

风电场选址的影响因素及我国风电场建设

韦在阳¹ 刘 东² 包阿古达木¹

1. 华润电力投资有限公司北方分公司 内蒙古 呼和浩特 010000
2. 华润新能源(巴彦淖尔)有限公司 内蒙古 巴彦淖尔 015000

摘 要：风电场选址是影响风电场建设和运营效益的关键因素，涉及风能资源、经济性、环境影响、气候灾害和电网因素等多个方面。本文详细分析了这些影响因素，并结合我国风电场建设的现状、规划布局、技术发展以及未来发展潜力与挑战，探讨了我国风电场建设的综合情况。通过优化选址策略和技术创新，我国风电场建设有望实现更高效、更可持续发展。

关键词：风电场选址；风能资源；环境影响

引言：随着全球对可再生能源的重视和投入不断增加，风电作为清洁能源的重要组成部分，其发展和应用日益广泛。风电场选址作为风电场建设的首要环节，对于提高风电场的发电效率和经济效益具有重要意义。本文探讨了风电场选址的影响因素，并结合我国风电场建设的实际情况，为我国风电场建设的可持续发展提供参考。

1 风电场选址的影响因素

1.1 风能资源

风能资源是风电场选址的首要条件。风速、盛行风向和风能资源分布都是评估一个地点是否适合建设风电场的重要指标。（1）风速：风能的大小与风速的三次方成正比，这意味着风速的微小变化都会导致风能的巨大差异。例如，当风速相差1倍时，风能就会相差8倍。选择一个风速高且稳定的地点，对于风电场的发电效率和经济效益至关重要。在实际选址过程中，通常会通过气象观测站的数据或风资源评估软件来评估目标地点的风速情况，并结合历史风速数据进行综合分析，以确定风速是否满足风电场建设的要求。（2）盛行风向：盛行风向的稳定性对风力机的排列和输出效率有着重要影响。如果风向不稳定，风力机就需要频繁调整叶片的角度和转速，这不仅会增加设备的磨损和故障率，还会降低发电效率。在选址过程中，需要分析目标地点的盛行风向和风向变化频率，以确定是否适合建设风电场。（3）风能资源分布：风能资源的分布受到多种因素的影响，包括地面粗糙度、地形、海陆分布等。地面粗糙度是指地面覆盖物的粗糙程度，如植被、建筑物等。地面粗糙度越大，对风的阻碍就越大，风能就会相应减少。地形也会对风能资源产生影响，如山谷、山顶等地形会形成特殊的风场效应，对风速和风向产生影响。海陆分布也是影响风能资源分布的重要因素。一般来说，沿海地区的

风能资源较为丰富，因为海洋对风的调节作用使得风速更加稳定且风力更强。

1.2 经济性

经济性是风电场选址的另一个重要考虑因素。装机成本和发电成本是衡量风电场经济性的两个主要指标。

（1）装机成本：装机成本包括风电场的建设和运营成本，主要涉及到风力机、塔架、电网连接等设备的购置和安装费用^[1]。这些费用会直接影响到风电场的投资回报率和经济效益。在选址过程中，需要综合考虑目标地点的土地成本、施工条件、设备运输等因素，以确定装机成本是否在可接受范围内。（2）发电成本：发电成本是指风电场在运行过程中产生的费用，包括设备维护、人员工资、电力损耗等。年平均风速对发电成本有着直接影响。风速越高，风力机就能更多地捕获风能并转化为电能，从而降低发电成本。在选址过程中，需要分析目标地点的年平均风速和风速分布特征，以确定发电成本是否在可接受范围内。还需要考虑风电场的运营效率和寿命周期成本。运营效率越高，风电场就能更多地发电并降低发电成本；寿命周期成本越低，风电场的长期经济效益就越好。在选址过程中，需要综合考虑目标地点的自然条件、设备性能、运营策略等因素，以确定风电场的运营效率和寿命周期成本是否满足要求。

1.3 环境影响

环境影响是风电场选址中不可忽视的一个因素。风电场的建设和运营会对周边环境和居民产生一定的影响，包括噪声、电磁干扰以及对微气候和生态的影响等。（1）噪声：风力机在运行过程中会产生一定的噪声，对周边环境和居民产生影响。噪声的大小与风力机的类型、转速、叶片数量等因素有关。在选址过程中，需要分析目标地点的噪声限值和居民分布情况，以确定

噪声是否会对周边环境和居民产生不良影响。如果噪声超标或可能对居民造成干扰,就需要采取相应的降噪措施或选择其他地点建设风电场。(2)电磁干扰:风电场在运行过程中会产生电磁场和电磁波,对周围电子设备产生干扰。这种干扰可能会影响通信设备的正常工作或造成数据丢失等问题。在选址过程中,需要分析目标地点的电磁环境敏感性和电子设备分布情况,以确定风电场是否会对周围电子设备产生不良影响。如果可能产生不良影响,就需要采取相应的电磁屏蔽或滤波措施来减少干扰。(3)对微气候和生态的影响:风电场的建设和运营会对局部气候和生态环境产生影响。例如,风力机会改变局部的气流和温度分布,从而影响气候特征;风电场的建设还可能占用土地并破坏植被,对生态环境造成破坏。在选址过程中,需要分析目标地点的气候特征和生态环境状况,以确定风电场是否会对微气候和生态产生不良影响。如果可能产生不良影响,就需要采取相应的生态保护和恢复措施来减少影响。

1.4 气候灾害

气候灾害是风电场选址中需要考虑的一个重要因素。极端天气和其他灾害可能会对风电场和风力机造成严重的破坏或影响正常运行。(1)极端天气:如台风、龙卷风等强风暴可能会对风电场和风力机造成严重的破坏。这些极端天气现象具有突发性、破坏性强等特点,可能会对风电场的基础设施和设备造成严重损坏。在选址过程中,需要分析目标地点的气象灾害历史记录和预测数据,以确定极端天气是否会对风电场造成严重影响。如果可能受到严重影响,就需要采取相应的防灾减灾措施来降低风险。(2)其他灾害:除了极端天气外,还有其他一些灾害可能会对风电场产生影响,如雷电、电线积冰、沙尘暴、大雪、盐雾等。这些灾害可能会对风电场的设备造成损坏或影响正常运行。在选址过程中,需要分析目标地点的灾害类型和发生频率,以确定是否需要采取相应的防护措施来减少灾害对风电场的影响。

1.5 电网因素

电网因素是风电场选址中需要考虑的另一个重要因素。风电场与电网的连接情况以及风电场输出功率的波动对电网稳定性的影响都需要进行仔细分析。(1)电网连接:风电场与电网的连接情况包括输电距离、输电线路容量等因素。输电距离越长,输电损耗就越大,对风电场的发电效率 and 经济效益产生影响;输电线路容量不足可能会导致风电场输出功率受限或无法并网发电。在选址过程中,需要分析目标地点与电网的连接情况,以确定是否需要建设新的输电线路或扩容现有线路来满足

风电场的并网需求。(2)对电网的动态影响:风电场输出功率的波动会对电网稳定性产生影响。由于风速的不稳定性和风电场输出功率的波动性,风电场可能会给电网带来额外的负荷波动和电压波动等问题。在选址过程中,需要分析目标地点所在电网的结构和稳定性状况,以确定风电场是否会对电网产生不良影响。如果可能产生不良影响,就需要采取相应的控制措施来减少风电场对电网的影响,如安装储能设备、调整风电场的输出功率等。

2 我国风电场建设

2.1 发展现状

(1)海上风电装机容量:近年来,我国海上风电装机容量呈现出了迅猛的增长态势,成为全球海上风电发展的重要力量。据国家能源局发布的最新数据显示,我国海上风电累计装机容量已突破千万千瓦大关,并且保持着较高的增长速度。这一成绩不仅展示了我国在新能源领域的强劲实力,也预示着海上风电将成为我国未来能源结构中的重要一环。在全球海上风电装机容量排名中,我国已跃居前列,与欧洲等传统海上风电强国并驾齐驱。这一成绩的取得,离不开我国政府的政策支持和风电企业的技术创新。随着国家对于可再生能源的重视和投入,海上风电作为清洁能源的重要组成部分,得到了越来越多的关注和支持。我国海上风电装机容量的快速增长,也得益于我国丰富的海洋资源和优越的海风条件。沿海地区风速较高,且风力资源稳定,非常适合发展海上风电^[2]。我国海上风电技术也在不断进步,单机容量不断提高,发电效率大幅提升,使得海上风电的经济性和可行性得到了显著提升。(2)风电产业链:我国风电产业链的发展同样取得了显著的成就。风电产业链涵盖了风电机组、叶片、齿轮箱、发电机等关键部件的研发、制造和销售等多个环节。经过多年的发展,我国风电产业链已经形成了较为完整的产业体系,并且具备了一定的国际竞争力。在风电机组方面,我国已经拥有了自主研发和生产大型海上风电机组的能力。国内风电企业通过与国外先进企业的合作和引进消化吸收再创新,不断提高自身技术水平,逐步打破了国外企业的技术垄断。我国风电企业还在不断研发新技术、新产品,推动风电技术的不断进步和升级。在叶片、齿轮箱、发电机等关键部件方面,我国也取得了重要突破。

2.2 规划布局

(1)海上风电基地:为了推动我国海上风电的规模化、产业化发展,国家已经规划了五大千万千瓦级海上风电基地。这些基地分别位于江苏、浙江、福建、广东

和海南等沿海地区,具有得天独厚的海风资源和良好的产业基础。各地政府也积极响应国家号召,出台了相应的海上风电发展规划。这些规划明确了海上风电的发展目标、布局和重点任务,为海上风电的发展提供了有力的政策保障。各地政府还加强与风电企业的合作,推动风电项目的落地实施,促进海上风电产业的快速发展。

(2) 能源走廊:除了五大千万千瓦级海上风电基地外,我国还初步形成了北起辽宁大连,南至广东阳江的海上风电能源走廊。这条能源走廊贯穿我国沿海地区,连接了多个海上风电基地和重要的能源节点,为我国海上风电的输电和消纳提供了有力的支撑。

2.3 技术发展

(1) 风机技术:我国海上风电机组的技术发展取得了显著的成就。随着技术的不断进步和创新,我国海上风电机组的单机容量不断提高,技术装备水平也得到了大幅提升。在风机设计方面,我国已经掌握了先进的空气动力学设计和结构优化技术,使得风电机组的发电效率和可靠性得到了显著提升。我国还在不断探索和研发新型的风机技术,如漂浮式海上风电技术等,以适应不同海域和风速条件下的发电需求。在风机制造方面,我国已经具备了自主研发和生产大型海上风电机组的能力。国内风电企业通过引进消化吸收再创新和自主研发相结合的方式,不断提高自身技术水平和制造能力。

(2) 关键技术装备:除了风机技术外,我国在大容量风机、远距离输电、深远海施工运维等领域的核心部件和关键技术装备的研发和批量制造方面也取得了重要进展。在大容量风机方面,我国已经成功研制出了多款大型海上风电机组,并且逐步实现了批量生产和商业化运营。这些机组具有发电效率高、运行稳定、维护方便等优点,为我国海上风电的发展提供了有力的支撑。在远距离输电方面,我国已经掌握了先进的输电技术和设备,如柔性直流输电技术等^[1]。这些技术和设备可以实现海上风电的远距离输电和高效消纳,为我国海上风电的规模化发展提供了有力的保障。在深远海施工运维方面,我国已经初步形成了较为完善的施工运维体系和人才队伍。国内企业通过与高校、科研院所等机构的合作,不断加强技术研发和创新,提高施工运维效率和质量。

2.4 未来发展

(1) 发展潜力:我国海上风电的发展潜力巨大。随着全球对可再生能源的重视和投入不断增加,海上风电作为清洁能源的重要组成部分,将得到越来越多的关注和支持。我国拥有丰富的海洋资源和优越的海风条件,为海上风电的发展提供了得天独厚的自然条件。未来,我国将继续加强海上风电的规划布局和技术研发,推动海上风电的规模化、产业化发展。(2) 挑战与机遇:我国海上风电发展既面临着挑战也迎来了机遇。一方面,海上风电的发展需要克服技术瓶颈和产业链建设短板等问题。在风机设计、制造和运维等方面需要不断提高技术水平和创新能力;在产业链建设方面需要加强上下游企业之间的合作和协同发展。另一方面,海上风电的发展也迎来了良好的机遇和条件。随着全球对可再生能源的重视和投入不断增加,以及技术的不断进步和创新等因素的推动,海上风电将成为未来能源发展的重要方向之一。面对这些挑战和机遇,我国需要采取积极的措施加以应对。一方面,需要加强技术研发和创新力度,推动关键技术的研发和突破;另一方面,需要加强产业链整合和协同发展力度,提高整个产业链的竞争力和创新能力。

结束语:风电场选址是一个复杂而关键的过程,涉及多个方面的因素。通过综合考虑风能资源、经济性、环境影响、气候灾害和电网因素等,可以优化风电场的选址策略,提高风电场的发电效率 and 经济效益。未来,我国应继续加强技术研发和创新力度,推动关键技术的研发和突破,加强产业链整合和协同发展力度,提高整个产业链的竞争力和创新能力,以实现风电场建设的更高效、更可持续的发展

参考文献

- [1]任蒲军.浅论风电建设工程项目施工重点管理内容[J].智能城市,2018(1):67-68.
- [2]李利飞.风电场道路设计方法研究[J].工程技术研究,2023,08(24):198-200.
- [3]陈湘蓉.山地风电场道路工程设计问题研究[J].科技资讯,2023,21(22):164-167.