

# 消防指挥与战术

作者：Karel Lambert

翻译：橙色救援微信公众号

设想在 8 月底的一个美丽午后，你和三个孩子在玉米地旁散步，其中一个孩子让你在玉米田里和他们玩捉迷藏，你和另外两个孩子一起跑进玉米地开始玩耍。这一切似乎都很美好——直到农夫开着他的收割机开始收割玉米。一想到孩子会被收割机割伤，你的心都害怕地揪了起来。于是你大声地呼喊，让他们尽快离开玉米地，但却没有收到回应，毕竟他们还沉浸在捉迷藏中。要怎样才能把他们从可怕的事故中解救出来？是到玉米地里寻找他们，还是去找农夫解释情况并请求关停收割机，从而消除危险？人人都会赞同的正确答案是：先让收割机停止工作。

## 1 先救人，后灭火

现行的原则要求：在处置涉及建筑物内部有人员被困的火灾时，搜救优先于灭火。这是一条很老的原则，它已经被世界各地的消防部门应用了好几个世纪。

### 1.1 原则的由来

第一批有组织的消防队是在十九世纪初成立的。在那之前，火灾扑救一直是区域内民众的自发行为。人们排成一排传递水桶进行灭火，还会要求其他市民的帮助。设立正式的消防工作后，就有专人来从事这一职业了。在某些地方，人们开始思考如何更有效地灭火，消防部门能使用的装备越来越多、能处置的事故类型也越来越多。正如现在一样，拯救被困者也是当时的首要任务。

最初的消防队大多是建立在主要城市内，他们通常处置多层建筑火灾。消防队到达时，往往会出现楼内的上层居民逃到阳台上或站在窗口附近的情况。消防队很快意识到，首先用梯子来救这些人，然后再开始灭火效率更高。

“先救人，后灭火”一直是消防工作的原则和标准操作程序。实际上，他们原本真正的意思是“首先营救任何可以用梯子从建筑外部救出的人”。这句话可能太长了，所以就变成了“先救人，后灭火”。

### 1.2 有哪些变化

该原则刚实施时，消防员首先用梯子救援站在窗户或阳台上的人，之后他们进入建筑内部开始灭火。大多数情况下，他们无法深入建筑内部：一旦烟气太浓或温度太高，他们就只能停止前进。



图 1.1 十九世纪初消防设备

(照片: [www. MeChelePosiPiels. be](http://www.MeChelePosiPiels.be))

在上个世纪，消防经历了一场技术革命，防护服有了很大的改进。除此之外，也普及了呼吸器的使用。这使得消防员能够进入燃烧的建筑物。第一次，消防员们能够进入存在大量烟气和高温的房间内部（本来在其内生存的可能性极低）。消防员开始像室外救援一样进行室内救援，这一改变，使消防员可以在火场上拯救更多生命。

上世纪 70 年代的石油危机为消防员带来了另一场变革，虽然一开始并不那么显眼。燃料价格开始上涨，一直持续到今天。在石油危机之前，燃料曾经很便宜，但现在却成了一种稀缺的商品，同时房屋的保温性能越来越好。其结果是，火灾特性也发生了变化，并伴随着通风受限型火灾的出现。现代火灾对通风的反应与以前有所不同。（可参考本系列的前几篇文章）

当前，我们看到消防员为进入着火的建筑物而佩戴安全防护装备，但火灾本身已经变得更加危险。如今“先救人，后灭火”的意义与 200 年前完全不同。在以前，消防员有可能很快找到一个在建筑内的被困人员，毕竟当时的烟气很少。从互联网上的视频中我们可以看到，传统的 50 年代家具与现代家具相比，燃烧产生的烟气量差异巨大。现在搜救被困人员重点在“搜”上。

所以，现在让我们回到问题的起点。我们是要先搜寻被困者，还是要先灭火？ 我们是要跑进玉米地找孩子还是要让收割机停止工作？

### 1.3 新原则：先灭火！

越来越多的消防队需处置通风受限型火灾，这些情况下，虽然火势因缺氧受到限制，但仍然存在大量烟气。起火区域内，被困人员几乎不可能存活。史蒂夫·科伯（Steve Kerber）的研究<sup>[2]</sup>发现，住户所处房间与起火房间只要有一扇紧闭的门隔开，他们的存活率便会显著提高。这些房间的温度和有毒烟气体浓度更低。这个原理同样也适用于发展阶段的火灾。

受到一氧化碳等有毒气体影响的被困人员，会逐渐将这些物质吸收进他们的血液。有毒气体浓度越高，吸收得越快，致亡越快。有毒气体是由火灾燃烧产生的，只要燃烧还在进行，烟气浓度持续上升，火场情况就会不断恶化。通过扑灭火灾，会停止有毒烟气的产生。因此灭火可以稳定烟气浓度，甚至在排烟后会降低，反过来这又提高了被困人员的生存几率。

在烟气弥漫的房子里搜索被困人员耗时非常长，类似于在玉米地里寻找孩子。而找到火点并不难：通过使用热成像仪（TIC），你可以观察到烟气的流动、可以看到温度的上升，这将帮助你确定起火点所在的方向。

最后一个提倡对操作程序改进的重要论点是：之前消防员通常是在没有拖着水带的情况下进入着火的建筑搜救，他们希望迅速前进，不希望因水带卡在角落或家具上从而耽搁进度。即使没有拖着水带，搜索多个房间也需要一段时间，在这段时间里，火势将会自由发展。第七篇《对通风的新认识》展示了打开建筑前门就足以使火灾快速发展到轰燃状态。有许多案例都是消防员在燃烧的建筑物内寻找被困人员时牺牲。在搜救过程中，看似小火通常迅速发展。多数情况下，我们可以先迅速扑灭火势，然后寻找被困人员。

这就产生了一条正在应用到世界各地的新原则：“先灭火！”

### 1.4 消防站网络

很多人都会反对上面的文字，毕竟这与当前所有的原则相矛盾。为了避免在行动过程中进行180°的调整，消防局可组织多个消防站联勤动作。首场的水罐车可以（直接）开始灭火，第二辆水罐车到场后可以负责搜救。对于特定火灾而言，还有一种方式：首到场水罐车的消防员准备好进攻水带，而由之前负责供水的小组进行搜救。当然，这只能在水罐车上载有六人时才能做到，而且还需要确保第二辆水罐车在路上。六人按如下分工：灭火组（2人）、搜救组（2人）、一名指挥员、一名驾驶员。两个小组必须都进行过适当的培训，且每组至少有一个经验丰富的消防员。在没有增援力量的情况下，灭火和搜救任务都有很高的风险性。需要考虑的最后一点是，该战术是利用水罐车自身有限的水来进行灭火，第二辆消防车需要迅速到达现场，提供不间断的独立供水，并提供后备力量。

## 2 案例：樱桃路火灾

即便确定建筑物内没有人，也必须尽快扑灭大火或至少控制并限制住火势。当多个小组出动时，首先遇火的小组需要控制住火势。这将提高其他小组的安全。当然，必须正确地实施灭火行动。

樱桃路火灾，就是一个由于担心危及其他小组的生命安全，消防员没有及时灭火的案例。初战力量到达后，认为这场火灾不过是例行公事，消防员按照他们接受的训练去寻找火源。在此期间，火势发展。导致两名消防员牺牲、三人受伤。这起事件的悲剧之处在于，后备力量就在旁边待命，但不允许从外攻，因为现场指挥官担心搜救队员会被蒸汽所伤害。现在让我们仔细看看这个案例。

### 2.1 建筑情况

该建筑位于住宅小区内，是一栋三层联排建筑，分别为地下室、一层和二层。值得注意的是，前后两端的\*\*地面高度不同\*\*：后院和地下室在同一水平面，所以从后面看起来建筑像有3层（见图 2.1）。这种情况会使前后两端消防员感到迷惑。

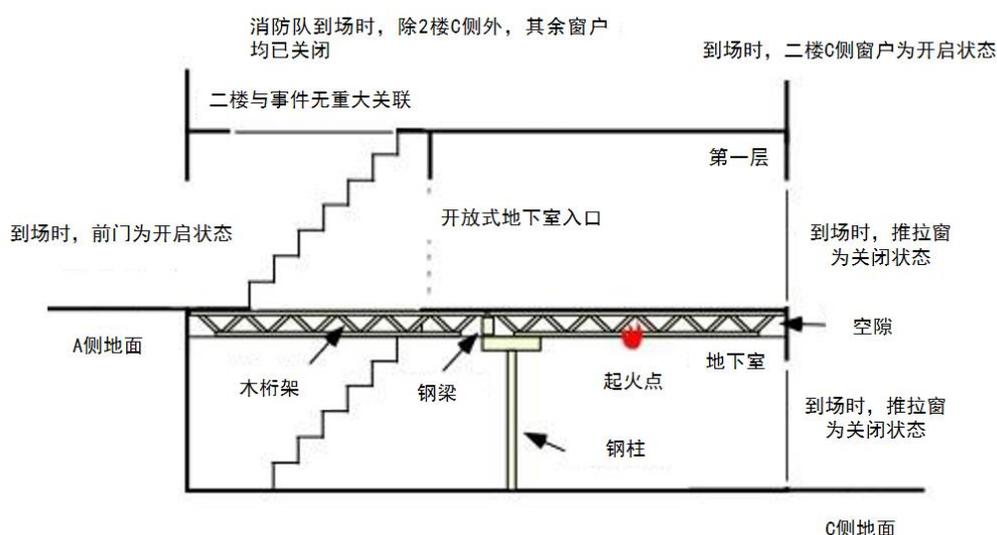


图 2.1 建筑的剖面图。楼的前端位于图纸的左侧。与地下室在同一水平面的后院在图右侧。

(图：Ed Hartin, [www.cfbt-us.com](http://www.cfbt-us.com))

建筑采用木质框架，地下室的钢梁和钢柱用于将一层的重量传递给地基。房屋正面和背面均由砖砌。这类被动式节能住宅建筑在欧洲变得越来越流行。

地下室被用作娱乐室，有一些书架，沙发，酒吧，……换句话说，在这个房间里有大量的火灾荷载。

消防队到场后，前门是打开的。到达后门时，他们发现一楼的推拉窗是打开的，但从那个位置看就像是第二层，建筑其他的窗口都处于关闭状态。

## 2.2 火灾情况

1999年5月30日12点15分左右，樱桃路3146号发生火灾。烟雾报警器发出警报，提醒人们抓紧在被烟气困住之前逃离大楼。经事后调查得知，火灾起因是地下室的电灯发生电路故障，这盏灯安装在一层地面以下、地下室顶棚的位置。火势蔓延，大火吞噬了地下室的大部分。在某个时间点，地下室发生轰燃，热烟气从敞开的楼梯间直冲到一层。

此时，两名消防队员正在一楼搜索火点，他们被迅速发展的火势吞没并牺牲。

## 2.3 消防队的战术

（消防队）一到现场就看到大量的浓烟。因此，现场指挥官决定提升调派等级。在前门可以看到气体的双向流动，浓密的黑烟从门内涌出。在建筑前方，一号水罐车铺设了一条38mm低压水带，内攻小组拖着这条水带进入建筑。三号水罐车铺设了一条38mm备用线路。许多比利时消防员会惊讶于他们居然出动了三辆水罐车到场。美国消防习惯在消防车上配置较少的人员。许多消防部门一台水罐车上只有四人，而有时一辆车上有3或5人，该案例中就是四人一辆车。他们调派出辆水罐车和两辆重型车到现场，通过向火灾现场派出更多消防车来弥补消防车配置人员较少的不足。

其他车辆的消防员开始破拆建筑前侧的窗户，在美国，人们坚信早期通风总是可以改善火场情况。最近的研究表明，情况不再如此。

与此同时，第二辆水罐车铺设了一条长长的水带到建筑物后方。为了实现这一点，他们绕过了3142号房屋（见图2.2），正因为这条长长的水带，他们没有注意到自己已经“下降了一个楼层”。抵达地下室（火点位于该层）的窗口时，火势仍然很小。他们实际上把它描述为几处小火，燃烧的是之前掉落下来的木质天花板。

然而，从他们的角度来看，火灾发生在一层。因此，他们推断战友是在火场的另一头。窗户上的防盗栏杆被二号车的消防员拿掉，随后便开始打破窗户来通风。很快他们便观察到一股气流通过打开的窗口向内流动。此时，消防员们无意地制造了一个烟囱效应：建筑前侧的窗户被打破——此处为出口，而地下室制造了一个进气口（推拉窗），烟囱效应会使火势发展加速。据后门的消防员证实，他们能够看到火势的迅速发展。



图 2.2 地面和地下室的平面布局。

(图:Ed Hartin www.cfbt-us.com)

此时，没有水带的搜救组正前往地下室寻找被困者。在搜救过程中，他们发现小火正在迅速发展：温度上升、烟气层中出现火焰。因此他们决定撤退。撤退期间，据他们描述，“一股新鲜空气”进入房间，这使他们能够迅速找到出口的路。在建筑后侧的干部向现场指挥官呼吁，请求允许从他的位置出水灭火。由于担心形成的蒸汽会给内攻小组带来太多麻烦，这个请求被拒绝了。值得注意的是，现场的每个人都认为两组人员在同一水平位置上工作。有经验的消防员知道，使用直流水会使被困在火场另一边的消防员被蒸汽烫伤。

不久之后，内攻小组发现了火点并开始灭火。然而，他们并不知道起火点位于他们下方的地下室。尽管火焰开始变暗，温度却一直在上升，且烟气层下降到能见度为零。很快，

由于温度过高，内攻和后盾组开始从一楼撤退。在接下来的混乱中，三名消防员没跟上队伍，被困在了建筑里。

后门的干部再次请求现场指挥官允许他从所处位置外攻，请示再次被拒绝。

三名消防员中有一人意识到出事了，并设法找到了出口。快速干预小组（RIT）被派去营救剩下的两名消防员。由于高温，不得不中止救援行动。

后门的干部第三次要求允许外攻才获得批准。而此刻地下室的火灾已经处于全面发展阶段。

在射水不久，火势就得到了控制。但是，火并没有完全熄灭，它的能量和温度大幅下降。

（现场）尝试再次救援，这一次，快速干预小组（RIT）成员成功搜救出两名失踪的消防员。但其中一人已经遇难。第二名消防员第二天在医院去世。



图 2.3: 火焰从滑动窗喷向后院。(图:District of Columbia Fire & EMS)

## 2.4 模拟火灾

樱桃路大火是第一起在调查过程中使用计算机模拟的火灾。美国国家标准与技术研究院（NIST）有软件来模拟火灾：《火灾发展模拟（FDS）》。NIST 的科学家们对该建筑进行了建模，并模拟了火灾，以确定真实的火灾发展情况。他们可依此证明：在地下室的推拉窗被破坏之前，火灾缺氧且处于通风不良状态。之后，在 60 秒内发展到轰燃<sup>[12]</sup>。十年后，史

蒂夫·科伯（Steve Kerber）在 UL 的研究中证实了这一结果。

图 2.4 显示的是部分楼梯及其温度。正门在右侧，后门在左侧。该图为图 2.1 的镜像图，这部分也穿过楼梯后面的房间，这个房间有一扇关着的门与起火房间隔开。如前所述，这个房间里的人很安全。这张照片还显示了热烟气从地下室冒出，并且通过地下室的窗户（图片左边）和前往一楼的楼梯间流出，烟气和空气流动的轨迹清晰可见。一楼的消防员在一个相对稳定的环境中工作。地下室窗户被打破的瞬间，形成了空气流动的路径。由于空气的增加，火场发展到了轰燃阶段，一层温度立即上升。

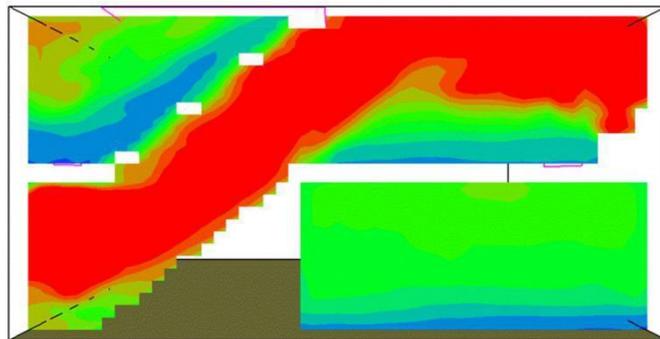


图 2.4 FDS 软件生成的图像（制图：DANMADRZYMowski&RobertVettori）

### 3 当时能改进什么？

很明显，在这个火灾现场，有很多事情都出现了严重的差错。现在我们研究学习一些关键点。

#### 3.1 灭火

“先灭火！”是新原则。灭火时，现场通常非常混乱。一般情况下，当我们爬进燃烧的建筑物内，很难利用视觉确定周围环境，但在火被扑灭后却惊讶于房间的布局。这就是为什么要尽快控制并限制火势的发展，**这不是鲁莽的个人英雄主义或临场发挥的借口！**现场指挥官（IC）了解火场状况非常重要。想要外攻的消防员需要获得批准，或者至少需要通知 IC 他们将开始灭火。

与消防员习惯做法相反的是，外攻不能用直流水。当用直流水外攻时，会产生大量水蒸汽灼伤内攻的消防员。此外，直流水外攻的灭火效率非常有限。最好先来个“软外攻”。

可以通过使用“点射”技巧来压制小火且避免产生大量蒸汽。当火场热量太高时，可以选择一种介于点射和扫射之间的技术。当然，很难从纸上解释这一问题，需要在真火训练场上才能展示高效的水枪技巧。

如果允许后门的消防员进行外攻，火灾可能不会发展到轰燃阶段。也许可以在打开地下室的窗户后，用水枪点射扑灭几团小火。



图 4 CFBT 中水枪点射在训练室中的使用（照片：Christophe Gardin）

### 3.2 通风的影响

通风无疑是造成这起致命事件的一个关键因素。在美国，拆除或破坏尽可能多的窗口是标准程序。FDS 软件的模拟显示，在一层创建开口几乎不会引起任何变化。直到地下室的推拉窗被打开，建筑内的情况才迅速恶化。

在比利时，通常不需要在每个地方进行通风作业。然而，打开房间的正门仍然会导致同样的结果，窗户也会因热量积聚而破裂。通风受限型火灾，会因“一股空气涌入”而发生改变。如果在开门时发生这种情况，就会导致火势猛增。对这种情况作出迅速和恰当的反应是很重要的。在樱桃路火灾事故中，立即用正确的射水技术灭火是应对火灾特性变化的正确选择。

### 3.3 烟气冷却

最后一个值得注意的因素是烟气冷却或 3D 技术，这些技术在美国很少使用。即使在比利时，人们还没有足够重视这种技术的使用。（案例中地下室的）热烟气一流出楼梯间，就汇入到一层的烟气层中。不久，一层的烟气层就会被点燃，情况恶化。假设内攻人员在整个行进的过程中一直在冷却烟气，烟气层内就会含有大量的惰性水蒸汽。虽然不会阻止轰燃发生，但却能帮助内攻人员多争取一些时间，这段宝贵的时间足以让他们安全撤离。

## 4 最后一点思考

研究像樱桃路这样的火灾案例，是非常有趣的学习方式，网上也有很多案例研究，通常它们都经过多个组织或个人的分析。但是，必须要承认我们都是人，当事后诸葛亮很容易。让我们试着把（内攻）灭火变得更安全、更高效。案例研究是一种低成本的方法。

## 5 参考文献

[1] CFBT instructor course, Croatia, november 2011

- [2] Kerber Steve, *Impact of ventilation on fire behavior in legacy and contemporary residential Construction*, 2011
- [3] Lambert Karel, Baaij Siemco, *Brandverloop: technisch bekeken, tactisch toegepast*,
- [4] *Cursus Formateur Flashover, IPF Hainaut, oktober 2008*
- [5] Bengtsson Lars-Göran, *Enclosure Fires*, 2001
- [6] Grimwood Paul, Hartin Ed, McDonough John & Raffel Shan, *3D Firefighting, Training, Techniques & Tactics*, 2005
- [7] NIOSH rapport 99 F-21, *Two firefighters die and two are injured in a townhouse fire, November 1999*
- [8] Grimwood Paul, *Eurofirefighter*, 2008
- [9] *3D Firefighting Course, Germany, oktober 2009*
- [10] Lambert Karel, *New insights into ventilation, De brandweerman, mei 2011*
- [11] Hartin Ed, *Fire Behavior case study - Townhouse fire: Washington, DC*
- [12] Madrzykowski Daniel & Vettori Robert, *Simulation of the dynamics of the fire at 3146 Cherry Road NE Washington DC, april 2000*