附件1

2024年科技“突围”工程氢能领域

“揭榜挂帅”项目技术榜单

一、宽功率波动的千标方级电解水制氢机组关键技术及样机研制

**1. 研究内容**

突破大标方级电解水制氢机组成本高、系统负荷范围窄、可靠性与耐久性差等瓶颈问题，研发场景适配性能好、宽功率性能稳定的千标方级碱性电解槽“突围”产品。重点研究千标方级碱性电解槽电-热-质多场耦合机制；碱性制氢系统动态过程自适应控制算法及高精度协调控制技术；开展高性能隔膜、电极及高效电堆结构设计；研究制氢系统热设计与热管理方法及系统冷启动控制策略与方法；开发集成设计电气控制系统、碱性电解槽后处理系统等核心功能模块，满足宽范围功率波动的要求；开发建设千标方级的先进碱性电解水制氢系统性能验证和测试平台；开展方形插片式高压碱性电解槽集成工艺及高压密封保压工艺；开展千标方级先进电解水制氢系统静、动态性能验证及系统耐腐蚀性和耐久性测试，制定相关技术规范与标准。

**2.考核指标：**

（1）电解槽性能指标: 带压碱性电解槽（带压，1.6MPa）制氢量≥2000Nm³/h；制氢机组总体制氢量不小于4000Nm³/h；单台电解槽功率范围：20%~110%，制氢变负载速度≥5%/s；电解槽冷启动时间≤60min；直流电耗≤4.0kWh/Nm³@3000A/㎡；连续运行不少于5000小时，制氢性能衰减直流电耗增加≤0.05 kWh/Nm³；电解槽制氢单片项目现场更换时间≤24小时。

（2）建立千标方级别电解水制氢暂/动/静态性能综合检验测试平台；编制制氢机组暂/动/静态运行地区测试标准一项。

**3.实施周期**：3年

**4.拟支持资金额度：**自治区预计专项资金投入2000万元，需要企业自筹不低于4000万元。

二、大规模风/光互补制氢、天然气掺氢输送及工业端消纳工程示范

**1. 研究内容**

利用大规模可再生能源电解水制取绿氢，重点研究和突破大规模风/光互补制氢及天然气掺氢系统在线动态优化控制，天然气掺氢泄漏扩散机理规律；氢气泄漏近场快速检测等关键技术问题；分析规模化风电、光伏时空非对等互补相关性特征，开发高精度风光功率实时预测系统；研究风电、光伏、储能、电解制氢和天然气掺氢动态模型，提出规模化风光制氢分钟级“荷随源动”制氢模型；开发快速可调节的新型电解氢工艺和负荷自动跟踪控制系统；开发规模化风电、光伏、储能混合场站秒级功率变化速率控制系统，平抑规模化风光储制氢系统的频率变化。

研究天然气高比例掺混绿氢技术，明确掺氢比、运行压力与管材氢致裂纹等损伤的定量关系，通过工业示范实验评估掺氢天然气对下游工业终端设备的适应性、安全性及环保性，研究天然气掺绿氢对下游工业减碳的效果。研究重点区域定量安全风险评估方法及关键风险点位分析方法，探索紧急状况下掺氢及用氢的安全保障策略；开发高风险点位多元传感器氢气泄漏近场快速检测技术与精准定位技术；集成智能检测分析及数字孪生技术的动态化氢安全管理平台开发与示范应用。

**2.考核指标：**

（1）基于内蒙古西部地区严寒气候地下低温埋管环境条件，开展管线钢高压掺氢环境相容性研究，建立现有碳钢材料、新型增强层非金属输氢柔性复合管道材料的拉伸、疲劳裂纹、断裂韧性、应变速率等力学性能基础数据库1套；评估西部低温条件现有天然气管网向输送纯氢或50%掺氢的性能。

（2）针对绿氢的物理化学特征，采用机器学习预测算法研究掺氢比、运行压力与管材氢致裂纹等损伤定量关系；建成大规模风/光互补制氢及天然气掺氢输送消纳工程示范项目，风电容量大于120MW，光伏容量大于80MW，产氢量大于12000 Nm3/h，至少获得1家第三方权威评估机构颁发的绿氢生产认证。

（3）针对工业天然气用户，建设低温环境（-30℃）可靠运行自动化掺氢设备及天然气掺氢管路1套，建成天然气管道掺氢比例为20%工业示范项目，掺氢量大于1000吨/年，满足企业每年6000万立方天然气所需的掺绿氢需求，减少下游工业二氧化碳排放1万吨/年。基于天然气掺氢管线及掺氢平台，评估不同比例掺氢天然气对下游工业终端设备的适应性及安全性，获得专业评估报告1份。

（4）开发互补制储运氢一体化监控平台，构建1000吨/年以上绿氢制取、安全储运及消纳的同步在线监控管理平台1套；获得紧急状况下的掺氢安全保障运行策略，实现系统优化集成、关键装备设计制造、全环节综合监控与安全防护。

**3.实施周期**：3年

**4.拟支持资金额度：**自治区预计专项资金投入1000万元，需要企业自筹不低于2000万元。

三、大规模离网型风光氢储制氢及氨醇荷随源动一体化技术开发与示范

**1.研究内容**

设计高质量、高效率和高安全MW级风光绿氢、万吨级绿氨、绿醇一体化系统，分析规模化风电、光伏时空相关性特征，研究具有高精度风光出力预测功能的“源-荷-储-制”智慧一体化调度策略；开发规模化风光制氢氨醇的日前、实时经济调度策略；研究基于数字孪生动态合成氨、醇仿真模型；形成模块化绿电制氢、氨、醇工艺设计准则，通过模拟分析和试验校正，持续优化工艺操作参数，提高技术经济性，实现大规模弱网型、离网型风光制氢及氨醇“荷随源动”一体化项目示范带动作用。风光储制氢氨醇一体化合成装置，30万吨/年绿氨，30万吨/年绿醇，其中氢气来源为所申报风光制氢氨醇一体化项目中生产的绿氢。

**2.考核指标：**

（1）开发大型模块化电解槽，单元产能碱性水电解不低于4000Nm3/h，碱性水电解电流密度10000A/m2 @1.9V, 单堆最低直流电耗<4kWh/Nm3，12000A/m2@2.0V，单机动态范围30-110%，冷启动速度<1小时，热启动到满负荷时间<30分钟 ; PEM不低于2000 Nm3/h，电解电流密度20000A/m2 @1.9V, 单堆最低直流电耗<4kWh/Nm3，单机动态范围5-150%，冷启动速度<0.5小时，热启动到满负荷时间<5分钟。

（2）基于绿氢模块化设计柔性合成绿氨，下游配套建设年产15万吨二氧化碳精制装置，并合成绿醇；实现装置快速启停，冷启停时间≤30分钟，热启停时间10分钟；反应压力≤6MPa运行，模块单套装置产能3000吨/年，单装置产能调节倍数8-10，在100MW以上风力发电、光伏发电厂进行绿氢及氨醇的工程示范应用。

（3）基于动态负荷调节，优化合成氨醇反应器工艺流程；开发制氢合成氨醇随电力负荷自动跟踪控制快速响应系统；基于自主的研发A LK+PEM提高柔性制氢能力，确保新能源发电波动与制氢设备运行20%-150%负荷区间的匹配；探索研究30%配储离网型、构网型100MW风光-储-制氢氨醇分钟级“荷随源动””生产模型，在线优化运行调度与策略，支持GW级风光储制氢氨醇新型电力系统的安全经济运行。进行合成氨醇装置热态测试；开发风光储制氢氨醇耦合系统快速响应 “黑启动”技术，以适应风光极端波动系统快速自启动，保障安全生产。按照内蒙古自治区政策，并网型制氢项目新能能源配比不超过制氢电量的1.2倍确定，超配的20%新能源可以上网。

**3.实施周期：**3年

**4.拟支持资金额度：**自治区预计专项资金投入2000万元，企业自筹不低于4000万元。