

# 高层建筑火灾危险性 & 灭火救援技术探讨

毕春秀<sup>1</sup> 刘宇<sup>2</sup>

1. 应急管理部消防救援局昆明训练总队; 2. 云南消防救援总队昆明支队

**摘要:** 随着城市化进程的加剧, 高层建筑火灾呈高发易发态势, 努力提高火灾防空能力、减少火灾危害是消防救援队伍面临的重大课题。本文从高层建筑火灾危险性出发, 阐述了高层建筑火灾的扑救难点及对策, 结合自己工作实际, 提出了笔者对高层建筑火灾扑救的几点思考。

**关键词:** 高层建筑; 火灾危险性; 灭火救援难点; 灭火救援对策

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.24.118

我国作为世界第二大经济体, 工业化、信息化、城市化发展呈现加速度。特别是大中型城市人口日益膨胀, 土地资源愈发寸土寸金, “向上向下”发展成为城市建筑的发展趋势, 高层建筑甚至超高层建筑成倍数增加, 高层建筑火灾的扑救亦成为全世界努力攻克的课题。据应急管理部消防救援局统计, 2022年接报高层建筑火灾1.7万起, 亡260人, 伤252人, 与2021年相比, 起数上升276%, 亡人上升44.4%, 伤人上升53.7%, 特别是接报2起高层建筑重大火灾、13起较大火灾, 同比分别增加2起、7起。面对如此严峻的形势, 高层建筑火灾的灭火救援技术成为消防救援队伍必须加强的研究课题。

## 一、高层建筑火灾的危险性

### (一) 人员疏散困难造成人员伤亡

首先, 高层建筑火灾疏散时极易产生拥挤现象而造成踩踏事故。高层建筑和其他建筑最大的不同就是其人员密集且分散, 导致垂直方向的疏散十分困难。加之火灾发生时产生大量的烟热, 加剧了人们恐慌心理, 逃生会一窝蜂似的向楼梯方向涌去, 所以很容易发生踩踏事件造成人员伤亡。其次, 高层建筑疏散距离长、耗时长, 疏散时因需要较长时间而造成人员伤亡。据统计, 疏散时间随着楼层的增高和人员的增加而成倍数增长。以30层的民用高层建筑为例, 当每层60人时需要的疏散时间为20分钟, 120人时需要39分钟, 到240人时便增长至1小时18分钟。这仅仅时实验数据, 在真实的火场中时间还将会更长, 而火灾蔓延至30层只需要几分钟。第三, 疏散通道不能满足需求而造成人员伤亡。高层建筑高度高, 人员集中, 疏散通道却有限。一方面疏散楼梯不可能设置得很多, 因此难以在短时间内将人员全部撤离。特别是火灾时普通电梯无法使用, 消防电梯作为具有一定特殊功能的电梯, 发生火灾时通常只供消防人员

供消防人员携带灭火器材进入高层灭火、抢救疏散受伤或老弱病残人员使用。因此, 疏散楼梯逃生的容量大大加大, 尤其是有老弱病残等弱势群体的高层建筑, 疏散逃生难度更大, 极易发生群死群伤事件。第四, 逃生与救援的对撞影响疏散效率。高层建筑火灾发生后, 疏散楼梯既是被困人员得逃生通道, 也是消防救援人员内攻的主要途径。在火灾发生时, 逃生者与逆行者极易发生“撞车”, 影响疏散和内攻效率。

### (二) 火场烟气毒气大造成人员伤亡

高层建筑复杂多样, 人多物多, 火灾荷载极大。发生火灾会产生大量有毒烟雾, 如大量CO、CO<sub>2</sub>及少量的H<sub>2</sub>S、SO<sub>2</sub>等。这些烟雾不仅浓度大, 能见度低, 而且在“烟囱效应”驱使下, 流动扩散极快。据研究表明, 火灾初起时, 烟气的扩散速度是0.3m/s; 在火焰猛烈燃烧阶段, 随着楼层的增高, 楼内外温差的增大, 烟气扩散速度可达到3~4m/s。如一栋100米高的建筑物, 烟气仅需30秒左右就可以窜到顶部, 给人员疏散营救工作带来了极大困难。相关数据显示, 在火灾中造成的人员伤亡中, 有80%以上死于烟气熏至窒息死亡或是烟气中毒死亡, 烟气的快速流动势必给逃生带来巨大困难, 加上高层建筑火灾蔓延迅速, 外墙保温材料易燃着火, 外界新鲜空气很难进入建筑内部, 这就是人员逃生的希望更加渺茫, 从而导致人员伤亡。

### (三) 在建高层建筑增多造成救援伤亡

随着城市化进程的加剧, 各大中型城市在建高层建筑逐年增多。在建高层建筑的灭火救援任务也逐年增多, 但由于在建高层建筑楼梯内部情况复杂, 导致救援伤亡事故不断出现。一是坠落的风险增大。在建高层建筑一无栏杆扶手, 二无电梯井口护栏, 加之楼面孔洞、凸出物多, 且物品堆放杂乱, 极易造成救援人员磕绊坠落导致伤亡。二是消防固定设施无法正常使用, 造成救援风险增大。如防排烟设施不能正常使用, 发生火灾后迅速蔓延, 烟气极易造成人员中毒。三是登高困难加倍带来的伤亡风险增大。进行灭火救援时, 救援人员必须佩戴整齐全套装备。实战测试20岁左右消防救援攻坚人员全套装备登高至10层, 登高前心率90, 登高后心率192, 登高前呼吸24次/秒, 登高后呼吸36次/秒; 再往上几层, 攀爬速度明显下降; 到20层左右时, 体力费尽, 基本没有战斗力。可见, 由于灭火登高, 运动量极大, 加之高度紧张导致呼吸量加大, 到达着火层时, 内攻人员不仅耗尽体力, 且空气呼吸器的气量也可能消耗

殆尽，极易造成救援人员伤亡。2007年8月18日，一栋在拆高层建筑起火，因其内部结构复杂，导致两名消防救援人员被困火场内部。施工方在拆除过程中关闭了建筑物的室内消火栓系统，导致事故发生一小时后，才开始出水枪灭火，两名消防救援人员吸入大量烟雾，送往医院后心脏骤停导致死亡。2009年2月9日，中央电视台新址园区在建附属文化中心大楼发生火灾，因室内消火栓系统完全无法使用，导致7名消防救援人员负伤，其中1人因伤势过重，经医院抢救无效英勇牺牲。两起伤亡事故就是因为消防固定设施无效，加之登高消耗过大，空气呼吸器气量无法满足等待救援而导致。

#### （四）群众错误的逃生方式造成人员伤亡

近年来数据显示，由于群众缺乏正确的自救和逃生知识，选择错误逃生方式而造成伤亡的时间屡见不鲜，付出了惨重代价。2005年12月15日辽源中心医院的特大火灾事故，被困住院患者200多人，火灾发生时，竟多达百人以上选择从浓烟中纵身跳楼、用被单拧绳下降冒险求生的方式逃生，最终这场火灾夺去了40条生命并造成181人受伤。2004年2月15日，吉林市中百商厦发生大火，据统计在商场购物的200多名消费者被困。发生火灾时，70多人慌不择路地纷纷选择了跳楼逃生，90%的跳楼者被摔断了胳膊和腿，更有54人坠楼身亡，场面惨不忍睹。因此，对于高层建筑火灾，必须加大宣传教育和各类培训，不断优化全民火灾自救和逃生意识，目前这已经成了各级政府和消防救援队伍的常态化工作。

## 二、高层建筑灭火救援的难点

### （一）高层建筑火灾扑救供水难度大

火场供水是灭火战斗的主要矛盾，是决定灭火成败的重要因素。高层建筑火灾进入中后期需要大量水用来冷却和控制火灾蔓延，能否保证高层建筑火场不间断供水，是高层建筑火灾扑救成功的关键，也成了摆在各级指挥员面前的一个突出问题。高层建筑火灾供水的基本原则是不变的，既“以固为主，固移结合”，优先利用室内消火栓系统供水，室内消火栓系统无法使用时，可利用水带建立移动供水线路。首先，高层建筑火场用水考虑立足于固定消防设施—室内消火栓系统供水。室内消火栓系统主要由消防水泵、水泵接合器、消火栓箱等组件组成，在高层建筑火灾扑救中使用移动消防供水线路往往费时费力，首选直接取用室内消火栓灭火可以有效提高灭火救援效能。但在实际情况中，很大一部分高层建筑的室内消火栓系统由于单位责任人对消防安全的监督不到位，设施管理员疏忽对设施的维护和保养，造成固定消防设施不能使用或者只能部分使用而无法确保供水。其次，利用移动供水损耗和危险性并存。一是内攻人员延疏散楼梯铺设水带供水需耗费大量的时间和精力，导致灭火战斗展开时间较长；二是进行垂直铺设时

谁带的固定难度大且危险性高；三是如果起火点在的楼层较高，为保证内攻水枪的数量和压力，主干线水带需要承载的水压较大，供水距离又较远，容易出现水带爆裂，造成供水中断。

### （二）高层建筑火灾扑救控火难度大

一方面初期火灾很难得到有效控制，容易小火酿大灾。初期火灾是控制火势蔓延的最佳时机，特别是针对高层建筑火势蔓延快的特点，初期火灾扑救就显得尤为关键。然而由于高层建筑建筑结构和形式多样，用电负荷大，居住群体差异大，实践证明一旦发生火灾很难在初期得到控制，最终使小火酿成大灾。2009年2月9日央视新址大火，最开始就是顶楼的平台被烟花点燃，现场工人也及时发现了火情，但是由于结构复杂又是在建建筑，工人无法登上平台灭火，只能看着火势越来越大，最终造成巨大的财产损失和沉痛的伤亡事故。另一方面外围控火难度大，容易大面积蔓延。一是外围控火技术装备有限。在高层建筑火灾中，控制外部火灾主要依靠举高类消防车，但现在从基层队站的装备配置看，最大救援高度到54米，且数量稀少，普遍配置的都是32米的举高消防车。对于现在动辄百米的高层建筑而言，无异于杯水车薪。二是展开作业面受限。高层建筑特别时大型综合体，建筑物周围均建有裙房和绿化设施，甚至会有移动商铺，使举高类消防车无法靠近着火建筑，难以全方位立体展开，妨碍举高类消防车的展开作业，使外围控火效率大大降低。

### （三）高层建筑火灾扑救内攻难度大

建筑火灾扑救最直接最有效的战术便是采取内攻，然而高层建筑火灾扑救内攻时往往要面临下述难题：一是内攻路线的选择有限影响内攻展开。高层建筑火灾内攻路线的选择原则是以最简单的方法、最快的速度 and 最低的体能消耗，通过最短的距离和最少的障碍，安全迅速到达预定的楼层。因此，首选消防电梯，其次就是楼梯进攻。相对而言进入楼层的通道有限，火灾情况下可供选择的内攻路线不多。二是逃生与救援产生的对撞效应影响内攻展开。消防救援人员发起内攻时，内攻路线和人员疏散会互相交织，自下而上的消防员与自上而下的疏散人员必然会发生“对撞”而影响速度，导致战斗展开的时间拖长，严重时可能贻误灭火最佳战机。三是登高难度大导致体力消耗大影响内攻展开。前面有数据指出，消防救援人员全套装备徒步登楼，到20层左右时，体力便难以支撑，基本就没有战斗力了。四是烟雾浓度大影响内攻展开。高层建筑火灾时，由于燃烧物多且燃烧不充分，会产生大量有毒有害烟气，导致能见度低甚至丧失，严重影响内攻人员视线，大大降低内攻效率。

### （四）高层建筑火灾扑救排烟难度大

高层建筑火灾荷载大且大量使用高分子装修裁量，火灾时易产生大量烟雾，消防救援人员普遍采取机械防排烟系统及自然排烟两种方法。但由于种种原因，高层建筑排烟难度大，是灭火救援工作中值得深入研究的一个课题。一是高层建筑火灾因为建筑结构本身的复杂性极易形成“烟囱效应”，导致竖向排烟难度大。二是高层建筑火灾烟雾蔓延速度较快，且烟气温度高，水平方向排烟也不容易。三是高层建筑密闭性大于普通建筑，对外的通风通道少，自然排烟的效率减弱。四是高层建筑应高度高，极易受到风力、气压等气候条件的影响，机械排烟系统而难以实现理想的排烟效果。如果风机损坏、风阀未复位、风管漏风、系统设置在手动等，将直接导致防排烟系统不能有效使用，特别是在停电或机械排烟系统发生故障的情况下，排烟就更为困难。

### 三、高层建筑灭火救援的对策

#### （一）优化固定消防设施在灭火救援中的应用

固定消防设施是消防部门主要的灭火方式，是保证建筑物消防安全和人员疏散安全的重要设施，是现代建筑的重要组成部分，对保护建筑起到了重要的作用，能够有效保护人们的生命安全和国家财产安全。因此，固定消防设施越来越普遍。固定消防设施是指存放在固定位置，用于防范和扑救建（构）筑物火灾的设备设施的总成，根据其功能可以分为探测和控制火灾的设施（如火灾自动报警系统等）、灭火设施（如自动喷淋系统等）、防排烟装置设施等。数据显示，在固定设施完好无损的前提下，大多数初期火灾都可以通过固定消防设施进行控制和扑灭。但是在很大一部分火灾中，固定设施由于种种原因未能得到充分运用，导致火势蔓延，甚至造成严重损失。因此，要优化固定消防设施在灭火救援中的应用，提高固定消防设施的使用效率。一是要加强固定消防设施的质量监管和维护保养。这需要建设部门负责好建设工程的严格审批建设、消防部门负责好建筑使用过程中的监督指导，更重要的是各机关团体、企事业单位要切实落实好消防安全主体责任。二是要优化灭火战术措施来提高固定消防设施的使用效率。各级消防指战员要转变作战理念，在日常的灭火作战中牢固树立“以固为主，固移结合”的作战原则，合理使用固定消防设施开展灭火救援。三是要加强固定消防设施的应用培训。培训主要针对两类人群：专业人员和普通民众。专业人员培训主要是指消防救援人员和各单位消防控制室管理人员；普通民众培训主要指教会群众如何使用简单的固定消防设施，如手动报警、手提式灭火器的使用等。

#### （二）优化第一出动力量调集

高层建筑火灾的接警反应时间比其他任何类型火灾都要长。从接到警报开始，到首批出动力量到达火场灭

火，时间可达20min以上。如果第一出动力量调集不充分需要增援，由于交通拥挤，消防救援队伍到达大多数火场的距离较远，加之消防救援队伍战斗展开需要数分钟时间，会大大增大控制火势的难度。因此，必须优化第一出动力量的调集，强调三个原则：第一出动力量宁多勿少，并派出举高消防车和专勤消防车；第一出动力量不能满足灭火需求时，迅速调集本地专职消防队的优势兵力；到场的消防总兵力应能满足灭火需求，并有可调遣的消防预备力量。2011年2月3日，沈阳皇朝万鑫国际大厦B座外墙装饰材料燃烧，引燃A、C两栋，三座建筑均是超高层建筑，内部大量被困人员。沈阳消防支队接警后，总队支队两级指挥部先后调集34个消防中队、7个企业专职消防队、包括举高消防车、压缩空气泡沫消防车等221辆消防车、1283名消防救援人员赶赴现场进行灭火救援。充足的灭火力量、精良的车辆器材装备第一时间集结于火场，为有效实施控火灭火打牢了坚实基础。经过消防救援人员7个多小时的艰苦奋斗，火势被扑灭，创造了无一人伤亡的超高层、大体量建筑火灾扑救的成功战例。

#### （三）优化高层建筑火灾灭火救援装备建设

随着现代化城市化进程的加快，高层建筑的规模在不断壮大，但现有的消防救援的装备能力与高楼的发展却严重失衡。近年来，几起影响较大的高层建筑火灾的灭火救援任务都反映出应急处置中存在的一些装备问题。一方面是器材装备投入不足。如消防站日常装备配置不能满足《城市消防站建设标准》的要求，缺少扑救高层建筑外部火灾的队伍和装备。另一方面是当下消防救援队伍的装备还不够完善。如高层建筑火灾急需的举高类消防车，在进行外围灭火时还是会受到高度、性能等方面的限制而影响到火灾扑救的效率。我国现有的消防装备用于消防灭火的主要是消防水罐车，其喷水远射能力仅为8层左右楼高，用于登高救援的装备主要是消防云梯车，其举高救援能力约为50米，相当于高楼的15层左右，对于更高的高楼火灾来说只能望而却步。因此，要结合高层建筑内部结构与火灾的基本特点，加强灭火救援装备的研发和配备完备工作，优化高层建筑火灾灭火救援装备建设，更好、更快的保卫人民生命财产安全。

#### 参考文献

- [1] 李伟. 对高层建筑火灾扑救的几点思考[J]. 今日消防, 2020. 10.
- [2] 高旭文. 高层建筑火灾扑救策略探讨[J]. 综合论述, 2021. 05.
- [3] 贾国. 固定消防设施在灭火救援中的应用[J]. 救援装备, 2021. 04.