

Investigation of fire cause of electrical line and analysis of fire prevention measures

Lixun Lian

Fire rescue Brigade of Altay City, Altay, Xinjiang, 836500, China

Abstract

In modern society, electric power, as the core energy in production and daily life, has greatly promoted the progress of human civilization. However, the risks of the resulting electrical fire can not be underestimated. According to the relevant data of China, the low-voltage power distribution system fire accidents occurred frequently, and led to a large number of property losses and casualties. In addition, the cause analysis and treatment of electrical fire are often not paid enough attention, and the implementation and in-depth research of technical prevention means are also insufficient. In view of this, this paper uses the literature research method to explore the common causes of fire in low-voltage lines, and puts forward effective prevention strategies accordingly. Hope to provide some theoretical reference for the development of relevant practical work.

Keywords

electrical line fire; cause; preventive measures

电气线路火灾原因调查及火灾预防措施分析

连立勋

新疆阿勒泰地区阿勒泰市消防救援大队, 中国·新疆阿勒泰 836500

摘要

在现代社会中, 电力作为生产和日常生活中的核心能源, 极大地推动了人类文明的进步。然而, 由此产生的电气火灾带来的风险同样不可小觑。根据我国的相关数据, 低压配电系统火灾事故频发, 并导致了大量财产损失与人员伤亡。此外, 对于电气火灾的成因分析和处理工作往往没有得到足够的重视, 技术预防手段的执行和深入研究也存在不足。鉴于此, 本文运用文献研究法等, 探究低压线路中常见的火灾原因, 并据此提出有效的预防策略。希望能为相关实践工作的开展提供些许理论参考。

关键词

电气线路火灾; 原因; 预防措施

1 引言

随着电力在现代生活中的普及, 电气线路的安全问题成为了一个不容忽视的议题。电气火灾, 作为电气安全事故中的一种, 因其突发性和破坏性, 对人类社会构成了严重威胁。本文通过对电气线路火灾原因的深入分析, 旨在提出有效的预防措施, 以减少火灾事故的发生, 保护人民的生命财产安全。

2 电气线路火灾原因调查

2.1 短路火灾原因

短路是导致电力系统发生重大故障以及引发电气火灾的主要因素之一^[1]。根据某地区消防部门的统计, 过去五年中, 因短路引发的火灾占电气火灾总数的 40%。在低压

电路和电气装置中, 短路往往成为引起火灾的罪魁祸首。在低压配电网里, 多个不同电位的导体因为非正常接触导致的短路现象多种多样。以普遍应用的 TN-C-S 系统为例, 其线路短路的情形可参考图 1 所示。

深入分析可知, 短路引起火灾的原因有以下几点: 一是由于长期受到外界高温、潮湿、腐蚀等因素的影响, 导致了电缆的绝缘性能下降; 二是由于长期的使用, 绝缘线的绝缘老化或破损, 造成线芯暴露; 三是绝缘导线的铺设位置太低, 受到撞击, 挤压, 造成绝缘损伤; 四是在穿墙穿洞或穿楼板时, 没有对其进行保护, 使其受到摩擦而损坏绝缘; 五是裸线架设过低, 操作金属物品时不小心碰到导线, 导线上有金属物或小动物掉落, 造成导线间跨越; 六是导线过负荷或接头接触不良, 使导线过热, 使导线的绝缘受到破坏^[2]。尤其是在长时间的过负荷加热作用下, 线路往往会出现短路。

【作者简介】连立勋 (1991-), 男, 中国新疆昌吉人, 本科, 二级指挥员、初级专业技术职务, 从事防火监督研究。

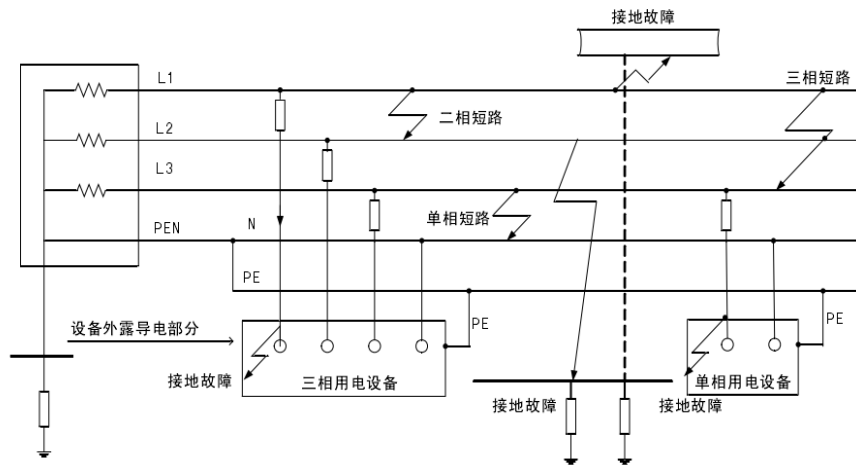


图 1 TN-C-S 系统短路示意图

2.2 接触不良火灾原因

当导线连接接触不好，接触电阻太大时，在接触部位会出现过热的温度，并且由于下面所说的原因，容易造成过热的逐渐累积和恶性循环。引起电线火灾的原因有二：一是由于接头的金属在高温下受到氧化反应，随着温度的增加，接触电阻也会随之增加，随着温度的增加，其温度也会随之升高；更高的温度会进一步引起更大的电阻，从而产生升温的循环。二是接触部位的绝缘物质在高温、高热作用下，发生剧烈的化学反应，导致物质受热分解，生成挥发性物质，生成多孔炭渣；从而使空气中的氧气更易于渗透，进而发生化学反应，并在此过程中吸收热能，促使物质热分解，形成累积式升温^[3]。

深入分析可知，接触不良产生的原因有以下几点：一是由于电缆的敷设质量不好，导致了电线和电线之间、电线和电器之间的连接处不牢固；二是触点因受热或长时间的震动而产生的松弛；三是导线接头存在的不洁，例如氧化层，泥土等；四是对铜、铝结合部位的处理不当。由于铜和铝的膨胀系数差异，在膨胀过程中会出现孔洞，和由于过度的接触电阻而引起的电解侵蚀动作。

2.3 漏电火灾原因

在几类线路电气火灾类型中，漏电火灾是比较特殊的一种，但也比较常见。根据某省消防部门的统计，漏电火灾占电气火灾总数的 25%。电线泄漏引发的火灾通常发生在相线和相线之间、相线和中性线之间以及相线和地面之间，但是最普遍的还是由于电线接地而引发的火灾。

异常漏电通常会引起电气火灾，主要情形包括：首先，漏电导致的电流在接触不良的回路节点处产生局部高温，进而引燃线路的绝缘层或周围易燃物质。这主要是因为正常电气连接点，接触电阻极低，不会引起过热现象。然而，在漏电回路中，接触点往往因污染而表现出高阻抗状态。其次，漏电回路中可能出现间歇性的接触故障，这种故障会在接触点产生电弧或电火花，从而点燃绝缘层或附近的易燃物品。最后，若漏电故障点接触到木材等不良导体，微小电流的持续电化学作用会逐渐形成导电通道，电流的增大导致发热，

进而可能引发火灾。

之所以会产生非正常漏电，原因有以下几点：一是线路长期使用导致绝缘性能衰退，失去了应有的保护作用；二是线路在潮湿、高温、灰尘多及腐蚀性较强的环境中，绝缘性能受到影响而降低；三是线路频繁承受超出额定电流的负荷，使得绝缘材料在热能作用下受损；四是接头处的绝缘修复不到位，导致绝缘功能丧失；五是线路的绝缘层可能会遭受物理性的损害，比如磨损、割伤或者被动物咬伤等^[4]。

例如，在某老旧住宅区中，一些电线出现了严重的老化现象。在一次暴风雨中，该社区一栋住宅楼由于长年受风雨侵蚀，其绝缘层已老化损坏，雨水渗入其内部，引起了漏电。漏电流在线路连接处形成电弧，点燃线路周边的木电杆，引起火灾，导致小区内多户居民断电。在灭火时，由于电杆起火，造成了一些灭火器材的损坏，加大了处理的难度。

2.4 过载火灾原因

线路主要由金属导线、隔离层以及防护层共同构成。隔离层和防护层通常采用以碳和氢为主要成分的高分子化合物，例如聚乙烯、天然乳胶和氯丁橡胶等，这些材料易受热量影响而变得不稳定，在电流通过产生热量时，会引起化学反应，导致绝缘材料加速老化。只要线路承载的电流不超过其安全负荷，其温度就不会超出额定的工作温度，此时材料的老化速度极慢，使用寿命可长达 30 年。为此，各类电线电缆的绝缘材质都设有明确的工作温度上限。一旦电流负荷超出安全范围，便会导致线路超负荷，进而使得温度升高，超出其规定的最高工作温度。在负荷超出不大或超负荷时间较短的情况下，虽然不会立刻引发火灾，线路仍能继续工作，但隔离层的老化速度会加快。若线路长时间严重超负荷，则会导致严重发热，产生极高的温度，可能会导致绝缘层损坏并引发火灾。

导致线路过载产生的原因有：：在设计和施工阶段，选用的导线横截面积不足；实际运行中的负载超出预期；电线绝缘不良导致漏电，进而增加线路负担；电线的管路直径偏小，限制了散热效率；以及由谐波电流引起的相线和中性线额外负重。

3 电气线路火灾预防措施

3.1 线路短路及过载火灾的预防措施

3.1.1 短路保护

对短路热稳定性进行检验,是实现短路保护的根本手段。所谓热稳定性,就是在一定的时间内,当一定数量的短路电流通过时,电线的绝缘和物理性能不会受到破坏。其热稳定性与短路电流的大小、短路持续时间和线路自身的关系密切。在低压线路上,为了保证保护设备的可靠动作,避免发生火灾,通常使用熔断器或低压断路器作为短路保护装置;在此基础上,提出了一种新的设计方法,即在一定条件下,其短路电流 I_d 应不低于该断路器瞬态或短滞后过电流跳闸整定电流的 1.3 倍。

例如,某新建工业园区,其电气布线设计着重强调了短路防护的必要性。在进行低压断路器的挑选过程中,依据线路可能出现的最大短路电流数值,选用了具有适当瞬态过电流跳闸整定电流的断路器,同时保证了短路电流 I_d 至少达到该断路器瞬态过电流跳闸设定电流的 1.3 倍以上。采用这种设计思路,一旦园区中任一企业由于操作不当发生设备短路状况,断路器便能迅速响应,及时断开电源连接,有效防止了短路可能引起的火灾事故。

3.1.2 过载保护

当电力线路上整流设备较多时,为防止电网过负荷,需增加芯线截面,或加装滤波器。线路和设备的安装,必须有专门的人员进行,并且要有严格的规定,不能随便拉线,不能接过大的负荷。根据电网负荷的变化,适时更换容量与负荷匹配的导体,或按生产进度和需求合理调整用电负荷,错开用电高峰时段,避免线路过负荷。采用计量等方式,对线路实际负荷进行定期检测。检查电线是否有超出最大荷载范围。

3.2 接地及漏电火灾的预防措施

3.2.1 接地保护

可以利用过流保护装置来进行接地故障的防护。在线路上可以加装漏电保护装置(零序电流,漏电)保护装置(RCD),从而避免了发生接地事故引起的火灾。

分层设置 RCD,对接地系统进行综合保护。现在是英国,德国,法国等先进国家十分关注 RCD 技术在防止地面发生事故时的使用,国内对这一问题的重视程度还不够高,多是在导线端部加装 RCD,导致了线路的接地故障和火灾事故频发^[5]。

采用等电位耦接的接地故障保护装置。等电位联接是指将供电系统的 PE、PEN 线干线和系统内部的电子设备接地极的接地干线,系统外部的建筑中的金属管线也需要与诸如建筑内部的金属部件之类的导体相连接,或进行部分等电位耦合。这样,就能有效地减小装置在接地故障时的对地电压,并抑制因放电而引发的火灾。

3.2.2 漏电保护

通常情况下,当相线和接地导线(除 PEN 线外)发生异常泄漏时,其故障形态类似于接地故障,也就是短路电流

极低的接地故障,所以通常也使用 RCD 保护。它的安装条件和接地保护装置是一样的,通常是通用的。应当注意到,RCD 倾向于只保护相线接地的漏电。相线间的泄漏、相线和中性线的泄漏,至今尚无有效的保护方法,只有通过加强对线路的日常维修检查,才能得到解决。

例如,在某学校宿舍楼的电气线路改造中,安装了大量 RCD 保护装置。同时,学校还加强了对宿舍内电气线路的日常维修检查工作,定期组织专业人员对线路进行巡检,及时发现和处理线路老化、破损等问题。在一次巡检中,工作人员发现某宿舍内的一处电线因老鼠啃咬导致绝缘层破损,存在漏电隐患。及时更换了破损电线,避免了可能发生的漏电火灾事故。

3.3 线路接触不良预防措施

导线间应保持良好的接触点,并具有良好的稳定性能,且在相同长度、相同截面情况下,其接点的电阻值不大于相同长度的导体。连接必须坚固,且具有不低于相同断面电线 80% 的机械强度。铝线间的焊接,最重要的是要防止残留渣盐的化学侵蚀,铝和铜丝的连接要避免潮湿、氧化和铝、铜的电解侵蚀(不能混在一起)。

铜、铝导线的中间接头及支线应满足规定。对于 2.5mm^2 或小于 2.5mm^2 的单心铜线,在现场使用时,通常采用多股式接线。4 平方毫米的单芯铜芯线可以通过卷绕的方式进行。多芯铜线大多采用卷边方式进行。铝芯线也可以采用铝管材卷边。铜导体与铝导体的接头必须使用铜-铝转换接头。

对绝缘导体的中部及支线,应采用均匀、严密的缠绕,且不降低其原来的绝缘强度。终端与导体之间的间隙,必须用绝缘胶带紧紧包裹。通过放置试温蜡片、涂试温变色涂料和红外测温等手段,对关键线路的联结点进行监控。

4 结语

综上所述,本文深入分析了电气线路火灾的原因及预防措施。文章首先探讨了短路、接触不良和漏电等电气线路火灾的主要原因,并详细分析了这些原因如何导致火灾的发生。接着,文章提出了针对性的预防措施,包括短路保护、过载保护、接地保护和漏电保护等技术手段,以及确保导线连接质量和监控关键线路联结节点的方法。通过实施这些预防措施,可以显著降低电气线路火灾的风险,保障人民生命财产安全。

参考文献

- [1] 王彦斌.电气线路故障火灾事故调查疑难点解析[J].建筑电气,2024,43(10):35-38.
- [2] 李其兵.民用建筑电气线路的火灾防范策略研究[J].水上安全,2024,(07):37-39.
- [3] 白钰杰.建筑电气线路防火的技术要点分析[J].低碳世界,2022,12(07):175-177.
- [4] 余国锦.电气线路火灾原因调查及预防措施分析[J].今日消防,2022,7(04):103-105.
- [5] 吉纪伟,陈久彬.探讨建筑电气线路火灾事故的成因与预防[J].今日消防,2021,6(11):97-99.