

2020 年度陕西高等学校科学技术奖西安石油大学拟推荐项目公示信息

1. 项目名称：钻井工程风险动态管理与决策控制的理论和应用

完成单位：西安石油大学、中国石化石油工程技术研究院、中国石油集团长城钻探工程有限公司工程技术研究院

完成人：李琪、徐英卓、刘志坤、王六鹏、杨传书、李昌盛、高晓荣、徐术国、张好林、孙钦瑞、艾二鑫

项目主要内容：（800 字以内）

“钻井工程风险动态管理与决策控制的理论和应用”主要包括钻井风险因素分析与可视化展布、钻井风险管理知识综合集成、三维地质力学模型的建立、钻井风险动态预测、风险识别与决策控制、风险评估与综合评价以及钻井风险动态管理与决策控制支撑平台的研发等七个方面的理论与技术。针对钻井工程具有高难度、高风险、隐蔽性强，以及存在大量复杂和不确定性因素，在钻井各阶段均存在不同程度、形式多样的风险，且风险的发生具有动态不确定性等问题，基于知识集成技术实现了钻井风险管理知识的综合集成与全面共享；建立了可动态更新的三维地质力学模型，使井下不确定性和复杂的地质因素能随钻实时地确定并透明化；构建了基于地质力学模型的风险动态

预测、识别、评估及综合评价智能模型，建立了风险因素分析知识库、风险实例库和预防措施库，使风险管理与控制动态化、智能化、网络化；研发了钻井风险管理与决策控制系统平台，使分布在不同地点的专家、技术人员能以最直接、最有效的方式实现信息共享、交流和协同风险管理。本项目的关键技术和方法及系统平台已成功应用于中石化工程院、长城钻探工程院、长城钻探各钻井公司、塔里木油田分公司、川庆钻探长庆钻井总公司、渤海钻探各钻井公司、大庆钻探钻井院、西安众行石油工程设备公司等单位，为钻井工程提供了一套完整的风险动态管理与决策控制技术与方法，能够对钻井工程潜在的各种风险实时地预警、评估及综合评价，并提供风险防范措施，大大降低了钻井风险率。

主要知识产权目录(15 篇代表作及专利、计算机软件著作权等)：

主要论文专著目录（限 15 条）

序号	论文专著名称	刊名	作者	年卷页码（xx 年 xx 卷 xx 页）	发表时间	通讯作者	第一作者
1	基于知识集成的石油钻井风险管 理系统研究	石油学报	李琪、常笃、 徐英卓等	2009 年 30 卷 755-759 页	2009 年	李琪	李琪
2	赫-巴流体在偏心环空中的波动压 力计算模型	石油学报	李琪、王再兴、 李旭阳	2016 年 37 卷 1187-1192 页	2016 年	李琪	李琪
3	钻井风险评价系统 DrillRisk 的 研发与应用	石油钻探技术	杨传书	2017 年 45 卷 60-65 页	2017 年	杨传书	杨传书
4	偏心环空中 Robertson-Stiff 流 体的波动压力计算模型	西安石油大学学报 (自然科学版)	李琪、王再兴、 王耀稼	2016 年 25 卷 86-91 页	2016 年	李琪	李琪
5	基于遗传算法优化 BP 神经网络的 地层破裂压力预测方法	西安石油大学学报 (自然科学版)	李昌盛、宋海、 肖莉、杨传书等	2015 年 30 卷 76-79 页	2015 年	李昌盛	李昌盛
6	基于顺层应力角度实验和有限元 模拟的油页岩井壁稳定性分析	钻采工艺	倪维军、李琪、 宋晓梅	2016 年 25 卷 8-11 页	2016 年	倪维军	倪维军
7	基于本体和 CBR 的钻井工程风险 决策模型研究	计算机工程与应用	高晓荣、郭小阳、 徐英卓	2015 年 51 卷 265-270 页	2015 年	高晓荣	高晓荣

序号	论文专著名称	刊名	作者	年卷页码 (xx 年 xx 卷 xx 页)	发表时间	通讯作者	第一作者
8	Research on the adaptive prediction model for drilling accidents based on PSO-SVM	Information Technology Journal Technology and Its Applications	徐英卓、孙万海	2013 年 12 卷 2635-2640 页	2013 年	徐英卓	徐英卓
9	Research of Visualization Intelligent Decision Support System for Drilling Risk	22nd Chinese Control and Decision Conference	徐英卓、王六鹏	2010 年 5 卷 3822-3827 页	2010 年	徐英卓	徐英卓
10	一种新的钻井井身质量评价方法	石油钻采工艺	李琪、王涛、 王再兴	2015 年 20 卷 1-4 页	2015 年	李琪	李琪
11	钻井事故危险源分析与安全监控系统研究	石油钻采工艺	刘志坤、李琪	2012 年 34 卷 107-111 页	2012 年	刘志坤	刘志坤
12	钻井工程决策支持系统关键技术	石油钻探技术	肖莉、杨传书、 赵金海、李昌盛	2017 年 43 卷 38-43 页	2017 年	肖莉	肖莉
13	基于 CBR 的井下复杂情况与事故智能诊断和处理系统	计算机应用研究	高晓荣、徐英卓、 李琪	2008 年 25 卷 1446-1449 页	2008 年	高晓荣	高晓荣
14	钻井风险因素综合评价方法及模型建立	天然气工业	李琪、于琳琳、 刘志坤等	2008 年 28 卷 120-122 页	2008 年	李琪	李琪
15	石油钻井风险管理技术研究与实践	石油工业出版社	刘志坤、倪卫军、 王六鹏等	2014 年 4 月	2014 年	刘志坤	刘志坤

主要知识产权证明目录（限 10 条）

知识产权类别	知识产权具体名称	国家 (地区)	授权号	授权 日期	证书编号	权利人	发明人	专利有效 状态
软件著作权	钻井风险评估及风险控制系统	中国	2013SR0742 32	2013 .07. 26	软著登字第 0579994 号	西安石油大学	李琪、徐 英卓、李 天太等	有效
软件著作权	钻井风险控制系统	中国	2017SR1023 36	2017 .04. 25	软著登字第 1687620 号	中石化工程院	杨传书、 李昌盛等	有效
软件著作权	钻井工程复杂与事故诊断专家系 统	中国	2013SR0743 14	2013 .07. 26	软著登字第 0580076 号	西安石油大学	高晓荣、 王六鹏、 倪维军等	有效
软件著作权	压井作业设计及井控模拟系统	中国	2013SR0759 91	2013 .07. 29	软著登字第 0581753 号	西安石油大学	王六鹏、 倪维军、 刘志坤等	有效
实用新型专利	一种自启式常循环井下防喷器组 合	中国	ZL20172089 7926.4	2017 .07. 24	证书号第 7011123 号	西安石油大学	李琪、刘 盈、刘志 坤等	有效
实用新型专利	一种基于光学原理的空气钻井防 斜打直井下辅助钻井工具	中国	ZL20172121 1212.X	2017 .09. 21	证书号第 7170286 号	西安石油大学	李琪、刘 刚、倪维 军等	有效

2. 项目名称：低渗透油田有杆抽油系统关键技术研究

完成单位：西安石油大学

完成人：任涛，孙文，宋红，张春琳，康晓清，曾威，张丹

项目主要内容：（800 字以内）

针对低渗透油田有杆抽油系统目前存在的主要技术瓶颈问题：低泵效、易干抽、高故障、高修井、高能耗等，开展了本项目研究，取得的主要创新成果（1）基于抽油泵有效行程的间歇采油技术。通过研究抽油泵有效行程变化规律来揭示油井动液面变化的最直接影响参数，从而在无需测量动液面的情况下，实现对井下供液状态进行表征。利用杆液耦合动力学模型确定泵功图，建立了有效行程的识别模型。研究了间抽期和间歇期有效行程随时间变化规律，建立了间抽期和间歇期数值模型。（2）均方根误差算法的有杆抽油系统工况诊断技术模型。提出了均方根误差算法的图形识别技术，研究了目前国内外相似匹配计算模型和图形差异程度的关联性，并进行了详细的对比分析。建立了示功图识别模型；故障示功图样本数据库和抽油机工况诊断模型。（3）有杆抽油系统运行分析技术。建立了机杆泵模糊优化模型，抽油杆柱、扶正器分布优化模型，抽油机运行诊断分析模型，抽油机平衡分析模型，系统效率分析模型，抽油机工况诊断模型，百米吨液耗电量计算模型和基于抽油泵有效行程的油井计量模型。（4）针对抽油机载荷特性和所用电动机载荷特性不匹配等问题，提出了净扭矩小波动形态理论，分析了曲柄轴净扭矩曲线形态的主要影响因素分析，完成了抽油机净载荷趋近于均匀形态的作用机理研究，完善了抽油机平衡理论。（5）有杆抽油装备新型传动机构模型。提出了摇块六杆机构、摆动导杆机构、曲柄滑块机构、单柱凸轮机构的模型，建立了传动机构在实际采油工况下的运动学和动力学模型，研究了悬点载荷、平衡载荷、扭矩因素、曲柄轴净扭矩、均方根扭矩、载荷波动系数 CLF 等动力学性能。

主要知识产权目录(15 篇代表作及专利、计算机软件著作权等)：

主要论文专著目录（限 15 条）

序号	论文专著名称	刊名	作者	年卷页码 (xx 年 xx 卷 xx 页)	发表时间	通讯作者	第一作者
1	抽油机系统优化设计分析与 MATLAB 应用	石油工业出版社	任涛	2015 年	2015 年	任涛	任涛
2	Study of dynamometer cards identification based on Root Mean Square error algorithm	International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence	Tao Ren, Xiaoqing Kang, Wen Sun, Song Hong	2018 年 32 卷 1850004-1-18 页	2018 年	任涛	任涛
3	A Study on similarity matching algorithm and reliability of graphics based on	International Journal of Simulation System, Science & Technology	Tao Ren, Xiaoqing Kang, Wen Sun	2016 年 31 卷 30.1-6 页	2016 年	任涛	任涛
4	The fault diagnosis of gear Based on Kernel Density Estimation	Journal of Computational Methods in Sciences and Engineering	Song Hong, Sun Cheng, Zhang Chunlin, Ren Tao	2018 年 779-791	2018 年	任涛	宋红
5	运用标准误差识别泵功图中游动阀的开闭点	科学技术与工程	任涛, 孙成, 王艳梅, 孙文, 宋红, 曾威	2018 年 18 卷 237-242	2018 年	任涛	任涛
6	基于标准误差算法的油井工况识别技术研究	科学技术与工程	任涛, 孙文	2017 年 17 卷 219-224	2017 年	任涛	任涛
7	变参数四连杆机构运动及动力性能分析	机械设计与制造	任涛, 孙文	2016 年 304 卷 96-99	2016 年	任涛	任涛
8	净扭矩呈小波动形态的新型抽油机动力学研究	石油机械	任涛, 孙文	2012 年 40 卷 61-65	2012 年	任涛	任涛

9	曲柄轴净扭矩趋近直线形态的抽油机传动机构研究	现代制造工程	任涛	2010 年 355 卷 136-140	2010 年	任涛	任涛
10	新型六杆机构抽油机的性能分析	机械科学与技术	任涛	2010 年 29 卷 1163-1167	2010 年	任涛	任涛
11	曲柄导杆式六杆机构抽油机设计计算	机械传动	任涛	2010 年 34 卷 46-49	2010 年	任涛	任涛
12	游梁式摇块机构抽油机的运动及动力性能分析	机械设计与研究	任涛, 孙文	2009 年 25 卷 25-27	2009 年	任涛	任涛
13	新型链条抽油机的方案设计 & 性能分析	西安石油大学学报 (自然科学版)	任涛	2009 年 24 卷 72-74	2009 年	任涛	任涛
14	新型多级链传动抽油机的方案设计 & 性能分析	机械设计与制造	任涛	2010 年 228 卷 14-16	2010 年	任涛	任涛
15	低渗透油田有杆抽油系统模糊优化设计	石油机械	孙文, 王三民 任涛, 屈文涛	2014 年 42 卷 77-81	2014 年	孙文	孙文

主要知识产权证明目录（限 10 条）

知识产权类别	知识产权具体名称	国家 (地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	专利有效 状态
发明专利	摆动导杆式抽油机	中国	ZL200910021472.4	2012.1.4	890380	西安石油大学	任涛	有效
发明专利	曲柄滑块式抽油机	中国	ZL200810150622.7	2013.7.3	1229262	西安石油大学	任涛, 任晓磊	
发明专利	摇块六杆机构抽油机	中国	ZL200910021341.6	2012.6.27	979729	西安石油大学	任涛	
实用新型	一种抽油井监控系统	中国	ZL201621299196.x	2017.6.6	6193731	西安石油大学	任涛, 孙文, 康晓清	有效

实用新型	复合天轮式链条抽油机	中国	ZL201020603475.7	2011.5.25	1807611	西安石油大学	任涛, 孙文, 王小静	
实用新型	一种抽油机	中国	ZL201420830676.9	2015.06.17	4376871	西安石油大学	韩成才, 宋红, 陈刚	
软件著作权	抽油机井间抽优化设计软件	中国	2016SR349629	2016.12.2	1528245	西安石油大学	任涛, 孙文	
软件著作权	低渗透油藏间歇抽油动态控制系统	中国	2017SR690186	2017.12.14	2275470	西安石油大学	任涛, 孙成, 孙文	
软件著作权	抽油机运动学和动力学参数显示系统	中国	2018SR351018	2018.5.17	2680113	西安石油大学	任涛, 南振江, 孙文	
软件著作权	抽油杆柱扶正器分布优化设计软件	中国	2016SR349632	2016.12.2	1528248	西安石油大学	孙文, 任涛	

3. 项目名称：五元杂环亚胺后过渡金属聚烯烃催化剂的开发及 QSAR 研究

完成单位：西安石油大学

完成人：苏碧云、汪力、潘丹丹、闫婷玉、李亚宁、丁丽芹、刘博、张翱

项目主要内容：（800 字以内）

五元杂环亚胺过渡金属配合物属于极具潜力的新型聚烯烃催化剂，五元杂环的引入将从电子结构、位阻效应等方面对催化剂的性能产生显著的影响，催化剂丰富多彩的配位类型和结构特征为烯烃的可控聚合提供了诸多可能性。本项目通过灵活地发挥分子设计和剪裁，对经典的 Brookhart 吡啶双亚胺配体进行不对称地改变和修饰，同时向其骨架上引入含 N、O、S 的五元杂环代替含 N 六元杂环，开发出 3 大系列吡咯、呋喃、噻吩基五元杂环亚胺配体及其 Co(II)、Ni(II)、Pd(II) 等后过渡金属配合物的新型合成技术，获得了 100 余个结构新颖的配体及后过渡金属配合物。通过项目研究，不但攻克了此类有机亚胺配体在常规液相条件下不易合成的难题，且探索出了更为简便易行的金属配合物的合成方法；基于对催化剂结构的系统化设计和单晶培养方法创新优化，获得了涵盖 52 个样本的单晶衍射分子结构数据（已存储于英国剑桥晶体数据库 Cambridge Crystallographic Data Centre），将其与聚烯烃催化活性相关联，利用 Gaussian 09W，GaussView5.0 软件中的密度泛函理论(DFT) / UB3LYP / 3-21G 量化包对配合物分子、乙烯聚合催化过程进行计算，建立了定量构效关系(QSAR)模型，成功预测出不同结构的催化剂对乙烯的聚合活性。该研究成果可很好地解决催化剂开发过程中实验筛选法的盲目性问题，为新型催化剂的高通量筛选提供了重要的理论依据和方法，对于促进聚烯烃工业发展具有重要意义。

主要知识产权目录(15 篇代表作及专利、计算机软件著作权等)：

主要论文专著目录（限 15 条）

序号	论文专著名称	刊名	作者	年卷页码（xx 年 xx 卷 xx 页）	发表 时间	通讯作 者	第一作 者
1	膦基苯磺酸(PO)金属配合物催化乙烯与极性单体的共聚反应及其机理研究进展	有机化学	苏碧云, 郑佩瑜, 王彦昭, 李亚宁, 黄鹤, 李谦定	2016 年 36 卷 2344-2352 页	2016	苏碧云	苏碧云
2	聚乳酸高效催化剂的研究进展	当代化工	苏碧云, 李亚宁, 丁丽芹, 周瑞, 黄鹤, 李谦定	2016 年 45 卷 2493-2496 页	2016	苏碧云	苏碧云
3	The Self-assembled Tetranuclear OPO-Metal Catalyst for Olefin Polymerization	The 7th Annual Global Congress of Catalysis-2016 (CCC-2016)	Biyun Su, Mei Meng, Rui Zhou, and Bianqing Li	2016 年, 88-89 页	2016	苏碧云	苏碧云
4	大学生创新训练计划项目实施的实践与建议	创新科技	苏碧云, 马肖, 张鹏, 李磊, 王大卫, 潘丹凤, 李亚宁, 杨鹏辉	2016 年 9 卷 73-75 页	2016	苏碧云	苏碧云
5	Nickel(II) complexes with mono(imino) pyrrole ligands: Preparation, structure and ethylene polymerization	Journal of Coordination Chemistry	Biyun Su, Xudong Wang, Jiaxiang Wang, Xiaoteng Li	2015 年 68 卷 4212-4223 页	2015	苏碧云	苏碧云
6	Bis(2-{1-[(2,4,6-trimethylphenyl)imino]ethyl}pyrrol-1-ido-κ ² N,N'})nickel(II): a supramolecular structure formed by C—H···π (arene)	Acta. Cryst. C	Biyun Su, Xiaoteng Li, Xudong Wang, Jiaxiang Wang	2015 年 71 卷 1053-1056 页	2015	苏碧云	苏碧云
7	Efficient Microwave-assisted Syntheses of A Series of Novel Mono(imino)pyrrolyl Compounds	Heterocycles	Biyun Su, Xiaoteng Li, Xudong Wang, and Qianding Li	2015 年 91 卷 1955-1963 页	2015	苏碧云	苏碧云

8	三草酸合铁(III)酸钾的合成方法研究	化工管理	苏碧云, 李晓腾, 王家祥, 王旭东	2015 年 2 卷 109-110 页	2015	苏碧云	苏碧云
9	乙酰苯胺的合成方法	当代化工	苏碧云, 王旭东, 王家祥, 李晓腾	2015 年 44 卷 1336-1394 页	2015	苏碧云	苏碧云
10	Self-assembled Tetranuclear Nickle Cage Catalysts for Olefin Polymerization	The 6th Annual Global Congress of Catalysis-2015	Biyun Su	2015 年 138	2015	苏碧云	苏碧云
11	3,4-Dimethyl-N-[1-(1H-pyrrol-2-yl)ethylidene]aniline and the 1-(1-thiophen-2-yl) analogue	Acta Cryst. C	Bi-Yun Su, Jia-Xiang Wang, Xiang Liu and Qian-Ding Li	2013 年 1073 - 1076 页	2013	苏碧云	苏碧云
12	Bis{2-[(phenylimino)ethyl]-1H-pyrrol-1-ido-κ ² N,N}nickel(II): a supramolecular structure formed by C—H···π hydrogen bonds	Acta Cryst. C	Bi-Yun Su, Jia-Xiang Wang, Xiang Liu and Qian-Ding Li	2013 年 851 - 854 页	2013	苏碧云	苏碧云
13	Isomeric 3- and 4-chloro-N-[1-(1H-pyrrol-2-yl)ethylidene]aniline	Acta Cryst. C	Bi-Yun Su, Jia-Xiang Wang, Xiang Liu and Qian-Ding Li	2013 年 522 - 525 页	2013	苏碧云	苏碧云
14	微波辐射下氯代苯胺基吡咯亚胺类化合物的合成及其晶体结构	精细化工	王家祥, 刘 祥, 苏碧云, 肖明杨, 李 磊	2013 年 30 卷 1389-1293 页	2013	苏碧云	王家祥
15	新型聚烯烃催化剂的合成方法	国防工业出版社	苏碧云	2015 年 9 月出版	2015	苏碧云	苏碧云

主要知识产权证明目录（限 10 条）

知识产权类别	知识产权具体名称	国家（地区）	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	专利有效状态
发明专利	一种含有 Bi ₂ O ₃ 的铜基质化学镀液及其制备方法和应用	中国	ZL 20131045 4219.4	2015.9.10	1729760	西安石油大学	苏碧云	已授权
发明专利	一种含有 SeO ₂ 的铜基质化学镀液及其制备方法和应用	中国	ZL 20131022 4887.8	2015.4.8	1629438	西安石油大学	苏碧云	已授权
发明专利	单亚胺吡咯铁及其制备方法和应用	中国	ZL 20121059 0859.3	2018.6.1	1806012	中国石油天然气股份有限公司长庆石化分公司， 西安石油大学	张喜文， 苏碧云， 李谦定	已授权

4. 项目名称：天然气长输管道动态模型泄漏检测技术研究

完成单位：西安石油大学；西安石大派普特科技工程有限公司；中国石油化工股份有限公司天然气分公司；中国石油化工股份有限公司天然气榆济管道分公司

完成人：王寿喜；郭乔；王勇；全青；蒲宏斌；汪春付；沙晓东；王力勇；刘思良；张廷廷；王黎宏

项目主要内容：（800 字以内）

1. 技术内容

提出基于仿真-实测压力分布偏差相关性分析的新型泄漏检测理论，突破了管道系统分段检测的限制，建立了大型复杂天然气管道系统泄漏检测方法，围绕该理论体系，主要包含如下技术：

- (1) 天然气状态方程、动态建模技术；
- (2) 基于优化理论非线性滤波技术；
- (3) 管道泄漏、小扰动传播和发展规律研究技术；
- (4) 管道实时通讯、随机信号处理技术；
- (5) 天然气管道在线自适应动态仿真技术；

- (6) 压力分布偏差相关性分析泄漏检测技术;
- (7) 天然气管道动态模型泄漏诊断和辨识技术。

2. 技术经济指标

- (1) 实现管道 SCADA 系统 OPC 协议双向数据通讯及实时数据和分析结果的有效储存及管理;
- (2) 实现管网组态式动态仿真建模, 在线动态仿真误差 $\leq 5\%$;
- (3) 泄漏检测灵敏度 $\leq 5\%$ 任务输量或 $3000\text{Nm}^3/\text{h}$;
- (4) 泄漏检测最大定位误差在 200 至 500 米之间;
- (5) 泄漏报警准确率 $\geq 90\%$ 。

3. 创新点

- (1) 建立了大型复杂天然气管道新型动态模型泄漏检测理论和方法体系
 - 1) 提出了基于在线仿真的油气管网压力分布相关性分析的泄漏检测方法, 形成理论和方法体系;
 - 2) 创造性提出并实现油气管道在线自适应动态仿真技术;
 - 3) 创造性提出并实现油气管道系统动态模型泄漏诊断和辨识技术。

(2) 开发和完善了自主知识产权技术和产品

1) 油气管网仿真软件 PNS: 根据管网系统及设备的基本流动关系, 建立管网流动模型, 实现管网静态、动态、在线仿真, 适用于任意结构规模的管网;

2) 油气管网泄漏检测软件 PIPELEAK: 连续监测石油天然气管道系统运行状态, 实现管道系统在线泄漏报警和定位;

3) 油气集输工程分析软件 PK: 是一款油气集输工程师的专业办公软件, 覆盖油气集输系统不同专业领域, 集成了国内外标准、规范和方法。

(3) 形成了产学研推广应用基地和团队

基于管网在线仿真和泄漏检测技术建立了中石化榆济管道泄漏检测示范工程, 并先后成功推广应用于川气东送管线、咸宝线等长输天然气管线, 培养油气管网仿真和泄漏检测技术的研究、开发和应用人才和团队, 创建了西安石大派普特科技工程有限公司, 形成了在线仿真和泄漏检测技术的产学研基地。

主要知识产权目录(15 篇代表作及专利、计算机软件著作权等):

主要论文专著目录（限 15 条）

序号	论文专著名称	刊名	作者	年卷页码（xx 年 xx 卷 xx 页）	发表时间	通讯作者	第一作者
1	煤层气集输管网节点增压时间求解	石化技术	张廷廷；王灿；王寿喜	2016 年第 1 期 136 页	2016-1-28	张廷廷	张廷廷
2	樊北煤层气集输管网动态仿真调度系统	油气储运	王寿喜；郭简	2017 年第 36 卷第 1 期 68-84 页	2016-10-25	王寿喜	王寿喜
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
...							

主要知识产权证明目录（限 10 条）

知识产权类别	知识产权具体名称	国家 (地区)	授权号	授权日期	证书编 号	权利人	发明人	专利 有效 状态
发明专利	一种液化天然气的轻烃分离装置及方法	中国	ZL 2014 1 0338554.2	2015.12. 02	1868821	西安石油大学；中国石化青岛液化天然气有限责任公司	王寿喜；何友祥；王小尚；刘景俊；杨敏杰；茹卓民；郑元杰；吴刚；王晓丹；聂子豪	授权
实用新型专利	一种 LNG 冷能应用于油田伴生气的处理装置	中国	ZL 2015 2 0459700.7	2016.01. 20	4737205	西安石油大学	王寿喜；冯霞；张泽天；何友祥；何双；陈军伟	授权
计算机软件著作权	管道泄漏检测系统 V4.2	中国	2016SR03795 2	2016.02. 25	1216569	王寿喜	王寿喜	授权
计算机软件著作权	管网仿真软件 V4.2	中国	2016SR03756 7	2016.02. 25	1216184	王寿喜	王寿喜	授权
计算机软件著作权	油气集输工程分析软件 V4.2	中国	2016SR03758 5	2016.02. 25	1216202	王寿喜	王寿喜	授权
计算机软件著作权	OnlineSolution 在线工艺分析软件 V1.0	中国	2016SR1563 49	2016.06. 24	1334966	西安石大派普特科技工程有限公司	西安石大派普特科技工程有限公司	授权
计算机软件著作权	离心泵分析软件 V1.0	中国	2018SR3396 89	2018.05. 15	2668784	西安石油大学	西安石油大学	授权
计算机软件著作权	压缩机分析软件 V1.0	中国	2018SR3394 86	2018.05. 15	2668581	西安石油大学	西安石油大学	授权
计算机软件著作权	气体管道工艺分析软件 V1.0	中国	2018SR3417 22	2018.05. 15	2668581	西安石油大学	西安石油大学	授权

计算机软件 著作权	液体管道工艺分析软件 V1.0	中国	2018SR3442 20	2018.05. 15	2670817	西安石油大学	西安石油大学	授权
--------------	-----------------	----	------------------	----------------	---------	--------	--------	----

5. 项目名称：大跨复杂在役钢桥结构磁力耦合应力无损检测系统及应用技术

完成单位：西安石油大学、西安建筑科技大学、 陕西交通职业技术学院、长安大学、西京学院

完成人：翁光远、王社良、杨云峰、代建波、熊二刚、张煜敏、徐晋、石韵、朱熹育、吕刚

项目主要内容：（800 字以内）

随着经济和科技的发展，钢结构桥梁向着更长、更大、更柔的方向发展，桥型也趋复杂，在服役期内受荷载变化、环境腐蚀、偶然作用等因素的影响，损伤积累和局部应力集中对钢桥结构运营产生严重的安全隐患，而传统的检测技术又难以在线无损直接得出在役钢桥结构构件的实时应力。为此，在国家自然科学基金、交通运输部科技计划、陕西省重点研发计划、陕西省自然科学基金等 10 多项项目的持续支持下，项目组经过 16 年的理论探索、试验研究、现场测试和应用推广，形成了“大跨复杂在役钢桥结构磁力耦合在线无损应力检测系统及应用技术”。主要内容如下：

（1）提出了磁力耦合应力检测的理论方法。针对传统磁性无损检测难以直接得到在役结构应力

的局限性，研究了桥梁结构钢的磁力学特性、磁化机制、磁力耦合效应，揭示了应力诱发磁畴结构运动变化的机理，分析了磁参量与应力变化的关系，分别提出了基于励磁和既有磁性的 2 种应力检测理论方法，建立了不同材质、截面、受力形式的磁力耦合应力检测理论模型 58 种。

（2）集成了磁力耦合应力在线检测系统。针对结构服役环境、构件特征、受力特点，提出了大跨钢桥结构励磁、磁感测试、磁力耦合分析的方法，研制了励磁装置样机、磁感测试装置样机、数据采集装置、磁干扰屏蔽装置，采用 ANSYS 二次开发语言 APDL 及 MATLAB 编制了相应的磁力耦合分析程序，集成了复杂服役环境下大跨钢桥结构的磁力耦合应力检测系统。

（3）开发了磁力耦合应力检测仿真和试验平台。利用 FLUX 电磁仿真软件、ANSYS 有限元分析软件、自编程序软件等建立了荷载-应力-感应磁通量、荷载-应力-磁化强度、应力-磁化强度-感应磁通量、应力-既有磁性 4 种磁力耦合应力检测仿真试验平台；发明了交变式可调电源励磁装置、TD8900 磁通感应装置，优化了试验荷载加载方法，搭建了大跨钢桥结构磁力耦合应力检测的模拟试验平台。

（4）研制了磁力耦合应力检测技术工程应用方法。针对大跨钢桥结构构件的受力特征，先后设计制作了试验模型结构 112 种，发明了适应复杂服役环境的磁力耦合式应力检测系统工程应用方法，

并对西藏澜沧江拱桥钢吊杆、咸阳渭河二号桥斜拉索、赣深高铁（GSSG-3）在建钢桁架桥面系等进行了现场测试。

项目针对磁力耦合应力检测理论应用技术的基础性、前瞻性、应用性问题开展研究，成果被 20 家专门从事工程结构检测与安全鉴定的机构采用，据不完全统计，近三年产生经济效益达 20644 万元；发表论文 128 篇，SCI/EI 收录 32 篇；授权发明专利 4 件、实用新型专利 15 件；成果被引入相关企业技术标准。依托项目研究，培养博士 12 名、硕士 34 名。研究成果促进了钢桥结构无损检测和健康监测领域新理论、新技术的应用，取得了显著的社会、经济效益。

主要知识产权目录(15 篇代表作及专利、计算机软件著作权等)：

主要论文专著目录（限 15 条）

序号	论文专著名称	刊名	作者	年卷页码（xx 年 xx 卷 xx 页）	发表时间	通讯作者	第一作者
1	多点激励下磁控形状记忆合金主动控制系统试验研究	振动工程学报	刘洋, 翁光远, 王社良	2017, 30:1022-1028	2017. 12	翁光远	刘洋
2	磁控形状记忆合金主动控制系统及试验研究	振动与冲击	翁光远, 王社良	2013, 32:43-48	2013. 01	翁光远	翁光远
3	基于 BP 神经网络的结构损伤识别方法研究	华中科技大学学报(城市科学版)	翁光远, 王社良	2009, 26:16-18+22	2009, 06	翁光远	翁光远
4	Magnetic Shape Memory Alloy and Application in Structural Vibration Control	Advanced Materials Research	Weng guangyuan, Wang sheliang	2009, 31:187-190	2009, 08	Weng guangyuan	Weng guangyuan
5	尺寸效应对磁滞回和磁化强度影响的试验研究	土木工程学报	王社良, 张博, 熊二刚	2010, 43:269-274	2010. 12	王社良	王社良
6	Experimental study on magnetomechanical coupling effect of Q235 steel tubular member specimens	Transactions of Nonferrous Metals Society of China	XIONG Er-gang, WANG She-liang, ZHANG Jun-feng3, ZHANG Qian	2009, 19:616-621	2009, 12	XIONG Er-gang	XIONG Er-gang

7	Research on Magnetomechanical Coupling Effect of Q235 Steel Member Specimens	Journal of Shanghai Jiaotong University(Science)	XIONG Er-gang, WANG She-liang, MIAO xiao-yu	2012, 17:605-612	2012, 10	XIONG Er-gang	XIONG Er-gang
8	钢材磁通量与应力关系的磁力学模型及试验研究	哈尔滨工程大学学报	熊二刚, 王社良, 赵均海, 高志华, 李波	2011, 32:294-297	2011, 03	熊二刚	熊二刚
9	公路桥梁拉索式连梁装置设计参数化研究	振动与冲击	张煜敏, 刘健新, 赵国辉	2011, 30:195-198+204	2011, 03	张煜敏	张煜敏
10	Research on Bridge Damage-Reduction Seismic Performance with Variable Parameter Cable-Unseating Prevention Devices	Applied Mechanics and Materials	Zhang Yu-min, Qin Xing-xu	2014, 638:977-982	2014, 09	Zhang Yu-min	Zhang Yu-min
11	磁控形状记忆合金在结构振动控制中的应用研究	西安建筑科技大学学报(自然科学版)	翁光远, 王社良, 王占锋	2010, 42:631-636	2010, 10	翁光远	翁光远
12	铁磁材料磁通量变化与应力关系的磁力学模型	广西大学学报(自然科学版)	熊二刚, 王社良, 张倩	2009, 34:599-602	2009, 10	熊二刚	熊二刚

13	Buckling of an elastic plate in a uniform magnetic field	西安建筑科技大学学报(自然科学版)	X IONG Er-gang , WANG She-liang , ZHANG Qian , DING Yi-jie	2006, 04:533-537	2006, 08	X IONG Er-gang	X IONG Er-gang
14	磁控形状记忆合金作动器设计及其控制效果	噪声与振动控制	翁光远, 王社良	2012, 32:157-162	2012, 02	翁光远	翁光远
15	钢结构磁性无损检测理论与应用研究	中国科技论文在线	王社良, 熊二刚	2008, 07:492-496	2008, 07	王社良	王社良

主要知识产权证明目录（限 10 条）

知识产权类别	知识产权具体名称	国家 (地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	专利有效 状态
发明专利	基于磁控形状记忆合金的建筑物防震系统及其感应控制方法	中国	ZL20121013 5317.7	2016.03.0 2	1970687	翁光远	翁光远；罗娟；冯冀岩； 史望聪；崔杰；刘洋	有效
发明专利	一种超磁致伸缩抗震控制装置	中国	ZL20091021 9589.3	2012.09.2 6	1048639	西安建筑 科技大学	王社良；代建波；赵详； 马乾瑛	有效
实用新型专利	一种基于磁力耦合效应的钢桥检测装置	中国	ZL20162017 1422.X	2016.07.2 7	5379027	翁光远	翁光远；刘洋；罗娟；张 丽萍；张鹏	有效
实用新型专利	一种钢材应力检测装置	中国	ZL20162017 0696.7	2016.07.2 7	5374030	翁光远	翁光远；刘洋；罗娟；张 丽萍；张鹏	有效
实用新型专利	磁控形状记忆合金测定装置	中国	ZL20122019 6075.8	2013.01.0 2	2612590	翁光远	杨云峰；张鹏；穆海平； 郭红兵；魏锋；郗锋；冯 新军；张武平	有效
实用新型专利	基于磁控形状记忆合金的位移形变物理传感器	中国	ZL20122019 0528.6	2013.01.0 2	2609538	翁光远	翁光远；吴潮玮；王万平； 张俊斌；张本平；周庆华	有效
实用新型专利	材料科学形变控制装置	中国	ZL20122019 0504.0	2012.11.2 8	2524995	翁光远	翁光远；王占锋；张丽萍； 刘洋；张省侠；邹艳琴	有效
实用新型专利	一种形状记忆合金大变形传位移感器	中国	ZL20102025 6832.7	2011.01.2 6	1680654	西安建筑 科技大学	王社良；代建波；赵详； 马乾瑛	有效
实用新型专利	一种合页型 SMA 耗能阻尼器	中国	ZL20172001 0085.0	2017.07.1 8	6309848	西京学院	徐晋；路程；张明明	有效
实用新型专利	一种土木工程施工用测量装置	中国	ZL20162140 3891.6	2016.12.2 0	6195488	西京学院	徐晋	有效

6. 项目名称：深层大型含水致密砂岩气藏有效开发关键技术

完成单位：西安石油大学，中国石油长庆油田分公司

完成人：赵靖舟 张吉 吴正 兰义飞 王龙 王一 吴伟涛 李军 杨特波 候科峰 李娅 安红燕

项目主要内容：（800 字以内）

致密砂岩气藏中的气水分布主控因素及开发技术是致密砂岩储层天然气采出的关键。目前，苏里格气田气水复杂区影响储量约为 $1.8 \times 10^{12} \text{m}^3$ ，占气田储量 37%，且含水气藏储量动用程度低，仅为 16.8%。受气水关系复杂影响，致密砂岩含水气藏产能建设风险大、单井产量低、生产水气比高、气井递减快，储量有效动用难度大，这些问题严重制约着致密砂岩含水气藏的开发。本项目以鄂尔多斯盆地上古生界苏里格气区石盒子组—山西组含水气藏为研究对象，针对当前致密砂岩含水气藏开发中迫切需要解决的关键技术进行了深入研究：针对苏里格气区复杂的构造特征与储层特征，综合运移低幅度识别技术、小断层整体刻画和裂缝分形表征等新方法，创新了以“微幅度构造、断裂系统、储层非均质性”三要素为核心的气水识别技术，实现了含水气藏富集区的优选；基于压汞数据与分形理论为基础求取束缚水饱和度新方法，解决了应用常规测井资料计算可动水饱和度生产难题，创建了基于可动水饱和度的储层定量评价方法，有效指导井位部署，开发效果大幅提升；率先开展含水致密砂岩气藏定产衰竭开采模拟实验，定量评价了不同含水饱和度对产水气井生产指标的影响程度，创新了含水致密砂岩气藏产水气井动态分析技术，提高了气井精细化管理水平；通过含水储层综合评价，优化地质静态参数、动态生产参数，结合经济评价研究，创建了“地质-动态-经济”多学科为一体的含水气藏储量分类评价新方法，实现含水气藏分区分类评价，提高了含水气藏动用程度和开发效益。

本项目研究成果不仅适用于苏里格气区致密砂岩含水气藏开发，对类似的强非均质致密气藏、低渗透砂岩气藏等非常规气藏的

有效开发也能够提供借鉴作用。本项目成果形成了多项技术规范及标准化工作流程，应用于苏里格气区西区及合作区、苏里格气田南区、高桥区等上古致密砂岩气藏气水复杂区，助力了长庆气区 400 亿方天然气目标的实现及长期稳产，为国家“气代煤，蓝天工程”政策提供了有力保障，社会及经济效益巨大。

主要知识产权目录(15 篇代表作及专利、计算机软件著作权等)：

主要论文专著目录（限 15 条）

序号	论文专著名称	刊名	作者	年卷页码（xx 年 xx 卷 xx 页）	发表 时间	通讯 作者	第一 作者
1	鄂尔多斯盆地东部构造演化对上古生界大气田形成的控制因素	天然气地球科学	赵靖舟, 王力, 孙冰花, 白玉彬, 吴伟涛	2010 年第 21 卷 6 期 875-881 页	2010. 12	赵靖舟	赵靖舟
2	强非均质致密砂岩气藏已动用储量评价新方法	特种油气藏	张吉, 史红然, 刘艳侠, 罗川又, 朱亚军	2018 年第 25 卷 3 期 1-5 页	2018. 6	张吉	张吉
3	辫状河储层构型单元解剖及有效砂体分布规律	特种油气藏	张吉, 马志欣, 王文胜, 孙艳辉, 付斌	2017 年第 24 卷 2 期 1-5 页	2017. 4	张吉	张吉
4	基于储层地质知识库约束的致密砂岩气藏储量评价—以鄂尔多斯盆地苏里格气田苏 14 井区为例	天然气地球科学	张吉, 侯科峰, 李浮萍, 田敏, 张志刚	2017 年第 28 卷 9 期 1322-1328 页	2017. 9	张吉	张吉
5	利用气井历史生产数据计算动态储量新方法	价值工程	兰义飞, 张建国, 徐运动, 安永生	2015 年第 5 期 66-67 页	2017. 5	兰义飞	兰义飞

6	基于地质知识库的致密实验气藏储层建模—以苏里格气田苏 X 区块为例	岩性油气藏	杨特波,王继平,王一,付斌,薛雯,郝骞	2017 年第 29 卷 4 期 138-145 页	2017. 8	杨特波	杨特波
7	苏里格气田气水层快速识别方法研究	重庆科技学院学报 (自然科学版)	侯科峰,田敏,张志刚,王文胜,王树慧	2017 年第 19 卷 2 期 69-74 页	2017. 4	侯科峰	侯科峰
8	苏里格气田上古生界裂缝特征及成因探讨	西安科技大学学报	李进步,吴小宁,赵忠军,李浮萍,王龙,冯敏,罗文琴	2016 年第 36 卷 3 期 414-420 页	2016. 5	李进步	李进步
9	致密砂岩储层中气体渗流规律实验研究	大庆石油地质与开发	李进步,王继平,王艳,胡勇,谢坤,王一	2017 年第 36 卷 6 期 154-158 页	2017. 12	李进步	李进步
10	致密砂岩气藏束缚水饱和度变化特征研究	科学技术与工程	王继平,王文举,刘平,王一,何浩铎,刘广峰	2017 年第 17 卷 16 期 56-60 页	2017. 6	王继平	王继平
11	长庆油田致密气藏气井动态储量计算方法研究	石油地质与工程	谢珊,兰义飞,焦阳,艾庆琳,袁继明	2017 年第 31 卷 3 期 73-75, 79 页	2017. 5	谢珊	谢珊

12	致密砂岩气储层评价与富集区优选规范	中国石油天然气集团公司企业标准	张吉, 王一, 李进步, 王龙, 李国辉, 付斌, 李忠诚	Q/SY 16008-2018, 1-5 页	2018.7	张吉	张吉
13	含水饱和度对致密砂岩气井产能的影响分析	第十一届宁夏青年科学家论坛文集	李娅, 王继平, 王一, 刘平	16-19	2017.8	李娅	李娅
...							

主要知识产权证明目录（限 10 条）

知识产权类别	知识产权具体名称	国家（地区）	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	专利有效状态
发明专利	一种致密砂岩岩性气藏水平井钻井地质设计方法	中国	201611094637.7	2016.12.2	2016120200899280	中国石油天然气股份公司	李跃刚, 王龙, 张吉, 王继平, 孙卫峰, 张志刚, 刘平、冯敏, 陈志华	有效
发明专利	致密砂岩稳态法气水相渗测定方法	中国	201710973010.7	2018.12.27	2018120500498220	中国石油天然气股份公司	李跃刚、李进步、王继平、李娅、万单夫、王一、刘平、王艳、薛雯、	有效

							路中奇、杨特波	
计算机软件著作权	苏里格气田地质数据管理系统软件 [简称：地质数据管理系统]	中国	2015SR119286	2013. 8. 20		中国石油天然气股份公司		有效
计算机软件著作权	致密储层地层-井筒-井口一体化气井动态分析及数据管理软件	中国	2016SR389806	2016. 5. 1	1568422	中国石油天然气股份公司		有效
计算机软件著作权	苏里格低渗低丰度砂岩气藏测井解释软件 [简称：低渗砂岩气藏测井解释软件]	中国	2015SR073732	2014. 9. 30		中国石油天然气股份公司		有效
计算机软件著作权	苏里格气田上古生界地层智能对比软件 [简称：苏里格气田上古生界地层对比]	中国	2015SR215882	2015. 5. 1		中国石油天然气股份公司		有效
计算机软件著作权	致密砂岩气藏大丛式井组部署软件 V1. 0	中国	2017SR055240	2016. 9. 13	1640524	中国石油天然气股份公司		有效
计算机软件著作权	苏里格气田西区致密砂岩储层气水识别软件【简称：致密砂岩储层气水识别软件】V1. 0	中国	2016SR224594	2016. 1. 1	1403211	中国石油天然气股份公司		有效
计算机软件著作权	致密砂岩气藏常规测井识别裂缝软件 V1. 0	中国	2016SR288307	2016. 3. 29	1466924	中国石油天然气股份公司		有效

计算机软件著作权	河流相砂岩储层单一河道识别软件 V1.0	中国	2017SR517295	2016.11.1	2102579	中国石油天然气股份公司		有效
----------	----------------------	----	--------------	-----------	---------	-------------	--	----

7. 项目名称：纳米分子膜剂在三次采油关键技术中的研究与应用

完成单位：西安石油大学

完成人：吴亚，陈世军，谢娟，李红，姬悦，于洪江，张科良，汤颖

项目主要内容：（800 字以内）

本成果属于油气田开发中的提高采收率技术领域，主要针对开采后期的储层液油比增速加剧、低渗致密高矿化度油气储层三次采油采收率低、注水井高压欠注、水敏严重、两项渗流能力极差、采出含油污泥的回注等难题，系统研究了纳米分子膜剂的改性和驱替理论以及在三次采油中降压增注、提高采收率、低渗油层的改造技术，设计合成了系列低伤害单分子、低聚高分子膜驱剂，考察分子膜驱油剂与现场地层水和高矿化度回注水的配伍性、岩心表面吸附行为以及低渗透油藏驱油效率，建立了

纳米分子膜剂在油水界面和岩心表面相互作用微观模型，提出了纳米分子膜剂对油水界面聚并理论、岩心表面润湿性改变作用理论以及黏土稳定结构理论，关联分子膜剂结构特征、成膜特性与驱替效果，并从分子微观角度阐释了分子膜剂的降压增注和采油机理，为分子膜驱油剂的在高矿化度、低渗透油藏中提高采收率的应用提供重要的理论基础。针对低渗透-致密油气储层及水敏性强、矿化度高、注水压力大特点，研制了抗盐能力强，与地层水、注入水、注入采油污泥具有很好配伍性的驱油剂、降压增注剂、含油污泥调剖剂等，形成了一套适合于低渗致密高矿化度油气储层提高采收率工艺理论与技术。

自从 2010 年研制的膜驱剂在河南油田双河、安棚、江河注水区应用后，提高了油藏的吸水能力起到降压增注作用。在纳米分子膜剂持续的改性研究中将该技术推广到低渗致密高矿化度油气储层应用，在延长油田纳米分子膜剂抗盐能力达 10000g/L，驱油效率提高 10%以上，解决了低渗致密高矿化度油气储层注水难、采出液含水高等难题。该技术工业化应用具有广泛的推广应用前景。该研究成果获得授权发明专利 5 项，发表相关研究论文 30 篇，其中 SCI/EI 收录 7 篇；在河南油田、延长油田、长庆油田等实施，累计经济效益 1.8 亿元以上，取得了显著的经济、社会和环保效益。

主要论文专著目录（限 15 条）

序号	论文专著名称	刊名	作者	年卷页码 (xx 年 xx 卷 xx 页)	发表时间	通讯作 者	第一 作者
1	Salicylato Titanocene Complexes as Cooperative Organometallic Lewis Acid and Brønsted Acid Catalysts for Three-Component	Chem. Eur. J.	Ya Wu, Chun Chen, Gai Jia, Xuyang Zhu, Huaming Sun, Guofang Zhang, Weiqiang Zhang, Ziwei Gao	2014, 20(28): 8530~8535	2014-07	Weiqiang Zhang, Ziwei Gao	吴亚
2	Solvent strategy for unleashing the Lewis acidity of titanocene dichloride for rapid Mannich reactions,	RSC Adv.	Ya Wu, Xiu Wang, Yanlong Luo, Jing Wang, Yajun Jian, Huaming Sun, Guofang Zhang, Weiqiang Zhang, Ziwei Gao	2016, 6(19): 15298~15303	2016-01	Weiqiang Zhang, Ziwei Gao	吴亚
3	Concise Redox Deracemization of	J. Am. Chem.	Yue Ji, Lei Shi, Mu-Wang	2015, 137:	2016-08	Lei Shi,	姬悦
4	Recent developments in dopamine-based materials for cancer diagnosis and therapy.	Advances in Colloid and Interface Science	Hong Li, Yi Jia, Haonan Peng, Junbai Li	2018, 252: 1~20.	2018-1	Haonan Peng	李红

5	Synthesis and Application of a Benzotriazole Mannich Base as Effective Corrosion Inhibitor for N80 Steel in High Concentrated HCl.	Journal of the Iranian Chemical Society	Ya Wu, Hongjiang Yu, Shijun Chen, Jiao Yan, Xuefan Gu, Yan Li, Gang Chen	2016, 38 (04): 675~678	2016-08	Xuefan Gu, Gang Chen	吴亚
6	Urea enhanced aquathermolysis of heavy oil catalyzed by hydroxamic acid-Co(II) complex at low temperature	MATEC Web of Conferences	Ya Wu, Yongfei Li, Gang Chen, , Wei Zhao, Jie Zhang	2016, 67, 06038	2016-07	Gang Chen	吴亚
7	低聚季铵盐对聚驱采出水包油乳状液破乳机理	湖南大学学报 (自然科学版)	吴亚, 陈世军, 徐家业, 陈刚	2016, 43(6):	2016-06	陈刚	吴亚
8	一种两性离子型分子膜驱油剂的合成与渗吸驱油机理研究	应用化工	唐炼, 张融, 陈世军, 吴亚	2017, 46(4): 625~628	2017- 4	陈世军	唐炼
9	低聚季铵盐在岩心上的吸附行为分析	油田化学	吴亚, 陈世军, 徐家业, 彭森, 吕永恒	2013, 30(3): 358~361	2013-07	徐家业	吴亚
10	含油污泥-弱凝胶复合调剖体系研制	西安石油大学学报 (自然科学版)	吴亚, 杨涛, 陈世军, 陈刚	2016, 31(4): 92~97	2016-07	吴亚	吴亚
11	新 Gemini 季铵盐表面活性剂的合成与抑制 CO2 腐蚀性能	化学试剂	吴亚, 李凡, 徐甜莉, 郭学辉, 陈刚, 赵景瑞, 唐德尧	2015, 37(9): 795~798	2015-09	吴亚	吴亚

12	低聚季铵盐与破乳剂复配提高聚驱采出液水质的研究	西安石油大学学报(自然科学版)	吴亚, 陈世军, 智率帅, 徐家业	2013, 28(4): 110~113.	2013-09	吴亚	吴亚
13	固体酯的合成及液体红外法研究酯水解动力学	西北大学学报(自然科学版)	吴亚, 李凡, 徐甜莉, 陈刚, 薛丹, 史俊	2015, 30(3): 586~589.	2015-08	吴亚	吴亚
14	松香基磺基甜菜碱的合成与性能研究	西安石油大学学报(自然科学版)	于洪江, 雷亮	2013, 28(2): 88~91	2013-3	于洪江	于洪江
15	低渗透油田油水井结垢机理及防治技术(专著)	石油工业出版社	吴亚, 张文生, 魏彦林		2014-11	吴亚	吴亚

主要知识产权证明目录(限 10 条)

知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	专利有效状态
发明专利	含油污泥调剖剂及其制备方法	中国	ZL201410577413.6	2016.01.20	1929879	西安石油大学	吴亚, 陈世军	有效
发明专利	一种配体辅助氧氯化锆催化制备酰胺类化合物的方法	中国	ZL201310196336.5	2014.09.03	1476485	西安石油大学	吴亚, 史俊	无效

发明专利	清洁稠油降解催化体系的制备与应用	中国	ZL 2014100893 57.1	2015.09.16	2756764	西安石油大学	李红, 徐敬芳, 杨博, 陈刚, 吴亚, 张洁, 李永飞, 苏慧君, 王珉	有效
发明专利	一种粘土稳定剂耐水洗评价性能装置及方法,	中国	ZL20151086 4768.8	2017.03.29	2832114	西安石油大学	谢娟, 张科良, 陈亚联, 廖乐军, 邵秀丽	有效
发明专利	β -氨基羰基化合物的制备方法	中国	ZL20131042 2079.2	2014.10.15	1497206	陕西师范大学 西安石油大学	高子伟, 吴亚, 张伟强, 孙华明, 陈纯, 朱序阳	有效
发明专利	一种双吡啶甲烷衍生物的制备方法	中国	ZL20131042 1971.9	2015.04.08	1629789	陕西师范大学 西安石油大学	高子伟, 吴亚, 张伟强, 孙华明, 陈纯, 朱序阳	无效

8. 项目名称：火驱原油氧化机理及矿场调控技术研究与应用

完成单位：西安石油大学，中石油新疆油田分公司采油一厂

完成人：袁士宝 种新明 蒋海岩 王源宏 任宗孝 赵金省 赵凯

项目主要内容：（800 字以内）

该技术研究属于油气田开发工程学科领域，应用于稠油油藏火驱开发技术。直井火驱提高稠油采收率技术作为稠油开发新一代战略接替技术入选 2015 年中国石油十大科技进展，在国内外火驱成功实施的案例不断增多。火驱原油氧化机理的深入认识，矿场火驱生产问题的精确识别及有效调控成为从业者必须解决的难题，项目组在继承既定研究方向的基础上，整合优势力量，以解决机理认识和矿场实践中的突出矛盾为目标展开研究，内容主要包括 4 个方面：

- (1) 研发了氧化动力学研究的设备和分析方法。
- (2) 深入挖掘了基于氧化动力学稠油火驱氧化机理。
- (3) 建立矿场火驱状态分析干预调整方法。
- (4) 研发火驱防腐等辅助技术。

火驱原油氧化机理及矿场调控技术研究与应用相关成果于 2018 年在辽河油田、新疆油田开展应用，实现区块日产油提高，躺井数量下降的效果。取得了客观的经济和社会效益。

在该项目研究基础上，获得授权 5 项，发表专著 1 部，发表文章 20 余篇，培养硕士研究生 4 名，3 人专业技术职务得到提升。

主要知识产权目录(15 篇代表作及专利、计算机软件著作权等)：

主要论文专著目录（限 15 条）

序号	论文专著名称	刊名	作者	年卷页码 (xx 年 xx 卷 xx 页)	发表时间	通讯 作者	第一作 者
1	火驱油藏工程实践		蒋海岩		2015. 6		蒋海岩
2	Reaction schemes and characteristics in crude oil oxidation process using a	Fuel	袁士宝	2018, 234	2018. 6		袁士宝
3	Design of Steam Preheating and Ignition Program of In-Situ Combustion	Energy&Fuels	袁士宝	2017, 31	2017. 8		袁士宝
4	Research on characteristics of fire flooding zones based on core analysis	Journal of Petroleum Science and	袁士宝	2018, 170	2018. 11		袁士宝
5	基于阶段演化特征的稠油氧化动力学	中国石油大学学报(自然科学版)	袁士宝	2018, 42	2018. 7		袁士宝
6	稠油油藏火驱高温盐析调剖的影响因素研究	油田化学	蒋海岩	2017, 34	2017. 12		蒋海岩
7	稠油氧化阶段划分及活化能的确定	西南石油大学学报(自然科学版)	蒋海岩	2016, 38	2016. 7		蒋海岩
8	Moderate Collapse in a Shale Cap of a Nearly Depleted Reservoir	Energies	赵凯	2017, 10	2017. 11		赵凯
9	不同 pH 氯化钠溶液对 P110S 油套管钢腐蚀磨损交互作用的影响	机械工程材料	张雅妮	2016, 40	2016-08		张雅妮
10	火烧油层采出井管柱腐蚀机理与防护	科学技术与工程	袁士宝	2016, 16	2016. 06		袁士宝
11	火驱生产井牺牲阳极防腐实验研究	应用化工	袁士宝	2017, 46	2017. 3		袁士宝

12	Block Selection Mode of the Fire flooding Based on Influence Factors	The Open Petroleum Engineering Journal	袁士宝	2017, 10	2017.3		王波毅
----	--	--	-----	----------	--------	--	-----

主要知识产权证明目录（限 10 条）

知识产权类别	知识产权具体名称	国家 (地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	专利有效 状态
发明专利	一种泡沫发生器	中国	ZL201510969570.6	2018.01.16	2781331	西安石油大学	袁士宝	有效
实用新型专利	薄互层油藏蒸汽吞吐后改造为对向火驱的井网结构	中国	ZL 201820095134.X	2018.08.31	7770459	西安石油大学	蒋海岩	有效
发明专利	一种火烧油层可丢弃内螺旋式点火装置	中国	ZL 201610126918.X	2019.01.18	3221746	西安石油大学	蒋海岩	有效
发明专利	防串油自封闭式油气分离气包	中国	ZL 201510053431.9	2018.03.09	2838584	西安石油大学	蒋海岩	有效
实用新型专利	可拆装式油套连通器	中国	ZL 201520072853.6	2016.06.01	4574743	西安石油大学	蒋海岩	有效

9. 项目名称：低孔低渗砂岩油藏微观非均质性成因机制及增产技术研究

完成单位：西安石油大学 西北大学 陕西延长石油（集团）有限责任公司研究院

完成人：张荣军、任大忠、屈乐、董凤娟、孙卫、倪军、刘登科

项目主要内容：（800 字以内）

进入“十二五”以来，我国石油对外依存度已高达近70%。我国低孔低渗砂岩油藏储量巨大，成为当前国内油气勘探开发的重要目标之一。勘探开发实践表明，低孔低渗砂岩油藏利用常规注水开发技术后，储量动用程度低（采收率低，一般低于20%）、开发方案调整难度大，其开发效果主要受储层微观非均质性和开采方式控制。目前国内针对“低孔低渗砂岩油藏微观非均质性成因机制及增产技术”的理论和技术研究薄弱，亟待开展深入、系统的研究。针对这一迫切需求，依托国家科技重大专项、陕西省科技计划项目、陕西省自然科学基金计划项目和延长油田、长庆油田等多项科研课题，对低孔低渗砂岩油藏微观非均质性成因机制、微纳米孔隙网络连通性、孔隙网络中油水赋存状态和可动性、增产理论和技术、开发效果评价等进行研究，在低孔低渗砂岩油藏微观非均质性成因机制与定量表征、注水与注气增产工艺技术及开发效果评价等方面取得的创新性成果如下：

- （1）形成了低孔低渗砂岩油藏成岩—烃类充注时序对微纳米孔隙结构的约束机理及微观非均质性成因机制的研究理论。
- （2）将先进的测试手段和数学方法相融合，创建了低孔低渗砂岩油藏微观非均质性定量方法。
- （3）阐述了气体（ N_2 、 CO_2 ）—原油— H_2O —岩石在微纳米孔喉空间的赋存状态及相互作用机制。
- （4）形成了低孔低渗砂岩油藏气水混合间歇式注采增产技术。

本项目创新成果已获授权发明专利 6 项、实用新型专利 3 项，发表学术论文 47 篇（其中 SCI 收录 13 篇，EI 收录 8 篇，CSCD 核心 26 篇，论文被 SCI、EI、CNKI 引用 582 篇次），出版专著 4 部；创新成果和自主研发的技术已在延长油田、长庆油田推广应用。自 2012 年 03 月至 2018 年 08 月，该技术在延长油田的志丹、杏子川、甘谷驿等区块以及长庆油田镇北采油厂实施应用，应用该增产技术和开

发方案，试验区单井含水率下降约 2.56%~5.92%，单井月产油增加约 0.52t~2.4t，累计产生直接经济效益约 2.26 亿元。该成果在低孔低渗砂岩油藏微观非均质性成因、油气藏渗流机理、提高采收率及增产技术和开发方案评价等方面取得系统性创新成果，具有良好应用前景。

主要知识产权目录(15 篇代表作及专利、计算机软件著作权等)：

主要论文专著目录（限 15 条）

序号	论文专著名称	刊名	作者	年卷页码（xx 年 xx 卷 xx 页）	发表时间	通讯作者	第一作者
1	Origin Mechanism of Tightness of Chang 6 Sandstone Reservoir in Zhiluo Oilfield, Ordos Basin	MechatronicsElectronic industrial and Control Engineering	Zhang Rongjun, Geng Qian, Zhang Qian, Wei Hu, Wu Yanjun	MEIC2014 (November 17-19) : 711~715	2014	张荣军	张荣军
2	垂直管流中的气液两相流压力计算	西北大学学报(自然科学版)	张荣军, 孙卫	2007, 37(1):123-126	2007	张荣军	张荣军
3	塔河油田深层稠油掺稀降黏技术	西安石油大学学报(自然科学版)	张荣军, 李海军, 任月玲	2009, 24(3):84-87	2009	张荣军	张荣军
4	振动条件下地层流体渗流的数学模型	石油学报	张荣军, 蒲春生, 董正远	2004, 25(5):80-83	2004	张荣军	张荣军
5	振动一土酸酸化复合解堵室内实验研究	石油勘探与开发	张荣军, 蒲春生	2004, 31(5):114-117	2004	张荣军	张荣军
6	Derivation of water flooding characteristic curve in H Oilfield at high water cut stage	Fresenius Environmental Bulletin	赵晨阳, 任大忠, 孙卫, 等	2018, 27(6):4413-4422	2018	任大忠	赵晨阳

7	Determination of microscopic waterflooding characteristics and influence factors in ultra-low permeability sandstone reservoir	Journal of Central South University	任大忠, 孙卫, 赵继勇, 等	2017, 24(9): 2134 - 2144	2017	任大忠	任大忠
8	MICROSCOPIC WATER-DISPLACEMENT CORE EXPERIMENT IN LOW PERMEABILITY RESERVOIRS	Oxidation Communications	齐翊如, 任大忠, 孙卫, 等	2016, (3-II): 2580-2588	2016	任大忠	齐翊如
9	鄂尔多斯盆地延长组长 6 储层成岩作用特征及孔隙度致密演化	中南大学学报	任大忠, 孙卫, 屈雪峰, 等	2016, (08): 2706-2714	2016	任大忠	任大忠
10	鄂尔多斯盆地姬塬油田长 6 致密砂岩储层成因机理	地球科学	任大忠, 孙卫, 黄海, 等	2016, (10): 1735-1743	2016	任大忠	任大忠
11	鄂尔多斯盆地岩性油藏微观水驱油特征及影响因素	中国矿业大学学报	任大忠, 孙卫, 赵继勇, 等	2015, (06): 1046-1052	2015	任大忠	任大忠
12	基于 CT 扫描的三维数字岩心孔隙结构表征方法及应用——以莫北油田 116 井区三工河组为例	现代地质	屈乐, 孙卫, 杜环虹, 张创, 等	2014, (01): 190~196	2014	屈乐	屈乐
13	牛圈湖油田开发初期高含水原因探析	西北大学学报(自然科学版)	屈乐, 孙卫, 谢佃和, 等	2011, 41(06): 1037~1043	2011	屈乐	屈乐
14	基于灰关联的微观地质因素与微裂缝发育程度相关性分析	地质与勘探	董凤娟, 卢学飞, 靳文博	2016, 52(5): 950-955	2016	董凤娟	董凤娟

15	基于熵权 TOPSIS 法的低渗透砂岩储层流动单元划分	地质科技情报	董凤娟, 卢学飞, 琚惠姣, 孙卫	2012, 31(6):124-128	2012	董凤娟	董凤娟
16	Pore structures characteristics and porosity evolution of tight sandstone reservoir: taking the Chang 63 tight sandstones reservoir of Huaqing Area in Ordos Basin as an instance	Fresenius Environmental Bulletin	刘登科, 孙卫, 李栋, 时建超, 任大忠	2018, 27(2), 1043-1052.	2018	刘登科	刘登科
17	致密砂岩气藏孔喉结构与可动流体赋存规律——以鄂尔多斯盆地苏里格气田西区盒 8 段、山 1 段储层为例	天然气地球科学	刘登科, 孙卫, 任大忠, 等	2016, 27(12): 2136-2146	2016	刘登科	刘登科

主要知识产权证明目录（限 10 条）

知识产权类别	知识产权具体名称	国家 (地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	专利有效状态
发明专利	一种基于核磁共振技术的地层水矿化度测试方法	中国	ZL201711487322.3	2018.10.12	3104434	西安石油大学	任大忠, 董凤娟, 黄海	授权
发明专利	基于组合权系数的致密油储层品质的定量表征方法	中国	ZL201511028786.9	2018.06.12	2957344	西安石油大学	董凤娟、卢学飞、靳文博	授权
发明专利	一种基于人工神经网络求取含油饱和度的方法及系统	中国	ZL201310244257.7	2013.06.19	2162417	中国石油天然气集团公司	屈乐、杜环虹、章海宁、马修刚、朱益华	授权
发明专利	一种定量评价注水对孔喉分布的影响方法	中国	ZL201410175123.9	2016.02.24	1962496	西安石油大学	高辉、李天太、杨玲、张荣军、张明、赵金省	授权
发明专利	一株铜绿假单胞菌及其培养方法与应用	中国	ZL201110419259.6	2013.01.23	1125105	西安瑞捷生物科技有限公司、西北大学	陈福林、孙叶芳、孙卫、薛姝雯	授权
实用新型	一种以油田伴生气为原料的双加热装置	中国	ZL201721220386.2	2018.04.10	7194172	西安石油大学	高鹏鹏、高胜利、朱冠芳、任大忠	授权
实用新型	渗吸实验装置及其系统	中国	ZL201720810201.7	2018.01.05	6813614	西安石油大学	黄海、任大忠、齐傲江、吕艳军	授权

软件著作权	致密砂岩油藏氮气驱注气参数 计算软件 V1.0	中国	2019SR078 1106	2019.06.1 5	0428584 3	西安石油大学	张荣军	授权
-------	----------------------------	----	-------------------	----------------	--------------	--------	-----	----

10. 项目名称：基于植物酚的环保型油田化学材料研究与应用

完成单位：西安石油大学

完成人：张洁、陈刚、顾雪凡、邓强、都伟超、张黎、马超、杨乃旺、张凡、胡龙刚、屈坤

项目主要内容：（800 字以内）

该项目涉及油田化学中绿色新材料研究、生产与应用科学技术领域，发明了以改性植物酚等源于植物的材料为主的系列环保油田化学品，建成了零排放的环保型油田化学品的绿色化生产工艺，建立了植物酚类油田化学品定量分析方法，以及针对复杂地层设计了植物酚为原材料改性的环保钻井液处理剂、缓蚀剂、水处理剂等系列环保型产品和使用工艺，应用于长庆油田、延长油田的钻井、采油、水处理等环节：

1. 基于我省丰富的林产资源，筛选了柿子皮、核桃皮、石榴皮、柑橘皮等十余种富含多酚的植物材料，进而通过磺酸酯化、磷酸酯化、羟丙基化、羧甲基化等改性，发明了改性植物酚材料的钻井液处理剂、缓蚀剂、水处理剂，该系列环保处理剂可以取代同功能的磺化沥青、磺化酚醛树脂等非环保型油田化学品。

2. 在该系列产品的工业化生产中，设计了生产工艺，采用了常压、低温的生产方式，生产原料全部转化为植物酚类产品，不产生废弃物，形成绿色、安全的生产工艺。

3. 针对生产企业面临的植物酚类油田化学品成分复杂、分析困难的问题，发明了简便快捷的定量分析方法，协助制定了企业的产品质量检验标准，获得国家发明专利授权。

4. 以改性植物酚材料为钻井液处理剂设计了环保型钻井液体系并在苏里格气田开发中工业化应用，从源头避免了油田钻井过程中钻井液带来的污染，改变了以往油田生产先污染再治理的落后模式，每口井平均节约污染物处理费用约 15 万元，取得了显著的经济和环保效益。

5. 围绕植物酚类钻井液处理剂的研发、生产、应用和机理研究等方面的问题，培养了 16 名硕士研究生，完成国家自然科学基金项目、中国石油天然气集团公司攻关项目等 9 项（项目总金额 189 万元），发表了相关论文 45 篇，其中 SCI/EI 收录 16 篇，核心期刊 15 篇，出版学术专著 1 部。申请发明专利 16 项，获得授权 10 项。目前共生产植物酚类油田化学品 1000 多吨，累计新增产值超过 5000 万元，在为生产企业带来经济效益 1500 余万元，为油田应用企业减少药剂费用 1000 余万元，并且具有显著的社会和环保效益。

主要知识产权目录(15 篇代表作及专利、计算机软件著作权等):

主要论文专著目录（限 15 条）

序号	论文专著名称	刊名	作者	年卷页码(xx 年 xx 卷 xx 页)	发表时间	通讯作者	第一作者
1	A novel botany phenol thinner derived from lignin and its application in polymer	<i>Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering</i>	Jie Zhang, Fan Zhang, Zhongzheng Lee, Pingya Luo, Ayodeji A. Jeje,	2018, 37(2): 241-246	2018.3	Gang Chen	Jie Zhang
2	Investigation of modified <i>Ginkgo biloba</i>	<i>Desalination and Water Treatment</i>	Xuefan Gu, Ke Dong, Jing Tian,	2018, 107:118-126	2018.5	Gang Chen	Xuefan Gu
3	Biotoxicity evaluation of modified waste fruit	<i>Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology</i>	Qiang Deng, Fan Zang, Jie Zhang,	2018, 123(Supplement 3): 79	2018.6	Gang Chen	Qiang Deng
4	Stabilization of montmorillonite by	<i>Science of Advanced Materials</i>	Xuefan Gu, Jianjia Zhang,	2017, 9(6): 928-933	2017.9	Gang Chen	Xuefan Gu
5	Research on Diospyros Kaki L.f leaf extracts as	<i>Research on Chemical Intermediates</i>	Gang Chen, Xiaoqing Hou,	2015, 41: 83-92	2015.2	Gang Chen	Gang Chen
6	The evaluation of sodium hydroxymethyl	<i>Petroleum Science and Technology</i>	Gang Chen, Jie Zhang, Naiwang	2014, 32: 1816-1623	2014.8	Jie Zhang	Gang Chen
7	Preparation of nitration-oxidation	<i>Petroleum Science and Technology</i>	Jie Zhang, Gang Chen, Naiwang	2014, 32: 1661-1668.	2014.7	Gang Chen	Jie Zhang
8	Investigation of <i>Ginkgo biloba</i> leave extracts as	<i>Chemistry Central Journal</i>	Gang Chen, Min Zhang, Jingrui	2013, 7: 83	2017.7	Gang Chen	Gang Chen
9	Extracts of <i>Punica granatum</i> Linne husk as	<i>Research on Chemical Intermediates</i>	Gang Chen, Min Zhang, Min Pang,	2013, 39: 3545-3552	2013.12	Gang Chen	Gang Chen

10	Investigation of <i>Diospyros Kaki</i> L. f husk	<i>Chemistry Central Journal</i>	Jie Zhang, Yingpan Song,	2013, 7: 109-114	2013. 7	Gang Chen	Jie Zhang
11	Anti-corrosion and anti-bacteria property	<i>IOP Conference Series: Materials Science and</i>	Xuefan Gu, Xiaofeng Chang,	2018, 322(1): 19-24	2018. 5	Gang Chen	Xuefan Gu
12	Synthesis and evaluation of lignosulphonate	<i>Asian Journal of Chemistry</i>	Jie Zhang, Jing Tian, Haiyang	2014, 26(22): 7643-7646	2014. 2	Gang Chen	Jie Zhang
13	Modification of <i>Punica granatum Linne</i> husk	<i>Applied Mechanics and Materials</i>	Zhang Jie, Zhang Qiang, Chen	2014, 488-489: 273-276	2014. 6	Jie Zhang	Jie Zhang
14	Preparation and Evaluation of Sodium	<i>Advanced Materials Research</i>	Jie Zhang, Gang Chen, Naiwang	2012, 415-417: 629-632	2012. 4	Jie Zhang	Jie Zhang
15	Development of a new Drilling Fluid Additive	<i>Advanced Materials Research</i>	Jie Zhang, Gang Chen, Naiwang	2012, 524-527: 1157-1160	2012. 5	Jie Zhang	Jie Zhang

主要知识产权证明目录（限 10 条）

知识产权类别	知识产权具体名称	国家 (地区)	授权号	授权 日期	证书编号	权利人	发明人	专利有效 状态
发明专利	一种木质素-聚糖复合材料制品的制备方法	中国	ZL201010196751.7	2012.04.25	937066	西安石油大学	张洁, 陈刚	失效
发明专利	一种工业木质素的纯化方法	中国	ZL201010196310.7	2012.07.04	995994	西安石油大学	陈刚, 汤颖, 张洁	失效
发明专利	一种胺化木质素钻井液处理剂的制备方法	中国	ZL201010196752.1	2012.12.26	1107710	西安石油大学	陈刚, 张洁	失效
发明专利	一种由柿子皮果胶制备环保型油田用化学品的方法及应用	中国	ZL201310568749.1	2015.07.08	1716053	西安石油大学	张洁, 陈刚, 张黎, 张强	有效
发明专利	由柿子皮制备环保型油田用稠化剂的方法及应用	中国	ZL201310568660.5	2015.09.23	1796089	西安石油大学	张洁, 陈刚, 张黎, 张建甲	有效
发明专利	由柑橘属植物果皮制备环保型油田用稠化剂的方法及应用	中国	ZL201310568592.2	2015.09.23	1797966	西安石油大学	张洁, 陈刚, 张黎, 张建甲	有效
发明专利	一种柑橘属植物果皮的改性方法及在钻井液处理中的应用	中国	ZL2013105686	2015.11.	1834121	西安石油大学	张洁, 陈刚, 张建甲, 蔡丹	有效

			59.2	04				
发明专利	由核桃皮制备环保型钻井液用降粘降滤失剂的方法及应用	中国	ZL 2013105687 23.7	2015 .09. 23	1798679	西安石油大学	陈刚，张洁， 张建甲，胡龙 刚	有效
发明专利	由核桃青皮制备钻井液处理剂的方法及应用	中国	ZL 2013105686 32.2	2015 .10. 14	1813578	西安石油大学	陈刚，张洁， 宋莹盼，张建 甲，屈坤	有效
发明专利	一种石榴皮提取物衍生多功能水处理剂的制备方法	中国	ZL 2012103654 12.6	2016 .04. 13	2024528	西安石油大学	陈刚，张敏， 侯小晴，庞 敏，苏慧君， 张洁	有效

11. 项目名称：不确定环境下的新型粗糙集模型及其应用

主要完成单位：陕西师范大学、西安石油大学、西北政法大学、西安工程大学

主要完成人：杨海龙、李生刚、折延宏、郭智莲、赵虎

项目简介：

粗糙集理论作为一种有效处理不确定性问题的数学工具，被成功应用到了数据挖掘、决策分析、智能控制、模式识别等领域。本项目对不确定环境下的新型粗糙集模型的构建及其应用进行了系统研究。主要研究内容是：面向带有直觉模糊信息的决策问题，提出了一个新的粗糙集模型，并通过实例

阐述了基于该模型的多属性决策方法；在不完备信息系统中，基于贝叶斯决策方法，提出了多粒度决策粗糙集模型并通过实例阐述了模型的有效性；提出了单值中智粗糙集模型、广义区间中智粗糙集模型、单值中智精细粗糙集模型，给出了模型在带有中智信息的多属性决策问题中的应用，进一步利用拓扑学方法研究了模型的代数结构；基于单值中智三角模提出了 (I, N) -单值中智粗糙集模型，研究了其代数性质；利用单个公理刻画了基于剩余格的模糊粗糙近似算子；研究了逻辑连接词关于粗上伪度量和粗下伪度量的连续性，并研究了粗逻辑的鲁棒性分析，提出了任意逻辑理论的粗糙发散度的概念，并给出了其拓扑特征；对特殊的中智关系，证明了上中智粗糙算子格和下中智粗糙算子格是完备格之间的同构。

以上研究得到了中国博士后基金面上项目、陕西省博士后科研项目、国家自然科学基金面上项目和中央高校基本科研业务费特别支持项目的连续资助。相关研究成果发表在“Fuzzy Sets and Systems”、“Knowledge-Based Systems”、“Soft Computing”、“Information Sciences”、“International Journal of Machine Learning & Cybernetics”等SCI期刊上，其中SCI一区1篇，二区3篇，他引168次。本项目的研究成果丰富了决策理论、粗糙集理论，以及为科学决策提供了一系列新方法和新技术。

主要知识产权目录(15 篇代表作及专利、计算机软件著作权等)：

主要论文专著目录（限 15 条）

序号	论文专著名称	刊名	第一完成单位（全称）	作者（填全），英文翻译	年卷页码（xx 年 xx 卷 xx 页）	发表时间（某年某月）	通讯作者（中文，按照文中标注的，无标注的不填）	第一作者（中文）
1	Using one axiom to characterize L-fuzzy rough approximation operators based on residuated	Fuzzy Sets and Systems	陕西师范大学	Bao Yan-Ling（包艳玲），Yang Hai-Long（杨海龙），She Yanhong（折延宏）	2018, 336, 87-115	2018 年 4 月	杨海龙	包艳玲
2	Bipolar fuzzy rough set model on two different universes and its application	Knowledge-Based Systems	陕西师范大学	Yang Hai-Long（杨海龙），Li Sheng-Gang（李生刚），Wang Shouyang（汪寿阳），Wang Jue（王珏）	2012, 35, 94-101	2012 年 11 月	杨海龙	杨海龙

3	A hybrid model of single valued neutrosophic sets and rough sets: single valued neutrosophic rough set model	Soft Computing	陕西师范大学	Yang Hai-Long (杨海龙), Zhang Chun-Ling(张春玲), Guo Zhi-Lian (郭智莲), Liu Yan-Ling (刘艳玲), Liao Xiuwu (廖貅武)	2017, 21, 6253-6267	2017 年 11 月	杨海龙	杨海龙
4	A note on “Rough set theory based on two universal sets and its applications”	Knowledge-Based Systems	陕西师范大学	Yang Hai-Long (杨海龙)	2011, 24(3), 465-466	2011 年 4 月	杨海龙	杨海龙
5	Multigranulation decision-theoretic rough sets in incomplete information	International Journal of Machine Learning & Cybernetics	陕西师范大学	Yang Hai-Long (杨海龙), Guo Zhi-Lian (郭智莲)	2015, 6(6), 1005-1018	2015 年 12 月	杨海龙	杨海龙
6	Rough set over dual-universes in intuitionistic fuzzy approximation	Journal of Intelligent & Fuzzy Systems	西北政法大学	Guo Zhi-Lian (郭智莲), Yang Hai-Long (杨海龙), Wang Jue (王珏)	2015, 28(1), 169-178	2015 年 2 月	郭智莲	杨海龙

7	On the structure of metric spaces related to pre-rough logic	International Journal of Machine Learning and Cybernetics	西安石油大学	She Yanhong (折延宏), He Xiaoli (贺晓丽), Ma Lina (马丽娜)	2017, 8(2), 537-546	2017 年 4 月	折延宏	折延宏
8	Generalized interval neutrosophic rough sets and its application in multi-attribute decision making	Filomat	陕西师范大学	Yang Hai-Long (杨海龙), Bao Yan-Ling (包艳玲), Guo Zhi-Lian (郭智莲)	2018, 32(1), 11-33	2018 年 2 月	杨海龙	杨海龙
9	Notes on “Bipolar fuzzy graphs”	Information Sciences	陕西师范大学	Yang Hai-Long (杨海龙), Li Sheng-Gang (李生刚), Yang Wen-Hua (杨文华), Lu You (陆由)	2013, 242, 113-121	2013 年 9 月	杨海龙	杨海龙
10	On single valued neutrosophic refined rough set model and its application	Journal of Intelligent & Fuzzy Systems	陕西师范大学	Bao Yan-Ling (包艳玲), Yang Hai-Long (杨海龙)	2017, 33, 1235-1248	2017 年 7 月	包艳玲	杨海龙

11	Further research of single valued neutrosophic rough sets	Journal of Intelligent & Fuzzy Systems	陕西师范大学	Liu Yan-Ling (刘艳玲), Yang Hai-Long (杨海龙)	2017, 33, 1467-1478	2017 年 8 月	刘艳玲	杨海龙
12	On single valued neutrosophic relations	Journal of Intelligent & Fuzzy Systems	陕西师范大学	Yang Hai-Long (杨海龙), Guo Zhi-Lian (郭智莲), She Yanhong (折延宏), Liao Xiuwu (廖貅武)	2016, 30, 1045-1056	2016 年 1 月	杨海龙	杨海龙
13	A novel rough set model in generalized single valued neutrosophic approximation	Symmetry-Base 1	西北政法大学	Guo Zhi-Lian (郭智莲), Liu Yan-Ling (刘艳玲), Yang Hai-Long (杨海龙)	2017, 9, 119, doi:10.3390/sym9070119	2017 年 7 月	郭智莲	杨海龙
14	A result on single valued neutrosophic	Journal of Intelligent & Fuzzy Systems	西安工程大学	Zhao Hu (赵虎), Zhang Hong-Ying (张红英)	2018, 35, 3139-3146	2018 年 8 月	赵虎	赵虎
15	Some results on multigranulation neutrosophic rough sets on a single domain	Symmetry-Base 1	西安工程大学	Zhao Hu (赵虎), Zhang Hong-Ying (张红英)	2018, 10, 417; doi:10.3390/sym10090417	2018 年 9 月	赵虎	赵虎