

水库堤防工程与农业绩效、农业规模经济关系分析

王绍玉^{1,2}, 周长生¹

(1.哈尔滨工业大学 经济与管理学院, 150001 哈尔滨; 2.哈尔滨工业大学 建筑学院, 150001 哈尔滨)

摘 要: 水库堤防工程对农业生产有重要的影响, 量化评估水库堤防工程的农业绩效及分析水库堤防工程与农业规模经济之间关系, 不仅可以完善农业生产理论, 而且能为国家投资水库堤防工程提供合理的理论依据. 针对这一问题, 首先构建了固定效应模型, 根据农业生产的实际情况, 选择 Cobb-Douglas 生产函数作为农业生产函数, 并在 Cobb-Douglas 生产函数基础上, 综合考察了农业生产的基本要素、水库堤防工程、农业资源消耗、农业科技力量、育种对农业产出的影响, 有效测度了各地区水库堤防工程的农业生产绩效; 其次运用规模经济理论, 根据水库堤防工程能够增加农业生产资源, 保障农业生产要素发挥更大效用的机理, 依托各地区水库堤防工程受益人口的总收益和人均收益, 探讨了水库堤防工程与农业规模经济之间的关系. 实证研究结果表明: 水库堤防工程在农业经济增长发挥了重要作用; 总体上, 堤防工程在农业经济增长中的贡献度大于水库工程在农业经济增长中贡献度; 水库堤防工程在农业经济增长中贡献度最大的地区是重庆, 最小的地区是海南; 随着水库堤防工程的完善, 受益人口数量逐渐增加, 受益人口的人均收益和总收益也逐渐增加, 且受益人口的人均收益增加速度快于受益人口的增加速度, 说明了水库堤防工程能够实现农业规模经济.

关键词: 水库; 堤防; 农业绩效; 农业规模经济; 固定效应模型; 贡献度

中图分类号: F325. 27 **文献标志码:** A **文章编号:** 0367-6234(2014)01-0064-08

Relationship between reservoir or embankment engineering and agricultural performance and scale economy

WANG Shaoyu^{1,2}, ZHOU Changsheng¹

(1. School of Management, Harbin Institute of Technology, 150001 Harbin, China;

2. School of Architecture, Harbin Institute of Technology, 150001 Harbin, China)

Abstract: To evaluate the influence of reservoir dick engineering on agricultural production and agricultural scale economy, this paper constructs a fixed effect model at first, in which Cobb-Douglas production function is chosen as the agricultural production function according to the real situation in China, and the influences of reservoir and embankment engineering, consumption of agricultural resources, scientific and technical level of agriculture and breeding, and the agricultural performance of reservoir and embankment engineering in different regions on agricultural output are measured effectively. Then, this paper employs the theory of scale economy to study the relationship between reservoir or embankment engineering and agricultural scale economy. The results show that the reservoir and embankment engineering have important effect on the growth of agricultural economy. In general, the contribution of embankment engineering to the growth of agricultural economy is more than that of reservoir engineering. With the improvement of reservoir and embankment engineering, the population benefited will increase gradually, as well as the total benefit and the benefit per capita, where the acceleration of benefit per capita is greater than that of the population benefited, which indicates that reservoir and embankment engineering are able to realize agricultural scale economy.

Keywords: reservoir; embankment; agricultural performance; agricultural scale economy; fixed effect model; contribution

收稿日期: 2013-01-30.
基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71372091).
作者简介: 王绍玉(1956—)男, 教授, 博士生导师.
通信作者: 周长生, zhchangsheng@126.com.

水库堤防工程是农业生产的重要基础设施, 是农业生产发展的基本保障条件. 近5年农田灌溉面积和除涝面积的总量占农作物播种面积的

65%^[1], 而水库堤防工程欠缺, 不能满足农业发展需要, 鉴于此, “十二五”规划中国加大了水利工程的投入, 水库堤防建设必将迎来一个新的高潮。本文通过测度水库堤防工程的农业绩效及分析水库堤防工程与农业规模经济的关系, 为国家投资水库堤防工程提供理论依据。

增加农民收入, 确保粮食高产一直是学术界关注的问题, 从文献来看, 学者们^[2-13]对增加农民收入的研究是从深化农业物质资本和提高农业人力资本过渡到农业机制、体制、政策、措施、农业科学技术的研究, 在这些研究中, 以林毅夫等^[14-15]为代表的农业宏观政策论和以黄季焜等^[16-17]为代表的农业科学技术进步论备受关注。随着时间的推移, 农业宏观政策论和农业科学技术进步论中存在的问题逐渐凸显^[18-19], 农业政策和农业科学技术产生的农业效用也随之降低。据统计分析, 在财政支农的各项经费效用评估中, 农业科研经费的效用小于水库堤防工程经费的效用^[20], 由此可见, 水库堤防工程的农业效用日益增强, 但关于水库堤防工程农业绩效的定量分析仍然空缺, 对于当前扩大水库堤防工程规模能否提高农业经济效益的研究也颇为少见。

本文通过构建固定效应模型和农业规模经济理论模型, 对水库堤防工程产生的农业绩效进行了有效的测度, 同时展开了水库堤防工程与农业规模经济关系的实证研究, 给出了水库堤防工程的农业绩效量化结果, 说明了当前扩大水库堤防工程能够提高经济效益。

1 水库堤防工程的农业绩效测度方法

绩效评估方法主要有神经网络法、数据包络分析法、层次分析等方法。然而神经网络方法无法反映指标间数量特征; 数据包络分析方法只能对决策单元的效率进行评估, 不能对指标绩效进行评估; 层次分析法属于主观分析方法, 结果过多依赖于专家偏好, 降低模型估计的有效性。固定效应模型是运用随机方程, 揭示农业产出与水库堤防工程等变量之间的数量关系, 概括农业生产系统中水库堤防工程和其他变量的数量特征, 属于客观分析方法。固定效应模型通过方程转换, 既能消除模型估计中的不可观测效应, 也能准确的反应个体效应的动态变化, 降低了误差, 提高了模型估计参数的精度, 达到了对随机方程参数的有效估计。

在固定效应模型生产函数的选择上, 里昂惕夫生产函数是假定资本与劳动力之间无替代性的

静止生产函数, 这与本文动态研究农业问题不符; 线性生产函数形式决定了生产函数是规模报酬不变或递增的, 这种函数形式使农业经济增长具有内生的可能和性质; 恒替代性生产函数和集约形式生产函数会使固定效应模型模型复杂化, 无法进行有效估计; 而 Cobb-Douglas 生产函数则能够克服上述生产函数的不足, 是固定效应模型中应用最为普遍的生产函数, 故本文选用 Cobb-Douglas 生产函数作为农业生产函数。同时为消除解释变量的绝对量纲给方程带来的扰动, 构建索洛余值的 Cobb-Douglas 生产函数^[21-22]为

$$\ln y_i = m + \beta_1 \ln \text{land}_i + \beta_2 \ln \text{fert}_i + \beta_3 \ln \text{labor}_i + \beta_4 \ln \text{power}_i + \beta_5 \text{reservoir}_i + \beta_6 \text{embankment}_i + \beta_7 \text{mulch}_i + \beta_8 \text{pesticide}_i + \beta_9 \text{technician}_i + \beta_{10} \text{seeds}_i + rt + \alpha_i + u_i. \quad (1)$$

式中: i 为省份; 被解释变量 y_i 为农业总产值 (亿元)。

解释变量一共由 5 部分构成:

1) 农业生产过程中土地、化肥、劳动力、农用机械 4 种基本要素。其中: land_i 为农作物播种面积, 10^3hm^2 ; fert_i 为化肥施用量, 10^4t ; labor_i 为农业从业劳动力, 万人; power_i 为农用机械总动力, 10^4kW 。

2) 水库堤防工程。其中: reservoir_i 为水库容量, 10^2亿 m^3 ; embankment_i 为堤防长度, 10^2km 。

3) 农业生产中地膜、农药的资源消耗。其中: mulch_i 为地膜覆盖面积, hm^2 ; pesticide_i 为农药使用量, t 。

4) 农业科技力量和良种的推广。其中: technician_i 为农业技术人员, 人; seeds_i 为农作物良种补贴, 万元。

5) 其余变量。其中: α_i 为固定效应, 用以控制各省份生产禀赋等不随时间变化的因素; rt 为索洛余值与时间趋势的乘积; m 为常数项; u_i 为随机干扰项; $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7, \beta_8, \beta_9, \beta_{10}$ 分别为待估参数。

在式 (1) 中, 设 $\mathbf{x} = [\ln \text{land}_i, \ln \text{fert}_i, \ln \text{labor}_i, \ln \text{power}_i, \text{reservoir}_i, \text{embankment}_i, \text{mulch}_i, \text{pesticide}_i, \text{technician}_i, \text{seeds}_i]$ 为农业产出影响因素矩阵, $\boldsymbol{\beta} = [\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7, \beta_8, \beta_9, \beta_{10}]$ 为参数向量矩阵, 将式 (1) 展开

$$\begin{pmatrix} \ln y_1 \\ \ln y_2 \\ \vdots \\ \ln y_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} e \\ e \\ \vdots \\ e \end{pmatrix} m + \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_N \end{pmatrix} \boldsymbol{\beta} + \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ T \end{pmatrix} r + \begin{pmatrix} e \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix} \alpha_1 +$$

$$\begin{pmatrix} 0 \\ e \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix} \alpha_2 + \cdots + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ e \end{pmatrix} \alpha_N + \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_N \end{pmatrix}. \quad (2)$$

其中: y_i 、 e 、 u_i 分别为 $T \times 1$ 维向量; x_i 为 $T \times c$ 维矩阵,即

$$\ln y_i = \begin{bmatrix} \ln y_{i1} \\ \ln y_{i2} \\ \vdots \\ \ln y_{iT} \end{bmatrix}_{T \times 1}, \quad e = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}_{T \times 1},$$
$$x_i = \begin{bmatrix} x_{i,11} & x_{i,12} & \cdots & x_{i,1c} \\ x_{i,21} & x_{i,22} & \cdots & x_{i,2c} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{i,t1} & x_{i,t2} & \cdots & x_{i,tc} \end{bmatrix}_{T \times c}, \quad u_i = \begin{bmatrix} u_{i,1} \\ u_{i,2} \\ \vdots \\ u_{i,t} \end{bmatrix}_{T \times 1}.$$

式中: $i = 1, 2, \cdots, N$ 、 $t = 1, 2, \cdots, T$ 分别为农业面板数据省份和时间; y_{it} 为第 i 个省份第 t 期的农业产值; $x_{i,tc}$ 为第 i 个省份第 t 期第 c 个影响因素; u_{it} 为第 i 个省份第 t 期的随机干扰项。

用固定效应模型 (fixed effects model) 对式(2) 进行估计, 要求满足 $E(u_i) = \mathbf{0}_{T \times 1}$, $E(u_i u_i') = \sigma_u^2 \mathbf{I}_T$, $E(u_i u_j') = \mathbf{0}_{T \times T} (i \neq j)$, 其中 $\mathbf{I}_T$ 为 $T \times T$ 维单位矩阵. 利用普通最小二乘法得到参数 α_i 、 β 、 m 的最优线性无偏估计为

$$\hat{\beta} = \left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)' (x_{it} - \bar{x}_i) \right]^{-1} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)' (\ln y_{it} - \ln \bar{y}_i),$$
$$\hat{m} = \ln \bar{y} - \hat{\beta} \bar{x},$$
$$\hat{\alpha}_i = \ln y_i - \hat{\beta} x_i - \hat{m}.$$

式中: $\hat{\beta}$ 、 $\hat{m}$ 、 $\hat{\alpha}_i$ 分别为参数 β 、 m 、 α_i 的估计量; $x_{it} = (x_{i,t1}, x_{i,t2}, \cdots, x_{i,tc})_{1 \times c}$; $\bar{x}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x_{it}$; $\ln \bar{y}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \ln y_{it}$.

固定效应 α_i 对应协方差矩阵为

$$\text{var}(\hat{\alpha}_i) = \sigma_u^2 / T + \bar{x}_i \text{var}(\hat{\beta}) \bar{x}_i'.$$

随机干扰项 u_i 的方差 σ_u^2 对应的估计量为

$$d^2 = \frac{1}{NT - N - c} \left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (\ln y_{it} - \hat{\alpha}_i - x_{it} \hat{\beta})^2 \right].$$

2 水库堤防工程与农业规模经济的理论模型

水库堤防工程能够产生农业绩效, 但并不意味着现阶段水库堤防工程规模最佳. 当前扩大水库堤防工程规模, 增加对水库堤防工程投资, 是提高农业经济效益还是降低农业经济效益, 尤未可

知, 这就需要对水库堤防工程规模进行测算和控制, 使农业经济效益趋于最佳. 水库堤防工程规模最优测算可以从成本最小和收益最大化的角度考虑, 这两种方法的缺陷是不能将水库堤防工程规模与农业经济效益有机联系起来, 而本文的规模经济理论是根据水库堤防工程的农业绩效结果, 将水库堤防工程规模与水库堤防工程所覆盖的受益人口的经济效益有机联系起来, 对水库堤防工程的规模进行测度.

在中国, 水库堤防工程的投资主要是由国家 and 政府主导完成的, 水库堤防工程是由国家提供的公共物品, 具有其非排他性、不可独占性、公共性和经济的外部性. 这些农业特性在农业经济中显得尤为重要. 水库堤防工程还具有另一重要特性是满足农作物的水分需求, 增加农业生产资源, 保证农业生产要素资源发挥更大的效用. 这也是水库堤防工程区别道路等农业基础设施的关键. 以往人们更多的关注是通过政策调整和技术提高来实现农业经济增长. 却没有充分地认识和了解水库堤防工程与农业生产要素有效结合能够实现农业规模经济. 由于水库堤防工程具有特殊属性, 且水库堤防工程的建设并不是通过市场调节完成的, 在没有发挥“市场无形手”作用下, 国家投资水库堤防工程能否达到农业规模经济, 本文将从理论上进行证明.

设 G 为水库堤防工程; P 为农业生产者的集合; k 为农业生产者 P 的子集, 表示使用 G 进行农业生产的生产者集合, 即水库堤防工程覆盖的农业受益人口. 由于水库堤防工程是政府提供的公共品, 虽具自身的独特性, 但受到农业用地和水库堤防工程固定地域性及投资政策的倾向性限制, 不可能使每一农户使用水库堤防工程参与农业生产; $|a|$ 为集合 a 中元素的个数; $f(h_j)$ 为生产者 $j (j \in P)$ 的生产函数, 其中 h_j 为农业生产要素; 设 $h_j = q_j + G$, q_j 为生产者 j 拥有的农业生产物质资本和人力资本. S 为随着水库堤防工程完善, 使用 G 进行农业生产的生产者集合 k 扩大, 受益人口增加, 即有 $k \subset S \subset P$. 水库堤防工程与农业生产要素有效结合, 满足农作物对水分的需求, 使农业生产物质资本和人力资本发挥更大效率. 故, 对 $s \subseteq P$ 来说, $h_i = h_i(s)$ 就是 s 的增函数, 其中 $h_i(s)$ 为具有 s 规模的农业生产者使用水库堤防工程进行农业生产.

$$h_j(k) \leq \sup \{h_j(k) \mid j \in k, k \subset s \subset P\} < \frac{\sum_{j \in s} h_j(s)}{|s|}. \quad (3)$$

就说明水库堤防工程与农业生产要素有效结合, 提高了农业生产要素效率。

定义 1 有 n 个农业生产者定义在 P 上得特征函数 $v(s)$ ($s \subseteq P$). 其中, $v(s)$ 为农业生产集合 s 可以通过调整农业生产者策略来获得最大农业生产收益。

定义 2 设 $k \subseteq s \subseteq P, z \in s - k \neq \phi, s_z = k \cup \{z\}$. 如有

$$\frac{v(k)}{|k|} \leq \frac{v(s_z)}{|s_z|}, s \subseteq s_z \subseteq P.$$

成立, 就说明在这样的农业生产条件下农业生产具有规模报酬递增的性质, 即实现农业规模经济. 它表明在农业经济活动的组织中, 随着农业生产集合 s 的扩大, 所有人的利益都增加. 在使用 G 的农业生产中, 其经济行为为

$$\begin{cases} v(s) = \max \left\{ \sum_{j \in s} f(h_j(s)) \mid h_i \geq 0 \right\}, s \subseteq P; \\ h_j(k) \leq \sup \{ h_j(k), j \in k, k \subseteq s \subseteq P \} < \frac{\sum_{j \in s} h_j(s)}{|s|}. \end{cases} \quad (4)$$

命题 1 如果农业生产活动满足式(4), 且农户生产函数是相同的连续凹函数, 就可以得知在式(4)的农业生产活动中, 可以实现农业规模经济性。

证 明 根据式(3)有

$$\frac{\sum_{j \in k} h_j(k)}{|k|} \leq \frac{|k| \sup \{ h_j(k), j \in k, k \subseteq s \subseteq P \}}{|k|} = \sup \{ h_j(k), j \in k, k \subseteq s \subseteq P \} < \frac{\sum_{j \in s} h_j(s)}{|s|}. \quad (5)$$

式中: $\frac{\sum_{j \in k} h_j(k)}{|k|}$ 为受益人口为 k 时人均农业生产要素; $\frac{|k| \sup \{ h_j(k), j \in k, k \subseteq s \subseteq P \}}{|k|}$ 为受益人口 k 中拥有最多的农业生产要素的生产者; $\frac{\sum_{j \in s} h_j(s)}{|s|}$ 为受益人口为 s 时人均农业生产要素。

式(5)表示随着水库堤防工程完善, 能及时对农田进行灌溉和除涝, 保证农业生产要素发挥更大效用, 使受益农户拥有的生产要素增加。

由式(5)可知

$$\frac{\sum_{j \in k} h_j(k)}{|k|} \leq \frac{\sum_{j \in s} h_j(s)}{|s|}, k \subseteq s \subseteq P$$

成立。

由 $f(h_j)$ 的连续性、凹性及在 $\left[0, \frac{\sum_{j \in n} h_j(n)}{|n|} \right]$ 的

有界性可知 $v(s) \leq |s| f\left(\frac{\sum_{j \in s} h_j(s)}{|s|}\right)$, 则有

$$v(s) = |s| f\left(\frac{\sum_{j \in s} h_j(s)}{|s|}\right), s \subseteq N. \quad (6)$$

式中, $|s| f\left(\frac{\sum_{j \in s} h_j(s)}{|s|}\right)$ 为受益人口为 s 时的总收益. 式(6)表明, 通过增加水库堤防工程能给农户带来更大收益, 国家加大了水库堤防工程的投入, 水库堤防工程覆盖的受益人口从 k 到 s , 受益人口 s 时的总收益大于受益人口为 k 时的总收益, 现阶段的水库堤防工程不能满足农业发展的需要, 需增加水库堤防工程, 以增加农户收益。

$f(h_j)$ 在 $\left[0, \frac{\sum_{j \in n} h_j(n)}{|n|} \right]$ 上是单调函数和连续

函数, 对 $k \subseteq s \subseteq P$, 由 $\frac{\sum_{j \in k} h_j(k)}{|k|} \leq \frac{\sum_{j \in s} h_j(s)}{|s|}$ 可知

$$f\left(\frac{\sum_{j \in k} h_j(k)}{|k|}\right) \leq f\left(\frac{\sum_{j \in s} h_j(s)}{|s|}\right). \quad (7)$$

式中: $f\left(\frac{\sum_{j \in k} h_j(k)}{|k|}\right)$ 为受益人口为 k 时人均收益; $f\left(\frac{\sum_{j \in s} h_j(s)}{|s|}\right)$ 为受益人口为 s 时人均收益. 式(7)表明, 受益人口为 s 时的人均收益大于受益人口为 k 时的人均收益。

结合式(6)、(7)证明了命题 1, 也就是说在命题 1 的农业生产经济活动中, 水库堤防工程的经济效用和社会效益是最佳的. 随着水库堤防工程规模的扩大, 既提高了农业生产要素的利用效率, 也增加了农户的收益. 当前扩大水库堤防工程规模, 能够提高农业经济效益。

3 数据来源

农业产值数据是根据 2003-2011 年《中国统计年鉴》中的农业产值数据以 2002 年为基期求得. 农作物播种面积、化肥施用量、农业从业劳动力、农用机械总动力、水库容量数据均来自 2003-2011 年

《中国统计年鉴》,堤防长度数据来自 2003-2011 年《中国水利年鉴》,地膜覆盖面积和农药使用量数据来自 2003-2011 年《中国农村统计年鉴》,农业技术人员数据来自 2003-2011 年《中国科技统计年鉴》,农作物良种补贴数据是根据农作物良种补贴政策 and 2003-2011 年《中国统计年鉴》中农作物的种植结构求得.为了提高分析的准确性,增加样本空间,本文还分别收集了除港、澳、台、北京、天津、

$$\ln y = 6.635\ 19 + 0.525\ 32\ln\ land + 0.429\ 78\ln\ fert - 0.139\ 02\ln\ labor + 0.275\ 09\ln\ power +$$

(0.5789)

(0.066 6)

(0.046 0)

(0.139 0)

(0.032 7)

$$0.000\ 58\text{reservoir} + 0.000\ 41\text{embankment} + (2.14\text{e} - 08)\text{mulch} + (8.94\text{e} - 07)\text{pesticide} +$$

(0.000 07)

(0.000 09)

(1.01\text{e} - 08)

(5.31\text{e} - 07)

$$(1.05\text{e} - 07)\text{technician} + (5.76\text{e} - 06)\text{seeds} + 0.00216t$$

(3.21\text{e} - 08)

(5.99\text{e} - 07)

(0.0007)

组内 $R^2 = 0.885\ 2, obs = 234$.

估计结果表明,水库容量和堤防长度系数都在 1%水平上显著,水库容量的系数是 0.000 58,堤防长度的系数是 0.000 41,水库和堤防对农业经济产生的单位效用分别为 0.082 7 亿元/亿 m³、0.058 5 亿元/km.2002-2010 年水库容量和堤防长度变化量如表 1 所示.根据水库和堤防的单位效用

上海、西藏、新疆以外的省、市、自治区的面板数据,样本共有 26 个省、市、自治区.

4 实证研究

4.1 水库堤防工程的农业绩效

利用 STATA10 软件对式(1)进行估计,得出回归系数值和标准误的表达式为

及水库堤防的变化量,求得 2002-2010 年水库和堤防增加的农业产值,再利用 2002-2010 年水库、堤防增加的农业产值比上 2002-2010 年增加的农业产值,得到 2002-2010 年水库、堤防在农业经济增长中的贡献度,2002-2010 年水库、堤防在农业经济增长中的贡献度如表 1 所示.

表 1 2002-2010 年水库堤防工程变化量及在农业经济增长中的贡献度

地区	2002-2010 年水库容量变化量/亿 m ³	2002-2010 年堤防长度变化量/km	2002-2010 年水库在农业经济增长中的贡献度/%	2002-2010 年堤防在农业经济增长中的贡献度/%	2002-2010 年水库和堤防在农业经济增长中的贡献度/%
河北	3.1	732	0.06	10.85	10.91
山西	4.0	674	0.21	25.02	25.23
内蒙古	92.0	164	5.33	6.72	12.06
辽宁	55.2	992	1.97	25.00	26.97
吉林	12.2	345	0.56	11.19	11.75
黑龙江	94.1	607	3.72	16.95	20.67
江苏	0.0	1 476	0.00	21.54	21.54
浙江	20.1	3 420	0.31	37.84	38.15
安徽	131.8	506	3.68	10.00	13.68
福建	68.9	457	2.99	14.00	16.91
江西	13.2	125	1.35	9.01	10.36
山东	36.4	3 004	0.49	28.78	29.27
河南	7.0	947	0.10	9.48	9.58
湖北	442.0	185	12.68	3.75	16.43
湖南	35.8	639	1.03	13.05	14.08
广东	-154.2	787	-7.89	28.47	20.58
广西	94.8	229	3.92	6.70	10.62
海南	6.0	26	1.98	6.06	8.04
重庆	33.4	718	2.43	37.01	39.44
四川	115.7	1 129	2.76	19.03	21.79
贵州	279.6	-19	19.30	-0.93	18.38
云南	37.6	459	1.63	14.03	15.66
陕西	10.9	166	1.74	18.76	20.49
甘肃	16.2	931	0.64	25.86	26.50
青海	42.0	114	10.77	20.65	31.42
宁夏	8.3	69	3.04	17.76	20.79

对比水库和堤防在农业经济增长的贡献度, 可发现, 总体上, 水库在农业经济增长中的贡献度小于堤防在农业经济增长的贡献度, 这与水库主要用于发电且在全国范围内分布不均, 堤防完全用于引流排洪的实际比较吻合。

由表 1 可知, 水库堤防工程对农业经济增长贡献度在 8.04%~39.44% 之间, 其中贡献度最大的地区是重庆, 贡献度较小的地区是海南。

重庆农作物种植结构以水稻为主, 农业用水量大, 降水资源虽丰富, 但因降水的时间和空间分布不均, 不能满足农业用水的需要。要满足农业用水需求, 既需要通过堤防进行区域调水、水库蓄水来满足农业灌溉用水需求, 也需要堤防排水、水库滞洪以减少农业水灾受灾面积。2002-2010 年, 重庆加大了水库堤防工程的投入, 水库容量和堤防长度增长速度较快, 水库容量增长将近 1 倍, 堤防长度增加了 7 倍多, 相对完善的水库堤防工程在促进农业发展中发挥了巨大作用。海南是旅游大省, 农业欠发达, 水库堤防工程的存量小, 2002-2010 年对水库堤防工程投资严重不足, 导致水库容量和堤防长度增长缓慢, 相对欠缺的水库堤防工程远未满足农业发展的需要, 致使水库堤防工程在农业经济增长中的贡献度最小。

4.2 水库堤防工程与农业规模经济

依托收集的 2002 - 2010 年面板数据资料, 对中国 26 个省、市、自治区的水库堤防工程与农业规模经济之间展开实证研究。其中: G 为各地区的水库堤防工程; P 为各地区的农业生产者集合; k 为 2002 年各地区 P 中使用 G 进行农业生产的生产者集合, 即 2002 年各地区农业生产中得益于水库堤防工程的受益人口; 生产者 j 的生产函数 $f(h_j)$, ($j \in P$) 用式(1)表示, 其中: h_j 为农业生产者拥有的全部生产要素; q_j 为生产者 j 拥有的农业生产的基本要素、农业科技力量、良种及地膜、农药的资源消耗; s 为 2010 年各地区 P 中使用 G 进行农业生产的生产者集合, 即 2010 年农业生产中得益于水库堤防工程的受益人口。水库和堤防作用是增加灌溉面积和除涝面积, 假设水库堤防工程参与全国农田的灌溉和除涝, 通过 2002 年各地区的农田灌溉面积和除涝面积总和除以人均播种面积, 即可得到 2002 年农业生产中得益于水库堤防工程的受益人口数量 $|k|$, 用同样的计算方法, 可得到 2010 年农业生产中得益于水库堤防工程的受益人口数量 $|s|$, 各地区受益人口数量的 $|k|$ 和 $|s|$ 如表 2 所示。表 2 中各地区 2002 - 2010 年新增受益人口表明, 随着水库堤防工程的

完善, 受益人口逐渐增加, 即有 $k \subset s \subset P$, 这里面需要说明的是, 2002 - 2010 年广东水库容量和贵州的堤防长度虽然减少, 但广东的堤防长度和贵州的水库容量是增加的, 两省水库和堤防增加的农业产值的和是正值, 所以总体上水库堤防工程是逐步完善的。要说明水库堤防工程能够产生农业规模经济, 就要从式(6)的受益人口总收益和式(7)的受益人口的人均收益着手。

本文计算各地区受益人口的人均收益和总收益是以 2002 年为基准年展开的, 设 2002 年各地区新增水库堤防工程增加的农业产值为 L , 2002-2010 年各地区新增水库堤防工程增加的农业产值为 V , 2002 年各地区受益人口的人均收益为

$$f\left(\frac{\sum_{j \in k} h_i(k)}{|k|}\right) = \frac{f\left(\sum_{j \in P} h_p(P)\right) - L}{|P|} + \frac{L}{|k|}.$$

式中: $f\left(\sum_{j \in P} h_p(P)\right)$ 为各地区农业产值; $|P|$ 为各地区农业从业劳动力, 可通过面板数据获得; L 可由 2002 年新增水库堤防工程和水库堤防工程的单位效用求得。2002 年各地区受益人口的总收益为

$$|k| f\left(\frac{\sum_{j \in k} h_i(k)}{|k|}\right) = |k| \left(\frac{f\left(\sum_{j \in P} h_p(P)\right) - L}{|P|} + \frac{L}{|k|} \right).$$

用同样的计算方法可求得 2010 年各地区受益人口的人均收益和总收益为

$$f\left(\frac{\sum_{j \in s} h_i(s)}{|s|}\right) = \frac{f\left(\sum_{j \in P} h_p(P)\right) - L}{|P|} + \frac{V}{|s|},$$
$$|s| f\left(\frac{\sum_{j \in s} h_i(s)}{|s|}\right) = |s| \left(\frac{f\left(\sum_{j \in P} h_p(P)\right) - L}{|P|} + \frac{V}{|s|} \right).$$

2002 年、2010 年各地区受益人口的人均收益和总收益如表 2 所示。由表 2 可知, 各地区 2002 年受益人口的总收益和人均收益小于 2010 年受益人口的总收益和人均收益, 这表明随着水库堤防工程完善, 受益人口的数量逐渐增加, 受益人口的人均收益和总收益也逐渐增加, 且受益人口的人均收益增加的速度快于受益人口增加的速度, 这就证明了式(6)、(7), 说明了水库堤防工程能够实现农业规模经济, 这一结果表明现阶段增加水库堤防工程投资, 有利于增加农民收入和提高农业经济效益。

表 2 2002、2010 年受益人口数量及受益人口的人均收益和总收益

地区	2002 年受益人口/万人	2002-2010 年新 增受益人口/万人	2010 年受益人口/万人	2002 年受益人口 人均收益/(元·人 ⁻¹)	2002 年受益人口 总收益/亿元	2010 年受益人口人 均收益/(元·人 ⁻¹)	2010 年受益人口 总收益/亿元
河北	1 119.1	26.6	1 145.7	5 580	624.45	5 841	669.15
山西	202.1	34.2	236.4	3 661	74.00	4 876	115.26
内蒙古	255.9	12.9	268.9	6 290	160.98	6 652	178.84
辽宁	430.4	6.2	436.6	8 225	353.96	9 595	418.91
吉林	271.7	15.9	287.6	8 337	226.53	8 641	248.52
黑龙江	406.6	33.0	439.6	6 619	269.09	7 143	314.01
江苏	1 158.5	8.9	1 167.4	8 614	997.95	9 316	1 087.54
浙江	571.2	19.6	590.8	5 779	330.10	9 130	539.43
安徽	1 167.8	74.8	1242.7	3 697	431.71	3 812	473.74
福建	301.2	10.7	311.9	5 956	179.42	6 831	213.07
江西	410.7	4.0	414.7	4 312	177.10	4 481	185.82
山东	1 580.9	51.6	1 632.5	6 010	950.19	6 957	1 135.66
河南	1 688.8	99.1	1 787.9	4 009	677.09	4 112	735.18
湖北	495.2	58.2	553.4	5 982	296.23	6 242	345.42
湖南	812.1	24.1	836.2	3 366	273.36	3 770	315.22
广东	607.4	50.5	657.9	5 465	331.96	5 570	366.49
广西	425.2	3.0	428.2	3 163	134.49	3 656	156.54
海南	41.7	1.8	43.4	8 413	35.04	8 552	37.14
重庆	161.2	7.3	168.5	3 296	53.14	5 909	99.59
四川	677.3	15.5	692.8	3 273	221.66	4 332	300.14
贵州	209.3	107.2	316.4	2 216	47.45	2 222	70.30
云南	485.5	52.1	537.6	2 695	130.82	3 012	161.91
陕西	342.9	6.8	349.7	3 603	123.54	3 847	134.55
甘肃	202.4	58.7	261.1	3 583	72.52	4 995	130.42
青海	53.4	16.1	69.5	2 203	11.77	3 209	22.30
宁夏	53.8	8.5	62.3	3 592	19.31	3 888	24.22

5 结 论

1) 固定效用模型中,鉴于里昂惕夫生产函数、线性生产函数、恒替代性生产函数、集约形式生产函数存在不足,本文选用 Cobb-Douglas 作为农业生产函数,在综合考虑农业生产的基本要素、水库堤防工程、农业资源消耗、农业科技、育种因素对农业产值的影响的基础上有效的测度了水库堤防工程的农业绩效,结果表明,水库每增加 1 亿 m³,农业产值增加 0.082 7 亿元,堤防每增加 1 km,农业产值增加 0.058 5 亿元.水库堤防工程在农业经济增长中的贡献度在 8.04%~ 39.44% 之间,其中贡献度最大的地区是重庆,贡献度较小的地区是海南.总体上,堤防工程在农业经济增长中的贡献度大于水库工程在农业经济增长中的贡献度.

2) 运用规模经济理论对水库堤防工程与农业规模经济性进行了理论推导,并结合面板数据,展开了水库堤防工程与农业规模经济的实证研究,结果表明,随着水库堤防工程的完善,受益人口数量逐渐增加,受益人口的人均收益和总收益也逐渐增加,且受益人口的人均收益增加速度快于受益人口的增加速度,证明了水库堤防工程能够实现农业规模经济的理论模型.

3) 水库堤防工程在农业生产中发挥重要的作用,且能够实现农业规模经济.当前,国家加大水库堤防工程的投入,有利于增加农民收入和推动中国农业的可持续发展.

参考文献

[1] 中华人民共和国国家统计局.中国统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2012:474-493.

- [2] MUSTAFA M A, AL-BAHAR J F. Project risk assessment using the analytic hierarchy process [J]. IEEE Transaction on Engineering Management, 1991, 38(1):46-52.
- [3] ANTLE J M. Infrastructure and aggregate agricultural productivity: international evidence [J]. Economic Development and Cultural Change, 1983, 31(31):609-619.
- [4] 蒋时节,申立银,彭毅,等.农村基础设施投资效益评价的关键指标遴选[J].农业工程学报,2010,26(9):1-7.
- [5] 魏明华,鲁士保,郑志宏.农业水利工程建设风险分析[J].农业工程学报,2011,27(增刊1):233-237.
- [6] ANTLE J M. Infrastructure and aggregate agricultural productivity: internal evidence [J]. Economic Development and Cultural Change, 1983,31(3):609-619.
- [7] 朱旭荣.农业建设投资项目风险分析方法及应用[J].农业工程学报,2008,24(12):297-301.
- [8] 郭健雄,李志俊.劳动力选择性转移条件下的农业发展机制[J].经济研究,2009,(5):31-41.
- [9] STARK O, WANG Yong. Inducing Haman capital formation: migration as a substitute for subsidies [J]. Journal of Public Economics, 2002, 86(1):29-46.
- [10] KIMBALL M. Farmers cooperatives as behavior toward risk[J]. American Economic Review, 1988, 78(1):224-232.
- [11] 张翠芳,牛海山.民勤三项农业节水措施的相对潜力估算[J].农业工程学报,2009,25(10):7-12.
- [12] 柏振忠.转基因技术知识产权技术保护在中国的发展研究[J].科研管理,2011,32(11):84-90.
- [13] LI Fengmin, GUO Anhong, WEI Hong. Effects of clear plastic film mulch on yield of spring wheat [J]. Field Crops Research, 1999, 63(1):79-86.
- [14] 林毅夫.制度、技术与中国农业发展[M].北京:北京大学出版社,1994:76-106.
- [15] MCMILLAN J, WHALLEY J, ZHU Lijing. The impact of China's economic reform on agricultural productivity growth [J]. Journal of Political Economy, 1989, 97(4):781-807.
- [16] 黄季焜.中国农业发展与展望[J].管理评论,2003,15(1):17-20.
- [17] SCHUCK E, FRASIER M, WEBB R, et al. Adoption of more technically efficient irrigation systems as a drought response [J]. Water Resource Development, 2005, 21(4):651-662.
- [18] 郑风田,程郁.从农业产业化到农业产业区-竞争型农业产业化发展的可行性分析[J].管理世界,2005,(5):65-73.
- [19] 彭克强.旱涝灾害视野下中国粮食安全战略研究[J].中国软科学,2008,(12):6-17.
- [20] 何振国,王强.财政支农支出优先次序研究[J].管理世界,2006,(10):150-151.
- [21] GRILICHES Z. The source of measured productivity growth: united states agriculture, 1940 - 1960 [J]. Journal of Political Economy, 1963, (71):58-72.
- [22] 夏晶,李佳妮.基于“索洛余值法”测算湖北TFP贡献率的实证分析[J].经济研究导刊,2011,(19):118-121.

(编辑 张红)