

既有建筑火灾 风险评估与消防改造

张靖岩 肖泽南 等编著

JIYOU JIANZHU HUOZAI
FENGXIAN PINGGU YU
XIAOFANG GAIZAO



化学工业出版社

既有建筑火灾 风险评估与消防改造

张靖岩 肖泽南 等编著

JIYOU JIANZHU HUOZAI
FENGXIAN PINGGU YU
XIAOFANG GAIZAO



化学工业出版社

· 北京 ·

本书从专业的角度分析目前我国既有建筑防火安全现状,讨论如何认清其火灾危险性,并列若干典型改造技术进行论述,包括技术特点、关键参数、适用场合、优缺点以及设置要求等,最后进行实际案例分析,并归纳总结既有建筑防火改造设计指南。较好地体现了消防改造有效性与经济性的协调统一的思想。

本书主要供从事消防安全的科研工作者、建筑设计人员以及消防管理人员使用,也可作为高等学校安全工程专业研究生参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

既有建筑火灾风险评估与消防改造/张靖岩,肖泽南等编著.

北京:化学工业出版社,2014.3

ISBN 978-7-122-19413-8

I. ①既… II. ①张…②肖… III. ①建筑火灾-风险评价
②建筑火灾-消防-改造 IV. ①TU998.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 319640 号

责任编辑:杜进祥

责任校对:王素芹

文字编辑:丁建华

装帧设计:韩飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张20 字数517千字 2014年7月北京第1版第1次印刷

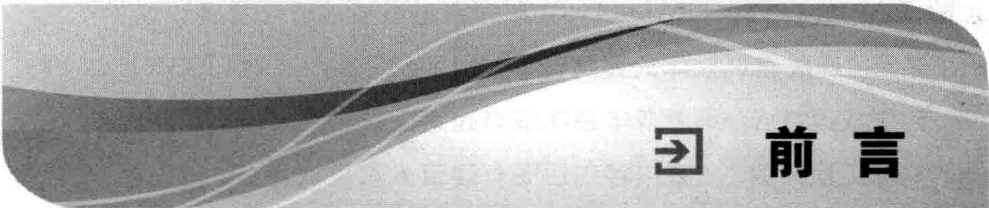
购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 68.00 元

版权所有 违者必究



前言

随着我国城市化水平的迅速提高,各种新材料、新结构、新工艺在建筑工程中逐渐得到应用,高层、超高层、地下建筑不断增多,建筑业取得了突飞猛进的发展。大量人口涌入城市,为了满足人们生活、娱乐方式的要求,大型公共建筑(群)逐年增多。多方面因素的综合叠加,造成了我国既有建筑的防火现状总体上看不甚乐观。

限于当时的技术及认识水平,很多 20 世纪 80~90 年代以前建成的建筑目前都存在着较大的火灾安全隐患。一是标准规范的更新造成了较早建筑的现有防火条件与现行规范、标准间存在着很大的差距;二是在建筑使用过程中功能和人员密度发生了巨大的变化,而相应的消防对策并没有及时更新。特别是一些公共场所如商场、医院、学校、大型批发市场以及城市中心区的老旧小区和平房、棚户区建筑,火灾隐患极其突出。因此,很多这种建筑被定位为消防重点单位,已成为困扰消防管理部门和建筑使用者的一大难题。

要逐步改善我国既有建筑的防火现状,首先要对其火灾危险性进行评价并引入安全、合理、有效的技术改造措施。对建筑进行定期、科学的火灾风险评价,可使建设方、使用者和消防管理部门了解建筑物存在的火灾隐患以及发生火灾的可能性和后果的严重程度,能够更加客观、准确地认识火灾的危险性,进而有针对性地提出消防对策,降低火灾所造成的人员伤亡和财产损失,同时还可为保险业制定合理的保险费率提供科学依据。引入安全、合理、有效的改造措施是提高建筑消防水平最直接的手段,同时需要考虑到安全等级与消防投入的矛盾,一方面要达到较高的安全等级,一方面要进行合理的消防投入。因此,对既有建筑的火灾危险性进行科学评估,并通过合理的消防投资加以改造,以防止既有建筑火灾的发生,减少既有建筑火灾的损失是目前迫切需要认真研究并合理解决的重要问题。

本书吸收了“十一五”国家科技支撑计划课题“既有建筑安全性改造

关键技术研究”(2006BAJ03A03)和国家重点基础研究发展计划(973计划)课题“高层建筑立体火蔓延行为及其阻隔机制”(2012CB719702)的部分研究成果,结合编者多年来在既有建筑火灾风险评估与消防改造中参与的实际工程案例,主要包括既有建筑火灾风险评估、建筑材料选择指南、结构耐火性能改善技术、防火分隔改造技术、消防系统改造技术、安全疏散改造技术、既有建筑防火改造设计指南及案例分析,可供建筑设计或安全技术专业以及消防管理人员使用,也可作为高等院校相关专业研究生参考教材。

本书由张靖岩、肖泽南等编著。第一章由张靖岩执笔,第二章由刘松涛、王金平、王礼执笔,第三章由朱春玲、季广其执笔,第四章由王广勇执笔,第五章由肖泽南执笔,第六章由张昊、吕振纲、沈金波、刘文利、刘激扬执笔,第七章由肖泽南执笔,第八章由孙旋、刘松涛、肖泽南执笔。本书编写过程中参考了大量国内外已有的科技成果,在此对相关人员表示衷心感谢。

本书得到建筑安全与环境国家重点实验室、住房和城乡建设部防灾研究中心和中国建筑科学研究院的大力支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免会有一些疏漏及不当之处,敬请读者提出宝贵意见。

编 者
2014 年 1 月

第一章 绪 论

第一节	我国既有建筑防火现状	1
第二节	我国现行建筑防火设计方法及规范的特点和局限性	2
第三节	既有建筑防火改造对策	4
第四节	既有建筑防火改造基本程序	4
第五节	既有建筑防火改造有效性的评估标准	6

第二章 既有建筑火灾风险评估

第一节	概述	9
一、	基本概念	9
二、	既有建筑火灾风险评估目的和意义	10
三、	建筑火灾风险评估的发展现状与趋势	10
第二节	火灾风险评估基本流程	12
一、	火灾风险评估内容	12
二、	火灾风险评估工作程序	13
三、	火灾风险评估所需主要资料清单	14
第三节	既有建筑火灾荷载调查与统计	15
一、	基本概念	15
二、	火灾荷载的统计分析方法	17
三、	火灾荷载标准值的确定方法	21
四、	火灾荷载导致火灾危险性的确定方法	23
五、	住宅功能建筑火灾荷载调查案例分析	23
第四节	既有建筑防火系统性能检查与评估	27
一、	图纸资料审查	27
二、	系统施工安装情况的一般性检查	27
三、	防火系统综合性评估	27
第五节	既有建筑火灾风险评估方法与应用	29
一、	常用的火灾风险评估方法	29
二、	火灾风险评估的试验方法	32
三、	火灾风险评估的数值模拟方法	39

第三章 建筑材料选择指南

第一节 概述	48
一、建筑材料分类	48
二、建筑材料的燃烧性能	49
三、既有建筑材料改造类型	50
第二节 建筑结构和围护材料	51
一、石膏制品	51
二、纤维增强水泥板材	53
三、膨胀蛭石制品	56
四、钢丝网架水泥夹芯复合板	57
第三节 建筑装饰装修材料	58
一、纸面石膏板	58
二、纤维石膏板	60
三、装饰石膏板	60
四、硅酸钙板	60
五、轻质硅酸钙板	61
六、玻璃棉板	61
七、岩棉装饰吸声板	61
八、矿棉板	62
九、矿棉装饰吸声板	62
十、膨胀珍珠岩板	63
十一、膨胀珍珠岩装饰吸声板	63
第四节 建筑外墙外保温材料	63
一、建筑外墙外保温的发展现状	63
二、国内外外保温防火技术的比较	76
三、外保温防火的发展目标	80
第五节 建筑防火材料	81
一、概述	81
二、防火涂料	82
三、防火封堵材料	95
四、防火板材	99

第四章 结构耐火性能改善技术

第一节 结构构件耐火性能改善技术	102
一、构件耐火性能评估的重要性	102
二、钢管混凝土柱的实用抗火计算方法	103
三、型钢混凝土梁柱构件耐火性能分析及实用计算方法	105
第二节 框架结构耐火性能及其耐火性能优选	107
一、整体结构抗火计算的重要性	107

二、钢筋混凝土平面框架耐火性能	109
三、钢管混凝土柱-钢梁平面框架耐火性能研究	119
四、火灾下型钢混凝土平面框架的破坏机理	134
五、钢筋混凝土、钢管混凝土、型钢混凝土平面框架耐火性能 比较	142
六、框架结构实用抗火设计建议	148
七、框架结构防火改造措施	149
第三节 火灾后建筑结构检测与鉴定	149
一、评估程序	149
二、火灾后结构构件的鉴定评级	150
第四节 建筑结构构件火灾后性能评估与修复加固	158
一、火灾后钢筋混凝土（型钢混凝土）梁柱构件的性能评估与 修复加固	158
二、钢筋混凝土楼板性能评估与修复加固	161
三、钢筋混凝土剪力墙火灾后性能评估与修复加固	164
四、钢管混凝土结构火灾后的修复加固方法	167

第五章 防火分隔改造技术

第一节 概述	170
第二节 玻璃用于中庭、高大空间防火分隔	171
一、“准安全区”概念引入玻璃作为防火分隔	171
二、防火分隔方式的对比	173
三、中国建筑科学研究院防火研究所的试验验证	173
四、其他单位的试验情况	182
五、小结	186
第三节 推拉式防火门用于防火分隔	186
一、其他国家推拉式防火门的规范概要	187
二、推拉式防火门的疏散安全性	188
三、新型推拉式防火门的防火防烟特性	189
四、新型推拉式防火门与平开式防火门相比的优越性	190
五、小结	190
第四节 防火隔离带在敞开式车库的应用	192
一、敞开式车库的防火分隔设想	192
二、以防火隔离带替代防火墙进行防火分隔	193
三、火灾辐射蔓延的防止	194
四、火灾烟气蔓延的防止	196
五、火灾规模的控制	196
六、现场实拍照片	197
七、小结	197

第六章 消防系统改造技术

第一节 概述	200
一、消防系统改造背景及意义	200
二、消防系统改造策略与技术路线	200
第二节 火灾自动报警系统改造技术	201
一、火灾自动报警系统设计与改造现行主要规范及技术要求	201
二、火灾自动报警系统改造简易替代技术	202
第三节 防排烟系统改造技术	206
一、防排烟系统设计与改造现行主要规范及技术要求	206
二、防排烟系统改造简易替代技术	211
第四节 消防给水与自动灭火系统改造技术	218
一、消防给水设置一般技术要求	218
二、简易自动喷水灭火系统	225
三、干式室内消火栓系统	228

第七章 安全疏散改造技术

第一节 概述	230
一、高层建筑发展现状	230
二、高层建筑的疏散难点	231
三、高层建筑利用电梯疏散的意义	235
第二节 火灾情况下人员心理和行为	236
一、火灾情况下人员的生理反应	236
二、火灾情况下人员的行为状态	237
三、火灾情况下人员的心理和行为反应	238
第三节 高层建筑的辅助疏散逃生手段	239
一、楼梯及其存在的问题	239
二、轿厢式室外疏散设备	239
三、高层建筑外部辅助疏散设施	241
第四节 非消防电梯用于高层建筑火灾下的人员疏散	246
一、电梯用于高层疏散的成功案例	246
二、各国规范对高层建筑利用电梯进行疏散的态度	248
三、高层建筑利用电梯疏散的国内外研究现状	251
四、疏散电梯的建筑设计	253
五、我国对电梯层门的防火防烟保护要求	259
六、疏散电梯的设计要求	260
七、疏散电梯的运行策略及管理要求	266
八、小结	275

第八章 既有建筑防火改造设计指南及案例分析

第一节 既有建筑防火改造设计指南	276
一、既有建筑防火改造设计的基本程序与步骤	276
二、既有建筑改造材料选择	278
三、结构耐火性能改善技术	283
四、防火分隔改造设计	284
五、消防系统改造设计	285
六、安全疏散改造设计	286
七、特殊既有建筑防火改造设计	286
第二节 国家体育场火灾风险评估案例分析	289
一、概述	289
二、基于抵御和破坏能力风险分析的火灾风险评估方法	290
三、抵御力量指标体系	291
四、破坏力量指标体系	292
五、专家系统评估基本单元	292
六、抵御力量和破坏力量评估结果	293
七、消防安全对策	294
第三节 国家博物馆老馆改造工程案例分析	296
一、建筑功能说明	296
二、防火分区	298
三、主要消防问题	299
四、性能化解决策略	300
五、烟气运动火灾场景设置	300
六、疏散分析场景设置	302

参考文献

第一章 | 绪 论

第一节 我国既有建筑防火现状

随着我国城市化水平迅速提高,建筑业得到了突飞猛进的发展,很多20世纪60~80年代的建筑不符合现行的防火规范而被定位为消防重点单位,成为困扰消防管理部门和使用者的一大难题,一方面是由于当初建筑建造时没有一个系统的标准来对照,以至形成建筑现有防火条件与现行规范、标准有很大的差距,再加上年久失修,尚存的消防设施也难以应付,留下了严重的火灾隐患。其中有些建筑已改造完毕或者推倒重建,但有些建筑其自身所处的经济地位与政治影响,一时无法改造,而且目前仍在继续使用,一旦发生火情,其后果难以想象,必须引起高度重视。另一方面,近期出现的许多新型、大型、高层的特殊类型建筑,如高层建筑、地下建筑、奥运场馆以及大型商场、剧场、仓库、车间、候车室等,这些建筑虽然硬件设施较为完整,但由于在管理上存在各种问题,或者产品在更新换代上没有及时到位,或者是施工质量上的问题,建筑的使用功能和使用的材料也发生了巨大的变化,建筑物内使用的电力、热力设施大大增加,从而使建筑火灾危险程度发生了很大变化。这就造成我国既有建筑防火条件较差的局面,具体表现形式主要有以下几种。

(1) 消防设计不合理,违规现象较严重 有的设计单位自身技术力量比较薄弱,平时也不注意学习提高,跟不上消防技术日新月异的发展要求,设计出来的图纸质量低劣,或消防设施漏项,或选型不对或功能不全。有的设计单位一味迎合建设单位的不合理要求,不按国家消防技术规范严格进行设计,而是任意减免建筑消防设施的种类和数量,如消防用电无备用电源等;有的建设单位为了节约消防资金投入,擅自更改消防设计,降低消防技术标准消防设施设计的合理性,而一些不合理的建筑消防设施设计未经消防机构审核,擅自施工,形成先天性火灾隐患。

(2) 消防产品质量差,消防设备不配备 早期使用的一些消防产品,质量普遍不高。近年来,消防产品质量随着科学技术的发展有了很大提高,但由于产品监督体系还不完善及技术革新水平的差异,产品质量不尽一致。如火灾自动报警系统误报、漏报严重,消防水系统管道、喷头漏水,致使人们对一些公共场所的消防设备失去信任感将其关闭。随着消防技术的发展,消防产品更新换代加快,一些过期淘汰产品维修困难,导致设备带病运行;另外因国内外消防产品规范不一致,一些大型工程中同时使用国内外生产的消防产品,产品之间不匹配,导致无法使用。还有个别生产厂家在消防产品生产过程中偷工减料,以次充好,这种情况在防火门和防火卷帘的生产中较为突出。

(3) 消防设施安装施工质量差 有的施工单位无固定的专业施工人员,一旦接到消防安装工程,便上劳务市场低价请一些毫无施工经验的人员进行施工;有的施工单位在工程竞

标中采取不正当的经济手段压低标底,中标后为了获得高额利润,不惜牺牲消防工程的质量,施工时又没有严密的质量监督体系,工程质量粗劣,导致探测器编码错误、控制器不稳定、电线松动等现象,造成了建筑固定消防设施的先天隐患,一旦发生火灾,根本起不到应有的作用。

(4) 建筑消防设施缺乏检测维修 有的单位消防安全意识淡薄,安装建筑消防设施是为了应付消防机构的验收,建筑消防设施投入使用后,根本无人管理,有的虽有人管理,但管理者不熟悉消防设施的功能操作,不懂得其维护保养的基本知识,设施出现故障不能及时修复,有的单位领导对火灾存在麻痹大意的思想,对固定消防设施的重视程度下降,认为可有可无,从不进行定期检测,明知存在问题,也不进行维修保养,最终导致设施瘫痪。

第二节 我国现行建筑防火设计方法及规范的特点和局限性

建筑防火设计方法及规范,是从民间建筑设计中约定俗成的规约,逐渐发展成为一种以国家法令、法规的形式发布,用于强制规范建筑物防火安全设计达到一定安全水平的基本要求(一般称之为建筑设计防火规范),具有法规效力和强制性。建筑设计防火规范对不同建筑的防火设计提出了必须遵守的规则,是建筑规范的重要组成部分。多年来,各国所采用的建筑设计防火规范基本上是用指令性条文给出的,对其所涉及建筑物的位置、布局、耐火等级和使用性质、内部的建筑消防设施要求逐条作出了规定。设计者只要依据所要求设计的建筑物的状况,从规范中直接选定设计参数和指标即可,业内称这种规范为“处方式”规范。

1. 我国现行建筑防火设计方法及规范的特点

我国现行建筑防火设计方法及规范具有以下特点。

(1) 是经验的总结 现行建筑设计防火规范是根据大量经验、教训、实验与分析归纳整理得出,是在对已有建筑进行总结的基础上得出来的,是多年来人类与火灾斗争宝贵经验的结晶。

(2) 适用于大多数常见建筑 现行规范中的大量具体条文规定,对大多数建筑工程的防火设计现在仍然比较合适。对各类建筑工程的消防设计、施工、验收,对建筑消防设施的维护、管理,对预防建筑火灾的发生、保证建筑消防安全发挥了非常重要的作用。

(3) 有局限性 随着经济建设的迅速发展,建筑物类型日趋多样化,现行规范在适应发展要求方面显现出局限性。如:大型会堂、场馆、候车(机)厅以及超大型的综合商业场所及住宅建筑群。由于在制定规范的年代,这些大型或超大型的建筑尚未出现,因此用那时制定的建筑防火规范来指导和规范现代的设计,很明显会在设计上述建筑时遇到现行规范条文没有规定,或有规定但与实际情况有矛盾的问题。且有时在不同规范中,还不时发生条文之间互不协调的情况。

2. 现行建筑防火设计方法及规范的局限性

现行建筑防火设计方法及规范按各种建筑物进行分类,根据有关消防安全的要求,对建筑物耐火等级、防火间距、防火分区、装修材料控制、安全疏散、防排烟设施、火灾自动报警设施、室内外消火栓、自动喷水灭火设施等每项设计,都详细规定了具体的参数和指标。设计人员只要根据所设计建筑物的规模、性质和使用用途,从规范中直接选定与该建筑物相应的设计参数和指标即可。也就是说,设计者只要按照规范规定的指令性指标、参数,结合

本人设计实践经验,确定规范界定的设计方案。事实上,每座建筑的结构、用途及内部火灾危险的大小、分布等不同,居住者或使用者的素质等条件差异,对于按照现行建筑防火规范统一给定的设计参数做出的设计方案,未必就是最科学、合理的方案。同时,由于现行的建筑防火设计规范对设计参数的规定过于具体,客观上也限制了设计的灵活性,使设计者的想象力、艺术表现才能、技术才能难以充分发挥。具体存在下列局限性。

(1) 具体规定的技术数据与日益扩大的建筑规模不相适应 如防火分区面积的划定已明显不能满足现代生产工艺的发展对建筑防火安全工程设计的要求。现行的消防技术规范的一个主要思路就是根据不同建筑物的性质,明确规定了防火分区的面积标准,当发生火灾时,通过人为规定的防火分区把火灾限制在一个较小的区域。这种做法对我国六七十年代生产厂房和商业建筑来说是合适的,而对现在众多的现代化大规模生产和商业经营规模化来说已明显不适用。事实上,现行的建筑防火规范是对当时已有建筑的总结,不可能满足当时和当前所有建筑的要求,对于“突破规范”建筑的设计方案,各地多数靠的是组织专家论证会的形式来解决。而“专家论证”就是现在所说的“性能化消防设计”的雏形,其主要依据则是靠专家们以往的经验或针对“突破规范”建筑的设计方案利用一些数学模型进行模拟试验等,用这些方法来解决传统方式解决不了的问题。

(2) 单独设防,缺乏综合考虑和系统兼顾 现行的建筑消防技术规范常常要求业主在建筑耐火结构、防火分区、消防给水、火灾监控、防排烟等方面层层设防,投资较大,而未能将各单一的防火、灭火措施的作用统一考虑,结果造成消防投资的片面性和极大的浪费。对规范界定为同类但在细节上有很大不同的具体建筑来说,规范的规定仍然过于笼统。因此,依照规范实施的消防设计可能对部分建筑物的要求过严,而对另一部分建筑要求又过于宽疏。无论从安全上还是从经济上都不合理。因为不同工程项目有不同的内部功能、使用要求、建设标准,以两栋每层建筑面积均在 6000m^2 以下,建筑高度分别为 25m 和 49m 的办公楼为例,其建设规模、标准、资金投入区别是非常大的。但是按《高层民用建筑设计防火规范》的划分标准,两个建筑同属于二类高层建筑,对于建筑防火设计是按照相同标准的参数和指标进行的。

现行的《建筑设计防火规范》将建筑物按照使用性质和建筑高度进行了粗略地划分,并依此区别建筑防火设防措施,而没有考虑该建筑物周围的环境因素和该地区乃至建筑物内部使用人员的消防安全意识及素质,是现行处方式技术规范的另一弊端。例如:利用天然水源的问题。现行规范对于建筑物统一要求设置消防水池,而并未考虑有天然水源的是否就可以取消建筑物的消防水池。尤其对于幅员辽阔的我国来说,南北方的气候差异和东西部经济发展的不平衡是一个客观现实,统一采用现行建筑防火设计方法进行消防设计,是很难达到全面、可靠、安全的效果的。

(3) 不利于新技术、新材料的推广使用 现代科学技术飞速发展,新材料、新产品、新技术不断涌现,尤其是计算机技术和通讯技术的发展,在很大程度上推动着消防技术的发展。但由于当年制定规范时对所用技术和材料均做出了明确规定,使得随着时代的发展在当前设计时在采用新材料、新技术方面较为限制,不能满足时代发展的需要,限制了建筑技术的进步和建筑艺术的发展;限制了在建筑结构、造型等方面突破、创新的要求;限制了建筑物的应用功能;也限制了设计人员构思的自由度。

(4) 不能适用于特殊建筑的消防安全要求 “处方式”规范规定的设计参数和指标,难以对任何建筑工程都一概而论,当遇到规范条文无力涵盖的特殊工程时,设计人员就无法找到有针对性的设计方案,而这些建筑物多是一些形式非常特殊、功能非常特定及火灾危害性突出的场所。

第三节 既有建筑防火改造对策

由前两节可知,建筑不符合现行防火规范的原因主要有三个:一是历史原因,如建筑物在当初修建的时候,国家尚未出台相应的消防技术规范;二是缺乏监管,有的建筑在使用过程中功能和材料发生改变,导致建筑的防火等级满足不了规范的要求,而在此过程中建筑所有者、使用者缺乏对火灾安全的足够重视,抱有侥幸心理;三是存在投资难度相当大的问题。有些营业性单位、人员密集场所,如宾馆、医院,要增加系统不能影响正常营业,不能整体停下来,只能一步步来整改,整改时间较长。针对这些原因,采取的对策也有三个:一是对建筑进行消防投资,采用合适技术加以改造,使其消防水平增加,达到现行的防火规范;二是加大消防部门宣传及监管力度,让业主和建筑使用者认清火灾的危害,提高防火安全意识,同时对重点区域进行监督,限期整改,必要时采取果断措施停业或关闭;三是在进行消防投资时要考虑到消防投资的经济性。每一笔投资都要使其起到最大的提升效果,各业主得到消防投资的利益后再进行进一步的投资,使其投资资金能够周转到位。也就是说进行消防投资时要有计划、有步骤地进行。

在这些对策的制定中,最大的问题在于对火灾危险性的评估以及安全有效的改造措施的引入。对建筑进行定期、科学的火灾风险评估,可使建设方、使用者和消防管理部门了解新建、在建、已建的建筑物存在的火灾隐患以及发生火灾的可能性和后果严重程度,能够更加客观、准确地认识火灾的危险性,进而有针对性地提出消防对策,降低建筑人员和财产的损失,同时还可可为保险业制定合理的保险费率提供科学依据。引入安全有效的改造措施是提高建筑消防水平的最直接手段,但是还要考虑到安全等级与消防投入的矛盾,一方面要达到较高的安全等级,另一方面要降低消防投入。

第四节 既有建筑防火改造基本程序

1. 既有建筑防火改造基本程序包含如下几方面

- (1) 确定评估对象;
- (2) 确定改建方案的性能指标;
- (3) 进行改建前消防现状的风险评估;
- (4) 修改、完善设计并进一步评估验证确定是否满足所确定的消防安全目标;
- (5) 对待选方案进行最优决策;
- (6) 对最优方案进行性能化分析验证;
- (7) 编制设计说明与分析报告,提交审查与批准;
- (8) 专家评议。

2. 确认评估程序——以安全检查表法为例

本程序是对评估对象进行初步筛选,采用简洁、直观的方法,确定进行安全评估的必要性以及掌握评估对象防火条件的概况。

安全检查表法就是制订安全检查表格,并依据此表实施安全检查和火灾危险控制。参考

火灾安全规范、标准、系统地对一个可能发生的火灾环境进行科学分析,找出各种火灾危险源,依据检查表中的项目把找出的火灾危险源以问题清单形式给出,并制成表,以便于安全检查和火灾安全工程管理。

由于检查的对象和目的不同,安全检查表可设计为多种形式。根据检查的目的和范围,可分为防火设计用安全检查表、日常检查用安全检查表、火险隐患整改安全检查表、专项安全检查表等;按检查的重点和细致程度,还可分为单位安全检查表、部门安全检查表、岗位安全检查表等。

3. 风险评估程序——以模糊分析与危险度结合的火灾风险半定量评估方法为例

采用数学手段,对确认进行评估的对象进行火灾风险评估,以得到更为精确的评估结果。

模糊分析与危险度结合的火灾风险半定量评估方法是将危险度分析法和模糊分析法有机结合,以尽量减少人的主观影响。

(1) 危险度分析法 这种方法需要把分析对象(系统)划分为若干单元,根据需要,每个单元还需进一步划分为若干因素。分别从火灾可能和火灾危害等方面来分析各因素的火灾危险度,进而用加权平均的方式确定系统的火灾危险等级。

原则上说,用这种方法可把一个系统分为多个层次,但包括的层次越多,最终的分析结果越粗糙,甚至会掩盖住某些重要的危险信息。因此一种模型涉及的层次不宜过多,一般取为二、三层,并可分别称为系统、单元、因素。

各个组成因素的危险度是进行系统危险分析的基础,通常采取专家评判的办法确定。让多名专家根据自己的经验分别对各个因素的危险程度划出等级。这种危险度是综合足够多专家的意见而确定的,应有较大的可信度。

(2) 模糊分析法 模糊分析是一种对不宜定量的多因素事件进行半定量分析的方法。它可将某种定性描述和人的主观判断用量级形式表达,通过模糊运算用隶属度的方式确定系统的危险等级。模糊处理可在一定程度上检查和减少人的主观影响,从而使分析更科学。

进行模糊分析也要将系统分解为若干因素,先分别确定各因素的危险度及权重,在此基础上对系统的火灾危险度作出综合分析。模糊分析的步骤与危险度分析法类似,但数值的选取方法有所不同。

4. 最优决策程序——防火改造方案的最优选取

目前,在重大项目的消防投资中存在着两种错误倾向:一种是盲目增加投资,使消防工程造价过高,既造成了巨大的浪费又影响了安全决策的科学性和合理性;另一种错误倾向是极力压缩消防投资,认为消防投资是一种非生产性的投入,是一种没必要的投资,因而导致消防安全性常常难以保障。

本方法采用和经济效益最大化原则,对一定量的投入如何实现火灾安全度的最大提升进行分析,为火灾防治方案提供理论依据,使消防投资决策更加科学、合理。

5. 可行性验证程序——性能化评估

制定防火设计规范的基本目的不是限制新型建筑的发展,而是设法保证建筑物的防火安全。因此防火设计规范应当通过自身的逐步完善以适应不断出现的新型建筑的需要。这样依据特定建筑物的火灾特性确定其防火设计方案便成为历史的必然选择。

火灾安全工程学的发展为改进建筑物的防火设计创造了条件。现在,国际上建筑界与火灾科研界的很多人士均指出,应当以火灾安全工程学的思想为指导,建立以火灾性能为基础

的建筑防火设计规范,简称“性能化设计规范”。

建筑物的性能化防火方法涉及性能化防火分析、性能化防火设计和性能化设计规范三个基本方面。性能化防火分析是建筑火灾风险分析的一种形式,它将根据建筑物的结构特点,通过定量计算,用某些物理参数描述出火灾的发生和发展过程,并分析这种火灾对建筑物内的人员、财产及建筑结构本身的影响程度,从而为采取合理的消防对策提供基本依据。与以往的火灾风险分析不同的是,性能化防火分析更加强量化分析。这种分析可以加深人们对该建筑物的火灾特点和规律的认识,因此它是性能化防火方法的核心。

性能化防火设计是在性能化防火分析的基础上所进行的建筑物各种火灾防治系统的设计行动,它将综合建筑物业主的安全要求、建筑物的现场条件、有关的安全规定等,做出建筑物防火系统的具体设计方案。并且要对各种可采用的设计方案进行比较评估,从中选出最终的实施方案,完成相应的设计文件等。

国外的研究与运用结果表明,性能化防火设计方法具有以下一些优点:

- ① 设计方案更加合理,能有效地保证建筑设计达到预期的防火安全目标;
- ② 设计方法更加灵活,有利于充分发挥设计人员的才能和创造能力;
- ③ 可以在保证相同火灾安全的基础上减低建筑成本;
- ④ 有利于新技术、新材料、新产品的开发、推广和应用;
- ⑤ 有利于设计规范和标准的国际化等。

概括起来,性能化设计方法可使建筑物的防火安全目标、火灾损失目标 and 设计目标实现良好统一。与传统的“处方式”设计方法相比,这种设计方法能够大大改进建筑防火设计的科学性和合理性,从而可带来良好的社会效益和经济效益。

第五节 既有建筑防火改造有效性的评估标准

对既有建筑防火改造有效性进行判断时,主要依靠火灾危险性评估结果来衡量。根据既有建筑防火改造基本程序,火灾风险的定量评估和可行性验证(性能化评估)可作为既有建筑防火改造有效性的判定标准。

1. 火灾定量评估——危险度分级

建筑火灾非常复杂,其影响因素有较多的关联性、层次性和目标性。由于要评估的建筑物的诸多因子都具有模糊性,所以采用模糊数学的方法来进行评判是较为合适的。与其他方法相比,模糊综合评估能更好地解决建筑火灾防火评估中的复杂因素。本方法由定性分析开始,通过研究构成建筑防火诸要素的作用及相互关系,定量地给出总的评估结果。

(1) 建筑火灾评估指标等级及区间的确定 根据我国《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB 50292—1999)将已有建筑物的可靠性水平划分为四级,这里也采用了类似的分级标准。一级,符合国家现行标准规范要求,火灾风险水平可以接受,仅局部区域宜采取措施;二级,略低于国家现行标准规范要求,火灾风险水平基本可以接受,仅局部区域应采取的措施;三级,不符合国家现行标准规范要求,火灾风险水平不可接受,必须采取措施;四级,严重不符合国家现行标准规范要求,火灾风险水平绝对不可接受,必须立即采取措施。每级评分考虑到人们对事物变化的心理测度,并考虑级差的规整性,得到火灾风险评估指标各等

级的分值范围如下:

一级 0~15 分; 二级 15~40 分; 三级 40~70 分; 四级 70~100 分。

(2) 模块化综合评估指标体系的构成 指标体系的建立是进行建筑火灾风险评估的基础。选择的指标是否全面、客观, 指标的确定是否准确、实际, 都关系到整个评估结果的实用性和准确性。通过设定火灾场景, 运用相关的分析方法对火灾中的危险源进行辨识, 寻找出与火灾危险性相关的因素, 并通过事故致因理论和相关的安全分析方法寻找出各指标之间的层次关系, 从而建立起完整的、科学的指标体系。

(3) 模糊综合评估模型 模糊分析是一种对不宜定量的多因素事件进行半定量分析的方法。它可将某些定性描述或主观判断表述为一定的“度”或“级”, 然后通过模糊运算用隶属度的方式确定系统的危险等级。进行模糊分析要分别确定各因素的危险度及权重, 进而在此基础上对系统的火灾危险度作出综合判断。模糊分析可在一定程度上减少人的主观影响, 从而使分析更科学。

2. 防火改造有效性——性能化判定

(1) 火灾场景与火灾增长分析

① 火灾场景 火灾场景的确定应根据最不利的原则确定, 选择火灾风险较大的火灾场景作为设定火灾场景。火灾风险较大的火灾场景一般为最有可能发生, 但火灾危害不一定最大; 发生的可能性较小的火灾场景有可能产生的火灾危害大。

② 设定火灾 在设定火灾时, 一般不考虑火灾的引燃阶段、衰退阶段, 而主要考虑火灾的增长阶段及全面发展阶段。在评估火灾探测系统时, 不应忽略火灾的阴燃阶段。在评估建筑构件的耐火性能时, 也不应忽略火灾的衰退阶段。

(2) 烟气流动分析

① 烟气流动与火灾发展的关系 在既有建筑火灾模拟计算中, 烟气流动计算应主要包括羽流流动、顶棚射流和开口流动的计算。描述羽流流动状态和顶棚射流状态的经验公式均与火源的热释放速率密切相关。开口流动宜先计算中性层的位置, 再计算中性层上、下方流出与流入着火房间的烟气流量和空气流量。当烟气在相邻房间之间流动时, 流入的热烟气即为相邻房间能量计算的源项。中性层位置的计算、开口的对流计算均取决于热烟气层和冷空气层的温度, 而温度的计算取决于与火源热释放速率密切相关的能量守恒。

对烟气流动的计算分析一般分为轰燃前和轰燃后两个阶段。在轰燃发生前, 采用两层区域模型或 FDS 模型能够较好地描述建筑火灾的烟气发展情况。在轰燃发生后, 采用单区域模型能够较好地描述建筑火灾的烟气发展情况。

② 烟气流动的计算方法及模型选用原则 室内烟气流动的模拟方法主要有: 简化计算方法和质量及能量守恒计算方法。简化计算方法比较保守, 它以火灾最大发展规模为依据, 不能反映火灾的发展过程。质量及能量守恒计算方法能够近似地反映火灾的发展过程。

火灾烟气计算机模拟模型有经验模拟(专家系统)、半物理模拟(区域模拟)和物理模拟(场模拟)三类。选用模型时, 应遵循以下基本原则:

- 相似性、精确性、简洁、经济和运算时间不应过长;
- 当起火房间内烟气分层比较明显, 需要研究烟气层高度及温度等情况对人员的影响, 而且要求精度不是很高时, 应该选用区域模拟的方法;
- 当需要精确研究起火房间的各物理参数, 或研究区域为高对流区域时, 应选用场模拟的方法;
- 当需要研究远离起火房间的区域时, 宜选用网络模拟的方法。