

火灾烟气控制中心研究成果

YIDONGSHI
HUOCHANG
PAIYAN



移动式 火场排烟

李思成 杨国宏 编著

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

火灾烟气控制中心研究成果

移动式火场排烟

李思成 杨国宏 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

本书吸纳了国内外相关研究成果,从专业角度全面系统地介绍了火灾烟气特性、组成和危害,火灾烟气控制理论、移动式火场排烟技术以及实际应用。

本书可作为高等院校安全工程、消防工程、消防指挥与抢险救援等相关专业本科生和研究生的参考教材,也可供公安消防部队、专职消防队、应急救援部门消防队员以及从事消防安全工作的科研及工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

移动式火场排烟/李思成,杨国宏编著. —北京:
中国石化出版社, 2017

ISBN 978-7-5114-4421-9

I. ①移… II. ①李… ②杨… III. ①移动式-火灾-烟气排放 IV. ①TU998.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 072565 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市朝阳区吉市口路9号

邮编:100020 电话:(010)59964500

发行部电话:(010)59964526

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

北京富泰印刷有限责任公司印刷

全国各地新华书店经销

*

700×1000 毫米 16 开本 11 印张 207 千字

2017 年 4 月第 1 版 2017 年 4 月第 1 次印刷

定价:40.00 元

前 言

火灾现场会产生大量烟气。火灾烟气温度高、毒害大，减光性强，严重影响灾害现场的人员疏散、消防队员火场搜救和火灾扑救工作的开展。在火灾中，烟气造成的人员死亡数量约占死亡总数的40%~70%。特别是随着城市人口的不断增多和有限的城市土地使用面积之间矛盾的不断加剧，高层、地下、大跨度大空间建筑已经成为城市发展的必然选择。现代建筑具有结构复杂、内部装饰材料多、功能全、电气设备齐全、管道竖井多、人员繁杂等特点，一旦发生火灾，会产生大量的各种成分高温有毒烟气。如何对火灾现场的烟气实施有效控制成为灭火救援领域的热点课题。

2014年6月，《火场送风排烟技战术研究》(2014XFGG02)被确定为公安部消防局重点攻关项目，课题组对消防部队火场排烟工作开展现状进行了广泛的调研和深入的分析。目前火场排烟工作在公安消防部队得到了足够的重视，在《公安消防部队执勤作战条令》中明确要求公安消防部队执行灭火与应急救援任务时应“第一时间排烟降毒”。但在灭火救援实战中，一线官兵对于“如何实施有效的排烟行动？”“什么样的排烟行动是有效的排烟行动？”这两个基本问题仍存在困惑，往往认为现场有效排烟手段缺乏，移动排烟效果不佳，也有官兵对“火灾现场实施排烟是否会增大火势？”存在质疑。

这些疑惑和质疑甚至阻碍了各级指挥员实施火场排烟战术的决心，更严重制约了火场排烟战术水平的提升，本书就是基于上述两个基本问题展开。从分析火灾烟气的组成与危害阐述了火场排烟的作用和意义，

提出排烟行动与灭火、救人战术协同动作的观点。对火场排烟与灭火协同的方法、程序和技术细节进行了阐述，强调了正压式排烟战术(PPV)的可行性。本书具有以下特点：一是观点新颖，积极借鉴国内外的先进方法，提出了火场排烟新的理念和方法。二是逻辑严密，大量引入国内外数据分析和实体实验数据，阐述不同条件下烟气流动变化规律，推理论证过程缜密，说服性强。三是实用性强。针对不同建筑类型、结合火灾发展阶段特点及各种战术目的，细化火场排烟的战术方法，有针对性地提出提升移动装备火场排烟有效性的途径和方法，具有很强的实践性。

本书在撰写过程中得到了公安部消防局、武警学院等单位的指导；同时得到了北京市公安消防总队、上海市公安消防总队、天津市公安消防总队、山东省公安消防总队等单位领导和专家的大力支持。在此，谨向帮助和支持本书撰写工作的领导、专家及所有同志深表谢意。

本书由李思成、杨国宏负责规划编写。参加编写的人员及分工为：李思成(第一章)，陈颖(第二章)，侯耀华(第三章)，程建新、杨国宏(第四章)，陈静(第五章)，王万通(第六章)，黄东方(第七章)。

由于时间仓促，作者水平有限，书中难免存在一些疏漏和不足，恳请各位读者多提宝贵意见。

目 录

第一章 火灾烟气的组成与危害	(1)
第一节 火灾烟气的组成	(1)
一、火灾烟气的生成	(1)
二、火灾烟气的成分	(2)
第二节 火灾烟气的危害性	(3)
一、缺氧	(3)
二、中毒	(3)
三、减光	(6)
四、尘害	(6)
五、高温	(6)
第三节 火场排烟的定义和作用	(7)
一、火场排烟的定义	(7)
二、有效的火场排烟	(7)
三、火场排烟的作用	(8)
第二章 火灾烟气的特性及流动特点	(12)
第一节 建筑火灾发展阶段	(12)
第二节 火灾烟气的相关特性参数	(13)
一、压力	(14)
二、火灾烟气的密度	(14)
三、火灾烟气的浓度	(14)
四、能见距离	(16)
第三节 火灾烟气的扩散驱动力	(18)

一、热压作用	(18)
二、浮力	(20)
三、热膨胀	(20)
四、自然风	(21)
五、通风空调系统	(22)
六、电梯活塞效应	(22)
第四节 火灾烟气的流动过程	(23)
一、着火房间内的烟气流动	(23)
二、走廊内的烟气流动	(29)
三、竖井中的烟气流动	(32)
第三章 建筑火灾移动排烟方法	(34)
第一节 移动排烟的传统方法	(34)
一、水平排烟	(34)
二、垂直排烟	(35)
三、机械排烟	(36)
四、喷雾水排烟	(39)
五、火场排烟需考虑的问题	(40)
第二节 传统移动排烟方法的局限	(41)
一、水平排烟的局限	(41)
二、垂直排烟的局限	(41)
三、机械排烟的局限	(42)
四、喷雾水排烟的局限	(43)
第三节 火场排烟的排烟口和进风口	(43)
一、排烟口	(43)
二、进风口	(44)
三、自然排烟时进风口和排烟口的关系	(45)
四、正压送风排烟时排烟口与送风口尺寸的关系	(47)
第四节 需要考虑的其他因素	(49)

一、谁来进行排烟?	(49)
二、战术上的考虑	(50)
三、热量的增加	(50)
四、消防员可能会坠入火场	(51)
五、水喷淋系统启动	(51)
第五节 破拆排烟技术应用	(51)
一、破拆部位及选择	(51)
二、破拆排烟技术在火场中的应用	(55)
第六节 移动式排烟在火场中的应用调查分析	(56)
一、问卷调查	(57)
二、调研结果与分析	(57)
三、建议和意见	(61)
第四章 正压送风排烟方法	(62)
第一节 正压送风排烟的基本原理	(62)
一、正压送风排烟的工作原理	(62)
二、对风机的分析	(63)
三、正压送风排烟的相关术语	(64)
第二节 移动风机的配置方式	(64)
一、单台风机	(65)
二、串联使用风机	(65)
三、并联使用风机	(65)
四、组合使用风机	(66)
五、V 形放置风机	(67)
六、堆叠式配置风机	(67)
第三节 建筑结构对正压送风排烟的影响	(67)
一、入口有限的区域火灾实施正压送风排烟	(67)
二、地下室火灾实施正压送风排烟	(68)
三、多层公寓火灾实施正压送风排烟	(68)

四、商业建筑火灾实施正压送风排烟	(68)
五、非计划中的排烟口	(69)
第四节 正压进攻	(69)
一、正压进攻	(69)
二、定位送风机	(70)
三、破拆排烟口	(70)
四、开始增压和灭火	(71)
第五节 正压进攻的性能调整	(72)
一、有效的排烟口	(72)
二、协调灭火	(72)
三、正压进攻成功操作的关键	(73)
第六节 正压进攻的注意事项	(73)
一、训练的重要性	(73)
二、排烟口安全	(74)
三、确保火灾已经熄灭	(76)
四、不能使用的场所	(77)
第七节 正压进攻战斗展开	(80)
一、确保作战能力	(80)
二、正压进攻战斗展开	(82)
第五章 高层建筑移动式火场排烟	(86)
第一节 高层建筑移动式火场排烟战术	(86)
一、影响烟雾运动的因素	(86)
二、移动排烟的战术考虑	(87)
第二节 高层建筑正压送风排烟数值模拟	(89)
一、建筑模型建立及参数设定	(90)
二、正压送风对火灾影响情况的模拟工况	(92)
三、排烟口尺寸对正压送风效果影响的工况设置	(93)
四、设置方式对正压送风效果影响的模拟设置	(95)

五、模拟结果分析	(96)
第六章 隧道火灾火场排烟	(103)
第一节 研究背景	(103)
一、隧道火灾烟气流动规律研究	(103)
二、隧道火场排烟方式	(104)
三、固定排烟设施难以满足火场排烟需求	(104)
四、移动式排烟的发展	(105)
第二节 隧道火灾烟气危害性及其火灾特性	(105)
一、隧道火灾烟气危害性	(105)
二、隧道火灾特性	(106)
第三节 隧道火灾火场送风排烟数值模拟	(110)
一、数值模拟软件与工况设置	(110)
二、隧道火灾模型	(111)
三、移动风机模型的建立	(113)
四、模拟工况的正交设计	(114)
五、模拟结果分析	(115)
六、隧道火灾实例模拟	(118)
第四节 隧道火灾火场送风排烟战术应用	(122)
一、火场送风排烟的策略分析	(122)
二、火场送风排烟在灭火救援中的应用	(123)
三、移动排烟风机应用的注意事项	(126)
四、隧道火场送风排烟战术应用程序	(128)
五、隧道火场送风排烟实战与训练行动导图	(133)
第七章 火场排烟实例分析	(135)
第一节 几种典型火灾场景的火场排烟措施	(135)
一、房间内的小火	(135)
二、处于起始阶段的火灾	(136)
三、全面发展火灾	(136)

四、通风控制型火灾	(137)
五、高温火灾烟气蔓延下的楼梯间	(137)
六、低温火灾烟气蔓延下的楼梯间	(138)
第二节 正压送风排烟关键技术参数	(138)
一、实验介绍	(139)
二、风机设置距离与组合方式对排烟效果的影响	(140)
三、送风口与排烟口面积比例对排烟的影响	(146)
四、热烟情况下正压送风排烟效果	(148)
五、楼梯间正压送风	(155)
第三节 大风量风机的效能测试	(155)
一、实验概况	(156)
二、实验结果与讨论	(160)
第四节 移动排烟机风量测量	(163)
参考文献	(166)

第一章 火灾烟气的组成与危害

火给人类带来了文明、光明和温暖，但火灾也给人类的生命财产带来了巨大的危害。“国际消防技术委员会”调查统计表明，全球每年发生 600~700 万起火灾，大约有 65000~75000 人在火灾中丧命。国内外大量火灾案例统计表明，因火灾而伤亡者中，大多数为烟气危害致死。由此可见，火灾烟气的危害性极其严重，必须对其加以控制。

了解火灾烟气的组成与危害对消防员来说至关重要，本章主要介绍火灾烟气的组成与危害。

第一节 火灾烟气的组成

一、火灾烟气的生成

可燃物质热解或燃烧时会产生火灾烟气。火灾烟气是混合物，主要由两部分组成：占绝大部分的是混合了燃烧产物并被火焰加热的空气，这部分空气相对来讲，不受火灾时发生的化学反应的影响；另一部分是火灾热解和化学反应产物，主要包括一氧化碳、二氧化碳、水蒸气和甲烷等气体，以及固体（烟灰）和液体（如碳氢化合物）微粒，这部分成分的质量和体积都很小。因此，火灾烟气的物理性质与热空气基本一致，在对建筑进行火灾危险性评估时，火灾烟气的流动可等同于热空气的流动。然而，火灾烟气的化学性质与空气显然不同，比如其反应性、燃烧性和毒害性等，火灾烟气中的微粒对眼睛和呼吸道均有很强的刺激性。

火灾烟气的组成与火灾时空气的供应量有关，可燃物和空气的比例不同，生成的燃烧产物也不同。对于正常的燃烧工况，空气供应量得到良好的保证，燃烧进行得比较完全，所生成的产物都不能再燃烧，这种燃烧称为完全燃烧，其燃烧产物称为完全燃烧产物。在完全燃烧的状态下，燃烧产物主要以气态形式存在，其成分主要取决于可燃物的组成。

对于非正常的燃烧工况，没有良好的燃烧条件，燃烧进行得不完全，称为不完全燃烧，相应的燃烧产物称为不完全燃烧产物。在不完全燃烧的状态下，燃烧产物

含有醇、醚等有机化合物。这些燃烧产物多为有毒气体，对人体的呼吸系统、循环系统、神经系统会造成不同程度的伤害，影响人的正常呼吸和行动能力。

建筑物发生火灾时，由于空间受限，并且有喷淋系统或者其他外在介质参与灭火，其燃烧大多属于不完全燃烧。在火灾扑救过程中，由于采取不同的措施和灭火剂，也会相应产生不同的气体。一般情况下用水扑救时，只产生大量的水蒸气，但如果某些燃烧物质本身与灭火剂能起化学反应时，会产生一些其他有害物质，如硫化氢、二氧化硫等，严重时会造成扑救人员中毒伤亡事故，这在历史上是有沉重教训的。

二、火灾烟气的成分

火灾烟气的成分和性质首先取决于发生热解或燃烧的物质本身的化学组成，其次还与燃烧条件有关。所谓燃烧条件是指环境的供热条件、环境的空间时间条件和供氧条件。由于火灾时参与燃烧的物质比较复杂，尤其是发生火灾的环境条件千差万别，所以火灾烟气的组成也相当复杂。就总体而言，火灾烟气是由热解和燃烧所生成的气（汽）体、悬浮微粒及剩余空气三部分组成。

（一）热解和燃烧所生成的气（汽）体

大部分可燃物质都属于有机化合物，其主要成分是碳、氢、氧、硫、磷、氮等元素。在一般温度条件下，氮在燃烧过程中不参与化学反应而呈游离状态析出，而氧作为氧化剂在燃烧过程中被消耗掉。碳、氢、硫、磷等元素则与氧化合生成相应的氧化物，即二氧化碳、一氧化碳、水蒸气、二氧化硫和五氧化二磷等。此外，还有少量氢气和碳氢化合物产生。

现代建筑通常装修复杂，各种室内用品及家具越来越多。除了部分室内家具和门窗采用木质材料外，大量的装饰装修和家具多采用高分子合成材料，如建筑塑料、高分子涂料、聚苯乙烯泡沫塑料保温材料、复合地板、环氧树脂绝缘层、化纤制品等。这些高分子合成材料的燃烧和热解产物比单一的木质材料要复杂得多。

（二）热解和燃烧所生成的悬浮微粒

火灾烟气中热解或燃烧所生成的悬浮微粒，称为烟粒子。这些微粒通常包括游离碳（炭黑粒子）、焦油类粒子和高沸点物质的凝缩液滴等。这些固态或液态的微粒，悬浮在气相中，随其飘流。由于烟粒子的性质不同，在火灾发展的不同阶段，烟气的颜色亦不同。在起火之前的阴燃阶段，由于干馏热分解，主要产生的是一些高沸点物质的凝缩液滴粒子，烟气颜色常呈白色或青白色；而在起火阶段，主要产生的是炭黑粒子，烟气颜色呈黑色，形成滚滚黑烟。

(三) 热空气

室内火灾中,在火灾烟气以浮力羽流形式垂直上升的过程中,不断卷吸周围空气形成体积逐渐庞大的烟羽流。火灾烟气的生成量主要是由烟气羽流所卷吸的空气量所决定的,也就是说,火灾烟气中主要是被加热的空气。目前最常用的火灾烟气生成量计算模型都是基于空气卷吸量,没有考虑可燃物的消耗。

第二节 火灾烟气的危害性

在建筑火灾中,火灾烟气随着热气流上升,当遇到天花板或其他阻碍物时开始下降并逐渐充满整个房间,这一过程的发生往往非常迅速。火灾烟气在建筑中所产生的危害较多,概括起来主要有缺氧、中毒、减光、尘害和高温几个方面。在火灾过程中产生的火灾烟气会阻碍人员安全疏散、妨碍消防员进入火场进行搜救和灭火,并且会减小被困者生还的可能性。

一、缺氧

氧是人体进行新陈代谢的关键物质,是人体生命活动的第一需要。当空气中含氧量降低到 15% 时,人的肌肉活动能力下降;降到 10%~14% 时,人就四肢无力,智力混乱,辨不清方向;降到 6%~10% 时,人就会昏厥。对于处在着火房间内的人们来说,氧气的短时致死浓度为 6%。

燃烧消耗了大量的氧气,使得火灾烟气中的含氧量往往低于生理上所需的正常数值,研究表明,在火灾猛烈发展阶段, O_2 的浓度往往只有 3% 左右。所以,在发生火灾时,建筑内人员如不及时逃离火场是十分危险的。

二、中毒

建筑火灾中可燃物的种类繁多,既包括各种木质材料、纸张、羊毛、丝绸等天然材料,又包括各种塑料、橡胶等高分子合成材料,加上燃烧状况千变万化,因而可以生成多种有毒有害气体。这些气体的含量如超过人们正常生理所允许的最高浓度,就会造成人们中毒甚至死亡。

目前,已知的火灾中有毒气体的种类或有毒气体的成分有数十种,包括无机类有毒有害气体(CO 、 CO_2 、 NO_x 、 HCl 、 HBr 、 H_2S 、 NH_3 、 HCN 、 P_2O_5 、 HF 、 SO_2 等)和有机类有毒有害气体(光气、醛类气体等)。火灾时可燃物质燃烧生成的有毒气体的种类见表 1-1。

表 1-1 各种可燃物质燃烧时生成的有毒气体

物质名称	燃烧时生成的主要有毒气体
木材、纸张	CO ₂ 、CO
棉花、人造纤维	CO ₂ 、CO
羊毛	CO ₂ 、CO、硫化氢、氨、氰化氢
聚四氟乙烯	CO ₂ 、CO
聚苯乙烯	CO ₂ 、CO、苯、甲苯、乙醛
聚氯乙烯	CO ₂ 、CO、氯化氢、光气、氯气
尼龙	CO ₂ 、CO、氨、氰化物、乙醛
酚树脂	CO、氨、氰化物
三聚氢胺-甲醛树脂	CO、氨、氰化物
环氧树脂	CO ₂ 、CO、丙醛

(一) 一氧化碳 (CO) 对人的影响

CO 是火灾中较为常见的不完全燃烧产物，是一种有毒气体，在火场当中通常占有很大的比例并且不容易被排除。火灾事故中，死于 CO 毒性作用的人数占死亡总人数的 40% 以上，是火灾中造成人员死亡的主要因素之一。CO 的主要毒害作用在于其与血红蛋白结合生成碳氧血红蛋白，极大地削弱了血红蛋白与氧气的结合能力，使血液中的氧含量降低，致使供氧不足，阻碍血液把氧送到人体各部分。人体暴露于不同 CO 浓度中产生的生理症状见表 1-2。

表 1-2 CO 浓度与暴露症状

CO 浓度/ (mL/m ³)	暴露时间/min	症状
50	360~480	不会出现副作用的临界值
200	120~180	可能出现轻微头疼
400	60~120	头疼、恶心
600	45	头疼、头昏、恶心
	120	瘫痪或可能失去知觉
1000	60	失去知觉
1600	20	头疼、头昏、恶心
3200	5~10	头疼、头昏
	30	失去知觉
6400	1~2	头疼、头昏
	10~15	失去知觉、有死亡危险
12800	1~3	即刻出现生理反应，失去直觉，有死亡危险

(二) 氰化氢 (HCN) 对人体的影响

HCN 为无色、略带杏仁气味的剧毒性气体，其毒性约为 CO 的 20 倍。可燃物中的含氮燃料燃烧常会生成 HCN，这类材料包括天然材料和合成材料，如羊毛、丝绸、尼龙、聚氨酯二聚物及尿素树脂等，尤其是棉花，其阴燃即会生成 HCN。HCN 是一种毒性作用极快的物质，它虽然基本上不与血红蛋白结合，但却可以抑制人体中酶的生成，阻止正常的细胞代谢。HCN 浓度与中毒症状见表 1-3。

表 1-3 HCN 浓度与中毒症状

HCN 暴露浓度/ (mL/m ³)	暴露时间/min	症状
18~36	> 120	轻度症状
45~54	30~60	损害不大
110~125	30~60	有生命危险或致死
135	30	致死
181	10	致死
270	< 5	立即死亡

现代建筑的室内装饰装修，大量使用到各种塑料，而这些材料在火灾中会反应生成大量 HCN，这种气体对人体的毒害作用越来越引起人们的重视。通过检验火灾中死难者的血液成分，人们发现，有 30% 以上的人员死亡是 HCN 中毒所致。

(三) 其他毒害性气体对人的影响

火灾烟气中其他毒害性气体还包括二氧化碳 (CO₂)、丙烯醛 (C₃H₄O) 和氯化氢 (HCl) 等。二氧化碳是在火灾当中生成量最大的气体，其含量增加直接导致氧气含量的降低，从而使人的呼吸频率上升，进而增加其他有毒有害气体的吸入量。丙烯醛是纤维物质阴燃过程中产生的一种有毒物质，它对人的感官和肺部具有强烈的刺激作用，长时间暴露其中将会引起严重的肺功能紊乱。例如，烟气中含有 5.5mL/m³ 的丙烯醛时，会对上呼吸道产生刺激症状；如浓度在 10mL/m³ 以上时，就能引起肺部的变化，数分钟内即可死亡。而木材燃烧的烟气中丙烯醛含量高达 50mL/m³ 左右，加之烟气中还有甲醛、乙醛、氢氧化物、氰化氢等毒气，对人体都是极为有害的。在 PVC 等物质的火灾当中，氯化氢等气体相当常见，这种物质会影响人的感觉和肺部。

随着高分子合成材料在建筑、装修以及家具制造中的广泛应用，火灾中所产生的有毒有害烟气的成分更加复杂，毒害性更加严重，需引起人们的重视。

三、减光

可见光的波长为 $0.4\sim 0.7\mu\text{m}$ ，一般火灾烟气中烟粒子粒径为几个 μm 到几十个 μm ，即烟粒子的粒径大于可见光的波长，这些烟粒子对可见光是不透明的，对可见光有完全的遮蔽作用。当烟气弥漫时，可见光因受到烟粒子的遮蔽，能见度大大降低。同时，加上烟气中有些气体对肉眼有极大的刺激性，如 HCl 、 NH_3 、 HF 、 SO_2 、 Cl_2 等，从而使人们在疏散过程中的行进速度大大降低，这就是烟气的减光性。它不仅妨碍安全而迅速的疏散活动，而且也妨碍消防员正常的火灾扑救活动。

四、尘害

火灾烟气中悬浮微粒是有害的，危害最大的是颗粒直径小于 $10\mu\text{m}$ 的飘尘，它们肉眼看不见，能长期漂浮在大气中，少则数小时，长则数年。尤其是微粒小于 $5\mu\text{m}$ 的飘尘，由于气体的扩散作用，能进入人体肺部，粘附并聚集在肺泡壁上，引起呼吸道疾病，增大心脏病死亡率，对人体造成直接危害。

五、高温

在着火房间内，火灾烟气具有较高的温度，有时可高达数百摄氏度，在地下建筑中，火灾烟气温度甚至可高达 1000°C 以上，这样的高温无论是对人、对物、还是对环境，都会产生严重的不良影响。

高温烟气对人的影响可分为直接接触影响和热辐射影响。人体对高温烟气的耐性是有限的，在 65°C 时，可短时忍受；在 120°C 时，15min 内就将产生不可恢复的损伤； 140°C 时，对人体产生损伤的时间约为 5min； 170°C 时，只能忍受大约 1min；而在几百摄氏度的高温烟气中人体是一分钟也无法忍受的。虽然衣服的透气性和绝热性可限制温度影响，不过多数人无法在温度高于 65°C 的空气中呼吸。当人体吸入高温的有毒烟气，会严重灼伤呼吸道，“重创”呼吸系统，轻者刺激呼吸道黏膜，导致慢性支气管炎，重者即便被救出了火场，也难以脱离生命危险。

若烟气层在人的头部高度之上，人员主要受到的则是高温烟气的热辐射影响。这时高温烟气所造成的危害比人体直接接触高温烟气的危害要低些。热辐射强度影响是随着距离的增加而衰减的，一般认为，在层高不超过 5m 的普通建筑中，烟气层的温度达到 180°C 以上时才会对人构成威胁。

除对人体产生威胁外，烟气温度过高还会严重影响材料的性质，例如，钢筋混凝土材料的机械性能会随着温度升高严重降低，对于采用钢筋混凝土材料的建筑，更需要注意高温烟气的影响，并采取适当的防护措施。在大空间建筑中经常采用大跨度的钢架屋顶，而钢材的力学性能也会随着温度升高而显著下降，超过一定限度