DOI:10.11918/j.issn.0367-6234.201803107

站台环境与候车行为对感知候车时间的影响

孙祥龙[1],冯树民[2],吴海月[3]

(1.东北林业大学 土木工程学院,哈尔滨 150040; 2.哈尔滨工业大学 交通学院,哈尔滨 150090;
3.中国市政工程华北设计研究总院有限公司,天津 300111)

摘 要: 为改善公交候车乘客感知状态,增强常规公交吸引力,调查9种不同类型常规公交站台的设施以及1 024位乘客的行为和感知状态,利用Pearson相关性分析法分析乘客候车行为与站台设施、候车行为与感知时间偏差、站台设施与感知时间偏差之间的关系,并建立感知时间偏差的影响因素模型.结果表明:长椅、顶棚、实时信息提示、Wi-Fi等站台设施与上网、走来走去、无行为等候车行为显著相关,任一设施都会增加上网人数,有Wi-Fi使得走来走去和无行为候车乘客的数量减少,有长椅的站台选择走来走去这一候车行为的乘客数量减少.这些站台设施的提供都可以降低感知偏差,乘客采取打电话、上网和读报刊杂志等行为也可以降低自身的感知偏差,而抽烟、走来走去和无行为的候车状态会导致感知偏差的增大.

关键词: 交通工程;公交站点;站点设施;候车行为;感知等待时间

中图分类号: U491.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 0367-6234(2019)02-0186-05

Influence of stop environment and waiting behavior on perceived waiting time

SUN Xianglong[1], FENG Shumin[2], WU Haiyue[3]

(1. School of Civil Engineering, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China;
2. School of Transportation Science and Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China;
3. North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co., Ltd., Tianjin 300111, China)

Abstract: In order to improve the perceived status of passengers and enhance the appeal of conventional public traffic, 9 different types of stops and 1024 passengers' behavior and perception at these stops were surveyed and analyzed. The Pearson correlation analysis was used to explore the relationship between passenger waiting behavior and waiting environment, waiting behavior and perception time deviation, waiting environment and perception time deviation. The influence factors model of perceived time deviation was also established. The results show that the facilities of benches, ceiling, real-time information, and Wi-Fi were significantly related to passenger waiting behaviors including surfing, stroll, as well as no behavior. Any facility can increase the number of surfing users. If Wi-Fi was available, the number of passengers selecting stroll and no behavior would drop. Stroll passengers decreased if there were benches on the platform. These stop facilities can reduce passengers' perception deviation of waiting time. Passengers' behaviors such as calling, surfing, and reading newspapers and magazines can also reduce their perceived deviation, while smoking, strolling, and no behavior can lead to the increase of perception deviation.

Keywords: traffic engineering; bus stop; stop facility; waiting behavior; perceived waiting time

公共交通是缓解城市交通拥堵的有效措施,然而目前公交分担率依然较低,主要是因为公交服务质量差、舒适度低、可靠性差等.公交出行的车外时间,如步行时间、候车时间、换乘时间等占整个出行时间的较大比例,是影响公交服务质量的重要因素.调查显示,乘客候车时间和步行时间的价值分别是乘车时间的3倍和2倍,候车时间是影响乘客满意度的关键因素[1-2].乘客在等待过程中会产生一个感知候车时间,其长短受到个人特征、站台环境等影响,与实际等待时间存在偏差.Beirao等[3]研究表明,候车满意度直接反映乘客情绪,大多情况下候车时间对乘客情绪会造成负面影响.Van Hagen等[4]研究发现,乘客等候公交时感知时间往往大于实际等待时间,并且实际等待时间越短,感知偏差就会越大,进而导致乘客出现不良情绪.Psarros[5]和Feng等[6]发现,年龄、出行目的及出行时段对时间感知有一定影响,当出行时间受到限制时人们会自动延长感知等待时间,但选择早高峰时段出行的人群会自动缩短对时间的感知长度.梁野[7]、Watkins[8]和Hui等[9]发现,当车辆到达信息不确定时,乘客会产

收稿日期: 2018-03-20
基金项目: 黑龙江省自然科学基金青年项目(QC2107039);教育部人文社会科学研究青年基金项目(17YJCZH152);中央高校基本科研业务经费专项资金项目(2572018BJ05)
作者简介: 孙祥龙(1984—),男,讲师,博士;
冯树民(1973—),男,教授,博士生导师
通信作者: 孙祥龙,sunxianglong001@163.com

生心理压力，情绪呈现烦躁不安的状态，而实时信息可以改善乘客候车时心情. Ohmori 等[10]发现，随着候车时间的延长乘客的情绪会恶化，但坐在长椅上候车会减缓情绪的恶化，同时，这一效果在老年人身上会更加明显. Van Hagen 等[11]提出乘客自身拥有的条件，如电子设备、与同伴交谈等，也会产生“欺骗性”的影响，安抚不安焦躁的情绪，降低乘客对等车时间的感知. Lagune-Reutler[12]、Millonig[13]和 Ingvardson 等[14]发现，公交站点周围的自然环境和设施是影响乘客感知时间重要因素.

综上，候车行为、站台设施是影响乘客候车心情的重要因素，而候车心情直接影响乘客对等车时间的感知. 本文对候车行为和站台环境对乘客感知状态的影响进行研究，为改善乘客对出行质量的评判提供理论依据.

1　调查与数据分析

1.1　站点选择

站点选取条件：①线路不宜过多，以保证乘客平均候车时间适中，有充裕的时间接受调查；②乘客到达是随机的，以保证样本数据的可靠性；③站台足够开阔，以保证调查人员能找到良好的视角观察记录每位乘客的候车行为. 在满足上述条件的基础上选取设施条件不同的 9 类站点开展调查工作，站点设施情况如表 1 所示.

表 1　选择站点设施

Tab. 1　Infrastructure of the surveyed stops

编号	站点设施条件	线路数量	平均车头时距/min
1	无长椅、无顶棚、无信息提示板、无 Wi-Fi	3	10
2	有长椅、无顶棚、无信息提示板、无 Wi-Fi	3	8
3	无长椅、有顶棚、无信息提示板、无 Wi-Fi	3	10
4	无长椅、无顶棚、有信息提示板、无 Wi-Fi	3	10
5	无长椅、有顶棚、有信息提示板、无 Wi-Fi	3	7
6	有长椅、无顶棚、有信息提示板、无 Wi-Fi	3	8
7	有长椅、有顶棚、无信息提示板、无 Wi-Fi	3	10
8	有长椅、有顶棚、有信息提示板、无 Wi-Fi	3	8
9	有长椅、有顶棚、有信息提示板、有 Wi-Fi	3	8

1.2　调查实施

调查选用面对面采访和视频记录相结合的方法，每个站台分配 2 名调查人员，其中 1 名对候车乘客进行简单的采访，问题只有一个“您感觉等待了多长时间?”. 另 1 名在调查时段内进行视频记录. 每位乘客平均受访时间为 1 ~ 2 min，调查时段选取为 7:00—9:00 和 17:00—19:00，2015 年 3 月11 日，9 个站台同时开展调查.

调查分为两部分，一部分是随机选取等车乘客进行面对面访谈，获取乘客感知等车时间信息；一部分是在站点录制视频，获取乘客的到站时刻、乘客接受调查时刻、乘客的上车时刻和乘客的候车行为等. 调查数据的后期处理工作主要集中在视频信息上，由此可确定被调查乘客的实际等车时间和候车行为，结合感知等车时间来确定感知偏差.

1.3　数据分析

9 个站点共获得 1 024 份有效样本数据. 统计数据如表 2，3 所示. “无行为”乘客的比例达 21.3%，是占比例最大的候车行为，其次占比例较大的行为包括“打电话”、“上网”、“聊天”和“走来走去”. 针对这 9 类设施条件不同的站台，“打电话”、“抽烟”、“吃东西”和“其他”等候车行为的比例并无明显差别，9 号站台“聊天”、“走来走去”以及“无行为”的人明显减少，而“上网”的人增加了很多，这主要与“有 Wi-Fi”的设施条件有关；1 号站台相较于其他而言“走来走去”和“无行为”的人最多，而 1 号站台的设施条件也是最落后的，说明人们的心情可能更加敏感和消极；6，7，8，9 号站台“上网”的人较多，“走来走去”和“无行为”的人变少，这 4 个站台的共同点是“有长椅”，候车环境更加舒适，人们处于更加趋向于寻找可以消遣娱乐的候车行为，尤其是 9 号站台在“有 Wi-Fi”的便利条件下“上网”人数激增.

表 2　乘客候车行为统计数据

Tab. 2　Descriptive statistics of waiting behavior

候车行为	1	2	3	4	5	6	7	8	9	总计
打电话	15	12	14	16	14	14	13	14	14	126
聊天	11	13	14	14	14	10	11	12	8	107
上网	5	9	5	9	4	14	14	14	35	109
抽烟	6	6	6	6	6	6	7	5	5	53
吃东西	6	7	6	6	6	7	8	8	8	62
读报刊等	2	4	4	5	4	7	5	8	4	43
走来走去	16	13	14	14	13	10	11	10	5	106
无行为	30	27	27	21	29	25	23	22	14	218
其他	9	9	10	9	10	7	8	7	7	76
总计	121	108	114	120	115	125	108	102	111	1 024

表 3　乘客感知偏差统计数据

Tab. 3　Descriptive statistics of perception deviation

感知偏差	1	2	3	4	5	6	7	8	9	总计
[-4, -2)	2	2	2	0	0	0	0	0	2	9
[-2,0)	15	15	15	31	40	38	10	22	38	223
[0,2)	50	56	51	80	68	80	59	75	69	589
[2,4)	38	28	34	5	7	8	36	3	2	160
[4,6)	12	4	10	4	0	0	1	1	0	32
[6,8]	5	2	1	0	0	0	2	0	0	10
总计	121	108	114	120	115	125	108	102	111	1 024

注：感知偏差 = 感知等车时间 - 实际等车时间，如，[-2,0) 表示乘客的感知时间比实际等待时间小，且偏差在 0 ~ 2 min 内；[0,2) 表示乘客的感知时间比实际等待时间大，且偏差在 0 ~ 2 min 内.

统计数据以 2 min 跨度划分为 6 个分布区间. 由表 3 可知,9 个站台的所有乘客中有超过 50% 的乘客感知偏差在 0 ~ 2 min 内,这说明乘客在候车过程中更多地处于消极状态,即感知到的等车时间总是大于实际的,但并不是一味地消极,偏差控制在 2 min以内,这很可能是跟乘客对线路车头时距的熟悉程度以及大多数乘客都随身携带时间度量工具(如手表、手机等)有关;而 4,5,6,8,9 号站台的感知偏差分布更加集中,这 5 个站台中有超过 90% 的乘客感知偏差在 -2 ~ 2 min 内,并且其中 1/3 左右乘客的感知等待时间小于实际值,即感知偏差为负值,这可能与 5 个站台有实时信息提示有关.

2 候车环境与候车行为相关性分析

为了量化站台设施环境对乘客候车行为的影响,选择“双因素 Pearson 相关性分析”来标定任意两个变量间的相关系数和显著性,结果如表 4 所示.

从显著性水平来看,有 7 组变量显著相关. “长椅”、“顶棚”、“实时信息提示板”和“Wi-Fi”这 4 种候车环境与 “上网”这一候车行为均显著相关,而且系数均为正值,这说明站台具备任意一项设施条件都可以刺激“上网”人数增加. 尤其是“长椅”、“实时信息提示”和“Wi-Fi”这 3 项都是在 0.01 水平上显著相关. 有“Wi-Fi”无疑会为上网者提供便利的条件;有“长椅”也可以从一定程度上改善候车时的上网环境;而“实时信息提示”的提供可能会使得乘客的候车状态更加放松,乘客掌握了候车时间就会放松警惕,因此,刺激了上网的欲望. “长椅”和“Wi-Fi” 与“走来走去”这一候车行为负相关,大量调查数据显示,没有同伴且内心比较焦躁的乘客更倾向于选择走来走去的候车行为,借助此行为转移注意力舒缓情绪,而站台提供“长椅”和“Wi-Fi”改善了候车环境,有助于缓和焦躁情绪,所以呈负相关. “Wi-Fi”和“无行为”这两个变量之间负相关,“无行为”乘客的注意力更多地集中在等车上,候车情绪更加敏感,而提供“Wi-Fi”可以有效转移乘客注意力,改善候车环境和乘客的候车心情,因此,“无行为”乘客的人数会下降. 同时,“打电话等”、“聊天”、“抽烟”、“吃东西”、“读报刊等”和“其他”与任一站台设施条件都不具有显著相关性. 综上,“Wi-Fi”和“长椅”是对乘客候车行为影响最大的两个因素,“实时信息提示”次之.

表 4 候车行为与候车环境的相关性

Tab. 4 Correlation results between waiting behavior and stop environment

变量		x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}
x_1	P	-0.019	-0.038	0.174**	-0.004	0.031	0.043	-0.069*	-0.053	-0.034
	Sig.	0.562	0.260	0.000	0.899	0.347	0.196	0.040	0.114	0.309
x_2	P	-0.006	-0.003	0.078*	-0.004	0.014	0.012	-0.041	-0.032	-0.002
	Sig.	0.847	0.927	0.019	0.899	0.681	0.727	0.221	0.339	0.957
x_3	P	0.013	-0.010	0.196**	-0.014	0.005	0.043	-0.048	-0.053	-0.018
	Sig.	0.699	0.765	0.001	0.681	0.883	0.196	0.152	0.114	0.592
x_4	P	0.000	-0.042	0.248**	-0.013	0.016	-0.013	-0.074*	-0.084*	-0.018
	Sig.	1.000	0.203	0.000	0.689	0.642	0.699	0.026	0.011	0.582

注:x_1—长椅;x_2—顶棚;x_3—实时信息提示板;x_4—Wi-Fi;x_5—打电话等;x_6—聊天;x_7—上网;x_8—抽烟;x_9—吃东西;x_{10}—读报刊杂志;x_{11}—走来走去;x_{12}—无行为;x_{13}—其他. */** 分别表示两个变量在 0.05/0.01 水平上显著相关.

3 候车环境和候车行为对感知偏差的影响

感知偏差的存在会影响乘客的候车心情,感知偏差越大乘客的候车心情越差,从而影响出行质量,因此,有必要探究对乘客感知偏差影响显著的因素,并给出改善策略.

3.1 相关性分析

为了简单直观地体现站台环境和候车行为对感知偏差的影响,再次选择“双因素相关性分析”来说明感知偏差与环境和行为相关性. 结果如表 5,6 所示.

表 5 候车环境与感知偏差的相关性

Tab. 5 Correlation results between stop environment and perception deviation

变量		x_1	x_2	x_3	x_4
ΔT	P	-0.057*	-0.065*	-0.352**	-0.178**
	Sig.	0.032	0.047	0.000	0.000

注: */** 分别表示两个变量在 0.05/0.01 水平上显著相关.

表 6　候车行为与感知偏差的相关性

Tab. 6　Correlation results between waiting behavior and perception deviation

变量		x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}
ΔT	P	−0.094**	−0.010	−0.211**	0.117**	0.039	−0.070*	0.185**	0.071*	−0.029
	Sig.	0.005	0.772	0.000	0.000	0.237	0.034	0.000	0.032	0.381

注：*/** 分别表示两个变量在 0.05/0.01 水平上显著相关.

由表 5 可知，4 种站台设施与感知偏差都具有显著相关性，而且相关系数均为负值，这说明在站台安装这些设施有助于降低乘客的感知偏差，起到舒缓乘客情绪的功能，而且“实时信息提示”和“Wi-Fi”的效果更加明显.

由表 6 可知，候车行为中的“打电话”、“上网”、“抽烟”、“读报刊”、“无行为”和“走来走去”与感知偏差显著相关，并且“打电话等”、“上网”和“读报刊等”呈负相关，说明这些候车行为可以降低感知偏差，“抽烟”、“走来走去”和“无行为”会在一定程度上增加感知偏差. 其余行为（聊天、吃东西和其他）与感知偏差并无显著性关系.

3.2　感知偏差影响因素分析

为了量化各影响因素对感知等待时间的影响程度，利用多元线性回归的方法予以探究. 感知等待时间与影响因素之间的模型为

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_n x_n. \qquad (1)$$

式中：y 为感知偏差；$x_i\ (i = 1, 2, \cdots, n)$ 为影响因素. β_i 为各影响因素的回归系数.

剔除显著性较差的因素之后，选用 SPSS 软件拟合线性回归模型. 拟合结果如表 7 所示. 模型可决系数为 0.745 4，模型拟合程度较好. 取 $\alpha = 0.05$，自由度为 13，则 $t_{\alpha/2}(13) = 2.160$. $t(\beta_1)$、$t(\beta_2)$、$t(\beta_3)$、$t(\beta_4)$、$t(\beta_5)$、$t(\beta_7)$、$t(\beta_8)$、$t(\beta_{10})$、$t(\beta_{11})$、$t(\beta_{12})$ 绝对值都大于 2.160，故拒绝原假设（$\beta_i = 0$）.

表 7　回归系数

Tab. 7　Estimation results of perception deviation

变量	B	t	Sig.
（常量）	0.936	3.457 0	0.000
长椅	−0.167	−2.497 0	0.047
顶棚	−0.118	−2.475 0	0.049
信息提示板	−0.915	−11.273 0	0.000
Wi-Fi	−0.148	−2.714 0	0.036
打电话等	−0.100	−2.542 0	0.042
上网	−0.366	−2.936 0	0.017
抽烟	0.968	2.817 0	0.028
读报刊等	−0.107	−2.587 0	0.041
走来走去	0.988	2.826 0	0.024
无行为	0.455	2.629 0	0.040
R^2		0.745 4	

“长椅”、“顶棚”与感知偏差负相关，该结果与 Ohmori 等的研究结果是一致的. 不良情绪能够引起较大的感知偏差，而长椅为乘客提供暂时休息的场所，顶棚能够遮阳挡雨、这些能够缓解乘客候车不良情绪. “实时信息提示”与感知偏差显著相关. 平均而言，实时信息能够减少乘客感知偏差 0.915 min，这个结果与 Watkins 等的研究结果基本一致（减少 0.73 min）. 根据风险感知理论，当乘客对风险决策（候车时间）结果有一定把握时，乘客更能表现出积极的行为[15]，所以，乘客的感知候车时间相对实际候车时间要小. “Wi-Fi”的提供减少了感知时间偏差 0.148 min. 提供“Wi-Fi”可以有效转移乘客注意力，尤其对年轻人，电子设备会产生“欺骗性”的影响，安抚不安焦躁的情绪，降低乘客对等车时间的感知. “上网”和“读报刊”可以转移乘客注意力，进而减少感知偏差（0.366，0.107 min）. 而“抽烟”、“走来走去”和“无行为”与感知偏差正相关，选择“抽烟”和“走来走去”的候车乘客可能是无聊甚至焦虑的情绪所导致，焦急情绪会致使感知时间远大于实际等待时间[16]. “无行为”与感知偏差正相关，这与 Van Hagen 和 Millonig 等的研究是一致的. 乘客不关注站点周围环境也不做出一些明显的行为，随着候车时间的增长，情绪很容易受到影响，导致感知偏差增大.

综上，站台环境和候车行为都会影响乘客对等车时间的感知，所以，改善站台环境、增设有关站台设施不但可以直接影响感知偏差，还可以通过诱导乘客候车行为来间接减小感知偏差，从心理上调节乘客情绪，进而提高公交服务质量. 对于类似 1 号的站台（长椅、顶棚、实时信息提示板、Wi-Fi 都没有），增加任一项设施都会改善乘客的感知状态. 这类站台多在一块板道路沿人行道设置，道路空间有限，在老年人乘车较多的站点，可结合周边环境设置一些分开座椅. 对 2，3 号站台提供车辆的实时到站信息可以让乘客更加准确地获取自己的等车时间，便于乘客更加灵活地选择出行线路和出行方式；另外，可结合实时信息屏配备娱乐设施，吸引候车乘客注意力，缓解候车过程不良情绪. 对于 3，4，5 号站台而言，提供长椅无疑会是很好的选择，长椅应与顶棚相

协调,不应占用较大空间,应简单实用,避免连续设置. 对于所有站台,提供 Wi-Fi 对于改善候车环境,改善乘客的候车状态和候车情绪等都会发挥很积极的作用. 同时就乘客本身而言,采取适当的候车行为,如和同伴聊天、使用聊天软件、读报刊杂志或者通过移动设备上网等来转移自身注意力,对减少感知偏差、改善候车心情也会起到很积极的作用.

4 结 论

1)站台设施条件的改变会导致乘客候车行为发生相应变化. 有“长椅”会导致“上网”人数增加,“走来走去”的人数减少;“顶棚”和“实时信息提示”的提供可以改善站台环境,缓解候车时的焦躁情绪,从而刺激乘客上网的欲望;提供“Wi-Fi”可以让更多“走来走去”和“无行为”的候车乘客通过“上网”来缓和过度集中的候车状态.

2)站台环境不但可以诱导乘客候车行为,还会对感知等待时间造成影响,由统计分析可知,“长椅”、“顶棚”、“实时信息提示”和“Wi-Fi”的提供都可以在不同程度上降低乘客感知偏差.

3)候车行为是乘客心理活动的直接体现,采取不同候车行为的乘客的感知状态也不一样,“打电话或使用聊天软件”、“读报刊杂志”和“上网”等行为有利于降低乘客感知偏差,而“抽烟”、“走来走去”和“无行为”则会增加感知偏差.

参考文献

[1] WARDMAN M. A review of British evidence on time and service quality valuations[J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review Transportation, 2001, 37(2/3): 107

[2] TAYLOR B D, ISEKI H, MILLER M A, et al. Thinking outside the bus: Understanding user perceptions of waiting and transferring in order to increase transit use[R]. Path Research Report, 2009

[3] BEIRÃO G, CABRAL J A S. Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study[J]. Transport Policy, 2007, 14(6): 478

[4] VAN HAGEN M, GALETZKA M, PRUYN A. Perception and evaluation of waiting times at stations of Netherlands Railways (NS)[C]// Proceedings of the European Transport Conference. Washington D C: TRID, 2007

[5] PSARROS I, KEPAPTSOGLOU K, KARLAFTIS M G. An empirical investigation of passenger wait time perceptions[J]. Journal of Public Transportation, 2011, 14(3): 109. DOI:10.5038/2375 - 0901.14.3.6

[6] FENG S, WU H, SUN X, et al. Factors on perceived waiting time and implications on passengers' satisfaction with waiting time[J]. Promet-Traffic-Traffico, 2016, 28(2): 155

[7] 梁野, 吕卫锋, 杜博文. 基于峰值密度聚类的公交出行目的分类模型[J]. 哈尔滨工程大学学报, 2018(3): 1
LANG Ye, LV Weifeng, DU Bowen. Classification model of public transport trip purpose based on density peak clustering[J]. Journal of Harbin Engineering University, 2018(3): 1

[8] WATKINS K E, FERRIS B, BORNING A, et al. Where is my bus? Impact of mobile real-time information on the perceived and actual wait time of transit riders[J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2011, 45(8): 839

[9] HUI M K, TSE A C, ZHOU L. Interaction between two types of information on reactions to delays[J]. Marketing Letters, 2006, 17(2): 151

[10] OHMORI N, OMATSU T, MATSUMOTO S, et al. Passengers' waiting behavior at bus and tram stops[C]//International Conference of Traffic and Transportation Studies Congress. Rosten, V A: ASCE, 2008: 520

[11] VAN HAGEN M, RAILWAYS H D, PRUYN A, et al. Waiting is becoming fun! The influence of advertising and infotainment on the waiting experience[C]//Annual European Transport Congress. AET: Henley-in-Arden, 2009:165

[12] LAGUNE-REUTLER M, GUTHRIE A, FAN Y, et al. Transit stop environments and waiting time perception: Impacts of trees, traffic exposure, and polluted air[J]. Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board, 2016, 2543: 82. DOI:10.3141/2543 - 09

[13] MILLONIG A, SLESZYNSKI M, ULM M. Sitting, waiting, wishing: Waiting time perception in public transport[C]//International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems. Piscataway, N J: IEEE, 2012: 1852

[14] INGVARDSON J B, NIELSEN O A, RAVEAU S. Passenger arrival and waiting time distributions dependent on train service frequency and station characteristics: A smart card data analysis[J]. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 2018(90): 292

[15] 王旭坪, 马超, 阮俊虎. 考虑公众心理风险感知的应急物资优化调度[J]. 系统工程理论与实践, 2013, 33(7): 1735
WANG Xuping, MA Chao, RUAN Junhu. Emergency supplies optimal scheduling considering the public's psychological risk perception[J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2013, 33(7): 1735

[16] 李爱梅, 赵丹, 熊冠星, 等. 等待是一种折磨? 等待时间知觉及其导致的非理性决策行为[J]. 心理科学进展, 2014, 22(11): 1679
LI Aimei, ZHAO Dan, XIONG Guanxing. Is waiting a kind of torture? Perceived waiting time and the resulting irrational decision making[J]. Advances in Psychological Science, 2014, 22(11): 1679

(编辑 刘 彤)