

火灾中产生的有毒气体和水蒸汽

火灾中产生的有毒气体和烟雾会导致大量的死亡。如果不考虑衣服着火引起死亡的情况的话，火灾中的有毒气体引起的死亡超过被灼烧而引起的死亡。大量有关火灾的统计表格指出在没有考虑衣服着火引起死亡时，仅仅考虑建筑物的火灾中，大约有 50% 的死亡是由火灾中产生的有毒物质所导致。这个数据有可能更加高因为受害者严重被烧伤的情况下很难分辨是由被烧灼或者是有毒气体中毒所造成的死亡。

很难分辨火灾中的烟尘和有毒气体以及水蒸汽是哪一个真正让人体受到严重的伤害。在讨论他们之前，首先给他们一个明确的定义。烟尘是指有非常坚硬的微粒物质所组成，而且由水蒸气凝华所得，它组成了火灾中燃烧物质中的最可见部分。有毒气体是一种在自然温度下也是气体的燃烧物质。水蒸气是一种在自然温度下转变成液体或固体的燃烧物质，在火灾结束时在表面慢慢的凝结。

烟尘最危险之处是减少可见度，有毒气体可以在人体内产生很多副作用。烟尘总是阻止人们从火灾现场逃脱，这样就延长了有毒气体对人体损害的时间。如果吸入有毒气体和水蒸气数量太多和时间太长的情况下就会导致死亡。某些有毒气体也会因为刺激性困住人。比如，小浓度的氯化氢和氨水会直接刺激人体的呼吸系统和眼睛，在烟尘减少可见度时就阻止被围困者找到一个逃生的出口。

消防专家一直在关注有毒物质对人类带来的危害性。很多年前消防局很少关注消防人员，但是现在，每件消防设备基本上都配备自主呼吸设备。高楼大厦中的居住者同样也认识到了这一点。在最近这些年的新材料中，合成聚合体的使用率大大增加；但是这些材料燃烧会产生有毒气体的情况也引起了消防局的更加关注。这些关注的增加是因为我们目前缺少这些有毒气体的资料。

加拿大当局有规章制度禁止使用会燃烧产生有毒气体的材料。比如，内部装修和建筑修缮的规范中 1970 年的基本建筑规范中指出“内部装修中，比未进行处理的木头和纸张能够更加引起烟尘和有毒气体的材料不允许使用。”

各种有毒物质引起的生理反应

火灾中有毒气体引起中毒常不被人所知，因为很少会对火灾中的受害者作仔细的病理检查。然而，一些有毒气体和水蒸气在受害者身上的病理反应是很有用的一些信息。

一氧化碳

一氧化碳 (CO) 包含碳元素的物质不完全燃烧所引起的,而且在几乎所有的火灾中都会有大量的一氧化碳。一氧化碳引起窒息主要是一氧化碳和血色素通过反作用导致身体中的血色素越来越少,结果是身体中的细胞系统没办法呼吸到氧气。缺氧血症不仅是一氧化碳而引起,而是和引起窒息的物体导致人体没办法呼吸到新鲜空气。经过一些适当的通风后,在第一个小时大约会有 50%的一氧化碳被消除,需要很多时间在通风畅通下才能完全消除。人体所能承受不会发生反作用的一氧化碳的最大浓度是 50ppm。超出这个水平的话,健康的人就会出现头痛,疲劳,头昏眼花等等症状。

表格 1. 对于不同浓度的一氧化碳的生理反应

	一氧化碳浓度, 单位 ppm
人体所能承受的安全范围	50
人体吸收后一个小时内不会出现不良反应的	400 to 500
一个小时后引起不舒服的症状	1000 to 2000
一个小时后会出现危险的反应	1500 to 2000
在一个小时内就已经出现致命的症状	4000 and above

二氧化碳

很多建筑火灾中二氧化碳都会有一定的数量。吸入一定数量的二氧化碳会刺激呼吸作用并且增加对氧气,可能的有毒气体以及水蒸气的吸收。刺激在 5% (50000ppm) 的浓度下就会很明显,并且在 30 分钟后出现昏迷的症状;超出 70000ppm 的浓度可以在很短的时间内让人失去意识。二氧化碳健康含量界限,即长久暴露其中亦不会引起身体损害的二氧化碳浓度是 5000ppm.

氰化氢

氰化氢 (HCN) 是火灾中含有氮的材料燃烧而成, 这些材料主要有奥伦, 尼龙, 棉织品, 聚亚安酯, 尿素-甲醛和 ABS (丙烯腈-丁二烯-苯乙烯)。氰化氢以及其它含氰化合物会让生物丧失行为能力。它们会阻止身体组织中的活细胞对氧气的利用。对各种浓度下, 人类的生理反应列于表 2。

表格 II. 不同浓度的氰化氢下人体的生理反应

	氰化氢浓度, 单位 ppm
人体所能承受的安全范围	10
数小时后会有轻微的症状	20 to 40
小时候内没有严重反应的最大数量	50 to 60
半个时候到一个小时之间就会危险	120 to 150
很快丧命	3000

氯化氢

氯化氢 (HCl) 产生于 PVC 材料在燃烧中的分解。一旦吸入，氯化物将损害上呼吸道并导致窒息或死亡。各种浓度下，人体的生理反应见表 3。

表格 III. 不同浓度的氯化氢下人体的生理反应

	氯化氢浓度, 单位 ppm
人体所能承受的安全范围	5
半个小时到一个小时内所能承受的最大范围	50
在很短的时间的就危险	1000 to 2000

二氧化氮

有三类氮的氧化物： N_2O ， NO ，还有两种形式的双氧化物（ NO_2 and N_2O_4 ）。二氧化氮是一种剧毒，通过燃烧硝酸盐纤维素产生。在大气中不存在 NO ，因为在存在氧气的情况下 NO 会转换成二氧化氮。这些化合物是剧烈的刺激物，特别是粘性薄膜刺激性很强。因此一旦吸入，就会通过与水分反应生成硝酸盐纤维素而损伤呼吸道组织。在各种浓度的二氧化氮下人体的生理反应见表 4

表格 IV. 不同浓度的二氧化氮下人体的生理反应

	二氧化氮浓度, 单位 ppm
人体所能承受的安全范围	5
刺激喉咙的最小数值	62
在很短的时间的就危险	117 to 154
在很短的时间内就丧命	240 to 775

有毒气体和水蒸气的组成

燃烧生产的有毒气体和蒸汽的数量取决于材料和环境条件。有些已经为世人所知，其它的可通过对有机化合物的分子结构和化学构成的知识而预测到。无论是对识别燃烧产物的研究工作还是对设计者而言，一个预测的基础是很重要的。火灾与建筑方面的官员同样可以从材料的化学结构中获益，因为化学结构揭示了从给定的材料中可通过燃烧产生何种有毒产物。以下的例子说明了怎样从材料的化学结构出发去推测燃烧后主要的有毒物质。

聚乙烯

聚乙烯是由碳原子和氢原子构成的聚合物。在高温火焰和足够氧气的理想条件下燃烧时，主要的产物是二氧化碳和水。在不利条件下，比如氧气不足的情况下，有毒性的碳微粒和一氧化碳就会生成。一氧化碳是燃烧聚乙烯和其它由碳、氢元素构成的有机材料后主要的毒气。

聚苯乙烯

聚苯乙烯也是由碳原子和氢原子组成的。当这种聚合物在高温下被分解时，主要的产物是苯乙烯。在燃烧中，苯乙烯被进一步分解成更小的颗粒，这些颗粒与氧气反应而生成通常的燃烧产物。燃烧聚苯乙烯后所生成的主要毒性产物也是一氧化碳。苯乙烯基本与 CO 一样毒，但是生产的量要小得多。

氯化乙烯(PVC)

聚氯乙烯由碳、氢和氯原子组成。当这种聚合物受热被分解时，氯原子被打散，每个氯原子与一个氢原子结合组成氯化氢化合物 HCL，这种不仅有毒而且具有腐蚀性。

有机玻璃 (树脂玻璃或者 塑料)

当树脂玻璃受热的时候，主要分解而成的物质是有机玻璃。在火灾中 有机玻璃分解成更小的分子，这些分子可以和氧气作用产生可以燃烧的物质。树脂玻璃产生的最主要的有毒物质是一氧化碳，有机玻璃的毒性也和一氧化碳相似，只是产生的数量更小而已。.

树木或者纤维素

树木中的主要成分纤维素主要是有碳，氢，氧三种元素组成。纤维素燃烧产生的物质主要是碳氢化合物和这三种元素。一些含有氧元素的水蒸气中，尤其是乙醛，是毒性的很高的一种气体。然而，含有纤维素的一氧化碳能致死更多的人，因为在数量上远远大于其它有毒气体。I

纤维丙烯酸 (聚丙烯腈)

一些重要的合成纤维一般都含有 80-85%的丙烯腈。这些合成材料有碳，氢，以及氮三种元素所组成，当火灾中就会分解成非常有毒的氰化氢，和一氧化碳和其它毒性气体。

氰化氢同样是 ABS（丙烯腈-丁二烯-苯乙烯和）管和有丙烯腈组成的丙烯酸毛毡材料所组成。它同样有其它含有氮元素可燃物质，比如尿素-甲醛，尼龙 棉织品，聚亚安酯所组成。

有毒气体的评估

有很多关于有机物质的毒性研究方法。其中一个评估材料的毒性的方法就是在一个封闭的空间内燃烧此材料，然后让动物进去感受。这样就可以确定毒性物质的品性并从数量上来分析。这些年来做出很小的进步就是确定材料的毒性。然而，也慢慢的取得了另外一些成就在分析技术上有了很大的进步。

小结

建筑物火灾中很大一部分的死亡是因为有毒气体和水蒸气的中毒。因为如此，消防当局想限制能产生大量烟雾和有毒气体的材料。目前，很少有规章制度关于这个的，但是我们有理由相信不久的将来会有这样的规章制度。

有关建筑火灾中产生的有毒气体和水蒸气的资料仍是少得可怜。在这个文摘中的有一定数量的资料是可以应用的，但是有关其它毒性气体的数据仍然缺乏。关于不同材料在相同的环境下的燃烧速率和火灾结束后物质浓度的数据也很是缺少。

一氧化碳之所以在每一场建筑火灾中都可见是因为绝大部分的有机材料都含有碳元素。一些材料如丙烯酸纤维，尼龙，尿素-甲醛，棉织品，尿素-甲醛和泡沫等都含有氮元素能产生危险的氰化氢和一氧化碳。当火灾中有这些物质的时候，周围的环境会产生一氧化碳之类的毒性很高的气体。一些材料含有很大比例的氯元素，比如 pvc，在火灾中同样的对人体有害，他们能够产生氯化氢和一氧化碳之类的物质。