

# Research on the Forestry Technical Diffusion Based on Input-Output Analysis

Pingyang Liu

Department of Environmental Science and Engineering, Fudan University, Shanghai  
Email: pingyang.liu@gmail.com

Received: Oct. 17<sup>th</sup>, 2012; revised: Nov. 5<sup>th</sup>, 2012; accepted: Nov. 14<sup>th</sup>, 2012

**Abstract:** China's forestry technical level is relatively lagged behind those of developed countries, not only in the R&D aspect, but also in the technical diffusion. The Third Collective Forestry Property Rights Reform triggered farmer's demands for forestry techniques, but because of overlooking farmers' consequent costs and benefits, the technical diffusion are still not efficient enough that it strictly constrains the further development of forestry. This paper bases on a cost benefit analysis of bamboo techniques in Yong'an County, and finds out that the economics of the technique is the main factor that influences the diffusion of forestry techniques. It's concluded that in the reform period, the economics of forestry technique is strongly related to the institution arrangement, government behavior, community functions and the opportunity cost of farmers.

**Keywords:** Forestry Technique; Technical Diffusion; Economics; Input-Output Analysis

## 基于成本收益分析的林业技术扩散问题研究

刘平养

复旦大学环境科学与工程系, 上海  
Email: pingyang.liu@gmail.com

收稿日期: 2012年10月17日; 修回日期: 2012年11月5日; 录用日期: 2012年11月14日

**摘要:** 我国林业技术整体水平相对落后, 不仅体现在研发环节, 还反映在技术的普及度上。第三次集体林权改革激发了林农要技术的积极性, 但是由于长期以来对林农层面的成本收益分析的忽视, 使得林业技术扩散的效率依然较低, 成为制约林业发展的重要因素。本文通过以毛竹林丰产技术在福建省永安市的推广为例, 通过成本收益分析, 得出了影响并决定林业技术扩散效率的因素, 即林业技术的经济性。同时发现, 在我国林业有集体经营体制向市场体制转型的形势下, 技术的经济性不光受到亩均利润和总产出的影响, 同时也受到制度安排、政府行为、社区机制以及农民本身的机会成本等的影响。

**关键词:** 林业技术; 技术扩散; 经济性; 成本收益分析

### 1. 林业技术扩散问题

一般认为, 我国林业技术水平落后国外 20 年, 落后我国农业 10 年。长期以来林业集体经营体制下政府的大包大揽是主要原因之一。林业技术的研发缺乏动力, 即使出现真正实用的技术也难以得到有效的

普及。

研究表明, 在市场经济条件下, 技术扩散的关键在于技术本身的经济性。Griliches 认为, 技术创新及其扩散过程表现为亩均利润及总产出的函数<sup>[1]</sup>。林毅夫首次研究了在中央集权体制下农业技术问题的扩

散过程,认为在政府干预下,农业的技术创新和扩散具有一定的规模效应,同时,也造成了一定的激励损失<sup>[2]</sup>。而对于林业技术传播的研究则表明,林业技术传播的关键在于林农行为的转变。

在技术扩散的应用性探索中,一般将技术扩散按照传播内容分为需求性技术传播和引导性技术传播,按照传播方式分为参与式传播和注入式传播。金爱武等在浙南地区的实践证明了参与式传播的优越性,并从设计、项目管理、组织建设、流动模式、激励机制、考核模式等方面总结了参与式技术推广的运行机制<sup>[3,4]</sup>。

虽然农民的技术需求已经逐渐成为技术扩散研究的关注热点<sup>[5]</sup>,但是现有研究依然主要着眼于如何进行林业技术推广培训<sup>[6,7]</sup>。事实上,农民被称为最精明的经济学家,他们会根据成本和收益来决定自己采用新技术还是旧技术,他们的需求往往构成技术扩散的根本动力。因此,从农民角度进行新技术的投入产出分析,无疑将更好地了解技术扩散的重点和难点<sup>[8]</sup>。

本文意图通过对福建省永安市毛竹林丰产技术的投入产出分析,探寻第三次集体林权改革后林业技术扩散的影响因素。永安市是我国南方集体林区的重点林业县(市),林业发展水平在全国处于前列。毛竹是永安市的主要的林业经营品种,2004年农民人均拥有毛竹4.2亩,居全国首位。90年代以来,毛竹林在永安得到了巨大的发展,业已成为农民收入的主要来源。2004年农民收入的60%来自于林业收入,其中大部分是依靠竹林收入。

自2000年以来,永安市全面推行了集体林权改革,将除所有权之外的其他权利明确划分给农民,农民的自主性大大提高,投资山林的积极性也大为增强。产权明晰带来的一个问题是,政府在失去对农民以及村集体经营行为的干涉权力之后,如何推动林业的快速发展,尤其是如何保证林业技术水平的快速提高。

## 2. 毛竹林丰产技术的成本收益分析

毛竹林的丰产经营技术的扩散就是永安市在结束政府包揽阶段后面临的首要问题。该技术是浙江林学院金爱武副教授在永安当地亲身实践后总结提出的,包括竹林深翻(对林地全面进行深约15厘米的垦复)、科学施肥(约1株毛竹施1斤专用肥,沟施或穴

施,深约20厘米,秋季、春季各一次)、引水喷灌(需要建设蓄水池并布设灌溉水管,确保竹林用水需求)、稻草覆盖(对毛竹林覆盖约10厘米厚的稻草以增加春笋产量)等高产高效技术。经当地各村的示范证明,这一套技术能大幅度提升毛竹林的产出水平。为了推动技术的传播,永安市采取了以示范、引导为主的推广策略。经过近两年的发展,毛竹林的丰产经营技术在全市范围得到了广泛的接受,全市毛竹林的平均亩产出从原来的200~300元/亩提高到1000~1500元/亩。

但是,丰产经营技术的传播也遇到了一些难以解决的问题。农民往往只是选择一系列技术中的部分技术,而其他的部分技术,即使能够实现高投入、高产出,农民依然不愿意采用。毛竹林的高效经营依然存在较大的瓶颈。

毛竹林丰产经营技术推广成功的经验以及遇到的难题,实质上是农民理性选择的结果。而农民选择技术的关键在于技术的成本有效性如何。笔者于2005年5月至9月在永安市的进行了实地调查,遍及永安市7镇5乡。调查发现,农民总是根据自身的实际情况,如林地面积、资金需求、操作难度、投资风险等,结合当地的自然条件,决定是否采用某项技术。

假设一个农民经营着20亩的毛竹山。假设第0年开始,农民面临两种选择:一是继续维持粗放经营,二是采用开沟施肥、引水喷灌等高效经营技术。另假设第0年为毛竹大年,第1年为毛竹小年(毛竹大年时冬笋产量大,小年时主要是留笋养竹,故产出要少的多,假设其冬笋产量为大年的一半,基本没有春笋收入。毛竹的大年小年总是交替的)。假设第0年毛竹林每亩立竹量为100根。粗放经营状态下,只进行简单的维护,各年的投入和收益基本相同;高效经营状态下,第0年和第1年,以留笋养竹为主,立竹量第1年末达到稳定的160根,此后保持不变,第2年开始按正常经营挖笋养竹。由于技术是即时见效的,每年笋产量和毛竹产量基本稳定。每亩每年采伐毛竹40根。假定生产资料和人工的价格不变,毛竹的价格均价8元/根,冬笋均价为5.5元/斤,春笋为0.45元/斤。林地使用费两年交一次(首年交),每亩9元/2年。

基于以上成本收益分析表(表1、表2),可以得到粗放经营和集约经营第N年每亩的总净现值以及年均每亩净现值(表3、表4)。

基于成本收益分析的林业技术扩散问题研究

**Table 1. Cost benefit analysis of extensive production of bamboo**  
**表 1. 毛竹林粗放经营的成本收益分析表**

年份	说明	成本(-)或收益(+)/元	贴现因子 <sup>1</sup>	贴现值/元
0	林地使用费	-9.00	1.0000	-9.00
0	挖春笋收益	22.50	1.0000	22.50
0	挖春笋人工	-2.00 <sup>2</sup>	1.0000	-2.00
0	砍毛竹收益	320.00	1.0000	320.00
0	砍毛竹人工	-60.00	1.0000	-60.00
0	挖冬笋收益	132.00	1.0000	132.00
0	挖冬笋人工	-50.00	1.0000	-50.00
1	挖冬笋收益	66.00	0.9524	62.86
1	挖冬笋人工	-50.00	0.9524	-47.62
1	砍毛竹收益	320.00	0.9524	304.76
1	砍毛竹人工	-60.00	0.9524	-57.14
2	林地使用费	-9.00	0.9070	-8.16
2	挖春笋收益	27.00	0.9070	24.49
2	挖春笋人工	-2.00	0.9070	-1.81
2	砍毛竹收益	320.00	0.9070	290.25
2	砍毛竹人工	-60.00	0.9070	-54.42
2	挖冬笋收益	158.40	0.9070	143.67
2	挖冬笋人工	-50.00	0.9070	-45.35
3	砍毛竹收益	320.00	0.8638	276.43
3	砍毛竹人工	-60.00	0.8638	-51.83
3	挖冬笋收益	79.20	0.8638	68.42
3	挖冬笋人工	-50.00	0.8638	-43.19
NPV(净现值)			1214.84	

<sup>1</sup>贴现率取 5%; <sup>2</sup>以每人工 25 元, 每工可挖 600 斤计算。此处 20 亩共收春笋 1000 斤, 以 1.6 工计算, 40 元/20 亩 = 2 元/亩。以下同。

**Table 2. Cost benefit analysis of intensive production of bamboo**  
**表 2. 毛竹林高效经营的成本收益分析**

年份	说明	成本(-)收益(+)/元	贴现因子	贴现值/元
0	林地使用费	-9.00	1.0000	-9.00
0	挖春笋收益	22.50	1.0000	22.50
0	挖春笋人工	-2.00	1.0000	-2.00
0	开沟施肥肥料费	-45.00	1.0000	-45.00
0	开沟施肥人工费	-30.00	1.0000	-30.00
0	引水喷灌之水源管道 <sup>3</sup>	-100.00	1.0000	-100.00
0	引水喷灌之建水池	-200.00	1.0000	-200.00
0	引水喷灌之铺管道	-200.00	1.0000	-200.00
0	引水喷灌之人工	-100.00	1.0000	-100.00
0	砍毛竹收益	320.00	1.0000	320.00
0	砍毛竹人工	-60.00	1.0000	-60.00
0	挖冬笋收益	1375.00	1.0000	1375.00
0	挖笋人工	-50.00	1.0000	-50.00
1	开沟施肥肥料费	-45.00	0.9524	-42.86
1	开沟施肥人工费	-30.00	0.9524	-28.57

基于成本收益分析的林业技术扩散问题研究

续表

1	引水喷灌之人工	-100.00	0.9524	-95.24
1	挖冬笋收益	687.50	0.9524	654.76
1	挖冬笋人工	-50.00	0.9524	-47.62
1	砍毛竹收益	320.00	0.9524	304.76
1	砍毛竹人工	-60.00	0.9524	-57.14
2	林地使用费	-9.00	0.9070	-8.16
2	开沟施肥肥料费	-45.00	0.9070	-40.82
2	开沟施肥人工费	-30.00	0.9070	-27.21
2	引水喷灌之人工	-100.00	0.9070	-90.70
2	挖春笋收益	450.00	0.9070	408.16
2	挖春笋人工	-2.00	0.9070	-1.81
2	砍毛竹收益	320.00	0.9070	290.25
2	砍毛竹人工	-60.00	0.9070	-54.42
2	挖冬笋收益	1375.00	0.9070	1247.17
2	挖冬笋人工	-50.00	0.9070	-45.35
3	开沟施肥肥料费	-45.00	0.8638	-38.87
3	开沟施肥人工费	-30.00	0.8638	-25.92
3	引水喷灌之人工	-100.00	0.8638	-86.38
3	砍毛竹收益	320.00	0.8638	276.43
3	砍毛竹人工	-60.00	0.8638	-51.83
3	挖冬笋收益	687.50	0.8638	593.89
3	挖冬笋人工	-50.00	0.8638	-43.19
NPV(净现值)			3910.82	

<sup>3</sup> 假设水池到水源地的管道距离为 1 千米，管道成本以及铺设人工为 2 元/米——实地调研数据。

**Table 3. Comparison of accumulative NPV (Unit: Yuan)**  
**表 3. 逐年累计收益比较(单位: 元)**

年份区间	每亩 NPV 总值/元		每亩 NPV 年均值/元	
	粗放经营	高效经营	粗放经营	高效经营
0~1	616.36	1609.60	308.18	804.80
0~3	1214.84	3910.82	303.71	977.70
0~5	1771.79	5998.09	295.30	999.68
0~7	2250.73	7891.31	281.34	986.41
0~9	2697.33	9608.52	269.73	960.85

**Table 4. Comparison of accumulative NPV (Unit: Yuan)**  
**表 4. 逐年累计收益比较(单位: 元)**

年份区间	每亩 NPV 总值/元		每亩 NPV 年均值/元	
	粗放经营	高效经营	粗放经营	高效经营
0~1	616.36	1609.60	308.18	804.80
0~3	1214.84	3910.82	303.71	977.70
0~5	1771.79	5998.09	295.30	999.68
0~7	2250.73	7891.31	281.34	986.41
0~9	2697.33	9608.52	269.73	960.85

Table 5. Comparison of total benefits (good harvest + bad harvest)  
表 5. 一个周期(大年+小年)收益比较

年份区间	每亩 NPV 每两年总值	
	粗放经营/元	高效经营/元
0~1	616.36	1609.60
2~3	598.48	2301.22
4~5	556.95	2087.27
6~7	478.94	1893.22
8~9	446.60	1717.21

### 3. 结果与讨论

#### 3.1. 影响技术扩散的首要因素是技术的经济性

从永安的实践以及上述投入产出表中可以看出,毛竹林的丰产经营技术的扩散程度和技术的经济性呈正相关。以开沟施肥和节水灌溉为例。开沟施肥在永安市 7 镇 5 乡中得到广泛应用,即使兼业的农民,每年也会进行此类投入;只有少数因立地条件差,无法施肥的毛竹林没有采用。主要的原因是它能够立竿见影见效,可以大幅度提高笋产量。实践表明,毛竹林的年产值能够从 200 元/亩提升到 500~600 元/亩。

引水灌溉技术在提高竹林产出方面的作用甚至大于开沟施肥技术。但是它的普及程度却很低。主要的差别在于,引水灌溉技术具有高投入、高产出、高风险的特点。从表 2 可以看出,从第 0 年到第 3 年,全部投入的贴现值为 1582.1 元/亩,而引水灌溉的成本(设备加上人工投入,贴现值)为 872.3 元/亩,占总投入的 55%。并且,初始投入需求很大:在全部成本中,第 0 年投入为 790.6 元/亩,如果一个经营 20 亩竹林的农民决定采用引水灌溉技术,那么他当年所需要的投入将达到 15812 元。即使其中扣除农民自己投工(建水池投工 1000 元,铺水管投工 3000 元以及灌溉工资),该农民所面临的资金压力也将达到万元左右。对普通的农民而言,资金压力可想而知。小农经济的脆弱性决定了农民的天性是风险厌恶型。对于当年就需要万元以上投入的技术,如果没有坚实的预期收益保证,技术的推广是非常困难的。

引水灌溉技术对总投入和初始投入的较大需求导致了其经济性的下降,最终影响到它的普及程度。另一项根本无法推广的丰产技术是稻草覆盖。在永安市上坪乡的竹子科技示范园区中,稻草覆盖技术的成本非常高:100 斤稻草只能覆盖 2 平方米的土地,稻

草的收购价格为 5~6 元/100 斤,约 2.5 元/平方米,一亩地约需 1667.5 元的稻草。如果考虑人工费用,则成本上升更大。此项技术的经济性远不如前两种,推广程度也非常低。

#### 3.2. 影响技术扩散的其他因素

社会的制度安排通过改变技术的经济性而影响技术扩散的难易程度。正如林毅夫(1992)对中国杂交水稻技术推广的研究<sup>[2]</sup>所证实,在产权不明晰的集体经营体制下,即使技术能够大幅度提升收益,但是因为农民所获得的仅仅是极小部分收益权,因此技术的采用率依然非常低。在永安市集体林权改革之前,毛竹林的产权不明晰,农民就没有动力采用新的技术,宁可维持低产出的粗放经营。在林权改革之前,永安市毛竹林平均产出不到 200 元/亩,部分乡镇甚至仅有几十元/亩。明晰集体林权之后,永安市林农对技术的需求大幅度上涨,从以前的“等、靠、推”变成现在的“求、学、要”,农民自发成立了育竹协会,激励农业能手的传、帮、带,部分协会还组织林农到浙江等地进行科学育竹的考察。

政府的技术推广政策可能对技术扩散产生激励或者反激励的作用。集体经营时期的技术扩散,往往以自上而下的行政命令方式到达各村或者生产队,农民没有选择权。这种方式无法调动农民的积极性,甚至有反激励作用。永安市对此进行了改革。他们试图让农民自己去判断技术对收益的影响。因此,他们在全市范围内建立了技术示范制度,每个村有一个技术示范户,都有一名林业技术员。政府对示范户进行一定的补贴,帮助示范户采用、实施新技术,并接受其他农民的咨询。一年后示范户的收益体现出来,一般亩均产值将近 2000 元/亩。这为半信半疑的农民吃下定心丸,技术得以迅速普及。

永安的实践同时印证了人际网尤其是社区村邻对技术扩散的重要性<sup>[9]</sup>。现代林业技术高投入、高风险的特征越来越明显。按照社会学常识,低收入的人对未来的预期总是更差,因此农民往往倾向于贴现未来。案例中的引水灌溉技术,以5%的贴现率计算实际上提高了技术的未来收益对现在的影响。如果将贴现率提高到10%,则第一至第五个周期(第1、3、5、7、9年末),每亩高效经营的竹林的产值分别下降为789.16、912.31、893.46、846.90、794.42元/年,每亩一个周期的净现值也大幅度下降。虽然稳定的宏观政策环境是降低农民贴现率的主要手段,但是,对于分散的、弱势的小农群体来说,社区组织、亲戚邻里等人际关系网对增强农民对技术收益的信心有着至关重要的作用。永安的林业技术示范体系建成以后,农民茶余饭后、访亲探友等实际上都成了技术推广、传播的途径,也使竹林的高效经营技术更具有草根性,因此更具生命力。

社区合作关系决定了农民之间协商的成本,对具有强规模效应的技术的经济性有很大影响。中国农村社区长期处于自己自足的小农经济形态中,单家独户的农民自主合作的可能性很小。而现代农业技术都具有明显的规模效应。如上述引水喷灌技术,如果一个山头(可能分属于5~6个农民甚至更多)共建一个蓄水池,那么每人分摊的成本就大大降低,而收益是不变的。但是,集体经营体制被家庭联产承包责任制取代后,农民不得不面对小块的土地以及较高的私人成本。而农民之间互相合作的沟通、谈判、协调和组织的成本大幅度上升。调查发现,农民往往是“这个不是我管的事”、“别人不起劲我也不着急”的心态。实际上,是农民合作的交易成本损害了技术的经济性,因此,在“后集体经营体制”时代,农民的合作问题对技术的扩散也存在相当大的影响。

农民务农的机会成本也是影响农业技术扩散的重要因素。以上投入产出分析并未分析务农的机会成本。当地农民打零工价钱一般为50元/天,从事较重的体力活(如矿工),一般收入为80~100元/天。竹山劳动属于重体力活,如果以60元/天计算成本,则表2的投入产出的结果将大不一样:第0年的累计投入将达到每亩1134.8元,上升了43.5%。机会成本还表现在农民对农业劳动的心里预期。调查发现,永安在家务农的农民基本上都是40、50岁以上的人,年轻

人普遍外出打工,宁可在城市拿几百元的工资也不愿意在家耕山。这至少说明,务农的机会成本在上升。

除此之外,农民自身的经济状况以及资金的可获得性、农村的人力资本状况以及农民对技术的接受能力等,都可能影响技术采用、实施的效果。

#### 4. 结论以及政策性建议

本文通过对毛竹林丰产经营技术的考查,证实了林业技术的经济性是决定林业技术扩散的主要因素,同时认为,在我国由计划向市场的转型经济体制下,技术的经济性不光受到亩均利润和总产出的影响,同时也受到制度安排、政府行为、社区机制以及农民本身的机会成本等的影响。

我国的林业技术扩散带有很强的公共物品性质。出于效率和公平因素的考虑,政府依然有责任加大提供此类公共物品的力度,尽快提高林业的经营水平,促进农村的全面发展。因此,积极的行政干预是正当的,也是必须的。干预的主要目的,在于提高技术的综合经济性。

首先,政府必须降低农民对于技术采用风险的预期。可行的做法是建立有效的示范机制,通过农村社区的人际关系网,让农民自己衡量技术的投入和产出,提高其参与的积极性。同时,可以考虑成立某种技术风险担保基金,鼓励风险厌恶型的农民也更多的采用新技术。

其次,鉴于现代林业技术对投入的要求较大,底层农民的资金实力以及获取资金的难度必须充分考虑。否则,可能仅有部分农村精英阶层才能够享用新技术,而大部分的底层农民被排除在技术大门之外。因此,必须探索建立适合小农的资金和信贷支持体系。

第三,关于补贴工具的采用。补贴是提高技术的经济性的重要手段,在实践中应用较为广泛。但是,必须考虑补贴对于促进技术扩散的效率。对于经济性明显的技术,更应该从帮助弱势农民寻找资金渠道入手;对于确实需要进行补贴推广的技术,应该以技术采用程度而非以示范户和非示范户作为标准。否则,可能存在较大的效率损失。

第四,要积极重建政府的四级技术推广机构。技术的安全性以及相关的咨询、指导等服务,需要有可靠的保证,以增强农民采用技术的安全感。政府无疑

是最合适的对象。在这方面,日本是我们学习的榜样。

本文未考虑了另外一个可能对技术的经济性产生重大影响的因素,即农产品市场价格的变动可能带来的影响。这方面的情况过于复杂,有待进一步的研究。

## 参考文献 (References)

- [1] Z. Griliches. Hybrid corn: An exploration in the economics of technical change. *Econometrica*, 1957, 25(4): 501-522.
- [2] 林毅夫. 中国杂交水稻创新: 中央计划经济中的市场需求诱致型技术创新研究[J]. *经济学和统计学评论*, 1992, 74: 14-20.
- [3] 金爱武, 傅秋华, 方伟等. 浙南山区竹业技术传播体系及运行机制调查与分析[J]. *浙江林学院学报*, 2003, 20(4): 369-373.
- [4] 金爱武, 黄宝龙, 李明华等. 浙南竹业技术参与式推广机制及其实践[J]. *浙江林学院学报*, 2004, 21(1): 79-83.
- [5] 王虹, 张大华. 世界林业推广工作的进展趋势探析[J]. *世界林业研究*, 2002, 15(4): 30-33.
- [6] 罗又青, 经贞谦. 林业科技推广理论与实践[M]. 北京: 中国林业出版社, 1997: 40-59.
- [7] 陈金明, 林金国, 邹双全. 林业科技推广模式创新研究[J]. *林业经济问题*, 2005, 6: 355-367.
- [8] 陈会英, 郑强国. 中国农户科技水平影响因素与对策研究[J]. *农业技术经济*, 2001, 2: 21-25.
- [9] 李季, 任晋阳. 农业技术扩散研究综述[J]. *农业技术经济*, 1996, 6: 48-51.