

# 极端气候事件对中国农村经济影响的评价<sup>\*</sup>

冯相昭 邹 骥 马 珊 (中国人民大学环境学院 北京 100872)

王雪臣 (国家气象局 北京 100081)

**内容提要** 本文主要选取对气候变化敏感并且脆弱性较高的农业领域为研究对象,采用生产效应法对其由于极端气候事件而产生灾害(干旱、水涝和热带气旋)的直接经济损失进行评估,采用社会调查法对人员和房屋损失进行估算,并简单分析了目前的农业灾害风险救助体系,接着预测了 2020年稻谷、小麦和玉米 3种主要农作物因气候变化而遭受的经济损失。最后指出,加强气候变化影响的科学研究和针对极端气候事件的适应性能力建设对推进我国农业和农村经济的可持续发展具有重要意义。

**关键词** 极端气候事件 影响 经济评价 生产效应法 适应性

## 一、引言

从 20 世纪 80 年代以来,气候变化一直是国际社会关注的热点领域之一。随着人们对气候变化科学认识的不断加深和气候变化国际谈判进程的逐步推进,气候变化已演变成一个多学科交叉的综合研究领域。中国是从 20 世纪 90 年代初开始进行气候变化的影响、脆弱性与适应性评估的研究,主要研究的领域集中在与国民经济密切相关的 4 个领域:水资源、农业、陆地生态系统、海岸带和近海生态系统。而且,目前对气候变化的影响研究更多地集中在物理影响方面,至于与此相关的经济影响评估,由于相关数据如市场、价格、通货膨胀率、汇率等的限制,文献很少。在这种背景下,我们主要选取对气候变化敏感并且脆弱性较高的农业领域为研究对象,运用生产效应法对农业生产因极端气候事件而遭受灾害(干旱、水涝和热带气旋)的直接经济损失进行评估,采用社会调查法对农村经济中因极端气候事件造成的人员伤亡和房屋损失进行估算,并简单分析了目前的农业灾害风险救助体系,最后预测了 2020 年稻谷、小麦和玉米 3 种主要农作物因气候变化而遭受的经济损失。

## 二、极端气候事件影响综述

根据 2001 年政府间气候变化专业委员会(IPCC)出版的气候变化第三次评估报告(TAR),自 19 世纪后期以来全球平均地面温度已经上升了  $0.6 \pm 0.2$ ,而人类社会的各种社会经济活动导致的温室气体排放增加是全球气候变暖的重要驱动力。随着温室气体特别是  $\text{CO}_2$  浓度在大气中的积聚,地球气候系统的自然变化率逐渐加快,地球表面平均温度和海平面呈现上升趋势,极端气候事件(如强降水和干旱)的强度和发生频率在全球许多地区不断上升。这份报告同时指出,北半球在 20 世纪后 50 年强降水事件发生频率可能增加了 2%~4%。而极端气候事件往往会对水资源、农业和粮食生

<sup>\*</sup> 英国政府 Stem Reviews Team 资助项目

产、陆地生态系统、海岸带和近海生态系统以及人类健康等诸多脆弱性领域产生重要的影响,主要以不利影响为主,最终将阻碍社会经济系统的可持续发展进程。

极端气候事件是某一特定时期内发生在统计分布之外的罕见气候事件,通常分布在统计曲线两侧各 10%的范围内,具有灾害性、突发性等特点。极端气候事件所引起的气象灾害(例如干旱、寒潮、热带气旋等)和水文灾害(例如洪涝、风暴潮等)对人类社会经济活动产生了严重危害。<sup>\*</sup>中国是受极端气候事件影响严重的国家之一,一些主要的极端气候如干旱、暴雨洪涝、低温冷害、高温、台风、雷暴以及沙尘暴等,每年都会造成一定程度的经济损失和人员伤亡,这些影响主要集中在脆弱性较强的农业领域和农村地区。

### 三、研究分析框架

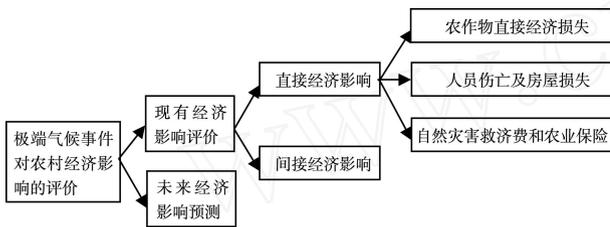


图 1 极端气候事件对农村经济影响的评价结构图

在这里,我们对极端气候事件的经济影响主要从两方面展开分析评价:对现有经济影响的评价和对未来可能的经济影响进行预测(见图 1)。而极端气候事件导致的经济损失通常可分为直接经济损失和间接经济损失两部分。直接经济损失主要包括农业生产方面的农产品市场价值损失、农民的人员伤亡和房屋毁损的经济损失以及农村社会福利方面的灾害救

援投入和保险损失等,间接经济损失主要是指气候事件对本地和未受灾地区的相关产业部门在投入和产出方面的影响。对于极端气候灾害事件导致的间接经济损失,通常可通过投入—产出模型进行计算。因为本文的研究范围涉及全国 31 个省份,各省经济结构差异较大,模型比较复杂,所以本文根据数据的可得性仅对极端气候事件造成的农作物直接经济损失采用生产效应法(Effect on Production Approach, EOP)进行评估。

### 四、现有经济影响评估

#### (一)采用的方法

生产效应法又称为生产率变动法,事实上是一种环境损害与效益的价值评估方法。这种方法主要通过衡量环境变化对受体造成影响的物理效果和范围,估计该影响对成本或产出造成的影响,进一步估算产出或者成本变化的市场价值。环境变化所带来的经济影响(E)体现在受影响产品的产量、价格和成本等方面,即净产值的变化上,可以用下面的公式表示:

$$E = \left( \sum_{i=1}^k p_i q_i - \sum_{j=1}^k c_j q_j \right)_x - \left( \sum_{i=1}^k p_i q_i - \sum_{j=1}^k c_j q_j \right)_y$$

其中:p表示产品的价格;c表示产品的成本;q表示产品的数量。式中共有*i* = 1, 2, ..., *k*种产品和*j* = 1, 2, ..., *k*种投入,环境变化前后的情况分别用下标*x*、*y*表示。

因为气候变化尤其是极端气候灾害事件可以通过影响农作物的正常生产过程,导致农产品产量的异常变动,进而影响生产者的成本和福利水平,最终将损害农业经济以至于整个国民经济的正常运行,所以我们在这里采用生产效应法对其进行研究分析。基于收集的数据资料,假设极端气候事件对各地区各年的农业投入成本没有影响,并且农产品价格在当年受灾前后保持不变,采用如下计算公式

\* 根据政府间气候变化专业委员会(IPCC)出版的气候变化第三次评估报告和国内相关学术研究整理

对干旱、水涝和热带气旋对农业生产造成的直接经济损失分别进行估算:

农作物最小直接经济损失 = 成灾面积 × (单位面积产量 × 30%) × 农产品价格 \*

农作物最大直接经济损失 \*\* = 成灾面积 × (单位面积产量 × 100%) × 农产品价格

考虑到目前的统计资料无法将极端气候事件引起的灾害损失从全部灾害损失中分离,本文仅通过成灾面积来计算极端气候事件使农作物遭受的最大经济损失。

同时,我们采用社会调查方法对因极端气候事件造成的人员伤亡和房屋损毁的直接经济损失进行估计。而对于灾害救援投入和保险损失,主要通过自然灾害救济费和农业保险费的相关统计资料得到,但鉴于目前的数据资料中难以将气候变化产生的灾害与其他自然灾害分离,因此本文只对我国现有的农业灾害救助体系作简单阐述,不做定量研究。

此外,本文所采用的其他主要假设包括:1988年为研究的基年;采用2000年不变价格(对未来的估计也采用这种价格);假定各地区4种主要农作物的年度平均价格变化趋势相同;每个地区种植面积最大的两种农作物作为该地区的主要受灾农作物。

## (二)数据分析和结果描述

干旱、洪涝、热带气旋是极端气候事件引发的最主要的自然灾害,对作为国民经济基础产业部门的农业有严重的不利影响。这些灾害的直接后果是造成农产品产量的不稳定,进而导致农产品价格的频繁波动,通货膨胀压力加大,最终将影响整个国民经济的正常运行。我们分别从以下几方面来分析和阐述气候灾害的经济影响。

1. 受灾和成灾概况。从20世纪50年代以来,我国农作物由于受到极端气候事件的不利影响受灾 \*\*\* 成灾 \*\*\*\* 面积在逐渐扩大。50年代的旱灾平均成灾面积为518万公顷,60年代为799万公顷,70年代增至856万公顷,80年代达1129万公顷,90年代高达1194万公顷;进入21世纪后,2000—2003年4年干旱成灾面积达1960万公顷。据1950—2003年资料显示,我国受洪涝灾害的农田面积平均每年为956万公顷,其中严重水涝年份,农田受灾面积可达1500万公顷以上。这说明我国农业的脆弱性比较强,抵御自然灾害的能力低下,适应能力建设亟待加强,特别是在西部经济不发达地区(如宁夏、内蒙古、甘肃,成灾率通常在70%左右)。

2. 农作物直接经济损失。利用生产效应法对极端气候事件造成的农作物直接经济损失的估算结果如表1所示:

通过以上我们的分析可以看出,干旱、洪涝灾害是我国受极端气候事件影响的主要自然灾害,尤其是干旱,其出现频率高、持续时间长、波及范围广,对国民经济特别是农业生产造成严重的不利影响。从全国范围来看,1988—2004年这3种自然灾害造成的农作物直接经济损失平均约占GDP的2%,受灾最严重的主要是第一产业占地区生产总值比重高的地区 \*\*\*\*\*,这些农业脆弱性地区主要包括内蒙古(损失占年均GDP的7.15%)、吉林(5.48%)、甘肃(3.71%)、黑龙江(3.48%)、山西(3.45%)、宁夏(3.25%)、安徽(3.19%)、贵州(3.18%)、陕西(3.16%)和湖南(2.92%)。它们主要

\* 农作物产量的波动会影响市场供求关系,从而影响各地区农产品的市场价格。本文为简单起见,不考虑因产量变化产生的地区价格波动,采用各年全国平均价格计算

\*\* 值得注意的是,在本文中只列举有关的农作物成灾的最大直接经济损失,相对应的最小直接经济损失可以通过简化公式得出:农作物最小直接经济损失 = 农作物最大直接经济损失 × 30%

\*\*\* 根据国家统计局的定义,受灾面积是指农作物产量比常年减产10%以上的耕地。受灾率是指受灾面积占农作物播种面积比例

\*\*\*\* 根据国家统计局的定义,成灾面积是指农作物产量比常年减产30%以上的耕地。这一指标值愈大,因灾减产的程度愈严重,损失量就愈大,抗灾能力愈弱。成灾率是指成灾面积占受灾面积比例

\*\*\*\*\* 根据2004年国家统计年鉴,2003年第一产业(主要是农业)占地区生产总值比重高的地区主要包括海南35.9%、广西24.6%、湖南20.9%、安徽19.7%、内蒙古19.2%等地,这些地区远高于14.8%的全国平均水平

表 1 1988—2004年极端气候事件造成的农作物经济损失估计

|                      | 全国总损失                          | 绝对经济损失<br>严重的省份 (亿元) | 相对经济损失严重<br>的省份 (绝对损失 /GDP) | 说明  |
|----------------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------------|---|
| 旱灾<br>(1988—2004年)   | 756.88亿元,<br>年均约占<br>GDP的 1.2% | 内蒙古 (61.59)          | 内蒙古 (5.56%)                 | 1994年和 1997年旱情比较严重,年度直接经济损失分别占 GDP的 2%和 2.1%。平均遭受干旱最严重的地区集中于降水较少的西北和东北地区。         |
|                      |                                | 山东 (60.6)            | 吉林 (3.8%)                   |   |
|                      |                                | 黑龙江 (59.85)          | 甘肃 (3.1%)                   |   |
|                      |                                | 河南 (55.29)           | 山西 (2.83%)                  |   |
|                      |                                | 河北 (53.23)           | 宁夏 (2.68%)                  |   |
|                      |                                | 江西 (31)              | 陕西 (2.44%)                  |   |
|                      |                                | 湖南 (54.5)            | 江西 (2.05%)                  |   |
| 水灾<br>(1988—2004年)   | 511.6亿元,<br>年均约占<br>GDP的 0.8%  | 湖北 (49.9)            | 湖南 (1.95%)                  | 水涝最严重的年份是 1998年长江全流域和松花江流域,造成农作物直接经济损失约 2044亿元。直接经济损失绝对数最严重的 5个地区位于长江中下游。         |
|                      |                                | 安徽 (34.5)            | 贵州 (1.73%)                  |   |
|                      |                                | 四川 (33)              | 吉林 (1.68%)                  |   |
|                      |                                | 江苏 (32.2)            | 湖北 (1.58%)                  |   |
|                      |                                | 江西 (31)              |                             |   |
|                      |                                | 浙江 (9.89)            | 海南 (0.48%)                  |   |
| 热带气旋<br>(1997—2004年) | 35.36亿元,<br>年均约占<br>GDP的 0.05% | 广东 (7.7)             | 浙江 (0.22%)                  | 主要影响我国东南沿海经济比较发达的几个地区 (浙江、福建、广东、江苏和上海)以及海南、广西,强度较大的可能会殃及一些内陆地区 (如安徽和江西),但破坏力明显减弱。 |
|                      |                                | 江苏 (6.48)            | 广西 (0.2%)                   |   |
|                      |                                | 福建 (4.43)            | 福建 (0.16%)                  |   |
|                      |                                | 广西 (3.1)             | 广东 (0.11%)                  |   |
|                      |                                |                      |                             |   |

位于干旱少雨的西北内陆地区和洪涝灾害频繁的长江中下游及松花江流域。

### (三) 人员损失和房屋毁损损失

这部分分析主要基于通过各省调查所收集的数据资料\*,为简化起见,我们假定死亡人员的经济损失折算标准为 20万元/人,受伤人员标准为 2000元/人\*\*,均不考虑通货膨胀率。在水涝和热带气旋影响下房屋的毁损经济损失折算标准因各地经济水平不同而有所区别,如在经济比较发达的江浙一带农用房造价约为 600元/平方米,西部偏远落后地区为 300~400元/平方米,而每间房屋均按 15平方米折算。具体折算结果如表 2所示。

通过比较我们可以看出,在极端气候事件面前,经济发达地区和欠发达地区遭受的损失程度有所不同,经济发达的东南沿海地区 (浙江、福建和广东),尽管属于热带气旋和水涝的主要灾区,但无论是伤亡人员还是房屋等基础设施损失只占 GDP的很少一部分,而广西、江西、云南和贵州的水涝对应的人员伤亡和房屋毁损相比较而言要多些。这除了因为农业对东部沿海地区的经济发展贡献相对较小之外,这些地区经济的快速发展保证了有足够的财力用于适应性工程设施的建设。例如修建高规格高质量的堤坝围堰,在一定程度上增强了抵御极端气候事件 (水涝和热带气旋)的能力。例如,1992年在 16号台风及风暴潮的影响下,沿海 6个省份的损失达 92亿元。上海地势最低,就自然条件而言是最脆弱地区,其损失只占总损失的 0.3%。这由于上海筑有较高标准的海塘 (范代读, 2005)。

\* 人员伤亡方面共收集了 18个省份的数据 (冀、吉、鲁、苏、赣、闽、浙、粤、鄂、湘、桂、川、滇、黔、甘、青、宁、新),关于房屋建造成本的数据主要依据 12个省份 (冀、吉、辽、鲁、苏、赣、闽、浙、粤、湘、渝、新)的调查结果

\*\* 对人员伤亡和健康损失的评估,通常可以采用人力资本法,即 HC (Human capital)来评估,估算公式: HC = 患病人数 × 人均平均医疗费 + 由灾害导致的工人停工时间 × 当地平均工资 + 死亡人数 × 人寿保险的偿付金额。但鉴于受灾人群主要是农业人口,并没有包含在中国的社会保障体制内,数据的不可得或者可信度较差使得我们在本文选用了简化的估算方法

表 2 1988—2004年部分省市自治区极端气候事件(干旱、水涝和台风)死伤人员和房屋毁损损失估计 (万元)

| 地区 | 死亡人员损失 |               | 伤亡人员损失 |               | 房屋毁损经济损失 |               |
|----|--------|---------------|--------|---------------|----------|---------------|
|    | 平均值    | 占 GDP 的比例 (‰) | 平均值    | 占 GDP 的比例 (‰) | 平均值      | 占 GDP 的比例 (‰) |
| 河北 | 1862   | 0.043         | 112    | 0.003         | 136136   | 3.17          |
| 山东 | 896    | 0.013         | 1843   | 0.026         | 45478    | 0.64          |
| 江苏 | 504    | 0.007         | 6      |               | 58225    | 0.83          |
| 江西 | 1730   | 0.107         | 121    | 0.007         | 212863   | 13.12         |
| 福建 | 3176   | 0.112         | 73     | 0.003         | 136987   | 4.84          |
| 浙江 | 4257   | 0.084         | 140    | 0.003         | 84153    | 1.66          |
| 湖北 | 4944   | 0.154         |        |               | 121913   | 3.8           |
| 湖南 | 9387   | 0.322         |        |               | 199269   | 6.83          |
| 广西 | 3129   | 0.185         | 1283   | 0.076         | 340736   | 20.13         |
| 广东 | 1842   | 0.025         | 79     | 0.001         | 171392   | 2.33          |
| 云南 | 5778   | 0.354         |        |               |          |               |
| 贵州 | 1951   | 0.24          |        |               |          |               |
| 新疆 | 1254   | 0.106         |        |               |          |               |

数据来源:基于社会调查的结果自行估算,未填数据的单元格主要是因为数值很小

#### (四)农业灾害救助体系

针对频繁出现的自然灾害风险,世界各国通用的农业灾害救助体系主要包括自然灾害救济费和农业保险两种模式。目前,我国主要借助于发放自然灾害救济费——传统的事后财政补助的农业灾害救助模式——对农业生产遭受的经济损失给予支持(见表3),而具有管理风险、实现收入转移等职

表 3 中国农业风险救助体系

| 年份   | 自然灾害救济支出 |             | 中国人民保险公司农业保险业务 |          |        |
|------|----------|-------------|----------------|----------|--------|
|      | 救济费(万元)  | 占 GDP 比重(‰) | 保费收入(万元)       | 赔款支出(万元) | 赔付率(%) |
| 1988 | 104051   | 0.70        | 11534          | 9546     | 82.8   |
| 1989 | 122708   | 0.73        | 12931          | 10721    | 82.9   |
| 1990 | 130717   | 0.70        | 19248          | 16723    | 86.9   |
| 1991 | 209302   | 0.97        | 45504          | 54194    | 119.1  |
| 1992 | 171418   | 0.64        | 81690          | 81462    | 99.7   |
| 1993 | 149016   | 0.43        | 82990          | 96849    | 116.7  |
| 1994 | 177204   | 0.38        | 50404          | 53858    | 106.9  |
| 1995 | 234754   | 0.40        | 49620          | 36450    | 73.5   |
| 1996 | 308271   | 0.45        | 57436          | 39481    | 68.7   |
| 1997 | 286724   | 0.39        | 71250          | 48167    | 67.6   |
| 1998 | 4115585  | 5.25        | 61721          | 47681    | 77.3   |
| 1999 | 355627   | 0.43        | 50820          | 35232    | 69.3   |
| 2000 | 352024   | 0.39        | 38700          | 30700    | 79.3   |
| 2001 | 410207   | 0.42        | 33100          | NA       | NA     |
| 2002 | 399927   | 0.38        | 48000          | NA       | NA     |
| 2003 | 529365   | 0.45        | 46000          | NA       | NA     |
| 2004 | 511066   | 0.37        | 39600          | NA       | NA     |

数据来源:中国农业统计年鉴(1985—2004年);李军, Francis Tuan 农业风险管理和政府的作用. 中国金融出版社, 2004: 115. 3 www.cei.gov.cn; NA = non available; 自然灾害救济支出主要包括气象、洪水、海洋、地质、地震、农作物病虫害和森林灾害七大类,且根据目前的统计数据很难将气象灾害相关的救助费单列出来

能的农业保险则一直处于比较落后的状况。这不仅和农业保险本身的特殊性(即高风险和高赔付率)有关,同时也是政府支持力度不够的结果。在我国,目前除免征种植险和养殖险这两种农业险种的营业税外,对农业保险几乎没有其他财政税收政策优惠,特别是没有保费直补,这使得农业保险经营处在两难境地:保险公司若按纯市场化原则厘定费率,农民则负担不起;如果根据农民目前的支付意愿卖保险,保险公司则赔付不起。

可喜的是,近 3年来,农业政策性保险受到了政府和社会的更多关注。2004年以来,中国保监会在上海、黑龙江、吉林等 9个省份启动了农业保险试点工作。目前,国内已设立了 4家农业保险公司。在最近发布的《国务院关于保险业改革发展的若干意见》中明确指出,要积极探索建立适合我国国情的农业保险发展模式,将农业保险作为支农方式的创新,纳入农业支持保护体系。据有关资料显示,2005年全国农业险保费收入达到 7.5亿元,同比增长 89%,初步改变了 1994年以来农业保险逐步萎缩的局面。

## 五、未来经济影响预测

目前,气候变化尚存在很大的科学不确定性,即从温室气体排放引起全球平均地面温度上升到海平面上升、降水分布变化等环节均存在很多的不确定因素,而相关经济变量(如价格)的未来变动也极具不确定性,这无疑给极端气候事件或气候变化的经济影响预测评估增加了难度。在这里,我们主要参考中国农科院利用英国 Hadley气候中心的区域气候模式系统 PRECIS的预测结果(林而达,2005),加上一定的假设,评估 2020年因气候变化对稻谷、小麦和玉米所造成的经济影响。

稻谷、小麦和玉米是我国的 3种基本农作物,它们未来的长期价格变动具有不确定性,作为社会经济发展所需的生产生活必需品,它们具有与其他商品不同的经济属性。一般认为,这类商品的需求量缺乏弹性,即不能对价格变化做出及时反应。同时,由于生长周期比较长和可耕用土地的限制,它们的供给也缺乏弹性。根据相关的经济学理论并结合 20世纪 80年代以来中国的通货膨胀率和农产品的价格变化趋势,我们假定未来 15年稻谷、小麦和玉米这 3种主要农作物的年均价格指数维持在 105%左右(104%~106%),还有,假设目前的农作物播种时间和栽培品种保持不变,这样我们试着对 2020年气候变化所引起的农作物平均产量变动(相对于基准年 1961—1990年)做出相应的经济影响估计(2000年不变价格)。

结果显示如果不考虑 CO<sub>2</sub> 肥效作用,2020年这 3种农作物在 A2\* 和 B2\*\* 两种情景下的产量都会由于气候变化而降低,雨养条件下减产幅度更大。在 B2情景、雨养和未考虑 CO<sub>2</sub> 肥效作用条件下,稻谷、玉米和小麦将分别减产 5.3%、11.3%和 10.2%,预计相应的直接经济损失分别为 247亿元、199亿元和 213亿元,约占 2020年 GDP\*\*\* 的 1.84%,需要指出的是,这种损失只是考虑了气候变化趋势,并没有考虑将来可能发生的极端气候灾害事件。根据 IPCC 研究报告,极端气候事件预计随着全球气候的日益变暖发生的频率和量级将呈上升趋势,所以说如果将极端气候事件考虑进来,我国的农业和农村经济将面临更严重的不利影响和遭受更大的经济损失。

## 六、结论和建议

在我国主要的极端气候事件中,干旱和水涝是受其影响区域最广、发生最频繁的自然灾害。尽管

\* IPCC SRES的两个排放情景之一:全球经济发展很不平衡,世界人口持续增长,GHGs排放维持在中高水平

\*\* IPCC SRES的两个排放情景之一:区域性的可持续发展,世界人口缓慢但持续地增长,GHGs排放维持在中低水平。根据我国目前所确立的 2020年国民社会经济中长期发展战略,B2这种情景模式可能更接近中国将来的发展状况

\*\*\* 中共十六大报告提出,在优化结构和提高效益的基础上,国内生产总值到 2020年力争比 2000年翻两番,将达到 357872亿元(2000年 GDP为 89468亿元)

采取了一系列的抗灾、救灾措施,但这些灾害仍然给我国的经济造成巨大损失,而这些损失主要集中在农业部门。通过以上的分析并结合其他有关经济资料,不难看出,不同地区对极端自然灾害事件的适应能力不同,适应性措施在一定程度上可有效降低区域的脆弱性。在西部欠发达高脆弱性地区(如内蒙古、宁夏、甘肃、山西、陕西等),用于适应性能力建设的投入非常有限,这使得这些地区遭受自然灾害严重影响(主要是旱灾)的可能性大大加强,一旦发生灾害,损失程度将会非常严重。相比之下,东部沿海地区由于经济发达能够投入足够的财力进行适应性设施的建设,这在一定程度上增强了抵御极端气候事件(强降水和热带气旋)的能力。

科学研究表明,在全球气候变化的大背景下,极端气候事件引起的旱灾、水灾和台风等自然灾害的发生频率和强度将会增加,也将对农业和农村经济产生更为严重的影响。为应对可能发生的极端气候事件带来的灾害风险,我们应该进一步加强水利基础设施建设,提高防洪、抗旱、供水能力及其应变能力,并将气候变化对水资源承载能力的影响作为约束条件考虑。针对气候条件敏感而脆弱性强的农业领域,可以改进农作物的品种布局,有计划地培育和选用抗旱抗涝的作物品种,采用防灾、抗灾、稳产、增产技术,增强农业抗灾能力,并加强农村基础设施建设。同时,我们应该认识到农业保险具有管理风险、收入转移等功能,是实现对农业的支持与保护的一项重要手段,也是WTO规则所允许的“绿箱政策”。不仅如此,我们应该在农村地区积极探索并逐步建立政策性农业保险与财政补助相结合的农业风险防范与救助机制,以保证农作物生产和农村经济的相对稳定。

尽管未来的气候变化具有很大的不确定性,但通过不断加强气候变化影响的评估研究,根据不同地区(如容易遭受旱灾的西北地区)不同领域(水资源、农业、生态系统和海岸带)制定合理的适应性措施,增强适应能力,这在一定程度上能够减轻气候变化对农业和农村经济的不利影响,对推进我国可持续发展战略的实施也将具有十分重要的作用。与此同时,通过改善能源消费结构,提高能源效率和加快清洁生产技术的研发应用等减缓措施也将有助于气候变化不利影响的降低。

#### 参 考 文 献

1. Du Bilan, Zhang Jinwen. Adaptation Strategy for Sea Level Rise in Vulnerable Areas along China's Coast. *Acta Oceanologica Sinica*, 2000, 19(4): 1~16
2. Lin Erda, Xiong Wei. Climate Change Impacts on Crop Yield and Quality with CO<sub>2</sub> Fertilization in China. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* (2005), 360: 2149~2154
3. 中国统计年鉴. 中国统计出版社, 1988—2006
4. 中国农产品价格调查年鉴. 中国统计出版社, 2005—2006
5. 中国农村统计年鉴. 中国统计出版社, 1988—2006
6. 中国气象灾害年鉴 2004. 气象出版社, 2004
7. 中华人民共和国气候变化初始国家信息通报. 中国计划出版社, 2004
8. 陈 迎. 气候变化的经济分析. *世界经济*, 2001(1)
9. 范代读, 李从先. 中国沿海相应气候变化的复杂性. *气候变化研究进展*, 2005, 1(3): 111~114
10. 胡鞍钢. 灾害与发展: 中国自然灾害影响与减灾战略. *环境保护*, 1998(10): 4~5
11. 林而达, 许吟隆等. 气候变化国家评估报告(II): 气候变化的影响与适应. *气候变化研究进展*, 2006, 2(2): 51~56
12. 秦大河, 陈宜瑜. 中国气候与环境变化(上下两卷). 科学出版社, 2005
13. 石 山. 调水还是造水: 关于我国水资源的忧思与遐想. *中国生态农业学报*, 2006, 14(1): 1~3
14. 张 强, 高 歌. 我国近 50年旱涝灾害时空变化及监测预警服务. *科技导报*, 2004(7): 21~24

责任编辑 方 静