

电力工程及其输电线路设计与施工的技术分析

王石兴

国网福建省送变电工程有限公司, 福建 福州 350013

[摘要]电力工程属于国民经济的基础产业范畴,其具备的基础性、专业性以及技术先进性,和社会经济的持续向前发展以及能源结构的稳定运行有着紧密的关联。输电线路是电力系统的关键构成部分之一,它肩负着在发电环节和用电环节之间传输电能的重要使命,其设计以及施工的质量,会直接影响到整个系统的运行安全以及经济效益状况。伴随着我国电力系统规模变得越来越大,同时智能电网技术也在不断地得以推广,输电线路的设计与施工技术正逐步朝着信息化、智能化以及绿色化的方向去发展。文中就电力工程及其输电线路设计与施工展开了一整套的分析工作,从设计要点、施工技术的应用情况以及未来的发展趋势等多个方面展开了较为细致的探讨,希望能够为电力工程建设给予相应的理论方面的支持以及实践层面的指导。

[关键词]电力工程;输电线路;设计;施工技术

DOI: 10.33142/hst.v8i10.18053

中图分类号: TM75

文献标识码: A

Technical Analysis of Power Engineering and Its Transmission Line Design and Construction

WANG Shixing

State Grid Fujian Provincial Power Transmission and Transformation Engineering Co., Ltd., Fuzhou, Fujian, 350013, China

Abstract: Electric power engineering belongs to the basic industry category of the national economy. Its foundational, professional and progressiveness technology is closely related to the sustainable development of the social economy and the stable operation of the energy structure. Transmission lines are one of the key components of the power system, carrying the important mission of transmitting electrical energy between the generation and consumption stages. The quality of their design and construction directly affects the operational safety and economic benefits of the entire system. With the increasing scale of China's power system and the continuous promotion of smart grid technology, the design and construction technology of transmission lines are gradually developing towards informatization, intelligence, and greening. The article presents a comprehensive analysis of power engineering and its transmission line design and construction, with detailed discussions on design points, application of construction techniques, and future development trends. It is hoped that this will provide theoretical support and practical guidance for power engineering construction.

Keywords: power engineering; transmission line; design; construction technology

引言

电力工程在能源基础设施体系里属于极为关键的环节,其技术水平以及工程质量,一方面决定了能源输送的效率以及稳定性,另一方面也体现出一个国家现代化建设的整体水平。输电线路在电力系统当中是连接发电、变电以及配电的重要纽带,其设计以及施工质量对于电网的安全运行有着决定性的意义。传统输电线路设计大多是以安全性和经济性当作核心,然而在当下快速发展的智能化与绿色化这样的时代背景之下,设计理念已经逐步转变为把技术创新与环境协调放在同等重要的位置上,着重于输电通道的空间优化利用、设备智能控制以及施工安全高效同时推进。并且随着输电电压等级及容量持续提高扩大,线路跨越的环境变得越来越复杂,施工技术也就面临着不少挑战。

本文会全面深入地分析电力工程及其输电线路的设计原则以及施工技术,并且对未来的发展趋势展开前瞻性的探讨。

1 电力工程及其输电线路设计与施工的重要性

在现代社会中,电力设备是人们不可或缺的基础设施之一,而输电线路则是实现电能输送的重要通道。因此,对于电力工程的输电线路建设和管理工作具有非常重要的意义。一方面,输电线路的设计需要考虑多种因素,如地形地貌、气候条件、环境影响等因素,输电线路的建造也需要注意安全问题,以确保人员的生命财产安全。另一方面,输电线路的运维检修也是十分重要的,因为输电线路一旦出现故障,将会对整个电网造成极大的影响。因此,电力工程的输电线路建设和管理工作是非常关键的一环,它不仅关系到能源供应的稳定和可靠性,还涉及人民的生活质量和社会经济发展。

2 电力工程及其输电线路设计要点

2.1 输电线路勘察与规划设计原则

输电线路的勘察以及规划设计属于整个工程建设的初始阶段,其具备的科学性与合理性会在很大程度上决定后续施工能够顺利推进的程度以及线路在运行时所具有

的稳定性状况。在设计刚开始的时候,要充分把地形地貌、气候方面的条件、地质的具体结构还有环境保护等诸多方面的因素都综合起来考虑,以此来保障线路路径布局既安全又具备经济性。最初,勘察这个阶段应当运用多源数据采集的方式以及数字化地理信息系统也就是 GIS 技术,进而达成对线路走向展开三维可视化的分析效果,通过这样的方式能够较为全面地掌握地形的起伏情况、植被的分布状态以及地质的稳定性状况。接着,规划设计得依照“安全可靠、经济合理、环境友好”这样的原则来进行,同时还要兼顾到运行维护时候的便利程度以及施工时的可达情况。对于像山区、高原或者是城市密集这类特殊的环境而言,还得结合抗风、抗冰、抗震等方面的因素去开展专项的设计工作,从而确保线路在极端气候条件之下依然能够保持稳定的运行状态。

2.2 输电线路结构优化与路径选择

输电线路结构优化的关键在于提升线路整体的机械稳定性以及运行安全性,与此同时还要兼顾经济性与美观性这两个方面。其结构设计涵盖诸多方面,像杆塔的形式、导线的型号、绝缘子的配置以及防雷接地系统等等。就杆塔设计来讲,得依据电压等级、跨越的跨度还有地形的具体条件来挑选适宜的塔型,比如耐张塔、直线塔或者转角塔之类的,以此来保障线路在受到风荷、冰荷以及张力作用之时能够保持稳定的状态。路径的选择要遵循减少地形障碍以及跨越难度的原则,对转角点与分段长度予以合理的规划,从而确保线路的张力分布是均匀的,施工操作起来也比较简便。在导线与地线的选择方面,需要考量电气性能、机械强度以及经济成本的综合匹配情况,常用的材料有钢芯铝绞线以及复合芯导线这类。随着新型高强度且低损耗导线的不断推广,线路的传输效率以及耐候性都获得了颇为明显的提升。运用有限元分析方法针对线路受力状态展开仿真优化,已然成为现代输电线路结构设计当中极为重要的一项技术手段,能够有效地降低结构风险,进而延长线路的使用寿命。

2.3 电气设备选型与系统安全设计

电气设备科学合理的选型对于保证输电系统能够安全且稳定地运行而言,属于极为关键的一个环节。这里所提到的电气设备主要涵盖了像变压器、断路器、隔离开关、避雷器、互感器以及电容补偿装置等诸多类型。在开展设备选型工作的时候,务必要依据输电的电压等级、系统的容量状况、实际的运行方式以及所处的环境条件等方面的情况来展开合理且周全的配置考量。就高压以及超高压输电线路来讲,应当挑选那些绝缘性能表现优异并且耐热性也相对较高的设备材料,唯有如此才能够有效地防止出现绝缘击穿方面的故障以及设备过热这类故障情况。在针对系统的安全设计方面,需要将短路电流保护、过载保护、接地保护以及避雷保护等多种不同层次的防御机制都充

分纳入到考虑范围之内,并且借助自动化保护装置来达成对系统故障的快速精准识别以及有效隔离的目的,进而切实减少事故所波及的范围以及由此造成的停电损失情况。除此之外,随着数字化变电站以及智能监控系统不断地向前发展,设备的在线监测技术以及远程控制技术也日渐趋于成熟完备了,这便能够使得相关人员实时且准确地掌握设备的运行状态,并且还能够潜在风险尚未爆发之前便提前发出预警提示,从而为电网的运行给予更为可靠的安全保障支撑。

2.4 电力通信与监控系统的完善

在现代电力工程领域当中,通信以及监控系统已然成为了达成智能化管理这一目标的关键支撑所在。就输电线路的通信系统来讲,其不单肩负数据传传输、保护信号还有调度命令传递方面的功能,而且在故障检测、状态监测以及运维管理等方面同样发挥着极为重要的作用。当下,人们普遍会采用光纤复合架空地线也就是 OPGW,与此同时还会运用数字微波通信技术,借由这些来促使信息传输的稳定性得以提升,并且让其抗干扰的能力也获得增强。在监控系统这个层面上,通过借助 SCADA 也就是数据采集与监控系统,能够对输电线路展开实时的监测操作,进而可以针对电流、电压、温度以及振动等这些关键参数实施动态的采集以及分析工作,以此达成远程故障诊断以及智能调度的目的。当把大数据和人工智能算法相互结合起来之后,该系统便能够实现对运行状态的预测以及自适应调控的功能,如此一来便能够让运维效率以及安全水平都得到大幅度的提升。在未来的发展过程当中,随着物联网也就是 IoT 技术得到进一步的应用,输电线路将会实现全生命周期的信息化管理,这无疑为智能电网的构建筑牢了稳固的基础。

3 电力工程及其输电线路施工技术应用策略

3.1 基坑开挖与地基处理技术

基坑以及地基施工属于输电塔架安全稳固的关键环节,其质量会对线路结构的长期可靠性产生直接影响,在基坑开挖期间,要依据地质勘察得出的结果来挑选适宜的开挖方式以及支护结构。对于软弱土层或者含有水层的地基而言,应当采取将加固与排水相互结合的举措,像是注浆固化、砂石换填、CFG 桩或者水泥搅拌桩加固等方式,以此来提高地基的承载力以及稳定性。在山区地段开展施工的时候,需要格外留心边坡的稳定性还有防滑方面的措施,避免出现塌方以及滑坡的风险。在施工进程当中必须要严格把控基坑的尺寸以及标高,保证塔基的位置和设计保持一致。施工完成之后应当实施地基沉降观测以及压实度检测,从而确保塔架基础能够实现长期的安全使用。

3.2 杆塔基础与安装施工技术

杆塔基础施工的质量是决定线路结构稳定与否以及抗荷载能力大小的关键因素。常见的塔基形式有独立基础、

联合基础、岩锚基础以及桩基础等多种类型,具体选用哪种形式要依据地质条件以及塔型来确定。在施工进程当中,务必对混凝土配合比以及养护工艺加以严格把控,以此来保障基础强度以及抗裂性能能够达到要求^[1]。在塔架安装这个阶段,应当运用机械化且模块化的施工方式,借助吊装设备来完成塔段的拼装工作,从而实现提高施工效率以及增强施工安全性这两个目的。在安装操作的过程中,需要对塔身垂直度、连接螺栓扭矩还有节点焊接质量等方面严格加以控制,以确保整体结构具备稳定性和良好的抗风性能。在地形较为复杂的区域或者存在大跨越的情况时,可以采用张力组塔或者是滑移组塔的技术手段,通过这样的方式来削减高空作业所面临的风险,进而提升施工的安全水准。

3.3 架线施工与导线紧线技术

架线施工属于输电线路建设里极为关键的一个环节,其施工的质量会直接对输电的效率以及运行的可靠性产生影响,在开展架线施工的时候,要依据线路跨越的具体情况来挑选恰当的放线以及牵引工艺,常用的方法有张力放线还有滑轮放线这两种。在施工开始之前,得完成导线的绝缘检测以及强度试验,以此保证材料的性能能够符合设计方面的要求。处于紧线这个阶段时,务必要对导线的张力以及弧垂加以严格的把控,借助测距仪和张力的控制系统来达成精确的调整,避免出现导线过松或者过紧的情况,防止由此引发机械疲劳或者是击穿的风险。除此之外,在跨越公路、铁路以及河流等这些特殊的区域之际,应当运用防护网、跨越架等等安全方面的举措,从而确保施工的安全性以及交通的畅通无阻。近些年来,随着无人机以及智能牵引设备的应用,架线作业的自动化程度有了颇为显著的提高,施工的精度以及安全性也都得到了相应的增强。

3.4 设备安装、调试及高压试验技术

设备安装以及调试属于输电工程竣工之前的极为关键的环节,其技术水平和系统的安全投运紧密相关。在安装期间,要严格依照设计图纸和技术规范来操作,保证设备的位置、连接的方式还有绝缘配置都准确无误^[2]。调试阶段需要针对电气设备展开系统性的检测,像绝缘电阻试验、接地电阻测试、开关动作特性试验等等,以此来验证设备性能的可靠性。高压试验是输电线路投运之前必须要经过的程序,借助施加比额定电压更高的测试电压,对线路绝缘系统的耐压性能加以检验,确保系统在长时间运行当中拥有足够的安全裕度。随着数字化测试技术不断发展,在线监测与智能试验设备的运用使得试验数据的精度以及可追溯性有了很大提升,给电力系统的安全运行带来了有力的保障。

3.5 检修工程与安全施工技术

检修以及维护属于输电线路全寿命周期管理里极为重要的一个部分。定期开展的检修工作能够有效地对设备老化、腐蚀还有机械疲劳等诸多问题起到预防的作用,进而使得线路的使用寿命得以延长^[3]。检修工作一般涵盖了

塔体的防腐处理、导地线及附属设施的更换操作、绝缘子的清洗事宜以及对接地系统展开检测等相关内容。在施工的过程当中,务必要严格依照安全作业规程来执行各项操作,同时要做好停电计划方面的安排,还要落实好接地保护的相关措施,以此来防止出现误操作的情况以及避免触电事故的发生。就带电作业而言,应当选用绝缘杆、绝缘斗臂车这类专业的设备,从而切实保障作业人员的人身安全。当处于山区或者跨越区段进行检修的时候,可以凭借无人机巡检手段以及红外成像技术来达成远程检测的目的,如此一来既能降低高空作业所存在的风险,又可以让检修工作的效率得到提升。从安全管理角度来讲,需要构建起较为完善的施工安全体系,进一步强化针对人员的培训工作以及应急响应机制的建设,从而确保施工在整个过程当中都能够保持安全且处于可控制的状态。

4 电力工程及其输电线路设计与施工的技术发展前景

随着能源结构逐步转型以及电网朝着智能化方向不断发展,电力工程还有输电线路技术迎来了全新的机遇。在未来,其将会呈现出三个较为突出的趋势:一是智能化和数字化相融合,借助物联网、大数据以及人工智能来达成全生命周期的监测以及自适应控制;二是绿色低碳要和环境实现协调发展,大力推广环保材料以及节能施工方式,以此来减少碳排放以及对生态的干扰;三是高电压以及长距离输电技术取得突破,特高压直流以及超导技术能够提升远距离输电的效率与安全性。

5 结束语

电力工程以及其输电线路设计和施工属于一项系统性非常强且技术含量颇高的综合性工程。科学的设计理念、先进的施工技术还有完善的安全管理对于保障工程质量以及运行安全而言极为关键。本文经过对设计要点、施工技术以及未来发展趋势展开系统分析能够发现,现代电力工程正持续向着智能化、绿色化以及高效化的方向演进发展。在未来应当在技术创新、设备升级以及管理优化等层面不断推进深入研究,持续提升我国电力工程建设的整体水准,以此为构建安全、清洁且智能的现代电力体系给予坚实有力的支撑。

[参考文献]

- [1]王晓阳,张琳果,李金阳,等.电力工程及其输电线路设计与施工的技术分析[J].中国设备工程,2025(14):205-207.
- [2]欧振峰.电力工程及其输电线路设计与施工技术问题当议[J].中国高新科技,2024(16):80-82.
- [3]李万棉.电力工程及其输电线路设计与施工的技术问题[J].广西电业,2023(3):65-69.

作者简介:王石兴(1982.11—),男,福建省福州市人,汉族,本科学历,中级电力工程师,就职于国网福建省送变电工程有限公司,从事输电运检工作。