

Analysis of Restrictive Factors of Offshore Wind Power Development and Construction in Vietnam

Jianhua Lu Gang Wang Zhuangguo Yu

China Power Construction New Energy Group Co., Ltd. Southern Marine Energy Investment Branch, Haikou, Hainan, 570311, China

Keywords

Vietnam; offshore wind power; restrictive factors

Abstract

Vietnam has a long coastline and abundant offshore wind power resources along the central and southern coasts. Its "National Electric Power Development Plan Eighth Edition" has set a target of 6-17GW for offshore wind power installation from 2030 to 2035, and 113-139GW by 2050. However, as of the end of 2024, the cumulative installed capacity is only 875MW, indicating a significant development gap. Most of the existing projects in Vietnam are located in shallow waters near the coast, using designs such as offshore boosting stations, low-voltage submarine cables, small and medium-sized wind turbines, and high pile foundations. Future projects will develop towards deep-sea and large-scale wind turbines, with offshore boosting stations and high-voltage transmission systems becoming mainstream. Currently, Vietnam is facing restrictions such as dependence on imported key equipment, insufficient port capacity, shortage of professional construction equipment, and talent shortage. By introducing international experience and implementing the "market for industry" strategy, Vietnam is expected to break through bottlenecks, promote the potential conversion of wind power resources into green electricity, and help achieve the net zero emissions goal by 2050.

越南海上风电开发建设限制性因素分析

路建华 王刚 余壮果

中电建新能源集团股份有限公司南方海洋能源投资分公司, 中国·海南海口 570311

摘要

越南海岸线绵长, 中南部沿海海上风电资源富集, 其《国家电力发展计划第八版》明确 2030-2035 年海上风电装机目标 6-17GW, 2050 年达 113-139GW, 但截至 2024 年底累计装机仅 875MW, 发展差距显著。越南既有项目多为近岸浅水布局, 采用无海上升压站、低电压海缆、中小容量风机及高桩承台基础设计。未来项目将向深远海化、风机大型化方向发展, 海上升压站与高电压输电系统将成主流。当前越南面临关键设备依赖进口、港口承载不足、专业施工装备短缺及人才缺口等限制。通过引入国际经验、实施“以市场换产业”战略, 越南有望突破瓶颈, 推动风电资源潜力转化为绿色电力, 助力 2050 年净零排放目标实现。

关键词

越南; 海上风电; 限制性因素

1 背景

越南拥有长达 3,260km 的海岸线, 中南部和南部沿海地区海上风电资源富集。越南政府在 2025 年 4 月 15 日正式发布了修订后的《国家电力发展计划第八版》^[1], 该计划中海上风电装机容量的目标为: 到 2030-2035 年实现 6-17GW 装机, 到 2050 年实现 113-139GW 装机。而据 GWEC 发布的《2025 全球风能报告》, 截至 2024 年底, 越南的海上风电累计装机容量只有 875MW。越南在海上风电这一领域, 拥有巨大的资源潜力和雄心勃勃的规划, 但也面临政策与电

价机制、电网配套、基础设施条件、产业发展结构和人才培养等诸多方面的挑战。

2 既有海上风电项目特点回顾

越南海上风电项目建设大部分集中在 2020 年~2021 年, 2021 年电价补贴关门后, 又有少量项目建成并网。2023 年、2024 年则鲜有项目并网。回顾以上海上风电项目的特点, 总结如下。

◆多位于近岸浅水区域, 离岸距离通常在 5-10 公里以内, 水深较浅, 不足 10m。甚至部分项目为保证可达性采购量采用了栈桥方案, 以便人员、轻量物资直接抵达风机基础位置而不受海上风浪条件限制(越南茶荣 V1-1 海上风电场)。

◆由于场区离岸距离普遍较近, 为节约成本, 现有海

【作者简介】路建华(1986-), 男, 中国辽宁朝阳人, 硕士, 工程师, 从事海上风电建设管理研究。

上风电项目（如茶荣、朔庄等项目）均未建设海上升压站，而是通过海底电缆将电力汇集后，直接输送至在岸上专门建造的陆上升压站并入电网^[2]。

◆有的项目采用了 35kV 海缆方案（茶荣 II 号项目），有的项目甚至采用 22kV 架空线方案（永隆省 Thanh Hai 1 项目），区间缆和送出电缆电压等级相同。以上设计正是基于项目离岸距离较近、无需建设海上升压站而形成的典型方案。

◆采用的风电机组单机容量主要在 3.3MW 至 5.25MW 范围。代表性项目包括薄寮、朔庄项目（金风 GW155-3.3MW），槟榔平大、茶荣 II 号项目（金风 GW155-4.5MW），金瓯 350MW 项目使用的（明阳 MySE5.0-166 机组）。近期并网的越南广治省海英 40MW 风电项目则采用了上海电气 WH5.25N-172 风机^[3]。

◆大部分项目风机基础结构主要采用高桩承台基础（PHC 管桩）。极少量项目采用了单桩基础（电建华东院槟榔、茶荣等项目）。PHC 高桩承台基础的选择一方面考虑了越南近海水文地质条件，另外一方面也受限于设计技术水平、当地制造能力和可供使用的施工船机。

3 海上风电发展趋势

海上风电的发展始终遵循“资源禀赋驱动技术迭代，政策规划引导市场方向”的规律。欧洲北海风电从近岸 10 公里内的试验项目，逐步拓展至离岸 100 公里以上的深远海集群；中国则在十年内完成了从“潮间带风电”到“深远海漂浮式风电”的跨越，这些国际经验为越南提供了清晰的参照。海上风电的发展趋势所呈现出的技术升级与模式创新特征，具体可归纳为以下几点。

◆场址深远海化成为必然选择。越南近岸海域虽开发便捷，但存在风能资源不稳定（年平均风速仅 5-6m/s）、与渔业养殖（越南南部沿海是重要的鱼虾养殖区）和航运通道冲突等问题，且可开发面积已接近饱和。而离岸 20 公里以上的中南部深远海区域，年平均风速提升至 7-8m/s，年利用小时数可达 3000 小时以上，较近岸提升 20% 以上，发电效益显著更高。这一发展路径与中国“双十”标准（水深超 10 米或离岸超 10 公里）乃至“单三十”标准（离岸超 30 公里）的演进逻辑高度契合。

◆“海上升压站+陆上集控中心”协同模式将全面替代无升压站设计。随着场址向深远海延伸，输电距离从 10 公里以内增至 30 公里以上，若仍采用风机直送陆上的模式，电能损耗将超过 15%，且需要更大截面的海缆，成本大幅上升。海上升压站可在海上完成电能汇集与升压（通常从 35kV 升至 220kV），将输电损耗控制在 5% 以内；搭配的陆上集控中心则通过远程监控系统实现风机状态监测、故障预警和运维调度，大幅降低海上作业频次。欧洲北海的 Hornsea 风电集群、中国广东阳江海上风电项目均采用该模

式，其成熟性已得到充分验证。

◆集电线路与送出系统电压等级同步升级。电压等级提升是匹配深远海、大容量开发的核心技术支撑：风机与海上升压站之间的中压区间海缆，将从现有 35kV 主流升级至 66kV，单条海缆的输电容量可从 200MW 提升至 400MW，减少海缆敷设数量；海上升压站至陆上电网的高压送出海缆，将根据项目规模采用 220kV 或 500kV 等级——单体 GW 级项目需选用 500kV 海缆，实现大容量电能的远距离高效输送。这种升级不仅是技术必然，更能通过规模效应降低单位输电成本，例如 66kV 海缆的单位千瓦输电成本较 35kV 降低约 18%。

◆风机大型化趋势加速推进。风机单机容量每提升 1MW，单位千瓦投资成本可降低 5%-8%，同时减少机位数量和海缆用量，大幅压缩海洋空间占用。当前全球风电市场已进入 10MW+ 时代，金风科技 GW175-16MW、明阳智能 MySE18.X-242 等超大容量风机已实现商业并网。越南为达成 GW 级装机目标，将优先选用大型化机型，预计 2026 年后新建项目中，10MW 以上风机占比将超 70%，部分重点项目可能直接采用 15MW 级机型，这一选择既符合国际技术潮流，也能通过提升单机发电效率缩短投资回收周期。

◆基础结构随场址条件与风机容量迭代升级。高桩承台基础仅适用于水深 10 米以内、单机容量 5MW 以下的场景，难以满足深远海、大型化需求。对于水深 20-50 米的区域，单桩基础凭借结构简单（单根直径 6-8 米的钢管桩）、施工效率高（单桩沉桩仅需 4-6 小时）的优势将成为主流；水深超 50 米或地质条件复杂的区域，导管架基础（由多根钢管桩与钢结构框架组成）将凭借更强的抗风浪能力和承载性能得到应用。这一变化将推动越南海上风电基础施工技术从“浅水筑巢”向“深海扎根”转型，同时倒逼本土相关制造与施工能力提升。

4 未来越南海上风电开发建设限制因素

政策与电价机制是影响海上风电投资意愿的“外部变量”，而项目执行层面的技术性与工程管理难题则是决定项目能否落地的“内部硬约束”。越南要实现从“近岸小项目”到“深远海大基地”的跨越，必须直面关键设备、港口设施、施工装备、人才储备等方面的短板。这些限制因素相互交织，形成“设备依赖进口→运输依赖专业港口→施工依赖国际装备→管理依赖外籍人才”的恶性循环，导致项目实施难度陡增。

4.1 关键设备的生产和运输

越南本土工业体系以轻工业为主，风电核心设备制造能力薄弱：大直径单桩（直径 6 米以上、长度 80 米以上）的卷制、焊接技术尚未突破，导管架基础的防腐处理工艺不达标，海上升压站的核心电气部件（如主变压器、GIS 设备）完全依赖进口。依赖进口则面临多重挑战：运输方面，1000

吨级单桩需专用重型运输船,70米以上风机叶片需定制运输支架,而越南仅有头顿港具备临时卸载条件,单次卸载成本超50万美元;清关方面,越南海关对风电设备的归类标准不清晰,需提交多达20余种技术文件,临时进出口的打桩船、吊装船常因“设备用途证明”不符被滞留,平均滞留时间达15-20天,每滞留一天产生的滞期费超1万美元,直接推高项目成本。

4.2 港口承载能力不足

海上风电建设对母港的要求极为苛刻:需具备长度超300米的重型泊位(承载1500吨级设备)、起重量超1200吨的龙门吊、硬化处理的堆场(承载力 ≥ 30 吨/平方米)以及深度超15米的航道。越南现有港口中,归仁港重型泊位仅180米,起重设备最大起重量500吨;头顿港堆场硬化率不足40%,雨季易积水导致设备锈蚀;胡志明港以集装箱运输为主,风电设备堆存需挤占货运空间,且航道疏浚深度仅12米,无法容纳大型风电运输船。以一个500MW项目为例,需堆存40套单桩、40台风机(含叶片、机舱),至少需要5万平方米硬化堆场,而越南南部符合条件的堆场总面积严重不足,难以支撑多个项目同时推进。

4.3 专业施工装备短缺

深远海风电建设需三类核心装备:打桩船(需具备800吨以上锤击力)、风机吊装船(起重量超1500吨)、海缆敷设船(具备深水埋设能力)。越南本土船设备无法满足单桩沉桩需求;风机吊装船和海缆敷设船完全依赖国际租赁,而全球此类装备缺口达30%,租赁价格逐年上涨,且调度周期长达3-6个月。此外,跨境入关时,装备需提交“海上作业许可”“设备检验证书”等文件,部分欧洲籍船舶因未办理越南船员签证,需额外花费2-3周办理临时入境手续,严重影响施工计划。

4.4 人才缺口以及多语言沟通障碍

海上风电是技术密集型行业,需风电结构工程师、海上施工安全员、运维数据分析师等专业人才,而越南本土人

才少且缺乏实践经验。项目现场常出现“外籍工程师主导技术决策,本土人员负责基础执行”的局面,沟通效率低下。多语言障碍进一步加剧问题:技术文件需在越南语、英语、中文间转换;现场指令传达中,越南籍船员对英语安全术语理解偏差,曾引发吊装作业临时停工,凸显人才与沟通问题的严重影响。

5 结语

越南在2021年格拉斯哥联合国气候变化大会上承诺到2050年实现净零排放,然而当前不足1GW的装机现状及诸多限制因素,意味着要实现其能源转型可谓时间紧、任务重。为破解困局,可重点考虑以下战略性措施。

积极引入国际先进经验:系统性学习中国在海上风电领域全产业链的优势,涵盖项目规划、设备供应、施工建设以及大型装备租赁。同时,借鉴欧洲企业在深远海技术、项目管理、融资模式及ESG方面的成熟经验,以快速弥补短板,降低技术风险。

实施“以市场换产业”战略:以巨大的市场潜力作为筹码,通过清晰的产业政策,引导国际投资者在越南设立风机、海缆等关键部件的本土化生产线。降低项目成本、创造就业,更能通过技术外溢,逐步构建本国可再生能源产业体系,为能源安全与经济发展奠定基础。

综上,通过深化国际合作与推动本土产业培育双轨并进的策略,越南有望将其巨大的海上风电资源潜力转化为现实的绿色电力,从而克服挑战,稳步迈向2050年净零排放的目标。

参考文献

- [1] 王达.越南第八个国家电力发展规划下的海上风电发展[J].风能,2023(11):66-68.
- [2] 王忠锋,熊根,姚泽阳.越南南部海域海上风电项目实施经验探讨[J].风能,2022(01):38-43.
- [3] 吉其荣,陶闯,张智杨.海上风电场风机安装风险辨识及对策[J].珠江水运,2024(21):16-18.