

Discussion on How to Improve the Safety Level of Live Working on Transmission Lines

Haibin Pei

State Grid Ningxia Electric Power Co., Ltd., Zhongwei Power Supply Company, Zhongwei, Ningxia, 755000, China

Abstract

The rapid expansion of power grid transmission lines has led to an increasing number of transmission lines in areas with complex terrain and harsh weather conditions. In addition, with the rapid development of industry and increasing demand for electricity, maintenance of transmission lines cannot be completed solely through power outages, and live working is imperative. Therefore, it is crucial to analyze and study how to improve the level of live working on transmission lines, strengthen the stability of transmission lines, and propose targeted measures, which are crucial for enhancing the level of safe and stable operation of China's power grid.

Keywords

transmission line; live working; safety protection

浅谈如何提高输电线路带电作业安全水平

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 755000

摘要

电网输电线路迅速扩大, 通过复杂地形及恶劣气候条件地区的输电线路日益增多, 加之工业发展迅猛, 电力需求日益加重, 输电线路检修不能单靠停电作业来完成, 带电作业势在必行。因此, 分析和研究如何提高输电线路带电作业水平, 加强输电线路的稳定性, 提出针对性措施至关重要, 对于增强中国电网安全稳定运行的水平十分重要。

关键词

输电线路; 带电作业; 安全防护

1 引言

2007 年 2 月 7 日, 某供电公司在进行 330kV 线路带电消缺作业过程中, 由于安全措施不全, 造成带电导线经人体对铁塔放电, 作业人员坠落至地面, 经抢救无效死亡。本次带电作业过程中发生的人身死亡事故, 对带电作业的安全组织措施、技术措施、带电作业人员技术水平提出了严峻的拷问, 论文通过对本次事故的剖析以及作业方法的改进、进入电场组合间隙的研究分析, 以及需要带电作业的项目的确定, 以促进带电作业的安全水平。

2 对某供电公司人身伤亡事故的剖析

①在带电作业中, 工作负责人不能直接参加工作。在该事故中, 当事人(死者)作为工作负责人直接参加工作, 违反了《安规》的规定。《安规》只是规定了在停电线路上工作, 工作负责人在班组成员确无触电等危险的条件下,

可以参加工作, 而没有说明带电作业中工作负责人可以参加工作。

②没有认真执行带电作业监护制度。此次事故中, 监护人显然没有起到监护的作用, 对存在的危险没有充分认识, 对即将发生的触电危险没有及时进行制止^[1]。另外, 规程规定“在复杂的工作或高杆塔上进行带电作业时, 必须增设塔上监护人”, 在此次工作中, 塔的高度超过了 30m, 应该再设塔上监护人。

③没有保证足够的安全距离。保证带电作业安全的先决条件就是足够的安全距离, 《安规》规定的 330kV 组合间隙是 3.1m, 登塔前应该进行组合间隙验算。

④检修方法错误。对于紧凑型的铁塔, 不能将软梯头挂在导线上从塔窗 K 点处进入强电场, 应该从远离塔身处进入电场, 再沿导线移动至检修部位。

⑤带电作业人员的技术水平、理论水平以及现场的危险判别能力差。

⑥工作现场没有进行安全措施交底和危险点分析预控。

【作者简介】裴海斌(1985-), 男, 中国宁夏中宁人, 助理工程师, 从事输电线路运行与检修研究。

3 结合某供电公司人身伤亡事故对带电作业组合间隙的分析

在带电作业中，于最大过电压条件下，必须保证作业人员在工作中，人体与带电体之间不得发生放电，并留有足够的安全裕度，这样人体与带电体（或地）之间的空气间隙，称为安全距离。这种安全距离包括有单间隙和组合间隙两种。单间隙通常为采用等电位作业时，人体与地或人体与带电体之间的安全距离；组合间隙主要是采用中间电位法作业，以及在采用等电位作业时人体沿绝缘装置从接地体向带电体移动的过程中，所形成的组合安全距离。

某供电公司在此次带电作业消除防振锤移位工作中，是采用人体沿绝缘装置从接地体向带电体移动的等电位工作。该公司等电位作业人员从塔窗 K 点沿软梯进入强电场，形成 $S_2=S_1+S_2 \leq 1.5m$ 的组合间隙，该组合间隙不能满足组合间隙最小 3.1m 的规定，安全距离不足，带电导线经人体对铁塔放电，造成李 × × 触电坠落至地面^[2]。经抢救无效死亡的事故。

进一步分析组合间隙如图所示，由电极 1（导线）和 2（接地）组成空气间隙，其中有另一个孤立电极 b（人体）浮动，将电极 1 和 2 之间的单间隙分割成 S1 和 S2 两段。电极 3 在轴向浮动中，S1 和 S2 始终在变化，变化值可变 S/1、S/2、S//1、S//2 等无数组，但是始终满足： $S1+S2=S/1+S/2=S//1+S//2=S_2$ 。从作业方式及进入电场的位置不同，以及作业人员身高的不同，“L - b”值也可能是相同的，也可能是不同的，所以，在讨论研究某个组合间隙的放电电压时，必是一组数值，而不是个单值，一般以其中最低放电电压值代表整组组合间隙的绝缘水平。组合间隙放电电压最低点，都是靠近带电体一侧的某个位置。即在 $S2 > S1$ 的位置上。从以上对组合间隙的分析，该公司在带电作业工作中，采取的挂梯作业方法不对，没有正确分析确定最小的组合间隙，从而导致了事故的发生。

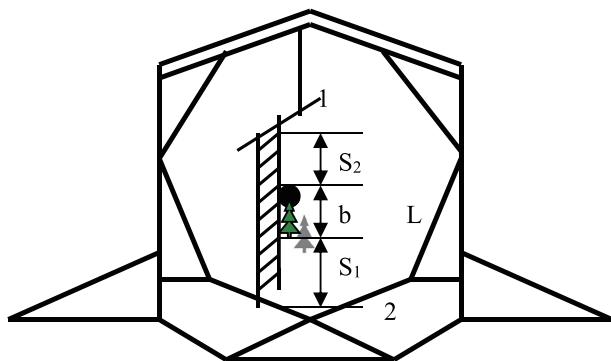


图 1 现场作业示意图

4 针对某公司事故对带电作业的认识

对于停电作业而言，带电作业技术较复杂、风险较高，作业安全与作业工具、环境、人员的技能水平和思想素质

等因素息息相关。目前一些单位对带电作业的安全性存在顾虑，谈带电作业而色变，把有些能带电作业的项目也实施停电作业。笔者认为，只要作业人员技能培训合格、措施到位、操作规范，就能保证带电作业的安全，运行单位要认真研究并积极开展带电作业，进一步提高带电作业效率和质量，确保线路正常运行。

5 针对带电作业的安全防范应采取的措施

5.1 对作业环境严格把关

对室外带电作业环境和气象条件严格依据《国家电网公司电力安全工作规程（线路部分）》中的规定：带电作业应在良好天气下进行。如遇雷电（听见雷声、看见闪电）、雪雹、雨雾不得进行带电作业，风力大于 5 级和湿度大于 80% 时，一般不适宜进行带电作业。在特殊情况下，必须在恶劣天气进行带电抢修时，经现场勘察后组织有关人员充分讨论并编制必要的安全措施、带电作业方案，经本单位主管生产领导（总工程师）批准后方可进行。

5.2 严把安全防护用具的选购关

在选购带电作业安全防护用具时，首先要了解清楚工器具的电气性能、物理特征及《电业安全工作规程》的具体要求。其次是生产厂家的选择，针对高压绝缘工器具的制造工艺、材料质量、制作水平及价格等进行比较，来选择适合的生产厂家进行长期的合作。同时要注意工器具在运输过程中存在的危险点防范，采用专用的运输工具。最后要针对进口屏蔽服及绝缘防护用具，进行认真地组织接收、验收、检验，确保工器具及防护用具全部合格后方能投入使用。

5.3 正确进行安全防护用具的维护

安全防护用具的日常维护极其重要，因为所有防护用具的主要成分是塑料及金属纯棉制品，比较容易在作业时因为现场的金属设备、构件等，而造成损坏和刮伤。所以，每一位作业人员必须在工作前后对防护用具进行检查，及时发现和处理，以防止因屏蔽服的损坏而引起事故，造成人员伤亡及损失。使用防护用具最大的缺点就是密闭性强、透气性差，作业人员如果长时间穿着屏蔽服进行作业，加之外部环境温度较高，就容易大量出汗，一旦汗水渗透进屏蔽服中，汗水中的盐和碱会使屏蔽服产生化学反应，屏蔽效果降低，从而减少屏蔽服的使用寿命。所以，每次作业完后，必须对防护用具进行烘干，保证屏蔽服的干爽洁净。

5.4 及时进行绝缘工器具的维护

在带电作业时，会由绝缘工具流过一部分的泄漏电流，这个泄漏电流相对较小，但是，如果绝缘工具表面脏污，特别是有汗液等带有盐分的污秽物附着在绝缘工具上，又是在潮湿的环境下，绝缘工具的绝缘电阻将降低很多，会使由绝缘工具流过的泄漏电流增大，严重时可能产生延面放电现象，将会对人体安全产生威胁。因此，绝缘工器具要注意保持其表面干燥、清洁，使用前后要检查、擦拭，保持绝缘工

器具表面干燥洁净,运输时要使用专用车辆,并设置带电作业绝缘工器具储藏室,防止其受潮,并定期进行实验,确保其绝缘性能良好。

5.5 编制标准的输电线路带电作业操作规程

要保证输电线路带电作业操作的安全性,必须编制一套标准的输电线路带电作业操作规程。在制定操作规程时要根据设备结构、使用工器具类型、习惯性安全操作的方法作为重要的参考依据。同时也可通过对作业人员的意见进行收集,将反馈的意见列入参考范围,利用操作规程对作业人员进行有效的安全保护。

5.6 加强带电作业培训

抓好带电作业安全管理时应优先考虑如何提高工作人员的心理素质和操作技能。按照送出来和请进去的原则,加强培训,注重细节和步骤,从工作人员的思想入手,加强心理素质的培训,消除作业人员带电作业危险性的心理阴影。并且定期或不定期地开展比武竞赛,确保作业人员能够长期熟练地掌握带电作业的技能,这样,不但可以提高作业人员的自身技术水平,解决了带电作业队伍的建设问题,更有效地控制了整体的作业水平。

5.7 建立必要的奖励机制

带电作业是新型技术,作业过程复杂,安全系数较低,所以,对作业人员的待遇适当倾斜是理所当然的,可采用工效挂钩的形式,适当提升岗位工资和岗级,为作业人员投保人身保险等,以此来激励带电作业的积极性。

6 对带电作业的需求和建议

①技术力量薄弱,装备水平较低,资金投入不足,是制约带电作业发展、影响作业安全的主要因素^[9]。因此,建议公司首先要加大带电作业资金投入,以提高带电作业的装备水平。其次是要对基层班组人力资源及时进行补充,不能因人员的调动和岗位变换,影响技术力量的脱节和人力资源

的接续。

②为保证新架设线路在投运后能顺利地进行带电作业,公司有必要组织人力在设计在建设之初就对作业间距、作业方式进行系统研究,并制定出相应的作业规程,以保证作业人员的安全和设备的安全。

③针对安全开展带电作业的需求,国内部分制造单位研制了防潮性绝缘绳。防潮性绝缘绳的显著特点是在浸水后仍可保持良好的绝缘性能,解决了常规性绝缘绳遇潮状态下绝缘性能急速下降的特点,为增强绝缘绳索在作业现场作业时遇潮、突然降雨等状况下的绝缘能力,从提高带电作业的安全性出发,应及时填补这一空白。

④建议尽快建立带电作业培训中心,配合模拟设备和场地,有计划地对全公司带电作业人员分期分批轮训,逐步提高作业人员的技术素质。

7 结语

随着科学技术的不断发展,我们现在正在由被动适应电力市场转变为主动完善电力市场,带电作业将不受时间的约束,可以实现在全年任何时间来完成检修任务,从而避免停电作业经常出现的大兵团作战,减少了人力、物力在往返集结过程中的无效工时及费用。无论选取哪一种作业方法,只要严格执行组织措施和技术措施,完善各项规章制度,从思想上加以重视,保证带电作业的安全生产和规范管理,以此促进带电作业工作的开展,使输电线路带电作业能为社会创造更多、更大的价值。

参考文献

- [1] 彭玉金,时海刚,李岩.输电线路带电作业安全防护系统开发[J].山东电力高等专科学校学报,2021,24(4):39-41.
- [2] 蒋磊.输电线路带电作业的安全防护研究[J].大众用电,2021,36(7):62-63.
- [3] 戢光照,赵渊.输电线路带电作业方式及安全防护措施研究[J].电工技术,2020(24):117-119.