 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i8.11437

How Lou's New Fire Control Technology Solves Fire Problems in High and Low-Rise Buildings

Ziyan Lou[1] Xinyue Lou[2] Mingxi Lou[3] Huiyi Lou[4]

1. Yiwu No.2 Middle School, Yiwu, Zhejiang, 322000, China
2. Yiwu Binwang School, Yiwu, Zhejiang, 322000, China
3. Shanghai Nuomei International High School, Yiwu, Zhejiang, 322000, China
4. Yudun Technology (Zhejiang) Co., Ltd., Yiwu, Zhejiang, 322000, China

Abstract

Fire safety is directly related to the safety of people's lives and property. Therefore, the issue of building fire protection has always been highly valued by the fire department and the entire society. However, due to different fire situations, fire scenes often have problems such as rapid fire spread, slow rescue speed, and missing the best rescue time, which increase the difficulty of rescue and cause unnecessary losses. This paper summarizes large-scale fire cases that occurred in recent years, analyzes factors such as the cause of the fire, rescue methods, and rescue results, combines the necessary elements for combustion reactions, proposes the new Liu-style fire control theory, elaborates on the specific implementation plan of this theory, and verifies its feasibility through experiments, which has certain application prospects.

Keywords

fire; new fire control theory; fire

楼氏新型控火技术如何解决高低层建筑火灾问题

楼紫嫣[1] 楼欣悦[2] 楼铭晞[3] 楼辉义[4]

1. 义乌第二中学，中国 · 浙江 义乌 322000
2. 义乌市宾王学校，中国 · 浙江 义乌 322000
3. 上海诺美国际高中学校，中国 · 浙江 义乌 322000
4. 宇盾科技（浙江）有限公司，中国 · 浙江 义乌 322000

摘　要

消防安全直接关系着人民的生命安全和财产安全，因而建筑消防问题一直以来备受消防部门和全社会的重视。但由于火情不同，火场常常存在火势蔓延快、救援速度慢、错过救援最佳时间等等问题，加大救援难度，造成不必要的损失。本文通过总结近年来发生的大型火灾案例，分析起火原因、施救方式、救援成果等因素，结合燃烧反应必须具备的要素，提出了楼氏新型控火理论，详细论述了该理论的具体实施方案，并通过实验证实其可行性，具有一定的应用前景。

关键词

消防；新型控火；火灾

1 引言

消防安全虽然时常在社会安全教育中被再三强调，但火灾的发生在全国乃至全世界仍然只增不减。河南少林武校因蚊香致 18 人死亡、武义厂房违规搭建不满足消防要求导致火势蔓延迅速、北京长峰医院施工作业火花引燃挥发物、日本京都动画汽油纵火案、巴黎圣母院电线短路等等火灾事故，均引起广泛的国民关注。从相关的新闻报道来看，火灾的发生原因各不相同，但无一不对人们的生命财产安全造成了严重的威胁。

习近平总书记在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告指出：坚持安全第一、预防为主建立大安全大应急框架，完善公共安全体系，推动公共安全治理模式向事前预防转型。各地区和有关部门要始终坚持人民至上、生命至上，压实安全生产责任，全面排查整治各类风险隐患，坚决防范和遏制重特大事故发生。消防事故发生频率难以从根源上得到减少，究其原因，主要有以下三点。一是人们的消防安全意识不足。这一点表现在生活或生产过程中，对身边存在的安全隐患敏感性低，用火用电时操作随意或违规操作，私拉电线、占用消防通道。在起火初期不以为意，不清楚如何正确灭火，甚至反而助长了火势。二是当前从事消防的专业人

【作者简介】楼紫嫣（2009–），女，中国浙江义乌人，从事消防科学技术研究。

员相对短缺，消防监督执法队伍流动过于频繁，很难适应消防工作日益社会化、专业化的特点[1]；三是消防设施的监管和更新有待得到进一步的重视。一方面，已有的消防设施常有维护不及时，导致过期或老化的情况；另一方面，更先进的消防技术和设备亟待投入应用，从整体上提高消防安全水平。

2 控火原理

2.1 火灾致灾因素

火燃烧的必备要素是可燃物、助燃物和着火源。灭火器的工作原理便是同时从助燃物和着火源两方面着手，通过减少氧气接触面积和降温双管齐下来达到灭火的目的。然而，在火灾发生时，消防官兵来到现场的时间不及人员因烟气窒息的时间快。可燃物燃烧产生巨大的热量，靠消防车的水枪冷却灭火，常常是杯水车薪，灭火速度慢，房屋由于火灾持续时间久，造成的人员伤亡和财产损失往往较大。因此，考虑使用切断助燃物供给的方式控火，未必不是一种有效的创新之举。

2.2 控火难点

综观发生过的火灾案件，不难得出，控火存在诸多难点与痛点，例如可燃物的摆放和管理不当、通风不良、人员密集、疏散逃生通道堵塞、有毒气体扩散等等。当前的控火技术，也往往存在着局限性，无法适应更复杂或更严峻的火情，同时有对生命和财产造成二次伤害的可能性。如水雾喷淋系统易造成水浸损失，干粉灭火器易对电子设备造成损坏等。

一次次火灾发生的经验教训告诉我们，火灾中 80% 的人死于烟气窒息中毒[2]，而其实质上是死于更高楼层而非起火楼层的烟气窒息。因此，阻止烟气、毒气的扩散，防范火灾向更高楼层蔓延，势必应成为控火过程中必要且首要的考虑因素。

2.3 新型控火技术

楼氏新型控火技术以阻断空气流通为核心理念，从燃烧的必备要素中，重点抓住了助燃物这一要素进行设计。将楼房中起火房间的门窗看作是烟囱，若门窗大开，则空气流通顺畅，氧气持续补充进起火点，容易形成风助火势的反作用，加剧火势的蔓延。该新型控火技术反其道而行之，提出在楼房的所有房间门窗上安装自动感应控火帘。控火帘上的温感触发器随时探测房间内温度情况，当起火房间的火势加大，门窗上沿的温控装置将分别在达到 200℃和 70℃时运作，放下控火帘，关闭所在区域的敞口，使起火房间形成一个相对密闭的空间。该密闭空间隔绝了燃烧的必备物质氧气，又使燃烧过程中产生的二氧化碳无法逃逸，通过双重作用同时灭火，来达到使火“自生自灭”的效果。

3 可行性研究

3.1 装置结构

本次实验采用的挡烟闭火防蔓延智能控火帘，宽度为（940±10.0）mm，高度为（2700±10.0）mm，厚度为（0.1±0.05）mm，轨道槽深（50±2.0）mm，轨道槽宽（10±2.0）mm。其他主要部件的详细技术要求如表 2 所示。应急管理部天津消防研究所检测中心检测结果显示，该装置满足相应的技术要求。

3.2 实验方案

3.2.1 基本思路

为验证控火的有效性，开展了全尺寸模拟住宅发生火灾情况下的实际应用效果实验。本试验的基本思路是：起火点是客厅部位，起火后人员可以从大门出逃，当大门无法出逃时，也可以向卧室逃生，一般情况下，温度达到 50℃时人员已全部成功逃生。卧室门及控火帘关闭后，卧室就自动成为了避难间：这样人员即使在卧室睡觉或休息，起火后发现无法从客厅逃生，也可以在卧室安心等待救援，卧室门控火帘会自动关闭，再请求 119 救援即可。试验记录了门窗控火帘关闭、火灾燃烧过程、防止火势蔓延、火焰窒息情况等数据。

3.2.2 方案概述

根据控火条件特征经验，结合火灾发生与控火之后的现场勘察技术条件，形成如下实验设计方案。按照全尺寸模拟实验室的热值布置，在实验场景的地毯上，进一步添加可燃物（汽油 3000ml），提升实验室的热值总量，并且让门窗处于常开的状态，空气充分流通，使火灾迅速发生并快速在客厅蔓延，让火灾场景具有更加危险的代表性。当在热值不高火势较小的情况下，窗户控火帘没有达到关闭的条件，火势只在小范围燃烧而没有蔓延：当在火势较大的情况下，窗户控火帘关闭，而门口控火帘还达不到关闭条件，火势也不会从门口向外蔓延。所以本实验具有普遍性的条件，涵盖了火势大小的各类状况，达到了智能控火的目的。

3.2.3 场地布置

房间主体采用方钢与防火板搭建，并做好隔热防护，防止垮塌与烧穿。防火板墙面需做到易更换，地面全铺瓷砖，另外，所有测试线缆通过顶板引出房间外，同样务必做好隔热防护以及密封处理。房间全面布置，保留 3 扇门以模拟通风与火灾蔓延燃烧。卧室 B 布置衣柜及衣物、双人床及床品、窗帘与杂物（等效热量纸箱或实验观测物）；客厅布置三人布艺沙发、茶几（杂物三箱代替）、地毯、电视柜（杂物三箱代替）、三块窗帘与五箱杂物：卧室 A 布置杂物。卧室 B 设置 1 组（5 个垂直均布）热电偶、1 组烟气分析探头：客厅设置 1 组（5 个垂直均布）热电偶、1 组烟气分析探头（分析 CO 和 CO2 含量的变化）。七个门窗上梁控火帘中间温感触发器处，各分布一根热电偶，共 7 根。房间外合适位置，设置 3 组高清摄像。

3.3 实验结果

0min0s，点燃可燃物；0min17s，客厅门口上梁中间感温元件动作；0min20s，客厅门口控火帘关闭；0min19s，阳

台 B 南侧窗户上梁中间感温元件动作；0min21s，阳台 B 南侧窗户控火帘关闭。全尺寸住宅模型失火空间的窗梁中间处感温元件动作后，窗户控火帘自动关闭，门口上梁中间感温元件动作后，门户控火帘关闭，阻止火势蔓延，火焰减小。

3.4 补充说明

资料显示，当皮肤温度达到 44℃时，会产生痛感，若持续时间较长，则会造成二级烧伤，如果皮下组织温度超过 53℃，皮肤面临三级烧伤的风险 [3]。人在 70℃的条件下，只能承受大约 2 分钟，在 100℃的环境中，人即发生虚脱，丧失逃生能力。因此，门窗的温感系统分别设置为 70℃和 200℃，不存在因控火帘关闭而影响逃生的问题。即使确有人员未来得及逃生，可以用手或防烫物体打开部分控火帘，由于控火帘的厚度不超过 0.15mm，也能够轻易踢开或撞开。

在较低的火灾温度下，由于门窗温度达不到木头的燃点，而且关闭后温度下降极快，门窗的装修木料基本不会燃烧，窗户玻璃也不易破碎。所以，采取楼氏控火法对于门窗装修没有特殊要求，挡烟闭火防蔓延智能控火帘可以在装修后简单加装或精装修前期预埋安装。按照九小场所产品签定会的最新标准规范，3000 平方米以上必须安装喷淋系统，因此面积较大的场所可以在控火帘关闭后启用喷淋系统，进一步提高了灭火的效率。

4 前景预测

随着科学技术的进步和国家对于消防领域的逐步重视，新型控火技术的未来发展前景十分广阔。楼氏新型控火技术相较传统控火技术有着显著的优势，但同时也面临着诸多挑战。

首先，该技术具有更广泛的适用性。不同于以往喷淋系统需考虑高层水压问题，无论建筑的楼层数、建筑类型、起火原因等因素如何变化，楼氏新型控火技术均可以应对各种不同类型的火灾场景，尤其是曾经棘手的高层建筑火灾问题，如今都迎刃而解。从已发生的火灾案件，如河南一武术馆因使用蚊香致 18 人死亡来看，由于火场人员窒息仅需几分钟即死亡，所以即使消防官兵以最快速度到达现场施救也于事无补。案件中一楼发生火灾后，老妇人在室内均温达 50℃前都已顺利逃生，而按照新型控火技术的设计要求，起火房间门口关闭温度为 200℃，因此能做到在不影响逃生的前提下，同时能阻止烟气向二楼飘荡，以及火势向门口蔓延。巴黎圣母院火灾事故则可以通过 Ai 监测技术协助灭火，及时发现、及时报警，将起火点所有门窗的控火帘，在检测到火情、未达到设定温度、人员全部已逃生的情况下自动关闭，以最快速度开始灭火行动，不仅不易发生人员伤亡，巴黎圣母院以及其中的文物也可以得到更好的保护。起火房内缺氧加上燃烧所产生的二氧化碳的双重作用灭火，让火势达到了自生自灭的效果，以最快速度阻止了群死群伤事故的发生和房子的烧毁，是当今社会消防技术的一大补充。

其次，该技术具有简便、有效、安全、经济的特点。传统高层建筑设置避难层，势必造成避难层建筑资源难以得到开发和利用，但安装控火帘后，不仅投入成本不高，还能使避难层在保证消防安全的情况下带来更大的收益，提高高层建筑的整体利用率。此外，防火门在实际使用中常常出现未关闭的情况，有了控火帘后，即使防火门常开，也能通过控火帘的运作阻止火势蔓延，在火灾发生时起到双重保险的效果。总之，更少的人工干预、更高的灭火效率、更小的二次伤害等等优势，使其做到了只用低廉的成本，即可给消防人员争取大量救援时间，让消防官兵对于建筑火灾的施救犹如消防演练一样简单。

最后，该技术能够为森林火灾的防控实践带来启发。即使是面积较大的森林火灾，也可以通过用直升机铺设灭火毯的方式，使燃烧所需的氧气隔绝在外，从而快速遏止山火的蔓延，保护森林资源。

然而，楼氏新型控火技术作为一种新事物，其可行性虽然已在一定程度上得以验证，但它的普及和推广仍需克服法律法规、行业标准和教育宣传等方面的挑战。在未来，我们可以期待新型控火技术的广泛应用，为人们的生活提供更好的安全保障。

5 结语

楼氏新型控火理论的提出对于提升国家整体消防水平有着巨大的贡献，相对完善地提出了绝大部分火灾的扑救方案，做到自动发现、自动报警和自动控火，将火灾从事后扑救向事前预防转型，有助于解决高低层建筑火势蔓延快、救援难度大的世界难题。相信伴随着政府、企业、学术界和广大人民的共同努力，通过持续的改进和创新，新型控火技术将弥补传统技术的不足，实现更简便、更有效、更安全的控火目标，真正实现消防安全总目标。

参考文献

[1] 陈丽丽.当前消防工作中存在的问题、原因及对策研究[J].湖北警官学院学报,2012,25(03):21-22.

[2] 周雪昂,杨朝波. 浅谈在建高层建筑火灾的致灾因素和初战控火[C]//中国消防协会,山东省公安消防总队.2011中国消防协会科学技术年会论文集.中国科学技术出版社（China Science and Technology Press）,2011:4.

[3] 苏云,徐娜,李俊,等. 火灾环境下消防员安全热暴露距离研究进展[J]. 纺织高校基础科学学报,2023,36(2):8-15. DOI:10.13338/j.issn.1006-8341.2023.02.002.

对有关专家致以最真挚感谢：中国火灾之父范维澄院士、原国务院应急管理专家组组长闪淳昌教授、原北京应急管理局局长吴志强少将，清华大学公共安全学院疏学敏教授，中国科技大学张和平教授等等