

# 电力系统中的不停电检修作业分析

永金 格来曲珍

国网西藏电力有限公司超高压分公司

**摘要:**开展电网不停电作业是必不可少的,相关工作人员、技术人员须采取科学、有效的作业管控指标、管控要素,对各项带电作业规范标准和要求进行科学化、高效化控制。供电公司在检修和建设过程中,尽可能地采取不停电或少停电措施,以确保电力的正常供应。同时,减少不停电的运行次数,还可以节省人力物力,提高供电企业的用电工作效率。基于此,本文就针对电力系统不停电检修技术进行分析。

**关键词:**电力系统;不停电检修;操作

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2023.10.191

## 引言

不停电作业技术作为智能化配网中重要的技术之一,必将在未来的发展中发挥更加重要的作用。同时,我们也需要不断探索和研究新的技术和方案,为智慧城市建设提供更加可靠、高效、安全的供电服务。本次研究实行了配电网不停电作业技术实践,并对智能化配电网设备实行展望,主要的目的为促使电力系统稳定运行满足人们日常生活和工作用电需要,降低风险减小造成的损失,促使配电网设备朝着智能化的方向发展。

### 一、不停电作业特点

不停电作业是指在不停电的状态下,对线路设备进行临时检测、维修、维护,此类方法可以保证供电正常。不停电检修作业从技术层面包含较多内容,涉及带电测试、检查、检修,须构建起人与带电体之间的隔离体系。如佩戴相应的绝缘装备,才能够保证不停电作业安全、高效进行。从宏观层面上讲,不停电作业可分为等电位、中间电位、地电位三大类型,在不停电检修过程中,须有效防范其中高压电所带来的危险,因此相关工作人员需要佩戴安全装置、安全防护服,保证对各个部位进行有效保护、遮蔽。同时,也需要确保防护服与各个电位形成良好的电气连接结构。另外,需要尽可能在人体外表形成相应的等电位体,常见的地电位作业需要由检修人员使用相关绝缘装置来进行检修操作,从而才能够提高安全管理水平。在此过程中,还需要保持相应的空气间隙,做好隔离和绝缘管控。中间电位法是指人体处于接地体和带电体之间的电位状态,使用绝缘工具间接接触带电设备来达到其检修目的的方法。其核心是利用相应的绝缘工具,避免高压带电体与人体产生直接接触。其特点是人体处于中间电位下,占据了带电体与接地体之间一定的空间距离,因此既要对接地体保持一定的安全距离,又要对带电体保持一定的安全距离。

### 二、不停电检修作业技术

#### 1. 移动电源作业法

移动电源作业是指使用移动电源进行不间断的供电以维持配电网作业时的供电效率和不间断的供电。其中该技术系统的使用能够有效地设置相关控制模式,既能够达到连续供电操作的操作目的,又能够简化操作难度并确保移动电源供电的可靠性。当前最为普遍的技术解决方案就是配置移动电源车。首先选择EPS应急电源车实时分析配电网故障情况,可快速应对供电故障并有效提升应急水平和降低间歇供电带来的经济损失。所以,该方法被广泛运用在电网故障情况下的带电作业项目当中,既避免了配电网故障带来的危害,又满足了不停电技术在电网大修作业中的使用需求。另一种是选择负荷转移车通过箱式变电器旁路转供来完成柱上变压器的检修作业,既能维持供电效率及负荷调节又能增加供电总量。但该模型有使用局限性,一般需布设于检修点附近作业工位上。多利用低压发电车主要用于极端天气及大型节目演出,重大会议的临时供电工程。通常情况下,当用户临时供电连接时,低压发电车可靠供电保证了用户用电需求以提高客户满意度。

#### 2. 绝缘手套作业法

作为目前广泛应用的作业方法,绝缘手套作业法是指作业人员带上绝缘手套直接对带电线路或设备进行作业的方法。该作业法主绝缘由承载工具和空气间隙共同构成,分别负责相地和相间绝缘;辅助绝缘包括个人防护用具和绝缘遮蔽用具。基于绝缘手套作业法开展不停电作业时,作业人员不仅应与相邻带电体或接地体保持足够的安全距离,也要对身体工作范围内可能碰触的带电体和接地体做好绝缘遮蔽措施。杆上作业人员如遇线路和设备空间距离紧密且工作范围十分有限时,应通过加装绝缘隔板等隔离措施限制作业人员的身体活动范围,从而确保其与相邻带电体和接地体的有效物理隔离。但需要指出的是,绝缘手套法并非等电位作业法。而且,在配电线路带电作业时,杆上作业人员不可穿戴导电手套和屏蔽服,禁止以等电位作业法开展配电线路

带电作业。绝缘手套作业法的优势在于人体更贴近待检修或待操作的线路或设备，便于带电作业的开展。该方法中的在实际应用时，人体处于带电体与接地机构中间，必须佩戴好专门的防护设备，防止短路回路的传导。若是不能够确保安全距离，则必须要根据由近及远、由下到上的原则进行绝缘遮蔽来确保作业人员的安全。

### 3. 直接作业法

直接作业法主要是将相关工作人员直接放置在设施结构中，通过佩戴好良好的防护装备，来保证带电作业安全，但是需有效考虑外在条件所带来的负面影响。配网直接作业法主要是指作业人员借助高空作业车、绝缘斗臂车或绝缘梯子直接接触带电体，人体各部位穿戴绝缘防护用具的直接进行作业的方法，完成对相关设施装备的检修、维护、管控，其操作更加灵活高效，且检修质量较高，但是相关工作人员须具备良好的防护措施才能够安全、高效地开展检修工作。配网不停电直接作业法从严格意义上来讲属于中间电位法，配电线路一般不采用等电位作业进行，而输电线路通常采用等电位作业，配网不停电作业主要是防止电流带给作业人员的危害，输电线路带电作业主要防止电场带给作业人员的危害。配网不停电作业与高压输电线路作业不同，后者的特点主要是空间电场强度和作业距离较大，要求作业人员装备屏蔽服，其作业方法是采用等电位方法，这种方法必须在高电位作业，是一种安全、便捷的作业形式。配网不停电作业与之相反，由于三相导线之间的空间距离小，配电设施又很密集，导致配电网的电压较低，作业人员在操作时容易碰触到电力设施。因此在超高压输电线中作业所穿的屏蔽服，并且直接接触带电体的作业形式在配电网带电作业中不能相容，虽然不会造成重大的人身伤亡事故，但仍然存在不少安全隐患。一旦作业人员接触到不同电位的电力设施时，再加上作业方法不规范等，很容易发生单相接地、相间短路，以至于发生人身伤亡的恶性结果。

### 4. 导航技术

导航技术主要是通过对感知数据的融合，根据位置和地图等对维修设备的通行范围进行判定，并根据维修设备的移动方向进行决策。导航对智能带电维修设备的运作起着决定性作用，使其能够更快地达到预定的位置，导航分为两种，一种是局部导航，另一种是全局导航。局部导航是在环境信息不清楚或部分已知的情境下，以智能带电维修设备与参照点之间的信息差为依据，对路线进行确定的方法。在给定的外部环境下，通过卫星遥感图或者3D场景来进行远距离移动轨迹的设

计。感知技术的发展为维修设备的自动巡检奠定了基础，而将局部和整体相融合的方法也将成为今后维修设备智能化的发展趋势。

### 5. 人机交互技术

受电力系统工作环境的复杂性和不可调控性影响，设备与外界的交互作用较弱，操作可靠性较差，导致设备只能完成单一的重复性维修工作。人机交互技术将人的自主性与智能带电维修设备的环境适应性相结合，拓展了智能带电维修的智能化程度和操作模式。在人机交互的过程中，操作员与智能带电维修设备之间可以通过用户界面进行信息交换，操作员在基站对远端的智能带电维修设备进行指导，而在维修现场的智能带电维修设备则会将状态参数发送给基站，并从基站接收到控制命令，在手动操作下完成维修工作。在早期，大部分的人机互动都使用了主从控制策略，也就是操作者根据维修现场中智能带电维修装备回传的音视频、位置和受力等信息制订并发送操作方案。智能化的维修设备可以将操作员的命令进行实时再现。目前，以虚拟实境为基础的人机交互式系统利用双向回馈的方式，使操作者可以在一个虚拟的界面上与智能化的带电维修设备进行互动。在主设备端利用计算机模拟和动态显示技术再现带电维修的情景，操作者演练智能化维修程序。在此基础上，通过通信方式向智能化的维修装置发出控制命令，指导维修装置的操作，并将现场的各项数据及时地传递给主机。在双向控制方式下，智能设备将其位姿的模拟值与真实值进行比较，以此来持续修改运动参数，提升其动作的准确性。

## 三、提升不停电检修技术应用效果的措施

### 1. 提高技术水平

配电网不停电作业技术中，技术水平也会影响到职工的安全。由于种种原因，当我们采用配电网不停电作业技术时，就会产生各种各样的问题，这可能是因为操作不当或者设备自身维护不当造成的，这会对职工造成一定的安全隐患。检修时对检修设备的不当运行极易造成问题和巨大的损失。尤其对配电网的检修工作而言，各项工作十分危险，配电网的不停电工作同样不能幸免，因为很多工作都要带电进行，若是相关工作人员没有提升自身安全意识的话，就极易会在工作过程中出现一些问题，这不仅会妨碍配电网不停电运行的开展，这将会带来极大的安全隐患，进而对人身安全以及财产产生极大的影响，而这一影响是不可弥补的，这就必须得到人们的关注，而不同领域的工作也要求我们根据不同情况做好相应的工作才能够达到较好的成效。在实践中，应当掌握相关的工作标准，促进自身的发展，有效

地开展工作,根据具体的要求不断完善相关的工作,并为职工提供专业的培训,建立相应的管理制度来进一步规范人的行为、提升职工的技术水平、根据现状以及存在的问题做出合理调整、再把具体实施措施应用于实际发展当中,这样才能切实抓住具体问题。

### 2. 完善带电检修管理模式制度

首先,需要明确带电检修的各项管理制度和流程,使其规范化、标准化。在制度上,应根据带电检修的不同类型和难度,制定相应的管理办法和流程。例如,对于较高难度的带电检修,应该加强带电检修人员的安全培训,并且在现场设置多层保护措施,确保检修人员的安全。同时,需要加强带电检修人员的日常管理和考核,确保带电检修的质量和安。其次,在流程上,需要严格按照制度执行,减少流程的繁琐和不必要的环节。例如,在设备检修过程中,需要制定清晰的操作流程和标准化的检修作业规范,减少因操作不规范而导致的事故发生。此外,还应该引入先进的信息技术,建立带电检修的数字化管理系统,提高整个流程的透明度和可操作性,减少人为因素的影响。最后,需要加强与专业机构的合作和交流,借鉴其他行业和国外先进的管理经验,推进带电检修管理制度和流程的更新和完善。例如,可以借鉴航空、石油等高危行业的安全管理经验,加强风险评估和事故应急预案的制定。

### 3. 制定一级项目和二级项目

制定一级项目时加强不停电作业实践研究,保证配电路电力持续供电,加装分段开关并适量调整转供电操作点数量,旨在使得线路供电更加稳定可靠。除此之外,联系配电网改造需要为片区持续供电,操作人员应认真检查作业现场线路情况、作业现场设备运行情况,结合实际需求考虑投入使用不同类型绝缘设备,升斗作业时对区域内带电部件作以绝缘屏蔽处理、接电部件实行绝缘屏蔽处理,绝缘臂绝缘长度和强度符合具体要求。此外,实际作业时确保同时同向作业,由专业人员对现场作业加以监督,定位后屏蔽三相导线、将电流值控制在绝缘引流线承载电流阈值以下后正常投入使用,在拆除直线横担安装开关道闸后完成旁路系统接入操作,最后退出旁路系统。

二级项目的确定需结合更换配电具体状况,考虑使用旁路不停电作业技术将负荷转移至移动箱变位置实现配电更换的效果,一些区域老旧设备更换、老旧设备改造,可采用停电施工的方式处理确保电力的稳定,在这个过程中考虑到项目电缆和高压带电作业情况,妥善分配操作人员工作任务。(1)带电作业组的重点工作为搭接高低压侧柔性电缆、拆除高低压侧柔性电缆,以及旁

路电缆连接等方面工作;(2)电缆组执行电缆绝缘电气试验工作、电缆绝缘电气放电工作;(3)低压组进行低压侧作业检测工作;(4)检修组重点负责更换变压器方面工作。所有小组作业时均安排专业人员监督,线路位置、安全技术、作业环境等方面均可以得到有效保障,而且在满足移动箱变、更换配变基础上利于在最短的时间完成停电作业更换工作。

### 4. 研制带电检修设备

首先,在设备的研制方面,需要加强科学技术研究,掌握新技术和新工艺,引导创新设计和制造出更加安全可靠的设备。例如,研发出一种新型的带电检修设备——无人机机器人,该设备能够在超高压输电线路上进行复杂的带电作业,从而有效提高了带电检修的安全性和效率。其次,在设备的应用方面,需要加强对设备的维护和管理,确保其始终处于良好的工作状态。例如,针对高压带电检修车辆的管理,可以建立健全的车辆台账,制定规范的使用流程,实行定期检查和维护,并定期进行性能测试和安全评估。在设备研制和应用过程中,需要加强与行业内外的交流与合作,不断引进和消化吸收新的技术和设备,从而保证超高压输电线路的带电检修技术和设备处于世界先进水平,并为行业提供更加优质和高效的服务。

## 四、结束语

总的来说,开展配网不停电作业须严格按照各项作业指标、工作要素、工作信息,做好对各项规范条例、规章制度的科学合理设定。检修人员、运维人员须在该过程中须开展联合协作,围绕现有的技术规范标准和工作管理条例,开展检测工作,提高配电、带电检修的品质和效率。

## 参考文献

- [1]吴增朗,林园敏,李学超等.综合不停电作业法在配电网检修中的应用[J].电气时代,2022,(03):34-37.
- [2]王武双,李杰,陈效等.配电带电作业和停电检修配合的研究与应用[J].电工技术,2021,(03):69-72+76.
- [3]徐浩,王成,吴炜.三点式线路停电检修作业平台的研制[J].电工电气,2020,(08):60-63.
- [4]曾华,欧阳光,张斌等.配电网不停电作业提高供电可靠性分析[J].电气传动自动化,2019,41(01):51-53+48.
- [5]傅欣.配电网不间断供电检修技术探究[J].自动化应用,2017,(10):77-78.