

文章编号:1007-6735(2011)04-0312-09

世博会排队集群行为研究

顾基发¹, 徐山鹰¹, 房 勇¹, 时 勘², 王 波³,
宋 利⁴, 解 蓉⁴

(1. 中国科学院 系统科学研究所, 北京 100190; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100190;
3. 上海理工大学 管理学院, 上海 200093; 4. 上海交通大学 图像通信与信息处理研究所, 上海 200240)

摘要: 在上海世博会上,排队问题是最突出的问题之一.本文试图从物理-事理-人理系统方法论的角度去描述它们.从物理层次看,大部分场馆的设计不可能不出现排队,只是队的长短会不一样;从事理层次看,不同排队方式会出现不同的队长和效率;从人理层次看,组织方、场馆和顾客思考问题的角度不同,他们对队长的满意程度有着不同的评价标准,此外,人员过度排队可能造成拥挤与践踏等突发事件.本文从运筹学中排队论、顾客排队心理学、社会物理的行为动力学和顾客排队行为分析以及系统科学中自组织现象等去分析排队现象.

关键词: 集群行为; 排队论; 心理学; 系统科学
中图分类号: N 94 **文献标志码:** A

Study on the collective behaviors of queuing in the Shanghai World Expo

GU Ji-fa¹, XU San-ying¹, FANG Yong¹, SHI Kan², WANG Bo³, SONG Li⁴, XIE Rong⁴

(1. *Institute of Systems Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China*; 2. *Graduated University, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China*; 3. *Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China*; 4. *Institute of Image Communication & Information Processing, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China*)

Abstract: Shanghai World Expo in 2010 is a successful Expo, but the queuing problem becomes a challenging problem. The problem was described from the view of Wuli-Shili-Renli system approach. From Wuli layer, it is impossible for design in most pavilions to avoid queuing, only the length of queuing will be different. From Shili layer, various modes of queuing discipline will lead to different waiting lines and efficiencies. From Renli layer, the problem how to evaluate the satisfaction degree will depend on the different view angles of organizer, pavilion and visitors individually. Finally the excess of queuing will cause heavy crowd and trampling thus lead to emergence accident. In the paper, the queuing phenomena were studied with the help of the queuing theory in operations research, psychology for customers in waiting line, pedestrian dynamics, behaviors analysis for queuing in socio-physics and finally analysis as self-organization phenomena in systems science.

Key words: *collective behaviors; queuing theory; psychology; systems science*

收稿日期: 2011-07-30
基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973)资助项目(2010CB731400); 中国科学院创新团队项目(KACX1-YW-1011)
作者简介: 顾基发(1935-),男,研究员. 研究方向: 运筹学、系统科学. E-mail:jfgu@amss.ac.cn

1 世博会参观人数高峰指标

2010 年上海世博会是中国政府主办、上海市承办、多个国家或国际组织参加的国际盛会. 从 2010 年 5 月 1 日开幕到 10 月 31 日闭幕,会期 184 天, 246 个国家和国际组织参加,共有 138 个展馆. 上海世博会园区沿黄浦江两岸布局,规划用地范围为 5.28 km². 其中,围栏区(收取门票)为 3.28 km². 历年来部分世博会参观人数可参考表 1,其中,以大阪的最多. 而上海世博会参观者人数超历史,曾预计 7 000 万(实际是 7 308 万);原先预计日均 40 万、高峰 60 万,极端高峰 80 万(实际是 10 月 16 日那天达到 103 万).

表 1 部分世博会参观人数
Tab.1 Numbers of visitors in partial pavilions

年份	城市	参观人数	参展国家数
1958	布鲁塞尔	41 454 412	42
1965	慕尼黑	24 518 000	31
1967	蒙特利尔	50 306 648	62
1970	大阪	64 218 770	75
1971	布达佩斯	19 000 000	34
1974	斯波坎	48 000 000	
1985	筑波	20 334 727	111
1986	温哥华	22 111 578	54
1992	塞维利亚	41 814 571	
2000	汉诺威	18 100 000	155
2005	爱知	22 049 544	121

根据统计数据,大阪世博会出现最高参观人数时刻为 1970 年 9 月 6 日 12:55,当时园区人数为 591 408 人,爱知世博高峰日最高参观人数出现在 2005 年 9 月 18 日 13:00—14:00,当时人数达到 207 754 人(参考表 2).

表 2 大阪、爱知极端高峰人数超过园区接待能力
Tab.2 The capacity of reception in extreme peak time in Osaka, Aichi

城市	估计值	实际值	日期
大阪	650 000	835 832	9 月 5 日 星期六
大阪	700 000	783 682	9 月 6 日 星期天
爱知	161 024	281 441	9 月 18 日 星期天

由此推算出爱知等世博会瞬时高峰参观人群密度如下:爱知,8.3 m²/人(实际有效 5.65 m²/人);大阪,5.58 m²/人;汉诺威,8.3 m²/人. 如果按照人均 6 m²/人计算,上海世博会瞬时高峰人数应该控

制在 55 万人. 而世博园 3.28 km² 估计排队等待时间长,最长达 4 h 左右^[1].
本文是 973 项目“混合网络下社会集群行为感知与规律研究”的一部分,有些工作还处于中期研究阶段.

2 研究工作的流程

- 2.1 立题(2010 年 3—6 月)
- 首先明确研究世博排队的意义,其次探索研究世博排队的可行性. 课题组由横跨 973 项目多个子课题的多名研究人员组成,成员中王波长期在世博协助研究,宋利和解蓉在世博的信息中心工作并有信息技术研究基础,顾基发、徐山鹰、房勇有运筹学与系统工程方面研究基础,时勘有心理学研究基础,在工作中还得到了世博管理局和一些志愿者的协助.
- 2.2 调查(2010 年 6—7 月)
- 在研究中进行了大量的网上信息调查和直接的文献调查. 特别是作了世博现场调查,王波还到国外世博会进行过调查.
- 2.3 建模与理论准备(2010 年 4 月—2011 年 5 月)
- 首先应用了物理-事理-人理系统方法论来指导这个课题的研究^[2],摸清了排队问题中的物理、事理和人理的构成内容. 然后探索了相应的排队模型、时间序列模型、心理模型和拥挤模型. 构造的物理-事理-人理三维图如图 1 所示. 其中,人理方面需要协调组内与组外,还有与世博局的关系. 在知的方面要了解各方面的知识. 在感情方面需要了解从顾客、馆方一直到世博组委会各方的满意标准. 在利益方面同时要兼顾到这 3 个方面的利益需求.

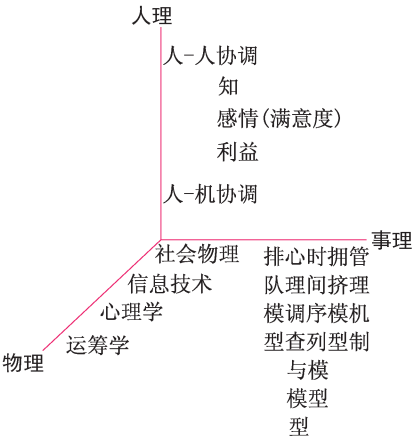


图 1 物理-事理-人理三维图
Fig.1 Three dimension map for Wuli-Shili-Renli

看到参观者对这次世博会的评价^[7].

2.5 初步结果(2010年5月—2011年6月)

2.5.1 数据整理

a. 形成各种 Excel 表.

b. 画出有利于进一步分析的各种图表. 这里仅以沙特馆和加拿大馆的平均队长和平均等候时间为例显示他们在8月1日—10月30日不同日的演化规律(见图3~6). 图7是B,C两个片区在10月16日一天内从8:30—23:30的客流演化规律^[8].

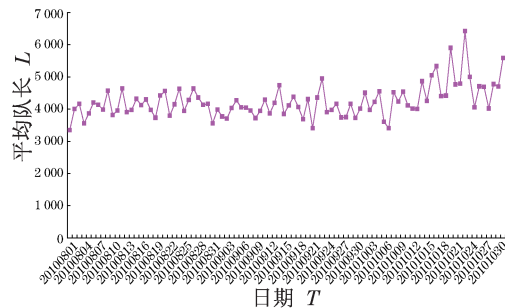


图3 沙特馆平均队长(8.1—10.30)

Fig.3 Average queue length in Sauda Arabia Pavillion

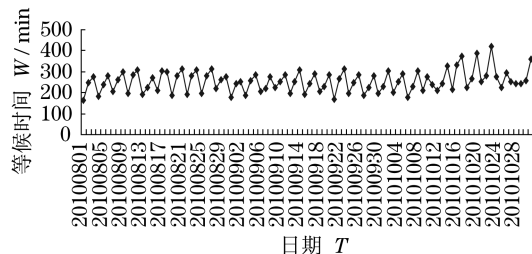


图4 沙特馆平均等候时间(8.1—10.30)

Fig.4 Average waiting time in Sauda Arabia Pavillion

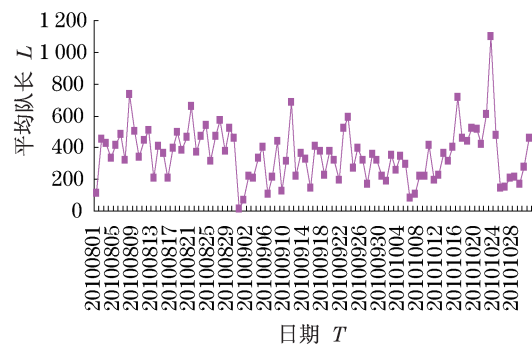


图5 加拿大馆平均队长(8.1—10.30)

Fig.5 Average queue length in Canada Pavillion

2.5.2 几个排队论结果

世博会中出现的排队现象从所有展馆、演出场馆以及馆间空地和其他设施等组成一个极为复杂有着并、串联的排队网络. 顾客的到达流明显不是平稳流,他们在同一天内有明显差别,在不同天内同样表

现出某些周期性,例如,周六和周日的高峰现象. 至于作为服务机构的场馆内服务设置更为复杂,有沙特馆那样以电影为主,每场服务人数即电影馆的座位数,也有像加拿大馆后来改造成流水线式服务,因此服务效率较高. 还有复合式的,如澳大利亚馆既有随机的,也有放广告式电影的表演服务. 至于排队规则同样五花八门,如沙特馆那样有一段排队用几百人一块的切块式批量排队,每一块移动时要等前一块撤空才由武警领着往前走. 更多的馆是曲折型往前走. 同样,加拿大馆采用绕馆一字长蛇形,使人不感到有等待的感觉,一直在往前走,顾客感觉已开始被服务了.

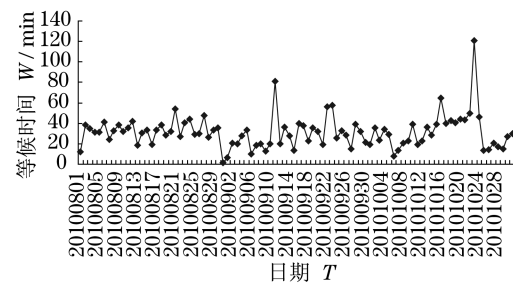


图6 加拿大馆平均等候时间(8.1—10.30)

Fig.6 Average waiting time in Canada Pavillion

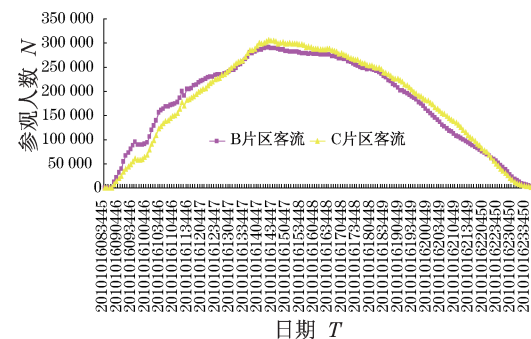


图7 B,C两个片区在10月16日从8:30—23:30的客流每隔半小时的演化规律

Fig.7 Evolution law of visitors flow per 0.5 hour from 8:30 to 23:30, October 16 in B,C districts

常规的简单采用解析形式的排队论模型及其解公式往往在这儿难以奏效. 但是,注意到排队论中的 Little 公式($L = \lambda W$, 其中, L 为平均队长, λ 为平均到达率, W 为平均等待时间),由于它适合于各种顾客流以及服务分布,因此,在已知队长 L , 等待时间 W , 就可以算出平均到达率 $\lambda = L/W$, 并且进一步可以算出服务强度(通过强度) $\rho = L/(1 + L)$. 挑取部分场馆按照上海交通大学提供的队长和排队等候时间数据再加工后,并且进一步由此算出 λ 和 ρ (见表4)^[9,10]. 通过这4组数据

的比较,不但可以看到一些场馆的队长情况,如沙特馆的队很长,排队等候时间也长,但是,顾客到达率不是最高,远不如中国馆,也不如德国馆.但这3个馆的服务强度却相当.

对于复杂排队网络采用计算机仿真的方法也许更能描述一些考虑到顾客行为的复杂排队现象^[11].对于世博会B片区的复杂排队现象,王波等用EXTEND软件进行了仿真模拟^[1].选取B片区作为研究对象.B片区位于A片区西侧、浦东卢浦大桥以东,该片区中包括世博轴、中国馆、主题馆、东南亚和大洋洲部分国家馆、国际组织馆和公共活动中心以及演艺中心等建筑.该片区由于特色场馆相对集中,为游客相对集中的一块区域,在片区内顾客产生流动的决策的因素主要有以下几点:

- a. 距离.近的场馆比远的场馆要优先进行参观.
- b. 场馆特色.特色场馆对游客的吸引力明显要比非特色场馆的大.例如,B片区内的中国馆即为特色场馆.
- c. 场馆是否已访问.认为游客重复参观同一场馆的可能性很小.
- d. 场馆排队情况.一般愿意选择队短的馆.
- e. 游客离开展区的行为.游客在展区内逗留的时间超过其意愿参观时间时,游客将会选择离开展区.

图8~10是仿真的结果,分别表示进展区人数、离展区人数和展区内人数;特色场馆中国馆、主题馆、外国馆、国际联合馆在不同时刻馆内人数;中央服务区、世博中心、世博公园和演艺中心在不同时刻

人数.当然这仅是在一定假设下模拟的结果,与实际情况是有差距的.

表4 部分场馆的平均队长 L 、平均排队时间 W 、平均顾客到达率 λ 和服务强度 ρ

Tab.4 Average queue length L , average waiting time W , average customer arrival rate λ and traffic intensity ρ

场馆名称	总平均队长 L	总平均排队时间 W	$\lambda = L/W$	$\rho = L/(1+L)$
新能源馆	0.001 3	0.000 0		0.001 3
省区市馆	321.562 6	2.454 0	131.037 5	0.996 9
中国馆	3 332.533 7	48.842 4	68.230 4	0.999 7
城市地球馆	84.299 6	1.333 5	63.217 7	0.988 3
城市人馆	35.995 6	0.644 0	55.893 1	0.973 0
城市生命馆	4.997 8	0.098 5	50.752 2	0.833 3
非洲联合馆	11.566 5	0.278 6	41.511 8	0.920 4
尼泊尔馆	135.334 6	6.233 2	21.712 0	0.992 7
澳大利亚馆	683.149 6	31.469 4	21.708 4	0.998 5
德国馆	4 169.802 7	201.706 3	20.672 6	0.999 8
卢森堡馆	113.529 2	5.735 2	19.795 1	0.991 3
泰国馆	946.627 3	48.045 5	19.702 7	0.998 9
法国馆	1 643.191 6	84.721 2	19.395 3	0.999 4
荷兰馆	147.290 7	7.614 6	19.343 1	0.993 3
西班牙馆	1 522.433 1	80.016 7	19.026 5	0.999 3
城市足迹馆	379.175 2	20.412 4	18.575 7	0.997 4
公众参与馆	78.089 0	4.232 6	18.449 4	0.987 4
沙特馆	4 230.371 8	253.274 3	16.702 7	0.999 8
印尼馆	188.084 0	11.503 1	16.350 8	0.994 7
生命阳光馆	37.404 4	2.342 3	15.969 2	0.974 0
新西兰馆	130.820 2	8.479 0	15.428 7	0.992 4
瑞士馆	1 676.780 8	110.549 3	15.167 7	0.999 4
比利时馆	440.871 1	29.252 1	15.071 4	0.997 7
日本馆	3 506.649 2	236.791 3	14.809 0	0.999 7
意大利馆	1 220.732 1	82.985 1	14.710 3	0.999 2
朝鲜馆	16.329 8	1.126 0	14.502 7	0.942 3
韩国馆	2 441.211 7	172.953 6	14.114 8	0.999 6
匈牙利馆	113.639 6	8.053 9	14.109 8	0.991 3
波兰馆	511.435 8	37.928 1	13.484 3	0.998 0

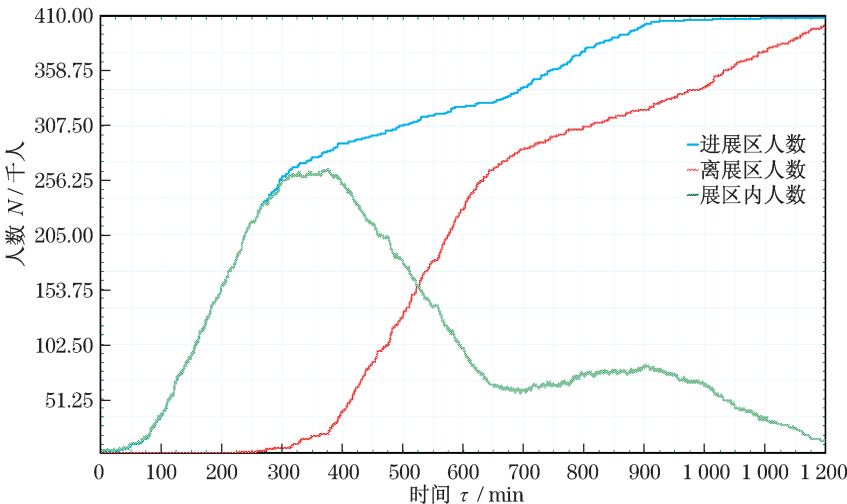


图8 进展区人数、离展区人数和展区内人数
Fig.8 Numbers of visitors entered in B, left to B and stayed in B

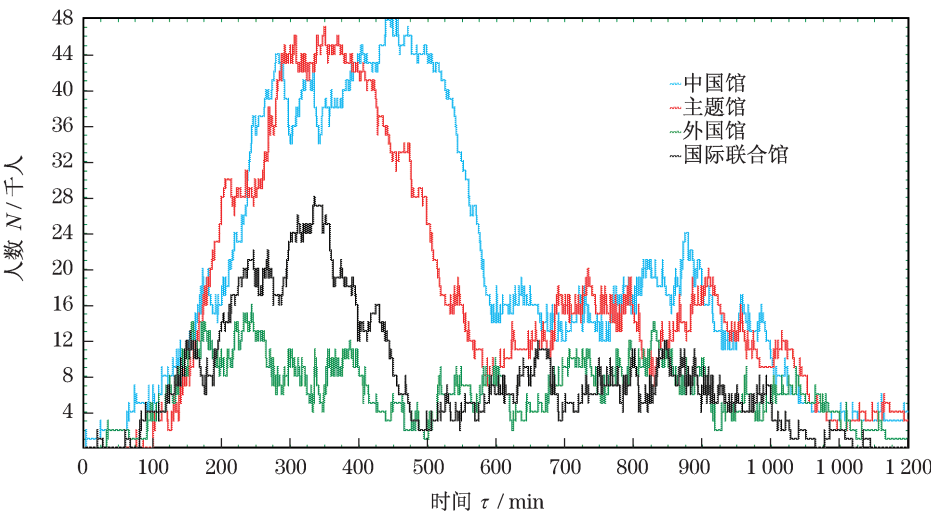


图 9 The number of customers in China Pavilion, Theme Pavalion, Foreign Pavilion, International Joint Pavilion in different times

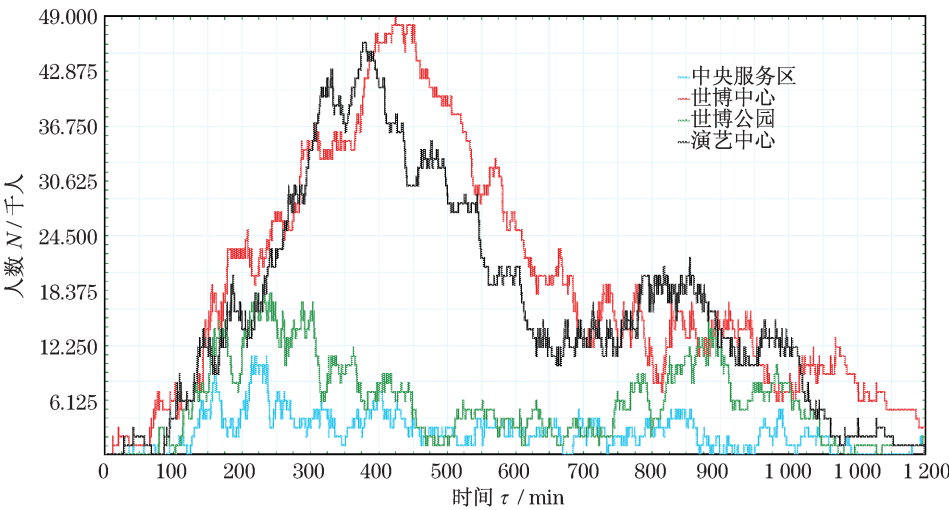


图 10 The number of customers in Central Service District, Expo Center, Expo Park and Theater Center in different times

2. 5. 3 排队中的定性分析

对于顾客的排队系统定性考虑有以下特征:

- a. 随机性. 顾客随机到达, 场馆服务时间随机.
- b. 自组织性. 顾客的自组织.

据统计在开始几天由于散客参观人数较少, 后来经过安排, 团组人数大量增加, 有时可到四至六成, 后来逐渐演变为以散客为主.

- c. 计划性(他组织). 会议组织方主动安排.
- d. 满意性. 顾客、主办方和馆方的满意度要求不一.

(a) 顾客满意度.

顾客满意度即顾客期望值与感知的比较. 美国运筹学家 Maister 特别关注排队心理学, 他认为心

理感受到的队长比实际的队长要长得多, 因此, 提供服务方必须好好研究排队心理学来改进排队的质量, 他提出了 8 条有关排队的心理因素^[12-13], 这里仅列举几条.

与组织者相关的因素:

- (1)不公平与公平的等待.

世博期间普通顾客与贵宾等待的公平问题, 不同票价顾客的公平问题, 预约与随机顾客的公平问题.

- (2)不舒适与舒适的等待.

创建舒适的等待环境, 采用叫号机系统保持等待的舒适度与公平性, 世博会亮点场馆可采用门口拿号、预计入场时间和按号自动检票, 使顾客在等待

时期可以参与其他活动(如中国馆).此外,在园区内设置喷雾降温设施,并安置大量遮阳罩、遮阳伞外,还向参观者免费发放扇子,还有个别馆向排队者提供座位.还有些场馆提供排队现场的小表演,这些都是使排队尽可能轻松和舒适.

(3)没有解释过与解释过的等待.

园方和馆方尽量告知等待的原因和大约需等待的时间,并通过电子显示牌公告相关信息.

(4)过程前的与过程进行中的等待.

顾客对于进入服务系统前的等待感觉比进入服务系统之后更加不满意,服务系统应尽量减少顾客在过程前的等待时间,还采用事先预约拿号(如中国馆),门禁前移(如加拿大馆).

与顾客相关的因素:

(1)独自等待与群体等待.

减少独自等待时间,主张小团体同行共同等待并相互照顾.

(2)等待高价值服务与低价值服务.

由于顾客事先知道一些场馆服务高价值,如沙特馆和石油馆,因此,有耐心等上七八个小时甚至更多,出馆后并不后悔等待那么长时间.

(3)顾客的价值系统.

有的顾客不愿意花时间等待,听说队长就不肯去参观,当然也有的顾客不顾他人利益采用加塞插队,甚至装残疾人或老人的家属等不文明的举动.

(4)顾客的态度.

世博会期间如何变空闲等待为忙碌等待,变焦急等待为耐心等待.

关于排队者心理行为研究可以参考文献[1,13]和大课题组时勘等的工作^[14].

(b)主办方满意度.

主办方一方面关心整个博览会的服务质量,还在预展期间作了大量调查,对某些设备、设施改进了服务质量^[7].另一方面关心参观的顾客数量.在5月初期顾客数量远少于原定的每天40万,因此,采取很多措施来提高参观者数量,明显感到团组参观者增多,后来散客才不断增加.到10月份特别10月16日游客达到103万,主办方又担心出现践踏事故,开始劝阻有些游客不要来世博会.特别是宣告中国馆将延展,减少了去中国馆的游客.

(c)馆方的满意度.

一些热门展馆以去他们展馆的队比较长而自傲,媒体也在这方面推波逐浪.但是,加拿大馆和土耳其馆等馆主曾对此颇有微言,他们希望还要看实

际被服务到的每天顾客数,例如,他们指出其实沙特馆一天也就服务2万多人,而加拿大馆每天可服务4万多人,甚至有时到5万人.

2.5.4 时间序列的比较和分析

a. 各种时间序列的构建.

在这次研究中收集到关于上百个各场馆和出入口的每天不同时段和不同日期的有关顾客人数、排队长度和排队等待时间的时间序列,如何构建好时间序列的模型是进一步的研究工作.

b. 寻找主导馆时间序列.

文献[15]从分析天气和金融时间序列出发,寻找它们的主导序列,提出了相应的方法,核心有以下两部分:

(a)通过选择适当窗口将时间序列进行两两比较;

(b)通过有向图比较选出主导馆.

2.5.5 排队集群行为的有关知识

在排队集群行为研究中将应用牛文元及其学生在探索一般社会集群行为中一些有用的概念和方法,如三度理论:集中度、组织度、临界度.以及导致参观者向某些展馆集中的因素,如从众(因为人多就凑热闹)、从权(因为上级安排)、从兴趣(因为喜欢所参观的内容)、从利(因为敲章、小礼品等)、从理(因为人少图清静而来或人太多而不去某些拥挤的馆)^[16].

2.5.6 过分拥挤现象

“韩迷”追星致世博现开园来最严重拥挤事件(2010-05-30),见图11^[6].



图11 韩国5月30日演出活动前

Fig.11 Before the performance of South Korea in May 30

通过对10月16日在沙特馆等馆外空间的人群密集程度的视频分析^[4],发现其实不少地方已经处于将近过饱和状态,如果有些意外突发事件发生,将不可设想后果会怎样.最好能通过各种拥挤仿真模

型加以仿真演习^[17-19]。

2.5.7 排队调控研究建议

根据对世博排队行为的分析和研究,提出世博排队调控下列建议:

a. 从理论分析提出世博瞬时最大访客数不应超过60万,最后提出11条具体改进可能产生过度拥挤的建议^[20]。

b. 研究各种减少排队等待时间、消除排队等待心理烦恼和由排队引起的拥堵的措施^[20-22]。

c. 提出6种排队模式(沙特馆、中国馆、德国馆、加拿大馆、城市馆、入口)。

d. 如何评价各场馆拥挤度、服务效率和服务质量。

当国家统计局上海调查总队问及被调查的参观者哪个展馆令人印象最为深刻时,参观者选择比例居前的依次是:中国馆、日本馆、沙特馆、法国馆和德国馆^[7]。有意思的是按照本文表4中计算出的数据,他们的服务强度都很高,分别达到0.9997,0.9997,0.9998,0.9994,0.9998。

3 相关创新性

与国内外同类研究工作相比的创新性:

a. 将排队问题的研究从物理进入事理,再进入到人理(方法论自主创新)。

b. 进行交叉科学的研究,运筹学与心理学的交叉,网络与信息技术的交叉,社会学与物理学的交叉(学科大交叉)。

c. 通过混合网络(监控网、手机网、因特网)来获取排队及其心理行为。

(a) 已获取出入口和沙特馆参观人流监控视频资料,将对资料进一步分析;

(b) 参与中国科学院研究生院设计的向志愿者收集有关信息的回卷;

(c) 通过网上调查(各种现代技术手段的应用与理论研究相配合)。

4 结束语

从不同学科的视角去观察和研究上海世博会的排队问题。作者收集到不少有用的数据和相关排队方面的种种信息和知识,但是,由于时间的匆促,很多模型以及由此推出的一些结论都有待深化,这也正是作者课题组下一步要做的工作。

致谢:感谢以张文军教授为首的973大课题组其他成员对我们工作的大力支持,也要感谢上海世博会组委会有关部门的领导和管理人员对这项工作的热情支持和帮助。

参考文献:

- [1] 王波.中国上海世博会参观人流网络与控制分析[R].上海:上海理工大学,2010.
- [2] 顾基发.物理事理人理系统方法论的实践[J].管理学报,2011,8(3):317-322.
- [3] 徐山鹰.世博园各入口的每日各时段入园人数统计数据库[R].北京:中国科学院系统科学所,2010.
- [4] 解蓉.世博园内部分地点的排队视频(部分馆、场地实拍录像)[R].上海:上海交通大学,2011.
- [5] 解蓉.世博园综合统计数据库(8,9,10月份数据)[R].上海:上海交通大学,2011.
- [6] 顾基发.韩国馆拥挤事故[R].北京:中国科学院,2011.
- [7] 梁继凯.上海世博会园区管理和服务调查[J].统计科学与实践,2010,(8):10-11.
- [8] 徐山鹰.沙特等138个场馆每日客流平均队长和等待时间数据和图形(8.1-10.31)[R].北京:中国科学院系统科学所,2011.
- [9] 顾基发,刘宝碇,施泉生.运筹学[M].北京:科学出版社,2011.
- [10] 徐山鹰.138场馆总平均队长和等待时间以及 λ 和 ρ 的计算[R].北京:中国科学院系统科学所,2011.
- [11] 马乐,张国彬,王华.上海世博会客流动态分布的仿真模型和算法[J].计算机应用与软件,2009,26(10):252-255.
- [12] MAISTER D H. The psychology of waiting lines[M]//The Service Encounter. CZEPIE J, SOLOMON M R, SUPRENANT C. D C Heath and Company. Lexington MA; Lexington Books, 1985.
- [13] JIANG J, CHENG C. The study of tourist satisfaction based on queuing theory[EB/OL]. [2011-07-04]. <http://www.seiofbluemountain.com/upload/product/200911/2008scyxhy03a6.pdf>.
- [14] SHI K, DAI W T, SONG Z L, et al. Preliminary exploration of Shanghai Expo social collective behavior in hybrid network[C]//IEEE 2nd Symposium on Web Society (SWS), 2010: 588-593.
- [15] WU D, KE Y P, YU J X, et al. Leadership discovery when data correlatively evolve[J]. World Wide Web, 2011,14:1-25.
- [16] LI Q Q. Theory and application on the Internet opinion circulation based on "Three degree methods"[D].

Beijing: Institute of Policy and Management, Chinese Academy of Sciences, 2011.

[17]

薛瑞文. Crowd Simulation 建模介绍[R]. 北京: 中国科学院系统科学所, 2010.

[18]

徐瑞华, 李璇, 高鹏. 上海世博会主入口广场客流集散仿真研究[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2010, 38(11): 1599 – 1604.

[19]

张青松, 刘金兰, 赵国敏. 大型公共场所人群拥挤踩踏事故机理初探[J]. 自然灾害学报, 2009, 18(6): 81 – 86.

[20]

WANG Bo, YAN Han-yan, Study on peak visitor control of World Expo Shanghai[C]//The 7th IEEE In-

ternational Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM10), 2010, 1096 – 1100.

[21]

李进, 吴勤旻, 李学迁, 等. 上海世博会游客参观协调[J]. 系统工程, 2010, 28(6): 50 – 56.

[22]

顾基发, 徐山鹰, 时勘, 等. 世博会排队现象, 拥堵引起集群行为, 消解或减缓拥堵的物理和心理措施, 相关的研究与实证[R]. 北京: 国土资源部培训中心, 2010.

[23]

GU J F, XU S Y, SHI K, et al. Wuli-Shili-Renli system approach to the queuing problems in Shanghai World Expo, ISSS2011 & KSS2011 plenary speech[R]. Hull, UK, 2011 – 07 – 21.

作者介绍

顾基发 中国科学院数学与系统科学研究院系统科学所研究员、博士生导师. 1957 年北京大学数学系毕业, 1963 年获苏联科学院数学所副博士. 长期从事运筹学和系统工程的理论和应用研究工作, 在我国较早开创存储论、多目标决策和软系统方法论的研究. 发表三十多篇著作和二百多篇杂志文章, 参加过导弹、能源、环境、水资源、区域发展战略和各种评价等应用项目. 1995 年在英国与朱志昌共同提出物理 – 事理 – 人理系统方法论, 并在很多领域得到应用, 受到国内外的重视. 1999 年起从事综合集成方法论 and 知识科学的研究和应用, 参加了国家重大基金项目, 并为主持人之一. 2006 年起从事社会系统的应用研究以及中医专家经验挖掘. 1994 – 2002 曾任中国系统工程学会理事长, 2002 – 2006 年曾任国际系统研究联合会的主席. 国内外多个系统工程和相关学科的杂志主编、副主编和编委, 1999 – 2003 年曾在日本北陆先端科学技术大学院大学(JAIST)任教授, 并在国内一些大学任兼职教授, 现任中国科学院自然与社会科学研究中心学术委员会副主任. 2010 年当选国际系统与控制论科学院院士, 并任该院副院长.

• 下期发表论文摘要预告 •

量子多体系统的时间不可逆性

霍裕平

(郑州大学, 郑州 450001; 北京大学, 北京 100871)

充分多自由度系统往往呈现出与少自由度系统截然不同的特性. 在很多情况下, 这类新的特性是与某些对称性相联系的守恒律的自发破缺. 本文将讨论其中最简单的情况: 具有充分多粒子系统的时间不可逆性, 或热力学第二定律的微观基础.