

# 浅析建筑火灾坍塌事故的成因及对策

## Analysis on Causes and Countermeasures of Building Fire Collapse Accident

刘岳

Yue Liu

上海市金山区消防救援支队 中国·上海 201500

Shanghai Jinshan District Fire Rescue Detachment, Shanghai, 201500, China

**摘要:** 建筑物火灾倒塌事故是指因人工、气象、地质、犯罪、恐怖主义等因素造成部分建筑物毁损或倒塌的事故。建筑物火灾和坍塌事故虽然不多,一旦发生将造成巨大伤亡和财产损失。例如,美国五角大楼倒塌,造成2000亿美元的财产损失,这起事故导致近3000人死亡。面对火灾造成的坍塌事故,突如其来的紧急事态危险可能严重威胁消防队员的生命。那么,分析火灾坍塌事故的原因就成为所有消防队员都应该思考的问题。

**Abstract:** Building fire collapse accident refers to the accident of partial building damage or collapse caused by artificial, meteorological, geological, criminal, terrorist and other factors. Although building fires and collapses are rare, they will cause huge casualties and property losses once they occur. For example, the collapse of the Pentagon in the United States caused \$200 billion in property damage, which resulted in nearly 3000 deaths. Facing the collapse accident caused by fire, the sudden emergency danger may seriously threaten the lives of firefighters. Then, analyzing the causes of fire collapse accidents becomes a problem that all firefighters should consider.

**关键词:** 建筑火灾坍塌; 成因; 对策分析

**Keywords:** building fire collapse; cause; countermeasure analysis

**DOI:** 10.12346/etr.v4i11.7307

## 1 建筑火灾坍塌事故的成因分析

### 1.1 高温高压

当建筑物内部发生火灾时,基本上所有的建筑物结构都会在高温高压环境下变更。木材结构方面,木材本身就是燃料,特别是干木材,火灾时容易被引燃。遇到火灾时构造物表面会燃烧,表面会变碳化,大大降低了承载的能力。如果荷重表面还剩一半,木材结构的内荷重容量就会下降到谷底,失去平衡,导致建筑倒塌。在钢筋结构方面,如果外部温度较高,钢筋结构就会发生变形,而钢筋结构的耐火限度也低,因此在高温条件下逐渐变薄变软,从而使其承重量大幅减少。混凝土结构在大部分建筑物中,混凝土必然是大量使用的建筑材料,一旦发生火灾,外部环境温度就会升高,使混凝土强度减弱,墙壁、柱子等表面温度不均匀,支持力

下降,导致发生崩塌事故<sup>[1]</sup>。

### 1.2 附加荷载过大

建筑物的承载力无疑与安全性能密切相关,发生火灾的话,建筑物的内部环境会复杂变化,如果在室内放置太多东西,承载力就会下降,建筑物很容易倒塌。灭火救援所使用的水积累过多,如果不能及时排出对构件的负担就会大大增加,如棉花等吸水性强的物质会将灭火的水吸收增加重量,导致安全系数的降低,火灾后建筑结构极不稳定,救援中有太多的人员进入现场,导致建筑物实际负荷增加,从而使建筑物整体失衡。所以,过度负重是造成建筑物火灾倒塌的原因。

### 1.3 外力作用与冷热骤变

如果发生火灾,由于复杂的外部条件和多样的火灾条件,

【作者简介】刘岳(1991-),男,中国吉林长春人,本科,从事消防研究。

救援变得很难的情况很多。用大口径水枪或高压水枪压制明火的话,建筑物构件也会受到冲击。特别是在铁质结构局部高温的情况下,容易发生破裂、变形等。使用机器材料清扫火灾现场或移动项目时,一不小心与建筑物承重支架发生碰撞,可能会对建筑物造成二次损坏。碰到燃气管道等容易发生爆炸事故,气压迅速上升,建筑物瞬间倒塌。

#### 1.4 建筑工程质量问题

除了各种外部因素之外,建筑物火灾倒塌事故的主要原因是建筑物本身的质量,在初期的建筑设计中,没有进行防止火灾倒塌的设计。没有严格按照规章和规定执行,必要的标准建筑材料更换了主要位置。消防救援设施、防火窗帘和承载墙的维护不足等原因,导致火灾发生时不能反映出应有的功能,发生建筑稳定性低下、防灾能力减弱、承重能力和耐火性低下等,最终导致火灾倒塌事故。

### 2 建筑火灾坍塌事故的特点

#### 2.1 建筑火灾坍塌事故具有突发性

建筑物火灾倒塌事故受到多种因素的影响,发生事故时能够避难的时间极短,而当人们反应过来的时候为时已晚。

#### 2.2 建筑火灾坍塌事故救援难度大

建筑物倒塌往往会导致更多的人员伤亡和第二次灾难。救援中不仅要有消防,还有医疗、通讯和交通等,在设备受限、情况复杂、被困人员众多的情况下,需要协调配合长时间作战,救援难度大大增加。

#### 2.3 建筑火灾坍塌事故容易发生二次伤害

突然发生的火灾和坍塌事故很容易使建筑物内部天然煤气管道和供电线路等设施受损,可能引发第二次火灾或爆炸。如果因地震灾害而发生崩塌,一般会伴随泥石流和洪水等二次灾害。如果不及时控制或救助,后果将不堪设想。

### 3 建筑物结构坍塌破坏前兆

除了突发性爆炸导致的坍塌现象以外,建筑结构的火灾坍塌基本上都会表现出明显的前兆。具体有如下表现:一方面是形变程度严重,在火灾环境高温的影响下,建筑结构由于应力而出现形变的情况并弱化或快速丧失荷载性能,如纵横向钢材弯曲、门窗无法推拉或转动、建筑墙体浅表面出现应力而起鼓、立体结构开裂、楼板沉降等,这些现象都属于火灾坍塌的基本前兆。另一方面是形变程度严重,在火灾环境高温的影响下,建筑结构由于应力而出现形变的情况,进而弱化或快速丧失荷载性能,如纵横向钢材弯曲、门窗无法推拉或转动、建筑墙体浅表面出现应力而起鼓、立体结构开裂、楼板沉降等,这些现象都属于火灾坍塌的基本前兆。此外,在建筑结构或者其中构件出现坍塌前,可能会由于本

身或邻近构件形变而发出咔嚓咔嚓的响动,这些响动会越来越明显,直到坍塌现象出现。除此之外,在建筑火灾现场勘探中,还应当根据原本架构布局、年限以及燃烧时长等客观情况判定建筑坍塌程度。

### 4 建筑火灾坍塌事故动、静态对策研究

在扑灭建筑物的火灾时,无论是建筑物火灾的原因还是建筑物本身倒塌,都必须立即向政府请求其他部门全力配合,迅速实现从灭火到救援的战略性转变,严格遵守科学施救,采取积极必要的措施进行施救。

#### 4.1 建筑火灾坍塌事故静态防控对策

##### 4.1.1 重视建筑防火设计规范

第一,随着城市建筑越来越密集,安全问题越来越多。控制火灾的源头,需要在建筑物的设计上重视防火的概念,建筑结构和材料的防火设计确保了一定的耐热性和稳定性,施工时选择耐火性好的钢筋结构材料,这在一定程度上能够有效地控制火灾发生和控制火灾扩散,由于建筑物火灾倒塌事故的突然特性,一旦发生事故,人们应对的时间就会变短,因此设计自动应急灭火警报系统也是非常必要的。

第二,改进防火设计方法。在建筑规模、布局快速更新、发展的条件下,要注重建筑防水设计构思的调整与更新。在中国原本的建筑构件极限防火设计方法中,未能涉及建筑内局部区域火灾承受性能、通风条件以及立面建材参数的影响性、设计构思与实际火灾现场的情况存在明显偏差等。一些构思过于静态化、一些构思又难以保证安全。而性能防火设计构思则预测到了火灾现场的实际状况,基于现场人员快速疏散、建筑构件性能需求、生命财产损失风险缩小等方面进行考虑,所以要保证防火设计更加专业、完善<sup>[2]</sup>。

第三,在建筑内指定区域增设自控性的喷水装置。完善的自控性喷水装置可最大程度避免火势的蔓延,避免火灾现场附近设施受到损伤而坍塌。还能够在合理范围内尽量缩减初期的现场浅层搜救工作流程,缓解消防人员工作强度。所以,在建筑内部增设自控性喷水装置,可在维护火灾现场人员行动安全、确保现场工作人员处境安全等方面会起到更好的保障作用。

##### 4.1.2 流程消防队人员的安全保护

在历来的建筑火灾坍塌事故抢险中,几乎都会导致消防人员受到不会程度的伤害,而且一些发达国家的建筑消防也存在这样的情况。即便是有着专业训练经历的消防队员,能够精准判定安全风险程度,也能在危急关头安全撤离,但是大部分伤害,都是由于建筑内构件的突发性坍塌所致,恶劣形势基本上都是在很短时间内降临,继而则使得消防队员受到严重伤害。

### 4.1.3 充分获取着火灾建筑坍塌前兆信息

在扑灭火灾的过程中,应该科学有效地获取有关建筑物倒塌前兆的信息。为了准确掌握建筑结构,必须在不同的位置连续测量。随着火灾进程的推移,建筑内部的高温和消防用水会导致建筑结构的加热和冷却不均匀,导致材料表面破裂。火灾发生期间其他因素的声音也很重要,如爆炸、吱吱声。安全员应该注意听声音、看结构,对建筑物火灾倒塌可能性进行综合分析,应该将墙壁、楼板、梁等主要位置的防火性能相结合,最后确认现场救助时间并决定撤离时间。科学有效地完成建筑物火灾倒塌事故救援工作,降低波及面积和承受的损失。

## 4.2 建筑火灾坍塌事故动态防控对策

### 4.2.1 合理的现场处置措施

建筑火灾倒塌事故后,现场指挥员应立即组建救援队,全面掌控救援活动,完全了解建筑物内部及外部条件,器材设备一次性调配,果断作出战斗力的部署。如果有人员被困,要找出被困的人的具体位置,如火灾仍然严重,为了将被困人员的受伤降到最低,应将灭火与救人同时展开,救援中特别要注意,消防用水的二次冲击和过量的水积累可能导致第二次倒塌。在救助过程中,我们要遵循先易后难的原则,应该将各种救助装备和物理工具结合起来,如人工搜寻、搜救犬、热能感知器、生命探测仪等来进行救助。现场清扫无法确认被困人员是否还活着,因此谨慎使用挖掘机、叉车等大型机械设备进行现场清扫,在建筑火灾倒塌事故救助现场最重要的是救助过程中不能切断通信,应该充分利用通讯指挥车辆,车辆搭载的无线电等通信设备,建立独立畅通的通信网络系统确保重要信息的及时传递,同时还要保障与其他参与救援的部门通信畅通,及时交流信息有助于判断火场情势。

在整体上分析预测被困人员处境的安全风险程度,救援期间的安全性、指定实体区域范围的在宽敞程度、增设抢险救援通道的难度以及救援工作的操作强度、火灾区域的安全风险程度等,以此结合相关信息,细化设置抢险救援流程。在难以精确判定被困人员处理处境及其状态条件下,就不能利用大型设备进行开挖救援,防止引发更加严重的不良后果。建筑结构由于火灾影响而坍塌时,就要指派专职人员对火灾现场指定区域予以实时监控,如果发现其中构件出现形变和咔嚓作响的情况,就可能判定为坍塌即将发生,如果安全事故突发,要立即向消防救援组成员输出疏散信号,救援组成员在接收到信号后应立即离开火灾现场,防止出现二次受伤的情况<sup>[3]</sup>。

### 4.2.2 制定完善的救援准备方针

要建立健全建筑坍塌火灾抢险方案,促使建筑消防队伍

成员显著职能的切切实体体现,加大基本训练力度。不仅如此,在建筑结构已然出现火灾且坍塌的条件下,要立即执行有针对性的抢险预案,快捷有序地进行现场抢险和救援工作。相关工作的具体行动可参照以下几点内容:一是在消防队伍成员进入火灾现场时,要先行划定警戒区域范围,固定必要的警戒线,加大交通管制力度。二是组建完善建筑火灾处理防控工作调度组,对建筑客观条件予以全面调研,从中总结建筑主体架构的内部结构布局,性能以及火灾承受程度等信息。三是科学设置消防成员职责范围,考虑以快速抢险救人、完善抢险救援方案前提条件,调度组成员应对建筑现场火灾坍塌抢险活动制定更加合理的要求,总结抢险操作要点,并严格掌控相关工作进度。四是为保证火灾抢险工作更加有效、安全,消除队伍成员就要与相关机构进行联合,形成更加强大的安全抢险合力,如水利、电力、医院、交通、建筑等单位 and 专家等共同参与现场信息传递和抢险工作。如果现场条件恶劣或者情境紧急,需要立即联系地方部队、武警进行增援,以确保抢险救援过程的稳定性。在此过程中,不仅要考虑到被救援人员的最大程度保护,而且也应考虑到消防、抢险工作人员处境的安全,切实保证防护对策的有效性,防控人员二次受伤的不良后果。五是切实防控建筑结构坍塌的安全风险性。就要保证明确建筑本身用途、建筑火灾特征,然后结合相关信息调整火灾现场抢险救援对策。所以就要精准预测建筑火灾坍塌的安全风险性,摒弃主观臆断意识和侥幸心理。六是履行安全风险防控制度,在火灾现场抢险与救援过程中,消防组成员应先行考虑到本身安全装备的完善,需要根据专业规定,佩戴头盔和具有火灾安全防控性能的装备。七是安排专职人员,对火灾现场予以实时监测,特别是在火灾范围较大的火灾现场,应当实时监测火势风险程度、监测建筑立面风险程度、构件中纵横钢材以及楼板的开裂程度、爆裂风险以及受损程度等。还可借助水准仪,对火场指定区域设施变形程度予以实时监测。在发生异常情况时要立即向抢险调度组成员传递信号,促使相关人员以合理措施进行正确处理和防控。八是在火灾现场抢险与救援过程中,要根据具体情况以及危险程度,建立落实相应的处理对策。如果构件长时间处在高温环境,就不能考虑向其中纵横钢材以及楼板进行水柱喷射,防止构件由此而引发爆裂;要想避免由于局部高温而导致建筑构件受到损伤,就要考虑对火灾现场高温区域最高点位构件、设施以及楼板进行灭火处理。首先,遵循“先处理纵向承重构件及区域险情;其次,处理工建筑立面以及周边区域险情;再次,处理横向线性构件子险情;最后,处理附属结构区域的险情”的流程。这样可保证在合理范围内,将建筑承重构件火烧以及高温时长尽量缩小,从而防止或防控建筑结构发生坍塌的风险。九是避

免由于不合理射水,导致建筑楼板荷载加重;如果建筑主体结构布局单一,而且属于简易房,就要考虑到建筑整体稳定性的薄弱,就不能采取直接喷射的措施,否则就可能使得建筑立面由于受到强劲冲击而出现坍塌现象;如果建筑中钢结构存在整体跨度大、坍塌风险高的情况,就不能采取直接接近建筑火灾进行内攻的措施;在身处过火建筑区域前,需要以直接喷射的方式将建筑顶端构件予以抢险处理,促使其中稳定性弱化的构件尽早下坠,避免导致人员受到伤害。

## 5 结语

近些年来,随着社会快速发展、建筑规模明显扩大。在这样的条件下,建筑火灾风险增加,火灾形式也更加复杂,导致这种局面的因素是多方面,尤其建筑结构坍塌现象,其因素主要是内部、外部和自然条件,所以建筑火灾防控非常关键。应当注重建筑火灾排查,注重建筑防火设计,在建材选购方面要基于防火的角度出发,从而在源头上防控火灾。

现阶段,建筑消防事宜基本上都是由住建部门负责,消防部门也应注重交流沟通,了解相关工作进展,严把质量关。同时,当地政府也应对建筑消防予以援助,强调建筑消防常识的大范围宣讲,有效强化民众消防意识;提高消防部门内部执勤以及训练要求,强化消防人员岗位技能和职业素养,优化消防硬件系统;保证消防队伍成员都完全知悉建筑火灾坍塌事故的基本情况,注重自我危机意识,而且在火灾抢险过程中也要实时总结经验,切实保证建筑消防的有序性和快捷性。

## 参考文献

- [1] 万绍杰.建筑耐火设计与火灾坍塌的预防[J].广西民族大学学报(自然科学版),2006(S1):137-139.
- [2] 杨柏桐.浅析网架大跨度建筑火灾坍塌规律及预防措施[J].四川建筑,2021,41(5):241-242.
- [3] 杨舟.建筑火灾坍塌事故的成因及对策研究[J].消防界(电子版),2016(6):25.