

完成一次搜救需要多长时间？

作者：Karel Lambert

翻译：橙色救援微信公众号

1 简介

近年来，消防部门对火灾特性的研究日益加深。自十年前开始，对火灾特性的认识就包括了轰燃与回燃。在培训中，大家都学习了火灾发展曲线，但对曲线的时间点并没有真正理解。消防员们通常并不知道轰燃发生的时间是（火灾开始后）3分钟、30分钟还是3个小时。

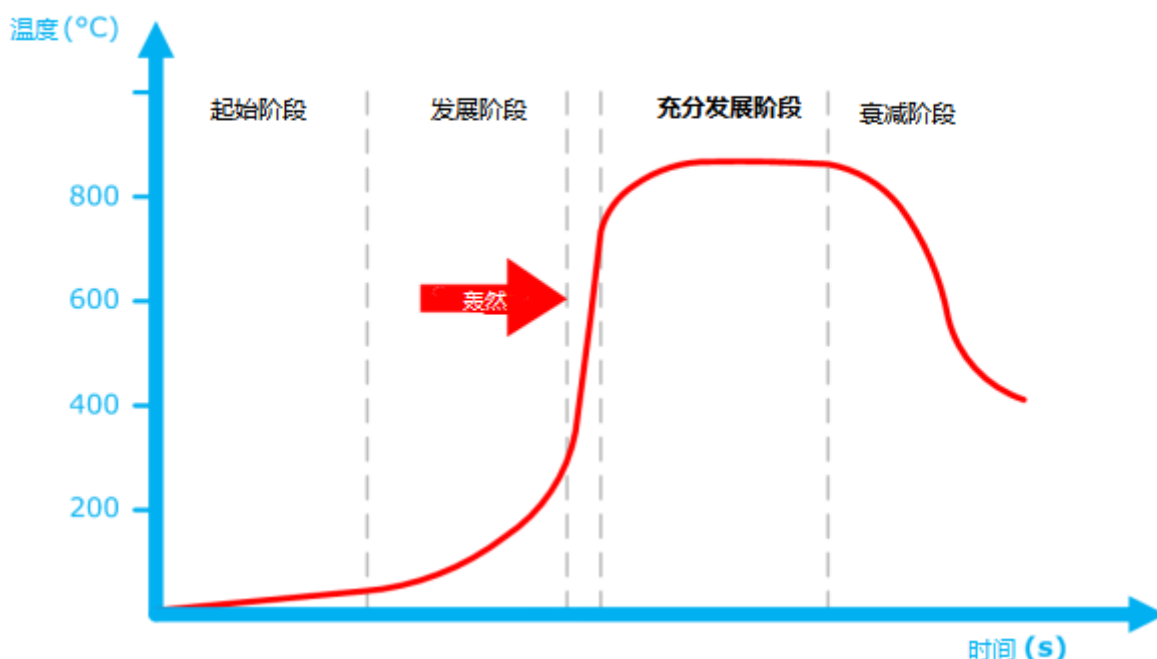


图 1 传统的火灾发展曲线。现在被定义为通风条件下的火势发展情况。Y 轴上的温度有明确的数值标注，但 X 轴上的时间没有数值来表示不同的时间阶段。（来源：Karel Lambert）

一些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。斯蒂夫·科博（Steve Kerber）对此做过深入的研究：他先用现代家具布置一间客厅，然后点燃，随后用一间 50 年代家具布置的客厅作为对照组。研究发现，有现代家具的房间达到轰燃时间（图 1 中起始与发展阶段）大约为 2-4 分钟；而对照组则需 30 分钟。这一巨大差异决定了我们的灭火方式会有本质上的区别。

过去的原则是“先救人，再灭火”——当消防员有 30 分钟来进行搜救时，这样做没问题。由于火灾发展变化得如此的快，现在的原则是“先灭火”。

现今我们对火灾特性有了更多、更深的认识，能够确定轰燃发生的确切时间，但是无法确定搜索一个房间需要多久，也不知道各种搜索方法之间的区别。以前我们有很多时间进行搜救，这个问

题没什么影响。现在的火势发展相当迅速，了解消防员搜索房间的速度很重要。指挥员可以以此确定对指定的建筑进行搜救需要多少人员。

2017 年 7 月，在奥斯特坎普（Oostkamp）进行了一项旨在深入了解搜救方式的实验。*完成搜索一个房间的需要多长时间？哪些方法较为高效，哪些则不然？*

2 实验

2.1 实验参与者

实验持续了两天：周五和周六，这样职业消防员和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实验，他们分成 44 个两人小组。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

工作时间：1-33 年

身高：1.68m-1.98m

体重：57-118 公斤

BMI（身体质量指数）：18-36

三分之一的参与者为职业消防员

参与者有的来自繁忙的队站，也有来自警情较少的队站

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

每个两人小组都需要完成由八项实验组成的一系列测试。每场测试后都有一段休息时间，休息时间各不相同，并且提供饮料、零食与水果，确保大家都能够在实验间隙充分恢复。这对于不同实验可以相互对比是必要的。

每次测试前都会打印出简报，确保每个小组获取完全相同的信息。实验模拟消防员在充满烟气的环境中进行任务。为了营造视线受阻的情形，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（蹲姿或在地面爬行），要求参与者在测试期间至少保持一只膝盖与地面接触。

测试开始前，（实验人员）收集了以下信息：空呼压力、心率与血氧饱和度。参与者必须表明自己是否从上场测试中恢复过来。

随后，参与者被蒙住眼睛，着全套战斗服、佩戴空呼完成各项测试。8 项测试中 7 项为搜救任务，最后一项为内攻灭火任务。



实验完成后，再次记录参与者的空呼压力、心率与血氧饱和度。参与者也必须说明对这些测试项目难度大小的主观印象。

2.3 7次搜救实验

我们使用临时围墙搭建了七个不同的房间。围墙上覆盖着不透明的防水布，防止参与者从外面看到房间内的布置。此外，为了使参与者在测试前无法从门口往里看，还特意加了额外一堵墙。

有四个房间布置成卧室（面积约 12 m^2 ， $3.5\text{m}\times 3.5\text{m}$ ），剩下的三个布置成办公室（面积约 31 m^2 ，

$6.82\text{m}\times 4.5\text{m}$ ）。其中一间卧室和一间办公室是空的（没有任何家具）。另其他的单独卧室和办公室中根据任务需求布置家具。第三类由一间卧室和一间办公室组成，里面有一个 70kg 的假人充当被困人员。这 6 个房间设在一个大厅里。任务目标为每个小组在没有水带水枪的情况下搜索这些房间。参与者事先被告知内攻小组已经压制住了火势，正在灭火。第 7 个房间设在室外，是一间有家具的卧室，内有被困人员。各小组必须在延伸充水水带的同时完成搜救任务，这项测试的简报也做了相应修改。



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



图 3 水带延伸实验 (来源: Nathalie Van Moorter)

2.4 水带延伸实验

最后，我们用覆盖防水布的临时围墙搭建了一个 10 米长的走廊，没人能看到走廊里的实验。目的是让参与者沿着走廊向着火点推进，在这个过程中需要充分冷却烟气。

3 结论

3.1 卧室

四个不同的卧室实验结果有明显区别。空卧室完成搜救所需时间最短，平均速度为 4.63 m²/分钟。但是不同小组之间差别很大，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平均时间。

表 1 四个卧室实验的测试结果：完成搜救的平均时间、最快时间、最慢时间，最快和最慢时间与平均时间的比值。

	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。如需营救被困人员，时间还会增加。为避免参与者力竭，假人特意摆放在离门口较近的位置。参训的消防员必须在相同的体能条件下开始每次测试。



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）

延伸水带同时搜救耗时最长，与没有水带相比，平均多花 60%时间。

并非只影响搜救时间：没有水带时，空呼耗气量是 66-70 升/分钟，不过个体差异很大，从 29-184 升/分钟。有水带时，平均耗气量为 84 升/分钟，高了 21%。由于搜救时间更长，空呼消耗也就越多，因此使用水带搜救的耗气量几乎为没有水带时的两倍。

3.2 办公室

办公室的面积大约是卧室的 2.5 倍，但这并不意味着搜救时间也是 2.5 倍。搜救无家具办公室只多用了 22%的时间，搜救有家具和有被困人员的办公室，时间增加了 70%。三组办公室实验中，空呼的平均耗气量为 62-74 升/分钟，与没有水带的卧室实验差不多。

表 2 三个办公室实验的测试结果：完成搜救的平均时间、最快时间、最慢时间，最快和最慢时间与平均时间的比值。

	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 水带延伸实验

拖着水带推进 10m，所需时间平均为 1.71 分钟。最快的小组用了 0.63 分钟通过走廊，最慢的用了 4.57 分钟。与搜救实验最大的差别是空呼耗气量，平均耗气量为 98 升/分钟。

4 消防队可以从中学到什么

所有这些实验对消防工作来说意味着什么？虽然实验次数有限，但仍能得出一些结论，给大家一些建议。

4.1 空呼消耗

一具空呼在 300bar 压力下储存 2040 升空气，留 50bar 的压力作安全储备，也就是说每名消防员有 1700 升的空气可供在火场使用。

一些培训课程提到空气消耗量为 40 升/分钟。但实际消防员在不拖动水带进行搜救时，这一数值接近 70 升/分钟；拖动水带时这一数值会达到 84 升/分钟。因此在必须撤离前，消防员在无水带时平均可以搜索 24 分钟，有水带时平均可以搜索 20 分钟。在内攻推进灭火时，空气消耗量为 98 升/分钟，是培训课程中提到的 2.5 倍，消防员作业时间缩短至 17 分钟，明显低于培训中的时间。消防员以及队站、大队指挥员的培训课程应当更新，以了解单个空呼吸气瓶在实战中的性能。

4.2 搜救任务

不同小组间也有很大差异，一些小组能很快完成任务，另一些则花费较长时间，原因主要有以下几点：

是否进行“宽距搜索（Broad sweep）”：两人立即成并排行进姿态

是否执行快速搜索

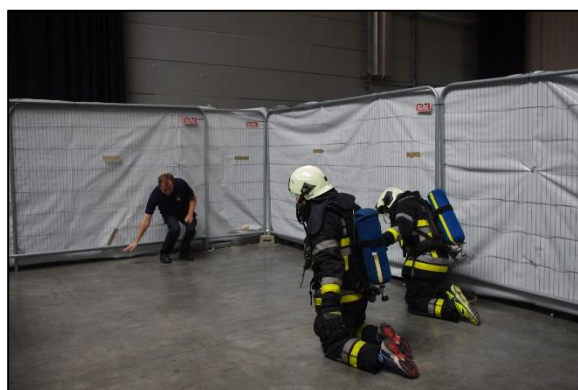


图 5 在搜索单个房间时，两名消防员可成并排行进姿态进行“宽搜”，这样可以更快地覆盖更大的面积。（来源：Steve De Blaauwe）

是否对周遭情况有良好的态势感知

过去的空呼训练要求消防员排成纵队一个接着一个，这已经过时。现在的培训要求消防员在进攻时，可以相距几米远，这样在移动水带时更方便。在不携带水带进行搜索房间时，消防员可以手牵手进行“宽距搜索”，以搜索较大的区域。

一些小组在搜救时很犹豫，导致进度缓慢，有时还会停滞。而其他小组搜索房间进展很快。

造成巨大差异的第三个原因是，一些小组没有良好的态势感知能力。他们对房间的某些区域重复搜索，浪费了大量宝贵时间。



图 6 这一组队员采取老方法，即单列行进。过去我们教的是后方消防员抓住前方消防员的空呼，这样会降低他们的速度与效率。前方消防员甚至没有注意到他脚旁的被困人员。如果一开始两人就并排，他们马上就可以发现被困人员。（来源：Steve De Blauwe）

相反的是，用时较短的小组，会遗漏或跳过房间某些区域。比如说，并不是每一组都搜索了衣柜内部，对床的检查也不够彻底，各小组必须在速度与精度上权衡。

这三点应当加入消防员基础培训课程中。无论是否真火训练都要强调这些，让每个人都可以从实验中有所学。

这些实验还表明，携带水带搜救会增加处置时间与空呼消耗量，这意味着单个气瓶能搜索的面积更小了。一些情况下，搜救小组是必须携带水带，比如姿还未确定火点的公寓楼中搜索。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。然而有些情况并不需要水带，比如混凝土楼板的大楼里，搜索着火公寓上层，搜救小组就不太可能需要水。

以上问题需要由大队和站指挥员来评估。因此，他们的训练应包含这些内容来教会他们做出选择。

一般来说，完成任务最快的小组更有经验或有更多的实训机会。这也是消防部门从这些实验中学到的，消防员应当经过充分的搜救训练，以保证在火场上高效行动，这才是真正性命攸关的事情。

4.3 深入探讨

上面这些实验的范围有限，许多方面与现实存在差异：

每次实验都只对单个房间进行搜索，但在现实中，很多时候要搜索多个房间。

实验始于房间门前，但在现实中，消防员到门口还有一段距离，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会心率较快。尤其是在需要爬楼时会更明显。

房间的面积局限为 12 m² 和 31 m²，但在现实中，要搜索的房间可能大得多。

为了避免参与者力竭，也为了使他们在接下来的实验前恢复体能，房间里只有一名被困人员放在离门较近的地方，这与真实火场也有所不同。

实验全程没有真正的烟气和热量。

参与者被蒙上了眼睛什么都看不见，在现实中，消防员还是看得见一点点的

希望将来会有新的实验，可以在排除以上几项限制。这样的实验可以让我们更深入地了解我们是如何搜救的。一旦可以在真实的烟气中实验，我们就不用蒙眼，可以使用热成像仪。这将使我们也能更好地了解自己能做什么，不能做什么，对消防部门来说，了解自己的能力和能力很重要。

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；第一区消防局提供了消防车、空呼和相应的人员，宜家提供了实验所需的家具，CFBT-BE 则承担了其余的开销（食品、临时围墙、眼罩等）

第一区消防局的中西部、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、佛兰德阿登等消防站提供了参与者，没有他们，实验就毫无意义。这些消防员都自愿参加测试，氛围融洽，每个人都很开心。

在实验前后，有 8 名志愿者帮忙搭建、清理场地，实验期间有 29 名志愿者免费为参与实验提供帮助。

最后，我想感谢消防安全工程专业学生——Neja Jekovec，她以此次实验为基础写了一篇论文并提供了很多有价值的见解。

在众多同志与组织的通力协作下，完成了一些关于搜救的科学研究。希望我们未来以此为基础，取得更多成就。

6 参考书目

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

