

35 kV输电线路实施中间电位带电作业安全方法的研究

随着国民经济的快速发展, 社会对供电企业的供电可靠性和电能质量提出了更高的要求, 加强35 kV架空线路的带电检修和维护作业, 是提高电力系统供电可靠性的有力措施, 是提高设备和电网的稳定性安全有效的的重要途径。阐述了中间电位带电作业方法的基本原理, 以中间电位作业法带电更换35 kV输电线路绝缘子项目为例进行了具体的实例研究, 分析了项目实施的主要难点和创新点, 指出了项目实施时绝缘安全工器具要求及具体作业步骤流程, 随后阐述了35 kV输电线路实施中间电位带电作业的特点和优势所在, 指出了作业过程中的安全注意事项, 并对输电网带电作业中实施35 kV中间电位带电作业的发展前景进行了展望。

黄 旭¹ 周文涛² 李 鹏¹ 刘兆领² // 1. 国网天津城东供电公司
2. 国网天津市电力公司



黄 旭/工程师

关键词/Keywords

输电线路·
带电作业·
中间电位法·
安全注意事项·

随着国民经济的快速发展, 社会对供电企业的供电可靠性和电能质量提出了更高的要求^[1]。输电线路主要是指连接发电厂与变电站以及变电站之间的35 kV及以上电压等级传输电能及联络的电力线路, 是现代电力系统中不可或缺的重要组成部分。尤其是电力改革实现厂网分开之后, 输电线路在电网中的地位更加突出, 主要承担着将强电流长距离输送的任务, 是电网安全、经济和可靠运行的关键环节。它的健康状况将会直接影响着用户的供电可靠性、供电单位的经济效益。35 kV输电线路具有建设成本低、建设周期短和供电半径较大等诸多优点, 但由于其绝缘水平低而导致其在大气过电压、污秽或其他外界因素作用下容易发生故障。随着城市建设进程的迅速发展, 广大用户对于输电线路计划检修和故障抢修时的少停电甚至是不停电的要求也越来越高。因此, 加强35 kV架

空线路的带电检修和维护作业, 是提高电力系统供电可靠性的有力措施, 是实现国家电网公司供电可靠性指标的有效举措, 可以有效解决设备停电检修和向用户不间断供电之间的矛盾, 是确保电网安全稳定运行的重要方式。

所谓带电作业, 就是指对高压电气设备设施进行不停电的作业。当前, 除传统的地电位带电作业方法外, 国内已开展的带电作业主要集中在110 kV及以上输电线路等电位作业方式和10 kV及以下配电线路上的中间电位作业方式两个区域^[2]。等电位作业主要是指人体与带电体处于同一电位进行作业, 作业时往往要占据设备净空尺寸, 使得带电部位变大, 电场畸变, 设备放电电压降低。虽然等电位作业效率相对较高, 但因为35 kV输电线路具有导线间距小、电压等级高和输送容量大等特点, 所以一般不提倡在35 kV输电线路采用等电位作业方法。

随着国内主要带电作业工器具生产厂家技术的日益成熟, 目前已经成功研制出35 kV带电作业用绝缘手套、绝缘服、绝缘靴和绝缘安全帽等个人防护用具, 绝缘导线、遮蔽罩及绝缘毯等绝缘遮蔽用具, 在硬件上已经具备了利用绝缘斗臂车开展35 kV中间电位作业法的必要条件。因此, 为减小检修工作的停电影响范围和提高企业经济效益、社会效益, 采用中间电位作业法实现对35 kV架空输电线路真正不停电检修是非常必要的, 将大大减少输电线路计划检修的大

面积停电时间,改变目前常规的35 kV输电线路计划检修工作需要停电进行的现状。

中间电位作业法工作原理

中间电位作业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空间距离,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。

中间电位作业方式的示意图如下图所示。

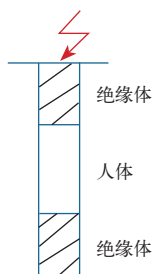


图 中间电位作业方式示意图

由上图可以看出,中间电位作业时,人体与带电体的关系是:大地(杆塔)→绝缘体→人体→绝缘工具→带电体,这时候人体的电位是介于带电体的高电位和地电位之间的某一个悬浮电位。在实施作业时,人体通过两部分绝缘体分别与接地体和带电体隔开,由两部分绝缘体限制流经人体的电路,所以只要绝缘操作工具和绝缘平台(或绝缘斗臂车)的绝缘水平满足规定,由绝缘操作工具的绝缘电阻和绝缘平台(或绝缘斗臂车)的绝缘电阻组成的绝缘体即可将泄漏电流限制到微安级水平。同时,由于两段空气间隙达到了规定的作业间隙,由两段空气间隙组成的电容回路也可将通过人体的电容电流限制到微安级水平。中间电位作业时由于人体电位高于地电位,体表场强相对较高,为防止人体产生不适必须采取相应的电场防护措施。

35 kV架空线路中间电位作业项目实例分析

本实例是一种利用绝缘斗臂车对35 kV输电线路带电更换绝缘子的中间电位作业方法,由工

作负责人(兼安全监护人)、斗内电工和地面电工配合作业,包括现场作业工器具检验、绝缘遮蔽、更换绝缘子作业和拆除遮蔽等步骤,主要应用于35 kV输电线路的带电抢修和维护作业,提高输电线路的供电可靠性。

1. 35 kV输电线路中间电位法带电更换绝缘子项目计划实施过程

35 kV输电线路中间电位法带电更换绝缘子项目主要包括以下实施过程:

1) 选择作业现场,获取作业现场导线截面、长度等设备型号参数以及作业环境情况。

2) 依据现场设备情况,提出作业所需的人员及工具设备的配置,对作业过程中的关键步骤进行仿真计算,确定作业所需工器具的主要技术要求。

3) 结合作业要求配置开展作业项目所需工器具,并对工器具主要性能参数进行试验验证,以确保工器具满足安全要求。

4) 根据作业项目、现场实际、工具装备及人员情况,编制项目组织措施、技术措施和现场标准化作业指导书,并对其进行审核。

5) 选择模拟场地进行停电及带电情况下的模拟试验,对设备及作业流程进行验证,并对作业人员进行技术培训。

6) 现场实际操作。在充分论证作业项目工器具设备及操作流程安全可行的情况下,在实际线路中开展项目作业。

2. 中间电位作业法带电更换35 kV输电线路绝缘子项目实施的主要难点及创新点

(1) 项目实施难点

该项目实施的主要难点在于:这是一种新的作业方法,目前国内尚无实施先例,主要是由于电压等级相对较高,但空间距离相对110 kV输电线路较狭窄,对作业人员的动作要求极高,对安全防护要求极为严格。

(2) 项目实施主要创新点

该项目的主要创新点在于:通过使用新型35 kV带电作业用绝缘工器具,提出适用于35 kV带电作业时的安全距离要求,研究在35 kV输电线路上的

具体作业方法,提出一种新的作业模式并使其标准化,便于进一步推广应用。

3. 中间电位作业法带电更换35 kV输电线路绝缘子项目实施的主要作业工器具

项目要求所使用绝缘斗臂车为至少17 m高的35 kV用绝缘斗臂车,另外对绝缘手套、绝缘服等绝缘防护用具,绝缘毯及绝缘遮蔽罩等绝缘遮蔽用具必须通过专业部门的绝缘电气试验要求,即要求必须每半年通过一次1 min工频耐压95 kV的预防性试验要求,工频耐压试验以无击穿、闪络及过热为合格。实施作业的工器具及材料如下表所示。

表 实施作业的工器具及材料

序号	工器具及材料名称	型号	数量
1	绝缘斗臂车	35 kV	1辆
2	绝缘绳	35 kV	2条
3	绝缘毯	35 kV	6块
4	导线绝缘遮蔽罩	35 kV	6支
5	横担遮蔽罩	35 kV	1副
6	绝缘服	35 kV	2套
7	绝缘靴	35 kV	2双
8	绝缘手套	35 kV	2双
9	羊皮手套	35 kV	2双
10	绝缘毯夹	35 kV	20个
11	绝缘操作杆	35 kV	1副
12	绝缘拉杆	35 kV	1副
13	绝缘托瓶架	35 kV	1副
14	绝缘安全帽	35 kV	2顶
15	滑车组		1套
16	防潮苫布		2块
17	防护围栏		1套
18	高压验电器		1个
19	绝缘检测仪		1台

4. 中间电位作业法带电更换35 kV输电线路绝缘子项目实施的作业步骤

(1) 人员组合

本项目作业人员共需5人,其中工作负责人(监护人)1人;斗内电工2人;地面电工2人。

(2) 工具储运与检测

1) 领用绝缘工器具、安全用具及辅助用具,应核对工器具的使用电压等级和试验周期。

2) 领用绝缘工器具,应检查外观完好无损。

3) 工器具运输前,各种工器具应存放在工具袋或工具箱中,金属工具和绝缘工器具应分开装运,以防止相互擦碰造成损坏。

(3) 现场操作前的准备

1) 工作负责人应当按照带电作业工作票内容与调度进行联系,申请停用相应线路重合闸^[3]。

2) 工作负责人应核对线路双重名称和杆号。

3) 将斗臂车停在适当作业位置,现场应根据工作环境设置安全围栏、警告标志或路障。

4) 工作负责人宣读工作票,交代工作任务,对工作班成员进行危险点告知,交代安全措施和技术措施,确认每一个工作班成员都已知晓,检查工作班成员精神状态是否良好,人员是否合适。

5) 作业前,检查各类安全作业工器具外观是否良好并擦拭干净。使用绝缘检测仪对绝缘服、绝缘毯和绝缘遮蔽罩等绝缘工具进行检查,确认其绝缘电阻值不低于700 MΩ,否则需更换。

6) 斗内电工穿戴好个人绝缘防护用具,携带高压验电器和绝缘遮蔽罩等作业工器具,进入工作斗内,系好安全带。

(4) 操作步骤

1) 斗内电工操作绝缘斗臂车在适当位置对带电体和接地构件进行验电,经工作负责人许可后进入带电作业区域。

2) 斗内电工按照先带电体后接地体、由近及远和由下到上的顺序,用导线遮蔽罩、绝缘毯和横担遮蔽罩等分别对导线、绝缘子和横担进行绝缘遮蔽。

3) 完成绝缘遮蔽后,斗内电工提升绝缘斗至横担适当位置,准备对中相绝缘子进行更换。将导线保护钩固定在横担上,另一侧保护钩挂在导线紧线器上。

4) 斗内1号电工在2号电工的配合下,先将紧线拉杆托瓶架前端卡具卡在耐张线夹上,再将后端卡具卡在横担侧直角挂板上,并将前、后端卡具的保险销子封好。

5) 斗内1号电工在导线侧稍微收紧丝杆,检查卡具前后端受力情况以及丝杆行程等,确认无

问题后汇报工作负责人。1号电工随后继续收紧丝杆,两个丝杆的受力应均匀,将绝缘子串荷载转移到拉杆上面,使绝缘子串松弛,落在绝缘托瓶架上。

6) 斗内1号电工检查前后端卡具,绝缘托瓶架、紧线拉杆和丝杆等受力部件,手扶导线冲击确认无问题后汇报工作负责人,经许可后将绝缘子串前端的绝缘隔离解开,取出锁紧销,使绝缘子串与线夹碗头脱离。

7) 斗内1号电工摘开绝缘子串横担侧挂点,拆除绝缘子串上的绝缘毯,绑扎好并摘开绝缘子串横担连接,将旧的绝缘子串放下,同时将新的绝缘子串利用绝缘绳传递至工作位置,注意新绝缘子串安装好后及时恢复绝缘隔离遮蔽措施。

8) 按拆除绝缘子串相反顺序恢复与横担和线夹的连接,缓松卡具丝杆使绝缘子串受力,冲击检查各部位连接良好后,报告工作负责人,经许可后拆除更换工具。

9) 按照步骤3)~步骤8)对另一边相实施作业,待两边相作业完成后,拆除绝缘支杆传回地面。

10) 待三相绝缘子全部更换完毕后,斗内电工按照先接地体后带电体、由远及近和由上到下的顺序依次拆除绝缘遮蔽,绝缘斗退出工作区域,斗内电工返回地面。

11) 工作负责人对完成后的工作进行全面检查,确认符合验收规范要求后,记录在册并组织召开现场收工会进行工作点评,然后宣布工作结束。

12) 工作完毕后,汇报调度工作已经结束,工作班撤离现场,可以恢复线路重合闸。

5. 安全注意事项

1) 带电作业应在良好天气下进行。如遇雷电、雪、雹、雨和雾等不准进行带电作业。风力大于5级,或湿度超过80%时,一般不宜进行带电作业。

2) 使用35 kV绝缘斗臂车作业时,其绝缘臂的最小有效绝缘长度为1.5 m。

3) 带电作业时,作业人员应保持对地不少于0.6 m、对邻相导线不少于0.8 m的安全距离,如不能确保该安全距离时,应采用绝缘隔板等其他绝缘遮蔽措施。

4) 拆开绑扎绝缘子与导线的扎线时,扎线线头不能太长,以免接触接地体。

5) 导线的拉起及放下的速度应均匀而缓慢,以防止导线晃动引发安全事故。

结束语

35 kV架空线路中间电位作业方法利用现已成熟的35 kV带电作业用绝缘工器具,使用绝缘斗臂车,对35 kV架空线路开展作业,大大减少了35 kV输电线路计划停电时间,实现了真正不停电检修作业,有效改变了35 kV输电系统故障抢修和缺陷处理等需要在线路停电状态下进行的状况,为检修35 kV输电网提供了新方法,提升了供电企业的经济效益和社会效益。同时,该作业方法有效解决了线路设备停电检修和向用户不间断供电的矛盾,大大提高了电能质量。随着35 kV架空线路中间电位作业技术的不断完善,35 kV输电网带电作业必然朝着更加安全高效和智能化的方向发展。

参考文献

- [1] 郝旭东. 带电作业基础知识 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.
- [2] 胡毅, 刘凯, 刘庭, 等. 带电作业技术与标准制定 [J]. 高电压技术, 2012, 38 (11): 3015-3023.
- [3] Q/GDW 520—2010 10 kV架空配电线路带电作业管理规范 [S].

(收稿日期: 2015-02-10) EA

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告