

毛竹主要营林措施技术 经济效果分析

汪奎宏 裘福庚 蔡纫秋

(浙江省林业科学研究所)

摘要 本文分析了毛竹主要营林措施松土、施肥和留养母竹及其综合技术的技术经济效果。分析表明：不同松土深度亩产值间具有极显著差异，松土以25 cm为好，这时反应弹性大，纯收入高。施氮肥和有机肥可极显著地增产，尿素以每亩施20 kg为佳；有机肥增产作用大小顺序是饼肥>猪栏肥>干稻草>青草。母竹以留养四度为好。由于 ΔNPV 均大于零说明松土25 cm、施尿素20 kg/亩、留四度母竹及其综合技术都是可行的，可根据当地人、财、物资源状况选用。从 ΔNPV 值来看，投资效益以每亩施20 kg尿素最好，然后依次是松土25 cm、综合技术和留四度母竹。

关键词 毛竹；边际分析；净现值；营林措施；经济效果

竹类生产不仅受自然规律的支配，而且也受经济规律的支配。在竹类生产过程中，一方面是竹林本身的自然再生产过程；另一方面，又是需要投入一定量的活劳动和物化劳动，生产林产品，发挥竹林的社会性效益，实现使用价值和价值的过程。竹类营林技术的运用，并非局限于技术效果，旨在讲究经济效果。加强营林技术经济效果研究，以最少的人力、物力和财力消耗，取得最好的经济效果。本文根据技术经济效果原理，采用田间试验研究法，运用统计分析和技术经济效果评价方法分析了毛竹主要营林措施，即松土、施肥、留养母竹及其综合技术的技术经济效果，供竹类生产和投资决策者参考。

1 试验地概况

本试验自1983年开始至1989年结束，历时7年。试验地设在浙江省安吉县山河乡银坑坞。竹林的经营方向是把低产毛竹林改建成笋竹两用林。安吉县地处北纬 $30^{\circ}39'$ ，东经 $119^{\circ}41'$ ，年平均气温 15.6°C ，最高气温 40.1°C ，最低气温 -14.1°C ，年降雨量 1378.6 mm ，属中纬度亚热带季风气候。毛竹林林地土壤属红壤，pH值 $5.3\sim 6.0$ ，土壤全氮含量 0.153% ，全磷含量 0.039% ，速效钾含量 1.55 ppm ，有机质含量 4.22% ，土壤容重平均 1.12 g/cm^3 ，土层深度多在60 cm以上。试验林分系毛竹纯林，伴生树种有少量的杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、马尾松(*Pinus massoniana*)。原灌木层主要有冬青(*Ilex chinensis*)、白栎(*Lithocarpus fabri*)、苦槠(*Castanea selerephylla*)、继木(*Loropetalum chinense*)、金樱子(*Rosa laevigata*)、野山楂(*Crataegus cuneata*)等30余种木本、草本植物。原来林分为低产林，平均立竹 $120\sim 150$ 株，平均胸径8 cm，度产竹材 $650\sim 800\text{ kg/亩}$ ，立竹分布不匀，年

龄结构不合理，土壤肥力差，坡度平缓，处于只砍伐不抚育状态。

2 试验设计与计算方法

2.1 试验设计

目前，毛竹笋竹两用林主要经营技术措施有松土、施肥和合理留养母竹等。为了能在当地条件下科学地制订出经营的技术指标，我们选择了每度亩产竹笋、竹材产量作为技术效益分析指标，每度亩产值作为经济效益分析指标，对①不同松土深度、②不同氮肥用量、③有机肥种类、④不同留养度数、⑤综合技术分别进行试验分析研究。试验设计与处理情况见表1。小区间开沟隔离。

表1 试验设计与处理情况

试验项目	设计方法	处理水平与重复	小区面积 (亩)	样地数
① 不同松土深度	随机区组	松土0、8、25、35 cm ^① ，4水平，4重复	0.6	16
② 不同氮肥用量	随机区组	施尿素0、10、20、30、40 kg/亩，5水平，4重复	0.6	20
③ 有机肥种类	拉丁方	饼肥、猪栏肥、青草、干稻草、不施肥，5水平	0.3	25
④ 留养母竹	随机区组	留养3、4、5度母竹，3水平，3重复	1.0	9
⑤ 综合技术	完全随机	综合技术样地21块，对照样地5块	1.0	26
⑥ 投资效益评价	随机区组	松土25 cm、施尿素20 kg/亩、留4度母竹、综合技术和对照，5水平，4重复	0.6	20

① 松土深度按历年随机抽样平均值计算。

2.2 计算方法

2.2.1 竹笋产量按实际记录折算，价格为1.20元/kg。

2.2.2 竹材产量按商业部门收购标准计算，价格为0.20元/kg。

2.2.3 尿素单价按市场价0.52元/kg计算。工值按当地水平以5元/工计算。

2.2.4 在技术增益净现值(ΔNPV)、技术总投资净现值($\Delta P_{(t)}$)和技术增益净现值指数 $\Delta NPVR$ 的计算中，本文对经营技术经济效果只以直接费用计算故未计管理费和折旧费，并对各净现值的基本公式作适当修正，以便更好地反映技术措施的经济效果。公式为：

$$\Delta NPV = \sum_{t=1}^n (\Delta CI - \Delta CO)_t \cdot a_t; \quad \Delta P_{(t)} = \sum_{t=1}^n \Delta CO_t \cdot a_t;$$

$$\Delta NPVR = \frac{\Delta NPV}{\Delta P_{(t)}}$$

式中： ΔCI ——第 t 年比对照增加的收入； ΔCO ——第 t 年直接技术实施支出；

a_t ——贴现系数($a_t = \frac{1}{(1+e)^t}$)。

3 结果与分析

3.1 不同松土深度的技术经济效果

松土技术的实施是活劳动的投入过程。不同松土深度的作业，表现为活劳动投入的差异。松土试验16块样地3度平均竹笋和竹材产量统计见表2。由表2折算成平均每度每亩产

表2 不同松土深度的竹笋和竹材产量

(单位: kg/亩)

重复 松土深度 (cm)	I		II		III		IV	
	竹笋	竹材	竹笋	竹材	竹笋	竹材	竹笋	竹材
0	27	524	29	578	32	590	28	548
8	62	653	57	682	79	645	46	612
25	112	820	128	859	104	782	118	866
35	104	854	136	887	120	862	126	887

表3 不同松土深度的度均亩产值

(单位: 元/亩)

松土深度 (cm)	区 组				Σ	\bar{x}
	I	II	III	IV		
0	137.20	150.40	154.40	143.20	587.20	146.80
8	205.00	204.80	223.80	177.60	811.20	202.80
25	298.40	325.40	281.20	314.80	1219.80	304.95
35	295.60	340.60	316.40	328.60	1281.20	320.30
Σ	936.20	1021.20	977.80	964.20	3899.40	243.71

值见表3。对表3进行方差分析结果 F 值(96.10) $>F_{0.01}$,说明不同松土深度间具有极显著差异。进一步作 q 检验见表4。由表4可见:松土与不松土之间具有极显著差异;松土35cm和25cm与松土8cm之间也具有极显著差异;而松土35cm与25cm之间无显著差异。

表4 不同松土深度亩产值的 q 检验

松土深度 (cm)	\bar{x}	$\bar{x} - 146.80$	$\bar{x} - 202.80$	$\bar{x} - 304.95$	最小显著差
35	320.30	173.50**	117.50**	15.35	$D_{0.05} = 33.46$
25	304.95	158.15**	102.15**		
8	202.80	56.00**			$D_{0.01} = 45.99$
0	146.80				

为了确定松土技术最适投入水平,对不同松土深度“投入”与“产出”的关系进行边际分析见表5。根据边际平衡原理,从表5中看出,当松土深度为35cm时,边际收益最接近边际成本,若超过此限度,就不会取得好的经济效果。综合表4、表5分析可见,松土以25cm深最适,这时其产值与35cm无显著差异,纯收入最高。

表5 不同松土深度的边际分析结果

松土深度 (cm)	松土用工 (工/亩)	产 值 (元/亩)	平均产值 (元/工)	用工增量 (工/亩)	边际成本 (元/亩)	边际收益 (元/亩)	反应弹性	纯收入 (元/亩)
0	0	146.80						146.80
8	4.6	202.80	44.09	4.6	23.00	56.00	1.27	182.80
25	7.5	304.95	40.66	2.9	14.50	102.15	2.51	264.95
35	12.3	320.30	26.04	4.8	24.00	15.35	0.59	260.30

3.2 不同施氮量的技术经济效果

不同氮肥用量随机区组设计时,控制母竹留养株数基本一致。样地每度每亩竹笋产量见表6。对表6进行方差分析得出:氮肥用量不同,竹笋产量具有极显著差异。进一步作 q

表6 不同施氮量的竹笋产量

(单位: kg/亩)

尿 素 用 量 (kg/亩)	区 组				Σ	\bar{x}
	I	II	III	IV		
0	310	312	383	328	1333	333.3
10	340	374	401	403	1518	379.5
20	370	426	435	448	1679	419.8
30	407	383	442	474	1706	426.5
40	410	396	446	471	1723	430.8
Σ	1837	1891	2107	2124	7959	398.0

表7 不同施氮量的竹笋产量 q 检验

尿素用量 (kg/亩)	\bar{x}	$\bar{x}-333.3$	$\bar{x}-379.5$	$\bar{x}-419.8$	$\bar{x}-426.5$	最小显著差
40	430.8	97.5**	51.3**	11.0	4.3	$D_{0.05}=38.1$
30	426.5	93.2**	47.0*	6.7		
20	419.8	86.5**	40.3*			$D_{0.01}=49.9$
10	379.5	46.2*				
0	333.3					

为了进一步确定氮肥最适施用量,以获得施肥最佳经济效果,对不同氮肥用量进行边际分析,结果(表8)表明,当尿素用量为每亩40 kg时,边际收益最接近边际成本,若再增加尿素用量,技术经济效果就会变差。根据表7、表8综合分析认为,在当地笋竹两用林中,以每亩施20 kg尿素为佳,因为此时边际产出和边际效益都较大,此后则显著减小。

表8 不同施氮量的边际分析

尿素用量 (kg/亩)	竹笋产量 (kg/亩)	平均产出 (kg/亩)	边际产出 (kg/亩)	边际成本 (元/亩)	边际收益 (元/亩)	反应弹性	纯收入 (元/亩)
0	333.3						399.96
10	379.5	38.0	46.2	5.20	55.44	1.22	448.20
20	419.8	21.0	40.3	5.20	48.36	1.92	491.36
30	426.5	14.2	6.7	5.20	8.04	0.47	494.20
40	430.8	10.8	4.3	5.20	5.16	0.40	496.16

3.3 不同有机肥料种类的技术经济效果

选择生产上常用的饼肥(A)、猪栏肥(B)、青草(C)和干稻草(D)四种有机肥,凡施肥小区都用50元肥料投资为标准,根据当地价格折算,每亩施用饼肥110 kg,猪栏肥1600 kg,青草1250 kg,干稻草310 kg。另设一对照小区不施肥(E)。为保证试验条件的一致性,采用 5×5 拉丁方设计。每年控制每小区留新竹数基本一致。设计方案和竹笋产量统计结果见表9。对表9进行方差分析得出 $F > F_{0.01}$,所以不同种类的有机肥施用后,竹笋产量具有极显著差异。再经 q 检验(表10)可见:施有机肥与不施肥之间具有极显著差异;施饼肥、猪栏肥和干稻草比施青草有极显著地增产;施饼肥比施猪栏肥和干稻草有极显著地增产;施猪栏肥与干稻草之间无显著差异。所以,四种有机肥增产作用是饼肥>猪栏肥>干稻草>青草。

表9 有机肥种类施肥设计方案和竹笋产量

(单位: kg/亩)					
A454	B385	C294	D371	E208	$\Sigma 1712$
B362	C336	D342	E215	A430	$\Sigma 1685$
C337	D373	E184	A460	B410	$\Sigma 1764$
D360	E196	A414	B382	C318	$\Sigma 1670$
E205	A410	B374	C302	D383	$\Sigma 1674$
$\Sigma 1718$	$\Sigma 1700$	$\Sigma 1608$	$\Sigma 1730$	$\Sigma 1749$	$\Sigma 8505$

表10 肥种的竹笋产量差异 q 检验

处理	\bar{x}	$\bar{x}-201.6$	$\bar{x}-317.4$	$\bar{x}-365.8$	$\bar{x}-382.6$	最小显著差
A	433.6	232.0**	116.2**	67.8**	51.0**	$D_{0.05}=30.6$
B	382.6	181.0**	65.2**	16.8		
C	365.8	164.2**	48.2**			$D_{0.01}=39.6$
D	317.4	115.8**				
E	201.6					

3.4 不同留养母竹度数的技术经济效果

由于原来竹林留养了三度母竹,到1985年秋才完成四度、五度母竹的留养。自1986年至

检验,结果(表7)可见:施氮肥与不施氮肥具有显著或极显著差异,其中每亩施用尿素40、30、20 kg与不施肥之间具极显著差异;每亩施用10 kg尿素与不施肥之间具显著差异。每亩施用40 kg与10 kg之间具极显著差异;每亩施用30、20 kg与10 kg之间具显著差异。每亩施用20 kg、30kg、40 kg氮肥之间无显著差异。

1989年平均每度每亩竹笋产量统计于表11。
对表11进行方差分析可知, $F_{0.10} < F < F_{0.05}$,
不同留养度数之间具有一定的差异,但未达到显著性水平。留养四度母竹比留养三度母竹竹笋产量提高了30.95%,留养五度比留养四度下降了4.82%,比留养三度提高了24.64%。所以,留养四度母竹最合理。

3.5 综合技术的经济效果分析

这里所指的综合技术是指把上述松土、施肥、留养母竹三项经营技术进行科学地组合,即根据当地条件,采用全面松土25cm,每年施肥二次,笋前肥施20kg/亩尿素,行鞭孕笋肥以磷钾肥和有机肥为主,留养四度母竹的合理组合。采用完全随机设计,并设不松土、不施肥和留养三度母竹的本地区原来经营方式作对照。根据6年试验统计结果(表12)可见,

表11 不同留养母竹度数的竹笋产量

(单位: kg/亩)

留养度数	区 组			Σ	
	I	II	III		
三	78	90	84	252	84.0
四	94	107	129	330	110.0
五	97	114	103	314	104.7
Σ	269	311	316	896	99.6

表12 综合技术试验的竹笋、竹材产量

(单位: kg/亩)

项目 样地号	竹 笋 产 量				竹 材 产 量			
	1984~1985 年	1986~1987 年	1988~1989 年	平均值	1984~1985 年	1986~1987 年	1988~1989 年	平均值
1	277	315	426	339	1315	1020	1963	1433
2	128	320	457	302	619	1407	1688	1238
3	213	183	446	281	1228	1149	1885	1421
4	210	303	505	339	1207	1141	1930	1426
5	193	243	460	299	923	1499	1986	1469
6	172	329	527	343	941	1288	1776	1335
7	232	308	462	334	1177	1534	2165	1625
8	188	335	435	319	880	1619	1848	1449
9	159	220	451	277	767	1164	1475	1135
10	268	138	478	295	1306	1194	1861	1454
11	233	177	431	280	1022	1521	1546	1363
12	163	215	438	272	1190	1296	1904	1463
13	129	162	486	259	776	818	1911	1168
14	210	210	473	298	1007	1243	2237	1496
15	164	293	530	329	712	1402	2324	1479
16	198	285	483	322	859	1030	1786	1225
37	188	281	590	353	1449	1538	2404	1797
38	156	252	611	340	1293	1416	2035	1581
40	164	328	613	368	1227	1522	2497	1749
42	202	176	704	361	1062	1100	1746	1303
44	366	231	567	388	1403	1426	1958	1596
\bar{x}	200.6	252.6	503.5	318.9	1064.9	1301.3	1948.8	1438.3
39	164	103	118	128	852	1001	1269	1041
41	128	78	103	103	945	1172	1168	1095
43	129	77	116	107	855	793	950	866
47	110	61	129	100	1165	570	1133	956
50	152	74	104	110	677	895	1211	928
\bar{x}	136.6	78.6	114.0	109.7	898.8	886.2	1146.2	977.1

综合技术试验样地从改建后每度每亩竹笋产量分别是200.6、252.6、503.5 kg，比对照样地的136.6、78.6、114.0 kg 分别增长0.47、2.21、3.42倍。试验样地的竹材产量分别为1 064.9、1 301.3、1 948.8 kg/亩，比对照地的898.8、886.2、1 146.2 kg/亩分别增加0.18、0.47、0.70倍。每度竹笋、竹材产量 t 检验结果(表13)可见，竹笋、竹材产量比对照随时间而上升；低产毛竹林改建笋竹两用林后，第一度竹笋产量比对照显著提高，竹材产量差异不显著，第二度和第三度竹笋和竹材产量比对照均有极显著的提高。

3.6 各项技术投资效果的经济评价

以上分析了松土、施肥、留养母竹三项主要营林技术措施及其综合技术措施的技术经济效益。但由于试验地设在不同地段，立地条件的差异导致它们不能合理地相互比较。为此，我们根据1984~1985年的调查结果的趋势，选择了松土25 cm、施尿素20 kg/亩、留养四度母竹和综合技术四种试验处理，并设不采取上述任何措施的样地作对照，采用随机区组设计。母竹数控制基本一致。每度竹笋产量见表14。对表14进行方差分析得出，各处理间具有极显著差异。进一步 q 检验(表15)可见：综合技术、松土25 cm、施尿素 20 kg/亩比对照极显著的增产，而与留四度母竹的差异未达显著水平。综合技术和松土25 cm 比留四度母竹具有极显著差异，施尿素20 kg/亩处理未达显著水平。综合技术与松土 25 cm 和施尿素20 kg/亩均具有极显著的差异，松土与施尿素处理间未达显著水平。

表13 综合技术试验的竹笋、竹材产量 t 检验

年 度	1984~ 1985年	1986~ 1987年	1988~ 1989年	平 均 值
竹笋产量	2.476*	5.926**	11.209**	12.699**
竹材产量	1.400	3.720**	3.699**	5.550**

表14 投资效果评价试验样地的竹笋产量

(单位: kg/亩)

处 理	区 组				Σ	\bar{x}
	I	II	III	IV		
松土25 cm	254	240	246	278	1036	259.0
施尿素20 kg	216	204	193	212	825	206.3
留四度母竹	168	174	164	152	658	164.5
综合技术	345	360	375	351	1431	357.8
对 照	127	109	132	128	496	124.0
Σ	1110	1087	1110	1121	4428	221.4

表15 投资效果评价试验的竹笋产量 q 检验

处 理	\bar{x}	$\bar{x}-124.0$	$\bar{x}-164.5$	$\bar{x}-206.3$	$\bar{x}-259.0$	最小显著差
综合技术	357.8	233.8**	193.3**	151.5**	98.8**	$D_{0.05}$
松土25 cm	259.0	135.0**	94.5**	52.7		= 55.0
施尿素20 kg	206.3	82.3**	41.8			$D_{0.01}$
留四度母竹	164.5	40.5				= 71.5
对 照	124.0					

为了正确比较各项技术措施的投资效果，采用动态分析法，即考虑货币时间价值的净现值法，选择技术增益净现值(ΔNPV)、技术总投资净现值($\Delta P_{(t)}$)和技术增益净现值指数($\Delta NPVR$)作为分析指标。不妨假设银行贷款年利率(e)为10%。各项技术措施投资效果(表16)可见： ΔNPV 均大于零，所以这四项技术措施从经济上考虑都是可以接受的。从 $\Delta P_{(t)}$ 值来看，综合技术投资最大，依次是松土25 cm、留四度母竹和施尿素20 kg/亩。从 $\Delta NPVR$ 值来看，施尿素20 kg/亩的投资效益最大，松土25 cm 和综合技术次之，留四度母竹最小。

表16 各技术措施投资经济效果评价

(单位:元/亩)

处 理	投入产出	1986年	1987年	1988年	1989年	合 计	ΔNPV	$\Delta P_{(t)}$	$\Delta NPVR$
松土25 cm	ΔCO	60	30	30	30	150	248.27	122.37	2.03
	ΔCI	105.80	88.50	121.90	127.80	444			
施尿素20 kg/亩	ΔCO	12.40	12.40	12.40	12.40	49.60	207.39	39.30	5.28
	ΔCI	65.20	58.40	98.30	95.62	317.52			
留四度母竹	ΔCO	16.8	10.50	16.80	10.50	54.60	64.02	43.73	1.46
	ΔCI	31.30	28.40	42.60	34.90	137.20			
综合技术	ΔCO	89.20	52.90	59.20	52.90	254.20	393.53	205.38	1.92
	ΔCI	172.40	148.30	227.30	218.12	766.12			

4 结语

4.1 不同松土深度之间平均每度亩产值间具有极显著差异。松土以25 cm深为最好,这时反应弹性大,边际收益高,纯收入也高。

4.2 施氮肥可以极显著地提高竹笋产量。当地笋竹两用林,以每年每亩施20 kg尿素为最佳,这时边际产出大,边际收益高;每亩施用20、30、40 kg尿素的竹笋产量间无显著差异。

4.3 施用有机肥可极显著地增产,以饼肥增产效果最佳,然后依次是猪栏肥、干稻草、青草。

4.4 留四度和五度母竹分别可增产竹笋30.95%和24.64%。考虑货币时间价值,以留养四度母竹为好。

4.5 运用综合技术措施可以极显著地提高竹笋和竹材产量。本试验中竹笋产量增长了1.91倍,竹材产量提高了47.21%。

4.6 ΔNPV 均大于零,所以松土25 cm深、施尿素20 kg/亩、留四度母竹及其综合技术都是可行的,可根据当地人、财、物资源状况选用。 $\Delta NPVR$ 值说明,每亩施20 kg尿素效果最好,然后依次是松土25 cm深、综合技术和留四度母竹。

参 考 文 献

- [1] 吕薇秋, 1989, 投入产出法在投资决策中的应用, 浙江投资, 增刊。
 [2] 朱江户等, 1988, 林业经济管理学, 中国林业出版社。

*Analysis on Technical and Economic Effect of Main
Forestry Measures Adopted in Phyllostachys
pubescens Grove*

Wang Kuihong Qiu Fugeng Cai Renqiu

(Zhejiang Forestry Institute)

Abstract In this paper, technical and economic effect of main forestry measures such as loosening the soil, applying fertilizers, preserving the maternal culms and the integrated measures for the growth of *Phyllostachys pubescens* were analysed. The results showed: there are remarkable difference among different depths for loosening the soil. It is the best that loosening the soil 0~25 cm, and the reaction elasticity is the biggest and net receipts is the highest. Applying nitrogenous fertilizer or manure may obviously increase the output. It is the best to apply urea 20 kg per mu. The order to increase the output from large to small with manure are cake fertilizer, pig manure, rice straw, green grass. It is the best keeping 8-year-old culms in bamboo groves. In this case, the ΔNPV values are all bigger than zero, this indicates that loosening the soil 0~25 cm, applying urea 20kg per mu, keeping 8-year-old culms and the integrated measures are feasible. According to the different local cases in manpower, capacity and material resources, these measures can be adopted selectively. The benefit from applying urea 20 kg per mu is the best then in sequence loosening the soil 0~25 cm, integrated measures and preserving the 8-year-old maternal culms by the $\Delta NPVR$ level.

Key words *Phyllostachys pubescens*; marginal analysis; net present value; forestry measures; economic effect