

上海勘测设计研究院有限公司科研项目“揭榜挂帅”指南

一、新能源富集区抽蓄机组宽负荷稳定运行优化策略及预判方法研究

(一) 研究目标

在国家双碳目标的背景之下，电网中风光等间歇性能源比重不断攀升，对电网多能互补下的新能源有效消纳和负荷快速调节提出了更高要求。在此背景下抽蓄电站的主要功能是对间歇性新能源供给进行补偿，促进新型电网对新能源的有效消纳、快速调节，以保证电网安全稳定运行。本项目主要分析研究抽蓄机组实现宽负荷运行的可行性，研判影响其稳定运行的主要因素，通过理论分析、数值模拟、模型试验三种手段，提出抽蓄机组宽负荷稳定运行解决方案，为集团公司西北区域等新能源富集区建设宽负荷运行抽蓄电站的前期规划设计、招标设计、工程建设和运行维护提供详实的理论基础和试验依据，保障运维阶段抽蓄机组宽负荷运行取得比传统运行方式更好的电网适配要求。

(二) 研究内容

结合新能源富集区抽水蓄能电站与风电、光伏等新能源多能互补的运行特点，研究分析当抽蓄机组发电工况突破50%~100%传统运行范围，扩展至50%以下（例如40%、35%、

30%等)不同下限水平后机组的水力性能及其优化策略,研究宽负荷运行对于机组稳定性、效率等的影响,由此提出能保证机组宽负荷稳定运行的合理范围,并合理界定机组性能保证值。本项目主要针对500m级抽蓄电站的水泵水轮机进行水力研发,制作模型水泵水轮机,并通过模型试验进行验证,针对模型试验出现的问题进行分析,对模型进行改进,直到模型试验结果满足电站宽负荷稳定运行的要求。

(三) 考核指标

1. 研究分析抽蓄电站宽负荷运行对水泵水轮机水力设计的影响,提出水力优化策略;
2. 建立抽蓄机组宽负荷运行稳定性预判标准和方法(主要包括压力脉动、振动、摆度、噪音水平等);
3. 基于模型水泵水轮机试验成果,绘制一套适应抽蓄机组不同负荷下限水平(例如40%、35%、30%等)的性能保证预测图谱(主要包括效率、压力脉动、空化等);
4. 提出水泵水轮机宽负荷运行安全稳定区划分和机组性能保证值界定方法;
5. 研究分析抽蓄机组宽负荷运行性能保证值和机组结构尺寸的相关性,提出抽蓄机组宽负荷运行机组结构优化研究成果。

(四) 项目交付件

1. 水泵水轮机宽负荷运行CFD分析研究报告1份;
2. 500m级水泵水轮机宽负荷运行模型试验报告1份;

- 3.水泵水轮机宽负荷运行稳定性评价报告 1 份；
 - 4.水泵水轮机不同负荷下限水平（40%，35%，30%等）性能保证预测图谱 1 份。
 - 5.抽蓄机组宽负荷运行水泵水轮机性能保证分析研究报告 1 份；
 - 6.抽蓄机组宽负荷运行机组结构优化研究报告 1 份；
 - 7.授权发明专利 3 项；
 - 8.录用或发表 SCI/EI/中文核心高水平期刊论文 3 篇。
- (五) 项目时间：自任务书签订日起 2 年。
- (六) 拟资助经费：不超过 290 万元。

二、柔性低频输电电磁暂态仿真模型开发

（一）研究目标

随着近海资源趋紧，风电开始向远海发展，远距离工频交流输电无功损耗大，电缆载流量受限；柔性直流输电适合远距离大规模输电，但海上换流站平台重造价高；因此柔性低频交流输电是工频交流输电与柔性直流输电方式的有益补充，柔性低频输电具备提升线路传输能力和降低工程投资成本等技术经济优势，可应用于中远距离海上风电送出。

柔性低频输电送出电磁暂态仿真模型是研究柔性低频特性、柔性低频主电路参数、过电压与绝缘配合的基础。通过本研究建立海上风电柔性低频送出电磁暂态仿真模型，为柔性低频输电系统性能研究、主电路参数验证、过电压仿真

测试、绝缘配合方案、设备参数选型提供基础验证，为集团海上风电柔性低频送出提供理论基础。

（二）研究内容

- 1.研究 M3C 拓扑结构及 M3C 的控制策略；
- 2.完成海上风电场经 20Hz 柔性低频输电系统电磁暂态仿真模型搭建；
- 3.完成 1000MW 海上风电经 220kV 柔性低频送出主接线方案。

（三）考核指标

基于 PSCAD 仿真软件开发一套海上风电柔性低频送出系统全电磁暂态仿真模型，交交变频器采用 M3C 拓扑结构，仿真模型应满足如下指标：

- 1.具备参数修改功能，可通过参数修改实现不同频率，至少包括 20Hz 和 50/3Hz 两种低频模式；
- 2.模型能够稳态运行，具备暂态故障功能测试，且提供关键点位的测点电压电流显示功能；
- 3.交交变频器具备完整的控制系统，控制系统的关键参数支持可调，频率控制精度误差不超过 5%；
- 4.该模型支持 220kV 和 500kV 两种电压等级，风电场及交交变频器容量可调（300MW~1000MW）；
- 5.低频海缆提供两种模型：集中参数模型和分布式参数模型；
- 6.风机模型提供两种类型：双馈风机模型和直驱风机模

型；

- 7.具备 M3C 拓扑结构参数可调，且支持参数验证；
- 8.海上风电场的风机容量及其他控制参数可调，风机台数可调，风机功率误差不超过 5%；
- 9.该模型具备海上风电柔性低频送出成套参数验证、过电压仿真功能。

（四）项目交付件

- 1.柔性低频送出模型（电磁暂态模型）1 套；
- 2.完成柔性低频输电电磁暂态仿真模型研究报告 1 份，模型说明 1 份；
- 3.授权发明专利 1 项；
- 4.授权软件著作权 1 项；
- 5.录用或发表中文核心期刊论文 1 篇。

（五）项目时间：自任务书签订日起 2 年。

（六）拟资助经费：不超过 60 万元。