

# 国家能源科技“十二五”规划

( 2011-2015 )

国家能源局

二〇一一年十二月

# 目 录

一、前 言 .....	1
二、能源科技的发展形势 .....	3
(一) 世界能源科技发展形势 .....	3
(二) 我国能源科技发展形势 .....	8
三、指导思想和发展目标 .....	14
(一) 指导思想 .....	14
(二) 发展目标 .....	14
四、重点任务 .....	18
(一) 勘探与开采技术领域 .....	18
(二) 加工与转化技术领域 .....	36
(三) 发电与输配电技术领域 .....	53
(四) 新能源技术领域 .....	77
五、保障措施 .....	101
六、附 表 .....	104

## 一、前 言

能源工业是国民经济的基础产业，也是技术密集型产业。

“安全、高效、低碳”集中体现了现代能源技术的特点，也是抢占未来能源技术制高点的主要方向。我国能源生产量和消费量均已居世界前列，但在能源供给和利用方式上存在着一系列突出问题，如能源结构不合理、能源利用效率不高、可再生能源开发利用比例低、能源安全利用水平有待进一步提高等。总体上讲，我国能源工业大而不强，与发达国家相比，在技术创新能力方面存在很大差距，在体制机制方面还需要不断完善改进。

“十二五”是我国全面建设小康社会的关键时期，是深化改革开放、加快转变经济发展方式的重要战略机遇期。必须以科学发展观为指导，深入贯彻落实党的十七届五中全会精神和《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年（2011-2015年）规划纲要》，从前瞻、战略和全局的高度制定未来能源科技发展的总体战略，对能源科技发展进行认真分析、提前部署、科学规划，使能源科技满足能源可持续发展和节能减排的要求，适应全面建设小康社会和走新型工业化道路的发展形势，为我国未来经济社会可持续发展提供更广阔的空间。

《国家能源科技“十二五”规划（2011-2015）》（以下简称《规划》）分析了能源科技发展形势，以加快转变能源发展方式为主线，以增强自主创新能力为着力点，规划能源新技术的研发和应用，用无限的科技力量解决有限能源和资源的约束，着力提

高能源资源开发、转化和利用的效率，充分运用可再生能源技术，推动能源生产和利用方式的变革。

按照能源生产与供应产业链中技术的相近和相关性，《规划》划分了 4 个重点技术领域：勘探与开采技术、加工与转化技术、发电与输配电技术和新能源技术，并将“提效优先”的原则贯穿至各重点技术领域的规划与实施之中。

根据能源发展和结构调整的需要，《规划》明确了 2011 年至 2015 年能源科技的发展目标，在上述 4 个重点技术领域中确定了 19 个能源应用技术和工程示范重大专项，制定了实现发展目标的技术路线图，并针对重大专项中需要突破的关键技术，规划了 37 项重大技术研究、24 项重大技术装备、34 项重大示范工程和 36 个技术创新平台。此外，《规划》还提出了建立“四位一体”国家能源科技创新体系的构想及具体保障措施。

《规划》将已具备一定基础并在“十二五”期间能够实现产业化的重大科技工作作为主要任务，同时部署了未来 10 年有望取得突破的重大前沿科技项目，如 700℃超超临界机组、高温高强度材料、高温气冷堆示范工程、大型先进压水堆核电示范工程、大规模储能等。对于难以在 2020 年之前实现商业化应用的前瞻性技术及其基础研究工作，如核聚变、天然气水合物等，已在《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020）》中予以体现，本规划不再涉及。

## 二、能源科技的发展形势

### （一）世界能源科技发展形势

能源是经济社会发展的基础，同时也是影响经济社会发展的主要因素。随着经济社会的发展，人们使用能源特别是化石能源越来越多，能源对经济社会发展的制约日益突出，对赖以生存的自然环境的影响也越来越大，而化石能源最终将消耗殆尽。因此，提高能源利用效率、调整能源结构、开发和利用可再生能源将是能源发展的必然选择。

过去 100 多年间，人类的能源利用经历了从薪柴时代到煤炭时代，再到油气时代的演变，在能源利用总量不断增长的同时，能源结构也在不断变化（见图 2-1、图 2-2）。

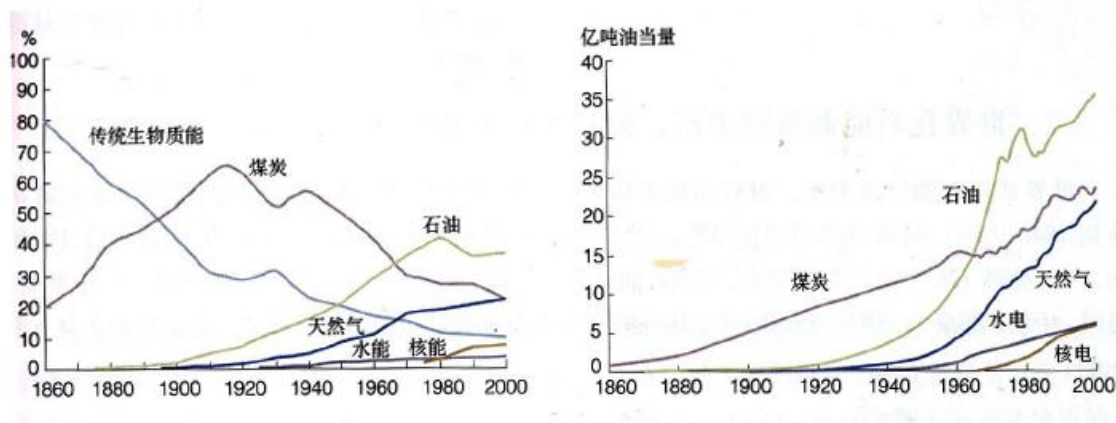


图 2-1 过去 100 多年能源结构变化 图 2-2 过去 100 多年能源消费变化

2004 年，欧洲联合研究中心（JRC）根据各种能源技术的发展潜力及其资源量，对未来 100 年的能源需求总量和结构变化做出预测（见图 2-3）：可再生能源的比重将不断上升，于 2020、2030、2040、2050 和 2100 年将分别达到 20%、30%、50%、62%和

86%。其中，化石能源消耗总量将于 2030 年出现拐点，太阳能在未来能源结构中的比重将越来越大。

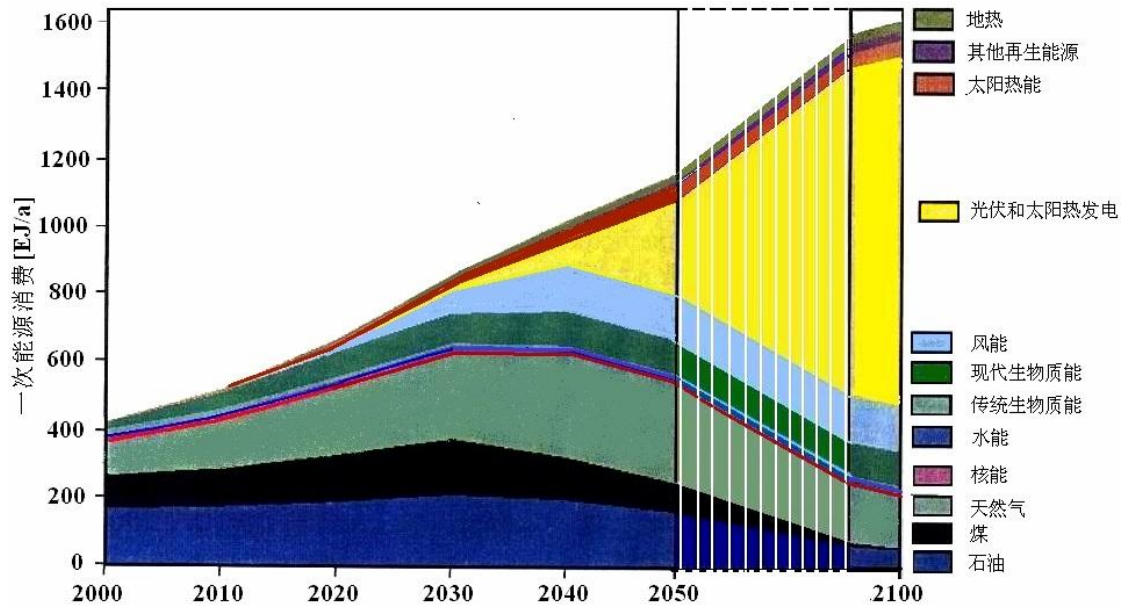


图 2-3 未来 100 年世界能源结构变化预测

纵观能源发展史和经济发展史，英国和美国先后抓住了从薪柴时代到煤炭时代、从煤炭时代再到油气时代能源变迁的历史机遇，并通过不断创新取得了显著的技术领先地位，促进了生产力的飞跃，推动了经济社会的快速发展。目前，世界能源发展已进入新一轮战略调整期，发达国家和新兴国家通过能源技术路线图的引导，纷纷制定能源发展战略，在大力开发可再生能源的同时，提高化石能源开采和利用率，减少有害物质和温室气体排放，以实现低碳、清洁发展。

进入 21 世纪，随着世界经济从传统工业经济向知识经济转变，决定一个国家国际竞争力的关键因素在于其科研能力、创新水平以及与二者相关的能力建设。发达国家和主要新兴国家都特

别重视能源科技在能源战略中的地位和作用，注重提高科技创新能力和促进科技成果的商业应用，并将建立国家创新体系作为一项优先任务。能源工业既是国民经济的基础产业，又是技术密集型产业，因此，能源科技创新体系在整个国家科技创新体系中占有十分重要的地位。

能源科技创新具有战略性、公共性、前瞻性和系统性等特点，需要持续高水平投入以及超前部署。投入大、重视基础研究以及政府投入比例高，是发达国家在能源科技创新中占据领先地位的重要因素。通过不断强化政府的战略主导作用，建设一流的实验室和研发基础设施，培育具有世界领先水平的科技人员，引导并激发企业技术创新动力，加强能源科技国际合作等一系列措施，发达国家形成了充满活力和竞争力的能源科技创新体系，抢占了当前能源技术的制高点，在核心技术的研发能力、知识产权等多个关键环节处于领先地位。

在煤炭开采和开发方面，矿井建设、露天开采和井工开采技术基本成熟，先进制造、自动控制、信息技术在煤炭生产中得到广泛应用。在煤层气开发利用方面，高、中高浓度煤层气利用技术已经成熟，低浓度煤层气利用技术处于研究和示范阶段。

在油气勘探开发方面，复杂构造三维建模等技术得到广泛应用，地震地质数据采集技术向四维方向发展，处理、解释技术向叠前深度域方向发展；测井技术向三维成像测井方向发展，成像测井仪器向小型化、集成化和网络化方向发展；高含水油田共享

地模、虚拟表征等技术发展迅速，低渗透油田超前注水压裂技术逐步配套完善，稠油及超稠油热采技术有了系列化发展；滩海和海上油田开发技术向平台一体化、作业智能化、设备高可靠方向发展。

在加工与转化方面，煤气化技术朝着大型化、高适应性、低污染、易净化方向发展。石油加工更加高效、清洁并向化工领域延伸，原油劣质化促进炼油技术进一步向集成化、精细化方向发展；车用燃料向超低硫、低烯烃、低芳烃、高辛烷值方向发展。在油气储运方面，天然气管道输送向高压、大口径及网络化方向发展，液化天然气技术已成为长途运输和储备的重要手段。

在火力发电方面，超超临界机组向更高参数（35MPa，700℃）方向发展；燃气轮机向更高初温（1500℃）方向发展；以煤气化为基础的IGCC和多联产以及煤气化-燃料电池-燃气-蒸汽联合循环等高效、清洁的发电技术得到快速发展。在环保和减排方面，除尘、脱硫、脱硝和CO<sub>2</sub>捕集技术向多元化、集成化方向发展。

在水力发电方面，已投入运行的常规水电机组和抽水蓄能机组最大单机容量分别达到700MW和450MW，水力发电机组正向高效、大容量方向发展，主要坝型建设高度达到200~300m。在水电开发研究中，工程安全、河流的生态环境保护以及工程防洪、供水、灌溉及航运等综合利用都得到了高度重视。

在输配电方面，通过采用新技术对已有电网进行完善和技术



升级并利用先进的新型输电和智能化技术，提高能源利用效率和电网安全稳定水平。以能源梯级利用为特征的分布式电源改变了集中式发电和大规模传输的传统模式。超导和灵活输电、大规模储能等技术已成为优先发展方向；智能电网技术发展迅速，为改善电网运营的安全性、可靠性和经济性，提高可再生能源利用率奠定了基础。

在核能发电方面，为了应对特大自然灾害及突发意外情况并提高核电安全性，三代压水反应堆技术向非能动安全以及采取严重事故预防与缓解措施等方向发展。四代核电技术向固有安全性和经济性、减少废物量、防止核扩散、提高核燃料循环利用率等方向发展。乏燃料的后处理和利用，以及核废料的处理处置等技术也越来越受到重视。

在风力发电方面，风电机组朝着大型化、高效率的方向发展。已运行的风电机组单机最大容量达到 7MW，正在研制 10MW 以上风电机组；海上风电已解决机组安装、电力传输、机组防腐蚀等技术难题。

在太阳能发电方面，太阳能利用向采集、存储、利用的一体化方向发展。光伏并网逆变器单机最大容量超过 1MW，光伏自动向日跟踪装置已大量应用；以光伏发电产生动力的太阳能飞机已成功实现昼夜飞行；太阳能热发电则以大规模吸热和储热作为关键技术。

在生物质能应用方面，生物质发电技术向与高附加值生物质

资源利用相结合的多联产方向发展；混烧生物质比例达到 20%的 600MW 级发电机组已成功应用；生物燃气技术向多元原料共发酵方向发展；直燃热利用向高品质生物燃气产品发展；燃料乙醇技术向原料多元化发展；生物柴油技术向以产油微藻及燃料油植物资源为原料的方向发展。

## （二）我国能源科技发展形势

《我国国民经济和社会发展的十二五规划纲要》明确提出“十二五”时期是全面建设小康社会的关键时期，是深化改革开放、加快转变经济发展方式的攻坚时期。要坚持把经济结构战略性调整作为加快转变经济发展方式的主攻方向。坚持把科技进步和创新作为加快转变经济发展方式的重要支撑。坚持把建设资源节约型、环境友好型社会作为加快转变经济发展方式的重要着力点。积极优化能源结构，合理控制能源消费总量，推动能源生产和利用方式变革。因此，未来我国能源发展必将从偏重保障供给为主，向科学调控能源生产和消费总量转变；从资源依赖型的发展模式，向科技创新驱动型的发展模式转变；从严重依赖煤炭资源，向绿色、多元、低碳化能源发展转变；从各种能源品种独立发展，向多种能源互补与系统的融合协调转变；从生态环境保护滞后于能源发展，向生态环境保护和能源协调发展转变；从过度依赖国内能源供应，向立足国内和加强国际合作转变。

改革开放以来，我国积极引进和吸收发达国家比较成熟的先进技术成果，并在此基础上进行了再创新，极大地推动了我国的

科技创新工作，在较短时期内缩短了与发达国家的差距。能源科技装备水平得到了显著提高，在勘探与开采、加工与转化、发电和输配电等方面形成了较为完整的产业体系，装备制造和工程建设能力进一步增强，同时在技术创新、装备国产化和科研成果产业化方面都取得了较大进步。

在煤炭开采和开发方面，4~6m 厚煤层年产 600 万吨综采技术与装备和特厚煤层年产 800 万吨综放开采技术与装备已实现国产化并成熟应用。煤矿瓦斯治理、灾害防治取得突破，2010 年百万吨死亡率下降到 0.749。煤层气规模化开发取得突破，120MW 瓦斯发电厂已投产发电。400 万吨/年选煤厂洗选设备已基本实现国产化，重介质选煤等技术得到广泛应用。初步形成了具有自主知识产权的煤炭直接液化技术，年产百万吨直接液化生产线已投入试运行。

在油气勘探和开发方面，已掌握常规油气资源评价、盆地-区带-目标优选、陆相碎屑岩储层特征分析、海上集束勘探、海上高分辨率地震勘探等核心技术。复杂山地、沙漠、黄土塬等地震勘探配套技术、低孔低渗低阻油气层和酸性火成岩测井解释技术、优快钻井技术、超深井钻机装备、地质导向钻井技术，以及高含水油田分层注水及聚合物驱技术、低渗透油田超前注水和开发压裂技术、中深层稠油注蒸汽吞吐及蒸汽辅助重力泄油（SAGD）技术、高压凝析气田高压循环注气技术等达到国际先进水平。

在油气加工与输运方面，炼油工业已形成完整的石油炼制技

术创新体系，能够完全依靠自主技术建设千万吨级炼油厂，主要炼油技术达到国际先进水平。在油气储运方面，能够设计、建设和运营大口径、高压力、长距离输气管道，顺序输送 4~5 个品种的长距离成品油管道，以及冷热油顺序输送的原油管道；研制成功 14.7 万立方米 LNG 运输船，解决了我国进口 LNG 运输瓶颈问题。

在火力发电方面，随着一批大容量、高参数火电机组的相继建成投产，600℃超超临界机组数居世界首位，机组发电效率超过 45%。具有自主知识产权的 1000MW 级直接空冷机组已投入运行；300MW 级亚临界参数循环流化床锅炉（CFB）已大批量投入商业运行，600MW 级超临界 CFB 正在开发建设中。用于分布式热电冷联产的 100kW 和 MW 级燃气轮机关键技术已取得部分研究成果；具有自主知识产权气化技术的 250MW 级 IGCC 机组开始建设示范项目。燃煤烟气捕集 12 万吨/年 CO<sub>2</sub> 示范装置已投入运行。

在水力发电方面，已建成世界最大规模的三峡水电站、世界最高的龙滩碾压混凝土重力坝和水布垭面板堆石坝，正在建设世界最高的锦屏一级混凝土拱坝和双江口心墙堆石坝。掌握了超高坝筑坝、高水头大流量泄洪消能、超大型地下洞室群开挖与支护、高边坡综合治理以及大容量机组制造安装等成套技术。

在输配电方面，大容量远距离输电技术、电网安全保障技术、配电自动化技术和电网升级关键技术等均取得了显著进展。

1000kV 交流试验示范工程和±800kV 直流示范工程均已成功投运。电网自动化水平逐步提高，先进的继电保护装置、变电站综合自动化系统、电网调度自动化系统以及电网安全稳定控制系统得到广泛应用，电网供电可靠性大幅提高。间歇式电源并网和储能技术研究已取得初步成果。

相对发达国家，我国在新能源技术领域起步较晚，近几年政府发挥引导作用，激发了国内巨大的市场需求，通过引进消化吸收和自主研发，核能、风能、太阳能和生物质能的利用都取得了较快发展。

在核能发电方面，已具备自主设计建造 300MW、600MW 级和二代改进型 1000MW 级压水堆核电站的能力，正在开展三代核电自主化依托工程建设。自主研发了 10MW 高温气冷实验堆，正在建设 200MW 高温气冷堆示范工程。快堆技术的开发也取得重大进展，中国实验快堆（CEFR）已实现临界和并网发电，正在推进商用示范快堆的建设。先进核燃料元件已实现国产化制造。乏燃料后处理中试厂已完成热试。

在风力发电方面，风电机组主要采用变桨、变速技术，并结合国情开发了低温、抗风沙、抗盐雾等技术。3MW 海上双馈式风电机组已小批量应用，6MW 机组已经下线。

在太阳能发电方面，已形成以晶硅太阳能电池为主的产业集群，生产设备部分实现国产化；薄膜太阳能电池技术已开始产业化。已掌握 10MW 级并网光伏发电系统设计集成技术，研制成功

500kW 级光伏并网逆变器、光伏自动跟踪装置、数据采集与远程监控系统等关键设备。太阳能热发电技术在塔式、槽式热发电和太阳能低温循环发电等方面取得了重要成果。

在生物质能应用方面，生物质直燃发电和气化发电都已初步实现了产业化，单厂最大规模分别达到 25MW 和 5MW；以木薯等非粮作物为原料的燃料乙醇技术正在起步应用，已建成年产 20 万吨燃料乙醇的示范工厂；生物柴油技术已进入产业示范阶段；大中型沼气工程工艺技术已日趋成熟。生物质的直接、间接液化生产液体燃料技术准备进行工业示范。

我国能源科技水平有了显著提高，但核心技术仍然落后于世界先进水平。主要关键技术和设备依赖国外，与发达国家相比，在能源安全、高效与清洁开发利用等技术领域存在较大差距。适合我国复杂地质条件的煤层气和页岩油气勘探、开采与利用技术体系尚未形成。大功率高参数超超临界机组尚未形成自主知识产权，高温材料仍未取得技术突破；燃气轮机技术长期落后。智能电网技术刚刚起步，超导输电、灵活交流输电等技术与国际先进水平差距较大。三代核电的关键设备尚未实现国产化、核燃料元件和乏燃料处理技术落后于发达国家。风电的自主创新能力不强，控制系统、叶片设计以及轴承等关键部件依赖进口。太阳能热发电技术与国际先进水平相比仍具有一定差距。造成这些差距的主要原因是我国工业基础大而不强，此外我国能源科技创新体系不完整也是重要因素，主要体现在：政府主导作用不够，高效

统一协调的决策与管理机制和代表国家利益的责任主体作用均不到位，科技资源分散，产学研缺乏有效的组织合作；企业立足长远的自主创新动力不足，重大项目建设过度依赖引进技术和装备。能源技术的相对落后和能源创新体系的不健全使得我国能源利用效率不高、新能源利用比例低、环保压力大，不能满足未来能源消费总量控制和能源结构调整的要求。

总的来说，随着经济社会的高速发展，我国经济总量已跃居世界前列。与之相应，能源消耗总量也持续大幅增长，我国已成为能源生产和消费大国。目前，我国经济社会发展呈现新的阶段性特征，传统的粗放型经济发展方式正面临资源消耗的瓶颈，能源利用方面存在效率低、污染严重等问题，节能减排的压力很大。今后 20 年是世界能源发展战略调整期，也是我国能源体系的转型期，而“十二五”、“十三五”是完成转型攻坚任务的关键期。未来十年，我们应抓住能源体系转型和能源科技创新的最佳发展机遇期，准确把握能源科技的发展方向，明确目标，加大在能源科技方面的投入，通过自主创新实现跨越式发展。

### 三、指导思想和发展目标

#### （一）指导思想

深入贯彻落实科学发展观，适应未来能源发展形势，以能源科学发展为主题，以转变能源发展方式为主线，围绕“安全、高效、低碳”的要求，以增强自主创新能力为着力点，按照“提效优先”的原则规划能源新技术的研发和应用，通过重大技术研究、重大技术装备、重大示范工程及技术创新平台建设，形成“四位一体”的国家能源科技创新体系，开展战略性科技攻关与科技成果推广应用，为合理控制能源消费总量、优化能源结构、转变能源发展方式，实现我国由能源生产和消费大国向能源科技强国转变提供技术支撑和保障。

#### （二）发展目标

围绕由能源大国向能源强国转变的总体目标，为能源发展“十二五”规划实施和战略性新兴产业发展提供技术支撑。通过重大能源技术研发、装备研制、示范工程实施以及技术创新平台建设，形成较为完善的能源科技创新体系，突破能源发展的技术瓶颈，提高能源生产和利用效率，在能源勘探与开采、加工与转化、发电与输配电以及新能源领域所需要的关键技术与装备上实现自主化，部分技术和装备达到国际先进水平，提升国际竞争力。

##### （1）2015年能源科技发展目标

**勘探与开采技术领域。**完善复杂地质油气资源、煤炭及煤层



气资源综合勘探技术，岩性地层油气藏目的层识别厚度小于10m，碳酸盐岩储层地震预测精度小于25m，煤层气产量达到210亿立方米。提升低品位油气资源高效开发技术，高含水油田二类油藏聚驱采收率超过8%，0.3mD油气田动用率超过90%，形成页岩气等非常规天然气勘探开发核心技术体系及配套装备，开发煤炭生产地质保障技术，井下超前探测距离达到200m，完善煤炭开采与安全保障技术，矿井资源回采率大幅提高。

**加工与转化技术领域。**突破超重和超劣质原油加工关键技术，完成国V标准油品生产技术的开发，实现炼油轻质油回收率达到80%。自主开发煤炭液化、气化、煤基多联产集成技术，以及特殊气质天然气、煤制气以及生物质制气的净化技术。研制用于油气储运的X100和X120高强度管线钢，实现燃压机组、大型球阀、大型天然气液化处理装置国产化。

**发电与输配电技术领域。**突破700℃超超临界机组、400MW IGCC机组关键技术，完善燃气轮机研制体系，突破热端部件设计制造技术，实现重型燃气轮机和微小型燃气轮机的国产化，掌握火电机组大容量CO<sub>2</sub>捕集技术。攻克复杂地质条件下超高坝、超大型地下洞室群开挖与支护等关键技术难题，掌握1000MW级混流式水电机组设计和制造关键技术，实现400MW级抽水蓄能机组和70MW级灯泡贯流式水电机组的国产化，实现流域梯级水电站群多目标综合最优运行调度。实现大容量、远距离高电压输电关键技术和装备的完全自主化，提高电网输电能力和抵御自然灾害

能力，在智能电网、间歇式电源的接入和大规模储能等方面取得技术突破。

**新能源技术领域。**消化吸收三代核电站技术，形成自主知识产权的堆型及相关设计、制造关键技术，并在高温气冷堆核电站商业运行、大型先进压水堆核电站示范、快堆核电站技术、高性能燃料元件和 MOX 燃料元件，以及商用后处理关键技术等方面取得突破。掌握 6~10MW 风电机组整机及关键部件的设计制造技术，实现海基和陆基风电的产业化应用。提高太阳能电池效率，并实现低成本、大规模的产业化应用，发展 100MW 级具有自主知识产权的多种太阳能集成与并网运行技术。开发储能和多能互补系统的关键技术，实现可再生能源的稳定运行。开发以木质纤维素为原料生产乙醇、丁醇等液体燃料及适应多种非粮原料的先进生物燃料产业化关键技术，实施二代燃料乙醇技术工程示范，开发农业废弃物生物燃气高效制备及其综合利用关键技术，进行日产 5000~10000m<sup>3</sup> 生物燃气规模化示范应用。

## （2）2020 年能源科技发展目标

**勘探与开采技术领域。**煤炭资源勘探与地质保障能力显著增强，煤机装备和自动化水平大幅度提高；陆上成熟盆地油气勘探技术、高含水油田及低渗低丰度油气田开发技术达到国际领先水平，海洋深水勘探开发配套技术实现工业化应用。

**加工与转化技术领域。**开发加工重质、劣质原油和减少温室气体排放的炼油技术，实现炼油产品清洁化和功能化；开发新型

气体加工分离技术和高效天然气吸附、贮氢等新型材料；开发煤炭气化、液化、煤基多联产与煤炭清洁高效转化技术，实现规模化、产业化应用；实现天然气管输干线与支线燃压机组的产业化。

**发电与输配电技术领域。**掌握 700℃超超临界发电机组的设计和制造技术，实现 F 级重型燃气轮机的商业化制造和分布式供能微小型燃气轮机的产业化。完成 1000MW 级混流式水电机组技术集成并在工程中应用；掌握大型潮汐电站双向灯泡贯流式机组核心关键技术。使我国发电技术整体达到世界领先水平。开展超导输电技术的应用研究，掌握更高一级特高压直流输电技术和电工新材料先进技术以及相应的装备技术；智能电网、间歇式电源的接入和大规模储能等技术得到广泛应用，在智能能源网方面取得技术突破。

**新能源技术领域。**建成具有自主知识产权的大型先进压水堆示范电站。风电机组整机及关键部件的设计制造技术达到国际先进水平；发展以光伏发电为代表的分布式、间歇式能源系统，光伏发电成本降低到与常规电力相当，发展百万千瓦光伏发电集成及装备技术；开展多塔超临界太阳能热发电技术的研究，实现 300MW 超临界太阳能热发电机组的商业应用；实现先进生物燃料技术产业化及高值化综合利用。

## 四、重点任务

### （一）勘探与开采技术领域

我国能源资源勘探程度较低，资源勘探有着广阔的发展空间，还需要对先进的煤炭及油气勘探开发技术进行研究。此外，随着大量资源被开发，开采的难度越来越大，复杂地质条件下的煤炭、油气开采，以及低品位油气资源的高效开发是今后的主要攻关方向。

在勘探与开采技术领域中，确定煤炭资源与地质保障、煤炭开采、煤层气开发、油气资源勘探和油气资源高效开发等 5 个能源应用技术和工程示范重大专项，其中，规划了 10 项重大技术研究、6 项重大技术装备、7 项重大示范工程和 6 个技术创新平台（技术路线图见图 4-1）。

《国家能源科技“十二五”规划（2011—2015）》

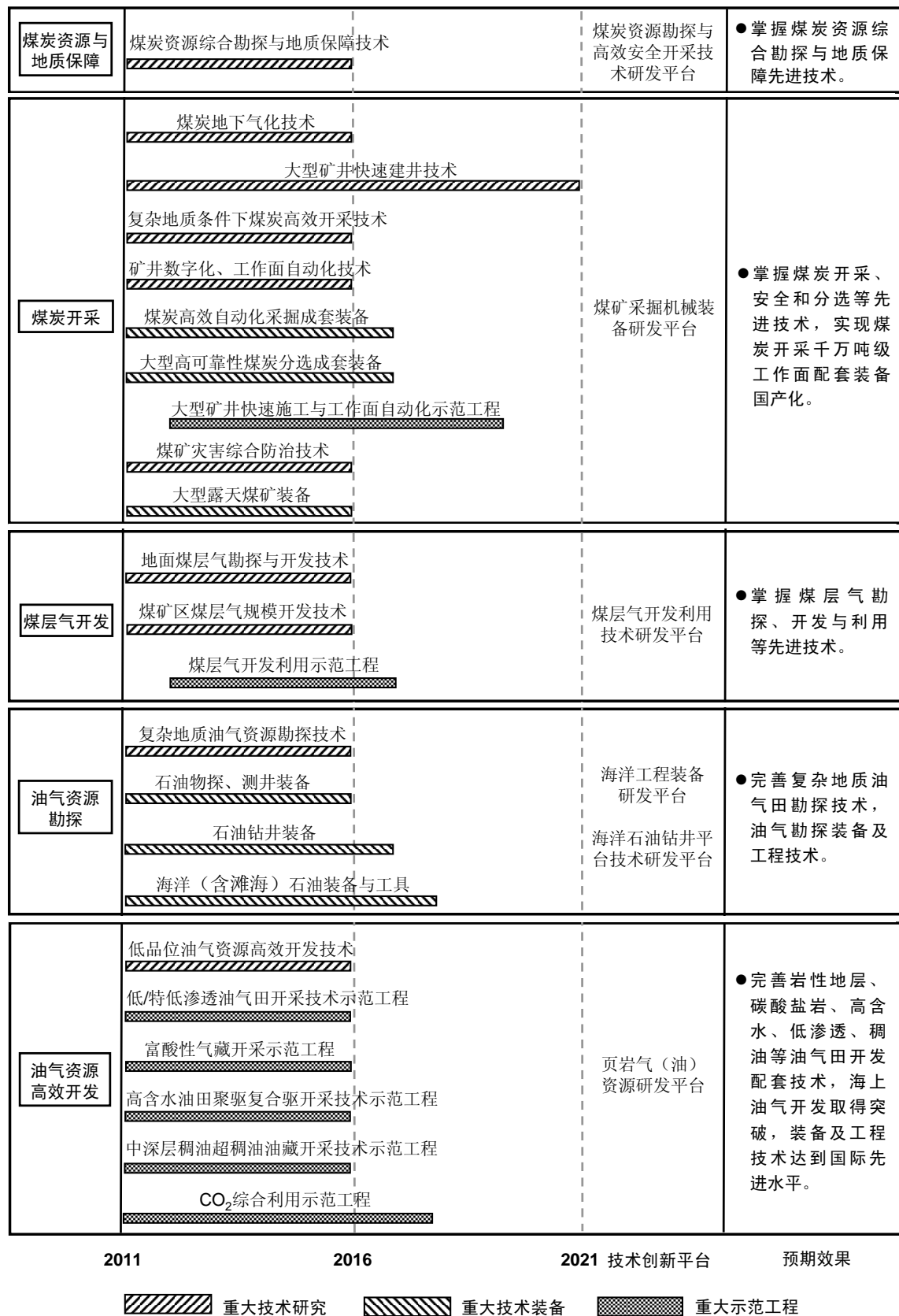


图 4-1 勘探与开采技术路线图

## 1. 煤炭资源与地质保障

提出适合不同勘探区域的勘查技术方法，建立复杂条件下煤炭精细地球物理勘探、煤炭遥感地质调查、煤矿井下地质勘查综合方法；建立以高精度快速钻探和精细地球物理勘查为主的资源勘查评价方法、以精细地球物理勘查为主的矿井地质勘查方法，以及以遥感地质调查为主用于矿区环境治理恢复的地质勘查方法。

### Y01) 煤炭资源综合勘探与地质保障技术

**目标：**实现煤层 5 米以上小构造探测的准确度提高到 70%以上，突出煤层圈闭可靠度提高 15~20%，井下超前预测距离 200 米范围内 1~3 米断层、含水层或导水通道的验证率达到 75%以上；提出高精度煤层厚度快速探测方法，满足精确确定资源回收率的需要。

**研究内容：**复杂条件下精细地球物理勘探、遥感地质调查、矿井地质勘查综合方法；以高精度快速钻探和精细地球物理勘查技术为主的资源勘查评价方法；以精细地球物理勘查为主的矿井地质勘查方法和评价方法；以遥感地质调查为主用于矿区环境治理恢复的地质勘查方法；高分辨率地震数据采集技术，煤系含水层与煤层瓦斯富集地震波属性响应识别技术集成与应用；综合三维地震和电磁法精细探测含水层富水程度、采空区分布范围及充水情况的技术集成与应用；矿井井下长距离高精度超前探测技

术；高精度煤层厚度快速探测技术。

**起止时间：**2011-2015 年

### **P01） 煤炭资源勘探与高效安全开采技术研发平台**

**目标：**解决煤炭资源勘查、煤矿高效开采与安全工程中的重大技术问题。建成为国际一流的煤炭资源勘探与高效安全开采创新技术研发与合作交流中心。

**建设与研发内容：**煤炭资源勘查与资源特性评价技术；煤炭开采地质保障理论与技术；矿井开采地质条件精细预报及可视化技术与装备；煤矿顺煤层定向钻进技术与装备；环境协调的绿色开采理论与技术；煤矿重大灾害防治的关键理论与技术。

## **2. 煤炭开采**

研发大型矿井建设技术与装备，掌握千万吨级矿井快速建井技术；研发千万吨级回采工作面自动化关键技术与装备；研发复杂地质条件下煤与伴生资源的安全高效、资源节约、环境友好型开采技术与装备。

### **Y02） 煤炭地下气化技术**

**目标：**通过关键技术研发，促进示范工程建设，解决煤气质量、产气规模、环境保护等方面的问题，确定适合我国国情的煤炭地下气化发展路线。

**研究内容：**有井式煤炭地下气化技术基础理论和工程技术；无井式煤炭地下气化基础理论和工程技术。

**起止时间：**2011-2015 年

### Y03) 大型矿井快速建井技术

**目标：**掌握 20~30m<sup>2</sup> 大断面特殊地层的斜井快速施工成套技术，使成井速度提高 30%。研发直径 10m 以上的竖井井筒凿井技术，实现竖井月成井 100m；研发大断面高效岩石巷道快速掘井技术，实现月成巷不低于 150m。

**研究内容：**复杂地层条件下竖井、斜井冻结和注浆施工理论与工艺技术；大直径深井井筒建设及配套的工艺技术；井筒正、反钻井自动化施工技术；岩石巷道快速掘进技术，岩、煤巷道遥控掘进和支护技术；煤矿井下高效安全辅助运输技术。

**起止时间：**2011-2020 年

### Y04) 复杂地质条件下煤炭高效开采技术

**目标：**掌握千米深井岩层控制及安全高效开采成套技术，使掘进速度提高 30%，开采工效提高 30%；掌握浅埋煤层、倾斜及急倾斜煤层高效开采成套技术，使产量提高 50%，回收率提高 10~20%。

**研究内容：**千米深井高地应力条件下岩层控制与煤炭开采技术，松软、破碎煤岩体支护与改性技术，复杂条件巷道快速掘进技术，倾斜及急倾斜煤层开采技术；浅埋煤层环境友好开采技术，边角地块、残留煤柱煤炭复采技术，保水开采技术，充填开采技术，开采损害评价和治理技术。

**起止时间：**2011-2015 年

### Y05) 煤矿灾害综合防治技术



**目标：**攻克煤与瓦斯突出区域预测与抽采，煤尘爆炸与粉尘职业危害防治关键技术，形成千米深井瓦斯灾害、煤岩动力灾害、突水灾害、煤炭自燃火灾及热害等灾害防治技术，实现煤矿安全生产形势稳定好转。

**研究内容：**突出煤层突出危险性和冲击地压危险区域预测技术；突出煤层预抽瓦斯、卸除地应力的技术；煤矿职业危害及煤尘爆炸防治技术；煤炭自燃灾害防治技术；深部矿井热害综合治理技术；高压、超高压承压水突水灾害防治技术；资源整合矿区灾害综合防治技术；矿井灾变预警及应急救援技术。

**起止时间：**2011-2015 年

#### **Y06) 矿井数字化、工作面自动化技术**

**目标：**掌握全矿井综合自动化技术，实现矿井数字化和工作面自动化，减少井下作业人员 30%，缩短设备故障停机时间。

**研究内容：**数字矿山基础信息平台；矿山辅助运输控制技术；矿井安全生产信息综合自动化监控技术；煤岩界面自动识别技术；基于三维定位的工作面水平控制及远程控制技术；工作面高可靠、高速、实时控制通讯网络系统及宽带多媒体平台；智能化开采生产过程控制软件；基于传感网的矿压实时在线监测技术。

**起止时间：**2011-2015 年

#### **Z01) 煤炭高效自动化采掘成套装备**

**目标：**研制成功千万吨工作面高效自动化综采成套装备，国

国产化率达到 80%以上；研制成功 0.5~1.6m 煤层全自动无人工作面高可靠性成套装备，国产化率达到 75%以上；研发直径 10m 以上的竖井井筒凿井装备；研发大断面高效岩石巷道与煤层巷道快速掘进装备；研发复杂地质条件下煤炭高效开采装备。

**研究内容：**具有煤岩识别功能的大功率高效采煤机；自动化刨煤机组；全自动控制液压支架；超长软启动工作面输送机；综合配套及自动化控制技术与装备；适用于煤巷快速掘进的高效掘锚一体化联合机组；适用于岩石抗压强度 100MPa 的掘进机；高效、大吨位、多功能无轨辅助运输装备；井筒正、反钻井自动化施工装备；复杂条件倾斜及急倾斜煤层一次采全厚开采装备；急倾斜特厚煤层综放开采装备。

**起止时间：**2011-2016 年

### **Z02) 大型露天煤矿装备**

**目标：**满足年产千万吨以上露天煤矿的生产需求，主要设备国产化率达 75%以上。

**研究内容：**大型露天矿半连续开采工艺及电驱动开采成套装备；露天煤矿轮斗连续工艺的核心设备——大型露天矿用轮斗挖掘机；大型露天矿用半移动式破碎站；新型燃油电动卡车。

**起止时间：**2011-2015 年

### **Z03) 大型高可靠性煤炭分选成套装备**

**目标：**研制年处理能力 800~1000 万吨级选煤厂大型成套装备，实现关键分选设备的自动化。

**研究内容：**满足千万吨级动力煤选煤厂的大型重介质浅槽分选机、大型重介质旋流器、大型(动筛)跳汰机、大型干选机等关键分选设备及其自动控制技术；满足800万吨级选煤厂的大型重介质旋流器、大型浮选机、粗煤泥分选机等关键分选设备及其自动控制技术；具有高可靠性的大型破碎机、大型振动筛、大型脱水和脱介等关键辅助设备及其自动化技术；高效精确自动化配煤装车关键技术与成套装备；高硫煤洗选脱硫技术及关键设备。

**起止时间：**2011-2016年

#### **S01) 大型矿井快速施工与工作面自动化示范工程**

**目标：**实现大型矿井快速建设，建井工期缩短30%；实现全自动采煤工作面建设，工效提高50%。

**研究内容：**大型矿井建井工程的风险评价体系；建井工艺、技术及装备；矿井建设信息施工技术；自动化综采工作面工艺、技术与成套装备；回采工作面装备运行参数自动监控技术。

**起止时间：**2012-2018年

#### **P02) 煤矿采掘机械装备研发平台**

**目标：**建立先进的产业技术研发试验基地，研发符合我国复杂多样性煤层条件的高性能、多模式采掘装备；建立采掘成套装备联动实验室，具备模拟井下采煤工作面实际工况的能力；建立45000kN强力液压支架试验平台，具备高端、大型液压支架的研发实验能力；成为煤机装备企业、科研院所、大中专院校开展合作与交流的平台。

**建设与研发内容：**煤巷、半煤岩巷、岩巷快速掘进成套装备研制；自动化采掘工作面设备及总体配套研制；薄煤层自动化无人工作面成套设备研制；年产 1000 万吨一次采全高智能化综采成套装备研制；年产 1000 万吨放顶煤智能化综放成套装备研制。

### 3. 煤层气开发

研发煤层气富集规律及开发预测评价技术，掌握煤层气地球物理勘探关键技术；研发煤层气钻井、完井、压裂、高效抽采以及排采工艺与高效增产技术与装备；掌握煤炭与煤层气一体化协调开发技术和煤矿区低浓度煤层气安全集输与利用技术。

#### Y07) 地面煤层气勘探与开发技术

**目标：**攻克煤层气钻井完井等工程技术，掌握煤层气水平井地质导向与远距离穿针技术，使水平段有效率达到 95%以上；掌握煤层气氮气泡沫压裂泵车技术，使泵注排量达到  $300\text{m}^3/\text{min}$ ，压力达到 70MPa。形成完善的煤层气勘探与开发技术，为煤层气地面开发产量达到 90 亿立方米提供技术支撑。

**研究内容：**煤层气欠平衡钻井技术，多分支水平井钻完井技术，压裂增产及排采生产技术；煤层气完井与高效增产技术；煤层气富集规律与有利区块预测评价；煤层气储层工程和动态评价技术；煤层气地球物理勘探关键技术；煤层气排采工艺与数值模拟技术；煤层气净化技术；煤层气田地面集输工艺与监测技术。

**起止时间：**2011-2015 年

#### Y08) 煤矿区煤层气规模开发技术

**目标：**掌握中硬煤层长钻孔、松软突出煤层顺层钻进关键技术，形成煤矿区煤层增透、煤层气安全集输及低浓度煤层气浓缩技术体系，使煤矿区矿井煤层气抽采率提高到 50%，抽采量达到 120 亿立方米，利用率达到 60%以上。

**研究内容：**煤矿区煤层气富集区探测、产能预测技术；煤层群卸压煤层气抽采技术；煤矿区煤层气与煤炭协调开发、煤矿区煤层气井上下联合抽采技术；井下大直径水平长钻孔钻进技术；松软煤层顺层长钻孔钻进技术；低透气性煤层井下高效增透技术；易自燃煤层采空区安全高效抽采技术；煤矿井下煤层气净化技术；煤矿区煤层气安全抽采监控技术；煤矿区煤层气安全集输技术；低浓度煤层气浓缩技术。

**起止时间：**2011-2015 年

## S02) 煤层气开发利用示范工程

**目标：**建成煤层气直井、水平井开发和煤层气综合利用示范工程，使煤层气探明地质储量新增 8900 亿立方米，实现煤矿区煤层气与煤炭的协调开发，使矿井煤层气抽采率达到 70%，利用率达到 85%。

**研究内容：**高煤阶煤层气欠平衡钻完井、增产改造和排采集输集成配套技术；地质导向控制技术，水平井、多分支水平井欠平衡钻井技术，多分支水平井综合地层判识技术等示范和集成配套。采煤采气一体化开发模式优化，井上下联合抽采技术，长钻孔施工技术，软硬复合破碎煤层顺层钻孔成套技术，低浓度煤

层气集输与利用等示范与集成配套。

**起止时间：**2012-2016 年

### **P03) 煤层气开发利用技术研发平台**

**目标：**建设功能完善、设备设施一流的研发平台，培养结构合理、引领领域发展方向的研发团队，使研发平台成为煤矿区煤层气开发领域从事共性关键技术与装备研发、聚集和培养优秀科技人才的重要基地，引领我国煤矿区煤层气开发技术和装备的发展方向，为提高煤矿区煤层气抽采率和利用率、实现煤层气产业开发提供技术支撑。

**建设与研发内容：**煤层气赋存分布规律研究；煤矿区煤层气抽采产能预测技术；煤层气精细探查技术；煤层气抽采钻进技术与装备；氮气泡沫压裂增产改造技术；压裂裂缝监测与压后评估技术；煤层气储层数值模拟技术；煤层气生产井自动测控技术；煤层气安全集输技术与装备。

## **4. 油气资源勘探**

研究岩性地层油气藏勘探、碳酸盐岩油气藏勘探、低品位天然气勘探，以及水深超过 3000 米的深海油气藏勘探配套技术。

### **Y09) 复杂地质油气资源勘探技术**

**目标：**提高复杂地质油气资源勘探技术，使岩性地层油气藏目的层有效识别和评价厚度达 5~10m，储层预测精度提高到 85~90%，圈闭落实成功率提高 15~20%，探明页岩气地质储量 1 万亿立方米；将碳酸盐岩储层地震预测精度提高到 15~25m，目标识

别与预测符合率提高到 85~90%，气藏评价符合率提高到 85%。

**研究内容：**岩性地层油气藏勘探技术与集成应用，包括高分辨率地震复杂储层预测技术、岩性地层圈闭识别技术和油气检测与目标评价技术；碳酸盐岩油气藏勘探技术与集成应用，包括海相碳酸盐岩精细沉积相分析技术、高分辨率层序地层分析技术、礁滩体及缝洞型储层地震预测技术以及油气层识别与评价技术；页岩气勘探技术与集成应用，包括页岩气资源评价技术、页岩气有利目标优选评价方法、页岩储层地球物理评价技术和页岩气水平井钻完井技术；近海复杂地区勘探技术与应用，包括中国近海富生烃凹陷再评价及勘探、海域叠合盆地成藏模式与资源潜力评价，以及近海大中型油气田地震勘探技术。

**起止时间：**2011-2015 年

#### **Z04) 石油物探、测井装备**

**目标：**实现大型地震数据采集记录仪器系统的国产化，使该系统具有 20000 道（2ms 采样）以上带道能力，国内产品替代率达到 30%；低频极限频率小于 3Hz 的新型大吨位可控震源达到国际领先水平，垂直地震剖面仪器实现 80 级能力；研制新一代测井装备，使国产装备替换率达到 80%。

**研究内容：**全数字万道地震数据采集记录仪器系统；大吨位电磁可控震源；80 级 VSP 仪器；多维成像测井技术与装备；随钻测井技术与装备；套管井地层评价及监测测井系列装备。

**起止时间：**2011-2015 年

## Z05) 石油钻井装备

**目标:** 研制成功随钻测量控制技术与装备、控压钻井技术与装备、连续循环钻井系统、连续管钻井系统、特种陆地钻机样机; 形成高效井下动力与破岩系统, 提高钻井工具使用寿命, 缩短钻井周期。

**研究内容:** 旋转导向系统; 地质导向系统; 自动垂直钻井系统; NDS 无风险钻井系统; 连续管钻井系统; 控压钻井技术与装备; 特种陆地钻机; 高效井下动力与破岩系统; 智能钻杆; 高强度、高抗挤、耐腐蚀 HFW 油井管。

**起止时间:** 2011-2016 年

## Z06) 海洋(含滩海)石油装备与工具

**目标:** 研制成功深水浮式钻井装置、水下生产系统、深水铺管船、自升式钻井平台、深水物探船、适合海上的平台注汽等设备并掌握相关配套工程技术。

**研究内容:** 3000m 深水半潜式钻井平台配套工程技术; 水下生产系统; 3000m 深水起重铺管船及其配套工程技术; 深水大型物探船及其配套技术; 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; 海上油田注 CO<sub>2</sub> 采油配套工艺技术及工具; 深水大型工程地质勘察船及其配套技术; 滩海油田钻采试油-试采一体化平台。

**起止时间:** 2011-2017 年

## P04) 海洋工程装备研发平台



**目标：**完善海上资源开发所需勘探、生产、储运等装备的研究开发、设计和试验手段，建立海洋工程装备研发实验平台和国内外合作交流平台，形成海洋能源装备基础共性技术研究、设计、建造、安装、监测与维护、配套装备等技术的研发能力，建成具有完整海洋工程装备研究、试验、设计、建造和配套能力的国家级能源装备研发中心。

**建设与研发内容：**深海装备模型试验与现场测试技术；海洋工程装备安全性评估与监测技术；海洋工程大型集成软件开发技术；海洋油气开发事故应急救援与处理技术。

#### **P05） 海洋石油钻井平台技术研发平台**

**目标：**建成国际一流的海洋石油钻井平台研究中心，具备移动式钻井平台、浮式生产装置、特种工程船舶以及新型海洋石油平台产品等覆盖主流海洋工程产品的自主设计开发能力，推动海洋石油钻井平台核心关键设备的国产化进程。

**建设与研发内容：**海洋石油钻井平台设计与集成技术；海洋油气平台装备总装技术；海工材料技术；自升式、半潜式海洋石油钻井平台技术；海洋工程三维技术；动力定位（DP）和自动控制技术。

#### **5. 油气资源高效开发**

研究高含水油田提高采收率技术，中深层稠油超稠油油藏、低/特低渗透油气田、海上稠油和低渗透油田开发技术。

#### **Y10） 低品位油气资源高效开发技术**

**目标：**高含水油田化学复合驱工业化矿场试验采收率比水驱采收率提高 18%，二类油藏聚驱采收率达到 8~10%；掌握中深层稠油蒸汽驱和 SAGD 技术，二类油层蒸汽驱采收率达到 20%；掌握低渗透油田缝网压裂及定位多级压裂高效改造技术，0.3mD 特低渗透储层的动用率达到 90%以上，采收率提高 5~15%，油井产量提高 30~50%；掌握低品位天然气藏开发系列技术，碳酸盐岩气藏采收率提高 3~5%，低渗透气藏采收率提高 5~8%，高压及凝析气藏采收率提高 3~5%，火山岩气藏采收率提高 5~10%；掌握海上稠油油田及低渗透油田高效开发新技术。

**研究内容：**化学复合驱开采技术与集成应用，包括化学复合驱潜力评价，二、三类油层聚合物驱开采技术，化学复合驱开采技术，化学复合驱用驱油剂系列研制以及化学驱配套注采和地面处理工艺；中深层稠油超稠油油藏开发技术与集成应用，包括中深层稠油超稠油双水平井 SAGD 开发技术、中深层稠油油藏蒸汽驱优化技术、地下电加热稠油改质技术及注溶剂萃取技术；低/特低渗透油田开发技术集成应用，包括低/特低渗透油田重复压裂、缝网压裂、定位多级压裂和裸眼压裂技术，小井眼采油技术；天然气藏开发技术集成应用，包括高压及凝析气藏高效开发技术，富含酸性气体气藏开发技术，低渗透气藏开发技术，碳酸盐岩气藏开发技术以及火山岩油藏开发技术；海上稠油及低渗透油气田开发技术集成应用，包括多元热流体、氮气泡沫、连续油管侧钻、井下蒸汽发生装备等提高海上稠油采收率技术，稠油开采监

测系列工艺技术以及海上低孔、低渗油气田整体压裂配套技术。

**起止时间：**2011-2015 年

**S03) 低/特低渗透油气田开采技术示范工程**

**目标：**建立低/特低渗透油气藏有效开发配套技术体系，使单井产量提高 30~50%，采收率提高 3~5%。

**研究内容：**特低、低渗透油层高产区识别技术；特低渗透油藏有效补充能量技术；低渗、特低渗透油藏的井网优化技术；低渗、特低渗油气储层低伤害大型水力压裂技术，包括活性水大型压裂技术和低伤害复合压裂技术；水平井水力喷射压裂技术；连续油管压裂技术；低渗透油藏中高含水期综合调整技术；低/特低渗透油田水平井/分支井开发技术；低渗透油藏监测技术。

**起止时间：**2011-2015 年

**S04) 高含水油田聚驱复合驱开采技术示范工程**

**目标：**形成聚驱后层系重组开发技术，将二类油藏采收率提高 3%；形成弱碱化学驱、泡沫复合驱技术，将采收率提高 10%以上；形成非混相/混相驱技术。

**研究内容：**化学复合驱弱碱表面活性剂驱油体系试验；化学复合驱系列驱油剂开发；化学复合驱矿场试验；聚驱、化学复合驱地面采出液处理技术及地面系统优化；三元复合驱防腐防垢技术及应用。

**起止时间：**2011-2015 年

**S05) 中深层稠油超稠油油藏开采技术示范工程**

**目标：**开展 SAGD 组合式开发技术示范，将热量利用率提高 10%以上。

**研究内容：**直井与水平井 SAGD 提高蒸汽波及体积技术；双水平井 SAGD 预热启动方式优化；双水平井 SAGD 先导试验方案优化设计；双水平井 SAGD 蒸汽腔动态监测与优化控制技术；SAGD 先导试验跟踪与评价。

**起止时间：**2011-2015 年

#### S06) 富酸性气藏开采示范工程

**目标：**开展富酸性气藏开采技术示范，形成硫化氢含量高达 8~15%的气藏安全有效钻完井等技术。

**研究内容：**高含硫气井完井测试及产能分析技术；高含硫气井试井地面放空简化除硫技术及撬装式可移动脱硫装置技术；高含硫水平井大斜度井钻井、完井工艺技术；防硫安全施工工艺措施；井口安全装置、完井管柱的优化技术；高含硫气井防腐蚀及后期修井工艺技术；高含硫天然气田安全环保的地面集输及处理工艺技术。

**起止时间：**2011-2015 年

#### S07) CO<sub>2</sub>综合利用示范工程

**目标：**利用燃煤电厂的 CO<sub>2</sub> 驱油提高原油采收率，使 CO<sub>2</sub> 驱油原油采收率提高 8%以上；实现含 CO<sub>2</sub> 天然气藏的安全开发，采收率提高 5~10%。

**研究内容：**百万吨级电厂烟气 CO<sub>2</sub> 捕集技术；含 CO<sub>2</sub> 天然气

藏开发安全钻井和采气工程配套技术；含 CO<sub>2</sub> 天然气藏规模有效开发技术；CO<sub>2</sub> 驱油开发优化设计技术；CO<sub>2</sub> 驱注采动态监测技术；CO<sub>2</sub> 驱油深部剖面调整优化决策技术；CO<sub>2</sub> 驱防腐技术；含 CO<sub>2</sub> 气地面集输及 CO<sub>2</sub> 驱地面配套技术；CO<sub>2</sub> 驱油矿场试验；利用地下盐穴储存 CO<sub>2</sub> 技术。

**起止时间：**2011-2017 年

#### **P06) 页岩气（油）资源研发平台**

**目标：**掌握页岩气（油）资源潜力与分布，突破页岩气（油）资源勘探开发关键技术，形成体系完备、具有自主知识产权的页岩气（油）资源勘探开发技术系列、标准和配套装备。

**建设与研发内容：**页岩气（油）资源储层预测技术；页岩气（油）综合地质评价及目标优选；页岩气（油）储层地震资料处理与储层描述；页岩气钻完井与增产改造技术；可钻式桥塞及分段压裂封隔器和 3000 型压裂车等关键装备国产化；干馏废渣提取化工产品综合利用技术。

## （二）加工与转化技术领域

长期以来，我国能源消费结构以煤炭为主，劣质原油和劣质天然气占有较大比例，且产地远离能源消费中心。为了充分利用资源，满足能源高效转换、多种供给、洁净环保及长途输送的需求，提升能源产品综合利用价值，需要开发先进的加工与转化技术。

在加工与转化技术领域中，确定煤炭加工与转化、石油高效与清洁转化、天然气与煤层气加工利用和先进油气输运技术等 4 个能源应用技术和工程示范重大专项，其中，规划 7 项重大技术研究、4 项重大技术装备、5 项重大示范工程和 6 个技术创新平台（技术路线图见图 4-2）。

《国家能源科技“十二五”规划（2011-2015）》

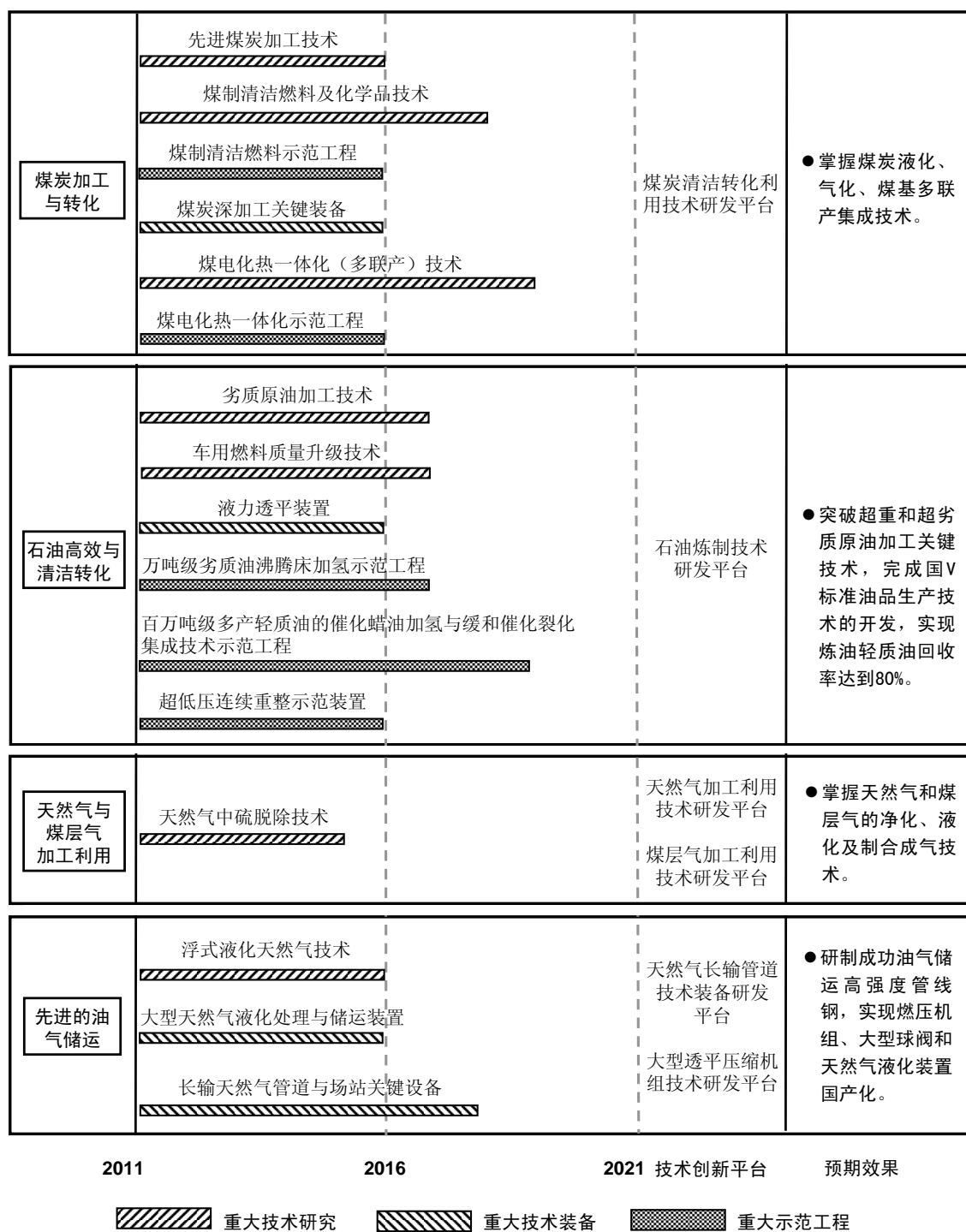


图 4-2 加工与转化技术路线图

## 6. 煤炭加工与转化

研究清洁高效的煤炭加工与转化技术,包括先进的选煤、低阶煤提质改性、大型气化、清洁燃料及化学品合成、节能减排等技术。

### Y11) 先进煤炭加工技术

#### (1) 井下选煤技术

**目标:**开发与煤炭矿井开采能力相配套的井下模块式选煤系统,单系统处理能力大于300t/h,分选效率大于90%,实现废弃物不出井。

**研究内容:**适合煤矿生产能力的选煤装备及配套系统;适应井下巷道的选煤工艺及布置方案;具有自主知识产权的先进煤炭分选技术。

**起止时间:**2011-2015年

#### (2) 褐煤/低阶煤提质改性技术

**目标:**研究具有自主知识产权的、适应性广的褐煤/低阶煤提质改性技术与工艺。

**研究内容:**褐煤/低阶煤的干燥提质技术,油煤浆加氢热解技术,油渣/半焦混合气化技术,配套换热和分离设备技术以及油品加工技术。

**起止时间:**2011-2015年

### Y12) 煤制清洁燃料及化学品技术

#### (1) 煤气化新技术



**目标：**开发针对特殊煤种的直接气化技术和中低温催化气化、地下气化等新技术，开发城市垃圾、生物质与煤共气化新技术。

**研究内容：**高灰熔点粘结性煤直接气化技术，粘结性煤高效破粘技术；褐煤直接气化技术；城市垃圾、生物质与煤共气化技术，气化污染物控制技术；中低温催化气化技术；煤的地下气化技术。

**起止时间：**2011-2015 年

### (2) 煤炭间接液化关键技术

**目标：**研发具有自主知识产权的煤炭间接液化成套技术。

**研究内容：**高性能费托合成催化剂；大型费托合成反应器设计；副产醇类催化氧化处理；合成尾气甲烷转化利用；费托合成油特殊产品精细后加工，反应热回收利用技术。

**起止时间：**2011-2014 年

### (3) 煤炭直接液化关键技术

**目标：**优化煤炭直接液化装置工艺方案和流程，提高运行稳定性。

**研究内容：**直接液化装置工艺流程优化；褐煤分级液化技术；高性能催化剂及在线更新技术；直接液化残渣气化及其他高效利用技术；大型加氢反应器和高压煤浆换热器设计。

**起止时间：**2011-2015 年

### (4) 煤制天然气技术

**目标：**研发具有自主知识产权的甲烷化催化剂及工艺、大型煤制天然气工艺包。

**研究内容：**高性能甲烷化催化剂；大型甲烷合成反应器设计；合成反应热回收利用技术；适用于煤制天然气的大型煤气化技术；油水高效分离技术；副产品精细加工技术。

**起止时间：**2011-2017 年

### **（5）煤制化学品技术**

**目标：**研发具有自主知识产权的先进煤制烯烃、芳烃、多元醇等技术。

**研究内容：**新一代甲醇制低碳烯烃催化剂及工艺，新型高效碳四回用技术；新型甲醇制丙烯催化剂及工艺；高效的合成气制乙二醇成套技术，水处理与回用技术；甲醇制芳烃催化剂及工艺；煤制丁醇、辛醇等多元醇技术。

**起止时间：**2011-2017 年

### **（6）中低温煤焦油制清洁燃料及化学品关键技术**

**目标：**针对煤气化焦油、中低温干馏焦油及直接液化油，开发提取化学品及加氢制清洁燃料先进技术，产品收率大于 90%。

**研究内容：**酚类化合物低污染提取和精制技术；煤衍生油加氢催化剂及制燃料油工艺技术；煤衍生油中芳烃分离和提纯技术。

**起止时间：**2011-2015 年

### **（7）煤焦化系统节能关键技术**

**目标：**开发余热回收等关键技术，提高炼焦过程的能源利用效率。

**研究内容：**炼焦炉上升管荒煤气的热能回收技术；利用烟道气显热的新型煤调湿技术；炼焦过程能量系统模拟与优化。

**起止时间：**2011-2015 年

### **（8）煤化工“三废”处理技术**

**目标：**研发适用于煤化工废水特点的治理和回用技术；研发煤化工废渣循环利用技术。

**研究内容：**煤炭转化过程中污水的加工处理流程、技术和设备；高效优势菌种的选择，生化处理关键单元技术；适应煤种特点的多种煤化工废渣循环利用技术。

**起止时间：**2011-2017 年

### **Y13）煤电化热一体化（多联产）技术**

**目标：**建成以煤炭气化为核心的联产动力（蒸汽）、电力、化学品、燃料的一体化系统，提高经济性和安全性。

**研究内容：**煤化工过程与 IGCC 或超临界（超超临界）发电系统的集成技术；高温净化技术；煤化工与电力（热力）联产和负荷的双向调节；适用于复杂系统的高可靠性控制技术；系统经济性评价方法。

**起止时间：**2011-2018 年

### **Z07）煤炭深加工关键装备**

#### **（1）大型煤气化装置**

**目标：**研发适应煤制清洁燃料及化学品等用途的大型煤气化炉，建设大型粉煤加压气化、新型固定床气化、流化床气化等装置。

**研究内容：**气化炉的放大规律和结构特点；原煤日处理能力2000~3000t/d大型气化炉的制造、检验、安装和调试；烧嘴等内构件材料及制造；自动化控制及辅助系统。

**起止时间：**2011-2015年

### (2) 通用关键设备

**目标：**实现80000m<sup>3</sup>/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。

**研究内容：**大型空分装置空压机、膨胀机的设计、制造、安装和测试技术；煤炭直接液化中的高压煤浆泵及耐磨蚀高温高压差调节阀；耐高温耐腐蚀的废热锅炉等。

**起止时间：**2011-2015年

### (3) 大型合成装置

**目标：**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。

**研究内容：**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、大型甲醇制烯烃反应器等装置的结构、材料及加工制造工艺。

**起止时间：**2011-2015年

### (4) 高效煤粉工业锅炉岛技术体系及关键装备

**目标：**通过对高级煤粉制备技术与装备、粉体燃烧物流及配送技术与装备、锅炉岛煤粉燃烧及净化技术与装备以及专业化运营能源服务模式的研究，建立起高效煤粉工业锅炉岛技术体系，并以此为基础初步形成相关产业体系，为我国传统燃煤工业锅炉行业创新提供技术、产品和商业模式支持。

**研究内容：**高级粉体煤粉制备相关技术及装备；煤粉安定特性、运输及配送技术方案；高效煤粉工业锅炉岛燃烧技术优化；高倍率灰钙循环稀相烟气净化技术研究。

**起止时间：**2011-2015 年

#### **S08) 煤电化热一体化示范工程**

**目标：**建设能源利用效率高、资源综合利用程度高、产品附加值高、污染物及 CO<sub>2</sub> 排放少的先进大型煤电化热一体化示范工程，并实现“安、稳、长、满、优”运行。

**研究内容：**千万吨级煤炭处理能力的燃料、化学品、电力和热力一体化示范工程。

**起止时间：**2011-2015 年

#### **S09) 煤制清洁燃料示范工程**

**目标：**建成能源转化效率高、资源综合利用水平高、污染物及 CO<sub>2</sub> 排放少的先进大型煤制清洁燃料示范工程，并实现“安、稳、长、满、优”运行。

**研究内容：**单系列 100~180 万吨级煤炭间接液化示范工程；单系列 13~20 亿立方米/年煤制天然气示范工程；单系列百万吨级

低阶煤提质示范工程。

**起止时间：**2011-2015 年

#### **P07) 煤炭清洁转化利用技术研发平台**

**目标：**建立国际一流的能源与环境科技创新技术平台；掌握煤炭清洁转化的核心技术，成为国家能源科学技术领域的重要研究基地、技术应用与辐射基地，推进新型煤化工产业可持续发展。

**建设与研发内容：**煤炭直接液化研发平台，包括煤炭直接液化工艺技术工程化开发装置、煤炭液化油加氢工艺及催化剂评价试验装置、煤炭直接液化反应器开发试验台、煤炭直接液化关键设备工程化开发试验台；煤炭间接液化费托合成技术研发平台，包括单管费托合成催化剂微反评价装置、四管费托合成催化剂微反评价装置、费托合成催化剂搅拌釜评价装置；催化剂中试放大制备装置；热电气联产试验平台；1MW 循环流化床热电气三联产试验装置；多种煤炭转化技术的优化集成。

#### **7. 石油高效与清洁转化**

研究劣质原油的预处理、重油高效轻质化、轻油清洁化、石油加工过程能量利用高效化、炼油产品功能强化、炼油过程清洁化技术。

#### **Y14) 劣质原油加工技术**

**目标：**使劣质原油能在常规炼厂加工，产品液收率增加 3%以上，实现劣质原油加工技术的工业推广应用。

**研究内容：**高效劣质原油预处理技术（脱盐、脱水、破乳）技术；高效劣质渣油加氢技术、劣质渣油催化裂化技术、溶剂脱沥青技术、焦化技术及其组合优化技术；低成本和大规模（200 万立方米/天）制氢技术；焦化技术和石油焦 IGCC 技术。

**起止日期：**2011-2016 年

### **Y15) 车用燃料质量升级技术**

#### **(1) 清洁汽油成套生产技术**

**目标：**开发满足国 IV 排放要求的清洁汽油成套技术，争取满足欧 V 排放要求。

**研究内容：**降低催化汽油硫含量的各种有效脱硫技术，包括催化裂化原料加氢脱硫技术，催化裂化过程脱硫技术，减少辛烷值损失的催化裂化汽油加氢脱硫、吸附脱硫、氧化脱硫等技术；降低汽油烯烃并增产轻质烯烃或芳烃的催化裂化技术；生产高辛烷值的汽油组分技术，包括辛烷值收率最大化的催化重整成套技术、C5/C6 或 C7/C8 烷烃异构化成套技术、环境友好的烷基化技术；超低硫汽油调合和储运技术。

**起止日期：**2011-2016 年

#### **(2) 清洁柴油生产技术**

**目标：**开发满足国 IV 排放要求的清洁柴油成套技术，争取满足欧 V 排放要求。

**研究内容：**针对高硫直馏柴油馏分，以及催化裂化柴油、延迟焦化柴油等硫和氮含量都很高的二次加工柴油馏分的超深度加

氢脱硫技术；大幅提高柴油十六烷值技术，包括劣质柴油加氢改质技术和提高柴油十六烷值的添加剂技术；进一步降低柴油芳烃含量（包括多环芳烃含量）的技术；灵活多产清洁柴油和化工原料的加氢裂化技术；超低硫柴油的调合和储运技术。

**起止时间：**2011-2016 年

#### **Z08) 液力透平装置**

**目标：**完成液力透平的气动分析和结构开发，形成具有自主知识产权的液力透平技术，并进行样机的试制。

**研究内容：**针对环氧乙烷/乙二醇（EO~EG）、重整装置和高压天然气净化装置的具体工况，研究适合液力透平的结构形式、密封结构和密封系统，以及液力透平材质的选择成套技术。

**起止时间：**2011-2015 年

#### **S10) 万吨级劣质油沸腾床加氢示范工程**

**目标：**建成万吨级沸腾床加氢示范装置，验证其运行的可靠性、安全性和经济性，为工业应用提供设计数据。

**研究内容：**万吨级劣质油沸腾床加氢示范工程装置的工艺、工程和催化剂问题；反应器内气液固的分布和三相分离技术；关键设备和反应器气液分配器技术；催化剂在线加排（置换）工艺和工程技术；安装控制技术；紧急事故处理方法和开停工方案；劣质原料性质与生焦规律；最佳工艺条件。

**起止时间：**2011-2016 年

#### **S11) 百万吨级多产轻质油的催化蜡油加氢与缓和催化裂化**



## 集成技术示范工程

**目标：**建设百万吨级多产轻质油的催化蜡油加氢和缓和催化裂化集成技术（IHCC）示范装置；通过研究示范装置商业运行的经济性、对劣质原料油的适应性，以及降低 CO<sub>2</sub> 排放对环境的影响，验证工艺包的技术指标及关键设备的长周期运行效果。

**研究内容：**百万吨级多产轻质油的催化蜡油加氢和缓和催化裂化集成技术示范装置的工艺与工程技术；大型示范装置的长周期的操作性、稳定性和可靠性；大型示范装置的考核和标定方案以及运行经验的积累与分析；大型示范装置的运行成本、装置能耗以及对周围环境的影响；大型示范装置的开停工方案和安全自保；大型流化床反应器和固定床反应器的放大及机械结构设计；过滤器、喷嘴和气固分离等专用设备的设计和使用；专用催化剂制备的均匀性和稳定性。

**起止时间：**2011-2018 年

### S12) 超低压连续重整示范工程

**目标：**建设与原油加工能力在 1000 万吨/年以上的炼化企业相匹配的超低压连续重整示范工程，重整稳定汽油辛烷值 RON 为 100~106，产氢纯度为 88~95%，能耗为 85~98kg 标油。

**研究内容：**与大型超低压连续重整反应系统相配套的再生系统；相应的催化剂平稳输送系统；产物收率、结焦速率及能耗优化；避免再生器内构件和碱洗系统相关设备腐蚀的再生系统氯处理技术。

**起止时间：**2011-2015 年

**P08) 石油炼制技术研发平台**

**目标：**建设具有国际先进水平的石油炼制技术研发平台，为我国炼油工业提高资源利用率、优化产品结构、实现低成本清洁汽柴油质量升级、节能减碳、节水环保提供技术支撑。

**建设与研发内容：**渣油转化与零渣油炼厂新技术；清洁燃料生产与工艺集成优化技术；炼油节能降耗技术；分子表征实验室配套装备；信息技术在炼油中应用。

**8. 天然气与煤层气加工利用**

研究天然气和煤层气的净化、物理液化、化学液化以及制合成气技术。

**Y16) 天然气中硫脱除技术**

**目标：**掌握高酸气天然气中有机硫脱除新技术，增强硫脱除能力，降低脱硫能耗。

**研究内容：**高效配方型脱有机硫溶剂实验室试验研究；高效配方型脱硫剂和相应的添加剂；天然气中硫脱除新技术与工艺。

**起止日期：**2011-2014 年

**P09) 天然气加工利用技术研发平台**

**目标：**建设天然气加工与处理技术的创新平台；集成天然气开发的相关技术，成为天然气开发的人才培养基地。

**建设与研发内容：**根据天然气中硫化物的含量、形态和天然气的规模，开发相应的脱除硫化物和硫回收技术；开发天然气脱

除二氧化碳技术与装备；针对不同的脱水要求，开发分子筛脱水、硅胶脱水和 TEG 脱水技术与装备；开发天然气液化技术与装置；开发 LNG 冷能利用技术与装备。

#### **P10) 煤层气加工利用技术研发平台**

**目标：**掌握煤层气加工利用的关键技术与关键工艺，为提高我国矿区煤层气抽采率和利用率提供技术支撑，实现低浓度煤层气加工成非常规天然气的工业化生产，在安全性和经济性得到保障的同时大幅度提高矿区低浓度煤层气的利用率，缓解我国天然气供需不平衡的矛盾。

**建设与研发内容：**矿区低浓度煤层气利用工程示范；低浓度煤层气安全燃烧技术；矿井乏风瓦斯氧化利用技术；低浓度煤层气深冷液化提纯技术；煤层气发电技术集成；工业规模的低浓度煤层气（含乏风瓦斯）安全输送、除氧、变压吸附浓缩和深冷液化集成的成套技术与装备。

#### **9. 先进的油气储运**

研发天然气长输管道站场用关键设备、大型天然气液化处理及储运技术与装备；大型 LNG 运输船；研究 X100 和 X120 高强度管线钢制管技术、超低硫成品油的储运技术。

#### **Y17) 液化天然气技术**

**目标：**掌握液化天然气技术，形成具有自主知识产权技术体系，包括海上天然气田配置 FLNG。

**研究内容：**天然气液化工艺技术；天然气液化设备和储存技

术；FLNG 装载技术；FLNG 安全技术。

起止时间：2011-2015 年

## Z09) 大型天然气液化处理与储运装置

### (1) 大型天然气液化处理装置

目标：研制成功制约我国大型天然气液化项目建设的工艺技术及其配套关键设备，形成大型天然气液化技术工艺包。

研究内容：天然气深度预处理工艺技术及工艺包开发；丙烷预冷+混合冷剂液化技术或多循环混合冷剂液化技术；天然气液化装置关键设备的国产化。

起止时间：2011-2015 年

### (2) 大型液化天然气储运装备

目标：研制成功大型 LNG 设备，实现天然气的安全、低成本储运。

研究内容：安全节能的大型 LNG 接收站工艺流程；LNG 接收站辅助设备，如海水气化器等；容量不低于 200000m<sup>3</sup>的特大型地下储罐；储罐内的蒸发率保持在 0.04%以下的先进绝热技术和绝热材料；容积不低于 200000m<sup>3</sup>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等。

起止时间：2011-2015 年

## Z10) 长输天然气管道与场站关键设备

目标：实现天然气长输管道关键设备国产化，建立长寿命、高可靠性的燃压机组自主设计与研发体系；掌握 X100 和 X120 高

强度管线钢及制管技术。

**研究内容：**20MW 级高速变频直联电驱压缩机组；30MW 级干线燃气轮机-压缩机机组；10MW 级支线燃气轮机-压缩机机组；48 英寸（900 和 600 磅级）全焊接球阀；X100 和 X120 高强度管线钢及系列卷板和宽厚板；螺旋埋弧焊管和直缝埋弧焊管等。

**起止时间：**2011-2017 年

#### **P11) 天然气长输管道技术装备研发平台**

**目标：**建成天然气长输管道关键设备国产化工业先导性试验平台；完成国产化关键设备及技术的示范与推广，推动行业科技进步。

**建设与研发内容：**电驱机组、燃压机组和阀门的自动化控制技术；故障诊断与视情维修技术；驱动用燃气轮机的设计技术、高温部件技术和工业性试验技术；燃机工况下性能与 ISO 下性能转换技术；机组性能衰减影响研究；燃机低 NO<sub>x</sub> 排放及异型燃机替代技术。

#### **P12) 大型透平/压缩机组研发平台**

**目标：**掌握大型透平压缩机组设计与装备制造的关键技术，建立具有世界先进水平的大型透平压缩机组研发试验基地，实现大型透平压缩机重大装备的国产化。

**建设与研发内容：**大型 LNG 装置用离心压缩机组研制；大型长输管线压缩机组研制；100 万吨/年精对苯二甲酸（PTA）装置

用压缩机组研制；6 万  $\text{Nm}^3/\text{h}$  及以上空分装置用压缩机研制；百万吨级以上乙烯装置用“三机”研制。

### （三）发电与输配电技术领域

我国电力稳定供给主要依靠火力发电、水力发电。电网支撑了电力安全输送、电力电量平衡和用户的可靠使用。先进的发电和输配电技术是保证我国电力工业健康、可持续发展的重要基础。

在发电与输配电技术领域中，确定高效、节能、环保的火力发电技术，先进、生态友好的水力发电技术，大容量、远距离输电技术，间歇式电源并网及储能技术和智能化电网技术等 5 个能源应用技术和工程示范重大专项，其中，规划 7 项重大技术研究、7 项重大技术装备、10 项重大示范工程和 13 个技术创新平台（技术路线图见图 4-3）。

《国家能源科技“十二五”规划（2011-2015）》

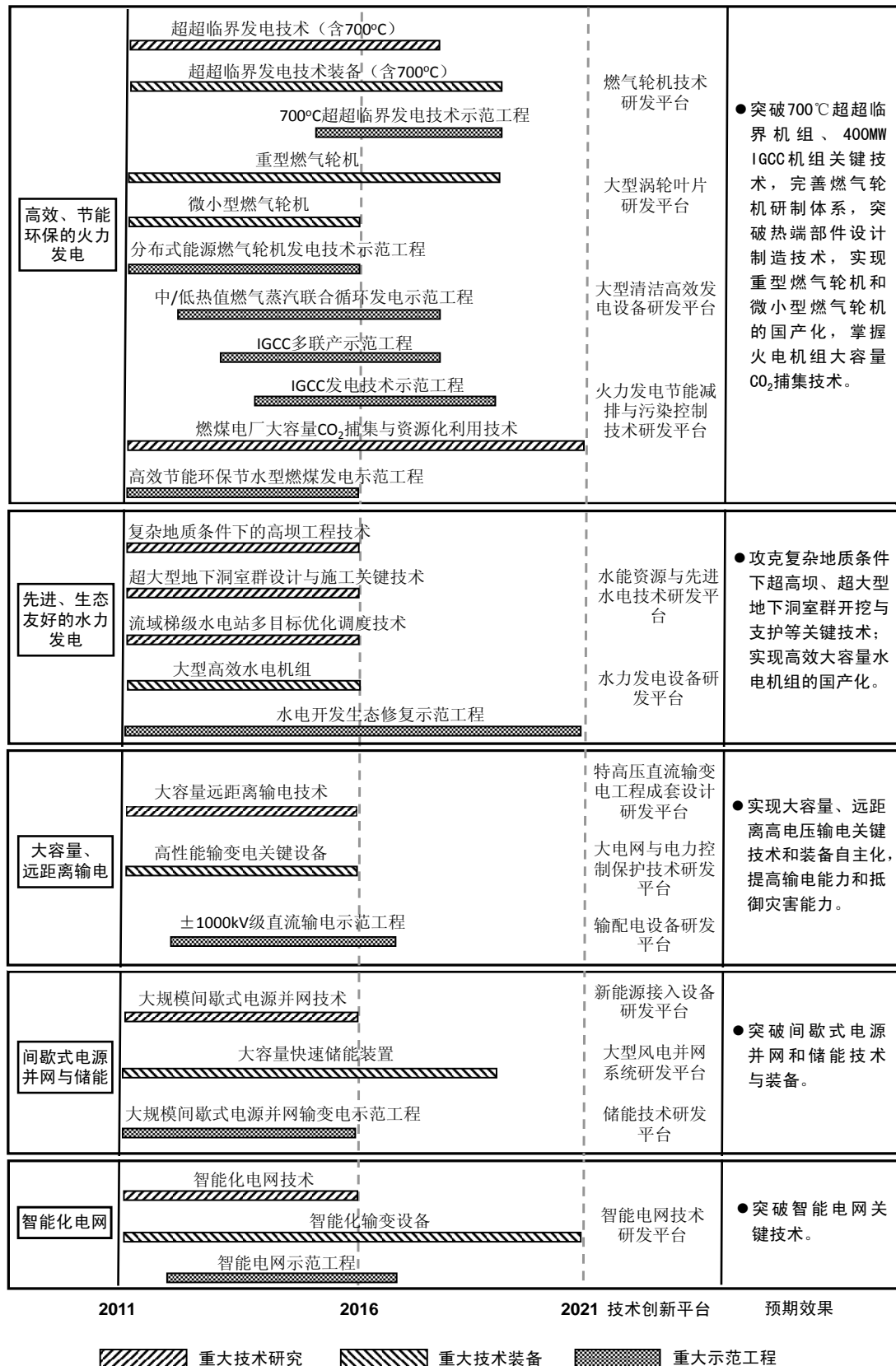


图 4-3 发电与输配电技术路线图



## 10. 高效、节能、环保的火力发电

研究开发更高参数的超超临界发电、燃气轮机发电、IGCC 及多联产、空冷和节水、污染物减排及 CO<sub>2</sub> 捕集、贮存和资源化利用技术。

### Y18) 高效清洁火力发电技术

#### (1) 超超临界发电技术

**目标：**掌握具有自主知识产权的 600℃百万千瓦级超超临界发电技术；掌握二次再热技术；掌握 700℃超超临界发电机组的关键技术，使火电机组的供电效率达到 50%。

**研究内容：**自主知识产权的 600℃百万千瓦级超超临界发电技术；二次再热技术；在汲取国际 700℃超超临界发电研究成果的基础上，进一步研究提高蒸汽参数的可行性和技术路线，攻克建设 700℃超超临界示范电站需要解决的材料、工艺、设备制造以及主厂房紧凑型布置等关键技术。

**起止时间：**2011-2017 年

#### (2) 燃煤电厂大容量 CO<sub>2</sub> 捕集与资源化利用技术

**目标：**掌握燃煤电厂 CO<sub>2</sub> 捕集技术以及资源化利用技术，研发新型的 CO<sub>2</sub> 捕集技术，降低系统能耗和 CO<sub>2</sub> 减排成本。

**研究内容：**新型吸收剂、新型 CO<sub>2</sub> 捕集系统以及低品位热集成系统；燃煤电厂 100 万吨/年 CO<sub>2</sub> 脱除与处理系统；CO<sub>2</sub> 资源化利用技术；CCS 技术；利用地下盐穴储存 CO<sub>2</sub> 技术。

**起止时间：**2011-2020 年

### **Z11) 超超临界发电技术装备**

**目标：**研发具有自主知识产权的 600℃百万千瓦级（单轴）超超临界燃煤发电机组；研制 700℃超超临界发电机组锅炉、汽轮机设备、辅机，高温材料和部件开发。

**研究内容：**具有自主知识产权的 600℃百万千瓦级（单轴）超超临界燃煤发电机组锅炉、汽轮机、发电机及其配套主要辅机设备；700℃超超临界发电机组锅炉、汽轮机及其配套主要辅机设备；水冷壁、过热器、高温管道、阀门等重要高温合金部件的制造；新型耐热钢加工应用技术；大型锻件和铸件的高质稳定生产技术；低压末级长叶片；焊接转子；汽轮机轴系稳定性；关键辅机及阀门国产化制造技术；600℃和 700℃超超临界发电机组用高温材料。

**起止时间：**2011-2018 年

### **Z12) 微型燃气轮机**

**目标：**掌握适合分布式供能的 MW 级微型燃气轮机发电机组设计、试验、系统集成及配套的关键技术；研制成功具有自主知识产权的高效率、长寿命、低成本微型燃气轮机发电机组，发电效率不低于 32%。

**研究内容：**先进回热式燃气轮机热力循环方案；高效换热器设计；整体插拔式单筒燃烧室设计；离心压气机与向心涡轮结构设计；叶片材料与高温涂层技术；关键部件与整机试验；MW 级燃气轮机变工况与联储系统集成技术；微型燃气轮机关键部件

与整机装置；发电系统相关配套设备。

**起止时间：**2011-2015 年

### **Z13) 重型燃气轮机**

**目标：**开发具有自主知识产权的重型燃气轮机；掌握 E 级和 F 级燃气轮机核心部件的制造技术、燃中低热值合成气的 F 级气轮机改造设计技术，以及燃中低热值合成气的 E 级和 F 级燃气轮机制造技术。

**研究内容：**自主知识产权的重型燃气轮机关键设计技术和共性先导应用技术的工程化研究和实验验证；E 级、F 级燃气轮机本体设计、制造和控制技术；高温合金叶片材料；高性能压气机设计技术；燃气轮机叶片冷却技术；燃烧室燃烧组件、干式低 NO<sub>x</sub>、燃料喷嘴制造技术；中低热值合成气燃烧技术。

**起止时间：**2011-2018 年

### **S13) IGCC 多联产示范工程**

**目标：**研发大型 IGCC 多联产技术和煤炭分级转化技术，自主研发 IGCC 电站的设计集成技术，建设 400~500MW 级 IGCC 多联产示范工程。

**研究内容：**自主研发大型 IGCC 设计集成和成套技术，大型 IGCC 技术气化设备的制造、建设、调试等关键技术；煤炭热解燃烧及分级转化技术、有价元素高效提取和利用技术，以及低 CO<sub>2</sub> 排放的综合利用技术；高效长寿命的高温除尘技术；高温脱硫净化技术；多联产系统的优化整合；高效发电和化工产品稳定供应

的多联产技术；燃烧前 CO<sub>2</sub>捕集技术。

**起止时间：**2013-2017 年

#### **S14) IGCC 发电技术示范工程**

**目标：**研发中低热值燃气轮机设计、制造技术和整体优化集成技术，建设国产 IGCC 发电技术示范工程。

**研究内容：**研究、开发、设计、制造多燃料燃气轮机。建设全容量试验平台，对自主燃机进行热态全负荷验证；研究 IGCC 动态特性，形成 IGCC 设计、调试、运行标准；研究开发整体化升压型空分技术和中低热值燃烧器技术；验证燃气轮机，验证 CO<sub>2</sub>减排技术。

**起止时间：**2014-2018 年

#### **S15) 分布式能源燃气轮机发电技术示范工程**

**目标：**开发分布式能源级燃气轮机发电系统，开展工程示范，机组发电效率不低于 30%。

**研究内容：**多级轴流式压气机设计与试验；多级轴流式涡轮设计与试验；高效、低排放环形燃烧室设计与试验；关键部件与整机的疲劳寿命分析与试验；燃气轮机整机起动特性与运行技术；燃气轮机整机与发电系统集成；燃用天然气的发电机组示范。

**起止时间：**2011-2015 年

#### **S16) 700℃超超临界发电技术示范工程**

**目标：**建设 700℃超超临界发电技术示范工程，使火电机组的

供电效率达到 48~50%，为 700℃超超临界发电技术的推广积累经验。

**研究内容：**辅机选型、系统集成优化设计；二次再热和减少高温管道用量的紧凑型布置设计；主厂房紧凑型布置技术；依托示范工程，对 700℃超超临界发电技术前期研究成果进行验证。

**起止时间：**2015-2018 年

### **S17) 高效节能环保节水型燃煤发电示范工程**

**目标：**建设高效节能环保节水的燃煤发电示范工程，使其发电效率、污染物排放、耗水等主要指标达到国际先进水平。

**研究内容：**大型燃煤电厂综合节能、节水、环保的新技术以及集成应用技术（包括烟气余热利用、凝汽器低背压等节能新技术）；活性焦脱硫、超低 NO<sub>x</sub> 燃烧、废水零排放等环保新技术；主机、辅机空冷等节水新技术；大型超临界空冷机组系统优化技术；中低温单螺杆膨胀机技术；空冷汽轮机内流特性与改造技术；高效空冷岛设计与改造技术；大型吸收式热泵回收冷凝热供热与制冷技术。

**起止时间：**2011-2015 年

### **S18) 中/低热值燃气蒸汽联合循环发电示范工程**

**目标：**研制出具有自主知识产权的高效率、长寿命、低成本的燃用高炉、焦炉煤气 CCPP 装置，并进行示范应用，使 50MW 的 CCPP 系统发电效率不低于 40%，150MW 的 CCPP 系统发电效率不低于 46%。

**研究内容：**中/低热值 CCGP 总体技术方案；高效组合式煤气压缩机设计；中/低热值燃气轮机优化设计；中/低热值 CCGP 整机集成及配套关键技术；中/低热值 CCGP 系统集成与示范应用；高炉、焦炉煤气压力、成分和流量稳定供应技术；高洁净度高温除尘技术。

**起止时间：**2012-2017 年

### **P13) 燃气轮机技术研发平台**

**目标：**完善重型、工业、微小型燃气轮机研制体系；突破热端部件设计制造技术；建设部件与整机试验验证平台；缩小我国在燃气轮机领域与国际先进水平的差距。

**建设与研发内容：**100kW 级移动电源用微型燃气轮机；1MW 级分布式供能用燃气轮机；5MW 级发电和动力驱动型燃气轮机；10~30MW 级燃气轮机压缩机组；300MW 级重型燃气轮机发电机组；新一代大功率燃气轮机总体概念设计技术；低排放燃烧室设计技术；新材料涂层技术；高温冷却叶片设计技术；整机发电试验电站和三大部套的全温全压试验平台。

### **P14) 大型涡轮叶片研发平台**

**目标：**实现百万千瓦核电机组叶片国产化；提升百万千瓦超临界/超超临界火电汽轮机组、燃气轮机组等大型涡轮叶片的自主研发、制造技术等创新能力。

**建设与研发内容：**叶片锻压成型与控制技术；叶片材料及工艺技术；叶片表面强化及特种工艺；叶片精密切削加工技术；大

型先进压水堆核电半速饱和蒸汽轮机末级动叶片研制；超超临界百万千瓦汽轮机末级钛合金长叶片研发；燃压机组压气机/涡轮叶片及盘类锻件研发；涂层技术在燃机压气机叶片上的应用研究。

### **P15) 大型清洁高效发电设备研发平台**

**目标：**建立国内领先、国际一流的国家能源大型清洁高效发电设备研究开发基地；掌握火电、水电、核电、风电、太阳能及其他新能源领域关键核心技术，促进发电装备向大型化、清洁化和高效化技术升级。

**建设与研发内容：**民用核电站控制棒驱动机构检测中心；高温、高压材料与焊接实验中心；核电汽轮机焊接转子检测中心；蒸汽透平试验台；风电 4MW 全功率、全工况试验台；高温部件实验室；燃料电池实验室；新型高效空冷凝汽器研制；大直径轴流风机研制；冷凝器清洗装置选型与试验研究。

### **P16) 火力发电节能减排与污染控制技术研发平台**

**目标：**建成国际一流的火电节能减排和污染控制技术研发中心；掌握具有自主知识产权的火电节能减排和污染控制及资源化关键技术，降低现役火电厂能耗水平，使火电排放的污染物资源化利用，提高火电厂清洁生产水平，为我国传统火电工业的发展和节能减排目标的实现提供技术支撑。

**建设与研发内容：**火电厂主辅设备及其系统节能关键技术；大型燃煤电厂 CO<sub>2</sub> 捕集与多污染物联合控制及资源化技术；太阳能辅助燃煤发电系统集成技术；用于煤制天然气的 3000t/d 大型干

煤粉加压气化技术开发与示范；百万吨级褐煤干燥、轻度气化提质与提质废气资源化综合利用一体化技术开发。

### 11. 先进、生态友好的水力发电

研究复杂地形地质条件下的高坝关键技术、超大型地下洞室群的开挖与支护技术、环境保护与生态修复技术、流域梯级水电站群多目标联合运行与实时优化调度技术；研制高效、大容量水电机组。

#### Y19) 复杂地质条件下的高坝工程技术

**目标：**提出先进的高坝工程防洪安全、抗震安全及结构安全评价方法和工程措施，解决复杂地形地质条件下的高坝工程技术问题。

#### **研究内容：**

西南河流区域构造稳定性及新构造运动特征，主要包括：西南区域新构造运动特征；区域发震构造的分布与活动性；断裂活动与历史地震发生的相关关系；区域构造稳定性分区标准；区域构造稳定性及地震危险性分区。

高坝工程防震抗震技术，主要包括：汶川地震中水电工程震损情况的总结及系统反分析；符合实际的计算理论和方法；高坝工程的极限抗震能力分析；相应的防震抗震措施。

300m 级超高坝筑坝关键技术，主要包括：300m 级高土石坝筑坝材料、设计方法与安全技术，深厚覆盖层利用与处理技术；300m 级高拱坝地基可利用岩体与加固技术、高强度等级混凝



土材料、大体积混凝土温控防裂技术、大坝整体稳定分析与评价体系；高边坡工程的加固作用机理、稳定分析方法与安全评价体系、安全监测与预警系统。

水电工程环境保护及生态修复技术，主要包括：已建水电工程对环境的影响；水生生态保护、水土保持和植被恢复技术；生态影响补偿措施；水电工程施工节能与环保措施。流域梯级水库群防洪安全技术，主要包括：流域梯级水库群防洪安全与风险评估；流域梯级水库群联合防洪调度模式与决策支持系统；主要水电开发流域三维地理信息系统。

**起止时间：**2011-2015 年

#### **Y20) 超大型地下洞室群设计与施工关键技术**

**目标：**掌握超大型地下洞室群围岩稳定分析理论与方法，提出围岩稳定控制标准、支护措施和施工方法，建立超大型地下洞室群快速监控反馈分析与评价体系。

**研究内容：**超大型地下洞室群开挖与支护技术，包括大跨度、高边墙地下洞室群围岩变形稳定分析技术；开挖与支护技术；快速施工技术；监控反馈分析与评价体系。深埋长大隧洞围岩稳定性及地质超前预测预报技术，包括深埋、高地应力、高外水压力长隧洞围岩稳定技术；隧洞的支护结构参数和相应的工程措施；深埋长大隧洞在岩爆、岩裂、塌方和高压大流量地下水条件下的施工技术；施工期地质超前预测预报技术。

**起止时间：**2011-2015 年

## Y21) 流域梯级水电站多目标优化调度技术

**目标:** 统筹流域发电、防洪、供水、航运等目标, 建立流域梯级水电站群优化调度模型, 实现多目标优化调度。

**研究内容:** 流域径流特性; 径流预测模型; 流域梯级电站发电、防洪、供水、航运等多目标优化调度关系; 流域梯级水电站群优化调度模型; 实时多目标联合运行及优化调度的成套技术。

**起止时间:** 2011-2015 年

## Z14) 大型高效水电机组

**目标:** 掌握 1000MW 级混流式水电机组、400MW 级高水头抽水蓄能机组、大型灯泡贯流式水电机组、大型冲击式水电机组核心关键技术, 实现高效、大容量水电机组及相关配套设备的自主设计、制造与安装。

### 研究内容:

1000MW 级混流式水电机组及其配套设备。1000MW 级水轮发电机组的关键技术与系统集成; 水轮发电机电磁设计及机网协调、推力轴承、通风冷却技术; 附属设备的关键技术和系统集成。

大型灯泡贯流式水电机组。大型灯泡贯流式水电机组水力设计, 模型转轮的开发与试验装置; 贯流式机组过渡过程; 机组大部件结构设计及刚强度优化; 低速卧式重载轴承; 水轮发电机通风冷却技术。

400MW 级高水头抽水蓄能机组及其配套设备。水泵水轮机水

力设计技术及运行稳定性；水泵水轮机组结构、刚强度及可靠性；发电电动机电磁设计及通风冷却技术；高速重载双向推力轴承和导轴承；高电压绝缘绕组；运行工况转换及过渡过程分析；数字式智能化调速系统、励磁系统装置。

大型冲击式水电机组。针对 200MW 级大型冲击式水轮发电机组进行冲击式水轮机水力设计；水轮机参数及喷嘴、喷针、流道管路结构优化及材料选择；整体转轮制造关键技术；高转速水轮发电机电磁参数研究。

**起止时间：**2011-2015 年

#### **S19) 水电开发生态修复示范工程**

**目标：**修复因引水发电引起的脱水河段的生态和景观，建立示范工程的生态、景观修复指标体系，确保水电工程综合效益正常发挥。

**研究内容：**针对示范工程所在流域开发特点和环境状况的主要生态环境影响分析；典型生态修复技术；水电工程生态修复方案及指标；生态修复示范工程。

**起止时间：**2011-2020 年

#### **P17) 水能资源与先进水电技术研发平台**

**目标：**开发生态友好的先进水电技术，为水电开发建设与水电站运行管理中的移民安置、环境保护、工程安全、运行安全等问题提供解决方案，引领和支撑我国水电的可持续发展。

**建设与研发内容：**水能资源及其优化开发利用；河流水沙运

动与调控；水电开发移民安置方式；水电开发环境保护与生态修复；高坝工程安全与水电建设共性关键技术；流域梯级水电站多目标优化调度与安全运行技术。

### **P18) 水力发电设备研发平台**

**目标：**开展与水力发电设备相关的创新性研究；培养具有国际视野和创新能力强的高素质优秀人才，建设成为国际一流的水力发电设备研发基地。

**建设与研发内容：**水力发电设备共性技术和实验测试技术；水力发电设备关键技术，包括推力轴承关键技术、水轮机模型转轮的开发、超高压等级主绝缘技术的研究及应用、水轮发电机冷却技术、结构刚强度分析及优化、机组轴系稳定性、水轮机转轮防裂纹的措施；百万千瓦级大型水电机组关键技术；抽水蓄能机组关键技术；高水头大容量冲击式水轮发电机组关键技术；大型灯泡式水轮发电机组关键技术。

## **12. 大容量、远距离输电**

研究大容量、远距离输电技术，高海拔、高寒、大风、雨雪冰冻等复杂环境下特高压交直流输电技术，紧凑型 and 同塔多回线路以及电网防灾减灾技术。

### **Y22) 大容量远距离输电技术**

**目标：**掌握更高电压等级的特高压直流输电技术和提高电网输电能力的新型输电技术，提高电力系统抵御自然灾害的综合能力。

**研究内容：**±1000kV 级直流输电关键技术；特高压交流线路关键技术，特高压同塔多回线路关键技术，高温超导技术，直流输电成套设计与系统研究的全面自主化开发，特高压交流可控高抗、串联补偿装置等柔性输电技术；高海拔、高寒等复杂环境下特高压交、直流输电技术；日常运行维护和带电吹扫技术；抗大风、雨雪冰冻等电网防灾减灾技术。

**起止时间：**2011-2015 年

#### **Z15) 高性能输变电关键设备**

**目标：**实现特高压设备制造和试验的技术升级和自主化；实现高压/超高压设备制造和试验的技术升级，研制成功更大容量的输变电设备。

**研究内容：**1000kV 大开断容量（63kA 及以上）开关设备制造与试验的关键技术；大容量变压器、高阻抗变压器、可控电抗器及串联补偿装置、交流套管等制造技术；±800kV 换流阀、直流场设备、直流套管等国产化；柔性交直流输电关键设备；±1000kV 级直流输电设备制造与试验的关键技术。

**起止时间：**2011-2015 年

#### **S20) ±1000kV 级直流输电示范工程**

**目标：**结合工程需要建设±1000kV 级直流输电示范工程，为±1000kV 级直流输电技术应用积累经验。

**研究内容：**±1000kV 级直流输电线路及换流站外绝缘、过电压及防护关键技术；±1000kV 级直流输变电电磁环境控制技术和

直流换流阀、换流变、直流场设备、穿墙套管等关键设备制造技术；工程实施方案。

**起止时间：**2012-2016 年

#### **P19) 特高压直流输变电工程成套设计研发平台**

**目标：**建成特高压直流输电工程成套设计平台，为我国直流输电工程提供技术支持，提高国内直流设备研发、设计和制造水平，促进我国直流工程的国产化，降低直流工程的建设成本。

**建设与研发内容：**特高压直流工程系统测试支持平台，包括实时数字仿真硬件平台建设、RTDS 与直流控制保护设备接口的扩充与开发、特高压直流工程交流场模拟仿真系统的建立和主回路建模；换流站阀厅设计关键技术支持系统；特高压直流工程设计软件支持系统。

#### **P20) 大电网与电力控制保护技术研发平台**

**目标：**掌握大电网核心技术，提高对电网建设与运行技术的自主创新能力；掌握电网正常运行和事故工况的规律，解决特高压电网、交直流混联电网、新能源发电的特殊问题；建成国内领先、国际著名的大电网与电力控制保护技术研发基地。

**建设与研发内容：**RTDS 实时数字仿真系统；复杂环境与复杂条件下大电网安全稳定运行与控制技术；自主化（特）高压直流工程核心技术；交直流电网实时仿真技术；电力集成新技术仿真；电力系统保护与控制设备试验室；电力系统动模仿真试验室；大系统稳定运行技术；交直流混合输电系统协同控制技术；

机网协调与无功优化技术；新能源发电并网技术；电力系统保护与控制基础理论和技术。

### **P21) 输配电设备研发平台**

**目标：**建立国际一流的综合性研发中心，具备输配电设备和智能电网设备关键技术、试验检测技术、产品试验验证技术的研究条件；建成基础研究平台、技术支持平台、试验研究平台、系统研究/工程成套研究平台和行业信息与服务平台；支撑国家智能电网建设，提高能源利用效率，使电网能够吸纳更多的可再生能源电力。

**建设与研发内容：**特高压关键设备与关键件的关键技术；输配电设备及智能电网设备仿真技术；特高压直流输电工程系统与成套设计；柔性交直流输电成套装备技术；特高压、大容量、输变电装备和智能化设备的试验检测技术。

### **13. 间歇式电源并网及储能**

研究各类电源运行控制特性和机网协调技术，提出接纳大规模风力发电、太阳能发电等间歇式电源的电网新技术，掌握适用于大规模间歇式电源并网的输变电和储能技术。

### **Y23) 大规模间歇式电源并网技术**

**目标：**掌握大规模间歇式电源的集中接入、送出关键技术，掌握多能源互补发电系统的规划、设计、制造、运行控制与能量管理等关键技术，解决间歇式电源并网和输配电的技术瓶颈。

**研究内容：**大规模间歇式电源集中接入电网的保护与控制技

术；间歇式电源集中送出的规划及输电技术，包括大规模间歇式电源的高压直流送出技术、海上风电场直流输电技术、基于随机性的间歇式电源接入规划技术、基于风险评估的间歇式电源可靠性评价技术和多能源互补发电系统并网及联合调度技术；间歇式电源发电功率预测与优化调度技术。

**起止时间：**2011-2015 年

## **Z16) 大容量快速储能装置**

### **(1) 10MW 级大规模超临界空气储能装置**

**目标：**研发自主知识产权的大规模超临界空气储能系统和核心部件，完成超大规模超临界空气储能系统集成验证平台建设与系统验证，掌握 10MW 级超临界空气储能系统的制造技术。

**研究内容：**系统的总体设计与分析；超临界条件下蓄热（冷）/ 换热器的流动与传热、单螺杆式等超宽负荷压缩机和多级高负荷向心式透平、大规模超临界空气储能系统的集成与验证；大规模储能系统与电网的集成控制技术、储能系统及核心部件制造技术。

**起止时间：**2011-2015 年

### **(2) MW 级飞轮储能系统及飞轮阵列**

**目标：**实现大容量飞轮储能装备核心部件制造和系统集成的国产化，实现 100kW 级飞轮储能装置和 MW 级飞轮储能阵列应用。

**研究内容：**高速飞轮储能装置核心技术包括高速飞轮转子材



料、转子动力学、高速大功率电动/发电机、高速微损耗轴承技术、功率控制调节技术、真空密封技术、飞轮储能装置整机和部件实验台及实验件等；多飞轮储能单元并联运行的飞轮阵列技术；飞轮储能应用于电力系统、可再生能源发电和轨道交通等的协调控制技术。

**起止时间：**2011-2017 年

### **(3) MW 级超级电容器储能装置**

**目标：**实现 MW 级超级电容器储能装置国产化，实现在智能电网电能质量控制、平抑可再生能源发电输出功率波动等方面规模应用。

**研究内容：**新型电极材料、电解质材料和新体系超级电容器等；超级电容器模块化技术；超级电容器储能装置与电网间相互影响等系统集成的关键技术。

**起止时间：**2011-2017 年

### **(4) MW 级超导储能系统**

**目标：**研发 1~10MW 超导储能系统关键装置，实现并网运行；形成超导储能系列自主知识产权。

**研究内容：**快速充放电超导磁体系统的优化设计和制造；电力电子系统的设计和制造；快速测量控制和在线检测系统；超导储能系统的集成和并网技术；超导储能系统在风电场中的优化控制策略和分布式超导储能系统在大规模风力发电场中的优化配置等。

起止时间：2011-2018 年

### **(5) MW 级钠硫电池储能系统**

**目标：**研发适合规模化核心材料及电池的低成本制造技术，实现大容量储能钠硫电池的国产化。

**研究内容：**低成本连续化电解质陶瓷制造技术以及批量化电池组合与组装技术；大功率电池模块的热效应与热平衡技术；电池管理系统（BMS）与 MW 级过程控制系统（PCS）的耦合特性；MW 级储能系统稳定可再生能源发电的并网运行策略设计及运行试验。

起止时间：2011-2015 年

### **(6) MW 级液流储能电池系统**

**目标：**研制 20kW 级液流储能电池模块，集成、制造输出功率为 MW 级的液流储能电池系统。

**研究内容：**20kW 级电池模块结构设计、过程强化、工程放大与制造技术；MW 级电池系统集成技术、运行控制策略和 BMS；电池模块及电池系统批量化制造技术；液流储能电池产业化生产装备；液流储能电池系统耦合及控制技术及 MW 级电池系统在太阳能光伏发电、风力发电、备用电站等领域的应用。

起止时间：2011-2015 年

### **S21) 大规模间歇式电源并网输变电示范工程**

**目标：**建设大规模间歇式电源接入电网的输变电示范工程，为间歇式电源接入电网积累经验。

**研究内容：**间歇式电源并网的输电技术；电能质量监测与控制技术；系统安全稳定控制技术；优化调度技术；区域控制策略；分频输电技术在工程中应用的可行性；技术先进合理、运行安全可靠的接入系统方案和输变电工程建设方案及其工程应用。

**起止时间：**2011-2015 年

### **P22) 新能源接入设备研发平台**

**目标：**突破大功率风电变流装置、光电逆变装置、惯性储能系统、新能源发电接入控制和能量管理等关键核心技术，实现技术的工程化和产业化；建成具有国际先进水平的新能源接入研究基地。

**建设与研发内容：**风力发电变流装置实验平台；太阳能光伏发电系统实验平台；大容量惯性储能系统实验平台；新能源发电接入能量控制与管理技术实验平台；3MW 和 500kW 级风力发电接入变流器实验研究系统；全功率型光伏发电逆变器实验研究系统；惯性储能系统充放电试验装置；电工材料电磁性能试验测试装置；MW 级高速电动/发电机及能量变换器试验装置。

### **P23) 大型风电并网系统研发平台**

**目标：**建立完善的风电并网仿真研发平台，为研究大规模风电并网问题提供技术手段；掌握风电机组试验检测和风电场并网检测技术，为开展风电机组型式认证和风电入网检测提供技术支持；建设国家级风电试验基地，满足开展风电机组检测认证的要求。

**建设与研发内容：**风电基础研究，包括风电仿真研究平台、风能实时监测和风电功率预测研究平台、风电调度决策支持研究平台的建设；移动式风电检测技术，包括风电机组特性检测技术和风电场并网特性检测技术；试验基地建设，重点是风/光/储联合发电试验系统开发、风/光/储系统协调运行、黑启动以及电池储能系统平稳风电机组（集群）输出技术。

#### **P24） 储能技术研发平台**

**目标：**开展空气储能及新型储能电池的关键技术、关键材料和关键装备研究和系统集成，加速创新成果的工程化和产业化，建立相应的研发、综合测试和工程化验证平台；参与制订和完善相关行业标准和规范，建成为储能技术国际合作与交流的平台。

**建设与研发内容：**设计开发超宽负荷高效压缩机、大规模蓄热系统和高负荷多级透平，完成 1~100MW 级先进空气储能系统集成示范；突破液流储能电池高性能、低成本离子交换膜工程化、批量化制备技术；开发 MW 以上级液流储能电池系统集成技术、管理控制和保护技术。形成储能技术的自主知识产权体系，参与制定相关国家标准。

#### **14. 智能化电网**

研究智能化电网支撑技术，形成面向用户的智能化全新服务功能；开展分布式电源接入、集中/分散式储能等关键技术的研究和应用；研究智能用电关键技术，建设智能化用户管理与双向互动平台。

## Y24) 智能化电网技术

**目标：**掌握智能化输电、配电、用电，以及智能化调度系统关键技术，实现电网安全、有效自愈，以及广域信息优化控制，建立友好开放、灵活接入的灵活接入系统。

**研究内容：**大规模互联电网智能化调度技术；大规模互联电网安全保障技术；基于广域信息的控制保护一体化技术；智能变电站技术；提高配电网可靠性和供电能力的运行控制技术；分布式电源、储能装置、电动汽车充电站等的接入技术；柔性交直流输电技术；智能化配电网快速仿真技术；智能化配电网统一数据采集融合、海量信息处理及系统应用集成技术；配电网自愈控制及电能质量智能监测技术；改善配电网电能质量的柔性配电技术；智能化用电高级量测体系及双向互动营销运行模式和支撑技术；智能用电安全认证和信息加密技术。

**起止时间：**2011-2015 年

## Z17) 智能化输变电设备

**目标：**实现信息采集、传输、处理、输出、执行过程完全数字化、智能化，一、二次设备间的数字化通信及智能化装置之间的互操作，以及设备状态的全面监测。

**研究内容：**变压器、开关等一次设备智能化监测与诊断装置及其与一次设备的集成技术；设备的在线状态监测和数据的数字化传输技术；基于纯光学的电子式互感器设备；变电站一次设备、控制保护和自动化系统的状态检修技术及可靠性评估技术；

输电线路状态监测装置及数据传输技术；输电线路状态检修及可靠性评估技术。

**起止时间：**2011-2020 年

### **S22) 智能电网示范工程**

**目标：**在一定区域内建成智能电网，为智能电网的推广积累经验，推动智能化设备技术规范 and 相应标准的制定。

**研究内容：**研发分布式能源集群接入智能微电网技术；选择适当区域内的变电站和相关线路作为试点工程，采用先进的智能化调度系统和变电站智能化一、二次设备，实现灵活控制；输电线路使用先进测量传感技术，开展运行状态和覆冰、大风等线路微气象环境的综合监测；建立城市中心区域内的智能化配电网。

**起止时间：**2012-2016 年

### **P25) 智能电网技术研发平台**

**目标：**掌握智能电网模式、技术路线及智能电网关键技术，促进智能电网技术进步和健康发展；完善和加强智能电网技术研发和试验检测体系，成为国内国际智能电网关键设备和系统试验与检测平台，更好地为行业提供智能电网设备与技术服务。

**建设与研发内容：**智能用电技术；能效测评技术；定制电力技术；信息安全保障技术；微电网技术；智能输变电技术；柔性输电技术；数字物理智能电网混合动态模拟系统；多能源接入的能源管理控制；用户端智能配电、能源管理及控制系统关键技术及产品；智能电网用户端设备及系统测试技术及认证试验平台。

#### （四）新能源技术领域

核能具有能量密集、成本低廉、温室气体排放少等优点，风能、太阳能、生物质能和海洋能储量巨大，发展核能发电、风力发电、太阳能发电、生物质能利用和海洋能发电等可再生能源技术，规模化开发新能源，对优化我国能源结构、促进能源可持续发展具有重要意义。

在新能源技术领域中，确定先进核能发电技术、大型风力发电技术、高效大规模太阳能发电技术、大规模多能源互补发电技术和生物质能的高效利用技术等 5 个能源应用技术和工程示范重大专项，其中，规划 13 项重大技术研究、7 项重大技术装备、12 项重大示范工程和 11 个技术创新平台（技术路线图见图 4-4）。

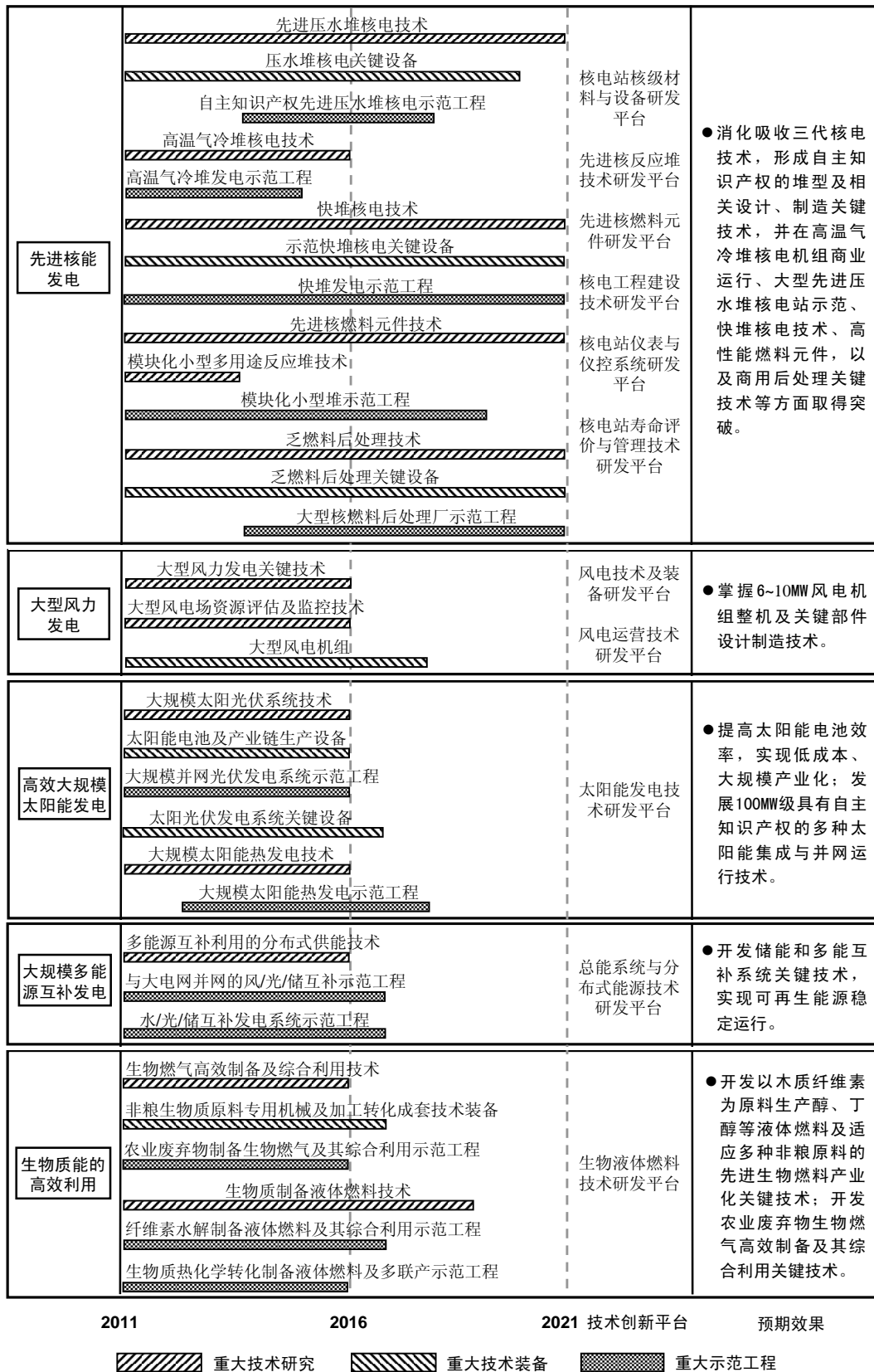


图 4-4 新能源技术路线图



## 15. 先进核能发电

开展三代压水堆核电技术研究，持续提高在运、在建核电站的安全性和经济性；进行实验快堆试验验证、开展快堆技术研究；开展 200MW 高温气冷堆核电技术研究；开展多用途模块化小型堆以及聚变堆的技术研发；开展核燃料元件、乏燃料后处理、高放废物处理处置等方面技术研究。

### Y25) 先进压水堆核电技术

**目标：**巩固提高在运、在建压水堆技术提高安全性，消化吸收 AP1000 技术，研发具有自主知识产权的三代压水堆核电技术。

**研究内容：**反应堆堆芯、非能动安全系统重大改进和优化设计；先进压水堆标准设计；堆芯保护技术；反应堆屏蔽技术；反应堆物理及热工分析技术与软件开发；反应堆安全分析与安全验证技术；数字化仪控系统；高效汽水分离技术；核反应堆流固耦合分析技术；核级设备鉴定方法；严重事故预防与缓解技术；严重事故管理导则及严重事故分析；压力容器寿命管理及检测关键技术；非能动堆芯冷却系统、非能动安全壳冷却系统整体性能试验和验证；安全供电、核事故应急处理及环境保护等。

**起止时间：**2011-2020 年

### Y26) 高温气冷堆核电技术

**目标：**实现高温气冷堆示范项目自主设计、自主建造、自主运行，掌握高温气冷堆应用的前沿技术，保持我国在高温气冷堆技术领域的国际领先地位。

**研究内容：**关键设备的设计与制造技术；安全特性和关键设备性能；分析软件和仿真技术；燃料辐照后检验技术；先进燃料制造技术；超高温气冷堆技术；气体透平发电技术；高温制氢技术等。

**起止时间：**2011-2015 年

#### **Y27) 快堆核电技术**

**目标：**通过研究快堆电站设计、建造、调试和运行的关键技术，为进一步开发大型先进快堆提供技术支撑。

**研究内容：**相关法规、标准和规范；设计软件开发；堆芯、堆芯组件、非能动停堆系统、数字化仪控系统、放射性钠工艺及钠火防护等关键工艺系统设计和验证；核安全与辐射安全技术，以及建造、调试、运行技术等。

**起止时间：**2011-2020 年

#### **Y28) 模块化小型多用途反应堆技术**

**目标：**掌握模块化小型多用途反应堆关键技术，具备示范工程条件。

**研究内容：**顶层设计与总体设计技术；软件开发和仿真技术；反应堆关键系统和设备设计分析及试验；棒控堆芯设计分析；主要事故分析；专设安全系统分析及试验；数字化仪控技术；法规标准及安全性分析等。

**起止时间：**2011-2013 年

#### **Y29) 先进核燃料元件技术**

**目标：**掌握压水堆先进燃料组件的自主设计与制造技术，掌握快堆和压水堆 MOX 燃料元件的关键工艺和设备设计制造技术。

**研究内容：**燃料棒、燃料组件及其相关组件的性能分析与评价技术；高性能锆合金材料和包壳管制造技术；格架设计与制造技术、上管座可拆装置设计技术；适应深燃耗、长周期要求的大晶粒“柔性” $UO_2$ 燃料制备技术；快堆 MOX 燃料和压水堆 MOX 燃料堆芯设计、元件和组件设计、制造工艺、堆外性能检测、堆内辐照考验和辐照后检验等关键技术等。

**起止时间：**2011-2020 年

### Y30) 乏燃料后处理技术

**目标：**掌握乏燃料后处理工艺、关键设备、自动化控制、工厂设计等关键技术，具备乏燃料后处理厂建设条件。

**研究内容：**乏燃料安全存储；乏燃料后处理主工艺流程；后处理厂房布置和设备的核临界安全设计计算方法与手段；铀钚共去污工艺；钚纯化、高放废液分离工艺；溶解和尾端工艺技术；工艺流程热实验；干法后处理技术；后处理关键分析监测技术；后处理厂设计技术；乏燃料湿法贮存/干法卸料热室工艺；高放废物地质安全处置技术、分离嬗变技术和长期暂存技术；压水堆回收铀作为重水堆燃料的技术；与大型后处理厂流程相衔接的高放废液分离流程等。

**起止时间：**2011-2020 年

### **Z18) 压水堆核电关键设备**

**目标：**全面掌握在运、在建核电站设备的制造技术，大型先进压水堆核电站国产化率达到 80%。

**研究内容：**反应堆压力容器、堆内构件、一体化堆顶结构、主泵、主管道、蒸汽发生器、钢制安全壳、爆破阀、半速汽轮机的国产化；核电大锻件、核级管道和板材的国产化；核级泵阀和数字化仪控系统的关键设备和材料的国产化。

**起止时间：**2011-2019 年

### **Z19) 示范快堆核电关键设备**

**目标：**掌握示范快堆核电站关键设备设计和制造技术，实现关键设备和材料的国产化。

**研究内容：**堆容器、堆内构件、旋转屏蔽塞、钠循环泵、控制棒驱动机构、换料系统设备、钠-水蒸汽发生器、钠-钠热交换器、大型钠阀、大型冷阱、大型电磁泵；快堆亚临界汽轮机组；特殊结构材料和管道的研制；安全相关的仪器仪表等。

**起止时间：**2011-2020 年

### **Z20) 乏燃料后处理关键设备**

**目标：**掌握乏燃料后处理关键设备的设计和制造技术，具备建设乏燃料后处理厂能力。

**研究内容：**卧式剪切机；连续溶解器；沉降式离心机；脉冲萃取柱、离心萃取器、泵轮式混合澄清槽；流体输送设备；专用计量泵、专用阀门设备和系统；强放环境下专用检修机器人；乏

燃料运输容器；适用于乏燃料运输容器的专用操作设备与工具等。

**起止时间：**2011-2020 年

### **S23) 自主知识产权先进压水堆核电示范工程**

**目标：**建设具有自主知识产权、更安全的三代压水堆核电站示范工程，具备三代压水堆核电站标准化、批量化的建设能力。

**研究内容：**完成示范工程设计，安全审查，设备设计选型及成套采购，设备国产化，建造安装施工管理、调试及运行技术等。

**起止时间：**2013-2017 年

### **S24) 高温气冷堆发电示范工程**

**目标：**自主设计、自主制造、自主建造、自主运营，建成具有自主知识产权的 200MW 级模块式高温气冷堆核电站。

**研究内容：**高温气冷堆核电站示范工程的设计、安全审查、设备制造、关键设备验证试验、燃料元件制造、燃料元件辐照考验、建造技术，调试和运行，示范工程运行考验以及运行经验反馈；标准及安全审查技术等。

**起止时间：**2011-2014 年

### **S25) 快堆发电示范工程**

**目标：**自主设计和建成快堆商业示范电站，拥有自主知识产权，形成推广能力。

**研究内容：**示范工程的设计、安全审查、设备制造、关键设

备验证试验、燃料元件制造、燃料元件辐照考验、安装调试和运行，示范工程的运行考验以及运行经验反馈；标准及安全审查技术等。

**起止时间：**2011-2020 年

### **S26) 模块化小型堆示范工程**

**目标：**自主设计和建成模块化小型堆示范工程，拥有自主知识产权，形成推广能力。

**研究内容：**示范工程的设计、安全审查、设备制造、关键设备验证试验、安装调试和运行，示范工程运行考验以及运行经验反馈；标准及安全审查技术等。

**起止时间：**2011-2018 年

### **S27) 大型核燃料后处理厂示范工程**

**目标：**掌握关键技术和核心技术，建成大型核燃料后处理示范工程。

**研究内容：**厂址比选；示范工程的设计、安全审查、设备制造、关键设备验证试验、安装调试、示范工程的运行考验以及运行经验反馈；标准及安全审查技术等。

**起止时间：**2013-2020 年

### **P26) 核电站核级材料与设备研发平台**

**目标：**建成国际一流的核电站核级材料与设备研发机构；完成核级材料与设备的核心技术攻关和关键工艺试验研究，研制出具有完整自主知识产权的、能够满足当前先进的核电站建设需要

的核级材料与设备。

**建设与研发内容：**核电站不可接近设备研发平台；核级设备试验平台；二代改进型机组的控制棒驱动系统、堆芯和堆外测量系统、大型阻尼器等关键核级设备的研发；三代核电设备研发；在运核电机组维修、在役检查专用工具研发；AP1000 核级锆材制造技术及大型铸锻件研制；CAP1400 机组大型铸锻件研制；国产新锆合金研制及应用性能研究；核结构材料堆外评价体系；核用锆合金检测体系。

#### **P27) 先进核反应堆技术研发平台**

**目标：**建立国家核能发展战略研究咨询中心，形成中国先进核反应堆技术研发中心和中国示范先进核反应堆电站建设的技术支持中心；掌握先进核反应堆技术，形成中国核电装备制造技术研发基地和国家先进燃料循环体系的技术研发中心。

**建设与研发内容：**非能动安全系统的试验验证平台；新型反应堆研发设计平台；非放射性试验研究平台；反应堆用材料研究平台；放射性试验研究平台；堆芯组件堆外考验回路改造；钠工艺技术研究设施；堆本体及堆芯余热导出综合实验装置；燃料组件堵流实验装置；运行支持中心和维修技术实验室；大型堆芯零功率模拟实验设施。

#### **P28) 先进核燃料元件研发平台**

**目标：**实现国内在运、在建核电站商用燃料组件自主设计与制造，研制出国际先进水平的燃料组件；完成 MOX 燃料组件的

验证与评价,使其具备商用条件;建立我国钚基燃料应用的研发平台;突破堆芯及燃料设计、工艺和性能评价等方面的关键核心技术。

**建设与研发内容:**先进核燃料元件设计研究和开发设计开发系统;燃料组件设计研究的物理-热工-结构-材料-力学综合设计分析平台;燃料微球制备技术;表面涂层改性技术;无损检测技术;辐照考验及评价设施配置及改造技术。

### **P29) 核电工程建设技术研发平台**

**目标:**建设国际一流的核电工程建设技术集成创新研发平台,形成产、学、研和工程实践相结合的技术研发体制和运作机制;改进在运、在建核电站技术,引进、消化、吸收、再创新“三代”核电技术;建设核电站建设技术研发平台、技术成果转化平台、管理全周期信息与技术交流平台。

**建设与研发内容:**核电工程建设技术研发实验室,包括人因工程实验室、调试技术研究综合实验室、自动焊实验室、金属实验室、数字化仪控综合验证实验室、数字化核电工程虚拟仿真实验室与协作平台;EPCSM 协同技术;全生命周期数字化核电站仿真技术;模块化设计与建造技术;数字化仪控设计及验证技术。

### **P30) 核电站仪表与仪控系统研发平台**

**目标:**提升我国核电仪表和仪控系统自主化研发能力,提高核电仪控产品及系统的国产化率;消化和吸收国际核电 I&C 系统的先进技术,掌握核电站全范围数字化仪控技术,突破核安全级



数字化仪控技术领域的技术瓶颈；建成国际先进、国内一流的核电仪表与仪控系统研发与试验中心。

**建设与研发内容：**核电站仪表和控制系统共性技术；核电站仪表关键技术；基准试验、老化试验、抗震试验、事故及事故后环境条件下试验；核级仪表和控制系统的安全软件的验证和确认；核电站仪表和控制系统技术辐射和信息交流平台；百万千瓦级压水堆核电站反应堆控制保护系统工程样机研制；高温汽冷堆核电站反应堆控制保护系统工程样机研制；图形化核安全级软件集成开发环境研制。

### **P31) 核电站寿命评价与管理技术研发平台**

**目标：**建立适用于我国核电站的寿命评价与管理技术体系，为国家制定核电站寿命管理政策、法规、标准体系提供强有力的支持；突破一批影响核电站寿命的关键技术，掌握关键系统、结构和部件的老化机理、检测方法、寿命评估技术以及缓解措施；成为国际先进的核电站寿命评价与管理技术研发平台、成果转化平台和技术支持平台。

**建设与研发内容：**电站金属材料寿命评估研发平台；在役检查研发平台；仪控板件老化研发平台；核电站结构安全分析研发平台；核岛主设备设计分析研发平台；材料辐照监督研发平台；辐射环境研发平台；电气绝缘老化研发平台；电站设备制造工艺评定研发平台；反应堆压力容器寿命管理及检测关键技术；核电站重要构筑物老化管理技术；核电站重要电气设备寿命评价与管

理关键技术；核电站重大设备更换策略与技术；核电站寿期管理中的环境影响评价技术。

## 16. 大型风力发电

研发大型风电机组整机及关键部件的自主设计、制造与检测技术，大型风电机组在极端环境条件下的应对技术以及大规模应用海上风电的关键技术与装备。

### Y31) 大型风力发电关键技术

**目标：**研发具有自主知识产权的大型陆上及海上风力发电关键技术。

**研究内容：**大型陆上与海上风电机组关键控制技术；翼型设计与叶片优化设计技术；大功率中高速比齿轮箱设计技术；大型风力发电机设计与优化技术；大型风电机组整机与关键部件的检测技术；载荷分析与抗疲劳设计技术；大型风电机组在极端情况（台风、强风沙、低温及腐蚀等）下的应对技术；大型风电机组电网适应性控制技术。

**起止时间：**2011-2015 年

### Y32) 大型风电场资源评估及监控技术

**目标：**掌握适合我国国情的大型风电场资源评估技术以及监控技术。

**研究内容：**适合我国地域及风资源特点的大型风电场资源评估、风能预测及微观选址技术；具有自主知识产权的大型风电场的中央集群监控和异地远程实时监控技术及风电场级的调节控制

技术；与现代控制理论相结合的大型风电场机组优化调度技术。

**起止时间：**2011-2015 年

### **Z21) 大型风电机组**

**目标：**研制出具有自主知识产权的 6~10MW 陆地（近海）风电机组及关键部件。

**研究内容：**6~10MW 陆地（近海）变速恒频风电机组（双馈式和直驱式）的整机制造技术；控制系统、变流器、变桨距系统、齿轮箱、叶片、发电机和轴承等关键部件的制造技术；具有自主知识产权的大型风电机组制造的关键技术。

**起止时间：**2011-2017 年

### **P32) 风电技术及装备研发平台**

**目标：**建立国际一流的风电技术及装备研发机构，研制出全球领先的风电装备，实现规模化生产。攻克超大型风电机组关键技术难题，形成大型风电机组关键部件的制造能力。成为在风电技术与制造领域有影响的国际合作科研平台和风电技术研究基地。

**建设与研发内容：**海上及潮间带风电机组研制；超大功率风电机组及关键部件测试试验技术装备研制及工程应用；海上风电接入技术；海上及潮间带风电机组运输、安装、服务一体化技术装备研发；适合中国风资源特点的风力机专用翼型；反映中国气候与地理特点的风资源评估与风电场优化设计技术；新概念智能叶片；永磁同步风力发电机；双馈风力发电机；MW 级低风速直

驱式风力发电机产业化关键技术；风力发电机全功率和可靠性试验方法及试验平台。

### **P33) 风电运营技术研发平台**

**目标：**解决风电运营及保障中的重大技术问题，形成国内领先、国际一流的风电运营技术研发基地。

**建设与研发内容：**风电场功率预测技术；风电场无功补偿技术；风电场状态监测技术；风电场自然灾害防护技术；风电机组运行性能测试技术；海上风电场运营关键技术；大型风电场群优化运营技术；风电场电网接入自适应技术。

### **17. 高效大规模太阳能发电**

研究低成本、低污染、高效率的太阳能电池技术，发展光伏发电系统规模化应用技术；研究规模化太阳能热发电集热系统，太阳能热发电热电转换材料、核心部件及大规模储热技术。

### **Y33) 大规模太阳光伏系统技术**

**目标：**掌握不同类型光伏发电系统设计集成、运行控制及保护技术。

**研究内容：**大型地面光伏系统、光伏建筑一体化系统的设计集成技术；光伏并网发电技术，包括光伏并网逆变技术、低电压耐受技术、有功/无功自动调节技术、适应不同种类光伏组件性能的逆变技术等；光伏电站数据采集与远程监控技术，包括与电力系统监控平台的数据通讯技术，遥测、遥信、遥控技术等；光伏电站安全保护技术，包括孤岛防护、逆功率保护、光伏电站保护

与电网保护的协调配合技术；光伏微电网技术，包括微网运行控制技术、微网与公共电网之间的能量交互管理技术等。

**起止时间：**2011-2015 年

#### **Y34) 大规模太阳能热发电技术**

**目标：**掌握基于 5MW 单塔的多塔并联技术，完成 50MW 槽式太阳能热发电系统及关键部件的设计与优化。

**研究内容：**太阳能塔式热发电技术，包括 5MW 吸热器、低成本定日镜、600°C 大规模低成本储能技术，大规模塔镜场的优化排布技术，多塔集成调控技术，大规模电站的设计集成和调试技术；槽式太阳能热发电技术，包括不同聚光、吸热、蓄热和热功等能量传递及转化系统的集成应用特性，光-热-电转换关键部件设计方法，太阳能热发电系统的运行和测试。

**起止时间：**2011-2015 年

#### **Z22) 太阳能电池及产业链生产设备**

**目标：**掌握效率 20% 以上的低成本晶体硅太阳能电池及产业化技术，实现先进薄膜太阳能电池的产业化，研制出产业链关键设备。

**研究内容：**低成本太阳级硅大规模制备技术，包括低能耗、低污染和高安全性的多晶硅材料提纯与硅锭制备技术及装备，低能耗、薄片化硅片切割与快速分检技术及装备等；高效晶硅电池低成本产业化技术，包括以高效率 and 低成本为目标的晶体硅电池产业化新工艺与生产设备，新型电池结构和制造工艺，特殊用途

的电池结构和制造工艺；薄膜太阳能电池制备及产业化技术，包括以低成本、低污染、高效率和长寿命为目标的硅基薄膜电池、碲化镉薄膜电池、铜铟镓硒薄膜电池、染料敏化电池的规模化生产技术及关键设备。

**起止时间：**2011-2015 年

### **Z23) 太阳光伏发电系统关键设备**

**目标：**研制出 1MW 以上的大功率光伏并网逆变设备，实现具有自主知识产权的光伏系统关键设备的产业化。

**研究内容：**光伏逆变设备产业化技术与装备，包括 1MW 以上光伏并网逆变器和 MW 级多运行模式光伏逆变器；多种非聚光太阳光伏自动跟踪技术与装备，包括大功率的水平单轴跟踪、倾斜单轴跟踪和双轴跟踪的关键技术及装备；多种聚光光伏技术与装备，包括聚光太阳能电池、平板反射聚光技术、透射式聚光技术和抛物聚光技术及装备。

**起止时间：**2011-2016 年

### **S28) 大规模并网光伏发电系统示范工程**

**目标：**建设 100MW 级与公共电网并网的光伏示范电站、10MW 级用户侧并网的光伏示范系统，为我国大规模推广光伏系统提供实践经验。

**研究内容：**100MW 级集中并网光伏电站示范工程，包括先进的太阳光伏跟踪系统、聚光光伏系统、光伏并网逆变器，掌握平衡部件运行特性、光伏电站整体运行特性以及接入电网的特性；

10MW 级用户侧并网光伏发电示范系统，包括光伏与建筑结合系统的设计和安装示范，掌握建筑用光伏组件及其它平衡部件应用特性、用户侧光伏发电特性与管理模式。

**起止时间：**2011-2015 年

### **S29) 大规模太阳能热发电示范工程**

**目标：**建设 300MW 级槽式太阳能与火电互补示范电站和 50MW 级槽式、100MW 多塔并联的太阳能热发电示范电站，解决从聚光集热到热功转换等一系列关键技术问题。

**研究内容：**300MW 级槽式太阳能与火电互补示范工程，包括高精度、低成本太阳能集热器及其工艺、太阳能给水加热器，太阳能集热与汽机控制运行特性；50MW 槽式太阳能热发电示范工程，包括高温真空管、高尺寸精度的硼硅玻璃管、高反射率热弯钢化玻璃、耐高温的高效光学选择性吸收涂层等设备生产工艺，槽式电站设计集成技术示范；100MW 多塔并联太阳能热发电示范工程，包括 5MW 吸热器、定日镜、储热装置的现场实验，大规模塔镜场的优化排布技术，多塔集成调控技术，电站调试与运营技术示范。

**起止时间：**2012-2017 年

### **P34) 太阳能发电技术研发平台**

**目标：**建成我国权威的太阳能发电研究检测机构，成为世界一流的太阳能发电技术研究中心、太阳能光伏发电系统并网检测中心、太阳能光伏发电产品检测中心、太阳能光伏发电产业技术

支持中心和太阳能技术交流中心，促进我国太阳能发电技术进步。

**建设与研发内容：**太阳能发电技术，建立并网仿真研究平台、运行数据库及数据处理平台和规划设计平台；并网光伏电站移动检测技术，建立接入 380V 的小型光伏电站移动检测平台和接入 10kV 以上电压等级的大中型光伏电站移动检测平台；光伏系统并网试验检测技术。

#### 18. 大规模多能源互补发电

研究自治运行的水/光/储互补发电设计集成、新型逆变、储能控制、稳定控制与能量管理技术，以及与公共电网并网的风/光/储互补发电的设计集成和综合利用技术。

#### Y35) 多能源互补利用的分布式供能技术

**目标：**攻克多能源互补利用的分布式供能系统关键技术，实现 MW 级系统集成和试验验证，使系统综合效率达到 85%以上，与常规供能系统相比节能 20~30%。

**研究内容：**建筑、工业等典型分布式能源系统的集成和设计；分布式供能系统能量管理及仿真平台；多能源互补分布式能源系统测评方法；MW 级多能源互补的分布式供能实验系统及试验验证。

**起止时间：**2011-2015 年

#### S30) 与大电网并网的风/光/储互补示范工程

**目标：**建设 100MW 级风/光/储互补发电示范工程，掌握新设



备和新技术的应用特性，为我国推广风/光/储互补发电系统积累经验。

**研究内容：**大型风电场与大型光伏电站互补运行特性，包括风电与光电的功率互补特性与能量互补特性、不同跟踪形式光伏电站与大型风电机组的相互影响、大规模储能系统运行特性等；大型风/光/储互补发电系统接入电网特性，包括互补电站输变电系统的实际利用率、对电网动态与静态安全稳定性影响、发电性能统计评价等。

**起止时间：**2011-2016 年

### **S31) 水/光/储互补发电系统示范工程**

**目标：**建设 10MW 级自治运行的水/光/储互补发电系统示范工程，掌握新技术、新装备及系统的实际运行规律，为我国发展水/光/储互补发电系统提供实践经验与技术支持。

**研究内容：**自治运行的水/光/储互补发电系统关键设备技术；自同步电压源型逆变器、大功率高效储能系统控制器、光伏电站综合自动化系统及能量管理系统等新型设备；10MW 级自治运行的水/光/储互补示范电站；新技术、新装备的实际运行特性；运行模式、控制策略及系统稳定性的现场试验验证与长期运行考核。

**起止时间：**2011-2016 年

### **P35) 总能系统与分布式能源技术研发平台**

**目标：**解决能源利用中各种形式能量转换的关键技术与系统

集成问题，致力于分布式供能系统的开拓创新，实现关键技术的突破，并进行分布式能源行业规范与国家相关政策的研究，引导分布式能源行业的健康有序发展。成为国内领先、国际先进的多能源综合利用研发与实验中心。

**建设与研发内容：**分布式冷热电联产、多能源互补等新型能源动力系统集成技术；分布式冷热电联产关键设备；系统单元中化学能与物理能综合梯级利用技术；分布式供能系统与集中大电网互补的技术途径；分布式供能系统与风能、太阳能和生物质能等能源的互补技术；建设余热利用技术实验室、储能技术研究实验室、系统集成技术研究实验室、系统测试技术研究实验室和关键动力技术研究实验室；天然气分布式能源系统集成技术。

#### 19. 生物质能的高效利用

以研制及综合利用生物质气体燃料和液体燃料为目标，研发高效的生物质能转化技术，开发多联产技术，提高生物质能转化附加值，降低利用成本。

#### Y36) 生物燃气高效制备及综合利用技术

**目标：**实现生物质燃气的高效生产与高值化利用，形成自主知识产权的关键技术。

**研究内容：**高浓度、混合原料的湿发酵、干发酵技术；大型沼气及热电联供技术；高效热解气化技术；燃气净化及高值化利用技术。

**起止时间：**2011-2015年

### Y37) 生物质制备液体燃料技术

**目标：**掌握具有自主知识产权的非粮燃料乙醇高效生产技术，以木质纤维素为原料生产乙醇、丁醇等液体燃料的关键技术，以及高效多原料生物柴油、航空生物燃料清洁生产的关键技术。

**研究内容：**非粮燃料乙醇高效生产关键技术；纤维素乙醇、丁醇等制备技术；生物质气化合成醇醚技术；生物质热解液化技术；生物质直接催化转化制备烃类燃料技术；生物柴油清洁生产技术；过程的废水、废渣处理和综合利用技术。

**起止时间：**2011-2018 年

### Z24) 非粮生物质原料专用机械及加工转化成套技术装备

#### (1) 非粮生物质原料专用机械设备

**目标：**研制符合国情并具有自主知识产权的非粮生物质原料种（养）植、采收、储运及初加工的专用系列机械设备，实现非粮生物质原料专用机械的规模化生产。

**研究内容：**能源作物边际地种植机械、能源藻类养殖专用系统设备（如光反应器）等；非粮生物质原料收集装备，包括能源作物收获机械、能源林木采收装备、秸秆收获机械和码垛装载机、能源藻类收集机械等；非粮生物质原料初加工装备，包括纤维素原料预处理技术与专用设备、淀粉质原料（如木薯、菊芋、粉葛等）输送-净化-粉碎设备、糖质原料（如甜高粱茎秆）保鲜储藏及糖汁液提取及预处理技术及专用设备、林木油料种子预处

理及油脂提炼技术与专用设备、工程油藻脱水及油脂提取技术与专用设备。

**起止时间：**2011-2016 年

## **(2) 非粮燃料乙醇加工转化成套技术装备**

**目标：**开发具有自主知识产权的 5 万吨级及以上规模纤维素、糖类原料（如甜高粱茎秆）燃料乙醇成套技术装备并实现产业化；实现 10 万吨级及以上淀粉质燃料乙醇成套技术装备的工程技术创新。

**研究内容：**纤维素、半纤维素水解技术装备；适应不同原料的新型生物反应器；燃料乙醇清洁生产技术及装备；高效乙醇分离浓缩技术及设备；高效热交换、热回收技术与设备；污水处理技术与设备；副产物资源化利用技术装备；醇电联产装备。

**起止时间：**2011-2016 年

## **S32) 纤维素水解制备液体燃料及其综合利用示范工程**

**目标：**建设万吨级纤维素水解制备液体燃料及其醇电联产综合利用示范工程，实现纤维素乙醇、丁醇的清洁生产和能量自给。

**研究内容：**原料的高效预处理技术和低成本降解技术；水解液发酵制乙醇技术；水解液发酵制丁醇技术；原料全株综合利用与生物炼制技术；水解液重整合成生物液体烷烃技术；废水高效利用能源微藻培养技术；废渣催化转化液体烷烃技术。

**起止日期：**2011-2016 年

### **S33) 生物质热化学转化制备液体燃料及多联产示范工程**

**目标：**建设拥有完全自主知识产权的万吨级生物质热化学转化制备液体燃料及热、电、化学品等多联产系统示范工程，降低液体燃料的生产成本，提高生物质资源化利用率和附加值。

**研究内容：**大型生物质气化技术；先进高效净化与组分调变一体化技术；一步法 DME 合成及分离提纯技术；快速热解生物油生产技术；生物油炼制加工催化剂及相应的反应精馏分离技术；利用生物质直接生产高效内燃机燃料技术；生物油制备合成气生产液体燃料技术。

**起止日期：**2011-2015 年

### **S34) 农业废弃物制备生物燃气及其综合利用示范工程**

**目标：**建设日产 5000~10000m<sup>3</sup>农业废弃物制备生物燃气及其综合利用示范工程，制定相关的技术标准。

**研究内容：**农业废弃物（畜禽粪便、作物秸秆或农业加工废弃物等）高效制备甲烷化生物燃气技术；生物燃气净化提质技术；秸秆热化学转化合成车用燃气技术；生物燃气制备车用燃气研究与示范应用。

**起止日期：**2011-2015 年

### **P36) 生物液体燃料技术研发平台**

**目标：**建设生物液体燃料研发中心、非粮生物质原料研发中心及生物质醇电联产研发中心，成为生物液体燃料领域技术合作开发平台和科技人才创新基地；形成具有自主知识产权和国际竞

争力的纤维素乙醇生产技术，支撑我国生物液体燃料的发展。

**建设与研发内容：**万吨级纤维素乙醇成套技术工艺包；纤维素乙醇工艺开发及万吨级示范装置；新型工业微生物技术；秸秆收集、储运技术与装备；秸秆预处理技术与装备；纤维素酶制剂及水解技术；纤维素乙醇发酵技术；碳五糖发酵生产乙醇技术；纤维素乙醇废水处理技术；木质素综合利用技术。

## 五、保障措施

全面建立“四位一体”能源科技创新体系，要求高、投入大、周期长，需要重点突出、持续推进、超前部署。只有加强组织和领导、建立强有力的保障体制机制、完善立法和标准体系、深入实施人才战略、积极开展合作与交流等，才能保障本《规划》的实施。

### （1）统一领导，发挥政府在科技创新体系建设中的主导作用

组织制定国家能源科技发展的重大方针政策、发展战略和规划，部署满足国家经济社会可持续发展、保障国家能源安全的能源科技战略任务，将能源科技进步和创新作为推进能源生产和利用方式变革、合理控制能源消费总量的重要途径。充分发挥国家发改委、能源局、科技部、工信部等各政府部门和中科院、高等院校等科研机构的作用，逐步建立开放、可持续的能源科技创新体系，形成长期、滚动的发展战略和科学、有效的科技创新运行机制。

### （2）依托工程，加快能源技术应用与成果转化

充分发挥行业主管部门的规划布局和重大能源项目核准职能，结合本《规划》在“十二五”期间提出的重大技术研究和重大技术装备项目，选择并确定重大能源试点示范项目。优先核准自主创新和装备国产化方案完善的重大示范项目，制定相应的措施和办法。同时利用税收及首台（套）设备优惠政策，鼓励技术创新，积极推进示范工程建设。

### （3）设立专项，发挥企业科技创新的主体作用

制定专项研究计划，依托国家能源研发中心（重点实验室）以及重点能源企业、科研院所和高校等，落实本《规划》确定的能源应用技术研发、技术装备、工程示范和创新平台的建设工作。发挥企业在科技创新中的主体作用，在政府加强引导的同时，充分调动和鼓励企业、社会加大对能源科技的投入，建立多元化投融资渠道，推动技术成果产业化，提升国产化水平、知识产权自主化和市场竞争力，使能源技术与装备具有更强的后发优势和可持续发展能力。

### （4）完善立法，建立健全标准、检测、认证和质量管理体系

不断完善支持能源科技事业发展的法律政策环境，加快现有国家标准和行业标准的制（修）订工作，形成统一完整的能源技术与装备标准体系。进一步加强能源装备质量控制和监督管理，组织建立和完善标准、检测、认证和质量监督组织体系。建立能源科技评价考核体系，推动政府相关部门和企业、科研机构、高等院校以及社会团体积极参与能源科技创新和标准化工作。

### （5）注重培养，加强专业技术人才队伍建设

重点抓好高层次骨干人才的培养，引进和培养一批处于世界科技前沿、勇于创新的技术带头人，以及具有宏观战略思维、能够组织重大科技攻关项目的科技管理专家。加大对优秀青年人才的培养力度，培养年轻人的创新精神和实践能力，倡导相互协作、集体攻关的团队精神，建设专业技术人才梯队。通过组织实



施重大技术研究、重大技术装备、重大示范工程等创新项目，按照项目实施、研发平台建设和人才培养统筹安排的原则，造就能源技术各领域的领军人才，打造跨行业、跨部门、跨单位、强强联合的优秀团队。

#### （6）加强交流，深化国际能源科技合作

充分利用国内外两个市场，两种资源，增强我国能源科技发展的主动权，积极实施“走出去”战略，深化国际能源科技交流与合作。充分利用技术展览、论坛等科技交流平台，广泛开展双多边合作与交流，积极参与重大能源国际科技合作计划的组织和实施工作；提升话语权与影响力，积极参与国际科技公约和标准的制定，支持我国能源科技工作者融入国际能源科技组织体系；依托重大国际能源合作项目，推动国外先进能源技术和装备的引进、消化、吸收和国产化工作，以及我国先进能源技术和装备“走出去”。

## 六、附表

重点任务汇总表

技术领域	能源应用技术和工程示范重大专项	重大技术研究名称	重大技术装备名称	重大示范工程名称	技术创新平台名称
勘探与开采技术	1. 煤炭资源与地质保障	Y01) 煤炭资源综合勘探与地质保障技术 (2011-2015)	无	无	P01) 煤炭资源勘探与高效安全开采技术研发平台
	2. 煤炭开采	Y02) 煤炭地下气化技术 (2011-2015) Y03) 大型矿井快速建井技术 (2011-2020) Y04) 复杂地质条件下煤炭高效开采技术 (2011-2015) Y05) 煤矿灾害综合防治技术 (2011-2015) Y06) 矿井数字化、工作面自动化技术 (2011-2015)	Z01) 煤炭高效自动化采掘成套装备 (2011-2016) Z02) 大型露天煤矿装备 (2011-2015) Z03) 大型高可靠性煤炭分选成套装备 (2011-2016)	S01) 大型矿井快速施工与工作面自动化示范工程 (2012-2018)	P02) 煤矿采掘机械装备研发平台
	3. 煤层气开发	Y07) 地面煤层气勘探与开发技术 (2011-2015) Y08) 煤矿区煤层气规模开发技术 (2011-2015)	无	S02) 煤层气开发利用示范工程 (2012-2016)	P03) 煤层气开发利用技术研发平台
	4. 油气资源勘探	Y09) 复杂地质油气资源勘探技术 (2011-2015)	Z04) 石油物探、测井装备 (2011-2015) Z05) 石油钻井装备 (2011-2016) Z06) 海洋(含滩海)石油装备与工具 (2011-2017)	无	P04) 海洋工程装备研发平台 P05) 海洋石油钻井平台技术研发平台

技术领域	能源应用技术和工程示范重大专项	重大技术研究名称	重大技术装备名称	重大示范工程名称	技术创新平台名称
	5. 油气资源高效开发	Y10) 低品位油气资源高效开发技术 (2011-2015)	无	S03) 低/特低渗透油气田开采技术示范工程 (2011-2015) S04) 高含水油田聚驱复合驱开采技术示范工程 (2011-2015) S05) 中深层稠油超稠油油藏开采技术示范工程 (2011-2015) S06) 富酸性气藏开采示范工程 (2011-2015) S07) CO <sub>2</sub> 综合利用示范工程 (2011-2017)	P06) 页岩气(油)资源研发平台
加工与转化技术	6. 煤炭加工与转化	Y11) 先进煤炭加工技术 (1) 井下选煤技术 (2011-2015) (2) 褐煤/低阶煤提质改性技术 (2011-2015) Y12) 煤制清洁燃料及化学品技术 (1) 煤气化新技术 (2011-2015) (2) 煤炭间接液化关键技术 (2011-2014) (3) 煤炭直接液化关键技术 (2011-2015) (4) 煤制天然气技术 (2011-2017) (5) 煤制化学品技术 (2011-2017) (6) 中低温煤焦油制清洁燃料及化学品关键技术 (2011-2015) (7) 煤焦化系统节能关键技术 (2011-2015) (8) 煤化工“三废”处理技术 (2011-2017) Y13) 煤电化热一体化(多联产)技术 (2011-2018)	Z07) 煤炭深加工关键装备 (1) 大型煤气化装置 (2011-2015) (2) 通用关键设备 (2011-2015) (3) 大型合成装置 (2011-2015) (4) 高效煤粉工业锅炉岛技术体系及关键装备 (2011-2015)	S08) 煤电化热一体化示范工程 (2011-2015) S09) 煤制清洁燃料示范工程 (2011-2015)	P07) 煤炭清洁转化利用技术研发平台

技术领域	能源应用技术和工程示范重大专项	重大技术研究名称	重大技术装备名称	重大示范工程名称	技术创新平台名称
	7. 石油高效与清洁转化	Y14) 劣质原油加工技术 (2011-2016) Y15) 车用燃料质量升级技术 (1) 清洁汽油成套生产技术 (2011-2016) (2) 清洁柴油生产技术 (2011-2016)	Z08) 液力透平装置 (2011-2015)	S10) 万吨级劣质油沸腾床加氢示范工程 (2011-2016) S11) 百万吨级多产轻质油的催化蜡油加氢与缓和催化裂化集成技术示范工程 (2011-2018) S12) 超低压连续重整示范工程 (2011-2015)	P08) 石油炼制技术研发平台
	8. 天然气与煤层气加工利用	Y16) 天然气中硫脱除技术 (2011-2014)	无	无	P09) 天然气加工利用技术研发平台 P10) 煤层气加工利用技术研发平台
	9. 先进的油气储运	Y17) 液化天然气技术 (2011-2015)	Z09) 大型天然气液化处理与储运装置 (1) 大型天然气液化处理装置 (2011-2015) (2) 大型液化天然气储运装备 (2011-2015) Z10) 长输天然气管道与场站关键设备 (2011-2017)	无	P11) 天然气长输管道技术装备研发平台 P12) 大型透平压缩机组技术研发平台
发电与输电技术	10. 高效、节能、环保火力发电	Y18) 高效清洁火力发电技术 (1) 超超临界发电技术 (2011-2017) (2) 燃煤电厂大容量 CO <sub>2</sub> 捕集与资源化利用技术 (2011-2020)	Z11) 超超临界发电技术装备 (2011-2018) Z12) 微小型燃气轮机 (2011-2015) Z13) 重型燃气轮机 (2011-2018)	S13) IGCC 多联产示范工程 (2013-2017) S14) IGCC 发电技术示范工程 (2014-2018) S15) 分布式能源燃气轮机发电技术示范工程 (2011-2015) S16) 700℃超超临界发电技术示范工程 (2015-2018) S17) 高效节能环保节水型燃煤发电示范工程 (2011-2015) S18) 中/低热值燃气蒸汽联合循环发电示范工程 (2012-2017)	P13) 燃气轮机技术研发平台 P14) 大型涡轮叶片研发平台 P15) 大型清洁高效发电设备研发平台 P16) 火力发电节能减排与污染控制技术研发平台

技术领域	能源应用技术和工程示范重大专项	重大技术研究名称	重大技术装备名称	重大示范工程名称	技术创新平台名称
	11. 先进、生态友好的水力发电	Y19) 复杂地质条件下的高坝工程技术 (2011-2015) Y20) 超大型地下洞室群设计与施工关键技术 (2011-2015) Y21) 流域梯级水电站多目标优化调度技术 (2011-2015)	Z14) 大型高效水电机组 (2011-2015)	S19) 水电开发生态修复示范工程 (2011-2020)	P17) 水能资源与先进水电技术研发平台 P18) 水力发电设备研发平台
	12. 大容量、远距离输电	Y22) 大容量远距离输电技术 (2011-2015)	Z15) 高性能输变电关键设备 (2011-2015)	S20) ±1000kV 级直流输电示范工程 (2012-2016)	P19) 特高压直流输变电工程成套设计研发平台 P20) 大电网与电力控制保护技术研发平台 P21) 输配电设备研发平台
	13. 间歇式电源并网及储能	Y23) 大规模间歇式电源并网技术 (2011-2015)	Z16) 大容量快速储能装置 (1) 10MW 级大规模超临界空气储能装置 (2011-2015) (2) MW 级飞轮储能系统及飞轮阵列 (2011-2017) (3) MW 级超级电容器储能装置 (2011-2017) (4) MW 级超导储能系统 (2011-2018) (5) MW 级钠硫电池储能系统 (2011-2015) (6) MW 级液流储能电池系统 (2011-2015)	S21) 大规模间歇式电源并网输变电示范工程 (2011-2015)	P22) 新能源接入设备研发平台 P23) 大型风电并网系统研发平台 P24) 储能技术研发平台
	14. 智能化电网	Y24) 智能化电网技术 (2011-2015)	Z17) 智能化输变电设备 (2011-2020)	S22) 智能电网示范工程 (2012-2016)	P25) 智能电网技术研发平台

技术领域	能源应用技术和工程示范重大专项	重大技术研究名称	重大技术装备名称	重大示范工程名称	技术创新平台名称
新能源技术	15. 先进核能发电	Y25) 先进压水堆核电技术 (2011-2020)	Z18) 压水堆核电关键设备 (2011-2019)	S23) 自主知识产权先进压水堆核电示范工程 (2013-2017)	P26) 核电站核级材料与设备研发平台 P27) 先进核反应堆技术研发平台 P28) 先进核燃料元件研发平台 P29) 核电工程建设技术研发平台 P30) 核电站仪表与仪控系统研发平台 P31) 核电站寿命评价与管理技术研发平台
		Y26) 高温气冷堆核电技术 (2011-2015)	Z19) 示范快堆核电关键设备 (2011-2020)	S24) 高温气冷堆发电示范工程 (2011-2014)	
		Y27) 快堆核电技术 (2011-2020)	Z20) 乏燃料后处理关键设备 (2011-2020)	S25) 快堆发电示范工程 (2011-2020)	
		Y28) 模块化小型多用途反应堆技术 (2011-2013)		S26) 模块化小型堆示范工程 (2011-2018)	
		Y29) 先进核燃料元件技术 (2011-2020)		S27) 大型核燃料后处理厂示范工程 (2013-2020)	
	Y30) 乏燃料后处理技术 (2011-2020)				
16. 大型风力发电	Y31) 大型风力发电关键技术 (2011-2015)	Z21) 大型风电机组(2011-2017)	无	P32) 风电技术及装备研发平台 P33) 风电运营技术研发平台	
	Y32) 大型风电场资源评估及监控技术 (2011-2015)				
17. 高效大规模太阳能发电	Y33) 大规模太阳能光伏系统技术 (2011-2015)	Z22) 太阳能电池及产业链生产设备 (2011-2015)	S28) 大规模并网光伏发电系统示范工程 (2011-2015)	P34) 太阳能发电技术研发平台	
	Y34) 大规模太阳能热发电技术 (2011-2015)	Z23) 太阳能光伏发电系统关键设备 (2011-2016)	S29) 大规模太阳能热发电示范工程 (2012-2017)		
18. 大规模多能源互补发电	Y35) 多能源互补利用的分布式供能技术 (2011-2015)	无	S30) 与大电网并网的风/光/储互补示范工程 (2011-2016) S31) 水/光/储互补发电系统示范工程 (2011-2016)	P35) 总能系统与分布式能源技术研发平台	
19. 生物质能的高效利用	Y36) 生物燃气高效制备及综合利用技术 (2011-2015)	Z24) 非粮生物质原料专用机械及加工转化成套技术装备	S32) 纤维素水解制备液体燃料及其综合利用示范工程 (2011-2016)	P36) 生物液体燃料技术研发平台	
	Y37) 生物质制备液体燃料技术 (2011-2018)	(1) 非粮生物质原料专用机械设备 (2011-2016) (2) 非粮燃料乙醇加工转化成套技术装备 (2011-2016)	S33) 生物质热化学转化制备液体燃料及多联产示范工程 (2011-2015) S34) 农业废弃物制备生物燃气及其综合利用示范工程 (2011-2015)		

注：表中代码含义如下：Y—技术研发，Z—技术装备，S—示范工程，P—创新平台