

# 航站楼人员荷载计算方法研究

谢天光, 阚强, 邱培芳

(公安部天津消防研究所, 天津, 300381)

**摘要:** 以某机场新建航站楼为例, 分别采用“高峰小时法”和“人员密度法”计算人员数量。通过对比分析可知, 采用两种计算方法计算得到的人员数量基本相当, “高峰小时法”结果较为保守且计算方法简便。基于分析, 建议航站楼公共区的人员荷载计算采用“高峰小时法”并提供了相关设计参数。

**关键词:** 航站楼; 人员荷载; 计算方法

## 1 引言

航站楼是民用机场建筑群中的标志性建筑物, 它代表着机场以及机场所在城市和地区的发展水平<sup>[1-3]</sup>。随着经济的不断发展, 航站楼建筑规模不断扩大, 其高度密集的流动人群使人员安全疏散成为航站楼建筑防火设计的重点。

目前, 国内规范和文献均没有对机场航站楼人员荷载计算方法做出具体规定。工程实践中主要采用“高峰小时法”和“人员密度法”两种方法计算人员荷载。本文分析了两种方法的计算原理, 并结合工程实例分别运用两种方法进行人员荷载计算对比, 从而给出航站楼人员荷载计算方法的建议<sup>[4]</sup>。

## 2 不同计算方法的原理

### 2.1 高峰小时法

“高峰小时法”是参照机场航站楼的年吞吐量, 通过估算公共区内人员的停留时间并考虑迎送比系数以及一定数量的工作人员, 从而计算出各个区域人员荷载的计算方法。其中, 公共区主要指出发大厅、迎客大厅、到港通道、行李提取厅、候机厅等旅客集中的区域。

计算参数包括高峰小时国内(国际)旅客人数、国内(国际)旅客进出港比、集中系数、迎送比等, 这些参数可按照项目可行性研究报告确定。其中:

国内(国际)进港高峰小时人数=国内(国际)旅客人数×高峰小时国内(国际)进港比率;

国内(国际)出港高峰小时人数=国内(国际)旅客人数×高峰小时国内(国

际) 出港比率。

集中系数主要是考虑节假日等旅客较多时, 人员在一定时间内集中停留的情况, 根据机场规模不同, 其值会相应调整。

“高峰小时法”基本计算公式如下:

$$\text{人员数量} = \frac{\text{不同区域高峰小时人数(人/h)} \times \text{逗留时间(min)}}{60} \quad (\text{公式 1})$$

由于不同区域内人员活动不同, 造成逗留时间不尽相同。因此, 需要具体分析不同区域内的人流以及人员活动, 保守确定人员的逗留时间<sup>[5-6]</sup>。

考虑到候机区内人员数量受天气、航空管制等不确定因素影响较大, 因此候机区的人数计算主要考虑全部机位的上座率以及候机区固定座位数。

## 2.2 人员密度法

“人员密度法”是在已知建筑面积基础上根据不同功能区的人员密度计算出人员荷载的计算方法<sup>[7]</sup>, 其计算公式为:

$$\text{人数} = \frac{\text{建筑面积 (m}^2\text{)}}{\text{人员密度 (m}^2\text{/ 人)}} \quad (\text{公式 2})$$

各个功能区的人员密度主要是参考国外规范。国外规范对于机场的人员荷载有较为明确的规定, 如美国《国际建筑规范》和新加坡《防火规范》以及国际航空运输协会 IATA 的规定。

### 2.2.1 美国《国际建筑规范》

美国《国际建筑规范》中有关规定见表 1<sup>[8]</sup>。

**表 1 不同建筑人员密度**

占用类型	人员密度	
	ft <sup>2</sup> /人	m <sup>2</sup> /人
机场:		
主楼大厅	100 gross	9.3
候机区	15 gross	1.4
取行李区	20 gross	1.86
托运行李区	300 gross	27.9

注: gross: 按单位总面积计算所得人数

net: 按单位总出租面积计算所得人数

1 ft<sup>2</sup> = 0.093 m<sup>2</sup>

### 2.2.2 新加坡《防火规范》

新加坡《防火规范》中有关规定见表 2<sup>[9]</sup>。

表 2 不同用途建筑的人员密度

用途类型七	公众聚集场所	
建筑类型	汽车站、火车站、机场、渡口等	
功能空间	说明	人员密度 (m <sup>2</sup> /人)
接待区		3.0
门厅/走廊	不同时存在	
等候区/访客休息室		3.0
中央广场		3.0
行政办公室		10.0
会议室/研究室		1.5
售票处		10.0
商务中心		10.0
发车区/候车室	其他	3.0
餐厅		1.5
自助餐厅		1.5
快餐店		1.0
厨房/服务区		10.0
商店		5.0
员工休息室	不同时存在	
储藏区		30.0
厕所/更衣室	不同时存在	
机械设备室		30.0

### 2.2.3 国际航空运输协会 IATA 有关规定

国际航空运输协会 IATA 根据服务水平、舒适性、故障和延误情况将机场服务标准分为 6 类。从 A 至 F，服务水平依次降低。IATA 组织将这些服务标准的各项设计元素参数化，包括等候面积，通道面积，座位数量，最长等候时间等。在设计中达到相应设计参数即达到相应的服务水平。表 3 是 IATA 不同服务标准的人员密度分类表<sup>[10]</sup>。

表 3 IATA 服务标准分类表（单位：m<sup>2</sup>/占有者使用面积）

区域	服务水平标准(m <sup>2</sup> )					
	A	B	C	D	E	F

办票排队区	2.3	1.9	1.7	1.6	1.5	不可接受
办票前的等待/流通区			2.3			
行李提取区(不含设备)	2.6	2.0	1.7	1.3	1.0	
安检区	1.4	1.2	1.0	0.8	0.6	

权衡经济性与服务水平两方面的因素，国内机场一般以 C 级服务标准作为航站楼设计标准。

### 3 工程实例分析

本文以东北某城市机场 T3 航站楼为例，采用不同方法对机场航站楼人员荷载进行计算分析。

#### 3.1 工程概况

该 T3 航站楼建筑平面呈“U”布置，由主楼和两个指廊组成，为国际和国内旅客合用的两层式航站楼，设计满足 2020 年 1750 万旅客的吞吐量，新增机位数 30 个 (5E10D15C)，其中国内部分 19 个 (2E8D9C)，国际部分 11 个 (3E2D6C)，其中 20-E 为国内国际共用机位。航站楼面积为 249571.75m<sup>2</sup>。

#### 3.2 采用高峰小时法计算

根据经评审认可的项目可行性研究报告可知，该航站楼 2020 年高峰小时国内旅客为 5130 人，国际旅客为 1300 人。高峰小时国内、国际旅客进出港比均为 6:4。具体参数如下：

国内出港旅客高峰小时数为 2052 人；进港旅客高峰小时数为 3078 人。

国际出港旅客高峰小时数为 520 人；进港旅客高峰小时数为 780 人。

集中系数国内为 1.32，国际为 1.5。

迎送比国内为 0.3，国际为 0.5。

本项目中待疏散区域主要由 5 个不同区域组成：出发大厅，候机厅、迎客大厅、行李提取厅以及到港夹层通道。计算不同区域的人员荷载，实际主要是分析区域内的人员活动和人员逗留时间，其中逗留时间的确定是根据相关工程的设计资料以及公安部天津消防研究所于 2011 年 4 月对天津机场航站楼的实地调研情况。

出发大厅：

出发大厅内人员包括值机和安检，等候时间比较长。一般人员逗留时间为 20~30min，本文按 30min 考虑。

需疏散人员数量=（国内出港高峰小时人数×国内集中系数+国内出港高峰小时人数×国内迎送比+国际出港高峰小时人数×国际集中系数+国际出港高峰小时人数×国际迎送比）×30/60+工作人员=（2052×1.32+2052×0.3+520×1.5+520×0.5）×30/60+150=2333 人。

候机厅：

考虑到离港人数有一些不确定因素（如航班延误等），因此候机厅内的人数计算按全部机位上座率 80%考虑，由于主楼候机厅与指廊候机厅相距较远，疏散人数分别进行计算：

A 指廊：需疏散人数=飞机满载人数×80%+工作人员=2440×80%+50=2002 人

B 指廊：需疏散人数=飞机满载人数×80%+工作人员=2360×80%+50=1938 人

主楼：需疏散人数=飞机满载人数×80%+工作人员=2640×80%+100=2212 人

（注：C 类机型 180 人；D 类机型 280 人；E 类机型 400 人，每种机型的数量均按设计资料确定）

国内国际远机位：需疏散人数=座位数+工作人员=592+592+50=1234 人

候机厅需疏散人员数量：A 指廊需疏散人员数量+B 指廊需疏散人员数量+主楼需疏散人员数量+国内国际远机位需疏散人员数量  
=2002+1938+2212+1234=7386 人

迎客大厅：

迎客人员等候时间比较长，到港人员逗留时间非常短，一般不超过 5min。本文中按 10min 考虑，迎客人员在迎客大厅等待一般时间较长，本文中按 1h 考虑。

需疏散人员数量：（国际高峰小时人数×集中系数+国内高峰小时人数×集中系数）×10/60+国际高峰小时人数×迎送比+国内高峰小时人数×迎送比+工作人员  
=（780×1.5+3078×1.32）×10/60+780×0.5+3078×0.3+100=2286 人。

行李提取厅：

人员在候机厅等行李并离开的时间一般在 10min（无行李托运的人员逗留时间更短），所以本文中人员逗留时间按 15min 考虑。

国内部分需疏散人员数量：国内高峰小时人数×集中系数×15/60+工作人员  
=3078×1.32×15/60+50=1066 人。

国际部分需疏散人员数量：国际高峰小时人数×集中系数×15/60+工作人员  
=780×1.5×15/60+50=343 人。

行李提取厅需疏散人员总人数=国内部分需疏散人员数量+国际部分需疏散  
人员数量=1066+343=1409 人。

到港夹层通道：

由于机场流线的特殊性，到港人流在同一时间内可能分布于行李提取厅、到  
港通道、甚至飞机上，其中行李提取厅内的人流会有短暂停留，到港通道区段只  
有通过性人流。A、B 指廊按高峰小时人数，并考虑集中系数，主楼因为有指廊  
人流的汇合，最不利的情况为全部高峰小时人数。一般人员在到港通道停留的时  
间不超过 15min，本文按 20min 考虑。

A 指廊：需疏散人员数量=国际高峰小时人数×集中系数×20/60+候机座位+  
工作人员=780×1.5×20/60+50=440 人

B 指廊：需疏散人员数量=国内高峰小时人数×集中系数×20/60+候机座位+  
工作人员=3078×1.32×20/60+50=1405 人

主楼需疏散人员数量=国际高峰小时人数×集中系数×20/60+国内高峰小时人  
数×集中系数×20/60+工作人员=780×1.5×20/60+3078×1.32×20/60+100=1845 人。

到港夹层通道需疏散人员总人数= A 指廊需疏散人员数量+ B 指廊需疏散人  
员数量+主楼需疏散人员数量=440+1405+1845=3690 人。

通过上述计算可知，当采用高峰小时法计算时，该 T3 航站楼疏散人数为  
17104 人。

### 3.3 采用人员密度法计算

表 4 列出了美国《国家建筑规范》、新加坡《防火规范》和 IATA 的规定，  
通过对比分析，本文保守地确定了不同功能区的人员密度。

表 4 各功能区人员密度

功能区名称	人员密度 (m <sup>2</sup> /人)			
	美国 《国家建筑规范》	新加坡 《建筑防火规范》	IATA服务标准	本文取值
人流集散等公共区	9.3	不同时计算	—	9.3
办票流通区	—	—	2.3	2.3
候机区	固定座椅数	固定座椅数	1.7	固定座椅数
值机、安检	—	—	1.0	1.0

行李提取区	1.9	3.0	1.7	1.7
商业服务	—	5	—	5
储藏、设备间	27.9	30	—	27.9
母婴休息室、商务、贵宾候机室、管理办公用房	—	10	—	10

根据现设计各功能区的建筑面积和表 4 人员密度值,可算得各功能区的人员数量,汇总于表 5。

**表 5 各功能区的人员数量**

功能名称		建筑面积/m <sup>2</sup>	人员密度/m <sup>2</sup> /人	人数/人	小计/人	
0.00m 标高	防火分区+0.00_II	A 指廊远机位候机厅	2551	固定座位数+工作人员	642	4499
		商业服务	583	5.0	117	
		设备房	703	27.9	25	
	防火分区+0.00_XI	B 指廊远机位候机厅	2609	固定座位数+工作人员	642	
		商业服务	561	5.0	112	
		设备房	689	27.9	25	
	防火分区+0.00_VI	行李提取大厅	2981	1.7	1753	
		办公	1452	10.0	145	
		设备房	715	27.9	26	
	防火分区+0.00_IX	迎客区	6045	9.3	650	
		商业服务	1680	5.0	336	
		办公	118	10.0	12	
设备房		381	27.9	14		
4.25m 标高	防火分区4.25_I	A 指廊到港通道	4400	固定座位数+工作人员	628	723
		B 指廊到港通道(国内)	4272			
		主楼到港通道	5226			
		办公	169	10.0	17	
		商业服务	344	5.0	69	
		设备房	239	27.9	9	
8.70m 标高	防火分区(8.70_I+0.00_IX同一分区)	离港区	15284	9.3	1643	11322
		办公	924	10.0	92	
		商业服务	6319	5.0	1264	

	安检	1417	1.0	1417
	设备房	266	27.9	10
	候机区	29924	固定座位数+工作人员	6896

通过上述计算可知，当采用人员密度法计算时，该 T3 航站楼疏散人数为 16544 人。

### 3.4 小结

航站楼内人员由旅客（包括迎送人员）和工作人员组成。工作人员主要为地勤人员、商业设施服务员和公安、边检人员等，人员数量相对固定。公共区内旅客数量密集，且不同时段变化较大，尤其在天气恶劣等情况下发生的旅客滞留问题将使旅客数量进一步加大。

通过相关实例计算表明：采用“高峰小时法”和“人员密度法”计算得到的人员数量基本相当，“高峰小时法”较为保守且计算方法简便。根据调查，“高峰小时法”已经在北京首都国际机场 T3 航站楼、深圳宝安国际机场 T3 航站楼、南京禄口国际机场二期工程航站楼、石家庄国际机场改扩建工程 T2 航站楼等项目的设计中得到应用。

在“高峰小时法”中，国际、国内进出港高峰小时人数、集中系数、迎送比等参数可按照项目可行性研究报告确定。出发区内旅客需进行值机和安检，等候时间比较长，将其逗留时间确定为 30min；迎客区内，迎接人员等候时间比较长，按 1h 考虑，到港人员逗留时间非常短，一般不超过 10min；行李提取区内人员等行李并离开的时间一般为 15min，无行李托运的人员逗留时间更短；到达区内只有通过性人流，一般人员在到港通道停留的时间不超过 20min。

考虑到候机区内人员数量受不确定因素影响较大（如航班延误等），因此候机区的人数计算按全部机位上座率 80%考虑，远机位人数按候机区固定座位数考虑。

## 4 建议

通过上述比较分析，关于航站楼内人员荷载的计算，本文建议如下：

- 1) 航站楼内工作人员数量可按核定人数确定；
- 2) 航站楼出发区、候机区、到达区、行李提取区和迎客区内人员数量可按下列方法计算确定：



(1) 出发区人员数量= (国内出港高峰小时人数×国内集中系数+国内出港高峰小时人数×国内迎送比+国际出港高峰小时人数×国际集中系数+国际出港高峰小时人数×国际迎送比) ×1/2+工作人员

(2) 候机区近机位人员数量=飞机满载人数×80%+工作人员

(注: C类机型 180人; D类机型 280人; E类机型 400人)

远机位候机区人员数量=固定座位数+工作人员

(3) 到达区人员数量= (国内进港高峰小时人数×国内集中系数+国际进港高峰小时人数×国际集中系数) ×1/3+工作人员

(4) 行李提取区人员数量=(国内进港高峰小时人数×国内集中系数+国际进港高峰小时人数×国际集中系数)×1/4+工作人员

(5) 迎客区人员数量= (国内进港高峰小时人数×国内集中系数+国际进港高峰小时人数×国际集中系数)×1/6+国内进港高峰小时人数×国内迎送比+国际进港高峰小时人数×国际迎送比+工作人员。

## 参考文献

[1] 欧阳杰,蒋作舟.我国机场航站楼的现状特征及发展趋势[J].华中建筑,2005(1):76-80

OU Yang-jie,JIANG Zuo-zhou. Current Characteristics and Developing Trend of Airport Terminals in China[J]. Huazhong Architecture,2005(1):76-80

[2] 白洁,肖泽南,武艺.人员交通类场所人员荷载研究[J].武警学院学报,2009,8(8):8-12

BAI Jie,XIAO Ze-nan,WU Yi.The Research of People Load at Human Transport Locations[J].Journal of Chinese People's Armed Police Force Academy,2009,8(8):8-12

[3] 张云明.公众聚集场所火灾疏散性能化分析方法研究[J].中国安全生产科学技术,2011,10(10):70-74

ZHANG Yun-ming.Study on safe evacuation with performance-based analytical method in public gathering place[J].Journal of Safety Science and Technology,2011,10(10):70-74

[4] 任常兴,张欣,张网等.人员密集场所突发火灾事故应急疏散能力分析[J].中国安全生产科学技术,2010,6(2):39-43

REN Chang-xing,ZHANG Xin,ZHANG Wang,et al.Analysis on the emergency evacuation capabilities in fire accidents of assembly occupancies[J].Journal of Safety Science and Technology, 2010,6(2):39-43

- [5] 徐文,陈昱夫.大型枢纽机场航站楼的消防设计[J].建筑创作,2012(06):140-146  
XU Wen,CHEN Yu-fu.Fire Protection Design for Terminal of Large Transportation Hub,  
Architectural Creation,2012(06):140-146
- [6] 夏令操,朱江,刘文利.大型民用机场航站楼建筑消防设计理念与实践[J].建筑科学,2010,11(11):95-99  
XIA Ling-cao,ZHU Jiang,LIU Wen-li. Ideas and Practices of Building Fire Design for the  
Large Terminal of Airport[J].Building Science,2010,11(11):95-99
- [7] 刘伟,陈应南.大型交通枢纽人员疏散设计[J].消防科学与技术,2011,10(10):893-895  
LIU Wei,CHEN Ying-nan.Evacuation design of large transport hub[J].Fire Science and  
Technology,2011,10(10):893-895
- [9] GB50016-2006, 新加坡防火规范[S].
- [8] GB50016-2006, 美国《国际建筑规范》[S].
- [10] 国际航空运输协会 IATA 规定.

——本文发表于 2013 年第 2 期《中国安全生产科学技术》