

合同能源管理模式下的节能项目经营期计算模型

王付海¹, 周奇琛²

(1. 华侨大学 财务处, 福建 厦门 361021; 2. 华侨大学 土木学院, 福建 厦门 361021)

【摘要】当前, 建筑节能服务公司在实施基于合同能源管理的建筑节能项目过程中存在一个主要障碍, 就是建筑节能服务公司和客户在如何确定项目的节能效益分享期限上很难达成共识。合同能源管理模式下的建筑节能项目运行期的确定既要考虑节能服务公司的利益, 还要考虑项目移交给客户后的节能收益。从风险和收益角度出发, 针对节能项目经营期(即合同期)和项目移交给客户后的经营期两个阶段, 分别采用了不同的贴现率, 对节能服务公司的净现值计算采用了基于CAPM模型确定的风险校正贴现率, 而对客户的净现值分析则采用考虑银行贷款利率和通货膨胀率的贴现率。在此基础上, 构建了建筑节能服务公司的项目经营期决策模型, 为科学合理地确定节能项目的经营期提供了理论基础。

【关键词】节能项目; 合同能源管理; 项目经营期; CAPM

【中图分类号】F 224.5

【文献标识码】A

【文章编号】1008-889X (2011) 04-59-06

一、引言

建筑节能服务公司 (Building Energy Management Corporation, 以下简称 BEMCo) 是服务于建筑领域的 EMCo。^[1] 我国建筑节能服务刚刚开始推广, 对如何分享节能收益, 确认节能服务经营期没有统一的标准。基于合同能源管理的建筑节能项目合同期的长短, 很大程度上影响了合同双方承担的风险及享受的权益等诸多方面。如果项目运行期设定得过长, 会影响客户的权益; 项目运行期设定过短, BEMCo 极有可能无法收回项目成本而造成亏损。因此, 建筑节能服务公司经营期的确定是建筑节能服务合同双方协商的重点之一, 张建华^[2] 基于对策论提出了节能服务公司运行期的决策模型, 但是, 该模型没有考虑资金的时间价值和风险因素的影响, 是一种静态分析。笔者从风险和收益角度出发, 提出了基于 CAPM 资本资产定价模型的建筑节能服务公司的项目经营期决策模型, 试图为科学合理地确定建筑节能服务公司的项目经营期提供理论基础。

二、影响运行期限的参数

(一) 节能项目运行期限的时间参数

一个基于合同能源管理的建筑节能项目的全过程包括项目准备期、项目建设期、BEMCo 的经营期、项目移交期 4 个阶段。

1. 项目准备期。此阶段是建筑节能服务公司为客户提供服务的起点, 由 BEMCo 的专业人员对客户的能源状况进行审计, 对所提出的节能设计措施进行评估, 并将结果与客户进行沟通。在能源审计的基础上, 由 BEMCo 向客户提供节能改造方案的设计, 其中包括项目实施方案和改造后节能收益的分析及预测, 以充分了解节能改造的效果。在能源审计和改造方案设计的基础上, BEMCo 与客户进行节能服务合同的谈判。合同签订后, 进入了建筑节能项目的施工阶段。

2. 项目建设期。项目的施工一般由 BEMCo 负责, 客户要为 BEMCo 的施工提供必要的便利条件。BEMCo 提供的服务是综合型的服务, 既有施工、安装调试等软服务, 同时也为客户提供节能设备及系统等实物。

【收稿日期】2011-06-06

【修回日期】2011-07-09

【作者简介】王付海 (1969—), 男, 山东济南人, 注册会计师, 主要从事企业资本运作、项目融资、项目经济评价研究。

3. 项目经营期。节能改造完工后, BEMCo 与客户共同按照合同中规定的方式对节能量及节能效益进行实际监测, 确认在合同中约定的由 BEMCo 方面提供的项目节能水平, 作为双方效益分享的依据。客户将节能效益中应由 BEMCo 分享的部分逐季或逐年向 BEMCo 支付项目费用。

4. 项目移交期。根据合同规定, 客户把节能费用全部支付完毕以后, BEMCo 把项目交给客户, 客户即拥有项目的所有权以及客户独享节能收益。该阶段的持续时间与节能改造项目的有形磨损、无形磨损等因素有关, 所以, 建筑节能项目继续运行在经济上已不再合理, 需要进行下一次节能改造。

影响基于合同能源管理的节能项目合同期限除了上述4个时间参数以外, 如图1所示, 投资回收期、项目的经济寿命期也是与合同期限密切关联的、应该予以考虑的时间参数。

投资、回报等

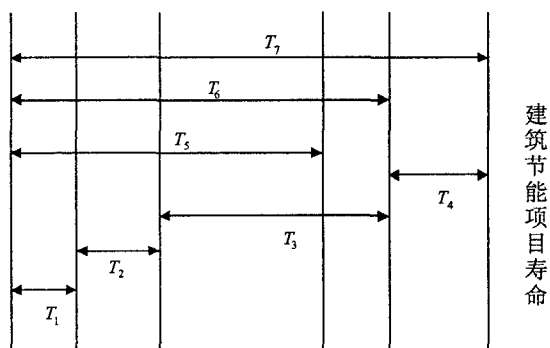


图1 建筑节能项目时间参数示意图

图中, T_1 : 项目准备期; T_2 : 项目建设期; T_3 : 项目经营期; T_4 : 项目移交期(客户经营期); T_5 : 投资回收期; T_6 : 项目运行期; T_7 : 项目经济寿命期。

图1表明, 基于合同能源管理的建筑节能公司的项目运行期限包括项目准备期、项目建设期、BEMCo 的项目经营期3个时间段; 项目的经济寿命期则由项目准备期、项目建设期、BEMCo 的项目经营期和客户经营期4个时间段组成, 关系如下:

$$T_6 = T_1 + T_2 + T_3 \quad (1)$$

$$T_7 = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 \quad (2)$$

要确定一个经济合理的建筑节能服务公司的

项目运行期限, 必须兼顾 BEMCo 和客户双方的利益。在制定建筑服务合同期限长短的时候, 从 BEMCo 的角度考虑, 必须收回项目投资并且获得一定的利润, 因此, 节能项目合同运行期需要大于项目的投资回收期, 这样才能在确保收回投资的基础上实现盈利的目标。从客户的角度来看, 应该满足项目的经济寿命期要大于项目的合同期, 这样节能项目合同运行期结束后, 客户还可以有一段时间独享节能收益, 直至下一次的节能改造。以上两个条件用数学公式表示为:

$$T_6 > T_5 \quad (3)$$

$$T_7 > T_6 \quad (4)$$

(二) 评价项目的关键经济参数

在合同能源管理项目中, 评价节能项目经济性能的有两个关键的经济参数, 即: 投资回报率和净现值, 公式如下:

$$\text{投资回报率} = \frac{\text{期末资产} - \text{投资额}}{\text{投资额}} \times 100\% \quad (5)$$

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{I_t}{(1+r)^t} \quad (6)$$

式中: n 表示项目的经济寿命期; t 表示年份; I_t 表示第 t 年节能改造后的费用差额; r 表示贴现率, 贴现率 r 受银行贷款利率和通货膨胀率的影响。一般来说, 贴现率 r 要高于银行贷款利率。从公式(5)和(6)可以看出, 投资回报率和净现值两个经济参数与项目投资额、改造后的节能量、银行贷款利率以及通货膨胀率等因素有关。因此, 建筑节能项目合同运行期限的确定需要通过净现值和投资回报的计算、分析来完成。

1. 从 BEMCo 角度计算净现值和投资回报。对于节能服务公司来说, 在保证节能量的前提下, BEMCo 若要实现利润最大化, 关键是要确保实现最低的投资回报。项目合同期限的净现值 NPV 越大, BEMCo 能够获得的收益就越大。但是, BEMCo 在决定是否要对一个节能项目进行投资时, 一个最基本的判断标准就是净现值必须大于按一定投资回报率测算的投资回报额, 否则需要放弃该项目的投资。二者关系用公式(7)表示:

$$NPV = \sum_{i=1}^{T_c} \frac{I'_t}{(1+r)^t} \geq I_c R \quad (7)$$

式中: NPV 表示 BEMCo 在项目合同期内获得的净现值; T_c 表示合同期限; t 表示年份; I'_t 表示节

能改造后第 t 年 BEMCo 分享的节能费用; r 表示预定的贴现率; I_0 表示项目总投资; R 表示预期的项目投资回报率。

2. 从客户角度来计算净现值。合同运行期满后, BEMCo 把项目交给客户, 项目进入客户经营期。对客户而言, 在客户经营期间建筑节能所获得的净现值必须大于或等于 0。用数学关系式表示为:

$$NPV = \sum_{t=T_c+1}^N \frac{I_t}{(1+r)^t} \geq 0 \quad (8)$$

式中: NPV 表示客户在 BEMCo 的经营期满后所获得的净现值; N 表示项目的经济寿命期; I_t 表示节能改造后第 t 年的费用差额; 其余符号与公式 (7) 相同。

三、风险校正贴现率的确定

公式 (6) 中贴现率的大小影响着 NPV 的大小, 因此, 贴现率的确定是一个关键环节。基准收益率是判别项目经济性可行与否的最直接参数和依据, 也是反映该行业投资收益水平的重要标志。^[3] 发改委有关文件中指出, 财务基准收益率测定的基本思路是: 对于产出物由政府定价的项目, 其财务基准收益率根据政府政策导向确定; 对于产出物由市场定价的项目, 其财务基准收益率根据资金成本和风险收益由投资者自行确定。^[4] 在项目融资之后资金的构成分为两类: 权益资金和债务资金。对于投资者来说, 无风险收益是相同的; 而风险报酬则不同, 它的高低取决于企业的风险, 风险越高, 则他们要求得到的这部分报酬就越高, 以便补偿承担的额外风险。^[5]

确定合理的建筑节能服务合同期限的第一步是选择和确定建筑节能项目资金成本的贴现率, 并使用这一贴现率计算节能项目的投资收益。

(一) 利用 CAPM 模型确定股本资金成本

建筑节能项目投资的风险由系统风险和非系统风险构成。^[5] 项目的风险是确定基准收益率的一个重要因素, 高风险项目必然要求有一个较高的收益率。BEMCo 在做投资决策时, 在考虑项目的系统风险的基础上, 要求投资回报率一定要高于零风险的投资回报率, 以此来补偿其承担了节能项目风险而应得到的收益, 这才符合一个理性投资者的投

资规律。利用资本资产定价模型可以解决项目的系统风险问题, 对融资前项目的基准收益率测算, 实际上也就是测算权益资金的资本成本率。资本资产定价模型确定的计算公式如下:

$$I_E = I_f + \beta (I_m - I_f) \quad (9)$$

式中, I_E : 融资前项目的基准收益率; I_f : 无风险利率, 可参考政府发行的中长期国债利率或同期存款利率; β : 项目的风险校正系数, 代表项目对资本市场系统风险变化的敏感程度; I_m : 社会投资平均收益率。

对于投资一个项目的风险, 在资本资产定价模型主要是以 β 系数来表示, β 系数是风险的一个度量。当一个项目预期对风险的反应比市场投资组合的反应更大, 则该投资项目相应的 β 就更大, 反之, 其相应的 β 就小。^[6] 目前, 国际上已经对不同行业的 β 值进行了测算并予以公布。我国沪深股市上市的公司年报公布各个企业的 β 系数, 也可以通过这些数据统计各个行业的 β 系数值。^[7]

投资收益率又称投资利润率, 是指投资收益 (税后) 占投资成本的比率,^[4] 因此, 它是建筑节能服务公司和潜在投资者进行投资决策的重要依据。对 BEMCo 来说, 如果资本收益率高于债务资金成本率, 则适度负债经营对 BEMCo 来说是有利的; 反之, 如果资本收益率低于债务资金成本率, 则过高的负债经营就将损害 BEMCo 的利益。因此, 笔者拟采用上市的基于合同能源管理的节能服务公司的投资收益率来计算, 具体方法是查找到我国节能服务行业上市公司的投资收益率。

(二) 计算项目的加权平均资金成本 (WACC)

运用 CAPM 模型可以计算解决项目的权益资金成本问题, 在项目融资之后资金的构成分为两类: 权益资金和债务资金。考虑了项目融资成本及机会成本的 BEMCo 资金成本应是其每一融资来源成本的加权平均值, 应当使用加权平均资金成本作为其投资项目评估时的贴现率。加权平均资金成本 (Weighted average cost of capital, WACC) 是项目从各种渠道取得资金所付出代价的平均值, 其大小取决于资金来源的构成及其各种筹资渠道的资本成本。加权平均资金成本的计算公式为:

$$WACC = K_E \left(\frac{E}{E+D} \right) + K_D \left(\frac{D}{D+E} \right) (1-t) \quad (10)$$

式中, K_E : 权益资金的使用成本; K_D : 债务资金的使用成本; D : 项目债务资金的市场价值; E : 项目股本资金的市场价值; t : 公司税率。

债务资金的使用成本可以根据项目的经济强度、投资公司的资信以及可能采取的融资结构等估算出债务资金的利息率成本^[8-9], 从而计算出投资项目的债务资金的综合成本。

$$K_D = \frac{D}{P(1-f)} \times 100\% \quad (11)$$

式中, K_D : 资本成本率; D : 资金占用费用; P : 资金筹集总额; f : 筹集费用率

(三) 风险校正贴现率的计算

确定建筑节能项目的基准收益率应该综合考虑项目的融资成本、项目的系统和非系统风险等因素, 从而得出最终的基准收益率, 为决策提供定量依据。^[10]其步骤如下:

1. 利用资产定价模型测算融资前项目的基准

收益率, 实际上也就是测算权益资金的资本成本:

$$I_E = I_f + \beta (I_m - i_f)$$

其中, I_f : 参考一年期定期存款利息; I_m : 用合同能源管理行业上市公司的投资收益率来测算; β : 合同能源管理行业上市公司年报公布各个公司的系数平均值。

2. 根据融资结构、融资成本等各种可能的债务资金的有效性和成本, 估算建筑节能项目的债务资金成本。

3. 将权益资金和债务资金的成本加权平均计算出项目的综合资金成本, 即可获得建筑节能项目的风险校正贴现率。

(四) 项目基准收益率的测算

1. 社会投资平均收益率的测算。社会投资收益率的测算, 从数据的易得性及公开性考虑, 笔者拟采用上市公司的投资收益率来求取。具体方法是: 查找到我国基于合同能源管理的节能服务行业上市公司的投资收益率(见表1)。

表1 合同能源管理上市公司投资收益率表

单位:%

股票代码	股票名称	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
600405	动力源	2.43	1.1	1.43	6.41	9.28
002178	延华智能	31.24	17.67	4.79	5.63	8.18
002421	达实智能	--	--	18	22.52	26.25
300048	合康变频	--	55.88	60.77	38.09	35.7
300040	九洲电气	--	18.94	16.76	18.04	19.5
000786	北新建材	9.61	12.14	13	15.42	16
002163	中航三鑫	16.18	13.60	8.32	6.83	6.95
600590	泰豪科技	9.57	9.27	9.69	8.01	9.21
平均		13.81	18.37	16.60	15.11	16.38

2. 无风险利率计算。无风险利率旨在衡量整个市场上投资者可以获得的最低收益率成本, 是最具有稳定性和保障性的, 所以, 在选用该数据时常常考虑国家的国债利率和存款利率。因为人民银行根据市场情况统一发布规定的基准利率数据具有权威性, 能反应市场真实情况, 而且数据较为容易取得, 便于计算, 因此, 本文选用银行一年期存款利息作为无风险收益率。

3. 系数的测算。对于投资一个项目的风险, 资本资产定价模型主要是以系数来表示, 系数是风险的一个度量。虽然所有的项目都会遭受风险的影响, 但是, 风险的影响程度是不一样的。当一个项目预期对风险的反应比市场投资组合的反应更大, 则该投资项目相应的系数就更大。反之, 其相应的系数就小(见表2)。

表2 合同能源管理上市公司的系数

股票代码	股票名称	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
600405	动力源	1.02	1.0	0.97	1.03	1.02
002178	延华智能	1.01	1.0	1.01	0.98	1.0
002421	达实智能	--	--	1.0	0.91	0.85
300048	合康变频	--	1.03	0.82	1.01	0.73
300040	九洲电气	--	1.04	0.93	1.02	1.2
000786	北新建材	1.03	1.0	0.92	1.01	0.89
002163	中航三鑫	1.03	1.05	0.85	1.02	0.99
600590	泰豪科技	1.08	1.02	0.95	1.06	1.17
平均		1.03	1.02	0.93	1.0	1.1

权益资金的使用成本率为:

$$I_E = I_f + \beta (I_m - I_f) \\ = 3\% + 1.02 (16\% - 3\%) = 16.3\%$$

假如一个节能改造项目采用银行贷款的融资方式,其中自有资金的比重占到40%,银行贷款占总资金的60%,五年期贷款利息为6.60%,服务公司税率25%,则该项目的综合资金成本WACC(即节能服务公司的风险校正贴现率 r)为:

$$WACC = K_E \left(\frac{E}{E+D} \right) + K_D \left(\frac{D}{E+D} \right) (1-t) \\ = 16.3\% \times 60\% + 6.60\% \times 40\% \times (1-25\%) \\ = 11.8\%$$

四、节能项目经营期计算模型

通过计算风险校正贴现率 r 后,就能够利用风险校正贴现率 r 科学合理地定量计算出建筑节能项目的收益,从而确定项目合同期限。在签订节能服务合同时,应综合考虑前面已经论述了的经济合理的建筑节能项目合同期既要满足BEMCo的投资期望又要满足客户的利益要求这一情况。因此,利用(7)和(8)这两个公式的组合,可以确定建筑节能项目合同期限的最低年限和经济寿命期最长年限。在综合考虑BEMCo和客户条件的基础上形成第三个条件,即BEMCo的净现值大于或等于期望投资回报且小于或等于项目经济寿命期的净现值。至此,就可以确定建筑节能服务公司的项目经营期。综上所述,一个基于合同能源管理机制的建筑节能项目经营期由

以下三个公式组成:

$$\left\{ \begin{array}{l} BEMCo \quad NPV = \sum_{t=1}^{T_c} \frac{I'_t}{(1+r)^t} \geq I_c R \quad (7) \\ r \text{ 为风险校正贴现率} \\ \text{客户} \quad NPV = \sum_{t=T+1}^N \frac{I_t}{(1+r)^t} \geq 0 \quad (8) \\ r = \frac{1+i}{1+I} - 1 \\ I_c R \leq BEMCo \text{ 的 } NPV \leq \text{建筑节能} \\ \text{改造寿命期的 } NPV \end{array} \right. \quad \text{第三个条件}$$

在公式(7)和公式(8)中,针对节能项目经营期(即合同期)和项目移交给客户后的经营期的两个阶段,分别采用了不同的贴现率来计算BEMCo的NPV和客户的NPV收益。对节能服务公司的净现值计算采用了风险校正贴现率,而对客户的净现值分析则采用考虑银行贷款利率和通货膨胀率的贴现率,主要是因为BEMCo在整个节能项目运行期中承担了融资风险和技术风险,双方对投资收益率的要求不一样,因此必须分别考虑。只有这样才能客观合理地确定BEMCo和客户的利益,确定适当的建筑节能服务公司的项目经营期。

五、结 语

建筑节能服务公司项目经营期是确立项目节

能收益分享与所有权归属的时间界限,也是划分节能服务公司和节能客户各自权利、义务和职责的一个时间界限。因此,基于合同能源管理机制的建筑节能项目运行期的确定既要考虑 BEMCo 的利益,还要考虑项目移交给客户后的节能收益。笔者制做建筑节能服务公司的项目经营期计算模型正是基于此而建立的,希望该模型可以为科学合理地确定建筑节能项目的经营期提供理论基础。合同能源管理作为建筑节能服务新机制,只有实现了 BEMCo 和客户双方的共赢,该机制才有可能在建筑节能领域被广泛应用。

[参考文献]

- [1] 曹小琳,张森.我国建筑节能服务公司发展的障碍及对策研究[J].建筑经济,2010(10):110-113.
- [2] 张建华.合同能源管理运行期决策模型设计[J].建筑经济,2010(8):86-89.
- [3] 刘晓君.工程经济学[M].2版.北京:中国建筑工业出版社,2008.
- [4] 国家发展改革委员会,住房和城乡建设部.建设项目经济评价方法与参数[M].3版.北京:中国计划出版社,2006.
- [5] 张叔井.项目融资[M].北京:中信出版社,1999.
- [6] 叶中行,林建忠.数理金融——资产定价与金融决策理论[M].北京:科学出版社,1998.
- [7] 江铭.探讨城市垃圾焚烧发电项目财务评价中基准收益率的确定[J].现代经济,2008(10):108-110.
- [8] 张慧洁.商品住宅开发项目财务基准收益率测算方法研究[D].西安:西安建筑科技大学硕士论文,2008.
- [9] 马东霞,杨殿.企业投资项目财务基准收益率的确定方法探讨[J].技术经济与管理研究,2005(2):96-97.
- [10] 秦旋.基于CAPM的BOT项目特许期的计算模型[J].管理工程学报,2005(2):60-63.

Calculating Model for Energy-saving Project Operation Period under the Energy Performance Contracting

WANG Fu-hai¹, ZHOU Qi-chen²

- (1. Financial Department, Huaqiao University, Xiamen 361021, China;
2. College of Civil Engineering, Huaqiao University, Xiamen 361021, China)

Abstract: At present, Building Energy Management Corporation and its customers, the two sides find it hard to agree on the period of sharing the energy-saving benefit under the energy performance contracting. To determine the operation period of energy-saving projects involves considering both the BEMCo's operating income and the consumer's energy-efficient benefits under the energy performance contracting. Both from risks and benefits, this paper proposes employing two different discount rates respectively for the two stages——before and after the transfer of energy-saving projects. BEMCo's NPV is calculated by referring to risk-adjusted discount rate which is based on CAPM, and consumer's NPV is calculated on discount rate which is estimated by taking account of loan interest rate and rate of inflation. On this basis, a calculating model for energy-saving project operation period is established. The research results can be used to help Building Energy Management Corporation to determine a reasonable energy-saving project operation period.

Keywords: energy-saving projects; energy performance contracting; project operation period; Capital Asset Pricing Model (CAPM)

(责任编辑 林 芎)