

2020 年度广东省重点领域研发计划新能源重点专项申报指南

为落实《能源技术革命创新行动计划（2016-2030 年）》、《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》，推动大湾区绿色、低碳、安全、高效发展，2020 年设立广东新能源重点专项。通过专项，汇聚国内外优秀人才和优势团队，攻克新能源产业发展亟待突破的关键技术，取得一批标志性成果，提升我省能源领域高技术水平和国际竞争力，有力支撑我省新能源产业的发展。

2020 年度专项指南设置海上风电、先进核能、太阳能等专题，共 10 个攻关方向，拟立项不超过 12 项，实施周期为 3 年左右。

专题一、海上风电（项目编号：20200123）

项目 1：10MW 及以上海上风电永磁发电机设计和制造

（一）研究内容

研究海上永磁风力发电机多场耦合优化设计与控制技术，基于效率、重量、可靠性及经济性多优化目标建立海上永磁风力发电机系统级优化模型；研究海上永磁风力发电机内部新式绕组及发电机整体的拓扑结构优化与散热结构优

化分析方法，传动设计与能效，永磁体磁钢防失磁，冷却结构设计、新颖电机结构与轻重量、高效率、低损耗设计；研究海上永磁风力发电机测试技术、海上盐雾防腐、故障诊断与保护技术，提高海上风力发电机的容错性能，提高其可靠性和发电量。

（二）考核指标

发电机生产自主可控，发电机额定功率 $\geq 10\text{MW}$ ，发电机额定转速 $\leq 8.5\text{rpm}$ ，发电机重量 ≤ 18 吨/ MW ，发电机额定效率 $\geq 92\%$ ，发电机转矩脉动 $\leq 0.5\%$ ，发电机温升 $\leq 110\text{K}$ ，发电机设计寿命 ≥ 25 年，完成 10MW 级永磁发电机样机测试验证，在风电场工程化应用。

核心技术形成 7 项以上发明专利。

（三）申报要求

须企业牵头申报。

（四）支持额度

资助额度不超过 1500 万元/项。

项目 2：10MW 及以上海上风力发电机组主控装置研发

（一）研究内容

研究大型海上风电机组状况监控系统、变桨控制系统、变频系统，以及远程通讯控制、自动最大功率点跟踪控制、偏航控制、发电与并网自适应动态调整、安全并网等，形成自主配套协同、稳定可靠、满足安全并网条件的海上风电机组主控装置。研究海上风电智能化台风应对系统，与风电机组

组主控系统融合，智能调控；研究大型海上风电机组多目标解耦控制方法，适用于海上风电机组交/直流并网测试平台、测试方法及标准；研究主控装置与系统关键技术的工程化。

（二）考核指标

大型（10MW 及以上）海上风电机组主控装置，其监控系统、变桨控制系统、变频系统，远程控制系统以及自动最大功率点跟踪控制、安全并网等核心技术形成知识产权。载荷下降 3%~5%，发电量提升 5%，调频及惯量支撑附加功率 $\geq 10\%$ 。海上风电智能化台风应对系统与主控装置协同，可提供 1km 风速、风向等气象空间分辨率、每小时动态更新，智能化调整风机；建立海上风电机组并网特性硬件在环测试平台，最大可硬件在环测试大型海上风电机组数量 ≥ 6 台。主控装置及其控制系统在工程中实现应用。

核心技术形成 7 项以上发明专利。

（三）申报要求

须企业牵头申报。

（四）支持额度

资助额度不超过 1500 万元/项。

项目 3：分布式海上风电场柔性直流输电站关键设备的研制

（一）研究内容

研发适用于高压直流输电的换流阀、海上风电分散式串联多端直流输电系统主拓扑、海上风电分散式串联多端直流

输电系统控制与保护技术和海上风电场电压和频率控制技术；研究海上直流换流站优化系统配置，包括换流站及其控制与保护系统和测量设备、无功补偿设备、交直流海缆、海上升压站等。量化研究系统关键部件的效率、可靠性及经济性。集成高压直流换流站的各项关键技术，包含串联多端直流输电送出系统设计、控制保护、稳定性、可靠性等，形成风电场直流输电试验样机系统。

（二）考核指标

具有自主知识产权的直流送出系统核心换流阀装备样机。海上换流阀损耗： $\leq 0.3\%$ ，海上平台换流直流电压不均压度： $\leq 10\%$ ，岸上混联度(全桥子模块占比)： $\leq 25\%$ ，岸上 MMC 平均开关频率： $\leq 180\text{Hz}$ ，直流电压运行范围： $67\%-100\%$ 。海上平台换流阀造价、运行损耗等相对普通直流送出系统降低 20%以上。风电场直流输电试验样机系统： $\geq \pm 10\text{kV}/10\text{MW}$ 。

核心技术形成 7 项以上发明专利。

（三）申报要求

须企业牵头申报。

（四）支持额度

资助额度不超过 1000 万元/项。

项目 4：近海深水区大容量海上浮式风机关键技术及装备研究

（一）研究内容

研究近海深水区（30-60m 过渡水深）的海上漂浮式风机

水动力特性，包括不同系泊布局、系泊锚链或缆绳的组成分段、材料力学特性、平台锚点位置等设计要素与系泊系统定位性能、安全性和经济性的关系，浮式风电系统一体化计算方法，研发高精度的海上漂浮式风机一体化仿真设计软件；研究漂浮式风机系统控制技术，包括适应大幅度和多自由度运动条件下的风机控制，漂浮式风机-基础系统平衡性的多变量耦合控制；研究近海深水区（30-60m 过渡水深）的漂浮式海上风电系泊系统优化设计及动态电缆关键技术，包括：系泊选型及系泊定位、新型抗拔基础、动态电缆整体布置、动态电缆强度和疲劳分析等；研究抗台风大容量漂浮式风电装备总体方案、适应浮式风电成套装备研发与工程配套优化设计。

（二）考核指标

具有自主知识产权的浮式风电全耦合数值模拟软件，适合风机+塔筒+基础一体化建模载荷计算与一体化全耦合设计。风机控制：机组的摇荡幅值不超过 10 度，在极端条件下先进控制使风电机组的运动幅值降低至少 10%，抵御我国 50 年一遇台风海况。浮式风电机组：整机功率不小于 5MW，适用风区为 IEC IB。浮式基础、系泊锚固系统：适配 5MW 以上风电机组，可适用水深 30-60m、海流不低于 1m/s 的海域，系泊系统比传统全锚链成本降低不低于 10%，一体化优化设计使成本降低不少于 5%，满足船级社规范要求及用户技术需求；浮式风电机组、浮式基础、系泊及锚固系统设计

寿命 25 年；浮式风机基础用钢量小于 3500t 或综合成本小于 3.5 万元/KW，浮式风电系统综合发电量成本处于国内外先进水平，产品技术在广东近海深水区形成工程应用。

核心技术形成 7 项以上发明专利。

（三）申报要求

须企业牵头申报。

（四）支持额度

资助额度不超过 1000 万元/项。

项目 5：大规模海上风电与天然气发电融合多能互补关键技术的研发

（一）研究内容

研发海上风电发电集群并网控制实时仿真平台和海上风电与天然气结合的虚拟电厂优化调度系统，研究大规模海上风电风功率预测技术、海上风电场集电系统、变电系统、送出系统的优化设计技术方法及海上风电场交直流并网优化方式。研究天然气发电以及非化石能源发电等多元互补与协调控制技术、智能调度，适用于海上风电接入和消纳的市场机制和负荷增长方案，需求侧响应提高海上风电消纳能力的技术手段，大规模海上风电发电集群多元互补及消纳。

（二）考核指标

研发具有自主知识产权的大规模海上风电集群交直流并网实时仿真平台，实现 1000 万千瓦级海上风电集群交直流并网全年 8760 小时、日前 24 小时和日内 2 小时多时间尺

度的实时仿真模拟，保障海上风电集群并网消纳比例大于95%；实现空间分辨率达到1KM×1KM的海上风电全生命周期综合评估及建设时序优化。

研发具有自主知识产权的海上风电与天然气结合的虚拟电厂优化调度系统，允许300个设备接入，至少包含海上风电、天然气、储能、需求侧响应等4种资源，优化时间不超过3分钟。

基于实时运行模拟平台、虚拟调度系统，建立海上风电的风电功率预测方法，日前24小时尺度短期实际预测准确度不低于80%，日内2小时尺度超短期区间预测精度不低于90%。

研制高可靠性、高集成度、高性价比的海上风电场的集电变电输送并网系统和海上风电优化控制与运行调度系统，实现包含3个及以上海上风电场、总容量不低于100万千瓦的海上风电场集群优化调度，形成示范应用。

研发含海上风电、天然气发电及需求响应等源网荷资源的电力市场仿真模拟平台1套，至少包含4种交易品种、1000个节点、200个电源、50个需求侧响应用户，出清时间小于30分钟；形成海上风电消纳的市场机制体系，可支撑广东6000万千瓦级海上风电高比例消纳。

核心技术形成7项以上发明专利。

（三）支持额度

资助额度不超过1000万元/项。

专题二、氢能（项目编号：20200124）

项目 1：液态储氢技术和装备研发

（一）研究内容

针对千辆级商用车集中运行对氢燃料制备、输配及加注的需求，开展氢气液化工艺、液氢储运和液氢存储-气氢加注站的相关研究。研制液氢杜瓦、液氢固定式储罐等液氢容器；研制加氢站用液氢增压泵、液氢闪蒸气的高效利用及再液化设备、液氢的转注泵及其他配套设备；研发 100-1000L 液氢杜瓦、10-30 立方液氢固定式储罐各一套；研究液氢储存安全技术、液氢输送和转移安全技术；研究液氢温区基础性检测技术，研究与制订液氢技术标准。

（二）考核指标

研发一套 100-1000L 液氢杜瓦，静态日蒸发率 $\leq 1\%$ ；一套 10-30m³ 液氢固定式储罐，静态日蒸发率 $\leq 0.5\%$ ；研发加氢站用 920bar 液氢增压泵，功耗 $\leq 1.5\text{kWh/kg-H}_2$ ；研制液氢闪蒸气的高效利用及再液化设备、液氢转注泵、液氢专用低温接头及其他配套设备，建成 200 公斤/天以上氢气液化装置一台，并投入运行，单位千克液氢能耗指标 $\leq 20\text{kWh/kg-H}_2$ 。

形成液氢应用相关技术标准 2-4 项；核心技术形成 7 项以上发明专利。

（三）申报要求

须企业牵头申报。

（四）支持额度

资助额度不超过 1500 万元/项。

专题三、先进核能（项目编号：20200125）

项目 1：铅基反应堆总体设计、冷却剂工艺技术及关键设备研制

（一）研究内容

研究移动式铅基快堆的一体化集成技术，基于模化试验理论，采用缩比方法研究移动式一体化铅基快堆堆本体 MW 级非核集成装置的总体设计方案，研发铅冷快堆耐高温抗辐照耐腐蚀包壳材料，适用于 480°C 以上的液态铅/铅铋冷却快堆运行工况环境的抗辐照耐腐蚀不锈钢。研究铅冷却剂高精度、高稳定性品质控制关键技术：开发铅基快堆冷却剂高精度氧传感器装置和高效、高稳定性氧浓度控制技术；研究铅基反应堆放射性 Po-210、冷却剂杂质形成及迁移机理、测量及过滤方法，开发铅基 Po-210 去除、冷却剂杂质测量及过滤装置。铅基快堆高温直流蒸汽发生器关键技术研究：研究蒸汽发生器关键热工水力现象、关键制造工艺；开发长寿命、耐腐蚀、低功率稳定运行的高效紧凑铅基快堆蒸汽发生器原理样机，并完成试验验证。

（二）考核指标

形成移动式一体化小型铅基快堆 MW 级非核集成装置的总体设计方案，包括铅基快堆模拟堆芯的设计和制造。包壳不锈钢材料在 400-500°C 条件下离子辐照至 100 dpa 后，辐

照肿胀率 $\leq 0.5\%$ ；材料与液态铅铋具有良好的腐蚀兼容性，在 500°C 条件下其饱和氧 LBE 腐蚀速率 $\leq 20(\text{m}/\text{年})$ ；抗拉强度 $\geq 800\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 20\%$ ； 700°C 条件下下材料的抗拉强度 $\geq 250\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 25\%$ ； $700^{\circ}\text{C}/100\text{ Mpa}$ 条件下材料的蠕变断裂时间 ≥ 2000 小时。

氧传感器需在低温 200°C 下测量相对误差 $\leq \pm 10\%$ ， 550°C 下工作寿命 ≥ 10000 小时（国际先进技术水平）；氧化铅颗粒相对密度 $\geq 93\%$ ，纯度 $\geq 99\%$ ，氧控装置在 550°C 下工作寿命 ≥ 10000 小时；净化装置过滤铅铋杂质效率单次需 $\geq 50\%$ 。放射性 Po-210 气溶胶过滤材料热态过滤效率 $\geq 90\%$ 。

1MW 铅铋合金蒸汽发生器原理样机，高温直流蒸汽发生器设计寿命 ≥ 40 年，使用最高温度 $> 500^{\circ}\text{C}$ ，铅铋侧进出口最大温差 $\geq 150^{\circ}\text{C}$ ，铅铋侧冷却剂流速在最高流速 $2\text{m}/\text{s}$ 的工况下不发生流致振动；二次侧出口过热度不小于 100°C ，在功率大于 20% 满功率水平下不会发生流致振动、管间脉动等流动不稳定现象；

核心技术形成 7 项以上发明专利。

（三）支持额度

资助额度不超过 1500 万元/项。

项目 2：模块化海上浮动小型堆主设备研制及总装制造技术研究

（一）研究内容

研究多种反应堆控制棒驱动机构结构形式和理论分析，

并试制典型工程样机和配套系统，在模拟海洋环境下进行功能、性能验证；研究反应堆压力容器大尺寸接管嘴与筒体一体化锻件成型技术、筒体组件高精度加工技术；直流蒸汽发生器制造技术等；研究紧凑型反应堆主设备模块化总体集成装配的工艺方法、复杂设备精确装配变形及尺寸控制措施、辅助工装以及功能验证。包括开发面对狭窄空间环境下低合金钢接管全位置自动 TIG 焊接工艺、焊接设备及热处理技术，控制棒驱动机构专用 Ω 焊缝焊接工艺等；开发系列主设备智能吊装设备，实现大型反应堆设备吊装的精确对中、自动保护及远程操作；研究并试制约束主设备运行工况下空间尺寸和承载的一体化支承设备及高精度调整摩擦副结构和工程产品。

（二）考核指标

研制一套适用于海洋环境（倾斜摇摆 22.5 度）的反应堆控制棒驱动机构工程样机，提升控制棒速度 0-480mm/min，最大外形尺寸 $\leq 280\text{mm}$ ，线圈耐温不小于 220℃，具有倾翻锁死功能，满足系统运行环境（压力 17.23Mpa，温度 343℃，行程 $>2200\text{mm}$ ）和海洋环境鉴定试验。一套电功率 $>35\text{MW}$ 的反应堆压力容器、直流蒸汽发生器工程样机，工程样机需通过压力不低于 21.6Mpa（绝对压力）的水压试验验证。一套全位置轨道式窄间隙焊接工艺，可实现低合金钢 SA508-III 焊接厚度大于 80mm。研制一套带屏蔽功能的反应堆堆内构件多用途专用吊具，吊装载荷 $>50\text{T}$ ，具备示范应用条件。

研制一套一体化支承设备及自润滑摩擦板，满足反应堆主设备模块组装及支承功能，承载重量>450t，多点支承水平度<1/1000。研制一套电功率>35MW的模块化工程样机，工程样机需要通过压力不低于21.6Mpa（绝对压力）的水压试验验证。

核心技术形成7项以上发明专利。

（三）申报要求

须企业牵头申报。

（四）支持额度

资助额度不超过1500万元/项。

专题四、太阳能（项目编号：20200126）

项目1：新型高效晶硅太阳能电池配套浆料研发

（一）研究内容

研发适用于HJT电池，在200℃以下可以固化并可以焊接的浆料树脂制备工艺；研发适用于新型高效晶硅太阳能电池配套浆料的微球银粉理化制备工艺；研究浆料关键材料和作用机理，包括研究有机相的配方，优化浆料的流变学性能和印刷性能；玻璃粉刻蚀减反层的机理、玻璃粉辅助银、硅导电接触形成的机理；低温银浆的银粉表面包覆层低温解离技术。研究产品对电池的接触电阻和复合速率之间的平衡关系的配方控制技术、产业化技术。研究HJT电池、TOPCon电池、N-PERT电池的配套浆料的中试制作工艺、产品性能影响规律与应用效果。

（二）考核指标

材料制备指标：中试制备浆料树脂材料工艺和中试制备浆料微球银粉工艺技术，浆料树脂 200℃以下可以固化并可以焊接，浆料银微球 0.1-10um，比表面积 0.2-0.6m²/g。**HJT 银浆技术指标：**中试浆料产品能够在低于 200℃温度下固化；焊接拉力 1-2 N/mm；丝网印刷不塞网，不漏浆，能够在小于 30um 开口的丝网网版上印刷，高宽比≥0.2；满足 TC 200 冷热循环可靠性测试。使用该银浆的 HJT 电池片效率与使用进口同类产品的转化率相当或者转化率达到 23%以上。**TOPCon 电池、N-PERT 电池的配套浆料技术：**丝网印刷：300-430 目丝网印刷，不塞网、不漏浆，能够在 30um 开口的网版上印刷，高宽比≥0.2。应用于 N-PERT 电池、TOPCon 电池，转换效率分别达≥22.5%（单晶硅）、≥22.5%（单晶硅）。

核心技术形成 7 项以上发明专利。

（三）申报要求

须企业牵头申报。

（四）支持额度

资助额度不超 1000 万元/项。

项目 2：大面积、高效碲化镉电池工艺与设备研发

（一）研究内容

研究碲化镉（CdTe）缺陷特性和产生机制，通过元素掺杂/扩散实现光电特性调控，制备获得宽光谱响应的高效率 CdTe 太阳电池；开发国产化高效透明导电氧化物（TCO）

玻璃制备工艺和设备；研制高质量 CdTe 薄膜的高速沉积关键装备，研究影响大面积玻璃传输平整度和形变的因素，提高设备加工和安装精度，研究气相沉积技术，通过对温度、真空度等工艺参数的调试，寻找合适量产的工艺条件，提高大尺寸镀膜均匀性，开发 1600mm(2000mm 大尺寸组件。

（二）考核指标

碲化镉薄膜电池中试产品技术指标：大面积 CdTe 薄膜电池产品组件效率提升到 18%以上(面积 \geq 1600mm(2000mm)；小面积电池（面积 \geq 50mm(50mm)）效率提升到 21%以上。碲化镉电池窗口层及吸收层新材料，平均量子转换效率提升至 90%；钝化界面缺陷，使 FF 提升至 75%，Voc 提升至 870 mV，Jsc 提升至 29mA/cm²。

研发生产设备样机技术指标：自主知识产权的高效 TCO 玻璃生产工艺和设备，达到高效 CdTe 电池生产要求。第二代大尺寸高效大面积的气相沉积设备要求：组件制造尺寸为 1600mm(2000mm，输出功率 \geq 570W，单套碲化镉气相沉积镀膜设备年产能可达到 300MW，单瓦成本小于 0.98 元/W。

核心技术形成 7 项以上发明专利。

（三）申报要求

须企业牵头申报。

（四）支持额度

资助额度不超过 1000 万元/项。