

玻璃痕迹在建筑火灾调查中的作用研究

祁鹏远

辽阳市文圣区消防救援大队

摘要：在建筑火灾调查中，玻璃痕迹是重要的证据之一，本文重点研究了玻璃痕迹在火灾调查中的具体作用，并深入探讨了玻璃痕迹的形成机制、特征和在火灾调查中的应用。研究表明，玻璃痕迹能够为火灾原因、蔓延路径和起火点的判定提供有力支持，此外本文还提出了一些关于玻璃痕迹提取、分析和应用的建议，旨在提高火灾调查的准确性和科学性。

关键词：玻璃痕迹；建筑；火灾调查；作用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.06.119

引言

随着城市化进程的加速，建筑火灾的频发引起了广泛关注，在建筑火灾中，玻璃痕迹作为一种重要的物证，对于火灾原因、蔓延路径和起火点的判定具有重要意义。但是目前对于玻璃痕迹的研究还不够深入，实际应用中存在一定的局限性，所以本文旨在深入探讨玻璃痕迹的形成机制和特征，并进一步研究其在建筑火灾调查中的实际应用。

一、玻璃痕迹的形成机制

玻璃痕迹的形成机制主要是由物理和化学因素共同作用的结果。物理因素：玻璃作为一种特殊的材料，其本身存在着物理性质的特殊性，当外界的热量或力量作用在玻璃上时，玻璃会发生形变、熔化、破裂等现象，从而形成各种不同的痕迹，如在火灾中，火焰的高温会导致玻璃熔化，形成流淌痕迹；而爆炸产生的冲击波会导致玻璃破裂，形成碎片飞溅痕迹。化学因素：在火灾中，玻璃表面会受到燃烧物产生的化学物质的影响，这些化学物质可能会与玻璃发生化学反应，改变玻璃的成分和性质，从而形成特殊的痕迹，如火焰中的酸性物质可能会腐蚀玻璃表面，形成凹坑或斑点痕迹。总之，了解玻璃痕迹的形成机制有助于更好地解读玻璃痕迹，从而推断出火灾的起因、火势大小等信息^[1]。

二、火灾调查中玻璃痕迹的应用特点

在火灾调查中，痕迹物证的应用具有以下特点：第一，可以直接反映火灾原因和过程：火灾痕迹直接体现了火灾事故的发生原因及火势蔓延情况，是准确研判火灾事故特征、深刻把握火灾发展过程的重要依据。第二，具有高度关联性：在火灾事故中，火灾痕迹并非处于单一化的存在，而是彼此之间具有某种潜在关联，存在千丝万缕的联系，共同构成一个彼此印证、逻辑鲜明的痕迹链，对于科学分析与把握火灾变化情况具有极为重要的参考价值。第三，具有空间性：由于火灾大多发生在相对封闭的建筑环境中，以至于最后形成的火灾痕迹具有典型的特征，如燃烧物在紧贴墙壁较低位置燃烧而造成的V型痕迹等。第四，依附于特定物体：痕迹本身不能独立存在，它必须依附于一定的物体上，带

有某种痕迹的物体就应称为物证，就是因为在这个物体上面存在具有某种证明作用的痕迹，火场各种痕迹物证，根据不同的形成遗留过程和特征，可直接或间接证明火灾发生时间、起火点位置及火灾原因、扩大的过程、蔓延路线、火灾危害结果。第五，具有多种证明作用：某些痕迹物证兼有两种以上的证明作用，在多个痕迹物证证明中，每一个都有其独立的一定的证明作用，如在某个现场中木质木楼板被埋压位置被火烧形成炭化缺失孔洞，以此处为中心其余位置虽炭化，但未烧穿，此缺失孔洞可以认为是绝对痕迹物证，起火点应在此处，起火部位应在此孔洞周围，相关联痕迹物证独立不具有证明作用，只有两种（个）或两种（个）以上才具有实质证明作用^[2]。

三、火灾调查中玻璃痕迹的物证运用

火灾调查中，玻璃痕迹是一种重要的物证，玻璃受热破裂、燃烧、塌落等痕迹，能为起火点、起火原因、火灾发展提供线索；通过观察玻璃痕迹，可以分析火势蔓延方向、火焰温度和燃烧时间，从而推断火灾的真实情况。在物证运用中，需注意痕迹的新鲜度，保证提取过程无损，并使用科学的方法进行分析，确保玻璃痕迹证据的准确性和可靠性是火灾调查工作的关键，有助于揭示火灾的真相和维护公正。

（一）痕迹对比，判断火灾原因

玻璃痕迹在火灾调查中可以作为重要的物理证据，通过对其痕迹的观察和分析，可以对火灾原因进行判断。首先，玻璃痕迹可以反映火灾的性质，如机械损伤痕迹和热损伤痕迹可以揭示火灾发生时玻璃所受到的外部力和温度变化，帮助工作人员判断火灾的性质和火灾的起因。其次，通过对比玻璃痕迹，可以判断火灾发生的原因，如果玻璃上存在机械损伤痕迹，这可能表明火灾是由外部因素引起的，如撞击或挤压；如果玻璃上存在热损伤痕迹，这可能表明火灾是由高温引起的，比如热源或火焰。此外，玻璃痕迹还可以用于确定损坏原因，通过观察和分析玻璃的变形、熔融、开裂和破碎等特征，可以推断出火灾中玻璃损坏的原因，如果玻璃呈现熔融状态，可能表明火灾温度极高，超过了玻璃的熔点。总之，在火灾调查中，通过运用玻璃痕迹的物证，可以提供有关火灾性质、原因和损坏情况的重要信息，帮助调查人员更好地理解火灾过程和起因，从而为预防类似火灾提供有价值的信息^[3]。

（二）断面分析，确定受力方向

断面分析是一种重要的分析方法，可以确定物体的受力方向，在物理学中，断面分析通常用于研究材料的力学性能，通过观察断面的形貌和特征，可以推断出材料在受力时的应力方向、断裂方式和受力历史等信息。在进行断面分析时，首先需要对接面进行仔细的观察和

描述，记录断面的形貌、裂纹扩展方向、断裂面相对于外力的方向等信息，根据观察到的特征，利用力学原理和断裂力学理论进行分析，推断出材料的受力方向和受力历史。例如，在研究金属材料的疲劳断裂时，可以通过观察疲劳断口的形貌特征来确定裂纹的萌生和扩展路径，通过分析裂纹扩展的方向和断口的微观结构，推断出金属材料在疲劳过程中所受的应力方向和大小，以及裂纹扩展的速率和循环次数等信息，这些都助于调查人员深入理解金属材料的疲劳性能和断裂机制，为材料优化和可靠性评估提供依据。断面分析是一种有效的分析方法，可以保证调查人员对材料的力学性能和断裂机制进行深入了解，这就为工程应用和科学研究提供了重要参考。

（三）烟熏痕迹，明确打破时间

烟熏痕迹在火灾调查中是一个非常重要的证据，它能够提供关于火灾发生和发展过程的重要信息，烟熏痕迹的形成是由于火灾中产生的烟雾在物体表面沉积而形成的，这些痕迹可以揭示许多有关火灾的信息，例如起火点、火势的蔓延方向以及火灾发生的时间等。在火灾调查中，烟熏痕迹的颜色、形状和分布等特征被用来推断火灾发生的时间，一般来说，烟熏痕迹的颜色越深，表明火灾发生的时间越早，这是因为烟雾中的化学成分会在物体表面发生氧化反应，导致颜色变深，此外烟熏痕迹的形状和分布也可以提供有关火灾的信息：烟熏痕迹呈现出明显的层次感，可以推断出火灾是逐步蔓延的；烟熏痕迹呈现出均匀分布的状态，则表明火灾是在短时间内迅速蔓延的。此外，烟熏痕迹还可以用来确定打破玻璃的时间，在火灾中，玻璃的破裂时间和烟熏痕迹的形成时间密切相关，如果玻璃上的烟熏痕迹较轻，且在破裂口周围没有明显的烟雾沉积，可以推断出玻璃是在火灾发生前破裂的；如果玻璃上的烟熏痕迹较重，且在破裂口周围有明显的烟雾沉积，则表明玻璃是在火灾发生后破裂的，通过观察和分析烟熏痕迹的特征，可以推断出火灾发生的时间、火势的蔓延方向以及玻璃的破裂时间等重要信息^[4]。

（四）受热变形，衡量火场温度

受热变形是玻璃在火灾中受到高温影响后发生的一种物理变化，这种变化可以反映出火场的温度，为火灾调查提供重要的线索，当玻璃受到高温影响时，其内部结构会发生变化，导致玻璃的形状和性质发生改变，轻微的受热变形通常表现为玻璃边缘或角落的微小变化，如轻微凸起或凹下，这种程度的变形通常表明玻璃受热温度在300℃至600℃之间；如果玻璃的受热温度进一步升高，面部的变化会更加明显，玻璃可能会出现明显的凹凸，边角可能不再保持原来的形状，但仍然能够推断出原来的形状，这种程度的变形通常表明温度在600℃至700℃之间；当温度继续升高，玻璃可能会发生更严重的变形，玻璃片可能会卷曲、拧转，或者四个角全部弯成90度以上，并且有时候由于高温的影响，玻璃的形状会变得难以辨认，难以推测出其原来的形状，这种情况通常表明受热温度在700℃至850℃之间；如果温度继

续升高至超过850℃，玻璃可能会变得熔融并流动，这种情况下，玻璃表面可能会有鼓包，或者外形成瘤状，完全失去原来的形状。这些不同程度的受热变形可以作为衡量火场温度的指标。通过对变形玻璃的分析，可以推断出火场的温度范围，从而为火灾原因、火势蔓延情况等提供线索^[5]。

（五）碎片分析，评估火势程度

碎片分析主要通过通过对火场残留物和破损物品的物理和化学性质进行分析，来评估火灾的强度和破坏程度。在火灾中，物品会受到高温、火焰、烟雾、燃烧和爆炸等多种因素的影响，导致其形状、结构和化学成分发生变化，这些变化会反映在物品的物理属性和化学成分上，因此可以通过碎片分析来评估火势程度。例如，在分析建筑物的燃烧残留物时，可以观察到墙壁、天花板和地面的烧蚀程度、烟熏程度和炭化深度等指标，这些指标可以反映火场的温度、燃烧时间和烟雾浓度等重要信息，此外还可以通过对烧毁物品的残留物进行化学分析，例如通过元素分析仪等设备检测残留物中的元素组成和含量，以此来推断出火灾中的燃烧物质和燃料类型。碎片分析的结果可以为火灾原因调查提供重要线索，如果分析结果显示燃烧物质中含有大量易燃液体残留物，则可能表明火灾是由易燃液体泄漏引起的，此外分析的结果还可以用于评估火灾对环境和生态的影响，例如通过检测空气中的有害气体和悬浮颗粒物等指标来评估火灾对大气环境的影响。以上得知，通过对火场残留物和破损物品进行分析，可以获取有关火灾强度、破坏程度和燃烧物质等方面的信息，为火灾原因调查和预防类似火灾提供重要依据。

（六）玻璃受热，证实火灾蔓延

在火灾中，玻璃受热的情况可以为我们提供关于火灾蔓延的重要信息，通过对玻璃受热的痕迹进行分析，我们可以了解火势的蔓延顺序。首先，玻璃受热后可能会发生熔化，随着温度的升高，玻璃会逐渐软化并最终熔化为液体，如果玻璃在火灾中经历了这样的过程，其边缘可能会变得模糊，并呈现出波状或流淌的形态，这些熔化的痕迹表明火势曾经非常强烈，足以使玻璃达到熔化的温度。其次，玻璃在受热时还可能发生炸裂，当玻璃受到高温作用，其内部产生的应力可能使其破裂，炸裂通常会沿着某些特定的断裂线发生，这些线在玻璃上可能会留下明显的痕迹，炸裂的顺序通常是由温度最高点开始的，所以这些痕迹也可以为我们提供关于火源位置的信息。最后，玻璃受热后还会产生烟熏痕迹，当火焰或高温的烟雾接触到玻璃时，玻璃表面可能会被烟熏成黑色或灰色，这些烟熏痕迹可以帮助我们了解火势的蔓延方向和速度，如果一块玻璃的一面被烟熏得比另一面更严重，这可能意味着火势是从这一面开始蔓延的。通过对玻璃受热后的熔化、炸裂和烟熏痕迹进行分析，我们可以了解火灾蔓延的情况，这些信息对于火灾调查人员来说非常重要，因为它们可以帮助他们确定起火点、火势的蔓延路径和速度，以及火灾对周围环境的影响^[6]。

四、玻璃痕迹物证应用局限性和经验总结

玻璃痕迹物证在火灾调查中的应用虽然具有重要价值，但也存在局限性。玻璃状态的不稳定性、痕迹特征的模糊性和人为因素的干扰都可能影响物证的真实性和可靠性，所以在应用玻璃痕迹物证时，需充分考虑其局限性，结合其他证据进行综合分析，工作人员要不断积累经验，提高火灾调查人员的专业能力和技术水平，确保玻璃痕迹物证得到科学、合理的应用。

（一）玻璃痕迹物证在火灾调查中的局限性

1. 证据单一性：玻璃痕迹物证通常是火灾调查中的唯一物证，其解读和判断依赖于多种因素，如火灾规模、火势强度、玻璃类型和位置等，所以其证据价值相对较低，需要结合其他证据进行综合判断。

2. 易受破坏：玻璃痕迹在火灾中容易受到破坏，如熔化、炸裂和烟熏等，这些破坏会影响痕迹的清晰度和可辨识度，从而影响其证据价值。

3. 主观解读：玻璃痕迹的解读和判断依赖于调查人员的专业知识和经验，因此会存在主观解读的风险，为确保客观性和准确性，需要对调查人员进行专业培训和经验交流。

4. 识别难度较大：玻璃痕迹的形态和特征多种多样，需要调查人员具备一定的专业知识和经验进行识别和解读，并且由于火灾现场的复杂性，玻璃痕迹的识别也可能受到烟熏、尘土等因素的干扰。

（二）玻璃痕迹物证应用的经验总结

1. 重视现场保护：在火灾调查中，应尽早对现场进行保护，避免破坏玻璃痕迹，此外应注意保护其他潜在的物证，如烟熏痕迹、燃烧残留物等。

2. 全面收集信息：在调查中，应全面收集玻璃痕迹的相关信息，如位置、形状、颜色、方向等，这些信息有助于对痕迹进行准确的解读和判断。

3. 结合其他证据：玻璃痕迹物证应结合其他证据进行综合判断，如现场勘查、证人证言等，这样可以降低单一证据的误导性和不确定性。

4. 提高专业水平：调查人员应不断提高专业水平，掌握玻璃痕迹的成因和变化规律，提高解读和判断的准确性，如果有机会的话，应加强国际交流与合作，借鉴国际先进经验和做法。

玻璃痕迹物证在火灾调查中具有一定的应用局限性和挑战，为充分发挥其作用，需要提高调查人员的专业水平，加强国际交流与合作，并注重与其他证据的综合判断，以此来提高火灾调查的准确性和科学性，为预防和应对火灾提供更有力的支持^[7]。

五、提高玻璃痕迹在火灾事故中应用

提高玻璃痕迹在火灾事故中的应用需要从人员能力、综合证据和科技手段等多个方面入手，不断提高应用的准确性和可靠性。

（一）提高玻璃痕迹的识别和解读能力

1. 培训专业人员：对火灾调查人员进行专业培训，提高他们对玻璃痕迹的识别和解读能力，培训内容包括玻璃的物理和化学性质、痕迹的形成机制、痕迹的分类和特征等。

2. 实践经验积累：通过实际案例的实践经验积累，不断总结和归纳玻璃痕迹的规律和特征，提高调查人员的实际操作能力和判断力。

3. 国际交流与合作：借鉴国际先进经验和做法，与国际同行进行交流与合作，共同推动玻璃痕迹在火灾事故中的应用和发展。

（二）综合运用多种证据

1. 结合其他证据：玻璃痕迹虽然重要，但不能作为唯一的证据，在火灾调查中，应综合运用多种证据，如现场勘查、证人证言、视频监控等，共同佐证火灾原因和过程。

2. 综合分析：对收集到的各种证据进行综合分析，全面考虑各种因素，如火势、燃烧物质、温度和时间等，以提高证据的可靠性和说服力。

（三）引入先进技术

1. 研发新技术：研发和应用先进的科学技术，如红外线、X射线等检测设备，对玻璃痕迹进行深入分析，以提高痕迹的识别和解读精度。

2. 建立数据库：建立玻璃痕迹数据库，收集不同类型火灾中的玻璃痕迹信息，进行分类和整理，这有助于调查人员在实践中快速查找和比对相关数据，提高调查效率。

结语

通过对玻璃痕迹的深入研究，我们发现它在建筑火灾调查中具有不可替代的作用，而目前关于玻璃痕迹的应用还存在一些挑战和限制，为了更好地发挥玻璃痕迹在火灾调查中的作用，未来研究应进一步关注以下几个方面：一是深入探讨玻璃痕迹的形成机制和特征；二是加强玻璃痕迹提取和分析技术的研发；三是提高调查人员的专业素质和技能水平，确保玻璃痕迹能够得到准确、科学的分析和应用。通过这些努力，我们有望提高建筑火灾调查的准确性和科学性，为预防和应对火灾提供更有力的支持。

参考文献

- [1] 罗健. 玻璃痕迹在建筑火灾调查中的作用[J]. 今日消防, 2023, 8(06): 113-115.
 - [2] 赵生辉. 论玻璃痕迹在建筑火灾调查中的作用[J]. 中国住宅设施, 2022, (06): 32-34.
 - [3] 居晓宇. 建筑柔性硬质晶硅光伏组件火灾特性研究[D]. 中国科学技术大学, 2019.
 - [4] 张敬义. 中空玻璃窗耐火性能的数值模拟研究[D]. 沈阳建筑大学, 2019.
 - [5] 陆新晓, 张明媚, 董超等. 建筑双层玻璃幕墙火灾行为特性研究[J]. 消防科学与技术, 2018, 37(08): 1087-1090.
 - [6] 张彤彤. 基于性能化防火的超高层综合体典型空间优化设计研究[D]. 天津大学, 2017.
 - [7] 付佳佳. 建筑外墙不同防火构造下窗口火竖向蔓延的阻隔机制研究[D]. 中国建筑科学研究院, 2016.
- 作者简介：祁鹏远，1987年9月，辽阳，汉族，本科工学学士学位，初级专业技术职务，技术十级，火灾调查。