



张建宇 孙 芳 王 昊 / 主编

清洁农作和林作 在低碳经济中的作用

农业温室气体减排和市场机制在中国的实践

**Harnessing Farm and
Forest in the Low-Carbon Economy:**

Practice of agricultural GHG reduction and
market mechanism in China

中国环境科学出版社

Harnessing Farm and Forest in the Low-Carbon Economy:
Practice of agricultural GHG reduction and market mechanism in China

清洁农作和林作在低碳 经济中的作用

——农业温室气体减排和市场机制在中国的实践

张建宇 孙 芳 王 昊 / 主编



中国环境科学出版社 · 北京

图书在版编目 (CIP) 数据

清洁农作和林作在低碳经济中的作用 / 美国环保协会中国项目 编著. —北京: 中国环境科学出版社, 2012.9

ISBN 978-7-5111-1034-3

I. ①清… II. ①美… III. ①有害气体—污染防治 IV. ①X511

中国版本图书馆CIP数据核字 (2012) 第142822号

责任编辑 朱丹琪 赵惠芬

责任校对 扣志红

装帧设计 彭 杉

出版发行 中国环境科学出版社

(100062 北京东城区广渠门内大街16号)

网 址: <http://www.cesp.com.cn>

电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn

联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)

发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印装质量热线: 010-67113404

印 刷 北京东海印刷有限公司

经 销 各地新华书店

版 次 2012年9月第一版

印 次 2012年9月第一次印刷

开 本 787×1092 1/16

印 张 12

字 数 176千字

定 价 75.00元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

编 委 会

主 编 张建宇 孙 芳 王 昊

编 委 (按姓氏拼音排序)

靳乐山 金 琳 林 红 邵志军 王阳峰 许月英
Zach Willey (美)

参编人员 (按姓氏拼音排序)

陈 欢 丁黎明 孙建阁 王 蕾 温晓霞 谢培良
杨 飞 袁冬贞 张 宏 张世军 赵 勇

序

越来越多的科学研究表明：21世纪，气候变化可能影响全球的农业生产，特别是对已经处于饥饿和贫困威胁的脆弱地区影响更大。这些影响或许已经显现：2010年，俄罗斯遭受100多年来最严重的干旱，限制了粮食出口；2011年，非洲之角也面临近60年来最严重的干旱，造成很多国家粮食短缺。中国区域性的干旱和洪涝也交替发生，要实现粮食丰收，必须要克服气候变化的不利影响。而现在全球的一些农事活动，包括土地清理，不能有效地利用农业投入和有机废物，从而使农业和粮食供应链成为对全球温室气体排放最大的贡献者之一。

鉴于农业在人类生存和生计中的基础作用，农业必须适应气候变化并减少排放，对于全球、特别是发展中国家的决策者来说，始终要把农业发展放在优先地位是显而易见的。尽管科学评估的结论显示，面对气候变化，主要粮食安全的挑战还在将来，但农业始终被列为《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）的重要目标。

在全球气候变化的背景下，如何提高农业适应气候变化的能力，以最大限度地降低气候变化对农业的不利影响，是当今现代农业发展面临的重要命题。也正是在这种背景下，气候智能型农业的提出得到很多发展中国家的响应。专家们的呼吁集中于气候智能型农业必须要反映在国家的适应和减缓气候变化计划中，对发达国家这意味着要建立激励机制和市场机制，使农业更多产、更有效，使公共和私人投资投向可持续的实践，对于发展中国家这意味着要增加农业开发投资，强调气候智能型实践和粮食安全。

农业是我国国民经济的基础产业，保证充足的粮食供应以满足未来几十年人口的继续增长依然是我国农业的艰巨任务，由于国土面积大、生态类型多，我国农业

极易受到气候变化的严重的不利影响，同时又是一个重要的温室气体排放源。根据《中华人民共和国气候变化初始国家信息通报》的官方正式数据，1994年我国农业温室气体排放量占温室气体总排放量的17%，农业CH₄排放量占我国CH₄总排放量的50%，农业N₂O排放量占我国N₂O总排放量的92%。许多研究表明，农业的温室气体排放继续增加，会影响农业的可持续发展。此外，农业生产、运输过程中的能源消费的增加也是不可忽视的。

为了“在保证粮食安全和主要农产品有效供给的同时，通过减量化、再利用、资源化等方式，降低能源消耗，减少污染排放，提升农业可持续发展能力”（农业部，2011），2005年以来，美国环保协会通过与我国地方政府合作，在中国西部农村地区开展了农业温室气体减排和交易项目试点，帮助一些发达国家企业实现温室气体减排。在地方政府相关部门的协调和指导下，农民采用滴灌、测土配方施肥、使用沼气、种植红柳、梭梭等手段，不但保护和改善了生态环境、增加了作物产量，还达到减少温室气体排放的效果。同时，将这些减排指标出售给国外买家，降低了引进现代农业发展模式的成本，增加了农民收入，初步建立了通过国际合作实现自愿减排温室气体的实施体系。

本书重点论述了气候变化对农业、农村的影响和国内外实施的应对气候变化的措施，特别是通过市场机制的措施，以及碳市场的概念和各类碳市场的运行状况；着重论述了农林业温室气体减排交易的基本技术原则、技术体系与实施的技术方法步骤，以及农业温室气体减排和交易项目的管理方法和运行管理实施步骤；并通过介绍美国环保协会在新疆、四川和陕西与地方合作开展的农业温室气体减排和交易项目案例，给出了在地方实施农业温室气体减排和交易的具体做法和运作经验，为希望开展此类项目的地区提供了很好的参考与借鉴。

我相信，这本书能为农业领域温室气体减排及交易的实施、现代农业技术的引入、农村地区生态环境的改善、农业可持续发展及农民收入的增加与扶贫起到重要的推动作用，同时也可以为我国实现自主的温室气体减排目标贡献力量。

中国农业科学院

农业与气候变化研究中心主任 林而达

Foreword

Climate change is the most difficult problem confronting humanity today. Climate change resulting from the buildup of greenhouse gases in the atmosphere is accepted by the scientific community as a real and present threat to our livelihood. At the same time, slowing and reversing the rate of emissions growth, will require serious action by governments, companies, and individuals. Large scale reductions of greenhouse gas emissions will be required across the many sources in our diverse global economy. One part of the economy often neglected in the fight against climate change is agriculture, the most weather sensitive sector of all. Yet, there is huge potential for farmers to take actions to reduce greenhouse gas emissions, improve resource productivity, increase revenue, and create a more robust agriculture.

Farmers can modify agricultural production practices to reduce greenhouse gases. For example, soil testing combined with crop requirements allows the formulation and application of more precise fertilizers which reduce nitrous oxide, a very potent greenhouse gas. Changing irrigation and crop residue practices in rice cultivation reduce methane emissions. Methane discharges can also be reduced by processing agricultural and livestock wastes into biogas which can be used as a clean household cooking fuel. Afforestation, or the planting of trees or indigenous shrubs on currently non-forested lands, can transfer large volumes of carbon dioxide from the atmosphere to carbon storage in biomass, soils, and

harvested products. Taken together, these activities can have a substantially favorable impact on the greenhouse gas balance sheet. And if farmers can be compensated for their actions to reduce emissions or sequester greenhouse gases, they can benefit economically from these efforts.

EDF began field work evaluating the efficacy and practicality of these practices in Xinjiang, Sichuan and Shaanxi provinces in 2005. By applying biogas digesters, drip irrigation, tamarisk planting, and precise fertilizer use, farmers reduced GHG emissions, increased crop yield and protected local ecosystems. With EDF's efforts, the resulting greenhouse reductions credits were quantified, verified and sold to buyers who voluntarily wanted to reduce their carbon footprint. The economic benefits of these practices can also contribute to alleviating poverty.

This book provides background on climate change, the carbon market, and the interactions of climate change and agriculture. It collects the experiences from the three pilot provinces in managing and implementing rural greenhouse gas reduction and trading projects. The book also explores the linkage between poverty alleviation and the rural greenhouse gas reduction and trading project.

With the launch of the 12th Five Year Plan, the Chinese government has established a national carbon intensity reduction target, low carbon economy zones, and carbon trading pilots. China's rural sector can play an important role in each of these initiatives. By introducing real world experience in China in reducing rural greenhouse gases emissions and the resulting economic benefits, I believe this book will serve as a good guide for those who want to develop rural greenhouse gas reduction and trading projects in China, and those who want to help Chinese farmers reduce poverty through the trading of rural greenhouse gas reductions. It is critical for our common future that these initiatives succeed.

Dan Dudek

Vice President

Environmental Defense Fund

前 言

全球气候变化是国际社会普遍关注的热点问题，且气候变化已经对人类社会的经济发展、生态与环境等诸多方面产生了不利影响，农业就是其中之一。气候变化引起的极端天气事件造成农业灾害，影响农业生产和粮食价格；与此同时，农业生产也影响着气候变化。联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）指出，农业温室气体排放在全球温室气体排放总量中约占14%。对于中国广大的农村地区，气候变化对于相对贫困的中国农民的生产和生活影响更大，但勤劳的中国农民也希望通过自己的努力为减缓全球变暖贡献力量。

为了在应对气候变化减少温室气体排放的同时，把对经济发展的影响降低到最低程度，碳市场和碳交易出现了。在全球范围内，碳市场逐渐壮大，我国的碳市场方兴未艾，越来越多的人开始了解并介入碳市场和碳交易。并且，自愿温室气体减排和交易在我国也开始被关注，并产生越来越多的自愿减排和交易项目。

农业温室气体的自愿减排和交易试点项目是美国环保协会和项目地地方政府合作的一种新的尝试，也是在我国的第一次。项目希望通过改变传统的农业耕作方式，在农业生产领域减少温室气体排放，帮助项目地提高农业可持续发展能力并应对气候变化，并通过自愿交易获得一定的经济收益，在一定程度上增加参与项目农民的收入，起到扶贫的效果。

本书分为十章。第一章介绍了气候变化的科学知识和各国应对气候变化的行动和相关政策法规；第二章介绍了气候变化对农业和农村的影响；第三章阐释了碳市场的概念和分类，全球碳市场的发展状况以及我国碳市场的发展进程，和农业碳市场的发展状况；第四章介绍了农林业温室气体减排类型和监测计量的原则及技术方

法；第五章阐述了农业温室气体减排和交易项目在中国的操作；第六章介绍了美国农业温室气体减排项目的案例和经验；第七、八、九章分别由陕西、四川和新疆三个项目地介绍了他们在项目实施过程中的经验和问题；第十章对农业温室气体减排和交易项目对扶贫的作用进行了展望。

本书的编者们希望通过这些介绍让更多的读者了解农业温室气体减排和交易的理念、政策要点、主要技术原则和方法、项目的组织和实施方法，并对项目实施过程中潜在的问题有一定程度的理解。希望本书能在农业温室气体减排和交易项目推广方面起到促进作用，让我国更多的地区参与到项目中，在减少温室气体排放的同时，获得社会、经济和环境效益。

本书第一章和第三章由金琳编写，第二章和第四章由孙芳编写，第五章由王昊编写，第六章由Zach Willey、王蕾编写，第七章由王阳峰、孙建阁、杨飞、温晓霞、袁冬贞编写，第八章由邵志军、丁黎明、陈欢、谢培良、张宏编写，第九章由许月英、张世军编写，第十章由靳乐山、赵勇编写。

书中不足和疏漏之处在所难免，欢迎读者批评指正。

编者

2012年2月

目 录

第一章 气候变化及温室气体减排	1
1.1 气候变化科学概念的由来	1
1.2 全球应对气候变化的行动	3
1.3 气候变化国际国内政策	6
第二章 气候变化与农业、农村	18
2.1 气候变化对农业的影响	18
2.2 农业、农村减缓气候变化影响的主要措施	24
第三章 全球碳市场与农村	27
3.1 碳市场的概念	27
3.2 强制性碳市场	30
3.3 自愿减排市场	34
3.4 中国农业、农村领域的碳市场发展现状	37
第四章 农林业温室气体减排交易的技术支持系统	42
4.1 农林业温室气体减排的定义和类型	42
4.2 农林业温室气体减排交易	42

4.3 农林业温室气体减排量监测计量的基本原则	43
4.4 农林业温室气体减排量计量的技术步骤	45
4.5 交易合同拟定的方法	53
第五章 农业温室气体减排交易项目的操作	55
5.1 项目的组织和关键要素	55
5.2 农业温室气体减排交易项目的实施与管理	57
第六章 美国农业温室气体减排案例研究	64
6.1 精准农业/西北部	64
6.2 免耕农业/中西部	67
6.3 灌溉效率/加利福尼亚州	70
6.4 水稻种植中的水和残茬管理/路易斯安那州	73
6.5 造林/松树/爱达荷州	75
6.6 牲畜甲烷管理/纽约	77
第七章 陕西农业温室气体减排项目	80
7.1 陕西农业基本情况	80
7.2 项目简介	81
7.3 项目运作模式及工作流程	82
7.4 项目成果及经验体会	89
7.5 存在的问题及建议	92
附件	93
1 陕西省沼气池及配套设施建设和应用技术要点	93
2 项目协议样板	97
3 记录表格样板	107

第八章 四川省农村温室气体减排及交易项目	112
8.1 四川省情	112
8.2 项目概况	113
8.3 三种减排方式技术描述	117
8.4 项目管理	125
8.5 项目效益分析	131
第九章 新疆农业温室气体减排项目	135
9.1 项目背景	135
9.2 项目区自然环境概况和经济、社会概况	136
9.3 项目实施概况	137
9.4 项目的组织管理	140
9.5 项目工程设计技术要求与效果	143
9.6 项目指标的完成情况	148
9.7 最终减排量认证与交易	149
9.8 项目综合效益分析	149
9.9 取得的主要经验	151
第十章 气候变化与扶贫	155
10.1 中国贫困现状与扶贫发展	156
10.2 扶贫与气候变化	165
参考文献	170

第一章 气候变化及温室气体减排

1.1 气候变化科学概念的由来

气候变化是指气候平均状态随时间的变化，即气候平均状态和离差（距平）两者中的一个或两个一起出现了统计意义上的显著变化。离差值越大，表明气候变化的幅度越大，气候状态越不稳定。

工业革命以来，人类在享受物质财富急速膨胀的同时，气候变化问题日渐浮现，应对气候变化的紧迫性和重要性逐渐被人们正视。在气候变化问题产生之初，对于人类活动对全球气候产生的干扰，气候变化是否造成严重的甚至不可逆转的破坏风险，以及人类是否应该采取行动应对等问题存在很多疑问。1988年，联合国环境规划署和世界气象组织共同成立了“政府间气候变化专门委员会”（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）。IPCC汇集了世界各地的专家对气候变化及其影响的定期评估，迄今为止发表了四次关于气候变化问题的评估报告。IPCC报告是气候变化问题最权威的鉴定，是人类对气候变化科学认识的逐步深入的重要表现。

1990年IPCC第一次评估报告^[1]指明了气温升高的危险：人类活动产生的各种排放正在使大气中的温室气体浓度显著增加。这些温室气体包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氯氟烃（CFCS）和一氧化二氮（N₂O）。温室气体浓度显著增加将使温室效应加强，平均来说就是使地表温度升高。报告计算出，过去增强的温室

效应有一半以上是由CO₂造成的,今后可能依然如此。报告得出结论:过去100年来,全球平均地面气温已经上升0.3~0.6摄氏度,且全球平均最暖的五个年份均出现在20世纪80年代。与此同时,全球海平面升高10~20cm。

1995年IPCC第二次评估报告^[2]用充分的证据清楚地表明人类对全球气候的影响:大气中温室气体浓度自工业化前时代(大约是1750年)以来显著增加,二氧化碳(CO₂)的浓度从280ppm^①增加到近360ppm,甲烷(CH₄)的浓度从700ppb^②增加到近1 720ppb,一氧化二氮(N₂O)的浓度从275ppb增加到近310ppb。以上趋势可以很大程度上归因于人类活动,包括化石燃料的使用、土地利用变化和农业活动。温室气体的增加导致大气和地表变暖。

2001年IPCC第三次评估报告^[3]用新的、更强的证据表明过去50年观测到的大部分增暖“可能”归因于人类活动:检测和原因判别研究一致发现,过去35~50年气候记录中的人为信号证据。由于人类活动,20世纪内大气温室气体浓度及其辐射强度已经增加。几乎所有种类的温室气体浓度在20世纪90年代达到最高,而且还在继续上升。1750—2000年,CO₂浓度增加了31%±4%,CH₄浓度上升了151%±25%。这种增加的速率是空前的。在过去的1 000年中,20世纪的温度增加可能是任何100年中最大的,20世纪90年代可能是最暖的十年。

2007年IPCC第四次评估报告^[4]指出:自1750年以来,全球平均气温和海温升高、大范围雪和冰融化以及海平面上升,气候变化已成为不争的事实。由于人类活动,全球大气CO₂、CH₄和N₂O浓度已明显增加,目前已经远远超出了根据冰芯记录测定的工业化前几千年中的浓度值。2005年大气中CO₂和CH₄的浓度已远远超过了过去650 000年的自然范围。

之所以把气候变化称之为问题,是因为它已经给人类带来了各种各样的气候灾害,包括海平面上升所导致的岛国迁移、极端恶劣天气的增加、大规模干旱和森林大火等,而因此所带来的经济损失也是惊人的。IPCC第四次评估报告第一工作组决策者摘要指出,过去100年(1906—2005年)地球表面的平均温度已经上升了0.74±0.18摄氏度。如果不采取任何行动,到21世纪末,地表平均温度将比1990年

① ppm=part per million,百万分之一,体积浓度。

② ppb=part per billion,10亿分之一,体积浓度。

增加1.1~6.4摄氏度。根据前世界银行首席经济学家斯特恩主持完成的《斯特恩报告》分析,如果人类任由全球气温继续升高,那么保守估计气候变化每年带来的危害相当于每年损失全球国内生产总值(Gross Domestic Product, GDP)的5%,如果考虑到更广泛的风险因素这一数字将达到20%。

1.2 全球应对气候变化的行动

随着气候极端事件、异常事件的增多,科学研究对气候变化问题的逐渐深入,国际社会越来越深刻地认识到,人类活动所产生的温室气体已经威胁到人类社会的安全与发展。温室气体排放是局域性的,但排放后果的承担却是全球性的。为了有效应对气候变化问题,国际社会于1992年通过了《联合国气候变化框架公约》(United Nation Framework Convention on Climate Change, UNFCCC,以下简称《公约》),《公约》的目标是将大气中温室气体的浓度稳定在防止气候系统受到危险的人为干扰的水平上,并且其明确规定发达国家和发展中国家之间负有“共同但有区别的责任”。

由于《公约》只是一般性地确定了温室气体减排目标,没有法律约束力,无法实现《公约》的最终目标。因此,1997年在日本京都召开的《公约》第三次缔约方大会通过了《京都议定书》,规定了《公约》附件一缔约方(通常指发达国家)要实现量化的温室气体限制和减少排放的承诺,即在《京都议定书》第一承诺期(2008—2012年)期间,附件一缔约方的温室气体排放量要在1990年水平上平均减少5%。温室气体的种类包括二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、一氧化二氮(N₂O)、氢氟碳化物(HFCs)、全氟化碳(PFCs)和六氟化硫(SF₆),减排的部门/源类别包括能源、工业、溶剂和其他产品的使用、农业和废物。各附件一缔约方在《京都议定书》第一承诺期的减排承诺见表1.1。《京都议定书》应在不少于55个《公约》附件一缔约方,这些缔约方合计的CO₂排放量至少占附件一所列缔约方1990年CO₂排放总量的55%条件下,且这些附件一缔约方已经交存其批准、接受、核准或加入的文书之日后第九十天起生效。《京都议定书》最终于2005年2月16日正式生效。

表1.1 《公约》附件一
缔约方在第一承诺期量化的限制或减少排放的承诺

缔约方	量化的限制或减少排放的 承诺 (基准年或基准期 百分比)	缔约方	量化的限制或减少排放的 承诺 (基准年或基准期 百分比)
澳大利亚	108	列支敦士登	92
奥地利	92	立陶宛*	92
比利时	92	卢森堡	92
保加利亚*	92	摩纳哥	92
加拿大	94	荷兰	92
克罗地亚*	95	新西兰	100
捷克共和国*	92	挪威	101
丹麦	92	波兰*	94
爱沙尼亚*	92	葡萄牙	92
欧洲共同体	92	罗马尼亚*	92
芬兰	92	俄罗斯联邦*	100
法国	92	斯洛伐克*	92
德国	92	斯洛文尼亚*	92
希腊	92	西班牙	92
匈牙利*	94	瑞典	92
冰岛	110	瑞士	92
爱尔兰	92	乌克兰*	100
意大利	92	大不列颠及北爱 尔兰联合王国	92
日本	94		
拉脱维亚*	92	美利坚合众国	93

注：* 经济转型国家：这些国家在基准年的基础上可以多排放温室气体。