

文章编号: 1004- 4574(2010) 04- 0124- 05

中原地区住宅卧室活动火灾荷载调查与统计分析

李 天, 张 猛, 薛亚辉

(郑州大学 土木工程学院, 河南 郑州 450001)

摘 要: 以河南省郑州市及该省一些中小城镇为代表, 对中原地区 880 户住宅进行了调查统计, 得到了 1770 组卧室面积及家电家具重量、材质等数据信息, 并从中随机抽取 70 组计算出卧室活动火灾荷载, 进行了统计分析。结果表明, 基于住户个人喜好和家具材质的不同, 卧室活动火灾荷载密度差异较大, 但一般卧室活动火灾荷载密度服从对数正态分布。

关键词: 中原地区; 卧室; 活动火灾荷载密度

中图分类号: X45 **文献标识码:** A

Survey and statistical research on live fire loads of residential bedrooms in Central Plains region

LIT ian, ZHANG M eng, XUE Ya-hu i

(School of Civil Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract About 880 dwelling houses were investigated in Zhengzhou City and some medium to small cities and towns in Henan Province. According to the results of investigation, 1770 groups of data were obtained, which contain the information on bedroom area, household appliances' and furniture' s weight and material property. Seventy groups of samples were taken at random from the above data to calculate live fire load in the bedrooms. The statistical results indicate that bedroom live fire load density varies largely with inhabitant' s habit and furniture' s material property. In general, the bedroom live fire load density follows logarithmic normal distribution.

Key words Central Plains region; bedroom; live fire load density

火灾系指在时间或空间上失去控制的燃烧所造成的灾害。室内火灾不仅对人类生命和财产造成巨大损失, 对建筑物结构本身的损伤影响也非常严重。在室内火灾中, 火灾荷载是衡量建筑物室内所容纳可燃物数量多少的一个参数, 是研究火灾全面发展阶段形状的基本要素, 一般采用涉火空间内所有可燃物燃烧所产生的总热量值来表示。火灾荷载对火灾的严重程度起着决定性的作用, 一座建筑物内火灾荷载越大, 发生火灾的危险性越大, 造成的灾害就越大, 需要的防火措施越严^[1-2], 而卧室又是住宅中火灾荷载比较集中的房间。因此, 对卧室火灾荷载的调查研究非常重要。

1 卧室火灾荷载

在住宅中, 家庭装饰、家具是普通家庭的必需品。然而, 绝大部分家具都是采用可燃材料制作, 尤其是软

收稿日期: 2009- 05- 23 修订日期: 2010- 03- 21

基金项目: 国家“十五”科技攻关项目“住宅建筑体系与工程质量保障关键技术”资助项目 (2002BA806B- 4- 3)

作者简介: 李天 (1960-), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事钢结构和工程结构防灾减灾研究。Email: litian@zzu.edu.cn

垫家饰和木制家具,更是采用大量的易燃材料制作,如床垫常用材料为棉麻纤维织物、热塑性塑料织物、海绵等火灾危险性很高的物品。

卧室作为家具比较集中的受限空间,在给人们带来舒适生活的同时,也带来了严重的火灾危险,这些家具则形成了卧室主要的火灾荷载。根据火灾荷载的性质,一般分为以下 3 类:

(1)固定式火灾荷载,是指房间内装修用的、位置基本不变的可燃易燃材料和建筑物结构上使用的部分可燃易燃材料,如卧室的墙纸、吊顶、墙的软包、壁橱、地板、木质门窗等。这种火灾荷载一经形成,将会在很长一段时间内不会改变。

(2)活动式火灾荷载,是指为了房间的正常使用而另外布置的、其位置和数量可变性较大的可燃物品。卧室活动火灾荷载主要包括家具及家用电器、书籍等,这是本文研究的重点。这种火灾荷载可以因使用者的需要或建筑功能的改变而在种类、数量和陈列方式等方面发生变化。

(3)临时性火灾荷载,指建筑的使用者临时带来的并且在此短暂停留的可燃物品。这种火灾荷载具有不确定性,在常规计算中可不考虑。

一般来说,在建筑中总的火灾荷载与其作用面积的关系很难定量地阐明,为此引入了火灾荷载密度的概念,其定义如下:在房间内所有可燃材料完全燃烧时所产生的总热量与房间的特征参考面积之比,即火灾荷载密度是单位面积上的可燃材料的发热量。

2 国内外研究现状

20 世纪 70 年代,国外曾开展了大量的针对不同建筑物的火灾荷载分布调查,但由于建筑形式多样性、使用功能复杂和商品多样化等因素的影响,各类建筑物火灾荷载分布状况有很大变化,没有得出明确的结论。国内到目前为止也只是对一些可能产生火源的商品种类进行过统计,而对住宅建筑中各类房屋住宅内各种燃烧物分布形式、陈列方式、分布密度等都没有进行过系统调查。

在以往的研究中,针对建筑物的固定火灾荷载的研究较多。例如,在室内火灾燃烧实验中,主要针对内壁面、顶棚及墙角的装修材料进行燃烧特性及烟气流动特性实验。而对建筑内部放置的物品,即活动火灾荷载的火灾危险性研究不多。这主要是因为活动火灾荷载的特性所决定,建筑活动火灾荷载一般具有下面这样几个特性^[3-4]:(1)多样性。在建筑内部的物品材料是由各种材料构成,材性复杂;(2)可变性。建筑内物品的种类、数量及陈列方式随人们的需要而改变;(3)与建筑功能形式密切相关。不同建筑物和不同物品的组合,其火灾特性各异。

总体来讲,对活动火灾荷载的调查统计需要大量的人力、物力和财力的付出,是一项基础而艰巨的工程。但在现代住宅中,建筑物内部的活动火灾荷载往往大于固定火灾荷载,而且大量难燃、不燃材料及阻燃材料在建筑结构和内装修中的广泛应用,也使建筑火灾中的活动火灾荷载的比例大幅度提高。大量火灾统计资料^[1-2,4]也显示,居室内的家具是室内火灾中的主要燃烧物。

因此,本项研究重点针对住宅建筑中的卧室,开展对卧室活动火灾荷载的调查统计,同时对其他功能房屋开展调查,并结合有关规范^[5]进行研究探讨,以期对住宅建筑的进一步抗火设计提供基础。

3 卧室活动火灾荷载调查与统计分析

3.1 卧室调查统计

本次调查对象为中原地区住宅。在确定调查对象中,制定了中原地区大中城市与一般城镇并重的原则。大中城市以郑州市住宅为主要调查对象,一般城市以河南省的其他中小城镇住宅为主要调查对象,主要进行住宅卧室可燃物调查,同时为了进行火灾荷载密度的分析,对住宅也按其功能调查了各类卧室的面积。

本次共调查住宅 880 套,得到 1770 组有效数据。经分析后,得到卧室面积分布如表 1 所示。从表 1 不难看出,在本次采集到的数据中,面积在 10m^2 和 20m^2 之间的卧室占调查总数的 72.26%,面积大于 30m^2 和小于 10m^2 的卧室相对较少,采集到的全部数据基本服从正态分布。这符合我国现阶段的经济水平和发展水平和居民的消费水平,也和我国对商品房的调控政策相一致,说明此次采集到的数据具有一定的代表性,能够代表中原地区住宅的典型户型,同时也能够说明该区段面积的卧室能够代表中原地区住宅卧室的基本特征。

因此, 本文拟从该区段的数据中抽取样本进行分析统计, 以求得中原地区住宅卧室活动火灾荷载的代表值。

考虑到住宅户主的不同喜好, 同一住宅的不同卧室布置一般比较相似, 不具有代表性。为了使样本参数能够反映总体特性, 在抽样中尽量避免从一户住宅中抽取多间卧室。本次抽样时, 从全部住宅卧室数据中随机抽取 70 组数据, 约占住宅总数的 10%, 样本参数基本能够反映卧室数据信息的总体特性。

表 1 中原地区住宅卧室面积统计表

Table 1 Statistics of residential bedroom areas in Central Plains region

面积区间 /m ²	(0, 5]	(5, 10]	(10, 15]	(15, 20]	(20, 25]	(25, 30]	(30, 35]	(35, 40]	(40, 70]
房间数 间	8	207	753	526	150	78	23	16	9
百分比 %	0.45	11.69	42.54	29.72	8.47	4.41	1.3	0.9	0.51

表 2 材料燃烧热值表 (单位: MJ/kg)

Table 2 Values of burning heat of materials

材料	木架	胶合板	衣物	被褥	棕	纸	PS 塑料	海绵
燃烧热	18.4	19.5	19	16.5	17.5	17	44	26

表 3 中原地区住宅卧室样本活动火灾荷载密度表

Table 3 Statistics of residential bedroom's live fire load density in Central Plains region

序号	面积 /m ²	密度 / (MJ·m ⁻²)	序号	面积 /m ²	密度 / (MJ·m ⁻²)	序号	面积 /m ²	密度 / (MJ·m ⁻²)
1	12.25	508.74	25	14.4	615.26	49	32	302.45
2	12	667.52	26	25	377.07	50	15	334.06
3	20	512.94	27	21.6	357.89	51	15	508.74
4	15	432.27	28	16	512.64	52	13.2	596.63
5	12	468.6	29	20	337.68	53	14	693.57
6	24	312	30	16	537.72	54	12	491.04
7	12	627.51	31	19.8	599.45	55	15	554.16
8	15	358.32	32	14	610.84	56	13.5	696.56
9	15	769.7	33	13.92	609.76	57	25	373.7
10	20	449.83	34	14	558.46	58	12.8	545.93
11	15.75	503.59	35	14	714.13	59	20	312.6
12	12	467.83	36	19.8	425.56	60	15	568.06
13	12.6	680.27	37	16	471.8	61	30	331.74
14	18	392.7	38	18	360.11	62	16	445.41
15	20	382.5	39	14	821.25	63	20	461.65
16	14	728.34	40	24	440.33	64	13.5	487.15
17	14.4	614.01	41	13.86	409.91	65	12	808.71
18	21.6	337.11	42	12	790.43	66	18	447.19
19	12	554.06	43	16	533.39	67	18	638.36
20	16	408.87	44	15	569.1	68	18	444.38
21	12	609.05	45	13.2	728.13	69	20	333.59
22	20	448.75	46	12.6	448.98	70	12	644.95
23	18	679.29	47	16.2	509.56			
24	12	654.08	48	20	468.47			

3.2 卧室可燃物调查统计

在一般的卧室火灾中, 家具、电器等可燃物的数量和重量决定了活动火灾荷载的大小。因此, 调查各种家具、家电等日常用品的重量、材质等基本特征成为统计火灾荷载的必须工作。由于卧室是受限空间, 卧室内可燃物的分布对火灾荷载密度影响不大, 因此, 本文不考虑可燃物分布。

家具的体积和重量一般都比较重, 在调查现场称重相当困难; 并且由于参与调查人员较多, 现场调查到的质量不能保证。鉴于以上因素, 对大宗家具和家电的重量, 本文通过对大型家具商场和大型电商场的物品进行称重计量, 得到一般家庭涉及到的各种家具、电器及各种日常用品的基本参数。对于在调查中出现特殊家具等物品, 根据实际提供的重量计算, 对无法得到实际重量的家具, 可根据同类家具等物品按比例对

其重量进行估算。

3.3 卧室活动火灾荷载计算

由于不同可燃物材质不同, 其燃烧释热量也不相同。可燃物总热量为可燃物重量和其燃烧热值的乘积。本文涉及到的一般材料燃烧热值具体取值见表 2 其中胶合板作为一种复合材料, 其燃烧热值是根据实验结果得到的^[6]。电视机的可燃物主要为其中的 PS 塑料, PS 塑料的用量约占电视机总重量的 11.75%^[7], 本文据此计算电视机的总发热量。

4 调查数据分析

根据抽样调查和计算^[8], 中原地区住宅卧室样本活动火灾荷载密度如表 3 所示, 其最大值为 821.25 MJ/m^2 , 最小值为 302.45 MJ/m^2 , 平均值为 520.26 MJ/m^2 , 标准差为 134.66 MJ/m^2 。卧室活动火灾荷载密度的频数分布直方图见图 1。

如果以保证率为 95% 时的火灾荷载密度值作为标准值, 则可以得到中原地区住宅卧室火灾荷载密度的标准值为 741.8 MJ/m^2 ^[8]。这个值与与现行建筑钢结构防火技术规范^[5]相比偏小, 而规范规定住宅和公寓的火灾荷载密度为 1100 MJ/m^2 。这说明, 规范火灾荷载密度取值对中原地区住宅建筑而言是偏于保守的, 当采用规范取值对其进行抗火设计时, 具有较大的安全储备 (约 50%)。

通过对表 3 的数据及图 1 所示的分布图形分析, 可见卧室活动火灾荷载密度差异比较大, 原因在于住户个人喜好和家具材质的不同, 但总体上看, 可以认为其近似服从对数正态分布。为检验该统计参数的分布, 我们分别用 K-S 检验法和概率纸方法^[9]进行分布检验。

经计算^[8], 卧室活动火灾荷载密度的 K-S 检验值为 $D_{\max} = 0.177$, 当显著性水平 $\alpha = 0.05$ 时, 临界值 $D(11, 0.05) = 0.391$, $D_{\max} < D(11, 0.05)$, 说明不拒绝服从对数正态分布。由此我们认为, 卧室活动火灾荷载密度接受对数正态分布假设检验。

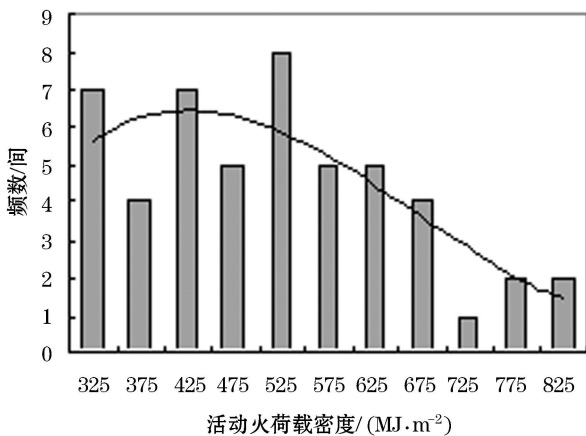


图 1 卧室活动火灾荷载密度频数分布直方图

Fig 1 Frequency distribution histogram of bedroom live fire load density

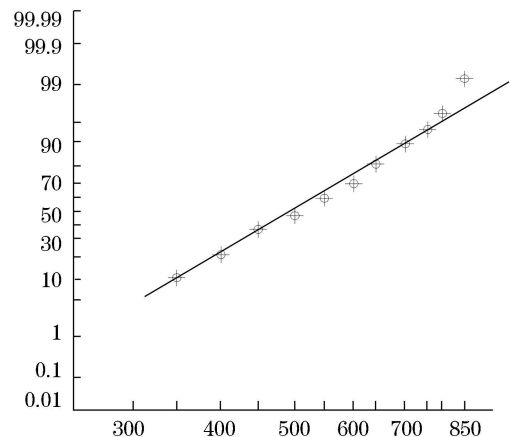


图 2 卧室活动火灾荷载密度概率纸分布

Fig 2 Probability paper distribution of bedroom live fire load density

为了进一步对该分布及参数进行检验, 本文还采用概率纸方法^[9]进行检验, 在对数正态概率纸上表示的卧室活动火灾荷载密度分布如图 2 所示。图 2 中对数正态概率纸上各点呈现比较好的线性, 因此可以认为卧室活动火灾荷载密度较好地服从对数正态分布。

应当指出, 卧室活动火灾荷载密度与可燃物的材质、质量以及房间面积有关。考虑到一般卧室中不放置沙发, 所以在卧室可燃物中, 对火灾荷载密度起决定作用的是床和衣柜的材质和质量。因此, 不同卧室由于主要家具材质的不同, 活动火灾荷载密度差别比较大。随着新型家具材料的出现和阻燃材料的推广, 卧室活动火灾荷载密度也会产生较大的变化。

5 结语

大量火灾统计资料显示,卧室活动火灾荷载是引发建筑火灾的主要因素。本文通过对中原地区 880 户住宅卧室面积、室内家具类型及材质和重量等进行了调查统计,共得到了 1770 组有效参数,统计分析结果表明:卧室活动火灾荷载密度差异比较大,原因在于住户个人喜好和家具材质的不同,但总体上可以认为其近似服从对数正态分布。

参照此次对中原地区住宅卧室活动火灾荷载的调查可知,在仅考虑卧室内有床及卧具、一个衣柜、一个电视机情况下,住宅活动火灾荷载密度标准值可取 741.8 MJ/m^2 ,且具有 95% 的保证率。该值远小于规范规定的一般住宅和公寓的火灾荷载密度标准值 1100 MJ/m^2 ,但可作为类似真实住宅建筑防火设计时的参考依据。

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.
- [2] 李国强, 蒋首超, 林桂祥. 钢结构抗火计算与设计 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999.
- [3] 廖曙江, 付祥钊, 刘方. 对某大型商场服装层活动火灾荷载的调查研究 [J]. 消防科学与技术, 2003, 22(1): 14-16.
- [4] 廖曙江, 刘方, 付祥钊. 对“活动火灾荷载”的讨论 [J]. 消防科学与技术, 2003, 22(5): 357-359.
- [5] CECS200: 2006 建筑钢结构防火技术规范 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2006.
- [6] 朱家琪, 刘燕吉, 高超英. 橡胶木胶合板阻燃技术研究_橡胶木胶合板的燃烧性质及热性质 [J]. 木材工业, 1999, 13(4): 6-16.
- [7] 詹茂盛, 王凯. 国外废旧家电塑料回收与利用技术的发展 [J]. 塑料, 2007, 36(1): 10-16.
- [8] 薛亚辉. 住宅钢结构抗火性能统计及模拟分析 [D]. 郑州: 郑州大学, 2008.
- [9] 盐见弘, 等. 陆振海, 译. 可靠性分析用概率纸的使用方法 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1988.