

烧伤 vs. 热应激

作者：Karel Lambert

翻译：橙色救援微信公众号

译者注：热应激指人或动物对受到超过自身体温调节能力的过高温度刺激时产生的非特异性应答反应的总和。

1 介绍

2009年1月1日，比利时迪克斯穆德市消防队接警出动，处置一起独栋家庭建筑火灾（见图1）。初战力量到场后进行评估，经询问得知建筑工人在阁楼喷涂泡沫保温材料时，突然闻到烧焦的味道。

两名指挥员进入建筑内部进行侦查，一层没有着火迹象。若要进入阁楼先要爬上天花板盖门下的一个折叠梯。阁楼内部空间非常狭窄，侦查组站在梯子上可以把头伸进去观察阁楼情况（见图2）。随后他们离开建筑，并命令两名消防员佩戴全套个人防护装备对整阁楼进行全面检查。指挥员在这一点上考虑到位、行动专业。毕竟，进入检查的消防员会遇到的潜在风险是未知的。当然在如此狭小的空间内行动时不背空呼要方便的多。



图1 消防员到场一段时间后迪克斯穆德火灾现场的照片。（来源：韦斯托克消防局-迪克斯穆德消防站）



图2 站在梯子上看到的阁楼情况，这张照片显示了阁楼的狭窄程度。（来源：Westhoek消防局-迪克斯穆德消防站）

两名消防员穿着全套灭火防护服并背上空呼，此时距离他们到场不过3分钟，所以两名指挥员几乎没有在侦查上浪费时间，他们对现场情况作出了快速评估。当搜救小组进入阁楼时，没有发现任何异常，他们继续深入阁楼内部。根据建筑工人的说法，他们会在阁楼尽头发现火源，这是工人们喷涂泡沫保温材料时闻到烧焦味的地方。但消防员什么都没发现，他们决定调转方向检查阁楼的另一头。

*也许味道是从那边飘过来的？也许是那边出了问题？*但是过去后也没有发现任何着火迹象，搜救小组在阁楼里搜索了大约两分钟，什么也没有发现，看起

来这可能又是一个假警？突然间消防员们被一股绿色烟气包围，小组中的老消防员意识到情况不妙，他立即告诉同伴，必须马上撤离，但为时已晚。几秒钟后，整团烟气被点燃，火焰在阁楼里把搜救小组吞没。万幸的是，两人设法找到了盖门，并被下方的同事所救。

两名消防员都严重烧伤，战斗服严重受损（见图 3）并当场脱下。经过急救后，他们被立即送往烧伤急救中心，他们将在那里开始一段漫长的康复过程。

显而易见，全套防护服和空呼救了这两名消防员的命。多亏了指挥员命令必须背空呼，这一谨慎的决定避免了两人牺牲。

几年前，某大城市发生了一起仓库火灾。指挥中心调派了两部水罐车，初战力量到场后发现，建筑深处火势很大。很明显只靠他们是不够的，所以现场指挥员请求增援。除了火灾本身不好处置，当天还有另一个因素使情况复杂：室外温度。正值炎炎夏日，当天室外温度一度超过 35℃。这意味着消防员在出警途中就已经汗流浹背了，光是穿上战斗服，背上空呼便会浑身湿透，到场的消防员们在开始行动之前都不是最佳状态。

消防员灭火时体力消耗很大，需要定时轮换。火场出来的大多数人都精疲力竭，需要休息一会儿才能继续返回作业。现场设置了恢复区，消防员们可以在那里降降温、喝点东西，这对



图 3 这是其中一名消防员严重损坏的防护服。（来源：韦斯托克消防局 - 迪克斯穆德消防站）



图4 恢复区的优秀例子。该消防部门为内攻人员搭建起帐篷，在这里消防员可以卸下装备，在阴凉处休息、补充水分和能量，冬天还有取暖设备。这张照片拍摄于2011，如今装备消毒也是恢复措施的一部分。（图片：Yoni Casteleyn, 1区消防局-托尔豪特消防站）

保存消防员战斗力是很有必要的。

突然，一名消防员从楼里出来昏倒了，他和之前的队员一样，沿水带从楼里撤出进行轮换，但不同的是，他一出来就失去了知觉。队友马上接住他，并卸下了他身上的装备。他的身体摸起来很热，但没有明显的烧伤或其它外伤。采取必要的措施使他降温后，救护车将他紧急送往医院。两小时后，医生宣布他死亡，死因是热应激。

2 问题的关键

上面两个案例描述了消防员在火场中会遇到的两种不同危险：烧伤与热应激。

2.1 烧伤

烧伤在消防部门司空见惯，每名消防员都接受过基础的烧伤急救训练。众所周知，当人的皮肤暴露在高温下就会烧伤，当受伤的创面过大或程度过于严重时就会危及生命。像迪克斯穆德消防站受伤的那名消防员，大面积烧伤会造成严重后果。伤者必须接受长时间的住院治疗，随后是长时间的康复期，并且终身留疤。

消防部门知晓该风险并作出了应对，在过去30年里，我们的防护服得到了极大的改进，正是防护服保住了迪克斯穆德站消防员的生命。

几年前，消防部门开始把重点放在内衣上。有效的防护性内衣可以为皮肤提供额外的两层保护：

- 防护性内衣本身是一层保护
- 防护服与内衣之间的空气也形成一层保护，毕竟空气也是良好的隔热材料

比利时2013年颁布了消防员个人防护装备（PPE）的法律，规定穿在战斗服里面的衣服必须有长臂袖和长裤腿。一些消防队直接采购连体式工装，一些买了长袖 polo衫，还有一些选择采购睡衣式内衣。最后这种也经常用在 CFBT 真火训练上。正如上文所述，防护内衣可保护消防员免受烧伤。这里我为这些消防部门周全的考虑与资金的投入点赞。

然而，实际出火场还是会遇到一个问题。很多志愿消防员到达消防站上时经常只穿了短袖T恤，夏天经常只穿短裤，他们不愿意在穿战斗服之前再穿上一套衣服，毕竟大家都赶着出警。即使是职业消防站，值班时大家也常穿短袖上衣。因此多年来要求船长袖长裤的规定与现实之间总是存在差异。

2.2 热应激

为了节约时间，一些消防员不愿在穿战斗服前换衣服。在布鲁塞尔，经常是这种情况：值班消防员穿着诺梅克斯的制式裤子和POLO衫，通常都是短袖的，只有冬天大家才会穿长袖。严格来说，只有在冬天大家才遵守规定。每当警铃响起，消防员从队站的各个地方冲向车库，他们滑下滑竿，跑向自己的消防车，消防车旁边有火服架。在这里，很多消防员会脱掉自己的鞋子和制式裤子，光腿穿上战斗服裤子。这些身经百战、经验丰富的消防员故意选择去掉一层防护层！他们故意减少对烧伤的防护，这看起来很奇怪。为什么这样做？会降低自身的防护水平吗？



图5 精疲力竭的消防员在火场旁恢复。(来源: TSL Hulpdienstfotografie)

这些消防员当然有自己的理由，他们切身感受到的额外保护层会导致体温急速上升。防护性内衣或许可以很好的防止烧伤，但是他们发现自己的核心体温上升的过快，尤其是在夏天。在布鲁塞尔消防部门，火场上经常可见精疲力竭的消防员，这些人都表现出热应激的症状。有一次，为治疗一名热应激消防员，现场急救人员共向他静脉注射了3.5

升液，同时使用了多条输液管。这种情况离我们开篇提到的牺牲案例有多近？考虑到这些，布鲁塞尔消防员的做法还是有一定合理性的。

3 科学研究

其他国家针对防护性内衣对热应激的影响做了一些研究。麦克莱伦 (McLellan) 对24名加拿大多伦多消防员进行了一项研究，旨在搞清长裤和短裤对消防员所有行动造成的影响。结果表明，消防员进行不间断的轻体力劳动（以4-5km/h的速度步行）时，短裤相对减少了10%-15%的热应激反应。

大卫·普雷赞特 (David Prezant) 在纽约消防局针对该课题做了一项更大范围的研究，他研究了总计29094起火灾，这些火灾选取不同年份中固定的四个月，这期间纽约消防局更换了两次个人防护装备。第一阶段（1993年），他们穿着传统的（老式）战斗服；第二阶段（1995年），他们穿着更现代的战斗服，这与我们比利时现在规定配发的长袖上衣与制式裤子相似；第三阶段（1998年），纽约消防局将战斗服里面的衣服换回了短袖、短裤。普雷赞特的结论是，现代灭火防护服显著降低了烧伤的风险，消防员因烧伤请病假的天数减少了89%，而这跟消防员所穿的内衣长短关系不大，但他证实了短袖短裤可以明显减少热应激症状。

因此科学研究表明消防部门更换现代灭火防护服是正确的选择，它可以提供更好的保护防止烧伤。然而，比利时消防部门坚持长袖和制式裤子似乎是错误的。这种内衣组合（原本为防止烧伤）增加了大家患热应激的风险。布鲁塞尔消防员们的做法与烧伤和热应激领域专家的研究成果相符。

我们必须认识到，比利时消防部门认为，要求消防员穿防护内衣可以在火场提供额外的保护，总体上看是正确的决定。但普雷赞特的研究否认了这一点，当然对待单一研究的结论我们必须慎重，然而该研究的规模很大，还是能说明一些问题的。

4 其他国家的做法

其他国家是怎么做的呢？他们对内衣这一问题的看法是什么？大家都像比利时那样强制长袖长裤吗？我们做了一个小调查，结果如下：

- 阿根廷:没有相关规定
- 澳大利亚:战斗服经过单独的测试。理论上，里面可以什么都不穿，所以短袖短裤的保护就够了。值班制服是短袖。
- 法国:允许短袖
- 意大利:允许短袖
- 奥地利:没有相关规定
- 波兰:执行灭火防护服生产厂家的规定
- 葡萄牙:没有相关规定
- 西班牙:没有相关规定
- 土耳其:执行灭火防护服生产厂家的规定，对长袖、长裤都没有强制要求
- 美国:联邦没有相关要求，很多州消防部门都穿短袖。
- 瑞典:没有规定要求穿内衣，主要依据生产厂家的规定

各个国家的规章制度通常只有当地的语言版本，这也是为什么上面的答案并不是来自深入的研究，而是不同消防员对简单问题的回答。比利时消防部门强制大家在战斗服里面穿长袖长裤有点特立独行了。

5 其他方面

当然还有其他方面未在文中提到，消防员的工作环境在不断发展变化，愈趋复杂。

5.1 真火训练 (CFBT)

在过去十年里，CFBT真火训练已经成为消防员基础训练和年度训练中不可缺少的一部分。在训练过程中，每个人都穿着各类内衣。真火训练与真实火场的区别在哪？

一些CFBT训练内容旨在研究火灾是如何发展的，所以有些训练需要参训人员在高温环境中待较长时间。为了达到学习目的，训练环境温度很高，每名学员事先都知道烧伤风险很高。而且学员待在高温下的时间比在实际火场中长得多，在火场上，消防员一找到火点就会尽快扑灭。在学习火灾发展过程时，随着火势的扩大，消防员会一直暴露在热辐射下。这意味着热量比真实火场会更多地渗透到战斗服内部。



图 6 一名学习烟气燃烧的消防员。当他打开后面的门时，天花板上的烟气层将会被点燃。在训练过程中，消防员将会承受大量辐射热。（来源：Stijn Hermans）

在这种情况下，选择更高等级的烧伤防护装备就显得合理了。这类观察型的训练通常都是静态的，参训人员一般都是坐在地上观察周围环境，他们在面对火焰前不需要像在火场中那样拖拽水带、爬楼梯，因此体温比实际火场要低，患热应激的几率也较低，参训人员选择穿长袖内衣。在CFBT教员的培训课程中，也要求他们注意热应激。消防部门在过去十年里成功摸索出一套安全的真火训练的方式。

5.2 健康与卫生

最近几年还有个问题值得大家重视，那就是工作环境的健康卫生问题。越来越多人开始研究烟气对人体的影响。在过去，消防员们都是穿着战斗服在现场听完汇报。而现在，现场会设立热区、温区与冷区，所有受污染的战斗服都会被脱下。如果在训练日的上下午都有真火训练，那么最好是每次训练完都洗澡。做到这些，可以更好的保护我们免受烧伤或热应激的伤害，同时降低长时间暴露在烟气环境中的可能风险。

所以，我们可以自问一下：内衣可以为暴露在烟气环境提供额外的防护吗？由于多穿了一层，我们可以很简单地推断出结论是肯定的。但是这种推断可能是错误的，这种保护微乎其微，只有时间能给我们答案。

6 未来如何？

未来的个人防护装备会发展成什么样？在瑞典消防学院，学员通常配发两套装备。一套是仅用于真火训练，这套战斗服提供绝佳的防护防止烧伤，并在每次使用后都要洗消。我们都知道，火场后的洗消并不是100%有效的，一些污染物仍会残留在战斗服上。在繁忙的高速公路上救援也是如此，大量尾气就像火灾烟气一样残留在战斗服上。毕竟，现代社会充满了各种各样的化学制剂。学员们的另一套装备包括工装裤、夹克和一顶Petzl头盔。

这套装备有极佳的防寒效果，毕竟 瑞典的冬天很冷。第二套装备适用于所有其他类型的训练。

伦敦消防也配发了多套装备，他们的战斗服和比利时的类似，有极佳的隔热效果可以抵抗高温，但有热应激风险。再强调一下，防止烧伤的隔热材料也增加了患热应激的风险。伦敦消防还有一套抢险救援服，这套服装没有隔热性能，降低了热应激几率。最重要的是，相较于厚重的战斗服，这套防护服更轻便，使消防员进行技术救援更容易。还有一点，与火场穿过的战斗服相反，抢险救援服清洗维护更方便，没有损害健康的风险。

在比利时，已经有很多消防队使用两种手套了：一副用于灭火、一副用于救援。灭火手套很厚实，有一层很厚的隔热层，极大地限制了手部灵活性，戴灭火手套很难进行精细操作。救援手套则对除高温外的其他风险进行防护，允许消防员进行精细操作。

也许在今后，比利时消防部门也可以实行两套战斗服的规定：一套用于灭火（里面穿短袖短裤），一套用于处置其他事故。

7 参考书目

- [1] *Prezant DJ et al. (2000) Impact of a design modification in modern firefighting uniforms on burn prevention outcomes in New York City firefighters, Journal of Occupational Environmental Medicine, Vol 42 (8), 827-834*
- [2] *McLellan TM et al. (2004) Heat stress while wearing long pants or shorts under firefighting protective clothing, Ergonomics, Vol 47, 75-90*
- [3] *Beernaert J & Sansen B, personal talks*
- [4] *Belgian law: Koninklijk Besluit van 30 augustus 2013 tot vaststelling van de minimale normen betreffende de persoonlijke beschermingsmiddelen en de bijkomende uitrusting die de hulpverleningszones en prezones ter beschikking stellen van hun operationeel personeel, Belgisch Staatsblad, 19 september 2013*