

文章编号:1005-0523(2020)02-0081-08

## 航站楼值机大厅旅客步行交通特性实证研究

朱 婷,包丹文,张天炫,狄智玮,羊 钊

(南京航空航天大学民航学院,江苏 南京 211106)

摘要:为了研究机场航站楼值机大厅的旅客交通特性,以南京禄口机场 T2 航站楼值机大厅的实际情况为主要立足点,将值机大厅划分为三个区域:进出区、通道区和商业区后通过视频录像采集的方法对各区域的旅客交通特性三参数(流量、密度、速度)进行数据统计分析,并对参数间的关系进行函数拟合。结果发现值机大厅各区域的旅客平均速度分别为 0.801,1.089,1.188 m/s,均低于国内外行人的平均速度;各区域内旅客密度与速度拟合关系呈反向线性关系,旅客速度随密度的增大而逐渐减少;旅客密度与流量拟合关系呈一元二次抛物线关系,旅客流量随着密度的增大先增大到最佳旅客流后再减小,直至达到阻塞密度。研究结果对机场建立客流预警等级,进一步规划发展商业区提供依据。

关键词:旅客交通特性;航站楼;值机大厅;视频采集

中图分类号:U491 文献标志码:A

DOI:10.16749/j.cnki.jecjtu.2020.02.011

航站楼主要是为进行航空运输的旅客提供各项服务的重要场所,航空运输的普遍,机场客流的增加,航站楼内资源也日益紧张,对旅客流的特征研究可为航站楼内的区域规划和航空业务的高效运行提供帮助。

国内外在旅客流特征方面的研究有很多,William H K L 等<sup>[1]</sup>通过研究不同步行设施上的旅客流交通特性,比较速度-流量间的关系,为具有类似步行特征的香港或其他亚洲城市提供一个模型基础;胡鹏飞<sup>[2]</sup>分析影响旅客流宏观特性的因素及宏观特性参数间的关系来研究旅客流的运行特点;毕艳祥等<sup>[3]</sup>对城市轨道交通车站站台空间服务水平指标体系进行了探讨;Jia 等<sup>[4]</sup>建立了不同设施的旅客流参数关系曲线;顾佳羽等<sup>[5]</sup>将航站楼出发大厅划分了四大区域后研究分析各区域的阻塞密度;金晓琼等<sup>[6]</sup>以大连市西安路商业区为主要立足点,对旅客进行步幅步速及流量调查后进行定性定量分析;周继彪<sup>[7]</sup>等对北大街地铁换乘枢纽旅客速度、密度、流量和空间占有率之间的函数进行研究分析;王会会<sup>[8]</sup>结合国内外的资料从负重等方面分析影响旅客速度的因素;杨丽丽<sup>[9]</sup>分析不同设施上旅客的自由速度分布特性,建立流量、速度、密度、占用空间的参数关系模型研究旅客交通特性;王天童等<sup>[10]</sup>对行人速度特性通过绘制速度频率分布图来进行研究;王雪梅等<sup>[11]</sup>认为当客流密度小于  $0.2 \text{ m}^2/\text{p}$  时,该区域旅客处于一种危险状态。

国内外对各交通基础设施的研究很丰富,也由户外交通基础设施研究逐渐转向室内交通基础设施研究,目前对城市轨道交通的旅客流特征的研究已十分完备,但对航空运输重要设施的航站楼的旅客流特征的研究还没有很多,也没有过多的对单个交通参数的特征进行细致研究,因此本文选择了对禄口机场航站楼值机大厅的旅客流进行宏观特征的研究,根据旅客流进入值机大厅的主要流线,选取观测点将其划分为进出区、通道区和商业区,通过视频采集的方法,提取速度、密度、流量等 3 个交通基本参数的数据并进行整合分析后观察各参数的特征,再对密度-速度、密度-流量之间的关系进行绘图分析其特征。

收稿日期:2019-08-09

基金项目:国家自然科学基金(51608268);南京航空航天大学研究生创新基地(实验室)开放基金(kfj20190708)

作者简介:朱婷(1997—),女,硕士研究生,研究方向为交通运输规划与管理。

通讯作者:包丹文(1982—),男,副教授,博士,硕士生导师,研究方向为交通运输规划与管理。

## 1 旅客步行交通特性调查方法

### 1.1 调查分区

#### 1.1.1 流线分析

南京禄口机场 T2 航站楼值机大厅是进港旅客进行各项航空活动的场所之一,国内国际的旅客通过出发口 1-4,地铁 S1 号线,2 组扶梯和 4 部直梯的方式进入值机大厅,进行值机和商业活动后,再进入下一部分的安检流程,进港客流流线流程图如图 1 所示。其国内旅客的大部分是通过 3 号及 4 号出发口,地铁 S1 和扶梯来进入值机大厅,国际旅客的是通过 1 号和 2 号出发口,地铁 S1 及直梯进入值机大厅。

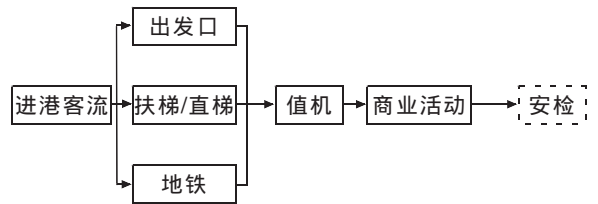


图 1 旅客流线流程图  
Fig.1 Passenger flow chart

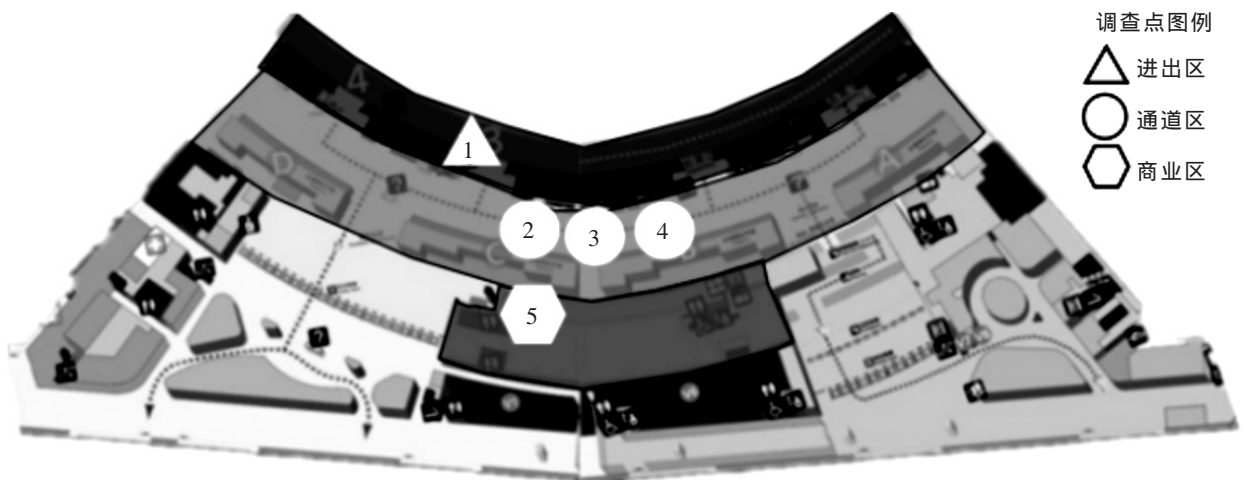


图 2 禄口机场 T2 航站楼值机大厅区域划分图  
Fig.2 Regional division of check-in hall of Terminal 2 in Lukou Airport

#### 1.1.2 区域划分

本文选择了位于江苏省南京市江宁区的南京禄口国际机场为调查研究对象,基于值机大厅为实现航空运输功能的设施,根据主要的国内旅客流进入值机大厅的主要流线——从 3 号出发口及 3 号出发口旁的扶梯进入值机大厅,在 C 值机岛完成值机活动后进入商业区,在这一固定流线上选取调查点,将其划分为 3 个区域,如图 2 所示。

1) 进出区:是国内旅客流主要流线的起点区域,旅客从机场航站楼的 3 号出发口进入值机大厅,或从其他楼层进入值机大厅的扶梯通道区域。进出区是突发紧急情况下疏散旅客的重要通道,对此区域的旅客交通特性的研究对机场建立客流预警等级提供依据。

2) 通道区:是国内旅客流主要流线的重要区域,旅客从航站楼值机大厅的进出区向另一固定区域移动的必经场所。通道区是值机大厅实现其运输功能的重要组成部分,此区域的旅客交通特性也是旅客流研究的重要组成部分,其中进出区与值机岛之间的通道区是所有旅客必经之地,所以本文重点研究的是这一部分的通道区。

3) 商业区:是国内旅客流主要流线的潜在经过区域,旅客进行各类商业活动的区域。商业区是机场收益来源的重要区域,对此区域的旅客交通特性的研究会影响机场对于商业区的进一步规划。

## 1.2 调查方法

为了准确地调查旅客交通特性,所以采用便于存储且能重复利用的视频录像采集法进行数据的采集。

其中进出区选取图 1 的三角形 1 扶梯处的位置,通道区选取图 1 的圆形 2、圆形 3、圆形 4 位置,商业区选取图 1 的六边形 5 位置进行视频拍摄。

选择在 2 个工作日和 1 个非工作日进行研究:2019 年 1 月 5 日(周三)、7 日(周五)、9 日(周日)上午高峰时段 9:00-10:00 和平峰时段 11:00-12:00,具有一定的普遍性。

由 3 个人在上述相同时段内同时拍摄 3 个区域的视频材料。

## 1.3 数据处理

1) 旅客速度。旅客速度是指某一时刻某一段通道范围内所有旅客步速的平均值,用  $V$  表示,  $m/s$  或  $m/min$ 。

记录视频中观测时段内各旅客进入观测区域的时间和离开观测区域的时间,作差后取平均值,根据观测区域的长度来计算旅客的步行速度

$$V = \frac{L}{\sum_{i=1}^N t_i/N} \quad (1)$$

式中: $V$  为旅客速度,  $m/s$ ;  $L$  为观测区域的长度,  $m$ ;  $N$  为观测时段内进入离开观测区域的旅客数量,  $p$ ;  $t_i$  为某一旅客进入观测区域的时间和离开观测区域的时间,  $s$ 。

2) 旅客密度。旅客密度是指单位瞬间单位面积内所含有的旅客的平均数量,用  $K$  表示,  $p/m^2$ 。

记录视频中旅客在观测时段内每 1/3 时刻的旅客数量的平均值,根据观测区域的面积来计算观测时段内的旅客密度

$$K = \frac{\frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 N_i}{L \times W} \quad (2)$$

式中: $K$  为旅客密度,  $p/m^2$ ;  $N_i$  为观测时段内每 1/3 时刻的旅客数量,  $p$ ;  $W$  为观测区域的宽度,  $m$ 。

3) 旅客流量。旅客流量是指单位时间通过某一单位宽度断面的旅客数量,用  $Q$  表示,  $p/m$ 。

记录视频中旅客在观测时段内通过观测区域截面的旅客数量,根据观测截面的宽度来计算观测时段内的旅客流量

$$Q = \frac{N}{W} \quad (3)$$

式中: $Q$  为旅客流量,  $p/m$ 。

4) 旅客占有空间。旅客占有空间是指旅客在观测区域所占的平均面积,用  $S$  表示,  $m^2/p$ ,通常以密度值的倒数作为其数值

$$S = \frac{1}{K} \quad (4)$$

式中: $S$  为旅客占有空间,  $m^2/p$ 。

按上述旅客速度、密度和流量的数据处理方法记录视频数据,得到 3 个区域的速度、密度和流量数据共 354 组,其中进出区共 111 组,通道区共 124 组,商业区共 119 组,部分数据如表 1 所示。

表1 三区域旅客步行交通参数数据统计表(部分)  
Tab.1 Statistics of pedestrian traffic parameters in three areas (partly)

进出区			通道区			商业区		
速度/ (m/s)	密度/ (p/m <sup>2</sup> )	流量/ (p/m)	速度/ (m/s)	密度/ (p/m <sup>2</sup> )	流量/ (p/m)	速度/ (m/s)	密度/ (p/m <sup>2</sup> )	流量/ (p/m)
0.82	0.139	2.0	0.96	0.088	2.8	1.20	0.073	3
0.75	0.028	1.0	1.35	0.106	2.1	1.07	0.027	0.8
0.86	0.056	1.5	1.08	0.028	1	1.11	0.047	1.4
1.00	0.056	0.5	0.70	0.139	2.7	0.99	0.080	2.4
0.69	0.111	1.8	0.95	0.065	2.2	0.98	0.080	2.2
0.43	0.083	2.5	1.23	0.074	2.4	1.18	0.080	3
1.00	0.083	2.3	1.02	0.088	2.5	1.28	0.053	2.4
0.60	0.056	1.5	0.90	0.046	1.8	0.98	0.087	2.6

## 2 旅客步行交通特性调查结果分析

### 2.1 旅客步行交通单参数特征分析

#### 2.1.1 旅客速度

国内旅客流主要流线上的进出区、通道区和商业区的旅客平均速度差异如表2所示,各区域速度的频数分布直方图如图3所示。

表2 旅客平均速度表

Tab.2 Average speed of passengers

调查区域	旅客平均速度/(m/s)	样本量
进出区	0.801	111
通道区	1.089	124
商业区	1.188	119

图3(a)进出区的速度均值为0.801 m/s,速度分布在0.40~1.50 m/s之间,主要集中在[0.50,1.10] m/s的范围内;图3(b)通道区的速度均值为1.089 m/s,速度分布在0.70~1.70 m/s之间,主要集中在[0.80,1.30] m/s的范围内;图3(c)商业区的速度均值为1.188 m/s,速度分布在0.60~1.70 m/s之间,主要集中在[0.90,1.50] m/s的范围内。从《交通工程手册》<sup>[12]</sup>中所知,我国旅客平均步速变化于0.7~1.7 m/s,水平路段平均步速变化于1~1.2 m/s,上下行平均步速变化于0.5~0.8 m/s,所以3个区域的旅客平均步速是在合理范围内的,通道区和商业区主要是水平路段,进出区选取的是上下行的扶梯口,因此进出区的速度明显小于通道和商业区也是合理的。

根据国内外研究,欧美国家的旅客平均速度一般在1.34 m/s左右,国内的旅客平均速度一般在1.24 m/s左右,旅客在使用室内设施时的速度是小于户外设施的。本文调查的3个区域的旅客平均速度都低于国内的旅客平均速度,一方面可能是因为机场是一个室内环境,且航站楼面积不够高峰小时旅客的使用,易产生拥堵现象,阻碍旅客的前进;另一方面可能是因为由于机场旅客携带的行李数较多,负重较高,限制旅客的行走。

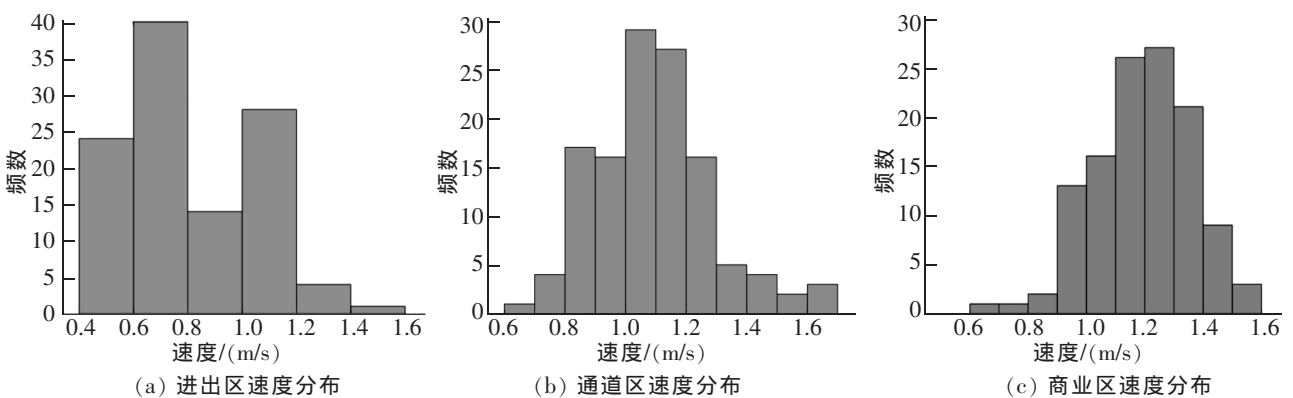


图3 三区域速度分布直方图

Fig.3 Histogram of velocity distribution in three areas

2.1.2 旅客密度和旅客占有空间

国内旅客流主要流线上的进出区、通道区和商业区的旅客平均密度及平均占有空间差异如表 3 所示。

进出区的旅客平均密度为 0.752 p/m<sup>2</sup>, 通道区的旅客平均密度为 0.702 p/m<sup>2</sup>, 商业区的旅客平均密度为 0.503 p/m<sup>2</sup>。平均密度从高到低的顺序分别是:进出区 > 通道区 > 商业区,与平均速度的结果恰好相反,据此推测速度与密度呈现负

相关关系,下文对此关系进行进一步的数据证明。其中旅客流密度最高的是进出区,它是旅客进入值机大厅的必经之路,易发生拥堵现象,所以需要加强关注是否发生大客流,提前进行客流预警;其次是通道区,它是连通各功能区域的管道,密度过大会使旅客产生拥挤感,降低旅客满意度;最后是商业区,旅客密度最低,旅客通过率较低,可以进一步规划这一主要流线上的商业区可以带来更大的人流密度,创造更大的收益。

进出区、通道区、商业区的旅客平均占有空间分别为 1.33,1.42,1.99 m<sup>2</sup>/p,根据《民用运输机场服务质量标准》<sup>[13]</sup> 高峰小时每位旅客均大于 1 m<sup>2</sup> 的标准,南京禄口国际机场值机大厅的各区域均达到了服务要求。

2.1.3 旅客流量

国内旅客流主要流线上的旅客进出区、旅客通道区和旅客旅客商业区的旅客平均流量差异如表 4 所示。

进出区的旅客平均流量为 2.068,通道区的旅客平均流量为 1.944,商业区的旅客平均流量为 1.588,平均流量从高到低的顺序分别是:进出区 > 通道区 > 商业区,与平均密度的结果相同,这并不能表明密度与流量呈正相关关系,下文可以证明。

2.2 交通参数之间关系的调查分析

2.2.1 密度-速度

根据在国内旅客流主要流线上的 3 个区域收集到的数据,使用 EXCEL 软件的相关功能,得出进出区、通道区和商业区的旅客密度与速度关系的散点图,如图 6 所示。

根据绘制的旅客密度与速度关系散点图,使用 EXCEL 软件的相关功能对其进行函数拟合,得到的各区域旅客密度与速度关系拟合函数如表 5 所示。

由表 5 可见,3 个不同区域旅客流的速度与密度的拟合函数关系均呈现反向线性关系,旅客流的速度随着密度的增大而减小,但 3 个区域的线性关系的斜率不尽相同。其中进出区客流速度-密度拟合函数的斜率绝对值最小,为 0.249 8,说明进出区旅客流速度受密度影响最小,因为进出区空间较小,旅客行李负重通常会小心谨慎,所以速度变化率较小;其次是商业区,斜率绝对值为 0.458,商业区空间较大,速度弹性大;拟合函

表 3 旅客平均密度表  
Tab.3 Average density of passengers

调查区域	旅客平均密度/ (p/m <sup>2</sup> )	平均占有空间/ (m <sup>2</sup> /p)	样本量
进出区	0.752	1.33	111
通道区	0.702	1.42	124
商业区	0.503	1.99	119

表 4 旅客平均流量表  
Tab.4 Average passenger flow

调查区域	旅客平均流量/(p/m)	样本量
进出区	2.068	111
通道区	1.944	124
商业区	1.588	119

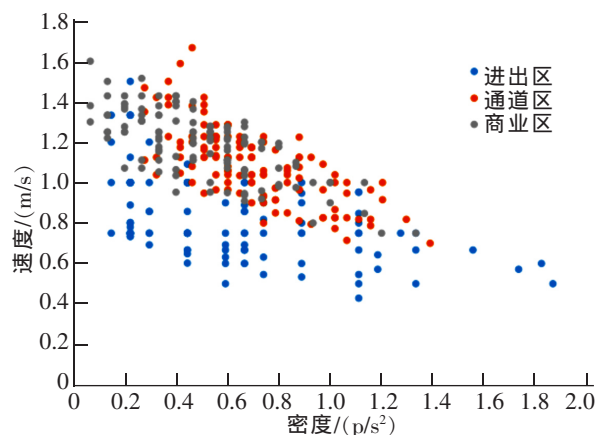


图 6 旅客密度与速度关系散点图  
Fig.6 Scatter plot of the relationship between passenger density and speed

数斜率绝对值最大的是通道区,为0.547 5,通道区是旅客实现转移的通道,对密度变化的反应更为敏感,因此速度变化率较大。

进出区的样本分布在  $[0.15, 1.87]$  (密度,  $p/m^2$ ) 和  $[0.43, 1.50]$  (速度,  $m/s$ ) 之间,较其余2个区域而言,进出区的客流密度分布最广,速度分布更偏低,进出区的客流普遍速度较慢;通道区的样本分布在  $[0.28, 1.38]$  (密度,  $p/m^2$ ) 和  $[0.7, 1.67]$  (速度,  $m/s$ ) 之间,较另外两区域而言,通道区的客流密度分布更为集中,速度分布更为广泛;商业区的样本分布在  $[0, 1.33]$  (密度,  $p/m^2$ ) 和  $[0.75, 1.6]$  (速度,  $m/s$ ) 之间,主要密集在  $[0.2, 0.67]$  (密度,  $p/m^2$ ) 和  $[0.94, 1.4]$  (速度,  $m/s$ ) 之间,而在其他区域分布则较为稀疏。

### 2.2.2 密度-流量

根据在国内旅客流主要流线上的3个区域的数据,使用EXCEL软件的相关功能,得出进出区、通道区和商业区的旅客密度与流量关系的散点图,如图7所示。

根据绘制的旅客密度与流量关系散点图,使用EXCEL软件的相关功能对其进行函数拟合,得到的各区域旅客密度与速度关系拟合函数如表6所示。

由表6可知,旅客密度与流量拟合函数关系呈一元二次函数关系,随着旅客密度的增大,旅客流量先增大到最佳旅客流后再减小,直至旅客流量减小到零,区域陷入瘫痪状态。

不同区域的拟合函数的曲线特征虽然都呈现抛物线的形式,但是各区域的最大旅客流、最大旅客流密度却不尽相同,最大的旅客流密度:进出区 > 通道区 > 商业区,说明旅客对进出区的空间要求低于通道区,低于商业区。

当旅客流流量达到最大值时,旅客平均占有空间达到最小动态空间,根据表6,进出区、通道区、商业区的最小动态空间分别为0.09, 0.34, 0.56  $m^2/p$ ; 当旅客流流量降为0时,旅客平均占有空间达到最小静态空间,最小静态空间分别为0.05, 0.16, 0.26  $m^2/p$ ,其中进出区的客流最小静态空间明显低于其他区域,说明旅客流在进出区的容忍区间更大,因此可以以国内旅客流主要流线的起点——进出区的旅客流的变化特征作为客流预警的参考。

表6 各区域旅客密度与流量关系拟合函数及参数估计值  
Tab.6 Fitting function and parameter estimation of passenger density and flow in each area

调查区域	拟合函数	最大旅客流/ ( $p/m$ )	最大旅客流密度/ ( $p/m^2$ )	最小动态空间/ ( $m^2/p$ )	最小静态空间/ ( $m^2/p$ )	$R^2$
进出区	$Q = -0.0847 K^2 + 1.8162 K + 0.4268$	10.1629	10.7214	0.09	0.05	0.7098
通道区	$Q = -0.3677 K^2 + 2.1397 K + 0.6435$	3.7563	2.9096	0.34	0.16	0.5034
商业区	$Q = -0.9083 K^2 + 3.2671 K + 0.2367$	3.5814	1.7985	0.56	0.26	0.618

表5 各区域旅客密度与速度关系拟合函数及参数估计值  
Tab.5 Fitting function and parameter estimation of passenger density and speed in each area

调查区域	拟合函数	$R^2$
进出区	$V = -0.2498 K + 0.9663$	0.2453
通道区	$V = -0.5475 K + 1.4698$	0.5058
商业区	$V = -0.458 K + 1.4184$	0.5127

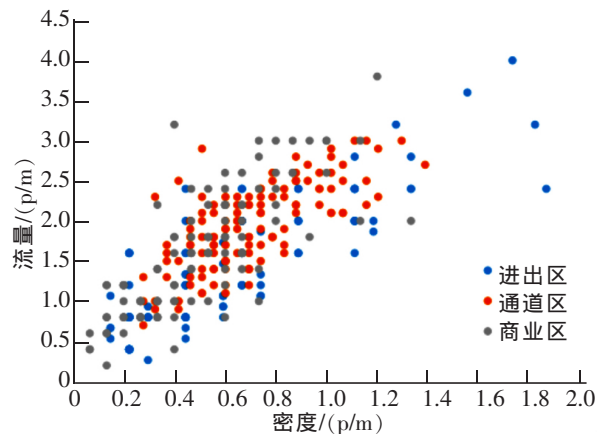


图7 旅客密度与流量关系散点图  
Fig.7 Scatter plot of the relationship between passenger density and flow

当  $K < 1.798 5 \text{ p/m}^2$  时,商业区的流量最大,其次是通道区,最后是进出区,说明当旅客密度偏小时,在相同的密度区间范围内,商业区的通行能力最大,其次是通道区,最后是进出区。商业区这一特征说明国内旅客流这一主要流线上的潜在经过区域还没有充分发挥其潜能,机场可以进一步规划发展商业区,充分利用商业区创收;同时进出区通行能力上的不足说明可以在这一流线起点区域展开对客流预警方面的研究或者是对航站楼的旅客流动线进行再规划。

### 2.2.3 密度-速度-流量

使用 MATLAB 软件对 3 个旅客步行交通参数绘制三维散点图,如图 8 所示。

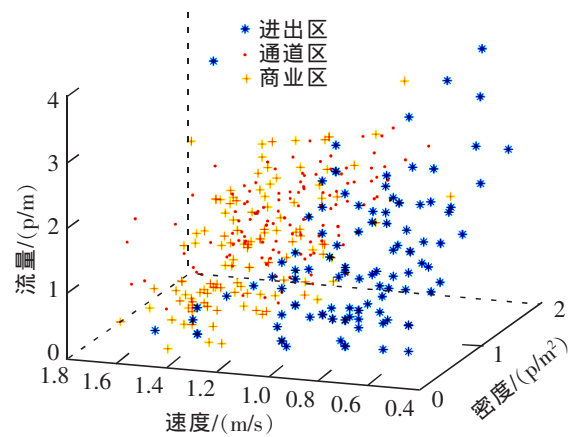


图 8 禄口机场值机大厅旅客密度-速度-流量关系散点图  
Fig.8 Scatter plot of passenger density-speed-flow relationship of check-in hall of Lukou Airport

## 3 结论

基于南京禄口机场 T2 航站楼值机大厅的实际情况,根据主要的国内旅客流进入值机大厅的主要流线,在这一固定流线上划分成 3 个区域,研究各区域的旅客交通特性的 3 参数(流量、密度、速度)及参数间的函数关系,得到了以下结论:

1) 值机大厅各区域的旅客速度与密度拟合函数关系呈反向线性关系,旅客速度随着密度的增大而减小,其中进出区、通道区、商业区的速度随密度的变化率的绝对值分别为 0.154 3,0.472 4,0.449 8,说明速度变化率最小的是进出区,其次是商业区,最大的是通道区,其对密度变化的反应更为敏感。

2) 值机大厅各区域的旅客密度与流量拟合函数关系呈一元二次函数关系,随着旅客密度的增大,旅客流量先增大到最佳旅客流后再减小。当  $K < 1.798 5 \text{ p/m}^2$  时,商业区的流量最大,在相同的密度区间范围内,商业区的通行能力最大,说明可以进一步规划发展商业区,充分利用商业区创收。

### 参考文献:

- [1] WILLIAM H K,CHEUNG C Y. Pedestrian speed/flow relationships for walking facilities in hong kong[J]. Journal of Transportation Engineering,2000(126):343-349.
- [2] 胡鹏飞. 综合客运枢纽人流运行异常状态识别及预警系统设计研究[D]. 长春:吉林大学,2013:9-14.
- [3] 毕艳祥,蒋顺章. 城市轨道交通车站站台空间服务水平指标体系探讨[J]. 城市轨道交通研究,2003,16(10):7-10.
- [4] JIA H F,YANG L,TANG M. Pedestrian flow characteristics analysis and model parameter calibration comprehensive transport terminal[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology,2009,9(5):117-123.
- [5] 顾佳羽,包丹文,贾俊华. 航站楼出发大厅旅客交通特性研究[J]. 武汉理工大学学报(交通科学与工程版),2018,42(2):318-322.
- [6] 金晓琼,韩萍,左忠义,等. 大连市西安路商业区行人交通特性分析[J]. 大连交通大学学报,2008,29(2):27-31.
- [7] 周继彪,陈红,闫斌,等. 地铁换乘枢纽行人交通特性实证研究[J]. 武汉理工大学学报,2014,36(4):92-99.
- [8] 王会会. 综合客运交通枢纽内部客流拥堵机理研究[D]. 北京:北京交通大学,2011:7-9.
- [9] 杨丽丽. 综合客运交通枢纽内部行人交通特性研究[D]. 长春:吉林大学,2009:27-36.
- [10] 王天童,郑长江,马庚华,等. 城市道路路段人行横道通行能力分析[J]. 华东交通大学学报,2019,36(2):47-53.
- [11] 王雪梅,周立新,冯昊月. 城市轨道交通车站大客流预警及其疏解[J]. 城市建设理论研究(电子版),2017,16(184):208-209.
- [12] 中国公路学会. 交通工程手册[M]. 北京:人民交通出版社,2002:589-593.
- [13] 首都机场集团公司. MH/T 5104-2013 民用运输机场服务质量标准[S]. 北京:中国民航出版社,2013. <http://www.cnki.net>

# Empirical Study on Passengers Walking Traffic Characteristics of Check-in Hall in Airport Terminal

Zhu Ting, Zhang Tianxuan, Di Zhiwei, Yang Zhao, Bao Danwen

(College of Civil Aviation, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 211100, China)

**Abstract:** In order to study the passenger traffic characteristics of check-in hall of airport terminal building, based on the actual situation of check-in hall of Terminal 2 in Nanjing Lukou Airport, this study divides the check-in hall into three areas of the entrance and exit area, the corridor area and the commercial area. The data of three parameters (flow, density and speed) of passenger traffic characteristics in each area collected by video recording method are analyzed, and then the relationship between three parameters is fit by function. The results show that the average speed of passengers in each area of the check-in hall is 0.801, 1.089 and 1.188, which are lower than the average speed of domestic and foreign passengers; the fitting relationship between passenger density and speed in each area is inversely linear, and the passenger speed decreases gradually with the increase of density; the fitting relationship between passenger density and flow is a quadratic parabola, and the passenger flow increases with the increase of density, first increases to the optimum passenger flow and then decreases until it reaches the blocking density. The results provide a basis for the airport to establish passenger flow early warning level and further plan and develop the commercial area.

**Key words:** passenger traffic characteristics; terminal building; check-in hall; video acquisition