

林农毛竹生产效率及其影响因素

付双双¹, 徐秀英^{1,2}, 吴伟光^{1,2}

(1. 浙江农林大学 经济管理学院, 浙江 临安 311300; 2. 浙江农林大学 浙江省农民发展研究中心, 浙江 临安 311300)

摘要: 如何提高林业生产效率对促进林农增收、促进山区经济发展具有重要的现实意义。以浙江省龙游县为例, 采取两阶段分析的方法: 首先应用数据包络分析(DEA)对竹农生产效率进行测度和判断, 对不同地块规模毛竹 *Phyllostachys edulis* 的生产效率进行比较分析, 探讨最合适规模。在生产效率测度的基础上, 运用 Tobit 模型对竹农综合技术效率的影响因素进行分析, 找出主要影响因素。结果表明: 龙游县的竹农生产效率较低, 综合技术效率均值为 0.448, 纯技术效率均值为 0.569, 规模效率均值为 0.789; 毛竹收入占比和地块立地质量对毛竹生产的综合技术效率具有正向影响, 毛竹块数对毛竹生产的综合技术效率有显著的负向影响, 流入地块的综合技术效率要低于非流入地块。图 1 表 4 参 17

关键词: 林业经济学; 毛竹; 生产效率; DEA-Tobit 两阶段分析

中图分类号: S7-98

文献标志码: A

文章编号: 2095-0756(2015)04-0596-07

Analysis on the determinants of *Phyllostachys edulis*'s input-output efficiency

FU Shuangshuang¹, XU Xiuying^{1,2}, WU Weiguang^{1,2}

(1. School of Economics and Management, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. Rural Development Research Center of Zhejiang, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: Improving forestry input-output efficiency is significant for increasing farmers' income and developing economy in mountainous areas. This paper took the bamboo production in Longyou County, Zhejiang Province as an example, and conducted a two-stage analysis: measuring bamboo farmers' input-output efficiency with DEA and comparing the input-output efficiency of bamboo plots with different scales to identify the optimum scale; analyzing the factors affecting the bamboo farmers' technical efficiency with the Tobit model on the basis of the measured production efficiency to find out the main determinants. The results indicated that the production efficiency of bamboo farmers in Longyou county was comparatively low: average value of comprehensive technical efficiency, net technical efficiency and scale efficiency being 0.448, 0.569 and 0.789 respectively. The ratio of bamboo income to total household income and site quality of bamboo plot had a positive impact on comprehensive technical efficiency, while the number of bamboo plots had a negative impact on comprehensive technical efficiency. The comprehensive technical efficiency of transferred plots was lower than that of non-transfer plots. [Ch, 1 fig. 4 tab. 17 ref.]

Key words: forestry economics; *Phyllostachys edulis*; input-output efficiency; DEA-Tobit analysis

林业收入是山区农民的主要收入来源, 农户的林业收入水平由农户拥有的生产要素多寡和效率的高

收稿日期: 2014-10-20; 修回日期: 2014-12-16

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71273245)

作者简介: 付双双, 从事林业经济理论与政策研究。E-mail: 539808715@qq.com。通信作者: 徐秀英, 教授, 博士, 从事林业经济理论与政策研究。E-mail: zjfcxxy@aliyun.com

低所决定。随着生产资料等价格的上涨,农户在林业生产中的成本越来越高,加上投入要素的比例不合理,导致林业生产过程中投入和产出不匹配。如何提高林业生产效率对促进林农增收、促进山区经济发展具有重要的现实意义。围绕林业生产效率,学者们运用不同的分析方法从多视角、多层面展开了丰富的研究。部分学者基于宏观统计面板数据,利用随机前沿生产函数或数据包络分析(DEA)模型对中国各省份林业生产效率进行了测算和比较^[1-4],也有学者对中国部分地区或某一省区的林业生产效率及变化状况进行了分析^[5-6]。部分学者基于农户调查数据,主要利用数据包络分析模型对农户经营林产品(主要是杉木 *Cunninghamia lanceolata* 或果林等)的生产效率进行实证研究^[7-10]。一些学者在对林业生产效率进行分析的基础上,对影响因素进行了研究^[8-11]。从现有文献来看,专门对毛竹 *Phyllostachys edulis* 生产效率及其影响因素的研究尚比较少见。竹林是世界上重要的森林资源。近几十年来,由于具有良好的生态、经济和社会效益,竹林面积以 $3\% \cdot a^{-1}$ 的速度增加^[12]。中国是世界上最主要的产竹国,浙江是中国竹林资源的主要分布区之一,毛竹是浙江省竹林资源的重要组成部分。本研究从农户微观角度出发,以浙江省龙游县为例,选择农户经营最大毛竹地块的投入产出数据进行生产效率的实证研究。原因是农户在最大地块上投入时间和精力较多,普遍能够代表其家庭的经营水平和经营效率。本研究将采取两阶段分析的方法:首先应用数据包络分析对竹农生产效率进行测度和判断,对不同地块规模毛竹的生产效率进行比较分析,探讨最合适规模。并根据规模效率判断决策单元的规模有效性,对规模无效的样本进行规模报酬阶段的判断。在生产效率测度的基础上,运用 Tobit 模型对竹农生产效率的影响因素进行分析,找出主要影响因素,这有利于优化毛竹经营过程的要素投入比例,减少生产要素的投入冗余,提高林农经营水平,进而增加林农收入。

1 研究方法

1.1 数据包络分析(DEA)方法

测算效率水平的方法主要有随机前沿分析(SFA)和数据包络分析(DEA)。前者属于参数方法,需要估计具体的生产函数;后者属于非参数规划方法,由 Charnes 等^[16]于 1978 年首先提出,用于评价决策单元的相对有效性。该方法无需设定具体的生产函数,具有较强的客观性。因此,本研究选择数据包络分析方法对林农毛竹生产效率进行分析。根据规模报酬是否可变,存在 CCR 和 BCC 等 2 种数据包络分析模型。CCR 模型是假设规模报酬不变(CRS)时,衡量决策单元处于最优生产规模下的效率。这一假设太苛刻,当不是所有决策单元都以最优规模运作时,会导致技术效率的测度受到规模效率的影响。1984 年 Banker 等^[14]为解决规模报酬可变问题,给 CCR 模型添加了一个凸集限制从而得到 BCC 模型。该模型可用来衡量不同规模报酬下的相对效率值。因此,BCC 模型比较符合实际情况。本研究采用投入导向的 BCC 模型对竹农生产效率进行测度,根据各决策单元的规模效率,判断每个样本地块的规模是否有效,对规模无效的样本进行规模报酬阶段的判断。

假设共有 I 个决策单元(DMU),每个决策单元有 M 种投入, S 种产出。 p_j 和 q_j 分别代表第 j 个决策单元的投入列向量和产出列向量。式(1)中: P 和 Q 分别代表 $(M \times I)$ 的投入矩阵和 $(S \times I)$ 的产出矩阵,代表了所有决策单元的数据。 λ 表示一个 $I \times 1$ 常数向量。 θ 为决策单元的效率值,满足 $0 \leq \theta \leq 1$ 。 $11' \lambda = 1$ 为凸性约束条件, 11 表示元素为 1 的 $I \times 1$ 向量。则第 κ 个决策单元的效率值 θ 可从以下线性规划得到。

$$\begin{aligned} & \min \theta. \\ \text{s. t. } & -q_{\kappa} + Q\lambda \geq 0. \\ & \theta p_{\kappa} - P\lambda \geq 0. \\ & 11' \lambda = 1. \\ & \lambda \geq 0. \end{aligned} \quad (1)$$

使用数据包络分析方法进行项目评价,是为了根据观察到的投入与产出(p_i, q_i),去描述生产可能集 $T=(P, Q)$,以确定哪些生产活动是相对有效的。

1.2 Tobit 模型

通过上述数据包络分析方法得到的效率值处于(0, 1),即被解释变量为受限因变量,因此,本研究采用 Tobit 模型分析毛竹生产效率的影响因素。该模型的参数估计使用极大似然法估计,克服了最小二

乘法可能带来的有偏和非一致性等问题。标准 Tobit 模型设定如下:

$$\theta_i^* = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i$$

若 $\theta_i^* > 0$, 则 $\theta_i = \theta_i^*$; 若 $\theta_i^* \leq 0$, 则 $\theta_i = 0$ 。其中: i 表示第 i 个样本农户; θ_i^* 为潜变量; θ_i 为被解释变量, 表示上述通过数据包络分析方法所计算出来的农户毛竹地块生产的综合技术效率; β_0 为常数项; β_1 为参数向量; x_i 为解释变量; ε_i 为随机扰动项, 服从 $N(0, \sigma^2)$ 。

2 数据来源、指标选择与统计描述

2.1 数据来源

龙游县位于浙江省中西部, 约 40.31 万人, 县域总面积为 11.43 万 hm^2 , 其中林业用地面积为 6.88 万 hm^2 , 占县域土地总面积的 60.2%, 森林覆盖率达 56.8%。境内毛竹资源丰富, 有竹林面积近 2.95 万 hm^2 , 其中毛竹林面积 2.92 万 hm^2 , 毛竹蓄积量 7 100 多万株, 年产竹材 1 500 万株, 竹笋 3.1 万 t, 是浙江省重点竹产区之一。荣获“中国竹子之乡”“浙江大竹海国家森林公园”等美誉, 被称为“浙西竹库”。因此, 本研究选择龙游县的农户调查数据, 研究毛竹林经营的生产效率具有典型性和代表性。

研究所用数据来源于 2013 年 9 月对浙江省龙游县 3 乡镇 5 个行政村的农户调查, 样本农户采用随机抽样的方法获取, 调查采取与农户一对一访谈的方式进行, 共调查 119 户, 剔除信息不全或信息失真的农户后, 共获得有效问卷 109 份, 有效问卷率达到 91.60%。调查的内容主要分为 3 部分: 第 1 部分为农户家庭基本特征。包括户主年龄、户主受教育程度、家庭劳动力就业状况、接受林业生产技术培训情况等; 第 2 部分为农户家庭经营的毛竹资源状况。包括毛竹总面积及毛竹地块数, 最大毛竹地块距家的距离、距主干道的距离及立地质量和坡度等; 第 3 部分为农户家庭经营最大毛竹地块的投入产出状况。包括 2011–2012 年最大毛竹地的劳动力投入、化肥农药等物质费用投入、竹材及竹笋产值情况等。

2.2 指标选择与统计描述

2.2.1 投入产出指标的选取与

统计描述 数据包络分析方法

主要从投入产出的角度对生产效率进行评价, 因此所构建的毛竹生产效率评价指标主要包括投入和产出指标。产出指标: 由于毛竹林生产具有大小年之分, 选取农户家庭经营最大毛

表 1 投入产出变量的统计描述

Table 1 Descriptive statistics of input and output variables

	毛竹总产值(Q)/元	林地投入(P_1)/ hm^2	劳动力投入(P_2)/工	资本投入(P_3)/元
平均值	13 059.09	1.35	41.72	1 271.07
标准差	23 578.79	1.87	45.38	2 301.58
最小值	1 000.00	0.07	4.75	15.00
最大值	144 100.00	12.20	262.00	17 500.00

数据来源: 农户问卷整理。

竹地块 2011–2012 年 2 a(一度)总产值(包括竹材和竹笋产值)的平均值作为产出指标。投入指标: 包括土地、劳动、资本投入。土地投入是农户家庭经营最大毛竹地块的面积; 劳动力投入为 2011–2012 年该毛竹地块投入劳动力数量的年平均值, 包括管护、采伐和挖笋的自投入和雇工, 按标准工日折算; 资本投入为 2011–2012 年该毛竹地块投入的农药化肥费用、灌溉费用、竹笋覆盖物费用、运输费用及其他资本费用总和的年平均值。农户家庭经营最大毛竹地块的投入和产出情况如表 1 所示。可见, 毛竹地块的总产值差距较大, 最低仅为 1 000.00 元, 最高达 144 100.00 元, 平均为 13 059.09 元。毛竹地块面积差异也较大, 最小仅为 0.07 hm^2 , 最大达 12.2 hm^2 。劳动力投入方面, 对于小规模地块, 多为自投工, 且投工较少, 最少为 4.75 工; 而对于大规模地块, 经营管理除自投工外, 大多需要雇工, 劳动力投入最长达 262 工。资本投入从 15.00 元到 17 500.00 元不等, 平均花费为 1 271.07 元。

2.2.2 影响因素变量的选择与统计描述 本研究在参照前人研究的基础上^[15], 结合调查实际, 选取影响毛竹生产综合技术效率的因素主要包括: ①户主特征: 户主年龄、户主受教育程度、户主是否为村干部。②家庭特征: 家庭规模、家庭是否有人接受过毛竹生产技术培训、毛竹收入占比。③毛竹地资源状况: 农户家庭经营的毛竹地块数及毛竹总面积, 最大毛竹地块离家距离、离主干道距离、立地质量、坡度及是否为流入地块。④地区虚拟变量: 乡镇变量, 主要反映市场条件、气候条件等方面的差异。毛竹生产效率影响因素变量的统计描述如表 2 所示。可以看出, 户主平均年龄为 53.72 岁, 年龄最大的达 81.00 岁, 说明目前龙游县从事林业生产的农户户主平均年龄较大。户主平均受教育年限仅为 6.17 a。

109 个样本农户中，户主为村干部的有 20 户，家庭人口平均为 3.98 人。近 3 a 农户家庭成员参加毛竹生产技术培训的仅有 28 户，表明被调查地区林业生产技术推广薄弱或者农户参与培训的积极性不高。毛竹收入占家庭总收入的比例平均为 18%。户均经营毛竹总面积为 2.49 hm²，户均经营毛竹地块为 3.6 块。农户经营最大毛竹地块的立地质量平均为中等水平，地块离家距离平均为 2.67 km，地块离主干道距离平均为 1.16 km，地块坡度相对较陡。农户经营的最大毛竹地块中有 34 块是流入的，其余均为集体分配的自留山或责任山。

表 2 影响因素的统计描述

Table 2 Descriptive statistics of factors

变量	单位/说明	平均值	标准差	最小值	最大值
户主年龄(x_1)	a(周岁)	53.72	8.96	32	81
户主受教育程度(x_2)	a	6.17	3.10	0	15
户主是否为村干部(x_3)	1 为是,0 为否	0.18	0.39	0	1
家庭规模(x_4)	家庭人口数/人	3.98	1.43	1	8
是否接受过技术培训(x_5)	1 为是,0 为否	0.26	0.44	0	1
毛竹收入占比(x_6)	毛竹收入/家庭总收入	0.18	0.20	0.01	1
毛竹地块数(x_7)	实际经营毛竹地块数/块	3.59	2.14	1	12
毛竹总面积(x_8)	实际经营毛竹总面积/hm ²	2.49	3.29	0.07	26.67
地块离家距离(x_9)	最大地块距家距离/km	2.67	3.75	0	25
地块距主干道距离(x_{10})	最大地块距主干道距离/km	1.16	1.16	0.	6.50
地块立地质量(x_{11})	最大地块立地质量(1 为差, 2 为中, 3 为好)	2.23	0.78	1	3
地块坡度(x_{12})	最大地块坡度(1 为大于 45°, 2 为大于 15°且小于 45°, 3 为小于 15°)	1.64	0.63	1	3
是否为流入地块(x_{13})	1 为是, 0 为否	0.31	0.47	0	1.
乡镇变量 1(x_{14})	1 为庙下乡, 0 为其他	0.35	0.48	0	1
乡镇变量 2(x_{15})	1 为沐尘乡, 0 为其他	0.34	0.48	0	1

说明：数据来源于农户问卷整理。

3 实证分析结果

3.1 第 1 阶段 DEA 实证结果

3.1.1 生产效率测度结果 运用 DEAP 2.1 软件对 109 个样本农户经营的毛竹地块的生产效率进行分析。

①综合技术效率结果。综合技术效率，反映的是生产的相对技术有效性。决策单元毛竹生产的综合技术效率均值为 0.448，离最优效率值 1 还有较大的差距，说明农户经营毛竹的总体生产效率偏低。66%的决策单元的综合技术效率值集中为 0.200~0.600(表 3)，属于数据包络分析无效，原因在于规模无效率或者技术无效率。在 109 个决策单元中，综合技术效率值达到 1 的决策单元共有 5 个，为数据包络分析有效，且其纯技术效率值和规模效率值都为 1，即同时技术有效和规模有效，说明其要素投入、资源的配置能力和使用效率已最优，投入产出处于最佳状态，不存在投入冗余或产出不足情况，生产经营效率高，但这部分决策单元所占比例偏小，仅为 4.6%，说明大部分竹农的综合技术效率有待提高。②纯技术效率结果。综合技术效率可分解为纯技术效率和规模效率，纯技术效率是剔除规模因素后决策单元的效率。88.1%的决策单元其纯技术效率值小于 1，说明有部分投入要素未产生任何贡献而形成浪费，及在技术水平不变情况下，所投入的资源没有达到有效运用程度^[16]。纯技术效率值集中为 0.200~0.800(表 3)，均值为 0.569，说明农户毛竹生产的技术有效性偏低，在毛竹生产上的技术投入较少，主要是靠竹农自身经验，技术更新速度较慢。109 个决策单元中纯技术有效性系数为 1 的决策单元共 13 个，仅占有决策单元的 11.9%，说明这 13 个农户的毛竹林在目前的经营规模下，其林地面积、劳动力投入和化肥农药投入的生产潜力得到完全发挥。在 13 个纯技术效率为 1 的决策单元中，有 8 个决策单元的综合技术效率小于 1，原因在于规模和投入产出不匹配，呈现规模无效率，需要扩大或缩小规模，其中 7 个决策单元需要扩大规模，1 个决策单元应减少规模。③规模效率结果。规模效率反映的是决策单元是否处于最优经营规模状态。毛竹生产的规模效率均值为 0.789。实现规模有效性的决策单元有 6 个，

决策单元的规模效率值集中于 0.600~1.000, 尤其是 0.800~1.000(表 3)。相比于纯技术效率, 毛竹经营地块的规模效率相对较高。在 103 个非规模有效性决策单元中, 75%处于规模报酬递增阶段, 说明大部分地块规模尚未达到最优, 需要增加面积投入来获得更高比例的产出; 25%处于规模报酬递减阶段, 说明增加投入不能增加相同幅度的产出, 存在规模不经济。

3.1.2 毛竹地块规模与生产效率 将农户所经营的毛竹地块面积进行分组, $0.067 \text{ hm}^2 \cdot \text{组}^{-1}$, 各组决策单元的综合技术效率、纯技术效率和规模效率的值如图 1 所示。可见, 毛竹生产的综合技术效率、纯技术效率与地块面积呈非线性关系, 且 3.33 hm^2 以上其综合技术效率和纯技术效率都最高; 而 $2.67 \sim 3.33 \text{ hm}^2$ 的综合技术效率和纯技术效率都是最低的。规模效率与地块面积大致呈正相关关系, 且规模效率值整体上还是高于纯技术效率值, 地块规模在 $2.00 \sim 2.67 \text{ hm}^2$ 和 $>3.33 \text{ hm}^2$ 的规模效率值都较其他规模区间高, 说明最优经营规模不是唯一的。

3.2 第 2 阶段 Tobit 回归结果

利用 Stata 软件分析影响竹农综合技术效率的因素, 结果见表 4: ①农户家庭经营的毛竹地块数对毛竹生产的综合技术效率有负向影响。毛竹地块数对综合技术效率的影响达到 1%的极显著水平, 且回归系数为负, 说明家庭经营的毛竹总地块数与综合技术效率呈负相关。一方面可能是农户拥有的毛竹地块数越多, 意味着细碎化程度越高, 就越不利于机械设备的使用和先进技术的推广, 竹农难以实现规模经济, 其综合技术效率也就越低; 另一方面, 毛竹块数越多, 不利于经营管理, 会造成竹农在不同地块之间奔波的时间和运输费用等增加, 从而影响综合技术效率的提高。这与臧良震等^[8]和刘璨^[14]关于林地细碎化阻碍林业生产技术效率提高的结论一致。②毛竹收入占家庭收入的比例对毛竹生产的综合技术效率有正向影响。毛竹收入占比对综合技术效率的影响通过了 5%的显著性检验, 且回归系数为正, 说明毛竹收入占比对综合技术效率有显著的正向影响。毛竹收入占比越高, 意味着该农户对毛竹生产的依赖程度越高, 竹农愿意花费的时间、精力和资金就越多, 有利于综合技术效率的提高。这与翟秋等^[11]的结论一致。他认为农户兼业程度越高, 对林业生产的重视程度就越低, 进而影响生产效率的提高。③地块立地质量对综合技术效率有正向影响。地块立地质量对毛竹生产综合技术效率的影响达到 10%的显著性水平, 且回归系数为正, 说明地块立地质量与综合技术效率呈显著的正相关关系。一方面可能是立地质量好的毛竹地一般产量相对较高, 而且与立地质量差的地块相比, 竹农在立地质量好的地块上所需要投入的成本可能更少; 另一方面竹农对立地质量好的地块可能的产出及其带来的收益预期会更高, 因此竹农更容易接受专业知识和先进技术, 毛竹生产的综合技术效率就越高。张国防等^[7]认为立地条件是影响毛竹生产力高低的一个重要因素, 但李芳宁^[15]却发现土地肥沃程度这个变量不显著。④流入地块的综合技术效率要低于非流入地块。是否为流入地块对综合技术效率的影响达到 10%的显著性水平, 且回归系数为负, 说明流入地块的综合技术效率比集体分配的自留山及责任山低。可能的原因是由于当地在竹林地流转过程中, 存在着程序不规范, 双方的责、权、利不清等问题, 导致竹农未能像经营自留山及责任山那样去经营流入的竹林地块; 也有可能是因为流入地块的面积较大, 由于当地劳动力资源紧缺, 导致粗放经营, 资源未达到最优配置, 进而影响了综合技术效率的提高。

表 3 效率值区间频率分布

效率值区间	综合技术效率		纯技术效率		规模效率	
	频数	百分比	频数	百分比	频数	百分比
<0.2	11	10.09	5	4.59	0	0.00
0.2~0.4	46	42.20	26	23.85	6	5.50
0.4~0.6	26	23.85	33	30.28	14	12.84
0.6~0.8	14	12.84	24	22.02	27	24.77
0.8~1.0	12	11.01	21	19.27	62	56.88
合计	109	100	109	100	109	100

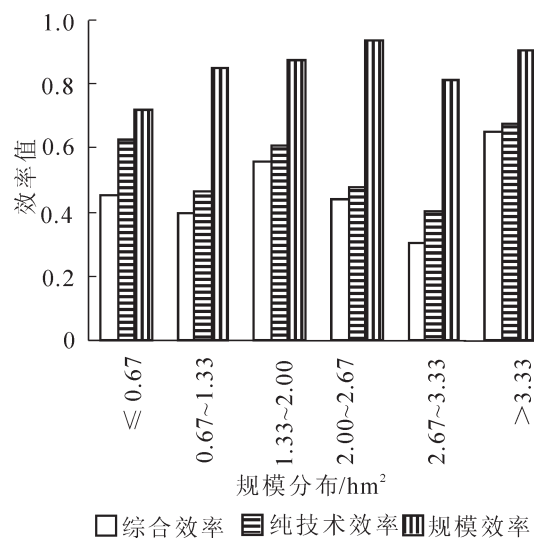


图 1 不同毛竹地块规模的生产效率分布

Figure 1 Distribution of moso bamboo production efficiency with different scales

4 结论与建议

本研究在使用数据包络分析模型分析龙游县竹农生产效率的基础上，用 Tobit 模型分析影响竹农综合技术效率的主要因素，得到的结论如下：①龙游县的毛竹生产效率较低，综合技术效率均值为 0.448，纯技术效率均值为 0.569，规模效率均值为 0.789。在目前的生产技术条件下，竹农在毛竹林上的投入要素尚未发挥其生产潜能，存在资源浪费。地块规模尚未实现最优，大部分毛竹地块的生产处于规模报酬递增阶段，小部分地块处于规模报酬递减阶段。毛竹生产的综合技术效率、纯技术效率与地块面积呈非线性关系，地块规模在 3.33 hm² 以上的综合技术效率和纯技术效率均最高，而 2.67~3.33 hm² 的综合技术效率和纯技术效率均是最低的；规模效率与地块面积大致呈正相关关系，地块面积在 2.00~2.67 hm² 和大于 3.33 hm² 的规模效率值较其它规模区间高。②毛竹收入占比和地块立地质量对毛竹生产的综合技术效率具有正向影响，而家庭经营毛竹总块数对综合技术效率有显著的负向影响，流入地块的综合技术效率要低于非流入地块的。

根据上述结论，建议：第一，竹农应适当调整毛竹生产中的各生产要素的投入比例，减少资源浪费；第二，对拥有毛竹块数较多且分散的农户来说，将其中较远、较差的林地转出，减少经营块数，集约经营；同时规范林地流转行为，明确流转双方的责权利关系；第三，对于以林业经营为主的农户，政府应鼓励其林业投资行为，为农户贷款融资等提供便利；第四，在保护竹林地生态效益的基础上，增施有机肥，积极开展竹林的生态化经营，改善林地质量，提高林地生产潜力，从而提高林地的生产效率。

5 参考文献

[1] 李春华, 李宁, 骆华莹, 等. 基于 DEA 方法的中国林业生产效率分析及优化路径[J]. 中国农学通报, 2011, **27** (19): 55 – 59.
LI Chunhua, LI Ning, LUO Huaying, *et al.* The efficiency analysis and path optimization of forestry input-output in China based on data envelopment analysis [J]. *Chin Agric Sci Bull*, 2011, **27**(19): 55 – 59.

[2] 宋长鸣, 向玉林. 林业技术效率及其影响因素研究：基于随机前沿生产函数[J]. 林业经济, 2012(2): 66 – 70.
SONG Changming, XIANG Yulin. Study of forestry industry’s technical efficiency and its influencing factor: based on stochastic frontier production function model [J]. *For Econom*, 2012(2): 66 – 70.

[3] 田淑英, 许文立. 基于 DEA 模型的中国林业投入产出效率评价[J]. 资源科学, 2012, **34**(10): 1944 – 1950.
TIAN Shuying, XU Wenli. Evaluation of China’s forestry input-output efficiency based on DEA modeling [J]. *Resour Sci*, 2012, **34**(10): 1944 – 1950.

[4] 田杰, 姚顺波. 中国林业生产的技术效率测算与分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2013, **23**(11): 66 – 72.
TIAN Jie, YAO Shunbo. Research on technical efficiency of forestry production in China [J]. *China Popul Resour Environ*, 2013, **23**(11): 66 – 72.

[5] 臧良震, 支玲, 郭小年. 中国西部地区林业生产技术效率的测算和动态演进分析[J]. 统计与信息论坛, 2014, **29** (1): 13 – 20.
ZANG Liangzhen, ZHI Ling, GUO Xiaonian. Research on calculation and dynamic evolution of forestry production technical efficiency in western China [J]. *Stat & Inf Forum*, 2014, **29**(1): 13 – 20.

表 4 毛竹综合技术效率影响因素分析结果

Table 4 Factors of moso bamboo technical efficiency			
影响因素	系数	标准差	t
户主年龄(x ₁)	0.000 02	0.001 89	0.01
户主受教育年限(x ₂)	0.004 67	0.007 70	0.61
户主是否为村干部(x ₃)	-0.006 53	0.061 08	-0.11
家庭规模(x ₄)	0.010 87	0.016 31	0.67
是否接受过技术培训(x ₅)	-0.010 06	0.061 16	-0.16
毛竹收入占比(x ₆)	0.257 55**	0.129 08	2.00
毛竹地块数(x ₇)	-0.025 64***	0.007 21	-3.56
毛竹总面积(x ₈)	0.019 60	0.013 47	1.46
地块离家距离(x ₉)	-0.005 47	0.006 70	-0.82
地块离最近公路距离(x ₁₀)	-0.016 22	0.025 62	-0.63
地块立地质量(x ₁₁)	0.048 39*	0.028 17	1.72
地块坡度(x ₁₂)	-0.012 99	0.036 03	-0.36
是否为流入地块(x ₁₃)	-0.081 50*	0.045 72	-1.78
乡镇变量 1(x ₁₄)	-0.040 70	0.090 07	-0.45
乡镇变量 2(x ₁₅)	0.029 92	0.076 60	0.39
常数项	0.355 70	0.190 71	1.87
对数似然值		5.046 28	

说明：* 表示 10%显著性水平；** 表示 5%显著性水平；*** 表示 1%显著性水平。

- [6] 赖作卿, 张忠海. 基于 DEA 方法的广东林业投入产出超效率分析[J]. 华南农业大学学报: 社会科学版, 2008, 7(4): 43 – 48.
- LAI Zuoqing, ZHANG Zhonghai. The super efficiency DEA analysis of Guangdong forestry input-output [J]. *J South China Agric Univ Soc Sci Ed*, 2008, 7(4): 43 – 48.
- [7] 张春霞, 许佳贤, 黄森慰, 等. 基于木材供给生产目标下林农经营规模效率研究: 以福建省杉木用材林为例[J]. 中南林业科技大学学报: 社会科学版, 2010, 4(2): 5 – 7, 31.
- ZHANG Chunxia, XU Jiaxian, HUANG Senwei, *et al.* A research into forestry farmer's management scale efficiency based on the production aim of timber supply: a case study of fir timber in Fujian province [J]. *J Centr South Univ For & Technol Soc Sci*, 2010, 4(2): 5 – 7, 31.
- [8] 臧良震, 支玲, 齐新民. 天保工程区农户林业生产技术效率的影响因素: 以重庆武隆县为例[J]. 北京林业大学学报: 社会科学版, 2011, 10(4): 59 – 64.
- ZANG Liangzhen, ZHI Ling, QI Xinmin. Influencing factors of farmers forestry production efficiency in Natural Forest Protection Project areas: a case of Wulong county in Chongqing city [J]. *J Beijing For Univ Soc Sci Ed*, 2011, 10(4): 59 – 64.
- [9] 翟秋, 李桦, 姚顺波. 后林权改革视角下家庭林地经营效率研究[J]. 西北农林科技大学学报: 社会科学版, 2013, 13(2): 64 – 69.
- ZHAI Qiu, LI Hua, YAO Shunbo. Research on efficiency of household forestland operating based on forest tenure reform: the case of collective forestland in counties of Sha and Shunchuang of Fujian Province [J]. *J Northwest A & F Univ Soc Sci Ed*, 2013, 13(2): 64 – 69.
- [10] 屈小博. 不同规模农户生产技术效率差异及其影响因素分析: 基于超越对数随机前沿生产函数与农户微观数据[J]. 南京农业大学学报: 社会科学版, 2009, 9(3): 27 – 35.
- QU Xiaobo. Technical efficiency of different farmer sizes and its influencing factors: based on stochastic frontier production function and micro-data of households [J]. *J Nanjing Agric Univ Soc Sci Ed*, 2009, 9(3): 27 – 35.
- [11] 苏时鹏, 马梅芸, 林群. 集体林权制度改革后农户林业全要素生产率的变动: 基于福建农户的跟踪调查[J]. 林业科学, 2012, 48(6): 127 – 135.
- SU Shipeng, MA Meiyun, LIN Qun. Farmer forestry total factor productivity changes after the collective forestry property rights system reform: based on households surveys in Fujian Province [J]. *Sci Silv Sin*, 2012, 48(6): 127 – 135.
- [12] 尚小娜, 何雨, 方萍. 中国竹林资源旅游价值及景区开发探讨[J]. 世界林业研究, 2013, 26(5): 69 – 74.
- SHANG Xiaona, HE Yu, FANG Ping. Tourism value of bamboo resources in China and discussions on scenic spot exploitation [J]. *World For Res*, 2013, 26(5): 69 – 74.
- [13] CHARNES A, COOPER W W, RHODES E. Measuring the efficiency of decision making units [J]. *Euro J Oper Res*, 1978, 2(6): 429 – 444.
- [14] BANKER R D, CHARNES A, COOPER W W. Some models for estimating technical and scale inefficiency in Data Envelopment Analysis [J]. *Manage Sci*, 1984, 30(9): 1078 – 1092.
- [15] 李芳宁. 毛竹经营规模效率的影响因素研究: 福建问卷调查[D]. 福州: 福建农林大学, 2010.
- LI Fangning. *Mao Bamboo Scale Factors Affecting the Efficiency of Research: A Ruestionnaire Surve in Fujian* [D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2010.
- [16] 仲维维. 黑龙江省国有林权改革效果评价及配套政策研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2011.
- ZHONG Weiwei. *Study on Evaluation of State-owned Forest Tenure Reform and Relevant Policies in Heilongjiang Province* [D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2011.
- [17] 张国防, 缪碧华. 毛竹经营管理的研究进展[J]. 福建林学院学报, 2000, 20(4): 375 – 379.
- ZHANG Guofang, MIAO Bihua. A research development of the management on *Phyllostachys pubescens* [J]. *J Fujian Coll For*, 2000, 20(4): 375 – 379.