

DB51

四川省地方标准

DB51/T 1598.4—2013

低压线路电气火灾原因认定导则 第4部分：接触不良

地方标准信息服务平台

2013-07-18 发布

2013-09-01 实施

四川省质量技术监督局

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 技术要求..... 2

附录 A（规范性附录） 线路接触不良电气故障发生电气火灾原理简要分析..... 6

地方标准信息服务平台

前 言

DB51/T 1598《低压线路电气火灾原因认定导则》分为五个部分：

- 第1部分：必要条件
- 第2部分：短路
- 第3部分：过负荷
- 第4部分：接触不良
- 第5部分：漏电

本部分为DB51/T 1598的第4部分。

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由四川省公安消防总队提出并归口。

本标准由四川省质量技术监督局批准发布。

本标准起草单位：四川省公安消防总队、成都市公安消防支队、德阳市公安消防支队、达州市公安消防支队。

本标准主要起草人：黄勇、夏锐、马涛、张学楷、余大波、吴程、张天、李昱、李曼、苏啸、周毅飞、李阳。

地方标准信息服务平台

低压线路电气火灾原因认定导则第4部分：接触不良

1 范围

本部分规定了低压线路电气火灾原因认定导则——低压线路接触不良电气火灾原因认定的术语、定义和技术要求，提出了认定低压线路发生接触不良电气火灾原因的程序和方法。

本部分适用于公安机关消防机构对低压线路接触不良电气火灾原因认定，其他机构可参照使用。

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，仅所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 5907 消防基本术语 第一部分

GB/T 14107 消防基本术语 第二部分

GB/T 16840.1 电气火灾原因技术鉴定方法 第1部分：宏观法

GB 16840.2 电气火灾原因技术鉴定方法 第2部分：剩磁法

GB 16840.4 电气火灾原因技术鉴定方法 第4部分：金相法

GB/T 27905.4 火灾痕迹物证检查方法 第4部分：电气线路

GB 50054 低压配电设计规范

DB51/T 1598.1 低压线路电气火灾原因认定导则 第1部分：必要条件

3 术语和定义

GB/T 5907、GB/T 14107、GB 50054-2011、DB51/T 1598.1确立的，以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

低压线路 Low voltage circuit

交流、工频1000V 以下电气线路（以下简称：线路）。

3.2

线路接触不良电气火灾 Fire caused by circuits' bad contact

线路与线路，线路与配电、用电设备之间连接（包括接线端、接插件以及可动触点等），因接触不良（接触电阻过大），在通电回路电流作用下，致使连接处产生局部高温、电弧，引起线路绝缘层、附近的可燃物质着火造成的火灾。

线路接触不良电气故障发生电气火灾原理简要分析见附录A。

3.3

线路接触不良电气故障痕迹 Electronic fault trace of circuits' bad contact

因线路发生电气接触不良故障，在接触不良故障处产生的线路金属线芯、连接件、绝缘体熔化、熔断、粘接、电弧（电火花）烧灼，以及线路金属线芯等金属物体金相组织发生变化等痕迹。

4 技术要求

4.1 基本要求

按照 DB51/T 1598.1 的要求，通过现场勘验、现场询问、现场实验、现场分析后，线路发生电气火灾的必要条件得到确认。

4.2 获取接触不良电气故障痕迹证据

根据 DB51/T 1598.1 中 4.6.3 的要求，获取了接触不良电气故障痕迹。

4.2.1 接触不良电气故障接头特征（宏观鉴别）

- a) 接头处导线形成带孔洞的烧结炭渣，线芯局部变色，表面形成有凹痕，严重时烧蚀痕甚至局部形成熔结；
- b) 接头处垫片、螺杆、辉、帽、接线柱等与导线连接处局部变色或有被电火花滋痕，有麻点坑，甚至部分形成缺口局部形成烧结粘接；
- c) 有时接头处被电弧击断，端部形成熔珠；
- d) 铜铝接头处铝线线芯部分熔化留有残体或在铜接头处留有带孔洞、麻坑的电火花烧蚀痕；
- e) 接触不良形成的局部高温或引发的火灾，造成接头处线路绝缘损坏，形成短路痕；
- f) 其他接触不良电气故障接头特征。

4.2.2 接触不良电气故障接头金相组织特征

接触不良由于发生在接头局部，则接头金相组织将显现受高温长时间作用的特征（可与标准温度—金相组织特征图谱比较），与同回路的远端线路金相组织比较将有明显差异，可据此判定。

4.3 获取接触不良电气故障过流保护装置特征

发生接触不良电气故障，过流保护装置一般不会动作，但当接触不良引发火灾后造成线路绝缘失效引发短路时，过流保护装置仍会动作。

4.3.1 熔断器

- a) 熔断器未动作（熔体未断裂）：
 - 接触不良电气故障引发火灾后造成线路绝缘损坏形成线路短路，因熔体用不合规定金属代替，造成熔断器进出接线部位、压接螺钉等金属固定件绝缘物质出现高温熔化痕迹；
 - 接触不良电气故障引发火灾后未造成线路短路。
- b) 熔断器已动作（熔体已断裂）：
 - 接触不良电气故障引发火灾后造成线路绝缘逐步损坏形成“非良好短路”，熔体呈现缺损部分少、没有（或较少）熔体喷溅、电弧喷燃，进出接线部位出现高温熔化痕迹等“熔断”特征；
 - 接触不良电气故障引发火灾后造成线路绝缘立即损坏形成线路短路，熔体呈现熔体缺损部分多、有熔体喷溅、电弧喷燃等现象的“爆断”特征。

4.3.2 断路器

a) 断路器未动作（开关处于闭合位置）：

——接触不良电气故障引发火灾后造成线路绝缘损坏形成线路短路，因断路器已损坏，造成内部动、静触点、进出接线部位出现严重高温熔化痕迹；

——接触不良电气故障引发火灾后未造成线路短路。

b) 断路器处于断开位置（已动作）

——接触不良电气故障引发火灾后造成线路绝缘逐步损坏形成“非良好短路”，造成断路器动作时间过长，内部动、静触点出现过流高温损伤、电弧烧灼痕迹；灭弧栅（室）出现较重高温电弧烧灼痕迹；或进出接线部位出现过流高温、电弧损伤痕迹。

——接触不良电气故障引发火灾后造成线路绝缘立即损坏形成线路短路，断路器呈现“瞬间动作”特征。

4.4 获取起火前出现接触不良异常征兆证据

按照DB51/T 1598.1中4.4的要求，通过重点询问起火部位（起火点）、与起火部位（起火点）同相（相关）线路、配电、用电设备的状况，获取了与线路接触不良电气故障性质相一致的电气异常反映，同时异常反映的出现时间与发现火灾时间符合时序逻辑关系。

- a) 电灯忽亮忽熄或忽亮忽暗，或用电设备（电器）运行不稳定或异常，表明电线接头或开关松动，是接触不良发展到严重程度的表现；
- b) 起火部位（起火点）线路接头出现电弧（火花）闪烁；
- c) 嗅到烧胶皮、塑料等线路绝缘熔化异味；
- d) 出现接触不良其他异常征兆。

4.5 获取起火前的供电、用电存在接触不良隐患证据

- a) 连接点由于长期振动，使接头松动；
- b) 移动式电气设备电源线固定不牢，使用中受力引起接头或插接处松动；
- c) 移动式插线板使用中经常拖拽，致使插头、插座间连接不良；
- d) 大负荷线路接头经常电动力作用，缺乏日常紧固维护，造成接头松动；
- e) 金属接触面由于长期受接触压力的作用，产生永久的变形，使接触压力减小，接触电阻增大；
- f) 长期少量过载、漏电产生过热引发接头处接触不良；
- g) 其他供电、用电存在的接触不良隐患。

4.6 获取设计、安装、维护不当造成接触不良隐患证据

- a) 安装质量差，造成导线与线路，线路与电气设备的连接点不牢。例如：导线间采取“钩接”；连接处绝缘层剥离过短，绞、缠、压、焊导体部分过短或方式不对。
- b) 线路连接处有杂质，如氧化层、泥土等。
- c) 铜铝接头的接触点处理不当产生机械和化学作用；
- d) 线路固定（支持）不符合要求，受电动力或其他外力的作用引起接头松动；
- e) 历史上线路发生过接触不良故障而维修不符合要求；
- f) 其他设计、安装、维护不当造成的接触不良隐患。

4.7 线路接触不良电气火灾原因认定

认定以获取的接触不良电气故障痕迹证据为重点考依据，同时应排出线路短路、过负荷、漏电等电气故障引发火灾的可能。当获取了线路接触不良电气故障痕迹证据时，线路接触不良电气火灾原因可得到肯定的认定，其他情况则需综合考虑。

4.7.1 获取了接触不良电气故障痕迹证据

获取了接触不良电气故障痕迹，线路接触不良电气火灾原因认定参考情形如表1。

表1 获取了接触不良电气故障痕迹 认定参考情形

序号	接触不良电气故障痕迹 (4.2)	过流保护装置特征 (4.3)	起火前出现接触不良异常征兆 (4.4)	起火前的供电、用电存在接触不良隐患 (4.5)	设计与安装存在接触不良隐患 (4.6)	认定结果
1	○	○	○	○	○	确认
2	○	○	○	○		确认
3	○	○	○		○	确认
4	○	○		○	○	确认
5	○		○	○	○	确认
6	○	○	○			确认
7	○	○		○		确认
8	○		○	○		确认
9	○		○		○	确认
10	○	○	○			确认
11	○	○		○		确认
12	○		○	○		确认
13	○	○				确认
14	○		○			确认
15	○			○		确认
16	○				○	确认
17	○					确认
注：“○”表示获取了相应证据						

4.7.2 获取了其他证据

以获取了过流保护装置特征、起火前出现接触不良异常征兆、起火前的供电、用电存在接触不良隐患、设计与安装存在接触不良隐患，线路接触不良电气火灾原因认定参考情形如表2。

表2 获取了其他证据 认定参考情形

序号	过流保护装置特征 (4.3)	起火前出现接触不良异常征兆 (4.4)	起火前的供电、用电存在接触不良隐患 (4.5)	设计与安装存在接触不良隐患 (4.6)	认定结果
1	○	○	○	○	确认
2	○	○	○		确认
3	○	○		○	确认
4		○	○	○	确认
5	○		○	○	确认
6	○	○			确认
7		○	○		确认
8		○		○	确认
9	○		○		不能排出
10	○			○	不能排出
11			○	○	不能排出
注：“○”表示获取了相应证据					

地方标准信息服务平台

附录 A (规范性附录)

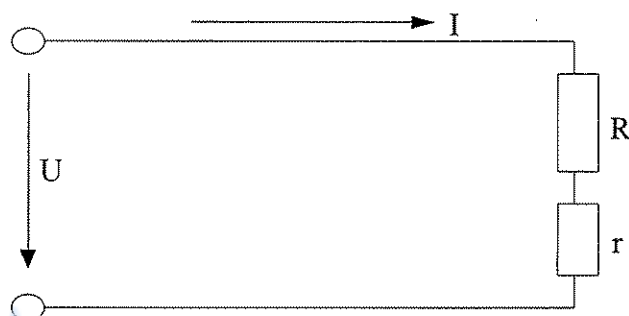
线路接触不良电气故障发生电气火灾原理简要分析

A.1 概述

导线与导线，导线与配电、用电设备之间连接（包括接线端、接插件以及可动触点等）时，因接触不良（接触电阻过大），在通电回路电流作用下，致使接触处局部产生高温、电弧，引起电气线路的绝缘层、附近的可燃物质及积落的可燃粉尘着火造成的火灾称为接触不良火灾，它是线路火灾容易忽略并难以防止的一种。

A.2 线路接触发热分析

一般用电设备连接及运行通常可由图 A.1 表示。



图中：U—电源电压(V)；R—负载电阻(Ω)；
r—接触电阻(Ω)；I—回路电流(A)。

图A.1 接触发热示意

图中 r 表示线路的连接点或线路与电气设备连接点的接触电阻，根据电热公式可将接触处单位时间发热量 Q_D 表示为：

$$\begin{aligned} Q_D &= 0.24I^2r = 0.24\left(\frac{U}{R+r}\right)^2r \\ &= 0.24 \frac{U^2r}{(R+r)^2} \quad (\text{Cal/s}) \end{aligned} \quad (2-1)$$

为进一步分析 r 的变化对 Q_D 的影响，求 Q_D 对 r 的一阶导数，即：

$$\frac{dQ_D}{dr} = 0.24 \left[\left(\frac{U}{R+r}\right)^2 - \frac{U^2r(2r+2R)}{(R+r)^4} \right] \quad (2-2)$$

经整理得：

$$\begin{aligned}\frac{dQ_D}{dr} &= \frac{0.24U^2(R^2 - r^2)}{(R + r)^4} \\ &= \frac{0.24U^2(R - r)}{(R + r)^3}\end{aligned}\quad (2-3)$$

讨论:

当 $r < R$ 时, $\frac{dQ_D}{dr} > 0$ 。说明 Q_D 值随着 r 的增大而增大;

当 $r > R$ 时, $\frac{dQ_D}{dr} < 0$ 。说明 Q_D 值随着 r 的增大而减小;

当 $r = R$ 时, 说明此时 Q_D 有极大值, 即:

$$Q_{D\max} = \frac{0.24U^2}{4R} \quad (\text{Cal/s}) \quad (2-4)$$

在实际工程中, 一般 $r < R$, 所以线路接触点单位时间发热量 Q_D 也将随着接触电阻 r 的增大而增大。在图 A.1 中将负载用阻抗 Z 表示, 也可得出同样的结论。

A.3 局部高温作用的火灾危险性

当线路连接接触不良, 接触电阻过大时, 在接触处就会产生过热高温, 同时因为下述原因极易形成过热高温的逐步积累和恶性循环, 引发线路火灾:

- 1) 连接处的金属受高温作用和氧化反应的影响, 接触电阻将随温度升高逐渐增大, 电阻越大, 温度越高, 温度越高又造成电阻越大, 形成循环温度上升;
- 2) 接触处的绝缘材料受到高温高热的影响, 其化学反应加剧, 使材料发生热分解并产生挥发物, 形成孔状碳渣, 使得空气中的氧更容易渗入, 进一步引起化学反应, 同时吸收热量, 促进材料的热分解, 产生累积性的温升。

同时, 两种因素还会相互作用, 最终导致发热温升达到绝缘材料的自燃温度, 挥发物起燃, 燃烧产生的热量为材料热分解提供足够的热能而维持线路燃烧。严重时, 还可使接触处的金属(线芯)熔化, 直接引起线路起火。实践证明, 许多线路火灾事故都是由于接触不良, 绝缘材料在局部高温作用下发生自燃, 或导致热击穿短路, 产生电弧将其引燃所致。

接触不良而引起火灾, 还由于其特殊性和隐蔽性往往被人们所忽视。

一是线路上发生接触不良时, 线路不会有过电流反应(实际电流反而减小), 熔断器、低压断路器等常用保护装置不可能动作, 隐患将长期存在;

二是线路连接接触不良引起的发热和高温, 一般有一个积累过程, 时间越长, 发热量越多, 当产生的热量大于向外传播的热量时, 接触处热量就会积累, 温度上升;

三是由于建筑装修的需要, 线路多采用暗线敷设, 既容易引燃可燃装修材料, 又难以检查维护。

地方标准信息服务平台