

## **“新能源汽车”重点专项 2022 年度项目申报指南**

为落实“十四五”期间国家科技创新有关部署安排，国家重点研发计划启动实施“新能源汽车”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2022 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：坚持纯电驱动发展战略，夯实产业基础研发能力，解决新能源汽车产业卡脖子关键技术问题，突破产业链核心瓶颈技术，实现关键环节自主可控，形成一批国际前瞻和领先的科技成果，巩固我国新能源汽车先发优势和规模领先优势，并逐步建立技术优势。专项实施周期为 5 年。

2022 年度指南部署坚持问题导向、分步实施、重点突出的原则，围绕能源动力、电驱系统、智能驾驶、车网融合、支撑技术、整车平台 6 个技术方向，按照基础研究类和共性关键技术类，拟部署 14 项指南任务，拟安排国拨经费 5.08 亿元。其中，围绕新体系动力电池技术方向，拟部署 2 个青年科学家项目，拟安排国拨经费不超过 800 万元，每个项目不超过 400 万元。围绕自进化学习型自动驾驶系统关键技术、智能汽车预期功能安全实时防护及测试验证技术方向，拟部署 2 个青年科学家课题，每个课题不超过 300 万元。原则上基础研究项目和青年科学家项目不要求配套经费，共性关键技术

项目要求配套经费与国拨经费比例不低于 2:1。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。除特殊说明外，每个项目拟支持数为 1~2 项，实施周期不超过 3 年。申报项目的研究内容必须涵盖二级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标。基础研究类项目下设课题数不超过 4 个，项目参与单位总数不超过 6 家，共性关键技术类项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人。

青年科学家项目不再下设课题，项目参与单位总数不超过 3 家。青年科学家项目设 1 名项目负责人，青年科学家项目负责人年龄要求，男性应为 1984 年 1 月 1 日以后出生，女性应为 1982 年 1 月 1 日以后出生。原则上团队其他参与人员年龄要求同上。项目下设青年科学家课题的，青年科学家课题负责人及参与人员年龄要求，与青年科学家项目一致。

指南中“拟支持数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

## **1. 能源动力**

### **1.1 新体系动力电池技术（基础研究，含青年科学家项目）**

研究内容：研发下一代锂离子电池关键材料与关键技术，包

括新型高容量储锂电极材料的设计与低成本化制备方法，电极反应的电荷补偿、耦合机制和动力学提升技术，材料、电极的结构演化与稳定化策略，不燃性电解液、耐高温耐高电压隔膜的设计与应用技术，高面容量电极设计与制备方法；开展新体系电池的前瞻性研究，包括电池反应新原理与新机制，电极新材料与电池新结构，电极反应动力学调控机制与改善策略，电池性能衰退机制与稳定化策略。

考核指标：储锂正极比容量  $> 350$  毫安时/克；储锂负极比容量  $> 1200$  毫安时/克；新材料体系锂离子电池容量  $> 2$  安时，比能量  $\geq 500$  瓦时/公斤，循环寿命  $\geq 600$  次；新体系电池比能量  $\geq 600$  瓦时/公斤，循环寿命  $\geq 200$  次。

有关说明：1.支持 2 个不同技术路线的常规项目，此外，并行支持 2 个技术路线互不相同且与 2 个常规项目技术路线也不同的青年科学家项目；2.所有项目实施周期不超过 4 年；3.青年科学家项目的研究内容与常规项目相同，但考核指标略有不同，具体考核指标如下：新材料体系锂离子电池比能量  $\geq 500$  瓦时/公斤，循环寿命  $\geq 100$  次；新体系电池比能量  $\geq 600$  瓦时/公斤，循环寿命  $\geq 100$  次。

## **1.2 固液混合态高比能锂离子电池技术（共性关键技术）**

研究内容：研究高性能混合态电解质体系及高容量电极材料，正负极效率调控新原理和新技术；开发基于模型的极片/电池设计技术、极片/电池制造新工艺及新装备，研究内置传感器集成

技术和高精度状态估计新方法；发展原位/实时表征新技术，研究失效机制和性能改进策略、热失控机理和防范机制，建立安全风险评估体系；开展配套应用和考核验证。

考核指标：复合半固态电解质膜厚度 $<15$ 微米，室温离子电导率 $>5$ 毫西门子/厘米；电池单体比能量 $\geq 400$ 瓦时/公斤，循环寿命 $\geq 1500$ 次，通过针刺和 $150^{\circ}\text{C}$ 热箱试验，其他安全性满足国标要求，装车应用不低于500辆。

### 1.3 无钴动力电池及梯次应用技术（共性关键技术）

研究内容：无钴低成本材料设计与制备，高强度隔膜和功能电解液开发；多孔电极结构和表界面的离子传输模型构建；适应于梯次利用的全新结构动力电池及系统设计与制造；研究多场景复杂工况下动力电池动态、快速、无损检测技术以及电池电性能与安全性能的演变规律，建立电池全生命周期性能评价方法和退役电池残值评估指标体系；研究动力电池梯级利用的指标和表征参数的健康阈值和安全阈值，建立退役电池梯次应用技术规范。

考核指标：满足梯次利用需求的全新结构动力电池及系统，单体电池比能量 $\geq 240$ 瓦时/公斤，能量密度 $\geq 500$ 瓦时/升；满足整车10年/50万公里（乘用车）或8年/80万公里（商用车）要求，安全性满足国家标准要求，装车应用不低于1000辆；制定动力电池健康度评价和退役电池残值评价体系，退役电池容量快速评估误差 $\leq 3\%$ ；退役电池的梯次利用场景 $\geq 3$ 个，制订退役电池梯次应用技术标准1项。

有关说明：并行支持 2 个不同技术路线的项目；实施周期不超过 4 年。

#### 1.4 乘用车用高功率密度燃料电池电堆及发动机技术（共性关键技术）

研究内容：开展高功率密度燃料电池发动机先进构型设计和匹配及系统仿真技术研究；研发适用于高功率密度燃料电池发动机的空压机、氢气循环系统等核心部件，以及先进热管理技术和低温快速启动技术；研究多维传感智能故障诊断和容错控制技术，基于乘用车路谱的燃料电池动力系统测试评价及整车集成技术。研究燃料电池发动机功率密度以及启动特性、稳态特性、动态响应特性等重要性能参数测试方法，并研究制定相关国家标准或指导性技术文件；研究乘用车燃料电池发动机批量化制造的装备技术，形成批量化生产能力。

开展动态工况下电堆特性研究，采用高功率和高功率密度电堆架构与零部件的正向设计方法，研发适应高温低湿条件运行的高性能、高动态响应膜电极技术，研发适应高电流密度的流场结构、超薄低成本双极板技术，开发提高电堆一致性、可靠性以及装配效率的集成设计和密封设计方法，集成研发的催化剂、质子膜、炭纸或扩散层、极板基材，研制燃料电池电堆，提出材料改进需求，形成批量化生产能力。

考核指标：采用项目研发的空压机和氢气循环系统集成的燃料电池发动机，额定功率  $\geq 80$  千瓦；在峰值功率下，质量功率密

度 $\geq 600$  瓦/公斤、体积功率密度 $\geq 700$  瓦/升；最高效率 $\geq 65\%$ ，额定效率 $\geq 50\%$ ，实现 $-40^{\circ}\text{C}$ 储存、 $-30^{\circ}\text{C}$ 自启动至 50%额定功率时间 $< 30$  秒，耐久性 $\geq 7000$  小时（工况循环测试后额定功率下效率衰减 $\leq 10\%$ ），批量化产能 $\geq 10000$  台/年，完成装车验证和整车产品公告；提交乘用车燃料电池发动机耐久性测试团体标准/国家标准征求意见稿 1 项。

采用项目研发的质子交换膜、炭纸、催化剂、膜电极和双极板集成的燃料电池电堆，峰值功率密度 $\geq 5.5$  千瓦/升，性能 $\geq 0.6$  伏@3.0 安/平方厘米，动态加载速率 $\geq 40$  千瓦/秒、减载速率 $\geq 60$  千瓦/秒，支持 $-40^{\circ}\text{C}$ 低温启动，5000 小时工况循环测试后额定功率下效率衰减 $\leq 5\%$ ，单节巡检电压偏差 $\leq 15$  毫伏（平均值—最小值@额定功率），形成批量化生产能力，万套级电堆成本 $\leq 600$  元/千瓦。

### **1.5 商用车用大功率长寿命燃料电池电堆及发动机技术（共性关键技术）**

研究内容：研发适用于重载车辆的大功率燃料电池发动机的高效长寿命供氢、供气、水热管理、DC/DC 等核心部件；研究重载车辆用大功率燃料电池发动机多功率模块控制技术；研究重载车辆燃料电池动力系统匹配与集成及系统仿真技术；开展大功率燃料电池发动机低温冷启动、环境适应性（高低温、高海拔）、电磁兼容（EMC）等测试与评价方法研究，建立重载车辆燃料电池发动机的快速测评规范。研究涵盖初始加载方法、循环工况加载

方法、性能复测方法以及气密性和绝缘电阻复测方法，以及燃料电池发动机经耐久试验后的电压衰减、功率衰减、效率衰减等评价指标，并研究制定相关国家标准或指导性技术文件；

研究长寿命电堆的膜电极、双极板及其匹配技术，研究大功率电堆的高可靠集成和控制技术，研发电堆的长寿命控制策略和电堆高效运行操作边界设计方法及加速测试验证技术；

研究重载车辆燃料电池电堆及发动机批量化制造的装备技术，形成批量化生产能力。

考核指标：采用项目研发的空压机和氢循环系统集成的燃料电池发动机，额定功率 $\geq 300$ 千瓦；在峰值功率下，质量功率密度 $\geq 550$ 瓦/公斤、体积功率密度 $\geq 600$ 瓦/升；最高效率 $\geq 60\%$ ，额定效率 $\geq 50\%$ ；系统最高工作温度 $\geq 95^{\circ}\text{C}$ ，实现 $-40^{\circ}\text{C}$ 储存与 $-30^{\circ}\text{C}$ 低温自启动；3000米海拔额定功率损失不超过20%；5000小时工况循环测试后额定功率下效率衰减 $\leq 5\%$ ；平均无故障运行时间 $\geq 1000$ 小时，批量化产能 $\geq 10000$ 台/年，完成装车验证和整车产品公告，制定商用车燃料电池发动机耐久性测试团体标准/国家标准征求意见稿1项。

采用项目研发的质子交换膜、炭纸、催化剂、膜电极和双极板集成的燃料电池电堆，峰值功率 $\geq 200$ 千瓦；在峰值功率下，质量功率密度 $\geq 3.0$ 千瓦/公斤、体积功率密度 $\geq 4.0$ 千瓦/升；最高工作温度 $\geq 95^{\circ}\text{C}$ ，支持 $-40^{\circ}\text{C}$ 低温启动；5000小时工况循环测试后额定功率下效率衰减 $\leq 5\%$ ，同时，按照国标340h测试预测

耐久性大于 20000 小时后，额定功率下效率衰减  $\leq 10\%$ ；形成批量化生产能力，万套级电堆成本  $\leq 700$  元/千瓦。

## 2. 电驱系统

### 2.1 先进驱动电机研发（共性关键技术）

研究内容：开发驱动电机关键材料、零部件和驱动电机，具体包括：轻稀土或少（无）重稀土永磁体，低损耗高强度定转子铁芯，宽温变高速轴承，电磁线，高槽满率低交流电阻定子绕组，高可靠绝缘系统及其高温耐电晕、高导热、兼容油冷介质的绝缘材料；开展电机性能、质量、成本平衡的关键设计技术，提升功率密度与效率和抑制振动噪声的优化设计，开展高效冷却技术与生产制造工艺研究等，开发高性价比车用电机并实现整车应用。

考核指标：永磁体剩磁  $Br \geq 1.40$  特斯拉，矫顽力  $H_{cj} \geq 2300$  千安/米，镨/铽总量  $\leq 2.5\%$  质量百分比；铁心材料铁损  $P_{1.0/800} \leq 36$  瓦/公斤，屈服强度  $\sigma_s \geq 420$  兆帕，磁极化强度  $J_{5000} \geq 1.66$  特斯拉；灌封胶导热系数  $\geq 2$  瓦/米·度，浸渍漆导热系数  $0.6$  瓦/米·度，电磁线耐电晕寿命  $\geq 300$  小时，电机绝缘系统对地局部放电初始电压（PDIV） $\geq 1.2$  千伏，耐温等级  $\geq 200$  摄氏度；轴承运行温度  $-45 \sim 150$  摄氏度，油膜击穿电压  $\geq 3000$  伏，速度因子  $dn \geq 0.9 \times 10^6$  转/分·毫米。

采用项目研发的关键材料和零部件开发的驱动电机峰值比功率  $\geq 5.5$  千瓦/公斤，连续比功率  $\geq 3.0$  千瓦/公斤，电机峰值效率  $\geq 97.5\%$ ，最高转速  $\geq 18000$  转/分；电机性能包络线的 1 米噪



声总声压级 $\leq 75$  分贝；实现装车不少于 100 台。

有关说明：实施周期不超过 4 年。

## 2.2 先进电机控制器研发（共性关键技术）

研究内容：开展元器件关键技术及工艺和先进电机控制器关键技术的研发，具体包括：开发车规级碳化硅（SiC）功率芯片、加压烧结封装和耐高温封装材料、高容积比耐高温电容器设计与封装技术以及电容膜；突破基于碳化硅—金属氧化物半导体场效应管（SiC MOSFET）的电机控制器多物理场集成、驱动电机系统高性能转矩控制、电磁兼容、振动噪声抑制控制和功能安全等技术，开发基于高密度高能效 SiC 电机控制器，实现整车应用。

考核指标：1200 伏特 SiC MOSFET 芯片电流密度 $\geq 250$  安/平方厘米和高温栅偏阈值电压漂移 $\leq 20\%$ （均在 200 摄氏度下）；SiC MOSFET 模块寄生电感 $\leq 5$  纳亨利，热阻 0.06 摄氏度/瓦（电压 1200 伏特/输出电流 450 安（有效值）），工作结温 $\geq 200$  摄氏度；焊浆料热导率 $\geq 220$  瓦/（米·摄氏度），剪切强度 $\geq 50$  兆帕，封装绝缘材料耐温 $\geq 220$  摄氏度；高温介质电容器最高工作温度达到 140 摄氏度，耐纹波电流 $\geq 0.42$  安/微法，工作电压 $\geq 800$  伏特；薄膜电容器最高工作温度达到 120 摄氏度（电容膜耐温 125 摄氏度），容积比 $\geq 1.5$  微法/毫升@500 伏特（直流电压）且 $\geq 0.6$  微法/毫升@900 伏特（直流电压）。

采用项目研发的芯片、封装模块、材料和器件开发的基于 SiC MOSFET 电机控制器功率密度（含滤波器等） $\geq 45$  千瓦/升，控

制器最高效率  $\geq 99.0\%$ ；电磁兼容和功能安全达到装车要求，装车不少于 50 台。

有关说明：实施周期不超过 4 年。

### 3. 智能驾驶

#### 3.1 自进化学习型自动驾驶系统关键技术（共性关键技术，含青年科学家课题）

研究内容：研究人车路广义系统的多尺度场景理解技术，开发交通参与者的长时域行为预测系统；研究自动驾驶感知—决策—控制功能在线进化学习技术，研发模型与数据联合驱动的高效迭代求解算法，开发通用的建模、优化与分析软件；研究自动驾驶系统的高实时车载计算装置，包括低功耗异构计算架构、分布式高效任务管理、策略模型压缩/编译/部署等关键技术；研制多维驾驶性能训练平台，包括基于边缘场景的自然驾驶数据库、以安全性为核心的驾驶性能评估模型和支持虚拟交通场景的半实物在环训练等；开发自动驾驶系统学习功能集成与测试验证技术，包括测试流程、功能优化、故障诊断、远程监控、人机交互等辅助模块。

考核指标：典型交通参与者行为预测时域不少于 5 秒，长时域轨迹预测误差  $\leq 0.6$  米（横向）和  $\leq 2$  米（纵向）；支持 L3 级及以上自动驾驶功能的自我进化训练软件系统，涵盖高速公路、城市道路等典型道路场景和机动车、非机动车、行人等典型交通参与者，在线学习系统的更新周期  $\leq 30$  分钟；车载计算装置运行

L3 级及以上自动驾驶算法模块时，单位功耗算力 $\geq 2\text{Tops/W}$ ，主要功能模块平均延迟 $<150$  毫秒；训练平台支持 $\geq 100$  个交通节点虚拟交通场景，边缘场景的自然驾驶样本片段 $\geq 1$  万个，边缘场景类型 $\geq 80$  类，自动驾驶性能评估模型的准确性 $\geq 90\%$ ；完成不少于 20 辆实车的封闭测试场或开放示范道路的验证，制定相关团体标准/国家标准征求意见稿 $\geq 3$  项。

有关说明：本项目中，关于自动驾驶系统的高实时车载计算装置中所涉及的低功耗异构计算架构、分布式高效任务管理、策略模型压缩/编译/部署等关键技术设置 1 个青年科学家课题。

### **3.2 智能汽车预期功能安全实时防护及测试验证技术（共性关键技术，含青年科学家课题）**

研究内容：研究智能汽车预期功能安全认知技术，包括与场景理解紧密相关的感知认知和决策规划等系统的性能局限分析技术、结合系统正向开发流程的危害分析及风险评估技术，构建面向智能汽车的预期功能安全量化评估模型；研究人机交互的预期功能安全关键技术，包括车内外人机交互的预期功能安全防护技术及其功能模拟技术；研究预期功能安全实时防护技术，构建基于车路云协同的预期功能安全实时监测与防护系统；研究降低预期功能安全风险的机器学习成长系统关键技术，包括面向自动驾驶机器学习成长平台的数据系统以及面向大数据的预期功能安全高性能云计算技术；研究预期功能安全场景库建设及测试评价技术，包括场景库测评优先子集和覆盖梯度研究、搭建预期功能安

全仿真测试模型，研究预期功能安全量化与测试评价技术，建立预期功能安全试验验证规范及标准。

考核指标：开发自动驾驶系统预期功能安全分析、仿真测评和管理工具软件 1 套；开发预期功能安全实时防护系统 1 套，实现预期功能安全的实时保障，并在不少于 20 类边缘场景下进行技术验证，风险预警成功率 95%；搭建面向大数据的数字孪生高性能计算平台 1 套，相关数据类别不少于 20 种，模型并发数量  $\geq 10$ ；完成  $\geq 100$  万公里实车道路数据采集，搭建智能汽车预期功能安全测试案例库 1 套，测试用例  $\geq 300$  条，预期功能安全相关边缘测试场景  $\geq 1000$  个；搭建预期功能安全实车测试平台 1 套；试制搭载预期功能安全实时防护系统的样车 3 辆并进行集成验证；完成预期功能安全量化开发及测试评价体系标准草案 1 项。

有关说明：本项目中研究降低预期功能安全风险的机器学习成长系统关键技术设置 1 个青年科学家课题。

### **3.3 智能线控底盘平台及冗余控制技术（共性关键技术）**

研究内容：研究满足自动驾驶、功能安全和信息安全的线控底盘平台系统的电子电气架构、高带宽实时通讯协议与技术；研究线控底盘的智能协同控制技术，包括不同典型场景（常规、越野、极限）多余度底盘的非线性动态响应特性、多自由度动力学建模与解算方法、底盘集中信息处理方法、底盘全局状态识别方法、多执行系统协同与多目标优化的底盘智能控制算法；研究底盘失效运行技术，包括底盘系统失效模式、主冗切换及降级处理

机制，底盘系统中的制动系统、转向系统的冗余设计，电控单元软硬件冗余设计，线控多执行系统协同容错控制技术；研究满足自动驾驶车辆需求的多余度线控执行系统集成优化技术，包括线控制动（如电机伺服助力、电磁阀）、线控转向（如六相电机、集成电控动力单元）的关键部件技术；研制以底盘域控制器为核心的模块化、轻量化、集成化多余度线控底盘平台，形成智能线控底盘平台设计、建模、仿真和测评工具链，建立线控底盘平台多场景复杂工况、车云端结合的测试方法和评价体系。

考核指标：底盘域控制器具备纵横向协同的动力学控制能力。线控执行系统电子控制单元典型故障容忍间隔时间（FTTI） $\leq 25$  毫秒，硬件失效率  $10^{-6}$  FIT，诊断覆盖率 99%。线控制动主模块的建压能力  $\geq 18$  兆帕，稳态控制精度  $\leq 0.1$  兆帕，10 兆帕阶跃响应建压时间  $\leq 150$  毫秒。线控制动系统的减速度响应范围  $\geq 9$  米/平方秒，最小响应分辨率到达 0.1 米/平方秒，最高响应速率  $> 5$  米/三次方秒，最大超调  $< 0.2$  米/平方秒与 5%请求值的较大值，主冗系统切换  $\leq 20$  毫秒，机械备份制动减速度  $\geq 0.5g$ 。线控转向主系统的响应延迟  $< 100$  毫秒，稳态转向角控制误差  $< 0.5$  度，最小响应分辨率达到 0.1 度，电机扭矩波动  $< 3\%$ 。冗余线控转向系统的转角控制范围  $\geq 540$  度，最高转向速率  $> 500$  度/秒，最大超调  $< 5$  度与 5%请求值的较小值，主冗系统切换响应  $\leq 20$  毫秒。制定相关技术标准  $\geq 2$  项，实现智能线控底盘平台及关键技术在不少于 3 家乘用车企业获得应用。

## 4. 车网融合

### 4.1 智能汽车云控平台关键技术（共性关键技术）

研究内容：研究车路云一体化云控平台架构，包括分析智能交通系统对边缘、区域、中心三级平台的需求，明确平台体系的迭代演进路线，构建平台逻辑架构和物理架构；研究云控基础硬件系统关键技术，包括边缘云智能运算硬件，车路云一体化通信及控制单元，非理想条件下的车路云信息交互及计算可靠支持技术；研究云控基础软件关键技术，包括车路云协同决策的多任务并行技术，车群控制协同及交通动态协同云控仿真技术，云端融合感知技术；研究面向高级别自动驾驶的车路云协同决策与控制技术，包括多层级群智决策机制，受限信息环境下车路云协同决策和规划方法，基于混合计算模式的边缘云协同技术；研究云控与非云控车辆混合交通云端优化技术，包括混合交通系统建模方法，云控性能随云控车辆渗透率变化的演化规律，不同渗透率下的混合交通系统云端优化技术；研究云控平台测试技术，包括建立多维度测试评价体系，覆盖车、路、云端的测试用例，测试评价规范和标准。

考核指标：典型云控应用场景功能逻辑架构 $\geq 20$ 组，应用架构 $\geq 10$ 组；云控基础平台核心硬件的信息编码周期 $\leq 5$ 毫秒，解码周期 $\leq 5$ 毫秒；云控基础平台软件多任务并行平均完成时间 $\leq 45$ 毫秒，云端感知融合平均完成时间 $\leq 30$ 毫秒；云控自动驾驶车辆控制器可支持平均时延 $\geq 150$ 毫秒、丢包率 $\geq 15\%$ 状态下行

车安全控制；高速路跟车控制的跟车误差 $\leq 5\%$ ，编队控制的车队规模 $\geq 10$ 辆、安全行驶距离 $\geq 30$ 公里；交叉路口控制的平均通行时间降低15%、平均时速提升25%；典型场景交通流模型测试集1套；不同渗透率微观交通流预测模型1套，典型场景预测精度提高 $\geq 10\%$ ；交通流优化模型不少于3种；云控平台测试及评价标准草案 $\geq 2$ 项；搭建示范应用云控平台可支持接入车辆规模 $\geq 10$ 万辆，典型应用场景 $\geq 10$ 种，在至少1个典型区域开展应用示范。

## **5. 支撑技术**

### **5.1 智能汽车开发验证技术及装备（共性关键技术）**

研究内容：研究典型交通参与者（含车辆、行人、非机动车等）物理反射特性，研究高精度、高动态实时驱动控制技术，研发标准软体目标物及运动控制平台；研究抗信号干扰、耐碰撞的室内外高精度融合定位测量与驾驶机器人横纵向动态控制技术，研发室内外多场景高精度运动参数测量系统与自动驾驶测试机器人；研究多源传感数据高带宽、低延时、高同步采集与回注技术，研究基于海量原始数据的自动驾驶算法测评技术，研发自动驾驶高保真数据采集回注与分析评价仪器；研究支持视觉、听觉、触觉的人机交互测试技术，研究智能座舱主客观量化评价方法，研发智能座舱集成测评系统。

考核指标：机动车目标物运动平台最大速度 $\geq 100$ 千米/小时、摩托车目标物运动平台最大速度 $\geq 80$ 千米/小时、低速目标物（行

人、非机动车等)运动平台最大速度 $\geq 55$ 千米/小时,位置定位精度 $\leq 0.02$ 米,速度控制精度 $\leq 0.1$ 米/秒,稳定直接通信距离1千米;运动参数测量位置精度 $\leq 0.02$ 米、速度精度 $\leq 0.02$ 米/秒、航向角精度 $\leq 0.1$ 度、数据频率 $\geq 100$ 赫兹,自动驾驶机器人最大转向角速度 $\geq 1600$ 度/秒、转向角精度 $\leq 0.02$ 度,最大刹车踏板制动力 $\geq 750$ 牛,制动/油门踏板位置精度误差 $\leq 2$ 毫米;高保真数据采集回注与分析评价系统数据采集带宽 $\geq 15$ 千兆/秒,时间分辨率 $\leq 1$ 微秒,支持 GMSL、HDMI、CAN/CAN-FD、万兆以太网、汽车以太网等多源数据接入;智能座舱集成测试系统响应时间 $\leq 40$ 毫秒,力精度 $\leq 0.1$ 牛顿,位置精度 $\leq 1$ 毫米,采集帧率 $\geq 30$ 帧/秒;完成相关技术标准或草案 $\geq 3$ 项,相关测试系统及技术服务自动驾驶车型不少于50个。

## **5.2 智能汽车场景库应用与多维测试评价技术(共性关键技术)**

研究内容:研究面向智能汽车通用功能设计运行域的场景库测试用例生成应用技术,建立基于不同来源场景库的场景分布和场景显著性分析方法,构建符合统一格式的基准测试场景库,提出驾驶场景评级理论方法和场景评价限值;研究光照、降雨、大雾等典型气象和复杂动静态交通流数字—物理融合模拟试验技术,开展模拟仿真技术拟真度研究,支持智能汽车整车及系统的安全性能测试;研究智能汽车信道衰落、电磁干扰等中国道路无线环境物理模拟技术,基于智能汽车功能激活条件与失效表征分析,开发复杂无线环境下智能驾驶可靠性测试技术;研究面向网



联车辆典型智能驾驶功能的封闭场地测试评价技术，研究智能汽车开放道路测试周期与场景覆盖度关联模型，提出智能汽车开放道路测试方法，开发高效率测试数据分析及评价工具集；集成融合气象、交通流、无线环境等多维复杂环境条件和封闭场地、开放道路等组合测试手段的智能汽车多维测试评价技术体系，研究制定相关技术规范 and 标准。

考核指标：构建智能汽车通用功能的基准测试场景库 1 套，逻辑场景参数不少于 10 个，基准场景不少于 500 类，场景评价维度  $\geq 4$ ，涵盖场景复杂度、危险度、暴露率、覆盖率；形成智能汽车道路环境场景物理模拟技术平台，其中模拟光照度 5~2500 勒克斯至少 6 级可调，降雨强度 5~100 毫米/小时至少 4 级可调，人造雾能见度 15~100 米至少 3 级可调，组合气象环境场景不少于 5 种，支持动静态交通元素模拟不少于 5 类，其中车辆速度 0~120 千米/小时，其他交通元素 0~80 千米/小时，支持典型气象和复杂动静态交通流的同时模拟再现；搭建智能汽车无线环境物理模拟平台 1 个，包括车载无线信道衰落复现系统 1 套，其信道衰落复现系统频段覆盖 800 兆赫~6 吉赫，时延误差  $\leq 10$  纳秒、功率误差  $\leq 1$  分贝，此外，包括不少于 4 个典型交通场景的通信环境信道模型，其通信环境模型的实采道路通信环境场景  $\geq 10$  个；搭建电磁干扰复现系统 1 个，采集电磁干扰场景覆盖  $\geq 5$  个城市、50 个地点，采集带宽  $\geq 40$  兆赫，最大场强  $\geq 200$  伏/米；验证网联车辆典型智能驾驶功能  $\geq 10$  个，测试用例  $\geq 50$  个；智

能汽车开放道路测试理论模型支持不少于 4 种常见道路类型的测试周期与场景覆盖度关联评价,开发测试数据分析及评价工具 $\geq 5$ 个,工具每秒可分析 $\geq 100$  公里开放道路传感器结构化测试数据,开放道路性能评价指标 $\geq 15$  个。形成相关团体标准/国家标准征求意见稿 $\geq 5$  项。

## 6. 整车平台

### 6.1 电动载货车多材料底盘结构轻量化关键技术开发（共性关键技术）

研究内容：突破电动载货车底盘与动力电池系统一体化全新构架集成设计技术；攻克电动载货车全铝车架纵、横梁断面多工况联合拓扑优化设计、车架疲劳寿命高精度预测与评价关键技术；开发 2.0 吉帕高应力变截面钢板弹簧、低成本纤维增强复合材料板簧、热固性碳纤维复合材料传动轴、多材料电池箱设计制造关键技术；攻克电动载货车底盘系统超厚板异种材料连接接头高精度数值仿真、性能评价及耐蚀性处理核心技术；研发电动载货车混合材料底盘高精度、数字化全自动仿真预测软件及验证平台。

考核指标：在满足性能要求下，与同尺寸钢制方案相比，多材料电动载货车底盘与动力电池系统减重 20%及以上；全铝车架减重 35%及以上，疲劳寿命预测精度不低于 85%、在最大满载 1.5 倍动载荷下，车架弯曲和扭转台架试验疲劳寿命 $\geq 50$  万次；与同尺寸 1.5 吉帕钢制少片板弹簧悬架方案相比，2.0 吉帕级钢和复合材料板簧分别减重 20%与 45%以上，疲劳寿命分别为（试验应力

800±450 兆帕) ≥12 万次和( 试验应力 650±350 兆帕) ≥24 万次; 在同等条件下, 碳纤维复合材料热固性传动轴较同尺寸钢制传动轴实现减重 55%以上, 碳纤维传动轴扭转疲劳寿命达 50 万次以上; 底盘系统异种材料连接接头动态力学仿真精度达到 95%及以上, 接头中性盐雾实验耐蚀性大于 480 小时, 焊接连接接头强度不低于母材的 80%, 其他连接接头强度不低于母材; 开发出电动载货车底盘专用复杂模型分析数字化平台软件 1 套, 至少包含 100 种材料的数据库, 疲劳寿命预测精度 ≥85%, 具备电动载货车底盘零部件应力安全因子, 疲劳安全因子等结构疲劳性能的计算机辅助工程 (CAE) 功能; 上述研究成果至少在 2 款电动载货车上产业化验证, 至少在 1 款电动载货车上得到应用, 整车满载 7500 公里试车场强化道路耐久试验无故障。

有关说明: 实施周期不超过 4 年。