

电气火灾痕迹物证 鉴定分析与应用案例

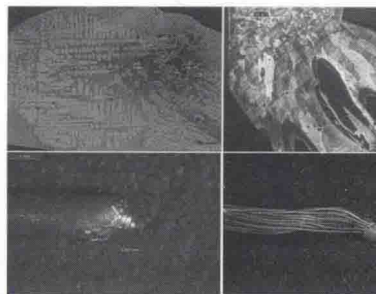
莫善军 梁 栋 编著



暨南大学出版社
JILIN UNIVERSITY PRESS

莫善军 梁 栋 编著

电气火灾痕迹物证 鉴定分析与应用案例



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

中国·广州

图书在版编目 (CIP) 数据

电气火灾痕迹物证鉴定分析与应用案例 / 莫善军, 梁栋编著. —广州: 暨南大学出版社, 2014. 6
ISBN 978 - 7 - 5668 - 1169 - 1

I. ①电… II. ①莫…②梁… III. ①电气设备—火灾—痕迹—司法鉴定 IV. ①TM08②D918.91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 274333 号

出版发行: 暨南大学出版社

地 址: 中国广州暨南大学
电 话: 总编室 (8620) 85221601
 营销部 (8620) 85225284 85228291 85228292 (邮购)
传 真: (8620) 85221583 (办公室) 85223774 (营销部)
邮 编: 510630
网 址: <http://www.jnupress.com> <http://press.jnu.edu.cn>

排 版: 广州良弓广告有限公司
印 刷: 佛山市浩文彩色印刷有限公司

开 本: 890mm × 1024mm 1/32
印 张: 5.25
字 数: 125 千
版 次: 2014 年 6 月第 1 版
印 次: 2014 年 6 月第 1 次

定 价: 38.00 元

(暨大版图书如有印装质量问题, 请与出版社总编室联系调换)

本书由下列项目资助出版：

公安部消防局科研计划项目（项目编号：2013XFCX13）

广东省自然科学基金项目（项目编号：S2013010013225）

广州市科技计划项目（项目编号：2014Y2-00069）

前 言

随着社会的进步和经济的发展，火灾原因日益复杂化，火灾物证鉴定已成为火灾调查工作中一种重要的技术手段和方法，对查明火灾原因发挥着越来越重要的作用。火灾调查研究是火灾科学的重要分支，火灾调查中经过分析鉴定，具有证明作用的物证是认定火灾原因、火灾性质和处理火灾责任者的依据和司法诉讼的证据。

电气火灾是指由于电气线路、用电设备、器具以及供配电设备出现故障而释放的热能，在具备燃烧条件下引燃本体或其他可燃物而造成的火灾。其中，电气火灾是火灾统计案例的主要类别，约占40%，而短路又是引发重大电气火灾最严重的故障形式。电气火灾物证鉴定是针对火灾现场提取的导线、电气连接件、电热器具、用电设备上的金属痕迹物证进行的一种定性分析，目的是判断痕迹形成的时刻是火灾发生前还是火灾发生后以及痕迹形成时是否有电作用的参与。

电气火灾现场残存的痕迹中，除了由电气原因直接产生的残留物外，由非电气原因引起的带电线路发生短路而诱发的电气故障，也会留下相应的残留物痕迹。准确无误地发现和提取这些痕迹，并对痕迹进行准确的判别和鉴定，对于确定火灾原因具有非常重要的作用。电气火灾常见的短路故障形成的熔痕分为一次短

路熔痕（Primary Short Circuited Melted Marks, PSMs）和二次短路熔痕（Second Short Circuited Melted Marks, SSMs）。PSMs 即火前短路熔痕，是指火灾之前由于电气短路形成的熔痕；SSMs 即火后短路熔痕，则指在火灾环境中，由于火烧破坏绝缘层而发生短路所形成的熔痕。如何鉴别和判定短路熔痕的性质对分析火灾的原因和火灾事故认定至关重要。

我国在电气火灾痕迹物证鉴定技术方面，经过几代人的努力，创建了国家标准《电气火灾原因技术鉴定方法》（GB/T 16840），该标准包括六部分：《第 1 部分：宏观法》（GB/T 16840.1—2008）、《第 2 部分：剩磁法》（GB 16840.2—1997）、《第 3 部分：成分分析法》（GB 16840.3—1997）、《第 4 部分：金相法》（GB 16840.4—1997）、《第 5 部分：电气火灾物证识别和提取方法》（GB/T 16840.5—2012）和《第 6 部分：SEM 微观形貌分析法》（GB/T 16840.6—2012），其中第 1 部分宏观法和第 4 部分金相法是判定电气火灾痕迹物证的主要方法，近些年应用和实践最为广泛，但是该两种方法对火灾痕迹物证的鉴定判据只作了定性的描述，比较宽泛，且没有相关参考图谱提供，目前鉴定工作主要依据个人的经验开展。同时，电气火灾痕迹物证鉴定技术属于交叉小众学科，行业间交流不够充分，当前越来越多的社会第三方司法机构参与此项服务，实际电气火灾案例现场提取的一次短路、二次短路和火烧三类熔痕的特征急需总结和分析，并给出相应的对照图谱。

本书总结了近几年广东省典型的电气火灾案例痕迹物证鉴定工作的经验和体会，对发生在民宅、仓库和车间等场所的典型一次短路、二次短路和非电气原因的熔痕物证外观和金相特征进行分析和研究，并与国家标准中的描述特征和模拟实验的熔痕特征



进行对比分析，总结一次短路、二次短路和火烧熔痕的一般特征和所处环境的相关性，给出一系列的判定标准和相关图谱，对国家标准进行补充和完善，为电气火灾痕迹物证的认定提供更精准的鉴定参考依据。

本书的成稿与出版，得到广东省消防科学技术重点实验室、广东省公安厅火灾物证鉴定技术重点实验室、中山大学安全工程研究中心多位领导、专家的指导，得到实验室主任梁栋教授的大力支持和指导，实验室同事王粤、马荣、黄立明、田文龙、蔡梓洋等协助本书的材料收集和编写工作，在此表示衷心的感谢。本书由公安部消防局科研计划项目（2013XFCX13）、广东省自然科学基金项目（S2013010013225）和广州市科技计划项目（2014Y2-00069）资助出版。

由于时间比较仓促，资料涉及领域较广，加之编者学识和水平有限，书中不当之处在所难免，望同行给予批评指正。

编著者

2014年3月

目 录

前 言	1
1 电气火灾典型痕迹物证	1
1.1 相关术语和鉴定依据	1
1.2 一次短路痕迹物证特征	8
1.3 二次短路痕迹物证特征	13
1.4 火烧痕迹物证特征	17
2 一次短路火灾痕迹物证案例分析	21
2.1 广州市番禺区——奶茶店火灾	21
2.2 汕头市潮阳区——住宅楼火灾	23
2.3 汕头市澄海区——玩具公司火灾	27
2.4 汕头市澄海区——车间火灾	29
2.5 汕头市澄海区——玩具厂火灾	33
2.6 汕头市潮南区——住宅火灾	35
2.7 汕头市潮阳区——纸厂火灾	37
2.8 广州市花都区——工作间火灾	41
2.9 中山市坦洲镇——仓库火灾	45
2.10 河源市临江镇——居民住宅火灾	47



2.11	汕头市澄海区——仓库火灾	49
2.12	佛山市南海区——住宅火灾	52
2.13	惠州市惠阳区——家具厂火灾	56
2.14	广州市白云区——仓库火灾	58
2.15	广州市番禺区——车棚火灾	60
3	二次短路火灾痕迹物证案例分析	63
3.1	广州市白云区——仓库火灾	63
3.2	广州市荔湾区——住宅火灾	68
3.3	潮州市潮安县——公司火灾	75
3.4	湛江市赤坎区——居民楼火灾	79
3.5	中山市阜沙镇——公司车间火灾	85
3.6	广东佛山——出租屋火灾	89
3.7	广东佛山——住宅火灾	92
3.8	广东江门——楼房火灾	95
3.9	广东云浮——商店火灾	98
3.10	广州市天河区——仓库火灾	100
3.11	广州市海珠区——车间火灾	104
3.12	英德市——五金店火灾	107
4	火烧痕迹物证案例分析	111
4.1	惠州市惠阳区——维修店火灾	111
4.2	汕头市澄海区——塑料玩具厂火灾	113
4.3	揭阳市榕城区——仓库火灾	116
4.4	广州市番禺区——影音室火灾	118
4.5	汕头市澄海区——住宅火灾	121

4.6	汕头市潮阳区——民宅火灾	128
4.7	广州市花都区——温室大棚火灾	131
4.8	惠州市龙门县——居民住宅火灾	133
4.9	广州市海珠区——仓库火灾	137
4.10	汕头市龙湖区——玩具加工作坊火灾	142
4.11	广州市番禺区——奶茶店火灾	145
4.12	佛山市南海区——公司火灾	147
4.13	汕头市潮南区——住宅火灾	150
参考文献		154

1 电气火灾典型痕迹物证

每一次重大火灾事故的突然发生，都对社会影响巨大，引发的突发性公共舆论更是无法避免，其中舆论的焦点之一必然是事发原因。因此科学、准确地查明火灾原因刻不容缓，火灾物证鉴定提供的准确证据尤为关键。2012年最新颁布的《公安部关于修改〈火灾事故调查规定〉的决定》（公安部121号令）第23条规定：“现场提取的痕迹、物品需要进行专门性技术鉴定的，公安机关消防机构应当委托依法设立的鉴定机构进行。”随着社会的进步和经济的发展，火灾原因日益复杂化，火灾物证鉴定已成为火灾调查工作中一种重要的技术手段和方法，对查明火灾原因发挥着越来越重要的作用。火灾调查研究是火灾科学的重要分支，火灾调查中经过分析鉴定，具有证明作用的物证是认定火灾原因、火灾性质和处理火灾责任者的依据和司法诉讼的证据。

1.1 相关术语和鉴定依据

1.1.1 相关术语

(1) 电气火灾

按起火原因分类的火灾类别之一。一般是指由于电气线路、

用电设备、器具以及供配电设备出现故障而释放的热能，在具备燃烧条件下引燃本体或其他可燃物而造成的火灾。电气火灾是火灾统计案例的主要类别，约占40%。

(2) 电气火灾原因调查

火灾调查人员为了查清原因，通过火灾现场勘验、有关人员调查和有关痕迹物证技术鉴定等方式而得到的引起电气火灾起火原因结论所进行的一系列工作。

(3) 电气火灾物证鉴定

针对火灾现场提取的导线、电气连接件、电热器具、用电设备上的金属痕迹物证进行定性分析，判断痕迹形成的时刻是火灾发生前还是火灾发生后以及痕迹形成时是否有电作用的参与。

(4) 短路火灾

电气线路、用电设备短路时阻抗突然减少，电流增大，瞬间产生高温，引燃本体及周围可燃物而造成的火灾。

(5) 熔痕

导线在外界火焰或电气故障产生电弧高温作用下形成的圆状、凹凸状、瘤状、尖状及其他不规则的微熔及全熔痕迹。

(6) 熔珠

导线在外界火焰或电气故障产生电弧高温作用下，在导线的端部、中部或落地后形成的圆珠状熔化痕迹。

(7) 火烧熔痕

电气设施金属部分在火灾中受火焰或高温作用被熔化后残留的痕迹，铜铝导线、接线端子、线圈绕组、插接件以及其他导体，在火灾中受火焰或高温作用被熔化后残留的痕迹。铜铝导线、接线端子、线圈绕组、插接件以及其他导体，在火灾中火焰温度高于上述物体熔点时，局部出现软化、熔滴、熔瘤、气化



孔、溶蚀坑等不同形态，冷却后仍保持其特征。

(8) 短路熔痕

导体在短路电流、电弧高温作用下接触处熔化，冷却后保留下来的不同特征的熔化痕迹。短路熔痕又分为一次短路熔痕和二次短路熔痕。

(9) 一次短路熔痕

一次短路熔痕 (Primary Short Circuited Melted Marks, PSMs)，即火前短路熔痕，是指火灾之前由于电气短路形成的熔痕，即火灾的发生有电作用参与的可能。

(10) 二次短路熔痕

二次短路熔痕 (Second Short Circuited Melted Marks, SSMs)，即火后短路熔痕，是指在火灾环境中，由于火烧破坏绝缘层而发生短路形成的熔痕。

(11) 晶粒

熔化的金属凝固形成的金相组织，构成多晶体的各个单晶体由很多晶胞所组成，外形往往呈颗粒状，无规则。

(12) 晶界

两个位向不同的晶粒相接触的区域，即晶粒与晶粒之间的界面。

(13) 等轴晶

在通常的凝固条件下，金属或合金的固溶体结晶成颗粒状，形成内部各自等长相近的枝晶组织。形成枝晶的各个分枝，在各个方向均匀生长成大小不同的晶粒。

(14) 树枝晶

先后长成的晶轴，彼此交错似树枝状。

(15) 胞状晶

固溶体在结晶时，晶体在界面上以凸起条状自由生长，在过



冷区内所形成的不规则形状、条状、规则六角形。

(16) 柱状晶

在通常的凝固条件下，金属或合金的固溶体在结晶时由晶内生长成的枝晶，沿着分枝（主干）在某一特殊界面延伸生长，最后形成长条状的晶粒。

(17) 熔化过渡

由熔痕向导线延伸的一定距离内存在熔化现象的部分，是火烧熔痕和二次短路熔痕所具有的特征。

(18) 外观

熔痕和熔珠外部形状、表层、覆盖物等特征。

(19) 金相组织

指金属组织中化学成分、晶体结构和物理性能相同的组成，其中包括固溶体、金属化合物及纯物质。

(20) 检材

在电气火灾现场起火点及其附近提取的可能构成起火原因的导线及其插接件物证，这些物证需要进一步检测和分析其成因。

(21) 样品

对火灾现场提取的检材，通过检查后提取的带有熔痕、溶蚀坑等检测样品。

(22) 鉴定结论

鉴定人对案件中需要解决的专门性问题进行鉴定后作出的结论。电气火灾物证鉴定过程中，鉴定人根据所提取的熔痕外观特征以及金相显微组织特征，按照国家标准中的鉴定依据对熔痕样品成因进行的判定。



1.1.2 鉴定依据

我国在电气火灾痕迹物证鉴定领域制定了相关标准，即《电气火灾原因技术鉴定方法》（GB/T 16840），该标准包括六部分：

《第1部分：宏观法》（GB/T 16840.1—2008）；

《第2部分：剩磁法》（GB 16840.2—1997）；

《第3部分：成分分析法》（GB 16840.3—1997）；

《第4部分：金相法》（GB 16840.4—1997）；

《第5部分：电气火灾物证识别和提取方法》（GB/T 16840.5—2012）；

《第6部分：SEM 微观形貌分析法》（GB/T 16840.6—2012）。

其中，第1部分宏观法和第4部分金相法是判定短路熔痕和火烧熔痕的主要方法，近些年应用和实践最为广泛。

一次短路熔痕是指电气线路在着火前发生短路故障而残留的熔化痕迹，包含三层含义：一是熔痕产生时处于非火灾环境，即自然环境；二是该熔痕的产生表示电气线路发生了火前短路故障，但是并没有考察短路形成的原因；三是熔痕产生的过程指导线短路释放热能使导线本身从熔化到凝固的过程。在勘查现场过程中，若技术鉴定作出了一次短路熔痕的结论，并确定熔痕提取的位置来自于火场的着火点，再结合火场的环境，则可判定此火灾是该线路发生一次短路后引燃造成的。一次短路熔痕是指在正常的情况下，电气线路因为本身的故障而造成短路引发大电流发热，在导线上留下的熔化痕迹。一次短路发生之后会留下不规则的熔痕或者圆润的熔珠。一次短路发生在火灾之前，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。《电气火灾

原因技术鉴定方法》(GB/T 16840) 关于一次短路熔痕特征判据描述如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 国标中一次短路熔痕特征描述

项目	一次短路的特征
宏观特征 (依据 GB/T 16840.1—2008)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 铜导线上的短路熔珠直径通常是线径的 1~3 倍, 短路熔珠位于导线的端部或者歪在一侧, 铜导线短路熔珠表面有光泽; 2. 短路熔珠内部孔洞数量少, 分布在熔珠中部; 3. 短路熔痕与导线基体交接处有明显的熔化和未熔化的分界线; 4. 在两根导线相对应的地方出现凹痕, 凹痕内表面有光泽但不平滑, 有堆积状熔化金属和毛刺, 有扎手感; 5. 在铜质多股软线的线端部形成熔痕时, 熔痕与导线连接处无熔化黏结痕迹, 其多股细丝仍能够逐根分离; 有的细丝端部出现微小熔珠
金相特征 (依据 GB 16840.4—1997)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 金相组织呈细小的胞状晶或柱状晶; 2. 熔珠金相磨面内部气孔小而较少并较整齐; 3. 熔珠与导线衔接处的过渡区界限明显; 4. 熔珠晶界较细, 孔洞周围的铜和氧化亚铜共晶体较少且不太明显; 5. 在偏光下观察时一次短路熔珠孔洞周围及洞壁的颜色不明显

二次短路熔痕是在火灾环境下, 带电的铜或者铝导线绝缘层失效而引发短路, 在导线上留下的金属熔化痕迹。其包含三个含义: 首先, 痕迹的形成处于火灾环境中或高温分布区域; 其次, 痕迹的形成表示电气因绝缘层破坏而发生诱发性短路故障; 最后, 痕迹的形成表示短路释放的热能和高温热能共同作用使导线



发生熔化和凝固的过程。二次短路发生时金属导线可能会留下熔痕或者熔珠。二次短路发生在火灾环境条件下，属于瞬间电弧高温熔化，具有熔化范围小、冷却速度相对快的特点，同时受到火灾现场环境影响较大。《电气火灾原因技术鉴定方法》（GB/T 16840）关于二次短路熔痕特征判据描述如表 1-1-2 所示。

表 1-1-2 国标中二次短路熔痕特征描述

项目	二次短路的特征
宏观特征 （依据 GB/T 16840.1—2008）	<ol style="list-style-type: none"> 1. 导线上短路熔珠的直径相对大于一次短路熔珠，但是又小于火烧形成的熔珠，表面有微小凹坑，光泽性差； 2. 短路熔珠内部孔洞数量多，分布在熔珠的边缘及中部，铜导线短路熔珠内部孔洞的表面呈透明感的鲜红色（红宝石色），光泽度强，有较多的碳迹； 3. 短路熔痕与导线基体交接处无明显的熔化与未熔化的分界线，导线上有微熔变细的痕迹； 4. 多股金属软线的线端部形成短路熔珠时，与短路熔珠相连接的导线变硬或者黏结在一起
金相特征 （依据 GB 16840.4—1997）	<ol style="list-style-type: none"> 1. 金相组织被很多气孔分割，出现较多粗大的柱状晶或粗大晶界； 2. 金相磨面内部气孔多而大且不规整； 3. 熔珠与导线衔接处的过渡区界限不太明显； 4. 熔珠晶界较粗大，孔洞周围的铜和氧化亚铜共晶体较多而且较明显； 5. 熔珠孔洞周围及洞壁呈鲜红色或橘红色

火烧熔痕是在火灾中，受火焰或高温作用被熔化后残留的痕迹。由于火场的高温作用能使铜导线的金相组织出现再结晶现象，因而火烧熔痕的金相组织呈粗大的等轴晶；同时，温度较