

## 附件 8

# “可再生能源与氢能技术”重点专项 2020 年度项目申报指南

为落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》以及《“十三五”国家科技创新规划》《能源技术革命创新行动计划（2016—2030 年）》《能源技术创新“十三五”规划》《可再生能源中长期发展规划》等提出的任务，国家重点研发计划启动实施“可再生能源与氢能技术”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2020 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：大幅提升我国可再生能源自主创新能力，加强风电、光伏等国际技术引领；掌握光热、地热、生物质、海洋能等高效利用技术；推进氢能技术发展及产业化；支撑可再生能源大规模发电平价上网，大面积区域供热，规模化替代化石燃料，为能源结构调整和应对气候变化奠定基础。专项按照太阳能、风能、生物质能、地热能与海洋能、氢能、可再生能源耦合与系统集成技术 6 个创新链（技术方向），共部署 38 个重点研究任务。专项实施周期为 5 年（2018—2022 年）。

2016—2018 年本重点专项在 6 个技术方向启动实施 54 个项目。统筹考虑本重点专项实施方案以及过往相关的立项情况，地热能与海洋能、生物质能方向均已部署覆盖；结合新形势下本领

域科技发展需要，2020年拟在氢能、太阳能、风能、可再生能源耦合与系统集成技术4个技术方向启动14~28个项目，拟安排国拨经费总概算为6.06亿元。基础研究类项目，自筹经费总额与国拨经费总额比例不低于1:2；共性关键技术类项目，自筹经费总额与国拨经费总额比例不低于1.5:1；应用示范类项目，由企业牵头申报，自筹经费总额与国拨经费总额比例不低于3:1。

项目申报统一按指南二级标题（如1.1）的研究方向进行。除特殊说明外，拟支持项目数均为1~2项，实施周期不超过3年。申报项目的研究内容须涵盖该方向（或子方向）标题下指南所列的全部考核指标。基础研究类项目，每个项目下设课题数不超过4个，参与单位总数不超过6家；其他类项目，每个项目下设课题数不超过5个，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。

指南中“拟支持项目数为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分评价相近、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

### 1.1 车用耐高温低湿质子膜及成膜聚合物批量制备技术（共性关键技术类）

研究内容：针对车用氢燃料电池的要求，重点突破高温低湿条

件下应用的质子交换膜的产业化技术，具体包括：开发全氟共聚功能单体合成及成套工程装备技术；高交换容量全氟质子聚合物制备技术；全氟质子交换聚合物高纯单分散溶液制备技术；气体传递和自由基作用机理研究；高机械强度、高化学稳定性全氟质子交换膜连续制备技术与装备，全氟质子膜在燃料电池中的应用。

考核指标：全氟质子聚合物离子交换容量 (IEC)  $\geq 1.3 \text{ mmol/g}$ ，全氟质子交换聚合物分散粒径  $\leq 200 \text{ nm}$ ；全氟质子膜厚度  $\leq 18 \mu\text{m}$ 、偏差  $\leq \pm 5\%$  (采样面积  $\geq 300 \text{ cm}^2$ )，离子电导率  $\geq 0.1 \text{ S/cm}$  ( $95^\circ\text{C}$ ,  $60\text{RH\%}$ )、 $0.04 \text{ S/cm}$  ( $120^\circ\text{C}$ ,  $30\text{RH\%}$ )，电子电阻率  $> 1000 \Omega\text{cm}^2$ ，渗氢电流  $\leq 2 \text{ mA/cm}^2$ ，允许最高运行温度  $\geq 100^\circ\text{C}$ ，强度  $\geq 45 \text{ MPa}$ ，纵横向溶胀率  $\leq 3\%$ ，OCV 测试氟离子释放率  $\leq 0.7 \mu\text{g/cm}^2/\text{h}$ 、循环 OCV 次数  $\geq 90$ ，产能  $\geq 20 \text{ 万 m}^2/\text{年}$ ，成本  $\leq 500 \text{ 元/m}^2$ ，金属离子含量  $\leq 20 \text{ ppm}$ 。

## 1.2 碱性离子交换膜制备技术及应用（基础研究类）

研究内容：研发高性能碱性聚电解质膜连续制备工艺，酸碱双性膜及电解水制氢，高效电化学合成氨及分解氨反应系统，直接氨燃料电池等应用技术。

考核指标：碱性离子电导率  $\geq 0.04 \text{ S}\cdot\text{cm}^{-1}$  ( $25^\circ\text{C}$ ) 和  $\geq 0.14 \text{ S}\cdot\text{cm}^{-1}$  ( $80^\circ\text{C}$ )，氢气透过率  $\leq 0.02 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$ ，机械强度  $\geq 20 \text{ MPa}$ ，纵横向溶胀率  $\leq 10\%$ ，氢氧燃料电池工作  $1000 \text{ h}$  膜材料无降解 ( $80^\circ\text{C}$ )、阳离子降解  $\leq 5\%$  ( $1\text{M NaOH}$  中  $80^\circ\text{C}$  下浸泡  $5000 \text{ h}$ )，膜连续制备的幅宽  $\geq 0.2 \text{ m}$ ，厚度  $\leq 25 \mu\text{m}$  (偏差  $\leq \pm 2 \mu\text{m}$ )；酸碱双

性膜水电解单体模块产氢  $\geq 10\text{Nm}^3/\text{h}$ ，制氢纯度  $\geq 99.99\%$ ，电耗  $\leq 4.1\text{kWh/Nm}^3\text{H}_2$ ；电解制氨法拉第效率  $> 20\%$ ，实现  $\text{kg}$  级系统集成；氨反向电化学分解效率  $> 95\%$ ；直接氨燃料电池  $\geq 150\text{mW/cm}^2$  @  $0.3\text{V}$ ，常压， $80^\circ\text{C}$ 。

### 1.3 扩散层用炭纸批量制备及应用技术<sup>1</sup>（共性关键技术类）

研究内容：针对质子交换膜燃料电池批量、低成本需求，突破支撑层用炭纸及气体扩散层（GDL）批量制备技术与装备。具体包括：开发炭纸用炭纤维工程化工艺与装备，研发炭纸用改性粘合剂，开发炭纸石墨化工艺与装备，研发表面疏水处理等后处理材料及工艺技术，根据“气—液—电—热”传输与支撑性能要求，开发出系列炭纸；研发炭纸复合微孔层（MPL）强化传输技术，开发可在线监测与反馈的 GDL 制备工艺与装备；开展运行工况下相关可靠性及耐腐蚀性研究。

考核指标：炭纸可控厚度  $80\mu\text{m} \sim 190\mu\text{m}$ 、偏差  $\leq \pm 1.5\%$ （采样面积  $\geq 40\text{cm} \times 40\text{cm}$ ），孔隙率  $\geq 75\%$ ，密度  $0.3\text{g}\cdot\text{cm}^{-3} \sim 0.45\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ，垂直向透气率  $\geq 2000\text{mL}\cdot\text{mm}/(\text{cm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{mmAq})$ 、垂直向电阻率  $\leq 65\text{m}\Omega\cdot\text{cm}$ 、平行向电阻率  $\leq 4\text{m}\Omega\cdot\text{cm}$ 、接触电阻  $\leq 5\text{m}\Omega\cdot\text{cm}^2$ ，弯曲强度  $\geq 10\text{MPa}$ 、弯曲模量  $\geq 10\text{GPa}$ 、拉伸强度  $\geq 25\text{MPa}$ ，导热系数（干态）：垂直  $\geq 1.7\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、平行  $\geq 21\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，产能  $40\text{万 m}^2/\text{年}$ ；MPL 中孔径可控精度  $\pm 10\text{nm}$ ，表面粗糙度  $\leq 7\mu\text{m}$ ；GDL 可控厚度  $80\mu\text{m} \sim 250\mu\text{m}$ 、偏差  $\leq \pm 1.5\%$ ，可控接触角  $\geq 145^\circ$ 。

---

<sup>1</sup> 所涉名称参照 GB/T20042.1-2017“质子交换膜燃料电池 第一部分 术语”

## 1.4 车用燃料电池催化剂批量制备技术（共性关键技术类）

研究内容：针对车用燃料电池催化剂对耐久性和一致性的技术要求，突破具备高动态工况耐受能力、兼具高性能/抗中毒特征的铂基催化剂及其百公斤级批量制备技术。其中包括：研发氧还原活性提高技术，贵金属用量降低技术，高电位循环耐久技术，抗氢气杂质（CO、含硫化合物）污染技术；开发高一致性、低杂质含量催化剂工艺配方及批量化制备技术，研发可规模化生产的催化剂纳米合成工艺，孔径分布合理、催化剂易于高分散担载、成本低廉的先进功能载体处理技术，以及催化剂工业化制备技术与装备。

考核指标<sup>2</sup>：催化剂初始氧还原质量比活性  $\geq 0.35\text{A/mgPt}@0.9\text{V}_{\text{IR-free}}$ ，催化剂电化学活性面积  $\geq 60\text{m}^2/\text{g}$ ，耐久性①  $0.6\text{V}\sim 0.95\text{V} \geq 3$  万次循环质量活性衰减率  $\leq 40\%$ 、电化学活性面积衰减率  $\leq 40\%$ ，耐久性②  $1.0\text{V}\sim 1.5\text{V} \geq 5000$  次循环质量活性衰减率  $\leq 40\%$ 、电化学活性面积衰减率  $\leq 40\%$ ，氢气杂质耐受性①CO 导致的催化剂质量活性衰减  $\leq 30\%$ （ $0.1\text{M HClO}_4$   $1000\text{ ppm CO/H}_2$ ），并且催化剂在膜电极中性能衰减  $\leq 10\text{mV}$ （在  $1\text{A/cm}^2$ ,  $1\text{ ppm CO/H}_2$ ,  $24\text{h}$ ）；②硫化物导致的催化剂活性面积衰减  $\leq 30\%$ （ $0.36\text{ppm H}_2\text{S}$ ,  $24\text{h}$ ），在膜电极中性能衰减  $\leq 30\text{mV}$ （在  $1\text{A/cm}^2$ ,  $0.004\text{ ppm H}_2\text{S}$ ,  $24\text{h}$ ）。产能  $\geq 2000\text{g/批次}$ 、 $\geq 200\text{kg/年}$ ，粒径及性能偏差  $\leq \pm 8\%$ ，Cl<sup>-</sup>含量小于  $50\text{ ppm wt}$ ，Fe 含量小于  $50\text{ ppm wt}$ ，

---

<sup>2</sup> 参照 NEDO 或 DoE 相关规程，除非特殊说明

量产成本  $\leq (Pt_{\text{现货价格}} \cdot PGM \text{ wt\%} + 100) \text{ 元/g}$ 。批次样品可供第三方在产线采集、评估，提供项目外客户应用证明。

### 1.5 质子交换膜燃料电池极板专用基材开发（共性关键技术类）

研究内容：针对质子交换膜燃料电池用极板的可加工性、耐蚀性技术要求，研发具备特殊微结构、高耐蚀、低电阻专用超薄基材及其批量制备工艺。具体包括：高耐蚀、低电阻、易于精密成型的不锈钢和钛合金基材，及高强度与弹性、高致密与导电性、超薄复合石墨极板，其成份设计、混合熔铸、组织调控与前后处理技术，及其可连续工业级制备技术与装置的研发；基材耐蚀、导电、可成形性综合性能评估；超薄基材极板试制及寿命快速评估方法研究。

考核指标：不锈钢与钛合金薄板基材厚度  $50\mu\text{m} \sim 150\mu\text{m}$ 、偏差  $\leq \pm 4\mu\text{m}$ ，抗弯强度  $\geq 25\text{MPa}$ ，初始：接触电阻  $\leq 3\text{m}\Omega \cdot \text{cm}^2 @ 1.4\text{MPa}$ （接触炭纸）、腐蚀电流  $\leq 5.00 \times 10^{-7}\text{A/cm}^2 @ 80^\circ\text{C}$ （0.5M 硫酸+5ppm  $\text{F}^-$  溶液），10000 小时工况后：接触电阻  $\leq 8\text{m}\Omega \cdot \text{cm}^2 @ 1.4\text{MPa}$ 、腐蚀电流  $\leq 10.00 \times 10^{-7}\text{A/cm}^2 @ 80^\circ\text{C}$ ，湿热循环测试后无腐蚀、无变形，产能  $\geq 1000$  吨/年，延伸率：不锈钢  $\geq 55\%$ 、钛合金  $\geq 30\%$ ，体相电阻率：不锈钢  $\leq 0.075\text{m}\Omega \cdot \text{cm}$ 、钛合金  $\leq 0.17\text{m}\Omega \cdot \text{cm}$ ，成本：不锈钢  $\leq 25 \text{ 元/kg}$ ，钛合金  $\leq 150 \text{ 元/kg}$ ；超薄复合石墨板厚度  $\leq 1.4\text{mm}$ 、最薄处厚度  $0.1\text{mm} \sim 0.3\text{mm}$ ，平面度  $\leq 10\mu\text{m}$ ，电导率  $\geq 150\text{S/cm}$ ，透气率  $\leq 2 \times 10^{-8}\text{cm}^3 (\text{cm}^2 \cdot \text{s})^{-1}$ ，工作压力  $\geq 1\text{bar (g)}$ ，弯曲强度  $\geq 50\text{MPa}$ ，接触电阻  $\leq 10\text{m}\Omega \cdot \text{cm}^2$ ，短堆

工作 5000h、性能降幅  $\leq 10\%$ 。

### 1.6 车用燃料电池堆及空压机的材料与部件耐久性测试技术及规范（共性关键技术类）

研究内容：针对质子交换膜燃料电池的产业化过程质量控制的需求，开展电堆关键材料及系统部件耐久性、电磁兼容性测试技术及规范研究。其中包括：研究电堆运行过程中的健康诊断方法，进行实际验证；研究电堆关键材料（催化剂、膜、炭纸、极板基材、防腐涂层等）理化参数及核心部件（膜电极、双极板、密封件等）特性参数的测量方法、等效加速老化方法，建立关联数据库并形成规范；研发燃料电池系统用空压机关键性能、环境适应性、耐久性等加速测试技术，形成寿命预测与验证方法；研发车用燃料电池系统的电子控制单元离线电磁兼容辐射发射、传导发射、电磁场抗扰度、瞬态抗扰度、静电放电等测试技术，形成规范方法。

考核指标：车载电堆健康诊断装置对电堆氢渗检出率  $> 90\%$ ；在 5000 小时测试的基础上，建立性能与耐久性评测方法、流程规范，包括：催化剂、质子膜、扩散介质、膜电极、双极板、密封件及短堆，形成特性/理化参数及其测量方法集合  $\geq 10$  类，基于工况衰变规律的寿命模型预测偏差  $\leq 10\%$ ；空压机耐久性测试方法加速系数  $\geq 15$ 、偏差  $\leq 3\%$ ，研制的综合测试设备适应系统功率范围 45kW~150kW；建立电磁兼容离线性能测试方法、流程规范，至少包括电子控制单元（ECU）、节电压巡检（CVM）、空压机控制

器；建成的电磁兼容性测试平台，在燃料电池工作情况下：辐射发射测试能力达到 18GHz，辐射抗扰度能力在 400MHz 至 3000MHz 范围内达到 200V/m。

### **1.7 公路运输用高压、大容量管束集装箱氢气储存技术(共性关键技术类)**

研究内容：针对国内现有 20MPa 管束车储氢量小、运输成本高等问题，开展更高储存压力下的公路运输用大容量管束集装箱氢气储存技术研究。其中包括：高长径比、高压储氢瓶纤维缠绕设计与工艺；大容量内胆成型技术；使用工况下高压储氢瓶的失效机理研究与测试技术；满足道路运输法规要求的高压大容量管束集装箱体设计与集成技术；大容量高压储氢瓶试验方法和标准研究。

考核指标：储氢瓶公称工作压力  $\geq 50\text{MPa}$ ，单瓶水容积  $\geq 450\text{L}$ ，单瓶储氢密度  $\geq 5.5\text{wt\%}$ ，循环寿命  $\geq 15000$  次（水压充放循环试验压力 10%（最大不超过 3MPa）~150%公称工作压力）；管束集装箱储氢量  $\geq 1000\text{kg}$ （符合道路运输法规要求），使用环境温度  $-40^{\circ}\text{C}$ ~ $60^{\circ}\text{C}$ ；形成相关储氢高压管束集装箱国家/行业产品标准送审稿。

### **1.8 液氢制取、储运与加注关键装备及安全性研究(应用示范类)**

研究内容：针对千辆级商用车集中运行对氢燃料制备、输配及加注的需求，开展氢气液化工艺、液氢储运和液氢存储—气氢加注站的相关研究。其中包括：高效正仲氢转化、液氢温区高真

空多层绝热技术研究；液氢储罐和运输用液氢槽罐的研制；大规模氢气液化工艺流程开发和优化；氢气液化过程量化风险分析、安全防护、预警和应急分析；液氢加氢站工艺流程开发及布局优化；气氢与液氢加氢站风险、安全及经济性量化对比分析。

考核指标：液化能力 $\geq 5$ 吨/天单套装备，仲氢含量（Para-hydrogen，体积分数） $\geq 95\%$ ，氢气液化能耗 $\leq 13\text{kWh/kg}$ ，液氢纯度（摩尔分数） $\geq 99.97\%$ ；储存用液氢储罐容积 $\geq 300\text{m}^3$ ，液氢静态日蒸发率 $\leq 0.25\%/\text{天}$ ，维持时间 $\geq 30$ 天；运输用液氢槽罐 $\geq 40\text{m}^3$ ，液氢静态日蒸发率 $\leq 0.73\%/\text{天}$ ，维持时间 $\geq 12$ 天，真空寿命 $\geq 5$ 年；具备 $35\text{MPa}$ 和 $70\text{MPa}$ 加注能力液氢储存气态加注站工艺包，站内液氢储量 $\geq 500\text{kg}$ ，峰值加氢能力 $\geq 500\text{kg/天}$ ，氢气加注能耗 $\leq 2.50\text{kWh/kg-H}_2$ ；完成两种氢气储存类型加氢站的泄漏监测、安全运行和经济性评价示范项目。

### 1.9 醇类重整制氢及冷热电联供的燃料电池系统集成技术（共性关键技术类）

研究内容：针对高效、环保、长寿命分布式供能系统应用需求，开展燃料电池冷—热—电联供系统的关键技术研发。其中包括：用于分布式供能的醇类重整制氢系统技术；质子交换膜燃料电池的空气在线净化技术；质子交换膜燃料电池冷—热—电联供系统技术；固体氧化物燃料电池热电联供系统技术；燃料电池冷—热—电联供系统模拟仿真、系统集成优化及能量管控技术。

考核指标：全自动甲醇重整制氢集成系统产氢能力 $\geq$

30Nm<sup>3</sup>/h、效率≥85% LHV，氢气中 CO≤0.2ppm、总硫≤4ppb，冷态自启动时间≤30min，动态负荷调节能力≥50%；空气在线净化系统 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、VOC、甲醛、O<sub>3</sub> 脱除率≥95%，NH<sub>3</sub> 脱除率≥80%（污染物基准浓度 1ppm），PM10 以下大气气溶胶脱除率≥99%，无故障运行时间≥1500h；冷热电联供的质子交换膜燃料电池系统额定发电功率≥30kW，发电效率≥50%，70℃余热条件下、制冷效率≥40%，系统供电制冷效率≥70% LHV，连续运行≥3000h；基于重整合成气为燃料的固体氧化物燃料电池热电联供系统额定发电功率≥30kW、发电效率≥55%（DC， LHV），热电联供总效率≥85%，连续运行≥1000h。

## 2. 太阳能

### 2.1 万小时工作寿命的钙钛矿太阳电池关键技术（基础研究类）

研究内容：针对高稳定性钙钛矿太阳电池技术要求，开展电池性能退化机制与评价方法、电池关键功能层和器件的设计与制备研究。其中包括：钙钛矿光吸收材料本征稳定性研究；高性能钙钛矿光吸收层稳定化设计与制备；高性能电荷传输层稳定化设计与制备；加速老化条件下器件退化机制与评价方法；高稳定性器件制备工艺和技术；稳定器件一致性控制技术。

考核指标：器件最高效率≥20%（面积≥0.5cm<sup>2</sup>），在 50±10℃、AM1.5G（1000W/m<sup>2</sup>）模拟太阳光条件下最大功率点持续输出 10000 小时，器件效率衰减≤20%；开发出具有高稳定性的钙钛矿光吸收层和电荷传输层，在 85℃、AM1.5G（1000W/m<sup>2</sup>）加速老

化 1000 小时条件下, 主要光电性能衰减  $\leq 5\%$ ; 在 85°C、AM1.5G (1000W/m<sup>2</sup>) 加速老化 1000 小时条件下, 器件效率衰减  $\leq 10\%$ ; 在光照/黑暗交替加速老化条件下循环 1000 次, 循环周期  $\geq 20$  分钟, 器件效率衰减  $\leq 10\%$ ; 在 -40°C~80°C 之间冷热交替、极端温度下保持  $\geq 10$  分钟的加速老化条件下循环 200 次, 器件效率衰减  $\leq 10\%$ ; 小批量器件样品数  $\geq 30$ , 以在 85°C、AM1.5G (1000W/m<sup>2</sup>) 加速老化 1000 小时条件下器件效率衰减  $\leq 10\%$  为标准, 不合格率  $\leq 20\%$ 。

有关说明: 实施周期不超过 4 年。

## 2.2 高效、低成本晶体硅太阳电池关键技术研究 (共性关键技术类)

研究内容: 面向太阳电池高效率、强稳定性和低成本的需求, 进行晶体硅电池新材料与结构技术和相关核心设备的开发。其中包括: 开发满足高效晶体硅材料生长的热场技术及设备; 研究硅衬底中杂质和缺陷的形成机理及对稳定性的影响; PN 结形成方式和特性对电池效率及稳定性的影响关系; 高效电池成套制备技术及接触钝化沉积等核心装备技术; 相关新材料与电池技术标准(含晶体硅材料与电池产品规范及关键制造设备标准等)。

考核指标: 开发出满足大尺寸硅晶体稳定生长的热场, 单个硅晶体重量  $\geq 1300$  公斤, 有效抑制晶体中孪晶的产生, 整晶体中单晶占比  $\geq 90\%$ , 平均位错密度  $\leq 1 \times 10^5/\text{cm}^2$ , 平均少数载流子扩散长度  $\geq 500\mu\text{m}$ ; 批次稳定大面积 (156×156mm<sup>2</sup> 以上) 电池正面

光电转化效率 25% 以上，在 75°C 下电池的热辅助光致衰减 (LeTID)  $\leq 0.5\%$ ；开发出单台年产能  $> 50\text{MW}$  的接触钝化沉积核心电池制造装备。

### 3. 风能

#### 3.1 新型高效风能转换装置关键技术（基础研究类）

研究内容：面向我国高空、海上等风资源多元化利用需求，研发不同电网连接方式下兆瓦级概念创新型高效风能转换装置。其中包括：风能转换装置的新概念、新机理和高效能量转换关键技术；开展关键系统及设备可行性研究，提出概念设计方案、样机试制及其系统平台验证的实施方案；微网、离网或并网条件下新型风力发电系统智能控制和能量综合利用关键技术。

考核指标：完成兆瓦级创新型高效风能转换装置概念设计，建立数字虚拟仿真模型，理论最大风能转换效率  $C_{p\max} \geq 0.5$ ，能量综合利用效率  $\geq 40\%$ ，设计寿命  $\geq 25$  年；完成样机试制，关键零组件可行性论证及测试方法通过第三方评估；并网型可连续运行  $\geq 7$  天，微网或离网型可连续运行  $\geq 14$  天。

#### 3.2 大型柔性叶片气动弹性设计关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对大型风电叶片的设计需求，研究大型柔性叶片气动弹性设计关键技术，自主建立大型柔性叶片动态仿真模型和设计方法。其中包括：湍流风况下大型柔性风电叶片气动—结构耦合动态响应模拟和测试技术；大型柔性叶片气弹稳定性机理和破坏性颤振预测技术；大型柔性风电叶片被动降载和颤振控制技术；基于

气弹耦合效应的大型叶片高效、低载、轻量化设计技术。

考核指标：自主开发风电叶片动态仿真软件 1 套，通过测试验证，动态变形和动态载荷计算误差  $\leq 15\%$ ；提出适用于大型柔性风电叶片颤振的工程判据，通过实验或测试验证并形成工具包 1 个，颤振速度预测误差  $\leq 15\%$ ；叶根疲劳载荷降低  $\geq 3\%$ ，叶根极限载荷降低  $\geq 5\%$ ，颤振边界  $\geq$  风轮额定转速的 120%；耦合气动弹性关键技术，自主开发大型柔性叶片设计软件 1 套，满足 90m~120m 叶片设计需求，并应用于 100m 级风电叶片设计，所设计叶片需通过第三方设计评估，并完成样片研制，最大风能吸收效率  $C_{P_{max}} \geq 0.49$ ，相对于同级别叶片减重  $\geq 2\%$ 。

#### 4. 可再生能源耦合与系统集成技术

##### 4.1 可离网型风/光/氢燃料电池直流互联与稳定控制技术（共性关键技术类）

研究内容：针对风能、太阳能与氢能多元耦合独立微网，着重突破氢能支撑的可离网型风/光/储/氢燃料电池直流互联系统安全、稳定、经济运行的关键技术。具体包括：氢能支撑的可离网型风/光/储/氢燃料电池直流互联系统及部件参数优化匹配设计技术；氢能与电池混合储能技术，包含高效制氢、储氢及向加氢站供氢单元，高效燃料电池发电及废热综合利用单元；大功率高效率直流变换器技术，包含电解水制氢和氢燃料电池发电直流变换技术；电—热—氢综合能量管理技术，包含新能源汽车并网互动响应技术、离网充电冲击控制技术。

考核指标：形成总体技术示范平台：满足不少于 10 辆氢能燃料电池汽车加氢、50 辆纯电动汽车直流快充冲击需求，发电能力  $\geq 2\text{MW}$ ，直流互联电压等级  $\geq 10\text{kVdc}$ ，直流互联系统效率  $\geq 95\%$ ，供热能力  $\geq 100\text{kW}$ ，制氢、供氢规模  $\geq 100\text{kg/天}$ ，可离网连续运行  $\geq 168\text{h}$ （运行负荷不低于  $300\text{kW}$ ）；开发氢能与电池混合储能系统，电池储能  $\geq 1\text{MW/500kWh}$ ，储氢能力  $\geq 200\text{kg}$ 、氢气纯度  $\geq 99.99\%$ ，氢燃料电池发电  $\geq 150\text{kW}$ 、热电综合利用效率  $\geq 80\%$ ；直流变换器 0~90% 电流响应时间  $\leq 10\text{ms}$ ，输出电压纹波  $\leq 5\%$ ；微网监控与能量管理系统可支持监测点  $\geq 100$  个，数据采集频率  $\geq 1\text{Hz}$ ，控制指令响应时间  $\leq 100\text{ms}$ 。

# “可再生能源与氢能技术”重点专项

## 2020 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 1960 年 1 月 1 日以后出生，具有高级职称或博士学位。
- (2) 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重点专项的项目（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内地聘用单位和境外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。
- (3) 项目（课题）负责人限申报 1 个项目（课题）；国家科技

重大专项、国家重点研发计划重点专项、科技创新 2030—重大项目的在研项目（含任务或课题）负责人不得牵头申报项目（课题）。国家重点研发计划重点专项、科技创新 2030—重大项目的在研项目负责人（不含任务或课题负责人）也不得参与申报项目（课题）。

（4）特邀咨评委委员不能申报项目（课题）；参与重点专项实施方案或本年度项目指南编制的专家，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）。

### **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 2019 年 3 月 31 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**

自筹经费总额与国拨经费总额比例、项目实施周期、项目下设课题数及参与单位总数等符合指南要求。

**本专项形式审查责任人：朱卫东**

## “可再生能源与氢能技术”重点专项 2020 年度 项目申报指南编制专家名单

序号	姓名	工作单位	职称职务
1	明平文	同济大学汽车学院	教授
2	袁凌	国电联合动力技术有限公司	教授级高工/副总经理
3	杨旭东	上海交通大学材料科学与工程学院	研究员
4	金浩	晶科能源有限公司	教授级高工/副总裁
5	王一波	中国科学院电工研究所	研究员
6	余学功	浙江大学材料科学与工程学院	教授
7	王英博	中国质量认证中心	技术主管
8	黄玮	中广核设计院	高工/所长
9	葛铭纬	华北电力大学可再生能源学院	副教授
10	史翊翔	清华大学热能系	副教授
11	卢琛钰	上海电器科学研究院	教授级高工
12	肖宇	中科院大连化学物理研究所	研究员
13	张永明	上海交通大学化学化工学院	教授
14	张剑波	清华大学汽车工程系	教授
15	王海辉	华南理工大学化学与化工学院	教授
16	陈文森	潍柴动力新能源科技公司	高工/总经理
17	贺萍	上海氢尚新能源科技有限公司	教授级高工