

附件 1

东方电气集团-浙江大学联合创新研究院
第一批科技项目榜单

序号	课题名称	需求单位
1	海上风电整机一体化设计分析软件	东方风电
2	风能智选精细化微观选址工业软件研发	东方风电
3	基于概率的大型风电装备不确定性分析与优化设计理论 方法研究、原型系统研发及应用验证	东方风电
4	光伏电站高精度出力预测及智能运维关键技术研究	东方光能
5	双流化床热解燃烧分级转化热电煤气焦油联产技术	东方锅炉
6	面向火电灵活调峰的熔盐储热关键技术研究	东方锅炉
7	风力发电机组并网控制关键技术研究	东方风电
8	高可焊性大尺寸燃机静叶片合金材料设计与开发	东方汽轮机
9	4716CC2 合金材料使役剩余寿命模型研究	东方汽轮机
10	重型燃机高温透平叶片热障涂层高速-高温耦合考核及可 靠性评价	东方汽轮机
11	地热汽轮机的腐蚀与防垢研究	东方汽轮机
12	利用废旧聚酯合成可降解共聚酯	东树新材
13	多源融合的安全作业系统	东方汽轮机
14	透平机械数字化测量与虚拟装配技术研究	东方汽轮机

课题 1 海上风电整机一体化设计分析软件

研究内容：

为了进一步提高海上风电机组的市场竞争性，针对特殊环境和支撑结构，需要开展以下两方面研究：

1.研究台风的形成、风速和路径，分析台风期间的风速、湍流强度和风切变等参数变化，并分析沿着台风路径参数的演变趋势，及对软土海床上风电机组整体安全性的影响。同时针对超强台风提出海上风电降载保安全的控制策略，并支撑线上台风预警。

2.浮式海上风电基础结构一体化分析软件开发，开展浮式基础结构设计及基础优化模块开发，实现浮式基础的优化设计。

研究目标：

1.台风全路径模拟，考虑全球暖化导致的台风路径变化和强度增加及我国典型海域台风湍流特性。

2.自主核心算法的一体化设计软件，实现：（1）海上风电基础结构一体化分析设计；（2）浮式平台塔筒一体化分析设计；（3）长叶片空气动力学分析；（4）大型浮式基础水动力分析；（5）大型风电结构动力学建模；（6）桩土作用建模。

3.海上风电抗台降载控制策略。

4.应用于典型海上风电示范项目。

需求单位联系人：东方风电 尹景勋 17369007680

联合创新院：张文婷 18851175575

课题 2 风能智选精细化微观选址工业软件开发

研究内容：

围绕我国风电产业发展亟需更高效率、更低成本、更加灵活的风电场规划设计创新技术以及“沙戈荒”陆上风电基地建设的重大需求，依托东方电气“风能智选”中尺度数据平台，研发三维地形高精度建模、复杂地形核心求解器、风资源精细化评估、风场湍流精准评估以及风机尾流精细评估等关键技术，提升风资源评估精度，拓展平台现有功能，形成适用于陆上大基地、复杂山地、海上项目的风电场微观选址及优化设计平台。

研究目标：

研发具有自主知识产权的风电场精细化微观选址工业软件，实现风资源评估相对误差降低 3~5%，湍流强度相对误差降低 5%以上，风电场年发电量提升 2%，并开展应用示范。

需求单位联系人：东方风电 杨奎滨 18281061168

联合创新院：张文婷 18851175575

课题 3 基于概率的大型风电装备不确定性分析与优化设计 理论方法研究、原型系统研发及应用验证

研究内容：

针对大型风电装备传统确定性设计不考虑实际多源不确定性，导致设计冗余、成本过高的问题，研究包括风机几何结构材料属性、外部工况环境、载荷模型、系统响应等多源不确定性表征与建模方法；建立基于气弹耦合仿真的风机气动载荷不确定性传播方法；研究考虑不确定性的疲劳强度与损伤累积建模方法；建立基于统计外推的风机极限载荷识别方法；提出极限与疲劳状态下的风机载荷性能校准方法；研究风机主要机电部件性能评价方法；提出风机可靠性、失效概率以及灵敏度分析计算方法；研究极限与疲劳设计条件下风机失效概率计算方法，以及基于检测数据的风机失效概率更新方法；研究面向极限与疲劳设计条件的分项系数计算方法；提出基于可靠性的风机载荷与材料安全系数校准方法；提出基于可靠性的风机部件与系统优化设计理论与方法；研发基于概率的大型风电装备不确定性分析与优化设计原型系统，并在实际风机分析与设计中开展应用验证。

研究目标：

建立基于概率的大型风电装备不确定性分析与优化设计关键技术 ≥ 8 项，提交或者授权发明专利 ≥ 6 项，形成基于概率的大型风电装备不确定性分析与优化设计理论、方法与

技术创新体系，研发基于概率的大型风电装备不确定性分析与优化设计原型系统，并开展应用示范，实现风机高可靠性、低成本研发。

需求单位联系人：东方风电 尹景勋 17369007680

联合创新院：张文婷 18851175575

课题 4 光伏电站高精度出力预测及智能运维关键技术研究

研究内容：

针对大规模光伏电站并网后的电站高效可靠运行及电网安全运行需求，研究建立融合云图识别、数值天气预报等技术的光伏场站功率超短期-短期-中长期多时间尺度知识与数据协同驱动预测模型与算法，开发基于多源图像融合的光伏组件缺陷分类识别与快速定位标注技术，建立组件清洗及更换等运维策略。建立开发光伏功率预测、组件缺陷检测、性能评估分析等功能模块的光伏电站智能运维平台，实现场站级的管理分析及区域级的统一对比分析。

研究目标：

建立高时空分辨率的光伏资源预测图谱，开发适合不同场景的高精度光伏功率预测软件，实现分钟-小时-日-周等时间周期的预测，15 分钟预测精度大于 97%，4 小时预测精度大于 93%；开发故障检测精度大于 97%，预警时间小于 4h 的缺陷检测软件；开发光伏电站智能运维平台，实现出力生产数据监盘、运维管理、智能告警、能效分析、健康度分析、光伏组件清洗/更换策略等功能，并在典型光伏电站实现应用。

需求单位联系人：东方光能 余杰 18583728635

联合创新院：张文婷 18851175575

课题 5 双流化床热解燃烧分级转化热电煤气焦油联产技术

研究内容：

围绕煤炭高效低碳高价值利用需求。依托在建 8×180t/h 高钠低阶煤的双流化床热解燃烧分级转化热电油气联产项目，研发适用于高钠低阶煤的双流化床热解分级转化联产高品质油气及热电技术，研制高钠低阶煤双流化床热解燃烧分级转化多联产装置。重点开展：

（1）热解过程中高钠的影响特性及其机理研究；

（2）高焦油高温热解煤气冷却余热及焦油回收过程关键过程研究；

（3）开展煤气余热回收过程中 Na、Cl 等引起的低温腐蚀特性研究，半焦燃烧过程高温腐蚀及低温腐蚀特性研究，并研发相关解决技术；

（4）开展煤热解燃烧分级转化一体化设备主回路流动及燃烧的数值模拟研究，掌握主循环回路气固流动特性和燃烧特性、炉内物料平衡特性等，优化热解燃烧一体化设备方案。构建面向新疆高钠低阶煤的联产高收率高品质油气的双流化床热解燃烧分级转化热电煤气焦油多联产示范平台。

研究目标：

形成新疆高钠低阶煤循环流化床热解燃烧分级转化多联产装置工艺，高品质煤气和用于工艺过程的热和电力，达

成新疆低阶煤循环流化床热解燃烧分级转化多联产装置性能测试及优化，实现装置稳定运行，达到设计指标并形成示范，合成气及液体燃料生产能耗降低 20%以上，水耗降低 50%以上，吨煤利用效益提高 20%以上。

需求单位联系人：东方锅炉 邓启刚 18328368105

联合创新院：张文婷 18851175575

课题 6 面向火电灵活调峰的熔盐储热关键技术研究

研究内容：

针对燃煤机组深度灵活调峰、煤电-可再生能源多能互补需求，构建熔盐配方多性能参数数据库，研发高温熔盐储热材料配方快速筛选、熔盐储热材料长时变工况综合性能检测及评估技术，开发高性能复合熔盐材料；研究大功率储热电加热器、蒸汽加热熔盐换热器、熔盐产蒸汽换热器等核心设备能量传递及流动特性，提出面向火电灵活调峰、可再生能源消纳的装备优化方案；建立高温熔盐系统与锅炉、汽轮机及热力系统深度耦合热力学模型，形成熔盐储热系统与发电/供热系统耦合的能量梯级利用方法与技术集成方案。

研究目标：

研发出熔点 $\leq 150^{\circ}\text{C}$ 、分解温度 $\geq 650^{\circ}\text{C}$ ，储热密度 $\geq 1\text{GJ/m}^3$ 的低熔点宽液体温域高温熔盐配方，在 600°C 和空气气氛情况下对不锈钢腐蚀速率 $\leq 0.05\text{mm/年}$ ；研发长时高适应性熔盐特性监测系统；提出熔盐/水/蒸汽显热-潜热换热器设计方案；开发熔盐储热系统关键参数设计工艺包，获得燃煤机组深度灵活调峰、煤电-可再生能源多能互补等应用场景的系统方案。

需求单位联系人：东方锅炉 唐豪杰 15208488263

联合创新院：张文婷 18851175575

课题 7 风力发电机组并网控制关键技术研究

研究内容：

针对风电机组在低短路比等复杂电网下的运行需求，解决风电发电机组变流装置在复杂电网下的并网谐振问题，研发风力发电机组建模与变流器故障穿越技术；研发低短路比等复杂电网工况下的风力发电机组并网控制策略，具备孤岛运行功能；研发构网型风机系统建模及变流器并网控制策略；在东方电气风电平台上进行并网验证。

研究目标：

研发复杂电网下并网控制关键技术，实现额定工况并网电流畸变率小于 3%，单机容量 10MW，实现不少于 2 台并网。电网短路比小于 1.5 时并网控制能够抑制谐振，满足相关行业并网标准要求。

需求单位联系人：东方风电 吴小田 18628156679

联合创新院：张文婷 18851175575

课题 8 高可焊性大尺寸燃机静叶片合金材料设计与开发

研究内容：

针对大尺寸燃机透平静叶片部件可焊性进一步提升的需求，深入研究高 Al+Ti 镍基高温部件缺陷焊接修复过程中液化裂纹、凝固裂纹与应变时效裂纹的形成机理，探讨和分析合金成分与使役性能、焊接性能之间的协同关系，开展大尺寸静叶片用新型合金成分设计研究；开展新型合金的力学性能、铸造性能与焊接性能实验，验证合金的使役与工艺性能。

研究目标：

研发出新型大尺寸燃机透平静叶片合金，综合力学性能不低于商用 IN738LC 合金，焊接性能经工艺评定全面优于 IN738LC 合金，适合常规 TIG 焊接修补，建立合金材料规范、性能规范与适配焊材规范，并完成合金材料的验证。

需求单位联系人：东方汽轮机 高振桓 15283846901

联合创新院：张文婷 18851175575

课题 9 4716CC2 合金材料使役剩余寿命模型研究

研究内容：

为保障燃机叶片用高温合金 4716CC2 材料长时高温使役安全性，针对燃机透平叶片长时服役损伤后组织演变/性能退化规律不清、机理不明确以及剩余寿命模型难建立等难问题开展研究。拟通过模拟不同服役条件下（热和热-力耦合作用）合金长期损伤情况，研究长期服役后合金损伤后组织演变和性能退化规律及对应的微观机制；梳理服役条件、服役时间、组织损伤程度（关键组织特征参数表征）和性能退化程度之间关系，并在此基础上建立准确的合金使役剩余寿命评估模型。

研究目标：

分析长时热-力等多因素耦合条件下 4716CC2 性能衰退规律，建立能准确评估使役态合金的剩余寿命模型，剩余寿命预估精度满足行业工程应用精度要求。

需求单位联系人：东方汽轮机 吴 松 18782014700

联合创新院：张文婷 18851175575

课题 10 重型燃机高温透平叶片热障涂层高速-高温耦合考核及可靠性评价

研究内容：

针对自主重型燃气轮机核心热端部件透平叶片热障涂层在高转速、高温下长期运行苛刻极端工况，通过高转速-高温耦合实验平台，研究热-力-化耦合作用下带热障涂层透平叶片试验件的高温氧化、涂层烧结、裂纹扩展及涂层剥落损伤等失效机理，发展基于叶片几何结构、服役工况环境的涂层剥落损伤容限评价方法，建立不同条件下透平叶片热障涂层微观组织图谱数据库。

研究目标：

提出基于叶片几何结构、服役工况环境的热障涂层不同区域剥落损伤容限评价方法 1 套，构建透平叶片不同转速-温度-热障涂层微观组织图谱 ≥ 2000 张，申请发明专利 ≥ 3 项，发表高水平论文（SCI、EI 等） ≥ 3 篇，并开展应用示范。

需求单位联系人：东方汽轮机 王 伟 13689630850

联合创新院：张文婷 18851175575

课题 11 地热汽轮机的腐蚀与防垢研究

研究内容：

针对地热水（及其蒸汽）环境下地热汽轮机腐蚀、结垢现象严重的问题，研究典型电站汽轮机关键动静态部件用材料在不同地热环境下的腐蚀影响规律并建立耐地热腐蚀材料数据库，研发用于地热防腐、防垢的新型绿色高效涂层技术。

研究目标：

得到典型电站材料在不同地热环境下的全因素腐蚀规律，构建耐地热腐蚀材料数据库，获得新型防腐防垢绿色涂层技术，涂层的腐蚀抑制率 $>90\%$ ，结垢抑制率 $>60\%$ ，发表SCI论文4篇，申请发明专利2项。

需求单位联系人：东方汽轮机 李全德 15183654185

联合创新院：张文婷 18851175575

课题 12 利用废旧聚酯合成可降解共聚酯

研究内容：

针对当前聚酯废弃物化学转化步骤多、污染大、成本高、产物品质差、价值低等问题，研发利用废旧聚酯（废宝特瓶，或废涤纶、聚酯薄膜等）与生物质来源脂肪族二元羧酸通过熔融反应直接合成可降解共聚酯的新技术；建立利用废旧聚酯中残留催化剂催化该反应的新工艺；研发废旧聚酯制备高值可降解共聚酯的新装备。

研究目标：

研发废旧聚酯在无外加催化剂条件下不经过降解直接通过熔融反应转化为可降解共聚酯的绿色制造变革性新工艺，实现废旧聚酯转化率不低于 80%，可降解共聚酯的数均分子量不低于 4 万，断裂强度不低于 15MPa，断裂伸长率不低于 800%，并开展应用示范。

需求单位联系人：东树新材 杨超平 15883840595

联合创新院：张文婷 18851175575

课题 13 多源融合的安全作业系统

研究内容：

针对智能制造背景下的重大装备、加工中心、机器人工作站等自动化设备安全生产需求，研发主动感知及多源感知设备、防碰撞系统、运行轨迹规划及状态判断算法等主动安全关键技术，形成人机安全交互技术和装备，构建适用于数字化车间的多源融合的安全作业系统。

研究目标：

研发仪器设备多源感知技术，增强设备本体智能，实现基于主动感知的安全交互策略，最大感知距离 $\geq 30\text{cm}$ ，感知精度 $\leq 5\text{mm}$ ，检测频率 $\geq 30\text{Hz}$ ，并开展应用示范。

需求单位联系人：东方汽轮机 陈 兵 13982090870

联合创新院：张文婷 18851175575

课题 14 透平机械数字化测量与虚拟装配技术研究

研究内容：

针对透平机械装配过程需要反复修配和对零部件齐套率极度依赖等问题，研究多源检测数据驱动的透平机械数字化测量方法，将 Polyworks 检测数据、点云数据、理想设计数据等多源数据进行转化与融合，提取出零部件尺寸偏差和形位偏差等制造偏差，实现透平机械关键零部件的数字化高精度测量，完成透平机械实际几何形状的参数化生成与快速重构。研究基于实际制造偏差的透平机械虚拟装配技术，在虚拟环境中实现透平机械关键零部件装配约束推理与定位求解，预测机组动静间隙，生成转子、隔板等关键零部件的修配方案，从而指导后续实物装配过程，有效提高透平机械的一次装配成功率和装配质量。开发透平机械数字化测量与虚拟装配软件平台，实现在汽轮机或燃气轮机等透平机械装备关键零部件装配领域的应用与验证。

研究目标：

开发和完善透平机械数字化测量与虚拟装配软件平台，支持超差报警和临界预警功能，多源检测数据转换与融合误差小于 0.1%，数字化测量精度优于 0.01mm，通流间隙预测与修配方案精度优于 0.2mm，缩短实物装配周期 15%。

需求单位联系人：东方汽轮机 王卓南 13508016522

联合创新院：张文婷 18851175575