

超高压输电线路带电检修技术及管理模式探析

陈功

国网山西省电力公司超高压输电分公司

摘要:近年来,我国对电能的需求不断增加,输电线路建设越来越多。输电线路带电检修利用智能设备替代手工操作,可以有效地保证操作人员的人身安全。在不同的使用场景中,如何实现输电线路安全、可靠和高效地运行是核心问题。文章就超高压输电线路带电检修技术及管理模式进行研究,以期为有关工作人员提供借鉴。

关键词:超高压输电线路;带电检修;管理模式

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.05.114

引言

应用电力物联网技术,从输电线路工程管控平台组织架构,线路工程施工作业风险点分析等方面开展了基于电力物联网的输电线路工程基建现场施工全过程风险管控平台研究。

一、超高压输电线路的发展现状和带电检修技术的应用情况

超高压输电线路是指电压等级在800kV及以上的输电线路,具有输送大量电能、降低能源消耗、减少环境污染等优点。目前,超高压输电线路的建设和运营已成为推进能源结构调整和实现清洁能源转型的重要举措之一。据国家能源局数据,截至2021年底,全国超高压输电线路累计投运规模已达50万kV,其中特高压(1000kV)达到34条,超过全球总数的一半。与此同时,带电检修技术也得到了广泛的应用,带电检修可以保证输电线路在不停电的情况下完成检修,从而大大减少停电时间和影响,提高电网的可靠性和稳定性。当前,带电检修技术已经取得了重要的突破,如直线安装车、直升机巡检等先进技术,可以有效降低带电检修对电网的影响,提高电网的运行效率。

二、超高压输电线路带电检修技术及管理模式面临的挑战

1. 基础工程

基础施工安全是电网长期安全运行的重要保障。根据不同地质条件和基础承载荷载要求,基础结构型式包括大开挖基础、岩石锚杆基础和人工掏挖基础等,其中受施工装备进场条件限制,人工掏挖基础作为典型的原状土基础在线路施工中应用广泛,相对其他基础结构型式在材料用量、土方石量、施工难易程度及对环境的破坏等综合方面有较为明显的优势。

2. 带电检修设备的安全性和稳定性难以保障

首先,带电检修设备技术含量高、生产工艺复杂,

对制造商的要求较高。目前市场上存在一些低价、低质的设备,使用这些设备进行带电检修,其安全性和稳定性难以保障,可能会带来很大的安全隐患。其次,带电检修设备的更新换代速度较慢,很多设备已经过时,无法满足现代化的带电检修要求,造成了带电检修效率的低下。同时,带电检修设备的可靠性和维修保养工作也亟待加强。另外,带电检修设备的使用操作难度大,需要具备一定的技术能力和操作技巧,同时在极端天气等特殊情况下使用带电检修设备,也会对设备的安全性和稳定性造成影响。最后,带电检修设备的运输和存储也需要重视,对于设备的正常使用起到至关重要的作用。在运输和存储过程中,设备受到的振动、碰撞、潮湿等因素会对其使用性能产生不利影响,需要采取相应的保护措施。

三、超高压输电线路带电检修技术

1. 搭跨越架技术

在施工中为了充分的保障跨越架的科学合理,在作业之前要根据要求做好特定区域电路状况的系统分析,了解各个路线的具体状况,对施工现场的各项参数进行系统的分析处理,根据实际状况制定完善的方案,这样才可以保障施工的综合质量。在施工中要基于搭建标准要求进行处理,保障其符合方案标准,进而为后续的施工作业提供支持。在施工中要做好质量控制与管理,通过科学的方式进行监督管理,做好基层操作人员的技术指导以及约束管理,充分的保障施工作业的科学性、有效性。在跨越架搭建作业中,为了充分的提高整体的稳固性能,可以通过在特定区域中设置拉线以及剪力撑的方式进行处理。一般状态之下主要就是在横竖杆的交界位置进行处理,要保障其夹角在60°之下。在全部完成跨越架的搭设处理之后,要根据实际状况做好复查处理,充分的提高跨越架的整体稳定性,保障各项质量符合技术要求以及施工标准,这样才可以进入到后续

的施工环节。

2. 控制技术

输电线智能带电维修设备高效运行的关键在于对

其进行高效控制。电气设备在进行电气维修时，其工作流程是其各机械式执行器的运动综合。在控制智能带电检修设备时，需要与环境、检修对象相结合，通过对指令的调整，实现对电机电流、转速、转矩和输出功率等参数的有效控制，实现对指令的精确控制。针对不同类型的输电线，其智能化运行和控制要求如下：在高空能够顺利、自主地移动，而且可以与外面的世界维持一个安全的距离，可以躲避各种各样的障碍物，不会打滑、偏离、翻滚；可在走廊、地道等恶劣条件下有效防止猛烈的撞击，并可在狭窄的空间内自由穿行；能够抵抗水中的压力和黏性的阻力。针对智能带电维修设备结构复杂的特点，提出和建立基于柔性和阻尼等特性的智能带电维修设备的运动学和动力学模型，可以实现关节电机的合理布局。构建智能维护装备运动学和动力学的数学模型，包括各个传动部件的运动和输入力、力矩等。

3. 灵活运用计算机技术

现阶段，计算机技术成为各领域技术革新的重要内容，变电站电气试验中，计算机可促进试验技术的先进性，升级常规试验仪器，完善高压电气试验仪器的功能。相关企业可将计算机技术和传统高压电气设备相结合，开发可用于高压电气试验的计算机软件，用计算机技术辅助高压电气试验，解决单一常规仪器进行电气试验时存在的问题，提升常规电气试验设备的智能化水平。基于计算机技术，试验过程中相关人员可根据系统提示规范操作，随后利用计算机程序自动汇总、采集试验数据，确保试验结果准确，提升试验效率。使变电站高压电气仪器具有自动录入、数据管理、数据存储、数据分析、试验报告分析等功能，可以为变电站搭建通用型的数据库结构，大量存储试验数据，提升电气试验中数据信息的利用率，为高压电气设备的升级、管理创造有利条件。

4. 人机交互技术

受电力系统工作环境的复杂性和不可控性影响，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。

5. 张力放线

张力放线在施工中的主要作业就是有效的降低在架线中地面障碍物、周边障碍物对线路质量产生的综合影响。在操作中，主要就是通过牵引机等机械设备进行相关线路的展放以及牵引处理。在施工中可以分为地线展放、地线牵引展放、导线展放以及导线牵引展放四种方式，其具体如下：（1）地线展放。地线展放与光缆展放二者相同，必须是张力展放。在处理中主要是通过钢芯铝绞线、铝包钢线以及铝混绞线等作为主要的材料。在处理中当光缆值剩下五圈的时候则要先用卡线器进行处理，再将余下的光缆全部的退出之后，再通过地线牵引进行展放处理。（2）地线牵引展放。地线牵引展放操作简单便捷，在处理中主要就是通过导引绳替换地线，或者直接的应用导引绳进行展放处理。（3）导线展放处理。在处理中其操作的重点就是通过张力机以及牵引机进行操作处理，保障张力值始终保持在一定的状态中。要实时的观测牵引绳盘的延展现象，这样则可以充分的了解其具体的放线状态。在牵引绳盘中的导线不足的状态时要及时更换处理。在施工中要保障张力机在刹车的状态中做好导线牵引处理。牵引工作结束后要求进行处理，关闭牵引机后再进行张力的急刹车。在导线展放的全过程中，通过专业的工作人员进行处理，这样才可以做好质量控制以及管理。（4）导线牵引展放。

导线牵引方式主要就是通过小型的张力机以及小型的牵引机进行操作。在操作中要根据要求进行处理,保障整体质量。(5)紧线。紧线施工主要可以分为两种耐张塔紧线以及直线塔紧线。其中耐张塔紧线施工主要就是用孤立挡以及耐张塔的初端、末端,此种方式无法在输电线路中普及应用。而直线塔紧线在施工中对于紧线弧垂的要求严格,要保障其符合规范的要求。在规定的时间内要做好处理,保障过轮以及地面同时用力,做好印记临锚处理,才可以充分的保障观测的精准性。

四、超高压输电线路带电检修管理模式优化建议

1. 带电检修管理模式制度和流程的更新和完善

目前,许多单位的带电检修管理制度和流程已经形成了,但随着技术的进步和管理思路的转变,这些制度和流程已经不能完全适应现在的需求。因此,需要针对现有的制度和流程进行更新和完善。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。

2. 带电力电缆的工作环境和带电维修的要求

有别于架空线路,电力电缆广泛应用于城市地下电网、电厂引出线路、工矿企业内部供电和过江海底传输等,大多埋在地下或水底,存在着散热器性能差和工作状态监测困难等问题。因生产原因、外力损害、环境损害和动物破坏,加上电缆体温度过高、应力分布不均匀和接线不当,在使用过程中极易造成线路的短路和断路以及连接点的放电现象。电力电缆带电检修内容包括:外观及密封性检查,位置调整,接地状态检查,电

气连接检查,破损检测,绝缘电阻测量,电缆附件检查、修复或更换,测温,气体含量检测及隧道勘察与灭火等。

3. 带电检修流程的优化和规范

首先,可以通过建立标准化带电检修流程,规范带电检修操作步骤,提高带电检修效率。其次,应加强现场管理,明确带电检修人员的职责和工作范围,完善安全保障措施,保证带电检修的安全性。此外,科技创新也是带电检修流程优化的重要途径,如引入无人机、机器人等技术辅助带电检修作业,提高作业效率。例如,南方电网有限责任公司在带电检修流程中引入了“智慧管控系统”,实现了对设备状态、作业信息的实时监测和管理,并在此基础上制定了更加完善的带电检修流程。同时,还开展了多种培训和实践活动,提高带电检修人员的技能水平和安全意识,全面提升带电检修工作的质量和效率。优化和规范带电检修流程,注重安全管理和科技创新应用,将有助于提高带电检修工作的安全性、高效性和可持续性。

结语

综上所述,为满足变电站对高压设备的检测需求,还应顺应时代发展,积极改进电气视乎,用技术手段升级高压设备的电气试验仪器,完善试验设备的功能,使其准确评估高压电气设备的整体性能,提升变电站设备管理质量。与此同时,相关部门还应积极促进高压电气设备试验技术的改进,升级电气试验技术,减少试验仪器误差,获取高价值高压电气设备试验效果,为我国电力企业的健康发展提供助力。

参考文献

- [1]丁小虎,谢航.人脸识别技术在数字工地智慧安监平台的研究与应用[J].信息与电脑(理论版),2019(02):138-140.
- [2]韩啸虎,余鹏果.基于全过程质量安全监管平台的智慧工地的研究与实现[J].国际公关,2019(05):160-161.
- [3]于定鑫.高压输电线路状态检修技术指导[J].变压器,2020,57(08):90.
- [4]陈瑾,荆蕾,刘健.浅析应急状态下带电检修安全要素[J].数字通信世界,2020(08):34-35,38.
- [5]徐峰.220kV高压输电线路带电检修的技术分析[J].中国高新区,2017(19):106.