ICS 13.220.01
C 80

DB51

四 川 省 地 方 标 准

DB51/T 1598.2—2013

低压线路电气火灾原因认定导则
第2部分：短路

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

地方标准信息服务平台

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） 低压电气线路短路电气故障发生电气火灾原理简要分析 15

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 2 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、广元市公安消防支队、泸州市公安消防支队。

本标准主要起草人：夏锐、马涛、张学楷、余大波、吴程、张天、毛凯、李昱、苏啸、何沛、何中华、李永峰。

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2部分：短路

1 范围

本部分规定了低压线路电气火灾原因认定导则——低压线路短路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短路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短路电气火灾原因认定，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

GB50054 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、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

线路短路电气火灾 Fire caused by electronic short-circuit

线路与线路或线路与接地导体发生电气短路故障，造成短路回路电流增大，产生高温和（或）电弧，引燃线路绝缘层或短路故障处可燃物所造成的火灾。

线路短路电气故障发生电气火灾原理简要分析见附录A。

3.3

线路接地故障（接地短路）Circuit grounding fault(grounding short-circuit)

地方标准信息服务平台

指相线与地或与地有联系的导体之间的非正常电气接触。它包括相线与PE线、PEN线、配电和用电设备的金属外壳（即“电气系统内接地导体”）之间，以及相线与接地的金属管槽、建筑物金属构件、上下水和采暖、通风等管道以及金属屋面、水面（即“电气系统外接地导体”）之间的非正常电气接触。

3.4

贤路接地故障（接地短路）电气故障痕迹 Electronic fault trace of circuit grounding fault(grounding short-circuit)

因线路发生接地故障，在接地故障点的线路金属线芯以及接地的金属导电体、Ⅰ类电气设备外露可导电金属外壳上形成的熔化、熔断、喷溅、电弧（电火花）烧灼，线芯、金属导电体、金属外壳金相组织发生变化，以及接地故障电气故障回路近旁铁磁体上出现的剩磁等痕迹。

3.5

线路与线路间短路电气故障痕迹 Electronic fault trace of short-circuit among circuits

因线路之间发生短路电气故障，在短路故障点的线路金属线芯上形成的金属熔化、熔断、喷溅、线路线芯金相组织发生变化，以及线路短路电气故障回路近旁铁磁体上出现剩磁等痕迹。

3.6

短路火烧熔痕 Melting trace of short-circuit

线路短路故障点的金属线芯受到火焰高温作用，其金相组织具有短路的特征，但所具有的一次、二短路熔痕性质无法判定。

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 获取线路接地故障（接地短路）或线路与线路间短路电气故障痕迹证据

根据DB51/T 1598.1中4.6.3的结论，获取了线路接地故障（接地短路）或线路与线路间短路电气故障痕迹证据。

4.2.1 故障点线路金属线芯一次短路熔痕

当获取了一次短路熔痕，应结合现场实际分析，排出下列因素：

a) 线路处于金属管道、槽盒等封闭空间，由非线路电气火灾原因引发的火灾热传导、热辐射等造成线路一次短路熔痕；
b) 易燃气体、易燃液体等燃烧蔓延迅速的非线路电气火灾造成线路一次短路熔痕；
c) 线路处于相对开敞空间，由非线路电气火灾原因引发的火灾热传导、热辐射等造成线路一次短路熔痕。

4.2.2 故障点线路金属线芯二次短路熔痕

4.2.3 故障点线路金属线芯短路火烧熔痕

4.2.4 故障点接地的金属导电体、Ⅰ类电气设备外露导电金属上的接地故障痕迹

获取了线路接地故障（接地短路）在接地的金属导电体、Ⅰ类电气设备外露导电金属上的熔化、熔断、喷溅、电弧（电火花）烧灼等痕迹。

4.2.5 故障回路剩磁痕迹

获取了线路接地故障（接地短路）或线路与线路间短路电气故障回路近旁铁磁体上剩磁痕迹。

4.3 获取线路短路保护失效证据

线路短路保护失效分为线路接地故障（接地短路）保护失效、线路与线路短路电气故障保护失效。

4.3.1 获取线路接地故障（接地短路）保护失效证据

经检查、校核对线路接地故障引发电气火灾缺乏有效防护措施。

4.3.1.1 过流保护电器兼作接地故障保护

4.3.1.1.1 熔断器

a) 熔断器未动作（熔体未断裂）：

——熔体用不合规定金属代替，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。

b) 熔断器已动作（熔体已断裂）：

——熔断器的设置不符合GB 50054的5.2中切断短路故障回路时间不大于5s的相关要求，或（和）熔断器产品短路保护使用要求，熔体呈现熔体缺损部分少、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；

——熔断器处于远离供电变压器的末端线路、线路有接触不良点等情况造成过负载回路阻抗过大，熔体呈现 “熔断”特征；

——未按照GB 50054中6.4.1条要求设置剩余电流监测或保护电器，由于发生电弧性短路，致使熔断器熔体无法有效动作（熔体断裂时间过长并（或）熔体出现 “熔断”特征）。

4.3.1.1.2 断路器

a) 断路器未动作（开关处于闭合位置）：

——断路器已损坏，内部动、静触点、进出接线部位出现严重高温、电弧损伤、电弧烧灼痕迹。

b) 断路器处于断开位置（已动作）

——断路器的设置不符合GB 50054的5.2中切断短路故障回路时间不大于5s的相关要求，或（和）断路器产品短路保护使用要求，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；

——断路器处于远离供电变压器的末端线路、线路有接触不良点等情况造成过负载回路阻抗过大，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；

——未安装电弧故障断路器（AFCI），发生电弧性短路，致使普通断路器无法有效动作。

4.3.1.2 剩余电流监测或保护电器

a) 未按照 GB 50054 中 6.4.1 条要求设置剩余电流监测或保护电器；
b) 安装的电流监测或保护电器不符合 GB 50054 中 6.4.3 条关于切断接地故障回路电源，动作电流不大于 300mA 的要求；
c) 剩余电流监测或保护电器安装接线错误或其失效。

4.3.1.3 等电位联接

a) 发生接地故障的线路和导电金属体未实现 GB 50054 中 5.2.4 条、第 5.2.5 条所要求的总等电位、辅助等电位联接；
b) 等电位联接失效。

4.3.2 获取线路与线路间短路电气故障保护失效证据

经检查、校核与起火部位（起火点）相关的电气保护设备对线路短路电气故障未能有效消除。

4.3.2.1 熔断器

a) 熔断器未动作（熔体未断裂）：

——熔体用不合规定金属代替，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。

b) 熔断器已动作（熔体已断裂）：

——熔断器的设置不符合GB 50054的6.2.中切断短路故障回路不大于5s及相关要求，或（和）熔断器产品短路保护使用要求，熔体呈现熔体缺损部分少、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；

——熔断器处于远离供电变压器的末端线路、线路有接触不良点等情况造成过负载回路阻抗过大，熔体呈现 “熔断”特征；

——由于发生电弧性短路，熔体断裂时间过长并（或）熔体出现 “熔断”特征。

4.3.2.2 断路器

a) 断路器未动作（开关处于闭合位置）：

——断路器已损坏，内部动、静触点、进出接线部位出现严重高温、电弧损伤、电弧烧灼痕迹。

b) 断路器处于断开位置（已动作）

——断路器的设置不符合GB 50054的6.2.中切断短路故障回路不大于5s及相关要求，或（和）断路器产品短路保护使用要求，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；

——断路器处于远离供电变压器的末端线路、线路有接触不良点等情况造成过负载回路阻抗过大，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；

——由于未安装电弧故障断路器（AFCI），发生电弧性短路，致使普通断路器无法有效动作。

4.4 获取起火前出现线路接地故障（接地短路）或线路与线路间短路异常征兆证据

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，获取了与线路接地故障（接地短路）或线路与线路间短路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) 以电灯、电视等明显发光的电器突然熄灭，风扇、空调等电器突然停止运行（接地故障造成接地故障保护电器或过流保护电器动作；或线路间短路造成过流保护电器动作，切断供电回路）；
b) 以电灯、电视等明显发光的电器明显暗淡，电风扇等旋转电器转速下降（排出电动机等起动电流大的用电设备短时起动因素，线路发生接地故障或线路间短路造成电压下降）；
c) 电灯、电视发生异常明亮等电压突然升高的现象（零线断开或高压侵入形成电压过高击穿线路绝缘造成接地或线路间短路故障）；
d) 伴随雷击后，电灯、电视发生异常明亮等电压突然升高的现象（雷击高压侵入形成电压过高击穿线路绝缘造成接地或线路间短路故障）
e) 接触建筑内金属构件或金属外壳电器发生触电感觉（发生接地故障时与接地故障点有电气联接的导体出现危险电位）；
f) 起火部位（起火点）线路出现短路或接地故障电弧；
g) 接地故障保护电器或过流保护电器曾频繁动作；
h) 出现线路接地故障（接地短路）或线路与线路间短路其他异常征兆。

4.5 获取起火前线路的供电、用电存在线路接地故障（接地短路）或线路与线路间短路隐患证据

a) 绝缘线路使用时间过长，绝缘陈旧老化或受损，线芯裸露；
b) 绝缘线路长时间受外部高温、阳光辐射、潮湿或腐蚀等作用的影响而造成损伤绝缘；
c) 绝缘线路受碰撞、挤压绝缘损坏；
d) 线路绝缘受机械性损伤，如磨擦、划伤、动物啃咬等；
e) 线路绝缘因植物和（或）霉菌衍生造成损坏；
f) 遭受雷击或供电电源过电压，使线路绝缘损坏；
g) 线路经常少量过载造成线路过热导致绝缘损坏；
h) 其他供电、用电存在的线路间短路或接地故障隐患。

4.6 获取线路设计、安装、维护不当造成线路接地故障（接地短路）或线路与线路间短路隐患证据

a) 绝缘线路安装穿墙过洞或穿越楼板未穿管保护，遭磨擦损伤绝缘；
b) 进户线进户处由于安装不当，线路与导电构件接触发生接地故障；
c) 金属导管、槽盒内布线时摩擦造成损伤绝缘；
d) 同一回路的相线、中性线未敷设于同一金属槽盒、金属导管内造成发热损伤绝缘；
e) 由金属槽盒引出的线路引出部分缺乏防绝缘损伤措施；
f) 金属槽盒、金属导管内导线的总面积过大（大于金属槽盒、金属导管截面积的 40%）影响散热，造成损伤绝缘；
g) 线路接头绝缘恢复处理不当，绝缘失效；
h) 绝缘线路敷设过低，易受碰撞、挤压绝缘损坏；
i) 历史上线路发生过类似故障而维修不符合要求；
j) 起火前线路短路或接地故障保护装置变动、更换不符合要求；
k) 其他设计、安装、维护不当造成的短路隐患。

4.7 线路短路电气火灾原因认定

线路短路电气火灾原因认定分为线路接地故障（接地短路）电气火灾原因认定、线路与线路间短路两种情形。

4.7.1 线路接地故障（接地短路）电气火灾原因认定

认定以获取的接地故障电气故障痕迹证据为重点参考依据，同时应排出线路过负荷、接触不良、漏电等电气故障引发火灾的可能。当获取了线路金属线芯接地故障点一次短路熔痕、故障点接地的金属导电体、Ⅰ类电气设备外露导电金属上的接地故障痕迹、线路接地故障回路剩磁痕迹中任一种（含）以上接地故障痕迹时，线路接地故障电气火灾原因可得到肯定的认定，其他情况则需综合考虑。

4.7.1.1 获取了故障点线路金属线芯一次短路熔痕

获取了故障点线路金属线芯接地故障一次短路熔痕证据，线路接地故障电气火灾原因认定参考情形如表1。

表1 获取了故障点线路金属线芯接地故障一次短路熔痕 认定参考情形

序号	接地故障一次短路熔痕（4.2.1）	接地故障保护失效（4.3.1）	起火前出现接地故障异常征兆（4.4）	起火前的供电、用电存在线路接地故障隐患（4.5）	设计与安装存在接地故障隐患（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：1“O”表示获取了相应证据

注：2. 假设故障点线路金属线芯二次短路、短路火烧熔痕；线路接地故障剩磁痕迹、接地的金属导电体、Ⅰ类电气设备外露导电金属上的接地故障痕迹均未获取

地方标准信息服务平台

4.7.1.2 获取了故障点线路金属线芯二次短路熔痕或（和）短路火烧熔痕

获取了故障点线路金属线芯二次短路熔痕或（和）短路火烧熔痕证据，线路接地故障电气火灾原因认定参考情形如表2。

表2　获取了故障点线路金属线芯接地故障二次短路或（和）短路火烧熔痕认定参考情形

序号	二次短路或（和）短路火烧熔痕（4.2.2或4.2.3）	接地故障保护失效（4.3.1）	起火前出现接地故障异常征兆（4.4）	起火前的供电、用电存在线路接地故障隐患（4.5）	设计与安装存在接地故障隐患（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	○					不能排出

注：1. “○”表示获取了相应证据

注：2. 假设故障点线路金属线芯一次短路熔痕未获取或转化为二次短路、短路火烧熔痕；线路接地故障回路剩磁痕迹、接地的金属导电体、Ⅰ类电气设备外露导电金属上的接地故障痕迹均未获取

地方标准信息服务平台

4.7.1.3　获取了故障点接地的金属导电体、Ⅰ类电气设备外露导电金属上的接地故障痕迹

获取了故障点接地的金属导电体、Ⅰ类电气设备外露导电金属上的接地故障痕迹，线路接地故障电气火灾原因认定参考情形如表3。

表3　故障点接地的金属导电体、Ⅰ类电气设备外露导电金属上的接地故障痕迹认定参考情形

序号	接地故障痕迹（4.2.4）	接地故障保护失效（4.3.1）	起火前出现接地故障异常征兆（4.4）	起火前的供电、用电存在线路接地故障隐患（4.5）	设计与安装存在接地故障隐患（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：1. “O”表示获取了相应证据

注：2. 假设故障点线路金属线芯一次、二次短路或短路火烧熔痕、线路接地故障回路剩磁痕迹均未获取

4.7.1.4　获取了线路接地故障回路剩磁痕迹

获取了线路接地故障回路剩磁痕迹证据，线路接地故障电气火灾原因认定参考情形如表4。

地方标准信息服务平台

表4　获取了剩磁痕迹 认定参考情形

序号	接地故障剩磁痕迹（4.2.5）	接地故障保护失效（4.3.1）	起火前出现接地故障异常征兆（4.4）	起火前的供电、用电存在线路接地故障隐患（4.5）	设计与安装存在接地故障隐患（4.6.1）	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：1..“O”表示获取了相应证据

注：2.假设故障点线路金属线芯一次短路熔痕、二次短路熔痕或短路火烧熔痕，接地的金属导电体、Ⅰ类电气设备外露导电金属上的接地故障痕迹均未获取

地方标准信息服务平台

4.7.1.5　获取了其他证据

获取了过流保护失效、接地故障保护失效、起火前出现接地故障异常征兆、起火前的供电、用电存在接地故障隐患或（和）设计与安装存在隐患等其他证据，线路接地故障电气火灾原因认定参考情形如表5。

表5　获取了其他证据 认定参考情形

序号	接地故障保护失效（4.3.1）	起火前出现接地故障异常征兆（4.4）	起火前的供电、用电存在线路接地故障隐患（4.5）	设计与安装存在接地故障隐患（4.6）	认定结果
1	○	○	○	○	确认
2	○	○	○		确认
3	○	○		○	确认
4		○	○	○	确认
5	○		○	○	不能排出
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：1.“○”表示获取了相应证据

注：2.假设故障点线路金属线芯一次短路熔痕、二次短路或短路火烧熔痕，接地的金属导电体、Ⅰ类电气设备外露导电金属上的接地故障痕迹、接地故障回路剩磁痕迹均未获取

4.7.2　线路与线路间短路电气火灾原因认定

认定以获取的线路间短路电气故障痕迹证据为重点参考依据，同时应排出线路过负荷、接触不良、漏电等电气故障引发火灾的可能。当获取了故障点线路金属线芯一次短路熔痕、线路与线路间短路故障剩磁痕迹中任一种（含）以上短路故障痕迹，其他情况则需综合判定。

4.7.2.1　获取了故障点线路金属线芯一次短路熔痕

获取了故障点线路金属线芯一次短路熔痕证据，线路与线路间短路电气火灾原因认定参考情形如表6。

表6　获取了故障点线路金属线芯一次短路熔痕 认定参考情形

序号	一次短路熔痕（4.2.1）	短路保护失效（4.3.2）	起火前出现短路异常征兆（4.4）	起火前的供电、用电存在线路短路隐患（4.5）	设计与安装存在接地故障隐患（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：1.“O”表示获取了相应证据

注：2.假设线路与线路间短路回路剩磁痕迹、故障点线路金属线芯二次短路或（和）短路火烧熔痕均未获取

4.7.2.2　获取了故障点线路金属线芯二次短路或（和）短路火烧熔痕

获取了故障点线路金属线芯二次短路、或（和）短路火烧熔痕证据，线路与线路间短路电气火灾原因认定参考情形如表7。

地方标准信息服务平台

表7　获取了故障点线路金属线芯二次短路或（和）短路火烧熔痕 认定参考情形

序号	二次短路或(和)短路火烧熔痕（4.2.2或4.2.3）	短路保护失效（4.3.2）	起火前出现短路异常征兆（4.4）	起火前的供电、用电存在线路短路隐患（4.5）	设计与安装存在短路故障隐患（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	○					不能排出

注：1. “O”表示获取了相应证据

注：2. 假设故障点线路金属线芯一次短路熔痕、线路与线路间短路回路剩磁痕迹均未获取

4.7.2.3　获取了线路与线路间短路故障回路剩磁痕迹

获取了线路与线路间短路故障回路剩磁痕迹证据，线路与线路间短路电气火灾原因认定参考情形如表8。

地方标准信息服务平台

表8　获取了线路与线路间短路故障回路剩磁痕迹 认定参考情形

序号	短路故障剩磁痕迹（4.2.4）	短路保护失效（4.3.2）	起火前出现短路异常征兆（4.4）	起火前的供电、用电存在线路短路隐患（4.5）	设计与安装存在短路故障隐患（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：1. “O”表示获取了相应证据

注：2. 假设故障点线路金属线芯一次、二次短路熔痕、短路火烧熔痕均未获取

4.7.2.4　获取了其他证据

获取了过流保护失效、起火前出现短路异常征兆、起火前的供电、用电存在短路隐或（和）设计与安装存在隐患等其他证据，线路短路电气火灾原因认定参考情形如表 9。

地方标准信息服务平台

表9　获取了其他证据 认定参考情形

序号	短路保护失效（4.3.2）	起火前出现短路异常征兆（4.4.2）	起火前的供电、用电存在线路短路隐患（4.5.2）	设计与安装存在短路故障隐患（4.6.2）	认定性质
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：1. “○”表示获取了相应证据

注：2. 假设故障点线路金属线芯一次、二次短路熔痕、短路火烧熔痕、短路故障回路剩磁痕迹均未获取

地方标准信息服务平台

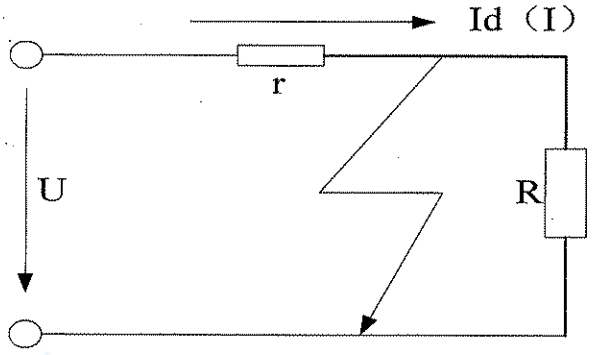
附 录 A
（规范性附录）
低压电气线路短路电气故障发生电气火灾原理简要分析

A.1 概述

短路是指电力网中（或电气设备中）不同电位的导电部分直接金属性连接或经过 阻抗连接在一起的现象。短路是引起电力系统严重故障和电气火灾的重要原因之一，低压线路、电气设备常因短路而造成电气火灾。

大多 电气线路、用电设备发生短路故障，造成短路回路电流突然 增，产生高温或电弧，引燃线路绝缘层或短路故障处可燃物所造成的火灾称之为短路火灾。短路火灾是目前造成线路电气火灾最为严重的火灾事故。

A.2 短路形式及短路电流计算



U—电源电压(V)；R—负载电阻(Ω)；r—线路电阻(Ω)；
I—正常时回路电流(A)；I_d—短路电流(A)

图A.1 单相短路示意图

如图 A.1 所示， 常时回路电流为故

$$I=\frac{U}{r+R} \tag{1-1}$$

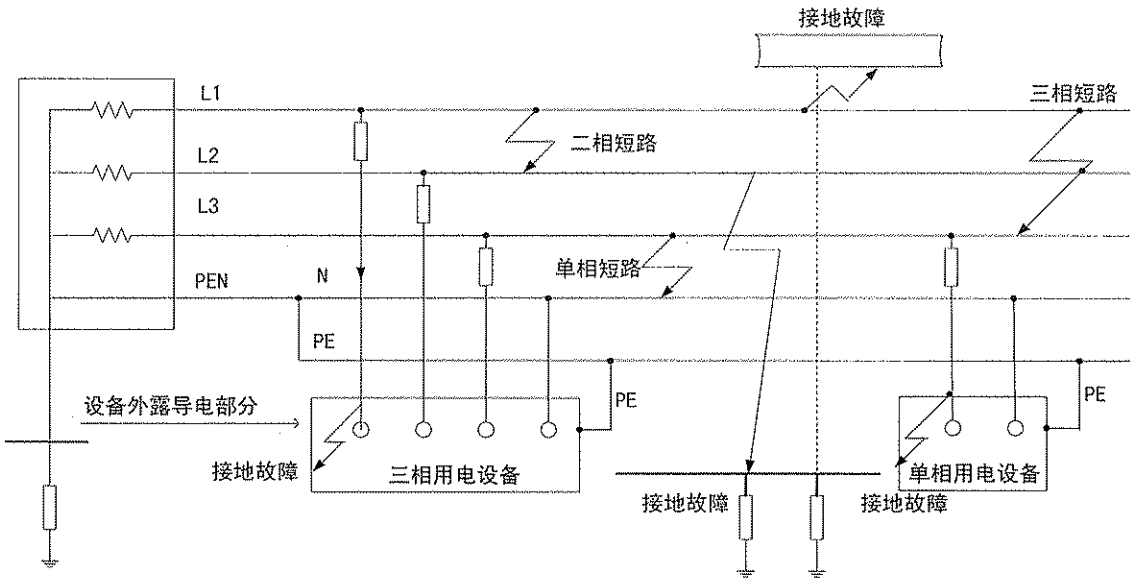
当电位不同的导体 常接触时， 负 电阻被 ，而供电线路电阻很 ，就形成短路回路。此时故

$$I_d=\frac{U}{r} \tag{1-2}$$

因为 r<<R，所以又 $_d$>> 。

一般情况 ，短路电流可达线路安全 流 的十几倍至几十倍。同时，因接触处的接触电阻 大，短路电流 过时所产生的高温，往往 接触点金属熔 。

在低压供电系统中，不同电位导体间非正常接触而发生短路的形式有多种，从最为常用的 TN-C-S 系统分析，线路短路的形式如图 A.2 所示。



图A.2　TN-C-S 系统短路示意图

在 TN-C-S 系统中，短路电流有如下几种形式。

A.2.1　三相短路

低压电网的三相短路是一种对称短路，此时短路电流最大。其短路电流稳态值 $I_d^{(3)}$（周期分量）可按下式计算：

$$I_d^{(3)} = \frac{U_p}{\sqrt{3}\sqrt{R_\Sigma^2 + X_\Sigma^2}} = \frac{U_p}{\sqrt{3}Z_\Sigma} \qquad (1\text{-}3)$$

U_p——低压网络平均额定线电压（V），对 380V 网络，U_p=400V，对 220V 网络，U_p=230V。

R_Σ、X_Σ、Z_Σ——分别为短路回路的总电阻、总电抗、总阻抗，单位 mΩ。它包括供电变压器每相绕组的电阻、电抗；供电母线每相电阻、电抗；室外电力电缆每相电阻、电抗；室内供电线路每相电阻、电抗；电流互感器一次侧线圈电阻、电抗；低压断路器过电流脱扣器线圈电阻、电抗；隔离器、刀开关、低压断路器等控制电器触头的接触电阻等。

A.2.2　二相短路

二相短路电流的大小，与短路点距电源（发电机）的距离有关。远离电源点（一般情况）的二相短路电流稳态值 $I_d^{(2)}$（周期分量）可以通过三相短路电流稳态值 $I_d^{(3)}$（周期分量）按下式计算：

$$I_d^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} I_d^{(3)} = 0.87 I_d^{(3)} \qquad (1\text{-}4)$$

A.2.3　单相（相零）短路

单相短路是一种非对称短路，其短路电流 $I_d^{(1)}$ 大小可按相零回路法计算：

$$I_d^{(1)} = \frac{U_\Phi}{\sqrt{R^2{}_{XL\Sigma} + X^2{}_{XL\Sigma}}} = \frac{U_\Phi}{Z_{XL\Sigma}} \qquad (1\text{-}5)$$

U_Φ——低压网络平均额定相电压（V），对 220V 网络，U_Φ=230V。

$R_{XL\Sigma}$、$X_{XL\Sigma}$、$Z_{XL\Sigma}$——分别为短路相零回路的总电阻、总电抗、总阻抗，单位 mΩ。与（1-3）式所不同的是，总电阻、总电抗由各部分的正序、负序、零序电阻、电抗组成。

A.2.4 接地故障（接地短路）

接地故障是指相线与地或与地有联系的导体之间的非正常电气接触。它包括相线与 PE 线、PEN 线、配电和用电设备的金属外壳（即“电气系统内接地导体”）之间，以及相线与接地的金属管槽、建筑物金属构件、上下水和采暖、通风等管道以及金属屋面、水面（即“电气系统外接地导体”）之间的非正常电气接触。

1) 当相线与“电气系统内接地导体”非正常电气接触时，接地故障电流 Id 的大小，与（2-5）式 Id（1）的求法相类似。
2) 当相线与“电气系统外接地导体”非正常电气接触时，接地故障电流 Id 的大小可由下式求取：

$$I_d = \frac{U_\Phi}{\sqrt{R^2{}_{XL\Sigma} + X^2{}_{XL\Sigma}}} = \frac{U_\Phi}{Z_{XL\Sigma}} \qquad (1\text{-}6)$$

U_Φ——低压网络平均额定相电压（V），对 220V 网络，U_Φ=230V。

$R_{XL\Sigma}$、$X_{XL\Sigma}$、$Z_{XL\Sigma}$——分别为短路回路的总电阻、总电抗、总阻抗，单位 Ω。

其它接地系统短路形式及短路电流大小的求法，可与 TN-C-S 系统相类似确定。

A.3 不同性质短路火灾危险性分析

按照短路时短路故障处不同电位导体之间的接触状态，短路一般又分为金属性短路和电弧性短路。

A.3.1 金属性短路起火原因的分析

当短路故障点处两导体接触点因短路电流高温熔化焊牢，则接触电阻很小(可忽略不计)，短路回路成为金属性短路而导通，短路电流很大。金属性短路引发火灾的原因是：

1）当短路保护电器动作时间过长（如熔断器熔丝过大或断路器整定值过大或线路截面过小），短路电流在接触处产生的高温引起线路绝缘层或可燃物起火。

2）当短路保护电器失效拒动（如熔丝被不合格的铜、铝、铁丝代替，断路器失效拒动），短路电流产生的高温可使整条线路沿绝缘层燃烧，甚至使线路全长线芯烧红外露，线路所至附近的可燃物均会起火。

金属性短路由于短路回路电流很大，如短路保护装置设计、安装符合要求，一般可避免。

A.3.2 电弧性短路起火原因的分析

电弧能够形成导电通道，因为触头开始分离时接触处的接触面积很小，从而电流密度很大。这就会使触头金属材料强烈发热，造成电弧性短路。根据高电压技术可知，空气的击穿场强为 30KV/cm，而一般工业与民用建筑低压供电线路电压低于 400V，正常电压不会造成绝缘或空气间隙击穿导电。但在线路形成短路时，短路故障处相接触的导体往往会因为短路回路阻抗大，短路电流小，使接触处的金属不

能熔化焊牢；或者金属熔化产生收缩或在电动力作用下脱离接触。同时在接触点形成的空气间隙处产生电弧。

此时的火灾危险性首先在于电弧的温度高达 2000～4000℃，会引燃众多的可燃物及导线绝缘。其次，此种方式产生电弧所需电压低、电流小。一般在接触点，只要电压超过 12V，回路电流超过 0.25A，就会产生电弧。如铜触点的最小生弧电压为 13V，最小生弧电流为 0.43A。而低压线路发生短路时，故障处的接触电压及通过的短路电流通常都超过生弧电压和电流，因而电弧不但容易形成，而且往往持续发生。同时，短路电弧产生后，因电弧电压降大（表现为高阻抗），首先会限制短路电流的增大，使正常安装的短路保护设备不动作或动作不及时，另一方面短路电流仍将超过线路安全电流，高温和持续电弧成为危险的起火源。

因此，电弧性短路起火的危险性远大于金属性短路起火。实际中，线路短路火灾大多为电弧性短路所引起。电弧性短路中又以接地故障电弧性短路的危害最大。

A.3.3 接地故障电弧性起火的讨论

接地故障电弧性短路，是指当线路发生接地故障并在故障点产生电弧时所形成的电弧性短路。由于线路发生接地故障的几率较大，接地故障电弧性短路的起火危险性大于线路之间的电弧性短路（三相、二相、相零短路）。

A.3.3.1 接地故障发生的几率远大于线路之间的短路

a) 无论从机械的还是电的作用考虑，线路对地的绝缘水平总是低于线路间的绝缘水平，从而发生接地故障的几率也远高于线路间短路的几率。

b) 设备保护线（PE 线）安装、维护不当，容易引发接地电弧。

A.3.3.2 接地故障回路有短路阻抗大，短路电流小的问题

a) 在 TT 系统中，在相线与用电设备之间发生接地故障时，短路电流将通过变压器接地电阻与设备保护接地电阻，一般这两个电阻均为 4Ω，则接地短路电流近似为：Id=230V/(Rb+Ra)=28.75A，如用电设备容量较大，则 Id 极有可能使短路保护的熔断器或低压断路器动作时间过长，甚至于不动作。

b) “电气系统外接地导体”一般接地电阻大，当相线与导体发生接地故障时，无论 TN 还是 TT 系统，都有可能发生如上所述的情况。同时，相线与“电气系统外的接地导体”发生接地故障时，还会因接触不良产生电弧，造成危险。

因此，接地故障是线路电弧性短路故障最为突出的因素，线路短路火灾大多为接地故障所引起。

另外，雷电产生的瞬间过电压、供电系统故障产生的暂态过电压击穿绝缘而形成电弧起火也值得关注。

标准信息服务平台

地方标准信息服务平台

地方标准信息服务平台