

考虑交易成本的公共项目可融资性研究

叶晓甦¹(教授), 石世英¹, 刘李红², 唐惠琰¹

【摘要】 本文基于投资学、项目融资和交易成本理论,构建了考虑交易成本要素的公共项目可融资性系统模型,并以垃圾焚烧发电PPP项目为例,利用系统动力学和模糊数学对该项目可融资性系统的关键参数进行模拟仿真,讨论了特定折现率水平下特许经营期、交易成本、特许经营价格、企业创新和垃圾热值引起的PPP项目净现值、净资产收益率和利息支付倍数的变动趋势及其作用效果。

【关键词】 公共项目; 可融资性; 交易成本; 资产收益率; 系统动力学

【中图分类号】 F294 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1004-0994(2017)05-0003-6

可融资性可以理解为“项目根本上是否可以融资,是否具有积极的或明显的现金流”(Weber B.等)。公共项目的公共性、资本密集性、资金使用周期长以及政府预算约束等特征促进了融资渠道拓展和公共项目建设与运营机制创新,而可融资性是吸引社会资本、银行或其他金融机构参与项目的基础(Akintoye A.等)。可融资性研究是解决公共项目投资回收或贷款偿还问题的有效途径。

营利性是项目具有可融资性的重要体现,现金流是项目营利性的量化表现,也是考虑物有所值影响下投资者决策的关键判断依据。对于公共项目现金流的研究集中于BOT项目收益模型、基于风险的PPP项目现金流测算(Chang Z.)、考虑交易成本的PPP项目成本计量(Fernandes C.等)以及考虑物有所值的项目会计处理(Heald D.),这些研究从项目或项目发起人视角识别与评估项目的效率增益、现金流结构及其要素、物有所值测试以及成本收益处理,为公共项目投融资、建设与运营管理提供重要参考;但是这些研究没有从投资人或债权人视角对项目的现金流结构、资金偿还能力、投资回报潜力以及资本盈利能力等进行分析,而这也是出资者或债权人行为决策的关键。因此本文以垃圾焚烧发电PPP项目为例,基于投资学、项目融资和交易成本理论构

建公共项目可融资性系统模型,利用系统动力学和模糊数学对其进行计算仿真,为投资者或债权人投资公共项目、资金使用决策及其管理提供参考。

一、融资要素与前提条件

现金流要素是设计PPP项目现金流结构、融资模型以及资金偿还方案的基础信息;银行等金融机构或债权人也需要根据项目现金流结构决定投资金额与周期、制定资本回收计划与风险管理策略等(Bodize Z.等)。考察一个项目是否是一个可融资的项目,既要考察项目自身的经济可行性,也要考察项目给投资者带来的资产价值。对于公共项目,必须保证公共利益同时满足投资者的合理经济目标,因此考虑公共性是公共项目融资的决策前提。

根据投资学可知,资产价值最大化是银行、金融中介等出资人投资的首要目标,资产收益率(ROA)是其判断项目是否可以投资的关键指标。从项目融资视角看,现金流分析是明晰项目成本与收益的最直接途径,也是反映项目前景的重要信息。图1描述了公共项目的现金流结构。项目建设期的建设成本在项目建成后应予资本化处理;项目运营期的项目现金流入主要是营业收入或销售收入、补贴收入,现金流出主要是外购材料及燃料动力发生的成本、人力资源成本、维护成本、保险及税金等。扣除成本的

【基金项目】 国家社会科学基金项目“建筑废弃物循环利用产业促进研究”(项目编号:11CJY040); 国家社会科学基金项目“西部地区公共项目公私合作机制研究”(项目编号:10XGL009); 国家自然科学基金项目“西部城市PPP项目融资风险控制研究”(项目编号:70672011)

净现金流可用于项目运营活动的再投入、投资者利益分配以及人员培训等,从而保障项目的可持续经营和投资者的持续资金支持。

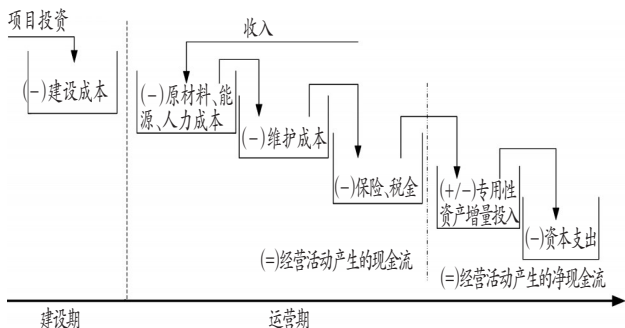


图1 项目现金流结构

交易成本包括信息、谈判、合同执行与监管以及绩效测量等成本,其规模取决于交易环境助长机会主义行为的程度,与信息约束和资产专用性存在重要关联。交易成本不仅对PPP项目的伙伴关系建立、价值创造以及风险管理存在重要影响,而且直接影响主体的行为决策、生产成本以及经济收益。因此,为了提升项目投资决策和现金流分析的准确性与科学性,现金流结构应包含生产成本、交易成本和经济收入三个部分。

二、研究方法 with 模型构建

(一)研究方法

PPP项目可融资性分析主要涵盖项目经济可行性、投资者盈利能力以及项目资金偿还能力等,涉及项目生产成本、交易成本和经济收入三个因变量,包括项目总投资、特许经营价格、特许经营期以及运营维护成本等多个自变量;因变量与自变量相互之间、自变量之间存在着非线性、动态的复杂关系,简单的数学方法很难实现复杂系统计算、仿真及可视化效果。系统动力学是利用系统理论研究系统内部结构与动态行为关系的重要方法,它适用于解决经济、社会和生态环境等非线性复杂系统的问题,主要涉及系统结构分析、建立数学关系及模型评估等环节。因此,本文选择应用系统动力学研究公共项目可融资性系统,以厘清PPP项目可融资性系统要素之间的作用机理。

(二)模型构建

1. 系统结构分析。本研究采用净现值(NPV)、资产收益率(ROA-Bank和ROA-Invest)和净资产收益率(ROE)分别反映项目经济性、项目对银行等金融机构的资金偿还能力、投资者盈利能力。垃圾焚烧发电PPP项目的成本系统不仅涉及从输入到产出

的工程或技术等生产成本,而且包含项目合同的谈判、协商、执行以及监管等行为发生的交易成本。为理解与测量该项目的交易成本,将其分类为事前交易成本和事后交易成本。基于此,该项目的可融资性系统要素因果关系如图2所示。

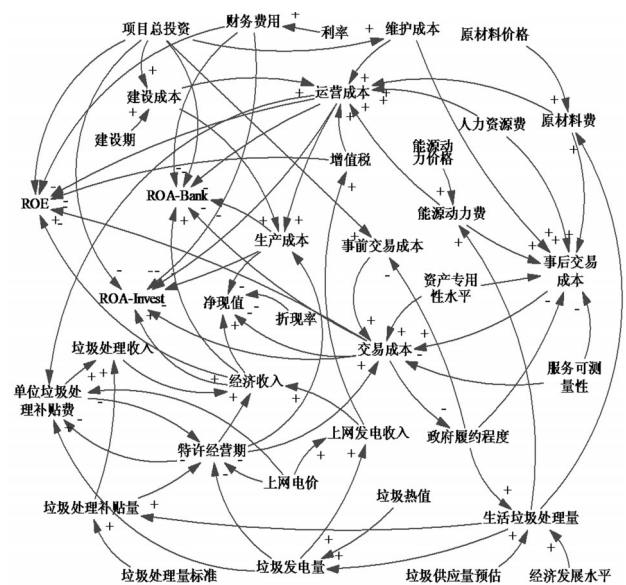


图2 项目可融资性系统要素因果关系

2. 建立数学关系。基于上述因果关系构建如图3所示的项目现金流模型,把NPV、ROA-Bank、ROA-Invest、ROE和利息支付倍数作为垃圾焚烧发电PPP项目的最终输出变量,其计算公式为:

$$\text{净现值(NPV)} = \text{经济收入(EI)} - \text{生产成本(PC)} - \text{交易成本(TC)} \quad (1)$$

$$\text{ROA-Bank} = \text{税前利润} / \text{银行贷款总额} \quad (2)$$

$$\text{ROA-Invest} = \text{税前利润} / \text{项目总投资} \quad (3)$$

$$\text{ROE} = \text{净利润} / \text{权益总额} \quad (4)$$

$$\text{利息支付倍数} = \text{息税前利润} / \text{利息费用} \quad (5)$$

该系统的状态变量是项目特许经营期内所有年份的经济收入、生产成本和交易成本,采用INTEG(m, n)函数进行运算,其中m、n分别代表变量的变动量、初始值,计算公式如下:

$$\text{EI} = \text{INTEG}[(\text{建设成本} + \text{运营成本}) / (1 + \text{折现率})^{\text{Time}}, 0] \quad (6)$$

$$\text{PC} = \text{INTEG}[(\text{垃圾处理收入} + \text{上网发电收入}) / (1 + \text{折现率})^{\text{Time}}, 0] \quad (7)$$

$$\text{TC} = \text{INTEG}\{[(\text{事前交易成本} + \text{事后交易成本}) / \text{Time}] / (1 + \text{折现率})^{\text{Time}}, 0\} \quad (8)$$

决策变量和辅助变量是系统动力学模型计算仿真的重要变量,该系统的决策变量是建设成本、运营成本、事前交易成本、事后交易成本、垃圾处理收入

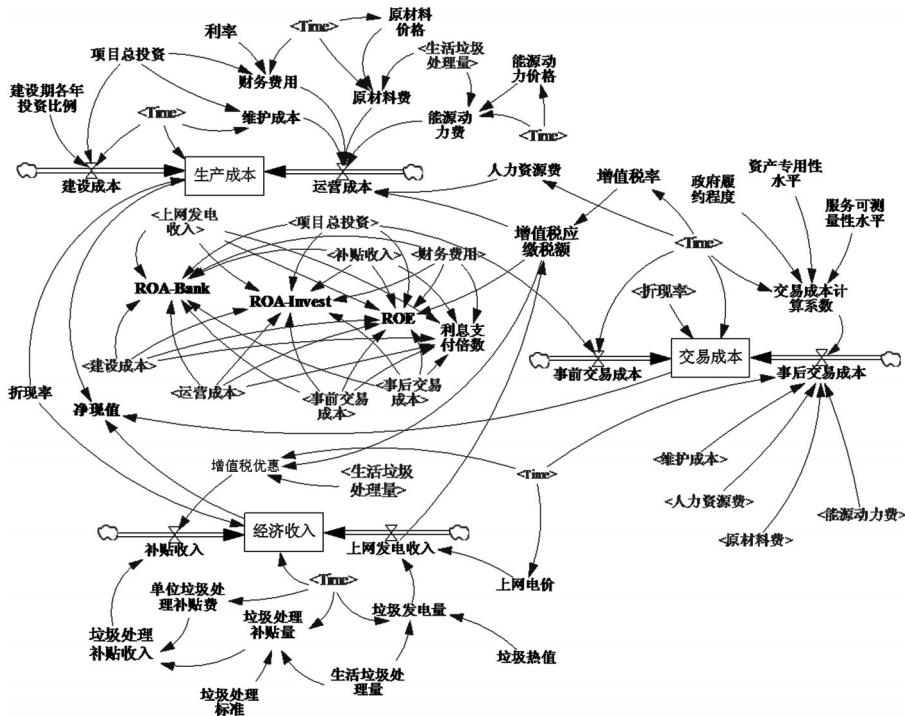


图3 项目现金流模型

和上网发电收入,如表1所示,其他均为辅助变量。另外,生活垃圾处理量是PPP项目公司某一年处理生活垃圾的实际数量。在建设期,一般不发生单位垃圾处理补贴费、上网电价、原材料价格、能源动力价格以及人力资源费,因此模型中这五个变量按照公式(9)执行,其中,B为常数,T0为项目建设期。

$$\text{变量} = \text{IF THEN ELSE}(\text{Time} > T_0, B, 0) \quad (9)$$

对于事后交易成本,Whittington J. M. 提出

DBB (Design-Bid-Build) 模式和 DB (Design-Build) 模式的事后交易成本分别为合同价值的 8.9%~14.7%、3.4%~14.3%。Masten 等认为组织成本是交易成本的关键,组织成本约占资产价值(要素投入)的 14%。另外,资产专用性和服务可测量性是管理方式选择和 PPP 伙伴关系维系的关键, Brown 等提出,“居民固体垃圾收集”和“固体垃圾处理”的资产专用性和服务可测量性分别为 3、2.06 和 3.33、2.12(采用五分制,取平均值简化计算,即 3.17、2.09)。此外,政府履约能力也是取得 PPP 项目收益和降低交易成本的必要条件。

因此,结合项目特征以及专家咨询意见,本研究选择资产专用性、服务可测量性和政府履约能力作为事后交易成本计算系数(k)的基础,则 $k = [1 - \text{政府履约程度}(\text{Time})/10] \times 0.02 + \{[(1 - 3.17/5) \times 0.5 + (1 - 2.09/5) \times 0.5] \times 0.147\}$ 。

四、系统模拟分析

(一) 案例背景

重庆市政府于 2003 年授权某企业采用 PPP 模

表 1 系统决策变量和辅助变量的释义

变量名称	关系表达式	备注
建设成本	=项目总投资×建设期各年投资比例(Time)	建设期各年投资比例采用表示积累变化的表函数进行计算
运营成本	=人力资源费+原材料费+维护成本+能源动力费	人力资源费主要涉及人工工资及福利
维护成本	=IF THEN ELSE(Time>T0,项目总投资×a,0)	T0为项目建设期,a为维护成本占项目总投资的比例
事前交易成本	=IF THEN ELSE(Time>1,0,项目总投资×0.02)	事前交易成本为合同价值的2%,合同价值是项目总投资
事后交易成本	=IF THEN ELSE(Time>2,k×I,0)	k为事后交易成本计算系数,I是原材料费、能源动力费、维护成本、人力资源费的总和
垃圾处理收入	=单位垃圾处理补贴费×垃圾处理补贴量	单位垃圾处理补贴费是政府对项目公司处理1吨生活垃圾的补贴价格
上网发电收入	=上网电价×垃圾发电量	上网电价为电力公司支付给项目公司生产1千瓦时电量的价格
原材料费	=原材料价格×生活垃圾处理量(Time)	原材料价格是处理1吨生活垃圾所消耗的原材料费用
能源动力费	=能源动力价格×生活垃圾处理量(Time)	能源动力价格是处理1吨生活垃圾所消耗的能源动力费用
垃圾处理补贴量	=IF THEN ELSE[生活垃圾处理量(Time)/365≥日均垃圾处理量标准,生活垃圾处理量(Time),日均垃圾处理量标准×365]	垃圾处理补贴量和最低日均处理量标准在项目特许经营协议中有相应的规定
垃圾发电量	=垃圾热值×生活垃圾处理量(Time)	垃圾热值根据发电设备和垃圾特征选取

式建设一座垃圾焚烧发电厂。该发电厂的处理能力为1200吨/日,项目特许经营期为25年(含建设期2年),总投资约3.2亿元,建设期内投资比例为第1年45%、第2年55%。对于垃圾处理补贴费,当政府提供的日均垃圾处理量低于1200吨时,政府将按照1200吨的标准支付补贴费;项目建成投产后采用等本付息的方式偿还银行贷款;每年投入的维护成本为项目总投资的5.5%,其他数据见表2。

表2 变量说明及赋值

变量	折现率	上网电价	单位垃圾处理补贴费	垃圾热值	原材料价格	能源动力价格	人力资源费
取值	10%	0.65元/千瓦时	69.9元/吨	255千瓦时/吨	19元/吨	42元/吨	900万元/年

运用Mamdani模糊推理方法,采用三角形隶属度函数,对生活垃圾处理量的评判分为很少、少、一般、多和很多五个等级,其评判取值范围为28万~68万吨/年;对生活垃圾供应量预估的评判分为低、中、高三等级,其评判取值范围为35万~55万吨/年;对政府履约程度和经济发展水平的评判均分为低、中、高三等级,其评判分别设定在0~10的范围内取值;由此生成对各变量隶属度函数的定义。在此基础上定义“IF-THEN”规则,利用MATLAB的FUZZY工具箱进行模拟仿真,按照规则对生活垃圾供应量预估、政府履约程度和经济发展水平进行相应取值,对这三个变量的取值进行评判并将其作为输入变量,运用FUZZY工具计算,得到生活垃圾处理量的输出值。基于评判原则,结合案例背景对生活垃圾处理量进行预测,结果见表3。

表3 生活垃圾处理量预测值 数量单位:万吨/年

年份	第1~2年	第3~6年	第7~11年	第12~30年
垃圾供应量预估	-	40	40	40
政府履约程度	-	6	8	9
经济发展水平	-	6	8	9
生活垃圾处理量	0	43	49.2	53

(二)模拟结果

1. 项目经济可行性分析。运用Vensim软件对该项目进行可融资性分析,正交易成本延长了社会资本投资者收回投资的动态投资回收期,交易成本为零时该项目的动态投资回收期为14.91年,与正交易成本条件下相比缩短了约2.73年。对于投资者而言,获取投资收益的时间点提前和可供分配的金额增加,有利于降低资金风险;对于银行等债权人而言,

因利率约束导致其收益基本不变,但增强了项目债务偿还的稳定性,如图4所示。当交易成本不为零时,从第18年年年初开始,项目的ROE基本维持在15%左右,利息支付倍数维持在31倍以上,如图5所示,说明项目具有较好的盈利能力和偿债能力;正交易成本降低了项目的ROA和ROE,削弱了项目的资金偿还能力和盈利能力。

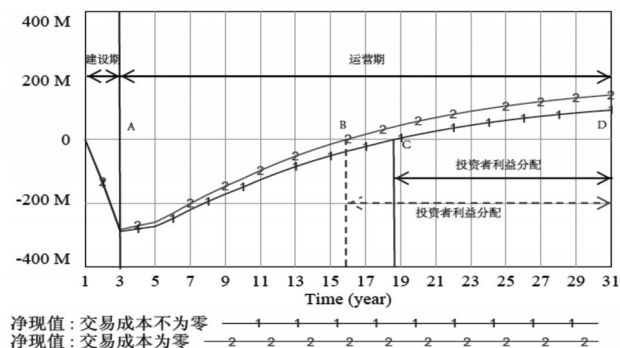


图4 净现值变动趋势(元/年)

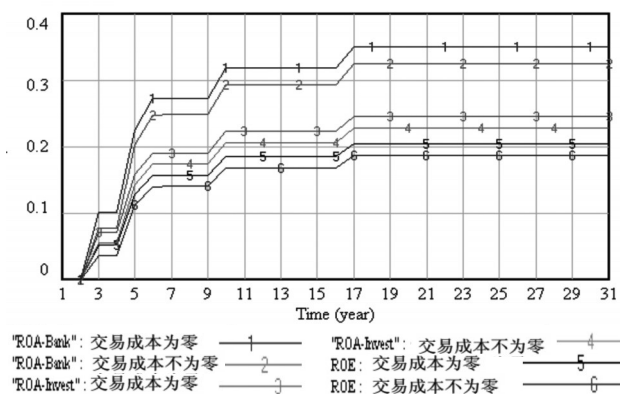


图5 (净)资产收益率变动趋势

2. 决策分析。

(1)调整特许经营价格。图6反映了单位垃圾处理补贴费变动下的项目ROA、ROE和利息支付倍数的变动趋势。若单位垃圾处理补贴费由69.9元/吨增加到76.89元/吨或83.88元/吨,则第17年年末项目NPV将变为1371.69万元或3553.19万元,项目ROE将变为0.1837或0.1965,项目利息支付倍数将变为29.71或31.36倍;若单位垃圾处理补贴费由69.9元/吨降低到62.91元/吨或55.92元/吨,则第17年年末项目NPV将减少到-2991.3万元或-5172.79万元,项目ROE将变为0.1579或0.1449,项目利息支付倍数将变为26.41或24.76倍。

(2)调整垃圾热值。图7反映了垃圾热值变化的项目ROA、ROE和利息支付倍数的变动趋势。若垃圾热值由255千瓦时/吨增加到280.5千瓦时/吨或

306 千瓦时/吨,则第 17 年年末项目 NPV 将变为 4035.81 万元或 8881.4 万元,项目 ROE 将变为 0.1961 或 0.2249,项目利息支付倍数将变为 32.05 或 36.04 倍;若垃圾热值由 255 千瓦时/吨降低到 229.5 千瓦时/吨或 204 千瓦时/吨,则第 17 年年末项目 NPV 将减少到 -5655.39 万元或 -10501 万元,项目 ROE 将变为 0.1419 或 0.1148,项目利息支付倍数将变为 24.07 或 20.85 倍。

(3)企业创新对可融资性的作用。企业是 PPP 项目建设与运营的关键主体,创新是企业生存与发展的重要途径,企业通过技术、制度和管理等方面的创新来提升生产经营能力和降低产品生产成本。尤其是技术创新,在其他条件固定的情况下,技术创新和企业财务绩效的相关系数为 0.6,对企业盈利能力和财务绩效具有直接、显著的影响(朱乃平等)。为了说明创新行为对 PPP 项目收益的影响,选择项目运营成本节约 10%作为创新效果,模拟结果显示,若企业创新导致项目运营成本减少 10%,则第 17 年年末项目 NPV 将变为 3772.27 万元、项目 ROE 变为 0.195、项目利息支付倍数变为 31.19 倍;第 25 年年末,因企业创新引发 PPP 项目 NPV 增长 44.68%,见图 8。

(4)特定 ROE 条件下的变量决策。根据《建设项目经济评价方法与参数(第三版)》关于垃圾发电项目的税后行业财务基准收益率(10%)和《中华工商

上市公司财务指标指数(2012 年度)》关于公用事业的净资产收益率阈值($2.6 \leq ROE \leq 13.74$),结合价格水平变动、垃圾发电 PPP 项目的公共性以及确保社会资本投资者的合理收益,选取 12%作为垃圾发电 PPP 项目的 ROE 基准线。

政府可以通过调控特许经营期、特许经营价格、生产成本和交易成本等关键参数控制项目 ROE,例如在特许经营期不变的条件下,特许经营价格减少 30%,同时提升政府履约能力降低 10%的交易成本,则项目的 ROE 可控制在 15%以内,见图 9。此外,为了约束社会资本投资者的暴利行为,政府和社会资本投资者协商设定超额利润的处置机制,例如设置投资回报率上限,或从超额利润部分抽取一定比例作为该项目救济基金或风险管理预备金。

五、结论

本文在考虑交易成本的情境下,以可融资性为基点,以垃圾焚烧发电 PPP 项目为研究对象,运用投资学、项目融资和交易成本理论,构建了考虑交易成本的 PPP 项目可融资性系统要素及其因果关系;基于系统理论,运用系统动力学和模糊数学模拟关键参数变化对 PPP 项目可融资性系统的影响。在特定折现率水平下,利用 Vensim 软件模拟了交易成本、特许经营期和特许经营价格等关键参数对项目可融资性系统的作用效果;同时,探索了在特定净资产收

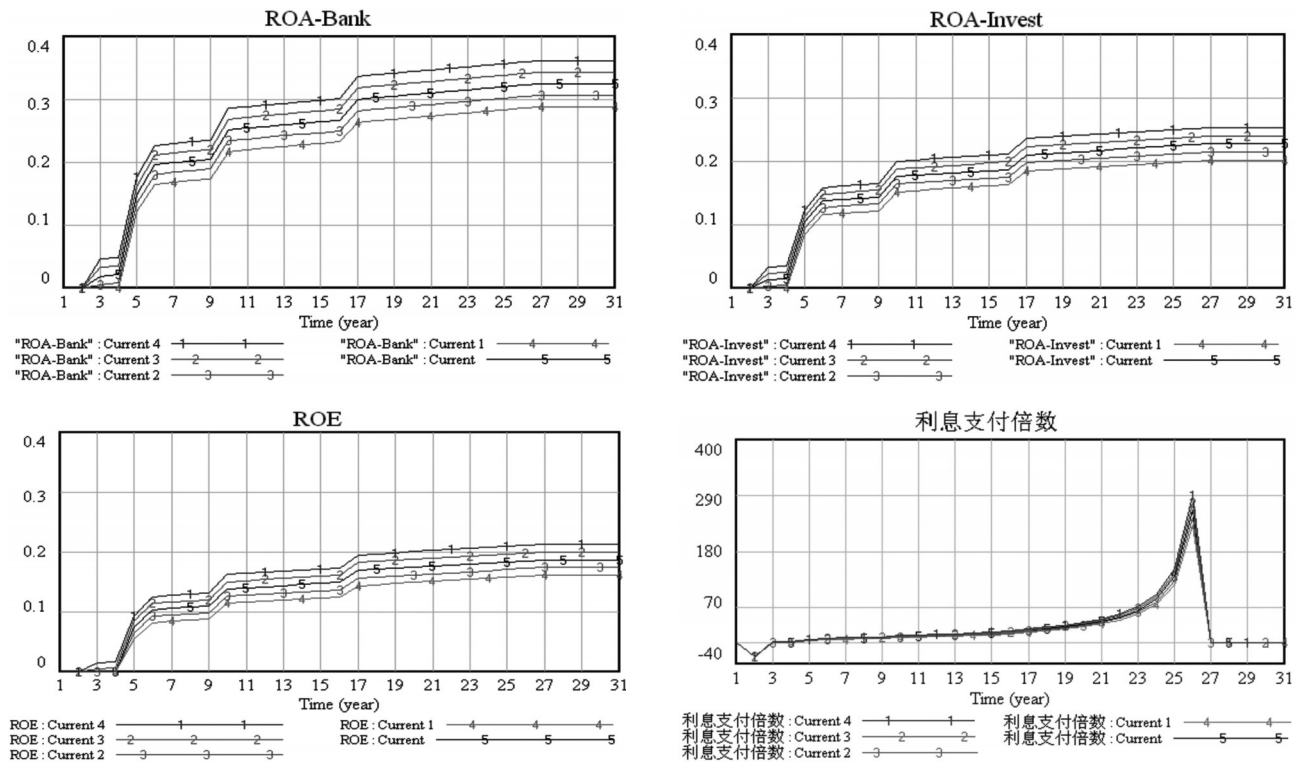


图 6 特许经营价格调整下 ROA、ROE 和利息支付倍数的变动趋势

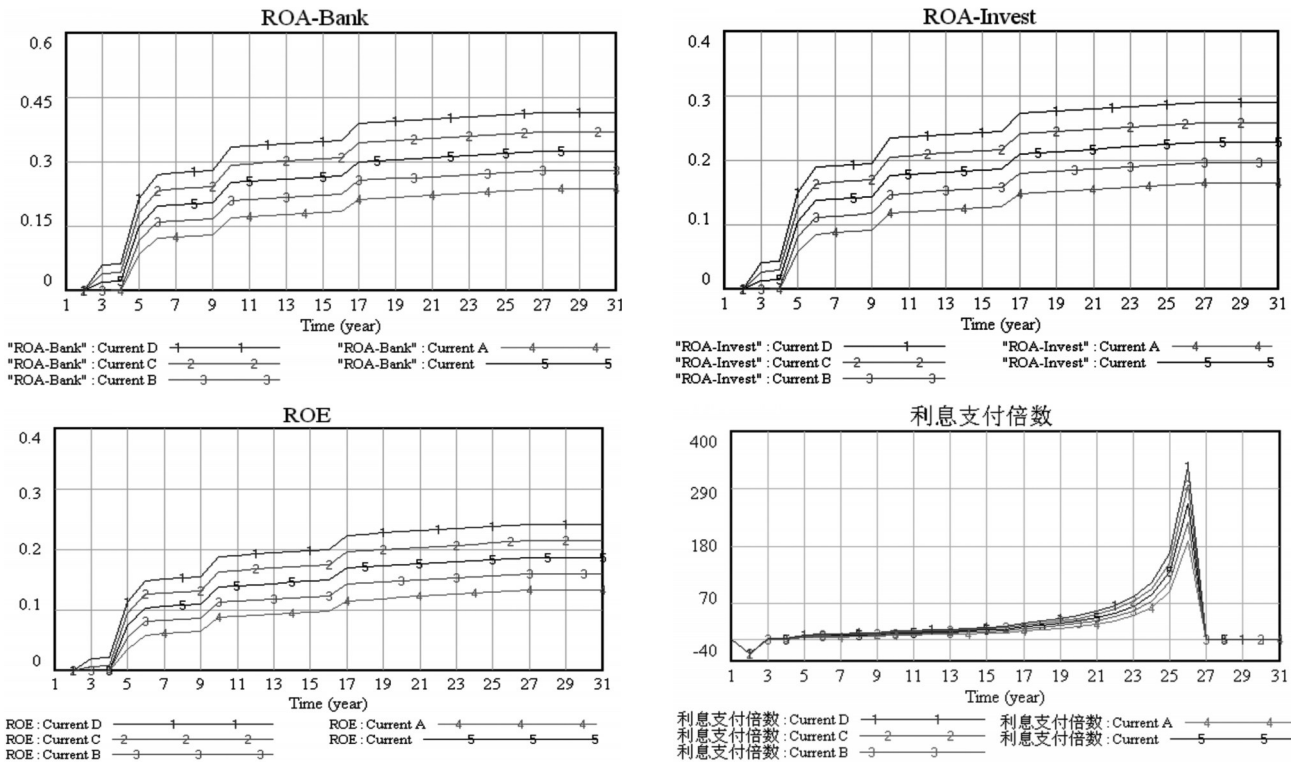


图 7 垃圾热值调整下资产收益率、净资产收益率和利息支付倍数的变动趋势

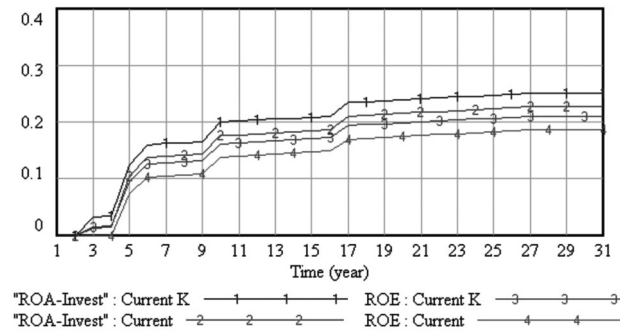


图 8 企业创新对 PPP 项目收益的影响

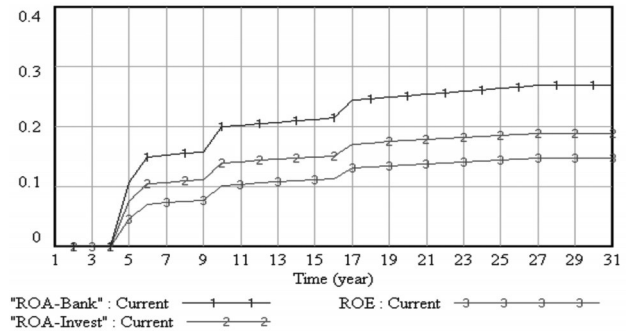


图 9 特许经营期不变、调整特许经营价格与交易成本

益率约束下关键参数的决策。研究表明,垃圾热值和企业创新对 PPP 项目可融资性系统影响最为显著,其次为特许经营价格,然后是特许经营期和交易成本。正交易成本降低了项目的净现值,延长了社会资本投资者收回投资的动态投资回收期,降低了项目的资产收益率、净资产收益率和利息支付倍数,削弱了项目的债务偿还能力和盈利能力,影响了 PPP 项目绩效和资产价值。在项目决策阶段,政府和社会资本投资者应充分考察项目所需垃圾的特性、合作伙伴的能力与资源、资本市场信息以及项目所在地的经济政策,以降低履约风险、融资风险、财务风险和垃圾量风险;在此基础上,对公共项目进行可融资性分析预测与评估,并对现金流结构、特许经营价格和政府履约水平进行科学评估与决策。

主要参考文献:

Moro Visconti R.. Improving Value for Money in Italian Project Finance [J]. Managerial Finance, 2014(11).

Weber B., Alfen H. W.. Infrastructure as an Asset Class: Investment Strategies, Project Finance and PPP[M]. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd, 2010.

王其藩. 系统动力学(修订版)[M]. 北京:清华大学出版社, 1994.

作者单位: 1. 重庆大学建设管理与房地产学院, 重庆 400045; 2. 北京交通大学经济管理学院, 北京 100044