

基于二叉期权树模型的大型农业开发项目价值评估研究

——以洛南县核桃基地建设项目为例

王艳杰, 赵峰娟, 孙养学

(西北农林科技大学 经济管理学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要 实施大型农业开发项目正成为我国区域农业经济发展的主要手段。根据大型农业开发项目投资额大、风险高、周期长等特点,运用实物期权理论和二叉期权树定价模型,结合里程碑事件确定的方法,对洛南县核桃基地建设项目的价值进行了评价,认为该项目建设经济效益显著,并提出了实施项目风险管理的 2 个措施。通过与目前常用的 DCF 方法进行比较,验证了新方法更具有适用性。新方法不仅解决了 DCF 方法低估农业项目价值问题,而且能充分体现项目决策者合理决策的价值。

关键词 大型农业开发项目; 实物期权; 二叉树模型; 价值评估

中图分类号: F306 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-3456(2011)03-0031-06

近年来,我国的农业投资逐渐转变为以大型农业开发项目为主的投资。然而,对农业投资项目价值评估使用最多的方法仍是 Williams^[1] 在 1938 年提出的折现现金流方法(Discounted Cash Flow Technique, DCF)。DCF 方法在理论上是无可挑剔的项目价值评估模型^[2],尤其适用于现金流稳定、可预测,有明确产品的项目。但是,对于项目建设期长、风险大的大型农业开发项目,DCF 方法暴露出很多缺陷。如大型农业开发项目建设过程中投入的种子、化肥、农药等生产资料一旦投入就无法收回,存在很高的沉没成本;在其建设过程的多个决策时点上极有可能因决策失误、自然灾害和市场变化等导致项目中断而进入清算。但 DCF 方法以项目投资具有可逆性为假设和前提,认为决策时点只有一次^[3],导致该方法既不能反映项目在各个决策时点的结算价值,也不能体现农业项目决策者的决策能力价值^[4]。此外,大型农业开发项目一般具有多功能性、高风险性的特点,且农业项目合理的折现率测算困难,导致 DCF 方法这种以现金流量为评估基础,只适用于业务简单、增长平稳、现金流稳定等确定环境下的静态评估方法的适用性大打折扣^[5]。另外,DCF 方法在实践中存在 3 种严重的误用情况,一是在长期项目中,通胀效应经常被处理不当;二是

项目风险会随着项目的进行而逐步降低,因此在整个项目评估过程中使用唯一的折现率是不合适的^[6];三是不能识别管理灵活性和主动性对项目风险的影响^[7]。

随着我国农业开发的发展,一些大型农业开发项目不断被启动。其不确定性、长周期性、不可逆性、管理灵活性、投资阶段性、现金流难预知等特点,使 DCF 方法在评估这些项目时估值的准确性和可信度降低,需要采用更为完善的方法。本文运用实物期权二叉树模型,以陕西省商洛市洛南县核桃基地建设项目价值评估为例,进行实证分析,并讨论其适用性。

一、实物期权二叉树模型的选取

实物期权方法是在 20 世纪 80 年代以后发展起来的,其在金融理论与创新管理领域发展迅速,被称为当代投资评估方法的革命性成果^[8]。与传统资本预算方法相比较,实物期权方法在前提假设、方法内容以及应用范畴上都有本质性的拓展,不再拘泥于确定的环境,在评估内容上增加了管理灵活性的价值,评估范围也突破了项目的范畴,考虑了项目不确定性和机会选择权的收益^[9],将战略价值反映在项目评估中,目前已经成为项目评估的前沿理论和方

法^[10]。实物期权基本模型有 3 种：二叉树模型、B-S 模型和 Geske 模型。其中，二叉树模型是期权定价模型中应用相对简单，适用性比较高的模型，且能够很好地契合大型农业开发项目阶段性分析过程^[11]。二叉期权树模型建立在非常简单的假设上，即在给定的时间间隔内，标的资产的价格运动可能上涨或者下跌^[12]。由于可以把一个给定的时间段细分为更小的时间单位，因此二项式模型能很好地处理决策结构、期权价值和标的基础资产之间复杂的关系等。同时，中间环节的价值推理和决策过程都是可视的，这让决策者对实物期权价值的来源有了更为明确、清晰的认识^[13]。

实物期权理论引入选择权的思想，对于农业开发项目建设过程中的每一个阶段都可以看作下一阶段的实物买权，前一阶段项目获得成功后，所获得的信息资料将为下一阶段提供一个选择权。每一个阶段都与一个里程碑事件以及一定的技术风险相联系，通过农业开发项目评估各个阶段里程碑事件的完成情况，来决定是否执行这一买权，继续建设下一期农业投资。如果市场环境发生变化，导致最终该农产品生产无利可图，项目决策者将选择放弃执行此选择权，转卖或清算现有项目建设成果及资产，借以回收一定的成本。二叉期权树模型的基本构架如图 1 所示。

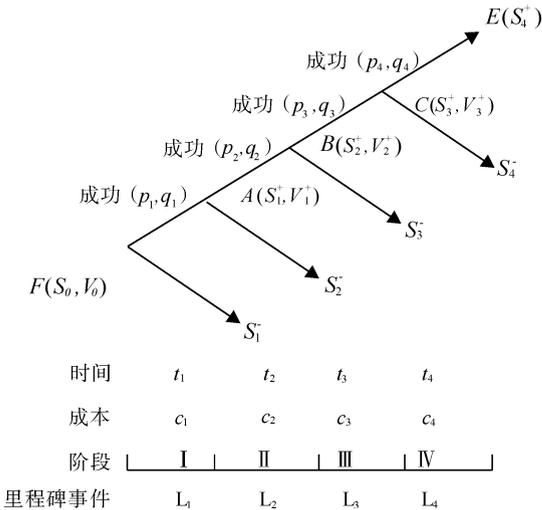


图 1 四阶段项目二叉期权树示意图

风险中性假设是使用二叉期权树模型进行项目价值评估的核心技术，首先要在确定期权树各位置的变量的基础上，根据项目预期价值倒推求出各阶段价值 S_i^+ ，然后计算风险中性概率 p_i ，再利用无风险利率 r 和风险中性概率 p_i 折算出各阶段项目价

值，相应减去各阶段成本后即得到基于二叉期权树模型的项目价值。下面以洛南核桃基地建设项目为例，研究该评估方法的具体应用。

二、项目价值评估过程分析

1. 项目概况

洛南县位于陕西省商洛市，是全国重点贫困县。洛南县属低山区，以农业为主，全县土地总面积 282 533.33 hm^2 ，其中耕地 3 306.67 hm^2 ，仅占 11.7%。连绵起伏的山地和温和的气候为林果业生产提供了良好的条件，洛南是“中国核桃之乡”，核桃年产量 5 000 多 t。为配合国家的“退耕还林”和“一村一品”政策，洛南县启动了 6 666.67 hm^2 良种核桃种植基地项目。该项目种植的核桃品种主要有香玲、鲁光、辽核等，因为核桃是雌雄同株异花，开放时间常不一致，因此几个品种常常是搭配种植。种植规格一般有 4 m×5 m 和 5 m×6 m 两种，但产量相近，该项目实践中以 5 m×6 m 偏多，因此本文也按照此规格计算。

根据对洛南县核桃研究所和洛南核桃生产基地的调查，发现基地优质核桃通常到第 5 年开始挂果，挂果初期大多有果无实，8 年后形成生产能力，15 年后进入正常生产年份（盛产期）；核桃树种植具有不可移动性、抗风险差、受冻害、病害、虫害、旱灾等自然灾害影响大。因此，核桃基地建设项目不同于一般的种植、养殖项目，它具有建设期长、风险大、阶段明显的特征，与二叉期权树评估模型的前提条件相契合。

2. 里程碑事件设计

在该项目中，由核桃树的生理周期决定的项目时间具有一定的刚性，但如果生长条件和日常管理良好，部分核桃树会提前进入下一阶段，为提高价值评估的科学性，我们以核桃正常的生长周期为依据，将项目划分为 4 个阶段。阶段 I：项目论证审批、农民培训阶段（1 年）；阶段 II：项目苗木成活阶段（3 年）；阶段 III：幼树育成阶段（5 年）；阶段 IV：成年树育成阶段（7 年）。经过第 IV 阶段后，如果市场前景良好，项目即可形成生产能力，优化区域农业产业结构，为增加农民收入做出贡献。

阶段 I 的里程碑事件为项目通过审批、论证，并完成项目区农民培训。后 3 个阶段的里程碑事件可以确定为建成一定规模的核桃园。可以先确定阶段 IV 最低的成年树存活率，再根据无受灾经验成活率

倒推阶段 II 和阶段 III 的成活率。阶段 IV 里程碑事件:最终成活率 G_4 的确定。

成活率要保证项目未来收益总和大于等于成本总和,根据调研数据,取土地年净收益为 9 750 元/hm²,阶段 II、阶段 III 的无灾害成活率均为 90%,3 个阶段的护理成本分别为每年 10 500 元/hm²、

13 500 元/hm²、16 500 元/hm²,以第 15 年为基期,干核桃价格根据调研和未来预测取 4 元/kg,项目期 40 年以上,因此用永续年金计算,行业基准折现率 10%,则对每公顷核桃园有:未来总收益+阶段 IV 收益>初期种苗投资+各阶段护理费之和+土地总成本,如表 1 所示。

表 1 良种核桃基地种植项目里程碑事件的确定

项目	阶段 II	阶段 III	阶段 IV	经营期	合计
种苗费用/元	12 531.75				12 531.75
土地成本/元	101 284.95	套种	92 499.90	97 500.00	291 284.85
护理成本/元	109 076.10	160 611.00	156 538.35	165 000.00	591 225.45
阶段成本/元	222 892.80	160 611.00	249 038.25	262 500.00	895 042.05
穗条收入/元			68 615.40	60 000.00	128 615.40
核桃收入/元			404 973.60	810 648.00	1 215 621.60
收益合计/元			473 589.00	870 648.00	1 344 236.91
无灾害成活率/%		90.00	90.00		
里程碑事件	种苗成活率 82.20%	幼树成活率 73.98%	成年树成活率 66.58%		

可得阶段 IV 的最低成活率为 66.58%,然后再根据阶段 II、阶段 III 无灾害条件下的经验存活率分别计算出阶段 II、阶段 III 的里程碑事件为分别实现核桃苗存活率 82.20%和幼树存活率 73.98%。

3. 确定单阶段变量值

通过实地调研和与洛南县核桃研究所专家研讨,共同确定了相关变量的具体数值,见表 2。

表 2 洛南每 6 666.67 hm² 良种核桃种植基地项目各变量值一览表

变量	阶段 I	阶段 II	阶段 III	阶段 IV
行业估计阶段成功概率/%	16.00	40.00	75.00	98.00
单阶段成功概率 q_i /%	40.00	53.33	76.53	98.00
阶段成本 C_i /万元	200	42 700	45 000	122 500
清算价值 S_i^- /万元	120	12 260	24 964	55 660
所需时间 t_i /y	1	3	5	7

表中该项目的阶段成功概率和阶段成本为洛南县核桃研究所根据前期项目投资实践估计获得,清

算价值按照该阶段已形成苗木价值和种植经验及技术专利等按投资的一定比例计算。洛南 6 666.67 hm² 良种核桃种植基地建设项目的总建设期为 15 年,良种核桃树的生长发育期决定了各阶段完成时间。

4. 确定各阶段风险中性概率

这里我们仅考虑项目带来的经济价值,该项目一旦建成,项目价值 S_t^+ 为项目持续期内带来的现金流入之和,包括每年的核桃销售收入和穗条出售收入,即 $S_t^+ =$ 阶段 IV 收益+项目经营期收益=896 157.94 万元。该项目使用行业基准折现率 $R = 10\%$,无风险利率取 $r = 5\%$ 。根据以上项目参数,用单阶段概率 q_i 倒推计算各阶段项目价值 S_t^+ 如表 3。根据公式:

$$p_i = \frac{S_{t-1}^+ (1+r)t_i - S_t^-}{S_t^+ - S_t^-}$$

表 3 各阶段项目价值 S_t^+ 计算表

阶段	阶段价值 S_t^+ /万元	阶段成功概率 q_i /%	清算价值 S_t^- /万元	$(100-q_i)/\%$	均值	$1+R$	t_i/y	$(1+R)^{t_i}$	S_{t-1}^+
IV	896 157.94	98.00	55 660	2.00	879 347.98	1.1	7	1.949	451 244.55
III	451 244.55	76.53	24 964	23.47	351 199.12	1.1	5	1.611	218 067.02
II	218 067.02	53.33	12 260	46.67	122 023.74	1.1	3	1.331	91 678.25
I	91 678.25	40.00	120	60.00	36 743.30	1.1	1	1.100	33 403.00

可得阶段 I—IV 风险中性概率分别为:38.18%、45.61%、59.43%和 68.92%。使用这一概率算出项目资产未来收益的预期值,再以无风险

利率折现,就能得到项目的均衡价值^[14]。

5. 项目期权价值估算

根据实物期权思想,采用风险中性概率 p_i 和无

风险折现率 r , 计算各阶段项目的期权价值 V_i^+ , 然后再减去各阶段相应的项目成本 c_i , 即可得到项目的期初价值 V_0 。即根据公式:

$$V_i^+ = \frac{V_{i+1}^+ p_{i+1} + V_{i+1}^- (1 - p_{i+1})}{(1 + r)^{t_{i+1}}} - c_i$$

可以求出洛南 6 666.67 hm² 良种核桃基地建设项目的期初价值 $V_0 = 3\ 060.25$ 万元, 具有投资价值, 当地政府的投资决策是正确的。根据计算结果可构造二叉期权树, 如图 2 所示。

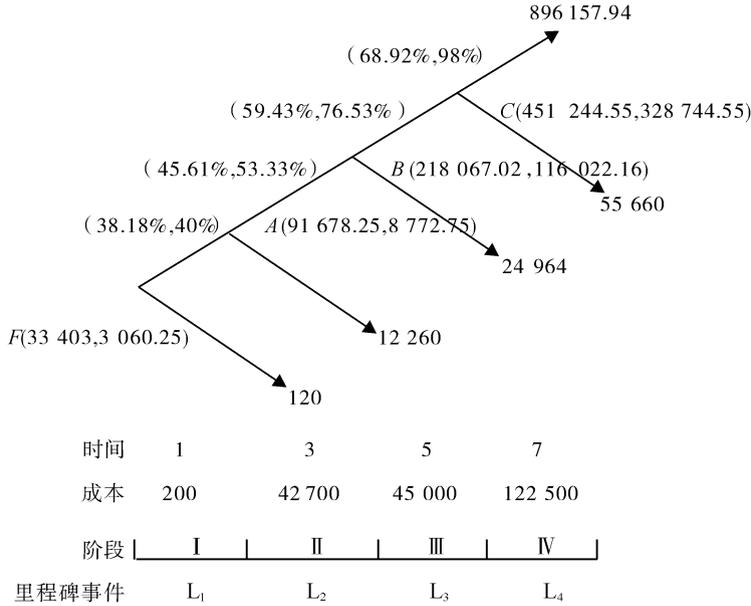


图 2 二叉期权树计算图

同样, 我们可以采用阶段概率 q_i 和行业折现率 R_i 计算项目各阶段的净现值, 然后减去相应的阶段成本, 可得出 DCF 方法计算出来的项目期初净现值 $NPV_0 = 2\ 636.84$ 万元。可以看出, DCF 方法低估的项目价值为 $V_0 - NPV_0 = 423.41$ 万元。

6. 项目敏感性分析

(1) 各变量之间敏感度比较。忽略其余各个变量的有利变化, 按不同阶段, 分别对项目单阶段成功概率、单阶段成本、单阶段清算价值、项目预计最终价值变化 5%, 计算项目价值, 比较各项目参数对项目价值影响的灵敏度。经计算, 可得项目参数的敏感性排序如表 4。

表 4 单阶段各项目参数敏感性分析

变动项	V_0 /万元	变动额/万元	灵敏度/%	灵敏度排序
初始值	3 060.25			
q_i 均减少 5%	6.82	3 053.43	99.78	1
C_i 均增加 5%	1 543.11	1 517.14	49.58	3
S_i^- 均减少 5%	2 928.39	131.86	4.31	4
S_4^+ 减少 5%	1 523.21	1 537.04	50.23	2

注: 敏感性分析表中忽略了各变量对项目价值的有利变化。

从表 4 可以看出, 项目价值对各个变量的敏感度次序为: $q_i > S_4^+ > C_i > S_i^-$, 表明项目单阶段成

功概率 q_i 是影响项目价值的最敏感因素, 未来的经济效益 S_4^+ 和项目阶段成本 C_i 对项目价值的影响较显著, 而各阶段的清算价值 S_i^- 对项目价值影响很弱, 灵敏度仅有 4.31%。

(2) 同一变量不同阶段之间的敏感度比较。将阶段概率、阶段成本和阶段清算价值分别沿着不利于项目的方向变化 5%, 可得各阶段项目参数的敏感性如表 5。

表 5 各阶段项目参数敏感性分析

变动项	V_0 /万元	变动额/万元	灵敏度/%	灵敏度排序
初始值	3 060.25			
$q_1(1-5\%)$	2 902.93	157.32	5.315	4
$q_2(1-5\%)$	2 430.21	630.04	21.287	1
$q_3(1-5\%)$	2 754.41	305.84	10.334	3
$q_4(1-5\%)$	2 643.08	417.17	14.095	2
$C_1(1+5\%)$	3 050.25	10.00	0.338	4
$C_2(1+5\%)$	2 284.01	776.24	26.227	1
$C_3(1+5\%)$	2 737.94	322.31	10.890	3
$C_4(1+5\%)$	2 651.67	408.58	13.805	2
$S_1^-(1-5\%)$	3 056.74	3.51	0.119	3
$S_2^-(1-5\%)$	2 968.97	91.28	3.084	1
$S_3^-(1-5\%)$	3 025.15	35.10	1.186	2
$S_4^-(1-5\%)$	3 058.30	1.95	0.066	4

注: 敏感性分析表中忽略了各变量对项目价值的有利变化。

在评估时取了尽可能长的阶段时间, 如果管理

良好,阶段Ⅲ和阶段Ⅳ的项目期可能缩短。将第3、4阶段的项目期分别缩短1年,同时考虑阶段成本和清算成本的变化,可得相应项目价值分别增加到6 514.44万元和7 312.10万元。由此可见,提高对核桃树的管理水平不仅可以提高项目成功的概率,还可以使核桃树生产期提前,大大增加项目价值。在项目各阶段对项目参数的敏感度分析中,各阶段的敏感性达到了较高程度的一致性,基本表现为:阶段Ⅱ>阶段Ⅳ>阶段Ⅲ>阶段Ⅰ的敏感度顺序。清算成本的敏感性稍有不同,但前一阶段的分析已经表明清算成本对项目价值影响很小。依据敏感性分析结果,在各阶段变量5%的变化范围内,该项目都能保证获得正的项目收益,具有很好的抗风险能力;对第Ⅱ阶段和第Ⅳ阶段的单阶段概率和成本的控制是该核桃种植基地项目的管理的重点。

三、二叉期权树模型评估的结果

1. 项目价值

该项目建设与运行有显著的经济效益,项目阶段Ⅰ—Ⅳ的经济收益期望分别为:3 423.26万元、59 586.14万元、205 509.61万元和634 946.40万元;各阶段如果失败,相应的投资成本分别为:120万元、12 260万元、24 964万元和55 660万元,由于项目投资决策的灵活性,损失有显著节约。

2. 项目风险管理

一是要提高农户的积极性。核桃树作为该项目的关键成果,其成活率是该项目能否产生经济效益的重要指标。由于该良种核桃基地项目由众多的农户组成,在洛南农业收入占农户总收入的比重较低的情况下(根据样本数据,占10.42%),要保证农户能克服交通不便、喷药、防寒等管理困难因素,上山下坡,对核桃进行精细管理也是相当困难的工作,在洛南县四皓乡湖河村就出现了超过1/3的核桃苗死亡的情形。二是选用高密度规格种植。由于第2阶段成功率是影响项目价值的最敏感的因素,在4 m×5 m和5 m×6 m两种种植规格均可的情况下,利用核桃苗占用空间小的特点,选择4 m×5 m的种植方式,结合幼苗田内移栽,可以最终保证5 m×6 m规格的核桃基地的成活率要求,这样虽然会增加第2阶段苗木购买和些许管理维护的成本,但仍然在安全范围之内(同时考虑成本和清算价值,经计算项目价值变为2 725.88万元),且可以大大提高项目第2阶段的成功率。另外在幼苗阶段及时补足

也可提高该阶段的成功概率。

四、结 语

实物期权是一种通过不断创造选择权,积极主动管理项目风险的现代风险管理方法^[15]。二叉期权树模型可以对灵活性决策增加的大型农业开发项目进行科学定价,为我国农业开发的科学决策提供重要依据。大型农业开发项目具有显著的阶段性特征,且具有很高的风险性,非常适合二叉期权树评估方法。与DCF方法相比,由于二叉期权树模型应用了风险中性均衡分析,采用参数 p 和 r 比 q 和 R 更准确,解决了DCF方法低估项目价值的问题,是一种更加科学的评估方法。二叉期权树模型评估大型农业综合开发项目价值的过程,体现了管理决策在大型农业综合开发项目建设中的灵活性,通过不断利用项目关键时点的选择权,将项目的损失和风险消灭在萌芽状态。另外,该模型具有很好的可扩展性,可以通过项目参数的变化预测项目的风险和发展趋势,及时发现项目实施阶段中的问题,找出影响项目成功的敏感因素,并提出合理的建议,进行重点管理和控制,避免由于决策错误而引起的农业开发资金浪费,也是区别于其他传统评估方法独到之处。该方法在大型农业综合开发项目价值评估中的难点在于里程碑事件的确定,优势在于农业项目的参数容易准确地获得。其不足之处在于:一是项目的未来价值的确定仍离不开折现现金流的手段;二是对于阶段性不强的部分农业综合项目不适用,比如土地治理项目。

参 考 文 献

- [1] WILLIAMS J B. The theory of investment value [M]. Cambridge: Harvard University Press, 1938: 43-54.
- [2] ALLEN D. DCF: elegant theory of sound practice[J]. Management Accounting, 1992(8): 62-68.
- [3] 刘成华, 黄本笑, 李梅. 风险投资决策中的二叉树期权定价模型研究[J]. 科技管理研究, 2005, 25(10): 161-163.
- [4] YEO K T, QIU F S. The value of management flexibility—a real option approach to investment evaluation [J]. International Journal of Project Management, 2003, 21(4): 243.
- [5] ALEXANDER B P, LAN C M. Making real options really work[J]. Harvard Business Review, 2004(12): 134-139.
- [6] 马蒙蒙, 蔡晨, 王兆祥. 基于二叉树期权定价模型的企业R&D项目价值评估研究[J]. 中国管理科学, 2004, 12(3): 22-27.
- [7] 徐小琴. 基于实物期权的ERP项目投资评估研究[J]. 科技进步与对策, 2009, 26(14): 127-130.

- [8] EKENRN S. An option pricing approach to evaluating petroleum project [J]. *Energy Economics*, 1988, 23(3): 91-99.
- [9] PERLITZ M, PESKE T, SCHRANK R. Real options valuation: The new frontier in R&D project evaluation [J]. *R&D Management*, 1999, 9(3): 255-269.
- [10] 王长峰. 现代项目管理前沿[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008: 33.
- [11] 黎国华. 实物期权定量分析及投资决策应用[J]. *中国软科学*, 2003(2): 143-145.
- [12] [美]达蒙德理. 价值评估: 证券分析、投资评估与公司理财[M]. 张志强, 王春香, 译. 北京: 北京大学出版社, 2003: 244.
- [13] 马欣, 丁慧平. 高科技项目投资的实物期权定价模型[J]. *北京工业大学学报*, 2006, 32(1): 92-96.
- [14] 宋逢明. 金融工程原理——无套利均衡分析[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003: 71.
- [15] WU L C, ONG C S, HSU Y W. Active ERP implementation management: A real options perspective[J]. *The Journal of Systems and Software*, 2007, 10(4): 1-12.

Study on Evaluation of Large-Scale Agricultural Development Project Based on Binomial Tree Option Model

——A Case Study in Walnut Base Project in Luonan County

WANG Yan-jie, ZHAO Feng-juan, SUN Yang-xue

(College of Economics and Management, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract Launching large-scale agricultural development project is becoming the main approach to develop regional agricultural economy in China. In accordance with the characteristics of these projects, such as large investment, high risk and long investing period and the combination with method of milestone determination, this paper used real option theory and binomial tree pricing model to assess the value of large-scale agricultural development project and verified that this method is more applicable than DCF. This new method not only solves the problem of value underestimating in DCF, but also fully reflects the worthiness of project managers' flexibility in decision-making.

Key words large-scale agricultural development project; real option; binomial option tree model; evaluation

(责任编辑: 陈万红)