

中华人民共和国推荐性国家标准
《火灾现场易燃液体残留物实验室提取方法
第6部分：热脱附法》

(报批稿)

编制说明

标准编制组

2025年8月

一、工作简况

（一）任务来源

根据国家标准化管理委员会《国家标准化管理委员会关于下达 2021 年第二批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》（国标委发〔2021〕23 号）要求，国家标准《火灾现场易燃液体残留物实验室提取方法 第 6 部分：热脱附法》制定项目由国家消防救援局归口，计划编号为 20212920-T-450。国家消防救援局委托全国消防标准化技术委员会火灾调查分技术委员会（TC113/SC11）组织起草和审查。

（二）制定背景

火灾物证鉴定是火灾调查工作的重要组成部分，是快速、准确认定火灾原因的科学依据。历经多年的研究和实践应用，已经建立了常见火场助燃剂的提取的前处理方法。

热脱附法（TD）是利用高温和惰性气体对热脱附管中的挥发性物质进行一次解吸，再经冷阱对其进行二次解吸，并将解吸物直接送至 GC 或 GC-MS 的一种进样技术。

热脱附法有其他前处理方法无可比拟的优势，它不但能集活性炭萃取、固相微萃取优点于一身还能克服上述两种方法灵敏度不高的弊端。活性炭法需要溶剂解析，既不利于环保，也增加了溶剂的干扰，而固相微萃取法受限于 GC 进样口，需要专门的进样装置，而且萃取头易损。使用 TD 进样，上述两类吸附材料均可采用相对大体积的片状或柱状，不仅提高了萃取能力，还能通过 TD 特有的冷阱二次聚焦达到更低的助燃剂检出限，其灵敏度可以比固相微萃取高 100~1000 倍。TD 技术所具有的更高的灵敏

度、更低的检出限以及更适合鉴定低含量易燃液体检材等特点，能够大大提高鉴定结论的准确性。因此，特提出我国火灾调查检材前处理技术中的热脱附技术方法。

二、标准编制原则、主要技术内容及其确定依据

（一）标准编制原则

本文件是 GB/T 24572《火灾现场易燃液体残留物实验室提取方法》的第 6 部分，旨在建立兼具其他 5 部分方法常规物证鉴定外，具有更高灵敏度、更低检出限以及更适合低含量易燃液体检材的提取方法。根据这一总体原则，建立不同检材种类对应 TD 的提取条件，从通过不同采样吸附方式制备样品，到技术参数、仪器条件选择获取最佳富集脱附途径，描述了易燃液体热脱附方法的全链条过程。本标准与发布的 GB/T 24572 系列标准形成了完整的易燃液体实验室提取规范，完善了火灾调查物证提取标准体系，实现了检材种类全覆盖，极大地提高了易燃液体火灾物证鉴定的精准度。

标准制定过程中，参考了国外的相关资料，ASTM 方法中实践证明比较合理的内容予以吸收借鉴，并按照国内火灾物证鉴定实验室用易燃液体残留物热脱附提取方法的规定，遵循试验论证优先原则进行编制。

本标准在条文编排和编写细则均按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构与起草规则》规定进行编写。

（二）标准主要技术内容及确定依据

利用 TD 特点设计试验方案将易燃液体适度释放出来，主要

通过 TD 各试验步骤的优化实现易燃液体的富集与解析。

热脱附的过程可以概括为吸附采样、浓缩和脱附—传输—检测三个阶段。

——吸附采样阶段（吸附条件选择）：对应不同基质检材，选择不同密封和吸附方式完成采样。

——浓缩（浓缩条件选择）：电子制冷冷阱，通过预吹，可以将水和易挥发性干扰物质去除，从出口排出。而将被测组分冷聚焦—即将样品管里的待分析的有机物在冷阱中被吸附剂捕陷实现二次聚焦，即易燃液体残留物在冷阱中被再次富集。

——脱附—传输—检测（热脱附仪器条件选择）：冷阱迅速加温，将被测组分快速地传导至毛细管柱子里面分离，由质谱检测得到尖锐的谱峰。

利用 TD-GC-MS 特点对应上述三个阶段进行标准的主要试验验证。

1. 吸附采样阶段

1) 吸附材料和吸附填料确定

具有大比表面的干粉灭火药剂、硅藻土等微细粉末类；脱脂棉，头发、吸油棉、活性炭或活性炭纤维等多孔柔软材料和 PDMS、DVB 等高分子涂层的固相萃取材料，经试验验证用于静态吸附易燃液体，效果良好。

吸附管中吸附填料品种众多，根据易燃液体挥发性成分范围，确定 Tenax-TA 和 Tenax-GR 吸附管。Tenax-TA 为一种 2,6—二苯基对苯醚的多孔聚合物单体，广泛应用于有机挥发物和半挥发物的吸附；Tenax-GR 为含有 30% 石墨化炭黑的 Tenax 吸附剂，

是将石墨化炭黑键合在 **Tenax** 聚合物上的吸附剂。上述两种吸附剂经试验验证用于动态吸附易燃液体，效果良好。

2) 吸附方式确定

① 静态吸附

气味较大的阳性检材，一般采用静态吸附方式。

火灾现场不易直接提取的坚固物体如水磨石地板，可以将干粉灭火药剂、硅藻土等微细粉末覆盖在提取部位上方，30min 后提取粉剂装入密封袋。细粉类检材宜使用织物包裹放入空不锈钢管直接脱附。

脱脂棉、头发、吸油棉、活性炭或活性炭纤维等多孔柔软性吸附材料，**Tenax-TA** 或 **Tenax-GR** 吸附管可直接放入物证袋中或悬挂于专用检材提取容器上方，密封后放置 30min~60min。

PDMS、**DVB** 等高分子涂层的固相萃取纤维插入一小团玻璃棉中，悬挂于专用检材提取容器上方后密封，处理条件与固相微萃取条件相同，加热时温度宜为 40°C~70°C，时间约 20min。固相萃取纤维的吸附灵敏度较之其他静态吸附材料更大。

可操作性极强的新技术应用—薄膜固相微萃取 (**TF-SPME**，见照片 1) 对比固相萃取纤维，**TF-SPME** 更为坚固耐用，可用于现场采样，对于各类检材兼容性强，通过增加萃取相体积和表面积，吸收速率和吸收能力得到大大提高。**TF-SPME** 不仅萃取量大，萃取时间还更短。解决了传统固相微萃取静态吸附的诸多弊端。



照片 1 吸附相涂在碳网片上的 TF-SPME

② 动态吸附

TD 分析的多数检材都可采用动态吸附，不同基质的检材，其动态密封及吸附方式也不同。

a. 负压吸附（采样泵吸附）

吸附示例 1，对易燃液体渗透能力较好的木板和毛巾（见照片 2-1 和 2-2），经验证实验采用负压吸附效果良好。



照片 2-1 木板检材的吸附



照片 2-2 毛巾检材吸附

吸附示例 2，蓬松大体积检材如棉絮、衣物等（见照片 3-1 和 3-2），经验证实验采用负压吸附效果良好。



照片 3-1 棉絮检材的吸附



照片 3-2 衣物检材的吸附

吸附示例 3，细碎固体类检材如土壤（见照片 4），采用下图连接方式，经验证实验采用负压吸附效果良好。



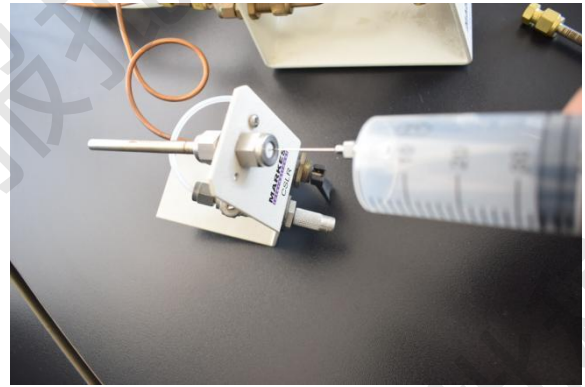
照片 4 土壤类检材的吸附

b. 正压吸附

吸附示例 1：注射吸附——对于不易从送检容器中导出的检材和易燃液体含量较高的检材，可以采用注射器抽取容器内上方气体，借助标准样品制备装置（C-SLR），从装置进样口插入约 3cm，缓慢将气体推入吸附管后，取下吸附管密封待用（见照片 5-1 和 5-2）。



照片 5-1 抽取气体



照片 5-2 气体导入吸附管

吸附示例 2: 吹扫吸附——容器内外部空 TD 管连接乳胶管, 容器内部一根乳胶管至容器底部, 用于导入吹扫, 另一端出气孔装吸附管。检材装入容器密封后, 开启吹扫气体。该方法适用于除粉末状态之外的液体和固体检材 (容器及连接方式见照片 6-1 和 6-2)。



照片 6-1 盛装检材吹扫容器内部



照片 6-2 吹扫容器整体外观

经上述吸附方式测试验证分析: 标准制定的内容能够满足不同基质中易燃液体的富集。

2. 热脱附—浓缩阶段: 冷阱条件选择

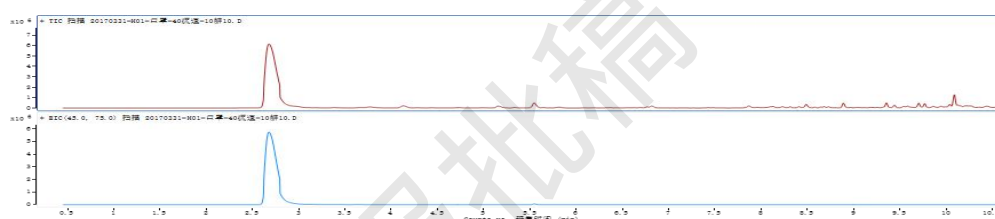
1) 直接脱附

a. 粉末类检材, 如起火点处灭火药剂残留物, 因灭火药剂粉

末具有很大的比表面积，能够很好地吸附易燃液体，取少量检材以薄 PP 棉包裹后填入空样品管中直接脱附(见照片 7-1 和 7-2)。粉末中残留的二甲氧基甲烷被很好地脱附和检测出来。



照片 7-1 粉末类检材



照片 7-2 粉末类检材 TD-GC-MS 分析谱图

b.易于清理的颗粒状物如塑料块、水泥块及泥土块等，选粒度小于 4mm 的检材可放入空不锈钢管中直接脱附。

通过实验筛选出的冷阱条件：预吹时间 0.5min；第一阶样品管脱附 Tube Desorb：脱附温度 100°C、脱附时间 2min；第二阶—冷阱捕集 Trap Desorb：10°C；脱附时间 2min；不分流。

2) 吸附管脱附

a. Tenax-TA 和 Tenax-GR 吸附管脱附条件

两类吸附管的脱附条件：预吹时间 1min；第一阶样品管脱附 Tube Desorb：脱附温度 300°C、脱附时间 2min；第二阶—冷

阱捕集 Trap Desorb: 25°C; 脱附时间 2min, 能够达到吸附易燃液体的脱附。

b. 相同浓度汽油四类不同分流比情况对比试验

TD1 条件: Trap Desorb 分流、分流比 20:1, Tube Desorb 阶段不分流、脱附流速 40mL/min。

TD2 条件: Trap Desorb 分流、分流比 20:1、Tube Desorb 阶段分流, 分流比 20:1、脱附流速 40mL/min

TD3 条件: Trap Desorb 不分流、Tube Desorb 分流, 分流比 20:1、脱附流速 40mL/min。

TD4 条件: Trap Desorb 分流、分流比 50:1、Tube Desorb 不分流、脱附流速 40mL/min。

实验表明选择采用 Trap Desorb 阶段分流, 分流比为 20:1 时, 得到的谱图其峰形更好, 灵敏度也更高。

三、试验验证的分析、综述报告、技术经济论证, 预期的经济效益、社会效益和生态效益。

制定该项标准能够完善助燃剂前处理体系, 从而实现检材种类全覆盖。本标准的建立, 尤其填补了头发, 指甲等微小检材中痕量易燃液体实验室提取的空白。

标准的实施主体是各类法庭科学实验室, 预期产生很好的社会效益。可在精准打击放火犯罪, 维护社会稳定, 护航经济建设等方面获取良好社会效益。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况

国外无同类标准。类似标准有 ASTM E 1413 Standard practice for separation and concentration of ignitable liquid residues

from fire debris samples by dynamic headspace concentration。

涉及热脱附相关的吸附方法只有动态顶空吸附，应用不全面。

五、以国际标准为基础的起草情况、是否合规引用或采用国际国外标准以及未采用国际标准的原因

无。

六、与有关法律、行政法规及相关标准水平的关系

本标准为 GB/T 24572 系列标准的第 6 部分，与相关标准协调一致，无冲突。

七、重大分歧意见的处理过程及依据

无。

八、作为强制性标准或推荐性标准的建议及理由

本标准为推荐性方法标准。

九、标准自发布日期至实施日期的过渡期建议及理由

实施过渡期建议为 6 个月，本标准方法为火灾物证鉴定实验室常用前处理方法，建议标准发布宣贯后由相关火灾物证鉴定实验室选择使用，为火灾物证鉴定提供技术标准。

十、与实施标准有关的政策措施

本标准发布实施后，由 TC113/SC11 和标准编制单位共同组织进行宣贯，以利于标准的应用。

十一、是否需要对外通报的建议及理由。

本标准为方法标准，建议不予通报。

十二、废止现行有关标准的建议

无。

十三、涉及专利的有关说明

本标准起草过程中未识别相关专利。

十四、标准所涉及的产品、过程或者服务目录

本标准涉及火灾现场易燃液体残留物实验室热脱附提取方法。

十五、其他应予以说明的事项

无。