



首页 > 成果汇编 > 2008年科研成果汇编

>> 2008年科研成果汇编

2008年科研成果汇编

2010-08-23 [大] [中] [小]

目 录

[松辽盆地生物气、低熟气形成的地质、地化条件与评价方法](#)

[有机质成气过程中碳同位素分馏的化学动力学研究及其初步应用](#)

[潜山油藏内幕储集规律研究-以大庆油田外围贝尔潜山油藏为例](#)

[利用多波AVO资料反演泊松比方法研究](#)

[调整井钻井储层压力剖面预测及调整技术研究](#)

[各向异性介质油藏非线性渗流理论研究](#)

[大庆徐家围子天然气井提高钻速技术](#)

[低渗透油藏变形介质渗流规律研究](#)

[大庆州401区块斜直抽油机井生产参数优化](#)

[套损井整形中水泥与套管胶结面损伤机理研究](#)

[Y/ \$\Delta\$ 可控硅调压组合式抽油机节能控制器的研制](#)

[换热器管板与换热管胀接机理与制造工艺技术研究](#)

[潜油电泵机组水平井工艺技术研究](#)

[基于节能理论的机采设备降耗研究及对策](#)

[任意三角形凸起地形与其附近圆形孔洞对SH波散射](#)

[石油套管内自主行走机器人技术研究](#)

[油井复杂工况下杆管磨蚀机理的研究](#)

[多个自由飞行空间焊接机器人动力学干扰特征优化模型与协调路径规划研究](#)

可控柔性密封机理与应用技术研究

车载旋挖钻机及其施工方法的研究

新型Cr(III)/PMP体系用于乙烯四聚制1-辛烯

复合纳米光催化脱硫剂与燃料气深度脱硫技术

地下水中硝酸盐氮污染化学催化反硝化修复

分子内复合型抗氧化剂的合成研究

胶束强化超滤去除污水中的无机氮和磷

油田用铁(VI)基杀菌剂的研究

超支化聚合物净水剂的合成研究

废旧聚烯烃热解制多壁碳纳米管研究

铜铬合金在溶液中脱铬腐蚀的研究

原油集输管网节能技术研究

地震力作用下储罐液体非线性晃动研究

输油管道低输量间歇输送技术研究

油田建筑物抗震防灾信息系统

基于软件Agent的提高大型数据库操纵效率及安全机制的研究

时滞系统和随机时滞系统的鲁棒L1控制与鲁棒L1滤波研究

基于LabVIEW 环境通用虚拟测试仪器系统的开发

基于大地脉动的结构损伤定位与标定新方法

求解非线性数学物理方程的精确解的新方法的研究

基于PKI 安全认证体系和信任模型的研究及CA系统的实现

我国石油技术服务企业产品跨国营销

石油文献译文数据库及检索平台的开发与建设

对大庆市城市化与可持续发展研究

松辽盆地生物气、低熟气形成的地质、

地化条件与评价方法

主要研究人员：卢双舫 申家年 薛海涛 王 民 李吉君
李娇娜

研究起止时间：2005. 6~2007. 5

研究内容及主要技术指标：

本专题是中国石油天然气股份有限公司“十一五”科学研究与技术攻关项目“低熟气、生物气富集规律与资源评价”的子题。

本项目研究目标是：认识松辽盆地生物气、低熟气的形成条件，探索生物气气源岩的分级及评价标准，建立生物气、低熟气生成量、生成期评价的理论、技术和方法，定量评价盆地内生物气、低熟气的生成量、主要生成期、生气强度及资源量，预测生物气、低熟气的有利分布区和层位，为生物气、低熟气的勘探提供决策依据。

研究内容：

- 1、源岩中微生物发育的物理化学条件评价。
- 2、浅层气源岩的发育及分布，生物气源岩的地化特征及其分类、分级评价标准研究。
- 3、生物气、低熟气生成量、生成期评价理论、技术研究（化学动力学法、元素质量守恒、同位素质量守恒法）。
- 4、主要气源岩不同时期生气量、生气强度评价。
- 5、生物气、低熟气盖层封盖条件及扩散损失量评价。
- 6、生物气、低熟气资源量评价及有利分布区预测。

技术指标：

建立松辽盆地生物气、低熟气生成量、生成期评价的理论和技術，比较系统的评价松辽盆地生物气、低熟气资源，做出基本的评价图件，建立相应的数据库。

- 1、提交课题地化分析数据库，资料差错、遗漏率小于1%。
- 2、研究区主要浅层气源层等厚图及类型分布图。
- 3、研究区浅层气源岩分类及分级评价标准。
- 4、生物气生成的化学动力学模型及物质平衡模型。
- 5、主要气源层生物气、低熟气生成强度等值线图。
- 6、不同时期生物气、低熟气生成量汇总表。
- 7、生物气、低熟气资源分布及有利探区评价图。

创新点：

- 1、首次探索并建立了定量评价生物气生成量、生成期的元素平衡法、同位素平衡法、化学动力学法和生化动力学法，为生物气资源评价奠定了基础。
- 2、首次探索并建立了评价低熟气的化学动力学方法，解决了此前无有效技术评价低熟气的难题。
- 3、根据将今论古的原理，创造性地采用现代大型水库湖泊水体温度的计算方法完成了松辽盆地白垩纪不同深度水体温度的估算。
- 4、首次系统地开展了松辽盆地北部生物气和低熟气研究，预测了生物气和低熟气资源量、有利生储盖组合和有利分布区。

结果表明松辽盆地北部生物气、低熟气资源前景非常可观。

推广应用情况、前景及效益:

1、根据本项目研究成果在松辽盆地葡萄花油田南部和敖包塔油田已经获得浅层气控制储量7亿立方米。

2、利用本项目取得的理论成果对吐哈盆地生物气、低熟气进行了资源评价及有利区预测,得到吐哈盆地生物气、低熟气的资源量为0.71~2.44万亿立方米;使盆地内新增天然气储量120亿立方米。这一成果不仅填补了吐哈盆地浅层气资源评价的空白,还说明盆地内生物气、低熟气还有相当可观的勘探潜力,保守估计,盆地内也具有形成千亿方低熟气田的资源基础。

从全国来看,所建立的生物气评价技术填补了生物气评价方法的理论空白,相信一定会推动我国其他盆地和地区的生物气资源评价工作,从而推动我国生物气勘探乃至天然气工业的持续发展。

技术水平:

经专家委员会鉴定,本项目总体达到国际先进水平,核心成果生物气、低熟气生成量生成期定量评价技术达到国际领先水平。

应用领域:

属于石油天然气勘探开发与利用技术领域。

有机质成气过程中碳同位素分馏的化学动力学研究

及其初步应用

主要研究人员:卢双舫 薛海涛 徐庆霞 李吉君 王 民
霍秋立

研究起止时间:2006.01~2007.12

研究内容及主要技术指标:

本项目是高等学校博士学科点专项科研基金资助课题,属地球化学专业,应用基础类研究。

研究内容:

本项目通过对煤、泥、油、纯化合物等各类成气母质的热解实验和GC、同位素分析,系统探索了各类成气母质在热演化过程中成气的转化率及碳同位素的演化、分馏规律及不同官能团对成气过程及碳同位素分馏的影响,建立了描述各类有机质成气及其碳同位素分馏的化学动力学模型,探讨了压力对各类有机质成气产率的影响及碳同位素分馏过程的影响。实验结果表明,高压对石油向天然气转化有一定抑制作用,低压影响不大。在中低温条件下(<450℃左右),温度是主导因素,压力的抑制作用并不明显;而在高温条件下(>450℃左右),压力的抑制作用将更加明显,压力越大影响越明显,压力和温度将共同成为油成气的控制因素。压力对稳定碳同位素也有影响,压力增大使得甲烷稳定碳同位素变轻。考察了干酪根、油、主要的成气官能团等不同类型有机质成气过程中产气率及碳同位素演化特征。各不同官能团化合物(链烃、环烷烃、芳烃、含氧化合物、含氮化合物,分别用十八烷、十氢化萘、9-苯基蒽、十八酸、十八胺来代表)热裂解生烃气碳同位素组成序列属于正常的碳同位素序列。结合松辽盆地徐家围子断陷实际地质资料进行了初步的应用。

技术指标:

1、实验结果表明,高压(>60MPa)对石油向天然气转化有一定抑制作用,低压(<30MPa)影响不大。在中低温条件下(<450℃左右),温度是主导因素,压力的抑制作用并不明显;而在高温条件下(>450℃左右),压力的抑制作用将更加明显,压力越大影响越明显,压力和温度将共同成为油成气的控制因素。压力对稳定碳同位素也有影响,压力增大使得甲烷稳定碳同位素变轻。

2、干酪根、油、主要的成气官能团(链烃、环烷烃、芳烃、含氧化合物、含氮化合物)等不同类型有机质成气过程中产气率及碳同位素演化特征。实验结果表明各不同官能团化合物热裂解生成甲烷的最大产率值中,十八烷最大,然后顺次是十八胺、

八酸、十氢化萘、9-一苯基蒽。各不同官能团化合物热裂解生烷烃气碳同位素组成序列属于正常的碳同位素序列，即： $\delta^{13}\text{C}_{\text{甲烷}} < \delta^{13}\text{C}_{\text{乙烷}} < \delta^{13}\text{C}_{\text{丙烷}}$ ，这与地质条件下有机质正常热演化过程中生成的烷烃气体碳同位素组成相一致。

3、研究结果在松辽盆地徐家围子断陷的应用表明，徐深1井区源岩对该井区气藏的贡献比例约占66%，沉降中心源岩的贡献比例约为34%。

创新点：

1、对碳同位素在热演化过程中的分馏现象进行定量描述，并系统建立了各类主要成气母质和成气官能团在成气过程中碳同位素分馏的化学动力学模型。

2、探讨了压力对各类有机质成气产率的影响及碳同位素分馏过程的影响。

3、考察了干酪根、油、主要的成气官能团等不同类型有机质成气过程中产气率及碳同位素演化特征。

推广应用情况、前景及效益：

本课题通过对煤、泥、油、纯化合物等各类成气母质的热解实验和GC、同位素分析，系统探索了各类成气母质在热演化过程中成气的转化率及碳同位素的演化、分馏规律及不同官能团对成气过程及碳同位素分馏的影响，建立了描述各类有机质成气及其碳同位素分馏的化学动力学模型。这些成果若与地质背景相结合，可以有效地判断天然气的来源及各气源的贡献比例，进而估算天然气的资源量。该研究思路已经松辽盆地徐家围子断陷进行了初步的应用，判断徐深1气田的气源可能有三分之二来自该井区、三分之一来自沉降中心，对于徐家围子气田下一步的勘探部署具有一定的指导意义。

技术水平：

本项目在有机质成气化学动力学和同位素分馏动力学方面的研究处于国内领先水平。

应用领域：

本成果可以用于天然气资源评价和气源对比等方面。

潜山油藏内幕储集规律研究 - 以大庆油田外围贝尔潜山油藏为例

主要研究人员：张云峰 李晶 王春香

研究起止时间：2006.01~2008.12

研究内容及主要技术指标：

本项目是黑龙江省教育厅资助的普通高等学校骨干教师创新能力项目，属矿产普查与勘探专业，应用基础类研究。

研究内容：

在前人进行三维地震构造精细解释成果及准确钻井、录井等地质资料的基础上，研究潜山成因及分布规律，内容主要包括：潜山几何形态与断裂分布、潜山构造演化史、潜山成因类型及其分布规律。潜山储层特征方面包括潜山储层类型(储集空间体系)划分研究、分析探讨潜山内幕存在的恢复古地貌和古水文地质等方法。裂缝发育(层段)区研究，主要利用钻井、测井资料进行统计、识别和预测。综合新的研究成果，划分潜山储层发育有利区，指出有利勘探靶区。

技术指标：

- 1、绘制研究区断裂系统划分及其平面分布图。
- 2、绘制不同成因类型潜山平面分布图。
- 3、绘制基岩出露期古地貌图。
- 4、绘制基岩裂缝发育有利区预测图。
- 5、绘制潜山储层综合评价图。

创新点：

- 1、针对潜山特点，提出了一套综合野外、地震、数值模拟的构造识别方法，确定了贝尔断陷潜山类型及其分布规律。
- 2、首次提出逻辑地质信息法，恢复了贝尔潜山埋藏前的古地貌，为找有利储层奠定了基础。
- 3、提出了断裂分形技术、相干体切片技术、古构造恢复技术综合分析方法，科学预测了裂缝发育区。

推广应用情况、前景及效益：

通过综合利用地震、测井、录井、岩心、生产测试及开发井生产动态等地质信息，厘定了研究区断裂系统、古潜山成因类型及其分布规律；建立了断裂与有效裂缝之间的定量关系，深入研究了潜山储层成岩作用、储集空间类型及其发育的控制因素，并对指出基岩潜山有利储集区进行了预测。研究成果已应用于海拉尔盆地潜山油藏深入勘探预测，新增可采储量300万吨，效益折算72亿元。该研究思路已推广到海拉尔盆地的蒙古国探区，也发现了潜山油气藏。大庆油公司委托我项目组正继续开展蒙古探区潜山成藏潜力的研究。

因此该项目的研究不仅丰富了石油地质理论，在实际应用方面，也为海拉尔盆地勘探战略和决策服务，对海拉尔其它坳陷的勘探、开发也具有指导作用，其社会效益和经济效益是巨大且深远的。

技术水平:

本项目在利用地层剥蚀量计算和古地貌恢复技术预测基岩溶蚀次生孔隙发育区方面的研究处于国内先进水平。

应用领域:

本成果主要用于指导基岩潜山油气藏的勘探。

利用多波AVO资料反演泊松比方法研究

主要研究人员: 王云专 袁子龙 朱 伦 刘洪林 张明学

于舒杰 王开燕

研究起止时间: 2006.01~2008.12

研究内容及主要技术指标:

本项目是黑龙江省教育厅资助的科学技术研究(面上)项目,属应用地球物理专业,应用基础类研究。

研究内容:

该项目首先对CDP道集或炮集数据进行动、静校正处理,然后抽取AVO角度道集,拟合振幅随入射角的变化。为了保证AVO反演的精度,要求动、静校正后反射波同相轴是水平同相的,否则求取出的AVO截距和梯度就会有畸变。但是在实际资料处理中,尤其是地下地质情况较复杂的情况下,经校正后同相轴仍扭曲不齐,即存在剩余时差。在AVO分析中,必须消除剩余时差引起的AVO假象,提高AVO分析的精度。该项目采用相位替换剩余时差校正方法,对AVO角度道集进行相位校正,并不改变其振幅谱,所以具有很好的振幅保真度,有利于AVO分析。

该项目依据完全形式的Zoeppritz方程,通过研究各种介质情况下的多波AVO正演理论模型,分析泊松比参数与多波AVO效应特征参数(截距、梯度)之间的关系,确定多波AVO效应特征曲线随泊松比参数的变化规律,通过适当的数学方法由多波AVO效应特征参数来反演泊松比参数。通过对实际地震资料的反演,得出泊松比反演剖面。

技术指标:

1、利用AVO特征反演泊松比参数,必须保证振幅的保真性,因此首先研究了能够保持振幅相对关系的相位替换剩余时差校正方法。

2、为了提高AVO分析的精度,研究了一种抽角度道集的方法,对实际地震资料进行了抽角度道集。

3、理论上研究了纵波反射系数随入射角的变化与泊松比参数之间的关系。

4、建立典型的双层介质和多层介质模型,分析多波AVO效应特征曲线随泊松比参数的变化规律。

5、研究了由AVO效应特征参数(零炮检距振幅、AVO变化梯度)反演泊松比参数的方法。

创新点:

1、研究了一种抽角度道集的方法,对实际地震资料进行了抽角度道集,以便于进行精确的AVO分析。

2、由Shuey简化公式推导出了逐点反演泊松比的公式,对理论模型及实际地震资料进行泊松比反演。在反演中,给定初始泊松比及振幅标定系数,按递推公式计算泊松比,由反演结果分析了初始泊松比、振幅标定系数以及子波对反演值的影响。

推广应用情况、前景及效益:

该项目在多波AVO正演模拟以及利用AVO效应进行储层参数反演研究领域都进行了很好的研究工作。所研究的泊松比反演方法,充分利用富含储层信息的叠前地震资料,对于提高储层预测精度起到积极的推动作用。泊松比反演计算编制成了应用软件,运算方便、计算速度快,可以在各油田有关生产单位加以推广应用,对发现含天然气层的低泊松比异常有明显的效果,有助于减少常规AVO资料解释中产生的误差,进一步提高AVO资料的应用效果。

技术水平:

本项目所研究的利用叠前AVO资料反演泊松比、直接获得泊松比剖面的方法处于国内先进水平。

应用领域:

本成果可以用于叠前AVO属性反演与油气检测。

调整井钻井储层压力剖面预测及调整技术研究

主要研究人员：刘永建 周志军 齐国强 何俊才 郭军
王广仁 孙茂凤 何礼君 闫文华 齐玉龙
刘晓明 孙克智

研究起止时间：2006.05~2008.10

研究内容及主要技术指标：

本项目是大庆钻探工程公司重点科研攻关项目，属应用钻井工程专业，应用基础类研究。

研究内容：

1、注采条件下储层压力数学模型的建立；根据渗流力学理论建立注采条件下储层压力预测模型，预测不同注采条件下的压力分布规律，预测单井纵向压力分布规律，为压力剖面调整技术措施的应用提供相关数据。

2、降压注水井压力稳定时间和稳定井口压力预测方法研究；注水井钻关后井口压力稳定时间和压力值与储层的性质、注采情况有关，利用这一关系可以预测地层压力。一口注水井向多个储层注水，井口压力是全井射开多个储层压力的综合反映，各个储层间物性、注采情况的差异导致每个层对井口压力贡献的权值不同，给地层压力预测增加了难度。通过统计回归研究注水井降压时间和压力与区块、井网、储层物性参数、注水井动态参数间的关系，建立压力预测模型。

3、利用注水井井口稳定压力、流体浸入井筒识别技术预测地层压力方法研究；注水井井口压力反映储层压力，因此可以预测地层压力。储层平面上物性差异大导致压力平面分布不均，注水井井口压力不能准确反映地层压力。通过完井检测最高压力与注水井井口压力间关系研究，确定二者间关系。地层压力高于井筒压力时，地层孔隙流体会浸入井筒，流体测井通过测量井筒内液体的电阻率来反映地层流体进入井筒情况，只要有地层流体进入井筒，就会改变井筒内液体的电阻率，在流体曲线上表现出异常。根据流体测井曲线形态可以定量地解释高压层的压力，以此为依据预测邻近区域地层压力。通过进行室内模拟试验建立地层流体浸入量与电阻率的关系模型，依据流体曲线计算地层流体浸入量，从而计算出地层压力。

4、注水井放溢泄压及保压注水效果研究；注水井放溢泄压可以使因各种原因憋压的地层孔隙流体通过井筒直接排出，而达到降低高压层压力的目的。注水井放溢泄压在新钻井处的降压效果差异很大，难以评价。通过研究放溢泄压注水井与不放溢泄压注水井邻近新钻井地层压力差异情况，分析评价注水井放溢泄压效果。保压注水是在钻井施工的某些阶段邻近注水井以低于正常注水压力、注水量注水以提高高渗低压层孔隙压力。保压注水井的注水压力过高易导致井涌、井喷，过低则不利于提高高渗低压层孔隙压力。通过储层压力模型计算出理论参数，结合现场试验确定保压注水井的注水压力、注水量，利用地层压力测井检测高渗低压层压力提高效果。

5、适合高渗低压层水泥浆体系的研究；利用特殊水泥外加剂，通过改变水泥石内部结构。通过选取地层流体水样，进行化验和分析，获取地层流体各种离子含量和矿化度等，确定对其高渗低压层固井质量影响程度。通过在水泥浆中加入增强剂和增韧剂，增加水泥石的密实性和韧性，提高水泥石的抗腐蚀性和抗冲蚀性；加入膨胀剂，使水泥石内部晶格结构发生变化，在待声变检测过程中产生膨胀，提高水泥石的线膨胀率，减小微间隙，提高固井二界面胶结强度。

技术指标：

- 1、与同区块非试验井相比，压力剖面调整试验井层间压差减小0.8Mpa以上。
- 2、与同区块非试验井相比，试验井高压层地层压力系数预测误差小于0.08，符合率达90%以上。
- 3、水泥石（24h、38℃）抗压强度大于21MPa，过渡时间小于20min。
- 4、现场试验40口井。

创新点：

- 1、研究流体测井解释技术，解决异常高压层及低渗层、泥岩层的识别与压力解释。
- 2、建立注采条件下储层压力预测模型，解决非均质不规则边界条件下储层压力预测。
- 3、形成了提高高渗低压层固井质量技术，解决高含水后期延时声变检测质量变差问题。

推广应用情况、前景及效益：

2006年以来，已推广应用到大庆钻探工程公司。在大庆油田调整井区块进行了现场应用，共完钻油水调整井4600口井，提高了地质预测的准确率，完善了地质预测方法，提高钻井液密度设计的准确率，实现了保护油气层的目的。显著降低生产成本，社会效益显著，推广应用前景广阔。该项目的研究，适应了我国东部老油田高含水开采期的需要，其成果也必然引发一系列科技攻关和创新，对促进行业科技进步将有重要的推动作用。

该项目的研究，适应了我国东部老油田高含水开采期的需要，其成果也必然引发一系列科技攻关和创新，对促进行业科技进步将有重要的推动作用。大庆油田现在大规模打三次加密调整井，十一五期间预计新钻井30126口，其中每年新钻调整井2000口以上，该技术具有非常广泛的应用前景。

经济效益：

投入：

1、直接材料费：购置仪器及水泥浆外加剂82.5万元。

2、检测费：地层压力测试费20万元；地层流体水质化验和分析、水泥浆检测5万元；流体测井820口井，82万元；一次声变检测41口井，102.5万元。 共计：209.5万元

3、加工试制费：31万元

4、外协费：34.5万元

5、人工费用及其它费用：132万元

投入=502.5+209.5+31+34.5+132=489.5万元

产出：

1、提高地层压力预测准确率，合理设计钻井密度，减少石粉用量。

南二区4600井，平均单井降低0.2，一公司单井节约石粉用量155吨，四公司单井节约石粉用量140吨，0.0635万元/吨。

$3000*155*0.0635+1600*140*0.0635=43751$ 万元。

2、根据预测结果，修改钻关方案，减小钻机等钻关泄压时间：一公司涉及180只钻队，4轮井，单井共计15天，每天节约4万元。 $180*4*15*4=43200$ 万元。四公司涉及115只钻队，3轮井，单井共计15天，每天节约3万元。 $115*3*15*3=15525$ 万元。共计58725万元。

3、提高压力预测准确率，采取合理技术措施，减少井下复杂事故发生。

在南二区，一公司以往三年内钻井复杂平均为880口，目前发生50口，减少830口井，平均单井堵漏费用16万元，共节约 $16*830=13280$ 万元。四公司以往三年内钻井复杂平均为850口，目前发生70口，减少780口井，平均单井堵漏费用16万元，共节约 $16*780=12480$ 万元。共计25760万元。

产出= $43751+58725+25760=128236$ 万元。

效益：

效益=产出-投入= $128236-489.5=127746.5$ 万元

社会效益：

1、本项目整体达到国内领先水平，推动了科学技术的进步，对国内外类似油藏有效开发具有重要的指导和促进作用。

2、十一五期间大庆油田每年预计新钻井30126口，其中每年新钻调整井2000口以上，因此该项目研究成果对大庆油田可持续发展 and 创建百年油田有重要意义。

技术水平：

本项目整体达到国内领先水平。

应用领域：

大庆油田喇萨杏油田调整井钻井区块。

各向异性介质油藏非线性渗流理论研究

主要研究人员：刘义坤 夏惠芬 赵春森 隋新光 王力军

研究起止时间：2006.01~2008.12

研究内容及主要技术指标：

本项目是黑龙江省教育厅资助的黑龙江省教育厅科学技术研究项目，属石油与天然气工程专业，应用基础类研究。

研究内容：

本项目通过研究各向异性油藏和各向同性油藏以及非均质性的区别，研究各向异性渗透率的张量属性和各向异性渗透率油藏非线性渗流特征，结合国内低渗透油田的地质特征，对低渗透油藏非线性渗流过程进行了细致的分析，阐述了各向异性介质油藏非线性渗流微观渗流机理，确立了各向异性介质油藏渗透率在各向异性油藏实际开发过程中的具体算法，考虑了低渗透油藏非线性渗流过程中存在启动压力梯度。建立了单相液体渗流、油水两相渗流和油气两相渗流在各个条件下的渗流模型，并求出了解析解或者近似解，结合生产实际情况，给出了不同情况下，各向异性介质低渗透油藏非线性渗流条件下的油井产能公式和地层压力分布公式。对各向异性介质低渗透油藏非线性渗流参数的敏感性进行了分析。通过理论公式结合生产实践，得到了不同情况下，

非线性渗流参数之间的变化关系，以及一些主要的非线性渗流参数对油井产能和地层压力分布的影响，并绘制了不同条件下非线性渗流参数的影响曲线。

技术指标：

- 1、启动压力和渗流指数与介质和流体性质都有关：岩心的渗透率越低（渗透率范围 $1\sim 10\times 10^{-3}\mu\text{m}^2$ ），流体的粘度越大（由0.7趋向8.7mPa·s），流体渗流时所需要的启动压力就越大，非线性渗流指数也越大（渗流指数b由1趋向2）。
- 2、渗透率（K） $0.00353\sim 0.03467\mu\text{m}^2$ 、非线性指数（n） $1.71\sim 1.09$ 、启动压力梯度（G） $0.0135\sim 0.00165\text{MPa/m}$ 时，压力消耗受流体的粘度较大。
- 3、实践证明，在求解过程中，可以通过求各向异性介质的平均渗透率（误差 $<5\%$ ）来简化运算过程，利于工程中的实际应用。
- 4、启动压力梯度越大（G）（ $0.01\text{MPa/m}\sim 0.1\text{MPa/m}$ ），油井产油量越低（ $Q_0 < 3\text{m}^3/\text{d}$ ）。对于油气两相渗流过程，低渗无因次产量曲线与中高渗无因次产量曲线偏离程度受启动压力梯度影响大。

创新点：

- 1、建立了单相液体渗流、油水两相渗流和油气两相渗流在各个条件下的渗流模型，并求出了解析解或者近似解，结合生产实际情况，推导出了不同情况下，各向异性介质低渗透油藏非线性渗流条件下的油井产能公式和地层压力分布公式，在此过程中，从基础理论到计算应用，都考虑到了渗透率的各向异性，并且提出了易于求解的简化算法。
- 2、对各向异性介质低渗透油藏非线性渗流参数的敏感性进行了分析。通过理论公式结合生产实践，得到了不同情况下，非线性渗流参数之间的变化关系，以及一些主要的非线性渗流参数对油井产能和地层压力分布的影响，并绘制了不同条件下非线性渗流参数的影响曲线，对于各向异性介质油藏非线性渗流理论研究工作有补充意义。

推广应用情况、前景及效益：

该项目研究具有重大的理论意义，将解决各向异性介质油藏非线性渗流问题，可以促进渗流理论的研究和发展，为更加高效地认识、研究低渗透油田和特低渗透油田提供理论基础。各向异性介质低渗透油藏非线性渗流是低渗透油田的重要部分研究。该项目的研究成果适用于低渗透油田和特低渗透油田开发，进一步完善了目前低渗透油田和特低渗透油田的开发的渗流理论。因此该理论具有良好的推广前景。

技术水平：

本项目在各向异性介质油藏非线性渗流机理和低渗透油田开发等方面的研究处于国内先进水平。

应用领域：

本成果不仅用于低渗透油田的原油开采，同时对相关学科和行业同样具有重要价值。在建筑及水利水电领域、环境工程领域、生物与医学领域都存在各向异性介质非线性渗流问题。

大庆徐家围子天然气井提高钻速技术

主要研究人员：闫 铁 毕雪亮 张书瑞 陈要辉 吕长文
常 雷 李 玮 董建华 韩春杰 李 宏
李井辉 陶丽杰

研究起止时间：2005.1~2008.11

研究内容及主要技术指标：

徐家围子地区的下部地层情况复杂，岩性坚硬，断层多，即使是同一区块岩性也有很大的差别，且地层夹层较多，软硬变化频繁，自然造斜率较高，所以给钻井工作带来极大的不利。多年的深井钻井实践使我们认识到，努力提高钻井速度、防斜打快和积极预防工程事故和复杂是保证深井顺利施工、提高深井施工效率的关键，其意义重大。

研究内容：

运用基于范例推理技术，发挥该技术的优点，建立基于范例推理的钻速模型，并应用于复杂多样的钻井中，能确定钻井状态，优化钻井措施，提高钻井效率，丰富了钻井理论体系。完成对徐家围子地区的钻井速度预测，取得了以下创新性的研究成果：

1、建立徐家围子地区测井数据、录井数据和岩石力学参数之间的关系，为钻头类型优选提供依据。在钻进模式的基础上，研究钻进参数与钻井速度之间的关系模型。

2、建立地层岩石力学性质、钻头类型、钻进参数之间的关系模型，根据岩性与测试数据、参数与速度之间的关系，建立钻井速度范例库，该范例库来源于钻井实际施工和实验数据，并且不断积累和优化，可有力指导钻井实际工作，确定实际方案。

3、应用基于范例推理理论，进行优选钻头、钻井参数、钻井方式，重点进行钻头选型和高温高压条件下的火山岩和致密砂砾岩可钻性及破碎规律研究。

4、研究钻井范例推理分析模型和钻井方案的优化，进行现场实验。

技术指标：

1、完成对徐家围子地区的钻井速度预测，理论预测值与实际结果相比，预测精度80%。

2、优化钻井措施，与2004年钻速指标相比，使钻井机械钻速提高10%，促进该地区勘探开发进度。

3、所建立的技术措施满足现场实际需要，现场应用2口井。

创新点：

1、通过对钻井速度模式的研究，进行钻井参数优选试验，分析钻压和转速对钻井速度的敏感性。通过确定各钻井参数单因素对机械钻速的贡献率大小，为强化钻进参数提供理论依据。

2、首次将范例推理技术应用于复杂多样的钻井中，对不同工况下的机械钻速进行预测，与以前方法相比，研究模型简单化，放弃了以往的钻井参数模型，克服了以往钻井模型复杂、制约性较强的弊端，利用数据挖掘技术进行钻井参数优选。

3、构建一个智能化的钻井范例推理系统的体系结构和平台，利用软件平台进行现场实钻数据处理，首创智能化钻井参数优选理念。提出与实现一种基于范例推理的钻井信息处理的新模型。

推广应用情况、前景及效益：

本项目为大庆徐家围子天然气井钻井参数优选、提高钻速提供了强大的理论依据，研究成果成功应用于大庆油田的钻井现场，在徐深21井、徐深605井等10口井进行了现场应用。根据现场应用结果表明，经过本项目研究的优选钻头结果经现场应用效果较好。钻井参数优选结果可以达到提高钻速目的，机械钻速与2005年相比提高15.05%，理论预测值与实际结果相比，预测精度为87.01%。该项技术有效地指导了徐家围子深层天然气井作业，缩短了钻井周期，降低了钻井成本，增加了钻井效益。

通过攻关形成的大庆徐家围子天然气井提高钻速技术，为大庆油田“高效、快速、安全”的完成深层天然气井钻井工作提供了技术保障，按照中油股份公司建设“百年油田”和“加快天然气勘探开发步伐，提高深层天然气的转化率，以气补油，油气并重”的指示精神，今后大庆深井钻井数量每年在35口井左右，项目研究形成的徐家围子深层天然气井提高钻速技术，必将为第二个1000亿立方米天然气的发现提供强有力的钻井技术支撑，带来巨大的社会效益。

技术水平：

本项目在大庆徐家围子天然气井提高钻速技术方面的研究处于国际先进水平。

应用领域：

本成果可应用于大庆徐家围子天然气钻井优选钻井参数、提高钻速方面。

低渗透油藏变形介质渗流规律研究

主要研究人员：周志军 闫文华 黄咏梅 吴景春 张继红

党庆功 陈凌云

研究起止时间：2006.01~2007.12

研究内容及主要技术指标：

本项目是黑龙江省教育厅资助的黑龙省普通高等学校青年学术骨干支持计划项目，属石油与天然气工程专业，应用基础类研究。

研究内容：

根据流固耦合渗流理论的基本思想，建立流固耦合渗流运动方程。在此基础上，根据质量守恒原理，考虑低渗透油藏渗流时启动压力梯度和渗流特征，建立可变形低渗透多孔介质中流固耦合多相多组份渗流的数学模型，它包括流固耦合渗流的基本微分方程及其求解所需要的辅助方程。对流固耦合多相多组分渗流数学模型进行简化，即可得到低渗透储层流固耦合黑油模型和油水两相渗流的数学模型。在油藏岩土应力和应变分析基础上，结合有效应力原理和岩石骨架本构关系，建立了低渗透储层岩层骨架的数学模型，包括孔隙度变化方程、平衡方程、几何方程、岩石骨架本构关系等。固相平衡方程和流体渗流黑油模型组成了多相（油、气、水）液体渗流的流固耦合模型，它们之间互含耦合项，互不独立，是一组完全耦合的偏微分方程，必须进行耦合求解。针对低渗透储层在变应力下的弹塑性变形特征，建立了弹性储层和弹塑性储层的本构模型，并给出了相应的矩阵描述和矩阵表达式。裂缝在地层的扩展延伸机理十分复杂，其影响因素很多，主要包括地层的地应力状态，包括现今地应力场和古地应力场；岩石力学性质；射孔情况；孔渗特征；压裂液特性及施工参数等方面。建立了裸眼完井和射孔完井两种方式下垂直井井壁处

的应力分布的数学模型，给出了裸眼完井和射孔完井裂缝起裂和延伸准则。总结物性参数动态模型已有的研究成果，研究了低渗透储层渗流场和应力场之间的耦合关系，给出低渗透油藏流固耦合数值模拟求解所需的孔隙度、渗透率等物性参数动态变化的理论计算模型。同时，给出了计算启动压力梯度的动态模型。系统的研究了低渗透储层流固耦合数学模型迭代耦合数值求解技术。利用有限差分 and 有限元相结合方法，根据迭代耦合数值计算模型，进行了相应的计算机程序设计。利用所编制的程序，对低渗透油藏单井枯竭式开采和注水开发情况下流固耦合数值模拟进行了研究。模拟结果表明：

1、低渗透油藏应力—应变、孔隙度和渗透率是时间和空间的函数。空间上，井底附近区域，这些参数变化比较大，而距井底区域越远，受影响的程度越小；时间上，对封闭油藏，生产初期，应力—应变、孔隙度和渗透率变化比较大，之后，由于弹塑性变化逐渐减小，变化趋于稳定。因此，应避免造成井底压力梯度突然大幅度变化的生产措施，以防止储层受到伤害。

2、低渗透储层进行降压开采时，由于孔隙压力降低，导致岩体有效应力的增加，使孔隙结构发生变化，油藏孔隙度和渗透率降低，但渗透率降低幅度更大。

3、和非耦合模型相比，考虑流固耦合效应时，油藏岩石的变形对岩石物性参数的影响较大，对模拟计算的开发指标有较大的影响。因此，在低渗透油藏的数值模拟中，流固耦合效应是不容忽视的。

技术指标：

耦合模型与刚性模型的采出程度提高15%。

创新点：

1、首次将流固耦合理论应用于非线性达西流，完善和拓展了流固耦合渗流理论。

2、根据流固耦合渗流理论的基本思想，将地质力学、渗流力学、岩土力学相结合，考虑低渗透油藏渗流时启动压力梯度和渗流特征，建立可变形低渗透多孔介质中流固耦合数学模型，可以用于分析低渗透油藏地应力、岩石应变、孔隙度、渗透率、油藏压力等随时间和空间的变化规律，以及对油藏的渗流和开采动态的影响，从而指导低渗透油田有效地开发，提高油田的开采效率。

3、针对低渗透储层的具体特点和渗流特征，结合流固耦合渗流理论，首次采用渗流场和应力场耦合分析方法，研究低渗透油藏渗流与应力的耦合规律，这对于真实模拟低渗透油田的开采过程，指导油田生产具有十分重要的意义。

推广应用情况、前景及效益：

目前，我国探明的低渗透油田储量有50亿吨左右，应用该技术后可采储量可增加7.5亿吨，按目前国际油价计算，相当于2.5万亿元左右的经济效益，因此该项成果具有良好的应用前景和巨大的经济效益。

技术水平：

本项目在流固耦合渗流理论方面的研究处于国内先进水平。

应用领域：

本成果不仅可以用于指导低渗透油藏的有效开发，还可以用于指导稠油油藏、常规油藏的高效开发等方面。

大庆州401区块斜直抽油机井生产参数优化

主要研究人员：曹广胜 赵文革 李福军 张文祥 夏惠芬
 缪春晖 刘宝君 王海峰 孙 焱 李建华
 马文国 孙艳秋 张新春 张广志

研究起止时间： 2007.09~2008.12

研究内容及主要技术指标：

本项目中国石油天然气股份有限公司科技攻关项目，属于油气田开发工程中的采油工艺研究领域。

研究内容：

大庆州401区块为新投入开发的典型的低渗透油田，传统的优选生产参数的方法不适合该区块。目前抽油机井的设备配备及工作参数均是靠经验来确定，不能使设备生产能力与地层的生产能力很好地协调起来，因而经常出现动液面不足、油井抽空、泵效和系统效率低、能耗大等问题，严重地影响了该区块的开发效果。因此，开展斜直抽油机井生产参数优化方法研究具有重要的实际应用价值，可为该区块斜直抽油机井生产参数的确定提供科学的依据，对于其他类似区块也具有重要的指导意义。

1、通过室内低渗透岩心的渗流实验，测定了启动压力梯度的变化规律，明确了启动压力梯度对低渗透储层的渗流规律的影响。

2、结合岩心渗流实验，分别建立了普通低渗透储层、带天然裂缝的低渗透储层、带人工裂缝的低渗透储层的渗流微分方程，通过求解，得到了相应储层类型的流入动态关系模型。

3、依据油水混合液抽油模拟实验，测定了不同含水率原油在井筒中流动时通过扶正器及抽油杆接箍的水力摩阻，建立了相应的水力摩阻计算的数学模型。

4、结合斜直抽油机井的特点，确定了原油高压物性参数的计算方法，建立了抽油杆柱受力分析计算的数学模型。

5、在确定了杆柱强度校核方法基础上，结合斜直抽油机井的抽油杆柱工作状况和受力特点，提出了组合抽油杆柱的设计方法。

6、考虑了井眼初弯曲对抽油杆柱弯曲变形的影响，建立抽油杆柱弯曲变形的纵横弯曲梁模型与扶正器合理配置间距的计算方法，使得扶正器的安装数量和位置更加合理，能更有效地解决斜井抽油杆柱的磨损问题。

7、建立了完善的抽油机井生产参数优化计算模型。

8、依据模糊数学理论，通过建立了以系统效率最高为目标函数的生产参数优化方法。

9、在对数据结构 and 程序模块进行优化设计基础上，编制了斜直抽油机井生产参数优化程序。

技术指标：

1、给出一套低渗透油田斜直抽油机井生产参数优化设计理论模型。

2、系统效率平均提高3~5个百分点。

3、设计结果与调整后实测值符合率达80%以上。

4、单井预测产量与实际产量平均误差控制在20%以内。

创新点：

1、首次针对大庆州401区块的储层岩石物性和储层流体性质，建立了考虑人工裂缝和启动压力梯度影响的低渗透油层斜直井油井流入动态方程。

2、依据油水混合液抽油模拟实验，测定了不同含水率原油在井筒中流动时通过扶正器及抽油杆接箍的水力摩阻，建立了相应的水力摩阻计算的数学模型，填补了此类计算方法的空白。

3、形成一套适合低渗透油田抽油机井生产参数的优化技术。

推广应用情况、前景及效益：

本项目成果在大庆州401低渗透区块应用了11口井，油井泵效平均提高了5.6%，平均单井系统效率提高3.7%，取得了良好的节能效果。

该项目成果在大庆采油三厂低渗透区块应用180口井，平均单井日增油0.5吨，减少了因参数不合理而造成的换泵、调参停工天数，减少了抽油杆偏磨作业次数，提高了单井系统效率，平均单井每月节电768度，取得了良好的增油节能效果，获得近六千万元的经济效益。

本项目解决了低渗透油田斜直抽油机井生产参数优化问题和斜直井有杆泵采油的偏磨问题，优化了抽油机井生产参数，使油井高效生产运行，降低了油田能耗，为提高低渗透油田的油井产量和油井节能降耗提供直接的依据，可产生较大的经济效益和社会效益。

随着低渗透油田开发数量和规模的逐渐扩大，对本项目的理论和技术需求将逐年递增，因而本项目研究成果具有广阔的应用前景。该项目成果的大量推广应用必定可以大幅度提高低渗透油田产量，同时节约大量能源，这对我国政府构建节约型社会必有一定的促进作用。

技术水平：

在低渗透油田斜直抽油机井杆柱设计及生产参数优化方面的研究成果填补了国内空白，达到了国内领先水平。

应用领域：

本成果不仅可以用于大庆州401区块低渗透区块斜直抽油机井的生产参数优化设计，还可以在其他类似的低渗透油田上应用。

套损井整形中水泥与套管胶结面损伤机理研究

主要研究人员：刘合 朱君 裴晓晗 姜民政 吴恩成

王素玲 任志刚 姜道民

研究起止时间：2004.01~2005.12

研究内容及主要技术指标：

本项目是黑龙江省自然科学基金资助项目，属采油工程领域，应用基础类研究。

研究内容：

由套管细长的结构特点，确定以波动理论为基础建立套管的力学模型，并根据冲击载荷的作用效果确定冲击产生的波形，根据确定的波形及边界条件推导冲击应力波在套管中传播的波动方程，计算套管中任一时刻任一位置处的应力状态；以井中液体一套管一地层为系统，根据能量的传递过程及边界条件，推导应力波传播时的重要参数—衰减系数；以脆性材料的马扎斯模型为基础，以油井水泥的实验测试为基础，建立水泥环体和第一胶结面的损伤数学模型，计算水泥环体及第一胶结面上的应力分布；建立水泥环及第一胶结面损伤判据，计算水泥环及第一胶结面的损伤长度；与变密度声波测井资料进行对比，验证套管力学模型及

水泥环损伤数学模型的正确性,对冲击整形的施工工艺进行综合评价。

技术指标:

- 1、提交套损井冲击整形中水泥与套管胶结面损伤长度的计算方法,能够根据具体套损井的井况及施工参数,可计算出水泥环体及第一胶结面的损伤长度。
- 2、计算两口井实例,水泥环与第一胶结面损伤长度与变密度声波测试长度对比,计算损伤长度与测试相符,误差10%。
- 3、根据冲击整形的施工工艺与水泥环损伤长度的关系,提出冲击整形施工工艺的优化方案。
- 4、提交详实准确的套损井冲击整形中水泥与套管胶结面损伤机理研究报告。

创新点:

- 1、利用波动理论研究冲击整形机械系统中冲击载荷的作用过程及应力波的分布状态,推导应力波在井筒系统中传播的衰减系数。
- 2、根据水泥材料的力学性能,从损伤力学原理出发,用损伤因子描述水泥环内的损伤发展过程。
- 3、以水泥环损伤最小为目标,优化修井工艺,并用实测数据进行验证。

推广应用情况、前景及效益:

此课题将力学理论与采油工程专业知识有机的结合起来,将损伤力学理论应用于水泥环损坏状态的研究,从理论上定量的计算出水泥环的损伤程度,替代了采用测井方法获得水泥环的破坏状况,节约了测试成本。并且根据实际油井参数优化施工工艺,在达到整形目的的前提下最大程度的保护水泥环,防止油井的再次损坏,降低了再次损坏率,节约再次修井成本,延长了油井的生产时效,与此同时增加了原油产量。此研究成果自2005年初在大庆有限责任公司采油工程研究院和大庆有限责任公司第四采油场进行应用推广,总计应用218口井,应用状况良好,采用优化后的修井方法,油井的再次损坏率为10%,比原来相比降低50%,节约修井费用3815万元,增油效益7194万元,到目前为止,年经济效益上千万元以上。因此该优化方法具有良好的应用前景。

技术水平:

国内外科技工作者在这方面作了大量的研究工作,主要集中在套损的机理、套损的检测技术、修复工艺及防护措施等方面,已形成了较为系统的理论。然而有关套损井修复过程中修井工具对水泥环损伤方面的研究较少,仍处于探索阶段,缺乏对水泥环损伤程度的理论研究,通过此课题的研究可弥补套损修复过程中的不足,研究处于国内先进水平。

应用领域:

本成果可用于油田套管损坏井修复过程中修复手段引起水泥环的损伤,也可对混凝土材料的损伤起到借鉴作用。

Y/Δ可控硅调压组合式抽油机节能控制器的研制

主要研究人员:杜永军 赵启成 陈丽 王春华

王金东 李敏

研究起止时间: 2006.01~2008.11

研究内容及主要技术指标:

本项目是黑龙江省教育厅科学技术研究项目,属石油天然气应用研究。

研究内容:

油田抽油机上配套的电机大多处于轻载运行状态,使电机的功率利用率变低,对提高抽油机系统效率也极为不利。造成这种现象主要有两个原因:一是设计时抽油机(抽油机实耗功率一般小于装机功率1/3)和电机选型过大,使抽油机处于轻载运行;二是抽油机负载特性造成的。抽油机的载荷是交变的载荷,这就使抽油机在一个冲程里有相当一部分时间处于轻载运行。轻载运行使得电机功率利用率变低,造成电机无谓损耗电能。

从异步电机特征曲线可以看出,异步电机在额定负载下将达到最佳功率因数和效率,负载率越低,功率因数和效率越低。如能对电机进行有效的补偿控制和负载率调整,提高电机利用率和减少网电流,提高电网输电能力,可以达到节电增效的目的。

实验表明Y/Δ转换控制器，对于负载率在30%以下的油井节能效果明显，且控制简单，投资省；对于负载率在30%以上的油井，采用调压式抽油机节能控制器节能效果较好。如果将二者有机结合起来，即Y/Δ可控硅调压组合式抽油机节能控制器，可以用于现场绝大部分抽油机的电机节能，而且节能效果良好。

可控硅调压式抽油机节能控制器采用双向反并联可控硅进行控制的三相交流调压技术，随着抽油机的交变载荷变化而跟踪调压。

$$Q=UI\sin\varphi \quad (1)$$

式中：Q为无功功率；

U为电机端电压平均值；

I为电机电流平均值；

φ为电压、电流波形间的相位角，即功率因数角。

如果使电机电流相位前移，使之与电压同步就可以减少无功功率，提高功率因数。油田抽油机电机上采用的无功补偿器就是利用这个原理减少无功功率提高功率因数的，但这种补偿装置对电机的有功毫不节省。如果改变电机运行电压，不仅能减少电机的无功功率，提高功率因数，还能降低电机消耗的有功功率。因为电机在轻载运行时，降低电机端电压，可以减少电机的损耗，异步电机的损耗ΔP为

$$\Delta P=P_{Cu1}+P_{Cu2}+P_{Fe}+P_s+P_m \quad (2)$$

式中：P_{Cu1}、P_{Cu2}为电机定子和转子铜耗；

P_{Fe}为电机铁耗；

P_s为电机机械损耗；

P_m为电机杂散损耗。

在电机轻载运行时，采用调压技术，适当降低电机输入电压，则此时电机的铁耗降低很大，P_{Fe}随电压平方而减少，励磁电流也因磁通的减少而下降，此时P_{Cu1}降低，从而降低了总损耗ΔP。但电压的降低不能过多，因为为了产生同样的轻载转矩，当电压和磁通过分降低后，转子电流回升，减少了P_{Cu1}、P_{Cu2}的降低程度，甚至使它们反而增大，此外过分降低电压会使电机不能运转而堵转。可控硅调压式抽油机节能控制器就是利用轻载降压节能的原理研制的，是随抽油机载荷的变化而连续跟踪调压，节能过程贯穿于抽油机工作时的整个冲程。

油田应用的Y-Δ转换节电装置，其电机输入电压只在Y和Δ(即380V和220V电压)两种模式下运行，相当于有级调压，当抽油机负荷变化很大时，节能过程不能贯穿抽油机整个工作冲程。

Y/Δ可控硅调压组合式抽油机节能控制器，可在负载率低于30%的情况下使控制器在Y/Δ模式下工作，在负载率大于30%的情况下使控制器在可控硅调压的模式下工作，以达到抽油机在最佳的节电模式下工作。

技术指标：

- 1、Y/Δ可控硅调压组合式抽油机节能控制器，在抽油机启动时，控制电路首先检测抽油机的负载率，以决定Y/Δ可控硅调压组合式抽油机节能控制器在Y/Δ模式下运行还是在可控硅调压模式下运行，以决定最佳的节电模式工作。通常情况下，控制器的综合节电率在10%-20%之间，功率因数由0.3提高到0.9左右。
- 2、在负载率低于30%的情况下使控制器在Y/Δ模式下工作。
- 3、在负载率大于30%的情况下使控制器在可控硅调压的模式下工作。
- 4、要保证控制器在节电模式下，由于电压、电流的波形的非正弦而产生的谐波满足于国家标准的限制，不至于对电网造成污染。

创新点：

- 1、Y/Δ可控硅调压组合式抽油机节能控制器，适用于各种载荷抽油机的异步电机的节能，节能效果好。
- 2、Y/Δ可控硅调压组合式抽油机节能控制器对电机的保护功能齐全。
- 3、Y/Δ可控硅调压组合式抽油机节能控制器产生的谐波对电网污染小。

推广应用情况、前景及效益：

该种节能控制器2006年在大庆采油十厂安装了2台，与抽油机所匹配的电机额定功率分别为30KW和45KW，安装节能控制器后，电动机平均有功节电率为17.25%，平均无功节电率为26.22%，平均电流下降了9.36%，平均电压下降了11.19%，谐波电压的总畸变率和各次谐波电流的有效值测试结果都较小，大大低于国标的限值。

Y/Δ可控硅调压组合式抽油机节能控制器节能效果明显，如果每口井按平均有功节电率为17.25%计算，每口井原实耗功率10kW计，一年按360天计，单井年节电14904kW·h，经济效益明显，且谐波值低于国标限值，无污染，因此，Y/Δ可控硅调压组合式抽油机节能控制器是现场比较理想的电机节能装置，具有广阔的应用前景。

技术水平：

本项目在油田抽油机电机节能方面的研究处于国内先进水平。

应用领域：

本成果应用于油田抽油机电机的节能。

换热器管板与换热管胀接机理与制造工艺技术研究

主要研究人员：刘巨保 梁启国 罗敏 王凤君 陈冬芳

张勇 李治淼 张智 彭惠芬 张强

于海 吴玲 刘斌

研究起止时间：2006.01~2008.12

研究内容及主要技术指标：

本项目是黑龙江省教育厅振兴老工业基地重大科技项目，属石油石化装备专业，应用基础类研究。

研究内容：

本项目通过理论分析与实验相结合的方法进行研究。在理论分析中，利用力学分析软件ANSYS，建立了与胀接实际结构更为接近的三维模型，模型中考虑了材料的应变硬化性能和换热管与管板的接触边界，重点分析了换热管—管板间接触压力 P_c 与残余接触压力 P_r 的分布特点以及它们随胀管压力 P_{exp} 的变化规律；开槽宽度、开槽深度、开槽位置和开槽数量对胀接接头密封环带上最小残余接触压力 P_{rmin} 的影响，并对管板孔开一道槽、开两道槽及光孔胀接时接头处残余接触压力的分布进行了比较。在实验研究中，采用电子万能实验机和加热炉，测试管板和换热管材料的高温机械性能，测试管板与换热管试件的拉脱力实验，并对实验模型进行了数值模拟，实验测试结果与数值模拟结果相吻合。根据管板—换热管接头的胀接过程编写了机械滚胀技术和液压胀接技术的工艺过程，并制定了在不同设计压差和各种工作温度配合下的胀接技术规范。

技术指标：

- 1、完成换热器管板与换热管胀接机理研究，提出一种与实际结构更为接近的有限元计算模型，在该模型中考虑材料非线性、几何非线性和换热管与管板的接触边界。
- 2、完成现有管板与换热管胀接工艺评价方法研究，形成机械胀接工艺和液压胀接工艺。
- 3、编制管板与换热管胀接设计、制造和维修的技术规范，填补根据不同设计压力和不同工作温度确定胀接所需胀管压力的技术空白。
- 4、该项目的研究和完成，能够提升我省机械制造厂关于换热器的设计、制造和维修水平，使换热器管板与换热管连接失效得到有效控制，为企业的安全生产、增加效益提供技术保障。

创新点：

- 1、本次对胀接接头的试验研究方法与以往不同，采用高温拉脱试验分析出胀接接头在不同工作温度下的拉脱力随温度增大而增大，其中从20℃到100℃时，拉脱力增大最快；从100℃到300℃时，拉脱力变化不明显，基本稳定；到500℃时，换热管未达拉脱状态就已经发生断裂，这与在高温条件下换热管材料性能变化有关。
- 2、考虑实际工作环境中管程与壳程温差、压差的影响，对液压胀接接头进行热-结构耦合分析，得到了接头工作状态下的残余接触压力、拉脱力变化规律，为换热器管板与换热管液压胀接设计和施工提供理论参考依据。

推广应用情况、前景及效益：

研究成果已为企业换热管与管板的胀接加工工艺参数选择提供了理论依据，经进一步的完善和实验，能够提升我省换热器的设计、制造和维修水平，使换热器管板与换热管连接失效得到有效控制，为石油石化企业安全生产、增加效益提供技术保障。应用该项目的研究成果，对大庆石油化工机械厂300台换热器进行试验，试验结果表明，使换热器管板与换热管连接失效得到了有效控制，明显降低了由于管板连接失效所带来的经济损失。

技术水平：

本项目建立的计算模型和理论方法，完成的换热器管板与换热管胀接机理研究处于国内先进水平。

应用领域：

本成果不仅可以用于石油石化企业，还可以用于过程、运输等其它工业。

潜油电泵机组水平井工艺技术研究

主要研究人员：刘扬 赵国 邵永实 刘巨保 董振刚
罗敏 唐凤锐 李治森 邓辉 丁宇奇
丁学光 杜萌 刘成 邹明华 陈欣玮

研究起止时间：2006.01~2008.10

研究内容及主要技术指标：

本项目是企业计划项目，属石油、天然气科学技术专业，应用技术类研究。

研究内容：

本项目采用理论分析方法，研究机组曲率段通过能力分析与评价方法、机组在大井斜生产段力学分析及扶正器安放位置设计方法。采用实验方法，研究机组弯曲等效刚度。结合水平井采油工艺和分析评价结果，对机组部件进行结构和材料改进设计。基于理论方法和实验结果，开发了机组在水平井曲率段通过能力分析与大斜度工作段扶正器安放位置设计软件，并在国内外油田得到应用和验证。具体研究内容分别为：

- 1、潜油电泵机组水平井曲率段通过能力分析与评价。
- 2、潜油电泵机组生产段扶正器安放位置设计。
- 3、潜油电泵机组四大部件弯曲刚度测试方案和配套工装设计、实验及数据处理。
- 4、潜油电泵机组通过能力评价与扶正器安放位置设计软件开发。
- 5、计算分析后的潜油电泵机组部件、配件及配套装置的设计。

技术指标：

- 1、建立了潜油电泵机组水平井应用的理论分析模型和计算方法，形成了潜油电泵机组通过能力评价与扶正器安放位置设计软件，达到工程应用水平。
- 2、建立了潜油电泵机组部件弯曲刚度测试的实验方法和装置，得到了4个机组系列12个部件的等效内径。
- 3、分析和评价了86/95系列、101/114系列、130/143系列、172/188系列潜油电泵机组，满足工程应用要求。
- 4、设计验证五口井，并对多套机组进行了水平井通过能力设计，得到实际验证。

创新点：

- 1、建立了机组在水平井曲率段下入过程及生产段运转状态的受力分析模型和计算方法。
- 2、开发了潜油电泵机组通过能力评价与扶正器安放位置设计软件，并进行了验证和应用。
- 3、通过分析及合理的改进使机组在水平井中运转可靠性提高。

推广应用情况、前景及效益：

从开展该项目以来，通过大庆油田力神泵业公司在印尼、渤海、冀东等油田的水平井中进行了推广应用，取得的间接经济效益如下：

在印尼中海油油田的水平井应用中，以机组租赁的形式取得了总金额为7560万美元的合同，目前为止已有199口井299套机组在印尼海上油田批量下井运行，到目前为止共累计创收入人民币12760万元，而且依据合同将有更多新井陆续投产，随着机组的运行时间延长和投产井数的增加，后续产生的经济效益将更加可观。

在渤海油田的水平井应用中，从2006年至今投入使用的机组达390套，在冀东油田的水平井应用中，从2006年至今投入使用的机组有85套。项目的总投入为130万元，创造的经济效益为16863万元。

随着该项技术的不断完善和推广，可以批量应用到其它国内外各大油田的水平井中，必将取得巨大的经济效益，成为水平井最佳的和首选的人工举升方法，将极大地促进水平井开采技术的发展。

技术水平：

该技术使潜油电泵机组在水平井应用可靠性提高80%，下井过程中损坏程度降低95%，机组在生产段运转稳定性提高1倍以上，在潜油电泵机组水平井工艺技术方面达到了国内领先水平。

应用领域：

通过对该技术的使用，能够为潜油电泵机组在水平井中的科学应用提供设计依据和技术手段，确保潜油电泵机组水平井曲率段通过时不发生硬性弯曲和电缆刮伤、大井斜段工作时具有稳定的工作性能和更长的使用寿命，根据分析结果合理改进机组的配置，可以扩大机组在水平井中的应用范围。该技术可广泛应用于油田采油井。

基于节能理论的机采设备降耗研究及对策

主要研究人员： 栾庆德 崔旭明 闵志斌 赵继锋 刘颖

研究起止时间： 2006.1~2008.12

研究主要内容及技术指标：

本课题是黑龙江省教育厅科学研究（指导）项目，所属机械工程专业，基础理论类研究。

目前，在油田生产中采用大量的机采设备，有杆泵及无杆泵抽油大都采用利用电能变换成机械能来完成地下含油液体的提取工作。因此，耗电量巨大，在省内属用电最大的用户，节能降耗已成为油田节约成本，提高产量的重要课题。

针对油田生产实际，本项目研究的主要内容有：

- 1、分析在役抽油机能耗损失的原因。
- 2、根据油井产量，针对不同情况提出新的抽油机节能方案及措施。
- 3、研究在用老式抽油机的节能改造机理。
- 4、研究新型节能抽油机的设计方案及节能分析。
- 5、研究低产量井采用轻便小型抽油机的设计方案及性能分析。
- 6、研究针对抽油机上、下冲程，载荷变化大，如何改变异步电机的工况，从而实现节能的调节器方案。

技术指标：

- 1、完成机械采油节能降耗的研究报告。
- 2、完成针对油田生产实际，提出的四种节能改造方案及对策。
- 3、完成常规游梁抽油机节能改造的设计施工图纸。
- 4、根据现场采集的数据进行计算机模拟分析。

创新点：

- 1、针对生产区块产油量不同，及分析了采油设备能耗原因，提出相应的对策，在油田生产科学化、有序化上更上一层楼。
- 2、对常规游梁机的节能改造方案，对新型节能机—双天轮抽油机的设计方案及机理分析，对低产量油井采用新型单曲柄倍程式抽油机的方案及分析，在异步电机上加装调节器的设计方案均具有创新性和实用性。

推广应用情况、前景及效益：

本课题是根据节能理论，结合现场实际而开展的基础理论研究。并且常规游梁式抽油机中的10型机已做了部分现场试验，从试验的结果来看，平均节电率在8%以上，节能效果较为明显。若能进一步推广，将有较大的经济效益和社会效益。

目前，单台抽油机改造的费用一般不超过0.45万元。现以改造后的CYJ10-3-53HB型抽油机为例，装机功率为45KW，若负载率为0.5，节电率为8%，电费为0.5元/度，按每年工作300天计，则每台抽油机每年节约电费为 $45 \times 0.5 \times 24 \times 300 \times 0.08 \times 0.5 = 6480$ （元）。运行10个月即可收回投入成本。如此，若推广几百台，每年的节点费用将是十分可观的，必将产生较大的经济效益。

由于改造费用低，节点效果明显，为进一步推广奠定了基础。

技术水平：

本成果紧密结合油田生产实际，基于节能理论，有针对性地开展了相应研究，并提出了具体的对策，其技术属于国内领先水平。

应用领域：

本成果可以用于对在役游梁式抽油机进行节能改造，也可以用于对新型节能抽油机的设计、开发。

任意三角形凸起地形与其附近圆形孔洞对SH波散射

主要研究人员： 李敏 刘殿魁 邱发强 彭汉书 杜永军 杨在林

研究起止时间： 2006.01~2008.12

研究内容及主要技术指标：

本项目是黑龙江省教育厅资助的科学技术研究项目，属固体力学专业，应用基础类研究。

研究内容：

本项目是对任意三角形凸起地形及附近的圆形孔洞SH波散射课题的研究，研究对象边界复杂，构成一个混合边界问题，故在其水平面、凸起表面和圆形孔洞上给出不同类型应力自由的边界条件，采用复变函数与“契合”方法进行研究。在此方法中采用“分区”和“契合”的研究思路：先将求解区域分为两部分，上部分为凸起地形与半空间中的一个圆形部分构成的区域1，下部分为由一个带有半圆凹陷和一个圆形孔洞弹性半空间构成的区域2；再分别在区域1、区域2中构造解答；最后在其“公共边界”上实施“契合”，装配起来。

技术指标：

- 1、要分别在区域1和区域2构造两组位移解，使他们预先满足一定的边界条件，即为装配区域1、区域2创造条件。
- 2、区域1中的位移解，表示为一个驻波，应被设计成能预先满足在三角形凸起的边界面上满足应力自由的驻波位移函数。
- 3、区域2中的位移解，表示为一个外行散射波，要求它能满足弹性半空间水平面应力自由的条件。

创新点:

- 1、建立在任意一个三角形凸起地形及其附近圆形孔洞对平面SH波的散射求解方法。
- 2、任意三角形凸起地形及其附近的圆形孔洞对地震动影响。
- 3、地下圆形孔洞与任意三角形凸起地形的相互作用。
- 4、圆形孔洞与任意三角形凸起地形上的动应力分布与动位移变化。

推广应用情况、前景及效益:

本课题的研究成果可应用于抗爆工程,提供凸起地形与孔洞上的动应力与位移分布,为抗爆工程设计服务。还可推广至对多个三角形凸起地形的抗爆、抗震问题的求解和孔洞问题的研究。

技术水平:

本研究项目是当当地震工程与抗爆工程领域的前沿课题之一,此研究成果在本领域内居国内领先水平。

应用领域:

地震工程和抗爆工程。

石油套管内自主行走机器人技术研究

主要研究人员:许冯平 孟庆武 何富君

研究起止时间:2006.01~2008.12

研究内容及主要技术指标:

本项目是黑龙江省教育厅的指导项目,属于机械工程专业,应用基础类研究。

研究内容:

基于全主动驱动技术,为提高机器人的拖动能力,结合套管内的具体工况,应用流体动力学、摩擦学和多体动力学等理论,建立机器人行走最佳驱动力模型。

根据井眼轨迹确定的最大最小曲率半径、可能的套损工况,提出机器人弯道通过性的数学模型,由此确定机器人设计准则,包括机器人行走技术和越障技术。

根据提出的模型和套管内工况建立机器人的虚拟样机和虚拟实验环境,完成机器人的虚拟实验,并对理论模型进行完善和修正。

对相关配套技术进行研究,如套管内机器人与地面上的通讯技术、同步收放线控制装置、计程技术和能源系统等。

技术指标:

- 1、通过研究套管内机器人的驱动技术、行走技术、越障能力以及相关配套技术,建立套管内机器人基本的设计理论。
- 2、通过套管内机器人虚拟样机和虚拟实验环境技术的研究,建立套管内机器人仿真系统。
- 3、适用套管直径124mm以上,弯管处弧长300m,最大曲率0.8度/米。
- 4、该新型送进技术的拖动力达到2Kn以上。
- 5、送进速度达到400m/h。

创新点:

1、研究内容结合国际油井作业工艺技术的发展趋势,将管道机器人技术与油井作业工艺技术结合,其研究成果—石油套管内自主行走机器人在技术上具有创新性。

2、项目研究内容涉及的井下恶劣环境下机器人全主动驱动技术、行走越障和弯道通过能力、高温高压下机器人的密封和耐腐蚀性以及相关配套技术,都是管道机器人技术在油井作业工艺技术中的全新应用。其理论研究内容将丰富和发展管道机器人技术和油井作业工艺技术,也将有力地推动井下机器人机构学、通讯技术、控制技术等多学科间应用技术的交叉与融合。具有重要的学术和应用价值。

3、研究成果具有自主知识产权。

推广应用情况、前景及效益:

目前,特殊工艺井测井仪器采用的送进技术主要分为钻杆送进法、泵送刚性挺杆技术和挠性管传送法3种,或一些改进方法,如泵冲出套法、Simpbor法、Tool-Pusher法等。当测井仪器接近油井端点时,利用钢缆与杆柱将测井仪器拉回,而完成测井

过程。这些测井方法特点是耗时费功，测井不能够连续进行，测井效率低，10~20个小时测一口井，检测效果并不理想。而进口一台特殊工艺井测井送进设备要上百万元，且使用效果也未尽人意。而油田生产的水平井数量正逐年增多，对水平井测井的要求也越来越迫切，因此迫切需要一种套管内行走的机器人，利用该机器人将测井仪器送至水平井段，从而高效、便捷地完成水平井的测井任务。

技术水平：

本项目在驱动力、行走机构构型和弯道通过技术等研究中处于国内先进水平。

应用领域：

本成果不仅可以用于特殊工艺井测井仪器的送进，还可以应用于井下打捞、检测和射孔作业技术中。

油井复杂工况下杆管磨蚀机理的研究

主要研究人员：孟庆武 李淑华 王宪明 王春华 赵晓京

研究起止时间：2006.01~2008.12

研究内容及主要技术指标：

本项目是黑龙江省教育厅资助的科学技术面上项目（项目编号：11511019），属金属材料专业，应用基础类研究。

研究内容：

本项目通过现场调研和力学分析，研究了杆管偏磨部位的力学状态；对油田井下油水介质进行了分析，研究了材质腐蚀因素；对磨损失效试样进行电镜和能谱分析，研究磨蚀机制；模拟油田井下工况进行了摩擦磨损实验，研究磨蚀性能。研究表明：抽油机井的管杆偏磨普遍存在于斜井和定向井中，在直井中也普遍存在，以出砂、高含水油井管杆偏磨较为突出。直井杆管偏磨的深度主要发生在杆柱底部至泵上300m的范围内，斜井偏磨井段一般在造斜点上下100m的范围内。抽油杆偏磨的主要部位是接箍，油管表现为公扣磨穿、内壁磨出一条长条裂缝。抽油机下行程时的抽油杆柱螺旋弯曲变形造成抽油杆柱与油管柱每隔一定距离就相互接触而偏磨。抽油机下行程的局部阻力主要来源于抽油杆柱下行时的液击力，说明低沉没度是高含水井偏磨的主要原因之一。油井产出液中富含Cl⁻、CO₂、H₂S等腐蚀性介质，对抽油杆和油管材料产生腐蚀作用。模拟冲刷磨损试验证实，砂油水液下的试样受磨损和腐蚀双重作用，其失重量明显高于砂清水液，说明油井产出液中的腐蚀性介质加剧了材料的磨损。设计开发出一套专门的沙液介质磨损试验装置，以模拟油田沙液条件下的材料磨损情况。模拟试验结果表明，在沙液条件下的材料磨损量远远高于水液下的材料磨损量，沙粒对材料的犁削作用是磨损量大的主要原因。对比了清水和油田污水条件下的材料磨损情况，结果表明油田污水中的腐蚀性介质对材料的腐蚀作用加剧了材料的磨损进程，形成了磨损+腐蚀双作用下的磨蚀。利用高速氧乙炔喷涂装置，在抽油杆材料20CrMo钢表面上制备出良好质量的耐磨涂层。涂层的摩擦系数降低为20CrMo母材的1/2，涂层的磨损失重量远远小于20CrMo母材的磨损失重量，说明涂层具有很高的耐磨性。

技术指标：

- 1、通过力学分析，揭示出下行程的杆柱螺旋弯曲变形造成杆柱与油管柱接触而偏磨，偏磨深度主要发生在杆柱底部至泵上300m的范围内。
- 2、通过试验研究，揭示出油井里的油水介质对杆管的磨损起到促进作用，形成磨损+腐蚀的磨蚀机制。
- 3、通过试验研究，揭示出油井里的泥沙颗粒会加剧杆管的磨损进程，使得磨损速率增大为无泥沙情况下的3~5倍。
- 4、通过热喷涂工艺探索，制备出的抽油杆涂层的摩擦系数降低为母材的二分之一，磨损失重量降低为母材的五分之一，具有很高的耐磨性能。

创新点：

- 1、分析了油水介质条件、载荷状态和材质因素对杆管材料磨损性能的影响，为油田调整油井工况预防偏磨提供了技术参

考。
2、探索出的耐磨涂层为油田解决杆管磨蚀问题提供了有效的技术途径。

推广应用情况、前景及效益：

根据本课题的研究成果，可以指导大庆油田调整油井工况，采取减磨措施，预计可以减少杆管磨蚀失效事故达到60%以上，每年避免2000多口油井的杆管磨蚀失效发生，加上停产损失和修井作业等费用，每年可以避免经济损失近亿元，为油田创造巨大的经济效益。

技术水平：

本项目在油田油水介质条件下的杆管磨蚀方面的研究处于国内先进水平。

应用领域：

本成果主要应用于油田采油机械领域，为油田现场解决杆管磨蚀问题提供技术支持，减少杆管磨蚀失效事故的发生。

多个自由飞行空间焊接机器人动力学干扰特征优化模型与协调路径规划研究

主要研究人员：高胜 常玉连 张瑞杰 任永良 任福深

王妍 李艳秋

研究起止时间：2006.01~2008.12

研究内容及主要技术指标：

研究内容：

本项目主要研究内容集中在以下两个方面：

1、研究可靠和通用的方法处理众多的运动学、动力学和焊接控制约束。分析多FFSWR的运动学、动力学、焊接控制与运动规划的关系，将多FFSWR捕捉空间构件、飞行载体姿态控制、避免碰撞和多FFSWR协调等统一转化为在运动规划层次上处理的问题，从而对运动规划的概念赋予更广泛的内涵。研究的重点是机械臂运动对飞行载体姿态的动力学干扰，它包含两个子问题：FFSWR动力学建模和FFSWR动力学干扰特征优化模型。

2、研究一般化和高效的算法在巨大路径空间构造或搜索出一组最优或较优的协调焊接路径。非经典数学方法之遗传算法GA (Genetic Algorithm) 是一种借鉴生物界自然选择和自然遗传机制的随机化搜索算法，近年来许多学者将其应用于处理传统搜索算法难以解决的复杂非线性问题，GA属于一种产生一检测的迭代方法，它的交叉和变异两个算子不仅为个体提供进化的机会，同时也会导致一定程度的退化。在某些情况下，这种退化现象是十分明显的。另一方面，对于给定的问题，它包含有许多基本和明显的特征和知识，而GA中的交叉和变异算子却不具备利用这些信息的能力，从而在进化过程中经常表现得比较迟顿，这恰是由

GA所具有的通用性而忽视具体问题的特殊性所导致的实际结果。多FFSWR协调路径规划问题包含众多复杂的约束，一些典型的焊接控制约束以及多机械臂的空间分布等特征都可作为特征信息引入到GA中，这样将为构造一般化和高效的针对多FFSWR协调路径规划的遗传算法创造有利的条件。

技术指标：

- 1、建立了多个FFSWR协调运动的运动学、动力学和焊接控制约束模型，提出了合理的方法处理多FFSWR系统众多的运动学、动力学和焊接控制约束。
- 2、提出了空间构件的捕捉方法、多FFSWR姿态控制与避碰策略、多FFSWR协调焊接的空间构形，实现了多FFSWR飞行载体的运动规划与多机械臂运动规划统一描述，建立了多FFSWR协调路径规划的目标函数及其约束条件。
- 3、基于遗传算法的表达空间描述了多FFSWR协调运动规划问题，提取出典型焊接任务的特征信息，构造出包含特征信息反馈机制的改进的遗传算法。

创新点：

- 1、所研究的FFSWR兼具关节式焊接机器人和移动机器人特征，即携带关节式机械臂和焊接装置在空间飞行或浮游。
- 2、由于FFSWR工作在微重力环境下，没有固定的基座，机械臂的运动会对飞行载体产生反作用力和力矩，从而改变飞行载体的位置和姿态。多FFSWR协调焊接运动控制不可能简单参照地面环境下焊接机器人协调运动的控制方法来实现，本项研究成果从整体上综合研究和建立了多FFSWR协调焊接的运动学、动力学、焊接控制约束之间的关系及其数学模型。
- 3、围绕多FFSWR协调运动规划与控制，基于智能计算方法探索出合理有效的解决途径，这对空间机器人学及其控制理论的发展具有重要的学术价值。

推广应用情况、前景及效益：

在航天领域，空间飞行器和空间构件的大型化将是一个主要趋势，而空间飞行器和空间构件在空间运行中受温度疲劳、离子辐射、空间粒子或空间碎片撞击、对接的冲击等影响也是不可避免的，空间焊接在空间构件连接和空间飞行器维护方面的优势会愈来愈大，本项目的研究成果可以为建立具有柔性的空间焊接工作站提供自动规划方面的技术支持。在地面环境下的焊接机械自动化领域，焊接机器人工作站的柔性化、智能化和集群化将是一个主要的发展趋势，通过对多FFSWR协调焊接模型及规划方法的特殊处理，可以将其研究成果应用于多机器人焊接工作站的自动规划系统。

技术水平：

本项目在空间焊接机器人系统协调运动规划方面的研究处于国内先进水平。

应用领域：

本项目可为航天和焊接机械自动化领域提供有价值的理论成果。

可控柔性密封机理与应用技术研究

主要研究人员：贾光政 付海龙 任永良 方华

王常斌 宋玉杰

研究起止时间：2005.01~2008.12

研究内容及主要技术指标：

本项目是黑龙江省教育厅科技计划项目，属于机械电子工程专业，应用技术类研究。

研究内容：

1、提出了可控柔性密封概念和定义

可控柔性密封的基本结构、工作原理、适用场合都完全不同于常规密封；密封副中的密封件和被密封件之间没有固定的装配关系；密封副的核心密封部件是具有高弹性、大变形性能的柔性材料；密封副存在两种正常的工作状态：密封（密封关闭）状态与非密封（密封打开）状态，其工作状态由施加的外部控制来决定；密封副打开时，通过密封副的主要是使刚性物体，而不是流体介质；可分为开关控制型柔性密封和伺服控制型柔性密封两大类。

2、研究了带压作业闸板防喷器可控柔性密封工作机理

带压作业闸板防喷器可控柔性密封装置必须成对使用，安装在闸板防喷器中。带压作业闸板防喷器可控柔性密封胶芯的密封面分为圆弧面和平面两部分。胶芯弧面用来密封管柱的表面，胶芯平面则用来密封两个半环密封的分界平面。

3、研究了带压作业闸板防喷装置

闸板防喷器是带压作业井口防喷系统的核心装置，通过防喷器胶芯的开启和关闭来控制井口密封，从而完成带压作业过程。闸板防喷器主要结构包括壳体、驱动油缸（含防喷器侧门）、闸板可控柔性密封总成以及铰链总成等。闸板防喷器工作时，液压系统推动活塞杆运动，从而带动闸板密封胶芯靠向被密封管柱，当胶芯与管柱接触时，胶芯被推挤产生轻微的弹性变形，紧密地挤压在被密封的管柱上，产生密封接触压力，实现密封。

4、研究了可控柔性密封系统仿真技术

可控柔性密封仿真系统是基于Vb、SolidWorks及Flash软件环境的一套软件。软件具有功能：①通过引入flash动画来形象演示闸板防喷器可控柔性密封系统各部分的功能和动作；②闸板防喷器可控柔性密封系统各部分元件的有限元实体建模、网格划分、边界条件设定、应力应变分析；③展示闸板防喷器可控柔性密封系统主要部件的图片和相应的文字说明；④通过对闸板防喷器可控柔性密封系统各部件主要尺寸的参数化输入来生成在SolidWorks环境中的三维实体模型，利用SolidWorks2007开发环境提供的COSMOSXpress工具来进行受力分析，并生成应力、应变等分析结果供设计人员参考。

5、研究了可控柔性密封模拟试验系统

带压作业可控柔性密封模拟试验装置主要由井口防喷密封装置，管柱接箍探测装置，压力平衡装置，起升装置，底座基础装置，高压流体循环系统，液压动力系统，液压控制阀组，数据采集与控制系统等组成。室内模拟试验系统将可以按照带压作业现场的实际工况进行完整的作业流程的试验。

6、进行了可控柔性密封试验研究

室内试验和现场试验证明：新研制闸板防喷器可控柔性密封副在水润滑状态下，能够很好的实现20MPa工作介质的滑动密封；在液控压力 $p = 10\text{MPa}$ 条件下，完成密封副滑动距离 $L=2100\text{m}$ ，可靠性、耐磨性和使用寿命达到设计要求。

主要技术指标：

- 1、研制出了工作压力为20MPa的带压作业防喷器可控柔性密封装置。
- 2、开发了基于Vb、SolidWorks及Flash软件环境的带压作业可控柔性密封系统仿真软件。
- 3、建成了工作压力为20MPa的带压作业可控柔性密封模拟试验装置。

创新点：

- 1、提出可控柔性密封概念，给出可控柔性密封定义。
- 2、研究了带压作业可控柔性密封作用机理和控制方法。
- 3、研制了工作压力为20MPa的带压作业可控柔性密封模拟试验装置。

推广应用情况、前景及效益：

本项目的研究成果目前正在辽河石油勘探局兴隆台工程技术处大庆项目组带压作业1队的带压作业现场试验，已经完成压力在10MPa以上的3口注水井的带压作业试验。

带压作业可控柔性密封技术可以免去常规作业所需的压井液及其地面设备的投入，省去了排压井液的费用，无污染，保护了环境；可以保护和维持地层的原始产能，减少酸化，压裂等增产措施的次数，为油气田的长期开发和稳定生产提供良好的基础，从而可以最大限度的利用地下的油气资源。保守估计，每口作业井可节省费用或创效益4.0~6.0万元。因此，本项目有广阔的推广应用前景，研究成果计划在大庆油田、辽河油田、吉林油田推广应用。

技术水平：

本项目在带压作业可控柔性密封领域的研究成果处于国内领先水平。

应用领域：

本项目研究成果不仅可以用于油田带压作业可控柔性密封技术领域，还可以用于油套管压力检测试验系统的可控柔性密封技术领域。

车载旋挖钻机及其施工方法的研究

主要研究人员：赵伟民 刘巨保 杨松山 徐秀芬 祖海英
王 玥 孙欣欣

研究起止时间：2006.1~2008.12

研究内容及主要技术指标：

本项目是黑龙江省教育厅科学技术研究项目，属应用机械、土建专业，应用基础类研究。

研究内容：

设计开发各种形式钻具要求的蛙式支腿载重汽车底盘，并进行整机作业稳定性的理论与实验研究；设计研制回转斗钻具、短螺旋钻具，包括回转斗、动力头、加压机构、遥控斗门开启机构；并进行回转切削理论研究；设计研制扩底斗钻具、自动调解式刮土器；钻机监控系统的应用开发。可实时监控钻机的扭矩、转速钻孔深度、回转定位和调平等，研制或选用相应的可靠的扭矩仪、转速计、深度计、限位装置等；并进行多传感器融合技术的研究。

技术指标：

1、底盘

选用一汽25吨汽车起重机底盘CA5301JQZ。前、后支腿采用蛙式形式，同时起到上车水平调整作用。

2、上车

上车自制，上车上布置发动机总成，主卷扬总成，回转装置，油箱，液压元件，驾驶室，覆盖件等。

主卷扬卷筒：最小绕绳直径450mm，绳径22，容绳量72m；

液压油箱（容积300L）；

柴油箱（容积300L）。

3、变幅机构

变幅机构采用平行四边形结构。

4、桅杆

主要结构件，分吊锚架和桅杆两部分，吊锚架上有主副卷扬滑轮组，桅杆上有导向轮组，桅杆油缸座，加压油缸。桅杆采用箱型截面，提高抗扭抗弯强度。

箱型截面，截面尺寸450×400×6，导轨截面50×50×5下桅杆折叠。

桅杆垂直度根据桅杆油缸、支腿油缸调节。

5、动力头

动力头双马达驱动。

主回转支承：012.40.800-1型，大齿轮参数： $z=70$ ， $m=12$ ， $b=100$ ；小齿轮参数： $z=13$ ， $m=12$ ， $b=110$ ；

主键套采用铸钢件或结构件形式，橡胶减震；

对称单板结构滑架；

轴承：618/500。

6、钻杆

钻杆4×9.6m-364×364，摩阻式方钻杆结构，带随动架。

7、液压系统

主泵排量：2×165L/min；

动力头马达排量2×80ml/r，减速机速比33.1；

主卷扬马达排量80ml/r，减速机速比79.4。

8、电气系统

具有深度检测、垂直度显示、整机监控功能。

创新点：

- 1、国内进行了车载旋挖钻机的动力学和结构有限元分析。
- 2、建立 MLPG法的新型无网格法，并用此理论对岩土掘削进行了分析。
- 3、国内率先进行旋挖钻具输土速度与阻力的实验研究。

推广应用情况、前景及效益：

研究成果可在建筑工程、水利电力工程、港口码头工程、公路交通等全国范围内推广应用。开发车载式旋挖钻机并采用长螺旋、短螺旋、回转斗、深层混合搅拌钻具等，在复杂地基条件下进行灌注桩施工，它以多传感器数据融合技术为基础，通过微机综合处理，实现钻机工作工程的智能实时监控，并可遥控操作，具有实用价值和良好的开发前景。该研究成果投放市场将产生巨大的经济效益和社会效益。成果投放市场后预计年产一百台车载旋挖钻机，每台200-260万元人民币，每台实际效益利润80-120万元人民币，年总利润为8000-12000万元人民币。

技术水平

本课项目是在设计开发新型车载式旋挖钻机的同时对其在复杂条件下施工特性和可行性进行深入的理论分析研究，其研究成果主要技术性能国外同类产品先进水平。

应用领域：

本课题研究成果可应用于水电设施、高速公路和铁路建设以及工业民用建筑等施工中。

新型Cr(III)/PNP体系用于乙烯四聚制1-辛烯

主要研究人员：姜涛 陈洪侠 匡洞庭 宁英男

曲广森 贾辉 黄志军

研究起止时间：2006.01~2008.12

研究内容及主要技术指标：

本项目是黑龙江省教育厅资助的科学研究计划项目，属化学工艺专业，应用基础类研究。

研究内容：

1-辛烯是重要的化工产品和中间体，主要用于聚乙烯的共聚单体、增塑剂用醇、脂肪酸、洗涤剂用醇类和润滑油添加剂的中间体。以1-辛烯为共聚单体制得的聚乙烯的机械性能和光学性能比用1-丁烯和1-己烯为共聚单体的更佳，其抗撕强度和抗冲击强度都是以1-丁烯为共聚单体的2倍，以1-己烯为共聚单体的1.5倍。目前国内外都没有专门生产1-辛烯的生产装置，国外的1-辛烯都是乙烯齐聚或萃取分离工艺的副产品，国内所需的线性 α -烯烃都是从国外进口，严重地影响了我国聚乙烯产品的更新换代以及增塑剂等产品的质量。

1-辛烯作为共聚单体的加入量一般为8%~10%。国外以1-辛烯为共聚单体的聚乙烯树脂已占总产量的30%。目前，我国线性低密度聚乙烯的总生产能力为185.4万吨/年，且有多套聚乙烯装置正在扩建或新建，届时聚乙烯的总生产能力将达400万吨/年。共

聚单体1-辛烯的需求量将会急剧增加。按照现有比例保守估计，每年需1-辛烯约4万吨左右，1-辛烯的市场将会十分巨大。

本项目设计并合成了一类新型的Cr(III)/PNP/MAO催化体系用于乙烯四聚，考察了催化剂配体的结构、助催化剂的加入量、反应温度和反应压力等条件对乙烯四聚催化体系活性和目的产物选择性的影响规律。

技术指标：

- 1、反应温度：60℃；反应压力：5.0MPa；催化剂的活性 $>1.88 \times 10^7$ g/mol cat。
- 2、丁烯-1选择性： $\leq 1\%$ ；辛烯-1选择性： $\geq 72\%$ ；己烯-1选择性：5~20%； C_{10} 及以上烃选择性： $\leq 10\%$ 。
- 3、辛烯-1在 C_8 中含量： $\geq 98\%$ 。

创新点：

- 1、设计并合成了一种新型的PNP型配体，考察了Cr(III)/PNP/MAO催化体系用于乙烯四聚的反应行为。
- 2、在三元催化体系中加入给电子体形成四元催化体系用于乙烯四聚，结果表明给电子体的加入可以明显提高目的产物1-辛烯的选择性。

推广应用情况、前景及效益：

通过本课题的研究，开发了新型的乙烯四聚高选择性制1-辛烯的催化剂体系，确定了乙烯四聚制1-辛烯工艺的基础数据，为该工艺的工业应用提供了条件，可以推广应用到目前化工领域，解决国内1-己烯、1-辛烯等线性 α -烯烃紧缺依赖于进口的局面。因此该复合体系具有良好的应用前景。

技术水平：

本项目在新型催化体系的开发方面处于国际先进水平。

应用领域：

本成果适用于化工企业，特别是聚烯烃企业生产线性 α -烯烃原料及润滑油企业生产高级润滑油。

复合纳米光催化脱硫剂与燃料气深度脱硫技术

主要研究人员：陈颖 王宝辉 李金莲 宋华
刘淑芝 钱慧娟 马金丽 吴红军

研究起止时间：2006.01~2008.12

研究内容及主要技术指标：

本项目是黑龙江省教育厅资助的科学技术研究指导项目，属化学工艺专业，应用基础类研究。

研究内容：

本项目通过对复合纳米改性 TiO_2 作为光催化剂及其对燃料气深度脱硫技术的研究，发现了在紫外光照射下复合纳米改性 TiO_2 对于燃料气深度脱硫具有非常明显和优越的效果，掌握了纳米 TiO_2 掺杂各种离子对脱硫效果的影响规律，为复合纳米材料在燃料气脱硫技术等领域的应用奠定了基础。研究表明：在紫外光照射下纳米 TiO_2 及其复合纳米改性 TiO_2 对于燃料气脱硫效果明显，而掺杂金属离子 TiO_2 比纯 TiO_2 的光催化脱硫效果更佳；每种离子都有最佳离子浓度，过渡金属Fe、Ni、Cu和Zn掺杂对脱硫的最佳值分别为0.7%，5.0%，3%和1.0%和4.0%，稀土金属掺杂的最佳值为1.0% La^{3+} ，2.0% Ce^{3+} ，银、氮掺杂的最佳值为1.0% Ag^+ 和300N；不同物质掺杂对 TiO_2 光催化活性的影响不同，同一种金属的不同盐掺杂效果有明显差异；根据光催化脱硫率的对比，掺杂Fe、Ni、Cu、Ag的 TiO_2 采用550℃进行焙烧光催化活性最好；而掺杂Zn、La、Ce、N的 TiO_2 采用500℃进行焙烧光催化活性最好；在催化剂焙烧温度为550℃下的0.7%Fe- TiO_2 的光催化脱硫率最高。

技术指标：

- 1、模拟天然气进料硫(H_2S)为166.67mg/m³，在进行光催化反应后总硫含量为4.5mg/m³，脱硫率达到了97.3%。
- 2、燃料气进料总硫为105mg/m³，在进行光催化反应后总硫含量为7.2mg/m³，脱硫率达到了93.1%。
- 3、通过实验可知脱硫反应时间在5h后效果趋于平缓，因此最佳时间为5h。
- 4、脱硫剂最佳焙烧温度控制在500℃~550℃之间。

创新点：

- 1、把纳米 TiO_2 应用到脱硫领域，并取得了显著的效果，而且此脱硫剂对于气液燃料都适用，为复合纳米材料在脱硫和其他领域的应用奠定了基础。
- 2、对纳米 TiO_2 进行了改性研究，即掺杂了少量不同物质，使 TiO_2 的内部晶型发生了变化，从而提高了脱硫率；而且降低了电子和孔穴的复合几率，使得该材料的重复使用次数大大提高。

推广应用情况、前景及效益：

通过对复合纳米改性 TiO_2 作为光催化剂及其对燃料气深度脱硫技术的研究发现，此技术有可能推广应用到各种气液燃料脱硫领域。由于实验必须在紫外光照射下才有效果，在可见光照射下能完成脱硫是目前的研究方向，而通过UV-VIS分析可知：通过过渡金属、稀土金属、和非金属掺杂，使 TiO_2 催化剂的比表面积增大，光谱响应范围已经有由紫外区扩展到可见光区的趋势。而从经济效益和绿色环保方面考虑该复合材料具有良好的应用前景。

技术水平：

本项目在光催化对燃料气深度脱硫技术方面的研究处于国内先进水平。

应用领域:

本成果不仅可以用于天然气脱硫,还可以用于液化气和一些气、液燃料脱硫等方面。

地下水中硝酸盐氮污染化学催化反硝化修复

主要研究人员: 崔宝臣 刘淑芝 荆国林 罗洪君

戴红霞 王续远

研究起止时间: 2006.01~2008.12

研究内容及主要技术指标:

本项目是黑龙江省教育厅资助的面上项目,属于环境学科,应用基础类研究。

研究内容:

选择几种常见的催化剂活性组分Fe、Cu、W、Mn、Ni、Mo、Sn和Pd以及载体 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$,制备成负载型催化剂,通过实验考查催化剂的催化还原硝酸盐反应的活性和选择性。结果表明,非贵金属催化剂和三金属催化剂催化还原水中硝酸盐效率高,是具有较高研究价值的新型催化剂。研究了催化剂制备方法对催化剂性能的影响,确定了催化剂制备条件和配比条件。系统考察了反应条件对双金属催化剂和三金属催化剂催化还原硝酸盐氮反应的影响规律。探讨地下水中硝酸盐氮化学催化反硝化反应机理,研究了催化还原去除硝酸盐的动力学规律,为工程实际应用提供理论依据。

技术指标:

- 1、通过研究、构筑高效硝酸盐氮化学催化反硝化反应系统,确定催化剂的制备条件和最佳组成。
- 2、系统考查了工艺条件对非贵金属催化剂和三金属催化剂催化性能的影响。
- 3、探索了催化还原水中硝酸盐氮反应机理,催化还原硝酸盐的反应为一级反应。
- 4、经过催化还原处理,水中的硝酸盐氮转化率为100%,亚硝酸盐氮浓度为0mg/L,氨氮浓度为2.5mg/L。

创新点:

1、选用Fe、Cu、W、Mn、Ni、Mo和Sn等金属,制备了二元非贵金属催化剂,研究表明非贵金属催化剂和三金属催化剂具有最佳催化活性和选择性。

2、以非贵金属为促进组分,以贵金属Pd为活性组分,制备了三金属催化剂,与传统的Pd-Cu/ $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 催化剂相比,催化活性和选择性都有所提高,硝酸盐去除率达100%,且降低了贵金属Pd的用量;同时考查了催化剂制备条件和还原反应条件,为催化还原脱除硝酸盐氮的催化剂的研究找到了一条新思路。

推广应用情况、前景及效益:

化学催化反硝化是最有发展前景的修复地下水中硝酸盐的工艺技术,这一工艺的实施可以解决以受到硝酸盐污染的地下水为饮用水源的人们安全饮水问题。由于该技术的高效性和灵活性,操作管理方便,便于实现自动化,尤其适合于硝酸盐污染较严重的农村地区的用水问题。

通过本课题的研究,找到了非贵金属催化剂和三金属两种用于硝酸盐还原反应的新型催化剂,降低了硝酸盐还原反应催化剂中Pd的用量,提高了经济效益,为该技术的推广找到一条新出路。本成果对于小规模城镇和农村用水,尤其是对于小型水厂以及没有统一供水系统而是自家开采地下水作为饮用水源的农村地区具有良好的应用前景,可以预见带来的社会效益将是十分明显的。

技术水平:

本项目在催化还原去除地下水中硝酸盐氮相关技术领域方面的研究处于国内先进水平。

应用领域:

本成果主要应用于受硝酸盐污染的地下水、饮用水处理方面。

分子内复合型抗氧化剂的合成研究

主要研究人员: 王 鉴 董 群 毛国良 邹恩广 刘江红

吴 松 纪 巍

研究起止时间: 2006.01~2008.12

研究内容及主要技术指标:

本项目是黑龙江省教育厅资助的科技攻关项目, 属应用化学专业, 应用基础类研究。

研究内容:

分别采用一锅法和两步酯交换法合成了两种新型分子内复合型抗氧化剂, 即3-(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基)丙酰亚磷酸季戊四醇酯(抗氧化剂A)和八硬脂基季戊四醇四亚磷酸酯(抗氧化剂B)。研究了该类反应的催化剂, 考察了加料方式、合成方法、反应溶剂、反应温度、反应时间、催化剂用量、物料配比等因素对反应的影响, 通过正交试验确定了抗氧化剂A和中间体OPT的最佳工艺条件。通过测定熔点、磷含量和元素分析及红外光谱对产品的结构进行表征。将两种抗氧化剂分别应用于HDPE和PP树脂中, 通过测定树脂的氧化诱导期、熔体流动速率、断裂伸长率、拉伸强度, 综合评价这两种抗氧化剂对HDPE、PP的热氧化情况、加工稳定性和拉伸性能的影响。

以0.05mol季戊四醇用量为基准, 催化剂为有机锡, 用量为0.3g; 第二步反应溶剂为二甲苯, 用量为40ml; 反应温度 I 115℃, 反应温度 II 140℃; 反应时间 I 1.5h, 反应时间 II 4h; 物料配比 n (季戊四醇) : n (亚磷酸三乙酯) : n (MPC) 为 1:1.1:1.10; 重结晶溶剂为甲醇。在此条件下抗氧化剂A的产品收率达到93.5%, 熔点154℃~155.5℃。

抗氧化剂B的合成分为两步法, 中间体OPT的最佳合成条件为: 以0.05mol季戊四醇用量为基准, 催化剂有机锡用量为0.45g; 反应温度130℃; 反应时间3h; 季戊四醇与亚磷酸三乙酯的摩尔比为1:4.3。第二步反应以0.01mol中间体OPT为基准, 有机锡用量0.3g; 反应温度140℃; 反应时间2.5h; 中间体OPT与十八碳醇摩尔比为1:8.3。抗氧化剂B产品总收率达65%, 熔点51.7℃~52.9℃。

技术指标:

1、抗氧化剂A收率 \geq 93%, 熔点154℃~155.5℃。

2、抗氧化剂B总收率 \geq 65%, 熔点51.7℃~52.9℃。

创新点:

1、将低毒的受阻酚类抗氧化剂与亚磷酸酯类抗氧化剂的作用基团复合到一个分子内, 合成了3-(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基)丙酰亚磷酸季戊四醇酯(抗氧化剂A), 提高抗氧化剂自身抗氧化效率。

2、将季戊四醇的结构引入亚磷酸酯类抗氧化剂中, 合成了八硬脂基季戊四醇四亚磷酸酯(抗氧化剂B), 一种具有水解稳定性结构的亚磷酸酯类抗氧化剂。

3、采用“一锅法”合成抗氧化剂A。符合绿色化学要求, 反应条件温和、操作简单、选择性好、产率较高。

推广应用情况、前景及效益:

通过本课题的研究，采用“一锅法”将低毒的受阻酚类抗氧化剂与亚磷酸酯类抗氧化剂的作用基团复合到一个分子内，合成了3-(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基)丙酰亚磷酸季戊四醇酯(抗氧化剂A)，具有亚磷酸酯结构的受阻酚类抗氧化剂，是一种性能优良的分子内复合型抗氧化剂。抗氧化剂八硬脂基季戊四醇四亚磷酸酯(抗氧化剂B)具有高分子量和耐水解稳定结构，提高了抗氧化剂的水解稳定性。两种抗氧化剂具有高效，低毒，热稳定性好，耐水解，与树脂相容性好的特点，充分发挥了自身的协同作用，提高了抗氧化效率。反应条件温和、操作简单、产率高，符合绿色化学要求，在工程塑料上的应用将会推动我国塑料工业以更快的速度发展，因此该分子内复合型抗氧化剂具有良好的应用前景。

技术水平：

本项目在分子内复合型抗氧化剂的研究处于国内先进水平。

应用领域：

本成果的抗氧化剂3-(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基)丙酰亚磷酸季戊四醇酯(抗氧化剂A)可以用于HDPE加工过程中，提高其抗氧化性，改善HDPE的流动性并对降解起到一定的抑制作用。八硬脂基季戊四醇四亚磷酸酯(抗氧化剂B)用于PP加工过程中，能有效地抑制PP树脂在加工过程中因受热和机械剪切力作用而产生的氧化降解。

胶束强化超滤去除污水中的无机氮和磷

主要研究人员：芦艳 樊萍 孙鸿 刘江红

于水利 刘立新

研究起止时间：2005.06~2007.12

研究内容及主要技术指标：

本项目是黑龙江省大庆市科技局资助的科技攻关项目，属化工环保专业，应用基础类研究。

研究内容：

本研究主要是采用MEUF工艺去除污水中的无机氮、磷污染物。水中的无机氮、磷主要是以其酸根阴离子的形式存在，采用适合的阳离子表面活性剂对其进行吸附，形成表面活性剂和污染物的胶团，通过膜孔尺寸小于胶团的超滤膜过滤，氮、磷污染物随着胶团被截留而除去。截留物可以被分离，其中表面活性剂可以循环使用，氮、磷可用作土壤肥料；透过液水质达到排放和回用标准。本项目研究的主要内容有：

- 1、超滤膜和膜组件的选择。
- 2、表面活性剂的选择。
- 3、高效、低临界胶束浓度表面活性剂体系。
- 4、操作条件的确定。
- 5、添加剂对氮、磷去除效率以及表面活性剂用量的影响。
- 6、污染膜的清洗。
- 7、截留物的分离和回收利用。

技术指标：

- 1、氮、磷的去除率均达到80%以上。
- 2、表面活性剂的用量小于10mM/L。
- 3、表面活性剂的截留率达95%。
- 4、透过液中表面活性剂的浓度小于5%。
- 5、膜通量。
- 6、透膜压差在0.1~0.3MPa。

创新点：

- 1、把无机纳米氧化铝颗粒与高分子有机物相混合，成功制备了高通量、高强度和高抗污染性的纳米改性聚偏氟乙烯超滤膜。
- 2、开发了研究膜(有机膜，无机膜，有机-无机共混膜)特性的新方法—激光共聚焦显微镜(CLSM)法。同时为CLSM开辟了新的应用领域。
- 3、首次把胶体化学和膜分离技术相结合，用于污水中无机氮和磷的去除。

推广应用情况、前景及效益：

本项目在大庆高新技术开发区得到了成功应用。项目组与大庆新华星技术开发有限公司合作，于2008年6月，建成了年处理量为10m³的胶束强化超

滤除氮、磷的工业装置，进行了工业规模的试验。试验结果表明，无机氮和磷的去除率均达85%以上，表面活性剂回收率达90%以上，回收的表面活性剂可以循环使用，即节约了成本又避免了二次污染。MEUF工艺去除污水中的氮磷，具有工艺简单，去除率高，能耗低，工业化容易等特点。采用此工艺净化后的水可以回用，可节约费用1.71元/m³水。目前正在进行年处理量为200万 m³的胶束强化超滤除氮磷装置设计，投产运行后不仅可以取得上千万元的经济效益，还具有可观的环境和社会效益。因此该项目在污水处理领域具有良好的应用前景。

技术水平：

本项目是胶体技术和膜分离技术相结合净化污水中痕量污染物的研究，处于国内先进水平。

应用领域：

本成果不仅可以用于污水中痕量无机物的去除，还可以用于污水中痕量有机物、金属离子和其它有毒有害化学物质等的净化处理。

油田用铁(VI)基杀菌剂的研究

主要研究人员：阚连宝 王宝辉 陈颖 刘树芝
于忠臣 林红岩

研究起止时间：2006.01~2008.12

研究内容及主要技术指标：

本项目是黑龙江省教育厅科学技术研究项目，属于环境科学学科，应用基础类研究。

研究内容：

本项目通过以油田杀菌剂的研制和开发为背景，以制备环境友好杀菌剂并研究其应用为目的，开发了新型油田用杀菌剂，并对其性能进行评价。铁(VI)基杀菌剂是以高铁酸盐(K_2FeO_4)为主剂的一种氧化型杀菌剂，对各种细菌具有广泛的杀灭作用，同时还可以杀死油田水中硫酸盐还原菌、腐生菌、铁细菌等。通过课题的研究，为油田水处理的新型杀菌剂的研制与开发开辟了道路。

实验采用改进的次氯酸盐氧化法(用次氯酸钾代替次氯酸钠)合成高铁酸钾，通过该杀菌剂的室内合成试验，初步确定了合成原料最佳配比、合成温度等因素；然后取 K_2FeO_4 固体粉末加2~6 mol/L KOH水溶液，配制成0.1~1%碱性溶液，即为杀菌剂工作液；最后采用绝迹稀释法，测定加杀菌剂前后水样中硫酸盐还原菌、腐生菌和铁细菌的含量，计算杀菌率，评价杀菌效果，杀菌试验研究了高铁酸钾对硫酸盐还原菌、腐生菌、铁细菌的杀菌效果。通过不同浓度的高铁酸钾溶液对硫酸盐还原菌、腐生菌、铁细菌进行杀菌实验，优选适合的浓度范围，确定其最小的杀菌浓度，并且考察了反应体系初始pH值、反应温度，接触反应时间等因素对杀菌效果的影响，同时研究了不同碱溶液的铁(VI)基杀菌剂杀菌效果；考察了高铁—紫外线协同杀菌的效果；进一步研究了高铁酸钾和其他杀菌剂复配的杀菌效果。

根据铁(VI)基杀菌剂的特点，确定了杀菌剂在油田水杀菌过程中的使用方法，并从杀菌的角度初次验证了该杀菌剂对油田水中硫酸盐还原菌、铁细菌、腐生菌的杀菌功效。

技术指标：

- 1、合成高铁过程中，KOH溶液与氯气的反应温度控制在10~11℃的范围内为宜，此时对氯气的吸收效果为最佳，为提高高铁酸钾的产率提供了先决条件。
- 2、取适量 K_2FeO_4 固体纯品加到2~6 mol/L KOH水溶液中，配制成0.1~1%碱性溶液，即为油田用铁(VI)基杀菌剂工作液。
- 3、铁(VI)基杀菌剂在酸性条件下(pH=3)，杀菌效果较差，碱性条件下(pH=10)其次，而在中性或弱碱性条件下(pH=7)杀菌效果最好。

4、该杀菌剂的使用控制条件为：杀菌剂投加量为20mg/L~50mg/L，接触反应时间10~30 min，pH值适用范围为6~12，温度在25~45℃为好。

5、用不同碱液的铁（VI）基杀菌剂杀菌时，KOH溶液配制的杀菌剂杀菌效果比NaOH溶液配制的杀菌剂杀菌效果要好些。

6、铁（VI）基杀菌剂-紫外线协同杀菌效果，紫外光—高铁酸钾的协同作用，一方面是紫外光的照射完全抑制了细菌，使细菌更易于被高铁酸钾杀灭；另一方面是高铁酸钾在还原分解的过程中产生的 H_2O_2 和紫外光构成了“紫外光/ H_2O_2 ”高级氧化体系，提高了细菌的杀灭率。

7、铁（VI）复配杀菌剂比高铁酸钾单独杀菌时的杀菌率有明显的提高。

创新点：

1、首次将高价铁（VI）基化合物用于杀灭油田水中的硫酸盐还原菌、铁细菌、腐生菌等微生物，开发了新型油田用杀菌剂。

2、掌握了铁（VI）基化合物合成的最优工艺条件和油田用铁（VI）基杀菌剂工作液的配制方法。

3、完全掌握了油田用铁（VI）基杀菌剂的使用方法。

推广应用情况、前景及效益：

本课题的研究成果将可以解决油田长期使用以往杀菌剂，细菌已经产生严重抗药性，在油田的地层、注水系统细菌大量繁殖、增生，细菌数已经超过数十万，而现有的杀菌剂远不能满足要求的关键技术问题，杀菌剂具有绿色、广谱、杀菌效果好、作用快、用量低的特点。研究成果可在大庆油田的水处理站中等规模应用，其研究方法适合其他油田推广。因此该油田杀菌剂具有良好的效益。

技术水平：

本项目在铁（VI）基杀菌剂用于油田注水杀菌的关键技术问题方面的研究处于国内外先进水平。

应用领域：

本成果主要应用在石油开发工程、油田化学等领域。

超支化聚合物净水剂的合成研究

主要研究人员： 赵晓非 杨希志 戴红霞 刘立新
董 群 魏立新 邴国强

研究起止时间：2006.01~2007.12

研究内容及主要技术指标：

本项目是黑龙江省教育厅科学技术研究项目，属应用化学专业，应用基础类研究。

研究内容：

本项目合成了一种高效的超支化聚合物净水剂—超支化聚酯，并对超支化聚酯处理聚驱污水的规律进行了研究。利用顺丁烯二酸酐和丙三醇，分别通过“一步法”和“准一步法”经过简单的工艺，合成水溶性超支化聚酯，得到结论如下：

1、以顺丁烯二酸酐和丙三醇为原料，以“一步法”合成超支化聚酯，其最佳反应方式为减压蒸馏。生成的超支化聚酯的特性粘度为4.4mL/g，产物溶于大部分极性有机溶剂，但是在室温下的水溶性不好。

2、利用“准一步法”向产物中加“核分子”可提高产物的支化度，增加极性基团羟基的含量，产物具有树形大分子的特征结构，特性粘度符合类似树形大分子的流体力学特征。

3、成核剂季戊四醇与中间体的摩尔比大于1:150时，产物具有良好的水溶性，但粘度降低。超支化聚酯对聚驱污水处理规律研究得到结论如下：絮凝剂超支化聚酯加剂量为200mg/L，絮凝温度为37℃时，可使处理后聚驱污水的透光率达到93.4%；超支化聚酯处理聚驱油田污水后，残余HPAM质量浓度随着加剂量的增加先减小，后增大；絮凝剂超支化聚酯与CPAM复配时，当超支化聚酯与CPAM的质量比为40:1，絮凝温度为37℃，加剂量为150mg/L时，可使处理后聚驱污水的透光率达到98.5%，与单剂处理相比有很大的提高。

技术指标：

1、合成超支化聚酯，利用“准一步法”向产物中加“核分子”可提高产物的支化度，增加极性基团羟基的含量。

2、成核剂季戊四醇与中间体的摩尔比大于1:150时，产物具有良好的水溶性。

3、絮凝剂超支化聚酯加剂量为200mg/L，絮凝温度为37℃时，可使处理后聚驱污水的透光率达到93.4%。

4、絮凝剂超支化聚酯与CPAM复配，当超支化聚酯与CPAM的质量比为40:1，絮凝温度为37℃，加剂量为150mg/L时，可使处理后聚驱污水的透光率达到98.5%。

创新点：

1、合成了新型结构的净水剂

超支化聚合物是近年来出现的一类新型高分子材料，具有高度支化的分子结构，其分子含有大量具有反应活性的端基，通过各种反应得到多

中功能的聚合物，可以采用“一步法”或“准一步法”合成，合成工艺简单，成本低，易于工业化生产。目前国内外未见将其应用于油田污水处理的报道。

2、分子设计用于油田污水净水剂的开发

从使用性能要求出发进行分子结构设计、产品合成，这种开发理念用于油田污水净水剂开发，也是本项目的特色之一。

推广应用情况、前景及效益：

本研究的净水剂正在大庆油田进行中试评价。在辽河油田对联合站的超稠油污水的处理效果已做了评价，取得了满意的效果。成果已申请了国家专利。

就采油厂的污水日处理量5000吨/天计，处理每吨水所节约的药剂成本1元，则每个联合站每年节约180万元，各采油厂在污水处理方面的效益是相当可观的。另外，三元复合驱采出水的处理已成为限制油田稳产的重大难题，本研究污水处理剂有广阔的应用前景。

技术水平：

本项目在超支化聚合物净水剂方面的研究处于国内先进水平。

应用领域：

本成果可以用于油田污水的处理等方面。

废旧聚烯烃热解制多壁碳纳米管研究

主要研究人员：刘立新 卢燕 马春曦 赵晓非

张云峰 温海非 吴松

研究起止时间：2006.01~2007.12

研究内容及主要技术指标：

本项目是黑龙江省教育厅资助的科学技术研究指导项目，属化工专业，应用基础类研究。

研究内容：

碳纳米管是一种新兴的纳米材料，由于它具有特殊的电性质、纳米尺度的空间、惊人的刚度、强度和弹力等很多特异的性能，成为理想的锂离子电池负极材料，制造纳米导线的最佳材料，催化剂良好的载体，优良的储氢材料及太空缆绳的首选材料。本项目以来源广泛、价格低廉的废聚烯烃为原料生产高价值的碳纳米管材料，催化剂的制备从常用的镍硅催化剂着手研究，以硅溶胶或正硅酸乙酯为硅源，采用水热法等各种方法制备氧化硅氧化镍复合催化剂，用于废聚烯烃热解制备碳纳米管。首先以单一品种的聚烯烃，如聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯等为原料进行热解研究，然后再以混合聚烯烃为原料，考察原料的影响。催化剂的性能研究结合工艺条件的研究进行，研究了催化剂原料及其配比，水热制备工艺条件对催化效果的影响。产品的表征通过扫描电镜（SEM）、投射电镜，原子力显微镜及X射线衍射等方法进行。

技术指标：

1、以聚烯烃为碳源材料，流化床的温度在450~850℃之间改变，控制气体流体化作用速率在0.05~0.4m/s的范围内，原料的85%~90%反应生成多壁碳纳米管，制得的MWCNTs在含水的氟化氢与氨以1：1混合的酸中使用超声纯化，可以使MWCNTs的纯度达到大约90~95%之间。

2、催化剂 $MSiO_2$ ： $MNi(NO_3)_2$ 优化为1：12~1：14，催化剂制备时硅溶胶与硝酸镍的摩尔比为1：12、用氨水为沉淀剂，表征结果表明产物为 NiO/SiO_2 ，催化剂的粒度为8~15nm。

创新点：

本项目制备碳纳米管，采用了流化床，可以连续生产，在催化剂研究的基础上，调整和控制进料速度，调整反应床层温度等条件来实现稳定生产。

推广应用情况、前景及效益：

碳纳米管是一种新兴的纳米材料，由于它具有特殊的电性质、纳米尺度的空间、惊人的刚度、强度和弹力等很多特异的性能，成为理想的锂离子电池负极材料，制造纳米导线的最佳材料，催化剂良好的载体，优良的储氢材料及太空缆绳的首选材料。碳纳米管聚合物复合材料已得到工业应用，这种掺混复合材料充分利用了碳纳米管高弹性模量和抗拉强度这一优异的机械性能和电性能。全球掺混塑料市场到2005年将达50亿美元/年，应用前景非常广阔。

废聚烯烃来源广泛，价格低廉，以此为原料生产高价值的碳纳米管材料，不仅经济效益高，而且很好的抑制了环境的污染。如果这种方法能够实现碳纳米管的大批量生产，对这种新材料的推广使用有重要意义。

技术水平:

本项目在多壁碳纳米管制备方面的研究处于国内先进水平。

应用领域:

本成果可以持续快速制备性能稳定的多壁碳纳米管,可用于塑料共混等多种用途,原料廉价来源广,产品附加值高,前景广阔。

铜铬合金在溶液中脱铬腐蚀的研究

主要研究人员:于翠艳 刘建华 许涛 陈蓉娜 朱殿瑞

研究起止时间:2006.01~2008.12

研究内容及主要技术指标:

本项目是黑龙江省教育厅资助的科学技术研究项目,属材料工程专业,基础理论类研究。

研究内容:

针对Cu-Cr合金在溶液中脱铬腐蚀问题,本项目借助金相、H800型透射电镜(TEM)、扫描电镜(SEM/EDX)、X射线荧光光谱仪及CHI660A电化学测试仪器测试等手段研究了Cu-Cr合金在HCl和H₂SO₄溶液中的脱铬腐蚀。发现Cu-Cr合金在低温度和低浓度的HCl或H₂SO₄溶液中合金的Cu相较Cr相易受腐蚀,当溶液温度和浓度满足一定值时该合金发生脱铬腐蚀现象,其脱铬腐蚀优先在Cu/Cr两相界面处产生,并向Cr相内部逐步扩展,直至Cr相全部溶解。随后我们又对影响合金发生脱铬腐蚀的因素进行探讨。结果表明,试样表面越粗糙,变形量越大,试样表面形成的钝化膜越容易破裂,合金脱铬孕育期越短,且脱铬时HCl溶液浓度和温度越低,脱铬倾向越大。同时超声波振荡能加速Cu-Cr合金中铬表面钝化膜破坏和增大Cl⁻和Cr原子的活性,导致Cu-Cr合金脱铬孕育期缩短、脱铬速率增大及合金脱铬时HCl溶液的浓度和温度降低。从脱铬层组织来看,试样表面粗糙度对随后Cu-Cr合金的脱铬速率及脱铬层组织影响不大;而变形能加速脱铬速率,诱发应力腐蚀,使脱铬层中有裂纹产生。尤其,试样带有变形裂纹时,其效果更显著。超声波振荡也能使脱铬试样表面变得粗糙、多孔。实验结果还显示溶液中含有NaCl能促进合金的脱铬腐蚀,但对合金发生脱铬腐蚀机制影响不大。微量元素Al、Ni对Cu-Cr合金在溶液中的脱铬腐蚀无明显影响。

最后得出Cu-Cr合金在溶液中的脱铬腐蚀是成分选择性溶解,合理控制溶液的浓度与温度可改变Cu-Cr合金的腐蚀行为,避免脱铬腐蚀发生这一结论。

技术指标:

1、当HCl溶液的浓度小于0.40mol/L,浓度小于90℃时,Cu-Cr合金在HCl溶液中不发生脱铬腐蚀;当浓度为1.90 mol/L时,浓度为45℃时,Cu-Cr合金在HCl溶液中发生脱铬腐蚀。

2、当H₂SO₄溶液的浓度为4.15mol/L,浓度为60℃时,Cu-Cr合金在H₂SO₄溶液中不发生脱铬腐蚀。

创新点:

1、研究铜铬合金在不同溶液中(HCl、H₂SO₄溶液)的发生脱铬腐蚀的条件。

2、探讨铜铬合金发生脱铬腐蚀机制及影响因素。

推广应用情况、前景及效益:

铜合金以其优良的加工性能、导热和耐腐蚀性广泛的应用于制作冷凝管、结晶器及其它的耐腐蚀耐磨损部件上。据不完全统计,全国有数万厂家用铜合金制作耐腐蚀部件,每年在该材料上的费用达几十亿元。随着现代工业的迅速发展,对该耐腐蚀部件需求量日益加大。可见,预防铜合金的腐蚀必将带来巨大的经济效益。

技术水平:

本项目对丰富铜合金脱成分腐蚀的研究、弄清Cu-Cr合金在溶液中脱铬腐蚀的影响因素方面的研究处于国内先进水平。

应用领域:

本成果主要应用在预防铜合金脱成分腐蚀方面。

原油集输管网节能技术研究

主要研究人员:刘晓燕 孙庆友 毛前军 梁文义

王志国 王玉敏

研究起止时间:2007.01~2008.09

研究内容及主要技术指标:

本项目是大庆油田有限责任公司资助的科技攻关项目,属工程热物理与能源利用,应用基础类研究。

研究内容:

1、集输管网能耗测试。能耗测试选在第十采油厂第五油矿,该矿现辖朝三联、27#转油站、14个计量间、200多口油井。能耗测试顺序为:计量间掺热水管网—井口—计量间环路—转油站—朝三联,测试内容包括管网的能耗损失,转油站的能耗损失、朝三联的能耗损失、计量间到转油站的能耗损失、计量间到朝三联的能耗损失、转油站到朝三联的能耗损失。测试参数:每口油井的出油温度、出油压力,计量间环路的掺水量、掺水压力、掺水温度,计量间环路的回油温度、回油压力,计量间汇管的总掺水压力、总掺水温度,计量间汇管的总回油温度、回油压力,油井的产液量、每一条管网的长度、保温厚度,转油站里各计量间来液温度、压力,转油站的自产气、补气量,转油站的耗电量,转油站里加热炉的进出口掺水温度、总掺水量,朝三联里各计量间来液温度、压力,朝三联的自产气、补气量,转油站的耗电量,朝三联里加热炉的进出口掺水温度、总掺水量,朝三联的外输油的温度、压力、流量等等。建立模型:在查阅了大量国内外相关文献基础上,根据传热学、工程热力学、流体力学等学科的知识,依据原油集输系统效率测试方法(SY/T 5264-1996),建立集输系统效率和能耗分析计算的黑箱模型。模型分为朝三联的能量平衡模型、转油站的能量平衡模型、管网的能量平衡模型。

2、冷输试验：在计量间的试验环路上，不影响生产安全，环状集输流程的末端安装透明玻璃管即可。首先，保持计量间的掺水温度不变，逐渐降低环路的掺水量，在这过程中实时监测计量间的掺水压力、掺水量、玻璃管处的回油温度、回油压力，并拍摄典型流型的照片和录像，通过多个参数的综合判断，决定管道是否堵塞，该堵塞点即为界限点。同理，在保持掺水量不变的条件下，逐渐降低掺水温度，找出同样的界限点。通过这两者试验完成之后，并结合现场的实际生产运行状况，综合判断该区块的安全混输温度界限。

技术指标：

土壤温度测试误差小于2%，油温测试误差小于0.5%；压力测试误差小于0.5%；传热系数计算误差小于7%。

创新点：

1、首次得出了大庆采油十厂朝三联地区不加热集输技术界限可低于原油凝固点的结论，并给出具体的不加热集输界限，为油田节能提供技术支持。

2、首次给出了特高含水期油气水三相流温降、压降计算方法，并通过实测数据进行了验证，以达到油田节能目标。

3、实现了油田原油不加热输送的科学管理和油田能源的合理利用以及资源优化的和谐统一。

推广应用情况、前景及效益：

项目研究成果于2008年在大庆油田有限责任公司第十采油厂进行了推广应用，研究成果用于指导生产实际，可获得年经济效益2000万元以上。同时，随着油田开发的不断深入，油田产出液综合含水不断上升，致使原油生产成本逐年提高。为了最大限度地节约能源，降低原油生产成本，本项目的研究成果在国内同类油田的集输系统也具有广泛的推广前景。

技术水平：

本项目在油田集输系统节能方面的研究处于国内领先水平。

应用领域：

本成果不仅可以用于大庆油田集输系统的节能领域，还可以用于国内同类油田的集输系统。

地震力作用下储罐液体非线性晃动研究

主要研究人员：宫克勤 孙建刚 王 振 张云峰

周利剑 王莉莉 毛前军

研究起止时间： 2006.01~2008.12

研究内容及主要技术指标：

本课题是黑龙江省教育厅科学技术研究项目（面上项目），属油气储运专业，应用基础类研究。

本课题针对立式储罐在地震作用下液体晃动问题进行了全面研究，内容包括隔震储罐液体晃动分析简化模型建立、隔震储罐液体晃动数值仿真分析、隔震储罐液体晃动试验研究等，为这种储罐抗震工程设计提供参考。

研究内容：

1、对储罐的地震作用进行了理论分析，建立了隔震储罐液体晃动的简化模型。采用集中质量法，按照原型罐和力学分析模型罐基底剪力和弯矩相等的原则，建立了考虑液体晃动的隔震储罐三质点简化分析力学模型，给出了相关参数的计算公式。

2、采用时程分析方法和有限元法，对储罐液体晃动进行全面分析。采用有限元法对储罐的晃动模态进行了分析，计算了八种常用储罐的自振特性，绘制了液体晃动振型图；利用时程分析方法，对储罐液体在地震作用下的晃动进行了分析计算，得到液体晃动时程曲线。

3、研究了储罐隔震参数对储罐液体晃动的影响。通过分析表明，隔震频率对储罐液体晃动影响较大：从降低储罐基底剪力方面考虑，储罐隔震设计频率宜选取 $\omega=2\sim 4\text{rad/s}$ ，这时对晃动的影响不大；当隔震频率 $\omega<1\text{rad/s}$ 时，由于共振储液晃动增强，出现大幅晃动。

计算了八种常用储罐在理想隔震条件下，储罐在地震作用下的基底剪力和最大晃动波高。

4、对隔震储罐液体晃动进行了振动台试验研究。结果表明，隔震可以使储罐的响应周期延长，并有效地滤掉地震动高频分量；隔震参数设计适当时，对储罐液体晃动具有一定的抑制作用。

创新点：

1、建立了考虑液体晃动效应的三质点隔震储罐简化分析力学模型。对隔震储罐液体晃动进行了模态分析；对储罐液体晃动及地震响应进行了时称分析，包括八种常用储罐的隔震减震效果计算以及储液晃动分析。

2、提出了采用隔震技术进行储罐液体晃动控制的方法，研究了隔震频率对柔性隔震储罐的晃动波高影响，给出隔震设计参数。储罐隔震设计频率一般应取 $\omega=2\sim 4\text{rad/s}$ ，当 $\omega<1\text{rad/s}$ 时，由于液体共振晃动增强。

3、对储液晃动进行了振动台地震动试验研究。结果表明：隔震可以使储罐的响应周期延长，降低地震危害。同时适宜的隔震频率可以有效抑制液体晃动波高，避免产生大幅晃动。

推广应用情况、前景及效益：

在地震力作用下储罐液体的晃动会冲击浮顶，使浮顶破坏导致储液外泄。另外液体晃动产生的晃动力矩将作用于罐壁，影响罐壁的安全。所以液体晃动研究是储罐抗震可靠性研究的一个重要方面。

立式钢制圆柱形储油罐是油田和石油化工及其相关企业应用非常广泛的容器。本文提出的隔震控制储罐液体晃动技术，既兼顾了储罐结构的抗震设计要求，降低储罐罐壁地震应力，同时又能有效抑制储罐液体的晃动，研究成果可以应用于钢制圆柱形储油罐抗震设计，具有广泛的应用价值。

技术水平：

本项目在橡胶隔震储罐抗震分析简化力学模型的建立，以及储液晃动波高分析与控制研究方面处于国内先进水平。

应用领域：

本项目研究成果可以用于油田储罐的抗震设计方面。

输油管道低输量间歇输送技术研究

主要研究人员：贾永英 谭英杰 司国海 刘立君

刘晓燕 武传燕 王忠华

研究起止时间：2006.01~2008.12

研究内容及主要技术指标：

本项目是黑龙江省教育厅指导的科学技术研究项目，属工程热物理与能源利用方向，应用基础类研究。

研究内容：

本项目通过输油管道低输量间歇输送技术的研究，找出影响低输量间歇输送的各种因素，在充分考虑大气周期性非稳态温度环境及寒区土壤变热物性影响的条件下，建立输油管道间歇输送各阶段热力及水力计算数学模型，给出求解方法，以庆哈输油管道为例，给出低输量间歇输送方案。

技术指标：

1、对于大管径长输原油管道，通常摩擦生热所提供的热量占管道总供热量的10%以上。因此，在埋地热油管道的工艺计算中应同时计入析蜡潜热和摩擦生热的影响。

2、对庆哈管线的实际情况进行调研，热站间距范围为50~90km；油品参数为：20℃的原油密度为854 kg/m³，比热为2100J/kg，凝固点为30℃，析蜡点为40℃，40℃的动力粘度为49.3mPa·s；维修工期一般在3~4月和10~11月的少雨期。最大允许停输时间为20h。

3、输油管道长50km，管径 mm，埋深1.8m，采用聚氨脂泡沫保温，厚度为50mm；管道最大允许输量为1900 t/a。

4、给出庆哈管线月输量10万t的间歇输送方案，例在8月时，热站个数为2个，出站油温65℃，初始启动1个泵站，间歇次数为4次，停输时间为46小时，运行时间140小时。

创新点：

1、通过本课题的研究，建立低输量原油间歇输送物理及数学模型，给出寒区输油管道低输量间歇输送的影响因素；考虑大气周期性非稳态温度环境、寒区土壤变热物性等的影响，计算出间歇输送允许停输时间；确定（包括正常输送、停输及再启动过程）间歇输送各阶段管内原油流动状态及管道阻力；为低输量管道间歇输送提供辅助决策手段。

2、以庆哈输油管道为例，给出低输量间歇输送方案。

推广应用情况、前景及效益：

我国长距离输送原油的主管道总长已达到1.2万km，已有40%进入低输量的行列。由于我国原油凝点高，即使进行加药处理，也无法使凝点降到大地环境温度以下而实现常温输送，间歇输送技术的研究，不仅有利于降低输油成本、减少能耗、保护大气环境，而且有利于实现石油运输工业的可持续发展。

技术水平：

本项目在输油管道低输量间歇输送技术研究中处于国内先进水平。

应用领域：

本成果不仅可以用于输油管道低输量技术，还可以用于热油管道原油输送。

油田建筑物抗震防灾信息系统

主要研究人员：马令勇 姜伟 张永益 张天宇 李文刚

研究起止时间：2006.01~2008.12

研究内容及主要技术指标：

本项目是黑龙江省教育厅资助的指导项目，属应用土建专业，应用类研究。

研究内容：

本项目通过对油田建筑物地震危险性分析，对震害预测、经济损失与人员伤亡预测及应急反应决策的研究，发现油田建筑物属性数据复杂、地理位置不易确定、普通的研究方法操作性差、可视性差。因此，有必要利用GIS技术的优势建立高效、直观、可操作的油田建筑物抗震防灾信息系统。该系统是以MapBasic语言开发，以美国MapInfo公司开发的GIS应用软件MapInfo Professional 6.0为操作平台。此系统包括地理环境数据库系统、建筑物数据库系统、生命线工程空间数据库系统、应急反应空间数据库系统、地图操作系统、查询系统等内容。以GIS技术为基础平台，采用计算机计算、数据库管理技术、图形处理显示技术对数据进行采集、存储、管理、分析、计算、显示，对多态信息实现生动、直观的描叙，以图、文、表形式综合展示系统处理结果，提供对策与辅助决策。

技术指标：

1、地图处理模块：主要用于管理油田企业的各种建筑物、生命线工程等地图。

2、数据输入模块：将通过数字化仪、键盘等设备录入图形数据、属性数据，并完成二者连接。

3、数据查询功能模块：将实现选择图形目标查询指定范围内要素的属性信息，给出数据项值、逻辑组查找满足条件目标的空间位置可以对指定的图形要素进行增、删、修改和专题要素的叠加，保证了资料的现势性，新的资料可以方便地存储，科学地管理，利用打印机、绘图仪、显示器等设备，可以提供多种形式的输出，包括用户要求的图形、属性数据的统计图表、报表和有关文字资料。

4、系统安全模块：将实现系统的维护、管理功能。

5、地震危险性分析模块：提出油田油田建筑物的加速度或烈度分布图，同时提出场地破坏（如：地震液化、滑坡、泥石流、崩塌、地表裂缝等）的危险区域，便于领导决策。

6、震害预测评估模块：本项目采用房屋高宽比、建筑层数、横向跨数、纵向跨数、地震烈度、抗震横墙数等几个简单的建筑物参数作为房屋震害结果的影响因素，针对油田建筑物进行震害预测。

7、经济损失与人员伤亡预测及应急响应模块：

（1）地震经济损失预测：地震经济损失可以根据地震造成的破坏来分类，一般分为直接经济损失和间接经济损失。

（2）人员伤亡与无家可归人员预测：地震造成的人员伤亡和无家可归人员的数量与诸多因素有关，如地震烈度的高低、建筑物类型和质量、人口密度、震后救灾、地震发生时间等。

（3）应急响应模型：在地震发生后，需要快速根据发生的地震震级和破坏情况，做出是否需要启动应急救援工作的决策。

当在破坏性地震发生后，一般都伴随得相当震级的余震。这个时候，不仅需要救助困于建筑物中的受灾人员，也要救助其他的受灾群众，提供相应的疏散场地和相应的救援物资，以减轻地震灾害的影响。

创新点：

1、利用MapInfo Professional为开发平台，应用MapBasic进行二次开发，建立油田建筑物抗震防灾数据库，实现了油田建筑物抗震防灾信息数字化。

2、建立了油田建筑物抗震防灾模型。抗震防灾模型包括：地震危险性分析模型、震害预测模型、经济损失与人员伤亡预测及应急响应模型。提高了油田建筑物抗震防灾准确性和工作效率。

推广应用情况、前景及效益：

通过本课题的研究，找到了油田建筑物震害分析预测、次生灾害应急对策、灾害调查与发布的规律，并用GIS技术管理特大型企业的抗震防灾基础数据和震害分析、评估结果。建立了一个震后应急响应辅助决策系统，实现了震后抢险救灾预案的计算机辅助管理。该系统可为政府部门抗震防灾决策提供技术依据、科学数据和技术支持，为政府部门抗震防灾决策提供方案参考，为政府提供震前、震时、震后决策服务，有助于“数字油田”的建设。因此具有良好的应用前景。

技术水平：

本项目在油田建筑物抗震防灾方面的研究处于国内先进水平。

应用领域：

本成果主要用于油田建筑物震害预测决策方面。

基于软件Agent的提高大型数据库操纵效率

及安全机制的研究

主要研究人员：李春生 孙文德 冯亚丽 李 龙
王 梅 赵万平

研究起止时间：2006.01~2007.12

研究内容及主要技术指标：

本项目是黑龙江省教育厅资助的海外学人基金资助项目，该项目属于智能信息化技术领域，涉及软件智能Agent、数据库安全、分布式数据管理等子技术领域。

研究内容：

本项目以软件Agent和面向Agent的软件工程为理论基础，构建了基于Agent的提高分布式数据库操纵效率的系统模型，研究并解决了模型的关键问题，主要包括模型的组织结构、各个Agent的设计、Agent间的协作机制、基于KQML的Agent通信语言，以及对遗产系统的包装方法。该系统具有与环境的交互能力，对已有优化方法的集成能力，体现出智能性、主动性和开放性。

Agent系统提高数据库操纵效率体现在算法上。项目在现有的语义缓存技术基础上，设计了基于Agent的分布式语义缓存方案。为进一步地提高语义缓存的作用，研究了一种智能预取算法，并将该算法应用于基于Agent的提高数据库操纵效率模型。

目前各单位或部门的数据库服务器均连接在网络上，时而有人恶意或善意地对数据库中的重要信息进行破坏。由于数据库管理系统众多，本研究只选择大庆油田应用比较广泛的Oracle数据库管理系统进行研究。研究内容包括：Oracle数据库包装Middleware Agent机制研究、数据库操纵效率Agent研究、数据库操纵安全Agent研究、基于Agent的动态管理平台研究等。我们经过对大庆油田的Oracle数据库使用情况进行调查，提出基于软件Agent的提高大型数据库操纵效率及安全机制的数据库访问机

制, 以解决数据库操纵效率低和安全性等问题。该机制通过了各单位的应用测试, 取得了良好的效果。

技术指标:

本研究项目完成后, 我们在相应技术的产品化上作进一步开发研究, 最终以软件产品的形式呈现本项目的研究成果, 从而达到从技术到生产力的转化。除此以外, 本项目的研究成果达到以下技术指标:

对Oracle数据库操作, 满足SQL规范。

1、采用软件Agent技术开发一个开放管理平台, 实现对系统中各软件Agent的动态管理和分布在多个Oracle数据库中的信息归一化操作。

2、设计系统的组织结构和协作机制, 保证系统的健壮性和可扩展性。

3、基于数据库访问的Agent通讯语言要满足ACL的规范要求。

创新点:

1、本项目将软件Agent技术引入大型数据库的性能优化领域, 提出了一种新的基于软件Agent的提高大型数据库操纵效率及安全机制模型。模型具有开放性、智能性、自主性和交互性, 并且能较好地集成现有的传统优化手段。

2、研究了Middleware Agent数据库操纵效率 and 安全性方法。本研究项目采用视图、用户操作记忆、重点数据保护等技术解决对数据库访问的效率和安全性问题。由于数据库操纵效率及安全性涉及多方面的因素, 需要针对不同的应用特点, 研究出不同的方法。本项目以大庆油田采油三厂为最终用户, 针对性地研究设计了基于Agent的分布式语义缓存技术和智能预取算法。并且设计了基于Agent的分布式语义缓存解决方案。为提高语义缓存的作用, 进一步提出了基于Agent的智能预取算法, 并明确了算法的详细描述。

3、采用软件Agent技术开发开放管理平台, 实现对系统中各软件Agent的动态管理。

4、开发了基于数据库操纵的Agent通讯语言DBACL。

推广应用情况、前景及效益:

通过本课题的研究, 设计了基于软件Agent的提高大型数据库操纵效率及安全机制模型。较好的达到了提高数据库访问效率和安全性能的目的。以大庆采油三厂为最终用户, 得到良好的应用效果。大庆地区油田数据管理大多采用稳定性良好的Oracle数据库, 本项目的研究成果可以推广到大庆油田采油区域, 并且适用于采用Oracle数据库完成数据管理的各个企业及部门。

由于本项目采用软件Agent技术包装数据库, 在包装数据库Agent的内部实现对数据库操纵的智能优化, 同时, 利用Agent的自主性和智能性保证对数据库操纵的安全性, 从而便于与用户应用系统连接。对于不同的应用目标, 只需研制对应解决该问题的软件Agent即可。该项目所研究的技术具有广泛应用领域。随着数据库的应用时间增长, 数据量逐步增加, 为此效率问题和安全问题将提上日程。因此, 本项目具有广阔的应用前景。

对具有大型数据库的单位和部门应用本项目的成果, 可以加快数据库访问效率, 从而节省维护和操纵数据库的人力资源, 节省单位或部门运行成本。由于访问效率提高, 用户不用再花费大量资金置办新设备和软件, 从而可以节省资金。由于数据库的安全性提高, 可有效保护重要信息, 避免给用户造成经济损失。从以上方面可以看出, 应用本研究成果, 可带来一定经济效益。

基于软件Agent的提高大型数据库操纵效率及安全性机制创新了传统的Agent环境下遗产信息和系统继承、数据库数据检索和数据安全管理等技术, 丰富了数据库安全检索领域, 为该领域的科学研究做出贡献。另外, 解决了大型数据库效率低下的难题, 提高了数据库操纵效率, 使原来安全性得到大幅度地提高。同时, Agent的标准性和开放性, 使得面向数据库的软件开发变得容易, 提高开发效率和灵活性。从以上技术创新、拯救遗产信息和系统、提高工作效率等方面说明, 基于软件Agent的提高大型数据库操纵效率及安全性机制具有显著的社会效益。

技术水平:

本项目在提高大型数据库操纵效率及安全机制方面的研究处于国内先进水平。

应用领域:

本成果不仅适用于需要提高效率及安全性的数据管理系统, 还可以满足数据库扩展、分布式管理等方面的要求。

时滞系统和随机时滞系统的鲁棒L1控制

与鲁棒L1滤波研究

主要研究人员: 李艳辉 付光杰 刘伟周宾

王金玉 马东海

研究起止时间: 2005.01~2008.12

研究内容及主要技术指标:

本项目是黑龙江省教育厅资助的科学技术研究(一般)项目, 属控制理论与控制工程专业, 应用基础类研究。

研究内容:

本项目对以 L_1 增益(离散情况为 l_1 增益)为性能指标的鲁棒控制问题和鲁棒滤波问题进行广泛而深入的研究, 对线性矩阵不等式(LMI)在鲁棒控制和鲁棒滤波中的应用进行了系统地、全面地讨论。针对不确定系统的鲁棒性能设计中存在保守性的问题, 研

为了具有较低保守性的设计方法, 提出时滞系统和随机时滞系统的 L_1 性能准则, 进一步深入研究不确定时滞系统和不确定随机时滞系统的鲁棒 L_1 控制问题、鲁棒 L_1 滤波问题和鲁棒 L_1 模型降阶问题。

技术指标:

1、设计的不确定时滞系统的时滞相关的鲁棒 L_1 滤波器, 采用基于二次稳定的方法和基于参数依赖的Lyapunov函数方法分别进行了设计。针对同一系统采用两种方法设计鲁棒 L_1 滤波器的对比结果如表I, 从表中可以看出参数依赖的Lyapunov函数方法比二次稳定的方法降低了设计的保守性。在时滞 $h_1=0.05$, $h_2=0.05$ 的条件下, 基于参数依赖的Lyapunov函数方法进行设计保证了系统稳定且, 说明在最劣情况下, 输出信号与输入信号的峰值比最大不会超过1.6002, 有效地抑制了输出信号的幅值。

表I 不同时滞下次优性能

	$h_1=0.1$ $h_2=0.1$	$h_1=0.2$ $h_2=0.3$	$h_1=0.3$ $h_2=0.2$	$h_1=0.05$ $h_2=0.05$
QSA	2.7043 (α =1.73)	4.3017 (α =1.37)	4.1229 (α =1.43)	2.3693 (α =1.81)
PDLA	1.7072 (α =1.70)	2.8300 (α =1.47)	2.6928 (α =1.53)	1.6002 (α =1.60)

2、设计的不确定时滞系统的鲁棒 L_1 控制器, 可以保证闭环系统稳定的, L_1 性能为 , 小于所给定的指标。

创新点:

1、提出并证明了不确定时滞系统的时滞相关 L_1 性能准则可以保证系统稳定且具有保峰—峰性能约束; 给出了不确定随机时滞系统和不确定随机中时滞系统的、性能指标。

2、基于参数依赖Lyapunov函数思想和线性矩阵不等式技术给出了系统化的不确定凸多面体系统的鲁棒滤波器、鲁棒控制器方法, 比二次稳定的方法降低了设计的保守性。

3、研究了不确定系统的鲁棒 L_1 模型降阶问题。利用投影引理得到了降阶系统存在的充分条件。由于所得的条件不是严格的LMI 而是非凸可行性问题, 所以利用锥补线性化方法将其转化为受LMI约束的非线性最小问题, 使之可以用标准的数学软件求解。

4、目前, 国内外的学者对凡是涉及到随机时滞系统的鲁棒性能设计都不能很好的解决, 特别是理论和工程脱节。实际工程的噪声用布朗运动描述比较接近, 但目前还没有对布朗运动进行离散化的手段, 所以工程中都用白噪声替代, 这造成目前对随机时滞系统不能很好控制的原因。本项目研究中, 随机系统仿真研究采用了D. J. Higham (2001年) 的研究思想, 当满足条件, 布朗运动可以离散化为, 本项目基于此思想对连续的不确定随机系统均进行了仿真研究, 克服了长期以来连续的不确定随机系统的仿真和工程应用困难局面。

推广应用情况、前景及效益:

通过本项目的研究, 设计的理论方案获得了成功, 并模拟应用于风力发电控制系统。研究成果考虑了不确定性对系统的影响, 提高了系统设计的鲁棒性、可靠性, 降低了不确定系统设计的保守性。保证不确定系统具有给定的 L_1 性能, 可以将噪声的影响有效地抑制在给定的水平以下, 提高企业生产的安全性。研究成果不仅对油田系统、风力发电系统, 而且对航空航天、电力系统、经济系统、城市交通系统、网络通讯等领域的优化控制也将具有重要的应用价值和广阔的应用前景。通过提高企业生产的安全性, 将会提高企业生产效益。

技术水平:

本项目研究的以 L_1 性能准则为指标的不确定时滞和不确定随机时滞的鲁棒控制器、滤波器、模型降阶的设计方法已达到国内领先水平。

应用领域:

研究成果可以用于油田系统、航空航天、电力系统、经济系统、城市交通系统、网络通讯等领域。

基于LabVIEW 环境通用虚拟测试仪器系统的开发

主要研究人员: 刘祥楼 王永涛 韩建 吴贺

研究起止时间: 2006.01~2008.12

研究内容及主要技术指标:

本项目是黑龙江省教育厅科学技术研究面上项目 (11511015), 属电子科学与技术专业, 应用技术类研究。

研究内容:

本项目的开发历经三个过程。首先, 在充分调研的基础上进行系统总体规划, 提出系统的总体设计思想; 其次, 根据总体设计思想实现硬件系统的搭建和软件的开发; 第三, 进行系统总体调试和实验测试。

本课题的具体研究内容是将传统的通用信号发生器与通用的测试仪的功能, 通过LabVIEW这个软件开发平台实现功能的高度集成, 开发出了一种通用自动测试系统。硬件系统以计算机和数据采集卡PCI1710HG为基本硬件来实现激励信号的产生和响应信号的采集。软件系统采用软件工程面向组件的设计思想。据此我们主要开发了三种组件: 驱动组件、信号发生组件和数据处理组件。其中驱动组件主要完成的是数据采集卡的驱动功能, 实现信号的输入和输出, 主要包括: 模拟输出驱动、模拟输入驱动、

数字输出驱动和数字输入驱动；信号发生组件主要完成的是产生各种测试信号的功能，主要包括模拟信号发生器和数字信号发生器；数据处理组件主要完成的是对采集来的各种信号进行各种分析、显示和存储等功能，主要包括示波器、数字滤波器、频谱分析仪、逻辑分析仪、阻抗分析仪、传递函数分析仪、相关分析仪和统计分析仪等测试仪器。

主要技术指标：

- 1、I/O接口：68脚SCSI-II孔式接口。
- 2、2路模拟量输出。
- 3、16路数字量输入及16路数字量输出。
- 4、16路单端或8路差分模拟量输入，或组合方式输入。
- 5、12位A/D转换器，最大采样速率100kHz。
- 6、每个通道的增益可编程。
- 7、采集卡上自带4K采样FIFO缓冲器。
- 8、工作温度：0° ~60° C（30~140° F）。
- 9、工作湿度：5%~95%RH，无凝结。

创新点：

1、将软件工程中面向组件的设计思想应用到LabVIEW中，这样软件的开发就可以分为两个步骤：组件的开发和组件的搭接。同时采用严格数据类型的枚举控件，从而极大地提高了系统的可重用性和可扩展性；同时利用LabVIEW中同步控制技术中的Queue技术来完成通用自动测试系统组件的搭接，从而实现了信号源和测试仪的集成，由此避免了数据的丢失。

2、利用虚拟仪器技术实现了各种信号源和测试仪的高度集成，用户由此便可从繁杂的测试仪器的设计与开发中解脱出来，专注于电路板的测试任务。该测试系统面向终端用户，这意味着大大降低了用户的使用难度，无疑会增加虚拟仪器的用户群体，因而具有一定的研究开发价值。

推广应用情况、前景及效益：

相对传统的测试系统，本虚拟测试仪器系统在自动化程度、通用性等方面有明显提高。实现了仪器功能和面板控件软件化，和功能的高度集成化。该系统完全可以满足对繁杂电路系统测试的需求。本测试系统为用户预留了很大的选择空间，用户可以根据自己的需要任意选择测试仪器来完成测试任务，由此便可将测试者从繁重的测试系统组建中解脱出来，专注于具体电路的测试任务。本测试系统不但具有强大的功能，同时可以极大地方便用户使用，在电路测试领域具有广阔的发展前景和使用价值。因此该系统具有良好的应用前景和市场潜力。

技术水平：

本项目在虚拟测试应用技术方面的研究处于国内先进水平。

应用领域：

本成果可以广泛用于通用电路系统的测试。

基于大地脉动的结构损伤定位与标定新方法

主要研究人员：薛景宏 孙建刚 张云峰 李文 逯广东
李涛 李晓丽

研究起止时间：2006.01~2008.12

研究内容及主要技术指标：

本项目是黑龙江省教育厅资助的面上项目，属建筑环境与结构工程学科结构工程专业，结构健康监测方向，应用基础类研究。

研究内容：

本研究主要内容为筛选一种损伤指数，解决实际工程结构损伤识别激励方法和敏感度两方面存在的问题。体积庞大的大型结构损伤识别面临着如何激励的问题；对结构微小损伤识别是结构损伤识别的真正目的，也是具有真正意义的损伤识别，但目前多数结构损伤指数对微小损伤不敏感。利用大地脉动激励解决第一个问题，利用大地脉动下结构动力特性构造新型损伤指数解决第二个问题。根据离散脉冲响应函数的相关性定义了一种新型损伤指数，以三层框架结构作为研究对象，针对结构完好状态进行了稳定性验算，研究分析了该损伤指数与结构损伤程度的变化关系，将损伤识别结果与两种时域及两种频域模态识别方法的识别结果进行了比较。数值模拟表明，新型损伤指数是一种具有潜力的损伤识别参数，对模型模拟损伤判定优越于其它方法，可以用来判定与标定损伤。

技术指标：

- 1、利用大地脉动作为激励方法。
- 2、损伤指数具有较高的稳定性。
- 3、损伤指数对小损伤敏感。
- 4、损伤指数与激励的振幅水平、频谱特性无关。
- 5、损伤指数易计算。

创新点：

利用离散脉冲响应函数的相关性定义了一种新型损伤指数，结构激励利用大地脉动，通过测量激励及结构响应计算离散脉冲响应函数，构造损伤指数；针对结构完好状态，对该指数进行稳定性验算，证明了该指数稳定性；研究分析了该损伤指数与结构损伤程度的变化关系，发现该指数及其变化率随结构损伤程度单调变化，可以用于判定和标定损伤；数值模拟结果表明，该指数对小损伤敏感，对损伤敏感度好于两种时域与两种频域模态识别方法。

推广应用情况、前景及效益：

通过本课题的研究，构造了一种新型损伤指数，由于其具有较好的稳定性和较高的敏感度，因此可以应用于工程结构，尤其是大型结构的健康监测。通过损伤监测，可以实时感知结构的性能变化，为结构维护以及事故预警提供有利支持，产生可观的经济效益和深远的社会效益。因此该损伤指数具有良好的应用前景。

技术水平：

本成果属于结构健康监测方向的研究，处于国内先进水平。

应用领域：

本成果可以应用于工程结构，尤其是大型结构的健康监测。

求解非线性数学物理方程的精确解的新方法的研究

主要研究人员：刘成仕 杜兴华

研究起止时间：2006.01~2008.12

研究内容及主要技术指标：

本项目是黑龙江省教育厅资助的面上项目，属应用数学专业，基础类研究。

研究内容：

本项目通过对试探方程法的理论基础进行研究，找到了试探方程法适用的条件，建立了相应的秩齐次和秩非齐次非线性微分方程的试探方程法。利用这些方法求解了大量的数学物理方程，得到了丰富的精确解。基于对非线性微分方程精确行波解的研究，提出了原子解和组合解的概念，澄清了行波解的分类中的解的限定问题。对若干重要的方程如CDF方程以及双曲正弦高登方程的单行波解做了系统和完整的分类以及表示。另外利用多项式完全判别系统方法建立了大量的非线性微分方程的精确解。这些结果表明，试探方程法以及多项式判别系统方法是求解非线性数学物理方程精确解的非常有效的方法。可以进一步去发展和应用这些方法和理论。

创新点：

- 1、建立秩齐次和秩非齐次微分方程的试探方程法，并求解了若干重要方程的精确解。
- 2、提出了原子解和组合解的概念。建立了若干非线性数学物理方程的所有单行波原子解的分类和表示。
3. 利用多项式完全判别系统求解了高阶非线性微分方程的新的精确解。

推广、应用及前景：

通过本课题的研究，找到了试探方程法的理论根据，可以进一步推广到无理方程或者更复杂的方程情形。另外，还可以开展组合解的研究，丰富微分方程解的研究内容。许多重要的数学物理方程的精确解还有待给出，这为继续利用这些新方法和新理论提供了广阔的应用前景，为进一步研究新的方法提供了具体的背景。

技术水平：

本项目在非线性数学物理方程精确解的研究方面处于国际先进水平。

应用领域：

本成果可以用于具体的物理和力学领域。

基于PKI安全认证体系和信任模型的研究 及CA系统的实现

主要研究人员：张方舟 段玉波 任伟建 臣雪松

阚志刚 张国龙 单志萍

研究起止时间：2006.01~2008.12

研究内容及主要技术指标：

本项目是黑龙江省教育厅资助的黑龙江省教育厅科学技术研究项目，属计算机科学与技术专业，应用技术类研究。

研究内容：

1、基于国家级PKI信任模型的提出与分析，结合目前构筑国家级体系结构的要求，提出一种适合于我国国情的新信任模型—多级混合信任模型，并在开放式国家级PKI体系加以实现（主要是理论方面的实现），并比较其性能。

2、在研究基于PKI的信任模型主要解决这些问题，实体之间能够信任的证书是怎样被确定的，实体之间的信任关系是怎样建立的，在特定的环境下，实体之间的信任在什么情形下能够被限制或控制。

3、通过分析比较成熟的协议（如X.209 ASN.1, X.500, X.509, PKCS系列标准, XKMS系列标准, OCSP, LDAP以及PKI技术的应用协议SET, SSL和S/MIME等），并结合提出的基于国家级的PKI的模糊—信任模型，在相关的实施中提出具体的安全认证协议，并建立起安全有效的认证体系。

4、根据构筑安全的国家级PKI体系结构的具体情况，通过对标准的PKI域必须具备的主要内容进行具体的分析比较研究，针对国家级PKI体系结构的特点，并在具体实施PKI技术时具体情况具体分析，建立起安全有效的PKI安全基础设施。

5、研究开放的PKI体系中的CA中心（比如商业CA中心和电子政务CA中心）生存机会在哪里，如何让更多的应用接受PKI。

6、研究PKI技术如何与应用真正紧密集成。目前，CA证书由各类CA中心发放，而应用系统往往由第三方软件开发商或系统集成商开发，由于应用系统的千差万别，注定了与PKI的接口也千差万别。那么，应该开发怎样的应用接口程序与PKI技术才能真正集成呢？这也是本课题重点研究的问题之一。

技术指标：

1、研究PKI的信任模型。如：认证机构（CA）的严格层次结构，分布式信任结构、以用户为中心的信任等。

2、对PKI应用中的各种协议进行研究，掌握其中的实现细节。

3、研究标准的PKI域所必须具备的主要内容，在具体实施中建立起安全有效的PKI安全基础设施。

4、PKI技术与应用紧密集成技术研究成果。

创新点：

1、结合目前构筑国家级体系结构的要求，提出一种适合于我国国情的新信任模型—多级混合信任模型，并在开放式国家级PKI体系加以实现。

2、结合提出的基于国家级的PKI的模糊—信任模型，在相关的实施中提出具体的安全认证协议，并建立起安全有效的认证体系。

3、研究PKI技术与应用的紧密集成技术，开发可用的应用接口程序使PKI技术真正达到集成。

推广应用情况、前景及效益：

通过本课题的研究，提出了基于国家级的PKI的模糊—信任模型，开发可用的应用接口程序。本项目相关研究成果预在大庆物业集团物业管理系统中推广，管理系统中的电话保修及GIS巡查等功能模块中将应用项目研究成果。通过技术推广将推进物业管理的信息化，创建物业管理新模式，同时保证管理信息的安全性和时效。

PKI的应用前景也决不仅限于网上的商业行为，事实上，网络生活中的方方面面都有PKI的应用天地，不只在有线网络，甚至在无线通信中，PKI技术都已经得到了应用。PKI在当前科技发展的前沿方向，具有十分重要的学术价值。

技术水平：

本项目在PKI安全信任模型及CA系统的实现方面的研究处于国内先进水平。

应用领域：

本成果不仅可以用于有线网络服务，电子商务服务中得到了应用，还可以用于无线通信安全保障等方面。

我国石油技术服务企业产品跨国营销

主要研究人员：徐 畅 魏景柱 胡文博 赵俊平 李九斤
杨东红 孙裔德

研究起止时间：2007.01~2008.12

研究内容及主要技术指标：

本项目是黑龙江省教育厅资助的人文社会科学重点研究项目，属管理学专业，基础类研究。

研究内容：

本项目首先分析了中国石油技术服务企业的改革历史和所处形势，分析了上下游产业对其经营活动的影响，分析了中国石油技术服务企业的产品技术现状和趋势，行业现状和趋势，在此基础上，总结归纳了影响制约中国石油技术服务企业产品跨国营销的风险因素，由此构建了科学合理的风险评价指标体系，并采用合适的综合评价方法进行评价，最后提出风险控制的有效策略。研究表明：经过持续的内外重组，中国石油技术服务企业已经走过三大改革阶段，目前作为存续企业依然和石油公司唇齿相依；由于未来世界范围内石油可采资源形势不容乐观，我国石油资源的供需矛盾越来越突出，客观要求中国石油技术服务企业必须继续加大“走出去”战略的步伐；以石油勘探及钻采设备为主体的中国石油技术服务企业产品正在蓬勃发展之中，部分设备已经达到国际行业先进水平，但从整体看，我国石油勘探及钻采设备还达不到国际领袖地位，技术创新和管理创新依然是头等要务；石油技术服务企业实施跨国营销会不可避免地遭遇诸多风险，都可能对企业跨国营销活动产生威胁。应用相关分析的方法、借助SPSS软件可以将初步统计的风险指标体系进一步精选，从而构建一个科学合理的风险评价指标体系；人工神经网络可以较好地解决非线性映射问题，其中以TRAINSCG为训练函数的BP网络适合本课题，而MATLAB软件中神经网络工具箱NNTOOL的GUI界面可以直观的显示软件运行结果。石油技术服务企业的产品跨国营销风险可以从跨文化风险、政治风险、设备风险等几个主要方面来管理、控制。

技术指标：

1、在指标体系中，销售利润率的值域为 $[-1, 1]$ ；价格竞争力的值域根据武汉理工大学余廉教授的研究结果确定为 $[0, 2]$ ；其余的定量指标的值域为 $[0, 1]$ ，定性指标经量化后的值域均为 $[1, 5]$ 。

2、对指标进行无量纲化时，采用的是直线型无量纲化法，其前提在于：当指标实际值转化成不受量纲影响的指标评价价值时，二者之间呈线性关系。

3、BP神经网络中，隐含层的传递函数采用S型函数tansig，输出层采用线性函数purelin。这样网络的输出可以取到任意值，而S函数则可以学习隐含层输入输出间的线性非线性关系。

4、采用训练函数trainscg和学习函数traingdm对网络进行训练。后者的优势在于：属于启发式学习方法，耗时少，收敛速度快（如果收敛），所需输入参数较少。

创新点：

将中国石油技术服务企业作为一个特定领域，分析其上下游产业状况；分析其产品技术现状及发展趋势；分析其行业状况及发展趋势，分析其跨国营销所面临的风险；结合SPSS与MATLAB软件，运用相关分析法构建风险综合评价指标体系，运用改进的BP神经网络给予风险评价；提出风险控制策略。

推广应用情况、前景及效益：

通过本课题的研究，展示了当前中国石油技术服务企业及其产品的发展现状和未来趋势，可以为国内相关领域企业开展跨国营销活动、实施产品技术创新等提供参考；本课题基于跨国营销风险理论构建的石油技术服务企业产品跨国营销风险评价指标体系，能够为有关企业及时开展营销风险预警提供参考；课题研究结果证明，BP神经网络能够较好的解决复杂系统的非线性映射问题，因此该方法在企业综合项目的评价方面具有良好的应用前景；课题中从多个角度提出的风险控制策略也可以为广大企业的海外项目管理提供参考和借鉴。

技术水平：

目前国内石油技术服务企业的有关研究为数不多，本项目是其中之一。

应用领域：

本成果可以用于中国石油技术服务领域开展行业竞争分析、设备技术分析，也可以用以掌握石油技术服务企业海外营销的风险预警。

石油文献译文数据库及检索平台的开发与建设

主要研究人员：吴春玉 王文广 王洪武 吕国民

佟喜峰 金应渊

研究起止时间：2007.01~2008.12

研究内容及主要技术指标：

本项目是黑龙江省教育厅人文社会科学研究项目，属图书情报专业，应用技术类研究。

研究内容：

本项目主要是为了解决目前图书馆面临的难题和如何有效收集、利用、共享资源而开发、建立的数据库及检索平台。由于科学技术的飞速发展带来了文献数量急剧增长、图书价格直线上升的情况下，图书馆如何利用有限的经费来满足读者日益增长的文献需求量的问题。

本项目主要利用本校一切可开发的资源进行加工，建立原始数据库。缓解我校图书馆资金不足带来的资源短缺的问题，同时利用学生的作业建数据库，从而有效利用资源，避免资源的闲置现象，真正实现资源共享。节省科研人员及其他学生翻译文献的时间。

研究内容具体包括：制定原始数据的收集方案、原始数据提交平台、制定数据源的标准格式、设计译文数据库结构、设计开发译文数据库检索平台、实现师生之间互动功能。

技术指标：

1、制定原始数据标准。制定统一的标准的数据格式是建数据库的基础。

2、译文数据库检索平台，可利用布尔逻辑检索技术（逻辑或、逻辑与）及字段检索（号码、题名、中外文摘要及全文段落）、限制检索、全文检索等技术。

3、同时用中英文关键词在不同字段之间组配检索。

4、译文作者随时获取反馈意见。

创新点：

1、把学生的作业收集整理，建立数据库作为图书馆自建数据库，丰富图书馆的资源类型，实现资源共享。

2、师生之间、译文作者与用户之间，通过网络实现互动，及时获得教师和用户的意见和建议让学生得到多方的指点，有利于提高学生的翻译水平。

3、拓展资源共享思路。

推广应用情况、前景及效益：

通过本课题的研究，开拓图书馆资源共享思路，缓解资料收藏单位资金不足带来的资源短缺的问题。本课题的研究思路可对高校图书馆资源建设和其他课程建设起到示范作用。利用该项目的成果，预计年处理译文数据2000篇。有利于资源的累积、回溯及共享。

本课题的研究成果可直接应用于石油高校图书馆及各油田进行推广应用。

技术水平：

本项目在高校图书馆资源共享、课程建设等方面提出了新的思路，本项目的研究成果（石油文献译文数据库），国内尚未见相关数据库资源。

应用领域：

本成果不仅可以用于国内高校图书馆资源共享及建设，还可以用于高校课程建设方面。

对大庆市城市化与可持续发展研究

主要研究人员：赫丛喜 刘戒骄 魏景柱

研究起止时间：2006.01~2008.12

研究内容及主要技术指标：

研究内容：

为了理顺作为资源性城市的城市化与可持续发展的关系，在探讨城市化与可持续发展在大庆经济和社会发展的作用的前提下，在充分调研的基础上，对大庆市城市化的现实基础进行了详细的分析，通过三个重要关系，即：大庆市可持续发展与顺应全球趋势的关系；大庆市可持续发展与持续发展战略的关系；大庆市可持续发展与其自身需要的关系。对大庆城市化与可持续发展的必要性进行了深入探讨，并围绕实现可持续发展的物质基础，实现可持续发展的历史机遇，实现可持续发展的现实基础，实现可持续发展的实践经验，大庆第三产业本身的优势和机遇及原油储量、地方工业的现状、“四县”的经济教育、环保等现状六个方面对大庆可持续发展的可行性和制约因素进行了分析。最后，结合我国社会和经济发展趋势及大庆自身发展特点探讨出推进大庆市城市化与可持续发展战略措施的新举措。

课题研究主要采用了市场调研中的间接资料法与重点地区普查和主观随机抽样法调查分析大庆经济、教育、卫生、环保、交通等情况。通过探索性调研、描述性调研和非比较衡量调研等途径对农、工、商业进行调研分析。引用石油开发预测、石油加工能力预测、市场销售预测、投融资预测、教育发展预测等一些方面对未来大庆整体发展状况进行科学预测，为实现大庆城市化与可持续发展寻求有力的科学依据。

创新点:

对大庆市城市化与可持续发展研究是顺应全球趋势的需要,也是对大庆市城市化与可持续发展研究是我国持续发展战略的需要。所以,通过课题的研究,课题的主要创新点是,为了实施大庆城市化与可持续发展,重点在下面几方面下了工夫:

- 1、将大庆市产业结构调整做为重点研究内容之一,并提出了相应的的方案与措施。
- 2、将大庆市生态环境保护与改善做为重点研究内容之一,并提出了相应的的方案与措施。
- 3、将大庆市的教育发展与经济发展相互促进做为重点研究内容之一并提出了相应的的方案与措施。

推广应用情况、前景及效益:

课题负责人和主要成员曾完成了“对大庆市城市化与可持续发展研究”,本成果在大庆市国民经济与社会发展中及学生经济管理教学中,起到理论与实践的指导作用。

技术水平:

本项目在资源城市的可持续发展的建设方面的研究处于国内先进水平。

应用领域:

本成果在大庆市国民经济与社会发展中会起到理论与实践的指导作用。

Copyright ©东北石油大学科研处版权所有

 技术支持:北京易普亚格科技有限责任公司