

doi: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20130310

· 动态监测 ·

# 农业碳排放与农业产出关系分析\*

李颖<sup>1</sup>, 葛颜祥<sup>1</sup>, 梁勇<sup>2</sup>

(1. 山东农业大学经济管理学院, 泰安 271018; 2. 山东农业大学信息科学与工程学院, 泰安 271018)

**摘要** 农业既是温室气体的来源, 同时又受到气候变化的巨大影响。按照目前学术界碳排放的计算方法, 通过化肥施用量、农药施用量等4个主要投入要素计算得到我国农业碳排放量。对农业碳排放与农业总产值的对数值进行分析, 发现二者之间存在协整关系。进行协整回归分析可以看出, 农业碳排放量与农业总产值之间有着密切的正相关关系, 其中农业产出每增长1%, 导致农业碳排放增长0.69%。据此提出了引进土地利用新模式、实施保护性耕作、推广施肥新技术、发展农作物固碳技术等对策建议。

**关键词** 农业碳排放 农业产值 协整分析 低碳农业

近年来, 大气中温室气体浓度的增加引起的全球气候变化, 已经威胁着人类的生存与社会经济的发展, 成为当今国际社会及学界关注的重大环境问题。从较长的时间跨度来看, 大气中主要温室气体二氧化碳的浓度在19世纪以前并没有显著变化, 二氧化碳的吸收和排放基本是平衡的。但在工业革命后, 大气中温室气体的浓度逐渐增加, 日益剧烈的人类活动极大地改变了土地利用形态, 严重干扰并破坏了二氧化碳的收支平衡。在温室气体的影响下, 全球年均气温增加了约0.97℃, 这其中二氧化碳起到了主要作用, 占总量的70%<sup>[1]</sup>。根据联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)2007年第四次评估报告, 与工业化前相比, 1970年至2004年期间全球温室气体年排放总量已经增长了70%<sup>[2]</sup>, 这将会对生态系统、水资源和人类的健康等产生破坏性的影响。目前气候环境问题已经是人类面对的最严重的问题, 发展低碳经济是世界各国的必然选择。

农业生产活动与全球气候变化是密切联系的。根据联合国政府间气候变化专业委员会第四次评估报告, 农业是温室气体的第二大重要来源, 排放量介于电热生产和尾气之间<sup>[3]</sup>。另外, 农业在自身生产过程中, 由于土地利用不当、化肥施用过量等释放出大量的温室气体, 反过来影响气候的变化。据估计, 农业源排放的二氧化碳、氨气、二氧化氮的量分别占总的人为温室气体排放量的21%~25%、57%和65%~80%<sup>[4]</sup>。农业作为国民经济的基础产业, 同时又受到气候变化的巨大影响。大气中二氧化碳对农业的影响可以分为直接和间接两个方面。直接影响指二氧化碳参与农作物的光合作用, 作为物质源的二氧化碳碳会直接影响作物的初级生产力; 间接的影响指二氧化碳浓度增加引起的温室效应对全球碳循环及农业生产所产生的影响。因此, 研究农业碳排放与农业产出之间相关关系, 探寻现代农业发展对农业碳排放的影响程度和影响规律, 对于农业发展方式的变革有重要的影响, 也是我们这个农业大国的当务之急。

## 1 数据来源与计算方法

### 1.1 农业碳排放数据来源

由于目前还没有中国农业碳排放的具体观测数据, 学者们基于自己的研究角度对于农业碳排放进行了

收稿日期: 2012-12-12 李颖为博士生 葛颜祥、梁勇均为博士、教授

\*基金项目: 文章由国家农业信息化工程技术研究中心的开放课题“基于物联网的农业碳排放计量及其相关因素分析”(KF2013W48-056); 山东省重大课题“基于物联网的森林、农田和水域碳源/汇遥感测量技术研究”(2011GG21020)以及“山东省三农问题软科学研究基地”的资助

研究。如张迪等应用投入产出分析方法,结合海关进出口贸易数据,对2002年中国农产品对外贸易的隐含碳转移进行了研究,发现中国农产品生产的直接碳排放强度较低,但完全碳排放强度则很高<sup>[5]</sup>。姚延婷通过分析影响农业生产总值的因素及这些因素对温室气体排放的贡献程度,发现农业机械总动力、农业柴油量、化肥施用量是农业温室气体排放的主要原因<sup>[6]</sup>。李国志对中国农业1981~2007年能源消费的碳排放进行了测算,并利用LMDI模型对碳排放进行因素分解,发现经济增长是农业碳排放最主要的驱动因素,技术进步对农业碳减排有较强的促进作用但具有一定随机性,能源消费结构的不断恶化在一定程度上促进了农业碳排放<sup>[7]</sup>。

我国是世界上化肥消耗量最大的国家,也是世界上唯一以煤为主要原料生产氮肥的国家<sup>[8]</sup>。在化肥的施用及其生产过程中产生了大量的二氧化碳,是影响农业碳排放的一个重要因素;农用柴油是农用机械的主要燃料,也属于化石能源,在利用过程中,形成大量的碳排放;农药的生产过程和农业灌溉过程中间接耗费化石燃料,也会形成碳排放。除了上述因素外,影响农业碳排放的还有秸秆利用、农业机械利用等因素。该文没有将秸秆利用纳入计算体系内,主要考虑到目前农村秸秆的处理大致分为两种秸秆焚烧和秸秆还田两种情况,其中秸秆焚烧属于碳源,秸秆还田属于碳汇,二者在碳排放上有抵消功能。另外,考虑到农用机械利用同农用柴油碳排放计算的替代性,因此,该项指标本文没有选择。

该文通过化肥施用量、农药施用量、农用柴油和有效灌溉面积这4个主要因素计算得到我国1990~2011年农业二氧化碳排放量。其中化肥施用量、农药使用量以及农业灌溉等三种主要碳源的使用量数据均来自《2012中国农村统计年鉴》。由于统计指标设置的问题,农用柴油1990~1992年数据通过农用机械总动力推算得到。

## 1.2 农业碳排放计算方法

对于农业碳排放量的计量,目前已有一些学者进行了研究,并取得一些成果。李波等<sup>[9]</sup>提出农业碳排放估算公式:

$$E = \sum E_i = \sum T_i \cdot \delta_i \quad (1)$$

此公式中, $E$ 为农业的碳排放总量, $E_i$ 为第 $i$ 种类型的碳排放量, $T_i$ 为第 $i$ 种碳源的使用量, $\delta_i$ 为第 $i$ 个碳源的碳排放系数。对于四种主要农业投入要素的碳源排放系数的选择,详见表1。

在表1中,农用柴油要转换成标准煤,然后再计算碳排放量。根据《2008中国能源统计年鉴》,农用柴油折合标准煤的系数是1.457 1kg标准煤/kg,每一吨标准煤燃烧可产生2.458 9t二氧化碳<sup>[11]</sup>,由此可以计算出农用柴油的碳排放系数为3.582 9kg/kg。按照上述方法通过计算,得到1990~2011年农业碳排放的数据,其增长趋势见图1。

表1 农业各种碳源及碳排放系数参考资料来源

农业主要碳源	碳排放系数	资料来源
化肥 (kg/kg)	0.859 6kg · kg <sup>-1</sup>	李波, 张俊飏, 李海鹏, 2011
农药 (kg/kg)	4.934 1kg · kg <sup>-1</sup>	李波, 张俊飏, 李海鹏, 2011
农业灌溉 (kg/hm <sup>2</sup> )	266.48kg · hm <sup>2</sup>	West T. O., 2002 [10]
农用柴油 (kg/kg)	3.582 9kg · kg <sup>-1</sup>	《2008中国能源统计年鉴》

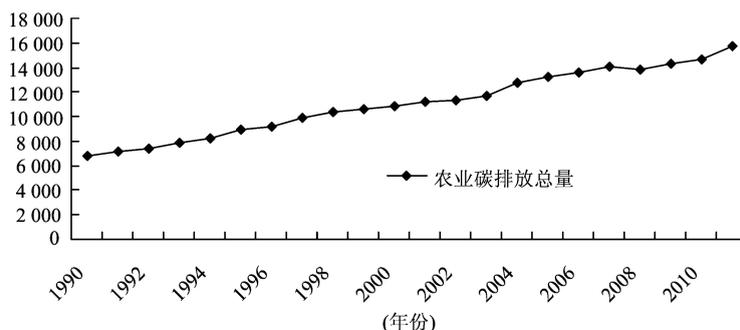


图1 农业碳排放增长趋势

需要说明的是,农业碳排放计算方法本文采用了李波的分项累加方法,但在具体项目上,该文选用了化肥、农药、农业灌溉及农用柴油四项指标。现有的研究<sup>[12]</sup>选择的指标还有秸秆焚烧等。之所以没有将秸

秆焚烧纳入到计算体系内,除了上文所述的原因外,还有就是目前秸秆处理的数据难以统计。从农业碳排放的计算结果来看,该文所计算的农业碳排放量居于李波等人的两个研究结果<sup>[12-13]</sup>的中间水平,这除了选择的核算项目不同外,还有各项农业碳源的碳排放系数选取的影响。也有学者<sup>[14]</sup>根据我国农业历年能源消费量数据来进行二氧化碳排放量的估算。这种计算农业碳排放的结果比按照农业投入品碳源数据计算得出的结果小很多。这主要是因为纯粹的能源统计难免会忽略投入品生产使用过程中的能源消耗,从而导致结果偏小。

## 2 农业碳排放与农业产值的协整分析

近年来,随着农业投入要素的增加,农业产出不断增长,与此相伴的是农业碳排放也在不断加大。如果延续现有的农业生产方式,随着农业产出的增加,农业碳排放也将不断增加。为准确计量农业产值(此处进行了可比处理)对于农业碳排放的影响,文章对二者之间的关系进行了协整分析。

### 2.1 单位根检验

进行协整分析前,首先需要对变量的平稳性进行检验,即单位根检验(Unit Root Test)。利用 EViews6.0 对变量  $\log(y)$ 、 $\log(x)$  及其差分形式进行平稳性检验,检验方法选择 ADF 检验,检验结果见表 2。

由检验结果可知,序列  $\log(x)$ 、 $\log(y)$  的统计检验量 ADF 值均大于显著水平为 5% 的临界值,即认为各序列存在单位根,是非平稳时间序列。对原始序列一阶差分后,序列  $\Delta\log(x)$ 、 $\Delta\log(y)$  的统计检验量 ADF 值均小于相应的临界值,即说明相应的一阶差分序列不存在单位根,为平稳时间序列。由以上结果,发现  $\log(x)$ 、 $\log(y)$  均为一阶单整变量,即  $I(1)$ 。

表 2 单位根检验结果

变量	检验形式 (c, t, k)	ADF 值	临界值 (5%)	平稳性
Log (Y)	(c, t, 4)	-1.41	-3.01	非平稳
Log (X)	(c, t, 4)	-3.11	-3.66	非平稳
$\Delta\log(y)$	(c, 0, 4)	-4.54	-3.02	平稳
$\Delta\log(x)$	(0, 0, 0)	-4.19	-3.73	平稳

注: (1)  $\Delta$  表示相关变量的一阶差分; (2) 检验形式中, c 表示含有常数项; t 表示含有趋势项; k 表示滞后阶数。滞后期 k 的选择固定为 4。

### 2.2 协整检验

如果两个一阶单整的非平稳时间序列的线性组合为平稳时间序列,则认为这两个变量之间是协整的,而协整变量之间存在着长期稳定的均衡关系。为了进一步讨论  $\log(x)$  与  $\log(y)$  的协整性,我们按照 EG 两步法(Engel and Granger, 1987)对农业碳排放与农业产值对数线性模型使用普通最小二乘法(OLS)进行回归。回归结果分别如下:

$$\ln\hat{y} = 2.93 + 0.69\ln x \quad (4.58) \quad (9.95)$$

$$r^2 = 0.83 \quad R^2 = 0.82 \quad F = 98.98$$

对上述回归方程所得的残差  $\mu$  用 ADF 检验方法进行单位根检验,其 ADF 检验值为 -2.3, 低于其 5% 的临界值 (-1.96), 这说明残差序列为平稳序列,也就是说变量  $\log(x)$  与  $\log(y)$  存在协整关系,即我国农业碳排放与农业产值之间存在长期稳定的均衡关系。

## 3 我国农业碳排放特征及其与农业产出关系讨论

### 3.1 我国农业碳排放特征分析

#### 3.1.1 农业碳排放结构特征

根据上述计算方法得到的结果可以分析得出我国农业碳排放结构具有以下特征(图 2):

(1) 从农业碳排放结构来看,4 种主要碳源中,农用柴油的碳排放明显高于其他碳源。农用柴油得利用直接消耗化石能源,其大小直接影响我国农业碳排放量。从 22 年平均水平来看,农用柴油形成的农业碳排放最大,占总排放的 49%,其次是化肥的使用形成的碳排放占 33%,农业灌溉和农药的利用形成

的碳排放分别占10%和8%。

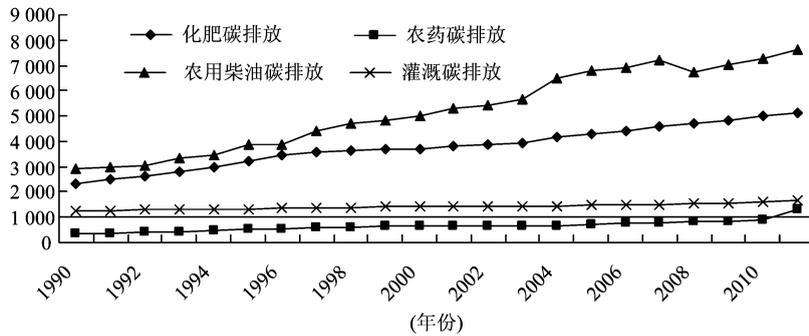


图2 农业各投入要素碳排放趋势

(2) 在4种碳源中,波动最为剧烈的是农用柴油碳排放,另外3个碳源化肥、灌溉和农药碳排放都较为平缓,尤其是后两者,增长幅度不太明显。究其原因,农用柴油的增长速度最快,增幅也最大,因此消耗掉的化石能源也最多。在四种碳源中,除了农用柴油的曲线有个别部分回落之外,其余四种曲线都呈一直上升态势。

(3) 从每种碳源碳排放量的年平均增长率来看,农药的利用形成的碳排放增长率最高,达到7.07%,其次是农用柴油,增幅为5.07%,农业灌溉碳排放增幅最小,仅为1.33%。

### 3.1.2 农业碳排放增长特征

从图1上看,我国农业碳排放量的长期趋势是不断增加。1990~2011年,每个年份都比前年有所增长,年平均增幅为4.06%。从长期走势看,未来我国农业碳排放并无下降趋势。

利用1990~2011年的数据,以时间作为自变量( $t$ ),以我国农业碳排放( $y$ )作为因变量,进行回归拟合,其结果如下:

$$\hat{y} = 6143.33 + 438.56t$$

(24.00)      (22.50)

$$r^2 = 0.962 \quad R^2 = 0.960 \quad F = 506.35$$

在上式中, $\hat{y}$ 为农业碳排放拟合值, $t$ 为拟合年度(取基期1990年为1)。该模型拟合优度 $r^2 = 0.96$ , $F$ 检验值为: $F = 506.35$ ,模型高度显著。根据拟合结果,我国农业碳排放平均每年递增438.56万t。

我国农业碳排放呈逐年递增的趋势,仅在2008年略有下降。但从增速上来看,有一定的波动性。其中增速在5%以下的有15个年份;增速在5%~10%的有4个年份,分别是1993年、1995年、1997年和2011年;增速在10%以上的有1个年份:2004年(图3)。

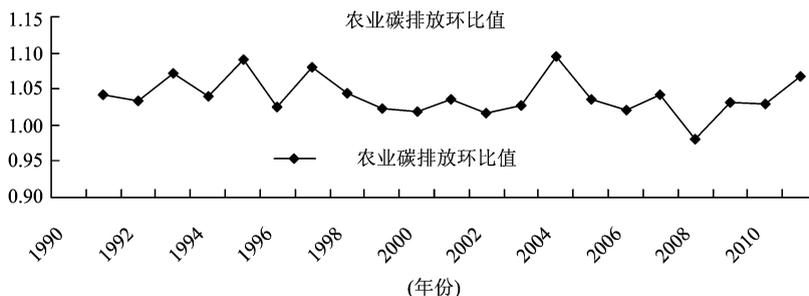


图3 农业碳排放环比波动

## 3.2 农业碳排放与农业产出关系分析

由上面的协整分析结果可以看出,我国农业碳排放与农业产值之间存在长期稳定的均衡关系。目前我国农业产值每增长1%,农业碳排放的增长量为0.69%。农业总产值的增长总是伴随着农业碳排放量相应的增长。

我国农业产值高增长的背后是不可再生能源的直接和间接消耗,以及二氧化碳的大量排放。在4种主要碳源中,农用柴油的碳排放明显高于其他碳源。农用柴油得利用直接消耗化石能源,其大小直接影响我国农业碳排放量。而化肥使用的碳排放仅次于农用柴油,这是由于我国氮肥制造过程中使用大量的化石能源——煤,而氮肥又是我国农业生产所使用的主要化肥种类,远远高于磷、钾肥和复合肥,因此化肥使用成为重要的农业碳源,并伴随农业产值的增长而增长。

目前,国外专门研究农业产出与碳排放关系的文献还不多见。在国内的同类研究中,李国志等人<sup>[14]</sup>的研究表明,碳排放与农业经济增长之间存在非均衡的“N”型曲线关系。虽然李国志等人的研究采用了不同的农业碳排放计算方法,但其研究结果也显示农业经济增长是农业碳排放最主要的驱动因素。李波等人<sup>[13]</sup>通过Kaya恒等式变形对农业碳排放影响因素进行分解研究。结果表明,效率因素、结构因素、劳动力规模因素对碳排放量具有一定的抑制作用,而农业经济发展则对农业碳排放具有较强推动作用,累计产生154.94%的碳增量。文章的研究结果同李波等人的结果有相似之处。

### 3.3 降低农业碳排放的措施

在全球节能减排的背景下,发展低碳农业将是我国农业发展方式的重大变革。低碳农业作为低碳经济的有机组成部分,其发展对于提高农业的综合竞争力,减少区域温室气体排放,促进国民经济可持续发展均有着重要的现实意义<sup>[15]</sup>。低碳农业首先是低能耗、低污染、低排放的“三低”技术;其次是节约型的技术,尽可能节约各种资源的消耗,尽可能减少人力、物力、财力的投入;再次是安全型的技术,采取多种措施,将农业产前、产中、产后全过程中可能对社会带来的不良影响降到最低限度<sup>[16]</sup>。根据这三个重要特征,并针对上面研究分析所得结论,提出如下措施:

#### 3.3.1 推广低碳农业的管理理念,发挥农业示范区的示范作用

长期以来,为了提供产量,农户对农药化肥的大量甚至超量使用已经是司空见惯,超量使用造成土壤污染,降低农产品质量,对此农户多有认识。但由此造成大量的碳排放,多数农户却知之甚少,也并不关注。为了实现低碳农业,必需加强对农户思想认识的转变,让低碳、绿色、生态的理念深入人心。

我国国土面积广大,各地区农业用地类型各不相同,应根据各地实际情况,建立农业示范区、示范基地,探索适合当地自身特点的低碳农业之路。目前,陕西省杨陵区、湖北省京山县等地的低碳农业示范区已经初具规模,积累了不少经验。

#### 3.3.2 开发农业土地利用新模式

土地利用的变化对全球大气二氧化碳含量的增加所起的作用仅次于化石燃料的燃烧。对农业耕地集约、节约的利用可以充分利用土地资源,更多考虑土地生态价值,避免农药化肥的重复使用,减少农业土地的碳排放。

在低碳经济时代,耕地利用可以形成“粮食经济+能源经济+体验经济”的土地利用新模式<sup>[15]</sup>。利用农业的生态功能搞体验农业、观光农业以及休闲农业也不失为低碳农业的有效措施。休闲农业园是以农业为基础和核心,农业与旅游业相结合,集观光采摘、科技示范、休闲度假、农业教育于一体的特殊农业形态。休闲农业园大多位于大都市郊区,在一个特定的区域内建立起来的有明确空间边界、以农业生产经营活动为主,辅以农村观光游览以及与之有关的旅游经营、旅游服务等内容,为游客提供具有乡村特色的吃、住、行、游、购、娱等各方面的服务和和农业科技示范、青少年农业教育等服务,满足城市居民休闲游憩、观光娱乐的需求<sup>[17]</sup>。

#### 3.3.3 改进农业能源消费结构,推行清洁农作,提高化肥利用率

在我国农业生产能源消费结构中,要减少农业生产中的化石能源使用,更新农业机械及技术,淘汰落后农渔机械,采用先进柴油机节油技术,降低柴油机燃油消耗,充分利用太阳能、风能和地热等可再生能源,大力推广利用生物质能,鼓励沼气项目建设。要开发清洁能源,进行清洁农业生产。一般来说,农业清洁生产是指通过生产和使用对环境友好的农用化学品,在清洁肥沃的土地上利用节水、节肥、节药、节地、节能以及资源综合利用等农业生产技术,在农业生产的全过程,使用清洁化的农艺措施,减少农业污

染的产生,降低农业生产及其产品和服务过程对环境和人类可能造成的风险<sup>[18]</sup>。

同时要提高化肥的利用率,要围绕“测土、配方、配肥、供肥、施肥指导”5个环节,做到“测土到田、配方到厂、供肥到点、指导到户”。要改变盲目大量施用化肥的习惯,使农民重视有机肥的使用,增加秸秆和人畜禽粪便还田的力度,从而有力地推动农业节能减排工作,减少化肥对地下水和土壤的浸染,使土质得到改善。

## 4 结论

该文通过化肥施用量、农药施用量等4个主要投入要素计算得到我国农业碳排放量,然后对农业碳排放与农业总产值的对数值进行分析,发现二者之间存在协整关系。进行协整回归分析可以看出,农业碳排放量与农业总产值之间有着密切的正相关关系,其中农业产出每增长1%,导致农业碳排放增长0.69%。我国农业碳排放的结构和变动也具有一定的特征。据此提出了引进土地利用新模式、推广施肥新技术等对策建议。

## 参考文献

- [1] 石正国,延晓冬,尹崇华,等.人类土地利用的历史变化对气候的影响.科学通报,2007,52(12):1436~1444
- [2] 熊焰.低碳转型路线图.北京:中国经济出版社,2011:4
- [3] 赵其国,钱海燕.低碳经济与农业发展思考.生态环境,2009,18(5):1609~1614
- [4] 林而达.气候变化与农业可持续发展.北京:北京出版社,2001
- [5] 张迪,魏本勇,方修琦.基于投入产出分析的2002年中国农产品贸易隐含碳排放研究.北京师范大学学报(自然科学版),2010,46(6):738~743
- [6] 姚婷婷,陈万明.农业温室气体排放现状及低碳农业发展模式研究.科技进步与对策,2010,27(22):48~51
- [7] 李国志,李宗植.中国农业能源消费碳排放因素分解实证分析——基于LMDI模型.农业技术经济,2010,(10):66~72
- [8] 漆雁斌,陈卫洪.低碳农业发展影响因素的回归分析.农村经济,2010,(2):19~23
- [9] 李波,张俊飏,李海鹏.中国农业碳排放与经济发展的实证研究.干旱区资源与环境,2011,25(12):8~13
- [10] West T. O., Marland G. A Synthesis of Carbon Sequestration, Carbon Emissions, and Net Carbon Flux in Agriculture: Comparing Tillage Practices in the United States. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2002, 91: 217~232
- [11] 姜伟,李萌.低碳经济规划:理论·方法·模型.北京:社会科学文献出版社,2011,271
- [12] 李波,张俊飏,李海鹏.中国农业碳排放与经济发展的实证研究.干旱区资源与环境,2011,25(12):8~13
- [13] 李波,张俊飏,李海鹏.中国农业碳排放时空特征及影响因素分解.中国人口·资源与环境,2011,21(8):80~86
- [14] 李国志,李宗植,周明.碳排放与农业经济增长关系实证分析.农业经济与管理,2011,(4):32~39
- [15] 张大东,张社梅,黄伟.浙江省农业系统碳源、碳汇现状评估分析.中国农业资源与区划,2012,33(5):12~19
- [16] 王昀.低碳农业经济略论.中国农业信息,2008,(8):12~15
- [17] 冯建国,杜姗姗,陈奕捷.大城市郊区休闲农业园发展类型探讨——以北京郊区休闲农业园区为例.中国农业资源与区划,2012,33(1):23~30
- [18] 梁龙,王大鹏,吴文良,等.基于低碳农业的清洁生产与生态补偿——以山东桓台为例.中国农业资源与区划,2011,32(6):98~102

(下转第72页)

## UPDATING METHOD OF COMPREHENSIVE LAND UTILIZATION COEFFICIENT BASED ON QUALITY LEVEL MONITORING OF ARABLE LAND FOR COUNTY ZONE—A CASE STUDY OF DAXING DISTRICT OF BEIJING

Zhou Zijian<sup>1,2</sup>, Wu Kening<sup>1,2,3</sup>, Ma Jianhui<sup>1,2</sup>, Sun Yabin<sup>1,2</sup>, Hu Xiaotao<sup>1,2</sup>

(1. School of Land Science and Technology of China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083;

2. Key Laboratory of Land Rehabilitation, Ministry of Land and Resources of the People's Public of China, Beijing 100035;

3. Key Laboratory of Agricultural Land Quality and Monitor, Ministry of Land and Resources of the People's Public of China, Beijing 100035)

**Abstract** Taking Daxing District of Beijing as an example, the purpose of this study is to study the updating method of comprehensive land utilization coefficient in arable land monitoring. Based on the classification agricultural land grade data and combined with the investigation and statistical data, this paper reevaluated the highest standard food yield and modified the comprehensive land utilization coefficient. The results showed that the holistic trend of comprehensive land utilization coefficient increased, and the average value was basically same to the statistic data. The conclusion was that in the condition that the classification results of agricultural land grade was accurate and reliable; updating the comprehensive land utilization coefficient using the method of modifying by degrees was fast and convenient. The method was appropriate for monitoring quality level of arable land.

**Keywords** land management; quality of arable land monitoring; comprehensive land utilization coefficient; modifying by degrees; the highest standard food yield

—————  
(上接第 65 页)

## RELATIONSHIP BETWEEN AGRICULTURAL CARBON EMISSIONS AND AGRICULTURAL GROSS VALUE OF OUTPUT

Li Ying<sup>1</sup>, Ge Yanxiang<sup>1</sup>, Liang Yong<sup>2</sup>

(1. College of Economics and Management, Shandong Agricultural University, Taian Shandong 271018, China;

2. College of Information Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Taian Shandong 271018, China)

**Abstract** Agriculture is one of the sources of greenhouse gases and meanwhile is greatly affected by climate change. According to the present calculating procedure of carbon emissions, this paper calculated the agricultural carbon emissions in China based on four main input factors (chemical fertilizer, pesticide, irrigation and diesel). By the analysis of the logarithms of agricultural carbon emissions and agricultural gross value of output, co-integration relation between them was founded. It had a very closely positive correlation between agricultural carbon emissions and agricultural gross value of output by co-integration regression analysis. One percent growth of agricultural output will lead to 0.69 percent growth of agricultural carbon emissions. On the basis of the above results, it put forward some suggestions and countermeasures such as new land-use patterns, protective cultivation, new fertilizing technologies, crops sequestration technologies and so on.

**Keywords** agricultural carbon emissions; agricultural value of output; co-integration analysis; low-carbon agriculture