

## 2022 年度自治区自然科学奖候选成果（共 19 项）

序号	科技成果 登记号	项目名称	提名单位	完成人	评价表类型
1	20190247	“一带一路”新疆段城市空间扩展动态监测及生态环境效应研究	新疆师范大学	阿里木江·卡斯木(新疆师范大学);陈学刚(新疆师范大学);杨涵(新疆师范大学);	自然科学
<p>以生态环境脆弱、城市化过程已进入快速发展阶段的欠发达地区新疆段绿洲城市为靶区，采用遥感、GIS 技术和相关统计分析方法，分析城市用地扩展及动态变化的空间格局。对正确把握绿洲城市发展机制及时空分布规律，提高城市化空间效率，指导生态环境建设，达到城市化与生态环境的协调发展，推动绿洲城市社会、经济、生态的协调、稳定与可持续发展具有一定的借鉴意义。研究内容如下：</p> <p>(1) 对绿洲城市进行了城市扩展的时空变化分析。新疆城市的发展依托于绿洲且交通干线附近往往形成相对集中的城镇；南北疆城市在扩展速度和强度上存在明显的差异；环塔里木盆地绿洲城市空间结构有趋于松散化的趋势，城市的空间结构不够合理。</p> <p>(2) 在城市景观类型动态变化的驱动力因素中，人口的增长、经济的快速发展、产业结构与政策等人文因素是引起景观类型变化的最主要的驱动因素，而自然因子对城市各景观类型空间结构演变过程的影响是不可忽略的。</p> <p>(3) 利用缓冲区分析、主成分分析和多元回归分析等方法，从自然环境、城市交通、经济发展和政府调控四个方面对中心城区土地利用演变与空间扩展机制进行全面分析。总结出绿洲城市空间扩展驱动机制的一般模式。</p> <p>(4) 运用数理方法，分析城市用地扩展及其与各类生态环境因素之间的关系，并进行城市用地空间扩展变化对水资源、耕地资源、植被和农作物的影响的效应评价。揭示了环塔里木盆地绿洲城市用地空间扩展变化与生态环境效应的协调发展状况。</p> <p>(5) 利用 SD 模型、BP 神经网络模型和生态约束模型，对喀什和库尔勒市进行模拟预测。喀什市的城市扩展对生态因子的影响较大，尤其是耕地的变化有很大的影响。在理论上计算出了 2010-2030 年在生态约束下的城市扩展面积底限。</p> <p>(6) 探讨研究区城市用地空间扩展特征、演变模式及其内在机制，并且与发达地区城市扩展规律的对比研究，从而提出更适合新疆段绿洲城市用地的土地集约利用空间发展模式。</p> <p>(7) 应用环境磁学、土壤学、水文学、环境科学的方法研究了城市空间变化引起的土壤、大气、地表径流水质以及植被生长特性的生态环境效应，分析了影响城市空间变化的自然和社会因素。</p> <p>绿洲城市经历着快速的城市化过程，城市扩展既加速了自然覆盖的景观向人工不透水面的转化，又对城市周围生态环境造成了现实的或潜在的威胁。以“3S”技术，环境学和景观生态学理论和统计分析等方法，以一带一路新疆段绿洲城市为研究对象，利用多源遥感数据提取城市不透水面，通过不透水面比率划定的城市土地利用变化来监测城市空间扩展过程及特征；结合社会、自然资料及实地调查，利用定量计算和定性分析结合的手段，诊断出城市空间扩展的驱动因素，阐明各因素间形成的驱动机制；从时空角度分析城市扩展的生态环境效应；发表核心论文 41 篇、SCI 3 篇、EI 1 篇、专著 1 部。为城市土地资源的持续发展提供参考。</p>					
2	20210158	骨修复材料表面/界面调控及其生物学应用	新疆师范大学	王英波(新疆师范大学);晏玲(完成单位:新疆师范大学,工作单位:克拉玛依准东中学);谢超鸣(完成单位:新疆师范大学,工作单位:西南交通大学);刘菲菲(完成单位:新疆师范大学,工作单	自然科学

				位: 昌吉学院);马创(新疆医科大学);	
<p>感染性骨缺损愈合与骨组织修复困难是当今医学难点之一。骨组织修复事关人民健康,具有重要的社会意义和科学价值。针对现阶段医用材料生物功能性与骨组织整合性不足,不能有效激发生命过程促进骨组织再生修复的关键性科学问题,项目创新性地提出生物活性大分子多重调控金属离子,构筑材料内部多离子调控平衡,从而调控材料生物功能性的理论。基于该理论,研发适用于感染环境及难愈合骨修复的生物材料新体系,取得了一批具有重要理论意义和临床应用价值的原创性研究成果。以生物活性大分子调控理论-研发新材料-生物医学应用为主线,具体如下:</p> <p>本项目提出了生物活性大分子调控策略,通过生物活性大分子驱动的金属离子调控理论,阐明其调控机理,开发了一种普适性制备强效杀菌、骨诱导好的骨植入材料的新途径。具体包括①针对骨植入材料钛金属表面抗菌率低的问题,构建了基于强效杀菌的壳聚糖调控的羟基磷灰石/银纳米颗粒的骨诱导涂层,抗菌率高达99%以上;提出了天然高分子壳聚糖通过电化学驱动作用调控钙离子和银离子,在电化学驱动过程中壳聚糖与钙离子、银离子形成壳聚糖-Mn<sup>+</sup>配合物,配合物在电场作用下向阴极移动,Mn<sup>+</sup>的沉积速度减慢,使其均匀沉积在阴极表面,实现羟基磷灰石和银纳米颗粒双重调控作用;揭示了关键材料学因素(银)调控细胞、细菌行为和功能的分子机制;获得了材料调控成骨细胞分化的材料学优化条件。②针对骨植入材料钛金属表面成血管、杀菌、骨诱导无法兼具的难题,构建了基于多功能的聚吡咯调控的羟基磷灰石和铜(氧化锌)颗粒复合涂层;提出了导电高分子聚吡咯通过电化学驱动作用调控钙离子和铜离子(锌离子),在电化学氧化聚合中,阴离子(PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)被掺杂到聚吡咯主链,作为羟基磷灰石成核和生长的模板。同时,聚吡咯分子的氨基吸附铜离子(锌离子),并与之配位形成配合物,实现羟基磷灰石和铜(氧化锌)颗粒双重调控作用;揭示了关键材料学因素铜(氧化锌)调控细胞、细菌行为和功能的分子机制;获得了材料调控骨髓间充质干细胞向成骨分化的材料学因素优化条件。③针对骨填充材料聚乳酸表面抗菌率低的难题,构建了基于强效杀菌的聚吡咯调控的银纳米颗粒涂层,抗菌率高达100%;提出了导电高分子聚吡咯通过电化学驱动调控银离子,在电化学氧化聚合过程中,聚吡咯分子的氨基吸附银离子,并与之配位形成配合物,实现聚乳酸骨植入物表面构建均匀分布的银纳米颗粒涂层;揭示了关键材料学因素(银)调控细胞、细菌行为和功能的分子机制;获得了材料调控成骨细胞分化的材料学优化条件。</p> <p>基于生物活性大分子调控金属离子研发的新型生物材料,加速骨修复愈合过程。相关成果为生物功能化材料的临床应用奠定了理论基础,引起国内外同行重视并被广泛引用。项目的5篇代表性论文被SCI他引109次,单篇最高他引35次,授权发明专利1项,表明该项目相关成果具有重要的科学意义和应用价值。培养硕士7人。</p>					
3	20210179	干旱区滴灌棉田氮肥迁移转化机制及环境效应	中国科学院新疆分院	高霄鹏(中国科学院新疆生态与地理研究所);曾凡江(中国科学院新疆生态与地理研究所);匡文浓(完成单位:中国科学院新疆生态与地理研究所,工作单位:北京林业大学);尹明远(完成单位:中国科学院新疆生态与地理研究所,工作单位:沈阳大学);李言言(完成单位:中国科学院新疆生态与地理研究所,工作单位:中国科学院亚热带农业生态研究所);	自然科学

新疆是我国乃至世界重要的棉花生产区，膜下滴灌作为有效的节水节肥措施，广泛应用于包括新疆在内的西北干旱区。本项目在中组部青年“QR”计划-新疆项目和国家自然科学基金项目的支持下，对滴灌棉田中氮肥管理的农学和环境效应进行了系统研究。在南北疆设立了多年多点的田间试验，探讨了不同水肥管理措施对棉花产量和品质的影响；通过原位监测不同处理及不同时期棉田的温室气体排放，结合室内土柱培养试验、定量 PCR、高通量测序等手段，对干旱区滴灌棉田体系的温室气体，尤其是氧化亚氮 (N<sub>2</sub>O) 的产排规律进行了系统研究。研究结果证实了在水肥一体化条件下利用硝化和脲酶抑制剂有显著降低农田 N<sub>2</sub>O 排放的潜力，施用有机肥会改变反硝化微生物群落结构、增加相关功能基因的活性从而有增加 N<sub>2</sub>O 排放的风险。项目阐明了不同高效氮肥在干旱区滴灌棉田的应用前景及局限性，发现相比于常规尿素处理，北疆棉田中包膜尿素 ESN 增加 N<sub>2</sub>O 排放 43%，尿素添加脲酶和硝化抑制剂有效降低了 N<sub>2</sub>O 排放约 20%，而南疆棉田中 ESN 和控释尿素 SuperU 增加了 29-47% N<sub>2</sub>O 的排放量；总体来说，南疆棉田 N<sub>2</sub>O 排放量和排放因子较低，平均值分别为 350 g N<sub>2</sub>O-N ha<sup>-1</sup> 和 0.1%，主要与该地区较低的土壤含水量和土壤有机碳水平限制了 N<sub>2</sub>O 的产生有关。项目揭示了滴灌棉田土壤冻融期 N<sub>2</sub>O 产排的微生物机制，发现该过程中土壤 N<sub>2</sub>O 排放的增加主要与土壤温度和土壤孔隙含水率的增加有关，而与 narG、nirS、nirK、nosZ 等反硝化菌的丰度变化无显著相关。项目利用自主设计并获得国家授权专利的膜透式土壤剖面气体采集装置，研究了高效氮肥对土壤剖面 N<sub>2</sub>O 产生、扩散和还原过程的影响，发现与常规尿素相比，SuperU 和 ESN 降低了剖面 N<sub>2</sub>O 累积量，但并未降低地表 N<sub>2</sub>O 排放，同时发现土壤水分是剖面 N<sub>2</sub>O 产生和消耗的决定因素。项目利用 Meta 分析量化了全球尺度滴灌农田的 N<sub>2</sub>O 排放因子为 0.35%，发现 N<sub>2</sub>O 排放量随施氮量的增加呈非线性增加，并在此基础上估算了全球和中国滴灌农业施氮引起的 N<sub>2</sub>O 年排放量，发现 IPCC Tier 1 默认的估算方案极大地高估了滴灌农业 N<sub>2</sub>O 排放。

项目成果大大丰富了现有科学体系中土壤 N<sub>2</sub>O 产排机制的理论和实践，对滴灌农田氮素循环过程及其在全球尺度的定量分析具有重大的原创意义；通过对农田水肥利用效率、温室气体排放、土壤养分指标以及棉花品质等一系列技术指标的研究，形成合理、完善的关于施用量、施用时间、施用部位以及高效肥料种类相结合的“4R”原则，明确高效氮肥如包膜尿素和加入脲酶/硝化抑制剂的稳定性尿素对新疆膜下滴灌棉田氮肥利用率、棉花产量和品质的影响及其环境效益。项目成果得到包括院士及审稿人在内的同行的高度评价。截止目前，本项目共发表相关学术论文 33 篇，被引用 648 次，获授权专利 2 项，在南北疆各建立了 1 个试验示范基地。

4	20210248	锂离子电池相关电极材料的设计、研制与性能	新疆大学	黄玉代(新疆大学);柴卉(新疆大学);王省超(新疆大学);张月(新疆大学);	自然科学
---	----------	----------------------	------	--	------

能源与环境是人类生存的基础。由于传统化石能源储量有限以及燃烧排放出大量有毒性气体使得环境问题日益突出。因此，发展可再生清洁能源迫在眉睫。作为清洁能源的代表，锂离子电池由于具有能量密度高、循环寿命长、无记忆效应、能量转换效率高、安全性好等优点，在诸多领域得到了快速的发展和广泛的应用。作为锂离子电池的重要组成部分，传统电极材料由于具有容量低、容量衰减速度快、快速充放电性能差等缺点，无法完全满足能源市场的需求。因此改善和提高现有电极材料的电化学性能就成为该领域研究的热点和难点。

本项目在国家自然科学基金的资助下，针对电极材料存在的以上缺点，围绕锂离子电池相关电极材料的设计、研制与性能，重点开展电极材料制备的新方法，改性的新策略，调控的新结构等研究。通过合理设计电极材料制备的新方法得到了电化学性能优良的材料；采用多元素共掺杂双层碳包覆等改性的新策略来提高电极材料的性能；构建分级电极材料调控的新结构来缓解体积变化，从而有效提高电极材料的循环寿命。解决了电极材料容量低、容量衰减快、快速充放电性能差等难题。总结的规律丰富了电极材料制备、改性、结构调控的基础理论。研究成果对改善电极材料的电化学性能，进一步提高该类材料的能量密度、功率密度、循环性能等具有重要的指导意义。主要学术贡献如下：(1)在国际上率先提出高性能电极材料制备的新方法，阐明制备工艺与材料性能之间的相关规律，为高性能电极材料的设计制备提供了新途径。(2)创造性地提出了电极材料改性的新策略，揭示了材料改性机理，为电极材料的改性提供科学依据。(3)在国际上率先提出电极材料调控的新结构，揭示了材料微观结构与宏观性能之间的关系，丰富了电极材料的结构调控理论。经国际范围内检索查证，在检索到的国内外相关文献报道中，除本项目成果外，未见与本项目研究成果相同的公开报道。

本项目在 Adv. Funct. Mater., Energy Storage Mater., Small, J. Mater. Chem. A 等国际著名刊物上发表被 SCI 收录的学术论文 40 篇，其中影响因子 (IF) >10 的

<p>论文 12 篇（含 8 篇代表性论文），IF&gt;5 的 31 篇，IF&gt;3 的 37 篇。论文被 SCI 期刊总引用 1029 次，其中被 Chem. Rev., Energy Environ. Sci., Coord. Chem. Rev. 等 202 种 SCI 期刊他引 888 次，单篇最高他引 95 次，被美国科学院院士、佐治亚理工学院 Z. John Zhang 教授，澳大利亚技术科学与工程科学院院士、卧龙岗大学 Shixue Dou 教授，中国科学院院士、兰州大学校长严纯华教授等来自美国、德国、法国、英国、澳大利亚、日本、韩国等 32 个国家和地区的 600 多位学者正面评价。部分研究成果获自治区自然科学优秀学术论文一等奖 2 项、二等奖 1 项，获批国家发明专利 2 件。</p>					
5	20210309	西北侏罗纪煤自然发火特性及防控方法研究	新疆大学	曾强(新疆大学);王彩萍(西安科技大学);肖旸(西安科技大学);赵婧昱(新疆大学);邓军(西安科技大学);	自然科学
<p>西北地区煤层埋藏浅、露头多、风化氧化强烈，多为侏罗纪煤层，煤变质程度低、自然发火期短，煤火灾害十分严重，如何有效防控煤火灾害是该区域煤炭安全生产亟需解决的关键问题。</p> <p>本项目在国家自然科学基金、973 前期研究专项等项目资助下，围绕西北侏罗纪煤自然发火特性、煤自然危险区域判定、煤自燃高效防控等关键科学问题，基于煤自燃全过程试验方法，发现了煤氧化过程中活性基团突变特征，揭示了煤自燃微观结构演变与宏观气体产物及热效应的本质响应机制，提出了西北侏罗纪煤自燃分级预警策略，建立了煤自燃危险区域动态可视化判定模型，提出了煤自然发火内部惰化、外部降温的协同防控新方法，形成了煤自然“时空+靶向+适配”防控体系。</p> <p>主要学术贡献如下：</p> <p>1) 发现了西北侏罗纪煤氧化过程中活性基团突变特征；提出了煤自燃全过程实验模拟方法；揭示了煤分子结构活性基团演化与气体产物及热效应的本质响应机制，为西北侏罗纪煤自燃预测预警提供了理论基础与依据。</p> <p>2) 提出了西北侏罗纪煤自燃灾害分级预警策略，建立了煤自燃高温区域发展演化预测新方法 with 煤自燃危险区域动态可视化判定模型，为西北侏罗纪煤自燃分区分级精准防控提供了方法。</p> <p>3) 提出了西北侏罗纪煤自然发火内部惰化耦合、外部降温的协同防控方法，建立了煤自然“时空+靶向+适配”精准防控体系，为西北侏罗纪煤炭资源安全高效开采提供了方法。</p> <p>本项目在《Fuel》、《Energy》、《Science of The Total Environment》、《Process Safety Environment》、《International Journal of Mining Science and Technology》等国内外著名期刊发表学术论文 50 篇，其中 IF&gt;8 的 14 篇，IF&gt;5 的 13 篇、IF&gt;3 的 20 篇，ESI 高被引论文 3 篇。论文在 Web of Science 核心集中被《Fuel》、《Energy》等 188 种 SCI 期刊引用 1773 次，SCI 他引 1216 次，单篇最高他引 146 次，被美国、德国、英国等 49 个国家 1000 多位学者引用，研究成果得到了国内外专家的充分肯定和认可。项目执行期培养博士研究生 10 余名，硕士研究生 60 余名。2021 年获批自治区天山创新团队（煤火灾害治理创新团队）。</p> <p>经查新机构国际范围内检索查证检索到的国内外相关文献中，未见与本成果西北侏罗纪煤自然发火特性及防控方法研究相同成果的公开报道。</p>					
6	20210310	Morrey 型空间上的算子及交换子的研究	新疆大学	周疆(新疆大学);李宝德(新疆大学);曹勇辉(新疆大学);范兴亚(新疆大学);杨杰(新疆大学);	自然科学

Morrey 空间是 Lebesgue 空间的一个重要推广，在偏微分方程领域有着广泛的应用，这促进了对 Morrey 空间理论研究。研究中发现经典 Morrey 空间不足以适用于研究某些算子交换子，因此，能否适当减弱对经典 Morrey 空间的限制，使得那些算子交换子的性质得到更好的表达呢？著名学者 Eiichi Nakai 引进了一种更“广泛”的 Morrey 空间（广义 Morrey 空间），可解决上述部分问题。

### 一、进一步研究内容

(1)  $R^n$  上的广义 Morrey 空间上某些算子及交换子及其紧性问题，这些工作在调和与分析理论发展进程中起着关键作用。随着研究中算子奇异性的增强，我们开始考虑算子在更多 Morrey 型空间：Herz-Morrey 空间、Besov-Morrey 空间、Triebel-Lizorkin-Morrey 空间、Campanato 空间、Musielak-Orlicz 空间等，Morrey 型空间一般用于一些偏微分方程的应用，最近学者们阐述了上述空间的关系，将其归纳到了一个系统问题中。

(2) 非齐型度量空间上的及交换子问题研究。

(3) 在各向异性下的函数空间对角各向异性情形下的函数空间及其算子的性质。

(4) 利用调和与分析理论及方法解决了李群上函数的表达，这是对空间理论的进一步丰富。

### 二、本研究科学发现点

在调和与分析算子理论中，一般利用算子及交换子来刻画函数空间，本研究突破性地解决了 BMO 和 Lipschitz 函数空间的范数指标范围。主要成果：

(1) Morrey 型空间的等价刻画。

(2) 各向异性下：径向角乘积 Hardy 的对偶空间是乘积 BMO 空间，Morrey 型空间的径向插值定理。

(3) Morrey 空间的某些估计或紧性。

(4) 非齐型度量空间上的 Marcinkiewicz 交换子在 Morrey 空间上的估计。

(5) Lebesgue 空间：拟微分算子在加权 Lebesgue 空间的紧性、Lebesgue 空间上 Fourier 积分的估计。

(6) 李群上的函数表示：通过 Fourier 变换得到群上的函数特征表达。

“Morrey 型空间上的算子及交换子的研究”是新疆大学调和与分析与偏微分方程创新团队集体攻关，历时 8 年，项目研究期间发表一区 SCI 论文 1 篇，二区 SCI 论文 3 篇，3 区 SCI 论文 16 篇。本项目成果选取 20 篇代表文章做引用检索报告：20 篇论文被 SCI 或 SCIE 收录，被 SCI 期刊引用 88 次（他引 60 次），其中单篇引用最高为 16 次。

本研究由 4 项国家自然科学基金项目和 2 项自治区自然科学基金项目的原始成果集成，是项目团队集体智慧的结晶，是学科结合的典范。

7	20220107	西南天山隆升剥蚀与优势矿产成矿规律研究	自治区科学技术厅	陈正乐(新疆自然资源与生态环境研究中心);韩凤彬(中国地质科学院地质力学研究所);王威(新疆自然资源与生态环境研究中心);张文高(中国地质科学院地质力学研究所);周振菊(中国地质科学院地质力学研究所);	自然科学
---	----------	---------------------	----------	---	------

项目以西南天山为研究对象，以金锑、铅锌和铁等优势金属矿产为主攻矿种，深入开展了矿带成矿地质背景、成矿规律研究，查明了关键控矿因素，揭示了大型矿集区分布规律和典型矿床形成机制，圈定了金锑、铅锌和铁等找矿靶区，进行了优势矿产资源预测和靶区评价，并提交了资源量。

项目在西南天山的山脉形成时代、大地构造特征、地质体的剥蚀程度估算与矿床保存的关系及其矿床成因与成矿模型、找矿预测等方面，取得的新认识如下：

(1) 利用熔岩流气泡古高程计，首次估算了托云盆地在 48Ma 左右就已经达到了 2000m 以上的海拔高度；复原了西南天山山脉中-新生代隆升及其解体过程，结合低温年代学、碎屑物质溯源分析等技术手段，创新性提出现今的西南天山山脉形成于更新世以来的新认识。

(2) 根据碎屑锆石测年分析，确定了乌拉根隆起属于塔里木克拉通；通过岩体的地球化学和同位素测年，认为南天山洋在泥盆纪处于扩张阶段，早二叠世进入碰撞后演化阶段，278-282Ma 的巴雷公岩体具有钉合岩体特征，为中亚造山带构造演化研究提供了新证据。

(3) 查明了西南天山金锑铅锌铁等主要优势矿产的主控因素，为构造控矿机理研究提供了理论支撑；定量估算了境内外西南天山典型矿床的成矿深度和主要地质体的剥蚀程度，认为西南天山总体剥蚀程度较浅、深部具有良好找矿潜力，为“地质体剥露程度与矿体保存关系”研究提供了范例。

(4) 构建了西南天山典型金锑矿床的成因模式，首次提出西南天山金锑矿两阶段构造-成矿模型，阐明了境内外西南天山主要金锑多金属矿床的成矿机理，揭示出西南天山晚古生代发育了两期构造-成矿事件，认为后碰撞走滑伸展促使成矿流体上升富集成矿，丰富了中亚型造山与成矿理论。

(5) 指出了区域找矿方向，圈定了 23 个找矿靶区，开展了阿沙哇义、萨色布拉克等靶区的验证工作，提出了深部找矿有利部位；通过地化扫面结合槽探工程对乌什北山金锑靶区开展了评价工作，圈出了 3 条 Au 矿体，预测了乌什北山潜在金资源量近 7 吨；

项目成果已发表在 Ore Geology Reviews、Minerals、Journal of Asian Earth Sciences 等地学领域知名学术期刊上。2015 年至今发表论文 34 篇，其中国际 SCI 论文 11 篇，国内 SCI 论文 2 篇，核心期刊论文 13 篇，出版专著 1 部。经检索，11 篇论文被 SCI 数据库收录，17 篇中文期刊论文被中国科学引文数据库收录，4 篇会议论文被中国重要会议论文全文数据库收录。

地勘单位根据项目“西南天山总体剥蚀程度较浅”、“地质体隆升剥蚀程度对早期形成矿产的保存制约”的结论，部署了找矿勘查工程，在天山、昆仑山和阿尔金山等地区实现找矿新发现。

8	20220220	网络化系统的动态特性建模、分析与控制	新疆大学	蒋海军(新疆大学);胡成(新疆大学);于志永(新疆大学);阿卜杜杰力力·阿卜杜热合曼(新疆大学);李佳容(新疆大学);	自然科学
---	----------	--------------------	------	---	------

随着信息技术的飞速发展，大量具备感知和执行能力的个体通过相互通讯构成日趋规模化、信息化、智能化的网络化系统，其动态特性与控制问题逐渐成为数学、信息、自动化等多个学科领域的研究热点。本项目基于 3 项国家自然科学基金、1 项自治区自然科学基金、2 项天山青年计划人才项目，以人工神经网络、复杂动态网络、多智能体系统等网络化系统为研究对象，围绕系统稳定性、动力学建模与分析、控制协议设计、控制性能分析等关键核心问题展开了深入的研究，得到了一系列具有国际影响力的原创性成果。项目主要创新性贡献包括：（1）动力系统的固定时间稳定性及其应用研究：建立了系统固定时间稳定性的普适性定理，给出了有限时间稳定与固定时间稳定的统一判定定理，发展了微分方程稳定性理论，开启了优化停息时间估计的研究，为研究各类网络化系统固定时间和指定时间控制、简化控制策略提供了理论基础；（2）不连续耦合网络建模与同步控制研究：基于间歇通讯现象建立了间歇性耦合网络模型，提出了分析网络同步的直接误差法，解决了无同步态或同步态动力学未知情况下的网络同步问题；（3）多智能体系统的协同控制研究：创造性地将间歇控制、采样控制以及自适应控制方法应用于研究多智能体系统的协同控制问题，设计了多种分布式控制协议，建立了一致性充要判据，推动了网络化系统协同控制理论的发展；（4）神经网络的动力学与同步控制研究：给出了分数阶脉冲控制系统转化为脉冲微分方程的严格数学证明，揭示了分数阶神经网络的阶数对其同步行为的影响；基于非线性控制研究了不连续神经网络的广义衰减同步，提出了研究惯性神经网络动力学的非降阶法；（5）多语言环境下的信息传播研究：建立了多语言环境下网络谣言传播模型，给出了谣言传播与消失的判定条件，提出了抑制谣言传播的控制策略，丰富了网络科学、信息传播学理论。这些成果在基础理论、技术方法等方面均有重大突破，为工程应用领域提供了坚实的理论基础和原创性关键技术。本项目在 IEEE 汇刊、SIAM Journal on Control and Optimization、Automatica 等高质量期刊发表学术论文 67 篇，SCI 收录 63 篇，被多名 IEEE Fellow、科学院或工程院院士、SCI 期刊主编、教育部长江学者等来自 46 个国家或地区的 1629 名学者在 132 种 SCI 期刊他引 1239 次，20 篇主要论文 SCI 他引 871 次，单篇最高 SCI 他引 168 次，2 篇入选 ESI 高被引论文。共培养博士 8 名、硕士 15 名，部分成果获自治区自然科学优秀学术论文一等奖，第一完成人为 SCI 期刊 Neurocomputing 编委和新疆大学学报（自然科学版）主编、国务院特贴专家、2014 至 2021 年 Elsevier 高被引学者、天山创新团队负责人及天山雪松计划领军人才，项目完成人分别获第十届新疆青年科技奖、自治区杰出青年科学基金，入选天山青年、天池博士和天山英才等人才计划。

9	20220249	力学刺激通过整合素 $\alpha 5 \beta 1$ 介导的细胞凋亡途径促进半月板退行性变	喀什地区	王法正(喀什地区第一人民医院);张军(喀什地区第一人民医院);杨化群(喀什地区第一人民医院);杨青坡(喀什地区第一人民医院);穆合塔尔·麦麦提热夏提(喀什地区第一人民医院);	自然科学
---	----------	---	------	---	------

半月板是维持膝关节正常生理功能的重要结构，许多膝关节疾病常以半月板退变为初始病理改变。力学刺激对半月板纤维软骨的增殖和分化十分重要，但过度的力学刺激可能会导致半月板退变。有研究表明，整合素家族在人体承力组织的力—化学转导中扮演重要角色，其中整合素  $\alpha 5\beta 1$  的响应可能与退行性变有关，且整合素  $\alpha 5\beta 1$  可通过粘着斑激酶相关途径抑制细胞凋亡。但截止目前关于半月板的力学响应和退变机制仍不清楚，整合素  $\alpha 5\beta 1$  所扮演的角色也未知。前期研究表明，不同退变程度的半月板中整合素  $\alpha 5\beta 1$  的表达有显著差异：退变程度越严重，整合素  $\alpha 5\beta 1$  的表达越低，同时 PI3K 的表达也越低。由此我们提出假设，力学刺激通过整合素  $\alpha 5\beta 1$  介导的细胞凋亡途径促进半月板退变。本研究中我们进一步将通过 siRNA、qRT-PCR 和流式细胞仪等方法验证上述假说，其结果将对半月板疾病的临床诊治和组织工程起到推进作用。

本研究发现力学刺激通过调节整合素  $\alpha 5\beta 1$  的表达，影响 FAK-PI3K/ERK 这一信号通路，并进一步通过 caspase3 的变化调控半月板纤维软骨细胞的凋亡。有趣的是不同的外力刺激模式对整合素  $\alpha 5\beta 1$  的影响不同，循环静压力可上调半月板纤维软骨细胞中整合素  $\alpha 5\beta 1$  的表达，而剪切力则可下调半月板纤维软骨细胞中整合素  $\alpha 5\beta 1$  的表达，从而对半月板纤维软骨细胞产生不同的生理效应。本研究结果可部分解释外力在半月板发育不同时期的生理作用，并对膝关节退行性变等临床难题的诊治、半月板组织工程的改进等提供新的理论基础和发展方向。

10	20220301	氧化物基光电催化材料微结构设计及表界面电子转移行为研究	中国科学院新疆分院	王传义(中国科学院新疆理化技术研究所);朱慧(中国科学院新疆理化技术研究所);王兰(中国科学院新疆理化技术研究所);赵杰(中国科学院新疆理化技术研究所);王富(中国科学院新疆理化技术研究所);	自然科学
----	----------	-----------------------------	-----------	--	------

本项目属于物理化学中催化化学领域。光电催化是催化领域的重要分支，其本质在于以光或电为驱动调控表界面电子转移反应的进程。“催化剂的微结构调控与表界面电子转移增效机制”是光电催化亟待解决的关键科学问题。通过近 10 年研究，项目组在光电催化材料微结构调控方法与理论、表界面电子转移行为及性能增强机制等方面取得重要突破，主要创新点如下：

(1) 高活性晶面的精准调控促进界面电子转移过程：发现了粘土矿物、无机熔盐等在调控高活性晶面中的“硬模板”作用，发展了调控晶面微结构的有效方法，可控制备了 {001} 和 {100} 高活性面暴露的锐钛矿型 TiO<sub>2</sub> 及高结晶度的 {001} 暴露晶面主导的单晶 Bi<sub>4</sub>Ti<sub>3</sub>O<sub>12</sub> 纳米片，显著提升了其光催化氧化降解环境污染物的能力，揭示了高活性晶面构成和内建电场与光生载流子的分离及界面电子转移反应效率之间的内在关联，提出了基于晶面选择性暴露和内建电场驱动的微结构调控界面电子转移反应新策略。此外，明晰了铜基氧化物中高指数晶面和丰富晶格网络对碳-碳偶联反应的选择性调控机制。

(2) 缺陷微结构调控局域电子结构及界面电子转移反应：建立了以 TiH<sub>2</sub> 为前驱体结合简单热处理实现 TiO<sub>2</sub> 高浓度体相 Ti<sup>3+</sup>缺陷的原位自掺杂新方法，提出了 Ti<sup>3+</sup>的“可逆-扩散”机制模型，实现了缺陷浓度和分布的梯度调控，获得了具有优异光催化降解性能、兼具高循环稳定性、且富含缺陷能级的宽光谱响应的催化剂，阐明了缺陷空间分布对局域电子结构、光生载流子分离的影响规律，揭示了缺陷协同调控界面电子转移反应的机理机制，提升了可见光下 TiO<sub>2</sub> 对环境污染物的降解去除能力。

(3) 异质结构构建及多场效应协同促进电子的定向转移：提出了以金属纳米粒子构建富电子催化微界面的方法，构筑了具有表面等离子体共振和氧空位缺陷双重效应的 Ag-TiO<sub>2-x</sub> 和 Cu-TiO<sub>2</sub> 光催化体系，揭示了局部富电子界面和等离子共振效应及肖特基结协同强化电子传导新机制，明晰了缺电子氧化自由基(•OH)和富电子氧化自由基(•O<sub>2</sub><sup>-</sup>)的形成过程，阐明了 NO、CO<sub>2</sub> 在富电子催化界面上活化和转化规律，原位观察到表面高活性中间体如 b-CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 和 b-HCO<sub>3</sub><sup>2-</sup>，实现了环境分子的高效无害化转化。此外，利用有机前体水相络合实现了金属氧化物在其他半导体载体的均匀化嵌入，有效构筑了高度分散的 Z-型催化剂异质结体系，促进光生电荷界面定向分离，显著提



升了可见光催化制氢效率。

该项目 20 篇重要论文他引 1523 次，其中 8 篇代表性论文他引 851 次，单篇最高他引 171 次。项目培养国家级青年人才 2 名，自治区杰青 2 名。项目第一完成人入选全球顶尖科学家(前 2%，物理化学第 169 位)，入选英国皇家化学会会士，国际先进材料学会会士。研究成果创新性强，获国内外专家广泛认可，达到光电催化领域国际领先水平，促进了物理化学学科的发展及其与环境、材料等学科的融合。

11	20220309	离子液体热力学参数研究及其在伊犁煤直接液化中的应用	新疆大学	王强(新疆大学化工学院);邓丽霜(完成单位:新疆大学,工作单位:新疆克拉玛依市克拉玛依区文联);李晓萍(完成单位:新疆大学,工作单位:厦门大学);陈亚丽(完成单位:新疆大学,工作单位:中科院新疆生态与地理研究所);田洛阳(完成单位:新疆大学,工作单位:上海艾录包装股份有限公司);	自然科学
<p>煤直接液化易出现煤大分子结焦、液化转化率低、液化产率低等问题，煤的溶胀预处理可在一定程度上解决这些问题。根据“溶解度参数相近原则”，溶胀剂与煤的溶解度参数越接近，溶胀效果就越好。通过测定煤的溶解度参数，选择与煤的溶解度参数相近的溶剂作为溶胀剂，对提高液化率，有效利用煤炭资源具有重要意义。该项目在 1 项国家自然科学基金项目(21366029)支持下，揭示出不同组成离子液体的溶解度参数等热力学性质变化规律，建立了反相气相色谱技术测定煤热力学参数方法，确定不同类型煤的热力学参数范围，验证了煤溶胀的热力学判断依据，为煤液化工艺的优化提供理论依据。以下三点为本项目取得的成果介绍：</p> <p>(1) 揭示出不同组成离子液体的溶解度参数等热力学性质变化规律。判定了探针溶剂与离子液体之间的溶解情况。探针溶剂与离子液体之间的吸附过程取决于离子液体的化学结构及离子液体与探针溶剂之间的相互作用力。对于不同的离子液体，阴阳离子均会影响其溶解度参数。(2) 建立了反相气相色谱技术测定煤热力学参数方法，确定不同类型煤的热力学参数范围。通过反气相色谱法测定了不同煤种三种煤和不同地区五种烟煤在 333.15-373.15 K 的温度条件下与探针分子的溶解度参数和表面自由能。结果表明，煤的溶解度参数和表面自由能随温度的升高而呈线性降低的趋势，表明升高温度有利于煤的溶解。(3) 验证煤溶胀的热力学判断依据，为煤液化工艺的优化提供理论依据。通过反气相色谱法测得原煤的 HSP 与 HSPiP 软件模拟的原煤的 HSP 值差别不大，说明使用 HSPiP 软件模拟的原煤的 HSP 是可行的，并且使用 HSPiP 软件模拟可以得到原煤的三维溶解度参数球，从而可以合理地配比混合溶剂，可以使其达到甚至超过单一溶剂溶胀性能。溶胀煤较原煤的溶解度参数降低率越大，溶剂的溶胀效果越好，其溶胀煤的液化效果就越好，验证了测定煤的溶解度参数对于选择合适的溶胀剂、提高溶胀效果、进而提高液化性能的指导作用。离子液体与有机溶剂混合后的溶胀效果大于有机溶剂，其液化效果也大于有机溶剂，证明了离子液体可取代传统有机溶剂作为溶胀剂提高溶胀和液化效果的可行性。通过上述工作和取得成果，为煤溶胀预处理提供新思路，拓展了煤溶胀剂的选择及方法，对煤液化工艺优化有着重要意义。与此同时，该项目为煤液化过程提供了新的理论和关键技术，该项目在国内外核心期刊公开发表论文 8 篇，其中 SCI 收录 2 篇，EI 收录 1 篇，授权发明专利 2 项，该项目共培养硕士四名。</p>					
12	20220317	气候大数据分析、数据集研发与全球变暖的区域响应研究	中国科学院新疆分院	胡增运(中国科学院新疆生态与地理研究所);李庆祥(中山大学);李剑锋(香港浸会大学);张弛(中国科学院新疆生态与地理研究所);杨元建(南京信息工程大学);	自然科学

现有部分气候大数据分析无法准确描述气候变化特征；高精度数据缺失是气候变化及其响应研究面临的巨大挑战。本项目系统开展气候大数据新方法、新模型构建，基准数据集研发及不确定性评估和区域气候变化响应研究，取得如下主要原创性成果及科学发现：

1. 融合相关系数等统计指标，原创性提出气候变化大数据综合评估新指数—DISO (Distance between Indices of Simulation and Observation)，成功解决气候变化大数据质量和多模型精度综合量化科学问题；考虑坡度、坡向、经度、纬度和海拔，构建 PTPLS 模型 (Precipitation-Topography Partial Least Squares method)，为数据缺乏和地形复杂区域提供新模型；系统分析观测数据的观测、抽样和城市化偏差误差，建立高精度中国百年尺度地表气温时间序列，更新主流气候模式无法模拟中国长期温度变化认识。

2. 构建近百年全球体感温度数据集及序列，揭示变暖背景下体感温度比陆地升温更快、低纬度人们更易感受变暖影响事实，分析体感气温变化机理，为未来体感温度变化应对提供决策参考；基于全球再分析等数据，系统完成中亚干旱区气候变化早期工作；揭示气候变化多时空差异。利用中国均一化气温数据集，全面开展中国气候变化中的增温停滞研究；采用更为适合短序列趋势检测的“鲁棒”回归方法，揭示中国区域在总体增暖趋缓的背景下，解释了近十多年来人们并没有感受到增暖“停滞”，而是更多地感受到气温的极端变化。

3. 揭示中亚干旱区植被盖度和生物量时空变化特征，阐明气温、降水、干旱等气候变化要素对植被盖度及生物量的影响机制；剖析全球变暖背景下气溶胶污染对中国热岛强度调节具有昼夜不对称性现象及其驱动机制，以及 21 世纪以来我国平均增暖减缓背景下更为极端化的气候变化响应特征及其大气环流、气溶胶和能量循环背景。

本项目共产出成果（论文、专著章节、软著等）100 余项，核心成果发表在 Nature Climate Change、Bulletin of the American Meteorological Society、Remote Sensing of Environment 等地学顶级刊物。20 篇主要论文 SCI 总引 1180 次，8 篇代表性论文总引 650 次，单篇最高总引 181 次。取得软件著作权 1 项，出版专著 7 部，获发明专利 3 项；被 Nature、Nature Climate Change 等顶级期刊，及政府间气候变化委员会第六次科学评估报告等重要报告引用，项目成果创新性地研发了重要基准气候数据集产品和区域气候变化长期时间序列，丰富了气候变化研究的理论、方法和模型，并取得众多新的科学发现，将为全球地区和“一带一路”沿线地区“双碳目标”实现、人类健康和可持续发展提供重要的科学依据。

13	20220347	基于人工智能算法的磁共振影像组学术前预测乳腺癌前哨淋巴结转移	喀什地区	马依迪丽·尼加提(喀什地区第一人民医院);张斌(暨南大学附属第一医院);张水兴(暨南大学附属第一医院);迪丽阿热姆·艾海提(喀什地区第一人民医院);艾斯卡尔江·霍加(喀什地区第一人民医院);	自然科学
----	----------	--------------------------------	------	---	------

研究内容：在已有工作基础上研究 MRI 影像组学预测乳腺癌前哨淋巴结转移。高通量提取术前乳腺癌患者解剖及功能 MRI 影像图像，并将之转换为高维、直观及量化的影像组学特征，以描述肿块大小、外形、直方图强度、纹理及小波等特征。深度挖掘肉眼不能识别的海量信息，解码隐藏在影像图像中的个体、病理、生理、气候环境及遗传变异等的各种复杂、综合信息。然后引入人工智能机器学习算法，筛选与乳腺癌前哨淋巴结转移最相关的特征信息，同时加入患者临床、病理免疫组化等资料，构建客观、准确的智能化预测模型预测乳腺癌患者前哨淋巴结转移。

科学发现点、科学价值：前期研究已在鼻咽癌 MRI 影像组学、功能影像组学方面作了有益尝试，本项目基于解剖及 DCE MRI 功能磁共振序列联合提取不同扫描参数及成像状态下影像数字特征，特征提取将涵盖图像信号、灰度、矩阵、外形、大小、纹理、小波等多方位。一阶段统计特征通过分析像素灰度矩阵信息，提取图像独立的统计特征量，建立相应的图像统计特征模型空间；形状和大小特征用于描述原始二维 MRI 图像及三维容积区域的形态特征；基于统计的纹理特征可反映图像中同质现象的视觉特征，它体现了物体表面的具有缓慢变化或者周期性变化的表面结构组织排列属性；小波特征也在本研究中常规使用验证。本研究有效组合各类特征提取，通过数字化影像特征多方位量化描述肿瘤内部异质性及淋巴结转移倾向性，使 MRI 功能影像组学数字纹理特征提取方法模式化、结构化。本项目拟基于前期研究基础，多层面、多角度融合组织病理学、分子生物学、机器学习与人工智能、医学统计学及计算机科学等交叉领域研究基于人工智能算法的磁共振影像组学术前预测乳腺癌前哨淋巴结转移。本项目研究有助于实现乳腺癌患者个体化、精准化的临床治疗决策，从而改善患者生活质量、延长患者生存期，对于合理配置新疆有限的医疗资源、避免医疗资源浪费，降低个人及社会的医疗负担，具有十分重要的现实意义，将创造良好的社会效益及巨大的经济效益。

同行应用及评价：本课题研究过程中我们团队收集 200 例乳腺癌患者的临床影像资料、对患者进行影像学检查，对图像进行人工智能分析、组学分析并得到了有价值的 AUC 值及影像组学模型，并较高价值的的组学模型。在近几年逐步关注乳腺癌患者前哨淋巴结转移及血管浸润情况，在此项目为研究基础，立项自治区卫生健康青年医学科技人才专项科研项目，项目名称为临床影像组学预测喀什地区浸润性乳腺癌患者淋巴血管浸润。发布 3 分以上 SCI 论文 1 篇，科技核心期刊论文 1 篇。运用此项目人工智能影像组学技术前后立项 4 项自治区级有关人工智能影像组学筛查肺结核相关项目，发布两篇 SCI 论文，核心期刊论文一篇。

14	20220351	全球变暖背景下的中亚干旱区水—生态系统变化及响应机理	中国科学院新疆分院	陈亚宁(中国科学院新疆生态与地理研究所);李稚(中国科学院新疆生态与地理研究所);方功焕(中国科学院新疆生态与地理研究所);段伟利(中国科学院新疆生态与地理研究所);何斌(北京师范大学);	自然科学
----	----------	----------------------------	-----------	--	------

中亚与我国新疆山水相连，是“丝绸之路经济带”建设的枢纽地带。作为命运共同体，与“一带一路”建设有着密切关系。中亚干旱区水资源和生态系统之间相互联系、相互影响，特殊的地理环境和干旱气候使得该区水资源短缺、生态系统脆弱和经济社会发展相对滞后等问题高度叠加。系统研究全球变暖背景下中亚干旱区水/生态系统变化及响应机理对于干旱区的水资源保护、生态安全和区域可持续发展具有重要意义。

该项目面向国家“丝绸之路经济带”建设的重大需求，从高山区的冰雪积累/消融过程、中山带的降水径流过程、平原区的生态水文过程及干旱区的水/能/粮/生态纽带关系与可持续发展，开展了多学科、跨尺度的立体研究，在中亚干旱区水资源和生态水文过程研究的一些重大科学问题上获得突破，提出的多项咨询建议被政府采纳。

(1) 系统分析了全球变化对中亚干旱区水循环过程和水资源形成的影响，揭示了高山区冰雪积累/消融过程和降水形式/强度变化的产汇流机制，解析了河川径流补给的三元构成及其变化特征，阐明了水储量变化时空差异性以及对气候变化的响应关系，开发研制了适合中亚干旱区山、盆相间复杂地貌特征及融入冰雪动态模块的分布式水文模型，科学预估了未来不同情景下的水资源变化趋势。在山区水循环和水资源利用的一些关键科学问题上获得突破。成果被《Bulletin\_of\_CAS》以“Science\_Watch”的形式报道，提出的咨询建议被中央有关部门采纳。为国家在水资源利用与可持续发展的重大决策制定提供重要科学依据。

(2) 科学评估了中亚地区干旱演变趋势及驱动因子，量化了干旱对气候变化中各项因子的敏感性，阐明了温升和降水变化背景下中亚干旱区植被响应过程，揭示了变化环境下干旱区生态系统响应的生态水文学机理。发现气温升高及高位震荡加大了蒸发强度，加剧了中亚地区的干旱化，天然植被 NDVI 在 1998 年逆转为下降，草场灌丛化现象凸显。成果被《Bulletin\_of\_CAS》以亮点“Highlights”形式进行了报道。为干旱区生态水文学理论创新和经济社会可持续发展做出了重要贡献。

(3) 8 篇代表性论文总引 1248 次，被正面他引 1033 次（附件 1），其中 5 篇论文他引 >100 次。被 IPCC 第六次评估报告、Nat. Clim. Chang.、PNAS、Glob. Chang. Biol.、Earth. Sci. Rev. 等期刊多次引证。发表在国际水资源领域知名期刊 Hydrol. Earth. Sys. Sci. 等上的论文入选 ESI 高被引论文。撰写的 SDGs 案例被纳入第 75 届联合国大会科技报告，在首届可持续发展大数据国际论坛成果展上展出；提交的多份咨询报告被中办《每日汇报》、《要情》、《领导参阅》等刊录，并获国家和新疆维吾尔自治区领导重要批示。相关成果获 2019 年度中国科学院杰出科技成就奖，并荣获中国科学院“率先行动”计划第一阶段重大科技成果及标志性进展。

15	20220360	棉花抗逆分子机制解析与种质创新	新疆农业大学	李付广(中国农业科学院棉花研究所);曲延英(新疆农业大学);杨作仁(中国农业科学院棉花研究所);陈全家(新疆农业大学);葛晓阳(中国农业科学院棉花研究所);	自然科学
----	----------	-----------------	--------	--	------

新疆作为我国重要的棉花产区，水资源缺乏，耕地受盐碱化危害突出，常年连作导致黄萎病日趋严重。干旱、盐碱和黄萎病等逆境胁迫是制约棉花生产的“卡脖子”问题。挖掘棉花中调控干旱、盐碱以及黄萎病抗性的关键基因、解析其调控机制，并借助遗传工程方法创制优异的抗逆新种质是加速棉花抗逆改良的重要手段。

该项目绘制了棉花抗逆的分子调控网络；发掘棉花抗逆关键基因，并解析其分子调控机制；阐明细胞壁成分在棉花抵抗黄萎病中的作用机制；建立棉花抗逆分子改良的新策略，创制棉花抗逆优异新种质。这些成果为棉花抗逆分子改良奠定坚实的基础。

项目的主要研究成果包括：

1、绘制了棉花抗逆的分子调控网络，搭建了抗逆基因发掘平台。本研究整合二倍体及四倍体棉种的基因组及转录组数据，比较分析亚洲棉和陆地棉中与抗逆相关基因的表达模式，构建抗逆基因的共表达调控网络，建立用于比较分析不同棉种功能基因及调控机制的数据库。该研究首次系统整合多棉种逆境响应数据，构建了一个多维度、多组织、跨棉种的棉花抗逆基因发掘平台。该数据库已被全球 49 个国家的科学家注册使用，访问量已达 13,892 次。

2、解析了细胞壁成分在棉花抵御黄萎病菌入侵过程中的作用机制。对棉花细胞壁成分相关基因如何调控棉花抗黄萎病开展研究。选用响应大丽轮枝菌的 GhPMEI3 基因为出发点探索细胞壁成分对棉花抗黄萎病的影响，沉默 GhPMEI3 影响细胞壁结构，沉默植株对黄萎病的抗性显著降低，表明细胞壁成分在调控棉花对黄萎病的抗性方面发挥重要作用。该研究解析了 GhPMEI3 限制真菌菌丝体生长的作用机制以及 GhPGIP1 与大丽轮枝菌中多聚半乳糖醛酸酶的互作机制。本研究首次通过分子遗传学的方式证

<p>明细胞壁成分在抗棉花黄萎病中的重要作用,进一步拓宽对细胞壁-果胶-多聚半乳糖醛酸-黄萎病抗性这一途径的认识。</p> <p>3、发掘棉花抗旱、耐盐碱及抗黄萎病关键基因,并解析其分子调控机制。利用抗逆基因发掘平台,鉴定棉花中抗旱、耐盐碱及抗黄萎病的相关基因。该研究首次筛选到 GaJAZ1、GhVHA-A、Gh14-3-3、GhPGIP1 (D176V)、GhKLCR1、GhMYB73、GhWRKY6、GaHDG11、GhACIF1 和 GhPAG1 等基因参与棉花抗旱、耐盐碱及抗黄萎病的应答过程,并解析它们发挥功能的分子调控机制,为改良陆地棉的抗旱、耐盐碱以及抗黄萎病能力提供基因资源和理论基础。</p> <p>4、开发了棉花分子改良新方法,创制棉花抗逆新种质。本项目开发了一个高效的 CRISPR/Cas9 介导的棉花基因组编辑体系,利用该系统创制了两个 Gh14-3-3 纯合编辑且不含转基因成分的株系,它们对黄萎病的抗性显著增强。此外,利用转基因技术将不同的优异抗逆基因,如 GaJAZ1 和 GhPGIP1 等导入陆地棉,获得耐盐、抗旱以及抗黄萎病的棉花新种质。该项目将为棉花抗逆改良提供种质资源和技术保障。</p>					
16	20220366	新疆低阶煤有机质分子组成结构特征与低碳温和定向转化基础	新疆大学	马风云(新疆大学);魏贤勇(中国矿业大学);樊星(中国矿业大学);刘景梅(新疆大学);莫文龙(新疆大学);	自然科学
<p>新疆地区以低阶的长焰煤、不粘结煤和弱粘结煤为主,占新疆煤炭资源总量 80%以上。新疆煤热值低,易自燃,但其灰分含量低,挥发分含量高,氢碳比和氧碳比高,化学活性强,且富含芳环,特别是缩合芳环和杂原子芳环,是生产精细化学品的上乘原料。针对新疆低阶煤有机质分子的组成结构特征,通过温和条件下的定向解聚和精细分离,制备高附加值化学品、高性能航油和高端炭材料等,同时重整煤炭利用过程中的碳排放气体,对促进新疆乃至国家将煤炭资源的利用模式由传统的以能源资源为主转向以化工原料为主,助力国家提出的“3060”双碳战略的实现,具有重要的现实意义和深远的发展意义。</p> <p>本项目依托国家自然科学基金重点项目、面上项目和新疆维吾尔自治区重大科技专项等项目,对新疆低阶煤定向转化制备高附加值化学品等领域的相关科学问题和关键技术开展了深入的应用基础研究,取得以下重要成果:</p> <p>(1) 构建了适合新疆低阶煤有机质缔合/键合作用类型的解离/解聚方法。发现在以烷醇作为溶剂的煤热溶过程中烷醇中的烷氧基可以进攻煤中含氧的桥连结构中氧相邻的碳原子,导致桥键的断裂,亲核性越强的烷醇裂解桥键的效果越好。推测淖毛湖褐煤同时具有主-客体煤结构模型和 Shinn 模型特征。</p> <p>(2) 设计了碰撞诱导解离等质谱学方法表征新疆低阶煤分子的组成与结构。利用质谱碰撞诱导解离技术脱除煤可溶有机质芳香族化合物的侧链或桥键,分析了新疆五彩湾次烟煤萃取物、热溶物和催化转化产物。获得煤有机质分子中脂链和芳环的化学信息,评价杂原子在分子内的位置及在催化加氢反应过程中的脱除规律。</p> <p>(3) 开发了新疆低阶煤定向加氢的新型催化剂。酸性和碱性载镍催化剂可在温和条件下(240 oC)断裂新疆皮里青次烟煤中杂原子桥键、脱除芳环支链和环内的杂原子,实现裂解碎片加氢;负载型复合分子筛镍催化剂,在 240 oC 反应温度下,实现新疆英格玛建峰褐煤可溶组分加氢制备己环烷烃为主的无色透明油品。</p> <p>(4) 揭示了水力空化强化下的甲苯歧化反应机理并提升新疆褐煤的溶解性。水力空化强化反应体系中首先发生水和甲苯的解离反应,继而游离的·CH<sub>3</sub>与甲苯发生取代反应,生成二甲苯。在超声场内水力强化石油醚溶解新疆淖毛湖褐煤,制得 1,4-二甲苯环己烷、2,4-二甲基己烷和正十一烷等化合物。</p> <p>(5) 探究了新疆煤利用过程中碳排放气体的低碳转化。制备了高比例含 NiAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 催化剂,还原后可为 CO<sub>2</sub> 和 CH<sub>4</sub> 两种温室气体的重整反应提供更为稳定的 Ni 源,避免了活性组分的高温烧结。低至 5.5 nm 的晶粒尺寸可为反应气体 CH<sub>4</sub> 和 CO<sub>2</sub> 提供更多的活性位点,提高催化剂的抗积碳性能。</p> <p>该项目发表 SCI 收录论文 20 篇,他引 111 次;授权专利 4 件;承担国家和自治区级项目 3 项。</p>					
17	20220378	集群风电系统非线性动力学分析与故障诊断	新疆大学	张宏立(新疆大学);王聪(新疆大学);马萍(新疆大学);李新凯(新疆大学);	自然科学

随着国家新能源发展战略的提出和实施,我国风电产业进入跨越式发展的阶段。新疆是我国高比例风电接入地区,肩负着保障国家能源安全的重要责任,推进新能源发电系统建设、促进新能源产业加快发展具有重要意义。新能源风电系统非线性特性复杂,将会加剧系统混沌现象和关键部件故障发生的频率。混沌振荡和故障现象的发生会破坏电力现场的工作环境,影响工作人员的健康和安全。因此,对风力发电系统混沌动力学行为进行研究分析和控制,对关键部件故障进行有效诊断,有利于增强系统运行的稳定性和提高电能质量。在国家自然科学基金项目等资助下,以研究新能源集群风电系统非线性动力学行为为主线,以风电系统稳定控制和有效故障诊断为目标,取得了如下创新性成果:

- (1). 针对集群风电系统的强耦合、多时间尺度和结构复杂特性,建立了集群风电系统的11阶准确模型,确定了参数变化、外部单参数扰动变化和外部周期扰动下集群风电系统的混沌状态及混沌域,揭示新能源集群风电系统复杂运行和不规则振荡的机制。(代表性论著1)
- (2). 对于风电系统和电力系统的混沌控制,创造性的提出了基于混沌同步原理的有限时间同步控制方法和基于无源性理论与有限时间理论的控制方法,给出了系统稳定性证明,有效实现了系统的稳定控制。(代表性论著2,3,4)
- (3). 揭示了风电功率时间序列的混沌特性,考虑风电功率时间序列的混沌特性,针对风电时间序列的间歇性和波动性,建立了新型基函数神经网络预测模型。利用风电系统的混沌特性预测了系统的运行状况,为电网调度提理论指导意义。(代表性论著5,6,7)
- (4). 建立了风电系统关键部件跨域故障诊断模型,针对工业过程目标数据较少甚至无法获取的问题,提出了基于特征知识迁移的迁移成分分析方法,避免了传统故障诊断框架在被应用到工业过程中之前的局限性。(代表性论著8)

上述研究工作量较大,在理论、技术方法方面有重大突破,取得了原创性和系统性的成果,为工程应用领域提供了新的理论和应用支撑,研究成果达到国际领先水平。本项目依托1项国家自然科学基金、1项自治区自治区天山雪松计划等开展相关研究工作,截止到2020年,课题组已发表SCI/EI检索论文31篇,其中有9篇SCI论文进入全球TOP1%,主要分布在Applied energy、Energy、CHAOS、Chaos, Solitons & Fractals、ISA Transactions等国际高水平期刊上(IF: 3.741-11.446)。部分研究成果获自治区自然科学优秀论文一、二等奖。

18	20220411	陆相咸化湖盆页岩油微纳米尺度理论创新及应用	中国石油天然气股份有限公司新疆油田分公司	刘金(中国石油天然气股份有限公司新疆油田分公司);王剑(中国石油天然气股份有限公司新疆油田分公司);谭静强(中南大学);靳军(中国石油天然气股份有限公司新疆油田分公司);据宜文(中国科学院大学);	自然科学
----	----------	-----------------------	----------------------	--	------

《陆相咸化湖盆页岩油微纳米尺度理论创新及应用》以吉木萨尔陆相页岩油微观赋存状态为主要研究对象。主要研究内容有4点，分别为：(1)咸化湖盆生烃母质及生烃机理研究；(2)咸化湖盆页岩油储层孔隙结构研究；(3)咸化湖盆页岩油微观赋存特征研究；(4)咸化湖盆页岩油储层孔隙-流体耦合机理研究。

通过攻关研究在咸化湖盆页岩油微纳米尺度赋存理论研究上取得了3点创新。创新点1：建立超微生物化石原位综合分析技术，提出细菌（甲烷菌）改造有机质早期生烃认识，解释了吉木萨尔陆相页岩油偏重、偏稠原因。创新点2：创新页岩油原位赋存综合实验表征技术，阐明页岩油在孔隙-流体耦合控制下的原位赋存状态，微纳米尺度储集空间中重质组分原油附着于“大孔”表面或充填于“小孔”中，中质组分原油和孤立状孔隙水赋存于“大孔”中心。创新点3：提出“生烃超压运移-吸附调整-多期连续成藏”页岩油微观富集机理，基于分步抽提-有机地球化学实验验证了页岩油微观赋存机制，丰富发展了页岩油“原位滞留聚集”成藏理论。

研究成果揭示了页岩油储层中微纳米尺度流体-孔隙的耦合机理；阐明页岩油储层具有全尺度孔隙（纳米-亚微米-微米）含油特征，含油孔隙下限为油分子大小级（2.5nm左右）；明确吉木萨尔页岩油开采规律为“长期含水、梯次动用”，梯次动用表现在微纳米孔隙里中质组分原油先动用，重质组分原油后动用。超微生物化石、微纳米孔隙和页岩油微观赋存机理研究，推进了新疆页岩油勘探开发重点实验室的建设，促使新疆的非常规油气、纳米地球科学学科发展达到了国际先进水平。研究结果为准噶尔盆地风城组页岩油、三塘湖盆地芦草沟组页岩油、四川盆地页岩气的微观赋存状态研究、非常规油气储量计算及开发方案制定具有重要的参考价值。新疆页岩油资源的可持续发展对保障我国能源安全具有重要意义。

2022年8月14日，中科合创（北京）科技成果评价中心组织专家对研究成果进行鉴定，专家组认为，该成果总体达到国际先进水平，其中“生烃超压运移-吸附调整-多期连续成藏”页岩油微观赋存理论达到国际领先水平。经国家一级科技查新，成果建立的实验技术、提出的理论具有新颖性。研究成果获新疆油田公司2021年度基础研究一等奖，发表文章8篇（其中SCI收录3篇，EI收录2篇，核心期刊3篇），授权发明专利1项。代表性8篇论文被国内外专家引用共计67次，其中主要文章《准噶尔盆地吉木萨尔凹陷致密油储层纳米孔隙特征及其含油性》被引用26次。

19	20220446	气湿敏传感芯片基础关键技术及应用研究	新疆大学	吴钊峰(新疆大学);段海明(新疆大学);张敏(新疆大学);孙启花(新疆大学);	自然科学
----	----------	--------------------	------	---	------

气敏传感器可用于大气污染、有毒气体、疾病诊断等检测，在环境监测、智能生活、医疗健康等领域的需求日益凸显，成为当前研究的热点。气敏传感器是物联网最核心和最基础的环节之一，对于优化我区产业结构，推进我区产业基础高级化、产业链现代化，不断提高经济质量效益和核心竞争力具有重要意义。

本项目针对我区在臭氧及其前体物、有毒有害挥发性有机物和湿度监控等领域的迫切需求，聚焦传感材料和传感基底领域的关键科学问题，创新了气敏传感材料和传感基底的制备方法，有效降低了材料制备的能耗、环境污染和制备成本，制备了结构和性能可控的传感材料，分析了传感材料的结构和气湿敏传感机理，掌握了影响气湿敏传感芯片性能的主要因素和基础关键技术，揭示了传感材料的组成、形貌、结构与传感性能之间的关系，为气湿敏传感技术的发展奠定了基础。所得微传感芯片在臭氧及其前体物、有毒有害挥发性有机物和湿度监控等领域展现出良好应用前景，为高性能气湿敏传感芯片的开发提供了理论依据，对推进物联网、健康医疗和环境保护变革具有重要意义。综上所述，以服务自治区产业优化升级、推动可持续高质量发展为目标，开展气湿敏传感芯片基础关键技术及应用研究，具有鲜明的时代特色和深远的科学意义。

主要学术贡献如下：(1) 通过掺杂处理构建传感器阵列，实现了对臭氧及臭氧前体物的低功耗、高灵敏的识别检测，为我区的大气环境质量监控提供了技术保障。（无机非金属材料）(2) 建立一种新方法，实现了对多种硝基芳烃的检测。（环境科学技术基础学科）(3) 提出一种新的检测机理，为检测提供新的方法和策略。（应用物理学）

本项目在 Sensor. Actuat. B-Chem., Compos. Sci. Technol., Sensor 等国际著名刊物上发表被 SCI 收录学术论文 8 篇，包括其中一区 Top 期刊论文 4 篇，获得授权国家发明专利 3 项，成果被国内外专家充分认可，被 Chem. Rev., Angew. Chem. Int. Edit., Adv. Mater., Adv. Funct. Mater., Acs Nano, J. Hazard. Mater., Coordin. Chem. Rev., Nano. Micro. Lett., Tarc-Trend Anal. Chem., Compos. Sci. Technol., Sensor. Actuat. B-Chem. 等权威学术期刊引用。

