

“四网融合”背景下粤港澳大湾区轨道交通 票价一体化研究*

李晓玉¹ 苏跃江^{1,2} 胡郁葱² 谭 静¹

(1. 广州市交通运输研究院有限公司, 510627, 广州;

2. 华南理工大学土木与交通学院, 510641, 广州//第一作者, 工程师)

摘 要 在四网融合背景下, 联通城际铁路和地铁票务系统, 实现付费区无缝换乘对于轨道交通票价一体化发展具有重要意义。通过对比国内外付费区换乘票制票价的实践经验, 结合粤港澳大湾区城际铁路和地铁线网票价的发展基础, 探讨一体化发展趋势下城际铁路和地铁的换乘模式与票制, 分析计程票制下城际铁路和地铁计价、跨制式和跨区段计价等不同策略的适应性。结果表明, 付费区换乘模式及同制式跨区段采取“不分段、不重新起步”和跨制式采取“分段、重新起步”的计价策略更符合粤港澳大湾区轨道交通票价的一体化发展。

关键词 粤港澳大湾区; 轨道交通; 票价一体化

中图分类号 F530.52

DOI:10.16037/j.1007-869x.2022.10.004

Integration of Rail Transit Fares in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area under the Background of 'Four-network' Integration

LI Xiaoyu, SU Yuejiang, HU Yucong, TAN Jing

Abstract In the context of four-network integration, it is of great significance to rail transit fare integrated development for the connection of intercity railway and metro fare systems, and to realize billing zone seamless interchange. By comparing practical experiences of domestic and abroad billing area interchange fare systems, based on the development of Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area Intercity Railway and metro line network fare price, the interchange mode, the fare system of intercity railway and metro in the trend of integrated development are analyzed. The adaptability of strategies such as the valuation of intercity railway and metro, the valuation of cross-system and cross-section under metered fare system are analyzed. Results show that the billing area interchange mode and the same-system cross-section adopting the pricing strategy

of 'non-segmentation, no re-starting' and the cross-system adopting 'segmentation, re-starting' is more in line with the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area rail transit fare integration development.

Key words Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area; rail transit; fare integration

First-author's address Guangzhou Transportation Research Institute Co., Ltd., 510627, Guangzhou, China

《国家发展改革委关于培育发展现代化都市圈的指导意见》^[1]提出:“推动干线铁路、城际铁路、市域(郊)铁路、城市轨道交通‘四网融合’,探索都市圈轨道交通运营管理‘一张网’”;国务院《粤港澳大湾区发展规划纲要》^[2]提出:“推进大湾区城际客运公交化运营,推广‘一票式’联程和‘一卡通’服务”;国务院《交通强国建设纲要》^[3]提出“推进干线铁路、城际铁路、市域(郊)铁路、城市轨道交通融合发展”;国务院《国家综合立体交通网规划纲要》^[4]提出:“推动干线铁路、城际铁路、市域(郊)铁路融合建设,并做好与城市轨道交通衔接协调,构建运营管理和运营服务‘一张网’,实现设施互联、票制互通、安检互认、信息共享、支付兼容。”在“四网融合”背景下,实现“一票通行、一站安检”是区域轨道交通一体化融合发展的重要组成部分。然而,目前各城市群尚未建立完善的区域协同票务管理体系,该体系一般涉及到不同轨道交通方式的换乘模式、换乘票制、票价计价策略等内容。本文以粤港澳大湾区(以下简为“湾区”)城际铁路和地铁票价一体化为例,对上述内容进行比选分析,得到各种策略的适应情形,为区域内多种轨道交通方式运营一体化的发展提供启示。

* 国家自然科学基金项目(52072128);广州市科技计划项目(202206010056)

1 湾区城际铁路和地铁换乘模式比选

湾区“一张票”在线网融合贯通的情况下,存在

非付费区换乘和付费区换乘两种模式。目前,这两种换乘模式在实施过程中存在较大差异且各有利弊(见表 1)。

表 1 付费区和非付费区两种换乘模式对比

Tab.1 Comparison of two transfer modes between billing zone and non-billing zone		
对比项	付费区换乘	非付费区换乘
乘客出行	不需出闸后再进闸,方便乘客	需出闸后再进闸,给乘客带来极大不便
票价、优惠及补贴政策	需建立统一的票价、优惠及补贴政策;基础票价定价策略一致,优惠及补贴需涉及政府部门。例如,广州和佛山地铁票价政策相同,羊城通在两城通用,享受同样的限次折扣优惠	基础票价、优惠政策、财政补贴独立
系统改造	跨市轨道交通受双向影响,导致长期频繁改造。例如,湾区内各城市开通新线或新增票种(如乘车码、银行卡、人脸过闸等)时,其余城市都要进行相应改造	相互影响相对较少,区域内独立改造
车票的发行和流通	所有票种(回收类、非回收类)100%兼容及流通。例如,广州地铁与佛山地铁的单程票、乘车码等	部分非回收类票种(如满足“交通联合”标准的城市一卡通)互通使用
票务异常处理	各区域联合制定票务异常处理规则并共同遵守,处理细节需 100% 相同,实现相对困难	票务异常处理规则各区域独立,实现相对容易
票务收益结算复杂度	各区域联合制定票务收益清分结算等规则,实现相对复杂	相对简单

非付费区换乘可保持不同区域、不同制式在系统建设、票务政策、车票流通、收益清分等方面的独立性,其更容易实现,但不利于乘客无障碍便捷出行。付费区换乘方便乘客贯通便捷出行,但各项票务措施在区域、制式间互相牵连制约,如不同区域、不同制式间应统一票价政策和补贴机制;票务清分标准需各交通主管部门及运营部门的认可,不同区域、不同制式间票务清分标准的统一是实施付费区换乘的必要条件。结合国家和地方的相关文件,联通城际铁路和地铁的票务系统,实现付费区换乘、“车票互通”是湾区四网融合背景下,城际铁路和地铁“融合发展”的重要方向。

2 轨道交通付费区换乘票制票价实践

2.1 分区票制下的付费区换乘

欧洲市域(郊)铁路与地铁换乘多为付费区换乘,其在市区范围内的公共交通采取一体化的分区票制,票价根据乘客出行所跨区域数量决定。

1) 巴黎公共交通的分区票制。巴黎的公共交通系统由地铁、区域快线、公共汽车、有轨电车和市郊铁路 5 个部分组成,其票价采用分区计价的模式。运营区域在地理上按照同心圆环划分为 5 个区域,呈环形圈层向外辐射。其中,1~3 环是巴黎市中心区域,4~5 环为市郊地区。车票按区域发售,以巴

黎市为中心,乘客出行时跨行区域越多,出行方向越靠近城市中心,出行费用越高^[5]。

2) 伦敦轨道交通的分区票制。伦敦轨道交通实施分区域、分时段定价,将大伦敦区由内到外划分为 9 个区域,其中 1~2 区为伦敦市中心城区,6~9 区则为较偏远的郊区;按乘客出行所跨行的区域及其数量定价,计价路径依靠乘客自主刷识粉色读卡器标记路径(避开 1 区、2 区,绕道优惠),否则按最短路径收取高票价;高峰时段(周一—周五 06:30—09:30 和 16:00—19:00)与非高峰时段(包括公共假期)票价不同,高峰时段票价更高;同时存在封顶票价,即每日支付票价存在上限^[6]。

2.2 计程票制下的付费区换乘

国内轨道交通普遍采用计程票制,并在计程票制下实现付费区换乘。其中,地铁采取递远递减费率的计程票制,城际铁路票价则采用同地铁票价、单独定价、分区段计价等 3 种计价策略。

1) 南京地铁 S9 线(以下简为“S9 线”)与南京地铁“同网同价”:S9 线按南京地铁票价执行,起步价 2 元可乘 4 km,4~14 km 为 5 km/元,14~28 km 为 7 km/元,28~37 km 为 9 km/元。

2) 北京市郊铁路 S2 线(以下简为“S2 线”)跨城市“分区段计价”:S2 线全长 108.3 km(见图 1),其中北京段采用与北京地铁相同的计程票价,北京

市政府以政府购买服务的方式,向城铁公司支付购买服务费;河北段(康庄站—沙城站)票价按照京铁运[2012]732号《北京铁路局关于调整S2线列车运行图的通知》规定执行;跨北京段和河北段票价按两段加总计价。

3) 杭绍城际铁路、杭海城际铁路与杭州地铁“同网同价”、跨城市“分区段计价”:2021年6月开通运营的杭绍城际铁路和杭海城际铁路的票价与杭州地铁票价相同,采取跨城市、跨线网时分段计价,即重新起步,三段分别计价,各部分费用叠加即为乘车总费用。

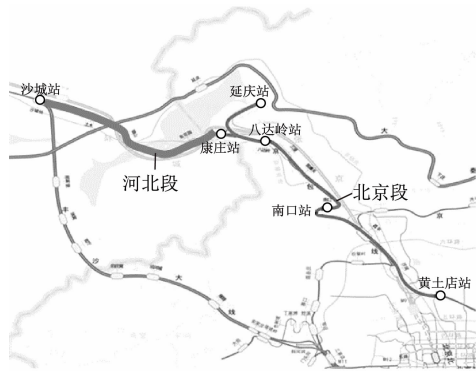


图1 北京市郊铁路S2线

Fig.1 Beijing suburban railway Line S2

3 湾区城际铁路和地铁票制研究

3.1 定价原则

1) 遵循现有票价政策:湾区内轨道交通票制的制定应遵循法规政策,以现行票制政策为基础,保留湾区内各城市居民现有的轨道交通收费制度和市民支付习惯。

2) 社会资源公平享有:客观反映乘客所付票款与使用轨道交通运输服务之间的对应关系,即多乘坐多付费。对长途通勤旅客考虑给予一定优惠,同时控制短距离乘客的票款支出不宜过高。

3) 合理分摊,民意支撑:合理协调乘客经济承受、企业成本和政府补贴三者之间的关系,以实现轨道交通良性、可持续发展。目前,地铁低票价享受政府补贴;城际铁路单独定价,不享受补贴。

4) 体现差异化,操作性强:体现轨道交通制式特征及功能定位,促进交通资源的合理综合运用。综合考虑票制制定中所涉及的技术问题,使得乘客易于理解使用,以及企业票务管理可操作。

3.2 票制研究

1) 单一票制:单一票制是指乘客在线网或者某

条线路支付固定的票价,不计对象、时段和乘坐距离的计价方式^[7]。北京地铁2014年调价前采用这种票制。该票制的优点是乘客易于理解使用,运营企业票务管理简单、综合成本低;缺点是票价不能体现出行距离与运营成本之间的关系,不满足社会资源公平享有、多乘坐多付费及合理分担的原则,乘客对票价不公平的感知度较高,经营企业严重亏损。湾区城际铁路与地铁融合发展背景下,网络结构复杂、不同乘客乘坐距离差异大,单一票制不适合湾区轨道交通付费区的乘客换乘。

2) 分区票制:将轨道交通服务范围划分成若干个区域,票价根据乘客出行所跨区域个数决定,在同一区域内出行只支付基础票价,跨区域出行则需支付额外费用。目前,伦敦、巴黎等城市采用分区票制实现不同制式、不同区域公共交通的付费区换乘,其城市具有明显的区域中心。结合城市规划,以1个中心为核心,按照同心圆模式划分3~9个区域。而湾区城市发展、轨道交通建设围绕广州、深圳两个中心城市,“双中心”给分区边缘的划定与票价标准的制定增加了难度。同时分区票制不能体现多乘坐多付费原则,跨区短途出行的票价可能远高于同区中长途出行,区域边缘流动性降低。另外分区票制在我国未有先例,湾区轨道交通采取分区票制,区域划分的认识和接受性可能需要长期逐步确立,因此湾区范围内的轨道交通统一实施分区票制存在较大困难^[8]。

3) 计程票制:根据乘客的乘坐距离来计算票价,其票价为票价率与里程的乘积。计程票制票价与运营成本联系紧密,可以较好地保障消费与收益公平,符合合理分摊的原则。地铁承担中心城区内通勤出行需求,享受政府补贴,考虑长距离乘客交通费用支出压力相对较大,采取票价递远递减的方式进行平衡;城际铁路联系中心城区与外围组团及城市间的长距离出行,不享受政府补贴,采取固定费率。我国各城市轨道交通均采用计程票制,该票制具有较好的民意基础。

4 湾区城际铁路和地铁票价计价策略研究

4.1 城际铁路、地铁票价计价策略

遵循现有票价政策,地铁票价采用递远递减费率下的计程票制;城际铁路票价可采用执行地铁票价标准、单独定价、分区段计价3种策略。

1) 执行地铁票价标准:即实现湾区内城际铁路

和地铁同网同价。这种模式下城际铁路采取地铁的低票价政策,票款收入难以弥补运营成本,在无财政补贴的情况下,城际铁路公司亏损严重。该计价策略下,政府通常会以购买服务方式,向城际铁路公司支付购买服务费,如杭绍城际铁路、杭海城际铁路等。城际铁路执行地铁票价标准,无法体现轨道交通制式特征及功能定位,政府、企业支付成本最高。该策略适用于城际铁路承担都市圈内乘客通勤出行,与地铁换乘站点多、难以分段,地铁网络与城际铁路网络深度融合,且政府以购买服务方式向城际铁路公司支付服务费的情景。

2) 单独定价:票价为基准票价率与运价里程的乘积,同时设置起步价。票价可以更好地反映线路运营成本,但乘客支付票款最高,适应于城际铁路承担都市圈内跨区长距离的乘客出行。地铁线网与城际铁路线路单点衔接,城际铁路与地铁线网换乘路径唯一,可清分出城际铁路路径与地铁路径的情景,如广清城际铁路、广珠城际铁路;城际铁路与地铁线网换乘路径若不唯一,则会出现 OD(起讫点)存在多条路径、票价不唯一的问题,这时需要考虑多路径下的计价问题。

3) 分区段计价:结合同地铁票价与单独定价策略,提出分区段计价策略,体现城际线路承担的功能定位,即按照城际铁路在不同区域的功能定位,将其划分成若干区段(地铁功能区段、城际铁路功能区段)。地铁功能区段与地铁线网深度融合,该区段线路主要承担都市圈内乘客高频通勤出行需求,类似城市地铁功能,同地铁票价;城际功能区段承担都市圈内跨区长距离出行,与地铁线网单点衔

接,按固定票价率单独定价。该策略适用于城际线路分区段特征明显的情景,同时还要注意分段后形成的城际票价体系网络与地铁票价体系网络换乘路径应唯一,否则会出现 OD 存在多条路径、票价不唯一的问题,需考虑多路径下的计价问题。同时随着城市的拓展与线网加密,城际铁路线路功能将发生变化,与中心城区联系紧密的城际铁路功能区段将会转变为地铁功能区段。因此,应持续评估与调整线路分段点,以适应轨道交通线网的快速发展。

以佛山经广州至东莞城际铁路为例(见图 2),分别按照同地铁票价、单独定价、分区段计价等策略测算文化北路站—新城中路站(长约 80 km)票价:

1) 同地铁票价。假设该条线路票价与湾区地铁票价一致(起步价 2 元可乘 4 km,4~12 km 为 4 km/元,12~24 km 为 6 km/元,超过 24 km 为 8 km/元),则文化北路站—新城中路站票价为 14 元,票价明显偏低,城际铁路公司亏损严重。

2) 单独定价。假设固定费率为 0.6 元/(人·km),起步价为 5 元,则文化北路站—新城中路站票价 48 元,但该条城际铁路线路与地铁网络换乘路径不唯一,存在多条路径,若单独定价,乘客感知不公平。

3) 分区段计价。该条城际铁路横跨广州、佛山、东莞 3 个城市,佛山段可与广佛线、在建佛山地铁 3 号线等多线换乘,广州段在广州主城区内与广州地铁网络深度融合。以区段功能及分段后城际铁路与地铁网络无回路为原则,假定选取新塘站作为分段点,则地铁区段长约 68 km、票价为 12 元,城际铁路区段长约 13 km、票价为 8 元,合计 20 元。

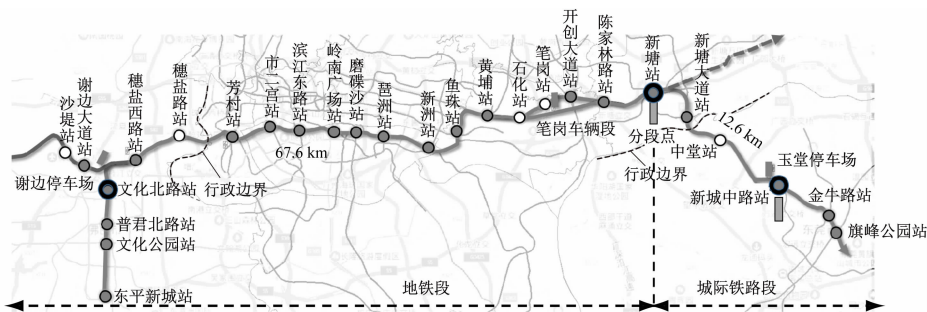


图 2 佛山经广州至东莞城际铁路线路示意图

Fig. 2 Diagram of the intercity railway route from Foshan to Dongguan via Guangzhou

4.2 跨制式、跨区段票价计价策略

跨制式、跨城市的票价制定包括“分段、重新起步”及“不分段、不重新起步”两种策略。分段、重新

起步策略是指跨制式(城际铁路、地铁)、跨区段(城际跨线路、地铁跨城市)时,按制式和区段进行线路划分,分别计算其起步价,并按计价里程测算票价,

总票价=不同制式、不同区段线路票价的总和。该策略因多次计算起步价导致票价过高,损害跨制式、跨区段短距离出行乘客的利益(见表2)。不分段、不重新起步策略是指跨制式、跨区段时,票价只计算1次起步价,计价里程为不同制式、不同区段里程之和。该策略下两制式、两区段的基础票价政策不一致时,乘客出行会出现正、反向OD时票价不一致的情况(见表3),因此适用于两制式、两区段基础票价一致的情况。根据上述分析,城际铁路在按照同地铁票价、单独定价、分区段计价策略定价后,湾

区城际铁路与地铁线网将出现城际铁路和地铁两种票价体系,且两种制式下的基础票价不一致。

表 2 地铁广州南站站—陈村北站跨区段票价

Tab. 2 Metro Guangzhou South Station-Chencun North Station cross-section fare

项目	里程/km	不同计价策略下的票价/元	
		分段、重新起步	不分段、不重新起步
广州段	1.5	2.0	
佛山段	1.7	2.0	
总计	3.2	4.0	2.0

表 3 番禺广场站—翠亨新区站跨制式票价

Tab. 3 Panyu Square Station-Cuiheng New District Station cross-system fare

票价计价策略	城际铁路段		地铁段		总票价/元
	里程/km	票价/元	里程/km	票价/元	
分段、重新起步	19.8	12	42.8	9	21
不分段、不重新起步	O—D		62.6	11	11
	D—O	62.6	38		38

1) 同制式:同制式跨区段采用的不分段、不重新起步计价策略更符合湾区轨道交通一体化原则和市民的支付习惯。目前,同制式跨区段的广清城际轨道与广州东环城际、广佛地铁,均采用此计价策略。同时湾区内各城市地铁基础票价政策相同,实施同制式内不分段、不重新起步的计价策略具有较好的基础条件。

2) 跨制式:两制式下的基础票价不一致,不分段、不重新起步计价策略下正、反向OD时票价不一致且差距较大,若采取最低票价计价,会造成城际铁路严重亏损;而分段、重新起步计价策略不受制式票价政策影响。

4.3 多路径计价策略

轨道交通线网体系中存在地铁、城际铁路两种计价体系,且两种计价体系网络换乘路径不唯一时,则需考虑多路径下的票价制定与清分问题。目前,在单一计价体系内,地铁线网、城际铁路按照最短路径计费。若出行路径涉及两个票价体系时,存在区分路径、最低票价等票价制定策略及清分设想^[7]。

4.3.1 城际铁路同地铁票价

对城际铁路和地铁线路统一票价。票务清分模型通过多路径分配得到的线路里程占比,计算城际铁路与地铁线路的收益占比。票价则按照票务

清分模型确定的最短路径里程进行计价。现阶段清分技术已较为成熟。

4.3.2 城际铁路采取单独、分区段计价策略

4.3.2.1 城际铁路与地铁票价网络换乘路径唯一

城际铁路或城际铁路区段具备独立定价的条件,可应用最短路径清分模型测算城际铁路与地铁线路有效路径的里程,按照有效路径里程测算城际铁路、地铁区段费用,两区段费用叠加即为OD票价,两区段费用比例即为城际铁路、地铁收益分配比例。

4.3.2.2 城际铁路与地铁票价网络换乘路径不唯一

从票价制定与清分的角度分析,存在区分路径和最低票价两种情景。

1) 区分路径:利用路径区分技术(人脸识别、智能嗅探等)识别乘客在轨道交通中的实际出行路径。目前,路径区分技术尚未形成可靠的方案,利用高频的无限感应设备或人脸识别技术区分乘客路径的精度不高、成本过大、操作性差。

2) 最低票价:按照起点站至终点站票价最低的路径计费,该情景只需利用地铁自身多路径分配清分模型进行收益清分。乘客对该策略的接受度更高。但统一最低票价计价,相当于城际铁路同地铁票价,使得城际铁路公司面临一定程度的亏损,而城际铁路高于地铁票价的亏损部分需考虑申请财

政补贴的可能性。

5 结语

本文以湾区城际铁路和地铁一体化为例,探讨一体化发展趋势下城际铁路和地铁换乘方式、票制及计价策略等问题。首先,通过对“四网融合”背景下城际铁路和地铁换乘模式进行比选,提出湾区应实现付费区换乘、车票互通的发展方向;其次,在总结轨道交通付费区换乘票制、票价实践经验的基础上,探讨城际铁路和地铁票制的选择问题;最后,对计程票制下城际铁路和地铁票价计价、跨制式和跨区段计价及票价制定清分方案设想等要点进行策略梳理与适应性分析。结果表明,付费区换乘模式、同制式跨区段采取“不分段、不重新起步”和跨制式采用“分段、重新起步”的计价策略更符合湾区轨道交通票价一体化发展。然而,城际铁路和地铁票价一体化发展还涉及不同制式下客流和服务的变化是否导致路径权重的增加,以及车票发行、优惠制定等;票价规则的具体制定还需考虑车票的限时、无效票的处理等。上述问题都有待研究与解决。未来,湾区城际铁路和地铁票价一体化涉及城市、区域等诸多利益主体,如何将一体化思想转化为行动,在湾区内建立统一的票务与清分体系需要开展更深入的研究。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 国家发展改革委关于培育发展现代化都市圈的指导意见[EB/OL]. (2019-02-21) [2021-07-14]. http://www.gov.cn/xinwen/2019-02/21/content_5367465.htm.
National Development and Reform Commission of the People's Republic of China. National Development and Reform Commission's guiding opinions on cultivating and developing modern metropolitan circles[EB/OL]. (2019-02-21) [2021-07-14]. http://www.gov.cn/xinwen/2019-02/21/content_5367465.htm.
- [2] 中华人民共和国国务院. 粤港澳大湾区发展规划纲要[EB/OL]. (2019-02-18) [2021-07-14]. http://www.gov.cn/zhengce/2019-02/18/content_5366593.html.
The State Council of the People's Republic of China. Outline of

development plan for Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area[EB/OL]. (2019-02-18) [2021-07-14]. http://www.gov.cn/zhengce/2019-02/18/content_5366593.html.

- [3] 中华人民共和国国务院. 交通强国建设纲要[EB/OL]. (2019-09-19) [2021-07-14]. http://www.gov.cn/zhengce/2019-09-19/content_5431432.htm.
The State Council of the People's Republic of China. Outline of building a powerful transportation country [EB/OL]. (2019-09-19) [2021-07-14]. http://www.gov.cn/zhengce/2019-09-19/content_5431432.htm.
- [4] 中华人民共和国国务院. 国家综合立体交通网规划纲要[EB/OL]. (2021-02-24) [2021-07-14]. http://www.gov.cn/zhengce/2021-02/24/content_5588654.htm.
The State Council of the People's Republic of China. Outline of the national comprehensive three-dimensional transport network planning[EB/OL]. (2021-02-24) [2021-07-14]. http://www.gov.cn/zhengce/2021-02/24/content_5588654.htm.
- [5] 张鑫,夏贝. “小车票、大学问”之巴黎公共交通票价体系研究[EB/OL]. (2021-02-18) [2021-07-14]. <https://mp.weixin.qq.com/s/gvoJEokwJXy96MvPiXJotg>.
ZHANG Xin, XIA Bei. 'Small Ticket, Bigger Subject': a study of the Paris public transport fare system[EB/OL]. (2021-02-18) [2021-07-14]. <https://mp.weixin.qq.com/s/gvoJEokwJXy96MvPiXJotg>.
- [6] LIANG J. 乘坐伦敦地铁如何巧妙利用 Oyster Card 粉色读卡器[EB/OL]. (2020-02-19) [2021-07-14]. <https://www.bangli.uk/post/44105>.
LIANG J. How to take advantage of the Oyster Card pink reader on the London metro [EB/OL]. (2020-02-19) [2021-07-14]. <https://www.bangli.uk/post/44105>.
- [7] 王静,张源,高胜庆,等. 两网融合背景下市域(郊)铁路票制票价及清分研究[J]. 综合运输,2020(6):28.
WANG Jing, ZHANG Yuan, GAO Shengqing, et al. Fare structure, ticket price and algorithm of metropolitan railways in the context of integration of rail transit and metropolitan railways[J]. China Transportation Review, 2020(6):28.
- [8] 广州市交通运输研究所. 粤港澳大湾区线网票务政策一体化研究[R]. 广州:广州市交通运输研究所,2021.
Guangzhou Transport Research Institute. Research on the integration of ticketing policies in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area [R]. Guangzhou: Guangzhou Transport Research Institute, 2021.

(收稿日期:2021-06-30)

欢迎投稿《城市轨道交通研究》

投稿网址:tougao. umt1998. com