



中华人民共和国国家标准

GB/T 16840.6—2012

电气火灾痕迹物证技术鉴定方法 第6部分:SEM 微观形貌分析法

Technical determination methods for electrical fire evidence—
Part 6: Micro-morphological analysis method using
scanning electron microscope

2012-12-31 发布

2013-10-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

GB/T 16840《电气火灾痕迹物证技术鉴定方法》由以下部分组成：

- 第 1 部分：宏观法；
- 第 2 部分：剩磁检测法；
- 第 3 部分：俄歇分析法；
- 第 4 部分：金相分析法；
- 第 5 部分：电气火灾物证识别和提取方法；
- 第 6 部分：SEM 微观形貌分析法。

本部分为 GB/T 16840 的第 6 部分。

本部分依据 GB/T 1.1—2009 给出的规则编写。

本部分由中华人民共和国公安部提出。

本部分由全国消防标准化技术委员会火灾调查分技术委员会(SAC/TC 113/SC 11)归口。

本部分起草单位：公安部沈阳消防研究所。

本部分主要起草人：邸曼、张明、赵长征、夏大维、齐梓博、高伟、吴莹。

本部分为首次发布。

电气火灾痕迹物证技术鉴定方法

第 6 部分:SEM 微观形貌分析法

1 范围

GB/T 16840 的本部分规定了电气火灾痕迹物证技术鉴定方法中扫描电子显微镜(SEM)微观形貌分析法的术语和定义、原理、仪器设备、试样制备、观察部位和判据。

本部分适用于火灾调查中应用 SEM 对火灾现场金属熔化痕迹的微观形貌分析,根据熔痕的微观形貌特征鉴别熔痕的熔化性质。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 13966 分析仪器术语

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

3 术语和定义

GB/T 13966 和 GB/T 16840.1 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

二次电子 secondary electrons

样品中原子的外层电子受入射电子的激发而发射到样品以外的非弹性散射电子。

3.2

二次电子成像 secondary electron image

二次电子被检测器接收后成像。

3.3

SEM 的分辨本领 solving power for SEM

在二次电子图像上测出能明显分开的两个物点之间的最小距离与放大倍率之比。

3.4

放大倍率 magnifying power

物体放大后的长度与原实物的长度的比值。

3.5

有效放大倍率 effective magnifying power

人眼的分辨率与仪器的分辨率的比值。

3.6

熔痕 melted mark

在外界火焰或短路电弧高温作用下,在金属表面,特别是铜、铝导线上形成的圆状、凹坑状、瘤状、尖状及其他不规则的微熔或全熔痕迹。

3.7

熔痕的微观形貌 micro-morphology of melted mark

在一定放大倍数下观察到的微小熔化痕迹的形态。

3.8

火烧熔痕 melted mark due to fire burning

受火灾现场高温作用发生熔化,在金属表面,特别是铜、铝导线上形成的熔化痕迹。

3.9

一次短路熔痕 primary short circuited melted mark

在正常环境条件下,铜、铝导线因本身故障发生短路,在导线上形成的熔化痕迹。

3.10

二次短路熔痕 secondary short circuited melted mark

在火灾环境条件下,铜、铝导线产生故障而引发短路,在导线上形成的熔化痕迹。

3.11

电热熔痕 melted mark by electric arc or current

在电弧或电流的高温作用下,在金属表面或铜、铝导线上形成的熔化痕迹。

4 原理

4.1 SEM 原理

由电子枪发射,经会聚透镜和物镜的缩小、聚焦,形成具有一定能量、强度、斑点直径的电子束。在扫描线圈的作用下,入射电子束在样品表面按一定的时间、空间顺序作光栅式扫描。通过闪烁体等检测器接收样品中激发出的二次电子信号,再把它转变成光信号,然后经光电倍增管转变成电信号,最后由经视频放大器放大,输出,送至显像管的栅极,这样在荧光屏出现一幅亮暗程度不同,反映样品表面形貌的图像。

4.2 分析方法原理

无论是火灾热作用还是短路电弧高温熔化,对于金属或铜、铝导线除全部烧失外,一般均能查找到残留的熔痕,其外观具有能代表当时环境条件的特征。一次短路熔痕、二次短路熔痕和电热熔痕均属于瞬间电弧高温熔化,具有熔化范围小、冷却速度快的特点。它们之间不同的是:一次短路发生在正常环境条件下,二次短路发生在火灾环境气氛条件下。而火烧熔痕是导线被火灾热作用熔化的痕迹,其作用时间、作用温度又均与短路不同,它具有受热持续时间长、火烧范围大、熔化温度低于短路电弧温度的特点。由于不同的环境产物参与了熔痕形成的全过程,从而保留了区别一次短路熔痕、二次短路熔痕及火烧熔痕的微观形貌特征。

5 仪器设备

5.1 扫描电子显微镜

5.1.1 分辨率

SEM 的分辨能力应高于 10 nm。

5.1.2 放大倍率

SEM 的放大倍率应为 20 倍~100 000 倍之间。

5.2 其他所需设备

超声波清洗机、金刚石切割机、离子溅射仪、鼓风干燥箱等。

6 试样制备

6.1 截取要求

- 6.1.1 应保护尚存待分析表面的完整性。
- 6.1.2 应保持样品干燥,避免腐蚀及氧化。
- 6.1.3 应对测表面进行保护,防止污染。

6.2 样品的制备

- 6.2.1 样品应保持其原始状态,先不做清洗,使要观测的原始结构和成分没有变化。
- 6.2.2 必要时用酒精或超声波清洗机对样品表面进行去污。
- 6.2.3 样品导电性较差时,应使用离子溅射仪对样品表面进行喷镀。
- 6.2.4 将要观察分析的样品,用导电胶固定在样品杯上,待固定后置于样品台上,送至样品室内。

7 观察部位

- 7.1 电线电缆上的熔痕,应观察其内部组织形态和孔洞的形貌特征。
- 7.2 接插件和接地金属构件,应观察表面熔化区的形貌特征。

8 判据

8.1 一次短路熔痕

- 8.1.1 单股铜导线珠断面和基体(杆)端断面呈抛物线型卵形花样。
- 8.1.2 断面上孔洞均匀、细密。从金属内部结构和组织形态上看,具有明显的树枝晶、柱状晶和共析组织。
- 8.1.3 多股铜导线上的二次短路熔痕除具有单股铜导线二次短路熔痕形貌特征外,还存有未熔的基体痕迹。

8.2 二次短路熔痕

- 8.2.1 导线熔珠断面与基体端断面呈蜂窝状花样。
- 8.2.2 断面的孔洞不均匀,有较大的气孔存在,洞底部有平行的条形花纹。
- 8.2.3 内壁上有小的缩孔、卵石状颗粒和灰尘。
- 8.2.4 从金属内部结构和组织上看具有明显的亚结构即胞状晶。

8.3 火烧熔痕

- 8.3.1 导线熔珠断面和基体端断面可以清晰地见到等轴晶的大晶界。
- 8.3.2 大晶界内有亚共晶组织形貌,即(Cu+Cu₂O)共晶体,熔痕断面形貌为网格状花纹。

8.4 过电流熔痕

- 8.4.1 熔痕断面形貌似礁石状,无大孔洞、有缩孔,断面上可明显看到小熔区。
- 8.4.2 在小熔区内残存有光滑和光亮区域;从金属结构上看,有明显的树枝晶和过烧组织。

8.5 接插件及线路接头熔痕

8.5.1 低倍观察熔痕时,熔化区与未熔化的基体之间有明显的分界线,熔化区内有孔洞存在。

8.5.2 高倍观察时,熔化区内表面光滑。

8.5.3 黄铜接线柱的电熔化痕迹,在熔化区与未熔化基体之间有明显的分界线,在熔化区内有气孔洞、河流花样、熔化堆积等。

9 结果描述

9.1 扫描电镜的微观形貌分析应附以照片,并注明电镜型号、工作条件和样品制备方法。

9.2 当电镜同其他仪器配合使用时,应结合其他仪器的检测结果,用数理统计方法对数据进行处理和综合分析后,给出比对结论及相应的置信度。
