



中华人民共和国国家标准

GB/T 18294.7—XXXX

火灾技术鉴定方法 第7部分：X射线影像 分析法

Technical identification methods for fire--Part 7: X-ray imaging analysis

(报批稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 原理 1

5 设备 1

6 检材 2

7 方法步骤 2

8 结果判定及表述 3

附录 A （资料性 ） 典型火灾残留物证内部结构特征示意图 5

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是GB/T 18294《火灾技术鉴定方法》的第7部分。GB/T 18294已经发布了以下部分：

- 第1部分：紫外光谱法；
- 第2部分：薄层色谱法；
- 第3部分：气相色谱法；
- 第4部分：高效液相色谱法；
- 第5部分：气相色谱-质谱法；
- 第6部分：红外光谱法；
- 第7部分：X射线影像分析法。

本文件由国家消防救援局提出。

本文件由全国消防标准化技术委员会（SAC/TC 113）归口。

火灾技术鉴定方法 第 7 部分：X 射线影像分析法

1 范围

本文件规定了火灾技术鉴定方法中X射线影像分析法的术语和定义、原理、设备、检材要求、方法步骤、结果判定与表述。

本文件适用于火灾现场提取的铜、铝、铁及其合金导体，电池，电加热器具，电路板残留物等痕迹物证及对比样品的鉴定。采用便携式X射线设备对火灾现场痕迹物证进行形态特征及定性分析时，可参照本文件执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 5907.4 消防词汇 第4部分：火灾调查
- GB/T 12604.11 无损检测 术语 X射线数字成像检测
- GB/T 16840.1 电气火灾痕迹物证技术鉴定方法 第1部分：宏观法
- GB/T 16840.4 电气火灾痕迹物证技术鉴定方法 第4部分：金相分析法
- GB/T 19267.6 刑事技术微量物证的理化检验 第6部分：扫描电子显微镜/X射线能谱法
- GB/T 2099.1 家用和类似用途插头插座 第1部分：通用要求

3 术语和定义

GB/T 5907.4、GB/T 12604.11、GB/T 2099.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

热失控 **thermal runaway**

电池单体放热连锁反应引起电池温度不可控上升的现象。

注：引发电池热失控的原因包括机械破坏、火灾热作用、过充电、内部短路等。

4 原理

当X射线投射到火场残留检材（以下简称检材）上时，一部分被吸收和散射，另一部分透过被测样品沿入射方向继续传播。检材是金属、塑料、织物等多类物品烧损后混合的物品，因内部各种结构、材料在密度、厚度等方面存在差异，对投射在其上的X射线吸收和散射各不相同，使透过检材的X射线强度分布发生变化。这种变化携带了检材的信息，通过采集、转换、显示系统将X射线的强度分布转换成可见光的强度分布，在显示器上可呈现检材的内部结构的X射线影像。通过分析检材的内部结构影像特征，可判断其形成的条件因素，给出相关的鉴定结论，为火灾原因认定提供证据材料。

5 设备

5.1 组成

X射线成像系统主要由X射线发生装置、X射线探测装置、图像处理系统、图像显示单元、机械装置和防护装置等组成。

5.2 技术要求

5.2.1 X射线成像系统的空间分辨率宜不小于 4lp/mm，低对比分辨率宜不大于 2.3%。

注1：空间分辨率又称线对分辨率，指X射线成像系统能够分辨的规定线组测试卡中的最高空间频率，通常用单位距离内可分辨的线对数目表示。

注2：低对比分辨率又称密度分辨率，指均匀背景条件下能够分辨的规定物体的最低对比度细节物。

5.2.2 X射线发生装置的管电压宜不小于 130KV，辐射输出稳定。

5.2.3 X射线装置的新建和使用应符合国家有关法规、技术标准对安全防护的基本要求。

5.2.4 使用条件下，X射线成像系统防护装置外的剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h。

6 检材

6.1 选取

6.1.1 对送检的检材进行检查，筛选对火灾原因认定有证明作用的试样进行 X 射线影像分析。

6.1.2 当拆解可能导致内部结构变化时，可直接对送检的检材进行 X 射线影像分析。

6.1.3 确保试样在 X 射线的照射下物理化学性质不发生改变；若试样在 X 射线照射下会发生物理化学性质变化，则该变化应是可预知的，且不会对设备及相关人员产生明显不利影响，同时不影响后续分析。

6.1.4 确保试样的尺寸和重量在设备允许的范围。

6.1.5 确保试样不会发生破裂等现象，避免部分样品掉落到样品室内，影响设备的正常运行。

6.2 清理与记录

6.2.1 对选取的试样进行清理，采用拍照等形式记录清理前后试样的外部特征，用于内部、外部特征的对比分析。

6.2.2 清理过程中，以去除遮挡拟观察关键部位的金属等高密度附着物为主，应保证试样拟观察的关键部位不受到损坏。

6.2.3 记录试样在样品室内的摆放位置。

7 方法步骤

7.1 试样放置

将试样稳固放置于样品台上，确保试样不与样品台发生相对位移。

7.2 设置 X 射线成像系统

7.2.1 X 射线强度

根据试样的密度及厚度调节管电压、管电流，确定合适的X射线强度，以获得清晰的影像。

7.2.2 X 射线探测装置

根据试样的尺寸、种类以及重点观察的特征尺寸，选择、确定X射线探测装置。

7.2.3 X射线发射装置和X射线探测装置位置

调整X射线发射装置、探测装置及试样的相对位置，调节X射线投射影像的放大倍率及清晰度。在满足放大倍率的条件下，优先调节X射线发射装置的位置，获得清晰的X射线投射影像。

7.2.4 影像质量

调节X射线投射影像的灰度、对比度等参数，改善画面质量，清晰显现试样的内部结构特征。

7.3 获取投射影像

使用计算机系统的控制软件完成各项参数的调节，观察试样，选取特征位置拍照，获取X射线投射影像。

8 结果判定及表述

8.1 通用要求

X射线影像分析法的结论应附以X射线影像，原始记录应包含X射线影像及其对应的外观照片、影像采集时的工作条件。

8.2 结果判定及表述

8.2.1 对比分析试样的外部特征图像与X射线影像，客观描述试样内部结构特征。

8.2.2 X射线投射影像中灰度越浅、亮度越高的区域密度较小，灰度越深、亮度越低的区域密度越大。

8.2.3 分析铜、铝、铁导体及其合金熔痕时，结合熔痕的宏观形貌特征及内部孔洞分布情况对熔化性质进行分析。

8.2.4 分析电池、电容等内部结构复杂的用电设备及电器元件时，甄别试样与对比样品的差别，综合外部特征分析内部结构特征发生变化的原因。

8.2.5 根据需要将对检材、试样与对比样品的X射线影像进行对比，比较分析内部结构发生的变化。

8.2.6 当X射线影像分析法与其他方法协同使用时，结合多种方法的结果进行综合分析。

8.3 典型特征

8.3.1 线路熔痕特征

8.3.1.1 线路熔痕特征指体现火场残留物内部存在导线熔痕的特征，包括但不限于：

- a) 导线末端存在球形、凹坑状、瘤状或其他不规则形状的投影特征，典型特征见图A.1.1；
- b) 两个或多个导线交叉粘连的现象，粘连位置处存在球形、瘤状或其他不规则形状的投影特征。

8.3.1.2 依据GB/T 16840.1，判定为短路熔痕，且内部存在数量较多、尺寸较大、具有方向性的孔洞特征的，可判定为二次短路熔痕，典型特征参见附录A.1.2。

8.3.2 锂离子电池结构特征

8.3.2.1 锂离子电池结构特征指体现电池内结构完整性的特征，包括但不限于：

- a) 电池整体呈现膨胀破裂或外壳存在自内向外的爆裂特征，可判定电池经历了热失控过程；
- b) 电池外壳完整，内部存在物质缺失形成的空洞，可判定其经历了热失控过程；
- c) 电池内部集流体存在明显的紊乱、缺失特征，可判定其经历了热失控过程，典型特征见图A.2.1。

8.3.2.2 经历了热失控过程的锂离子电池内部集流体存在局部缺损时，可对该电池进行拆解并依据 GB/T 16840.1、GB/T 16840.4、GB/T 19267.6 对缺损部位的集流体熔痕进行鉴定。

8.3.3 电加热器具结构特征

电加热器具结构特征指体现电加热器具壳体及电热丝完整性的特征，包括但不限于：

- a) 电热丝存在缺损现象，缺损位置呈现明显的金属堆积形态，且金属堆积区域直径明显大于发热部件直径，可判定为电热丝高温熔断；
- c) 电热丝套管外壳完好、内部电热丝高温熔断，可判定为电热熔断。
- d) 电热丝套管外壳缺损较少，内部电热丝存在多处高温熔断特征的，可判定为电热熔断。
- e) 电热丝套管外壳缺损较少，内部电热丝缺损较多，且存在电热丝高温熔断特征的，可判定为电热熔断，典型特征见图 A.3.1。

8.3.4 开关通断特征

开关通断特征指体现闸刀开关、漏电保护器、空气开关等开关通断情况的特征，包括但不限于：

- a) 明确开关内部动触片与静触片位置的情况下，确认动触片与静触片接触良好，可以判定开关为通路状态；
- f) 明确开关内部动触片与静触片位置的情况下，确认动触片和静触片未相互接触，可以判定开关为开路状态，典型特征见图 A.4.1。

8.3.5 插头插座通断特征

插头插座通断特征指体现各类插座与插头通断情况的特征，包括但不限于：

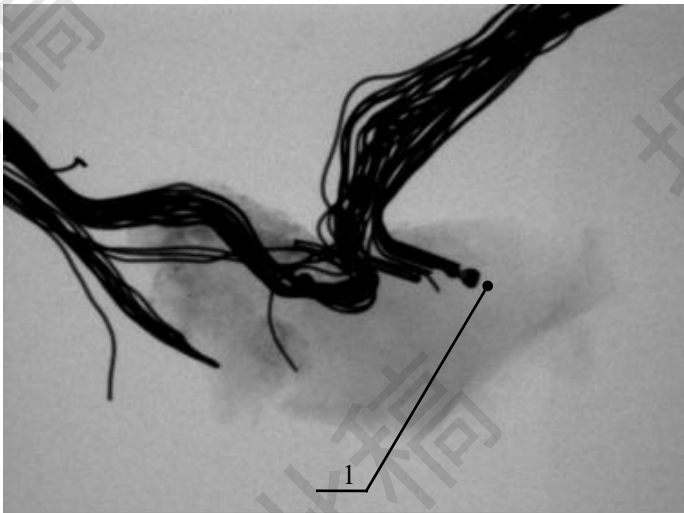
- a) 明确插头插片与插座插套位置的情况下，确认插头插片在插座插套内且接触良好，可以判定插头插座为通路状态；
- b) 明确插头插片与插座插套位置的情况下，确认插头插片不在插座插套内，或插头插片与插座插套未相互接触，可以判定插头插座为开路状态，典型特征见图 A.5.1。

附录 A
(资料性)

典型火灾残留物证内部结构特征示意图

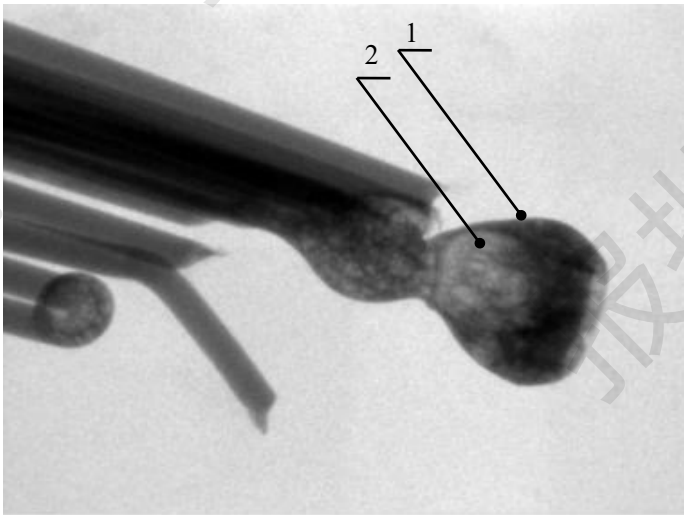
A.1 线路熔痕特征

示意图见图 A.1.1～图 A.1.2。



标引序号说明：
1—线路熔痕。

图 A.1.1 线路熔痕特征示意图

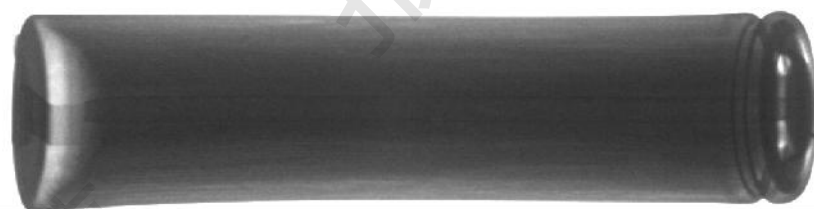


标引序号说明：
1—二次短路熔痕；
2—熔痕内孔洞。

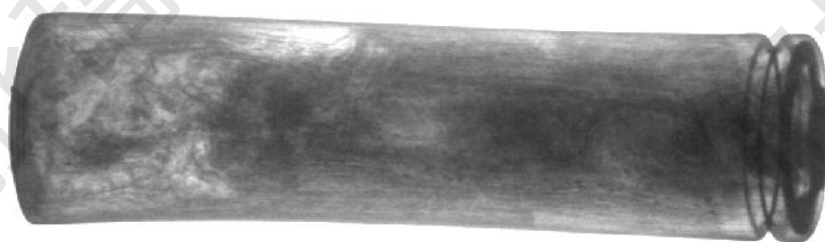
图 A.1.2 二次短路熔痕特征示意图

A.2 锂离子电池结构特征

示意图见图 A.2.1。



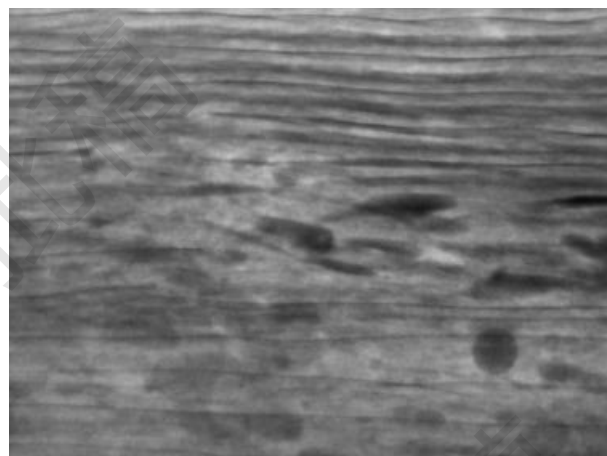
(a) 正常电池X射线影像



(b) 内部集流器紊乱电池X射线影像



(c) 正常电池集流体X射线影像

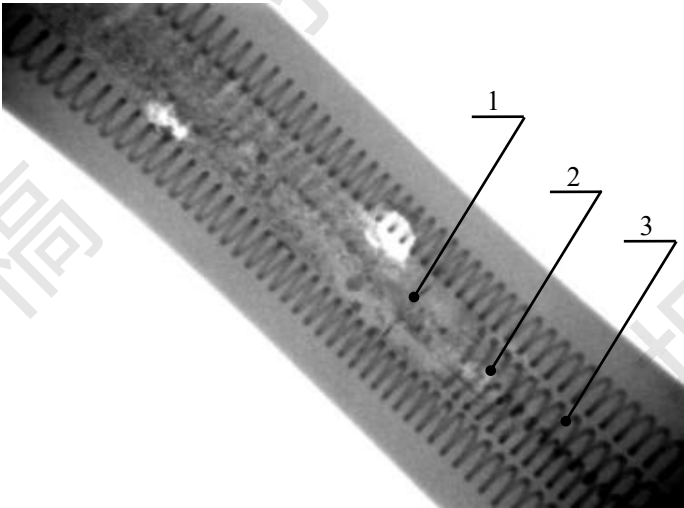


(d) 集流体局部缺失特征

图 A.2.1 锂离子电池集流体完整性特征示意图

A.3 电加热器具结构特征

示意图见图 A.3.1。



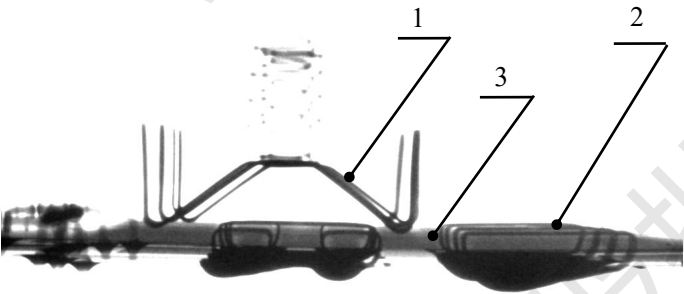
标引序号说明：

- 1—电加热丝缺失痕迹特征；
- 2—电加热丝电热熔断痕迹；
- 3—电加热丝正常特征。

图 A.3.1 电加热器具结构特征示意图

A.4 开关通断特征

示意图见图 A.4.1。



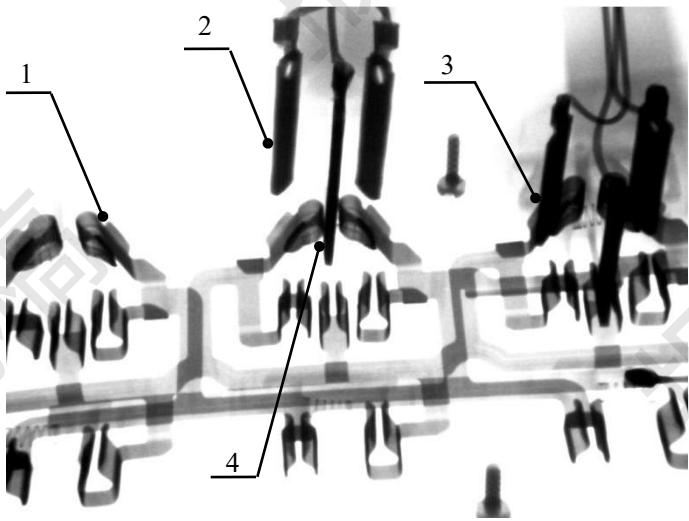
标引序号说明：

- 1—动触片；
- 2—静触片；
- 3—动、静触片未接触。

图 A.4.1 开关通断特征示意图

A.5 插头插座通断特征

示意图见图 A.5.1。



标引序号说明：

1—插座插套；

2—插头插片；

3—插头插片在插座插套内且接触良好；

4—插头插片不在插座插套内。

图 A.5.1 开关通断特征示意图