第4卷 第5期
1991年10月

林业科学研究
FOREST RESEARCH

Vol.4, No.5
Oct., 1991

# I-72杨人工林的投入产出及经济成熟龄

徐宏远 郑世锴
（中国林业科学研究院林业研究所）

**摘要** 本文讨论了山东省沂南县沂河林场不同密度I-72杨人工林的投入产出及经济成熟龄。投入分为一次性投入和每年投入。一次性的总投入量为2 331.00元/ha，其中整地占84%；平均年投入为253.21元/ha·a，其中追肥占74%。文中还计算了长期占用资金的复利。对各密度的年投入量、年生长量、年产值、年均净产值及其年动态进行了研究，同时做了林木的年均生长量和年均净产值数学模拟。杨树人工林在造林后第三年才能获得利润。数量成熟龄为6～10年，年均最高生长量可达25.252 1 $m^3$/ha·a。经济成熟龄为6～7年，年均最高净产值可达6 110.52元/ha·a。杨树人工林的数量成熟龄与经济成熟龄主要受密度及投入成本的影响。

**关键词** I-72杨；投入；产出；年均净产值；经济成熟龄

人工林的集约栽培已成为我国解决森林资源危机的重大决策。集约经营的杨树速生丰产林与其它用材林相比较，能够在短期内多生产木材，为缺材少林、地少人多的平原地区提供木材原料。但从经济效益角度看，不能只单纯地看生产出的木材有多少，还要考虑投入的成本费用，几年、十几年下来，究竟经济效果怎样？怎样的配置、经营管理最佳？可得利润多少？这些都要进行综合评价。本文就山东省沂河林场I-72杨树速生丰产林实际累积的材料，对杨树林几种密度的投入、产出及经济成熟龄做了系统的分析，为生产单位及规划部门合理地制订栽培措施和安排资金提供科学依据。

## 1 试验地概况

试验地设在山东省沂南县沂河林场，自然概况请见参考文献[1]。沂河林场用于营造速生丰产林的杨树无性系主要是I-72杨（*Populus euramericana* "San Martino" I-72/58）。采用二年根一年干苗木造林，苗高4 m，胸径2 cm左右。造林前多数试验地进行全面深翻整地，深度1 m。每年平均灌水1～2次，追肥1次。在不同密度的试验林中设置标准地1～2块，每块标准地60株。每年生长季末调查树高及胸径，对投入的水、肥及劳力情况逐年记录。

## 2 结果与分析

### 2.1 投入

2.1.1 一次性投入、年均投入及各项投入所占的比例 林业生产的投入分一次性投入和年投入。一次性投入是指林木在采伐前，一次性的经营管理措施所投入的费用，如：整地、基肥、苗木、栽植等费用。年投入是指在林木生长过程中，某项林业经营管理措施每年投入的费

本文于1990年9月5日收到。

用，如：灌溉、追肥、除草、修枝、森保等，每年都可能投入一些费用。各种密度的营林投入见表1。

表1 各项营林措施的投入量及所占的比例

| 密度 (m×m) | 一次性投入 (元/ha·a) | | | | 合计 | 年均投入 (元/ha·a) | | | | | 合计 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 整地 | 苗木 | 栽植 | 基肥 | | 灌溉 | 追肥 | 除草 | 修枝 | 森保 | |
| 6×6 | 1950.00 | 105.00 | 61.50 | 73.50 | 2199.00 | 26.75 | 125.38 | 6.25 | 7.25 | 18.13 | 183.76 |
| 4×5 | 1950.00 | 198.00 | 99.00 | 124.50 | 2371.50 | 27.19 | 207.94 | 7.38 | 12.15 | 21.56 | 276.56 |
| 3×6 | 1950.00 | 222.00 | 111.00 | 139.50 | 2422.50 | 31.71 | 236.07 | 4.76 | 9.64 | 17.14 | 299.32 |
| 平均 | 1950.00 | 175.00 | 90.50 | 112.50 | 2331.00 | 28.55 | 189.79 | 6.13 | 9.80 | 18.94 | 253.21 |
| 相对值(%) | 84 | 7 | 4 | 5 | 100 | 11 | 75 | 2 | 4 | 8 | 100 |

从表1看，三种密度的一次性投入在2199.00～2422.50元/ha。整地占总投入(一次性投入)的84%，苗木占7%，基肥占5%，栽植占4%。年均投入量在183.76～299.32元/ha·a，其中追肥占的比例最高为75%(占年均总投入)，灌溉为11%，森保8%，修枝4%，除草2%。

2.1.2 *各种密度的年投入量及复利计算* 由于林业生产的连续性、长期性，自然再生产和经济再生产相互交错的特点，决定了在培育丰产林的整个生产过程中，必须逐年不断地投入劳动，长期占用资金。因而，对占用的资金需计算其复利。本文采用利息的复利计算方法[2]，并根据近几年农业贷款利率的变动情况，取年利率0.07计算。

不同的密度年投入的费用不一样，对林业生产的经济效果影响也不同。为考察各种密度林分的年投入量及每年的纯收入量，对三种密度林分分别进行计算(表2～4)。

表2 Ⅰ-72杨(6m×6m密度)林分的年投入量及计息后的费用 (单位：元/ha)

| 年龄(a) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 合计 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2251.50 | | | | | | | | 2251.50 |
| 2 | 2409.11 | 105.00 | | | | | | | 2514.11 |
| 3 | 2577.74 | 112.35 | 145.50 | | | | | | 2835.59 |
| 4 | 2758.18 | 120.21 | 155.69 | 175.50 | | | | | 3209.58 |
| 5 | 2951.26 | 128.63 | 166.58 | 187.79 | 147.00 | | | | 3581.26 |
| 6 | 3157.85 | 137.63 | 178.24 | 200.93 | 157.29 | 258.00 | | | 4089.94 |
| 7 | 3378.90 | 147.27 | 190.72 | 215.00 | 168.30 | 276.06 | 333.00 | | 4709.24 |
| 8 | 3615.42 | 157.58 | 204.07 | 230.04 | 180.08 | 295.38 | 356.31 | 253.50 | 5292.39 |

表3 Ⅰ-72杨(4m×5m密度)林分的年投入量及计息后的费用 (单位：元/ha)

| 年龄(a) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 合计 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2448.00 | | | | | | | | 2448.00 |
| 2 | 2619.36 | 159.00 | | | | | | | 2778.36 |
| 3 | 2802.72 | 170.13 | 223.50 | | | | | | 3196.35 |
| 4 | 2998.91 | 182.04 | 239.15 | 270.00 | | | | | 3690.09 |
| 5 | 3208.83 | 194.78 | 255.89 | 288.90 | 232.50 | | | | 4180.90 |
| 6 | 3433.45 | 208.42 | 273.80 | 309.12 | 248.78 | 402.00 | | | 4875.56 |
| 7 | 3673.79 | 223.01 | 292.96 | 330.76 | 266.19 | 430.14 | 459.00 | | 5675.85 |
| 8 | 3930.95 | 238.62 | 313.47 | 353.91 | 284.82 | 460.25 | 491.13 | 391.00 | 6464.16 |

表 4　Ⅰ-72杨(3 m×6 m密度)林分的年投入量及计息后的费用　(单位：元/ha)

| 年龄 (a) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 合计 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 506.50 | | | | | | | 2 506.50 |
| 2 | 2 681.96 | 177.00 | | | | | | 2 858.96 |
| 3 | 2 869.69 | 189.39 | 210.00 | | | | | 3 269.08 |
| 4 | 3 070.57 | 202.65 | 224.70 | 256.50 | | | | 3 754.42 |
| 5 | 3 285.51 | 216.83 | 240.43 | 274.46 | 426.00 | | | 4 443.23 |
| 6 | 3 515.50 | 232.01 | 257.26 | 293.67 | 455.82 | 502.50 | | 5 256.75 |
| 7 | 3 761.58 | 248.25 | 275.27 | 314.22 | 487.73 | 537.68 | 436.50 | 6 061.23 |

注：表2～4对角线上的数字是每年的投入费用，对角线以下的数字是加上每年的利率后实际投资。右边一栏为加上利率后累积的年投入量。

## 2.2 产出

2.2.1 总产值、净产值及年均净产值　林木的产值与林木的木材产量相关连。根据当地的木材售价400.00 元/$m^3$[3]，将林木蓄积按径级出材率(表 5 )计算木材产量，将木材产量换算成产值，将产值减去支出的费用为净产值。由于林木不能马上被利用，也存在利率问题，因此，平均净产值用公式[4](1)计算。

$$G_S=\frac{P}{(P+1)^n-1}G \tag{1}$$

式中　$G_S$——平均净产值；$G$——总产值；$P$——利率；$n$——林龄。

由于各种密度的投入量不一样，生产量与产值也不一样，因此，要对不同密度林分分别进行计算(表6～8)。

表5　杨树的径级与出材率

| 径级(cm) | ≤5 | 5～10 | 10～15 | 15～20 | 20～25 | ≥25 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 出材率(%) | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 0.85 | 0.9 |

表6　Ⅰ-72杨(6 m×6 m密度)林分的总产值、净产值及年均净产值

| 年龄 (a) | 胸径 (cm) | 蓄积 ($m^3$/ha) | 年均生长量 ($m^3$/ha·a) | 总产值 (元/ha) | 总支出 (元/ha) | 净产值 (元/ha) | 年均净产值 (元/ha·a) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6.2 | 3.250 | 3.250 | 650.00 | 2 251.50 | -1 601.50 | -1 601.50 |
| 2 | 9.3 | 7.621 | 3.811 | 1 524.20 | 2 514.11 | -989.91 | -478.22 |
| 3 | 15.9 | 29.623 | 9.874 | 9 479.36 | 2 835.59 | 6 643.77 | 2 066.55 |
| 4 | 20.8 | 81.473 | 15.368 | 20 900.82 | 3 209.58 | 17 691.24 | 3 984.56 |
| 5 | 24.3 | 91.260 | 18.252 | 31 028.40 | 3 581.26 | 27 447.14 | 4 772.80 |
| 6 | 26.1 | 126.781 | 21.130 | 45 641.16 | 4 089.94 | 41 551.22 | 5 808.68 |
| 7 | 28.0 | 151.208 | 21.601 | 54 434.88 | 4 709.24 | 49 725.64 | 5 745.94 |
| 8 | 29.7 | 189.697 | 23.712 | 68 290.93 | 5 292.39 | 62 998.53 | 6 140.32 |

表7 Ⅰ-72杨(4m×5m密度)林分的总产值、净产值及年均净产值

| 年 龄 (a) | 胸 径 (cm) | 蓄 积 ($m^3$/ha) | 年均生长量 ($m^3$/ha·a) | 总 产 值 (元/ha) | 总 支 出 (元/ha) | 净 产 值 (元/ha) | 年均净产值 (元/ha·a) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4.1 | 1.910 | 1.910 | 229.20 | 2 448.00 | -2 218.80 | -2 218.20 |
| 2 | 8.0 | 8.895 | 4.448 | 1 779.00 | 2 778.36 | -999.36 | -482.78 |
| 3 | 12.6 | 28.822 | 9.607 | 8 070.16 | 3 196.35 | 4 873.81 | 1 516.01 |
| 4 | 16.0 | 56.798 | 14.200 | 18 175.36 | 3 690.09 | 14 485.27 | 3 262.49 |
| 5 | 19.0 | 85.612 | 17.122 | 27 395.84 | 4 180.90 | 23 214.94 | 4 036.86 |
| 6 | 20.4 | 112.852 | 18.809 | 38 369.68 | 4 875.56 | 33 494.12 | 4 682.33 |
| 7 | 22.0 | 145.369 | 20.767 | 49 425.46 | 5 675.85 | 43 749.61 | 5 055.40 |
| 8 | 24.0 | 184.725 | 23.091 | 62 806.50 | 6 464.16 | 56 342.34 | 5 491.56 |

表8 Ⅰ-72杨(4m×5m密度)林分的总产值、净产值及年均净产值

| 年龄 (a) | 胸径 (cm) | 蓄 积 ($m^3$/ha) | 年均生长量 ($m^3$/ha·a) | 总 产 值 (元/ha) | 总支出 (元/ha) | 净 产 值 (元/ha) | 年均净产值 (元/ha·a) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5.2 | 3.769 | 3.769 | 753.80 | 2 506.50 | -1 752.70 | -1 752.70 |
| 2 | 10.6 | 20.037 | 10.019 | 6 510.36 | 2 858.96 | 2 751.40 | 1 329.18 |
| 3 | 14.4 | 46.027 | 15.342 | 12 887.56 | 3 269.08 | 9 618.48 | 2 991.84 |
| 4 | 17.3 | 77.235 | 19.309 | 24 715.20 | 3 754.42 | 20 960.78 | 4 720.95 |
| 5 | 18.9 | 104.377 | 20.875 | 33 400.64 | 4 443.23 | 28 757.41 | 5 035.42 |
| 6 | 20.1 | 125.176 | 20.863 | 42 559.85 | 5 256.75 | 37 303.10 | 5 214.81 |
| 7 | 21.2 | 162.344 | 23.192 | 55 196.96 | 6 061.23 | 49 135.73 | 5 677.79 |

2.2.2 *估算林木年产量及年均净产值的数学模式* 根据表6～8的数据，应用多项式回归方法得以下数学方程[5]：

$$G_S = a + bt + ct^2 \tag{2}$$

式中 $G_S$——年均净产值(单位：元/ha·a)；$a$、$b$、$c$——系数项；$t$——林龄。

$$l_m = A + Bt + Ct^2 \tag{3}$$

式中 $l_m$——林木年均生产量(单位：$m^3$/ha·a)；$A$、$B$、$C$——系数项；$t$——林龄。

估算三种密度林木年均生长量及年均净产值的数学模式见表9。

表9 估算林木年均生长量及年均净产值的数学方程系数

| 地点 | 品 种 | 密 度 (m×m) | $G_S=a+bt+ct^2$ | | | $l_m=A+Bt+Ct^2$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $a$ | $b$ | $c$ | $A$ | $B$ | $C$ |
| 沂河 | Ⅰ-72杨 | 6×6 | -4 620.992 | 2 785.797 | -180.791 5 | -3.971 039 | 5.716 568 | -0.279 563 9 |
| | | 4×5 | -4 722.475 | 2 573.574 | -164.342 8 | -3.922 943 | 5.330 261 | -0.247 812 3 |
| | | 3×6 | -4 603.922 | 3 369.484 | -277.859 4 | -3.314 758 | 7.918 182 | -0.608 123 8 |

注：以上方程式的相关系数都在0.97以上。

## 2.3 数量成熟龄与经济成熟龄

林木生长到一定的木材生产目的或其他特殊目的的年龄为林木成熟龄。数量成熟龄是指用材林单位面积与每年生产的材积数量最多时期的年龄。经济成熟龄反映林木在生长周期内，平均净收入最大时的年龄。根据以上所建立的数学模式，计算了各个密度的数量成熟龄

与经济成熟龄。以 3 m × 6 m密度为例，对方程求导：

$$f'(t)=b+2ct \qquad 令\ b+2ct=0$$

即

$$3\,369.484+2x(-277.8\,594) \qquad xt=0，解得：t_0=6.1$$

$$f''(t_0)<0 \qquad t_0 为最大值。$$

其它几种密度的数量成熟龄与经济成熟龄也按此方程式计算，见表10。

**表10　不同密度的数量成熟龄与经济成熟龄**

| 地点 | 品　种 | 密　度 (m×m) | 数量成熟龄 (a) | 年均生长量 ($m^3$/ha·a) | 经济成熟龄 (a) | 年均净产值 (元/ha·a) | 径级范围 (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 沂河 | Ⅰ-72杨 | 6×6 | 10.2 | 25.252 1 | 7.7 | 6 110.52 | 31～33 |
| | | 4×5 | 10.7 | 24.738 8 | 7.8 | 5 352.82 | 25～27 |
| | | 3×6 | 6.5 | 22.455 4 | 6.1 | 5 610.78 | 20～22 |

## 3　结论与讨论

在林木生产过程中，通过适当的营林措施，可以改善林地的水肥状况，提高林地生产力。但从经济角度看，某些费用不宜投入过高，如全面深翻整地比穴状整地效果好，生产量高，可是投入的费用大，净产值受到影响。

林分的密度影响林木的数量成熟龄与经济成熟龄，密度基本上与数量成熟龄及经济成熟龄呈反比，即密度越大、成熟龄越小。密度大的林分虽然可以较早地达到数量成熟及经济成熟，但木材的径级受到影响。密度大的林分不会生产出大径材（表10），只能生产中、小径材。因此，应根据生产的目的选择造林密度。杨树丰产林在平均年投入253.21元/ha的经营水平下，各密度的年均生产量及年均净产值可用公式表示（表 9），即各密度每年的生长量及年均净产值的动态变化可一一计算出来。林木的数量成熟龄为 6 ～10年，年均生长量最高约达25.252 1 $m^3$/ha·a。经济成熟龄为6～7年，最高年均净产值可达6 110.00 元/ha·a。

### 参 考 文 献


[1] 徐宏远等，1990，Ⅰ-72杨生物量的研究，林业科学，26(1)：22～29。

[2] 孔繁文等，1988，林业产值理论方法与应用，中国林业出版社。

[3] 郑世锴等，1990，山东临沂地区杨树人工林及经济效益研究，林业科学研究，3(2)：166～171。

[4] Z. Sertmehmetogw et al,1972, Some Investigations on Finanoial Maturity of Poplar Plantations, Poplar and Fast Growing Forest Trees Research instructe, Zimit, Turkey.

[5] 朗奎建等，1989，IBMPC系列程序集——数理统计、动态规划、经营管理，中国林业出版社。

# *The Input-Output and Financial Maturity for Poplar Plantations*

Xu Hongyuan Zheng Shikai
*(The Research Institute of Forestry CAF)*

**Abstract** In three different kinds of planting spacing of Poplar plantations, the input-output and financial maturity were studied and discussed in Yinan County, Shandong Province. In the plantation rotation, some input were finished once; and some input needed to be done every year. The former of the input were 2 331.00 yuan/ha, and the ground preparation counted for 84 %. The latter, the mean annual inputs were 253.21 yuan/ha·a, and 75 percent of them were the expenses of the top application. The interest of the expenses and the net income were calculated. The annual input, annual income, annual net income and the mean annual net income were studied in the different kinds of planting spacing of Poplar plantations, and some incomes were showed with equations by statistical regression. Generally, we can get net income at third year after afforestation. The number of years for the quantity rotation were 6～10 years, and the highest mean annual income was 25.252 1 $m^3$/ha·a. The number of years for the financial rotation were 6～7 years, and the highest mean annual fixed net income was 6 110.00 yuan/ha·a. The financial maturity mainly depended on the input and planting spacing.

**Key words** *Populus euramericana* "San Martino" I-72/58; input; output; mean annual fixed net income; financial maturity

## 《宁夏农林科技》1992年征订启事

《宁夏农林科技》是宁夏农林科学院主办的综合性农业科技刊物，主要反映宁夏回族自治区农业科研新成果，以及生产中的新技术、新经验，同时普及农业科学知识，介绍国内外重要农业科技动态，报道内容包括农业、林业、畜牧兽医、水产、农田水利、农业气象等专业，对各级农(林、牧、渔)业科研、教学、生产单位和业务行政部门的农业科技人员都有参考价值。本刊为双月刊16开本，56页，定价0.65元，全年3.90元。邮政代号74—3，国内统一刊号CN64—1007，国际标准刊号ISSN1002—204X，银川市邮局发行，全国各地邮局(所)均可订阅。编辑部地址：银川市三一支沟宁夏农林科学院，邮政编码750002。

《宁夏农林科技》编辑部