

气候变化影响下我国农业经济评价问题探讨*

丑洁明^{1,2)} 封国林¹⁾ 董文杰³⁾ 叶笃正¹⁾ 陈会芝⁴⁾

1) (中国科学院大气物理研究所东亚区域气候—环境重点实验室, 全球变化东亚区域研究中心, 北京 100029)

2) (中国科学院研究生院, 北京 100039)

3) (国家气候中心, 北京 100081)

4) (民航飞行学院, 广汉 618307)

摘要 年代际的全球变化预测及其区域适应, 是一个属于自然科学和社会科学相互交叉领域的问题。作者将全球气候变化研究与经济学研究结合起来进行探索性思考, 提出了气候变化与人类经济活动相互关系的研究领域中4个有待探讨的问题, 并重点针对其中气候变化对我国农业的影响, 及气候变化影响下我国农业经济评价问题进行了探讨, 同时初步讨论了经济评估的验证问题。

关键词: 气候变化; 农业经济; 经济评价

文章编号 1006-9895 (2004) 02-0361-08 **中图分类号** P162 **文献标识码** A

1 引言

气候变化对世界经济发展带来的影响日益明显, 气候问题已经成为世界各国政府和科学家普遍关注的热点问题之一。

近20年来, 国际科学界先后发起了一系列关于全球变化的研究计划与活动(WCRP、IGBP、IHDP等), 取得了重要的成果, 进一步确认了主要温室气体浓度显著增加和全球气候变暖的事实, 对陆地生态系统在全球碳循环中的作用有了新认识。全球耦合气候模式和区域气候模式不断得到发展与改进, 目前已经有30余个全球耦合模式和区域气候模式试用于模拟和预测未来的气候变化趋势。根据动力模式给出的气候变化区域情景, 初步提出了气候变化对粮食生产、自然生态系统、水资源和沿海区域的可能影响及其脆弱性的评估意见和适应性措施。

我国对全球气候变化及其影响与适应对策的研究一直十分重视。自20世纪80年代以来, 我国科学家在政府的支持下开展了多方位的全球变化及其国际合作研究。2002年12月16日, 又启动了“气候变化国家评估报告及其支撑性研究项目”。叶笃正、符淙斌等指出, 开展全球变化研究的目的是为了认识人类赖以生存的环境是如何演变的, 并据此预测其将来的演化趋势, 进而讨论气候变化的人类响应问题, 同时提出了“有序人类活动”的概念^[1~4]。

研究表明, 当代气候与气候变化不仅是科学问题, 也是环境、社会、经济和政治

2004-02-16收到, 2004-04-13收到修改稿

* 中国科学院知识创新工程重要方向项目 KZCX3-SW-218 和国家重点基础研究发展规划项目 G1999043408

资助

问题。在人类关于气象的“预测”活动中,大量的、系统的努力都集中在天气和短期气候的预测。全球变化研究中的年代际预测在近年才受到越来越多的关注和重视。但这种趋势预测出来后,问题并没有终止,人们应当采取怎样的行动和措施以适应其变化,趋利弊害,这个不甚清楚的问题,需要进行专门的研究。因为天气和气候的预测只有导致人们行为有所改变才会对社会有实质性的贡献。事实上,这种预测应该并且必然地改变人们的一些行为。如果预测做出来后,人们行为没有任何变化,那么对这一预测的投入就是无效的,其“投入—产出”之比就是零。然而,根据预测,人们的行为应如何改变,这不只是自然科学问题,已经扩展到社会科学领域。从经济学的角度思考,人类的生产活动无不受到气象条件的影响和制约,而人类也在认识气象条件的基础上,相应地改变着自己的行为,适应气候和气候的变化。如何定量给出各种人类活动对气象依赖程度的大小,并给之以定量的评估和作出调适行动的对策,这已经进入了气象学、社会学等交叉科学的领域。

根据年代际的全球变化预测,人们的生产活动应如何改变以适应其变化,这是气象学与经济学的交叉领域研究的中心问题。目前的气象学研究,由于尚未普遍引入经济学的理论和方法,作出气象预测并减少预测的不确定性后就终止了;而经济学家则缺乏气候变化的概念,这就使得这一交叉领域的研究进展缓慢。叶笃正首先发现并提出了这一问题,他多次强调将气象学和经济学结合起来进行交叉研究的重要性和必要性。

针对气象学与经济学交叉领域研究的复杂性,我们认为这一领域目前至少有如下4方面的问题需要探讨:(1)根据全球变化的预测结果对社会生产的影响进行经济评价,并对其利弊进行分析;(2)针对预测结果研究提出趋利弊害的措施;(3)针对所能采取措施的“投入—产出”进行“成本—效益”的经济评估和可行性分析;(4)减少预测和经济评价本身的不确定性问题。由于预测有不确定性,完全准确的预报是不可能的,但可以要求预报人员提供所做的某种预测的可靠性(概率)。依据不同概率的预报提出最优措施,在概率意义下获得最大经济效益。这方面的投资在经济学上属于风险性投资。

鉴于研究问题的逻辑性、层次性和复杂性,本文主要讨论了未来全球气候变化对我国农业发展影响的经济评价,这种经济评价问题是以往的研究没有涉足到的,同时就如何利用历史资料对经济评价进行验证作了初步探讨。

2 气候变化与农业经济的关系

气候变化对我国农业发展影响的经济评价首先涉及到气候与农业发展的相互作用,它是一个复杂的互动系统。从当代农业经济学研究对象的角度思考,其中包括以下几对主要关系:全球气候变化与农业部门经济增长的关系,与农业资源合理配置的关系,以及在全球气候变化影响下农业部门与其他经济部门之间的协调和发展的关系。图1以粮食为例给出了它们之间关系的示意图。

从图1中我们可以看出,研究气候变化对农业经济影响是一个十分复杂的体系。本

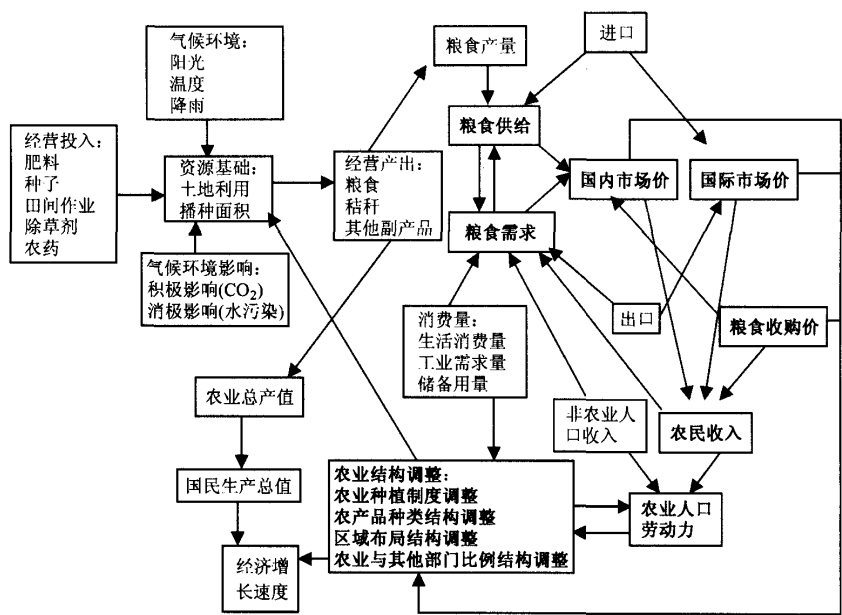


图1 气候变化与粮食生产经济关系

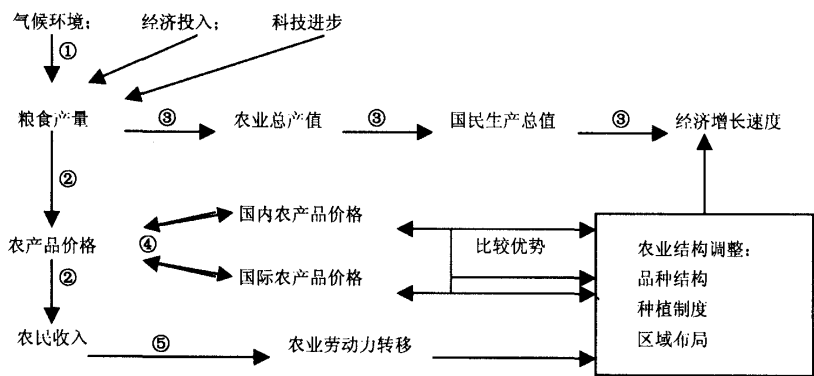


图2 简化的气候变化与农业经济关系

着抓住事物本质的原则，图1复杂的结构可以进一步简单概括为下列主要关系（图2）。

我国一些科学家在研究气候变化对农业的影响时，从气象学、气候学、地理学、农业学和地球物理学等角度，致力于理论和方法论的不断求索，探讨适应于气候变化的中国农业可持续发展的对策，取得了可喜的研究成果^[5~15]。其主要论述了过去、现在和未来气候变化对农作物产量的影响、对农业自然资源与条件的影响、对农业生产环境的影响以及对农业种植制度和农业生产潜力的影响。

从农业生态系统角度而言，研究表明温室效应可能有3方面的影响：首先，大气

中 CO_2 浓度的升高可能直接影响农作物和杂草的生长速率;其次, CO_2 引起的气候变暖可能改变温度、降水和日照分布、土壤湿度变化,并影响植物和动物的生产能力;第三是气候变暖引起的海平面上升使沿海农田被淹没和毁坏,并使沿海地区地下水含盐量增加。显然,这 3 方面的综合影响必将引起农业生态系统的改变。目前关于全球气候变化对世界农业的可能影响主要是根据温度变化来估计的,降水和土壤湿度的变化在某些地区只作适当的考虑^[8]。

从经济学的角度而言,自然生态因素的变化只是问题的一个方面,而经济要研究的是“生产什么、怎样生产以及为谁生产”的问题。也就是研究有限的资源怎样合理地、有效地配置,怎样调整资源配置以增进公平和效率,并使二者协调。农业的发展当然也是以此为研究对象和目标。

当前我国农业可持续发展的非常重要的一个表现,就是我国经济和人文因素发生了巨大的变化,农业面临着新的矛盾与问题。农村、农民和农业发展不平衡,农产品销路不畅、价格下跌,农民收入增加日益困难。我国农业生产究竟是“供需平衡、丰年有余”,还是生产能力已进入供过于求的时代,这已成为制定农业发展战略不能回避的问题。然而,关于全球变化对农业影响的研究若只限于自然约束与影响,不考虑社会经济因子的反应和互动,现实意义就不强,研究得出的结果难以面对中国农业的实际发展,亦难做出指导。这也是目前研究气候变化对农业影响所面临的新课题。

另外,还涉及到气候变化对农业影响的经济分析如何评估的问题。经济分析评价和估算气候变化对农业发展的影响,既要考虑生产者又要考虑消费者。经济分析一般要考虑变化条件对生产、消费、收入、国民生产总值(GDP)、就业以及农户价值的潜在影响。这些可能仅仅是反映社会经济状况的一部分指标,然而根据生产和消费理论,并不是所有社会系统都可以用经济模型很恰当的表达,特别不能完全照搬国外的经济模型来模拟中国的社会经济影响。

尽管目前国外有几种经济模型已用来进行气候变化的影响研究,包括农户、地区和国家水平的数学项目模式,以及地区、国家、国际水平的计量经济学模式。有些气候变化的影响采用现成的经济模型,这样相对容易也经济。但现有的经济模式大都没有考虑气候的长期变化及其预测结果,即没有考虑全球变化背景下评估经济发展及其可持续发展的动力模式。当然,我国在这方面的研究还是空白。

近年来由于自然科学的研究成果日益渗透到人类社会经济中,而经济学的研究也大量采用了科学数据的定量分析方法,二者正逐步“合流”,全球变化(气候变化)的经济影响之评价,是一个介于气候学与经济学之间的边缘交叉学科问题。经济评价的方法应是定性分析和定量分析的统一,要采用气候统计学和农业经济学相结合,“计量”成为经济评价的重要内容和基本要素。这里的“计量”就是应用气候统计和经济数学的方法,对农业发展状况和农业经济实践的结果赋予量的规定。其目的在于准确地评价气候变化影响的大小,为最佳适应变化的方案提供依据。

因此,研究气候变化对中国农业发展乃至整个经济的影响,必须创建新理论,提出新方法,并为此构建一些新的研究模式,特别是加入气候因子的经济模式和考虑经济因素的气候变化影响评估模式,甚至气候模式与经济模式的嵌套模式。

3 经济评价的对象问题

气候变化对我国农业发展影响的经济评价定位在年代际时间尺度上，即 20~50 年。这有别于目前国内外单个农作物例如玉米、小麦的生长模式。也就是说要研究未来 20~50 年时间里全球气候变化背景下，我国农业发展受到可能影响的经济计量上的度量大小。

这里“经济评价”中“经济”的含义是指国民经济所产生影响的经济意义，“经济”不仅是质的概念，而且是“量”的概念。“气候变化影响的经济评价”并不直接去研究气候变化本身，而是将气候作为一个经济因子来研究它对经济发展的影响，也就是从社会经济角度来研究气候的经济问题。

农业是国民经济的基础产业，影响农业发展状况的因子很多。参与农业生产过程和影响其发展的要素，按其性质不同，大体上可以分为 2 类：第 1 类是人们难以控制的自然因素，如光能、温度、降水、气候变化等，它是农业发展过程中不可缺少的影响要素。第 2 类是人们可以控制的因素，可归结为土地、劳动力、资金、技术、农业发展政策等等；这类要素在农业发展中不断变化，对农业发展的影响非常敏感，并对农业发展起十分重要的作用。农业发展的经济状况，是一个非常复杂的系统和现象，它是诸多因素相互影响、相互作用的动态过程，是动态互动的结果。气候因子是诸多因素中的一个重要因素。

研究“气候”这一因子对农业发展的影响，并就其影响进行经济评价。其方法就是假设在其他非气候因子变化既定的情况下，农业发展会有一个状态，（这时并未考虑气候变化），加上气候因子的变化，农业发展状态会发生另一种改变，这种改变就是我们要研究的“经济评价”（图 3、图 4）。

我们要研究的是未来 20~50 年间气候因子变化与不变情况下的农业经济增长及发

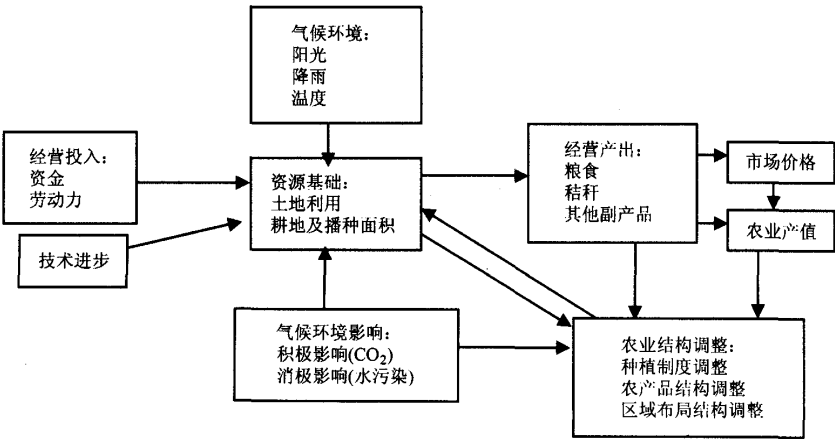


图 3 一个简单的耕作系统投入产出示意图

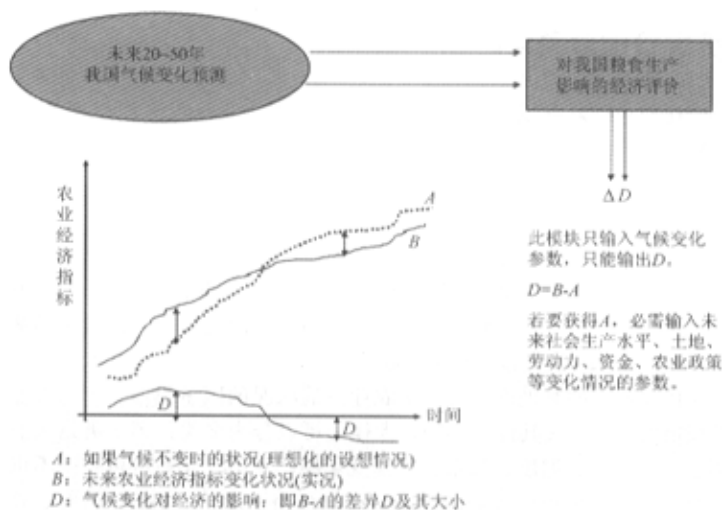


图4 经济评价对象示意图

展状态之间的差异。也就是说, 如果假设气候因素不变而非气候因素变化的情况下农业发展状况是A, 而气候因素变化, 非气候因素也在变化的情况下农业发展状况是B, 我们要研究的是B-A的差异及其大小, 这个差异是有利还是有弊, 是损失还是收益, 并分析各地区的利弊损益度量有多大。我们将这个差异称为D, $D=B-A$, 可以定义D即是气候因素变化对农业发展影响的经济评价。

设E为某一经济指标, C为气候状况, K为C以外的其他所有非气候因子, $E=E(C, K)$ 。设

$$T=T_0 \text{ 时, } C=C_0, K=K_0, (T \text{ 表示时间})$$

$$T=T_1 \text{ 时, } C=C_0+\Delta C, K=K_0+\Delta K.$$

经济学家研究E从 T_0 到 T_1 变化时, 视气候因素C不变, 即

$$E(C_0, K_0+\Delta K) - E(C_0, K_0), \text{ 记为 } \Delta E(K),$$

气象学家研究E从 T_0 到 T_1 变化时, 视非气候因素K不变, 即

$$E(C_0+\Delta C, K_0) - E(C_0, K_0), \text{ 记为 } \Delta E(C),$$

如上所述, 本文要评估的是D, 即

$$D = E(C_0+\Delta C, K_0+\Delta K) - E(C_0, K_0+\Delta K).$$

那么, D与气象学家评估的 $\Delta E(C)$ 是否相同? 如果E对C、K而言是一个线性系统, 则C、K两个因素变化造成的效果等于单独变化效果之和(线性叠加原理), 于是有

$$\begin{aligned} & E(C_0+\Delta C, K_0+\Delta K) - E(C_0, K_0) \\ &= [E(C_0+\Delta C, K_0) - E(C_0, K_0)] + [E(C_0, K_0+\Delta K) - E(C_0, K_0)], \end{aligned}$$

由上式易见有

$$\begin{aligned} D &= E(C_0+\Delta C, K_0+\Delta K) - E(C_0, K_0+\Delta K) \\ &= E(C_0+\Delta C, K_0) - E(C_0, K_0) = \Delta E(C), \end{aligned}$$

这意味着我们评估的 D 与气象学家评估的 $\Delta E(C)$ 是相同的。但是我们知道, 实际上 E 对 C 、 K 而言不是一个线性系统, 于是线性叠加原理不成立, 两个因素变化所造成的效果, 并不等于它们单独变化所造成的效果之和, 即 $D \neq \Delta E(C)$ 。我们评估的 D 与气象学家评估的 $\Delta E(C)$ 不同, 他们之间的差异反映系统非线性的程度。

我们研究的科学问题及成果, 希望能使经济学界修正标准农业经济理论关于农业经济发展的某些公理性假设 (如把大量的不可控自然要素投入, 如光能、温度、降水、气候变化等, 作为既定的条件加以舍弃), 可更加逼近真实农业经济发展状况, 这样做, 可能使农业经济学对现实的解释力得以提高, 可能使全球变化研究运用于社会经济发展尤其是农业可持续发展中, 成为实现农业可持续发展的重要前提条件和参考因子。

4 经济评价的验证问题

假设我们找到了气候变化指标 ΔC 与经济指标 ΔE 之间的关系即 $\Delta E = E(\Delta C)$ 。当我们用气候模式作出了未来 20~50 年我国气候变化预测时, ΔC 便为已知的了。于是由 $E(\Delta C)$ 可以获得 ΔE 。问题是这样得到的 ΔE 可信度如何?

我们认为可以用历史资料进行验证, 就像天气数值预报和短期气候预测那样。对于年代际的气候变化, 作者注意到, 众多的研究表明 1978 年前后有一次突变, 如东亚乃至全球大气环流在 1979 年发生了突变^[16~22], 对流层 850 hPa 温度和平流层低层 1979 年以后发生明显变化, 西太平洋副热带高压在 1979/1980 年发生了一次明显的年代际尺度变化, 近 20 年与 1977 年前相比, 华北降水的季节分布也发生了变化, 在年代际变化尺度上, 1977 年前后高原大气热量源汇明显具有突变特征, 海温在 20 世纪 70 年代后期发生了突变。于是, 可以用 1959~1978 的资料对 1979~1999 年的 ΔE 进行预测 (依据已知的 ΔC), 再将预测的 ΔE 与实况 ΔE 进行比较便可进行验证。对于农业而言, 有趣的是 1978 年前后, 我国的农业政策也有一个突变。这两个突变点的一致当然是一种巧合, 这个巧合对于气候变化对我国农业影响的经济评价的验证, 显然是一件令人高兴的事。

参 考 文 献

- 1 叶笃正, 人类活动引起的全球气候变化及其对我国自然、生态、经济和社会发展的可能影响, 中国科学院院刊, 1986, 1, 112~120.
- 2 叶笃正、符淙斌, 全球变化的主要科学问题, 大气科学, 1986, 18 (4), 498~512.
- 3 Ye Duzheng, Fu Congbin, Ji Jinjun, Dong Wenjie, Lu Jiahua, Wen Gang, and Yan Xiaodong, Orderly human activities and survival condition, *Advanced in Earth Sciences*, 2001, 16 (4), 453~640.
- 4 叶笃正、符淙斌、董文杰, 全球变化科学进展与未来趋势, 地球科学进展, 2002, 17 (4) 467~469.
- 5 安芷生、符淙斌, 全球变化科学的进展, 地球科学进展, 2001, 16 (5), 671~680.
- 6 赵宗慈, 人类活动与温室气体增加对全球和中国气候变化的影响, 气候变化对中国农业的影响, 北京: 北京科学技术出版社, 1993, 19~35.
- 7 穆穆、李建平、丑纪范等, 气候系统可预报性理论研究, 气候与环境研究, 2002, 7 (2), 227~235.
- 8 林而达主编, 气候变化与农业可持续发展, 北京: 北京出版社, 2001, 323 pp.
- 9 邓跟云主编, 气候变化对中国农业的影响, 北京: 北京科学技术出版社, 1993, 466 pp.

- 10 王馥堂, 气候变化对我国农业影响的研究, 北京, 气象出版社, 1996, 142 pp.
- 11 陆雅海、朱华潭, 全球气候变化对我国农业的影响与对策, 世界农业, 1996, **8**, 41~43.
- 12 王绍武、蔡静宁、朱锦红等, 中国气候变化的研究, 气候与环境研究, 2002, **7** (2), 137~145.
- 13 Adams, R. M., Global climate change and agriculture: An economic perspective, *American Journal of Agricultural Economics*, 1989, **71**, 17~29.
- 14 Helms, S., R. Mendelsohn, and J. Heumann, The impact of climate change on agriculture, *Climatic Change*, 1996, **33**, 1~6.
- 15 Rosenzweig, C., and M. Parry, Potential impacts of climate change on world agriculture, *Nature*, 1994, **367**, 133~138.
- 16 彭加毅、孙照渤、朱伟军, 70 年代末大气环流及中国旱涝分布的突变, 南京气象学院学报, 1999, **22** (3), 300~304.
- 17 徐建军、朱乾根、周铁汉, 近百年来东亚季风的突变性和周期性, 应用气象学报, 1999, **10** (1), 1~8.
- 18 任福民、翟盛茂, 1951~1990 年中国极端气温变化分析, 大气科学, 1998, **22** (2), 217~227.
- 19 龚道溢、何学兆, 西太平洋副热带高压的年代际变化及其气候影响, 地理学报, 2002, **57** (2), 185~193.
- 20 戴新刚、汪洋、张培群、丑纪范, 华北降水频谱变化及其可能机制分析, 自然科学进展, 2003, **13** (11), 52~59.
- 21 孙燕、王谦谦、钱永甫、张友, 华北四季降水特征及与我国其他地区降水的联系, 南京气象学院学报, 2002, **25** (4), 503~509.
- 22 赵平、陈隆勋, 35 年来青藏高原大气热源气候特征及其与中国降水的关系, 中国科学 (D 辑), 2001, **31** (4), 227~332.

A New Approach on the Economy Evaluation of Influence on China Agriculture by Climate Change

Chou Jieming^{1,2)}, Feng Guolin¹⁾, Dong Wenjie³⁾, Ye Duzheng¹⁾, and Chen Huizhi⁴⁾

1) (Key Laboratory of Regional Climate-Environment for Temperate East Asia,
Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences;

START Regional Center for Temperate East Asia, Beijing 100029)

2) (Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039)

3) (National Climate Center, Beijing 100081)

4) (China Civil Aviation Flight College, Guanghan 618307)

Abstract Based on the prediction to global change on inter-decadal scale, how people change their own action to adapt the change is the cross subject involved in natural sciences and social sciences, and needs to go on specialized research. Combining the research of global climate change and economy, four aspects belonged to mutual relation between climate change and human economic activities are pointed out. Aiming at the influence on China agriculture for climate change, a new method to study the economy evaluation of influence on agriculture by climate change is highlighted, and the verification to this kind of economy evaluation is discussed elementarily.

Key words: climate change; agriculture economy; economy evaluation