

附件：

依托能源工程推进燃气轮机创新发展的若干意见

加快发展燃气轮机是落实能源技术革命、推动能源装备制造升级的重要任务，也是进一步提升我国工业基础和能源装备制造水平的重要抓手。为落实国务院领导推进“航空发动机及燃气轮机”国家重大专项实施的有关指示，推动燃机产业发展、优化调整能源结构、确保能源供应安全，现就依托能源工程加快推动燃气轮机创新发展提出如下意见：

一、总体要求

（一）指导思想

全面贯彻落实党中央推进能源生产、消费、技术、体制改革和国际合作的能源发展战略精神，落实党中央、国务院关于实施“航空发动机及燃气轮机”国家重大专项的战略决策，紧密围绕能源革命和装备制造业发展新要求，加快推动燃气轮机创新发展。以市场为导向、企业为主体，重型和多用途中小型燃气轮机并举，组织推动燃气轮机关键技术攻关和产业发展，有效保障能源革命需求。依托能源工程建设，进一步完善产业政策，通过组织燃气轮机示范和市场推广应用有力支撑燃气轮机技术进步和产业发展。

（二）基本原则

坚持市场需求导向，支撑能源发展。以能源发展需求为导向，加快推动各类燃机发展并支持工程应用，重点突破发电用重型燃气轮机、工业驱动用中型燃气轮机、分布式能源用中小型燃气轮机以及燃气轮机运维服务技术。

坚持开放自主创新，掌握核心技术。结合引进技术的消化吸收再创新，立足自主掌握核心技术，多种形式合作发展，突破燃气轮机设计、高温部件制造、关键材料、试验验证和运行维护等核心技术，培育自主知识产权的燃气轮机产业。

立足现有产业基础，推进产业升级。紧密依托国内已有产业基础和制造体系，加快突破关键技术瓶颈，弥补发展短板，打造体系完善、分工合理的专业化产业链，形成自主创新和持续发展的系统能力。

依托能源工程建设，形成集中合力。依托各类能源工程建设，进一步完善支持政策，推动研发、设计、制造、试验、应用各环节形成合力。

(三) 发展目标

到 2020 年，结合引进技术消化吸收，突破重型燃气轮机设计技术、高温部件制造技术和运行维护技术，解决燃气发电项目设备瓶颈，国内基本形成完整的重型燃气轮机产业体系。各类中小型燃机自主设计制造体系进一步完善，各类中小型燃气轮机装备初步实现系列化，满足各类能源项目需求。燃机运行维护服务基本立足国内，开展先进燃气轮机自

主研发。形成燃气轮机自主研发、设计、制造、试验、维修服务和应用结合的高效机制，具备自主持续发展的能力，有效保障能源各领域对燃气轮机需求。

二、重点任务

(一) 重点推动重型燃机发展

1. 加快发展重型燃机

根据能源市场需求，在消化吸收引进技术基础上，加快发展自主知识产权的 300MW 等级、F 级燃机。继续推动 50-70MW 等级原型机自主开发、制造和试验。在开展 F 级燃机技术研究的同时，推动 G/H 级先进高效燃机自主研制。

2. 全面掌握设计技术

通过发展 300MW 等级、F 级燃机，掌握燃机设计工具和规范。重点突破整体设计以及高效多级轴流压气机设计、高效低排放燃烧室设计、高性能透平设计、控制保护系统设计、先进气动布局与通流设计、宽适应性多燃料燃烧、先进高效冷却等技术，优化联合循环系统设计提高运行效率。形成基本完整的自主知识产权重型燃机设计体系以及相应规范、软件和数据库。

3. 自主制造关键部件

以热部件为标志，进一步完善和提升重型燃机关键部件制造技术和能力。自主制造重型燃机高性能轴流压气机、高效燃烧室(燃料喷射系统、燃烧室套筒和连接件等)和高性能

透平(透平轮盘、叶片、喷嘴等)以及控制保护系统。突破高精度气体燃料控制阀门、高可靠性大型滑动轴承、大功率传动齿轮箱等辅机配套关键零部件。进一步提升气缸、压气机轮盘、压气机叶片、轴承箱等部件加工制造技术和工艺水平。

4. 完善试验验证能力

建设完善重型燃机三大子系统的性能、结构强度等试验条件，具备大型部件级性能试验能力。结合重型燃机发电项目建设，建设F级及以下各容量等级燃用天然气和合成气的燃气轮机整机发电试验平台，并考虑进行更先进级别燃机整机发电试验的可能。开展自主重型燃机的大负荷发电系统化测试，建立相关测试试验考核方法、流程和规范，掌握重型燃机系统化测试和试验验证技术。

5. 研究先进重型燃机技术

针对单循环功率400MW等级、联合循环效率达到60%以上的G/H级重型燃机，研究高压比大流量压气机、低NO_x排放燃烧室及等温燃烧、高效透平及其气动、冷却设计技术等。

(二) 发展中小系列燃气轮机

1. 完善驱动用燃机产业体系

(1) 自主掌握30MW级驱动燃机设计技术

消化吸收引进技术，自主掌握30MW等级驱动用燃机设计技术并完善设计体系。针对30MW等级驱动用燃机关键部件和总体设计等，重点突破以下关键技术：高效多级轴流压

气机设计、高效透平先进气动布局与通流设计、高效稳定低污染燃烧、宽适应性多燃料燃烧、先进高效冷却等技术。

(2) 形成中小型驱动燃机制造能力

建设完善中小型驱动用燃机研发制造、工艺体系和售后服务平台。提升驱动用燃机材料设计研发、零部件制造、整机总装试验能力，实现中小型驱动燃机的批量制造。

(3) 完善试验验证能力

根据后续燃机新产品的试验需求，进一步提升工业驱动燃机关键部件和整机试验验证能力。建立完善驱动燃机应用考核的试验测试方法、试验流程和试验规范。重点完善低排放燃烧试验、多燃料燃烧试验、燃烧监测和诊断、调整技术研发试验、热表工艺研发试验、整机试验和应用考核试验和示范平台。

(4) 加快示范和推广应用

依托天然气长输管线工程和页岩气开采压裂车动力驱动等示范项目，加快完成自主制造驱动燃机的工业试验、考核和示范。依托天然气长输管线工程建设，推广应用自主驱动燃机。

2. 发展分布式能源用系列燃机

(1) 发展中、小、微型系列燃机

发展功率 1MW 以下等级微型燃机，突破微型燃机设计、试验、制造和系统集成等关键技术，建设完善微型燃机制造

体系。

发展功率 1-10MW 等级小型燃气轮机，开展关键部件试验、样机制造与整机试验验证，完善相关设计和生产规范，实现分布式供能用、适用多种燃料的燃气轮机产品化和系列化。

发展功率 10-80MW 等级的中型燃气轮机，研制具有自主知识产权、性能达到国际先进水平的中型工业燃气轮机装备，形成较完善的设计、制造和试验体系。

(2) 突破各类型燃机设计和验证

突破微型燃机离心式压气机气动及冷却设计、结构设计、加工与试验验证，向心透平气动设计、加工与试验验证，高温高效回热器设计与验证，整体插拔式单筒燃烧室设计，燃气轮机与高速电机一体化设计，轴承轴系的结构完整性和动力稳定性技术，气浮轴承、磁悬浮轴承技术。

突破小型燃机双级离心压气机/组合压气机/多级轴流压气机气动及冷却设计，高温高效低阻回热器设计，高效轴流式动力透平设计，先进喷嘴设计，研制伴生气、煤制气等低热值燃料燃烧室，分布式冷热电供能及其多能互补系统设计与集成，分布式供能系统测试和评价方法，远程监测、诊断和信息化管理技术。

突破中型燃机高性能压气机设计、高性能低排放及双燃料燃烧室设计、高温气冷透平设计技术和数字式控制系统技

术，完成整机设计、关键部件试验、样机制造以及试验验证。

(3) 加快试验示范和推广应用

建设完善具有一定通用性的中、小、微型燃机试验平台，满足各类型燃机试验需求。依托海洋平台和各类分布式能源系统建设，推进各类型燃机示范应用。加快在海洋平台和分布式能源系统等场合推广应用具有一定成熟度的国产燃气轮机发电机组。

(三) 加快突破燃机关键材料

1. 关键部件材料

加快突破压气机轮盘和叶片、燃烧室部件、喷嘴、透平轮盘和叶片等高温合金材料。开展高温母合金研发设计，形成母合金规范并实现批量化生产制备。建设完善关键部件材料的力学和物理性能试验以及无损探伤等条件，完善热通道部件材料力学和物理性能数据库。进一步提升大尺寸高温合金叶片（单晶、定向结晶等）铸造、复杂结构高温合金精密铸造、透平轮盘制造和其它设备铸件等技术和工艺水平。

2. 涂层材料

突破压气机叶片涂层、燃烧室内衬涂层、透平叶片涂层和护环涂层的材料及制备等技术。研发和提升真空等离子喷涂、物理气相沉积等工艺。加强各种先进长寿命热障涂层材料的研发和试验，形成持续研发和创新能力。

3. 其它材料

进一步提升复杂结构陶瓷型芯制造技术、高强抗热冲击陶瓷模壳和高精度模具制造技术、高性能陶瓷基复合材料制备技术等水平。

(四) 掌握燃机运行维护服务技术

1. 培育自主运行维护服务体系

培育自主燃机运行维护服务体系，掌握完整的燃机检修、服务核心技术和能力，制定燃机检修维护管理标准，形成自主知识产权的图纸和规范。重点突破部件运行状态监测与评估技术，寿命评估及延长技术，燃烧监测和诊断、燃烧调整、燃烧室优化改造技术，热通道部件检测评估及修复技术（包含燃烧室和透平高温部件服役损伤检测评估、高温部件基体焊接、涂层修复及修复评估等技术），机组性能提升及整机匹配技术，智能远程监控及诊断技术，联合循环及分布式供能系统集成与运行效能诊断技术，智能化电站运行技术等。开展燃机性能升级、降低排放、维护保养、寿命延长、远程诊断、智能运行等服务。

2. 发展第三方运维服务

依托国内燃机研发、制造和运维单位，发展专业燃气轮机运维服务，开展逆向工程，结合自主技术和已有产业体系，开展技术攻关和转化，掌握国内主要机型热通道部件的设计原理，形成自主知识产权的图纸和规范，加强燃机热部件修理、燃机现场检修。重点突破精确扫描及建模造型技术、通

流部件(压气机、燃烧室、透平)流场分析与结构设计技术、燃机整机特性分析及部件匹配设计技术和加工规范等。

(五) 加快培育和发展燃气轮机应用市场

推进落实《能源发展“十三五”规划》、《电力发展“十三五”规划》和《加快推进天然气利用的意见》，提高天然气发电利用比重，加快培育和发展各类型燃气轮机的应用市场。根据区域冷热电需求大力发展天然气分布式多联供项目。支持用电负荷中心和风电、光伏发电端发展燃气调峰电站，提升电力安全保障水平和降低弃风弃光率。在大气污染防治重点地区结合热、电负荷需求和气源条件等有序发展燃气热电联产项目。支持利用煤层气、煤制气、高炉煤气等低热值气发电。依托天然气输送管线压缩站建设，推动驱动用燃机应用。通过推动国内各类型燃气轮机技术和产业进步，明显降低燃气轮机设备造价和维修服务费用。

三、保障措施

(一) 加强项目监管

各类燃气轮机相关项目要与“航空发动机及燃气轮机”国家重大专项的指导思想保持一致，以能源工程建设有效保障重大专项的实施。各级投资主管和行业管理部门要加强燃气发电及其它燃机项目的审批和监管，项目建设方案要与燃气轮机自主化要求协调配合，建立燃气轮机运行情况监管系统，支持自主技术装备的示范试验和推广应用。各级投资主

管和行业管理部门要加强对燃气轮机设备制造项目的监管和引导，防止技术重复引进和生产能力盲目扩张。

(二) 支持能力建设

与重大专项协调配合，高效利用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，研究采用 PPP 模式建立燃气轮机产业发展基金，支持政府、金融机构、企业等在防范风险基础上创新合作机制和投融资模式，灵活应用投资补贴、贷款贴息、低息贷款、债券、租赁、证券等，重点支持各类燃气轮机关键技术攻关、关键部件制造条件升级、试验能力建设、运维服务能力提升和示范应用。鼓励对承担国家燃气轮机关键技术装备示范任务的项目给予贷款、保险、融资等支持。鼓励民营企业和社会资本积极参与燃气轮机研发制造和工程应用。

(三) 组织示范工程

组织示范工程承担各类燃气轮机示范试验和推广应用任务。依托燃气调峰发电、热电联产、IGCC 和煤气低热值应用等项目建设组织示范工程，开展重型燃气轮机关键部件和整机示范试验。依托天然气长输管线工程建设，组织燃气轮机驱动增压站示范，开展驱动用燃气轮机示范应用。根据天然气分布式能源和海洋平台等发展需求，组织中小型燃气轮机发电示范。结合典型燃气轮机运行维护服务需求，组织燃气轮机运行维护服务自主化示范。各类燃气轮机示范项目须制定

自主化方案，按要求报行业主管部门审核备案。

（四）完善支持政策

国家明确的各类燃气轮机示范项目优先纳入相关规划，由各级投资主管部门按照权限核准或审批。国家重大专项列入的试验电站项目，由项目所在地主管部门纳入相关规划和按照权限审批。

对于各类首台套示范项目，油气企业要切实保障气源供应和相关配套条件；运行调度管理部门和电网企业要确保示范项目顺利接入电网，研究建立符合燃气发电机组特性的市场化调度运行机制，保障示范项目运行时间。示范项目在示范试验阶段享受项目运行考核等优惠支持政策。

鼓励具备条件的地区燃气发电通过市场竞争或电力用户协商确定电价。完善气电价格联动机制，有条件的地方可积极采取财政补贴等措施疏导天然气发电价格矛盾。细化完善天然气分布式能源项目并网上网办法，鼓励天然气分布式能源与电力用户直接签订交易合同，自主协商确定电量和价格。鼓励各地区结合本地实际情况制定相应支持政策。

（五）严格招标采购

各类燃气轮机设备招标采购要严格按照《中华人民共和国招标投标法》及有关规定进行，严禁设立限制国内企业参与投标的歧视性条款或设立排它性条件。严禁在招标采购中设置技术性能、参数条件等指标时，出现指定进口或事实上

必须进口的内容。各类示范工程经报主管部门审批，可采用谈判、竞标等灵活方式招标，保障自主技术装备的试验示范和推广应用。