

农业设备更新决策的研究

丁 艺, 杨元梁, 徐锦强

(福建农林大学)

摘 要: 农业设备更新应面向设备组使用, 生成尽可能多的项目方案, 按综合净效益(或费用)进行项目方案比选并具有正确的决策结构, 利用有向图, 建立了农业设备更新决策的综合评价有向图模型。通过计算实例, 演示了模型的生成和应用方法。

关键词: 农业设备更新; 综合评价; 决策

中图分类号: S2329; F323.3

文献标识码: A

文章编号: 100226819(2002)0420082204

农业生产中使用的设备门类繁多, 有农业专用设备, 如联合收割机、农用大型拖拉机、集约化农业滴灌设备等; 还有非农业专用设备, 如广泛使用的通用设备货运汽车、手扶拖拉机和小型农用汽车等。由于农业设备使用费是农业生产经营成本的一个重要组成部分, 各类农业生产周期不一, 农业生产服务社会化趋向日趋增强, 因此必须系统研究农业设备使用中的设备更新问题。

农业设备更新是设备使用中必须面临的一个重要问题。传统上设备更新主要对单台设备进行, 对设备更新的评价主要考虑直接经济效益, 也广泛使用经济寿命(或最佳更新期)的概念。考虑可持续发展的要求和科学技术系统化整体化的发展趋势, 在农业设备更新中对以下事实应予以系统考虑:

1) 在生产系统中, 我们经常面临的是成套设备使用, 因此设备更新应面向成套设备, 对单台设备的更新仅是设备更新中的特例。

2) 按项目经济评价方法, 设备更新可以在国民经济评价和财务评价这两个层次上展开。

3) 设备使用效果可分为货币度量的有形效果和无法用货币度量的无形效果, 因此对设备使用效果应进行综合评价, 经济评价可视为综合评价的特例。

4) 确定设备经济寿命时, 采用年度分析指标, 设备的不同使用年限视为不同的方案, 若各方案可重复实施, 则决定经济寿命的方案比较方法是正确的。在技术、经济快速发展的今天, 方案可重复实施的前提不一定成立, 这样在决定设备经济寿命时往往进行了不可比方案间的方案比较, 从而所得的经

济寿命不一定有效。

5) 资金来源、财税制度、修理方式和折旧方式等因素直接影响设备的使用效果(如通过财务现金流量影响设备的使用效果), 应充分考虑它们对方案设置的影响。

传统的农业设备更新分析无法对上述事实予以系统考虑, 因此建立农业设备更新决策的系统体系在理论上和实践上均具有重要意义。

在农业设备更新的决策中, 由于各项目方案的无形效果和有形效果中的间接经济效益等难以用统一函数描述, 因而难以用项目群优化模型确定实施项目方案, 因此在设备更新决策中, 采用下述流程:

- 1) 确定备选项目方案组;
- 2) 确定综合评价指标体系;
- 3) 确定项目方案可行条件;
- 4) 据(2)确定最优项目方案, 若可行则为实施项目方案, 否则放弃设备使用或返回(1)。

1 设备更新备选项目方案组的确定

1.1 项目方案的有向图描述

1.1.1 设备更新关联序列

在各种可用设备的可替换性、设备修理或改造、资金来源和相关法等相关因素影响下, 各因素所有可能的组合及所形成的相应关联关系, 将形成 i_0 个互斥的设备更新关联序列。

1.1.2 有向图 D_i

第 i 个设备更新关联序列对应于有向图 $D_i = (V_i, A_i, W_i)$, D_i 中从起点到终点的一向有向路对应于设备更新项目的一个项目方案(或称为一个设备更新策略)。

1) 顶点集 V_i

$$V_i = \{V_0, V_1, \dots, V_n\} \quad (1)$$

式中 n ——计算期年数; V_j ——计算期第 j 年年

收稿日期: 2002204223

基金项目: 福建省教育厅科学基金资助项目(JA01051)

作者简介: 丁 艺, 副教授, 副院长, 福建南平 福建农林大学交通学院, 353001

未。

为方便, 可将 V_i 记为 $\{0, 1, \dots, n\}$ 。

2) 弧集 A_i

弧 a_{ijk}^t 代表第 t 种设备在第 j 年来投入使用 $k-j$ 年, 在第 k 年当 $j < n$ 时, 设备被更新, 当 $j = n$ 时, 允许设备不被更新。所有 a_{ijk}^t 构成了 A_i 。

3) 弧权集 W_i

A_{ijk}^t 的权记为 W_{ijk}^t , 弧权可视确定备选项目方案的分析指标的取法而确定其内容, 本文取与各弧对应的净收益现值作弧权, 并按式(2) 计算

$$W_{ijk}^t = \sum_{l=j}^k NB_{ijkl}^t (P\ddot{O}F, i_0, l) \\ = NAV_{ijk}^t (P\ddot{O}A, i_0, k-j) (P\ddot{O}F, i_0, j) \quad (2)$$

式中 i_0 ——基准折现率; NB_{ijkl}^t ——第 j 年投入使用的第 t 中设备在使用 $k-j$ 年下第 l 年的净现金流量; $(P\ddot{O}A, i_0, 1)$ —— i_0 在和年数 1 下的一次支付现值系数; NAV_{ijk}^t ——第 j 年投入使用的第 t 中设备在使用 $k-j$ 年下使用期间的净年值; $(P\ddot{O}A, i_0, k-j)$ ——在 i_0 和年数 $k-j$ 下的等额系列现值系数。

1.2 备选项目方案的确定

由于直接经济效果是设备更新综合评价中最重要的因素之一, 因此可取净现值、净年值、费用现值或费用年值等指标作为分析指标, 取分析指标不劣于设定基准 (L_0) 的项目方案构成备选项目方案组。确定 D_i 中按从优至劣排序的前 k_i 个最优设备更新策略 P_{i1}, P_{i2}, P_i, k_i 实际上是确定 D_i 中的 k_i 最优路。

由 D_i 构图过程可知, 对所有的 A_{ijk}^t , 均有 $j < k$, 故 D_i 中不含向回路, 因此确定 D_i 中 K_i 最优路并没有算法上的困难。实际计算可采用标号法, 给每个 V_i 予以标号 T_{ij} , 再逆推求得 $p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_i, k_i$ 。先定义广义取优向量:

设实向量 $A = (a_1, a_2, \dots, a_q)$, $C = (C_1, C_2, \dots, C_p) = \text{opt}\{A\}$ 为 A 的广义取优向量。又设 $P = \{1, 2, \dots, p\}$, 对 $k \in P$, 当 $k > q$, 有 $C_k = -\text{opt}\{+\dots\}$, 当 $k \leq q$, $C_k = \text{opt}\{A\}$, 这里 $\text{opt}\{A\}$ 表示在 A 中取第 k 最优元素的计算。

标号过程如下:

- 1) $i = 1, B = \cup e = 0$, 设定 L_0 ;
- 2) $j = 0, f = -1, A = \cup$ 设定 $P = k_i$, 得 $p = \{1, 2, \dots, k_{ij}\}$;
- 3) $C = \text{opt}\{A\}$, 对 $k \in P$, 有 $L_{kj}^k = C_k$;
- 4) 对 $k \in P$, 当 $C_k = -\text{opt}\{+\dots\}$, 有 $R_{ij}^k = \{(1, s, t) | C_k = L_{ij}^s + W_{itj}^k\}$, $S \in P, A_{itj}^t \in A_i$, 否则, 有 $R_{ij}^k = (1, 1, 1)$;
- 5) 给 D_i 的 V_i 标上

$$T_{ij} = \begin{bmatrix} R_{ij}^1 & , & L_{ij}^1 \\ R_{ij}^2 & , & L_{ij}^2 \\ & & \\ R_{ij}^{k_i} & , & L_{ij}^{k_i} \end{bmatrix}, \text{若 } j = n \text{ 转 7), 否则转 } j = j +$$

1 转 6);

6) $A = \{a | a = L_{i1}^k + W_{i1}^t\}$, 转 3);

$k \in P, A_{itj}^t \in A_i$

7) $B = B, e = e$;

8) $f = f + 1$, 若 L_{in}^f 劣于 L_0 或 $f > k_i$, 转 10), 否则转 9);

9) 对 D_i 由 V_n 起按 R_{ij}^f 逆推可得 D_i 中第 f 最优路 $P_{if}, e = e + 1, P_e = P_{if}, B = B \cup \{P_e\}$ 转 8);

10) 若需重新设定 $k_i, B = B, e = e$, 转 2), 否则转 11);

11) $i = i + 1$, 若 $i > i_0$, 标号过程结束, 否则转 2)。

标号法的正确性是显然的, 在标号过程中, P_{ij} 各分量可按时间顺序排列, 各分量可视需要设置标注方式, 如记为: 使用年数 \ddot{o} 设备代号或名称, L_{in}^k 为对应的分析指标值。

2 综合评价指标体系

2.1 综合评价指标体系有向图

综合评价指标体系有向图 $T = (E, F, G, H)$, 对应一个单起点多终点的简单有向图, T 的起点代表综合分析指标, 终点代表末端分析指标。

2.1.1 顶点集 E

$$E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$$

式中 e_i ——代替综合评价指标体系中的第 i 个指标。

为方便, E 可记为 $\{1, 2, \dots, m\}$ 。

2.1.2 顶点权集 G

$$G = \{g_1, g_2, \dots, g_m\}$$

式中 g_i —— e_i 的权向量。

$$g_i = (g_{i1}, g_{i2}, \dots, g_{il})$$

式中 g_{ij} ——第 j 个项目方案的 e_i 值; L ——项目方案的个数。

2.1.3 弧集 F

F 中元素 f_{ij} 表示 e_j 为 e_i 的子指标。

2.1.4 弧权集 H

H 中元素 h_{ij} 为 e_j 相对于 e_i 的相对权重。

2.2 综合评价指标体系的构成

1 级评价指标对应于综合分析指标, 2 级评价指标对应于有形效果和无形效果, 各级评价指标均可以划分为若干子评价指标, 这样就构成了一个综合指标体系。有形效果一般用有形净效益表示。一个

可供参考的综合评价指标如图 1 所示。

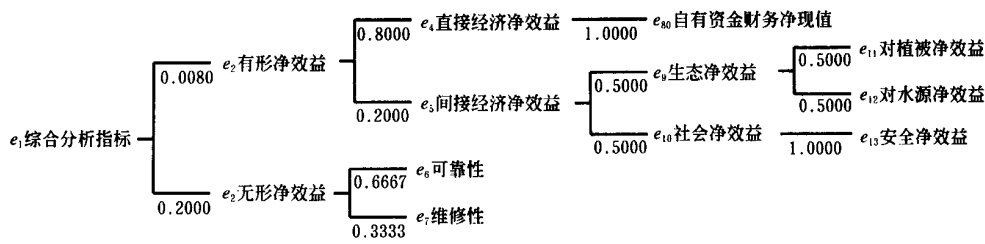


图 1 某设备更新项目综合评价指标体系

Fig 1 A comprehensive evaluation target system for one of equipment replacement items

3 项目方案可行条件

项目方案可行条件即资源约束。资源约束可为阶段性约束,也可全过程(整个计算期上);资源约束可以是资金、人力、产量和原材料消费或生成的约束,也可能与综合评价指标体系内外的指标对应。

4 计算实例

某农业设备使用项目考虑未来 5 年的设备选用,可用设备为 A 或 B 或 C。A 表示各年初均可购入

使用,第 1 年年初购入使用的 A 可用年数总和提取折旧,其余年份购入使用的 A 采用平均年限法提取折旧;B 和 C 采用年数总和法提取折旧,从第 2 年起各年均可购入使用。设备使用及更替、资金来源有两种方式:一是 2 台 A 或 1 台 B, A 使用自有资金, B 使用借款;二是 2 台 A 或 1 台 C, 若计算期内使用了 C, 1 台 A 可使用借款, C 使用借款。分析指标取为自有资金税后净现值。基准折现率为 21%, 综合评价指标体系见图 1, 设备使用自有资金税后净年值见表 1。

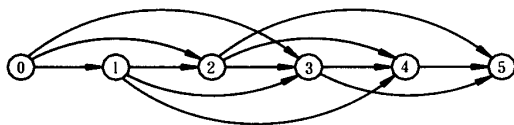
表 1 设备使用净年值

Table 1 Net annual value of equipment usage

设备 折旧方法 资源来源	A					B	C
	平均年限		年数总和		年数总和	年数总和	
	自有	借款	自有	借款	借款	借款	
使用年数	1	- 41 400	- 3 300	- 39 400	- 1 300	77 100	59 700
	2	- 1 700	39 400	2 500	40 600	112 400	88 600
	3	31 100	64 800	35 700	69 300	126 300	96 600

注:本例的 1 年代表实际的 2 年。

根据上述条件,有 $k = 2$,第 1 个设备更新关联序列为先使用 2 台 A,再使用 2 台 A 或 1 台 B;第 2 个设备更新关联序列为先使用 2 台 A,再使用 2 台 A 或 1 台 C。 D_1 和 D_2 如图 2 所示,相应的弧权见表 2。



说明:以 V_0 为起点的弧代表 1 条弧,其它弧代表 2 条弧

图 2 D_1 和 D_2 示意图

Fig 2 Sketch map for D_1 and D_2

取 k_1 和 k_2 为 7, $L_0 = 200\,000$ 元,由标号法得备选项目方案组如表 3 所示。

剔除表 3 中的伪项目方案 P_{23} 和 P_{27} ,各项目方案指标值见表 4。

表 2 D_1 和 D_2 弧权

Table 2 Arc weight for D_1 and D_2

k	1	2	3	4	5
W_{10k}	- 65 124	7 547	148 079		
W_{11k}		- 56 554	- 4 241	106 610	
W_{12k}		52 660	140 218	216 478	
W_{13k}			- 46 738	- 3 505	88 108
W_{14k}			43 521	115 882	178 907
W_{15k}				- 38 627	- 2 897
W_{20k}	- 33 636	65 058	217 763		
W_{21k}		- 30 537	43 288	164 372	
W_{22k}		40 776	110 523	165 572	
W_{23k}			- 25 232	35 775	135 845
W_{24k}			33 699	91 345	136 836
W_{25k}				- 20 853	29 566
W_{30k}				27 850	75 492
W_{31k}					- 17 234
W_{32k}					23 017

说明: $t = 1, 2$ 和 3 分别对应于设备 A、B 和 C。

表 3 P_{ik} 和 L_{is}^k
Table 3 P_{ik} and L_{is}^k

i	k	P_{ik}	L_{is}^k 元
1	1	{3öA, 2öB }	243 849
1	2	{3öA, 1öB, 1öB }	213 772
2	1	{3öA, 2öC }	293 255
2	2	{3öA, 1öC, 1öC }	268 630
2	3	{3öA, 2öA }	247 329
2	4	{3öA, 1öC, 1öA }	228 379
2	5	{3öA, 1öA, 1öC }	219 927
2	6	{2öA, 3öC }	201 894
2	7	{2öA, 3öA }	200 873

据表 4, 可以看出各项目方案的无量纲净效益指标均为正, 因此实施的全面净效益较好。若无方案可行条件, 则实施项目方案为 P_{21} , 即计算期前 3 年使用 A , 后 2 年使用 C , 税后净现值 293 255 元; 若方案可行条件为 g_3 无量纲值不小于 0.9, 则实施项目方案为 P_{11} , 即计算期前 3 年使用 A , 后 2 年使用 B , 税后净现值为 243 849 元。

5 结 语

1) 由于可持续发展的要求, 在农业设备更新时进行综合评价是必要的。为使决策结果具有良好的

表 4 评价指标值
Table 4 Evaluation target values

项目方案	$g_8(g_4)$	g_{11}	g_{12}	g_9	$g_{10}(g_{13})$	g_5	g_2	g_6	g_7	g_3	g_1
P_{11}	0.831 5	0.270 0	0.320 0	0.295 0	0.826 3	0.560 7	0.777 3	0.904 2	0.818 0	0.875 5	0.797 0
P_{12}	0.729 0	0.270 0	0.320 0	0.295 0	0.836 4	0.565 7	0.696 3	0.904 2	0.828 0	0.878 8	0.732 8
P_{21}	1.000 0	0.280 0	0.330 0	0.305 0	0.827 3	0.566 2	0.913 2	0.877 1	0.819 0	0.857 7	0.902 1
P_{22}	0.916 0	0.280 0	0.330 0	0.305 0	0.837 4	0.571 2	0.847 0	0.877 1	0.829 0	0.861 1	0.849 8
P_{24}	0.778 8	0.265 0	0.315 0	0.290 0	0.828 3	0.559 2	0.734 9	0.868 4	0.820 0	0.852 3	0.758 3
P_{25}	0.750 0	0.265 0	0.315 0	0.290 0	0.829 8	0.559 9	0.712 0	0.868 4	0.821 5	0.852 8	0.740 1
P_{26}	0.688 5	0.295 0	0.345 0	0.320 0	0.833 3	0.576 7	0.666 1	0.886 0	0.825 0	0.852 3	0.703 4

说明: 评价指标值为无量纲值。

可操作性, 评价指标体系、项目方案可行条件和现金流量等的确定应服从相关法规的制约。

2) 农业设备更新问题作为一个项目来评价, 可以保证决策过程具有正确的决策结构。

3) 计算期长度将直接影响到备选项目方案组的构成, 标号法实际上可以给出计算期从 1 年到几年的所有备选项目方案组; 本文给出的有向图模型直观性较强, 充分注意这两点, 有利于计算期的正确确定以及实施项目方案的确定和实施。

4) 提出了一个全新的农业设备更新决策体系, 这个体系可以系统考虑相关的因素, 使其有效性较强。该方法不仅适用于农业设备更新问题, 也适用于

其它行业的设备更新问题。

[参 考 文 献]

[1] 杨元梁等. 设备更新问题的研究[J]. 林业机械与木工机械, 1996, 24(5): 24~ 26
[2] 杜端甫. 运筹图论[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1990. 136~ 137.
[3] 傅家骥. 工业技术经济学[M]. 北京: 清华大学出版社, 1990. 359~ 398
[4] 王福林, 陈海涛, 余友泰等. 拖拉机最佳更新周期计算问题之新探[J]. 农业工程学报, 1994, 10(2): 47~ 51.
[5] 陈锡璞. 工程经济[M]. 北京: 机械工业出版社, 1994. 292~ 317.

Decision Making on Agricultural Equipment Replacement

Ding Yi, Yang Yuanliang, Xu Jinqiang

(Traffic College, Fujian Agriculture and Forestry University, Fujian, Nanping 353001, China)

Abstract: Orienting use of equipment group, the project scheme about equipment replacement for agriculture is produced as many as possible. According to synthetic net benefits (or cost), the project scheme with correct decision-making structure is chosen. In this paper, the diagraphic model is given in comprehensive evaluation of decision making on agricultural equipment replacement. Through the analyses of the examples, the generation of the model and the application methods are demonstrated.

Key words: agricultural equipment replacement; comprehensive evaluation; decision-making