doi:10.3969/j.issn.1672-6073.2014.01.018

基于模糊DEMATEL的轨道交通PPP项目资本结构关键影响因素

李 超 张水波

(天津大学管理与经济学部 天津 300072)

摘 要 应用公私合作(public-private partnership,PPP)模式建设轨道交通项目已经成为一种趋势,合理的资本结构对PPP项目的成功运作至关重要。从政治经济制度、行业环境、项目特征三个层面构建影响轨道交通PPP项目资本结构的因素体系,并运用模糊决策试验和实验评估(decision-making and trial evaluation laboratory,DEMATEL)方法计算各个因素的中心度和原因度。研究发现,影响轨道交通PPP项目资本结构的6个关键因素是:东道国PPP项目的法律制度、东道国的经济发展情况、行业的垄断程度、东道国政府的担保、项目的定价机制、项目未来的盈利能力。

关键词 轨道交通;公私合作(PPP);资本结构;关键因素;模糊决策试验和实验评估

中图分类号 U231+.1 **文献标志码** A

文章编号 1672-6073(2014)01-0072-04

轨道交通项目具有投资规模大、建设运营周期长、政府财政负担重、适度超前建设等特点,国家财政资金难以满足社会对轨道交通建设的巨大需求,如何创新轨道交通建设投融资体制,是研究的热点问题。公私合作(public-private partnership,PPP)是一种新型的基础设施建设模式,由私人部门负责项目的融资、建设和运营。PPP模式成为城市轨道交通投融资改革的主要目标和方向[1]。由于轨道交通项目准经营性的经济属性,应用PPP模式建设时,政府部门应对项目的公益性部分给予补贴,由私人部门负责投资建设项目的经营性部分。

收稿日期:2013-05-04 **修回日期**:2013-06-06

作者简介:李超,男,硕士研究生,从事轨道交通PPP项目融资研究,1cfmtju@126.com

张水波,男,教授,博士生导师

基金项目:国家自然科学基金(71172149)

1 轨道交通PPP项目资本结构研究

轨道交通PPP项目的资本结构是指项目总投资中来源于政府部门财政补贴、私人部门股本金和项目贷款等长期债务资金三者的比例关系。英法海底隧道项目和台湾高速铁路项目破产重组的直接原因是:PPP项目在运营期还本付息的资金支出过大,导致项目的现金流不可持续。只有在影响资本结构的各种因素的综合作用下实现项目财务活动的协调平衡,PPP项目才能生存与发展。影响轨道交通PPP项目资本结构的因素众多,PPP项目的背景各不相同,识别其中的关键因素,有助于决策和评估轨道交通项目的资本结构。

企业资本结构主要研究资本市场收益、企业价值与资本结构的关系和资本结构的影响因素。MM定理证明了在完善的资本市场下,企业的市场价值与资本结构无关,"激励理论""信息传递理论""控制权理论"都是研究资本结构如何影响市场价值的[2]。国内外的实证研究发现,影响企业资本结构的因素有企业规模、盈利能力、资产担保价值、成长性、非债务税盾、变异性等[3]。

游经元用因子分析法研究17个大型高速铁路项目,发现单位造价、盈利能力、成长性、国有化程度、项目风险系数是影响高速铁路项目融资结构的主要因素[4]。郭继秋等认为影响城市基础设施项目融资结构的主要因素有:项目的公共物品性、项目治理结构、政府的管理政策、技术水平与社会信用体系[5]。PPP项目融资是基于某个项目而形成的政府和私人部门的相互合作关系,影响PPP项目资本结构的因素与影响一般项目资本结构的因素应有异同之处。下面研究PPP模式下轨道交通项目资本结构的关键影响因素。

2 影响因素体系

企业的融资结构至少受三方面因素的制约:一是

万方数据

企业所在经济的制度环境，二是企业所在行业的行业特征，三是企业自身的特点[2]。郭继秋等从技术进步因素、宏观制度因素、金融生态质量、项目特征因素四个层面，研究了影响城市基础设施项目融资结构的关键因素[5]。黄辉等通过实证研究发现，资本结构在不同行业存在显著差异[6]。游经元和袁永博等分别从项目特征层面，研究了影响项目融资结构的因素[4,7]。笔者在文献分析的基础上，得到影响轨道交通PPP项目资本结构的18个因素，经过与5位专家的访谈，剔除了专家一致认为影响程度不重要的5个因素，增加了政府对行业发展的支持程度这一因素。从政治经济制度因素、行业因素和项目特征因素三个层面构建了轨道交通PPP项目资本结构影响因素体系，如图1所示。

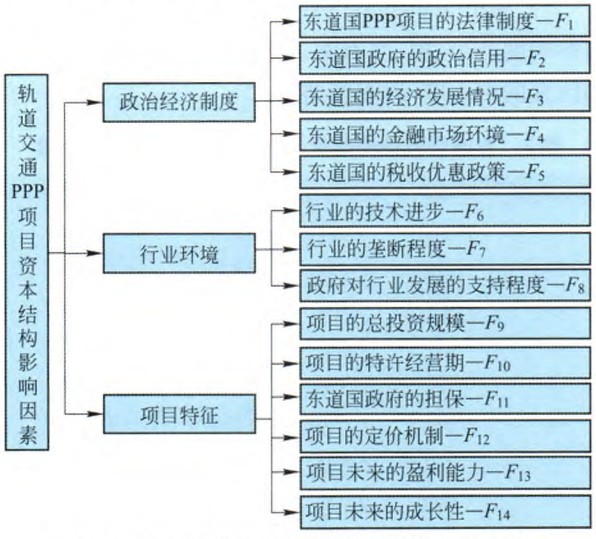

图1 轨道交通PPP项目资本结构影响因素体系

2.1 政治经济制度因素

2.1.1 东道国PPP项目的法律制度(F_1)

东道国的相关法律可能会规定PPP项目中资本金的最低比例以及国有资本的最低比例。发展中国家PPP项目法律不够健全，保护私人投资者权益的制度不够完善，影响私人部门和银行的投资积极性。

2.1.2 东道国政府的政治信用(F_2)

在轨道交通项目建设和运营过程中涉及利益群体多，尤其是面临收费价格的调整和环保等公众关心问题时，政府可能会由于政治压力，直接干预项目。在政治信用低的国家，私人投资者股本投资比重低。

2.1.3 东道国的经济发展情况(F_3)

东道国的经济发展前景关系到项目未来的需求量，影响项目的成长性和盈利性，也会影响资本结构。

2.1.4 东道国的税收优惠政策(F_4)

对于轨道交通等准经营性项目，单纯依靠项目未来的收入难以满足私人投资者的投资回报要求，政府会给予税收优惠。税收优惠的幅度和税收优惠政策的连贯性影响项目评估的价值。

2.1.5 东道国的金融市场环境(F_5)

金融市场环境的稳定性影响项目融资的利率和汇率，是PPP项目私人投资者和贷款机构面临的重要风险。在发达的金融市场环境下，项目公司可以通过发行债券等多种途径进行债务融资，融资渠道多，融资成本低。因此，金融市场环境影响项目的资金结构。

2.2 行业环境因素

2.2.1 行业的技术进步(F_6)

产品的技术进步能够改变基础设施项目的融资结构，行业技术标准的健全对规范融资行为产生积极影响[5]。运用新技术积累的项目经验，对于私人投资者是一项期权，能节约其他项目的学习成本。技术进步快的行业，私人投资者的股权投资比重高。

2.2.2 行业的垄断程度(F_7)

行业的垄断程度影响项目未来的盈利能力和成长性。行业垄断程度高的项目能够提高私人部门在协议签订过程中和政府谈判时的地位。

2.2.3 政府对行业发展的支持程度(F_8)

轨道交通行业具有部分公益性，行业的发展需要政府部门的大力支持。轨道交通行业在不同的生命周期需要得到政府支持的程度不同，在行业的初创期和成长期，PPP项目面临的经营风险很大，预期的财务拮据和代理成本使得PPP项目的财务杠杆较低。

2.3 项目特征因素

2.3.1 项目的总投资规模(F_9)

总投资规模大的轨道交通项目，往往是关系当地经济与民生的重点项目，政府的支持与隐性担保能够提高项目的贷款能力。

2.3.2 项目的特许经营期(F_{10})

在PPP项目的谈判过程中，有的东道国政府选择延长项目的特许经营期以替代政府直接补助。特许经营期长的项目，债务融资能力强。

2.3.3 东道国政府的担保(F_{11})

在轨道交通PPP项目中，政府对最低客流量的担保能降低项目在未来运营阶段面临的经营风险，提高项目的债务融资能力。在汇率管制的经济体中，政府对外汇的担保，能降低外国投资者的风险，吸引境外投资者参与当地的轨道交通PPP项目。

万方数据

2.3.4 项目的定价机制(F_{12})

定价机制直接影响项目的投资价值,决定了项目风险和收益的分配。在不同的风险和利益分配机制下,项目的融资能力不同,项目定价机制影响资本结构。

2.3.5 项目未来的盈利能力(F_{13})

优序融资理论认为企业融资的一般顺序是内源融资、债务融资、权益融资。盈利能力强的项目的资本结构中权益资本比重低。

2.3.6 项目未来的成长性(F_{14})

高负债企业在未来可能放弃净现值为正的投资机会,以避免财富向债权人转移,就是投资不足问题。未来成长性高的项目偏向股权融资。

3 基于模糊DEMATEL的关键影响因素

3.1 研究方法

项目资本结构影响因素的定量研究方法主要有两类:一是用回归分析、因子分析等方法统计检验项目的资产负债率、盈利率、担保比率等因素指标之间的关系[4];二是利用专家的经验评估影响因素之间的关系,再运用层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)、网络分析法(analytic network process, ANP)、决策试验和实验评估法(decision-making and trial evaluation laboratory, DEMATEL)[5]等方法计算各个因素的重要程度。轨道交通PPP模式在我国尚处于幼稚期,缺乏足够的样本量统计来检验影响资本结构的因素,而北京地铁4号线、深圳地铁4号线以及海外高铁PPP项目,培育出经验丰富的轨道交通PPP项目专家,可以利用专家的经验识别影响轨道交通PPP项目资本结构的关键因素。AHP要求元素之间满足独立性,ANP不能很好地处理元素之间的内部依赖关系,DEMATEL通过元素之间的逻辑关系构造直接影响矩阵,适合研究复杂系统因素间的交互影响关系[8]。DEMATEL运用图论分析复杂系统因素之间的直接影响程度,依据影响矩阵等计算各因素的影响度和被影响度以及中心度和原因度,分析因素在系统内的重要性,也可据此调整整个系统的结构,使得系统更合理[9]。由于人类思维的模糊性和系统内各因素之间关系的模糊性,模糊语言更适用于专家评估因素之间的影响程度。与管理研究中常用的李克特量表相比,模糊语言变量计分有较小的误差[10]。笔者运用模糊DEMATEL方法识别影响轨道交通PPP项目资本结构的关键因素。

3.2 研究过程

识别影响轨道交通PPP项目资本结构关键因素的步骤如下:

1)将影响轨道交通PPP项目资本结构的14个因素记为$F_1, F_2, F_3, \cdots, F_{14}$。

2)邀请11位轨道交通PPP项目专家用无影响、影响很低、影响低、影响高和影响很高5种语言,评估14个因素之间的直接影响程度。根据表1,将得到的模糊语言直接影响矩阵转换为梯形模糊数矩阵。

表1 语言变量与梯形模糊数的转换关系[9]

语言变量	梯形模糊数
很高(VH)	(0.8,0.9,0.9,1.0)
高(H)	(0.6,0.7,0.7,0.8)
低(L)	(0.4,0.5,0.5,0.6)
很低(VL)	(0.2,0.3,0.3,0.4)
无(NO)	(0,0.1,0.1,0.2)

3)利用Matlab软件计算得到各个因素的影响度、被影响度、中心度、原因度,计算结果见表2。图2是影响因素的中心度-原因度结构。

表2 影响因素的影响度、被影响度、中心度、原因度

影响因素	影响度	被影响度	中心度	原因度
F_1	1.848	0.814	2.662	1.034
F_2	1.410	1.115	2.525	0.295
F_3	1.932	0.644	2.576	1.287
F_4	1.071	0.693	1.764	0.377
F_5	0.925	0.780	1.705	0.145
F_6	1.444	1.308	2.752	0.136
F_7	1.935	1.263	3.197	0.672
F_8	1.205	0.651	1.856	0.554
F_9	1.220	1.892	3.111	-0.672
F_{10}	1.200	1.932	3.132	-0.732
F_{11}	1.588	2.095	3.683	-0.507
F_{12}	1.669	1.960	3.628	-0.291
F_{13}	1.285	3.055	4.340	-1.769
F_{14}	1.286	1.815	3.100	-0.529

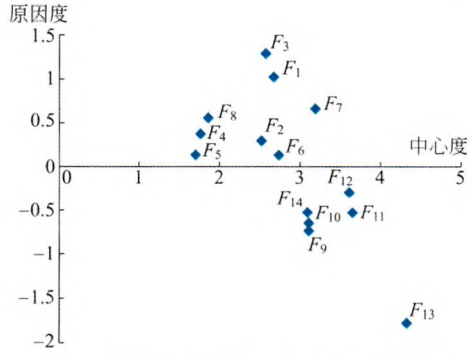

图2 影响因素的中心度-原因度结构

3.3 结果讨论

从图2可以看出,F_3、F_1、F_7、F_8、F_4、F_2、F_5、F_6是

万方数据

对系统内其他因素的影响程度大于被影响程度的原因因素，F_{12}、F_{14}、F_{11}、F_{10}、F_9、F_{13}是结果因素。研究发现：政治经济制度因素和行业因素都是原因因素，与实践中社会环境和行业环境对项目特征有较大的影响作用相一致。中心度表示各个因素在系统中的重要程度，14个因素的中心度排序如下：F_{13}、F_{11}、F_{12}、F_7、F_9、F_{10}、F_{14}、F_6、F_1、F_3、F_2、F_8、F_4、F_5。

在影响轨道交通PPP项目资本结构的14个因素中，行业的垄断程度(F_7)影响度第一，原因度第三，说明行业的垄断程度对其他因素的影响作用非常明显，被确认为一个关键因素。东道国的经济发展情况(F_3)的原因度第一，对其他因素的影响程度显著大于被影响程度，被确认为关键因素之一。东道国PPP项目的法律制度(F_1)的影响度第二，原因度也第二，显著影响系统内的其他因素，被确认为关键因素之一。东道国政府的担保(F_{11})、项目的定价机制(F_{12})、项目未来的盈利能力(F_{13})这三个因素虽然是结果因素，但是它们的中心度在所有因素中占前三位，与系统内其他因素的关系最为密切，被确认为关键因素。

东道国PPP项目的法律制度、东道国的经济发展情况、东道国政府的担保、行业的垄断程度与政府行为密切相关，在实施轨道交通PPP项目的过程中，政府要重视制度建设的作用。政府监管的法制化和体系化是轨道交通PPP模式成功的核心要点之一[11]。

4 结语

轨道交通PPP项目资本结构的14个因素互相影响，构成一个系统。在系统内，政治经济制度因素和行业环境因素是原因因素，影响项目特征因素。

轨道交通PPP项目的背景各不相同，在决策和评估项目的资本结构时必须充分分析项目实施时的政治经济制度、行业环境和项目特征，尤其要特别关注6个关键因素：东道国PPP项目的法律制度、东道国的经济发展情况、行业的垄断程度、东道国政府的担保、项目的定价机制、项目未来的盈利能力。对影响轨道交通PPP项目资本结构关键因素进行量化评价，是未来需进一步研究的方向。

参考文献

[1] 郝伟亚. 城市轨道交通公私合作模式经营性量化测算[J]. 都市快轨交通，2012，25(5)：57-59.

[2] 张维迎，吴有昌. 公司融资结构的契约理论：一个综述[J]. 改革，1995(4)：109-116.

[3] 陆正飞，辛宇. 上市公司资本结构主要影响因素之实证研究[J]. 会计研究，1998(8)：34-37.

[4] 游经元. 高速铁路融资结构因素分析模型研究[J]. 铁道经济研究，2006(2)：27-31.

[5] 郭继秋，刘国亮，姚雪. 影响我国城市基础设施项目融资结构的关键因素分析[J]. 经济纵横，2010(8)：110-113.

[6] 黄辉，王志华. 资本结构行业差异及其影响因素的实证分析：来自我国上市公司的经验数据[J]. 财经理论与实践，2006，27(1)：67-72.

[7] 袁永博，叶公伟，张名媛. 基础设施PPP模式融资结构优化研究[J]. 技术经济与管理研究，2011(3)：91-95.

[8] WWW. Choosing knowledge management strategies by using a combined ANP and DEMATEL approach [J]. Expert Systems with Applications，2008，35(3)：828-835.

[9] 高岩，周德群，章玲，等. 模糊语言群决策影响因素的分析方法[J]. 武汉理工大学学报：信息与管理工程版，2011，33 (4)：613-617.

[10] 汪洋，孙岩林. 李克特式量表与模糊语言量表计分的差异比较：以梯形模糊数仿真为例[J]. 运筹与管理，2008，17(1)：48-52.

[11] 郝伟亚，王盈盈，丁慧平. 城市轨道交通PPP模式核心要点研究：北京地铁M号线案例分析[J]. 土木工程学报，2012，45 (10)：175-180.

(编辑：曹雪明)

Critical Factors for Capital Structure of Rail Transit PPP Projects Based on Fuzzy DEMATEL

Li Chao　Zhang Shuibo

(College of Management and Economics, Tianjin University, Tianjin 300072)

Abstract: Rail transit projects under public - private partnership (PPP) schemes are becoming popular, and reasonable capital structure is critical to the successful operation of PPP projects. In this paper, a planar structure factor system influencing capital structure of rail transit PPP projects is constructed from the perspectives of political and economic systems, industry environment, and project characteristics. The 'Prominence' and 'Relation' of these factors are calculated by the methodology of fuzzy DEMATEL. The result shows that six critical factors affect capital structure of PPP rail transit project, which are the legal system of PPP projects, economic development in the host country, degree of monopoly in the industry, guarantee from the host government, the pricing mechanism of the project, and the future profitability of the project.

Key words: rail transit; PPP; capital structure; critical factors; fuzzy DEMATEL

万方数据

基于模糊DEMATEL的轨道交通PPP项目资本结构关键影响因素

万方数据 WANFANG DATA 文献链接

作者： 李超， 张水波， Li Chao， Zhang Shuibo
作者单位： 天津大学管理与经济学部 天津300072
刊名： 都市快轨交通
英文刊名： Urban Rapid Rail Transit
年，卷(期)： 2014,27(1)

参考文献(11条)

1. 郝伟亚 城市轨道交通公私合作模式经营性量化测算[期刊论文]-{H}都市快轨交通 2012(05)

2. 张维迎;吴有昌 公司融资结构的契约理论:一个综述 1995(04)

3. 陆正飞;辛宇 上市公司资本结构主要影响因素之实证研究 1998(08)

4. 游经元 高速铁路融资结构因素分析模型研究[期刊论文]-{H}铁道经济研究 2006(02)

5. 郭继秋;刘国亮;姚雪 影响我国城市基础设施项目融资结构的关键因素分析[期刊论文]-{H}经济纵横 2010(08)

6. 黄辉;王志华 资本结构行业差异及其影响因素的实证分析:来自我国上市公司的经验数据 2006(01)

7. 袁永博;叶公伟;张名媛 基础设施PPP模式融资结构优化研究[期刊论文]-{H}技术经济与管理研究 2011(03)

8. WWW Choosing knowledge management strategies by using a combined ANP and DEMATEL approach 2008(03)

9. 高岩;周德群;章玲 模糊语言群决策影响因素的分析方法[期刊论文]-武汉理工大学学报(信息与管理工程版) 2011(04)

10. 汪洋;孙岩林 李克特式量表与模糊语言量表计分的差异比较:以梯形模糊数仿真为例 2008(01)

11. 郝伟亚;王盈盈;丁慧平 城市轨道交通PPP模式核心要点研究:北京地铁M号线案例分析 2012(10)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_dskgjt201401019.aspx