

# Risk Analysis and Countermeasures of Live Operation of High-voltage Transmission Lines

Haibin Pei

State Grid Ningxia Electric Power Co., Ltd. Zhongwei Power Supply Company, Zhongwei, Ningxia, 755100, China

## Abstract

Electric power is the foundation of China's economic construction, and the transmission line plays an important role in the regulation of the power system, transmission, transformation and other links of the safety production, is an inseparable part of the power system. However, there are many hidden dangers in the use process. If the equipment is used for a long time, the hidden dangers will develop with the operation of the equipment, which will eventually lead to the failure of the transmission lines and reduce the efficiency of the power system operation. In order to ensure continuous and reliable operation, live operation of high-voltage transmission lines must be carried out regularly to eliminate possible problems as soon as possible and ensure safe operation. However, due to the certain risks in the process of high voltage transmission lines, attention must be paid to the corresponding safety and protection measures of high voltage transmission lines to ensure the safety of live operators. This paper mainly analyzes the risk of live operation of high-voltage transmission lines, and puts forward preventive countermeasures to promote the stable operation of high-voltage transmission lines.

## Keywords

transmission lines; live working on high-voltage transmission lines; preventive measures

## 高压输电线路带电作业风险分析及对策

裴海斌

国网宁夏电力有限公司中卫供电公司, 中国·宁夏 中卫 755100

## 摘要

电力是中国经济建设的基础,而输电线路在电力系统的调节、输电、变电等环节的安全生产中起着重要作用,是电力系统不可分割的一部分。然而,在使用过程中有很多隐患,如果设备长期使用,隐患会随着设备的运行而发展,最终导致输电线路出现故障,降低电力系统运行的效益。为了保证连续可靠运行,必须定期进行高压输电线路带电作业,以尽快消除可能出现的问题,确保安全运行。但是,由于高压输电线路带电作业过程带有一定的风险,在高压输电线路带电作业时必须注意完善相应的安全和保护措施,以保证带电作业人员的安全。论文主要分析高压输电线路带电作业的风险,并针对性地提出防范对策,以促进高压输电线路的稳定运行。

## 关键词

输电线路; 高压输电线路带电作业; 防范措施

## 1 引言

随着中国电力工业的发展,电力系统的安全可靠运行受到越来越多的挑战。高压输电线路故障直接影响到电力系统的正常运行,由于输电线路运行过程中随着时间的推移会出现过载、人为和外部因素影响、输电线路绝缘层的老化和损坏、未及时进行输电线路带电作业和采取故障防范措施等,容易影响电力系统正常供电。为了保证正常运行,相关单位应定期进行高压输电线路带电作业,确保输电线路正常

有序运行,为中国电力工程的全面建设和发展提供充足的基础和保障。

## 2 高压输电线路带电作业概述

高压输电线路带电作业是为了防止输电线路运行时损坏或故障,对高压输电线路进行不停电检修或者短停电检修作业。一般是指在10kV配电网的实时架空线路和电缆线路中,以带电作业、旁路作业等多种方式进行高压输电线路的检修工作。由于高压输电线路的电压相对较高,电荷周围的电场强度相对较大,停电维护对电网的影响较大,电力行业制定了相对可靠的防范标准,保障高压输电线路人员的安全,识别风险因素对实际运行需求进行评估,通过风险控制措施对带电作业安全监控。高压输电线路带电作业要求使用

【作者简介】裴海斌(1985-),男,中国宁夏中卫人,工程师,送电线路高级技师,从事高压输电线路运维检修、带电作业研究。

专门的带电作业装置来收集和分析信息，完成输电线路性能检查，全面了解输电线路性能，发现并消除隐藏的风险。由于在电力系统中，输电线路始终处于工作状态，通过高压输电线路带电作业对其进行监测，消除隐藏的风险就显得尤为重要。

### 3 高压输电线路带电作业的重要性

高压输电线路带电作业工作直接影响到整个电网的运行，但是对于输电线路来说，长期使用可能会出现一些问题。高压输电线路带电作业的目的是通过检测设备检查输电线路绝缘的可靠性，并为安全供电提供可靠的数据。输电线路任何类型的绝缘缺陷都可以在高压输电线路带电作业中检测出来，必须要求输电线路在一定的运行时间后进行定期检查，并采取相应的维护和维修措施，防止输电线路绝缘击穿和额定电压下过电压造成断电。高压输电线路设备带电作业前，应仔细检查设备和仪表，以确认其工作正常，发现问题及时解决，如使用不当，应更换新设备。高压输电线路带电作业时，应确保输电线路附近无人，按照高压输电线路带电作业的相关规范保持安全距离，检查接地回路，防止接地回路引起异常故障，保证高压输电线路设备带电作业正常进行。输电线路在电力系统中占有重要地位，在保证电力生产安全、系统控制、输电转换安全方面起着根本作用，必须通过高压输电线路带电作业检查输电线路绝缘参数或特性是否符合电力系统的安全运行，找出可能存在的输电线路问题，并采取相应措施及时消除这些问题。

## 4 高压输电线路带电作业的风险分析

### 4.1 人员操作风险

在高压输电线路带电作业过程中，可能会出现各种操作错误，导致人员伤亡与设备损坏，主要是由于带电作业人员安全意识水平较低、培训不足、安全工具缺乏等，会造成重大的事故。在高压输电线路带电作业中，如果带电作业人员不遵守具体的工作要求，会导致带电作业中出现事故。比如带电作业人员误操作，则可能导致带电作业人员触电死亡、受伤以及损坏。这是由于高压输电线路带电作业操作要求作业人员靠近输电线路，这会导致带电作业间隔太近，从而危及带电作业人员的安全。所以在高压输电线路带电作业中，必须采取可靠的防护措施。高压输电线路带电作业过程中经常出现风险因素，主要是由于需要对带电作业设备进行耐压带电作业，导致输电线路电压升高，严重影响人员的安全。在进行具体带电作业时，如果输电线路和其他设备没有明显的分离，接入控制系统的可靠性较低，带电作业人员也可能误接触输电线路，这是高压输电线路带电作业中常见的风险因素，从而增加员工触电的风险，导致死亡和受伤。除以上触电因素之外，大多数输电线路设备都有电容元件，当设备长时间运行时，会积累大量静电电荷，带电作业人员误接触这些带电元件后会立即放电，瞬时电流会非常大，可能

会对带电作业者造成伤害，在严重情况下甚至死亡。

### 4.2 强电场风险

高压输电线路在运行过程中，可以产生高工频的电场，同时随着电压的增加，电场强度也会增加。在高压输电线路带电作业过程中，会对操作人员的个人健康产生很大影响。而且在严重的情况下，还会导致死亡，因此有必要有效控制高压输电线路带电作业运行的安全风险。

### 4.3 管理体系风险

首先，准备工作不完善，高质量的准备工作不仅可以提高员工带电作业的效率，还可以有效防范风险，保证员工的人身安全。然而，在实际工作中，大多数带电作业人员没有给予足够的重视。在带电作业之前，带电作业人员通常根据带电作业清单提取成套的带电作业设备，如果不重视不能保证带电作业设备的正确性和稳定性，可能导致带电作业过程中的风险。其次，管理规范性不足。带电作业与其他工作不同，是一种特殊的带电操作行为，其操作模式和操作阶段会直接威胁工人的生命安全。可见带电作业对现场管理的要求非常高，在实践中由于管理不善，一些企业缺乏良好的监控系统，管理规范性不足会导致出现相关风险。最后，绝缘工具风险。高压输电线路带电作业的过程中，需要各种绝缘工具。如果绝缘工具存在质量问题，将对人员安全造成潜在威胁，增加人员安全风险。除工具本身问题外，许多检测标准和检测方法相对简单，无法有效检测隔离工具的安全性，并可能对人员的工作造成安全隐患。

### 4.4 环境风险问题

高压输电线路建设往往需要3~5年才能完成建设，由于中国大部分高压输电线路都铺设在地质情况非常复杂的地区，容易造成勘探失误、设计深度不足等问题造成事故风险。与输电线路设计相关的环境风险包括地形风险，如高陡坡存在泥石流和山体滑坡的风险；与气候条件相关的风险，如雷暴、高温和低温等，影响输电线路带电工作。

## 5 高压输电线路带电作业的风险防范对策

### 5.1 进行高压输电线路带电作业前做好准备工作

为了保证高压输电线路带电作业的安全性与有效性，在带电作业前必须进行以下检查：①仔细检查所有带电作业设备，仔细检查仪表是否损坏，其准确性如何，排除仪表本身造成的错误。②检查设备是否处于正常工作范围内，如有安全风险，应立即清除，使用的金属仪器，必须对接地回路进行检查，确定接地回路的安全性和可靠性后，才可以继续进行带电作业。③严格遵守带电作业设备、带电作业设备的使用规程，高压输电线路带电作业检查数据时，如果超过输电线路防范带电作业规程，则应立即停止。④线路连接过程中，应严格认真对待，特别是在计量表测量检查时，只有在确认正确连接后方可进行。⑤在带电作业过程中应保证有利的外部环境，避免外部风险因素影响，比如保证温度、湿度

和场地空间。⑥为了保证高压输电线路带电作业的安全性和有效性,带电作业人员应编制相应的工作规则,为了带电作业安全起见,带电作业过程中如果输电线路出现异常,应立即关闭检查设备,还应切断电源。

## 5.2 提高带电作业人员的专业能力与专业精神

带电作业人员在保证高压输电线路带电作业的安全性和准确性方面起着关键作用,带电作业人员的专业能力和专业精神直接会影响整个带电作业的成败。首先,因此在日常工作中,应注意带电作业人员的培训,使他们熟悉各种带电作业过程和技能,掌握新设备和更新理论知识,能够在带电作业过程中安全工作,这不仅有助于确保高压输电线路带电作业成功,提高高压输电线路带电作业结果的准确性,而且有效地降低风险,保护带电作业人员。其次,在高压输电线路带电作业之前,可以组织培训课程,使带电作业人员充分了解风险意识、操作规则和临时解决风险问题的技能,以满足带电作业要求。培训内容应根据带电作业环境和条件客观分析带电作业情况,以及通过分析带电作业条件来预测试验结果。还应注意总结经验,以便在高压输电线路带电作业过程中进行正确的判断和分析,有效地降低输电线路故障的可能性,确保设备和人员的安全,减少或避免经济损失。最后,带电作业人员的培训不仅应包括专业的理论知识和实践知识,还包括心理素质和专业精神的培训,提高带电作业人员的适应能力。保证带电作业人员在带电作业过程中遇到突发情况时保持冷静,善于运用培训所学到的技能与知识处理问题。

## 5.3 严格按照工作流程进行高压输电线路带电作业

为防止高压输电线路带电作业过程中出现人身伤害事故,要加强对带电作业人员的人身安全防范措施。第一,高压输电线路带电作业时带电作业人员需要穿戴专业的防护设备,包括防护头盔、防护服、绝缘手套、绝缘靴等。为避免带电作业人员不当使用安全设备,输电线路进行高压输电线路带电作业时,要有专门的检查员严格控制带电作业人员的安全装备佩戴和使用情况,保证防护头盔和防护服穿戴整齐。第二,带电作业过程中还应引入更重要的口号系统,具

体的实施方式是询问带电作业人员,是否准备好进行带电作业,确认肯定答复后再继续进行带电作业,否则可能导致严重后果。第三,每次带电作业时,必须遵守《电气安全规范》规定签发工作票、工作许可证,以及设置工作监督,并遵守中断、切换、停止工作的制度。在高压输电线路带电作业时,上级主管机关或组长应签发一级工作票,严格按工作票内容进行高压输电线路带电作业。高压输电线路带电作业时,应设置一名控制员,该控制员应监督整个带电作业场,包括现场的实际人员和周围环境,防止外人进入带电作业工作场所,并采取一切措施应对紧急情况和防止人员伤亡事故。带电作业结束后,与带电作业有关的带电作业人员应仔细填写工作票,及时记录带电作业中的缺陷和问题,并及时将其存档以备日后检查。总体而言,在高压输电线路带电作业时,带电作业人员应严格按照工作流程操作,不应忽略每项工作的细节。

## 6 结语

总而言之,高压输电线路是电力生产、调节和传输的重要基础,以及控制电气安全的重要保证。高压输电线路带电作业可以检查相关指标,分析测量数据,及时发现电力设备故障,大大降低发生严重事故的可能性,对保证电力系统运行的可靠性起着非常重要的作用。为了保证高压输电线路带电作业可靠运行,必须制定高压输电线路带电作业规则,做好带电作业准备工作,并提高带电作业人员的专业能力与专业精神,在进行带电作业时严格遵守相关的带电作业规范,做好个人安全防护,真正做好高压输电线路带电作业操作。

## 参考文献

- [1] 刘会家,江泓,吴田,等.基于FAHP的 $\pm 800\text{kV}$ 输电线路带电作业的带电作业方式研究[J].智慧电力,2021,49(3):80-87.
- [2] 黎鹏,蒋建红,吴泳聪,等.基于分形天线的输电线路带电作业电位转移电弧电磁辐射特性测量[J].电机与控制学报,2022,26(6):53-61.
- [3] 方继红.10kV配电线路带电作业的风险及其防控策略研讨[J].光源与照明,2022(1):228-230.