

人员疏散基础数据研究

吴春雨

(内蒙古临河巴彦淖尔市消防支队 内蒙古巴彦淖尔 015000)

摘要:随着我国城市化水平的提高,不仅建筑物的数量大大增加,而且建筑的趋势呈现出功能综合化、体量大型化、材料多样化、人员密集化。在这些建筑中,一旦发生火灾,将会严重威胁建筑内人员生命财产安全。如何保证使人员发生火灾时能够快速有效的安全疏散,成为目前研究的重点。火灾中的人员疏散是个非常复杂的过程,受到人员行进速度、人员密度、疏散通道的通行能力等因素的影响,具有不确定性。目前我国人员疏散行为的研究中,关于疏散过程影响因素的取值大都参考国外的参数。

关键词:人群疏散 行走速度 人员密度 基础数据

中图分类号:TU85

文献标识码:A

文章编号:1674-098X(2009)10(c)-0180-02

1 国内外研究现状

国外在这些方面已经有了许多成功的经验。主要采用了观察、演习、调查等方法,得到了大量有关人员行动能力,以及建筑物出口流动系数等数据,据此推导和总结了一系列关于建筑物出口、通道容量的经验公式。在实际应用中,用以确定人员流动速度、建筑物疏散通道的数量和宽度,指导建筑物人员疏散方案的制定^[1]。

在国内,人员安全疏散的研究尚属起步阶段。建筑疏散性能评估大都直接使用国外开发的软件,在输入参数的取值上,忽略了国人的行为特征。“九五”期间,国内有

关科研机构开发了地下建筑的疏散模型,标志着我国在人员疏散这一领域的研究进入到计算机数值模拟阶段。特别是香港城市大学的有关研究人员提出了利用计算机虚拟现实的技术,并结合火灾后的问卷调查及疏散演习等手段收集了大量有关火灾中人员行为的数据,详细地研究了建筑物防火通道内的标识(如灯光、张贴、指引、广播等)对人员疏散行为的影响,得出了一些有价值的结论,建立了网格疏散模型(SGEM)。

人员疏散基础数据研究主要是通过各种方法得到人员疏散过程中诸如人员行进速度、通道的通行能力等基础数据,更好地

进行人员疏散研究,改善防火设计。

2 影响人员安全疏散的因素

2.1 人员密度

人员密度是指在移动过程中单位面积内所拥有的人数,单位是人/ m^2 。

由于建筑物中各种房间的功能不同,故其人员密度也不相同,而各种用房的人员密度,决定了每层楼所需安全疏散的人数、人员移动速度、疏散通道尺寸和疏散出口宽度,进而决定了室内人员安全疏散所需时间。

在通常情况下,当疏散通道空间中人均占有面积 $S=0.28m^2/人$ 时,则该通道空间就可能出现人流迁移流动的危险事故:当人均占有面积 $S=0.25m^2/人$ 时,则会出现人体前后紧贴相互推挤。如果此时发生突发事件,极有可能由于室内人员相互阻塞、践踏、堆叠而导致伤亡。因此,在安全疏散通道中,为确保疏散人流迁移流动的安全性,则必须控制人均占有最小面积应为 $S=0.28m^2/人$,即相应的最大人流密度则为 $p=3.57人/m^2$ 。

2.2 通行系数

通过系数是指安全通道单位宽度、单位时间内所能通过的人数,其值为人流首端的行进速度,单位为人/ $m \cdot s$ 。

在通常情况下,当 $N=1.0(人/m \cdot s)$ 时,安全疏散通道处不会出现人流滞流现象。此时人流呈自由流动状态,即室内集结于出口的人数与通过该出口的流出人数相等,故称此种流动状态为稳定流动状态。因此,安全疏散设计的目标是在应急情况下,使疏散人流处于自由流动状态。在应急疏散条件下,走道及避难间出入口的通过系数1.50、楼梯间出入口的通过系数为1.30 $N(人/m \cdot s)$ 。

2.3 疏散通道有效宽度

在实际中的宽度是指通道两侧的墙壁之间的距离。防火专家Pauts经过大量的火灾演习,得出的结论是通道、楼梯间等处的流量取决于有效宽度而不是真实宽度。有效宽度为实际宽度减去墙附近的距离,这段距离在疏散时并未用到。这个墙附近的边界层的产生是由于人员不想太贴近墙行走。

2.4 人员移动速度

人员移动速度是指人员在单位时间内移动的距离,单位是 m/s 在水平行进的情况下,进入疏散通道中的人员密度,决定了通道中的群集迁移流动状态及流动速度大小。故当人流在疏散通道中自由流动时,通道中

表1 中国成人人体尺寸表

百分位数	最大肩宽(cm)		肩宽(cm)		胸厚(cm)	
	男	女	男	女	男	女
1	38.3	34.7	33.0	30.4	17.6	15.9
5	39.8	36.3	34.4	32.0	18.6	17.0
10	40.5	37.1	35.1	32.8	19.1	17.6
50	43.1	39.7	37.5	35.1	21.2	19.9
90	46.0	42.8	39.7	37.1	23.7	23.0
95	46.9	43.8	40.3	37.7	24.5	23.9
99	48.6	45.8	41.5	38.7	26.1	26.0

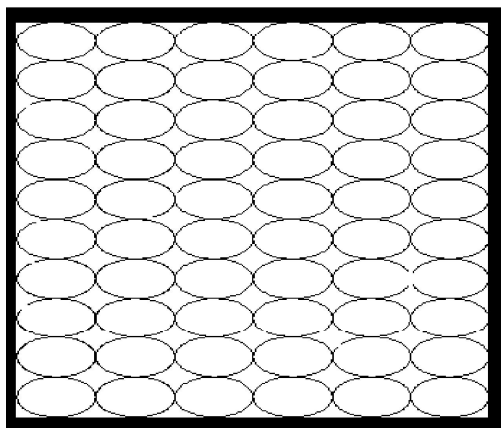


图1 间距为0.3m的示意图

表2 测试数据表

人数	100		80		60		40	
人员密度人/m ²	4.0		3.2		2.4		1.6	
行走速度 m/s	0.83	1.28	0.94	1.22	1.07	1.20	1.41	1.45
时间 s	24.21	15.57	21.19	16.38	18.67	16.65	14.22	13.77

学术论坛

的人员密度则为 $0.5\text{人}/\text{m}^2$,自由流动速度为 $1.27\text{m}/\text{s}$ 。当人流在疏散通道中滞留时,通道中的人员密度则为 $2\text{人}/\text{m}^2$ 。资料表明,人流在疏散通道中,当人员密度超过 $3.57\text{人}/\text{m}^2$ 时,会造成疏散中的危险^[3]。

3 各疏散模型中的参数取值

3.1 粗网格模型 EVACNET

EVACNET使用指南中,只是通过对通道服务等级的拥挤程度的定性描述,来指导用户选择不同服务等级。然而对用户来说,在进行模拟之前很难确定其拥挤程度,从而造成参数选取困难。

3.2 Simulex 软件

(1)行走速度:在疏散开始之前,人员的正常行走速度按照设定的参数随机分配给人员。在疏散过程中,当被另外一个人所阻碍时,每一个人的行走速度,可以通过人员之间的距离与行走速度之间的关系来计算取值。这里距离是指两个人中心点的距离。楼梯上的行走速度会进一步降低,大约为平地行走速度的50%。

4 人员行进速度与人员密度的研究

4.1 人员行进速度与距离的研究

在疏散开始之前,Simulex 中人员的正常行走速度按照设定的参数随机分配给人员。在疏散过程中,当人群拥挤时,每一个人的行进速度,通过人员之间的距离与行走速度之间的关系来取值^[4]。

4.2 人员密度与距离的研究

Simulex 中的距离是指一个人的中心到前面一个人的中心的距离,从正面看和从侧面看都采用这个定义。在人员疏散模型中考虑到人员是有一定体积的,在水平面上则通过水平投影面积来表示。因此,模型中格点大小主要通过人员水平投影面积的统计值来确定。我国于1992-1995年历时三年完成的《中国成人人体尺寸》研究调查工作,共采集到合格样本112530人(其中男62346人,女50184人),人员样本涵盖全国各地22个省市的21个行业,64个大型企业事业单位,其中,18~40岁样本数66804人,41~59岁(女性为41~54岁)为45726人,调研得到的我国成年职工的身高、体重及胸围的统计平均值见表1^[5]。

由表1可以看出我国成年人的平均体形要比欧美地区的偏小,因此在人员疏散模型中格点取最大肩宽50cm,胸厚30cm的模型。

在 $3\text{m} \times 3\text{m}$ 的区间内,人员的体形以椭圆表示,取其长半径 0.25m ,短半径 0.15m ,人员间距 0.3m 。如图1可知该范围内可以容纳60人。

故该间距下的人员密度为 $6.7\text{人}/\text{m}^2$ 。依次取间距为 0.4m 、 0.6m 、 0.8m 、 1m 、 1.2m 、 1.4m ,得到对应间距下的人员密度分别为 $4.7\text{人}/\text{m}^2$ 、 $3.3\text{人}/\text{m}^2$ 、 $1.8\text{人}/\text{m}^2$ 、 $1\text{人}/\text{m}^2$ 、 $0.77\text{人}/\text{m}^2$ 、 $0.55\text{人}/\text{m}^2$ 。研究表明,人员密度随着距离的增大而减小,当距离达到 1.5m 后人员行进速度不再受影响。

4.3 人员行进速度与人员密度的研究

由于Simulex中的人员行进速度,是通过人员行进速度与人员之间距离的关系来计算取值,而其他疏散软件大部分都是以人员速度与人员密度的关系来计算取值。本文通过人员密度与距离的关系将人员行进速度与距离的关系转换成人员行进速度与人员密度的关系。

研究表明,人员行进速度是人员密度的函数。在建筑中当人员密度越大,由于人员心理(恐慌、盲从等)、建筑环境(通道的长短、门的通行能力、疏散出口的数量等)等因素严重影响人员疏散,如在疏散出口处滞留、人员之间的相互拥挤,使人员行进速度降低,导致疏散所需时间越长。

为了研究我国人员行进速度与人员密度的关系,笔者选取了100名学员,其中男生77名,女生23名,年龄在20~24岁,在边防食堂前进行测试。测试结果:依次选取100人、80人、60人、40人组成人群在 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 的范围内前进20m,得到所需的时间、人员密度、人群行进速度,如表2所示。

由表2知在相同人员密度情况下,实际测得的行走速度要大于软件模拟的值。这是因为参与测试的人员都是青壮年,故整体的行走速度要快。

5 楼梯的通行能力及上行速度的研究

5.1 楼梯通行能力的研究

5.1.1 数据收集

研究楼梯的通行能力及行走速度时,通常研究楼梯的最大通行能力。因此,要选取人员比较集中使用楼梯的时候进行观测,故本研究选取了工程系食堂通向二楼的外置楼梯。

观测方法一般有两种:现场观测和录像记录。现场观测需要耗费较多的人力和物力,相对来说录像记录较为简便、直观,

并且便于处理数据。由于条件的限制,我们采用数码摄像机进行录像。

5.1.2 数据处理

设置楼梯有效宽度 1.42m 、楼梯高度 4.8m 、踏步高度 0.16m 、踏步宽度 0.27m 、楼梯的坡度 27.0° 。为了研究楼梯的通行能力及上楼速度,选取79人,其中男生59人,女生20人,年龄20~24岁。利用开饭时间,学员上楼相对拥挤时进行录像。得到通过楼梯的时间为42s,楼梯的有效宽度为 1.42m ,因此该楼梯的通行系数为 $1.32\text{人}/\text{m} \cdot \text{s}$ 。由2.2可知在紧急疏散状态下楼梯间出入口的通过系数为 $1.30\text{人}/\text{m} \cdot \text{s}$,由于被观测人员都是青壮年,上楼时速度比较快,因而实际测得的结果较大。

6 结论

本文通过实地观测,疏散软件模拟及经验公式计算的方法对人员行进速度与人员密度的关系、人员上楼速度及楼梯通行能力进行了研究。通过对各种研究方法的研究结果进行对比,得出以下结论:

(1)人员行进速度与人员密度的关系:在建筑中当人员密度减小时,人员行进速度会逐渐增大并趋于一定值。关于我国人员行进速度与人员密度的研究结果为人员密度为 $4\text{人}/\text{m}^2$ 时,行进速度为 $0.83\text{m}/\text{s}$;人员密度为 $3.2\text{人}/\text{m}^2$ 时,行进速度为 $0.94\text{m}/\text{s}$;人员密度为 $2.4\text{人}/\text{m}^2$ 时,行进速度为 $1.07\text{m}/\text{s}$ 。

(2)楼梯的通行能力及人员上行速度:坡度为 27° 的直跑多跑楼梯,其通行系数为 $1.32\text{人}/\text{m} \cdot \text{s}$,上行速度为 $0.57\text{m}/\text{s}$ 。

参考文献

- [1] 李引擎.建筑防火性能化设计[M].北京:化学工业出版社,2005:127~133.
- [2] 马莉莉.建筑消防过程中人员安全疏散问题的计算机模拟研究[D].武汉:武汉大学环境工程学院,2004.
- [3] 马征.公共聚集场所人员安全疏散性能化设计与评估[D].西安:西安建筑科技大学建筑技术科学学院,2004.
- [4] 杜文丽.设有中庭的高层建筑防火安全疏散设计的研究[D].武汉:武汉理工大学土木工程与建筑学院,2005.
- [5] 马骏池.火灾中人群疏散的仿真研究[D].上海:同济大学土木工程学院,2007.

(上接179页)

实践来学习才会求得深刻的理解并熟练地运用。大学生到实践中参加各类健康有益的活动,特别是投身于对他们坚持正确的信念有一定意义的活动,深入工厂、农村等建设和改革的第一线,看一着广大的群众在想什么、干什么,感受时代脉搏的跳动,这对于增强改革开放意识,提高坚持党的基本路线的自觉性,了解国情,增进与工农的感情,加强与社会的联系,在实践中经受过锻炼,增长才干,增加道德免疫力,在政治

思想上逐步成熟起来,提高道德素质,具有现实的意义。实践证明,社会实践活动是在新的历史条件下推动大学生与实践相结合,与工农群众相结合的有效途径,对于大学生道德、思想、学识、身心健康成长都十分有益。

参考文献

- [1] 周力铮.试论当代大学生道德素质的培养[J].内蒙古民族大学学报,2006.01.
- [2] 冷选英.当代大学生道德素质有待提高

[J].中国西部科技,2003.02.

- [3] 徐立.当代大学生道德素质教育初探[J].辽宁税务高等专科学校学报,2002.04期.
- [4] 王庆材,等.大学生诚信现状及对策[J].科技创新导报,2008,2:160.
- [5] 黎明艳.高校学生管理中的问题及对策研究[J].科技创新导报,2008,20:207.
- [6] 张小村,田保状,张安涛.论大学生的素质教育[J].科技创新导报,2008,7:214.