

特高压直流输电技术的分析与探究

陈正溥

(国网国际发展有限公司, 北京 100032)

【摘要】 电力技术发展及应用关系着群众的用电安全, 而特高压直流输电作为我国发展建设中的重要组成部分, 创造了世界电力工业史上的奇迹。特高压直流输电线路故障问题发生概率较高, 为延长线路运行期间的全生命周期, 需要细致分析引发特高压直流输电线路故障问题的原因, 结合此原因制定出专项可行的技术防控对策, 确保特高压直流输电线路运行期间的安全性及平稳性, 确保与实际要求相符。一个国家未来的电力分配, 特别是可再生能源和区域能源分配, 需要高压远距离传输点或点数据。分析了两种输电方式的可靠性, 并采取经济合理的稳定措施提高运行的可靠性和稳定性, 考虑到当地高压直流输电线路规划建设特殊性, 有利于实现“智能电网”的目标。但就目前情况来看, 特高压直流输电技术应用中还仍然存在着一些问题有待解决, 因此需要电力企业相关从业人员对其进行全方位的分析, 并提出合理的对策进行解决, 进而保障电力的可持续运输, 提高群众的用电质量和用电安全。

【关键词】 特高压; 直流输电; 技术; 分析

引言:

特高压直流输电不仅可以改善电网结构, 以此有效缓解电能压力, 还可以解决我国远距离输电的问题, 提高输电的稳定性、安全性和经济性, 满足企业生产以及人们生活上的用电需求。相较其他输电线路而言, 特高压直流输电线路具有运输距离长、跨越地区的地形地貌、气候环境复杂程度高等特征。为从根本上提高特高压直流输电运行期间的安全管控水平, 需要应用更加先进的故障测距手段, 针对不同故障问题制定出专项可行的处理方案。智能网络是适应温室气体减排和低碳经济发展, 鼓励可再生能源生产绿色能源, 逐步取代传统石化能源, 提供智能自动化、可靠性、安全性和经济性的现代网络, 高可靠性和自给自足性是智能网络的重要特征和目标传输的可靠性意味着考虑到合理的计划停机时间, 系统节点必须停止。它可以抵抗断开连接。基于此文章对特高压直流输电技术进行分析, 探讨了该技术的发展与优化, 并研究了技术应用的发展前景, 最后提出实际应用策略, 以期能够为相关人士提供参考借鉴。

一、分析特高压直流输电系统

对于特高压直流输电系统而言, 其安全稳定的运行是需要特定的情况下和一定时间内计划的电力和能源传输, 现如今在特高压直流输电系统运行的过程中, 其顺利运行主要是包括了强制停机系数、强制

停机和计划停机速度、计划停机和能源利用率。特高压直流输电系统的可靠性与设计标准和部件可靠性有关, 输电系统的建设成本也会随之增加, 随着可靠性指标的提高, 用户在额外成本和不可靠性损失方面的支出也在增加, 与停电相关的相应减少。可靠性优化的目的是提高系统的可靠性并增加其建设成本, 这等于降低用户的可靠性成本。首先是需要保证其运行的安全性和稳定性。通常情况下特高压直流输电技术在实际运行的过程中, 必须要充分地去结合运行环境的实际需要, 通过结合运行环境, 不断优化运行技术, 保证运行过程中可以更加安全和稳定。其次在运行的过程中, 还需要对其运行技术进行优化和完善, 结合我国特高压直流输电技术的实际运行需要, 在运行的过程中, 不断进行优化和调整, 保证运行技术可以满足实际的需要, 为我国特高压直流输电技术快速稳定发展提供出相应的保障, 在这个基础之上也是可以促进我国电力行业快速稳定的发展, 为人们的日常生活和社会主义经济建设发展提供出一定的基础, 所以在实际工作开展的过程中, 必须要引起相关工作的足够重视。

二、分析特高压直流输电技术

(一) 分析输电系统的结构

通过持续地发展特高压直流输电, 能够全面的促进我国的水电、火电以及核电等发展和进步, 对我国

的电力布局做出合理的优化和完善,但特高压直流输电在输送过程中没有其他输电落点,可见供电稳定性与安全性与换流站设计有着直接的关系,基于此应在系统结构设计中对此加大关注力度,避免应用中因换流站而降低整体效果。同时,当前我国特高压直流输电基本以双极系统接线方式为主,结合十二脉动换流站可以提供多种运行方式,比如直接的将电力输送到终点的位置上,那么对于这种方式而言,其输送的容量相对比较大,在输送的过程中,距离也是比较远,是可以在交换阀出现故障的情况下,能够最大程度上去减少损失,对其输电安全稳定的运行提供出相应的保障,最终也是可以实现电力科学稳定的发展,因此需要引起足够的重视。

(二) 分析柔性直流输电

对于柔性直流输电的技术而言,主要是能够妥善的去解决输电技术之中所存在的一些棘手方面的问题出现,所以为了能够更好地控制交流侧的无功和有功的功率,则是需要合理的去改善 VSC 电子器件的开断情况,这样便可以保证电网更加安全和稳定的去运行。柔性直流输电系统采用两电平换流器,并联换流站与串联换流站相比具有损耗更低,根据桥臂的等效特性扩展方法更加灵活等优点,换流站可采用并联接线方案,换流器仍通过交流电压支撑工作,从而使调节范围进一步扩大,更好地控制电流的传送速度。同时柔性直流输电系统也可以采用全桥式柔性直流换流器,电压出现急剧下降启动保护,并且也是可以对系统之中所出现的短路电流做出合理的控制和优化,有效的去抑制侧短路电流的出现,最终避免了因为短路所出现的容量增大情况,因此在相关工作进行开展的时候,工作人员需要充分结合柔性直流输电技术的实际需要,采取完善的措施进行优化,保证各项工作得到顺利的实施和开展。

(三) 分析输电分布的电容

在我国社会主义经济建设快速发展的过程中,特高压输电是作为一项十分重要的技术,也是为经济的建设和发展提供相应的支持,但是在实际工作开展的过程中,地上和地下之间是存在一定的分布电容,其中所需要的电线长度相对比较长,在实际用电的过程中,依然是会存在电容电流出现流失,所以超高压长输电线在稳定的状态下,可能因为电容的存在而受到影响,因此在技术应用中需要对此加大关注力度。可控硅换流器触发电路可以在直流输电中更快地调

节、改变电流的方向,可以直接对故障系统提供支援,该技术促进了特高压产业的发展,也为后续研究提供了方向,更好地保证电力系统的整体发展情况,为社会主义经济建设和人们生活水平的提高奠定出相应的基础。

三、分析我国特高压直流输电技术的应用措施

(一) 对主接线选型合理进行

对于特高压直流的输电技术而言,在实际进行应用的过程中,主接线的选型工作是十分重要和关键的,其中基本上是根据成套的设计方式来进行实现的,因此在实际进行工作中,必须要对其系统的可靠性以及系统损耗和实施难度引起足够的重视,合理选择接线方案以及相应的交流、直流设备具体配置方案,进行完整全面的研究论证,综合考虑现有技术水平,采用换流器串联的接线方案。同时要确定主接线方案的关键因素,考虑换流变压器的设计制造和运输方面因素,不论是两个十二脉动换流器方案还是三个十二脉动换流器的串联方案,都需要考虑主设备、控制保护和直流场的复杂程度,采用分层接入方式接入 500kV/1000kV,在这个基础之上,还需要对交流电压的等级做出相应的明确,并且是要求低端接入 1000kV 交流电网,提高运行过程中的稳定性,同时也是可以提高电力系统的整体运行效率,保证系统安全稳定运行。

(二) 分析间隙计算和直流场的选型

正负 1100kV 的特高压直流输入对外绝缘要求大幅提高,在空气间隙计算中应考虑绝缘距离和电场不均匀程度两个方面,主要是可以通过选择使用传统的户外直流场方案,也是可以通过选择使用户内直流场方案,通过持续优化电极形状去控制电极表面的电场电镀,使其可以减少安全空气间隙的距离。除此之外采用户外直流场方案需充分考虑淋雨、电极微小缺陷、绝缘裕度等因素,通过优化电极形状减小安全空气间隙。户内直流场选型设计时按照棒板间隙模型计算,极线设备对地距离大于二十米,并且也不需要考虑淋雨和风荷载设计对其设计方案所带来的不良影响,但是需要引起注意的则是,必须要保证较高的电极形状系数,同时极线设备对地的距离也是需要能够控制在十三米左右。

(三) 提高监督和运营维护

对于特高压直流输电项目而言,实际开展各项工作的时候,需要提高维护工作,对维护工作的标准和

内容进行明确,持续的提高工作人员日常运营和维护工作的能力和水平,实际工作中通过采用非磁性材料形成闭合电磁回路,并且还需要要求金属夹板的厚度能够大于等于三毫米,避免主变套管均压环、导线金具未打排水孔的问题。同时要确保工作人员按照相关标准开展运营和维护工作,详细记录特高压直流输电工程的具体情况,发现问题要及时进行分析并解决,在此基础上需要进一步加强反思,对维护过程中发现的问题进行总结,为日后工作的稳定运行提供出相应的保障。

(四) 提高特高压直流输电设计

实际工作开展的过程中,因为工作人员存在设计方面的失误,在设计特高压直流输电线路的过程中,没有能够严格根据相关的标准来实施设计,这样会导致其电网运行的过程中出现稳定性方面的问题,为提升特高压直流输电线路的安全性能,设计人员需要严格遵照标准与规范实施设计操作,在设计电网规划时,需要系统调查各个环节,关注特高压直流输电线路的走向,结合当地的环境与情况进行科学设计并针对相应的标准拟定抵抗灾害的标准。设计人员在设计前也应考察施工地区的地势地貌,使其选择更加合理的杆塔基础型号,在此过程中,还需要充分的考虑输电线路的稳定性,对施工规定和规范进行明确,为日后的建设提供出相应的支持。

(五) 加强工作人员自身的综合能力

在实际进行工作中,需要选择具有责任心的工作人员,施工前必须要提高培训建设队伍的整体素质和能力,与此同时也是可以通过技术培训的方式提高工作人员技术水平,对于表现优秀的施工人员可予以一定的物质和精神奖励,从而能提高施工人员的积极性;而管理人员则应通过巡视了解施工人员的情况,判断当前是否存在建设安全问题。同时,施工人员应结合实际情况选用技术设备等,判断地质情况后确定大地接线截面积,如发现接地装置不合格引起的接地问题,可直接更换接地装置,而因施工原因引起的此类事故,必须要做到深入的点差,对违规施工单位做出严肃的处理,后续也是可以通过培训的方式提高工作人员安全意识。

总结:

综上所述,我国特高压直流输电是指 $\pm 800\text{kV}$ 及以上的电压,随着近几年我国各地区对输送容量要求的不断提高,为了使我国电力资源得到合理

开发和利用,对特高压直流输电技术的研究正不断深化,现已可以实现超远距离输电这一目标,解决了自然资源和能源分布不均的问题。随着全球能源互联网建设的逐步推进,特高压直流输电工程趋于稳定,但若想在世界保持领先地位,我国还需进一步完善特高压直流输电技术,提高系统对环境的适应性,在此基础上深入研究特高压直流输电系统的技术与经济性。在如今全世界电力系统大规模采用直流输电的情况下,特高压直流输电技术的应用优势较为明显,综合比较现有的高强度输电手段,该技术的经济效益更高、适用范围更广,能够在使用中灵活改变输电方式,电能输送会最终注入交流电网,不仅可以保证地理优势不明显地区资源的合理利用,且能够减少输电过程中的线路损耗,提高一次能源利用率。

参考文献:

- [1] 吕鹏飞. 交直流混联电网下直流输电系统运行面临的挑战及对策 [J]. 电网技术, 2022 (2) 503-510
- [2] 彭发喜, 黄伟煌, 刘涛, 辛清明, 雷博. 联于海岛弱交流系统的直流输电系统稳态优化控制策略 [J]. 能源工程, 2021(06):74-78.
- [3] 辛保安, 郭铭群, 王绍武, 厉璇. 适应大规模新能源友好送出的直流输电技术与工程实践 [J]. 电力系统自动化, 2021,45(22):1-8.
- [4] 赖业宁, 郑亮, 宋东阔, 谢丽军. 基于光伏无功补偿的直流输电系统换相失败抑制策略 [J]. 机械与电子, 2021,39(11):8-14.
- [5] 吴芳柱. 基于 LCC-MMC 的混合直流输电系统优化控制方法 [J]. 电机与控制应用, 2021,48(11):86-91.
- [6] 卢铁兵, 申南轩, 苏子寒, 马文祚. 计及海拔、湿度和颗粒物影响的高压直流输电线路离子流场特性研究综述 [J]. 南方电网技术, 2021,15(10):46-58.
- [7] 邱志远, 冯文昕, 刘浩, 鄢天毕. 直流输电控制保护系统的电压控制与自动化运维模型 [J]. 制造业自动化, 2021,43(10):114-118.
- [8] 周亮, 王勇. 基于萤火虫算法的特高压直流输电线路绝缘配合 [J]. 湘潭大学学报 (自然科学版), 2021,43(05):70-78.
- [9] 鲁聪, 杨子腾, 郑小立, 鲁国栋. $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流输电换流阀核相试验分析 [J]. 科学技术创新, 2021(29):33-35.