

# 高压电缆故障原因及对策措施

## Causes and Countermeasures for High Voltage Cable Faults

金龙生

Longsheng Jin

中国铁路沈阳局集团有限公司锦州供电段 中国·辽宁 锦州 121000

Jinzhou Power Supply Section of China Railway Shenyang Bureau Group Co., Ltd., Jinzhou, Liaoning, 121000, China

**摘要:** 在常速和高速铁路供电系统中, 电缆的使用量大幅度增加, 这就导致电缆故障在所有电力设备故障中所占的比例也随之逐年攀升。为了解决这个问题, 我们需要深入研究和分析高压电缆故障发生的各种原因。通过对这些原因的深入理解, 我们可以找出可能的预防措施, 以避免类似的故障再次发生。此外, 我们还需要制定一套有效的应对策略, 以便在故障发生时能够迅速、准确地进行处理, 从而最大限度地减少故障对铁路运行的影响。这样的研究和措施不仅有助于提高电缆的稳定性和可靠性, 也将对整个铁路供电系统的安全和效率产生积极的影响。

**Abstract:** In the power supply systems of constant speed and high-speed railways, the usage of cables has significantly increased, which has led to the proportion of cable failures in all power equipment failures increasing year by year. To solve this problem, we need to conduct in-depth research and analysis on the various causes of high-voltage cable faults. Through a deep understanding of these reasons, we can identify possible preventive measures to prevent similar failures from happening again. In addition, we also need to develop an effective response strategy to quickly and accurately handle faults when they occur, in order to minimize the impact of faults on railway operations. Such research and measures not only contribute to improving the stability and reliability of cables, but also have a positive impact on the safety and efficiency of the entire railway power supply system.

**关键词:** 电缆; 故障; 对策措施

**Keywords:** cable; fault; countermeasures

**DOI:** 10.12346/etr.v5i8.8482

## 1 引言

高压电缆是现代电力系统中不可或缺的一部分, 它们在输送和分配电力方面起着至关重要的作用。这些电缆通常被用于连接发电站、变电站和大型工业设施, 以确保电力的稳定供应。因此, 高压电缆的正常运行对于维持城市基础设施的运行, 如公共交通、医疗设施、学校和家庭等, 具有极其重要的意义。

电力线路主要分为两种类型: 架空线路和电缆线路。架空线路的结构简洁, 投资成本较低, 维护以及故障查找和处理相对容易。而电缆线路则具备运行稳定性高、不占用地面空间、维护工作量小以及电击风险低等优点。在普速铁路中, 高压电缆的数量大约占有所有高压电力线路数量的 10%, 而

在高速(高铁客专)铁路中, 这一比例超过了 80%。

近年来, 由于铁路交通运输的快速发展以及城乡建设的推进, 架空线路转变为电缆线路的情况越来越多。这使得电缆线路的使用比例逐年提高, 相应地, 电缆故障在电力设备故障总数中所占的比例也随之上升。

因此, 我们需要更深入地理解和研究电缆故障的原因, 并制定出有效的预防措施和应对策略。这样不仅能够提高电缆线路的运行稳定性和可靠性, 还能减少电缆故障给铁路运输带来的影响, 从而提高整个铁路系统的运行效率和安全性。同时, 我们也需要考虑如何优化电缆线路的设计和布局, 以适应铁路交通运输和城乡建设的快速发展需求, 实现电力设施的持续、稳定和高效运行。

【作者简介】金龙生(1988-), 男, 中国辽宁锦州人, 本科, 工程师, 从事铁路电力系统安全运维研究。

## 2 原因分析

高压电缆在铁路供电系统中扮演着重要角色，但是其故障问题也日益突出。这些故障主要源于设计问题、电缆本体及附件质量问题、施工质量问题以及运行管理问题。

### 2.1 设计问题

设计问题是引发电缆故障的一个重要因素。如果在设计阶段没有充分考虑到电缆的使用环境和条件，可能会导致电缆在实际运行中无法满足需求，从而引发故障。例如，如果设计时没有考虑到地下水位、土壤性质等因素，可能会导致电缆的绝缘性能下降，甚至发生短路。此外，电缆的布线设计也非常关键，如果布线不合理，可能会导致电缆过载或者电磁干扰，进一步引发故障。因此，设计阶段应充分考虑各种因素，确保电缆设计的科学性和合理性。

### 2.2 电缆本体及附件质量问题

电缆本体及附件的质量直接影响到电缆的运行性能和寿命。如果电缆材料的质量不达标，或者电缆制造过程中存在缺陷，都可能导致电缆在运行中出现故障。例如，电缆绝缘层的材料质量不好，可能会导致绝缘性能下降，引发短路或漏电。电缆附件，如接头、终端等，如果安装不牢固，也可能导致电缆连接处出现问题，影响电缆的正常运行。因此，我们必须严格控制电缆及其附件的质量，确保其在制造过程中的每一个环节都符合相关标准。

### 2.3 施工质量问题

施工质问题是另一个导致电缆故障的重要因素。电缆的敷设、接头制作、终端安装等都需要专业的技术和严格的操作流程。如果施工人员的技术水平不高，或者施工过程中没有严格按照规定操作，都可能导致电缆在运行中出现故障。例如，电缆敷设时如果没有做好防护措施，可能会导致电缆受到机械损伤；接头制作不良，可能会导致接头处的绝缘性能下降，引发短路或漏电。因此，我们必须提高施工人员的技术水平，严格执行施工操作规程，确保施工质量<sup>[1]</sup>。

### 2.4 运行管理问题

运行管理问题也是导致电缆故障的一个重要因素。电缆的运行状态需要通过定期巡检和维护来保证。如果运行管理不到位，可能会导致电缆的潜在问题无法及时发现和处理，从而引发故障。例如，如果没有定期对电缆进行巡检和维护，可能会导致电缆的老化问题无法及时发现；如果在电缆出现故障后，不能及时进行处理，可能会导致故障扩大，影响电力系统的稳定运行。因此，我们必须加强电缆的运行管理，定期进行巡检和维护，及时发现并处理问题。

总体来说，高压电缆故障的原因是多方面的，我们需要从设计、制造、施工、运行管理等各个环节入手，采取有效的措施，提高电缆的运行可靠性，减少电缆故障的发生。只有这样，我们才能确保铁路供电系统的稳定运行，为铁路运输提供强大的动力支持。

## 3 对策措施

当前，铁路电缆的敷设方式主要包括直接埋入地下或通过电缆沟（槽、管）进行布置。然而，在电缆出现故障时，由于缺乏完整的电缆基础数据和图纸，以及故障探测技术手段单一，加上故障处理人员的技术能力不足，通常很难迅速准确地找到故障点。这不仅延长了恢复供电的时间，还可能影响铁路运输和旅客的安全出行。因此，针对电缆故障的原因分析，我们应在设计、施工、运行管理、新技术应用等方面给予足够的重视，并采取有针对性的预防措施，提前预判故障易发点，降低故障发生的概率，缩短故障处理时间，确保供电安全。

### 3.1 加强与设计单位的沟通

在高压电缆的生产和施工过程中，加强与设计单位的沟通是非常重要的。这是因为设计单位对电缆的使用环境、运行条件以及技术要求有深入的了解，他们的专业知识和经验可以帮助生产和施工单位避免可能出现的问题。

明确设计要求：通过与设计单位的沟通，生产和施工单位可以清楚地了解电缆的设计要求，包括电缆的类型、规格、性能等。这样，他们就可以根据设计要求选择合适的材料和生产工艺，从而保证电缆的质量<sup>[2]</sup>。

理解使用环境：设计单位对电缆的使用环境有深入的了解，他们可以提供关于温度、湿度、土壤性质等环境因素的信息。这些信息对于生产和施工单位来说是非常重要的，它们可以帮助他们预防可能出现的环境相关问题，如电缆的热老化、水分侵蚀等。

获取技术支持：在电缆的生产和施工过程中，可能会遇到各种技术问题。这时，设计单位可以提供技术支持，帮助他们解决问题。例如，如果在施工过程中发现电缆的绝缘层厚度不均匀，设计单位可以提供改进的建议，如调整生产工艺，改善电缆的质量。

反馈问题和改进意见：生产和施工单位在实际操作过程中，可能会发现设计中存在的问题或需要改进的地方。他们可以通过与设计单位的沟通，反馈这些问题和改进意见，从而促进电缆设计的优化。

总的来说，加强与设计单位的沟通，可以有效地提高电缆的质量和可靠性，减少电缆故障的风险。

### 3.2 全程参与工程施工

我们应安排负责的人员提前参与工程施工，并对参与人员进行培训，使他们掌握设计文件内容和相关设计要求，以及电缆安装敷设标准和铁路相关要求。同时，参与人员应对电缆重点部位、工艺及隐蔽工程发现的问题，及时进行反馈，提出整改要求及时限，并做好记录及相关影像留存。特别需要注意的是：电缆工程是否符合设计、规范要求；电缆工程与站前、站后工程工序是否协调，避免因工程工序协调不当导致敷设的电力电缆二次甚至多次变更路径、电缆受外力损伤或被埋在永久建筑物、栅栏、硬面土层下，为后续运

行留下隐患；电力电缆工程自身及其他缆线、管道工程是否协调，避免不同电压等级、性能的电缆同沟、同槽、交叉敷设，安全距离不足，导致某条电缆故障，影响其他电缆正常运行，扩大故障影响面；做好电缆、电缆头等相关材料入场前质量把关及相关试验工作；电缆终端头、中间接头制作应严格在规定的天气、湿度条件下，按工艺标准进行；按要求对电缆区段做好电缆标桩、电缆警示牌、电缆标识牌的设置。

### 3.3 加强电缆运行管理

加强电缆运行管理是确保高压电缆正常运行的关键环节，它涉及电缆的日常维护、故障处理以及预防性维护等多个方面。以下是对加强电缆运行管理的详细分析：

**定期巡检和维护：**定期进行电缆线路的巡检和维护是电缆运行管理的基本要求。通过巡检可以发现电缆的异常情况，如电缆外皮破损、接头温升过高、电缆沟积水等问题，并及时进行处理，避免小问题演变成大故障。

**故障处理：**当电缆出现故障时，应立即启动应急预案，迅速查明故障原因并进行处理。同时，要对故障进行记录和分析，总结故障处理经验，为未来的故障处理提供参考。

**预防性维护：**预防性维护是电缆运行管理的重要组成部分。通过对电缆的定期检测和评估，可以预测电缆的健康状况，提前发现潜在的故障风险，从而提前采取措施，避免故障的发生。

**技术培训和人员素质提升：**电缆运行管理需要专业的技术人员进行，因此，定期对电缆运行管理人员进行技术培训，提升他们的专业技能和业务水平，是保证电缆运行管理工作顺利进行的重要手段。

**制度建设和执行：**建立完善的电缆运行管理制度，规范电缆运行管理的各项活动，是提高电缆运行管理效率的关键。同时，要严格执行管理制度，确保每一项管理活动都按照规定进行。

**信息化管理：**利用现代信息技术，如物联网、大数据等，实现电缆运行管理的信息化，可以提高管理效率，减少人为错误，提高电缆的运行安全性和可靠性。

总体来说，加强电缆运行管理，不仅可以提高电缆的运行安全性和可靠性，还可以延长电缆的使用寿命，降低运行成本，提高电力系统的稳定性和经济性。

### 3.4 采用新技术提高电缆监测手段

随着科技的发展，一些新的技术和方法正在被应用于电缆的监测中，以提高电缆故障的预防和检测能力。

**在线监测技术：**在线监测技术可以实时监测电缆的运行状态，及时发现电缆的异常情况，从而提前预防电缆故障。例如，通过安装温度传感器和电流传感器，可以实时监测电缆的温度和电流，如果发现电缆过热或电流过大，就可以立即采取措施防止电缆故障。

**分布式光纤传感技术：**分布式光纤传感技术是一种新型的电缆监测技术，它可以实现对电缆全线的连续监测。通过

在电缆中引入光纤，可以实时监测电缆的温度、振动和应力等参数，从而及时发现电缆的异常情况。

**大数据和人工智能技术：**通过收集和分析电缆的运行数据，可以发现电缆的运行规律和故障模式，从而提前预测电缆故障。此外，人工智能技术也可以用于电缆故障的诊断和预测，例如，通过机器学习算法，可以训练出能够准确识别电缆故障的模型。

**无人机巡检技术：**无人机巡检技术可以快速、高效地对电缆线路进行巡检，特别适合于复杂和危险的环境。通过搭载高清摄像头和红外热像仪，无人机可以发现电缆的外观损伤和热点问题，从而提前预防电缆故障。

这些新技术的应用，不仅可以提高电缆故障的预防和检测能力，还可以提高电缆的运行效率和寿命，为电力系统的稳定运行提供保障。

## 4 高压电缆行业未来发展分析

在全球化和科技进步的推动下，高压电缆行业正在经历一场深刻的变革。以下是对未来高压电缆发展趋势的分析。

### 4.1 高性能的方向发展

首先，我们可以看到高压电缆向着更高性能的方向发展。这主要体现在三个方面：电气性能、机械性能和热稳定性。随着电力需求的增长，电缆需要承受更大的电流，这就要求电缆具有更好的电气性能。同时，由于电缆需要在各种恶劣环境中使用，因此其机械性能也必须得到提升。此外，为了防止电缆过热，热稳定性也成了重要的考量因素。因此，未来的高压电缆将会使用更优质的导体材料，并且绝缘材料的耐热等级也会提高。

### 4.2 环保

其次，环保已经成为当今社会的一种重要趋势，高压电缆行业也不例外。在生产过程中，企业将更加注重减少污染，例如减少废水、废气和废渣的排放。同时，企业也将尽可能地使用可回收的材料，以减少对环境的影响。此外，企业还将通过改进生产工艺，提高资源利用率，从而实现绿色生产<sup>[1]</sup>。

### 4.3 智能化

智能化也是未来高压电缆的一个重要发展方向。随着物联网和大数据技术的发展，电缆的监控和管理将更加智能化。例如，通过安装传感器，可以实时监测电缆的运行状态，及时发现并解决问题。此外，通过数据分析，可以预测电缆的寿命，从而提前进行维护和更换。

此外，随着全球电力市场的开放，高压电缆行业将面临更大的竞争压力。为了在竞争中获胜，企业需要不断创新，提高产品质量，降低生产成本，提供更好的服务。同时，企业也需要关注全球市场的动态，把握市场趋势，制定合理的发展策略。

## 5 结论

论文针对高压电缆在铁路供电系统实际运行应用,提出电缆故障产生的原因,并进行分析。同时从提高设计标准、强化施工介入、加强日常电缆运行维护管理、科学运用新技术等方面,制定防电缆故障发生,延长使用寿命的对策措施,有效降低电缆故障率,提高电缆运行维护水平,确保铁路供电运行安全可靠。同时未来的高压电缆将更加高性能、环保、智能化和全球化。这既是挑战,也是机遇。只有不断创新,

才能在激烈的竞争中立于不败之地。

## 参考文献

- [1] 叶浩强.110kV高压电缆常见故障及施工技术[J].电源技术应用,2013(2):268+271.
- [2] 王少峰.高压电缆故障探讨[J].中小企业管理与科技(上旬刊),2013(6):319+321.
- [3] 郭德生.高压电缆故障分析及检测方法研究[J].工程技术,2023(7):157.