

# Survey and Contrastive Analysis of Metro Passengers' Coping Behavior under Failure Situation in Suzhou and Shanghai

Zhiqiang Wang, Guilan Pu, Liang Yuan

Urban Rail Transit Institute, Soochow University, Suzhou Jiangsu  
Email: wangzhiqiang\_1980@163.com, a163b@sina.com

Received: Nov. 2<sup>nd</sup>, 2016; accepted: Nov. 18<sup>th</sup>, 2016; published: Nov. 21<sup>st</sup>, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.  
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

To master metro passengers' travel behavior characteristic under failure situation has great significance to make the adjustment scheme of the network operation. This paper uses stated preference questionnaire survey method to collect intention data of metro passengers' travel behavior under failure situation in Suzhou and Shanghai, compares travel characteristics and behavioral intentions of the two cities' metro passengers, and analyzes significant factors affecting behavior selection and its impact trend. The results show that, travel time, travel frequency and safety awareness of Shanghai's metro passengers are significantly higher than those of Suzhou's passengers. Choice intentions of waiting, detouring or changing a station to leave of Shanghai's passengers are also slightly higher than those of Suzhou's passengers. Moreover, age and educational level influence the passengers' behavior selection obviously. This result can provide useful reference to optimize the adjustment plan of the metro network operation.

## Keywords

Metro Passenger, Failure Situation, Behavior Selection, Questionnaire Survey

---

# 苏州上海地铁乘客故障应对行为调查对比分析

王志强, 蒲桂兰, 袁 靛

苏州大学城市轨道交通学院, 江苏 苏州  
Email: wangzhiqiang\_1980@163.com, a163b@sina.com

收稿日期：2016年11月2日；录用日期：2016年11月18日；发布日期：2016年11月21日

## 摘要

掌握地铁乘客在故障情况下的出行行为特征对网络运营调整方案的制定具有重要意义。本文采用SP问卷调查的方法对苏州上海两地地铁乘客在故障情况下的出行行为意向进行了数据收集，比较了两地地铁乘客的出行特点和行为选择意向，分析了影响行为选择的显著因素及其影响趋势。结果表明，上海乘客的出行时间、乘坐频率、安全意识都显著高于苏州，乘客选择等候、绕行或换站离开的意愿也略高于苏州，而年龄和教育程度对乘客的行为选择有显著影响，该结果可为完善地铁网络运营调整方案提供有益的参考。

## 关键词

地铁乘客，故障情况，行为选择，问卷调查

## 1. 引言

城市地铁全程封闭的特性使得正常情况下的客运服务流程比较简单，乘客出行行为相对稳定，基于此，正常情况下的运营管理工作才能得以提前做好计划，有序开展。而突发的各类计划外事件，干扰了地铁网络的正常运营秩序，极大的影响了网络中部分乘客的既定出行安排，迫使他们不得不临时做出应变方案。就微观来说，每位乘客的应变方案将因事件和乘客情况的不同而不同；就宏观来说，所有乘客的应变方案综合到一起构成了地铁非正常情况下城市公共交通网络客流的重分布结果，而这是决定采取何种运营调整措施的关键因素。

目前，针对乘客行为规律的国内外研究成果有很多，如文献[1]从疏散路线选择、疏散通道选择和应变能力的考察等方面了解地铁突发事件发生后乘客的具体行为特征，文献[2]根据乘客疏散行为选择的调查数据建立了多项 logit 模型。文献[3]对地下商店的行人紧急疏散场景进行了问卷调查，对疏散行为的特点进行了讨论，对疏散时间和多个疏散流场景进行了分析。也有部分成果从乘客行为规律入手，试图建立离散模型来描述和预测乘客的应急行为，如文献[4]采用问卷调查法对航班延误后乘客的行为选择和心理进行了研究，文献[5]以西班牙铁路网络为背景，使用离散选择模型来描述和量化列车上乘客的应急行为，文献[6]以台北地铁换乘站为例，创建了有效的旅客动态规律预测模型，这些成果对于指导事故地点的人员疏散和安全管理具有重要的指导作用。

但上述成果大多是针对特定地点的乘客应急疏散，基本没有涉及非事发地的乘客行为选择问题。而轨道交通是成网运营的，除事故发生地外，网络中其他位置的乘客也将面临事故造成的不利影响。苏州和上海这两个城市能够代表目前我国两种典型的城市轨道交通规模现状：一是大规模的城市轨道交通网络和较高的线路覆盖率；一是初步发展的轨道交通网络和相对较低的线路覆盖率，故本文以这两个城市的轨道交通为例，采用 SP 问卷调查方法，探究非故障发生地的地铁网络乘客的故障应对行为特征，为完善地铁应急处置方案提供参考。

## 2. 调查方案的设计与实施

根据地铁出行流程及其可能影响的因素，设计调查问卷包含三部分，共 18 题。① 乘客基本信息：性别、年龄、教育程度、职业、家庭收入、乘坐地铁频率、对所在城市公共交通网络熟悉水平、对地铁

安全知识了解水平和主动学习地铁安全知识的意识。② 乘客出行信息：同行人数、出行目的、出行时间、出行预留时间。③ 乘客行为意向：故障应对行为选择意向、可接受等待时间、可接受绕行距离、可接受换乘次数、可接受换乘价格。

为比较不同类型城市的乘客行为特征，选取苏州和上海两地，在轨道交通沿线客流量较大的、具有换乘功能的、有代表性的车站及其周边进行问卷调查。其中上海市的主要调查车站有：人民广场、徐家汇、中山公园、南京东路、陕西南路、静安寺等；苏州市的主要调查车站有：木渎、乐桥、时代广场、广济南路、石路、石湖东路等。2016年3月至4月，在上述几个地点对地铁乘客进行了问卷调查，采用现场发放问卷、填写完毕当场回收的形式，共回收有效问卷417份，其中苏州215份，上海202份。

### 3. 基本数据的统计对比分析

根据调查结果，按样本频率所占百分比进行比较，发现两地调查数据中在以下方面存在显著区别：

#### (1) 地铁乘客的安全知识和意识

乘客安全知识掌握程度备选项为：① 从来没有留意过，完全不知道；② 仅听过一星半点，了解一点点；③ 听到或看到过有关宣传，知道一些；④ 认真学习过，知道的比较多。调查结果如图1所示。

乘客主动学习地铁安全知识备选项为：① 从来不会；② 看见了有关宣传就看看，没看见就算了；③ 偶尔学学，了解一些基本的就行；④ 经常主动学习，争取全面了解。调查结果如图2所示。

图中，纵坐标为样本数频率所占百分比，横坐标为所选项，下同。由图1和图2可知，上海地铁乘客的安全知识和意识显著高于苏州。一方面，相比于苏州地铁，上海地铁开通时间早、网络发达，市民对地铁的了解和依赖度都高于苏州，故而在安全问题上表现出更重视的态度；另一方面，上海地铁在乘客安全宣传和教育上做的更到位，市民可有多种途径，通过多种形式接触到地铁安全知识，而苏州地铁这方面还有待加强。

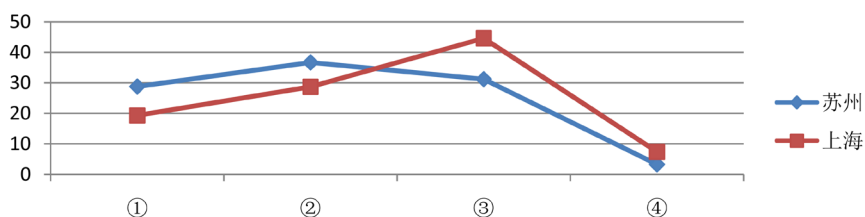


Figure 1. Comparison of the survey results of the degree of mastering the knowledge of passengers' safety

图1. 乘客安全知识掌握程度调查结果对比

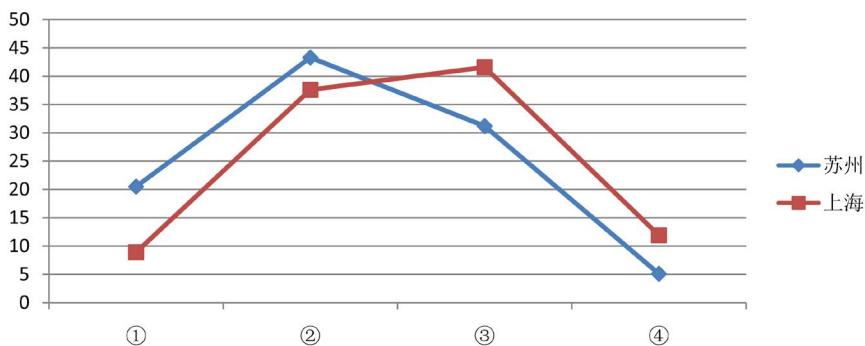


Figure 2. Comparison of the results of active learning in subway safety knowledge survey

图2. 主动学习乘坐地铁安全知识调查结果对比

(2) 乘地铁出行时间和出行预留时间

乘地铁出行时间备选项为：① 10 分钟以内；② 10~20 分钟；③ 20~30 分钟；④ 30~40 分钟；⑤ 40~50 分钟；⑥ 50~60 分钟；⑦ 60~90 分钟；⑧ 90 分钟以上。调查结果如图 3 所示。

出行预留时间备选项为：① 5 分钟以内；② 5~10 分钟；③ 10~15 分钟；④ 15~20 分钟；⑤ 20~25 分钟；⑥ 25~30 分钟；⑦ 30~45 分钟；⑧ 45~60 分钟；⑨ 60 分钟以上。调查结果如图 4 所示。

由于城市规模更大，上海地铁乘客的乘地铁时间显著高于苏州，对应的出行预留时间中，上海有三成多乘客为 10~15 分钟，高于苏州的 5~10 分钟，而更多的出行预留时间的选择比例两地非常接近。这表明地铁乘客的出行预留时间虽会随城市规模的增大而增加，但由于行程时间的高可靠性，故其增加值有限，且不会随着出行距离的延长而线性增长。

(3) 乘坐频率和出行目的

地铁乘坐频率备选项为：① 每周少于 1 次；② 每周 1~2 次；③ 每周 3~4 次；④ 每周 5~6 次；⑤ 每周 7~8 次；⑥ 每周 9~10 次；⑦ 每周 11 次或以上。调查结果如图 5 所示。

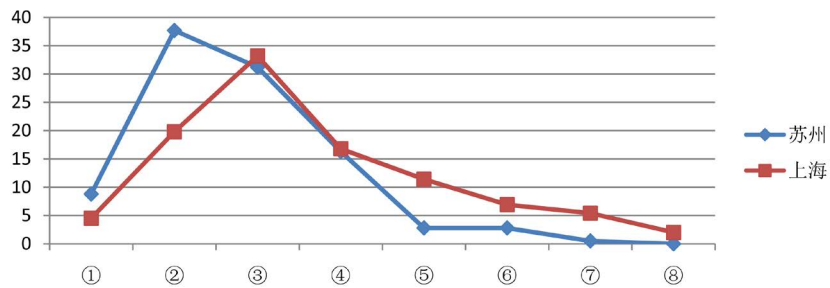


Figure 3. Comparison of travel time survey results  
图 3. 出行时间调查结果对比

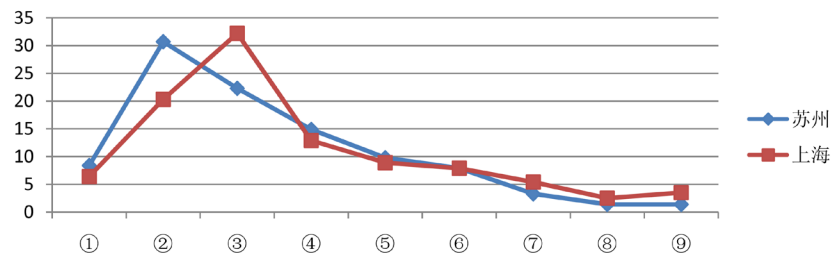


Figure 4. Comparison of travel reserve time survey results  
图 4. 出行预留时间调查结果对比

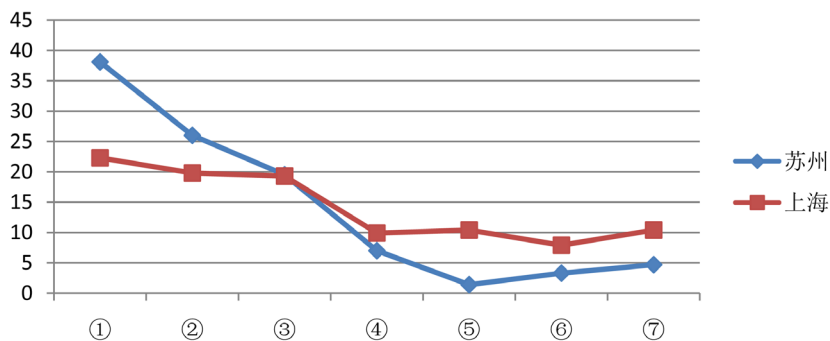


Figure 5. Comparison of the results of the subway frequency survey  
图 5. 乘地铁频率调查结果对比

出行目的备选项为：① 上班、上学；② 下班、放学；③ 外出办事/公干、跑业务；④ 外出休闲、旅游、娱乐；⑤ 探亲访友；⑥ 其他。调查结果如图 6 所示。

目前由于地铁网络覆盖率有较大差距，上海地铁乘坐频率显著高于苏州。而出行目的方面，通勤出行的比例上海远高于苏州，而休闲娱乐出行的比例则反之，究其原因主要是地铁网络覆盖率差距和城市定位特点所致。

根据调查结果，除上述几项显著区别外，在可接受等候时间、可接受换乘次数、可接受地面交通换乘时间三个问题上，上海结果都要略大于苏州，但并不显著。表明随着城市规模的扩大和出行时间和距离的增长，市民对出行不便的容忍度略有增加，但非常有限，说明不同城市的地铁乘客对基本服务水平的要求是统一的，都要求等候时间短、换乘次数少，从而实现方便、快捷的出行。

#### 4. 故障应对行为选择意向及其影响因素分析

##### 4.1. 故障应对行为选择意向调查结果

忽略故障产生的具体原因，只依据故障对乘客影响的不同，地铁故障的类型可分为：① 车站关闭；② 车站拥挤；③ 列车延误；④ 列车故障；⑤ 区间中断。与之对应的乘客故障应对行为也将因人、因时、因地而变化。

本文根据故障状态下的乘客出行流程，设计乘客故障应对行为问题的备选项为：① 立刻下车出站，离开轨道交通；② 在车站站台等候，直到后续列车到来；③ 先在站台等一段时间，若依然无列车前来再离开轨道交通；④ 在地铁网络中，改变出行路径，绕开故障区段乘车；⑤ 换一个相对熟悉的车站提前下车出站；⑥ 放弃本次出行，直接返回。调查结果如图 7 所示。

由图 7 可知，出于安全考虑两地中都有 26%~27%的乘客选择“立刻离开”（选项①），四成多的乘客选择“在站台等待”（选项②和③），选择绕行（选项④）的有 10%~15%，选择提前出站（选项⑤）的有 9%~14%，选择放弃出行（选项⑥）的只有 2%~7%。从中可以看出，乘客在面临故障时的行为选择更多考虑的是安全、时间和经济，较少乘客愿意长时间等待或迂回绕行，而因故障放弃出行的乘客则属于极少数个例。

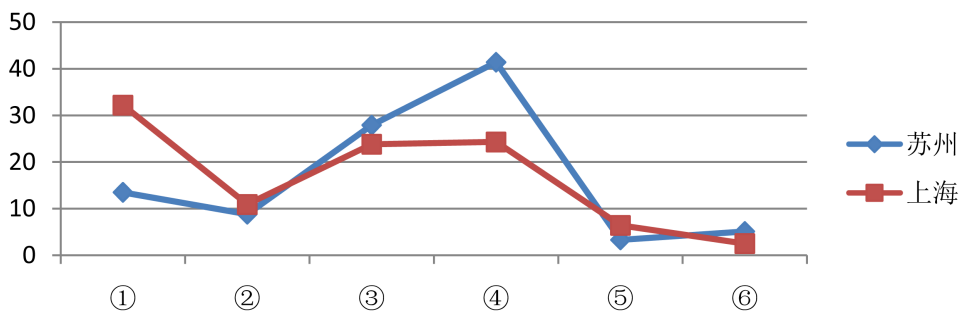


Figure 6. Comparison of the results of travel purpose  
图 6. 出行目的调查结果对比

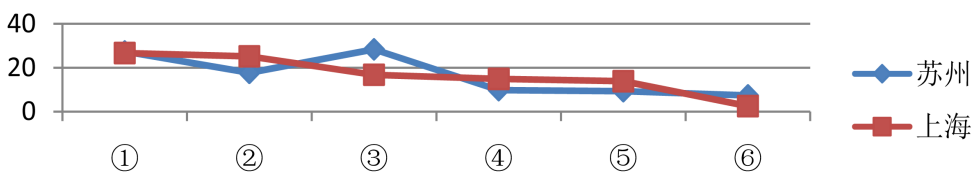


Figure 7. Comparison of the results of behavioral choice intention survey  
图 7. 行为选择意向调查结果对比

比较而言，由于城市规模较大，市民对轨道交通的依赖度更强，因此选择“在站台一直等车”的乘客比例上海明显高于苏州，而“先等一会再离开”的乘客比例则反之。同样，由于轨道交通网络更加完善、可选路径众多，选择绕行和提前出站的乘客比例上海也明显高于苏州，而因故障放弃出行的乘客比例上海明显更小。至于选择立刻离开的乘客，概因其自身安全保护意识较重，对潜在安全威胁的容忍度很低，该类乘客比例没有因城市的不同而有显著变化。

#### 4.2. 行为选择的影响因素对比分析

##### (1) 无序变量的影响对比分析

在问卷的 18 个问题中，除去行为意向问题外，性别、职业和出行目的为无序多分类变量，将其与行为意向进行交叉分析，通过检验皮尔逊卡方的显著水平是否超过 0.05 来判断该因素对行为选择意向是否有显著影响。

由表 1 得，两地乘客的职业和出行目的对其行为选择意向无明显影响，而性别对行为选择意向的影响两地略有不同。

由图 8 可知，性别对行为意向的影响主要体现在选项③和⑤上。相比于上海，苏州乘客选择③的比例女性远高于男性，选择⑤的比例女性则低于男性。对比而言，苏州由于城市规模小、网络不完善且覆盖率低，乘客对地铁的依赖度尚不高，当遇到问题时愿意等待后续列车的乘客比例要更低，其中，女性因为有更好的耐心和对经济更敏感，故比男性更愿意继续等候。而因为覆盖率低，换乘其他交通方式的代价较高，出于体力、安全和经济等因素，愿意另选车站下车离开的女性乘客比例苏州远低于上海。故，不同性别在体力、耐心、安全和经济意识上的不同表现是产生这种差异的主因，而这种差异将随着轨道网络覆盖率的提高而逐渐减小直至消失。

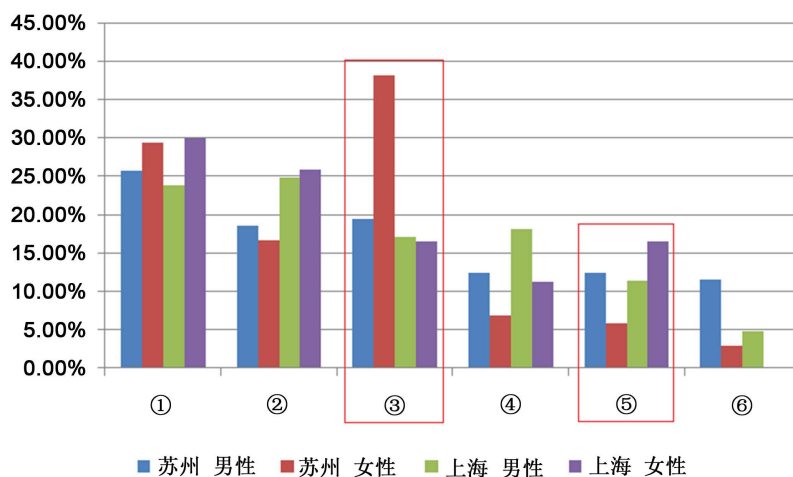


Figure 8. Comparison of the proportion of gender and behavior intention

图 8. 性别与行为意向选择比例对比图

Table 1. The results of the chi square test of the disorder variables and behavior intention

表 1. 各无序变量与行为意向相关性卡方检验结果

显著性值	苏州数据	上海数据
性别	0.006	0.166
职业	0.908	0.351
出行目的	0.829	0.714

(2) 连续变量的影响对比分析

对于其他有序连续变量, 本文采用双变量相关分析寻找行为选择的显著影响因素。在分析结果表中, 显著性不超过 0.05 的因素即表中 Pearson 相关性标记为\*\*或\*对应的因素即是显著影响另一因素的, 这里限于篇幅, 仅列出显著影响因素的计算结果。从表 2 得出, 年龄和受教育程度会显著影响两地乘客的故障应对行为选择, 而在苏州, 乘客主动学习地铁安全知识的意识程度对行为选择也有显著影响。

(3) 交叉数据分析

① 年龄因素

由于调查样本中, 18 岁及以下和 56 岁以上部分的样本数量太少, 缺乏典型性, 故分析时略去, 仅对 19 至 55 岁阶段的乘客进行分析, 如图 9 所示。

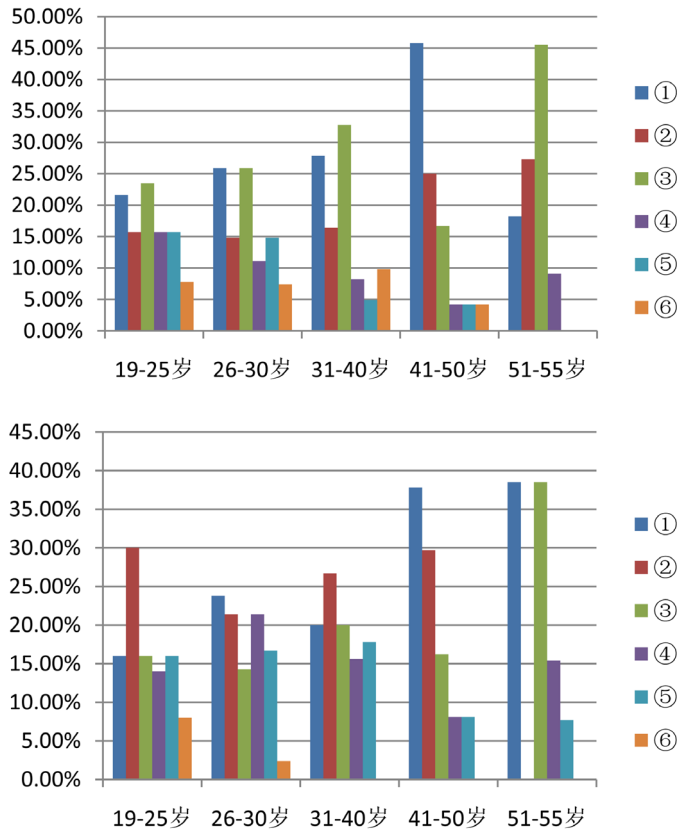


Figure 9. Behavior choice in different age stages: Suzhou (up), Shanghai (down)

图 9. 不同年龄阶段的行为选择比例: 苏州(上)、上海(下)

Table 2. Table of results of bivariate correlation analysis

表 2. 双变量相关分析结果表

		年龄	教育程度	主动学习地铁安全知识的意识
应对行为(苏州)	Pearson 相关性	-0.154*	0.186**	0.176**
	显著性(双尾)	0.024	0.006	0.010
	N	215	215	215
应对行为(上海)	Pearson 相关性	-0.212**	0.183**	0.069
	显著性(双尾)	0.002	0.009	0.328
	N	202	202	202

40 岁以内选择立刻离开的乘客比例增长缓慢，但 40 岁以后的该比例显著增加，表明乘客的自身安全保护意识会随着年龄的增长而提高，40 岁以后由于社会责任达到巅峰就更注重自我保护，而上海由于城市特点这一趋势适用年龄更大。

随年龄增长，人们工作繁忙程度呈现先升后降的变化趋势，而空闲时间与工作繁忙程度呈反比关系，故空闲时间将随着年龄增长先降后升。从图 9 可以看出，随着年龄的增长，乘客选择等待地铁的比例与空闲时间变化趋势一致，这一特点在上海更为明显。

绕行和换站离开对体力都有较大的消耗，故选择的比例随着年龄的增加而降低，尤其以 40 岁以后更为显著，40 岁以内的乘客选择绕行和换站离开的意愿较其他年龄段乘客强。

### ② 教育程度因素

同上，由于调查样本中，未受过正式教育的样本数量太少，缺乏典型性，故分析时略去，结果如图 10 所示。相比而言，受教育程度高的乘客接收各类引导信息的能力更强，因而选择绕行和换站离开比例会有所增加，选择一直等待的比例会有所减少，他们的应变能力更强、时间价值更高，故而趋向于根据自身需求灵活应对。

### ③ 主动学习地铁安全知识的意识因素

根据苏州调查数据的统计，学习主动性越高的乘客，选择先等候一会再离开的比例越大，而选择立刻离开的比例越低，表明乘客地铁安全知识学习越充分，对待地铁故障就能够越理性。而上海调查数据未表现出该因素与行为选择的相关性，或因其地铁安全宣传和信息引导比较到位，加上开通较早，市民普遍对地铁有更理性的认识(图 11)。

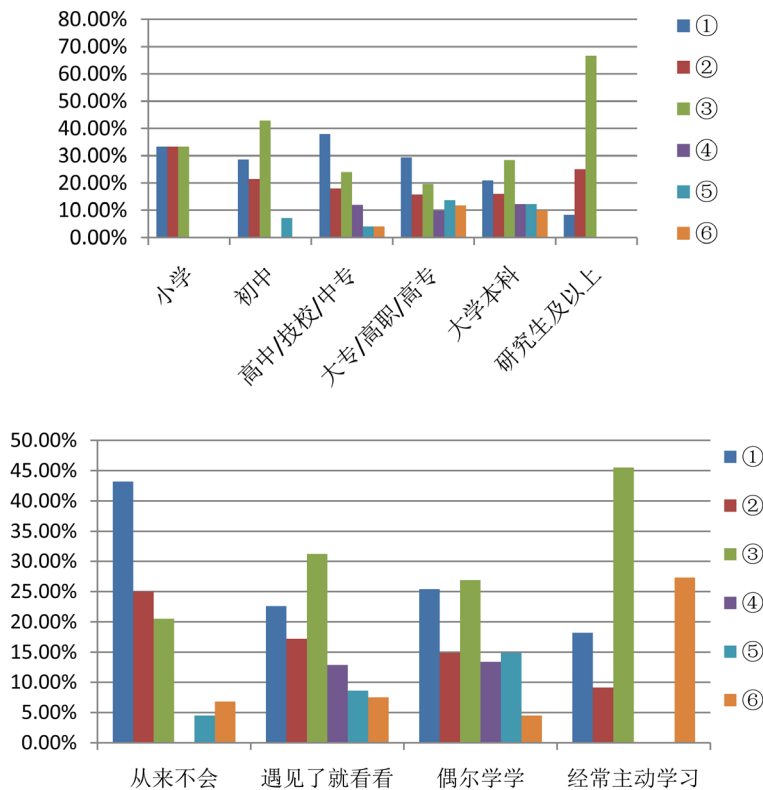


Figure 10. Different education levels of behavior choice ratio: Suzhou (up), Shanghai (down)

图 10. 不同教育程度的行为选择比例：苏州(上)、上海(下)



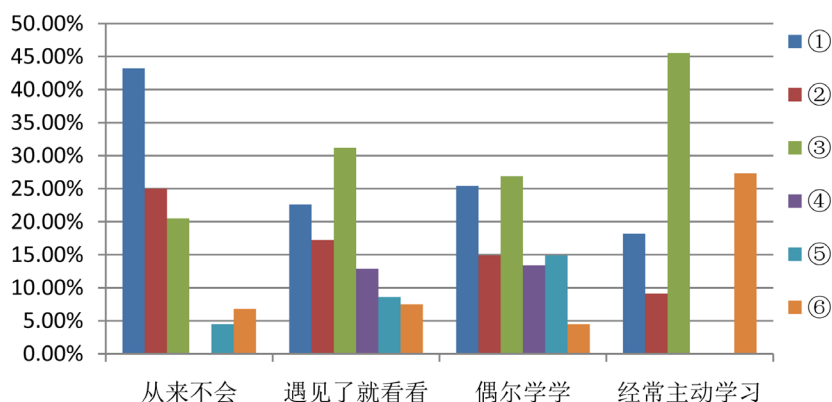


Figure 11. The proportion of different safety conscious behaviors in Suzhou  
图 11. 苏州不同安全意识的行为选择比例

## 5. 结论与建议

本文采用 SP 问卷调查的方法对苏州上海两地地铁乘客在故障情况下的出行行为意向进行了数据收集, 比较了两地地铁乘客的出行特点和行为选择意向, 分析了影响行为选择的显著因素及其影响趋势。结果表明, 上海地铁因为发展早、规模大、覆盖率高、安全宣传更到位, 故其乘客的出行时间、乘坐频率、安全意识都显著高于苏州。而由于网络覆盖率的差别, 使得上海乘客对地铁的依赖度更高, 选择等候、绕行或换站离开的乘客比例都略高于苏州。通过数据的交叉分析发现, 年龄和教育程度会显著影响乘客的故障应对行为选择, 此外, 对于苏州而言, 性别和安全意识的高低也会有所影响。

综上可知, 不同类型城市的地铁乘客故障应对行为选择规律既有共性, 也有个性。掌握共性规律的变化趋势, 了解个性规律产生的原因, 才能够进一步探讨故障应对行为选择的内在机理, 从而建立准确统一的行为选择决策模型, 为网络运营调整方案的制定提供精准的辅助。本文通过调查统计, 对该问题得出了一些定性的结论, 但由于样本数和调查方案的局限, 尚难得出比较精确的出行行为预测模型, 这也是后续工作的主要方向。

## 基金项目

国家自然科学基金青年基金项目“基于事件驱动的城市轨道交通应急处置仿真模型研究”, 项目批准号: 51208328。

## 参考文献 (References)

- [1] 何理, 钟茂华, 史聪灵, 等. 地铁突发事件下乘客疏散行为调查研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2009, 5(1): 53-58.
- [2] 王世通, 杨艳红. 基于多项 Logistic 回归的地铁应急疏散行为影响因素分析[J]. 城市轨道交通研究, 2014(5): 73-76.
- [3] Huo, F.Z., Song, W.G., Liu, X.D., et al. (2014) Investigation of Human Behavior in Emergent Evacuation from an Underground Retail Store. *Procedia Engineering*, 71, 350-356. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.04.050>
- [4] 陈玉宝, 郭振昌, 曾刚, 等. 基于 Logit 模型的航班延误后乘客行为选择研究[J]. 中国民航大学学报, 2013, 31(6): 60-64.
- [5] dell'Olio, L., Ibeas, A., Barreda, R., et al. (2013) Passenger Behavior in Trains during Emergency Situations. *Journal of Safety Research*, 46, 157-166. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2013.05.005>
- [6] Wen, K.-C. and Chang, S.-S. (2014) An Environmental Behavioural Study of Crowd Flow Transformation at Taipei MRT Station. *Procedia Environmental Sciences*, 22, 43-60. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2014.11.005>

**期刊投稿者将享受如下服务：**

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[ojtt@hanspub.org](mailto:ojtt@hanspub.org)