

清洁氢揭榜挂帅任务榜单

一、核心基础

(一) 低成本兆瓦级质子交换膜电解堆

揭榜任务：面向可再生能源制氢对低能耗、宽功率波动、高动态响应的应用需求，突破兆瓦级质子交换膜（PEM）电解水制氢电解堆的关键技术；研制出低能耗、轻量化、高可靠性的兆瓦级 PEM 电解堆；实现适应性宽功率波动 MW 级 PEM 电解水制氢系统集成与应用；掌握标准化、规模化、低成本的电解堆生产制造方法，推动 PEM 电解堆在制氢领域的应用。

预期目标：到 2026 年，量产兆瓦级 PEM 电解堆具备可再生能源波动工况下的长时间工作能力，单电解堆制氢能力大于 $400\text{Nm}^3/\text{h}$ ，直流电耗不高于 $4.4\text{kWh}/\text{Nm}^3$ ，成本低于 240 万元/MW。

(二) 可量产阴离子交换膜电解堆

揭榜任务：面向可再生能源电解水制氢的规模化和低成本需求，研究大功率阴离子交换膜制氢电解堆的零部件与整堆结构设计及批量制造技术，研究电解堆运行控制策略，完成大功率阴离子交换膜制氢电解堆的开发与测试验证，提升电解堆产氢电流密度与功率波动适应性。

预期目标：到 2026 年，阴离子交换膜制氢电解堆产品技术水平达到国际领先水平。单堆额定功率 $\geq 200\text{kW}$ ，额定产氢电流密度 $\geq 10000\text{A/m}^2$ ，直流能耗 $\leq 4.5\text{kWh/Nm}^3$ ，功率运行范围 10~120%，寿命达到 5000h 以上。

（三）低温低压、宽氢氮比合成氨催化剂

揭榜任务：面向低能耗、高柔性绿氢合成绿氨装置的产业需求，针对氨合成催化剂高温高压高能耗和氢氮比适应范围窄，难适应风、光等可再生能源电力电解制氢工况波动等问题，研发新型高效非铁基、低温、低压及宽氢氮比的合成氨催化剂及其规模化制备技术，支撑我国低温低压柔性绿色高效合成氨技术的产业化发展。

预期目标：到 2026 年，新型高效非铁基合成氨催化剂经 500°C 耐热 20 个小时后，在压力 $\leq 6.5\text{MPa}$ 、温度 $\leq 390^\circ\text{C}$ 、氢氮比 ≤ 2.0 和空速 $\geq 10000\text{h}^{-1}$ 条件下，反应出口氨浓度 $\geq 17.0\%$ ；催化剂适应在氢氮比为 1.0~3.5 之间调控使用；催化剂制造能力 ≥ 100 立方/年。

（四）氢冶金高温氢气安全控制系统

揭榜任务：面向氢气大流量输送、高温加热、高压喷吹等过程中可能出现的氢气泄漏、燃爆等安全问题，突破氢气在线检测与报警、气体温度及压力的实时检测与报警、设备外氢气红外图像识别与监测、氢气安全预警及自动响应等关键技术，建立氢冶金安全管理体系系统，并在工业化氢冶金产线上进行应用与验证。

预期目标：到 2026 年，形成具有自主知识产权的氢冶金安全管理体系系统，气体浓度检测误差小于 $\pm 0.5\%$ ，温度及流量误差小于 $\pm 2\%$ ，系统检测与实时响应速度 $< 0.1s$ ，系统连续稳定运行时间不小于 3 个月。

（五）纯氢冶金高效还原技术

揭榜任务：面向纯氢还原铁矿过程中氢气高温加热和竖炉气固高效还原需求，开发氢气高温电加热、竖炉高温氢气多维喷吹、纯氢高效还原铁、高温氢直接还原铁冷却、过程动态控制等核心工艺技术，形成纯氢冶金氢气加热和高效还原工艺技术及应用装备。

预期目标：到 2026 年，形成具有自主知识产权的纯氢冶金技术中试平台，实现氢气一次加热温度大于 950°C ，氢直接还原铁金属化率 $\geq 93\%$ ，竖炉氢直接还原铁冷却后温度 $< 110^{\circ}\text{C}$ ，球团粉化率 $< 8\%$ ，氢气最大消耗量可达 $80000\text{Nm}^3/\text{天}$ ，实现连续稳定运行 2000h 以上。

（六）新型高效二氧化碳加氢制甲醇催化剂

揭榜任务：面向二氧化碳加氢制甲醇产业需求，针对目前催化剂选择性差、催化剂易失活等突出问题，研发出新型高活性、高选择性、高稳定性二氧化碳加氢制甲醇催化剂；根据可再生能源制氢工况波动等新需求，研发出可适应工艺条件变化的二氧化碳加氢制甲醇催化剂，提升二氧化碳加氢制甲醇效率与风光制氢波动适应性。

预期目标：到 2026 年，新型高效二氧化碳加氢制甲醇

催化剂在 $H_2/CO_2=3$ 、压力 5MPa、空速 $8000h^{-1}$ 、温度 $\leq 250^\circ C$ 条件下，二氧化碳单程转化率 $\geq 28\%$ 、甲醇选择性 $\geq 78\%$ 、催化剂连续工作 1000 小时、甲醇时空产率衰减率 $\leq 15\%$ ；催化剂可在 30%~120%负荷范围内调控使用。

（七）二氧化碳加氢制甲醇高效反应器

揭榜任务：面向二氧化碳加氢制甲醇产业需求，针对目前二氧化碳加氢制甲醇反应器的催化剂床层局部过热、传热不均、传质效率低等问题，研制催化剂床层结构合理、内部换热均匀、流体分布均匀的二氧化碳加氢制甲醇高效反应器，支撑绿色甲醇产业化发展。

预期目标：到 2026 年，完成高效二氧化碳加氢制甲醇反应器研发，实现床层温升在 $\pm 5^\circ C$ 以内，床层压降不超过 50kPa，传质效率提升至少 30%，催化剂寿命延长 30%以上，适用于 30%~120%负荷波动范围。

（八）可跨温区工作的燃料电池全氟磺酸树脂

揭榜任务：面向氢能转化向高能效、大功率的发展需求，突破跨温区全氟共聚功能单体批量合成及纯化技术、结构设计与可控合成技术、复杂多相共聚合体系的工程放大技术。实现氢能转化装置跨温区、低能耗工作，提升我国氢能产业发展技术水平。

预期目标：到 2026 年，开发跨温区全氟共聚功能单体合成及纯化装置，完成聚合级功能单体规模化制备，实现结构可控跨温区全氟磺酸树脂批量制备。跨温区全氟磺酸树脂

及质子交换膜工作温度 $\geq 120^{\circ}\text{C}$ ，电导率 $\geq 0.15\text{S/cm}$ ，使用寿命 ≥ 20000 小时。

（九）氢燃料电池用炭纸与气体扩散层

揭榜任务：面向高性能、低成本的质子交换膜燃料电池电堆应用需求，开发高性能、高一致性炭纸和气体扩散层（GDL）。重点突破：高一致性炭纸制备技术，特别是超薄炭纸的工程化制造方法；高导电、高传质的气体扩散层，提高气体扩散层在大电流密度下的输出性能。

预期目标：到 2026 年，实现自主研发的炭纸和气体扩散层在两轮车及商用车电堆上的批量应用，并满足氢空燃料电池高温发电、氢氧燃料电池发电的多场合应用需求。GDL 厚度在 $140\sim 230\mu\text{m}(@25\text{kPa})$ 、GDL 厚度一致性偏差 $\leq \pm 5\%$ ，GDL 法向电阻 $\leq 6.0\text{m}\Omega\cdot\text{cm}^2(@1.0\text{MPa})$ ；炭纸法向电阻 $\leq 5\text{m}\Omega\cdot\text{cm}^2(@1\text{MPa})$ ，孔隙率 $\geq 80\%$ ，拉伸强度 $\geq 16\text{MPa}$ 。

二、重点产品

（一）大功率碱水电解制氢成套装备

揭榜任务：面向风光消纳对大功率碱水电解制氢成套系统的迫切需求，研究高性能电极与隔膜、流场与进液/排气通道优化设计、高效密封与可靠组装、高精度热/质均衡控制技术；开发适应波动工况下大功率电解槽、高效气液分离、自适应碱液循环等集成控制技术，实现大型碱性电解水制氢系统的产品研发与产业化应用。

预期目标：到 2026 年，完成单台套 15MW 碱性电解水

制氢成套装备研制与工程应用，实现：单电解槽实测产氢量 $\geq 3000\text{Nm}^3 \text{H}_2/\text{h}$ ，额定电流密度下电解槽直流能耗 $\leq 4.25\text{kWh}/\text{Nm}^3 \text{H}_2$ 、电解系统交流能耗 $\leq 4.45\text{kWh}/\text{Nm}^3 \text{H}_2$ （基于实测产氢量），稳定运行功率范围 35%~120%（稳定运行时间 $\geq 2\text{h}$ ）。

（二）纤维缠绕金属内胆高压气氢储氢容器

揭榜任务：面向固定式储氢容器大容量、低成本、高安全需求，突破基于强度、寿命及材料成本等多优化目标的储氢容器结构优化设计、高压氢气环境下金属内胆材料及非金属密封材料氢致损伤测试及评价、大壁厚金属无缝内胆可靠性旋压成型和调质处理、临氢侧金属内表面处理、纤维缠绕精确控制及固化工艺优化、大容量储氢容器性能测试及调控等关键技术，研发纤维缠绕金属内胆储氢高压容器，并在加氢站等固定式储氢场景中应用。

预期目标：到 2026 年，建立大容量纤维缠绕金属内胆储氢高压容器可靠性设计制造方法并研制出产品不少于 2 台，支撑 70MPa 加氢站等固定式场景的大容量、低成本、高安全储氢及运营需求。储氢容器设计压力达到 99MPa，单只容器水容积达到 1000L，单只容器储氢量达到 45kg。

（三）大容积高压气态储氢球罐

揭榜任务：面向大容积高压气态储氢装备缺失，不能满足产业链需求的问题，研究高压大容积储氢球罐失效模式与损伤机理；提出材料选择原则，研究基于本质安全的高压储

氢球罐优化设计关键技术；研究大厚度球壳板材料成型工艺及材料焊接工艺，研制高压气态储氢球罐并完成性能测试，在制氢站等固定式储氢场景中应用。

预期目标：到 2026 年，完成高压气态储氢容器结构设计、开发满足氢相容性、氢脆敏感度、以及强度要求的材料，形成高压气态储氢球罐压制成型工艺，开发高压储氢球罐临氢材料焊接工艺，完成高压气态储氢球罐研制，其中储氢球罐设计压力 $\geq 12\text{MPa}$ ，设备容积 $\geq 300\text{m}^3$ ，储氢密度不小于 $9.22\text{kg}/\text{m}^3$ 。

（四）L360 钢级高压高比例掺氢输送管

揭榜任务：面向我国氢气大规模高效安全输送用高压、高比例掺氢输送管道工程需求，突破高压输氢管材成分设计、钢管低应力成型及焊缝高洁净化、低偏析和低扩散氢含量控制等关键技术；研制基于高氢分压环境下高断裂韧性设计的高韧性、低硬度、低强度波动的新型输氢管材；研究建立含缺陷管材的失效评估方法和管道完整性技术规范，提升长距离高压掺氢管道输送效率和服役安全性，推动我国氢能产业快速发展。

预期目标：到 2026 年，完成高可靠性 L360 钢级高压高比例掺氢输送管的设计与制造；在高氢分压下管材的相对断面收缩率 $(Z_{\text{H}_2}/Z_{\text{Ref}}) \geq 0.80$ 、断裂韧性 $K_{\text{IH}} \geq 70\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ ，具备高压 6.3MPa 、高掺氢比例 20%、年输量 1 万吨及以上氢气的输送能力；实现 5000 吨以上 L360 钢级、D406mm 及以上

管径掺氢输送管的工业化生产。

（五）汽车用低成本大容量IV型储氢气瓶

揭榜任务：面向商用车长续航、低成本、轻量化的迫切需求，研究大容积IV型储氢气瓶一体化内胆成型技术，研究储气瓶形/性协控缠绕与固化制造技术，提升大容积气瓶产品批量制造一致性，并在商用车上进行示范验证。

预期目标：到2026年，完成大容积车用IV型储氢气瓶研制，并取得型式试验证书；储氢气瓶水容积 $\geq 300\text{L}$ ，储氢密度 $\geq 6.5\text{wt}\%$ （含瓶阀），规模化制造成本 ≤ 2200 元/kg H₂（含瓶阀），示范车辆不少于10辆。

（六）两轮车用固态储氢材料储气瓶

揭榜任务：面向氢燃料电池两轮车领域对安全性和便捷性的应用需求，突破便携型固态储氢罐高效换热结构优化、自动化成型装备与技术开发；建立储氢罐跌落、振动等安全评价平台，形成完备的安全标准与技术规范；开发储氢罐氢量监测技术，及两轮车用运行监控平台，实现两轮车加氢与运维的智能化，推进氢燃料电池两轮车的批量应用。

预期目标：到2026年，完成安全、低成本的便携型固态储氢罐自动化产线和氢燃料电池两轮车安全运维智能平台建设，便携型储氢罐寿命超5000次，且储氢罐的气密性要求氢气泄漏速率 $< 0.02\text{L/h}$ ，固态储氢材料储气瓶具有足够的抗跌落、热循环、氢气循环、气密性、安装强度要求，具备紧急情况下立即自动关断氢气供应的能力。实现十万辆级

氢燃料电池两轮车的应用规模，累计行驶里程超 10 万公里；其中，续航 100km 的氢两轮车用储氢与燃料电池系统成本低于 5000 元/套。

（七）两轮车用氢燃料电池系统

揭榜任务：面向两轮车用微型氢动力的高安全、低成本需求，研发集成储氢的燃料电池微型氢燃料电池系统。重点突破：包括催化剂、质子交换膜及炭纸的空冷电堆技术，包括固态储氢材料的可更换储氢瓶、可满足充氢与放氢过程的热力需求，构建氢燃料电池两轮车智能化运维管理系统，实现在电动自行车等两轮车上的批量应用。

预期目标：到 2026 年，实现 1.5 万台燃料电池共享自行车的投放。单个氢燃料电池系统的额定功率 $\geq 180\text{W}$ ，其中，电堆的额定功率 $\geq 200\text{W}$ ，储氢瓶的可用储氢量 $\geq 50\text{g}$ ；使用自主研发的质子交换膜、催化剂、炭纸、极板、固态储氢材料等。燃料电池系统的寿命 $\geq 3000\text{h}$ ，燃料电池系统绝缘电阻 $> 1\text{M}\Omega$ 、泄漏检测点允许最大氢气浓度 $< 50\text{ppm}$ 。研制出专用储氢瓶氢气充装装置，每批次可充装储氢瓶数 ≥ 24 ，泄漏点允许最大氢气浓度 $< 300\text{ppm}$ ；开发出氢燃料电池共享自行车的运维软件和监控平台。

三、示范应用

（一）耦合工业余热的固体氧化物电解制氢系统

揭榜任务：面向波动性可再生能源大规模制氢及工业余热利用需求，研究耦合工业余热的固体氧化物高效电解制氢

技术，突破大功率开放式固体氧化物电解堆一致可靠设计、组装与高温原位故障诊断技术，开发模组“气-热-电-力”协同控制与集成技术，研究波动工况下系统响应特性和宽功率调节方法，掌握系统热电管理与平衡技术，研究系统安全控制策略，实现大功率耦合工业余热的固体氧化物高效电解制氢系统的产品研发与示范应用。

预期目标：到 2026 年，完成固体氧化物高效电解制氢电堆、模组及大功率耦合工业余热系统的产品研发与示范应用。电堆功率 $\geq 3.5\text{kW}$ ，预期寿命 1 万小时；单模组功率 $\geq 50\text{kW}$ ，运行时间 ≥ 5000 小时；系统功率 $\geq 200\text{kW}$ 。

（二）液氢“制-储-运”产业链示范应用

揭榜任务：面向氢气高密度、大容量存储需求，开展民用液氢工厂、液氢储罐、液氢汽车罐车研制与示范应用，支持液氢加氢站的运行，建立液氢“制-储-运”等产业链环节技术经济性模型、获得评价指标体系。

预期目标：到 2026 年，民用液氢工厂液化能力 ≥ 5.5 吨/天，氢气液化能耗 $\leq 12.5\text{kWh/kg}$ ；液氢储罐容积 $\geq 400\text{m}^3$ ，民用液氢汽车罐车容积 $\geq 40\text{m}^3$ ，维持时间 ≥ 12 天；加氢站内液氢储量 $\geq 1000\text{kg}$ 。各环节示范运行总括时长 ≥ 3000 小时，建立技术经济性评价导则。

（三）车用燃料电池电堆制造工艺及装备

揭榜任务：面向车用大功率燃料电池高质量、高一致性、低成本制造的迫切需求，突破燃料电池电堆高效批量化制造

的“卡脖子”关键核心技术，聚焦燃料电池膜电极、双极板、电堆批量化工艺与连续化装备的研究；围绕量产核心工艺，研制燃料电池电堆连续化生产装备；集成燃料电池电堆批量化制造成套装备产线，形成燃料电池电堆批量化生产全链工艺规范。

预期目标：到 2026 年，研发新一代燃料电池批量化工艺和连续化装备设计方法，开发自主知识产权的批量化成套量产装备线，形成燃料电池批量工艺与装备能力，使得膜电极、双极板产能不低于 20 万平/年，电堆产能不低于 2 万台/年，制造精度、可靠性及寿命达到行业领先水平。

（四）费托合成工艺制绿色航煤用高选择性油品加工催化剂

揭榜任务：面向可持续航空燃料产业需求，针对传统油品加工催化剂对航煤组分选择性低的问题，研究费托合成路线制绿色航煤所需的高活性、高选择性油品加工催化剂，开发最大化生产航煤组分的反应工艺，推动清洁氢制绿色航煤技术路线多元化发展。

预期目标：到 2026 年，实现加氢异构和加氢裂化工业催化剂技术验证，具备百公斤级催化剂工业制备能力，完成万吨级工艺包开发。以 150~300℃馏分范围的费托合成油为原料，加氢异构反应实现航煤收率 $\geq 85\%$ ；以大于 300℃馏分的费托合成油为原料，加氢裂化反应实现航煤收率 $\geq 65\%$ ，催化剂在千吨级试验装置上稳定运行 1000 小时以上。

（五）氢能耦合低品位燃料煅烧水泥技术及成套装备

揭榜任务：面向水泥工业利用清洁氢减污降碳的迫切需求，研究氢能与替代燃料、劣质燃料等低品位燃料的耦合促进机制，研究水泥制造“碳-氢-能”燃烧调控技术，开发适应热值 $\leq 3500\text{kcal}$ 低品位燃料大比例使用的分解炉、预燃炉、燃烧器、智能安全控制等技术装备，实现水泥工业氢能耦合替代燃料/劣质燃料的高效利用和减污降碳。

预期目标：到 2026 年，完成氢能耦合低品位燃料煅烧水泥技术及成套装备研发，水泥烧成系统氢能耦合劣质燃料比例 $\geq 30\%$ ，低品位燃料在窑炉系统内基本燃烧，实现分解炉出口 $\text{CO}\leq 0.2\%$ ，系统热效率提升 1%以上，智能控制关键温度参数波动 $\leq 5\%$ 。

（六）大功率 SOEC/SOFC 氢储能发电系统成套装备

揭榜任务：面向工业绿色微电网建设应用需求，研究储氢、大功率制氢/发电系统的“氢-电”高效耦合调控技术，开发固体氧化物电解水制氢/固体氧化物燃料电池（SOEC/SOFC）可逆系统和储氢系统的模块化设计和一体化集成方案，研究宽温度范围内具有高电导率的电解质材料、良好电解质界面相容性的空气电极材料、良好导电性的金属陶瓷燃料电极，实现大功率氢储能发电系统在分布式可再生能源和备用电源领域的示范应用。

预期目标：到 2026 年，完成峰值功率达 60kW 的氢储能发电系统开发，额定工况下系统循环能量效率达到 40%，

最高工作效率达到 50%; 额定工况下, 每日一充一放工况下, 系统循环寿命达到 500 次。