

附件 2

广西新能源及储能全产业链科技创新 “尖锋”专项 2025 年项目申报指南

专题一：锂离子电池材料关键技术研究及产业化

方向 1：高品质电池级碳酸锂关键技术研发及产业化

1. 研究内容：（1）开展添加剂协同硫酸强化浸出提锂研究，研究硫酸浓度、钾盐种类以及用量、添加剂种类以及用量、PH 值、温度等工艺参数对锂浸出率的影响。（2）开展离子交换法/电化学法纯化锂浸出液的研究，研究树脂种类、吸附时间、锂出液浓度、电压、阳离子选择性膜等工艺参数对浸出液中杂质分离的影响。（3）开发电池级碳酸锂制备技术，优化净化锂浸出液浓度、碳酸钠用量、温度、陈化时间等工艺参数，生产出高纯度、高品质电池级碳酸锂。（4）进行高品质电池级碳酸锂用设备的改造、调试及批量生产。

2. 考核指标：（1）电池级碳酸锂指标：锂含量 $\geq 99.6\%$ ，磁性异物含量 $\leq 0.00001\%$ ；关键杂质含量： $\text{Na} \leq 0.007\%$ ， $\text{SO}_4^{2-} \leq 500 \text{ ppm}$ ， $\text{Mg} \leq 0.00005\%$ ， $\text{Ca} \leq 0.002\%$ ， $\text{Fe} \leq 0.0003\%$ ， $\text{Cr} \leq 0.00025\%$ ， $\text{Al} \leq 0.00003\%$ ；粒度范围： $3\mu\text{m} \leq \text{D}50 \leq 5\mu\text{m}$ ， $9\mu\text{m} \leq \text{D}90 \leq 15\mu\text{m}$ 。（2）项目实施期内，升级改造电池级碳酸锂生产线，产能达到 4 万吨/年，产品销售收入 25000 万元以上，新增利税 1500 万元以上。（3）获得授权发明专利 3 件以上。

3. 实施年限：3年。
4. 资助经费：不超过600万元。
5. 相关说明：公开择优。

方向2: 退役电池资源化利用制备动力电池磷酸锰铁锂关键技术研发及产业化

1. 研究内容: (1)研究选择性浸出和氧化法深度除杂技术,通过调控提锂过程pH的梯度控制、温度和氧气通气量等工艺参数,实现绿色、高效、低成本提取退役电池正极材料中锂元素。(2)研究无机酸体系湿法浸出技术,实现铁磷共溶并定向沉淀为磷酸铁,突破铁磷廉价组份一体化回收和高值化利用技术。(3)开发络合-萃取法和氨水梯度沉淀技术,实现金属杂质的高效转型与脱除,研究选择性除铝和铜的影响因素,降低除杂过程酸碱耗量,缩短除杂回收磷酸铁流程。(4)研究湿法砂磨-喷雾干燥-造粒-热处理连续制备磷酸锰铁锂的关键技术,突破磷酸锰铁的晶体控制及颗粒形貌调控技术。(5)研究磷酸锰铁锂的改性技术,利用组分调控、体相元素掺杂、纳米化和多层级碳包覆改性策略,形成磷酸锰铁锂的多重联动改性关键技术。(6)开展磷酸锰铁锂的生产优化工艺及智能化控制设备的研究,建成低成本、无害化的退役电池材料循环利用及磷酸锰铁锂生产线,实现产业化和应用示范。

2. 考核指标: (1)锂回收率 $>92\%$,碳酸锂产品达到电池级碳酸锂标准,磷、铁回收率 $>90\%$;磷酸锰铁锂正极材料:压实密度 $\geq 2.45\text{g/cm}^3$,振实密度 $\geq 0.8\text{g/cm}^3$,比表面积 $\leq 25\text{m}^2/\text{g}$,0.1C首次

放电比容量 $\geq 160\text{mAh/g}$ ，0.1C 首次充放电效率 $\geq 92\%$ ，1C 放电容量 $\geq 145\text{mAh/g}$ 。（2）项目实施期内，实现年回收 1.5 万吨废料电池黑粉，建成年产 1 万吨的磷酸锰铁材料生产线 1 条，新增产品销售收入 2.5 亿元以上，新增利税 1000 万元以上。（3）获得授权发明专利 3 件以上。

3. 实施年限：3 年。

4. 资助经费：不超过 600 万元。

5. 相关说明：公开择优。

方向 3：高镍单晶三元正极材料关键技术研发与产业化

1. 研究内容：（1）开展氢氧根共沉淀法制备掺杂型金属氢氧化物前驱体的关键技术研究。探究前驱体结晶生长规律和关键工艺参数，实现掺杂型金属氢氧化物前驱体的可控制备。（2）开展快离子导体原位无水化包覆技术研究。通过研究正极材料包覆添加剂与包覆层的关系，建立残碱反应等工艺与材料性能之间的关系模型，实现包覆剂的定向筛选和原位包覆新技术的开发。（3）通过搭建高镍单晶三元正极材料的智能化生产线研究，实现材料的低成本及高质量生产。

2. 考核指标：（1）单晶三元层状正极材料，Ni mol $\geq 80\%$ ，磁性异物含量 $\leq 25\text{ppb}$ ，Na $\leq 100\text{ppm}$ ，S $\leq 800\text{ppm}$ ；振实密度 $\geq 2.5\text{g/cm}^3$ ；热稳定性 DSC 测试热分解起始温度 $\geq 210^\circ\text{C}$ ，分解温度 $\geq 220^\circ\text{C}$ ；0.1C $\geq 215\text{mAh/g}$ ，首次充放电效率 $\geq 90\%$ ；1C 放电容量 $\geq 200\text{mAh/g}$ ；1C 充放电循环 ≥ 2000 次且容量保持率

≥85%(25℃)。(2)项目实施期内,本项目产品销售收入2亿元以上,新增利税1200万元以上。(3)获得授权发明专利3件以上。

3. 实施年限: 3年。

4. 资助经费: 不超过600万元。

5. 相关说明: 公开择优。

专题二: 钠离子电池材料关键技术研究及产业化

方向1: 聚阴离子磷酸盐体系钠电池储能关键技术研究与应用

1. 研究内容: (1)利用理论计算与实验相结合的方法,开发具有高比容量、高循环稳定性的新型正极和负极材料,依据正负极材料体系特性优化电解液,开展长寿命、宽温域、高安全磷酸盐体系钠离子储能电池研究及制备。(2)分析不同滥用及极端条件下电极材料、电解液、电芯结构/性能等变化情况,以及不同滥用下电池热失控的临界条件、阈值范围以及热失控后烟气及能量的释放规律,开展聚阴离子磷酸盐体系钠电池安全特性、失效机制及安全防控技术研究。(3)基于聚阴离子磷酸盐体系钠电池特性,优化系统结构及热管理方案,开展储能系统集成技术与关键设备研制。(4)面向能源电力领域多场景开展钠离子电池储能系统示范应用。

2. 考核指标: (1)单体电芯能量密度≥135Wh/kg,能量效率≥95%,-20℃容量保持率≥90%,45℃容量保持率≥95%,1C充放电循环≥2000次(90%DOD)且容量保持率≥85%,安全性符合国家标准;钠离子电池储能系统充放电响应时间≤0.5s,充放

电调节时间 $\leq 2s$ ；在不少于2个场景开展钠电池储能应用示范，总示范规模不少于2MWh。（2）项目实施期内，钠电池储能应用示范的电力销售产值3000万元以上，新增利税150万元以上。

（3）获得授权发明专利2件以上。

3. 实施年限：3年。

4. 资助经费：不超过800万元。

5. 相关说明：公开择优。

专题三：固态电池关键技术研究及产业化

方向1：高能量密度纳米硅负极材料关键技术研发与产业化

1. 研究内容：（1）基于射频感应等离子体硅烷气相沉积法制备纳米硅技术，优化硅烷裂解温度场的核心温度、周边温度，开发硅烷裂解温度场控制技术和硅烷尾气燃烧处理技术，提高单台纳米硅制备设备的产能，并实现污染零排放。（2）基于流体力学理论、精准温度控制技术和微氧含量纳米硅钝化技术，合理设计硅烷、等离子气、冷却气、硅蒸汽最佳输送路径和流量，开发精准温区氮气快速淬冷硅蒸汽纳米硅粒度控制技术，实现粒径可控的纳米硅制备，同时解决纳米硅接触空气自然起火安全问题。（3）集成气体循环系统、金属陶瓷过滤收集系统和反吹系统，开发低成本、高收得率纳米硅收集技术，提高产品成品率，降低生产成本。（4）开发稳定可持续界面及低极化、高强度界面构筑技术，抑制纳米硅颗粒在嵌锂过程中体积膨胀；开发应力自适应骨架型高稳定三维导电网络搭建技术，提高纳米硅负极离子电子导电性能，

降低电极极化，实现高容量、高首效和长循环寿命的纳米硅负极材料开发。

2. 考核指标：（1）实现平均粒径 20—100nm 的纳米硅可控制备，氧含量 $\leq 2.0\text{wt.}\%$ ，纯度 $\geq 99.99\text{wt.}\%$ （不包括氧）。纳米硅首次可逆容量 $\geq 2200\text{mAh/g}$ ，首次库伦效率 $\geq 85\%$ ，1C 充放电循环 ≥ 1000 次且容量保持率 $\geq 80\%$ ，或 ≥ 500 次且容量保持率 $\geq 90\%$ 。（2）项目实施期内，纳米硅年产能 ≥ 19.2 吨，新增销售收入 2000 万元以上，新增利税 360 万元以上。（3）获得授权发明专利 2 件以上。

3. 实施年限：3 年。

4. 资助经费：不超过 500 万元。

5. 相关说明：公开择优。

方向 2：高能量密度半固态电池关键技术研发及产业化

1. 研究内容：（1）开展半固态电解质、正负极材料及电极-电解质界面设计，构建硬质胶为骨架、交联高分子为填充相协同的复合电解质设计，采用硅烷偶联剂或等离子体处理增强界面结合力，控制骨架孔隙率与高分子交联度，优化界面化学键合的反应时间。

（2）设计 ALD 法纳米电解质包覆高镍正极材料技术，优化沉积循环次数和厚度误差，调控硅碳复合负极材料的硅含量和碳壳孔隙率，采用梯度调控正负极涂层厚度的非对称结构涂层，实现电极与电解质界面融合。（3）开展包括流延涂布、喷雾制膜及原位聚合等固态电解质批量化制备技术研究，调控室温浆料最佳黏度

范围，优化基板温度可控条件下的喷嘴喷雾压力参数，控制膜厚的同时缩短单次固化时间以提高产能，根据高载量半固态电极以及电池组装的需求，调整或自研设备，满足电极及电池制备需求。

2. 考核指标：（1）车载三元方形半固态动力电池产品能量密度 $\geq 350\text{Wh/kg}$ ；具备2C倍率快充能力；1C充放电循环 ≥ 2000 次且容量保持率 $\geq 80\%$ （ 25°C ）；电池可在 -40°C 下使用；热箱测试满足热稳定性 $\geq 170^\circ\text{C}$ ，可以通过针刺测试，模组无热蔓延。（2）项目实施期内，实现半固态电池产业化应用，销售收入5000万元以上，新增利税250万元以上。（3）获得授权发明专利2件以上。

3. 实施期限：3年。

4. 资助经费：不超过800万元。

5. 相关说明：公开择优。

方向3：氧化物基固态锂电池关键技术研发与产业化

1. 研究内容：（1）开展共沉淀—固相烧结连续式制备高镍三元正极材料关键技术研究，研究高镍三元前驱体、元素掺杂、表面包覆改性等工艺对正极材料性能影响，依据高镍三元正极材料特性，优化电极制造技术。（2）利用三维碳骨架构筑技术和纳米硅原位生长技术，开发高容量、低膨胀新型硅碳负极材料，发展连续化新型硅碳负极制备方法和工艺。（3）联合利用机器学习和实验研究，开发高离子电导率、宽电化学窗口的氧化物基固态电解质材料，开展氧化物电解质粉末与聚合物复合技术及其成膜技术，厘清影响电解质膜的离子电导率、机械强度和稳定性的工艺

参数。(4)研究氧化物基固态电池固-固界面演变机制和离子输运机制,实现原位构筑正负极/固态电解质界面弹性缓冲层的界面调控技术。(5)研究氧化物基固态电池电芯的制造技术,并开展应用场景验证。

2. 考核指标: (1)高镍三元正极材料比容量 $\geq 200\text{mAh/g}$ (0.1C);新型硅碳负极材料比容量 $\geq 1500\text{mAh/g}$ (0.1C);石榴石型氧化物固态电解质粉体室温离子电导率 $\geq 1\times 10^{-3}\text{S/cm}$;氧化物基固态电池电芯容量 $\geq 2\text{Ah}$,质量能量密度 $\geq 380\text{Wh/kg}$,1C充放电循环 ≥ 1000 次且容量保持率 $\geq 80\%$ (25℃)。(2)项目实施期内,建成1条固态电池中试生产示范线,本项目产品销售收入12000万元以上,新增利税600万元以上。(3)获得授权发明专利2件以上。

3. 实施年限: 3年。

4. 资助经费: 不超过800万元

5. 相关说明: 公开择优。

专题四: 氢能产业链关键技术攻关与应用示范

方向1: 北部湾“海上风电制氢+”融合开发高效利用新模式开发与应用示范

1. 研究内容: (1)针对北部湾特征海况,开发振荡水柱式波浪能高效捕获技术,设计波浪能与海上风电设施共享的多能互补发电系统;(2)开发大容量、高稳定性电极批量制备技术,研究海上制氢/制氧电极结构稳定性与能耗的构效关系,提升阴/阳电极海

水工况下的耐久性；(3)开发低压、高密度储供氢新材料，研制面向产氢端的集氢气纯化、调压、控流于一体的氢储存增压装备；(4)开发基于电解水制氧的海洋牧场养殖-供氧协同系统，实现供氧与海洋牧场养殖的智能控制调度。(5)建设海上“源—氢—储—渔”一体化集成平台，通过多系统协同设计与智能安全防护，实现空间高效利用及生产安全闭环管理。

2. 考核指标：(1)形成风能和波浪能互补发电系统1套，波浪能装机容量 $\geq 300\text{kW}$ ；制氢规模 $\geq 1000\text{Nm}^3/\text{h}$ ；系统额定点能耗 $\leq 4.4\text{kWh}/\text{Nm}^3$ ；制氢运行 ≥ 3000 小时后系统能耗增加 $\leq 3\%$ ；海上工况测试 $\geq 200\text{h}$ ，规模 $\geq 200\text{Nm}^3/\text{h}$ ；海上储氢系统储氢入口氢压 $\leq 3.5\text{MPa}$ ，供氢时出口氢压 $\geq 3.5\text{MPa}$ ，供氢纯度 $\geq 99.999\%$ ，系统体积储氢密度 $\geq 20\text{kg}/\text{m}^3$ ；创建制氧与海洋牧场融合发展新模式1个；形成“源—氢—储—渔”一体化示范场景1个；能源、生物安全监控系统远程监控距离 ≥ 20 公里，故障诊断数据实时响应时间 ≤ 2 秒。(2)项目实施期内，新增绿电、绿氢、渔业等销售收入 ≥ 15000 万元以上；构建绿色产业园1个，园区企业生产总值不低于50000万元，新增利税4500万元。(3)获得授权发明专利2件以上，制定相关标准3项以上。

3. 实施期限：3年。

4. 资助经费：不超过1000万元。

5. 相关说明：公开择优。

方向 2：电解水耦合制氢及天然气掺氢协同关键技术攻关与

应用示范

1. 研究内容: (1)开发低成本高性能电解水制氢催化剂材料,构筑缺陷—金属协同增效的高性能碳基非/低铂催化材料体系。(2)开发电解水制氢膜电极双面直涂技术,实现膜电极高均匀性双面涂覆和批量制备,优化电—氢智能适配控制系统,实现碱性电解槽耦合 PEM 电解槽在可再生电力能源下的绿氢直供。(3)研究不同掺氢比例对燃气轮机燃烧特性、热效率及排放的影响,建立掺氢燃气发电动态模型,开发掺氢天然气混输发电安全评估技术。(4)开展掺氢燃气轮机与余热回收系统的耦合优化,实现系统发电降本增效,形成电解水制氢的绿氢直供掺氢发电工程示范。

2. 考核指标: (1)开发低成本、高效碳基非/低铂催化材料体系,总贵金属含量 $\leq 1.0\text{mg}/\text{cm}^2$;开展制氢直供示范:碱性电极单槽额定制氢产能 $\geq 500\text{Nm}^3/\text{h}$, PEM 单槽额定制氢产能 $\geq 50\text{Nm}^3/\text{h}$,制氢纯度 $\geq 99.97\%$;燃气轮机掺氢比例 $\geq 5\%$ (体积比),系统发电效率提升 $\geq 5\%$,单位发电量 CO_2 排放量 $\leq 10\%$ 。(2)项目实施期内,实现绿氢—燃气耦合发电的工程示范应用;实现电力、绿氢等销售收入 5000 万元以上,新增利税 500 万元以上。(3)获得授权发明专利 2 件以上。

3. 实施期限: 3 年。

4. 资助经费: 不超过 600 万元。

5. 相关说明: 公开择优。