

科学技术部文件

国科发资〔2023〕99号

科技部关于发布国家重点研发计划“氢能技术”等7个重点专项2023年度项目申报指南的通知

各省、自治区、直辖市及计划单列市科技厅（委、局），新疆生产建设兵团科技局，国务院各有关部门，各有关单位：

国家重点研发计划深入贯彻落实党的二十大精神，坚持“四个面向”总要求，持续推进“揭榜挂帅”、青年科学家项目等科技管理改革举措，着力提升科研投入绩效，加快实现高水平科技自立自强。根据《国家重点研发计划管理暂行办法》和组织管理相关要求，现将“氢能技术”“煤炭清洁高效利用技术”“储能与智能电网技术”“可再生能源技术”“新能源汽车”“交通载运装备与智能交通技术”“交通基础设施”7个重点专项2023年度项目

申报指南予以公布，请根据指南要求组织项目申报工作。有关事项通知如下。

一、项目组织申报工作流程

1. 申报单位根据指南方向的研究内容以项目形式组织申报，项目可下设课题。项目应整体申报，须覆盖相应指南方向的全部考核指标。项目设1名负责人，每个课题设1名负责人，项目负责人可担任其中1个课题的负责人。

2. 整合优势创新团队，并积极吸纳女性科研人员参与项目研发，聚焦指南任务，强化基础研究、共性关键技术研发和典型应用示范各项任务间的统筹衔接，集中力量，联合攻关。鼓励有能力的女性科研人员作为项目（课题）负责人领衔担纲承担任务。

3. 国家重点研发计划项目申报过程分为预申报、正式申报两个环节，具体工作流程如下。

——填写预申报书。项目申报单位根据指南相关申报要求，通过国家科技管理信息系统公共服务平台(<http://service.most.gov.cn>，以下简称“国科管系统”)填写并提交3000字左右的项目预申报书，详细说明申报项目的目标和指标，简要说明创新思路、技术路线和研究基础。从指南发布日到预申报书受理截止日不少于50天。

预申报书应包括相关协议和承诺书。项目牵头申报单位应与所有参与单位签署联合申报协议，并明确协议签署时间；项目牵头申报单位、课题申报单位、项目负责人及课题负责人须签署诚

信承诺书，项目牵头申报单位及所有参与单位要落实《关于进一步加强科研诚信建设的若干意见》《关于进一步弘扬科学家精神加强作风和学风建设的意见》等要求，加强对申报材料审核把关，杜绝夸大不实，严禁弄虚作假。

预申报书须经相关单位推荐。各推荐单位加强对所推荐的项目申报材料审核把关，按时将推荐项目通过国科管系统统一报送。

专业机构受理预申报书并组织首轮评审。为确保合理的竞争度，对于非定向申报的单个指南方向，若申报团队数量不多于拟支持的项目数量，该指南方向不启动后续项目评审立项程序，择期重新研究发布指南。专业机构组织形式审查，并根据申报情况开展首轮评审工作。首轮评审不需要项目负责人进行答辩。根据专家的评审结果，遴选出3~4倍于拟立项数量的申报项目，进入答辩评审。对于未进入答辩评审的申报项目，及时将评审结果反馈项目申报单位和负责人。

——填写正式申报书。对于通过首轮评审和直接进入答辩评审的项目申请，通过国科管系统填写并提交项目正式申报书，正式申报书受理时间为30天。

专业机构受理正式申报书并组织答辩评审。专业机构对进入答辩评审的项目申报书进行形式审查，并组织答辩评审。申报项目的负责人通过网络视频进行报告答辩。根据专家评议情况择优立项。对于支持1~2项的指南方向，原则上只支持1项，如答辩评审结果前两位的申报项目评价相近，且技术路线明显不同，可

同时立项支持，并建立动态调整机制，结合过程管理开展关键节点考核评估，根据评估结果确定后续支持方式。

二、组织申报的推荐单位

1. 国务院有关部门科技主管司局；
2. 各省、自治区、直辖市、计划单列市及新疆生产建设兵团科技主管部门；
3. 原工业部门转制成立的行业协会；
4. 纳入科技部试点范围并且评估结果为 A 类的产业技术创新战略联盟，以及纳入科技部、财政部开展的科技服务业创新发展行业试点联盟。

各推荐单位应在本单位职能和业务范围内推荐，并对所推荐项目的真实性等负责。推荐单位名单在国科管系统上公开发布。

三、申报资格要求

1. 项目牵头申报单位和参与单位应为中国大陆境内注册的科研院所、高等学校和企业等，具有独立法人资格，注册时间为 2022 年 6 月 30 日前，有较强的科技研发能力和条件，运行管理规范。国家机关不得牵头或参与申报。

项目牵头申报单位、参与单位以及团队成员诚信状况良好，无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

申报单位同一个项目只能通过单个推荐单位申报，不得多头申报和重复申报。

2. 项目（课题）负责人须具有高级职称或博士学位，1963年1月1日以后出生，每年用于项目的工作时间不得少于6个月。

3. 项目（课题）负责人原则上应为该项目（课题）主体研究思路的提出者和实际主持研究的科技人员。中央和地方各级国家机关的公务人员（包括行使科技计划管理职能的其他人员）不得申报项目（课题）。

4. 参与重点专项实施方案或本年度项目指南编制的专家，原则上不能申报该重点专项项目（课题）。

5. 受聘于内地单位的外籍科学家及港、澳、台地区科学家可作为项目（课题）负责人，全职受聘人员须由内地聘用单位提供全职聘用的有效材料，非全职受聘人员须由双方单位同时提供聘用的有效材料，并作为项目预申报材料一并提交。

6. 申报项目受理后，原则上不能更改申报单位和负责人。

7. 项目申报查重要求详见附件1。各申报单位在正式提交项目申报书前，可利用国科管系统查询相关科研人员承担国家重点研发计划重点专项、科技创新2030—重大项目等在研项目情况，避免重复申报。

8. 具体申报要求详见各申报指南，有特殊规定的，从其规定。

四、项目管理改革举措

1. 关于“揭榜挂帅”项目。为切实提升科研投入绩效、强化重大创新成果的“实战性”，重点研发计划聚焦国家战略亟需、应用导向鲜明、最终用户明确的攻关任务，设立“揭榜挂帅”项目。

突出最终用户作用，实施签订“军令状”“里程碑”考核等管理方式。对揭榜单位无注册时间要求，对揭榜团队负责人无年龄、学历和职称要求，鼓励有信心、有能力组织好关键核心技术攻坚的优势团队积极申报。明确榜单任务资助额度，简化预算编制，经费管理探索实行“负面清单”。

2. 关于青年科学家项目。为给青年科研人员创造更多机会组织实施国家目标导向的重大研发任务，重点研发计划设立青年科学家项目。根据领域和专项特点，采取专设青年科学家项目或项目下专设青年科学家课题等多种方式。青年科学家项目不要求对指南内容全覆盖，不下设课题，原则上不再组织预算评估，鼓励青年科学家大胆探索更具创新性和颠覆性的新方法、新路径，更好服务于专项总体目标的实现。

3. 关于部省联动。部分专项任务将结合国家重大战略部署和区域产业发展重大需求，采取部省联动方式实施，由部门和地方共同凝练需求、联合投入、协同管理，地方出台专门政策承接项目成果，在项目组织实施中一体化推动重大科技成果产出和落地转化。

4. 关于技术就绪度（TRL）管理。针对技术体系清晰、定量考核指标明确的相关任务方向，“十四五”重点研发计划探索实行技术就绪度管理。申报指南中将明确技术就绪度要求，并在后续的评审立项、考核评估中纳入技术就绪度指标，科学设定“里程碑”考核节点，严格把控项目实施进展和风险，确保成果高质量

产出。

五、具体申报方式

1. 网上填报。请各申报单位按要求通过国科管系统进行网上填报。专业机构将以网上填报的申报书作为后续形式审查、项目评审的依据。申报材料中所需的附件材料，全部以电子扫描件上传。

项目申报单位网上填报预申报书的受理时间为：2023年6月28日8:00至7月28日16:00。进入答辩评审环节的申报项目，由申报单位按要求填报正式申报书，并通过国科管系统提交，具体时间和有关要求另行通知。

2. 组织推荐。请各推荐单位于2023年8月2日16:00前通过国科管系统逐项确认推荐项目，并将加盖推荐单位公章的推荐函以电子扫描件上传。

3. 技术咨询电话及邮箱：

010-58882999（中继线），program@istic.ac.cn。

4. 业务咨询电话：

（1）“氢能技术”重点专项咨询电话：010-68104492。

（2）“煤炭清洁高效利用技术”重点专项咨询电话：
010-68104467。

（3）“储能与智能电网技术”重点专项咨询电话：
010-68207731、68207706。

（4）“可再生能源技术”重点专项咨询电话：010-68104408。

(5) “新能源汽车”重点专项咨询电话：010-68104408。

(6) “交通载运装备与智能交通技术”重点专项咨询电话：
010-68104467。

(7) “交通基础设施”重点专项咨询电话：010-68104492。

附件：1. 项目申报查重要求

2. “氢能技术”重点专项2023年度项目申报指南

3. “煤炭清洁高效利用技术”重点专项2023年度项目
申报指南

4. “储能与智能电网技术”重点专项2023年度项目申
报指南

5. “可再生能源技术”重点专项2023年度项目申报指南

6. “新能源汽车”重点专项2023年度项目申报指南

7. “交通载运装备与智能交通技术”重点专项2023年
度项目申报指南

8. “交通基础设施”重点专项2023年度项目申报指南



项目申报查重要求

1. 项目（课题）负责人限申报 1 个项目（课题）；国家重点研发计划、科技创新 2030—重大项目的在研项目负责人不得牵头或参与申报项目（课题），课题负责人可参与申报项目（课题）。

项目（课题）负责人、项目骨干的申报项目（课题）和国家重点研发计划、科技创新 2030—重大项目在研项目（课题）总数不得超过 2 个。国家重点研发计划、科技创新 2030—重大项目的在研项目（课题）负责人和项目骨干不得因申报新项目而退出在研项目；退出项目研发团队后，在原项目执行期内原则上不得牵头或参与申报新的国家重点研发计划项目。

2. 涉及与“政府间国际科技创新合作”“战略性科技创新合作” 2 个重点专项项目查重时，对于中央财政专项资金预算不超过 400 万元的“政府间国际科技创新合作”重点专项项目、中央财政专项资金预算不超过 400 万元的“战略性科技创新合作”重点专项港澳台项目，与国家重点研发计划其他重点专项项目（课题）互不限项，但其他重点专项项目的在研项目负责人不得参与申报此类不限项项目。

3. 与国家自然科学基金部分项目实施联合查重。对于国家重点研发计划项目的项目（课题）负责人，需与国家自然科学基金

重大项目（限项目负责人和课题负责人）、基础科学中心项目（限学术带头人和骨干成员）、国家重大科研仪器研制项目（限部门推荐项目的项目负责人和具有高级职称的主要参与者）实施联合限项，科研人员同期申报和在研的项目（课题）数原则上不得超过2项，但国家重点研发计划中的青年科学家项目、科技型中小企业项目、国际合作类项目3类项目不在与国家自然科学基金联合限项范围内。

4. 项目任务书执行期（包括延期后执行期）到2023年12月31日之前的在研项目（含任务或课题）不在限项范围内。

“氢能技术”重点专项 2023 年度项目申报指南

(仅国家科技管理信息系统注册用户登录可见)

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“氢能技术”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2023 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：以推动能源革命、建设能源强国等重大需求为牵引，系统布局氢能绿色制取、安全致密储输和高效利用技术，贯通基础前瞻、共性关键、工程应用和评估规范环节，到 2025 年实现我国氢能技术研发水平进入国际先进行列。

2023 年度指南部署坚持问题导向、分步实施、重点突出的原则，围绕氢能绿色制取与规模转存体系、氢能安全存储与快速输配体系及氢能便捷改质与高效动力系统 3 个技术方向，拟启动 19 项任务、安排国拨经费 3.4 亿元。其中，拟部署 3 个青年科学家项目，拟安排国拨经费 1500 万元，每个项目不超过 500 万元。应用示范类项目要求由企业牵头申报。企业牵头申报项目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）的研究任务申报。除特殊说明外，每个任务拟支持项目数为 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；共性关键技术类和应用示范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名项目负责人，每个课题设1名课题负责人。

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。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1985年1月1日以后出生，女性应为1983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。

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. 氢能绿色制取与规模转存体系

1.1 十兆瓦级碱性—质子交换膜混合制氢系统关键技术与示范（共性关键技术类）

研究内容：针对大规模可再生能源制氢应用面临的成本、可靠性及规模等问题，开展适应宽功率波动的低成本、高可靠、大容量混合电解水制氢系统关键技术与示范应用。具体包括：宽功率运行范围的碱性—质子交换膜（PEM）混联制氢系统设计及优化技术研究；高效、大功率、高可靠性气体纯化分离、变流器、直流断路器等辅机设计优化与研制；气液两相传输系统动态

过程描述及快速精准调控技术研究；系统环境适应性和可靠性提升技术研究；系统集成与示范应用技术研究。

考核指标：电解制氢系统：制氢模组规模 ≥ 500 标准立方米/小时，PEM制氢容量占比 $\geq 20\%$ ，额定产气速率下系统交流能耗（含循环冷却、纯化、变流器及变压器等辅机） ≤ 5.0 千瓦时/标准立方米，长时安全运行范围 $20\% \sim 150\%$ （其中，PEM制氢部分长时安全运行范围 $5\% \sim 150\%$ ），全范围爬坡时间 ≤ 20 秒（其中，PEM部分全功率响应时间 ≤ 3 秒），变流器效率 $\geq 96\%$ ，具备电解堆部分失效下运行能力；直流断路器电流分断能力 ≥ 2500 安培；示范应用：规模 ≥ 2000 标准立方米/小时，户外运行、环境温度范围不低于零下 30 摄氏度到 35 摄氏度，冷启动时间 ≤ 30 分钟，连续运行不少于 2000 小时后系统能耗增加低于 2% ，运行期间新能源电场出力波动性跟踪精度优于 2% ，公共连接点谐波满足国标要求；制/修订相关团体、地方、行业或国家标准（草案） ≥ 3 项。

有关说明：由企业牵头申报。

关键词：电解制氢，新能源发电，电力电子，精准控制，可靠性

1.2 阴离子交换膜电解水制氢电解堆技术（共性关键技术类）

研究内容：针对可再生能源制氢对提高效率 and 波动适应性、降低成本等需求，开展高效、高稳定性电解水制氢阴离子交换膜（AEM）电解堆技术研究。具体包括：电解水用高离子电导率、

高强度、高化学稳定性阴离子交换树脂合成、成膜以及批量化制备技术研究；高效析氢、析氧非贵金属电极设计与制备工艺研究；电极传质—反应动力学与气体析出界面演化机制研究；电极结构动态演化规律和失效机制研究；适用于波动工况的高效阴离子交换膜电解堆研制。

考核指标：AEM 电解堆：额定功率 ≥ 50 千瓦，在电流密度 0.8 安培/平方厘米处的直流能耗 ≤ 4.5 千瓦时/标准立方米氢气，功率运行范围为 20% ~ 120%，额定功率运行 1000 小时后电压衰减率 $\leq 10\%$ ，催化剂不含贵金属元素；阴离子交换膜：电导率 ≥ 160 毫西门子/厘米（80 摄氏度），抗拉伸强度 ≥ 50 兆帕（25 摄氏度），纵横向溶胀率 $\leq 10\%$ ，1 摩尔每升的 KOH 溶液中膜的稳定性 ≥ 2000 小时（80 摄氏度），衰减率 $\leq 10\%$ ；电极：在电流密度 0.5 安培/平方厘米处的电解电压 ≤ 1.7 伏特，且运行 1000 小时后电压衰减率 $\leq 10\%$ 。

关键词：电解水制氢，阴离子交换膜，电解堆，电极，催化剂

1.3 热化学循环直接分解水制氢前沿技术（青年科学家项目）

研究内容：针对热化学金属氧化物循环直接分解水技术发展中的反应温度过高、效率低、稳定性差等问题，开展热化学金属氧化物循环直接分解水制氢技术前沿研究与试验验证。具体包括：新型热化学循环体系与产物析出强化方法研究；高活性、低成本、长寿命反应材料的可控合成技术研究；反应器能质传输、转化的增强技术与运行稳定性验证。

考核指标：试验系统：热化学循环温度 ≤ 1300 摄氏度，反应器吸热功率 ≥ 5 千瓦，稳定运行 ≥ 500 小时，热化学循环直接分解水制氢效率 $\geq 5.5\%$ 。

关键字：制氢，热化学循环，热裂解，反应强化

1.4 光解水制氢前沿技术（青年科学家项目）

研究内容：针对利用太阳能直接光解水制氢技术发展中的效率低、氢氧分离难等问题，开展光解纯水制高纯氢效能提升技术研究和实验验证。具体包括：高活性光催化分解水制氢材料的可控合成及规模化制备技术研究；具有产物自分离特性的反应体系及析出强化技术研究；光催化制氢反应系统的设计集成与实验验证。

考核指标：阐明光解水制氢新机理，开发新型光解水制氢催化剂；光解水制氢试验系统：输出氢气纯度 $\geq 99\%$ ，光解制氢能量转化效率 $\geq 1\%$ ，采光面积 ≥ 10 平方米，室外服役条件下运行1000小时衰减不超过30%。

关键词：光催化，制氢，催化剂，系统集成

1.5 直接加注型高压质子交换膜电解制氢电解堆技术（青年科学家项目）

研究内容：针对加氢站内电解水制氢加氢一体化的应用需求，开展可直接向车载储氢装置加注氢气的高压质子交换膜（PEM）电解堆关键技术研究。具体包括：高耐压电解池密封结构与封装技术研究；耐高压、低渗透及高电导率膜结构设计及制

备工艺研究；低阻抗、耐腐蚀多孔扩散层材料与结构设计技术研究；高导电、耐氢脆双极板材料研究与高压电解堆、电化学氢气压缩机样机研制。

考核指标：电解水制高压氢 PEM 电解堆：额定输入功率 ≥ 1 千瓦，产气压力 ≥ 35 兆帕，压差耐受 ≥ 3 兆帕，在 60 摄氏度、2.0 伏特电压下的电流密度 ≥ 1.0 安培/平方厘米，电解堆在额定功率及压力下运行 1000 小时，1000 小时后氧气中氢含量 $\leq 2\%$ ；电化学氢气压缩机：进口速率 ≥ 1 标准立方米/小时，升压比 ≥ 200 ，出口压力 ≥ 20 兆帕。

关键词：电解水制氢，高压，电解堆，质子交换膜（PEM），电化学氢气压缩机

1.6 直接电解海水制氢电解堆及系统关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对海上可再生能源制氢面临的海水淡化再制氢系统复杂、流程长、维护难等问题，开展可直接电解海水制氢的电解堆及系统关键技术研究。具体包括：高活性、高选择性海水电解用催化材料及稳定性提升技术研究；海水及高电位联合作用下材料腐蚀特性及防护技术研究；海水环境对密封、隔膜材料性能影响及应对措施研究；易沉积离子去除和系统集成技术研究及不同电位下系统安全性和耐久性试验。

考核指标：高效直接电解海水电解堆及系统：利用无纯化的海水进行电解，功率 ≥ 100 千瓦，电流密度 ≥ 0.4 安培/平方厘

米，直流电耗 ≤ 4.3 千瓦时/标准立方米氢气，连续运行 ≥ 2000 小时、启停 ≥ 100 次后电压衰减率 $\leq 3\%$ ，溶出金属离子浓度 ≤ 80 ppm，20千瓦运行4小时后氧中氢含量维持在2%以下；阳极催化剂：氧氯选择性 $\geq 99.8\%$ 、0.4安培/平方厘米处的过电位 ≤ 300 毫伏；阴极催化剂：0.4安培/平方厘米处的过电位 ≤ 150 毫伏；阴阳极催化剂均不采用贵金属，载量不超过3毫克/平方厘米。

关键词：海上可再生能源，电解海水，金属腐蚀，电催化剂

1.7 天然气直接裂解制氢联产高附加值碳材料技术（共性关键技术类）

研究内容：针对天然气制氢技术的碳减排发展需求，开展天然气制氢联产高附加值碳材料的技术研究。具体包括：高能量转化效率的天然气直接裂解制氢、同时高物质转化效率的联产高附加值碳材料的反应体系研究；碳形态可控的高稳定性催化介质体系研究；多相稳定传输及反应强化技术、高效分离与纯化技术研究；大产量长寿命反应器设计与优化技术研究；“裂解制氢—氢碳分离”的一体化系统设计与规模化集成验证。

考核指标：开发氢碳联产天然气裂解试验验证系统：同一系统可实现两种以上高附加值碳材料（导电碳黑、石墨烯、碳纳米管等）制备，其中至少一种碳材料的比表面积 ≥ 600 平方米/克，运行温度 ≤ 1000 摄氏度，氢气产率 ≥ 300 标准立方米/小时，稳定运行时间 ≥ 1500 小时，氢气制备成本 ≤ 13 元/公斤，转化后混合气体中氢气浓度 $\geq 90\%$ ，碳的固化率 $\geq 90\%$ ，氢气纯度 $\geq 99.99\%$ ，

其他杂质满足 GB/T 37244-2018 标准要求；催化剂：消耗率 $\leq 5\%/1000$ 小时，催化剂成本 ≤ 650 元/单位氢气产率（1 标准立方米/小时）；制/修订相关团体、地方、行业或国家标准（草案） ≥ 1 项。

关键词：天然气，裂解制氢，碳材料，石墨烯，多相催化

2. 氢能安全存储与快速输配体系

2.1 液氢储供加注技术研究与交通枢纽示范（应用示范类）

研究内容：针对重载交通所面临的氢气加注量大幅增加的问题，开展液氢制储加技术及载运装备液氢系统的研发和应用示范。具体包括：新型大规模氢液化流程研究及生产示范；包含液氢直接加注的加氢站成套工艺流程及装备开发；重载车辆液氢燃料供给系统设计开发以及车用液氢瓶、液氢加注口、回气口、车用液氢阀件等关键零部件的开发；重载车辆液氢无排放加注技术及加注协议开发；液氢的制备—运输及港口等交通枢纽内液氢储存—加注—应用的全流程示范运行与标准规范研究。

考核指标：完成基于项目研发的氢气液化系统的示范应用，达到氢气液化产能 ≥ 10 吨/日，所产液氢质量满足 GB40045-2021《氢能汽车用燃料 液氢》要求，氢液化成套设备能耗 ≤ 10 千瓦时每千克氢气，氢液化系统满足 10000 小时持续运行下故障停车次数 ≤ 2 次；交通枢纽内应至少包括道路、轨道、水运、航空等载运方式中的两种，其中液氢燃料电池重载车辆 ≥ 20 台；车载液氢瓶内胆所占的容积比 $\geq 65\%$ 、内胆可储液氢的容量 ≥ 80 千克，

车载液氢瓶内胆在液氢充装率不低于80%的静态初始维持时间 ≥ 5 天，并满足在低于零下253摄氏度温区下的竖直方向5倍重力加速度振动、瓶身横向10米跌落、瓶身纵向3米两端跌落的车载试验要求（试验方法与判据参照GBT34510-2017《汽车用液化天然气气瓶》）；车载液氢瓶系统质量储氢密度 $\geq 9\%$ 、最大供氢流量 ≥ 5 克/秒；交通枢纽内建成液氢加氢站 ≥ 1 座、日加氢能力 ≥ 4 吨，其中液氢加注机峰值加氢流量 ≥ 8 千克液氢/分钟；制/修订相关团体、地方、行业或国家标准（草案） ≥ 2 项。

关键词：液氢，车载储氢，加氢站，液氢瓶

2.2 车载IV型储氢瓶批量制造一致性保障技术（共性关键技术类）

研究内容：针对我国车载70兆帕IV型储氢瓶塑料内胆可靠性低、缠绕工艺稳定性差等限制商业化产品应用的瓶颈难题，开展车载70兆帕IV型储氢瓶批量制造一致性保障技术研究。具体包括：车载IV型储氢瓶高性能塑料内胆材料选型与改性技术，高强度碳纤维丝束选型及树脂浸润技术；高强度高耐久内胆结构设计及生产在线检测技术，高可靠密封结构设计与成型技术；IV型储氢瓶内胆成型下线自动化缺陷检验检测技术，批量稳定缠绕固化工艺技术，以及柔性批量生产技术。

考核指标：车载70兆帕IV型储氢瓶，储氢质量密度 $\geq 6.8\%$ ，爆破压力离散系数 $C_v \leq 2.5\%$ ，批量规模 ≥ 5000 只/年，规模化生产单位储氢成本 ≤ 100 元/千瓦时，储氢瓶轴向制造偏差 $\leq 0.5\%$ ，

径向制造偏差 $\leq 0.8\%$ ，制程能力指数 $C_{pk} \geq 1.67$ ；其中，塑料内胆成型设备不少于 2 套，带有在线无损检测功能，下线良品率 $\geq 98\%$ ，15 摄氏度下内胆氢渗透系数不超过 3×10^{-14} 立方厘米·厘米/（平方厘米·秒·帕），在 1.25 倍公称工作压力以及不低于 85 摄氏度的条件下放置 1000 小时后内胆材料的平均断裂伸长率变化和平均断裂强度变化不得超过 20%；建立塑料内胆成型评价与检测方法，内胆气密试验压力不小于 100 千帕，保压时间不少于 300 秒，与标准瓶压差不超过 20 帕；制/修订车载 IV 型储氢瓶制造一致性以及在线检测相关团体、地方、行业或国家标准（草案） ≥ 2 项。

关键词：储氢，IV 型气瓶，制造一致性

2.3 高密度、大容量和快速响应固态储氢装置技术（共性关键技术类）

研究内容：针对固定式发电装置的大容量、高密度和快响应的储氢、供氢需求，开展高效固体储氢装置设计和系统能量综合利用技术研究。具体包括：高密度和快响应固态氢化物选型及微观吸/放氢特性；储氢单元的等效热物性及导热性能调控，反应床孔隙结构内吸/放氢过程多尺度热质传输仿真；储氢装置吸/放氢速率热调控技术，传热结构优化设计方法及制造工艺；储氢系统吸/放氢过程能量管理技术，氢热联供系统储氢和供热流程动态仿真技术；开展氢热联供系统集成技术试验验证。

考核指标：储氢装置：储氢量 ≥ 100 千克，储能密度 ≥ 1.5 兆焦耳/千克；吸氢压力 ≤ 5 兆帕，吸氢温度 ≤ 30 摄氏度，瞬时吸氢

速率最大值 ≥ 6.0 千克氢气/分钟，稳定吸氢速率 ≥ 1.5 千克氢气/分钟；放氢压力 ≥ 0.2 兆帕，放氢温度 ≤ 70 摄氏度，供氢纯度 $\geq 99.99\%$ ，瞬时供氢速率最大值 ≥ 2.0 千克氢气/分钟，稳定供氢速率 ≥ 1.0 千克氢气/分钟；经 3000 次吸/放氢循环后储氢容量保持率 $\geq 90\%$ 。储氢及供热集成系统：系统对外供热温度 ≥ 60 摄氏度条件下储氢能耗小于 17 兆焦耳/千克氢。孔隙多尺度吸/放氢过程中质能传递仿真模型 1 套，传热量预测与实验结果误差 $\leq 10\%$ ；储氢装置结构设计和吸/放氢性能仿真模型 1 套，吸/放氢速率预测与实验结果误差 $\leq 10\%$ ；氢热联供系统流程设计与仿真软件 1 套，供氢量和供热量预测偏差 $\leq 10\%$ 。

关键词：固态储氢，储氢装置，氢热联供

2.4 基于地质条件的大规模储氢关键技术及试验验证（共性关键技术类）

研究内容：针对未来超大规模氢存储所面临的成本、空间、安全等问题，开展利用盐穴、矿洞、气田等地下空间的地质储氢技术的探索性研究和试验验证。具体包括：不同地质条件地下空间的储氢适用性研究和优选；洞室和管道材料中氢吸附—迁移—扩散规律、反应机理及应对措施研究；地下储氢洞室受力机理与结构设计；储释氢过程及其对洞室密封、稳定性及周边地质的影响评价技术研究；基于地质条件的储氢验证平台建设及试验。

考核指标：提出适于构建储氢洞室的地质条件筛选方法和储氢洞室的安全评价方法；建成基于地质条件的储氢验证平台，平

台水容积 ≥ 1 万立方米、储氢压力 ≥ 10 兆帕、氢气日泄漏率 $\leq 0.5\%$ ，储释氢循环次数不少于500次后的泄漏率增加量 $\leq 10\%$ ，井下材料腐蚀速率 ≤ 0.18 毫米/年（20兆帕，40摄氏度）。

关键词：储氢，氢渗透，机械疲劳，氢气密封

3. 氢能便捷改质与高效动力

3.1 用户侧燃料电池微网集成与主动支撑电网关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对微电网应用中燃料电池所面临的多机协同、效能提升等问题，开展微网中燃料电池系统集成与控制关键技术研究。具体包括：考虑负荷和分布式电源随机特性的微网中燃料电池系统的配置方法和优化设计技术研究；主动支撑电网的多机燃料电池系统的内部状态观测、动态特性优化和协同控制技术研究；主动支撑型燃料电池用电力电子变换器效率提升技术；燃料电池健康状态评估方法和优化调度技术研究；热电综合利用与能量管理技术研究；多机燃料电池系统的安全性耦合机制及快速保护技术。

考核指标：用户侧燃料电池热电联供系统智能组网的高效电能变换器综合电效率 $\geq 96\%$ ；含燃料电池综合能源系统的多能互动模型与分析工具系统规模 ≥ 1000 个节点；面向用户侧燃料电池的多能流分散—协调优化控制系统响应时间 ≤ 1 秒。完成包括不少于供应200个家庭、总装机容量 ≥ 2 兆瓦的燃料电池热电联供系统示范工程组网方案设计及控制软件包；在额定功率下，发电

耗氢量 ≤ 0.06 公斤/千瓦时，热电联供综合能源效率 $\geq 85\%$ ，全容量响应时间 ≤ 10 秒，系统稳定运行时间 ≥ 2000 小时后燃料电池额定功率平均衰减 $\leq 1\%$ 、系统间衰减比例最大偏差 $\leq \pm 10\%$ ；氢气泄漏检出响应时间 ≤ 0.5 秒，氢安全故障隔离时间 ≤ 5 秒。

有关说明：由企业牵头申报

关键词：氢燃料电池，燃料电池状态监测，微网，协同控制

3.2 煤掺氢/氨清洁高效燃烧关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对我国发电主体深度减碳、清洁供能的发展需求，开展含碳燃料与氢、氨等富氢燃料掺烧的清洁高效燃烧关键技术研究。具体包括：氢、氨、煤掺混燃料的多相混合、多场耦合燃烧特性与反应机理；富氢掺混燃料的气固两相燃烧器稳燃特性与操作参数优化、污染物生成特性及预测模型；气固两相掺混燃料燃烧强化机制、低 NO_x 排放燃烧器改进设计策略与高效清洁燃烧工艺包；基于不同掺混比例、掺混方式的掺氢/氨燃煤高效清洁燃烧技术及设备兼容性；掺氢/氨燃煤燃烧技术在大容量锅炉的工程验证。

考核指标：兆瓦级掺氢/氨气固两相燃烧器累计运行不低于1000 小时，热负荷 ≥ 1.0 兆瓦；30 兆瓦级掺氢/氨气固两相燃烧器，热负荷 ≥ 30 兆瓦，实现氢/氨掺烧比例（热量比） $\geq 25\%$ ，燃烧器出口氨的 NO_x 转化率 $\leq 0.5\%$ ；完成蒸发量每小时600 吨等级以上燃煤锅炉工程验证，实现掺氨比例（热量比）5%~20%连续可调，实现富氢气体与空气直接预混和富氢气体后掺两种掺混方式可

调，炉膛出口氨的 NO_x 转化率 $\leq 0.5\%$ ， NO_x 排放低于 50 毫克/标准立方米（按 6% 基准氧含量折算），锅炉尾部烟气氨逃逸浓度 $\leq 3\text{ppm}$ （摩尔比），锅炉效率 $\geq 91\%$ ，20% 掺氨工况稳定运行大于 168 小时；建立掺氢/氨燃煤燃烧生成 CO 、 NO_x 的预测模型，预测误差 $\leq 20\%$ 。

关键词：富氢燃料，多相掺烧，燃烧技术

3.3 质子交换膜燃料电池电堆单元伏安性能设计仿真软件研发（共性关键技术类）

研究内容：针对燃料电池电堆正向开发中对多层级、多功能、高可靠的设计仿真工具的需求，开发能高效运行的全自主燃料电池电堆单元设计仿真软件。具体包括：开展多孔电极界面通道传输机理研究、单电池气—水—热—电—力耦合方法研究、电堆一致性原则研究，指导并优化电池电堆单元伏安性能设计；软件包含介观多孔电极仿真模块、三维多物理场耦合仿真模块、电堆力学分析模块、准二维动态仿真模块、全尺度燃料电池物化参数的信息数据库等。

考核指标：基于项目研发的计算流体力学、多物理场耦合等工具软件，实现建模仿真功能，并满足以下指标。多孔电极微观结构的平均孔径、孔径分布、有效活化面积相比测试偏差 $\leq 5\%$ ，预测电极性能偏差 ≤ 10 毫伏，并行效率相比 MPI 并行提升 $\geq 20\%$ ；多物理场耦合仿真适配 3+1 维优化算法，相比 3 维模型算法计算效率提升 $\geq 30\%$ ，全工况仿真偏差 ≤ 10 毫伏，具有超大面

积商用电池（活性面积 200 平方厘米 ~ 400 平方厘米）及其复杂多相流场仿真能力；动态仿真计算—物理时间比 $\leq 7:1$ ，动态性能预测偏差 $\leq 7\%$ ；不同封装条件下电极平均应力预测偏差 $\leq 7\%$ ，受压多孔部件有效传输系数预测偏差 $\leq 6\%$ ，封装电池性能预测偏差 ≤ 10 毫伏；振动条件下封装电堆可靠性参数预测偏差 $\leq 10\%$ ；燃料电池物化信息数据库包含所有部件材料的主要物化参数。

关键词：质子交换膜燃料电池，电堆，多物理场，仿真

3.4 单套兆瓦级质子交换膜燃料电池热电联供系统设计与集成（共性关键技术类）

研究内容：针对固定式发电领域面向社区和工厂高效热电联供的应用需求，开展高效率、高可靠、快速变载、热电比宽范围调节的燃料电池热电联供系统集成与控制技术研究。具体包括：研究低操作压力下的系统架构和水热特性；开发面向热电联供的高效、长寿命、快响应燃料电池电堆及其工程化制造技术；开发低功耗空压机和氢气循环系统；开发适用于燃料电池固定式发电的兆瓦级高效率电力电子系统；开发燃料电池热电联供高能效热管理系统；研究电堆内部状态观测及多堆协调控制方法，开发热电联供系统长寿命、快速变载、宽范围调节的控制策略；研究电堆等关键部件剩余寿命的可靠评估方法，为商业化批量成组应用奠定基础。

考核指标：单套质子交换膜燃料电池热电联供系统发电功率 ≥ 1 兆瓦，发电效率 $\geq 53\%$ ，热电联供综合效率 $\geq 95\%$ ，年产能

≥200 台；热电联供系统寿命 ≥40000 小时（实际测试 4000 小时，发电效率衰减 ≤2%），最高工作温度 ≥95 摄氏度，支持零下 30 摄氏度低温启动，最低稳定输出功率 ≤100 千瓦，系统启动至最低输出功率点时间 ≤10 秒；10%~200% 负荷响应时间 ≤60 秒，负荷调整过程及稳定状态系统输出电压波形失真率 ≤3%，输出电压偏差 ≤2%，输出频率偏差 ≤1%；采用项目研发的质子交换膜、催化剂、气体扩散层、膜电极、双极板集成的单套系统，平均无故障运行时间 ≥1000 小时。

关键词：质子交换膜燃料电池，热电联供，系统集成，控制

3.5 燃料电池与涡轮混合循环发电系统技术（共性关键技术类）

研究内容：针对分布式供能与重型交通载运装备动力系统对清洁、高效、灵活发电技术的需求，开展燃料电池—涡轮混合循环发电系统技术方案设计、关键部件研发及系统集成技术研究。具体包括：燃料电池—涡轮混合循环发电系统模拟仿真、集成优化与能量管控、电力变换技术；燃气涡轮纯氢或富氢燃料燃烧及压气机/涡轮共同工作特性匹配技术；燃气涡轮与燃料电池一体化设计及高稳定性压气机与高效涡轮设计技术；固体氧化物燃料电池快速动态响应技术；燃料电池—涡轮混合循环发电系统技术验证样机集成。

考核指标：燃料电池—涡轮混合循环发电系统设计仿真软件 1 套，发电系统性能仿真结果与实验结果偏差 ≤10%；完成适用纯氢或富氢燃料的燃料电池—涡轮混合循环发电系统概念设计与技术

验证样机集成，系统额定发电功率 ≥ 100 千瓦，额定发电效率 $\geq 55\%$ ，最高发电效率 $\geq 60\%$ ，0%~60%负荷响应时间 ≤ 3 分钟。

关键词：燃料电池，燃气涡轮，混合发电

3.6 跨温区质子交换膜燃料电池界面过程与材料基础技术(基础研究类)

研究内容：针对质子交换膜燃料电池对低铂、高效和跨温区运行的发展需求，基于微观能质传递机理和衰减机理开展高性能、长寿命低铂膜电极制备技术研究。具体包括：超低铂用量跨温区催化层及膜电极三相界面的结构设计与制备技术；跨温区条件下离聚物及超低铂界面传质过程影响机制及三相界面优化；多物理场耦合下三相界面及电极结构演化过程与电池性能、寿命关系的影响规律；低铂跨温区膜电极评价技术体系及寿命预测方法。

考核指标：超低铂膜电极验证电堆，功率 ≥ 2 千瓦，膜电极铂载量 ≤ 0.05 毫克/平方厘米，铂用量 ≤ 0.1 毫克/瓦；低铂膜电极铂载量 ≤ 0.1 毫克/平方厘米，氢一空条件且过量系数为 1.3（阳极侧）和 1.8（阴极侧）的测试条件下，在 0.5 安培/平方厘米电流密度处的电压 ≥ 0.80 伏特、在 2 安培/平方厘米电流密度处的电压 ≥ 0.70 伏特，低铂膜电极（铂载量 ≤ 0.1 毫克/平方厘米，铂用量 ≤ 0.125 毫克/瓦）在 65 摄氏度 ~ 105 摄氏度温度区间 30000 次动态循环后活性衰减 $\leq 10\%$ 、5000 次启停循环后活性衰减 $\leq 10\%$ 、2000 小时的性能衰减 $\leq 2\%$ ；最高工作温度 ≥ 105 摄氏度（持续 60 分钟），支持零下 40 摄氏度的低温启动；建立满足温度参数在

65 摄氏度 ~ 105 摄氏度的膜电极性能设计与寿命评价方法模型，电极结构、传输特性和性能等主要参数与实验数据偏差 $\leq 10\%$ 。

关键词：质子交换膜燃料电池，温区，三相界面，膜电极，耐久性

3.7 高温质子交换膜燃料电池电堆关键技术（基础研究类）

研究内容：针对以工业副产氢、裂解氢为燃料的质子交换膜燃料电池电站或家用燃料电池热电联供应用系统面临的电池效率低、运行寿命短、关键材料有待技术突破等问题，开展高温质子交换膜燃料电池电堆关键材料和结构设计、电堆集成关键技术研究。具体包括：耐高温、高导电新型聚合物质子交换膜的结构设计与制备技术；高温电解质中催化剂活性影响因素和失效机制，高活性催化剂的设计方法与制备技术；高性能、长寿命高温膜电极制备技术；高温高效率燃料电池电堆结构设计及制备技术，多源（含杂质）燃料条件下电堆的运行验证。

考核指标：以氢气（CO 含量不低于 20 ppm）为燃料的质子交换膜燃料电池系统，输出功率 ≥ 5 千瓦；高温膜在 120 摄氏度 ~ 220 摄氏度宽温域范围的电导率 ≥ 100 毫西门子/厘米，电导率 1000 小时衰减 $\leq 10\%$ ；阴极非铂/低铂催化剂在目标电解质中，氧还原活性半波电位 ≥ 0.85 伏特；膜电极中催化剂贵金属载量 ≤ 1 毫克/平方厘米；在 0.65 伏特条件下（在 120 摄氏度 ~ 220 摄氏度温度范围），电流密度达到 1 安培/平方厘米，运行 1000 小时（实测、CO 含量不低于 20 ppm），衰减 $\leq 10\%$ ；在 ≥ 120 摄氏度的工

作温度和 CO 含量不低于 20 ppm 的氢气供给下,质子交换膜燃料电池电堆样机能稳定运行 2 小时。

关键词: 高温质子交换膜, 燃料电池, 膜电极

3.8 高精度电堆组装及成套批量制造装备技术(应用示范类)

研究内容: 针对车用燃料电池电堆高功率密度、长寿命、高效批量化制造对电堆及关键零部件的自动化生产需求,开展燃料电池电堆关键零部件和电堆制造、装配、活化等关键装备的国产化设计及制造研究。具体包括:膜电极高精度、高效率量产工艺及工程化制造装备;双极板高精度成形、高稳定性涂层连续化制备工艺及装备;电堆组件的高速堆叠、高精度对位、差异化组件抓取、自动化装配、快速活化工序及装备;开展从膜电极、双极板到电堆的工艺体系研究,研制自动化成套装备,编制生产标准和工厂产线规范。

考核指标:膜电极精密制造自动化成套装备,膜电极组件产能 ≥ 300 万片/年(按活性面积计不低于10万平方米/年)、批量制造合格率 $\geq 99\%$ 、批量制造过程催化剂损耗率 $\leq 5\%$ 、催化层厚度偏差 $\leq \pm 0.5$ 微米、涂布尺寸精度 $\leq \pm 0.5$ 毫米;双极板精密制造自动化成套装备,双极板产能 ≥ 500 万片/年,批量制造合格率 $\geq 99\%$,双极板厚度一致性偏差 $\leq \pm 10$ 微米、脊槽宽度偏差 $\leq \pm 15$ 微米、接触电阻偏差 $\leq \pm 0.2$ 毫欧姆·平方厘米;电堆精密组装自动化成套装备,组件堆叠节拍 ≤ 2 秒/片、组件直接对齐偏差 $\leq \pm 0.08$ 毫米、故障诊断准确率 $\geq 99\%$,产能 ≥ 10000 台电堆/年(电堆峰

值功率 ≥ 120 千瓦, 铂载量 ≤ 0.3 克/千瓦), 电堆生产过程能力指数 $C_{pk} \geq 1.33$, 电堆活化时间 ≤ 1 小时、额定功率下节间电压偏差 ≤ 15 毫伏 (平均值减最小值); 成套工艺装备、依据所研发标准规范体系、衔接生产所输出的电堆样本, 额定电流下功率偏差 $\leq 2\%$, 无故障时间 ≥ 5000 小时, 连续合格记录不少于 300 台。

关键词: 电堆生产, 精密成型, 精密涂层, 堆叠对位, 成套装备

“氢能技术”重点专项 2023年度项目申报指南形式审查条件要求

申报项目须符合以下形式审查条件要求。

1. 推荐程序和填写要求

(1) 由指南规定的推荐单位在规定时间内出具推荐函。

(2) 申报单位同一项目须通过单个推荐单位申报，不得多头申报和重复申报。

(3) 项目申报书（包括预申报书和正式申报书，下同）内容与申报的指南方向相符。

(4) 项目申报书及附件按格式要求填写完整。

2. 申报人应具备的资格条件

(1) 项目（课题）负责人应为1963年1月1日以后出生，具有高级职称或博士学位。

(2) 青年科学家项目负责人应具有高级职称或博士学位，男性应为38周岁以下（1985年1月1日以后出生），女性应为40周岁以下（1983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。

(3) 受聘于内地单位的外籍科学家及港、澳、台地区科学家可作为项目（课题）负责人，全职受聘人员须由内地聘用单位提供全职聘用的有效材料，非全职受聘人员须由双方单位同时提供

聘用的有效材料，并作为项目预申报材料一并提交。

(4) 参与重点专项实施方案或本年度项目指南编制的专家，原则上不能申报该重点专项项目（课题）。

(5) 诚信状况良好，无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

(6) 中央和地方各级国家机关的公务人员（包括行使科技计划管理职能的其他人员）不得申报项目（课题）。

(7) 项目申报人员满足申报查重要求。

3. 申报单位应具备的资格条件

(1) 在中国大陆境内登记注册的科研院所、高等学校和企业等法人单位。国家机关不得作为申报单位进行申报。

(2) 注册时间在 2022 年 6 月 30 日前。

(3) 诚信状况良好，无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

4. 本重点专项指南规定的其他形式审查条件要求

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。

本专项形式审查责任人：程竹静

“煤炭清洁高效利用技术”重点专项 2023 年度项目申报指南

(仅国家科技管理信息系统注册用户登录可见)

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“煤炭清洁高效利用技术”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2023 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：推进煤炭利用清洁低碳、灵活智能转型，在有效满足经济社会对能源需求的同时，保障国家能源安全，为能源系统平稳转型及碳达峰碳中和目标的实现提供科技支撑。

2023 年度指南部署坚持问题导向、分步实施、重点突出的原则，围绕煤炭高效清洁发电、煤炭灵活智能发电、煤炭清洁转化、二氧化碳捕集利用与封存 4 个技术方向，拟启动 21 项指南任务，安排国拨经费 2.9 亿元。其中，拟部署 8 项青年科学家项目，拟安排国拨经费 2400 万元，每个项目不超过 300 万元。由企业牵头申报的项目配套经费与国拨经费比例原则上不低于 2:1。

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。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 1985 年 1 月 1 日以后出生，女性应为 1983 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,每个方向拟支持项目数为 1 项,实施周期不超过 4 年。除特殊说明外,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 名项目负责人,每个课题设 1 名课题负责人。

1. 煤炭高效清洁发电

1.1 新型动力循环发电基础研究(基础研究类,青年科学家项目)

研究内容:建立可满足低碳、灵活、高效、清洁等多目标需求的燃煤发电复合工质循环和系统,研究能量的有序梯级利用、物质流和能量流与循环的优化匹配;研究复合工质循环中清洁燃烧、CO₂捕集及快速变负荷的新方法;研究复合工质基础热物理性质及流动传热特性;研究复合工质的热功转换机理。

考核指标:完成复合工质燃烧原理的实验验证,实现燃烧室压力 $\geq 8\text{MPa}$,热功率 $\geq 100\text{kW}$,燃烧效率 $\geq 99\%$;完成复合工质热物理性质测量,验证复合工质热物性计算模型,在 0-20MPa 压力范围内,预测误差 $\leq 3\%$;获得 1~2 项实现多目标优化的燃煤发电新系统方案设计,300MW 级燃煤发电新系统实现高效低碳(同时实现净效率 $\geq 50\%$ 和碳捕集率 $\geq 90\%$),或者高效灵活(同时实现净效率 $\geq 50\%$ 和调峰速率 $\geq 5\%/min$)。

有关说明：拟支持1项常规项目，同时支持1项青年科学家项目，青年科学家项目要求如下：

研究内容：构建可满足CO₂捕集、快速变负荷功能的高效动力循环，研究热源和循环的优化匹配，研究动力循环的灵活性，研究CO₂等物质流和能量流的时空分布特性。

考核指标：开发出灵活高效新循环和新系统，完成300 MW新型发电系统方案设计，额定负荷时净效率 $\geq 50\%$ ，并实现负荷变化速率 $\geq 5\%/min$ 和碳捕集率 $\geq 90\%$ 。

关键词：动力循环，低碳，灵活，高效

1.2 低碳煤气化氢电联产系统研究（青年科学家项目）

研究内容：研究煤气化发电和制氢系统的耦合规律；研究氢电联产系统内能量梯级利用原理；研究碳组分自然富集、燃烧前CO₂捕集过程与煤气化发电系统的匹配规律，开展低能耗碳捕集技术研究；研究不同氢电比下的电力调峰性能，构建低碳氢电耦合系统。

考核指标：掌握低碳灵活的煤气化氢电联产系统集成规律，形成100MW等级低碳灵活的煤气化氢电联产系统设计方案，CO₂捕集率 $\geq 90\%$ ，捕集热耗 $\leq 1.8GJ/t$ CO₂；优化氢电比以实现系统发电灵活调峰，形成氢电联产系统效率评价方法。

关键词：煤气化，氢电联产，碳捕集

1.3 高碱煤燃烧发电关键技术（共性关键技术类）

研究内容：研究高碱煤碱金属在变负荷调峰工况下的迁移、富集和成灰特性，研究高碱煤燃烧特性和锅炉受热面沾污特性量化表

征；开发新型高碱煤燃烧器和锅炉关键技术，深度优化高碱煤锅炉燃烧设计与工况关联的运行控制策略；研究高碱煤燃烧污染物生成特性和变负荷工况下的超低排放控制技术；开展燃用 100%高碱煤的锅炉工程验证。

考核指标：掌握高碱煤燃烧发电技术，在 300MW 级及以上煤粉锅炉机组上完成工程验证，实现锅炉全负荷燃用 100%高碱煤（入炉物质为纯煤，且灰分碱金属氧化物含量 $\geq 4\%$ ）的结焦、沾污特性安全可控，连续运行 ≥ 1000 小时，负荷运行范围 30%~100%，全负荷范围烟尘排放满足超低排放标准。

关键词：高碱煤发电，安全，超低排放，工程验证

1.4 高碱煤燃烧系统在线监测与诊断技术（青年科学家项目）

研究内容：研究变负荷工况下煤粉炉内高碱煤碱金属迁移转化特性、火焰位置、炉膛热负荷的实时准确测量技术；开发基于炉内测点数据的高温受热面结渣倾向及超温预测技术；研究高碱煤燃烧系统在线监测与运行工况的关联策略；开发融合多元监测数据的全工况受热面安全管控平台。

考核指标：形成高碱煤燃烧系统在线监测与诊断技术装备，并完成验证试验，针对碱金属迁移、炉膛热负荷、受热面温度等不少于 5 项核心监测及诊断指标的测量误差 $\leq 10\%$ ；建立一套运行安全管控的软硬件平台，实现燃高碱煤锅炉受热面超温及积灰结渣风险的提前预警，准确率 $\geq 90\%$ 。

关键词：高碱煤，燃烧，在线监测，诊断

2. 煤炭灵活智能发电

2.1 亚临界机组灵活发电关键技术（共性关键技术类）

研究内容：研究提高机组灵活性的系统能量优化匹配新方法，开发低负荷工况系统稳定及提效技术；开发变负荷锅炉燃烧、蒸汽参数协同控制与受热面安全控制技术；开发变负荷锅炉烟气常规污染物（SO₂/NO_x/PM）超低排放控制技术；开发灵活调峰机组安全保障技术；开展亚临界燃煤机组适应锅炉、汽轮机快速变负荷的主辅机匹配与系统集成研究，进行工程验证，开展全工况机组运行经济性评估研究。

考核指标：锅炉最低稳定燃烧负荷达到 20% 额定负荷，锅炉稳定燃烧及各级受热面稳定运行且不超温；形成亚临界燃煤机组宽负荷快速灵活调峰及系统集成技术，在 300 MW 及以上机组上完成纯凝工况工程验证，负荷调节范围 20%~100%，变负荷速率 $\geq 5\%/min$ ，实现机组全工况安全运行，20% 负荷连续安全稳定运行 ≥ 4 小时，供电煤耗增加值不高于额定负荷供电煤耗的 35%。

关键词：燃煤发电，灵活调峰，快速变负荷，工业验证

3. 煤炭清洁转化

3.1 煤制清洁燃料关键反应和催化基础研究（基础研究类）

研究内容：研究煤直接液化油初级产品结构组成，研究煤直接液化油品精制航空煤油组分的基元反应，研究加氢、烃类分子结构重排等关键反应的定向控制；研发煤直接液化初级油品制备航空煤油组分催化剂；研究反应工程基础，开展过程优化，提升航煤组分

油品质。

考核指标：揭示煤直接液化油品精制过程中稠环芳烃选择加氢和 C-C 键定向断裂的调控机制；开发高效催化剂，航空煤油组分收率 $\geq 85\%$ ；航空煤油组分热氧化安定性（ 325°C ，2.5h）管壁评级 < 3 ，芳烃（体积分数） $< 5\%$ ，烟点 $\geq 25\text{mm}$ ，密度 $\geq 825\text{kg/m}^3$ ，硫含量 $< 10\text{ppm}$ ，氮含量 $< 2\text{mg/kg}$ ，净热值 $\geq 42.9\text{MJ/kg}$ ，冰点 $\leq -55^{\circ}\text{C}$ ，单一金属离子含量 $< 0.1\text{ppm}$ 。

关键词：直接液化，航煤组分，定向调控

3.2 煤制化学品关键反应和催化基础研究（基础研究类）

研究内容：发展合成气转化制 C_4 烃（烷烃+烯烃）、芳烃和 C_6+ 高碳醇新过程：研究合成气 C-O 键的活化、初始 C-C 键的形成和 CO 插入机制，研究影响碳链增长和 CO 插入的关键因素；研究反应热力学和动力学，建立定量的催化剂构效关系；设计和构筑合成气制 C_4 烃、芳烃和 C_6+ 高碳醇的高效催化剂。

考核指标：掌握合成气制备 C_4 烃、芳烃和 C_6+ 高碳醇过程碳链增长和反应选择性调控机制；获得合成气转化制 C_4 烃、芳烃和 C_6+ 高碳醇高活性、高选择性催化剂，在 CO 单程转化率 $\geq 30\%$ 前提下， CO_2 选择性 $< 20\%$ ，烃类产物中 C_4 烃选择性 $\geq 55\%$ ，芳烃选择性 $\geq 85\%$ ， C_6+ 高碳醇选择性 $\geq 50\%$ 。

关键词：合成气转化，选择性调控， C_4 烃，芳烃， C_6+ 高碳醇

3.3 新型合成气制醇类化学品关键技术（共性关键技术类）

研究内容：研究合成气定向转化制醇过程中 CO 活化、插入及

碳链形成与增长的协同反应机制;开发合成气制 C₆+炔醇与 C₆+烯烃羰基合成醇催化剂和反应工艺;研发合成气制 C₂-C₅低碳醇新工艺;开发聚甲醛和甲缩醛制聚甲氧基二甲醚新型高效催化剂,突破产品分离精制与反应器工程化关键技术。

考核指标:掌握合成气定向转化制醇催化剂活性中心结构动态演变规律,建立量化的催化剂构效关系;完成合成气制 C₆+高碳醇百吨级中试试验,CO 总转化率 ≥ 85%, C₆+醇选择性 ≥ 50%;开发新型合成气制 C₂-C₅低碳醇催化剂及配套工艺,完成千吨级工业验证,CO 总转化率 ≥ 85%,总醇选择性 ≥ 75%,总醇中 C₂+醇选择性 ≥ 70wt%;完成聚甲醛和甲缩醛制聚甲氧基二甲醚新工艺万吨级工业验证,聚甲醛转化率 ≥ 90%,产品收率 > 93%。

有关说明:实施周期 5 年

关键词:合成气转化,醇醚含氧化合物,工业验证

3.4 新型合成气制可降解塑料关键技术(共性关键技术类)

研究内容:研究合成气制可降解塑料单体合成:开发草酸二甲酯加氢制乙醇酸(酯)高选择性、高稳定性催化剂与反应工艺,突破聚乙醇酸(PGA)单体合成技术;开发高效高稳定性合成气制碳酸二甲酯催化剂,突破聚碳酸丁二醇酯(PBC)单体制备关键技术;研究费托尾气 C₄ 烃制丁二酸、丁二醇催化剂放大制备,研究产品分离与精制关键技术,突破聚丁二酸丁二醇酯(PBS)单体合成技术。开展一种及以上单体聚合及可降解塑料性能研究。

考核指标:完成草酸二甲酯加氢制乙醇酸(甲酯)催化剂吨级

制备放大, 催化剂寿命 ≥ 8000 小时(小试), 完成万吨级工业验证, 进行 72 小时连续运行考核, 乙醇酸(甲酯)时空产率 $\geq 0.25\text{g}/(\text{mL 催化剂}\cdot\text{h})$, 产品纯度 $\geq 99.5\%$; 合成气制碳酸二甲酯催化剂寿命 ≥ 4000 小时, 吨产品消耗合成气(折有效气) ≤ 2000 标方; 完成费托合成 C_4 烃制备丁二酸(酐)和丁二醇催化剂吨级制备放大, 催化剂寿命 ≥ 8000 小时(小试), 完成万吨级工业验证, 进行 72 小时连续运行考核, 丁二酸(酐)时空产率 $\geq 0.18\text{g}/(\text{mL 催化剂}\cdot\text{h})$, 丁二醇时空产率 $\geq 0.16\text{g}/(\text{mL 催化剂}\cdot\text{h})$, 产品纯度 $\geq 99.8\%$ 。完成一种及以上单体聚合百吨级中试验证。

关键词: 合成气转化, 可降解塑料单体, 工业验证

3.5 煤炭直接定向调控制备高端精细化学品技术(共性关键技术类)

研究内容: 针对富油煤种, 开发高效催化剂, 研究煤中 C-X ($\text{X}=\text{C}; \text{O}; \text{N}; \text{S}$ 等) 化学键定向裂解技术, 形成煤直接转化制油品新型工艺; 开发煤直接制备芳香族化合物和环烷基油品的催化反应分离一体化新技术。

考核指标: 在低于 450°C 和 10MPa 条件下, 完成煤炭分级液化技术万吨级示范装置验证和 72 小时连续运行考核, 油收率格金值 $\geq 150\%$, 煤制油品综合能效 $\geq 60\%$, 煤炭直接转化液体产品中芳香族化合物的收率 $\geq 50\text{wt}\%$; 完成百吨级油品直接制备芳香族化合物装置稳定运行, 单一产品纯度 $\geq 99\%$ 。

关键词: 煤炭直接转化, 芳香族化合物, 环烷基油品, 催化剂

3.6 大规模煤转化灰渣资源化利用关键技术（共性关键技术类）

研究内容：研究煤气化灰渣碳灰大规模经济分离新方法；研究煤气化渣铝、锂等金属元素高效富集及梯级提取过程；研究煤气化灰渣高效活化调控制备碳硅复合多孔材料高值利用技术；研究煤气化渣惰性铝硅酸盐多聚体多场活化，研究气化渣低成本大掺量制备低碳水泥和无机连续纤维技术。

考核指标：形成煤气化灰渣大规模经济碳、灰分离技术，分离所得高灰产品烧失量 $<3\%$ ，高碳产品碳含量 $>70\%$ ，总碳回收率 $>80\%$ ，建立10万吨装置，并稳定运行72小时；实现1~2种高附加值产品（铝系、锂系等）分离提取技术，铝利用率 $>95\%$ ，锂利用率 $>50\%$ ，实现百吨级试验装置验证；形成煤气化灰渣制碳硅复合多孔高比表面积材料制备技术，碳硅复合多孔材料比表面积 $\geq 400\text{ m}^2/\text{g}$ ，建立千吨级示范线；实现百吨级无机连续纤维工程验证，单丝拉伸强度 $\geq 1800\text{ MPa}$ ，建成10万吨及以上低碳水泥生产示范线，灰渣掺混量 $>60\%$ ，达到42.5标号水泥要求。

关键词：煤气化灰渣，碳灰分离，金属提取，碳硅材料，低碳水泥，无机连续纤维

3.7 合成气直接制乙酸甲酯（青年科学家项目）

研究内容：开发合成气直接转化制乙酸甲酯新过程：研究合成气转化和目标产物选择性控制的关键影响因素和调控机制，研究反应机理和失活机理，构建合成气转化制乙酸甲酯反应网络；研究反应的热力学和动力学，建立催化剂微化学环境、关键中间过程/物种

与催化活性之间的构效关系,开发高性能合成气制乙酸甲酯催化剂。

考核指标: 阐明合成气直接转化制乙酸甲酯反应过程的转化率和产物选择性调控机制; 设计和构筑高效、高稳定性的催化剂体系, 在 CO 单程转化率 $\geq 30\%$ 前提下, 乙酸甲酯选择性 $\geq 85\%$ (有机产物中), 烃类副产物选择性 $< 5\%$, 乙酸甲酯时空收率 $\geq 0.25 \text{ g}/(\text{gcat}\cdot\text{h})$ 。

关键词: 合成气直接转化, 乙酸甲酯, 催化剂体系

3.8 合成气制燃料和化学品过程 $\text{C}_2\text{-C}_3$ 尾气芳构化技术(青年科学家项目)

研究内容: 研究合成气制燃料和化学品过程 $\text{C}_2\text{-C}_3$ 尾气芳构化反应机理, 探明催化剂结焦行为, 建立催化剂活性物种结构与反应性能的定量关系; 设计和构筑高选择性、高稳定性催化剂, 突破催化剂规模化放大制备和成型技术; 研究反应热力学和动力学, 开发高效反应器, 形成低碳烷烃芳构化新技术。

考核指标: 阐明合成气制燃料和化学品过程 $\text{C}_2\text{-C}_3$ 尾气活化与芳构化的协同反应机制; 完成公斤级催化剂规模化制备, 低碳烷烃转化率 $\geq 70\%$, 芳烃选择性 $\geq 70\%$, 单程寿命 ≥ 70 小时; 完成催化剂装量立升级反应器模式试验, 实现稳定运行。

关键词: $\text{C}_2\text{-C}_3$ 尾气, 芳构化, 催化剂规模化制备, 反应器

3.9 哈密煤直接转化制备高端精细化学品技术(共性关键技术类)

研究内容: 针对新疆哈密富油煤, 开发煤高效低温热解技术、

焦油定向转化技术、热半焦分离与输送技术、热解热半焦耦合气化或燃烧技术，形成分质高效转化利用系统关键技术。

考核指标：形成新疆哈密富油煤热解、热半焦分离与输送、热解工艺与热半焦气化或燃烧深度耦合梯级利用关键技术，完成10万吨级/年煤热解与热半焦气化或燃烧深度耦合关键技术工程验证，热解油气收率 $\geq 30\%$ ，焦气化效率 $\geq 99\%$ 或燃烧效率 $\geq 98\%$ ；完成百吨级环烷基油品生产装置工程验证，焦油加工产品50%以上为芳烃或者环烷基油品。

有关说明：实施周期5年。

关键词：新疆哈密富油煤，低温热解，芳烃，环烷基油品，
催化剂

4. 二氧化碳捕集利用与封存

4.1 燃煤电厂百万吨级CO₂捕集与地质利用封存关键技术开发（共性关键技术类）

研究内容：开发高效低能耗CO₂吸收剂技术；开发高通量、低压降塔内件和超大型、紧凑型CO₂分离设备；研究CO₂捕集耦合发电系统控制策略、变负荷动态运行技术；开展CO₂捕集及地质利用封存的全流程工程设计；开展燃煤电厂百万吨级CO₂捕集及地质利用封存全流程工程验证。

考核指标：掌握低能耗百万吨级CO₂捕集关键技术，形成燃煤电厂百万吨级CO₂捕集及地质利用封存系统工艺包，完成工程验证，实现CO₂捕集量 ≥ 100 万吨/年，CO₂纯度 $\geq 99\%$ （干基），再生热耗

≤2.2 GJ/t CO₂, 吸收剂损耗 ≤0.5 kg/t CO₂, 捕集电耗 ≤70 kWh/t CO₂ (不含压缩电耗), CO₂地质封存量 ≥50 万吨/年。

有关说明: 实施周期 5 年

关键词: 百万吨级, CO₂捕集, 地质封存, 工程设计

4.2 用于 CO₂ 捕集的高活性低能耗固体吸附材料及技术 (共性关键技术类)

研究内容: 研发新型高活性低能耗非胺基 CO₂ 固体吸附材料, 建立规模化制备方法及技术; 研究 CO₂ 吸附工艺能质传递、气固流动和吸附过程的耦合特性, 研发多反应器间能量高效转移与回收等关键技术, 构建吸附过程强化策略与工程放大方法; 研发 CO₂ 捕集全流程的能质匹配与集成优化技术, 开发固体吸附捕集 CO₂ 的工艺包。

考核指标: 开发 3 种以上新型固体吸附材料, 碳捕集能力 ≥0.11 kg/kg, 研制 10 吨级/年制备样机。建成 CO₂ 捕集能力千吨级/年的中试装置并进行吸附材料验证, 捕集装置连续运行 36 小时, CO₂ 捕集率 >90%, CO₂ 浓度 >95%, 固体淘析率 <0.05wt%/小时, 稳定运行时间不小于 500 小时。形成百万吨级固体吸附捕集 CO₂ 的工艺包, 捕集能耗 ≤1.6 GJ/t CO₂。

关键词: 非胺基, 固体吸附材料, CO₂ 捕集, 吸附工艺

4.3 CO₂ 驱油及封存安全监测技术 (共性关键技术类, 青年科学家项目)

研究内容: 研发基于完井多参数信息在线监测技术与装备; 研

发驱油及封存 CO₂ 空间展布地震监测技术；研发缓冲层、浅层及近地表水质 CO₂ 泄漏取样监测技术；开展驱油过程 CO₂ 运移及矿化规律研究；开展 CO₂ 驱油及封存全流程安全监测系统集成研究，应用于 CO₂ 驱油封存工程。

考核指标：在 10 万吨及以上 CO₂ 驱油封存工程应用验证：多参数监测压力精度 0.5‰FS、应变精度 20 με；CO₂ 空间分布地震监测空间分辨率 10 米；CO₂ 泄漏监测缓冲层内 CO₂ 浓度精度 1000 ppm、水质主要离子浓度精度 10 mg/L；CO₂ 运移及矿化模拟预测精度 ±10%；建立具有自主知识产权 CO₂ 驱油与封存信息化、智慧化安全监测系统。

有关说明：拟支持 1 项常规项目，同时支持 1 项青年科学家项目。青年科学家项目针对共性关键技术内容开展前沿探索，具体研究内容与考核指标如下：开发基于完井的温度、压力、应变一体化监测装备，温度精度 ±0.1℃、压力精度 0.2‰FS、应变精度 10 με；开发完全自主产权 CO₂ 有效封存量与地层安全预测数值模型，预测精度 ±10%。

关键词：CO₂ 驱油及封存，监测装备，安全预警技术，现场验证

4.4 加压富氧燃烧关键技术及装备（共性关键技术类）

研究内容：研究加压富氧条件下燃烧组织及热负荷分配技术；开发氮氧化物炉内控制技术；研究加压富氧燃烧锅炉高效换热技术，开展实炉传热部件测试；研发煤加压富氧燃烧关键设备及系统集成工艺。

考核指标：完成百千瓦级加压富氧燃烧换热样机研制，炉侧压力 $\geq 1.0\text{MPa}$ ；完成兆瓦级三种以上典型煤种的加压富氧燃烧试验，压力 $\geq 0.6\text{MPa}$ ，连续运行 ≥ 72 小时，干烟气中 CO_2 浓度 $\geq 92\%$ ，相同煤种条件下，炉膛出口氮氧化物排放比常压富氧燃烧降低20%以上；在兆瓦级试验装置上实测换热系数；完成300MWe级加压富氧燃烧锅炉设计方案，锅炉效率 $\geq 95\%$ 。

关键词：加压，富氧燃烧，换热技术，系统集成工艺

4.5 加压富氧燃烧换热样机研制（青年科学家项目）

研究内容：研究适用于加压富氧燃烧的热量转移技术，探究高压下物料流动及热质传递机制，开发耦合超临界二氧化碳循环的高效炉内换热器。

考核指标：形成高压、高浓度二氧化碳氛围下耦合流动的传热模型，误差 $\leq 15\%$ ；完成百千瓦级加压富氧燃烧换热样机研制，炉侧压力 $\geq 1.0\text{MPa}$ ，管内换热工质（超临界二氧化碳）压力 $\geq 10\text{MPa}$ 。

关键词：加压，富氧燃烧，换热技术

4.6 CO_2 加氢制芳烃关键技术（共性关键技术类）

研究内容：开发 CO_2 加氢制芳烃工业催化剂，研究芳烃产品调变机制；研究 CO_2 加氢制芳烃过程的气固流动、传递与反应器放大规律；研发产品分离技术及 CO_2 与 H_2 循环转化技术，开发 CO_2 加氢制芳烃的全流程工艺；实现催化剂与反应装置的工业规模验证。

考核指标：实现 CO_2 加氢制芳烃催化剂百吨级制备，催化剂寿命 $> 8000\text{h}$ ， CO_2 单程转化率 $> 60\%$ ， CO 的选择性 $< 20\%$ ，芳烃在

碳氢化合物中选择性 > 70%，BTX 在总芳烃中选择性 > 60%；实现 CO₂ 加氢制芳烃循环转化，CO₂ 总转化率 > 90%；实现千吨级/年规模工业装置验证。

关键词：CO₂ 加氢，制芳烃，关键装备，流程工艺

4.7 太阳能直接驱动 CO₂ 干重整制合成气技术（青年科学家项目）

研究内容：研究太阳能直接驱动的 CO₂ 干重整制合成气技术，开发太阳能全光谱高效捕获吸收、CO₂ 高效转化的催化材料；研究反应过程中的 CO₂ 活化、重构、键合等过程；发展局域温度、载流子输运等多物理场一体化原位测试方法；研究能量与物质耦合输运 CO₂ 转化的机理、调控与增效方法，研发太阳能直接驱动 CO₂ 干重整的新型反应器件/系统。

考核目标：CO₂ 转化率 ≥ 90%，太阳能—化学能转化效率 > 40%。构建吨级 CO₂ 干重整反应器，实现催化剂连续稳定工作 ≥ 100 小时，CO₂ 转化率 ≥ 90%。

关键词：太阳能，二氧化碳，干重整，催化

“煤炭清洁高效利用技术”重点专项 2023年度项目申报指南形式审查条件要求

申报项目须符合以下形式审查条件要求。

1. 推荐程序和填写要求

(1) 由指南规定的推荐单位在规定时间内出具推荐函。

(2) 申报单位同一项目须通过单个推荐单位申报，不得多头申报和重复申报。

(3) 项目申报书（包括预申报书和正式申报书，下同）内容与申报的指南方向相符。

(4) 项目申报书及附件按格式要求填写完整。

2. 申报人应具备的资格条件

(1) 项目（课题）负责人应为1963年1月1日以后出生，具有高级职称或博士学位。

(2) 青年科学家项目负责人应具有高级职称或博士学位，男性应为38周岁以下（1985年1月1日以后出生），女性应为40周岁以下（1983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。

(3) 受聘于内地单位的外籍科学家及港、澳、台地区科学家可作为项目（课题）负责人，全职受聘人员须由内地聘用单位提供全职聘用的有效材料，非全职受聘人员须由双方单位同时提供

聘用的有效材料，并作为项目预申报材料一并提交。

(4) 参与重点专项实施方案或本年度项目指南编制的专家，原则上不能申报该重点专项项目（课题）。

(5) 诚信状况良好，无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

(6) 中央和地方各级国家机关的公务人员（包括行使科技计划管理职能的其他人员）不得申报项目（课题）。

(7) 项目申报人员满足申报查重要求。

3. 申报单位应具备的资格条件

(1) 在中国大陆境内登记注册的科研院所、高等学校和企业等法人单位。国家机关不得作为申报单位进行申报。

(2) 注册时间在 2022 年 6 月 30 日前。

(3) 诚信状况良好，无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

4. 本重点专项指南规定的其他形式审查条件要求

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。

本专项形式审查责任人：王永玲

“储能与智能电网技术”重点专项 2023 年度项目申报指南

(仅国家科技管理信息系统注册用户登录可见)

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“储能与智能电网技术”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2023 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：通过储能与智能电网基础科学和共性关键技术研究的布局，推动具有重大影响的原始创新科技成果的产生，着力突破共性关键技术，增强创新能力建设，促进科技成果转化和产业化，从而保证未来高比例可再生能源发电格局下电力供应的安全可靠性、环境友好性、经济性和可持续发展能力，推动我国能源转型，为实现“碳达峰”“碳中和”战略目标提供坚实的技术支撑。

2023 年度指南部署坚持问题导向、分步实施、重点突出的原则，围绕中长时间尺度储能技术、短时高频储能技术、超长时间尺度储能技术、高比例可再生能源主动支撑技术、特大型交直流混联电网安全高效运行技术、多元用户供需互动用电与能效提升技术、储能和智能电网基础支撑技术等 7 个技术方向，拟启动 17

项指南任务,拟安排国拨经费概算 2.79 亿元。其中,围绕中长时间尺度储能技术、高比例可再生能源主动支撑技术、储能和智能电网基础支撑技术等方向,拟部署不超过 8 个青年科学家项目,拟安排国拨经费不超过 2400 万元,每个青年科学家项目拟安排国拨经费不超过 300 万元。由企业牵头申报的项目配套经费与国拨经费比例原则上不低于 2:1。

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。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 1985 年 1 月 1 日以后出生,女性应为 1983 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。

项目统一按指南二级标题(如 1.1)的研究方向申报。除特别说明外,每个方向拟支持项目数为 1~2 项,实施周期一般不超过 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 5 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。

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. 中长时间尺度储能技术

1.1 新一代动力电池梯次利用关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对新一代退役动力电池状态评估困难、梯次利用经济性、安全性亟待解决等问题，重点研究：基于大数据分析和电化学机理研究相结合的新一代退役电池状态和寿命的高精度快速评估技术；开发针对不同电压/批次新一代退役电池的灵活配置、高效重组、整包利用、高效率集成和智能管理技术；再重组电池及整包利用系统在机、电、热方面的老化机制；再重组及整包利用电池系统安全在线评估、智能预警、主动安全防护技术；再重组及整包利用梯次系统在分布式、多场景、多商业模式的智能运维技术及应用验证。

考核指标：评估退役动力电池系统健康状态 SOH 精度误差 $\leq 3\%$ ，直流内阻 DCR 精度误差 $\leq 5\%$ ，再重组系统寿命预估模型误差 $\leq 3\%$ ；再重组系统兼容退役电池系统类型 ≥ 3 种，系统电压覆盖 100V~1000V，退役电池系统动态可更换，实现单子系统独立管理，系统重组时间 ≤ 30 分钟；整包利用电池包更换时间 ≤ 30 分钟；再成组系统可用能量与各重组单元可用能量总额之比 $\geq 95\%$ ，故障维护时长占总运行时长 $\leq 2\%$ ；研发在线监控系统、预警准确度 $\geq 95\%$ ，单体热失控后，从预警到消防措施完全响应，时间 < 10 秒，系统无热失控蔓延，外部无明火，无二次复燃；形成 $\geq 1\text{MWh}$ 梯次利用验证项目，成组成本低于 0.3 元/Wh（不含回收电池系统），整包利用系统成本低于 0.25 元/Wh（不含电池）；

形成动力电池梯次利用重组设计、检验、安装、选址、施工、运行维护规范及整包利用设计规范和标准。

关键词：梯次利用，再重组，整包利用

1.2 全固态钠离子储能电池研究（青年科学家项目）

研究内容：针对调频调峰对高安全、低成本、长寿命、可持续发展的储能技术的需求，研究全固态钠离子储能电池，重点研究：低成本、高离子电导率、宽电压窗口的钠离子固体电解质，长寿命低成本钠离子电池正极和负极关键材料的设计与制造技术；全固态钠离子电池中电极/电解质界面的输运、反应和稳定性研究及可控优化，全固态钠离子电池热、电、力特性的多尺度原位和非原位高精度表征技术、电芯失效分析及多尺度模拟仿真技术；储能型全固态钠离子电池的设计与制造技术，全固态钠离子电池状态预测、电池管理、热管理技术和安全预警技术。

考核指标：钠离子电池正极材料可逆克容量 ≥ 150 mAh/g, 负极材料可逆克容量 ≥ 250 mAh/g, 固体电解质离子电导率 $\geq 1 \times 10^{-3}$ S/cm; 全固态钠离子电池电芯单体容量 ≥ 10 Ah, 能量密度 ≥ 150 Wh/kg, 循环次数 ≥ 10000 次 (1C, 25°C, 100%放电深度), 3C 倍率下能量密度保持率 $\geq 90\%$ 的 1C 倍率下能量密度, 电芯能量转换效率 $\geq 90\%$, 安全性测试结果显著超过储能国家标准; 掌握全固态钠离子电池的电化学失效机制、热失控机制、电池健康状态 (SOH) 演化规律和计算方法、热管理技术、多尺度模拟仿真技术。

有关说明：支持 2 个不同技术路线的项目

关键词：全固态，钠离子电池，固态电解质

2. 短时高频储能技术

2.1 10MW 级磁悬浮飞轮储能关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对以新能源为主体的新型电力系统面临的高转动惯量、高频次调频的技术需求，为推进 MW 级飞轮阵列的示范应用，研究先进飞轮储能单机及 10MW 级以上飞轮阵列技术，重点研究：MW 级磁悬浮惯量飞轮技术；MW 级高速先进飞轮储能技术；飞轮单机与阵列控制技术；飞轮阵列能量管理及电网主动支撑技术；飞轮阵列电网应用验证。

考核指标：研制出直接机械惯量支撑的 MW 级磁悬浮惯量飞轮单机，MW 级高速先进飞轮储能单机，10MW 级以上混合飞轮阵列样机。磁悬浮惯量飞轮应具备同步调相机功能，单机功率 $\geq 1\text{MW}$ ，机械惯量 $\geq 2000\text{kgm}^2$ ，储能量 $\geq 100\text{MJ}$ ；先进飞轮储能单机功率 $\geq 1.2\text{MW}$ ，储能量 $\geq 150\text{MJ}$ ，转速 $\geq 10000\text{rpm}$ ，充放电循环效率 $\geq 86\%$ ，充放电频次 ≥ 20 次/小时，空载待机损耗 $\leq 1\%$ ；飞轮阵列具备机械惯量、虚拟惯量及调频能力，总功率 $\geq 10\text{MW}$ ，调节响应时间 $\leq 50\text{ms}$ ，并网连续运行时间 ≥ 168 小时，具备本质安全能力，飞轮转子失稳后 30 分钟内安全释放动能，设计循环寿命 \geq 百万次，飞轮储能系统装置成本 ≤ 4 元/瓦，完成工程应用验证。

关键词：飞轮，磁悬浮，阵列

3. 超长时间尺度储能技术

3.1 大规模先进压缩空气储能技术（共性关键技术）

研究内容：针对电力削峰填谷、可再生能源消纳对大功率、长时间、低成本、高效储能的迫切需求，研究大规模压缩空气储能技术，重点研究：高效压缩空气储能全工况优化设计技术；宽负荷组合式压缩机和高负荷轴流膨胀机技术；阵列式蓄热换热器技术；储能与电力系统耦合控制技术；大规模压缩空气储能系统集成与应用验证。

考核指标：突破单机 300MW 级以上先进压缩空气储能系统的关键技术，形成完善自主知识产权研发设计体系，完成 300MW 级以上压缩空气储能系统的研制与在电力系统的运行验证。具体指标为：压缩机效率 $\geq 88\%$ ，膨胀机单机功率 $\geq 300\text{MW}$ ，膨胀机效率 $\geq 92\%$ ，蓄热换热器效率 $\geq 98\%$ ；储能系统单机功率 $\geq 300\text{MW}$ ，储能容量 $\geq 1.2\text{GWh}$ ，储能系统连续运行时间 ≥ 168 小时，系统 AC-AC 额定效率 $\geq 70\%$ ，系统冷态启动至满负荷的响应时间 ≤ 8 分钟，容量成本 ≤ 1 元/Wh，度电成本 ≤ 0.15 元。

关键词：压缩空气，长时储能，GWh 级

4. 高比例可再生能源主动支撑技术

4.1 全电力电子电力系统构建与稳定运行关键技术（青年科学家项目）

研究内容：针对新型电力系统源网荷储高度电力电子化发展趋势下，全电力电子设备电力系统缺乏基础理论支撑的迫切需求，

研究全电力电子电力系统构建与稳定控制技术，具体包括：电力电子设备自主电压/频率组网方法；全电力电子电力系统多尺度电压/频率动态特性与协调控制方法；全电力电子电力系统电压/频率暂态稳定性机理与控制技术。

考核指标：提出全电力电子电力系统电压/频率构建与稳定控制方法，为 100% 新能源电力系统安全稳定运行奠定理论基础；构建全电力电子电力系统典型算例，节点数量不少于 100 个，包含源网荷储电力电子设备类型不少于 10 种、总数量不少于 30 个，通过全电磁暂态仿真等方式进行验证；研制稳定控制器，通过数模混合实验验证控制器的有效性。

有关说明：支持 2 个不同技术路线的项目

关键词：全电力电子电力系统，100% 新能源供电，稳定运行控制

4.2 高惯量储能型同步调相机关键技术与装备（共性关键技术）

研究内容：针对新型电力系统惯量水平降低、暂态同步支撑能力不足，电压/频率失稳及振荡风险突出等问题，研究兼具电压/频率支撑及阻尼控制功能的高惯量储能型同步调相机关键技术，具体包括：具备高惯量、高过载以及高频储能特性的同步调相机原理与设计技术；面向电压/频率暂态同步支撑的储能型调相机高过载励磁控制技术；提升小扰动稳定性的储能型同步调相机阻尼控制技术；高惯量储能型同步调相机样机研制；储能型同步调相机与新能源场站协同运行控制技术与应用试验。

考核指标：研制高惯量储能型同步调相机样机，额定容量不小于 10 兆伏安，惯性时间常数不小于 10 秒，有效储能容量不低于 60 兆焦，最大短路电流不小于额定电流的 5 倍，暂态过程中最大有功功率输出不低于 3 倍额定功率，具备阻尼功率振荡的能力，调节响应时间不大于 50 毫秒；提出高惯量储能型同步调相机与新能源场站协同运行控制技术；在不小于 100 兆瓦的风电场或光伏电站开展应用验证。

关键词：高惯量，储能同步调相机，电压/频率暂态支撑

4.3 海上风电并网系统远程监测与故障诊断技术（共性关键技术）

研究内容：针对大规模海上风电并网系统运行风险及设备隐患严重影响电网安全稳定的问题，亟需研究海上风电并网系统集中远程监测、故障诊断及风险预警关键技术，具体包括：融合“电磁—热力—机械—环境”因素的海上风电并网装备建模与仿真；基于有限测量的海上风电并网系统及关键设备状态全景感知技术；海上风电并网系统故障诊断与风险推演技术；考虑极端天气的海上风电并网运行风险评估与预警技术；海上风电远程监测与运行风险预警平台研发与应用。

考核指标：提出海上风电并网系统设备高保真数字建模方法，建立海上风电并网系统换流阀、变压器等装备数字模型，模型完整性不小于 99%，机、热行为仿真精度不小于 85%；建立海上风电并网装备与关键部件状态全景感知方法，其中关键设备内部温度感知误差小于 5%；提出海上风电并网关键设备状态主动

预警方法，严重热缺陷和绝缘缺陷预警准确率不小于 90%；开发海上风电并网系统远程监测与运行风险预警平台，在实际交、直流并网系统上进行验证。

关键词：海上风电并网系统，远程监测，安全预警，系统平台

5. 特大型交直流混联电网安全高效运行技术

5.1 特高压变压器高能电弧放电故障防爆技术及装备（共性关键技术）

研究内容：针对特高压变压器（含换流变压器）内部油中高能电弧放电导致的爆炸起火问题，研究特高压变压器油中电弧放电机理、故障防爆技术及装备，具体包括：绝缘油电弧放电气化裂解机理与演化规律；封闭空间油中电弧放电固—气—液耦合瞬态压力传递模型及仿真技术；高应变速率瞬态冲击压力下油箱结构破坏及失效机理；特高压变压器防爆型油箱与高可靠压力安全释放技术及装备；特高压变压器油中电弧放电与油箱防爆试验验证。

考核指标：电弧放电压力仿真与实测的峰值误差不大于 5%、波形相似度不小于 0.85；压力安全释放装置可靠承受 4 兆帕静载荷，压力波冲击响应时间不大于 6 毫秒，完全开启时间不大于 15 毫秒；防爆型油箱模型电弧放电试验压力安全泄放不着火，试验电流有效值不小于 63 千安、持续时间不小于 80 毫秒，等效至特高压变压器的故障能量不小于 80 兆焦；研制的防爆型油箱与压力安全释放装置实现应用验证。

关键词：特高压变压器，电弧压力仿真，防爆装备，油中电

弧放电试验

5.2 高降解率环氧树脂绝缘材料及环保型固态绝缘变压器研制（基础研究类）

研究内容：针对固态绝缘变压器用绝缘材料环保与高可靠性要求，实现退役材料的高值回收再利用，研究高降解率环氧树脂绝缘材料及环保型固态绝缘变压器研制技术，具体包括：环氧树脂动态交联网络设计及构效映射关系；高降解环氧树脂多维性能协同设计与制备；高降解环氧树脂绝缘材料高值化再利用技术；基于高降解环氧树脂的固态绝缘变压器设计与研制。

考核指标：提出高降解率环氧树脂配方体系，高降解率环氧复合绝缘材料阻燃性能达到 V-1 等级，可用于 10 千伏~110 千伏环保型固态绝缘变压器，满足玻璃化转变温度不小于 105 摄氏度，拉伸强度不小于 75 兆帕，击穿场强不小于 28 千伏/毫米；实现高降解率环氧树脂的回收再利用，热回收次数不小于 3 次，化学降解率不低于 80%；研制环保型固态绝缘变压器样机，额定电压 35 千伏，额定容量不小于 4 兆伏安，局部放电不大于 5 pC，并通过国标规定的型式和特殊试验考核。

关键词：环保型固态绝缘变压器，高降解率环氧树脂，动态交联网络

5.3 大容量高压直流变压器关键技术（共性关键技术）

研究内容：针对大规模新能源高效汇集与输送的需求，研究具备能量双向流动的高压直流变压器关键技术与装备，具体包括：

具备能量双向流动高压直流变压器的换流机理与拓扑结构研究；高压直流变压器的运行特性及稳态控制技术；高压直流变压器的故障隔离及快速保护技术；高压直流变压器多物理场协同均衡与损耗优化技术；高压直流变压器样机研制及等效试验技术。

考核指标：提出满足大规模新能源直流汇集与输送应用的高压直流变压器拓扑方案；提出高压直流变压器的运行控制、快速保护及电气设计方法；研制具备能量双向流动的高压直流变压器功能样机，高压侧电压不低于 10 千伏，电流不低于 10 安培，变比不小于 3；研制高压直流变压器阀塔样机，高压侧电压不低于 320 千伏，电流不低于 1500 安培，最高效率不低于 98%；完成所有样机的验证。

关键词：高压直流变压器，拓扑结构，变比

6. 多元用户供需互动与能效提升技术

6.1 高耗能工业用户节能与供需互动技术（共性关键技术）

研究内容：针对高耗能工业生产节能降碳、电网灵活调节资源短缺以及跨行业联合用能优化需求，提升网荷互动水平，开展高耗能工业用户节能与供需互动技术研究，具体包括：面向工艺的多能负荷建模与可靠调节能力动态预测技术；计及能效—碳效约束的高耗能工业多能协同优化运行技术；基于虚拟储能的高耗能工业负荷多时间尺度参与电网互动技术；市场环境下高耗能工业用户电—碳协同交易决策技术；高耗能工业用户节能与供需互动系统研发与验证。

考核指标：研发高耗能工业用户节能与供需互动系统，选取

高耗能用电量占比 30%以上的区域进行验证，接入用户年综合能源消费量合计不少于 100 万吨标准煤，高耗能工业可调节负荷占示范用户最大负荷不小于 20%，用户单位产品碳排放比项目启动前降低 5%、能耗比行业标杆水平降低 3%；示范用户负荷分钟级可调节能力预测误差不大于 10%，工艺可调负荷占整个工序最大负荷不小于 8%，可调节负荷参与电网互动实际执行结果与下达指令或计划偏差不高于 15%。

关键词：高耗能，节能降碳，供需互动

6.2 配电网高功率密度柔性互联技术和装备（共性关键技术）

研究内容：针对分布式能源规模化发展下的交直流灵活接入、高效消纳与稳定运行需求，开展配电网高功率密度柔性互联技术和装备研究，具体包括：多端口柔性互联装备模块化设计技术与高效、紧凑功率模组；低压多场景应用的交直流柔性互联与供电技术及装备；高功率密度中压交直流多端口柔性互联技术与设备；不同场景下柔性交直流配电系统协调控制技术；多端口高功率密度柔性互联设备工程应用验证与标准规范。

考核指标：低压（380 伏）柔性互联装置，无隔离变压器，具备低压直流负荷与分布式能源接入功能，每端口容量不小于 100 千瓦，功率模组的体积功率密度不小于 6 瓦/立方厘米，共模电压不大于 1%额定电压；中压（10 千伏）柔性互联装置，中压端口不少于 2 个，中压每端口容量不小于 2 兆瓦；低压端口不少于 1 个，低压每端口容量不小于 0.5 兆瓦；各端口的转换最大效率不小于

98%；功率模组的质量功率密度不小于1千瓦/千克、体积功率密度不小于0.3瓦/立方厘米；柔性互联设备调节功能大于8种；完成高功率密度柔性互联工程应用验证，编制相关标准两项。

关键词：交直流，柔性互联，高功率密度

6.3 高比例可再生能源配用电系统电能质量智能感知与协同控制技术（共性关键技术）

研究内容：针对新型城镇化和城市产业转型进程中规模化可再生能源、新型柔性负荷与高端产业集群高质量协调发展的重大应用需求，研究高比例可再生能源配用电系统电能质量智能感知与协同控制技术，具体包括：高比例可再生能源配用电系统随机电能质量扰动机理及智能检测技术研究；轻量化电能质量主动感知与智能分析技术；电能质量调节资源优化与多层级协同运行技术；源/网新型电能质量自主调节与柔性控制技术；高比例可再生能源配用电系统电能质量智能监控的应用验证。

考核指标：研发电能质量智能监控平台，支持电能质量智能感知设备自主接入与自动适配，监控能力不少于5000节点；涉网变流器具备电压、功率因数、谐波自主协同调节能力；研制10kV兆伏安级电能质量柔性多馈线控制装备，谐波调节频带不小于1千赫兹，电压调节范围不小于 $\pm 10\%$ 额定电压，响应时间不大于20毫秒；在分布式调节资源不少于4类、数量不少于2000个的地区应用验证，综合电压合格率不小于98.5%，谐波、三相电压不平衡的合格率不小于99%。

关键词：电能质量，主动感知，协同控制

7. 基础支撑技术

7.1 高灵敏低噪声隧道磁阻电流传感器关键技术（青年科学家项目）

研究内容：针对智能电网和新能源应用方面对于电网系统中电流精确、可靠检测及实时反馈的需求，研究高灵敏低噪声隧道磁阻（TMR）电流传感器关键技术，具体包括：新型磁敏感单元特性调控机理和 TMR 传感芯片制备封装；TMR 磁敏传感器伺服、补偿及反馈电路噪声起源及抑制方法；TMR 电流传感器研制和现场应用测试验证。

考核指标：TMR 传感芯片灵敏度不小于 100mV/V/Oe ，低频（1Hz）电阻噪声不大于 $50\text{pT}/\sqrt{\text{Hz}}$ ；TMR 电流传感器工作温度范围 $-40^{\circ}\text{C}\sim 125^{\circ}\text{C}$ ， $1\text{mA}\sim 100\text{A}$ 量程范围内测量误差优于 $\pm 0.5\%\text{FS}$ ， $100\text{A}\sim 20\text{kA}$ 量程范围内测量误差优于 $\pm 1\%\text{FS}$ ；TMR 电流传感器频率响应范围 $\text{DC}\sim 500\text{kHz}$ ，低频（1Hz）电阻噪声不大于 $100\text{pT}/\sqrt{\text{Hz}}$ 。

有关说明：支持 2 个不同技术路线的项目

关键词：TMR（隧道磁阻），电流传感器，噪声抑制及补偿

7.2 百兆瓦级动态可重构电池储能技术（共性关键技术）

研究内容：针对基于不同状态的大容量电池和高电压拓扑构架下的海量电池管理、协调控制和安全运行等问题，通过信息一

能源交叉融合技术以及创新模组技术，解决传统固定串并联成组方式所带来的系统效率、安全性、经济性、兼容性差等痛点问题。重点研究：大规模动态可重构电池的模组及储能系统设计；基于动态可重构电池储能技术的本质安全控制、能量控制和智能运维技术；可重构电池系统的老化机制及寿命快速评估模型；百兆瓦时动态可重构电池储能技术，实现在电源侧、电网侧或用户侧方面的应用验证。

考核指标：研制百兆瓦级动态可重构电池储能系统，可兼容3种以上不同批次/型号电池模块；电池系统快速寿命预估精度 $\geq 3\%$ ；电池模组开路电压（OCV）测量周期 $\leq 200\text{ms}$ ，测量精度 $\leq 1\%$ ；电池模块安全上单体热失控无热扩散，过充阈值不超过最高电压的105%，过温阈值 $\geq 65^\circ\text{C}$ ；性能上电池系统能量转化效率不低于93%，20年寿命衰减健康状态（SOH） $\geq 70\%$ ，荷电状态（SOC）偏差 $\leq 1\%$ ；电池系统环流不超过额定电流的5%，百兆瓦时动态可重构电池储能技术实现在电源侧、电网侧、用户侧至少一种的应用验证。采用动态可重构电池的储能电站系统造价与采用传统固定串并联方案的电池储能电站的系统造价持平，系统支持更换任一电池模块。

关键词：动态可重构，储能电池，智能运维

7.3 储能材料与器件多尺度模拟仿真技术（青年科学家项目）

研究内容：针对大规模储能等国家战略产业对储能器件高质量、高速度开发以及精准理解器件制造和服役过程特性的要求，研究储能材料和器件的多尺度模拟仿真技术，重点研究：储能材

料与器件非平衡态条件热力学、动力学、力学、热学等原子尺度到介观尺度的模拟仿真方法；储能器件内部电极和界面的电压、电流、热流及结构力学等微观尺度的模拟仿真技术；储能单体、模组、系统在工况条件下及热失控时，电、热、力耦合的宏观尺度的模拟仿真方法与机器学习技术。

考核指标：研发针对锂离子储能电池材料和器件的多尺度性能计算、模拟仿真的 2~3 套软件模块并形成集成软件平台，发展从原子尺度、介观尺度、微观尺度到宏观尺度的材料、极片、界面、单体、模组、系统的模型建立、数据管理、交互式数据分析、数据可视化等能力，建立模拟仿真结果验证平台。对平衡态和工况下，材料的电子、离子输运特性的准确率高于 90%，对器件的 SOH、SOC、温度分布、膨胀等模拟仿真结果的准确率高于 90%；创建面向储能材料和器件的基础数据库；数据库与数据平台实现过程和数据可溯源，可处理 100 量级以上并发作业，制定计算数据交互标准，总计算样品量 10000 以上，研发数据和知识双向驱动的机器学习模型，开发相应的软件。

有关说明：支持 2 个不同技术路线的项目

关键词：多尺度，模拟仿真，锂离子储能电池

7.4 储能电池安全状态参数检测与分析关键技术（共性关键技术）

研究内容：针对储能电池安全状态难以评测，热失控突发问题，研究适用于储能电池的安全状态参数检测、状态评估以及提

前预警管控等核心技术，重点研究：储能电池系统关键部件安全状态关键特征参量识别、提取、高灵敏在线监测技术；储能电池系统关键部件全寿命周期的各类故障特征及其演化规律；服役工况与极端工况下储能电池系统安全失效的演化机理与数字孪生模型；基于不同工况下实时提取的安全状态特征参量以及安全特性数字孪生模型与数据库，确定多级安全阈值，实现早期预警，开发基于云端与边缘计算的大型储能电站的安全状态快速计算算法及硬件布置方案，构建实时监测与安全状态快速计算的智能运维储能系统。

考核指标：开发储能电池系统部件安全参量检测技术 ≥ 6 项（关键部件绝缘性、内短路、气压、气体浓度、压力分布、温度分布等）；储能电池系统关键部件失效的模型库不少于6件，超过6类故障的识别和推演能力；建立高精度储能电池系统的安全状态的数字孪生模型；建立储能电池系统安全在线监测与预警系统1套；电池服役过程中内部热量评测准确度 $\geq 90\%$ ，热失控触发温度评测准确度 $\geq 90\%$ ，热失控产热评测准确度 $\geq 90\%$ ，极端工况安全发生机率及风险等级预测准确度 $\geq 90\%$ ；高风险电芯及失效部件的提前识别 ≥ 30 天，安全预警时间 $\geq 1\text{h}$ ，误报 $\leq 3\%$ ，漏报 $\leq 3\%$ 。

关键词：储能安全特征参量，故障识别，安全预警

“储能与智能电网技术”重点专项 2023年度项目申报指南形式审查条件要求

申报项目须符合以下形式审查条件要求。

1. 推荐程序和填写要求

(1) 由指南规定的推荐单位在规定时间内出具推荐函。

(2) 申报单位同一项目须通过单个推荐单位申报，不得多头申报和重复申报。

(3) 项目申报书（包括预申报书和正式申报书，下同）内容与申报的指南方向相符。

(4) 项目申报书及附件按格式要求填写完整。

2. 申报人应具备的资格条件

(1) 项目（课题）负责人应为1963年1月1日以后出生，具有高级职称或博士学位。

(2) 青年科学家项目负责人应具有高级职称或博士学位，男性应为38周岁以下（1985年1月1日以后出生），女性应为40周岁以下（1983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。

(3) 受聘于内地单位的外籍科学家及港、澳、台地区科学家可作为项目（课题）负责人，全职受聘人员须由内地聘用单位提供全职聘用的有效材料，非全职受聘人员须由双方单位同时提供

聘用的有效材料，并作为项目预申报材料一并提交。

(4) 参与重点专项实施方案或本年度项目指南编制的专家，原则上不能申报该重点专项项目（课题）。

(5) 诚信状况良好，无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

(6) 中央和地方各级国家机关的公务人员（包括行使科技计划管理职能的其他人员）不得申报项目（课题）。

(7) 项目申报人员满足申报查重要求。

3. 申报单位应具备的资格条件

(1) 在中国大陆境内登记注册的科研院所、高等学校和企业等法人单位。国家机关不得作为申报单位进行申报。

(2) 注册时间在2022年6月30日前。

(3) 诚信状况良好，无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

4. 本重点专项指南规定的其他形式审查条件要求

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。

本专项形式审查责任人：张景波

“可再生能源技术”重点专项 2023 年度项目申报指南

(仅国家科技管理信息系统注册用户登录可见)

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“可再生能源技术”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2023 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：聚焦我国可再生能源产业升级和大规模开发的重大科学技术需求，强基础、谋前沿、重交叉，突破新型和薄膜光伏电池、可量产高效晶硅电池，新型大功率风能利用、深远海超大型风电机组以及生物质制备液体燃料等系列关键技术，解决制约产业发展的基础、前沿与瓶颈技术问题，全面提升太阳能光伏、风能、生物质燃料等可再生能源自主创新能力。推动光伏利用效率不断提升、海上风电大规模开发、生物质制备燃料实现产业化及可再生能源多元化开发利用。

2023 年度指南部署坚持问题导向、分步实施、重点突出的原则，围绕太阳能光伏、风能、生物质燃料、交叉与基础前沿 4 个技术方向，拟启动 21 项指南任务，拟安排国拨经费 3.36 亿元。其中，围绕交叉与基础前沿等技术方向，拟部署 2 个青年科学家项目，拟安排国拨经费 600 万元，每个项目不超过 300 万元。应

用示范类项目由企业牵头申报。由企业牵头申报的项目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，每个方向拟支持项目数为 1~2 项，实施周期不超过 4 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。在未做特殊说明的情况下，基础研究类项目下设课题不超过 4 个，项目参与单位总数不超过 6 家；共性关键技术类和应用示范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 名项目负责人，项目中每个课题设 1 名课题负责人。

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。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 1985 年 1 月 1 日以后出生，女性应为 1983 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。

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. 太阳能光伏

1.1 钙钛矿/晶硅两端叠层太阳能电池量产化制备技术及关键装备研发（共性关键技术类）

研究内容：针对晶硅电池效率提升的瓶颈问题，开展更高效

率钙钛矿/晶硅叠层电池规模化制备技术和关键装备的研究。具体包括：高效钙钛矿/晶硅两端叠层电池的器件结构优化设计及其制备技术；大面积均匀、可重复、可规模化生产的功能薄膜和有源层制备技术及核心装备；叠层电池组件封装技术及其设备；大面积薄膜/晶硅叠层电池成套中试技术及核心装备研发。

考核指标：小面积宽带隙钙钛矿单结电池效率不低于22%（面积不小于1平方厘米，带隙1.65至1.75电子伏特）；小面积钙钛矿/晶硅两端叠层电池效率不低于32%（面积不小于1平方厘米）；晶圆硅片尺寸的钙钛矿/晶硅叠层太阳电池效率不低于28%（面积不小于156毫米×156毫米）；晶圆硅片尺寸的叠层电池片通过湿热老化测试，在环境温度85℃、湿度85%的条件下老化1000小时后的效率衰减不高于5%，在50±10℃、AM1.5G（1000瓦每平方米）模拟太阳光条件下最大功率点持续输出2000小时后的器件效率衰减不高于5%；建立钙钛矿/晶硅两端叠层电池中试线（年产能不低于100千瓦，面积不小于156毫米×156毫米），叠层电池组件效率不低于25%（面积不小于1000平方厘米）。

关键词：钙钛矿/晶硅叠层电池，光电转换效率，中试生产线

1.2 大型光伏高效率中压直流发电关键技术及系统示范（应用示范类）

研究内容：为支撑大规模光伏发电基地建设，开展大型光伏高效率中压直流发电关键技术攻关和集成示范。具体包括：大型光伏单元模块化中压直流发电系统稳定性、设计方法和运行控制

方法研究；大功率、高效率光伏中压直流变换器技术及其电—磁—热集成技术；多端口光伏中压直流发电系统控制和故障保护技术；大型光伏中压直流发电系统性能监测、能效评估和系统能效综合提升技术；大型光伏中压直流发电系统集成和控制技术试验示范。

考核指标：完成大型光伏单元模块化中压直流发电系统稳定性、设计方法和运行控制方法研究报告；研制直流电压等级不低于 ± 50 千伏的光伏中压直流变换器，直流变换最大效率不低于98%，升压比不低于100倍，设备本体噪声水平低于75分贝；研制适合100端口级光伏中压直流发电系统的控制和故障保护装置；建立不低于100兆瓦的光伏中压直流发电系统示范工程，系统能效比不低于85%。

关键词：光伏系统，直流升压变换器，高效率

1.3 基于薄晶体硅片的高效电池成套技术及关键装备研发(共性关键技术类)

研究内容：开展以薄晶体硅片为基体的高效太阳电池批量制备技术攻关，具体包括：薄晶体硅片切片技术，pn结和背场制备工艺对薄硅片力学性能的影响研究；与电池工艺相关的薄晶体硅片的应力及翘曲控制技术；基于薄晶硅材料的新型陷光结构以及表面低载流子复合结构的设计与实现；针对薄晶体硅片电池的金属化技术；薄晶体硅电池制程中光和电学性能在线表征测试技术及设备；高性能薄晶体硅电池组件制备技术。

考核指标：获得基于薄晶体硅片的高效太阳电池制备技术，薄晶体硅电池厚度不大于 100 微米。经 pn 结和背场制备后，硅片弯曲度不大于 20 微米；经过金属化后，薄晶体硅太阳电池翘曲度不大于 2 毫米。薄晶体硅电池（厚度不大于 100 微米）实验室效率不低于 27%（电池面积不小于 4 平方厘米）。开发出具备产业化前景的薄晶体硅电池及组件成套工艺技术及核心设备，包括薄硅片清洗及制结工艺自动化上下料设备和电池高性能 pn 结与背场制备设备；建立年产能不小于 50 兆瓦的中试线，量产电池效率不低于 25.5%（面积不小于 165 毫米×82 毫米），产线薄晶体硅片碎片率小于 3%，电池成本不高于 0.85 元/瓦（包含物料、电力、人工、设备折旧成本）。薄晶体硅电池组件功率不小于 480 瓦，组件全面积转换效率不低于 23%，并通过 IEC61215 组件性能检测。

关键词：薄晶体硅片，晶硅电池，光电转换效率

1.4 量产化碲化镉薄膜太阳电池关键技术与核心装备研发(共性关键技术类)

研究内容：电子学性质可调控的宽带隙窗口层制备技术；高效碲化镉电池在线界面钝化技术；渐变带隙吸收层的制备方法和在线掺杂技术；低复合高电子反射率背钝化层设计与制备；高效率碲化镉电池新结构及其制备技术；碲化镉电池衰减机理研究；碲化镉光伏组件生产线核心装备研制，包括碲化镉薄膜沉积装备、新型高速激光切割设备及工艺、激活老化设备及其碲化镉组件激

活工艺等。

考核指标:小面积碲化镉电池的光电转换效率不低于23%(面积不小于1平方厘米);小面积电池的功率衰减不大于2%(1000小时累计光照,AM1.5G,1000瓦每平方米);建立碲化镉薄膜电池组件示范生产线,包括所研发的碲化镉薄膜沉积装备、新型高速激光切割设备、激活老化设备等,年产能超过40兆瓦;示范生产线碲化镉电池组件最高效率不低于19.5%(面积不小于0.72平方米);碲化镉电池组件平均效率不低于18%(面积不小于0.72平方米);组件的功率衰减不大于2.5%(1000小时累计光照,AM1.5G,1000瓦每平方米);组件通过IEC61215稳定性测试。

关键词:碲化镉薄膜电池,光电转换效率,示范生产线

2. 风能

2.1 大功率海上风电机组发电机齿轮箱集成关键技术及应用 (共性关键技术类)

研究内容:面向海上风电机组向大功率、集成化方向发展需求,突破海上风电机组发电机齿轮箱集成关键技术。具体包括:大功率海上风电机组发电机齿轮箱集成设计技术;发电机磁一流一热一固多物理场耦合仿真、发电机电磁与结构优化技术;轴电流对轴承、齿轮电腐蚀的影响,关键部件绝缘与防腐技术;发电机高效冷却与低损耗技术;大功率海上风电机组发电机齿轮箱集成样机研制与测试验证技术。

考核指标:掌握大功率海上风电机组发电机齿轮箱集成设

计、制造及试验关键技术；研制额定功率不低于 15 兆瓦的海上风电机组发电机齿轮箱集成样机，扭矩密度不小于 170 牛米每千克，重量不大于 9 吨每兆瓦，设计寿命不小于 25 年，额定效率不小于 96%；完成样机试验研究，并进行应用示范。

关键词：海上风电机组发电机，电机齿轮箱集成，高功率密度，高效率

2.2 超大型风电机组风轮叶片关键技术及应用（共性关键技术类）

研究内容：开展超大型风电机组风轮叶片设计制造关键技术研究，具体包括：适合自主化超大型风电叶片的低成本碳纤维复合材料力学性能评价与工艺优化技术；新型高效增强型结构芯材研发与性能评价技术；新型高可靠性、低增重叶片连接构型设计技术；增强型结构芯材、新结构叶片关键连接部件测试验证技术；自主化碳纤维、增强型结构芯材以及新结构叶片制造与测试验证技术。

考核指标：建立风电叶片碳纤维性能验证技术体系和自主化碳纤维性能数据库；完成新型结构芯材的设计、制造及性能测试；碳纤维拉伸强度不小于 4.5 吉帕，拉伸模量不小于 230 吉帕；增强型芯材横向剪切模量不小于 120 兆帕，芯材与面板的滚筒剥离强度不小于 45 牛毫米每毫米；建立新的叶片连接构型和工艺装配方法体系，通过第三方评估；叶片设计寿命不小于 25 年，材料自主化率不低于 95%；完成长度不小于 100 米新材料新结构风

电叶片测试认证，在额定功率不低于 15 兆瓦风电机组中应用，通过 240 小时应用验证。

关键词：大型风电机组叶片，碳纤维，新芯材，新结构

2.3 大型风电机组传动链试验与数字孪生关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对我国大功率风电机组传动链高可靠长寿命的迫切需求，突破大型风电机组传动链试验与数字孪生关键技术。具体包括：适用正常和极端工况的传动链试验平台多自由度载荷与电网工况耦合加载技术；传动链试验平台气弹—机—电—液—控—网动力学多参量耦合机理研究、参数辨识与特征提取技术；基于传动链试验平台的硬件在环仿真测试技术；正常和极端工况传动链综合性能评价技术；传动链数字孪生系统与应用验证。

考核指标：建立风电机组传动链试验平台，具备多自由度载荷和交/直流电网工况耦合模拟测试能力，覆盖 IEC、DNVGL 等标准的工况，风电场站级硬件在环同步时间不大于 10 毫秒；研制大型风电机组传动链数字孪生系统，实现典型工况下传动链数字孪生预测值与试验平台测试值的误差不大于 10%；对 2 种额定功率不低于 10 兆瓦主流机型传动链进行试验验证，形成试验测试标准及规范。

关键词：风电机组传动链，试验平台，硬件在环仿真，数字孪生

2.4 大型海上风电机组测试与性能提升关键技术及应用示范 (应用示范类)

研究内容: 围绕大型海上风电机组复杂多工况整机动力学性能测试与优化设计需求, 突破大功率风电机组性能提升关键技术。具体包括: 大型海上风电机组叶片—机舱(含传动链)—塔架—基础多子系统耦合机理研究; 整机刚柔耦合动力学特性测试、基于实测数据的整机模态与动载荷识别技术; 大型海上风电机组整机修正动力学模型与整机试验一致性技术; 正常和极端工况下风电机组整机综合性能评价与寿命预估技术; 大型海上风电机组优化迭代与性能提升验证技术。

考核指标: 建立大型海上风电机组的整机动力学特征和动载荷数据, 覆盖海上主流机型, 包括启动、非额定功率、满发功率等典型工况, 测试周期不少于 1 年; 大型海上风电机组整机修正动力学模型的关键部件瞬态响应预测值与原型测试值的误差不大于 10%; 在额定功率不低于 10 兆瓦海上机型进行结构优化和迭代, 与原机型相比迭代后整机结构动载荷减少 10%、振动引发的结构故障率降低 30%, 平均故障间隔时间 (MTBF) 不小于 4000 小时; 通过 240 小时应用验证。

关键词: 大型海上风电机组, 动力学特性实测, 仿真建模, 性能提升

2.5 深远海风电场集群协同优化与控制关键技术(应用示范类)

研究内容: 针对大规模海上风电机组尾流和风—机—场—网

交互耦合对整机安全与场站发电量影响等问题，探索具有高可靠性、高经济性、高安全性的大规模海上风电场群智能协同优化控制技术。具体包括：基于大规模海上风电场的风—机—场—网高精度仿真建模技术；大型深远海风电场尾流及海洋环境作用下的整机载荷及稳定性控制技术；正常和极端工况下大型风电场寿命评估与调度、发电量最优控制技术；基于全景数据感知与预测的风电场机—场群多目标协同优化与运行控制技术；研发的技术和系统在典型海上风电工程进行应用示范。

考核指标：掌握深远海大型风电场高精度仿真建模与最优智能控制技术，仿真预测年平均发电量与实测值的误差不大于10%，优化后全寿命周期内整场发电量的预测值与优化前提升不少于3%；开发大型海上风电场集群协同优化与控制平台，全场机组控制优化与执行周期不大于60秒；完成不少于2个升压站接入点且总装机容量不低于100万千瓦海上风电集群的应用示范。

关键词：风电场，最优控制，控制仿真平台，寿命评估

2.6 超大型深远海漂浮式风电机组基础关键技术及应用（共性关键技术类）

研究内容：面向深远海风资源规模化开发对高承载、低成本、高可靠深远海风电机组基础的重大需求，突破深远海漂浮式风电机组基础设计、仿真、试验及安装等关键技术。具体包括：适用我国深远海强台风与复杂地质条件的低成本、高稳定性及高荷载

的漂浮式基础—系泊—锚固系统优化设计技术；基于漂浮式风电机组整机一体化设计的基础高阶水动力载荷仿真与优化技术；漂浮式风电机组—塔架—基础—系泊系统试验验证技术；台风等极端海况下漂浮式风电机组基础智能监测、可靠性评估与多自由度大幅摇摆稳定性控制技术；漂浮式风电机组基础研制、运输安装及测试验证技术。

考核指标：形成深远海漂浮式风电机组基础设计制造与安装试验技术；研制适用 50 米以上水深、机组额定功率不低于 15 兆瓦的漂浮式风电机组基础，设计寿命不小于 25 年；基础单位重量用钢量不高于 300 吨每兆瓦，抗浪能力不小于 10 米有义波高，抗风能力不小于极限风速 60 米每秒，运行工况下倾角不大于 5 度，自存工况下倾角不大于 10 度；完成至少半年时间的漂浮式基础应用验证。

关键词：漂浮式风电机组，基础，一体化，试验测试

2.7 新型高空风力发电关键技术及装备（共性关键技术类）

研究内容：面向高空风资源开发应用场景，探索新型高效高空风力发电实现机理，提出大功率新型高空风力发电解决方案。具体包括：新型高空风力发电高效风能捕获机理；新型高空风力发电高效电能变换原理及高可靠空—地能量传输技术；新型高空风力发电空中飞行组件、牵引组件与地面组件耦合系统仿真与协同设计技术；新型高空风力发电装备长时稳定协调控制与发电量提升技术；新型高空风力发电装备测试验证技术。

考核指标：形成新型高空风力发电设计方案，适用运行高度不低于 500 米；研制额定功率不低于 10 兆瓦的新型高效高空风力发电样机，风能一次转换效率不小于 60%，空一地能量传输效率不小于 80%，综合能量利用效率不小于 46%；完成样机应用验证，形成新型高空风力发电行业标准。

关键词：高空风力发电，高效电能变换，空一地能量传输，一体化设计，协同控制

3. 生物质燃料

3.1 木质纤维素减碳低成本制备燃料醇关键技术与万吨级示范（应用示范类）

研究内容：为突破木质纤维素制备燃料醇过程二氧化碳排放造成的糖醇转化率低、整体经济性差等问题，研究二氧化碳原位再利用制备乙醇菌种构建及联产生物基化学品提升木质纤维素燃料醇综合经济性关键技术，实现万吨级木质纤维素燃料醇示范应用。具体包括：醇类燃料生产过程中二氧化碳原位再利用制备醇类菌种构建关键技术；多菌株协同发酵纤维糖全组分利用制备乙醇和生物基化学品如乳酸、丁二醇等关键技术。

考核指标：乙醇制备菌种对二氧化碳原位回用率不低于 10%，纤维糖醇转化率不低于 0.43 克发酵乙醇/克纤维糖，纤维糖乙醇浓度不低于 70 克每升；纤维糖乳酸转化率不低于 0.85 克乳酸/克纤维糖，乳酸浓度不低于 140 克每升，纯度不低于 80%；纤维糖丁二醇转化率不低于 0.35 克丁二醇/克纤维糖，丁二醇浓度不低

于 50 克每升，纯度不低于 95%；建立木质纤维素乙醇联产乳酸、丁二醇等工业示范线，总产能不低于万吨级，醇酸对纤维糖转化率不低于 90%，纤维素乙醇产品满足 E10 乙醇汽油需求，综合成本不高于 6300 元每吨。

关键词：纤维乙醇，CO₂再利用，生物基化学品

3.2 生物质绿氢及氢基燃料/液体制备技术(共性关键技术类)

研究内容：面向低碳氢能技术发展需求，开展全链条绿色生物质氢及氢基燃料和液态有机氢载体制备关键技术研发。具体包括：生物质大分子定向裁剪及合成气定向转化调控机理与关键技术；生物质热化学转化、水相催化重整等制氢过程能量传递和物质转化规律，提高制氢能量效率，降低制氢成本；以提高生物质基储氢液体储氢密度和转化效率为目标，开展木质纤维素类生物质来源制备液体及燃料作为储放氢介质的可行性研究和关键技术中试验证。

考核指标：构建年产百吨级规模生物质绿氢示范系统，热化学制氢实现氢气产率大于 100 克氢/千克干生物质，气体产物氢气含量大于 50%，针对储氢用液体/燃料，形成生物质全组分制取芳烃和含氧高密度储氢液体燃料技术各 1 套，完成百吨级中试验证，实现生物质基储氢液体的质量储氢密度 $\geq 6.5\%$ ，生物质全组分制芳烃质量收率 $\geq 20\%$ ，生物质综纤维素全组分制取含氧高密度储氢液体燃料质量收率 $\geq 55\%$ 。

关键词：生物质制氢，生物质氢基燃料，中试验证

3.3 生物质液体燃料生产过程木质素剩余物创制先进能源材料关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对生物质液体燃料制备过程木质素剩余物未高值化利用等问题，围绕木质素基碳微纳孔结构及界面电子特性的精准调控，开展木质素创制先进能源材料关键技术研究。重点研究：木质素定向预处理关键技术；木质素绿色转化制备大比表面积、窄介孔分布活性炭关键技术；木质素热解过程成碳机理及碳微晶结构定向调控关键技术；木质素基碳催化转化产氢新材料创制；创建千吨级高性能储能材料绿色生产示范线。

考核指标：剩余物预处理后木质素含量 $\geq 90\%$ ；活性炭2纳米到4纳米孔容积占总孔容积比例 $\geq 65\%$ ，比表面积 ≥ 1800 平方米/克，作为超级电容器电极材料比容量 ≥ 160 法/克；钠离子电池负极硬碳比容量 ≥ 360 毫安时/克；生物质绿氢产物氢碳摩尔比 ≥ 1.6 ；建立千吨级大容量超级电容碳材料绿色生产示范线、百吨级钠离子电池硬碳中试示范线。

关键词：生物质，功能碳材料，催化产氢，储能碳，吸附

3.4 生物质及其初级转化产物与化石原料的协同转化技术（共性关键技术类）

研究内容：面对生物质资源高效利用和传统化石能源技术绿色低碳的发展需求，开展生物质及其初级转化产物与化石原料的协同转化技术研发。具体包括：生物质自热型热化学定向转化及产物调控关键技术；木质纤维素类生物质原料及其热解油与重质

油（常减压渣油、煤焦油等）的协同转化（催化裂化、催化加氢）技术；木质纤维素类热解油与石化柴油馏分的协同催化加氢技术；木质纤维素类热解半焦/生物碳与煤的协同气化技术；共炼制过程中关键催化材料的设计与制备技术；生物质及其初级转化产物与化石原料协同转化的技术中试验证。

考核指标：形成新型自热式生物质定向热转化过程，建成千吨级中试验证系统，制备可与石油共炼的热解液体及与煤共气化的生物炭产品，液体和固体产品综合能量得率大于 70%；构建生物质及其初级转化产物与化石原料的协同转化技术体系，实现典型化石基液体燃料制备过程（重油催化裂化、重油加氢改制、馏分油加氢精制等），以及煤气化过程中生物质组分利用率质量百分比不低于 10%，实现碳减排 5%以上；建立千吨级生物质初级转化产物与石油馏分协同炼制生产液体燃料的中试系统，生物质初级转化产物生产液体燃料的碳原子有效利用率不低于 70%，完成初步工业验证，制备的液体燃料产品满足相应的标准要求。

关键词：生物质资源，化石资源，协同转化，中试验证

4. 交叉与基础前沿

4.1 可再生能源驱动的电化学制备燃料新方法（青年科学家项目）

研究内容：面对高碳行业碳排放资源化回收利用需求，开展以太阳能风能互补为能量源头的一步法二氧化碳电化学制备单碳及多碳燃料关键技术与示范验证。具体包括：探索可再生能

源驱动的电化学制备高附加值化学品和燃料新方法；研究太阳能风能发电与二氧化碳电化学反应过程动态匹配特性及能量管理策略优化；揭示二氧化碳电化学反应过程中碳-碳偶联及后续步骤关键因素及能质有序转化机制；突破低成本器件与大规模系统集成技术瓶颈，实现低成本、规模化电化学制备清洁燃料。

考核指标：掌握高效二氧化碳电化学反应全器件设计制造技术，多碳燃料选择性不小于90%，二氧化碳的单程转化率不小于70%，在不小于200毫安每平方厘米的电流密度下稳定运行时长不少于1000小时，开发面向规模化应用的高效一步法二氧化碳可再生能源驱动电化学反应装置，总体可再生能源到单碳燃料能量转换效率不低于20%，多碳燃料能量转换效率不低于10%。

关键词：可再生能源，电化学，二氧化碳，碳氢燃料

4.2 面向高碳行业的大规模可再生能源电/热/燃料联产技术 (共性关键技术类)

研究内容：面向我国能源、冶金等高碳行业的绿色低碳转型需求，开展以太阳能、风能互补为能量源头的电/热/氢联产耦合绿色钢铁冶金关键技术研究及示范验证，打造以可再生能源电/热/氢联产为核心的氢冶金创新链，支撑高碳行业的低碳转型和绿色革命。具体包括：太阳能、风能、替代燃料等热/电化学反应源头耦合转化及电/热/氢联产系统的模块化设计技术；基于电/热/氢耦合转化的氢能钢铁冶金工艺模块化设计及能效提升技术；多能源互补电/热/氢联产与氢冶金系统的调节能力协同提升技术；基于高比例

可再生能源的电/热/氢联产与氢钢铁冶金耦合系统中多能流整体分析与能效—灵活性耦合特性的动态量化解析技术；多能源互补的电/热/氢联产及氢能钢铁冶金系统的集成设计与工程验证。

考核指标：掌握面向高碳行业的大规模可再生能源电/热/氢联产技术，完成多能互补兆瓦级电/热/氢多联产工程样机，万吨级氢能钢铁冶金系统的工程示范验证，无含硫、氮的气态污染物和 PM2.5 排放；可再生能源电/热/氢多联产系统年均能源利用效率提高 10%（与单一系统相比），可再生能源能量渗透率不低于 50%，累计运行时间 1000 小时以上。

关键词：可再生能源，电热氢联产，绿色低碳

4.3 新型海洋能转换利用技术（基础研究类）

研究内容：针对海洋能资源规模化开发利用需求，探索经海试或实验室验证的波浪能和潮流能装置阵列化开发技术并开展水池模型示范验证。具体包括：遴选适合于波浪能与潮流能开发利用的海域，开展阵列化开发场址选化研究；发电装置选型与优化；阵列化布置与高效俘获机理研究；抗极端海况锚固等安全性技术研究；实验室水池阵列化模型输出功率、转换效率与安全性示范及验证。

考核指标：阵列化开发场址选化研究，阵列总装机不少于 2 兆瓦；阵列化装置优化选型，海洋能阵列单个装置的整机发电转换效率平均值波浪能不低于 20%、潮流能不低于 35%；阵列布置与优化，波浪能、潮流能阵列的装置个数均不少于 4 台（套），

阵列整体发电转换效率平均值波浪能不低于 15%、潮流能不低于 30%；根据场址条件开展阵列模型示范验证，模型缩尺比不大于 20:1，各阵列缩尺后的整体发电平均功率不小于 50 瓦；根据场址自然条件，开展抗 25 年一遇海况锚固技术安全性研究；提供场址选化、装置优化选型、阵列化方案研究、模型示范测试验证等报告不小于 4 份。

关键词：阵列发电效率，锚固安全性，模型示范

4.4 面向海洋仪器设备供电的海洋能利用技术（青年科学家项目）

研究内容：针对深远海海洋能开发利用需求，探索用于海洋观测装备的海洋能供电新技术，研究适用于水面、水下或剖面观测设备的小型、高可靠性供电装置，结合相关海洋观测装备开展实海况测试及验证。

考核指标：供电装置数量不少于 1 台（套），单机装机容量不低于 100 瓦，满足观测设备供电需求；免维护持续供电能力不少于 1 年。如选择潮流能路线，装置需满足低流速工作（额定流速小于 1 节）要求。

关键词：海洋观测仪器供电，小型、高可靠

4.5 太阳能高倍柔性聚光技术及应用基础研究（基础研究类）

研究内容：面向建材工业绿色低碳转型需求，开展太阳能聚光高温加热技术研究及与建材工业结合的替代化石燃料关键技术研发。具体包括：太阳辐射能到陶瓷建材业高温工业利用的集成

设计与运行技术；多次反射式（2次及以上）太阳能聚光过程的创新光学设计；反射面多尺度、自适应的高精度面形调节技术；基于材料—流体—结构—光学的多场耦合优化的高聚光比聚光器服役环境研究；开发适应于陶瓷和水泥制备过程的太阳能窑炉，包括预热、分解、烧成和冷却，实现太阳能建材生产全过程；研制基于高倍柔性聚光的太阳能建材生产示范装备。

考核指标：揭示多次反射式聚光系统的光流传输、调节和光热转换机理；研制多次反射式（2次及以上）聚光器，峰值能流密度1500千瓦每平方米，二次反射面调形精度不大于2毫弧度；研制太阳能聚光直接烧成陶瓷制品和水泥熟料（包括生料分解和烧成）反应器各1套，进入反应器的光功率不低于100千瓦，连续工作时间不小于5小时每天；聚光能流根据工艺要求自主调节，实测与工艺设定温度最大偏差不超过20℃，无辅助热源。

关键词：太阳能，高倍聚光系统，建材工业，燃料替代

4.6 支撑灵活性提升的数字化风电/光伏变流器关键技术与装置研制（共性关键技术类）

研究内容：针对现有光伏和风电机组运行灵活性差、一二次设备融合程度低的局限性，开展光伏/风电变流器灵活性和数字化能力提升技术研究。具体包括：具备人工智能、边缘计算、安全加密等的数字化光伏/风电变流器一二次设备融合技术；数字化光伏/风电变流器故障自主预警技术；兼有电能质量治理、振荡抑制、黑启动等功能的光伏/风电变流器灵活控制技术；基于自主芯片的

光伏/风电变流器多功能、高集成主控板研制；高灵活性的数字化光伏/风电变流器装备研制及示范应用。

考核指标：研制数字化风电/光伏变流器装备样机并完成示范验证：数字化光伏逆变器容量应兼容 50 千瓦至 1 兆瓦范围；数字化风电变流器不低于 2 兆瓦；最大效率不低于 98%；具备电压源控制、电能质量主动治理、功率振荡主动抑制、黑启动等控制功能，接入点短路比不大于 1.5，并网点电压谐波畸变率不大于 4%；具备芯片化安全加密、异常元件精确定位、故障主动预警、灵活自组网等一二次融合数字化功能，数据加密时延不大于 10 毫秒。

关键词：数字化，变流器，风电，光伏

“可再生能源技术”重点专项 2023年度项目申报指南形式审查条件要求

申报项目须符合以下形式审查条件要求。

1. 推荐程序和填写要求

(1) 由指南规定的推荐单位在规定时间内出具推荐函。

(2) 申报单位同一项目须通过单个推荐单位申报，不得多头申报和重复申报。

(3) 项目申报书（包括预申报书和正式申报书，下同）内容与申报的指南方向相符。

(4) 项目申报书及附件按格式要求填写完整。

2. 申报人应具备的资格条件

(1) 项目（课题）负责人应为1963年1月1日以后出生，具有高级职称或博士学位。

(2) 青年科学家项目负责人应具有高级职称或博士学位，男性应为38周岁以下（1985年1月1日以后出生），女性应为40周岁以下（1983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。

(3) 受聘于内地单位的外籍科学家及港、澳、台地区科学家可作为项目（课题）负责人，全职受聘人员须由内地聘用单位提供全职聘用的有效材料，非全职受聘人员须由双方单位同时提供

聘用的有效材料，并作为项目预申报材料一并提交。

(4) 参与重点专项实施方案或本年度项目指南编制的专家，原则上不能申报该重点专项项目（课题）。

(5) 诚信状况良好，无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

(6) 中央和地方各级国家机关的公务人员（包括行使科技计划管理职能的其他人员）不得申报项目（课题）。

(7) 项目申报人员满足申报查重要求。

3. 申报单位应具备的资格条件

(1) 在中国大陆境内登记注册的科研院所、高等学校和企业等法人单位。国家机关不得作为申报单位进行申报。

(2) 注册时间在2022年6月30日前。

(3) 诚信状况良好，无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

4. 本重点专项指南规定的其他形式审查条件要求

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。

本专项形式审查责任人：张诗悦

“新能源汽车”重点专项 2023 年度项目申报指南

(仅国家科技管理信息系统注册用户登录可见)

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 2023 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。

2023 年度指南部署坚持问题导向、分步实施、重点突出的创新原则，围绕能源动力、电驱系统、智能驾驶、整车平台 4 个技术方向，拟启动 9 个任务，拟安排国拨经费概算 3.46 亿元。其中，围绕动力电池智能化技术方向，拟部署 2 个青年科学家项目，拟安排国拨经费不超过 600 万元，每个项目不超过 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。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1985年1月1日以后出生，女性应为1983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。

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 动力电池智能化技术（基础研究，含青年科学家项目）

研究内容：以发展智能动力电池单体为目标，研究电池智能材料和智能诊断、智能调控、智能修复、智能防护等技术，包括：具有自愈合功能的电极材料和具有集成温度、电位测量等多感知功能的电池智能材料，电池内部故障及信号演化规律，基于电化学测量和智能材料的电池信息监测、故障诊断技术，基于智能材料的电池多场多维安全调控技术与电池智能修复策略及触发机

制，基于温度/电压响应的电池自发可逆热保护技术，电池内部气压无损自调节策略；研发兼具智能诊断、智能调控、智能修复、智能防护功能的智能电池单体。

考核指标：电池单体具备智能监测、诊断、调控与修复功能，具备析锂形貌诊断功能，能够识别包含析锂、内短路等在内的 5 种以上故障类型及演化规律，并建立相应的预测和控制模型，所识别故障的诊断准确度不低于 95%；实现包含析锂调控、气压自调节、热化学反应调控等在内的 3 种以上自愈合、智能调控和修复功能，电池智能修复后的恢复容量不低于初始容量的 90%；电池热保护触发温度 80 摄氏度~120 摄氏度，热保护时短路电流下降 80%以上，热保护可逆性大于 5 个热循环；实现智能诊断、智能调控、智能修复、智能防护技术的集成应用，智能电池单体能量密度 ≥ 250 瓦时/公斤，对电池容量的影响小于 5%，循环寿命 ≥ 1000 次。

有关说明：支持 1 个常规项目，且并行支持 2 个技术路线互不相同且与常规项目技术路线也不同的青年科学家项目。青年科学家项目应覆盖以下研究内容及考核指标：

研究内容：开发具有自愈合功能的电极材料和具有集成温度、电位测量等多感知功能的电池智能材料；研究基于智能材料的电池多场多维安全调控技术与电池智能修复策略及触发机制；研发兼具智能修复和智能防护功能的智能电池单体。

考核指标：实现包含析锂调控、气压自调节、热化学反应调

控等在内的 3 种以上自愈合、智能调控和修复功能，电池智能修复后的恢复容量不低于初始容量的 90%。

关键词：电池智能材料，智能诊断与调控，智能修复与防护，智能电池

1.2 高能量密度全固态锂离子电池技术（共性关键技术）

研究内容：针对长续航、高安全及低能耗纯电动汽车的发展需求，研发高能量密度全固态锂离子电池关键材料与关键技术，包括高容量、高压实、低膨胀和长寿命电极材料的设计与批量制备技术，高离子电导率、宽电化学窗口的固态电解质设计、批量制备及可控成膜技术，高面容量、高稳定性电极设计、结构演化与制造工艺技术，电池设计与制备工艺技术，固-固界面演变机制及调控技术，电池性能和安全性评价技术等；开发全固态锂离子电池，实现装车验证。

考核指标：正极材料比容量 ≥ 220 安时/公斤，负极材料比容量 ≥ 1500 安时/公斤；固态电解质膜厚度 < 15 微米，室温离子电导率 ≥ 3 毫西门子/厘米；全固态锂离子电池容量 ≥ 20 安时，能量密度 ≥ 800 瓦时/升，循环寿命 ≥ 1000 次（ $1/3$ 倍率充放，100%放电深度），工作温度 -30 摄氏度 ~ 80 摄氏度，最大持续放电倍率 ≥ 1 倍率；通过针刺和 180 摄氏度热箱试验，其他安全性要求满足国标要求，制定全固态电池相关行业标准/国家标准草案或团体标准 1 项；开展装车应用验证，整车获得产品公告，装车配套不低于 100 辆。

有关说明：支持 2 个不同技术路线的项目，项目实施周期不超过 4 年。

关键词：高能量密度，全固态，锂离子电池，固态电解质

1.3 具备高效梯次利用价值的动力电池技术（共性关键技术）

研究内容：以兼顾高效梯次利用为目标，开展动力电池单体与系统的结构、电性能和工艺参数的优化设计研究，研究全生命周期（包括梯次利用）电池循环性能和安全性能的退化机制与改善策略；建立涵盖电池设计、电池系统车载运行和梯次利用等环节的数据追溯系统。在上述优化设计研究基础上，开展退役电池梯次利用适用性分析，研究退役电池残值、安全性和健康状态的评估方法；开展退役电池性能演变规律、性能预测及其梯次利用场景适用性的研究；研究安全高效的退役电池系统重构技术，实现退役电池的规模化梯次利用。

考核指标：建立兼顾高效梯次利用的动力电池结构和性能设计规范，设计的动力电池单体/系统与常规同体系、同类型单体/系统相比总体指标先进，能量密度降低不超过 3%，电池系统车载循环寿命 ≥ 2000 次（1 倍率充放，100% 放电深度），退役重构的电池系统循环 3000 次后容量保持率不低于 50%（相比于重构系统的初期容量），退役电池利用率达到 90% 以上（按折算成单体数量计）；全生命周期安全性能满足国标要求；数据追溯系统可根据产品编码快速获取电池车载和梯次利用运行数据，以及电池原材料和关键设计参数等信息；建立兼顾梯次利用设计的退役动

动力电池健康度、安全性、残值和梯次利用场景适用性的快速评估方法，健康度评估误差 $\leq 5\%$ ，退役电池的性能预测误差 $\leq 5\%$ （其中容量评估误差 $\leq 3\%$ ），退役电池梯次利用场景 ≥ 3 个，应用工况 ≥ 3 个，应用规模达到十兆瓦时以上；制定具备高效梯次利用价值的动力电池技术行业标准/国家标准草案或团体标准不低于2项，提交兼顾高效梯次利用的动力电池设计规范、电池全生命周期的经济分析报告和梯次利用可行性研究报告。

关键词：退役电池，梯次利用，安全性，健康度

1.4 车用高工作温度质子交换膜燃料电池电堆技术（共性关键技术）

研究内容：针对车用燃料电池散热能力及发电效率提升需求，探索车用高工作温度、超高功率密度燃料电池电堆技术。主要研究内容包括：研究电堆高效传热结构与耐高温密封设计，建立过量系数偏差敏感性分析和动态水热耦合管理模型，提升电堆一致性和功率密度；研究高温操作下动态负载对电极传热传质过程的影响机制，创新低铂电极催化剂—离聚物—反应气体三相界面结构；研究耐高温超薄质子交换膜结构与质子传导机理，分析高温条件下膜疲劳/衰变行为；研究高导电/传热特性极板新结构与高温酸性条件下耐腐蚀机制；设计并集成样堆，进行稳定性试验与模型评估。

考核指标：电堆功率 ≥ 5 千瓦，贵金属用量 ≤ 0.2 克/千瓦，工作温度 ≥ 100 摄氏度，1000小时工况循环测试后额定电流下电

压衰减 $\leq 5\%$ ，活性区功率密度 ≥ 15 千瓦/升，可实现-30 摄氏度环境温度自启动，动态水热耦合管理模型仿真偏差 $\leq 10\%$ ；膜电极在 0.55 安培/平方厘米电流密度对应的单池电压 ≥ 0.8 伏，在 2.5 安培/平方厘米电流密度对应的单池电压 ≥ 0.65 伏；高温质子交换膜电导率 ≥ 40 毫西门子/厘米（120 摄氏度，相对湿度 30%），渗氢电流 ≤ 2 毫安/平方厘米，综合耐久性测试（90 摄氏度，开路电压工况，干湿循环）寿命 ≥ 20000 圈；双极板接触电阻 ≤ 3 毫欧·平方厘米@1.4 兆帕（接触碳纸）。

关键词：质子交换膜，燃料电池电堆，膜电极，高工作温度

2. 电驱系统

2.1 乘用车用高性能集成化轮毂电机系统关键技术（共性关键技术）

研究内容：开发乘用车用高性能集成化轮毂电机系统，具体包括：研究高密度轮毂电机的电、磁、机、热、声等多物理场协同设计；研究轮毂电机（或带减速器）与制动器热特性，突破轮毂电机冷却技术；研究轮毂电机动静密封防护、轮毂轴承、制动器等关键零部件及耐电晕高导热绝缘等关键材料，突破轮毂电机的新材料、新结构和新工艺技术；解决轮毂电机与制动系统深度集成难题，提升轮毂电机总成的性能、转矩密度（直驱）或功率密度（带减速器）；实现装车应用。

考核指标：满足 B 级及以上纯电动乘用车集成化轮毂电机系统和电动轮系统总成，轮端转矩对应系统关键部件电机、控制器、

减速器（直驱电机时无减速器）、轮毂轴承和制动器总质量的峰值转矩密度 ≥ 16 牛顿·米/公斤、连续转矩密度 ≥ 9 牛顿·米/公斤；轮毂电动轮系统（含控制器）最高效率 $\geq 93\%$ ，CLTC 工况综合使用效率 $\geq 85\%$ ；轮毂电动轮全域工况的 1 米噪声总声压级 ≤ 75 分贝（A），整车 60 千米/小时匀速车内噪声 ≤ 60 分贝（A）；防护等级为 IP68；冲击振动标准不低于传统轮毂指标，电磁兼容性能达到 Class4 级；轮毂电机实现装车应用，且获得产品公告的整车最高车速不小于 180 千米/小时，研发的轮毂电动轮系统实现量产装车不少于 50 辆。

有关说明：企业牵头申报。

关键词：轮毂电机，乘用车电动轮，减速器电动轮，转矩密度

3. 智能驾驶

3.1 高级别自动驾驶复杂行车环境风险认知及量化评估技术（共性关键技术）

研究内容：面向高级别（L4+）自动驾驶车辆在任意路况下能够安全行驶的需求，研究复杂交通环境下行车状态估计与信息化重构方法，估计行车环境中无法由传感器直接获得的隐藏状态，分析其不确定性及误差边界，提出基于交通参与者行为语义的信息化重构方法，研发具有完备行车环境状态的信息重构软件系统；研究全路况环境下行车风险评估与定量分析技术，建立考虑人一车一路一环境综合影响因素的车辆周围全向风险统一评估模型，提出其关键参数的辨识与标定方法，支持新能源汽车运行安全数

据的导入，实现恶劣天气及人机混合等城市复杂交通环境下的行车风险准确认知与定量辨识，研发行车风险认知与量化评估装置；研究人车混合交通系统行人、非机动车、机动车等道路使用者的交互行为意图识别与运动轨迹预测技术，提出基于行车综合风险态势的高级别自动驾驶车辆安全决策规划方法，研究所规划车辆行驶轨迹与状态的预测性安全评估技术，研发对各种道路环境具有普适性的智能车辆安全决策规划软件系统；制定行车环境风险认知及量化评估技术标准，完成典型复杂交通场景下整套风险认知与量化系统的测试验证与示范应用。

考核指标：所估计状态中包括典型工况下人、车位置、速度、姿态等，状态自由度不低于 9 维，估计准确度不低于 95%，信息重构软件系统的信息空间中具备物理模型与广义人车路系统动力学模型，支持计算感知与状态估计不确定的显示表达，其中不确定性覆盖精度、时延、盲区等因素，更新频率不低于 10 赫兹；在人机混行复杂行车环境下，考虑天气、道路、法规、各类道路使用者等要素的车辆全向综合风险评估准确率不低于 90%，装置具备车载/路侧部署 2 种形态；风险认知与量化评估装置输出短期与长期 2 类行车风险状态，短期行车风险态势预测时长不大于 1 秒，长期行车风险态势预测时长不小于 5 秒，且行车风险态势预测的 1 秒准确率不低于 95%，3 秒准确率不低于 90%，5 秒准确率不低于 85%；通过主客观两种评判方法，在城市环境下车辆决策规划软件系统所规划轨迹的行车风险较人类驾驶风险平均降低

10%，完成不少于 10 类典型危险场景下的虚实交互实车测试验证，驾驶行为特性测试样本数不少于 50 人，总测试里程不少于 10000 公里，包括有雨雪等天气环境；制定相关行业标准/国家标准草案或团体标准不少于 2 项。

关键词：状态估计，风险认知，安全决策

3.2 乘用车智能线控一体化底盘关键技术（共性关键技术）

研究内容：面向高级别自动驾驶需求，开展乘用车智能线控一体化底盘关键技术研发。具体包括：研究制动、转向、悬架、驱动及电池的一体化底盘集成技术，研制满足高级别自动驾驶需求、具有标准接口的乘用车一体化底盘；研究制动和转向的功能安全设计技术，研发全冗余的制动和转向系统；研究考虑驾乘舒适性的一体化底盘悬架设计技术，研发适用乘用车一体化底盘的智能悬架；研究具有整车冗余架构和自主进化能力的一体化底盘协同控制技术，研发具有底盘增强感知能力的一体化底盘智能控制软件；研究一体化底盘与车身的高被动安全整车集成技术，研发搭载乘用车一体化底盘的整车试验平台，研究面向全生命周期的一体化底盘测试评价技术，建立一体化底盘的整车测试评价体系。

考核指标：实现一体化底盘与上车身的协调设计，形成满足高级别自动驾驶需求，具有软件和硬件标准接口，搭载由项目研发的制动、转向、悬架等部件集成的乘用车一体化底盘的整车扭转刚度不低于 40000 牛米/度；制动和转向实现 100% 全冗余能力，

制动和转向控制器随机硬件失效率不高于 10 菲特；电控主动悬架的单轴举高速率 ≥ 10 毫米/秒，主驾座椅综合总加权加速度均方根值不高于 0.25 米/二次方秒，40 米稳态回转侧倾角梯度 ≤ 4 度/重力加速度；基于一体化底盘的整车具备高级别自动驾驶能力以及纵横垂向的协同控制能力，底盘控制系统通讯时延 ≤ 2 毫秒；半载麋鹿试验车速 ≥ 80 千米/小时，65 千米/小时蛇形工况下平均侧倾角峰值 < 1.1 度，30 米半径的稳态回转测试最大侧向加速度 ≥ 0.95 倍重力加速度，具备良好的纵侧耦合跟踪能力，轨迹跟踪能力大曲率转弯工况（最大 0.2 倍重力加速度），轨迹偏差 < 0.2 米；制定乘用车一体化底盘相关行业标准/国家标准草案或团体标准不低于 2 项，包含车辆功能安全及驾乘体验等测试评价内容，搭建一体化底盘的实车测试平台 1 个，构建一体化底盘测试案例库 1 套，测试用例 ≥ 200 条；项目研发成果实现实车搭载应用，完成产品公告。

有关说明：企业牵头申报。

关键词：高级别自动驾驶，乘用车一体化底盘，驾乘舒适性

4. 整车平台

4.1 多材料电动乘用车轻量化车身关键技术开发（共性关键技术）

研究内容：研究高强度钢、碳纤维热塑性复合材料、高性能铝合金等多材料车身轻量化设计关键技术，研究动力电池与车身一体化设计关键技术；攻克铝合金大型复杂车身结构件集成设计、

成形与评价关键技术；建立乘用车用碳纤维热塑性复合材料复杂结构零部件轻量化设计方法，开发碳纤维热塑性复合材料高效成型关键技术；建立异种材料复合结构件轻量化设计、形性调控与性能评价方法，开发大尺寸金属与复合材料复合结构件热—力耦合模拟技术；研发 1.8 吉帕超高强度钢变曲率零部件冷成形和 2.0 吉帕铝硅镀层热成形钢单门环成形关键技术，研究变形规律，建立工艺控制方法；突破多材料车身系统复杂结构连接关键性能的协同设计、性能评价与仿真模拟关键技术。

考核指标：不低于原性能条件下与全钢结构方案相比，大型复杂铸造铝合金一体成形车身结构件最大投影面积 ≥ 1.2 平方米，实现减重 17% 以上；碳纤维热塑性复合材料零部件实现减重 45% 以上，生产效率 ≤ 1.5 分钟/件，形成碳纤维热塑性复合材料模压成型模拟二次开发的软件工具 1 套；高强钢/碳纤维复合材料复合结构件减重 15% 以上，铝合金/碳纤维复合材料复合结构件长度 ≥ 1.2 米，减重 40% 以上；与传统高强度钢同类零部件相比，1.8 吉帕三维变曲率零部件减重 10% 以上，其匹配面尺寸公差 ≤ 0.7 毫米，三维成型误差 ≤ 0.5 毫米，最大壁厚减薄率 $\leq 10\%$ ；2.0 吉帕铝硅镀层热成形钢单门环减重 $\geq 15\%$ ；制定不低于 2 项工艺标准和设计规范。上述研究成果在量产车型上完成产业化验证，且整车安全性满足 C-NCAP 五星要求，同时集成所有研究成果，开发出 1 款多材料轻量化车身，与同尺寸钢制车身相比，在满足扭转刚度（带电池）不低于 30000 牛米/度和弯曲刚度不低于 23000 牛

/毫米等关键性能要求下，实现减重 20%以上，车身轻量化系数 \leq 2.3（不含电池包）。

关键词：多材料车身，碳纤维热塑性复合材料，集成设计，三维变曲率

4.2 基于先进移动通信的协同式智能网联汽车关键技术（共性关键技术）

研究内容：开发基于先进移动通信的多层级协同式、智能化整车平台，针对智能网联汽车设计运行条件碎片化问题，研究设计运行条件状态的动态识别及扩展的边界设计技术；研究支撑网联协同感知、协同决策与协同控制的先进移动通信技术与通信装备；研究网联协同驾驶信息交互技术，实现车辆状态与驾驶意图信息共享、协作方快速辨识与确认等；研究路口、匝道等典型场景下基于人车路的多车协同驾驶与网联车辆控制技术，包括基于分时分配的车道级路权仲裁与调度技术、考虑车辆运动学特性和网联延迟的车速—车距协同引导技术等；研究基于先进移动通信系统的智能网联汽车整车级协同驾驶测试验证方法，包括协同驾驶和网联通信融合一体化的测试场景库构建方法，智能网联汽车协同驾驶场景功能性测试评价指标和测试方法等。

考核指标：搭建智能网联汽车原型车辆 \geq 5台，覆盖智能网联汽车设计运行条件至少包括道路设施、通讯、数字信息等9类，实现网联智能车辆在城市路口、高速匝道、高速直道变道等场景下的安全协同驾驶，形成行业标准/国家标准草案或团体标准1

项；研制支持车路/车车协同信息交互的车端与路侧通信装备，覆盖车车通信的关键测试场景不小于7类；实现协作方辨识速度 ≤ 500 毫秒，编制网联协同驾驶信息交互流程行业标准/国家标准草案或团体标准1项；车辆车速与运动间距实际响应值与设定值平均误差不超过10%，在虚拟仿真环境下，协同驾驶通行速度提升不少于5%，车辆跟随过程中预碰撞时间（TTC）不超过3秒，在路侧对智能网联汽车的路权调度与引导控制方面，形成行业标准/国家标准草案或团体标准1项；利用虚拟仿真、虚实结合、实地测试技术，实现覆盖车与路端、网端协同的关键测试场景不小于6类，包括协作式变道、协同自适应巡航、协作式车道汇入、动态车速限制、编队行驶、远程控制驾驶等，形成行业标准/国家标准草案或团体标准不低于1项。

有关说明：企业牵头申报。

关键词：网联协同，自动驾驶汽车，先进移动通信

“新能源汽车”重点专项 2023年度项目申报指南形式审查条件要求

申报项目须符合以下形式审查条件要求。

1. 推荐程序和填写要求

(1) 由指南规定的推荐单位在规定时间内出具推荐函。

(2) 申报单位同一项目须通过单个推荐单位申报，不得多头申报和重复申报。

(3) 项目申报书（包括预申报书和正式申报书，下同）内容与申报的指南方向相符。

(4) 项目申报书及附件按格式要求填写完整。

2. 申报人应具备的资格条件

(1) 项目（课题）负责人应为1963年1月1日以后出生，具有高级职称或博士学位。

(2) 青年科学家项目负责人应具有高级职称或博士学位，男性应为38周岁以下（1985年1月1日以后出生），女性应为40周岁以下（1983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。

(3) 受聘于内地单位的外籍科学家及港、澳、台地区科学家可作为项目（课题）负责人，全职受聘人员须由内地聘用单位提供全职聘用的有效材料，非全职受聘人员须由双方单位同时提供

聘用的有效材料，并作为项目预申报材料一并提交。

(4) 参与重点专项实施方案或本年度项目指南编制的专家，原则上不能申报该重点专项项目（课题）。

(5) 诚信状况良好，无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

(6) 中央和地方各级国家机关的公务人员（包括行使科技计划管理职能的其他人员）不得申报项目（课题）。

(7) 项目申报人员满足申报查重要求。

3. 申报单位应具备的资格条件

(1) 在中国大陆境内登记注册的科研院所、高等学校和企业等法人单位。国家机关不得作为申报单位进行申报。

(2) 注册时间在 2022 年 6 月 30 日前。

(3) 诚信状况良好，无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

4. 本重点专项指南规定的其他形式审查条件要求

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。

本专项形式审查责任人：张诗悦

“交通载运装备与智能交通技术”重点专项 2023 年度项目申报指南

(仅国家科技管理信息系统注册用户登录可见)

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“交通载运装备与智能交通技术”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2023 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：最终实现交通载运装备技术“自主可控”，在安全、运力、能耗、排放、环境友好和服役可靠性等关键本构性能方面达到国际领先水平；恢复和保持我国在轨道交通装备领域的国际领先行列地位；填补我国交通载运装备适应性空白；突破自主式交通系统基础前沿共性关键技术，形成具有国际领先水平的各种交通方式智能系统；为我国交通载运装备支撑“双碳战略”“交通强国”“国家安全”等战略提供科技创新能力和技术装备体系保障。

2023 年指南部署坚持问题导向、分步实施、重点突出的原则，围绕交通运载装备共性技术、自主式交通系统共性技术、轨道交通载运装备与自主化系统技术、水运交通装备与自主化系统技术、绿色航空器与空中交通自主运行技术 5 个技术方向，拟启动 11

项指南任务，拟安排国拨经费 4.3 亿元。原则上共性关键技术类项目配套经费与国拨经费比例不低于 2:1，应用示范类项目配套经费与国拨经费比例不低于 3:1。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。每个项目拟支持数为 1~2 项，实施周期原则上不超过 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。共性关键技术类和应用示范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。

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. 交通运输装备共性技术

1.1 高能效高功率密度电动直驱牵引传动系统技术（共性关键技术类）

研究内容：研究基于安全和高能效的主动导向直驱牵引传动系统拓扑结构和信息感知技术；研究高功率密度直驱电机增效设计技术，研究基于实时控制的电力直驱牵引/制动技术，研究直驱系统控制策略和协同机制；研究直驱传动系统的机电耦合技术，研究驱动部件的动力学性能和优化技术，研究面向高能效高功率

密度的载运装备电动直驱系统多物理场协同仿真技术；研究直驱系统服役可靠性试验验证技术，研究直驱系统服役健康监测及故障诊断技术；研制轨道交通和水运交通典型载运装备的电动直驱系统，开展试验验证。

考核指标：面向轨道交通和水运交通的典型载运装备，形成高能效高功率密度电动直驱牵引传动系统设计、试验和运维技术体系和标准；研制高效高功率密度的电动直驱牵引/推进电机，研制基于实时控制的高功率密度牵引/推进和制动系统，研制电动直驱牵引/推进传动系统及其全生命周期监测故障诊断设备，提交直驱系统服役可靠性试验验证技术研究报告；构建轨道交通和水运交通典型载运装备新型电动直驱系统集成试验平台，开展电动直驱系统的试验验证；典型载运装备电动直驱系统效率 90% 以上，直驱牵引/推进电机效率不低于 94.5%，比传统机械传动驱动设备节能 10% 以上，故障率降低 10% 以上，主要设备功率密度提升 15% 以上，直驱系统机电设备整体减重 10% 以上。

关键词：电动直驱电机，电动直驱牵引传动系统，载运装备

1.2 氢能驱动时速 250km 级高速列车关键技术（共性关键技术类）

研究内容：面向轨道车辆绿色、低碳的发展需求，开展氢能驱动高速列车关键技术与装备研制。具体包括：研究高性能氢动力系统在轨道交通服役条件下的应用技术，研究形成适用于轨道交通高速列车的氢动力系统顶层设计指标、技术路线和技术

体系；研究轨道交通高速列车用大功率、高效率、长寿命、模块化氢动力系统设计与集成技术，研究高载氢量需求下储氢系统高效存储、架构安全、跨车供氢与快速加注技术，研制适配氢能高速列车牵引、制动特性的高功率密度储能装置；建立基于轨道交通运行工况的氢动力系统仿真平台，研究面向高速列车应用的氢动力多源耦合技术，研究具备协调控制、容错控制的集群式氢动力系统综合能量管理技术；研究基于氢能高速列车总体架构匹配需求的轻量化承载、减阻节能及高效传动技术；研究高速列车运行条件下氢能动力系统故障预警与健康管理技术，建立轨道交通用氢安全评估及试验测试方法；研制氢能高速列车样车并完成试验验证。

考核指标：建立适用于轨道交通高速列车的氢动力系统顶层设计指标、技术路线和技术体系，形成轨道交通装备氢气安全评估标准草案和燃料电池轨道交通装备相关标准草案 4 份；形成轨道交通燃料电池基动力系统功率、能耗及寿命等测试规程 1 套；研制轨道交通高速列车用燃料电池发电系统，系统功率密度大于 600W/kg、额定功率下发电效率不低于 50%，电堆设计寿命不低于 25000 小时、单堆额定功率不低于 350kW、功率密度不低于 4.5kW/L；适配氢能动力的传动系统效率不低于 83%，储能系统功率密度不低于 800W/kg、能量密度不低于 60Wh/kg，综合能量管理单元具备 SiL-2 安全等级及热备冗余构架；CO₂、NO_x 排放为 0，车载存储满足续航里程大于 1000 公里运行需求；非储能多能

源耦合动力系统并行运行效率不低于功率总和的 98% (不计入充放电储能损耗); 建立燃料电池基混合动力系统能耗仿真平台 1 套; 研制氢能源高速列车样车, 完成运行实验验证, 最高时速不低于 250 公里, 续航里程大于 1000 公里, 形成氢能驱动高速列车试验测试规程 1 套。

关键词: 氢能, 燃料电池基动力系统, 氢动力高速列车

1.3 氢能驱动典型船舶关键技术 (共性关键技术类)

研究内容: 面向船舶绿色低碳的发展需求, 开展氢能驱动船舶关键技术研发。具体包括: 研究氢能动力与船舶适配性评估方法和全船布置与总体设计技术; 研究船舶氢气储供、加注及安全防护技术, 研究氢能在船舶应用全生命周期的风险识别和风险评估技术; 研究船用燃料电池系统控制与优化技术, 开发船用高效大功率燃料电池系统; 研究船舶多能源耦合电力组网、电能控制与电力推进技术; 研发典型的氢能驱动船舶, 实现示范验证。

考核指标: 研发氢能驱动船舶动力适配性评估指南和软件, 编制氢能驱动船舶设计标准, 不少于 3 份; 编制船舶氢气加注指南、氢能在船舶应用风险评估指南、氢能驱动船舶操作指南, 不少于 3 份; 研制船用高效大功率燃料电池系统及配套的氢气储供和加注系统, 燃料电池单堆额定功率不低于 500 千瓦、效率不低于 55%, 电堆设计寿命不低于 40000 小时、峰值体积功率密度不低于 4.5kW/L; 多能源耦合电力组网全工况母线电压动态调节时

间不超过 1 秒，母线电压稳态误差小于 1.5%，突加突卸 50%额定功率负荷时瞬态电压波动不超过 15%，推进电机驱动系统平均效率不低于 94%，转速稳态误差小于 0.1%；开发至少 10 种氢能驱动典型船舶方案，其中氢燃料供应系统和典型涉氢区域通过仿真验证，水域涵盖沿海和内河，船型包括客船、散货船、液货船和集装箱船等，排水量为 1000 至 6000 吨，方案通过专家评审；在上述船型方案中选取一种完成实船示范验证，排水量不少于 1000 吨，航速不低于 12 节，续航不低于 120 海里，额定工况下燃料电池输出功率不低于总功率的 70%。

关键词：燃料电池，多能源耦合电力推进，氢能动力船舶

2. 自主式交通系统共性技术

2.1 交通载运装备数字化与孪生系统技术（共性关键技术类）

研究内容：研究自主式交通系统载运装备数字化与孪生系统体系架构，研究不同物理尺度和系统层次的自主交通系统中载运装备及相关系统组分的数字化技术，研究动态环境下自主交通系统设备智能控制和状态预测技术，研究支持多源异构、多模态、多尺度、多范式设备和组件的数字孪生系统构建技术。具体包括：研究自主式交通系统载运装备数字化模型构建与更新关键技术，研究构建不同物理尺度和系统层次的自主式交通载运装备全生命周期数字化标准模型库，研究构建支撑规模异构、多范式自主交通载运装备在信息空间的安全、实时、可靠交互技术；研究自主式交通系统载运装备物理实体与数字孪生模型的可信映射、实时

交互与精准响应技术，研究在有限资源限制下系统物理实体与数字孪生模型之间的多目标驱动资源优化和调度算法；研究自主式交通系统载运装备基础仿真技术，研制自主式交通载运装备基础仿真工业软件，支持自主式交通系统设计、仿真、评估、优化和验证；研究自主式交通系统载运装备信息物理原型平台集成构建技术，研制支持超规模异构、多模态、跨层次的自主式交通系统载运装备信息物理平台，实现支持不同自主式载运装备渗透率下的全局交通态势仿真、评估、优化和验证。

考核指标：形成自主式交通系统载运装备数字化建模技术标准规范；建立不同交通方式、不同自主化水平下的交通载运装备数字化模型；形成自主式交通系统载运装备物理实体与数字孪生模型信息交互与接口技术规范；形成自主式交通系统信息物理系统标准规范。研制自主式交通系统基础仿真工业软件，支持不同自主化水平下4种交通方式自主式交通系统载运装备设计、仿真、评估、优化和验证；嵌入不少于400个组分、功能、互操作关系和测试评估数字化模块，其中支撑传感器性能仿真验证的数字化高保真模型不少于100个。建立场景驱动和功能可配置的自主式交通系统信息物理平台，支持不少于4种交通方式、不同自主化水平下典型场景不少于20个；用于大规模模拟评估、演化分析的单元节点不少于600个；形成基于信息物理平台的自主式交通系统应用和服务模式不少于50个。

关键词：自主式交通系统，交通载运装备数字化，孪生系统

2.2 自主式交通系统计算技术（共性关键技术类）

研究内容：研究支持自主式交通计算需求的交通系统一体化信息模型和集成架构。研究多载运装备耦合协同的交通状态全息感知、认知模型构建技术以及可信交互和评估技术。研究考虑多关联因素的载运装备在途运行行为语义化认知计算、决策与位姿控制技术；研究行为偏好的多模态载运装备级联控制与优化技术。研究面向提高交通计算效率和精准度的基础算法，具体包括自主交通导向的感知、通信、计算和决策等基础算法；研究人工智能与交通计算及控制需求的融合技术，研究类生物进化机制在自主交通系统中的应用技术，研究不同自主化水平下自主化交通系统信息安全相关等级标准和评估确认算法，研究自主式交通系统多粒度 RAMSI（可靠性、可用性、可维护性、安全性与互操作性）评估模型与计算方法；形成载运装备端自主式轻量化、高可靠、低时延计算技术。研究支持不同自主化水平下交通计算与互操作需求的自主式交通系统平台构建技术，形成载运装备侧和运营管控侧计算平台。

考核指标：建立自主式交通系统交通状态及其载运装备在途状态语义化表达标准规范，自主式交通系统信息建模与数据集成标准规范。实现在 100km² 内城域交通网（包含不少于 3 种交通方式）自主式交通系统中整体运行效率提升 10%、路网交通效率提升 10%和决策评估效率提升 20%的技术能力，建立 4 种不同类型自主式交通系统模型库，自主式交通系统信息模型库中载运装

备信息模型不少于 200 个、基础算法模型不少于 500 个和专用算法模型不少于 200 个；载运装备端计算可靠性和效率满足实时性要求；信息安全相关计算模型与技术满足不同自主化水平下的信息安全等级要求，形成不同自主化水平下自主化交通系统信息安全解决方案集，不同自主交通模式下信息安全算法安全保障率达 99.5%。

关键词：自主式交通系统，计算技术，载运装备

3. 轨道交通载运装备与自主化系统技术

3.1 轨道交通牵引供电接触网智能化自轮运维装备（共性关键技术类）

研究内容：研究接触网多维高精度图像检测数据实时压缩、多源数据分布式边缘处理与快速转储及高精度分类辨识技术，开发检测数据高效处理和关键特征精确识别设备；研究接触网故障与结构、材质、运维以及外部气象、环境的耦合关系及故障特征提取技术，研究接触网关键零部件复杂环境服役退化机理及剩余寿命预测技术，建立全寿命周期接触网系统安全评价方法及体系；研究多空间复杂环境下多工种机器人协同作业的场景重构技术，开发场景快速重构算法、多机协同控制算法，以及作业施工质量检测与评估算法；研究适应野外多环境要素作用的柔性接触网运维机器人，具备整体吊弦更换、可调吊弦长度调整、导线拉出值调整、腕臂螺栓拧紧作业功能；研究刚性接触网运维机器人，具备多维度图像识别与状态检测、绝缘子自动清洁、高净空检修作

业功能；研究多工序条件下具有智能检测功能的群体机器人“自组织”“自学习”作业技术与自轮运维移动平台，实现不同场景多工种机器人协同作业；搭建接触网系统主要工序验证环境及数字化测试、评估及运维体系，建立基于数字化与智能化技术的接触网的自轮运维技术体系，形成系列标准规范。

考核指标：形成轨道交通牵引供电接触网运维综合检修自轮移动平台集成技术与装备，具备主要维护作业能力；构建接触网数字化自轮运维标准、技术及安全评价体系；实现柔性/刚性接触网系统运维典型安全隐患（失效）特征识别，准确率 90%以上，检测监测数据处理效率提高 30%，关键零部件剩余寿命预测准确率大于 90%；辅助或替代工作人员完成 70%以上日常运维作业，维修保养工作效率提高 20%，降低劳动强度 40%；实现示范接触网少人（无人）运维，故障率降低 10%以上。

关键词：边缘处理与状态分析，多机协同控制，作业机器人

3.2 低成本小运量磁浮客货运输系统（共性关键技术类）

研究内容：针对我国骨干交通网络的末端接入运输难题，研究智能、绿色、低碳、立体的低成本小运量磁浮客货运输体系。研究低成本小运量磁浮客货运输系统总体技术；研究低成本小运量磁浮客货运输系统线路规划、线桥适应性、站场设施匹配、运输组织、运营调度与自动驾驶技术；研究适用于低成本小运量客货运输的磁悬浮和牵引制动技术，构建磁浮与牵引制动系统性能评价标准，满足低成本小运量客货运输要求；研究适用于不同载

荷形态、体积和重量等运输对象的运载平台技术；研究轻量化桥梁和轨道技术、客货自适应运载平台自动装载技术，满足运输系统末端接入节点自动化、无人化、基础设施轻量化需求；研究基于智能化的客、货、装备信息管理、追踪、监控、安全与防护技术；研制低成本小运量磁浮客货运输系统关键装备。

考核指标：形成成套低成本小运量磁浮客货运输系统，完成运输组织、货物自动装卸、自动驾驶验证；研制低成本小运量磁浮客货运输系统的运载平台、磁浮系统关键部件、牵引系统、制动系统、运行控制系统、监测系统样机；建成一条不小于1公里的新型低成本小运量磁浮客货运输系统试验线，最高试验速度不低于80km/h；较现有中低运量磁浮交通系统，单位周转量运营成本降低20%、牵引能耗降低10%、悬浮能耗降低30%，总系统造价降低30%；与既有典型接入运输系统相比效率提升10%。

关键词：末端接入运输，磁悬浮，低成本小运量客货运输

4. 水运交通装备与自主化系统技术

4.1 大型海港干散货装卸作业过程智能化技术（共性关键技术类）

研究内容：针对大型海港干散货装卸作业效率低、能耗高等问题，面向大型海港干散货装卸作业转型升级需求，开展大型海港干散货装卸作业过程智能化技术研发。具体包括：研究面向大型海港多类干散货装卸作业全过程智能管控技术体系；研究典型干散货装卸全过程生产运营智能调度及多装备协同控制技术；研

究典型干散货装卸、输送、堆取料等作业环节大型装备智能运维技术；研究典型干散货无人清舱技术及系统装备；开展典型干散货装卸全过程智能作业系统应用示范。

考核指标：形成大型海港干散货装卸作业全过程智能管控技术体系，适用于散货类型 ≥ 3 种；研发大型海港典型干散货装卸系统全过程智能管控平台1套，支持接入作业设备数量 ≥ 100 台（套），实现装卸控制、数字堆场、智能调度等功能，船时作业效率提高 $\geq 15\%$ ；研发典型干散货装卸系统的大型装备全生命周期健康管理及智能运维系统1套，典型故障检测的准确率 $\geq 85\%$ ，实现分钟级远程故障诊断，具备智能预测维护功能；研发无人清舱系统装备1套，实现船舱区域无人作业，单船清舱作业总时长减少 $\geq 10\%$ ；在年吞吐量3000万吨以上的典型单体干散货码头开展集成应用示范，装卸作业效率提升 $\geq 10\%$ ，降低人工工时 $\geq 40\%$ ，单位吞吐量生产综合能耗下降10%。

关键词：干散货，装卸作业，智能控制，无人清舱

4.2 内河船舶编队航行技术及应用示范（应用示范类）

研究内容：面向新一代航运系统自主化发展需求，开展内河自主船舶编队航行技术研究。具体包括：解耦并重构自主船舶技术体系，建立功能架构、物理架构和互操作架构；研究船舶编队的队内协同机制和队外交互策略、支持条件和运营组织，制定编队航行的功能架构与技术路径；研究内河船舶航行气象风险辨识与极端恶劣天气预警技术；突破自主船舶的环境感知

与态势评估、组合通讯与导航定位以及异构货船编队航行的编组决策、轨迹跟踪与跟随控制等关键技术；研究自主船舶的RAMSI（可靠性、可用性、可维护性、安全性与互操作性）量化评价方法，研究自主船舶编队航行的验证技术；开展编队航行实船示范验证。

考核指标：建立不同自主水平的船舶技术架构、功能/性能/RAMSI 量化指标体系与验证评估体系，形成标准指南不少于 5 份；研发内河船舶航行气象导航智能终端，具备气象采集、通信导航、北斗定位等功能不少于 5 类，提供不少于 4 类内河船型、不少于 5 类极端恶劣天气的气象导航服务，实现航路强对流气象 0~2h 短临预报；研发异构货船编队航行控制设备和系统 1 套，实时感知 5km 范围内船舶的运行状态，动态评估编队与 3km 范围内船舶的安全态势，船—船协同组合通讯双向往返时延 $\leq 300\text{ms}$ ，导航定位精度优于 1.0m，完好性风险优于 $10^{-5}/3\text{h}$ ，智能决策更新所需时长优于 3s，队形保持控制误差优于 0.5 倍船长；研发自主船舶编队航行的虚拟/真实场景交互验证平台，实现对控制设备和系统的功能、性能以及 RAMSI 量化评估验证；在内河典型区段开展 5 艘以上百/千吨级异构货运船舶编队航行示范验证，至少 1 艘队内船舶具备自主轨迹跟踪与跟随控制能力，单次连续编队航行距离不少于 10 公里，运行效率提升 10%。

有关说明：由企业牵头申报。

关键词：自主船舶，编队航行，轨迹跟踪，跟随控制

5. 绿色航空器与空中交通自主运行技术

5.1 国产民用飞机智能运维关键技术及示范应用（应用示范类）

研究内容：针对国产民机运维能力相对薄弱、日利用率较低的突出问题，研究国产民机运维数据的深度挖掘技术、国外对标机型运维数据在国产民机运维中的应用迁移技术和国产民机典型系统安全运维容限的判定方法；研究飞行任务条件下关键系统/结构的损伤状态评估、性能退化规律、系统故障传播机制和健康状态预测模型；制定国产民机典型系统的预测性维修任务逻辑分析规范并开发相应的业务系统；研究典型系统的单机运维智能决策技术并开发单机差异化运维支持系统；构建面向国产民机典型系统基于数据与知识双驱动的健康状态预测与智能运维决策集成平台，开展示范应用。

考核指标：迁移数据规模要求覆盖国外对标机型 ≥ 2 种、数量 ≥ 200 架、累计运行时间 ≥ 60 万飞行小时的航空公司运维数据；形成国产民用飞机飞行与维修数据采集、存储与交互规范，构建面向飞机关键系统专业特性的知识导语库；构建起落架、燃油、环控、飞行操纵、APU、飞机电源系统、飞机结构关重件等不少于10个典型系统/部件的健康状态预测模型，模型的故障状态预测准确率 $\geq 90\%$ ；预测性维修任务逻辑分析规范1份；预测性维修任务逻辑分析系统1套；单机差异化运维支持系统1套；建立国产民机典型系统和核心部/附件数字化健康状态预测、故障预警与智能运维决策平台，预警准确率不低于95%；完成 ≥ 20 架飞机，

累计 ≥ 2 万飞行小时的示范应用，示范飞机日利用率提升 $\geq 10\%$ 。

关键词：国产民机，健康状态预测，预测性维修，运维支持系统

5.2 空中交通管理智能化运行关键技术与验证（共性关键技术类）

研究内容：面向复杂空域环境下空中交通安全高效运行的需求，研究构建基于多端协同的智能化空中交通管理技术体系；突破空管多模态信息智能处理、空中交通时空运行图动态构建与优化调度、人机协同的空中交通智能管制、空中交通多主体全阶段高效协同运行等关键技术，研发空中交通航迹智能规划与管理系统、智能管制指挥系统、空管与航空公司协同运行控制系统等典型系统与装备；围绕繁忙航路高密度运行、恶劣天气下航班协同运行等场景，开展综合验证与应用示范。

考核指标：智能化空中交通管理技术体系至少覆盖能力、数据、业务、服务、系统等5个维度以上的要素组成；空中交通航迹智能规划与管理系统1套，具备全国空中交通时空运行图的动态构建与监视预警能力；智能管制指挥系统1套，具备空域运行监视、飞行冲突预警、管制指挥调配等能力，对管制员操作习惯模仿精准度超过80%，单个扇区内可同时监视和引导12架以上航空器；空管与航空公司协同运行控制系统1套，支持空管、机场与航空公司的多主体协同决策能力，支持500架次以上航班的协同运行，重大事件响应时间缩减20%；开展繁忙航路高效管制、

恶劣天气下航班协同运行等业务场景的应用验证，实现民航空管全国运行管理单位和地区管制运行单位之间以及空管和航空公司之间的航班协同调度，空中交通运行效率提升 10%，形成空管系统智能化运行规范（建议稿）2 项。

关键词：空中交通管理，航迹规划管理，智能管制，多主体协同决策

“交通载运装备与智能交通技术”

重点专项 2023 年度项目申报

指南形式审查条件要求

申报项目须符合以下形式审查条件要求。

1. 推荐程序和填写要求

(1) 由指南规定的推荐单位在规定时间内出具推荐函。

(2) 申报单位同一项目须通过单个推荐单位申报，不得多头申报和重复申报。

(3) 项目申报书（包括预申报书和正式申报书，下同）内容与申报的指南方向相符。

(4) 项目申报书及附件按格式要求填写完整。

2. 申报人应具备的资格条件

(1) 项目（课题）负责人应为 1963 年 1 月 1 日以后出生，具有高级职称或博士学位。

(2) 青年科学家项目负责人应具有高级职称或博士学位，男性应为 38 周岁以下（1985 年 1 月 1 日以后出生），女性应为 40 周岁以下（1983 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。

(3) 受聘于内地单位的外籍科学家及港、澳、台地区科学家可作为项目（课题）负责人，全职受聘人员须由内地聘用单位提

供全职聘用的有效材料，非全职受聘人员须由双方单位同时提供聘用的有效材料，并作为项目预申报材料一并提交。

(4) 参与重点专项实施方案或本年度项目指南编制的专家，原则上不能申报该重点专项项目（课题）。

(5) 诚信状况良好，无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

(6) 中央和地方各级国家机关的公务人员（包括行使科技计划管理职能的其他人员）不得申报项目（课题）。

(7) 项目申报人员满足申报查重要求。

3. 申报单位应具备的资格条件

(1) 在中国大陆境内登记注册的科研院所、高等学校和企业等法人单位。国家机关不得作为申报单位进行申报。

(2) 注册时间在2022年6月30日前。

(3) 诚信状况良好，无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

4. 本重点专项指南规定的其他形式审查条件要求

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。

本专项形式审查责任人：王永玲

“交通基础设施”重点专项 2023 年度项目申报指南

(仅国家科技管理信息系统注册用户登录可见)

为落实《交通强国建设纲要》《国家综合立体交通网规划纲要》和“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“交通基础设施”重点专项。根据本专项实施方案的部署，现发布 2023 年度项目申报指南。

本专项总体目标是：着力破解材料、结构、信息、能源等技术融合的基础性、科学性难题，突破交通基础设施绿色化、智能化建设与运维等重大技术短板，攻克交通基础设施耐久性差和服役寿命短等核心技术瓶颈，创新交通能源自洽系统技术，大幅增强交通基础设施绿色、智能、安全建设能力和水平，全面支撑“一带一路”倡议、“交通强国”战略实施和“碳中和”愿景实现。

2023 年指南部署坚持问题导向、分步实施、重点突出的原则，围绕交通基础设施智能技术、韧性技术、长寿命技术、交通与能源融合等 4 个技术方向，拟启动 13 项指南任务，拟安排国拨经费 2.15 亿元。其中，在交通与能源融合技术方向，拟部署 1 个青年科学家项目，拟安排国拨经费 300 万元。原则上青年科学家项目不要求配套经费，共性关键技术类项目配套经费与国拨经费比

例不低于 2:1，应用示范类项目配套经费与国拨经费比例不低于 3:1。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。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。共性关键技术类和应用示范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。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 1985 年 1 月 1 日以后出生，女性应为 1983 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。

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. 交通基础设施智能技术

1.1 智慧道路建设运维关键技术（共性关键技术类）

研究内容：研究智慧道路建设与运维技术体系架构；研究内嵌低成本、全域性、分布式感知单元的智慧道路建设技术，研发智慧道路性态在线感知、诊断与评估系统；研究智慧道路路域感

知单元与外部移动单元的信息交互技术；研发全时、全域、全事件的端/边/云控制的智慧道路 R2X 集成管控服务系统；开展示范应用验证。

考核指标：提出智慧道路的功能架构、物理架构和建设运维技术要求；形成智慧道路内嵌感知单元的布设与防护技术方法，感知单元平均使用寿命 ≥ 15 年，感知单元布设不影响道路正常施工组织，智慧道路性态在线感知、诊断与评估系统具备在线联网功能，技术就绪度不低于 8 级，道路性态监测的有效平面覆盖率 $\geq 90\%$ ，道路和环境信息感知精度 $\geq 90\%$ ，设施服役性态评估精度 $\geq 85\%$ ；路域感知单元与外部移动单元信息交互通讯延时 $< 10\text{ms}$ ，路域服役状态检测定位至单车道，检测时延 $\leq 1\text{s}$ ；建立智慧道路的 R2X 集成管控服务系统原型，具备道路设施运行状态、病害、设施利用率等信息处理与多模式发布功能，道路全线服役性态更新时间 ≤ 10 分钟，信息准确率 $\geq 98\%$ ；示范应用验证工程总长度不少于 20 公里；编制智慧道路建设运维技术标准建议稿不少于 1 部。

关键词：智慧道路，协同运行，R2X 交互服务系统

1.2 超长海底隧道智能建造技术（共性关键技术类）

研究内容：研究超长海底隧道岩体覆盖层最小厚度确定方法、长距离无竖井通风排烟系统、主动控压型排水系统设计方法；研究基于 BIM 技术的动态虚拟施工仿真模型；研究海底隧道围岩感知、水下地中对接、灾害预测和智能决策技术；研发钻爆法全

工序少人化作业关键技术与施工机器人装备；研发超大直径盾构长距离穿越海底复杂地层安全高效和智能掘进技术及配套装备；研发智能建造管控平台。

考核指标：形成钻爆和盾构法组合模式下最小岩石覆盖层厚度确定方法软件，提出设计风速 $\leq 10\text{m/s}$ 、纵向换气风速 $\geq 2.5\text{m/s}$ 且通风区段大于 20 公里的无竖井辅助通风排烟系统方案，衬砌水压承载能力 $\geq 1.5\text{MPa}$ 、隧内排水标准 $\leq 0.1\text{m}^3/\text{m.d}$ 且具备水压感知和超压排水能力的防排水系统设计方案；开发基于 BIM 技术的全流程智能施工系统，模型精度不低于 LOD400，技术就绪度不低于 8 级；构建海底隧道施工灾害预测和智能决策系统，掌子面复杂环境下岩体结构面识别精度达到毫米级，围岩智能分级准确率 $\geq 90\%$ ，构建水下地中对接位置、对接模式、施工技术的智能化决策系统，对接轴向偏差 $\leq 110\text{mm}$ ，开发 1 套水下隧道重大灾害综合预警软件，实现重大水害、掉块垮塌、大体积塌方等不少于 3 类重大灾害的监测预警，预测准确率 $\geq 80\%$ ；形成钻爆法施工掌子面排险、智能装药等机器人装备 ≥ 3 台（套），全工序人数减少 60%，施工效率提升 15%；研制大直径盾构刀具磨损监测装备和换刀机器人，刀具磨损监测精度 $\leq 0.1\text{mm}$ 、平均常压换刀时间不超过 3 小时/把；开发大环宽管片同步注浆检测装备，检测精度达到厘米级；研发适用超长海底隧道洞渣处理系统，洞渣综合处理能力 $\geq 100\text{m}^3/\text{h}$ ；研制气体环境一体化监测装备，监测种类包括 CH_4 、 CO 、 H_2S 等气体等不少于 8 种；智能建造管控平台能

实现人员、设备、车辆、材料厘米级定位，具备数据统筹分析和隧道施工风险、施工工序、施工质量、灾害处置等施工决策辅助管控功能；编制海底隧道智能建造相关标准建议稿不少于2部。

关键词：超长海底隧道，智能建造，智能管控

1.3 高速铁路线路基础设施智能运维关键技术与装备（共性关键技术类）

研究内容：研究高速铁路线路基础设施服役性能智能表征方法；研究基于空天车地一体化的线路基础设施状态检测和智能综合评估技术；研究基于数据驱动的线路基础设施智能运维决策与养修关键技术；研发线路基础设施自主化智能大型养修装备关键技术；研发线路基础设施智能运维平台；开展智能运维技术应用示范。

考核指标：形成基于建筑信息模型的基础设施状态轻量化虚实映射技术，建立裂缝、掉块、变形等不少于5类服役状态表征模型，支持服役性能关键信息的快速提取与动态交互，模型精度 $\geq 90\%$ ；形成基础设施变形及周边环境的星基检测技术，研制道岔、无缝线路位移等基础设施状态检测装备 ≥ 2 项，技术就绪度不低于7级，病害检出率 $\geq 90\%$ ，提出静动态融合的线路基础设施服役性能综合评估方法和指标体系，编制智能评估技术标准建议稿不少于2项；形成包含路、桥、隧设施类型不少于3种的线路基础设施状态修与预防修成套技术清单，编制智能运维标准建议稿不少于2项；开发形成高速铁路线路基础设施智能养修技术

≥3项,提高作业效率≥10%,减少作业人员≥20%;形成智能化道床清筛车样机1台,技术就绪度不低于7级,清筛作业效率≥1200m³/h,具有清筛作业后线路质量智能检测功能,作业后横向水平极限偏差不超过±10mm;开发基于空天车地综合检测数据的线路基础设施智能运维平台,技术就绪度不低于7级,具备智能化的检测评估、养修决策和资源优化配置等功能;智能运维平台在不低于站段级的典型高速铁路线路基础设施开展示范应用,智能养修技术示范应用工点≥4个。

关键词: 高速铁路, 一体化智能感知, 智能运维决策, 智能养路机械

1.4 沿海大型港口群航道设施智能化关键技术(共性关键技术类)

研究内容: 针对海港航道设施智能化程度低、港口群船舶通航密度大引起的航道堵塞等问题,研究依托离岸导助航设施的通航要素长效实时监测技术;研究海上通信离岸标体建站及组网技术;研究海港航道通航环境高精度数值预报及航道动态实时数字孪生技术;研发港口群复杂环境通航资源高效协同决策技术,开展应用验证。

考核指标: 研制具备风、浪、流、含沙量和能见度等多通航环境要素实时精确采集和传输的多功能浮标,水下要素测量盲区≤0.5m,通航要素采集精度满足: 风速≤0.1m/s、波高≤0.05m、波向≤10°、流速≤0.05m/s、含沙量≤0.01kg/m³、能见度≤±10%;

研制抗浮动干扰的小型化海上通信基站，工作状态抗风等级 ≥ 7 级，信号稳定覆盖距离 ≥ 5 公里；提出海—陆组网高效数据传输方法，海路基站多点组网通信距离 $\geq 100\text{km}$ ；研发同化现场测量数据的水动力与泥沙高精度国产化三维预报软件，泥沙淤积预报误差 $< 0.1\text{m}$ ；构建航道动态实时三维数字孪生模型1套，比例尺 $\geq 1:100$ ，覆盖航道地形、水文、气象等；形成港口群复杂交通流通航资源高效协同决策技术体系，具备长航路乘潮、夜航、雾航、双向通航等4种以上复杂环境下的通航智能决策，技术就绪度7级，实现大型重点船舶（LNG船舶、油轮、战略物资船舶）抵港“零待时”；在20万吨级及以上大型海港航道完成3种以上复杂环境的实船测试验证。

关键词：沿海港口，智慧航道，通航效能，通航环境要素预报

1.5 铁路基础设施无人工地技术集成应用（应用示范类）

研究内容：研究适应无人工地的铁路基础设施智能施工组织与施工要素动态调控技术；研究施工状况感知与装备作业参数互馈调控的智能施工技术及多机协同技术，研发不同场景下关键工序智能施工装备；研究智能施工装备的故障诊断及应急处理技术；研究铁路基础设施无人施工集群智能装备远程遥控及集中控制技术；开展无人工地技术集成与应用示范。

考核指标：开发施工现场多要素实时智能管控与决策系统，技术就绪度不低于7级，实现人机料法等生产要素和施工组织实时动态调控，降低设备空置率 $\geq 60\%$ ，提高施工组织效率 $\geq 30\%$ ；

形成具备“施工状况感知—装备作业参数调控”互馈机制的无人化首台（套）装备，包括工程装备导航通信与定位增强装备、工程装备智能控制器、工程装备远程遥控驾驶舱等，技术就绪度不低于8级，智能施工装备多机协同技术可实现不少于2类施工环节的协同作业；形成基于协同感知与控制的智能施工装备故障诊断及应急处理技术，实现施工装备故障状态的自动调控，降低装备故障率 $\geq 20\%$ ；构建智能施工装备集中控制中心，实现对工地现场的全景观测与人机料法等要素全过程管控，全流程监控率和事件识别准确率不低于99%，施工异常报警延迟不大于1s，远程遥控智能装备数 ≥ 3 台（套），远程遥控信号延迟 < 10 毫秒；在不少于2类场景的铁路基础设施施工工地进行示范应用验证，提高整体施工效率 $\geq 30\%$ ，总体减少用工量 $\geq 50\%$ ，实现工地现场连续作业；编制无人工地施工状况检测、智能施工装备控制等相关技术标准建议稿不少于4项。

有关说明：由企业牵头申报。

关键词：无人工地，无人集群，多机协同，远程遥控

2. 交通基础设施韧性技术

2.1 长大线形交通基础设施应急抢修与快速保通技术（共性关键技术类）

研究内容：研究山洪、泥石流、地震、重大地质灾害下长大线形交通基础设施灾情侦测、基础与结构检测与性能损伤评估技术及装备；研发交通基础设施结构灾变破坏物理模拟试验及仿真

技术，研究损伤结构修复加固机制与对策；研发桥梁和路基损伤结构原位快速破除、高效补强加固等应急保通技术；研发隧道灾后处置的非开挖快速定向钻进加固装备及功能保持临时结构；研发交通基础设施结构功能伤损部位韧性修复、加固材料与装备。

考核指标：研制交通基础设施灾情侦测、检测装备 ≥ 3 台（套），灾后隐蔽部位损伤定位检测精度 $< 0.5\text{m}$ 、检测深度 $\geq 3\text{m}$ ；开发长大线形交通基础设施灾情评估和推演系统，性能损伤评估更新时间 $< 1\text{min}$ ；建立长大线形交通基础设施结构灾变破坏物理模拟试验与仿真再现平台，覆盖隧道结构失稳、路基损毁等类型 ≥ 6 种，研发 ≥ 6 种损伤类型的结构与路基加固措施，提出适用于桥梁、路基、隧道损伤结构抢修优化模型与决策方法不少于3种；形成桥梁和路基设施灾后应急保通技术，损伤结构功能恢复80%的时间不大于12小时；研制非开挖快速定向加固装备 ≥ 1 台（套），钻进速度 $\geq 12\text{m/h}$ ，百米范围内定位精度 $\leq 30\text{cm}$ ，开发短时功能保持强度 $\geq 30\text{MPa}$ 的复合装配式套衬结构；形成适用于桥梁、隧道、路基等6种类型以上结构伤损部位韧性修复与加固材料、压实指标一标准，损伤修复材料1h可达 20MPa ，3d强度可达 40MPa ；加固装备注浆压力 $\geq 8\text{MPa}$ 、注浆量 $\geq 5\text{m}^3/\text{h}$ ；完成典型场景技术应用验证不少于3处；编制长大线形交通基础设施快速抢修与应急保通技术标准建议稿2项。

关键词：灾情侦测，结构检测，处置决策，快速修复，应急保通

2.2 大型机场设施安全性能提升关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对影响机场设施运行安全的多源重大隐患，研究机场及周边建筑物影响下的机场通信导航监视设备电磁环境数字化分析与干扰消减技术；研究机坪复杂场景与运行任务协同的外来异物智能检测及处置方法；研究跑道周边区域超低空鸟类活动精确感知及驱赶技术；研究关键岗位作业人员疲劳生化代谢新机理与人为差错风险预警方法；研究机场“环—物—人”重大运行安全风险源监测与预警防范技术。

考核指标：构建民用机场通信导航监视设备电磁环境分析平台，具备9种（VHF、GP、LOC、VOR、DME、SMR、SSR、ADS-B、MLAT）以上设备的分析能力，多径干扰源有效识别率 $\geq 98\%$ ，形成多径干扰消减率 $\geq 90\%$ 的民用机场通信导航监视设备频段的新型吸波组件；研制机坪、航空器运行协同的移动式外来物快速检测处置装备，2cm（及以上）外来物检测率 $\geq 98\%$ ，检测和清理效率 $\geq 50\text{m}^2/\text{s}$ ；构建机场鸟类活动探测与防范系统，可与3种以上驱鸟设备智能联动，跑道2公里范围内100米以下低空鸟类活动探测率 $\geq 98\%$ ，研制驱鸟作业高度 ≥ 60 米的新型驱鸟设备；提出管制员值勤差错风险量化分级评价指标体系，开发人为差错风险预警系统，管制员适岗能力下降风险预警准确率 $\geq 85\%$ ，管制员岗中差错风险提前预警时间大于10分钟，编制在岗执勤胜任能力检测评估、风险预警相关标准规范建议稿1项；形成面向机场“环—物—人”风险主动防控的综合示范系统，技术

就绪度 ≥ 7 级，可实现对电磁干扰、机坪外来物、鸟击、人为差错等至少4种安全风险的监测评估与主动防控，在年旅客吞吐量达2000万人次以上的大型机场开展综合应用验证。

关键词：大型机场，风险监测，主动预警，协同防控

2.3 离岸岛群深厚软土地基交通基础设施建设关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对离岸岛群工程建设、改造面临的复杂水动力条件、深厚软土地基加固、外部条件—岛群结构—软土地基相互作用等重大理论与技术难题，揭示强动力和高附加应力条件下离岸岛群深厚软黏土地基蠕变、弱化机理、加固机理，以及离岸岛群工程结构的动力响应机制和破坏机理；研发适应深厚软黏土地基及复杂运行环境的离岸岛群工程设施新结构；研究大荷载堆场软土地基快速加固处理、基于侧向变形控制的地基加固技术方法；研究基础设施结构与堆场地基协同设计与韧性评价技术方法。

考核指标：构建1套适用于波浪、地震、冲击等荷载耦合作用下的高附加应力软土本构模型、加固体本构模型，以及地基长期变形条件下的离岸岛群工程结构动力响应计算模型，经大型离心模型验证的模型计算误差 $\leq 10\%$ ；开发2种以上适应离岸岛群复杂波流条件和深厚软土地基的新型工程结构，百年一遇极端海况作用下结构的失效概率 < 0.05 ，并提出相应的稳定性评价方法；研制2种以上适于深厚软土地基加固的新技术与新材料，地基加固处理工期缩短2个月以上，处理深度 $\geq 25\text{m}$ ，加固后地基承载

力 $\geq 300\text{kPa}$ ；编制交通基础设施结构与堆场地基协同设计指南、韧性评价标准等 2 项；在不少于 3 处不同海况区域的 25m 以上深厚软土地基工程中开展新结构、加固新技术的技术验证。

关键词：离岸岛群，软土地基，新结构，地基处理，水动力环境

2.4 海域机场设施性能主动监测预警与快速恢复技术（共性关键技术类）

研究内容：针对填海、围海、岛礁等海域机场设施在严酷环境、台风涌浪和冲击荷载下的韧性增强和功能恢复需求，研发机场场道设施性能在线监测技术与系统；研究机场场道设施性能主动诊断与预警方法；研究台风和特殊重大事件下机场场道设施性能韧性增强技术；研发适应典型海域环境和飞机重载作用的机场场道设施性能快速恢复结构与材料；研发适配海域机场环境、结构、材料和修复时限要求的机场场道设施性能快速恢复装备。

考核指标：构建海域机场场道性能在线监测系统，监测范围实现跑道轮迹带 100%覆盖，能感知飞机 200km/h 及以上时滑跑和降落冲击引起的动态结构响应，变形、抗滑、温湿度等监测准确率 $\geq 90\%$ ；构建飞机重载和海域环境耦合作用下场道设施性能劣变演化方程，提出数据和力学融合的性能诊断和预警方法，涵盖水侵沉降、盐蚀起砂、抗滑、开裂等 4 种以上性能，诊断和预警准确率 $\geq 90\%$ ；形成海域机场高保障防浪结构，台风工况下越

浪量相对现有规范减小 30%；开发跑道高韧性结构和构造，道面冲击劲度模量 $\geq 1400\text{kN/mm}$ ；研发场道设施性能快速恢复结构不少于 2 种、高韧性修复材料不少于 3 种，局部性能恢复时间短于 2 小时，多板性能实现不停航恢复，功能恢复达到 100%；研制机场设施性能快速修复装备 3 台（套）以上，技术就绪度 ≥ 7 级，破除设备的单板及局部破除时间 < 1 小时，材料施工设备具备浇筑一体化功能且浇筑能力 $\geq 10\text{m}^3/\text{h}$ ；在不少于 3 个典型环境的海域机场进行应用验证。

关键词：海域机场设施，性能监测，诊断预警，韧性增强，快速恢复

3. 交通基础设施长寿命技术

3.1 高速、重载铁路轨道结构耐久性提升关键技术（共性关键技术类）

研究内容：研究高速、重载铁路轨道结构服役性能演变机制与长寿命设计方法；研究铁路轨道结构寿命评估预测技术；研究基于系统性能匹配和高频疲劳性能提升的在役高速铁路轨道结构延寿技术；研究基于部件强化及结构性能提升的重载铁路轨道结构延寿技术；研究轨道结构服役寿命提升的快速改造技术；开展示范应用。

考核指标：建立高速、重载铁路轨道结构服役性能变化数据库，轨道结构主要部件结构特征与服役性能记录数据量不少于 5 万个，观测持续时间不少于 1 年；建立高速及重载铁路道岔软件

伤损图谱，伤损图谱数量不少于 150 个；提出基于材料—结构—性能协同的高速、重载轨道结构长寿命设计关键参数，扣件设计寿命提升 30%、道岔辙叉设计寿命提升 40%、道岔曲尖轨设计寿命提升 100%、轨枕设计寿命提升 20%、轨道板设计寿命提升至 100 年；构建轨道结构剩余寿命评估指标，开发基于钢轨和道岔轨件等足尺试验的寿命评估预测系统，评估和预测精度 $\geq 90\%$ ；形成高速铁路轨道结构延寿技术 ≥ 3 项，在役无砟轨道板使用寿命提升至 100 年，扣件系统高自频弹条固有频率提升至 800Hz 以上，弹性垫层寿命由 12 年寿命延长至 16 年；形成重载铁路轨道结构延寿技术 ≥ 3 项，扣件弹性垫层通过总重由 500Mt 提升至 650Mt，有砟道床应力减小 15% 以上，有砟道床维修周期延长 50% 以上；有砟轨道结构强化技术实现捣固维修周期延长 25% 以上，在役道岔辙叉部件在线快速更换技术实现辙叉寿命提升 0.8 倍，轨道板、轨枕裂缝快速修复技术实现修补粘结强度 $\geq 5\text{MPa}$ 、2h 抗压强度 $\geq 20\text{MPa}$ ；编制高速、重载铁路轨道结构延寿相关技术标准建议稿不少于 3 项。

关键词：高速铁路，重载铁路，轨道结构，寿命评估，延寿

3.2 极端气候下在役桥隧等基础设施寿命增强技术（共性关键技术类）

研究内容：研究环境显著变异、极端气候频次暴增和强度骤变条件下的桥梁、隧道等典型交通基础设施脆弱性与风险分析模型，分类构建典型交通基础设施全生命周期脆弱性分级体系和评

级标准；研发面向不同脆弱性风险等级、具备自感知和自修复功能的交通基础设施自主式工程调控材料；研发交通基础设施寿命增强的老化高效抑制、精准靶向加固、形性协同改造和多重灾害控制技术；研制适用于极端气候的可穿戴式辅助施工装备和混凝土智能养护模板系统。

考核指标：构建高温、严寒、高湿、干旱和突发洪水等极端气候下交通基础设施脆弱性分析模型，模型精度 $\geq 90\%$ ；提出桥梁、隧道等不少于3类典型基础设施的脆弱性量化指标、分级体系和评价方法，编制交通基础设施脆弱性动态评级技术标准建议稿；开发自感知纤维增强复合材料、混凝土自修复界面粘结剂和钢结构防腐涂层工程材料各1种，传感精度95%以上、损伤自修复率不低于80%、防腐性能提升30%以上，技术就绪度不低于7级；形成老化高效抑制、精准靶向加固、形性协同改造和多重灾害控制的技术4种，工期缩短20%，成本持平或有所降低，寿命增强100%，多灾害韧性提升80%以上，并开展至少2类交通基础设施的示范应用验证；研发可穿戴式人工辅助施工装备1套，适应极端气候条件并以机械助力等方式提高工作效率30%以上；研制混凝土智能养护模板系统1套，具备温湿度场感知驱动的养护自主式调控功能，感知精度误差和性能调控偏差5%以内。

关键词：交通基础设施，极端气候，脆弱性，寿命增强，自主式

4. 交通与能源融合

4.1 铁路分布式能源自治中压直流牵引供电系统研究（青年科学家项目）

研究内容：研究铁路分布式能源自治中压直流牵引供电系统架构；研究自治能源中压直流牵引供电系统“车一网一源一储”的交互影响机理与匹配关系；研究铁路分布式能源自治中压直流牵引供电系统模拟实验方法。

考核指标：提出铁路分布式能源自治中压直流牵引供电系统的物理架构和功能架构，以及不同工况下新能源、储能、柔性直流牵引变电所、机车负荷间能量流动的逻辑架构；形成自治能源中压直流牵引供电系统的稳定分析与控制方法，保证在4种以上典型工况下中压直流牵引供电系统稳定运行；搭建中压直流牵引供电系统模拟平台，具备模拟运行的机车数量不少于4台及2种以上新能源接入的高效高可靠并网与能量管控模拟实验功能。

关键词：中压直流牵引供电系统，高效高可靠并网方法，分布式清洁能源自治供给

4.2 智能网联道路交通系统的能源自治技术（共性关键技术类）

研究内容：针对人一车一路一环境智能网联设施供能需求，研究与分布式能源捕获装置布设相协调的道路几何、结构、自治能源设施一体化设计方法；研究道路分布式高熵能源捕获技术及捕获装置；研究分布式能源装置的变换拓扑结构及微网集成和控制技术；研究突发应急情况下道路自治能源系统自身连通保持与

高弹性快速恢复技术；研发道路分布式自治能源多微网集群及其与外部供电网的联合调度技术。

考核指标：构建智能网联道路几何—结构—材料—能源设施协同设计控制指标，形成面向智能网联交通系统的能源系统优化布设方法，优化后智能网联交通系统能源消耗节省 20%，能源自给率大于 50%，编制相关设计规范建议稿不少于 2 项；研制适配于道路交通智能网联系统的高熵能源捕获装置，能源获取方式 ≥ 2 种，高熵能源捕获效率 $\geq 50\%$ ；开发完成高效率、高增益的微网集成和控制系统，分布式自治微电网系统最小独立供电时间 $\geq 2\text{h}$ ，输入电压波动变化范围 $\geq 50\%$ ，额定变换效率 $\geq 95\%$ ；研制自治能源智能路由装置，输入输出功率 $\geq 5\text{kW}$ ，支持电源、网络、负荷的桥连及即插即用，支持远程网络重构；能源系统平均故障间隔时间 $\geq 8000\text{h}$ ，能量源故障识别响应准确率 $\geq 95\%$ ，能量源恢复接入时间 $\leq 480\text{ms}$ ；建立分布式自治能源多微网集群系统及其与外部供电网联合调度平台，形成高熵能源可用度数据库和能量供需预测模型，24 小时预测精度不低于 95%，形成多源能量调度经济性最优调度方法，控制调度正确率 $\geq 99.99\%$ ，控制及调节命令传送时间 ≤ 1 秒；开展不少于 30km 的工程应用示范验证。

关键词：智能网联，自治能源，高弹性，多微网集群

“交通基础设施”重点专项 2023年度项目申报指南形式审查条件要求

申报项目须符合以下形式审查条件要求。

1. 推荐程序和填写要求

(1) 由指南规定的推荐单位在规定时间内出具推荐函。

(2) 申报单位同一项目须通过单个推荐单位申报，不得多头申报和重复申报。

(3) 项目申报书（包括预申报书和正式申报书，下同）内容与申报的指南方向相符。

(4) 项目申报书及附件按格式要求填写完整。

2. 申报人应具备的资格条件

(1) 项目（课题）负责人应为1963年1月1日以后出生，具有高级职称或博士学位。

(2) 青年科学家项目负责人应具有高级职称或博士学位，男性应为38周岁以下（1985年1月1日以后出生），女性应为40周岁以下（1983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。

(3) 受聘于内地单位的外籍科学家及港、澳、台地区科学家可作为项目（课题）负责人，全职受聘人员须由内地聘用单位提供全职聘用的有效材料，非全职受聘人员须由双方单位同时提供

聘用的有效材料，并作为项目预申报材料一并提交。

(4) 参与重点专项实施方案或本年度项目指南编制的专家，原则上不能申报该重点专项项目（课题）。

(5) 诚信状况良好，无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

(6) 中央和地方各级国家机关的公务人员（包括行使科技计划管理职能的其他人员）不得申报项目（课题）。

(7) 项目申报人员满足申报查重要求。

3. 申报单位应具备的资格条件

(1) 在中国大陆境内登记注册的科研院所、高等学校和企业等法人单位。国家机关不得作为申报单位进行申报。

(2) 注册时间在2022年6月30日前。

(3) 诚信状况良好，无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

4. 本重点专项指南规定的其他形式审查条件要求

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。

本专项形式审查责任人：程竹静

抄送：科学技术部高技术研究中心、工业和信息化部产业发展促进中心、中国科学技术信息研究所。

科学技术部办公厅

2023年6月8日印发
