DOI:10.13546/j.cnki.tjyjc.2013.02.051

中国农村碳排放统计监测指标体系的构建

王敬敏,施　婷
(华北电力大学 经济管理学院,河北 保定 071003)

摘　要:准确合理的估算农村碳排放量,能为低碳经济发展规划提供决策参考,从而制定合理的碳减排量。文章通过对我国农村碳排放结构和影响因素的分析,基于碳源、碳汇两个角度,从农、林、牧、渔4方面的14个碳源以及5个碳汇构建了农村碳排放统计监测指标体系和计量模型;给出了保定22个县市2005、2010年的碳排放量测算结果。最后,根据测算结果,提出了推进低碳农村建设的农村碳减排措施。

关键词:低碳农村;统计监测;碳排放;指标体系
中图分类号:F222.3　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1002-6487(2013)02-0034-03

0　引言

构建一套系统、全面的农村碳排放统计监测指标体系是制定碳减排策略的基础。国外机构及学者较早的在指标体系建立方面进行了宏观层面和微观层面的研究.这些研究成果均对我国农村碳统计监测研究有不同程度的借鉴作用。较之国外碳排放指标体系研究取得的成果,国内对于城市及农村层面的碳排放统计监测研究较少,虽然在农业温室气体清单方法研究、碳排放和碳中和区域界定、碳排放和碳中和转换系数的确定、低碳经济评价指标的建立等方面已经有了一定研究基础,但这些统计指标体系的研究也仅限于农业、交通、居民消费、建筑、林业碳汇等单方面,针对农村区域的碳排放信息统计体系还没有形成较为系统、全面的研究成果。因此,本文以农村为对象,从碳源和碳汇2个角度出发,试图通过分析我国农村碳排放的结构特征,寻找出农村碳排放的影响因素,并在此基础上构建碳排放统计监测指标体系和计量模型,以期能较为合理的估算农村温室气体的排放量,从而有针对性的制定合理的农村减排措施,实现以节能减排为基础的农村可持续发展,为低碳经济发展规划提供决策参考。

1　碳排放影响因素分析

我国农村面积广阔,现代农业发展成熟,碳排放的基数较大,通过调查可知,我国农村碳排放主要集中于农、林、牧、渔业4个方面。

1.1　农业

一方面,农业是重要的碳源部门。现代农业是以高能耗、高物耗、高排放和高污染为特征的"石油农业"、"机械农业"和"化学农业"。在低效率使用化肥、农药、农用薄膜、农业机械的过程中,农业会产生大量的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮等温室气体。以化肥和农药的使用为例,中国单位耕地面积的化肥平均施用量为434.3千克/公顷,是化肥施用安全上限的1.93倍,但利用率仅为40%;农药平均施用量为13.4千克/公顷,其中高毒农药占70%,有60%~70%残留在土壤中。另一方面,农作物生产除了产生碳排放外也有碳汇的功能,如豆科作物可产生的固氮效果;秸秆还田可产生土壤固碳作用;采用化肥有机肥混施可产生土壤固碳作用等。而农作物秸秆作为农业废弃物,可进行再利用,减少碳排放。

1.2　林业

林业碳排放主要影响因素有如下几点:被破坏的林木因腐解或燃烧释放到大气中使得CO_2排放量增加;森林遭砍伐、火灾或病虫破坏后,导致林地裸露,森林土壤呼吸加快,使大量的有机碳以CO_2的形式释放;在林业生产过程中,森林培育过程使用化肥,会加速森林土壤中有机碳的矿化从而产生碳排放;此外,土壤改良及林产品加工过程中化石能源的使用,尿素施用中碳素的易挥发性以及施用石灰改良酸性土壤,土壤中碳酸盐溶解和释放过程都会产生大量的CO_2。

1.3　畜牧业

畜牧业中,碳排放主要包括动物消化道甲烷排放和动物粪便管理系统甲烷和氧化亚氮排放。一般情况下反刍动物甲烷产量较多。牲畜及家禽生产的粪便量和粪便无氧降解的比例是影响粪便甲烷排放的主要因素。前者取决于每头家畜的废物产生率和家畜的数量,而后者取决于如何进行粪便管理,而这两种决定因素受温度因素的影响极为显著。因而在计量粪便甲烷排放时,可按照温度因素将其分为寒冷、温和和温暖三类。此外,不同的粪便管理

基金项目:中央高校科研重点项目(12ZX21)
作者简介:王敬敏(1955-),女,河北保定人,教授,博士生导师,研究方向:能效资源管理,智能电力需求侧管理。
施　婷(1988-),女,宁夏中卫人,硕士研究生,研究方向:能效资源管理。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

系统也是影响动物粪便氧化亚氮排放的主要因素。

1.4 渔业

目前,我国养殖模式主要有池塘养殖、工厂化养殖、水库养殖模式。其中池塘养殖、工厂化养殖模式,养殖密度高,投入生产资料大,养殖生产过程中所产生的废物垃圾、动植物尸体多,经微生物分解释放出CO_2;同时养殖过程中所采用的加热设备多为传统的锅炉,烧煤释放出的CO_2也过多,养殖用水基本上通过自行排放处理,处理不科学造成碳排放。而水库养殖由于养殖密度较低,养殖过程中所产生的废物垃圾可以通过水域自身的生态系统所吸收利用。

2 碳排放统计监测指标体系的构建

2.1 碳排放源、汇的界定

我国农村碳源多样,主要表现为:农业集中于农药、化肥、农膜、翻耕、农业机械消耗化石燃料以及农田N_2O排放;林业集中于森林转化燃烧和森林转化分解;畜牧业集中于牲畜粪便和消化道甲烷排放;渔业集中于渔业作料和渔船消耗化石燃料.碳汇较为集中,主要表现为:农作物碳汇及农田管理措施带来的土壤有机碳汇;森林和其他木质生物质碳储量及土壤有机碳汇。

2.2 指标体系初步框架

基于以上研究,得到我国农村碳排放指标体系,如表1所示:

表1 我国农村碳排放统计监测指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	活动水平数据
农业	碳源	化肥生产及施用碳排放	化肥施用量
		农药生产及使用碳排放	农药使用量
		农膜生产及使用碳排放	农膜使用量
		农业机械消耗柴油产生的碳排放	农用柴油使用量
		农业翻耕产生的碳排放	每年需要翻耕的土地面积
		稻田CH_4排放	稻田面积 水稻生长期
		农田N_2O排放量	年氮肥使用量 动物粪肥施用量 秸秆还田量 大气氮可沉降量 农田淋溶和径流损失的氮量
	碳汇	农田固氮量	豆科作物产量
		年秸秆还田土壤固碳量	秸秆还田面积 年秸秆产量
		混施有机肥碳汇量	混施有机肥的土地面积
林业	碳源	森林转化燃烧碳排放量	年转化面积(有林地转化为非有林地)
		森林转化分解碳排放量	转化面积
	碳汇	森林和其他木质生物质碳储量	经济林面积 疏林、四旁树蓄积量
		土壤有机碳贮量	林业占地面积 土壤有机碳含量
畜牧业	碳源	牲畜消化道排放甲烷量	动物的年饲养量
		牲畜粪便N2O排放量	
		牲畜粪便甲烷排放量	
渔业	碳源	渔业作料碳排放量	渔业作料的基本投入量
		渔船/渔机使用碳排放量	渔船年使用量

2.3 研究方法

目前,基于能源利用的碳排放估算方法主要有实测法、物料衡算法和排放系数法。排放系数法与碳排放分解技术相结合,用于对各地区、行业某一时期内基于能源利用的CO2排放量进行估算和分解,剖析影响CO2排放较大的因素,从而为相关政策的制定提供指导。因此,本文中采用该方法。

(1) 农业碳排放。农用地碳排放主要来源于农业生产活动的投入,如农业化肥、农药、农膜、农业机械使用和灌溉过程带来的碳排放,各项碳排放过程计算公式如下:

农业碳排放量=活动数据×碳排放系数

农业碳汇。农业碳汇主要来源于秸秆还田的土壤碳汇量和配施有机肥碳汇量。其各自计算公式如下:

农业碳汇量=活动数据×碳汇系数

(2) 林业碳排放。林业碳排放主要包括地上生物质燃烧引起的碳排放和地上生物质分解引起的碳排放。具体公式如下:

① 现地燃烧碳排放量=年转化面积×(转化前单位面积地上生物量–转化后单位面积地上生物量)×现地燃烧生物量比例×现地燃烧生物量氧化系数×地上生物量碳密度

② 异地燃烧碳排放量=年转化面积×(转化前单位面积地上生物量–转化后单位面积地上生物量)×异地燃烧生物量比例×异地燃烧生物量氧化系数×地上生物量碳密度

③ 森林转化分解碳排放量=年转化面积×(转化前单位面积地上生物量–转化后单位面积地上生物量)×被分解部分的比例×地上生物量碳密度

(3)畜牧业碳排放。畜牧业碳排放主要包括粪便管理中N2O间接排放,公式如下:

$$N挥发-MMS=\sum_{S}[\sum_{T}(N(T).Nex(T).MS(T,S)).(FracGasMS/100)\ TS]]$$

N挥发–MMS=NH3和NOx引起的粪肥氮的损失量,kgN/年

N(T)=国内牲畜品种/类别T的头数

Nex(T)=国内种类/类别T眉头家畜的平均N排泄量,kgN/头/年

MS(T,S)=源自国内粪便管理系统S所管理的每一牲畜种类/类别T总年氮排泄的比例

FracGasMS=粪便管理系统S中,牲畜类别T的管理粪肥氮通过NH3和NOx挥发的比例%

(4)渔业碳排放。渔业碳排放主要包括生物作料以及渔机使用产生的碳排放。公式如下:

生物作料碳排放量=生物作料的基本投入量折合成标准煤

渔机使用碳排放量=渔船年制造量× 单位渔船能源消耗量 折合成标准煤

2.4 活动水平数据及排放系数来源

需要的活动水平数据可以取自于《中国农业年鉴》、《中国林业年鉴》、《中国渔业年鉴》、《2006年IPCC国家温室气体清单指南》、《省级温室气体清单编制方法培训教材》、地方农业局、统计局、发改委等相关部门、实地调研数据和国内外相关文献资料。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

目前，排放系数的获取渠道主要有以下三种：1）来源于IPCC，但是估算结果偏大，比较保守，应用较广；2）来源于文献资料，求其平均值；3）来源于系数测定，即根据某地方情况进行相关测算。为了使计算结果更加精确，本文中用到的排放系数主要来源于IPCC清单和文献资料。需要的排放系数数据和参考来源详见表2所示：

表2　　排放系数数据表及参考来源

碳源/碳汇	碳排放系数	参考来源
化肥	0.0381 kg.kg^{-1}	美国橡树岭国家实验室–
农药	4.9341 kg.kg^{-1}	美国橡树岭国家实验室–
农膜	5.18 kg.kg^{-1}	南京农业大学农业资源与生态环境研究所
柴油	0.5927 kg.kg^{-1}	IPCC联合国气候变化政府间专家委员会
翻耕	312.6 kg.km^{-2}	中国农业大学生物与技术学院
秸秆	1.247 kg.kg^{-1}	文献资料
木材密度、根茎比、生物量扩展系数	因树种不同各异	2006年IPCC指南
含碳率	0.5	1996年IPCC指南
现地燃烧生物量比例 异地燃烧生物量比例	15% 20%	《省级温室气体清单编制方法培训教材》
现地和异地燃烧生物量氧化系数	0.9	1996年IPCC指南
地上生物质被分解部分比例	15%	1996年IPCC指南
土壤有机碳含量系数	10.53kg·m–2	文献资料
动物CH_4排放系数	因动物种类不同各异	2006年IPCC清单指南

3　实证研究

选取河北省保定市2005年和2010年的农业相关数据按照上文中给出的指标计量方法测算碳排放量。由于篇幅所限，该文只以农业为例给出具体的活动数据以及计算结果，农业所需活动数据如表3所示：

表3　　保定市2005、2010年农业碳排放所需活动水平数据

	2005	2010
活动数据	数值	数值
化肥施用量（万吨）	144.8283	146.0102
农药使用量（万吨）	1. 1009	1.1235
农膜使用量（万吨）	0.09241	1.2717
农用柴油使用量（万吨）	48. 7926	27.1559
年机耕土地面积（公顷）	527503	618996
豆科类植物面积（公顷）	13867	16812
稻田面积（公顷）	69.7465	46.7894
农用排灌动力机械（台）	302327	275676
农用水泵（台）	181173	205454
节水灌溉（套）	475	535
年灌溉面积（公顷）	645640	643049
年秸秆产量（万吨）	500.15	573.15
农田面积（公顷）	527503	1199651
混施有机肥的土地面积（公顷）	263751.5	599825.5
秸秆还田量（公顷）	560433	613622

注：以上活动数据来源于保定统计年鉴、保定农业局和保定统计局

其他活动水平数据要求如下：

（1）混施有机肥的土地面积按农田面积的一半计算；

（2）秸秆还田量按小麦100%还田，玉米60%还田；

通过计算，保定市农业碳排放量汇总结果如下表4

以上数据可知碳排放趋势变化较大的有农膜生产及施用、农业机械消耗柴油产生的碳排放以及稻田甲烷排放，而碳储量主要来自配施有机肥的施用以及秸秆还田的土壤碳汇量。保定自2008年入选首批低碳试点城市以来，农村作为低碳城市建设不可或缺的重要一环也得到了迅速的发展。通过采取多种措施节能减碳，如采用化肥和有机肥混施、农田免耕技术、秸秆综合利用技术等减少碳排放、增加土壤有机碳含量来积极响应低碳城市建设。

表4　　保定市2005、2010年农业碳排放量统计　　（单位：万吨）

年份	2005			2010		
指标	CO2	CH4	NO2	CO2	CH4	NO2
化肥生产及施用碳排放	5.5180			5.5630		
农药生产及施用碳排放	5.4319			5.5435		
农膜生产及施用碳排放	4.7868			6.5874		
农业机械消耗柴油产生的碳排放	28.9194			16.0953		
农业翻耕产生的碳排放	0.1649			0.1935		
稻田CH4排放		15.135			10.1533	
农田N2O排放量			0.245			0.182
配施有机肥碳汇量	25.2957			27.9319		
秸秆还田的土壤碳汇量	35.8677			39.2718		

4　促进我国农村碳减排的政策及建议

4.1　农业碳减排

从我国目前种植结构及现状来看，小规模、分散性的种植仍为主要的种植形式。应广泛采用先进适用的测土配方施肥、“绿色植保”和合理用药、农田节水、免耕栽培、沼气利用等农业低碳技术；大力发展生物多样性农业，推行以节地、节水、节肥、节药、节种、节电等为重点的“减量化”生产；推进农业生物、工程技术和农业投入品技术创新，开发二氧化碳的捕集技术，深入利用农业生态系统服务功能进行碳储存和碳循环利用，通过农业投入品的技术改造提高农业投入品的可利用率和固碳能力；

4.2　林业碳减排

林业碳减排包括增加森林碳汇和减少碳源碳排放两部分内容，具体包括：减少毁林和森林退化以及植树造林，保持或增加森林面积；利用降低森林退化以及植树、树木遗传改良、施肥、异龄林或其他合理的营林技术，保持或提高林分水平碳密度；森林保护、延长轮伐期、林火管理和森林病虫害控制，提高或保持景观水平碳密度；利用林业生物质燃料替代化石燃料，增加异地木制品碳储量，增强产品和燃料替代。

4.3　畜牧业碳减排

随着目前我国畜牧业发展的趋势，养殖粪污的排放问题会日益突出，而大中型沼气工程的建设步伐仍不能满足畜牧业发展的进展。应进一步加大技术革新，推广生态养殖技术，减少能源、资源消耗；大力实施大中型沼气工程；加强政府对畜禽养殖业的扶持力度和引导；加强相关技术的培训；利用请进来和走出去的学习方法，认真学习大中型沼气工程的理论和实践技术。

4.4　渔业碳减排

养殖应以规模化、标准化、生态化为方向，重点推进水

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

旅游公共服务供给指标体系与测评方法

匡　敏[1]，李盛楠[2]
（1.乐山师范学院，四川 乐山 614000；2.四川大学 公共管理学院，成都 610064）

摘　要：如何满足旅游公共服务的多样化和差异化需求是当前旅游公共服务供给中面对的重要课题。文章从供给主体的多元化，供给方式的多样化，供给手段的信息化，文章着重从理论上探讨了旅游公共服务供给指标体系及其评测方法。

关键词：旅游公共服务供给；指标体系；开发途径
中图分类号：F590　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1002-6487(2013)02-0037-03

0　引言

随着我国经济的快速发展，GDP以年均10%以上的速度迅猛增长，“十一五”期末人均GDP已达3000~4000美元，根据全球休闲发展的一般规律，我国逐年增长的人均GDP，已经充分说明我国已进入了休闲消费快速发展的阶段，再加上我国每年公共休假制度的实行、2012年又推出了四个国家法定节假日高速路免费通行的实施法案，这些都为人们的休闲旅游提供了时间和经济条件。休闲旅游时代的到来，标示着旅游已成为了人们缓解工作压力愉悦身心的主要方式，同时也为我国各地的旅游公共服务提出了严峻的考验。对于研究我国旅游公共服务供给体系具有较高的参考价值和研究意义。

1　旅游景区管理与服务测评指标体系构建

对于具有完整结构的测评体系来说，必须包括一些相互之间有着逻辑联系的评价指标，并由这些指标共同形成一种有机的整体体系。而在旅游景区管理方面评测体系方面的核心应当定位于游客感知这一因素作为基础，而将景区内部的各类硬件以及服务方面的主要因素作为基本组成要素，从而能够确立了较为全面地反映景区管理和服务水平的各类衡量指标。在这一过程中主要需要落实的原则包括整体性和系统性、可操作性、前瞻性、可扩展性以及公平性和科学性等，通过选择定性描述和定量分析相结

作者简介：匡　敏(1982-)，女，新疆乌鲁木齐人，硕士，研究方向：公共管理、人力资源管理。

产品健康养殖示范基地提档升级，加快优势水产品基地的硬件建设和技术普及。建立优化养殖结构及水质调控系统；推广健康养殖模式，使用无公害养殖技术规程及行业标准；改善养殖水体水质，加快水产养殖标准化生产示范区及无公害水产品生产；加强无公害渔药的开发，研制高技术含量的无公害渔药产品，减少药物残留危害；扶持“低碳”无公害水产养殖企业更新设备、扩大规模。

4.6　其他

政府应应高度重视研究探索搭建碳交易平台，建立碳交易市场和碳汇交易机制；把森林碳汇、沼气项目、农村畜禽粪便资源化处理项目等包装成CDM项目，推荐到碳交易市场进行碳汇交易；建立利益联结机制，利用农民专业合作经济组织，以订单的形式，搭建农业碳汇项目交易主体—农户、公司参与国际碳交易市场的桥梁，农民专业合作经济组织签订碳汇项目订单后，要通过利益共享机制对碳交易获取的直接利益进行一次或二次分配，确保农民的收益，提高农民参与的积极性。

参考文献：
[1]IPCC, Working Group III.Greenhouse Gas Mitigation in Agriculture [R]. Fourth Assessment Report，2006.
[2]IPCC. Climate Change 2007.Mitigation of Climate Change Contribution of Working Group iii to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change[M].Cambridge:United Kingdom，Cambridge University Press，2007.
[3]Chen G Q,Zhang B.Greenhouse Gas Emissions in China 2007:Inventory and Input－output Analysis[J].Energy Policy,2010,38(10).
[4]齐玉春，董云社.中国能源领域温室气体排放现状及减排对策研究[J].地理科学，2004，24(5).
[5]赵荣钦，黄贤金，钟太洋.中国不同产业空间的碳排放强度与碳足迹分析[J].地理学报，2010，9(65).
[6]顾凯平，张坤，张丽霞. 森林碳汇计量方法的研究[J].南京林业大学学报(自然科学版)，2008，32(5).
[7]王海鲲，张荣荣，毕军. 中国城市碳排放核算研究——以无锡市为例[J].中国环境科学，2011，31(6).
[8]保定市统计局.保定统计年鉴2005[M].北京：中国统计出版社，2005.
[9]李波，张俊飚，李海鹏.中国农业碳排放时空特征及影响因素分解[J].中国人口资源与环境，2011，8(27).

（责任编辑/亦　民）

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net