

都市圈轨道交通分区票制适应性研究<sup>\*</sup>李晓玉<sup>1</sup> 张 森<sup>2</sup> 吕利民<sup>3</sup> 苏跃江<sup>1</sup> 谭 静<sup>1</sup>(1. 广州市交通运输研究院有限公司, 510320, 广州; 2. 广州地铁设计研究院股份有限公司, 510010, 广州;  
3. 广州地铁集团有限公司, 510330, 广州)

**摘 要** [目的] 分区票制在欧洲轨道交通系统中有着较为普遍的应用,但在我国诸多已经运营轨道交通的城市中尚未有实践。随着我国城市轨道交通的快速建设,轨道上都市圈的加速形成,需对分区票制的特点进行分析、对分区票制在我国城市及都市圈轨道交通的适应性进行深入探讨。[方法] 经调研国外城市分区票制票价的应用案例,总结分区票制实践特点,以广州都市圈轨道交通网络为例,提出分区票制票价方案设想,并以计程票制票价为参照,从分区方案划定、计价路径设定、票价规则制定、票价公平性及票务保障能力等方面,综合探讨分区票制在我国城市及都市圈轨道交通的适应性。[结果及结论] 探讨研究的结果表明,都市圈轨道交通实施分区票制,可鼓励区内多次无缝换乘,有利于都市圈轨道交通票制票价的一体化发展,但在分区边缘的设定、票价规则(基础票价及跨区票价)的制定等方面存在较大难度,且分区票制对区域的土地利用形态存在要求,并可能降低企业票款的保障能力、改变城市轨道交通的计价标准。

**关键词** 都市圈; 轨道交通; 分区票制; 适应性

**中图分类号** U293.22

**DOI:**10.16037/j.1007-869x.2024.12.051

## Research on Adaptability of Zoning Fare System in Metropolitan Area Rail Transit

LI Xiaoyu<sup>1</sup>, ZHANG Sen<sup>2</sup>, LYU Limin<sup>3</sup>, SU Yuejiang<sup>1</sup>, TAN Jing<sup>1</sup>

(1. Guangzhou Transportation Research Institute Co., Ltd., 510320, Guangzhou, China; 2. Guangzhou Metro Design & Research Institute Co., Ltd., 510010, Guangzhou, China; 3. Guangzhou Metro Group Co., Ltd., 510330, Guangzhou, China)

**Abstract** [Objective] The zoning fare system is widely used in European rail transit systems, but has not yet been put into practice in many Chinese cities with rail transit operation. Following the rapid urban rail transit construction in China and the accelerated formation of metropolitan areas on rails, it is necessary to analyze the characteristics of the zoning fare sys-

tem and conduct in-depth discussions on above system adaptability in urban and metropolitan area rail transit of China.

[Method] After investigating the application cases of zoning fare system prices in foreign cities, the practical characteristics of this system are summarized. Taking the Guangzhou metropolitan area rail transit network as an example, a zoning fare system price scheme is proposed. Taking the price of metered fare structure as a reference, the adaptability of zoning fare system in urban and metropolitan area rail transit of China is comprehensively discussed from the aspects of zone scheme demarcation, pricing path setting, fare rule formulation, fare fairness and ticket guarantee capability. [Result & Conclusion] The results of the research show that the implementation of zoning fare system for metropolitan area rail transit can encourage multiple seamless transfers within the zone, this will be conducive to the integration development of the fare structure and price for metropolitan area rail transit. However, there are great difficulties in zone edges setting and fare rules (basic fares and cross-zone fares) formulating. The zoning fare system also has requirements for the land use form of the region, and may reduce the company's ability to guarantee fare revenue and change the pricing standards of urban rail transit.

**Key words** metropolitan area; rail transit; zoning fare system; adaptability

分区票制在欧洲城市中有较为普遍的应用,但在我国诸多已运营轨道交通的城市中尚未有实践。国内许多学者针对分区票制在国内的应用做了相关的研究,为我国城市轨道交通票制票价的制定与运营管理提供了一定的启示与借鉴。文献[1]探讨了5种分区票制在轨道交通应用上的特色及优势;文献[2]提出了基于票价率偏差最小化的地铁分区票价优化方法;文献[3]阐述了分区计时票制的优势,制定了分区票制收费模型。目前,对分区票制在我国城市及都市圈的适用性研究还相对较

<sup>\*</sup> 广州市科技计划项目(202206010056)

少。在各位学者研究的基础上,本文总结国外城市分区票制的实践特点,以计程票制票价为参照,以广州都市圈分区票制票价方案为案例,探讨都市圈轨道交通分区票制的适应性,为都市圈轨道交通票制的选择及分区票制方案的制定提供依据与思路。

## 1 分区票制案例

### 1.1 伦敦轨道交通的分区票制

1981年,为简化购票流程和加快购票速度,伦敦轨道交通开始实施分区定价,将大伦敦区由内到外划分为9个区域。按乘客出行所跨行的区域及其数量定价,跨行1~9区票价逐步递增。伦敦的分区票制涵盖地铁、有轨电车、铁路和码头区轻轨等,充分体现了时间观念和拥堵概念,利用票价的制定来引导错峰出行和绕行出行。

1) 区分高峰票价和非高峰票价:高峰时段票价更高,越靠近中心城区,高峰与非高峰的票价差距越小,越远距离跨区的出行,高峰与非高峰的票价差距越大,以此鼓励远距离向中心出行的乘客错峰出行,以缓解高峰拥堵。

2) 标记路径,绕行优惠:在轨道交通的一些站点设粉色读卡器(换乘记录器),在乘客有多个出行路线可选择(进入1区或2区路线、绕行1区或2区路线)时,乘客选择绕行路线且自主刷识粉色读卡器标记路径,则乘客可享受绕行优惠,支出的票价相应减少,如表1所示。

3) 存在封顶票价:每日支付票价存在上限。

表1 伦敦轨道交通的绕行优惠

Tab.1 Detour discounts for London rail transit

时段	正常票价/英镑	绕行优惠票价/英镑
高峰时段(周一至周五: 6:30—9:30、16:00—19:00)	4.00	2.50
非高峰时段(在所有其他 时间,包括公共假期)	2.90	2.00

注:绕行优惠,在海布里站和伊斯灵顿站(或哈克尼中心站)换乘,必须触摸粉色读卡器。

### 1.2 巴黎公共交通的分区票制

巴黎的公共交通采用分区票制,运营区域在地理上按照同心圆环划分为5个区域。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。

巴黎的分区票制涵盖地铁、区域快线、道路公交、有轨电车和市郊铁路等,辅以了多样性的票种,

增加了票价的灵活性和适用性。

1) 针对全人群:大致归为全人群的单程票、不限次的全人群车票、不限次的青年车票、申请制的社会福利性车票和减价票等五大类,具体包括单程票、旅游票、月票、周票、年票、学生票等。

2) 多样化的单程票:普通单程票,一张车票在1.5 h内在1区、2区内线路间任意乘坐和换乘,票价1.9欧元/张,14.9欧元/10张;点对点单程票,1个区至其他区域之间的出行,实行点对点的票价,每张票在特定的OD(起、终点)之间出行。

### 1.3 温哥华公共交通的分区票制

温哥华的公共交通系统实行一票制,各种交通工具之间实现联票。公共交通被划分为三个区域,票价依据时间和跨区数来确定。

温哥华的分区票制涵盖地铁、公交、轮渡等,铁路采用独立的收费标准,都考虑了平峰优惠及特殊人群优惠:

1) 平峰优惠:适用于所有人群,周一至周五18:30之后、周六日、法定假期内,可以只支付1区的车费而前往全部区域的目的地。

2) 特殊人群优惠:5~13岁儿童以及65岁以上老年人与14~18岁未成年人可购买优惠票,5岁以下儿童免费。

## 2 分区票制特点

分区票制是指按照一定的标准将线网划分成若干个区,票价根据乘客所跨的区域及个数计费,乘客在同一区域内出行只需支付基础票价,跨区域出行则需支付额外费用。目前,欧洲城市普遍采用分区票制,如巴黎、伦敦等,国内城市尚未有实践。经总结分区票制的实践,整理分区票制特点如表2所示。

### 2.1 分区结构以环形分区为主

目前常见的分区结构有环形分区、行政区分区、线路分区、“蜂巢”分区等<sup>[1]</sup>。分区方案充分考虑了土地的利用强度和市民的出行习惯。欧洲城市中相当一部分城市,如巴黎、伦敦等均采取环形分区计费,即是将轨道交通网划分成若干个“同心圆”,这类城市土地利用和出行模式已趋于稳定,除中心区以外的区域土地利用形态呈现环带状。另外少数城市采用行政区分区(如温哥华),这种分区模式下,同一行政区域的线路票价相同,跨行政区需支付跨区费。部分城市(如西班牙的毕尔巴鄂)

表 2 国外城市分区票制特点

Tab. 2 Characteristics of zoning fare system in foreign cities

城市名	分区数/个	适用系统	中心数/个	票价决定因素	分区特点
巴黎	5	公共交通系统,包括轨道交通和道路公交	1	1. 跨区数 2. 出行方向是否靠近城市中心	1~3 环是巴黎市中心区域;4~5 环为市郊地区,归属于法兰西岛大区
伦敦	9	轨道交通系统	1	1. 路径 2. 乘坐时段 3. 存在封顶票价	区 1、2 为伦敦市中心区域,区 6~9 则是较偏远的地区
温哥华	3	公共交通系统,包括轨道交通和道路公交	1	1. 跨区数量 2. 乘坐时段	区 1 为温哥华市区,区 2 为北温、西温、伯纳比、里士满及机场,区 3 为大温哥华其余地区

采用线路分区,将线路分成区段来收费,这种分区结构可看成是计程票制的一种特殊形态。

## 2.2 分区形式呈现为“单中心”

将城市客流吸引力较大的核心区作为整个分区的中心,并向外划分不同层次的区域,具体呈现为单中心的放射形态。单中心的形态更利于分区方案的形成,如巴黎、伦敦以 1 个核心区为中心,按同心圆划分环形分区,呈现区域放射状;温哥华以一个行政区为中心,呈现为扇形的单侧放射形态。

## 2.3 分区大小及数量合理

分区票制的计费区考虑区域大小和区域数目的合理性,面积越大划分的计费区数目越多,一般不超过 9 个,计费区(区 1~4)的平均半径范围一般控制在 5 km、10 km、15 km、20 km。

## 2.4 有利于公共交通系统融合发展

分区通常针对整个轨道交通或公共交通系统,在同一分区内在线路间或不同制式间换乘不用单独付费,可实现轨道交通各制式之间的融合发展与道路公共交通系统间的多模式换乘,其协调度高。如巴黎、温哥华的分区票制适用于整个公共交通系统,加强了轨道交通系统与道路公共交通之间的联系,也有利于轨道交通系统内部地铁、轻轨等不同子系统之间的衔接。在推动我国干线铁路、城际铁路、市域(市郊)铁路、城市轨道交通“四网融合”背景下,分区票制对实现“一票通行、一站安检”,区域轨道交通票价一体化发展方面具有优势。

## 2.5 计价相对复杂且设置标记闸机

国外部分城市的分区票制设置了对点的 OD 票价及分时票价,不同区域间的跨区费不同,不同时间的跨区费用又不同。这种不统一的计价方式,乘客不易理解。而伦敦在采取分区票制的同时,辅

以了绕道优惠,绕道优惠设置的前提是有相应的环

## 3 国内适应性探讨

结合国外分区票制实践,以广州都市圈轨道交通为例进行分区票制票价设想,以计程票制票价为参照,探讨分区票制在都市圈轨道交通的适应性。

### 3.1 方案初步设想

1) 分区票价方案设想。由基础票价、跨区费用、计价方式及分区方案构成,分区票制票价设想方案的票价如表 3 所示。①基础票价:区内出行只收取基础票价 2 元。②跨区费用:跨区出行,在基础票价的基础上叠加跨区费,即每跨越 1 区增加 1 元。③计价方式:按照最短路径跨越的区域个数计价。④分区划分:如图 1 所示,按同心圆方式进行分区设置,1 区(公园前-区庄-体育西路-珠江新城-客村-昌岗-海珠广场);2 区(广州地铁 11 号环线);3 区(广州地铁环线外 6 km);4 区(环线外 12 km);5 区(环线外 20 km);6 区(环线外 28 km);7 区(6 区之外)。

表 3 广州都市圈轨道交通分区票价 OD 表

Tab. 3 OD table of Guangzhou metropolitan area rail transit zoning fare

单位:元							
区域	1 区	2 区	3 区	4 区	5 区	6 区	7 区
1 区	2	3	4	5	6	7	8
2 区	3	2	3	4	5	6	7
3 区	4	3	2	3	4	5	6
4 区	5	4	3	2	3	4	5
5 区	6	5	4	3	2	3	4
6 区	7	6	5	4	3	2	3
7 区	8	7	6	5	4	3	2

注:按最短路径跨越的区域个数计价。

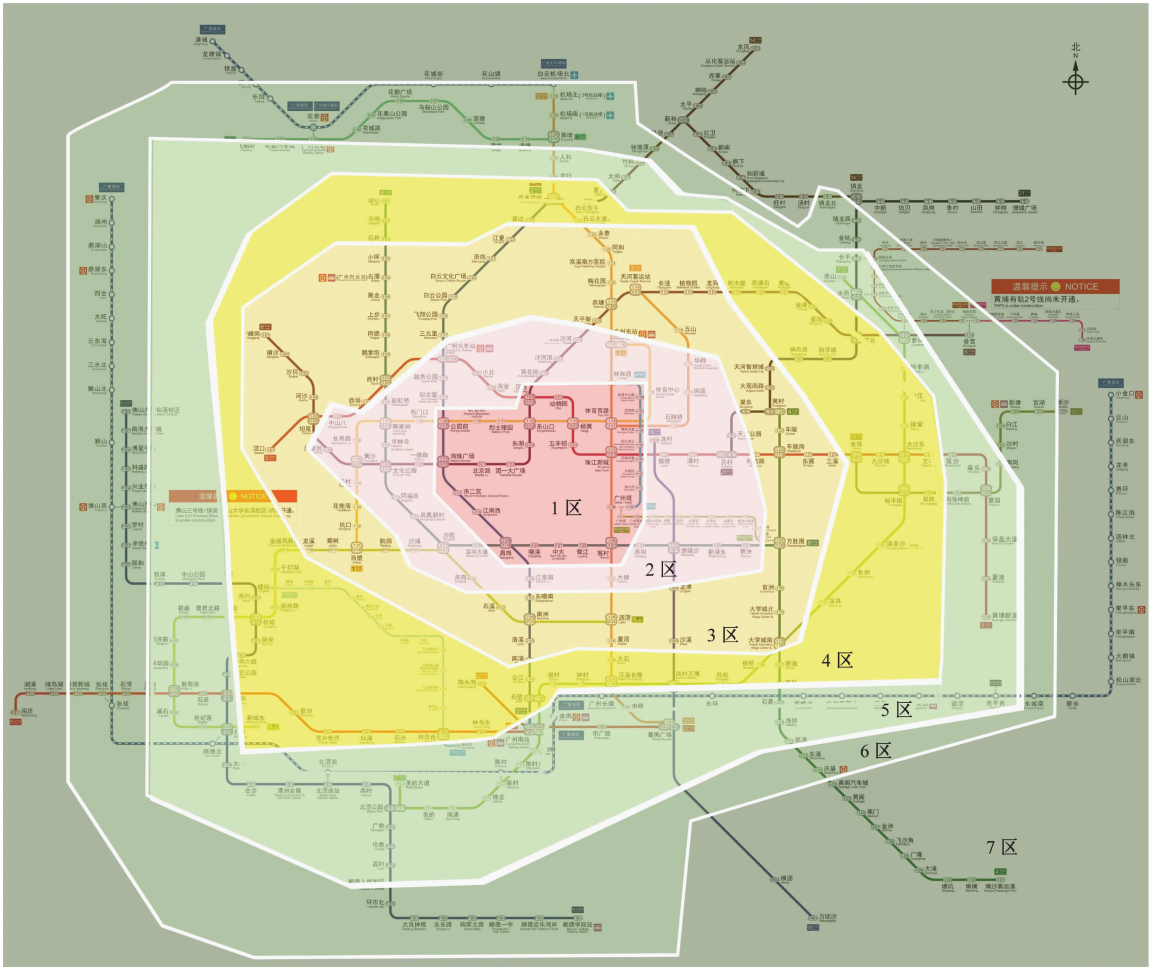


图 1 广州都市圈轨道交通分区划分示意图

Fig. 1 Schematic diagram of Guangzhou metropolitan area rail transit zoning division

2) 计程票价方案对照。现有广州都市圈轨道交通计程票制票价方案为:起步 2 元 4 km;超过 4 km,4 ~ 12 km 每递增 4 km 增加 1 元,12 ~ 24 km 每递增 6 km 增加 1 元;超过 24 km,每递增 8 km 增加 1 元。

3.2 票制适应性分析

1) 区域划分接受度方面。分区票制在我国未有先例,区域划分的认识需长时间逐步建立。

2) 票价公平性方面。跨区短途出行票价可能

远高于同区中长途出行票价,无法体现多乘坐多付费,各区域边缘流动性会大幅降低。如表 4 所示,跨区短途的低涌站—东涌站(4 km)票价 3 元高于同区中长途出行的大涌站—黄阁站(10 km)票价 2 元。

3) 分区边缘设定方面。欧洲城市土地利用及出行模式已经稳定,而我国各城市及都市圈依然处于高速发展及建设阶段,各区域土地使用和出行模式尚未稳定,还处于一个动态变化的过程。在此背景下,将土地利用强度同质化区域划分为一个分区

表 4 广州都市圈分区票制适应性案例

Tab. 4 Adaptability cases of Guangzhou metropolitan area zoning fare system

OD	乘行里程/km	出行路径	跨区情况	分区票制票价/元	计程票制票价/元
低涌站-东涌站	4	5 区—6 区	5 区—6 区	3	2
大涌站-黄阁站	10	7 区—7 区	7 区—7 区	2	4
机场南站-广州南站	49	6 区—5 区—4 区—3 区—2 区—1 区—2 区—3 区—4 区—5 区	1 区—6 区	7	9



还是一项复杂且难度很大的工作。区域的划分要结合区域的人口分布、产业聚集情况,对土地利用综合强度及经济联系程度进行详细分析,可将高度同质化的区域划分为一个分区。

4) 计价路径设定方面。欧洲城市票价规则设定复杂,不利于乘客理解。结合国内现有乘客支付习惯,设定票价方案细则也是分区票制在国内实施的难点。计价规则可分为按最短路径跨区数计价和最少跨区数路径计价两种,最短路径计价可综合反映乘客实际出行路径。具体实施时可结合城市或都市圈实际来综合选定。

5) 票价规则制定方面。以设想方案为例,欧洲城市计费区的平均半径范围控制在 5 km、10 km、15 km、20 km,若广州都市圈南北狭长按此长度设定,则轨道交通分区数量减少,按照基础票价 2 元,1 元为进阶价来看,线网最高票价仅为 7 元,与现状实际最高 20 元的票价差距过大,企业整体票款收入保障能力降低。分区票制方案票价规划的制定需考虑计价标准的改变、市民承受能力及企业的收入保障水平来综合设定。

6) 企业收入及乘客利益保障方面。从设想方案可以看出,要想保障企业在计程票制下的收入能力,需打破现有乘客的支付习惯,或提高基础票价,或提高跨区费用,或细化分区数量。经测算,分区方案将打破现有计价规则和乘客支付习惯,现有乘客中,部分乘客票价升高、部分乘客票价减少,乘客影响范围较大,如图 2 所示。①提高基础价或跨区费,约有 50% 以上的乘客票价升高,影响范围大。②采取阶梯式基础票价或阶梯式跨区费,越靠近中心区基础票价或跨区费越高,如 1 区基础票价 4 元、2 区基础票价 3 元,如 1 区跨 2 区费用 3 元、2 区跨 3 区 2 元等。这种阶梯式票价相对复杂,乘客不宜理解。③细化分区,保持现有基础票价及跨区费,分区数划分至 10 多个分区时才能抵上现有票价,分区过多(伦敦 9 区、巴黎 5 区)政策复杂,乘客可能不易理解和接受。

7) 都市圈层面应用方面。都市圈、湾区等更大区域层面轨道交通网络的分区票制实施难度更大。以广州都市圈与深圳都市圈为例,若两个都市圈实现统一票制,则分区票制下轨道交通网络存在双中心、甚至多中心,中心与中心间尚未连通,土地利用差异较大,这些都给分区边缘的划定及票价标准的制定增加了更高难度。①以两个中心分别划区,区

域划分规则不同(区域跨度不同),存在每跨 1 区可乘坐里程差异较大的情况,乘坐公平性有待保障。②较难以两个中心为核心进行合理分区,区域划分不当易造成多坐少付费现象,例如广州都市区的新塘站—深圳都市区的惠州站,里程 104 km,途经 3 个区域,分区票价仅 4 元。

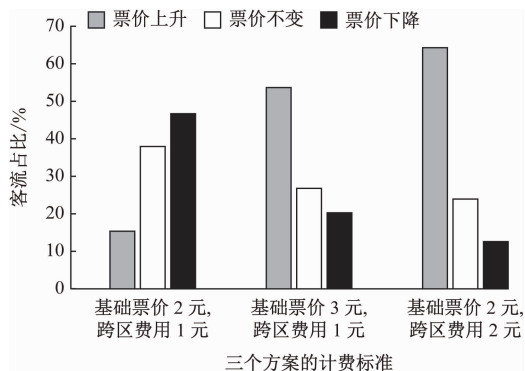


图2 设想方案下提高基础票价或跨区费影响客流比例  
Fig. 2 Impact of increasing basic fare or cross-zone fee on passenger flow proportion under the proposed scheme

## 4 结语

分区票制在欧洲城市中有较为普遍的应用,但在我国诸多已经运营轨道交通的城市中尚未有实践。本文研究在总结欧洲城市分区票制实践特点的基础上,以广州都市圈轨道交通网络为例,提出分区票制票价方案设想,探讨都市圈轨道交通分区票制票价方案的适应性。研究表明,都市圈轨道交通实施分区票制,可鼓励区内多次无缝换乘,但在分区边缘的设定、票价规则(基础票价及跨区票价)的制定等方面存在较大难度,且分区票制对区域的土地利用形态存在要求,并可能降低企业票款的收入、打破现有城市轨道交通的计价标准。在都市圈轨道交通“四网融合”背景下,实施分区票制可实现“一票通行、一站安检”,有利于轨道交通票价一体化发展,未来在分区边缘的设定及票价规则的制定等方面还需要进一步开展更深入的研究。

## 参考文献

- [1] 李岚,刘智丽,张晓晴,等. 轨道交通分区票制计费区规划研究[J]. 都市快轨交通, 2015, 28(6): 55.  
LI Lan, LIU Zhili, ZHANG Xiaoping, et al. Fare zone planning of zone-based fare system in rail transit[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2015, 28(6): 55.

(下转第 316 页)

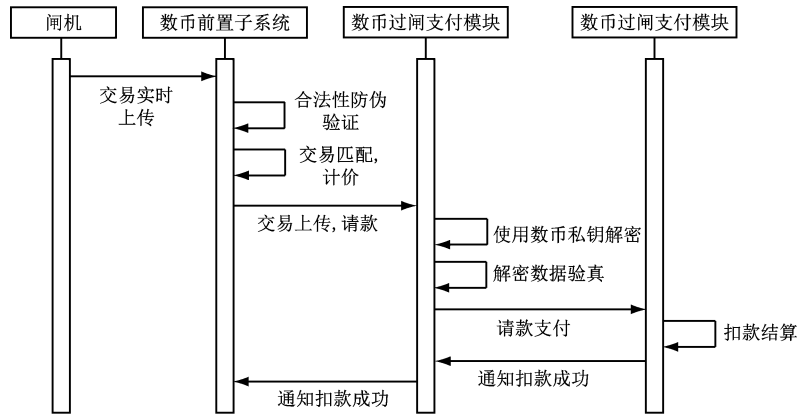


图5 支付结算流程示意图

Fig.5 Payment settlement flowchart

区,实现全国城市轨道交通“一票通”,进一步还可以定义其他行业密钥,如道路公交行业,以实现多行业的“一票通”,使数字货币二维码成为一张全国通的“万能票卡”。

## 参考文献

- [1] 朱嘉斌. 数字人民币在轨道交通中的应用实践[J]. 智慧城市轨道交通, 2023, 60(4): 73.  
ZHU Jiabin. Application practice of digital currency electronic payment in rail transit [J]. Smart Rail Transit, 2023, 60(4): 73.
- [2] 周世爽, 梁靖, 王欢, 等. 数字人民币在城轨交通领域应用模式研究[J]. 都市轨道交通, 2022, 35(4): 161.  
ZHOU Shishuang, LIANG Jing, WANG Huan, et al. E-CNY application mode in urban rail transit[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2022, 35(4): 161.
- [3] 李承志, 戚广杰, 方文玉. 一种结合数字人民币的城市轨道

交通票务支付系统: 2021110708187 [P]. 2021-12-10.

LI Chengzhi, QI Guangjie, FANG Wenyu. A rail transit ticketing payment system combining digital yuan: 2021110708187 [P]. 2021-12-10.

- [4] 李道全. 城市轨道交通自动售检票系统多元化支付研究与应用[J]. 都市轨道交通, 2019, 32(4): 126.  
LI Daoquan. Research and application of diversified payment for automatic fare collection system in urban rail transit[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2019, 32(4): 126.

· 收稿日期:2023-08-03 修回日期:2024-01-26 出版日期:2024-12-10  
Received:2023-08-03 Revised:2024-01-26 Published:2024-12-10  
· 第一作者:张森,正高级工程师,zhagnsen@dsjy.com  
通信作者:于敏,高级工程师,yumin@ceprei.com  
· ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议  
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

(上接第 310 页)

- [2] 邓连波, 杨翊, 高勋, 等. 基于票价率偏差最小化的地铁分区票价优化方法[J]. 铁道科学与工程学报, 2017, 14(11): 2473.  
DENG Lianbo, YANG Yi, GAO Xun, et al. Metro zonal fare optimization based on the minimum of fare rate deviation[J]. Journal of Railway Science and Engineering, 2017, 14(11): 2473.
- [3] 陈锋锋, 余子威, 杨岸磊. 轨道交通分区计时票制介绍[J]. 交通与运输, 2018, 34(5): 50.  
CHEN Fengfeng, YU Ziwei, YANG Anlei. Introduction of time

ticket system in rail transit district[J]. Traffic & Transportation, 2018, 34(5): 50.

· 收稿日期:2023-09-28 修回日期:2024-01-09 出版日期:2024-12-10  
Received:2023-09-28 Revised:2024-01-09 Published:2024-12-10  
· 通信作者:李晓玉,高级工程师,lxy\_90@yeah.net  
· ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议  
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license