

建筑火灾风险评价及保险费率厘定的探讨^{*}

田玉敏¹, 蔡晶菁²

(1. 中国人民武装警察部队学院 消防工程系, 河北 廊坊 065000;

2. 中国人民武装警察部队学院 研究生队, 河北 廊坊 065000)

摘 要: 在国内外相关研究的基础上, 对建筑火灾风险评价方法及保险费率厘定的基本理论与方法等进行了全面的论述, 并对我国消防与火灾保险结合的前景进行了展望, 目的在于为填补我国在该研究领域的空白提供有益的帮助与指导。

关键词: 建筑火灾; 风险评价; 费率厘定; 保额损失率

中图分类号: X928.7; F840.64 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-811X(2008)04-0076-06

0 引言

建筑火灾保险费率的厘定是一个复杂的问题。因为建筑物火灾的发生频率和损失的程度, 通常与很多因素有关, 这些因素都非常复杂, 必须建立科学合理的火灾风险评价方法和体系。

目前, 我国财产保险(含火灾保险)无论从保险深度还是保险密度上看都处于相当低的水平, 与发达国家相距甚远, 其中一个重要原因就是缺乏建筑火灾风险评价以及保险费率厘定的统一标准。而保险人在厘定费率时应该遵循公平合理、充分、促进防灾防损三个原则, 保险费率的厘定要以保险标的的火灾风险评价结果为依据。因此, 只有对不同使用性质的建筑制定科学的火灾风险评价标准, 才可能制定合理的保险费率, 以促进我国火灾保险与消防工作协调的互动机制的建立。

国外在财产保险火灾风险评价标准方面的研究和实践较为成熟, 许多经验值得我国借鉴。如美国火灾保险行业不但引导了美国国内的消防研究, 而且保险行业资助的消防研究机构所制定的大量规范和指南对世界消防研究和管理都有一定的辅助作用, 如 FM 认证, UL 认证等; 英国等国家的保险行业在确定火灾保险费率的时侯, 要对投保企业的火灾风险进行全面的评估和分析, 对不同的风险等级实行浮动费率, 由此带动了社会对消防设施的投资积极性, 如英国的 LPC 认证等;

另外, 还有德国的 VDS 认证、法国的 CNPP 认证, 俄罗斯的 VNIPO 认证、古巴的 APCI 认证和韩国的 FILK 认证等。

由于我国目前现行的火灾风险是包含在财产保险之中的, 所以保险费率是粗线条、简单化的, 缺乏应有的科学性, 其根本原因就是缺乏火灾风险的合理评价标准。因此, 火灾风险评价标准以及保险费率厘定是我国目前亟需填补的一项空白。

1 火灾保险与伤亡保险的区别

(1) 火灾保险的精算师在厘定费率时一般应考虑到特大火灾发生的风险, 因为一旦发生大火灾, 往往涉及许多的投保人; 而人身伤亡保险中尽管也存在着大灾的隐患, 但是它一般只会对一个投保人产生影响。

(2) 火灾保险及其相关的承保风险是低频率事件, 所以, 伤亡保险与火灾保险在费率厘定上最主要的不同之处是费率厘定者对最终结果的态度。除了一些特殊的情况, 伤亡保险人将厘定过程的结果视为最终费率, 而火灾保险人仅仅把厘定过程看作是对现行费率的检验、修正。

(3) 火灾保险中常常有共同保险条款。如果财产没有购买足额保险, 那么共保条款就会减少保险人对保险损失做出赔偿的金额^[1]。

尽管有上述种种差异, 两个险种在费率厘定程序上还是有类似之处的, 厘定过程都要考虑到

* 收稿日期: 2008-01-31

基金项目: 公安部科研项目(2007LLYJWJXY085)

作者简介: 田玉敏(1967-), 女, 河北沧州人, 博士, 教授, 主要研究方向: 消防工程、消防经济学等. E-mail: tymsweet@163.com

费率水平、相关度、分类经验、可容许损失率、置信因子等。

2 建筑火灾风险分析

建筑火灾风险分析是厘定火灾保险费率的前提和基础。因此,研究建筑火灾的风险分析是非常重要的。

2.1 火灾风险的基本概念

根据风险的定义,火灾风险(R)可由起火概率(p)和火灾危害性(s)两个因素共同决定,即火灾风险是起火概率和危害性的函数,

即: $R = f(p, s)$,

式中: p 为起火概率,一般用火灾发生的频率; s

为危害性,一般包括火灾损失、人员伤亡及社会影响等,包括直接损失和间接损失两个部分。

某一时间段内火灾发生的概率值和损失值的乘积就是火灾风险的期望值,即: $R = p \times s$ 。

危害性的严重度可以用单位时间内损失的大小来表示,即损失大小/单位时间,如死亡人数/单位时间、损失工作日数/单位时间、经济损失价值/单位时间。

2.2 火灾风险分析的内容

火灾风险分析的内容以及与火灾保险费率厘定的关系可用图 1 来表示。

2.3 建筑火灾风险评估的基本要素

在承保火灾风险时,保险人对建筑进行火灾风险评估的基本要素主要包括以下几个方面(图 2)。

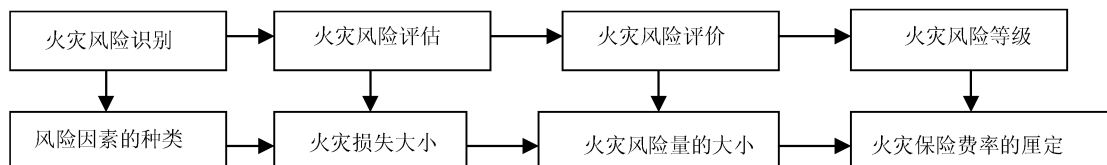
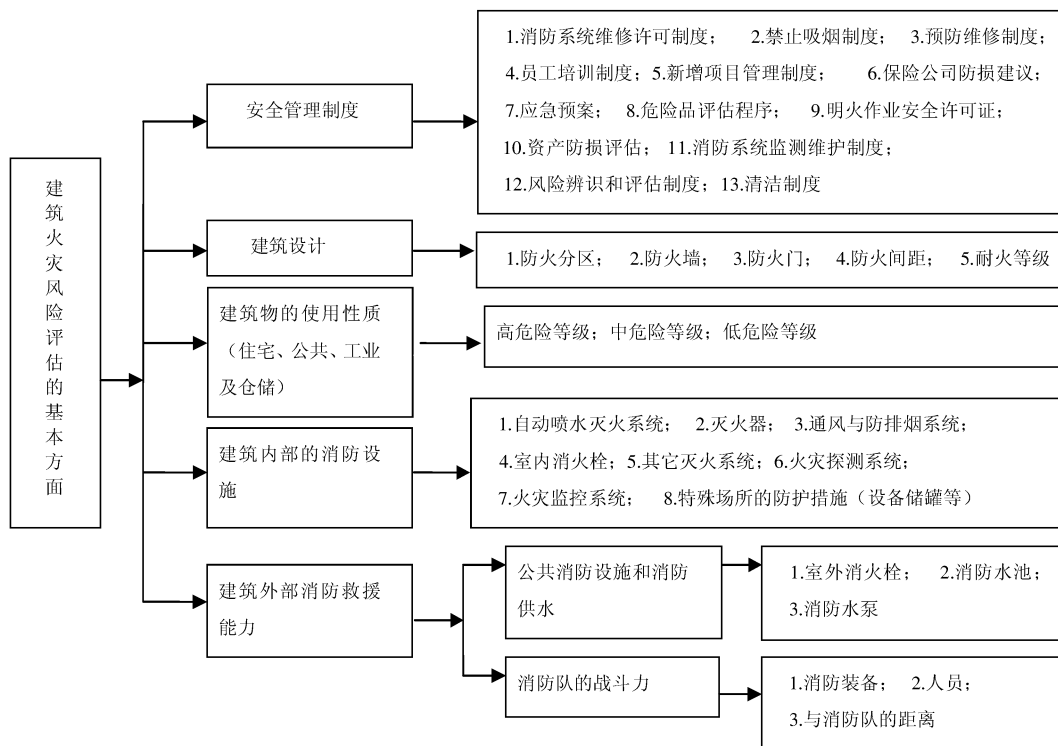


图1 火灾风险分析的程序



(1) 工业建筑 除图 2 中的基本要素之外,工业建筑还要对生产的性质以及危险发生的后果进行评估。

(2) 公共建筑 除图 2 中的基本要素之外,公

共建筑还要对人群密度、使用类型等因素进行评估。

(3) 仓储建筑 除图 2 中的基本要素之外,仓储建筑还要对货物性质、分级、摆放方式、日常操作方法等因素进行评估。

2.4 火灾风险评估的基本方法

火灾风险评估的方法种类很多,大体可分为定性分析方法、半定量分析方法和定量分析方法。

(1) 定性分析方法

定性分析方法主要用于识别最危险的火灾危险事件,但难以给出火灾风险等级,主要用安全检查表、层次分析法进行建筑火灾风险的定性评估,对于化学工业火灾还有预先危险性分析法(Hazop)、What-if等方法。

(2) 半定量分析方法

半定量分析方法用于确定可能发生的火灾相对风险性,同时可以评估火灾发生频率和后果,并根据结果比较不同方案。它以火灾危险源以及其他风险参数进行分析,并按照一定的原则对其赋予适当的指数,然后通过数学方法综合起来,得到一个子系统或系统的指数,具有快速简便的特点。其不足点在于,这种方法是按照特定类型建筑对象进行分级的,方法不具有普适性;而且评价结果与研究者知识水平、以往经验和历史数据积累以及应用具体情况有关。适用于建筑火灾风险评估的方法有 NF-PA101M 火灾安全评估系统、SIA81 法、Gretener 法、火灾风险指数(Fire Risk Index)法、古斯塔夫法等。

表 2 火灾后果的等级划分

后果等级	系统设备的物理损失	设备停止使用的时间	附属设备停止使用的最少时间	对财产以及周围环境的影响
1 灾难性	设备整体遭到破坏	1 年	1 周	永久的破坏
2 严重性	主要的子系统遭到破坏	1 月	1 d	临时的破坏
3 中等	子系统遭到轻微的破坏	1 周	1 个轮班	有限的破坏,环境需要修复
4 轻微	没有严重的设备损失	1d	小于 1 个轮班	周围环境需要修复

人员的伤害后果可参照美国消防工程师协会(SFPE)^[2]采用的方法,如表 3 所示。

表 3 可能的人员伤亡后果分级

后果等级	对人员的影响
1 高级	突然死亡,急性受伤,立即危及生命,永久性残疾
2 中级	严重受伤,永久性残疾,需要住院治疗
3 低级	轻度受伤,非永久性残疾,无需住院治疗
4 忽略不计	极轻微受伤

综合上述划分方法,火灾风险等级可划分为 5 级,即:极高、高、中、低、轻微,如表 4 所示。

表 4 火灾风险等级的划分

后果	可 能 性				
	A	B	C	D	E
1	极高	极高	高	中	低
2	极高	高	中	低	低
3	高	中	低	低	轻微
4	中	低	低	轻微	轻微

另外,适合工业火灾风险评估的方法有等价社会成本指数法,火灾-爆炸风险指数法。

(3) 定量分析方法

定量分析方法以系统发生事故的概率为基础,进而求出风险,以风险大小衡量系统的火灾安全程度,所以也称概率评价法。该方法需要依据大量的数据资料和数学模型。所以只有当火灾风险评估的数据较充足时,才可能采用定量的评估方法进行火灾风险评估。常用的方法有:建筑火灾安全工程法、火灾风险与成本评估模型、事件树分析方法。

2.5 火灾风险分级矩阵

在对火灾后果及其发生频率进行评估之后,就要对火灾风险进行分级,为确定差别费率提供依据。

根据国际著名保险公司 ARUP 的分类,火灾的发生频率、火灾后果如表 1 和表 2 所示。

表 1 可能性的等级划分

可能性的等级	系统每年发生火灾的预期频率 p (次/a)
A 频繁	$p > 1\%$
B 很可能	$0.2\% < p < 1\%$
C 可能	$0.04\% < p < 0.2\%$
D 可能性较小	$0.02\% < p < 0.04\%$
E 不可能	$p < 0.02\%$

2.6 常规火灾风险分级方法

这种方法的特点是:简单、容易操作。该方法的评价公式是:

$$W = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Z_i} \times D, \quad (1)$$

式中: W 为综合风险值; Y 为各种火灾风险因子值; Z 为各种折减系数值,即各种风险评价因素的分值大小,可由专家评分确定; D 为地域调整系数值。

根据综合风险值可将火灾风险划分为若干等级。

3 建筑火灾保险费率的构成及厘定方法

3.1 保险费率的构成

保险费率是指保险公司向投保人收取的每单

位保险金额的保险费,也就是保险消费者为摆脱风险而支付的价格,它主要有基本费率(纯费率)和附加费率。

(1) 基本费率(又叫纯费率)

基本保险费率的确定依据是风险程度。纯费率的构成包括未来赔款或给付的预期值,以及考虑到预期值与实际损失之间可能偏差的安全加成。

火灾保险的纯保险费率应根据火灾损失率确定的。保险人根据纯费率收取的保险费,应与其支付的保险赔偿金额相等。因此,理论上应有下式成立:

$$\text{纯费率} = \text{保额损失率} = (\text{保险赔款总金额} / \text{保险总金额}) \times 100\% \quad (2)$$

但是,除了赔偿金之外,保险人还要考虑支付经营费用以及自身的利润,因此,附加费率是保险费率中不可缺少的构成要素。

(2) 附加费率

附加费用主要包括保险公司的费用成本和预期利润,与纯费率相比,附加费率较为稳定。因此,理论上应有下式成立:

$$\text{附加费率} = (\text{附加费用} / \text{保险总金额}) \times 100\% \quad (3)$$

(3) 毛费率

毛费率是由纯费率和附加费率构成的,因此,毛费率 = 纯费率 + 附加费率。如果附加费率是按纯费率的一定比例提取的^[3],那么:

$$\text{毛费率} = \text{纯费率} \times (1 + \text{附加费率}) \quad (4)$$

3.2 浮动费率法

对于火灾保险费率的确定,一般对于不同类型的建筑在行业基础费率的基础上,应用火灾风险分级方法,实行浮动费率。这种方法对于大部分没有特殊情况的建筑是适用的,也是符合实际的。

但对于一些有多种使用功能,难以明确类型的建筑或是建筑内存在会使火灾风险发生较大变化的特殊情况的建筑,适用上面的方法就会显得过于粗糙,需要由其它方法来确定。浮动费率法的具体步骤如下。

3.2.1 确定基本费率

(1) 基于财险统计确定纯费率

理论上讲,火灾保险的纯保费,应等于期望火灾损失。通过火灾损失统计可以获得期望火灾损失,但由于我国火灾损失方面的统计数据缺乏,因而通过火灾损失统计来厘定火灾保险费率困难不少。我国重新开办财险以来,经过 20 多年的运营,其保险费率经过不断的调整,已具有一定的

合理性,因而为从财险中推导火险纯费率提供了可靠的数据支撑。推导方法如下^[3]:

$$\text{火险纯费率} = \text{财险费率} \times \text{财险中火灾导致的赔付额比重} \times \text{财险纯费率在财险费率中所占的比重} \quad (5)$$

$$\text{其中: 财险中火灾(含爆炸引起的火灾)导致的赔付} = \frac{\text{财险中火灾导致的赔付额}}{\text{财险总赔付额}} \quad (6)$$

$$\text{财险中纯费率比重} = \frac{\text{财险纯费率}}{\text{财险纯费率} + \text{财险附加费率}} \quad (7)$$

(2) 基于火灾保险保额的损失率来确定纯费率^[4]

① 方法 1

$$\text{纯费率} = \text{保额损失率} + \text{风险附加} \quad (8)$$

其中:

$$\text{风险附加} = N \times \text{保额损失率的均方差} \quad (N \text{ 取 } 1, 2 \text{ 或 } 3) \quad (9)$$

根据统计规律,设 M 和 σ 分别为保额的损失率的均值和均方差,那么,实际保额的损失率处于 $(M - \sigma, M + \sigma)$ 的可能性为 68.27%,处于 $(M - 2\sigma, M + 2\sigma)$ 的可能性为 94.45%,处于 $(M - 3\sigma, M + 3\sigma)$ 的可能性为 99.73%。

风险附加可以减低保险人亏损的概率,同时也会增加投保方的负担,故过高的风险附加也是不可取的。对于易于发生巨灾损失的, N 可取 3;对于自愿保险, N 可取 2;对于强制保险, N 取 1。

② 方法 2

$$\text{纯费率} = \text{损失率的期望值} (1 + \text{损失率的稳定系数}) \quad (10)$$

$$\text{损失率的稳定系数} = \text{损失率的均方差} / \text{损失率的期望值} \quad (11)$$

(3) 基于独立同分布下中心极限定理的费率厘定法

根据林德贝格-勒维(Lindeberg-Levy)中心极限定理,若随机变量序列 $\{X_n\}$ 具有数学期望 $EX_n = \mu$,及非零的有限方差 $\text{var}(X_n) = \sigma^2 \neq 0$,且 $n \rightarrow \infty$,则:

$$\sum_{i=1}^n X_n \text{ 近似地服从正态分布 } N(n\mu, n\sigma^2) \text{。而同一类的}$$

建筑发生火灾这一随机事件正符合了上述的中心极限定理,其中的“类别”可将工业与民用建筑划分为共计 4 大类,12 子类^[5]。同时可以制订下列必要假设:

① m^2/a 建筑面积的火灾损失额与其保险费相等(实际上,保险费大于火灾损失额);②保险金额与保险标的的价值相等;③建筑物的使用年限为

50 年,并以中期(使用 25 年后)的保险金额作为基本保险金额的均值,即为初始价值的一半;④统计结果遵循大数定律。

据此,可以算出 4 大类建筑物的年火灾损失率,再用火灾损失率分别除以相应大类建筑的基本保险金额,则得到各大类建筑的火灾保险基本费率(表 5)^[5]:

表 5 4 大类建筑火灾保险基本费率

类别	火灾损失率/ (元/a·m ²)	初始价值/ (元/m ²)	基本保险 金额均值 (元/m ²)	火灾保险 基本费率 /‰
工业建筑	1.98	1 800	900	2
公共建筑	5	2 500	1 250	4
住宅建筑	0.25	1 300	650	0.4
仓储建筑	3.95	2 200	1 100	3.5

依据建筑设计规范和国内外建筑物保险的相关规定,在 4 大类建筑物火险基本费率的基础上,考虑到各类建筑火灾风险的相对程度,对相应各个子类的费率也可确定出来。

(4) 事件树和火灾模拟结合法^[6]

该方法主要适用于一些大型的建筑项目,尤其是针对一些结构和功能复杂,存在特殊情况难以在一般情况下进行浮动调整的建筑。该法的基本步骤是:①应用事件树的方法确定各种火灾场景的发生概率;②应用火灾模拟软件计算各种场景的预期损失;③将各场景的预期损失加总,得该建筑的火灾预期损失,以此为基础确定火险纯费率。

3.2.2 划分建筑火灾风险的等级

首先应该对火灾危害后果及其发生频率进行分级(或用常规评价方法),最后得出某建筑火灾风险的相应等级。众所周知,当火灾风险性高时,对应的保险费率就会高;当火灾风险性低时,对应的保险费率就会低。从某种意义上说,建筑的不同风险等级对应着不同的保险费率。根据上面确定的火灾风险等级的不同,确定是上调还是下调费率,以达到公平竞争的目的。当为中等风险时,对应行业基本费率,当为高风险建筑时保险费率上调,低风险与可忽略风险时下调。

(1) 加重(提高)保险费率

建筑物的一些特点会增加危险,因此,要增大保险率来予以权衡,如可燃结构、易燃装修等。

(2) 折减(减小保险费率)

对于建筑的一些有利特点,就应予以折减,幅度在 5%~60%或 60%以上。例如:自动控制的防排烟装置和自动喷水灭火系统对于防止和减少火灾损失是非常有利的,而且,保险商在自动喷水灭火系统上提供的优惠可能是自动火灾探测系统费用的 4~5 倍。

4 实例分析

某建筑的面积为 200 m²,由一个歌舞厅和一个办公室组成,其火灾发展的事件树如图 3 所示,试用事件树和火灾模拟结合的方法确定火灾风险纯费率。

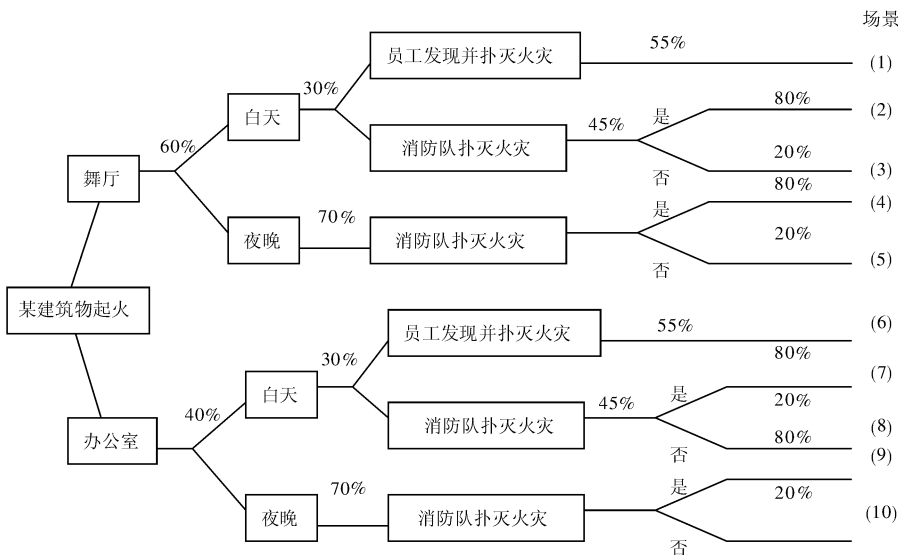


图 3 某建筑火灾发展的事故树

依据各种火灾场景进行火灾模拟,得出每种火灾场景下的预期火灾损失(表 6)。

表 6 各种火灾场景下的火灾损失面积 m^2

场景	情况	概率	估计损失面积	预期损失面积
(1)	员工扑灭	0.184 4	5	0.922
(2)	消防队扑灭	0.091 68	36	3.300 5
(3)	完全破坏	0.037 92	200	7.584
(4)	消防队扑灭	0.239 2	36	8.611 2
(5)	完全破坏	0.084 8	200	16.96
(6)	消防队扑灭	0.153 6	36	5.529 6
(7)	完全破坏	0.057 6	200	11.52
(8)	员工扑灭	0.070 4	2	0.140 8
(9)	消防队扑灭	0.050 32	25	1.258
(10)	完全破坏	0.030 08	200	6.016
				Σ 61.84

该场所年发生火灾的概率为 0.001 5, 因而每年预期损失面积为: $R_A = 0.001\ 5 \times 61.84 = 0.092\ 8\ \text{m}^2$ 。所以, 火灾纯费率为: $r = R_A/A = 0.092\ 8/200 = 0.046\ 4\%$ 。

5 结束语

消防和保险机制是人类在预防和控制火灾的实践中形成的, 两者相辅相成, 已经成为现代社会管理的两大支柱。在西方发达国家, 火灾保险已经与消防管理形成了良好的互动机制, 不仅在火灾损失的分摊和补偿方面发挥着重要作用, 同

时也成为消防投资资金的一个重要来源。建立火灾保险与消防工作协调的互动机制是我国今后火灾风险管理的发展方向, 二者的最优组合问题是管理学、经济学和保险学在消防领域的综合运用。最优组合模型应该是国家、保险公司和业主三者经济效益的均衡点。其中, 建筑火灾风险评价方法及保险费率厘定的问题是一个最为根本的问题。因此, 今后研究的重点应该是针对不同使用性质的建筑制定科学的火灾风险评价标准, 为制定合理的投保费率提供依据; 另外, 还应加强针对火灾保险的经济性评价的研究, 为宏观消防投资决策、微观消防措施与火灾保险的相互协调和平衡等问题提供经济性评价的依据。

参考文献:

- [1] Constance M. Luthardt, Barry D. Smith, Eric A. Wiening. 财产与责任保险原理: 第 3 版[M]. 北京: 北京大学出版社, 2003.
- [2] SFPE engineering guide to performance based fire protection analysis and design of buildings [M]. Quincy: National Fire Protection Association, 2000.
- [3] 刘小勇, 孙金华, 褚冠全. 基于火灾风险评估的企业保险费率的厘定[J]. 火灾科学, 2005, 15(2): 84-88.
- [4] 付菊. 财产保险[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2005.
- [5] 李引擎. 建筑物火灾损失统计计算和保险费率的确定[J]. 建筑科学, 1998, 14(5): 3-7.
- [6] R. Dobbemack. IBMB. fire risk assessment method[EB-OL]. (2003-10). <http://www.google.com>.

Discussion on Fire Risk Evaluation and Insurance Rate-making for Buildings

Tian Yumin¹ and Cai Jingjing²

(1. Department of Fire Engineering, the Armed Police Force Academy, Langfang 065000, China;

2. Team of Graduate Student, the Armed Police Force Academy, Langfang 065000, China)

Abstract: Basic principles and methods of fire risk evaluation and insurance rate-making for buildings is described based on domestic and foreign research achievements in this field. The prospect of combination of fire protection with fire insurance in our country is presented aiming at providing some guidance for filling the blank of research in this field in our country.

Key words: building fire; risk evaluation; rate-making; loss ratio of premium