

城市轨道交通 PPP(政府与社会资本合作)项目的 补贴模式及回报机制发展建议

杨 青¹ 陈胜波² 刘永平² 陈 敏²

(1. 深圳市轨道交通建设指挥部办公室, 518035, 深圳;

2. 深圳市城市交通规划设计研究中心股份有限公司, 518057, 深圳//第一作者, 高级工程师)

摘 要 梳理了目前城市轨道交通 PPP(政府与社会资本合作)项目常用的影子票价补贴模式和运营车公里服务费补贴模式的测算方法, 结合相关案例对两种模式的稳定性及适应性进行了分析, 并提出了回报机制的设计要点及发展建议。

关键词 城市轨道交通; 政府与社会资本合作项目; 回报模式; 发展建议

中图分类号 F530.7

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2021.12.003

Urban Rail Transit PPP Project Return Mechanism and Development Suggestions

YANG Qing, CHEN Shengbo, LIU Yongping, CHEN Min

Abstract The estimation method of two government subsidy modes of shadow fare and operating vehicle service fee by kilometer that are commonly adopted in current urban rail transit PPP (public-private partnership) projects is sorted. With relevant cases, stability and adaptability of the two modes are analyzed. Key points of return mechanism design and development suggestions are put forward.

Key words urban rail transit; PPP (public-private partnership); return mechanism; development suggestions

First-author's address Shenzhen Metro Construction Headquarters Office, 518035, Shenzhen, China

城市轨道交通作为城市交通重要组成部分, 具有投资金额大、回收周期长的特点, 是技术密集型产业。为解决城市交通问题, 也为刺激经济发展, 城市轨道交通建设规模及投资规模逐步扩大。2013年—2019年我国城市轨道交通投资从2 165亿元增长至5 958亿元, 年均增长约18.4%。“十三五”期间, 共有27个城市新一轮建设规划(含调整)获批复, 计划4年完成投资近2万亿元, 年均完成投资约

为5 000亿元, 年均新增线路里程长度为780 km^[1]。国内外轨道交通运营经验表明, 30年运营期的日常运营成本、大架修成本、资产更新及追加投资的资金需求约为前期建设投资的1.5~3.0倍(如图1所示), 仅依靠运营收入难以覆盖建设期投资和运营成本费用。

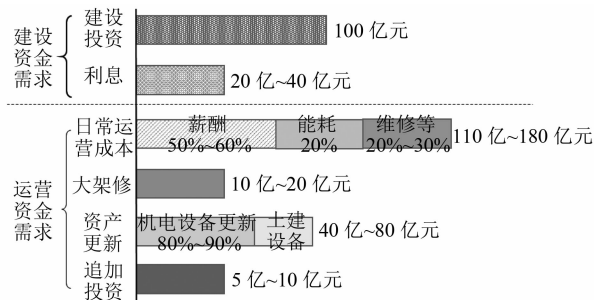


图1 城市轨道交通建设及运营资金需求比例图

Fig. 1 Fund demand ratio between urban rail transit construction and operation

城市轨道交通具有准公益性的特点, 故其票价往往低于市场定价, 单纯依靠票务和非票务收入难以弥补线路建设和运营期全成本投入, 需要政府额外给予财政补贴来解决项目前期建设及后期运维的资金需求。在国家政策的鼓励支持下, PPP(政府与社会资本合作)投融资模式受到多个城市的青睐。城市轨道交通 PPP 项目合作期长, 一般为20~30年, 涉及威胁项目的不确定性因素多, 前期社会资本顾虑多, 参与积极性不高。为了促进城市轨道交通 PPP 项目的顺利发展, 吸引社会资本参与, 政府应选择合适的补贴模式、并确定合理的补贴水平。这是目前亟待研究的关键问题。我国关于城市轨道交通 PPP 投融资回报模式仍以理论和定性研究为主^[2-7], 缺乏基于实际运作的案例分析。本文结合某市轨道交通 PPP 项目案例, 分析影子票价

补贴和运营车公里服务费补贴模式的优缺点及适应性。

1 补贴模式及测算

1.1 影子票价模式

影子票价模式指项目公司为弥补其建设成本与运营成本并获取合理回报,按每运载 1 人次实际需收取的票价来测算补贴。政府与社会资本投资方约定合作期内的年度客运量,并基于谈判或投标确定的影子票价及约定客流量来测算政府补贴。影子票价模式在我国应用较早,北京地铁 4 号线、14 号线及 16 号线,以及深圳地铁 12 号线及 13 号线均为采用该模式的 PPP 项目。

1.2 运营车公里服务费模式

运营车公里服务费模式指项目公司为弥补其建设、运营成本并获取合理回报,按列车每走行 1 车 km 实际需收取的费用来测算补贴。政府与社会资本投资方约定合作期内的年度走行车公里数,并基于谈判或投标确定的单位运营车公里服务费及约定运营车公里数来测算补贴。乌鲁木齐地铁 2 号线一期工程、北京地铁大兴新机场线、天津地铁 7 号线、天津地铁 11 号线均采用了运营车公里服务费模式。

1.3 财务测算模型

PPP 项目通常采用财务净现值(NPV)模型测算项目全生命周期的现金流情况。根据既定的项目资本金内部收益率预期水平,测算 NPV 为 0 时的影子票价和可行性缺口补助。可行性缺口补助指使用者付费不足以满足社会资本投资方或项目公司的成本回收和合理回报,而由政府给予社会资本投资方或项目公司的经济补助^[2]。

当 NPV 为 0 时,有:

$$\sum_{t=1}^n \frac{(A-B)_t}{(1+i)^t} = 0 \quad (1)$$

式中:

A ——现金流入,包括政府每年给的基准补贴、线路票务收入和非票务收入;

B ——现金流出,包括建设期资本金投入、日常运营成本、大架修、资产更新费用、车辆追加投资、还本付息和相关税费等,其中日常运营成本包括薪酬成本、能耗成本、维修成本、营运费及管理费用。

t ——PPP 项目合作年序数, $t=1,2,\dots,n$,其中 n

为 PPP 项目合作年限;

i ——资本金内部收益率。

在不同的补贴模式下,可行性缺口补助计算方法各有不同。

当采用影子票价模式时:

$A = \text{影子票价} \times \text{约定客流量} = \text{票务收入} + \text{非票务收入} + \text{可行性缺口补助}$ 。其中,可行性缺口补助 = 影子票价 \times 约定客流量 - 实际票务收入 - 实际非票务收入。

当采用运营车公里服务费模式时:

$A = \text{运营车公里服务费} \times \text{约定运营车公里数} = \text{票务收入} + \text{非票务收入} + \text{可行性缺口补助}$ 。其中,可行性缺口补助 = 影子票价 \times 约定客流量 - 基准票务收入 - 基准非票务收入。

政府实际补贴 = 可行性缺口补助 + 项目公司的超额客流量分成或客流量风险分担 + 项目公司的超额非票务收入分成或非票务收入风险分担 + 专项资金调整额。其中,项目公司的超额客流量分成或客流量风险分担(以下简为“客流量分成分担”)及项目公司的超额非票务收入分成或非票务收入风险分担(以下简为“非票务分成分担”)需结合具体项目需求设置。

2 案例分析

2.1 项目概况

某市轨道交通线路长约 40.6 km,设 33 座车站。线路建设划分为 A、B 两部分。其中:A 部分主要为土建工程、装饰工程,以及给排水、消防、动力照明、通风空调等专业常规设备的安装工程,总投资为 325.5 亿元;B 部分为铺轨工程、通信、信号、自动售票等专业系统的设备安装项目,以及车辆,总投资约为 106.3 亿元。A 部分由当地市属国有企业建设,B 部分拟采用 PPP 模式引入社会资本投资建设。建设完成后,政府出资代表与社会资本投资方共同成立项目公司,并由项目公司在 30 年合作期内租赁 A 部分,负责全线运营及所有资产维护,待合作期届满后由项目公司将 A、B 部分资产移交给当地市政府。

2.2 基础数据

结合国内城市轨道交通运营成本收入参数情况,按照影子票价模式、运营车公里服务费两种模式分别测算线路财政补贴情况。测算参数取值如表 1 所示。

表 1 线路测算基本情况表

Tab.1 Basic estimation of line cost

参数	参数取值
线路长度/km	40.6
PPP 项目投资额/亿元	106
资本金比例/%	35
车站数量/个	33
车辆段/座	1
停车场/座	1
运营车公里数/(万车 km)	3 805(初期);4 924(近期); 5 194(远期)
客流量/(万人次/d)	87.8(初期);121.8(近期); 147.3(远期)
平均运距/km	7.04(初期);6.84(近期); 6.66(远期)
平均运价率/(元/(人 km))	0.3
非票务收入占票务收入比例/%	15
资本金内部收益率/%	8

2.3 测算结果分析

根据表 1 测算,该项目 30 年运营期的日常运营成本为 269.5 亿元(见图 2)。其中:职工薪酬为 129 亿元,最高占比约为 48%;能耗费用为 49.2 亿元,占比约为 18%。30 年全生命周期的所有运营成本约为 426 亿元(见图 3),是日常运营成本的 1.3 倍(静态测算)。其中,职工薪酬占比为 30%,资产更新成本约为 107.6 亿元,占比为 25%。

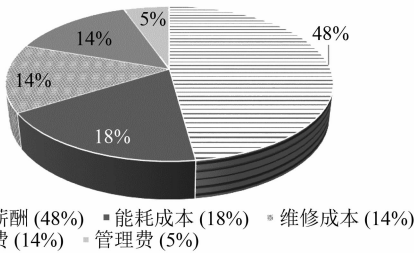


图 2 线路运营 30 年日常运营成本构成
Fig.2 Composition of line operation daily cost for 30 years

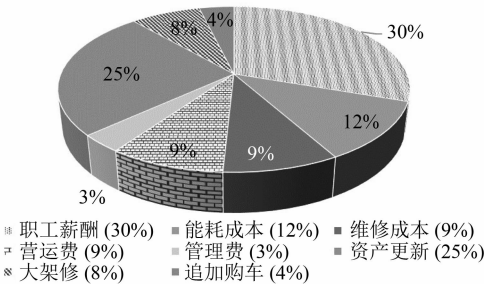


图 3 线路运营 30 年全成本构成
Fig.3 Composition of line operation overall cost for 30 years

由表 1 得到不同补贴模式下 30 年模拟财政补贴情况,如图 4 所示。图 4 中,影子票价模式下初始运营年的影子票价为 5.35 元/人次,30 年运营期的

财政补贴为 377.4 亿元;运营车公里服务费模式下初始运营年运营车公里服务费为 49 元/(车 km),30 年运营期的财政补贴为 339.1 亿元。将两种模式的补贴按 LPR(长期贷款利率)为 4.65% 折现至运营初年(2023 年)可得,影子票价模式的财政补贴折现值约为 194.3 亿元,运营车公里服务费模式的财政补贴折现值约为 185.3 亿元。

在影子票价模式下,客流量在运营期会逐步增加,补贴也随之逐年上升,故政府补贴压力在前期小,在后期大。可见,在影子票价模式下,政府占有资金的时间相对更长。而列车运行里程数一般较为稳定,故运营车公里服务费模式的补贴金额每年也较为稳定,但前期运营车公里服务费补贴高于影子票价补贴。

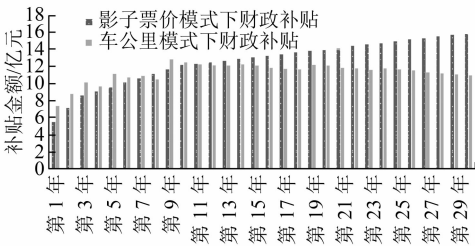


图 4 不同补贴模式下 30 年模拟财政补贴情况
Fig.4 Simulation of 30-year financial subsidies under different subsidy modes

2.3.1 客流量敏感性分析

在影子票价模式下,可行性缺口补助=影子票价×约定客流量-实际票务收入-实际非票务收入。当实际客流量高于约定客流量时,项目公司实际票务收入增加,政府补贴减少;当实际客流量低于约定客流量时,项目公司实际票务收入减少,补贴增加。由此可知,在不考虑客流量分成分担的情况下:项目公司的资本金内部收益率较为稳定(如图 5 所示);即使客流量低,项目也仍能维持较好的收益水平,故项目公司对提升运营服务水平积极性不高;当客流量过低时,如果项目公司减少运营实际支出成本,则会导致过度“暴利”。

针对影子票价模式的特点,可采用客流量分成分担机制:当客流量高出约定客流量时,政府与项目公司对高出部分进行分成;当客流量低于约定客流量时,双方合理分担。深圳地铁 12 号线所采用的客流量分成比例约定如图 6 所示。图 6 中:当实际客流量为约定客流量的 95%~105% 时,风险及收益由项目公司自行承担;如客流量低于约定客流量的

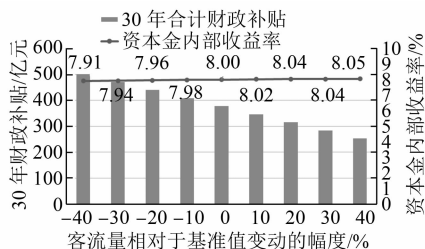


图5 客流量变动下的30年政府财政补贴与收益率变化（不考虑客流量分成分担）

Fig. 5 Change of government financial subsidies and rate of return within 30 years (without considering passenger flow volume fluctuation)

80%,则低于80%的部分由政府全额补贴;如客流量高于约定客流量的105%,则超过105%~120%部分由政府与项目公司按照7:3分成,超过120%~140%部分由政府与项目公司按6:4分成^[8]。在客流量分成分担机制下,客流量超出约定客流量越多,则项目公司分成越大,可激励项目公司不断提升服务质量与效益。

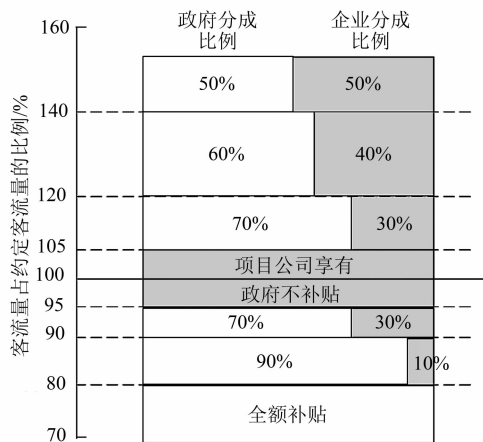


图6 深圳地铁12号线客流量分成分担机制

Fig. 6 Sharing mechanism centering passenger flow volume of Shenzhen Metro Line 12

按照图6的客流量分成分担机制,可得客流量变动下的30年合作期政府财政补贴与收益率变化,如图7所示。由图7可见:若实际客流量超过合同约定客流量的40%,则项目公司收益率达到10.6%,比约定8%的收益率增加2.6%;若实际客流量低于合同约定客流量的40%,则项目公司实际收益率约为6.7%,比约定收益率减少1.3%。由此可知,当约定客流量过低时,项目公司实际收益会较高,造成政府过度“让利”;当约定客流量过高时,由于客流量过低的风险由政府承担,则客流量变化对项目公司实际收益影响较

小。因此,影子票价模式下,政府与社会资本投资方对约定客流量的博弈十分关键。

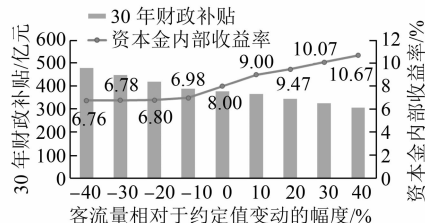


图7 客流量变动下的30年政府财政补贴与收益率变化（考虑客流量分成分担）

Fig. 7 Change of government financial subsidies and rate of return within 30 years (considering passenger flow volume fluctuation)

2.3.2 运营车公里敏感性分析

运营车公里通常与线路长度、发车间隔、车辆编组相关。根据深圳地铁1号线数据(见图8),2012年—2019年的日均客流量增加了46%,年均运营车公里仅增加1.6%。可见,运营车公里变化与客流量变化关系并不密切。如项目前期的运营车公里预测数较为准确,则可降低政府与社会资本投资方之间的博弈。

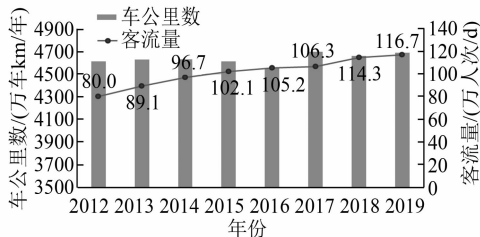


图8 深圳地铁1号线全年日均客流量与走行车公里变化关系图

Fig. 8 Diagram of the relationship between annual average daily passenger flow volume and Shenzhen Metro Line 1 travel kilometer change

3 补贴机制设计要点及发展建议

3.1 补贴机制设计要点

3.1.1 因地制宜,选取契合项目特点及PPP发展目标的回报模式

运营车公里服务费模式按行驶里程补贴计价,以政府向社会资本购买公共服务为核心,采用较为稳定的行驶里程为指标。PPP项目公司仅需完成约定行驶里程即可获得相应的补贴。该模式适用于城市轨道交通发展起步初期或网络化运营尚未形成、线路客流量不确定性大、政府引入社会资本以

解决建设资金为主要目的的项目。

影子票价模式按照约定的客流量补贴计价,以预测客流量为指标,发挥社会资本的主观能动性,通过自身运营经验,采取灵活的运营组织适应客流量需求,有利于激励企业降低运营成本。该模式适用于城市轨道交通网络化运营较为成熟,线路客流量有保障,政府以追求提供高质量轨道运营服务为目标的项目。

3.1.2 机制管控,合理的分成分担和风险管控机制是项目发展可持续的基础

社会资本参与城市轨道交通项目投资建设运营的目的是获取额外的收益回报。城市轨道交通投资规模大,建设运营周期长,其收入与成本涉及的不确定性因素多,构成复杂。为保障项目合作可持续,需要制定分成分担和风险管控机制。以超额收益共享原则设定收益分成机制,使双方共享超额客流量带来的收益;以风险可控原则设定风险分担机制,使项目建设、财务和运维等商业风险由社会资本投资方承担,使法律、政策和最低需求(客流量)等风险由政府承担,使其他经济波动、不可抗力等风险由双方共担。

3.1.3 精准预测,客流量预测的精确性是政府与社会资本博弈平衡的关键

根据上述分析,在客流量分成分担机制下,约定客流量同项目风险与收益的分配密切相关。因此,项目前期客流量预测的精准可靠是实现政府与社会资本博弈平衡的关键。

3.1.4 绩效考核,可量化、可激励、有约束的考核机制是线路运营提质增效的保障

按照PPP项目的相关政策要求,应建立政府年度补贴与绩效产出挂钩机制。但是,目前我国既有城市轨道交通运营服务考核指标及标准尺度宽松,违约处罚不合理,相对每年数亿计的政府补贴,惩罚力度微乎其微,难以敦促企业提升服务质量与效益^[9]。因此,项目实施机构需结合城市轨道交通的实际运行情况,制定一套可量化、可激励、紧约束的线路运营服务考核体系。

3.2 发展建议

3.2.1 加快城市轨道交通票价和收费制度改革

价格是影响PPP项目顺利执行的关键。无论是目前的运营车公里服务费模式,还是影子票价补贴模式,均采用财政资金补贴,其由一般性税收承担,个别的使用者成本会被一般公众分担。如果缺

乏城市轨道交通票价调整机制,则轨道交通PPP项目的政府付费最终主要由城市一般公众负担,影响社会公平,使PPP项目的长期可持续发展面临极大挑战。本文建议:

1) 保证社会资本盈利而非暴利,结合各阶段经济发展及物价水平,兼顾社会公平的原则,制定城市轨道交通票价调整机制及方案。

2) 发挥人民代表大会在PPP项目中的决策作用,防止地方政府通过票价大幅上涨来转移政府决策不当造成的付费压力。

3.2.2 PPP+TOD(交通引导发展)回报模式

我国城市轨道交通PPP项目目前仍以政府财政性资金补贴为主。在30年合作期内,政府总补贴高达数百亿,政府补贴和使用者所付支出最终可能远超预期的自建项目支出。这种单纯的PPP建设模式仅仅拉长了政府付费周期,缓解了建设期和运营初期的政府财政压力,但长远来看,并未减轻政府财政补贴负担。如远期城市经济发展动力不足,政府补贴过大,甚至超过当年一般公共预算支出的10%,则PPP项目将面临提前终止的风险。

为规避上述风险,相关政策要求项目实施机构组织每3~5年对项目产出绩效、物有所值进行中期评估,并制定应对措施。然而这些举措增加了项目后期的政府行政成本和压力,而且在极端情况下难以制定行之有效的应对措施。

香港地铁项目采用PPP+TOD的回报模式。社会资本投资方在参与地铁建设与运营的同时,还负责沿线相关地块的土地开发以获取收益,用于弥补建设运营资金缺口。该模式下,运营盈亏由社会资本投资方自行负责,不需政府给予额外的财政补贴。这样不仅能迫使社会资本投资方将城市轨道交通线路的外部经济效益最大化和内部化,还能降低项目的执行成本。在PPP+TOD模式下,政府无需额外付出财政补贴,仅需对项目公司运营绩效进行合理奖惩:如出现安全事故或列车延误等服务不达标问题,则按照事件严重程度及发生次数给予罚款处罚,以确保轨道交通的服务质量。

3.2.3 PPP+REITS(不动产投资信托基金)融资模式

2020年中华人民共和国国家发展和改革委员会与中国证券监督管理委员会联合发布了《关于推进基础设施领域不动产投资信托基金(REITs)试点相关工作的通知》,这标志着我国基础设施公募RE-

ITs 试点正式起步。PPP+REITS 模式将城市轨道交通 PPP 项目与 RETIs 结合,通过向社会投资人公募发行 PPP 项目公司股份或信托收益凭证,来筹集资金并投资于线路建设,使社会投资人从中获取投资收益。

城市轨道交通 PPP 项目的 REITs 采用公募形式发行,可进一步降低融资成本。作为再融资手段,PPP+REITs 能够优化 PPP 项目在运营期间的融资结构安排,为金融投资人和 PPP 社会资本的投资方提供投资便利和融资便利,降低财务杠杆比例。REITs 采用市场发行方式,接受证监会及社会投资人的监督,可确保 PPP 项目的运作规范与透明。

目前,PPP+REITs 融资模式尚不成熟,需要加强顶层制度设计,出台相应的标准及规范性文件,明确具体操作模式,处理好证券发行的永续性与 PPP 项目合作期的有限性、实施机构监管与证监会监管标准的统一性等问题。

4 结语

城市轨道交通投资、运营资金需求大,为缓解政府财政压力,激发市场活力,各大城市开始逐步推进城市轨道交通 PPP 项目。社会资本参与 PPP 项目的目的是获取相应的回报。本文结合实际案例重点分析了影子票价和运营车公里服务费两种常用补贴模式的优缺点及适用性,并进一步提出了城市轨道交通回报模式设计要点及发展建议。

参考文献

- [1] 中国城市轨道交通协会. 城市轨道交通 2019 年度统计和分析报告[R]. 北京:中国城市轨道交通协会,2020.
China Association of Metros. Statistics and analysis report of urban rail transit in 2019[R]. Beijing:China Association of Metros,2020.
- [2] 李明阳,邢燕婷,廖雅双. 城市轨道交通 PPP 模式付费机制对比研究[J]. 都市快轨交通,2016(5):26.
LI Mingyang, XING Yanting, LIAO Yashuang. Research on payment mechanism applied in the urban rail transit PPP projects[J]. Urban Rapid Rail Transit,2016(5):26.
- [3] 徐成彬. 政府和社会资本合作(PPP)项目补贴模式比较研究-基于城市轨道交通 PPP 项目实践[J]. 宏观经济研究,2018(5):94.
XU Chengbin. Comparative research on public-private partnership (PPP) subsidies mode-based on urban rail transit PPP project practice[J]. Macroeconomics,2018(5):94.
- [4] 周春燕,王琼辉. 公众参与城市轨道交通政府补贴机制探讨[J]. 价格理论与实践,2007(6):26.
ZHOU Chunyan, WANG Qionghui. Discussion on public participation in government subsidy mechanism of urban rail transit[J]. Price Theory & Practice,2007(6):26.
- [5] 周宗球,刘欣宇. PPP 模式下社会资本方在城市轨道交通投融资开发中的盈利分析及风险控制研究[J]. 建设科技,2017(2):94.
ZHOU Zongqiu, LIU Xinyu. Research on profit analysis and risk control of social capital in urban rail transit financing and investment development under PPP mode[J]. Construction Science and Technology,2017(2):94.
- [6] 崔晓艳,张蛟,杨旋凯. 地铁项目 PPP 模式投资回报机制研究—以青岛地铁 1 号线为例[J]. 建筑经济,2020(10):78.
CUI Xiaoyan, ZHANG Jiao, YANG Xuankai. Research on PPP model return mechanism of metro project:taking Qingdao Metro Line 1 project as an example[J]. Construction Economy,2020(10):78.
- [7] 中华人民共和国财政部. 政府和社会资本合作模式操作指南[EB/OL]. (2014-11-29)[2020-11-15]. <https://www.dulifei.com/standard/detail/1150>.
Ministry of Finance of the People's Republic of China. Operation guide of Public-Private Partnership model [EB/OL]. (2014-11-29)[2020-11-15]. <https://www.dulifei.com/standard/detail/1150>.
- [8] 深圳市城市交通规划设计研究中心股份有限公司. 深圳地铁 12 号线 PPP 项目实施方案研报告[R]. 深圳:深圳市城市交通规划设计研究中心股份有限公司,2020 年.
Shenzhen Urban Transport Planning Center Co., Ltd. Research report on implementation scheme of PPP project of Shenzhen metro line 12[R]. Shenzhen:Shenzhen Urban Transport Planning Center Co.,Ltd.,2020.
- [9] 陈胜波,刘永平,张宁. 城市轨道交通运营服务绩效考核指标及考核标准探讨[J]. 城市轨道交通研究,2020(3):96.
CHEN Shengbo, LIU Yongping, ZHANG Ning. Discussion on the index and standard for urban rail transit operational service assessment[J]. Urban Mass Transit,2020(3):96.

(收稿日期:2020-12-01)

欢迎订阅《城市轨道交通研究》

服务热线 021—51030704