下的路径侵入大气中低层39°N附近的700 hPa高度。干侵入在降水开始前24 h到降水前10 h强度变化不大,随后略有减弱,在降水开始之后迅速减弱消失。干侵入对暴雨的影响主要通过降水开始前及降水初期影响北京地区的大气热力与动力环境来完成。干侵入可以增大暴雨落区大气的位势不稳定,为对流发展储备充沛的对流有效位能,为MCC的发生、发展提供有利的环境条件。同时,干侵入增大了大气中低层的气旋性涡度,有利于中低层空气辐合上升运动,是引发北京地区局地的强对流天气,如MCC及其伴随的暴雨过程可能的触发机制。

近10年北京地区极端暴雨事件的基本特征——《气象学报》2015年第73卷第4期

孙继松等利用北京地区5 min间隔的自动气象站降水观测资料,SA雷达观测资料、FY-2卫星TBB(Temperature of Black Body)资料、常规气象探空资料和1°×1°NCEP/NCAR最终分析资料,对2006—2013年发生的10次极端暴雨事件(14个区(县)中,任意一个区县代表站24 h内降水量≥100 mm,且暴雨区内至少有一个自动气象站降水强度≥40 mm/h)的基本特征进行了对比分析。结果表明:1)长生命周期的单体或多单体组织合并的中尺度对流系统(第I类中尺度对流系统)形成的暴雨中心一般位于北京西部山前地区或中心城区,这种分布与低空偏东气流的地形强迫作用或城市强迫作用有关;“列车效应”对应的多单体中尺度对流系统(第II类中尺度对流系统)形成的极端暴雨事件往往与两次不同属性的降水过程有关:锋前暖区对流过程和锋面附近的对流过程。因此,降水分布往往平行于低空急流轴或锋面。2)第I类中尺度对流系统形成的极端暴雨过程局地性更强,全市平均降水量远小于暴雨量级(≥50 mm),其中,由混合型降水主导的极端暴雨事件一般是由几乎不移动的长生命周期单体反复生消造成的,对流高度相对较低;而深对流主导的极端暴雨事件一般由多单体组织、合并、加强造成,由于对流单体的上冲云顶很高,最低TBB一般低于-55℃,这类极端暴雨事件的短时强降水具有显著的间歇性:第一阶段的强降水与单体对流发展过程对应,以后的短时强降水与对流单体组织、合并过程对应。3)“列车效应”对应的多单体中尺度对流系统暴雨过程,初始阶段一般表现为相互独立的两个对流带,即与锋面系统对应的对流带和与低空急流轴对应的暖区对流带,随着锋面对流带逐渐向暖区对流带移动,低空冷空气逐渐侵入到暖区对流带中,两条对流云带逐渐合并,

对流活动进一步发展;或者由于暖区对流带截断锋面对流带的水汽入流,造成锋面对流减弱,而暖区对流带组织性更强,发展更加旺盛。与第I类中尺度对流系统形成的极端暴雨过程不同,这类暴雨过程往往造成全市平均降水量达到暴雨(≥50 mm)甚至大暴雨(≥100 mm)。4)不同类型的极端暴雨过程,大尺度水汽输送条件不同:“列车效应”造成的暴雨过程多数情况下由源于孟加拉湾和源于西太平洋的两支暖湿季风气流共同构成,大尺度水汽供应充沛;而第I类中尺度对流系统中的混合型降水造成的暴雨过程的水汽来源主要与低空东南气流造成的近海水汽输送有关;第I类中尺度对流系统中的深对流主导的深对流暴雨过程中整层水汽含量并不大,多数情况下水汽输送仅出现在对流层低层甚至仅在近地面层内。5)大多数情况下,无论哪类性质的极端暴雨过程,在强降水发生时刻,雷达强回波高度一般在4 km以下,仅有极个别时刻强回波中心高于5 km。在极端暴雨过程中,环境大气对流有效位能(CAPE)的大小一般与对流发展高度(雷达回波顶高)具有较好的对应关系,但与强降水发生时刻回波强度、最强回波高度和降水强度的对应关系较差。

编辑选编

芝加哥—密尔沃基城市走廊2011年土拨鼠日的暴风雪期间湖泊增强对极端降雪的贡献——The contribution of lake enhancement to extreme snowfall within the Chicago—Milwaukee urban corridor during the 2011 groundhog day blizzard. *Monthly Weather Review*, 2017, Vol. 145, No. 6.

美国伊利诺伊大学香槟分校的Owens等研究了2011年2月1—2日热带气旋过境期间,北美五大湖(GL)对芝加哥—密尔沃基城市走廊内的大气结构、稳定性和降水的影响。这场风暴带来了芝加哥130多年

来的第三大降雪 (53.8 cm)。研究使用WRF模式对风暴进行了两次模拟:第一次是GL存在下,第二次是将湖泊替换为具有相邻海岸特征的陆地。研究发现,GL在气旋过境期间改变了背风区的表面温度和湿度场。变化虽限于锋面逆温层以下,但足够显著,可将某些地区的平均海平面气压降低2.0~2.5 hPa,并将下风区域的地表温度和露点温度提高2~4℃。在发生大雪的芝加哥—密尔沃基大都会走廊中,GL的下层大气加热和变湿,使得表面温度和露点温度从3℃升至6℃。沿下风海岸线的辐合也得到加强。尽管发生了这些变化,但对降水面积的影响却非常小,等量于液态降水超过5 mm的区域仅限于风暴后期芝加哥市区的一小部分地区。影响有限的原因可能是锋面逆温层以下的冷空气团的浅层特性。然而,在芝加哥大都会,多达20%的降雪可归因于GL的存在。

温度—植被—土壤水分干旱指数 (TVMDI)——Temperature-vegetation-soil moisture dryness index (TVMDI). *Remote Sensing of Environment*, 2017, Vol. 197.

虽然土壤水分 (SM) 可以作为干旱的直接指标,但地表温度 (LST) 和植被状况与SM间接相关,因此影响干旱的程度。这三个变量中的每一个都已经被单独用于评估干旱程度。此外,LST和植被信息的组合也通过LST-NDVI (归一化植被指数) 的散点图应用于干旱评估。然而,这三种变量的组合还从未应用于干旱评估。为此,加拿大纽芬兰纪念大学的Amani等利用LST、垂直植被指数 (PVI) 和SM的三维 (3D) 空间,定义了一个新的干旱指数,称为温度-植被-土壤水分干旱指数 (TVMDI),并使用实测的SM和土壤温度数据,以及NDVI评价了TVMDI的效果。结果显示,TVMDI与土壤温度和NDVI强烈相关,而其与SM数据的相关虽不够高,但可以接受 ($R=-0.65$)。

此外,比较TVMDI与其他几种基于遥感的干旱指数如PDI (垂直干旱指数)、MPDI (改进型垂直干旱指数)、MPDI1 (第二代改进型垂直干旱指数)、TVDI (温度植被干旱指数),发现TVMDI是最准确的指数。基于Landsat 8和MODIS数据进一步评价TVMDI,发现TVMDI能有效表现中等和大空间尺度上的干旱时空变化。总体上,TVMDI是早期干旱风险管理的有力指标

基于归一化植被指数、降水和温度数据发展的全球植被分类——A global classification of vegetation based on NDVI, rainfall and temperature. *International Journal of Climatology*, 2017, Vol. 37, No. 5.

识别全球的潜在植被分区是生态学、植被分布、生物地理学等相关研究的基础。然而,全球植被类型主要是基于遥感数据中的植被指数进行分类,对于划分出的某些植被类型,在同一植被类型中气候条件却明显不同,使其在反映潜在植被分布及气候植被关系研究中具有明显的不足。为此,沈阳农业大学的张先亮等结合气候数据与植被数据,利用聚类分析将全球植被划分成14个气候植被类型。气候植被类型可以反映出不同气候条件下对应的区域植被特征,即每个气候植被类型都有不同的气候和植被特征。具有相似NDVI而气候特征不同的区域也可以被区分开,比如热带沙漠和温带沙漠。该植被分区对于研究近似气候条件下植被的分布及生物地理分布具有重要的意义。

更暖的世界,更慢的融雪——Slower snowmelt in a warmer world. *Nature Climate Change*, 2017, Vol. 7, No. 3.

目前,普遍认为气候变暖将导致融雪时间提前,但是对于融雪速率如何响应于气候变化知之甚少。美国国家大气研究中心 (NCAR) 的Musselman等利用北美西部的积雪观测资料,发现与较深、较晚的积雪层

相比,较浅的积雪层融化较早,但融化速度较慢。这些观测数据给出了一种假设,即“更暖的世界,更慢的融雪”。随后,研究使用气候模式检验了这种假设,包括一个控制模拟和一个未来气候情景下的重新运行模拟。模拟发现,更暖的气候下,高融雪速率产生的融水量比例大幅减少。这种减少是由于融雪季节缩减至了可利用能量下降的时段。更重要的是,在较暖的情景下,在能量超过阈值 (该阈值用于区分产生低融雪速率和中—高融雪速率所需的积雪表面能量差异) 的时段内,历史上积雪覆盖区域的比例却下降了多达64%。这些结果对土壤水分缺乏、植被胁迫和流量下降的影响仍未可知。

全球变暖背景下ENSO特征的变化——《科学通报》2017年第62卷第16期

夏杨等利用1895—2014年HadISST月平均海温资料和CO₂浓度加倍前后600年海气耦合模式CESM试验结果,对比分析了全球变暖前后厄尔尼诺—南方涛动 (El Niño-Southern Oscillation, ENSO) 特征 (强度及其中心位置、生命期与频率) 的变化及其可能原因。主要结论如下:全球变暖后,在观测和模拟中气候平均的海温增暖中心分别位于热带西太平洋 (类拉尼娜型增暖) 和热带东太平洋 (类厄尔尼诺型增暖),引起热带太平洋低层东风信风相应地增强和减弱,从而改变了热带太平洋最强海气耦合的位置,决定了ENSO演变特征的不同变化。ENSO事件强度中心位置在类拉尼娜型增暖背景态下更倾向于发生在赤道太平洋中部,形成“中太平洋ENSO”,而在类厄尔尼诺型增暖背景态下则更偏向赤道东太平洋,形成“东太平洋ENSO”。两种气候态的改变都会造成全球变暖后El Niño事件生命期的明显延长,其中,类厄尔尼诺型增暖的影响更大,最大可延长约3个月,极端El Niño事件生命期的增长更显著。其主要原因是:全球变暖一方面使热

带西太平洋异常西风更早出现,有利于El Niño事件的提早发生发展,另一方面会减小热带太平洋温跃层的平均深度和热带中东太平洋赤道内外平均海温梯度,分别减慢了海洋次表层负反馈Kelvin波的东传速率和减弱了El Niño暖信号的“放电”速率,使El Niño事件衰亡速度减缓,持续时间更长。另外,观测和模式结果均表明,ENSO事件的强度和频率在全球变暖背景下明显增强和增多,并且类拉尼娜型和类厄尔尼诺型变暖背景态会分别导致极端La Niña事件和极端El Niño事件频率显著增多。文章的研究结果很好地统一了观测和模式中不同气候背景态下ENSO特征变化的现象和机理,为理解和预估全球变暖后ENSO特征的变化及其气候影响奠定了重要的科学理论基础。

7种气象干旱指数的中国区域适应性——《中国科学(地球科学)》2017年第47卷第3期

作为干旱问题的基础,干旱指数的确定一直是干旱研究的难点之一,至今尚没有统一的干旱指数能适用于广泛的干旱研究,因此研究干旱指数的区域适用性具有重要的科学意义。杨庆等使用Gravity Recovery And Climate Experiment (GRACE)反演的陆地水储量、观测的土壤湿度和径流数据,评估了Palmer干旱指数(PDSI)、基于中国台站观测数据的修正PDSI(PDSI_CN)、自矫正PDSI(scPDSI)、地表湿润指数(SWI)、标准化降水指数(SPI)、标准化降水蒸散发指数(SPEI)和气象观测数据驱动的陆面数值模式模拟的土壤湿度(CLM3.5/ObsFC)共7种干旱指数在中国的区域适用性。结果表明:scPDSI在中国地区的适用性最优,但其数值范围明显小于PDSI和PDSI_CN,需要制定新的旱涝等级分级标准。由于经验参数的代表性差,PDSI和PDSI_CN在中国干旱区和湿润区的应用会存在一定的问题。SPI和SPEI在湿润地区的适

用性较好,而在干旱半干旱地区的适用性较差。这是因为在干旱半干旱地区,SPI没有考虑气温异常的影响,因此结果偏湿;当采用Thomthwaite方法计算潜在蒸散时,SPEI会高估气温变化的影响,因此结果偏干。2000年之前,CLM3.5/ObsFC在中国区域的适用性较好,但2000年之后在干旱半干旱地区的适用性较差。在检测年尺度的干湿变化上,SWI与其他干旱指数表现出基本一致的年际与年代际演变特征。对于中国区域干湿变化的长期趋势,7种干旱指数的检测结果一致,均显示出明显的阶段性变化特征。但在量值上,不同干旱指数的检测结果存在明显的差异。这种差异既与指数自身的定义有关,也有气候变化有关。

“16·7”华北极端强降水过程特征及模拟——《气象》2017年第43卷第5期

2016年7月19—20日华北出现了当年入汛以来最强降水过程。此次降水过程为一次影响范围广、累积雨量、持续时间长的极端强降水过程。符娇兰等分析了此次过程的特征及成因:此次过程以暖云降水为主,短时强降水特征明显,局地小时雨强强且具有明显的地形降水特征。此次强降水发生在南亚高压东伸加强、副热带高压西伸北抬、中高纬度西风带低涡系统发展的环流背景下,黄淮气旋、西南和东南低空急流的异常发展以及水汽的异常充沛表明此次强降水过程动力抬升和水汽条件非常有利。强降水过程表现出明显的阶段特征,主要分为两个阶段:19日凌晨至白天为高空槽前偏东风导致的地形强降水、19日夜间至20日为黄淮气旋系统北侧螺旋雨带造成的强降水。第一阶段的降水主要与高空槽前偏东风/东南风急流的发展有直接关系。这一阶段对流降水旺盛,中层弱干冷平流以及低层强暖平流是对流不稳定能量的维持机制,强降水形成的冷堆与局地地形作用产生的中尺度锋生过程为对流持续

新生提供了有利条件。第二阶段的降水主要与低涡切断和黄淮气旋的强烈发展有关。该阶段降水对流相对较弱,黄淮气旋进入华北以后移动缓慢,从而造成降水持续时间较长。

陈涛等基于4 km水平分辨率的WRF ARW中尺度模式,对2016年7月19日华北地区的极端暴雨过程进行了不同降水微物理过程的对流尺度集合模拟试验。结果表明:各个成员模拟降水的强度、时空分布与观测实况较为接近,但也具有明显的不确定性。通过邻域检验的ETS评分、相关系数和均方根误差等指标进行评估表明,采用Morrison方案和WSM6_P2方案的集合成员表现较好,对流尺度集合模式在降水强度和准确度较全球数值模式预报有一定提升。频率检验表明集合预报在50 mm以下量级的预报存在过量预报的倾向,而100 mm以上的强降水预报相对偏弱。不同降水物理过程的集合成员在高空急流和地面气旋等关键天气尺度系统的发展过程中表现出明显的不确定性;通过降水量与整层可降水含量,低层相对湿度和垂直运动等诊断量的联合分析表明,集合成员可分为强降水集合和弱降水集合两类,其中强降水集合拥有较强的对流性回波、较明显的对流性下沉以及较强的地面冷池,强的潜热反馈也导致对流层中层出现相对较大的正位涡异常,并进一步影响天气系统发展。弱降水集合成员降水以暖云降水为主,对流性上升和地面冷池相对较弱,但较为接近本次以稳定性暖云降水为主的天气过程。检验模拟雷达回波表明双参量降水物理方案在反映层云回波亮带和层云与对流核的分离特征上更为清晰合理。利用WSM6物理方案参数设置的敏感性试验表明,不同参数组合设置的预报成员分别表达了强对流风暴和暖云强降水两种性质的强降雨过程,对于一次特定天气过程中的对流系统发展能够预计到更多的不确定性,展现了对流尺度集合预报的优越性。