
海上风电机组直流变换技术研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/40919.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

海上风电机组直流变换技术研究取得进展。

海上风电直流汇集系统具有电缆损耗低、变换级数少、控制策略简洁等优势，是大规模海上风电场电力汇集的重要技术方向。该系统核心装备为大功率、高升压比直流—直流变换器，主要功能是将风电机组输出的低压直流电升压至中压等级，满足场站电能汇集与输送要求。其中，串联谐振型变换器因易于实现电气隔离与软开关、兼具高功率密度优势，是直流—直流变换器的理想选择。

然而，当升压装置功率等级扩展至百千瓦大功率应用场景时，传统谐振变换器会出现功率器件损耗，呈现出非线性分化特征，导致整机效率随功率波动大幅度变化、单一固定调频控制模式无法适配全功率区间的损耗优化需求，以及磁化电感与频率/占空比缺乏兼顾效率与软开关的量化设计边界问题，制约了大功率谐振变换器在实际场景中的应用。

近日，中国科学院电工研究所团队在大功率谐振型直流变换器高效转换技术方面取得进展。团队聚焦海上风电机组直流汇集实际场景需求，针对有源中性点钳位三电平LLC谐振型直流—直流变换器，构建出全域非线性损耗解析模型，并精确量化功率半导体模组、高频变压器及高压整流电路的损耗分布，揭示了磁性元件损耗占比呈“Check - mark”凸函数形态的分布规律。在此基础上团队提出“损耗重构策略”，通过变频—调宽混合模态调制方式，在不同功率区间主动改变控制变量的调节方向，使系统在设定功率下主导损耗成分处于被抑制状态，从而实现整体效率的最大化。

团队依据“损耗重构策略”成功研制出500kW/5kV/5kHz ANPC—LLC原理样机并完成实验验证。相较于传统固定占空比脉冲频率调制控制方案，直流变换器峰值效率达98.1%，并使转换效率在97.8%以上的工作区间拓宽到30%以上，解决了大功率、宽范围高效转换的难题。

这项成果对海上风电中压直流集电系统具有直接工程价值。海上风电机组采用该直流变换器，可有效减少设备模块数量、压缩变换器体积，精简直流集电系统电能变换环节，提升系统运行效率、安全性与稳定性。同时，该成果也可拓展应用于大规模光伏发电场、大功率储能系统、分布式发电与直流配电网、算力中心固态变压器等新能源与电力电子重要场景。

相关研究成果发表在《IEEE电力电子汇刊》上。研究工作得到国家重点研发计划的支持。

[论文链接](#)

海上风电机组中压直流变换系统示意图

研究团队单位：电工研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](#)转发