

城市轨道交通PPP项目运营阶段风险识别*

王凯妮, 邓小鹏, 赵超

(东南大学土木工程学院, 江苏 南京 211189)

摘要: 将财务风险预警理论引入可行性缺口模型, 计算财务数据对轨道交通PPP项目可行性缺口补助的敏感性系数, 以此来识别城市轨道交通项目运营期风险控制的主要对象。通过对青岛地铁4号线PPP项目的实例分析, 验证该方法的可行性和科学性, 并根据风险分担原则确定风险分担机制。

关键词: 城市轨道交通; PPP项目; 运营风险; 可行性缺口补助

中图分类号: F407.9 文献标识码: A 文章编号: 1002-851X (2019) 02-0036-04

DOI: 10.14181/j.cnki.1002-851x.201902036

Risk Identification of Urban Rail Transit PPP Projects during Operation Period

WANG Kaini, DENG Xiaopeng, ZHAO Chao

(School of Civil Engineering, Southeast University, Nanjing 211189, China)

Abstract: This paper introduces the financial risk early warning theory into the viability gap funding model, and calculates the sensitivity coefficient of the financial data to the viability gap funding of urban rail transit PPP project to identify the main target of the risk control of the urban rail transit project during the operation period. Based on the analysis of the PPP project of Qingdao metro line 4, verifies the feasible and scientific aspect of the method, and determines the risk sharing mechanism according to the risk sharing principle.

Keywords: urban rail transit; PPP project; operational risk; viability gap funding

1 引言

城市轨道交通对于城市客运承载量的作用不言而喻。很多国际化大都市的城市轨道交通承担了一半以上的城市客运量, 有的甚至超过70%, 而在我国, 即使是轨道交通发达的城市, 例如北京、上海等, 轨道交通客运量也不足城市客运量的50%, 这说明我国的城市轨道交通项目仍具有较大的发展空间。轨道交通项目具有投资金额巨大、建设过程复杂、运营时间较长等特征, 在城市轨道交通项目中引入PPP模式, 不仅可以有效缓解政府财政压力, 还可以提高城市轨道交通的服务质量

和运营效率, 具有很大的发展前景。

由于城市轨道交通项目是准经营性项目, 具有公益性和较强的外部性, 其票价是政府制定和监管下的低票价, 故社会资本方很难单纯通过票价收入来收回投资, 一般在项目运营阶段通过“使用者付费+政府补助”的回报模式来保证社会资本收回投资, 并取得一定的收益回报。但是, 在城市轨道交通PPP项目中, 运营阶段的风险在政府和私营部门间分担不对等, 造成了大量失败案例, 以印度的德里地铁为例, 其运营阶段的风险完全由社会资本方承担, 导致Reliance Infrastructure和西班牙CAF组成的联合体发生巨额亏损, 最终造成项目失败。因此, 研究我国城市轨道交通PPP项目在运营阶段的风险分担无论是对于公共部门还是社会资本方都具有很好的指导意义。城市轨道交通PPP项目在运营阶段存在哪些风险, 哪些风险需要重点控制和分担, 是本文要研究的主要问题。为此, 本文将财务风险预警理论引入可行性缺口补助模型, 通过计算敏感性系数来确定风险分担的主要对象, 以期为我国在城市轨道交通PPP项目的风

*基金项目: 国家自然科学基金项目“国际高铁项目瞬时竞争优势的形成机理、动态度量及提升路径研究”(71771052)

作者简介: 王凯妮, 女, 生于1995年, 江苏宿迁人, 硕士研究生, 研究方向: PPP项目风险, 高铁竞争优势。

邓小鹏, 男, 生于1972年, 湖北随州人, 副教授, 研究方向: 项目管理、可持续建设、房地产及住房保障。

收稿日期: 2018-08-26

险控制上提供参考。

2 文献综述

2.1 风险分担原则

通过对PPP项目风险分担相关文献的概括总结,一般有三种风险分担的原则:谁可以控制风险谁负责;谁获得收益风险谁负责;谁愿意承担风险谁负责。

可见,PPP项目没有统一的分担原则,一般是在上述某个风险分担原则的基础上,综合考虑项目的整体情况来分担项目的风险。以本文青岛地铁4号线项目为例,风险分担的原则是“谁可以控制风险谁负责”,政府部门承担政治和法律等变更的风险,而融资和市场风险则由社会资本方承担。

2.2 城市轨道交通PPP项目运营阶段风险

本文对城市轨道交通PPP项目的运营阶段风险的识别方法是在柯永建(2010)提出的PPP风险清单的基础上,结合部分研究者关于城市轨道交通PPP项目风险研究,并综合考虑城市轨道交通项目运营阶段的特点,对城市轨道交通PPP项目运营阶段的风险进行识别。经总结,满足上述所有条件的城市轨道交通PPP项目运营阶段的风险,见表1。

表1 城市轨道交通PPP项目运营阶段风险清单

| 序号 | 风险名称 | 序号 | 风险名称 |
|----|---------|----|--------|
| 1 | 运营成本超支 | 5 | 通货膨胀 |
| 2 | 服务质量不好 | 6 | 利率变化 |
| 3 | 原材料价格上涨 | 7 | 不可抗力 |
| 4 | 市场竞争 | 8 | 合同文件冲突 |

3 可行性缺口补助测算模型

根据财金〔2015〕21号文规定,对于可行性缺口补助模式的项目,在运营期间由政府和项目公司共同分担风险,其中政府承担部分直接付费责任。运营补贴支出数额计算公式如下:

$$\text{当年运营补贴支出数额} = \frac{\text{项目的全部建设成本} \times (1 + \text{合理利润率}) \times (1 + \text{年度折现率})^n}{\text{财政运营补贴周期(年)}} + \text{年度运营费用} \times (1 + \text{合理利润率}) - \text{使用者付费金额} \quad (1)$$

其中,项目的全部建设成本一般指审计后的总投资,包括建设投资和流动资金,总投资的资金来源包括自有资金投资和贷款投资两部分。其中建设期贷款利息要资本化处理。在BOOT (Build-Operate-Own-Transfer) 的项目中,会计处理上把建设期贷款利息计入

到固定资产原值,在项目的运营期参与累计折旧,获得税收优惠;在BOT (Build-Operate-Transfer) 项目中,则计入到无形资产原值,在项目的运营期内进行摊销。

则项目的全部建设成本为:

$$I = (\sum_{i=1}^n (A+P+O))_i \quad (2)$$

式中, A_i ——建设期第*i*年贷款金额; P_i ——建设期第*i*年应计利息; O_i ——建设期第*i*年自有资金投入;

其中, $P_i = (\sum_{j=1}^{i-1} A_j + 0.5A_i) \times i$, i 为贷款年有效利率。

在以往研究基础上,本文考虑到在可行性缺口补助模式的PPP项目中,社会资本承担的风险相对于政府付费类PPP项目的风险更大,故在其商业银行中长期贷款利率*i*水平上上浮60%来确定,即为1.6*i*。

当前的使用者付费金额在城市轨道PPP项目中来源于两个方面,分别是票务收入和非票务收入,公式为:

$$C_t = Q_t \times P_t \times (1 + \alpha) \quad (3)$$

式中, Q_t ——第*t*年的预测客流量; P_t ——第*t*年的预测人均票价; α ——非票务收入占票务收入的比例,包括城市轨道交通PPP项目的广告收入、外来商户租金等。

项目的年运营成本即指经营成本,在城市轨道PPP项目中主要包括燃料和动力费、修理费、营运费、应付职工薪酬等,计算公式如下:

$$CO_t = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 = \sum_{i=1}^4 C_i \quad (4)$$

式中, C_1 到 C_4 分别代表燃料和动力费、修理费、营运费、应付职工薪酬。

故综合上述公式,可得当年运营补贴支出数额的计算公式为:

$$VGF_t = \frac{\sum_{i=1}^n (A+P+O)_i \times (1+1.6i) \times (1+i_c)^t}{t} + CO_t \times$$

$$(1+1.6i) - Q_t \times P_t \times (1+\alpha) \quad (5)$$

当 $VGF_t > 0$ 时,启动可行性缺口补助机制;当 $VGF_t < 0$ 时,说明项目的使用者付费金额可以负担起运营支出和社会资本方的合理利润,故此时应启动社会资本方和政府的超额利益分成机制。

在当前使用者付费金额不变和经营成本不变的情况下,随着*n*的增大,该种方式前期可行性缺口付费金额小,后期可行性缺口付费金额大,整体呈现“前少后多”。

4 风险因子和自变量之间的关联关系

根据企业财务风险预警理论,以企业的财务报表经营计划和其他财务资料为基础能够及时发现企业经营活动或财务活动中的财务风险因素,并在风险发生前及时采取措施,从而有效规避损失。这说明当改变城

市轨道交通项目的运营期的财务数据时,城市轨道交通项目运营期的风险损失也会受到影响。

根据该理论,当服务质量不好、市场竞争恶劣时,城市轨道交通项目的人流量会下降,票价下跌,将直接影响到使用者付费金额;原材料价格上涨、通货膨胀将会直接影响到项目的建设成本和年经营成本;同样,运营成本超支风险将会直接影响到项目的经营成本;利率变化将会改变社会资本方的合理利润率;由于利率变化、通货膨胀等因素将会导致折现率的变化;而不可抗力、合同文件相冲突等则会涉及到项目的建设成本、年经营成本、使用者付费金额等诸多方面。由于项目的建设成本在项目的建设阶段结束后就已经确定,不影响到项目的运营阶段,故论文中不考虑项目全部建设成本这一自变量。对风险和自变量之间的关系整理见表2。

敏感性分析方法有助于确定在方案的决策及实施过程中需要重点研究与控制的财务风险因素。本文用相对测定法来计算自变量财务风险因素对因变量可行性缺口补助的影响程度,影响程度大的为敏感因素,这种影响程度可以用敏感性系数来表示:

$$E = \frac{\Delta A}{\Delta F} \quad (6)$$

其中, ΔF——不确定因素F的变化率;ΔA——不确定因素F发生变化率时,评价指标的变化率,%;E——评价指标A对于不确定因素F的敏感性系数。

接下来对式子两端求极限,可得:

$$\lim E = \lim \frac{\Delta A}{\Delta F} = \lim \frac{\Delta y/y}{\Delta x/x} = \frac{d_y}{d_x} \times \frac{x}{y} \quad (7)$$

本文把敏感因素下的风险因子确定为风险控制的主要对象,再根据风险分担的原则确定城市轨道交通PPP项目运营阶段的分担机制。

5 案例分析

5.1 案例介绍

青岛地铁4号线是中国青岛市轨道交通规划中的一条地铁路线,是国家发改委示范的PPP项目。该线是青岛主城区横贯东西的客运大动脉,由人民会堂站起,到达大河东站。地铁4号线工程设计年度分为三期,初期为

2021年,近期为2028年,远期为2043年。本工程建设工期约4.5年,2016年开工,2020年建成投入运营。列车运营后采用与地铁3号线相同的B型车,6卡编组,最高运行速度为80公里/小时。

5.2 数据分析

青岛地铁集团(政府方出资代表)出资19.1亿元,占项目总投资的10.5%,满足财政部PPP合同(试行)规定的政府在公司中的持股比例应当低于50%;资本金占比35%,满足国发(2015)51号文规定的城市轨道交通项目资本金比例不得低于20%。

项目(不包括东线)的资本金为604665万元,债务资金1037614万元。建设期5年,资本金分年投入的比例是10%,25%,25%,30%,10%,债务资金建设期每年的贷款金额为18828、112966、271118、436048、198654万元,长期贷款的利率为4.9%。偿还年限为运营期的20年,按照等额本金、利息照付的方式进行还款。项目的折现率为4.2%。其他基础测算数据如表3所示。则政府的每年的可行性缺口补助金额如表4所示。

对于青岛地铁4号线的可行性缺口测算模型表明,政府每年的可行性缺口补助金额很大,且呈现出“前少后多”的趋势。

经线性趋势拟合回归计算可知:

$$CO_t = 2014.9t + 53307 \quad (8)$$

$$CI_t = 2192.5t + 53321 \quad (9)$$

$$VGF_t = 6924.5t + 88975 \quad (10)$$

注:NA表示测算模型中该自变量不发生变化。

$\frac{d_{VGF_t}}{d_t} |_{x=x_0}$ 表示只考虑某个风险因子 x_0 下的VGF_t对t的导数。

通过比较敏感性系数(表5)可知,随着青岛地铁4号线项目运营期的增长,CI_t和CO_t的敏感性系数逐渐稳定在某个固定数值,i_c的敏感性系数逐渐变大,相对地,i的敏感性系数逐渐变小,按敏感性系数从大到小排序,其排序结果逐渐稳定在i_c>CI_t>CO_t>i。可见,在青岛地铁4号线PPP项目中,折现率i_c和使用者付费金额CI_t作为敏感性系数最大的两个自变量,其变化率越高,可行性缺口补助变化越大,这说明在PPP项目中,社会资本方

表2 风险因子和自变量的关联关系

| 因变量 | 可行性缺口补助() | | | | |
|------|----------------------------|---------------------|----------------------------------|------|----------------|
| | Q _t | P _t | CO _t | i | i _c |
| 风险因子 | 服务质量缺陷、市场竞争恶劣、不可抗力、合同文件相冲突 | 市场竞争恶劣、不可抗力、合同文件相冲突 | 原材料价格上涨、通货膨胀、运营成本超支、不可抗力、合同文件相冲突 | 利率变化 | 利率变化、通货膨胀 |

表3 可行性缺口测算数据

| 项目 | 单位 | 数据 | 项目 | 单位 | 数据 |
|--------------|-------|--------------|-----------|--------|--------|
| 初期日均客流量 | 万人次/日 | 42.1 | 营运费 | 元/km | 1.5 |
| 日均客流量增长率 | % | 4.86 (1~8年) | 职工薪酬 | 万元/人.年 | 10 |
| 日均客流量增长率 | % | 2.18 (9~20年) | 职工薪酬年增长率 | % | 5 |
| 人均票价 | 元/人 | 1.1 | 职工人数 | 人 | 1910 |
| 非票务收入占票务收入比例 | % | 15 | 动力费 | 元/kWh | 0.9 |
| 车辆修理费 | 元/km | 1.2 | 初始用电量 | kwh | 20110万 |
| 初期车辆行驶公里 | km/d | 2064 | 初始用电量年增长率 | % | 1.6 |
| 车辆行驶公里年增长率 | % | 2.9 | 其他费用 | 万元 | 5203 |
| 其他修理费 | 万元/年 | 12664 | 其他费用年增长率 | % | 2.4 |

表4 政府每年可行性缺口补助金额

| 运营期(年) | 2021 | 2022 | 2023 | ... | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | ... | 2037 | 2038 | 2039 | 2040 |
|---------------|--------|--------|--------|-----|--------|--------|--------|--------|-----|--------|--------|--------|--------|
| 当前使用者付费金额(万元) | 53015 | 55592 | 58293 | ... | 70479 | 73904 | 75515 | 77161 | ... | 89735 | 91691 | 93690 | 95732 |
| 经营成本(万元) | 57234 | 58610 | 60042 | ... | 66377 | 68127 | 69949 | 71847 | ... | 87584 | 90233 | 92996 | 95880 |
| VGF(万元) | 106434 | 109446 | 112566 | ... | 126193 | 129908 | 135737 | 141842 | ... | 193472 | 202300 | 211542 | 221218 |

表5 敏感度系数计算

| 自变量 | 敏感度系数 |
|--------|---|
| Cl_t | $1.15 \times (2192.5t + 53321) / (6024.5t + 88975)$ |
| CO_t | $1.08 \times (2014.9t + 53307) / (624.5t + 88975)$ |
| i | $(136369 \times 1.042^t / t + 158t + 4179) / (6024.5t + 88975)$ |
| i_c | $78782 \times (1 + i_c)^{t-1} / (6024.5t + 88975)$ |

仍是抱着盈利为目的来开展项目的建设运营。因此在项目的运营阶段,社会资本方会有意识地来避免承担更多的风险。而根据敏感性系数的排序,该项目的风险控制应集中在利率变化、通货膨胀、服务质量、市场竞争、不可抗力、合同文件相冲突等风险因子上,由于该PPP项目的风险分担原则是由对风险有控制力的一方承担主要风险,故该项目的社会资本方应主动承担上述风险中自己可控的风险,以提高该项目的合作效率,提高项目的经济效益和社会效益。

6 结论

本文通过文献综述识别城市轨道交通PPP项目运营阶段运营成本超支、服务质量缺陷、市场竞争、原材料价格上涨、通货膨胀、不可抗力、利率变化和合同文件相冲突等八个主要风险。在此基础上,运用企业财务风险预警理论,将识别出来的PPP项目运营阶段主要风险和财务数据匹配;并提出通过敏感性分析来判别敏感因素,从而识别出项目风险控制的主要对象;最终结合风险分担的原则确定风险的承担方在项目运营阶段应重点控制的风险。最后,以青岛地铁4号线BOT项目为例,应用可行性缺口补助模型,计算项目运营期内每

年的政府运营补贴支出。计算发现,政府承担的项目运营期补贴支出风险在增大;该项目的风险控制应集中在利率变化、通货膨胀、服务质量等风险因子上,对此,社会资本方在运营期内应主动承担自己可控的风险,以减轻政府风险。通过案例验证了模型的适用性和科学性。

本文创新性地把财务风险预警理论引入风险评估,基于可行性缺口补助测算模型和敏感性分析方法定量识别城市轨道交通项目运营阶段风险控制的主要对象。未来,如何定量研究风险因子对财务风险因素影响的大小,需要更多的研究和思考。▲

参考文献

- [1] 常胜利,王贵国,吴晓锋.城市轨道交通PPP项目可行性缺口补助测算模型研究[J].工程经济,2016(1):74-78.
- [2] 张瑞媛,代俊廷,徐凯.城市轨道交通BT(建设-移交)项目风险分担研究[J].城市轨道交通研究,2013(4):18-23.
- [3] 柯永建,王守清,陈炳泉.基础设施PPP项目的风险分担[J].建筑经济,2008(4):31-35.
- [4] 顾曼,陈红梅.城市轨道交通PPP项目公私双方关键风险识别[J].四川建材,2016(6):193-195.
- [5] 柯永建.中国PPP项目风险公平分担[D].北京:清华大学,2010.
- [6] 严冬.城市轨道交通PPP项目风险因素分析[D].武汉:华中科技大学,2016.
- [7] 杨震.政府付费类PPP项目投资回报财务模型的对比研究[J].工程经济,2017(2):40-42.