

完成一次搜救，大概需要多长时间？

翻译：橙色救援微信公众号

1 简介

近年来，消防部门对火灾发展的研究日益加深：十年前，人们意识到火灾的发展包含了轰燃与回燃。在培训中，大家都学到了火灾发展曲线，但对曲线的时间点并没有清晰的认识。消防员们并不知道轰燃发生的时间是 3 分钟、半小时还是 3 个小时。

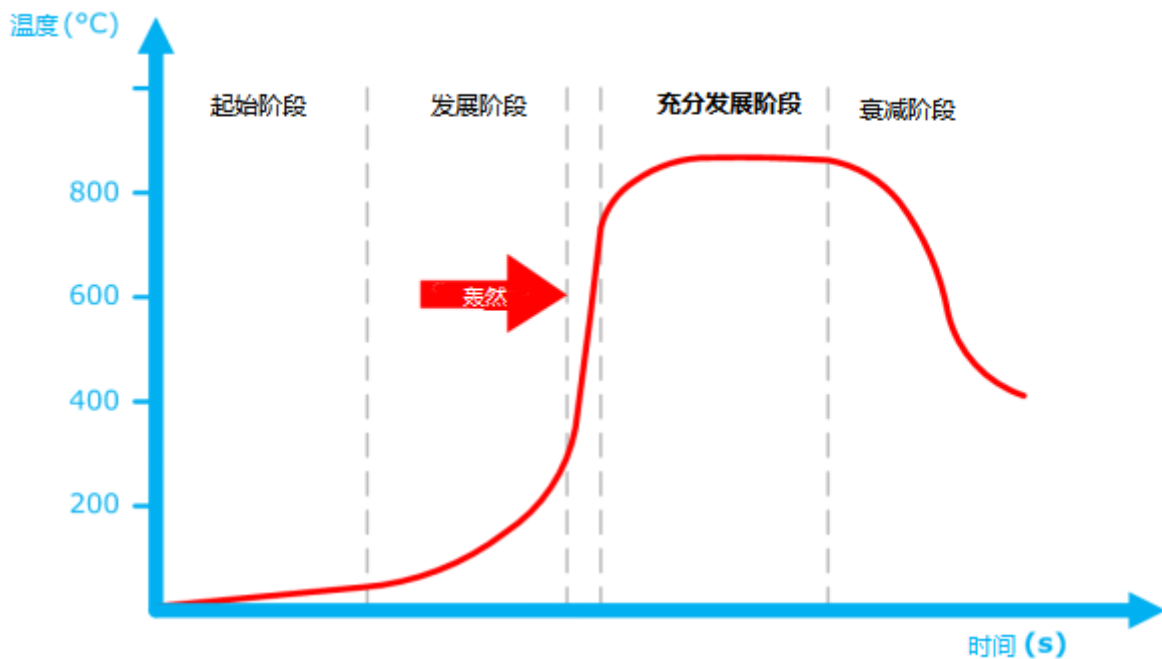


图 1 传统的火灾发展曲线（现被定义为通风条件下的火势发展）Y 轴上对温度的数值有清晰的标注，而 X 轴上时间的数值却是空空如也。（来源: Karel Lambert）

多数人理解为这些时间点是根据情况不同而变化的，因为现在火灾的发展越来越快。Steve Kerber 对此做过深入的研究。他先用现代家居装修一间客厅，然后点燃，随后用一间 50 年代家居装修的客厅作为对照组。

研究发现，现代装修房火势发展到轰燃所需时间（即图 1 中起始与发展阶段完成后）大约为 2-4 分钟；而 50 年代装修房则需 30 分钟。这一巨大的差异，决定了我们打火的方式会有本质上的区别。

过去，我们的格言是「先救人，后灭火」，当然，在我们有 30 分钟来进行搜救任务的时候，这样做没问题。正因为火情的发展变得如此的快，现在的格言是「先灭火」。

现今我们对火灾的发展有了更多、更深的认识，也能够「在轰燃」这个点上定个确切的时间。但是却不知道我们搜索一个房间需要多久，也不知道不同的搜救方法具体的区别在哪。由于以前我们有很多时间来进行搜救工作，所以，这个问题并没有引起人们的重视。

但是现在的火势发展得相当迅速，我们亟需了解队员们搜索一个房间需要多长的时间。借此，指挥员可以确定对指定的建筑进行搜救任务需要多少小组。

2017年7月，在Oostkamp完成了一项旨在深入剖析搜救方式的实验。完成对一个房间的搜索需要多长时间？哪些方法较为高效，哪些不是？

2 实验

2.1 实验参与者

实验持续了两天：从周五到周六，这样职业与志愿消防员都能参与进来。来自法兰德斯、布鲁塞尔、荷兰等不同地区，共12个消防部门的88名消防员参与了此次测试，他们分成了44个小组。

由于以下原因，参与人员很能够代表比利时一线消防人员（操作消防车与进行火场搜救任务）的平均水平：

- 年龄跨度：21~62岁
- 服役时间：1~33年
- 身高：1.68m~1.98m
- 体重：57~118公斤
- 身体质量指数：18~36.
- 三分之一的参与者为职业制消防员
- 参与者有的来自繁忙中队，也有来自接处警数较少的中队
- 参与者中有人经常进行真火训练，也有人很少有机会（参与真火训练）

2.2 实验方式

每个小组都需要完成由八项训练组成的，一系列测试性实验。每场训练后，都有足够的休息时间，并且提供饮料、小吃与水果，确保大家都能够在下场训练前，完全恢复状态。这对于各场实验做相互比较是必须的。

每场训练开始前，都会打印出简报，以确保每组队员得到的信息相同。训练的目标是，模拟消防员在充满烟气的房间进行任务。因此，为了满足视线受阻的情形，参与者都被蒙上了眼睛，这样他们就什么都看不见了。

其次，为了模拟现代消防员内攻的姿势（蹲步或靠近地面低姿），要求参与者在整个测试期间，至少有一只膝盖是与地面相接处的。

训练开始前，均会采集以下信息：空呼压力、心率与血氧饱和度。参与人员必须说明，自己是否从上场训练中完全恢复。



随后，在被蒙住眼睛的情况下，参与人员必须穿着全套战斗服、佩戴空呼的情况下，完成各项训练。其中七项为搜救任务，第八项（最后一项）为内攻灭火任务。

实验完成后，相关人员会再次对参与者的空呼压力、心率与血氧饱和度进行测量。参与者也必须说明，这些训练对他们来说难度的大小。

2.3 7次搜救实验

我们使用临时围墙，搭建了七个房间，围墙上包裹有不透明的油布，人在墙外看不清房间内的布置。

并且，为了不使参训人员事先从房门看清内部情况，还特意多加了一堵墙。

有四个房间模拟卧室（12 m²，3.5m*3.5m），剩下的三个模拟办公室（31 m²，6.82m*4.5m）。

其中一间卧室和一间办公室是空的，没有任何家具。另两个一模一样的假卧室和假办公室中的家具，根据任务需求会采取相应的布置。还有一种布置便是有家具的卧室和办公室，里面有一个70kg的假人充当被困人员。

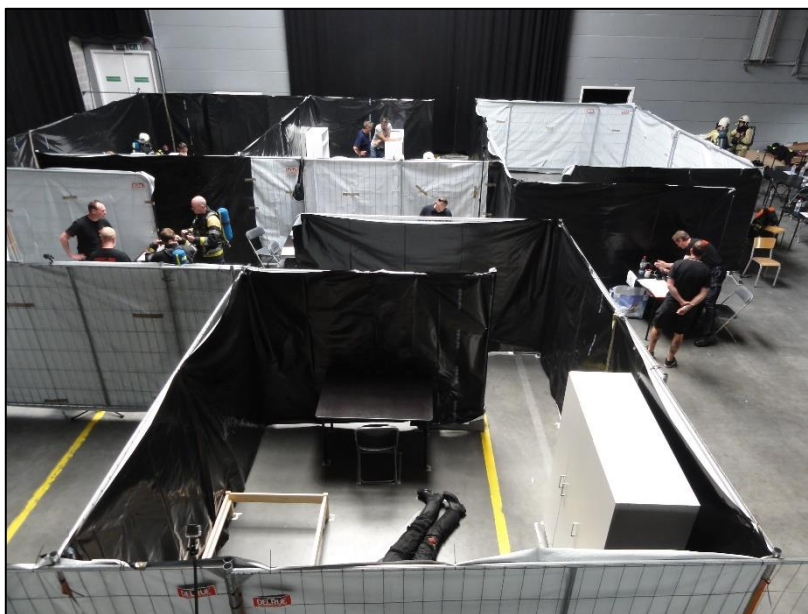


图2 利用临时围墙搭建的房间一瞥。(来源: Nathalie Van Moorter)

前面提到的6个房间是设在一个大厅内部，涉及的任务目标为，参与测试的小组在没有水枪的情况下，在房间内开展搜救任务。我们会事先给参训人员简要通告火势已被压制、灭火行动正在进行。

第7间房设在室外，是一间有家具的卧室，内有被困人员，必须在延伸进攻水带的同时，完成搜救任务，我们也会给参训人员相应的简报。

第7间房设在室外，是一间有家具的卧室，内有被困人员，必须在延伸进攻水带的同时，完成搜救任务，我们也会给参训人员相应的简报。

2.4 进攻水带实验



图3 进攻水带实验 (来源: Nathalie Van Moorter)

最后，我们用包裹不透明油布的临时围墙，搭建了一个长10 m的走廊。这个场景的任务目标是，参训人员从走廊延伸水带至火点，在这个过程中必须有效地冷却烟气。

3 结论

3.1 卧室

四个不同的卧室场景之间的实验结果存在显著的差异：空卧室完成搜救所需时间最短，平均 4.63 m²/分钟。但是不同的小组之间差别很大：最快的小组只用了不到平均时间的一半，最慢的小组则用了三倍的平均时间。

表 1 四间卧室实验的测试结果：完成搜救任务的平均时间、最快时间、最慢时间，最快与最慢时间与平均时间的平均值。

	平均时间 (分钟)	最快时间 (分钟)	最慢时间 (分钟)
空卧室	2.33	0.95	7.28
		41%	312%
有家具的卧室	3.17	0.83	6.33
		26%	200%
有家具、有被困人员的卧室	3.84	1.42	7.60
		37%	198%
有家具、有被困人员的卧室，搜救时延伸水带	6.14	1.98	19.53
		32%	318%

有家具的卧室搜救所需时间会长点，如果有被困人员，时间会再次增加。为避免参训人员力竭，我们故意将假人摆放在离门口较近的位置。参训人员要能够在开始每场测试时，保持同样的状态。



图 4 延伸水带的同时完成搜救任务会耗费更多的时间，空呼消耗也更高。（来源：Steve De Blauwe）

延伸水带的同时搜救所需的时间最长，平均下来要多花 60%。这些因素并非只影响了搜救所需的时间，也影响了空呼的消耗量。

在没有延伸水带的情况下，空呼消耗量是 66 到 70 升/分钟（其中个体差距很大：从 29 到 184 升/分钟）。

有水带的情况下，这一数值为 84 升/分钟，高了 21%。这是因为在需要延伸水带的情况下，搜救所需时间更长，空呼消耗也就越多——几乎为没有水带的两倍。

3.2 模拟办公室

虽然模拟办公室比模拟卧室面积大了 2.5 倍，但其中所需的搜救时间，并没有达到 2.5 倍。事实上，在实验过程中，搜救空办公室只多用了 22% 的时间，搜救有家具/有家具且有被困人员的办公室，多用了 70% 的时间。三组实验中，空呼的平均消耗量为 62-74 升/分钟，下表为其与没有水带的卧室训练相比较。

表 2 3 间模拟办公室的实验：完成搜救任务的平均时间、最快时间、最慢时间，最快与最慢时间与平均时间的对比值。

	平均时间 (分钟)	最快时间 (分钟)	最慢时间 (分钟)
空办公室	2.85	1.15	5.40
		40%	189%
有家具的办公室	5.46	2.58	9.50
		47%	174%
有家具的办公室， 有被困人员	6.48	2.50	10.07
		39%	155%

3.3 进攻水带实验

拖着水带内攻 10m，平均所需的时间为 1.71 分钟。该实验最快的小组用了 0.63 分钟，最慢的用了 4.57 分钟。与搜救实验最大的差别便是，空气消耗量——平均值为 98 升/分钟。

4 消防队可以从中学到什么

这些实验对消防工作来说意味着什么，虽然次数不足，但仍能从里面提取一些结论，给大家一些建议。

4.1 空呼消耗

空呼以 300bar 的压力储存 2040 升空气，并留有 50bar 的压力作安全备用，也就是说每名消防员，在火场上有 1700 升的空气可供使用。

普遍认为，多数训练项目内，空气的消耗量为 40 升/分钟，但是消防员在执行无水带的搜救任务时，这一数值为 70 升/分钟，并且在有水带后这一数值会达到 84 升/分钟。

所以，平均下来的话，内攻人员在无水带的情况下可以搜索 24 分钟，有水带的话搜索 20 分钟，随后他们就必须返回撤退。内攻灭火时，空气消耗量为 98 升/分钟，是前面假设训练的 2.5 倍，消防员执行任务的时间也就缩短至 17 分钟。

显然，这点时间跟我们平日里训练中所学到的有很大差异。单个空呼吸瓶的能耐究竟几何，消防员培训课程，甚至是大、中队指挥员在实战中，应当认清这一现实、提升认识。

4.2 搜救任务

不同小组间，完成任务的时间差异很大，一些小组很快，一些较慢，原因主要有以下几点：

- 是否进行“宽搜（Broad sweep）”：两人立即成并排行进姿态

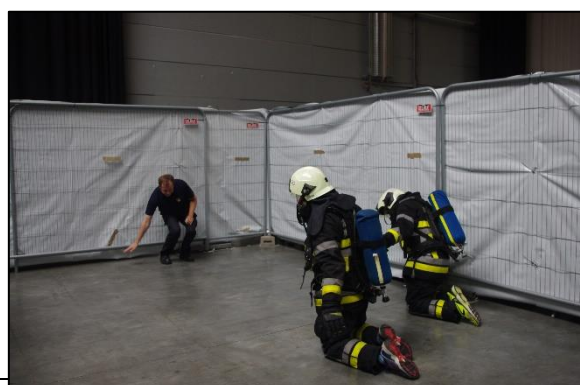


图 5 在搜索单个房间时，两名消防员可成并排行进姿态进行“宽搜”，这样可以迅速地搜索房间的大量面积。（来源：Steve De Blauwe）

- 执行任务是否迅速
- 是否对周遭情况有良好的感知

过去的空呼训练，教的是消防员要以单列行进，这种操法已经过时了。现在各小组在内攻时，常常相距几米远，这样在移动水带时更方便。

在不携带水带进行搜救任务时，消防员可以手牵手进行“宽搜”，以搜索较大的区域。

一些小组在搜救任务的时候很犹豫，导致执行缓慢，过程中时不时停滞。而其他小组搜索房间时过程清晰迅速。



图 6 这一组队员采取的老方法，即单列行进。过去我们教的是 2 号员抓住 1 号员的空呼，这样会降低他们的速度与效率。1 号员甚至没有注意到他脚旁的被困人员。如果一开始 2 号员就是平列在 1 号员旁边，他们马上就可以发现被困人员。（来源: Steve De Blauwe）

造成差异的第三个原因便是，一些小组对周遭情况没有良好的感知：他们对同一房间的同区域反复搜救，浪费大量宝贵的时间。

相反的是，用时较短的小组，会遗漏甚至跳过对房间特定区域的搜救。比如说，并不是每一组都搜索了衣柜内部，对床的检查也不是十分到位，各小组必须在速度与精度上权衡。

这三点应当写入在消防员的基础训练课程中，无论训练中有无真火，大家都可以从中学到有用的知识。

这些实验还表明：内攻的同时，搜救会增加处置的时间与消防员空呼消耗量，这意味着单个气瓶能搜救的面积更小了。

一些情况下，搜救小组是必须携带水带的，比如说还未确认火点的公寓楼。在这种情况下，搜救小组很有可能遇到火势，他们就必须冷却烟气。话说回来，一些情况并不需要搜救小组携带水带，比如说搜救公寓楼着火层上层（中间为混凝土隔板），搜救小组就可能不需要用水。

以上问题需要由大队长和中队长来考虑。因此，指挥员的训练中，应当有这些内容来帮助他们在火场上做出正确的决定。

一般来说，完成任务最快的小组更有经验也有更多的实训机会。这对消防队伍来说，也是重要的一课：消防员应当经过充分的搜救训练，以保证他们在火场上高效地执行此类任务。这才是真正性命攸关的事情。

4.3 深入探讨

上面的这些实验，并没有站在相当的高度和范围，也并非贴近现实：

- 每次实验都只对单个房间进行搜索，但在现实中，很多时候要搜索几个房间。

- 实验始于房间的门廊，但在现实中，消防员从下车到门廊还有一段距离，这段距离会使消防员消耗空呼和体能，导致他们在开始搜救时，心跳处于较快速度。如需登楼，这一现象会更明显。
- 房间的面积定为 12 m²和 31 m²，但在现实中，一般要搜索更大的房间。
- 为了避免参训人员力竭，也为了使他们在接下来的实训前恢复体能，房间里只有一名被困人员，放得离门也很近，当然在火场中情况会有所不同。
- 演练全程没有真正的烟或辐射热。
- 参训人员由于被蒙上了眼睛失明都看不见，但在现实中，内攻队员还是看得见一点点的

希望将来会有相关实验，可以在排除以上几项限制的情况下开展，这些实验能够教会我们如何更好地开展搜救行动。一旦实验现场可以有真烟，我们就不用蒙眼而使用红外成像仪。这就更贴近实战，我们也能更好地了解自己的能力——消防工作应当知己知彼。

5 鸣谢

这些实验，凝聚了很多同志与组织的心血：KCCE 批准开展这些实验；Fire department Zone 1 提供了消防车、空呼和相应的人员；宜家提供了实验所需的家具；CFBT-BE 则包揽了剩余的开销（食品、临时围墙、蒙眼布等）

Fire department Zone 1 的消防部门、中西部、威索克、安特卫普、布鲁塞尔、东部、肯本、兰德、华斯兰德、诺林堡、富乐维、米特斯兰德、佛兰德阿登提供了最重要的参训人员，没有他们，实验就没有意义。每个参训人员都自愿参训，队内氛围融洽，每个人都很开心。

在实验开始之前、之后，有 8 名志愿者帮忙搭建、清理场地，实验期间有 29 名志愿者免费为参训人员提供帮助。

最后，我想感谢安全工程专业学生——Neja Jekovec，她以此次实验为基础写了一篇论文并为实验提供了很多独到的见解。

在众多同志与组织的通力协作下，我们对搜救任务有了些许科学地认知。希望在将来，我们可以以此为基础，取得更多成就。

6 Bibliography

- [1] Kerber (2012) *Analysis of Changing Residential Fire Dynamics and Its Implications on Firefighter Operational Timeframes*, *Fire Technology*, 48, 865–891

