

火灾痕迹与检验

刘义祥 赵术学 主编



中国石化出版社

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

参 考 书

火灾痕迹与检验

刘义祥 赵术学 主编



NLIC2970864584

中国石化出版社

内 容 提 要

火灾痕迹物证是调查认定火灾原因的重要证据,在火灾现场勘验时发现和提取火灾痕迹物证,正确运用火灾痕迹证明火灾事实,是分析认定火灾原因的必要条件。因此,研究火灾痕迹及检验方法对于火灾调查非常重要。

本书系统阐述了火灾现场中常见火灾痕迹的形成机理、典型特征、证明作用和检验方法,以满足实际火灾调查工作中借鉴需要。

本书可以作为公安消防部队火灾调查人员及相关从业人员的工作参考用书,也可作为大专院校消防工程、火灾勘查等专业的学习参考书或者专业培训培训指导用书。

图书在版编目(CIP)数据

火灾痕迹与检验 / 刘义祥, 赵术学主编. —北京:
中国石化出版社, 2012. 5
ISBN 978 - 7 - 5114 - 1542 - 4

I. ①火… II. ①刘… ②赵… III. ①火灾 - 痕迹 -
检验方法 IV. ①TU998. 12②D918. 91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 070464 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:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

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

E-mail:press@sinopec.com

北京宏伟双华印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

850 × 1168 毫米 32 开本 10.75 印张 268 千字

2012 年 6 月第 1 版 2012 年 6 月第 1 次印刷

定价:32.00 元

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 概念	(1)
一、火灾痕迹与物证	(1)
二、火灾痕迹的特性与分类	(2)
第二节 火灾痕迹的形成	(4)
第三节 影响火灾痕迹的因素	(6)
一、建筑物结构	(6)
二、建筑构件的耐火性能	(7)
三、可燃物的数量和分布	(8)
四、气象条件	(8)
五、灭火战斗	(9)
第四节 火灾痕迹的提取与鉴定	(10)
一、火灾痕迹物证的提取	(10)
二、火灾痕迹物证的鉴定	(16)
第二章 烟熏痕迹	(21)
第一节 火灾现场中烟气流动规律	(21)
一、物质燃烧的发烟量	(21)
二、火灾现场中烟气的流动	(22)
第二节 烟熏痕迹的形成	(26)
一、烟熏痕迹的形成过程	(26)
二、烟熏痕迹的影响因素	(27)
第三节 烟熏痕迹的特征及证明作用	(30)
一、证明起火点	(31)
二、证明蔓延方向	(33)

三、证明起火方式	(35)
四、证明燃烧物种类	(35)
五、证明燃烧时间	(37)
六、证明开关状态	(37)
七、证明玻璃被打破时间	(38)
八、证明火场原始状态	(38)
九、判断火场内死者死亡原因	(40)
第四节 烟熏痕迹的检验	(40)
一、烟熏痕迹的提取	(40)
二、烟熏痕迹的鉴定	(41)
第三章 燃烧痕迹	(43)
第一节 木材燃烧痕迹	(43)
一、木材的基本特性	(43)
二、木材的燃烧过程	(45)
三、木材燃烧痕迹种类及特征	(49)
四、木材燃烧痕迹的证明作用	(51)
五、木材燃烧痕迹的检验	(59)
第二节 液体燃烧痕迹	(61)
一、可燃液体的燃烧	(61)
二、液体燃烧痕迹特征	(63)
三、液体低位燃烧痕迹与其他低位燃烧痕迹的区别	(67)
四、液体燃烧痕迹的提取	(69)
五、液体燃烧痕迹的证明作用	(70)
六、液体燃烧痕迹的检测	(71)
第三节 其他可燃物燃烧痕迹	(73)
一、聚合物燃烧痕迹	(73)
二、灰烬	(78)
三、纸张烧损破坏痕迹	(80)

第四章 受热痕迹	(86)
第一节 玻璃痕迹	(86)
一、玻璃的基本特性	(86)
二、火灾现场玻璃痕迹的形成机理	(88)
三、玻璃破坏痕迹的证明作用	(92)
四、玻璃破坏痕迹的检验	(100)
第二节 金属受热痕迹	(102)
一、金属受热痕迹的形成机理	(102)
二、金属受热痕迹的证明作用	(108)
三、金属受热痕迹的检验	(117)
第三节 混凝土受热痕迹	(117)
一、混凝土的组成	(118)
二、混凝土在火灾中的变化	(118)
三、混凝土受热痕迹的证明作用	(125)
四、混凝土受热痕迹的检验	(127)
第四节 其他不燃物受热痕迹	(137)
一、石膏受热痕迹	(137)
二、抹灰层受热痕迹	(140)
三、陶瓷制品受热痕迹	(141)
第五章 电气故障痕迹	(143)
第一节 短路痕迹	(143)
一、短路的效应	(144)
二、短路熔痕形成机理	(146)
三、短路熔痕种类	(147)
四、短路痕迹的证明作用	(150)
五、短路熔痕的发现和提取	(154)
六、短路痕迹的检验	(155)
第二节 过负荷痕迹	(164)
一、过负荷及其主要原因	(165)

二、过负荷作用下导线的变化	(166)
三、导线过负荷的检验和鉴定	(171)
四、物证提取	(173)
第三节 接触不良痕迹	(174)
一、接触不良的原因及影响接触电阻的因素	(174)
二、接触不良痕迹的形成机理	(178)
三、接触不良痕迹的特征	(180)
四、接触不良痕迹的提取与鉴定	(182)
第四节 其他电气故障痕迹	(183)
一、电熨斗过热痕迹	(184)
二、白炽灯通电破坏痕迹	(186)
三、电磁线过热痕迹	(190)
四、漏电痕迹	(191)
第六章 倒塌掉落痕迹	(195)
第一节 倒塌痕迹	(195)
一、倒塌痕迹的分类	(195)
二、倒塌痕迹的形成机理	(199)
三、分析倒塌原因的方法	(200)
四、倒塌痕迹的证明作用	(201)
第二节 塌落痕迹	(204)
一、塌落痕迹的形成机理	(205)
二、塌落痕迹的特征	(205)
三、塌落痕迹的证明作用	(206)
第三节 掉落痕迹	(208)
一、掉落痕迹的形成机理	(208)
二、掉落痕迹的特征	(209)
三、掉落痕迹的证明作用	(210)
第四节 倒塌痕迹的提取	(214)

第七章 爆炸痕迹	(216)
第一节 爆炸的分类	(216)
第二节 爆炸痕迹的形成机理、特征及证明作用	(217)
一、爆炸痕迹的形成机理	(217)
二、爆炸痕迹的特征	(219)
三、爆炸痕迹的证明作用	(226)
第三节 爆炸痕迹的检验	(228)
一、固体爆炸痕迹检验	(228)
二、气体爆炸痕迹检验	(235)
三、容器爆炸痕迹检验	(237)
第八章 汽车火灾痕迹	(240)
第一节 汽车基本知识	(240)
一、汽车分类	(240)
二、汽车总体结构	(241)
第二节 汽车电气故障火灾痕迹	(243)
一、汽车电源系统	(244)
二、起动系统	(247)
三、点火系统	(248)
四、汽车电气故障痕迹的提取与检验方法	(250)
第三节 汽车供油系统油品泄漏火灾痕迹	(251)
一、汽车供油系统油品泄漏火灾痕迹形成机理	(252)
二、汽车供油系统油品泄漏火灾痕迹特征	(254)
三、汽车供油系统油品泄漏火灾痕迹证明作用	(256)
四、物证提取与检验方法	(256)
第四节 汽车排气系统火灾痕迹	(257)
一、排气系统火灾痕迹形成机理	(257)
二、排气系统火灾痕迹特征	(259)
三、排气系统火灾痕迹证明作用	(260)
第五节 汽车制动系统火灾痕迹	(260)
一、汽车制动系统火灾痕迹形成机理	(260)

二、汽车制动系统火灾痕迹特征	(261)
三、汽车制动系统火灾痕迹证明作用	(262)
第六节 汽车放火痕迹	(264)
一、车厢内放火痕迹	(264)
二、车头发动机部位放火痕迹	(266)
三、汽车轮胎部位放火痕迹	(267)
四、汽车油箱部位放火痕迹	(268)
五、物证检验方法	(268)
第七节 压缩天然气、液化石油气汽车火灾痕迹	(269)
一、燃气汽车简介	(269)
二、两用燃料发动机	(270)
三、燃气汽车火灾痕迹形成机理	(270)
四、燃气汽车火灾痕迹特征	(278)
五、燃气汽车火灾痕迹证明作用	(278)
第九章 人体火灾痕迹	(279)
第一节 火灾致人死伤的机理	(279)
一、火烧伤亡	(279)
二、气体中毒	(280)
三、窒息伤亡	(281)
第二节 人体火灾痕迹的特征	(282)
一、尸体姿态	(282)
二、体表特征	(283)
三、内部特征	(283)
四、火灾对尸体的影响	(284)
第三节 人体火灾痕迹的证明作用	(286)
一、证明案件性质	(287)
二、证明火灾蔓延方向	(287)
三、证明起火部位、起火点	(287)
四、证明烧伤原因	(288)
第四节 人体火灾痕迹的检验	(288)

第十章 其他痕迹	(291)
第一节 人员活动痕迹	(291)
一、指纹	(291)
二、足迹	(304)
三、血迹	(314)
第二节 摩擦痕迹	(317)
一、摩擦痕迹的形成	(317)
二、产生摩擦痕迹的具体原因	(318)
三、摩擦痕迹的发现	(319)
四、摩擦痕迹的证明作用	(320)
第三节 雷击痕迹	(321)
一、雷电的分类	(321)
二、雷击痕迹的产生机理	(322)
三、雷击痕迹特征	(323)
四、雷击痕迹检验	(324)
参考文献	(326)

第一章 绪 论

第一节 概 念

一、火灾痕迹与物证

痕迹是一个在诸多领域中广泛使用的概念，正在存在、曾经存在的物质与意识的反映，统称为广义的“痕迹”。痕迹不是物质或意识本身，而是指其“反映”。痕迹必须通过中介物质和承载物质才能存在，被反映的物质和意识称为造痕体，承载反映的物质称为承痕体，中介物质称为介质。以上三者因某种原因、条件而组成一个有机的过程系统，相互发生作用，导致外部形态或内部结构改变，使造痕体的某些属性反映到承痕体上形成痕迹。其实质是指一定的物体或现象曾经存在于某一时间和空间的客观反映，人们可以依据这些“痕迹”去分析、研究过去时空的物体或现象的本质与特征。

狭义的火灾痕迹，是指在火灾现场中，由于烟、热、火焰综合作用在材料上而成的。广义的火灾痕迹，是指在火灾调查中，将火灾发生和发展的过程中，由于火灾或人为的作用等，在物体上所留下的印迹称为火灾痕迹。这些印迹是指由于火灾中某种行为或事件所引起的一切宏观和微观的环境和物质变化，人们可以依据这种变化的事实以及客观物质内在的因果关系，分析火灾过程。本文中所指火灾痕迹，均为广义的火灾痕迹。

火灾物证是指能够证明火灾真实情况的物品，包括物体上形成的痕迹。具体是指以其外部特征、存在方式或物质属性证明待证事实的具体实在物。作为独立的证据种类，物证具备两个基本

条件：一是物证必须是人的感官或者在仪器的帮助下直接或者间接看得见、摸得着、听得到或闻得到的实在物；二是物证以具体实在物的外部特征、存在方式或物质属性证明待证事实。外部特征主要是指物证的形状、大小、数量、颜色、新旧、破损程度等形体方面的可视特征；存在方式主要是指物证所处的空间位置、存在状态与其他物体的空间关系等状态特征；物质属性主要是指物证的重量、质地、材料、成分、结构、性能等属性方面的特征。火灾物证就是以其内在属性、外部形态、空间位置等客观存在的特征证明火灾事实的实物物体和痕迹。由于能证明火灾事实的火灾痕迹依附在物证上，所以将能证明火灾发生和发展的痕迹和物品统称为火灾痕迹物证。

二、火灾痕迹的特性与分类

（一）火灾痕迹基本特性

对于所有的火灾现场而言，总是存在大量的火灾痕迹。所有的火灾痕迹都具有以下几个特性：

1. 具有存在的普遍性

无论什么原因引发的火灾，也无论何种场所发生的火灾，在火灾发生和发展过程中，总能引起火灾现场中的物质和环境发生一些变化，留下这样那样的痕迹。在火灾现场中，总是存在大量的火灾痕迹，没有火灾痕迹的火灾现场是不存在的。

2. 具有物质的客观性

火灾痕迹是物质本身的变化，它以客观存在的物质为基础，是物质相互作用的客观反映。火灾痕迹的形成和遗留过程与作用方式、物质的性质有关，依据物质自身的规律进行，它形成后不易受到人的主观意识的影响。这同证人证言、受害人的陈述等主观性证据不同，具有更客观、可信的特性。由于火灾痕迹具有物质的客观性，其证明火灾事实的证明力更强，所以火灾痕迹物证是公安消防机构调查火灾和办理消防刑事案件的重要证据。

3. 具有同火灾发生和发展过程密切的关联性

火灾现场的痕迹同火灾的发生和发展存在着直接的因果关系,火灾是产生火灾痕迹的原因,火灾痕迹是火灾所引起的结果。这种内在的因果关系使火灾痕迹可以成为证明火灾事实的重要证据。但是,火灾痕迹不能独立存在,必须依附在一定的物体上,故而称为火灾痕迹物证。单个火灾痕迹物证不能独立证明整个火灾事实,必须和其他证据结合起来才可证明。在火灾调查中,必须多个证据构成完整的证据链,才能准确证明火灾事实。

4. 具有明显的直观性

火灾痕迹是以客观存在的形象为人们所认识的,即存在一定的特征,人们可以用肉眼或者借助一定的仪器直接观察它,可以多次反复检验;也可以通过一定的仪器设备进行分析鉴定,发现其本质特征,或者再现痕迹形成的条件,验证火灾事实。

由于火灾痕迹的形成与火灾发生和发展过程之间存在着客观的因果关系,在火灾调查中,可以通过对火灾痕迹的研究和分析,判断火灾发生和发展的过程。并最终为分析和认定火灾原因、火灾责任提供重要的证据。在火灾发生后,可以根据火灾现场中事物的反映及其留下的痕迹,分析研究火灾发展和蔓延的规律,为更好地防范火灾提供科学的依据。

(二)火灾痕迹的分类

关于火灾痕迹的分类方法,目前尚无统一的标准。按照不同的标准,可以将痕迹物证分为不同的种类,常用的分类方法有以下几种:

按形成原因分,可分为火灾作用形成痕迹、电气故障痕迹和人员活动痕迹等。火灾作用形成痕迹是指在火灾发生和发展过程中,由于燃烧、热辐射、烟气流动等形成的痕迹。电气故障痕迹是指由于电气系统的某种故障,由电能转变为热能,在相关部件上产生的痕迹。人员活动痕迹是指在火灾现场中由于人的行为所留下的痕迹。

另外,按物质的特性分类,可以分为可燃物燃烧痕迹、不燃物受热痕迹;按照表面特征分,可分为燃烧图痕、变色痕迹、变形痕迹、开裂痕迹、分离移位痕迹等;按形成痕迹物质分类,可分为混凝土痕迹、金属痕迹、木材痕迹等。

由于火灾现场中的火灾痕迹种类繁多,在实际应用中,一般采用多种分类方法对痕迹物证进行分类。

第二节 火灾痕迹的形成

在火灾现场中,火灾痕迹的形成原因可以分为四种情况:由于火灾作用而形成的痕迹;由于人员活动产生的痕迹;由于自然力形成的痕迹以及由于电气故障产生的痕迹。

火灾作用所形成的痕迹是指在火灾的发生和发展过程中,由于燃烧、热辐射、烟熏以及由火灾引起的倒塌、碰撞等破坏作用,导致物质发生化学、物理变化所形成的痕迹。由于一些痕迹具有一定的图形特征,故而称为火灾图痕。这些痕迹有的是在火灾直接作用下形成的,有的是间接作用下形成的。火灾直接作用形成的痕迹是在火灾发生、发展、蔓延过程中,火灾现场中的物体在热辐射、热对流、热传导作用下,受到火焰和烟气流的作用,产生物理、化学反应后形成的。例如,钢筋混凝土构件受火场热作用后,由于组成它们的材料(水泥、沙子、骨料、钢筋)物理性能不同,膨胀系数大小也不一样,受火场热作用后其力学性能遭到破坏,在受热作用及冷却过程中产生膨胀应力和收缩应力作用,致使形成起鼓、开裂、疏松、脱落、露筋、烧结、弯曲、折断等痕迹。另一种是在火灾中一些物质发生化学反应,生成另一种物质,完全改变火灾前原有形状,并以新的形式或形状表现出来。例如,木材堆垛完全燃烧后变成炭灰,以炭化区或灰化区的形式表现。间接作用形成的痕迹是指痕迹的形成不是受到火灾直接作用,而是间接受到影响而产生的。例如,一些平衡

物体(建筑物构件、工作台、桌子等)受到火灾作用后,平衡遭到破坏而发生倒塌、掉落、移位。这些物体在倒塌、掉落、移位的过程中,可能对其他物体产生砸、碰等作用,在物体上留下相应的痕迹。

在火灾过程中,火焰与物体相互作用形成了燃烧图痕。发光的气相燃烧区域称火焰,火焰的存在是说明燃烧过程进行的最明显的标志。在热气流和重力作用下,自由燃烧状态的火焰形状为圆锥体。随着火势的发展和蔓延,火焰形状发生改变,主要与参与燃烧的可燃物数量、性质、通风条件等因素有关。在火灾中,火焰圆锥体上方为热烟气。两者与现场中的物体发生相互作用,会留下一定形状的痕迹。如图 1-1 所示。

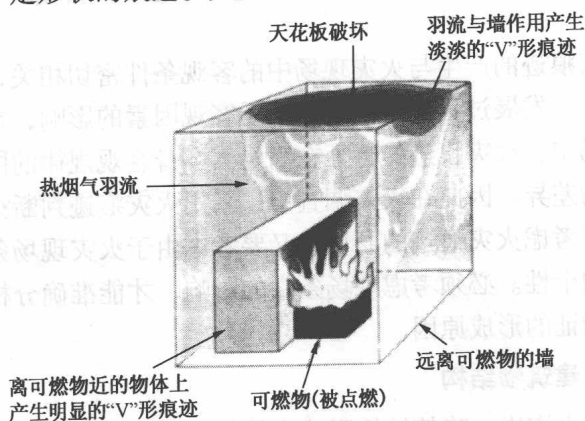


图 1-1 火灾直接作用形成痕迹形成示意图

人员活动产生的痕迹是指在火灾的发生和发展过程中,由于人在现场内外的各种活动所引起的物品的状态变化。有些火灾的发生和发展与现场中人的行为密切相关,能证明人的行为的痕迹可能成为关键的证据。例如:在火灾现场中,火灾责任者违章操作留下的痕迹;放火者实施放火时的非正常进入火灾现场痕迹;火灾现场人员逃生时留下的痕迹等。

自然力形成的火灾痕迹是指在火灾现场中,与火灾发生或发

展有直接关系的自然因素造成物体产生变化而留下的痕迹，例如雷击火灾现场中的雷击痕迹等。

电气故障产生的痕迹是指在火灾现场中，由于某种电气故障，而这些故障与火灾的发生或发展存在一定的关系，导致电能转化为热能等其他形式的能量，作用在电气系统及其周围物体上，产生的破坏痕迹。此处的电气故障痕迹，既包括由于电气系统本身存在故障，产生能量转变产生的痕迹，也包括由于火灾的破坏作用，使电气系统产生故障而留下的痕迹。例如短路痕迹、过负荷痕迹、接触不良痕迹、用电器具上存在的故障痕迹等。

第三节 影响火灾痕迹的因素

火灾痕迹的产生与火灾现场中的客观条件密切相关，由于火灾的发生、发展过程会受到火灾现场客观因素的影响，在不同的火灾现场中，火灾痕迹的特征在满足其本身客观规律的同时，具有一定的差异。因此在火灾调查中，采用火灾痕迹判断火灾事实时，既要考虑火灾痕迹的共性，又要考虑由于火灾现场条件不同而造成的个性。必须考虑现场条件的影响，才能准确分析判断火灾痕迹物证的形成原因。

一、建筑物结构

建筑火灾中，建筑结构影响火势的蔓延，同样对火灾痕迹产生影响。建筑物内发生火灾时，火灾的主要蔓延方式是：火焰通过门窗和孔洞等开口向外发展，沿着走廊向临近的房间蔓延；火势向空间较大的房间或沿着楼梯间蔓延；火焰在空心结构内部向纵横方向发展等。

建筑物的平面布置形式很多，不同形式的平面布置，火灾蔓延的规律和特点也不相同，形成的痕迹也不一样。例如，走廊式建筑发生火灾后，火势会沿着走廊通道蔓延扩大，在走廊两侧的墙上形成明显的蔓延痕迹。单元式建筑某房间发生火灾后，如果

火焰不易突破墙壁和楼板,则火势会被限制在房间内,直到门窗等开口被破坏后,火势才向外发展。

开口的状态直接影响火灾现场中气体的流动,对于燃烧过程和蔓延路线都有影响。气体对流速度与开口面积的大小和开口位置有着密切关系。一般地说,开口面积增大,则气体对流速度也增大,从而增快火灾发展蔓延的速度。例如,开口面积很小的地下室,气体对流很小,燃烧速度很慢,燃烧不完全性增多,从而导致发烟量增大,现场的烟熏痕迹浓重。相反,房间开口面积大的房间,气体对流增大,燃烧速度快,燃烧不完全性则大为减少,火灾蔓延相应加快,烟熏较轻。如果开口面积与房间地板面积之比相同,但开口的位置不同,气体对流速度亦不相同。排烟口位置越高,冷空气和热空气的质量差就越大,其对流速度就会加快,例如:当屋顶开口时(如天窗等),火灾时的烟气就会较快地通过屋顶开口处向外排出,而大量的室外空气通过门、窗、洞口流入室内,加快了对流,促使火势迅速蔓延扩大。当开口部位设在房间墙的下部时,就难使大量烟雾直接流到外面去,减少了火灾直接蔓延到外部的可能,但会使房间上部充满热烟雾,当烟雾温度增高到一定温度就会使房间上部的可燃物发生燃烧。当开口部位设在房间墙的中部或上部时,火势发展蔓延过程介于上述两种情况之间。设置有落地窗的建筑,火灾垂直蔓延的可能性加大。

二、建筑构件的耐火性能

在建筑火灾中,建筑构件的耐火性能直接影响着火灾的发展和蔓延,从而对火灾痕迹产生影响。一方面,建筑构件的耐火性能影响火灾在构件上产生的痕迹;另一方面,建筑构件的耐火性能对其他痕迹也可能产生影响。例如,用不燃材料建造的隔墙,能有效阻止火势的蔓延,耐火性能越好,其受火变化程度越轻。楼房中通风管道、电缆井等部位的防火封堵等设施如果不能发挥作用,会导致火灾沿着这些通道蔓延,容易形成立体火灾。采用