机场分批定量式出租车安排问题分析

Analysis on the Problem of Batch and Quantitative Taxi Arrangement in Airport

何金波 吴作元 傅全有

Jinbo He Zuoyuan Wu Quanyou Fu

南昌航空大学 航空制造工程学院
中国·江西 南昌 330063
Nanchang Hangkong University School of Aeronautical Manufacturing Engineering, Nanchang, Jiangxi, 330063, China

【摘 要】论文建立了出租车与乘客相互等待的双排队论模型。通过对出租车候车数与乘客上车点的研究分析,对未来大型枢纽的出租车管理提供一些指导性的建议,也为城市交通发展提供一些研究思路。

【Abstract】This paper establishes the double queuing model of taxi and passenger waiting each other. Through the research and analysis of taxi waiting number and passenger boarding point, some guiding Suggestions are provided for the taxi management in the future large-scale hub, and some research ideas are also provided for the development of urban traffic.

【关键词】出租车;分批定量;排队论;元胞自动机

【Keywords】taxi; batch and quantitative; queuing theory; cellular automata

【DOI】10.36012/emr.v2i2.1514

1 引言

文章假设某机场候车区有两条并行车道，那么管理部门应如何设置“上车点”个数,候车区每批次接客车数,并合理安排出租车和乘客,在保证车辆和乘客安全的条件下,使总的乘车效率最高,便成为相关部门需要重视的问题。

2 研究现状以及问题分析

当前的研究主要集中在出租车调度优化、路径优化等方面,并且主要集中在道路拥堵的优化调度,出租车公司以及管理层面等的利益关系问题的探究。姜恒等利用数理统计与排队论等相关方法对大型枢纽出租车到发车位及周转停车位进行过相关研究，而笔者引用其相关理论对候车区上车点的位置安排以及发车位“分批定量”量化处理进行分析。

3 排队论模型分析

由于车辆进出时间与辆数近似服从泊松分布，即随机性比较强,同时旅客排队乘坐出租车人数随机性也较大,则会遇到出租车排队载客和乘客排队乘车的情况，所以在此情况下会产生两个排队系统,即双排队论模型:一个是乘客排队等待出租车的排队系统;另一个是出租车等待乘客,即把出租车当作是服务系统里的“顾客”[1]。

3.1 乘客等待制排队系统

首先,出租车到达规律服从参数 ξ 的 *Poisson* 分布：

$$P\{X(t)=k\}=\frac{(\xi t)^k e^{-\xi t}}{k!} \tag{1}$$

式中,ξt 表示$[0,t]$内出租车的平均到达数;ξ 表示到达率。

其次,每辆出租车在停车位接受服务时间服从负指数分布：

$$\varphi(t)=\mu e^{-t\mu},(t>0) \tag{2}$$

式中,每个顾客接受服务的平均时间为 $1/\mu$;μ 表示服务率。

接着由等待制模型($M/M/S/\infty$)并考虑到两并行车道同时服务会影响车辆以及乘客安全,所以 $S>1$,以下给出排队论的具体计算公式:出租车服务强度$\rho_s=\frac{\rho}{s}=\frac{\xi}{s\mu}$;平均队长 $L=L_q+\rho$;平均排队长 L_q:

$$L_q=\sum_{n=s+1}^{\infty}(n-s)p_n=\frac{p_0\rho^s}{s!}\sum_{n=s+1}^{\infty}(n-s)\rho_s^{n-s}$$

$$=\frac{p_0\rho^s\rho_s}{s!}\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}\rho_s}\left(\sum_{n=1}^{\infty}\rho_s^{\,n}\right)=\frac{p_0\rho^s\rho_s}{s!(1-\rho_s)^2} \tag{3}$$

式中,p_0 表示服务台都空闲的概率;ρ 表示平均接受服务的乘客数。

系统中乘客平均逗留时间 T,在此多服务台情况下,满足 *Little* 公式：

$$T=\frac{L}{\xi} \tag{4}$$

系统中乘客平均等待时间 $T_q=\frac{L_q}{\xi}=T-\frac{1}{\mu}$。

通过以上排队论的公式关系,在平均服务率与到达率均为 900 的条件下,得出系统乘客平均等待时间为 6.84s,五辆车全部开出接客区时间为 18.56s,则十辆车全部消散完大约为 52.76s。

3.2 出租车等待制排队系统

文章假定乘客的需求量是一定的，即有不变的乘客到达率。在此模型下,出租车为服务系统中的“顾客”,而空车搭载

(下转第 34 页)

的工作中加强管理，严格执行，杜绝类似问题再次发生。③体制机制类问题。指一些属于体制机制范畴的不规范、不完善、不合理造成的，今后还可能继续发生的问题，需建章立制弥补体制机制缺陷，不断降低问题发生的频率，待相关机制健全后不再发生。④重点整改类问题。指整改难度较大，但通过内部政策支持、资源供给，可以整改的重点、难点问题，需领导牵头负责，相关部门集体研讨，制定针对性整改方案，出台扶持政策、给予资源支持，进行妥善处理。⑤历史遗留类问题。指特定历史条件下形成并遗留下来的、已无政策依据、很难清理处置的问题，需外部政策发生变化或在企业发展过程中择机处理。通过对[1]问题进行分类，可以更准确地确定整改时限、跟踪整改进程，促使整改工作更科学、更规范。

3.3 问题整改联合负责制

对于审计发现问题，建立健全审计、纪检监察、业务主管部门等多部门联合协作机制。一是共同制定整改措施。针对审计发现问题，召开财务、审计、法规及问题业务主管部门联合参加的审计发现问题研讨分析会，共同研究整改措施。二是共同审核整改结果。充分发挥职能管理部门专业优势和主观能动性，以更加专业的视角审核整改措施、整改情况，提高了整改力度，加强了整改效果，促进共性问题全面整改。

3.4 问题整改“销号”制

为便于问题整改情况的管理，如整改不到位的或不符合整改要求的，退回问题整改责任部门继续整改；符合整改要求的，在审计问题清单上进行问题整改完成的销号标记，并收集问题整改佐证材料存档保存，实现审计问题整改一项、确认一项、注销一项。

3.5 整改考核与责任追究机制

为了解决问题整改不及时、不彻底、被动应付、缺乏约束的现象，可以把整改完成情况纳入考核，对审计发现问题未在规定时限内整改到位的及整改材料报送不及时、不完备的，扣减其相应的绩效分值，同时，问题所在单位（部门）的主要负责人为问题整改第一责任人，对整改工作负首要责任。通过工作考核强化整改考核与责任追究，促进了问题整改更加及时、规范。

参考文献

[1]张新华.现代风险导向审计模式下的事业单位内部审计问题研究[J].中国内部审计,2015(9):27-29.

（上接第 29 页）

乘客既可以看作为“服务”过程，依旧假定排队的原则为先到先服务。由于出租车的停车泊位是有限的，所以将此服务系统看作一个多服务台，容量有限的服务排队系统（$M/M/S/N$），其中 $S>0$。在该服务系统中，假设在时刻 t 时，空出租车的队长作为系统的状态 $Z(t)$，这样系统状态便可以看作是随时间变化的生灭过程[2]，并且是其一个特殊的离散状态的连续时间马尔可夫过程，可以运用以下有关公式进行研究分析：$\pi_0=\frac{1-\rho}{1-\rho^{N+1}}$，$\pi_i=\pi_0\rho^N, i\leqslant N$。系统平均队长 $L_q=\sum_{k=0}^{N}k\pi_k=\frac{\rho}{1-\rho}-\frac{(N+1)\rho^{N+1}}{1-\rho^{N+1}}$；平均逗留时间 $T=\frac{L_q}{\mu(1-\pi_0)}$；候车位数 $K=L_qS$。

通过编程计算，在平均服务率 1500 与到达率 500 的条件下，得出平均逗留时间为 5.2500s，候车位数 K 为 10。

通过双排队系统的研究，确定了“分批定量”中较为合理的每批次接客出租车量：10，上车点数：2。

4 元胞自动机仿真分析

经过对双排队系统的研究，确定了“分批定量”中较为合理的每批次接客出租车量，以及在考虑车辆与乘客安全因素下比较恰当的乘客服务台数。并且取得了比较好的效果，但是利用此方法依然存在很多局限性，例如：①车辆的行驶速度无法明确定义，默认速度是相同的。②在排队论模型中无法考虑蓄车池入口处方向的需求。而元胞自动机正是利用一些简单规则的相互控制作用的元胞来模拟复杂的离散动力学系统。

文章将车流的运动看成离散的对象，利用独立的元胞来模拟可以比较好的对车况进行仿真模拟。运行模型仿真程序，得到交通状况如图 1 所示。

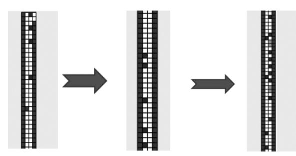

图 1 元胞自动机仿真结果图

在此基础上，继续进行仿真实验，发现在 20 次模拟之后，55.6s<出租车在接客区的平均滞留时间<57.9s。

综上所述，出租车在接客区的平均滞留时间范围为 55.6~57.9s。由仿真情况看出，机场出租车候车区实际平均滞留时间与仿真出的时间虽略有差距，但整体情况依然较为符合，并且与排队论系统得出的滞留时间相差寥寥，可以看出理论仿真以及实际的结果契合度很高，对以后大型枢纽安排出租车等轻便型交通工具给出一些指导性的建议。

参考文献

[1]卓金武.MATLAB 在数学建模中的应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2011.