

## 文摘 (中文文献)

### IPCC对人为气候强迫进行评估时应考虑火的因素——《科学通报》2011年第56卷第36期

李向应等综述了近年在*Science*和*Nature*等国际杂志上刊登的涉及全球气候变化研究如辐射强迫、温室气体、气溶胶、海水和海平面、温度和降水、南北极地区等的最新研究成果和研究动态,对全球变化及其相关学科的研究以及即将发布的IPCC第五次评估报告具有重要的参考价值。其中提到,鉴于火对地球系统的广泛影响,理解火在地球历史中如何发展、区分人类活动和火的相互作用、进而开展火的综合研究非常重要,将来IPCC对人为气候强迫进行评估时还应考虑火的因素。完善全球火的模式模拟、加强火体系图的绘制,可为将来IPCC对火的评估奠定基础。

### 大气季节内振荡与西北太平洋台风活动关系的最新研究结果——《气象》2012年第38卷第1期

李崇银等撰文介绍了大气季节内振荡与西北太平洋台风活动关系的最新研究结果。它们是:大气MJO的活动对西北太平洋台风的生成有比较明显调制作用,在MJO的活跃期与非活跃期西北太平洋生成台风数的比例为2:1;MJO在不断东移的过程中,将影响和改变大气环流形势,最终影响台风的生成。对多台风年与少台风年850hPa的30~60d低频动能距平合成分析表明,在多台风年有两个低频动能的大值区,其中最显著的是低频动能正异常位于菲律宾以东15°N以南的西北太平洋地区,此区域正好为季风槽所在的位置。而少台风年的情况与多台风年相反。200hPa速度势场清楚表明,多台风年(少台风年)在菲律宾以东的西北太平洋上表现为高层辐散(辐合),增强(减弱)该地区的上升气流,有利于(不利于)台风的生成。大气季节内振荡(ISO)对西北太平洋台风路径影响的研究表明,大气ISO流场对台风路径预报有重要参考意义。其结果表明,台风生成时850

hPa低频气旋(LFC)的正涡度带(特别是最大正涡度线)走向往往预示着台风的未来走向;200hPa的低频环流形势对台风的路径也有一定的指示作用,与200hPa低频反气旋(LFAC)相联系的200hPa强低频气流对台风起着引导气流的作用。

### 臭氧和温度的垂直结构及季节变化对臭氧洞的形成和发展具有重要意义——《中国科学:地球科学》2011年第41卷第12期

卞林根等利用南极中山站2008年2月至2009年2月臭氧和温度探空等资料,对中山站上空大气臭氧和温度的垂直结构及季节变化特征进行了研究。结果表明,在中山站上空热对流层顶和臭氧对流层顶的高度相近,年平均高度分别为7.9和7.4km。对流层顶的气压和温度都存在位相相反一波型季节变化。春季和冬季对流层顶的温度转折没有夏季和秋季明显,而依据臭氧变化恰能更好地确定对流层顶高度。在对流层臭氧垂直分布的季节变化不显著;而平流层却十分明显。春季下平流层臭氧严重损耗,14km处的臭氧最小分压仅1.57MPa,最大分压出现在上平流层,其他季节下平流层臭氧随高度增加而升高。春季下平流层臭氧的严重损耗,与极夜过后低温条件和平流层冰晶云表面消耗臭氧的光化学过程有密切关系。大气臭氧和温度的垂直结构及季节变化特征,对春季南极臭氧洞的形成和发展具有重要意义。

### 位温、等熵位涡与锋和对流层顶的分析方法——《气象》2012年第38卷第1期

陶祖钰等撰文介绍了等熵位涡分析所必需掌握的基本概念和方法。文中从位温和位涡、对流层和平流层、锋和对流层顶的基本性质出发,讨论了锋和对流层顶在剖面图、等压面图及等位温面(即等熵面)图上的特征。文中给出了各种分析实例图形,并通过分析和对比指出:平流层的高位涡是对流层顶以上位温随高度急剧增加位温垂直梯度特别大的结果;位温垂直梯度是定位涡分布的主要因子;等熵位涡图主要反映极地气团的活动,同时也是与极地气团密切关联的锋、急流、对流层顶的综合反映。

最后文中提出了等熵位涡分析中需要避免的一些错误认识,特别是不能将等位温面上的流线当成轨迹的错误,并由此得出平流层空气侵入对流层下部的错误推论。

### 风电场的建立和运行对局地下游气候会有明显影响——《气候变化研究进展》2011年第7卷第6期

赵宗慈等撰文指出,大量建立在观测和数值模拟基础上的研究表明,风电场的建立和运行对局地下游气候会有明显影响,主要是造成下游风速明显减弱;同时对下游气温也有明显影响,其变暖或变冷效应取决于局地近地层大气稳定度特征。一些数值模拟研究表明,全球大面积建立和运行风电场也可能对气候变化产生影响,导致全球年平均气温上升,风速减小。但其对全球的增暖效应远低于人类排放温室气体造成的增暖效应。需强调的是,由于风电场对全球气候变化影响的研究较少,又由于气候模式的不确定性以及风电场模拟试验设计的不确定性,因此大面积建立风电场的全球气候效应尚有很大不确定性,争议也较大,需要更深入的研究。由风电场对气候变化影响研究得到的启示是,在风电场的建设中需要注意风电场之间的间距,以便减小风电场之间不必要的相互干扰。气象观测场需要与风电场保持一定距离,以确保气象观测资料的准确性,使其不受风电场影响。提高风机效率,选取风能丰富、下垫面合适的地区建立风电场,可以减小风电场对气候变化的影响。

### 惊蛰、清明、小满和芒种气候节气在全国各地普遍提前——《科学通报》2011年第56卷第35期

钱诚等撰文指出,惊蛰、清明、小满和芒种这4个反映物候现象的气候节气在全国普遍趋于提前,在北方半干旱区都是显著的。气候惊蛰的提前趋势是4个节气中最明显的,除33°N以南的中南部地区外几乎都是显著的,而且在33°N以北,东部(105°E以东)趋势比西部大。气候清明除新疆西北部、四川、云南东部和东南沿海部分地区之外,趋势几乎都是显著的。气候小满和芒种分布特征相似,在北方半干旱带、江淮流域、东南部沿海一带的趋势几乎都是显著的。文章还指

出, 对全国平均而言, 小寒、大寒趋于减少, 近10年(1998—2007年)平均的大寒天数比20世纪60年代减少56.8%, 2007年甚至没有1d低于常年大寒阈值温度; 大暑趋于增多, 近10年平均的大暑天数比20世纪60年代增加81.4%。在全球变暖的大背景下, 全国平均气温的二十四节气都趋于显著增暖, 造成整个季节循环趋于整体抬升。二十四节气中, 气温上升阶段的增温趋势普遍大于气温下降阶段; 雨水、立春、惊蛰节气的增温最快, 在1961—2007年间分别增暖2.43, 2.37和2.21℃。

### 全球变暖背景下中亚干旱区降水变化特征及其空间差异——《中国科学: 地球科学》2011年第41卷第11期

陈发虎等撰文指出, 中亚干旱区降水变化的区域差异较大, 可分为五个分区。其中, 哈萨克斯坦西区(I区)和哈萨克斯坦东区(II区)各季节降水分配比较均匀; 中亚平原区(III区)、吉尔吉斯斯坦区(IV区)和伊朗高原区(V区)降水主要以春、冬季降水为主。近80年来, 各区降水的变化趋势除V区有微弱的下降趋势外, 其他四区均存在增加趋势。近80年来中亚干旱区降水存在显著的年际变化周期, I~V区都存在2~3a的振荡周期, 是研究区降水变化的基本周期。研究区南部的III, IV和V区还具有5~6a周期。分段拟合显示, 各区均出现20世纪60年代前后的降水较多时期和70年代前后的干旱时期, 但在80年代前后出现三种不同的变化趋势: III和IV区降水出现持续波动上升, 体现了与中纬度西风环流的密切联系; I和II区出现先快速上升再缓慢下降, 可能与高纬的西伯利亚高压和北极涛动等因素有关; V区出现持续波动下降, 可能是由于西风急流的纬向摆动和副热带北移有关, 以上也说明了降水对全球变暖的响应比较复杂, 变化机制需要深入研究。

### 高原低涡的切向流场及波动特征分析——《气象学报》2011年第69卷第6期

陈功等在建立高原低涡模型并求得切向流场的情况下, 对高原低涡波动性质进行了分析、讨论, 并辅以数值试验, 得出以下一些初步结论:

(1) 青藏高原低涡切向流场的特征

为: 在动力变性高度以下, 有气旋性气流并伴有辐合, 且随高度升高减弱, 而高层有反气旋气流并伴有辐散, 并随高度升高增强。(2) 高原热力和边界层作用对高原低涡流场结构有重要影响。当热源径向分布呈现中心加热的形势, 在动力变性高度以下, 加热作用将使气旋式流场随时间增强, 而在动力变性高度以上, 会使反气旋式流场随时间增强; 边界层有气旋性气流时, 动力变性高度以下, 低涡切向流场加强, 若边界层有反气旋性气流时, 动力变性高度以下, 低涡切向流场减弱。(3) 高原低涡中既含有涡旋罗斯贝波的特征, 又含有惯性重力波的特征。在同时考虑了切向流的径向变化和水平散度后, 低涡呈现混合波动特征, 即可能含有涡旋罗斯贝-惯性重力混合波。(4) 高原热力和边界层作用将使高原低涡中混合波动的频率发生变化。其中, 热力作用随径向的变化对低涡混合波动具有重要影响。(5) 高原热力和边界层作用对高原低涡流场结构影响的机理是不同的, 热力作用与边界层作用产生不同的低涡基本流场, 而在不同的低涡基本流场中 $\beta$ 因子也不同, 从而产生高原低涡中的涡旋罗斯贝波频率的差异。

### 2011年夏季气候对农业生产的影响——《中国农业气象》2011年第32卷第4期

钱永兰等撰文指出, 2011年夏季(6—8月)全国平均气温较常年偏高, 降水偏少,  $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温多于常年。入夏初期, 北方部分地区土壤缺墒, 对夏播产生一定影响, 但后期缺水使缺墒状况及时缓解, 对夏播作物幼苗生长有利; 大部农区夏季热量充足, 土壤墒情适宜, 利于秋收作物生长发育和产量形成, 但华北、黄淮、江淮等地出现阶段性阴雨寡照天气, 对农作物生长发育不利。江汉东部、江南、华南北部、四川盆地东部等地出现大范围高温天气, 部分玉米、水稻出现高温逼熟现象, 同时高温少雨使部分地区旱情发生发展。

### 热带太平洋次表层海温异常年代际变率及其对中国气候异常的影响——《热带气象学报》2011年第6期

陈永利等利用近50年月平均的

SODA海洋同化资料和NCEP大气再分析资料, 研究了热带太平洋次表层海温异常(SOTA)年代际变率主要分布型以及与之相关的亚洲-北太平洋-北美地区上空异常大气环流场, 并揭示了类ENSO模态与中国气候异常之间的联系。得到主要结果: (1) 热带太平洋SOTA年代际变率有两种类ENSO模态。二者组合构成类ENSO事件40年左右及其背景下13年左右的周期振荡。

(2) 类ENSO事件对亚洲-北太平洋-北美上空中高纬和副热带大气系统年代际变化具有重要影响。(3) 热带太平洋类ENSO事件通过影响中高纬和副热带大气系统, 造成中国北部地区上空南风距平的年代际变化, 进而导致东亚季风和中国气候异常。中国气候异常型主要取决于类ENSO第一模态, 而第二模态主要视位相异同来加强或减弱第一模态。两个类ENSO模态的共同作用导致1978年前后中国气候跃变和华北地区持续20余年的干旱。近期类ENSO模的振荡从1998年左右开始转为类La Niña模态, 大致在2018年左右结束。在此期间, 华北降水有望增加, 长江中下游降水可能减少。

### 全球季风和季风边缘研究——《地球科学进展》2012年第27卷第1期

林祥等总结了全球季风和季风边缘研究的进展, 文中写道: 全球卫星探测和观测资料的积累, 使以南海季风、亚洲季风为代表的季风研究兴起了一波研究热潮。区域季风认识的深入, 推动了全球季风认识的发展, 全球季风概念在20世纪末被提出来, 并在21世纪初成为热点研究方向。季风边缘是与全球季风密切相关的概念, 东亚夏季风北边源的近期演变与全球季风过去几十年的减弱有关。全球季风的演变表现为分布全球的大气活动中心 and 季风槽的活动, 这些成员组成了一个完整的全球季风系统。未来季风研究的方向会把全球大气活动中心与全球气候槽, 包括全球季风槽联系起来, 即从季风系统着手研究全球季风的年代际和世纪尺度变率。

## 文摘 (英文文献)

**太平洋年代际振荡的季节性——Seasonality of the Pacific Decadal Oscillation.** *Journal of Climate*, 2012, Vol. 25, No. 1.

NCEP气候预测中心的Wang等使用观测资料和NCEP气候预报系统(CFS)耦合模式模拟的北太平洋海温(SST)数据研究了太平洋年代际振荡(PDO)的季节性特征和潜在的影响机制。观测和模拟显示了相似的PDO季节性变化:春季SST开始增加,到春末或夏初达到最大值。春季末期,CFS模拟的伴随于PDO的海洋温度异常的垂直结构显示了一个从深到浅的显著转变,这和平均海洋混合层深度的季节变化是一致的。对CFS模拟的地表风和SST异常的分析显示,PDO有关的SST对风强迫的响应有一个月的滞后,这和观测基本一致。一个月的延迟和平均混合层深度的季节变化趋势共同作用,放大了PDO有关的SST对春末或夏初地表风强迫的响应,导致了PDO的最大变化,大概滞后于2月和3月地表风速峰值期3个月的时间。

**GOES-11/12辐射资料同化对沿海降水预报的改善——Improved Coastal Precipitation Forecasts with Direct Assimilation of GOES-11/12 Imager Radiances.** *Monthly Weather Review*, 2011, Vol. 139, No. 12.

地球静止轨道环境业务卫星(GOES)影像具有较高的时空分辨率,能够有效地监测和临近预报灾害性天气事件。佛罗里达州立大学的Zou等发现,在WRF模式中同化GOES-11和GOES-12辐射资料,能改进墨西哥湾北部和美国东海岸降水的定量预报效果。该研究使用NCEP格点统计插值(GSI)分析系统和CRTM辐射传输模型同化GOES红外晴空数据。研究指出,同化对流开始或发展前6~12小时时间窗口的GOES辐射资料,能显著提高墨西哥湾北部海岸附近的降水预报。对一次对流降水的诊断分析显示,GOES数据在无云或少云区域的同

化,改进了对一个上升的中纬度槽和一个位于对流活动南部的副热带高压的模式描述。过去,GOES辐射数据没有直接用于GSI系统。本研究强调了对流发生前的卫星观测资料对于改善云和降水预报的重要性。

**基于地球能量平衡得到的人为和自然变暖——Anthropogenic and natural warming inferred from changes in Earth's energy balance.** *Nature Geoscience*, 2012, Vol. 5, No. 1.

地球能量平衡是理解由自然和人为因素引起的气候变化的关键。尽管过去30年来积累了大量的能量平衡变化的观测证据,但是人类活动对气候变暖影响程度的判断至今主要依赖于自然和人为区域变暖格局的时空差异。苏黎世联邦理工学院的Huber和Knutti使用了一个新的基于能量平衡原理的归因方法,寻找人为活动对变暖的影响。基于一个中等复杂的地球系统模式Bern2.5D的模拟表明,全球能量平衡和辐射强迫的已知变化抑制了人为变暖的幅度。研究发现,自20世纪中叶以来,温室气体对变暖的贡献约为 $0.85^{\circ}\text{C}$ (5%~95%的不确定性: $0.6\sim 1.1^{\circ}\text{C}$ ),其中大约一半由气溶胶的冷却效应抵消,观测到的全球温度变化约为 $0.56^{\circ}\text{C}$ 。观测到的变化趋势由自然内部变异引起的可能性极小(<5%),即使目前的模式可能低估了这种可能性。研究使用的方法与最优指纹识别法相辅相成,并产生了基本一致的结果,从而以更高的信心表明气候变暖的原因主要归结于人类活动。

**北极变暖,雪盖增加,以及北方中高纬地区普遍的冬季变冷——Arctic warming, increasing snow cover and widespread boreal winter cooling.** *Environmental Research Letters*, 2012, Vol. 7, No. 1.

CMIP5多模式模拟发现,1988—2010年间,北半球高纬度到中纬度地区出现了普遍的冬季变暖趋势。然而,同期的观测数据(CRUTEM3、MERRA)却给出了与CMIP5近乎相反的结果:近20年来,北半球冬季没有出现明显的变暖,甚至在美国东部、加拿大南部和欧亚大陆北部的大部分区域出现了显著的变冷趋势。美国大

气与环境研究公司(AER)的Cohen等认为这种出乎意料的变冷趋势不能单独由气候系统的内部变异解释。其研究表明,北极区域( $60^{\circ}\sim 90^{\circ}\text{N}$ )夏季和秋季的显著变暖,导致了北半球高纬区域的低对流层空气湿度和10月份欧亚大陆的雪覆盖的增加。而秋季增加的雪覆盖导致了北极涛动(AO)的负相位,这是引起冬季变冷的重要动力因素。研究认为,模式的进一步改进需考虑到雪覆盖及与大气环流的动力关系,以提高季节和长时间尺度上的气候预测效果。

**东北亚夏季风对热带海温的敏感性——Sensitivity of the northeast Asian summer monsoon to tropical sea surface temperatures.** *Geophysical Research Letters*, 2011, Vol. 38, L22702.

南佛罗里达大学的Shin等研究了热带海温变化对东北亚夏季风的影响。观测表明,20世纪60年代以来,夏季东北亚地区( $110^{\circ}\sim 160^{\circ}\text{E}$ ,  $30^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ )的降水量、降水强度和极端事件发生频率都呈现出增加趋势。气候模式也基本能够模拟出这些变化趋势,并且预计,响应于热带印度洋—太平洋暖池的进一步变暖,这些趋势将会持续,尤其在菲律宾和中国南海附近。这主要是由于,海水的变暖加强了从热带向东北亚的水汽输送,导致了东北亚降水的增加。

**气候背景在决定土地覆盖变化对区域气候影响中的重要性——Importance of background climate in determining impact of land-cover change on regional climate.** *Nature Climate Change*, 2011, Vol. 1, No. 9.

人为温室气体排放和土地利用/土地覆盖变化(LULCC)已经对气候产生影响。大气中浓度不断上升的温室气体对中高纬度变暖的影响要大于热带,这部分是由雪盖减少引起的反照率下降引起的反馈过程所造成。 $\text{CO}_2$ 浓度的升高也导致了許多区域降水的增加。工业化时代以来,LULCC的生物物理效应可能已经导致温带和北方地区的温度下降,一些热带地区的温度升高。新南威尔士大学的Pitman等使用CSIRO Mk3L气候系统模式,分析了温度气体增加背景下雪和降水的变

化是如何影响LULCC的生物物理效应的。温室气体增加引起的雪和降水的变化改变了雪反照率反馈和水循环过程,从而对蒸发产生影响。这些变化很大程度上控制了LULCC对区域气候的净影响。研究指出,在判别LULCC引起的生物物理变化对某区域温度的影响是正作用还是负作用之前,需要对该区域的雪覆盖和降水进行精确的模拟。对目前的气候模式而言,这是一个挑战,也是潜在的发展趋势。

**ENSO对干旱影响的多尺度全球评价——A multiscale global evaluation of the impact of ENSO on droughts.** *Journal of Geophysical Research*, 2011, Vol. 116, D20109.

西班牙Pirenaico生态研究所的Vicente-Serrano等使用一个多尺度的干旱指数——标准化降水蒸散指数(SPEI)量化了全球尺度上ENSO对干旱严重度的影响。研究发现,在美国和东欧的大部分区域,ENSO对于干旱的影响在短时间尺度上(1~3个月)是明显的;在南非、澳大利亚和东南亚,ENSO的影响出现在几个月之后的更长时间尺度上。干旱信号在较长时间尺度(例如,6或12个月)上的持续不是直接由响应于海温异常的大气环流所决定,因为SPEI异常是由一些特定月的累积干旱所引起。ENSO对干旱的影响,以及这种影响如何作用于不同时间尺度的干旱,可以帮助预测与ENSO有关的干旱严重度。ENSO对一些区域(例如Sahel地区)干旱的影响甚至持续长达一年以上,这可能有利于提前一年预测这些地区的干旱事件。

**基于不同形式的Palmer干旱指数(PDSI)的1900—2008年间的干旱特征和趋势——Characteristics and trends in various forms of the Palmer Drought Severity Index during 1900–2008.** *Journal of Geophysical Research*, 2011, Vol. 116, D12115.

Palmer干旱指数(PDSI)已被广泛用于研究现在和过去的干旱变化。从提出至今,PDSI已发展了不同的形式,例如自适应PDSI(sc\_PDSI),基于Penman-Monteith(pm)和Thornthwaite(th)等不同蒸散计算

方法的PDSI。NCAR的Dai使用1850—2008年间的气候数据评价了四种形式的PDSI(PDSI\_th, PDSI\_pm, sc\_PDSI\_th和sc\_PDSI\_pm)。研究结果证实了以前的发现,即不同的蒸散计算方法对PDSI和sc\_PDSI具有较小的影响,sc\_PDSI轻微地减少了值的范围,使得sc\_PDSI比原始的PDSI更具备空间可比性。然而,许多区域的sc\_PDSI直方图仍然是非高斯分布,四种形式的PDSI和月土壤湿度观测数据具有相似的相关程度( $r=0.4\sim 0.8$ )。在非洲和东南亚,四种形式的PDSI都显示了1950—2008年间的普遍变干趋势,这种变干很大程度上是由变暖引起的。Penman-Monteith蒸散方法和sc\_PDSI的使用仅轻微地减少了原始PDSI给出的变干趋势。其他分析和模式预测也显示了和本研究大概一致的变干趋势,这也暗示了未来10年可能会出现更严重的变干。

**过去40年中国东部夏末降水持续时间及有关特征的变化——Changes in Duration-Related Characteristics of Late-Summer Precipitation over Eastern China in the Past 40 Years.** *Journal of Climate*, 2011, Vol. 24, No. 21.

降水持续时间是降水事件的一个关键特征,它反映了降水机制和可能产生的影响。中国气象科学研究院的Li等分析了1966—2005年间中国东部夏末(7—8月)降水持续时间及有关特征的年代际变化特征。伴随与近几十年来南涝北旱(SFND)的降水格局,降水持续时间的格局也经历了显著的变化。在华北,短持续时间降水事件的发生频率下降,但强度增加;而降水量年代际尺度上的下降很大程度上是由长持续时间降水事件引起的,特别是出现在午夜和早晨之间的降水。在长江中下游地区,长持续时间降水的发生频率和降水量都呈现显著增长趋势;7—8月份降水持续时间平均增加了0.85h,最大增加了7.61h。傍晚短、中持续时间降水和早晨长持续时间降水的降水量的明显增加,导致了“南涝”的格局。尽管南北存在差异,但降水的年代际变化有一个共同特征:傍晚短持续时间降水的强度呈现增加趋势。

**污染导致中国东海区域的云滴数量增加,降水减少——Pollution from China increases cloud droplet number, suppresses rain over the East China Sea.** *Geophysical Research Letters*, 2011, Vol. 38, L09704.

近30年来,伴随中国经济的快速发展,SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>的排放不断增加,导致了气溶胶的显著增长。威斯康辛大学麦迪逊分校的Bennartz等研究了气溶胶的增加对中国东海区域冬季的云和降水的影响。卫星观测显示,云滴数量(cloud droplet number concentration)从1980年代的少于200cm<sup>-3</sup>增加到了2005年的大于300cm<sup>-3</sup>;而根据ICADS船观测数据,同一时段内的降水频率却减少了大约40%。轨迹分析显示,污染源主要来自于上海—南京—济南沿线的工业区。基于WRF-Chem模式的模拟结果也显示了和观测的一致性,其中,污染引起的CDNC的变化和观测非常接近,降水频率的变化尽管小于观测数据,但仍是显著的。

**一种基于NDVI和DEM的TRMM降水产品的统计空间降尺度算法——A statistical spatial downscaling algorithm of TRMM precipitation based on NDVI and DEM in the Qaidam Basin of China.** *Remote Sensing of Environment*, 2011, Vol. 115, No. 12.

基于站点观测的降水数据往往不能准确反映降水的空间变化特征,特别是在气象站点稀少的区域。遥感降水产品正好弥补了传统站点观测的缺点。其中,TRMM降水产品由于较高的准确性,已经得到了广泛运用。然而,由于其空间分辨率较低(0.25°×0.25°),难以满足流域尺度的研究需要。中科院地理所的Jia等探讨了柴达木盆地的降水与地形、植被等环境因子的关系,在四个不同的空间尺度上建立了TRMM 3B43数据与SRTM DEM、SPOT-VGT NDVI数据的回归关系,最后得出了柴达木盆地高空间分辨率(1km×1km)的年降水降尺度结果。然后,使用6个站点的实测降水数据进行了验证,发现降尺度数据与实测数据具有很好的关系,决定系数( $r^2$ )在0.72~0.96之间。