

黄淮海地区粮食生产中的农业水资源经济价值核算

张秋平, 郝晋珉*, 白玮

(中国农业大学土地资源管理系, 北京, 100094)

摘要: 水资源是粮食生产的重要物质条件, 水资源经济价值核算是科学管理水资源、制定合理水价和形成灌区有序水市场的基础。目前国内尚无关于水资源经济价值统一而权威的核算方法, 更不必说针对粮食生产中的农业水资源经济价值核算的研究。该文依据收益还原法基本原理, 采用 C-D 生产函数理论构建了粮食生产中的农业水资源经济价值核算方法体系, 并以黄淮海地区为例进行了实证分析。结果表明: 黄淮海地区主要作物生产中, 水稻生产的水资源纯收益最高, 玉米次之, 小麦最低; 黄淮海地区农业水资源的平均经济价值为 1.02 元/m³, 各省(市)之间略有差别; 当前, 在实际的粮食生产过程中, 农业水资源经济价值被严重低估。

关键词: 农业水资源; 经济价值; 粮食生产; 黄淮海地区

中图分类号: S274.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2008)-2-0001-05

张秋平, 郝晋珉, 白玮. 黄淮海地区粮食生产中的农业水资源经济价值核算[J]. 农业工程学报, 2008, 24(2): 1-5.
Zhang Qiuping, Hao Jinmin, Bai Wei. Estimation of economic value of agricultural water resource in grain production in Huang-Huai-Hai Region[J]. Transactions of the CSAE, 2008, 24(2): 1-5. (in Chinese with English abstract)

0 引言

粮食生产是人类重要的自然资源利用方式之一, 其中水资源是粮食生产不可或缺的物质基础, 农业水资源紧缺是当前影响中国粮食安全目标实现的重要因素。为促进粮食生产中的水资源可持续利用, 制定合理的农业水资源价格和建立有序的灌区水市场, 需要对粮食生产中的农业水资源价值进行科学测算。此外, 客观真实的自然资源价值为粮食生产中的资源有偿使用制度建设提供科学的理论依据, 激励资源使用者自觉保护和合理利用自然资源, 避免资源的浪费和无序使用。

然而, 目前学术界尚无统一而权威的水资源经济价值核算方法, 针对粮食生产中的水资源经济价值测算的研究则更少^[1], 因此探讨粮食生产中的农业水资源经济价值核算方法对于促进水资源的有偿使用和合理配置具有重要的理论和现实意义。本文所指的黄淮海地区包括北京、天津、河北、山东、河南、江苏和安徽 7 个省市, 是中国农业开发历史最久远的区域之一, 也是中国目前最重要的粮食主产区。同时黄淮海地区农业水资源短缺情况十分严重, 供需矛盾突出, 因此选取黄淮海地区作为实证研究对象具有较强的代表性^[2]。黄淮海地区的粮食

生产以水稻、小麦和玉米 3 种作物为主, 本文的研究主要围绕这 3 种作物进行。

1 计算方法

1.1 基本原理

粮食生产本质上是一种自然资源的利用方式, 水资源作为粮食生产系统中最重要生产要素和物质基础之一, 是获得产量和经济效益的重要保证。根据西方经济学和马克思主义“地租”理论: “‘地租’的占有是土地(包括水资源)所有权借以实现的经济形式”, 是“土地要素(水资源)的相应报酬”, 在中国, 农业水资源归国家所有, 农业水资源价格本质上是国家的水资源所有权在经济上的表现形式, 在数值上应该为水资源的经济价值^[3]。在粮食生产过程中, 农业水资源的经济价值可以看作是由水资源所带来的未来收益的折现值。因此, 可由水资源收益现值还原为粮食生产系统中农业水资源的经济价值。本文采用收益还原法来测算粮食生产中的农业水资源经济价值, 收益还原法的基本公式为^[4]:

$$P = \frac{a}{r} [1 - (\frac{1}{1+r})^n] \quad (1)$$

式中 P ——水资源的经济价值; a ——水资源年纯收益; r ——还原利率; n ——水资源利用年限。由于黄淮海地区的粮食生产周期和收益周期一般为 1 a, 因此农业水资源利用年限 n 也相应取 1, 式(1)可改写为:

$$P = \frac{a}{1+r} \quad (2)$$

从式(2)可看出, 水资源纯收益和还原利率是确定水资源经济价值的关键所在。

收稿日期: 2007-09-13 修订日期: 2007-11-11

基金项目: 长江学者和创新团队发展计划(IRT0412); 国家科技攻关课题(2004ba508b01)

作者简介: 张秋平(1978—), 男, 山西陵川人, 博士研究生, 主要从事水土资源高效利用与管理研究。北京 中国农业大学土地资源管理系, 100094。Email: zhangqp@126.com

※通讯作者: 郝晋珉(1960—), 男, 山西太谷人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为水土资源管理和农村区域发展。北京 中国农业大学土地资源管理系, 100094。Email: jmhao@cau.edu.cn

1.2 粮食生产中的农业水资源纯收益计算

粮食生产系统中, 最终经济效益的实现是多种因素综合作用的结果, 包括资本投入、劳动力投入和自然资源投入, 因此分离其中的水资源纯收益的过程应符合系统性原则, 真正反映农业水资源因素对粮食生产收益的贡献率。根据资源经济学理论^[5], 在技术水平一定的条件下, 粮食生产中的水资源投入符合边际报酬递减规律。根据均衡边际原理, 在边际效益递增阶段, 当其他生产要素比例保持不变时, 每增加一单位水资源投入量所引起的粮食生产总值的增加, 即为水资源对粮食产出的贡献, 其在数值上相当于单位水资源的纯收益。

根据上述思路, 选择 C-D 生产函数法测算粮食生产在既定投入水平下的理论总收益, 并根据水资源对粮食总收益的贡献度为依据计算粮食生产中的水资源纯收益^[6]。C-D 生产函数是 20 世纪 20 年代后期, 由美国数学家柯布和经济学家道格拉斯建立的研究投入与产出关系的经典数学模型, 该生产函数以农业生产经营成果为目标, 描述了农业产出与生产要素之间的关系。理论和实际研究表明, C-D 生产函数可直接反映投入要素对产值的影响, 能够较为准确地反映农业生产过程的客观实际^[7]。将 C-D 生产函数应用于计算粮食生产中的农业水资源纯收益时, 首先应根据粮食生产系统的特点, 量化粮食生产总产值与生产过程中各投入要素之间的关系, 这些要素包括农业水资源投入、其他资本投入、劳动力投入 3 大类, 其中农业水资源投入包括自然降水和灌溉用水, 其他资本投入包括种子费、化肥费、农药费、机械费、管理费和其他费等, 劳动力投入包括家庭用工和雇佣工两类; 然后确定各项要素的边际产量和价格; 最后利用 C-D 生产函数计算出水资源的纯收益。C-D 生产函数的表达式为:

$$Y = cK^b R^\beta M^\gamma \quad (3)$$

式中 Y ——粮食生产总产值; c ——常数; K ——其他资本投入; b ——其他资本的产出弹性; R ——水资源投入量; β ——水资源投入的产出弹性; M ——劳动力投入; γ ——劳动力投入的产出弹性。C-D 生产函数通过两边取对数, 将原函数转化为对数型线性函数:

$$\ln Y = \ln c + b \times \ln K + \beta \times \ln R + \gamma \ln M \quad (4)$$

利用最小二乘法对式 (4) 中的各参数进行估计, 得到参数 c 、 b 、 β 、 γ 的值, 再代入水资源量、其他资本投入量和劳动力投入量, 即可求得粮食生产的理论总收益。根据边际均衡理论, 当其他生产要素比例保持不变时, 每增加一个单位的水资源量所引起的粮食总收入的增加, 即农业水资源对粮食生产产出的贡献, 其在数值上相当于农业水资源纯收益^[5]。因此, 水资源的边际收益可用下式表达:

$$dY/dR = \beta \times Y_{理} / R \quad (5)$$

上述几个计算式中用到的粮食生产投入和收益数据均来自 2004~2006 年国家发展和改革委员会所编《中国农产品成本收益资料汇编》一书, 数据真实可靠。

1.3 粮食生产中的水资源投入量计算

粮食生产过程中的水资源投入量是 C-D 生产函数中的重要参数, 由于本文的研究目的是测算农业水作为自然资源的经济价值, 因此, 研究中的水资源量既包括灌溉水, 也包括自然降水, 即作物在田间生长过程中的实际耗水量。虽然粮食生产过程受到地理位置、气候条件、耕作习惯等因素的影响, 不同地区的实际耗水量存在一定的差异, 但从宏观大尺度上和多年平均值看, 粮食生产中的水资源消耗量和粮食总产之间的确存在着规律性的相关关系, 这一关系可用下式表达^[8]:

$$ET_{耗} = 0.1ky \quad (6)$$

式中 $ET_{耗}$ ——作物全生育期的耗水量, mm; y ——作物单位面积的产量, kg/hm²; k ——作物需水系数, m³/kg, 为单位产量的需水量。式 (6) 中 k 值可由作物需水量和对应的最高产量确定。作物需水量是指在适宜的外界环境条件下 (包括土壤水分和养分的充分供应) 下, 作物正常生长发育达到或接近该作物品种的最高产量水平所需要的水量。就某一地区的具体作物而言, 作物需水量和最高产量是一个相对固定值。中国学者利用水量平衡法、参考作物蒸散量 (Penman-Monteith 公式计算) 与作物系数法等方法计算出了中等干旱年中国各省 (市、自治区) 主要农作物需水量, 并测定了相应的产量^[9-11]。本文根据该研究结果, 确定了黄淮海地区中等干旱年各省 (市) 主要粮食作物的平均需水系数 k 值, 作为估算作物实际耗水量的参数之一。而黄淮海平原的 3 种主要作物的产量数据来自《中国农村统计年鉴》^[12]。

1.4 还原利率的确定

在收益还原法中, 还原利率是另一个重要的因素, 它是将由某一资源带来纯收益还原为其市场或者经济价值或价格所用的比率。选择科学合理的还原利率, 对于准确测算粮食生产中的农业水资源的经济价值非常关键。

农业水资源投入可看作是粮食生产过程中的一种投资或者成本, 因此水资源的还原利率实质上就是农业水资源这一资本在粮食生产中的资本收益率。在一个均衡的市场上, 资本收益率满足下列要求: 其最小值应不低于银行同期定期储蓄利率或一般性投资的收益率, 同时在物价变动的情况下, 应能弥补物价变动所造成的货币贬值或增值^[5]。因此, 考虑到农产品生产的周期性长、稳定性差的客观因素和农业水资源的价值实现以农产品的价值实现为基础, 农业水资源的还原利率采用“安全利率+风险利率”的方法进行确定^[13], 具体计算表达式如下:

$$\text{还原利率} = \frac{\text{1年期定期银行存款利率}}{\text{农产品物价指数}} + \text{风险利率} \quad (7)$$

式中 1 年期银行定期存款利率选择中国人民银行 2007 年 8 月 22 日公布的利率，为 3.60%；农产品物价指数采用国家统计局和农业部共同发布的 2006 年农副产品收购价格分类指数（以 2000 年收购价格为定基指数），为 151.6%；综合评价黄淮海地区粮食生产中的气候风险、农田基础设施风险和市场风险后，得出种植业的风险利率一般在 1%~2% 之间^[14]，本文选取 1.5%。把上述取值代入式(7)，得到粮食生产中的水资源还原利率为 3.87%。

2 结果与分析

2.1 黄淮海地区主要粮食作物的 C-D 生产函数

由于黄淮海地区的水稻、小麦和玉米播种总面积超过该区全部粮食播种面积的 90%，因此这 3 种作物生产过程中水资源所体现的经济价值很大程度上可反映该地区的农业水资源经济价值。根据《中国农产品成本收益资料汇编》提供的分省（市）的水稻、小麦和玉米生产的资金投入、劳动力投入和总收益数据^[15]，结合式（6）计算所得的作物耗水量数据，利用 SPSS 软件对数据进行回归分析，得到黄淮海地区上述三类作物的 C-D 生产函数。函数中， Y 表示粮食生产的总收益，影响总收益的主要因素选取了 7 类，其中， x_1 表示水资源投入， x_2 表示种子费， x_3 表示化肥费， x_4 表示农药费， x_5 表示机械费， x_6 表示用工费， x_7 表示管理费。

3 种作物生产函数中，水稻生产函数的种子费和机械费不显著被剔除，小麦生产函数和玉米生产函数的用工费不显著被剔除。最后建立的 3 种作物的生产函数方程如下：

水稻：

$$Y = 1.972x_1^{0.576}x_3^{0.413}x_4^{0.185}x_6^{-0.063}x_7^{0.091} \quad (8)$$

$$R^2 = 0.783 \quad R_1 = 0.821$$

小麦：

$$Y = 3.917x_1^{0.178}x_2^{0.012}x_3^{0.376}x_4^{-0.009}x_5^{-0.095}x_7^{-0.052} \quad (9)$$

$$R^2 = 0.709 \quad R_1 = 0.807$$

玉米：

$$Y = 3.212x_1^{0.387}x_2^{0.542}x_3^{0.094}x_4^{0.103}x_5^{-0.412}x_7^{0.103} \quad (10)$$

$$R^2 = 0.802 \quad R_1 = 0.712$$

回归方程（8）~（10）中，自变量指数的符号正负和数值大小表明变量对总收益影响的方向和程度， R^2 为对方程中各选取自变量与因变量总收益的相关显著性判定系数， R_1 为水资源投入对总收益影响显著性的偏相关系数，从判定系数和偏相关系数的数值看，3 个方程中自变量和因变量的相关性均达到显著水平。在 3 种作物的生产函数中，水资源的系数均为正值，表明农业水资源投入与粮食生产总收益之间呈正相关。由于其他影响因素在本文中只作为水资源价值体现的背景，不是研究重点，因此，这里不再赘述其对总收益的影响。

2.2 黄淮海地区粮食生产中的水资源纯收益

根据方程（8）~（10），结合式（4）和式（5），求得黄淮海地区 3 大主要粮食作物生产中的水资源纯收益，结果如表 1 所示。

表 1 黄淮海地区主要粮食作物生产中的水资源纯收益

Table 1 Net income of water resource inputted in main grain crops production in Huang-Huai-Hai Region

作物	区域	总收益 /元·hm ²	水资源 消耗量 /m ³ ·hm ²	水资源 投入的 产出弹性	水资源 纯收益 /元·m ³
水稻	天津	16128.90	7391.3	0.576	1.64
	河北	16169.25	7646.2	0.576	1.51
	江苏	13805.25	7136.4	0.576	1.68
	安徽	10057.20	6966.5	0.576	1.36
	山东	14195.40	7901.0	0.576	1.43
	河南	11792.85	8155.9	0.576	1.27
小麦	北京	7678.05	5104.3	0.178	0.59
	天津	7891.65	5097.5	0.178	0.61
	河北	8553.90	5407.2	0.178	0.61
	江苏	7413.60	3695.7	0.178	0.72
	安徽	6280.50	3823.1	0.178	0.76
	山东	8207.10	5097.5	0.178	0.62
玉米	河南	7393.50	4842.6	0.178	0.70
	北京	6636.91	3831.2	0.387	1.22
	天津	7705.53	3823.9	0.387	1.34
	河北	7358.70	3821.7	0.387	1.28
	江苏	5118.59	3695.7	0.387	1.41
	安徽	5946.01	3823.1	0.387	1.49
	山东	7879.77	4078.0	0.387	1.37
	河南	7029.40	3823.1	0.387	1.38

由于水资源供需矛盾突出，北京市自 2001 年起开始限制区域内的水稻种植，到目前，该区的水稻生产已基本退出粮食生产序列，因此表 1 中未计算北京市水稻生产中的水资源纯收益。数据显示，黄淮海地区各省（市）水稻生产中的水资源平均纯收益为 1.48 元/m³，其中，纯收益最高的为江苏省，达 1.68 元/m³，最低的为河南省，为 1.27 元/m³，两地每方水收益相差 0.41 元。影响水资源纯收益的因素主要为水稻种植总收益和单位面积作物耗水量，其中，农业水资源纯收益与水稻生产总收益呈正相关，与水资源消耗量呈负相关，即水稻生产总收益越高的地区农业水资源的纯收益也越高，单位面积耗水量越大的地区，农业水资源纯收益越低。

与水稻生产中的农业水资源纯收益相比，黄淮海地区小麦生产中水资源纯收益水平整体较低，平均为 0.66 元/m³。其中，江苏省、安徽省和河南省小麦生产中的水资源纯收益水平较高，均超过 0.70 元/m³，其余二省二市小麦生产中的水资源纯收益相差无几，在 0.59~0.62 元/m³ 之间。小麦生产总收益各地基本相当，水资源纯收益的高低主要取决于小麦生长期内的耗水量。作物耗水量主要受气候因素、地理区位和农民耕作习惯的影响，

在水资源消耗量上各省(市)表现出较大差异, 在小麦生产中耗水量最大的河北省比耗水量最小的安徽省每公顷高出 1171.5 m³。

黄淮海地区玉米生产中水资源纯收益值介于水稻和小麦之间, 均值为 1.36 元/m³。其中, 江苏省和安徽省玉米种植过程中的水资源纯收益最高, 分别为 1.41 元/m³ 和 1.49 元/m³, 其余各省市玉米生产中的水资源纯收益集中分布于 1.22~1.38 元/m³ 之间。究其原因, 玉米生产的总收益与小麦基本相当, 但玉米耗水量低于小麦, 因此玉米生产中的水资源纯收益高于小麦。而水稻生产中的水资源纯收益最高则主要源自稻谷的价格优势。

2.3 黄淮海地区粮食生产中的水资源经济价值

基于上述黄淮海地区各省(市)主要粮食作物生产中的水资源纯收益计算结果, 以 3 大主要粮食作物的播种面积比例为权重, 进行加权平均得到黄淮海地区各省(市)粮食生产中的水资源平均纯收益。再采用 3.87% 的还原利率进行收益还原, 得到该区各省(市)粮食生产中的水资源平均经济价值(见表 2)。

表 2 黄淮海地区粮食生产中的水资源经济价值
Table 2 Economic value of water resource inputted in grain production in Huang-Huai-Hai Region

	水资源纯收益 /元·m ⁻³	还原利率 /%	水资源经济价值 /元·m ⁻³
北京	1.02	3.87	0.98
天津	1.08	3.87	1.04
河北	0.97	3.87	0.93
江苏	1.28	3.87	1.23
安徽	1.12	3.87	1.08
山东	0.97	3.87	0.93
河南	0.95	3.87	0.91

表 2 中结果显示, 黄淮海地区每立方米农业水资源的平均经济价值为 1.02 元。农业水资源经济价值受区域气候、耕地土壤、种植习惯、作物播种面积比例等多种因素的综合影响, 而黄淮海地区各省(市)在上述因素方面差别较大, 因此农业水资源的经济价值也略有不同。一般而言, 水稻种植面积大、单位面积耗水少的地区, 水资源的经济价值就大, 而小麦种植面积较大、单位面积耗水量较大的地区, 农业水资源的经济价值就小。其中, 江苏和安徽省水资源经济价值处于较高水平, 北京市和天津市处于第二等级, 河北省、山东省和河南省的农业水资源经济价值则较低。

2.4 黄淮海地区农业水资源价值的实现状况

本文研究的根本目的是探讨农业生产中合理的水资源经济价值, 为灌区合理的水价提供理论参考。水资源经济价值的实现形式是价格, 水资源亦不例外。只有在实际的粮食生产过程中通过水价方式体现出水资源的经济价值, 才能实现从经济角度真正保护宝贵的自然资

源, 促进资源的可持续利用, 避免因水资源“无价值”而肆意浪费的现象。然而, 笔者在对黄淮海地区的北京、河北、山东和河南等省(市)的农户和田间调查时发现, 粮食生产过程中存在着严重的水资源价值“虚化”现象, 水资源本身的经济价值没有真正体现出来。降水自然而然地被“无偿”利用, 从河道和地下水中抽取的灌溉水资源亦是如此, 导致用于农业生产的水资源从未真正纳入到国民经济核算体系和农业生产成本之中。

水资源与土地、矿产、森林和海洋等自然资源一样, 在中国属国家所有。在其他自然资源已基本实现资源有偿使用的背景下, 农业水资源却一直在被无偿使用, 导致农业水资源的经济价值无法在国民经济账户中得到体现, 形成了实质上的以无偿消耗水资源推动经济发展的“泡沫式”虚假繁荣^[16]。以小麦生产为例, 黄淮海地区的小麦灌溉定额一般为 2800~3200 m³·hm⁻², 即使以农业水资源经济价值最低的河南省标准 0.91 元/m³ 计, 在一个生长季内每公顷小麦的灌溉水资源使用价格应在 2548~2912 元之间。而调查中发现, 实际灌溉过程中农民需要支付的费用往往只是 800~1000 元/hm² 的抽水电费, 水资源本身的价值被忽略了。这种无偿使用水资源的行为必然导致利用方式的粗放和灌溉用水的浪费。现实中, 导致农业水资源被无偿使用的原因主要是粮食生产本身收益较低, 农民无足够的支付能力, 无法承受较高的灌溉水价。经深入分析发现, 形成农业生产效益低下的根本原因有二: 一是中国长期实行的工农业产品价格剪刀差, 即农民购买的工业品价格远远高于其价值, 而作为其收益主要体现的农产品价格则远远低于其价值; 二是传统的计划经济体制下, 把自然资源这种重要的生产要素排斥在社会再生产过程中的价值运动之外, 实行“资源无价、原料低价、产品高价”的政策, 从未对资源耗费进行实物或者价值上的必要补偿。只有从根本上解决这两个问题, 让所有产品的价格回归其价值本位, 才能从根本上改变粮食生产效益低下、农业水资源利用粗放的现象。当前, 中国正在推行的“工业反哺农业, 城市支持农村”政策为这一问题的解决提供了契机。在该政策未充分得到落实之前, 如何建立有效的国家农业生产补贴制度和资源补偿机制, 使农民进行农业生产的收益可支付起农业水资源的价格, 实行农业水资源的有偿使用, 实现农业水资源的经济价值是中国亟待解决的问题。

3 结论和讨论

3.1 结论

本文基于收益还原法原理, 采用 C-D 生产函数测算了粮食生产中的水资源纯收益, 该方法在综合考虑粮食生产系统中的其他因素, 诸如农业生产资料投入量、价格、技术条件、粮食种植特点等对农业水资源价值影响的基础上, 系统科学地计算了粮食生产中的水资源经济

价值。

在粮食生产过程中, 资本投入、水资源投入量和产值是影响水资源纯收益的主要影响因素。受 3 大因素的影响, 黄淮海地区水稻生产的水资源纯收益高于玉米, 而小麦的水资源纯收益水平最低。在还原利率一致的条件下, 受到水资源纯收益和作物播种面积比例的综合影响, 黄淮海地区粮食生产中的水资源经济价值表现出明显的区域差异性: 江苏省和安徽省的水资源价值处于区域最高水平; 北京市和天津市的水资源经济价值处于中等水平, 而河北省、山东省和河南省水资源经济价值最低。然而, 在农业生产过程中, 灌溉水资源本身的经济价值并未真正实现, 各地存在着严重的资源价值“虚化”现象, 导致农业水资源浪费现象严重。

3.2 讨论

粮食生产中的水资源投入量是应用 C-D 生产函数的关键因素, 但由于水资源循环的复杂性和不确定性, 文中仅以多年的平均值衡量投入到粮食生产中的水资源量, 其数值基本符合粮食生产水资源投入的一般规律, 但与逐年的实际情况有一定的差异。利用文中测算结果时, 需要结合当年的实际降水年型和灌区所选用的实际灌溉模式, 准确界定粮食生产中的水资源投入量, 计算结果则更为准确、实用。

本文仅提出了解决农业水资源价值“虚化”问题的努力方向, 并未做出详细的解决策略。今后的研究需进一步强化实现农业水资源经济价值的具体办法和实施机制。

[参 考 文 献]

- [1] 姜文来. 水资源价值论[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [2] 吴 凯, 谢 明. 黄淮海平原农业综合开发的水文水资源条件及其开发对策[J]. 农业工程学报, 1997, 13 (1): 101—106.
- [3] 沈大军, 梁瑞驹, 王 浩, 等. 水资源价值[J]. 水利学报, 1998, 29 (5): 54—59.
- [4] 陈 圻. 关于收益还原法中收益与利率的界定问题[J]. 审计与经济研究, 2000, 15 (1): 37—38.
- [5] 曲福田. 资源经济学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001, 154.
- [6] 宗晓杰, 杨广林, 王福林. 用柯布—道格拉斯生产函数法测算农业机械化贡献率[J]. 农机化研究, 2000, (3): 37—39.
- [7] 陈庆吉, 曲中宪, 矫庆星, 等. 基于 C-D 生产函数的集约度与粗放度的测度公式及其应用[J]. 东北电力学院学报, 2000, 20 (3): 58—64.
- [8] 左 强, 李品芳, 曾宪竟, 等. 农业水资源利用与管理[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003: 257—261.
- [9] 刘登伟, 封志明, 方玉东. 京津冀都市圈考虑作物需水成本的农业结构调整研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23 (7): 58—63.
- [10] 石玉林, 卢良恕. 中国农业需水与节水农业高效建设[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001: 139.
- [11] 刘晓英, 李玉中, 郝卫平. 华北主要作物需水量近 50 年变化趋势及原因[J]. 农业工程学报, 2005, 21 (10): 155—159.
- [12] 国家统计局农村社会经济调查司. 中国农村统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2000—2006.
- [13] 刘 枏, 蔚传忠. 还原利率 R 的实质及其确定方法[J]. 重庆建筑大学学报, 2000, 22 (2): 107—109.
- [14] 唐 亮, 李 伟. 农业用地宗地价格评估探讨[J]. 中国地产市场, 1998, (2): 14—17.
- [15] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 全国农产品成本收益资料汇编[M]. 北京: 中国统计出版社, 2004—2006
- [16] 姜文来. 关于水资源价值的三个问题[J]. 水利发展研究, 2001, (1): 13—15.

Estimation of economic value of agricultural water resource in grain production in Huang-Huai-Hai Region

Zhang Qiuping, Hao Jinmin^{*}, Bai Wei

(Department of Land Resource Management, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract: Water resource is the most important material condition for grain production. The economic accounting of water resource is the basis for the management of water resource and the establishment of reasonable price and ordered market. At present, there has no unified and authoritative accounting method for economic value of water resource, needless to say the study on the agricultural water resource in grain production. Based on basic principle of income capitalization approach and the C-D production function, economic value method for accounting of water resource in grain production was established, and Huang-Huai-Hai Region was taken as study case. The results show that the net income of water resource is in order of that in rice production, maize production and wheat production. The average economic value of water resource in grain production in Huang-Huai-Hai Region is 1.02 yuan/m³, and there is a little difference among different regions. In fact, the economic value of agricultural water resource was seriously underestimated.

Key words: water resource; economic value; grain production; Huang-Huai-Hai Region