

# 气候变化对中国的影响利弊

吴绍洪<sup>1</sup> 黄季焜<sup>1</sup> 刘燕华<sup>1,2</sup> 高江波<sup>1</sup>

杨 军<sup>1</sup> 王文涛<sup>1</sup> 尹云鹤<sup>1</sup> 栾 浩<sup>1</sup> 董婉璐<sup>1</sup>

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 国务院参事室, 北京 100006)

**摘要** 气候变化对自然生态系统、自然资源、三次产业、社会系统及自然灾害等领域的影响包括: 气候变化对自然生态系统结构和功能产生深刻影响, 如东北多年冻土区植被生产力下降, 而青藏高原则升高; 气候变化导致华北、东北大部分地区降水减少以及许多北方河流径流量减少; 由于气候变化, 人们生产生活对能源的需求发生变化; 气候变化导致的极端事件增加(包括频次与强度)、水资源短缺等问题对人体健康、疾病传播、重大工程等具有重要影响; 气候变化背景下, 热量资源的改善有助于延长农作物生育期, 但极端事件增加也会造成农业生产的不稳定; 气候变化不仅可通过影响农业和自然资源而间接地对第二、三产业产生影响, 而且气候变化减缓措施(如碳税、碳关税、碳交易等)的采用也将对社会经济产生广泛而深刻的影响。进一步, 通过分析可发现, 气候变化的影响具有显著的区域差异性, 而且总体上利弊共存, 但弊大于利。基于此, 本文提出要趋利避害, 科学应对气候变化, 实现“整体最优、长期受益”的有序适应目标; 要强调定量适应, 提出可操作性方案和可预期目标, 并分析适应措施的不确定性; 而且为提高我国未来综合竞争力, 今后应采取更加主动的应对策略, 如逐渐调整产业结构, 加大减排技术研发, 积极应对碳税、碳关税和碳市场对中国社会经济发展的影响等。

**关键词** 气候变化; 影响利弊; 有序与定量适应; 主动应对; 中国

**中图分类号** F12; X22 **文献标识码** A **文章编号** 1002-2104(2014)01-0007-07 **doi**: 10.3969/j.issn.1002-2104.2014.01.002

气候变化已经成为世界各国共同面临的重要挑战。《气候变化国家评估报告》的编制, 是我国应对气候变化行动的基础性工作, 然而新的国际形势和国内需求需要我们继续开展第三次气候变化国家评估报告的编制工作。鉴于此, 香山科学会议于 2013 年 6 月 18-19 日在北京香山饭店召开了以“第三次《气候变化国家评估报告》重点问题凝练与判断”为主题的学术讨论会(下称香山会议)。作为香山会议的中心议题之一, 气候变化的影响受到与会专家的广泛关注和深入探讨。会议指出, 当前, 对中国来说, 一个核心基础问题是: 气候变化对中国自然与经济社会系统的影响程度到底有多大? 利弊如何科学界定? 虽然国家和地方已经编制了一系列应对气候变化方案, 并开始了部分实践。然而, 如何有针对性地根据气候变化影响的利弊, 采取不同行动, 合理利用气候变化的有利影响、规

避不利风险, 仍需要科学认识和评估气候变化的影响及其程度, 从而实现有序适应气候变化, 保障经济社会可持续发展。会上, 第三次《气候变化国家评估报告》编写专家组组长刘燕华参事对今后的工作进行了部署, 特别提出要形成以全球气候变化对中国发展的有利和不利影响、气候变化确定性和不确定性、全球范畴的我国气候变化国策、减缓和适应的关系等为主题的专题报告, 进而清除政策与研究之间存在的障碍与瓶颈, 缩短我国发展战略、国际战略与气候变化研究的差距。根据会议要求, 整合大量相关研究成果, 经反复修改, 遂成此文。

## 1 气候变化对中国不同领域与区域的总体影响

气候变化的总体影响主要表现在: 对不同领域和区域

收稿日期: 2013-09-26

作者简介: 吴绍洪, 博士, 研究员, 主要研究方向为气候变化与综合自然地理学。

通讯作者: 刘燕华, 研究员, 国务院参事, 主要研究方向为应对气候变化与可持续发展。

基金项目: 国家科技支撑计划项目“重点领域气候变化影响与风险评估技术研发与应用”(编号: 2012BAC19B00); 国家重大科学研究计划项目“气候变化对社会经济系统的影响与适应策略”(编号: 2012CB955700); 中国科学院战略性先导科技专项课题“过去百年环境格局变化与影响”(编号: XDA05090307), “国际贸易政策及减排政策对中国的影响”(编号: XDA05150200)。

造成的直接影响;通过对水热格局、资源环境承载力影响造成对不同领域和区域经济社会系统的间接影响;减缓气候变化对社会经济系统的间接影响。

### 1.1 不同领域

(1) 自然生态系统与生物多样性:气候变化对自然生态系统分布、生产力、服务功能等形成可辨识的影响,并可能造成物种减少、生境栖息地退化等危害。东北多年冻土区伴随着气温的显著升高和降水量减少,植被覆盖显著下降<sup>[1]</sup>;北方农牧交错带植被净初级生产力下降<sup>[2-3]</sup>,而新疆、青藏地区净初级生产力则呈增长趋势<sup>[4]</sup>;内蒙古中部大部分地区的植被在总体上保持基本稳定,少部分地区的植被覆盖得到了明显改善,极少部分地区仍存在较强的植被退化或土地沙化趋势<sup>[5-6]</sup>。气候变化对自然生态系统的影响还包括:树种分布变化、林线上升、物候期变化,生产力和碳吸收增加,林火和病虫害加剧等<sup>[7-11]</sup>。

气候变化使得物种丰富度和多样性改变,使一些物种在原栖息地消失<sup>[12-13]</sup>,如与上世纪中期相比,青藏高原东部青海湖地区豆雁、灰头鹧、白头鹧、鹌鹑和文须雀等 26 种鸟从湖区消失。此外,气候变化还可导致有害生物分布范围改变,危害加剧,并引起物种栖息地退化<sup>[14-16]</sup>。

(2) 自然资源(水资源、能源等):气候变化导致不同区域的降水变化趋势不同。总体上,西部地区降水量增加趋势明显,华北、东北大部分地区降水减少,南方地区降水量有所增加<sup>[17]</sup>。海河、黄河、辽河等北方河流的实测径流量减少较为明显。

由于气候的变化,人们生产生活对能源的需求发生变化,北方地区冬季增暖明显,采暖日数减少<sup>[18]</sup>;夏季高温则对空调技术、建筑物结构、隔热水平提出新的需求<sup>[19]</sup>。同时,减缓气候变化需要减少对传统化石能源的依赖,加大新能源、可再生能源的比例,对能源供应结构形成影响<sup>[20]</sup>。

(3) 第一产业(农业):气候变化导致的农业气候资源变化对农业生产影响利弊各兼<sup>[21]</sup>。在西北干旱区,一方面,干旱区热量资源得以改善,作物生育期延长,天然植被气候生产力显著增加;另一方面,干旱区热害与冷害等极端气温事件增加,光照资源显著减少,水资源严重缺乏和分布不均,这造成了农业生产的不稳定性增加<sup>[22]</sup>。东北地区热量资源持续增加,使得作物种植结构发生较大变化<sup>[23]</sup>。由于气候变暖造成了全国种植制度界限不同程度北移、冬小麦和双季稻种植北界北移,熟制的变化可能使种植制度界限变化区域的粮食单产增加。然而降水量的减少造成了雨养冬小麦-夏玉米稳产北界向东南方向移

动<sup>[24]</sup>。1980-2008 年气候总体变化趋势,包括气温、降水、太阳辐射等,分别导致了小麦、玉米和大豆产量降低了 1.27%、1.73% 和 0.41%,而水稻增加了 0.56%。其间受气候变化影响最敏感的区域和作物是我国北部和东北部干旱和半干旱区的玉米和小麦,在气候变化直接影响和间接影响(气候增暖引起干旱加剧)的综合作用下,该区玉米和小麦生产已受到较大负影响<sup>[25-26]</sup>。

(4) 第二、三产业(工业、建筑业、旅游业):气候变化对工业的直接影响相对较小,但气候变化通过其对农业和自然资源的影响而间接地对第二、三产业产生一定的影响。从生产来看,气候变化通过影响农业生产而使农产品生产和价格发生变化,从而影响那些以农产品为原料的工业部门的生产<sup>[27]</sup>;气候变化也可通过影响能源和水土资源的可获得性或交通运输成本而影响工业生产的布局 and 决策。从需求来看,气候变暖会增加对空调、冷饮和啤酒等工业产品的需求,促进其扩大生产规模<sup>[28]</sup>。

相对于工业生产,建筑业和旅游业受气候变化(尤其是极端天气气候事件)的影响会较大一些。气候变化将促使暴雨等极端天气出现的频率和强度增加,从而直接威胁建筑工程的施工进度和安全水平,也对建筑物的安全性、适用性和耐久性提出了新的要求<sup>[29-30]</sup>。气候变化会引发环境景观与生物物种多样性的调整,毁坏当地的自然特色和人文旅游资源,从而影响旅游业的发展。同时,气候变化导致极端天气会致使地区交通停滞甚至瘫痪,气温和湿度等在短期发生骤变会影响旅游人数和逗留时间,从而影响旅游业的收益<sup>[31-32]</sup>。

(5) 社会系统(城市、公共健康、重大工程):气候变化导致的极端事件增加、水资源短缺等问题可能较大影响社会民生发展。随着极端降水频率的增加,城市内涝频发<sup>[33]</sup>;气候变化引起的高温热浪等极端天气不仅直接影响人体健康<sup>[34-35]</sup>,同时也会使传染性疾病的患病风险增加<sup>[36-38]</sup>;气候变化对若干气候敏感性极高的重大工程具有重要影响<sup>[39-44]</sup>,包括:沿海核电工程、三峡工程、南水北调工程、山地灾害防护工程、寒区公路铁路工程、沙漠化防治与水土保持工程、内陆河流域综合治理工程等。

(6) 自然灾害:在气候变化影响下,大部分地区极端天气事件的频次与强度显著增加<sup>[17, 45-46]</sup>,包括:极端干旱、洪涝、冰雪冷冻、高温热浪等。年均极端高温的次数上升,而年均极端低温的次数有所减少;华北与东北部分地区干旱化有加剧的趋势;长江中下游、西南部分地区洪涝灾害频次与强度显著增加。

### 1.2 不同区域

华北地区总体暖干化趋势明显,水资源紧张态势加

剧,气候变暖导致的热量增加也影响该区的农业产量及布局<sup>[47-49]</sup>;东北地区最明显特征是热量资源增加,然而东北西部地区干旱趋势同时加重,农作物由于积温增加,种植面积扩大<sup>[50-51]</sup>;华东地区受到的最显著影响为气温升高导致的高温热浪对人体的影响<sup>[52]</sup>,以及日趋加重的洪涝灾害;华中地区近年洪涝灾害加剧,湿地面积减少,且部分虫媒疾病传播范围扩大(如血吸虫、钉螺)<sup>[53-54]</sup>;华南地区热带气旋个数减少、强度增加,而且海平面上升明显,进而导致的红树林和珊瑚礁生态系统退化严重<sup>[55-57]</sup>;西南地区大部分区域增暖,而四川盆地的气温存在明显的下降趋势,干旱、洪涝灾害频次增多,程度加重,山地灾害呈频发趋势,同时西南地区生物多样性减少、生态系统退化、岩溶石漠化加剧<sup>[58-62]</sup>;西北地区的影响主要表现在冰川退缩,降水总体增加,农业产量有所增加<sup>[63-64]</sup>。

### 1.3 减缓气候变化对中国社会经济发展的影响

虽然气候变化对社会经济系统会产生直接影响,但对中国社会经济发展的主要影响是应对或减缓气候变化所带来的影响,即通过采取减缓措施而产生的间接影响为主。减缓气候变化的措施包括实施碳税、碳关税、碳交易等经济政策措施和推广低碳环保技术等技术措施,这些措施的采用将对社会经济产生广泛而深刻的影响<sup>[65-68]</sup>。

从短期来看,减缓气候变化的措施将对中国经济系统产生显著的负面影响,尤其是对高耗能产业的影响最为明显;但从长期看,部分负面影响会逐渐被正面影响(如有利于扩大政府税收和低碳经济投入,促进节能减排技术、清洁能源产业和绿色经济的发展等)所抵消。不同减缓措施对社会经济的影响总结如下:

(1) 碳税可以有效降低碳排放,但要付出能源密集型部门产出下降和经济增长速度减缓等经济发展成本。现有很多研究表明碳税对降低碳排放具有明显的效果;然而,征收碳税将提高能源使用价格,显著拉升能源密集型产业(也是高排放)部门的生产成本,对其产出和出口产生较大负面影响。虽然由于资源配置效应,征收碳税对低排放产业部门的产出和出口有促进作用,但是中国目前的经济从总体上看是以高耗能或高排放的产业为主,总体经济增长、社会经济福利和就业将受到一定负面影响<sup>[68]</sup>。

(2) 发达国家征收碳关税对全球碳减排的效果不很明显,但对我国产品出口和经济发展产生较显著的负面影响。为了避免自身产品竞争力下降与碳泄露,美国、欧盟等发达国家将对未承担约束性温室气体减排目标的国家征收碳关税。我国是世界上最大的出口国,而且出口产品中隐含碳排放量较高,欧美等发达国家所征收的碳关税将

对我国高耗能行业出口、产出和总体经济造成负面影响<sup>[69-71]</sup>。特别是碳关税政策具有较强的效仿效应,发达国家同时实施碳关税政策在短期对我国经济的冲击将更为显著。现有研究表明:虽然碳关税对全球减排有一定积极作用,但是效果非常有限。

(3) 采用低碳环保技术将促进国内企业的转型升级并减少碳排放,虽然在短期内对中国经济发展将产生负面影响,但从长期上看,有助于培育出新的行业和经济增长点<sup>[72-73]</sup>。短期内,采用低碳排放技术需要企业增加设备和技术的投资,提高企业的生产成本,对国内生产和市场占有份额以及产品出口将产生负面影响。但从长期上看,将提高能源利用效率,降低企业长期平均生产成本,有助于企业生产的转型升级,提高企业长期竞争力。同时,随着低碳排放技术的发展和产业化,将培育出新的行业(如新能源行业)和经济增长点,为经济社会发展注入新的动力。

## 2 气候变化影响利弊共存、弊大于利

气候变化对中国的不同领域与区域存在不同程度的影响,总体上利弊共存,弊大于利。

### 2.1 有利影响

气候变化直接影响对我国有利的方面包括:①气候变暖导致的北方部分地区种植制度界限变化区域粮食单产增加;②部分高、寒地区热量资源增加、作物生育期延长,如青藏河谷、东北地区,使得种植品种、范围都明显增加;③西北地区降水增加,气候由暖干化向暖湿化发展,青藏高原、内蒙古等部分地区植被覆盖度得到显著改善,有利于遏制荒漠化趋势;④短期温度上升可能使作物产量有所增加;⑤冰川融水增加,使得塔河等流域径流量增加,有利于西北干旱区绿洲农业的发展;⑥中国森林生物量碳库累计增加;⑦气候变暖会增加对空调、冷饮、啤酒等部分工业产品的需求,促进其扩大生产规模。

减缓气候变化措施间接影响的有利方面包括:①有助于节能减排技术和清洁能源的开发利用,形成新的产业部门和经济增长点;②促进经济增长方式向低碳经济增长模式转变,有效降低经济发展对石化能源的依赖和污染物排放,为实现经济的绿色发展提供契机。

### 2.2 不利影响

气候变化的近期直接影响不是十分明显,而中长期高幅度增温负面影响比较突出。主要包括:①气候变化导致的极端天气事件频率与强度的增加,可能造成重大的自然灾害损失;②降水时空变化的空间差异,导致水资源时空

分布不均,洪涝干旱频繁发生,部分地区的水资源极度匮乏可能加剧;③大幅升温将加剧生态系统的脆弱性,导致生产力与服务功能下降,生境退化、生物多样性降低,甚至导致部分物种灭绝;④沿海地区海平面上升,风暴潮频率、强度增加,海岸侵蚀和咸潮入侵加剧,并显著影响海岸带生态系统;⑤极端农业气象事件导致作物产量降低,农业病虫害增加;⑥气候变化引起的人体健康问题、重大工程建设问题等;⑦极端气候事件对旅游业影响较大。

应对或减缓气候变化对中国社会经济发展的间接影响在短期内将产生较大的不利影响,主要包括:①提高企业生产成本,提高国内产品生产价格,对高排放企业的产出和出口产生不利影响;②对国家经济增长速度将产生一定的负面影响,GDP 和就业的增长将有所减缓。

### 3 应对气候变化的建议

为了有效适应气候变化,合理利用其有利影响、规避不利影响,从而实现国家可持续发展的目标,本文提出如下建议:

#### 3.1 趋利避害

趋利是适应气候变化的重要方面,目前较多地表现在农业上的适应。针对气候变暖的事实或未来气候变暖的情景,充分利用气候变暖带来的热量资源和无霜期延长等有利条件,采取调整种植结构和作物布局、改变耕作制度、提高复种指数和开发新品种等一系列措施,提高作物产量,保障国家粮食安全,同时发展反季节果蔬<sup>[74-77]</sup>。

在趋利的同时,由于气候变化对农业、水资源、生态系统和生物多样性、近海和海岸带环境、能源、重大工程、工业、交通、区域发展等产生了诸多不利影响,需要采取避害的适应措施<sup>[74-85]</sup>。包括:适应国家战略的制定、气候变化影响与风险的监测评估、适应技术的研发与应用、适应气候变化的资金支持、公众意识的提高、加强国际交流与合作等。

#### 3.2 有序适应

为避免人类无序适应活动所可能产生的不利影响,需要开展相应的科学研究,并在此基础上协调不同部门以形成有序适应,从而实现科学应对气候变化,达到“有序应对、整体最优、长期受益”。包括:提高气候变化适应能力,加强气候变化及极端气候事件影响机理的实验与综合评估模型研究,开展气候变化影响的脆弱性与风险分析,评估已经发生的气候变化以及全球持续升温情景对各领域和区域的综合影响;加强气候变化适应与区域经济社会发展规划、气候变化适应与欠发达地区的经济和社会发展计

划与规划的结合研究,开展适应气候变化政策制定和立法研究,以及适应气候变化领域的国际合作研究<sup>[86]</sup>;强化不同部门与领域的协同协作,加强多维知识和学科领域的联合,紧密结合现有政策、规划以及资源管理、社区发展、增进生计能力、持续发展和风险管理等相关决策过程,强化适应能力<sup>[87]</sup>。

#### 3.3 定量适应

加强定量适应气候变化研究,并付诸实践。定量适应主要包括:①加强气候变化的定量影响与风险监测评估,尤其区分不同驱动因素的影响,从而建立适应气候变化的定量目标;②加强适应技术和措施的定量成本效益分析,通过开发成本-效益分析、多目标分析和风险-效益分析等方法定量评估适应的效果<sup>[88-89]</sup>;③需要借助定量和定性方法,对不同适应措施和技术进行不确定性分析,明晰它们的风险、适宜性和优先性,判断其适应效果,进而可为未来不同时间段的适应措施选择提供科学依据<sup>[90]</sup>。

#### 3.4 主动应对

减缓气候变化(或减排)将减缓中国经济的发展速度,特别是在短期内的经济和就业增长,为此提出如下政策建议:①逐渐调整国内产业结构,扶持低碳行业的发展,在国内外实施碳税和碳关税前有效地降低高碳排放行业在国民经济中的比例,以减少未来碳税和碳关税实施对总体经济发展的影响;②深入研究碳税、碳关税和碳市场对中国经济发展的影响,做好应对发达国家对我们征收碳关税以及我国征收碳税和实施碳市场的制度安排和政策措施等的准备;③深入研究各种技术减排措施的成本与效益,在短期内对减排和经济增长目标进行权衡;④加大减排技术研发投入和技术引进以及经济结构调整,促进节能减排技术和清洁能源产业发展,使其成为我国新的产业与新的经济增长点。

(编辑:李琪)

#### 参考文献(References)

- [1]毛德华,王宗明,宋开山,等.东北多年冻土区植被 NDVI 变化及其对气候变化和土地覆被变化的响应[J].中国环境科学,2011,31(2):283-292.
- [2]刘会军,高吉喜.气候和土地利用变化对北方农牧交错带植被 NPP 变化的影响[J].资源科学,2009,31(3):493-500.
- [3]李秋月,潘学标.气候变化对我国北方农牧交错带空间位移的影响[J].干旱区资源与环境,2012,10(1):1-6.
- [4]张山清,普宗朝,伏晓慧,等.气候变化对新疆自然植被净第一性生产力的影响[J].干旱区研究,2010,27(6):905-914.
- [5]王军邦,陶健,李贵才,等.内蒙古中部 MODIS 植被动态监测分析[J].地球信息科学学报,2010,15(6):835-842.
- [6]张戈丽,徐兴良,周才平,等.近 30 年来呼伦贝尔地区草地植被变



- 化对气候变化的响应[J]. 地理学报 2011 66(1):47-58.
- [7]张峰,周广胜,王玉辉. 内蒙古克氏针茅草原植物物候及其与气候因子关系[J]. 植物生态学报 2008 32(6):1312-1322.
- [8]郭连云. 青海同德近 50 年气候与草地畜牧业生产的关系[J]. 草业科学 2008 25(1):77-81.
- [9]方精云,杨元合,马文红,等. 中国草地生态系统碳库及其变化[J]. 中国科学:生命科学 2010 40(7):566-576.
- [10]戴君虎,王焕炯,葛全胜. 近 50 年中国温带季风区植物花期春季霜冻风险变化[J]. 地理学报 2013 68(5):593-601.
- [11]郭兆迪,胡会峰,李品,等. 1977-2008 年中国森林生物量碳汇的时空变化[J]. 中国科学:生命科学 2013 43(5):421-431.
- [12]马瑞俊,蒋志刚. 青海湖流域环境退化对野生陆生脊椎动物的影响[J]. 生态学报 2006 26(9):3061-3066.
- [13]袁婧薇,倪健. 中国气候变化的植物信号和生态证据[J]. 干旱区地理 2007 30(4):465-473.
- [14]赵慧颖. 呼伦贝尔沙地 45 年来气候变化及其对生态环境的影响[J]. 生态学杂志 2007 26(11):1817-1821.
- [15]吴春霞,刘玲. 加拿大一枝黄花入侵的全球气候背景分析[J]. 农业环境与发展 2008 25(5):95-97,104.
- [16]李林,吴素霞,朱西德,等. 21 世纪以来黄河源区高原湖泊群对气候变化的响应[J]. 自然资源学报 2008 23(2):245-253.
- [17]张建云,章四龙,王金星,等. 近 50a 来我国六大流域年际径流变化趋势研究[J]. 水科学进展 2007 18(2):230-234.
- [18]陈莉,方修睦,方修琦,等. 过去 20 年气候变暖对我国冬季采暖气候条件与能源需求的影响[J]. 自然资源学报 2006 21(4):590-597.
- [19]陈峪,叶殿秀. 温度变化对夏季降温耗能的影响[J]. 应用气象学报 2005 16(增刊):97-104.
- [20]IPCC. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [R]. Core Writing Team, Pachauri R K and Reisinger A (eds.). Geneva, Switzerland: IPCC 2007.
- [21]Wang J, Huang J, Yan T. Impacts of Climate Change on Water and Agricultural Production in Ten Large River Basins in China [J]. Journal of Integrative Agriculture, 2013 12(7):1267-1278.
- [22]孙杨,张雪芹,郑度. 气候变暖对西北干旱区农业气候资源的影响[J]. 自然资源学报 2010 25(7):1153-1162.
- [23]纪瑞鹏,张玉书,姜丽霞,等. 气候变化对东北地区玉米生产的影响[J]. 地理研究 2012 31(2):290-298.
- [24]杨晓光,刘志娟,陈阜. 全球气候变暖对中国种植制度可能影响 I. 气候变暖对中国种植制度北界和粮食产量可能影响的分析[J]. 中国农业科学 2010 43(2):329-336.
- [25]Tao F, Zhang S, Zhang Z. Spatiotemporal Changes of Wheat Phenology in China under the Effects of Temperature, Day Length and Cultivar Thermal Characteristics [J]. European Journal of Agronomy 2012 43:201-212.
- [26]Xiao D, Tao F, Liu Y, et al.. Observed Changes in Winter Wheat Phenology in the North China Plain for 1981-2009 [J]. International Journal of Biometeorology 2013 57:275-285.
- [27]张永勤,缪启龙. 气候变化对区域经济的影响及其对策研究[J]. 自然灾害学报 2001 10(2):121-126.
- [28]陈宜瑜. 中国气候与环境演变评估(II):气候与环境变化的影响与适应、减缓对策[J]. 气候变化研究进展 2005 1(2):51-57.
- [29]IPCC. Climate Change 2007: The Physical Science basis. Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report [R]. The Intergovernmental Panel on Climate Change. <http://www.ipcc.ch/SPM2feb07.pdf> 2007.
- [30]李瑞,张红,张洋. 气候变化对我国住宅产业发展环境的影响[J]. 河北大学学报:哲学社会科学版 2012 4(6):70-73.
- [31]刘慧芬,陈会敏,裴启云. 气候变化对旅游活动的不良影响及对策研究[J]. 江苏商论 2011 1(1):135-136.
- [32]钟林生,唐承财,成升魁. 全球气候变化对中国旅游业的影响及应对策略探讨[J]. 中国软科学 2011 2(2):34-41.
- [33]陈峪. 中国主要河流域极端强降水变化特征[J]. 气候变化研究进展 2010 6(4):265-269.
- [34]陈凯先,汤江,沈东婧,等. 气候变化严重威胁人类健康[J]. 科学对社会的影响 2008 1(1):19-23.
- [35]钱颖骏,李石柱,王强,等. 气候变化对人体健康影响的研究进展[J]. 气候变化研究进展 2010 6(4):241-247.
- [36]杨国静,杨坤,周晓农. 气候变化对媒介传播性疾病传播影响的评估模型[J]. 气候变化研究进展 2010 6(4):259-264.
- [37]鲁亮,林华亮,刘起勇. 基于天气因素的我国登革热流行风险地图[J]. 气候变化研究进展 2010 6(4):254-258.
- [38]杨坤,潘婕,杨国静,等. 不同气候变化情景下中国血吸虫病传播的范围与强度预估[J]. 气候变化研究进展 2010 6(4):248-253.
- [39]程国栋. 局地因素对多年冻土分布的影响及其对青藏铁路设计的启示[J]. 中国科学(D 辑):地球科学 2003 33(6):602-607.
- [40]王涛,吴薇,陈广庭,等. 近 10 年来中国北方沙漠化土地空间分布的研究[J]. 中国科学(D 辑):地球科学 2003 33(增刊):73-82.
- [41]康志成. 中国泥石流研究[M]. 北京:科学出版社 2004.
- [42]戴会超,王玲玲,蒋定国. 三峡水库蓄水前后长江上游近期水沙变化趋势[J]. 水利学报 2007 10(增刊):226-231.
- [43]任国玉,姜彤,李维京,等. 气候变化对中国水资源情势影响综合分析[J]. 水科学进展 2008 19(6):772-779.
- [44]王国亚,沈永平,苏宏超,等. 1956-2006 年阿克苏河径流变化及其对区域水资源安全的可能影响[J]. 冰川冻土 2008 30(4):562-568.
- [45]章大全,钱忠华. 利用中值监测方法研究近 50 年中国极端气温变化趋势[J]. 物理学报 2008 57(7):6435-6440.

- [46] 邹旭凯, 张强, 任国玉. 中国气象干旱指数及其监测研究[J]. 气候与环境研究 2010, 15(4): 371-378.
- [47] 费宇红, 陈宗宇, 张兆吉, 等. 气候变化和人类活动对华北平原水资源影响分析[J]. 地球学报 2007, 28(6): 567-571.
- [48] Wang J, Mendelsohn R, Dinar A, et al. The Impact of Climate Change on China's Agriculture [J]. *Agricultural Economics*, 2009, 40: 323-337.
- [49] 谭方颖, 王建林, 宋迎波, 等. 华北平原近 45 年农业气候资源变化特征分析[J]. 中国农业气象 2009, 30(1): 19-24.
- [50] 廉毅, 高枳亭, 沈柏竹, 等. 吉林省现代气候变化对粮食生产影响的简析[J]. 气候变化研究进展 2007, 3(1): 46-49.
- [51] 石淑芹, 陈估启, 姚艳敏, 等. 东北地区耕地变化对粮食的影响评价[J]. 地理学报 2008, 63(6): 574-586.
- [52] 谈建国, 郑有飞, 彭静, 等. 城市热岛对上海夏季高温热浪的影响[J]. 高原气象 2008, 27(增刊): 144-149.
- [53] Zhou X N. Epidemiology of Schistosomiasis in the People's Republic of China, 2004 [J]. *Emerging Infectious Diseases* 2007, 13(10): 1470-1476.
- [54] 黄世宽, 熊汉锋. 湖北省湿地生态环境现状分析及对策[J]. 鄂州大学学报 2008, 15(5): 38-41.
- [55] 韩秋影, 黄小平, 施平, 等. 华南滨海湿地的退化趋势、原因及保护对策[J]. 科学通报 2006, 51(增刊 II): 102-107.
- [56] 胡娅敏, 宋丽莉, 刘爱君. 登陆我国不同区域热带气象气候特征的对比[C]. // 大气科学研究与应用 北京: 科学出版社 2008.
- [57] 时小军, 陈特固, 余克服. 近 40 年来珠江口的海平面变化[J]. 海洋地质与第四纪地质 2008, 28(1): 127-134.
- [58] Moseley R K. Historical Landscape Change in Northwestern Yunnan, China [J]. *Mountain Research and Development* 2006, 26: 214-219.
- [59] 程建刚, 解明恩. 近 50 年云南区域气候变化特征分析[J]. 地理科学进展 2008, 27(5): 19-26.
- [60] 崔鹏. 长江上游及西南诸河泥石流滑坡及其减灾对策[J]. 中国水土保持 2008, 12(12): 31-34.
- [61] 海香, 李强, 任明明. 2006 年重庆特大旱灾及其原因分析[J]. 陕西师范大学学报 2008, 36(2): 85-90.
- [62] 蒋忠诚, 曹建华, 杨德生, 等. 西南岩溶石漠化区水土流失现状与综合防治对策[J]. 中国水土保持科学 2008, 6(1): 37-42.
- [63] 丁永建, 刘时银, 叶柏生, 等. 近 50a 中国寒区与旱区湖泊变化的气候因素分析[J]. 冰川冻土 2006, 28(5): 623-632.
- [64] 张强, 邓振镛, 赵映东. 全球气候棉花对我国西北地区农业的影响[J]. 生态学报 2008, 28(3): 1210-1218.
- [65] 王灿, 陈吉宁, 邵骥. 基于 CGE 模型的 CO<sub>2</sub> 减排对中国经济的影响[J]. 清华大学学报: 自然科学版, 2005, 45(12): 1621-1624.
- [66] 财政部财政科学研究所课题组. 中国开征碳税问题研究[R]. 中国可持续能源项目研究报告 2009.
- [67] 鲍勤, 汤玲, 杨列勋. 美国征收碳关税对中国的影响: 基于可计算一般均衡模型的分析[J]. 管理评论 2010, 6(22): 15-24.
- [68] 栾浩, 杨军, 黄季焜, 等. 征收碳税对中国经济影响评估的差异因素研究: 基于 Meta 分析[J]. 资源科学 2013, 35(5): 958-965.
- [69] 沈可挺, 李钢. 碳关税对中国工业品出口的影响: 基于可计算一般均衡模型的评估[J]. 财贸经济 2010, 1(1): 75-82.
- [70] 张沛. 碳关税对我国制造业长期影响效应分析[J]. 宏观经济研究 2011, 10(10): 51-57.
- [71] 栾浩, 杨军, 黄季焜, 等. 碳关税对中国出口变化评估差异的影响因素[J]. 中国人口·资源与环境 2013, 23(3): 958-965.
- [72] 张贡生, 李伯德. 低碳城市: 一个关于国内文献的综述[J]. 首都经济贸易大学学报 2011, 1(1): 107-120.
- [73] 姚旻, 蔡绍洪. 低碳经济背景下的产业结构调整研究[J]. 理论探讨 2012, 6(6): 94-97.
- [74] 赵俊芳, 郭建平, 张艳红, 等. 气候变化对农业影响研究综述[J]. 中国农业气象 2010, 31(2): 200-205.
- [75] 周曙东, 朱红根. 气候变化对中国南方水稻产量的经济影响及其适应策略[J]. 中国人口·资源与环境 2010, 20(10): 152-157.
- [76] 谢立勇, 李艳, 林森. 东北地区农业及环境对气候变化的响应与应对措施[J]. 中国生态农业学报 2011, 19(1): 197-201.
- [77] 纪瑞鹏, 张玉书, 姜丽霞, 等. 气候变化对东北地区玉米生产的影响[J]. 地理研究 2012, 31(2): 290-298.
- [78] 仇天宇. 我国海洋领域适应气候变化的政策与行动[J]. 海洋预报 2010, 27(4): 67-73.
- [79] 李克平, 王元丰. 气候变化对交通运输的影响及应对策略[J]. 节能与环保 2010: (4).
- [80] 欧阳丽, 戴慎志, 包存宽, 等. 气候变化背景下城市综合防灾规划自适应研究[J]. 灾害学 2010, 25(80): 58-62.
- [81] 吴建国, 周巧富, 李艳. 中国生物多样性保护适应气候变化的对策[J]. 中国人口·资源与环境 2011, 21(3): 435-439.
- [82] 周景博, 峰相昭, 田春秀. 城市湿地适应气候变化案例研究[J]. 环境经济 2011, 6(6): 5-86: 81-84.
- [83] 任国玉. 气候变化与青藏高原工程设计[J]. 中国工程科学, 2012, 14(9): 89-95.
- [84] 张树杰, 李玲, 张春雷. 播种期和种植密度对冬油菜籽产量和含油率的影响[J]. 应用生态学报 2012, 23(5): 1326-1332.
- [85] 宋蕾. 都市密集区的气候风险与适应性建设[J]. 中国人口·资源与环境 2012, 22(11): 6-12.
- [86] 刘燕华, 钱凤魁, 王文涛, 等. 应对气候变化的适应技术框架研究[J]. 中国人口·资源与环境 2013, 5: 1-6.
- [87] 方一平, 秦大河, 丁永建. 气候变化适应性研究综述: 现状与趋向[J]. 干旱区研究 2009, 26(3): 299-305.
- [88] 李虎, 邱建军, 王立刚, 等. 适应气候变化: 中国农业面临的新挑战[J]. 中国农业资源与区划 2012, 6(6): 23-28.
- [89] 黄焕平, 马世铭, 林而达, 等. 不同稻麦种植模式适应气候变化的效益比较分析[J]. 气候变化研究进展 2013, 3(2): 132-138.

[90] West J W , Julius S H , Weaver C P. Assessing Confidence in Management Adaptation Approaches for Climate-sensitive Ecosystem

[J]. Environmental Research Letters 2012 ( 7 ) .

## Pros and Cons of Climate Change in China

WU Shao-hong<sup>1</sup> HUANG Ji-kun<sup>1</sup> LIU Yan-hua<sup>1 2</sup> GAO Jiang-bo<sup>1</sup> YANG Jun<sup>1</sup>

WANG Wen-tao<sup>1</sup> YIN Yun-he<sup>1</sup> LUAN Hao<sup>1</sup> DONG Wan-lu<sup>1</sup>

( 1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research , Chinese Academy of Sciences , Beijing 100101 , China;

2. Counselors' Office of the State Council , Beijing 100006 , China)

**Abstract** Climate change strongly affected the structure and functions of natural ecosystems , for example , the vegetation productivity decreased in the Northeast permafrost region due to the higher temperature and less precipitation , while in the Tibetan Plateau , the vegetation productivity increased , owing to the improved thermal resource. Climate change led to the reduced precipitation in North and Northeast China and thus the reduced surface runoff. The public energy needs were changed because of climate change , e. g. the shorter heating period in winter. Climate change profoundly influenced human health , pathophoresis and major projects by increasing extreme events , including frequency and magnitude , and causing more serious water shortage. Under the background of climate change , although the improved thermal resources can be helpful for extending the crop growth period , more extreme events may resulted in more instability in agricultural productivity. Not only did climate change indirectly affect the secondary and tertiary industry through the impacts on agriculture and natural resources , but also climate change mitigation measures , such as carbon tax , tariff and trading , had extensive and profound influences on socioeconomic system. Further analysis indicated that the impact of climate change presented significant regional differences. The impact had its pros and cons , while the advantages outweighed the disadvantages. Based on the above analysis on the impacts of climate change , we put forward suggestions on coping with climate change. Firstly , scientifically dealing with climate change needs to seek advantages and avoid disadvantages of climate change in order to achieve the orderly adaption to climate change , which is characterized with 'Overall best , long-term benefit'. Secondly , quantitative adaption should attach more attention , for example , proposing operational schemes and predictable goals , applying uncertainty analysis on adaption measures. Thirdly , more active coping strategy should be taken to enhance China's future comprehensive competitiveness. The strategies include but are not limited to: gradually adjusting the industrial structure , intensifying the research and development ( R & D ) of emission reduction technology , and actively responding to the influence of carbon tax , tariff and trading on socioeconomic development in China.

**Key words** Climate change; pros and cons; orderly and quantitative adaption; active responses; China