

# 低碳经济下发展农业碳汇供应链的战略思考和路径选择

李勇建, 石丹

(南开大学中国公司治理研究院, 天津 300071)

**摘要:** 碳交易是市场经济条件下最优效率的减排手段, 得到了世界各国的普遍认可和广泛使用。其实质是用市场机制解决或弱化资源配置中的价格扭曲, 实现经济良性增长。在中国绿色转型的关键和艰苦阶段, 针对中小企业面临的绿色壁垒, 及农民退耕还林后带来的收入下降问题, 本文拟从供应链的角度提供一种科学的解决方案, 提倡将碳排放权与农业碳汇的价格形成过程纳入同一体系, 通过龙头企业将碳汇的供给方、需要方、技术提供方、认证机构, 相互联系起来, 构成农业碳汇产业链, 借由这样一个农业碳汇的交易渠道联结碳汇需求方与供给方尤其是千家万户的农户, 从而走出一条适合中国国情的低碳经济之路。

**关键词:** 碳交易; 农业碳汇; 供应链

**中图分类号:** F      **文献标识码:** A

工业革命以来造成化石燃料的大量燃烧和森林面积的大幅减少, 使大气中二氧化碳(CO<sub>2</sub>)、甲烷(CH<sub>4</sub>)、氧化亚氮(N<sub>2</sub>O)等温室气体不断增加。大气中温室气体浓度的增加引起的全球环境变化, 已严重威胁到人类的生存和发展, 成为当今世界各国政府及科学家普遍关注的热点问题。为应对二氧化碳等温室气体排放加剧全球气候变化危机, 世界范围内正在经历一场经济和社会发展方式变革, 以低能耗、低排放、低污染为基础的低碳经济成为全球性的共识与探索。

## 1. 低碳经济带来的现实问题

温室气体造成的全球变暖问题引起人们越来越多的关注, 气候变化问题已成为人类社会面临的共同问题。尽管经过 20 年的不懈努力, 中国单位 GDP 碳排放量比世界任何一个主要经济体都低, 但 2011 年中国仍是世界上最大的碳排放国, 来自国际的减排压力与日俱增。

在国家层面, 中国正处于绿色转型的关键和艰苦阶段。2011 年末, 在南非德班国际气候变化会议上, 锁定了中国在 2005 年基础上, 二氧化碳排放强度至 2020 年降低 40%-45% 的国际自愿减排承诺。在气候变化问题上, 中国已被迫被推到了前台。在日趋复杂的国际环境和竞争中, 中国传统的、以资源环境为代价、以土地增值和廉价劳动力为主要经济发展要素的驱动优势已大幅减弱, 以房地产开发和传统制造业为基础的经济模式也已出现了重大瓶颈, 战略性新兴产业仍然举步维艰。目前, 中国正处于绿色转型的关键和艰苦阶段。因此政府需要在有条件的情况下推行低碳经济, 深入挖掘国内的减排潜力, 提前应对未来将面临的减排压力。

在农村层面, 退耕还林政策带来了一系列社会经济问题。进入新世纪以来, 国家积极倡导退耕还林, 为增加植被覆盖面积, 政府强制性要求部分地区少种粮食多种树木。然而, 农民因为退耕还林的政策, 将之前一些农田改种成树木, 失去了以往较为稳定的经济来源。同时, 国家给予每一个农民的种树补贴, 又不足以支撑农民越来越高的生活成本。在农村, 有大量的农民因为种树致贫。根据国家林业局在 2009 年对全国 171 个退耕还林重点地区做出的种树农民退耕还林前后收入情况调查显示: 有超过 70% 的农民因为退耕还林政策收入

下降，并且在综合了通货膨胀因素以后，调查发现，种树农民的平均纯收入较之前的农业活动收入下降了 34%。同时，围绕种植与砍伐的社会矛盾也愈演愈烈，据《凤凰周刊》不完全统计显示：自退耕还林政策实施以来，在我国至少引发了 200 起群众性事件，退耕还林政策正在变成一个巨大的火药桶。

在企业层面，国内出口型中小企业面临严重的绿色壁垒。随着贸易保护主义的抬头，一些发达国家以发展低碳经济为名，提出了一种新的贸易保护手段，即碳关税。“碳关税”是指对高耗能的产品进口征收特别的二氧化碳排放关税。京都议定书签署之后，各国纷纷提高了本国二氧化碳排放标准，对在本国市场内流动销售产品的碳排放指标做出了严格规定。其中，尤以欧盟各国和美国为甚。欧盟规定各类进入欧盟市场的产品，其生产过程和运输过程必须达到欧盟在 2005 年制定的碳排放标准，否则将征收惩罚性关税，严重不达标者将不予准入。美国众议院也于 2009 年通过了《清洁能源安全法案》，该法案规定，美国有权对包括中国在内的不实施碳减排限额国家的进口产品征收碳关税<sup>[1]</sup>。日本也有类似的准予规定。截止于今年 3 月底，已有包括美国、德国、英国在内的 28 个发达国家设置了类似的壁垒。因为这样的准入机制，我国大量的外贸企业受到挤压。因为自身技术上的不足，我国绝大部分中小型出口企业在产品生产过程中不能将自己的碳排放控制在欧盟和日本规定的碳指标标准之内，因而，每年不得不付出大笔关税来实现对这些国家的出口。据商务部 2011 年底做出的统计显示：我国出口企业在碳关税上付出的费用高达 900 亿元。同时因为这项政策，至少有 20 万家中小企业受到波及，玩具、日化、纺织等 18 个行业受到冲击。大量中小型出口企业，因为碳排放问题，被迫支付关税，抬高自身产品成本，在国际市场上价格优势丧失，生存和发展都收到巨大限制。商务部的最新数据显示，我国规模以上企业，特别是注册资金 1000 万以下的企业，在第一季度的出口额较去年同比下降 12.4%，连续 18 个月环比下降。

因此，需要一种有效的方式对上述问题加以协同解决，在帮助中小企业扩大出口的同时，解决退耕还林带来的农民收入下降，实现国家节能减排的目标。在国际市场上，对于这样几个问题的协同解决，有一种新兴的模式——农业碳交易模式。这一模式简单来说，就是需要降低碳排放指标，获得出口入市资质的企业可以向那些吸收二氧化碳的机构和个人购买碳排放的指标，来补偿自己生产过程中的排放，从而达到一次性降低碳排放的目标。种树的农民可以通过种植高效吸收二氧化碳的碳汇林，为中小型出口企业生产出可交易的碳排放指标。

## 2. 开展农业碳交易的 SWOT 分析

1968 年美国经济学家戴尔斯 (J.H.Dales) 在水污染控制研究中提出排污指标有偿转让的方法，是一种“在污染物排放总量控制前提下，排污权交易双方利用市场机制及环境资源的特有性质，在环保主管部门监管下，通过交易实现低成本污染治理的制度”<sup>[2]</sup>。这种制度应用于温室气体减排始于 1997 年 12 月通过的《京都议定书》。在《京都议定书》中，发达国家承担了较为沉重的减排任务，然而，在发达国家和地区减排的成本远高于在发展中国家和地区减排的成本，于是催生出了碳交易。即是说，发达国家投入资金和技术帮助发展中国家减排，从中完成的减排指标，可以用于抵消发达国家的减排任务。这样一个机制，在经历 10 年的发展之后，逐渐成熟，发达国家甚至不再需要投入技术，实实在在地帮助发展中国家减排，而是可以直接通过全球的金融网络，用资本购买发展中国家减排的指标来抵消自己应该减排的指标。这些交易指标被称作二氧化碳排放权（简称碳权），而这样的交易行为被称作碳交易。周宏春（2009）对碳交易进行了规范定义：买卖双方通过签订合同或协议，一方用资金或技术购买另一方的温室气体减排指标，买方将购得的减排额用于履行减排温室气体的义务和目标<sup>[3]</sup>。

碳交易市场在理论上被分为减排交易方式和碳汇交易方式。减排交易方式主要是指减排

主体通过技术革新等生产方式的改变，促使碳排放量下降，从而节省下来的碳指标，用于市场交易的方式。碳汇交易模式则是指，通过技术或其他方式，直接吸收大气的二氧化碳，形成碳指标，用于交易的方式。按照国际上公认的分类方法，碳汇被分为农业碳汇和工业碳汇。其中，农业碳汇即是用农业方法，通过种植树木（或其他作物），吸收二氧化碳来产生碳权，从而形成的一种碳汇，有研究表明：农作物通过光合作用固定大量的 CO<sub>2</sub>，生物量中含碳可达到 43%-58%<sup>[4]</sup>；工业碳汇则是指用碳捕捉等工业方法，高效吸收大气中的二氧化碳，从而形成的碳排放指标。根据世界银行在 2011 年底做的统计显示，全球的碳交易市场，工业碳汇交易额占碳交易总额的九成以上，农业碳汇则仅仅占比 5%。然而在我国的具体国情及工业碳汇的高技术依赖双重压力下，开展农业碳汇具有切实的必要性。种树的农民可以通过种植高效吸收二氧化碳的碳汇林，为中小型出口企业生产出可交易的碳排放指标。通过这样一个模式，农民种树的收入可以得到大幅增长，企业也由此获得出口入世的权利。尽管农业碳汇模式能够让农民和企业实现共赢，但是真正实际操作起来，还存在诸多问题。下面拟通过对我国发展农业碳汇的优势、劣势、机遇、挑战进行深入的分析，据此提出针对性的解决策略。

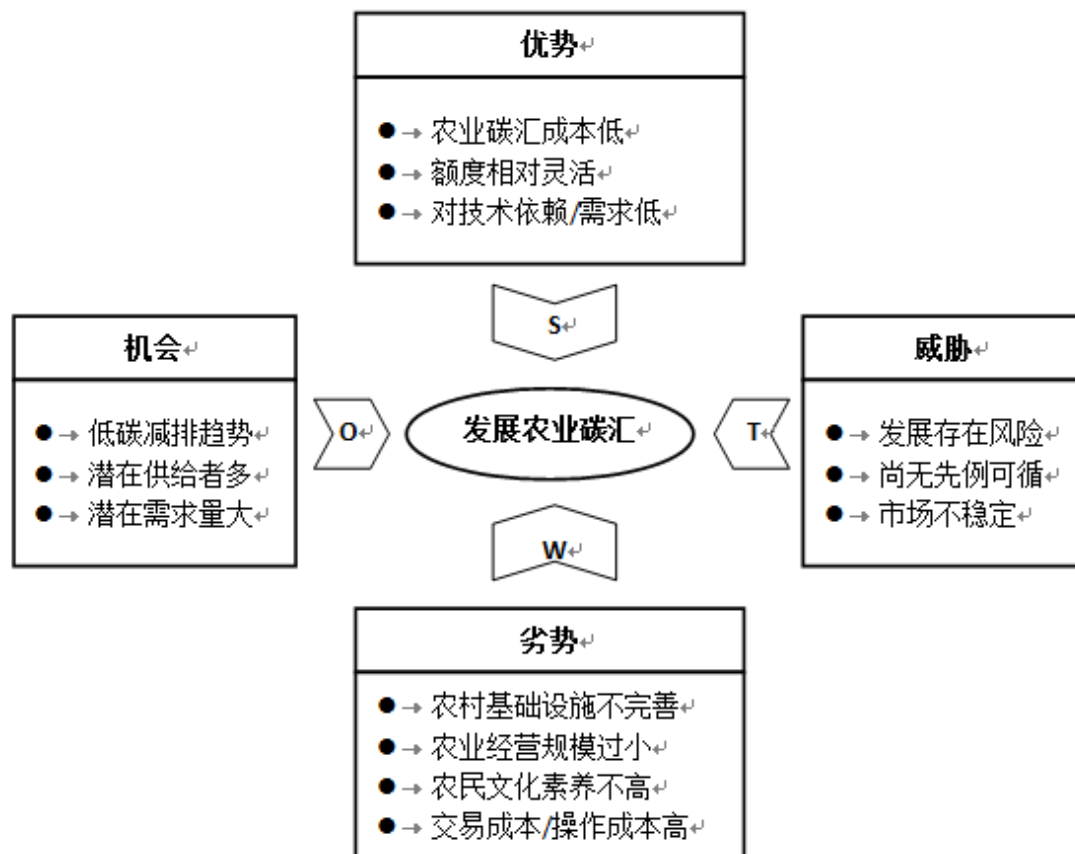


图1 发展农业碳汇的SWOT分析

## 2.1 优势

成本低。农业碳汇产生成本低于工业碳汇至少 30%。农业碳汇的成本主要包括土地使用和人工费用，而即使是工业减排中最低廉的碳捕捉技术产生的碳汇，成本也远高于农业碳汇。因而，在交易中，农业碳汇更具有定价优势。

额度灵活。农业碳汇主要依靠种植碳汇林产生，中和的二氧化碳量比较小，因而农业碳汇在额度上远小于工业碳汇，具有更强的市场灵活性，即可面向大宗用户的需求，更可以直接面向中小用户销售。反而，工业碳汇一般额度都比较大，并且受制于国际通行规定的限制，

不能分割销售，在市场上，其远不如农业碳汇灵活。从目前全球所有成交的工业碳汇案来看，所有的工业碳汇都在 1000 万吨以上。这样的额度完全不适合中小型企业的碳权需求。

技术需求低。工业碳汇对技术的依赖度高，大部分落后地区并不具备这样的实力实现量产。因而在未来推广地区的覆盖面上来讲，农业碳汇势必比工业碳汇更具有优势。而节能减排技术要求高、投资大，我国目前在这方面虽取得了一定成绩，但是和国际水平差距很大，且短时间内研发新的、高效的节能减排技术几乎是不可能的，相对来讲，农业碳汇对技术要求水平偏低，投资较小，因此发展农业碳汇是更好的选择。

## 2.2 劣势

农村基础设施不完善。基础设施是农村各项事业发展的基础，也是农业经济系统的一个重要组成部分。而农村经济发展水平相对较低，基础设施不到位，特别是经济发展落后的偏远乡村和人口稀少地区。这些地区地形复杂、交通不便、信息滞后，从市场角度而言对碳汇需求企业没有吸引力。

农业经营规模过小。我国目前主要实行家庭联产承包责任制下的小规模农户模式给碳汇农业的发展带来了很大的困难。若引进碳汇项目，单个农户因缺乏普遍的组织与支持，不利于开展规模化、集约化、标准化生产；另一方面这种经营模式会增加项目的交易成本和还田过程的操作成本。单个农户交易量较小，进入交易市场的成本也较高。农业经营规模过小与发展碳汇农业之间的矛盾的解决成为农业碳交易发展的首要问题。

农民的文化素养不高。所有的碳汇，都必须按照严格的技术规范生产以及经过专门的认证测量之后，才能被当作商品，在市面上销售流动。其中，尤是以农业碳汇的限制为严格。对于退耕还林的农户来说，并不是所有的树木都能销售它自身吸收二氧化碳产生的碳排放指标。只有那些按照一定技术规范种植并且经过专业认证机构的科学认证和主管单位的行政审批之后的特殊林木才具有销售碳排放指标的资格。碳汇林项目涉及技术、经济和法律等诸多领域内容，是经济和林业交叉的新领域，而收入水平低下和文化素质不高严重制约了农民对碳汇林项目的引入、学习、监控和执行。我国目前农业生产方式落后、管理水平偏低，不仅造成资源的严重浪费，能源的紧张，而且加重了农业碳减排的压力。

交易成本和操作成本高。对于中小型出口企业来说，我国的绝大多数中小型出口企业在技术上并具有优势，很难在短时间内完成的技术革新达到准入的碳标准。受制于这样的困局，中小型企业只能选择购买碳权来实现市场准入和规避碳关税的限制。而中小型企业自身碳指标需求额度较小（一般低于 1000 万吨）且价格承受能力低，再加上工业碳汇普遍额度较大等因素，只能选择农业碳汇这样一种新兴的碳权。然而，在我国现有的碳交易渠道中，没有一个渠道是经营农业碳汇项目的。中小企业若直接与农户联系，所需要付出的搜寻成本、谈判成本过高，且农村人口稀少，家庭承包为主的小规模农户难以实现充足的农业碳汇供应。因此中小型企业难以在国内找到合适的碳权交易渠道以实现生产过程的低碳化。

## 2.3 机会

低碳减排大趋势下政策导向。随着全球变暖问题严重化，特别是《京都议定书》签署之后，世界各国都进入了提倡低碳减排的行列中。今年，《德邦协议书》更是预示了中国即将进入强制性减排的大流之中，低碳减排成为了属于这个时代的大趋势大背景。在此背景之下，发展各项减排技术、碳交易行业的发展势在必行。自 2011 年 12 月南非德班谈判之后，受国际压力的影响，我国被迫接受了大规模实际上的强制减排条件。强制减排意味着必须尽快在国内放开尽可能多的减排途径。农业碳汇，作为世界公认的最具潜力的减排途径，在 2012 年 3 月，被正式确认为我国承认的 3 种减排方式之一，被允许商业化。

潜在上游供给者多。进入新世纪以来，多省市政府出台文件，提倡多方造林绿化，减少大气中的二氧化碳。为增加植被覆盖面积，政府强制性要求部分地区少种粮食多种树木，然而，因为大规模的强制性种树，农民失去了以往较为稳定的经济来源，造成了不少退耕还林地区农民经济水平长期得不到提高，因种树而致贫。因此非常多的农民都有脱贫致富的愿望。同时，我国现有森林覆盖率低，可发展成为碳汇林的区域面积大，在直接的经济利益利导下，农民易于接受发展农业碳汇的致富手段。保证了上游潜在供给的大量存在。

潜在市场需求大。我国现有众多拥有出口业务的中小型企业分布在南方沿海城市，而出口欧洲国家的前提条件就是拥有一定的碳排放权。中国现有碳交易所主要是基于节能减排或者工业碳汇方式的交易，对于农业碳汇方面（由于之前国家政策限制）无人涉足。且现行的交易多是大额交易，并不针对中小型客户发展合作业务。这使得一些想要取得碳权的中小型企业尤其是急于出口欧洲国家的中小型企业的的需求不能被满足。出口型中小企业对碳汇的需求迫切，然而却苦于交易无门，这些潜在购买者数量庞大。根据国家统计局和权威数据调研机构麦克斯的联合统计数据，全国中小型出口企业一年总的碳排放量约为 40,750,000,000 吨。而据浙商总商会调查，2011 年一年，浙江一省 56% 的中小型出口企业就因为缺乏合适的碳权交易渠道而不得不选择向欧盟和日本缴纳费用高昂的碳关税。

## 2.4 威胁

发展农业碳汇存在的风险。自然风险方面：碳汇林种植技术以五年为一个基础周期，而碳汇林真正发挥固碳效应也发生在碳汇林种植后的第三年，在这期间，自然灾害无法预估和避免，如火灾、干旱、雷电、病虫害等，都可能会对碳汇林的生长和维护造成很大的影响。环境风险方面：由于我国碳交易市场发展的不成熟，碳交易机制不完全，同时，国内也没有相对健全的法律机制保障碳交易市场的良好运作和健康发展，产业环境依然有一定的不可预知性。

农业碳汇商业化尚无先例可循。截止到目前为止，世界上有 128 项与碳汇林相关的项目正在开展中，但其中中国只有 9 项，大部分为大型企业牵头，在相关政府部门的支持下，共同推进的碳汇造林项目，目的在于补偿该企业自身排放的温室气体量。例如瑞士制药企业诺华集团和四川省林业厅、大渡河造林局以及环保 NGO 大自然保护协会等共同推进的“川西南林业碳汇项目”，以及中国石油天然气集团公司通过中国绿色碳汇基金会出资项目经费 300 万元开展的“房山区碳汇项目”。而以辅助农民种植碳汇林、联结农民与需要碳权的中小型企业、将环境收益转化为经济收益的农业碳汇交易国内尚无先例。

中国未来碳交易市场发展的不确定性。碳交易市场是由国际国内政策推动的市场，具有其特殊性，其兴衰与否，与政策联系最为紧密。国际上，美国、加拿大等国家推出《京都议定书》。随着《京都议定书》的正式生效，碳交易市场变得越来越庞大，成交额也逐年上涨，到最高峰时的 2009 年，甚至超过了 1400 亿元。因金融危机的爆发所导致的全球减排低潮，使 2010 年、2011 年连续两年市场萎缩，碳权每吨价格下跌了近 5 成，整个行业都陷入到濒临破产的地步。随着德班谈判上各国实际上达成了碳减排继续的意向，全球的交易市场才强势复苏。然而每次的世界气候大会进展都十分紧张，并不十分顺利。因此，长期来看，主要在 2020 年之后的碳交易市场发展还是存在一定的不确定性。相应的，中国碳市场也会受到国际市场的影响，存在一定的不确定性。

综合以上分析，尽管排污权交易制度作为市场经济条件下最有效率的控污手段已为世界各国普遍采用，但以 CDM 为基础的国际碳排放权交易广泛存在发达国家不给予技术支持的窘境，严重影响了中国低碳经济的进程。在低碳减排大趋势的引导下，我国发展农业碳汇产业具有良好的资源基础、人力资本和社会需求。从碳汇供给的角度来说，相对于工业碳汇及减排碳交易而言，农业碳汇具有实施成本低、额度灵活、技术需求低的优势。然而由于农业

经营规模和农民文化素养的限制，碳汇农业的发展受到一定程度的阻碍。如何能够把小规模的潜在农业碳汇信用生产者有效地组织起来，将小规模的农业碳汇信用进行汇聚，是获得规模经济和降低交易成本的关键所在。从碳汇需求的角度讲，虽然作为目标客户的出口型中小企业对农业碳汇的潜在需求量大，但是这些企业难以在国内找到合适的农业碳汇交易渠道，存在购碳无门的情况。因此，要想改变现在这样一个市场困局和解决中小型出口企业的难题，亟需构建一个农业碳汇的交易渠道以联结碳汇需求方与供给方尤其是千家万户的农户，使碳汇交易顺利进行。

### 3. 农业碳汇供应链形成机制构想

由于当今世界上各种技术和管理问题的复杂化，促使人们认识、分析和解决问题的思想方法开始发生转变，从点和线的思考向面和多维空间的思考转变。在此背景下，出现了以供应链管理（Supply Chain Management）为代表的新型管理理论与方法。21世纪以来，供应链管理在全球的传播和运用呈现日益深化之势。作为适应知识经济时代和全球化背景的创新管理模式，供应链管理的崛起客观上拓宽了农业产业化的战略视角，并引领整个涉农产业走向全面协同和塑造核心竞争能力的时代。

供应链的概念是在20世纪80年代末提出的。Stevens（1989）认为通过增值过程和分销渠道控制从供应商的供应商到用户的用户的物流就是供应链，它开始于供应的源点，结束于消费的终点[5]。美国供应链管理协会指出供应链涉及从供应商的供应商到客户的客户的最终产品生产与交付的一切努力。2001年，我国发布实施的《物流术语》国家标准给出的供应链的定义为：在生产及物流过程中，涉及将产品或服务提供给最终用户的上游与下游企业或组织所形成的网链结构。邹辉霞（2009）认为供应链是指由多方合作者共同参与协同完成核心组织的业务流程所形成的网络价值链[6]。这些定义大多强调供应链是一个功能网状结构，在主导组织（即供应链上的核心组织）的联结下，供应链参与者之间有效整合，使各环节协同运作，提高运营效率，实现系统共赢。

我们试图将供应链管理的理论和实践引入低碳经济的发展中，将碳排放权与农业碳汇的价格形成过程纳入同一体系，提倡通过龙头企业将碳汇的供给方、需要方、技术提供方、认证机构，相互联系起来，构成农业碳汇供应链（如图2所示），以期有效整合碳汇需求方与供给方，建立规模化与市场化有机结合的发展新模式，坚持以适度规模化建设带动产业化发展，以产业化促进更大的规模化。在我国农户数量众多、素质普遍较低的现实国情下，更需要通过龙头企业引导农户积极参与供应链协同，构建“龙头企业+科技公司+认证机构+农户”的组织形式，使之成为发展农业碳汇标准化生产的有效载体，以龙头企业提供统一的农业投入品、标准化生产规程、技术培训、现场指导、碳汇销售合同等加强与农户的联系，以农户寻求核心企业资金支持、技术咨询、建立生产档案、反馈生产情况、交流生产经验等加强与企业的互动，提高核心企业与农户的关联度、依赖度、信任度，形成一种相互依存、相互信任、互惠共生的企农关系。

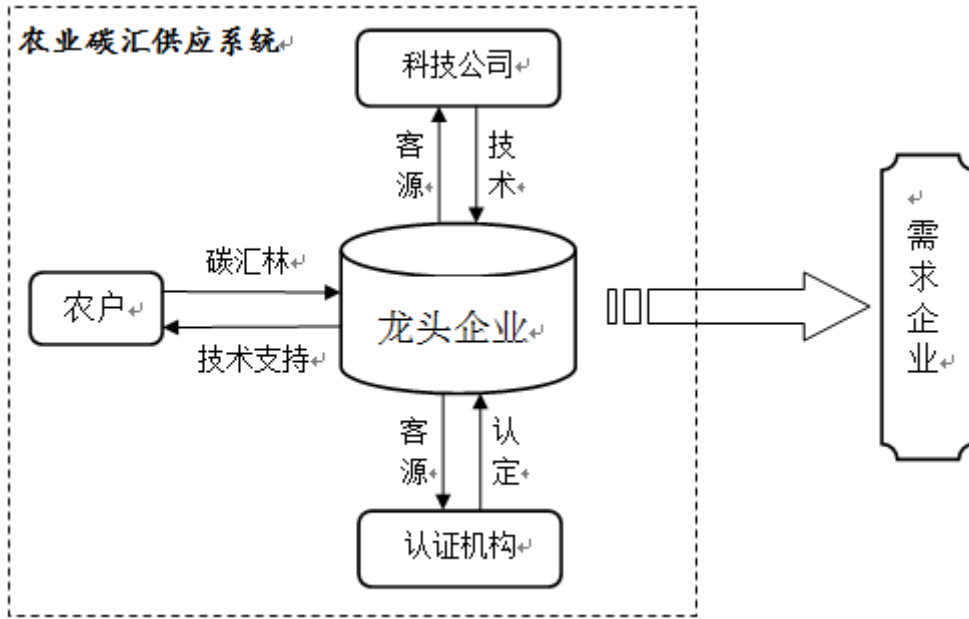


图2 农业碳汇产业链示意图

### 3.1 运作流程

在农业碳汇的供应链中，具体运作流程如下：

1、生产要素供给：龙头企业寻找和联系碳汇的信用供给方（农民和当地政府）投入土地的使用权、劳动力、树苗等农业生产资料、水利等基础设施的使用权等基本农业生产要素。

2、碳汇林种植：龙头企业负责联系和组织科技公司的技术人员培训农民，帮助当地规划林群，为农户提供持续的技术指导，保证农户生产的林群符合技术规范。对于已经退耕还林的地区，改造现有林木，通过嫁接、根部改造等生物方法，促使现有林木通过碳汇林认证检测；对于即将退耕还林或存在闲置山地的地区，直接指导和帮助农户种植符合技术规范的碳汇林。所有碳汇林的营造都需要按照国际上通行的碳汇林标准加以实施。标准主要涵盖了水源、微生物、树种、聚集度以及小气候环境 5 大要素（参照《中国绿色碳基金碳汇项目造林技术暂行规定》）。只有按照技术规范种植的碳汇林，才可能通过科学认证，获得销售碳汇的资格。

3、认证与审批：所有的碳汇林在获得销售资格之前都要经过专业机构的科学认证和行政审批。科学认证在于确定这些树种是否达到了碳汇林的标准，同时也确定碳汇林到底在单位时间内吸收了多少二氧化碳，一次得出碳汇的数量。在我国，截至目前，只有 4 家科研机构具有认证碳汇林的资格，也只有他们认证的碳汇林，才具有国际权威性，得到欧美国家的承认。碳汇林形成后龙头企业联系认证机构，在认证机构对碳汇林的标准和碳汇项目产生的减排量进行专业认证后，企业将科学认定书和其他相关资料上报给国家林业局，进行行政审批，确认碳汇所有权的归属和当地造林行为是否符合相关法律法规的要求。在完成了行政审批后，获得碳汇认定书，企业拿到销售碳汇的资质，推出标准化的碳交易商品。

4、碳汇销售：龙头企业获得销售碳汇的资质，成为碳汇“供给方”后，将可销售碳汇积聚起来，形成一个规模较大的碳汇经销实体，进一步面向客户组织碳源，发布可交易农业碳汇信息，开拓市场，根据中小型企业对碳汇的精准需求，将小额、分散的碳汇进行集中、包装后销售给需求企业。

此外，在保证碳汇林正常生长的情况下，龙头企业还可引入农业集团，以农业订单经济的模式，鼓励农户利用林下空间，发展以养殖和养菌为主的林下经济模式。在这一模式中，由农业集团向农民提供种子、鸡苗等初始生产资料，在通过探元的平台为农民提供技术，帮助农民在林下建造养殖大棚和药材大棚，并且在产品产出后由农业集团负责回收销售，帮助农民获得稳定的农产品销售收入。在经济利益的驱动下，进一步激励农户发展碳汇农业的积极性，保证农业碳汇的充足供应，同时还可以缓解由于退耕还林造成的农村劳动力过剩问题。

### 3.2 实施中的关键问题

#### 1、交易客体

碳权需求企业向龙头企业购买农业碳汇，实现自身碳减排的指标。龙头企业向碳权需求企业出售的农业碳汇，只是出售经过认证的碳汇林产生的碳权，并不涉及相关林权和土地产权的变更。当前条件下，可以将碳汇林产生的固碳量，在经过相关机构进行审查认证后所体现的碳排放权进行票据化，形成“碳票”。“碳票”不是减排或固碳项目“所有权、经营权、收益权”的“票据化”，而是减排或固碳项目形成的碳排放权的“票据化” [7]。这种交易客体实质上是以实际碳汇量为载体，换算为可冲抵二氧化碳排放量的碳排放权现货指标，是联系碳汇信用供给方和需求企业的价值凭证。

#### 2、技术要求

(1) 碳汇林种植/改造技术。碳汇林营建技术是指指导和培训农民种植碳汇林时所需要的相关技术，其中包括碳汇林选址、树种育苗、水源组织、聚集度控制、光照控制等农业科学以及环境科学技术。通过这些技术支持，可以保证在农村营建的碳汇林符合国家技术规范，并能够顺利通过专业认证，从而使生产的碳权在市面上销售。截止目前为止，全球已经有 128 项注册的农业 CDM 项目，碳汇林种植技术属于一般类型技术，已经较为成熟。全国大部分的农、林院校都掌握了该项技术。

(2) 碳测量技术。包括碳汇测算技术和碳源测量技术。目前国际上关于碳汇测算还没有一个统一的方法学，估算的主要方法有：生物量法、蓄积量法、生物清单法、涡度相关法、碳密度法、碳平衡 F-CAR-BON 模型法、驰豫涡旋累积法等。国内使用较多的是蓄积量法和生物量法。蓄积量法的基本思路是：以碳汇林蓄积（树干材积）为计算基础，通过蓄积扩大系数计算树木（包括枝、树根）生物量，然后通过容积密度（干重系数）计算物量干重，再通过含碳率计算其固碳量。关于碳源测量采用的估算方法主要是根据各种能源消费导致的二氧化碳排放估算量加总得到，该方法是 2006 年联合国政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 提出。通过这些技术支持，可以确定企业消耗碳的情况，确定碳汇林能稳定地吸收固定二氧化碳的数量。碳测量与维护技术属于较为高级的技术，目前国内只有较少几个研究机构拥有这项技术。

(3) 综合林业发展技术。是指用来指导综合设计和规划林业种植与林下经济的技术。包括林下经济技术、循环经济技术。林下经济技术是指在碳汇林下发展综合农业所需要的水土改造、大棚搭建、循环经济链条设计技术等农业科学与工程技术。通过这些技术支持，可以保证龙头企业能够帮助农民发展综合林业经济，促进农民增加收入。循环经济规划技术是指在发展综合林业和碳汇林业中涉及的相关工业布局与规划技术。这些支持技术保证了碳源基地能够形成一个长久的可持续发展的模式，从而保证供应链的稳定。

#### 3、收入分配原则

由于碳汇林具有初始投入大，生长周期长，但一次投入后能够长期（最长长达 20 年）受益的特点，供应链领域的研究发现，针对这种类型的产品，采用收益共享契约更能够有效



激励农户的生产积极性，实现整个供应链的效益最大。因此，龙头企业可通过和当地政府组织下的农民签署长期合同的方式，确定利益分配模式。企业与农户按照一定的比例分享碳汇收入和经济林业收入；这之后，各户农民再按照碳汇生产量和经济林业贡献量分配收入。碳汇林的生命周期通常在 20 年左右，因此龙头企业可将长期合同暂时定在 20 年，与农户之间形成长期、连续、稳定的合作关系。这样一方面保证了农民长期的稳定收入，适应了树木需要较长生长期的生态规律。另一方面也保证了碳源基地的稳定性。

#### 4、风险规避原则

对于农业碳汇供应链发展来说，面临的风险主要涉及自然风险和人为破坏带来的风险。对于自然灾害的风险，包括自然界中所发生的火灾、病虫害、洪灾、地震以及泥石流等都会使森林的碳储量部分或全部发生逆转。考虑到碳汇林生产的长期性，灾害损失一旦发生其影响的严重性，龙头企业可对纳入平台的碳汇林上农业保险，通过保险公司来分摊风险；同时，加强对灾害的预测，设立安全监督人员，对项目的日常运行进行检查；制定合理的灾后应急预案，以便及时处理各种紧急事件，从而减少人员伤亡和财产、经济损失，进一步减轻自然灾害对公司的整体影响。对于人为破坏带来的风险，如人工砍伐、盗木、非合规发展影响林木生长的产业等，核心企业将这些可能发生的风险因素与控制风险的主体联系起来，制定风险管理的农户全员责任制，明确农户的责任和义务，达到单位和农户均参与预测风险、减少风险、控制风险的目的。

#### 4. 加强政府层面的宏观协调和政策导向

“十二五”规划明确提出了到 2015 年 CO<sub>2</sub> 排放降低 17% 的目标，以及“建立完善温室气体排放统计核算制度，逐步建立碳排放交易市场”的举措，这是中国政府首次在国家正式文件中提出建立中国国内碳市场，表明碳交易市场建设已经进入政府工作程序。然而碳汇农业既不是传统意义上的能源产业，也不是传统意义上的农业和农产品加工业，而是跨学科、跨部门、跨行业的新型产业，因此更需要政府从国家层面上，促成相关部门、行业和学科的联合与协同，引导构建农业碳汇产业链。对于农业碳汇供应链形成和发展路径中面临的威胁和挑战，不仅需要市场机制和制度安排充分发挥作用，而且需要政府积极进行引导、宣传和推广，并在政策上给予大力扶持与保障。

建立保障农业碳汇交易的法律法规体系。（1）在法律上确认农业碳汇的可转让性，将现行的排污许可落实到立法层面，成为法律意义上可转让或交易的权利，保证农业碳汇交易的依法展开。（2）明确农业碳汇交易相关法律法规的各项具体内容，包括交易原则、交易范围、交易主体、交易法定程序以及违法转让的法律责任等等。（3）制定完善农业保险法、碳汇农业促进法等相关法律，建立健全农业碳汇保障体系，提高碳汇农业的保障系数。

发挥政策和财政资金的导向作用。（1）增加对发展碳汇农业的公共投入（财政扶持、技术支持、土地使用等），对于参与到农业碳汇产业链中的企业及农户采取退税及其他福利措施予以补贴。（2）引导农村金融机构对发展碳汇农业的农户和龙头企业给予贷款支持；抓住国际碳金融的发展契机，建立“碳金融”市场。（3）在农业建设项目审批、投资等环节，优先考虑碳汇农业项目；各级政府及相关部门也应对农业碳汇交易持开明态度、精简程序，给予龙头企业一定的奖励，鼓励企业积极参与到农业碳汇供应链的构建中。

规范农业碳汇交易市场。不同于碳交所主营的工业碳汇项目（面向大型企业提供的 1000 万吨以上的碳汇交易平台），农业碳汇交易作为联结农户和中小企业的新型交易模式，在其交易市场形成过程中存在大量脆弱性因素，需要政府加强宏观调控和指导监督，防止农业碳汇交易市场收到不正当竞争行为的破坏，利用政府机制保障碳汇农业的发展，促进农业碳汇产业链的形成和完善。构建反映市场供求关系、稀缺程度、损害成本的资源、能源、环境价

格形成机制,形成统一、开放、有序的初始产权配置机制和二级市场交易体系。

## 5. 结论

针对中小企业面临的绿色壁垒,及农民退耕还林后带来的收入下降问题,本文从供应链的角度出发,提倡将碳排放权与农业碳汇的价格形成过程纳入同一体系,通过龙头企业将碳汇的供给方、需要方、技术提供方、认证机构,相互联系起来,构成农业碳汇供应链。这个构想将农户与碳汇需求企业紧密地联结在一起,让企业出口不再受限,农民种树不再赔钱,环境保护不再是阻碍经济发展的因素,社会发展不再和收入增长相冲突。随着经济的快速发展和对环境保护的迫切需求,农业碳汇供应链必将成为发展趋势和新的经济增长点,实现农业与工业的结合,企业与农户的共赢,进一步将环境保护与经济发展有效地融合在一起,从而走出一条适合中国国情的低碳经济之路。

## 参考文献

- [ 1 ] 崔长彬,王海南,唐浩.论“中国制造”低碳经济之路 [ J ] . 价格理论与实践, 2011(6) : 79-80.
- [ 2 ] 孔国荣,吕东锋.浅论中国排污权交易制度 [ J ] . 企业经济, 2008(12) : 187-189.
- [ 3 ] 周宏春.世界碳交易市场的发展与启示 [ J ] . 中国软科学, 2009(11) : 57-63.
- [ 4 ] 夏庆利.基于碳汇功能的我国农业发展方式转变研究 [ J ] . 生态经济. 2010 ( 10 ) : 6-9.
- [ 5 ] STEVENS J . Integrating the supply chain [ J ] . International Journal of Physical Distribution and Material Management, 1989, 19(8): 3-8.
- [ 6 ] 邹辉霞.供应链管理 [ J ] . 北京:清华大学出版社. 2009 : 23.
- [ 7 ] 胡品平,徐正春,刘成香.森林碳汇服务的经济学分析—基于产权角度看森林碳汇服务交易 [ J ] . 中国林业经济, 2007, 3(2) : 34-37.

## The Strategy Reflection and Implementation Path of Agricultural Carbon Sink Supply Chain during the Period of Low Carbon Economy

LI Yong-jian, Shi Dan

(China Academy of Corporate Governance, Nankai University, Tianjin 300071, China)

Abstract: As one of the most efficient means of emission reduction, carbon trading is widely recognized and used all over the world. It uses market mechanism to solve or weaken the price distortions in the allocation of resources, in order to achieve the healthy growth of economy. During the critical period of green development strategy in China, in connection with green barriers faced by SMEs and revenue losses of peasants after Grain for Green Project, the study intends to provide a scientific solution from the perspective of supply chain. We advocate to integrate the price formation process of agricultural carbon sink and the carbon emissions, forming an agricultural carbon sink supply chain. All participants, including suppliers (peasants), demand firms, technology providers and certification bodies, are connected by the leading enterprise. Based on the trading channel of agricultural carbon sink, we intend to integrate the

demand side and supply side of carbon sink, especially thousands of farmers, in order to deeply develop low-carbon economy suitable for China.

**Key Words:** carbon trading; agricultural carbon sink; supply chain

**收稿日期:** 2012-11-10;

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目 ( 71002077 )

**作者简介:** 李勇建(1973-), 男(汉族),山东菏泽人,南开大学教授,博士生导师。

石丹(1987-), 女(汉族),黑龙江人,南开大学商学院,博士研究生,物流与供应链管理方向。