合同能源管理项目评价方法

尚天成 潘珍妮
(天津大学管理学院,天津 300072)

摘要 合同能源管理是一种以节省的能源费用来支付节能项目全部成本的节能投资方式。对合同能源管理项目的评价通常采用净现值、内部收益率、投资回收期等方法,此类评价方法无法客观评价项目中存在的管理弹性和战略价值,从而不能真正反映出项目的实际价值。针对传统方法存在的局限性,通过对合同能源管理项目的不确定性进行分析,指出合同能源管理项目的不确定性主要体现在对节能量预测的不确定性和未来投资回报的不确定性两个方面,提出了合同能源管理项目布莱克——斯科尔斯评价模型,并对布莱克——斯科尔斯模型中期权价值的影响因素进行了分析,弥补了传统评价方法的不足,为不确定环境条件下合同能源管理项目的投资评价提供了一个新的思路和定量分析方法。

关键词 合同能源管理;净现值;实物期权;B-S模型;
中图分类号 F206 文献标识码 A 文章编号 1002-2104(2008)03-0135-04

合同能源管理是一种以节省的能源费用来支付节能项目全部成本的节能投资方式。节能服务公司为客户实施节能改造,通过提供节能量保证,与客户合理分担合同能源管理项目的融资和执行风险,并分享项目实施后的节能效益来获得投资回报和滚动发展。

对合同能源管理项目的评价通常采用净现值、内部收益率、投资回收期等投资评价方法。此类方法的一些假设忽略了合同能源管理项目的未来不确定性、不可逆性等许多重要的现实影响因素,低估了具有风险的合同能源管理项目的实际价值[1]。在合同能源管理项目评价中引入期权理论,运用布莱克——斯科尔斯(Black-Scholes,以下称B-S模型)定价模型可以有效弥补传统评价方法的不足。

1 合同能源管理项目运行过程与不确定性

1.1 合同能源管理项目运行过程

节能服务公司运用合同能源管理模式为客户实施节能改造,通过能源审计寻找节能潜力,并向客户提出专业的节能项目评估,编制可行性研究和项目建议书;在与客户达到共识后,双方签订节能服务合同,节能服务公司开始实施项目,并向金融机构借款进行投资;项目完工后,节能服务公司负责为客户培训相关人员,并对设备进行运行和维护管理工作,同时双方按照节能服务合同中规定的方式对节能量及节能效益进行实际监测,分享节能改造效益,并以节能改造效益向金融机构还款。合同能源管理项目运行过程如图1所示。

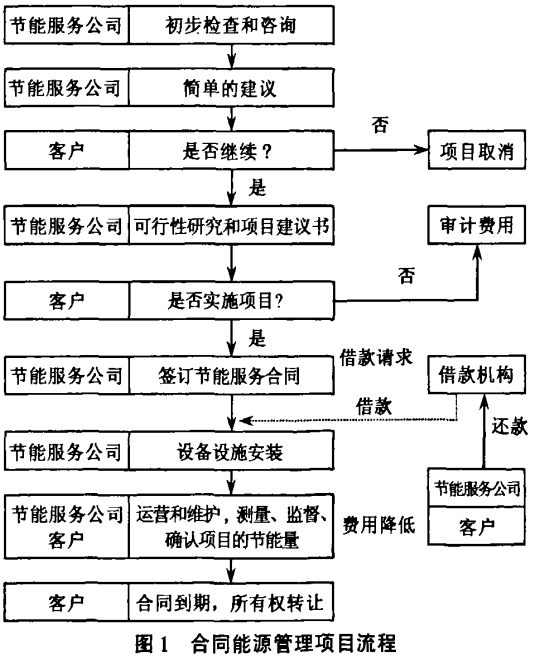


图1 合同能源管理项目流程

Fig.1 The procedure of energy performance management project

收稿日期:2008-02-04

作者简介:尚天成,博士,副教授,研究方向为区域经济可持续发展。

万方数据

1.2 合同能源管理项目的不确定性

合同能源管理项目的不确定性主要体现在对节能量预测的不确定性和未来投资回报的不确定性两个方面。

当潜在节能量减少时,节能项目的预期利润率就会减少,导致对最终用户或政策制定者失去投资的吸引力。预期风险将使借款者增加借用成本,从而威胁节能项目的内在成本——效益,并降低资金来源的总体水平。

节能量预测包含不确定性,许多因素可以影响节能投资的效果,使之产生不稳定性。大量研究表明:实际测量出的节能量往往偏离最初的预测,有时偏差会很大。实际上,有时节能量无法完全测量,而且常常不能连续进行。在对美国节能服务公司市场的分析中,有40%的项目节能量偏离了预期15%以上,有30%的项目预期节能量多于实际节能量[2]。

合同能源管理项目投资回报的不确定性体现在效益分成或固定回报的具体比例和期限、客户的支付能力、政策变化、体制改革、领导更换等方面。

2 合同能源管理项目评价的净现值法

2.1 净现值法

净现值法(*NPV*)是对投资项目进行动态评价的最重要的方法之一。该指标是以投资者所期望的目标收益率作为贴现率,将执行期内每期的净收益折现到期初,进行累加得净现值,以此净现值作为投资与否的参考值。

净现值评价公式为:

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} NCF_t(1+i)^{-t}$$

其中,*NPV* 为净现值;n 为项目寿命期;NCF_t 为第 t 期的净现金流量;i 为折现率。

若 $NPV \geqslant 0$,合同能源管理项目可行;否则,节能项目不可行。

2.2 净现值评价方法的局限性

NPV 法体现了资金的时间价值和项目周期内整个现金流状况,是常用的评价方法[3]。但是 *NPV* 法是建立在以下4个基本假设的基础上的:能够准确估计或预测各期节能收益的净现值流量;能够准确估计项目执行期和贴现率;投资是不可逆的,如果现在不投资,将来也不可能投资;经营者的管理缺乏弹性,不能根据市场的变化调整企业的生产决策[4]。这些假设条件导致运用 *NPV* 法进行合同能源管理项目评价时存在以下缺陷:

(1)忽视项目的投资效率。*NPV* 只表明投资方案经济效果的"量",而没有表明"质"(即投资效率),容易误导投资者采用投资大的方案。

(2)影响因素为预测值。计算 *NPV* 的收入、残值、生产费用、生产成本、投资额、期限、债务偿还计划等往往是预测的。由于各影响因素是变动的,因此,根据预测值求得 *NPV* 作为判断项目的可行性依据过于简单和粗糙。

(3)低估项目价值。*NPV* 忽视经营的灵活性,忽略了未来不确定因素的影响,在许多情况下低估了项目价值。管理者可以针对具体的市场环境做出灵活决策,*NPV* 法不能反映这种灵活性的价值,在高度不确定性的市场环境下不能正确对项目进行评估。

(4)折现率的确定比较困难。在具有较大不确定性和经营灵活性的情况下,确定折现率和各期净现金流量较为困难。净现值法选用的折现率往往是投资者的期望报酬率,期望报酬率大多由无风险报酬率(或行业基准折现率)、通货膨胀系数以及风险报酬率三部分构成,投资项目的无风险报酬率和通货膨胀系数可采用习惯方法确定。由于大多投资项目风险高,影响因素较多,因而风险报酬率的确定较为困难。

3 合同能源管理项目评价的B-S模型

3.1 合同能源管理项目的期权特性

合同能源管理项目具有期权性质,把企业对未来不确定性的行动,视为期权的持有或创造。节能服务公司对客户的投资就像购买了一份期权,一旦成功将获得巨大收益,即使失败其最大的损失也只是投入的风险资本。

节能服务公司通过向客户投资从而拥有一定的获益权利,其目的是为了在节能改造后通过分享客户的节能收益获得投资收益,实现自身成长。因此,节能服务公司相当于以投入的资本为期权费购买了一份看跌期权,它赋予投资者在 T 时刻(T 为投资期满日)以某一价格回收自己投资收益的权利。该期权以节能服务公司在合同能源管理项目中占有的股份为标的资产,设其现在的市场价格为 $S(t)$。节能服务公司的目标是在 T 时刻使其价值增值为 X,故 X 可以视为期权的执行价格。

由于节能服务公司的投资可以被看作是在 t 时刻购买了一份标的资产的现价为 $S(t)$、执行时间为 T、执行价格为 X 的欧式看跌期权,因此,可以用期权定价方法对合同能源项目的投资进行可行性分析。利用期权定价方法进行项目评价时,由于期权定价公式是利用风险中性定价方法得到的,所以不必进行风险调整。

3.2 B-S模型的假设及定价公式

B-S期权定价模型的推导建立在6个假设基础上:

(1)市场的无摩擦性,即期权的基础资产为一有风险的资产,可以被自由地买进和卖出,没有交易成本和税收;

(2)在期权到期日前,即从时刻 $t=0$ 到 $t=T$,股票不分红;

万方数据

(3)从时刻 $t=0$ 到 $t=T$,都可以以一相同的不变的利率借贷,利率按连续复利 r 计算;

(4)期权有效期内的价格波动率恒定不变;

(5)标的资产价格以连续的方式变动;

(6)期权到期时股票价格的对数服从正态分布。

实物期权的标的资产价格变化遵循对数正态分布的随机过程,满足下列条件:标的资产价格连续变化;在整个期权生命期内,标的资产的预期收益和收益方差保持不变;任何时间段标的资产的收益和其他时间段股票的收益互相独立;任何时间段标的资产复利收益率服从正态分布,即有

$$\log\left(\frac{S(t_2)}{S(t_1)}\right) \sim N(\mu(t_2-t_1),\sigma^2(t_2-t_1)) \quad (1)$$

在以上所有假设条件下,标的资产价格的运动遵循一种带漂移的几何布朗运动的规律,在数学上称为伊藤过程,可以表示为:

$$d=\mu^* Sdt+\sigma Sdz=\left(\mu+\frac{1}{2}\sigma^2\right)Sdt+\sigma Sdz \quad (2)$$

其中,S 为标的资产的价格;μ^* 为漂移率;σ 为波动率,即连续计算收益率的标的资产在单位时间内收益的自然对数的标准差;dz 为布朗运动的一种随机过程,且 $dz=\varepsilon\sqrt{dt}$,ε 满足标准正态分布。

根据伊藤过程和伊藤引理可以导出单个欧式买权的实物期权价值公式:

$$F=S(t)N(d_1)-Xe^{-r(T-t)}N(d_2) \quad (3)$$

其中,$d_1=\dfrac{\log(S(t)/X)+(r+\sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$

$$d_2=d_1-\sigma\sqrt{T-t}$$

$S(t)$为标的资产价格;X 为执行价格;T 为到期时间;r 为无风险收益率;σ^2 为合同能源管理项目价值变动的方差;$N(d)$为标准正态分布小于 d 的概率。

3.3 B-S模型中期权价值的影响因素

在给出了B-S期权定价公式之后,可以用期权定价方法对合同能源管理项目中投资机会的价值进行计算。图2给出了确定期权定价模型的流程[5]。

(1)B-S模型中参数变量对期权价值的影响。在公式(3)中,Black 和 Scholes 指出,期权价格是项目价值$S(t)$、期权执行价格 X、期权到期时间 T、无风险利率 r、项目价值波动率 σ 这5个变量的函数。其中,项目价值、不确定性、到期时间以及无风险利率的上涨增加了期权的价值,执行价格的上升减少了期权的价值。B-S模型中各参数变量对期权价值的影响如图3所示。

(2)B-S模型中参数变量的确定。采用B-S期权定价模型的关键是确定各个实物期权的参数变量,这些参数变量是建立B-S模型的基础,只有确定了这些参数变量,才能根据期权定价公式计算合同能源管理项目投资机会价值。

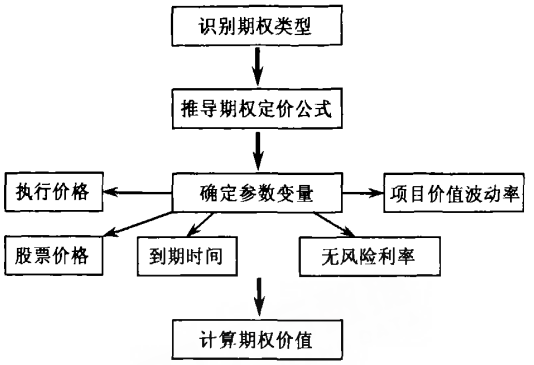


图2 期权定价流程

Fig.2 The procedures of option price

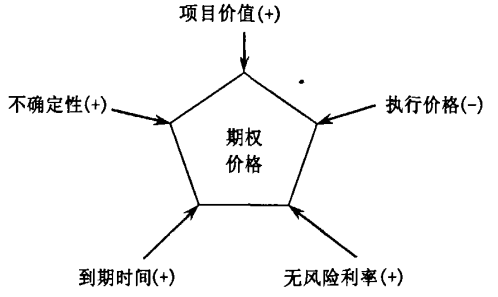


图3 B-S模型中期权价值的影响因素[6]

Fig.3 The influence factors of option value in B-S model[6]

项目价值的确定。项目价值相当于期权标的资产的价格,即金融期权中的股票现值,对应实物期权中的投资项目的现金流量折现到 t 时刻的现值和。一般的实物资产是非交易资产,如果资本市场有类似于考察项目的可交易资产,则可以用市场比较方法确定所研究项目的价值。对于那些有期货交易的产品,期货价格和现货价格是随时可以得到的。

项目价值的波动率。项目价值波动率即资产价值的标准方差,对应金融期权中股票价格的波动率,在实物期权中为投资项目未来现金流量的波动率。

项目价值波动率是项目价值的一个重要解释变量,包括项目价值历史波动率、隐含波动率、现金流量模拟三种形式。当存在与研究项目类似的可交易的资产时,可以计算该资产价值的历史波动率,并将其作为研究项目的价值波动率。计算可交易资产波动率时交易期的选择要反映研究项目的评估期限;当所研究项目标的资产或类似可交易资产有期权或期货交易时,可直接根据市场上的期权或期货价格进行计算;对于既没有可比较的资产,也很难用模拟方法计算的,用资本资产定价模型确定波动率。

期权的期限。到期期限即金融期权中约定的有效期

万方数据

限(美式期权)或者约定的交割期限(欧式期权),对应实物期权中企业决策者设定的有效期期限。期权的到期日可能是已知的或未知的。在已知到期日时,必须区分到期期限是短期、长期还是永久的。与金融期权相比,实物期权的期限较长,因而决定合适的到期期限比较困难。研究中为了简化问题,项目期限是给定的,但在实际情况中项目环境是不断变化的,实物期权的期限会因竞争态势、技术等的改变而发生变化。

无风险利率。无风险利率一般是根据期权期限及执行时间按照基于AAA级的零息债券利率结构曲线决定的。金融期权无风险利率一般以短期国库券的利率代替;实物期权中由于投资的长期性及国库券利率的波动性,通常以一年期的国库券利率作为近似无风险利率。

执行价格。即金融期权中约定的成交价格,对应实物期权中项目预期投资总成本。因预期技术变化会导致成本变化时,应确定成本变化函数,以便准确计算项目投资额。

由于B-S模型是一个连续变量的模型,与其他模型相比,在对标的资产价格的描述上更加准确,更能反映实际变化趋势。该模型适用于标的资产价格变动属于随机游走模式的对象。

4 结 语

当一个项目具有延迟、扩展或放弃的期权价值时,净现值法是无法加以计量的。当投资者面对若干具有不同*NPV*值的项目时,传统的选择方法是投资于具有较高的回报或最大净现值的项目,这样的后果是可能放弃掉那些虽然现在*NPV*值很小甚至为负的项目,但因其具有较大灵活性而有可能在将来给公司带来更多机会和价值的项目。*NPV*法是一种刚性的项目评价方法,它忽视了决策者针对现实情况灵活调整的能力。实物期权法则充分考虑到了决策者灵活选择的可能性,并对这种选择权进行了计量,方法简单方便,因而能较好地适用于不确定性环境下的投资决策。尽管B-S定价模型并不十分精确,但它还是胜过其它的期权价值评估方法,成为合同能源项目评价中不可或缺的分析工具。其原因不仅在于该模型容易理解,更在于该模型的输入变量简单,能在一定程度上保证输入数据的精确性。

(编辑:田 红)

参考文献(References)

[1]历成芳,杨湘龙,姜淑霞.实物期权法在石油储量价值评估中的应用[J].断块油气田,2007,14(2):18~21.[Li Chengfang, Yang Xianglong, Jiang Shuxia. Application of Real Option Method in Value Evaluation of Petroleum Reserves[J]. Fault-Block Oil and Gas Field, 2007,14(2):18~21.]

[2]Evan Mills, Steve Kromer, Gary Weiss. From volatility to Value: Analyzing and Managing Financial and Performance Risk in Energy Savings Projects[J]. Energy Policy,2006,34(2):188~199.

[3]卞咏梅.投资决策中实物期权法与折现现金流法之比较[J].商业研究,2004,13:88~89.[Bian Yongmei. The Comparison Between Real Option and NPV in Investment Decision[J]. Commercial Research,2004, 13:88~89.]

[4]周游.投资项目评价净现值法的缺陷及改进初探[J].技术经济,2004,4:61~63.[Zhou You. The Study on Defects and Improvement of NPV in Investment Project Evaluation[J]. Technology Economocis,2004, 4:61~63.]

[5]陆坚.实物期权在高速公路项目投资评价中的应用研究[D].天津:天津大学,2006:32~33.[Lu Jian. Research on Applying Real Option in Investment Evaluation of Highway Project[D]. Tianjin University,2006:32~33.]

[6]李海秋.Black-Scholes模型的扩展性研究及参数估计综述[J].软科学,2005,19(1):5~8.[Li Haiqiu. Perspective of Expanded Black-Scholes Model and Estimation of Parameter[J]. Soft Science,2005, 19(1):5~8.]

Evaluation of Energy Performance Management Project

SHANG Tian-cheng PAN Zhen-ni

(School of Management, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

Abstract Energy performance contracting is an energy saving investment mode using saving cost of energy to pay the cost of energy saving project. The general evaluating methods such as net present value, etc, which is unable to evaluate objectively the management elastic and strategic value in projects while evaluating the energy saving projects, thus the real value of projects can't be reflected. In the light of this problem, the paper provides the evaluation principle of the energy performance contracting project based on B-S model, by analyzing the uncertain of the energy performance contracting project, establishing its B-S evaluation model, analyzing the influence factors of option value for B-S model, and discussing its accuracy. It recovers defects of the traditional evaluating methods, and provides a new thinking and quantitative analyzing method for the investment of the energy performance contracting project under the uncertain environment.

Key words energy performance contracting; net present value; real option; B-S model;

万方数据