

# 大规模海上风力发电的输电技术应用研究

赵鹏飞 刘桂祥

江苏海上龙源风力发电有限公司

**[摘要]**随着全球经济发展速度不断提升,各国对于能源的要求也变得越来越,在化石能源日渐枯竭的背景下,寻找新的可再生能源成为当前各国的重要研究课题。海上风力发电作为清洁能源的代表之一,有非常广大的前景,海洋风能资源极为丰富,发电量比陆地也要大很多,其受外界环境的影响也较少,具有极高的应用价值。为此,我们应重视对海上风力发电技术的研究,不断提升发电、输电、储电的效率,以此为我国经济建设提供更大助力。鉴于此,本文将针对大规模海上风力发电的输电技术应用展开分析,仅供各位同仁参考。

**[关键词]**大规模;海上风力发电;输电技术;应用

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.11.1592

引言:海上风电开发以及相应设备的制造几乎代表的当前风电技术的最高水平,其中的输电技术更是成为各个国家能源行业的研究重点。现阶段,多数的风力发电都采用的交流电网展开线路连接。但是,对于大规模海上风力发电来说,若是采用交流输电的方式,必须要不断提升输电线路的电压水平,这样方可减轻损耗,这样除了会导致变压器的体积不断提升,还会在很大程度上增加海上风电场的运营成本。不仅如此,随着传输距离的不断增加,输电过程中的损耗也会越来越多,这就需要对海上风力发电的输电技术展开更深层次分析。

## 一、大规模海上风力发电的选址分析

若想提升海上风力发电的综合水平,我们必须要选择适合的地址,这样方可保证风力发电工作的顺利开展,更为高效地利用海上的风能资源。但是,海上风力发电的选址存在非常强的复杂性,若是没有选择一个有利位置,除了会影响海上风电场的建设,还会对后续的风电场运营产生极大的负面影响。为此,我们在选择海上风力发电地址时,应从多个层面展开分析,综合考虑风力发电场建设前、建设中、建设后可能遇到的各类问题,保证风力发电项目的顺利开展。

首先,我们应做好相应的项目审批工作,在获得有关部门的海域使用权批准后,方可开展海上风力发电厂的建设。而后,我们应深入了解这片海域的主要自然特点、海水深度、风能资源等,此外,我们还应关注海底地质结构的类型,这样方可保证风力发电厂的顺利建设、使用。最后,我们应充分考虑各类环境层面、人员层面的制约因素,尽可能减少海上风力发电厂对周围环境造成的破坏,这样方可保证自身的可持续发展,为后续海上风力发电厂的运营打下坚实基础。

## 二、海上风力发电机组运行面临的可靠性问题分析

### (一)塔架基础的可靠性

现阶段,制约海上风力发电规模进一步发展的因素之一便是塔架基础问题,其中最为关键的问题便是塔架成本过高。在开展海上风力发电时,必须要有一个稳定的塔架作为支撑,这就对塔架基础的稳定性提出了非常高的要求。另外,在海水的侵蚀、海浪以及海风的影响下,风力发电塔架的建设、运维成本相比于陆地上的风力发电机组更高。现阶段,

我国的海上风力发电机组主要有两个类型:悬浮式和底部固定式。

悬浮式塔架主要是依靠海水的浮力,借助缆绳将其固定在某一位置上,以此保证风力发电机组能在海上固定。底部固定式则是利用单桩或者多桩将塔架与海底连接起来,从而实现稳定风力发电机组的作用。现阶段,我国在浅海区域的风力发电机组多是利用底部固定式展开机组固定,固定通常依靠单桩或者三桩完成。在深海区域,通常会利用悬浮式固定风力发电机组,这样能够有效减轻风力发电厂的建设成本。

一般来说,悬浮式塔架比底部固定式塔架的造价更低,但是在面对恶劣环境时,底部固定式塔架的稳定性更好,这就需要我们结合不同海域的实际情况,选择适合的塔架类型,这样方可更好地找到成本与效率的平衡点。和悬浮式塔架不同,底部固定式塔架的稳定性更好,能够更好地应对海浪的冲击,从而保证风力发电机组的稳定,还可有效减轻风力发电机组的载荷波动,能够有效延长主轴的使用寿命,减轻风力发电机组的使用成本。

### (二)风电机组的共振问题

在开展海上风力发电厂的设计时,我们应对风力发电机组的共振问题提起充分重视,这样方可保证发电机组的工作稳定性。一般来说,在风电机组运行时,受到各类因素影响,发电机组会产生共振效应,在共振问题的影响下,海上风力发电机组的振动幅度甚至会超过发电机组的承受限度,从而导致发电机组的部件损坏,严重的还有可能导致整个风力发电机组解体。和陆地上的风力发电机组相比,海上的风力发电机组在设计时,除了要避开风的固定频率,还应确保水流、海浪的频率与机组频率不同,这样方可保证风力发电机组在海上安全运行。从这里我们可以发现,海上风力发电机组的固有频率与周围环境的频率范围相差越大,其安全性也就越高。

### (三)海上风力发电厂对海上作业的影响

一般来说,在开展海上风力发电厂的建设时,会占用比较大的海域面积,这样会在无形中给周围的船只安全造成隐患,同时,过往船只也会对风力发电厂的设备产生一定的威胁。在一些自然条件不好的情况下,风力发电设备和船只的

碰撞概率会大幅提升,比如暴风雨、大雾、夜间等。因此,在开展海上风力发电厂建设时,必须要配备相应的船只导航设备,借助清晰、醒目的标志对过往的船只展开提醒,以此减轻过往船只进入风力发电厂的可能性,避免各类安全事故的发生。

### 三、大规模海上风力发电的输电技术应用分析

#### (一) 交流输电系统

现阶段,很多风力设备都是采用的交流输电技术展开电力运输工作。对于海上风力发电来说,采用交流输电的方式开展50Km之内的短距离输电能够有效减轻输电成本,电力损耗也相对较小。当输电距离超过100Km之后,交流输电的优势会快速下降,这时直流输电的优势便体现了出来,因为直流输电系统对于传输距离的因素并不敏感。一般来说,现阶段海上风力发电厂所用的高压直流输电系统一般分为传统直流输电和新型直流输电两种。

#### 1. 传统直流输电系统

对于大规模的海上风力发电来说,交流电的输电系统具有损耗大、成本高的劣势,而借助高压直流输电系统可以更好地完成远距离,甚至是超远距离的海上输电。其中,传统的直流输电系统要比新型直流输电系统的损耗更小,但是由于风力发电自身谐波含量较高,传统直流输电系统的工作原理会被重谐波污染,从而对电网造成较为巨大的冲击。因此,传统直流输电系统的应用范围较小,远不及新型直流输电系统使用广泛。另外,高压直流输电系统的一个明显优势,便是可以和交流电网产生柔性连接,风力发电厂和主网之间不会互相影响,这样能够大幅增强系统的可靠性。

#### 2. 新型直流输电系统

所谓新型直流输电系统一般是指:一种将直流电借助电压源型换流站的直流输电系统。电压源型换流站借助全控器件IGCT和IGBT构成,借助控制相应的三相VSC输入电感上的电流相位和幅值,能够实现对电压源型换流站两侧电流功率的交流,以此实现功率的四象限流动,还能有效调节输入功率的因数。由于电压源型换流站是由可关断的元器件构成,它能够更为高效地控制电流的通断,这也就使其和传统的直流输电系统有了非常大的区别。借助新型直流输电的方式,能够让电力系统更好地契合分布式发电的并网,同时,它还可以独立控制海上风力发电机组的无功功率和输出的有功功率。借助影响PWM脉冲,能够实现电压的自动化调节,使其更好地适应系统需求。此外,IGBT上的开关元件能够有效减轻系统谐波,从而大幅提升电能的质量。

#### (二) 分频交流输电系统

所谓的分频交流输电系统是按照提升传输容量、减轻输电频率的原理来实现的。一般来说,分频交流输电系统的输电频率在0.1Hz-50/3Hz的范围内,风力发电厂送出的电能后利用一个在岸上的分频变频器和变压器输送到电网中,从而实现电力传播。

#### (三) 低频+高压直流输电系统

海上风力发电机组的低频电力在经过低频电缆后,能够被连接到低频箱式变压器上,而后再将其整合到整流器中,从而实现电力的低频传输。而后,整流器会将低频电力转化为直流电,借助直流电缆将其通入逆变器,这便是直流电力的传输过程。借助逆变器,能够将直流电转化为工频电力,而后将其连接到工频升压变压器上,最后方可将其接入到电网中。

#### (四) 混合型直流输电系统

在对海上风力发电的输电技术展开研究时,我们可以发现常用的有两种输电形式,即直流输电和新型直流输电。新型直流输电能够独立于交流电网,整体模块较为简单,能够实现有功和无功的有效控制。但是,新型直流输电系统相比于传统的直流输电系统容量较小。为此,我们可以引入一种新的混合式直流输电系统,它是借助将传统直流输电与STATCOM融合而产生的一种输电模式,这里的STATCOM是一种无功补偿装置,它的直流侧用电容当做储能的元件,主电路则是利用了三相电压源桥式变换电路VSC。混合型直流输电系统能够有效避免传统输电模式的不足,能够有效增加输电量,其成本也非常低。

### 四、大规模海上风力发电的前景分析

相比于陆地上的风力发电机组,海上风力发电的成本会大幅减轻。对于风力发电机组来说,地基建设的质量会在很大程度上影响发电厂的运营效果。现阶段,海上风力发电通常会采用单桩固定式的架构方式固定风力发电机组。在陆地上,噪音也是影响风力发电发展的一大因素,海上风力发电厂的这一因素几乎可以忽略,风力发电厂可以采用高叶尖速度运行设备,这样能够有效减轻驱动链的成本和扭矩。同时,还能有效减轻气流扰动的影响。现阶段,海上风力大规模发电很好地满足了工业生活要求,大幅减轻了企业的用电成本。同时,和火力发电不同,海上风力发电更具竞争力,它能助力我国获得可持续发展。

#### 总结

综上所述,若想提升大规模海上风力发电的输电技术应用的研究深度,我们可以从传统直流输电系统;新型直流输电系统;分频交流输电系统;低频+高压直流输电系统;混合型直流输电系统等层面入手分析,以此在无形中促使海上风力发电的输电技术水平提升到一个新的高度。

#### 参考文献:

- [1]宋育章.浅析海上风力发电的现状 & 展望[J].中国设备工程,2021(21):258-259.
- [2]李晓宇,王伟.基于SWOT分析我国海上风力发电的发展现状[J].华北电力大学学报(社会科学版),2018(05):42-49.
- [3]张海峰.海上风力发电技术及研究[J].资源节约与环保,2017(06):15-16.