

基于公众参与的城市轨道交通项目绩效评价 指标体系构建*

王亦虹 连泉楠

(天津理工大学管理学院, 300384, 天津//第一作者, 副教授)

摘 要 目的: 为了提高项目多方利益主体满意度, 提升项目实施效率, 促进城市轨道交通项目绩效评价科学性, 推动公众参与城市轨道交通项目积极性, 进而在基础设施项目治理领域深入贯彻“共建共治共享”理念, 需要以公众诉求为基础, 构建城市轨道交通项目绩效评价指标体系。方法: 运用文献勾选法从已有文献中勾选与公众相关的指标, 实现指标初选; 运用文本挖掘法, 从表达公众利益诉求的网络留言中提炼出指标, 对初选指标进行优化; 运用访谈法, 向全年龄段公众收集意见, 补充指标, 进而初步构建评价指标体系。以归纳得到的指标特性作为聚类标准, 分别对建设期指标和运营期指标进行聚类计算与分析, 根据聚类谱系图来优化评价指标体系。通过问卷调查公众对指标重要度的意见, 并运用熵权法对数据进行处理, 为指标权重赋值。并根据权重对主要指标的影响进行分析。结果及结论: 基于公众参与, 构建了城市轨道交通项目绩效评价体系, 其中包含 4 个一级指标及 19 个二级指标。

关键词 城市轨道交通项目; 绩效评价体系; 公众参与; 系统聚类法

中图分类号 F530.7

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2023.08.020

Performance Evaluation Indicator System Establishment for Urban Rail Transit Projects Based on Public Participation

WANG Yihong, LIAN Xiaonan

Abstract Objective: To fulfill the goal of enhancing the satisfaction degree of multiple stakeholders in a project, improving project implementation efficiency, promoting scientific evaluation of URT (urban rail transit) project performance, encouraging public participation in URT projects, and further implementing the concept of 'co-construction, co-governance, and sharing' in the field of infrastructure project governance, it is necessary to establish a performance evaluation indicator system for URT projects based on public demands. Method: The

literature screening method is employed to select indicators related to the public from existing literature, achieving the initial indicator selection. The text mining method is applied to extract indicators from online messages expressing public interest demands, optimizing the initially selected indicators. The interview method is used to collect opinions from the general public of all age groups, supplementing indicators and thus establish a preliminary evaluation indicator system. The characteristics of the obtained indicators are used as clustering criteria to perform clustering calculations and analysis separately for the construction phase indicators and operation phase indicators. The evaluation indicator system is optimized based on clustering dendrogram. Public opinions on the importance of indicators are collected through a questionnaire survey, and the entropy weight method is used to process the data and assign weights to the indicators. The influence of the main indicators is analyzed based on their weights. Result & Conclusion: A performance evaluation system for URT projects based on public participation is established, which includes four primary indicators and nineteen secondary indicators.

Key words urban rail transit project; performance evaluation system; public participation; system clustering method

Author's address Tianjin University of Technology, 300384, Tianjin, China

0 引言

当前,我国城市轨道交通项目的环境影响评估阶段有公众参与评估,而在与公众生活密切相关的项目建设阶段及运营阶段却鲜有对公众意愿的考虑。尤其是以建设期评价和运营期评价为主体的项目绩效评价环节,大多只站在政府与投资方的角度进行考量,而对重要的利益主体之一的公众,往往忽视其参与意愿及利益诉求。项目绩效评价作

* 国家社会科学基金项目(20BGL220)

为城市轨道交通项目建设的重要环节,关系着项目的投资决策水平与实施效率^[1]。

为了提高项目多方利益主体满意度,提升项目实施效率,进而将“共建共治共享”理念在基础设施项目治理领域深入贯彻,本文从公众的利益诉求切入,建立基于公众参与的城市轨道交通项目绩效评价指标体系(以下简称“新指标体系”),以期帮助政府较为科学和真实地评价项目绩效。

文献[2-3]的研究证实,公众参与对政府投资建设项目绩效有着显著正向作用。随着现实中的邻避冲突、征地拆迁纠纷等公众利益表达现象日益凸显^[4-5],我国学者们逐渐开始在城市轨道交通项目绩效评价中关注公众这一重要利益主体。

现我国大部分相关研究虽考虑了城市轨道交通项目公众参与度较广泛的特点,却将涉及公众参与的评价指标零散分布在指标体系之中^[6-7]。文献^[8]因方法创新或便于分析的需要,根据不同利益主体对评价指标进行维度划分。然而这仍是将公众划为“顾客维度”以达到投资方盈利目的的公众被动参与视角。此外,上述研究都集中聚焦于城市轨道交通运营期的项目绩效评价,未有涉及项目建设期。

可见,我国关于城市轨道项目绩效评价的研究已开始关注公民这一利益主体的参与,但大多仍是站在政府或投资方的立场提及,同时也未有人对相关指标进行过全面、系统的归纳。因而,立足于公众视角,从建设期、运营期全面进行城市轨道交通绩效评价方面研究仍有空白。

1 指标遴选

对于主要指标,本研究运用文献勾勒法对相关

文献进行搜索筛选。本文以中国知网知识发现网络平台(以下简称“中国知网”)为例,利用文献数据库平台进行搜索筛选。首先,在中国知网中对“轨道交通项目绩效评价”这一词条进行搜索;然后,以“绩效评价”“评价指标”“指标体系”“绩效评价体系”及“绩效指标”等关键词筛选出 40 篇文献,其中有 13 篇文献中的 27 个指标与公众相关;最后,将这些指标按频次进行排序。

为了确保获取指标的全面性,除从已有研究中挖掘指标外,还需要直接从公众群体获取相关信息以对指标进行补充。基于此,本研究借助长沙、广州等 10 个城市的地铁微信公众号及官方微博,以及 6 个城市轨道交通相关贴吧等热门网络平台,收集了 10 863 条网络评论,通过筛选原始语句,共凝练出 34 个评价指标。

在数据收集中发现:众多评论为不满情绪的发泄,缺乏中立性;在发评论者中,中青年人群占比较大。由此可知,所选指标仍不完善。

对此,本研究通过访谈的形式筛选补充指标。访谈对象为 100 位普通公众。从年龄组成看,少年有 20 人,中青年有 58 人,老年有 22 人;从地铁服务区域(地铁站辐射半径为 10 km)组成看,35 人仅住宅处于覆盖范围、30 人仅为单位处于覆盖范围、23 人住宅和单位均处于覆盖范围、12 人住宅和单位均不在覆盖范围内。通过对访谈记录汇总分析,得到 28 个指标。

2 新指标体系的初步构建

对遴选的指标进行汇总,并以建设期和运营期对指标进行划分,得到初步构建的新指标体系,如表 1 所示。

表 1 初步构建的新指标体系
Tab. 1 Preliminarily established new indicator system

项目时期	指标数/个	指标名称
建设期	9	建设区域施工安全情况;建设区域出行路线更改情况;建设区域光污染情况;在建城市轨道交通项目安全性;建设区域噪声影响情况;在建项目建设进度;建设区域扬尘情况;建设工期认可度;建设区域路况影响情况
运营期	47	移动端电子票支持率;互联网闸机覆盖率;地铁乘车 APP(应用软件)完善情况;运营时间;行驶速度;列车发车、到站准时性;发车间隔;单程运行时间;运营安全事故率;设备安全;设备可靠度;载客量;车内噪声情况;车内振动情况;有责救援;列车运行图兑现率;客流控制方案认可度;大客流应对措施;运营票价认可度;支持纸币面额;购票支付方式(移动支付支持率);购票便捷度;乘车卡充值方便度;站内提示标识;运营服务;站内引导服务水平;咨询和查询服务;安检方式合理性;站内运营信息反馈;投诉率;投诉回复率;自动扶梯上下行完善度;电梯、自动扶梯数量;换乘便捷度;站内装饰;站内清洁度;车站治安;站内装饰;区域采光条件影响情况;区域出行方式变化;促进区域地产增值;带动区域就业情况;运营区域振动污染情况;地铁周边公交搭乘便捷度;节约旅客在途时间;区域环境噪声情况;沿途绿化情况

3 新指标体系的优化

初步构建的新指标体系存在指标含义交叉和包含的情况。若直接使用,则可能会存在评价结果不准确情况。对此,本文采用聚类法对初步构建的新指标体系进行优化。

3.1 聚类标准

对表 1 中的指标进行分析,通过对指标性质的归纳,得出指标特性,并以此作为聚类标准,进而进行定性分析。

经分析,建设期指标有 4 个指标特性:与居民出行相关、与环境相关、与安全相关、与建设速度相关。运营期指标有 16 个指标特性:与互联网技术相关、与时间相关、与列车性能相关、与乘客安全相关、与乘客舒适度相关、与运营调度相关、与出行便捷度相关、与支付相关、与服务满意度相关、与站内信息提示相关、与站内设施相关、与游客疏导相关、与环境相关、与间接效益相关、是车站内部情况的表述、是对周边影响的表述。

表 1 中的指标包含了可量化指标和不可量化指标,因此仅从定量角度进行量纲一化处理难以得到准确且令人信服的数据。由于 20 个指标特性均为定性指标,故在量纲一化处理中,可通过是与不是的判断,客观地将指标量化为 0 和 1。可见,通过指标特性的赋值量化可以得到更为准确的结果。

3.2 建设期指标的聚类优化

建设期指标的聚类优化步骤为:首先,使用 4 个建设期指标特性作为聚类标准,对数据进行标准化处理;然后,利用欧式距离平方计算各指标的距离,并采用离差平方和法计算类与类之间的距离,完成聚类计算。

运用 SPSS 数据分析软件对数据分析,得到建设期指标聚类谱系图,如图 1 所示。

由图 1 可见,由于建设期指标较少,且聚类计算结果显示的类间距相差不大,故建设期指标按聚类计算结果进行优化后,最终得到 1 个一级指标和 4 个二级指标,即所有指标归为 1 个大类,其下有 4 分类。优化后的建设期指标体系如表 2 所示。

3.3 运营期指标的聚类优化

运营期指标与建设期指标的聚类优化步骤相同。聚类分析得到的运营期指标聚类谱系如图 2 所示。

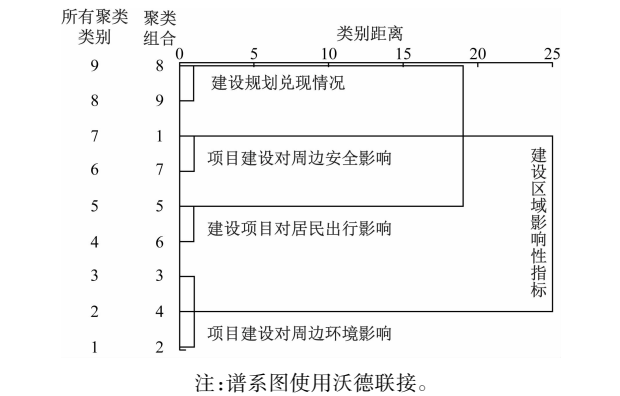


图 1 建设期指标聚类谱系图截图

Fig. 1 Screenshot of clustering dendrogram of construction phase indicators

表 2 优化后的建设期指标体系

Tab. 2 Construction phase indicator system after optimization

一级指标	二级指标	原始指标
建设区域影响性指标	项目建设对周边安全影响	建设区域施工安全情况 在建城市轨道交通项目的安全性
	项目建设对周边环境影响	建设区域光污染情况 建设区域噪声影响情况 建设区域扬尘情况
	项目建设对居民出行影响	建设区域路况影响情况 建设区域出行路线更改情况
	建设规划兑现情况	在建城市轨道交通项目建设进度 建设工期认可度

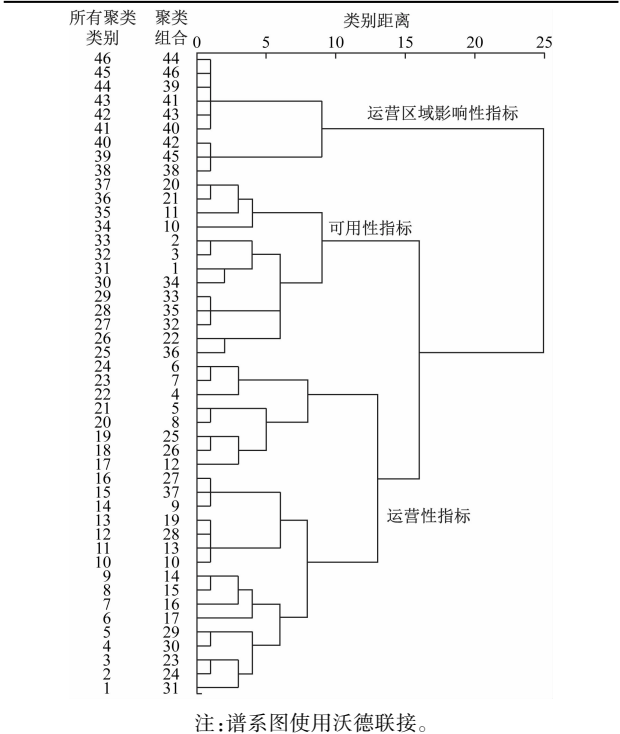


图 2 运营期指标聚类谱系图截图

Fig. 2 Screenshot of clustering dendrogram of operation phase indicators

由图 2 可见,运营期指标较多,且最后一次聚类分析得到的聚类结果显示,类间距较大。由此确定运营区域影响性指标、可用性指标和运营型指标为一级指标,并得出 15 个二级指标。优化后的运营期指标体系如表 3 所示。

表 3 运营期指标体系			
Tab.3 Operation phase indicator system			
一级指标	二级指标	原始指标	
可用性指标	换乘便捷度	换乘便捷度	
		站内提示标识	
	站内设施完善度和可靠度	设备安全	
		设备可靠	
		自动扶梯完善度	
		电梯、扶梯数量	
	新型乘车方式完善度	电子票支持率	
		互联网闸机覆盖率	
		乘车 APP 完善情况	
		购票便捷度	
支付便捷度	支持纸币面额		
	购票支付方式		
	乘车卡充值方便度		
运营性指标	服务时效性	运营时间	
		发车、到站准时性	
		发车间隔	
	列车快捷性	行驶速度	
		单程运行时间	
	乘坐舒适度	载客量合理性	
		车内噪声情况	
		车内振动情况	
	安全程度及保障措施	运营事故率	
		有责救援	
		车站治安	
	运营满意度	投诉率	
		投诉回复率	
	运营区域影响性指标	站内服务水平	列车运行图兑现率
			站内引导服务
			咨询服务
安检合理性			
客流控制水平		反馈渠道	
		客流控制认可度	
票价认可度		大客流应对措施	
		运营票价认可度	
运营区域影响性指标	站内环境满意度	运营票价认可度	
		站内装饰	
	运营区域环境污染情况	站内清洁度	
		区域光污染情况	
		区域振动污染情况	
		区域噪声污染情况	
运营区域影响性指标	社会效益性	区域出行方式变化	
		区域地产增值率	
		区域就业增长率	
		周边公交搭乘便捷度	
		沿途绿化情况	

3.4 优化后的新指标体系

将优化后的建设期指标和运营期指标汇总后,得到优化后的新指标体系如图 3 所示。

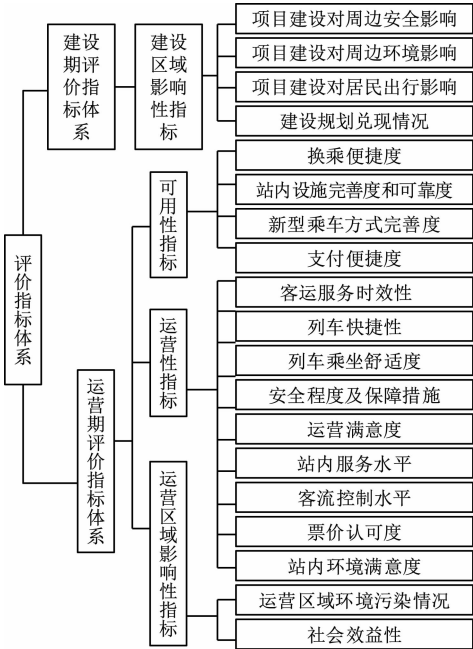


图 3 最终评价指标体系

Fig. 3 Final evaluation indicator system

3.5 指标权重

为充分考虑公众意愿,本研究选用发放问卷的形式来获取公众对指标重要度的意见,并以问卷调查结果作为计算指标权重的依据。共发放问卷 210 份,收回有效问卷 200 份。为平衡问卷调查结果的主观性,选用熵权法来确定指标权重。

设 P_{ij} 为指标 j 下第 i 个样本的指标特征相对密度,则有:

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \tag{1}$$

式中:

- m ——总体样本数量;
 - x_{ij} ——第 i 个样本中指标 j 的分值。
- j 的熵值 E_j 及差异系数 D_j 分别为:

$$E_j = -K \sum_{i=1}^m P_{ij} \ln(P_{ij}) \tag{2}$$

$$D_j = 1 - E_j \tag{3}$$

式中:

- K ——数据类型参数,根据数据类型确定。
- 由此得到指标权重 W_j :

$$W_j = \frac{D_j}{\sum_{j=1}^n D_j} \tag{4}$$

由于熵值具有可加性,所以一级指标层权重可由二级指标层权重相加得出。基于得出的一级指标层权重对二级指标进行量纲一化处理,得出优化后新指标体系的各级指标权重值如表 4 所示。

表 4 优化后新指标体系的各级指标权重值

Tab.4 Weights of each level indicators of the new indicator system after optimization

一级指标	一级指标权重值	二级指标	二级指标权重值
建设区域影响性指标	0.269 7	项目建设对周边安全影响	0.056 9
		项目建设对周边环境的影响	0.045 7
		项目建设对居民出行影响	0.054 8
		建设规划兑现情况	0.112 3
可用性指标	0.201 3	换乘便捷度	0.039 6
		站内设施完善度和可靠度	0.038 3
		新型乘车方式完善度	0.058 7
		支付便捷度	0.064 7
		客运服务时效性	0.043 6
		列车快捷性	0.033 8
		列车乘坐舒适度	0.043 4
运营性指标	0.430 3	安全程度及保障措施	0.053 3
		运营满意度	0.052 4
		站内服务水平	0.053 0
		客流控制水平	0.054 1
		票价认可度	0.048 8
		站内环境满意度	0.047 9
运营区域影响性指标	0.098 7	运营区域环境污染情况	0.061 4
		社会效益性	0.037 3

分析指标权重赋值结果可知:

1) 一级指标中,运营性指标权重远高于其他指标,说明城市轨道交通的综合服务水平直接影响人们出行效率与使用体验,为公众重视。值得注意的是,建设期影响性指标权重位居第二。一方面,说明城市轨道交通项目建设对人们生活的影响相对较大;另一方面,也从侧面反映了公众维权意识的苏醒,及公众利益诉求难以有效表达的现状。

2) 在建设期指标中,建设规划兑现情况指标的权重远高于其他指标。这说明在项目进度不能实时、准确公布的情况下,项目的建设会影响人们正常生活,而公众对城市轨道交通设施有较大需求,虽然难以感知项目进度,但仍对建设轨道交通设施持欢迎态度,并给予高度关注。

3) 在运营期指标中,支付便捷度和新型乘车方式完善度这两个指标权重最高。这说明公众对于

购票进站便捷程度十分关注。复杂繁琐的购票方式容易造成进站口拥堵,降低进站效率;二维码及移动支付等无实体票进站方式既能减少个人进站所需时间,又能降低了个人出行负担,因而尤其受公众关注。

4 结语

本文运用文献勾选法、文本挖掘法和访谈法,确定城市轨道交通项目绩效评价的指标,进而初步构建评价指标体系,采用聚类法对初步构建的新指标体系优化,通过问卷调查法和熵权法为指标权重赋值,并根据权重对主要指标的影响进行分析。本文提出的新指标体系能推动民众参与城市轨道交通项目,使公众在后续项目中为政府和社会投资部门提供决策性建议和意见,主动协助和监督政府与社会投资部门的工作,促使项目最终实现政府赢民心、社会资本赢利润、公众赢得服务的“三赢”局面,进而助力构建共建、共治、共享的社会治理格局。

参考文献

[1] 侯正礼. 工程项目评估模型系统理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 1991.
HOU Zhengli. Engineering project evaluation model system theory and method[M]. Beijing: Science Press, 1991.

[2] LOMBARD M. Citizen participation in urban governance in the context of democratization: evidence from low-income neighbourhoods in Mexico[J]. International Journal of Urban and Regional Research, 2013, 37(1): 135.

[3] MICHELS A, DE GRAAF L. Examining citizen participation: local participatory policymaking and democracy revisited[J]. Local Government Studies, 2017, 43(6): 875.

[4] 王英伟. 权威应援、资源整合与外压中和: 邻避抗争治理中政策工具的选择逻辑——基于(fsQCA)模糊集定性比较分析[J]. 公共管理学报, 2020, 17(2): 27.
WANG Yingwei. Authority response, resource integration and external pressure neutralization: the choice logic of policy instruments in the governance of NIMBY contention—based on (fsQCA) fuzzy sets qualitative comparative analysis[J]. Journal of Public Management, 2020, 17(2): 27.

[5] 洪开荣, 黄启斌. 互动公平理念下的大型工业建设项目征地拆迁社会稳定风险因素分析[J]. 系统工程, 2018, 36(7): 154.
HONG Kairong, HUANG Qibin. Analysis of social stability risk factors of large industrial construction projects under the concept of interactive fairness about land acquisition and demolition[J]. Systems Engineering, 2018, 36(7): 154.

(下转第 122 页)

务,明确天津地铁 PPP 项目的分工与合作等相关事宜,并达成协议。其协议内容应涵盖客运、票务清分、安检、内保、安全、保护区、线网信息化、换乘站管理、供电、通号、机电、工务及车辆等十几个生产方面。

4.3 移交问题

天津地铁 PPP 项目的移交包含人员、使用权、现场管理权等 3 个板块的 16 项内容。移交过程是否顺利是关乎线网安全平稳过渡的关键。天津轨道交通运营集团有限公司先制定了详细可行的移交计划和方案,再与中标单位启动项目移交对接工作,随时沟通协商移交相关问题,并在 3 个月的时间内顺利完成移交过渡工作。天津地铁 PPP 项目的移交内容如图 4 所示。

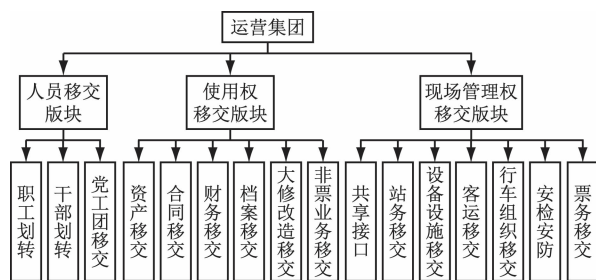


图 4 天津地铁 PPP 项目的移交内容

Fig.4 Handover content of Tianjin Metro PPP project

5 结语

目前,我国很多城市运营的线路越来越多,地方政府既要建设又要运营,有的地方财政捉襟见肘。天津地铁 PPP 项目在我国尚属首次完整意义上采用 TOT 方式实施的存量城市轨道交通 PPP 项

目。该项目通过股权转让方式引入社会资本参与存量项目,直接盘活了地铁存量资产超过 150 亿元,有效缓解了地方政府和原地铁运营单位的资金压力,支持了新线的建设。

天津地铁 PPP 项目的 TOT 方式实施对全国城市轨道交通存量 PPP 项目起到了良好的示范作用。预计未来随着盘活存量资产、撬动新线、整体推进格局的形成,引进投资主体及拓宽融资渠道将成为解决地方政府融资难题的关键。

参考文献

- [1] 贾佳. 城市地铁 PPP 项目现状及投资发展建议[J]. 中国招标, 2016(48): 6.
JIA Jia. Urban metro PPP project present situation and investment development suggestions [J]. China Tendering Weekly, 2016 (48): 6.
- [2] 贾华淇, 李小环. 北京地铁四号线 PPP 融资模式的案例分析[J]. 中国市场, 2017(32): 72.
JIA Huaqi, LI Xiaohuan. Case study on PPP financing mode of Beijing Metro Line 4[J]. China Market, 2017(32): 72.
- [3] 杜盼盼, 韩陈林, 林晓言. 北京地铁 4 号线与伦敦地铁 PPP 项目案例分析[J]. 都市快轨交通, 2016, 29(5): 41.
DU Panpan, HAN Chenlin, LIN Xiaoyan. A comparative analysis of PPP projects of Beijing and London metro systems[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2016, 29(5): 41.
- [4] 周丽英. 北京、深圳、杭州地铁 PPP 模式运作对温州的启示[J]. 浙江经济, 2015(10): 30.
ZHOU Liying. Enlightenment of PPP mode operation of Beijing, Shenzhen and Hangzhou subways to Wenzhou[J]. Zhejiang Economy, 2015(10): 30.

(收稿日期:2021-03-04)

(上接第 118 页)

- [6] 王建波, 刘芳梦, 有维宝, 等. 基于平衡计分卡的城市轨道交通 PPP 项目运营期绩效评价[J]. 工程经济, 2018, 28(8): 71.
WANG Jianbo, LIU Fangmeng, YOU Weibao, et al. Performance evaluation of the operation period of urban rail transit PPP projects based on balanced scorecard[J]. Engineering Economy, 2018, 28(8): 71.
- [7] 黄文成, 帅斌, 左静, 等. 基于修正熵权的未成网城市轨道交通绩效评价[J]. 交通运输系统工程与信息, 2016, 16(6): 115.
HUANG Wencheng, SHUAI Bin, ZUO Jing, et al. Corrected en-

- ropy based operation performance evaluation about urban rail transportation non-networks system[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2016, 16(6): 115.
- [8] 郑建锋. 基于模糊 DEA 的轨道交通 PPP 项目的绩效评价研究[J]. 物流工程与管理, 2020, 42(5): 132.
ZHENG Jianfeng. Research on performance evaluation of rail transit PPP projects based on fuzzy DEA[J]. Logistics Engineering and Management, 2020, 42(5): 132.

(收稿日期:2021-03-23)