

# 虚拟土的基本理论问题研究

范辉<sup>1</sup>, 朱红波<sup>2</sup>, 周晋<sup>3</sup>, 谢文全<sup>1</sup>, 蚩志锋<sup>1</sup>

(1. 信阳师范学院 城市与环境科学学院, 河南 信阳 464000;

2. 四川大学 公共管理学院, 成都 610064; 3. 信阳师范学院 科研处, 河南 信阳 464000)

**摘要:**虚拟土研究具有重要的理论意义和实际价值,它为合理调整粮食种植结构与贸易政策、优化农业结构、推进生态环境建设和深化农用地价值研究等提供了全新的视角。我国学术界关于虚拟土的研究相对较少,且仅仅处于起步阶段。该研究对虚拟土的基本理论问题进行了探索,主要包括:厘定了虚拟土的命名、内涵与特点,分析了虚拟土的研究意义、理论基础和研究方法,探索了虚拟土的研究内容,并对虚拟土的测度方法进行了改进。

**关键词:**虚拟土; 虚拟土战略; 土地资源; 土地利用结构

中图分类号:F301.2

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)03-0294-05

## Study on the Basic Theoretical Issues of Virtual Land

FAN Hui<sup>1</sup>, ZHU Hong-bo<sup>2</sup>, ZHOU Jin<sup>3</sup>, XIE Wen-quan<sup>1</sup>, CHI Zhi-feng<sup>1</sup>

(1. College of Urban and Environmental Science, Xinyang Normal University, Xinyang, He'nan 464000; 2. School of Public Administration, Sichuan University, Chengdu 610064, China;

3. Office of Scientific Research, Xinyang Normal University, Xinyang, He'nan 464000, China)

**Abstract:** Research for virtual land has important theoretical and practical significance. Virtual land theory can provide a new perspective for reasonable adjustment of cropping structure and grain trade policy, optimization of agricultural structure, improvement of ecological environment construction and deepening the value of agricultural land. Academic research on the virtual land was few and only at its start. This paper explored some basic theoretical issues on virtual land. It determined the term, content and features of virtual land, and also analyzed the research significance, theoretical basis and research methods of virtual land. Moreover, the paper studied the contents and measurement of virtual land.

**Key words:** virtual land; virtual land strategy; land resources; land use structure

我国是世界上水土资源十分匮乏的国家之一。近年来,学术界对水资源利用进行了深入的探索,特别是关于虚拟水资源的相关研究,为水资源安全及合理利用提供了理论支撑。虚拟土地的相关研究源于虚拟水。虚拟水是指生产商品和服务所需要的水资源数量,这是由 Tony Allan 在 1993 年提出<sup>[1]</sup>, 1996 年正式界定的<sup>[2]</sup>。自 2003 年程国栋<sup>[3]</sup>将虚拟水的概念引入国内以来,学术界关于虚拟水的研究主要包括虚拟水概念及产品虚拟水测度、虚拟水贸易与虚拟水流动、虚拟水与水资源安全和水足迹等方面<sup>[4-5]</sup>。很多产品特别是农产品在生产过程中也需要土地资源,因此,可以将虚拟水的研究视角和方法引入到土地资源配置与利用的研究中。

近年来,学术界也开始尝试采用虚拟水的研究思路来探索土地资源的相关领域研究。国外关于虚拟土的研究较少。Laura 等分析了瑞士农产品进出口所带来的虚拟土交易,及其对环境和生态、经济的影响<sup>[6]</sup>。Zhao、Liu 和 Deng 探索了虚拟水在解决中国水资源短缺和粮食安全中的作用,同时也探索了中国基于粮食贸易的虚拟土的贸易规模<sup>[7]</sup>。国内关于虚拟土的研究也较少。罗贞礼等<sup>[8]</sup>探索了“虚拟土”和“虚拟土战略”的内涵。胡宝清等<sup>[9]</sup>研究了虚拟土安全战略的评价方法。白玮等<sup>[10]</sup>分析了虚拟土的粮食安全价值。一些学者探索了粮食贸易与虚拟耕地之间的关系<sup>[11-16]</sup>,虚拟耕地战略<sup>[17]</sup>,以及虚拟耕地与粮食生产布局<sup>[18]</sup>等内容。关于虚拟土地的研究取得了

收稿日期:2011-05-23

修回日期:2011-06-14

资助项目:教育部人文社会科学基金(09YJC790195);河南省科技计划项目(112300410302);河南省教育厅自然科学基金研究项目(2011B170008);河南省高校人文社会科学研究项目(2011-ZX-100);信阳师范学院青年基金项目(20100055,20100056,20100057)

作者简介:范辉(1979—),男,河南郸城人,讲师,硕士,主要从事土地利用与土地资源评价研究。E-mail:fanhuie2002@163.com

一定进展,同时也存在一些不足之处,如基本概念没有厘定、基本理论问题没有解决、研究内容零散肤浅等。根据土地资源与水资源的相似性,并结合学术界对虚拟水理论的研究成果,可以看出虚拟土研究在我国具有重要的理论意义和实践价值。为了使未来虚拟土研究更加系统和深入,本文将深入探索虚拟土的基本理论问题,主要涉及到虚拟土的涵义与特点、虚拟土的基础理论与研究方法、虚拟土的研究内容与量化方法等内容。

## 1 虚拟土的内涵

### 1.1 虚拟土的名称厘定

虚拟土名称的厘定有利于统一学术界对虚拟土的认识,促进未来对虚拟土的深入研究。与虚拟水仅有一种命名不同,学术界关于虚拟土的命名存在不同的看法。已有的研究成果,关于虚拟土地资源有“虚拟土”<sup>[8,10,13]</sup>和“虚拟耕地”<sup>[11,14-16]</sup>两种命名。虚拟土命名的不统一,不利于比较不同学者的研究成果,也不便于未来有关虚拟土系统而深入的研究。

在“虚拟土”和“虚拟耕地”两种命名中,本文认为采用“虚拟土”的名称更加合理。其原因如下:第一,基于地类角度的分析。根据土地分类,仅农用地就划分为耕地、园地、林地、牧草地等。虽然学术界关于虚拟土地的研究仅限于耕地资源,但毋庸置疑除耕地以外的其他产品也将是今后学术界探索的内容,如水果、林木、家禽类产品等,甚至包括部分生产占地较多的工业产品和服务。因此,采用“虚拟土”的命名便于不同地类的比较。第二,基于量化的视角。水的度量单位是吨,是一个客观的测度。而耕地却随地势地貌、气候、植被、土壤质地等因素的不同具有较大的差异,不利于不同区域虚拟土地资源的量化和比较。采用“虚拟土”命名,可以把它独立出来且赋予一个在学术界相对较一致的内涵,使不同地类上生产的产品便于独立、客观的量化与比较。综上,本文认为采用“虚拟土”命名更加合理。

### 1.2 虚拟土的内涵

虚拟土涵义的界定直接影响着虚拟土的量化、研究方法和内容等确定,因此它是一项基础性且具有重要性的研究内容。虚拟土含义的界定,在适当借鉴虚拟水的涵义的基础上,要结合土地资源自身的属性、虚拟土深入研究的需要等因素。现有的“虚拟土”概念<sup>[8]</sup>甚至包括“虚拟耕地”的概念<sup>[14]</sup>基本上涵盖了“虚拟土”的内涵,同时也存在没有充分体现土地资源属性的不足之处等问题。

尽管土地资源利用的影响因素较多,且不同区域

土地资源禀赋差异较大,但在利用土地资源生产产品或服务的过程中,一定要在保证土地资源永续利用的前提下进行。同时,虚拟土的运用与测度不一定涉及产品或服务的交易,可以就同一区域虚拟土与土地资源两者之间进行比较。此外,由于农业基础设施、土壤质量、土地肥力、农业技术水平等影响土地资源产品或服务的因素不同,在界定虚拟土含义时应该考虑到虚拟土出口地和进口地的区别。综合以上各种因素,本文将虚拟土的含义界定为:“在保证土地资源永续利用的前提下,在本区域(出口地或进口地)生产相当商品或服务过程中所需要的土地资源数量。”

### 1.3 虚拟土的特点

由于土地资源具有一定的特性和虚拟土自身拥有的独特属性,使得虚拟土具有一定的特点。罗贞礼<sup>[19]</sup>认为虚拟土具有非真实性、社会交易性和便捷性等特点。除此之外,本文认为虚拟土还具有其他的特点。

(1) 区域性。由于各地区的气候、地势地貌、土壤质量、农业基础设施、耕作技术、劳动力规模等条件均有差异,导致各地区的农作物或者经济作物的总产量和单位产量均不一致。此外,各地区的产业基础与规划、经济基础、发展定位不同,也影响虚拟土的规模。因此,各地区虚拟土的规模具有明显的区域性。

(2) 稳定性。虽然各年份,某一区域的气候条件、劳动力规模等因素会发生一定的差异,不过从总体上看由于影响农作物或经济作物的大部分因素是稳定的,所以各地区的虚拟土规模在每年发生小幅变动的前提下是稳定的。从粮食产量可以产出,历年来河南省、河北省、山东省和东北地区都是我国的粮食主产区。因此,各地区的虚拟土规模具有稳定性。

(3) 影响因素多元性。影响农作物或经济作物的因素是多种多样的,因此,虚拟土的影响因素具有多元性。影响虚拟土的因素有自然条件(如地势地貌、气候、水文、植被等)还有社会经济条件(如农业基础设施水平、劳动力规模、交通、区位、经济基础等)。此外国家政策也会对虚拟土产生影响,例如取消农业税、国家对农产品价格的补贴等。

(4) 空间依赖性。影响虚拟土的各种因素,不管是自然条件还是经济社会条件,甚至政策等,均要落实在空间上,所以虚拟土具有空间依赖性的特征。从我国农作物产量的角度分析,中部和东北地区由于具有优越的土壤、气候、水文等因素,其农作物的总产量和单产均相对较高;而西北地区因气候干旱等因素,种植农作物的适宜性大大降低。从地理学的视角分析,虚拟土的规模分布具有空间性。

(5) 相对优势性。由于各地区的自然条件和经

济社会条件差异较大,农产品的种植品种和产量均有较大的差异,各地区形成了具有相对比较优势的农产品。从大的范围看,南方多种植水果和水稻,中部和北部地区多种植小麦、玉米等粮食。各地区根据所在区域的便利和不利的条件,形成了具有相对优势的农产品和水果的种植品种和模式。

(6) 政治风险性。虚拟土的价值主要通过商品或服务的贸易才显现出来。在不同区域间,往往会因为政治问题而影响农产品和水果等商品的交易;因此,虚拟土还具有政治风险性。现阶段,国与国之间的贸易大部分通过海运来完成,在国际形势发生变化的情况下,农产品的国际贸易将受到很大的影响。这也是很多国家一直强调国家粮食安全的主要原因。

## 2 虚拟土的理论基础与研究方法

### 2.1 虚拟土的研究意义

(1) 合理调整粮食种植结构与贸易政策。通过对区域内各种农作物生产过程中所需虚拟土的测算,合理调整国际粮食贸易政策。根据比较优势理论,可以出口本区域虚拟土含量较少的农产品,而进口该区域虚拟土含量较高的农产品,荷兰的谷物产量与生猪规模就充分说明了这一点<sup>[8]</sup>。同时,在保证粮食自给率不低于90%和不影响国家粮食安全的前提下,适当进口国外的粮食。在国家粮食安全的大背景下,部分水土资源缺乏的省区可以购买其他省份的农产品。

(2) 因地制宜地优化农业结构。根据区域内土地资源禀赋及其农作物种植的便利条件,因地制宜地调整农业结构;根据区域内不同农作物虚拟土的含量,优化农业种植结构,种植具有比较优势的农产品,力争使区域内的农产品种植具有竞争优势、虚拟土规模最大化等。

(3) 逐步推进生态环境建设。通过对区域不同农作物虚拟土含量的测度,使单位农产品虚拟土含量比较高的地区,特别是生态环境不断恶化的地区(如我国的西北地区、内蒙古的部分地区等)逐步的退耕还林、还草。通过虚拟土战略,在生态薄弱地区大力发展林草业,进口粮食或经济作物等。

(4) 推进对农用地价值的深入研究。近年来,学术界对农用地的价值进行了深入的研究,对于农用地具有经济价值、生态价值和社会价值达成了相对一致的看法。通过对虚拟土的相关研究,可以量化农用地中含有国家粮食安全的社会价值<sup>[10]</sup>,从而深化人们对农用地价值的认识,保障农户的合法权益,减少农地非法非农化的规模等。

(5) 改进土地规划的相关理念。过去在进行土

地规划时,总是对各类用地的布局面面俱到。在不影响国家粮食安全和生态安全的前提下,在进行土地规划时根据虚拟土理论,结合区域内生产农作物需要虚拟土的规模,因地制宜地优化土地利用结构。尽可能多的安排区域内具有比较优势的产业结构,对各业用地不必面面俱到,改进了土地规划的理念。

(6) 优化区域土地资源配置与管理。根据不同时期区域发展的重点和资源禀赋,将土地资源在时间、空间和各领域进行合理的配置,在缓解土地资源压力的同时,最大化不同时期区域内的土地资源利用效益。通过实施虚拟土地战略有利于土地资源贫乏地区制定相应的土地资源安全战略,以保障区域的生态环境安全和社会经济可持续发展<sup>[20]</sup>。

此外,结合虚拟水贸易的研究成果<sup>[21]</sup>,虚拟土研究还有利于解决区域土地资源短缺、提高土地资源利用率和改善人们的消费模式等问题。

### 2.2 虚拟土的理论基础

(1) 地域分异规律。地域分异规律是地理学的主要理论之一。虽然影响土地利用效益和强度的因素很多,但地质地貌、土壤、植被、气候和水文等自然因素在单位土地面积农产品产出中发挥重大的作用。由于不同区域的土地资源特点及其分布规律都遵循地域分异规律,因此,不同区域单位农产品虚拟土含量和虚拟土总规模也将遵循该理论。

(2) 比较优势理论。比较优势理论是英国著名的经济学家大卫·李嘉图提出的,是国际贸易理论最重要的理论之一。根据该理论,不管强国还是弱国只要根据自身与其他国家的优劣势来参与国际贸易,都可以从中获利。由于自然经济社会等方面条件的差异,不同地区利用土地的效益有很大的区别。根据比较优势理论,各地区在有限的土地上生产符合自身具有比较优势的产品,然后进行贸易,并可以从中获得更多的利益。

(3) 区位理论。区位理论在虚拟土研究中具有重要的指导意义。在一定的区域内,与农作物生产的自然经济社会条件可能差异不大,而区位可能是影响两个或以上地点单位农产品产量的主要原因。因此,在探索不同地区或者同一地区内部农产品的虚拟土含量时,要将区位论作为重要的指导理论之一。

(4) 资源替代理论。资源替代理论是人类社会发展的基本理论之一。社会物质生产离不开资源,也是一种资源配置,而且在生产过程中资源是不断代换的<sup>[22]</sup>。“资源替代”意味着在生产规模扩大时,外部资源替代自身资源、较高层次资源替代较低层次资源<sup>[23]</sup>。不同区域土地资源禀赋有较大的差异,但可

以通过生产或者购买符合本地区土地资源禀赋特点的产品,来充分发挥该地区土地资源的优势或避其劣势。如土地资源富集地区可以多生产土地密集型产品,而土地资源贫瘠地区则可以过购买土地密集型产品以弥补自身的不足。

### 2.3 虚拟土的研究方法

(1) 定性分析方法。采用定性分析方法对虚拟土的部分理论问题进行研究。关于虚拟土含义、特点、研究意义和理论基础等,可以采用归纳法、演绎法、对比分析法、综合分析法等定性分析方法。

(2) 定量分析方法。在虚拟土研究中,定量分析方法主要用于虚拟土的测度、规模、贸易量,以及虚拟土战略优势度评价、虚拟土战略区划等内容。定量分析的方法比较多,也可能涉及到各种数学模型,比如主成分分析法、物元模型、层次分析法、投影追踪模型等。

## 3 虚拟土的研究内容与测度方法

### 3.1 虚拟土的研究内容

虚拟土的研究内容比较广泛,大致可以从虚拟土基本理论问题、虚拟土规模、虚拟土贸易、虚拟土消费和虚拟土战略等5个方面进行划分。

(1) 基本理论问题。虚拟土的基本理论问题主要包括:虚拟土的内涵与特性、虚拟土的研究意义、研究方法与理论基础,虚拟土的测度方法等内容。

(2) 虚拟土规模。此部分主要包括:虚拟土规模的影响因素,虚拟土规模的量化方法,不同年份不同区域虚拟土规模,多尺度(时间和地域)虚拟土规模的演进,虚拟土规模的时空演变等内容。

(3) 虚拟土贸易。其研究内容主要包括:不同年份各区域虚拟土贸易规模,虚拟土贸易规模的影响因素,虚拟土贸易规模与农作物种植结构的关系,虚拟土贸易与自然、经济、社会和政治之间的关系,虚拟土贸易的时空演进等。

(4) 虚拟土消费。虚拟土消费研究的主要内容包包括:历年不同地域虚拟土消费的规模与结构,虚拟土消费与不同收入群体的关系,虚拟土消费与膳食结构的关系,虚拟土消费与土地资源禀赋、自然经济社会等方面的联系,虚拟土消费与饮食观念的关系,虚拟土消费的时空演化等。

(5) 虚拟土战略。主要包括:虚拟土战略的内涵,虚拟土战略的影响因素与制定方法,虚拟土战略优势度评价,虚拟土战略区划的理论基础、方法及其应用途径等内容。

### 3.2 虚拟土的测度方法

(1) 已有的度量方法。关于虚拟土或者虚拟耕

地的计算方法在文献中并不多见,在这里仅列举文献中的两种计算公式。成丽等<sup>[14]</sup>在测算粮食贸易中虚拟耕地的规模时采用的公式为:

$$NVLI = \sum_{i=1}^n \frac{I_i - E_i}{W_i} \quad (1)$$

式中:NVLI——当年虚拟耕地净进口量; $I_i, E_i$ ——当年作物的进口量和出口量; $W_i$ ——当年作物的单产。其中,分别按进口地和出口地两种情况计算虚拟耕地规模。

白玮等<sup>[10]</sup>提出单一粮食作物产品虚拟土含量可用粮食播种面积单产的倒数表示,即:

$$VL_i = \frac{S_i}{Q_i} \quad (2)$$

式中:VL<sub>i</sub>——某种粮食作物的虚拟土含量; $S_i$ ——该种粮食作物的播种面积; $Q_i$ ——该种粮食作物的产量。

马博虎和张宝文<sup>[16]</sup>在式(1)基础上考虑了研究年份的差异。虽然在公式表达上有一定的区别,从本质上讲式(1)和式(2)是一致的,都是采用某种作物的贸易量除以该粮食作物的单产。事实上,这种测度虚拟土含量的思路来自于虚拟水的测度思想,有一定的科学道理。然而,虚拟土与虚拟水有很大的差异,最明显的区别是很多作物的生长周期不一致。因此,在测度农产品虚拟土含量时将该种作物的生长周期考虑进去,将会使虚拟土含量的测度结果更加客观。

(2) 改进的度量方法。本研究中需要测度虚拟土含量的物品比较广泛,不仅包括粮食作物和经济作物,还包括林木,甚至家禽等(为了便于表达,暂使用农作物)。由于各种农作物的生长周期不一致和各地区水热条件的差异,比如我国南方农作物一年三熟、北方农作物一年一熟。因此,在度量农作物虚拟土含量时将农作物的生长周期考虑进去,将会使度量方法更加科学。此外,由于农作物受天气因素的影响加大,短期内具有不稳定性,因此,某一农作物的单产使用多年产量的平均值将更加合理。因此,本研究认为单位农作物虚拟土的度量方法为:

$$VL_{i,t}' = \frac{S_{i,t-1} + S_{i,t} + S_{i,t+1}}{Q_{i,t-1} + Q_{i,t} + Q_{i,t+1}} \cdot \frac{P_i}{12} \quad (3)$$

式中:VL<sub>i,t</sub>'——改进后的单一农作物虚拟土含量; $S_i$ ——该种粮食作物的播种面积(hm<sup>2</sup>); $Q_i$ ——该种粮食作物的产量(kg); $P_i$ ——该种农作物的生长周期(月); $t$ ——研究年份。

## 4 结论与讨论

### 4.1 结论

虚拟土理论在土地资源配置与优化、农业结构调

整和产业布局等方面具有重要的研究意义。本研究对虚拟土的基本理论问题进行了深入的探索和研究。

从地类划分和便于量化的角度分析,采用“虚拟土”的命名比较科学。将虚拟土定义为:“在保证土地资源永续利用的前提下,在本区域(出口地或进口地)生产相当商品或服务过程中所需要的土地资源数量”,既体现了合理利用土地的基本要求,又反映了虚拟土的真实内涵。虚拟土具有:区域性、稳定性、影响因素多元性、空间依赖性、相对优势性和政治风险性等特点。

虚拟土具有重要的研究意义。它有利于合理调整粮食种植结构与贸易政策,有利于优化农业结构和推进生态环境建设,有利于深化对农用地价值的研究和改进土地规划理念等。地域分异规律、比较优势理论、区位理论和资源替代理论等,是虚拟土研究的理论基础。虚拟土的研究方法较多,主要划分为定性分析方法和定量分析方法。

虚拟土的研究内容比较广泛,主要包括虚拟土基本理论问题、虚拟土规模、虚拟土贸易、虚拟土消费和虚拟土战略5个方面。在现有虚拟耕地和虚拟土量化方法的基础上,对虚拟土度量方法进行了改进,即考虑农作物生长的不同年份和生长周期,使虚拟土的量化结果更符合实际。

#### 4.2 讨论

在我国,虚拟土研究仅仅处于起步阶段,学术界对很多基本理论问题还没有达成相对一致的看法。本研究对虚拟土的基本理论问题进行了探索,涉及的内容还不够全面、不够深入。虚拟土研究的内容比较广泛,可能还需要新的理论基础作为研究支撑,这就需要寻找新的理论或者是多学科交叉为其深入探索服务。

虚拟土贸易、消费和区划等问题,不同于一般产品,因此,要本着科学、合理、系统的原则来深入探索这些问题。此外,虚拟土的量化公式还需要进一步的研究,要考虑将自然、经济和社会等因素体现在量化的过程中。这些都是本文未来需要深入探索的内容。

#### 参考文献:

- [1] Allan J A. Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydropolitical futures would be impossible[C]// Priorities for Water Resources Allocation and Management. London: ODA, 1993:13-26.
- [2] Allan J A, Karshenas M. Management environmental capital: the Case of water in Israel, Jordan[R]// Alan J A, Court J H. Water, Peace and the Middle East: Negotiating Resources in the Jordan Basin. I. B. London: Taurus Publishers, 1996:124-154.
- [3] 程国栋. 虚拟水:中国水资源安全战略的新思路[J]. 中国科学院院刊, 2003(4):260-265.
- [4] 刘哲,李秉龙. 虚拟水贸易理论及其政策化研究进展[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(5):134-138.
- [5] 刘宝勤,封志明,姚治君. 虚拟水研究的理论、方法及其主要进展[J]. 资源科学, 2006, 28(1):120-127.
- [6] Laura W, Thomas K, Claudia R. Virtual land use and agricultural trade: Estimating environmental and socio-economic impacts[J]. Ecological Economics, 2006, 57(4):679-697.
- [7] Zhao J Z, Liu W H, Deng H B. The potential role of virtual water in solving water scarcity and food security problems in China[J]. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 2005, 12(4):419-428.
- [8] 罗贞礼,龙爱华,黄璜,等. 虚拟土战略与土地资源可持续利用的社会化管理[J]. 冰川冻土, 2004, 26(5):624-631.
- [9] 胡宝清,杨旺彬,邵晖. 虚拟土安全战略及其在县域土地可持续利用中的应用[J]. 热带地理, 2006, 26(2):97-101.
- [10] 白玮,邱爱军,张秋平,等. 黄淮海地区水土资源粮食安全价值核算[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(1):66-70.
- [11] 赵姚阳,陈炬烽. 中国农产品贸易中的虚拟耕地交易分析[J]. 长江流域资源与环境, 2010, 19(2):192-195.
- [12] 瞿商,杨祖义. 粮食安全与中国耕地关系的动态调整:基于1980—2004年中国虚拟耕地及其贸易的研究[J]. 当代中国史研究, 2009, 16(2):69-75.
- [13] 赵菊勤,张明军. 以粮食为载体的甘肃省虚拟资源流量计算[J]. 干旱区研究, 2009, 26(3):447-451.
- [14] 成丽,方天堃,潘春玲. 中国粮食贸易中虚拟耕地贸易的估算[J]. 中国农村经济, 2008(6):25-31.
- [15] 成丽. 中国粮食对外贸易对耕地资源可持续利用影响研究[D]. 沈阳:沈阳农业大学, 2009.
- [16] 马博虎,张宝文. 中国粮食对外贸易中虚拟耕地资源贸易量的估算与贡献分析[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版, 2010, 38(6):115-119, 126.
- [17] 陈伟华. 中国虚拟耕地战略初步研究[D]. 长沙:湖南师范大学, 2010.
- [18] 杨玉蓉,刘文杰,邹君. 基于虚拟耕地方法的中国粮食生产布局诊断[J]. 长江流域资源与环境, 2011, 20(4):495-499.
- [19] 罗贞礼. 基于虚拟土视角下区域土地资源的可持续利用管理探讨[J]. 国土资源导刊, 2006, 3(2):17-20.
- [20] 辛绍翠. 虚拟土地战略在优化我国土地资源管理中的作用及策略浅析[J]. 中国商界, 2010(3):230-231.
- [21] 徐中民,龙爱华,张志强. 虚拟水的理论方法及其在甘肃省的应用[J]. 地理学报, 2003, 58(6):861-869.
- [22] 栾贻信. 从资源代换理论看科技创新在我国经济方式转变中的意义和作用[J]. 山东理工大学学报:社会科学版, 2005, 26(6):5-11.
- [23] 姚治君,高迎春,苏人琼,等. 缺水地区农业灌溉用水替代与农业发展:以京津唐地区为例[J]. 资源科学, 2004, 26(2):54-61.