

防火技术

由伦敦大火谈我国高层建筑楼群的
消防安全风险及管理*张昊^{1,2},张靖岩¹,李宏文¹

(1. 中国建筑科学研究院,北京 100013;2. 北京科技大学,北京 100031)

摘要:通过分析导致伦敦格伦菲尔居民楼大火失控原因,探讨英国在消防标准、监督审查、灭火救援以及安全管理等方面的不足,为我国高层建筑火灾防治工作提供经验教训和安全警示。结合国情,指出我国高层建筑楼群消防安全面临的危险因素。提出如何利用我国制度优势,强化高层建筑火灾防控工作。

关键词:伦敦火灾;高层建筑;安全风险;安全管理

中图分类号:X913.4,TU971

文献标志码:A

文章编号:1002-784X(2018)01-0001-05

2017年6月14日,位于英国伦敦市肯辛顿地区的格伦菲尔居民大楼发生严重火灾(见图1)。这座格伦菲尔塔公寓楼建于1974年,高24层,内有120套公寓,最多容纳居民人数为600人。消防队出警迅速,第一辆消防车6 min赶到现场,共出动45辆消防车,200多名消防员参加灭火,但大火还是迅速吞噬了这座70 m高的大楼,24 h后火势才被扑灭。根据目前公布的数字,火灾至少造成80人死亡和70人受伤,成为英国自20世纪以来最严重的一起火灾事故^[1]。



图1 伦敦格伦菲尔公寓楼火灾状况

1 伦敦大火的原因及灭火救援、消防管理存在问题分析

伦敦启动了对该起事故的公开调查,包括刑事调查、火灾成因调查和试验以及有关部门、组织的职责调查等,预计调查工作将持续至2018年。透过国内、国外媒体对事故有关线索以及事故调查进展的报道,可以对伦敦大火的起火原因、蔓延发展以及灭火救援、消防管理问题进行分析梳理。

1.1 火灾原因分析

造成火灾事故的直接原因是4层公寓内名为Hotpoint品牌的电冰箱,可能由于电力激增引起着火。冰箱火情在几分钟之内即被消防人员扑灭,真正导致火势迅速在全楼蔓延的是2015—2016年翻新工程中增加的外墙保温系统。

(1) 有报道披露,由于预算原因改变中标方,采用了价格较低的外墙绝热保温材料,绝热材料采用PIR泡沫板,饰面层采用铝制聚乙烯夹芯板(exterior cladding: aluminium sandwich plates with polyethylene core),其可燃性取决于绝缘芯材料(见图2)。在我国,聚乙烯的燃烧性能为B2级,属于可燃级,不得用于建筑外保温,按照欧盟标准不允许18 m以上建筑使用,美国将其列为12 m以上建筑禁用建材。

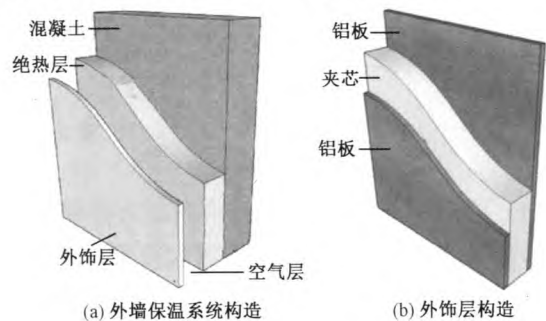


图2 大楼翻新后的外墙保温系统结构

(2) 绝热层和外饰层之间留有50 mm的空腔,为“烟囱效应”的发生提供了绝佳的条件,源源不断的空气由中性面以下室外空间补入,空腔内形成了由下向上的热气流,夹带火焰与烟气迅速向大楼4层以上蔓延,导致外立面大面积燃烧,火焰随后进入建筑内部各

* 基金项目:中国建筑科学研究院应用技术研究课题:超瘦高中庭烟气控制关键技术研究(20150111330730049)

层。烟囱效应发生时,热烟气垂直上升运动的速度可达到 $3\sim 4\text{ m/s}$,对于这座近 70 m 高的建筑,顷刻间即可到达建筑顶部,再加上建筑外部风场作用,促进了火势发展。

1.2 灭火救援存在问题分析

(1) 火灾探测与警报装置失效,许多居民未能通过警报迅速得知火情。火灾自动报警系统是火灾发生时的第一道防线,其目的是在火灾初起阶段警示建筑内人员疏散逃生,相关管理人员采取紧急的应对措施,并控制建筑内的排烟、灭火等消防设施启动。格伦菲尔大楼的火灾发生在深夜,加上报警系统失效,意味着贻误了宝贵的逃生和灭火时机。

(2) 初期灭火手段缺乏或失效,大楼内未安装自动喷水灭火系统,灭火器年久失效。自动喷水灭火系统对于扑救初期火灾、控制火灾发生规模具有显著的作用。如若设有该系统,喷头动作喷洒将会有效控制电冰箱引发的小火,避免其蔓延至厨房以外区域,这场

惨痛的悲剧则不会发生。

(3) 由媒体曝光的建筑图纸可以看到,整座大楼仅设置一个封闭楼梯间和一个安全出口,且与电梯井邻近设置。高层建筑因高度高、人员多、疏散距离长,安全疏散和灭火救援难度很大,无备用安全疏散通道存在很高风险。火灾中电梯井极易成为烟火竖向蔓延通道,疏散楼梯与电梯井邻近,受到烟火侵袭的安全风险极高。同时,封闭楼梯间安全系数较低,因缺乏防烟措施不能防止烟气侵入。在我国国家标准中,强制要求高层住宅建筑每个单元每层的安全出口不少于2个,高度超过 33 m 必须设置消防电梯和防烟楼梯间,且楼梯间应具备自然通风条件或设置正压送风系统以确保安全^[2]。从这两个方面看,格伦菲尔大楼在安全设计上存在严重缺陷,楼梯间被大火和浓烟覆盖,作为室内人员唯一逃生路径,逃生的可能近乎为零;作为消防队员唯一可进入建筑内的通道,灭火救援面临巨大的挑战(见图3)。

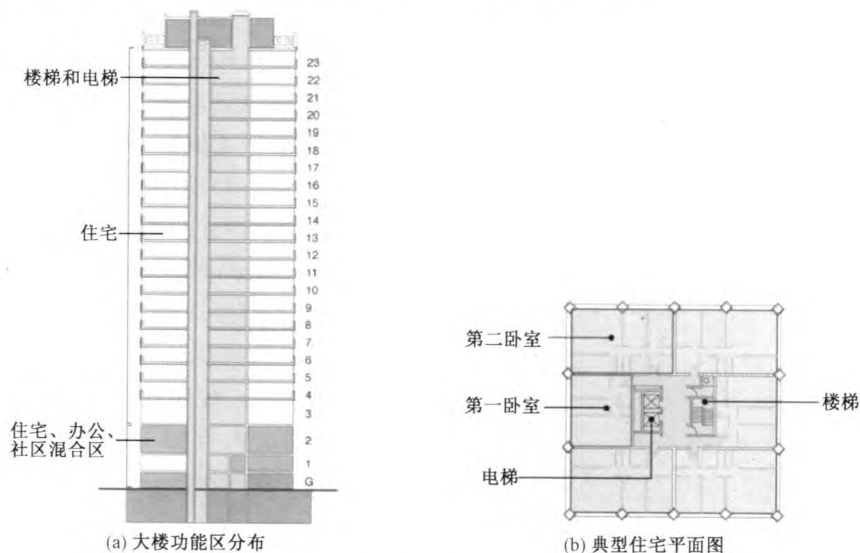


图3 格伦菲尔大楼疏散楼梯间

(4) 消防车作业受到阻碍,举高能力有限,加之建筑内部本身的消防设施缺陷,伦敦大火无法在短时间内得到有效控制。伦敦消防部门在得知火情后出动迅速,但格伦菲尔大楼周围通道狭窄,只有北面和东面道路勉强具有停车作业空间,到达后因消防车无法通过、作战行动受阻,可能错过了第一时间控制火势,最终只有2部消防车投入到灭火作战。另外有关信息显示,伦敦消防器材配备不足,伦敦消防的登高车举高高度仅有 32 m 。

1.3 消防管理存在问题分析

(1) 火灾发生后未及时引导居民逃生自救,缺乏

其它外部辅助逃生手段。格伦菲尔大楼管理者警示居民公寓户门可抵挡 30 min 火灾,火灾非发生在本户内时应关闭门窗、原地等待消防队救援。直至火灾发生 3 h 后才开始紧急引导楼内居民放弃等待、自行疏散。但此时火情已经发展失控,大量人员被困,有居民自造绳索试图逃生,还有婴童被从高楼层扔下。最终由消防队救出的人数仅为 65 人。因火灾发生具有随机性,火场内的情况通常十分复杂、难以预见,这样的逃生方式是有限定条件的。对于具备足够耐火性能、划分防火单元、进行防火分隔并配备了完善的消防设施的建筑而言,火势通常可以控制在局部区域内,留在原地等

待救援是安全的,但是对于消防设备不完备、本身存在一定防火缺陷的建筑而言,这种做法无疑是十分危险的,很可能因此失去了最宝贵的逃生时机。

(2) 大楼日常安全管理混乱,消防设施疏于维护。一份2012年的火灾风险评估报告称,大楼内的消防设备四年未经检修,灭火器均已过期。疏散楼梯间内摆满了床垫等杂物、垃圾。可见由于整座大楼缺乏必要的安全监管和设施维护,已基本失去了消防自救的能力。

(3) 政府及主管部门监管不善,忽视安全问题,未能采取有效的改进措施。面对格伦菲尔大楼居民对安全问题多次的申诉,以及2009年东伦敦一座塔楼6人死亡的火灾事故教训,政府及相关部门搁置消防安全审查,无视高层建筑存在的安全隐患以及加装自动喷水灭火系统等改进措施的诉求。在存在如此多风险的情况下,2016年翻新工程完成后,格伦菲尔公寓楼被官方认定为中等火灾风险等级,即一般的火灾风险。

2 伦敦火灾失控的经验教训及安全警示

造成伦敦大火失控的原因是多方面的,暴露出英国在建筑安全监管上的诸多漏洞,其背后隐藏着建筑消防设计、监督审查、安全管理、灭火救援等多层面的缺陷及隐患。从这些角度来看,这样一起悲剧并非偶然发生,而是必然的结果,对于英国乃至全世界都是一次惨痛的警示。这次事故教训值得引起我们对高层建筑火灾防治以及安全管理的反思。

2.1 规范消防设计

(1) 电气火灾的高发性和普遍性,仍需重点防范。因电器产品及电线电缆等电气故障引发的火灾比例居高不下,根据2016年中国消防的统计数字,电气火灾占火灾总数的30.4%,夏季更为高发,规范电气产品的消防设计是减少电气火灾的重要保障手段。

(2) 科学和适用的技术规范体系是安全保障的基石。伦敦大火案例中,保温材料的选用以及疏散通道设计反映出英国的消防管理规定存在明显缺陷。对于消防风险突出的高层建筑,允许采用燃烧性能低的保温材料,设计疏散通道与安全出口数量不足、平面布局不合理、楼梯间安全系数不够、未设置消防电梯,这些安全设计层面的缺陷从根本上为火灾发生及失控埋下了隐患。

(3) 节能保温和消防安全之间的矛盾是必须要认真、迫切面对的难题。近年来因建筑保温材料引发的火灾已屡见不鲜,仅中国就发生了2009年中央电视台

新台址文化中心火灾、2010年上海静安区公寓大火、2011年沈阳皇朝万鑫酒店火灾等多起严重的火灾事故。因外墙保温材料燃烧性能不达标或防火措施不到位,一旦由外来火源引燃,火势发展迅速,极易由点发展到面,形成全楼的立体燃烧,造成火情全面失控,而常规消防设计通常按建筑物内同时发生一处火灾考虑,用水量、排烟量等关键参数指标均在此原则下计算得到,在此情况下,建筑内部消防设施已是杯水车薪,外围控火任务异常艰巨。我国保温材料多为高分子有机化合物,尽管进行了阻燃处理,但当发生火灾时,还是会引起燃烧。严格控制建筑保温材料的产品质量,提高保温材料的燃烧性能和采用安全合理的施工技术,是减少此类火灾发生的重要措施^[3]。

(4) 高层建筑中烟囱效应必须严防。高层建筑内楼梯间、电梯井、管道井、垃圾道等大量竖向通道极易发生烟囱效应,是造成火灾迅速大面积蔓延的罪魁祸首,采用合理的防火分隔、防火封堵措施是消防设计中不可忽视的部分^[4]。

2.2 加强灭火救援

(1) 消防设施对于高层建筑初期火灾扑救以及后期内部控火的作用不可忽视。高层建筑火灾扑救和人员搜救仍然是公认的世界性消防难题,提高高层建筑自身防火、灭火能力,依靠建筑内配置报警、排烟、灭火等适当的消防设施及时发现火情、扑灭火情、控制火势发展、延缓危险时间,是应当坚持的原则。

(2) 高层建筑疏散应立足于“自救互救”,建立在对建筑安全性能和外部救援依赖的基础上并不可靠。以保障内部疏散通道安全性为根本,引导第一时间逃生的疏散策略更为积极和有效。在中国消防设计中采取了前室、加压送风等防烟措施,对应急照明、疏散指示标志做出明确的规定,均是为了引导被困人员可以快速、安全疏散逃生^[5]。除此之外,利用消防电梯、外部辅助疏散等多种疏散手段,将为生命开启新的安全通道。对于外部救援能力受限以及建筑内部疏散能力不足的现状,借助一定的辅助工具运用室外空间进行安全的室外疏散是一项新的举措。美国NIST一项关于疏散逃生的报告指出,对于高层、超高层建筑,单纯改善内部的疏散路径虽然重要但却远远不够,而室外应急疏散则存在较大的潜力和发展空间。

(3) 自救能力薄弱的既有建筑,因各种条件无法实施安全改造时,可以通过设置简易自动喷水灭火系统、楼梯间直灌正压送风系统、独立火灾自动探测报警系统、火灾漏电保护系统等经济适用的消防安全替代技术,弥补自身缺陷、提高建筑消防安全水平和自救

能力。

(4) 由伦敦大火,我们再次看到在面对高楼大火灭火救援时的不足和无奈。未来,提高高层建筑灭火作战和救援能力仍然是消防方面需认真面对和不断努力攻克的艰巨任务。

2.3 提高消防规划管理水平

(1) 因为道路局限性致使消防车无法投入战斗的情况,伦敦大火已不是个案,可能因此而贻误控火时机、导致发展失控。消防车行驶要求道路具有一定的宽度、高度和转弯半径,高层建筑需要消防车登高作业场地,对场地长度、宽度、坡度、承重能力都有所要求,但是高层建筑大部分有地下附属建筑,导致消防道路路面承重力下降,架空电力、通信、电车管线、广告牌、道路绿化带、街道护栏等都可能致使消防车辆无法展开作业,在城市建设规划以及消防设计中都应引起足够重视。

(2) 管理和督导机制是保证技术与设备有效的质量保证。伦敦大火固然有客观的原因,但因人为因素造成在设计、使用、管理、维护、改造等方面的漏洞,是促使大火发展失控酿成灾难性后果的重要原因。

(3) 保证合理充分的安全资金投入,保证与城市建筑楼群匹配和充分的消防作战器材装备,在设计与建设中做到“以人为本”,不以牺牲建设质量、牺牲安全性来减少造价,避免事故可能造成的更大的生命代价和社会成本。

3 我国高层建筑楼群消防安全面临的风险

我国正处于大规模城市化进程之中,大量的人口与经济活动在城市中聚集,促进了城市的新一轮发展,同时也带来了城市空间资源短缺、土地昂贵、房价攀升等问题,高层建筑的建设适应了社会经济的发展需求,也是城市空间中的重要组成部分,各个城市都必须直接面对高层建筑布局群落化和功能综合化所带来的各方面的影响。对高层建筑楼群发展应着重考虑如何正确的引导和如何进行有效的安全管理。由于我国人口、土地及经济发展水平的国情,城市化高层建筑楼群尚面临着下述几个方面消防安全管理的风险^[6]。

3.1 建筑自身存在风险

(1) 我国高层建筑发展呈现两个趋势:①不断地向高空发展,城市高层、超高层建筑的数量日益增多,且数量庞大。据统计,我国现有高层民用建筑 36 万余栋,超高层建筑 8500 多栋,已经成为世界超高层建筑的中心;②在人口与资源高度集中的背景下,高层建筑

的建设逐渐朝着大规模综合群体的方向发展,愈加现代化、大型化和多功能化。楼层高、功能复杂、设备繁多带来了更加突出的消防安全问题,灭火作战和人员疏散难度非常大、形势非常严峻。

(2) 住宅的比例逐年上涨,人口的聚集使得住宅将占据城市高层建筑楼群的主要地位,根据我国历年火灾的统计数字,住宅火灾人员伤亡最多,占到亡人总数一半以上。按照我国目前的建设标准,一类高层住宅才要求在建筑公共部位设置火灾自动报警系统,超高层住宅才要求设置自动灭火系统,住宅的消防设施要求相对较低,仍然以室内消火栓为主。另一方面,住宅楼群的消防安全交由物业公司管理,我国城市化楼群的物业管理起步不久,“重防盗、轻防火”仍是普遍做法,很少配备专业的消防管理人员,消防安全管理、监督、宣传和教育等缺乏有效的监管机制,容易形成消防安全监管失控。

(3) 我国仍然存在大量老旧小区与既有建筑。老旧小区的年代久远、基础设施老化,杂物堆积侵占道路问题严重,用火用电随意,非常住人口多、流动性大,消防安全意识淡薄,消防管理普遍较差。既有老旧建筑的建设安全标准已较为落后,可能存在内部消防设施陈旧甚至并未设置、建筑内线路、设备增改加大建筑火灾荷载和火灾风险、建筑使用年限较长、设计功能与实际使用功能差异较大等因素,安全问题十分突出。

(4) 近年来居民生活水平提高,建筑装饰越来越高档,更加追求节能与美观,保温、吊顶、墙面、地面等装饰装修使用了大量的高分子材料等可燃物,忽视了防火性能要求,使得建筑火灾荷载加大,火灾风险性增高。

3.2 消防管理存在风险

(1) 在市场趋利导向下,消防安全设施的现状令人堪忧。消防工作不产生直接经济效益,管理单位更愿意将有限的资金投入能够产生明显回报的生产和消费中,在火灾预防上的投入只为勉强应付监管部门的检查或是为“转嫁”风险。前几年,公安部在对全国五个省、市建筑消防设施进行的抽查中发现,有 70% 的建筑消防设施未按规定配齐或者不能正常运行,普遍存在着设施损坏、缺失等问题。不少单位为节约开支,擅自消减用于消防设施定期维护保养、检修的资金,使得消防设备形同虚设。

(2) 城市内私家车数量急剧增多,车辆停放占用消防通道、消防救援场地的情况非常普遍、屡禁不绝,这对我国城市化高层建筑楼群消防救援仍然是不可忽视的安全隐患。

(3) 相比单一建筑的灾难事故,建筑楼群表现出

火势蔓延快、人员疏散难、救灾艰巨、风险隐患多等灾情特点,而目前我国在高层建筑楼群火灾防控管理上存在公共部门管理合力弱、力量单一,非政府部门管理缺少联动,社会公众管理缺少系统平台等缺陷。

(4) 消防安全管理从业人员素质较低。从事物业安全管理、自动消防设施操作、消防控制室值班、消防设施检查、维护与保养等相关工作的人员,仍然以低学历人员为主,没有扎实的知识体系积淀和良好的职业道德素养。即便是社会单位的消防安全管理者,也普遍缺乏对火灾发展机制、建筑防火原理等的了解,对消防安全的重要性、严重后果认知不够。尽管国家已要求需取得相应资格证持证上岗,但是对于如此复杂的消防体系,自动消防系统的运行控制、各类消防设备的安全管理和检查维护、火灾时应急处置等,这种短期速成的培训远远不够。从业人员的能力建设不足也是目前面对一大风险。

(5) 社会公众消防安全需求不强,消防安全素质缺乏。在我国,消防教育没有作为国民素质教育来抓,造成公民对消防安全的认识仅限于生产生活中积累的有限经验,人们对于社会公共安全的主体需求意识不强。从近年来发生的重特大火灾事故调查中显示,80%以上都是由于民众安全意识淡薄,不懂基本的消防安全常识所致,48.6%的人群在火灾发生时不懂得如何逃生自救,52%的学生不认识消防安全标志,缺乏消防安全素质和常识是我国的国情现状,其导致我国社会公众未能充分发挥自发监督作用,而形成了消防管理很大程度上依赖消防部门“家长”管理角色的畸形状态。由伦敦火灾事故可以看到,英国民众对于消防安全的认识和诉求,远远在我国民众之上。

4 我国高层建筑火灾防控优势及建议

尽管我国高层建筑消防安全形势严峻,面临诸多风险,但是也应看到我国在消防安全技术发展中的长足进步以及政府不断努力建立的严格管控制度。

4.1 发挥制度优势

虽然我国的技术规范体系建立虽然起步较晚,但在制定时借鉴了诸多世界发达国家经验,近年来国内自主开展大量科学研究工作,注重科研成果应用转化,同时又不不断吸纳国内、国外火灾事故教训,促使我们的技术要求不断更新、完善,形成了一套较为严格和系统的技术规范体系。站在中国规范的角度看待伦敦大火,大楼使用的外保温材料及保温系统防火构造、疏散设计、消防车道和救援场地等安全隐患都是不能被接受的。

同时,我国建立了政府统一领导、部门依法监督、单位全面负责、公民积极参与的消防工作局面,全面施行消防安全责任制。制定了建设工程消防监督管理、检查管理规定,执行严格的建设工程消防设计审核、验收、消防备案和检查制度;对消防安全管理主体、对象、依据、原理、方法和目标等进行了界定,建立安全疏散设施管理、消防控制室值班、防火检查、巡查、消防设施器材维护管理等一系列消防安全制度。在此基础上,公安部进一步界定火灾高危单位,将火灾荷载较大、人员较密集的高层建筑纳入,要求每年进行消防安全风险评估并备案。这些制度的建立和实施,为从设计、施工、使用管理、维修等方面贯彻消防安全工作提供了保证。

4.2 建议

吸取伦敦大火的经验教训,利用我国制度优势,多管齐下强化高层建筑的火灾防控,防止重特大火灾事故发生,未来需做好以下几个方面的工作:

(1) 高层建筑重在预防,有必要开展针对性的消防安全专项检查。

(2) 利用监管机制优势,严格控制高层建筑在建设、运行和管理各环节的风险。

(3) 发挥消防技术特长,提高高层建筑防火、自救能力。

(4) 开展消防宣传和教育培训,提升公众消防安全意识和自防自救技能。

(5) 加强消防部队建设,提高高层建筑灭火救援能力。

(6) 合理规划高层建筑楼群建设,融入消防安全理念。

(7) 支持科学研究及技术进步,提升我国高层建筑火灾防治水平。

在为伦敦大火事故中遇难者哀悼的同时,我们要做的更多的是去痛定思痛,深刻反思,部署未来。聪明的人善于从他人的事故中吸取教训,对于人口密度集中并且拥有全球最大面积高层建筑的中国而言,动员全民、全社会力量,将消防安全观念融入到社会工作的每个角落,利用技术创新、制度优势,多管齐下扎紧中国高楼安全网,保障我国人民的生命财产安全,需要政府监督部门、社会单位、消防工作者以及每一位公民坚持不懈的共同努力与担当。

参考文献:

- [1] 公消[2017]191号.公安部关于吸取英国伦敦“6·14”火灾教训 强化高层建筑火灾防控工作的通知[S].

防火技术

基于层次分析法的消防网络舆情预警研究*

魏 阳,张 鹏,夏一雪,李昊青,兰月新

(中国人民武装警察部队学院,河北 廊坊 065000)

摘要: 针对消防部队目前受网络舆论影响这一常态化情况,而如今又缺乏对消防网络舆情处置措施的研究,因此如何采取及时有效的措施引导和管控网络舆论是消防部队面临的新课题。本文对消防网络舆情预警研究现状和研究方法进行探讨,以信息特性、事态扩散和网民反应三个主体指标为基础初选出评估指标,采用问卷调查的方式对初选评估指标进行筛选。然后运用层次分析法对指标权重进行赋值,划分了预警等级,构建出了消防部队网络舆情预警评估体系。研究结果丰富了消防网络舆情预警的研究方法,为消防网络舆情事件预警分级及合理引导消防网络舆情具有一定参考价值。

关键词: 消防部队;层次分析法;网络舆情;预警

中图分类号: X913.4, TU714.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-784X(2018)01-0006-06

消防部队在执行灭火及抢险救援任务时,由于受到时间和环境各方面约束,出现未能及时将灭火或抢险救援现场进行说明的情况,而网络世界的便捷性与传播广泛性使得消防部队受到网络舆论的影响也趋于常态化。例如在“天津‘8·12’爆炸事件”和“天津蓟县火灾”等消防网络舆情事件中,消防部门缺乏在第一时间采取合理有效的网络舆情事件预警和合理有效的管控措施,最终导致网络舆情事件对消防部队声誉造成了一定的不良的影响^[1-2]。目前,消防部队应对网络

舆情的研究还处于摸索探讨阶段,针对应对舆情的方法研究还比较少,采取及时有效的引导和管控措施成为了消防部队面临的新难题。因此,研究如何采取合理措施和方法、正确评估消防舆情风险具有一定的现实意义。

1 消防网络舆情预警现状

姚乐野等学者对2000—2016年以来突发事件的应急管理研究状况作了详细的探究,从文中发现

* 基金项目:教育部人文社科基金项目(编号:17YJC630214);国家社科基金项目(编号:15CXW015);河北省科技计划项目(编号:16455602)

- [2] 李引擎. 建筑防火工程[M]. 北京:化学工业出版社,2004.
- [3] 庞素琳,房秋文,蔡牧夫. 多主体协同治理下城市密集建筑群火灾风险管理与应用[J]. 管理评论, 2016, 28(8):260-272.
- [4] 郑辉. 高层建筑群落在城市形态规划中的应用研究[D]. 长沙:湖南大学,2008.
- [5] 刘洪强,魏捍东. 高层建筑火灾扑救面临的困难及对策[J]. 武警学院学报,2015,31(8):26-29.
- [6] 祝洁. 加强高层建筑灭火救援工作的思考[J]. 武警学院学报,2014,30(4):24-26.

- (1. China Academy of Building Research, Beijing 100013, China;
2. University of Science and Technology Beijing, Beijing 100013, China)

Abstract: Through analyzing the cause of Grenfell Tower Fire, the deficiencies of fire standards, administrations, firefighting and safety management in the UK are discussed to provide lessons and alerts to fire prevention of high-rise building complex in China. According to our national conditions, this paper puts forward the risk factors of China's high-rise complex fire safety and the methods to strengthen the fire prevention by taking our institutional advantages.

Key words: Grenfell Tower Fire; high-rise building; fire risk; safety administration

收稿日期:2017-09-18;修回日期:2017-12-10

第一作者地址:北京市北三环东路30号

电话:(010)64517922

Discussion on Fire Risk and Administration of High-rise Building Complex in China from the Grenfell Tower Fire

ZHANG Hao^{1,2}, ZHANG Jingyan¹, LI Hongwen¹