## ****第七届研究生能源装备创新设计大赛企业命题****

 **1.轴流压缩机透平叶片3D打印关键技术研究**

轴流压缩机为压缩空气储能、冶金、化工、风洞试验等行业用重要机械设备，叶片作为轴流压缩机的关键零部件，叶型特点是叶片薄、长宽比大，且叶型为三维空间曲面结构，采用传统的锻件加工方式制造，材料利用率低、生产周期长。有效的解决办法为3D打印，但目前3D打印该叶型叶片，面临的突出问题是理化性能不稳定。研究目标：针对轴流压缩机透平叶片薄、长宽比大，且叶型为三维空间曲面等结构特点，研究设计合理可行的“轴流压缩机透平叶片3D打印工艺技术”，重点解决3D打印的叶片理化性能不稳定这一突出问题。

**2.连续管作业专用防喷器设计**

相比传统作业方式，连续管作业具有高效、快捷、清洁、管柱外径较小、无接箍等特点。将传统防喷器直接用于连续管作业，面临着外形尺寸偏大、结构过于笨重、安装相对困难等问题。研究目标：以2吋连续管为对象，针对性地研究设计适合连续管作业、压力等级为70MPa、结构合理、安装便捷的连续管作业专用防喷器。

**3.先进设计方法用于石油装备开发的典型案例**

以石油钻机整机或关键部件、压裂装备或关键部件为对象，对三维实体设计、数字孪生等先进设计方法进行特征分析和适应性研究，并完成具体的典型案例，形成研究报告。

**4.驱动压缩机的大功率高速电动机结构优化设计**

高速电动机具有体积小、功率密度大、可与高速负载直接相连、省去传统的机械增速装置、减小系统噪音和提高系统传动效率等特点。目前国内高速电动机和国外相比仍有较大差距，特别是兆瓦级以上的大功率高速、超高速电动机，在结构设计、材料选择、整机性能等方面均存在差距。研究目标：1）对国内外大功率高速电动机的综合性能进行分析对比，明确差距和问题。2）在综合分析对比的基础上，提出大功率高速电动机的关键技术参数。3）完成大功率高速电动机的结构优化设计和材料优选。

**5.压裂裂缝形态与分布的检测方法和仪器研究**

随着油气勘探和开发的深入，了解地下油气储层详细结构的需求也越来越迫切，水力压裂使油气勘探和生产扩展到页岩和致密地层，用于建立油气从页岩和致密地层流向井筒的通道，提高油气采收率。目前，微地震是用于水力压裂监测的另一项重要技术，其原理为通过在地面或者邻井中布置检波器，监测在压裂施工过程中岩石剪切破裂诱发的地震波，描述压裂过程中裂缝的几何形状和空间分布，但该技术成本高且后续处理复杂。因此，迫切需要一种新方法为水力裂缝监测提供更准确和可靠的技术支持。研究目标：鼓励青年学生大胆奇思妙想，提出先进的压裂裂缝形态与分布的检测方法和仪器系统构成。

**6.水泥头用电动挡销总成**

固井作业中需要利用水泥头挡销阻挡和释放胶塞，让固井水泥浆通过井筒顺利进入套管与底层之间的环形空腔。传统机械式固井水泥头挡销需要人工现场操作，由于固井过程中挡销承受巨大的压力，很容易产生液体泄漏，给施工人员带来致命的伤害。液压驱动挡销总成需要配套液压站，体积笨重，使用不便。需要研发一种通过电机驱动的挡销总成，远程控制挡销伸缩，进而控制胶塞的阻挡和释放，实现固井过程的自动化管理。指标要求：7in套管用，额定工作压力70MPa。

**7.隔水管内外流场热应力分析**

隔水管单根包含主管体和围绕主管体的边管，底部单根主管体内部和边管的节流和压井管线内部同时面临外部深层低温海水和内部高温流体影响。流体最高温度可达到177℃。深层海水低温可近0℃。巨大的温差会在结构中产生不均匀的热分布和热应力。要求进行热-流-固耦合分析计算，形成结构中的热分布图、热应力图和热变形关系。

**8.链条式游车补偿装置易调对中导向滑车设计**

海洋平台游车钻柱补偿装置在使用过程中需要保证补偿装置前后、左右中心与井口中心一致，避免链条磨主框架、链轮护罩磨游车现象发生。平台井队人员要经常调对中，且调对中过程费时费力。提供一种链条式游车补偿装置导向滑车设计方案，可机械式调整，实现补偿装置前后、左右等多个自由度易调对中功能。

**9.二氧化碳压裂连续混砂装置研究**

目前二氧化碳压裂作业时需在密闭混砂装置内预先填充支撑剂，且在密闭带压条件下才能将支撑剂与二氧化碳液体进行混合，因此无法实现连续混砂，影响二氧化碳压裂的大规模应用。提供一种连续混砂装置的解决方案，可实现二氧化碳液体与支撑剂连续混合。

**10.压裂泵大尺寸柱塞拆换装置研究**

随着大功率压裂装备的快速应用，5in以上直径、11in长冲程柱塞成为压裂的主流配置，但压裂泵缸间距空间狭小，单个柱塞重量达70-80kg，且柱塞表面光滑，现场人力更换费时费力，维护保养困难。研究一种大尺寸压裂泵柱塞拆换装置（电动或气动），实现大尺寸柱塞拆换作业机械化。

**11.钻机起升液压控制系统仿真分析**

当前钻机液压起升的控制系统涉及元器件较多，液压缸为多级液缸，控制逻辑较为复杂，而且对钻机起放过程中液压同步、平稳性要求较高，因此有必要针对液压缸起升钻机的液压控制系统进行仿真分析：1）建立液压缸起升控制系统仿真模型，考虑系统内各阀件相互影响、阀件选型、参数设定等因素，完成液压缸带载起放、空载起放工况的系统仿真分析；2）基于仿真分析，对该液压控制系统的阀件选型、参数设定给出合理建议，保证钻机起放过程中液压缸运行平稳、用时合理。

**12.动力猫道钢丝绳运行仿真分析**

现有钢丝绳拉升式动力猫道是通过马达驱动滚轮缠绕钢丝绳，实现整体的起升和下放，但在尾部起升和下放瞬间对钢丝绳及坡道结构的冲击较大，易造成设备整体运行不平稳，因此有必要对拉升式动力猫道运行过程进行模拟分析：1）建立拉升式动力猫道动力学模型，考虑坡道抖动、钢丝绳传动等因素，完成动力学仿真分析；2）基于仿真分析，对绞车容量配置及速度控制给出合理建议，保证猫道运动过程运行平稳。

**13.高摩擦性能旋扣滚轮技术研究**

现有旋扣钳滚轮为钢制圆柱状滚轮，两件为一组，左右对称布置，使用时由夹紧机构作用抱紧管柱，由4个液压马达分别驱动滚轮转动，带动管柱旋转旋紧或旋松管柱接头。现有方式主要靠竖纹齿与管柱表面摩擦传递扭矩，因此作业噪音大，竖纹齿易被泥浆填满，易打滑。有必要研制一种在特定夹持压力下（＞90KN）传递扭性能可靠（传递扭矩大于1500Nm，对钻具损伤小），工作噪音小，使用寿命长（有效工作时间不小于150小时）的新型滚轮。

**14.大型结构件焊后热处理去应力计算方法**

钻机移运装置的鹅颈工作时受力恶劣，为大型焊接件，焊后存在残余应力，目前图纸要求“焊后热处理去应力”，此项工作对热处理炉的尺寸有特殊要求，同时耗费人力物力。需要利用分析计算手段，模拟焊接残余应力情况，为优化产品设计、去除“焊后热处理去应力”要求提供理论支撑。

**15.隔水管接头影响下的环焊缝SCF分析与计算方法研究**

环焊缝本身的应力集中系数有可参考的算法，但是当管材接头的复杂结构距离焊缝较近时，接头对焊缝寿命的影响就没有较好的方法进行计算。要求基于隔水管接头结构影响下的环焊缝热点应力，提出可行的SCF计算方法公式和对计算结果的现场验证方案，完成隔水管接头对附近环焊缝寿命的影响因素和影响规律分析研究报告。

**16.管材在旋转激励载荷下的共振弯曲谐响应分析方法研究**

全尺寸管材进行共振式弯曲疲劳试验的基本理论模型和现场应用已经开展，但实际试验可得到的应力数据、应力分布情况、特征特点等数据相对较少，无法充分支撑理论模型的验证，这对共振弯曲疲劳测试方法在复杂结构管材，甚至是非管材结构的部件上的应用提出挑战。因全尺寸试验对试样的投入较大，有必要先以有限元方法研究完善共振弯曲响应模型，获取更全面的应力分布、变形、振动等响应数据，更好地指导全尺寸疲劳试样设计、现场试验测试参数设定，同时减少试验样品投入。指标要求：1）基于ANSYS软件，以直径500mm，壁厚15mm，长度8m的管材为研究对象，建立共振弯曲谐响应模型；2）研究提出在管材一端加载位置、方向随时间按一定规律和频率变化的激励载荷加载方法，并结合整体模型计算出合理的激励响应结果；3）与现场试验测得的结果数据对比验证，确认有限元计算的正确性和有效性。

**17.工业重防腐水性涂料应用于海洋油气装备的可行性及选型研究**

水性涂料VOCS含量低，涂装时对环境污染小，是符合环保排放要求的环境友好型涂料。水性涂料已在陆地油气装备上得到广泛应用，但在海洋油气装备上尚未得到应用。需要开展的研究内容包括：1）工业重防腐涂料在海洋大气腐蚀环境下的综合性能评价指标；2）水性涂料与溶剂型涂料的主要性能比较与评价；3）水性涂料在海洋大气腐蚀环境下实现工业重防腐要求的可行性及案例；4）水性涂料应用于海洋油气装备的选型报告。

**18.大直径重载螺纹旋合装配方法研究**

螺纹连接在大型水下钻采设备上有较多应用，由于大直径螺纹（直径大于500mm）对应的产品部件一般重量比较大（2t到10t），导致在旋合过程中螺纹副所承受的接触应力和摩擦力很大，经常造成螺纹烧扣，工件报废。需要研究的内容包括：1）建立大直径螺纹组装工况仿真分析模型，计算分析螺纹在重压旋合过程中的受力状态（可选参数：螺纹直径680mm，短齿梯形扣，螺纹副对应工件重量8t）；2）形成大直径螺纹便携式组装工艺方法，减轻螺纹组装时的动态重载工况载荷，确保螺纹不受损伤。

**19.重载剖分式轴承轴径配合抱紧力确定方法和现场测试方法**

常规轴承内圈热装时的过盈量和可传递最大扭矩有成熟的计算方法，但剖分式轴承内圈和轴之间采用两半箍紧压套从内圈两端通过螺栓压紧，由于结构不同无法等同采用该方法，其安装过盈量无法理论确定。需要研究的内容包括：1）剖分式轴承组装状态及不同压紧螺栓扭矩载荷下的受力分析，找出压紧扭矩和内圈与轴之间抱紧力的关系；2）高效的装配和检测方法，确保现场装配能达到要求的组装参数，并便于验证。

**20.变温条件下液压系统补偿控制技术研究**

石油钻井装备作业区域环境温度变化范围大，易出现油液黏度、流动性异变，致使控制精度波动、设备性能不稳定。研究变温环境对液压系统控制性能的影响、分析变温环境下液压系统特性及相关规律，形成变温环境下的液压系统控制补偿技术及相关补偿算法，实现设备在不同温度下的稳态控制，钻井设备对液压特性改变的自适应调节。指标要求：温度每变化10℃，设备运行速度误差≤5%；

**21.工业实时通信网络数据优化技术**

围绕钻机常用工业总线通信协议，制定具有良好兼容性的数据压缩算法与通信应答方案，完成通信数据有效压缩与高可靠性实时传输，提高钻机控制系统数据通信的实时性、可靠性与通信效率。指标要求：1）形成钻机通信数据压缩与应答软件模块1套，支持PLC、PC系统中部署应用，支持TCP/IP、Profinet、OPC UA等主流通信协议；2）通信频率>100Hz，峰值通信速率>50MB；3）数据包压缩量>30%。

**22.杂结构件焊缝智能目视检测系统研发**

复杂焊接结构件焊缝数量繁多，不同结构焊缝位置也在不断变化，传统人工目视检测效率低，对检验人员技能水平和责任心要求高，需要研发一种智能目视检测系统。

指标要求：1）该系统能够在三维空间内智能识别焊缝位置；2）在识别到焊缝后，能够自动对焊缝进行检测；3）系统具备一定的学习能力，对缺陷的识别能力可以通过学习不断提高；4）对检测结果进行记录，并可形成报告。

**23.钻井泵液缸内孔相贯线圆角R13模拟仿真加工技术**

钻井泵液缸内孔相贯线要求倒圆角R13，加工过程中相贯线曲线上倒R13圆角很难拟合，目前主要依靠人工打磨，效率低，有必要开展基于加工中心或数控镗铣床上的相贯线圆角复杂曲面加工技术研究。指标要求：1）程序模拟基于相贯线上的曲面加工路径能够实现R13圆角加工；2）基于数控镗铣床（宝石机械以PAMA为目标设备）实现液缸相贯线R13圆角加工合格（样板检测）。

**24.里巴斯绳槽快速成型方法**

石油钻机绞车普遍采用一种双折线的里巴斯绳槽，两端有不完整双折线挡块。目前采用在数控车床上车削成型，存在加工周期长，成型加工过程易振刀等问题。有必要开展压铸、成型板卷制等快速成型方法研究。指标要求：1）形成一种石油钻机用里巴斯绳槽快速成型方法；2）成型方法较现有车削成型方法，在不增加制造成本的情况下，效率有显著提升。

**25.水下电（光）缆的连接工艺**

水下设备安装在高压容器内，进行外压测试，以及在外压工况下进行供电、通信、数据采集等试验，因此，需要将电源、通讯等线缆牵引出高压容器。水下设备的电缆为裸线，需要与水密接头的线缆进行焊接，才能将电源、通讯等线缆牵引出高压容器，存在焊接后如何密封、绝缘和耐压问题；水下设备的光纤也为裸线，需要与光纤接头的线缆进行连接，也存在连接后如何密封、绝缘和耐压问题。指标要求：1）采用什么材料和工艺保证密封、绝缘和耐压（外压35MPa，保压8小时，电压600V）；2）工艺要求简单、快捷，满足压力容器内的操作。

**26.钻井钢丝绳运行过程模拟力学仿真**

钻井钢丝绳是石油采油设备上的关键零部件，由0次螺旋线、1次螺旋线，以及2次螺旋线组成。在生产过程中，这些螺旋线形成的曲面并不一样，因此钻井钢丝绳在使用过程中的几何与力学行为也不一样。螺旋线几何异常复杂，难以计算，需要开展钻井钢丝绳运行过程模拟力学仿真。

**27.高含硫环境用高强韧承压件材料技术研究**

175MPa特高压井口装备本体承压件结构复杂，工况环境恶劣，对基体材料强韧性要求高，尤其是在高含硫介质的抗腐蚀性能，现有标准尚无选材方法。在结构设计基础上，急需开展特高压井口承压件材料设计选型，承压件材料成分优化设计，承压件材料组织调控及性能表征，揭示承压件材料强度和抗硫腐蚀性耦合作用机理。指标要求：承压件材料Rp0.2≥585MPa，KV≥40J（-46℃），通过SSC A法测试。

**28.石化机械公司氢能装备产品工业设计**

针对石化机械公司制氢与加氢装备开展工业设计，从工业设计角度开展产品功能、外壳等结构优化，优化产品外形、色彩、标志，设计效果以凸显公司企业形象、展现公司能力、满足制氢加氢应用场景为佳。可从制氢成套装备、加氢站成套装备、电解槽液压夹紧装置中选择1种型号产品开展工业设计。

**29.压裂管汇在线监测与智能预警系统**

随着超高压大排量压裂技术的发展，压裂管汇作业风险急剧增加，为满足压裂管汇安全使用要求，需要进行压裂管汇寿命监控和预测技术研究。由于超高压工况下管汇寿命的影响因素复杂多样，除了壁厚减薄外，密封失效和振动开裂等也是影响寿命的主要因素。目前国外尚无专用压裂管汇寿命监控、预测软件产品，国内部分厂家有以壁厚数据为管汇寿命预测主要技术手段的专利，但无相关的软件和产品，亟需相应研究，实现管汇定期检测和报废预警以降低高压管汇管理难度。

**30.超大型压裂燃气发电技术可行性研究**

大功率供电是全电动压裂的基础，当前的压裂现场供电以电网为主，但在电力系统欠发达的偏远地区，电网架线距离远，架线和电网供电成本增加，限制了电动压裂作业的发展。超大型燃气发电技术常用于船舶、钻机、海洋平台等局部供电工程，采用超大型燃气发电技术给压裂作业供电可有效降低架线成本，提升电动压裂工程适应性，但目前国内还未见相关应用，技术可行性亟需充分研究。

**31.油气钻井超高温橡胶（动力、密封）技术研究**

塔里木盆地和四川盆地万米井面临深部温度高达210～240℃极端条件，在超高温工况下，钻头钻具橡胶材料老化失效，造成钻头钻具寿命不足或故障率显著上升，导致钻井时效降低。特深井钻进过程中会采用油基泥浆，亟需攻克耐高温复杂介质螺杆钻具动力橡胶和匹配橡胶金属界面粘接技术、耐高温钻头密封橡胶材料技术。

**32.压缩机轴系弯扭耦合分析及实验验证研究**

压缩机轴系包含压缩机曲轴、连杆、十字头、活塞、联轴器及驱动机轴等零部件，其中最重要也最容易发生问题的是曲轴、联轴器、驱动机轴三部件，其工作中的弯扭耦合姿态很大程度上决定了压缩机体振动、主轴承及连杆轴瓦寿命、联轴器膜片寿命等，因此有必要对其进行深入研究。在考虑主轴承支撑及油膜润滑的情况下对压缩机轴系进行弯扭耦合分析，对轴系的受力、运动等进行分析并实验验证。

**33.修井作业钻台面机械手控制技术研究**

钻台面机械手控制系统通过与司钻控制系统集成，实现在司钻房内操作机械手完成钻杆/钻铤在立根区域的排管与送管作业，实现无人化操作。修井作业存在风险高、劳动强度大、易造成环境污染等问题。为了降低劳动强度、减少用工量，更好的与二层台机械手进行协同配合，需要开发高可靠、高响应速度的机械手联动控制技术，对机械手工作模式（自动、手动）进行分别控制，对通讯、报警、钻杆设置、排管区域等进行集中显示。

**34.钢管内外表面缺陷自动检测系统**

研制钢管内外表面缺陷自动检测系统用以自动检测钢管内外表面缺陷，实现钢管内外表面高精度、高效率、无漏检的高效探伤，提高钢管内外表面缺陷检测效率和质量，降低缺陷漏检率，减轻操作人员劳动强度。预期目标：1）待检钢管壁厚范围6.4mm～32mm；2）待检钢管直径范围φ406～φ2540mm；3）待检钢管长度8～18m；4）钢管内外表面检测覆盖率为100%；5）检测速度为6～10m/min；6）检测能力≥15根/小时；7）缺陷定位误差≤60mm；8）漏检率为0；9、误报率≤2%。

**35.免示教免编程自动焊接技术研究**

石化机械公司部分结构件采用机器人自动焊，编程方式为示教编程或离线编程。因为产品种类多，按单件或少批量方式生产，示教编程时间长，而离线编程虽然可以减少焊前等待时间，但需要建立三维模型，增加额外的人工和时间成本。为减少焊接编程的时间和成本，需要研究一种免示教免编程技术，利用相机和激光扫描技术对产品即时三维成像，自动识别角焊缝和坡口焊缝，编排焊接顺序，调用角焊缝和坡口焊缝的单道焊或多道焊的焊接程序。

**36.液动吊卡装备研究**

液动吊卡是一种石油、天然气钻井作业中，起下钻杆、油管、套管等管柱的设备，采用电液控制，实现吊卡自动打开关闭、翻转复位以及多种信号反馈等，实现与动力猫道、二层台机械手等设备联动，既解放了人工，又能满足自动化作业的需求。该产品在12000m钻机作业的塔科1井、川科1井使用，并为15000m钻机配套。需要开展液动吊卡应用于三代钻机及电动化吊卡相关研究。

**37.液压卡瓦装备研究**

液压卡瓦是起下钻杆、油管、套管等管柱的设备，采用液压驱动模式，实现卡瓦自动打开、关闭以及信号反馈等，适用于275-495转盘，具有卡持范围大、能承受一定的反扭矩、退让空间大、不容易磨损牙板、自动化程度高、能与其他设备集成联动等特点。需要围绕超深井使用液压卡瓦对管柱伤害、使用过程泥浆对卡持影响进行深入研究。

**38.气动卡瓦装备研究**

WQ175-375系列气动卡瓦是按SY/T 5049气动卡瓦标准研发的一种钻井作业中起下钻杆、卡持套管的气动操作工具，已经从纯气动控制只有卡持管柱单一功能的第一代发展成集卡持管柱、喷气刮泥、自动润滑、信号反馈等多种功能于一体的采用逻辑控制的第六代复合型深井气动卡瓦。需要围绕超深井使用气动卡瓦对管柱伤害、使用过程泥浆对卡持影响进行深入研究。

**39.机械式下套管作业装置优化研究**

机械式下套管作业装置结构紧凑，外形轻巧，无需外接管线和动力源，可悬持对应规格的套管，同时能将顶驱的扭矩传递到套管上，实现套管的上卸扣。特别是当套管下入过程遇阻时，能实时灌浆并快速建立循环，并可带动整串套管转动，减少复杂井的套管下入风险，提高作业效率。需要围绕现场使用开发扭矩记录装置及相关软件。

**40.小修管柱自动化作业系统优化**

小修管柱自动化作业系统可进行管柱的自动起下、输送以及系统的远程监控，包括悬吊系统、机械手、自动液压钳、一键装卸旋塞阀装置、气动卡盘、作业平台、动力猫道、排管装置以及集成控制系统。小修管柱自动化作业系统实现了井口操作无人化，减少了作业人数，提高了作业安全性。需要在现场应用基础上进行现场数据采集、远程系统监控的优化研究。

**41.智能油套管开发**

在智能化分层注采方面，配合封隔器和智能配水器或滑套开关等工具，形成智能分注一体化管柱和智能找堵水一体化管柱；在套管技术状况监测和储气库安全运行方面，全生命周期内实时监测套管技术状况，为油田开发技术人员提供决策依据；在大规模体积压裂监测等方面，感知地层的变化情况，实时三维显示地层状态（裂缝状态），为监测油田提供数据传输通道。重点解决通信、射孔的避射和管管间连接可靠性等问题。

**42.连续管内减阻防腐工艺研究**

连续油管是一种通过焊接而成的单根长度达数千米的管材，内部焊缝可通过去毛刺工艺整体刮除。小口径、长距离连续管达到内防腐、减阻效果是连续管在油田推广应用中急需解决的问题。需要研究连续管内涂/镀层或其他工艺技术，实现如下的一种或多种功能：1）降低流体在小口径连续管的内摩擦阻力；2）提升常规碳钢连续管的抗腐蚀、抗磨蚀等性能；3）该工艺可实现工业化移植，规模化生产。

**43.管线钢阻氢机理研究**

掺氢/纯氢管道输送能够有效降低氢能运输成本，是实现双碳目标的重要一环，但氢渗透一直是威胁管线钢长期服役的一大难题。当管线钢长期暴露于氢环境下，氢会渗入钢材内部，从而导致管线钢内部出现氢鼓泡，成为疲劳载荷下的裂纹源，导致钢材的疲劳强度降低，对管线钢的长期安全服役构成严重威胁。需要通过对管线钢阻氢（抗氢渗透）机理的研究，保障输氢管道的长期可靠运行。

**44.非金属复合管无损检测技术开发**

非金属复合管具有耐腐蚀、综合成本低、使用周期长等特点广泛应用于石油、化工、矿山、核电等领域，一般包括内衬层、增强层和外保护层3层结构。但在管材成型、层间复合、现场敷设等使用过程中不可避免地出现缺陷和损伤，给安全和环境带来极大的影响。亟需开发非金属复合管无损检测技术，用于探测非金属复合管在成型制造过程中内外层缺陷，壁厚均匀性，层间粘接连续性以及在现场应用中管材产生的缺陷、蠕变、应力集中等问题，提前发现，提前预防。

**45.基于微风垂直轴风力机叶片优化设计研究**

我国油气田井站内电力负载设备具有众多、分散，年耗电量大等特点，但油区内风资源丰富，油田为减碳降本，大力发展风电等清洁替代能源。目前，升力型垂直轴风力机叶片功率范围偏小（目前多为10kW以下），启动性能差，风能利用系数偏低，制约着风机发电量输出。需要对升力型50kW垂直轴风力机叶片（叶型、弦长、攻角、夹角等参数）进行优化设计并形成叶片优化设计理论方法，以提高叶片的风能利用效率，进而提升风力机的发电量。

**46.退役磷酸铁锂电池正极材料无酸选择性提锂技术**

锂是重要的战略资源，但锂资源分布却极不均衡，我国作为世界上最大的锂消费国，高品位的锂矿较少，开采利用难度大。目前国内回收磷酸铁锂电池以湿法回收为主，湿法工艺复杂，使用大量酸和氧化剂，亟需开发简单便捷的回收方式来实现回收产物的高值化。以突破现有回收过程存在锂回收率低、回收效益有待提高等技术难题为研究目标，开发实用新型无酸选择性提锂技术高效回收锂。

**47.波动性可再生能源发电与制氢系统的耦合动态仿真**

发展氢能是实现国家“双碳”目标、构建新型清洁电力系统、推动能源消费结构转型和保障国家能源安全的必经之路。高电力成本带来高制氢成本是限制电解水制氢大规模发展的核心因素，只有通过绿电才能实现规模化制氢。可再生能源发电具有一定的波动性，以推动电氢耦合技术发展为目标，研究动态响应、快速启停控制等关键技术，实现电解系统与可再生能源系统的匹配及其耦合效率提升。

**48.井口装备密封结构表面耐蚀耐磨处理工艺及配套检测技术**

高压井口装置泄漏失效频发，失效原因多与井口装置连接密封面、阀板/阀座接触面等关键部件的腐蚀-冲蚀有关，开展井口装备关键密封部位表面耐蚀耐磨处理工艺研究是提高高压密封结构长期安全服役的有效方法。本命题旨在研发适用于高性能井口装置密封结构的表面处理工艺，探索激光熔覆等新型表面处理技术的关键工艺参数，明确表面处理层性能优化的影响机制及关键因素，配套形成耐蚀合金表面处理层无损检测评价技术。

**49.低温密封材料设计开发**

随着油气勘探开发向深（深层）、低（低渗透）、海（海洋）、非（非常规）发展，以及油气储运、炼化领域对安全和环保的要求不断提高，密封材料和技术在安全和环保领域有着重要的作用。目前油气储运、炼化领域仍然存在微泄漏的问题，在常规工况以及苛刻工况都存在明显的安全和环保隐患，低温交变环境下更为突出。有必要开展低温交变环境下的密封材料和技术研发，具体是设计至少两种密封材料，工作温度分别在-50℃至20℃、-269℃至20℃，密封性达到无泄漏，且密封性能测试重复性好。

**50.双扭矩台肩螺纹连接副台肩面接触状态检测技术研究**

双扭矩台肩螺纹连接是一种同时具有主扭矩台肩和副扭矩台肩两个承载面的特殊螺纹连接，副台肩面在螺纹连接后的接触状态对螺纹连接的使用寿命和安全有直接的联系，尤其是螺纹连接在拉伸、扭转、弯曲等复合载荷下的疲劳寿命。由于副扭矩台肩面往往在螺纹连接的内表面侧，目前没有对其接触状态进行检测的装备，拟寻找一种具有科学性和可操作性的无损检测方式来对其接触状态进行检测。

**51.石化压缩机管网气流脉动数值模拟研究**

石化装置中使用的超高压往复压缩机，其管道振动往往是因气流脉动激发管道机械振动，管道振动反过来又引起与之相连的高压设备和高压阀门的振动，严重时甚至会引起仪器仪表失效、管线破裂、危害性气体泄漏甚至爆炸等恶性事故。需要开展超高压压缩机气流脉动流固耦合机理与解耦方法研究，分析脉动源激励的脉动特征（幅频、相频等）与压缩机工况的相关性，探索管线系统气流脉动声学传播特性。

**52.往复式压缩机智能故障诊断方法研究**

往复式压缩机作为石化等领域重要装置的关键设备，其稳定运行关系着装置运行的安全性和经济性。往复式压缩机故障与气阀等关键部件相关。需要针对重点领域往复式压缩机，开展压缩机关键部件典型故障特征研究，提出故障特征参量提取方法，开展往复式压缩机在线监测和诊断评价技术研究。

**53.变工况离心泵内部流动仿真分析研究**

离心泵是石油化工、能源等领域用于流体输送的主要设备，近年来随着相关领域生产能力变化，对离心泵的运行工况适应性提出了更高要求，要求离心泵在不同工况下高效运行。需要针对典型离心泵产品，开展变工况条件下离心泵内部流动关键参数的数值模拟，探讨影响离心泵效率的因素，优化离心泵设计并模拟预测设备性能。

**54.煤化工高压差气固两相流调节阀性能仿真研究**

煤粉流量控制阀是干煤粉气化装置的核心设备，用于煤粉气化装置生产负荷调节和氧煤比控制，密相输送煤粉流量的平稳调节是煤粉气化技术的关键难点。需要开展典型煤化工流量调节阀性能仿真研究，分析不同高压差工况下粉煤流量调节阀关键结构参数对流量性能影响规律，提出改进措施并模拟预测调节性能。

**55.油气混输泵轴端密封端面成膜机理及影响规律研究**

研制长寿命混相介质轴端机械密封产品对于油气混输泵意义重大。混相介质下密封端面流体流动与固体颗粒沉积影响端面成膜条件与摩擦环境，造成流体成膜不稳定。需要建立密封端面多相介质耦合流动模型，研究密封端面多相介质耦合流动规律与力热变形对端面结构影响规律，揭示机械密封端面混相润滑膜成膜机理，指导密封产品优化设计。