

交流特高压输电线路关键技术的研究及应用

王金童 欧阳军 张得科

(甘肃送变电工程有限公司, 甘肃 兰州 730050)

【摘要】交流特高压输电线路是现代电力传输领域的一项重要技术, 其关键技术的研究与应用对于提高电力传输效率、降低能源损耗具有重要意义, 因此要加强对交流特高压输电线路关键技术的深入性研究, 把握技术的实施要点, 结合实际情况, 完善技术应用模式, 促进输电线路的稳定运作。基于此, 本文通过分析交流特高压输电线路的关键技术, 包括线路设计、绝缘技术、保护技术等方面的研究与应用, 探讨了其在电力传输领域中的重要作用。

【关键词】交流特高压输电线路; 关键技术; 电力传输; 线路设计; 绝缘技术

引言:

随着人们对电力需求越来越大, 电力资源分布也趋于零散, 如何高效稳定地进行电力传输已经成为当代电力工业中的一个重要课题。而交流特高压输电线路这一技术有着广阔的发展前景, 对现代电力传输体系有着举足轻重的影响。交流特高压输电线路可实现发电厂向用户长距离输送电力, 因其输送能力大、损耗低、投资少等优点而受到广泛重视。

一、交流特高压输电线路的特点

交流特高压输电线路以其输电电压极高、运行平稳可靠、远程传输能力强以及环境友好等特点, 显示出现代电力传输技术所取得的突出成就, 交流特高压输电线路作为我国科技与工程领域中的一颗明珠, 在给电力行业带来全新生机的同时, 也给人民群众带来了有效、可靠、环保的供电, 促进了我国社会前进与发展^[1]。

首先, 交流特高压输电线路的一个突出特性是它具有非常高的输电电压, 与传统输电线路相比, 交流特高压输电线路使用电压级别一般可达 800 千伏乃至更高, 该高压电力传输具有输电损耗低、电力传输效率高的优点。与此同时, 高压电力具有超强的输送能力, 可以满足人们对电力的大面积、高容量需求, 从而为我国经济发展以及能源供应等方面提供有力支撑。

其次, 交流特高压输电线路电力传输时显示出来的稳定性与可靠性, 这是它令人瞩目的特征之一, 因输电线路携带着较大的电压与电流, 所以在线路设计、材料选择及施工工艺等方面, 均需进行严格考虑与实践验证, 特高压输电线路既要能承受极高电压与

电流, 又要能处理复杂多变的天气条件与环境因素。从而使交流特高压输电线路防雷、避冰、抗震技术突破及设备可靠性与稳定性达到极高水平, 保障电力传输安全稳定运行。另外交流特高压输电线路的远程传输能力是其中一个独有的特征, 交流特高压输电线路可以跨越远距离传输电力, 大大扩展电力传输范围与覆盖面。这样, 在距离电力源较远的区域也可以通过特高压输电线路得到稳定供电, 方便了人民群众的生活以及工作, 与此同时, 特高压输电线路远程传输能力为实现各区域电力互联互通、推动各区域共同发展与协作提供可能。

最后交流特高压输电线路具有的环境友好性是它独有的特征之一, 传统电力输电线路通常产生巨大输电损耗, 而且还会给周边环境带来一定影响。而交流特高压输电线路能够有效地降低输电损耗, 减少环境影响, 有利于可持续发展。另外特高压输电线路占用土地面积比较少, 降低土地资源占用, 同时满足现代社会对于资源合理使用与保护。

二、交流特高压输电线路的关键技术

(一) 线路设计

交流特高压输电线路作为能源基础设施的重点工程, 在确保电力传输平稳可靠的前提下, 设计过程中也要综合考虑多方面因素。线路设计所涉及的关键技术既有电气学、材料学、结构力学及其他有关学科, 又需考虑地理环境、气象条件、社会经济因素及其他诸多因素^[2]。

在线路设计时, 需兼顾输电距离与负载容量的关系, 在特高压输电线路设计中, 输电距离是第一位的, 它是指发电站向终端用户输送电力的距离。同时设计

者也需结合实际情况来决定线路负载容量来满足用户用电需求。它涉及电力系统规划与结构设计,需综合考虑输电线路输电能力及随负载变化而产生的热负荷。同时,线路设计需兼顾电气特性与材料选择,特高压输电线路设计既要考虑电力传输稳定高效,又要考虑到电气特性的影响,例如,设计者需综合考虑对线路电压水平、频率以及电流进行选取,从而确保电力传输平稳可靠。同时在对线路进行选材时,设计人员需综合考虑绝缘材料,导线材料以及其他材料的性能,从而确保在多种环境情况下线路运行的安全性与稳定性。另外在线路设计中还要考虑结构力学、地理环境因素等,特高压输电线路设计需综合考虑结构强度和抗震性能,设计者需结合路线地理环境、气象条件等因素,制定路线设计参数才能达到路线安全。例如设计者需综合考虑路线所在区域的风速、温度、地形、土壤来决定路线结构形式,兼顾抗风、抗冰、抗震设计要求。

最后在线路设计中还要兼顾社会经济因素及环境保护的要求,特高压输电线路设计需配合地方社会经济发展及环境保护要求。在设计过程中,设计师必须权衡线路对土地利用、环境以及人们生活的各种影响,目的是尽可能地降低其对当地的社会、经济和环境带来的负面效应。

(二) 绝缘技术

在交流特高压输电线路,绝缘技术是其中必不可少的一项关键技术。电力传输中特高压输电线路携带了大量电压与电流,为确保线路安全平稳运行,绝缘技术在输电线路设计与施工中得到了广泛地应用。一方面,绝缘技术能够有效减少输电线路电能损耗并提高传输效率;另一方面也能预防电力系统短路,漏电等安全事故,维护人员及设备安全。所以,特高压输电线路施工过程中绝缘技术运用非常关键。

绝缘技术包括绝缘材料与绝缘结构两大内容。绝缘材料指特高压输电线路隔离电流用材料,其绝缘强度高、绝缘阻抗大、能有效屏蔽电流泄漏与损失。常用绝缘材料有陶瓷、玻璃纤维和高分子材料,这些绝缘材料绝缘性能好,机械强度高,能经受高压电场。在特高压输电线路中,绝缘结构指的是用于支撑和固定绝缘材料的特定结构方式,既要有足够的机械强度,又要确保绝缘材料稳定可靠,常用绝缘结构有绝缘子串、绝缘子悬挂装置,这些绝缘结构可对输电线路起固定隔离作用^[3]。

然而特高压输电线路绝缘技术也会受到诸多挑

战,比如在电力传输时,电压、电流发生变化,会给绝缘材料及结构带来巨大压力及耐压需求。再者,外部环境条件的影响,例如高温、强风和大雨等,都会对绝缘技术的稳定性和可靠性提出更高的标准。国内外科研人员为迎接上述挑战而不断创新研究,研制了一系列绝缘材料及其结构新形式,如研究者通过对材料组成与结构的变化来增强绝缘材料绝缘强度与抗压能力;将纳米材料与高分子复合材料引入其中以改善绝缘材料绝缘性能与机械强度。另外,一些新的绝缘技术也正受到人们的普遍重视并被采用。如气体绝缘技术用气体绝缘性能代替传统固体绝缘材料绝缘强度高、耐压能力强;真空绝缘技术,是通过在绝缘材料的周围创建真空环境,实现更高级别的绝缘效能。

(三) 保护技术

特高压输电线路等关键设施更离不开保护技术,由于特高压输电线路所承载的电力负荷非常大,这不仅关系国家电网能否安全平稳运行,还与亿万家庭用电需求息息相关,所以如何对特高压输电线路进行安全稳定的防护已经成为电力工程师面临的一项重要任务。

保护技术从字面上理解,是指在特高压输电线路受到外界因素扰动的情况下,通过一系列措施与设备确保其能及时发现问题所在,并且采取相应措施避免或者减轻危害。常见外界因素有雷击、地震、风暴等自然灾害和恶意破坏、失效等人为因素,如果保护技术不合理,特高压输电线路所带来的危险与隐患发生概率较高,对于特高压输电线路而言,最为常用的一种保护技术就是过电压保护,特高压输电线路承载着很高的电压,当出现过电压时就会对设备产生严重损坏甚至短路的严重后果,所以必须采取加装过电压保护器及其他设备,以抵抗和预防过电压。过电压保护器通常使用气体放电管、金属氧化物避雷器等设备,通过各种检测和判断手段,及时将过电压导向接地,从而保护特高压输电线路的正常运行。除过电压保护外,还包括过负荷保护,特高压输电线路承载着大量的载荷,当超过额定载荷时就会造成设备温度过高,甚至烧损。过负荷保护技术主要是通过监测电力线路的电流和温度来实施的,一旦检测到电力线路出现超负荷的情况,它会立即切断电源或采取其他相应的措施,以减轻电力设备的负荷压力,确保输电线路能够稳定运行。另外,对于特高压输电线路短路及地线故障问题,必须设置相关短路保护及故障定位装置。

短路保护主要通过对故障段进行及时断开,避免短路电流持续流经而造成更大事故发生,故障定位装置依托于高精度测量技术,可以精确定位故障点从而快速维修与复原。

显然保护技术是特高压输电线路的关键。不仅关系着国家电网能否平稳运行,而且还影响着人们生活的各个方面,在特高压输电线路施工及运行期间,电力工程师需充分意识到保护技术重要性,不断对新型保护装置及技术手段进行创新,完善与应用。唯有如此,才能够对特高压输电线路起到较好的防护作用,保障电力的正常供给,促进社会经济的稳定发展。

(四) 导地线技术

导地线技术作为交流特高压输电线路的关键技术之一,在保证电力输送的前提下也有效解决了电磁场辐射、导线振动及输电线路占地问题,导地线技术使输电线路紧密地连接在地面上,在提高输电线路安全可靠性的同时,也对环境保护起到积极的促进作用。导地线技术核心是合理地设计与布设导地线减少输电线路电磁辐射,由于交流特高压输电线路具有高电压、高电流等特点,产生了大量电磁场辐射,这些电磁场辐射对人及环境造成一定影响。为降低该辐射所造成的伤害,导地线技术采用导线和地面相隔一段距离,并利用支架进行固定的方式,使电磁场能够集中于地下以降低对周边环境的扰动。同时导地线技术也可有效降低跨越居民区及农田输电线路电磁辐射,保障居民及农作物安全。此外,导地线技术也可以有效解决输电线路振动问题,高压输电线路电流流过时由于受到电磁力作用会发生震动,该震动会使导线发生疲劳和断裂甚至造成事故。为解决这一难题,导地线技术利用导线和地面接地,使线路振动经接地装置向地下传递,可以降低对导线冲击,延长输电线路使用寿命及安全性。另外导地线技术可以有效地降低输电线路的占地面积,传统输电线路需占用大量土地资源,对土地利用造成了很大影响,使用导地线技术时,因导线和地面连接紧密,可减少线悬空段和缩小线占地。这样既可以减少农田及居民区被侵占,又可以降低自然环境被破坏的程度,有利于可持续发展。

(五) 无功平衡技术

无功功率,作为一种特殊的电力负荷,不仅不能为电力系统提供有用的工作,还会导致电压波动、线路损耗增加等一系列问题。所以维持无功功率平衡是电力系统稳定运行的关键。无功平衡技术就是通过多种控制手段使得电力系统无功功率总和为零,这需要

对输电线路中无功功率的生成与吸收进行灵活调整,要达到无功平衡,必须特别注意几项核心技术:

首先,为了调整电力系统的无功功率,无功平衡技术必须合理地配置无功补偿器,无功补偿器是一个专为调节系统的无功功率而设计的装置,它主要由静态无功补偿器和动态无功补偿器组成,通过对这些补偿器的合理布置,可根据实际需要灵活控制无功功率生成,以达到无功平衡的目的。

其次,无功平衡技术要靠智能化的监测与控制系统,自动化监控与控制系统广泛应用于现代电力系统,它通过将多种传感器、监测装置以及计算机控制系统整合在一起,能够对电力系统运行情况进行实时监控,并且能够根据需求做出相应调整。该技术的运用不但使无功平衡技术变得更准确、更有效,而且使系统可靠性、稳定性得到改善。

再次,无功平衡技术需依靠高性能功率电子装置才能实现,功率电子设备是一种具有将电能转化为多种形态的电子设备,其应用领域非常广泛,包括但不限于变频器、调速器和逆变器等,就无功平衡技术而言,功率电子装置可以达到准确控制电力系统无功功率。以达到均衡的目的,值得注意的是,在无功平衡技术运用时也需兼顾电力系统动态响应特性与经济性,从整体性的角度来进行科学的管理,减少不必要能源的消耗,提高技术的实施效果。

结束语:

综上所述,交流特高压输电线路作为电力传输领域中的一项重要技术,对其中的关键技术进行研究和应用,对提高电力传输效率和减少能源损耗都有着十分重要的作用。本文从线路设计、绝缘技术和保护技术几个方面对交流特高压输电线路关键技术进行论述,强调这些关键技术 in 电力传输领域的重要性。伴随着科技不断地进步和革新,相信交流特高压输电线路在电力传输领域将会扮演更为重要的角色,给人民群众的生产和生活带来更加可靠和有效的电力供应。

参考文献:

- [1] 朱世忠. 浅谈交流特高压输电线路技术 [J]. 中国高新科技, 2023 (21): 105-107.
- [2] 王媛. 高压输电线路障碍物视觉检测与测距研究 [D]. 沈阳工业大学: 2023.
- [3] 黄广龙. 水利工程高压输电线路杆塔基础大体积混凝土制备关键技术研究 [J]. 水利科技与经济, 2022, 28 (04): 127-131.