

动态经济评价模块原理及其 在林分经营模型中的应用*

张守攻 惠刚盈 盛炜彤

摘要 通用动态经济评价模块,将成本构成要素分解成材料消耗、用工消耗和资金换算单位乘子等基本元素,而用以基本元素为自变量的函数描述成本及收入核算项目。借助模块内专门设计的解码过程,通过外部文件,修改成本构成要素的分解层次和描述单位,重新设计成本核算项及成本核算项目的描述函数,实现了经济评价模块同林分生长模型间的柔性结构匹配。压缩数据向量及其相应算法的引入,不仅减少了内存空间的占用量,而且提高了经济评价模块的运行速度,压缩向量元素的贴现乘子为: $[(1+i)^t-1]/[i(1+i)^{t-1}]$ 。

关键词 动态经济评价、成本构成要素分解、成本组成函数、林分经营方案评价、林分经营模型系统

1 概 述

随着生产集约度的提高,人们已不满足于单纯用林分生长量指标选择优化方案。1982年公开发表的经营模型系统 YIELD^[1],实现了生长模拟和动态经济评价的一体化合成。目前已公开发表的此类模型系统还有 TWIGS^[2]、Prognosis^[3]、MELA^[4]、DENTROL^[5]等。其中 TWIGS、Prognosis 和 MELA 用单木模型模拟生长,而 YIELD 和 DENTROL 则采用林分生长模型。无论采用何种生长模拟模型,用现实的标准衡量,不能进行营林方案动态经济评价的经营模型是难以推广的。

模型系统中完成经济评价的途径主要有两种。一种是直接用经济指标选择最优方案,每种可选方案的经济评价,随林分生长模拟同时完成。其优点是使用方便,选择的最优解可靠性强。采用此种方式的模型系统有 MELA, YIELD 和 DENTROL。另一种是将经济分析部分设计成既独立于经营模型,又有完善接口与之相联的应用软件。经济分析是对备择方案的集合进行的,此类模型中较典型的是 Prognosis^[6]。特点是经济分析软件可独立使用,灵活性强。缺点是应用不方便,经济最优解的可靠性在一定程度上依赖于操作人员的专业水平。这主要是因为,一般情况下,按生长量选出的最优解与用经济指标选出的最优解不一致。因此,从实际效果考虑,还是一体化结构的模型更好。最优方案的风险分析可采用独立的经济分析软件。

经济分析模块的组成结构是衡量经济模型的另一个重要指标。系统的灵活性、适应性就反

1993-09-01 收稿。

张守攻副研究员,惠刚盈,盛炜彤(中国林业科学研究院林业研究所 北京 100091)。

* 本文属“八五”国家科技攻关“短周期工业用材林优化栽培模式的研究”课题的一部分。

映在如何将营林技术方案转换成资金流这一关键性步骤上。由于开发模型阶段数据占有量的限制,很多系统在资金流转换过程中,都做了不同程度的简化。从总体上看,一般都是以成本构成项目直接转换资金流。采用这种方法的模型系统,无法适应营林技术和市场经济的变化,而这在现实生活中是经常发生的。

为了解决应用中存在的上述矛盾,本文介绍的动态分析模块,采用单元化分解和分项合成的途径,实现了方便灵活的经济分析结构,把系统的适应性提高到了新的水平。在这种结构中,成本及收入项的构成单元可以重新组织,成本构成函数可以重新设计。系统的维护、升档和移植都可在表格化文本编辑的级别上实现。

2 成本构成要素的分解及成本项目的函数合成

对成本构成要素进行分解的根本目的,是要实现对营林工作中各种作业的独立描述。成本及收入项目的基本因子与成本组成函数相结合,可以复合成任何复杂的成本核算组成项。

2.1 成本构成要素的分解及管理

2.1.1 因子的基本类型 完成整个生产周期的经济分析,首先要实现周期内各种投入或收入的发生时间和发生量的监控。时间向量是统一的,无需特别处理。经济评价涉及的其它量有四种基本类型。①功耗,各种营林作业的用工量或机械能消耗量;②物耗,营林方案中设计的物质需要量;③量化效益,林分各种效益的量化表示,如木材收获,水土保持量等;④现金换算单位乘子,此类量中包括劳力日工资,消耗物的价格,按资金收入的扣除等。

完成营林方案的评价以上四种量缺一不可,但在成本构成要素的分解参数设计时,只需涉及功耗和现金换算单位乘子两类。物耗的量包含于营林方案中,量化效益则在生长模拟时由系统处理,不过,在第四类现金换算单位乘子中应包括相应量的换算因子。

2.1.2 基本因子的分类管理 同一类中的因子不宜太多,在经营模型研究中建议采用如下分级管理方式:①营林作业用工标准(功耗);②系统量化效益的货币评价;③单位价格系列;④每公顷连年投入费用的分项定义;⑤用货币收入相对值表示的扣除;⑥用量化效益单位量表示的扣除。现金换算单位乘子在使用时可根据具体情况进行不同的分级分类。此处根据用材林经营评价的特点将其分为5类,即②~⑥类,其实这种处理方法也适合其它大多数应用场合,只不过各因子的定义略有不同而已。

2.2 成本及收益项的合成技术

纳入经济分析的项目,都可用上述分解因子复合而成。构成函数的数量及形式与经济分析时成本和收入项的定义有关。例如,可以定义一个总的更新费用项

$$\begin{aligned} \text{更新费用(元/hm}^2\text{)} &= (\text{清理用工} + \text{整地用工} + \text{植苗用工}) \times \text{日工资} \\ &\quad + \text{苗木费} \times \text{株数/hm}^2 \end{aligned} \quad (1)$$

也可以将其定义为2项,即整地费用和造林费用

$$\begin{aligned} \text{更新费用(元/hm}^2\text{)} &= \text{整地费用} + \text{造林费用} \\ \text{整地费用(元/hm}^2\text{)} &= (\text{清理用工} + \text{整地用工}) \times \text{日工资} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\text{造林费用(元/hm}^2\text{)} = \text{植苗用工} \times \text{日工资} + \text{苗木费} \times \text{株数/hm}^2 \quad (3)$$

其中,清理用工、整地用工和植苗用工在用工标准栏内;苗木费和日工资在单价系列内定义;而

密度(株数/hm²)取自营林方案。

再如施肥作业的核算

$$\text{施肥费用(元/hm}^2\text{)} = \text{施肥用工} \times \text{日工资} + \text{肥料用量} \times \text{肥料单价} \quad (4)$$

其中,施肥用工量在功耗定义栏内,日工资和肥料单价在单价系列内,而肥料用量在营林方案中给定。

这里所举的只是简化的例子,实际应用中成本构成要素的分解参数要复杂得多。如林地清理有不同的标准,整地还有不同的方式,各种方式内又有不同的规格。间接生产成本由 2.1.2 节中④~⑥三类因子描述,在此不赘述。

3 现金流量表的压缩存取及动态评价算法

为了使动态经济评价的算法适合各种经济指标,把经济分析数据定义为具有一般含义的 4 个同步向量组成的矩阵

发生时间 $T_1, T_2, \dots, T_i, \dots$ 支出金额 $C_1, C_2, \dots, C_i, \dots$ 收入金额 $B_1, B_2, \dots, B_i, \dots$ 发生频数 $F_1, F_2, \dots, F_i, \dots$	林业生产虽然周期长,但培育期内大规模营林作业的 次数并不多。如果用轮伐期确定向量的规模,不但内存的利 用率低,而且运算效率也不高。为了改变这种状态,文中介 绍一种向量的压缩存取技术,以及与压缩矩阵配套的动态 经济评价方法。
--	---

3.1 压缩向量中元素的控制途径

在压缩处理方法中,时间向量的首元素作为有效向量元素计数器(VL),其初值为 0。向量元素写入时,先增加 VL 的值,然后往向量中的 VL 位置写入元素的值。需要特别说明的是,内容相同的向量元素压缩时,时间向量中记录它们中间的最小时间值,频数值包括时间记入年份在内。假如在一个投资项目中,3~9 a 间的投资和收入项都相同。那么,在数据压缩时,发生时间记为 3,发生频数记为 7,即(9-3+1)。

3.2 带频数的动态经济评价算法

3.2.1 带频数的贴现公式 实现压缩数据状态下的经济评价,关键在于如何将带频数的资金项贴现现为现值(PA)。由等差数列的公式可以推出^[7],n 期末每年均匀支付现金 A,当贴现率为 i 时,现值估计公式为:

$$PA = A \cdot [(1+i)^n - 1] / [i \cdot (1+i)^n] \quad (5)$$

由此可以推出,当时间区间的起点为 t,相同支付的年数为 f 时,t 到 t+f-1 闭区间内均匀支付 A,现值估计公式为:

$$PA = A \cdot [(1+i)^f - 1] / [i(1+i)^{t+f-1}] \quad (6)$$

用(6)式代替一般方法中的现值推算公式便可实现压缩数据条件下的动态经济评价。为简化各种经济指标算法的书写形式,现设 PC_i 和 PB_i 分别为贴现率为 i 时,成本和收益的现值。

$$\text{则有: } PC_i(j) = C(j) \cdot [(1+i)^{f(j)} - 1] / [i \cdot (1+i)^{t(j)+f(j)-1}] \quad (7)$$

$$PB_i(j) = B(j) \cdot [(1+i)^{f(j)} - 1] / [i \cdot (1+i)^{t(j)+f(j)-1}] \quad (8)$$

其中:t(j)和 f(j)分别表示时间向量和频数向量的第 j 号元素;C(j)和 B(j)分别表示第 j 号支出和收入项。

3.2.2 内部收益率(IRR) 使下式成立的贴现率即为内部收益率

$$\text{当 } \Sigma PC_i(j) = \Sigma PB_i(j) \text{ 时,} \tag{9}$$

IRR=i,即净现值为零时的贴现率称为内部收益率。m 为有效元素个数,即 m=VL,Σ求和区间为 j=1,⋯,m,下同。

3.2.3 净现值(NPV)

$$NPV = \Sigma [PB_i(j) - PC_i(j)] \tag{10}$$

3.2.4 效益成本比(B/C)

$$B/C = \Sigma PB_i(j) / \Sigma PC_i(j) \tag{11}$$

3.2.5 净效益投资比(B/K)

$$B/K = \frac{\Sigma \{ [PB_i(j) - PC_i(j)] | PB_i(j) - PC_i(j) > 0 \}}{-\Sigma \{ [PB_i(j) - PC_i(j)] | PB_i(j) - PC_i(j) \leq 0 \}} \tag{12}$$

4 动态经济评价与生长模拟模块的接口技术

生长模拟模块与经济评价模块间联系的信息载体,是林分生长模拟控制向量,它是生长模拟模块根据营林技术方案生成的。本文不涉及林分生长模拟部分的内容,仅介绍模拟控制向量的形式及其在资金流向量生成中的作用。

4.1 林分生长模拟控制向量

向量由作业时间和分项作业布尔指示量两部分组成。向量元素的存取也采用压缩形式,有效元素个数由作业时间向量的第一个元素确定。布尔向量的行维与营林作业的种类数相同。由于更新作业和主伐作业的发生时间是固定的,无需设置相应的布尔指标量。另外,连年管护的项目也不需要专门的指示量。

当某项作业的布尔变量为真时,一定能根据作业时间的指示,在相应的作业设计方案中找出营林作业的描述信息。作业设计的格式为:作业时间+作业规格。以间伐作业设计为例,其内容包括:间伐时间+(间伐方式+间伐量)。间伐的次数由更高级的模块控制,在单项作业设计方案中,只含有与高级模块中选定数相同的方案设计内容。

4.2 资金流向量的生成

完成资金流向量的生成,需要以下5类信息:①林分生长模拟控制向量;②单项营林作业设计;③成本构成函数集合;④成本构成要素分解参数集合;⑤林分生长模拟结果。这几部分信息之间的逻辑关系如图1所示。

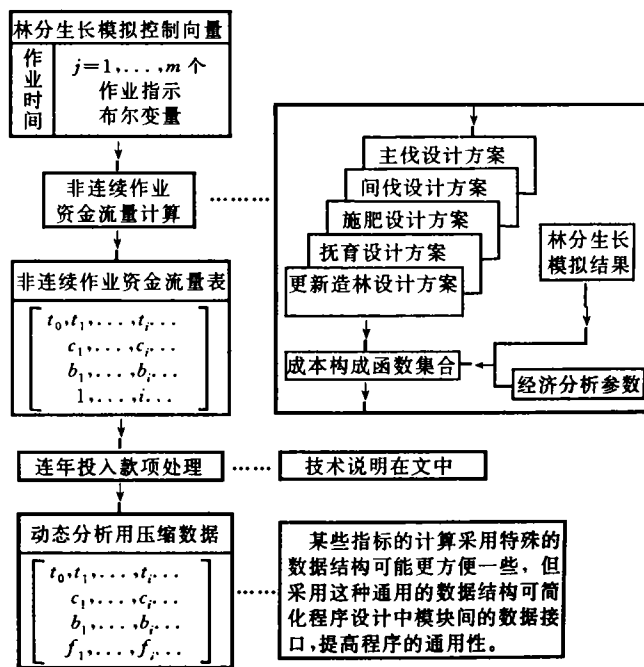


图1 压缩资金流量表转换示意

某些指标的计算采用特殊的数据结构可能更方便一些,但采用这种通用的数据结构可简化程序设计中模块间的数据接口,提高程序的通用性。

连年投入款项的处理分两种情况。当作业的年份前后连续时,在投入项上加上连年投入额;否则,要在相邻两个向量元素之间增加一个元素。发生时间等于前项时间加 1,投入项等于连年投入额,频数等于后项与前项发生时间之差。

4.3 营林方案经济指标优化的实现

营林方案优化系统可分为 2 个大部分,即优化算法和备择方案评价。图 2 是一个较典型的现代经营模型系统的工作流程。

按照目前公认的分类方法,生长模拟部分可选择的模型类型有林分生长模型、单木生长模型和分布模型;经济评价方法有静态经济分析和动态经济分析;优化算法则有线性规划、非线性规划、动态规划和最优控制理论。由此可以理解经营模型系统的复杂性和多样性,以及采用通用算法的意义。

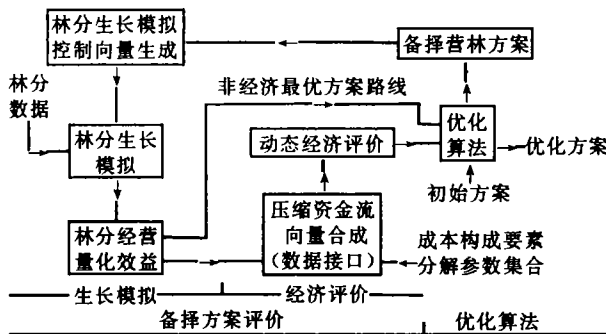


图 2 营林方案优化流程

5 讨 论

采用通用结构的动态经济评价模块,可以改善经营模型系统的性能,主要表现在模型通用性提高,经济分析的灵活性增加,而且还能增加新的经济分析内容。

5.1 提高经营模型的通用性和灵活性

一个完善的经营模型系统,由很多相互关联,结构复杂的模块组成。系统中某一模块发生改变,都会影响其它模块,带来很大的编辑与编译工作量。采用通用化经济评价模块,实际上是通过高性能的数据转换接口,把成本构成要素的选择与分解,以及成本构成设计从模型的设计中独立了出来。生长模拟部分和经济分析部分,可以独立发展。而且在通用模块的支持下,用户可以根据使用条件,设计适宜的经济分析框架,真正实现模型系统的积木化组合。

5.2 有利于开展与市场趋势预测相结合的动态经济分析

经营方案评价涉及面广,局部条件的变化也将影响分析评价的结果。采用通用结构设计,更容易适应这些条件。例如技术进步可能会降低某项营林作业的能量消耗;集约化程度的提高可能造成更新或管理费用增加;市场变化则会引起木材价格浮动等。采用通用动态经济分析模块的林分经营模型系统,可以通过分项修改成本构成要素的分解参数来适应以上变化。

参 考 文 献

- 1 Heep T E. Using microcomputers to narrow the gap between research and practitioner: A case history of the TVA yield program. USDA. For. Serv. Gen. Tech. Rep, 1987,NC-120:976~983.
- 2 Brand G J, Holdaway M R, Shifley S R. A description of the TWIGS and STEMS individual-tree-based growth simulation models and their applications. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep,1987,NC-120:950~957.
- 3 Wykoff W R, Crookston N L. Stage A R. User's guide to the stand prognosis model. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. , 1982,INT-133:1~112.

- 4 Valsta L. An optimization model for Norway spruce management based on individual-tree growth models. *Acta forestalia Fennica*, 1992, 232: 1~21.
- 5 徐德应, 刘景芳, 童书振. 杉木人工林优化密度控制模型——DENTROL. *林业科学*, 1993, 29(5): 415~423.
- 6 Horn J E, Medema E L, Schuster E G. User's guide to CHEAPO I — Economic analysis of stand prognosis model outputs. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep., 1986, INT-211: 1~38.
- 7 Gittinger J P (苏挺译). 复利表和贴现表. 北京: 中国财政经济出版社, 1987, 192.

Principle of Dynamic Economic Analysis Procedure and Its Application in Stand Silviculture Model

Zhang Shougong Hui Gangying Sheng Weitong

Abstract A dynamic economic analysis procedure with compacted cash flow was presented. In this procedure, each investment and benefit be expressed as a function of cost elements, e. g. cost of regeneration could be described as: regeneration cost/hm² = (site clean labour force demand/hm² + site preparation labour force demand/hm² + planting labour force demand/hm²) * wage per labour per day + seedling price * stems/hm². Compacted cash flow could be transferred to present value with multiplier $[(1+i)^f - 1] / [i(1+i)^{t+f-1}]$, here i = discount rate, t = initial time of a period with equal investments and benefits, f = years of the period, and with which dynamic economic analysis can be done more smoothly than with ordinary cash flow. With a sophisticated data adapter, the algorithm could be easily involved into stand simulation system. Set of cost elements, recorded in a text file, could be redesigned and the functions, written in a equation library, could be recreated by user, so that a stand silviculture model would be more suitable to the occasion concerned.

Key words dynamic economic analysis, cost element dissolve, cost function, silviculture scenario evaluation, stand silviculture model system

Zhang Shougong, Associate Professor, Hui Gangying, Sheng Weitong (The Research Institute of Forestry, CAF Beijing 100091).