

中国制造 2025—能源装备实施方案

国家发展改革委

工业和信息化部

国家能源局

目 录

一、前言.....	1
二、指导思想和基本原则	1
(一) 指导思想	1
(二) 基本原则	2
三、行动目标.....	2
四、主要任务.....	3
(一) 煤炭绿色智能采掘洗选装备	3
(二) 深水和非常规油气勘探开发装备	6
(三) 油气储运和输送装备	10
(四) 清洁高效燃煤发电装备	13
(五) 先进核电装备	17
(六) 水电装备	23
(七) 风电装备	25
(八) 太阳能发电装备	26
(九) 燃料电池	28
(十) 地热能装备	29
(十一) 海洋能装备	29
(十二) 燃气轮机	30
(十三) 储能装备	33
(十四) 先进电网装备	35
(十五) 煤炭深加工装备	43
五、保障措施.....	44
(一) 建立机制加强组织落实	44
(二) 政府引导形成创新合力	45
(三) 资金支持提升产业能力	45
(四) 完善政策保障示范应用	45
(五) 加强引导助力优胜劣汰	46
(六) 组织技改推动转型升级	46
(七) 健全机制促进国际合作	46
(八) 完善标准助推产业提升	47

一、前言

能源装备是能源技术的载体，是装备制造业的重要和核心部分。习近平总书记在中央财经领导小组第六次会议上，指出要按照攻关一批、示范一批、推广一批“三个一批”的思路推进能源技术革命。推动能源装备自主创新是落实党中央、国务院决策的重要举措，是推进能源技术革命的重要内容，也是落实国务院《中国制造 2025》的工作要求。

当前，欧美等发达国家高端制造回流，德国、美国相继提出工业 4.0 和工业互联网概念。在推动能源绿色低碳发展和结构转型大形势下，传统能源技术装备亟需革新和提升水平，一批新兴能源技术装备产业正在萌芽。我国能源技术装备制造业也面临能源发展和结构调整的挑战，自主创新能力较弱、部分关键核心技术缺失、传统产品产能相对过剩和关键零部件配套能力不足共存等矛盾仍然突出，亟需转型升级。

面对能源革命的新要求、装备制造业发展的新形势和“走出去”战略的需要，为推动能源革命，促进装备制造业自主创新和优化升级，以能源装备发展引领装备制造业强国建设，特制定本实施方案。

二、指导思想和基本原则

（一）指导思想

全面贯彻落实党的十八大和十八届三中、四中、五中全会精神，按照中央财经领导小组第六次会议、新一届国家能源委员会

首次会议和《中国制造 2025》的重大决策和工作部署，围绕能源革命和装备制造业发展新要求，依托能源工程建设，组织推动关键能源装备的技术攻关、试验示范和推广应用。重点突出能源安全保障急需和有效推动能源革命的关键装备，进一步培育和提
高能源装备自主创新能力，推动能源革命和能源装备制造业优化升级。

（二）基本原则

创新驱动，升级产业。充分发挥科技创新驱动作用，以关键能源装备为突破口，着力培育能源装备制造业自主创新能力，以点带面，推动能源装备制造业优化升级。

面向需求，突出重点。以推动能源革命和清洁低碳、安全高效的总要求为统领，重点突破一批安全保障急需和对能源产业发展具有重大意义的
关键装备和共性技术。

统筹协调，有序推进。与能源革命总要求以及《中国制造 2025》发展目标和重点任务统筹协调，按照“三个一批”的思路细化任务和组织推进。

依托工程，形成合力。依托能源工程推进关键装备的技术攻关和试验示范，政策支持、规划引导，各方力量有机结合，形成能源装备自主创新合力。

三、行动目标

2020 年前，围绕推动能源革命总体工作部署，突破一批能源清洁低碳和安全高效发展的关键技术装备并开展示范应用。制

约性或瓶颈性装备和零部件实现批量化生产和应用，有力保障能源安全供给和助推能源生产消费革命。

基本形成能源装备自主设计、制造和成套能力，关键部件和原材料基本实现自主化。能源装备设计制造技术水平显著提升，设计与制造体系进一步融合，重大能源装备实现自主研发、设计和制造，设备性能和质量控制明显提升。

能源装备制造业成为带动我国产业升级的新增长点。电力装备等优势领域技术水平和竞争力达到国际领先，形成一批具有自主知识产权和较强竞争力的装备制造企业集团。能源装备产品结构进一步优化，产能过剩明显缓解。

2025 年前，新兴能源装备制造业形成具有比较优势的较完善产业体系，总体具有较强国际竞争力。有效支撑能源生产和消费革命，部分领域能源技术装备引领全球产业发展，能源技术装备标准实现国际化对接。

能源装备形成产学研用有机结合的自主创新体系，实现引领装备制造业转型升级。基本形成能源重大技术装备、战略性新兴产业装备、通用基础装备、关键零部件和材料配套等专业化合理分工、相互促进、协调发展的产业格局。

四、主要任务

围绕确保能源安全供应、推动清洁能源发展和化石能源清洁高效利用三个方面确定了 15 个领域的能源装备发展任务：

（一）煤炭绿色智能采掘洗选装备

(1) 技术攻关：

煤炭智能地质钻探装备：研制回采工作面高精度地质勘探系统（四维动态长距离电磁波透视探测装备、三维槽波动态探测装备等）、掘进头地质构造多波三维实时超前高精度探测系统等成套装备。

煤炭高效绿色开采装备：研发煤矿巷道高效快速掘进与支护装备，薄和极薄煤层、大倾角-急倾斜煤层、特厚煤层高效高回收率开采装备、智能化绿色充填开采装备，深部矿井安全高效开采及岩层控制技术装备，研发大型露天矿连续、半连续开采生产系统、大型矿井辅助运输系统等装备，研制高端采煤机、N00工法及关键设备、智能锚杆机、8.8米超大采高成套装备、智能全断面掘进成套装备、绿色辅助运输车辆、煤矿斜井盾构施工设备、免维护运输胶带机。

煤矿智能开采洗选装备：研发千万吨级矿井大型提升智能化装备、智能采煤机、智能化清洁高效集成供液系统、工作面巡检机器人等。研发超大采高综采工作面集中控制及智能化系统、超大采高综采工作面安全工程成套设备和煤矿灾害智能防护技术装备。研制智能化洗选装备，重点研发千万吨级/年模块化智能洗选装备及智能化控制系统。

煤矿灾害防治和应急救援装备：研制煤与瓦斯突出、冲击地压等动力灾害监测预警系统及解危装备等，研发煤矿重大事故灾区高可靠性无人侦测技术与多网融合综合通信装备、救援通道快

速构建技术装备、分布式联合仿真救援培训演练系统与综合管理信息平台、矿井水害全时空实时预警系统、煤矿巷道关键地点巡检无人飞行器、矿井危险源实时监测预警管控一体化平台、掘进头地质构造多波三维实时超前高精度探测系统等。

(2) 试验示范：

依托《煤炭工业发展十三五规划》、相关能源中长期战略规划中确定的重大煤矿项目，推动关键装备的试验示范：

所有完成技术攻关的设备；

煤炭钻探设备：井上下一体化地震探测系统、回采工作面高精度地质勘探系统。

煤炭开采设备：10m 大直径矿山竖井掘进机、 $\Phi 8\text{m}\times 1500\text{m}$ 反井钻机、全断面斜井掘进机、挤压破岩硬岩巷道掘进机、1500m 煤矿深井智能提升机、采煤机、新的采煤工艺及设备、智能锚杆钻机、8.8 米液压支架、全断面掘进机及配套设备、井下防爆系列电动车、煤矿斜井盾构及配套设备、新型主运胶带机、智能化非圆形全断面掘进装备、智能耦合型超大采高液压支架、年产 1500 万吨综采工作面智能控制输送设备、高效智能化采掘工作面控制装备、薄及中厚煤层智能化刨运机组、无机发泡固化材料制备输送一体机、矿山呼吸性粉尘、火灾、瓦斯、水灾、顶板等灾害实时在线监测预警装备、智能湿喷机、智能集控中心及专家决策系统、安全探测传感器、煤岩识别探测器、探测机器人、综合智能一体化生产控制和执行系统、煤矿物联网传感设备等。

承担关键零部件技术攻关的设备整机。

(3) 应用推广：

鼓励《煤炭工业发展十三五规划》及相关能源中长期战略规划中明确的现代化煤矿项目采用自主研发的煤炭装备、完成试验示范的关键设备：

推广深厚冲积层快速建井、薄煤层智能化开采、智能化无人工作面综采、大断面巷道高效掘支、煤及半煤巷道快速掘进、煤矿信息化管理、煤矿区地面生态恢复与重建、新型煤粉锅炉系统、大型煤矿装备节能、矿井水利用、煤矿重大灾害事故反演和模拟仿真、煤矿应急避险技术装备等。

(二) 深水和非常规油气勘探开发装备

1、深水油气

(1) 技术攻关：

深水油气资源勘探成套技术装备：研发深水大型物探船及其配套技术装备、海洋高精度地震勘探成套技术装备、海洋复杂油气藏三维测井综合评价成套技术与装备、深水大型工程地质勘察船及其配套技术装备。

深水油气钻采装备：研制 12000 米海洋钻井模块（突破大功率钻井绞车技术、双井架技术和四单根作业井架技术）、水下生产系统（包括 3000 米深水防喷器及其控制系统、水下采油树、水下井口头、水下混输增压泵、原油系统、油水分离系统、开/闭排系统、注水系统、天然气排放系统、公用系统和其它系统等）、

海洋深水管（深水钻井隔水管系统、采油立管、水下管汇及连接器、海底油气输送管及在线监测维修设备等），开发海洋天然气水合物开采装备，突破 3000 米深水起重铺管船及其配套工程技术装备、30 万吨以上 FPSO、FDPSO，研发海上油田注 CO₂采油配套工艺技术及工具和滩海油田钻采试油-试采一体化平台以及海洋平台用输变电成套设备。

推进深水油气装备智能制造：研究并掌握深水大型物探船、3000 米半潜式钻井平台等海洋深水油气装备智能制造综合标准体系、全三维协同设计、三维工艺快速精准设计技术，现场作业三维指导技术，“苦、脏、累、险”作业的智能化工艺及装备技术，海洋深水油气装备制造过程焊接、物流等智能管控技术，各类中间产品柔性、高效、智能化制造技术，全寿命期的大数据与智能决策技术。

（2）试验示范：

依托《石油发展“十三五”规划》、《天然气发展“十三五”规划》和《大型油气田及煤层气开发重大科技专项“十三五”实施计划》及后续深水油气勘探开发工程项目，推动关键装备的试验示范：

所有完成技术攻关的设备；

承担关键零部件技术攻关的设备整机；

9000 米海洋人工岛钻机、2000 米以上海洋多功能连续管钻机、450 英尺自升式平台升降锁紧系统、深水固井装备、1100 吨

张紧力隔水管张紧系统、水下生产系统（1500 米水下智能采油树、水下自动控制系统、1500 米水下井口）、9000 米海洋人工岛钻机、3000 米半潜式钻井平台成套装备、15000 马力海洋压裂船、30-100 米自升自航修井作业平台、18 吨以上提升力海洋连续油管作业船、70 吨以上提升力海洋带压作业船、500 米水深 E/H 级钻井隔水管系统、500 米以上深水采油立管、12000 米海洋钻井模块、自升自航石油工程修井平台等。

（3）应用推广：

依托《石油发展“十三五”规划》、《天然气发展“十三五”规划》和《大型油气田及煤层气开发重大科技专项“十三五”实施计划》，鼓励深水油气勘探开发工程项目采用自主研发的深水油气装备、完成试验示范的关键设备。

2、页岩油气

（1）技术攻关：

6000 米以内的专用钻机：开发管子处理系统和自动化工具等钻井配套自动化设备、高效钻头和螺杆钻具。

钻完井设备：开发包括液压随钻扩眼器、水平井井眼净化和钻具降摩减阻设备、下套管和固井工具、遇油/遇水膨胀工具、连续油管作业工具、新射孔枪等高效射孔器材。

高精度地质导向系统：突破 8.5 英寸旋转导向钻井系统，开发随钻测量、随钻测井装备及配套软件。

大型压裂设备：开发微地震压裂裂缝监测装备、6000 马力

电驱压裂泵、5000 马力电动压裂成套装备、压裂液返排循环处理设备、脉冲加砂装置、井下分段压裂工具、225 吨带压作业装备等。

(2) 试验示范：

依托《页岩气十三五规划》、《大型油气田及煤层气开发重大科技专项十三五实施计划》及相关能源中长期战略规划中项目及后续其它页岩气工程项目，推动关键装备的试验示范：

所有完成技术攻关的设备；

承担关键零部件技术攻关的设备整机；

自主制造的 1000 马力单泵固井车、大型泡沫固井装备等固井装备，4500 马力涡轮驱动压裂车，单机 6000 马力电驱压裂撬，单机功率 3000 马力以上的油/气/电驱压裂泵车/撬，无水压裂成套装备，5000 米智能钻机、步进钻机、单根超级钻机、齿轮齿条钻机等。

(3) 应用推广：

鼓励《页岩气十三五规划》及相关能源中长期战略规划中项目及后续其它页岩气工程项目采用自主研发的页岩气装备、完成试验示范的关键设备。

3、煤层气

(1) 技术攻关：

煤层气抽采成套装备：研发防爆地质导向测量、钻进、控制、随钻测量等煤矿井下智能化钻探装备，研发 120Tf 煤层气车载钻

机关键部件、 $\Phi 300\text{mm}$ 顶推式钻机关键部件等，研发连续油管成套设备、液氮压裂机组、采动区煤层气撬装抽采设备、1000 米斜直井钻机、大型泡沫压裂成套设备等。

煤层气高效利用装备：研制低浓度煤层气变压吸附浓缩装置、低浓度煤层气蓄热氧化利用装备、煤层气物理萃取富集装备、煤层气深冷液化装备等。

(2) 试验示范：

依托《煤炭工业发展“十三五”规划》、《煤层气（煤矿瓦斯）开发利用“十三五”规划》和相关能源中长期战略规划及煤炭/煤层气开发、利用工程项目，推动关键装备的试验示范：

所有完成技术攻关的设备；

120Tf 煤层气车载钻机、 $\Phi 300\text{mm}$ 顶推式钻机、大型液氮泵车等承担关键零部件技术攻关的设备整机。

(3) 应用推广：

鼓励《煤炭工业发展十三五规划》、《煤层气（煤矿瓦斯）开发利用“十三五”规划》和相关能源中长期战略规划中及煤炭/煤层气开发工程项目采用自主研发的煤层气开发装备、完成试验示范的关键设备。

(三) 油气储运和输送装备

1、天然气输送

(1) 技术攻关：

天然气长输管道设备：研制 X100 和 X120 高强度管线钢及系

列卷板和宽厚板以及螺旋埋弧焊管和直缝埋弧焊管等。自主研制 10MW 级支线燃气轮机驱动压缩机组。研制 5700-6000 转/分左右的高速电机和压缩机。

(2) 试验示范：

依托《天然气发展十三五规划》及相关能源中长期战略规划中后续天然气长输管线项目，推动关键装备的试验示范：

30MW 级燃气轮机驱动压缩机机组；10MW 级 5000r/min 以上的超高速异步防爆电机；大功率、高转速系列压缩机；天然气管道高压大口径阀门及配套执行机构；天然气管道计量设备；输气管道控制系统；

所有完成技术攻关的设备；

承担关键零部件技术攻关的设备整机。

(3) 应用推广：

鼓励《天然气发展十三五规划》及相关能源中长期战略规划中后续天然气长输管线项目采用自主研制设备、完成试验示范的关键设备：

20MW 级电驱压缩机组、高压大口径（48 英寸，900 和 600 磅级）全焊接球阀。

2、液化天然气（LNG）

(1) 技术攻关：

大型天然气液化处理装置：开发天然气深度预处理工艺技术及工艺包，形成 100 万吨级天然气液化技术工艺包。研制大型

LNG 液化处理装置、液化工艺包、LNG 接收站成套装备（液相卸料/气相返回臂，存储设备）、液化成套装备（压缩机、低温泵、阀门、管道、仪表及耐低温材料等）、液化厂控制系统等关键设备。

大型液化天然气储运装备：研制海水气化器等 LNG 接收站辅助设备、容量不低于 20 万方的特大型地下储罐、1 万方以上新型独立式 LNG 船用大型储罐；0.04%以下蒸发率的先进绝热技术和绝热材料、200000m³ 以上的特大型 LNG 船（包括壳体设计，储罐冷却方式、结构形式和绝热技术以及再液化装置的设计）、高压天然气（HCNG）海洋储运成套装备以及浮式/平台式 LNG 液化、储存和再气化设备等。

（2）试验示范：

依托《天然气发展十三五规划》及相关能源中长期战略规划中后续 LNG 项目，推动关键装备的试验示范：

大型 LNG 接收站气化成套装备（海水泵、各类气化器等），低压潜液泵、高压输送泵等，大型液力透平，8t/h 以下的 BOG 压缩机和 BOG 增压压缩机，气液两相透平膨胀机，部分低温阀门（高频开关球阀、节流膨胀阀、大口径蝶阀、安全阀等），LNG 绕管换热器，120 万吨/年 LNG 液化装置用冷剂压压缩机组等；

所有完成技术攻关的设备；

承担关键零部件技术攻关的设备整机。

（3）应用推广：

鼓励《天然气发展十三五规划》及相关能源中长期战略规划中后续 LNG 项目采用自主研发设备、完成试验示范的关键设备。

（四）清洁高效燃煤发电装备

1、高效超超临界燃煤发电

（1）技术攻关：

600℃等级超超临界燃煤发电机组关键高温部件和零部件：

研发 600℃等级高温材料和制造技术，形成我国自有的高温材料成分与工艺设计能力，研制二次再热机组用高温关键阀门等部件，开发电站工业控制系统核心零部件及元器件、电站远程诊断系统、火电厂余热利用与海水淡化集成优化技术及装备。

630-650℃等级超超临界燃煤发电机组关键设备：研究 630-650℃高温材料筛选和开发，以及材料性能与工艺评定；锅炉、汽轮机高温部件试验验证；超超临界发电机组设计和优化；示范机组总体方案设计、设备选型、运行和控制技术研究；掌握 630-650℃锅炉水冷壁、过热器、再热器、集箱等关键部件的加工制造技术；汽轮机高中压转子、气缸、阀门、高温叶片、紧固件、阀芯耐磨件等关键部件加工制造技术；大口径管道及管件、弯头的设计、制造及加工技术。

全燃准东煤锅炉：突破准东煤锅炉结渣、沾污机理和防控技术，开发 600-1000MW 等级超超临界全烧准东煤煤粉锅炉，重点突破锅炉燃烧器开发、锅炉炉膛设计优化、对流受热面布置方式优化、锅炉吹灰器系统及除渣系统优化、以及锅炉燃烧和控制技

术，掌握锅炉全燃准东煤的集成技术。

700℃超超临界燃煤发电机组技术装备：突破 700℃等级镍基合金耐热材料生产和关键高温部件制造技术，掌握耐热材料大型铸件、锻件的加工制造技术、主机和关键辅机制造技术，研究高温部件焊接材料及焊接工艺。掌握 700℃锅炉水冷壁、过热器、再热器、集箱等关键部件的加工制造技术；汽轮机高中压转子、汽缸、阀壳、高温叶片、紧固件、阀芯耐磨件等关键部件加工制造技术；大口径高温管道及管件、阀门的设计、制造及加工技术。

大容量富氧燃烧锅炉：掌握大容量富氧燃烧锅炉设计计算方法及工程放大规律，研究富氧燃烧用大型空分与锅炉系统动态匹配技术。

燃煤电厂智能控制系统：研发基于互联网技术和智能设备的超超临界机组智能控制系统，采用先进控制技术、实时优化技术、大数据挖掘技术自动化控制和高效低污染运行。研发燃煤电厂远程诊断和监测系统，研究建设燃煤电厂大数据中心及云计算平台，为电厂高效运行、维修提供指导和决策依据。

(2) 试验示范：

依托《电力发展十三五规划》及相关能源中长期战略规划中部分燃煤发电项目作为示范工程：

推进 600℃等级超超临界主机以及四大管道、关键阀门等高温高压关键部件、重要辅机高性能轴承国产化示范。

推进 1000MW 等级超超临界高效褐煤发电机组关键技术装

备、高能效和低水耗褐煤提质发电技术装备示范。

待完成技术攻关后，建设全燃准东煤锅炉机组示范项目和700℃超超临界燃煤发电示范项目。

(3) 应用推广：

鼓励后续超超临界燃煤发电项目采用自主研发设备和控制系统等。

1000MW 等级超超临界空冷机组成套装备。

2、超（超）临界循环流化床

(1) 技术攻关：

600MW 等级超超临界循环流化床锅炉：研究超超临界 CFB 锅炉的总体布置、热力特性、炉膛设计技术及水动力特性，研制燃烧室、布风装置、分离器、外置换热器等关键部件，掌握热力计算和水动力计算方法，掌握燃煤矸石、无烟煤或褐煤 600MW 等级及以上容量超超临界循环流化床锅炉部件加工制造技术，及掌握 600MW 等级及以上容量超超临界循环流化床锅炉发电系统集成技术。

(2) 试验示范：

完成技术攻关后，确定超超临界循环流化床锅炉发电示范工程，推进关键设备试验示范。

(3) 应用推广：

鼓励采用自主超（超）临界循环流化床燃用劣质煤发电。

3、超临界二氧化碳循环发电

(1) 技术攻关：

研究超临界二氧化碳发电系统设计、核心设备设计、制造、安装调试和运行控制等关键技术。研发大型超临界二氧化碳火力发电机组用材料，并掌握材料性能与工艺评定、腐蚀特性及防腐措施等。研究掌握 300MW 级示范机组总体布置、热力特性、系统设计及二氧化碳动力特性，研制高效压缩机、以二氧化碳为工质的水冷壁、过热器、再热器、汽轮机等核心设备，掌握二氧化碳热力计算和动力计算方法，掌握关键设备加工制造技术，以及 300MW 级二氧化碳循环发电系统集成技术。

(2) 试验示范：

推进二氧化碳循环发电机组关键部件及设备的国产化，完成二氧化碳循环发电机组的设计、制造、运行等技术的研发。

完成技术攻关后，建设 300MW 二氧化碳循环发电机组示范项目，推进关键设备的试验示范。

(3) 推广应用

鼓励后续二氧化碳超临界循环发电机组建设项目采用自主研发的设备。

4、污染物减排

(1) 技术攻关：

烟气高效超净排放装置及集成系统：研发新型超低氮燃烧器、污染物脱除关键设备，掌握燃煤多污染物多设备的协同治理工艺和系统集成技术以及脱硫除尘集成技术。

自主知识产权的多污染物（SO₂、NO_x、Hg 等）一体化脱除装置：包括具有同时吸附多污染物的新型高效吸附剂及高效、低成本氧化剂、氧化工艺及设备、以及高效催化剂等，掌握多污染物一体化脱除技术工艺关键装置设计及制造技术。

（2）试验示范：

依托《煤电机组节能减排升级改造行动计划》，推进自主研发超低排放装置的试验示范。

（3）应用推广：

鼓励采用自主研发的超低排放装置。

（五）先进核电装备

1、先进大型压水堆

（1）技术攻关：

核岛设备：压力容器（C 型环等关键部件）、控制棒驱动机构（驱动杆、钩爪、密封壳、行程套管、棒控棒位连接器、线圈组件、棒位探测器）、堆内构件（全焊式堆芯围筒、流量分配组件、堆芯测量仪表格架组件）、蒸汽发生器（汽水分离器、换热单元）、稳压器（喷嘴、加热器）、主泵（核级密封、主泵监测系统、泵壳、飞轮、泵端液压联轴器、轴承、屏蔽套、热屏、湿绕组电机）、主管道、燃料装卸与贮存设备（关键部件），安全级数字化仪控系统，核电站高放环境修护专用工具（核电服务机器人等），熔融物滞留系统，整体螺栓拉伸机。

常规岛设备：汽轮发电机组及辅助设备（低压转子、焊接/

整锻转子、2米等级长叶片、汽水分离再热器、抽汽逆止阀、低（中）压进汽蝶阀、控制保护系统、调节系统、发电机转子护环、励磁电压调节器、凝汽器钛管等）、大型发电机断路器、柴油发电机组、电控系统设备、主给水泵组（液力耦合器、芯包等）及其它设备设计制造技术。

关键泵阀：关键核级泵（轴承、核级密封）、关键阀门（核岛主泵/化学和容积控制系统高磅级大口径闸阀、主蒸汽安全阀、主蒸汽隔离阀、主泵严重事故卸压阀、主泵稳压器喷淋阀、主泵稳压器先导式安全阀、主蒸汽释放系统主蒸汽释放隔离阀、蒸汽排大气调节阀、汽机旁路调节阀、常规岛重要系统（给水除氧器/高压给水加热器/凝结水/主给水流量调节系统等）调节阀和隔离阀等）、爆破阀。

关键核级材料：开发先进核电主设备用新型合金材料和替代材料，进一步提高核电主设备大型铸锻件（蒸发器上下封头、锥形筒等）加工制造技术水平，掌握关键设备焊接工艺技术。突破蒸汽发生器、堆内构件等设备关键板材等材料设计制造技术。推进耐辐照包壳材料、汽水分离再热器换热管、核燃料锆管、核级海绵锆等合金材料、核级碳钢、低合金钢、不锈钢和镍基合金等焊材技术攻关。

关键仪表和系统：核岛三废处理系统、堆芯冷却监视系统、堆芯核测测量系统、堆芯温度监测系统、堆外核测系统、超声波流量计、导波雷达液位计、堆芯液位监测系统、事故后安全壳高

量程区域监测仪、安全壳氢分析处理系统、乏燃料池水位监测系统、分体式压力/压差变送器、反应堆堆外核测量系统、反应堆棒控棒位系统、核测量探测器、核级压力/差压变送器、核级温度开关/压力开关。

智能化核电装备：组织开展核电装备智能制造技术攻关，采用互联网+等先进信息技术实现设计、制造、工程全过程数据的数字化共享与关联，结合数字样机、增材制造等新型智能化生产技术和设备应用。研制核电运营智能装置/装备及智能机器人，突破感知及监测装置、智能工具及装置、个人作业智能装备应用、各类智能化机器人等。

(2) 试验示范：

依托后续所有核电项目，推动所有完成技术攻关的设备以及包括核岛设备、常规岛设备以及配套辅助设备在内的核电装备和关键核级材料的试验示范。

(3) 应用推广：

鼓励后续所有核电项目采用自主研发设备、完成试验示范的关键设备和材料。

2、高温气冷堆

(1) 技术攻关：

核岛设备：改进型核芯制备设备、改进型燃料颗粒包覆设备、改进型燃料元件压制设备、核级结构石墨、核级氦气阀门、高温气冷堆主蒸汽隔离阀、高温气冷堆电气贯穿件等。

常规岛及其它配套设备：氦气透平压缩机组（压气机 2 级动叶轮+3 级静叶轮、配套电磁轴承、电磁轴承、回热器、电气贯穿件、旁路阀）、超高温气冷堆制氢机组等。

（2）试验示范：

依托石岛湾高温气冷堆示范工程、福建霞浦 60 万千瓦高温气冷堆商业示范工程及后续项目，推动高温气冷堆关键装备的试验示范和产业化：

20 吨/年燃料元件生产线、优化的蒸汽发生器及在役检查设备、优化的控制棒驱动机构及检修专用设备、优化的吸收球停堆装置、优化的金属堆内构件、优化的堆芯卸料装置、优化的燃料装卸系统输送转换装置、优化的电磁轴承氦风机（含高效叶轮、国产化电磁轴承）、多模块机组主控室、配套超高压汽轮发电机组、10MW 氦气透平压缩机组等。

（3）应用推广：

后续高温气冷堆项目承担推广应用任务。

3、快中子反应堆

（1）技术攻关：

600MW 级快堆关键设备：

堆芯组件及堆本体：硼屏蔽组件、一回路主循环泵、热交换器、安全棒驱动机构、补偿-调节棒驱动机构、堆容器及堆内构件、非能动停堆机构、堆芯支撑等。

二回路系统：二回路主循环泵、蒸汽发生器、大口径钠阀、

回路钠流量计、大口径钠管道、钠分配器及配套设备以及先进高效汽轮发电机组等常规岛主设备及其它配套设备等。

燃料操作设备：旋塞、换料机、装卸料提升机、转运机、乏燃料转换桶、新组件装载机、乏燃料水下检测工具、乏燃料贮存水池自动操作机、气闸、堆顶密封塞、全自动换料监控系统、全自动乏/新燃料转运监控系统、乏/新燃料运输容器等。

安全专设与核岛辅助系统：空冷器、高性能冷阱、电磁泵、阻塞计、钠流量计、气体加热风机、氢、氧、碳测量装置。

(2) 试验示范：

依托福建霞浦 60 万千瓦快中子堆示范工程项目及后续项目及后续项目，推动快堆关键装备的试验示范和产业化。

(3) 应用推广：

后续快中子堆项目承担推广应用任务。

4、模块化小型堆

(1) 技术攻关：

研制压力容器、螺旋管直流蒸汽发生器、双层短套管、核反应堆堆内构件、一体化整体支承、蒸汽发生器、一体化内置式稳压器、一体化内置式控制棒驱动机构、换料设备、反应堆堆外核测量系统、反应堆堆芯测量系统、反应堆棒控棒位系统、单点系泊系统、数字化控制系统、主泵、主蒸汽隔离阀、主给水隔离阀、非能动热交换器、启动分离器、爆破阀、扩散器、地坑过滤器、喷洒器、关键核级阀门、装卸料机、小型堆汽轮机数字电液调节

装备、在运核电机组模拟仪控系统全数字化升级改造成套验证装备、以及小型堆专用工具等。

(2) 试验示范：

依托各小型堆示范工程项目及后续项目，推动小型堆关键装备的试验示范和产业化。

(3) 应用推广：

后续所有小型堆项目承担推广应用任务。

5、核燃料及循环利用

(1) 技术攻关：

高安全性先进核燃料元件：研发 CF/STEP 系列燃料元件、模块化小堆燃料元件、高性能事故容错（ATF）燃料元件、环形元件、超临界压水堆燃料元件等新一代压水堆燃料元件，掌握快堆 MOX 燃料组件设计、制造技术，开发高温气冷堆球形燃料元件、快堆金属燃料元件等第四代反应堆燃料元件，突破锆合金材料，自主掌握燃料元件生产、检测、核燃料组件检测及修复设备等设计制造技术。

乏燃料后处理工艺和关键设备：自主掌握大型核燃料后处理厂关键设备设计制造技术，包括卧式剪切机、连续溶解器、沉降式离心机、萃取分离柱、离心萃取器、泵轮式混合澄清槽、流体输送设备、专用泵阀、专用检修机器人、乏燃料/新燃料贮存/运输容器、固体废物和包壳处理设备及专用操作设备与工具等。

三废处理装备：研制高放废液铜系元素高效萃取分离装置、

高放射性的铯、钡有效去除装置以及铜系与镧系元素的高效萃取分离装置以及锆钨高效吸附分离装置，开发高效降解设备、混合固化设备、超级压缩机、等离子体熔融设备、蒸汽重整设备、无机吸附和反渗透设备、干法后处理技术和设备、高放废液玻璃固化技术与设备等。

(2) 试验示范：

依托相关核电工程项目及乏燃料处理示范工程项目，推动燃料元件、乏燃料处理（乏燃料贮运用关键材料等）和废物处理设备的试验示范和产业化。

(3) 应用推广：

后续所有相关项目承担推广应用任务。

(六) 水电装备

1、水力发电

(1) 技术攻关：

依托水电项目建设开发 100 万千瓦级混流式水轮发电机组、单机容量 25 万千瓦级轴流转桨式水轮发电机组和单机容量 50 万千瓦级、1000 米水头以上高水头大容量冲击式水轮机组，自主掌握水轮发电机组总体设计、水力模型开发、电磁设计、高效全空冷、推力轴承、定子绝缘、通流部件结构动力特性、高强蜗壳材料、主要部件刚强度和疲劳等关键技术，自主掌握特大型水电铸锻件技术。

研发水电智能生产管理系统：开发水电智能一体化生产管理

和运行控制平台、状态检修智能决策支持系统、工程安全智能分析评估系统、智能应急指挥处置系统、智能安全防护管理系统等。

(2) 试验示范：

依托国家核准和《水电发展十三五规划》及相关能源中长期战略规划中具备条件的水电项目，推动完成技术攻关设备的试验示范。

(3) 应用推广：

鼓励后续相关水电项目承担推广应用任务。

2、抽水蓄能

(1) 技术攻关：

单机 40 万千瓦级、500 米水头以上高水头大容量抽水蓄能机组：掌握水泵水轮机水力设计、发电电动机电磁设计及通风冷却、高速重载双向推力轴承和导轴承、高电压绝缘绕组、数字式智能化调速系统、励磁系统和变频启动装置等设计制造技术。

调速范围±10%可变速抽水蓄能机组：突破大型交流励磁变速抽水蓄能机组可变速水泵水轮机与调速系统的优化设计技术，以及发电电动机、交流励磁系统、控制系统、继电保护和监控保护设计、制造、安装和运行技术；突破全功率阀控变速抽水蓄能机组的换流变压器设计及制造技术、阀控设备成套设计方案及成套设备布置技术，以及控制系统、监控系统、保护系统等设计与制造技术，全功率阀控变速抽水蓄能机组成套制造技术等。

(2) 试验示范：

依托《水电发展十三五规划》及相关能源中长期战略规划中具备条件的水电项目，推动高水头抽水蓄能装备和完成技术攻关设备的试验示范。

(3) 应用推广：

鼓励后续相关抽水蓄能项目承担推广应用任务。

(七) 风电装备

(1) 技术攻关：

开发适用于轮毂中心高度 100-200 米大型陆上风力发电机组，重点 10MW 级海上大功率风力发电机组、海上漂浮式风力发电机组及各种基础结构，掌握自主知识产权的 5-7MW 级大型风电机组、10MW 级大型风电机组（双馈和直驱）及关键部件（超长低风速叶片、发电机、齿轮箱、轴承、控制系统、变桨、偏航系统等关键部件）设计制造技术、变流、变桨等子系统智能融合技术、发电机高性能控制技术、基于大数据的风电场群智能运维技术，重点突破超长低风速叶片、超大功率高温超导风力发电机、大功率直驱永磁同步风力发电机等，研制海上风电设备运输船、吊装船等施工维护装备。

开发基于模块化的具备自愈诊断能力和适应复杂电网下的风力发电机组智能变流器、6MW 及以上中压全功率风电变流器，研发适用于风电的中压多电平模块化拓扑结构，掌握模块化生产、安装维护工艺，智能模块化集成技术以及变流器故障诊断与自愈技术。

(2) 试验示范：

依托《风电发展十三五规划》及相关能源中长期战略规划推动关键风电装备和完成技术攻关设备的试验示范。

(3) 应用推广：

鼓励风电项目采用自主研发设备。

(八) 太阳能发电装备

1、光伏

(1) 技术攻关：

新型高效晶硅电池和组件：研发可量产的晶体硅电池生产技术（多晶电池效率 21.5%以上，单晶效率 22.5%以上，N 型高效电池效率 25%以上，多结晶体硅电池效率达到 26%以上），研发多晶 CTM 大于 103%、单晶大于 101.5%的高效率组件技术及光伏电池关键材料。

薄膜及其他新型光伏电池及组件：研发可量产的效率 20%以上的碲化镉薄膜电池、效率 21%以上的 CIGS 薄膜电池，43%以上的三五族化合物电池、钙钛矿电池等新型太阳电池、染料敏化电池、有机太阳电池、量子点电池、叠层电池和高效砷化镓电池。

新一代光伏逆变器及系统集成设备：研制数兆瓦级高效光伏逆变系统、兆瓦级光伏储能逆变系统、新一代高效智能逆变器（无易损件、免维护、组串级监控和分析，最高效率大于 99%）、10MW 级高压无并网变压器逆变器、光伏直流并网逆变器和智能逆变器、1500V 组件配套汇流箱、逆变器、组件等系统设备等，研制

高可靠性、高精度、智能化的光伏跟踪系统、能源互联运营管理平台、智能汇流箱和即插即用式光伏集成产品。

光伏制造设备：组织多晶切割机、连续拉晶炉、大产能低压扩散炉、背面钝化设备、带二次印刷功能的双通道丝网印刷机等主要光伏电池制造设备攻关，提升光伏生产线自动化、智能化水平。

（2）试验示范：

依托《太阳能发电发展十三五规划》及相关能源中长期战略规划推动关键光伏装备和完成技术攻关设备的试验示范。

（3）应用推广：

鼓励光伏项目采用自主研发设备。

2、光热

（1）技术攻关：

槽式太阳能聚光发电系统关键设备：槽式太阳能聚光发电系统关键设备：高（450℃以上）中（350-450℃）低（150-350℃）温太阳能集热器，槽式太阳能液压驱动装置，槽式太阳能高性能油盐换热器，光热发电汽轮机系统，油水换热器，光场导热油专用旋转式接头。

塔式太阳能热发电聚光发电系统关键设备：塔式太阳能定日镜全场控制系统，聚光器跟踪传动装置，大面积拼接式定日镜及面形检测装置；大口径高温熔盐阀；塔式光热特殊隔热材料。

太阳能热发电蓄热系统关键设备：高温高效率吸热材料（金

属、陶瓷、涂层材料),百兆瓦级高温熔盐吸热器,万立方级蓄热熔盐储罐,百吨级高参数盐水换热器,高温高扬程大流量熔盐泵、液态金属蓄热储罐。

太阳热发电专用高效膨胀动力装置:单螺杆膨胀机,斯特林发动机,有机工质蒸汽轮机和发电装置,超临界二氧化碳透平及系统等。

分布式太阳能冷热电联供发电系统关键设备:分布式太阳能发电吸热器,分布式储热装置,小型高效再热汽轮机组等。

(2) 试验示范:

依托《太阳能发电发展十三五规划》及相关能源中长期战略规划推动关键光热发电装备和完成技术攻关设备的试验示范。

(3) 应用推广:

鼓励光热发电项目采用自主研发设备。

(九) 燃料电池

(1) 技术攻关:

百千瓦级质子交换膜燃料电池(PEMFC):突破低成本长寿命电催化剂、低铂载量膜电极的制备工艺与批量生产、电堆组装与一致性保障、系统集成与控制等关键技术。

百千万至兆瓦级固体氧化物燃料电池(SOFC)发电分布式能源系统:突破SOFC电催化材料、膜电极、高温双极连接体关键技术,掌握长寿命(>40000h)的管型和板型SOFC及其关键部件的批量制备与生产技术、系统集成技术。

(2) 试验示范：

依托《能源科技发展十三五规划》及相关能源中长期战略规划，确定示范工程推动燃料电池装备的试验示范。

(3) 应用推广：

鼓励后续项目采用自主研发设备。

(十) 地热能装备

(1) 技术攻关：

干热岩开发利用装备：开发靶区定位及探测设备、大体积压裂设备、成井测试及微地震监测装置，开发高效热电转换性能的地面发电设备，掌握系统高压全封闭运行的工艺设计。

水热型地热开发利用装备：研制示踪、酸化处理材料及储层酸化技术配套装备，形成完善的增产增注工艺，提升储层、井筒、输运系统和发电系统核心部件技术水平，研制阻垢剂加注工艺及设备以及大型地热压缩式热泵余热回收供热装置等。

(2) 试验示范：

依托《可再生能源发展十三五规划》及相关能源中长期战略规划，确定示范工程推动关键地热装备的试验示范。

(3) 应用推广：

鼓励后续项目采用自主研发设备。

(十一) 海洋能装备

(1) 技术攻关：

兆瓦级波浪能发电装备：进一步提高百千瓦级波浪能发电装

置转换效率，突破发电机、液压装置以及控制装置等功能部件核心技术，掌握关键基础元器件和功能部件设计制造技术。

兆瓦级潮流能发电装备：开发高效率的潮流叶轮及适合中国潮流资源特点的翼型叶片，突破发电机组水下密封、低流速启动、冷却、防腐、模块设计与制造等关键技术。

(2) 试验示范：

依托《可再生能源发展十三五规划》及相关能源中长期战略规划，确定示范工程推动关键海洋能装备的试验示范。

(3) 应用推广：

鼓励后续项目采用自主研发设备。

(十二) 燃气轮机

(1) 技术攻关：

百千瓦级微型燃气轮机：突破整体插拔式单筒燃烧室和回流燃烧室高效低污染设计技术、离心压气机和向心涡轮设计、加工与试验验证、高效回热器设计与验证、燃用多种燃料燃烧器关键技术、燃气轮机与高速电机一体化设计、燃机-传动系统轴承轴系的结构完整性和动力稳定性技术和气浮轴承与磁悬浮轴承技术。

5MW 级燃气轮机：突破高性能压气机设计、低排放及双燃料燃烧室设计、高性能涡轮设计、伴生气和煤制气等低热值燃料燃烧室研制，完成 5MW 级燃气轮机整机设计、关键部件试验、样机制造与整机试验验证。

10MW 级工业燃气轮机：突破高性能压气机设计、高性能低排放及双燃料燃烧室设计、高温气冷涡轮设计技术和数字式控制系统技术，完成 10MW 级燃气轮机整机设计、关键部件试验、样机制造与整机试验验证。

30MW 级中型工业燃气轮机：突破高性能高稳定性轴流压气机技术、高稳定性、干式、低排放燃烧室技术、中低热值合成气、生物质等多种燃料燃烧室技术、高性能、长寿命涡轮技术、多轴系结构涡轮系统设计，变载荷及频繁起停工况下的系统控制技术、多余度数字控制及状态监测与预警系统技术，完成 30MW 级先进燃气轮机整机设计、关键部件试验、样机制造与整机试验验证。

50-70MW 等级燃气轮机：突破高性能轴流压气机、低排放燃烧室、高性能涡轮等关键部件制造、高热声稳定性、高预混度的斜向旋流通路设计优化技术、基于预混值的低排放多路燃料控制技术；开展常压和全压燃烧试验，掌握 50-70MW 等级燃气轮机低排放、性能优化、全生命周期管理、远程监控与诊断等技术；开展二次空气系统关键技术攻关，掌握先进密封技术在燃气轮机上的应用技术；开展先进 TBC 涂层及粘结层的新材料和新工艺研究，提高 TBC 涂层的抗高温能力进一步降低热导率，提高粘结层的抗氧化性能。建立基于产品生命周期管理的应用技术、基于 PDMS 平台的多学科跨专业一体化 3D 开发、燃气轮机实时动态物理仿真数字平台，完成整机关键部件试验、样机试验及工业考核。

F级 300MW 级重型燃气轮机：开展 F 级 300MW 级重型燃气轮机整机装备研制，完成整机设计、关键部件试验及工业考核。突破高温合金材料、热障涂层材料、热端部件和控制保护系统制造技术，研发燃气发电智能控制和决策系统。全面掌握多级轴流压气机、燃用多种燃料的低污染燃烧室、气冷多级透平试验和制造技术以及燃气轮机总体集成技术，建立和完善产品设计、制造和试验验证体系。推进整机空负荷试验以及带负荷发电试验验证。

G/H 级重型燃气轮机：研制 G/H 级重型燃气轮机整机装备，完成整机设计、关键部件试验、以及整机试验；突破单晶高温材料、热障涂层技术，全面掌握大流量高压比多级轴流压气机、分级预混干式低氮燃烧室，单晶叶片及高效气冷的透平技术；确定技术路线和参数要求，进行包括总体性能、热力设计，初步气动设计，总体布置图设计等在内的初步设计，确定各部件基本结构和尺寸参数；进行包括各部件的气动设计、传热设计、结构设计、强度振动计算及寿命分析，对结构进行改进优化，并进行三维模型设计以及二维图纸设计；建立和完善产品设计、制造和试验验证体系。

燃气轮机装备智能制造：研究并掌握燃气轮机关联设计与多学科优化设计技术，燃气轮机快速工艺设计与仿真优化设计，部件及整体虚拟装配技术，高效、高精度、高柔性和高集成度的燃气轮机智能生产线技术，燃气轮机在线/在位检测与制造过程智能管控技术，高精度 3D 金属/合金打印技术，燃气轮机全寿命期

的大数据与智能决策技术。

高温合金涡轮叶片：全面掌握高温合金涡轮铸造叶片模具技术，叶片铸造成形技术，大型高温合金涡轮叶片精铸件晶体取向及组织控制技术和尺寸形状精度控制技术，高温合金涡轮叶片焊接、特种加工以及涂层技术，叶片服役损伤的检测体系和评估技术，叶片服役损伤修复技术。

(2) 试验示范：

确定天然气分布式能源项目示范工程、《电力发展十三五规划》及相关能源中长期战略规划中燃气发电项目为燃气轮机自主化示范工程，推动各种类型燃气轮机整机试验示范：

开展国产 5MW、10MW、30MW 级燃气轮机在天然气输送、发电及分布式供能领域的示范应用；

F 级 300MW 级重型燃气轮机自主研制的叶片、轮盘以及整机示范应用；推进燃气轮机与 IGCC 系统示范验证。

(3) 应用推广：

国产化重型燃气轮机的推广应用。

鼓励后续所有分布式能源项目和燃气蒸汽联合循环发电项目采用自主研发设备和相关控制系统。

(十三) 储能装备

(1) 技术攻关：

10MW 级压缩空气储能装备：掌握系统总体设计与系统集成技术，突破超临界压缩空气储能系统中宽负荷压缩机和高负荷透

平膨胀机、紧凑式蓄热(冷)换热器等核心部件的流动、结构与强度设计技术。

飞轮储能装备：研制 1MW/1000MJ 飞轮储能工业示范单机、阵列机组，研究基于轴向磁通永磁电机的新型飞轮储能系统。

高温超导储能装备：掌握 5MJ/2.5MW 以上的高温超导储能磁体、功率调节系统 PCS、高温超导储能低温高压绝缘结构、低温绝缘材料及制冷系统设计与制造技术。

大容量超级电容储能装备：突破新型电极材料、电解质材料及超级电容器新体系等，研究高性能石墨烯及其复合材料的宏量制备，开发基于钠离子的新型超级电容器体系等，研发能量密度 30Wh/kg，功率密度 5000W/kg 的超级电容器单体。

10MW 级液流电池储能成套装备：掌握电池结构设计、电极材料改性、一体化电极制备等技术。

全钒液流电池储能装备：研究关键膜材料、电池可靠性与耐久性技术、大功率电池堆工程设计、系统集成与智能控制技术，建立钒电池储能示范系统。

高性能铅炭电池储能装备：研究高导电率、耐腐蚀的新型电极材料设计、合成和改性技术，以及长寿命铅炭复合电极和新型耐腐蚀正极板栅制备技术，掌握铅炭电池本体制备技术，开发长寿命、低成本铅炭电池储能装置。

25kW 铝合金钠硫电池储能装备：突破金属与陶瓷的低压力扩散封接系统、高活性电极的装配及封装系统、连续式素坯成型

及陶瓷管烧结系统、电解质陶瓷管、碳毡及复合正极材料、高抗腐蚀外壳、热压封接陶瓷头、大尺寸保温箱、电池管理系统、抗腐蚀高温连接件。

100MW级钛酸锂电池储能装备：突破关键材料筛选制备技术、电池材料体系匹配技术、电池制备技术、电/热管理技术、电池系统集成技术、电池失效诊断分析技术以及钛酸锂电池系统与功率变换匹配技术、储能机组群控技术等，掌握长寿命钛酸锂材料、储能用锂离子电池设计及制备技术、电池系统集成技术和电池系统与功率变换匹配技术以及储能机组群控技术。

(2) 试验示范：

依托《风电发展十三五规划》、《太阳能发电发展十三五规划》和《电力十三五规划》及相关能源中长期战略规划，确定示范工程推动关键储能装备的试验示范。

推进氢能在天然气冷热电联供系统中的储能功能示范。

(3) 应用推广：

鼓励后续项目采用自主研发设备。

(十四) 先进电网装备

1、特高压输变电

(1) 技术攻关：

特高压交流输电装备：1100kV/2500A 0.4g 抗震型交流系统用变压器套管、1100kV/3150A 大容量变压器用套管、气体绝缘金属封闭输电线路、无源式光学电流/电压光学传感器、内置式

绝缘子关键部件、760kN 及以上大吨位绝缘子、高性能组部件及原材料（基于光纤的可测温度、形变电磁线，高性能、高质量规模化生产硅钢片，避雷器用高性能电阻片原材料）、0.5g 抗震型大容量并联电容器装置、1000kV 交流串联电容器装置。

±800-1100kV 特高压直流输变电装备：研制±1100kV 高端及中端换流变压器（多物理场仿真设计分析技术、直流油纸绝缘设计验证及校核技术、绝缘成型件及组附件、现场试验技术）及换流变压器关键零部件（绝缘成型件及组附件），±1100kV 换流变压器阀侧套管（设计套管内绝缘设计、大尺寸外绝缘加工工艺等，掌握大直径套管绝缘芯体加工工艺及设备研制、试验技术），±800kV、±1000kV 出线装置（绝缘结构），现场组装式换流变压器（关键技术开发），±1100kV 平波电抗器（电磁场分析和绝缘可靠性、电气结构、防震设计、降低损耗和噪声、运行环境和适应性、绝缘成型件及组附件国产化、智能化制造工艺），直流输电晶闸管换流阀研制（突破换流阀绝缘设计技术），±1100kV 各类直流电容器（PLC/RI 电容器、滤波电容器、中性母线冲击电容器、直流转换开关用电容器、交流滤波电容器、低噪声电容器组、高比特电容器组、0.5g 抗震型电容器装置），±1100kV 直流旁路开关、直流转换开关、直流隔离开关和接地开关，±1100kV 直流测量装置系列产品（全光纤电流互感器/直流电子式电压互感器），±1100kV 直流系统避雷器，±800-1100kV 穿墙套管（结构设计、绝缘设计和加工工艺等突破关键技术），1100kV 瓷柱式

滤波器组断路器。

推进特高压输变电装备智能制造与智能运维：研究并掌握特高压交直流输电装备优化设计、关键零部件高效、高精度制造技术，关键零部件、整机智能生产线技术，在位检测与制造过程智能管控技术，工控网络安全监测与审计，运行过程远程在线监测，全寿命期的大数据与智能决策技术，设备在役在线检测、远程设备维护诊断、企业私有云、能源装备公共云技术。

(2) 试验示范：

依托《电力发展十三五规划》及相关能源中长期战略规划中明确的后续特高压输电工程项目，推动关键装备的试验示范：

1000kV 等级特高压交流关键设备：气体绝缘金属封闭开关设备用关键元件无源式光学电流互感器、出线装置、冷却器、有载开关、智能组件、变压器干式套管、交直流混联协调控制保护成套设备、1333MVA 两柱式特高压变压器、大容量现场组装变压器、可控特高压并联电抗器、气体绝缘金属封闭输电线路（GIL）等。

±800-1100kV 特高压直流输变电关键设备：换流变压器（阀侧套管、穿墙套管），5000A 直流断路器，换流变出线装置，现场组装式换流变压器，平波电抗器，晶闸管，换流阀，直流耦合电容器、交直流滤波电容器，直流旁路开关、直流转换开关、直流隔离开关和接地开关，直流测量装置系列产品（全光纤电流互感器/直流电子式电压互感器），直流避雷器（ $U_r=1320kV$ ），穿墙

套管，瓷柱式滤波器组断路器，绝缘子，控制保护系统等。

所有完成技术攻关的设备；

承担关键零部件技术攻关的设备整机。

(3) 应用推广：

鼓励《电力发展十三五规划》及相关能源中长期战略规划中明确的后续特高压输电工程项目采用自主研发的特高压输变电装备、完成试验示范的关键设备：

1000kV 等级特高压交流输电成套设备：气体绝缘金属封闭开关设备、变压器油浸纸套管、可控并联电抗器保护装置、串联补偿装置等。

±800kV 特高压直流输电设备：直流隔离开关、直流电容器、6 英寸 5000A 晶闸管和换流阀、5000A 旁路开关以及已完成试验运行业绩设备及低电压设备。

2、智能电网

(1) 技术攻关：

柔性输变电设备：突破±500kV/3000MW 柔直系统关键技术和控制保护设备，±800kV 柔性直流输电装备（含换流器及直流支撑电容器），适用于 10kV~110kV 配网系统的柔性直流配网换流器、变压器、断路器、控制保护系统研制，±160-500kV 高压直流断路器关键技术和超高速机械开关等关键组件以及带故障电流限制的高压直流断路器，500kV 统一潮流控制器换流阀、晶闸管旁路开关、控制保护等，300MW 级大功率 SVG 设备，

220kV/40kA 固态短路限流装置在短路电流超标系统的自耦变压器、晶闸管阀设计、控制策略及控保系统、±500kV 柔性直流电缆及海底电缆、附件和绝缘材料、300Mvar 级大功率 SVG 设备、±500kV 直流电缆、500kV 短路电流限制器。

智能变电站成套装备：研发基于大数据、云计算的 126-1100kV 气体绝缘金属封闭智能开关设备及远程专家诊断系统、智能变电站智能控制和运行维护系统、110-1000kV/50-1000MVA 节能型环保型智能变压器、智能变电站主设备带电检修关键设备、同步开关和变电站智能巡检系统、次同步振荡识别及抑制系统。

智能配电网成套设备：研发智能分布式配电保护与自愈控制系统、10-35kV 智能配网串联补偿装置、适用于 10-35kV 配网的 MW 级以上电能路由器、微网专用超快速混合型低压限流断路器、中压兆瓦级双电源固态无缝切换开关、微电网多源协调控制系统、分布式配电线路故障定位系统、分布式串联补偿装置以及新材料和光电复合高带宽数据线缆。

用户端智能化成套装备：用于新能源或多电源低压配电系统的控制与保护一体化系统及装置、用于新能源或多电源配电系统的用户端核心电器设备（额定电压为 AC1000V 或 DC1500V 及以下的超智能型万能式断路器、超智能型塑壳式断路器、超智能型小型断路器、超智能型自动转换开关、超智能型控制与保护电器、低压开关柜（全铝母线式）等）、用户端能源管理与需求响应系

统及接口装置、用户端核心电器及电机设备的智能制造装备。

大容量电力电子器件和材料：研制以 SiC 和 GaN 等材料为代表的宽禁带电力电子半导体器件、高压/大电流瞬态开断电力电子器件、高压大容量固态电力电子变换器，研发新一代高压大功率电力电子器件材料生长与掺杂、器件及封装、驱动及电路设计等关键技术工艺。

高温超导材料：研究高温超导材料配方及其制备工艺，开展面向超导电缆、变压器、限流器、超导电机等的应用研究。研究生产执行管理、先进过程控制与优化、物流与质量追溯等智能制造技术。

推进智能电网设备智能制造与智能运维：研究并掌握各类智能电网装备数字化快速设计技术，如智能化加工流水线、机器人、智能检测装置、精益电子看板、制造执行系统（MES）、产品全生命周期管理系统（PLM）等；建立生产过程数据采集分析系统和车间级工业通信网络，建立自动化智能化的加工、装配、检验、物流等系统，通过工业通信网络实现互联和集成；研究工控网络安全监测与审计，运行过程远程在线监测，全寿命期的大数据与智能决策技术，设备在役在线检测、远程设备维护诊断、企业私有云、能源装备公共云技术。

（2）试验示范：

开展智能电网、能源互联网等工程项目示范，推动关键装备的试验示范：

柔性直流输电： $\pm 500\text{kV}/3000\text{MW}$ 柔直系统、 $\pm 500\text{kV}/3000\text{MW}$ 多端柔性直流输电控制保护、 $10\text{kV}\sim 110\text{kV}$ 柔性直流配电设备、 $\pm 160\text{kV}\sim \pm 500\text{kV}$ 高压直流断路器、 500kV 统一潮流控制器 (UPFC)、 $220\text{kV}/40\text{kA}$ 固态短路限流装置等。

智能变电站主设备、二次设备综合在线监测及远程专家诊断系统、 $750\text{kV}\sim 1000\text{kV}$ 节能型环保型智能变压器、 $10\sim 35\text{kV}$ 投切电容器组和无功补偿专用真空开关、智能变电站一次设备带电检修关键设备等。

所有完成技术攻关的设备；

承担关键零部件技术攻关的设备整机。

(3) 应用推广：

鼓励后续配电网智能化改造工程项目采用自主研发设备、完成试验示范的关键设备：

$\pm 320\text{kV}/1000\text{MW}$ 和 $\pm 420\text{kV}/1250\text{MW}$ 柔性直流输电系统、 $200\text{MW}/35\text{kV}$ 大功率 SVG 设备、 $220\text{kV}/40\text{kA}$ 固态短路限流装置等。

$126\text{kV}\sim 363\text{kV}$ 集成式智能隔离断路器、 $110\text{kV}\sim 500\text{kV}$ 节能型环保型智能变压器、智能分布式配电保护与自愈控制系统、 10kV 智能配网串联补偿装置、 10kV 智能配网无功补偿 SVG 装置、微网专用超快速混合型低压限流断路器、中压兆瓦级双电源固态无缝切换开关、微电网多源协调控制系统等。

3、能源互联网关键装备

(1) 技术攻关：

能源互联网核心装备：包括面向多能流的能源交换与路由、储能、能气转换等装置。

可再生能源并网系统：研发基于移动互联网、云计算和大数据分析技术的可再生能源综合监控、运维、预测及分析评估系统以及可再生能源自动化智能生产管理设备及系统，包括可再生能源智能集中运维管理系统、可再生能源发电效能云分析评估系统、基于大数据的可再生能源故障云诊断系统、光伏电站运行指标分层分级评估系统、基于设备环境模型的光伏发电高效能控制系统、光伏智能运维平台、光伏发电分析评估系统、光伏发电智能控制系统、光伏发电功率预测系统、风电功率预测系统、风力发电机组智能控制系统，掌握智能诊断、功率预测、分析评估与控制调度技术，推进移动互联网、云平台和大数据等新一代信息技术在可再生能源智能诊断、功率预测、分析评估与协调控制等方面的应用，突破能源互联网框架下的风电机组、光伏逆变器与能源互联网信息交互与控制，开发主要可再生能源发电效能云分析系统、故障云诊断系统，实现可再生能源发电智能运维。

(2) 试验示范：

依托《关于积极推动“互联网+”智慧能源（能源互联网）发展的行动计划》、《风电发展十三五规划》、《太阳能发电发展十三五规划》和《电力十三五规划》及相关能源中长期战略规划，确定示范工程推动关键装备的试验示范。

推动可再生能源发电大数据建模和分析技术研究、云计算和

互联网在可再生能源发电综合监控、运维、预测及分析评估和生产管理等领域的应用。推动靠岸电源成套设备示范应用。

(3) 应用推广：

鼓励后续项目采用自主研发设备。

(十五) 煤炭深加工装备

(1) 技术攻关：

大型煤气化装置：研发适应煤制清洁燃料及化学品等用途的大型煤气化炉（包含干粉煤气化工艺烧嘴、水煤浆气化工工艺烧嘴等关键部件）、破渣机、自动化控制及辅助系统和大型粉煤热解装置，掌握气化炉的放大规律和结构特点、烧嘴等内构件材料及制造和自动化控制及辅助系统技术。

通用关键设备：研制 12 万 Nm^3/h 等级以上大型空分装置、煤化工配套特殊阀门、膨胀机、各类煤化工泵（两相流泵、进料泵、甲醇泵等）和千万吨级工艺泵以及耐磨蚀高温高压差调节阀等，实现 10 万 Nm^3/h 的大型空分装置、大型气体压缩机、耐温耐磨泵、阀及管道等通用设备的国产化。

大型合成装置：研制百万吨级甲醇合成反应器、大型甲烷化反应器、大型浆态床费托合成反应器、百万吨级甲醇制烯烃反应器等，形成大型煤化工合成装置的自主开发、设计、制造能力，提高国产化率。

(2) 试验示范：

依托相关能源规划和战略规划中后续所有煤炭深加工项目，

推进自主研发的煤气化装置、关键泵阀、合成装置等的试验示范。

粉煤洁净化分质利用装置；3000 吨/天及以上干燥粉气化炉；4000 吨/天及以上水煤浆气化炉；大型空分配套增压机和压缩机；各类化工压缩机、千万吨级炼油工艺压缩机；大型空分装置配套大流量低温泵；千万吨级炼油换热器；千万吨级炼油用各类阀门；粉煤洁净化分质利用装置等。

开展 400-600MW 等级整体煤气化联合循环（IGCC）电站关键技术装备示范。

推进整体煤气化燃料电池联合循环（IGFC-CC）发电技术装备示范。

（3）应用推广：

鼓励后续所有煤炭深加工项目采用自主研制设备。

推广应用低于 3000 吨/天气化炉、煤化工控制系统、大型空分装置配套换热器、大型空分装置配套小流量低温泵、高压和高温油煤浆泵等。

五、保障措施

（一）建立机制加强组织落实

建立协调工作机制，加强统筹协调和督察落实。不定期召开会议，研究制定和细化政策措施，提出具体工作计划和年度重点任务，具体衔接协调能源装备产业发展有关规划、政策、工程、专项和走出去工作等，研究落实依托工程，促进首台套能源装备的推广应用。

（二）政府引导形成创新合力

政府引导、企业为主，组织推动能源企业与装备制造业联合形成自主创新合力。针对重大装备自主创新示范项目，组织能源企业和装备制造企业对接，制定装备自主创新工作方案，协调和推进装备自主研发、试验鉴定和试验示范。组织主设备制造企业与关键零部件和材料制造企业对接，制定关键零部件和材料自主研发工作方案，加快形成重大能源装备成套能力。

（三）资金支持提升产业能力

高效利用中央资金支持重大能源装备、关键零部件和材料的技术攻关。研究利用专项建设基金、先进制造产业投资基金、国家新兴产业创业投资引导基金等，支持符合条件的关键装备技术攻关、产业化和制造条件升级。针对实施方案主要任务，继续组织开展一批关键装备、核心部件的技术攻关和技术改造，加强试验检测能力建设。对符合产业发展方向的能源装备建设项目给予金融、贷款等政策优惠。

（四）完善政策保障示范应用

研究统筹利用财税、价格、项目考核和运行监管等手段，支持能源装备试验示范和推广。国家制定的各类能源规划要明确能源装备自主创新工作任务和发展目标。鼓励和支持各类能源项目制定能源装备自主创新工作方案，积极承担能源装备试验示范和推广任务。对国家明确的承担首台套重大装备试验示范的依托工程，试验示范期间适当给予安全运行考核政策支持，并

进一步研究给予税收、电价等方面的优惠。鼓励对符合产业发展方向的能源装备首台套项目开展保险和再保险。

（五）加强引导助力优胜劣汰

对于完成试验示范的重大能源装备，行业主管部门定期出台能源装备自主创新推荐目录，鼓励其推广应用。适时调整或取消相应整机、成套设备、部件和材料的进口免税政策。完善技术和质量监管体系，加强第三方检测检验，强化企业质量主体责任。研究制定重大能源装备和关键零部件质量通报制度，组织能源企业、行业协会定期调研和发布能源装备质量情况，通报质量问题突出、引发重大生产事故的设备及制造企业。引导和督促制造业不断提升技术水平和质量保障能力，逐步淘汰落后产能。

（六）组织技改推动转型升级

结合《中国制造 2025》制造业创新中心、智能制造、工业强基、绿色制造和高端装备等工程，推进能源装备制造业开展技术改造，推动能源装备制造企业采用智能制造、3D 打印等新技术和新工艺提升制造技术水平和能力。积极贯彻落实《中国制造 2025》有关政策措施，根据能源装备制造业实际情况，采用政府引导、社会合作的模式，引导社会资本参与制造业重大项目建设、企业技术改造和关键基础设施建设，有效推动能源装备制造企业转型升级。

（七）健全机制促进国际合作

围绕共建“一带一路”和实施“走出去”战略，建立健全能

源装备国际合作服务工作机制。引导能源企业、装备制造企业抱团出海，防止国内企业同质化恶性竞争。推动能源装备制造业从单纯技术引进向人才引进、对外并购、合作研发转变，支持引进能源发展亟需的先进技术和高端人才。研究利用产业基金、国有资本收益等方式，推动各类能源装备优势产能走出去，支持海外投资并购。

（八）完善标准助推产业提升

加快现有国家标准和行业标准的修订、整合和完善，适时制定新的国家和行业标准，提高标准的先进性。加强能源装备标准制修订所需的试验验证平台建设。加强与国际标准对接，提高国家标准、行业标准和企业标准等级，形成统一、完善、符合我国国情的能源技术装备标准体系。进一步推进能源行业标准在行业管理和监督中发挥作用，加强能源装备检测认证工作。加强能源装备制造有关行业标准的宣传贯彻和落实。

附件：

能源装备自主创新指导目录

序号	技术领域	产品类别	需突破的关键设备			发展目标		示范工程和承担单位
			技术攻关	示范试验	推广应用	2020年	2025年	
1	煤炭绿色智能采掘	煤炭智能地质钻探装备	回采工作面高精度地质勘探系统关键设备	井上下一体化地震探测系统	推广深厚冲积层快速建井、薄煤层智能化开采、智能化无人工作面综采、大断面巷道高效掘支、煤及半煤巷道快速掘进、煤矿信息化管理、煤矿区地面生态恢复与重建、新型煤粉锅炉系统、大型煤矿装备节能、矿井水利用、煤矿重大灾害事故反演和模拟仿真、煤矿应急避险技术装备等	完成关键设备技术攻关和试验示范，煤炭装备技术水平显著提升	形成煤炭高效绿色智能勘探开采技术装备体系	神华、中煤等煤炭企业，《煤炭工业发展十三五规划》
			掘进头地质构造多波三维实时超前高精度探测系统	回采工作面高精度地质勘探系统				
		煤炭高效绿色开采装备	煤矿巷道高效快速掘进与支护装备	10m大直径矿山竖井掘进机				
			薄和极薄煤层、大倾角-急倾斜煤层、特厚煤层高效高回收率开采装备、智能化绿色充填开采装备	Φ8m×1500m反井钻机				
			深部矿井安全高效开采及岩层控制技术装备	全断面斜井掘进机				
			大型露天矿连续、半连续开采生产系统	挤压破岩硬岩巷道掘进机				
			大型矿井辅助运输系统	1500m煤矿深井智能提升机				
			高端采煤机	采煤机				
			N00工法及关键设备	新的采煤工艺及设备				
			智能锚杆机	智能锚杆钻机				
			8.8米超大采高支架	8.8米液压支架				
			智能全断面掘进成套装备	全断面掘进机及配套设备				
			绿色辅助运输车辆	井下防爆系列电动车				
			煤矿斜井盾构施工设备	煤矿斜井盾构及配套设备				
免维护运输胶带机	新型主运胶带机							

序号	技术领域	产品类别	需突破的关键设备			发展目标		示范工程和承担单位
			技术攻关	示范试验	推广应用	2020年	2025年	
1	煤炭绿色智能采掘	煤矿智能开采洗选装备	千万吨级矿井大型提升智能化装备	智能化非圆形全断面掘进装备	推广深厚冲积层快速建井、薄煤层智能化开采、智能化无人工作面综采、大断面巷道高效掘支、煤及半煤巷道快速掘进、煤矿信息化管理、煤矿区地面生态恢复与重建、新型煤粉锅炉系统、大型煤矿装备节能、矿井水利用、煤矿重大灾害事故反演和模拟仿真、煤矿应急避险技术装备等	完成关键设备技术攻关和试验示范，煤炭装备技术水平显著提升	形成煤炭高效绿色智能勘探开采技术装备体系	神华、中煤等煤炭企业，《煤炭工业发展十三五规划》
			智能采煤机	智能超大采高液压支架				
			智能化清洁高效集成供液系统	年产1500万吨综采工作面智能控制输送设备				
			千万吨级/年模块化智能洗选装备及智能化控制系统	高效智能化采掘工作面控制装备				
			超大采高综采工作面集中控制及智能化系统	薄及中厚煤层智能化刨运机组				
			超大采高综采工作面安全工程成套设备	无机发泡固化材料制备输送一体机				
			煤矿灾害智能防护技术装备	智能湿喷机				
			综采工作面煤岩分界面自动识别装备	综合智能一体化生产控制和执行系统				
			矿井探测机器人	安全探测传感器				
			工作面巡检机器人	煤岩识别探测器				
			探测机器人					
			智能集控中心及决策系统					
			煤矿物联网传感设备					
		煤矿灾害防治和应急救援装备	煤与瓦斯突出、冲击地压等动力灾害监测预警系统及解危装备	矿山呼吸性粉尘、火灾、瓦斯、水灾、顶板等实时在线监测预警装备				
			高可靠性无人侦测技术与多网融合综合通信装备					
			救援通道快速构建技术装备					
			分布式联合仿真救援培训演练系统与综合管理信息平台					
			矿井水害全时空实时预警系统					
			关键地点巡检无人飞行器					
矿井危险源实时监测预警管控一体化平台								
掘进头地质构造多波三维实时超前高精度探测系统								

序号	技术领域	产品类别	需突破的关键设备			发展目标		示范工程和承担单位
			技术攻关	示范试验	推广应用	2020年	2025年	
2	深水油气勘探开发	深水油气资源勘探成套技术装备	深水大型物探船及其配套技术装备			自主掌握海洋深水油气资源勘探技术装备	技术水平进一步提升，形成完善的成套设备设计制造能力	中海油等，后续海洋油气工程
			海洋高精度地震勘探成套技术装备					
			海洋复杂油气藏三维测井综合评价成套技术与装备					
			深水大型工程地质勘察船及其配套技术装备					
		深水油气钻采装备	12000米海洋钻井模块关键设备	深水固井装备		完成一批关键设备技术攻关，开展试验示范，自主掌握海洋深水油气资源钻采技术装备		
			水下生产系统关键设备	9000米海洋人工岛钻机				
			海洋深水管系统关键设备	2000米以上多功能连续管钻机				
			海洋天然气水合物开采装备	450英尺自升式平台升降锁紧系统				
			3000米深水起重铺管船及其配套工程技术装备	3000米半潜式钻井平台成套装备				
			30万吨以上FPSO、FDPSO	1100吨隔水管张紧系统				
			注CO ₂ 采油配套工艺技术及工具	水下生产系统（1500米水下智能采油树、水下自动控制系统、水下井口）				
			和滩海油田钻采试油-试采一体化平台	500米水深E/H级钻井隔水管系统				
			海洋平台用输变电成套设备	3000米半潜式钻井平台				
				15000马力海洋压裂船				
				30-100米自升自航修井作业平台				
				较小吨级提升力海洋连续油管作业船				
	12000米海洋钻井模块							
	9000米海洋人工岛钻机							
	500米以上深水采油立管							
	自升自航石油工程修井平台							

序号	技术领域	产品类别	需突破的关键设备			发展目标		示范工程和承担单位
			技术攻关	示范试验	推广应用	2020年	2025年	
3	页岩油气勘探开采	页岩气勘探开采成套装备	5000米智能钻机	1000马力单泵固井车		陆相和埋深3500米以浅的海相页岩气勘探开发关键工程技术全面实现国产化	形成完善的成套设备设计制造能力	中石油、中海油等，《页岩气十三五规划》、《大型油气田及煤层气开发重大专项十三五实施计划》及后续其它页岩气工程项目
			6000米页岩气高效钻机	单机功率3000马力以上的油/气/电驱压裂泵车/撬				
			钻完井设备关键设备	大型泡沫固井装备				
			高精度地质导向系统	4500马力涡轮驱动压裂车				
				单机6000马力的电驱压裂撬				
			大型压裂设备	无水压裂成套装备				
				5000米智能钻机				
4	煤层气开发利用	煤层气抽采成套装备	防爆地质导向测量、钻进、控制、随钻测量等煤矿井下智能化钻探装备			完成煤层气关键装备的技术攻关和试验示范，关键设备实现自主化	技术水平进一步提升，有效保障各种煤层气的高效开采	神华、中煤等煤炭企业，《煤炭工业发展“十三五”规划》、《煤层气（煤矿瓦斯）开发利用“十三五”规划》和相关规划及煤层气开发利用工程项目
			120Tf煤层气车载钻机关键部件	120Tf煤层气车载钻机				
			Φ300mm顶推式钻机关键部件	Φ300mm顶推式钻机				
			连续油管成套设备	大型液氮泵车				
			液氮压裂机组					
			采动区煤层气撬装抽采设备					
			1000米斜直井钻机					
			大型泡沫压裂成套设备					
		煤层气高效利用装备	低浓度煤层气变压吸附浓缩装置					
			低浓度煤层气蓄热氧化利用装备					
			煤层气物理萃取富集装备					
			煤层气深冷液化装备					

序号	技术领域	产品类别	需突破的关键设备			发展目标		示范工程和承担单位
			技术攻关	示范试验	推广应用	2020年	2025年	
5	油气储运和输送	天然气长输管线装备	X100和X120高强度管线钢及系列卷板和宽厚板以及螺旋埋弧焊管和直缝埋弧焊管	30MW级燃气轮机驱动压缩机组	20MW级电驱压缩机组	完成关键设备研制，开展试验示范	天然气长输管线设备全部实现自主化	中石油、中石化等，《天然气发展十三五规划》
			5700-6000转/分左右的高速电机和压缩机	10MW级5000r/min以上的超高速异步防爆电机	高压大口径（48英寸，900和600磅级）全焊接球阀			
			10MW级支线燃气轮机驱动压缩机组	大功率、高转速系列压缩机				
				天然气管道高压大口径阀门及配套执行机构				
				天然气管道计量设备				
				输气管道控制系统				
		液化天然气	100万吨级天然气液化技术工艺包	LNG接收站气化成套装备（海水泵、各类气化器等）		百万吨级LNG设备实现自主化	形成大型LNG装备自主成套能力	
			LNG接收站成套装备（液相卸料/气相返回臂，存储设备）	低压潜液泵、高压输送泵等				
			大型LNG液化处理装置	大型液力透平				
			浮式/平台式LNG液化、储存和再气化设备	8t/h以下的BOG压缩机和BOG增压压缩机				
			液化成套装备（压缩机、低温泵、阀门、管道、仪表及耐低温材料等）	高频开关球阀、节流膨胀阀、大口径蝶阀、安全阀等低温阀门				
			液化厂控制系统	气液两相透平膨胀机				
			高压天然气（HCNG）海洋储运成套装备	LNG绕管换热器				
			1万方以上新型独立式LNG船用大型储罐	120万吨/年LNG液化装置用制冷剂压缩机组				

序号	技术领域	产品类别	需突破的关键设备			发展目标		示范工程和承担单位	
			技术攻关	示范试验	推广应用	2020年	2025年		
6	清洁高效燃煤发电	高效超超临界燃煤发电	600℃等级超超临界燃煤发电机组关键高温部件和零部件	推进关键泵阀、四大管道示范应用	完成示范应用设备推广	关键材料和设备实现自主化	进一步提升技术水平	各发电集团,《电力十三五规划》	
			电站工业控制系统核心零部件及元器件及电站远程诊断系统	重要辅机高性能轴承					
			火电厂余热利用与海水淡化集成优化技术及装备	1000MW等级超超临界高效褐煤发电机组关键装备					
			630-650℃等级超超临界燃煤发电高温合金材料、锅炉、汽轮机、高温管道和关键泵阀	高效和低水耗褐煤提质发电技术装备示范	1000MW等级超超临界空冷机组	完成研制,开展示范			
			大容量富氧燃烧锅炉						
			燃煤电厂智能控制系统						
			全燃准东煤锅炉						
			700℃等级镍基合金耐热材料	完成技术攻关后开展试验示范	完成关键材料和设备研制	开展示范工程建设			700℃超超临界燃煤发电示范工程
			大型铸件、锻件的加工制造						
			700℃锅炉水冷壁、过热器、再热器、集箱等关键部件						
		700℃汽轮机高中压转子、汽缸、阀壳、高温叶片、紧固件、阀芯耐磨件等关键部件							
		700℃大口径高温管道及管件							
		超(超)临界循环流化床	超超临界CFB锅炉的总体燃烧室、布风装置、分离器、外置换热器等关键部件	完成技术攻关后开展试验示范	完成超超临界CFB研制	开展示范工程建设和运行	超超临界循环流化床发电示范项目		
		超临界二氧化碳循环发电	大型超临界二氧化碳火力发电机组用材料	完成技术攻关后开展试验示范	完成技术攻关,开展试验示范	进一步提高技术水平	超临界二氧化碳发电示范项目		
		高效压缩机							
		二氧化碳为工质的水冷壁、过热器、再热器							
			二氧化碳汽轮机						
		污染物减排	烟气高效超净排放装置	自主研发的超低排放技术装备	超低排放技术装备	进一步提升技术水平	继续提升技术水平	各发电集团,煤电机组节能减排升级改造	
			自主知识产权的多污染物(SO ₂ 、NO _x 、Hg等)一体化脱除装置						

序号	技术领域	产品类别	需突破的关键设备			发展目标		示范工程和承担单位
			技术攻关	示范试验	推广应用	2020年	2025年	
7	先进大型压水堆	核岛设备	压力容器（C型环等关键部件）	自主研发的核岛设备、常规岛设备以及配套辅助设备、关键核级材料	核岛设备、常规岛设备以及配套辅助设备、关键核级材料	完成各种关键核电设备和零部件自主研发，开展试验示范，进一步提升自主装备技术水平	技术水平达到世界先进，全面掌握关键零部件和材料，具备较强国际竞争力	中核、中广核、国电投等，后续三代核电项目
			控制棒驱动机构（驱动杆、钩爪、密封壳、行程套管、棒位棒控连接器、线圈组件、棒位探测器）					
			堆内构件（全焊式堆芯围筒、流量分配组件、堆芯测量仪表格架组件）					
			蒸汽发生器（汽水分离器、换热单元）					
			稳压器（喷嘴、加热器）					
			主泵（核级密封、主泵监测系统、泵壳、飞轮、泵端液压联轴器、轴承、屏蔽套、热屏、湿绕组电机）					
			主管道					
			燃料装卸与贮存设备					
			安全级DCS系统					
			核电站高放环境修护专用工具					
			熔融物滞留系统					
		整体螺栓拉伸机						
		常规岛设备	汽轮发电机组及辅助设备（低压转子、焊接/整锻转子、2m等级长叶片、汽水分离再热器、抽汽逆止阀、低（中）压进汽蝶阀、控制保护系统、调节系统、发电机转子护环、励磁电压调节器/凝汽器钛管等）					
			柴油发电机组					
			大型发电机断路器					
			电控系统设备					
			主给水泵组（液力耦合器、芯包等）					

序号	技术领域	产品类别	需突破的关键设备			发展目标		示范工程和承担单位
			技术攻关	示范试验	推广应用	2020年	2025年	
7	先进大型压水堆	关键泵阀	关键核级泵（轴承、核级密封）	自主研发的核岛设备、常规岛设备以及配套辅助设备、关键核级材料	核岛设备、常规岛设备以及配套辅助设备、关键核级材料	完成各种关键核电设备和零部件自主研制，开展试验示范	技术水平达到世界先进，全面掌握关键零部件和材料，具备较强国际竞争力	中核、中广核、国电投等，后续三代核电项目
			关键阀门（核岛RCP/RCV系统高磅级大口径闸阀、主蒸汽安全阀、主蒸汽隔离阀、RCP严重事故卸压阀、RCP稳压器喷淋阀、RCP稳压器先导式安全阀、VDA主蒸汽释放隔离阀、VDA蒸汽排大气调节阀、汽机旁路调节阀、常规岛重要系统（ADG/AHP/CEX/ARE等）调节阀和隔离阀等）					
		关键核级材料	新型合金材料和替代材料					
			耐辐照包壳材料					
			MSR换热管、燃料锆管、核级海绵锆等					
		关键仪表和系统	核级碳钢、低合金钢、不锈钢和镍基合金等焊材					
			堆芯冷却监视、核测测量、温度监测系统					
			堆外核测系统					
			超声波流量计、导波雷达液位计					
			堆芯液位监测系统					
			事故后安全壳高量程区域监测仪					
			安全壳氢分析处理系统					
			乏燃料池水位监测系统					
		反应堆堆外核测量系统						
智能化核电装备	反应堆棒控棒位系统							
	核测量探测器、分体式压力/压差变送器、核级压力/差压变送器、核级温度开关/压力开关							
	核电装备智能制造技术							
	核电运营智能装置/装备及智能机器人							

序号	技术领域	产品类别	需突破的关键设备			发展目标		示范工程和承担单位
			技术攻关	示范试验	推广应用	2020年	2025年	
8	高温气冷堆	核岛设备	改进型核芯制备设备	20t/a燃料元件生产线	20万千瓦高温气冷堆核电机组	突破高温气冷堆关键技术装备，逐步推进设计技术和制造技术融合，完成样机研制，自主制造各种关键设备	初步形成高温气冷堆成套技术装备能力	华能，石岛湾高温气冷堆示范工程、福建霞浦60万千瓦高温气冷堆商业示范工程
			改进型燃料颗粒包覆设备	优化的蒸汽发生器及在役检查设备				
			改进型燃料元件压制设备	优化的控制棒驱动机构及检修专用设备				
			核级结构石墨	优化的吸收球停堆装置				
			核级氦气阀门	优化的金属堆内构件				
			高温气冷堆主蒸汽隔离阀	优化的堆芯卸料装置				
		高温气冷堆电气贯穿件	优化的燃料装卸系统输送转换装置					
		常规岛及其它配套设备	氦气透平压缩机组（压气机2级动叶轮 + 3级静叶轮、配套电磁轴承、电磁轴承、回热器、电气贯穿件、旁路阀）	优化的电磁轴承氦风机（含高效叶轮、国产化电磁轴承）				
			超高温气冷堆制氢机组	多模块机组主控室				
				配套超高压汽轮发电机组				
	10MW氦气透平压缩机组							
9	600MW级快中子反应堆	一回路系统	硼屏蔽组件	完成技术攻关后开展试验示范		完成600MW级示范快堆的技术、装备攻关和快堆电站设计	初步形成快堆成套技术装备能力	中核，福建霞浦60万千瓦快堆商业示范工程及后续项目
			一回路主循环泵					
			热交换器					
			安全棒驱动机构					
			补偿-调节棒驱动机构					
			堆容器及堆内构件					
			非能动停堆机构					
			堆芯支撑					

序号	技术领域	产品类别	需突破的关键设备			发展目标		示范工程和承担单位
			技术攻关	示范试验	推广应用	2020年	2025年	
9	600MW级快中子反应堆	二回路系统	二回路主循环泵	完成技术攻关后开展试验示范		完成600MW级示范快堆的技术、装备攻关和快堆电站设计	初步形成快堆成套技术装备能力	中核，福建霞浦60万千瓦快堆商业示范工程及后续项目
			蒸汽发生器					
			大口径钠阀					
			回路钠流量计					
			大口径钠管道					
			钠分配器及配套设备					
			先进高效汽轮发电机组等常规岛主设备及其它配套设备					
		燃料操作设备	换料机					
			装卸料提升机					
			转运机					
			乏燃料转换桶					
			新组件装载机					
			乏燃料水下检测工具					
			乏燃料贮存水池自动操作机					
			全自动换料监控系统					
		安全专设与核岛辅助系统	全自动乏/新燃料转运监控系统					
			乏/新燃料运输容器					
			空冷器					
			高性能冷阱					
			电磁泵					
			阻塞计					
			钠流量计					
		气体加热风机						
		氢、氧、碳测量装置						

序号	技术领域	产品类别	需突破的关键设备			发展目标		示范工程和承担单位
			技术攻关	示范试验	推广应用	2020年	2025年	
10	模块化小型堆	压力容器	完成技术攻关后开展试验示范			小型堆关键设备实现自主化，完成安全智能模块化小型堆示范工程建设，初步形成小型堆品牌，并初步具备批量化建设能力	完善小型堆设备成套制造能力	中核、中广核等，小型堆示范工程
		螺旋管直流蒸汽发生器						
		双层短套管						
		核反应堆堆内构件						
		一体化整体支承						
		蒸汽发生器						
		一体化内置式稳压器						
		一体化内置式控制棒驱动机构						
		换料设备						
		反应堆堆外核测量系统						
		反应堆堆芯测量系统						
		反应堆棒控棒位系统						
		单点系泊系统						
		数字化控制系统						
		主泵						
		主蒸汽隔离阀						
		主给水隔离阀						
		非能动热交换器						
		启动分离器						
		爆破阀						
		扩散器						
地坑过滤器								
喷洒器								
关键核级阀门								
装卸料机								
小型堆汽轮机数字电液调节装备								
在运核电机组模拟仪控系统全数字化升级技术改造成套验证装备								
小型堆专用工具								

序号	技术领域	产品类别	需突破的关键设备			发展目标		示范工程和承担单位
			技术攻关	示范试验	推广应用	2020年	2025年	
11	核燃料及循环利用	高安全性先进核燃料元件	CF/STEP系列燃料元件	完成技术攻关后开展试验示范		完成各种先进核燃料元件研制，推进试验示范	形成先进核燃料元件批量生产能力	中核、中广核等，相关核电项目
			模块化小堆燃料元件					
			高性能事故容错（ATF）燃料元件					
			环形元件					
			超临界压水堆燃料元件					
			快堆MOX燃料组件					
			高温气冷堆球形燃料元件					
			快堆金属燃料元件					
			锆合金材料					
			核燃料组件检测及修复设备					
		乏燃料后处理工艺和关键设备	卧式剪切机	乏燃料贮运用关键材料（中子吸收材料等），及其它设备完成技术攻关后开展试验示范		掌握乏燃料处理关键设备设计直走技术，初步形成“压水堆—后处理厂—MOX燃料—快堆”的工业规模核燃料循环体系	形成乏燃料处理成套技术装备能力	中核、中广核，乏燃料后处理示范项目
			连续溶解器					
			沉降式离心机					
			萃取分离柱					
			离心萃取器					
			泵轮式混合澄清槽					
			流体输送设备					
			专用泵阀					
			专用检修机器人					
			乏燃料/新燃料贮存/运输容器					
		三废处理装备	高放废液锆系元素高效萃取分离装置	完成技术攻关后开展试验示范		完成各种核废料/液处理技术装备研制，开展示范	形成批量生产能力，推进核废料/液无害化处理	中核、中广核、国电投等，相关示范项目
高放射性的铯、钡有效去除装置								
锆系与镧系元素的高效萃取分离装置以及锆钨高效吸附分离装置								
各种三废处理设备								

序号	技术领域	产品类别	需突破的关键设备			发展目标		示范工程和承担单位
			技术攻关	示范试验	推广应用	2020年	2025年	
12	水电	水力发电	100万千瓦级混流式水轮发电机组	依托后续工程项目推进关键设备示范应用		各种大型水电机组实现自主设计和制造，技术水平达到世界先进	进一步提升技术水平，形成优势国际竞争力	有关项目业主，国家核准和《水电发展十三五规划》及相关规划中具备条件的水电和抽水蓄能项目
			25万千瓦级轴流转桨式水轮发电机组					
50万千瓦级、1000米水头以上高水头大容量冲击式水轮机组								
突破总体设计、水力模型开发、电磁设计、高效全空冷、推力轴承、定子绝缘、通流部件结构动力特性等								
特大型水电铸锻件								
水电智能生产管理系统								
		抽水蓄能	单机40万千瓦级、500米水头以上高水头大容量抽水蓄能机组	依托后续工程项目推进关键设备示范应用		掌握大型抽水蓄能机组设计制造技术，关键设备实现国产化	进一步提升技术水平，具备国际竞争力	
			调速范围±10%可变速抽水蓄能机组					
13	风电	风电机组	轮毂中心高度100-200米大型陆上风力发电机组	完成技术攻关后开展试验示范		自主掌握先进风电技术设计制造技术，有效推动风电项目建设	进一步提升技术水平，形成优势国际竞争力	风电设备制造企业和风电业主，《风电发展十三五规划》
			10MW级海上大功率风力发电机组					
			海上漂浮式风力发电机组及各种基础结构					
			超大功率高温超导风力发电机					
			超长低风速叶片					
		大功率直驱永磁同步风力发电机						
		其它设备	海上风电设备运输船、吊装船等施工维护装备					
			基于模块化的具备自愈诊断能力和适应复杂电网下风力发电机组智能变流器					
6MW及以上中压全功率风电变流器								

序号	技术领域	产品类别	需突破的关键设备			发展目标		示范工程和承担单位	
			技术攻关	示范试验	推广应用	2020年	2025年		
14	太阳能发电	光伏新型高效晶硅电池和组件	效率21.5%以上的多晶硅电池	完成技术攻关后开展试验示范		完成高效光伏电池研制和示范,光伏制造设备实现自主化	进一步提升技术水平,形成优势国际竞争力	有关光伏制造企业及光伏发电项目业主,《太阳能发电发展十三五规划》	
			效率22.5%以上的单晶硅电池						
			效率25%以上的N型高效电池						
			效率26%以上的多结晶体硅电池						
			效率24.5%以上双面N型电池						
			多晶CTM大于103%、单晶大于101.5%的高效率组件						
			光伏电池关键配套材料						
		薄膜及其他新型光伏电池及组件	效率20%以上的碲化镉薄膜电池						
			效率21%以上CIGS薄膜电池						
			43%以上的III-V族化合物电池						
			钙钛矿电池等新型太阳电池						
			染料敏化电池						
			有机太阳电池						
			量子点电池						
14	太阳能发电	新一代光伏逆变器及系统集成设备	数兆瓦级高效光伏逆变系统	完成技术攻关后开展试验示范		完成高效光伏逆变器及发电系统研制和示范,光伏制造设备实现自主化	进一步提升技术水平,形成优势国际竞争力	有关设备制造企业 and 光伏发电项目业主,《太阳能发电发展十三五规划》	
			兆瓦级光伏储能逆变系统						
			新一代高效智能逆变器						
			10MW级高压无并网逆变器						
			直流并网逆变器和智能逆变器						
			1500V组件配套汇流箱、逆变器、组件等系统设备						
			智能化的光伏跟踪系统						
			能源互联运营管理平台						
			智能汇流箱						
			即插即用式光伏集成产品						
			光伏制造设备						多晶切割机、连续拉晶炉、大产能低压扩散炉、背面钝化设备、带二次印刷功能的双通道丝网印刷机等

序号	技术领域	产品类别	需突破的关键设备			发展目标		示范工程和承担单位
			技术攻关	示范试验	推广应用	2020年	2025年	
14	太阳能发电	槽式太阳能聚光发电系统关键设备	太阳能集热器、油水换热器	完成关键设备技术攻关开展试验示范		完成各种光热发电设备技术攻关，开展试验示范	形成成套设备制造能力	有关光热发电项目业主，《太阳能发电十三五规划》
			槽式太阳能液压驱动装置					
			槽式太阳能高性能油盐换热器					
			光热发电汽轮机系统					
			光场导热油专用旋转式接头					
		塔式太阳能热发电聚光发电系统关键设备	太阳能定日镜全场控制系统					
			聚光器跟踪传动装置					
			大面积拼接式定日镜及面形检测装置					
			塔式光热特殊隔热材料					
		太阳能热发电蓄热系统关键设备	大口径高温熔盐阀					
			高温高效率吸热材料					
			百兆瓦级高温熔盐吸热器					
			万立方级高温熔盐储罐					
			百吨级高参数盐水换热器					
		太阳热发电专用高效膨胀动力装置	液态金属蓄热储罐					
			高温高扬程大流量熔盐泵					
单螺杆膨胀机								
斯特林发动机								
分布式太阳能联供发电系统	有机工质蒸汽轮机和发电装置							
	超临界二氧化碳透平和系统							
	分布式太阳能发电吸热器							
	分布式储热装置							
15	燃料电池	百千瓦级质子交换膜燃料电池 (PEMFC)	小型高效再热汽轮机组	完成技术攻关后开展试验示范		完成技术攻关，推进项目示范	形成批量生产能力	有关设备生产企业和项目业主，燃料电池研发及产业化项目，分布式能源示范项目
			低成本长寿命电催化剂					
			低铂载量膜电极					
			电堆组装与一致性保障					
		百kW至MW级固体氧化物燃料电池发电分布式能源系统	系统集成与控制					
			电催化材料					
			膜电极和高温双极连接体					
			掌握长寿命 (>40000h) 的管型和板型SOFC及其关键部件的批量制备与生产技术					
系统集成技术								

序号	技术领域	产品类别	需突破的关键设备			发展目标		示范工程和承担单位
			技术攻关	示范试验	推广应用	2020年	2025年	
16	地热能	干热岩开发利用装备	靶区定位及探测设备	完成技术攻关后开展试验示范		完成技术攻关，推进项目示范	形成批量生产能力	相关示范工程
			大体积压裂设备					
			成井测试及微地震监测装置					
			高效热电转换性能的地面发电设备					
		水热型地热开发利用装备	示踪、酸化处理材料					
			储层酸化技术配套装备					
			储层、井筒、输运系统和发电系统核心部件					
阻垢剂加注工艺及设备								
大型地热压缩式热泵余热回收供热装置								
17	海洋能	兆瓦级波浪能发电装备	百千瓦级波浪能发电装置	完成技术攻关后开展试验示范		完成技术攻关，推进项目示范	形成批量生产能力	海洋能发电示范项目
			突破发电机、液压装置以及控制装置等功能部件					
			掌握关键基础元器件和功能部件设计制造技术					
		兆瓦级潮流能发电装备	高效潮流叶轮					
			适合中国潮流资源特点的翼型叶片					
			突破发电机组水下密封、低流速启动、模块设计与制造等关键技术					

序号	技术领域	产品类别	需突破的关键设备			发展目标		示范工程和承担单位
			技术攻关	示范试验	推广应用	2020年	2025年	
18	燃气轮机	百千瓦级微型燃气轮机	整体插拔式单筒燃烧室	完成技术攻关后开展试验示范		完成技术攻关, 推进项目示范	形成批量生产能力	分布式能源示范项目
			回流燃烧室					
			离心压气机					
			向心涡轮					
			高效回热器					
			燃用多种燃料燃烧器					
			高速电机					
			燃机-传动系统轴承轴系					
			气浮轴承与磁悬浮轴承					
		5MW级燃气轮机	高性能压气机	完成技术攻关后开展试验示范		完成技术攻关, 推进项目示范	形成批量生产能力	分布式能源示范项目
			低排放及双燃料、低热值燃烧室					
			高性能涡轮					
		10MW级工业燃气轮机	5MW级燃气轮机整机	完成技术攻关后开展整机示范应用		完成技术攻关, 形成样机生产能力	形成批量生产能力	
			高性能压气机					
			高性能低排放及双燃料燃烧室					
			高温气冷涡轮					
		50-70MW等级燃气轮机	数字式控制系统	整机开展试验示范		完成样机和试验	形成批量生产能力并进一步提高技术水平	中石油、中石化、中海油、华电和分布式发电项目业主等, 天然气长输和分布式发电项目
			高性能轴流压气机					
			高性能透平					
			高温冷却透平叶片					
二次空气系统								
TBC涂层新材料和新工艺								
低排放燃烧室								
30MW级中型工业燃气轮机	低排放燃烧室	完成技术攻关后开展整机示范应用		30MW级燃驱压缩机及发电机组	形成批量生产能力	进一步提高技术水平		
	高性能高稳定性轴流压气机							
	高稳定性、干式、低排放燃烧室							
	中低热值合成气、生物质等多燃料燃烧室							
	高性能、长寿命涡轮							
多余度数字控制及状态监测与预警系统								
整机设计与试验								

序号	技术领域	产品类别	需突破的关键设备			发展目标		示范工程和承担单位
			技术攻关	示范试验	推广应用	2020年	2025年	
18	燃气轮机	F级300MW级重型燃气轮机	整机设计	自主研发的叶片、轮盘以及整机示范应用；燃气轮机与IGCC系统示范验证	冷端部件	突破设计、试验、制造关键技术，构筑并完善技术研发体系，掌握高性能部件及整机的研发关键技术	掌握核心技术，进一步提升技术水平，开展新型燃机研制	燃气发电项目业主，F级300MW级重型燃气轮机试验电站
			高温合金材料、热障涂层材料及热端部件					
			控制保护、智能控制和决策系统					
			多级轴流压气机					
			燃用多种燃料的低污染燃烧室					
			气冷多级透平					
		燃气轮机总成						
		G/H级重型燃气轮机	整机装备设计和制造	整机示范应用	完成技术自主攻关，形成自主技术装备体系	进一步开展技术攻关，推进关键零部件研制及试验	燃气发电项目业主，G/H级重型燃气轮机示范电站	
			单晶高温材料，热障涂层，单晶叶片					
			控制保护系统					
			大流量高压比多级轴流压气机					
			分级预混干式低氮燃烧室					
气冷多级透平								
燃气轮机总成								
19	储能装备	10MW级压缩空气储能装备	宽负荷压缩机	完成技术攻关后开展试验示范； 氢能在天然气冷热电联供系统中的储能功能示范		完成关键技术设备攻关，开展试验示范	技术水平进一步提升，部分储能设备实现批量化生产能力	立足绿色储能产品及系统技术发展和产业化情况，结合新能源并网、智能电网和能源互联网示范项目推进
			高负荷透平膨胀机					
			紧凑式蓄热(冷)换热器					
		飞轮储能装备	1MW/1000MJ飞轮储能工业示范单机、阵列机组					
			基于轴向磁通永磁电机的新型飞轮储能系统					
		高温超导储能装备	5MJ/2.5MW高温超导储能磁体					
			功率调节系统PCS					
			低温高压绝缘结构					
			低温绝缘材料及制冷系统					
		大容量超级电容储能装备	新型电极材料、电解质材料					
			超级电容器新体系					
			高性能石墨烯及其复合材料					
基于钠离子的超级电容器体系								
能量密度30Wh/kg，功率密度5000W/kg的超级电容器单体								

序号	技术领域	产品类别	需突破的关键设备			发展目标		示范工程和承担单位
			技术攻关	示范试验	推广应用	2020年	2025年	
19	储能装备	10MW级液流电池储能成套装备	电池结构设计	完成技术攻关后开展试验示范				
			电极材料改性					
			一体化电极制备					
		全钒液流电池储能装备	关键膜材料					
			电池可靠性与耐久性技术					
			大功率电池堆					
		高性能铅炭电池储能装备	系统集成与智能控制技术					
			高导电率、耐腐蚀电极材料					
			新型耐腐蚀正极板栅制备					
			铅炭电池本体制备					
		25kW铝合金钠硫电池储能装备	长寿命、低成本铅炭电池储能装置					
			金属与陶瓷的低压力扩散封接系统					
			高活性电极的装配及封装系统					
			连续式素坯成型及陶瓷管烧结系统					
			电解质陶瓷管					
			碳毡及复合正极材料					
			高抗腐蚀外壳					
			热压封接陶瓷头					
			大尺寸保温箱					
			电池管理系统					
		100MW级钛酸锂电池储能装备	抗腐蚀高温连接件					
关键材料筛选制备								
电池材料体系								
电池制备								
长寿命钛酸锂材料								
储能用锂离子电池								
电池系统集成								
	电池系统集成和储能机组群控系统							

序号	技术领域	产品类别	需突破的关键设备			发展目标		示范工程和承担单位
			技术攻关	示范试验	推广应用	2020年	2025年	
20	特高压输变电	特高压交流输电装备	1100kV/2500A 0.4g抗震型交流系统用变压器套管	气体绝缘金属封闭开关设备用关键元件无源式光学电流互感器	气体绝缘金属封闭开关设备	完成关键部件的技术攻关和试验示范，特高压交流输电设备基本实现自主化	形成特高压交流输电设备成套能力，技术水平世界领先	国网、南网，后续特高压交流项目
			1100kV/3150A大容量变压器用套管	出线装置	变压器油浸纸套管			
			气体绝缘金属封闭输电线路	冷却器	可控并联电抗器保护装置			
			无源式光学电流/电压光学传感器	有载开关	串联补偿装置			
			内置式绝缘子	智能组件				
			760kN及以上大吨位绝缘子	变压器干式套管				
			高性能组部件及原材料	交直流混联协调控制保护成套设备				
			0.5g抗震型大容量并联电容器装置	1333MVA两柱式特高压变压器				
			1000kV交流串联电容器装置	可控特高压并联电抗器				
				气体绝缘金属封闭输电线路(GIL)				

序号	技术领域	产品类别	需突破的关键设备			发展目标		示范工程和承担单位
			技术攻关	示范试验	推广应用	2020年	2025年	
20	特高压输电变电	±800-1100kV特高压直流输电变电装备	±1100kV高中端换流变压器	5000A直流断路器	直流电容器	完成关键部件的技术攻关和试验示范，特高压直流输电设备基本实现自主化	形成特高压直流输电设备成套能力，技术水平世界领先	国网、南网，后续特高压直流项目
			换流变压器关键零部件(绝缘成型件及组附件)	换流变压器(阀侧套管、穿墙套管)	直流隔离开关			
			±1100kV换流变压器阀侧套管(套管内绝缘、SF6绝缘气体、外绝缘部分的硅橡胶绝缘等)	换流变出线装置	±200kV、5000A以下等级套管			
			±800kV、±1000kV出线装置(绝缘结构)	现场组装式换流变压器	5000A旁路开关			
			现场组装式换流变压器(关键技术开发)	平波电抗器				
			±1100kV平波电抗器	晶闸管和换流阀	6英寸5000A晶闸管和换流阀			
			±1100kV直流输电晶闸管换流阀(换流阀绝缘设计技术)	直流旁路开关、转换开关、隔离开关和接地开关				
			±1100kV直流电容器(PLC/RI电容器、滤波电容器、中性母线冲击电容器、直流转换开关用电容器、1000kV交流滤波电容器、低噪声电容器组、高比特电容器组、0.5g抗震型电容器装置)	直流测量装置系列产品				
			±1100kV直流旁路开关、转换开关、隔离开关和接地开关	直流避雷器(U _r =1320kV)				
			±1100kV直流测量装置系列产品(全光纤电流互感器/直流电子式电压互感器)	直流耦合电容器、交直流滤波电容器				
			±1100kV直流系统避雷器	穿墙套管				
			±1100kV穿墙套管	瓷柱式滤波器组断路器				
			1100kV瓷柱式滤波器组断路器	控制保护系统				
			±500kV/3000MW柔直系统关键技术和控制保护设备					

序号	技术领域	产品类别	需突破的关键设备			发展目标		示范工程和承担单位
			技术攻关	示范试验	推广应用	2020年	2025年	
21	智能电网	柔性输变电设备	±800kV柔性直流输电装备（含换流器及直流支撑电容器）	±500kV/3000MW柔直系统	±320kV/1000MW和±420kV/1250MW柔性直流输电系统	进一步开展柔性输电项目示范，完成关键设备技术攻关和示范应用	形成成套柔性输电技术设备能力	国网、南网等，柔性输电示范项目
			适用于10kV~110kV配网系统的柔性直流配网换流器、变压器、断路器、控制保护系统	±500kV/3000MW多端柔性直流输电控制保护	200MW/35kV大功率SVG设备			
			±160-500kV高压直流断路器/超高速机械开关等关键组件	10kV~110kV柔性直流配电设备	220kV/40kA固态短路限流装置			
			500kV统一潮流控制器换流阀、晶闸管旁路开关、控制保护等	±160kV~±500kV高压直流断路器				
			300MW级大功率SVG设备	500kV统一潮流控制器（UPFC）				
			短路电流超标系统的自耦变压器、晶闸管阀设计、控制策略及控保系统	220kV/40kA固态短路限流装置				
			±500kV柔性直流电缆及海底电缆、附件和绝缘材料	±500kV直流电缆、500kV短路电流限制器				
		智能变电站成套装备	基于大数据、云计算的126-1100kV气体绝缘金属封闭智能开关设备及远程专家诊断系统	智能变电站主设备、二次设备综合在线监测及远程专家诊断系统	126-363kV集成式智能隔离断路器	完成智能输变电设备和用户端设备的技术攻关和试验示范，初步形成智能电网设备技术装备体系	形成完整的智能输变电和用户端技术装备体系	国网、南网等，智能输变电和用电示范工程
			智能变电站主设备带电检修关键设备、同步开关和变电站智能巡检系统	750kV-1000kV节能型环保型智能变压器	110-500kV节能型环保型智能变压器			
			110-1000kV/50-1000MVA节能型环保型智能变压器	智能变电站一次设备带电检修关键设备				
			智能控制和运行维护系统					
			次同步振荡识别及抑制系统					
			300Mvar级大功率SVG设备					

序号	技术领域	产品类别	需突破的关键设备			发展目标		示范工程和承担单位
			技术攻关	示范试验	推广应用	2020年	2025年	
21	智能电网	智能配电网成套设备	智能分布式配电保护与自愈控制系统	10-35kV投切电容器组和无功补偿专用真空开关	智能分布式配电保护与自愈控制系统、10kV智能配网串联补偿装置、智能配网无功补偿SVG装置、微网专用超快速混合型低压限流断路器、中压兆瓦级双电源固态无缝切换开关、微电网多源协调控制系统	完成智能输变电设备和用户端设备的技术攻关和试验示范，初步形成智能电网设备技术装备体系	形成完整的智能输变电和用户端技术装备体系	国网、南网等，智能输变电和用电示范工程
			10-35kV智能配网串联补偿装置					
			10-35kV配网MW级电能路由器					
			超快速混合型低压限流断路器					
			中压兆瓦级双电源固态无缝切换开关					
			微电网多源协调控制系统					
			分布式配电线路故障定位系统					
			分布式串联补偿装置					
			光电复合高带宽数据线缆					
		用户端智能化成套装备	控制与保护一体化系统及装置					
			用于新能源或多电源配电系统的用户端核心电器设备					
			用户端能源管理与需求响应系统及接口装置					
			用户端核心电器及电机设备的智能制造装备					
大容量电力电子器件和材料	以SiC和GaN等材料为代表的宽禁带电力电子半导体器件							
	高压/大电流开断电力电子器件							
	大容量固态电力电子变换器							
高温超导材料	超导电缆、变压器、限流器、超导电机等的应用							
22	能源互联网关键装备	能源互联网核心装备	多能流的能源交换与路由	完成攻关后开展示范	完成关键设备技术攻关和推	完成试验示范，初步形成	国网、南网等，能源互联	
			能气转换装置					
		可再生能源并网和智能管理系统	基于移动互联网、云计算和大数据分析技术的可再生能源智能综合管理系统	推动可再生能源发电大数据建模和分析、云计算和互联网在可再生能源发电综合监控、运维、预测及分析评估领域的应用	建设示范项目，形成批量能力	进一步提升技术水平	有关新能源发电企业和电网公司，相关示范项目	
			光伏发电分析评估、智能控制和功率预测系统	靠岸电源成套设备				
			风电功率预测系统					
			风力发电机组智能控制系统					
			发电效能云分析和评估系统					

序号	技术领域	产品类别	需突破的关键设备			发展目标		示范工程和承担单位
			技术攻关	示范试验	推广应用	2020年	2025年	
23	煤炭深加工	大型煤气化装置	适应煤制清洁燃料及化学品等用途的大型煤气化炉	粉煤洁净化分质利用装置	~3000t/d煤气化炉	完成关键部件自主研制和示范	进一步提升技术水平	后续煤炭深加工项目
			干粉煤气化工艺烧嘴	3000吨/天及以上干煤粉气化炉	煤化工控制系统			
			水煤浆气化工艺烧嘴	4000吨/天及以上水煤浆气化炉				
			大型粉煤热解装置	400-600MW等级整体煤气化联合循环（IGCC）电站关键技术装备				
			破渣机	整体煤气化燃料电池联合循环（IGFC-CC）发电技术装备				
			自动化控制及辅助系统					
		通用关键设备	12万Nm ³ /h等级以上大型空分装置	大型空分配套增压机和压缩机	大型空分装置配套换热器			
			煤化工配套特殊阀门	各类化工压缩机、千万吨级炼油工艺压缩机				
			膨胀机	大型空分装置配套大流量低温泵	大型空分装置配套小流量低温泵			
			各类煤化工泵（两相流泵、进料泵、甲醇泵等），千万吨级炼油工艺泵	大型换热器	高压和高温油煤浆泵			
			耐磨蚀高温高压差调节阀	各类特殊阀门				
		大型合成装置	百万吨级甲醇合成反应器					
			大型甲烷化反应器					
			大型浆态床费托合成反应器					
			百万吨级甲醇制烯烃反应器					