

土壤碳汇功能与农户耕作行为演变激励

廖 薇

(中国农业大学 经济管理学院,北京 100083)

摘 要:本文研究了农业土壤碳汇所具有的经济潜力将对中国农户耕作行为产生的影响。通过建立农户耕作行为方式选择模型和土壤碳汇激励模型,分析了农户采用不同农业耕作行为方式的经济过程,探讨了碳交易机制对农户行为方式改变的影响。研究得出:土壤碳汇功能可以帮助农户增加自身收入、减少贫困,从而带来减少大气中 CO₂ 气体含量、缓减温室效应、提升土壤肥力等保护环境的正外部效益。

关键词:土壤碳汇;农户耕作行为;二氧化碳;农户

中图分类号:F323.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-980X(2009)03-0045-05

随着经济的快速发展,高度的生产力发展水平在造福人类的同时,环境问题也随之而来,其中气候暖化^[1-3]成为了全球人类共同面对的困境之一。中国在改革开放后,通过制度创新激起了农户农业生产的热情,使得农业生产取得了举世瞩目的成就。但是,这种增长从某种角度来讲是以过度消耗自然资源和以环境恶化为代价的,土壤侵蚀和盐碱化问题十分严重。根据从 1999 年开始的全国第二次遥感调查结果,中国的水土流失面积达 356 万平方公里,占国土面积的 37%,20 世纪 90 年代盐碱化土地面积约占国土面积的 10%。土壤侵蚀和盐碱化问题必将引起环境污染、土壤肥力退化、作物产量下降、品质降低等问题,将会对食品生产的数量和质量造成严重的安全威胁。

然而,环境保护问题具有典型的公共物品性质。经济学家从经济方面对环境退化进行了解释,他们认为经济的激励是导致资源退化和缺乏资源保护积极性的重要原因。理性经济人在经济利益的驱动下为使利润最大化,会不断将自身成本外部化于环境,这必然导致环境的不断恶化。在现行的经济机制下,保护环境对于经济人来讲没有利润收入,他们缺乏主动采取行动改变现状的动力。大气中二氧化碳等温室气体不断聚集和土壤自身肥力不断下降等问题都是人类追求自身利益所造成的后果。因此,如何设计一个可行而有效的激励机制,让保护环境对于经济人来讲是有利可图的,使人们在追求自身利润最大化的过程中自动改变行为方式、实现环境保护,以利于优化子孙后代的生存条件,是一个重要而紧迫的问题。

1997 年 12 月,在日本京都召开的第三次缔约

方大会通过了具有历史意义的《联合国气候变化公约》,简称为《京都议定书》。《京都议定书》使碳成为了一种商品,人们可以在市场上对碳进行交易,这给问题的解决带来了新的契机。当农业部门参与到碳交易市场中来时,农户在追求自身利润最大化的过程中,通过改变自己的耕作行为,从一种碳源耕作方式转变为碳汇技术方式,即通过植物体将大气中的 CO₂ 气体固定到土壤中,通过碳交易市场将汇集到的碳出售,由此获得收益。这不仅增加了农户从事农业生产的另一种收入来源,而且促进了农户行为的改变,有助于减少大气中 CO₂ 气体的含量、增加土壤肥力,真正实现环境的保护。

本文主要研究目前经济环境下农户将采用何种耕作行为方式,探讨农户采用这种耕作行为方式的经济性原因,并考察当农户参与到土壤碳汇机制中来时碳交易产生的经济激励是否会对农户耕作行为方式产生影响。

1 农户耕作行为与土壤碳汇的关系

从自然科学的角度出发,气候暖化和土壤肥力问题主要是碳元素循环在大气圈和陆地生物圈中失衡产生的结果。陆地生物圈碳库包括植被碳库和土壤碳库。土壤碳库是陆地生态系统中最大的有机碳库^[4],约占陆地生态系统总碳储量的三分之二^[5],是植被碳库的 3 倍和大气碳库的 2 倍^[6]。土壤碳库中的有机碳(soil organic carbon, SOC)将土壤颗粒聚集在一起,提高了土壤结构,防止风和水对土壤侵蚀,由此来提高土壤质量^[7]、增加土壤肥力。

土壤碳库存量受到自然和人类活动的影响。植物体通过光合作用吸收 CO₂ 气体,形成有机质。植

收稿日期:2008-12-19

作者简介:廖薇(1981—),女,四川德阳人,中国农业大学经济管理学院博士研究生,研究方向:气候变化与农户生产行为。

物体在其死后进入到土壤中形成土壤有机碳,其中一部分有机碳也会在微生物和人类活动的作用下分解,以 CO_2 气体的形式回到大气中。当输入土壤中的碳含量大于输出时,就会增加土壤碳库的含量,这是土壤碳库积累的一个重要方式^[8]。但是,在输入和输出土壤的过程中,有机质却受到了农户耕作行为方式的很大影响。随着从事农业生产劳动力机会成本的不断升高,农户为了节省劳力和时间或方便下期作物的种植,并不会将作物生物量归还到土壤中,而是将其焚烧或是用作他途,这将会切断碳库的输入源;在有机质分解的过程中,农户不断翻耕土壤也加速了有机碳的分解,增加了碳的释放量。农户的这些耕作行为使得土壤碳库的输入量下降或者为负输入量,结果土壤中的碳含量逐渐降低而大气中碳含量增多,导致土壤肥力下降、气候不断变暖。但是,如果改变生产行为方式,如采用秸秆还田、减少翻耕土地次数等“碳汇”措施,将会使碳流入土壤的量为正,从而减少大气中 CO_2 气体的含量,增加土壤有机碳的含量。所以,不同的农户耕作行为将搭起连接大气碳库和土壤碳库之间的桥梁,这些行为方式也将影响经济、社会、环境的多个方面。

由此可见,农业土壤贮存碳的潜力不仅与气候、土壤的物理、化学性质有关,在区域尺度和短时间内,更重要的是受到农户农田管理方式特别是农户耕作行为方式的短期而强烈的影响^[9],如图 1 所示。

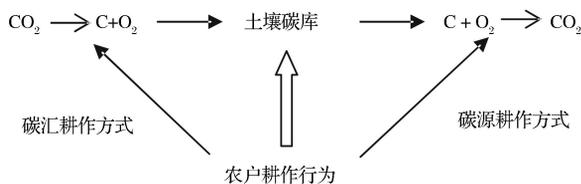


图 1 农户耕作行为与土壤碳库、大气碳库之间的关系

中国是一个农业大国,拥有约 1.33 亿公顷的农田。农户是农田的直接管理和使用者。研究表明:1990 年以来,中国农田的土壤净损失 95 百万吨 $\text{C}/\text{年}$,而土壤中含碳量的减少又必将引起土壤质量的退化,我国耕地平均有机碳含量低于世界平均值 30% 以上,低于欧洲 50% 以上^[10]。我国是一个土壤碳密度较低的国家。中国目前农田管理方式造成中国农业生态系统的 CO_2 净排放量约为 95 百万吨 $\text{C}/\text{年}$ 、 CH_4 约为 9.2 百万吨 $\text{N}/\text{年}$ 、 N_2O 约为 1.3 百万吨 $\text{N}/\text{年}$ 。中国能源消耗所产生的 CO_2 约为 550 百万吨 $\text{C}/\text{年}$ 、 CH_4 约为 12 百万吨 $\text{C}/\text{年}$ 。与之相比,1990 年农田排放的 CO_2 为能源消耗所产生的为 17%、 CH_4 为 78%。研究表明:如果通过一定的农田管理措施,地面秸秆还田比率由当前的 15% 增

加到 80%,那么,中国农田土壤碳含量将会由亏损状态(-95 百万吨 $\text{C}/\text{年}$)变为为盈收(+80 百万吨 $\text{C}/\text{年}$)^[11]。这足以说明:做为温室气体排放的“碳源”、“碳汇”,土壤碳库对于降低温室气体总排放量具有重要影响。在中国当今的经济环境下,农户采用何种典型耕作行为方式?他们采用这些行为方式的原因是什么?这些行为方式产生了哪些社会、经济、环境结果?要改变他们的行为方式是否具有经济上的可行性?这些都是值得系统研究的重要问题。

2 农户耕作行为方式选择模型

农户是经济理性的,他们选择的耕作行为方式是在一定的资源禀赋、制度和经济条件的约束下进行的最优化选择。为便于研究,本文首先对“碳源”耕作方式和“碳汇”耕作方式进行定义。

“碳源”耕作方式是一种省时省工的耕作方式,如焚烧秸秆。“碳源”耕作方式不利于土壤肥力的增加,也不利于缓减温室效应和保护环境。

“碳汇”耕作方式是一种较“碳源”费时、费工的方式,如秸秆还田。“碳汇”耕作方式利于土壤肥力保持、缓减气候变化和环境保护。

农户选择何种农业耕作行为方式,主要受到土地产权的稳定性、对未来农业和非农业收入的预期等因素的影响。为便于分析,本文假设如下:

假设 1: 农业收入占农户总收入比重越高,农户越会对农业生产投入较多的生产要素,因而会采用碳汇的措施;反之,农户将会减少对农业生产的投入,采用“碳源”的生产方式。

假设 2: 土地产权越稳定,农户越会对农业生产投入较多的生产要素,采用碳汇的措施,如秸秆还田;反之,农户将会减少对农业生产的投入,采用“碳源”的生产方式。

本文将耕地面积和技术等都视为外生给定因素,因此,农业收入仅是劳动力投入的函数。式(1)中: R^1 为第一期农户总收入; R^2 为二期农户总收入; R_f^1 表示第一期农户农业总收入; R_i^2 表示二期农户非农收入; L_f^1 为第一期农户投入农业生产的劳动量; L_i^1 为第一期农户投入非农劳动量;用 $E(R^2 - R_i^2)/R^2$ 表示农户预期第二期农业收入将在自己总收入中所占的比重,即农业产出对于农户自己的重要性程度,比重越高,则重要性越强,农户愿意投入更多的生产要素到土地上,反之亦然。 $\frac{dL_f^1}{dR_i^2} > 0$, $\frac{dL_i^1}{dR_f^2} > 0$, 即第二期非农收入对第一期劳动力投入非

农业有正的影响,第二期农业收入对第一期劳动力投入农业具有正的影响。另外,为与中国农村土地产权的实际情况相符合,我们将土地产权的稳定性值表示为 M , M 值越高,意味着土地产权的稳定性越强。 $C(M)$ 表示由于 M 值的存在,产权的不稳定性将像一种随机税一样给农户带来预期的成本,若 $C(M) < 0$,则土地产权越稳定,即土地承包期越长,农户的预期成本越低。

$$\text{Max} R^1 = R_f^1 \{ L_f^1 [E(R_p^2) / R^2], C(M_1) \} + R_i^1 \{ L_i^1 [E(R_i^2) / R^2] \} \quad (1)$$

另,假设农户总的劳动总量为 1,建立拉格朗日函数 L :

$$L = R_f^1 \{ L_f^1 [E(R_p^2) / R^2], C(M_1) \} + R_i^1 \{ L_i^1 [E(R_i^2) / R^2] \} + (1 - L_f^1 - L_i^1) \quad (2)$$

式(2)中, $R_p^2 + R_i^2 = R$ 。采用拉格朗日函数分别对 R_i^2 和 M_1 求一阶导数,可得 $\frac{dR_f^1}{dL_f^1} = \frac{dR_i^1}{dL_i^1}$ 。当

处于均衡状态时有 $\frac{dR_f^1}{dL_f^1} = \frac{dR_i^1}{dL_i^1}$,即劳动力投入农业的边际收益等于劳动力投入工业的边际收益。将

$$= \frac{dR_f^1}{dL_f^1} = \frac{dR_i^1}{dL_i^1} \text{ 代入原一阶导数式 } \frac{dL}{dR_i^2} = 0 \text{ 可得 } \frac{dL_f^1}{dR_i^2} / \frac{dL_i^1}{dR_i^2} = (\frac{1}{R^2} - 1) / (\frac{1}{R^2} + 1) \text{。进一步计算,可以}$$

得出 $\frac{dL_f^1}{dR_i^2} / \frac{dL_i^1}{dR_i^2} < 0$ 。由假设知,可预见的工业收入 (dR_i^2) 对劳动力投入工业 (dL_i^1) 的量的影响一定为正,即 $\frac{dL_i^1}{dR_i^2} > 0$,所以 $\frac{dL_f^1}{dR_i^2} < 0$ 。

2.1 不存在碳交易市场时农户的行为选择

对于农业生产来说,当不存在碳交易市场时,就仅存在农产品交易市场。在这种情况下,第一期农户农业总收入 R_f^1 仅包括农产品收入 R_p 。由 $\frac{dL_f^1}{dR_i^2} > 0$ 、

$\frac{dL_f^1}{dR_i^2} < 0$ 可知,当农户预期外部非农业收入比农业收入高时,就会带来一个较大冲击 dR_i^2 , dL_i^1 也将有较大的变化,即当 $\frac{dL_i^1}{dR_i^2}$ 升高, $\frac{dL_f^1}{dR_i^2}$ 也将升高;但是,

由于 $\frac{dL_f^1}{dR_i^2} < 0$,所以 $\left| \frac{dL_f^1}{dR_i^2} \right|$ 将减小。所以,可预期的

二期非农收入对一期的农业劳动力投入的影响为负,即,农户预期从事非农生产会升高收入时,将倾向于选择减少对农业生产劳动力的要素投入,也就是更愿意选择节省劳动力和时间的农业耕作行为方式,这就是我们前面假设的“碳源”耕作方式。又由于 $\frac{dL_f^1}{dR_p^2} = \frac{dL_f^1}{dR_p^2} > 0$,即农户一期投入农业生产的劳

动量和其预期的二期农产品收入成正比,所以,当农产品交易市场提供的农业收入较少时,农户将选择投入较少的农业劳动。但在实际经济生活中,由恩格尔定律可知,随着人们收入水平的提高,购买食品的支出占总收入的比例将下降,所以,农户从农业生产中获得的收入将下降,而农户投入农业生产的劳动力生产要素也必将下降,农户将选择节时省工的“碳源”耕作方式。

2.2 存在碳交易市场时农户的行为选择

当存在碳交易市场时,对于农业生产来说,不仅存在农产品交易市场,还存在碳交易市场。农户农业总收入 R_f 不仅包括农产品收入 R_p ,还包括碳交易收入 R_c 。

$$\text{由 } \frac{dL_f^1}{dR_i^2} > 0, \frac{dL_f^1}{dR_i^2} < 0, \text{ 可得 } \frac{dL_f^1}{dR_i^2} = \frac{dL_f^1}{d(R^2 - R_f^2)} < 0, - \frac{dL_f^1}{dR_f^2} < 0, \text{ 即 } \frac{dL_f^1}{dR_f^2} > 0, \text{ 即农业收入对农户投入}$$

农业生产的劳动力有正的影响,农业收入越高,农户会相应投入较多的劳动量。由 $\frac{dL_f^1}{dR_f^2} =$

$$\frac{dL_f^1}{d(R_p^2 + R_c^2)} > 0, \text{ 当第二期农产品收入 } R_p^2 \text{ 为一定值时,可知 } \frac{dL_f^1}{dR_c^2} > 0, \text{ 即农户投入一期的劳动力要素量}$$

与农户预期二期将从碳交易市场上获得的碳收益量成正比。农户获得的碳收益越高,其越会在农业生产中投入较多的劳动量,并选择“碳汇”农业生产方式。

由此可见,在从事农业生产时,农户不仅可以获得农产品带来的经济收入,还可以通过从事农业生产带来的正外部效应而获得另一部分收益,因此,农户从事农业生产带来的总收益将增加,这或许会促使农户改变耕作行为,增加对农业生产劳动力的投入,并从“碳源”农业生产方式转变到“碳汇”农业生产方式,这有利于环境保护。

2.3 农户耕作行为的土壤碳汇激励模型

在选择一种行为时,理性的农户必定在当时的社会经济制度环境下选择对于自己或家庭具有最大化效用的行为方式。因此,当农户没有选择“碳汇”耕作措施而选择了“碳源”耕作方式时,必定是“碳源”方式对于其的效用大于“碳汇”方式带来的效用。本文采用的经济激励模型参考了 Antle 于 2003 年建立的关于农户参与土壤碳交易的经济模型^[1]。但是, Antle 主要考虑了发达国家中农户参与土壤碳汇机制的情况,如果将其运用于我国的经济环境,将不符合我国农村的实际情况,因此,本文在 Antle 模型的基础上对其进行了修正。

农户从碳交易市场中获得的收益 $R_c = P \cdot C$ 。其中, P 为碳交易市场上碳的价格, C 表示由于农户转变农业生产行为方式而在土壤中增加的碳固定量。假设:某农户采用“碳源”的耕作方式为 i (如焚烧秸秆、翻耕土地等),采用“碳汇”耕作方式为 s (如秸秆还田、免耕等技术措施),若农户在时刻 0 采用 i 形式的农业耕作行为,土壤碳库碳含量为 $C(i)$,那么,从时刻 0 改变其行为方式,开始采用耕作方式 s ,到时刻 T 时,土壤碳库含量将达到一个新水平,即每公顷土地增加的碳为 $C(s)$ 。改变农业生产行为方式使土壤碳库含量提高后,可以增加表层土壤厚度,增强土壤持水能力和改善土壤结构,从而提高土地生产力。但是,这些效果相对于农户行为具有一定的时间滞后期,这往往是影响农户预期的一个重要因素。

农户并不会太关心自己行为的变化将会带来哪些社会效益和环境效益,也就是说,他们不会关心土壤碳库含量下降所带来的环境问题,也不会关心大气中 CO_2 气体含量增加所带来的温室效益,他们最为关心的是自己行为的变化会给他们及其家庭带来哪些效用上的变化。当碳交易市场形成以后,通过技术汇集,农户可以在市场上出售碳。此时,农户自己并不对环境问题考虑太多,而是在经济利益的激励下、在对自身利益的追求下自动完成对环境的保护。假设:农户从农业耕作行为方式 i 改变为 s ,改变农业耕作方式的净收益为 $R(i, s)$:

$$R(i, s) = \sum_{t=1}^T \left(\frac{1}{1+r} \right) [R_t(s) + P_t \cdot C(s) - M_t(s) - L_t(s)] - I(i, s) \quad (3)$$

式(3)中: r 表示每年的利率, $1/(1+r)$ 为将农户采用土壤碳汇技术的未来收益贴现到现在,以描述行为效果具有的时滞现象; $R_t(s)$ 为采用 s 耕作行为方式时的作物产出在 t 时刻的收益; P_t 是在 t 时刻碳交易市场上每吨碳的价格; $P_t \cdot C(s)$ 就为 t 时刻农户因为采用 s 耕作行为方式所汇集到的碳量在碳交易市场上出售而获得的收益; $M_t(s)$ 是农户在时刻 t 采用 s 耕作方式的生产成本,包括种子、肥料、劳动力等生产费用; $L_t(s)$ 表示劳动力在 t 时刻采用 s 耕作行为的机会成本,目前农户普遍存在兼业的行为,农业耕作行为方式 i 基本上是一种粗放的农作方式,农户为了节省劳力和时间来从事一些其他的非农行业,以获得更多的现金收入。而耕作方式 s 是一种较 i 费时费工的方式,所以,从农户角度来看,其必然会考虑自己从事其他非农行业的劳动力机会成本。 $I(i, s)$ 是农户从 i 方式转变到 s 方式所需要投资的固定资产。如果农户并不参与到土壤碳汇

机制当中,仍然采用其以前的耕作行为方式 i ,那么 $P_t \cdot C(s) = M_t(s) = L_t(s) = I(i, s) = 0$,即农户收入为 $R_t(s)$ 。如果农户会参与到土壤碳交易市场来,当且仅当 $R(i, s) > R_t(i)$ 时,则有:

$$R_t(s) + P_t \cdot C(s) - M_t(s) - L_t(s) - I(i, s) > R_t(i); \\ P_t \cdot C(s) > R_t(i) - R_t(s) + M_t(s) + L_t(s) + I(i, s) \quad (4)$$

只有当改变行为方式的成本小于其改变后的收益时,农户才有可能将 i 改变为 s 。

$$P_t > \frac{[R_t(i) - R_t(s) + M_t(s) + L_t(s) + I(i, s)]}{C(s)} \quad (5)$$

式(5)中, P_t 表示农户固定每一吨碳的成本。只有当每一吨碳的价格高于 $R_t(i) - R_t(s) + M_t(s) + L_t(s) + I(i, s)$ 时,即农户改变耕作方式后会被支付一定的报酬,且报酬达到或高于农户固定每一吨碳的成本时,农户才有可能参与到碳交易市场来,进而改变其农业生产耕作行为,从“碳源”的方式转变到“碳汇”的方式中来,起到固定碳、缓减温室效应的作用。可见,影响农户改变其行为方式的最重要因素就是碳市场上碳价的高低。

3 结论

当前,关于土壤碳汇的研究大多数集中在自然科学领域,但这是远远不够的。如果没有好的激励机制为好的技术提供保障,人们是没有动力去实施这些好技术的。气候暖化造成极端气候事件,土壤肥力下降给贫困人口带来巨大威胁。目前,已有很多关于土壤肥力的研究,出现了一些解决土壤肥力下降问题的好技术,这些技术已在世界一些地区得到了较好的应用。在很多贫困地区,虽然存在着有利于环境保护的农业生产技术,但是贫困的农户却并不采用该技术,反而使用一些不利于环境保护的行为方式。所以,有必要分析农户的技术行为,探讨激励农户行为的机制。

建立减少温室气体排放的碳交易机制,如《京都议定书》中的清洁发展机制,为激励农户改变耕作行为方式带来了契机。本文着重探讨了农户行为产生的经济原因和碳交易机制对农户行为方式的影响。当农户参与到碳交易机制中时,首先定量分析农户每一种“碳源”行为,分析这些行为将会给每亩农田带来多少碳量的汇集。当碳需求者向农户购买“碳”时,其实是在购买一种服务,即购买农户在多少亩土地上改变其行为方式,并维持这种行为方式一定时间。建立碳交易机制,并使农业部门参与到碳交易机制中,在实际中会有很多困难。其中,发达国家和

发展中国家面临的困难又各不相同。农户自身的资源禀赋、所处的经济环境和土壤碳积累技术、管理、监督和碳交易市场建立的完善程度等方面都会影响农户是否参与土壤碳交易,进而影响到土壤“碳汇”功能作用的发挥。从我国自身的经济环境出发,研究农户参与土壤碳汇的行为,对于我国农业部门将来参与到国际碳交易市场提前做好充分准备,是非常必要的。

注:本文入选 2008 年全国中青年农业经济学者年会,并在大会上宣读。

参考文献

- [1] ANTLE J M. Creating incentives for the adoption of sustainable agricultural practices in developing countries: the role of soil carbon sequestration[J]. American agricultural economics, 2003(5):1178-1184.
- [2] FOLLETT R F, SHAFER S R, JAWSON M D, et al. Research and implementation needs to mitigate greenhouse gas emission from agriculture in the USA[J]. Soil Till Research, 2005, 83(1):159-166.
- [3] WOOD R, LENZEN M, DEYC, et al. A comparative study of some environmental impacts of conventional and organic farming in Australia [J]. Agricultural Systems, 2006, 89(2/3):324-348.
- [4] CARDON Z G, HUNGATE B A, CANBARDELLA C A, et al. Contrasting effects of elevated CO₂ on old and new soil carbon pools soil[J]. Biology & Biochemistry, 2001, 33(3):365-373.
- [5] FALKOWSKI P, SCHOLERS R J, BOYLE E, et al. The global carbon cycle: a test of our knowledge of Earth as a system[J]. Science, 2000, 290(5490):291-296.
- [6] 林而达, 李玉娥. 中国农业土壤固碳潜力与气候变化[M]. 北京: 科学出版社, 2005:45.
- [7] KIMBLE J M, RICE C W. Soil Carbon Management Economic, Environmental, and Societal Benefits [M]. New York: CRC Press, 2007:2.
- [8] JOHNSON J M, FRANZLU EBBERS A J, WEYERS S L, et al. Agricultural opportunities to mitigate greenhouse gas emissions [J]. Environmental Pollution, 2007 (150): 107-124.
- [9] KIMBLE J M, RICE C W. Soil Carbon Management Economic, Environmental, and Societal Benefits [M]. New York: CRC Press, 2007:155.
- [10] 潘根兴, 赵其国. 我国农田土壤碳库演变研究: 全球变化和国家安全[J]. 地球科学进展, 2005(4):384-390.
- [11] 李长生. 中国农田的温室气体排放[J]. 第四纪研究, 2003, 9(5):493-501.

Function of Soil Carbon Sequestration and Incentive of Farmer s Cultivation Behavior

Liao Wei

(College of Economics and Management, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: This paper studies the potential impacts of soil Carbon sequestration in agriculture on cultivation behaviors of farmers in China. Through establishing the decision-making process model of rational farmer s cultivation behavior and the incentive model of soil Carbon sequestration, it analyzes the influence of the Carbon trading mechanism on the change of farmer s cultivation behavior. The economic analysis shows that soil Carbon sequestration helps to raise farmer s income and reduce poverty, which has positive impacts on the decrease of CO₂ gas emission and the relieving of Greenhouse Effect.

Key words: soil Carbon sequestration; cultivation behavior of farmer; Carbon Dioxide; farmer

(上接第 31 页)

- [21] 陈峰. 现代医学统计与 STATA 应用[M]. 北京: 中国统计出版社, 1999:33-45.
- [22] 吴勇民, 白英姿, 纪玉山. 我国自主创新的现状透视、形成机理与政策选择[J]. 中国科技论坛, 2008, 19(2):35-39.
- [23] 原长弘, 王鲜菊. 学科声誉对高校教师科技论文产出影响的实证研究[J]. 技术经济, 2008, 27(10):123-128.

Empirical Study on Relationship between Output of Scientific Paper Supported by NSFC and Patent Output of University Faculty in China

Yuan Changhong, Liu Chao, Fang Kun

(The School of Management, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract: Based on the sample of 250 teachers from universities acquiring the approval of funding from Engineering and Material Science Department of NSFC during 2000-2004, this paper uses the NBRM to analyze the relationship between the amount of scientific paper of university faculty and the amount of patent application during the period of receiving the fund from NSFC. The results show that the quantity and quality of paper, the number of team and the amount of fund from NSFC have positive effects on patent output.

Key words: university; S & T output; patent