

配网带电作业中电缆不停电技术的应用研究

王煜霆 钮佳伟 康凯龙

国网苏州市吴江区供电公司

DOI:10.12238/jpm.v3i12.5518

[摘要] 配电网是电网中的一个关键环节,它既为用户的日常生活供电,也为企业的正常生产供电。随着我国城市建设的不断加快,电力系统不断向智能化方向发展,电力系统对电力品质、电力可靠性的依赖性也越来越强,电力系统的实时检修与维护也成为电力市场新的需要。本文就不断电作业中的一些关键技术进行了阐述,并在实践中加以运用。为进一步改善供电可靠性,降低停电时户数,供电公司首次开展10 kV配网不停电集中巡视与检修。通过采用不间断的集中巡视和维修的新方式,极大地减少了停电的影响。

[关键词] 配电网不停电作业;配电网线路;旁路作业;不停电检修;供电可靠性

Application of Cable Power Stop Technology in Distribution Network

Wang Yuting, Niu Jiawei, Kang Kailong

State Grid Suzhou Wujiang District Power Supply Company Suzhou City, Jiangsu Province 215200

[Abstract] Distribution network is a key link in the power grid, which not only supplies power for the daily life of users, but also for the normal production of enterprises. With the continuous acceleration of China's urban construction, the power system continues to develop to the direction of intelligence, the power system on the power quality and power reliability is becoming stronger and stronger, and the real-time maintenance and maintenance of the power system has also become a new need of the power market. This paper expounds some key technologies in continuous electrical operation and applies them in practice. In order to further improve the reliability of power supply and reduce the number of households during power outage, the power supply company carried out centralized inspection and maintenance of 10 kV distribution network for the first time. The new impact of the blackout is greatly reduced by the introduction of uninterrupted centralized inspection and maintenance.

[Key words] distribution network outage operation; distribution network line; bypass operation; outage maintenance; power supply reliability

1 前言

目前,随着我国电力市场的不断扩大,供电可靠性、改善供电质量已成为一项十分迫切的任务。配电网非断电是一种新型的技术,可以在较短的时间内,迅速地形成一个临时的配电网,把被维护的路段分割开来,同时为用户供电。同时,对一些比较困难的架空线路、电缆线路进行检修,并采用该系统作为临时电源,减少了用户断电的影响。

2 配电网不停电作业技术概述

2.1 原理

将高压柔性电缆连接到电缆和配电网的交换机上,在很短的时间内建立起旁路、跨接故障或维修路段,并利用配电网的控制,将旁路与电力线连接起来,确保电力供应不会中断。为了保证客户的正常用电,在检修区域进行了线路的断电检修,排除了故障并进行了维修。在使用过程中,供电不会对用户产生影响。

2.2 绝缘工具技术阶段的地电位作业方式

这种工作模式是指在不断电作业中,由操作者手持绝缘工

具进行带电作业,是不断电作业技术发展的初期阶段。它为很多不能断电的用户带来了便利,对当时我国的经济发展起到了很大的推动作用。在当时的技术条件下,场地电势是一种相对安全的无停电操作,它可以在不与电源设备直接接触的情况下,进行长距离的带电操作。但是,为了保障员工的生命安全,所用的绝缘工具都比较长,因此操作起来非常不便,而且非常的浪费人力。虽然使用绝缘工具进行现场作业有一定的局限性,但它仍然有着无可取代的优越性,例如将工作人员置于较低的电位条件下,使用绝缘工具进行带电作业,大大增加了工作人员的安全。

2.3 绝缘防护技术阶段的等电位作业方式

10千伏配电网线路结构较为紧凑,而带电作业又有其特殊性,在高度紧张的状态下,操作人员如果操作失误,将会造成严重的后果。因此,随着我国电力系统的不断发展,目前不停电操作中采用等电位操作模式。

2.4 机器人技术阶段的全绝缘作业方式

机器人的工作并非“一劳永逸”，必须经过认真的检验和分析，才能进行准确的操作。一方面，要确保机器人的技术水平与带电作业中的不停电技术相关的技术标准和要求相符，能够按照规程进行操作。另一方面，由于机器人维护、生产等方面的原因，维护费用较高，因此，在大规模生产中，机器人的维护操作模式已经不可行，需要针对不同的工作环境和情况，选择更有针对性的技术，以最大限度地发挥机器人的作用，同时也确保了电网的安全。

2.3 移动电源作业机制

第一，通过 EPS 应急电源车辆的选择，可以实时地分析配电网络的故障，并根据事故原因，及时处理故障，提高应急能力，降低不连续供电所带来的经济损失。该方法在电力系统故障下的带电作业中得到了广泛的应用，既可以防止配电系统发生故障造成的危险，又能满足带电作业中电缆不停电技术的应用需求。

第二，优选负载转移车，采用箱型变电所，利用检修柱进行相应的工作，既保持了供电的正确性和正确性，又提高了供电的整体水平。但该方式有一定的应用范围，通常需要将其扩展到维护柱的周围。

第三，优选移动发电车。主要用于极端天气、重大节日等临时供电，通常在客户临时停电后，由发电车供电，以确保供电管理的科学性和合理性。总之，移动电源运行机制可为配电网带电作业提供一种动态灵活的线缆不停电技术，能及时实现电力供应的管理，降低因停电而带来的经济损失和安全隐患。然而，由于移动电源的移动，对道路环境的要求很高，以及各种环境的影响，以及设备的使用和维修费用都很高，因此，技术人员必须对其进行改造和控制。

3 配网带电作业中电缆不停电技术的应用

3.1 制度标准学习与培训

“第四类”是目前国内电网带电作业中技术难度最高、操作复杂、安全风险最高的四大类型。工作组对国家电网公司《10千伏架空配电线路带电作业管理规范》等相关制度和标准进行了认真的学习，对相关标准的工作内容进行了全面的培训，对相关技术和技术要求进行了较深入的讨论，对技术细节和措施进行了深入的讨论，对组织、技术、安全措施进行了研究。通过学习、培训相关的相关制度，熟练掌握配电网不停电集中巡视、检修工作流程，规定现场带电作业人员需熟悉作业项目现场操作规程、具体内容、项目所需采取的特殊安全措施、配电网系统接线情况、配电线路继电保护配置等，以提高作业人员操作、安全技能水平和作业中的紧急情况的应变能力。

3.2 具体做法

(1)进行现场检查，并编制出一份不合格的报告。配电作业班组通过地面巡视、夜间红外测温等技术手段，对存在的安全隐患进行了全方位的排查，并编制了事故隐患的初步报告（报表）。

(2)实地考察。配电带电班组与配电操作班共同检查隐患报告，并对电网运行模式、线路走向、用户分布等情况进行了进一步的核查。

(3)方案制定。在对存在的隐患和问题进行查证后，制订集中巡查和维修计划；针对集中巡查中出现的重大问题，以传统办法难以解决的问题，积极开展“第四类”新的配电网带电作业项目，并研究、制订“第四类”工程的工作计划。

(4)材料准备。

(5)施工过程开展。配电带电班组按照施工计划进行带电检查和维修，并做好相关的技术、组织和安全措施。

(6)全程把关。验收组全程跟踪 10kV 不停电的重点检修项目，尤其是“第四类”不停电的新项目，由公司副总经理亲自把关，高标准严格施工。

(7)验收管理。设备运行管理部门对不停电集中检查和检查效果进行全面检查，并按有关程序进行验收，监督检查和检查质量，保证检修质量达到安全运行要求。

3.3 安全措施

随着科技水平的提高和不停电操作技术的不断提高，为从事带电作业的工人提供了更多的安全、可靠的保护措施。强化员工的安全防范意识，严格按照有关电网不停电作业规程的规定进行操作，防止因工作流程的错误造成无法弥补的损失。同时，有关部门要进一步完善相关法规，强化监管和引导，使之能够更好地贯彻实施。加强对配电系统的管理，使其规范化，使其在不停电操作中得到更好的保护。

比如，通过强化管理，提高电力设备的使用环境，减少设备意外等。在引进新的绝缘保护装置时，应充分考虑到带电工作的特殊性，以便选用满足不停电条件的设备，以保障电网不停电运行。加强员工的素质，保证不停电作业的安全和工作效率。随着我国电力市场的日益增长，用户对供电质量的要求也日益提高，电网不停电是今后发展的必然趋势，因此，供电公司要加强对职工的相关培训，并定期对其进行培训，提高其专业技术水平。

4 实际应用案例及分析——以某供电公司 10kV 线路为例

4.1 案例情况

某供电公司 10 kV 接罗线线路老化、跳闸事故时有发生，对电力系统的稳定、可靠运行有一定的安全风险。工作组根据《10 千伏架空配电线路带电作业管理规范》及现场实际，详细介绍了此次作业项目分类、人员资质培训、工器具、设备、技术资料等，并将不停电相关技术导则作为不停电集中巡视与检修工作开展的指南，熟练掌握了有关技术和要求，规范了现场标准化作业流程。

本次不停电集中巡视和维修，对 10kV 接罗线及其分支 65 号杆塔进行了全面的带电检查，并及时消除了故障，确保了本次 10kV 线路的集中检修全过程不停电。配电带电班组对 10kV 接罗线出现的绝缘子松动、污垢、横担倾斜、弹簧销脱落、低压导线散股、桩头松动等问题进行了现场消缺。在不能用传统办法处理的重大工程中，我们要积极推进“第四类”新的配电网带电工程，其效果如表 1、2 所示。

表 1 10 kV 接芳线不停电集中检修统计

作业对象		不停电集中巡视与检修作业工作成效									
线路名称	电杆数/基	变压器台数	电瓷杆检查/基	绝缘子紧固/处	变压器头更换	导线补处	弹簧销更换	断路器更换/台	隔离开关更换	跌落熔断器更换	电立杆
10 kV 接芳线	65	23	65	19	13	9	12	2	1	2	1

表 2 10 kV 接芳线不停电集中检修统计

线路名称	杆数/基	带电作业次数/次				多供电量/ (万 kW·h)		减少停电时户数/ (时·户)						
		按作业类别分类		按作业性质分类		消缺	严重	一般						
		第一类	第二类	第三类	第四类				配网工程	用户工程				
10 kV 接芳线	5	23	5	1	3	1	0	0	0	6	7	1	6	552

根据统计和测算, 如果按照常规的停电方式进行集中检修, 维修班将会连续三个工作日不间断的运行, 按照 8 小时的时间来计算, 线路负荷为 2500kW, 此次不停电集中检修减少停电损失电量 60000kW·h。本次不停电集中检修, 将为社会带来 90 万元的经济效益。还有企业形象、社会满意度等难以计算的利益。具体的计算如表 3 所示, 其中, 每千瓦小时的电费为 0.633 元。

表 3 经济效益分析

电压等级/kV	停电时间 / (h·次)	平均负荷 / kW	多供电量 / kW·h	直接经济效益 / 万元	直接效益 / 万元
10	8x3	2500	60 000	3.8	90

4.2 特色亮点

采用新的不间断巡视、检修操作方式, 使停电区域大为缩小, 具有良好的社会效益和经济效益。

(1) 《10 千伏架空配电线路带电作业管理规范》等相关标准的实施, 使该公司在不停电情况下进行了集中巡视和检修, 填补了该行业的空白, 是公司检修方式的创新, 为配电网线路的检修工作提供了新途径。“第四类”带电作业是我国目前最先进的配电网带电作业, 积极推进“第四类”作业, 解决了传统操作方式所不能解决的问题, 标志着电网带电作业技术的不断提升。

(2) 该系统将带电监测和检查相结合, 能够及时发现网络和设备的安全隐患, 从而提高电力系统的可靠性, 减少短路。根据统计, 不停电集中检修后, 线路跳闸次数从去年同期的 3 个降为 0 个, 降低 100%; 供电可靠性 RS-3 从去年同期的 99.60% 提高到 99.75%, 取得了显著的成效。

(3) 与以往的断电维修方式相比, 维修周期从 32 小时缩短到 24 小时, 工作效率得到了提高; 停电影响面积减小, 停电时户数减少 522 (小时/户), 10kV 停电时间从以往的 32 小时降低到 0 小时, 实现了集中检修全程不停电; 该系统的全面推广, 将有效地提高配电网不停电的覆盖率, 提高配网供电可靠性和优质服务水平。

4.3 配网不停电作业的效益综合评估

①电力中断的矛盾得到了解决。在电网运行维护中, 电网运行维护往往会导致用电量下降, 从而影响到电网的正常使用。通过以上的电源操作, 可以确保设备在没有感觉到停电的前提下进行维修, 真正做到了“断电”和“不停电”的矛盾。
②服务水准得到改善。在非断电后, 可以降低停电区域, 保证用户的正常生活和生产安全, 并能有效地改善电力系统的供电

可靠性。不停电使公司的服务质量得到了明显改善, 并在社会上树立了良好的形象。③技术进步。作业期间, 运行与维修单位的工作人员要加强对设备的管理, 确保人员的人身安全, 减少计划停电时的倒班作业, 减少误操作的发生, 减少因人为原因而导致的错误, 从而提高作业的效率和技术。

5 结束语

目前, 我国各大电网都在加紧进行智能化电网的改造, 特别是对不停电运行的技术和经费进行了大量的研究。不停电是一种非常有前途的工作, 它的发展方向是基于电力市场和电力市场, 通过对电力系统可靠性指标的分析, 制定不停电的发展计划。在此基础上, 我们要进行创新, 进行前瞻性的研究, 不断地使用新的手段和方法, 解决重大问题, 提高不停电工作的质量。总之, 随着社会经济的发展, 国网电力公司积极倡导“高质量”的服务理念, 社会对电力系统的可靠性要求也在不断提高。通过对配电网进行集中检修, 既能降低用户数量, 又能保证供电可靠性, 提高企业的服务质量, 又能为企业和社会带来更多的经济效益和社会效益。

[参考文献]

[1]周晓虹. 不停电作业的技术创新与管理[J]. 上海电力, 2010 (21): 311-313.
 [2]林琦. 提升 10kV 电缆不停电作业实用化关键技术的研究[D]. 2016.
 [3]倪志坚. 沈阳供电公司 10kV 电缆线路不停电作业技术的应用研究[D]. 2015.
 [4]路竹青, 王金夏, 杨钧. 不停电调整三相负荷方法[J]. 农村电气化, 2017 (9): 21-21.
 [5]江渊, 李挺, 李璐, et al. 500kV 变电站线路不停电修改保护定值危险点分析及防范措施[J]. 华电技术, 2016, 38 (8): 56-58.
 [6]魏力强, 马睿, 杜旭浩, et al. 综合不停电作业法在更换柱上 10kV 配电变压器中的应用[J]. 河北电力技术, 2016, 35 (1).
 [7]刘瑞庆, 王爱国. 10kV 架空配电线路不停电作业的应用探讨[J]. 电子制作, 2017 (9): 95-96.
 [8]杨琦. 做好安全文化建设对供电所的影响[J]. 中小企业管理与科技(下旬刊). 2011(10)
 [9]蔡霄辰. 一起由自锁电路问题引起的停电事故[J]. 电世界. 2019(06)
 [10]郑善仿. 浅谈供电差动保护整定[J]. 科技与企业. 2012(01)
 [11]许继东, 邓玉才, 徐东军. 一种消除瞬态断电影响的电压维持线路[J]. 电世界. 2018(11)
 [12]张涛, 张光磊. 供电所调研能达到预期目的[J]. 农村经济与科技. 2017(S1)
 [13]韦勇教. 浅谈农场供电损耗、降耗措施[J]. 科教文汇(下半月). 2006(10)
 [14]吴睿. 基于城区供电局“四分”线损的分线管理[J]. 东方企业文化. 2015(15)
 [15]贾俊杰. 榆树井煤矿 10kV 动态无功补偿装置(SVC)改造方案[J]. 山东煤炭科技. 2015(03)