

智能电网国家科技重大专项基础支撑 自主化关键技术公开项目申报指南

(仅国家科技管理信息系统注册用户登录可见)

根据智能电网国家科技重大专项(以下简称重大专项)实施方案的部署,按照国家科技计划管理相关规定,现发布基础支撑自主化关键技术公开项目申报指南。

本重大专项总体目标是:面向国家重大需求和世界科技前沿,落实“四个革命、一个合作”能源安全新战略,创新一批智能电网理论方法,攻克一批关键技术,研制一批核心装备,建设一批重大示范工程,支撑我国新能源大规模开发和高效利用,满足人民多元化的能源供应需求,深入推动能源革命,加快建设能源强国,有力支撑“双碳”目标,保障能源安全供给。

基础支撑自主化关键技术公开项目申报指南部署由国家意志主导、战略需求牵引,力争在事关国家安全和发展的战略必争领域尽快形成新质生产力和核心竞争力,围绕电网柔性互联与安全运行、智能电网基础支撑技术等 2 个技术方向,拟启动 9 项重大技术装备类指南任务。项目牵头申报单位组织参与单位按照任务需求编制项目预算申报书,并按指南要求的比例进行资金配套,鼓励地方、金融资本及其他社会资本等投入,重大技术装备类项目配套经费与国拨经费比例,原则上不低于 3:1。对于通过答辩评审的项目,如中央财政资金预算被评审核减,在签订任务合

同书时原承诺的其他来源资金总额不得减少。

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。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。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。

方向三：电网柔性互联与安全运行

3.1 ± 800 千伏换流变压器高端阀侧套管关键技术

研究内容：针对自主化 ± 800 千伏换流变压器高端阀侧套管结构设计、材料性能与考核方法仍无法满足工程需求的问题，研究自主化 ± 800 千伏换流变压器高端阀侧套管的设计、材料、工艺和试验考核方面的关键技术，具体包括：复杂电压波形下胶浸纸复合材料空间电荷行为特性与材料界面性能提升方法；交直流复合应力下套管大尺寸胶浸纸电容芯体绝缘结构、表面性能、内外绝缘及载流结构协同优化设计；换流变压器出线装置与阀侧套管特性适配及性能提升技术；阀侧套管交直流复合应力等效带电试验及状态评估技术；研制自主化 ± 800 千伏换流变压器高端阀侧套管。

考核指标：提出不少于 3 类波形的复合电压下胶浸纸材料界面性能提升方法；提出交直流复合电压下 ± 800 千伏阀侧套管芯体内部胶浸纸复合材料 5 至 120 摄氏度的场强控制值；自主化的

±800 千伏阀侧套管芯体固化成型后直径不小于 500 毫米，长度不小于 12 米；滑动载流连接结构 1 万次微动滑移后，不低于 4000 安额定电流下热点温度不超过 105 摄氏度（空气中或六氟化硫中）；提出考虑交直流复合应力运行工况的±800 千伏换流变压器高端阀侧套管性能评价方法以及交直流复合应力等效带电试验技术方法；研制换流变压器阀侧套管，电压等级±800 千伏，额定电流不低于 4000 安，介质损耗因数(20 摄氏度)不大于 0.5%，工频局部放电测量试验电压下局部放电量不大于 10 皮库。采用进口材料研制的阀侧套管数量不少于 2 支，实现工程应用，应用时间不少于 18 个月，18 个月内故障次数不高于 1 次每支；采用自主材料研制的阀侧套管数量不少于 2 支，实现等效带电试验考核或示范应用并落实具体措施，带电时间不少于 3 个月。

项目类型：重大技术装备类 / 实施年限：4 年

3.2 220 千伏大容量气体绝缘变压器关键技术

研究内容：针对大型城市核心区变电站防爆燃高安全、高负荷密度供电等要求，研究 220 千伏大容量气体绝缘变压器关键技术，具体包括：大容量气体绝缘变压器多物理场仿真与电场设计准则及校核方法；气体绝缘变压器散热结构设计及优化方法；无油式长寿命有载调压开关等大容量气体绝缘变压器关键部件研制；大容量气体绝缘变压器制造工艺及变压器研制；大容量气体变压器运行监测及工程示范应用。

考核指标：形成 220 千伏大容量气体绝缘变压器电场设计准则与校核方法；变压器热点温度仿真值与样机实测值误差不大于 5%，样机绕组平均温升不大于 75 开、热点温升不大于 90 开；

无油式有载调压开关电气寿命不小于 20 万次操作；气体绝缘变压器电压等级不小于 220 千伏，容量不小于 180 兆伏安，局部放电量不大于 50 皮库，噪声水平不大于 80 分贝，气体绝缘变压器通过型式试验；220 千伏大容量气体绝缘变压器的年生产能力不低于 1 吉伏安；形成大容量气体绝缘变压器技术标准；220 千伏大容量气体绝缘变压器工程示范应用不少于 1 台，示范应用时间不少于 6 个月。

项目类型：重大技术装备类 / 实施年限：4 年

3.3 交流特高压变电站无功补偿专用开关设备关键技术

研究内容：针对特高压电网频繁无功投切、核心装备断供风险及关键部件自主化需求，开展交流特高压变电站 145 千伏无功补偿专用开关设备自主化研制与示范应用，具体包括：高性能耐烧蚀触头材料及工艺技术研究；灭弧室容性关合预击穿抑制、高恢复电压条件下介质恢复特性技术研究；高稳定操动机构与自主化高精度选相控制技术装置研制；145 千伏无功补偿专用开关试验技术研究；145 千伏无功补偿专用开关设备研制及交流特高压工程示范应用。

考核指标：145 千伏无功补偿专用开关额定电压 145 千伏，额定电流 1600 安，额定短时耐受电流 40 千安/3 秒，额定工频耐受电压 275 千伏，额定雷电冲击耐受电压 650 千伏；高性能触头导电率不小于 45% 国际退火铜标准、硬度不小于 250 布氏硬度、抗弯强度不低于 1200 兆帕；电容器组开断电流 1600 安/5000 次，背对背电容器组关合涌流不带选相合闸装置的开关满足 9.3 千安/5000 次、带选相合闸装置的开关满足 3.2 千安/5000 次；选相装

置出口合闸精度优于 ± 0.2 毫秒，带选相控制机构合闸分散性优于 ± 0.5 毫秒；形成 145 千伏无功补偿专用开关试验规范；研制交流特高压变电站无功补偿专用开关设备，批量化年生产能力不小于 100 台，并在交流特高压变电站示范应用 2 台，示范应用时间不少于 3 个月。

项目类型：重大技术装备类 / 实施年限：4 年

3.4 特高压换流站零磁通直流电流测量装置和大电流金具关键技术

研究内容：针对大容量特高压直流工程可靠运行和自主化需求，开展覆盖高海拔等特殊环境下的自主化零磁通直流电流测量装置、阀厅大电流金具关键技术研究，具体包括：零磁通直流电流测量装置铁芯磁平衡及磁调制技术研究；零磁通直流电流测量装置高性能磁芯材料磁特性研究及大尺寸磁芯优化设计；阀厅大电流金具电流均匀分配及电—热—力—位移阻尼耦合协同设计研究；阀厅大电流金具关键制造工艺及位移性能分析研究；适应于高海拔及极端环境的零磁通直流电流测量装置和阀厅大电流金具整机研制及工程示范应用。

考核指标：研制高导磁率高饱和特性磁芯，相对导磁率大于 8×10^5 ，设计恒张力大孔径磁环，内径大于 500 毫米，研发自主化零磁通直流电流测量装置，环境温度负 40 至 70 摄氏度，最高运行电压 150 千伏，额定电流 5000 安，准确度 0.2 级（GB/T 20840.14）；电流阶跃响应时间不大于 60 微秒；3000 赫兹谐波下幅值误差不大于 1%；海拔高度不低于 3000 米、抗电磁干扰能力达 A 级；批量化年生产能力不小于 80 台，良品率不小于 98%；

研制的测量装置通过型式试验，并在特高压换流站完成示范应用 8 台，示范应用时间不小于 6 个月，其中不少于 1 台应用于海拔不小于 3500 米换流站。研发自主化阀厅大电流金具，热点温升预测精度不大于 3 开；额定电压 ± 800 千伏，额定电流不小于 7000 安，温升不大于 40 开，电流不均匀系数不大于 10%，允许位移（伸缩）量不小于 0.5 米，通过 1000 次疲劳试验，通过试验用地震加速度 0.4g 下 T/CEC 404.3-2020 要求的抗震试验，通过型式试验；批量化年生产能力不少于 500 套；在 ± 800 千伏/8 吉瓦特高压直流工程中示范应用大于 20 套，示范应用时间不小于 6 个月。

项目类型：重大技术装备类 / 实施年限：4 年

该指南建议由制造业企业牵头申报。

方向四：智能电网基础支撑技术

4.1 特高压交流 GIS 断路器用均压电容器关键技术

研究内容：针对特高压交流气体绝缘全封闭组合电器（GIS）断路器用均压电容器自主化研制问题，研究均压电容器关键技术，实现特高压交流 GIS 断路器用均压电容器性能提升、自主化制造及工程应用，具体包括：均压电容器运行条件及失效机理分析；油浸式均压电容器电气与机械性能提升及产品研制；陶瓷式均压电容器配方开发、工艺优化及产品研制；均压电容器性能评价与可靠性检验方法；均压电容器自主化批量制备及工程示范应用。

考核指标：建立特高压交流断路器均压电容多尺度、多物理场耦合模型，提出均压电容器劣化状态评估方法；研制特高压交流 GIS 断路器（四断口）用油浸式均压电容器，额定电压 180

千伏，额定操作冲击耐受电压 850 千伏，介质损耗不大于 0.2%，400 千伏下局部放电量不大于 1.5 皮库，膨胀器机械寿命不小于 10000 次，电容器冷热循环寿命不小于 50 次，低温和高温下工频耐压 360 千伏；研制特高压交流 GIS 断路器（双断口）用陶瓷式均压电容器，单体额定电压 20 千伏，电容量 1080 ± 54 皮法，工频击穿电压不小于 70 千伏，额定雷电冲击耐受电压不小于 120 千伏，电容温度特性不低于 Z5T，介质损耗不大于 0.1%，2 倍额定电压下局部放电量不大于 1 皮库；形成均压电容器性能评价与可靠性检验标准；特高压交流 GIS 断路器用均压电容器中油浸式均压电容器批量化年生产能力不少于 1200 支，一次交检合格率不低于 95%，陶瓷式元件批量化年生产能力不少于 16 万片，一次交检合格率不低于 80%；研制的特高压交流 GIS 断路器均压电容器实现工程示范应用，其中油浸式均压电容器不小于 20 支，陶瓷式均压电容器不小于 3500 片，示范应用时间均不小于 3 个月。

项目类型：重大技术装备类/实施年限：3 年

4.2 500 千伏电缆附件橡胶材料关键技术

研究内容：针对超高压电缆附件橡胶材料的自主化需求，研究电缆附件橡胶材料关键技术，具体包括：橡胶基础材料分子结构设计及批量化制备；橡胶绝缘复合材料多性能协同优化与配方开发；橡胶半导体复合材料性能调控与配方开发；橡胶绝缘和半导体复合材料批量化制备与 500 千伏电缆附件研制；500 千伏电缆附件性能评价及工程示范应用。

考核指标：橡胶基础材料门尼粘度 ML (1+4) 100 摄氏度下

不大于 50，体积电阻率不小于 1.0×10^{15} 欧姆·厘米（23 摄氏度），批量化年生产能力不小于 100 吨；橡胶绝缘复合材料邵氏硬度 A 不大于 70，抗张强度不小于 6.0 兆帕，断裂伸长率不小于 300%；压缩永久变形不大于 15%（100 摄氏度 70 小时后）；直流击穿场强不小于 50 千伏每毫米（23 摄氏度， 1.0 ± 0.05 毫米）；工频击穿场强不小于 30 千伏每毫米（23 摄氏度， 1.0 ± 0.05 毫米），介质损耗因数不大于 0.003（23 摄氏度）；批量化年生产能力不小于 50 吨；橡胶导电复合材料邵氏硬度 A 不大于 80，抗张强度不小于 6.0 兆帕，断裂伸长率不低于 300%；压缩永久变形不大于 15%（100 摄氏度 70 小时后）；体积电阻率小于 1.0×10^3 欧姆·厘米（23 摄氏度）；批量化年生产能力不小于 30 吨；研制 500 千伏电缆附件，通过出厂试验及型式试验，工程示范应用数量不少于 1 个，示范应用时间不少于 3 个月。

项目类型：重大技术装备类 / 实施年限：4 年

4.3 阻尼吸收电容器用聚丙烯粗化膜材料关键技术

研究内容：针对电网换相换流阀阻尼电容器用高性能聚丙烯粗化膜自主化问题，开展换流阀阻尼电容器用聚丙烯粗化膜材料关键技术研究，具体包括：阻尼电容器用聚丙烯薄膜粗化机理与配方体系设计；阻尼电容器用聚丙烯粗化膜粗化结构调控方法及批量化制备；交变电压下聚丙烯粗化膜—浸渍剂相容性调控与绝缘优化技术；高频次冲击放电下阻尼电容器电热协同优化设计及研制；换流阀阻尼电容器性能评估与工程示范。

考核指标：粗化聚丙烯铸片材料 β 晶熔融峰温不小于 140 摄氏度，灰分不高于百万分之 20；粗化膜厚度 10 至 15 微米，空

隙率 (8.5 ± 2.5)%，表面粗糙度 0.4 ± 0.15 微米，常温下直流击穿强度 (50 点法) 不小于 550 千伏每毫米；批量化年生产能力不小于 100 吨，良率不小于 70%；粗化膜浸渍后浸渍剂介质损耗因数增量不大于 50%，工频电压下浸渍聚丙烯粗化膜击穿强度 (元件法) 不小于 150 千伏每毫米 (有效值)；1.1 倍额定电压下阻尼电容器极间局部放电量不大于 10 皮库，承受 1000 次短路冲击放电后电容量变化不大于 1%，批量化年生产能力不小于 2000 台；在 ± 500 千伏与 ± 800 千伏工程换流站示范应用，各自应用数量不少于 10 台，示范应用时间不少于 6 个月。

项目类型：重大技术装备类 / 实施年限：4 年

4.4 超 / 特高压变压器用绝缘粘接材料关键技术

研究内容：针对超 / 特高压变压器用绝缘粘接材料的自主化需求，研究变压器绝缘胶材料关键技术，具体包括：绝缘胶材料的分子结构设计与配方优化；变压器用层压纸板绝缘件粘接技术；高压油浸环境下层压纸板绝缘件多维性能协同技术；绝缘胶与 500 千伏绝缘件批量化制备；500 千伏及以上变压器绝缘件性能评价及工程示范应用。

考核指标：建成 3 类绝缘胶性能迭代参数数据库，适用于 500 千伏及以上变压器绝缘胶产品选型，所研制的酪素胶固含量 22% 至 34% (批次产品性能均一性高于 98%)、pH 值 7.0 至 8.6、电导率 450 至 550 毫西门子每米 (25 摄氏度)、批量化年生产能力大于 200 吨，PVA 胶固含量不低于 10%，pH 值 6.5 至 7.5、击穿电压不低于 16 千伏每毫米、电导率不大于 10 毫西门子每米 (25 摄氏度)、批量化年生产能力大于 300 吨，不饱和聚酯胶

密度 1.29 至 1.31 克每立方厘米、批量化年生产能力大于 100 吨；使用酪素胶粘接的纸板弯曲强度不低于 80 兆帕，不饱和聚酯胶粘接的纸板弯曲强度不低于 110 兆帕；使用酪素胶粘接的纸板击穿电压不低于 46 千伏每毫米，不饱和聚酯胶粘接的纸板击穿电压不低于 9 千伏每毫米，全部纸板 90 摄氏度下工频介质损耗均不大于 0.7%；形成 3 类绝缘胶绝缘、机械及老化性能测试规范；2 台 500 千伏及以上变压器核心部件全部采用自主化绝缘胶粘制生产，并通过耐压、冲击、温升型式试验，示范应用时间不小于 6 个月。

项目类型：重大技术装备类 / 实施年限：3 年

该指南建议由制造业企业牵头申报。

4.5 大功率半导体器件封装多物理场耦合仿真软件关键技术

研究内容：针对大功率半导体器件高性能、高可靠封装互连工艺开发及封装结构设计需求，研究并开发自主化的大功率半导体器件多物理场封装耦合仿真软件，具体包括：多物理场作用下典型封装互连及绝缘材料的微观和宏观物理参数模型及建立封装互连与绝缘材料本构模型库；封装互连工艺过程与暂稳态工况下计及封装工艺影响的芯片—封装跨尺度电、热、流、力多物理场建模与高效计算方法；基于 GPU/CPU 异构并行架构，融合区域分解、快速预条件迭代和网格自适应技术的多物理场求解引擎；融合 AI 代理模型、仿真智能体技术的专用智能化高效仿真软件；在二极管、晶闸管、IGBT、IGCT 和碳化硅 MOSFET 等典型大功率半导体器件的研制中进行示范应用。

考核指标：模型库包含不少于 15 种互连与绝缘材料模型，支持焊接和压接型器件中键合、焊接、烧结等 6 种封装工艺仿真；计算方法支持跨尺度和基于场量的网格自适应与多物理场耦合求解，与实验相比，最高温度偏差不大于 5%，翘曲偏差不大于 10%，电、热、力耦合场下封装模组变形偏差不大于 10%；GPU 并行求解效率比 CPU 提升不小于 10 倍；具备边界无关性的大功率半导体器件代理模型库，代理模型算法不少于 20 种，代理模型求解结果较多物理场仿真结果误差不大于 5%，单次预测效率提升不小于 100 倍，仿真智能体支持不少于 3 模态输入，前后处理操作时间降低 50%；在不少于 5 家国内厂家的二极管、晶闸管、IGBT、IGCT 和碳化硅 MOSFET 等器件研制中示范应用。

项目类型：重大技术装备类 / 实施年限：4 年

智能电网国家科技重大专项基础支撑 自主化关键技术公开项目申报指南形式 审查条件要求

申报项目须符合以下形式审查条件要求。

一、推荐程序和填写要求

- (一) 由指南规定的推荐单位在规定时间内出具推荐函。
- (二) 申报单位同一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。
- (三) 项目申报材料内容与申报的指南方向相符。
- (四) 项目申报材料及附件按格式要求填写完整。

二、申报单位应具备的资格条件

- (一) 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，有较强的科技研发能力和条件，运行管理规范。国家机关不得作为申报单位进行申报。
- (二) 注册时间在 2025 年 7 月 31 日前。
- (三) 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。

三、申报人应具备的资格条件

- (一) 项目（课题）负责人应具有高级职称或博士学位，原则上不超过 60 周岁（1966 年 12 月 31 日以后出生）。项目（课

题)负责人应保证充足的工作时间,原则上每年用于项目(课题)的工作时间不少于6个月。

(二)项目(课题)负责人应为该项目(课题)主体研究思路的提出者和实际主持研究的科研人员;项目负责人是项目资金使用的直接责任人。

(三)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内地聘用单位和境外聘用单位同时提供聘用的有效材料,并作为项目申报材料一并提交。

(四)申报人在本次申报中作为项目(课题)负责人仅限申报1项;本重大专项的专项专家组成员不得参与申报;中央和地方各级国家机关及港澳特别行政区的公务人员(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)。

项目(课题)负责人、项目骨干申报的专项项目和在研国家科技重大专项、国家重点研发计划重点专项项目总数不超过2个,国家科技重大专项、国家重点研发计划重点专项在研项目(课题)负责人不得作为项目(课题)负责人申报。其中,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”重点专项项目和“战略性科技创新合作”重点专项港澳台项目,不在限项范围内;国家科技重大专项、国家重点研发计划重点专项的在研项目(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科技重大专项。

对于本重大专项的项目（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）、卓越研究群体项目（原基础科学中心项目，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，项目（课题）负责人与项目骨干同期申报和在研的以上专项项目数原则上不得超过2个。本重大专项申报项目（课题）负责人不得作为申报和在研国家自然科学基金重大项目、卓越研究群体项目及国家重大科研仪器研制项目的项目（课题）负责人或学术带头人。

项目任务书执行期（包括获批延期后执行期）到2026年12月31日前的在研项目（含任务或课题）不在限项范围内。

（五）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。

四、其他形式审查条件要求

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；除特殊说明外，项目下设课题不超过5个，重大技术装备类项目参与单位（含项目牵头申报单位）总数不超过10家。

项目的具体申报要求，详见项目申报指南。有特殊规定的，从其规定。各申报单位在正式提交项目申报材料前可利用国科管系统查询相关科研人员承担国家科技重大专项、国家重点研发计划重点专项、国家自然科学基金重大项目等在研项目（含课题或任务）情况。

抄送：科技部、财政部，北京怀柔实验室。

国家能源局综合司

2026 年 7 月 30 日印发

