

文章编号: 1005-8451 (2011) 01-0013-04

## 大型客运站自由走行区间服务水平分级研究

邓新峰, 邢云磊, 张 喜

(北京交通大学 交通运输学院, 北京 100044)

**摘要:** 分析大型客运站内服务水平分级中存在的问题, 指出影响客运组织服务水平分级的各种因素, 并采用 Legion 软件对自由走行区间进行仿真研究, 结合自组织系数, 确定自由空间服务水平的分级标准。

**关键词:** 大型客运站; 自由走行区间; 自组织系数; 服务水平

中图分类号: U291.6 文献标识码: A

### Study on classification of service level of free traveling interval in large-sized passenger terminals

DENG Xin-feng, XING Yun-lei, ZHANG Xi

(School of Traffic and Transportation, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

**Abstract:** This paper analyzed the problems of the service level in large-sized passenger terminals, pointed out the factors which influenced the classification of service level for passenger services. The simulation study was carried out to free traveling interval by software Legion. Combing with the coefficient of self-organization, it was determined the classification standards for service level of free traveling interval.

**Key words:** large-sized passenger terminal; free traveling interval; coefficient of self-organization; service level

行人设施服务水平的研究对象种类广泛, 主要包括人行道、机场、地铁及各种活动场所等, 所采用的研究方法也是多种多样。行人交通设施服务水平受多种因素的影响, 不同国家制定的行人服务水平划分标准与指标都各不相同, 即使是同一国家, 在不同的发展时期, 其所制定的行人服务水平划分标准也不一样。目前, 国内外现有的服务水平分级方法及成果并不适合我国大型客运站的客流组织情况, 所以制定符合我国国情的交通设施服务水平划分标准迫在眉睫。

大型客运站集铁路、公交、地铁于一体, 且具有客流集中、换乘量大、辐射面广等特点, 使得大型客运站的客流组织面临着功能复杂、交通流线混杂、配套设施不足等问题, 还具有内部设备众多, 布局紧凑, 人员密度高度集中, 流动性大, 隐患点较多的特点。因此大型客运站与设施服务水平的确定对于其内部的客流组织具有重要意义。

### 1 国内外交通设施服务水平分级成果研究

目前, 国内外关于服务水平分级的方法很多,

收稿日期: 2010-04-01

作者简介: 邓新峰, 在读硕士研究生; 邢云磊, 在读硕士研究生。

比较重要的有: 基于空间大小的行人服务水平评价方法; 基于步行环境的行人服务水平评价方法; 基于定性因素分析的服务水平评价方法; 基于数学模型的服务水平评价方法; 基于行人感知的服务水平评价方法等。

#### 1.1 国外服务水平分级成果

在文献[1]中, 首次将“服务水平”的概念引入到行人设施中, 建立行人服务水平计算方法, 包括人行道、楼梯、排队区域等一系列交通设施处的服务水平标准, 划分不同等级服务水平的主要因素, 包括行人空间、走行速度和行人冲突概率<sup>[1]</sup>。

美国在结合了很多研究成果的基础上, 制定了行人设施服务水平的标准 HCM2000, 提供了行人交通设施设计和建设的指导, 其中包括对 6 种不同等级的服务水平的划分<sup>[2]</sup>。

#### 1.2 国内服务水平分级方法及成果

目前, 国内对行人服务水平标准的确定, 主要是基于国外研究成果的基础上, 通过相关的调查, 选取空间、流量及速度作为评价指标, 暂不考虑主观指标, 从而确定服务水平等级划分。

台湾交通大学交通运输研究所采用模糊数学方法, 针对行人拥挤和满意度感受对不同等级服务水平的隶属度关系, 进行了行人设施的服务水

平分级的研究。指出美国HCM服务水平分级在不同的场地、不同交通条件下,会有一定的差异,再加上东方人、西方人的个人空间要求不同,因此其准确性差异较大。

北京交通大学采用图片调查法对北京市轨道交通站内通道的服务水平进行调查,提出了北京市的轨道交通通道服务水平划分依据<sup>[3]</sup>,并与美国HCM2000作了相应的比较,如表1。

表1 轨道交通通道服务水平

等级	美国HCM2000		北京市轨道交通通道服务水平
	人均空间 (m <sup>2</sup> /人)	人均空间 (m <sup>2</sup> /人)	人均空间 (m <sup>2</sup> /人)
A	> 5.58	> 4.76	
B	3.72~5.58	3.40~4.76	
C	2.23~3.72	1.99~3.40	
D	1.40~2.23	1.35~1.99	
E	0.74~1.40	0.62~1.35	
F	≤ 0.74	≤ 0.62	

由此可见,国外的服务水平分级不适用于我国的客流组织现状,需要确定符合我国国情的客运站客流组织服务水平划分依据。

## 2 客运站客流组织服务水平分级研究

### 2.1 现有服务水平分级的缺点

(1) 目前,我国大型综合客运枢纽的设计中采用的做法是:根据国家规定的建筑设计规范结合远期高峰小时客流乘降量预测值来确定出相关乘降设施、进出站设施以及换乘设施的配置,从而完成枢纽工程的设计,而对枢纽内行人行为特性,特别是行人之间、行人与设施设备之间的相互作用缺乏考虑。

(2) 指标的评价标准往往难以确切给出,通常采用建筑标准或者直接借鉴国外的标准。但建筑类的标准不适合客运站的具体情况,又很难充分兼顾以人为本,国外的标准对于我国的具体情况不合适。

(3) 关于综合客运枢纽评价指标的选取,宏观上考虑了枢纽的宏观适应性、经济性以及可持续发展性等,但在微观上多侧重于综合客运枢纽最关键的换乘功能,而忽略了枢纽的商业、集散、引导和停车功能等。

(4) 枢纽评价,是将枢纽内各种设施同样对待,而不考虑枢纽内各种组成设施以及不同的设施中行人行为的差异,但鉴于铁路客运站旅客一

般存在大量客票预售、候车室候车、商业行为等,与一般交通枢纽存在较大差别。

(5) 有关综合评价方法,现在采用的方法往往具有片面性,无法对旅客行为特性进行较为精确的描述,评价基础数据不足或主观性较强,存在一定缺陷。

综上所述,在大型客运站客流组织和客运设备配置中,以大量的客观统计数据为基础,通过微观仿真对旅客站内行为特性进行准确描述,找出车站的能力瓶颈,从而有针对性地提出设计方案改进意见和客流组织建议,更好地适应我国国情。

### 2.2 划分服务水平的影响因素

本文在实地调查的基础上,结合国内客流组织管理特点、客运站客运设施配置特点、旅客行为特性等对客运站客流组织服务水平进行研究,旨在揭示乘客对客运站客流组织服务水平的感知规律,从而确定符合我国国情的客运站客流组织服务水平划分依据。

行人设施的服务水平是衡量行人交通流运行条件以及行人感受服务质量的指标,在评价行人服务水平具体指标的选取时,在参考旅客对服务质量主观感知的情况下,以每人所占的空间、流量和速度的范围作为制定服务水平的标准。一般选取人均占用空间面积、可以达到的步行速度、步行者自由程度、超越他人与横穿人流的可能性以及安全舒适程度等指标。

行人占用空间,容易进行观察和测量,而且是行人所感受到的服务的主要因素。可以达到的步行速度是另一个重要的服务水平刻画指标,如在以0.7 m/s或以下的速度行走时,大多数行人只能以极不自然的“拖着脚”行走。密度可以直观地表现出枢纽的拥挤状况,在非等待区域也可以通过步行速度来评价服务水平,而流率通常用在车辆交通服务水平评价中,表2给出了速度、密度和流率3个指标的优缺点比较。

本文采用密度、速度和行人流率为指标来确定服务水平等级,针对不同的行人设施,结合实际调查情况进行服务等级的划分。结合美国HCM-2000的分类方法,将各类设施服务水平分为6级。为了容易理解,将几个概念定义如下:

(1) 行人流量:某一时间段内通过某一断面的人数,单位为人。(2) 行人流速:单位时间内

表2 速度、密度、流率各指标的优缺点比较

	优点	缺点
密度	可以直观地表达拥挤。易测得。既适用于行走区域，又适合于等待区域。	不能直接表现出速度的变化，必须通过流率-速度-密度3者的基本关系才能求出。
速度	能直观的表达出行人的行走速度。	不能直观地表达拥挤状况。数据相对较难获取。不适用于等待区域服务水平评价。
流率	相对较容易获取数据。	不能直接判断出是否拥挤。

通过某一断面的人数，单位为人/min。(3)速度  $u$ : 指行人的平均步行速度，单位为m/min。(4)行人流率  $q$ : 单位时间内通过单位断面的人数，单位为人/min·m。(5)密度  $k$ : 给定时刻某一面积区域上的人数，单位为人/m<sup>2</sup>。本文定义某一稳定状态下人流率 =  $60 \times$  密度  $\times$  速度。

### 3 对服务等级的实例研究

#### 3.1 仿真方案介绍

对于大型客运站内部自由走行区间而言，一般行人流都是双向走行的。此段区域的服务水平涉及到人群的速度、密度、流率以及人的主观感受等。在现场调研取得的基本参数基础上，通过具体的仿真案例来确定此类设施的服务等级。

仿真案例介绍：取一段长 50 m，宽 10 m 且拥有双向行人流的自由走行区间，采用 Legion 软件进行不同的仿真研究。仿真结果见表 3。

#### 3.2 仿真结果分析

表3 Legion 仿真实例分析

	输入的平均值 (人/s)	速度均值 (m/s)	总面积 人数(人)	总流量 (人/min)	人均空间 (m <sup>2</sup> /人)	密度 (人/m <sup>2</sup> )	总行人流率 (人/min·m)	面积 (m <sup>2</sup> )
方案 1	3.00	1.31	232.70	363.67	2.15	0.47	36.37	10 × 50
方案 2	3.50	1.30	271.95	419.00	1.84	0.54	41.90	10 × 50
方案 3	4.00	1.14	585.96	784.00	0.85	1.17	78.40	10 × 50
方案 4	4.50	1.26	362.37	538.67	1.38	0.72	53.87	10 × 50
方案 5	5.00	1.22	415.01	604.33	1.20	0.83	60.43	10 × 50
方案 6	5.50	1.21	462.67	659.00	1.08	0.93	65.90	10 × 50
方案 7	6.00	1.16	526.20	720.00	0.95	1.05	72.00	10 × 50
方案 8	6.50	1.14	584.47	787.67	0.86	1.17	78.77	10 × 50
方案 9	7.00	1.10	657.51	839.67	0.76	1.32	83.97	10 × 50
方案 10	7.50	1.02	754.11	889.34	0.66	1.51	88.93	10 × 50
方案 11	8.00	1.00	803.95	933.00	0.62	1.61	93.40	10 × 50
方案 12	8.00	0.93	865.94	933.00	0.58	1.73	93.30	10 × 50
方案 13	8.00	0.88	933.20	938.00	0.54	1.87	93.80	10 × 50
方案 14	8.00	0.81	997.71	919.00	0.50	2.00	91.90	10 × 50
方案 15	8.00	0.76	1 052.89	923.00	0.47	2.11	92.30	10 × 50
方案 16	8.00	0.65	1 169.61	841.00	0.43	2.34	84.10	10 × 50

由仿真实验可以得知行人交通流参数关系，见图 1、图 2、图 3、图 4 和图 5。

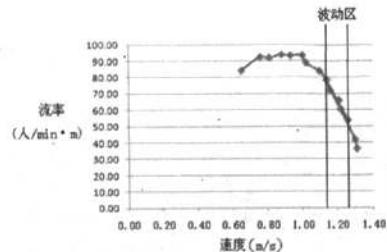


图 1 流率-密度关系曲线

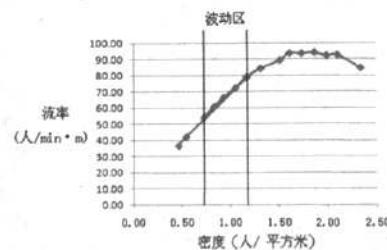


图 2 流率-速度关系曲线

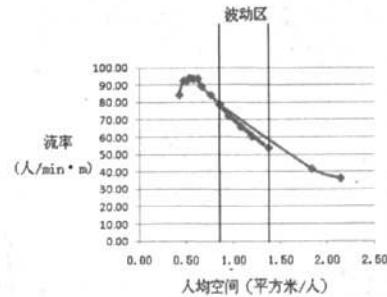


图 3 流率-人均空间关系曲线图

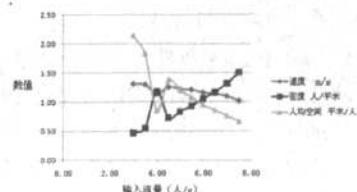


图 4 各参数随输入流量的关系曲线 1

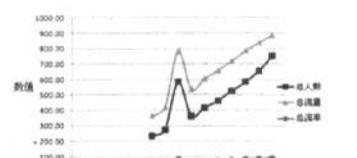


图 5 各参数随输入流量的关系曲线 2

表4 自由空间服务水平分级

服务水平 等级	人均空间 (m <sup>2</sup> /人)	对应流率 (人/min·n)	自组织 系数 $\alpha$	状态描述
A	> 1.38	< 59.00	0	行人基本在所希望的路线上行走，不受其他行人的干扰而改变自己的行动。步行速度可以自由选择，行人之间不会产生冲突。无自组织行为。
B	1.38~0.85	59.00~78.40	0	有足够的面积可供行人自由选择步行速度、绕越其他行人和避免与其他行人的穿行冲突。开始感觉到其他行人影响，在选择行走路线时也感到其他行人的存在。无自组织行为。
C	0.85~1.38	78.40~53.87	0~1	有足够的面积可供行人选择正常的步行速度和在原方向上绕越其他行人。当有反方向或横穿行人时，产生轻微冲突，速度和流率有所降低。开始产生自组织行为，直至自组织最好的状态。
D	1.38~0.85	53.87~78.40	1	选择步行速度和绕越其他行人的自由受到限制，当存在横向或反向行人时，冲突的概率较高。为避免碰撞，需要经常改变速度和位置。该状态下仍能形成比较流畅的行人流动，但是行人之间还可能出现一定的接触和相互影响，行人间的自组织一直处于较好的状态。
E	0.85~0.60	78.40~93.40	1	所有行人的正常步行速度受到限制，需要经常调整步子，用于超越行走较慢的行人。横穿或反向行走十分困难。会产生人流堵塞和流动中断，行人间的自组织一直处于较好的状态。
F	< 0.60	波动下降	1，但有下降	所有行人的步行速度受到严重限制，向前走只能拖着脚。与其他行人经常发生不可避免的接触。不可能横向或反向行走，人流极不稳定，空间的排队行人特性多于运动的行人特性，行人间的自组织一直处于较好的状态。

### 3.3 案例分级结果

随着输入条件(平均输入流量)的不断增大，速度、密度、人均空间及流率等各参数有一个波动的区间。这是由行人自组织现象引起的，起初输入流量较小，行人不用自组织便可以走行顺畅，随着输入流量的增大，行人之间开始相互影响，使行人的速度、人均空间等降低，但流率增加。于是再随着输入流量的增加，行人便开始出现自组织，人群从无序的状态转为有序，则行人的速度、人均空间等均得到提高，而此阶段流率下降。达到这一阶段的顶值后，随着输入流量的增加，尽管行人的自组织现象依然存在，但此时行人的速度、人均空间依然降低，而流率增加，流率达到

顶值后，开始下降。

这里的行人自组织现象即：对于双向走行区域，大量行人相互交织的情况下，正向行人流会随对向行人流流量的增加逐渐形成互相跟随前进、集中穿越密集的对向行人流的现象。定义变量“行人自组织系数” $\alpha$ (取值范围是 $0 \leq \alpha \leq 1$ )，结合人均空间参数进行分级。服务水平分级与流率—人均空间关系见图6。

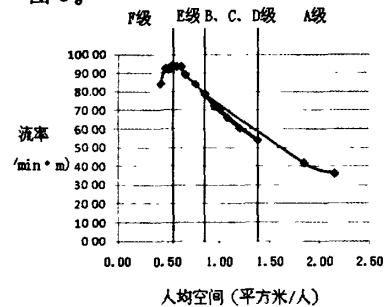


图6 服务水平分级与流率-人均空间关系

根据以上分析，可以确定自由空间服务水平分级标准，见表4。

### 4 结束语

本论文在调查的基础上，利用Legion仿真实验，对大型客运站内部自由走形区间行人服务水平进行

了初步研究，并结合自组织系数提出了分级结果，对于大型客运站内行人交通设施的服务水平等级的确定有一定的借鉴意义。

#### 参考文献：

- [1] Fruin JJ. Pedestrian Planning and Design[M]. New York: Metropolitan Association of Urban Designers and Environment Planners Inc, 1971.
- [2] 曹守华, 袁振洲, 张驰清, 赵莉. 基于乘客感知的城市轨道交通通道服务水平划分[J]. 交通运输系统工程与信息, 2009, 9 (2): 101-104.
- [3] 中国公路学会《交通工程手册》编委会. 交通工程手册[Z]. 北京: 人民交通出版社, 1998.