

BE-SAHF 火灾评估模型

阅读火场的一门艺术

作者：Karel Lambert

翻译：橙色救援微信公众号

1. 简介

消防员已经与火灾斗争了 200 多年。在这个漫长的时期里，人们一直在努力改进灭火的方法，其中之一便是*阅读火场*。

毕竟，火灾只不过是在特定环境中失控的化学反应，它并不是能够感受周围环境的生物，也不会几个不同选项间做出选择。燃烧由物理和化学定理所决定，其与周围环境的相互影响是由许多不同因素决定的，但每一个都可以用科学的方式来描述。当诸多因素共同作用时，最终的结果就变得极其复杂。

现在有计算火灾特性的电脑程序。大多数时候，这些计算进行了大量的简化，这是控制计算时间的唯一办法。此外，许多高端计算机运行一到两周才能确定火灾在 10 分钟内的的发展过程。因此用科学的方式观察火灾是可能的，但这需要巨大的计算机算力。换句话说，火灾是可以预测的。

人类不像电脑那样具备强大的计算能力，但我们还是可以观察火灾，并从中得出某些结论，由此对火灾特性作出预测。需要注意的是，这里说的是*通常情况*，但并不是*次次皆准*。阅读火场一半科学，一半艺术。这是因为在火场上，许多信息不像电脑进行预测的情况下那样信手拈来。通过阅读火场做出的评估总是依据当时收集到的不完整信息。换句话说：火场上对火灾的预测性是有限的。

有经验的消防员会更好*地*阅读火灾。如果进行经常性的读火训练，并积极的尝试将其应用到火场上，就可以变得非常熟练。这样在火场的时间压力下做决策才有作用。科学家们一直认为，火场决策是通过对当前火灾的评估与以前的火灾相比较所做出的。这就是所谓的识别优先决策（recognition-primed decision, rpd=识别优先决策）。

1.1 历史

肖恩·拉斐尔 (Shan Raffel) 是一名澳大利亚消防员。自 1983 年以来，他一直活跃在拥有 250 万居民的布里斯班。目前他是一名消防站指挥员，级别与比利时的上尉类似。在 21 世纪初，他是首位想到用一个模型来进行火场阅读的人。他将模型命名为 SAHF——烟气、气流、热量和火焰这四个英文单词首字母的缩写。随后，这个模型由爱德华·惠泽 (Edward Huize) 引入荷兰。通过荷兰消防局，这个模型在 2000 年中期进入比利时。



图 1: Shan Raffel 在 2014 年的国际消防教官研讨会 (照片来源: Karel Lambert)

肖恩·拉斐尔是 IFIW (International Fire Instructor's Workshop, 国际消防教官研讨会) 的成员之一。来自世界各地的科学家和专家以 IFIW 为平台，分享关于火灾特性和灭火救援的知识。在这里，SAHF 模型得到了一些国际专家的反馈。

很快人们对拉斐尔所描述的某些指标产生了分歧。比如油漆起泡、玻璃窗破裂等等，这些都是争论的主题。瑞典的斯特凡·斯文生 (Stefan Svensson) 表示，他从未经历过这些现象。然而，肖恩·拉斐尔在澳大利亚遇到的所有处于发展阶段的火灾中都看到了这些现象。

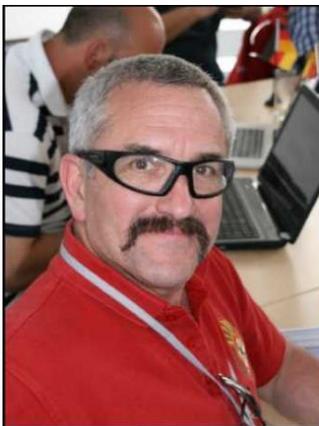


图 2: 艾德·哈挺 Ed Hartin 建议将 B 加入到 SAHF 模型中 (照片: Karel Lambert)

美国的一位消防大队长艾德·哈挺 (Ed Hartin) 提出了解决这个问题的办法: 他在 SAHF 前加上了 B (表示建筑) 作为前缀。艾德·哈挺表示, SAHF 指标不应该与发生火灾建筑物的类型分开, 建筑物类型是对其他指标进行评估的前提。2008 年, 肖恩·拉斐尔将他的模型升级为 B-SAHF。在卡尔·兰伯特 (Karel Lambert) 的影响下, 一个荷兰语首字母缩略词 G-RSTV 诞生了。《火灾发展 (Brandverloop)》一书中由西姆科·巴伊杰 (Siemco Baaij) 撰写的章节将这个词在消防领域传播开来。

2009 年左右, 在北美发现了风驱火现象。研究表明, 在强风的影响下, 火灾会表现出截然不同的特性。几年之后, 人们才充分认识到这个问题的严重性, 很多消防员在此类火灾中牺牲。大多数情况下, 这些事故发生在高层建筑的上层, 这也导致人们认为风驱火只有在高层建筑火灾中才会出现。直到一场特殊的火灾导致一名年轻的消防员牺牲在一栋普通住宅的一楼, 这才消除了大家对风驱火的错误认识。

加拿大的皮特·迈克布莱德 (Peter McBride) 建议再次更新模型。具体来说, 他建议在“B-SAHF”中的 B 之后加上 E, 这个 E 代表环境。这个想法是把风从气流轨迹中分离出来, 并加以特别关注。毕竟, 风会对火产生灾难性的影响。在 2014 年, 肖恩·拉斐尔决定将他的模型改为 BE-SAHF。

1.2 目标



图 3: 加拿大人皮特·迈克布莱德也对 BE-SAHF 模型产生了影响 (照片: Karel Lambert)

使用该模型的消防员有一个特定的目标: 他们希望弄清楚火势在接下来的几分钟内会如何发展。这可以通过把对燃烧状态和通风情况的评估结合到 BE-SAHF 模型中来实现。通过对这三个要素的综合分析, 可以了解当前和可能即将出现的火灾现象。但一定要注意, 这只是一种估计。火场中常常会有一些重要的因素没能被消防员及时掌握而导致得出错误的结论。

BE-SAHF 模型以及通风良好型和通风受限型火灾模型都旨在帮助扑救室内火灾。火场阅读模型主要适用于房间面积较小的建筑火灾。对于较大的房间，如开放式办公室和工业建筑，这些模型就不太适合。在处置大跨度火灾时，指挥员必须记住这一点。

在应用 BE-SAHF 模型时，先回答几个问题：

1.2.1 我们面对的火灾是哪一种类型的？

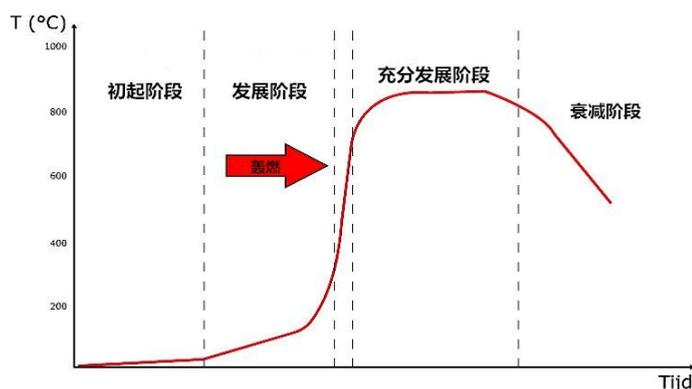


图 4：通风良好火灾发展的各阶段（图表：Karel Lambert）

火灾特性的相关书籍解释了两种情况。当通风条件良好时，火灾就会发展到轰燃。轰燃发生后，消防员将面临全面发展的火灾，其特点是火焰从窗户和其他开口窜出。这种类型的火灾发展被称为通风良好型火灾，火灾有足够的空气发展到轰燃。

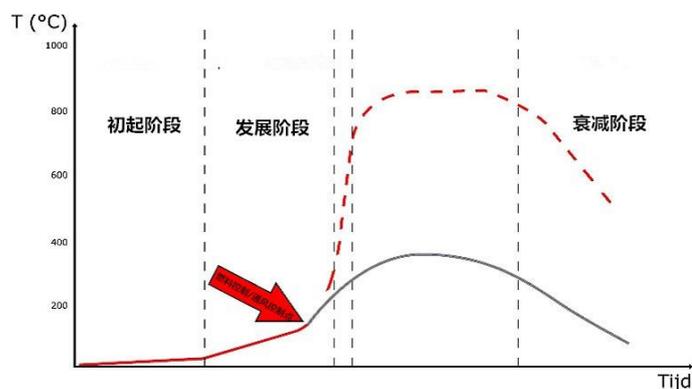


图 5：通风受限火灾由红实线和灰线组成（图表：Karel Lambert）

第二种是门窗紧闭，只有房间内的氧气供给火焰燃烧。如果房间保持关闭，会导致火灾在缺氧状态下燃烧，并在轰燃发生前由通风控制。这时就会经过燃料控制/通风控制点（FC/VC）。消防队员面临着一座浓烟弥漫的建筑物，几乎看不到火焰，烟气从缝隙中冒出，这种类型的火灾发展称为通风受限型火灾，火灾没有足够的空气发展到轰燃。

两种火灾发展都可以通过一些可见的迹象来辨别。两者都与火场上的某些风险相关，且都有不同的灭火策略。选择特定的策略将取决于火灾已经发展到什么程度（见下文）。

所有的模型都不完全正确，但有些是有用的——艾德·哈挺

需要注意的是，通风良好型火灾和通风受限型火灾都只是理论上的模型，这意味着它们并不是 100%准确，但在火场还是有一定作用。这就是艾德·哈挺上面那句话的意思。这两个模型涵盖了大部分火灾，但重要的是认识到，这些模型对大空间火灾不太有用。如工业建筑火灾。

另一种与上述火灾不同的火灾是所谓的*结构火灾*。这种类型的火灾，燃烧的是构筑物本身。一个例子是隐蔽空间内的独立燃烧。这种火灾的特性与两种典型火灾模型有很大不同。这也意味着扑救这类火灾要采用不同的战术方法。指挥员要认识到这一点并选择正确的方法。

1.2.2 目前火灾处于怎样的燃烧状态？

火灾可以是由燃料控制或是由通风控制。这可以通过观察火灾而很容易地确定。需要说明的是，一场火灾可以在多个房间发生：例如火灾从厨房开始蔓延到客厅，这可能意味着厨房里的火已经变成了通风控制型，而客厅里的火仍然是燃料控制型。也有可能我们正在处理两个互不相连的房间里的两起火灾（例如纵火）。在这种情况下，两个火灾会彼此独立的发展。

当面对燃料控制型火灾时，必须考虑轰燃发生的可能性（如果燃烧不是处于下降和熄灭阶段）。另一方面，如果是通风控制型火灾，必须考虑火灾发展的阶段和通风情况。只有基于这两方面的信息才能做出评估。

1.2.3 目前火灾处于哪个阶段？（我们处于火灾发展曲线之上的哪个位置？）

在明确了火灾的类型（通风良好或通风受限）和燃烧状态（燃料控制或通风控制）后，就可以确定火灾发展阶段。火灾发展到了什么程度？哪些特定的风险已经出现和消失，哪些风险仍然存在？我们即将会面临什么样的风险？

训练有素的消防员通过评估前文所提到的各项指标来评估火灾现场。

1.2.4 火在哪里？

下一个需要回答的问题是关于起火点的位置。通常情况下，根据上述指标，可以推测火灾所处位置。

1.2.5 接下来会发生什么？

需收集下列信息：

- 火灾类型。
- 火灾的燃烧状态
- 目前火灾发展所处的阶段。

通风状况，与涉及该状况可能出现的变化，也可能对火灾产生很大的影响。

使用上面描述的信息，一个训练有素的（站级）指挥员将能够很好地评估火灾将如何发展。他评估的目的是：

1. 预判风险
2. 确定战术目标
3. 如果需要，请求更多单位增援并提高火警等级

如果消防员什么都不做，火灾会按照规律自然发展。火灾的发展过程从一开始就被设定好了。换句话说，火灾不会自行“选择”特定的方式发展。

但是，消防队的目的是控制火势，营救任何可能的被困者并保护财产。消防队员可以执行许多不同的任务和行动措施以达到这些目的。BE-SAHF 模型也可以用来评估消防员采取的行动对火灾发展的影响。这些变化可能是积极的，也可能是消极的。同样，在两种情况下，训练有素的（站级）指挥员可以使用 BE-SAHF 模型来对现场情况进行评估。

1.2.6 举例

消防员到达一个火势全面发展的普通房子的一楼。

首车到场的副站长断定他要处理的是一场通风良好火灾(1)。接下来他意识到这是通风控制型燃烧(2)，火灾处于全面发展阶段。他看到房间的窗都户是完全打开的。他看不到房间的后面，但他能看到火势有向旁边蔓延的危险。很有可能在走廊发生二次轰燃。



图 6：全面发展的火势从房屋一层窗户窜出（照片：Nico Speleers）

这个副站长知道他必须要迅速行动。走廊左边的房间很快就会被大火吞噬。只要能把火势控制在起火房间里，楼上的被困者就有了更多的生存机会，这还取决于两层楼之间楼板的类型。

他命令他的队员铺设两条 45 毫米的干线。他认为两支水枪最大流量进行间接进攻，可以迅速压制火势。控制住火势后，队员可以进入房间安全地进行搜救。指挥员看到走廊左边有几个房间，他会先命令搜索这几处，然后再让队员搜索楼上的房间。

部署或延长供水干线不像上面的任务那么重要。毕竟，通过正确阅读火场，他可以评估这场车辆本身的载水量可以控制火势。

1.3 操作方法

1.3.1 背景

当应用 BE-SAHF 模型时，要使用特定的操作方法。首先，确立火灾发生的框架。建筑物是所有其他因素发生的环境。大多数情况下，很多关于建筑物的信息可以从外部看到。显而易见，医院火灾与独栋住宅火灾大不相同。

在对建筑物进行观察的同时，也要观察周围环境，而其中最为重要的就是风。天气的其他因素也可能会影响火场，严寒就是一个例子，零度以下会严重影响火场供水。

四个火灾特性指标（SAHF）必须根据火灾背景进行评估。顺序很重要，烟气指标揭示了此刻火灾类型的许多信息。气流轨迹也是如此。与这两点相比，热量和火焰带给我们的火灾特性信息相对较少。

1.3.2 谁来使用 BE-SAHF ?

检验这些指标可以从火场内外部进行。与内攻人员（或站级干部）相比，在外面的（大队级）指挥员（或驾驶员）所见不同，他们都必须认识到一个事实，他们可能看到了别人看不到的现象。必要时，必须通过对讲机传递重要信息。

举个内攻时发生的例子，内攻人员报告说，已经找到起火位置并开始灭火。然而，在外部，烟气正在迅速变化。烟量增加，颜色变黑，涌出建筑物的速度也越来越快。在这种情况下，大队级指挥员应该命令内部人员进行战术撤退，因为在内部观察到的情况与外部迹象形成了鲜明的对比。只要这种矛盾的现象无法解释，内攻人员就有风险。

1.3.3 需要注意的地方

这四个火灾特性指标必须综合考虑。任何一项都不应被单独分析，否则可能导致指挥员对火场状况判断不准确。通过同时查看四个指标，可以收集到大量信息。这些信息将有助于对火灾形势作出准确的估评。

对火灾特性指标的评估应该是动态、定时进行的，不能只是在到达场时简单看一下。外面的消防员和内攻消防员必须注意不同的火场信号。

这里有一个很好的例子：一起独栋家庭住宅火灾，前门是开着的。消防队到达时，少量灰色烟雾飘了出来。指挥员在队员们准备铺设高压卷盘时对火场周围进行了现场评估。当指挥员回来时队员们已经准备就绪，他们又看了看房子前面，火场已经变化。从房子冒出的烟比之前更浓、流速更快。队员们开始内攻。然而，驾驶员却看到了持续增加的烟雾，颜色不断变深，流动得越来越汹涌。

上面的例子清楚地说明，随着时间的推移，火场的指标在不断变化，这比消防员到达时看到的第一印象提供更多有价值的信息。对于消防员来说，持续不间断检查火场不同指标的变化，并注意这些变化是积极的还是消极的，是非常重要的。

火场上使用 BE-SAHF 模型需要进行一定的培训。毕竟，要同时考虑很多事情，并且通常没有时间去逐项进行。火场是一个动态的环境，几乎在不断变化。幸运的是，消防员可以进行训练。一个好方法就是观看 YouTube 上的火灾视频。在视频中可以应用和训练 BE-SAHF 的模型。艾德·哈挺的网站 www.cfbt-us.com 也提供了大约 15 个此类视频的示例。

只有通过足够的训练，才能在火场中自如的使用“BE-SAHF”模型。到达火场后，所有变量都将在潜意识中被处理。爱德华·惠泽将其称为“SAHF 识别”，大量的练习将会使你能

够对情况进行更快速的分析。

2. 参考书目

[1] Reading the fire, Shan Raffel, 2001

[2] CFBT-instructor course Level 2 for the T-cell, John McDonough & Karel Lambert,
2012-2015

[3] www.cfbt-us.com, Ed Hartin

[4] www.cfbt-au.com, Shan Raffel

[5] Personal communication, Shan Raffel, 2009-2016

[6] Personal communication, Ed Hartin, 2010-2016

[7] Personal communication, John McDonough, 2009-2016

[8] Personal communication, Peter McBride, 2009-2016

[9] Fire dynamics: Technical approach, tactical application, Karel Lambert & Siemco
Baaij, 2015