

附件 1

2021 年度广东省重点领域研发计划 “新能源汽车”重大专项申报指南

(征求意见稿)

为全面贯彻落实党的十九届五中全会和习近平总书记关于加强关键核心技术攻关的系列重要讲话精神，按照省委省政府关于科技创新的相关部署，根据《广东省重点领域研发计划实施方案》、《广东省人民政府关于加快新能源汽车产业创新发展的意见》、《广东省发展汽车战略性新兴产业集群行动计划（2021-2025 年）》等提出的任务，现启动 2021 年度“新能源汽车”重大专项。

本重大专项的实施目标是：瞄准未来汽车科技和产业发展的制高点，汇聚国内高端创新资源，抓住新一轮技术变革机遇，超前部署研发下一代技术，加速推进新材料、新技术、专用芯片、高性能器件的产业化，力促产业链供应链自主可控，推动广东省汽车产业集群迈向全球价值链高端。

本重大专项共部署 3 个专题、13 个研究方向。每个研究方向拟支持 1 个项目，项目实施周期为 3~4 年。项目申报要求产学研合作，须覆盖该研究方向的全部研究内容和考核指标，参研单位总数不超过 6 个。

专题一：智能网联汽车

项目 1.1 面向智能汽车的数字路网关键技术研究与应用示范

（一）研究内容

面向智能汽车和智慧交通发展需求，研究融合多源传感、计算、通信设备和算法软件的数字路网技术。包括：研究数字路网建设分级依据和标准体系，设计新型数字路网系统架构，研究面向路车语义交互的网络拓扑和数字化表征方法。研制路侧专用感知、通信设备，实现核心器件国产化，开发数字路网边缘计算平台；研究路网多模态传感器融合感知方法，研发移动物体轨迹重构技术，实现动/静态目标时空状态识别与预判，开发路面、气候等关键物理属性监测技术。研究路况、车况、场景、指令等重要信息的声光传视/投影技术，结合路况预测、危险预警、节能驾驶、交通疏导等应用，研究灯号精准管控技术。研究基于数字路网的自动驾驶感知补偿、高精定位、地图修正、辅助决策和协同控制技术，实现高级别车路/车车协同驾驶。建设数字路网数据管理和应用服务云平台，开展示范应用。

（二）考核指标

建立数字路网分级标准，并制定路侧关键设备和技术相关标准 ≥ 3 个；设计新型数字路网典型架构，覆盖道路类型 ≥ 5 种，包含数字道路语义类型 > 200 种，拓扑方式 ≥ 3 种，融合感知信息 > 10 类，输出辅助决策信息 > 10 类，满足90%交通场景下的智能驾驶应用需求。

开展下一代数字路网的应用示范，建立云服务平台，推动交通设施及运载工具智能化升级，实现高水平的协同驾驶和智能管控，助力广东省建设国家级车联网先导区或数字路网示范区。示范道路总里程 ≥ 100 公里，覆盖道路类型 ≥ 3 种、典型场景 ≥ 20 种，实际验证车辆 > 1 万辆（次）；其中高级别数字化道路的总里程 ≥ 10 公里。

路侧设备感知测距 $\geq 500\text{m}$ （ $200\text{m}@10\%$ NIST），角分辨率达到 0.1° ；车路直连通信 500m 可靠性 $> 99.9\%$ ，时延 $< 20\text{ms}$ ，路车交互共识节点可接入数量 > 200 个；路网感知覆盖率 $\geq 90\%$ ，准确率 $\geq 95\%$ ，动态目标物位置测量误差 $\leq 10\text{cm}$ ，速度测量误差 $\leq 0.15\text{m/s}$ ，路面类型识别误差 $\leq 5\%$ 。建立云服务平台，实现路况预测、驾驶引导、车端感知补偿、协同驾驶、事故识别和预警等功能，支撑高级别自动驾驶应用，自动驾驶超视距感知纵向距离 $\geq 500\text{m}$ 。声光传视设备最大投射范围 $\geq 100\text{m}$ ，车道级流量采集误差 $\leq 10\text{pcu/h}$ ，典型事故在线识别准确率 $\geq 95\%$ ，识别时间 $\leq 20\text{s}$ ；示范路段自适应调度提升通行效率 $\geq 10\%$ ，节能驾驶降低整车能耗 $\geq 12\%$ ，优先车辆交叉口通行效率提升 30% 以上。

申请与核心技术相关的发明专利，通过第三方验证形成国家、行业或团体标准。

项目 1.2 智能网联汽车入侵检测技术研究及产品开发

（一）研究内容

研究主动应对智能网联汽车信息安全风险与威胁的入侵检测技术，开发入侵检测终端或组件，构建应急响应平台。包括：针对车载 CAN、以太网、无线通信等通信协议，设计智能网联汽车的风险分析分类和威胁模型，开发汽车信息安全风险知识库体系和建模知识图谱；研究基于终端检测与响应（EDR）的入侵检测、监测与防御体系；开发车载数据采集与监测模块、分析与决策模块、风险管理模块等核心硬件设备和软件组件。研究车端安全基线自动化采集与分析技术、特征库 AI 分析技术、双向攻防引擎、风险行为判定技术等；分析来自云服务、通信、车内、外部等不同类型的威胁，扫描、挖掘、审核、验证和存储信息安全漏洞，建立智能网联汽车漏洞库；研究联动防御策略以及网关、防火墙、可信安全芯片等防护模块，构建应急响应平台。

（二）考核指标

构建智能网联汽车信息安全风险知识库体系和知识图谱，知识点 ≥ 10 万、知识边 ≥ 100 万；完成 ECU 等关键设备的检测规则库的建设。自适应不同类型车载网络的通讯速率、协议、电气接口，以及物理环境；具备主机系统资源、文件、进程、网络、DNS 等一体化的检测、监测、预警能力；支持策略规则检测、IDPS 引擎检测、基于行为模型等多种检测方式。异常入侵行为和异常操作行为的识别准确率不低于 80%，误报率 $\leq 5\%$ ，漏报率 $\leq 1\%$ ，云端预警时间不大于 3s。支持动态调整安全策略、自定

义关联规则及告警方式，知识库规则数 ≥ 1000 条。建立智能网联汽车漏洞库平台，收集安全漏洞数量 ≥ 100 条；项目实施期内，至少发现和公开3个严重漏洞。形成安全测试评价规范 ≥ 3 项，新设备应用于2款以上车型。申请与核心技术相关的发明专利，通过第三方验证形成国家、行业或团体标准。

项目 1.3 高安全线控底盘关键技术研究

（一）研究内容

研发适用于高级别自动驾驶汽车的高安全线控底盘关键技术。包括：设计高安全性的线控底盘域架构，开发机械与电气冗余的线控底盘执行系统，满足高级别自动驾驶安全要求。按照功能安全流程进行线控底盘转向、制动和电控悬架系统设计，研究转向、制动、悬架系统快速响应与高精度控制技术。研究底盘执行系统故障诊断及容错算法，研发转向和制动系统故障重构技术。基于高性能底盘域架构技术，研究整车纵向、横向、垂向动力学实时联合控制算法，开发域控制失效模式判断和冗余控制技术。研究线控底盘系统安全性测试评价方法，形成线控底盘测试和评价体系。

（二）考核指标

线控转向和制动执行冗余系统的主冗余切换时间 $\leq 100\text{ms}$ ，执行响应时间 $\leq 200\text{ms}$ 。线控转向稳态控制角度误差 $\leq 0.1^\circ$ ，转向轮最大转向角速度 $\geq 30^\circ/\text{s}$ ，线控制动系统建压稳态压力偏差 $\leq 0.1\text{MPa}$ ， $0\sim 10\text{MPa}$ 的建压时间 $\leq 150\text{ms}$ ，车轮抱死压力 \leq

90bar。电控主动悬架的单轴举高速率 $\geq 5\text{mm/s}$ ，悬架总行程 $\geq 130\text{mm}$ ，驾驶员座椅导轨垂向加速度均方根值 $\leq 1.5\text{m/s}^2$ （30km/h过减速带）。线控执行系统控制器硬件失效率 FIT 10，诊断覆盖率 99%。线控制度控制精度 $\leq 0.2\text{m/s}^2$ ，最大制动压力 $\geq 150\text{bar}$ 。100km/h-0 制动距离 $\leq 35\text{m}$ ；0-100km/h 加速时间 $\leq 4\text{s}$ ；麋鹿试验车速 $\geq 65\text{ km/h}$ 。申请与核心技术相关的发明专利，通过第三方验证形成国家、行业或团体标准。

专题二：纯电动与插电式混合动力汽车

项目 2.1 智能电芯开发

（一）研究内容

开发内置传感器的智能电芯，实现高可靠、全监控、高度集成的电池系统。主要包括：研究电芯内部温度、气压、应力等传感技术，研制电芯专用抗腐蚀传感器件；设计专用集成电路，研究自适应、抗干扰通信技术，实现传感数据实时监测。研发智能电芯封装、安全制造工艺，实现一体化集成；分析“采-算-传-控”全环节安全风险，研究可靠性提升技术。研究电芯智能管理技术，开发数据同步传输模块、微控制器和电池管理系统，开发高度集成电池系统，通过稳定性、安全性等验证并实现装车应用。

（二）考核指标

电压测量范围 2.0~6.0V，精度 $\leq \pm 2\text{mV}@ (3.3\text{V}, 25^\circ\text{C})$ ；
电流测量误差 $< 5\%$ ；内阻精度 $< 5\%$ ；温度检测范围 $-40\sim 120^\circ\text{C}$ ，

精度 $\leq\pm 0.2^{\circ}\text{C}@25^{\circ}\text{C}$ ；气压测量量程 2MPa，精度 $\leq 0.1\text{MPa}$ ；气体测试 ≥ 2 种，精度 0~100%（体积百分比）；应变测量量程 $\geq 3000\mu\epsilon$ ，示值误差 $< 5\mu\epsilon$ ；焊接精度 $\leq 0.1\text{mm}$ 。智能电芯工作平均功耗 $< 50\text{mW}$ ，休眠功耗 $< 50\mu\text{W}$ ，通信速率 $> 2\text{Mbps}$ ，稳定通信距离 ≥ 10 米，多种信号传输采样频率 $> 2\text{Hz}$ ；传输时延 $\leq 2\text{ms}$ ，全工况通信误码率 $< 0.1\%$ 。电芯能量密度 $\geq 200\text{Wh/kg}$ ，循环寿命 ≥ 1000 次。形成智能电芯工艺规程、实现小批量生产。申请与核心技术相关的发明专利，通过第三方验证形成国家、行业或团体标准。

项目 2.2 超级充电桩关键技术研究

（一）研究内容

开发基于国产碳化硅器件的长寿命、高可靠超级充电桩，实现纯电动汽车的快速、安全、高效充电。包括：开发具有双向充放电功能的大功率拓扑电路结构，研究大电流冲击对碳化硅功率器件、电解电容等器件寿命的影响机制，研制高可靠的充放电模块。研究充放电模块的移相谐振控制策略，实现低电容值条件下电压波动稳定控制；研究多充放电模块并联均流和充电效率寻优算法。研究具有高导热系数的绝缘材料和基板，开发低能耗的超级充电桩高效散热技术。研究具有防水、防尘、防盐雾和防凝露的整机结构和工艺；研究整机控制方法、充放电切换机制和单/双枪功率分配策略。研究桩、电网、储能、车的能源自洽技术及高效利用技术；开发超级充电桩整机性能评价与测试技术。

（二）考核指标

充电桩功率 $\geq 350\text{kW}$ ；充电电压支持 $300\sim 1000\text{V}$ ；充电桩寿命 ≥ 10 年，MTBF（平均无故障时间） $\geq 200,000\text{h}$ ；充电桩效率 $\geq 95\%$ （满功率负载）；噪声 < 55 分贝（GB22337-2008）；单个充电模块功率 $\geq 40\text{kW}$ ，功率密度 $\geq 2\text{kW/L}$ ；均流不平衡度 $\leq \pm 5\%$ （NB/T33008.1）；模块间的温度偏差 $\leq 10^\circ\text{C}$ （满功率负载），水冷功耗 300W ；充电模块防护等级达到IP67，满足NB/T 33001、NB/T 33008.1和GB/T 18487、GB18655、CISPR25等相关标准要求；支持充电桩V2G和储能功能扩展；装机应用 ≥ 100 套。申请与核心技术相关的发明专利，通过第三方验证形成国家、行业或团体标准。

项目 2.3 高性能复合负极材料研发与产业化

（一）研究内容

研制高比能、低膨胀的硅碳复合负极材料，实现低成本量产，并应用于动力电池系统。包括：开发纳米多孔硅的短流程制备技术，制备高电导与优良循环特性的纳米硅材料；开发低成本、绿色制备前驱体的工艺及技术，制备高容量、高稳定性的硅碳前驱体材料；研究负极材料结构参数、表面修饰技术，开发高容量负极材料制备工艺、负极材料与导电材料的复合工艺；开发高能量密度、低膨胀、高倍率循环性能的硅碳复合负极批量化制备一致性稳定技术；开发前驱体制备、多孔硅制备、微纳材料原位复合造粒等装备，实现低成本规模化生产；开发与硅碳负极匹

配的粘结剂、电解液等体系，实现硅碳复合负极材料在动力电池包中的装车应用。

（二）技术指标

材料振实密度 $\geq 1.0\text{g/cm}^3$ ，压实密度 $\geq 1.60\text{g/cm}^2$ ；比表面积降低 20~30%；比容量 $\geq 2000\text{mAh/g}$ ，首次库仑效率 $\geq 90\%$ 。容量 $\geq 700\text{mAh/g}$ ，2000 次循环后容量保持率 $\geq 85\%$ （0.5C/1C，RT 25℃）；倍率性能 3C/1C 容量保持率 $\geq 95\%$ ，5C/1C 容量保持率 $\geq 90\%$ ；满电（100%SOC）状态，极片膨胀率 $\leq 20\%$ 。应用于三元锂电池，能量密度 $\geq 380\text{Wh/kg}$ ；电池 DCR 降低超过 40%；在-40℃能正常工作，容量保持率 $\geq 60\%$ ；常温下，充放电循环寿命 ≥ 1500 次，10C/1C（100% DOD）容量保持率 $\geq 90\%$ ，1C/1C（80% DOD）容量保持率 $\geq 80\%$ 。完成关键重大装备开发 3 项以上；建设复合负极产品生产线。申请与核心技术相关的发明专利，通过第三方验证形成国家、行业或团体标准。

项目 2.4 车用宽温域热泵空调研发

（一）研究内容

开发车用宽温域热泵空调，实现装车应用。包括：面向整车热管理系统，设计多热源互补、多负载、多模式的热泵空调架构；研究冷媒流动特性，开发冷媒控制阀体和温度压力传感器的高度集成模块；开发宽制冷/热调节能力、低噪音、低能耗、长寿命的电动压缩机；研究系统能效影响因素，开发高效率的车内冷凝器；研究热泵制热、制冷、除湿多模式工作特性，开发高精

度热泵控制策略，降低风温波动；研究卡槽式微通道在高低温工况下的性能，解决超低温热泵冷凝器化霜排水问题；研究电驱动、动力电池以及乘员舱热管理系统间的能耗耦合机理，研发高效智能化热管理控制技术。

（二）考核指标

使用环境温度覆盖 $-35\sim 52^{\circ}\text{C}$ ，在极限温度下制冷、制热可长期可靠运行。额定超低温制热工况（车内 20°C ，环境 -15°C ），制热量 $\geq 4\text{kW}$ ， $\text{COP}\geq 1.8$ ；室外 -25°C 环境下，制热量衰减 $< 20\%$ ，制热量 $\geq 5\text{kW}$ ， $\text{COP}\geq 2$ 。额定制冷工况（车内 27°C ，环境 35°C ），制冷量 $\geq 4\text{kW}$ ， $\text{EER}\geq 2.5$ ；室外 43°C 环境下，制冷量衰减 $< 15\%$ ，制冷量 $\geq 5\text{kW}$ ， $\text{EER}\geq 2.0$ ；空调和热管理系统可自动精确调整冷媒流量，过热度控制精度 $\leq 1^{\circ}\text{C}$ ；卡槽式微通道在高低温工况下不结霜；热泵空调压缩机的频率连续调节，调节精度 $\geq 1\text{Hz}$ ，实现装车应用。申请与核心技术相关的发明专利，通过第三方验证形成国家、行业或团体标准。

项目 2.5 基于自主芯片的混动汽车电子控制模块(ECU)开发

（一）研究内容

开发基于国产芯片的插电式混动汽车 ECU 模块，实现装车应用。包括：研发插电式混合动力 ECU 模块；研究汽车整车能量分配控制技术；研究 EGR 率精准控制、喷油喷射高精度控制以及主次充气模型高精度控制技术。研发车规级系统基础芯片；研究高可靠、高功能安全等级的芯片设计、高速高可靠通信、多模

式可靠唤醒以及发动机转速信号高精度检测技术。研究多物理场耦合及复杂应力条件下的芯片失效机制、可靠性测试、分析及应用验证技术。开展基于国产芯片的插电式混合动力汽车 ECU 模块装车测试验证。

（二）考核指标

满足国六排放法规要求，混动模式下显著提高发动机综合效率，综合工况下，38%以上高效区工作占比 $>60\%$ ，整车综合油耗 $\leq 4\text{L}/100\text{km}$ ；EGR 率偏差 $\leq \pm 3\%$ ，扭矩控制精度 $\leq \pm 5\text{NM}$ ，充气效率达到 $\pm 5\%$ 。系统基础芯片满足 AEC-Q100 可靠性测试标准，关键功能满足 ISO26262 ASIL-D 功能安全标准；支持 MSC 通信接口，最大下行频率 35MHz；支持 CAN 总线唤醒、MCU 唤醒等多模式唤醒；VRS 输入信号检测范围 $\leq \pm 200\text{V}$ ，检测精度 $\leq \pm 100\text{mV}$ ，转速范围 100~15000r/min；建立满足 AEC-Q100 等标准要求的可靠性测试验证能力，形成三维无损检测技术及微观缺陷分析能力，缺陷分析分辨率 $\geq 10\text{nm}$ ；实现试验装车应用，满足发动机 400h 额定功率耐久测试，满足硬件 EMC、高低温等 OTS 认证需求。申请与核心技术相关的发明专利，通过第三方验证形成国家、行业或团体标准。

项目 2.6 车用高压直流继电器研发及应用

（一）研究内容

开发具有高抗短路能力、强极限分断能力和高负载电压等级的车用高压直流继电器。包括：研究高导电率、强抗熔焊性、高

导热率的铜合金复合材料；研究陶瓷密封腔体结构、电磁力、还原性气体等因素对吸收电弧能量的影响机制，开发“气体+磁吹”灭弧技术；研究高压大电流的动/静触点接触界面、间隙与失效机制的关系，开发具有高保持力的抗短路结构；研究高压直流继电器主触点的开/闭状态监测方法；研究继电器制造工艺、陶瓷与金属高温钎焊和激光焊接的密封技术，实现高压直流继电器批量化制造。

（二）考核指标

铜合金符合材料电阻率 $\leq 1.8 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ ，导热率 $\geq 355 W/(m \cdot K)$ ，膨胀系数 $\leq 1.7 \times 10^{-5} 1/K$ ，抗熔焊性远优于纯铜，不发生氢脆；氦检泄漏率 $\leq 5 \times 10^{-9} pa \cdot m^3/s$ ；分断电寿命 ≥ 100 次，不粘接（1500Vd.c./350A）；通断电寿命 ≥ 10000 次，不粘接（50V/1000A）；极限分断 ≥ 1 次，不粘接（1500Vd.c./2000A）；短路电流持续时间 $\geq 5ms$ ，不起火、不冒烟（1500Vd.c.@10kA）；辅助触点寿命 ≥ 100 万次（通电频率0.6s/5.4s，负载24V/0.25A）；建立生产线。申请与核心技术相关的发明专利，通过第三方验证形成国家、行业或团体标准。

专题三：氢燃料电池汽车

项目 3.1 加氢站用液驱式压缩机研究及产业化

（一）研究内容

开发自主知识产权的90MPa液驱式氢气压缩机。包括：研究高压状态下温度对临氢材料的氢腐蚀影响，确定基于高压脉冲氢

环境下的临氢材料选择策略；基于不同高压氢气工况下压缩机密封可靠性和耐用性机理，解决氢气压缩机的动密封问题；研究宽入口压力范围工况下油气缸分离技术，优化液压和控制系统，解决油氢分离问题；研究高压大排量工况下压缩机排气温度控制技术，降低压缩机整机能耗；基于动态转换、BNO 处理、磨粒流抛光、超音速喷涂等技术，开发 90MPa 液驱式压缩机液压系统、压缩缸、活塞、气缸等关键核心部件生产及装配工艺。

（二）技术指标

活塞环寿命 ≥ 1000 小时；压缩机密封泄漏率 $\leq 0.3\%$ ；压缩机最低进气压力 3~5MPa；进气压力 12.5MPa 条件下，排气流量 $\geq 500\text{Nm}^3/\text{h}$ （进气压力），排气温度 $\leq 35^\circ\text{C}$ ；压缩机整机能耗 $\leq 1.8 \text{ kWh/kg}$ ；形成 90MPa 液驱式压缩机关键核心部件生产制造及装配工艺；建立 90MPa 液驱式氢气压缩机生产线，具备 45MPa、90MPa 等不同规格压缩机生产能力；70MPa 加氢站用压缩机排气压力 $\geq 90\text{MPa}$ ；无故障运行 $\geq 1000\text{h}$ 。申请与核心技术相关的发明专利，通过第三方验证形成国家、行业或团体标准。

项目 3.2 长寿命金属双极板开发及产业化

（一）研究内容

研究批量化、精细化成形制造技术，开发长寿命、高可靠、低成本的金属双极板，实现规模化生产。包括：研究极板热-力-电等多场、气相-液相等多相的耦合作用机理，优化设计金属双极板高性能流场构型；开发低成本、高稳定性、高耐蚀涂层及连

续化制备工艺与装备；研究超薄金属材料形变的精准调控策略及参数寻优技术，开发高可控性、精细化制造成形（冲压、液压等）的金属双极板工艺；开发低成本、超精密的先进成型模具，研究双极板制造形位误差的快速精确测量及控制方法；研发超薄金属极板快速、高可靠的焊接及热变形控制工艺；开发基于寿命预测模型的双极板性能衰减测试方法。

（二）考核指标

金属双极板基材厚度 $\leq 0.1\text{mm}$ ；双极板厚度一致性偏差 $\leq \pm 10\ \mu\text{m}$ 、流道高差 $\leq 0.01\text{mm}$ 、极板整体翘曲度 $\leq 2\text{mm}/250\text{mm}$ ；形位误差 $\leq 0.01\text{mm}$ ；模具寿命 ≥ 5 万片/副@精度下降不高于5%；初始状态下涂层腐蚀电流密度 $\leq 0.5\ \mu\text{A}/\text{cm}^2$ （ 80°C ， 0.5M 硫酸+ 5ppm F⁻溶液条件下），接触电阻 $\leq 5\text{m}\ \Omega \cdot \text{cm}^2@1.4\text{MPa}$ （量产水平，腐蚀电流密度和接触电阻要求同时达到）；10000h 工况后接触电阻 $\leq 10\text{m}\ \Omega \cdot \text{cm}^2$ 、腐蚀电流密度 $\leq 1.5\ \mu\text{A}/\text{cm}^2$ （条件同前）。性能降幅 $\leq 10\%@5000\text{h}$ （短堆实测）；双极板寿命 ≥ 1.5 万小时。建立自动化生产线，批量制造合格率 $\geq 95\%$ 。申请与核心技术相关的发明专利，通过第三方验证形成国家、行业或团体标准。

项目 3.3 低压高密度储运氢材料与装置研发

（一）研究内容

开发低成本大容量长寿命储氢合金及低压固态储氢装置，研究制备技术，开展示范应用。包括：研究材料晶体结构、电子结构与储氢循环寿命的构效关系，阐明储氢容量衰减机制，设计高

容量长寿命低成本合金结构和粉体形态，制定材料成分和结构稳定性控制及其延寿策略；设计优化材料成分及结构参数，开发高容量长寿命低成本储氢材料，发展低氧含量、成分与粒度分布可控、高性能一致性的合金活性粉体可控制备技术；研究合金活性粉体及其改性添加剂对氢化物床体元件的储氢、传热和力学性能的影响规律，通过模拟仿真优化低压高密度固态储氢装置的传热传质和承压特性，开发高材料储氢利用率、高传热材质、低床体膨胀率的固态储氢装置设计制备与评价技术。

（二）考核指标

储氢材料在 $\leq 70^{\circ}\text{C}$ 下，可逆储氢容量 $\geq 2.5\text{wt}\%$ ，循环 2000 次容量保持率 $\geq 80\%$ ；运氢和站用储氢系统储氢量 $\geq 500\text{kg}$ ，体积储氢密度 $\geq 35\text{kg}/\text{m}^3$ ，重量储氢密度 $\geq 1.7\text{wt}\%$ ；车载储氢系统体积储氢密度 $\geq 30\text{kg}/\text{m}^3$ ，重量储氢密度 $\geq 1.5\text{wt}\%$ ；车载储氢系统最大供氢速率 $\geq 1200\text{L}/\text{min}$ ，5%至 95%额定容量的充氢时间 $\leq 20\text{min}$ 。申请与核心技术相关的发明专利，通过第三方验证形成国家、行业或团体标准。

项目 3.4 低铂催化剂工程化制备技术

（一）研究内容

开发具有高耐久性、高一致性的低铂合金催化剂工程化制备技术。包括：开发高导电、耐腐蚀载体及廉价载体处理技术；研究合金催化剂几何结构和电子结构与电催化性能的构效规律，设计高活性、高耐久性的催化剂结构，发展催化剂结构稳定性调控

策略；研制催化剂批量制备技术及装备，开发高度分散、粒径均匀、高一致性的可控制备技术；研究新型催化剂理化参数对膜电极浆料制备、工艺及性能的影响机制，开发新型膜电极催化层制备技术。

（二）考核指标

建立催化剂批量制备生产线，单批次产量 ≥ 1 公斤，年产能 ≥ 300 公斤；催化剂金属载量 $\geq 40\text{wt.}\%$ ，纳米金属颗粒分散均匀，粒径大小偏差 $\leq \pm 0.8\text{nm}$ ，催化剂电化学活性面积 $\geq 50\text{m}^2/\text{g}$ ；质量活性 $\geq 0.5\text{A}/\text{mgPt}@0.9\text{VIR-free}$ ，3万圈循环衰减 $< 30\%$ ，催化剂杂质含量小于200ppm，量产成本 $\leq (\text{Pt 价格} * \text{PGMwt.}\% + 60)$ 元/g，为3家以上厂家供货。膜电极Pt用量 $\leq 0.3\text{mg}/\text{cm}^2$ ，在75°C操作条件下，电输出性能 $\geq 0.3\text{A}/\text{cm}^2@0.8\text{V}$ 以及 $\geq 1.0\text{A}/\text{cm}^2@0.72\text{V}$ ，经过8000小时（4.8万次0.6~0.95V循环）加速实验后质量比活性衰减 $\leq 30\%$ ；1.0~1.5V ≥ 5000 次循环质量活性衰减率 $\leq 40\%$ 、电化学活性面积衰减率 $\leq 30\%$ 。申请与核心技术相关的发明专利，通过第三方验证，形成国家、行业或团体标准。