

工业和信息化部等六部门关于推动能源电子产业发展的指导意见

工信部联电子〔2022〕181号

各省、自治区、直辖市人民政府，国务院各部委、各直属机构：

能源电子产业是电子信息技术和新能源需求融合创新产生并快速发展的新兴产业，是生产能源、服务能源、应用能源的电子信息技术及产品的总称，主要包括太阳能光伏、新型储能电池、重点终端应用、关键信息技术及产品（以下统称光储端信）等领域。随着全球加快应对气候变化，“能源消费电力化、电力生产低碳化、生产消费信息化”正加速演进。能源电子既是实施制造强国和网络强国战略的重要内容，也是新能源生产、存储和利用的物质基础，更是实现碳达峰碳中和目标的中坚力量。为推动能源电子产业发展，从供给侧入手、在制造端发力、以硬科技为导向、以产业化为目标，助力实现碳达峰碳中和，经国务院同意，现提出以下意见：

一、总体要求

（一）指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻落实党的二十大精神，立足新发展阶段，完整、准确、全面贯彻新发展理念，构建新发展格局，以深化供给侧结构性改革为主线，以改革创新为根本动力，以构建产业生态体系为目标，以做优做强产业基础和稳固产业链供应链为根本保障，抓住新一轮科技革命和产业变革的机遇，推动能源电子产业发展，狠抓关键核心技术攻关，创新人才培养模式，推进能源生产和消费革命，加快生态文明建设，确保碳达峰碳中和目标实现。

（二）基本原则

市场主导、政策支持。发挥市场在资源配置中的决定性作用，强化企业市场主体地位，营造良好的市场环境。更好发挥政府作用，完善政策机制，加强政策引领。

统筹规划、融合发展。优化顶层设计，坚持系统观念，协调供需关系。加强产业链上下游协同，促进“光储端信”全链条融合创新，统筹推进产业集聚发展。

创新驱动、开放合作。营造开放包容的创新环境，鼓励技术、机制及模式创新。建立国际开放合作体系，打造具有全球竞争力的能源电子产业链。

安全高效、持续发展。加强安全技术攻关和产品提质增效，健全技术标准和检测认证体系。全面推行绿色制造和智能制造，促进能源电子产业绿色低碳可持续发展。

（三）发展目标

到2025年，产业技术创新取得突破，产业基础高级化、产业链现代化水平明显提高，产业生态体系基本建立。高端产品供给能力大幅提升，技术融合应用加快推进。能源电子产业有效支撑新能源大规模应用，成为推动能源革命的重要力量。

到2030年，能源电子产业综合实力持续提升，形成与国内外新能源需求相适应的产业规模。产业集群和生态体系不断完善，5G/6G、先进计算、人工智能、工业互联网等新一代信息技术在能源领域广泛应用，培育形成若干具有国际领先水平的能源电子企业，学科建设和人才培养体系健全。能源电子产业成为推动实现碳达峰碳中和的关键力量。

二、深入推动能源电子全产业链协同和融合发展

（四）加强供需两端统筹协调

面向碳达峰碳中和目标，系统谋划能源电子全产业链条，以高质量供给引领和创造新需求，提升供给体系的韧性和对需求的适配性。鼓励以企业为主导，开展面向市场和产业化应用的研发活动，扩大光伏发电系统、新型储能系统、新能源微电网等智能化多样化产品和服务供给。推动能源电子重点领域深度融合，提升新能源生产、存储、输配和终端应用能力。推动能源绿色低碳转型，促进清洁能源与节能降碳增效、绿色能源消费等高效协同。

（五）促进全产业链协同发展

把促进新能源发展放在更加突出的位置，积极有序发展光能源、硅能源、氢能源、可再生能源，推动能源电子产业链供应链上下游协同发展，形成动态平衡的良性产业生态。引导太阳能光伏、储能技术及产品各环节均衡发展，避免产能过剩、恶性竞争。促进“光储端信”深度融合和创新应用，把握数字经济发展趋势和规律，加快推动新一代信息技术与新能源融合发展，积极培育新产品新业态新模式。推动基础元器件、基础材料、基础工艺等领域重点突破，锻造产业长板，补齐基础短板，提升产业链供应链抗风险能力。

（六）健全技术创新支撑体系

在能源电子领域支持建立制造业创新中心、碳中和未来技术学院等研发创新平台，推动产业基础研究，加大低碳零碳负碳等关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术研发力度。支持企业、高等院校及科研院所加强合作，构建多层次联合创新体系，强化创新链产业链融合，形成技术创新攻坚合力。鼓励地方围绕特色或细分领域，开展关键技术研发与产业化，形成差异化发展。充分发挥人才第一资源作用，加强能源电子创新人才体系建设。

三、提升太阳能光伏和新型储能电池供给能力

（七）发展先进高效的光伏产品及技术

加快智能光伏创新突破，发展高纯硅料、大尺寸硅片技术，支持高效低成本晶硅电池生产，推动N型高效电池、柔性薄膜电池、钙钛矿及叠层电池等先进技术的研发应用，提升规模化量产能力。鼓励开发先进适用的智能光伏组件，发展智能逆变器、控制器、汇流箱、跟踪系统等关键部件。加大对关键技术装备、原辅料研发应用的支持力度。鼓励开发安全便捷的户用智能光伏系统，鼓励发展光伏充电宝、穿戴装备、交通工具等移动能源产品。探索建立光伏“碳足迹”评价标准并开展认证。加快构建光伏供应链溯源体系，推动光伏组件回收利用技术研发及产业化应用。

专栏 1 太阳能光伏产品及技术供给能力提升行动

晶硅电池。支持开展大尺寸和双面、PERC、PERC+SE、MB

B 等 PERC+高效电池技术的规模化量产。开展 TOPCon、HJT、IBC 等高效电池及组件的研发与产业化，突破 N 型电池大规模生产工艺。

薄膜电池。统筹开发钙钛矿电池（含钙钛矿/晶硅叠层电池）、非晶硅/微晶硅/多晶硅薄膜电池、化合物薄膜电池等高效薄膜电池技术。开发 BIPV 构件、车船用构件、户外用品等产品，拓展应用领域。

光伏材料和设备。开发高纯度、低成本多晶硅材料和高性能硅片，提升大尺寸单晶硅拉棒、切片等制备工艺技术，提升电子浆料、光伏背板、光伏玻璃、封装胶膜、电子化学品等关键光伏材料高端产业化能力。支持高效闭环硅料全套产线突破，提升还原炉、单晶炉、PECVD、切片机、丝网印刷机、光电检测设备等水平。

智能组件及逆变器。发展具有优化消除阴影遮挡功率损失、失配损失、消除热斑、智能控制关断、智能光照跟踪、实时监测运行等功能的智能光伏组件产品，提升光伏组件轻质化、柔性化、智能化水平。开发新型高效率和高可靠性逆变器，提高光伏电站监控运维水平。

系统和运维。研发推广智能管理系统和集成运维技术，提高光伏发电全周期信息化管理水平。结合 5G、AI、机器视觉、无人机等开展无人智慧化电站运维系统研究，开发光伏电站系统智能清洗机器人、智能巡检无人机、智能 AI 系统平台等产品。推广应用 1500V 光伏系统技术。

（八）开发安全经济的新型储能电池

加强新型储能电池产业化技术攻关，推进先进储能技术及产品规模化应用。研究突破超长寿命高安全性电池体系、大规模大容量高效储能、交通工具移动储能等关键技术，加快研发固态电池、钠离子电池、氢储能/燃料电池等新型电

池。推广智能化生产工艺与装备、先进集成及制造技术、性能测试和评估技术。提高锂、镍、钴、铂等关键资源保障能力，加强替代材料的开发应用。推广基于优势互补功率型和能量型电化学储能技术的混合储能系统。支持建立锂电等全生命周期溯源管理平台，开展电池碳足迹核算标准与方法研究，探索建立电池产品碳排放管理体系。

专栏 2 新型储能电池产品及技术供给能力提升行动

锂离子电池。支持开发超长寿命高安全性储能锂离子电池。优化设计和制造工艺，从材料、单体、系统等多维度提升电池全生命周期安全性和经济性。推进聚合物锂离子电池、全气候电池、固态电池和快充电池等研发和应用。

锂电材料及装备。保障高性能碳酸锂、氢氧化锂和前驱体材料等供给，提升单晶高镍、磷酸铁锰锂等正极材料性能。提高石墨、锂复合负极等负极材料应用水平。加快电解液用高纯碳酸酯溶剂、高纯六氟磷酸锂溶质等产业化应用。提升高破膜高粘接性功能隔膜的性能。突破搅拌、涂覆、卷绕、分切等高效设备。

钠离子电池。聚焦电池低成本和高安全性，加强硬碳负极材料等正负极材料、电解液等主材和相关辅材的研究，开发高效模块化系统集成技术，加快钠离子电池技术突破和规模化应用。

液流电池。发展低成本、高能量密度、安全环保的全钒、铬铁、锌溴液流电池。突破液流电池能量效率、系统可靠性、全周期使用成本等制约规模化应用的瓶颈。促进质子交换膜、电极材料等关键部件产业化。

氢储能/燃料电池。加快高效制氢技术攻关，推进储氢材料、储氢容器和车载储氢系统等研发。加快氢、甲醇、天然气等高效燃料电池研发和推广应用。突破电堆、双极板、质子交换膜、催化剂、膜电极材料等燃料电池关键技术。支持制氢、储氢、燃氢等系统集成技术开发及应用。

超级电容器。加强高性能体系、高电压电解液技术、低成本隔膜及活性炭技术的研发，提高超级电容器在短时高功率

输出、调频稳压、能量回收、高可靠性电源等领域的推广应用。

其他新型储能技术及产品。研发新型环保、长寿命、低成本铅炭电池，开发高导电的专用多孔炭材料。推动正负极板栅的塑铅复合化，减少用铅量，提高电池比能量。开发新型空气电池，加强金属负极保护、枝晶抑制、选择性透过膜、电池结构设计等基础研究。鼓励开发规模储能用水系新电池。推动飞轮储能、压缩空气、储热等其他新型储能技术装备研发及产业化突破。

电池系统集成、检测评价和回收利用。开发安全高效的储能集成系统，针对电芯衰减、不一致性提高精细化管理水平，增强储能系统高效温控技术，提升电池管理系统性能、可用容量及系统可用度。开发电池全自动信息化生产工艺与装备。加强储能电池多维度安全测试技术、热失控安全预警技术和评价体系的开发与应用，突破电池安全高效回收拆解、梯次利用和再生利用等技术。

储能系统智能预警安防。开发基于声、热、力、电、气多物理参数的智能安全预警技术，以及高效、清洁的消防技术。建立储能系统安全分级评估体系，发展基于运行数据驱动和先进人工智能算法的储能系统安全状态动态智能评估技术。

四、支持新技术新产品在重点终端市场应用

（九）推动先进产品及技术示范

面向新型电力系统和数据中心、算力中心、电动机械工具、电动交通工具及充换电设施、新型基础设施等重点终端应用，开展能源电子多元化试点示范，打造一批提供光储融合系统解决方案的标杆企业。依托国家新型工业化产业示范基地等建设，培育形成一批能源电子产业集群，提升辐射带动作用。支持特色光储融合项目和平台建设，推进新技术、新产品与新模式先行先试，提升太阳能光伏发电效率和消纳利用水平。加快功率半导体器件等面向光伏发电、风力发电、

电力传输、新能源汽车、轨道交通推广。提高长寿命、高效率的LED技术水平，推动新型半导体照明产品在智慧城市、智能家居等领域应用，发展绿色照明、健康照明。

（十）支持重点领域融合发展

加快能源电子技术及产品在工业、通信、能源、交通、建筑、农业等领域应用。鼓励建设工业绿色微电网，实现分布式光伏、分散式风电、多元储能、高效热泵、余热余压利用、智慧能源管控等一体化系统开发运行，实现多能高效互补利用。支撑大型风光电基地建设。强化能源电子技术在常规能源领域的融合应用，推动智能化开采和清洁高效利用。推动交通、机械工具电动化，加快电动船舶、电动飞机等研发推广。探索光伏和新能源汽车融合应用路径。推进屋顶、墙面光伏系统研发应用，发展户用光储超微电站，推动光伏、储能电池与建筑建材融合应用。推动农光互补、渔光互补等光伏发电复合开发，鼓励光伏农业新兴商业模式探索，促进农民增收，支持乡村振兴和共同富裕建设。

（十一）加大新兴领域应用推广

采用分布式储能、“光伏+储能”等模式推动能源供应多样化，提升能源电子产品在5G基站、新能源汽车充电桩等新型基础设施领域的应用水平。面向“东数西算”等重大工程提升能源保障供给能力，建立分布式光伏集群配套储能系统，促进数据中心等可再生能源电力消费。探索开展源网荷储一体化、多能互补的智慧能源系统、智能微电网、虚拟电厂建设，开发快速实时微电网协调控制系统和多元用户友好智能供需互动技术，加快适用于智能微电网的光伏产品和储能系统等研发，满足用户个性化用电需求。

五、推动关键信息技术及产品发展和创新应用

（十二）发展面向新能源的关键信息技术产品

加强面向新能源领域的关键信息技术产品开发和應用，主要包括适应新能源需求的电力电子、柔性电子、传感物联、智慧能源信息系统及有关的先进计算、工业软件、传输通信、工业机器人等适配性技术及产品。研究小型化、高性能、高效率、高可靠的功率半导体、传感类器件、光电子器件等基础电子元器件及专用设备、先进工艺，支持特高压等新能源供给消纳体系建设。推动能源电子产业数字化、智能化发展，突破全环境仿真平台、先进算力算法、工业基础软件、人工智能等技术。推动信息技术相关装备及仪器创新发展。

推动互联网、大数据、人工智能、5G 等信息技术与绿色低碳产业深度融合。加快智能工厂建设，推进关键工序数字化改造，优化生产工艺及质量管控系统。推动基础材料生产智能升级，提升硅料硅片、储能电池材料和高性能电池等生产、包装、储存、运输的机械化与自动化水平，提高产品一致性和稳定性。支持制造企业延伸服务链条，发展服务型制造新模式，推动提升智能设计、智能集成、智能运维水平。发展智慧能源系统关键技术和电网智能调度运行控制与维护技术。

专栏 3 能源电子关键信息技术产品供给能力提升行动

光电子器件。基于能源电子需求，发展高速光通信芯片、高速高精度光探测器、高速直调和外调制激光器、高速调制器芯片、高功率激光器、光传输用数字信号处理器芯片、高速驱动器和跨阻抗放大器芯片。

功率半导体器件。面向光伏、风电、储能系统、半导体照明等，发展新能源用耐高温、耐高压、低损耗、高可靠 IGBT 器件及模块，SiC、GaN 等先进宽禁带半导体材料与先进拓扑结构和封装技术，新型电力电子器件及关键技术。

敏感元件及传感类器件。发展小型化、低功耗、集成化、高灵敏度的敏感元件，集成多维度信息采集能力的高端传感器，新型 MEMS 传感器和智能传感器，突破微型化、智能化的电声器件和图像传感器件。

发光二极管。推动高品质、全光谱 LED 芯片及器件研发，加快提升晶片、银胶、环氧树脂等性能。面向机器视觉、植物生长、紫外消杀等非视觉应用，突破 LED 生产工艺、高光效黄光 LED 芯片、新型高效非可见光发光材料等技术，支持新型照明应用。

先进计算及系统。加快云计算、量子计算、机器学习与人工智能等技术推广应用。支持研究多域电子电气架构，突破智能设计与仿真及其工具、制造物联与服务、能源大数据处理等高端工业软件核心技术，建立健全能源电子生产运维信息系统。

数据监测与运行分析系统。推动建设能源电子产业数据平台，开展平台基础能力、运营服务、产业支撑等运行数据自动化采集，研发平台运行监测及行业运行分析模型，提升数据汇聚、分析、应用能力。

六、高度重视产业安全规范和有序发展

（十四）加强公共服务平台建设

支持能源电子领域建立多类型公共服务平台，培育特色工业互联网平台和监测分析数据平台，推动能源电子产业云建设，组织整合、集成优化各类资源，服务行业发展。探索建立分析评价专业平台，开展产品分析、评价、应用验证等服务。探索建立创新创业孵化平台，推动建立一批能源电子产业生态孵化器、加速器。支持建立能源电子领域知识产权运营中心，开展太阳能光伏、储能电池、终端应用以及信息技术产品知识产权交易与培训、科技成果评价等工作，完善知识产权布局，加强专利分析预警。搭建协同创新和成果转化平台，形成创新成果转化与新能源消费相互促进的良性循环。

（十五）健全产业标准体系

持续开展光伏、锂电等综合标准化技术体系建设。协同推进智能光伏国家标准、行业标准和团体标准，研究制定锂离子电池全生命周期评价体系及安全标准，加强固态电池、钠离子电池、超级电容器、氢储能/燃料电池等标准体系研究。开展能源电子智能制造与运维、管理控制系统等相关标准研制，加强与现行能源电力系统标准衔接，推动建立产品制造、建设安装、运行监测等环节的安全标准及管理体系。开展国际标准化合作，积极参与国际标准研究制定。

（十六）加强行业规范管理

加强与有关政策、规划衔接，引导能源电子产业转型升级和健康有序发展，支持智能光伏创新升级和应用示范，实施光伏、锂电等规范条件。加强行业统筹管理，提升项目建设和运营水平。完善检测认证服务，建立与国际接轨互认的检测平台和认证体系。规范质量品牌建设，引导企业建立以质量为基础的品牌发展战略，培育一批具有国际影响力的中国品牌。加强相关产品质量抽检，提高能源电子产品性能及可靠性。

（十七）做好安全风险防范

坚持底线思维，落实安全生产责任制。引导企业开展安全生产标准化建设，提升能源电子产业本质安全和生产安全。建立光伏发电项目全生命周期管理体系，实现全流程全要素精细化、系统化管理。建设分布式光伏大数据等管理中心，实现组件故障、事故隐患的可视化高效管理。鼓励储能电站定制安全保险，强化安全设施配置，制定完善专业人员培训考核制度，提高风险处置能力。

七、着力提升产业国际化发展水平

（十八）加快国际合作步伐

秉持人类命运共同体理念，充分利用多边和双边合作机制，加强能源电子各领域的交流对话，促进能源电子领域贸易和投资自由化便利化，推动建设公平合理、合作共赢的全球秩序和能源体系，服务应对气候变化和新能源革命大局。在相关国际组织和区域合作等框架下，推动政府部门、研究机构、行业协会、企业间的交流互动，坚持市场驱动和企业自主选择，提升能源电子产业国际合作的水平和层次。

（十九）深化全球产业链布局

立足国内大循环、促进国内国际双循环，统筹利用国内国际两个市场、两种资源，统筹推动能源电子产业发展。鼓励企业依托绿色“一带一路”建设等机制，加强全球化布局，深化国际产能合作，构筑互利共赢的产业链供应链合作体系。推动能源电子产业国际合作向共同研发、联合设计、市场营销、国际品牌培育等高端环节延伸。积极构建全球产业链体系，鼓励企业依法依规开展投资、建立研发及产业中心，建设全球营销和服务体系。

八、强化组织保障措施

（二十）加强产业统筹协调

加强能源电子产业发展组织领导，坚持系统思维，建立推动产业高质量发展的协调机制，地方有关部门加强协同和上下联动，共同研究能源电子碳足迹、推进大产业大市场建设等重大问题。深化全局观念，加强顶层设计，强化央地协调工作力度，鼓励地方出台配套支持政策。开展能源电子领域“揭榜挂帅”和试点示范，支持举办创新比赛和行业大会，鼓励行业协会、产业联盟、研究机构等加快建设和发展，充分发挥行业组织公共服务和支撑作用。

（二十一）积极加大政策扶持

充分利用中央及地方相关渠道，落实相关优惠政策措施。加快培育一批以专精特新“小巨人”企业、制造业单项冠军企业、产业链领航企业为代表的能源电子优质企业。研究建立能源电子产业绿色发展指导目录和项目库，发挥国家产融合作平台作用，开展多层次融资对接活动，不断提高金融服务的精准性、针对性和匹配度。综合运用信贷、债券、基金、保险等多种金融工具，加大对能源电子产业链供应链的支持力度。鼓励银行机构立足职能定位，聚焦主责主业，规范开展金融产品和服务创新，助力能源电子产业发展。

（二十二）优化完善市场环境

发挥市场在资源配置中的决定性作用，推动建立公平竞争、健康有序的市场发展环境。充分利用各类产业基金，为能源电子产业发展提供长期稳定资金。在审慎评估的基础上，引导社会资本等设立能源电子领域多元化市场化产业投资基金，探索社会资本投资新模式。建立健全能源电子产业企业信用体系，推行企业产品标准、质量、安全自我声明和监督制度。推动完善光伏发电等价格形成机制，研究制定储能成本补偿机制，提高新能源投资回报率。

（二十三）全面加强人才培养

加强能源电子人才队伍建设，完善从研发、转化、生产到管理的多元化、多层次培养体系。优化人才评价和激励制度，畅通人才流动渠道，加强能源电子职业教育和普通教育相互沟通、职前教育和职后教育有效衔接。创新人才培养

模式，鼓励高校加快能源电子相关学科专业建设，开展高素质人才联合培养和科学研究，推进与世界高水平大学和学术机构的合作交流。深化能源电子领域产教融合，鼓励校企联合开展产学研合作协同育人项目，探索产教融合创新平台建设。

工业和信息化部

教育部

科学技术部

中国人民银行

中国银行保险监督管理委员会

国家能源局

2023年1月3日