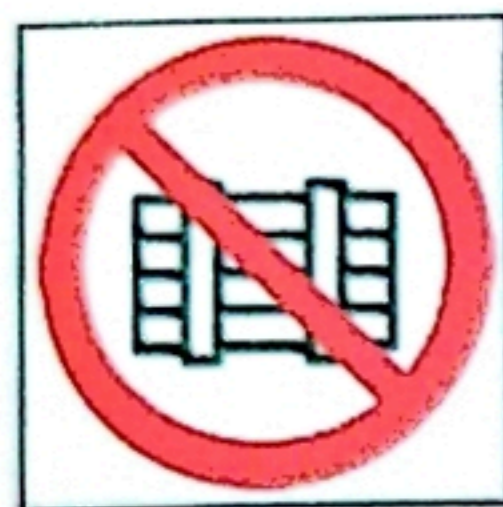



高等教育安全科学与工程类系列教材
消防工程专业系列教材

灭火技术工程

魏东 主编
李建华 主审



XIAOFANG GONGCHENG XILIE XIAOFANG GONGCHENG XILIE XIAOFANG GONGCHENG XILIE

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS


配套教师课件
www.cmpedu.com

目 录

序一		
序二		
前言		
第1章 绪论	1	
1.1 我国当前的火灾形势	1	
1.2 典型火灾案例分析	2	
1.3 现代火灾呈现的新特点	7	
1.4 现代火灾对灭火技术提出的新要求	8	
1.5 本书的主要内容	10	
第2章 灭火基础理论	12	
2.1 燃烧与火灾	12	
2.2 灭火原理	18	
2.3 灭火的基本方法	27	
2.4 几类典型火灾的灭火方法	29	
思考题	36	
第3章 灭火剂	37	
3.1 水及水系灭火剂	37	
3.2 泡沫灭火剂	40	
3.3 普通干粉灭火剂	43	
3.4 气体灭火剂	46	
3.5 金属火灾灭火剂	50	
3.6 新型灭火剂	52	
思考题	54	
第4章 建筑消防系统的组成、功能与应用	55	
4.1 建筑消防系统的组成及工作流程	55	
4.2 火灾自动报警系统	56	
4.3 防灾减灾系统及设备	59	
4.4 固定灭火设施	71	
4.5 固定消防设施在灭火救援中的应用	78	
思考题	83	
第5章 消防炮灭火技术	84	
5.1 消防炮的类型	84	
5.2 消防炮的结构	90	
5.3 消防炮的性能参数	93	
5.4 固定消防炮灭火系统	99	
5.5 移动消防炮灭火系统	105	
思考题	110	
第6章 细水雾灭火技术	111	
6.1 细水雾灭火技术概述	111	
6.2 细水雾成雾及灭火机理	114	
6.3 细水雾灭火性能及影响因素	116	
6.4 固定式细水雾灭火系统	118	
6.5 移动式细水雾灭火装备	126	
思考题	132	
第7章 泡沫灭火技术	133	
7.1 泡沫灭火技术概述	133	
7.2 泡沫灭火系统关键组件	136	
7.3 低倍数泡沫灭火系统的类型与设计	145	
7.4 高、中倍数泡沫灭火系统的类型与设计	155	
7.5 移动推车式泡沫灭火装备	159	
思考题	160	
第8章 新型灭火技术	161	
8.1 自动跟踪定位射流灭火系统	161	
8.2 压缩空气泡沫灭火技术	168	
8.3 火探管式自动探火灭火技术	176	
8.4 氮气灭火技术	181	
8.5 气溶胶灭火技术	186	
8.6 超细干粉灭火技术	190	
思考题	195	
第9章 建筑火灾扑救	196	
9.1 建筑火灾的蔓延扩散	196	
9.2 灭火的战术原则与组织指挥	201	

目 录

序一			
序二			
前言			
第1章 绪论	1	第5章 消防炮灭火技术	84
1.1 我国当前的火灾形势	1	5.1 消防炮的类型	84
1.2 典型火灾案例分析	2	5.2 消防炮的结构	90
1.3 现代火灾呈现的新特点	7	5.3 消防炮的性能参数	93
1.4 现代火灾对灭火技术提出的新要求	8	5.4 固定消防炮灭火系统	99
1.5 本书的主要内容	10	5.5 移动消防炮灭火系统	105
第2章 灭火基础理论	12	思考题	110
2.1 燃烧与火灾	12	第6章 细水雾灭火技术	111
2.2 灭火原理	18	6.1 细水雾灭火技术概述	111
2.3 灭火的基本方法	27	6.2 细水雾成雾及灭火机理	114
2.4 几类典型火灾的灭火方法	29	6.3 细水雾灭火性能及影响因素	116
思考题	36	6.4 固定式细水雾灭火系统	118
第3章 灭火剂	37	6.5 移动式细水雾灭火装备	126
3.1 水及水系灭火剂	37	思考题	132
3.2 泡沫灭火剂	40	第7章 泡沫灭火技术	133
3.3 普通干粉灭火剂	43	7.1 泡沫灭火技术概述	133
3.4 气体灭火剂	46	7.2 泡沫灭火系统关键组件	136
3.5 金属火灾灭火剂	50	7.3 低倍数泡沫灭火系统的类型与设计	145
3.6 新型灭火剂	52	7.4 高、中倍数泡沫灭火系统的类型与设计	155
思考题	54	7.5 移动推车式泡沫灭火装备	159
第4章 建筑消防系统的组成、功能与应用	55	思考题	160
4.1 建筑消防系统的组成及工作流程	55	第8章 新型灭火技术	161
4.2 火灾自动报警系统	56	8.1 自动跟踪定位射流灭火系统	161
4.3 防灾减灾系统及设备	59	8.2 压缩空气泡沫灭火技术	168
4.4 固定灭火设施	71	8.3 火探管式自动探火灭火技术	176
4.5 固定消防设施在灭火救援中的应用	78	8.4 氮气灭火技术	181
思考题	83	8.5 气溶胶灭火技术	186
		8.6 超细干粉灭火技术	190
		思考题	195
		第9章 建筑火灾扑救	196
		9.1 建筑火灾的蔓延扩散	196
		9.2 灭火的战术原则与组织指挥	201

9.3 火场供水	205	10.7 常用森林灭火装备与机具	254
9.4 高层建筑火灾扑救	219	10.8 森林火灾扑救指挥	
9.5 地下建筑火灾扑救	229	原则与实例	256
思考题	234	思考题	259
第 10 章 森林火灾灭火技术	236	第 11 章 矿井防灭火技术	260
10.1 森林火灾的定义、产生		11.1 矿井火灾概述	260
条件及其规律性	236	11.2 矿井常规防灭火技术	263
10.2 森林火灾的类型与特点	239	11.3 直接灭火技术	274
10.3 人工灭火技术	244	11.4 隔绝灭火技术	277
10.4 风力灭火技术	249	11.5 矿井其他防灭火技术	280
10.5 化学药剂灭火技术	251	思考题	282
10.6 爆炸灭火技术	252	参考文献	283

9.4 高层建筑火灾扑救

高层建筑主要有高层民用建筑和高层工业建筑两大类型。我国的高层民用建筑指10层及10层以上的居住建筑（包括首层设置商业服务网点的住宅），以及建筑高度超过24m的公共建筑（不包括单层主体建筑高度超过24m的体育馆、会堂、剧院等公共建筑以及高层建筑中的人民防空地下室）；高层工业建筑是指建筑高度超过24m的两层及两层以上的厂房和库房。20世纪80年代以来，我国高层建筑建设迅速发展，在数量、质量及高度上都有了迅猛增长，如上海的金茂大厦，88层共420.5m；上海环球金融中心，101层共492m，如图9-13所示。目前，北京、天津、上海、重庆和深圳等大中城市都是高层建筑密集的地区，如北京、上海高层建筑均已达到6000余幢。高层建筑发生火灾后，会造成巨大的危害。如2009年2月9日，中央电视台新址北配楼大火，造成巨大的财产损失；2011年11月15日，上海静安区高层住宅发生大火，导致58人死亡。

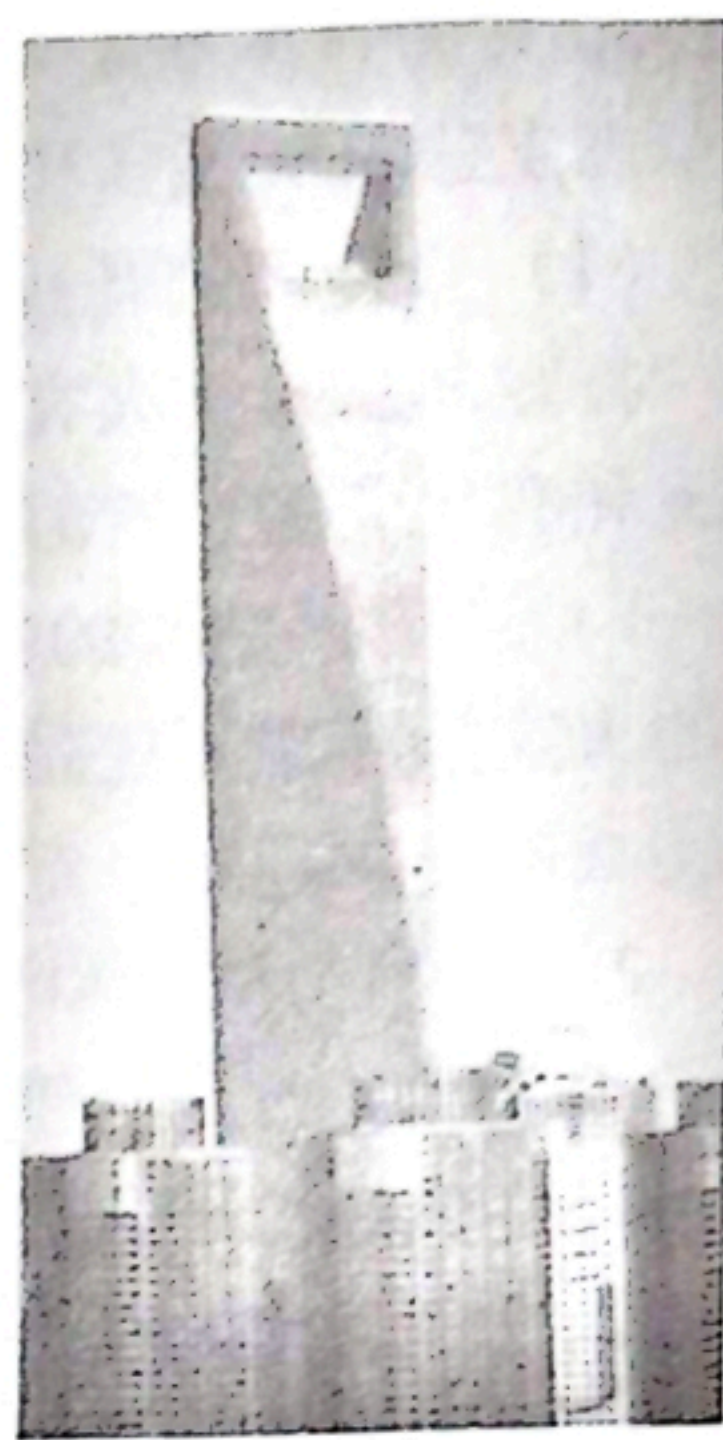


图9-13 上海环球金融中心

9.4.1 高层建筑火灾特点

高层建筑火灾特点是由它的基本特征和设备特点所决定的。高层建筑的高度高、层数多、功能复杂、设备繁多、竖向管道井多，因此，高层建筑火灾具有如下特点。

1. 火势蔓延途径多，蔓延速度快

高层建筑火灾火势蔓延途径多，影响火势蔓延的因素复杂，如果火灾初起时得不到有效控制，极易形成立体火灾。

高层建筑的楼梯间、电梯井、管道井、风道、电缆井、排气道等竖向井道，如果防火分隔处理不好，火灾时将起到烟囱的作用，成为火势迅速蔓延的途径。据测定，在火灾初期阶段，因空气对流，在水平方向造成的烟气扩散速度为0.3m/s，在火灾燃烧猛烈阶段，由于高温状态下的热对流而造成的水平方向扩散速度为0.5~3m/s；而烟气沿楼梯间或其他竖向管井扩散速度为3~4m/s。一座高度100m的高层建筑，在无阻挡的情况下，半分钟左右烟气就能顺竖井扩散到顶层。

高层建筑发生火灾时，火势除在室内向水平和垂直方向蔓延外，当着火楼层的热烟大于进风口压力，高温使外墙门窗玻璃破碎的情况下，烟火会窜出外墙门窗向上升腾。然后，在室外风力的作用下，卷曲后重新从室外窜入上面楼层的门窗，引起上层室内可燃物着火，这样一层一层地延烧呈现出火势卷叠现象。这种卷叠有时会越过燃烧层上部的一、二层甚至多层，直接向更高层蔓延，呈现跳跃性。火势卷叠是形成立体火灾的主要原因之一。

2. 疏散困难，易造成重大伤亡事故

高层建筑的安全疏散存在如下不利因素：

1) 层数多，垂直距离长。由于层数多，疏散到地面或其他安全场所的时间也会长些。

2) 人员集中。规模大、人员集中的高层建筑，火灾时楼内紧急疏散人员与消防扑救人

员相向而行,在极度恐慌的情况下,容易出现“对撞”和混乱拥挤情况,影响安全疏散。

3) 烟囱效应强。高层公共建筑各种竖井如果未作有效地防火分隔处理,火灾时烟囱效应作用力大,火势和烟雾向上蔓延快,增加了疏散的困难。

3. 灭火作战难度大

高层建筑的高度和复杂的结构,给消防人员的灭火作战带来了艰巨性和复杂性。

(1) 设施及装备技术要求高

扑救高层建筑火灾需要可靠的固定消防设施和功能强大的移动消防装备。但现有的消防设施和移动装备,有时难以满足灭火实战的需求。

1) 现有消防车的供水能力和供水器材的耐压强度还达不到较高的高度,因此,高层建筑的火灾扑救主要还是依靠其固定消防设施,但现有的固定消防设施在施工、管理等方面,与实战的要求还有一定的差距。

2) 举高消防车和消防直升机是扑救高层建筑火灾的先进装备,但由于受施展空间和技术的局限,其作用目前还没有得到充分发挥。受高度的局限,举高消防车一般只能救助相应伸展高度内的被困人员,或输送消防人员到达这一高度的窗口;有射水功能的举高消防车也只能向这一高度的喷火窗口射水。受飞行安全和停放场地的局限,只有当火灾烟气不大且发生火灾的地区风速不高时,消防直升机才能安全降落在停机坪上,救助那些已经逃生到屋顶直升机停机坪的被困人员,或输送消防人员到达该处。

所以,扑救高层建筑火灾,如果内部固定消防设施失效或火场面积较大,消防人员仍需依靠消防移动装备从内部登高展开灭火行动。

(2) 战术意图实现难

高层建筑火灾扑救,由于楼层高,消防人员、装备到位慢,火场供水难度大,火场指挥员要实现战术意图常常很困难。

1) 消防人员、消防装备到位慢。

① 登高体力消耗大。高层建筑较高部位发生火灾时,如果消防电梯无法使用,消防人员通过楼梯登高,会消耗很大的体力,既影响时间,也影响后续战斗。

② 登高进攻途径少。高层建筑较高楼层发生火灾时,除少数消防人员可利用消防直升机和举高消防车登高外,大多数只能依赖内部楼梯和消防电梯登高。如果火势较大或燃烧时间较长,使用消防电梯也不安全时,只能沿疏散楼梯登高。因此,高层建筑灭火救援时,可供登高进攻的途径非常有限。

③ 灭火救援过程时间长。由于楼层高,登高体力消耗大,进攻途径少,因此,高层建筑灭火救援的时间往往要比其他火场长得多。另外,消防人员若从疏散楼梯登高,还会遇到向下疏散人流的影响,从而更加影响战斗展开的时间。

2) 火场供水难度大。我国高层建筑在设计消防给水能力时,由于受诸多因素的限制,难以考虑较大火灾的灭火用水需求。而高层建筑空间布局的复杂性,又使火场直接供水难度极大。

① 水带铺设时间长。高层建筑发生火灾时,一旦固定消防设施失效或火场燃烧面积较大时,消防人员只能依靠垂直铺设水带的方法实施直接供水灭火。但高层建筑垂直铺设水带难度较大,往往需要较长的时间,容易贻误战机,使火势扩大。

② 灭火用水量。我国高层民用建筑在设计上规定室内消火栓最大灭火用水量为

40L/s, 室外消火栓最大灭火用水量为 30L/s。但这仅能满足初起火灾的灭火用水需求。当火场面积扩大时, 灭火用水量将远远超过设计用水量。如火场燃烧面积为 600m^2 , 灭火用水供给强度为 $0.15\text{L}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$, 则火场用水量就将达到 90L/s。

③ 排除故障时间长。着火楼层较高时, 如使用消防车和垂直铺设水带供水, 由于压力高, 消防车长时间运转容易损坏, 水带也容易爆破, 造成供水中断, 但调换车辆和水带往往需要较长的时间。

3) 玻璃幕墙坠落影响大

玻璃幕墙受高温或火焰作用, 易碎裂形成“玻璃雨”, 像“飞行尖刀”一样下坠, 极易造成人员伤亡和消防装备损坏, 严重影响灭火战斗行动, 妨碍指挥员战术意图的实现。尤其是高压供水线路上的水带, 最易被刺穿。如 1996 年 4 月 2 日, 在扑救辽宁省沈阳商业城火灾的火场上, 被玻璃幕墙碎片损坏的水带达 50 多条。

(3) 组织协调任务重

扑救高层建筑火灾, 一般会调集较多力量共同参与, 而且高层建筑对现场消防通信质量有一定的影响, 如果现场组织协调不好, 容易出现局面混乱的情况。

1) 参与力量多。高层建筑发生较大火灾时, 消防通信指挥中心将会调集大量的人员和单位参与, 因此, 要组织协调好各方力量, 发挥整体作战的能力, 避免出现混乱的局面。

2) 通信干扰大。高层建筑结构对消防通信有一定的屏蔽作用, 容易造成火场上消防通信不畅。若火场指挥部和前方指挥员之间, 以及各参战力量之间不能及时沟通, 往往容易出现被动局面。据国内外现场测试, 钢结构或组合结构高层建筑的消防通信信号一般只能传输到 65 层左右。因此, 现场通信组织工作任务重。

9.4.2 高层建筑火灾的灭火措施

扑救高层建筑火灾, 必须充分利用固定消防设施, 立体部署战斗力量, 灵活运用战术, 以取得灭火战斗行动的主动权。

1. 迅速组织火情侦察

及时、准确地获取火场信息是实施科学决策和开展灭火战斗行动的先决条件。

(1) 迅速查明火场主要情况

- 1) 查明着火楼层的位置、燃烧物品的性质、燃烧范围和火势蔓延的主要方向。
- 2) 查明是否有人被困, 被困人员的数量及位置。
- 3) 查明有无珍贵资料、贵重物品受到火势的威胁。
- 4) 查明单位员工进行疏散、灭火的初战情况。
- 5) 查明消防控制中心信息接收和指令操作情况。包括发出火灾信号和安全疏散指令情况; 自动灭火系统、防排烟系统、通风空调系统动作情况; 防火卷帘、电控防火门动作情况; 非消防用电是否切断, 消防电源、消防电梯运行是否正常; 燃气管道阀门是否关闭; 各类联动控制设备运行是否正常等。

6) 查明大楼消防给水系统运行是否正常。

7) 查明可供救人和灭火进攻的路线、数量和所在位置等。

(2) 充分利用各种侦察方法

- 1) 通过外部观察冒烟窗口或喷出的火势情况, 大致判断着火楼层的高度、位置及火灾

所处的阶段。

2) 向知情人了解着火部位、燃烧物品的性质等情况,并询问大楼内部有无被困人员、珍贵资料和贵重物品及其所处的位置。

3) 利用消防控制中心监控设施了解大楼内部的烟雾流动和火势发展情况,大致判断燃烧范围和火势蔓延的主要方向。

4) 使用侦检仪器检测火场温度及有毒气体含量,并利用经纬仪监控大楼倾斜角度和倾斜速度。

5) 组成侦察小组深入火场内部,查明着火的具体部位、火势蔓延的主要方向、被困人员的数量及位置等情况。

6) 查阅灭火作战预案、检索计算机资料、调用单位建筑工程图,了解大楼的详细情况等。

上述方法在高层建筑火灾侦察中应综合使用。如外部观察通常有几种情况,一是在行驶途中观察火场方向有无烟雾、火光,并从烟雾、火光的颜色和大小中判断火势情况;二是在到达火灾现场时,应对建筑外部进行初步观察,以便快速判断火情,实施战斗展开;三是针对有倒塌危险的建筑,使用经纬仪等仪器进行外部观测监控,以防其突然倒塌,造成人员伤亡。火情侦察要贯穿于火灾扑救的始终,以便及时掌握火情的动态变化。

2. 积极疏散救人

疏散救人是高层建筑灭火战斗行动的首要任务。由于高层建筑内部人员众多、分布面广,加上高温烟雾和火势的影响,疏散救人的难度和工作量很大。特别是被困人员较多或火场情况复杂时还往往容易出现混乱。因此,消防人员到场后必须有序组织疏散救人行动,以最大限度地减少人员伤亡。

(1) 安全疏散的基本顺序

高层建筑疏散受火势威胁人员的基本顺序是:着火层→着火层上层→着火层再上层和着火层下层→其他楼层。

1) 着火层。烟火首先在着火层蔓延发展,该层人员受到的威胁最大。因此,需要最先疏散,在疏散着火层人员时,应重点加强对着火房间及其邻近部位遇险人员的疏散。

2) 着火层上层。由于烟、火极易向上蔓延,对着火层上层的人员会形成很大的威胁。因此,着火层上层人员需要及时疏散。如果火势威胁较大,着火层上层人员应与着火层人员同步疏散。

3) 着火层再上层和着火层下层。由于烟火向上发展蔓延速度快,加上烟气还会下沉,因此,在着火层再上层和着火层下层的人员也会受到一定程度的威胁。在疏散着火层和着火层上层人员后,应及时疏散这两个楼层的人员。

4) 其他楼层。在着火层、着火层上两层及着火层下层人员疏散完毕后,应先疏散大楼顶部楼层人员,以防止高温烟气扩散到顶部楼层,并在顶部积聚,威胁这一楼层人员的安全;而后再根据具体情况疏散其他楼层的人员。如果到场力量无法控制火势,大楼内所有人员都受到火势或倒塌威胁时,应及时对其他各楼层人员进行逐层疏散,直至全部撤离。

(2) 疏散救人的主要方法

1) 利用应急广播指导疏散。利用应急广播系统,稳定被困人员情绪,引导被困人员有序地疏散,这是争取疏散时间、提高疏散效率的最佳方法,还有助于防止被困人员惊慌、

拥挤,甚至盲目跳楼逃生。利用应急广播指导疏散,要按安全疏散的基本顺序依次分批广播。若大楼内有不同国籍的人员,要使用不同的语言广播。同一内容,要重复广播。

2) 消防人员引导疏散。消防人员到场初步了解情况后,要立即组成疏散救人小组进入大楼内部,按安全疏散的基本顺序,及时引导有行动能力的人员通过楼梯、电梯等进行疏散。

3) 消防人员深入烟火区域搜寻。对受烟火威胁,难以引导疏散的遇险人员,消防人员要深入火场内部进行搜寻,全力予以救助。消防力量不足或情况紧急时,可先把遇险人员救助至着火层以下的相对安全区域再行疏散。

4) 利用举高消防车救人。当着火大楼外墙窗口或阳台等处有目标明显的被困人员,或向下疏散通道被烟火严重封锁时,应使用相应高度的举高消防车实施疏散救人。

5) 利用消防直升机救人。如果着火建筑顶部设有直升机停机坪或有条件停靠直升机的,可将部分被困人员疏散至屋顶,等待直升机的进一步救援,但疏散至屋顶人员不应过多,因为直升机的救援速度和能力有限。当烟雾较大或火势猛烈,威胁直升机安全时,不能采用此方法。

6) 利用擦窗工作机救人。如果大楼设有擦窗工作机,可用来对窗口处的被困人员实施救助,但需注意方法,确保安全,一次救助的人数不能超过其荷载。

7) 利用缓降器、救人软梯、安全绳等救人。在内部救人通道被烟火严重封锁的情况下,消防人员可利用缓降器、救人软梯或安全绳等将被困人员从建筑外墙救至地面或相对安全的楼层。

8) 利用救生气垫救人。设置救生气垫,可以救助较低楼层的被困人员或缓解一定高度跳楼人员的伤害程度。

(3) 疏散救人的主要途径

1) 通过防烟楼梯、封闭楼梯等进行疏散。防烟楼梯和封闭楼梯是火灾情况下人员疏散的主要途径。

2) 通过消防电梯进行疏散。消防电梯是消防人员登高内攻、疏散和救人较为安全和快捷的途径。

3) 通过观光电梯、客梯、货梯等进行疏散。火势较小,当观光电梯、客梯等仍能正常运行时,可用其疏散人员,以加快人员疏散速度,但火势较大时应停止使用。

4) 通过疏散阳台、通廊、避难层(间)进行疏散。火势较大,人员无法通过楼梯或消防电梯疏散时,可将被困人员疏散至阳台、通廊、避难层(间)等相对安全的区域,等待消防人员的进一步救助。

5) 通过建筑中设置的救生袋、缓降器进行疏散。有些高层建筑中设置有专用的救生袋或缓降器,火灾时,消防人员可引导并协助被困人员通过其进行疏散。

6) 通过举高消防车、擦窗工作机、消防直升机进行疏散。大楼内部疏散途径都被烟火封堵时,消防人员可引导并协助被困人员,通过停靠在窗口的举高消防车、擦窗工作机或停靠在屋顶的消防直升机进行疏散。

3. 正确选择进攻路线

正确选择进攻路线,确定合适的进攻起点层,可以加快战斗展开的进程,并有利于抓住战机,提高进攻效率。

(1) 选择进攻路线

进攻路线选择的原则是以最简便的方法、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，安全迅速地到达预定的楼层。

1) 内部进攻途径。具体如下：

① 利用敞开楼梯进攻。高层建筑的敞开楼梯通常相对较宽，也是人员上下的主要通道，一般不防烟，但烟雾通常只能下沉至着火层下一、二层。消防人员可以从主楼梯到达着火层下一、二层处，建立进攻起点。

② 利用封闭楼梯进攻。封闭楼梯间一般靠外墙设置，能直接利用天然采光和自然通风，它同各层走廊相通，并设有自闭式防火门，是安全疏散的重要通道，也是内攻灭火的主要途径。

③ 利用防烟楼梯进攻。防烟楼梯间通常设有前室、阳台或凹廊，并设有防火门、正压送风系统和消防给水设备等，是比较理想可靠的进攻通道。

④ 利用消防电梯进攻。消防电梯不仅速度快，轿厢荷载大，电源安全可靠，通信联络方便，又能迫降控制，是消防人员灭火进攻的首选路线。

⑤ 利用工作电梯进攻。高层建筑的工作电梯不少与消防电梯合用，有的也具备消防电梯的功能，其供电方式和竖井都单独设置，烟气不易侵袭，是比较安全可靠的进攻途径。

⑥ 利用客梯进攻。一般高层建筑客梯数量相对较多，设于不同部位，有的还设有观光客梯。在火势不大的情况下，为争取时间，可以使用其登高内攻。

2) 外部进攻途径。具体如下：

① 利用举高消防车。举高消防车可以在一定高度从外部向着火建筑射水，压制火势或阻止火势从外部向上蔓延；也可以将消防人员和装备从外部输送到一定高度的窗口，再进入高层建筑内灭火。

② 利用室外疏散楼梯。有些高层建筑设有室外疏散楼梯，大多位于建筑主体外墙，呈敞开式，不受烟气影响，且同各层楼面的走廊相通。但有些由于采暖通风的需要，采用玻璃加铝合金框予以封闭。火灾时，可使用破拆的方法来排除烟雾，使它成为较好的进攻通道。

③ 利用室外消防梯。有些高层建筑在外墙设置固定的消防梯，一般可通到第二、三层；部分高层住宅还设阳台救生梯，将上、下阳台连通，既可用于安全疏散，也可用做消防进攻通道。

④ 利用建筑物平台。不少塔式建筑呈阶梯形收缩，每2~3层设有一个平台，平台同楼层走廊相通，平台上一一般设有固定铁梯。火灾时，消防人员可从内部登上一个平台，再由平台逐步向上进攻。平台不受烟火威胁，可进可退，既有利于安全疏散，也有利于内攻灭火。

⑤ 利用擦窗工作机。有些高层建筑在墙外侧设有紧贴墙面的擦窗工作机，其工作斗可载3~4人，并装有自控装置，能上下移动。在火灾情况下从建筑内部登高困难时，可利用其将消防人员和装备从外部输送到相应的楼层。

⑥ 利用塔式起重机、升降机。施工中的高层建筑，现场通常设有塔式起重机、升降机等机械设备。火灾时，可利用这些设备将消防人员和装备输送到相应楼层。

⑦ 利用消防直升机。在内部进攻困难时，可利用消防直升机将消防人员和装备输送至直升机停机坪或吊升至相应的平台或窗口。

⑧ 利用绳索上升器。绳索上升器是近年应用的新技术，可利用直升机在屋顶固定绳索

后,消防人员利用绳索上升器上升到达相应的楼层。

⑨ 利用天桥进攻。一些高层建筑之间设有相互连通的天桥,火灾时可以先通过未着火建筑登高,再利用联通的天桥进入着火建筑内实施进攻。

⑩ 利用挂钩梯接力登高。有些高层建筑外墙设有比较规则的可开启外窗或阳台,如高层居民住宅等。火灾时,消防人员可以利用挂钩梯接力登高实施进攻。

(2) 确定进攻起点层

扑救高层建筑火灾,进攻起点层一般选择在着火层下一、二层。火势不大,能够直接控制时,也可选在着火层。

4. 有效控制火势蔓延

高层建筑火灾,火势发展蔓延迅速,如不及时控制,必将造成重大人员伤亡和财产损失。因此,有效控制火势蔓延是扑救高层建筑火灾的重要任务。

(1) 战斗力量部署

1) 战斗力量部署的顺序依次是着火层、着火层上层、着火层下层。

2) 战斗力量分配的原则是着火层大于着火层上层,着火层上层大于着火层下层。

(2) 堵截阵地的选择

1) 着火层的堵截阵地通常选择在着火房间的门口、窗口,着火区域的楼梯口,有蔓延可能的吊顶处等。

2) 着火层上部的堵截阵地一般选择在楼梯口,电梯井、楼板孔洞处,有火势窜入危险的窗口,电缆、管道的竖向管井处等。

3) 着火层下部的堵截阵地主要选择在与着火层相连的各开口部位和竖向管井处,重点防止掉落的燃烧物或下沉的烟气引燃下部可燃物。

(3) 控制火势蔓延的措施

1) 火灾初起时,要从以下几个方面进行控制:

① 当燃烧范围局限于某一房间内部时,应直接进攻着火点,扑灭火灾。

② 阻止烟火从门、窗、简易分隔墙处窜入其他房间、走廊和沿外墙向上层蔓延。

③ 阻止火势通过管道、竖井向邻近房间、走廊和上层蔓延。

2) 火灾在同一楼层内燃烧时。当一个楼层内大面积燃烧、火势处于发展阶段时,要重点采取堵截和设防措施。

① 水平方向堵截。高层建筑每一楼层一般都设有防火分区,每一防火分区的面积为 $1000 \sim 1500\text{m}^2$ (设有自动灭火系统的,其防火分区最大允许面积可增加一倍),由防火墙、防火门、防火卷帘进行分隔。火灾时应在防火分区两端部署力量,进行堵截,力争将火势控制在一个防火分区的范围内。

② 垂直方向堵截。高层建筑的竖向管道井一般分段(通常以 $2 \sim 3$ 层为一段)采取了防火封堵措施。火灾时除了要在电梯、楼梯及喷火的外窗等处设防外,还应在竖向管道井分隔段上下两端部署力量,进行堵截,力争将火势限制在这一范围内。

3) 火灾在多层同时燃烧时,要从以下几方面进行控制:

① 当高层建筑多层同时燃烧时,内攻力量应自上而下部署,特别在着火层上部应加强堵截力量,重点阻止火势继续向上发展。

② 外攻力量应利用举高消防车向喷出火焰的窗口、阳台射水,从外部阻止火势向上部

蔓延。

③ 在着火层下部部署一定的防御力量，防止燃烧掉落物引燃下层或高温烟气向下层蔓延扩散。

5. 合理组织火场供水

扑救高层建筑火灾，能否及时而不间断地向火场供水，满足灭火所需的水量和水压，直接关系到灭火战斗的成败。高层建筑火场供水应坚持“以固为主、固移结合”的原则。

(1) 利用固定消防设施供水

高层建筑发生火灾，消防人员到场时，若外部观察火势不大，应立即携带水带、水枪和接口，利用消防电梯迅速登高至着火层，直接使用室内消火栓或水喉出水灭火，同时启动消防泵向室内消防管网供水。

(2) 利用移动消防装备与固定消防设施相结合供水

固定消防泵无法正常运行或室内消防给水不能满足灭火需求时，应利用消防车通过水泵接合器向大楼消防管网供水，但必须明确水泵接合器所对应的供水区域和大楼采取的减压方式。

(3) 利用移动消防装备直接供水

当消防泵、水泵接合器等固定消防设施都不能正常使用或不能满足灭火用水需求时，消防人员应垂直铺设水带，利用消防车组织直接供水。火场供水力量包括火场供水战斗车、火场运水车、火场串联（接力）供水车和火场机动（备用）供水车。垂直铺设水带可沿建筑外墙或在楼梯间内进行。

1) 垂直铺设水带的方法。垂直铺设水带一般有地面施放吊升法、一次性登高施放法和分层登高施放法三种。火场组织供水时可灵活选用。

① 地面施放吊升法。它是指消防人员将水带在地面原地施放连接，并在水带接口处用绳索捆绑加固后，从上部用引绳吊升的方法。

② 一次性登高施放法。它是指消防人员将水带携带至相应的楼层，在上部原地施放连接，并用绳索捆绑加固后，从上部向下施放的方法。

③ 分层登高施放法。它是指消防人员根据水带的长度和建筑的层高，分别携带水带登高至相应的楼层，向下施放，并与上部施放的水带接口连接，在本层内用绳索将水带接口进行固定的方法。

2) 高层火场直接供水的方法。高层建筑发生火灾时，利用消防车供水的方法要根据着火层的高度和水源情况来决定。一般有单车单干线供水、单车双干线供水、多车串联单干线供水（见图 9-14）、消防车与手抬机动消防泵串联供水（见图 9-15）等方法。

由于现代消防车功率大，大多带有中、高压泵，而且水带的阻力系数小，耐压强度高。因此，一般单车单干线供水就能达到较高的高度。采用两车以上串联后的供水高度更高。据上海高层建筑消防供水测试，三车串联单干线供水最高可达 246m 的高度。实战应用时，应做好水带铺设、安全固定和停泵时的泄压处理。如果着火层的高度超过了现有消防车的串联供水能力，可采用消防车与多台手抬机动消防泵串联的方式供水。据测试，一台手抬机动消防泵的垂直供水高度在 40m 左右。

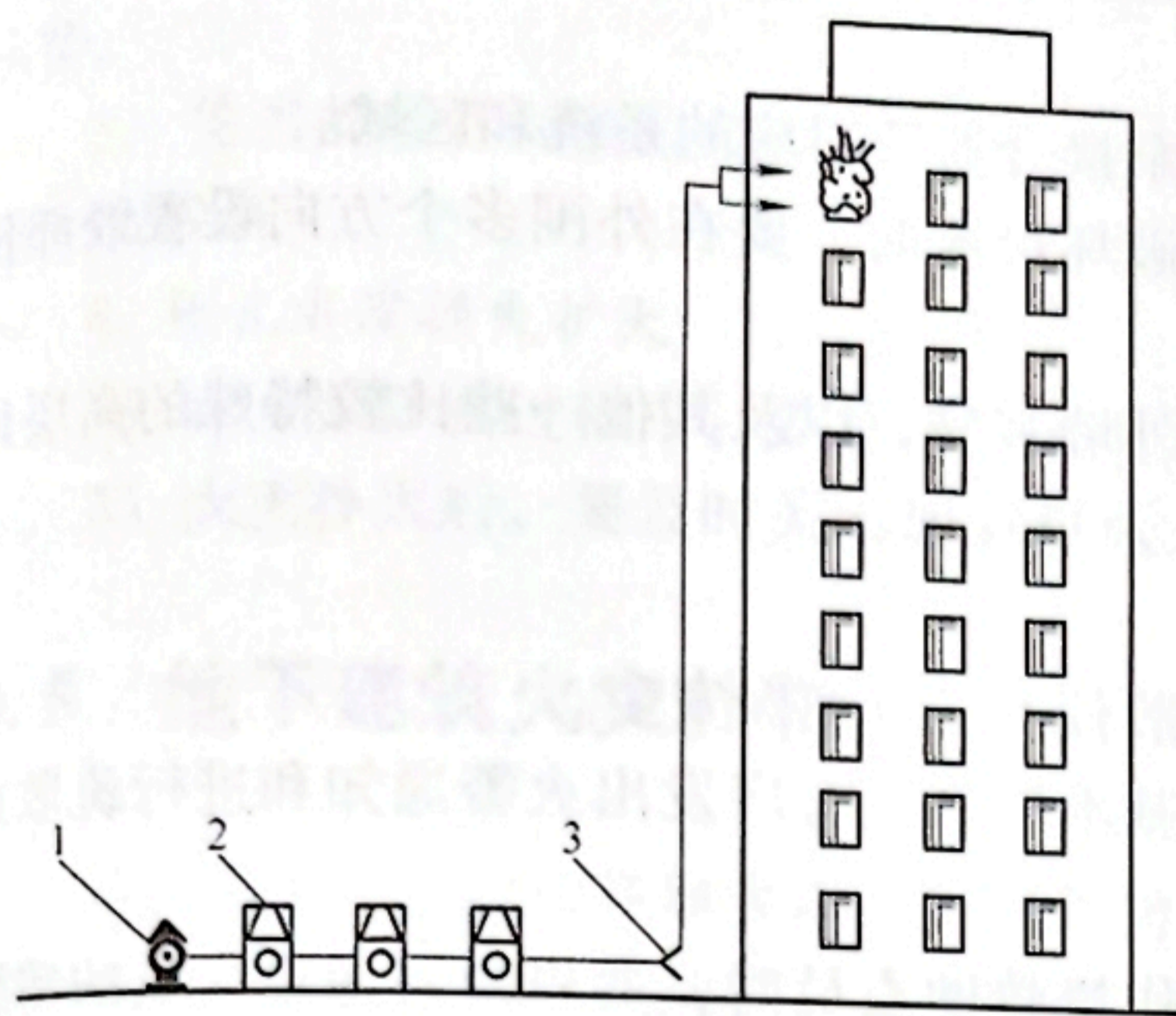


图 9-14 多车串联单干线供水示意图

1—消火栓 2—消防车 3—二道分水器

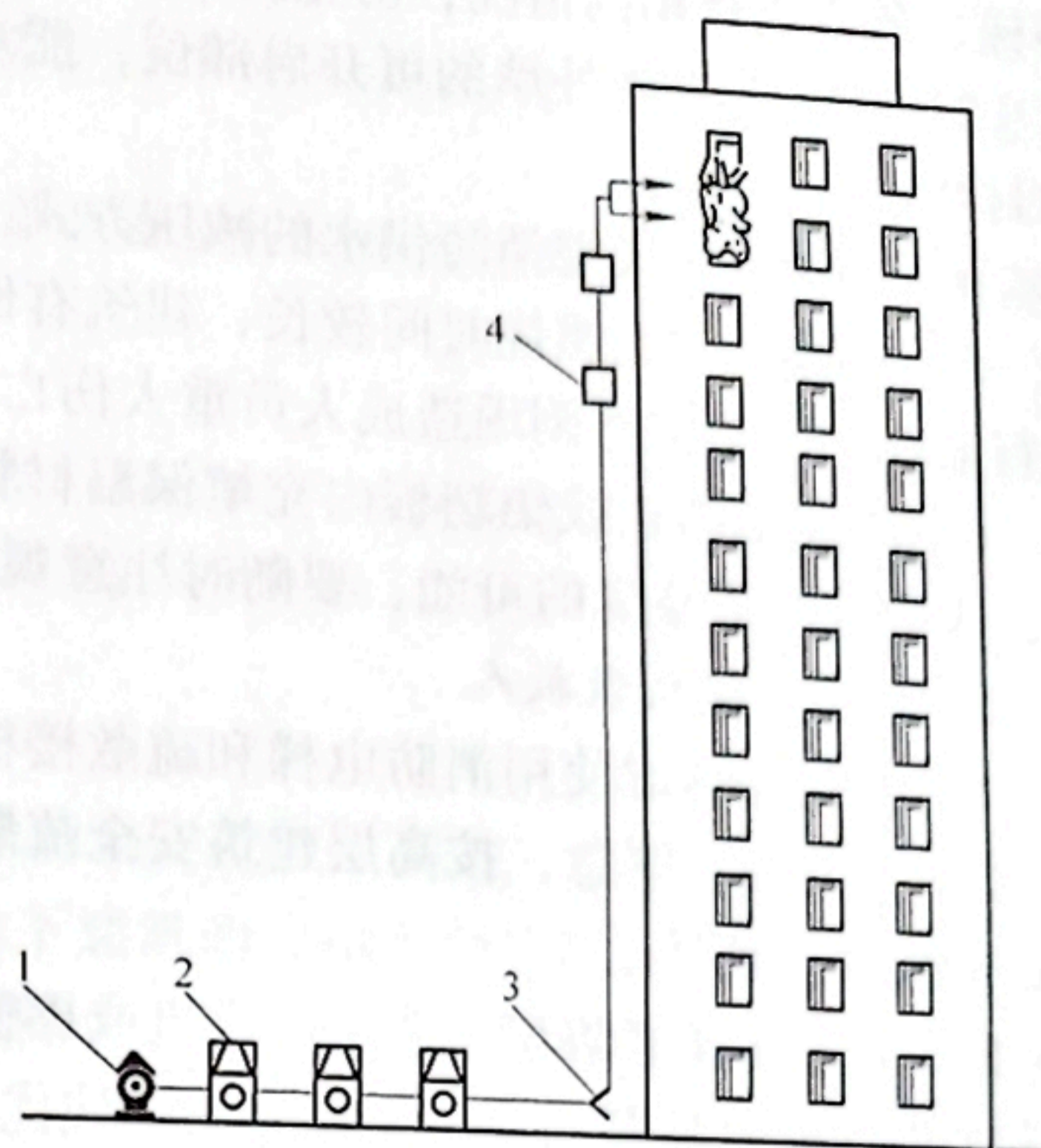


图 9-15 消防车与手抬机动消防泵串联供水示意图

1—消火栓 2—消防车

3—二道分水器 4—手抬机动消防泵

6. 科学组织火场排烟

高温烟气是妨碍灭火行动和导致人员伤亡的重要因素，因此，必须有效组织火场排烟。

(1) 利用固定排烟设施排烟

- 1) 关闭防烟楼梯、封闭楼梯间各层的疏散门。
- 2) 开启建筑物内的排烟机和正压送风机，排除烟雾，并防止烟雾进入疏散通道。

(2) 利用自然通风排烟

- 1) 打开下风或侧风方向靠外墙的门窗，进行通风排烟。
- 2) 当烟气进入袋形走道时，可打开走道顶端的窗或门进行排烟，如果走道顶端没有窗或门，可打开靠近顶端房间内的门、窗进行通风排烟。

- 3) 打开共享空间可开启的天窗或高侧窗进行通风排烟。

(3) 利用移动消防装备排烟

移动消防排烟装备有排烟车和各类排烟机等。火场还可以采取一些灭火、排烟兼备的手段，如喷射喷雾水流、高倍数泡沫等。考虑到高层建筑的特殊性和这些设备及手段的局限性，比较适合于高层建筑火灾排烟的方法主要有利用喷雾水流驱烟和使用排烟机排烟两种。

9.4.3 高层建筑火灾的灭火行动要求及注意事项

高层建筑高度高，层数多，发生火灾时，火情复杂多变，因此，扑救中要严格遵守战斗行动要求。

1. 精心实施火情侦察

- 1) 要迅速查清大楼的消防通道、消防控制中心、消防泵房、外部消防水源的位置及市政管网的流量、室内消火栓分布情况等。
- 2) 要及时查清大楼内可用于疏散人员和进攻的楼梯、电梯及通道情况，尤其是剪刀式

楼梯、分段式楼梯的情况，防止火灾时登错楼层，贻误灭火时机。

3) 要查明大楼外墙的可开启部位，能垂直铺设水带的部位，建筑内竖向管井分布位置和封堵情况。

4) 要查明该大楼消防供水的减压方式，水泵接合器所对应的系统和区域。

5) 火势很大或燃烧时间较长，建筑有倒塌破坏可能时，要在外围多个方向设置经纬仪进行监控，以防突然倒塌造成人员重大伤亡。

6) 采用铝塑板或铝塑板内充填保温材料作外墙装修，以及其他一些比较特殊的高层建筑，火势有向下蔓延的可能，要随时注意观察，及早发现。

2. 有序组织疏散救人

1) 要优先考虑使用消防电梯和疏散楼梯疏散救人，以确保安全。

2) 要分轻重缓急，按高层建筑安全疏散的基本顺序，有序发出火警通知和进行疏散指导，避免发生拥挤。

3) 利用举高消防车、消防直升机或擦窗工作机救助人员时，要先做好遇险人员的情绪稳定工作，有效控制局面，坚持老弱病残优先的原则，防止出现混乱。

4) 要注意对充烟房间及充烟区域的彻底搜索，防止这些区域因未过火而被忽视，遗漏被困人员。

3. 加强火场行动安全

1) 参与灭火战斗的所有消防人员都必须采取充分的个人防护措施。

2) 消防车停靠不能离高层建筑外墙太近，不要停在燃烧部位的正下方，防止高空坠落物伤人毁车。火势很大或燃烧时间较长，建筑有倒塌危险时，车辆停靠必须与着火建筑保持一定的安全距离。

3) 携带器材登高要尽量一步到位，避免来回奔波，贻误灭火时机。

4) 沿玻璃幕墙外侧行动时，要保持一定的安全距离，避开玻璃爆裂碎片可能坠落的范围，以防受伤，必须靠近玻璃幕墙行动时，应紧贴墙脚。

5) 选择进攻途径时，要尽可能避开疏散人流，防止产生相互干扰。

6) 打开着火房间的门窗时，要缓慢开启，人立于一侧，并向室内喷水进行冷却，防止发生轰燃伤人。

4. 正确运用供水技术

1) 高层供水应在地面设置停泵时泄压用的二道分水器，以防止水锤作用损坏消防车泵。

2) 垂直铺设水带时，水带的连接部位必须捆绑结实，楼内水带固定部位要牢固可靠，防止水带因重力作用而拉断固定物，导致供水中断。

3) 垂直铺设水带时，进入楼内的拐角处要用质地柔软的物品衬垫，防止磨损。

4) 楼外沿地面铺设的水带，尤其是处在玻璃幕墙下部时，最好用竹片（篙）、木板等物品遮盖，以防高处玻璃爆裂碎片掉落刺破水带，造成供水中断。

5) 利用水泵接合器供水时，供水压力估算要充分考虑大楼的减压方式。

6) 利用底层室内消火栓向上供水，只适用于采用减压孔板减压的室内消火栓和采用分区给水的低区。

7) 消防车停止供水时，应先开启二道分水器泄压，再缓慢地逐步降低消防车泵压。

5. 有效进行火场排烟

1) 要正确选择排烟的时机和途径,防止威胁其他人员安全或引燃其他可燃物扩大火势。

2) 排出的烟雾对流经部位有一定威胁时,要部署适当的防御力量,在做好射水准备后再开始排烟。

6. 防止水渍损失扩大

1) 在火灾扑救过程中,要及时将积水导向楼梯间排出,尽可能防止电梯井进水。

2) 火灾扑灭后,要及时关闭自动喷水灭火系统配水管阀门,以减少水渍损失。

9.5 地下建筑火灾扑救

地下建筑是指建造在地表以下的建筑物。地下建筑的应用十分广泛,主要包括建于地下的商场、旅馆、车库以及地铁、交通隧道、电缆隧道、矿井等。随着社会的发展,人口的增多和用地的紧张,为大量开发和利用地下空间,许多城市对过去的人防工程进行开发和利用,一些大中城市开始兴建地下商场或地下商业街;不少城市已建成或正在兴建的地铁,由于其运量大、低能耗、少污染、乘坐舒适方便,越来越受到人们的青睐;另外,随着汽车数量的剧增,地下车库的作用也日趋显著,各种形式的地下车库不断出现。然而地下建筑由于其特殊的建筑特点,特别是利用以往人防工程改造的地下建筑,由于设计上的缺陷,存在不少安全隐患,一旦发生火灾,浓烟积聚,温度较高,其危险性、扑救难度以及所造成的危害都远超过地面建筑。

9.5.1 地下建筑火灾特点

地下建筑只有内部空间,不存在外部空间,只有与地面连接的出入口。不像地面建筑有外门、窗与大气连通,故其火灾时具有与地面建筑不同的烟气流动特点和火灾蔓延形式。

1. 地下建筑烟气流动特点

地下建筑火灾时,空气的供给完全依赖与地面相连通的出入口,燃烧的状态除因可燃物理化性质不同而不同外,主要根据出入口供气状态而定。

(1) 只有一个出入口时(不管是设计只有一个还是火灾时只打开一个出口),与地面唯一连通的出入口上部排烟,下部进入新鲜空气,上部排烟与下部进气的交界面形成中性层。随着烟气量的增大,中性层降低,空气进入量减少,地下建筑内燃烧速度开始减慢。

(2) 当地下建筑有两个或两个以上的出口时,自然排烟和空气进出口是分开的。火灾时,其中一个可能是进气口,另一个是排烟口。

(3) 水平方向的地铁,烟气受通道方向抽拔力的影响,往往有一处出入口成为主要排烟口。

2. 地下建筑火灾特点

地下建筑与地面建筑相比,发生火灾时具有以下几方面的特点:

(1) 烟大温度高

地下建筑火灾一般供气不足(火灾开始时与地面建筑无多大差别),温度开始上升较慢(尤其固体可燃物),阴燃时间长,发烟量大。而且,因地下建筑无窗,发生火灾时烟气不

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

安全科学原理 (免费电子课件)
职业卫生与防护 第2版 (免费电子课件)
消防工程导论 (免费电子课件)
高等消防工程学 (免费电子课件)
火灾识别与联动控制 (免费电子课件)
灭火技术方法及装备 (免费电子课件)

高等教育安全科学与工程类系列教材

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| 安全系统工程 第3版 (免费电子课件) | 工业特种设备安全 第2版 (免费电子课件) |
| 安全人机工程学 第2版 (免费电子课件) | 安全评价 (免费电子课件) |
| 安全管理学 第2版 (免费电子课件) | 火灾爆炸预防控制工程学 (免费电子课件) |
| 安全法学 第3版 (免费电子课件) | 道路交通安全 第2版 (免费电子课件) |
| 安全行为学 (免费电子课件) | 建筑安全技术与管理 (免费电子课件) |
| 传热学 (免费电子课件) | 安全工程专业英语 第2版 (免费电子课件) |
| 安全统计学 (免费电子课件) | 职业安全与卫生法律教程 (免费电子课件) |
| 机械工程基础 第2版 (免费电子课件) | 风险管理与保险 (免费电子课件) |
| 安全生产标准化教程 (免费电子课件) | 物流安全 (免费电子课件) |
| 电气安全 (免费电子课件) | 流体力学 (免费电子课件) |
| 通风工程学 (免费电子课件) | 矿井通风学 (免费电子课件) |
| 化工安全 (免费电子课件) | 工业生产过程与管理 (免费电子课件) |

高等院校安全工程类特色专业系列教材

- | | |
|------------------|-------------------|
| 矿山安全工程 (免费电子课件) | 安全工程专业英语 (免费电子课件) |
| 矿井通风与除尘 (免费电子课件) | 产品安全工程 |

- 大学生安全文化 第2版 (免费电子课件)

消防工程专业系列教材

- | | |
|-------------------|----------------------|
| 火灾调查 (免费电子课件) | 消防工程概预算 第2版 (免费电子课件) |
| 燃烧学 (免费电子课件) | 消防性能化设计 |
| 建筑防火设计 (免费电子课件) | 消防安全管理学 |
| 消防法规 (免费电子课件) | 消防工程施工组织与管理 |
| 防排烟工程 (免费电子课件) | 工业企业防火 |
| 消防给水排水工程 (免费电子课件) | 林火原理 (免费电子课件) |
| 灭火技术及工程 (免费电子课件) | 火灾科学 |
| 电气防火技术 (免费电子课件) | 阻燃材料与技术 |
| 火灾风险评估 (免费电子课件) | 火灾风险与保险 |



机工教育微信服务号



欢迎登录机械工业出版社教育服务网
www.cmpedu.com

ISBN 978-7-111-39845-5

策划编辑◎冷彬 / 封面设计◎张静



ISBN 978-7-111-39845-5



9 787111 398455

定价: 49.00元