

BOT项目特许权期决策方法研究

杭省策, 田芳华

(西北工业大学 管理学院, 西安 710129)

摘要: 特许经营期长短的决定是高速公路 BOT 特许权经营的一个核心问题。由于在特许经营期的确定直接关系到东道国政府和项目公司的利益分配, 如果特许权期限较长, 东道国的利益受损; 特许权期限较短则会影响项目公司的利益, 这都会导致 BOT 项目的失败。本文分析了一些影响特许权经营期的因素, 并分析了这些因素对特许权经营期决策的影响, 建立了基于蒙特卡罗方法来确定特许经营期的模型, 从而提供了更系统的理论方法来判断和决策 BOT 项目特许经营期。

关键词: 基础设施; 特许经营期; BOT 项目; 蒙特卡罗

中图分类号: F124.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2013)06-0110-06

基础设施作为国家经济发展的基本载体, 其发展是衡量一个国家经济发展水平的重要标志。BOT 项目融资方式就是在这种背景下应运而生, 它是一种主要应用于基础设施建设、以私人机构为主导的新型项目融资模式。

特许权期作为 BOT 项目运行的关键因素, 对其合理的制定是整个项目成功运作的先决条件。高速公路项目具有初始投资大、运营周期长、收益回收慢等特点。过长的特许权期投资者获得超额利润从而使得公众利益受损; 而其过短又使得私人机构不能有效收回其所投资金, 进而导致提前违约。从已有经验来看, BOT 项目融资模式的实施并不一定都可以达到预期的愿景。高速公路项目属于大型基础设施建设项目, 其特许权期的确定需要综合运用多种研究方法。本文选取蒙特卡罗模拟法、折现现金流法、概率分布函数及讨价还价理论, 通过分析高速公路项目建设及运营特点确定项目决策中各不确定因素的概率分布函数, 运用蒙特卡罗模拟的方法将项目特许权期确定在一定范围内, 并运用讨价还价理论建立特许权期决策的优化模型。

1 特许权期相关概念

1.1 特许权期概念

BOT 特许权期即政府允许私人机构建设及运营基础设施项目的期限。现今关于特许权期的研究多将其概念分为两大类^[1] 权期不划分建设期及运营期;

二是严格区分建设期及特许运营期。由于不区分建设及运营期的特许权期可以激励私人机构尽快完成项目建设, 从而争得更长的运营期, 因此本文主要采用第一种特许权期的定义方式。

1.2 特许权期的分类

根据 BOT 项目运营中特许权期是否确定, 可以把特许权期分为固定特许权期和弹性特许权期两类。所谓固定特许权期指政府与私人机构在特许权期确定后, 严格按既定的期限进行运行, 除非重大原因, 两方均不能随便改变其长短。弹性特许权期^[2-3] 几年来学者们为合理分配 BOT 项目运作中的风险, 所引入的一种新的特许权期概念。它指的是政府在特许权协议中不直接确定私人机构特许权期的长短, 而在实际运作中, 当私人机构收益值达到协议规定时, 对合同进行终止, 从而确定出特许权期的长度。

1.3 特许权期研究现状

根据对特许权期现状的研究我们可以将 BOT 特许权期研究方法分为财务分析法、博弈论法及蒙特卡罗模拟三种方法。

1.3.1 财务分析法

财务分析法主要基于对项目现金流量进行设计预测从而确定出合理的特许权期。可以分为静态财务分析法和动态财务分析法。其中静态财务分析的方法包括回收期法、平均会计收益率法等, 这些方法虽然简单易行, 但并没有很好考虑到项目的时间价

收稿日期: 2013-04-08

作者简介: 杭省策(1962—), 男, 陕西西安人, 西北工业大学副教授, 博士, 研究方向: 现代财务工程; 田芳华(1988—), 女, 河南周口人, 西北工业大学管理学院会计学硕士, 研究方向: 现代财务工程。

值,因此实际应用性不强,在这里不作详细介绍。动态回收期法包括净现值法、内部报酬率法等,这两种方法均通过对项目运营中各年现金流量的预测来确定项目运营的特许权期。

1)净现值法。净现值法来确定 PPP 项目的特许权期。其基本计算公式为:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{CI_t - CO_t}{(1+r)^t} \quad (t=1,2,\dots,T) \quad (1)$$

其中 CI_t 和 CO_t 分别为特许期内第 t 年的现金净流入和现金流出, r 表示贴现率。从公式我们可以看出不同的特许权期可以得到相应的净现值,政府可以根据私人机构的预期收益来确定相应的特许权期长短。

2)内部收益率法。内部收益率计算公式如下:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{CI_t - CO_t}{(1+IRR)^t} - C_0 = 0 \quad (t=1,2,\dots,T) \quad (2)$$

其中 CI_t 和 CO_t 分别为特许期内第 t 年的现金净流入和现金流出, C_0 表示项目初始建设成本, IRR 表示项目预期内部收益率。使项目累积收益等于初始投资额的折现率即为项目的内部收益率。政府给定特许权期,满足私人机构收益率的 T 即为最终选定的特许权期。这种方法因为没有考虑时间价值的原因在大型 BOT 项目特许权期决策中容易出现决策与实际偏差较大的情况。

1.3.2 博弈论法

博弈论法是近年来特许权期研究常用的一种方法,BOT 项目运作中存在着多方利益相关者,该方法选取政府与私人机构为博弈参与者,以特许权期为决策变量。博弈论法虽然可以通过具体公式推导出各决策变量对项目特许权期的影响关系,但其决策过程中对各状态变量的数学描述及参数的确定,需要在实践中进行检验,这对博弈方法在实际项目中的应用带来了极大的不便,因此,对该方法在实际项目中的应用还需进一步研究。

1.3.3 蒙特卡罗模拟法

蒙特卡罗方法又称随机抽样技巧,是一种以概率统计理论为基础的方法。该方法最早的应用是在核武器的试验与研制中。因它与著名的蒙特卡罗赌场“轮盘赌”之类的游戏类似而得名,常常被用来预测项目风险^[4]。蒙特卡罗方法是一种计算方法,与一般数值计算方法相比能够比较逼真地描述事物中的不确定性,因而这种方法的应用领域也越来越广。但该方法只能通过数值模拟来分析各输入变量对输出变量

的影响,并不能像财务分析法及博弈论法那样给出各变量之间的具体数学关系式。

2 模型中的变量及其分布

结合高速公路项目建设及运营特点,本文主要选取交通量(Q)、收费价格(P)、风险修正贴现率(r)、建设成本(C_1)、建设期(T_c)和运营及维护成本(C_2)六个不确定性因素作为变量。下面分别分析各变量不确定性及其概率分布函数。

2.1 交通量及其概率分布函数

交通量作为影响高速公路项目收益取得的重要因素之一,其随项目运营时间的不同发生变化,会直接影响到私人机构对项目的收益现金流,从而影响项目特许权期的决策。

张树建^[5]提出新高速公路运营后其交通流量主要由三部分组成:趋势交通流量、诱增交通流量和转移交通流量。

通过对高速公路交通量三个构成部分的分析,我们发现趋势交通量及转移交通量在项目建成后短时间内不会增长,因此,本文认为交通量的增长主要来源于诱增交通流量。在某一高速公路项目建成后,对该地区交通运输状况有了一定的改善,从而必然带来交通量的大幅增长,但由于诱增交通量的增长具有延迟性,因此,高速公路交通量的变化主要会经历快速增长阶段、缓慢增长阶段及逐渐稳定三个阶段。而其增长率也会随时间的增长逐渐减小。本文延续了马林、申立银等人^[5-6]的假设,采用正态分布函数来进行年均交通量的估计,表示为 $Normal(Q_\mu, \sigma)$ 。其中 Q_μ 表示年均交通量均值, σ 表示年均标准差。交通增长率及年数的确定参见同地区相似路段交通增长情况。本文以 5 年为一个预测期,对每一预测阶段设定一个不变的增长率。

2.2 收费价格及其概率分布函数

收费价格直接关系到高速公路 BOT 项目的收入现金流量,因此,其收费价格不确定性的描述对特许权期决策具有重要的意义。

现今国内比较流行的计价方式是针对载客类车和载货类车采用两种独立的收费方式。载客类主要是根据车辆座位数的增加相应提高收费,而载货类则是根据载重吨位制定不同的收费标准。在收费方式确定的情况下,高速公路收费价格的制定主要应考虑以下因素:①由于一般情况下交通 BOT 项目属于基础设施建设,属于政府补贴项目其公益性较强,不应定价过高。②收费价格并非一成不变。③项目收费价格的确定必须考虑所在公路网的收费标准。④交

通量对收费价格的影响。

通过综合考虑上述四个因素,我们可以看到收费价格具有一定的不确定性。再次考虑到,不同类型车辆对价格有着不同的敏感度,因此在设定收费价格分布函数时还要考虑到不同类型的车辆。本文采用戴大双^[1]等人提出的针对不同车型设定的不同概率分布函数将收费价格标准分布函数分为三大类:

1)对于载客类座位数 $n \leq 19$ 及载重量 $w \leq 14$ 吨的车辆采用正态分布,表示为 $Normal(\mu_p, \delta_p)$, 其中 μ_p 表示收费价格均值, δ_p 表示收费价格标准差。

2)对于载客 $n > 19$ 的车辆采用三角分布,表示为 $Triangular(\min, pos, \max)$, 其中 $\min$ 表示最小值, pos 表示最可能估计值, $\max$ 表示最大值。

3)对于载重 $14 < w \leq 50$ 的车辆采用均匀分布,表示为 $Uniform(\min, \max)$, 其中 $\min$ 和 $\max$ 分布表示最大和最小值。

2.3 贴现率的确定

BOT 项目净现值(NPV)是影响项目特许权期的重要因素之一,而贴现率的大小直接关系着 NPV 的大小,因此准确地确定贴现率对模型的准确性是一个关键因素。投资者投入资金包括债务投资和股本投资两部分,由于股本资金承担了较高的风险,其成本要高于债务资金,因而在计算贴现现值要考虑到该部分资金应得到的风险报酬率。秦旋等人^[7]提出将 BOT 加权平均资本成本(WACC)作为对项目贴现率的校正,可以有效体现投资者股本资金的风险。其计算公式如下:

$$WACC = K_s \left[\frac{E}{E+D} \right] + K_d \left[\frac{D}{E+D} \right] (1-t) \quad (3)$$

其中, K_s 表示股本资金成本; K_d 表示债务资金成本; D 表示项目债务资金的市值; E 表示项目股本资金的市值; t 表示公司税率。

2.4 建设期(T_c)及其概率分布函数

高速公路建设期可以分为勘察、设计与审批、主体工程建设和配套工程与验收三个阶段。

现有研究中 shen、叶苏东^[8-9]等学者在评估工程 BOT 项目不确定条件下特许期决策模型时通常采用三角分布、正态分布和均匀分布来描述项目建设工期的不确定性,本文将建设期各阶段的概率分布假设如下:

1)勘察、设计与审批。该阶段衡量其不确定性运用三角函数表示为 $Triangular(\min, pos, \max)$, 其中 $\min$ 表示所需时间最小值, pos 表示最可能估计

值, $\max$ 表示最大值。

2)主体工程建设。该阶段运用均匀分布函数表示为 $Uniform(\min, \max)$, 其中 $\min$ 和 $\max$ 分布表示建设期的最大和最小值。

3)配套工程与验收。该阶段运用正态分布表示为 $Normal(\mu_p, \delta_p)$, 其中 μ_p 表示配套工程与验收时间均值, δ_p 表示所需时间标准差。

2.5 建设成本(C_1)及其概率分布函数

在实际的工程运作中,由于设计变更、不可抗力因素及材料成本价格变化等因素的存在,使得项目建设超值的现象普遍存在,因此在考虑项目建设成本时必须考虑到成本超支的问题,目前与建设期相同也常采用上述三种分布函数对其建设各阶段不确定性进行描述,各阶段概率分布函数假设如下:

1)勘察、设计与审批。该阶段运用均匀分布函数表示为 $Uniform(\min, \max)$, 其中 $\min$ 和 $\max$ 分布表示勘察、设计与审批的最大和最小值。

2)主体工程建设。该阶段运用正态分布表示为 $Normal(\mu_p, \delta_p)$, 其中 μ_p 表示主体建设时间均值, δ_p 表示所需时间标准差。

3)配套工程与验收。该阶段不确定性运用三角函数表示为 $Triangular(\min, pos, \max)$, 其中 $\min$ 表示该阶段所需时间最小值, pos 表示最可能估计值, $\max$ 表示最大值。

2.6 运营及维护成本(C_2)

由于运营及维护成本直接关系到项目年利润的多少进而影响到项目的净现值多少。从成本费用构建上看,高速公路运营及维护成本由营业成本、财务费用及税费三个方面组成。

本文为了便于计算,在考虑高速公路运营及维护成本时仅考虑维护路基、路面、桥梁及涵洞等公路构筑物所发生的各种直接费用,其他费用项目均按照一定的比例折算。高速公路维护成本 C_2 一般分为年小修成本(C_{21})及周期性大修成本(C_{22})。高速公路路面情况主要受交通量及使用年限的影响,随交通量及随使用年限的增加而变差,从而导致运营及维护成本的增加。考虑到上述因素,对基本运营及维护成本的计算公式进行调整,表示为:

$$C_2 = \begin{cases} C_{21}\epsilon_1\epsilon_2L & \text{小修} \\ C_{22}\epsilon_1\epsilon_2L & \text{大中修} \end{cases} \quad (4)$$

其中, ϵ_1 、 ϵ_2 分别为交通量和路龄修正系数, L 表示路长。根据以往经验路龄大修周期一般设定为 10 年。

3 年均收入模型

年均收入(R)主要由交通量(Q)及收费价格(P)两个变量确定。

3.1 交通量(Q)

通过对年均交通量不确定性分析,本文将年均交通量分为基本交通量部分(Q_1)和变化交通量(ΔQ)两部分组成。其计算公式如下:

$$Q = Q_1 + \Delta Q \quad (5)$$

其中基本交通变量(Q_1)部分本文采用预测增量法对其进行估计,选取5年为一个预测周期,随运营年限的增加交通增长率逐年降低,最后趋于稳定增长。

ΔQ 部分主要受高速公路所在地区年均大雾、大雪等气候天数(d)及每次持续时间(t)的影响。本文通过均匀分布及分段函数来描述 d 和 t 的不确定性。其计算公式如下:

$$\Delta Q = \frac{d}{360} \times \frac{t}{24} \times Q_1 \quad (6)$$

为计算简便,本文假设交通构成量中各类型的车型之间的构成比率固定不变,可以根据同等情况相似路段通行车型构成比率进行类比假设。

3.2 收费价格(P)

我们将收费车辆类型确定为载客和载货两类,分别采用不同的收费标准。其中,客车收费价格表示为 P_1 货车收费价格表示为 P_2 。将高速公路收入划分为客车收入(R_1)和货车收入(R_2)两部分,本文不考虑超载部分罚款收入。则收入函数计算公式如下:

$$R = R_1 + R_2 = P_1 Q t + P_2 Q (1 - \alpha) \quad (7)$$

其中 Q 表示交通量, P_1 表示客车收费价格, P_2 表示货车收费价格, α 表示客车车流量占总客流量的比例。

3.3 特许权期决策模型

在决策制定时,首先通过对历史数据的统计及前期项目经验来确定交通量、收费价格、建设期及建设与运营成本等变量的概率分布函数;其次,在此基础上通过公式(3)~(7)计算出折现率、运营及维护成本、年均收入;最终通过式(8)确定出项目运营到第 t 年的收益净现值, NPV_t 计算公式如下:

$$NPV_t = \frac{1}{(1+r)^{T_c}} \cdot \sum_{i=1}^t \frac{R - C_2}{(1+r)^i} \quad (8)$$

高速公路特许权期决策模型可以表示为:

$$\begin{aligned} & \min AR \\ & s. t \left\{ \begin{array}{l} 1. T = T_c + T_p \\ 2. T_c \leq T_{\max} \\ 3. T_{p\min} \leq T_p \leq T_{p\max} \\ 4. AR = \frac{NPV_{t=T_p}}{C_1} \\ 5. AR_{\min} \leq AR \leq AR_{\max} \end{array} \right. \quad (9) \end{aligned}$$

其中, $T_{\max}$ 是政府在建设合同中规定的建设期上限; $T_{p\min}$ 和 $T_{p\max}$ 分别为政府所能接受的运营期上限和下限; $AR_{\min}$ 是私人机构所能接受的最小收益回报率; $AR_{\max}$ 是政府允许的最大回报率。显然根据上面约束条件5可以将项目特许权期确定在 $[T_{\min}, T_{\max}]$ 的范围内。

4 模型优化

通过上面模型虽然可以将特许权期很好的控制在一定的范围内,但如何在该范围内进一步确定项目特许权期取值的问题并没有得到解决。通过上述模型将特许期取值范围确定在 $[T_{\min}, T_{\max}]$,由于政府与私人机构均属理性参与者,因此,两者必然会就 $[T_{\min}, T_{\max}]$ 内的利益分配问题进行谈判,本节通过建立项目公司与私人机构之间的讨价还价的模型对上述模型结果进行优化,帮助政府制定出更为合理的特许期决策。

约束模型(9)中得到的特许期取值范围内的收益净现值可以表示为 $NPV(T_{p\max}) - NPV(\min(T_{p\min}))$ 。在整个讨价还价过程中,政府与私人机构必定竭尽所能使自己的分得的利益更大,由于两者均能计算出对方的支付函数,在利益驱动下,为使自身挣得更大的利益,就会形成无限回合讨价还价的博弈过程。但在现实中,双方都会考虑到时间价值及谈判成本,这就使得无休止的讨论显然不合理。在建立讨价还价模型中,引入消耗参数 $\delta(0 \leq \delta \leq 1)$,这一参数表示讨价还价一个回合,政府及私人机构的利益所得均降低为上一回合谈判所得的 δ 倍。还考虑到双方谈判中消耗的成本费用,如谈判的人工费、场地费及谈判过程中的机会成本等,我们分别用参数 f_1 和 f_2 来表示政府和私人机构谈判一个回合的费用。在第一回合谈判中,政府提出分配方案时一定要充分考虑到私人机构是否愿意接受,从而报出一个容易被私人机构接受的价格。在第一回合谈判过程中,如果私人机构拒绝政府出价,则其在第二回合至少有机会得到一个最小收益 q_1 和最大收益 Q_1 。但由于进入第二回合谈判,私人机构要消耗一定的时间价值和谈判成本,因此其收益变为最小 $\delta q_1 - f_1$ 和最大为 $\delta Q_1 - f_1$,由于政府在第一回合谈判中要尽可能使私人机构满意,因此政府在该回合中获得的最小收益为 $[NPV(T_{p\max}) - NPV(T_{p\min})] - (\delta Q_1 - f_1)$ 最大收益 $[NPV(T_{p\max}) - NPV(T_{p\min})] - (\delta q_1 - f_1)$ 。可以得到政府在第一回合谈判中提出分配方案满足下面条件:

$$\begin{cases} Q_2 \leq [NPV(T_{p\max}) - NPV(T_{p\min})] - (\delta q_1 - f_1) \\ q_2 \geq [NPV(T_{p\max}) - NPV(T_{p\min})] - (\delta Q_1 - f_1) \end{cases} \quad (10)$$

接下来我们假设在政府第一回合提出方案之后,私人机构拒绝该方案,因此博弈进入第二回合,由私人机构提供策略方案,政府决定是否接受。同第一回合要求相同,私人机构提出方案必须充分考虑到政府可接受范围,如果政府在本回合拒绝其提出方案,则谈判进行到第三回合政府就有可能得到一个最小收益 $\delta^2 q_2 - 2f_2$ 和最大收益 $\delta^2 Q_2 - 2f_2$ 。而私人机构在该回合中的收益最小可以表示为 $[NPV(T_{pmax}) - NPV(T_{pmin})] - (\delta^2 Q_1 - 2f_1)$ 和最大收益为 $[NPV(T_{pmax}) - NPV(T_{pmin})] - (\delta^2 q_1 - 2f_1)$ 。与第一回合同理可以得到私人机构在第二回合中提出方案满足下面的条件:

$$\begin{cases} Q_2 \leq [NPV(\max(t)) - NPV(\min(t))] - (\delta^2 q_1 - 2f_1) \\ q_2 \geq [NPV(\max(t)) - NPV(\min(t))] - (\delta^2 Q_1 - 2f_1) \end{cases} \quad (11)$$

由于在项目谈判过程中消耗参数 δ 及谈判成本的存在,政府及私人机构都愿意尽早拿到各自收益,一次两者更倾向于在第一回合就拿到收益。因此采用逆推归纳法对上述问题进行求解,将(11)中的两个约束条件带入(10)中得到以下约束条件:

$$\begin{cases} Q_1 \leq \{(1-\delta)[NPV(T_{pmax}) - NPV(T_{pmin})] - 2\delta f_1 + f_2\} / (1-\delta^2) \\ q_1 \geq \{(1-\delta)[NPV(T_{pmax}) - NPV(T_{pmin})] - 2\delta f_1 + f_2\} / (1-\delta^2) \end{cases} \quad (12)$$

由式(12)我们可以看出只有在取等号时上述约束条件才成立,政府在该过程中所得可以表示为:

$$Q_1 = q_1 = \{(1-\delta)[NPV(T_{pmax}) - NPV(T_{pmin})] - 2\delta f_1 + f_2\} / (1-\delta^2) \quad (13)$$

结果(13)是我们通过逆推归纳法求出的结果,该结果即为政府先出价过程中政府所获的收益。最终我们可以通过净现值与年限的关系得出政府与私人机构在 $[T_{min}, T_{max}]$ 之间利益的分配方案,私人机构在该谈判中分的利益 NPV^* 如式(14)所示:

$$NPV^* = NPV(T_{pmax}) - Q_1 \quad (14)$$

最终通过个人所得确定优化后的项目特许权期 T^* 可以表示为:

$$T^* = T[NPV_{T^*} = NPV^*] \quad (15)$$

例:在江苏省境内计划以 BOT 方式修建一条全长 248.21 km 的国家级高速公路。根据江苏省该地区周边类似公路运营情况,假设建成后 1~5 年的日均交通量为 25 500 辆/日,以该 5 年日交通量为基数

采用增量法估计项目运营日交通量,以 5 年为一个预测周期,预计项目建成通车后 6~10 年、11~15 年、16~20 年、21~25 年、26~30 年的日均交通量增长率分别为 35%、20%、10%、5% 和 2%。计价方案采用江苏省高速公路统一收费标准,分别采用载客类和载货类两种计价方式,为计算简便,本文取载客类交通量占总交通量的 65%,年小修成本及周期性大修成本基准值分别为 65 000 元/公里和 5 000 000 元/公里,根据一般高速公路特性将其大修周期设为 10 年。私人机构与政府达成共识,政府规定建设期上限为 5 年,假设政府允许项目最高净收益率为 18%,项目公司可接受最低净现值率为 15%,无风险投资回报率为 10%。参见江苏省内某高速公路建设公司股本结构,假设私人机构投资该项目股权融资占 83%,债券融资占 17%,其中股权成本设为 15%,债券成本为无风险利率 10%,为计算方便这里假设项目谈判一个回合中,政府谈判成本 f_1 为 7 万元,私人机构谈判成本 f_2 为 5 万元,消耗参数 δ 设为 0.95。经计算

$$T^* = T(NPV = 856783.19) = 26.51(\text{年})$$

最终通过取整政府在该项目中最终确定特许权期为 27 年。

5 结论

特许期限是项目特许权协议中的重要内容,它是划分政府和投资商各自权利、义务和职责的时间分界线,是项目所有权与经营权归属的时间界限。特许权期限受多种因素综合影响,是多因素综合影响、平衡的结果。在高速公路等 BOT 项目中,收费定价是影响特许权期制定的众多因素中最为关键的一个,对特许权期的最终确定有深刻影响。本文构建了基于收费价格的 BOT 项目特许权期决策模型,为高速公路等 BOT 项目特许权期确定建立了较为系统的理论方法,而且我国在工业项目、基础设施领域实施 BOT 特许权经营方面已经积累了宝贵经验,而且在国际上,政府特许权被应用来开发自然资源在国际上已取得了成功的经验,本文具有较好的理论价值和实际应用价值。现实中,特许权合同还会包括一些其他担保条件,项目可能同时具有多种期权,其对 BOT 项目价值的影响,将是今后研究的重点。

参考文献

- [1] 戴大双,宋金波. BOT 项目特许权期决策管理[M]. 北京:电子工业出版社,2010:45-67.
- [2] ENGEL E, FISHER R, GALETOVIC A. Revenue-based auction and unbundling infrastructure franchises [J]. Electrical

- Power and Energy Systems, 2003(2):167—172.
- [3] ENGEL E, FISHER R, Galetovic A. Highway franchising: pitfalls and opportunities[J]. American Economic Review, 1997(87):68—72.
- [4] 初金章. 蒙特卡罗模拟成本风险分析中的应用[D]. 青岛:青岛市公路管理局, 2010.
- [5] 张树建. 高速公路的交通流量构成与增长分析[J]. 天津建设科技, 2000(2):21—23.
- [6] ESTHER MALINI. Build Operate Transfer Municipal Bridge Projects in India [J]. Journal of Management in Engineering, 1999(5):51—58.
- [7] 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, 19(2):60—63.
- [8] YE S D, ROBERT L K T. NPV-at-risk method in infrastructure project investment evaluation[J]. Journal of Construction Engineering and Management, 2000(3):227—233.
- [9] 李启明, 申立银. 基础设施 BOT 项目特许权期的决策模型[J]. 管理工程学报, 2000, 14(1):43—46.
- [10] 赵立力, 谭德庆. BOT 项目特许权期和投资规模决策分析[J]. 运筹与管理, 2007, 16(8):40—49.
- [11] 周晶, 何建敏, 杨宏伟. 基于委托代理模型 BOT 模式的有效性分析[J]. 东南大学学报, 2005, 35(3):489—492.
- [12] 杨宏伟, 周晶, 何建敏. 基于博弈论的交通 BOT 项目特许权期的决策模型[J]. 管理工程学报, 2003, 17(3):93—95.
- [13] 待玉成, 万法菊. 城市供 BOT 项目特许权期决策的博弈分析[J]. 南京工程学院学报, 2006, 4(2):28—33.
- [14] 鲍海君, 申立银, 吴宇. 基础设施 BOT(build-operate-transfer) 项目特许权期决策的 Bargaining 博弈模型[J]. 浙江大学学报, 2010, 37(2):161—165.
- [15] 杨屹, 郭明靓, 危文秀. 基于期权博弈的基础设施项目二阶段特许权期决策模型[J]. 中国软科学, 2007(6):81—84.
- [16] 赵国杰, 何涛. 基于实物期权的 BOT 项目特许期决策模型研究[J]. 北京理工大学学报, 2010, 12(5):27—30.
- [17] 覃正标, 蒲云, 胡敏杰. 基于模糊实物期权的基础设施 BOT 项目价值研究[J]. 北京交通大学学报, 2009, 8(2):48—53.

Study on Decision Method of BOT Concession Period

HANG Sheng-ce, TIAN Fang-hua

(Management School of Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710129, China)

Abstract: concession period length decision is one of the core problems of Expressway BOT concession. In determining the concession period is directly related to the interests of the host government and the item company distribution, if the concession period is longer, the host country's interests; the concession period shorter will affect the interests of item company, which will lead to the failure of BOT projects. This paper analyzes some factors affecting the concession period, and analyze the effects of these factors on concession period decision-making, based on the Monte Carlo method to determine the concession period model, the theory method system which provides to judge and decision-making of BOT project concession period.

Key words: infrastructure; concession period; the BOT project; Monte Carlo

(上接第 91 页)

- 经济网, http://district.ce.cn/zt/zlk/bg/201206/11/t20120611_23397695.shtml.
- [2] 于秀林, 任雪松. 多元统计分析[M]. 北京: 中国统计出版社, 1999:154—166.
- [3] 余锦华, 杨维权. 多元统计分析与应用[M]. 广州: 中山大学出版社, 2006:210—224.
- [4] 罗应婷, 杨钰娟. SPSS 统计分析——从基础到实践[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007:285—300.
- [5] 董梅生, 张佳佳. 基于因子分析与聚类分析的城市设施水平综合评价[J]. 安徽工业大学学报: 社会科学版, 2012(4):16—19.
- [6] 王欣. 基于因子分析的城市设施水平综合评价[J]. 科技创业, 2012(4):16—17.

Evaluation of Principal Component Analysis and Factor Analysis of the City Facility Level Based on

RUAN Wan-qing, ZHANG Hong-yan, FENG Yu-tie

(School of Science, Heilongjiang Institute of Science and Technology, Harbin 150027, China)

Abstract: In this paper, by the method of principal component analysis ordination and classification of municipal facilities in our province are main city. Then, on the classification of the rationality of exploring the use of factor analysis method, obtains the superiority in the municipal building of each area of our province and deficiency. Finally, for the future development of municipal construction put forward the scientific, reasonable suggestions.

Key words: the level of city facilities; PCA; factor analysis; factor rotation