

# 自然科学奖

序号	科技成果登记号	成果名称	提名单位/提名专家	完成人	评价表类型
1	20180150	新疆矿物光致发光特性研究	新疆师范大学	艾尔肯·斯地克;塔西买提·玉苏甫;何久洋;穆亚斯尔·凯合日曼;王庆玲;	基础研究-自然科学类
<p>本项目结合新疆矿物资源极为丰富的地缘优势,用发光学、材料学和矿物学的研究方法,对新疆各地矿物的独特发光特性其应用探索进行系统研究。通过X射线衍射(XRD)、电子探针、电感耦合等离子体发射光谱仪(ICP-OES)、稳态/瞬态荧光光谱、时间分辨荧光光谱仪、吸收谱、拉曼谱、红外光谱等研究手段,揭示新疆各地各类矿物的结构和成分、微量元素种类和价态、发光起因、发光中心种类、能带结构、能量传递的方式等重要的物理和化学性质,并进一步揭示了其发光机理。以天然矿物作基质晶体,去除猝灭剂,通过掺杂合适的激活剂、进行热处理等研究手段,提高天然矿物的发光效率,实现其实际应用。依据矿物的结构成份及其发光性能研究,研制出高亮度、高效率、环保的发光材料,为探索新基质的发光材料提供了理论基础和技术路线。在研制新功能矿物材料方面及矿物物理学领域、发光学领域做出了一定的贡献。该研究项目,符合国家实施西部大开发战略,有利于发挥新疆非金属矿物资源优势,使新疆资源优势转化为产业优势,研究成果在发光材料领域具有很好的应用前景。</p> <p>通过本项目的研究发现①不同地点所产出的矿物由于成矿环境不同,导致发光机理不同;②部分矿物可以作为很好的发光基质材料;③有些矿物可以直接加工获得发光强度高、颜色分布合理、高效率的发光材料;④从矿石中提取的某些矿物是可以直接做为发光材料⑤对某些天然矿物直接掺入激活剂可以获得发光材料。前后揭示了14种矿物的成分和结构、微量元素种类和价态、发光起因、发光中心种类、能量传递的方式、发光机理等重要的物理和化学性质。对8种天然矿物通过掺杂激活剂、热处理、辐照处理等手段提高发光矿物的发光效率。其中,新研究手段加工的4种天然矿物具备了应用前景。根据天然矿物的发光特性合成相应13种发光材料,为开发和研制新型发光材料提供了一定的理论依据和技术指导。</p> <p>共主持课题8项,其中国家级科研项目4项,其中7项科研项目已顺利结题;发表学术论文70篇,其中34篇被SCI收录。多数刊登在Springer的《Physics and Chemistry of Minerals》、Elsevier的《Journal of Luminescence》等学术期刊等国际期刊;</p> <p>同行评价主要有:代表性的8篇论文在SCI数据库中被引用80余次;有四篇论文分别获得第八届、第九届、第十届、第十二届自治区人民政府自然科学优秀论文奖;以色列学者 Michael Gaft 在《Luminescence Spectroscopy of Minerals and materials》书中,详细介绍了我们的工作,其中认为我们在新疆矿物中发现的方钠石的发光特性非常罕见;期刊《中国国家地理》在2017年685期介绍了荧光矿物、发光蘑菇,并介绍了本项目第一完成人的相关工作、认为荧光矿物研究和应用具有更加广阔研究和应用空间。</p>					
2	20190135	活动星系核的射电精细结构和光变观测研究	中国科学院新疆分院	刘祥;崔朗;刘俊;	基础研究-自然科学类
<p>活动星系核(AGN)是宇宙中剧烈活动的天体,在射电波段主要表现为中心超大质量黑洞吸积产生强烈的喷流,但喷流是如何产生和演化的,仍然是未解决的天体物理重大问题。AGN致密射电源如吉赫兹峰频谱(GPS)源,特别是致密对称源(CSO)可能是处于演化初期的年轻射电源。我们大量申请国际甚长基线干涉(VLBI)网(申请是相当难的)进行多个样本的GPS源成像观测,得到高分辨率结构、频谱,并证认CSO。CSO定义为对称的陡谱双瓣结构,或双瓣加弱的喷流和射电核的结构,尺度在1kpc以内。我们主要从GPS源样本中探测CSO,对CSO的精细结构图像和分量运动学分析将对AGN喷流的产生、早期演化及其环境提供极为重要的线索。通过多波段多历元申请欧洲VLBI(EVN,乌鲁木齐25米望远镜是其重要成员)和英国Merlin阵,我们先后对几十个GPS源进行观测,获得了其精细结构图像、频谱、偏振等,发现和证认了20多个CSO,显著增加了CSO的数量。作为其中的一个典型,我们详细观测研究了CSO 0Q208的精细结构、频谱,首次获得其微射电瓣的自行速度为0.1倍光速,从而得到其射电年龄约220年,是当时最年轻的AGN射电源;还发现其有一个约1000年前的喷流遗迹。这些观测研究结果得到广泛引用和很高评价(如该领域综述论文Giroletti &amp; Polatidis 2009)。我们还开展了超大质量双黑洞的探测研究,通过VLBI高分辨率观测发现了一对大质量黑洞,以及一对大质量黑洞候选体,得到国内外科研机构和媒体报道。</p> <p>与陡谱的CSO源相反,活动星系核中喷流离我们视线夹角很小的致密平谱源会表现出很强的流量变化即光变,我利用乌鲁木齐25米射电望远镜从2005年起对AGN短时光变(IDV,即日变源)进行大量观测研究。日变源在1980年代被发现,其快速变化是射电源内秉还是星际闪烁引起有很大争论,我们对一批射电源进行4年多的IDV监测,发现了多个强IDV源变化时标的周年调制,通过模型拟合得到了其星际闪烁起源的合理解释。解决了长期以来耀变体0716+714的IDV起源的重大争议,资深专家Jauncey+(2020)评价道:20年后,通过Liu等长达4.5年观测发现的IDV周年调制性,清楚地证明了该源的IDV是星际闪烁引起的;我们25米望远镜观测发现的有周年调制的IDV源在文献中占了30%以上(见Bignall+ MNRAS2019的引用)。IDV观测不仅需要大量观测时间,还需要高稳定的观测系统和精细的校准精度(&lt;0.5%的流量误差,因为大多数IDV源的变化在1-5%),我们开发了观测、校准和数据处理软件,获得了软件著作权。这些研究为我们培养了15名博士和硕士,获得国家自然科学基金6次。</p>					
3	20190156	功能型纤维的结构调控机理及应用研究	新疆大学	夏鑫;周惠敏;魏取福;邱夷平;李智勇;	基础研究-自然科学类

本项目属于纺织科学与工程领域。新疆棉花、羊毛、煤沥青等纺织资源储量丰富且品质优良，本项目则是围绕新疆特色纺织材料，采用静电纺丝技术协同深冷处理、等离子体刻蚀以及静电喷雾等方法对光、电、热储能纤维的掺杂结构设计与其能量的存储与转变机制等关键问题进行了深入系统的研究；设计并制备了多孔、中空、皮芯以及多维结构的功能纳米纤维，并将其应用于储能或防护纺织品中；解析了纤维在多级尺度范围内掺杂结构相与性能的构效关系、纤维内部流-固界面热传递机理以及纤维低表面能双层防护机制构建方法，阐明了电能、光能以及热能在微/纳米纤维内部的注入、传输、发射等能量转换行为。为拓展新疆特种纺织材料的精深加工提供了理论依据及实践经验。

本项目在国家自然科学基金、自治区自然科学基金、教育部科学技术研究重点项目等省部级及以上项目的资助下，主要研究内容和创新点可归纳为以下方面：

(1) 提出了中空、皮芯结构微/纳米纤维的构建机理——柯肯达尔效应与表面扩散的协同效应。围绕传统纺织纤维材料的创新研发及其与新型有机/无机材料的深度融合，阐明了牺牲模板法在微/纳纤维中的制备方法及其机制，认为通过控制高分子材料在高温中的分解速度及扩散通量，可以有效控制晶型优先取向及形貌结构。

(2) 阐明了以结构型微/纳米纤维作为储能载体的能量存储与传输效应增强的理论。采用同轴静电纺丝设计出掺杂  $C@Sn/C$ 、 $C/SnO_2$  纳米纤维，发现了双无机结构协同增强能量存储与离子传输的现象；拓展了深冷处理在微/纳纤维形貌再造与结构重塑中的应用；深入研究了定形相变复合纳米纤维结构的表征手段选择与信息解释方法，阐述了与性能密切相关的结构特征信息，并与热传导性能、相变潜热（温度）变化、热循环过程、相变机理的研究相结合，揭示了以纤维作为承载相变材料的传热和相变机理。

(3) 发展了以乳凸微/纳纤维结构作为防水/酸透湿复合织物的双层保护机制。深入研究了基于煤沥青基纤维在构建低表面能、高粗糙度、优良耐渗透压的结构构建方法及防水/酸透湿机理。剖析了双重防护体系中的构架结构以及防护过程中的动态演变机理，阐明了双重防护机制中结构单元的形貌特征对防水/酸透湿性能的影响机制，服务地方产业。

在 *Electrochimica Acta*, *ChemSusChem*, *Journal of Industrial Textile* 等被 SCI 收录的国际著名刊物上发表论文 20 余篇，其中  $IF > 5$  的 5 篇， $IF > 3$  的 11 篇；在 *纺织学报*、*现代纺织技术*、*毛纺科技* 等被 EI、CSCD 收录的纺织类中文核心期刊发表 40 余篇。部分研究成果获自治区自然科学优秀学术论文三等奖 1 项，新疆大学优秀硕士学位论文 3 项，获批国家发明专利 6 项，第五届全国越隆杯纺织品设计大赛二等奖 1 项，第六届“红绿蓝杯”中国高校纺织品面料设计大赛三等奖 1 项，全国“源创杯”创新创意大赛”优胜奖 1 项。

4	20190181	无机硼/碳/硝酸盐非线性光学晶体的设计组装和性能调控	新疆师范大学	王莉;常立县;买尔哈巴·阿不都热合曼;	基础研究-自然科学类
---	----------	----------------------------	--------	---------------------	------------

非线性光学晶体是全固态激光器的基本材料之一，广泛应用于激光技术、光学通讯、光学数据存储和光信号处理等方面。如何获得新型具有大的非线性光学系数、合适的双折射率、以及优良的物理化学性能和良好生长习性的非线性光学晶体一直是晶态材料研究领域的一个重大挑战。我们认为，除硼酸盐体系以外， $[NO_3]^-$  和  $[CO_3]^{2-}$  基团具有以下特点：(1) 空间保持平面三角形的共轭  $\pi$  体系；(2) 单位体积内的基团密度能够足够大，有助于获得大的宏观倍频系数。为此，本项目尝试以  $[BO_3]^{3-}$ 、 $[NO_3]^-$  和  $[CO_3]^{2-}$  基团为主，引入易发生二阶姜-泰勒畸变含 6s<sup>2</sup> 孤对电子的金属离子  $Pb^{2+}$ 、辅以紫外范围没有吸收的碱金属及碱土金属，利用孤对电子之间或孤对电子和平面  $\pi$  共轭的基团的协同作用，结合性能测试和相关理论计算，从中筛选出三种具有大的非线性光学系数以及优良的物理化学性能的新型硼/碳/硝酸盐二阶非线性光学晶体材料。具体工作如下：

(1) 在水热条件下生长出四羟基硼酸钡晶体  $Ba_2[B_6O_9(OH)_4]$ 。该晶体紫外吸收边低于 190nm。其非线性光学效应与 3 倍 KDP 相当，能够实现 I-型相位匹配，是一种潜在的可应用于深紫外的非线性光学材料。该研究结果在 *Inorg Chem*, 2012, 51, 1852-1858 (SCI,  $IF = 4.7$ ) 杂志上发表。

(2) 除  $[BO_3]^{3-}$  外，共轭  $\pi$  体系平面三角形的无机阴离子还有  $[CO_3]^{2-}$  和  $[NO_3]^-$  等基团。为此，我们设计通过水热法合成了第一例具有大的倍频效应的硝酸盐非线性光学晶体：碱式硝酸铅  $Pb_{16}(OH)_{16}(NO_3)_{16}$ 。该化合物为单斜晶系，非中心称的 Cc 空间群。该化合物的带隙为 3.8eV，粉末倍频效应约为 KDP 的 3.5 倍，且能够实现 I-型相位匹配。该研究结果在国际著名期刊 *Inorg Chem*, 2014, 53, 3320-3325. (SCI,  $IF = 4.7$ ) 上面发表。

(3) 我们通过水热成功合成了同时含有硼酸和碳酸的硼碳酸盐非线性光学晶体材料  $Pb_{70}(OH)_3(CO_3)_3(BO_3)$ 。该化合物属于六方晶系， $P6_3mc$  空间群。粉末倍频效应约为 KDP 的 4.5 倍，且能够实现 I-型相位匹配。该研究结果在 *Inorg Chem*, 2015, 54, 4138-4142. (SCI,  $IF = 4.7$ ) 上报道。

上述论文发表至今已分别被 SCI 正面他引达 44 次、32 次和 29 次，其中被国际著名化学综述性杂志 *Acc Chem Res* ( $IF=20.268$ ) 和 *Coord Chem Rev* ( $IF=13.324$ ) 等多次引用和评述，同时被化学领域知名期刊 *Angew Chem Int Ed* ( $IF=11.994$ )，*Chem Mater*, *Chem Commun*, *Chem Eur J*, *Inorg Chem* 等多次引用、评价和跟踪研究。

5	20190217	干旱区极端气候水文事件时空演变及其社会经济影响研究	中国科学院新疆分院	姜彤;陶辉;苏布达;翟建青;王艳君;	基础研究-自然科学类
---	----------	---------------------------	-----------	--------------------	------------

由全球气候变化导致的极端气候水文事件频繁发生, 已成为社会发展的重要制约因素之一。西北干旱区极端气候水文事件的时空演变特征检测、成因及其社会经济影响研究, 是国内外科学界关注的热点。但多数研究着眼于极端事件的单一时间过程或单一空间维度, 采用单站阈值界定极值, 难以精确判断其影响范围; 极端气候水文事件的影响评估研究, 未考虑社会经济变化导致的暴露度以及适应能力改变。本项目面向极端气候水文事件影响评估的国家需求及关键科学问题, 针对干旱、高温、暴雨洪水等区域性极端事件影响研究存在的薄弱环节, 在全球升温1.5℃和2.0℃目标下干旱的直接经济损失评估、高温对人体健康的影响评估及暴雨洪涝的社会经济影响评估等方面开展技术攻关, 取得系列原创性成果:

- 1、创建了“强度-面积-持续时间”多维极端事件辨识方法, 提出了适用于西北干旱区的干旱评估指数, 辨识了干旱事件的演变特征及其气候成因, 定量评估了全球升温1.5℃和2.0℃情景下的干旱经济损失, 指出控温具有明显的社会经济效应。
- 2、提出了人口和经济预测模型的本地参数化方案, 首次构建了中国区域高分辨率格点化(0.5°×0.5°)社会经济数据集; 系统评估了中国西北五省城市人口面临的高温死亡风险, 发现相较于全球升温1.5℃, 升温2.0℃每年将会增加两千余人的死亡。
- 3、揭示了气候变化使西北干旱区内陆河上游突发性冰湖溃决洪水频率显著增加; 而人类社会经济活动对径流变化的贡献率从二十世纪60年代的40%增加到目前的57%; 气候变化和人类活动共同作用下暴雨洪涝灾害人口、经济动态暴露度和脆弱性总体呈显著增加趋势。

通过近10年的国内外合作研究, 本项目已发表论文125篇(SCI论文84篇, CSCD论文41篇), 出版相关专著3部, 获批软件著作权3项, 基于自主研发的极端气候水文事件识别方法与高分辨率社会经济格点化数据集开展的创新性研究成果, 发表于Nature Communications、PNAS和BAMS等期刊; 依据核心成果撰写的决策咨询报告两次获得党和国家领导人的重要批示; 研究成果被Nature、Nature Climate Change、Nature Geoscience和Nature Communications 等期刊引用。本项研究拓展了极端气候水文事件的相关理论、技术与方法, 为西北干旱区防灾减灾与社会经济可持续发展提供了重要的科学支撑。

6	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;陈学刚;麦麦提吐尔逊·艾则孜;杨涵;	基础研究-自然科学类
<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> <ol style="list-style-type: none"> <li>(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。</li> <li>(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。</li> <li>(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。</li> <li>(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。</li> <li>(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。</li> <li>(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。</li> <li>(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。</li> </ol> <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>					

7	20200050	锰基锂离子电池正极材料的合成及电化学性能研究	新疆师范大学	粟智;阿孜古丽·木尔赛力木;田华玲;米丽班·霍加艾合买提;张艳慧;	基础研究-自然科学类
---	----------	------------------------	--------	-----------------------------------	------------

在LiMnO<sub>2</sub>材料研究方面，提出了一种合成o-LiMnO<sub>2</sub>化合物的熔盐浸渍法；采用水热法合成了单一元素掺杂的正交结构化合物，研究发现掺杂低价阳离子能提高材料中锰的价态，抑制由于Jahn-Teller效应所引起结构变化和锰的溶解造成的容量损失，达到改善材料的循环性能的目的；通过两步高温固相反应和结合水热离子交换法合成出单相、超精细结构的单斜层状m-LiMnO<sub>2</sub>化合物，研究发现材料在电化学过程中向尖晶石相转变，但在材料中掺杂适量的氟可以提高材料的电化学性能；通过用氧化还原软化学法合成了非计量比的菱方结构r-LixMnO<sub>2</sub>、六方结构h-Li<sub>0.59</sub>MnO<sub>2</sub>以及在其体相中掺入热化学半径较大的阳离子或聚阴离子的正极材料。研究发现，阴阳离子混合掺杂材料综合了阳掺杂可以提高材料中Li<sup>+</sup>的扩散能力和阴离子掺杂抑制Jahn-Teller畸变的两方面优势，使层状结构LiMnO<sub>2</sub>正极材料既保持了较高的容量又获得了良好的循环性能，从而提出了阴阳离子协同掺杂机制。

在LiMnBO<sub>3</sub>材料研究方面，采用微波固相法合成LiMnBO<sub>3</sub>材料，该方法工艺简单，极大缩减合成周期；采用高温固相法分别合成了单斜型、单斜六方混合和六方型LiMnBO<sub>3</sub>/C材料；采用溶胶凝胶法乙醇为溶剂制得单斜LiMnBO<sub>3</sub>，乙酸为溶剂制得六方LiMnBO<sub>3</sub>；该方法有利于减小材料粒径，缩短Li<sup>+</sup>扩散路径以提高材料电化学性能；通过采用高温固相法制备不同比例的LiMnxFe(V)<sub>1-x</sub>BO<sub>3</sub>复合材料。研究发现Fe、V的加入提高了材料的导电性和结构稳定性，有效地改善了材料的电化学性能。

在LiMnPO<sub>4</sub>材料研究方面，针对该材料较差的离子和电子导电性，倍率性能差等特点。通过两步法以柠檬酸为碳源在不同反应温度和时间下合成了LiMnPO<sub>4</sub>/C正极材料，并掺杂金属Fe<sup>2+</sup>对其进行改性，研究发现Fe<sup>2+</sup>引入后材料的电化学极化降低，电极可逆性、脱嵌锂性能得到显著改善，材料离子电导大大增加；通过溶胶-凝胶法以DMF为溶剂在不同反应温度和时间下合成了不同碳源包覆的LiMnPO<sub>4</sub>/C正极材料，对其进行了掺杂金属Fe<sup>2+</sup>以及复合磷酸钒锂，研究发现掺杂不仅可以提高材料内部的导电性，复合磷酸钒锂可以提高材料的离子导电性，而且材料与磷酸钒锂复合而且改善了磷酸钒锂多平台的缺点。

在LiMnTiO<sub>4</sub>材料研究方面，采用微波固相法合成了碳包覆的锂离子电池正极材料LiMnTiO<sub>4</sub>。结果发现，Ti<sup>4+</sup>的掺入使得LiMnTiO<sub>4</sub>材料中的Mn<sup>3+</sup>在电化学过程中发生的Jahn-Teller效应得到抑制。截至2018年年底，仅发表的代表性论文被国内外期刊，包括JCR一区 Nano Energy (IF=16.36)、Journal of Power Sources (IF=8.25) 等国际著名SCI期刊在内正面他引达130余次，单篇最高他引达到53次

8	20200055	新疆土壤碳库空间分布特征研究	新疆农业大学	颜安;王泽;武红旗;盛建东;	基础研究-自然科学类
<p>新疆作为典型的干旱与半干旱地区，对中国陆地生态系统的碳循环及环境气候变化产生深刻的影响。然而，受研究尺度及观测数据的限制，有关新疆区域尺度碳储量及其分布特征与影响因素仍不明晰，缺乏系统的研究分析和数据支撑。</p> <p>本研究自2013年以来，在国家自然科学基金、中国博士后科学基金和自治区高校教师科研计划等科研项目的支持下，基于详实的调查数据资料，应用计量土壤学、地理学相关原理，历时7年调查600余个土壤剖面点，对新疆五大生态区及典型绿洲土壤碳的分布特征进行深入研究，系统绘制了新疆土壤碳库专题地图，并推广应用到农林生态领域中。主要研究内容及发现点：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 新疆土壤碳库定量预测研究：提出了适用于新疆土壤碳库储量估算及空间分布的最佳地理空间模型，探明了新疆土壤碳库储量，明确了新疆不同生态区、不同土壤类型、不同土地利用类型的碳储量特征，系统绘制了新疆不同层次土壤有机碳和无机碳含量空间分布图。</li> <li>2. 新疆土壤碳库空间分布及其影响因素研究：基于定量模型分析研究了新疆土壤碳库的空间分布规律，明确了影响新疆土壤有机碳和无机碳空间分布的关键因素及其控制区域。</li> <li>3. 新疆五大生态区土壤碳库垂直分布特征研究：分析研究了新疆五大生态区0-100 cm深度土壤碳的垂直分布特征和空间结构特征，明确了土壤有机碳和无机碳的垂直分布规律及空间变异特征。</li> <li>4. 新疆典型绿洲土壤碳库时空演变规律研究：分析研究了新疆典型绿洲不同开垦年限土壤碳在0-300 cm剖面深度的分布特征，明确了土壤有机碳和无机碳的垂直分布规律及其影响因素。</li> </ol> <p>本研究出版专著《新疆土壤碳库分布特征研究方法》，被纳入国家林业和草原局研究生教育“十三五”规划教材，推荐作为生态学等相关专业研究生教材和土壤、地学等专业科研教学人员参考用书；发表研究论文6篇，相关研究方法和结论被同行引用48次；获得国家计算机软件著作权1项，研究成果在新疆林业调查、林草生态系统评估、土壤培肥管理及耕地区划管理等领域广泛应用。</p> <p>科技查新报告显示：国内外文献中，未见与本项目新疆土壤有机碳和无机碳空间分布特征及储量估算的研究成果公开报道。</p>					
9	20200089	北疆灰漠土碳累积对生态环境的响应	新疆农业科学院	王西和;吕金岭;杨金钰;孙九胜;刘骅;	基础研究-自然科学类

灰漠土是荒漠区具代表性的一类土壤，中国灰漠土耕地面积62.3万公顷，其中80%分布在新疆天山北坡经济带，是北疆农业生产的支柱土壤，其经济规模与地位在全疆举足轻重。但高度集约化的农业生产及长期不合理的生产措施导致区域内土壤退化严重、生态系统质量和稳定性降低、生态环境脆弱，因此，灰漠土肥力的相关研究在世界上具有独特性。土壤有机碳是土壤肥力的重要组成部分，土壤有机碳的积累和分解速率决定着土壤碳库储量，提高灰漠土有机碳库储量对于支撑农田生态系统稳定、碳元素生物化学循环等生态功能具有重大意义。在当前全球环境变暖背景下，土壤碳累积对生态系统功能的影响机制是国际学术界关注的前沿科学问题。由于生态系统功能对土壤有机碳累积的响应过程复杂，极具有不确定性和多样性，机理尚不明晰，深刻解析土壤有机碳的固存与稳定、减排与保护机理以及对农田生态功能的响应具有广泛的应用价值。

项目基于4项国家及自治区基金的研究工作，主要内容有：1) 探明长期施肥农田土壤有机碳累积效应及稳定机制，提出有机碳固存规律和途径。建立灰漠土农田土壤有机碳含量变化的计算方法与相关特征参数，首次对12种施肥措施对应的灰漠土有机碳固持系统进行定量分析。2) 揭示可溶性有机碳中纳米物质的存在形态，从微观角度分析可溶性有机碳中纳米粒子Ca、Mg、Si、Al、Fe等与灰漠土中Ca<sup>2+</sup>的结合特征；明确灰漠土中Ca<sup>2+</sup>以及Ca/Si纳米颗粒有机复合物与土壤碳库固持的关系；得出适用于灰漠土可溶性有机碳的测试方法。3) 揭示有机碳累积对土壤生物群落结构、酶活性的影响机制。明确干旱灰漠土区不同施肥措施下农田土壤动物、微生物群落结构与多样性、优势类群的分布与土壤有机碳库及土壤健康功能的相互关系。4) 确定农田系统温室气体的排放规律及影响干旱区灰漠土农田温室气体排放的关键因素；量化碳库变化参数与温室气体排放量，提出控制温室气体排放最佳途径。

项目持续时间长，难度大，创新成果在世界上具有独特性，为区域性耕地保育与农业绿色生产、固碳减排与可持续发展提供决策依据，经济和社会贡献巨大。项目发表论文20篇，其中SCI 6篇；8篇代表性论文被他引150次，其中被SCI他引39次，单篇最高被他引79次；撰写专著5部，被引484次，单部专著最高被引339次；授权发明专利2项。

经国际范围的检索查证，检索到的国内外相关文献中，未见与该项目相同的研究成果公开报道。

10	20200100	小麦品质性状优异基因发掘与应用	新疆农业大学	耿洪伟;夏先春;石书兵;严勇亮;	基础研究-自然科学类
----	----------	-----------------	--------	------------------	------------

小麦是全国也是新疆的主要粮食作物，新疆是我国优质小麦的重要产区也是新疆种植面积最大的粮食作物。优质专用小麦的开发与应用已成为影响我国小麦在粮食和食品产业竞争力的重要因素。小麦面粉及其制品表观色泽和加工品质是决定小麦品质的重要指标。长期以来面粉白度高、加工品质好的小麦品种在新疆乃至全国麦区均较稀缺，为此本项目用了十五年时间，针对小麦上述品质性状遗传规律及其相关功能基因开展了发掘与应用，取得了系列进展，为小麦重要品质性状遗传改良奠定了基础，推动了新疆优质专用小麦品种创新。主要内容如下：

1. 初步阐明了小麦重要品质性状的遗传机理，建立了基于同源克隆策略的小麦重要性状筛选的功能标记开发新技术体系，突破了传统小麦品质性状选育技术局限。1) 揭示了籽粒硬度、籽粒氧化酶类活性和色素类物质含量对小麦表观品质和加工品质的双重作用，提出了小麦重要品质性状遗传改良“一基两点”的关键基因作用模式；2) 明确了对小麦品质性状遗传改良贡献率大的优异等位基因，初步阐明了小麦品质性状的调控机理；3) 建立了基于同源克隆的小麦功能基因标记开发体系，简化了小麦功能基因克隆的步骤，将遗传分子标记与相关性状相对应，提升了小麦分子标记辅助选择的针对性和准确性。

2. 发掘并克隆了小麦品质性状相关重要新功能基因及新等位基因，定位了品质性状主效位点，开发验证了新标记，创新了小麦品质育种高效方法。1) 发掘并定位32个新的品质性状基因位点；2) 克隆和命名了13个品质新基因，并从小麦及其近缘种中鉴定出20个新等位基因，为小麦品质性状基因的克隆和利用提供了范例；3) 开发10个新功能标记，结合多点表型鉴定，对功能标记的实用性进行了验证，进一步优化分子标记辅助选择育种体系，开发的功能标记已广泛应用于小麦品质育种实践，创新了小麦品质育种高效方法。

3. 用新位点、新标记和新方法高效、精准筛选与创制了具有小麦优异品质的种质资源材料，创制了多类型的聚合多个优异等位基因新品系，为优质专用小麦新品种选育提供了优良种质资源。1) 构建了7个能用于品质性状基础研究的遗传群体，筛选到聚多个优异等位基因的优质资源34份，创制优质中间材料和高代品系84个，自育2个优质专用小麦新品种。2) 汇聚和解析了新疆乃至全国小麦重要品质基因优异等位基因的分布特点与演替规律，为我国小麦品质资源遗传潜力的挖掘和资源创新奠定了基础。

项目研究结果受到国内外同行的高度关注，并产生了较大影响。发表的27篇研究论文被引总计395次，他引总计291次；其中有17篇主要研究论文被SCI收录，引用总计317次，被SCI正面他引达220次，其中影响因子>4的SCI论文6篇，单篇最高他引达56次。开发的标记被国内8个省的14家育种单位应用并培育出新品种（系），审定（自育）新品种2个。已授权2项国家发明专利，出版专著2部。培养研究生16名，获新疆自治区优秀博士论文奖1项。

11	20200114	新疆棉区土壤微生物生态与资源利用	新疆师范大学	张伟;阮志勇;张瑞;朱艳蕾;江旭;	基础研究-自然科学类
----	----------	------------------	--------	-------------------	------------

<p><b>研究目的与意义</b></p> <p>以新疆干旱半干旱气候、盐碱化土壤条件下孕育的特有微生物资源为研究材料，针对本地区支柱产业—棉花可持续发展必须面对的农业土壤面源污染问题，将微生物生态学和特殊环境功能微生物开发研究结合。</p> <p>1) 通过研究连作过程中微生物群落结构演替规律，解析棉花各生长阶段土壤微生物群落结构特征与功能的关系，从土壤微生态角度提出解除棉花连作障碍的可行方法；</p> <p>2) 从常年连作棉花并遭受农药等面源污染的农田土壤中富集获取高效氯氰聚酯等8种农药降解菌群，分析各降解菌群结构组成，查明其降解特征，分离纯化降解菌株，为解决适合本地区土壤环境污染问题提供生物修复微生物资源。</p> <p>3) 针对新疆贫营养环境微生物资源，查明该类环境中分布的细菌类群种类及多样性，为本地区特殊环境微生物资源的开发及分类奠定基础。</p> <p><b>主要论点与论据</b></p> <p>1) 关于棉花连作土壤微生物群落结构及核心菌属功能</p> <p>查明了新疆地区棉花长期连作过程中土壤微生物群落结构演替及与连作障碍发生之间的关联。对比研究了该地区棉花30年内不同连作年限以及轮作条件下棉田土壤中微生物群落结构组成和黄萎病病原物在土壤中的富集过程推断出棉花栽培及配套的耕作模式是导致当地土壤原生态微生物群落结构发生变化的首因，而新的微生物群落结构是在棉花长期栽培及与其配套的耕作方式共同持续胁迫下形成并稳定下来，轮作仅可以使部分种类微生物种群快速恢复。</p> <p>2) 关于新疆棉田土壤环境基因组信息</p> <p>构建了该地区原生态土壤环境基因组BAC文库、连年耕作棉田土壤环境基因组BAC文库。通过构建文库的方式获得并保存该地区全部原生态和新生态土壤环境基因组信息。为将来筛选该地区特殊功能的基因和进一步大规模开展干旱和半干旱棉区土壤环境基因组研究和资源微生物的开发利用奠定了基础。</p> <p>3) 关于新疆棉田农药降解菌群、菌株</p> <p>掌握了富集培养高效氯氰菊酯等8种农药降解菌群的可行方法，并获得了能稳定传代且可持续降解的菌群，完善了解菌群筛选方法；通过高通量数据检测掌握了高效氯氰菊酯等降解菌群结构组成特点；从各菌群中分离得到高效氯氰菊酯等农药降解菌400余株。</p> <p>4) 关于贫营养等特殊土壤环境微生物多样性</p> <p>通过对新疆古尔班通古特沙漠等7个极具代表性的区域土样或水样的研究发现：新疆各种极端贫营养环境蕴藏着丰富的微生物资源，并且各环境特异性很强；分离培养获取了120余株新疆七种极端贫营养环境微生物纯培养物；鉴定并发表了部分新种。</p>					
12	20200115	确定性与随机性的生态种群与传染病动力学模型研究	新疆大学	张龙;滕志东;李洪利;艾合麦提·麦麦提阿吉;罗颜涛;	基础研究-自然科学类
<p>本项目重点针对生态及疾病系统中的若干具有重要理论研究和实际应用价值的确定性与随机性模型开展系统研究，是生物数学理论中非常重要的学科分支。它是现代微分方程理论的内容和方法广泛应用于生物学、生态学、医学、环境科学等领域而产生的具有丰富内容的一门交叉学科。主要运用现代微分方程理论（时滞微分方程、脉冲微分方程、随机微分方程、反应扩散方程、分数阶微分方程、差分方程等）依据现实生态与疾病系统中确定性与随机性因素的影响而建立了：各类相互竞争、捕食、寄生-共生-捕食、扩散迁移、年龄结构等交互作用的种群模型；由病原体（病菌：如结核分枝杆菌、布鲁氏菌等，病毒：如HIV、乙肝、麻疹等、病原虫：疟原虫等）感染而引起较大危害的传染性疾病（如HIV、流感、肺炎、乙肝、肺结核、疟疾等），根据不同疾病的传播特征建立诸如SI、SIR、SIRS、SEIR、SEIRS等类型的传染病模型。主要研究课题包括：种群与疾病的（随机）持续生存性、灭绝性、系统的局部及全局稳定性、正（概）周期解的存在性和稳定性、分支与混沌、随机系统的静态平稳分布等。通过Matlab、Maple等数学软件结合实际生态及传染病数据进行计算机模拟验证理论成果的有效性，进一步丰富和发展生物数学理论及实际应用范畴。以上研究课题来自于实际的生物学、生态学、医学等问题，经过了数学上的抽象刻画而来，具有非常明显的实际背景和意义。积极开展这方面的理论研究和应用，对于解决可持续发展中的环境保护、资源开发、重大疾病的预防控制等实际问题有着重要的指导作用。另一方面，新疆的环境保护、资源开发问题日趋严重和复杂，在新疆广泛传播的乙肝、肺结核、布鲁氏菌病等已经直接影响到了新疆经济社会稳定和可持续发展，因此积极开展这方面的理论研究和应用，对于解决新疆环境保护和资源开发、传染病预防控制等问题，具有的非常重要的应用价值及实际指导意义。</p> <p>本项目共发表学术论文72篇，其中SCI收录68篇，EI收录1篇，SCI总被引用501次，其中他引415次，单篇最高他引64次，Google学术总被引用928次，其中他引772次，单篇最高97次。本项目获得国家自然科学基金项目3项，教育部及自治区等4项各类科研项目支持。培养了博士研究生10余名，硕士研究生40余名，其中很多博士毕业生已经成为疆内外各大高校及科研单位的学术带头人及骨干，6人晋升教授，5人晋升副教授（副研究员）、2人晋升博士生导师，5人晋升硕士生导师，例如：王凯、王蕾现在是新疆医科大学教授，且王凯为博士生导师；胡增运是中科院新疆分院生态与地理研究所副研究员，2015年获“香江学者”计划资助赴香港浸会大学从事博士后研究；徐家波、樊晓玲是新疆工程学院教授。项目组成员先后获得国家自然科学基金项目7项，1人获新疆维吾尔自治区优秀青年科技创新人才称号，“天山英才”第二层次称号。科研成果获新疆大学第一届自然科学奖一等奖1项。</p>					
13	20200218	基于分子克隆敲除和血清药物化学技术的新疆雪菊抗糖尿病物质基础和作用机理研究	新疆医科大学	毛新民;李琳琳;兰怡;姚蓝;王焯;	基础研究-自然科学类

- 1.1 主要研究内容
- 1) 两色金鸡菊（简称金鸡菊）质量标准 and 活性物质研究：用指纹图谱技术建立了药材和多种提取物的质量标准；用血清药物化学结合小分子单克隆抗体敲除技术对金鸡菊醇提物在大鼠血中移行成分进行分析和表征，确定了金鸡菊活性移行成分与药理作用的关联度；对金鸡菊血中移行成分的生物转化和代谢产物进行追踪，寻找到了马里昔、黄诺马昔等，并在动物和细胞试验中进行了活性确证。
  - 2) 开展了金鸡菊的代谢动力学研究，获得了药代动力学参数，发现黄诺马昔在肾组织中分布最多。金鸡菊醇提物在人肝微粒体酶作用下，黄酮奥卡宁、橙酮金鸡菊昔、马里昔、奥卡宁被完全代谢。
  - 3) 金鸡菊抗糖尿病研究：用糖尿病鼠确定了金鸡菊抗糖尿病的功效和有效部位；以 $\alpha$ -葡萄糖苷酶为靶点研究了金鸡菊的抗糖尿病机理。用db/db鼠分别建立了糖尿病肾病、视网膜病变模型，研究了金鸡菊对上述并发症作用及作用靶点和信号通路；分析了金鸡菊对胰岛素抵抗小鼠肠道菌群及氨基酸代谢谱的影响。
  - 4) 金鸡菊新药理作用：用自发高血压等模型，研究了金鸡菊对高血压、心肌重构、血凝和血管内皮细胞的作用及机理。
  - 5) 安全性评价：观测了金鸡菊多种提取物的急性毒性作用，分析了产生毒性的物质。

- 1.2 科学发现点
- 1) 优化了工艺、制定了质量标准。用指纹图谱技术建立了新疆金鸡菊药材和多种提取物质量标准，优化了乙醇提取、水提取、乙酸乙酯提取等多种工艺，发现了金鸡菊中主要含有挥发油类、黄酮类等多种成分。用血清药物化学和细胞培养技术追踪金鸡菊提取物中活性成分，发现马里昔、黄诺马昔是血中主要移行活性成分。
  - 2) 金鸡菊代谢动力学研究获得了药动学参数。
  - 3) 用db/db鼠确定了金鸡菊抗糖尿病及并发症作用及机制。
  - 4) 用曼尼希法成功制备了黄诺马昔的人工抗原。
  - 5) 发现了金鸡菊降低高血压、改善心肌重构、保护血管内皮细胞等新作用。
  - 6) 确定了金鸡菊不同工艺的提取物的毒性和3,5-二咖啡酰奎宁酸为毒性分子。

- 3、科学价值
- 1) 质量标准为判定药材和提取物质量提供了依据。优化的工艺为大生产奠定了基础。
  - 2) 发现了金鸡菊抗糖尿病及其肾和视网膜并发症的物质基础和作用机理。
  - 3) 研究结果支撑了金鸡菊国家地理标志成功申报，促进了新疆金鸡菊产业的发展，实现农民增收与扶贫，带动产区经济发展。
  - 4) 黄诺马昔的人工抗原制备为小分子克隆敲除奠定基础。
  - 5) 评价了金鸡菊不同工艺的提取物的安全性。
- 4、同行引用及评价

经国内查新显示本研究为国内首创。已出版《雪菊》专著1部，在国内核心期刊发表文章37篇，SCI2篇。本课题组申请国家发明专利9项，授权专利2项。基于本研究项目原创性学术观点和结果，引发他人的金鸡菊研究4项，发表论文18篇。课题组所发表的论文专著被引用频率213次。专家们认为本项目是金鸡菊开创性研究，引领了金鸡菊的科学研究，促进了金鸡菊产业的发展。

14	20200269	非线性光学效应轨道杂化模型及其在紫外倍频晶体设计中的应用	中国科学院新疆分院	张方方;米日丁·穆太力普;杨云;韩树娟;韩健;	基础研究-自然科学类
<p>非线性光学晶体（或称倍频晶体）是激光技术的关键核心材料，在激光通信、激光医疗、激光加工、激光制导、激光约束核聚变等领域具有重要的应用。我国在紫外倍频晶体材料的研究处于国际领先，由我国发明的BBO、LBO、KBBF晶体被誉为“中国牌”晶体享誉全球。随着激光技术的进步和应用领域的拓展，这些晶体已不能满足需求，亟待研发综合性能优异的新晶体。在理论研究方面，我国陈创天院士等提出的阴离子基团理论成功指导发现了一系列“中国牌”晶体，代表我国在非线性光学材料理论研究的国际领先地位。尽管阴离子基团理论在处理硼酸盐材料体系时取得巨大成功，但对于含有微观倍频效应较小的四面体基元的材料体系却难以给出合理的解释，四面体基元对材料倍频效应的影响机制一直是国际难点。此外，大带隙是实现紫外倍频输出的必要条件，然而大带隙往往不利于获得大的倍频效应，如何实现“大倍频-大带隙”的平衡是设计合成紫外倍频晶体亟待解决的关键科学问题。</p> <p>本项目针对上述难点和科学问题，从理论源头出发，建立了非线性光学效应的新模型，指导设计合成了一系列新晶体（有倍频效应的占80%，远高于无机晶体结构数据库的相应比例:15%），包括目前已知金属磷酸盐中倍频效应最大的紫外晶体和唯一能输出343 nm紫外倍频激光且不潮解、不溶于水的材料。主要科学发现点包括：1、建立了非线性光学效应轨道杂化模型，在国际上首次从电子结构的观点阐明了轨道杂化作用和电荷转移能对非线性光学效应的影响机制，成功揭示了含四面体基元材料倍频效应的来源机制，丰富了非线性光学材料理论体系；2、创新性提出通过调控轨道杂化和电荷转移能实现“大倍频-大带隙”平衡的设计策略，设计合成出目前已知金属磷酸盐中倍频效应最大的紫外晶体等，验证了轨道杂化模型和设计策略的有效性和普适性；3、创制出倍频效应大、紫外截止边短、激光损伤阈值高、抗潮解的紫外倍频晶体，生长出了高质量单晶并制成非线性光学器件，获得343 nm紫外激光有效输出，为上述理论模型提供典型案例，在高潮湿等特殊服役环境有重要应用前景。</p>					
<p>通过项目实施，培养了一支扎根新疆、勇于创新的青年团队，五位完成人获国家优青、国际Ludo Frevel晶体学奖、新疆青年科技奖、中科院院长特别奖等。项目成果在Nat. Commun.、J. Am. Chem. Soc.（2篇）等国际期刊发表SCI论文15篇，其中影响因子4.0以上的12篇，8篇代表作他人正面引用243次，其中2篇入选全球ESI高被引论文，单篇最高他引102次，获授权中国发明专利6件。2020年7月，由科技部批准的第三方专业科技成果评价机构——中科合创成果评价中心组织、院士领衔的专家组对成果进行评价，专家组一致认为：项目提出的轨道杂化作用和电荷转移能对倍频效应的影响机制是非线性光学晶体理论领域的新进展，项目整体处于国际领先水平。</p>					

15	20200281	含氮、硫杂原子有机化合物的绿色合成及性能研究	新疆大学	刘晨江;吐尔逊·阿不都热依木;张永红;金伟伟;如仙古丽·加玛力;	基础研究-自然科学类
<p>发展绿色、高选择性的合成方法,将新疆丰富的化石资源清洁、高效转化为高端精细化学品和化工新材料,对于推进生态文明建设和新疆优势资源高效利用,加快构建以高新技术为支撑、以优势资源高附加值转换为特色的现代化工产业链具有重要意义。</p> <p>本项目在7项国家自然科学基金和3项省部级项目等15个项目的资助下,围绕新疆化工下游产品的高附加值转化和利用,采用分子编辑策略,通过绿色合成技术将其高效转化为含氮、硫杂原子有机物,探究反应的机理,建立药物先导化合物的精准合成方法,开展新型含氮、硫杂原子有机光电材料的性能研究,揭示化合物组成、结构对性能的影响规律。主要学术贡献包括:(1)率先开展了杂环离子液体促进的交叉脱氢偶联反应,创建了离子液体促进芳基三氮烯构建芳基偶氮化合物的方法,创新发展了离子液体/过渡金属催化的碳-氢键官能团化反应,丰富和发展了含氮、硫杂原子有机物分子库和绿色合成方法。(2)创造性地合成了基于异靛青和噻吩的有机共轭高分子,通过巧妙的引入氟原子降低材料的LUMO能级至-4.38 eV,电子迁移率从<math>10^{-2}</math> cm<sup>2</sup> V<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>提高至<math>1.70</math> cm<sup>2</sup> V<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>,解决了该类材料电子迁移率低和在空气中稳定性差的问题,其场效应晶体管器件性能在同期居于领先地位。(3)创新提出了固相法可控制备含氮、硫共轭高分子基复合材料的技术思路以及含吡嗪、吡啶单元共轭高分子修饰无机纳米材料的调控策略,解决了固相法制备复合材料过早出现凝胶效应的问题。</p> <p>本项目工作量大、难度高,共合成离子液体69个,含氮、硫杂原子的有机小分子化合物694个、聚合物28个。在J. Am. Chem. Soc. (3篇), Angew. Chem. Int. Ed., Chem. Sci., Green Chem., Org. Lett. (4篇)等著名刊物上发表SCI论文88篇, JCR一区34篇、二区26篇、三区15篇。IF大于10有5篇, IF大于5有15篇, IF大于3有37篇。3篇代表作(4-6)入选ESI高被引论文。论文被引用2595次,被Chem. Rev., Chem. Soc. Rev., Nat. Catal., Acc. Chem. Res., J. Am. Chem. Soc., Angew. Chem. Int. Ed., Adv. Mater.等392种SCI期刊他引2428次,篇均他引28次,单篇最高他引354次,被美国、德国、英国、日本等30多个国家的近900个课题组引用。所列20篇论文被他引1630次,篇均他引81.5次。被知名化学资讯平台X-Mol和德国ChemInform期刊报道。部分成果获乌鲁木齐市科技进步一等奖等奖项。授权国家发明专利2项。培养硕士54名。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,未见与本项目研究成果相同的公开报道。</p>					
16	20200290	荒漠植物(植被)的生存策略与维持机制研究	中国科学院新疆分院	刘冉;徐贵青;郑新军;黄刚;李彦;	基础研究-自然科学类
<p>该项研究在科技部国际科技合作项目、国家公益性行业专项和国家自然科学基金课题的支持下,瞄准干旱区资源环境领域的重大国家需求,围绕“荒漠植被结构、功能及其对环境变化的响应与适应”之关键科学问题,历经十余年的科学探索,通过对荒漠植物群落、层片、个体、器官与其凋落物的关键生态过程及其环境调节机理的研究,在荒漠植物(植被)生存策略和稳定性维持机制的研究中有突破性进展,取得了一系列原创性成果:</p> <p>1)揭示了荒漠灌木的生存机制与死亡原因:从萌生开始,荒漠灌木的生存策略就是光合产物优先向根系分配。我们发现:荒漠灌木的生物量根系优先分配不受环境与个体大小的影响,是其在干旱环境下的一种保守且低代价的表现可塑性适应模式。这在早中期促进了其生存和发展,但在其生命晚期,过度发育的庞大根系导致其光合产物分配失衡,最终使“老年”荒漠灌木的有限光合能力不能支撑其庞大的根系,当干旱来临时,它因“碳饥饿而死”。该项研究为破解全球树木死亡原因的“水力失效假说”与“碳饥饿假说”之争议提供了强有力的野外实验证据。</p> <p>2)发现荒漠植物群落碳过程年际变化是由季节性降水分配格局主导,并非由年降水量或年均降水量决定。首次量化了灌木与草本层对荒漠植物群落碳过程的作用与贡献:发现灌木层决定了其年内变化,而草本层主导其年际变化。</p> <p>3)确定并量化了荒漠灌木的水分来源随环境的变化,证实了荒漠灌木的用水策略并不是固定的,而是随着土壤水分状况的变化而改变。在同一生境中,荒漠灌木根系分布同水分来源并不一致性,提出了根系分布调查与氢氧同位素技术相结合确定荒漠植物水分来源与水分利用策略的新思路。</p> <p>4)发现在养分匮乏的荒漠生态系统中,短命植物“春坝效应”在养分循环中发挥关键作用。春季短命植物短的生命周期与高的养分吸收速率,使其成为一个巨大的养分贮存库;并且在死亡之后,短时间内释放凋落物中35%的氮素和60%的磷,为后继灌木和一年生草本植物的生长提供养分。</p> <p>6)揭示了光降解在荒漠植物凋落物分解中的关键作用,确认了光降解贡献了凋落物质量损失和分解率的23-70%;首次成功区分了降雨量和降雨频率对光降解的影响,发现光降解对凋落物分解主要源于木质素的光化学分解。</p> <p>以上发现对预测荒漠植被的演变、保护和修复受损荒漠植被、保障区域生态安全具有重要的理论与实践意义,在国际相关领域产生了重要影响。截至2018年8月1日前,该项研究共发表论文77篇,总他引达1133次,其中8篇代表性论著均发表在相关领域TOP期刊,20篇主要论著均为SCI,总影响因子80.932,单篇影响因子平均大于4.00。研究成果还得到了国内外媒体的广泛关注,CCTV-10科教频道2014-2016年多次赴新疆录制本团队的科学发现,并在《探索发现》和《走进科学》栏目中播出,为大众了解荒漠植物和新疆做出了贡献。</p>					
17	20200297	强激光场与分子、晶格的含时量子理论与实验研究	新疆工程学院	李文亮;蒋相站;姚洪斌;陈星;董孝宇;	基础研究-自然科学类



多原子分子、晶格与强激光场相互作用的理论研究是当前物理学领域的挑战性的课题，涉及复杂的束缚态、自由态、以及核与多电子耦合的过程，严格的求解薛定谔方程计算量巨大。发展相关的近似含时理论方法和数值计算方法具有重要意义。项目组从理论上研究多原子分子体系与激光场作用时核与电子的耦合动力学。以课题组已经开发用来模拟计算固定核近似下的强激光场下多电子关联动力学的软件包为基础，进一步发展核运动与多电子耦合的动力学含时理论以及配套的计算程序。利用这些研究方法和计算程序，研究多原子分子振动模式对强激光场中多电子动力学行为的影响，比如研究核运动对总、单、双电离的影响。研究不同振动模式对高次谐波谱、电子动量谱影响。揭示多原子分子体系与强激光场相互作用的物理学本质。

含时量子化学理论方法以及分子动力学方法是研究光场中分子、分子-界面实时动力学的有力工具。项目发展新的含时量子化学理论方法以及高效的分子动力学方法具有重要的意义。基于非含时耦合簇理论方法，结合限制活性空间的概念构建含时限制活性空间的含时耦合簇理论。并在原子轨道基函数表象以及(FE-DVR)表象编写time dependent coupled cluster, 以及TD-RAS-CC的含时量子化学软件包以及分子模拟动力学软件。并且利用该科学代码对若干小分子体系(分子-分子、分子-界面)散射动力学进行研究。含时耦合簇理论以及程序实现对量子化学学科的发展有一定的促进作用。把各种含时量子化学方法的软件包都集中撰写了，涵盖初级方法 time dependent hartree fock 以及 time dependent RAS self-consistent fock 方法, time dependent RAS coupled cluster 方法。该科学软件包的集合，既可以计算无外场下的小分子体系的电子结构，又可以计算激光场存在时原子、双原子分子、三原子分子的与外场的耦合强场动力学。此外课题组试图构建合适的理论方法，来研究强激光场与晶格的作用动力学，试图从物理本质上解释晶格与强场相互作用的多次谐波谱。

本项目的主要创新点如下：(1) 提出了基于FE-DVR表象、原子基函数的含时多组态Hartree fock 方法以及含时耦合簇理论方法，并基于理论方法开发了并行含时量子化学方法的软件包，计算了强激光场与分子、晶格的耦合强场动力学；(2) 发展了一套可用于精确求解小分子与线偏振激光场相互作用的含时量子波包计算方法，提出了量子调控分子体系的缀饰态能量和几率分布的方法；(3) 实验上合成出四种新的晶体化合物，并尝试利用含时量子理论方法对其进行了激光与晶格相互作用等方面的研究、研究多次谐波谱的物理学本质。项目组编写的科学计算代码被小同行广泛使用。

18	20200329	水合物法分离含氧煤层气中甲烷技术	克拉玛依市	郭绪强;孙强;刘爱贤;王逸伟;陈广印;	基础研究-自然科学类
----	----------	------------------	-------	---------------------	------------

限于我国煤层的地质条件和开采技术，目前煤层气(煤矿瓦斯)大部分以井下抽放的形式开采，形成含氧煤层气，因为未能有效利用，每年因采煤向大气排放的甲烷量高达1940亿立方米，居世界第一位。含氧煤层气的典型组分和组成为CH<sub>4</sub> 30%~50%，O<sub>2</sub> 8%~15%，N<sub>2</sub> 36%~56% (V%)，其特点是压力低、含氧、甲烷含量低，流动过程容易产生静电，导致爆炸，所以含氧煤层气的利用非常困难，通常只能放空，造成了资源的浪费，并造成严重的温室效应。

目前，含氧煤层气分离技术主要有低温深冷分离、变压吸附和膜分离等，但是这些技术的共同点为干法，无法消除爆炸的危险，所以都没有获得实际应用。因此，加强我国煤层气的开发和利用新技术具有重要的战略意义。

水合物分离技术是一种新型分离方法，其主要特点为操作过程在水饱和的状态下进行，避免了爆炸的危险，使得该技术具备工业应用的可能性。通过多年的研究，取得的重要科学发现有：(1) 通过向液相加入热力学促进剂可以将煤层气生成水合物的压力降低到原生成压力的10%以下；(2) 表面活性剂的加入可以使得水合物的生成速度和转化率提高50%以上；(3) 本项目所建立的水合物生成条件和分离效果预测模型可预测不同气体组成、温度和液相组成等条件下的水合物生成压力和分离效果，平均相对误差在7%以内；(4) 针对含氧煤层气中水合物生产过程的特点，发明了盘管式高效水合物反应器，使得水合过程维持在“生长阶段”，从而规避了水合物“成核阶段”生长速率慢的缺点，大大提高了水合物生成过程的速度；(5) 完成了水合法分离含氧煤层气中甲烷工艺流程设计，对于水合过程关键设备-管式反应器内气液固三相流动规律有了明确的认识，掌握了其稳定控制的工艺参数和手段，保证了过程的正常进行。

本项研究的科学价值：1、系统解决了含氧煤层气水合物生成热力学和动力学方面存在的问题：(1) 掌握了可以有效降低含氧煤层气生成水合物的热力学促进剂的选择方法，并开发了含氧煤层气水合物生成点和平衡分离预测模型，从理论上为该项技术提供了支撑；(2) 开发了含氧煤层气水合物生成动力学促进剂，尤其是植物型动力学促进剂，可以实现过程的可降解、绿色化，并完成了含氧煤层气水合物生成动力学模型的开发。以上模型的计算误差在7%以内，可以满足工程需要。2、系统解决了水合物法分离含氧煤层气中甲烷技术中的流体力学问题，可以实现过程的稳态连续进行：(3) 针对含氧煤层气水合物生成过程特点选择出了合适的水合物反应器，可以从设备结构方面实现水合物生成速度的有效控制；(4) 从流体力学方面提出工艺参数的控制目标，有效抑制了水合物在水合物反应器壁面的粘附。3、本项目中水合物生成临界条件预测和气液固三相共存流体力学成果对油气管道防堵、石油开采水合物抑制都能提供一定的指导作用。