



中国科学院海洋大科学研究中心

CENTER FOR OCEAN MEGA-SCIENCE, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

<http://www.coms.ac.cn/>

中国科学院
海洋大科学研究中心
成果汇编

青岛市南海路7号

联系电话：0532-82893617

E-mail: lj1@qdio.ac.cn

中国科学院海洋大科学研究中心简介

为推进实施创新驱动发展战略，加快建设世界科技强国，中国科学院（以下简称“中科院”）正深入实施“率先行动”计划，调整优化科研布局，推进研究所分类改革，服务国家和区域创新体系建设。大科学研究中心是中科院研究所分类改革的四类机构之一，依托国家重大科技基础设施，按照综合性国家科学中心的要求建设运行，有效集聚院内外和国内外科研院所、大学、企业，开展跨学科、跨领域、跨部门协同创新。

2018年1月29日，中科院批准在山东筹建海洋大科学研究中心（以下简称“中心”）。这是中科院批准建设的第四个大科学研究中心，依托海洋研究所，联合烟台海岸带研究所、南海海洋研究所、深海科学与工程研究所、声学研究所、地质与地球物理研究所、大气物理研究所、微生物研究所、大连化学物理研究所、沈阳自动化研究所、青岛生物能源与过程研究所、上海药物研究所、广州地球化学研究所等12家中科院研究机构共同建设。

中心围绕国家重大科技基础设施——“科学”号海洋科学综合考察船，组建中科院科考船队，统筹运行中科院科考船；建设中科院海洋大型仪器区域中心，统筹运行中科院海洋领域大型分析测试仪器；整合运行渤海、黄海、东海野外观测台站和海洋观测网络，建设海洋大数据中心；规划和建设海洋领域国家重大科技基础设施，形成重大设施集群；策划实施“智慧海洋”和“健康海洋”等示范工程，组织中科院海洋、生命、资源、生态环境和高技术领域的优势力量，打造海洋工程装备、近海环境监测、海洋生物医药、海水综合利用、海洋新能源新材料、海洋矿产资源和海洋灾害防控等交叉研发集群，建立研发中心和转化中心；吸引涉海高层次科学研究与工程技术人才向山东汇聚，促进重大成果转移转化，培育海洋经济新旧动能转换新引擎。

中心将实现中科院先进科技创新设施、优势科技创新团队、重大科技创新成果向山东集聚，以开拓前沿交叉领域、建设美丽健康海洋、保障国家海洋安全、服务“一带一路”倡议等为重要使命，组织开展综合交叉前沿研究，积极承担国家重大科技任务，实现重大原创成果、重大战略性技术与产品、重大示范转化工程等“三重大”成果产出，率先建设国际一流科研机构和具有重要国际影响力的科学研究中心，为海洋高质量发展和加快建设海洋强国提供强有力支撑。

联 系 人：李俊磊

联系方式：0532-82893617，15953265268

通讯地址：青岛市南区南海路7号

E-mail: lj1@qdio.ac.cn

目 录

一、现代海洋产业.....	1
(一) 现代海洋农业.....	1
海湾生境资源修复和海洋牧场建设关键技术	1
刺参良种生态高效增养殖设施和关键技术	4
贝类苗种工厂化高密度培育设施与关键技术	6
斑石鲷亲鱼培育及苗种规模化生产	8
经济海藻良种培育和产业化利用	9
纳滨对虾良种及高效生态养殖产业化	10
贝类良种选育及苗种繁育技术	11
脉红螺苗种规模化扩繁关键技术	13
海水高效循环水育苗养成设施设备产业化开发及健康养殖技术	14
深海养殖网箱	15
海水养殖动物病害控制技术	16
“大连 1 号”杂交鲍鱼	17
中科红海湾扇贝新品种培育和应用	18
硬壳蛤人工高效育苗技术和养殖产业化推广	19
菲律宾蛤仔健康苗种培育和高效养殖技术	20
大规模菲律宾蛤仔室外越冬技术	21
文蛤大规模人工育苗技术	22
近江牡蛎三倍体种苗培育技术研究	23
滩涂贝类苗种后期中间育成技术	24
条石鲷亲鱼培育及繁育技术	25
全雌牙鲆遗传选育育种技术研究	26
夏鲆引种驯养推广技术	27
圆斑星鲽人工育苗技术开发	28
条斑星鲽驯养及人工育苗技术开发	29
夏鲆与牙鲆杂交育苗研究	30
菜悬浮丝状体与单孢子细胞种苗工程	31
优质江篱培育及高值化利用	32
裙带菜单倍体克隆育种和育苗技术及其推广	33
龙须菜(GL1)优良品系的选育繁育及规模养殖	34
海岸带生态农牧场构建关键技术集成与示范	35

海肠（单环刺螠）人工育苗与健康养成技术	36
凡纳滨对虾两系配套杂交育种与抗性新品种	38
光棘球海胆健康苗种培育及放流增殖	39
盐生植物规模化人工栽培及综合产品开发技术	40
（二）海洋生物资源高值化利用	41
马尾藻碘晶	41
海藻抗逆植物生长剂	42
海洋生物源杀虫剂 JMT	43
烟草专用海洋生物制剂农乐二号	44
红球藻工程开发技术	45
高密度培养雪藻生产不饱和脂肪酸	46
藻胆蛋白的分离纯化技术及应用	47
抗血管生成药物-重组鲨鱼软骨蛋白因子	48
海鱼微粒饲料的研制及产业化	49
海水集约养殖鱼虾生态营养与环保饲料	50
海水鱼类疫苗	51
一种适用于海参育苗生产的特效杀虫剂	52
海藻功能蛋白产品研发与产业化	53
环保微生物除藻剂	55
虾青素微藻培养创新技术及产业化应用	57
新型海藻肥的研发与产业化	60
盐碱地菊芋规模化种植与菊粉高效生产技术	62
海洋微生物菌剂的研制及利用	64
产神经酸微藻规模化培养的中试系统	66
雨生红球藻及其虾青素的高效规模化生产	67
利用微藻生产棕榈油酸（ ω -7）	68
橘色藻产类胡萝卜素技术	69
产烃葡萄藻贴壁培养技术	70
海洋生物农药产品的研发与产业化	71
新型海洋生物肥料	72
贝类下脚料高值利用与产业化关键技术	74
果蔬降农残产品的开发	76
特定聚合度和乙酰度的壳寡糖的制备技术	77
鱿鱼下脚料中高品质 β -壳聚糖的规模化制备技术	78
石油污染微生物修复菌剂	79
（三）海洋环境工程与仪器设备	81

通过浮力测定盐度的方法及浮力盐度计	81
钢铁设施在海洋环境中的腐蚀及其防腐技术	82
海洋环境腐蚀能力现场监测技术	83
可遥控腐蚀电位测量仪	84
海洋钢铁设施腐蚀状态跟踪扫描系统	85
海洋生态与环境评价技术	86
船载海洋生态环境多参数在线监测系统	87
海水重金属全自动快速测量系统	89
海洋多水层环境多参数原位在线监测系统	91
水声换能器	93
浮标式海洋皮温仪 (BEST)	94
叶绿素传感器	96
“海翼”7000 米水下滑翔机	97
“海翼”4500 米水下滑翔机	99
军民融合涉海北斗终端运行电磁环境监测保障中心	101
高灵敏水下监控相机	105
便携式观测型水下机器人	107
非接触式水面溢油监测系统	109
北斗海洋抗干扰高精度通讯定位终端	110
海洋牧场生物资源声学监测与评估系统	113
海洋牧场监测设备	114

二、高端装备产业

离子探针的超高空间分辨率改造	117
一种岩石绝热应力变化的温度响应系数测试系统	119
用于复杂体系的液体核磁共振流动池系统的研制	121
光衍生器	123
fA 级电流放大器	124
微电流放大器	125
小型荧光检测模块	126
流通池荧光检测器	127
半导体金属氧化物电子鼻	128
基于 Charge Flipping 和 Intrinsic Phasing 最新算法接入的单晶自动解析技术	129
便携式烟道气采样器	130
硬脆材料超精密孔/边加工技术	131
高面形精度超光滑表面加工技术	132

高效非球面光学元件加工技术.....	133
总烃分析仪.....	134
锥形制备色谱柱.....	135
先进精密光学薄膜制造技术.....	136
微型气相色谱仪.....	137
数字直读式氢气含量测定仪.....	138
汽油中芳烃及醇醚类组分定量分析装置.....	139
求生报警器.....	140
环境气氛爆炸预警传感器.....	141
车载气相色谱仪.....	142
精密自动绝热量热仪.....	143
全自动蛋白质样品处理仪.....	144
超高分辨多次反射飞行时间质谱.....	145
微分迁移谱-飞行时间质谱联用仪.....	146
高灵敏的三聚氰胺快速检测仪.....	147
便携式荧光检测仪.....	148
用于催化反应过程在线监测质谱仪.....	149
呼出气在线测量质谱仪.....	150
毒品现场鉴别仪.....	151
光电子电离热解析在线监测质谱仪.....	152
高灵敏的新型过氧化爆炸物检测仪.....	153
便携式爆炸物/毒品痕量检测仪.....	154
台式爆炸物/毒品痕量检测仪.....	155
AccuOpt 光电放大器.....	156
小型激光诱导荧光检测器.....	157
便携式高灵敏室内甲醛现场快速检测仪.....	158
有毒无机气体现场快速检测仪.....	159
全自动阵列固相微萃取系统.....	160
毛细管液相色谱-气相色谱联用仪 (LC-GC).....	161
水中 VOC 在线监测仪.....	162
黄曲霉毒素荧光检测器.....	163

三、新能源新材料产业.....165

(一) 新能源及节能环保类..... 165

高能量密度锂离子超级电容器.....	165
聚合物锂离子电池.....	167

基于空间飞行器定位用太阳敏感器电池片	168
柔性钙钛矿电池	169
柔性硅薄膜太阳电池	170
柔性化、微型化储能器件及其集成系统研发	171
高比能锂离子电池等关键技术研发	172
高比能超级电容器关键电极材料产业化技术研发	173
高质量石墨烯材料的宏量可控制备	174
质子交换膜水电解制氢	175
可见光响应光阳极基底-电极和电极-溶液界面修饰及电荷传输机理	176
不燃型锂离子电池	177
超纯氢气纯化和生产 (>8N) —吸附剂技术	178
利用硅胶生产废料制备复合相变储热材料技术	179
锂离子电池高电压正极材料	180
油脂加氢制烷烃类生物柴油/航空煤油技术	181
生物柴油新型高效“酯化-转酯化”工艺技术	182
废弃油脂电解合成航空生物燃料	184
低成本高孔隙率耐高温三维联孔结构隔膜技术	185
大型秸秆车用生物天然气产业化工程项目	186
生态环保型城镇化小区集中供气产业化项目	188
城镇生活垃圾无分选生物反应器能源化处理项目	189
生物质合成气经二甲醚制高品质油品	190
秸秆固态酶解发酵生产燃料乙醇关键技术	191
基因工程蓝细菌高效合成生物燃料及化学品	192
秸秆组分高效分离技术	193
木质纤维生物质甲酸预处理分离技术	194
厌氧膜生物反应器及膜污染控制技术	195
高盐度、高酸碱度废水资源化及近零排放技术	196
基于催化剂回用的废水中有机污染物高效芬顿(Fenton)氧化降解技术	197
(二) 新材料类	198
具有抗菌性和抗污染性新型超滤膜组件研发技术	198
轨道交通高架 U 型梁敷板式吸声降噪材料	200
聚四氟乙烯中空纤维膜蒸馏高盐水淡化技术	201
植物医用淀粉胶的开发	203
环境友好型单组份聚氨酯防水涂料	204
高性能新型聚氨酯固沙材料	206
固体废物生产新型生态透水砖技术	208

高阻燃蜜胺树脂硬质发泡复合材料	210
聚反式异戊二烯环氧化 (ETPI) 新方法	212
高性能中空纤维沼气分离膜及膜法沼气提纯制压缩天然气工艺开发	213
用于室内甲醛污染物常温催化净化的金属氧化物材料的开发	215
用于蒸汽渗透 (渗透汽化) 醇/水分离的聚合物膜制备及其耦合分离工艺开发 研究	216
低成本木质素基环保木材胶粘剂	217
无甲醛生物质胶粘剂	219
高热稳定性聚甲醛	220
共轭聚电解质/卤化银纳米复合物长效抗菌材料	221
木质素基重金属吸附剂合成技术	222
纳米纤维素绿色高效制备和应用技术开发	223

四、高端化工产业

(一) 生物技术与绿色化工

功能微生物有机肥	225
生物基异戊二烯	227
米糠高值化综合利用关键技术	228
生物法量产多不饱和脂肪酸 ARA	229
基于废水规模化立体培养能源浮萍与利用示范	230
生物法制备 3-羟基丙酸及其聚合物	231
低成本普鲁兰多糖生物合成关键技术	232
高光学纯度 D-乳酸生物合成技术	233
土曲霉高效生产衣康酸研究	234
木质纤维素整合生物加工糖化技术	235
化学浆生物改性制备粘胶纤维用溶解浆	236
便携式快速微生物检测技术	237
植物组织高效培养与遗传改良技术	238
多功能饲用酵母培养物高效制备关键技术	240
功能寡糖规模化生产	241
高效多糖降解酶	242
寡糖生物农用制剂	243
线粒体荧光染料	244
脂滴荧光探针	245
超分辨成像 DF 荧光染料	246
单分散微米硅胶填料	247

鹿生物活性组分制备技术.....	248
蛋白质组样品处理及定量标记试剂盒	249
毛细管色谱柱及一体式电喷雾质谱喷针	251
重组蛋白亲和纯化介质	252
发酵法香紫苏醇技术	253
微生物油脂及生物柴油技术.....	254
羟甲基糠醛制备技术	255
辽东地区特色农副产品的深加工.....	256
低分子果胶制备技术	257
乳酸催化氧化脱氢合成丙酮酸的催化剂及过程开发	258
高纯度碳酸甲乙酯制备技术.....	259
甲醇和生物发酵乙醇制备异丁醇的新技术	261
负载型贵金属催化剂开发.....	262
对氯（溴）苯酚的催化制备技术.....	263
2,3,6-三甲基苯酚及维生素 E 关键中间体-三甲基氢醌的催化制备技术.....	264
高附加值胺类化合物的合成技术.....	265
小分子醇类绿色转化制备 1,2-戊二醇技术	266
2-庚醇生产的新技术	267
2-甲基丁醇生产的新技术	268
木质素制备高效表面活性剂技术.....	269
制浆厂半纤维素预水解液制备低聚木糖	270
己二胺制备新工艺	271
丙酸（酯）和异丁酸（酯）的制备新技术	272
（二）精细化工	273
利用廉价木薯淀粉通过酶法改性生产性能等同于糯米胶的环保壁纸胶技术	273
酵母菌发酵法生产麦角甾醇关键技术	275
咪唑类物质的连续生产技术.....	276
三氟甲氧基苯连续硝化技术.....	277
假紫罗兰酮连续生产技术.....	278
N-烃基吡咯烷酮连续生产技术	279
4-(6-羟基己氧基)苯酚连续制备技术	280
微反应技术硝化合成硝酸异辛酯.....	281
长直链烷烃脱氢催化剂技术.....	282
苯基苄胺合成技术	283
香兰素生产技术	284
丁二烯催化环三聚生产环十二碳三烯技术	285

醇、醛一步法氧化酯化制备甲基丙烯酸甲酯 (MMA) 新工艺.....	286
不饱和醇异构氧化同时制备异戊烯醇、异戊烯醛.....	287
低分子量聚苯醚合成	288
萘烷基化制 2,6-萘二甲酸项目.....	289
丙烯酸甲酯制备技术	290
四氢化萘氧化脱氢制 α -萘酚中试研究.....	291
气相色谱毛细管柱/填充柱	292
脂肪族环氧树脂清洁制备技术.....	293
异丁烯高附加值下游产品甲基丙烯腈和甲基丙烯酸甲酯制备工艺研究.....	294
环氧氯丙烷清洁制备技术.....	295
环氧环己烷清洁制备技术.....	296
环氧丙烷清洁制备技术	297
丙烷、异丁烷脱氢	298
连续非均相合成肟胺和叔胺技术.....	299
2-氨基-4-乙酰氨基苯甲醚生产技术.....	300
低短链氯化石蜡含量的中长链氯化石蜡工业生产技术.....	301
高爆炸药与推进剂前体化合物 1,2,4-丁三醇生产技术.....	302
钨/炭、铂/炭及钨/炭加氢催化剂.....	303
(三) 能源化工	304
氢氧化镁阻燃剂绿色生产技术.....	304
高品质纳米粉体材料大规模制备技术	305
芳烃饱和硫化物加氢催化剂.....	306
液化气芳构化生产高品质汽油技术	307
低碳烷烃转化制乙苯技术.....	308
常温催化吸附精脱硫技术.....	309
汽油选择性加氢脱硫技术.....	310
柴油超深度脱硫用层状多金属硫化物催化剂	311
催化干气制乙苯成套技术.....	312
汽油固定床超深度催化吸附脱硫组合技术 (YD-CADS 工艺)	313
正丁烯与醋酸直接加成生产醋酸仲丁酯技术	314
甲醇石脑油耦合裂解制低碳烯烃.....	315
固体酸催化中压丙烯水合制异丙醇技术	316
甲醇制二甲醚工业生产技术.....	317
甲醇制取低碳烯烃第二代 (DMTO-II) 技术.....	318
甲醇制丙烯新技术 (DMTP)	319
甲醇甲苯制取对二甲苯联产低碳烯烃技术	320

甲醇制取低碳烯烃（DMTO）技术	321
甲醇制取乙醇技术	323
丙烯和甲醛制备 1,3-丁二醇	324
N,N-二甲基甲酰胺（DMF）的新合成方法	325
甲醇制取乙醇技术	326
甲醇氧化制甲醛铁铝催化剂.....	327
CO ₂ 加氢直接制取汽油燃料	328
高效大尺寸面冷却微通道换热技术	329
低温低压合成氨技术	330
生物质催化转化制乙二醇.....	331
甲苯侧链烷基化制苯乙烯技术研究	332
正丁烯与醋酸直接加成生产醋酸仲丁酯	333
甲醇石脑油耦合裂解制低碳烯烃	334
固体酸催化中压丙烯水合制异丙醇技术	335
汽油选择性加氢脱硫催化剂.....	336
汽油固定床超深度催化吸附脱硫组合技术（YD-CADS 工艺）	337
柴油超深度脱硫用层状多金属硫化物催化剂	338
低碳烃与轻芳烷基化生产高辛烷值汽油调和组分	339
润滑油基础油加氢异构脱蜡催化剂及成套技术.....	340

五、环境治理与节能减排

滨海黑臭水体治理与修复.....	341
农村和小城镇生活污水处理技术—高负荷地下渗滤污水处理复合技术.....	343
生活垃圾热能处理机	345
高灵敏表面离子化检测器（SID）	347
大气样 VOC 在线采样-富集-热脱附-色谱进样联用装置	348
催化湿式氧化处理高浓度有机废水技术	349
焦炉烟气低温 SCR 法脱硝技术.....	350
催化湿式过氧化氢氧化技术处理工业废水	351
用于汽车发动机燃烧性能评价的在线质谱仪	352
用于垃圾焚烧过程二噁英前驱物实时监测的在线质谱仪	353
高精度在线测 NH ₃ 仪	354
挥发性有机物（VOCs）催化脱除技术.....	355
臭氧催化氧化处理工业废水.....	356
超低污染物排放燃气燃烧器及燃烧技术	357

六、医养健康产业.....

(一) 新药开发	359
抗艾滋病候选药物赛拉维诺	359
抗癫痫 1 类新药 TPN102	360
塞来昔布纳米冻干崩解片	361
一种新型长效抗艾滋药物 Gly-T20	362
重组尿酸氧化酶-高尿酸血症预防和治疗药物	364
降血糖海洋新药 OSS 的研制	366
(二) 功能性食品、保健品及化妆品开发	367
海洋保健食品海奇	367
保健与食用微藻油开发新工艺	368
润肠通便膳食纤维颗粒	370
一种具有减肥作用的中药保健茶	371
一种含有海洋贝类活性肽的化妆品及其制备方法和应用	372
糖-糖复合类吸湿保湿剂	373
七、文化创意与精品旅游产业	375
大海里的小巨人--有孔虫及其模型 / 雕塑制作与开发	375
“中国科学院青岛海洋科考船”基地科技旅游资源开发	376

一、现代海洋产业

（一）现代海洋农业

海湾生境资源修复和海洋牧场建设关键技术

以莱州湾、荣成湾和海州湾典型海湾为研究海区，针对海洋牧场建设及海湾生境受损现状，研发了1种平铺地毯式种子播种技术，种子萌发率由自然萌发率不足15%提高到38%，两年后形成斑块草床，平均植株密度可达68.8株/m²；研发了5种大叶藻植株移植技术，植株移植成活率均达80%以上（国际上低于50%）。研发了新型专用人工鱼礁，实现了海湾受损生境的改良和修复：设计制作了4种新型人工鱼礁，通过人工鱼礁结构与功能优化设计，“因湾制宜”综合应用以上设施，拓展了资源增殖生态空间，修复效果显著。

突破了关键种扩繁技术，为海湾资源养护提供了优质苗种保障：研制了刺参生态苗种培育立体多层新设施，建立了池塘刺参生态苗种培育新技术，9个月苗种平均增重达59.5倍，平均成活率达52.5%，规格0.55g/头苗种平均密度达28.4头/m²。首次解决了幼虫漂浮粘连难题，构建了幼虫稳定高效培育技术，培育密度比常规方法提高2-3倍，突破了栉江珧苗种繁育的瓶颈。

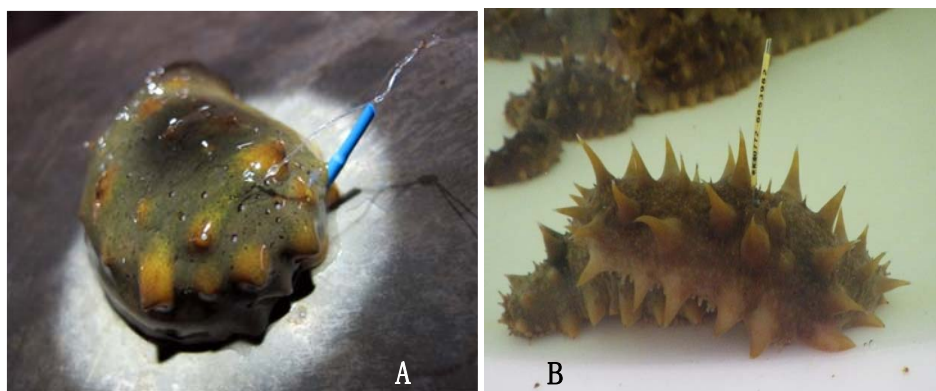
针对海洋牧场生物资源管理、资源养护效果评价技术体系的匮乏，首次建立了刺参T型标记法、石灰环嵌套标记法，突破了刺参和长期标记的技术难题，刺参3个月标签保留率达93.3%。开发了湿重视频测量技术、VPS（水下定位系统）生物遥测技术和双目立体视频测量技术，有效解决了刺参、鱼类在海区生活状态下活体质量难以准确测量的难题，视频测量技术实现刺参湿重的非接触式快速准确测定（预测模型相关系数R²高达0.92）；鱼类VPS生物遥测结合生物标记技术实现了鱼类游泳瞬时速度的测定和游泳轨迹的追踪，接收器最大跟踪距离500m，三维定位精度1m；鱼类双目立体视频测量技术水下测量精度达1.2cm，误差仅为5%。

应用预期效果：设施和技术简便实用，效果明显，易于推广，有效拓展资源增殖的生态空间，有效提高海区投放生物的成活率和海湾生态系统的稳定性，有力促进山东省海洋经济生物资源的高效持续利用，实现经济效益与生态效益的和谐统一。

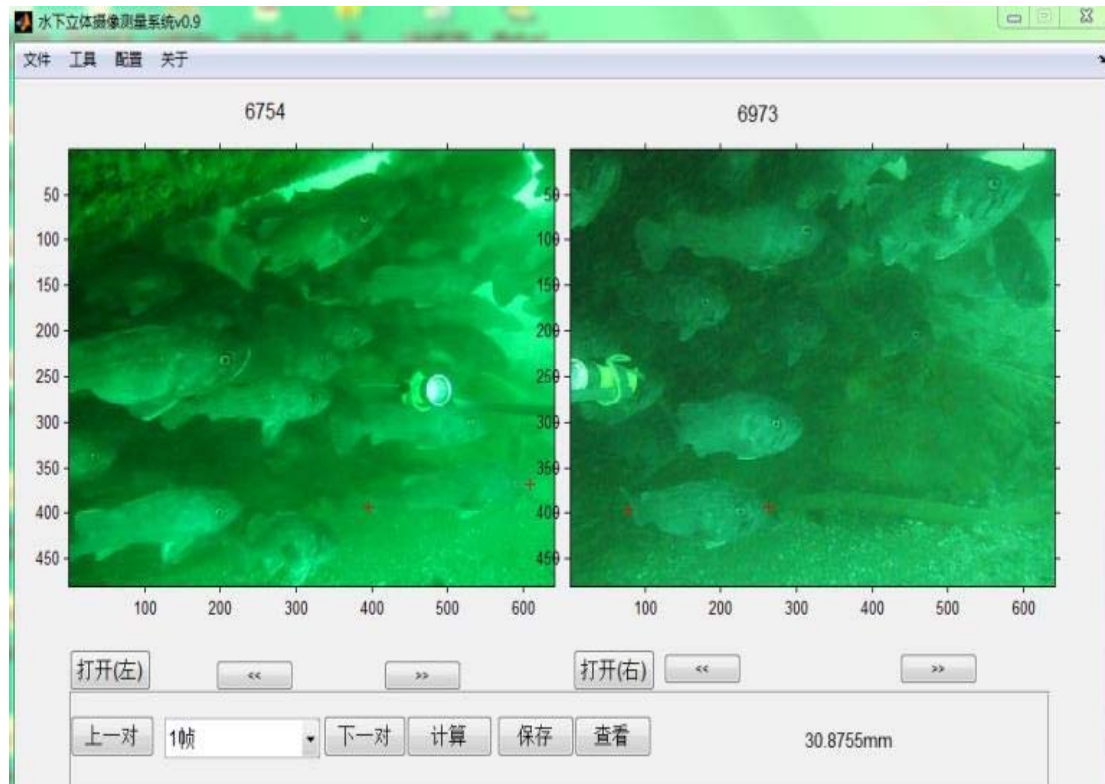


大叶藻播种和移植技术

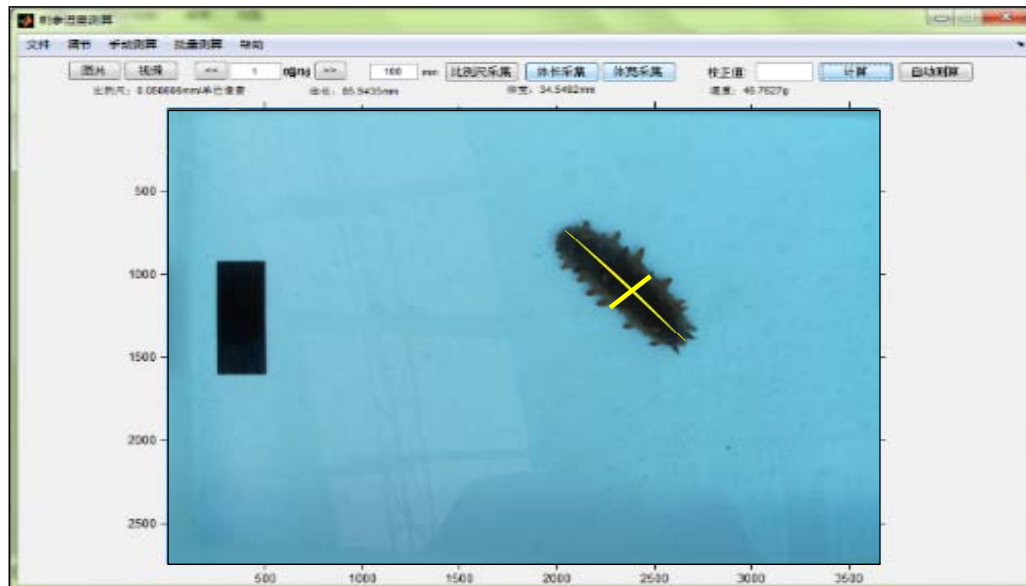
(A: 平铺地毯式播种法、B: 枚订移植法、C: 麻绳夹苗移植法、D: 框架移植法、E: 根部绑石移植法、F: 泥筒移植法)



刺参长效标记技术 (A: 石灰环嵌套标记法, B: T 型标记法)



双目立体视频测量技术



刺参湿重视频测量技术

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

刺参良种生态高效增养殖设施和关键技术

建立了耐高温速生刺参品系选育关键技术：研发了刺参活体称重和雌雄鉴别技术；构建了国内首个耐高温刺参种质资源库，选育的耐高温速生刺参与常温刺参相比可提前 17 天解除夏眠，耐高温性提高约 1℃，选育品系幼参生长速度比未选育组提高 29%。近 5 年间共培育耐高温速生刺参三代，苗种 1537 万头，在夏季高温条件下苗种生长速度比未选育苗种提高 28.3%-80.3%，成活率提高 15%。

突破了特色健康苗种培育技术：建立了白刺参选育技术，三年累计培育出大规格苗种 131.5 万头。研发了刺参“原生态”苗种培育设施；建立了刺参“原生态”苗种繁育技术，3000 头/kg 的苗种 20 天成活率为 97.3%，体重增加了 20%；4 个月后成活率为 71.2%，体重增加了 489%。建立了刺参池塘生态苗种培育技术和工艺，建立和优化了天鹅湖大叶藻生态系统刺参资源修复技术，共培育刺参生态苗种 30.1 万头，资源量提高 20%以上。

研发建立了多种刺参生态高效增养殖新设施及新模式：阐明了不同人工礁型参数对刺参的集聚效果，突破了刺参长期标记的技术难题，研发了多种人工礁体，建立了生境改良型刺参围堰增养殖模式，苗种成活率提高 40%，产量增加 40%以上；建立了生境改良型刺参海湾底播养殖模式，成活率达 70%，回捕率达 50%，产量比改良前增加 30%。根据刺参的生态位特征及其与鱼、贝、藻（草）的相互关系，建立了人工礁区“藻鲍参”、离岸岛屿“藻鱼参”和天然潟湖“草参贝”多元化增养殖新模式。

应用预期效果：成果已在山东威海、烟台、青岛、日照、东营、滨州等地，在山东东方海洋科技股份有限公司、山东蓝色海洋科技股份有限公司、马山集团、日照市岚山区前三岛水产开发有限公司、青岛龙盘海洋生态养殖有限公司等水产养殖企业得以推广应用，其中，投放刺参约 1.4 亿头，直接应用面积 6.3 万亩，新增利润 8.06 亿元；推广应用面积 21.1 万亩，新增产值 33.84 亿元，促进了产业技术升级，具有广阔的应用前景。



团队选育的耐高温刺参和多刺刺参



团队选育的紫刺参及白刺参



团队培育的刺参生态苗种



投放人工鱼礁及投放后效果

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

贝类苗种工厂化高密度培育设施与关键技术

大规格健康苗种的稳定供应是建设海洋牧场的重要保障。本研究成果为牡蛎大规格健康苗种生产提供了一种集约化、环保、高效的养殖模式。该生产设施与工艺是在深入研究牡蛎幼虫摄食与运动行为学基础上建立的，包括一整套适合高密度养殖牡蛎幼虫的循环水设备、适应于 0.5mm 到 5mm 单体牡蛎稚贝高密度上升流培育设备，以及相应的投喂管理方法。该设施成功解决了幼虫循环水高密度培育容器的结构设计，流速、滤鼓面积、筛绢孔径等参数的确定、饵料循环利用功能的实现等技术难点。利用该技术成果进行牡蛎苗种的生产，可实现眼点幼虫培育密度在 50 个/ml 以上，养殖管理过程更便捷高效，可有效降低水、热能损耗，提高饵料利用效率，生产劳动环境得到有效改善和提高。该成果的创新点在于：①填补了国内贝类幼虫高密度循环水培育技术的空白；②创新设计了贝类幼虫高密度循环水培育设施，设备易组装、易清洁、无死角、能耗低、幼虫培育密度高，饵料、海水可循环利用，系统高度可控，水环境稳定性好。

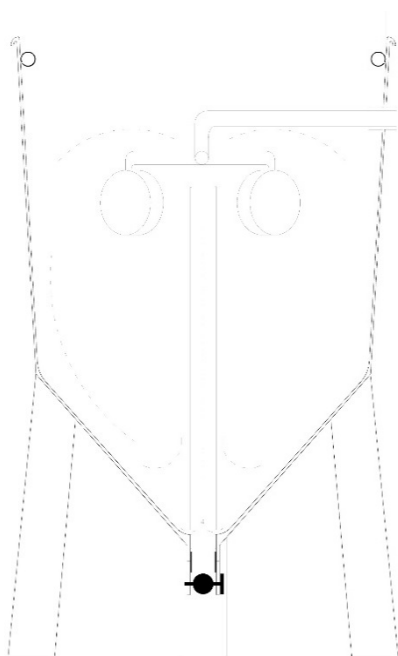
应用预期效果：利用该技术成果进行牡蛎苗种的生产，可实现眼点幼虫培育密度在 50 个/ml 以上，与传统水泥池培育模式相比，培育密度提高 10 倍以上，节约饵料 30% 以上，节约用电 20% 以上，节水 90% 以上，节约人工管理成本 70% 以上。



培育设施整体示意图（第一代样机）



设施内高密度培育的牡蛎幼虫（密度 50 个/ml, 平均壳长 260 微米）



牡蛎幼虫高密度培育设施构件标准化设计及产品样机（第二代样机）

本发明属于水产养殖工程领域，具体地说是一种规模化牡蛎苗种高密度培育系统，海水经源水处理装置净化后进入生物净化池，经水泵增压流经饵料滴流泵注料口，携带高浓度饵料的海水经环形喷淋式进水管进入高密度养殖容器，水流辐聚到养殖容器锥形底部经气提式导流管提升，通过组合式滤鼓流出养殖容器再次进入净化池。净化池设有 多孔纤维滤棉、生物填料以及微藻活力恢复装置；气提式导流管内部连接空气曝气管。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

斑石鲷亲鱼培育及苗种规模化生产

斑石鲷，俗称：斑鲷、黑金鼓，鲈形目（Perciformes），石鲷科（Oplegnathidae），石鲷属（Oplegnathus），我国沿海、日本西南部近海、韩国南部的沿海海域及夏威夷群岛沿岸、黄渤海鱼类调查报告该鱼鱼类资源甚稀少。属于温热带近海沿岸中下层鱼类，礁石性、肉食性，无明显的盛渔期。该鱼种在日韩料理中具有“刺身绝品”之誉，在项目实施前该鱼种的人工繁殖一直未得到突破。

中科院海洋所与明波水产首次在国内引进斑石鲷亲鱼 452 尾，并于 2014 年一举攻克育苗关键技术难题，实现斑石鲷亲鱼培育及苗种规模化生产，填补国内空白。利用野生亲本进行繁育，孵化率 70%，育苗成活率 15%，共培育优质苗种 200 余万尾。并建立了斑石鲷生殖调控和人工育苗及养殖关键技术和苗种规模化生产技术及工艺。

斑石鲷在养殖过程中表现出生长速度快，一年可长成一斤多的规格；抗逆性强，适盐、适温范围广，养殖成活率达 90%以上；耐长途运输，操作方便；另一方面它口感独特，市场认知度高，市场价格 600 元/公斤以上，斑石鲷被水产界称为可遇而不可求的名贵品种，深受业界关注。

应用预期效果：2014 年斑石鲷已在山东、天津、浙江、海南等地进行养殖推广 200 余万尾，包括封闭循环水养殖、网箱养殖、池塘养殖、工厂化养殖等多种养殖模式，养殖过程中斑石鲷表现出生长快、成活率高、抗逆性强等特点，深受养殖企业的欢迎，成为目前我国海水养殖另一个极具潜力的新名贵鱼种。



斑石鲷苗种规模化生产

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

经济海藻良种培育和产业化利用

中国科学院实验生物学重点实验室海藻种质库科研团队，在农业部、科技部、中国科学院长期、稳定的支持下，历时 10 年，研制和应用成功大型经济海藻海带、裙带菜单倍体克隆杂交结合定向选育技术，先期培育出了我国第一、二个裙带菜新品种“海宝 1、2 号”（GS-01-010-2013、GS-01-012-2014）以及优质高产海带新品种“205”（GS-01-010-2014），发展了海带无精子污染、无品种混杂的种苗培育技术、裙带菜双高光种苗培育技术、羊栖菜、铜藻同步受精全人工种苗培育技术，上述品种和技术已经在我国辽宁、山东和浙江等地区得到大规模产业化利用，为合作企业创造了丰厚的利润。

海藻种质库科研团队熟练掌握的、可以大规模实施产业化转化的成果包括：（1）高产、优质杂交海带、裙带菜新品种；（2）高产、优质海带、裙带菜新品种的种苗稳定、规模化生产技术；（3）羊栖菜、铜藻大规模种苗稳定、规模化生产技术；（4）潮下带大型海藻（海带、裙带菜、马尾藻、绿藻等）人工藻床的建设、监测和修复技术；（5）海藻人工栽培环境的生态监测技术。

应用预期效果：（1）在经济海藻新品种领域：将帮助企业摆脱缺乏良种的困境，培育适合企业生产水域的新品种；（2）在经济海藻种苗生产领域：将帮助企业建立科学、稳定的种苗生产技术，做到生产过程知其然，也知其所以然；（3）在海藻栽培、自然资源修复领域：将结合企业生产水域特点，建立针对性技术方法，有的放矢的进行水下海藻资源的恢复和利用。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

纳滨对虾良种及高效生态养殖产业化

“凡纳滨对虾良种及高效生态养殖产业化”团队长期从事对虾高产抗逆新品种的培育和健康养殖模式的开发工作。经过七年的选育获得的凡纳滨对虾新品种“科海 1 号”（品种登记号 GS01-006-2010），该品种具有生长快、适应性强的优点，已经在北方的天津、河北、山东等沿海省市进行了推广，为养殖户带来很好的经济效益。目前在“科海 1 号”新品种培育的基础上，中科院海洋所与海南广泰海洋育种有限公司开展合作，培育兼具生长和抗性优势的新品系。在高效生态养殖模式研究方面，研究团队开发一系列病害检测和健康养殖配套技术，主要包括：（1）建立对虾病害快速检测的技术手段；（2）利用分子营养调控技术和绿色添加剂提高水产动物品质；（3）针对水产品特有危害物开发快速高效的检测技术，利用 RFID 信息平台实现水产品从养殖、运输到消费全部环节的可追溯性，（4）开发了健康养殖的微生态制剂、免疫调节剂、中药制剂、生物饲料等新型安全投入品，为安全、健康的水产品的生产提供保障。

应用预期效果：凡纳滨对虾是一种生长速度快，抗病力强的对虾品种，通过推广适合我国沿海地区养殖的“科海 1 号”新品种能够有效解决北方地区良种覆盖率低，养殖效益低的问题。而通过健康高效的生态养殖模式的推广，能够帮助企业提高养殖成活率，提高水产品质量，为市场提供安全、健康的水产品。



凡纳滨对虾“科海 1 号”新品种证书

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

贝类良种选育及苗种繁育技术

海水贝类增养殖是我国海水养殖的重要组成，而贝类速长、高抗优质苗种的持续供给是包括海水贝类底播增养殖等海洋牧场建设的重要基础之一。近年来，研发单位联合沿海龙头水产企业开展包括鲍鱼、扇贝等主养贝类良种选育及苗种规模化培育技术集成与示范。在鲍鱼方面，通过收集中日韩等皱纹盘鲍种质材料，初步构建了鲍种质库；研发适于皱纹盘鲍筏式养殖个体标记技术及标志物放流技术；建立基于 BLUP 的遗传选育技术体系，遗传评估多个经济性性状，获得正向遗传进展；基于配合力水平的筛选强杂优配套系，联合企业开展商品化苗种扩繁；相关研发申请国家发明专利 3 项。在扇贝方面，育成“中科红”、“中科 2 号”海湾扇贝，构建了核心种质保存、维护技术，推广养殖超过 16000 亩，累计产值 6.5 亿元；利用海湾扇贝亚种间杂交子代生长性状的杂种优势，改良了海湾扇贝的生长和耐高温性能，进一步扩大海湾扇贝的适养海区范围。

应用预期效果：鲍鱼方面，培育国家级贝类新品种（系）1 个，在相关单位开展应用推广 1 亿粒以上；新品系生长速度比常规品种提高 15%以上，存活率提高 20%以上。构建适于不同海区的贝类苗种培育技术规范，苗种出库规格提高 10%以上。

扇贝方面，培育国家级贝类新品种（系）1 个，扩繁苗种 1 亿粒以上；维护海湾扇贝核心种质，尝试海湾扇贝养殖海区拓展。



“大连 1 号”杂交鲍



“中科红”海湾扇贝



“中科2号”海湾扇贝

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

脉红螺苗种规模化扩繁关键技术

脉红螺，俗称“海螺”，我国渤海、黄海和东海均有分布，具有较高的经济价值。一直以来，我国脉红螺人工育苗出苗效率极低，难以达到产业化规模。课题组解决了亲螺性腺促熟、幼虫培养、高效采苗和中间培育等关键技术，建立了比较完善的脉红螺苗种繁育技术，实现了苗种规模化高效培育。自主开发了采苗设施及方法，解决了幼虫变态过程中的食性转换难题，突破了采苗技术难关，幼虫变态率达到 60% 以上。

应用预期效果：幼虫变态率达到 60% 以上，苗种中间培育成活率达到 80% 以上，出苗量可达 1-2 万粒/m³ 水体。



脉红螺亲螺和苗种

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

海水高效循环水育苗养成设施设备产业化开发及健康养殖技术

我国工厂化高密度育苗应具备的高溶氧、控温、水质净化技术还比较落后。本项目开发的循环水成套水处理设备主要用于高密度循环水水产育苗与养成生产，投资小、运行成本低、易管理。该系统集去除固体废弃物、去除水溶性有害物、杀菌消毒、增氧于一体，使养殖排放水能够得到二次循环使用，节省了水消耗，大大缓解了地下水资源日益匮乏的状况；减少了养殖排放对环境污染；增加了养殖密度，减少病害；降低了生产成本，提高经济效益。工艺和设备的实际水平已接近或达到了国际水平，而售价仅为国外产品的 1/10，产品的经济寿命期约在 30 年左右。目前，国内其它科研单位和厂家还没有专门研究或生产成套设备，仅有少数几个厂家生产单体设备且均存在生产规模小、产品技术含量低、销售渠道不畅等问题。本项目实现国际先进装备的本土化，具有“适用、好用、经济”的特点。该项目已通过了科技部组织的 6 次验收,申请专利 10 项，已授权发明专利 5 项，实用新型专利 2 项，待授权专利 3 项，省级新产品 1 项。已完成生产中试，并在国内山东、辽宁、江苏、浙江等省市的 16 个示范点得到生产应用，推广面积超过 12,000m²。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

深海养殖网箱

目前国内应用的海水网箱，绝大多数为木质简易结构，单个网箱的容量小，强度低、抗风浪能力差，只能选择避风条件好，而且流速不大（0.2-0.5 米/秒以下）的浅海水域。日本和挪威等国家研制开发了不同形式的具有一定的抗风浪能力的海水网箱。但他们的网箱，或者在风浪海流作用下，由于网衣剧烈的挠折和摆动，导致网衣磨损和养殖生物死亡，或者由于整体结构笨重，在风浪中容易损坏。可见，我国已有的网箱系统抗风浪能力差，而引进的产品价格过高，且抗风浪能力和结构原理并不理想。因此，需要设计出适合国情的新型深海网箱，促进我国的网箱养殖向环境条件优越的深海开放性水域发展。本项目在进行了大量调查和预研究的基础上，与地方合作共同开发新型的深海养殖网箱，并取得了实用新型专利。

实用新型研制了一种独特结构原理的水产养殖网箱。其主要性能指标包括，在水面时可抗 11 级大风、3 米高浪和 2 节以上的海流；能够调节浮力，使网箱方便平稳地下沉；始终保持 90%以上的网箱容积。本实用新型先进性在于，其设计满足了培养鱼虾生长和抗风浪的特殊要求，结构简单，水流畅通，网衣变形小，实用化程度高，材料和工艺简单经济，造价比同体积的其它网箱低，将是实现深海网箱养殖的优秀的抗风浪网箱。本项成果涉及的工艺和技术均属常规和成熟的技术,所用材料常见且成本低，设计指标参照海上平台设计要求，安全性高。不仅适用于深海和开放性海域网箱养殖，也适用于内陆大型深水湖泊网箱养殖。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

海水养殖动物病害控制技术

在对南北方海水养殖鱼类大规模流行性病调查的基础上，分离主要致病菌，对分离的病原菌进行分离纯化、鉴定、分类，经研究发现溶藻弧菌、海藻施万氏菌、鳃弧菌等是造成南北方养殖鱼类，笛鲷、红拟石首鱼、石斑鱼、牙鲆鱼、大鲈鱼等大规模死亡的主要病原菌。在确定病原菌的基础上，进行了致病因子的分离纯化研究，随后又系统地进行了致病因子作用过程的研究。在此基础上，研制和发明了主要病原菌的快速检测试剂盒，为海水鱼类细菌性疾病早期快速诊断提供了关键技术；制备了灭活细菌疫苗，对我国南方和北方海水养殖鱼类进行了较大规模地疫苗接种及病菌感染实验，结果接种疫苗的鱼保护率达 100%，而同时进行感染实验的对照鱼全部死亡，证明疫苗的效果十分显著，该项研究已通过专家验收，获得广东省科学技术奖励，申请国家发明专利 2 项，授权专利 1 项。在我国南北方合作进行如此大规模的海水养殖鱼类疾病防治研究尚属首次，目前正在进行批量试剂盒和疫苗制备工作，争取在我国尽快推广海水养殖鱼类疾病早期诊断和疫苗接种，采用早期生物防治这一安全高效的措施，预防疾病发生，从根本上改变目前疾病治疗的被动局面。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

“大连 1 号”杂交鲍鱼

“大连 1 号”杂交鲍鱼是通过杂交形成的杂交种。其杂种优势明显，性状稳定，具有适应性广、成活率高、抗逆性强、生长快、品质好等特点。与父母本比较，生长速度平均提高 20% 以上，成活率提高 1.8-2.3 倍，适宜水温 0-29℃。与非杂交鲍鱼相比较适温上限提高了 4-5℃，使杂交鲍养殖区海域从渤海和黄海北部向福建和广东北部海域扩展。“大连 1 号”杂交鲍由全国水产原种和良种审定委员会审定为国家级新品种,国家农业部为该品种颁发了新品种证书，认定其为适宜推广的杂交新品种，可在人工可控的水体中养殖。“大连 1 号”杂交鲍是中国科学院海洋所培育的第一个国家级动物新品种，也是我国第一个通过审定的海水贝类新品种。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

中科红海湾扇贝新品种培育和应用

海湾扇贝是上个世纪 80 年代由国外引进的优良海水养殖贝类，现已本土化并形成了我国独具特色的海水养殖产业。近年来由于种质退化严重，使病害发生频繁、个体小型化严重。培育出具有鲜明种质特色、出肉率高、抗逆性强、生长快的海湾扇贝新品种是我国海水养殖产业发展的迫切需要。“中科红海湾扇贝”是我国第一个通过人工选育、具有明显形状优势且遗传稳定的养殖贝类新品种，也是国际上首次对海湾扇贝进行选择育种和纯化获得的重要成果。经过壳色和数量性状复合选育的“中科红海湾扇贝”的主要特点是养殖群体的 95% 以上的子代个体为橘红壳色，成活率提高 15-20%，生长速度提高 10-15%，出肉率增加 5-8%。2002 年通过家系培育获得苗种近 50 万粒，2003 年在群体选择的基础上培育苗种近 10 亿粒，可满足近万亩海面的养殖用苗，

该研究成果已经在河北、山东、辽宁等地进行推广，并已初步形成规模化生产。渔农民对“中科红海湾扇贝”养殖情况反映良好，养殖规模迅速增加，苗种售价也高于普通海湾扇贝苗种。该项研究的突破，推动了我国海水养殖良种化进程和产业的升级换代，使我国在贝类品种培育研究和应用方面处于国际领先地位。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

硬壳蛤人工高效育苗技术和养殖产业化推广

以硬壳蛤的生物学特性为基础，设计并制造了 1 套硬壳蛤大规格苗种高效中间培育设施。该设施的最大特点是各部分均以承插方式连接成为一个整体，易于安装和拆卸，操作简便；自主研发出分层立体采苗器，建立了无砂高效采苗技术工艺，单位水体出苗量(壳长 2mm)达 269-354 万粒/ m^3 ，生长率比传统方法提高 16.5-50.6%，且具有简单实用，成本较低，既可采苗，又可用于稚贝室内中间培育等特点；比较研究了各种诱导物对硬壳蛤幼虫变态的诱导效果，筛选出 2 种变态诱导剂配方，其中 1 种诱导剂配方已在生产中得以应用，具有高效、价廉、无毒等特点，能够提高幼虫变态率 21.5-35.3 个百分点，出苗率提高 16.9 个百分点

利用该设施进行硬壳蛤稚贝中间培育，具有高效、集约化的特点，稚贝成活率高，生长较快。在直径为 90-110mm、高为 600mm 的 U-PVC 管内可以将 50-200 万粒壳长 500-1000 μm 的硬壳蛤稚贝培育至壳长 2000 μm ，成活率均在 93%以上，最高生长速度可以达到 39.74 $\mu\text{m}/\text{d}$ 。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

菲律宾蛤仔健康苗种培育和高效养殖技术

菲律宾蛤仔在我国海水养殖业中占重要地位。在我国北方海区贝类出口中，滩涂贝类占 60%左右，而其中约三分之二来自这种贝类。菲律宾蛤仔味道鲜美，营养丰富，在国内外市场一直供不应求。目前存在的主要问题是苗种缺乏，养殖技术落后。本项目突破了菲律宾蛤仔养殖过程中的一些关键技术，优化了常规技术，形成能解决实际问题的具有可操作性的系统技术，其中部分关键技术拥有自主知识产权。建立了菲律宾蛤仔人工育苗、中间育成、海区高效养成的三段法养殖技术模式,完善了操作规程,使生产周期由原来的 22-26 个月缩短到 10-14 个月,提高了生产效率,降低了风险,使菲律宾蛤仔可持续的高效养殖成为可能。课题成果直接应用于生产实践,取得了显著的社会经济效益。总体水平达到国际领先。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

大规模菲律宾蛤仔室外越冬技术

根据菲律宾蛤仔的发育和生态特性，着重突破菲律宾蛤仔等滩涂贝类苗种生产特有的关键技术，开发出系统的、先进可靠和经济实用的菲律宾蛤仔等滩涂贝类苗种生产工艺流程。这一创新技术工艺，兼顾了埋栖性贝类生物学的要求和北方沿海冬季长期冰封的气象、水文条件，同时也兼顾菲律宾蛤仔等滩涂贝类苗种生产属于大宗产品，必须讲究经济效益的特点，在强调技术工艺的先进性和可靠性的同时，充分强调技术的经济性和实用性。该项目由室内育苗和培育的 9.8 亿粒菲律宾蛤仔苗，获得越冬苗 3.96 亿粒，室外培育和越冬的平均成活率超过 40%，体长 1.5~6.5mm。成功解决了菲律宾蛤仔大规模人工育苗、室内外中间培育和越冬技术等关键技术，并集成建立了一套先进、实用的菲律宾蛤仔苗种培育及越冬技术工艺流程。应用此项技术工艺培育菲律宾蛤仔苗种，成本低，效益高，技术可靠性强，病害防疫有效而且安全环保，越冬苗种平均成活率较高，产品规格与南方苗种相当。该成果获辽宁省 2004 科技进步三等奖。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

文蛤大规模人工育苗技术

文蛤是我国重要的滩涂经济贝类，因其肉味鲜美、营养价值高，在国内外市场都受到广泛欢迎，因而文蛤养殖具有广阔的发展前景。文蛤大规模育苗技术的建立，将为文蛤养殖产业提供充足的健康苗种，大大促进文蛤养殖业的发展，从而为沿海广大渔民提供就业机会，提高他们的经济收入和生活水平，具有巨大的经济效益和社会效益。

围绕文蛤亲贝促熟、幼虫培养、高效采苗和稚贝中间培育等一系列关键技术环节，建立了一套文蛤苗种规模化高效人工育苗技术体系。实现了文蛤亲贝促熟的全人工调控，在育苗生产中成功实现了分批次诱导亲贝产卵；对面盘幼虫进行了高密度培育，成活率达到 70% 以上；研制的多层立体采苗器和无纺布附着基，采苗效率高，生产中每立方米水体初附稚贝达 320 万粒，幼虫变态率达 54.5%；研制的上升流式文蛤稚贝中间培育设施，稚贝中间培育的成活率达 80%。

本技术成果已通过科技部 863 专家委员会的课题验收。围绕文蛤育苗和滩涂贝类加工已申报国家发明专利 8 项，已获得授权 2 项。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

近江牡蛎三倍体种苗培育技术研究

近江牡蛎生长缓慢、春夏季生殖活动致使牡蛎风味和品质显著下降等问题，进一步弱化了对近江牡蛎资源的保护意识。采用现代育种技术，培育高品质的近江牡蛎产品，对于合理开发和保护近江牡蛎自然资源具有重要的意义。迄今为止，近江牡蛎的遗传改良还是一个空白。该项目着眼于系统研究开发近江牡蛎三倍体种苗培育技术，以三倍体胚胎的诱导培育为突破口，在建立可操作性强、诱导率稳定的三倍体诱导技术的基础上，进一步开发幼虫健康培育、单体牡蛎制备、幼苗高效培育和多倍体倍性的快速检测等系列技术，系统集成，建立一项高效实用的规范化的近江牡蛎三倍体种苗培育技术，为实施三倍体种苗的规模生产提供核心关键技术，从而为生产高品质的近江牡蛎三倍体奠定种苗基础。通过该项目的实施，有望获得有关牡蛎遗传改良及种苗培育的多项专利技术。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

滩涂贝类苗种后期中间育成技术

该发明专利是一种适用于滩涂贝类苗种后期中间育成方法，在自然养殖海区，采用网袋为养成容器，在浮筏上吊养，进行种苗的后期中间育成；具体为：经过前期中间育成、一定壳长的稚贝，转入网袋，每袋放置稚贝若干枚；将一定数量的网袋集成束，将束集成吊，每束间隔；吊绳系于浮筏大绳与坠石或沙袋之间，网袋与大绳的保持一定的距离，控制网袋与海底的距离，吊绳保持一定间距；当稚贝壳长达到一定标准时更换网袋，将养成密度减少，持续到稚贝的壳长达到一定长度后将稚贝转入海区养殖。它具有种苗生长快速、成活率高、高效安全等特点。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

条石鲷亲鱼培育及繁育技术

温热带沿近海鱼类，分布于我国黄海、东海及台湾沿海。在北方可采用海上网箱、池塘与室内相结合的养殖模式，南方可以在海上网箱进行养殖。条石鲷皮下含有丰富胶质，口感独特，深受消费者的青睐；其幼鱼体态优美、色泽鲜艳、条纹美丽，具有较高的观赏价值。本项目培育出 211 尾亲鱼，最终实现了自然产卵，通过孵化进行人工育苗小规模试验，培育出体长 50.00mm 以上健康鱼苗 2 万尾。在我国首次完成了条石鲷的人工养殖、亲鱼培育和人工繁殖，并建立了人工育苗技术工艺流程。本研究突破了条石鲷亲鱼驯化和性腺发育调控技术、苗种培育技术、苗种培育期重大病害的防治技术。本次条石鲷人工养殖及繁殖培育的成功，将为我国海水鱼类养殖业注入生机。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

全雌牙鲈遗传达育种技术研究

我国目前牙鲈工厂化养殖和网箱养殖水体已超过 25 万立方，随着市场需求量的逐年增强，养殖面积正逐年扩大。但由于所使用的亲鱼大都是海里捕捞的野生种，在养殖中极易发病，且单位水体养殖产量也较低，使养殖单位的效益大打折扣。要保持牙鲈养殖业的可持续性发展，当务之急是利用生物技术对养殖品种进行改良，培育生长快、抗逆性性强的优势品种。本项目利用雌核发育诱导技术，培育雌核发育牙鲈鱼新品种，具有生长速度快、养殖周期短；与正常牙鲈鱼相比，全雌牙鲈生长速度提高 20%，具有明显的生长优势。目前该项研究在前期突破了关键技术研究的基础上，已进入中试阶段，并获专利(98 1 10408.8)。该项养殖技术深受养殖单位的青睐，全雌牙鲈养殖产业化前景十分广阔，具有巨大的市场潜力。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

夏鲆引种驯养推广技术

该项目是在农业部首次登记的夏鲆引种驯养成功项目。夏鲆又称大西洋牙鲆、巨齿牙鲆、犬齿牙鲆，是大西洋重要经济鱼种之一，在美国及日本等地有着广泛的消费市场。夏鲆孵化后 1 年体长可达 35cm，体重达 500g，适合于工厂化、网箱、池塘等多种养殖模式，是一种有着非常乐观产业前景的优质品种。中科院海洋研究所于 2002 年由美国引进夏鲆鱼苗一万尾，经过一年的努力，已经在室内驯养夏鲆成功。养殖的夏鲆鱼苗 40 天内平均体重生长量为 15 克，成活率高达 96.8%，体现出生长速度快，抗扰动性强等优点。夏鲆引种驯养的成功，为我国试养和推广养殖夏鲆，开展多元化养殖，形成夏鲆养殖产业化奠定了基础。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

圆斑星鲽人工育苗技术开发

该项目成功地进行了圆斑星鲽亲鱼驯化与培育，其研究成果填补了国内外相关领域的空白。项目初步建立了圆斑星鲽人工育苗工艺技术方案。2005 年已育出 3cm 以上苗种 1.2 万尾，为该鱼扩大生产与产业化提供了良好的技术保障。目前已通过了由山东省科学技术厅主持的科技成果鉴定。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

条斑星鲈驯养及人工育苗技术开发

星鲈俗称“花豹子”、“花边爪”，隶属鲈形目、鲈科、星鲈属，是大型鲈类，但数量极少。条斑星鲈呈长卵形，侧扁，左右不对称，两眼位于头部右侧，口中等大；主要分布于日本茨城县以北到鄂霍茨克海以南海域，在日本三陆湾海与北海道海域可捕到，我国黄渤海亦有分布，属北方品系鲈类。条斑星鲈含有较高的胶原蛋白，因而肉质、口感均好，具有很高的经济价值与养殖价值，是一个值得推广的优良品种。

的“条斑星鲈驯养及人工育苗技术开发”中条斑星鲈的引种驯养及生长，主要是通过条斑星鲈的驯养，最终达到人工育苗和实现产业化的目的。引进的条斑星鲈鱼苗在经过一定时期的室内驯养后,养殖成活率为 100%。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

夏鲆与牙鲆杂交育苗研究

夏鲆与我国牙鲆相比，其生长速度更快，从孵化后到养殖一年就可以达到商品规格，养殖一年半可达 1000-2000g，而且养殖产量高。由于夏鲆能安全渡夏，但越冬死亡率高；而牙鲆渡夏困难，却能安全越冬，其口味和品质远逊于夏鲆。该研究通过夏鲆与牙鲆杂交，希望能培育出肉味美、品质高、生长比牙鲆快、越冬比夏鲆适应性强、渡夏比牙鲆适应性强的优良杂交鲆种类，以满足市场需求。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

菜悬浮丝状体与单孢子细胞种苗工程

该项目利用组织培养和现代细胞生物技术的发展建立了紫菜丝状体细胞直接成苗技术，培育出性状稳定的纯系紫菜苗种，解决了将紫菜良种大规模导入生产以及苗种的高质量、稳定化生产的关键技术；成功地建立了紫菜丝状体细胞的分离、纯化和保存的方法体系，建成了国内在紫菜生物多样性上最丰富的紫菜细胞种质库。培养出的良种紫菜品系，经过 10 余年仍旧保持了其固有的遗传特征，增产效果明显，育苗效率由 1 亩/m² 提高到 50 亩/ m²，优质苗网育成率由 30%提高到 60%，栽培紫菜的亩产量提高 20%以上，亩产值提高 30%以上。

目前，紫菜丝状体细胞直接成苗技术及纯系紫菜良种生产技术体系已进入实际应用，推广范围占我国条斑紫菜主产区（江苏沿海）栽培面积的 50%以上；到 2001 年为止累计创利税 3.4 亿元，创经济效益 10.5 亿元，创外汇 0.92 亿美元。栽培紫菜可以净化浅海海水，其巨大的环境效益也是不容忽视的。紫菜丝状体细胞直接成苗技术是具有突破性的重大科技创新，达到了国际领先水平，获国家科技进步二等奖。先后发表论文 23 篇，申请专利 4 项，其中 1 项已获发明专利授权，2 项获实用新型专利授权。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

优质江篱培育及高值化利用

江篱是提取琼胶、琼胶素的主要原料。目前，全世界琼胶的年产量虽有 10000 吨以上，但仍供不应求。特别是优质琼胶素在国际市场上的价格为 100USD/100g。本项目优质江篱的选育、人工苗培育及海上养殖的关键性技术研究及中试、建立了琼脂糖的制备分离技术。建立了海藻良种—养殖—加工—高值化利用的模式。经过 10 多年，养殖生产表现的目标性状稳定，成果先后在南方及北方推广，积累养殖面积达到 1.7 万亩，取得了良好的社会和经济效益。已在山东建立了优质江篱种苗繁育基地，并分别在我国北方（山东、辽宁）及南方（福建、浙江）建立了江篱养殖基地和琼胶、琼脂糖加工基地。该项目已经发表论文 23 篇，出版专著 1 部，申请国家发明专利 4 项。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

裙带菜单倍体克隆育种和育苗技术及其推广

裙带菜传统育苗是用种菜混杂采孢子育苗，推广数代后品系特点常常丢失，导致种群"退化"。本项目建立了一套全新的单克隆育苗技术，用以推广单克隆新品系，这样既可保持新品系的杂种优势，又可避免性状分离导致的种群"退化"；建立了诱导形成单倍体克隆及其低温长期保存的技术；提出了一套单克隆系生产性扩养技术，在适宜条件下，单克隆幼苗日生长率达 30%，即每 3-4 天鲜重可增加一倍，只需 40 余天就可以长到 1 cm 左右，达到出库标准。时间和成本只有传统育苗法的 1/2。还解决了微生物引起的幼孢子体畸形病和脱苗病病害，对育苗成功起了保证作用。一年可以培育二茬幼苗，进行二茬海面养殖，增产 50-67%。在一定温度条件下，单克隆可以随时用于育苗。这是采孢子育苗法每年只能进行一次育苗所办不到的。应用不同单克隆系间杂交的技术，筛选出 2 个叶肉厚而嫩，具有遗传纯度高、经济性性状分离度低、品系特点可长期保存的新品系 LD 和 NO1，其中 LD 增产 22%。应用该方法培育出一个新品系只需 2-3 年，而传统方法则需 5-6 年。10 年来共成功培育 13404 个苗帘，分别在大连、威海、荣成、青岛、长岛、福建莆田等地进行了 13389 亩海面养殖，总计生产了 66882 吨鲜菜，加工成盐渍品 11004.4 吨，累计创总产值 6325.7 万元，可盈利 3998 万元。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

龙须菜(GL1)优良品系的选育繁育及规模养殖

该成果运用组织培养及人工繁育等技术，获得龙须菜优良材料一个，已用于养殖生产，在我国南方及北方海区的养殖，累计养殖面积达到 3000 亩。该成果发表 SCI 论文 1 篇，EI 论文 2 篇，学报级论文 3 篇，出版专著 1 部；申请了国家发明专利 2 项。国内外在江蓠遗传选育与养殖应用的空白，属世界先进水平。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

海岸带生态农牧场构建关键技术集成与示范

创新集成海岸带生态农牧场环境保障的关键设施和技术，构建可复制、可推广的海岸带农渔综合种养新模式，研发特色滩涂资源的高值化利用技术，实现盐碱地和滩涂高效开发、近海环境保护和农牧渔产品优质安全生产；研制互花米草控制与异质性生境营造技术、牡蛎礁/海草床生境重建技术，建立退化生态系统修复示范样地和推广模式；提出“三场连通”和“三产融合”的空间布局优化方案与政策建议。

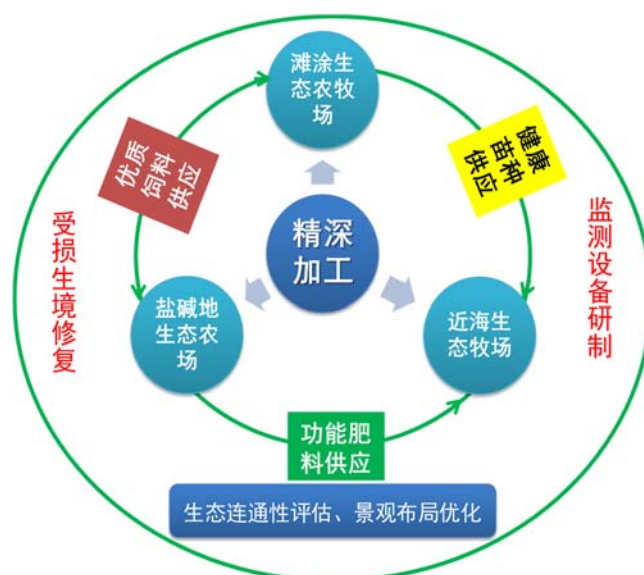
技术指标：

研制海岸带生态农牧场环境监测关键装备 10 台（套）以上，构建生态安全与环境保障平台 1 个；制定互花米草综合防治技术 1 套，研制互花米草规模化防治关键设施与装备 3-4 套；研发海岸带农渔复合种养殖新模式 3-5 种，减少池塘养殖换水量 20%，降低排污 30%；编制基于微地形改造的盐碱地异质性生境营造技术导则 1 项；提交黄河三角洲区域生态系统保护和持续利用模式优化政策建议报告 1 份。

转化所需投资（万元）：5000

项目转化后经济社会效益情况：

在黄河三角洲区域建立互花米草综合防治示范区 1000 亩、海草床保护和修复示范区 8000 亩、牡蛎礁保护和修复示范区 5000 亩；示范和推广海岸带农渔综合种养新模式 2000 亩；建立滩涂特色生物制品产业化示范生产线 2 条，实现年产值 5000 万以上；形成农牧渔业、精深加工业和旅游业三产融合的黄河三角洲高效生态经济新模式。



发挥三种牧场间的生态互利机制，盐碱地生态农场为滩涂农牧场提供饲料供应等，滩涂农牧场为浅海牧场提供健康苗种，浅海牧场为盐碱地生态农场提供功能肥料供应；高值化利用技术可以形成产品，最终形成可复制、可推广的产业化模式。

成果来源单位：中国科学院烟台海岸带研究所

海肠（单环刺螠）人工育苗与健康养成技术

海肠富含风味氨基酸、不饱和脂肪酸、微量元素和多种生物活性物质，对维持人体正常代谢、提高人体免疫力等具有良好效果。近年来自然采收量已难满足市场需求。研究团队多年来围绕海肠先后开展了从基础研究到应用推广的工作，形成了海肠人工育苗养殖技术体系。包括建立健全了海肠的人工育苗技术：明确了育苗、养殖专用复合饵料构成；完善了海肠的增养殖技术，开展并建立了海肠与日本对虾混养模式；完善了海肠人工养殖及底播增殖技术。同时围绕养殖水质保持、废水处理综合技术，开发制备了专用微生态制剂等。

技术指标：通过优化的人工育苗工艺，使海肠幼体的浮游期缩短了 15-20 天；利用开发的专用饵料和微生态制剂，降低了保苗期的死亡率；通过与对虾等混养，降低了养殖成本。已建立育苗水体约 4000 m³，滩涂养殖面积约 2000 亩。

转化所需投资：育苗及规模养殖需 3000 万元。

项目转化后经济社会效益情况：经济效益：增养殖产量平均 300 公斤/亩，规划养殖面积 1 万亩，产值达 1 亿元/年。社会效益：本技术为近岸海水养殖提供了新的养殖品类，有助于促进海水养殖业的转型升级；建立的人工增殖与混养模式，有利于实现海岸带生物资源保护与开发利用的协同发展。

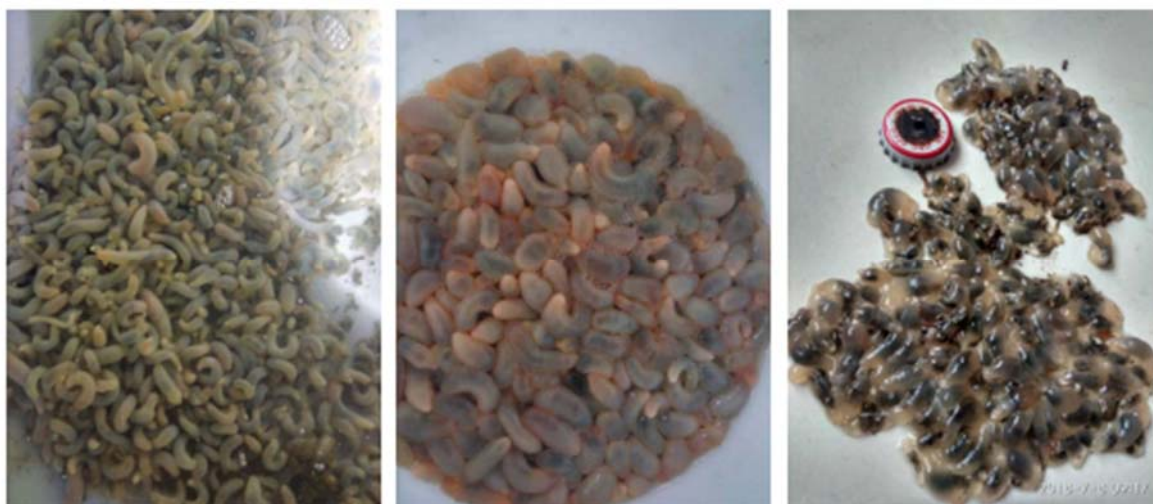


图 1：工厂化人工繁育的海肠苗种
（2018 年 8 月，莱州某育苗场）



图 2：工厂化养殖车间及养殖约 1 年的海肠
(2017 年 12 月，蓬莱某养殖场)

成果来源单位：中国科学院烟台海岸带研究所

凡纳滨对虾两系配套杂交育种与抗性新品种

以国外引进的凡纳滨对虾种虾和前期育成的凡纳滨对虾“中科 1 号”（GS-01-007-2010）种虾为基础群体，以耐低温、耐低盐、生长速度和成活率为目标性状，采用家系和品系选育相结合的选择育种技术，即先用家系选育技术育成耐低温为主的母系和耐低盐为主的父系，通过两系（母系和父系）配套杂交，经连续 4 代选育，育成凡纳滨对虾“正金阳 1 号”（GS-01-006-2017）抗逆新品种。凡纳滨对虾两系配套杂交育种技术，将核心育种材料（品系）降至两个，大幅减少了育种材料（群体、家系、品系）培育的人力和场地，加上配套的分子标记辅助选育，大幅提高了性状选育的效率，特别适合凡纳滨对虾优质、高产、抗逆、抗病等优良性状的聚合育种和培育凡纳滨对虾分子育种的育种材料。

技术指标：两系配套杂交育种技术选育的凡纳滨对虾“正金阳 1 号”在低温和低盐养殖条件下，成活率分别平均提高 16%和 24%；生长速度分别平均提高 10%和 13%。特别适合海水、咸淡水和淡水工厂化智能化养殖。经过 6450 亩中试养殖，创造产值 9.54 亿元。

转化所需投资（万元）：1 亿元（不配套养殖）；2 亿元（配套工厂化智能化养殖示范）。

项目转化后经济效益情况：养殖单产和养殖效益提高提高 5-10 倍。



良种选育车间



良种扩繁车间



凡纳滨对虾“正金阳 1 号”



国家水产新品种证书

成果来源单位：中国科学院南海海洋研究所

光棘球海胆健康苗种培育及放流增殖

本项目采用工厂化培育大规格苗种，着力攻关解决光棘球海胆原良种资源增殖问题，构建起完整技术流程和生产体系。2004 至 2005 年春，培育的光棘球海胆幼胆 4215 万只，稚胆附着变态至剥离的成活率平均约 90%，中间培育和越冬成活率达到 93%。经过连续三年底播放流大规格苗种，放流成活率达到 80%以上，放流的苗种已经达到 4~6cm 以上，初步实现了光棘球海胆的资源倍增和可持续开发利用。该项目完成了光棘球海胆大规格健康苗种培育与增养殖及生态修复技术研究，并进行了大规模生产示范，集成了优质饵料高效培养、育苗、生态控制和海藻场生态修复技术；发明了早期稚海胆生态培育技术和稚胆生态转移剥离技术；实施了底播放流区域海藻场的生态修复；构建了光棘球海胆大规格苗种培育与增养殖操作规程；项目成果，技术领先，工艺先进、实用性、可生产性强，总体水平达到国际先进，其中生态剥离技术、底栖硅藻与稚海胆同步生长技术达到国际领先。预计今年仅在辽宁省产值即可达 4 亿多元

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

盐生植物规模化人工栽培及综合产品开发技术

“创新盐生作物、发展盐碱农业”，对盐生植物的作物化筛选和人工栽培进行了研究，在世界上首先研究了野生盐生植物碱蓬的综合营养价值、开发前景与生态功能，解决了人工栽培与驯化、综合开发及产品生产技术，首创了盐碱农业的概念和理论，相关技术国际领先。碱蓬的栽培技术已获发明专利授权。盐碱荒漠和沿海滩涂的农业利用成为现实，完成了碱蓬蔬菜、油料和饲料以及亚油酸等系列产品的研制，产品已实现了产业化。其中碱蓬脱水蔬菜、保鲜蔬菜等系列产品已经商品化并出口国外，碱蓬高级保健食用油和亚油酸产品也呈现广阔的市场前景。原创的碱蓬规模种植与综合产品开发技术成果获得国际领先的鉴定评价。大规模栽培碱蓬蔬菜平均亩产可达 2000 斤以上，油料亩产可达 100 多斤左右，碱蓬系列产品开发技术已经成熟。碱蓬的人工栽培专利技术在盐碱荒漠生态重建，盐碱尘暴的防治及环境改良等方面都有广泛应用。该成果曾多次被新华社、《人民日报》、中央人民广播电台、《中国海洋报》、《联合周报》、《科学新闻周刊》以及各地媒体广泛报道、被收入《中国科学院应用成果精选》。已经在江苏、山东、内蒙、新疆、山西等地初步形成新兴盐碱农业产业和经济增长点。

该成果具体合作项目：碱蓬系列蔬菜生产技术；碱蓬油料生产技术；碱蓬饲料生产技术；碱蓬亚油酸产品技术；湿地保护与盐生植被修复技术；盐碱环境植被修复与重建技术；盐碱环境生态改良与盐尘暴防治工程。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

（二）海洋生物资源高值化利用

马尾藻碘晶

选取富碘马尾藻为马尾藻碘晶提取的目标材料，根据有机碘的比例及特性选择合适的溶媒体系，确立马尾藻碘晶提取、浓缩、制晶工艺，并保持其天然活性。

中国是一个严重缺碘国家，马尾藻碘晶可在全国范围内使用，消费人群极大，并有可能打入国际市场。该项目进行了食盐添加海藻碘晶与碘酸盐在高温下碘的稳定实验，实验证明将海藻碘添加到食盐中，碘在 120℃-200℃ 下烘 2 小时，碘的稳定性高出碘酸盐近 50%。海藻多酚抗氧化剂是一种新型天然抗氧化剂，海藻多酚抗氧化剂产品已申报专利。该产品“绿色碘盐”的研究成功对我国的食品工业和药业发展有着深远的意义，所以国家盐务总局已同意与全国几大盐场进行联合开发生产“绿色碘盐”。该项的开发将会产生巨大的经济效益和社会效益。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

海藻抗逆植物生长剂

海藻抗逆植物生长剂（海藻肥）是从海洋藻类中提取的能够促进作物生长、增加产量、减少病虫害、增加作物抗寒、抗旱能力的一类农用海藻肥料。

本成果首次在国际上使用"二级混合制备技术"，不但保留了海藻中所含有的生物活性物质而且大大浓缩了海藻中的微量元素及植物生长的必需元素。本项目涉及到的海藻中生物活性物质的提取及检测技术填补了我国在海藻生物活性物质方面研究的空白，申请国内发明专利 4 项，其中 2 项已授权，研究成果整体达到国际先进水平。海藻肥的应用取得了非常显著的增产效果，特别是 2000 年山东的试验和 2001-2002 西北三省的试验证明了海藻肥有很好的抗寒、抗病等抗逆效果，增产率达到了 7.1-26%。推广应用的范围从普通的农业生产扩大到西北三省的干旱和半干旱地区，在西北地区推广应用已达到 15.9 万亩，同时已经在黑龙江、广西、山东等省逐步推广。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

海洋生物源杀虫剂 JMT

目前多数农药毒性高、残留高、对环境污染重，已严重影响了农业的可持续发展，甚至影响到人体健康。我国已颁布“无公害蔬菜”、“无公害食品”标准，高毒、高残留，污染严重的农药将禁止使用。因此，开发活性高、毒性低、选择性强、环境友好的生物源农药是农业领域重要的发展方向。

JMT 是从海洋生物中提取毒素，经深加工研制而成的新型生物农药。大量研究和实验表明，JMT 杀虫剂对梨网蝽具有较高的活性，48 小时死亡率可达到 97% 以上，半致死浓度 LC₅₀ 为 114 $\mu\text{g/mL}$ ；对绣线菊蚜、桃蚜、苜蓿蚜以及小菜蛾和菜青虫也有较强的杀虫活性。毒理学试验表明，JMT 对大鼠经口 LD₅₀ 雌、雄动物均大于 4640 mg/kg；大鼠经皮 LD₅₀ 雌、雄动物均大于 2150 mg/kg；对家兔皮肤，眼均无刺激性。按照我国农药急性毒性分级标准，JMT 属于低毒类农药。

该项目已申报国家发明专利 2 项，其中 1 项已授权；在国内外科技期刊上发表论文 11 篇，其中 6 篇被 SCI 收录。2005 年 12 月通过了由青岛市科技局组织的专家鉴定，该成果的整体水平达到国际领先。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

烟草专用海洋生物制剂农乐二号

研制开发了以海洋生物多糖为主要成分的烟草专用海洋生物制剂“农乐二号”，具有多种活性功能，能起到促生长、改善品质、杀菌、抗病毒等方面的协同增效作用。使用“农乐二号”后亩产提高 8.2-9.1%，产值提高 11.2-21.2%，上等烟比例提高 4.3-33.8%；同时又具有显著的抗病抑菌作用，对烟草赤星病的抑制率可达 82%，病情指数降低 40%，对烟草花叶病毒病的防治效果达 85.7%。是一种成本低(每亩仅需 5-6 元)，且无毒、无害、无污染的新型烟草生物制剂。试验面积 5000 亩，推广 2 万余亩。进行了中试试验，建立了年产 500 吨的中试车间。今后将进一步增加供试作物种类，扩大推广面积。该产品的研制成功为我国丰富的海洋生物资源在农业上的应用奠定了基础，具有重要的科学意义和应用前景。已申报国家发明专利 2 项和 PCT 国际发明专利 1 项。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

红球藻工程开发技术

通过研究，创建了具有自主知识产权的一整套红球藻工程开发技术。其中，上游技术包括细胞周期及其调控、阻遏细胞生长和诱导细胞转化的信号物质、细胞高密度培养原理。中游技术突破了光生物反应器难于放大的关键技术屏障，搭建了具有自主知识产权的两种光生物反应器设备，建立了吨级柱状培养单元和 30~40 吨的管道光生物反应器，发展了一种特色明显有利于虾青素累积的生物幕技术；完成了从原种到 1~3 级生物反应器的规模培养的工程，实现了中试规模的红球藻培养、细胞转化和虾青素累积的三步生产法，完善了工艺流程，建立了操作要点和管理规范。下游方面建立了红球藻高压均质和超音速超微气流细胞破壁技术、产品保藏等系列可行的加工技术。核心技术申报了国家知识产权保护。

目前，已经在大量实验理论研究基础上，完成了中试规模工程技术论证的系列成熟技术，形成了从种质无菌保存和培养、净洁的逐级藻种放大和中试培养，虾青素累积量占干重 1%-4%，过程有效控制敌害生物污染、FD 藻粉干燥、细胞破壁率大于 80%，项目通过专家会议鉴定和验收。产品安全性评估和卫生指标符合国家要求达到国际同类产品质量标准。

本成果获得的主要产品可应用于食品饮料加工、保健品和医药品开发、水产畜牧饲料、高级化妆品生产中。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

高密度培养雪藻生产不饱和脂肪酸

该成果采用微藻新资源，利用自行研制的新型简易光生物反应器技术，设计了具体培养方案和生产工艺，并开展了小试论证，生产出小批量样品，为规模开发提供了可参考的模式样板。构建了一套在理论上具有明显创新的、比较完整的，高密度、高光强、高营养培养原理与技术体系；获得了系列高密度和高产数据。其脂肪酸代谢和积累非常独特，是已知的累积 AA 最多的生物资源之一。藻粉及其提取产品，可广泛应用于儿童、青少年、学生、从事脑力劳动者等人群，对预防和改善老年人记忆力衰退有良好的作用。还可作为营养强化剂、生物饲料和化妆品添加剂的市场应用前景广阔。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

藻胆蛋白的分离纯化技术及应用

本项目属于海洋生物化学研究领域，涉及海洋藻类蛋白质的分离纯化、结构鉴定、功能分析以及相关的应用研究。藻胆蛋白可以作为荧光探针用于生物、医学研究以及疾病的诊断与治疗，也可以作为肿瘤光动力治疗的光敏剂等。国外的一些大公司已有藻胆蛋白出售，售价相当可观（如 SIGMA 公司出售的藻胆蛋白每毫克 150 美元左右）。据统计，这类产品在国际市场上大约有超过 100 亿美元的市场机会。国内也已经使用这些产品，但大部分依赖进口，成本很高。本项目首先采用新的方法分离纯化藻胆蛋白，不仅克服了海藻粘性多糖堵塞色谱柱的难题，而且具有得率高、操作简单方便、不使用有毒化学药品等优点，得到的藻胆蛋白产品成本仅为国外同类产品的 1%。该研究成果已授权专利 1 项（ZL 01 1 27370.4）。肿瘤的光动力治疗是近几年发展起来的肿瘤治疗方法，寻找疗效高、毒副作用小的光敏剂是发展这种疗法的关键。该项目得到的藻胆蛋白是一种疗效高、光敏活性强、毒副作用小的理想光敏剂。该研究成果申请专利一项（01115003.3）。关于藻胆蛋白分离纯化技术，目前国内的一些企业已经开始应用，并创造了很好的经济效益。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

抗血管生成药物-重组鲨鱼软骨蛋白因子

以鲨鱼软骨为原料获，采用基因工程技术，克隆了具有高活性的抗血管生成蛋白因子，并在大肠杆菌中获得高效表达，建立了其分离纯化的方法，研究表明该产品对新生血管生成具有前列的抑制活性，对小鼠移植性肿瘤具有显著的疗效。目前对该产品的有效成分已经明确，并测定该因子的分子量及氨基酸序列。另外，该制剂作用靶点明确，作用于肿瘤血管生成过程的多个环节，具有明确的分子靶点。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

海鱼微粒饲料的研制及产业化

在多年研究确定了微粒饲料中鱼油、n-3HUFA、卵磷脂、胆碱、维生素 C 等营养物质最适含量和 DHA/EPA 的最佳比例基础上，提出了海鱼微粒饲料的科学配方。该微粒饲料中未添加任何激素、抗生素和其它药物，系安全、环保的绿色饲料。设计了一套适合我国国情的先进的生产加工工艺，并进行了 20 万尾牙鲆的生产性育苗试验。试验结果证明：该海鱼微粒饲料可以替代大部分的轮虫、卤虫活饵料，仔稚鱼的成活率、生长速度、抗病能力均有不同程度的提高，仔稚鱼的白化率显著下降。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

海水集约养殖鱼虾生态营养与环保饲料

针对我国海水集约养殖鱼虾实际情况，以生态营养学的理论和方法为指导，从探寻鱼虾的生态营养需要量入手，研制出氮、磷等营养素排放少、消化利用率高、无药残、总体经济效益高、符合市场需求的无公害添加剂组合及环保型鱼虾配合饵料，旨在为海水养殖业的可持续发展、海洋饲料工业的资源合理配置和环保化、安全化提供科学依据，解决我国海水集约养殖鱼虾营养适宜与环境稳定的问题。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

海水鱼类疫苗

随着我国海水鱼类养殖业的快速发展，集约化养殖中鱼类病害问题日益严重，面对疾病目前主要的治疗是采用抗生素，由于抗生素具有长期使用产生抗药性及药物残留等问题，影响了食品安全性和养殖产量，同时也使我国水产品打开国际市场的工作受到严重影响。本项目完成了我国南北方海水养殖鱼类的大规模流行性病调查工作，分离了主要的病原菌，并对其进行了分离、纯化、鉴定、分类，经过一系列分子生物学及生理学研究，确定了主要的病原菌；制备了细菌疫苗，并对我国南方和北方海水养殖鱼类进行了疫苗接种及病菌感染实验，结果接种疫苗的鱼保护率达 100%，而同时进行感染实验的对照鱼全部死亡，证明疫苗的效果十分显著。另外在一年后对免疫鱼抗体检测发现，实验鱼体内抗体仍保持在较高水平，并且免疫后的养殖中在未加任何消毒剂和抗生素的情况下，鱼群正常生长从未发病。该项研究已通过专家验收。同时还发明和研制了主要病原菌的快速检测试剂盒，为海水鱼类细菌性疾病早期快速诊断提供了关键技术。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

一种适用于海参育苗生产的特效杀虫剂

经过对玻璃海鞘和海参的生理特点和生活习性仔细观察、研究和反复试验，研制出一种高效安全、绿色环保型的特效杀虫剂。经过中试，该制剂已推广使用。该制剂能提高海参的健康和营养状态，使用设定的用药剂量，玻璃海鞘在数小时内即死亡，不仅可以迅速杀灭玻璃海鞘，而且海参苗无不良反映，并能促进海参营养生长。该药剂制品采用纯天然中药复方制剂，具有杀虫，杀菌抑菌功能，无残留，无污染，对海参无毒害，对人无毒，而且成本低，与人工筛选相比较可直接节约成本 80%。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

海藻功能蛋白产品研发与产业化

选择大宗低成本的藻类原料，优化预处理工艺，针对其不同的理化特性及本身的结构特点，重点研究超高压、超滤等物理技术，结合化学技术和酶处理技术，以达到规模化提取试剂级纯度藻类活性蛋白的目的。对藻类活性蛋白理化性质分析与制品质量标准进行制定。完成藻类活性蛋白制品分子组成、分子量分布和理化指标定性定量分析等，制定不同规格制品的质量标准。通过此工艺可以根据生产需要制备出食品级、药品级和试剂级藻类活性蛋白，并应用于食品、化妆品和功能材料。

技术指标：

藻类活性蛋白实现规模化生产，可以根据生产需要制备出不同纯度的藻类活性蛋白系列产品，分别为纯度($A_{\lambda_{\max}}/A_{280}$) > 0.7 的食品级， >3.0 的药品级， >4.0 的试剂级。

转化所需投资（万元）：500 万。

项目转化后经济社会效益情况：

项目的应用创新、工艺创新提高了海藻加工的技术水平，扩大了海藻应用范围，可形成高水平、高产值、高效益的新型高技术产业。同时也将为藻类加工行业增加新的产品，培育新的经济增长点，带动藻类加工行业、藻类养殖业、水产养殖业、畜牧养殖业的发展，具有明显的行业示范效应。

其中食品级藻蓝蛋白产量可达年产 10 吨，产值 4000 万元。

食品级的藻蓝蛋白可以作为天然色素、营养蛋白用于食品、化妆品和功能材料行业，具有广阔的市场前景。目前，部分产品已经产生经济效益 108 万元。

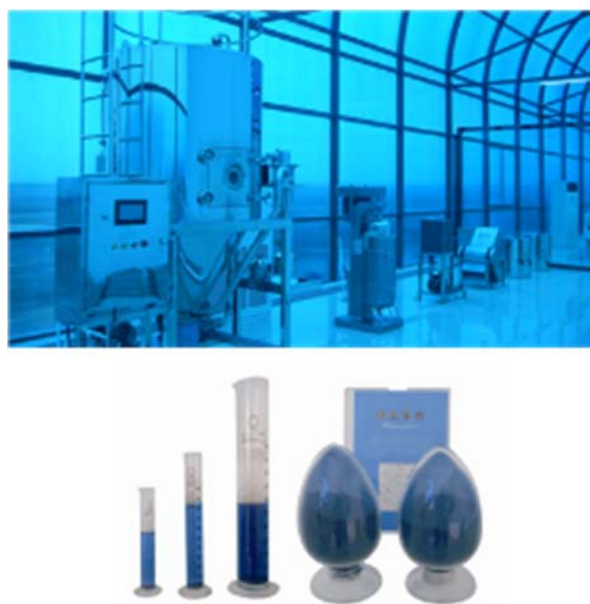


图 1 食品级藻蓝蛋白生产线级食品级藻蓝蛋白



图2 藻蓝蛋白泡腾片



图3 藻蓝蛋白软糖

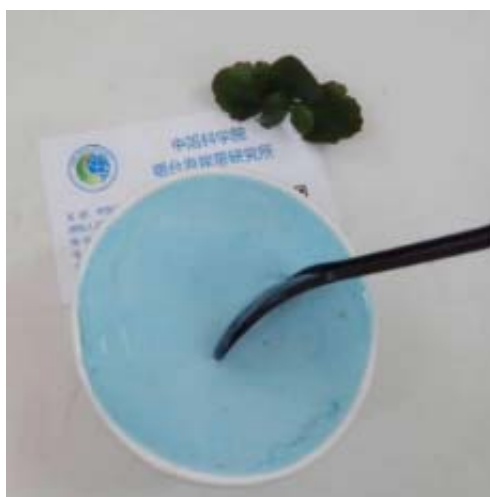


图4 藻蓝蛋白冰淇淋

成果来源单位：中国科学院烟台海岸带研究所

环保微生物除藻剂

精选优质原料，利用水产有益微生物配置杀藻剂，适用于各种海水和淡水养殖（如鱼、虾、贝类、海参、鱼贝混养、虾贝混养等）池塘。该杀藻剂为环境友好型的生物酶制剂，通过筛选并鉴定能够高效杀灭或抑制藻类生长的功能微生物，可以调节水体中藻类平衡，对于因水体污染、水质恶化产生的氨氮、亚硝酸盐、硫化氢等均有降解效果，比普通的杀藻剂投放量小，效果好，毒副作用小，省钱省力又省时；并且生物酶制剂的原料来自环境，不会对环境产生二次污染。

目前已复配出由多种水产有益微生物组成的杀藻剂，可彻底杀灭养殖池塘中钢丝藻、水网藻、水绵、以及虾贝体表附生的丝状藻等有害藻类。主要用于水产养殖池等地的有害藻杀灭，目前已在威海地区的养殖区及中科院烟台海岸带研究所牟平台站的养殖池塘进行了推广应用。

技术指标：除藻期大概在 7 天左右，且在无外源营养物质污染的情况下，水质能够保持较好的水平且比较稳定，藻类长时间不再大面积爆发。

转化所需投资（万元）：200

项目转化后经济效益情况：本成果可用于纺织、石油、化工等循环冷却水系统用来控制菌藻滋生，也能用于游泳池、喷泉水域等公共场所去除青苔、藻类以及管道中各种主要危害的细菌和真菌，此外对水产养殖具有直接经济意义，可以去除水库、池塘中各种杂草、钢丝藻、丝状藻类、青苔、水网藻、水绵、池底泥皮以及虾贝类体表的附着丝状藻等有害藻类，提高水质，有利于鱼、虾、贝类、海参等水产品健康生长。与传统杀藻剂相比综合性能优越、效益高，并且在使用过程中不会对水质环境造成二次污染，改善化学除藻剂治标不治本、污染环境等问题。使用环境友好除藻剂提高水质状况，改善生态环境，具有显著的经济效益和社会效益。

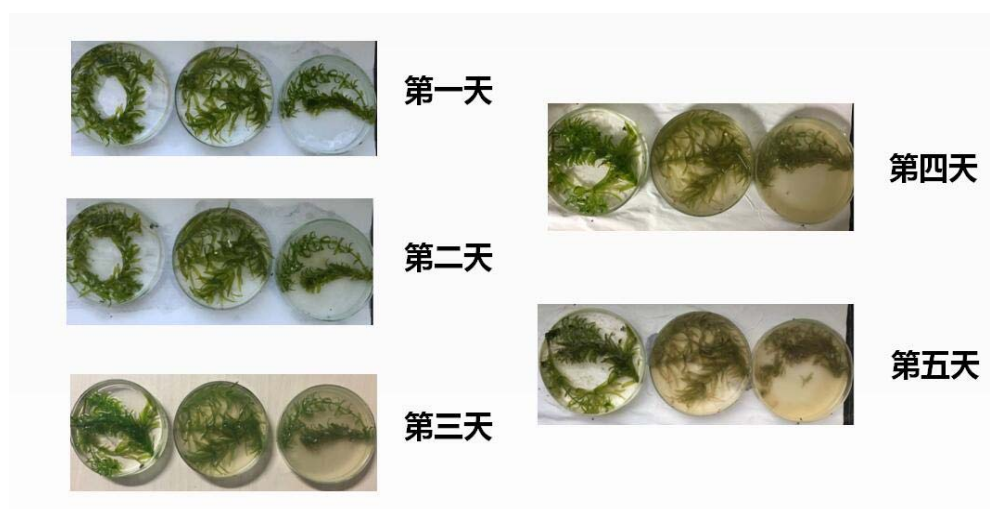


图 1 利用环保微生物除藻剂进行实验室模拟实验



图 2 利用环保微生物除藻剂进行养殖池除藻



图 3 “海岸一号”环保微生物除藻剂包装样品

成果来源单位：中国科学院烟台海岸带研究所

虾青素微藻培养创新技术及产业化应用

水产业是中国海洋经济的支柱产业，同时也是高风险行业。2018 年北半球气温异常，破坏了水产养殖生态系统，给山东、辽宁、河北的海参、对虾养殖业造成了几百亿的损失。如何最大化的降低水产业天灾及养殖失败的风险?生态养殖是出路!

虾青素广泛存在于虾、蟹、三文鱼、小龙虾等水产动物中(图 2)，主要通过摄食产虾青素的微藻直接获取，极少动物能够自身合成。虾青素微藻可助力水产业实现生态养殖，关键在于其全效性(图 3)，一方面活体藻可净化水质、增加溶解氧、控制水环境的生态平衡，另一方面高活性的虾青素可提升水产动物的抗应激、抗病和生殖能力，并改善水产品的口味与营养。

水产业的虾青素市场容量巨大，价值量超千亿元。然而，受传统虾青素微藻生产技术的低产能和高成本所限，水产业市场上的动物用全效虾青素微藻产品匮乏，供需缺口较大。目前水产业的主流虾青素产品以人工合成品为主，限于单一的着色功能，无法满足生态养殖的迫切需求，使用量和市场占有率都很低。

本项目针对当前饲用全效虾青素产业存在的关键制约环节进行产业链创新，打破传统虾青素微藻生产“靠天吃饭”的农业化生产模式，解放传统虾青素微藻产品的“低产能、高成本”限制，拟建成吨级规模工业化虾青素微藻生产线(图 4)，完成 500 吨总体产能建设，全达产可实现年生产虾青素藻粉剂 500 吨，推广应用于水产养殖业和水产饲料业后(图 4)，实现年销售产值过亿元，利税过千万元，解决人员就业问题，带动区域经济发展。本项目落成后，将成为国内首家可实现全年连续供货的动物用全效天然虾青素原料生产基地，有望带动全效饲用天然虾青素大规模应用于水产业，助力实现生态养殖，降低水产行业风险。

技术指标:

拟建成 500 吨级规模产虾青素微藻的醇培生产线，达到智能控制工业级水平，产品各项指标达到食品级水平。

转化所需投资(万元): 3000 万元。

项目转化后经济效益情况:

全达产可实现年销售产值过亿元，利税过千万元，解决人员就业问题，带动区域经济发展。

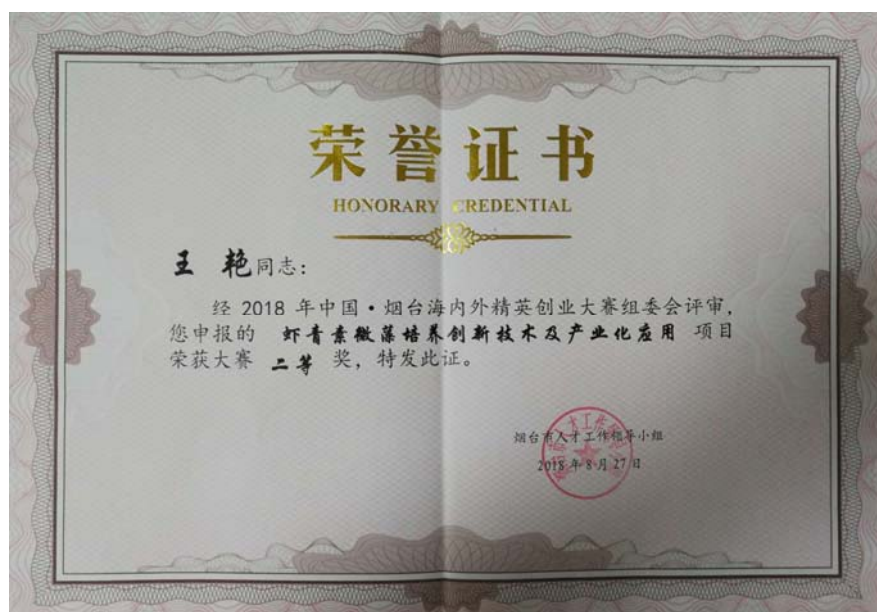


图 1 本项目获奖证书

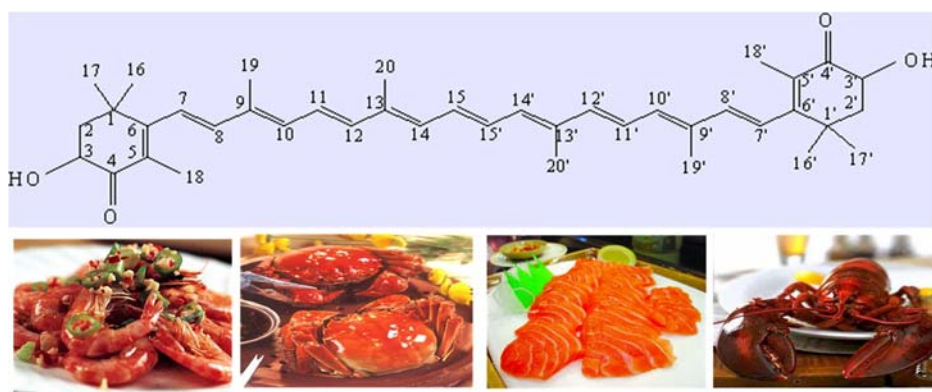


图 2 虾青素的分子结构



图 3 虾青素在水产业的多重功效和应用价值

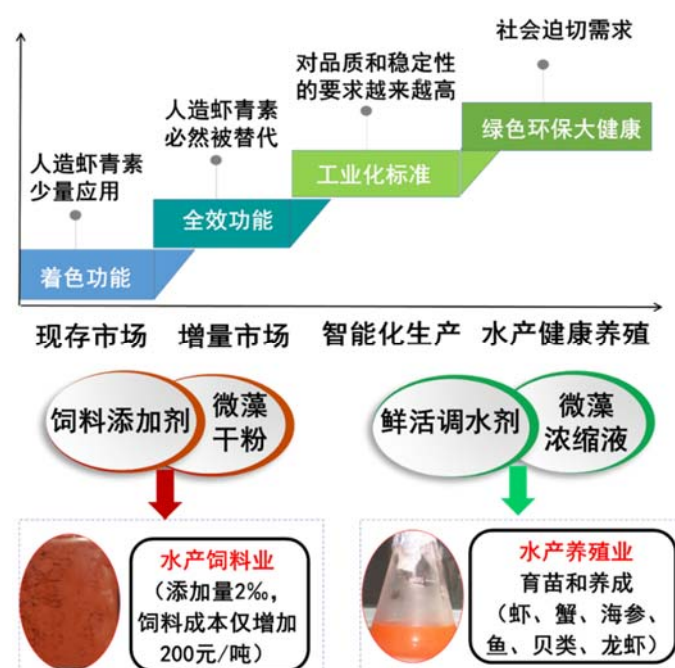


图 4 虾青素在水产业的市场趋势和本项目产品的市场定位

成果来源单位：中国科学院烟台海岸带研究所

新型海藻肥的研发与产业化

本技术以多种优质海藻为原料，建立了两套技术工艺：1 通过工程菌株的使用，经生物发酵工艺高效制备海藻提取液；2 通过超声破碎辅助酶解，进行海藻活性物质的提取，以上两条工艺为基础，研发新型海藻肥产品。相比于传统的化学法提取制备工艺，避免了强酸强碱等工艺流程对海藻中天然活性成分的影响，最大程度保留了海藻中褐藻寡糖、褐藻酸、植物激素等功能成分的活性，与同类产品相比肥效显著。

基于上述工艺，已开发海藻复合肥、掺混肥、水溶肥等系列产品。经多种果蔬和作物实验验证，在提升施用对象的抗逆性、增产提质以及化肥增效减施方面效果显著，如：在烟台苹果的喷施实验中，苹果上色快（提前五天），表光好，糖度高（提高 2%），优质果率高；烟台樱桃（美早）平均早熟 4 天，平均单果重比对照增加 21.9%，平均糖度提高 3%；喷施实验证实可有效防止樱桃、葡萄的裂果现象；日照茶树实验中，根系质子分泌情况显示海藻肥可有效提升江北茶树的耐寒性；在东北玉米和小麦实验中，通过海藻肥的施用（含 5‰海藻提取物），化肥减施 20%的处理组，其亩产较对照组分别增加 9.9%和 9.6%。

技术指标：

- 1 发酵生产时间 8-12h；
- 2 海藻掺混肥中海藻酸含量达 1.5‰（行标为 0.5‰）；
- 3 聚合度 2-4 的褐藻寡糖占总寡糖含量 70%。

转化所需投资（万元）：500

项目转化后经济社会效益情况：

预期可达 5000 万元，在十三五化肥增效减施（化肥减少施用 15%）战略背景下，本项目在农业领域具有重要的推广价值。



海藻复合肥



海藻有机水溶肥



海藻肥樱桃



对照组樱桃

成果来源单位：中国科学院烟台海岸带研究所

盐碱地菊芋规模化种植与菊粉高效生产技术

菊芋具有重要的经济和生态价值，特别是块茎中含有 15-20%的菊粉水溶性膳食纤维，市场需求在 20 万吨/年，市值 100 亿美元。筛选培育了两个适宜北方滨海盐碱地生长的菊芋品系。在高品质菊粉生产实现关键技术创新，研发出全程动态逆流提取技术与设备和压榨法结合提取菊粉新技术，产品质量与国外同类产品相当。完成了 100 吨/年的菊粉中试生产示范线，实现稳定连续生产。盐碱地菊芋生产示范及高品质菊粉高效制取关键技术达到国际先进水平，该技术推广应用能够极大提升我国菊粉产品在国内外市场的竞争力。在相关领域申请发明专利 20 项，获得授权发明专利 9 项。

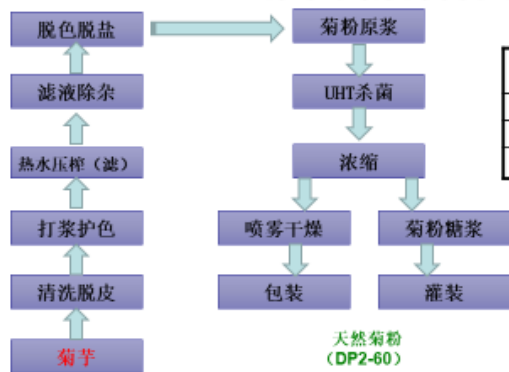
技术指标：菊芋在轻盐碱地亩产 1500kg 以上。相较于浸提法，菊粉生产固液比从 1:20 减少到 1:2-3，能耗降低 50%以上；提取收率提高了 20%，达到 90%以上，生产效率提高 1 倍；菊粉纯度达到 90%以上。

转化所需投资（万元）：建设年产 1000 吨菊粉生产线需要生产厂房 5000-6000m²，原料储存和前处理厂房 5000-6000m²，成品仓库 1500-2000m²，生产设备投资 1200-1500 万元。

项目转化后经济社会效益情况：能够带动 8000 亩以上盐碱地菊芋种植。菊芋原料按照 1000 元/吨计算，生产 1 吨菊粉，需要原料 12000 公斤即 1.2 万元，扣除管理成本、设备折旧及其它生产成本 0.8 万元，每吨菊粉市场价格 3.5 万元，利润约 1.5 万元，生产 1000 吨菊粉产值 3500 万元，毛利润 1500 万元左右。



菊芋高效制备菊粉技术



产品指标

	青海威德	白银熙瑞	张掖云鹏	广州泽玉	中试菊粉
总糖 %	90.4	91.3	92.8	92.7	91.2
还原糖 %	0.7	4.6	3.6	63.7	0.2
菊粉 %	89.7	86.7	89.2	29.0	91.0



“盐碱地菊芋生产示范及高品质菊粉高效制取关键技术”通过省级成果鉴定，达到国际先进水平。



成果来源单位：中国科学院烟台海岸带研究所

海洋微生物菌剂的研制及利用

从海洋土壤环境中筛选分离得到高效的功能菌株，包括芽孢杆菌属和木霉菌属等，通过单因素实验和响应面实验优化菌株的发酵培养条件。利用低成本发酵生产原料，如玉米粉、黄豆粉、麦麸、草炭土、活性炭生产海洋功能微生物菌剂，建立整套不同剂型的海洋微生物菌剂生产流程。固液体发酵工艺优化后，操作简单，流程少，降低了生产过程中的成本。目前已经对红树植物、海草、珊瑚开展了的一系列的功能评价，实验表明添加海洋微生物菌剂之后，对白骨壤、秋茄、泰来藻、珊瑚附着都有不同程度的促进作用，效果明显。同时，海洋微生物菌剂还有望应用于农业生产，海洋功能菌株具有抗逆性强、耐高盐和低温，初步试验表明其对番茄幼苗的生长也具有一定的促进作用。目前，已生产 2.4t 海洋功能微生物菌剂用于后续的实验，有望进一步为海洋生态系统的保护和农业的发展做出一定的贡献。

技术指标：功能菌种活性、海洋植物的生长状况、经济作物的生长状况。转化所需投资（万元）：200 万。项目转化后经济社会效益情况：6000 万



固态菌肥生产车间



菌肥成品



液态菌肥生产现场

成果来源单位：中国科学院南海海洋研究所

产神经酸微藻规模化培养的中试系统

利用微藻生产神经酸具有众多优势，与动植物来源神经酸相比，微藻生产神经酸不受季节和气候的影响，可以在非农业在用地使用再生循环水进行产神经酸微藻的规模化培养，同时能够固定 CO₂，减少 CO₂ 排放，生产生物柴油等，具有重大的经济价值和社会效应。

性能指标：

在中试的培养条件下，每吨装置的年产神经酸能力在最佳优化条件下达到生物量 2kg/吨（干重），每批的生长周期为 20 天，毛油含量达到细胞干重 40%以上，神经酸占油脂含量的 3%以上。

市场分析：

目前神经酸市场上的销售产品主要为粉剂神经酸（原料来源主要是元宝枫油、菜籽油等）：90%纯度的神经酸约每公斤 10000 元，98 %以上纯度的高达 7-8 万元/公斤；神经酸市场上是产品供不应求，存在有市无价的现象，目前神经酸成品类产品中，昆明海之灵生物科技有限公司开发的元宝枫神经酸软胶囊（规格 500 毫克×150 粒/瓶，神经酸含量 5%）产品的市场售价为 365 元/瓶，故开发神经酸产品具有巨大的市场前景。

如能利用微藻生产神经酸，按照目前培养微藻的最高成本计算，生产 1 吨微藻藻粉，需 10 万元；神经酸的提取成本 10 万元，生产 1 吨藻粉，产 10 公斤神经酸，每公斤神经酸 10 万元，产值 100 万元，每吨微藻藻粉大约盈利 80 万元，故利用微藻生产神经酸将大大降低生产成本。此外，微藻能够固定 CO₂，有助于 CO₂ 减排目标的实现，而且可以与污水处理和生物柴油生产等工艺耦合，具有极大的经济价值和良好的社会效应。

专利：CN102220241A

合作方式：技术转让



产神经酸微藻规模化培养的中试系统实景图

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

雨生红球藻及其虾青素的高效规模化生产

雨生红球藻是最佳的天然虾青素来源，其含量达到 3%-5%。虾青素具有优异的抗氧化清除自由基能力、增强免疫力、提高繁殖能力和保护心血管作用以及着色能力。广泛应用于健康保健、日用化妆、医药制剂、色素添加剂和高端饲料等领域。是目前唯一被美国 FDA 审核准许用于人类直接使用的虾青素产品，于 2010 年已被我国批准纳入食品新资源产品目录。

本项目具有以下技术优势：

- (1) 开发了独有半连续培养技术，生物周期 7-10 天，较目前技术缩短 1 倍；
- (2) 开发了新型全生物反应器培养系统，避免了传统的开放池培养因易发生严重污染而导致的产能不稳定问题；
- (3) 单位面积产能为 800-1100 公斤/亩/年，较目前技术提高 1 倍；
- (4) 红球藻粉生产成本仅约 40 万元/吨，较目前技术降低 50%以上。

市场分析：

雨生红球藻及虾青素市场处于快速发展中，产品供不应求。目前主要生产商为 Cyanotech, Valensa, Fuji, Algatechnologies 等，国内主要有云南爱尔法、白鸥生物等。2013 年全球实际总产量约 400 吨，国内因技术问题还未形成稳定产能。市场供应总体处于“饥饿”状态，缺口很大，发展空间广阔。

本项目开发完成了具有国际先进水平的一步法雨生红球藻培养技术，已完成小试和模块化试验。项目已于 2014 年 10 月在南京完成公司注册，正在进行 300 平方米中试。计划实现 100 吨雨生红球藻的产业化生产，年产值达到 2 亿元，毛利润 1.5-1.6 亿元。

合作方式：共同开发、技术转让

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

利用微藻生产棕榈油酸（ ω -7）

（1）已首次筛选获得了多株高产 ω -7 的藻种，已申请了一项发明专利，另一个专利正在申请中，同时拟申请藻种国际专利，具有完全的自主知识产权；

（2）已成功开发了具有完全自主知识产权的微藻贴壁培养技术，吨油成本不高于 15 万元，对鱼油、澳洲坚果油和沙棘油原料成本有明显竞争力。

市场分析：棕榈油酸：Palmitoleic Acid (16:1 Δ 9)，也称顺-9-十六碳烯酸或鲨油酸，是一种 ω -7(Omega-7)不饱和脂肪酸，被称为是一种由脂肪酸生成的荷尔蒙。能阻止肝脏堆积脂肪并加强人体控制葡萄糖的能力，可以起到帮助降低胰岛素抵抗性的作用，从而有效预防 II 型糖尿病。反式棕榈油酸还有助于将血液中的胆固醇和甘油三酯维持在较合理的水平上，对全身炎症和血脂异常有改善作用。此外，棕榈油酸通过抑制固醇调节因子结合蛋白-1（SREBP-1）的表达来减缓脂肪肝症状，明显降低肝脏中甘油酸三酯的水平。因此棕榈油酸作为应对社会发病率极高的糖尿病、高血脂等的保健或者治疗产品，有巨大的市场潜力。

目前仅有两个 Omega-7 产品通过了 IFOS 认证，分别为 Tersus 生物制药公司的 Provinal®PurifiedOmega-7 和美国 InnovixPharma 制药公司 Innovix Labs Purified OMEGA-7。其原料主要来自鱼油或澳洲坚果油，但这两类原料中的 ω -7 都不高，分别只有 22% 和 10%，因此原料成本高。此外，沙棘油中含有的 ω -7 可达 40%，但成本高达 400 元/公斤，且资源量有限。

本项目基于我们首次筛选获得的含油量达 50—60%， ω -7 占总脂 50%以上的富 ω -7 藻类，通过建立其大规模的培养技术，以及 ω -7 分离纯化技术，实现 ω -7 的高效低成本生产，从而实现基于棕榈油酸的糖尿病、高血脂等保健或者治疗产品的产业化。

本项目无论从藻种，还是培养技术，均具有完全自主知识产权，项目产业化竞争优势明显。预计纯 ω -7 生产成本不高于 30 万元/吨，按年产 100 吨 ω -7 计，总产值可达 2-4 亿元，毛利润 1.5-3 亿元。

合作方式：共同开发、技术转让

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

橘色藻产类胡萝卜素技术

目前类胡萝卜素的生产主要是利用盐藻来生产。但由于盐藻的培养依赖于高盐度的海水进行开放池培养、生长速度极慢、产量低、成本高，且培养采收后的高盐度废水的排放对环境造成严重污染。本项目基于我们筛选获得的橘色藻，建立了基于贴壁培养的橘色藻高效培养生产类胡萝卜素技术。项目技术不依赖于海水，只需要淡水即可进行，从而解决了大规模生产条件下的废水排放问题。

性能指标：

在单层贴壁培养下，类胡萝卜素产率可达 $67.7 \text{ mg/m}^2 \text{ d}$ ，明显高于传统的盐藻开放池培养类胡萝卜素。

市场分析：

利用微藻生产的类胡萝卜素具有产率高、品质好、纯天然等优点，已成为保健类胡萝卜素生产的重要方向。本项目具有明显的产率和成本优势，是生物类胡萝卜素生产技术的发展方向，具有极大的产业化开放前景。

合作方式：委托开发、技术入股、技术转让

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

产烃葡萄藻贴壁培养技术

葡萄藻是目前唯一具有合成高含量脂肪烃和油脂的微藻，是微藻生物最为重试的优质藻种。但由于其极慢的生长速率，导致不能实现高效大大规模培养，失去了作为能源生产的藻种潜力。目前国内外有众多研究试图从培养工艺、培养基组成以及培养条件优化来解决和提高葡萄藻的生产速率，但这些改善都非常有限。本项目基于我们发明的具有完全自主知识产权的微藻贴壁培养方法和基于光强稀释的微藻贴壁培养反应器设计新原理，研究开发了葡萄藻的高效贴壁培养技术。结果表明，葡萄藻的反应器贴壁培养，其面积产率可达 40-60g/m²/d，为目前传统液体培养的 5 倍以上，具有极大的产业化开放前景。

性能指标：

百平方米级葡萄藻培养中试系统，室外条件下面积产率>30g/m²/d，总油含量>35%。

授权专利：ZL201010250866.X

合作方式：委托开发、技术入股、技术转让

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

海洋生物农药产品的研发与产业化

目前国内外市场上化学杀菌剂仍占很大比重，这些农药的长期使用引起了严峻的抗性、环境问题并严重制约了我国的农产品出口。我们通过对海洋生物活性物质壳聚糖的改性、修饰研究，研制开发了甲壳低聚糖衍生物新型杀菌剂。该杀菌剂对多种农作物病原菌如对番茄早疫病菌、苹果腐烂病菌、棉花枯萎病菌等具有很强的抑制作用，抑制率达可达 80%以上，该类杀菌剂同时其还具有增强植物抗逆功能，可以促进植物的生长，使作物增产 10%以上。是一种具有杀菌、诱导抗病、促进生长等多种功能活性的海洋生物农药。已熟练掌握海洋生物农药的先进生产技术和工艺，可建立年产 500 吨的产业化生产线。

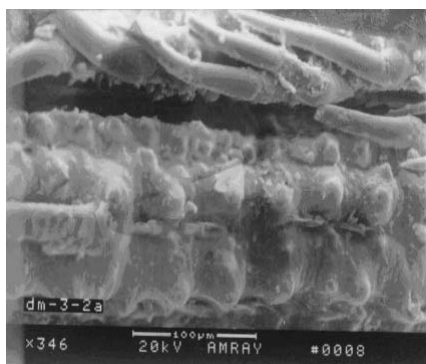
应用预期效果：该杀菌剂无毒副作用，可作为高效、低毒的农用杀菌剂，用于农作物病害的防治。目前国内外市场上化学杀菌剂仍占很大比重，这些农药的长期使用引起抗性、环境问题和农产品的出口限制。因此，开发高效、低毒，与环境友好的海洋生物源农药，替代部分化学农药，确保无农药残留污染，提高农产品的品质和质量，将极大增强我国农产品的国际竞争力，对于我国农业的可持续发展具有重要意义。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

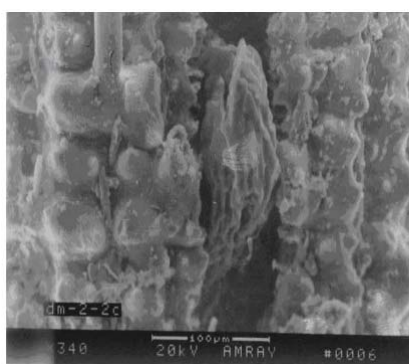
新型海洋生物肥料

从海洋生物中提取具有特殊结构和功能的活性物质，经改性、修饰等高新技术研制而成的可用于农作物、蔬菜、水果抗病增产的生物肥料，是国内首次开发成功的农用海洋高技术产品。该产品显著特点是能诱导增加种子和植物体内酶的活性，促进植物细胞的新陈代谢，激活植物的抗病因子，提高植物免疫力，因而有明显的抗病、增产效果。该产品还具有抗菌（尤对真菌）和保湿功能，对种子和幼芽起到保护作用，对促进根系发育效果显著，并能改善土壤环境，且无毒、无害、无污染，是新型的生态农业产品。能诱导增加种子和植物体内酶的形成，提高植物免疫力，有明显的促生长、抗病、增产效果。已熟练掌握海洋生物肥料的先进生产技术和工艺，可建立年产 3000 吨的产业化生产线。

应用预期效果：食品安全问题直接关系到人民的生活水平和身体健康，也关系着生产者的产品价位和效益的高低。如今环境保护的意义已为人们所共识，消费者对化学农药、肥料的关注度越来越高，即对食品安全的担忧；其次是对农药、肥料造成环境污染的关注度越来越高，即对环境安全的担忧。回归自然、享受自然食品和绿色食品已成为社会发展的一种标志，无公害产品已经成为国际农副产品贸易的基本要求。本技术和产品将显著提高蔬菜的品质和质量，增强我国农产品的国际竞争力，对于我国农业的可持续发展具有重要意义。经济社会效益显著。



电镜图：未处理组



处理组



生产设备



海洋生物功能肥料“海力壮”

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

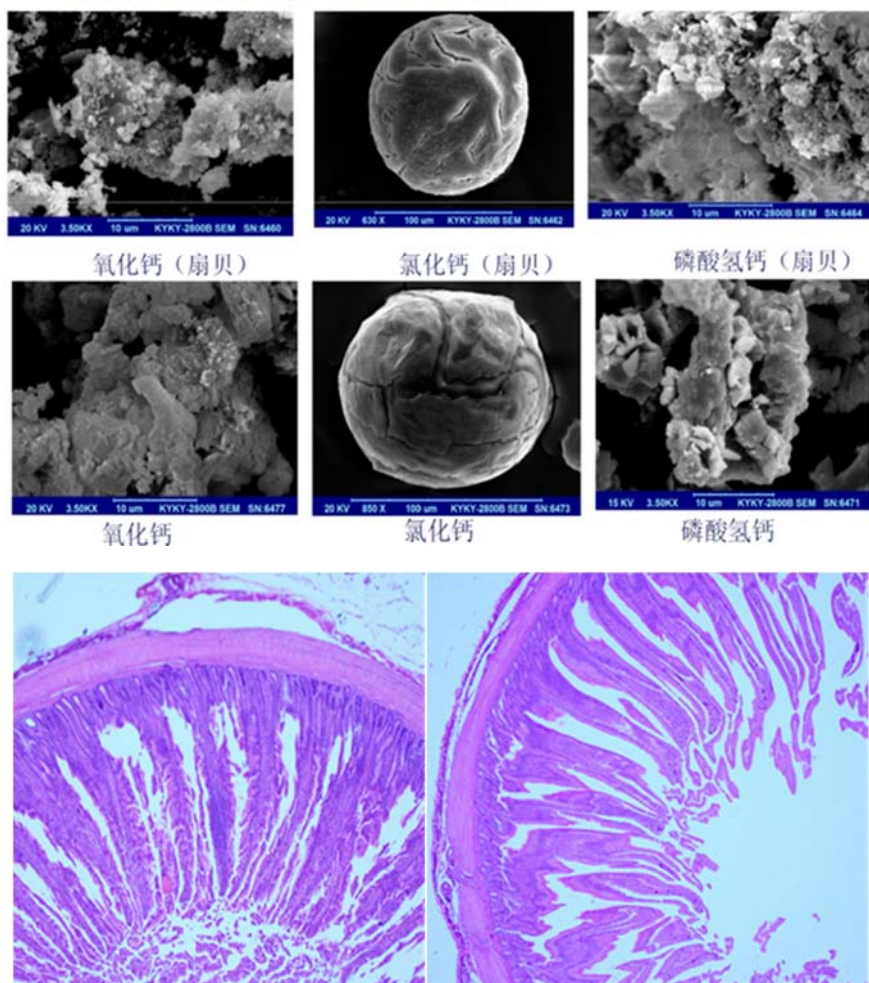
贝类下脚料高值利用与产业化关键技术

对整个扇贝下脚料包括扇贝壳、裙边、内脏囊进行系统的研究，开发出扇贝裙边和内脏囊的酶解与发酵技术、蛋白质提取技术、不饱和脂肪酸提取技术、糖胺聚糖提取技术、牛磺酸提取技术；研制成功蛋白粉、磷酸氢钙等 2-3 个高附加值产品。内脏提取的蛋白质应用于饲料添加剂，效果显著优于进口鱼粉；磷酸氢钙、氯化钙等产品优于市售产品。该技术的实施将对提升扇贝养殖、加工业和提高养殖户的收入起到巨大的作用，促进循环经济的发展；也对其他低值鱼类、贝类产品及下脚料的高值开发利用起到示范作用；该技术研制成功的产品可应用于食品、保健食品、饲料添加剂等，可推动食品、保健品、饲料等行业的发展；同时，该技术将大量的扇贝加工过程中产生的裙边、内脏和壳等直接利用，减少了资源的浪费和环境污染，意义重大。

应用预期效果：扇贝下脚料中蛋白含量丰富，营养价值甚至超过鱼粉，而且资源丰富，价格低廉，开发前景广阔。经本课题组研究表明扇贝内脏多不饱和脂肪酸含量(49%)虽然较深海鱼油的低，但其 EPA+DHA 含量高达 44%，因此，脂肪油含量高且脂肪酸成分丰富的扇贝内脏作为鱼油产品的开发是非常好的原料。扇贝下脚料壳中钙含量巨大，且生物活性好，生物利用度高，如能将其充分利用，将是一个很好的钙源。扇贝下脚料高值化利用技术充分利用了我国贝类资源，具有非常好的经济与社会效益。



对各样品也进行了电镜比较分析，如下图所示：



对肉仔鸡回肠形态结构的影响

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

果蔬降农残产品的开发

当今社会，人们对经济效益的过度追求导致农药的不规范使用，人体的不健康大部分来自食物不净和大部分农药残留造成。因此，研制出既能有效去除农产品表面的农残、微生物及灰土泥沙，又能不污染环境，且清洗快捷方便的强力清洗剂成了全世界关注的热点。扇贝壳的原料为全天然素材，不会对人体产生不良影响。人们生活中常用的某些洗涤剂，在降农残的同时也会被人体摄入，无法排出体外，尤其含氯洗剂并无去农残效果。扇贝壳粉除了降农残之外，也有食物保鲜作用，洗后的食品吃起来口感更好。果蔬降农残产品对农药的清除率可达 93%，与日本此类产品相比，农残清除率显著提高。扇贝壳粉 100%安全，从环境保护的角度考虑，其排放不会影响河川水质。因此，利用廉价，安全的扇贝壳降农残必然成为未来国内市场果蔬清洗剂的主导趋势。

应用预期效果：目前日本开发的贝壳粉降农残产品包括：天然贝壳粉洗菜粉，贝力净贝壳粉/水果蔬菜清洁剂，美食之素贝壳粉果蔬清洗剂，残清灵贝壳粉农药清洗剂等等。本项目将制作扇贝壳粉节省了能源与生产成本，在国际市场竞争当中存在价格优势。并通过添加无毒无害的辅助剂，表面活性剂，稳定剂等成分，更进一步提高了扇贝壳粉降农残效果，在果蔬表面农药清除率方面优于日本产品，且价格低于日本产品，因此在国际市场方面 also 具有很好的竞争优势。



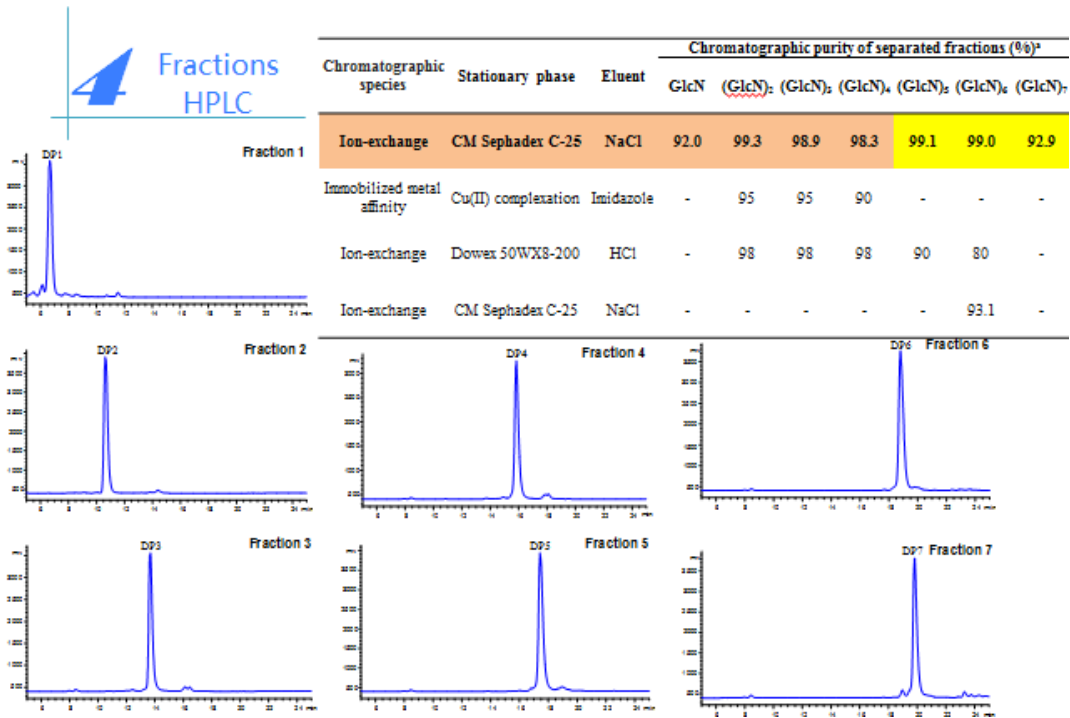
活性钙粉

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

特定聚合度和乙酰度的壳寡糖的制备技术

壳寡糖主要通过壳聚糖的酸解，氧化降解，和酶解三种技术得到。然而，这些技术制备的壳寡糖产物是一个非常复杂的混合物，其中含有各个分子量和各种乙酰度的壳寡糖。壳寡糖的生物活性与其分子量和乙酰度关系密切，以制备的壳寡糖混合物进行生物活性实验，很难明确具体是哪个或哪些壳寡糖分子发挥生物活性，这成为研究壳寡糖组分的构效关系以及相关的活性机制的瓶颈。本课题组通过离子交换色谱-固相萃取技术联用制备了七种高纯化的全脱乙酰化的单一壳寡糖，包括壳二糖（>99%）、壳三糖（>98%）、壳四糖（>98%）、壳五糖（>99%）、壳六糖（>99%）、壳七糖（>92%）和壳八糖（>70%）。另外，在此基础上，通过定点乙酰化技术制备了多种部分乙酰化的单一壳寡糖，包括 N-乙酰化壳三糖、N,N'-二乙酰化壳三糖、N-乙酰化壳六糖、N,N'-二乙酰化壳六糖、N,N',N''-三乙酰化壳六糖、N,N',N'',N'''-四乙酰化壳六糖、N,N',N'',N''',N''''-五乙酰化壳六糖、N,N',N'',N''',N''''',N''''''-六乙酰化壳六糖，各糖的纯度均在 90%以上。为研制新型海洋生物药用制剂奠定基础。

应用预期效果：目前纯度在 90-98%的壳二糖到壳六糖的市场售价为 1500 元/50 毫克，且没有壳七糖，而以我们的工艺生产的壳二糖到壳六糖的纯度已达到 98%以上，且可分离得到目前市场上没有的壳七糖和壳八糖，经济效益十分显著。



分离纯化得到的壳二糖到壳七糖的高效液相色谱检测结果及纯度

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

鱿鱼下脚料中高品质 β -壳聚糖的规模化制备技术

甲壳素/壳聚糖同样可由鱿鱼软骨中提取，鱿鱼软骨相比于虾蟹壳其矿物质、脂肪含量较低，不存在重金属超标问题，得到的 β -甲壳素/壳聚糖具有比 α -甲壳素/壳聚糖更好的生物可降解性、相容性以及聚集活性，因此， β -甲壳素/壳聚糖在医药、食品等高端领域具有 α -甲壳素/壳聚糖不可比拟的优势。目前国内关于 β -甲壳素/壳聚糖的制备少有报道其仅局限于实验室水平，未见有规模化生产。

本项目将研究从鱿鱼软骨中提取高品质 β -壳聚糖的关键技术，确定从鱿鱼软骨中提取 β -壳聚糖的工艺与设备；建立 β -壳聚糖的质量检测、生物活性评价体系；建立产品的中试生产技术。本项目研发将解决我国目前生产高品质壳聚糖存在的瓶颈问题，填补 β -壳聚糖规模化生产领域的国内空白。对相关产业发展具有促进、支撑和示范作用。

已熟练掌握 β -壳聚糖的先进生产技术和工艺，可建立年产 10 吨的产业化生产线。

应用预期效果：目前壳聚糖尤其是高品质壳聚糖呈现出供求不足的状况， β -壳聚糖由于其高活性及在医药卫生等领域特殊用途和应用价值其市场需求将日益旺盛。而目前仅有韩国和台湾地区有个别企业实现 β -壳聚糖小规模生产，且其销售价格昂贵。据统计，目前市售的 β -壳聚糖售价约为 500 元/千克，而 β -壳寡糖的售价可达 2800 元/千克，是 α -壳聚糖/壳寡糖的 3-5 倍。若将来本项目能达到年产 β -壳聚糖 10 吨、 β -壳寡糖 5 吨的生产规模，保守计算，按 β -壳聚糖 40 万元/吨、 β -壳寡糖 150 万元/吨，则可实现年产值 1150 万元。如果将 β -壳聚糖/壳寡糖进一步深加工，提高其产品附加值，则经济效益将更加可观。



鱿鱼软骨 (A), β -甲壳素 (B) and β -壳聚糖 (C)

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

石油污染微生物修复菌剂

随着石油开采业和运输业的发展，海洋和陆地石油污染问题日益严重。微生物修复技术是治理海洋和陆地石油污染的一种有效手段。研究团队通过原位微生物富集、阶梯型筛选、定向选育等方法，发掘了具有高效石油烃降解功能的微生物资源。创建了抗逆性强（耐盐、耐低氧等）、具有高效降解石油多组分的功能性微生物组。研发了低盐控温规模发酵、混合培养制备技术，制成具有高效降解功能的菌剂。大规模制备石油修复菌剂，经固定化和包埋后，对渤海石油污染沉积物的原位修复。对于石油污染土壤微生物修复，将油泥沙经微生物表面活性剂洗涤后，加入微生物修复菌剂降解，60 天能将含油量 10% 的污染土壤将至 1%。

技术指标：海洋石油污染微生物修复菌剂，投菌后经过 60 天的微生物修复，污染严重区域石油烃降解率达到 90% 以上。油泥沙微生物修复菌剂有效活菌数达到 20 亿/g，60 天能将油量 10% 的污染土壤将至 1%。

转化所需投资（万元）：200

项目转化后经济效益情况：本成果为石油污染的微生物修复提供技术支持。目前石油污染土壤市场前景极其可观，本产品转化后将具有很好的经济和社会效益。

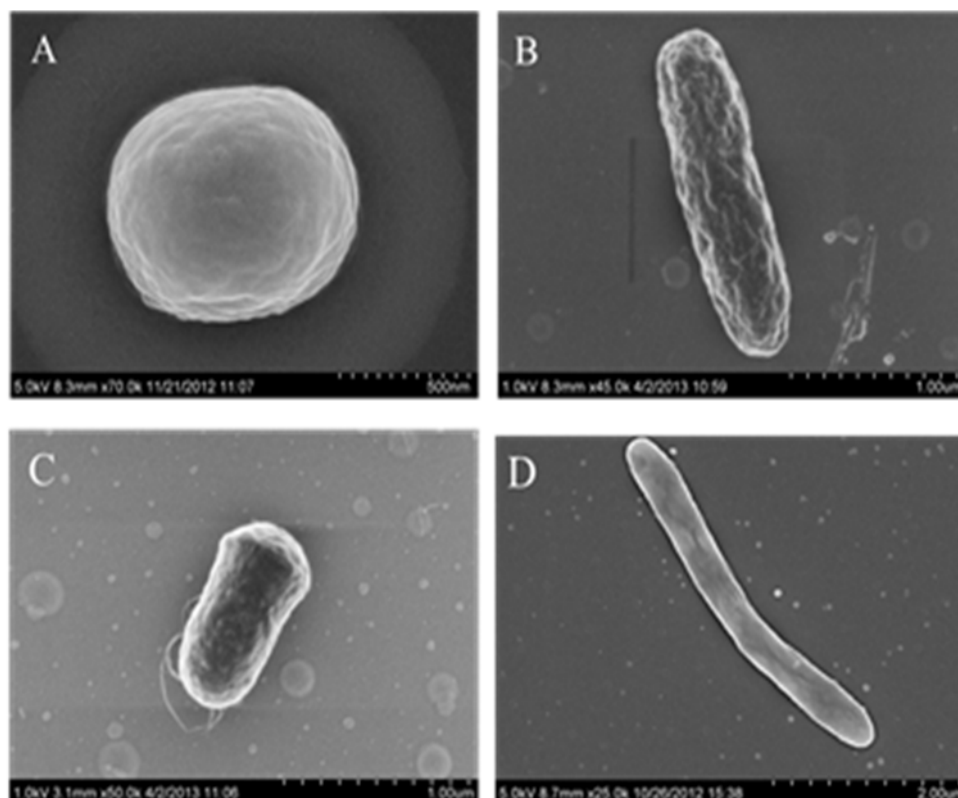


图 1.筛选的石油降解高效菌株



图 2.石油污染修复菌剂的工业化生产



图 3. 石油污染微生物修复菌剂产品

成果来源单位：中国科学院海岸带研究所

（三）海洋环境工程与仪器设备

通过浮力测定盐度的方法及浮力盐度计

本发明专利技术主要是通过浮力测定水溶液盐度、密度（比重）、波美度、盐分、矿化度和浓度的方法及所采用的技术，其理论创新为“密度盐标新定义”和“密度盐度测定法”，建立现代各学科浓度单位的量度统一，如解决盐度（海洋学）—浓度（分析化学）—矿化度（地质学）—盐分（土壤学）—密度（比重）（溶液学）—波美度（盐化工）不同学科单位之间换算和测量问题，是一种新型的常量溶液浓度参数测量方法和仪器，可作为不同学科测定浓度参数的统一标准方法。

仪器优点：（1）测定诸参数（例如盐度等）应用时不用标准校准；（2）不使用任何化学制剂；（3）直读盐度值，无需进行常规方法温度效应订正计算；（4）测定保守和非保守性质样品具有同一标准准确度和精密度，测定数据不受样品成分变化影响；（5）操作简单、测试快速；（6）体积小、重量轻、便于携带。

仪器（I）型，测盐范围 0-48 盐度；测盐精度 ± 0.02 ；测比重精度 ± 0.0000191 。现行国际实用盐标在应用于诸多学科中非保守性质样品盐度测定，由于其电导测定原理，必然出现较大偏离绝对盐度（SA）误差，并由此导致国际计算式 $SA = a + bS$ 出现计算错误，且不可修正，使测定数据失去参考应用价值。本发明新型仪器圆满解决了这一问题。

据本项专利技术，可扩展开发出“溶液浓度参数综合测定仪”，该仪器具有测定“常量复杂组分溶液浓度”等参数的功能，为国际首创，并为科研、医学等各行业实验室、化验室及生产企业所必需，市场前景广阔。随着时代的发展和人们认识的深入，新仪器将成为水质分析方面必备的广谱性新型仪器，进入和普及各国的农业、化工、分析、教育、海洋、科研等领域，产生巨大的社会效益和经济效益。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

钢铁设施在海洋环境中的腐蚀及其防腐技术

多年来紧紧围绕钢桩式构筑物在海洋环境下的腐蚀机理、防腐措施和监测技术所取得的创新性研究成果，是一项集成的系统工程。对钢铁在海水—海气交换界面区、海水—海泥交换界面区及海水潮差区和海水全浸区等不同环境中的腐蚀规律、腐蚀机理进行了深入研究，对海洋不同的环境因子与材料腐蚀的相关性进行了探讨；提出了模拟海洋腐蚀环境及其相关的试验方法，获得 20 余项国家专利。在防腐蚀技术方面，开发了无毒、无污染、电流效率高，电位稳定的牺牲阳极材料并对海上大型构筑物进行有效的阴极保护；提出了有效的防止钢铁材料在浪花飞溅区腐蚀的新方法，为了及时跟踪了解海洋设施的腐蚀状态，研制了自动监测系统系列产品对海洋钢铁设施腐蚀状况进行实时监测和报警。该项技术主要应用于海洋石油平台、各类海底管线、栈桥、码头、人工岛等各种海洋工程设施防腐蚀系统的设计、建造、检测和监测等领域。既有理论上的突破，又创造了不同海洋环境下延缓钢结构材料腐蚀的具体而又行之有效的控制方法。该项目荣获 2002 年度国家科技进步二等奖。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

海洋环境腐蚀能力现场监测技术

该课题取得的重要进展：一是成功研制了 MCM-03 海洋环境腐蚀能力现场监测系统工程样机；完成了流速对海洋环境腐蚀能力的影响和建立了全球海洋环境腐蚀数据库的等合同外研究工作。二是研制的 MCM-03 海洋环境腐蚀能力检测系统性能指标不仅全部达到合同要求，而且在工作水深和响应时间、在溶解氧及 pH 值的测量范围和分辨率、在温度及氧化还原电位的分辨率以及在硫酸盐还原菌传感器方面的指标均超过合同要求。三是首次提出通过监测海洋环境参数计算和评价海洋环境腐蚀能力思想，并采用软测量和复杂数据处理现代高技术成功研制了国际第一台 MCM-03 海洋环境腐蚀能力现场监测系统工程样机，成功实现了硫酸盐还原菌快速现场原位监测，船载海洋腐蚀能力快速现场监测与评价技术具有自主知识产权。

这些具有自主知识产权的先进成果补充了现行的海洋腐蚀行为和硫酸盐还原菌 MPN 法检测技术的不足之处，极大地发展了现有方法，有较好的实用价值，在石油开采与生产，土壤工程和水工程中具有广泛应用前景。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

遥控腐蚀电位测量仪

在腐蚀实验过程中需要测量多种腐蚀电化学参数，腐蚀电位是其中重要的参数之一。但要取得分布在全国各地的腐蚀试验网站的电位数据往往会比较麻烦，无论是有人长期驻守还是定期派人采集数据，都很费时费力，费用巨大，而且不能及时得到所需的数据，同时也不利于集中管理。遥控腐蚀电位测量仪（专利号:ZL 01 2 16954.4），可以实现各实验站腐蚀电位测量的集中管理和远程监测，减少实验人员往返于实验站之间的次数，降低研究费用。国外在电位远程测量方面已有应用，而我国尚未有应用的报道。遥控腐蚀电位仪采集到的数据经中央处理单元处理后，通过通讯单元和调制解调器传送到远程的控制中心，同时控制中心也可以将命令传送给腐蚀电位仪，实现了远程数据采集和集中管理。本仪器广泛应用于各类厂矿地下管网、油气水长输管线、海洋石油平台等阴极保护的集中管理和远程监测。

本专利的技术指标为能够实现腐蚀电位的远程测量。在专利转化后初期可望有每年 200 万元的产值，可获利润 100 万元左右，随着技术的推广，产值和利润会逐年增加，并产生良好的社会和经济效益。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

海洋钢铁设施腐蚀状态跟踪扫描系统

I 型腐蚀状态跟踪扫描系统由多通道数据采集仪、腐蚀检测探头及数据采集、回放等软件构成，具有硬件设备的通用化、系统操作的智能化、用户操作的简单化和用户界面的可视化等特点，不仅可以实现腐蚀状态的实时监测和腐蚀状态评定及报警，而且可对前期监测结果进行回放，重现腐蚀进程并进行分析处理。II 型腐蚀状态跟踪扫描系统采用了双机直接电缆通讯技术，具有系统保密性强，数据传输稳定、迅速等特点，实现了系统的小型化。

对于海底管线阴极保护自动跟踪扫描系统，研制了针对海泥条件下二次安装的分体式水下机样机，能上浮到海水—海泥界面与水上机重建通信联系。设置了分别适用于管线敷设时安装调试的初始操作状态和调试正常后的数据采集状态两种功能。系统软件具有通用设计性、友好的可视用户界面和高自动化起点等优点。本项目荣获 2001 年山东省科技进步一等奖。经检索国内外数据库及二次文献，未见到关于海洋钢铁设施腐蚀状态跟踪扫描系统的同类报道。经山东省科技厅组织的专家委员会鉴定认为：“研究成果达到了该领域的国际先进水平”；并建议“尽快将该系统及相关技术推广应用”。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

海洋生态与环境评价技术

1986 年至今以来,中国科学院海洋研究所一直是建设项目环境影响评价资格“乙级”证书持有单位之一。2002 年获得国家海洋局首批颁发的海域使用论证资质甲级证书。多年来我所紧密结合海洋环境问题,进行科学的综合评价,提出有效的防护措施与对策:在国内率先进行了有害赤潮的系统研究,建立了赤潮防治技术;建立了浅海养殖系统养殖容量评估和生物修复技术体系,提出贝藻轮养和贝类离岸养殖等 2 项优化水域环境的养殖技术;主持了多项海洋环境影响评价工作,为我国建设项目的安全实施提供了科学依据,调查与评价的主要代表性项目如:青岛海湾大桥工程建设项目环境影响评价、青岛国家石油储备基地第一期项目海洋环境工程影响评价及海域使用论证、中海油文昌 13-1 石油平台水文气象自动监测系统构建等等。

成果来源单位: 中国科学院海洋研究所

船载海洋生态环境多参数在线监测系统

此监测系统将常规六参数传感器（pH、电导率、温度、浊度、叶绿素、溶解氧）进行系统集成实现对常规水质参数的监测。此外，还可根据具体监测需求加入其它参数的离子选择性电极，可实现二氧化碳（碳酸根）、氨氮、钙离子、重金属、有机农药、致病菌等参数的测定。在离子选择性电极种类方面包含了全固态固体接触式离子选择性电极和液相聚合物膜离子选择性电极。在系统控制方面，利用自主设计的电路控制系统对进样单元、样品前处理单元以及传感器检测单元进行有机调控，以实现海水多参数的现场、在线、连续监测。

技术指标：

1. pH: 0-14, 精度 0.01
2. 温度: -10-130 摄氏度
3. 电导: 1-500000 uS/cm
4. 溶氧: 0.05-300%, 分辨率 0.1 ppb
5. 叶绿素: 0-200 $\mu\text{g/L}$
6. 浊度: 0-100 NTU
7. 二氧化碳: 200-2000 μatm
8. 钙离子: 10^{-6} - 10^{-1} mol/L

转化所需投资（万元）：300 万元

项目转化后经济效益情况：目前市场上走航式多参数监测多为国外进口产品，价格昂贵（80-150 万元），且监测参数种类有限。本项目结合了海洋环境电化学检测/监测传感前沿技术，可根据具体监测需求，将不同传感器搭载在此工作系统上从而构建出多功能的海洋环境监测系统，既可测定二氧化碳、pH、营养盐等化学常规要素；也可实现对海洋环境中的重金属污染物、有机污染物、致病菌和生物毒素等有害物质的有效实时监测。每台设备的市场价约为 50 万元，仅为进口产品的 1/2 左右。该项目有望扭转我国海洋环境在线监测设备需要大量进口的现状，对海洋环境灾害的防御工作具有重要意义。



图 1 船载海洋生态环境多参数在线监测系统

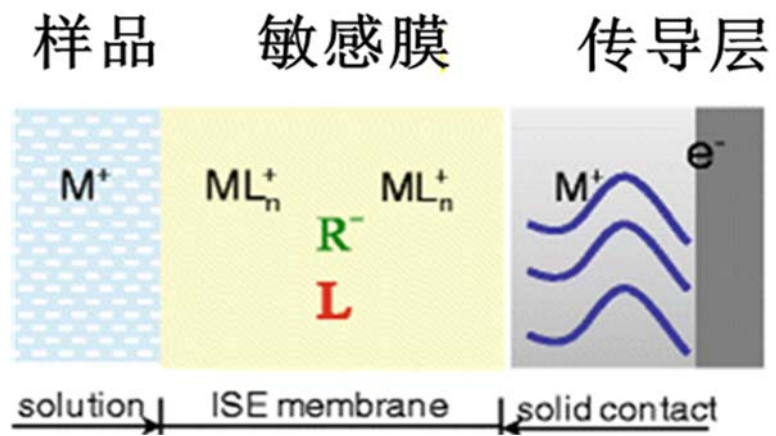


图 2 固体接触式离子选择性电极工作原理

成果来源单位：中国科学院海岸带研究所

海水重金属全自动快速测量系统

海水重金属全自动快速测量系统采用比色原理，通过流动注射技术、顺序注射技术，结合光电检测、数字信号处理及自动化控制技术，实现了样品的全自动化分析。通过对该仪器的物理、化学参数等指标进行考察和优化，实现测定海水中铬、铜、锌等重金属含量，检测转换过程只需更换化学试剂即可。

技术指标：锌：10-400 微克每升，检出限 3 微克每升；铜：2.0-30 微克每升，检出限 1 微克每升；铬：4-100 微克每升，检出限 2.5 微克每升

转化所需投资（万元）：200

项目转化后经济效益情况：项目转化后可以形成具有自主核心技术的海洋观测装备，突破海洋观测、探测和预测等重大关键技术，带动和促进山东省和全国的海洋技术与装备产业结构调整、协同发展，而且能够可业务化支撑与保障海岸带经济可持续发展的资源管理、环境保护、生态建设、农业生产、减灾防灾等业务化应用。



图 1 仪器的装箱实物图



图 2 用户交互界面

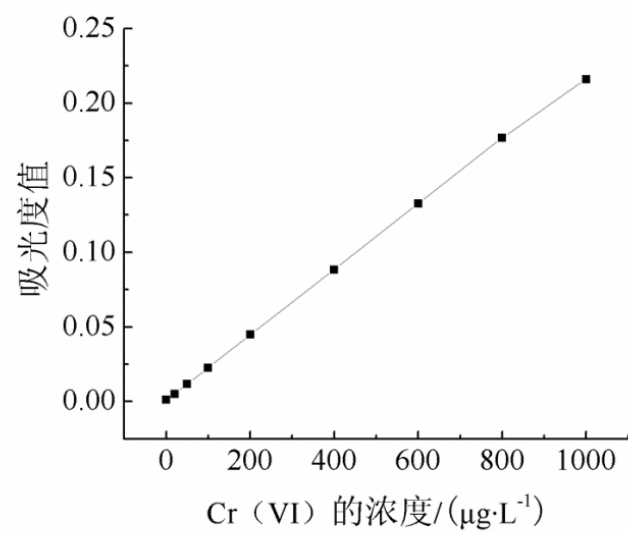


图 3 吸光度 A 与 Cr (VI) 的线性关系

成果来源单位：中国科学院海岸带研究所

海洋多水层环境多参数原位在线监测系统

海洋多水层环境多参数原位在线监测系统是由海上监测平台和远程数据管理平台两部分组成，系统通过对表中底不同水深的海水自动化周期采样、分析检测、实时数据传输等，实现对近海海域以及海洋牧场不同水层水质环境长期有效地在线监测和传输相关水质数据。用户可通过远程数据中心观察到当前的水质数据，也可访问数据库查看历史数据。

技术指标：可根据由近海海域以及海洋牧场的环境特点、水产生物的生长发育影响因素等确定监测参数（主要参数：温度、盐度、电导率、溶解氧、pH 等）。可根据用户需求增加或减少参数。

转化所需投资（万元）：200

项目转化后经济效益情况：项目转化后可以形成具有自主核心技术的海洋观测装备，突破海洋观测、探测和预测等重大关键技术，带动和促进山东省和全国的海洋技术与装备产业结构调整、协同发展，而且能够可业务化支撑与保障海岸带经济可持续发展的资源管理、环境保护、生态建设、农业生产、减灾防灾等业务化应用。



图 1 配重搭与试验场测试



图 2 海洋牧场区域测试



图 3 远程数据中心界面



图 4 历史数据查询界面

成果来源单位：中国科学院海岸带研究所

水声换能器

水声换能器是水下声系统的重要组成部分，是声呐系统最前端的设备，也是声呐系统与水介质相互作用、交流信息的“窗口”，是声呐系统功能的“实现者”，水声换能器或声呐基阵被人们形象地喻为声纳系统的“耳目”，广泛应用于海洋仪器仪表，是“透明海洋”的重要信息感知设备。现已成功研制了低频桶板弯张换能器系列、中频纵向换能器系列及高频基阵系列水声换能器，居于国内先进水平。



成果来源单位：中国科学院声学研究所

浮标式海洋皮温仪（BEST）

海面温度（SST）是海洋研究特别是海气相互作用研究中最重要参数。卫星遥感技术已经成为获取全球海洋 SST 的主要技术手段，然而，卫星传感器测量的是水体皮层（厚度小于 1 毫米）温度（简称皮温），对卫星热红外传感器在轨定标和对卫星遥感获得的 SST 做现场检验都需要准确测量水体皮温，作为卫星遥感测量 SST 的基准温度。国际上目前主要采用辐射测量方法，以船载仪器测量海洋皮温。约每 5 分钟能够测量一个点的皮温数据，测量精度约 0.1K。本成果所述浮标式海洋皮温仪（Buoyant Equipment for Skin Temperature--BEST），将温度传感器以 0.6 毫米间隔紧密排列，连续测量大气底层、水体皮层、水体次表层的温度，温度测量精度优于 0.05K，每秒钟测量一次。该仪器的测量数据不仅可以用于卫星热红外传感器在轨定标和对卫星遥感获得的 SST 做现场检验，对海气通量计算具有重要意义。

技术指标：测量频率每秒 1 次，测温精度优于 0.05K，测量数据垂直空间分辨率 0.6 毫米。

转化所需投资（万元）：300 万元

项目转化后经济效益情况：热红外遥感是测量地面（海面）温度的主要手段，由于皮温测量精度低，严重影响我国热红外遥感的定标精度以及热红外遥感产品，从而影响卫星遥感温度产品在众多行业（如农业、林业、地质、矿产、海洋、气象、环境保护、军事等）的应用，该仪器可以用于我国热红外遥感定标场建设，提高我国热红外遥感定标精度。该仪器能够测量海气相互作用真实“作用温度”，对海气相互作用研究具有重要的应用价值。因此该仪器具有较好的市场化前景，转化后将具有良好的经济社会效益。



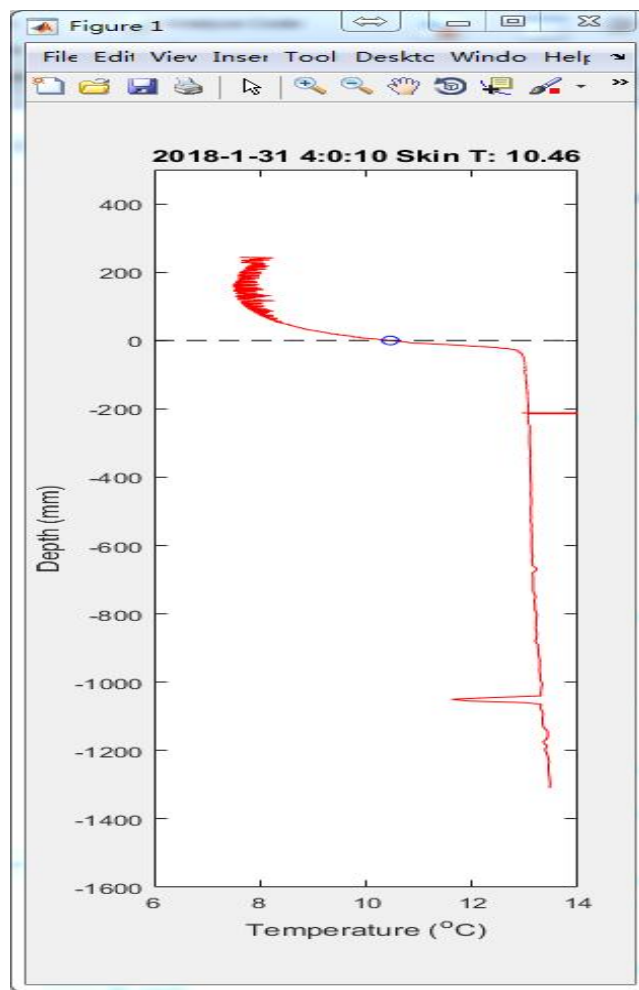
与温度传感器配套使用，具有 0.6 毫米分辨率的水面位置测量装置



第二代皮温仪样机 BEST-1600



第二代皮温仪样机 BEST-1600 开展现场测量试验



第二代皮温仪样机 BEST-1600 测量获得温度剖面

成果来源单位：中国科学院南海海洋研究所

叶绿素传感器

水中叶绿素浓度是水体富养化的重要指标之一,对叶绿素浓度的实时在线监测非常重要,国内现在现场使用的基本是进口的传感器,价格昂贵。同时,高价的进口传感器在稳定性和使用寿命两方面并不令人满意。大连化学物理研究所研制开发出性能指标高于进口产品的自主知识产权传感器,它不仅能够扣除太阳光中与叶绿素荧光相同的本底光,还能扣除太阳光激发的叶绿素荧光,测量叶绿素准确度优于进口产品。该传感器稳定可靠,测定精密度和国标法相近,明显高于美国 YSI 同类产品,完全能够满足水体样品分析的要求。该传感器已交付国家海洋环境监测中心出海实测,并应用于太湖栈桥监测点连续实时监测叶绿素浓度。

主要技术指标:

检测模式: 双窗口检测

参数: 叶绿素 a, 水体温度

温度精度: $\pm 0.15^{\circ}\text{C}$

叶绿素 a 检测精度: $0.05\ \mu\text{g/L}$

叶绿素 a 检测范围: $0.05\sim 100\ \mu\text{g/L}$; $1\sim 500\ \mu\text{g/L}$

精密度: $\text{RSD}<5\%$

采样间隔: 10 min

操作模式: SD 卡存储, RS232 传输

技术特点: 传感器以蓝色发光二极管激发水中叶绿素发出荧光,双光纤收集荧光,用光电倍增管检测荧光,同时测量本底荧光值,扣除本底值后得到水体中叶绿素浓度。传感器配有热敏电阻实时检测水温,用于叶绿素 a 浓度的校正。同时,采用机械刷定期自动清除光纤表面附近的藻类干扰物,适用于连续监测。

投资与收益: 适用于环境领域河流、湖泊、海洋等水体中叶绿素 a 的连续、实时检测。水体富营养化日益严重,叶绿素 a 浓度在线监测越来越重要;该传感器的性能优于进口产品;技术路线清晰明确,易于产业化推广。市场容量大,具有广阔的推广应用前景。

投资规模: 20 万~100 万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

“海翼”7000 米水下滑翔机

“海翼”7000 水下滑翔机主要针对深渊海域的垂直剖面连续观测需求研制的深海滑翔机，其设计最大工作深度可到达 7000 米，是目前世界上唯一一款可长时间连续稳定工作的深渊级水下滑翔机。“海翼”7000 水下滑翔机突破的核心技术主要包括基于碳纤维复合材料的大深度耐压结构、大深度浮力调节与控制技术等。2017 年 3 月，“海翼”7000 水下滑翔机在第二次深渊科考中下潜深超过 6000 米的周期达到 3 个，最大下潜深度达到 6329 米，刷新了美国保持的水下滑翔机最大下潜深度 6003 米世界纪录。2018 年 9-10 月，两台“海翼”7000 水下滑翔机在第三次深渊科考中下潜深超过 7000 米的周期达到 15 个，最大下潜深度达到 7076 米，两台滑翔机累计工作 46 天，航行 1448 公里，完成了 102 个剖面的观测，其中超过 5000 米水深的剖面达到 56 个，完成了两条科学测线，实现了马里亚纳深渊南部的高密度、全覆盖观测，获取了大量深渊区域的科学数据。

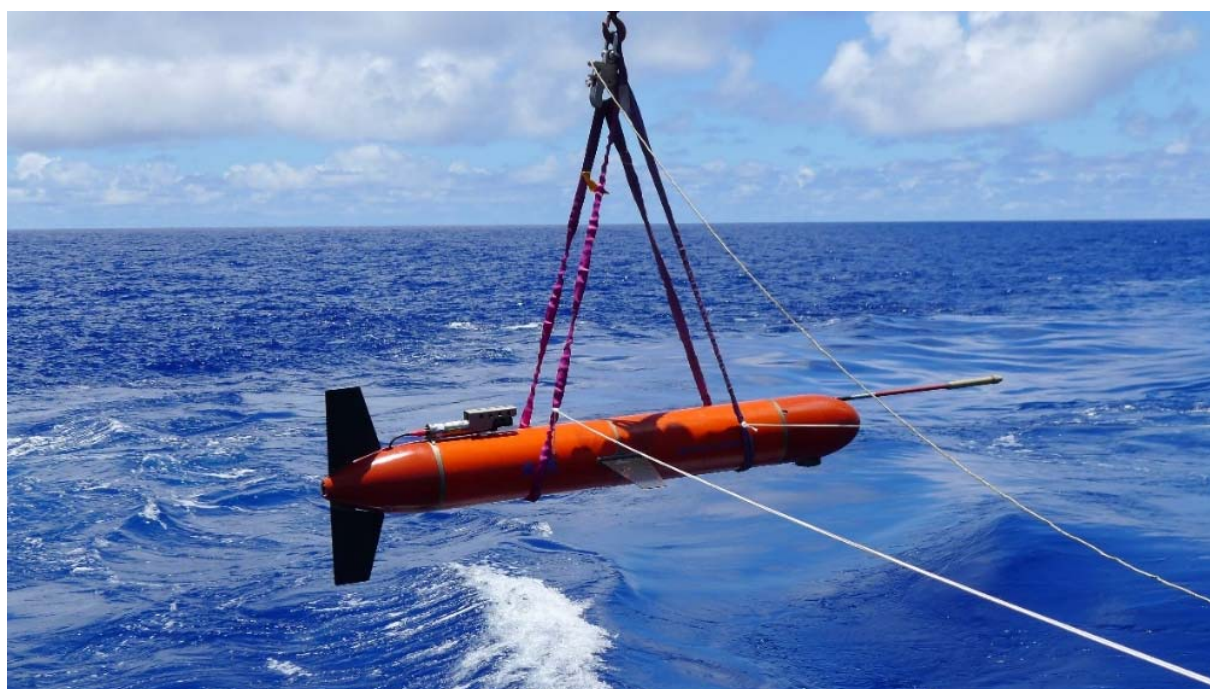


图 “海翼”7000 水下滑翔机

表 “海翼”7000 水下滑翔机技术指标

指标名称	指标内容
重量	145 公斤
尺寸	直径 300mm，总长 3.29m，翼展 1.5m
作业深度	7000m
主体材料	碳纤维，铝合金
巡航速度	0.5-1 节
续航力	45 天/1500 公里
避碰	高度计
通信定位	无线电、铱星通信，GPS 定位
测量要素	温盐深 CTD，可定制扩展其它传感器

应用前景：世界大洋上分布着约十几条主要的海沟，这些海沟都是由于地球板块之间的运动形成的，具有特殊的地质结构。海沟的深度一般超过 6 0 0 0 米，低温，高压，寡营养等极端特性使其具备独特的生态系统和特殊的水文特性，对深渊的研究具有重要的科学意义。“海翼”7000 米水下滑翔机具备长时间连续观测能力，其设计深度超过了全球 9 9 % 海洋水域深度，为物理海洋、海洋化学、海洋生物、海洋环境噪声等领域的研究以及深渊科学考察提供了一种有效平台。

成果来源单位：中国科学院沈阳自动化研究所

“海翼”4500 米水下滑翔机

“海翼”4500 米级深海滑翔机是基于现有 7000 米级深渊滑翔机技术基础，并结合我国大洋矿区环境实际观测需求，研制出的最大工作深度为 4500 米，具有实用化水平的大洋矿区环境调查与热液异常点普查的新型水下滑翔机。4500 米级深海滑翔机除具备现有滑翔机常规锯齿形剖面作业能力外，同时还具备连续近底观测功能，通过其上搭载的甲烷、浊度计、氧化还原电位可以对非浮升热液羽流进行大范围普查，以此示踪深海热液异常点同时寻找伴生的多金属硫化物。2018 年 9 月两台 4500 米级深海滑翔机在中国南海首次开展了海上试验工作，两台滑翔机累计工作超过 20 天，共完成了 60 个下潜周期试验，累计航行 300 公里，最大下潜深度达到 4485 米，同时完成了 2 次近底连续作业功能性试验，验证了新载体的功能及可靠性，同时获得了大量南海海域“温盐”、“浊度”、“甲烷”及“水体氧化还原电位”数据。



图 “海翼”4500 水下滑翔机

表 “海翼”4500 水下滑翔机技术指标

指标名称	指标内容
重量	96 公斤
尺寸	直径 300mm，总长 2.8m，翼展 0.99m
作业深度	4500m
主体材料	碳纤维，铝合金
巡航速度	0.5-1 节
续航力	近地连续工作模式：大于 45 天 常规滑翔模式：大于 180 天
近底能力	具备近底 100-400 米连续航行能力
通信定位	无线电、铱星通信，GPS 定位
测量要素	温盐深 CTD、浊度计、氧化还原电位、甲烷等 探测传感器，可定制扩展其它传感器

应用前景：在多金属硫化物资源勘查中，目前热液异常普查工作通常采用拖体拖曳的作业方式，在拖体及不同深度拖缆上固定 MARP 和甲烷检测仪等以 2 节速度进行拖曳作业，获取热液异常第一手数据。拖体拖曳作业约占圈定热液异常区工作量的 30%，耗用大量船时。利用 4500 米级深海滑翔机近底小锯齿波状航行的能力，可获取热液异常数据，具备热液异常普查能力，这是多金属硫化物资源调查的一项技术创新，对于提高硫化物资源调查的工作效率意义重大。同时，由于水下滑翔机水下探测不占船时，可节省大量人力和船时。

最大下潜深度 4500 米基本覆盖了中国主要海域和国际海域资源可开发深度，随着 4500 米滑翔机的不断发展成熟最终达到实用化装备水平，将成为大洋深海资源普查型滑翔机，对于我国提高硫化物资源调查的工作效率意义重大。同时 4500 米滑翔机也可以作为我国南海海域全水深水文观测型深海滑翔机。

成果来源单位：中国科学院沈阳自动化研究所

军民融合涉海北斗终端运行电磁环境监测保障中心

军民融合涉海北斗终端运行电磁环境监测保障中心除了针对一般的北斗终端开展电磁环境监测保障和电磁干扰源测向定位服务外，还重点面向海洋为涉海北斗终端应用系统，提供电磁环境监测保障和电磁干扰源测向定位服务，保障北斗海洋数据中心顺利开展以及涉海北斗终端与系统的应用。该中心开展面向海洋领域的北斗电磁环境监测保障工作，对影响北斗应用系统正常运行的电磁干扰源进行测向、定位，统计各种干扰源分布，解决由于北斗卫星信号到地功率小而易受外界环境干扰的问题，确保北斗应用系统的正常运行。

该中心主要由三部分组成：电磁环境监测终端与网络，电磁环境影响事件处理系统，电磁环境影响效应分析评估系统。该中心针对多维度威胁评估问题，实现北斗终端海洋电磁环境自主自适应干扰威胁综合评估，以符合高精度定位、时频同步等应用；建立面向海洋电磁环境的干扰威胁评估准则和指标；分析海洋复杂电磁环境对导航接收机的作用机理，建立接收机干扰模型；建立干扰源和用户端作用过程模型；实现多约束监督下的北斗终端海洋电磁环境威胁自评估算法；监测查找北斗频段内的干扰源，统计各种干扰源分布，为军民领域的海上北斗导航电磁环境监测提供保障。

主要功能：

1.信号监测与测向功能

- a) 具有频谱扫描监测功能；
- b) 具有重点频率实时监测保障功能；
- c) 具有信号特征参数测量功能；
- d) 具有测向功能；
- e) 具有数据存储功能；
- f) 具有人工或自动的信号特征匹配查找、生成报表及打印功能；
- g) 具有开机自校准功能。

2.干扰检测与报警功能

- a) 具有干扰检测与判别功能；
- b) 具有干扰信号记录功能；
- c) 具有干扰报警功能。

3.电磁环境分析与评估功能

- a) 具有电磁环境噪声计算与评估功能；
- b) 具有电磁环境复杂度计算与评估功能；
- c) 具有电磁环境变化情况跟踪分析功能；
- d) 具有系统重点频段干扰情况统计分析功能；
- e) 具有时域、频域、空域以及综合评估方式。

技术指标：

- 1.监测频段：覆盖北斗 B1/B2/B3、GPS L1/L2/L5、GLONASS 和 GALILEO 工作频段；

- 2.干扰源定位精度： $\geq 0.05R$;
- 3.同时可识别干扰源数量： ≥ 5 ;
- 4.监测灵敏度： $\leq -115\text{dBm}$;
- 5.场强测量精度： $\pm 3\text{dB}$;
- 6.测向灵敏度： $3\sim 8\mu\text{V/m}$;
- 7.测向精度： $< 3^\circ$ (R.M.S);
- 8.干扰判别方式：样本库比对、频谱模板比对;
- 9.干扰判决阈值： $\geq 3\text{dB}$;
- 10.干扰检测实时性： $\leq 100\text{ms}$ 。

转化所需投资（万元）：1290 万元

项目转化后经济社会效益情况：

军民融合涉海北斗终端运行电磁环境监测保障中心可有效保护海洋大科学中心的海洋潜标、浮标、科考船等海上科研设备中北斗终端不受电磁干扰，提高稳定性与可靠性，还可有效保护海上军用和民用北斗终端不受敌对势力和非法信号的干扰，从而保障各类涉海北斗军事装备的正常运转和的精确投送，为各类海上民用和军用设备提供安全可靠的卫星导航应用环境。

图片材料：

研究进行监测网网型设计的 Delaunay 三角剖分算法，确保监测网满足当一个监测站或一条基线出现随机失效时，不会影响系统其它的部分的工作状态，不会影响监测站和数据处理和控制中心等构成的节点出现随机失效，进而造成系统的崩溃。

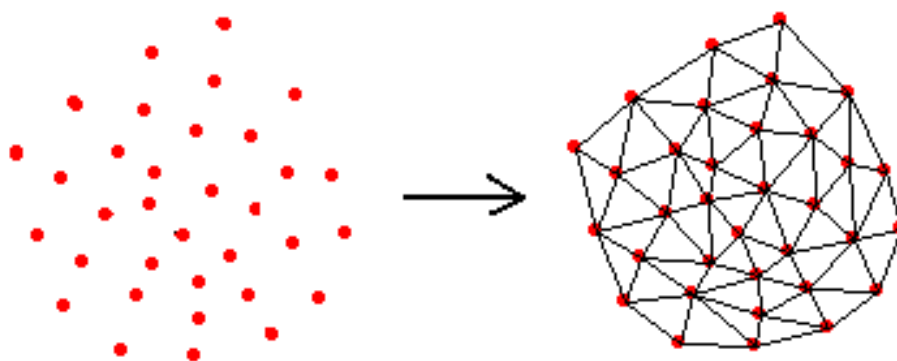


图 1 Delaunay 三角网

采用干扰源检测、特征提取与识别系统架构，对接收的多通道 GNSS 及其干扰信号的时/频/空/极化域多维度解析和特征参数提取基础上，如图 2 所示，通过加权平均、PCA 变换和 HIS 变换进行数据层融合，应用聚类分析、贝叶斯估计、DS 证据理论、信息熵及表决等方法进行信号特征层融合，采用神经网络、可靠性理论、专家系

统、逻辑模板和模糊集理论等方法进行决策层融合，基于最优化判决准则进行 GNSS 干扰源特征快速识别。

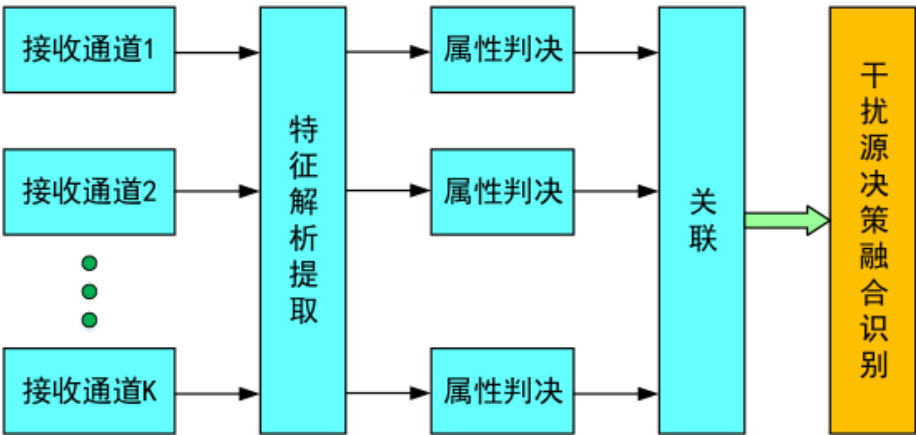


图 2 干扰源特征决策融合识别系统架构

基于威胁评估态势等高线图与威胁评估算法，建立可视化干扰评估图，直观的显示干扰时长、干扰频段、干扰方位、干扰强度、干扰类型等参数信息。

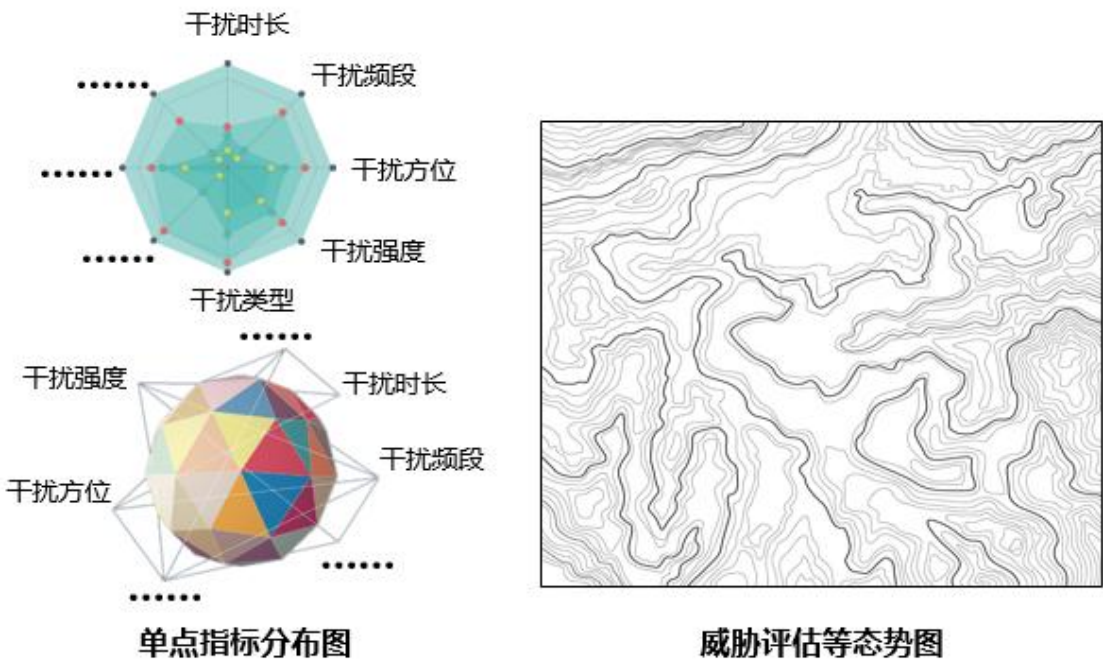


图 3 可视化干扰雷达图与威胁态势等高线图

电磁环境分析与评估依赖于信号监测与测向提供的数据，经过数据预处理，对监测数据进行分析、整理，并结合静态台站数据、频率数据，根据不同业务需求从时、空、频等各维度对监测数据进行挖掘和提炼，形成频率和台站管理所需的动态信息，及电磁环境综合分析结果。

信号监测、测向与定位主界面如下图所示。

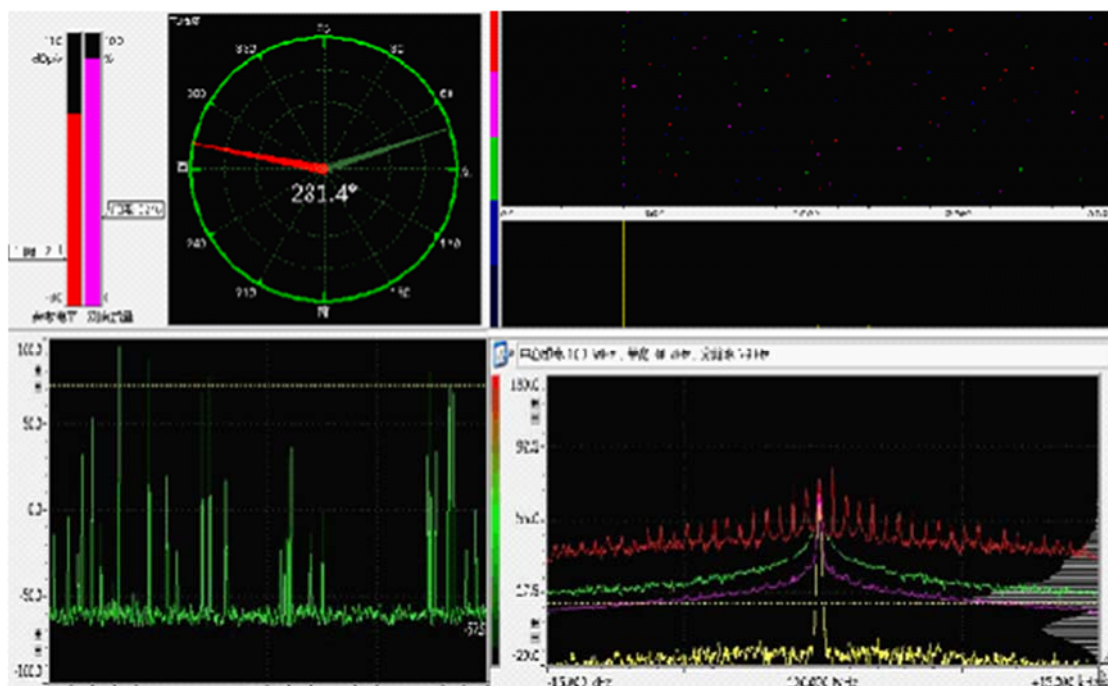


图 4 测向与定位主界面

信号监测、测向与定位示向线绘制如下图所示。

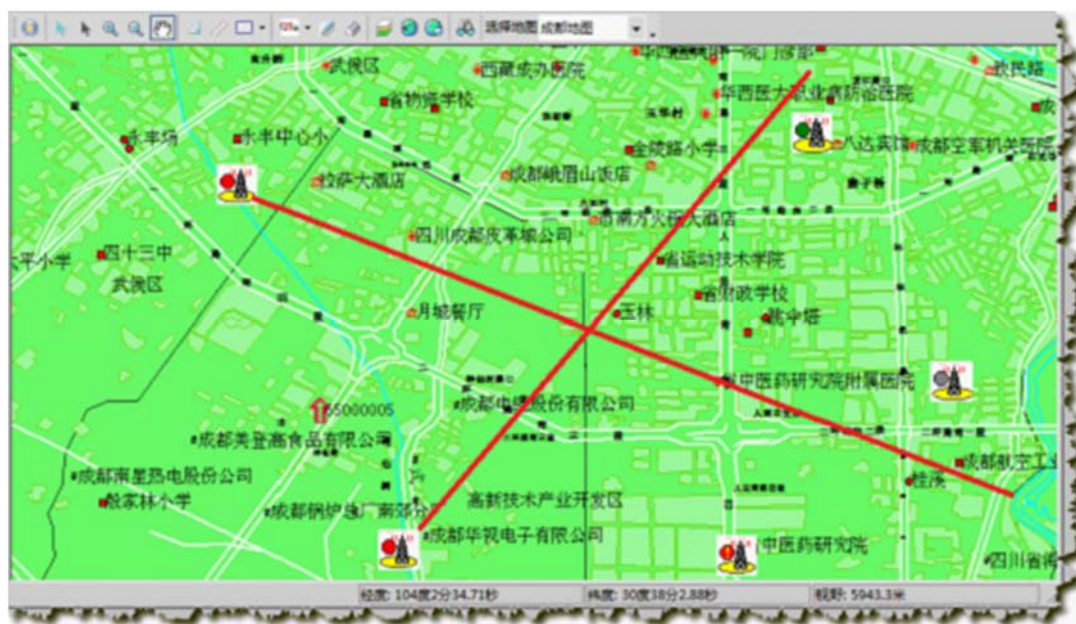


图 5 测向与定位示向线绘制

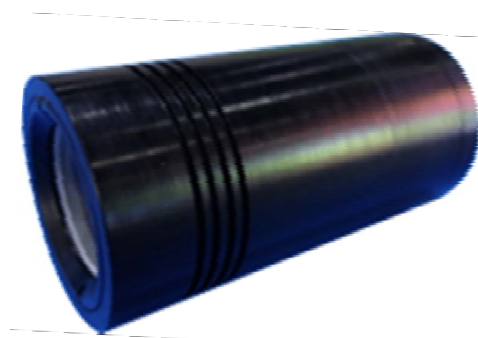
成果来源单位：青岛市光电工程技术研究院

高灵敏水下监控相机

该款高品质水下专业监控相机核心技术具有自主知识产权。其水下微光成像器件提供了前所未有的感光度、图像质量和性能，从而使用户能够在低照度、浑浊水质的条件下进行更准确的观察和作业。



水下相机



水下照明灯

产品特点：

- 一款高品质高可靠性的水下专业监控相机，核心技术具有自主知识产权。
- 进口水下微光成像器件，具有优质的感光度、图像质量和性能，在低照度条件下有较好的显示效果。
- 专业防水线缆，内置凯夫拉纤维。
- 专业水密插头。
- 双密封圈结构设计，保证水下密封性。
- 视窗高透光率、耐冲击、易冲洗。
- 可配大功率 LED 光源。



技术指标：

型号	传感器参数	最低照度	镜头参数	功耗
QAOE-GD-AM-C4	像素：40 万 彩色 1/3 " CCD	0.01LUX	焦距：4/6/16mm 定焦， 可配置	3W
QAOE-GD-CAM-L30	像素：38 万 黑白 1/2 " CCD	0.0003LUX	焦距：4/6/16mm 定焦， 可配置	2W
QAOE-AM-D200	像素：200 万 彩色 1/1.8 " CMOS	0.01LUX	焦距：4/6/16mm 定焦， 可配置	3W
外壳材质	不锈钢/铝合金/钛合金，可定制			
照明光源（选配）	LED，功率可定制			
电缆	可定制，聚氨酯，			
工作深度	300m、500m，可定制			
工作温度	-10℃-60℃			

工作电压	15-30V DC

转化所需投资（万元）：100 万

项目转化后经济社会效益情况：

高灵敏水下监控相机拥有低照度、高清晰度，且体积小、重量轻、低功耗、可靠性高、坚固耐用和操作方便等突出特点，具有严密的防水措施，可用于海中土建工程、水下救援、水下调查勘探、水下养殖、水下拍摄等领域。

项目产品试生产后，产销预测如下：

产品名称	2019 年数量	2020 年数量
高灵敏水下监控相机	500	1000
销售收入（万元）	1000	2000

通过高清、夜视监控镜头实现水下监控和水下探测，不仅能避免因水下能见度低而无法实施救援的缺陷，更是加强了水下打捞的效率，减少了消防员水下工作的危险。红外、变焦距、广角和旋转式以及仰角遥控镜头等特殊光学系统逐步提高了水下摄像机监控的性能，且水下监控在安全性、及时性、经济性等方面表现出色，还可配合录像机、摄像机使用，其应用范围也越来越广。

成果来源单位：青岛市光电工程技术研究院

便携式观测型水下机器人

该款便携式水下机器人主要用于浅水水域的水下环境观测任务，相比于其他下潜深度较大的水下机器人来说成本较低。水下机器人内携带有动力电池，使用时无需外接电源等其他岸基设备，便于携带，使用方便。可以应用于河流、湖泊或水库的水下环境观测，以及近海水产养殖的水下观测任务。



产品特点：

- 水下机器人整体尺寸小，携带有锂电池，无需岸基设备，便于携带。
- 水下机器人共有三个推进器，用来实现水下机器人的上浮、下潜、前进、后退和转向，可实现水下机器人在水中的六自由度运动。
- 密封舱采用高透明的亚克力材质，便于密封，整体造价经济实惠而且结构简洁。
- 水下机器人携带有水下高清广角相机，图像清晰，且视野广阔，直接使用手机或平板电脑与遥控器连接，即可看到水下图像。
- 携带有 LED 灯可以提供水下光照。

技术指标：

推进器推力	11N
LED 功率	3W
摄像头参数	2.1mm（M8）FOV160 °
水下电缆长度	50m
锂电池容量	6000mAh
最大下潜深度	50m

转化所需投资（万元）：100 万

项目转化后经济效益情况：

该款便携式水下机器人主要瞄准低端消费市场，产品的设计从市场的需求出发，具有生产成本低、使用携带方便、操作简单等特点。产品转化后，可解决目前消费级水下机器人市场中，多以价格高昂的国外产品的局面，加大国产水下机器人产品的市场占有率。解决一些亟需水下机器人产品的应用需求，如水下救援任务、水下养殖和水下环境

观测等。同时，还为人们对水下拍摄、水下景色的欣赏等提供便利，给人们探索水下世界提供一个新选择。

项目产品试生产后，预计 2020 年可投放市场。产销预测如下：

产品名称	2019 年数量	2020 年数量
便携式观测型水下机器人	研制定型试销售	20
销售收入（万元）	20	100

社会效益：

在一些简单的水下作业任务中，本产品可以辅助潜水员进行水下工作，减轻潜水员的工作强度。在具有一定危险性的水下环境中，本产品可以代替潜水员执行水下观测任务，保证了潜水员的生命安全。

成果来源单位：青岛市光电工程技术研究院

非接触式水面溢油监测系统

非接触式溢油监测系统是一款全自动非接触式水面溢油监测报警系统，基于紫外光诱导荧光探测原理，采用先进的光学装置和全固态光电组件，探测灵敏度高，系统自动过滤环境光，可全天时可靠地对海洋、河流等水面溢油如原油、汽油、柴油、煤油、润滑油等进行监视监控。仪器具有即时报警功能，使得溢油事故发生时能及时启动应急响应，关闭泵或阀门，或通过多种通信方式通知责任人，减少/避免事故带来的损失。

技术指标：

规格指标	
机械特性	
外形尺寸	250mm×170mm×120mm(长*宽*高)
质量	3kg
外壳	IP66，耐腐蚀、防水抗风化不锈钢 316L 外壳
供电	常规 5W
电源	AC 220v 或 DC 24V
通信接口	
用户接口	RS232/485、OSD 软件
	4-20mA
无线选项	WIFI
	GSM/GPRS
	根据需求定制
本地指示选项	声光报警器可选
工作/存储环境	
工作温度	-40℃～85℃
探测器指标	
探测原理	油荧光探测
探测距离	1—10m

转化所需投资（万元）：1000 万元

项目转化后经济社会效益情况：非接触式溢油监测系统，广泛适用于石油化工厂、电厂、港口码头等工业与环境领域对石油产品的泄漏进行监测监控。交通部《港口工程环境保护设计规范》、《中华人民共和国海洋环境保护法》明确要求港口码头应设置溢油监测和报警装置，并且已列入环保部重大环保装备名单，仅内河港口每年需求量即上万台。

成果来源单位：青岛市光电工程技术研究院

北斗海洋抗干扰高精度通讯定位终端

北斗海洋抗干扰高精度通讯定位终端是结合海上军民实际应用需求研发的针对海上军民两用高精度、抗干扰定位及通讯终端。该终端由天线壳体、极化天线阵列、射频通道、抗干扰处理单元、惯导单元、电台、通信单元和高精度卫星导航接收机单元构成。天线阵列由单个极化敏感天线单元组成，每个天线单元分别接收水平和垂直极化的两路信号；射频通道由低噪放、下变频和本振信号组成；惯导单元完成接收阵面姿态感知功能；电台完成对北斗地基增强系统广播的差分修正信息的接收功能；通信单元实现北斗的短报文通信功能；抗干扰信号处理板完成高精度窄带和宽带干扰信号的抑制处理功能；高精度卫星导航接收机模块完成对卫星信号的捕获、跟踪和高精度差分定位解算功能。

该终端突破阵列天线相位中心标定技术和北斗卫星干扰抑制技术、环路辅助下的PLL (Phase Loop Lock) 环路设计与载波相位补偿技术、精密单点定位的快速收敛算法、多频信号融合下的体系结构设计以及基带、数据联合抗多径方法等关键技术，为促进海洋军工电子与现代化技术军民融合提供技术支撑。

主要功能：

1.RNSS 业务功能：可接收北斗二号卫星信号实现实时导航、定位等功能；具有在重点区域接收系统播发的差分信息的能力；

2.RDSS 业务功能：定位功能；通信功能；位置报告功能；RDSS 服务频度受用户信息中的相关参数控制；

3.RNSS/INS 联合定位功能：可实现 RNSS/INS 联合定位。

技术指标：

1.30s 信号遮挡下定位精度：优于 5m (RMS)；

2.星基增强模式下定位精度：优于 1m (RMS)；

3.码伪距差分定位精度：优于 0.25m (RMS)；

4.测速精度：优于 0.2m/s (RMS)；

5.授时精度：20ns；

6.抗多径能力：90%；

7.RTK 精度：水平：±8mm+1ppm (RMS)；垂直：±15mm+1ppm (RMS)；

8.后处理精度：水平：3mm+0.3ppm (RMS)；垂直：5mm+0.3ppm (RMS)；

9.抗三个北斗窄带干扰能力：优于 80dB；

10.抗三个北斗宽带干扰能力：优于 75dB；

11.RDSS 技术指标：

a) 接收门限功率：≤-127.6dBm；

b) 发射信号时间同步精度：≤5ns。

转化所需投资（万元）：500 万元

项目转化后经济效益情况：

北斗海洋抗干扰高精度通讯定位终端可广泛应用于中科院海洋所海洋大科学研究

中心的包含海洋潜标、浮标、科考船等在内的海上科研设备，为其提供北斗高精度抗干扰可通讯的数据服务，也可用于军方海上设施的建设、大桥的监测等提供高精度、抗干扰的位置数据；在民用领域可广泛应用于智慧港口、石油开采、管道铺设、搜救打捞、海上风力发电等船舶行业高端装备的国产化。

图片资料：

1、北斗海洋抗干扰高精度通讯定位终端组成如下图所示。

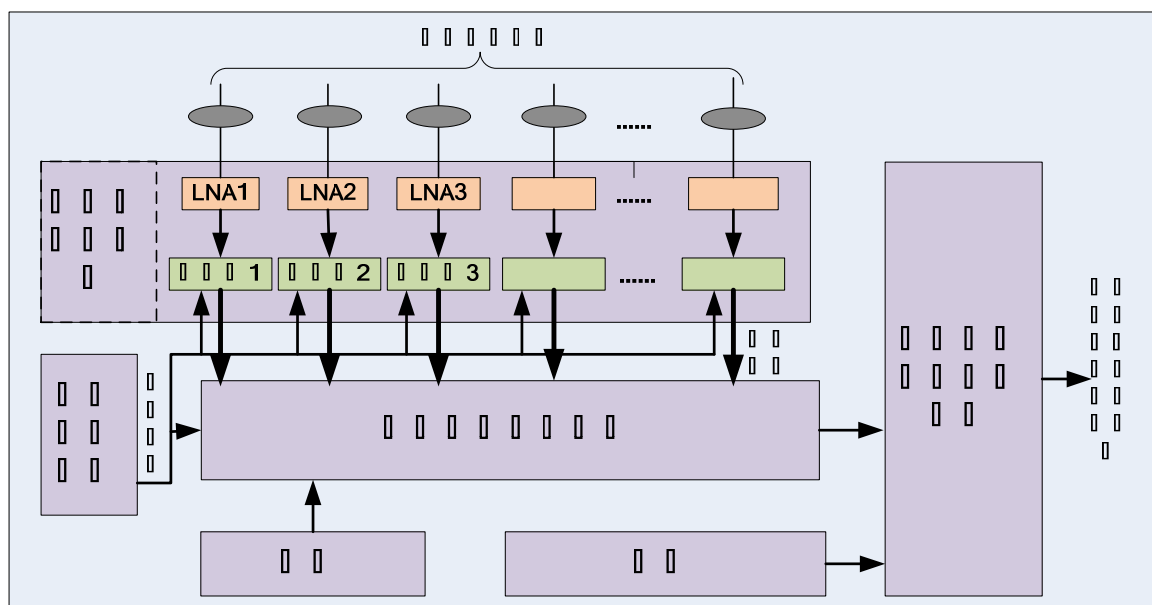


图 1 北斗海洋抗干扰高精度通讯定位终端组成框图

2、极化敏感天线通常有偶极子和微带贴片式两种形式。与偶极子极化敏感天线相比，微带天线具有很小的尺寸，可以把前端射频放大器和滤波器等做在基片上；微带天线有很好的辐射特性，可以从方位角和仰角上同时控制辐射方向图。在工作于相同频率时，可获得稍高的增益和更宽的频带，在实际加工过程中也便于进行电气性能的调试。本项目拟采用极化敏感微带天线单元构成自适应阵列。

低噪声放大器(LNA)可以抑制带外干扰，使抗干扰天线免受频段外大功率发射机影响。无源前置滤波器应具有锐截止和能抑制大带外功率的深带阻特性，才能对带外的干扰信号(特别是邻近信道的干扰)有更好的抑制。

阵列设计时通过合理布局减小阵列尺寸，降低天线单元间的互耦对抗干扰性能的影响。拟设计三阵元极化敏感阵列作为民用增强抗干扰北斗应用系统接收天线阵列，如下图所示。

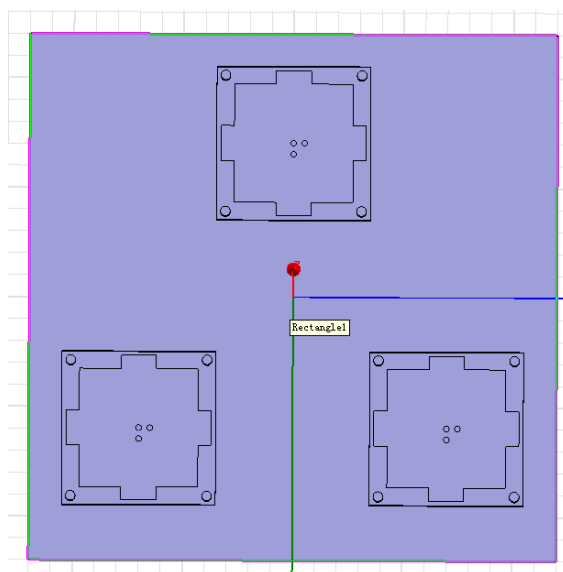


图 2 三阵元极化敏感阵列

3、抗干扰处理单元采用主要由 FPGA 加 DSP 的架构实现，其中多维域联合数字波束形成及自适应抑制处理软件结构如下图所示。

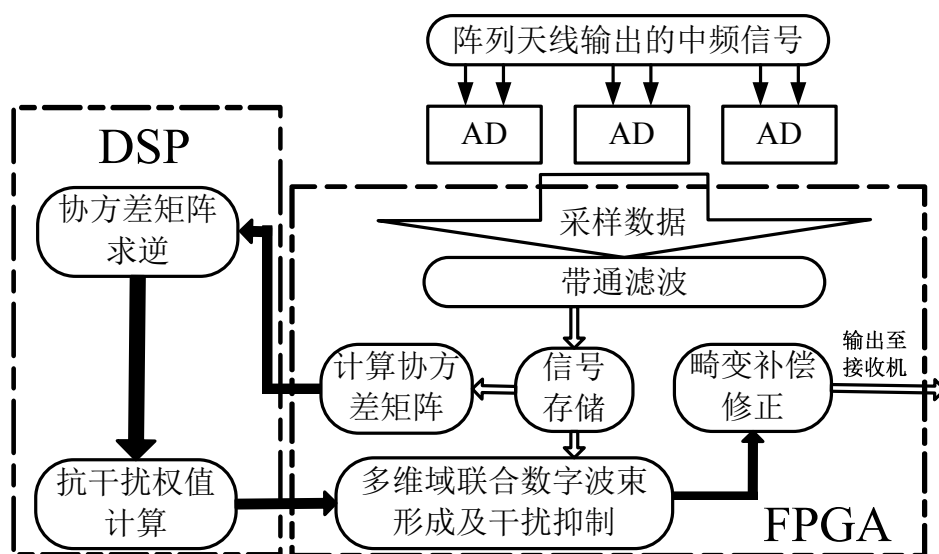


图 3 抗干扰处理模块软件结构图

(1) FPGA 部分

FPGA 芯片需完成：带通滤波、幅相误差校正加权、计算协方差矩阵、多维域数字波束形成及干扰抑制处理和信号畸变补偿修正等功能。

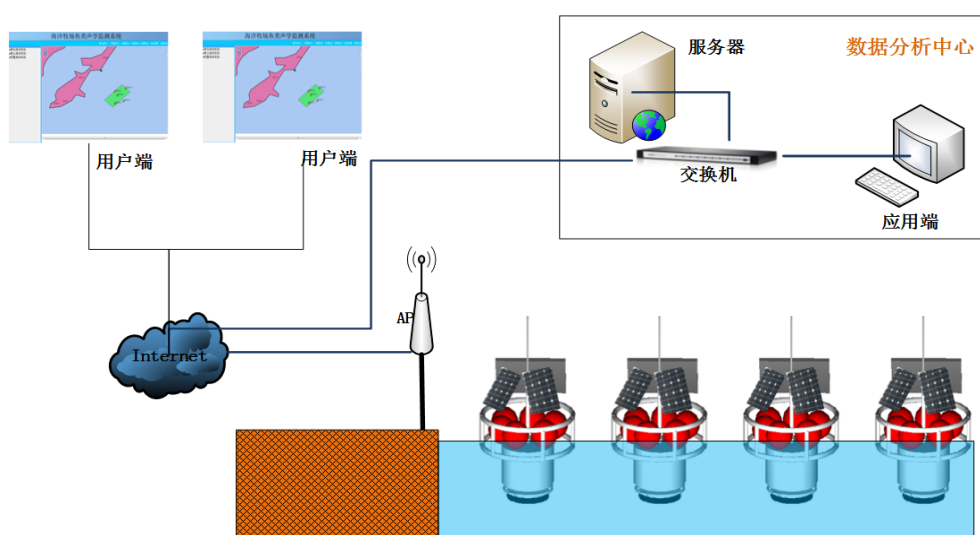
(2) DSP 部分

DSP 芯片需完成：数据协方差矩阵求逆计算、自适应抗干扰权值计算等功能。

成果来源单位：青岛市光电工程技术研究院

海洋牧场生物资源声学监测与评估系统

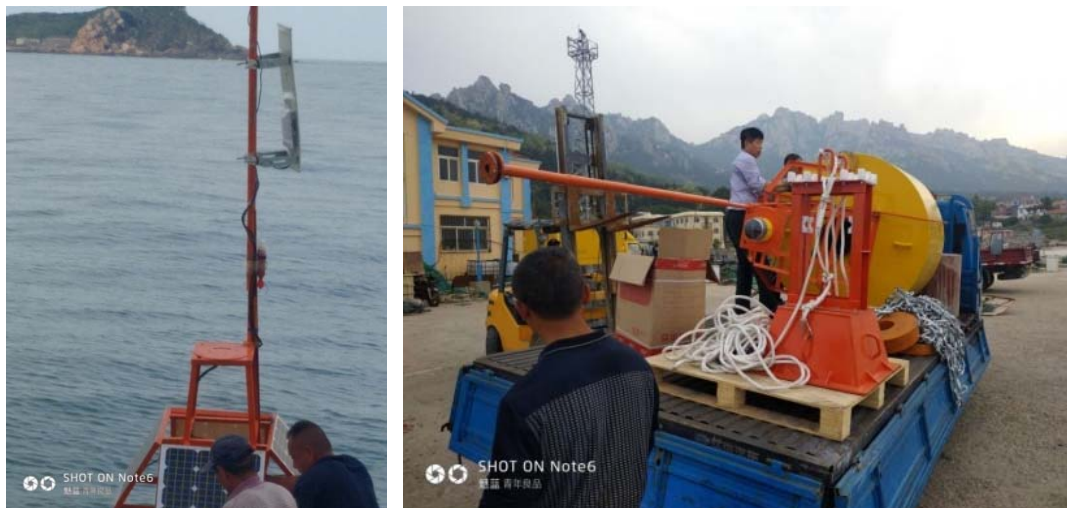
利用多频、宽带声学监测技术组建多节点生态监测网络，实现对海洋牧场区域生物资源密度、空间分布、生物资源量增殖及生态环境功能的长期连续监测，为海洋牧场生态系统功能和过程长期变化规律提供基础数据，评估海洋牧场建设效果，进而科学指导海洋牧场的建设和管理。



成果来源单位：中国科学院声学研究所

海洋牧场监测设备

海洋牧场多参数监测设备由多参数传感器、数据采集模块、数据传输模块和客户端信息显示软件构成；多参数传感器可以实现对水质和水下视频的监测，数据采集模块采集到多参数传感器的信息后，数据传输模块将其传送到用户端显示。该设备可较好地用于海洋牧场监测，全面提升海洋牧场的科学化监管和告警等管理。



产品特点：

- 可在水下长期布署和使用，维护周期大于 3 个月。标准工作水深 50 米，根据工作需要可定制不同深度级别。
- 水下 316L 不锈钢外壳水下摄像机，1080P 高清摄像机，视频通过网络传输到电脑或者个人手机，实时监控水下状况。
- 通过 USB 串口传输指令以及传感器数据包，可实现对设备实时操作。
- 双通道信息传输兼顾系统低功耗以及传输效果
- 降低人工成本，提高人工效率

技术指标：

系统电压	DC 12V
系统总功率	<20W
摄像头参数	200W 像素
水下传感器	根据实际情况可定制
蓄电池规格	12V 60A/H

转化所需投资（万元）：300 万

项目转化后经济社会效益情况：

2014 年，山东省启动海上粮仓，打造五类海洋牧场，目前，已建设省级以上海洋牧场示范区 55 个，建成海洋牧场观测网系统 21 套、岸基“四个一”工程 18 处、海上多功

能平台 18 座，评定省级休闲海钓示范基地 15 处，省级休闲海钓场 33 处，配套建设标准休闲海钓船 212 艘。海洋牧场监测设备势必会发展成为日后海洋牧场的主流配置，智能化的控制管理将会代替人工化的养殖方式。

项目产品试生产后，产销预测如下：

产品名称	2019 年数量	2020 年数量
海洋牧场监测设备	5	10
销售收入（万元）	150	300

社会效益：

海洋牧场监测设备有利于加快水产养殖生产技术日趋完善，实现渔业养殖的标准化，构建“人工智能+物联网+生态牧场”的智能化生产体系，实现海洋牧场信息化管理，有效缓解渔民压力。

成果来源单位：青岛市光电工程技术研究院

二、高端装备产业

离子探针的超高空间分辨率改造

二次离子质谱仪（SIMS）具有高精度的微区原位分析的能力。仪器能达到超高真空水平是获得准确数据的保障，特别是对于矿物中水含量的分析。影响仪器的真空度主要是仪器自身的抽气能力及样品靶的释气。因此本项目基于该技术难题，进行了以下优化：

1、提出了一种全自动的液氮加注装置，该装置能有效的监测仪器标配的液氮罐内的液氮量，是一套轻型且能自动控制液氮加注的装置，能有效控制真空液氮冷冻罐中液氮含量，在使样品腔处于较稳定状态的同时，提高样品腔真空度，是一项为二次离子质谱仪长时间、稳定及自动化工作起到至关重要的改进。

2、提出了一种适用于 SIMS 超高真空的单矿物的制靶技术，采用合金材料代替环氧树脂进行浇筑（莫氏硬度~2.5）。该材料易浇筑，可打磨抛光，又不会污染样品、吸水率极低，能有效的提高样品腔真空度。且适用于样品的水含量及氧同位素分析。基于以上改进，实验结果表明样品腔真空度从 $1.2 \times 10^{-8} \text{mbar}$ 优化至 $1.9 \times 10^{-9} \text{mbar}$ 。水含量分析结果表明，样品腔中背景低于 10ppm。可满足无水矿物水含量分析。

技术指标：

- 1、实现液氮的自动化加注；
- 2、提高一个数量级的真空度。

转化所需投资（万元）：100 万元

项目转化后经济社会效益情况：

实现小颗粒矿物“水”含量分析，为地球科学对矿物中挥发份的研究提供更详实的结果。

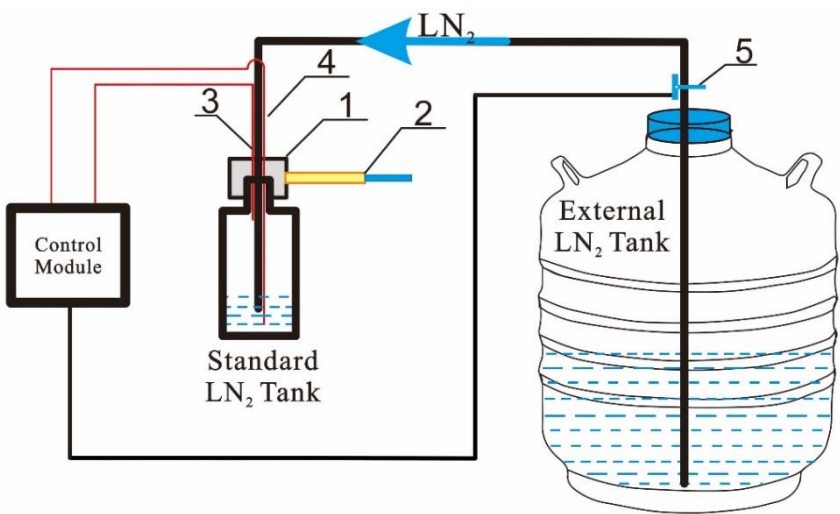


图 1 全自动液氮加注系统示意图



图 2 全自动液氮加注系统实物图



图 3 合金材料样品靶实物图

成果来源单位：中国科学院广州地球化学研究所

一种岩石绝热应力变化的温度响应系数测试系统

本成果涉及一种岩石绝热应力变化的温度响应系数（adiabatic stress derivative of temperature）测试方法与系统，通过瞬间打开耐压灌（Pressure vessel）的排泄阀，对岩石样品进行快速加、卸载。在快速加载（或卸载）后的 10~20 s，外界温度变化还未影响到岩石样品中心，从而实现了绝热增压（或减压），通过实时监测耐压灌围压（Confining pressure）和岩石样品中心温度变化，即可获得岩石绝热应力变化的温度响应系数($\Delta T/\Delta \sigma$)，即绝热过程中的单位应力变化所引起的温度变化量。

技术指标：1）测温分辨率：1.0 mK；2）围压监测分辨率：0.05 MPa；3）岩石绝热应力变化的温度响应系数精度：优于 3.0%（围压变化>10 MPa）；4）温度及围压采样频率：可调，最高 1 Hz；5）加压泵最高升压：130 MPa；6）耐压灌最大耐压：130 MPa。

转化所需投资（万元）：200 万元

项目转化后经济效益情况：本成果是目前唯一一套在瞬间加、卸载后 10-20 s 内，直径 5 cm 岩样中心能达到理想绝热条件的系统，这为岩石绝热条件下热力学参数测试，提供了非常理想的条件。而且发明人通过对 15 块地壳常见岩石的实验测试结果表明本方法和系统切实可行，测试结果已于 2017 年 7 月正式刊登在期刊 Journal of Geophysical Research: Solid Earth 上，因此，本成果转化后，可直接用于岩石绝热应力温度响应测试（基础的热力学参数之一），这可为同震温度响应机制研究提供科学、可靠的基础热力学参数。而近年来，国内外地震断层科学钻探越来越多，获取到的地震断层岩石样品也越来越多，对基础的岩石热力学参数需求肯定越来越强烈。尤其是在中国、日本、美国等环太平洋俯冲带地震多发国家，具有非常强的应用前景。

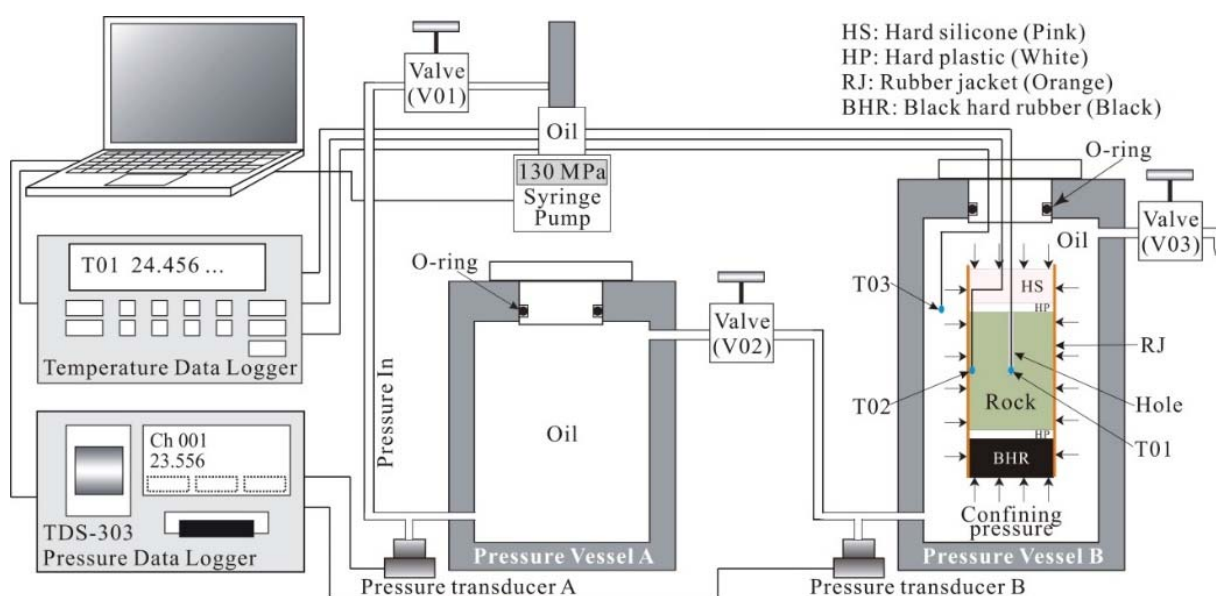


图 1 系统示意图



图 2 系统实物图

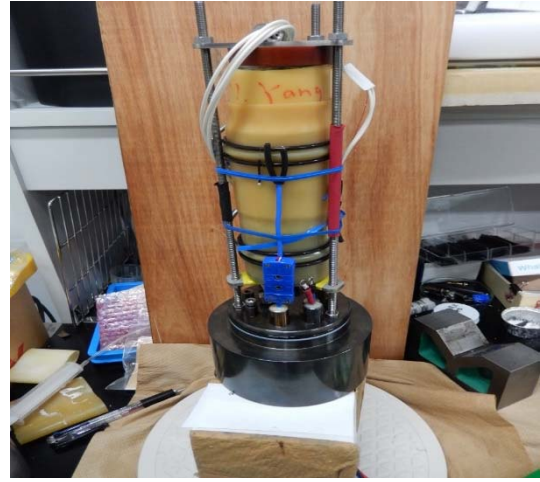


图 3 岩石组件实物图

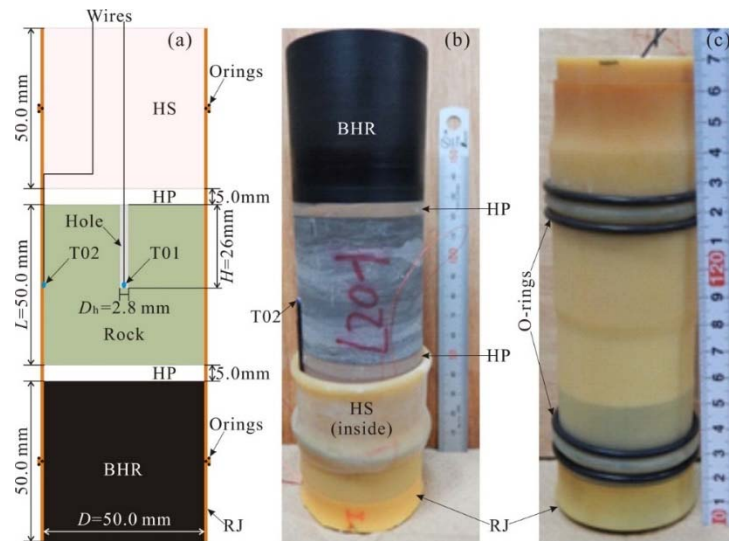


图 4 岩石组件内部结构示意图与实物图

成果来源单位：中国科学院南海海洋研究所

用于复杂体系的液体核磁共振流动池系统的研制

1.1、拟进行功能开发的仪器设备现状描述（包括仪器设备工作原理、现状、主要应用领域、主要缺陷）

液体核磁共振谱仪是检测有机分子结构、研究分子反应动力学和反应机理的有效手段，它不仅仅适用于驻流检测---即对置于核磁磁体中的液体样品进行测试，它也能以停止-流动和连续流动的模式来检测有机分子的相关动态过程。商品化的核磁共振流动池探头在天然产物的分离鉴定、代谢组学等复杂体系研究等方面有着广泛的用途。

大连化物所装备数台液体核磁共振谱仪，我们已经先后引进了 Varian 公司生产的 400 兆液体核磁共振谱仪一台，瑞士 Bruker 公司生产的 400 兆和 500 兆液体核磁共振谱仪各一台，以及近期引进的瑞士 Bruker 公司生产的 700 兆液体核磁共振谱仪一台。目前 400 兆和 500 兆液体核磁共振谱仪主要用于有机分子等的表征，700 兆液体核磁共振谱仪主要用于生物分子、天然产物、材料合成等的研究，都没有配置流动池探头。尽管大连化物所在催化反应动力学和反应机理的研究等方面对流动池探头具有明确的需求，这些功能开发仪器的以下缺陷或实际困难限制了我们流动池探头的采购/应用：（1）400 兆和 500 兆液体核磁共振谱仪由于灵敏度和分辨率相对偏低，只适合于样品浓度高的体系；而 700 兆液体核磁共振谱仪由于超低温探头为主要工作探头，其频繁更换成本高、设备损坏风险较大。因此，大连化物所的现有液体核磁共振谱仪直接配备流动池探头将有比较大的局限性；

（2）商品化流动池探头的购置成本较高，而且只能用于单台液体核磁共振谱仪。

本项目的研究，旨在解决以上缺陷或困难。通过研制用于复杂体系的液体核磁共振流动池系统，能在不改变现有核磁共振谱仪硬件的情况下，利用现有的探头实现对研究体系的停止-流动和连续流动的检测，拓展现有液体核磁共振谱仪的研究功能，方便天然产物的鉴定和催化反应等的研究。

1.2、功能开发完成后能够解决的具体科研问题及其意义

本系统研制完成后，可以利用液体核磁共振谱仪开展复杂体系的检测和研究工作。其意义在于：

（1）能够使用现有各种探头按停止-流动或连续流动的模式检测，适用于不同核磁仪器公司不同场强的液体核磁共振谱仪，具有普遍适用性；

（2）本系统能在分辨率、线型和灵敏度等方面均接近现有探头的检测指标；与商用流动池探头比，能在更大温度范围、对更多的核实现检测；

（3）能够充分利用现有超低温探头的高灵敏度特性，可对反应混合物中的低含量物质进行停止-流动或连续流动模式的检测；

（4）与商用流动池探头相比成本低，适于推广使用。

1.3、预期成果及应用领域

研制用于复杂体系的液体核磁共振流动池系统一套，投入所级公共平台实际使用中。

该系统可以与各家仪器公司的进口或国产的液体核磁共振谱仪配套使用。可以广泛用于液体状态下的分子反应动力学和反应机理研究、天然产物和代谢产物的分离鉴定，在科研院所和化工、制药等行业的研发和生产中得到推广应用。

1.4、国内外仪器现状及发展趋势，项目完成前后仪器设备功能的技术指标对比

国内重要研究单位配备的液体核磁共振谱仪大多是进口仪器。500 兆或 500 兆以下的较低场液体核磁共振谱仪由于受灵敏度和分辨率的限制，配置流动池探头的单位较少。商用流动池探头的有效样品体积较小，一般为 30-120 微升（常规探头的有效样品检测体积约为 350 毫升），相应的核磁信号灵敏度比常规探头要低；同时，商用流动池探头的检测温度和检测核都有比较大的限制。而国内研究单位引进的 600 兆或 600 兆以上高场液体核磁共振谱仪普遍配备了超低温探头。与常规探头比较，超低温探头具有高检测灵敏度的优势，能将核磁信号的检测灵敏度提高 2-4 倍（节省检测时间 3-15 倍）或更高。但同时，超低温探头由于其系统配置复杂、使用条件比较苛刻，其频繁更换成本高、设备损坏风险较大。因此，国内研究单位配备了超低温探头系统的液体核磁共振谱仪很少同时配置流动池探头。

本项目旨在研制具广泛适用性的复杂体系的液体核磁共振流动池系统。系统研制成功后，可以用于不同仪器公司的液体核磁共振谱仪的不同探头，开展多种液体状态下的分子反应动力学和反应机理等研究。项目完成后可以在停止-流动或连续流动模式下，在较大温度范围内（针对宽带探头）对低温和高温催化反应进行核磁共振研究；流动速度可达到 4 毫升/分钟。

在本项目申请备案启动后的 2016 年，核磁共振谱仪厂家布鲁克（Bruker）在国际上和在中国大力推出了与本项目目标完全一致的流动池系统产品 InsightMR 和相应的实时分析软件，为本项目的执行施加了很大难度。一方面，由于有自己的专有技术和巨大的成本优势，我们坚持了原有的设计理念；另一方面，在参考比较了我们的前期产品和公司的商品化成品后我们做了比较大的改动，最终优化后的系统不仅维持了性价比高的制造成本方面的优势、使用性能好，而且与公司产品相比，在维护的便利性上具有明显优势。

合作方式:合作形式另议

投资规模:20 万~100 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

光衍生器

小型光衍生器可用于液相色谱仪柱后衍生。采用独有专利技术，具有 2 万小时的使用寿命，衍生池体积仅 0.1 mL，对色谱峰展宽很小，性能优于目前国内外各类商品光衍生器。

主要技术指标:

衍生温度: 室温

最高耐压: 3 MPa

荧光增强效果: 黄曲霉毒素 B1 和 G1 提高 9 倍以上

功耗: $\leq 10\text{ W}$

尺寸: $121 \times 60 \times 57\text{ mm}$

重量: $\leq 310\text{ g}$

投资与收益: 本产品是液相色谱柱后衍生的关键部件，可与任意液相色谱仪联用，市场容量大，具有广阔的应用前景。

合作方式: 合作开发

投资规模 20 万~100 万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

fA 级电流放大器

IV-fA-00X 型飞安级电流放大器适合高内阻信号源的微弱电流的测量，如静电场下的离子/电子电流、光电流等。可内置高压电源，作为离子化检测器如氢火焰离子化检测器（FID）、光离子化检测器（PID）的极化电压。已批量用于上述检测器的微电流放大。

主要技术指标:

增益: $4\ \mu\text{V/fA}$, $1\ \mu\text{V/fA}$, $0.1\ \mu\text{V/fA}$

响应频率: 50 Hz (或定制)

电源电压: 12 V

输出电压: 0 ~ 5 V

输入阻抗: 1 M Ω

噪声: $\leq 20\ \mu\text{V}$

高压输出: 200 ~ 1000 V (按需定制, 最大输出电流 0.5mA)

技术优势: 低温漂, 低噪音

投资与收益: 本成果适用于静电场下的离子/电子电流、光电流等飞安级电流的放大, 是离子化检测器的关键部件, 市场容量大, 具有广阔的应用前景。

合作方式: 合作开发。投资规模: 20 万~100 万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

微电流放大器

IV-pA-005 型微电流放大模块为金属屏蔽盒，专用测量微弱电流，增益大小可通过管脚切换。适合低内阻至较高内阻信号源的亚皮安级和纳安级微弱电流的测量，如光电流、生物电流、活细胞电流和电化学测量等。

主要技术指标:

增益: 0.1, 1, 10 mV/nA 可调

响应频率: 300 Hz

输入阻抗: $<50\ \Omega$

噪声: $\leq 50\ \mu\text{V}$

温漂: $\leq 1\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ (1V)

电源电压: $\pm 5 \sim \pm 15\ \text{V}$

技术优势: 抗干扰、抗漏电

投资与收益: 本成果适用于低内阻至较高内阻信号源的亚皮安级和纳安级微弱电流的测量，是光电流、生物电流、电化学信号测量的关键部件，市场容量大，具有广阔的应用前景。

合作方式: 合作开发

投资规模: 20 万~100 万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

小型荧光检测模块

使用小功率发光二极管(LED)为光源,光电二极管(PD)为检测器,集成所有光学器件和电子电路。灵敏度达到实验室台式荧光计水平(脉冲氙灯为光源、光电倍增管为检测器)。可作为关键部件用于食品安全、生命科学和环境监测仪器,如PCR仪、流式细胞仪等仪器。单通道、双通道可选。

主要技术指标:

光谱检测范围: 340~1100 nm

检测限: ≤ 0.2 ppb 黄曲霉毒素 B1; ≤ 0.02 ppb 荧光素

体积: ≤ 45 cm³ (单通道); ≤ 78 cm³ (单通道)

功耗: ≤ 1 W

噪声: ≤ 20 μ V

最大输出: ≥ 3.5 V

信号稳定度: 2%

投资与收益:该成果作为关键部件用于食品安全、生命科学和环境监测仪器,如PCR仪、流式细胞仪等仪器。市场容量大,具有广阔的推广应用前景。

合作方式:合作形式另议。投资规模:20万~100万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

流通池荧光检测器

采用正交光学结构，以小功率发光二极管（LED）为光源，AccuOpt 2000 光电放大器为荧光接收放大器件。采用直通纺锤型流通池（池体积 28 μL 、耐压 3 MPa），提高检测灵敏度。全部采用国产滤光片，其性能达到国外名牌产品的技术水平。整机模块化设计，可与 HPLC、FIA 等分离系统在线联用。

主要技术指标：

检测限：0.05 ppb 叶绿素 a；0.005 ppb 黄曲霉毒素 B1

线性范围：4 个数量级

功耗： $\leq 1\text{ W}$

噪声： $< 25\text{ }\mu\text{V}$

漂移： $< 50\text{ }\mu\text{V/h}$

稳定时间： $< 5\text{ min}$

光源寿命：20000 h

尺寸：110 $\times$ 105 $\times$ 35 mm;重量： $< 210\text{ g}$

投资与收益:本成果可用于食品、环境、生物、医药等领域中化学污染物和致病微生物的痕量检测；收益与投资金额成比例。

合作方式:合作开发。投资规模:20 万~100 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

半导体金属氧化物电子鼻

常规的电子鼻通常基于商品化的为数有限的半导体金属氧化物传感器单元,其筛分能力受到很大限制,同时价格昂贵。我所发明的半导体金属氧化物层层组装构建传感器的方法,可以基于一种金属氧化物,通过组装方式的改变,得到多个半导体金属氧化物传感器单元,大大拓展了电子鼻的区分能力,可用于茶叶、烟草、酒、咖啡等生产加工过程中的批次产品质量控制。

该设备具有如下特点:

- 1、实时在线响应。
- 2、灵敏度高,成本低,操作维护方便。
- 3、可自制传感器单元,按用户需求找寻最合适的传感材料,并通过层数变化,得到众多的传感基元,构建多维传感器电子鼻。
- 4、具有自主研发的数据分析系统、聚类分析与主成分分析体系,辅助用户对待检产品进行筛查。
- 5、可按用户需求定制软件系统。

合作方式:合作开发

投资规模:100 万~500 万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

基于 Charge Flipping 和 Intrinsic Phasing 最新算法接入的单晶自动解析技术

单晶结构解析是表征物质结构最直观，也是最有效的手段之一。通过单晶结构解析可获得化合物的原子之间成键及拓扑结构信息，能很好地揭示材料深层的结构与性能之间的关系，从而有助于获得重要的原创性学术研究成果，发表高水平的学术论文。目前许多研究工作者，尤其是从事药物结构设计与合成，催化剂及光电磁新型晶态材料等研究领域的，对晶体结构解析有重要需求。特别是对一些空间群难以确定、复杂无序、孪晶、手性绝对构型确定等较难解析的晶体结构束手无策。相比最通用和经典的 Direct Methods, Patterson Method 两种算法，目前发展的包括 Charge Flipping, Intrinsic Phasing 最新的算法在处理这些方面具有独特优势，能实现对于大部分晶体结构高自动化的解析与精修，得到理想的精修结果，达到无 A、B 类错误的剑桥晶体结构数据中心 (CCDC) 收录的标准，并结合目前最新的图形界面化 (GUI) 程序 OLEX2 对相关单晶解析及可视化程序包括 XPREP, PLATON, XP 等用 Python 进行集成，使晶体的解析，精修及可视化方面的效率极大的提高。

合作方式:技术服务。投资规模:20 万~100 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

便携式烟道气采样器

以污染源废气二恶英类排放连续监测为目标,针对焚烧烟气二恶英类排放监管的技术需求,特别是垃圾焚烧、钢铁等排放监管需求,开发的一种二恶英类污染源监测技术和便携式采样器。该设备攻克了焚烧烟气中气体流速和体积精确计量、跟踪采样等关键技术,独特设计的分体式结构利于搬运携带,使用高品质元器件确保运行稳定性,能在恶劣的环境条件下使用。

合作方式:技术入股

投资规模:100 万~500 万(不含)

成果来源单位:中国科学院大连化学物理研究所

硬脆材料超精密孔/边加工技术

随着现代光学技术的不断成熟和进步，光学系统越来越复杂。一方面，带孔的光学元件在现代光学系统中越来越发挥着独特作用，例如激光谐振腔的输出刮刀镜（通常是椭圆孔）、中大型反射式系统的主次镜芯孔（常见阶梯孔）以及特殊用途的光学元件准直孔（一般孔径比较小）等。另一方面，受特殊通光孔径的限制，各种异形的光学元件从常规的圆形光学元件到椭圆形、八边形光学元件，甚至三角形、星形光学元件等层出不穷。这类元件材质通常是单晶硅、石英以及玻璃类的硬脆材料，在进行通孔、盲孔以及特殊外轮廓的加工时，面临一定的工艺难题，具体有：孔/边周围的崩边难以处理；由于工艺所限，孔径、孔定位和孔的轴线公差控制难度高；异形轮廓边的光学元件尺寸精度难以保证；有孔材料和特殊轮廓边的光学元件，特别是异形孔和异形轮廓边光学元件的后续抛光工艺更加复杂，面形精度和表面质量控制困难。本课题组在特殊应用背景下，开发了特殊工艺，可实现各种异形孔以及异形轮廓光学元件的加工任务，同时保证光学元件极高的面形精度、表面粗糙度和表面光洁度水平。

合作方式:合作形式另议

投资规模:100 万~500 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

高面形精度超光滑表面加工技术

高面形精度的超光滑表面制造直接面向现代光学技术和精密电子领域的应用需求，是现代超精密加工技术的重要组成部分。尤其是近年来，随着高能激光、极紫外光学技术的发展，对光学元件光谱特性、损伤阈值以及散射损耗等不断提出越来越苛刻的要求，更加促进了高精度的超光滑表面加工技术的工艺研发进程。本课题组在高功率激光的应用背景下，专门开展了这方面的特色研究工作，借助已研发成熟的工艺手段，可实现如下技术指标：

基底材料：单晶硅、石英等；

光学元件口径： $\leq 300\text{mm}$ ；

加工面形精度：PV 优于 60nm ；

表面粗糙度：RMS 优于 0.2nm ；

表面光洁度水平：10-5。

合作方式:合作形式另议

投资规模:500 万~1000 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

高效非球面光学元件加工技术

非球面光学元件包括抛物面、椭球面及双曲面等。非球面光学元件可获得球面光学元件无可比拟的成像质量，可用来校正像差和改善像质，可以校正场曲外的单色像差。同时，非球面可以简化光学系统结构及减轻系统重量，基于 Preston 理论，我所采用计算机控制光学表面成型技术（Computer Control Optical surfacing-CCOS），通过控制去除函数及驻留时间函数实现非球面高效去除。目前，我所研制的非球面面形精度 PV(Peak-Valley)可达到 $1/8\lambda$ ，RMS (Root-Mean-Square) 达到 $1/50\lambda$ ，非球面口径可达到 400mm。非球面光学元件在民用光电产品应用非常广泛，如摄像镜头、望远镜及医疗仪器等，国内市场的空间很大。

合作方式:合作形式另议

投资规模:500 万~1000 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

总烃分析仪

仪器基于氢火焰离子化检测器原理设计制造，用于测定气体中的总烃含量，测量结果直接在显示仪表上显示，具有无人操作、灵敏度高、稳定性好、检测器熄火自动切断氢气并报警的特点。仪器工作需用燃烧气氢气和助燃气空气或氧气，在氢火焰检测器内形成稳定的氢火焰，样品气以固定流量进入检测器燃烧，产生离子流被定量检测，得到气体样品中可挥发的烃类总量。

主要特点:

检测显示最小值: $0.1 \times 10^{-6} \text{ V/V}$ (ppm)

检测显示最大值: $200 \times 10^{-6} \text{ V/V}$ (ppm)

可测样品: 空气、 O_2 、Ar、 N_2 、CO、 CO_2 等气体

投资与收益: 用于气体工业、食品、环境监测、石油、化工、钢铁和等领域中对总碳氢化合物检测的需求，可作为过程检测和控制仪器。市场容量为 300-500 台/年，具有广阔的推广应用前景。

合作方式: 合作形式另议

投资规模: 20 万~100 万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

锥形制备色谱柱

制备色谱柱总是在进样量过载的条件下工作,而进样量超载将导致分离效率的下降,产品纯度的降低。因此,如何提高柱效,增加单位体积填料的样品载样量是制备色谱柱的研发目标。该制备色谱柱是一种开口锥角为特定值的锥型色谱柱,与传统的柱式制备色谱柱相比,对于相同体积的色谱柱,锥形色谱柱的样品担载量提高 50%、柱效提高 15%、出口浓度提高 65~110%。

主要技术特点:与同长度同容积的传统圆柱状色谱柱相比:流动相在柱内的流型从抛物线变成了平头,或称之为塞子型;色谱柱的柱效提高了约 15%;样品担载量分别提高 50% (体积) 和 80% (质量);流动相的最佳流量与传统柱相当;目标组分出口浓度提高 65-110%;单位产出的溶剂消耗减少 30-55%;降低溶剂回收的能耗 50%

专利状态:授权 1 项发明专利

投资与收益:适用于制药、天然产物提取等领域中化合物的提纯和制备。市场容量为 200-400 台/年,具有广阔的推广应用前景。

合作方式:技术转让

投资规模:小于 20 万(不含)

成果来源单位:中国科学院大连化学物理研究所

先进精密光学薄膜制造技术

光学薄膜是光学元器件制造的关键技术之一，其应用无处不在，从眼镜镀膜到手机，电脑，电视的液晶显示再到 LED 照明等等，它关系到我们生活的方方面面。先进光学系统，如高能量高功率激光器、拉曼光学、荧光显微等，对光学薄膜提出了极高的要求。目前，这类先进光学系统上使用的关键光学薄膜器件仍然主要依赖进口。本组在超低损耗高损伤阈值激光薄膜和超精密滤光片两个领域具有大量的技术储备。研制的可见-近红外高阈值光学膜承载的峰值功率可达到 GW 量级，超反射膜的总损耗达到了 20ppm 以下，并制备成功了多款拉曼、荧光滤光片，性能达到了国际顶级滤光片生产商同类产品的水平。目前，我们有能力承担 193nm 到 10.6um 的各类先进光学薄膜元件的研制任务。

合作方式：合作形式另议

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

微型气相色谱仪

GC-2100 型微型气相色谱仪是将气相色谱原理与微加工技术结合，采用新材料、新原理、微加工及集成化设计思想研制出来的，具有体积小、消耗低、操作简单而且环保等优点。该机适配不锈钢微填充柱或内衬石英不锈钢毛细管柱，具有恒温或程序升温功能，利用阀进样分析挥发和半挥发组分。单气源，载气意外中断不会烧毁检测器。

主要特点：

检测器：全固态热导检测器（抗震、抗氧化）

功耗：≤ 25 W/通道

载气：He/H₂，2~6 mL/min

工业在线/实验室 两种型号

专利状态：发明专利 3 件

投资与收益：适用于现场或车载大气 VOC 监测，油气田、电力部门、化工厂、野外或军事等现场测试，工业在线分析，也适用于实验室分析样品。市场容量为 300-500 台/年，具有广阔的推广应用前景。

合作方式：合作形式另议

投资规模：20 万~100 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

数字直读式氢气含量测定仪

该氢含量测量仪用于连续或间歇测定各种复杂混合气体中氢气的含量,并以数字形式直读显示。混合气体中其它组成的变化不影响测量氢含量的准确度。方法原理是:混合气体首先经过分子尺寸筛分膜,氢气分子因体积小而高比率透过膜,其它分子的透过率很低;透过膜的气体分子进入载气中,再经过热导率检测器选择性定量检测气体中的氢含量。经过两级筛选对氢分子的选择性达到 2500 以上,因此能够准确测量浓度低至 0.2%的氢气浓度。

主要技术指标:

测量范围: 0.1-99.9%

线性测量方式: 连续或间歇式

精度: $\pm 0.1\%$

电源: 220 $\pm$ 30 V

功耗: 不大于 100 W

尺寸: 35 $\times$ 17 $\times$ 44 cm³

整机重量: 10 kg

工作环境温度: 10-45 $^{\circ}\text{C}$

投资与收益: 适用于石油化工生产中反应塔加氢、炼厂气尾气、或反应塔尾气中氢含量的连续监测, 研究开发工作中微型反应器的原料气和尾气中氢含量的连续监测。市场容量为 200-400 台/年, 具有广阔的推广应用前景。

合作方式: 合作形式另议

投资规模: 20 万~100 万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

汽油中芳烃及醇醚类组分定量分析装置

该装置和方法采用毛细管柱串联—切割反吹的方法将汽油中芳烃完全与其它烃类分离，并与其它组分进行归一化定量。在切割反吹的过程中允许较长的时间误差，从而在不采用外标的情况下，获得准确的定量分析数据。

主要技术指标：

分析沸点在 380 °C 以下的组分。

在分析汽油中含氧组分时，允许切割误差时间：≤12s

技术特点：传统的国标或 ASTM 方法分析汽油中含氧组分的中心切割时间允许误差仅为 0.2 s，对仪器设备和色谱柱的性能要求很高。而本方法在切割反吹的过程中允许的时间误差为 12 s，在 12 秒内对定量误差没有影响，而且不必采用外标定量。这项技术可用于轻质油的组分分析、ppm 级苯含量测定，以及乙醇汽油中醇类含量的测定。

投资与收益：用于石油、化工等领域中芳烃及醇醚类组分定量分析。市场容量为 200-400 台/年，具有广阔的推广应用前景。

合作方式：技术转让

投资规模：20 万~100 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

求生报警器

利用声音和闪光报警，其中声音强度达到 110 分贝，闪光亮度 2 流明。极节能设计，使用 4 节 5 号碱性电池，连续报警 7 昼夜。

主要特点：声音强度高、闪光亮度适中，体积小且轻便、成功的节能设计使报警器能够声光报警连续工作 7 昼夜，便于携带，防雨。操作简单，耐受野外环境和振动撞击。

重量：整机重 350g

投资与收益：适用于野外远足、地震、意外伤害、迷路等状况的求生报警。市场容量为 1-2 万台/年，具有广阔的推广应用前景。

合作方式：合作开发

投资规模：小于 20 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

环境气氛爆炸预警传感器

爆炸预警传感器适用于环境中可燃性气体、气溶胶或混合气体浓度接近爆炸极限时的检测和报警。只要环境中的可燃爆气体成分接近爆炸限、存在爆炸的潜在可能，该传感器就会检测到并发出警报。所研制的预警式爆炸传感器基于微化工原理，不论环境中可燃性气体的组成是什么，浓度为多少，只要确实可以引起爆炸，在浓度接近但是还未达到环境条件下的实际爆炸限之前，传感器即发出警报。

主要技术指标：

预警范围：低于正常燃爆下限 30%~0%，或高于燃爆下限 1%~30%，可设定。

预警气体：氢气/空气、乙炔/空气、甲烷/空气、液化气/空气、天然气/空气、煤层气以及气溶胶等混合气体，包括超细煤粉、面粉、纤维、铝粉等。

技术特点：该传感器主要由燃烧反应微池、微孔气体通道、点火装置、爆炸检测和报警系统组成。传感器对环境中可燃性气体或气溶胶或混合气体，在爆炸下限浓度达到设定值时即可报警。

投资与收益：在煤矿安全、石油化工、天然气、煤加工、制氢、化工厂、油库以及可燃气体泄漏现场救护等领域有着广泛应用。在煤粉球磨、纺织、汽车轮毂打磨等车间作为安全预警装置。市场容量为 800-1000 台/年，具有广阔的推广应用前景。

合作方式：技术转让

投资规模：小于 20 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

车载气相色谱仪

现场使用的双通道气相色谱仪，氢火焰离子化检测器。分析沸点高达 450℃ 的有机组分，用于现场应急检测、15 种毒品现场毒品定量检测，突发事件现场有毒有害物质分析等。仪器为车载/实验室两用。

主要特点

高可靠：耐受车载振动冲击、室外环境

高稳定：开机半小时即可分析样品，灵敏度长期稳定不变

重复性：定量误差不大于 3%

操作简单：与实验室色谱仪相同

重量：整机重 16kg

填充柱/毛细管柱两用

投资与收益：适用于公安、武警、环保、疾控应对突发事件和公共安全检测，以及大专院校和科研单位等（如催化、合成产物分析）。市场容量为 500-1500 台/年，具有广阔的推广应用前景。

合作方式：合作开发

投资规模：20 万~100 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

精密自动绝热量热仪

精密绝热量热仪是热力学、热化学、热物理和热分析等热科学研究领域重要的实验设备。由它可直接准确地测定物质的热容和相变潜热。根据热力学关系式，将实验测得的热容数据进行数学处理，可得到物质许多重要的热力学基础数据，如标准热力学函数值、相变温度、相变焓、相变机理等信息。

技术特点：测量凝聚态物质热容最准确可靠的方法。

性能指标：热容测量温区 80-400K (-193~127℃)，精密度 $\pm 0.3\%$ ，准确度： $\pm 0.5\%$ 。

专利状态：已经授权中国发明专利。

鉴定情况：2007 年通过了辽宁省科技厅主持召开的项目成果鉴定会，结论为本仪器性能达到国内领先及国际先进水平；荣获了 2009 年辽宁省科技进步奖。

应用范围：功能材料热容、焓、熵、吉布斯自由能热力学数据测定，相变材料相变机理研究，有机物纯度测定（比光谱法准确度高一个数量级）；亦可用于热容及有机物纯度测量标准建立。

合作方式：合作形式另议

投资规模：100 万~500 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

全自动蛋白质样品处理仪

蛋白质组样品处理是蛋白质组定性和定量分析的关键步骤，包括变性、还原、烷基化和酶解等多步操作。传统方法均为离线手工操作，不仅费时费力，而且易造成样品的污染和丢失，难以保证不同批间样品处理的重现性。针对上述问题，本课题组自主开发了全自动蛋白质组样品处理仪，包括可实现从蛋白质变性到酶解的全自动化处理。目前该仪器和相关部件已申请和授权 10 余项国内和国际发明专利。该仪器具有样品处理通量高（简单样品：8 min；复杂样品：20 min）、回收率高（>95%）、易于与液相色谱-质谱系统在线联用等特点。与国际同类产品相比，在蛋白质组样品，特别是微量蛋白质组样品的处理通量上具有明显的优势。此外，该仪器上的各个关键单元部件均可独立用于蛋白质样品的处理，如溶剂置换单元可用于蛋白质溶剂的置换，置换效率>95%，蛋白质回收率>95%，置换时间<2 min；固定化酶反应器单元可用于蛋白质的快速酶解，酶解时间 1-3min，多肽回收率>95%。本项目开发的仪器和关键部件已被成功用于临床体液（如血液和尿液等）、细胞和组织等样品的自动化处理，具有广阔的市场前景。

合作要求及方式技术转让、技术入股、合作开发

投资规模：500 万~1000 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

超高分辨多次反射飞行时间质谱

我所研制的多次反射飞行时间质谱 (MR-TOFMS)，具有超高的质量分辨率。在正常工作条件下仪器的质量分辨率超过 8 万，在同步提取技术下分辨率可以达到 27 万。

它的原理基于：在有限的空间内，利用电场将离子的飞行路径折叠反射来延长飞行时间，保证离子束长距离(可达上千米)的飞行中不发散的同时实现质量峰的压缩聚焦，从而极大提高分辨率。质谱的分辨率随反射圈数增大而增大，而传输效率基本不损失。实验中，利用激光溅射 YG8 合金靶电离产生的 $182W^+$ ，经过 176 圈反射后，飞行距离达到了 700m，飞行时间 18ms 时，质量分辨率大于 270,000，每秒可得到 50 张谱图。离子传输过程中不存在任何栅网，离子多圈飞行后传输效率达到 25%。

技术特点：

- 1.周期径向汇聚透镜技术，减小离子长距离飞行过程发散程度，提高灵敏度；
- 2.无网反射镜技术，补偿离子能量发散过程中，避免离子多次反射过程中受栅网散射损失；
- 3.90°偏转引入/引出技术，消除边缘电场对离子引入/引出过程的干扰。该仪器具有超高质量分辨率定性能力，可以准确定性的分子式，去除背景干扰。超高分辨多次反射飞行时间质谱结合标准离子源如大气压离子源、激光解析源、一次离子源，可以用于生物复杂样品或者固体样品表面直接进行分析，准确定性组分信息。多次反射质谱技术可在小的体积内获得高的质量分辨率，有助于高性能飞行时间质谱的小型化。

合作方式：技术转让

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

微分迁移谱-飞行时间质谱联用仪

近些年，食品安全问题日益得到关注，酒中微量功能成分以及塑化剂等有害添加成分的快速分析；发展白酒品牌、年份、香型的快速鉴别方法；实现酿造发酵基酒品质的快速现场分级；以及保健酒、麻醉药品等应急事件快速分析解决方案的有效检测手段迫切需求。本课题组基于实验室自行开发的平板型 DMS 技术和垂直加速飞行时间质谱（TOFMS）技术，采用 ^{63}Ni 放射性电离源，成功研制 DMS-TOFMS 联用仪器。在 TOFMS 前端增加一级 DMS 作为预分离手段，能够实现同分异构体分离，同时获取待测物分子的结构、分子量和相对含量数据，提供待测样品中全面的有机组分的种类和含量信息，从而提升仪器定性及定量分析能力。该仪器 DMS 预分离器整体尺寸为 $100\text{ mm}\times 80\text{ mm}\times 67\text{ mm}$ ，其电极基于印刷电路板（PCB）工艺制作，采用陶瓷材质表面镀金处理；TOFMS 腔体全长 600 mm ，主要包括 3 个部分：射频四级杆、静电透镜与飞行时间质量分析器；采用 ^{63}Ni 放射性电离源，位于 DMS 平板电极前端， ^{63}Ni 源是一种在大气压环境下实现样品离子化的电离源，通过 4 级差分实现大气压到高真空的气压要求。应用实例：成功用于丙泊酚二维谱图分析，单样品分析时间小于 5 min ，表明该仪器在食品品质分析等领域具有广泛的应用空间。

合作方式：技术转让。投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

高灵敏的三聚氰胺快速检测仪

目前采用的液相色谱方法检测三聚氰胺仪器需要外接电脑,携带不便且试验耗费时间较长,并且需要专业人员操作,因此不适合三聚氰胺的现场实时监测。因此,必须开发一种简便、快速的实时监测仪器非常迫切。我所自行研制了一种快速、灵敏的三聚氰胺快速检测仪。该仪器主要具有以下特点:1. 样品最低检测限可测到 0.1 ppm; 2. 仪器体积小、重量轻,携带方便; 3. 分析速度快,进样后分析时间一般小于 1 秒钟; 4. 仪器基本没有耗材,运行费用很低; 5. 整个仪器智能化程度很高,操作简便,无需专业技术人员。该仪器可以用于包括液态奶、奶粉等三聚氰胺的检测,还可以用于检测食品、包装盒中所含有害物质的检测。它对样品前处理要求很低,检测时间短,非常适合现场快速筛查;同时也适合批量样品的分析检测。因此,该产品在食品、卫生等领域具有广阔的市场前景。

合作方式: 技术转让

投资规模: 大于 1000 万

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

便携式荧光检测仪

采用长寿命 LED 为光源，课题组自研制的光电放大器为检测器件，研制了便携式荧光检测仪。采用创新的光路结构，同时提高了激发光利用率和荧光收集效率；采用自研制的低噪声、低漂移光电放大电路和同步调制技术，实现可在日光干扰下选择性地检测 ppt-ppb 级样品发出的极微弱的荧光信号。检测仪体积小、功耗低，支持用户订制波长，只需更换适配的激发光源波长和滤光片就能检测不同样品。检测仪对黄曲霉毒素 B1 的检测限 ≤ 0.1 ppb，对荧光素 FITC 的检测限 ≤ 0.01 ppb，是报道的国内相关仪器的最高灵敏度，接近德国 QIAGEN 公司同类产品水平；本底噪音 ≤ 20 μ V；最大信号输出 ≥ 3.5 V；信号输出稳定度 $\pm 1\%$ ；整机功耗 ≤ 1 W；整机体积 ≤ 500 cm^3 ，但灵敏度达到了体积 50000 cm^3 、功耗 300 W 的台式荧光检测仪的水平！

投资与收益：本成果可用于食品和水中化学污染物和致病微生物的痕量检测，如黄曲霉毒素、阿维菌素等；收益与投资金额成比例。

合作方式：合作形式另议

投资规模：100 万~500 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

用于催化反应过程在线监测质谱仪

催化技术是生产基础有机化工原料的基础，经济价值和战略意义重大。通常催化反应体系十分复杂，反应条件的变化会直接影响到催化产物的种类和品质。因此，发展一种对催化过程气相产物进行快速评价的在线监测技术，对工业化生产具有重要的应用价值和经济意义。本课题组基于真空紫外（VUV）灯的单光子软电离（SPI）源，采用发射光子能量为 10.6 eV 的低压放电氦灯作为光源，能够实现大部分有机物的电离，同时能够避免大量碎片的产生，有助于对催化产物的定量分析。在甲醇制烯烃催化应用中，实现对低碳烯烃混合气体成分进行快速测定，测定单个样品的时间为 5 秒时，对乙烯、丙烯与丁烯的检测限分别达到 0.51、0.052 与 0.042 mL/m³；在 m/z 28 处仪器的分辨率达到 3960，能够实现 N₂ 和 C₂H₄ 有效基线分离，避免了 MTO 催化反应过程中载气 N₂ 对产物 C₂H₄ 含量测定的影响。仪器成功应用于甲醇制烯烃催化过程气相产物的实时、快速、在线分析，结果表明该仪器在工业催化过程监测中具有潜在的应用价值和广阔的应用前景。

合作方式:技术转让

投资规模:大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

呼出气在线测量质谱仪

人体呼出气反映了机体的代谢和病理状况，其中一些物质是重要的疾病生物标记物。如：烷烃类是氧化应激的标志物，丙酮是糖尿病的生物标志物等。近年来，在气道慢性炎症，肺癌，肺结核，肠病，肝硬化，乳腺癌，胃管-食管癌等疾病中利用呼出气体检测来寻找特异性标志物的研究越来越多。我所研制的用于人体呼出气中挥发性有机物在线检测质谱仪（专利号：201310691210.5，201510920219.8，201510920267.7），使用毛细管直接进样，进样全程加热保温，可以对吹入气袋或者玻璃采样瓶内的呼出气体进行实时在线分析；采用自行研制基于 VUV 灯的新型复合电离源，可工作在光电离和特异性化学电离两种电离模式，谱图简单易识别，定量准确，两种模式可快速切换，物质测量范围宽，定性能力增强；采用飞行时间质谱仪作为质量分析器，可全谱测量、分析速度快；该仪器在 1 min 的采样时间内，可以实现对呼出气中常见的丙酮、异戊二烯、乙醇、乙酸以及苯系物、呋喃类、含氮化合物、含硫化合物等的高灵敏检测，检出限低至 pptv 量级。该呼出气在线测量质谱仪简单、快速、无需任何前处理，可用于高通量疾病筛查以及临床上大数据样本分析，在医疗诊断及医学研究领域具有广阔的市场前景。

合作方式:技术转让。

投资规模:大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究

毒品现场鉴别仪

“毒品现场鉴别仪”可以对毒品查缉现场所查获的毒品进行快速鉴定，确认毒品的种类：能够对液体（饮料、尿液等）中的毒品进行快速检测；也能够对大麻、罂粟等植物样品中毒品成分进行快速鉴定。可以为一线禁毒战士提供一种便捷、可靠的毒品快速查缉、鉴定的方法，大大提高毒品查缉效率。特点和优势（1）“毒品现场鉴别仪”以离子阱质谱技术为基础，与毒品检测国家标准采用相同技术；（2）仪器采用真空紫外灯试剂辅助电离源，无放射污染，软电离，功耗小且灵敏度高，选择性强，该技术在国际上处于领先地位；（3）仪器体积为 35×30×29 cm，重量为 16 kg，可以快速进行串联质谱分析，仪器的体积、重量和性能，在国内现场质谱应用领域是最强的。战技指标体积为 35×30×29 cm，重量为 16 kg。仪器在 3s 分析时间内实现了 27 种毒品的快速鉴定，分析灵敏度达到了 80 pg，仪器的定量稳定性相对标准偏差（RSD）控制在 8%以内。仪器内置毒品一级、二级自动模式识别谱库，可以自动识别毒品种类，具备了多峰识别功能，通过多个特征峰对未知毒品进行确认，对于峰重叠或者相近的化合物具有更高的区分能力，毒品识别更加精准。应用案例（1）2016 年 8 月 28 日~8 月 31 日，参加公安部科信局举办的 2016 年度公安科技成果试用工作部署会并进行了现场测试的演示，许多省市的公安部门的领导和科技处人员对仪器表示出极大的兴趣；（2）2016 年 9 月 24 日，在云南省玉溪市公安局禁毒支队警务流动站，仪器成功协助缉毒站民警破获一起冰毒走私案件。流动站站长在亲自操作仪器后对仪器的检测速度和结果十分满意；（3）2016 年 9 月 25 日，云南省玉溪市公安局刑事科学技术研究所，仪器成功检测了当地公安禁毒部门近年来查获的鸦片和大麻样品。玉溪市公安局刑事科学技术研究所杨松所长也到现场观摩了仪器的操作过程；（4）2016 年 9 月 20 日，云南省德宏州公安边防支队木康边境检查站，毒品现场鉴别仪与便携式红外光谱仪(smiths detection)，便携式拉曼光谱仪(thermos scientific)共同对一起现场查货的人体藏毒案件中的毒品进行了检测。三种仪器的对比检测结果表明，离子阱毒品鉴别仪不仅检测速度快，而且结果最为准确；（5）2016 年 9 月 28 日，在云南省德宏州公安司法鉴定中心，仪器成功检测了出当地公安禁毒部门近年来查获的海洛因、冰毒、鸦片等案件送检样品，检测结果均与该中心毒品实验室的气质联用仪定性检测的结果一致。（6）为大连市公安局瓦房店缉毒案件中冰毒的快速鉴定书。

合作方式：技术转让

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

光电子电离热解析在线监测质谱仪

基于真空紫外 VUV 灯开发的磁增强光电子电离 (MEPEI) 和单光子 (SPI) 复合电离源具有体积小、使用简单、功耗低的优点, 已被成功应用于挥发性有机物的快速在线检测。将该复合电离源与飞行时间质谱结合研制了一台用于实时分析热解/燃烧产物的在线质谱。通过控制引出光电子的能量实现热解产物中高电离能分子的在线检测; 通过 MEPEI-SPI 电离模式实现热解产物的全谱分析, 相较于传统的 EI 电离源, 复合电离源的光电子能量可调, 碎片离子少、质谱图简单, 有利于热解产物的定性和定量分析。热解析在线质谱可以快速反映出样品燃烧的特点, 产物随温度、时间的变化规律以及环境等其他外界因素对热解过程的影响。根据检测结果优先控制有毒有害的污染物, 对安全防控也具有重要意义。技术创新点: 1. 真空紫外灯电离源: 无放射污染、体积小、功耗低; 2. 光电子电离 (MEPEI) 和单光子电离 (SPI) 复合电离源: 光电子能量可调, 拓宽了电离化合物的范围; 3. 磁场增强技术: 提高光电子与样品分子的碰撞几率从而提高电离效率; 光电子电离热解析质谱应用情况 1、聚氯乙烯 (PVC) 热解/燃烧实时在线分析。采用磁场增强 MEPEI-SPI 复合电离源飞行时间质谱, 在线监测了 PVC 热分解/燃烧产物, 并研究了 PVC 热分解/燃烧产物氯苯、苯乙烯、苯系物、茚满及萘系物的信号强度随温度的变化趋势及其原因, 以及不同 O₂ 含量对 PVC 热分解/燃烧产物的影响。研究成果已经发表在环境科学杂志上。2、危化品西埃斯 (CS) 在燃烧产物实时在线分析。研究了 CS 燃烧过程中不同温度下对应的产物及产物随温度、载气流量的变化规律。目前该仪器已经运送至北京防化院进行实验研究, 研究结果表明, 热解析质谱在危化品销毁过程中污染物的在线监测具有很大应用前景, 为控制维护安全实际销毁工作中具有一定的指导意义。

合作方式: 技术转让

投资规模: 大于 1000 万

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

高灵敏的新型过氧化爆炸物检测仪

近年来，恐怖主义活动日益猖獗，恐怖袭击案件频发，其中以爆炸式恐怖袭击造成的伤害最为严重。目前，新型过氧化爆炸物 TATP（三过氧化三丙酮）和 HMTD（六甲甲基三过氧化二胺）越来越多地被应用于恐怖袭击中，例如：2016 年 3 月 22 日发生在比利时的连环爆炸案，2015 年 11 月发生在法国巴黎的系列恐怖袭击等案件中使用的爆炸物均为 TATP。TATP 制备原料易得，合成简单，轻微摩擦或温度稍高就会爆炸，一个 TATP 分子可以产生四个气体分子，在不到一秒钟内，几百克的固态 TATP 能产生成百上千升气体，形成无火焰爆炸，又被称为“撒旦之母”。负离子模式离子迁移谱技术(IMS)已经成功应用于硝基类爆炸物如 TNT、PETN 等的高灵敏检测。各类依据 IMS 的炸药检测仪也已大量安装在机场、地铁等公共场所，用于爆炸物的稽查。但是新型 TATP 和 HMTD 炸药，由于不含有硝基等电负性基团，很难被负离子模式 IMS 检测；另外，TATP 和 HMTD 本身为白色固体，容易被恐怖分子隐藏在复杂基质中携带，如白色的盐类糖类和化妆品等，基质干扰物的存在会严重影响它们的检测，使其难以被查缉。我所研制的新型过氧化爆炸物检测仪（专利号：CN201310691168.7，CN201410587879.4，CN201410587877.5，CN201510893957.8），采用试剂分子辅助光电离正离子迁移谱技术，结合时间分辨热解吸进样技术，利用 TATP、HMTD 和基质干扰物挥发性的不同，实现了它们在复杂基质中的二维热解析分离检测，检测时间低于 10 s，灵敏度达到纳克量级。该新型的离子迁移谱检测方法拓宽了爆炸物的检测种类，降低了爆炸物的漏检率，具有较快的检测速度，可以实现实时在线检测，而且无需复杂的样品前处理工作，非常适合于炸药的现场快速检测，在机场、地铁等公共场所的安检中具有广阔的应用前景。

合作方式：合作形式另议

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

便携式爆炸物/毒品痕量检测仪

便携式爆炸物/毒品痕量检测仪是全球首款使用光电离电离源的便携式离子迁移谱设备，具有开创意义。特别针对于黑火药、土制炸药有较高的灵敏度，弥补了其他 IMS 设备在检测方面的缺陷。该设备不含放射源，对人体无任何辐射危害，且具有检测速度快、检测灵敏度高、功耗低、体积小、质量轻、便于携带、易于维护、使用环境和要求适应性强等特点，能同时准确检测出黑火药以及国际民航组织规定的爆炸物和毒品，能够广泛应用于机场和车站等重要场所的安检、国防安全、公共安全等领域。性能特点•全球首创的不含放射性源真空紫外光电离源，使用更加安全、方便；•全球独有的黑火药纳克级检测性能，包括烟花爆竹、民用土制炸药等；•检测分析快速，2 秒内检测结果；•爆炸物和毒品双模式；•一键式检测，操作简单；•配备 2.8 寸 TFT 彩色触摸屏；•系统具有自清洗功能，可对仪器系统内部进行清洁净化；•仪器可直接显示运行条件参数值，用户可依据此参数判断仪器是否正常运行；•开放式数据库，样品库信息可随时升级；•存储功能，具有良好的数据传输和控制功能。该设备能够检测 TNT、黑火药、黑索金、硝酸铵、泰安、硝化甘油等痕量爆炸物，并可同时检测可卡因、海洛因、吗啡、大麻、冰毒、K 粉等痕量毒品。

合作方式：合作形式另议。

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

台式爆炸物/毒品痕量检测仪

国际首款可同时检测爆炸物和毒品的非放射性光电离源离子迁移谱仪,按照中华人民共和国公安部发布的《GA/T 841 – 2009 基于离子迁移谱技术的痕量毒品/炸药探测仪通用技术要求》标准,对仪器的冷启动时间、误报率、探测限及过负荷恢复时间等性能要求;采样方式、打印功能、软件功能等功能要求;六项抗扰度试验的电磁兼容性要求;高温、低温和恒定湿热的工作环境以及振动、冲击、跌落等环境适应性要求;辐射和电气安全性能要求等 31 项指标,进行了全面严格的测试和评价。检测结果表明,该仪器对大部分爆炸物和毒品检测种类的检测能力优于标准的指标要求,其冷启动时间、过负荷恢复时间等远远小于标准的指标要求,仪器整体性能稳定、功能完备。采用先进的高分辨离子迁移谱技术,不含放射源,具有检测速度快、检测灵敏度高、功耗低、体积小、质量轻、便于携带、易于维护、使用环境和要求适应性强等特点。功能特点正离子、负离子双模式,可同时检测爆炸物和毒品;可检测爆炸物种类包括:梯恩梯,硝铵,黑火药,黑索金,泰安,特屈儿,硝化甘油,HMTD,TATP 等;可检测毒品种类包括:甲基苯丙胺,可卡因,海洛因,四氢大麻酚,氯胺酮-K 粉,吗啡,杜冷丁,摇头丸,罂粟碱等;并可根据需要添加新样本;开机启动时间短;取样方式为试纸擦拭取样,痕量颗粒;分析时间快,小于 10 秒;检出准确率高;灵敏度高;开机自检、自校准、自动检测;备有清洁功能键;性能指标 具备数据库扩展功能,可以添加新样品数据,具备保存添加数据的时间信息功能;实时显示探测结果,对不同爆炸物/毒品样品种类进行分析识别,提供声、光、字符等报警提示功能,并具备自动保存报警数据功能;报警阈值设置功能;使用权限设置功能,具备操作员、管理员、维修员分级控制权限设置功能;全中文操作界面; 有网络接口或 USB 接口,可以自诊断和远程网络诊断功能、故障监测功能、并具备故障提示信号和故障信息存储功能;具备计时和计数功能及复位功能;内置打印机,具备检测数据的存储、导出备份和打印功能工作环境条件 220V 交流电源供电,电源适配器有过载保护功能;工作温度范围: 0 到 40 度贮存温度范围: -10 到 60 度相对湿度范围: 小于等于 90% (不结露) 功率: <300W 电源: AC220V 50Hz 工作温度: -10°C ~ 55°C 外观尺寸: 380 mm(W)×400 mm(L)×180 mm(H) 重量: <15 公斤

合作方式: 合作形式另议

投资规模: 大于 1000 万

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

AccuOpt 光电放大器

AccuOpt 系列光电放大器模块，在室温下对弱光的检测敏感度达到 $2\sim 5\times 10^{-5}$ lx，光谱响应范围 320~1100 nm，响应线性范围达到 5 个数量级，通电平衡时间为 2 min，基线噪音 $\leq 15\ \mu\text{V}$ ，最大输出为 10V ($\pm 12\text{ V}$ 供电时)，输出内阻 $\leq 2\text{ K}\Omega$ ，功率消耗 0.2 W，重量 30~80 克，耐受振动和冲击，抗电磁干扰，在工作中即使长期暴露室内光线也不会损伤器件性能，工作温度 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，存储温度 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，设计使用寿命 15 年。在分析化学的荧光检测中能够替代光电倍增管 (PMT) 组件对微弱光进行放大，商品价格为 PMT 组件的 1/2~1/3。标准型 AccuOpt 尺寸 $\Phi 25\times 68\text{ mm}$ ，窗口直径 8 毫米。器件本身带有前置放大器和调理电路，供电为 $\pm 5\text{ V}\sim \pm 12\text{ V}$ 。标准型 AccuOpt 频响 15 Hz，其它型号的频响可为 30 Hz，100 Hz，150 Hz，随着频率的增加，灵敏度会有降低。

投资与收益：本成果对弱光的检测敏感度 10^{-5} lx 级，响应频率 7.5~150 Hz，可在荧光检测中替代光电倍增管；收益与投资金额成比例。

合作方式：合作开发

投资规模：20 万~100 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

小型激光诱导荧光检测器

小型激光诱导荧光检测器 (LIF-D) 采用共聚焦结构, 以小体积激光二极管 (LD) 为光源, 课题组自研制的 AccuOpt 光电放大器为荧光接收器件, 全部采用国产滤光片。小型 LIF-D 的主要技术指标如下: 体积: 335 mm×162 mm×255 mm; 重量≤10 kg; 功耗≤10 W; 流动注射分析, 75 μm 毛细管, 405 nm LIF 对香豆素的检测限为 10⁻¹⁰ M, 450 nm LIF 对荧光素 FITC 的检测限为 10⁻¹¹ M。该 LIF 检测灵敏度与美国 Unimicro 公司水平相当, 接近国际顶尖的法国 Picometrics 的 LIF 性能指标。小型 LIF-D 已有现货, 体积小、功耗低, 支持用户订制波长, 整机采用模块化设计, 只需更换适配的激发光源波长和滤光片就能检测不同样品。该技术获得 2008 年度大连市技术发明一等奖, 2009 年度中国仪器仪表学会科技创新奖和 2010 年度辽宁省技术发明二等奖。

投资与收益: 本成果便于与 μ-FIA, CE, m-TAS, HPLC 等系统联用, 用于生物技术和环境毒理领域痕量在线检测; 收益与投资金额成比例。

合作方式: 合作形式另议

投资规模: 20 万~100 万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

便携式高灵敏室内甲醛现场快速检测仪

随着人民生活水平的提高，室内装修越来越普遍。甲醛会随着各种装饰材料及家具进入室内，对室内空气造成不同程度的污染。甲醛气体对人的健康危害很大，如何准确快速地检测室内空气中甲醛含量是当前环境和健康领域最受关注的课题之一。目前市场上的甲醛现场检测仪主要采用半导体传感器或电化学传感器检测原理，抗干扰性相对较差，易受外界环境影响，且价格昂贵，需要经常标定。针对传统甲醛检测的不足以及当前国内市场的需求，我所研制了一种检测精度高、成本低、快速、灵敏的便携式甲醛现场检测仪。这种新型检测仪的研制不仅具有重要和实际的社会意义，而且具有广阔的市场前景。

该检测仪具有如下特点：

- (1) 采用光化学比色的原理，检测精度高，可达到与实验室检测相似的精度。
- (2) 检测限可达 50 ppb，满足相关国家标准对居室空气中甲醛的检测要求。
- (3) 检测时间仅为数分钟，操作简便，检测费用大大降低。
- (4) 对抗湿度和温度变化干扰的能力强，检测结果可靠。
- (5) 结构紧凑，携带/使用方便。

该检测仪可广泛应用于装修装饰行业、环境监测系统、质检系统、建筑工程监测系统、大型超市、高档酒店以及高档写字楼和政府机关办公场所等众多行业及场所，具有广阔的市场前景。

合作方式:技术转让

投资规模:100 万~500 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

有毒无机气体现场快速检测仪

有毒无机气体，如氯气、氟气、硫化氢、氟化氢、二氧化硫等常用在生产和科研中，它们的少量泄漏，如不及时发现，容易造成人员伤亡和重大安全事故。常规检测设备和传感器仅能预警少量有毒无机气体，且易受温度湿度的影响。针对化学化工企业生产过程中有毒无机气体泄漏快速预警的需求，我所研制的有毒无机气体现场快速检测仪打破传感器设计常规，创新性地采用可抛型的设计理念，结合阵列系统，对多种工业有毒无机气体进行现场快速预警，满足科研和生产的需求。

该检测仪具有如下特点：

(1) 能对八种工业有毒无机气体氯气、氟气、硫化氢、氟化氢、二氧化硫、氨气、二氧化氮、硝酸进行高毒浓度超标的快速预警，其识别准确度大于 95%，总检测时间（包括前处理时间）不超过 5 分钟。

(2) 对于提到的有毒无机气体，其最低检测限可达 10 ppm（10 分钟以内）。

(3) 成本低廉，可便携，可测定气体种类多。

(4) 传感器膜能稳定保存半年以上，对抗湿度和温度变化干扰的能力强。

(5) 功耗低，仅 4.5W。

该检测仪可实现各大化工企事业单位安全生产过程中，以及在科研工作中，多种工业有毒无机气体的现场快速检测预警，具有很好的推广应用前景。

合作方式:技术转让

投资规模:500 万~1000 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

全自动阵列固相微萃取系统

所研制开发的全自动阵列固相萃取系统,采用固相萃取小柱与液相色谱柱直接连接的方式,实现了利用流动相直接洗脱目标组分至色谱柱进行分离,提高了样品利用率高、分析重复性和精度,建立了基于 24 位固相萃取小柱的全自动样品前处理系统。对有机污染物的富集倍数最高可达 100 倍以上。整个样品前处理过程全自动操作,具有极高的重复性和测试精度。

投资与收益:本产品可用于环境水样,果蔬,食品等基质中有机污染物快速高效样品前处理,可与液相色谱,液质联用仪等仪器联用。产品价格为 80~120 万。

合作方式:合作形式另议

投资规模:100 万~500 万(不含)

成果来源单位:中国科学院大连化学物理研究所

毛细管液相色谱-气相色谱联用仪 (LC-GC)

所研制的全二维填充毛细管液相色谱—毛细管气相色谱联用仪 (μ -LC-GC) 主要包括三个部分: 液相色谱: 采用填充毛细管液相色谱 (μ -LC), 用作样品族分离; 接口: 采用独特的设计, 可将 μ -LC 分析后的样品各族组分连续在线切割、储存并无损失地转入 GC 分析; (高温) 毛细管气相色谱: 用于各族组分的详细分析。仪器采用直接柱内进样技术, FID 检测, 灵敏度高, 定量准确, 重复性好。该仪器分析时间短 (全部分析只需 4 小时), 定量结果与 ASTM 方法一致 ($RDS < 5\%$), 但能得到比 ASTM 方法更多的信息, 能够满足石化企业中对各种油品质量监控及深度开发加工的要求。具有稳定可靠, 具有经济、耐用、使用方便等特点。可用于航煤、柴油、变压器油、润滑油、渣油等复杂石油化工产品的族组分详细分析和每个族的详细分析。

投资与收益: 可用于航煤、柴油、变压器油、润滑油、渣油等复杂石油化工产品的族组分详细分析和每个族的详细分析。适合所有的大型石化企业、石化研究院所以及润滑油生产企业。每台设备的价格在 60-100 万。

合作方式: 合作形式另议。投资规模: 100 万~500 万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

水中 VOC 在线监测仪

所研制的水中挥发性有机物(VOC)在线监测仪,由水气分离模块、样品富集模块,传输模块和分析模块等组成。可实现水中有机挥发物的实时、连续、在线监测。随着我国工业化的进步,种类繁多的挥发性有机化合物被广泛用于工业,同时也大量应用于日常生活中,导致饮用水源水受到一定程度污染,直接影响到人类的身体健康。为了保证经济的可持续发展,保障人民的生存质量乃至生命安全,水源地的保护和管理工作的有效实施。

本产品对水中苯的检测限为 0.1ppb,线性范围达到四个数量级,最低检测限可以满足我们国家的饮水水质标准。

投资与收益:本产品可用于水源地,自来水厂进出厂水、环境水体中挥发性有机物的在线监测。与国外仪器相比,本产品采用国产化器件,成本较低。

合作方式:合作形式另议。投资规模:100 万~500 万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

黄曲霉毒素荧光检测器

该检测器为我国首台高灵敏黄曲霉毒素专用荧光检测器,检测灵敏度达到了国际上高灵敏度荧光检测器岛津 RF-20Axs (脉冲氙灯光源) 的灵敏度指标,对 B1 检测限可低至 0.02 ppb,线性范围不小于 3 个数量级!该检测器使用 LED 光源的寿命是 20000 小时,等于 10 支脉冲氙灯的寿命;且荧光检测使用课题组自己开发的光电放大器而非光电倍增管(PMT)!检测器已在浙江疾控中心、中粮集团营养研究所分析中心、国家风险评估中心、美国安捷伦公司等多家企事业单位进行第三方测评,其中在浙江疾控中心已经连续运行 2 年零 6 个月。测评结果表明,检测器的灵敏度与进口产品相同或更好,且开机平衡时间更短、光源寿命更长。2016 年 6 月产品正式推出,9 月,安捷伦、岛津和赛默飞公司的液相色谱荧光检测器均降价 35%!

主要技术指标

光源寿命: $\geq 20,000$ h

HPLC 法检测下限: 0.2 $\mu\text{g/kg}$ (FD-1200S, 无光衍生); 0.04 $\mu\text{g/kg}$ (DFD-2000); 0.02 $\mu\text{g/kg}$ (DFD-2200)

线性范围: 4 个数量级

平衡时间: 5 min (无光衍生); 15 min (有光衍生)

噪声: ≤ 0.025 mV

功耗: 2 W (FD-1200S); 10 W (DFD-2000); 12 W (DFD-2200)

重量: 不大于 6.8kg

投资与收益: 本成果满足新国标和欧盟标准的要求,用于检测粮食、食品、油料、奶制品以及中药材、饲料中的 4 种黄曲霉毒素和 M1。收益与投资金额成比例。

合作方式: 合作形式另议

投资规模: 100 万~500 万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

三、新能源新材料产业

（一）新能源及节能环保类

高能量密度锂离子超级电容器

传统的超级电容器主要是指炭基双电层电容器，依靠具有高比表面积的材料在电极与电解液界面形成双电层储存能量，优点在于功率密度高（2~5 kW/kg）、循环寿命长（1 万次以上），然而工作电压低（2.7V）、能量密度低（2~5 Wh/L）、制造成本高，这制约其在高端领域应用，从而引发了人们对高能量密度、高功率密度兼具的锂离子超级电容器的广泛关注。

本项目采用双性炭电极技术开发出的锂离子超级电容器工作电压可达 3.8V、能量密度高达 50 Wh/L 以上、循环使用寿命达 20000 次以上，达到国际领先水平。

性能指标：

锂离子电容器单体器件：工作电压 3.8V，能量密度 50 Wh/L、充放电循环寿命 20000 次以上，容量衰减不明显，可生产 50F、100F、150F、200F、500F、1000F、2000F、3000F、3500F 等不同容量、不同系列的锂离子超级电容器产品。

市场分析：

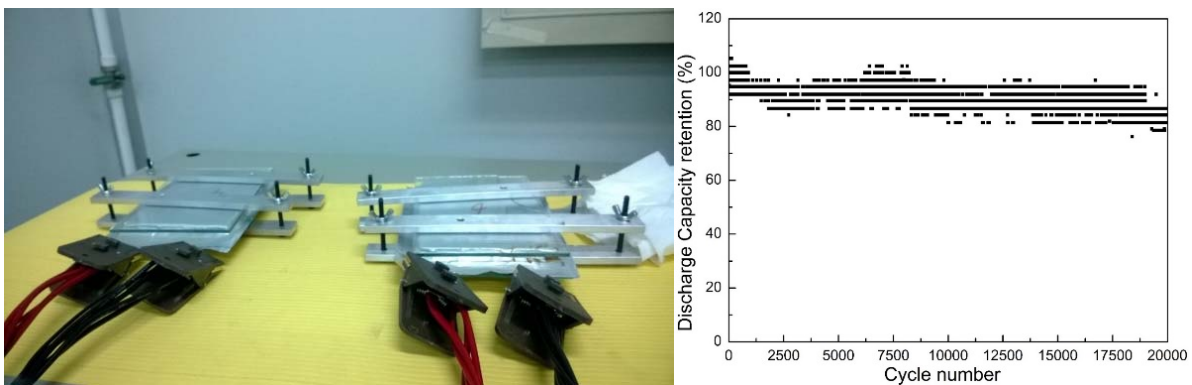
据有关资料统计，2013 中国超级电容器市场规模约为 19.2 亿元人民币，2016 年则将增至 33 亿元人民币，年均增长率在 20%左右。美国国家能源局预测，超级电容器在全球市场的规模预计将从 2007 年的 40 亿美元(约合 243.7 亿元人民币)发展到 2013 年的 120 亿美元(约合 731 亿元人民币)。

在电动汽车领域，尤其是经济型低速电动车的快速发展，对可以替代污染严重的铅酸电池的新型储能电池的需要量越来越大，锂离子超级电容器的能量密度可以与铅酸电池相媲美，因此在低速电动车领域，锂离子超级电容器显示出超强的生命力和市场竞争力。

授权专利：

ZL200910226430.4, ZL201010104003.1, ZL201010108048.6

合作方式：合作开发、技术入股、转让



开发出的单体容量 3500F 锂离子超级电容器器件及 20000 次充放电容量保持率曲线

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

聚合物锂离子电池

针对传统液态锂离子电池存在的缺陷：电解液容易泄漏和挥发，进而燃烧和爆炸，存在着很大的安全隐患，不能满足实际应用的需要。开发更安全性的锂离子电池体系势在必行。全固态聚合物电解质应用而生，它具有液态电解质所不能比拟的优势。

性能指标：

机械强度达到 20MPa；室温离子电导率达到 $1 \times 10^{-4} \text{cm}^{-1}$ ；具有较高的充放电倍率（达到 0.5C 以上）；较长的充放电周期寿命（1000 圈长循环容量保持率在 80%以上）；铝塑膜锂离子单体电池容量达到 5Ah。

合作方式：合作开发、技术转让、入股

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

基于空间飞行器定位用太阳敏感器电池片

太阳敏感器电池片是一种四象限光电传感器，主要包括光阑和光探测器两部分，可应用于地面以及外太空的定位准直，自动跟踪等领域。其结构包含衬底、光电转化材料、正电极、负电极和光学元件。探测器为四个等面积独立的光电传感器，光照条件下均可输出电流电压信号，四个传感器的对称中心点与光阑中心同轴。工作时，一定角度的入射光通过光学元件经过光阑到达所述传感器，会在等面积的传感器表面形成不同面积的光斑，进而产生不同的电流（或电压）信号，通过测试分析即可实现定位等功能。

本组结合非晶硅薄膜多结电池开发出卫星定位用太阳能电池敏感片，该器件采用多结电池进行电流调节和阻抗调节，用薄膜光阑取代金属光阑，并将薄膜光阑直接集成在光探测器上，实现光阑与光探测器一体化。通过优化非晶硅薄膜制备工艺、背电极制备工艺、激光刻划以及封装工艺提高了薄膜传感器材料均匀性、减小了传感器衬底反射、缩小了传感器体积、重量和制备成本。现本组已研发出具高精度（ $>0.5\%$ ）、高阻抗（ $>120\text{K}\Omega@0-0.2\text{V}$ ）、低电流密度（ $<1\text{mA}/\text{cm}^2$ ）、低成本（ <1 万元/个）、轻量化（ $<100\text{g}/\text{个}$ ）的光阑器件一体化新型光传感器产品，并通过上海小卫星工程中心检测，可用于定位空间飞行器。

合作方式：合作开发。投资规模：20 万~100 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

柔性钙钛矿电池

钙钛矿电池作为光伏领域的新型薄膜电池，在短短几年内，其效率已达到 22.7%，获得了国内外的广泛关注。并且凭借轻质、柔性、弱光敏感以及可多种技术加工的方法实现大面积制备等优点迅速崛起，在日常生活、高新技术、国防军工等各个领域都显现出广泛的应用前景，尤其是便携式、柔性及消费电子领域，如帐篷、背包、光伏建筑一体化以及飞艇、野外装备等军民融合领域，已初步具备了商业化的潜力。

本组与陕西师范大学合作，共同研发出具有自主知识产权制备钙钛矿薄膜的新方法（柔性真空交替沉积法、真空双无机前驱体共蒸发法等）。获得如下成果：

1. 使平面型电池效率（美国 Newport 认证效率）大幅提升至 21.5%，是该类型电池的世界最高效率，而且电池在大气环境放置两年后效率仍然高达 17.85%。

2. 在室温条件下，制备的柔性钙钛矿电池，2015 年电池效率达到 15.07%，突破了当时的世界纪录，通过改进界面修饰，研制的平面型钙钛矿电池效率达到 19.6%以上，柔性电池效率达到 18.4%，再次突破当时的国际最高效率。

3. 发展了升温析晶法快速制备大尺寸钙钛矿单晶及切割方法，在短时间内获得大尺寸优质单晶体。并制备出超低缺陷态密度和高载流子寿命的超大单晶体(>120 mm)。

4. 创建了高性能大尺寸钙钛矿单晶制备、单晶薄片及光电器件制备技术。创建了厚度和形状可控的直接生长大面积超薄钙钛矿单晶片方法。

5. 通过开发新技术获得了优良稳定性的大尺寸钙钛矿单晶。首次制备了钙钛矿单晶光电器件，光探测响应速度较微晶薄膜器件提高了 200 倍，且稳定性得到了显著提高。

目前本组结合产业化的需求，主要致力于在 PET 衬底上大面积（宽度 16cm，长度 20m）柔性钙钛矿电池的开发研究。

合作方式：技术入股

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

柔性硅薄膜太阳能电池

柔性硅薄膜太阳能电池是指在柔性衬底上沉积制备的一种薄膜电池。结合不同的柔性衬底（不锈钢、高分子聚合物等），其具有低成本、低耗材（电池厚度仅为晶体硅的百分之一）、高工艺兼容性、可弯曲、高功率质量比等巨大的优势。这使制备的柔性硅基薄膜组件具有可卷曲、折叠收纳，便携性强、耐损伤等诸多特点。因此，柔性硅薄膜电池组件在光伏建筑一体化（BIPV）、临近空间飞行器，可移动电子设备等诸多特殊领域中发挥不可替代的作用。

本组结合柔性硅薄膜的特性，开发出高沉积速率、高稳定性、低成本、高功率质量比的柔性硅薄膜太阳能电池组件。选用 30um 厚的不锈钢为衬底，结合优异性能的单结电池和良好的隧穿结技术，制备出面积为 200cm² 效率高达 11.9% 的非微双结电池。制备出的柔性硅薄膜太阳能电池可固定于飞机翼上，代替充电电池；可做成充电纸应用于充电宝、平板电脑等需要充电的器件。并且电池经枪击实验后依然可以正常工作，说明本组制备的柔性硅薄膜电池不仅结构简单，而且耐损性极强。

本组目前致力于研究大面积（不低于 250cm²）高分子聚合物柔性衬底硅薄膜太阳能电池，效率可达 12% 以上，通过开发新型封装工艺以及级联技术，制备面积大于 1m² 组件，效率可达 10% 以上，并可以通过严格的环境可靠性测试。

当前我组已授权的代表性专利：

1. 一种结合柔性太阳能电池可发电自给的成像装置。专利号：ZL.201720257860.2
2. 一种基于柔性薄膜太阳能电池的卷轴式充电宝。专利号：ZL201620296917.5
3. 一种可折叠可太阳能充电的平板电脑外壳。专利号：2016204215581

合作方式：技术转让

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

柔性化、微型化储能器件及其集成系统研发

可穿戴和便携式电子产品的快速发展，极大的促进了现代社会对高能量密度、轻量便携化、柔性化储能器件的需求。本项目中利用自主研发的石墨烯为电极材料，纳米氧化石墨烯为隔膜，在形状可控的掩模版协助下，通过逐层喷涂的方式在一个柔性基底上成功地制造出具有任意形状、全石墨烯基三明治结构的平面超级电容器，实现了在一个基底上制造具有任意形状的超级电容器及其模块化集成。以石墨烯及其复合薄膜为材料，已开发出多种柔性化、微型化、平面化超级电容器。该技术已经申请了三项中国发明专利。

技术指标：可弯曲且对比容量基本无影响；器件形状、大小可控；可对单个器件比容量、操作电压（10~1000 V）进行调控；可实现多个器件的模块化集成，且可适于规模化生产。该技术从材料的制备及器件的工艺组装均具有原始创新性，具备自主知识产权，技术成果达到了国际先进水平。

应用领域：在轻量便携化、可穿戴式、可植入式电子产品等方面均具有很好的应用前景。

投资收益：利用自主研发的石墨烯电极制备工艺，采用印刷等规模化电极制备工艺，获得多种柔性化、微型化、集成化、平面化等特征的储能器件，包括超级电容器、锂离子电池。本项目中试线的建设及中试实验至少需要 1000 万。欢迎相关企业与我们课题组合作共同开发该项目，可以通过技术入股、技术转让等方式将该项新技术推向产业化。合作企业将拥有该项成果的优先使用权。

合作方式：合作开发

投资规模：100 万~500 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

高比能锂离子电池等关键技术研发

锂离子电池具有高比能量、低自放电率、无记忆效应、循环寿命长等特点，成为轻便式电脑设备、长续航电动汽车、空间储能等军民两用动力设备的主力军。随着科技的发展，我们对于电池的比容量、比能量、寿命安全性等提出了更高的要求。本项目中，针对锂离子电池发展领域的技术难点，通过一定的手段，实现对其电极材料、电解液种类的控制制备，发展出具有高比能的锂离子电池、固态电池、锂硫电池等。

技术指标：

开发大于 300 mAh/g 高容量正极材料，锂离子电池能量密度 300 Wh/kg，且具备很好的循环稳定性和倍率性能及安全性能。

应用领域：

轻便式电脑设备、长续航电动汽车、空间储能。

投资与收益：

利用自主研发的关键电极材料制备工艺，获得高容量正极材料、高电压电解液等，优化器件组装工艺，获得高比能电池单体，主要应用于新能源动力汽车、便携式电子器件。本项目中试线的建设及中试实验总计至少需要 1000 万元，中试完成后形成的技术成果价值 5000 万元以上。欢迎相关企业与我们课题组合作共同开发该项目，可以通过技术入股、技术转让等方式将该项新技术推向产业化。合作企业将拥有该项成果的优先使用权。

合作方式：合作开发。

投资规模：100 万~500 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

高比能超级电容器关键电极材料产业化技术研发

超级电容器作为一种非常重要的电化学储能器件，具有充放电时间短、使用寿命长、温度特性好、维修成本低和绿色环保等优点，在智能电网、储能装置、动力电源系统以及诸多电子设备上有着广泛的应用市场。超级电容器的发展核心在于获得高性能电极材料。本项目中，我们发展了化学剥离法、模板法、活化等方法宏量制备出性能优异的石墨烯、活性炭等材料；同时，提出高倍率性能电极材料（如磷酸铁锂、磷酸铁锂/石墨烯正极材料、钛酸锂、钛酸锂/石墨烯负极材料等）的新制备工艺，为百公斤级批量化生产和产业化提供技术储备。

技术指标：单个器件的能量密度能达到 20~50 Wh/kg，功率密度达到 10 kW/kg，且具备良好的循环稳定性和倍率性能。

应用领域：电动汽车辅助或主动力源、智能电网等。

投资与收益：利用自主研发的制备工艺，获得高比能超级电容器，应用于智能电网、动力汽车的动力源。本项目中试线的建设及中试实验需要 1000 万。欢迎相关企业合作开发该项目，可以通过技术入股、技术转让等方式将该项新技术推向产业化。同时，合作企业将拥有该项成果的优先使用权。

合作方式：合作开发。投资规模：100 万~500 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

高质量石墨烯材料的宏量可控制备

本项目石墨烯材料包括石墨烯、掺杂石墨烯、石墨烯宏观体材料及石墨烯复合材料。石墨烯是一种新型二维结构的碳质材料，其具超薄的单原子层厚度、高的理论比表面积、优异的导电性和化学稳定性等，被修饰过的石墨烯衍生物，除了具有石墨烯的相关性质外，还具有许多独特的性质。本项目中，我们采用化学剥离法、化学自组装等技术手段，已开发出具有独立知识产权的不同品质石墨烯（层数、含氧量、比表面、尺寸、掺杂元素）、不同维度石墨烯宏观体（零维球、一维纤维、二维薄膜、三维网络结构）的有序组装与结构调控，及其复合材料，比如石墨烯/钛酸锂、石墨烯/磷酸铁锂等。

技术指标：

石墨烯层数（小于 3 层，80%）、含氧量（5%~40%）、尺寸（2~100 μm ）、比表面积（500~2000 m^2/g ）、掺杂元素种类（氟掺杂、氮掺杂）、不同维度石墨烯宏观体可制制备。

应用领域：

高比能电池；高比能电容器；柔性化、微型化新型储能器件；润滑油；导电油墨；发热板等。

投资与收益：

利用自主研发的制备技术获得高质量石墨烯，发展制备出不同品质石墨烯、不同维度石墨烯材料（球、纤维、薄膜、三维网络）可控制备技术，本项目中试线的建设及中试实验至少需要约 800 万，中试完成后形成的技术成果价值 2000 万元。欢迎相关企业合作开发该项目，合作企业将拥有该项成果的优先使用权。

合作方式：合作开发

投资规模：100 万~500 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

质子交换膜水电解制氢

质子交换膜水电解制氢技术利用直流电（可电网电、可再生能源发电）将纯水电解，得到高纯氢气与氧气。仅需的原料：水，生产过程无污染，占地面积小，即用即产。单位产氢能耗 4.5Wh/m³，产氢压力>3MPa.

合作方式：合作形式另议

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

可见光响应光阳极基底-电极和电极-溶液界面修饰及电荷传输机理

本项目(21603225 国家自然科学基金青年基金)旨在主要通过对光阳极的基底-电极、电极-溶液界面进行功能层的组装,合理构筑复合光阳极体系,提高电极活性和稳定性,并探讨光电催化分解水中界面功能层的作用和电荷传输机理。

前期研究了助催化剂(Phys. Chem. Chem. Phys., 2013, 15, 4589)、电解液离子(J. Phys. Chem. B, 2015, 119, 3560)、基底电子传导层(ACS Appl. Mater. Interfaces, 2015, 7, 3791)等因素对电极溶液界面、电极-基底界面及光电性能的影响,并发表光电催化分解水研究的 Perspective 文章(ACS Catal. 2017, 7: 675),系统总结和讨论了助催化剂、电解液和界面功能层修饰的重要作用。2018 年模拟自然光合系统 PSII 中的 P680、Tryp 酪氨酸、CaMn₄O₅ 水氧化中心的关键功能,将 BiVO₄ 光阳极和 Co 分子催化剂结合,并引入层状氢氧化物和氧化石墨烯作为空穴传输中间体,复合光阳极显示出高效、稳定的光电氧化水活性,太阳能至氢能转化效率高达 2%。研究发现 Co 分子可显著促进表面水氧化反应动力学,降低过电位,LDH 界面层具有空穴储存层的作用,抑制 BiVO₄ 电极光腐蚀,氧化石墨烯可显著促进 LDH/BiVO₄ 和分子催化剂之间的电荷传输。该工作表明利用仿生策略和表界面修饰策略构建人工光合系统的可行性,为高效光阳极系统的构建指明新方向(J. Am. Chem. Soc., 2018, 140(9), 3250-3256)。

合作方式: 合作形式另议

投资规模: 20 万~100 万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

不燃型锂离子电池

由于常规锂离子电池电解液中主要由混合型有机物构成如碳酸乙烯酯，碳酸丙烯酯，碳酸二甲酯等，因此封装泄露时很容易起火乃至爆炸。锂离子电池爆燃事件已经引起世界关注，特别是韩国三星手机和美国特斯拉汽车爆燃事件使得这一现象更加显著，因此不燃型锂离子电池具有强大的研发需求和市场需求。

大连化物所经过近十年的持续研究，近年在不燃型锂电池电解液研究方面取得重要突破，主要开发一种不燃型锂离子电池电解液，性能与价格和商业化电解液相当，然而却不会燃烧。这样虽然没有降低锂离子电池封装泄露的可能性，但是解决了封装泄露后带来的燃烧问题，使得锂离子电池的安全性得到极大提升。

投资与收益: 目前随着新能源电动汽车的快速发展市场对动力电池的需求量逐年加大，每瓦时动力电池的电解液用量（1.2 至 1.7 克）要高于消费类电池（0.4 克），因此随着动力电池在整个锂电池市场中比重的增加，电解液的增长快于锂电池容量的增长。近几年我国锂电池电解液产量，2011 年时全国产量只有 3.85 万吨，到 2015 年已经迅速增长到 11.08 万吨。而随着新能源产业的快速发展，锂离子电池电解液的需求量将会持续加大，而本项目研制的不燃型锂离子电池电解液尤其适合应用于此类新能源电动汽车的动力电池，因此本项目产品将会有巨大的市场需求。全球锂离子电池电解液市场规模大概在 10 亿美元每年。

本项目已启动产业化进程，在大连化物所张家港产业研究院进行产业孵化。有意投资者可洽谈。投资要求在 1000 万以上，具有深厚锂离子电池公司的联系渠道。投资收益取决于产品的推广程度和速度。

合作方式：合作形式另议

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

超纯氢气纯化和生产 (>8N) —吸附剂技术

电子信息、半导体、LED(Light Emitting Diode)照明和光伏发电产业的迅猛发展，促进了对超纯氢气（纯度>99.9999%）的强烈需求。但现有的超纯氢气主要通过昂贵的电解水技术进行生产，水电解设备和氢气生产成本都很高，而且氢气来源单一。为此，我们团队自主研发了超纯氢气纯化吸附剂新技术。

超纯氢气纯化吸附剂技术采用 催化氧化加吸附的工艺路线，能用于脱除氢气中的 $C_xH_y(x=1-30)$, CO , N_2 , O_2 , CO_2 和 H_2O 等 ppm 级杂质，将这些杂质浓度均降到 1 ppb 以下，满足半导体及 LED 生产等电子行业对超纯氢 (>8-9N) 的需求。该工艺操作简单，吸附材料可反复再生，使用寿命长，另外可以使用工业副产氢、天然气或氯碱气等廉价氢源，跟电解水相比显著降低成本，适合用于规模化工业生产。这项技术将来还能拓展到超纯氮及超纯氩等的生产中。

该技术已经申请国家专利。

投资与收益：鉴于吸附纯化技术的应用前景及题目组在该方向的自主知识产权，我们相信在合作方开发投资资金充足的前提下，预期未来 3 年内资产总额将翻一番。

合作方式：合作开发。投资规模：100 万~500 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

利用硅胶生产废料制备复合相变储热材料技术

相变储热材料能够利用材料发生相变时吸热及放热并保持温度基本恒定的特性,实现热能空间及时间上的存储及释放,在电力削峰填谷、工业余热回收、太阳能利用、节能建筑、电子元件散热、智能调温服装等领域具有重要的应用前景。硅胶企业生产过程中产生大量富含硅氧的废料,这些废料可作为支持载体制备复合相变储热材料。本技术利用化学合成方法提取硅胶废料中的硅氧化合物,并将其作为支撑载体与有机类相变材料进行复合,制备具有优异储热性能的复合定型相变储热材料。本技术可有效保持相变功能材料的储热密度,并保持材料相变过程不泄露,将材料的导热系数提高 30%,可为硅胶废料的二次利用赋予更高的经济价值。本技术已经申请中国发明专利。

合作方式: 技术转让

投资规模: 100 万~500 万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

锂离子电池高电压正极材料

大力发展电动车是国家应对能源安全和环境污染问题的重要举措,同时也是缩短我国与发达国家汽车工业技术差距的有效途径。动力电池是电动车的核心部件,同时也是制约电动车发展的关键技术之一。目前已有的锂离子电池的能量密度(一般 90-120Wh/kg)不能完全满足电动车发展的需要,因此亟需研究和开发新一代的高性能动力锂电池用正极材料。高电压镍锰氧化物正极材料具有高的工作电压(4.7V)和优异的倍率充放电性能,同时材料不含钴元素降低了材料的成本。采用该正极材料的电池的能量密度可达 200Wh/kg,其性能可以满足电动车用动力电池的基本需求。技术指标:具有高电压镍锰层状氧化物正极材料及其制备工艺的自主知识产权,目前已完成公斤级的小试生产技术开发,正在开展中试。项目开发的高电压镍锰氧化物正极材料比容量大于 130mAh/g;大电流充放电性能优异,20C 和 40C 下的放电比容量分别为 125mAh/g 和 120mAh/g;40C 下循环 500 次的容量保持率大于 83%;55℃,1C 充放电 500 次的容量保持率大于 84%。应用领域:高电压镍锰氧化物正极材料可应用于高性能电动车、电动工具等动力电池正极材料,具有广阔的应用前景。

投资与收益:目前商业化的锂离子电池(模块)能量密度一般为 100-150Wh/kg,基于高电压镍锰氧化物正极材料的锂离子电池能量密度可达 200 Wh/kg,电池具有优异的功率性能,非常适合电动车用动力电池,同时,也是电动自行车、电动工具等用电源的首选。此外,材料中不含钴元素,进一步降低电池的成本。该技术具有广阔的市场前景。

合作方式:合作开发

投资规模:小于 20 万(不含)

成果来源单位:中国科学院大连化学物理研究所

油脂加氢制烷烃类生物柴油/航空煤油技术

在能源需求惯性下，汽油、柴油和煤油等液体燃料仍将在相当一段时间内占据世界主要能源市场。动植物油脂等含有脂肪酸甘油酯、脂肪酸酯和脂肪酸的原料直接经过加氢、脱氧转化为性质类似于石化柴油、航空煤油的产品。该类产品具有十六烷值高、热值高、稳定性好等优点，目前已有 Neste、UOP、Axens 等公司开发出相关技术并实现工业化生产。但已有技术均为两步加氢工艺，第一步为油脂脱氧生成直链烷烃，第二步为直链烷烃异构化生成异构烷烃（柴油、航空煤油），存在氢耗高、工艺复杂、投资大等问题。大连化物所开发的油脂一步加氢制烷烃类生物柴油/航空煤油技术，可实现油脂经一步加氢反应直接转化为异构烷烃（柴油、航空煤油），解决目前已有两步法工艺中存在的问题。在 300-400 °C，2-8 MPa，氢油比 1000-3000 nL/nL 等反应条件下，油脂转化率 100%，烷烃收率达 80%（为理论收率的 95%以上），烷烃异构化选择性大于 85%。制得的航煤产品冰点低于 -47 °C，达到 RP-3、RP-4、RP-5 和 Jet A-1 航煤标准；制得的生物柴油产品十六烷值大于 75，凝点低于 -20 °C，可作为调和组分极大地改善我国现有石化柴油性能。该技术具有显著的应用前景，目前正处于中试放大和工艺包编制阶段。

投资与收益：

该技术市场容量大，投资回报率高。

合作方式：合作形式另议。

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

生物柴油新型高效“酯化-转酯化”工艺技术

该项目以地沟油等废弃油脂及其他植物油为原料进行生物柴油生产，具有工艺简捷，运行稳定，产品优良等特点。特别对于地沟油等废弃油脂，一方面实现其资源化利用，减缓地沟油等对环境及人体健康的危害，另一方面可以大大降低生物柴油的生产成本，促进生物柴油工业的发展。

高温甘油酯化反应使油脂原料中游离脂肪酸与甘油反应生成相应的甘油酯混合物，与传统的酯化脱酸工艺相比其技术优势及创新点主要在于：

(1) 无催化剂使用，省去了酯化反应后催化剂分离的操作，直接可进行碱催化转酯化反应操作，简化了流程。

(2) 高温条件下酯化副产物水迅速从反应体系中脱离，促进了平衡的右相移动，可使原料酸值降低到极低的水平，有利于后续碱催化转酯化反应的进行。

(3) 酯化产物单一，均为甘油酯混合物（传统工艺为甘油酯和甲酯混合物），后续碱催化转酯化反应参数易于控制选择。

性能指标：

生产的生物柴油品质优良、性能稳定，符合相关国家标准。

市场分析：

生物柴油具有可再生、清洁和安全优势，因而对我国农业结构调整、能源安全和生态环境综合治理有十分重大的意义。我国正面临石油资源不足的挑战，进口原油占总消耗量的 50%，而且随着经济的快速发展，对燃料能源的需求也会越来越大。目前我国每年柴油的消耗量在 6000—7000 万吨，如果在石油基柴油中混配 5% 的生物柴油，则每年应配套生产生物柴油 300 万吨。预计未来 10 年内，生物柴油产品会占更高的份额。

我国每年从餐饮业中产生的地沟油约有 2000 多万吨，全国每年废弃或闲置的动植物油总计在 1 亿吨左右，因此，生物柴油生产具有很丰富的原料资源。纵观整个工艺，甘油及甲醇等在实际生产中可以高效回收以循环利用，从而大大降低了生产成本。

合作方式：技术转让、技术入股



平度基地生物柴油中试系统

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

废弃油脂电解合成航空生物燃料

本项目采用新型电解技术联合催化工艺将生物柴油转化成航空生物燃料，既可以有效缓解航空运输业的环境压力，也可以实现废弃油脂资源的高值化利用。航空生物燃料相对于生物柴油产品具有良好的低温流动性能和稳定性能，更有利于促进生物柴油产品的高值化深加工利用，从而保证大规模的工业化推广应用。该技术操作简单稳定，副产品价值高，溶剂可实现零消耗，过程清洁环保。

市场分析：为了减少航空排放对环境的影响，国际航空运输协会(IATA)承诺到 2050 年实现碳的净排放量比 2005 年减少 50%。从 2012 年起，欧盟对所有抵达和离开欧盟境内的商业航班征收碳排放税。届时，全球航空公司每年成本将增加 35 亿欧元，包括中国在内的世界各国航空公司都在积极寻求解决方案来应对航空燃料价格急剧波动和航空碳减排的双重压力。虽然通过提高飞机燃烧效率和航空公司营运效率能够起到一定的作用，但是无法从根本上实现碳排放减少。因此，开发可再生航空生物替代燃料成为全球航空业减排和降低燃油成本的一大出路。2050 年我国航空生物燃料的需求量将达到 1500-2000 万吨，航空生物燃料在国内外具有极其广阔的市场。

专利：201310125497.5

合作方式：合作开发、技术入股、技术转让

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

低成本高孔隙率耐高温三维联孔结构隔膜技术

本项目的技术优势在可进行低成本高性能隔膜的可控制备，使用廉价的制孔剂与耐高温高分子前驱体在常温下混合，采用高效而成熟的膜涂布方法可控制备了具有孔径分布较均匀、高孔隙率、耐高温、具有较高润湿性能的高性能隔膜。

性能指标：

具体指标为：膜厚，20~40 μm ；透气度，25~35s（Gurley 值，JISL1096）；孔隙率，大于 50%；热延伸率，1%左右（200~300 $^{\circ}\text{C}$ 范围）；抗拉强度，20MPa 以上等。

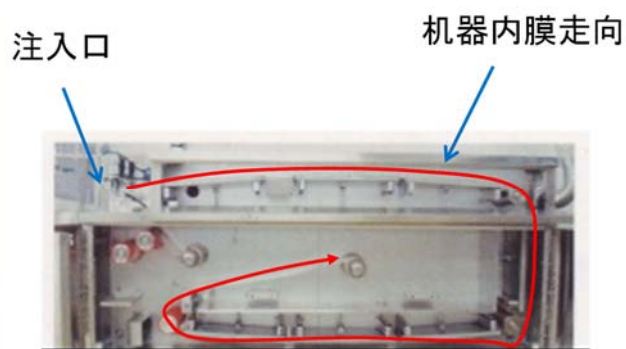
市场分析：

数据表明 2013 年锂电隔膜的全球市场需求量约为 7.5 亿 m^2 左右，高端市场为美、日、韩垄断，其中 80% 中端市场也被国外厂商占据，低端市场主要以国内企业为主。因此，国内企业有必要另辟蹊径，在高端隔膜方面进行先期投入和布局，为动力电池的普及和需求做技术储备和产业化准备。

在近远期，电动汽车方面隔膜的需求量将非常巨大。以现今受全球瞩目的特斯拉 (Tesla Motors) 为例，其今年产量将达到 5 万辆，按每辆特斯拉电动车平均使用 8600 个 18650 电芯计算，每个 18650 电芯隔膜使用量为 0.09 m^2 ，则每辆特斯拉电动车消耗隔膜量为 775 m^2 ，预计 2014 年特斯拉电动车的隔膜用量为 3870 万 m^2 。因而，单从电动汽车用锂二次电池对高功率、安全性要求来看，高通量、热稳定性高的隔膜的需求非常巨大。因此，国内隔膜企业应在此领域迅速跟进，进行技术储备和产业化准备，这些应对将获得非常高的经济、社会效益。

本项目在小试中成本约为 15 元/ m^2 ，按年产量 20 万 m^2 计算，保守估计利润率 10%，先期投资 100 万，预计回收期 3~4 年。（据日本和韩国汽车、储能领域技术人员介绍，如果隔膜在热性能、功率性能方面有所提高，销售价格相应的提高也是能接受。）

合作方式：合作开发、技术入股



隔膜连续涂布装置

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

大型秸秆车用生物天然气产业化工程项目

针对秸秆处理与综合利用问题，开发出了秸秆高效发酵菌群选育技术，通过选育菌种的添加，使得甲烷产量提高 20-35%，发展出了农业秸秆高效高浓度发酵制沼气的技术与工艺，具有产沼气效率高、发酵体系固含量高、处理量大、发酵周期短，秸秆预处理方式简单、能耗低等特点。

性能指标：

在中试放大水平上，每吨秸秆沼气产量可达 480m³，发酵周期从 60 天缩短为 40 天，大大提高了秸秆的产气效率，解决了制约秸秆发酵制燃气产业化发展的技术瓶颈问题。

市场分析：

我国每年可产生 7 亿吨秸秆，如果 50%秸秆用于制备沼气每年可为我国提供沼气 1652 亿立方米，折合天然气 908 亿立方米，相当于我国 2008 年天然气消费量 807 亿立方米的 1.125 倍。因此，生物天然气的产业化开发潜力巨大。

以建设万立方级秸秆沼气制车用燃气工程为例，发酵工程规模 2.4 万立方，固定资产投资 1800 万元，秸秆原料费用 720 万元（300 元/吨干秸秆），年运行费 425 万元，车用燃气收益 1600 万元，有机肥收益 548 万元，年净收益 883 万元，年处理秸秆 3.4 万吨，投资回收期 2 年。秸秆年需求量 1.44 万吨，约相当于秸秆收集面积 4.8 万亩（32 平方公里），收集半径约 3.2 公里。以为出租车供气计算，按照每车日均天然气使用量 40 立方计算，可满足 200 辆以上出租车加气需求，约相当于 1 个典型县级市出租车数量。若以为家用小汽车供气计算，按照每车日均行使 40 公里，需气 4 立方计算，可满足 2000 多辆小汽车加气需求。而 1 个典型乡镇具有人口 5 万人，耕地 8 万亩，预计秸秆资源量 2.4 万吨。

专利：201010103077.3、201310044562.1、201310329942.X、201310560546.8、201310150383.6

合作方式：技术转让、技术入股



青岛平度市建成的秸秆发酵、沼气净化、车用生物天然气中试项目



吉林白城建成的秸秆生物天然气产业化示范工程

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

生态环保型城镇化小区集中供气产业化项目

本项目利用农业秸秆、生活污水及粪便的混合发酵技术，产气量高；开发的小区集中供气工程运行过程采用工业化自动化控制，能耗低，即使在冬季寒冷季节也可稳定运行。开发的城镇化小区集中供气技术，具有发酵沼液回收系统，可有效控制发酵废液排放量，无废水排放，且发酵残渣可生产生物有机肥，具有良好的环保和经济效益。

市场分析：以 500 户的集中供气工程为例，每户日均使用沼气 1 m³，年使用沼气 18.25 万 m³，每吨秸秆产气约 400m³，秸秆年需求量为 450 吨，燃气年收益 27.4 万，有机肥年收益 16 万，年运行费 15 万，投资约 100 万元，投资回报期 3.5 年。如果结合城镇化小区的生活污水与粪便处理，采用共发酵技术，按照人均垃圾产量约每人每天 1.2~1.5kg，其中 60%为有机垃圾，按有机生活垃圾每千克产沼气 200L 计算，每个家庭（按照 3.5 人/家庭计算）每天产生的有机垃圾可以生产沼气 0.50-0.63m³，另外每个家庭每天平均产生粪便 8~10kg，可以生产沼气约 0.24m³，因此每个家庭每天所产生的废弃物可以生产沼气 0.80m³左右，生产的沼气基本可以满足一个家庭日常燃气需求，采用农业秸秆共发酵技术，将会大幅降低燃气生产成本，综合考虑生活污水处理与能源供应，小区集中供气工程的经济效益将更加可观。

合作方式：技术转让、技术入股

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

城镇生活垃圾无分选生物反应器能源化处理项目

本技术无需进行垃圾分类和分选预处理，通过垃圾填埋场技术改进和提升，大幅加快垃圾降解周期，减少垃圾填埋场占地面积 70%以上，解决了生活垃圾分类和分选的难题。基于干态发酵的创新技术，通过生物反应器填埋技术，把生活垃圾中的可生化降解垃圾转化为燃气能源，进行生活垃圾能源化转化和处理，不仅处理了垃圾而且获得了能源。

性能指标：

发酵体系的固含量可达 20-70%，容积产气率大于 $0.5\text{m}^3/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ ，发酵周期少于 60 天。

市场分析：

该技术具有投资成本低、生活垃圾资源化利用效率高等优势，与垃圾焚烧技术与分选后进行厌氧发酵处理的工程相比，投资额度低，收效快，整体投资额度略高于传统的垃圾填埋技术，相比于传统垃圾填埋技术，投资额度增加约 10%，但同时可获得能源收益，投资收益大幅提高。

合作方式：技术转让、技术入股

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

生物质合成气经二甲醚制高品质油品

本工艺以生物质或低品质煤为原料，经固体原料气化、一步法合成二甲醚，二甲醚制汽柴油等过程制备高品质油品。反应过程中克服了甲醇合成过程中的热力学限制，大大提高了 CO 单程转化率，减少循环过程的能耗。同时与现有的甲醇制汽油工艺相比，节省两步法甲醇制汽油过程中的甲醇脱水工段，降低了于一步法甲醇制汽油反应中的放热量，便于反应的控制操作。

性能指标：

所得汽油产品质量均符合国家标准，可直接用作商用燃料。

市场分析：

以年产 10000 吨/年合成工程为例，每生产一吨汽油成本约为 8000-9000 元，扣除国家对每吨油品征收约 1380 元消费税，产品利润率可达 20%左右，投资回报期约 4-5 年。目前，国家对生物质的能源化利用给予一定的财政补贴和税收优惠政策，对符合条件的企业，每吨能源化利用的秸秆补助给予 150 元的补贴（财建[2008]735 号），产品的利润会进一步提高。

专利：201410027865.7

合作方式：技术入股、技术转让

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

秸秆固态酶解发酵生产燃料乙醇关键技术

目前木质纤维素降解主要有两个技术体系：热裂解和生物转化。生物转化技术体系具有条件温和、环境友好等优点，被普遍认为具有更广阔的发展前景。但是，目前缺少清洁、高效、低成本的木质纤维素生物转化关键技术，导致转化效率和成本不能适应大规模工业化生产要求。本项目通过筛选和改造获得高效降解预处理秸秆并且高乙醇耐受和高产的菌株，建立 500~1000L 规模的高温细菌纤维素糖化的中试装置，为高温细菌纤维素糖化的产业化前景的评价提供扎实基础数据。

市场分析：

梭菌和嗜热厌氧菌是目前被认为最有希望满足“整合生物加工技术”要求的微生物类群。它们能够降解包括纤维素在内的许多复杂的碳水化合物，并将不同的单糖(包括戊糖和己糖)发酵为乙醇。同时，它们是嗜高温(60℃以上)厌氧微生物，这使得它们在工业化应用上相比目前正在使用的酵母、大肠杆菌和运动发酵单胞菌等具有显著的优势。

专利：201110182889.6

合作方式：技术转让、技术入股

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

基因工程蓝细菌高效合成生物燃料及化学品

相对于利用大肠杆菌和酿酒酵母等异养微生物，本项目研究对象蓝细菌具有光合作用能力，能吸收光能并将二氧化碳直接转化为生物燃料和化学品，具有原料成本上的优势。

性能指标：

乙醇产量：5.5 g/L；乙烯产量：9.7 mL/L/h，蓝细菌蔗糖产量：2.8g/L；甘油葡萄糖苷产量 1.9g/L，均接近国际最高水平。

市场分析：本项目生产产品多为大宗化学品，市场容量巨大。据中国石油集团经济技术研究院编撰《2013 年国内外油气行业发展报告》的数据，2013 年我国汽油和柴油表观消费量分别为 9340 和 17005 万吨。即使按照每升汽油添加 10%乙醇计算，我国燃料乙醇年需求量为 934 万吨，对柴油替代品长链脂肪烃的需求量为 17005 万吨。若利用蓝细菌合成的蔗糖生产燃料乙醇，按酿酒酵母蔗糖到乙醇转化率 20%计算，需要蔗糖原料 4670 万吨。

由于目前菌株生产能力不高，培养体系不成熟，因此成本仍不能与基于石油原料的生产路线竞争。但是考虑到蓝细菌合成生物燃料和化学品的巨大潜力，若能持续推进相关研究和降低生产成本，那么产业化应用也将不再遥不可及。

合作方式：技术开发、技术转让、技术入股

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

秸秆组分高效分离技术

秸秆组分高效分离技术的开发是生产生物基能源、材料和化学品的重要一环，而其成本过高是秸秆类木质纤维原料生物转化工业化生产的关键技术瓶颈。目前的农业秸秆仍缺乏能源化综合利用的运营案例,仅有的几个示范工程也因经济效益、应用效果等多方面原因，不具备推广效果。我们开发了物理化学协同作用的动态挤压预处理技术、基于水热法和中性盐连续耦合处理的绿色高效分离技术，可使半纤维素抽出率高于 70%，酶水解后的葡萄糖得率高于 85%，已申请中国发明专利和实用新型专利。现已于青能所中试车间完成了千吨级动态挤压中试系统的建设，开发了改良碱法预处理系统，并匹配建立了酶水解浓缩提纯和发酵系统

性能指标：

在中试水平上实现了秸秆产糖率大于 80%，可日产 20 公斤生物质糖和 10 公斤乙醇。

市场分析：本技术可使秸秆可发酵糖总成本低于 2500 元/吨，与目前的淀粉糖成本相当。

合作方式：技术转让、合作开发

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

木质纤维生物质甲酸预处理分离技术

本项目开发了以木质纤维生物质为原料的改良甲酸法预处理分离技术，实现了生物质三大主要组分纤维素、半纤维素和木质素的经济高效分离，过程环保无污染，获得的产品较同类技术具有纯度高、活性好的特点。

市场分析：

木质纤维生物质来源广泛、价格低廉，经过甲酸分离后获得的产品具有较高附加值，易于下游转化，可应用于多个领域，过程环境友好。

合作方式：合作开发

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

厌氧膜生物反应器及膜污染控制技术

厌氧膜生物反应器（Anaerobic membrane bioreactor, AnMBR）是厌氧生物技术与高效膜分离技术相结合的新型水处理技术，该技术具有占地面积小、微生物浓度高、有机负荷高、能使大分子物质得到充分降解，更重要的是应用该技术处理高浓度有机废水（e.g. 填埋渗滤液）的同时可以回收能源，剩余污泥产量低。目前，厌氧 MBR 可分为分置式厌氧 MBR 和一体式厌氧 MBR，其中分置式有助于设备的清洗、更换、增设，但占地面积较大、且循环泵高速旋转产生的剪切力会使某些微生物失活；一体式将膜组件和反应器安装在一起，减少占地面积，使微生物更有效的积累，但存在膜污染问题较严重、膜清洗较困难等问题。本技术在控制膜污染，延长膜使用寿命方面具有明显优势，大大提高了厌氧 MBR 实际应用的可行性，并且可以将运行成本降低 20-50%。

性能指标：

本污水处理系统污泥产量仅为传统工艺的 20%，有机负荷 $0-50 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{d}$ ；假定进水 COD 负荷为 30 g/L ，日处理废水量 100 吨，可回收甲烷气体约 1200-1800L，甲烷热值以 35.9 kJ/L 计，可以获得 43080-64620 kJ 热量。另外，该技术可以将膜的使用寿命延长 2-5 年。

市场分析：

近年来，环境问题日益突出，由环境污染引起的安全事故频出；另外，关于环境污染尤其是水环境的监管力度在不断加大，污水排放标准更加严格。因此，污水达标排放同时实现能源回收是新概念下污水处理的趋势。AnMBR 技术也必将因其高效的污水处理能力和可观的能源回收而受到青睐；膜污染控制技术是应用该技术的关键，有效的膜污染控制技术使 AnMBR 技术产业化应用前景广阔，市场潜力巨大，经济效益可观。

专利：201510607001.7

合作方式：技术转让、合作开发

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

高盐度、高酸碱度废水资源化及近零排放技术

本项目的技术优势在于采用化学耐受性强，试用范围广、运行成本低、去除效率高的离子交换膜技术，对高盐度、高酸碱度废水逐步处理，逐级回收，可同时实现废水资源化和尽零排放的要求；采用逐步处理，逐级回收的方案，降低了单一处理工艺的运行风险，更便于实际操作；离子交换膜技术占地面积小，集成性高。

性能指标：

扩散渗析以浓度差作为驱动力，对高浓度酸（碱）回收率达 80%以上，对废水中其他杂质去除率高达 90%以上；电渗析在直流电场的驱动下，阴阳离子定向迁移，可同时实现盐富集和废水净化，对盐分最高浓缩浓度可达 150g/L；双极膜电渗析技术在较低电压下将水中的盐转化成相应的酸碱，所生成的酸碱浓度可达到 10%以上。

市场分析：

根据两个著名研究报告和咨询公司 Persistence Market Research 和 Marketresearch Reports.Biz 发布的预测数据，2019 年膜分离市场份额将达 392 亿美元，其中水处理膜技术市场份额有望达到 140 亿美元，而中国 2016 年膜分离市场份额将接近 40 亿美元，可见膜分离技术在中国水处理行业中起到了举足轻重的作用。

相较传统压力驱动膜分离技术的缺陷，离子交换膜技术可处理高盐，极端 pH 酸碱废水，在不引入其他组分的前提下，同时实现污染物有效去除和酸碱回收、再利用及水的循环利用，达到废水资源化和尽零排放的要求。在国家倡导循环经济，国务院及省市级环境保护部门对污水排放标准更为严苛的大环境下，采用离子交换膜技术可实现污水减排减量，减轻环境负荷；同时污水资源化可在短期内弥补前期膜工艺投资费用，为绿色经济带来了新的经济增长点。

合作方式：合作开发、技术入股。



电渗析设备



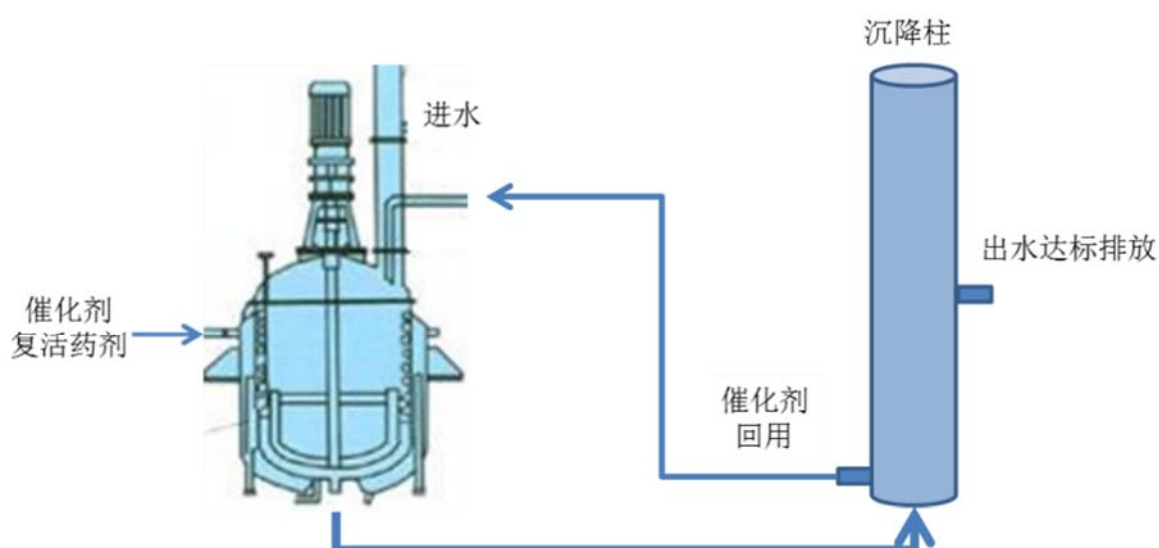
双极膜电渗析设备

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

基于催化剂回用的废水中有机污染物高效芬顿(Fenton)氧化降解技术

难降解工业有机废水的处理研究一直是国内外水处理工作中的一个难点和研究热点。Fenton 氧化技术与其他高级氧化技术相比, 具有快速高效、设备简单、成本低、技术要求不高等优点, 因而受到国内外水处理界的广泛重视。但该技术所用金属盐(多为铁盐)催化剂, 不可回用、分离困难及造成二次环境污染一直是限制该技术工业化应用的主要原因。本项目通过研发 Fenton 氧化高效辅助催化剂, 实现了 Fenton 反应催化剂的回用, 避免了传统 Fenton 反应后期繁琐的催化剂分离步骤, 处理过程无二次污染, 有机物降解率不低于传统工艺且重现性好, 降解效率提升 500%, 设备占地小, 操作简单, 具有较好的工业应用价值。

合作方式: 技术转让



特点: 占地面积小、操作简便、成本低、效率高、无二次污染。

成果来源单位: 中国科学院青岛生物能源与过程研究所

（二）新材料类

具有抗菌性和抗污染性新型超滤膜组件研发技术

超滤膜技术广泛应用于海水淡化预处理，物料分离等领域。由于污染物吸附和细菌滋生造成膜孔堵塞，导致超滤膜通量下降，能耗升高。本技术通过在超滤膜表面形成功能层，提高分离膜的抗菌性和抗污染能力，抑制膜分离过程中的膜污染和细菌滋生现象，达到提高分离膜水通量、降低运行成本的目的，并应用此技术研发出多种分离孔径的亲水性和抗菌性超滤膜。

技术指标：超滤膜的分离孔径从 1nm-100nm，水通量从 60L/m²h-500L/m²h。超滤膜的静态水接触角小于 55°，对大肠杆菌的抑制率超过 85%。改性后，超滤膜在运行过程中水通量提高 30%，化学清洗时间延长 3 倍。

转化所需投资（万元）：300-500 万元

项目转化后经济社会效益情况：项目转化后可大幅度提高超滤膜应用的经济性，降低能耗，减少分离膜使用面积，延长化学清洗时间和使用寿命。采用本项目研发的超滤膜可以使能耗降低 30%，分离膜使用寿命延长 20%，大幅度减少化学清洗药剂用量。

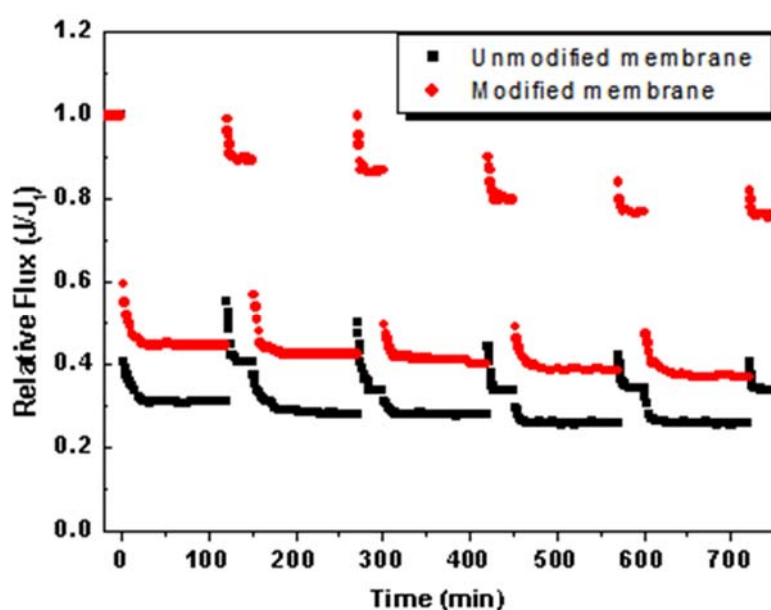


图 1 改性膜和未改性膜污染-清洗运行图

图 1 为表面改性前后分离膜在牛血清蛋白（BSA）溶液中的污染和清洗通量变化。红色为改性聚砜超滤膜，黑色为未改性聚砜超滤膜。实验中首先测试纯水通量，然后用牛血清蛋白溶液测试通量 120min，然后用清水进行清洗 30min，反复进行 5 次。BSA 为模拟污染物，从图中可以看出在蛋白质溶液中，在相同压力条件下，改性

膜的水通量明显高于为改性膜，经过简单的水力清洗后，改性膜的纯水通量大幅度提高，而未改性膜的水通量提高不明显。实验结果表明，改性后分离膜的抗污染能力大幅度提高。

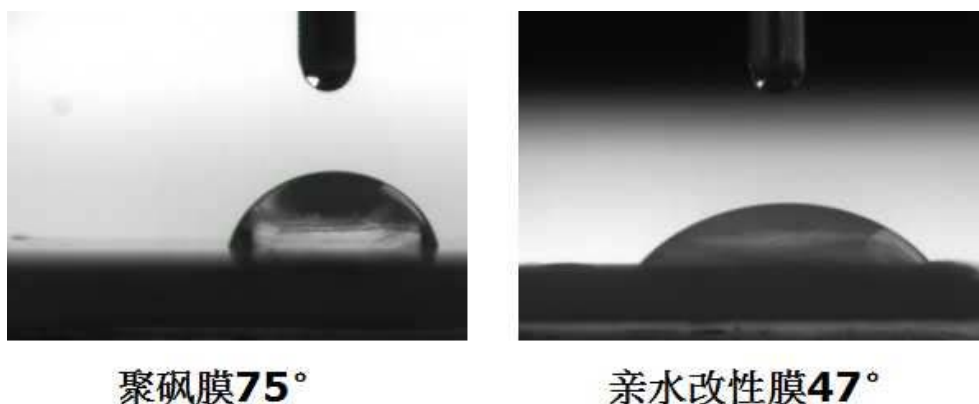


图 2 改性前后聚砒膜的表面静态水接触角

表面静态水接触角是表征材料表面亲水性的参数。接触角越小，表明材料的亲水性越好，从图 2 中可以看出，经过亲水改性后，聚砒超滤膜的水接触角从 75°降低到 47°。结果表明改性技术可以大幅度提高分离膜表面的亲水性。

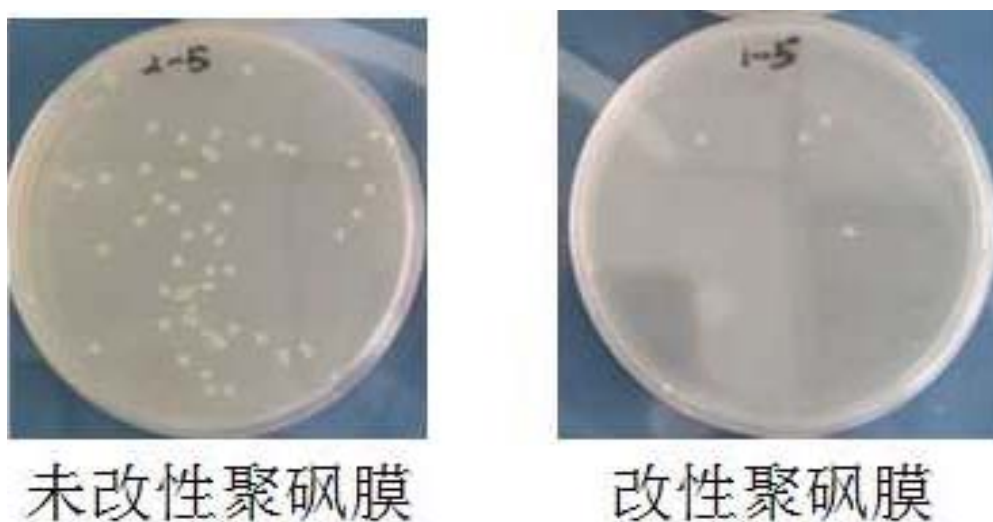


图 3 改性前后聚砒膜抗菌性实验

将改性前后的聚砒膜浸泡于大肠杆菌溶液中，破碎后进行培养，从图 3 中可以发现改性后的聚砒膜的抗菌性大幅度提高，表明表面改性可以有效抑制细菌在分离膜表面的滋生现象。

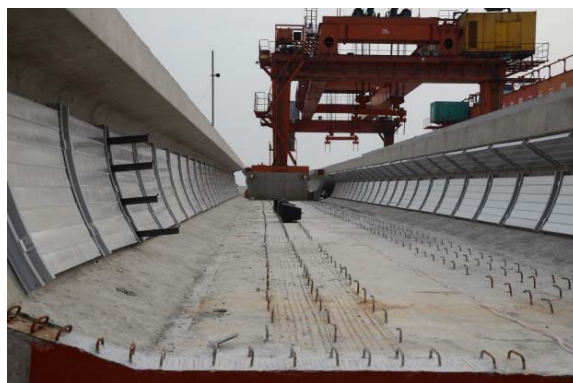
成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

轨道交通高架 U 型梁敷板式吸声降噪材料

该产品利用多层吸声结构复合达到吸声频带上的拓宽与叠加，形成应用于 U 型梁内侧的贴附式吸声结构，能显著地降低轮轨噪声，具有阻燃、耐腐蚀、抗老化等优良性能，各项指标参数均达到或超过设计水平。在满足超薄要求的前提下，实现了降噪 75%，达到国际先进水平。可广泛应用于城市轨道交通，现已应用于青岛地铁 11 号线和 13 号线，具有广阔的应用前景。



实物图



11 号线应用实景图

成果来源单位：中国科学院声学研究所

聚四氟乙烯中空纤维膜蒸馏高盐水淡化技术

反渗透技术是我国目前海水淡化工程中使用最多的技术，但此过程淡水回收率一般仅为 50%左右，且淡化过程产生的浓盐水排放对海洋生态环境有一定的负面影响。因此开发新的技术与反渗透过程结合，对浓盐水进行进一步处理，进而提高海水综合利用效率。膜蒸馏是近年来发展起来的蒸馏法与膜法相结合的新型技术，可用于处理更高盐含量的海水。目前制约膜蒸馏过程工业应用的主要障碍是传统膜材料在使用过程中易被润湿，稳定性差。聚四氟乙烯具有优异的疏水性、热稳定性和化学稳定性，是膜蒸馏技术的理想材料。

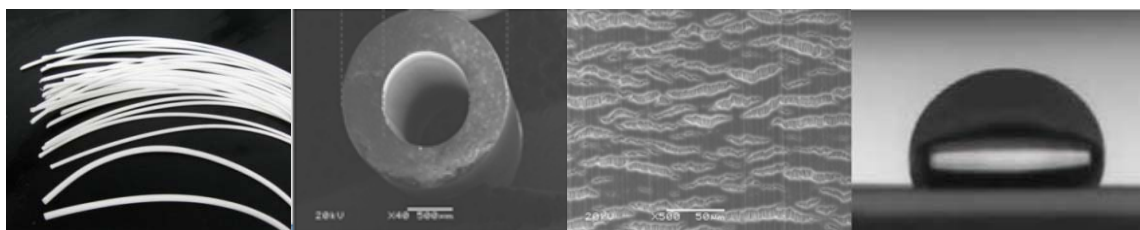
基于此，本项目开发了用于高盐水淡化处理的聚四氟乙烯膜蒸馏技术。通过强疏水、高性能聚四氟乙烯中空纤维膜的研究制备以及具有内部空间构型的膜蒸馏组件设计，实现了反渗透-膜蒸馏综合利用海水的耦合新工艺。与反渗透过程相比有更高的海水利用效率，与传统蒸馏过程相比有更低的能源消耗，具有很好经济效益和社会效益。

技术指标：

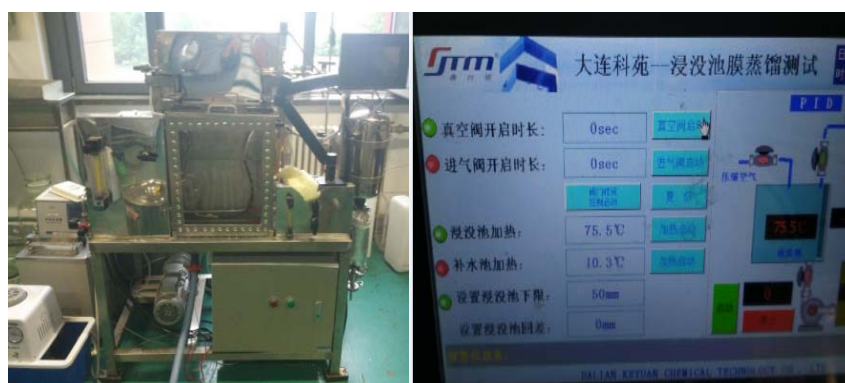
聚四氟乙烯中空纤维膜平均孔径为 $0.1\sim 0.5\ \mu\text{m}$ ，孔隙率大于 50%，接触角大于 105° ；膜蒸馏过程产水量不低于 $5.0\text{L}/\text{m}^2\text{h}$ ，脱盐率高于 99%。

转化所需投资（万元）： 300~500 万元。

项目转化后经济效益情况：本项目将传统反渗透海水淡化技术与新兴膜蒸馏高盐水处理技术结合，符合循环经济的理念和发展模式，可实现淡水资源及无机盐资源的同步提取，真正对海水资源全面综合利用，在提高经济效益的同时做到保护海洋环境。



聚四氟乙烯中空纤维膜、端面及表面形貌、水接触角照片



膜蒸馏实验室测试系统



小批量生产的聚四氟乙烯中空纤维膜



聚四氟乙烯中空纤维膜整理组件及中试系统

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

植物医用淀粉胶的开发

(1) 以低价易得、安全可靠的淀粉为原料替代价格昂贵的明胶生产药用胶囊(明胶胶囊 5-7 万, 纤维素胶囊 7 万, 淀粉胶囊成本<5 万);

(2) 以成熟胶囊生产设备和生产工艺为基础, 设计淀粉胶系统, 不需要投入大量资金和物力开发新设备和工艺, 缩短产业化进程。

性能指标:

淀粉胶产品黏度不高于 2500cps, 所得淀粉胶囊强度不低于 40Mpa, 崩解时间不超过 10 分钟, 满足药用胶囊国家标准。

市场分析:

随着纯天然概念的深入, 消费者愈加崇尚自然健康的产品, 淀粉胶囊顺应“自然、健康”的理念, 正成为胶囊剂型的新选; 同时, 对制药和功能食品企业而言, 采用植物胶囊可为其产品区分和品牌价值提升提供更多的可能性。

据统计, 2007 年, 全球空心胶囊总销量已经超过 3100 亿粒, 其中 94% 是明胶空心胶囊, 而另外 6% 则来自于非动物源性胶囊, 即植物空心胶囊, 其年增长率超过 25%, 到 2009 年, 植物空心胶囊的销量已达到 300 亿粒左右。2012 年仅中国空心胶囊销量已超过 3000 亿粒, 约占世界总量的 30%, 其中植物胶囊不高于 10%。非动物源性空心胶囊销售的大幅增长, 反映了国际上崇尚天然产品的消费趋势。仅以美国为例, “从未吃过动物源性产品”的人口有 7 千万, 有“素食意愿”的人口占总人口的 20%。除了天然概念之外, 非动物源性空心胶囊还具有各自独特的技术特点, 如植物空心胶囊含水量极低, 韧性好, 适合于吸湿性与水分敏感性的内容物。

淀粉原料天然、安全无毒, 可生物降解, 生产工艺简单, 因此植物淀粉胶囊具有不可比拟的性能及价格优势, 使其具有更大的市场需求。

授权专利: ZL 201410077779.7、201410077833.8

合作方式: 技术入股、转让、专利授权许可



淀粉胶囊产品

成果来源单位: 中国科学院青岛生物能源与过程研究所

环境友好型单组份聚氨酯防水涂料

通过对聚氨酯树脂分子结构的精心设计，调整聚合物中链段排布方式及功能基团的密度，成功开发出两类具有高拉伸强度、高断裂伸长率的聚氨酯防水涂料。其中一种涂料为环保无溶剂型单组份聚氨酯涂料（I 型），具有良好的水中分散性能，与水混合后（体积比 聚氨酯：水=1:6）喷涂在基材表面，干燥后可形成断裂伸长率大于 1200%，拉伸强度超过 2.5MPa 的薄膜。另一类涂料是全疏水型单组份聚氨酯涂料（II 型），可以是本体型，也可含少量有机溶剂，可在适当湿态下直接喷涂在基材表面并固化（固化时间可调），所成薄膜与基材表面有着极好的附着力，断裂伸长率大于 2000%，拉伸强度超过 8MPa。与传统聚氨酯防水涂料相比，总喷涂用量少，使用成本低。

性能指标：

序号	项目	性能指标	
		I 型	II 型
1	拉伸强度/MPa	≥2.5	≥8
2	断裂伸长率/%	≥1200	≥2000
3	撕裂强度/(N.,mm ⁻¹)	≥15	≥15
4	低温弯折性/°C	-35	-35
5	不透水性(0.3MPa,120min)	不透水	不透水
6	固体含量/%	100	100
7	表干时间/h	≤6	≤10
8	实干时间/h	≤24	≤24

市场分析：建筑工程的防水处理可有效提高建筑物的使用年限及安全性，特别是现代建筑，防水处理尤为重要。当前，建筑防水已经从单纯的房屋建筑的防水，也即屋顶、外墙、地下室等单纯的房屋建筑防水领域向高速公路、高速铁路、桥梁、地铁、机场、码头、隧道、涵洞，垃圾填埋处理等领域发展。按国家统计局数据显示，2012 年建筑防水材料行业的总产值约 1500 亿。据估计，2015 年我国防水涂料的使用量将超过 100 万吨。由于采用了独特的防水机理，在总喷涂用量较少（每平方米≤0.4kg）的条件下即能达到良好的防水效果，与传统聚氨酯防水涂料相比（一般需要 2kg/m²左右），用量少，使用成本低，市场前景广阔。

专利：201510171599.X

合作方式：合作开发、技术转让、专利授权许可



喷洒聚氨酯防水涂料前（左）后（右）表面亲水性的变化

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

高性能新型聚氨酯固沙材料

当前，国际上采用一种新型的聚氨酯水凝胶可有效实现荒漠化土地的生态修复和边坡的水土保持及绿化。此聚氨酯水凝胶为一种遇水固化型聚氨酯预聚体，但目前国内尚未掌握此技术而主要依赖于进口，价格昂贵，不利于大规模推广。本项目通过对亲水性聚氨酯树脂分子结构的精心设计，调整了聚合物中链段排布方式及功能基团的密度，促使凝胶时形成均匀而致密的交联网络，突破了相关关键技术，合成了具有高抱水量（最高可达为自身体积 40 倍）、高机械强度、优异乳化性能的聚氨酯树脂。该聚氨酯水凝胶所用均为工业原料，成本低廉，可望在实际生产中得到大规模应用，有望打破国外企业对此类材料的垄断。

性能指标：

产品名称		高性能新型聚氨酯树脂	
性能指标	外观	黄色至黄褐色透明液体	
	密度 (g/cm³)	1.20±0.05	
	粘度 (20°C, mPa.s)	700-1500	
	固含量 (%)	≥80	
	凝胶时间 (秒)	30-1200	
	抱水量（倍）	40	
	贮存期（室温密封，月）	≥12	
机械性能	薄膜	拉伸强度	5~10MPa
		断裂伸长率	500~1000%
	水凝胶	压缩强度	3~12KPa
		拉伸强度	1~3MPa
		断裂伸长率	>1000%

市场分析：

本项目所开发的新型高性能聚氨酯树脂，制备工艺简单，成本低，易于工业化生产。与水反应后可形成保水性能优良的弹性水凝胶，无有毒成分残留，具有高度安全性，无二次污染。成本低：以相应原料的市售价格为基准，根据配方的不同，本产品原料成本约为 1.5~2.0 万元/吨，国际同类产品售价为 7~8 万元/吨。具有优良的力学性能、耐久性、抗水解、抗酸碱及抗盐蚀能力，适用于各种水质及土质，可作为一种优异的化学固沙材料，应用前景广阔。

专利：201510171421.5、201510174281.7

合作方式：合作开发、技术转让



喷洒混合液



凝胶固化



沙土具有较高的强度

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

固体废物生产新型生态透水砖技术

本项目以石墨尾矿等固体废物为主要原料，以页岩代替粘土作为塑化剂提高成型工艺性能，在配料中加入炉渣，利用炉渣残余碳燃烧产生的热量，实现砖体的烧结，从而制备生态透水砖。这一方面研制的生态透水砖具有透水、保水、美化、硬化等多项功能，对城市大气调节、地表植被生长、地下水保护，城市生态环境改善，建设海绵城市具有重大意义；另外，可解决固体废物对环境的污染的问题。

本项目创新之处在于：1、原料中以闲置资源--页岩代替粘土，不仅节约土地，还提高了透水砖的生产工艺性能和产品性能。2、以炉渣为原料，利用炉渣中残留碳燃烧产生的热量，实现砖体的烧结，无需外加热源，增加了固体废物用量，节约了能源。本产品的优势在于：环保、无污染、生产工艺简单、成本低，具有较好的社会、经济和环境效益。

性能指标：

中试产品经山东省建材质量检测中心检测，所制备产品的性能如下所示：

1. 透水性：产品透水系数 26-28 mm/s，大于国标规定的 10 mm/s。
2. 保水性：该产品的保水量通常状态下约为 10L/m²。下雨时它大量吸收并保存水份，在太阳的照射下可以慢慢蒸发，以达到降低地表温度之功能。
3. 安全性：该产品具有超强防滑性，即使在下雨时其防滑值在 60BPN 以上。同时本产品的辐射性很低，符合国家绿色建材标准。因此人们走在上面更加安全，也不容易感到疲劳。
4. 噪音：该产品为多孔结构，可以大量吸收噪音，是理想的吸音材料，可应用于机场、地铁等场所。
5. 耐磨强度高、耐风化：该产品抗压强度达到 30MPa 以上，适合停车场、普通车道的使用。它的耐寒性也达到国家标准，抗冻值-25℃，即使在寒冷的地方，本产品品质不会改变。除此之外，瓷质透水砖还具有耐风化性，即使遇到强酸或强碱，品质也不会改变。
6. 施工方便性：该产品施工采用柔性铺装法，即平整基础，压实，然后铺实，铺砂刮平，再铺砖，最后填缝即可。其施工方便、快捷、成本低。

市场分析：住房城乡建设部部长陈政高在全国海绵城市建设培训班上表示，建设海绵城市是党中央、国务院的重大决策。陈政高部长表示，城市中出现的地下水位下降、逢大雨必涝、山水林田消失、城市养护成本增加以及对气象造成影响等问题，都可以通过海绵城市建设得到有效缓解。据其估算：“海绵城市建设投资约为每平方公里 1 亿元到 1.5 亿元，这是一个巨大的投资空间。

在《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》（国办发〔2015〕75 号）中提出了具体工作目标：到 2020 年，城市建成区 20%以上的面积达到目标要求；到 2030 年，城市建成区 80%以上的面积达到目标要求。

目前，国内使用的地面铺装材料有水泥砌块、粘土红砖、耐火砖、大理石、陶瓷广场砖等。这些材料的主要缺点，一是不具备透水性，雨天易积水、妨碍交通，一旦有强降雨增加了排水管网的负荷，同时造成天然淡水资源的浪费；二是许多材料强度低、易破碎、寿命短，一旦损坏给人满目疮痍的感觉。

而环保陶瓷生态砖是一种新型环保建材。它具有透水、保水性、降噪、美化等多项功能。对城市大气调节、地下水资源保护，对整个城市的生态环境具有重大意义。正是由于上述优点，在日本、欧洲等发达国家，具有透水、保水等功能的环保生态砖被广泛采用。近来，日本、欧洲等国家环保生态砖的品种类也不断增加，除用于人行道、车行道、公园、绿地、停车场等地面的铺设外，像游泳馆、浴场、室内卫生间、以及楼房顶部等等都有应用。

据我们了解目前已经或正在使用环保陶瓷生态砖的建设项目有北京西城区人行道、玉泉营、上海外滩人行道、金陵东路和威海路、石家庄裕华区、珠海市拾贝街小区、厦门厦禾路人行道大修工程等。

北京水利科学研究所副所长丁月元及该所透水路面工程专家周子昌分析认为，北京市透水路面市场暗含商机400亿元。若考虑到公园、人行道、小区等的需求，以及国内发达大中城市的需求。环保陶瓷生态砖的需求量是相当巨大的。而我国最近四五年才有相关产品的生产，年产量远远满足不了市场的需求。

由于其他厂家的生产成本较高，且由于主原料的有限性，限制了其推广应用。而采用本项目技术生产的产品，由于采用石墨尾矿、炉渣等固体废物为主要原料，原料储量较大，因此生产成本低；再加上国家环保政策的优惠，该产品有明显的价格竞争优势，并可扩大环保陶瓷生态砖的应用，扩大市场。因此，本产品具有良好的市场前景。

合作方式：共同开发、技术转让



成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

高阻燃蜜胺树脂硬质发泡复合材料

与软质泡沫不同，硬质三聚氰胺树脂发泡板材未能在国内实现产业化，与其存在的技术瓶颈有着直接关系。传统的生产技术难以准确控制合适的固含量；使用价格高的发泡剂的配方，原料成本较高；制备过程含有或产生大量水需要减压蒸馏除去，能耗增大，大幅增加了生产成本；加热固化过程不均匀导致产品内应力过大开裂等等，都限制了正常产业化。本项目打破传统研究思维的羁绊，利用新型反应固化方法优化了配方和工艺，精简配方，减少了生产流程，省去蒸馏出水步骤，使原料成本和能耗成本实质性降低，为产业化推广奠定了基础。目前，该项目处于中试放大阶段，其估算成本已经低于市售产品市场价，具有很强的可操作性和可行性。

性能指标：

项目	指标	参照标准（或近似）
表观密度 kg/m ³	40-80	ASTM-D1622
压缩强度 KPa	≥100	GB1041-92
抗拉强度 KPa	≥150	GB528
导热系数 w/m·k	≤0.04	ASTM D1623
吸水率 %	≤5	ASTM D2842
尺寸稳定性 %	≤2	GB8811-88
氧指数 %	≥38	GB5454-97
阻燃级别	B 或 A2 (自测)	GB8624-2006

市场分析：

在被称作“世界头号工地”的中国，每年新增建筑面积约 20 亿平方米，几乎超过了发达国家建筑面积的总和，而这些新建筑中，只有 10-15%能达到国家的节能标准，80%以上为高耗能建筑，单位面积能耗是发达国家的 2-3 倍。这 20 亿平米建筑需要 12 平方米的外墙保温材料，粗略估计每年将有 600 亿元的市场容量。到 2020 年底，全国将新增 300 亿平方米的房屋建筑，市场容量可达到 6000-9000 亿人民币。必须注意到，虽然拥有如此大的市场潜力，但目前市场上尚未有真正满足阻燃要求的有机保温材料，这给本项目研发的阻燃材料带来了发展机遇。因此，符合新阻燃要求的外墙保温材料和保温技术对于实现我国建筑节能目标有着重要的意义，高阻燃、低成本的外墙保温材料在国内外都有着巨大的市场潜力。根据小试估算总成本 9000 元/吨，按目前外墙保温市场价格 15000 元/吨(B 级阻燃聚苯板)，每吨利润为 6000 元。如果建成年产 2000 吨的生产线，毛利润为 1200 万元。所以该成果又具有良好的经济效益。

合作方式：合作开发，技术转让



（左：市售聚苯板；右：本项目小试样品）

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

聚反式异戊二烯环氧化（ETPI）新方法

传统的 TPI 环氧化方法存在诸多缺陷，难以工业化应用。本项目开发出一种新型的弱碱性的环氧化剂，克服了传统的 ETPI 制备中存在的缺点，避免了过氧乙酸法所带来的副反应，使得环氧度可被较为精确地控制，同时也避免了分子链的断裂，使得不同批次制备的 ETPI 的性能更为稳定；而弱碱性的反应条件也有效的避免了中和等后处理手段，简化了制备及分离流程，使得本环氧化工艺更适合工业化生产。对不同环氧度 ETPI 的结构与性能测试表明，采用该方案制备的 ETPI 具有优异的机械强度、抗湿滑性能以及阻尼性能，可望在高性能轮胎、阻尼减震材料等方面得到广泛的应用。

性能指标：

1. **优异的工艺稳定性**，克服了传统工艺的诸多缺点，合成工艺简单，不会产生副产物，且环氧转化率稳定在 80%；
2. **耐湿滑、低生热**，新型合成法合成出的 ETPI 具有耐湿滑，低滚动阻力的优点，符合绿色轮胎要求；
3. **高拉伸强度**，新型合成法合成的 ETPI 能增大弹性的同时，保持 TPI 的拉伸性能。
4. **宽温域阻尼效益**，环氧基团的引入，阻尼峰值增大，温域变宽，且向高温方向移动。

合作方式：合作开发、技术转让

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

高性能中空纤维沼气分离膜及膜法沼气提纯制压缩天然气工艺开发

与传统分离方法相比，膜分离过程具有设备体积小、能耗低、投资低、操作维修便捷等优点，更为重要的是膜分离技术也更加安全，容易规模化放大，不添加额外的有害化学物质，再处理规模不太大，而且二氧化碳含量较高的沼气净化过程中更具优势。膜分离法提纯沼气可以使产品气甲烷浓度达到 95%以上，回收率高于 92%。而且与水洗、吸收等方法相比，无需大量水或化学吸收剂，操作压力低，对外部环境要求低，并且为模块化系统，在气源枯竭或需要另外选址时，容易搬迁移动。

性能指标：

以进料组成为 54%CH₄、44.7%CO₂、0.3%O₂、1%N₂ 的垃圾填埋场沼气为例，经过 2 级膜处理后，甲烷浓度可以达到 96.4%，CO₂、O₂、N₂ 含量则分别降低到 1.62%、0.19%、0.76%，完全符合车用压缩天然气或管网天然气的技术指标。

市场分析：

以产沼气 400Mm³/h 的垃圾填埋场利用膜法制备压缩天然气（CNG）为例进行投资预算及效益分析：

（1）工程规模：

每天产沼气量为：400Mm³/h × 24h = 9600 Nm³/d

制备的 CNG 为：5520 Nm³/d

（2）投资预算及效益分析：

序号	项目	单价	
1	投资成本		
1.1	前处理单元	132	万元
1.2	膜组件	83	万元
1.3	CNG 压缩机	70	万元
1.4	CNG 储气瓶组	40	万元
1.5	仪表及控制、电气、安装及其他费用等	250	万元
	合计	575	万元
2	操作成本 （操作时间 8000h/a）		
2.1	脱硫剂	2.25	万元/年
2.2	沼气压缩机	35.84	万元/年
2.3	空冷器风机	2.24	万元/年
2.4	膜组件更换费用	16.5	万元/年
2.5	CNG 压缩机	16.8	万元/年
2.6	设备折旧	41.5	万元/年
2.7	人员费用	50	万元/年

2.8	合计	165	万元/年
2.9	操作成本/Nm ³ 原料气	0.52	元
3	回收价值		
	CNG	552 (230 Nm ³ /h、3 元/m ³)	万元/年
4	年利润	386.88	万元
5	投资回收期	1.5	年

合作方式：合作开发、技术入股

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

用于室内甲醛污染物常温催化净化的金属氧化物材料的开发

空气中甲醛污染的净化技术归纳起来主要有：吸附法、光催化氧化法和常温催化氧化法等。其中常温催化氧化技术因其能耗低(常温下的零能耗)、净化效率高、无二次污染等优点，被认为是最具应用前景的净化技术。

本项目开发的室内甲醛常温催化氧化材料可作为大规模室内及室外气体净化装置生产的核心部件，它的生产成本较低，体积小，对工作环境要求低，环境适应能力强，因此极具推广应用价值。利用该催化材料生产的净化装置，可广泛应用于家用、车载以及大型的公共场所等密闭空间，有效地去除低浓度的甲醛气体，因此，该催化材料的应用能够有助于气体净化产业的发展，为企业新产品的开发、上市提供新的技术保障，创造新的利税增长点。

性能指标：

对室内低浓度甲醛（<2 ppm）的高效去除（去除率>95%）

市场分析：

近年来，随着人们生活水平的提高，装修业日益兴起，室内空气污染问题日趋严重。据有关国际组织调查，全世界每年有 280 万人直接或间接死于装修污染，世界上 30% 的新建和重修的建筑物存在有害健康的室内空气污染。因此，如何提高室内空气品质，保证居民身体健康，已经引起了有关部门的高度重视和全国人民的普遍关注。随着我国环境治理、节能减排力度的逐渐加大，公民对环境问题诉求的日益强烈，空气净化技术的开发与应用将在环保产业担当关键的角色，因此针对室内空气污染物的催化净化技术的产业化应用前景广阔，市场潜力巨大，经济效益可观。

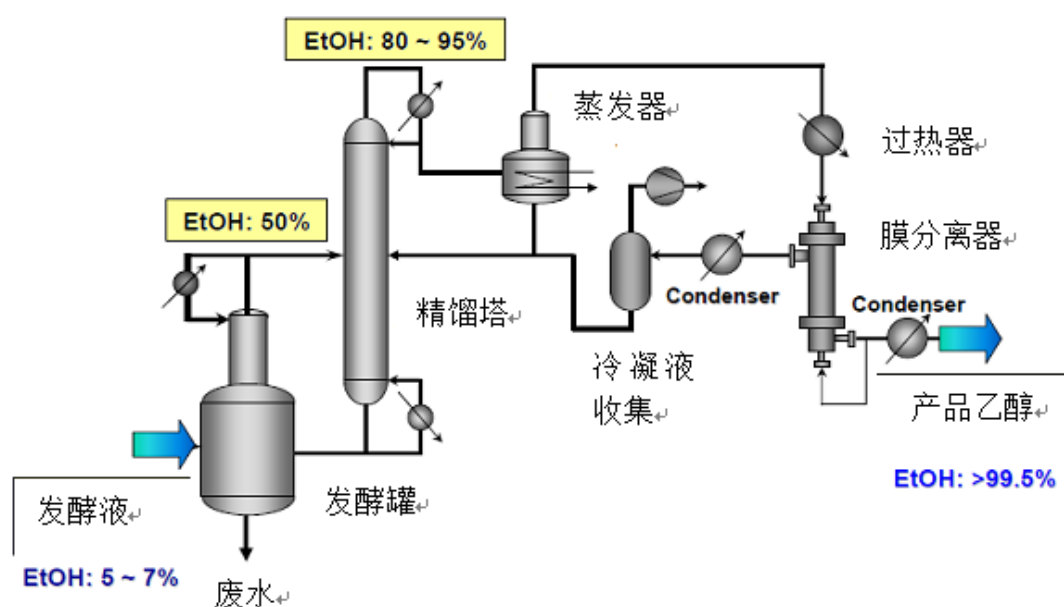
合作方式：合作开发、技术转让

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

用于蒸汽渗透（渗透汽化）醇/水分离的聚合物膜制备及其耦合分离 工艺开发研究

工业上用于乙醇脱水制取无水乙醇的技术主要有精馏法、吸附法和渗透汽化法。由于乙醇和水能够形成共沸混合物，用传统精馏很难将其分离，需引入第三组分进行萃取精馏或共沸精馏，能耗高，投资大，容易造成污染。变压吸附技术可以解决这一问题，但是吸附剂再生过程中能耗也较高。蒸汽渗透（渗透汽化）技术的出现大大简化了这一脱水过程，有效降低了能耗、减少投资、并且无需再生过程，为乙醇脱水（以及其他醇类脱水过程）提供了更为经济可靠的选择。

性能指标：



合作方式：合作开发

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

低成本木质素基环保木材胶粘剂

木质素基胶粘剂是一种极具潜力的新型生物基胶粘剂，粘接性能可与传统酚醛树脂胶粘剂相媲美。本项目以工业木质素为原料，采用共聚工艺，制备具有低游离甲醛、游离苯酚且易于工业化生产的木质素酚醛树脂胶粘剂，木质素含量能达 30%以上，既能减少苯酚的使用量，又达到废物利用、实现工业废料资源化治理的目的。主要优势及创新点：

(1) 开发低成本、高提取率、后处理简单的木质素分离、提取工艺。

(2) 以木质素为原料之一，研制新型环境友好木质素胶粘剂，具有原料成本低、游离甲醛和游离苯酚低、贮存期长、涂布性能好、胶合强度能与酚醛媲美、木质素能替代苯酚达 30-40%等优点。

(3) 利用制备的木质素胶粘剂压制的胶合板甲醛释放量达到 E0 级。

(4) 操作简单、反应平稳、易于工业化的制胶工艺。

性能指标：

该项目主要开发用于木材加工行业的木质素酚醛树脂胶粘剂，性能优良，已达到国内领先水平，具体性能指标如下：

外观：黑色黏稠流体；

pH 值：10~11；

粘度（25℃）300~600mpa.s；

游离甲醛 <0.20%；

游离酚<0.20%；

固含量 47±1%；

贮存期（20℃密闭）>60d

压制杨木三合板，其胶合强度和甲醛释放量见下表：

木质素替代苯酚量	甲醛释放量 mg/L	胶合强度* MPa	木破率 %
30%	0.18	$\frac{1.45}{1.18 \sim 1.67}$	85
50%	0.16	$\frac{1.40}{1.18 \sim 1.58}$	80
60%	0.15	$\frac{1.19}{0.98 \sim 1.39}$	50
0（酚醛树脂）	0.14	$\frac{1.44}{1.25 \sim 1.70}$	90

* 表中胶合板强度为 12 片试件检测结果，分子为平均胶合强度，分母为最低强度~最高强度。调胶时加入 15~30%的面粉(以树脂计)，搅匀后按 280~320g/m²(双面)施胶。涂胶后闭合陈放 1~2h 后热压。热压温度：135±5℃；压力：1.0MPa；热压时间：1min/mm

板厚。胶合强度按 GB/T9846—2004“胶合板”方法中 I 类胶合板测试。

市场分析：

以木质素替代 30%的苯酚为例，按现今市场价苯酚 10000 元/t、甲醛 1800 元/t、氢氧化钠 2500 元/t、木质素 1500 元/t，按 50%固含计算，每生产 1t 酚醛树脂的原料成本约为 4700 元，而生产 1t 该胶约为 3300 元，可节约成本每吨达 1400 元，假设某企业年产 1 万吨胶粘剂，而使用本技术后每年就能节约成本 1400 万元，而且在不需要增加任何设备的基础上即可实现该胶的生产，有良好的市场价值和推广应用前景。

授权专利：ZL 200910237831.X

合作方式：技术入股、技术转让、专利授权许可

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所



无甲醛生物质胶粘剂

本项目以豆粕为基础，通过对豆粕中蛋白进行改性处理，并引入环境友好相关助剂，制得性能能与传统脲醛树脂媲美的无甲醛豆粕胶粘剂。该胶粘剂具有成本低、制备工艺简单、贮存期长、易于工业化生产的特点。

性能指标：

外观：浅黄色黏稠状； pH 值：5~6；游离甲醛：0%； 粘度（25℃）>1000mPa.s；固含量：40±2%； 贮存期（20℃密闭）>60d；胶合强度：1.1-1.3MPa（63℃水煮 3h）；甲醛释放量：0mg/L (木材本身的甲醛释放除外)。

市场分析：

该胶制备工艺简单、再现性好。在不需要改变和增加热压工艺和设备的基础上即可实现无甲醛人造板的生产。由于使用豆粕（大豆榨油副产物，市价为 3000~3500 元/t）为原料，原料来源丰富，所制备的胶粘剂成本较低，约为 2900 元/t，相比目前已工业化生产的蛋白胶将更有市场前景。

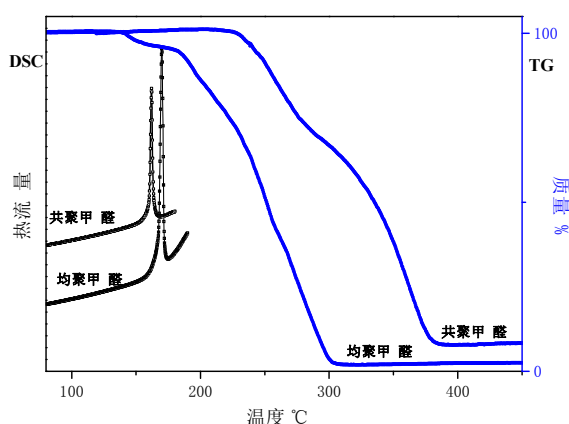
合作方式：合作开发

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

高热稳定性聚甲醛

聚甲醛（POM）是一种性能优良的工程塑料，有“夺钢”、“超钢”之称。目前，POM 以及共聚型 POM 的专利技术基本为国外大公司（如杜邦公司等）垄断。本项目采用带有不同长度侧链的氧杂环丁烷与 TOX 进行共聚，在优化聚合条件的基础上，可显著提高氧杂环丁烷的共聚比例（可高达 20%），从而大大提高了共聚型 POM 的热稳定性。其中，以 TOX 与 3-乙氧基甲基-3-乙基-氧杂环丁烷（EOX）的共聚产物的热稳定性为最优，在未进行封端稳定的情况下，含有 17% 左右的 EOX 的共聚 POM 的初始分解温度比 POM 提高了近 70 °C。

性能指标：



市场分析：

目前，世界 POM 需求年增长率为 3% 左右，而包括中国内地在内的亚洲地区在今后几年需求将有较快的增长，目前年增长率为 6%。

国内目前能够掌握 POM 生产技术，正式生产 POM 的企业并不多，产品品种少；而且国内 POM 市场基本为国外企业所垄断，其中云南云天化股份有限公司只能生产几个牌号的产品，上海蓝星新材料公司也只有 10 余个牌号。国内 POM 厂家的产能远远不能满足国内下游厂家的需求，每年均有相当量的 POM 从国外进口。

研究 POM 聚合工作，制备高性能 POM 材料，特别是具有高热稳定的聚甲醛，掌握三聚甲醛聚合工业核心技术，能够为国内企业每年节约千万元的技术成本，市场前景广阔，经济效益显著。目前国内煤化工产品甲醇生产过剩（年产千万吨），价格低廉，却很难有很高附加值的转化路线。而理论上自甲醇通过甲醛到 POM 转化率超过 90%，而 POM 目前市场价格在 1 万元/吨，两者的转化存在极大的经济效益。

专利：201310215829.9

合作方式：合作开发、技术入股、技术转让

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

共轭聚电解质/卤化银纳米复合物长效抗菌材料

大多数含银抗菌聚合物要么含有单质银（在水中溶解速率极低），要么是高度水溶的银盐或银的一价复合物，这两种方式都有缺陷性。本项目采用少量可溶性银盐替代部分单质银，可以显著地增加有生物灭菌活性的银离子的产生速率，同时通过此法可以限制完全可溶的银盐的溶解速率。尤其特别的是，卤化银在水中有一个恒定的生物活性银离子(Ag^+)的溶解浓度 $[\text{Ksp}(\text{AgBr}), 5 \times 10^{-13}]$ ，因而具有潜在的抗菌性。

性能指标：

溴化银纳米粒子分布范围 10 ~ 100nm, 复合材料具有广谱抗菌性，对革兰氏阳性菌和革兰氏阴性菌都表现出抑菌和杀菌双重作用，抗菌效果迅速，使用量低（MIC 值低于 250 $\mu\text{g/mL}$ ），具有长效抗菌性（10~20 天内抗菌），复合材料对哺乳动物细胞毒性低，使用安全。

市场分析：

相比于新型抗生素药物的研发，本方法的制备成本大大降低，研发周期也大大的缩短，可以用于医疗产品和器械等表面的抗菌，具有良好的产业化前景。

专利：201310516960.9

合作方式：共同开发、技术转让、技术咨询

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

木质素基重金属吸附剂合成技术

虽然以工业木质素为原料在实验室水平已成功制备出一系列具有吸附效率较高、吸附性能较好、可再生等优点的木质素基吸附剂，但木质素基吸附剂对重金属离子的吸附容量还有较大的提升空间。此外，现有技术制备的木质素类吸附剂常表现出广谱吸附性，因而对重金属离子的吸附选择性较差。针对上述问题，本项目开发了吸附性能优越的广谱性木质素基羧酸类吸附剂及高效高选择性木质素基胺类螯合吸附剂，其饱和吸附量均优于商业离子交换树脂。

性能指标：

木质素基广谱性吸附剂对水中常见重金属离子的饱和吸附量均达到 1.0 mmol/g 以上，高于现有商业离子交换树脂；高选择性木质素基多胺类螯合重金属吸附剂对水中常见重金属离子的饱和吸附量均达到 1.0 mmol/g，并对 Cu、Co 等金属离子选择吸附率高达 90%以上

市场分析：

木质素基吸附剂的合成成本约 4000 元/吨，远低于现有商业离子交换树脂市场售价。

合作方式：合作开发、技术转让

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

纳米纤维素绿色高效制备和应用技术开发

目前纳米纤维素的制备方法存在催化剂不可回收，污染严重，能耗较高，或产品得率低等问题。本项目开发了一种采用低沸点有机酸水解法制备纳米纤维素的新方法，该方法的有机酸可以被很容易的回收并循环利用，产品得率高，性能稳定。

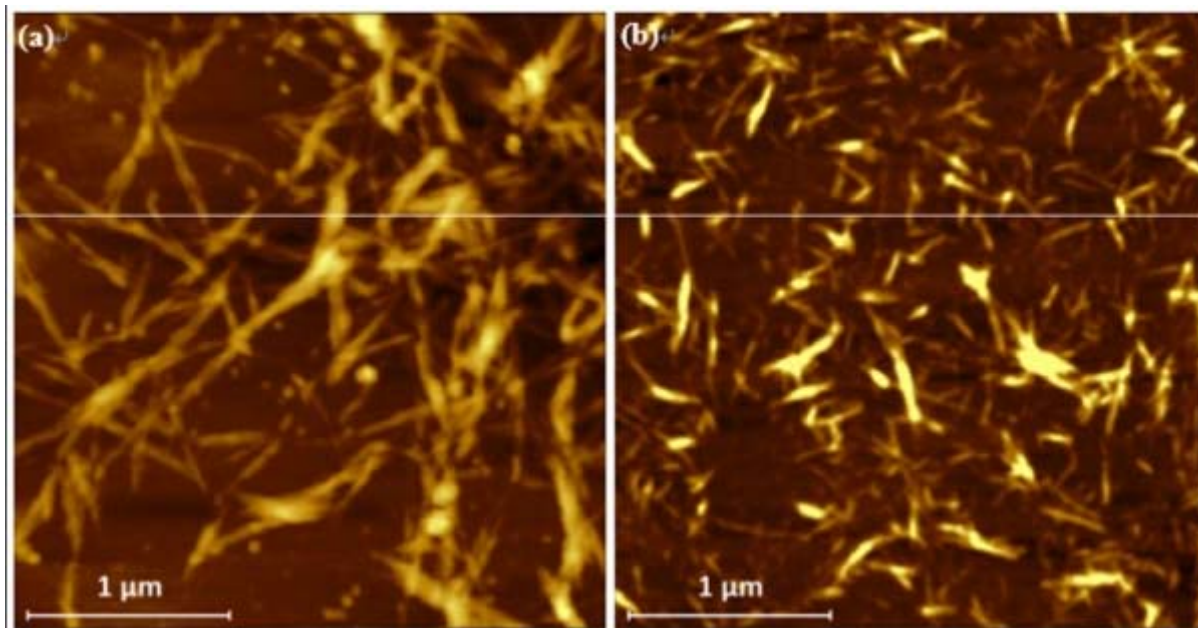
性能指标：

产品得率可达 70-90%（因原料而异），高于常规无机酸法的得率（30-60%），产品粒径分布均匀（宽度为 3-10 nm）

市场分析：

纳米纤维素具有原料来源广泛、可再生、可生物降解和可持续性的特点，在制浆造纸和水净化、颜料和涂料、食品和化妆品、医疗和医药、光学和电子器件的开发等领域有着巨大的发展和应用前景。本项目制备的纳米纤维素成本与食品级羧甲基纤维素钠相当，约 1.8 万/吨。

合作方式：合作开发



成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

四、高端化工产业

（一）生物技术与绿色化工

功能微生物有机肥

化肥的使用虽然极大提高了农产品产品，但化肥过量施用造成了耕地板结、盐渍化和环境污染，不利于农业的可持续发展和农产品品质的提升。特别是蔬菜大棚、果树等的连作导致土壤酸化、病害频发，针对该问题，研究团队分离了土壤产纤维素酶、蛋白酶菌株研制了菌剂，可以快速转化农林废弃物等研制有机肥。此外团队挖掘了产有机酸、固氮、解磷等功能微生物以及抗作物病虫害的功能微生物，研制了作物益生复合菌剂，并添加至有机肥中，研制成富含功能微生物的微生物有机肥，在烟草等作物种植中有很好的效果。

技术指标：研究团队有发酵有机质做微生物有机肥的整套工艺技术方案。微生物有机肥中含功能微生物 ≥ 0.2 亿/g。作物种植过程中能够显著改良土壤、促进作物生长及提高作物抗病虫害能力。

项目转化后经济效益情况：本成果为微生物农业生物技术提供技术支持，将促进农林废弃物循环利用，改良盐碱化土壤、蔬菜大棚、果树等连作酸化土壤，并为农业土壤改良、作物提高产量、品质等提供保障，促进农业可持续发展，具有重要的生态和社会经济效益。

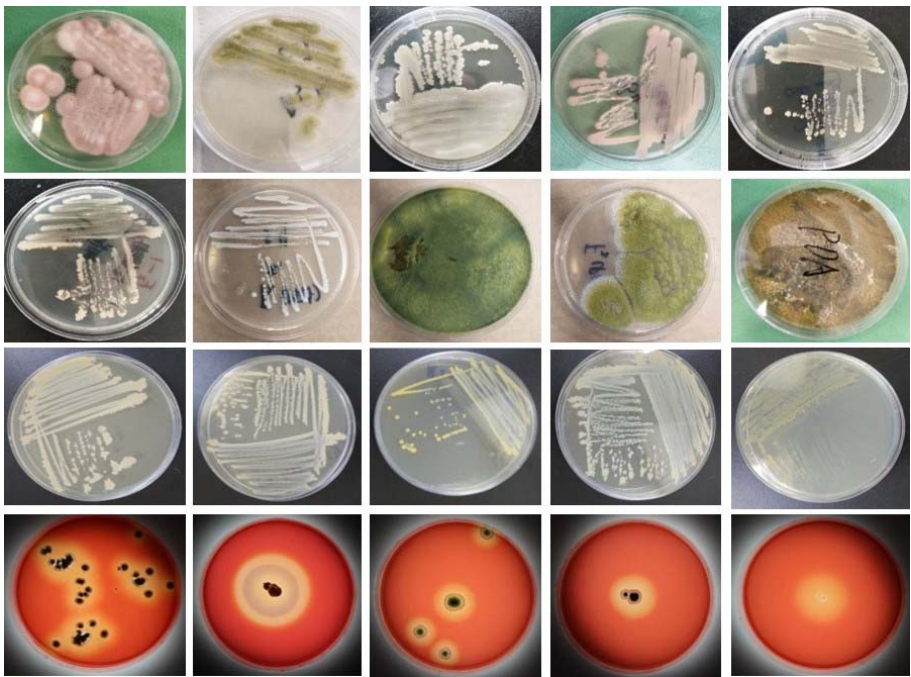


图 1.用于生产微生物有机肥的功能微生物菌落照片



图 2 为有机肥堆肥生产照片



图 3 功能微生物有机肥在烟草大田应用效果，左图为施加有机肥效果，右图为对照

成果来源单位：中国科学院烟台海岸带研究所

生物基异戊二烯

异戊二烯是制备异戊橡胶的单体原料，是制备生物基异戊橡胶的关键。目前，工业上主要是通过化学法从石油基原料中制备异戊二烯。俄罗斯、美国、日本是主要的生产国。我国异戊二烯天然资源匮乏，而化学法规模化异戊二烯生产技术尚不成熟，制约着相关产业的发展。随着化石资源的日益枯竭和价格的不断攀升，开展以丰富的生物质资源为原料，利用生物技术制备生物基异戊二烯已成为重要研发方向。

性能指标：纯度达 99%以上

市场分析：

本技术提供的异戊二烯合成成本与化石基异戊二烯处于同一水平，产品品质优良，纯度达 99%以上，且生产过程绿色环保、经济可行性强。

合作方式：技术转让、技术入股

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

米糠高值化综合利用关键技术

本项目以新鲜米糠为原料，利用不同种类的酶制剂对米糠原料进行分步处理，依次实现米糠中淀粉糖浆、米糠蛋白、植酸、米糠油以及膳食纤维等产品的提取和生产；并在酶促反应过程中，采用了超声波、高速均质等技术辅助手段强化了纤维素酶、木聚糖酶和蛋白酶的水解作用，提高了酶法生产米糠蛋白的生产效率和降低了酶用量，从而有望突破工业酶法生产米糠蛋白的技术和经济成本瓶颈，是一条现实米糠高值化综合利用工业化生产的切实可行的技术途径。

市场分析：米糠未进行深加工利用，仅作为饲料时价格约为 1900 元/吨；利用传统米糠提取工艺提取米糠油，每吨米糠可产 0.85 吨米糠粕（2500 元/吨）和 0.1 吨米糠毛油（5000 元/吨），总产值为 2625 元/吨。本项目开发了一种米糠高值化综合利用技术，经济效益分析如下，可以发现经过米糠高值化综合利用技术深加工处理后的米糠，其经济效益可比米糠未利用时提高 7~8 倍，经济效益较为显著。

产品	米糠糖浆	米糠蛋白	植酸	米糠毛油	总产值
价格	4000元/吨	30000元/吨	60000元/吨	5000元/吨	
产量	0.3吨	0.12吨	0.2吨（50%水溶液）	0.1吨	17300元
产值	1200元	3600元	12000元	500元	

合作方式：技术入股、技术转让

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

生物法量产多不饱和脂肪酸 ARA

本项目将基于高山被孢霉代谢流分析确定关键基因与代谢节点，利用基因工程手段结合多种诱变方法，开发新一代菌种；基于组学技术，开发精细调控发酵工艺，稳定提高 ARA 发酵生产的生产强度、转化率和收率；基于发酵多参数分析和细胞生理特性，实现高效低耗的 ARA 发酵过程的放大。

性能分析：

发酵指标达到细胞干重 50g/L，油脂含量 50%以上，ARA 含量 50%以上。

市场分析：

ARA 是人体中前列腺素、前列环素、血栓烷、白三烯等一系列重要的二十碳酸的前体物质，适量摄取有助于婴幼儿大脑细胞及神经系统发育。因此 ARA 在婴幼儿奶粉中具有不可替代的强化营养的作用。ARA 亦可作为一种经济型化妆品添加剂，具有调节细胞膜渗透性、保湿肌肤等功能，因此它常作为改善皮肤的护肤用品。除此之外，ARA 还具有降低机体内胆固醇含量的功效，因此，它也是一种饲料添加剂，可用于改善银狐皮毛光滑度及舒适度。

合作方式：技术转让、技术入股

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

基于废水规模化立体培养能源浮萍与利用示范

项目的优势在于充分利用浮萍多层培养效率高的特点，解决浮萍规模化培养大量占用土地问题，开发规模化培养浮萍自动化收集技术，减少人力成本，开发高效淀粉提取技术，获取浮萍淀粉原料，开发低成本浮萍淀粉生物燃料和化学品转化技术，降低浮萍能源化成本。本项目中浮萍多层培养模式为国际国内首创。

市场分析：在我国能源供需缺口不断扩大的情况下，以浮萍为原料发展燃料和化学品有着独特的优势，既不冲击我国的粮食市场，也不占粮食耕地，同时可大幅度增加农民收入，调动农民的生产积极性，是适合中国国情的最有发展前景的新型能源作物之一。以浮萍为原料的生产基地主要在农业废水、畜禽养殖业废水和农村生活废水集中区域建设，建设规模不等的加工转化系统，可带动农民增收，解决农村劳动力就业问题，促进社会和谐发展。大规模发展浮萍能源产业链，有利于农村富余劳动力的就近转移，减少大中城市人口及就业压力，缩小城乡差距，走出一条具有中国特色的现代化发展道路。

专利：201410044686.4

合作方式：技术转让、技术入股

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

生物法制备 3-羟基丙酸及其聚合物

目前化学法合成 3-羟基丙酸及其聚合物分别以丙烯酸和 β -丙内酯为原料，在工艺、成本、环保等方面都受到了众多限制，生物法合成是未来的发展方向。本项目利用种类广泛的碳源在微生物体内转化为乙酰辅酶 A 和天冬氨酸中间体，进而合成 3-羟基丙酸及其聚合物；在聚 3-羟基丙酸合成路线的基础上，引入了其它单体的合成，获得可以调控单体比例和结构性质的 3-羟基丙酸共聚物。本项目获得的 3-羟基丙酸、聚 3-羟基丙酸及其共聚物的产量均处于世界领先水平。

性能指标：3-羟基丙酸的产量达 40g/L；聚 3-羟基丙酸的产量达 26g/L，为其他文献报道的 26 倍。

市场分析：3-羟基丙酸分子可用来合成多种重要的化工产品如丙烯酸、甲基丙烯酸、丙二醇、丙烯酰胺等，以上几种化学品每年的市场份额超过 10 亿美元。化学合成聚 3-羟基丙酸的原料 3-羟基丙酸或 β -丙内酯价格昂贵，如 3-羟基丙酸的国内市场价格为每吨 8.5 万元。

本项目的完成，将实现廉价可再生碳源到 3-羟基丙酸及其聚合物的转化。丰富原料来源，简化生产工艺，极大的降低生产成本，具有广阔市场。

合作方式：技术入股、技术转让

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

低成本普鲁兰多糖生物合成关键技术

尽管普鲁兰多糖的生产已经工业化，在发酵技术方面还有以下几个重要的提升空间，可有效缩减成本。

(1) 产品产量较低：目前工艺生产普鲁兰多糖的糖浓度大约为 60 g/L 左右，产量的提升能够有效的压缩产品的发酵成本和分离成本。

(2) 除去黑色素难度大：在发酵过程中，出芽短梗霉会分泌出与黑色素类似的黑色或墨绿色物质，这种物质牢固地粘附在短梗霉多糖上，很难用一般方法除去。

(3) 多糖提取和干燥成本高：短梗霉多糖提取消耗大量乙醇，虽然乙醇可以回收，但成本还是很高。

(4) 转化率远低于理论转化率，目前发酵工艺的转化率大约为 40%~50%之间，远低于理论转化率 90%，具有较大的提升空间。

针对上述问题，本项目从廉价原料工艺的开发、发酵条件和过程的控制和产品分离优化等方面开展工作，建立高效低成本的放大工艺，推进生物法合成普鲁兰多糖的工业化进程。

性能指标：

在 5L 发酵罐水平，产量达到 109 g/L，产率达到 45~50%之间（高于产量为 60 g/L 的现有技术）。根据普鲁兰多糖国标 GB 28402-2012 对产品进行了分析，获得产品达到国标水平。

市场分析：

无论是急性、亚急性、慢性试验和变异源性试验都表明，普鲁兰多糖不引起任何生物学毒性和异常状态，在自然界可被微生物降解利用，不会引起环境污染。上述优良特性使得普鲁兰多糖在化妆品、医药、食品、化工、环保、农药等领域具有广泛的用途。本工艺采用可再生的生物质水解液为原料，利用绿色催化发酵，直接通过脱水缩合合成普鲁兰多糖，反应过程既节能又环保，是环境友好型生产工艺。每生产 1 吨普鲁兰多糖，成本价格低于市场价格的 15~20%，具有较好的经济效益。

合作方式：技术入股、技术转让

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

高光学纯度 D-乳酸生物合成技术

微生物发酵法生产 D-乳酸，其生产成本低，产品安全性高，是大规模生产 D-乳酸的主要方法。目前高光学纯度 D-乳酸发酵生产的关键技术被荷兰的普拉克（Purac）和美国的 NatureWorks 控制。国内企业只能生产光学纯度 98%左右的 D-乳酸，而生产聚乳酸通常需要光学纯度在 99%以上的 D-乳酸。本项目通过系统代谢工程技术，构建了高效低成本生产高光学纯度 D-乳酸的细胞工厂。

性能指标：

在 5L 发酵罐水平，产量达到了 150g/L，产率达到 90%左右（高于产量为 100 g/L 的现有技术）。

市场分析：

从乳酸的市场需求来看，高光学纯乳酸，特别是光学纯 D-乳酸的市场前景是非常乐观的。全球 D-乳酸的需求量每年都以 6%~8%的速度增长，目前全世界 D-乳酸的产量为 1.6 万吨，而 D-乳酸的需求量约 2.6 万吨，随着聚乳酸市场的进一步推广，D-乳酸的需求量将更进一步提高。

合作方式：技术入股、技术转让

联系方式：赵广，0532-80662767、zhaoguang@qibebt.ac.cn

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

土曲霉高效生产衣康酸研究

目前国内外都主要采用土曲霉发酵生产衣康酸。衣康酸的理论产量可达 240 g/L，然而衣康酸目前的发酵产量为 70-90 g/L，还有非常大的提升空间。本项目以一株土曲霉工业生产菌株为研究对象，通过基因工程改造和发酵工艺优化来提高土曲霉发酵生产衣康酸的能力，降低衣康酸生产成本。构建了 600 多株工程菌株，部分工程菌株的衣康酸发酵产量提高了 10% 左右，其中一株工程菌正应用在工业生产上。

市场分析：

衣康酸是一种重要的生物基化工原料，主要用于合成树脂、塑料、橡胶、表面活性剂、离子交换树脂及高分子螯合剂等，被美国能源部列为十二种最有价值的生物基平台化合物之一。衣康酸全球需求量约为 10 万吨/年，增速大于 10%，供不应求。市场售价约为 14000 元/吨，生产成本为 10000 元/吨。以年生产能力 10000 吨计算，年销售收入为 4000 万元，经济效益可观。

合作方式：技术转让、技术入股

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

木质纤维素整合生物加工糖化技术

目前常规的木质纤维素糖化方法是添加游离纤维素酶及半纤维素酶系,但纤维素酶生产成本较高,且核心技术掌握在少数国外公司手中,严重限制了木质纤维素的工业化利用。整合生物加工(CBP)在一个反应器中完成从纤维素降解到能源产品合成的全过程,从而降低成本、简化过程,是最有希望实现木质纤维素工业化应用的技术之一。

性能指标: 通过菌株工程改造及工艺优化,获得热纤梭菌的 CBP 高效糖化全菌催化剂,糖化效率比野生菌种高 5 倍以上,并最终建立木质纤维素产糖的一体化 CBP 工艺吨级示范,可发酵糖含量>80g/L。

市场分析: 我国每年的农林废弃物总量约 15 亿吨,若 30%用来生产燃料乙醇,以 6 吨产 1 吨乙醇估算,则可形成 7500 万吨燃料乙醇生产能力,与目前国内成品汽油消耗总量相当。因此,大量可再生木质纤维素类生物质资源的清洁、高效、低成本降解利用是加快发展循环经济,保障国家能源安全和碳减排的一项重要战略任务,具有不与人争粮、不与粮争地的突出优势。本项目开发基于 CBP 技术的木质纤维素的高效利用工艺能极大降低下游产品的生产成本,简化生产流程,具有广泛的市场前景和可观的经济效益。

合作方式: 技术转让、技术入股

成果来源单位: 中国科学院青岛生物能源与过程研究所

化学浆生物改性制备粘胶纤维用溶解浆

本项目的技术优势是以市售化学木浆为原料，通过精制去除半纤维素及残余木质素，投资成本低、过程简单，解决了从木片出发生产溶解浆的投资大，环境污染问题。

另外，项目中把木聚糖酶和纤维素内切酶应用到去除半纤维和改善纤维反应性能，绿色环保，在相对温和的条件下达到粘胶纤维用溶解浆的性能指标。

性能指标：

市售商品化学木浆经过精制脱除半纤维、木质素及酶解改性处理后， α 纤维素含量达到 90%，反应性能提高到 70%以上，达到溶解木浆的要求。

市场分析：

本项目以化学木浆为原料，经过精制及酶解改性处理生产粘胶纤维用溶解浆。相对直接购买进口溶解浆每吨可降低成本 2000 元以上。所以化学木浆改性制粘胶纤维用溶解浆，不仅能够缓解日益紧张的化学纤维行业需求，还能解决直接从木材生产溶解浆的投资高、污染严重的问题，能够给化学纤维厂或溶解浆厂带来直接的经济效益。

合作方式：合作开发、技术转让

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

便携式快速微生物检测技术

本项目使用创新的微液滴单细胞包裹培养和低成本液滴光学成像技术,可以实现食品微生物,传染性致病菌,环境微生物等的快速培养检测。该技术继承了培养金标检测方法准确性高的特点,但有效解决了目前基于涂布培养的经典微生物检测方法培养检测周期长的缺点,能将培养检测从传统的数天降至 3 小时内;同时能克服目前基于分子水平(免疫试纸条,核酸检测)等方法假阳性比例高等缺点。能有效解决目前微生物检测领域面临的“快速不准确,准确不快速”困境。检测方法简单易用,无需专业人员培训,成本低,设备便携。同时能适用于实验室和现场微生物快速检测。

性能指标:

在 3 小时内完成常见微生物或致病菌的基于培养的绝对定量检测,无假阳性,定量准确,设备便携。

市场分析:

微生物检测是食品安全,海关检验检疫,感染性疾病,洗涤化妆产品等行业和领域的常规检验项目,大多专门设有微生物检验实验室,微生物检验市场需求庞大。但总体而言,目前常规微生物检测方法老旧,大多依赖传统涂布培养,过程繁琐耗时,检测周期长;近年发展起来的基于分子的检测方法(免疫,核酸)大多需要昂贵的设备,而且假阳性率高,在常规微生物检测实验室中应用受到限制,而本技术克服了上述技术的优势,能实现又快又准的微生物检测。其试剂和方法与目前宏观培养检测方法兼容,易于为微生物检测领域接受,有望发展成新的微生物检测标准方法。该技术不仅能应用于专业微生物检测领域,同时其灵活便携,成本低,简单易用,能与智能手机成像检测无缝耦合等特性,将大幅度拓展其在大众中的应用市场。因此本技术具有广阔的应用领域和巨大的市场空间,投资相对较小,并能快速投放市场,产生效益。

专利: 201410071473.0; 201510139741.2

合作方式: 合作开发、技术转让

成果来源单位: 中国科学院青岛生物能源与过程研究所

植物组织高效培养与遗传改良技术

植物组织培养技术可以对多种植物进行脱毒和快繁，高效稳定的遗传转化体系是改良植物性状和研究植物基因功能过程中不可或缺的基础技术。在多种植物中，草类遗传背景复杂、进化高级，建立其组培和遗传转化体系较为困难。我们建立的植物组织培养和高效遗传转化平台可以对柳枝稷（能源草）和苜蓿（牧草）等进行脱毒和遗传转化，该体系时间周期短，可在 4-6 月内完成整个过程；转化效率高，其中柳枝稷和苜蓿的转化效率可以达到 80% 以上；可以利用不同的选择标记，实现多个基因的共同导入，是利用生物技术改良植物性状的优秀平台。同时，我们建立了重要中草药如雪莲的组培苗快繁、悬浮细胞培养体系和毛状根快繁体系，利用悬浮细胞培养体系和毛状根生产其有效成分，可以大大缩短雪莲药用成份的生产周期，逾越雪莲生长环境和生长速度的限制，为中草药的开发和利用提供了新的思路。通过不断积累，我们在牧草、能源草及中草药等植物组培和遗传转化方面积累了丰富的经验，具备建立各种植物的高效遗传转化平台的能力。

性能指标：

1、柳枝稷高效脱毒和快繁技术：

- 脱毒率：100%；周期：6-8 个月
- 快繁方法：茎节（Node）直接再生法，既可以保证足够多数量的组织材料，有能够保持原有材料的优良特性。

2、柳枝稷高效组培与遗传改良技术：

- 转化效率：>90%；转化周期：3-4 个月
- 工作效率：约 5000 株/每人/每年；>100 基因载体 /每人/每年
- 多基因转化技术：可以同时导入 6 个不同基因

3、紫花苜蓿组织培养和高效遗传转化技术：

- 转化效率：>80%；转化周期：4-6 个月
- 工作效率：约 1000 株/每人/每年；>50 基因载体/每人/每年
- 多基因转化技术：可以同时导入 4 个不同基因

4、草坪草组织培养和高效遗传转化技术：

- 转化效率：>30%；转化周期：4-6 个月
- 工作效率：约 400 株/每人/每年；>10 基因载体/每人/每年

5、重要中草药雪莲的组培苗快繁、悬浮细胞培养体系-、毛状根培养技术和有效成分生产、提取分离纯化及鉴定技术

- 组培苗再生周期：4-6 个月
- 悬浮细胞系生长周期：12 天
- 毛状根培养周期：32 天
- 诱导子可以提高悬浮细胞系有效成分含量，其黄酮类物质是对照组的 2.4 倍
- 一个生长周期内，毛状根的生物量能够达到接种量的 16 倍，其有效成分紫丁香甙含量能够达到野生雪莲的 83 倍。

市场分析：

本平台可以提供牧草（豆科苜蓿和禾本科高羊茅等）、能源草（柳枝稷和芒草）、草坪草（结缕草）和粮食作物（玉米、大豆）、中草药（雪莲、百合）等的组织快繁和遗传转化服务。

合作方式：合作开发、技术入股

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

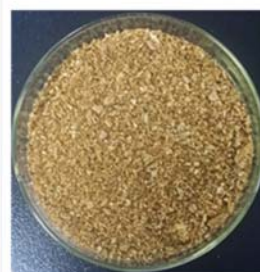
多功能饲用酵母培养物高效制备关键技术

酵母培养物是指将酵母菌在特定的培养基中经过特定发酵工艺后形成由酵母细胞、酵母代谢产物和发酵培养介质组成的微生态制品。酵母细胞及其代谢物含有多种微量元素和生物活性物质，包括生物体必需氨基酸、多肽、蛋白、微量元素、维生素、细胞壁多糖及其他活性物质等。其中酵母细胞壁中的甘露寡糖和 β -葡聚糖，可对细菌、病毒引起的疾病及环境因素引起的应激反应产生非特异性免疫力；酵母细胞中富含的各种消化酶，能够促进动物对各种营养物质的消化吸收；酵母培养物中还含有未知的生长因子，能够刺激动物胃肠内有益微生物的生长，维持菌群平衡，促进动物生长发育，是一种功效全面的畜禽营养源。国内外研究证明，酵母培养物在促进动物生长，提高饲料利用率，预防疾病，提高机体免疫力和改善环境方面具有重要作用。

中国科学院微生物研究所酵母菌分子遗传学及生理和代谢工程研究组通过自然筛选和具有生物安全性保证的微生物育种技术选育到适用于酵母培养物生产的酿酒酵母菌株，该菌株生长速度快，能够耐酸，耐高温等环境胁迫条件。利用该菌株通过液体-固体偶联发酵制备的酵母培养物能够提高奶牛的采食量和产奶量，同时使牛乳中乳蛋白和乳脂率明显提高；应用于哺乳期母猪使总产活仔数、活仔均重和健仔均重均有所提高。

专利名称：

一种耐高浓度乙酸的酿酒酵母菌株及其应用。专利号：ZL200910091841.具有多重胁迫抗性的酿酒酵母菌株及其在纤维素乙醇发酵中的应用。专利号：ZL201110060479.4。



酵母培养物样品

成果水平：

主要技术指标达到国际同类产品水平，同时可依据实际需要，通过发酵工艺的适当调整生产具有不同生理功能的酵母培养物产品。

完成中试或工业生产试验所需要条件：常规液体发酵设备和简单的固体发酵条件即可。

适用范围：生物技术、发酵工业、饲料添加剂等。

成果来源单位：中国科学院微生物研究所

功能寡糖规模化生产

功能寡糖在绿色农业、健康养殖及食品安全等领域应用广泛。本项目团队长期致力于绿色清洁的寡糖制备技术研发和产品研制，重点在于活性高、稳定性好的糖苷水解酶的筛选、定向改造、发酵优化和应用性能评价等。到目前为止，围绕着功能寡糖的生产及应用已形成多项专利，开发并得到多种具有产业化应用价值的生物酶或基因工程菌，可用于海藻酸寡糖、壳寡糖、果寡糖、卡拉胶寡糖、葡寡糖、葡甘寡糖等功能寡糖的规模化生产，这些寡糖可广泛应用于医药、农业与食品等行业。另外，本团队具有先进的液相分离和糖化合物检测技术平台，可用于功能寡糖单体的分离纯化和制备。

投资与收益:功能寡糖作为一种广谱的免疫调节剂,可部分替代化学农药和抗生素。近几年来，随着国家对于绿色农业、健康养殖及食品安全等方面的持续关注，功能寡糖得到越来越多的关注和认可。据报道，功能寡糖的市场容量呈迅速增长的趋势，目前行业年产值已超百亿元，主要用于食品和农业领域。产品价格主要取决于寡糖的来源、寡糖生产的技术、产品的纯度和含量等，大概价格为每吨 50-100 万。

项目前期投资主要为设备投资，包括工程菌发酵罐、膜分离系统、反应釜、喷雾干燥等，大约需 300-500 万，投资回报丰厚，预期 3 年内可全部回收前期设备投资成本。

合作方式：合作形式另议

投资规模：100 万~500 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

高效多糖降解酶

寡糖具有多种生物活性,已广泛应用于医药、保健食品、饲料添加剂和农业等领域。清洁高效的制备技术是实现寡糖产业的关键,多糖降解酶是寡糖酶法生产的核心环节,其优劣从根本上决定了酶解反应的效率、成本与产品质量。本成果通过筛选获得系列具有多糖降解能力的微生物,进一步通过基因组建库与基因挖掘等技术,从这些微生物中克隆获得了具有自主知识产权的几丁质酶、壳聚糖酶、褐藻胶裂解酶、葡甘聚糖酶等多糖降解酶基因 30 余个,鉴定其性质并构建了系列基因工程菌,获得了十余个高表达多糖降解酶的工程菌株,获得的壳聚糖酶、褐藻胶裂解酶、菊粉酶等活性均优于商品化产品。这些多糖降解酶可被广泛应用于多种多糖降解,所得产物可应用于医药、农业、食品等诸多领域,具有很好的市场应用前景。

合作方式: 合作开发

投资规模: 100 万~500 万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

寡糖生物农用制剂

本成果利用来源丰富的农副产品为原料,采用具有我国自主知识产权的寡糖酶法制备技术,研制开发出的系列寡糖农用制剂产品。获得多个农药和肥料登记证,部分产品已产业化,并投入市场。本成果主要应用于农业生产中植物抗病、抗逆、促生长、改善品质等领域。目前已形成寡糖寡糖农用制剂在农业生产上的应用技术规范 10 余项,对于一年生作物采用拌种或浸种,苗期及成株期喷施;多年生水果在花期、幼果期、膨大期及成熟前喷施。防治病害的使用浓度为 50ppm,抗寒及抗旱的使用浓度为 75ppm,促生长的浓度为 5-10ppm。目前该成果已在海南正业中农高科股份有限公司,西大华特股份有限公司等多家公司产业化,经济效益可观。多年来在全国的推广应用证明能够减少杀菌剂使用 15%以上,提高产量 2%-25%,确保农民增收节支,目前已得到农业生产部门、植物保护部门、农民的一致认可,取得了良好的社会效益,是解决我国农业高产、优质、生态、安全发展的有效途径。

投资与收益:本成果已实现工业化生产与实际应用。相关技术在国内属于领先水平,生物农药及肥料产业的发展迅速,市场规模可达百亿元。寡糖生物农用制剂产品由于质量稳定可控、多功能等特性,竞争优势明显,在生物农药市场中前景广阔。以海洋寡糖为核心的绿色农用制剂应用集成技术可与农产品生产企业对接,合作生产绿色高端农产品,基本可依托企业现有资源开展,投资小,收益高。

合作方式:技术服务

投资规模:100 万~500 万(不含)

成果来源单位:中国科学院大连化学物理研究所

线粒体荧光染料

线粒体 (Mitochondrion) 是一种存在于大多数真核细胞中的重要细胞器，是细胞内有氧呼吸的主要场所，提供了细胞内生命活动的绝大多数能量，有“细胞动力工厂”之称。它在细胞内呈动态分布，形状为短棒状或圆球状，数量和形态会随细胞内新陈代谢或其他生理病理活动的改变而变化。随着对线粒体结构功能的不断深入研究，开发性质优良的线粒体染料对于监测线粒体的工作过程具有重要意义。大连化学物理研究所分子探针与荧光成像研究组开发 DF-Mito 系列荧光染料对线粒体高选择性染色，光谱涵盖 450-800 nm，具有荧光强度高和光稳定性等特点，与目前商品化线粒体染料相比，突出的优点是染色速度快 (2 分钟之内)，荧光波长不受细胞环境影响 (发射波长恒定)，适用于宽场显微镜、共聚焦显微镜、超分辨显微镜、流式细胞仪、免疫荧光检测等。

合作方式：技术许可

投资规模：500 万~1000 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

脂滴荧光探针

脂滴是一种在细菌到哺乳细胞中都存在的重要细胞器,主要功能是动态调节细胞的能量平衡,并与膜的运输、蛋白降解、组蛋白存储、新陈代谢、病毒识别等生理活动息息相关。开发的 DF-LD 系列质滴荧光探针涵盖绿色、黄色、红色和近红外荧光光谱波段,能够高选择性对不同细胞的脂滴染色,具有染色速度快(10 分钟之内),荧光强度高和光稳定性等特点,满足活细胞中的多色成像,适用于共聚焦显微镜和超分辨显微镜成像。其中 DF-LD 680 染料是世界上首个近红外脂滴染料,激发波长 680 nm,发射波长 711 nm,能够有效降低背景干扰,更加适应于组织和活体的深层次三维成像。

合作方式: 技术许可

投资规模: 100 万~500 万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

超分辨成像 DF 荧光染料

超分辨荧光成像突破光学衍射极限，能够观察到细胞精细结构，对蛋白等生物大分子实现单分子层次上实时跟踪。尽管超分辨显微系统价格昂贵，通常在 300-500 万人民币，但对于生物学研究意义重大，因此超分辨显微镜也逐渐成为生命科学研究中的必备工具。最近 5 年，根据尼康、莱卡、GE 和冷泉四个主要厂家的销售统计可知已有超过 100 家国内科研院所、高校和医院搭建了超分辨系统，预示着荧光成像已慢慢步入超分辨的时代。超分辨成像的物质基础是光性能优异的荧光染料，这些染料不同于传统用于共聚焦成像的染料，在性能上要求光强度和光稳定性要格外优异，然而目前满足这些要求的染料非常短缺，只有 Alexa Fluor, Atto Dyes, Dy Dyes 和 Cyanine Dyes 中的个别染料满足超高分辨成像的需求，这严重限制了超分辨显微研究的推广和深入。中科院大连化学物理研究所分子探针与荧光成像研究团队利用理论计算和有机合成相结合的方法，深刻理解荧光团的荧光发光与化合物结构之间的关系，形成了一套自主产权的荧光染料研发系统，建立了对母体染料做最微小结构改动的同时，能够有目标的提高荧光染料光学性能的方法。开发出的 DF 系列荧光染料具有完全新颖的化学结构，具有超高的荧光强度和光稳定性，荧光波长涵盖 400-800 nm，可用于不同的超分辨成像系统。同时也满足荧光光谱仪、流式细胞仪、基因测序仪、免疫荧光、各种荧光检测设备的要求。市场巨大，客户群包括科研单位、生物试剂公司和生物仪器公司，主要用于抗体、多肽、蛋白的检测。

合作方式：合作开发

投资规模：500 万~1000 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

单分散微米硅胶填料

中科院大连化学物理研究所能源工程研究团队在已有的催化剂设计和合成理论的基础上，提出了合成单分散微米硅胶填料的创新制备新工艺，合成出了孔径分布窄，尺度为介孔，球形度和均一度高的微米硅球。由中科院大连化学物理研究所-能源环境工程研合成的单分散微米硅胶填料(DIChromPreSil)的特点如下：

单分散微米硅胶的颗粒尺度可控制备(可控尺度范围为 1-10 μ m)

单分散微米硅胶填料的孔径分布集中，孔径尺度为介孔；

单分散微米硅胶的颗粒尺度均一；

单分散微米硅胶的广谱性高；

投资与收益：高效液相色谱技术不仅是一种高效地分析、检测手段，而且是一种重要的分离技术，其广泛的应用于中药及天然产物有效成分的分离纯化、合成药品和生物制药的分离纯化等方面。色谱柱中的分离填料是高效液相色谱技术的核心，硅胶材料在色谱填料中的应用占到了 80%。在硅胶填料的制备过程中，其中的瓶颈是如何控制填料材料的孔径尺度、集中度以及颗粒的微米尺度、球形度和均一性。目前高端的氧化硅填料基本被国外的几大公司垄断，国内合成的硅球填料性能难以满足高效液相色谱的要求。单分散氧化硅微米硅胶的制备技术落后，极大的限制了我国高效液相色谱在分析检测和药物分离中的应用。

目前，国内使用的硅胶填料是瑞典 Akzol Noble 公司生产的 Kromasil 品牌硅胶填料，其生产的 10 微米硅胶填料不向国内提供裸硅胶，输出的基本都是键和后的硅胶填料，价格比较贵，一般是~20000 元/公斤；此外，国内市场使用最广的是日本富士、大曹公司等生产的 FUJI, DAISOGEL 品牌硅胶填料，10 微米的裸硅胶价格大约为 8000-10000 元/公斤，键和后的硅胶价格为~130000 元/公斤；对于 5 微米的硅胶填料，目前由于国内无法生产，裸硅胶的价格为 70000 元/公斤，由于硅胶填料的价格昂贵，提高了分离纯化的成本，因而造成国内药品的品质与国外有很大差距。中科院大连化学物理研究所能源工程研究团队开发的单分散微米硅胶填料工艺大大提高了微米硅胶填料的可控制备性能，且研究团队自主研发和设计的规模为 2 吨/年的单分散微米硅胶填料生产线成功制备出了孔径分布窄，均一度高的单分散介孔微米硅球填料。经过一系列的检测测试，该微米硅胶填料在机械强度、物理性能、均一性、球形度等方面均满足要求，可以完全作为色谱填料使用。此外，研究组开发的微米硅胶制备工艺具有重复性高、可控性高的巨大优势。

合作方式：合作开发

投资规模：500 万~1000 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

鹿生物活性组分制备技术

鹿是东北特色资源。但是由于历史原因及基础研究薄弱等原因造成鹿下游产业技术落后、资料浪费严重，输出渠道的梗阻严重制约了鹿产业的发展。本研究团队近十年一直开展鹿功能性组分制备技术研究，突破性地开发了具有降血压功能的鹿血肽制备技术，研究成果“鹿功能性组分制备关键技术及产业化”获得 2015 年辽宁省技术发明二等奖，核心技术获得 2016 年中国专利优秀奖。申请鹿相关发明专利 18 项。现有以下技术可共同开发或者产业化：1. 以鹿血为原料的鹿血肽制备技术；2. 以鹿皮、鹿筋为原料的鹿胶原肽制备技术；3. 去骨化鹿茸活性组分制备技术；4. 以鹿茸为原料的鹿骨肽螯合钙制备技术。

合作方式：合作形式另议

投资规模：20 万~100 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

蛋白质组样品处理及定量标记试剂盒

一、蛋白质组样品提取和处理试剂盒膜蛋白质等疏水性蛋白质存在着疏水性强，在样品预处理过程中难以溶解与酶解的问题，严重制约了膜蛋白质组和全蛋白质组分析的鉴定覆盖度。本团队研发的样品提取和处理试剂盒能够实现常规量或微量组织、细胞和体液样品中蛋白质的高效提取、溶解与酶解，尤其适合膜蛋白质等强疏水性蛋白质或全蛋白质组的深度覆盖定性和定量研究。已申请 3 项发明专利，其中 1 项获得授权。试剂盒中配有：蛋白质提取试剂（10 mL）、超滤离心管、蛋白质处理试剂 1 和 2，以及缓冲液（50 mL）。该试剂盒具有以下优点：高溶解度提取——较现有的商品化试剂具有更强的溶解能力（右图）普适性——适合所有的组织、细胞和体液样品预处理兼容性——酶解产物无需纯化，能直接与任何色谱分离模式及 ESI 源或 MALDI 源质谱联用简便快捷——样品中蛋白质从提取到酶解前仅需 4 小时无需额外设备——仅需一台微型台式离心机、组织匀浆器和移液器即可满足要求采用该试剂盒对 1000 个 HeLa 细胞进行处理，采用 Lumos 三合一质谱仪（Thermo Fisher）鉴定，分离梯度 60 min，单次分析可实现 3000 个以上蛋白质的高效鉴定。

二、外泌体富集及蛋白质处理试剂盒外泌体，由于携带脂类、蛋白质、RNA 等多种重要的生物功能分子，因此，在临床诊断和治疗监控中具有重要应用价值。然而，外泌体的环境组成非常复杂，因此，如何获得高纯度的外泌体是首要解决的关键问题。目前，分离外泌体的金标准方法是超速离心法，然而，该方法采用多次重复的超高速离心会造成外泌体破碎，回收率很低。此外，System Biosciences 和 Life Technologies 等公司也先后开发了一系列针对不同样品来源的外泌体提取试剂盒，但这些试剂盒价格昂贵，不适合大规模的临床样品分析。为了解决上述问题，本研究团队开发了一种具有普适性的外泌体高效富集试剂盒。具有样品用量少（血液样品 20-100 μ L，尿液样品 1-2 mL）；操作条件简单（仅需要普通离心机和冰盒即可）、外泌体富集时间短（1-2 小时）等优点。为了实现对微量外泌体蛋白质组的高效处理和分析，本研究团队还自主开发了一种纯化和处理外泌体蛋白质的试剂盒，可完成外泌体蛋白质的富集、标记和酶解等多个步骤，整个处理时间不超过 5 小时。此外，该试剂盒还具有抗干扰强、蛋白质回收率高、所需设备简单等特点。能够满足科研，以及临床持续分析、样品数量大，以及样品量有限等苛刻要求。目前已申请 2 项国家发明专利和 1 项国际发明专利。

三、蛋白质组定量标记试剂盒为了实现蛋白质组的精准定量，本研究团队还发展了具有自主知识产权的蛋白质组定量标记试剂盒，并构建了完善的样品预处理、分离、质谱采集和数据解析的体系。该试剂盒不受限于样品种类，可实现高准确度、高精密度、高通量、高覆盖度的蛋白质组定量分析。相比于目前常用的蛋白质组定量试剂盒（iTRAQ、TMT），不仅定量准确度显著提高，而且可以在宽动态范围内实现准确定量。在相当的定量通量下（6-8 重样品同时分析），分析成本显著降低。具有大规模蛋白质组定量分析的应用潜力。该试剂盒已被成功用于病变标志物的发现、生物过程及疾病的发生发展中

多时间多条件监控、食品蛋白质组中目标蛋白质的绝对定量等领域。已申请 3 项发明专利，其中 1 项获得授权。合作要求及方式技术转让、技术服务、技术入股、合作开发。

合作方式：技术转让

投资规模：500 万~1000 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

毛细管色谱柱及一体式电喷雾质谱喷针

一、毛细管色谱柱毛细管色谱柱被广泛用于微纳升液相色谱及液质联用系统，应用领域涉及到蛋白质组学、代谢组学、生物医药、食品安全等。本团队开发了不同种类和不同型号的毛细管整体柱和填充柱。目前，已申请 16 项发明专利，其中 11 项获得授权。开发的毛细管整体柱具有背压低(1 米柱背压<20Mpa)、柱效高(>10 理论塔板数万/米)、化学稳定性好(适用 pH 范围 2-10)、分离重现性高(保留时间 RSD<5%)、可选择型号多(内径 20-200 μm ，柱长 10-150cm)等优点。广泛适用于小分子、多肽、蛋白质等分析物的分离分析。开发的填充型毛细管一体喷针柱具有柱效高(多肽分离的平均峰宽为 12-18s)、峰容量大(>300/h)、可选型号多(内径 50-150 μm ，柱长 15-50cm)等优点，此外，制作成本低，具有较大的应用市场和利润空间。

二、一体式毛细管镀层喷针毛细管喷针作为液相色谱和质谱的联用接口，对于保证分析的高灵敏度至关重要。本团队研制的一体式毛细管镀层喷针具有导电性好(电阻<200 Ω)、制备重现性好(喷针壁厚 3 μm ，批间制备厚度 RSD<3.6%)、喷雾稳定(TICRSD<5%)、镀层稳定(可连续喷雾一周以上)、价格低廉等优势，可广泛用于基于液相色谱-质谱联用技术的组学分析、生物医药、食品安全等领域，具有较大的应用市场和利润空间。

合作方式：技术转让、合作开发

投资规模：100 万~500 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

重组蛋白亲和纯化介质

蛋白药物的生产一般可分为上游培养及发酵过程和下游纯化过程，如何经济、高效地从复杂的细胞表达产物中分离和纯化目标蛋白质已成为蛋白类药物生产的瓶颈。据统计，对蛋白类药物而言，分离成本占生产总成本的 50%-80%。此外，分离纯化技术对蛋白类药物的质量有很大影响。由于具有很高的分离效率，层析技术已成为当前蛋白类药物纯化的重要工具。而作为层析系统的核心，层析介质在很大程度上决定了目标蛋白的纯度和产率。在现有纯化介质的基础上，本团队根据常用的重组蛋白亲和标签的结构特性，针对组氨酸标签（His-tag）重组蛋白质，设计开发了一系列亲和纯化介质，显著提高了获得的重组蛋白药物的纯度，并通过减少纯化步骤，可以降低生产成本。已申请了 4 项发明专利，其中 1 项获得授权。有望在重组蛋白的纯化中发挥重要作用。具有广阔的应用市场和利润空间。合作要求及方式：技术转让、技术入股、合作开发。

合作方式：技术转让

投资规模：100 万~500 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

发酵法香紫苏醇技术

香紫苏醇(Sclareol, CAS No. 515-03-7)又称硬尾醇, 是一种半日花烷(labdane)型二萜醇类化合物, 通常由植物产生。香紫苏醇是香料和化妆品行业的原料及食品的调味材料, 其生物活性表明它也可应用于医药和农药行业。如香紫苏醇具有很强的抗菌活性以及在真菌生长调节和植物生长抑制方面起作用, 并且对人类的白血病细胞、肿瘤细胞株、结肠癌细胞及异种移植物具有细胞毒性。香紫苏醇是合成龙涎香产品的理想原料, 主要用于香紫苏内酯及降龙涎醚等天然龙涎香代用品的合成。目前主要以植物香紫苏的花序及茎叶等为原料, 采用溶剂提取纯化法生产香紫苏醇, 缺点是成本高, 并受限于土地、环境及气候因素的影响。大连化学物理研究所生物质高效转化研究组开发了发酵法香紫苏醇技术。采用基因工程手段构建了酿酒酵母工程菌, 以淀粉糖等为基本原料, 在 30 °C 通气培养该工程菌, 产生香紫苏醇; 经溶剂提取和进一步纯化, 得到白色固体, 产品纯度大于 95%, 产量 500 mg/L 以上。发酵法香紫苏醇技术具有生产工艺简单、周期短、对环境友好、不依赖于土地及气候因素的优点。

合作方式: 合作开发

投资规模: 100 万~500 万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

微生物油脂及生物柴油技术

我国油脂资源短缺，长期大量进口油脂。2011 年我国植物油进口量 760 万吨，当年进口植物油籽 5480 万吨，耗资 314 亿美元。另外，一些特种油脂也非常紧缺。由于我国耕地资源匮乏，油脂加工相关行业迅速发展，油脂资源供给问题是当前及未来相当长时间内生物柴油及相关产业发展的瓶颈。

利用微生物转化碳水化合物为油脂，实现连续、可控、规模化生产微生物油脂，属于生物化工领域的新技术。碳水化合物可以是单糖、纤维素水解液、淀粉水解液、菊芋水解液、废甘油和玉米秸秆等。微生物油脂的脂肪酸组成和植物油相近，以 C16 和 C18 系脂肪酸，如油酸、棕榈酸和亚油酸为主。当前油脂发酵主要技术参数为：菌体油脂含量 65 wt%以上、发酵液干菌体密度 100 g/L 以上、油脂生产强度 0.8 g/(L·h)以上、糖油转化率大于 20 wt%，完成了 500-L 规模放大试验。以处理过的玉米秸秆为原料，油脂转化率达到 16 wt%。建立了有效的碳水化合物原料制备方法和油脂回收技术。以含油菌体或粗微生物油脂为原料，分别利用化学法和脂肪酶催化法制备得到生物柴油，收率大于 95%，产品十六烷值高于 55。基于本成果的生物柴油技术原材料来源丰富、几乎不额外占用耕地、可连续生产、适合中小规模加工过程。目前与项目直接相关的研究已发表论文 40 余篇，申请专利 20 件，获专利授权 9 件，基本形成集成技术。

我国生物质资源丰富，农作物秸秆年产量达 7 亿吨（干重），林业剩余物约 3 亿多吨，具有转化为超过 1 亿吨生物柴油的潜力。本成果的推广应用不仅可为生物质能发展提供新路线，促进生物柴油产业可持续发展，还将拉动农林废弃生物质材料利用，保护生态环境，促进社会经济协调发展。

合作方式：合作开发

投资规模：100 万~500 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

羟甲基糠醛制备技术

酸催化六碳糖脱水可以得到羟甲基糠醛（HMF）。过去对六碳糖转化制备 HMF 作了深入研究，尝试了使用不同反应介质，如水、质子惰性溶剂、双相体系以及离子液体，和不同催化剂，如有机酸、无机酸、盐以及固体酸催化剂等。但是这些催化体系在不同程度上存在如下技术缺陷，例如：反应条件苛刻、选择性低、产率低、产物不易分离纯化、使用挥发性有机溶剂、能耗高、污染严重等。

大连化学物理研究所生物质高效转化研究组开发了 HMF 制备技术。该技术以离子液体为溶剂，以 CrCl_3 为催化剂，常压、150 °C 以下反应。果糖转化率 100%，HMF 选择性达 98% 以上；葡萄糖转化率达到 100%，HMF 分离收率达到 91%；直接“一锅法”转化纤维素，HMF 分离收率达到 68%；以玉米秸秆、松木粉等粗原料时，HMF 收率达到 45–52%。根据离子液体和 HMF 物理化学性质的差别，设计了有效的产物分离方法。该技术具有反应时间短、选择性高、产品纯度高、无三废污染等特点，达到国际领先水平。目前与项目直接相关的研究已发表论文 20 余篇，获专利授权 3 件，基本形成集成技术。

羟甲基糠醛是重要精细化工中间体和生物基平台化合物，在农业化学、电化学、化妆品工业、合成医药中间体等行业都有广泛应用。最近，HMF 被认为是链接于碳水化合物资源与石油工业之间的桥梁，因为将 HMF 选择性氢化脱氧后得到的 2,5-二甲基呋喃（DMF）是一种优质燃料，其能量密度比乙醇高 40%，并且挥发性很小，显示出替代化石燃料的巨大潜力。

合作方式：合作开发

投资规模：100 万~500 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

辽东地区特色农副产品的深加工

依托中国科学院大连化学物理研究所技术平台，围绕辽东地区特色资源，我们开展了一系列食品、保健食品的研发工作。主要的品种包括软枣猕猴桃，玉竹，人参，红豆杉，五味子等。

通过对各种资源进行评价，了解资源的特点与优势，进而通过物理的，化学的，生物的方法，富集其中功能成分，再通过剂型设计及口感设计，形成最终的产品。

本项目希望与有资源、有实力的企业合作。具体项目和品种可面议。

合作方式：合作开发

投资规模：20 万~100 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

低分子果胶制备技术

果胶是人体第七大营养素膳食纤维的主要成分，具有多种食用和药用价值。而低分子果胶(MCP)由于水溶性好容易被肠道吸收，因此在保健食品、医药等领域具有广泛的应用。低分子果胶具有多种生物活性，可以降低血液中的胆固醇浓度、抑制肝脏中油脂的积累及提高机体免疫力等，它还可以与血液中的重金属结合进而促使其排出体外。由于具有丰富的半乳糖单体，所以低分子果胶具有抑制肿瘤的功能，对所有具有半乳糖凝集素-3 的肿瘤均有作用，且其有效率与半乳糖凝集素-3 的表达成正比。据文献报道，MCP 对常见的 19 种肿瘤都有效这些肿瘤包括：前列腺癌、肾癌、卡波济氏肉瘤、慢性白血病、乳腺癌、肉瘤、卵巢癌、结直肠癌、咽喉癌、淋巴瘤、黑色素瘤、小肠肿瘤、膀胱肿瘤、肺癌、支气管癌、咽部鳞状细胞癌、肠癌、胃癌、皮肤癌、肝癌、脑癌、胶质纤维瘤、甲状腺癌和骨髓癌等。

中国科学院大连化学物理研究所转化医学中心干细胞研究组通过集成微滤膜过滤、凝胶清洗、选择性吸附与沉淀等分离纯化方法建立了果胶纯化方法，杂质去除率超过 99%，采用低分子果胶制备技术可以将果胶水解成分子量为 5000-35000Da，酯化度为 2-30%的果胶制品。

低分子果胶具有多种生物活性，可以开发成保健食品，在肿瘤预防与治疗、心血管疾病防治与治疗、抗菌消炎、抗氧化、抗自由基、调节免疫、降血脂等方面具有巨大的应用前景。

合作方式：技术转让，技术服务，合作开发。

投资规模：20 万~100 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

乳酸催化氧化脱氢合成丙酮酸的催化剂及过程开发

丙酮酸的工业生产主要通过化学合成的酒石酸法和乳酸氧化法。目前，国内有近十几家企业生产丙酮酸及其盐、酯类，但大部分企业仍采用落后的酒石酸与焦硫酸钾反应生产丙酮酸，该工艺有七十多年的历史，能耗高、污染重、成本高，已面临淘汰，迫切需要高效的绿色化工工艺替代。本项目的技术优势在于：

(1) 采用生物基乳酸为基本原料制备丙酮酸，原料成本低，工艺原子经济性高，能耗低，整个生产过程中无“三废”排放，属于环境友好型的绿色工艺。

(2) 采用固定床反应器进行乳酸氧化脱氢反应，设备简单，反应连续性及可操作性强，对设备要求较低，适合大规模的产业化生产。

(3) 丙酮酸产品市场销量走俏，利润率较高，可以实现良好的企业经济效益。

性能指标：

目前，该工艺已经建成吨级钼钒铌催化剂的生产平台，乳酸转化率>40%，所得产物中丙酮酸的纯度>85%。

市场分析：丙酮酸作为一种新型医药、农药和日化中间体，近年来国内外市场需求增长极其迅速，国际市场一直比较紧俏，价格居高不下。目前，全球丙酮酸总产量约 8000-10000 吨，我国年产丙酮酸 1000-1500 吨，其中 8 成以上用于出口，国内市场丙酮酸的增长率更是达到了 8%-10%。而全球丙酮酸市场需求共 24000 吨，含量 98%丙酮酸的国内市场价约在 5 万元/吨左右。我国目前丙酮酸系列产品主要以出口为主，随着人民生活水平不断提高，丙酮酸系列产品在国内市场的需求会逐渐扩大，尤其是作为减肥药原料发展很有前途；另外，在其他医药方面需求也比较强劲，而且随着其技术工艺的不断完善，生产成本下降空间较大，因此丙酮酸发展前景十分广阔。

以建设年产 1000 吨丙酮酸项目为例，总体规划需占地面积 15000 平方米，投资 3000-4000 万元，需要的主要设备包括：固定床反应器、冷凝器、精馏塔、真空泵等。产品市场销售价格在 60000-90000 元/吨，利润为 9000 元/吨，投资回报期约为 2.5 年。

专利：201410033428.6、201310692609.5

合作方式：技术入股、技术转让

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

高纯度碳酸甲乙酯制备技术

现有工艺中存在的催化剂对原料要求高，反应时间过长，转化率不理想，产品分离纯化难度大等产业化关键技术问题。与现有方法相比，本项目技术优势在于：

(1) 以 DMC 和 DEC 为原料进行酯交换反应，避免了产物中共沸体系的形成，产品分离提纯简单。

(2) 催化剂活性高，反应时间短，选择性高，产品经简单蒸馏处理即可得到能够满足锂离子电池电解液的纯度要求的 EMC 产品。

(3) 精馏分离获得的低沸点的原料 DMC、高沸点原料 DEC 均可重复利用；固体超强碱催化剂经分离后可回收重复利用。

性能指标：

常压条件下催化 DMC 和 DEC 转酯化合成 EMC，反应时间 1-3 h，反应产物中 EMC 为唯一产物，经过蒸馏提纯，EMC 的纯度>99.95%，单程收率>50%。

市场分析：

本项目生产的可作为锂离子电池电解液的高纯碳酸甲乙酯，具有很大的市场空间和投资空间。

以建设年产 3000 吨碳酸甲乙酯项目为例，总体规划需占地面积 256 平方米，投资 500-600 万元，需要的主要设备包括：反应釜（5 吨/釜×2）配 18 米高回流塔，精馏塔（10 吨/釜×6）配 32 米高精馏塔。产品市场销售价格在 18000-20000 元/吨，利润为 4000-5000 元/吨，投资回报期约为 1 年。

专利：201410011106.1

合作方式：技术转让、技术入股



3000 吨/年碳酸甲乙酯生产产业化示范工程

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

甲醇和生物发酵乙醇制备异丁醇的新技术

本项目以化工基础产品甲醇和来源于生物质资源的大宗化学品乙醇为原料，通过新的技术将两者结合起来直接生产异丁醇，集合了化学转化方法与生物转化方法的优势，对于综合利用我国相对丰富的煤炭和生物质资源，开发甲醇和乙醇的下游产品也具有重要的意义。

性能指标：异丁醇的选择性达到 90%以上

市场分析：异丁醇是一种重要的大宗化工产品，可作为正丁醇的代用品，主要用于生产润滑油、增塑剂、表面涂料、粘合剂等，每年全球市场需求有 50 万吨左右。异丁醇经过脱水还可以生成异丁烯。除此以外，异丁醇还是一种高品质的汽油替代燃料，与当前市场上最为常见燃料乙醇相比，异丁醇有更高的能量密度、不易吸水、可以通过现有的汽油销售设施进行输送等优势，并且对汽车发动机的损伤小，可直接用于汽油动力汽车。

按目前市场价格分析，甲醇 1500-3000 元/吨，乙醇 6000-7000 元/吨，异丁醇 7000-9000 元/吨。结合反应方程式和生产过程，产品和原料之间的价格差约 1500-4000/吨。若直接以乙醇发酵液为原料，避免高能耗的蒸馏脱水过程，利润空间会更大。

专利：201410816404.8

合作方式：技术转让、技术入股

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

负载型贵金属催化剂开发

贵金属催化剂是使用非常广泛的催化剂，然而目前市场上的贵金属催化剂基本均为通用型负载催化剂。本项目所研制的催化剂针对特定反应开发定制，能够高效的替代进口催化剂，比传统的通用型负载催化剂更适用于特定反应。本项目的核心内容是采用贵金属合金、限域制备、贵金属有效回收等关键技术开展特种负载型贵金属催化剂的研发、生产。

市场分析：催化技术是当今高新技术之一,也是能产生巨大经济效益和社会效益的技术。发达国家国民经济总产值的 20%~30%直接来自催化剂和催化反应。化工产品生产过程中 85%以上的反应都是在催化剂作用下进行的。世界 70%的铑、40%的铂和 50%的钯都应用于催化剂的制备。在化学新领域的研究和开发中贵金属催化剂更有着广泛的应用前景。

合作方式：合作开发、定制开发催化剂，或者代理加工催化剂产品

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

对氯（溴）苯酚的催化制备技术

本项目使用自主开发的一种新型催化剂，可以高选择性的将苯酚转化为对氯苯酚、溴苯酚，反应的单程转化率高，而且几乎没有邻氯（溴）苯酚副产物出现。反应条件非常温和，能耗低，几乎无“三废”问题，设备投入小，工艺操作简单。各项指标达到甚至优于发达国家的标准，产品的成本优势明显。

性能指标：

在温和反应条件（温度 $\leq 100^{\circ}\text{C}$ ，压力 $\leq 2\text{MPa}$ ）下，氯（溴）苯酚单程反应收率可以达到 $\geq 70\%$ ；

市场分析：由于国内对氯苯酚、溴苯酚生产技术相对落后，因此多数生产企业规模小、产能低，并且环境污染严重，产品质量与进口产品比有较大差距，产品竞争力差。。随着国内新环保法的实施，这部分企业就会被强制退出市场，造成国内货源出现较大缺口。另外，随着国内染料、农药、医药等行业对对氯苯酚、溴苯酚的需求增加，国内产能也难以满足市场需要，每年需要进口大量对氯苯酚，因此本项目的市场前景明朗。

专利：201510171472.8、201510171532.6

合作方式：合作开发、技术转让

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

2,3,6-三甲基苯酚及维生素 E 关键中间体-三甲基氢醌的催化制备技术

三甲基氢醌，即 2, 3, 5-三甲基对苯二酚（TMHQ），是合成 VE 的必需中间体，但是由于缺乏核心制造技术，国内市场上的 TMHQ 严重依赖进口。为了打破国外技术对国内 TMHQ 市场的垄断，本项目以间甲酚为原料，甲醇作甲基化剂，在一种新型催化剂作用下可以高选择性的将间甲酚转化为 2,3,6-三甲基苯酚。然后以 2, 3, 6-三甲基苯酚为原料，氧气/空气作为氧化剂，在一种新型催化剂作用下可以高选择性的将 2, 3, 6-三甲基苯酚氧化为 2,3, 6-三甲基对苯醌。2,3, 6-三甲基对苯醌经加氢还原后得到三甲基氢醌。本技术的指标与国外企业相当，并且产物分离简单，产品成本也显著下降。

性能指标：

本工艺包含三步反应：1) 间甲酚与甲醇反应合成出 2,3,6-三甲基苯酚，反应转化率超过 95%，选择性≥85%。2) 2,3,6-三甲基苯酚与氧气/空气反应得到 2,3, 6-三甲基对苯醌，单程反应收率≥75%；3) 2,3, 6-三甲基对苯醌经加氢还原后得到三甲基氢醌，单程反应收率≥90%。

市场分析：

作为维生素市场的三大支柱产品之一，维生素 E（VE）是利润率非常高的一种精细化工产品。但是，国内高端市场几乎被外企占领完全垄断，低端市场的利润率也被严重压缩。在此背景下，国内对 VE 的需求却一直呈快速增长的态势，因此开发新型的 VE 原料合成技术具有重要的战略意义和可观的经济价值。

目前，我国 VE 主要是人用医药品，每年消费量<1.5 万吨，人均用量仅为西方国家的一个零头。在其它方面的用量则更少，这意味着 VE 在我国蕴含着巨大的商机，至少在三方面市场潜力很大：1) 保健品方面：随着我国人民生活水平的提高，保健食品将持续走俏，VE 作为实实在在的营养保健品，将逐步被大众接受，步入百姓生活中；2) 美容方面：VE 对皮肤的美容保养效果是肯定的，国外各大公司的高、中档护肤美容用品都将 VE 作为重要添加剂，这方面的市场潜力也很大；3) 饲料添加剂：目前国外 VE 用在饲料添加剂的量占总用量的 40%左右，而我国用量很少。随着我国人民生活水平的提高，食品结构的调整，养殖业必将有大的发展，今后我国饲料添加剂中 VE 的需求量将是巨大的。

专利：201410449008.6、201410443854.7、201510002359.7

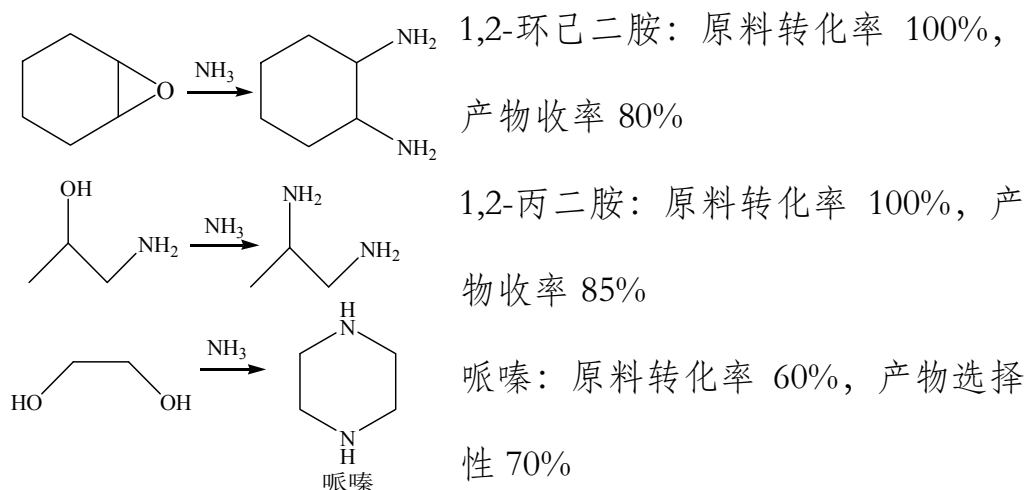
合作方式：合作开发、技术转让

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

高附加值胺类化合物的合成技术

本项目针对 1,2-环己二胺、1,2-丙二胺、哌嗪三种胺类现有工艺的缺陷，开发了新的合成路线，成本较现有的工艺具有很大的优势。

性能指标：



市场分析：1,2-环己二胺可以用作螯合剂、还原固化剂、医药中间体等；1,2-丙二胺用于生产选矿药剂、金属钝化剂、航空用树脂固化剂、橡胶硫化促进剂，还用于染料、电镀和分析试剂等；哌嗪作为医药中间体，主要用于生产驱肠虫药磷酸哌嗪、枸橼酸哌嗪，以及氟奋乃静、强痛定、利福平等。目前它们的售价比较昂贵，1,2-环己二胺 10 万/t；1,2-丙二胺 5.6 万/t；哌嗪 3.8 万/t，经济效益可观。

合作方式：技术转让、合作开发

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

小分子醇类绿色转化制备 1,2-戊二醇技术

国内外工业化生产均采用过氧化物氧化 1-戊烯，再水合得到 1,2-戊二醇，路线较长，中间过程产生的毒性较大。本技术的关键是开发了一类高效非均相固体催化剂。主要特点是：合成原料易得；合成路线简单；催化合成效率高、成本低。

性能指标：

以小分子醇类作为原料，在 180 °C、常压氮气气氛下反应。在最优条件下，1,2-丙二醇的转化率超过 60%，戊二醇的选择性超过 50%。

市场分析：

1,2-戊二醇作为重要的化工原料在增塑剂，表面活性剂，乳化剂，聚酯纤维和婴儿护肤品制备领域具有重要价值，同时它还是合成三唑类杀菌剂丙环唑的重要中间体。当前 1,2-戊二醇的全球市场缺口较大，尤其是中国基本依靠进口。

合作方式：技术转让、合作开发

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

2-庚醇生产的新技术

2-庚醇是 GB2760-1997 规定允许使用的食品用香料、医药中间体（解毒啉）、增塑剂、添加于硝基喷漆溶剂中作助溶剂等。目前的生产工艺是由溴化戊基镁和乙醛合成而得；由甲戊酮与金属钠在乙醇中反应而得。本项目由异丙醇和正丁醇直接脱水而制得 2-庚醇，工艺相对简单，产品产物选择性高。

性能指标：

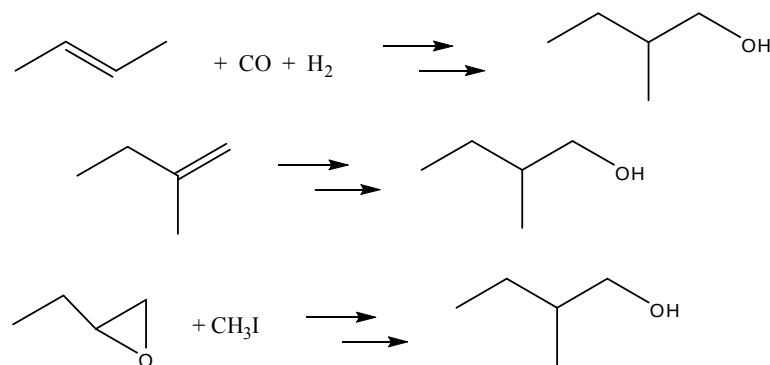
在 150℃反应 8h，可达到 50%以上的单程转化率和 90%以上的产物选择性；新型负载催化剂循环使用 5 次无明显活性降低。

合作方式：合作开发

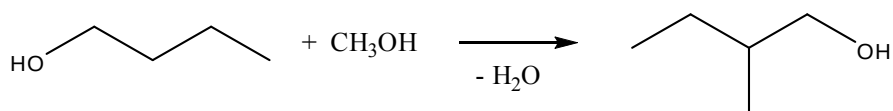
成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

2-甲基丁醇生产的新技术

2-甲基丁醇可用于制作香料、特殊增塑剂、农药、液晶等。目前可采用从杂醇油中精馏分离的方法获得 2-甲基丁醇和 3-甲基丁醇混合物（20%-80%）。常见的化学合成方法如下：



这些方法被德国和日本的公司垄断。新技术采用甲醇和正丁醇直接脱水而制得 2-甲基丁醇。



性能指标：在 150 °C 反应 8h，可达到 50%以上的单程转化率和 95%以上的产物选择性；新型负载催化剂循环使用 5 次无明显活性降低。

合作方式：合作开发

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

木质素制备高效表面活性剂技术

本项目实现了预处理分离木质素的高值综合利用。预处理分离木质素经催化氧化-磺甲基化两步反应制备高效混凝土减水剂。工艺简单、成本低廉，木质素基表面活性剂纯度高、分散效果好。

性能指标：

改性后的产品磺化度由 0.65 提高到 1.45，相对分子质量分布系数由 2.01 降为 1.12。木质素磺酸钠混凝土减水剂的水泥净浆流动度达到 185mm，大大高于未改性的 161mm，同比提高了 15%，接近于商品萘系高效减水剂水平。

市场分析：

我国每年产生大约 250 万吨木质素，大部分没有得到充分利用。“十二五”期间我国每年将有 20 亿立方混凝土建设量，减水剂需求量大；二次采油对高性能的油井缓凝剂需求量增加；水煤浆已成为替代油、气等能源的最基础的经济能源，需要添加稳定的表面活性剂。

合作方式：技术转让

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

制浆厂半纤维素预水解液制备低聚木糖

低聚木糖传统的生产工艺存在较多缺点，主要表现为生产原料来源单一，生产受原料的影响较大，且生产后残余的大量固体废渣难利用、污染严重，同时也造成了大量的资源浪费。本项目利用制浆厂或溶解浆厂预水解分离的半纤维素转化为功能性低聚木糖具有成本低（以纸浆厂或粘胶厂的废液为原料）、有效成分含量高（低聚木糖含量超过70%）、过程绿色环保的优点，可代替市场上从玉米芯或甘蔗渣中提取的低聚木糖。

市场分析：

低聚木糖能够减少有毒发酵产物及有害细菌酶的产生、抑制病原菌和腹泻，具有保护肝脏功能、降低血清胆固醇和血压等功效，被广泛应用在食品、饲料和医药保健等领域。

合作方式：合作开发、技术转让

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

己二胺制备新工艺

针对醛化收率差、催化剂易失活等由苯经己二醛合成己二胺路线的关键技术问题，根据己二醛胺化和加氢反应特性，开发具有高选择性和高稳定性的高效催化剂，通过催化剂活性组分、催化剂载体的筛选、制备方法的调控以及绿色催化反应工艺优化，建立由己二醛制备己二胺的绿色催化体系，并对催化反应机理和作用机制进行系统研究，开发具有自主知识产权的己二胺绿色制备技术。该法的显著优点在于它不但避开了剧毒性原料和中间体，尤其是氢氰酸气体、氰化钠、氰化钾等，其反应工艺等既经济又环保。该工艺有望取代己二腈路线，形成己二胺生产的自有技术，打破跨国公司的技术垄断。

性能指标：

己二胺的合成选择性可达到 85%以上，己二醛的转化率接近 100%。

市场分析：

己二胺是一种重要的化工原料，它和己二酸中和反应生产尼龙 66 产品，和癸二酸反应生产尼龙 610 产品，是合成材料中难得的中间体。国际上，己二胺的生产主要由一些大型跨国公司垄断，如美国的杜邦公司、首诺公司、英威达公司，法国的罗地亚公司，德国的巴斯夫公司。己二胺可以由己二腈、己二醇和己内酰胺生产，但几乎所有大规模生产己二胺的方法都是由己二腈出发，作为主要原料的己二腈目前只能从国外几家大公司采购，他们因而能通过调节己二腈的供应来控制全球尼龙 66 的生产。此外该路线原料对环境危害严重，成本较贵，目前己二胺的市场价格较贵（39000 元/吨左右）。因此，以廉价的原料和工艺路线生产的己二胺具有非常大的市场前景。

合作方式：技术转让、合作开发

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

丙酸（酯）和异丁酸（酯）的制备新技术

本项目开发了新的反应过程，以甲醇和乙酸甲酯为反应原料生产丙酸（酯）和异丁酸（酯）。与传统方法（乙烯、乙醇、乙酸等羰化）相比，该技术采用固定床反应装置进行反应，新开发的非贵金属催化剂性质稳定，并且无需碘化物促进剂，无需氢气氧气等，环境友好。

性能指标：

丙酸甲酯和异丁酸甲酯的选择性可达到 80%以上。

市场分析：

丙酸是重要的精细化工原料，可用于制备丙酸盐、丙酸酯等多种衍生物，广泛应用于粮食保存防腐剂、食品和饲料添加剂、香料、医药中间体、合成树脂等方面。我国丙酸进口量逐年增加，生产无法满足市场需求，未来数年这种增长趋势将会继续。异丁酸酯类产品可作为食用香料、保鲜剂、防腐剂等，其品种多达百余种，具有广阔的市场应用及需求。

合作方式：合作开发

成果来源单位：中国科学院青岛生物能源与过程研究所

（二）精细化工

利用廉价木薯淀粉通过酶法改性生产性能等同于糯米胶的环保壁纸胶技术

目前市场上的淀粉壁纸胶（湿胶）是利用糯米、马铃薯或成本较高的变性木薯淀粉等制作而成。我们开发了利用廉价的木薯淀粉或变性木薯淀粉为起始原料，通过加入生物酶处理，制作高性能壁纸胶的技术。该技术制得的变性淀粉壁纸胶透明度高，粘性强，耐候性强，-40℃低温反复冻融数次以后 1:1 兑水使用性质稳定，不分层，产品的外观及特性不发生变化，湿胶性能与糯米胶相当。该技术绿色环保，加入的都是生物酶以及食品级试剂，绝对不含甲醛等有害化学物质。本技术采用廉价原料，生产成本明显低于目前的糯米胶生产技术，并且完全利用现有糯米胶生产设备进行工艺升级，操作简单，不用添加其它生产设备。

利用酶法变性等方法处理天然或变性木薯淀粉等制备淀粉胶。该工艺操作简单，无污染；所得淀粉胶具有绿色环保，无甲醛，粘性强，冻融稳定性好等特点，可用于家居、建筑、食品等多个领域。本项目具有成本低，附加值高，容易推广等优点，能够很好地推动木薯淀粉行业的工艺升级。



图 1. 酶法处理后冻融稳定性提升，冻融后 1:1 兑水使用性质稳定、不分层

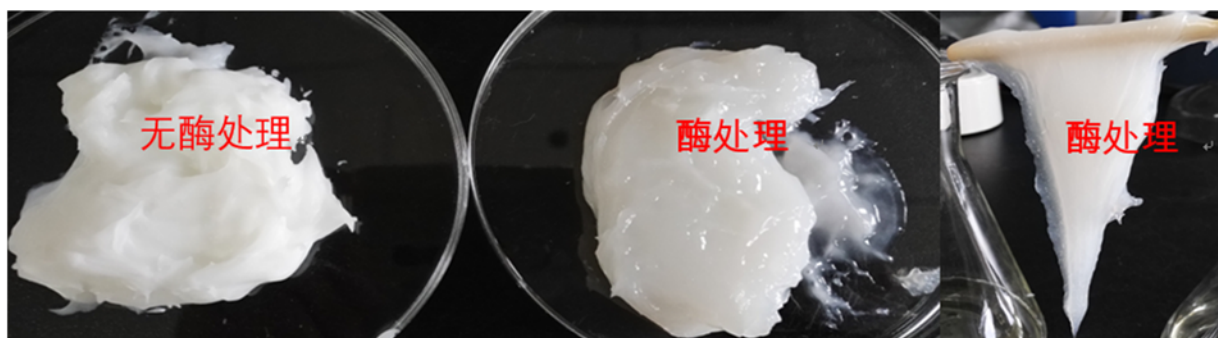


图 2. 酶法处理后经过反复冻融，保持很好的粘度

成果来源单位：中国科学院微生物研究所

酵母菌发酵法生产麦角甾醇关键技术

麦角甾醇是一种重要的医药化工原料，是生产脂溶性维生素 D2 的前体，以及甾体类药物，如“可的松”、“黄体酮”等的原料。此外，麦角甾醇还是饲料的重要添加剂。近年来的研究表明麦角甾醇或其氧化产物对癌细胞的生长具有明显的抑制作用，而对正常细胞却不表现出抑制作用，预示着麦角甾醇在新的抗癌药物开发中具有广阔的应用前景。

中国科学院微生物研究所酵母菌分子遗传学及生理代谢工程研究组综合采用经典微生物育种技术和代谢工程技术使酵母细胞麦角甾醇合成能力明显提高，细胞麦角甾醇含量超过 3%。以甜菜糖蜜或蔗糖糖蜜为主原料，在 300 升、20 吨发酵罐完成了小试和中试试验，麦角甾醇产量达 1100 mg/L。为产业化应用奠定基础。

专利名称：一株产麦角甾醇的酵母工程菌及其应用，专利号：ZL200410032719.X。



成果水平：构建的麦角甾醇高产菌株细胞生物量与目前生产菌株相当，但麦角甾醇含量可达干细胞的 3% 以上，明显高于国内外报道的水平（1.5-2.5%），达到国际先进水平。

完成中试或工业生产试验所需要条件：常规酵母发酵设备和分离提纯设备即可满足需要。技术及生产工艺成熟，投资风险小，经济效益较大。若厂家本身就发酵生产酵母提取麦角甾醇，只需更换优良的酵母菌种及在工艺上作一些局部调整即可生产，见效更快。

适用范围：生物技术、发酵工业、生物制药、生物饲料等。

成果来源单位:中国科学院微生物研究所

咪唑类物质的连续生产技术

咪唑环是许多常用化学物质的重要组成部分,咪唑类物质在杂环化学、农药、医药、生化等众多领域都有重要应用价值。目前,工业上围绕 Radziszewski 反应通过传统釜式操作合成咪唑类物质,耗时长、操作烦琐、产物收率低,以咪唑为例,传统工艺在 85~95 °C 下反应 80 min 也仅能获得 69 %的咪唑收率。

为解决工业咪唑类物质合成过程中存在的问题,该技术采用热质传递效率高、操作可控性强、安全性能高的微反应器技术改进传统的咪唑类物质合成工艺,已实现咪唑类物质的连续高效生产,操作简单,产品收率高,具有很高的工业应用价值。以咪唑合成为例,在优化的工艺条件下,该技术可以在 160 s 的反应时间内获得 81.6 %的目标产物收率。

合作方式: 合作开发

投资规模: 500 万~1000 万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

三氟甲氧基苯连续硝化技术

对硝基三氟甲氧基苯是合成农药、医药、液晶材料等众多化学品的有机中间体。随着下游产品的不断开发，其需求量在逐渐增加。目前工业上主要以三氟甲氧基苯为原料，采取低温条件下滴加混酸的间歇式操作合成对硝基三氟甲氧基苯。该工艺废酸量大，耗时长且生产效率低。

本技术基于具备热质传递速率高、操作性能好、安全性高等优点的微反应技术，对该产品的工业化生产工艺进行了设计和优化，取得了关键工艺参数，为工业生产提供了可靠的基础和保证。开发的技术路线的特点主要在于：

1. 反应时间短 ($<3\text{ min}$)，产品质量好 (副产物 $m\text{-NB}<0.1\%$ ， $\text{DNB}<1.5\%$)，生产效率高。

2. 该工艺路线为连续化操作，易于并行放大，可大幅缩短研发周期、提高过程效率。

该技术已完成 10 t/y 规模的放大实验，生产过程废酸量少、产品质量好、生产成本低，具有良好的应用前景和很高的经济效益。

合作方式：合作开发

投资规模：500 万~1000 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

假紫罗兰酮连续生产技术

紫罗兰酮是合成香料工业中最重要的品种之一，也是合成维生素 A、E、 β -胡萝卜素、视黄酸、叶绿醇等的重要原料，而假紫罗兰酮是合成紫罗兰酮不可或缺的中间体。商业化的假紫罗兰酮合成工艺以柠檬醛和丙酮为原料，在釜式反应器中通过碱水溶液催化 aldol 缩合反应合成假紫罗兰酮，反应过程耗时长、收率低（60 %-80 %），而且假紫罗兰酮下游产品需求增加迅速，因此新型高效的假紫罗兰酮合成工艺亟待开发。

目前，BASF 公司开发出了假紫罗兰酮连续合成工艺并在 2 min 的反应时间内获得了 84% 的假紫罗兰酮收率，但该工艺仍面临能耗大、收率偏低等问题。本技术由柠檬醛出发，围绕 aldol 缩合反应以热质传递效率高、操作可控性强、安全性能好的微反应器技术为核心进一步改进了假紫罗兰酮连续合成工艺，相比于 BASF 的工艺而言，该工艺在进一步缩短了反应时间、降低了反应温度、减小了丙酮/柠檬醛摩尔比的同时获得了 94 % 的假紫罗兰酮收率，能耗大幅降低，收率显著改善，体现出良好的经济价值和工业应用前景。

合作方式：合作开发

投资规模：500 万~1000 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

N-烃基吡咯烷酮连续生产技术

N-烃基吡咯烷酮是重要的精细化学品，广泛应用于石油化工、农业化工、医药以及电子材料等领域。 γ -丁内酯法是 N-烃基吡咯烷酮的主流合成路线之一， γ -丁内酯和烃基胺在无催化剂的条件下可直接缩合脱水生成 N-烃基吡咯烷酮，符合绿色化学的理念。然而，工业上 N-烃基吡咯烷酮实际生产工艺面临着反应条件苛刻（压力>10 MPa，温度>350 °C）、反应耗时长（>2 h）、产物收率低（<90%）、过程安全性差等问题。因此，新型的 N-烃基吡咯烷酮合成工艺亟待开发。

为解决工业合成 N-烃基吡咯烷酮所面临的问题，该技术采用热质传递效率高、操作可控性强、安全性能好的微反应器技术改进 N-烃基吡咯烷酮的合成工艺，已实现 N-烃基吡咯烷酮过程连续高效生产，反应操作温度、压力以及反应时间大幅降低，目标产物收率和过程安全性获得显著改善。以 N-甲基吡咯烷酮和 N-乙基吡咯烷酮合成为例，在优化的工艺条件下，该技术可以将反应温度和压力降至 300 °C 以及 5.2 MPa 以下，反应时间缩短至 30 min 以内，同时获得超过 94 % 的目标产物收率。

合作方式：合作开发。投资规模：500 万~1000 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

4-(6-羟基己氧基)苯酚连续制备技术

4-(6-羟基己氧基)苯酚是重要的有机合成中间体，主要用于合成聚对苯乙烯(PPV)及其衍生物类导电发光功能材料。目前，工业上主要通过 Williamson 合成法在釜式反应器中制备 4-(6-羟基己氧基)苯酚，100 °C 下反应 20 h 也仅能获得 40%的目标产物收率，工艺耗时长、收率低、

能耗高。

该技术以自主研发的高效微反应器、微换热器为核心构建整套微化工系统，应用于 4-(6-羟基己氧基)苯酚的合成，已实现 4-(6-羟基己氧基)苯酚的连续高效制备。在优化的工艺条件下，新型合成工艺可以将反应时间从原来的 20 h 大幅缩短至 3 min 以内，目标产物收率从 40 %显著增加至 80 %。该技术生产效率高、产物收率好、工艺连续化，是一种先进的 4-(6-羟基己氧基)苯酚合成技术。

合作方式：合作开发

投资规模：500 万~1000 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

微反应技术硝化合成硝酸异辛酯

异辛醇混酸硝化生产的硝酸异辛酯作为柴油十六烷值改进剂,对柴油油品升级起着重要作用。按典型的 0.1%的添加量计,每万吨硝酸异辛酯可以调和 1000 万吨符合国 V 排放标准的优质柴油。随着油品的升级换代,硝酸异辛酯产品的市场需求量势必增加。由于硝酸异辛酯生产比较危险,技术主要由法国 SNPE、瑞士 BIAZZI 等少数军工企业掌握。国内,西安万德能源化学公司采用微管式生产工艺,每年产能为 1 万吨,但数十条线并行生产工艺弊端明显。

本项目采用微通道反应器技术,在反应热力学和反应动力学研究结果的基础上,创新性开发了微反应技术硝化合成硝酸异辛酯工艺,该工艺的主要特点是:异辛醇和混酸在并行多通道微混合器中接触反应,混合器内体积微小、物料混合均匀,反应时间短,传热速率快,产物和酸可实现连续自动分离。技术指标包括:原料转化率高于 99.9%,产品纯度高于 99.5%,水分小于 0.05%,酸度小于 3mgKOH/100ml。本项目同时揭示了反应过程中的爆炸机制,因而这项技术具有无可比拟的先进性和安全性。本技术具有自主知识产权,已申请专利 2 件,发表学术论文 2 篇。目前,已建立 50~100 吨微反应装置一套,并可以快速设计搭建单套 600~1000 吨反应装置。

合作方式:合作开发。投资规模:大于 1000 万

成果来源单位:中国科学院大连化学物理研究所

长直链烷烃脱氢催化剂技术

长直链烷基苯是洗涤活性剂、表面活性剂、导热油、润滑油等工业中最基本的一种有机原料,其烷基苯磺酸盐具有去污力强,泡沫力和泡沫稳定性好,生物可降解等优点,是优良的洗涤剂 and 泡沫剂。其中, C14~C16 的重烷基苯磺酸盐是重要的驱油用表面活性剂。随着人们生活水平的不断提高,以及三元复合驱采油技术的不断进步和推广,国内对烷基苯及其磺酸盐的需求量保持快速增长。

目前,国内外烷基苯生产主要采用长直链烷烃(轻蜡: C10~C13 和重蜡: C16~C20)脱氢和烷基化两步法技术,其中,长直链烷烃脱氢催化剂是烷基苯生产的关键技术。本课题组长期开展长直链烷烃脱氢催化剂的开发研究,与南京烷基苯厂和抚顺石化合作先后开发出 NDC-2、DF-2、DF-3、DF-6 和 FD-11 等系列长链烷烃脱氢催化剂,实现工业化应用,催化剂性能优于国外同类催化剂。目前,课题组具备长链烷烃脱氢的载体、催化剂工业化生产的成套技术。

合作方式: 合作形式另议

投资规模: 100 万~500 万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

苯基苄胺合成技术

苯基苄胺为医药中间体。以苯胺和苄醇为原料反应来生产苯基苄胺。本技术具有原料易得价格低廉、工艺简单、不使用氢气和氧化剂、目标产物收率高、无三废、生产成本低等特点，是一种具有极高原子经济性、环境友好的制备有机胺的方法。现苯基苄胺的生产工艺为苯胺和苄氯反应，产生大量有机铵盐副产物、废料和废水。

原料转化率>99%，产品选择性>98%，副产物为水，避免传统工艺使用的卤代烃。催化剂可回收循环使用，无溶剂反应工艺，温度约 200 C。已完成 5 升反应釜生产技术开发。可用釜式或固定床反应工艺。获得中国发明专利三件(余正坤等，一种制备仲胺和叔胺的方法，专利号 ZL 201010108370.9，授权时间 2013-10-23；一种经由伯胺脱氨制备仲胺的方法，专利号 ZL 201110027053.9，授权时间 2013-11-20；一种制备亚胺的方法，专利号 ZL 201110095903.9)。利用此技术可以生产数十种高附加值的仲胺和叔胺，如苯基叔胺和二苄胺等。

投资与收益：1000 吨/年生产规模，设备投资 300 万元，利润 2000 万元以上；生产 1 吨苯基苄胺原料成本约 1.3-1.5 万元，过程经济效益高。

合作方式：技术转让

投资规模：100 万~500 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

香兰素生产技术

香兰素又名香草醛、甲基香兰素，学名 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛，是一种重要的广谱型香料和有机化工原料。香兰素具有香荚兰香气及浓郁的奶香，它是全球产量最大、应用最为广泛的香料之一。它香气幽雅、爽快，可直接应用于化妆品、香皂、香烟、糕点、糖果以及烘烤食品等行业，也可以作为植物生长促进剂、杀菌剂、润滑油消泡剂等。香兰素还是重要的有机合成中间体，近几年在医药领域的应用被不断拓宽，已成为香兰素最具有发展潜力的应用领域。除此之外，它还可以在电镀工业中作上光剂，在农业中用作催熟剂等。

本项目开发的香兰素生产技术以对甲酚为原料，经过溴化、甲氧基化、氧化三步反应得到香兰素产品，项目技术经过了 500 升反应釜中试。溴化和甲氧基化工艺经过了 3000 升釜规模的长期生产应用具有自主知识产权(余正坤等，一种香兰素合成的方法，专利号 ZL 200910187614.4，授权时间 2013-05-22)。

投资与收益：年产 1500 吨设计规模，设备投资 300-400 万，利润 1000-3000 万元/年。

合作方式：技术转让

投资规模：100 万~500 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

丁二烯催化环三聚生产环十二碳三烯技术

1,3-丁二烯是重要的聚合物单体，能与多种化合物共聚制造各种合成橡胶和合成树脂。1,3-丁二烯主要直接来自烃类裂解制乙烯时的副产碳四馏分(C4 馏分)。随着我国乙烯装置的不断增加，1,3-丁二烯的产能也在不断增加。但是，近年来丁苯橡胶与顺丁橡胶国际市场萎缩，产能在不断下降，对丁二烯的需求减少。因此，有必要开拓 1,3-丁二烯的其它用途。

1,3-丁二烯环三聚能得到 1,5,9-环十二碳三烯(CDT)。CDT 在精细化工和有机合成方面有着广泛的应用，可以用于生产工程塑料聚酰胺(尼龙-12)、阻燃剂及调味剂和香料等。CDT 在合成橡胶行业之外的最大宗应用是生产阻燃剂六溴环十二烷(HBCD)。HBCD 熔点高、耐热稳定性能好，是一种性能优异的高溴含量的脂环族添加型阻燃剂。虽然其应用受到欧盟 REACH 法规的一些限制，但目前 HBCD 仍然是性价比最好的工程塑料发泡聚苯乙烯(XPS，产量>400 万吨/年)的阻燃剂。发泡聚苯乙烯是我国华北与东北等地区建筑物的主要外墙保温材料，需求量巨大。

我国发泡聚苯乙烯阻燃挤塑板由于成本较高在市场上难觅踪影。目前由于受到国家政策看紧影响，阻燃挤塑板市场迅速膨胀，公安部消防局要求阻燃型 XPS 中阻燃剂的添加量不少于 8%。HBCD 作为其常用的性价比最佳的阻燃剂需求量也猛增，生产厂家一时供不应求，造成供应非常紧张，价格高达 7 万元/吨以上。由此也造成 1,5,9-环十二碳三烯(CDT)的需求大增，价格上扬。国际市场 HBCD 的需求为 19 万吨/年，对应 CDT 的需求为 4.8 万吨/年左右，而 CDT 的全球年产量达 10 万吨。我国是 HBCD 的生产大国，年消耗 CDT 的量为 2 万吨以上，但国内使用的 CDT 主要来自国外进口，其使用受到进口的诸多限制。因此，国内目前迫切需要能生产高质量 1,5,9-环十二碳三烯(CDT)的技术，也为 C4 资源的合理利用开辟新途径。随着高端工程材料尼龙-12 的需求增大，对其生产原料 1,5,9-环十二碳三烯(CDT)的需求也保持着增长态势。

本项目利用高效的催化剂体系，使 1,3-丁二烯在温和条件下催化环三聚生产 1,5,9-环十二碳三烯(CDT)。反应条件：<70℃，<3 大气压。工艺条件温和，环保。完成了 300 升反应釜放大试验和 3 立方米反应釜规模的试生产。1,3-丁二烯转化率>99%，CDT 选择性 95%，单釜精馏收率 85%，产品纯度 99%。已基本完成 5000 吨/年规模生产工艺流程的设计，可以在 0.5-1 万吨/年规模进行生产。已申请中国发明专利 1 件。

投资与收益：5000 吨/年生产规模设备投资 800-1000 万，利润 4000 万元左右。

合作方式：技术转让。投资规模：500 万~1000 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

醇、醛一步法氧化酯化制备甲基丙烯酸甲酯 (MMA) 新工艺

甲基丙烯酸甲酯 (MMA) 是一种重要的有机化工原料，主要用来生产有机玻璃 (聚甲基丙烯酸甲酯, PMMA)，也用来制造其它树脂、塑料、涂料、粘合剂、润滑剂、木材和软木的浸润剂、电机线圈的浸透剂、纸张上光剂、印染助剂和绝缘灌注材料等，用途十分广泛。近年来，亚洲市场对电子/电器/光学用品、显示标志、各种照明设备和灯具需求旺盛，推动了 MMA 行业的快速发展。此外，在玩具、文具及其他物品对透明树脂需求继续大增的同时，LCD 核心元件背光用光板和广告宣传标志牌等用途的需求量也有很大发展。

目前，丙酮氰醇法和异丁烯法 (甲基丙烯酸-甲醇酯化法) 是 MMA 主流工艺，技术成熟可靠，各有优缺点。丙酮氰醇工艺简单，产品质量较好，经济性较好。但是，受到原料氢氰酸来源和环保等多方面因素限制；氢氰酸和硫酸腐蚀性很强，对设备耐腐蚀性要求很高。异丁烯法 (甲基丙烯酸-甲醇酯化法) 原料易得、产品质量好，对环境影响较小。但是，甲基丙烯酸腐蚀性较强，对设备耐腐蚀性要求较高；工艺流程较长，能耗较高。最新的异丁烯法 (甲基丙烯醛-甲醇一步氧化酯化法) 可以有效缩短工艺流程，大幅度增强异丁烯法的竞争力。甲基丙烯醛来源除了异丁烯氧化外，也可以通过乙烯甲酰化合成丙醛，丙醛再和甲醛缩合而制得。目前，甲基丙烯醛和甲醇一步氧化酯化新工艺被日本旭化成垄断，如果能成功开发此新工艺，将对打破国外技术垄断和提升我国 MMA 行业水平起到极大推动作用。同时，可满足我国快速增长的 MMA 市场需求。

本项目聚焦于纳米金催化剂高效制备及催化甲基丙烯醛和甲醇一步氧化酯化制甲基丙烯酸甲酯，空气或氧气作为氧化剂。已完成催化剂 3800 小时长寿命考察，纳米金催化剂性能优异。甲基丙烯醛几乎完全转化，MMA 选择性可达到 98% 以上。现在寻求企业合作，希望通过技术转让，实现 MMA 新工艺在国内的工业化应用。

合作方式：技术许可

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

不饱和醇异构氧化同时制备异戊烯醇、异戊烯醛

异戊烯醛是高原子经济性合成柠檬醛的中间体。柠檬醛是食品和日化香料。以柠檬醛为原料可合成柠檬烯、大马酮类香料及紫罗兰酮，而后者可进一步合成维生素 A、E 和 β -胡萝卜素等。帝斯曼（荷兰）、新和成、巴斯夫和安迪苏（法国）四家约占据维生素 A 全球供应量的 90%。国内维生素 A 主要生产商是新和成、浙江医药以及金达威，合计年产量约 7000 吨。

柠檬醛国内年需求量至少 3500 吨。目前，用于生产维生素 A 的柠檬醛主要从德国巴斯夫与日本可乐丽进口。柠檬醛主要通过异戊烯醇与异戊烯醛缩合反应制备，其关键技术难点是异戊烯醛高效合成。目前所采用的工艺路线可分为气固相和液相两种。气固相反应以巴斯夫为代表，反应温度高（460℃），反应剧烈放热，需要盐浴冷却，催化剂需每周焙烧再生一次。液相反应以新和成为代表，采用均相反应，催化剂很难回收再用，需添加多种助剂，反应过程使用有机溶剂（如氯仿），面临较大环保压力。

我们自主研发了高效金属催化剂，以 3-甲基-3-丁烯-1-醇为原料和空气为氧化剂，通过异构、氧化同时制备异戊烯醇和异戊烯醛。该新工艺具有以下优点：1）反应条件温和，常压液相反应；2）使用空气或氧气作为氧化剂，无须引入其他氧化剂或助剂；3）反应无需使用有机溶剂，过程绿色环保；4）反应速率快，只需两小时原料转化率可达到 40%；5）产物选择性好，只生成异戊烯醇、异戊烯醛和水，无过度氧化产物生成。异戊烯醇和异戊烯醛可进一步直接合成柠檬醛。现在寻求企业合作，希望通过技术入股方式，实现该新工艺在国内的工业化应用。

合作方式：合作形式另议

投资规模：500 万~1000 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

低分子量聚苯醚合成

聚(2, 6-二甲基-1, 4-苯醚), 简称聚苯醚 (PPE 或 PPO), 是一种热塑性工程塑料, 因其优异的电性能、化学性能和机械性能而被广泛应用于诸多领域。1956 年, 美国通用电气公司 (GE) 率先以硝基苯作为溶剂, 铜-吡啶络合物作为催化剂在均相体系中实现了 2, 6-二甲基苯酚 (DMP) 的氧化聚合, 合成了聚苯醚, 并于 1960 年迅速实现产业化。目前, 工业上一般采用铜-胺络合物为催化剂, 氧气为氧化剂, 在常温、常压下由 2, 6-二甲基苯酚 (DMP) 单体在甲苯、苯、氯仿、吡啶等有机溶剂中通过碳-氧偶合反应得到聚苯醚。但是, 该工艺有以下几个缺点: 1) 氧气和有机溶剂共存, 反应剧烈放热, 存在较高爆炸风险, 需使用防爆反应器; 2) 反应后期粘度高, 扩散困难, 导致产物分子量分布较宽; 3) 催化剂残留量高, 氧化副产物联苯二醌含量高, 严重影响聚苯醚品质。

我们发展了第二代聚苯醚合成新工艺, 其具有以下优点: 1) 反应放热均匀, 传热容易, 整个反应过程安全、可控; 2) 通过调整反应条件可以制备不同分子量聚苯醚, 特别是小分子量聚苯醚 (分子量小于一万, 而且可以精细调变); 3) 催化剂残留量很低, 氧化副产物联苯二醌含量也很低, 因而聚苯醚品质很高。我们的第二代聚苯醚合成新工艺一旦工业化应用, 将极大提升我国聚苯醚行业水平, 促进聚苯醚 (特别是小分子量聚苯醚) 在国内的大规模使用。现在寻求企业合作, 希望通过技术转让等方式, 实现该新工艺在国内的工业化应用。

合作方式: 合作形式另议

投资规模: 大于 1000 万

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

萘烷基化制 2,6-萘二甲酸项目

2,6-二烷基萘 (2,6-DAN) 是重要的有机化工原料，其氧化产物 2,6-萘二甲酸 (2,6-NDCA) 是制备多种高级聚酯、高级塑料以及液晶聚合物的重要单体，尤其是与乙二醇缩聚制得的聚萘二甲酸乙二醇酯 (PEN) 是一种新型的高性能聚酯材料。

目前 BP Amoco 公司以邻二甲苯和丁二烯为原料，通过侧链烷基化、环化、脱氢和异构等步骤获得 2,6-DMN。由于其工艺流程长，2,6-DMN 的生产成本很高，面临停产。萘可由煤焦油或石油炼制的馏分中得到，价格低廉。

目前萘的深加工能力较低，以廉价、丰富的萘通过烷基化反应合成 2,6-DAN，可实现由萘出发一步制备 2,6-DAN，而且符合我国煤焦油产品深加工及清洁利用的需求，是一条极具有工业应用前景的工艺路线。本项目由萘出发，经烷基化、分离、氧化制备 2,6-萘二甲酸。

本项目通过优化分子筛的制备方法，实现其形貌及酸分布的优化，结合分子筛改性制备了具有较高活性及 2,6-二异丙基萘选择性催化剂，体现出较好应用前景。目前正在进行氧化工艺的优化。该催化剂体系以及合成方法已经申请了国家专利。

合作方式：合作开发。投资规模：100 万~500 万（不含）

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

丙烯酸甲酯制备技术

丙烯酸甲酯是一种重要的聚合物合成单体，广泛应用于生产人造树脂、粘合剂、涂层材料等领域。

目前，丙烯酸甲酯的工业化生产方法是经过丙烯或丙烷氧化法。然而，丙烯和丙烷均来源于不可再生的化石资源。随着化石资源的日益枯竭，以丙烯为原料生产丙烯酸甲酯的成本将逐渐增加。因此，丙烯酸甲酯的新合成路线亟待开发。乙酸甲酯和甲醇均为大宗化学品，其生产技术业已成熟。此外，乙酸甲酯作为聚对苯二甲酸和聚乙烯醇产业中的副产品，以其为原料的合成路线开发在经济上具有很大优势。

因此，以乙酸甲酯和甲醇为原料制丙烯酸甲酯的合成工艺具有原料廉价易得，来源广泛，工艺流程短等优点。我们在实验室系统研究的基础上，通过自主创新，有机得将甲醇氧化过程与乙酸甲酯与甲醛的 Aldol 缩合过程相结合，实现了以乙酸甲酯和甲醇为原料的丙烯酸甲酯合成路线的开发。在乙酸甲酯和甲醇摩尔比为 1/1，反应温度 340 °C 的条件下，乙酸甲酯的转化率可达 30%左右，丙烯酸和丙烯酸甲酯总选择性高于 90%。

合作方式：合作开发。投资规模：100 万~500 万（不含）

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

四氢化萘氧化脱氢制 α -萘酚中试研究

α -萘酚又称甲萘酚，是一种重要的精细化工中间体，广泛应用于医药、农药、染料、香料制造及手性催化剂合成等方面。 α -萘酚的工业生产方法主要有磺化碱熔法和萘胺水解法两种生产工艺，这两种工艺均有大量的“三废”产生，即使经过处理也很难达到排放标准，致使部分企业由于环保压力被迫关停。本项目是以四氢化萘为原料，经氧化、脱氢两步制备 α -萘酚产品。首先使用金属盐为催化剂、纯氧作为氧化剂经液相催化氧化反应制备 α -四氢萘酮，然后使用金属负载催化剂、固定床催化脱氢获得 α -萘酚产品。该技术路线步骤简单、工艺合理，相比于传统的合成方法，四氢化萘氧化脱氢法的最大特点是产品单一，产物中几乎没有异构体 β -萘酚的生成，而且整个工艺过程基本上没有“三废”需要处理，符合绿色环保技术发展的要求。本项目已完成的技术指标为：（1）氧化工段，四氢化萘的单程转化率达到 24-28%，氧化物产物选择性为 94-95%；（2）脱氢工段，原料转化率大于 85%，目的产物选择性为 96-97%，脱氢结晶收率大于 87%。该催化剂体系以及合成方法已经申请了国家专利。

合作方式：合作开发

投资规模：100 万~500 万（不含）

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

气相色谱毛细管柱/填充柱

国家色谱中心在几代科学家的努力下,先后开发了各种规格的数百种固定相的气相色谱填充柱和数十种固定相的气相色谱毛细管柱,可用于无机气体及轻烃、各种极性和非极性化合物的分离,其柱性能达到国外进口柱水平。色谱柱包括在线色谱柱及通用色谱柱;同时,可根据用户要求生产各种专用色谱柱,满足实际需要。多种弹性石英交联柱已通过中科院沈阳分院鉴定。

与本技术相配套的其他产品和服务有:

建立气相色谱分析方法;

提供气相色谱用脱水、脱氧、除烃净化管;

提供气相色谱各种零配件;

提供气相色谱相关参考书;

接纳样品分析;

开展色谱专题讲座;

培训气相色谱操作人员。

主要用途、适用领域及市场预测。应用本技术生产的气相色谱柱及相关气相色谱分析方法可满足石油、化工、轻工、食品、卫生、环保等领域的气相色谱分析,为相关单位提供产品和技术保障。

合作方式:产品、技术服务

投资与收益:本中心拥有全国除西藏以外的数千用户,除常规气相色谱柱外,还为包括茂名石化公司、广石化、西太平洋石化、中石油上海石化院等多家石化企业提供多套在线色谱柱。本中心生产的色谱柱性价比高,是广大用户的放心产品;色谱柱及相关配套产品适合各地代理商经营,有较高的投资回报率,且收益稳定。

合作方式:技术服务

投资规模:小于 20 万(不含)

成果来源单位:中国科学院大连化学物理研究所

脂肪族环氧树脂清洁制备技术

环氧树脂是一种重要的热固性树脂,被广泛用于涂料、胶黏剂、电绝缘材料等领域。脂环族环氧树脂是环氧树脂的一个分支,它低粘度、耐热性能高、抗紫外辐射、品种多样化,是一种有广阔应用前景的环氧树脂。脂环族环氧树脂目前主要采用过酸法生产,生产条件苛刻,工业危险很大。本技术以双氧水为氧源,在催化剂的作用下可以在温和条件下获得相关目标产物。其中本技术研制开发的脂环族环氧树脂 ERL-4221 产品的生产工艺已完全具备实现工业化,产品质量达到了国外同类产品进口产品标准。

合作方式: 技术转让

投资规模: 500 万~1000 万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

异丁烯高附加值下游产品甲基丙烯腈和甲基丙烯酸甲酯制备工艺研究

我国石油化工催化裂解装置副产大量 C4 资源，主要成分为丁二烯、叔丁醇、异丁烯等。经过分离丁二烯等其他成分后，可得到大量叔丁醇、异丁烯，而且在催化剂作用下叔丁醇可脱水得到异丁烯，因此以异丁烯为原料制备其高附加值下游产品甲基丙烯腈和甲基丙烯酸甲酯是充分利用 C4 的有效途径。目前，工业上以异丁烯为原料直接制备甲基丙烯腈是高温气相反应工艺。甲基丙烯酸甲酯的制备工艺主要是三步法，并且国外垄断现有的主要工艺技术。由异丁烯催化氧化得到甲基丙烯醛，再由甲基丙烯醛直接氧化氨化（或酯化）为甲基丙烯腈（或者甲基丙烯酸甲酯）；该工艺路线简化了甲基丙烯醛氧化过程及分离中间产物的设备，原子经济性高，可实现甲基丙烯腈和甲基丙烯酸甲酯的绿色化生产。目前，异丁烯制备甲基丙烯醛技术已经成熟，本项目为甲基丙烯醛一步液相催化氧化氨化（或者酯化）为甲基丙烯腈（或者甲基丙烯酸甲酯）。甲基丙烯腈：甲基丙烯腈是一种重要的有机合成原料，尤其是制备聚甲基丙烯酰亚胺（PMI）的原料——重要的芯层材料，用于航空航天、车辆、船舶等高科技领域。研发了一种含锰催化剂材料用于制造塑料、涂料、粘合剂、PVC 改性剂、高档轿车漆、纺织浆料、高级酯类油品添加剂等精细化学品。研发由一种甲基丙烯醛分钟氧选择氧化同时和甲醇发生酯化反应生成甲基丙烯酸甲酯的新型纳米金催化剂材料，与已有工业化催化材料相比，本项目催化材料制备过程简单，催化剂成分简单，反应条件温和，催化剂效率高等特点。

合作方式：合作开发

投资规模：100 万~500 万（不含）

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

环氧氯丙烷清洁制备技术

环氧氯丙烷 (Epichlorohydrin, 缩写 ECH), 别名表氯醇, 是大宗有机氯产品, 其原料来源于石化工业生产的丙烯和盐化工业生产的氯。环氧氯丙烷是生产环氧树脂的主要原材料, 随着环氧树脂及其相关产品的不断发展, 国内环氧氯丙烷的需求量愈来愈大。对于氯碱企业来讲, 环氧氯丙烷是 PVC 之外的最大的耗氯产品, 同时目前的新工艺使用的双氧水又可以用掉氯碱副产的氯, 因此环氧氯丙烷是氯碱行业的一个首选下游产品。

(以 5 万吨环氧氯丙烷为例, 一年需要消耗氯气 6 万吨, 氢气 2-107 立方。) 本技术由双氧水直接氧化氯丙烯制环氧氯丙烷。2007 年 5 月 31 日辽宁省科技厅通过该方法的小试技术鉴定, 该项目具有原始创新性, 具有自主知识产权, 成果在国内领先, 达到了国际先进水平。该项目获得 2010 年大连市科技进步一等奖。

该技术目前已完成 1 万吨工业示范, 可以进行技术许可。无溶剂双氧水直接氧化氯丙烯制环氧氯丙烷新技术可以解决过去传统工艺路线中的腐蚀、污染问题, 符合国家节能减排、转变经济发展模式政策要求, 是环氧氯丙烷行业发展方向, 而且整条工艺路线简单, 产业化推广前景广阔。具有显著的社会效益和很好的经济性, 以年产 8 万吨环氧氯丙烷为例, 可减排高浓度含盐和有机物废水 320 万吨, 废渣 16 万吨, 节约淡水 320 万吨, 节能减排效益明显, 具有显著的社会效益和明显的经济效益。

合作方式: 技术许可

投资规模: 大于 1000 万

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

环氧环己烷清洁制备技术

环氧环己烷是一种重要的精细化工原料和中间体。它可以用作环氧树脂的活性稀释剂，还可以制成二环己基-18-冠-6、二环己基三氮杂-18-冠-6 等冠醚化合物，并可以合成新型高效低毒农药克螨特以及环己二醇、环己二烯、邻苯二酚等有机化合物。同时由于环氧环己烷的化学性质比较活泼，使其在高效光固化领域具有很好的应用前景。本技术由双氧水直接氧化环己烯制环氧环己烷。2002 年辽宁省科技厅通过该方法的小试技术鉴定，该项目具有原始创新性，具有自主知识产权，成果在国内领先，达到了国际先进水平。该项目获得 2004 年辽宁省技术发明一等奖。该技术目前已成熟工业化生产，可直接技术转让。环己烯催化氧化制环氧环己烷的新方法不仅解决了过去传统工艺路线中的腐蚀、污染问题，而且在经济成本上有所降低，整条工艺路线简单，投资少，生产的产品含量高，色泽好，适合于出口产品的需求，具有很强的经济效益和市场竞争力。

合作方式：技术转让

投资规模：500 万~1000 万（不含）

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

环氧丙烷清洁制备技术

环氧丙烷(PO)是丙烯的重要衍生物之一,是生产聚氨酯的重要材料,近年来环氧丙烷市场需求每年以4%速率增长。2001年中国科学院大连化学物理研究所开发了一类反应控制相转移催化剂,该催化剂受反应控制而发生固-液-固相的变化,兼有均相催化剂和多相催化剂的优点,解决了均相催化剂难以分离的问题,同时保持了良好的催化活性和选择性。该催化剂本身不溶于反应体系,在 H_2O_2 作用下催化剂转变为可溶的活性物种,均相催化烯烃环氧化,当 H_2O_2 随着反应进行消耗完全时,催化剂又以沉淀的形式从反应体系中析出,可方便地回收并循环使用。该催化剂可以高选择性的催化多种烯烃环氧化制环氧化合物。随着双氧水生产在我国的大规模发展,双氧水的价格已有了大幅度降低,真正成为了一种廉价而清洁的氧源,用于大宗化学品环氧丙烷的生产已具有了一定的经济竞争力,2008年8月双氧水直接氧化丙烯制环氧丙烷新工艺通过了中科院沈阳分院组织的专家鉴定。双氧水直接氧化丙烯制环氧丙烷新技术与氯醇法的原料成本相当。而且新方法一顿产品只产生1吨废水,基本没有废渣,废水大大减少,是氯醇法的四十分之一。两者相比,新方法的环保优势更适合可持续发展的国家战略需求,同时,新方法不仅可以解决过去传统工艺路线中的腐蚀、污染问题,而且整条工艺路线简单,适于产业化推广,具有很好的经济和社会效益。

合作方式: 合作开发

投资规模: 大于1000万

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

丙烷、异丁烷脱氢

丙烯和异丁烯是非常重要的基础有机化工原料，在经聚合、烷基化、水合、氧化、氯化、氨氧化以及羰基化等过程可生产诸多下游产品。随着我国经济的快速发展，丙烯和异丁烯下游产品的需求量不断增长，传统的蒸汽裂解和催化裂化副产丙烯、异丁烯无法满足其实际需求。低碳烷烃脱氢是一种低碳烯烃的专产技术，具有设备投资费用低、副产物少、烯烃总收率高等诸多优点，是一种重要的丙烯、异丁烯增产途径。目前，国内已经投产的丙烷、异丁烷脱氢装置（包括 UOP Oleflex 和 ABB Catofin 工艺）已超过 15 套，总产能超过 600 万吨，此外还有十数套装置正在计划新建或扩建，市场十分广阔。

本课题组致力于实现低碳烷烃脱氢催化剂的国产化，长期开展丙烷、异丁烷脱氢催化剂研发工作，已取得一定的成果。目前，本课题组已具备丙烷、异丁烷脱氢的氧化铝载体、Pt 基催化剂生产的整套技术，催化剂脱氢性能达到或优于 UOP 等国外催化剂的水平，具有替代国外催化剂的可行性。

合作方式：合作开发

投资规模：小于 20 万（不含）

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

连续非均相合成肿胺和叔胺技术

肿胺和叔胺类物质是农药、医药和染料等许多化学品的原料和中间体。目前工业上主要以有毒的卤化物作为原料，通过均相法合成肿胺和叔胺，三废严重，且均相催化剂回收困难。大连化物所开发出以伯/肿醇或伯/肿胺为原料，利用固体多相催化剂，在连续固定床反应器中合成肿胺和叔胺的技术。本技术具有如下特点：1) 合成原料廉价易得，反应条件温和，副产物为水或 NH_3 ，环境友好；2) 催化效率高，无需溶剂，产品易分离，肿胺或叔胺收率 80% 以上；3) 催化剂性能稳定，已完成 1000 h 长周期寿命小试评价，可进行中试及工业化放大；4) 工艺简单，设备投资少，生产成本低。

合作方式：技术转让

投资规模：20 万~100 万（不含）

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

2-氨基-4-乙酰氨基苯甲醚生产技术

2-氨基-4-乙酰氨基苯甲醚是合成偶氮染料的重要中间体,主要用于合成分散剂深蓝 HGL 等。目前国内开发的生产技术工艺成本高、三废排放严重、还原工艺不成熟、收率低、产品质量差。工业生产上期望达到的目标是以 2,4-二硝基氯苯为原料,经甲氧基化、加氢还原、选择性乙酰基化得到 2-氨基-4-乙酰氨基苯甲醚,实现工艺简单、成本低、节能减排的清洁生产。

本项目按上述工业生产要求进行研发,取得如下工艺技术指标: (1) 2,4-二硝基氯苯甲氧基化-转化率>99.6%、产品 2,4-二硝基苯甲醚选择性 99.7%、分离收率 98.7%、纯度 99.6%; (2) 2,4-二硝基苯甲醚催化氢化还原-转化率 100%、产品 2,4-二氨基苯甲醚选择性 99.0%; (3) 2,4-二氨基苯甲醚选择乙酰化-目标产品分离收率>81%、纯度>98%, 副产物为 2,4-二(乙酰氨基)苯甲醚,重结晶母液可以回用。催化氢化工艺使用氢气初始压力为 60 个大气压。已完成公斤级生产工艺技术开发研究,申请了中国发明专利一件。

投资与收益: 本项目研发的工艺是一条较环保的以 2,4-二硝基氯苯为原料的 2-氨基-4-乙酰氨基苯甲醚生产路线。与传统工艺技术相比较,工艺步骤减少、三废显著减少,经济效益明显。

合作方式: 技术转让。投资规模: 100 万~500 万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

低短链氯化石蜡含量的中长链氯化石蜡工业生产技术

利用氯气与石蜡反应得到的氯化石蜡产品广泛应用于 PVC 增塑剂、阻燃剂、皮革、纺织和金属切削液等行业。同时，氯化石蜡也是我国氯碱化工企业平衡氯气的重要产品。按所使用石蜡原料中正构烷烃碳链长度可将氯化石蜡分为三类：短链氯化石蜡、中链氯化石蜡和长链氯化石蜡。近年来，研究不断发现短链氯化石蜡对环境有负面影响。联合国环保署已召开审查会议将短链氯化石蜡列入了《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》禁止使用的持久性有机污染物清单之中。短链氯化石蜡以及含短链氯化石蜡超标(>1%)的氯化石蜡产品将很快被禁止生产、销售和使用。

本项目利用催化热氯化技术使氯气与石蜡在较温和的条件下反应得到短链氯化石蜡含量<1%的氯化石蜡产品。最优工艺比传统热/光氯化工艺效率提高 30%，由此得到短链氯化石蜡含量为 0.1%的氯化石蜡-52 产品，质量符合欧美产品标准。煤(合成气)制油副产的重蜡也可以用作低短链氯化石蜡含量的中长链氯化石蜡生产的原料。技术经过 6 m³ 反应釜规模工艺试用。获得中国发明专利 1 件(余正坤等，一种多氯烷烃的合成方法，专利号 ZL 201110282332.X，授权时间 2014-11-19)。

投资与收益：此项目是使炼化企业副产石蜡增加附加值、氯碱化工消耗氯气的最佳选择，是提升煤(合成气)制油化工过程经济效益的首选途径；相关技术是氯化石蜡传统生产工艺技术的替代技术。

将现有氯化石蜡生产设备做些改进，同时调变工艺参数使石蜡与氯气的催化热氯化反应有效地进行。无需添加新生产设备，催化剂成本低。新建厂(10000 吨/年)设备投资 500 万元以内，新建厂(规模 50000 吨/年)投资 2500-3000 万元。

合作方式：技术许可

投资规模：500 万~1000 万（不含）

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

高爆炸药与推进剂前体化合物 1,2,4-丁三醇生产技术

1,2,4-丁三醇(1,2,4-butanetriol, 简称 BT)主要用作有机合成中间体, 它广泛应用于军工、医药、烟草、化妆品、农业、造纸和高分子材料领域。其硝基化合物可作炸药增塑剂和推进剂, 在医药上作缓蚀剂, 作卷烟的添加剂等。1,2,4-丁三醇的独特之处在于它是性能优于 1,2,3-丙三醇(甘油)可用来制备高能无烟固体推进剂及高爆炸药 1,2,4-丁三醇硝酸酯的前体化合物。1,2,4-丁三醇硝酸酯目前被美国空军和陆军大量用来生产导弹、高爆炸弹及子弹, 因此对 1,2,4-丁三醇的需求量很大。我国在军工与民用方面也有巨大的潜在需求。

本项目以便宜易得的 2-丁烯-1,4-二醇为原料, 通过催化环氧化得到 2,3-环氧基-1,4-丁二醇中间体, 再经过催化氢化将此中间体还原得到 1,2,4-丁三醇。本技术具有自主知识产权(中国发明专利 CN 1803747A), 经过了 5-20 升釜放大试验, 可以直接用于工业化生产。技术指标: 两步工艺总收率 50-60%、产品纯度大于 98%、醛基含量小于 100 ppm、3-羟基四氢呋喃含量小于 0.3%; 催化环氧化在常压进行, 催化氢化所用氢气压力~70 个大气压。

本技术具有自主知识产权(余正坤等, 一种 1,2,4-丁三醇的合成方法, 中国发明专利号 ZL 200510003777.4, 授权时间 2008-09-24), 经过了 5-20 升釜放大试验, 可以直接应用于工业化生产。

投资与收益: 以年产 100 吨 1,2,4-丁三醇产品估算, 设备投资约 500 万元。生产每吨 1,2,4-丁三醇产品原料成本 10-11 万元, 98%纯度产品目前价格 65 万元, 98.5%纯度产品价格更高。生产经济效益十分可观。

合作方式: 技术转让

投资规模: 500 万~1000 万 (不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

钨/炭、铂/炭及钨/炭加氢催化剂

钨/炭、钨/炭、铂炭催化剂在石油化工、精细化工和有机合成中有着广泛的用途。该类催化剂除了用于不饱和键加氢以外，还可用于含氧化合物如：硝基、酮、醛、醌等的加氢，环内双键加氢，以及加氢脱氯、脱卞基等反应。大连化物所充分发挥技术资源优势，开发出系列该类催化剂，产品成熟，加氢还原活性高，选择性好，性能稳定。对许多加氢还原反应可在较低温度和压力条件下便可进行。而且具有生产工艺简单，无污染，使用时投料比小，可反复使用和易于回收贵金属等优点。具体应用案例如，不饱和键加氢：法尼基酮(含三个 C=C 键)加氢生产异植物酮 (VE 中间体)，洋茉莉醛(苯环侧链上 C=C 键)加氢生产新洋茉莉醛；含氧化合物加氢：2,4-二硝基甲苯加氢生产 2,4-二氨基甲苯(聚氨酯泡沫塑料原料)，对-(邻-)硝基苯甲醚加氢生产对-(邻-)氨基苯甲醚，三甲基醌加氢生产三甲基氢醌 (VE 中间体)；加氢氮烷基化：如异丙甲草胺中间体和芥草通等农药的生产等。

催化剂技术指标如下：

贵金属含量(重量)：0.5~20% (根据用户需要可调)

灰 份：≤5%

粒 度：>100 目 (最可几分布 200~300 目)

比表面积：>1000 m²/g

堆 比 重：≈0.5g/mL 催化剂可用于间歇式和连续式釜式反应工艺，目前处于小批量生产阶段。

投资与收益：该技术市场容量大，投资小，回报率高。

合作方式：技术许可

投资规模：20 万~100 万 (不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

（三）能源化工

氢氧化镁阻燃剂绿色生产技术

氢氧化镁因分解温度高、抑烟效果好、安全无毒、性能稳定等优点，作为一种环境友好的绿色无机阻燃剂已成为阻燃领域研发的重点。卤系阻燃剂因遇热会产生有毒烟雾，部分品种已被《RoHS 指令》及《斯德哥尔摩公约》等法规限制或禁用。随着我国环保标准的逐年提高，可以预见氢氧化镁等绿色无机阻燃剂的市场需求量势必显著增大。高品质氢氧化镁阻燃剂对产品形貌、粒度、粒度分布及比表面积均有严格标准，具体要求形貌为片状或晶须状、粒度 0.5-1.5 μm 、窄粒度分布、比表面积小于 10 m^2/g 。目前，市面上高品质氢氧化镁阻燃剂多为国外企业产品，如日本协和、美国雅宝及以色列死海溴公司等，售价高达 10000-20000 元/吨。

本技术借助微通道反应器实现了反应物料的快速混合、反应温度与停留时间的精准控制，从而制备得到各项指标均满足高品质氢氧化镁阻燃剂要求的产品。该技术目前已完成 5000 吨/年中试实验，所得产品性能优异且稳定，具有良好的应用前景和很高的经济效益。此外，该技术还可拓展至其他基于沉淀法生产的无机微纳米材料。

合作方式：技术转让。投资规模：500 万~1000 万（不含）

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

高品质纳米粉体材料大规模制备技术

纳米技术是近年来迅速崛起和飞速发展的一门多学科交叉的新兴研究领域。纳米材料的品质（如粒度、粒度分布和形貌等）在很大程度上取决于其制备技术。目前，工业上普遍采用液相反应法生产纳米材料，涉及沉淀、洗涤、干燥、焙烧等多个单元操作，其中沉淀为瞬时反应过程，受微观混合控制，是影响纳米材料粒径大小及粒度分布的关键步骤。由于传统釜式反应器内的微观混合效果较差，造成局部物料浓度过高，存在粒径大、粒度分布宽等缺点。同时，生产工艺为间歇式操作模式，易造成劳动强度大、不同批次产品重复性差等一系列问题。要解决这些问题，须从根本上强化反应器内的传递过程，改变工艺操作模式。

微化工技术具有传递性能好、过程连续、易于放大等优点。在微反应器内采用直接沉淀法制备纳米材料，可使反应物料瞬间达到近分子水平混合，避免过饱和度的非均匀性，使成核瞬间发生，抑制晶核的生长与团聚，有利于制备粒径小、分布窄的高品质纳米材料。

利用该技术已完成了 ZnO 、 Co_3O_4 、 BaSO_4 、拟薄水铝石、复合氧化物等纳米粉体材料及贵金属纳米粒子的制备，性能均大大优于现有商业化产品。

合作方式：合作开发。投资规模：于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

芳烃饱和硫化物加氢催化剂

芳烃饱和硫化物加氢催化剂基于层状多金属硫化物催化剂,在其基础上进一步提高了其加氢活性。该催化剂不但具有很高的芳烃加氢催化活性,并且对于原料中的含硫化物和含氮化合物具有很好的抗中毒性能,在原料高硫、氮含量的条件下依然能够表现出较高的芳烃加氢活性,尤其是对多环芳烃。该催化剂在临氢条件下处理硫含量 800ppm、氮含量 500ppm 的含芳烃原料,能够实现最高 95%的多环芳烃加氢饱和转化率。

目前芳烃饱和硫化物加氢催化剂已经完成实验室小试试验及相关工艺包的开发,并且已申请国家专利,形成了独立的自主知识产权。该催化剂具有很大的市场需求,现阶段主要寻求合作单位进行中试放大以及工业化实验方面的研究。

合作方式: 合作开发

投资规模: 500 万~1000 万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

液化气芳构化生产高品质汽油技术

我国面临石油资源紧缺、资源环保压力日益严峻的挑战，特别是近年来持续不断的雾霾天气，使对高品质清洁油品生产技术的需求变得更为迫切，同时我国也加快了车用汽油标准的升级步伐。

本成果围绕国家和行业关键技术需求，提出了液化气低温芳构化生产高辛烷值汽油等新反应过程：发明了液化气芳构化生产高品质清洁汽油高效催化剂，解决了其可控合成、性能调变及工业放大等诸多技术关键；通过新型反应器设计，解决了反应过程传质传热关键技术，控制床层温升低于 40℃，并实现了反应热综合利用，确保了催化剂性能的高效发挥和长周期稳定运行，催化剂使用寿命超过 2 年。

所开发的液化气芳构化催化剂及技术成功应用于 20 万吨/年液化气综合利用生产高品质清洁汽油工业装置，指标优于同类技术，为低碳烃资源高效利用、以及清洁油品生产提供了关键科技支撑。获 2013 年辽宁省科技进步一等奖、2015 中国科学院科技促进发展一等奖。

投资与收益：以年产 20 万吨/年装置计，产值超过 15 亿元/年。

合作方式：技术许可

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

低碳烷烃转化制乙苯技术

1. 原料

苯和低碳烷烃(任意比例的 C2~C6 烷烃)。

2. 产品市场需求

乙苯，优级品。乙苯是生产苯乙烯，进而生产塑料、橡胶、树脂的重要原料，广泛应用于汽车、家电、建材、包装、医药等行业。目前我国乙苯-苯乙烯需求量~900 万吨/年，近 40%依赖进口。

3. 技术原理和特点

低碳烷烃在第一反应单元转化为富乙烯气，经分离后的富乙烯气与苯在烷基化催化剂作用下生成乙苯，同时副产少量多乙苯(烷基化过程)；副产的多乙苯与苯，在另一个反应器中在烷基转移催化剂上进一步生成乙苯产品；烷基化和烷基转移单元生成的产物经各分离塔分离得到高纯度乙苯产品(达国家优级品标准)。该技术同时副产丙烯及少量其它副产品。

4. 技术特点和应用

- 1) 原料来源广泛，突破原料制约瓶颈
- 2) 产品规模灵活，适于几万吨/年~几十万吨/年装置规模
- 3) 成本低，产品成本比纯乙烯法低 600~900 元/吨
- 4) 产品纯度高，远优于国家优等品标准
- 5) 技术成熟，各反应单元均已有多套成熟的工业应用案例

富乙烯气生产乙苯过程曾获得国家科技进步二等奖、中国专利优秀奖、中国产学研合作创新成果奖、首届辽宁省科技成果转化一等奖等十余项国家和省部级科技奖励，获得了政府、行业、企业和合作单位的高度认可。

投资与收益：以 30 万吨/年低碳烷烃转化制乙苯装置计，以目前市场价格计，年产值~30 亿元/年，投资回收期 1~2 年(不含建设期)。

合作方式：技术许可

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

常温催化吸附精脱硫技术

石油化工和煤化工等工业中尾气和原料气中存在的硫化氢(H_2S)、羰基硫(COS)、硫醇和 SO_2 等含硫化合物不仅会腐蚀金属管道及设备,造成环境污染,还会导致部分催化工艺过程中催化剂的中毒,严重影响其催化剂的性能和寿命。

常温催化吸附精脱硫技术基于高脱硫活性的催化脱硫吸附剂,采用固定床吸附脱硫技术,在常温常压条件下对轻质化工原料、液化气、天然气、煤制气以及含硫尾气废气进行深度吸附脱硫处理,能够将其中的 H_2S 、 COS 、硫醇和 SO_2 等含硫化合物脱除至 1ppm 以下。该技术具有操作简单、投资及操作费用低、吸附剂硫容高等优势。

目前常温催化吸附精脱硫技术已完成小试工艺包的研发,现阶段主要寻求合作单位进行中试放大以及工业化实验方面的研究。

合作方式: 合作开发

投资规模: 500 万~1000 万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

汽油选择性加氢脱硫技术

目前国 V 汽油质量标准已经在全国范围内实施，要求汽油中的硫含量必须降至 10 ppm 以下。运用传统的汽油加氢脱硫技术对硫含量较高的汽油原料进行深度脱硫时，汽油组分中烯烃的加氢饱和将会非常严重，导致辛烷值损失大于 3.0 个单位，使之不能作为汽油调和池中的组分使用。

汽油选择性加氢脱硫技术采用二段工艺：第一段通过选择性加氢脱二烯烃反应器脱除汽油原料中的二烯烃组分，防止二烯烃由于结焦引起的反应器压降上升和催化剂运转周期缩短；第二段通过选择性加氢脱硫反应器，脱除汽油原料中的大部分含硫化合物，并且保证较低的辛烷值损失。

汽油选择性加氢脱硫技术基于较高脱硫活性、低加氢活性以及高选择性汽油加氢脱硫催化剂的开发。该催化剂使用现有的加氢工艺操作条件，将全馏分 FCC 汽油中的硫含量降至 10ppm 以下，此时辛烷值损失不大于 1.5 个单位，液体收率接近 100%，整个过程不需要将全馏分 FCC 汽油进行轻重组分切割，减少了能耗。该技术适用于全馏分 FCC 汽油或重组分汽油的超深度脱硫处理，能够生产满足国 V 汽油硫含量指标要求的清洁汽油，具有脱硫深度高、脱硫选择性好、辛烷值损失低、操作条件缓和等优点，尤其对于硫含量在 400ppm 至 1000 ppm 的全馏分 FCC 汽油或重组分汽油的超深度脱硫过程具有极大的优势。

此外，该技术可与本组开发的超深度吸附脱硫技术灵活组合，即在选择性加氢工艺后加入一套吸附脱硫反应器。其中加氢脱硫将全馏分 FCC 汽油的硫含量降低至 30ppm 左右，然后通过超深度吸附脱硫将硫含量降低至 10ppm 以下，同时总的辛烷值损失不大于 1.0 个单位。

目前该技术已经完成催化剂的实验室小试成型试验，具有潜在的市场应用价值和广阔的市场前景，现阶段主要寻求合作单位进行中试放大以及工业化实验方面的研究。

合作方式：合作开发

投资规模：500 万~1000 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

柴油超深度脱硫用层状多金属硫化物催化剂

柴油超深度脱硫的关键在于脱除烷基取代的多环芳香噻吩类含硫化合物，例如 4,6-二甲基二苯并噻吩及其衍生物，此类含硫化合物使用传统的负载型加氢脱硫催化剂较难脱除。层状多金属硫化物催化剂是用于超低硫柴油生产的新型催化剂，具有特殊的层状结构及复合金属活性相，从而表现出超高的加氢脱硫活性：在相同的操作条件下，该催化剂的本征活性是传统加氢脱硫催化剂的 5 倍以上。适用于常压柴油、催化柴油以及 FCC 柴油的超深度加氢脱硫过程，可用于硫含量小于 10 ppm 柴油产品的生产，能够满足国 V 以及未来国 VI 柴油标准的硫含量指标要求。

该催化剂具有自主知识产权，目前申请发明专利 12 件，已授权 5 件，其中 4 件获得 PCT 国际专利。该催化剂在国内已成功应用于老装置的脱瓶颈，使装置在不需要任何改造的情况下，通过部分使用层状多金属硫化物催化剂，即可处理难处理的原料，生产高质量的产品。

2016 年初在延长石油(集团)永坪炼油厂 20 万吨/年柴油加氢装置上进行了层状多金属硫化物催化剂的级配装填，完成了工业试验运行验证。自开工以来装置运行平稳，脱硫性能优异：原料催化柴油(芳烃含量大于 65wt%)硫含量由 1200ppm 降至 10ppm 以下，精制柴油产品收率 $\geq 99.4\%$ ，十六烷值和多环芳烃指标均优于国 V 柴油质量标准要求。2016 年 5 月层状多金属硫化物催化剂及柴油超深度脱硫工业化应用成果在北京通过了中国石油和化学工业联合会组织的成果鉴定。专家鉴定委员会一致认为：层状多金属硫化物催化剂拥有自主知识产权，属国际领先水平，其性能能够推动符合国 V 标准柴油的工业生产，适合我国柴油的超深度脱硫需求，推广应用前景广阔。

合作方式：技术许可

投资规模：500 万~1000 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

催化干气制乙苯成套技术

1. 原料

苯和富乙烯气。其中，富乙烯气：催化裂化(FCC)干气、催化裂解(DCC、渣油裂解、C4+烃类裂解等)干气、MTP 副产乙烯气、聚乙烯装置尾气、甲苯甲醇烷基化联产低碳烯烃过程尾气等，要求乙烯含量>10%。

2. 产品市场需求

乙苯，优级品。乙苯是生产苯乙烯，进而生产塑料、橡胶、树脂的重要原料，广泛应用于汽车、家电、建材、包装、医药等行业。目前我国乙苯-苯乙烯需求量~900 万吨/年，近 40%依赖进口。

3. 技术原理和特点

富乙烯气中的乙烯原料与苯在烷基化催化剂作用下生成乙苯，同时副产少量多乙苯(烷基化过程)；副产的多乙苯与苯，在另一个反应器中在烷基转移催化剂上进一步生成乙苯产品；上述两个反应器生成的产物经各分离塔分离得到高纯度乙苯产品(达国家优级品标准)。

4. 技术特点和应用

- 1) 原料适应性强，催化剂耐 H₂S、CO_x、H₂O 等杂质，干气无须精制
- 2) 实现能量综合利用，有效降低过程能耗
- 3) 工艺简单，能耗低，投资省，原料成本比纯乙烯法低 15-20%
- 4) 产品纯度高，远优于国家优等品标准
- 5) 烷基转移催化剂寿命>6 年，新一代烷基化催化剂寿命>3 年，均是国内外最优水平

目前已应用至中国石油、中国石化、中国化工集团和地方炼企共计 20 余家单位，总产能超过 200 万吨/年。

5. 科技奖励

催化干气制乙苯系列技术曾获得国家科技进步二等奖、国家技术发明二等奖、中国专利优秀奖、中国产学研合作创新成果奖、首届辽宁省科技成果转化一等奖等十余项国家和省部级科技奖励，获得了政府、行业、企业和合作单位的高度认可。

投资与收益：以 10 万吨/年催化干气制乙苯装置计，以目前市场价格计，年产值~10 亿元/年，年新增利润税收 1.5~2 亿元/年。

合作方式：技术许可

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

汽油固定床超深度催化吸附脱硫组合技术（YD-CADS 工艺）

为了提高空气质量，我国于 2017 年 1 月 1 日在全国范围实行国 V 汽油质量标准，要求硫含量低于 10ppm。我国 FCC 汽油占汽油池组成的 70-80%，现有的 FCC 汽油脱硫技术在应对汽油产品从国 IV 到国 V 标准升级的过程时，都需要进一步提高对 FCC 汽油加氢处理的比例和深度，这将无疑带来汽油产品辛烷值损失的增加。

汽油固定床超深度催化吸附脱硫组合技术(YD-CADS 工艺)是由选择性加氢脱二烯烃与催化吸附超深度脱硫工艺串联组合而成，在世界上属首次采用，具有自主知识产权。该工艺以全馏分 FCC 汽油和氢气为原料，首先经过脱二烯烃反应器选择性脱除 FCC 汽油原料中的二烯烃至要求值后，再进入超深度催化吸附脱硫反应器中，通过吸附剂选择性地吸附含硫化合物中的硫原子，在辛烷值损失较小的情况下使汽油产品的硫含量降至 10ppm 以下。

YD-CADS 工艺用于全馏分催化裂化汽油超深度脱硫处理，生产满足国 V 汽油硫指标的清洁汽油，特别适用于硫含量低于 100ppm 的 FCC 汽油的超深度脱硫，具有脱硫深度高、选择性好、辛烷值损失低、吸附剂硫容量高、可多次再生、操作条件缓和、氢耗量低、操作费用低等优点，且生产过程中不产生有害气体。该技术还可与其他技术灵活组合，与现有的选择加氢脱硫技术具有很好的兼容性，其组合可用于处理硫含量更高的 FCC 汽油原料，即在现有选择加氢脱硫的装置后加一套吸附脱硫装置，这样不仅可以满足国 V 汽油的生产，而且可以保证辛烷值损失最小化，避免现有固定床选择加氢脱硫装置的大量闲置浪费。

YD-CADS 工艺于 2013 年在延长石油集团永坪炼油厂 120 万吨/年催化裂化装置上成功进行了万吨级工业中试，通过了中国石油和化学工业联合会组织的连续运行考核和成果鉴定，并荣获 2013 年科技部第二届中国创新创业大赛团体第二名。2016 年初，YD-CADS 工艺在山东恒源石油化工股份有限公司 40 万吨/年重汽油深度脱硫装置上开车成功，标志着 YD-CADS 工艺正式进入工业化应用阶段。2017 年应用于牡丹江首控石油化工有限公司 20 万吨/年催化汽油固定床催化吸附脱硫油品升级改造项目。工业应用结果表明：装置运行平稳，技术可靠，汽油产品硫含量<10 ppm，辛烷值损失<0.5，精制汽油液体收率≥99.8%，各项指标均满足国 V 汽油质量标准。目前该项技术正在加快市场的推广应用，已与国内多家企业洽谈并签署技术许可协议。

合作方式:技术许可

投资规模:500 万~1000 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

正丁烯与醋酸直接加成生产醋酸仲丁酯技术

醋酸仲丁酯主要用途：对许多物质具有良好的溶解性，工业上可用作制造硝基纤维素漆，丙烯酸漆，聚氨酯漆等的溶剂，这些漆类可用作飞机机翼涂料，人造皮革涂料，汽车涂料等。也可用于赛璐珞制品，橡胶，安全玻璃，铜版纸，漆皮等产品的制造过程。还可以作印刷油墨中的挥发溶剂，用于胶印等应用中；此外还可用作感光材料的快干剂。醋酸仲丁酯可用作青霉素的精制；由于其挥发度适中，具有良好的皮肤渗透性，也可用作药物吸收促进组分。醋酸仲丁酯具有溶解性能强、挥发速度适中、萃取收率高、毒性小，残留少等优点。醋酸仲丁酯的各项性能、指标与醋酸正丁酯基本相似，但生产成本低，是理想的醋酸正丁酯替代品。

传统的醋酸仲丁酯由醋酸和仲丁醇反应合成，存在原料成本高，设备腐蚀严重，废水处理麻烦等问题。采用正丁烯法合成醋酸仲丁酯与丁醇酯化法相比较，分离流程简短、生产成本低。由于采用连续酯化反应工艺，醇酯化法和正丁烯法的投资规模相近。

大连化学物理研究所开发的正丁烯与醋酸直接酯化合成醋酸仲丁酯新技术，具有原料转化率高、选择性好、催化剂寿命长等优点。新技术大大降低了原料成本和设备腐蚀，开辟了醋酸仲丁酯新路线。

新技术采用新型固体酸催化剂，混合正丁烯纯度要求低 $\geq 35\text{w}\%$ ，正丁烯—2 转化率高，反应温度 $70\sim 80^\circ\text{C}$ 、反应压力 1.6MPa ，在固定床反应器中，正丁烯转化率 $\geq 90\%$ ，醋酸仲丁酯选择性 $\geq 99.0\text{w}\%$ 。技术指标和能耗指标处于国内、外领先水平。

南京百润化工有限公司采用该技术建设年产 5 万吨醋酸仲丁酯装置。2012 年 1 月装置开车成功，达到验收指标。

合作方式:技术许可

投资规模:大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

甲醇石脑油耦合裂解制低碳烯烃

目前世界低碳烯烃的主要来源是由石脑油热裂解制取，发展石脑油催化裂解制低碳烯烃是一个国际性的发展新趋势。相比于石脑油管式炉热裂解，催化裂解由于反应温度相对较低，一方面能够大大降低反应的能耗，另一方面反应产物中甲烷和焦炭产率也大大降低。同时能够通过调整催化剂的活性组分，产物中的丙烯收率可以提高，满足日益增长的丙烯需求。

在成功开发甲醇制烯烃（DMTO）技术的基础上，开辟了一条新的技术路线——甲醇与石脑油耦合制取低碳烯烃，实现甲醇和石脑油共进料生产低碳烯烃，使从煤基生产的甲醇和从石油基生产的石脑油两种原料在同一装置上进行处理成为可能。这在很大程度上能够缓解裂解原料油品的价格波动所带来成本上涨，规避行业风险，实现煤化工和石油化工的协调发展，对我国烯烃工业发展具有重要的意义。

甲醇与石脑油耦合制取低碳烯烃反应的主要特点有：首先甲醇在裂解催化剂上的反应是一个放热反应，而石脑油裂解反应是吸热反应，二者共进料可以实现能量优化利用；其次，从已经进行甲醇耦合烃类裂化的基础研究看，甲醇的引入可以降低裂解反应的活化能；第三，甲醇参与的反应可以带来较高的芳烃产物，进一步增加产品价值。

已经完成实验室小试和催化剂开发和定型。在实验室固定流化床上进行的试验验证这一新的技术路线的可行性。在较低反应温度下，甲醇耦合的石脑油裂解反应中烯烃收率优于单纯的石脑油热裂解。如果考虑将 C4 产物和反应原料进行循环，可以获得更高收率。此外，新技术可以比传统的石脑油热裂解节省能耗 1/3 以上，同时原料利用率提高 10%（产物中甲烷比例由 14%降低至 4%）。初步结果表明流化床反应工艺是较好的选择。利用流化床工艺的反应一再生过程，解决催化剂结焦失活问题，使催化剂在反应过程中能够一直保持高活性和高的烯烃生成选择性。

合作方式：合作形式另议

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

固体酸催化中压丙烯水合制异丙醇技术

异丙醇是重要的基本有机化工原料和性能优良的溶剂。针对国内现有异丙醇生产技术落后、存在丙烯转化率低、能耗高等问题，我所开发出一种采用高活性催化剂，并与环境保护相适应的丙烯直接水合生产异丙醇新技术。

通过采用先进的催化剂合成流程和技术，开发出适用于丙烯直接水合过程、具有优良的耐水性能、耐温性能、高抗碎性能和高催化活性的催化剂。开发的丙烯水合新工艺，具有低温、中压，丙烯转化率高等特点，采用了新型丙烯水合工业反应器，采用了分段进料、冷激控温、物料再分配等新技术，利用多段进料方式调节各催化剂床层的丙烯转化率，从而控制各段床层反应深度和放热量，解决了丙烯水合工业反应器存在的温度超高及催化剂烧结问题，使水合催化剂床层温度均衡分布。

本技术具有丙烯转化率高、单耗低、原料适应性强、环境友好的特点，能耗仅为国内同类生产技术的 40%。

本技术已完成技术实施许可，大连化物所提供异丙醇工业装置工艺软件包和工业催化剂，山东东营海科新源化工有限公司建成年产 3 万吨异丙醇工业生产装置，并于 2005 年 11 月 25 日一次开车成功，产品质量达到国标优级品。采用本技术的工业装置投产后，取得了良好的经济和社会效益，2007 年中压丙烯直接水合生产异丙醇技术获得了大连市技术发明一等奖。

在第一代技术的基础上，甲醇制烯烃国家工程实验室研发的固体酸中压丙烯直接水合生产异丙醇新技术（II），具有高效、低耗、丙烯转化率高、副产品价值高等特点。直接水合催化剂具有优良的耐水性能、耐温性能、高抗碎性能和高催化活性等特点；新型丙烯水合工业反应器采用了分段进料、冷激控温、物料再分配等创新技术。该技术还首次将膜分离技术引入到水合分离过程，大大降低了异丙醇能量消耗（仅为国内同类技术的 25~50%）。

浙江新化化工公司采用此技术的建设年产五万吨异丙醇工业装置，2012 年 7 月装置建成开车。

该技术的实施是异丙醇生产技术的一项创新，取得了 30 多年来首次重大突破，打破了国外公司的技术垄断和封锁，提高了我国异丙醇生产技术水平 and 产品竞争力。技术达到国内外先进水平。

合作方式：技术许可

投资规模：于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

甲醇制二甲醚工业生产技术

随着我国对石油进口的依赖程度迅速增加，发展石油替代品，开发清洁能源成为能源战略的重要选择。二甲醚作为替代能源渐显优势，得到了世界各国的广泛重视。开发二甲醚生产技术，建立清洁能源基地，减少环境污染，是综合解决能源问题的新途径。在系统研究和多次工业实践的基础上，根据甲醇脱水反应的特点，通过对新型催化材料进行改性和调变，开发出新型甲醇脱水生产二甲醚催化剂，具有起始反应温度低、温度范围宽、催化剂选择性好等特点。针对甲醇脱水制二甲醚的反应是放热过程，易发生深度反应，导致催化剂床层飞温，开发出新型工业反应器，采用液态甲醇多段冷激式固定床反应器，克服了现有工业反应器的不足，具有床层温度分布合理，能调控反应器的温度分布，易于工业实际操作，特别适合大型化工业生产装置。

充分利用二甲醚生产过程的热量是本技术节能的特点之一。通过运用窄点技术对换热流程进行优化，缩短换热流程，并将换热后的低温位物料直接送入二甲醚塔内，提高了热物料能量利用效率，大大降低了生产二甲醚的能量消耗。我所已申请了多项该技术的发明专利，在催化剂和工艺关键技术均申请国家专利，形成了自主知识产权。

2006 年 5 月河北中捷石化集团采用我所提供的催化剂和工艺技术建设的年产十万吨二甲醚工业装置开车成功。2013 年 3 月，潮州市华新能源有限公司采用本技术建设年产 20 万吨二甲醚工业装置开车成功。甲醇制二甲醚生产技术具有能耗低、投资省、产品质量好、无污染等特点，催化剂与工艺技术处于国内、外先进水平。

合作方式：技术许可

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

甲醇制取低碳烯烃第二代（DMTO-II）技术

DMTO-II 技术是在 DMTO 技术基础上将甲醇制烯烃产物中的 C₄+组分回炼，实现多产烯烃的新一代甲醇制烯烃工艺技术。

DMTO-II 技术的主要特点有：

- （1）C₄+转化反应和甲醇转化反应使用同一催化剂；
- （2）甲醇转化和 C₄+转化系统均采用流化床工艺；
- （3）甲醇转化和 C₄+转化系统相互耦合。

DMTO-II 技术工业化试验项目于 2008 年 5 月开工建设，2009 年 6 月试验装置正式建成。DMTO-II 工业化试验装置进料量约为 50 吨 / 天，采用工业制造 DMTO 催化剂。2010 年 5 月完成工业化试验并接受了中国石油和化学工业联合会组织专家组现场对试验装置进行的 72 小时连续运行考核和标定。结果表明试验中甲醇转化率接近 100%，乙烯+丙烯选择性 86%，吨烯烃甲醇消耗为 2.67 吨，催化剂消耗为 0.25kg/吨甲醇。2010 年 6 月 26 日 DMTO-II 技术通过了中国石油和化工联合会组织的专家鉴定，专家组认为各项数据达到预期指标，技术先进可行，是在 DMTO 技术基础上的进一步创新。

2010 年 10 月 26 日，“新一代甲醇制取低碳烯烃（DMTO-II）工业化技术成果新闻发布会暨工业化示范项目技术许可签约仪式”在北京举行。大连化物所等技术许可方与蒲城清洁能源化工有限公司首套 67 万吨/年 DMTO-II 烯烃项目技术许可协议。2015 年 2 月 6 日，世界首套采用 DMTO-II 技术建设的蒲城清洁能源化工有限责任公司 DMTO-II 工业装置成功开车。

合作方式：技术许可

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

甲醇制丙烯新技术（DMTP）

丙烯是化学工业的重要基础原料，目前其生产方式主要是对石油或其衍生品进行热裂解或者催化裂解。但是我国石油资源相对匮乏，随着社会经济的发展，原油需求量已远远大于国内生产量，供需矛盾日益突出。在我国能源结构中，煤占据主导地位。因此一条可行的途径是利用我国相对优势的煤资源，通过合成甲醇进一步制备丙烯等大宗化学品。这不仅实现了石油化工和煤化工的协调发展，而且可为国家节约原油资源，符合国家能源安全战略以及可持续发展的要求，对我国煤炭资源综合利用具有重大的经济和社会意义。

国科学院大连化学物理研究所成功开发了具有原始创新性的甲醇制丙烯流化床工艺技术。研制了性能优异的 DMTP 专用催化剂，成功耦合了甲醇转化、乙烯烷基化和 C4+转化三个反应，工艺技术和指标先进。完成了百吨级 DMTP 放大试验，验证并优化了 DMTP 流化床工艺技术，获取了设计工艺包的基础数据。

2017 年 5 月该科技成果在大连通过了由中国石油和化学工业联合会组织的成果鉴定。鉴定委员会专家一致认为“该成果创新性强，具有完全自主知识产权，总体成果处于国际领先水平，技术优势明显、应用前景广阔”，建议“加快工业化进度，早日建成工业示范装置”。72 小时标定结果表明：丙烯选择性 75.0%，乙烯选择性 10.4%，吨丙烯甲醇消耗 3.01 吨。改变乙烯/甲醇比例，丙烯选择性可进一步提高。

DMTP 技术的工业化推广应用主要有三个方面：（1）用于新建甲醇制丙烯或煤制丙烯项目；（2）用于 DMT0 工业装置的改造和技术升级换代；（3）与现有的石脑油制烯烃装置联合，用于增产扩能和降低能耗。

合作方式：技术许可

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

甲醇甲苯制取对二甲苯联产低碳烯烃技术

芳烃（苯、甲苯、二甲苯，合称 BTX）是重要的有机化工原料，其产量和规模仅次于乙烯和丙烯。对二甲苯 (PX) 则是近年来在芳烃产品中最受关注，产量增长最快的产品。对二甲苯是生产聚酯的主要原料，目前主要采用石脑油重整得到的甲苯、C9 芳烃及混合二甲苯为原料通过歧化、异构化并通过吸附分离或深冷分离而制取，设备投资大，操作费用高。要避免对二甲苯分离使用的昂贵吸附分离技术，需要发展对二甲苯选择性接近 100 % 的新工艺技术，这也是从根本上改变对二甲苯生产方法的关键技术。

中国科学院大连化学物理研究所成功研制出性能优异的甲醇甲苯制对二甲苯联产烯烃流化床专用催化剂，并完成了工业放大制备。完成了百吨级中试，验证并优化了甲醇甲苯制对二甲苯联产烯烃流化床工艺技术，获取了设计工艺包的基础数据。该技术具有原始创新性，对二甲苯和低碳烯烃比例可灵活调节。

2017 年 5 月该科技成果在大连通过了由中国石油和化学工业联合会组织的成果鉴定。鉴定委员会专家一致认为“该成果创新性强、具有自主知识产权，总体处于国际领先水平”，建议“加快工业化进度，早日建成工业示范装置”。72 小时标定结果表明：甲苯转化率 24.4%，甲醇转化率 83.0%， “乙烯+丙烯+丁烯+对二甲苯”选择性 79.2wt%，二甲苯中对二甲苯选择性 93.2wt%。

甲醇甲苯制对二甲苯联产低碳烯烃技术的工业化推广应用主要有三个方面：（1）用于新建甲醇甲苯制对二甲苯联产低碳烯烃或煤制对二甲苯联产低碳烯烃项目；（2）与现有的芳烃联合装置联合，对芳烃联合装置进行改造和技术升级换代，用于增产扩能和降低能耗。由于甲醇、甲苯原料来源广泛，价格低廉，产品低碳烯烃、对二甲苯都是大宗化学品，市场前景广阔，且自给率低，因此经济效益显著。

合作方式：技术许可

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

甲醇制取低碳烯烃（DMTO）技术

乙烯丙烯等低碳烯烃是现代化学工业的基础，目前烯烃生产原料主要来源于石油炼制的石脑油。我国石油资源相对匮乏，随着社会经济的发展，石油及石化产品的需求迅速增长，石油需求量已远远大于国内生产量，供需矛盾日益突出。我国的资源状况是石油、天然气资源短缺，煤炭资源相对丰富，发展以煤为原料制取石油类产品的煤化工技术，实施石油替代战略，是关系国家能源安全的重大课题。

煤或/和天然气经由甲醇制取低碳烯烃的路线中，煤或天然气经合成气生产甲醇的技术日臻成熟，而关系到这条路线是否能畅通的核心技术主要集中在甲醇制取低碳烯烃（MTO）过程。2004 年，大连化物所与陕西省投资集团、洛阳石油化工工程公司签订了甲醇制取低碳烯烃项目合作开发合同。经过三方一年同心协力的合作，在陕西华县建成了世界上首套万吨级甲醇制取低碳烯烃（DMTO）工业性试验装置，在 2005 年底完成了试验设备的调试工作，继而投入 DMTO 技术的工业化示范运转。2006 年 6 月，工业化试验圆满完成了预定的阶段目标，取得了建设大型化工业装置的设计基础数据。2006 年 8 月 23 日，甲醇制取低碳烯烃(DMTO)工业性试验技术成果通过了国家级鉴定。鉴定专家组认为，该项技术是具有自主知识产权的创新技术，装置规模和技术指标处于国际领先水平。2006 年 8 月 24 日，甲醇制取低碳烯烃（DMTO）工业性试验技术成果新闻发布会在北京人民大会堂举行，这标志着我国具有自主知识产权的以煤或天然气为原料制取低碳烯烃的技术取得了重大突破性进展。2008 年甲醇制取低碳烯烃（DMTO）技术获得了辽宁省科技进步一等奖。

2007 年，采用我所 DMTO 技术的神华集团 180 万吨甲醇制取低碳烯烃项目已经开始建设，2010 年 8 月投产试车一次成功。2011 年 1 月正式进入商业化运营，甲醇转化率 100%，乙烯丙烯选择性 83.3%。2011 年 3 月通过性能考核，各项指标均满足合同规定。一条以煤或/和天然气为原料，经由甲醇制取基本有机化工原料——低碳烯烃的非石油原料路线已成为现实。2011 年由甲醇或/和二甲醚生产低碳烯烃的方法专利获第十三届中国专利金奖。

DMTO 技术第二个工业应用项目是宁波禾元 DMTO 装置，180 万吨甲醇生产 40 万吨聚丙烯和 50 万吨乙二醇。这也是沿海地区首套以外购甲醇为原料制烯烃装置。该装置于 2013 年 1 月 28 日投料开工，2 月 3 日生产出合格烯烃，投料试车取得圆满成功，再次证明了 DMTO 技术的可靠性和先进性。2014 年，甲醇制取低碳烯烃技术荣获国家技术发明奖一等奖。

截至目前，共有 12 套煤制烯烃工业装置投产，分别是神华包头（180 万吨甲醇制 60 万吨烯烃/年）、宁波富德能源有限公司（180 万吨甲醇制 60 万吨烯烃/年）、陕西延长能源化工有限公司（180 万吨甲醇制 60 万吨烯烃/年）、中煤陕西榆林能源化工有限公司（180 万吨甲醇制 60 万吨烯烃/年）、宁夏宝丰能源集团有限公司（180 万吨甲醇制 60 万吨烯烃/年）、山东神达化工有限公司（100 万吨甲醇制 33 万吨烯烃/年）、浙江兴兴新能

源科技有限公司（180 万吨甲醇制 60 万吨烯烃/年）、神华煤制油化工有限公司（180 万吨甲醇制 60 万吨烯烃/年）、内蒙古中煤蒙大新能源化工有限公司（180 万吨甲醇制 60 万吨烯烃/年）、青海盐湖工业集团股份有限公司（100 万吨甲醇制 33 万吨烯烃/年）、富德（常州）能源化工发展有限公司（100 万吨甲醇制 33 万吨烯烃/年）。合计烯烃产能近 646 万吨。

目前此技术已经签订技术许可 24 套装置，烯烃总规模达到 1388 万吨/年，随着这些项目的陆续实施，一个新兴的烯烃战略产业正在快速形成。

合作方式：技术许可

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

甲醇制取乙醇技术

乙醇作为一种洁净的大宗能源化学品，可以作为汽油添加剂，并有效促进其燃烧，减少环境污染。欧美国家早已采用 10~15%乙醇汽油，而国内只有 6 省和 18 个地市开始使用 10%乙醇汽油。目前，燃料乙醇生产的主要方式为生物发酵法，但成本较高，只能通过政府补贴得以实现。同时鉴于中国国情，生物法（主要原料为粮食）不适合于国内进行燃料乙醇的生产。由于燃料乙醇的短缺，导致乙醇汽油无法在中国大范围推广。此外，乙醇简单脱水即可生产高纯乙烯。

工业上潜在大规模合成乙醇的工艺路线研究主要分为两种：一是合成气直接制乙醇，但需贵金属铑为催化剂，技术应用有待于非贵金属催化剂研究方面的突破；二是合成气经醋酸加氢制乙醇，工艺路线相对成熟，但设备需要抗腐蚀的特种合金，同时采用贵金属催化剂，投资成本及催化剂成本较高。此工艺收益完全依赖于原料醋酸的价格，当醋酸价格大于 4000 元/吨，此工艺已没有经济性。

甲醇经二甲醚羰基化反应直接合成乙酸甲酯，进而加氢制取乙醇，是一条具有工业化前景的全新路线，主要包括两个反应单元：一是二甲醚羰基化制乙酸甲酯，二是乙酸甲酯加氢制乙醇和甲醇。乙醇为产品，而甲醇脱水后得原料二甲醚，继续循环反应。

2012 年，中国科学院大连化学物理研究所刘中民院士团队与合作企业开始联合开展“合成气制乙醇整套工艺技术”项目研发工作。2014 年启动了“10 万吨/年合成气制乙醇工业示范”项目，2017 年 1 月 11 日项目产出合格无水乙醇产品，纯度达到 99.71%，主要指标均达到或优于设计值。目前该工业示范装置已平稳运行超过 3 个月，标志着全球首套煤经二甲醚羰基化制乙醇工业示范项目一次投产成功。这是我国新型煤化工产业化技术应用的又一次重大突破，表明我国在该技术领域达到国际领先水平，使我国率先具有了设计和建设百万吨级煤基乙醇大型工业装置的能力，对保障我国能源安全和粮食安全、煤炭清洁化利用以及缓解大气污染等具有重要的战略意义。

合作方式：技术许可

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

丙烯和甲醛制备 1,3-丁二醇

随着全球甲醇产能、产量、消费量的增长，尤其是甲醇制烯烃等技术的开发成功并实现工业应用，拓宽了甲醇的应用领域。其中大连化学物理研究所开发的 DMTO 技术已转向工业化技术阶段，为下游路线提供非石油路线的丙烯、乙烯资源。以大宗化学品小分子原料出发，制备高附加值、多官能团化的化学品，是实现资源的高效利用的有效途径之一。

1,3-丁二醇是重要的化工原料，主要用于生产聚酯树脂、醇酸树脂、增塑剂、聚氨酯涂料和用作湿润剂和柔软剂、医药和染料的中间体、表面活性剂、塑化剂、吸湿剂、偶合剂、溶剂、食品添加及香味剂。一般制备方法以乙醛为原料，在碱溶液中经自身缩合作用生成 3-羟基丁醛，然后加氢而成 1,3-丁二醇。该过程路线较长，总收率低。

本技术以甲醇的下游产品丙烯和甲醛水溶液（福尔马林）为原料，采用耐水固体 Lewis 酸的催化体系，实现 1,3-丁二醇的制备。该项目具有原始创新性，并拥有自主知识产权。本技术依托成熟的 DMTO 过程以及甲醇的“铁钼”氧化过程，以来源广泛的甲醇为上游原料，具有潜在的工业应用前景与广阔的发展空间。

合作方式：合作开发。投资规模：100 万~500 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

N,N-二甲基甲酰胺（DMF）的新合成方法

N,N-二甲基甲酰胺（DMF）是重要的化工原料，广泛应用于有机合成、无机化工、农药、石油等行业。在诸多 DMF 的生产方法中，二甲胺与 CO 通过羰基化反应直接合成 DMF 的路线，原子经济性为 100%，工艺流程简单，反应不产生水，是比较理想的制备 DMF 的方法。本技术采用高效、稳定的多相催化体系，实现了催化转化二甲胺与 CO 一步法制备 DMF 的新过程，DMF 选择性>99%。该方法同样适用于伯胺、仲胺以及二胺等多类种胺的高效转化，高收率获得相应的甲酰胺类化合物。另外，该方法可拓展至来源更为广泛的原料：甲醇与氨气反应后的混合气体（主要组成为甲胺，二甲胺与三甲胺），直接通过羰基化与转酰胺化反应实现 DMF 的高效合成。该项目具有原始创新性，并具有自主知识产权，成果在国内领先，达到了国际先进水平。

本项目中 DMF 合成的新方法不仅解决了过去传统工艺路线中的产品纯度低，能耗高的问题，而且在经济成本上有所降低，整条工艺路线简单，投资少，生产的产品纯度高，具有很强的经济价值与工业应用前景。

合作方式：合作开发

投资规模：100 万~500 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

甲醇制取乙醇技术

乙醇是世界公认的优良汽油添加剂，也是重要的基础化学品，可以部分替代乙烯用作化工原料，也可以方便地转化为乙烯。目前，全世界乙醇产量约一亿吨，主要由美国和巴西利用粮食和甘蔗等生物原料生产。而我国乙醇产量只有 200 多万吨，主要利用陈粮、依赖国家补贴进行生产。长期以来，利用化石资源生产乙醇一直是全世界努力的目标。煤经合成气直接制乙醇是一项世界性的挑战，因难以回避贵金属催化剂、效率较低及设备腐蚀等问题，一直难以实现工业化。大连化物所提出以煤基合成气为原料，经甲醇、二甲醚羰基化、加氢合成乙醇的工艺路线，采用非贵金属催化剂，可以直接生产无水乙醇，是一条独特的环境友好型新技术路线。2017 年 1 月 11 日，采用中科院大连化学物理研究所（简称“大连化物所”）自主知识产权技术的陕西延长石油集团 10 万吨/年合成气制乙醇装置成功打通全流程，产出合格无水乙醇，标志着全球首套煤基乙醇工业示范项目一次试车成功。此项目被列为中科院“低阶煤清洁高效梯级利用关键技术与示范”A 类战略先导专项重大任务，也被列入国家能源局《能源技术革命创新行动计划(2016–2030 年)》。2016 年底项目开始试车，2017 年 1 月 11 日产出合格产品，产品纯度达到 99.71%，主要指标均达到或优于设计值。该示范项目的成功，标志着我国将率先拥有设计和建设百万吨级大型煤基乙醇工厂的能力，对于缓解我国石油供应不足，石油化工原料替代，油品清洁化、缓解大气污染及煤炭清洁化利用具有战略意义。煤基乙醇的成本（大型化后全成本约 3000 元/吨）将大大优于粮食乙醇，颠覆传统的生物制乙醇方式，避免粮食乙醇所带来的粮食安全问题。同时，该技术还可以用于将现有大量过剩的甲醇厂改造成乙醇工厂，调整产业结构，释放产能。另外，乙醇便于运输和储存，可以方便灵活地生产乙烯，促进下游精细化工行业的发展。

合作方式：技术许可

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

甲醇氧化制甲醛铁钼催化剂

项目简介及应用领域甲醛作为一种重要的化工产品，是甲醇的主要下游产品之一。在工业上广泛地应用于制备塑料、树脂、油漆、染料和炸药等。甲醇氧化制甲醛主要分为“铁钼法”和“银法”两种制备工艺，现阶段国内甲醛行业除了山东德州、云天化、成都金象等少数企业采用铁钼法生产甲醛外，绝大多数企业均采用银法工艺制备甲醛。与银法相比，铁钼法更适宜生产高浓度甲醛，在制取甲醛的下游产品时可以直接利用，不必浓缩，免去了稀醛浓缩增加的设备及动力消耗费用，同时也节省了对大量含醇废水处理而花费的各项费用。因此，接下来现有的银法生产工艺将逐步被铁钼法所替代。目前，现有铁钼法工艺中所使用的铁钼催化剂主要依赖于进口。大连化学物理研究所开发的甲醇氧化制甲醛铁钼催化剂制备新技术，具有原料甲醇转化率高、选择性好、催化剂寿命长等优点。可以替代现有进口铁钼催化剂。催化剂的使用性能指标物理性能：外观：浅黄绿色圆环几何尺寸（mm）：Φ2.5/5*4.5 堆密度（g/mL）：0.75 比表面积（m²/g）：13 抗压强度（N）：225 操作条件：压力（MPa）：0.1 温度（℃）：220-380

合作方式：合作形式另议

投资规模：100 万~500 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

CO₂加氢直接制取汽油燃料

CO₂ 加氢制取液体燃料和化学品不仅有利于 CO₂ 减排，而且有利于降低化石燃料的快速消耗。本项目研发了 CO₂ 直接加氢高选择性制取汽油燃料新技术，利用催化剂多功能活性位的协同调配实现了高选择性生产汽油馏分烃(烃类产物中占 70%以上)。该技术解决了目前 CO₂ 加氢反应中汽油馏分烃选择性较低的难题。采用该技术的 CO₂ 加氢制汽油反应连续运转 1000 小时，反应性能基本保持稳定，生产的汽油馏分满足国 V 汽油对苯、芳烃和烯烃的组成要求。

合作方式：合作开发

投资规模：500 万~1000 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

高效大尺寸面冷却微通道换热技术

随着微电子器件和激光二极管、高功率固体激光等技术的不断发展，其局部热耗密度不断增大，对高热流密度的换热技术提出越来越高需求。具有大尺寸面冷却换热器，采用微加工刻蚀的方法，在单晶硅、铜钨合金、不锈钢等材料内部，实现流体流动的微通道路径，实现流体冷却的大比表面积换热，显著地提高表面换热能力，达到 $10\text{W}/\text{cm}^2\cdot\text{K}$ 的换热能力。目前换热表面达到 $230\times 230\text{mm}^2$ ，为减小表面应力，表面采用低温真空焊接工艺封装，保障了表面面形精度，达到 20nm (rms)，适用于大面积高热载精密光电领域应用。

合作方式：合作形式另议

投资规模：500 万~1000 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

低温低压合成氨技术

合成氨工业又是一高能耗、高 CO₂ 排放的过程。该过程消耗 1-2% 的全球能源供应总量，占全球 CO₂ 排放总量的 1.6%。开发低温低压合成氨催化剂是科研工作者从未间断的研究课题。同时氨作为一种具有重要应用前景的能源载体而逐渐引起广泛关注。本项目组最近发现氢化锂(LiH)-3d 过渡金属复合催化剂表现出了优异的氨合成催化活性。300℃温度下 3d 过渡金属或其氮化物(从 V 到 Ni)的氨合成催化活性很低(除 Fe 外)，而 LiH 的加入使得 3d 过渡金属的氨合成活性提高了约 1-4 个数量级。Mn-LiH 和 Fe-LiH 在 300℃的催化活性可达 Cs-Ru/MgO 的 2-3 倍,在 250℃时则高出一个数量级；同时 Fe-LiH 和 Co-LiH 在 150℃即表现出了一定的氨合成催化活性。特别值得一提的是上述合成氨反应结果是在合成气总压在 1~10 大气压下获得的，对降低能耗具有重大意义。

合作方式：合作开发

投资规模：小于 20 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

生物质催化转化制乙二醇

乙二醇、丙二醇是重要的大宗能源化学品，主要用于 PET 等聚酯合成（涤纶纤维、饮料瓶）和化学中间体等。2016 年全世界乙二醇的消费量超过 2600 万吨，预计 2020 年增加至 3100 万吨，市场需求量十分巨大。我国乙二醇的消费量占世界总量的一半以上。我国工信部在《石化和化学工业发展规划》（2016-2020 年）中，明确提出“十三五”加快发展乙二醇技术，稳步发展非石油基乙二醇。国家战略性新兴产业发展规划中也提出“十三五”期间要实现生物化工醇的工业生产。因而，生物质制乙二醇技术符合我国的发展战略需要，前景广阔。

2008 年大连化物所在世界上首次发现纤维素直接催化转化高选择性制乙二醇技术，开辟了生物质转化利用的新途径，在国际学术界与工业界引起广泛关注。此后，研究团队以工业化应用为目标导向，取得了系列的显著研究进展，不仅使乙二醇收率进一步提高到~80%，产物可以在乙二醇、丙二醇之间进行调变，而且催化剂成本显著降低。该技术适用于多种碳水化合物生物质原料，包括：农林业秸秆，经预处理后对得到的纤维素原料在 240°C 水热加氢条件下进行催化转化，可获得 50%以上的乙二醇收率。葡萄糖、木糖等秸秆糖转化可获得接近 80%的乙二醇和丙二醇收率。菊芋等果糖转化可同时获得丙二醇和乙二醇（~60%收率）。该技术已经申请 60 余件中国专利和 10 余件国外专利，并在中国、美国、加拿大、巴西、日本、韩国、欧洲多个国家获得授权。

投资与收益：乙二醇、丙二醇的市场规模巨大，产品价值较高，市场价格一般在 7500-10000 元/吨。秸秆等农业废弃物资源广泛，价格低廉，利用其生产乙二醇，符合节能减排和可持续发展要求，并且具有很好投资回报和广阔的发展前景。项目中试成功后，将为建设二十万吨/年规模生物质乙二醇生产线奠定基础。

合作方式：合作开发

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

甲苯侧链烷基化制苯乙烯技术研究

苯乙烯（ST）作为最基本的芳烃化学品，可用于制造聚苯乙烯（PS）、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯树脂（ABS）、发泡级聚苯乙烯（EPS）、苯乙烯-丁二烯橡胶（SBR）等多种化工产品。目前苯乙烯工业生产技术主要是乙苯脱氢法，该工艺不但流程长，而且存在副反应多、能耗大等问题。甲苯侧链烷基化制苯乙烯技术被认为是一条有着潜在工业应用价值的苯乙烯生产路线，但甲苯转化率低、苯乙烯二次转化等问题成为目前该工艺发展的瓶颈。本项目一方面通过对分子筛进行碱金属改性来提高催化剂的碱性，进而促进甲苯的转化；另一方面通过在催化剂中引入硼化合物，有效抑制了苯乙烯向乙苯的二次转化。在此基础上，最终得到了具有较高甲苯转化率和苯乙烯选择性的高效催化剂，体现出较好的应用前景。该催化剂体系已经申请了国家专利。

合作方式：合作开发

投资规模：100 万~500 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

正丁烯与醋酸直接加成生产醋酸仲丁酯

醋酸仲丁酯主要用途：对许多物质具有良好的溶解性，工业上可用作制造硝基纤维素漆，丙烯酸漆，聚氨酯漆等的溶剂，这些漆类可用作飞机机翼涂料，人造皮革涂料，汽车涂料等。也可用于赛璐珞制品，橡胶，安全玻璃，铜版纸，漆皮等产品的制造过程。还可以作印刷油墨中的挥发溶剂，用于胶印等应用中；此外还可用作感光材料的快干剂。醋酸仲丁酯可用作青霉素的精制；由于其挥发度适中，具有良好的皮肤渗透性，也可用作药物吸收促进组分。醋酸仲丁酯具有溶解性能强、挥发速度适中、萃取收率高、毒性小，残留少等优点。醋酸仲丁酯的各项性能、指标与醋酸正丁酯基本相似，但生产成本低，是理想的醋酸正丁酯替代品。传统的醋酸仲丁酯由醋酸和仲丁醇反应合成，存在原料成本高，设备腐蚀严重，废水处理麻烦等问题。采用正丁烯法合成醋酸仲丁酯与丁醇酯化法相比较，分离流程简短、生产成本低。由于采用连续酯化反应工艺，醇酯化法和正丁烯法的投资规模相近。大连化学物理研究所开发的正丁烯与醋酸直接酯化合成醋酸仲丁酯新技术，具有原料转化率高、选择性好、催化剂寿命长等优点。新技术大大降低了原料成本和设备腐蚀，开辟了醋酸仲丁酯新路线。新技术采用新型固体酸催化剂，混合正丁烯纯度要求低 $\geq 35\text{w}\%$ ，正丁烯—2 转化率高，反应温度 $70\sim 80^\circ\text{C}$ 、反应压力 1.6MPa ，在固定床反应器中，正丁烯转化率 $\geq 90\%$ ，醋酸仲丁酯选择性 $\geq 99.0\text{w}\%$ 。技术指标和能耗指标处于国内、外领先水平。南京百润化工有限公司采用该技术建设年产 5 万吨醋酸仲丁酯装置。2012 年 1 月装置开车成功，达到验收指标。

合作方式：合作形式另议

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

甲醇石脑油耦合裂解制低碳烯烃

目前世界低碳烯烃的主要来源是由石脑油热裂解制取，发展石脑油催化裂解制低碳烯烃是一个国际性的发展新趋势。相比于石脑油管式炉热裂解，催化裂解由于反应温度相对较低，一方面能够大大降低反应的能耗，另一方面反应产物中甲烷和焦炭产率也大大降低。同时能够通过调整催化剂的活性组分，产物中的丙烯收率可以提高，满足日益增长的丙烯需求。在成功开发甲醇制烯烃（DMTO）技术的基础上，开辟了一条新的技术路线——甲醇与石脑油耦合制取低碳烯烃，实现甲醇和石脑油共进料生产低碳烯烃，使从煤基生产的甲醇和从石油基生产的石脑油两种原料在同一装置上进行处理成为可能。这在很大程度上能够缓解裂解原料油品的价格波动所带来成本上涨，规避行业风险，实现煤化工和石油化工的协调发展，对我国烯烃工业发展具有重要的意义。甲醇与石脑油耦合制取低碳烯烃反应的主要特点有：首先甲醇在裂解催化剂上的反应是一个放热反应，而石脑油裂解反应是吸热反应，二者共进料可以实现能量优化利用；其次，从已经进行甲醇耦合烃类裂化的基础研究看，甲醇的引入可以降低裂解反应的活化能；第三，甲醇参与的反应可以带来较高的芳烃产物，进一步增加产品价值。已经完成实验室小试和催化剂开发和定型。在实验室固定流化床上进行的试验验证这一新的技术路线的可行性。在较低反应温度下，甲醇耦合的石脑油裂解反应中烯烃收率优于单纯的石脑油热裂解。如果考虑将 C4 产物和反应原料进行循环，可以获得更高收率。此外，新技术可以比传统的石脑油热裂解节省能耗 1/3 以上，同时原料利用率提高 10%（产物中甲烷比例由 14%降低至 4%）。初步结果表明流化床反应工艺是较好的选择。利用流化床工艺的反应—再生过程，解决催化剂结焦失活问题，使催化剂在反应过程中能够一直保持高活性和高的烯烃生成选择性。

合作方式：合作形式另议

投资规模：500 万~1000 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

固体酸催化中压丙烯水合制异丙醇技术

异丙醇是重要的基本有机化工原料和性能优良的溶剂。针对国内现有异丙醇生产技术落后、存在丙烯转化率低、能耗高等问题，我所开发出一种采用高活性催化剂，并与环境保护相适应的丙烯直接水合生产异丙醇新技术。通过采用先进的催化剂合成流程和技术，开发出适用于丙烯直接水合过程、具有优良的耐水性能、耐温性能、高抗碎性能和高催化活性的催化剂。开发的丙烯水合新工艺，具有低温、中压，丙烯转化率高等特点，采用了新型丙烯水合工业反应器，采用了分段进料、冷激控温、物料再分配等新技术，利用多段进料方式调节各催化剂床层的丙烯转化率，从而控制各段床层反应深度和放热量，解决了丙烯水合工业反应器存在的温度超高及催化剂烧结问题，使水合催化剂床层温度均衡分布。本技术具有丙烯转化率高、单耗低、原料适应性强、环境友好的特点，能耗仅为国内同类生产技术的 40%。本技术已完成技术实施许可，大连化物所提供异丙醇工业装置工艺软件包和工业催化剂，山东东营海科新源化工有限公司建成年产 3 万吨异丙醇工业生产装置，并于 2005 年 11 月 25 日一次开车成功，产品质量达到国标优级品。采用本技术的工业装置投产后，取得了良好的经济效益和社会效益，2007 年中压丙烯直接水合生产异丙醇技术获得了大连市技术发明一等奖，2014 年该技术核心专利“一种低碳烯烃直接水合生产低碳醇的方法”荣获第十五届中国专利优秀奖。在第一代技术的基础上，大连化物所研发的固体酸中压丙烯直接水合生产异丙醇新技术（II），具有高效、低耗、丙烯转化率高、副产品价值高等特点。直接水合催化剂具有优良的耐水性能、耐温性能、高抗碎性能和高催化活性等特点；新型丙烯水合工业反应器采用了分段进料、冷激控温、物料再分配等创新技术。该技术还首次将膜分离技术引入到水合分离过程，大大降低了异丙醇能量消耗（仅为国内同类技术的 25~50%）。浙江新化化工公司采用此技术的建设年产五万吨异丙醇工业装置，2012 年 7 月装置建成开车成功并连续稳定运行。该技术的实施是异丙醇生产技术的一项创新，取得了 30 多年来首次重大突破，打破了国外公司的技术垄断和封锁，提高了我国异丙醇生产技术水平 and 产品竞争力。技术达到国内外先进水平。

合作方式：技术许可

投资规模：500 万~1000 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

汽油选择性加氢脱硫催化剂

随着国家出台更为严厉的环保法规，从 2017 年 1 月 1 日起在全国范围内实行国 V 汽油质量标准，硫含量要求降至 10 ppm 以下。传统的汽油加氢脱硫催化剂将硫含量降低至 10 ppm 以下时，烯烃的加氢饱和将会非常严重，辛烷值损失会大于 3.0 个单位，使之不能作为汽油调和池中的组分使用。汽油选择性加氢脱硫催化剂是通过研究催化剂的形貌-性能之间的关系，开发出的一种具有中等脱硫活性，低加氢活性以及高选择性的加氢催化剂。该催化剂在现有的加氢工艺操作条件下，将全馏分 FCC 汽油中的硫含量降至 30 ppm 左右时，辛烷值损失低于 1.0 个单位；将全馏分 FCC 汽油中的硫含量降至低于 10 ppm 时，辛烷值损失低于 1.5 个单位，液体收率接近 100%。可应用于重组分和全馏分 FCC 汽油的加氢脱硫处理，生产满足国 V 汽油硫指标要求的清洁汽油，具有脱硫深度高、脱硫选择性好、辛烷值损失低、操作条件缓和等优点。尤其对硫含量在 400 ppm 至 1000 ppm 的全馏分 FCC 汽油或重组分汽油的加氢脱硫具有极大的优势。目前已经完成催化剂的实验室小试成型试验。该催化剂具有潜在的市场应用价值和广阔的市场前景。现阶段主要寻求合作单位进行中试放大以及工业化实验方面的研究。

合作方式：合作开发。投资规模：500 万~1000 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

汽油固定床超深度催化吸附脱硫组合技术（YD-CADS 工艺）

经济的高速发展导致了环境污染不断加重，为提高空气质量，政府加快了汽、柴油质量升级的步伐。2017 年 1 月 1 日在全国实行国 V 汽油质量标准，硫含量要求降至 10 ppm 以下。因我国催化裂化汽油占汽油产品中 70-80% 的份额，所以汽油降硫的主要任务其实就是催化裂化汽油降硫。现有的催化裂化汽油降硫技术在应对从国 IV 到国 V 升级的过程时，普遍都需要进一步加大对催化汽油加氢处理的比例及进一步加深加氢脱硫的深度等措施，这将进一步加大催化汽油的辛烷值损失。汽油固定床超深度催化吸附脱硫组合技术（YD-CADS 工艺）是由脱二烯烃与催化吸附超深度脱硫工艺串联组合而成，在世界上属首次采用，具有自主知识产权。YD-CADS 工艺以全馏分 FCC 汽油和氢气为原料，在选择加氢反应操作条件下经过脱二烯烃反应器选择性脱除 FCC 汽油原料中的二烯烃至要求值后，进入选择性超深度催化吸附脱硫反应器中，通过吸附剂选择性地吸附含硫化合物中的硫原子，在辛烷值损失较小的情况下使汽油产品的硫含量降至 10 ppm 以下。YD-CADS 工艺可以应用于全馏分催化裂化汽油超深度脱硫处理，生产满足国 V 汽油硫指标的清洁汽油，具有脱硫深度高、脱硫选择性好、辛烷值损失低、吸附剂硫容量高、可多次再生、操作条件缓和、氢耗量低、操作费用低等优点且生产过程不产生有害气体。尤其对硫含量低于 100 ppm 的 FCC 汽油的超深度脱硫具有极大的优势。该技术可灵活组合，与现有的选择加氢脱硫技术具有很好的兼容性，用于处理硫含量更高的 FCC 原料，即在现有选择加氢脱硫的装置后加一套吸附脱硫装置，这样不仅可以满足国 V 汽油的生产，而且可以保证辛烷值损失最小化，不会造成大量的现有固定床汽油选择加氢脱硫装置的大量闲置浪费。该项技术于 2013 年在延长石油集团永坪炼油厂 120 万吨/年催化裂化装置上成功进行了万吨级工业中试，并通过了中国石油和化学工业联合会组织的连续运行考核和成果鉴定。YD-CADS 工艺荣获 2013 年科技部第二届中国创新创业大赛团体第二名。2016 年初 YD-CADS 工艺在山东恒源石油化工股份有限公司 40 万吨/年重汽油深度脱硫装置上开车成功，标志着 YD-CADS 工艺正式进入工业化应用阶段。自开工以来装置运行平稳，质量可靠，汽油产品硫含量<10 ppm，辛烷值损失<0.3，精制汽油液体收率≥99.9%，各项指标均满足国 V 汽油质量标准。目前该项技术正在加快市场的推广应用，已与国内多家企业洽谈并签署技术许可协议。

合作方式：技术许可

投资规模：500 万~1000 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

柴油超深度脱硫用层状多金属硫化物催化剂

油品中的含硫化合物是空气污染的主要来源之一，燃油中的含硫化合物经燃烧后产生的 SOX 不仅导致酸雨，还会产生粉尘颗粒物，加重雾霾天气、严重危害环境和人体健康。为此，各国都颁布了硫指标要求严苛的燃油标准，其中欧洲于 2009 年实现柴油硫含量小于 10 ppm 标准，我国于 2012 年 6 月 1 日在北京率先执行硫含量不高于 10 ppm 的京 V 清洁柴油标准。为了缓解城市日益严重的雾霾天气，2013 年 9 月 10 日我国发布了《大气污染防治行动计划》，将于 2017 年年底执行硫含量低于 10 ppm 的国 V 柴油标准。柴油超深度脱硫的关键在于脱除烷基取代的多环芳香噻吩类含硫化合物，如 4,6-二甲基二苯并噻吩及其衍生物。传统的催化剂较难脱除液体燃料中烷基取代的多环芳香噻吩类含硫化合物。层状多金属硫化物催化剂是最新的超低硫柴油生产催化剂，其具有最高的加氢脱硫活性，主要用在硫含量小于 10 ppm 的柴油产品生产装置中。层状多金属硫化物催化剂具有特殊的层状结构及复合金属活性相，从而表现出超高的加氢脱硫活性；在相同的操作条件下，该催化剂的本征活性是传统加氢脱硫催化剂的 5 倍以上。适用于常压柴油、催化柴油以及 FCC 柴油的超深度加氢脱硫过程，可以满足国 V 以及未来国 VI 柴油的硫指标要求。该催化剂具有自主知识产权。目前，申请发明专利 12 件，已授权 5 件，其中 4 件获得 PCT 国际专利。该催化剂在国内已成功应用于老装置的超深度脱硫，使装置在不需要任何改造的情况下，通过部分使用层状多金属硫化物催化剂，生产高质量的产品和处理难处理的原料。2016 年初在延长石油（集团）永坪炼油厂 20 万吨/年柴油加氢装置上进行了层状多金属硫化物催化剂的级配装填，完成了工业试验运行验证。自开工以来，装置运行平稳，脱硫性能优异：原料催化柴油（芳烃含量大于 65 wt%）硫含量降至 10 ppm 以下，精制柴油产品收率≥99.4%，十六烷值和多环芳烃指标均优于国 V 柴油质量标准要求。2016 年 5 月层状多金属硫化物催化剂及柴油超深度脱硫工业化应用成果在北京通过了中国石油和化学工业联合会组织的成果鉴定。专家鉴定委员会一致认为：层状多金属硫化物催化剂拥有自主知识产权，属国际领先水平，其性能能够推动符合国 V 标准柴油的工业生产，适合我国柴油的超深度脱硫需求，推广应用前景广阔。

合作方式：技术许可

投资规模：100 万~500 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

低碳烃与轻芳烃烷基化生产高辛烷值汽油调和组分

本成果发明了低碳烃与轻芳烃烷基化生产高品质汽油调和组分高效催化剂及成套技术，于 2014 年 8 月成功投产 6 万吨/年低碳烃与轻芳生产高品质清洁汽油调和组分工业装置，烯烃转化率>99%，清洁汽油收率>99%，所生产的优质高辛烷值汽油产品，调和辛烷值高达 120 以上，不含烯烃、不含硫氮，是低碳烃回收利用率最高的工业过程，为低碳烃的综合利用和高品质清洁汽油的生产提供了重要科技支撑，作为部分内容获 2013 年辽宁省科技进步一等奖和 2015 中科院科技促进发展一等奖。

投资与收益：以 10 万吨/年装置规模计，年产值超过 8 亿元。

合作方式：技术许可

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

润滑油基础油加氢异构脱蜡催化剂及成套技术

润滑油产业是与国计民生密切相关技术密集型支柱产业之一，我国为世界第二大润滑油消费国，虽然我国也是润滑油生产大国，但由于大部分生产企业仍沿用传统工艺，技术落后，只能满足中低档油的市场需求，高档润滑油发展受到制约。润滑油基础油加氢异构脱蜡是高档润滑油基础油生产的最新技术。自 1999 年起，大连化物所瞄准国际炼油技术前沿，开展润滑油基础油加氢异构脱蜡技术及催化剂的开发研制。项目先后投入科研经费三千多万元，历经小试开发、中试放大和工业试验，通过一系列创新集成及技术突破，解决了若干工程和技术难题，研制成功三种新型分子筛，并实现 5 立方米反应釜规模工业生产，分别针对石蜡基和环烷基原料油开发出不同系列、具有自主知识产权的异构脱蜡专用催化剂及配套工艺技术，满足多种原料生产各种黏度级别高档润滑油基础油的需求。2008 和 2012 年，项目开发的两代催化剂分别在中国石油大庆炼化 20 万吨/年高压加氢装置上实现两次工业应用。催化剂具有活性高、原料适用范围广、产品质量好、基础油收率高、副产品附加值高，特别是重质基础油收率高等优点，其催化性能大幅超过国际同类催化剂。工业运行数据显示，与国际同类先进技术相比，处理 200SN 原料油时，II 类中质基础油收率高 8 个百分点；处理 650SN 原料，III 类重质基础油收率高 20 个百分点，应用效能显著。除了产出预期的中、重制高档润滑油基础油产品外，还开发出了高标号食品级白油等一系列新产品，填补国内空白。项目获得授权专利 12 项，其中核心专利“一种临氢异构化催化剂及其制备方法”(ZL200510079739.7)荣获 2011 年第十三届中国专利优秀奖。成果入选 2009 年中国石油集团十大科技进展，2012 年中国产学研创新成果奖。截止 2013 年底，该技术的成功应用已累计实现产值超过 50 亿元，利润逾 19 亿元，税收逾 6 亿元，为企业创造了巨大的经济效益。目前，该技术正在国内外市场进行进一步推广。

投资与收益：该技术市场容量大，回报率高。

合作方式：技术许可

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

五、环境治理与节能减排

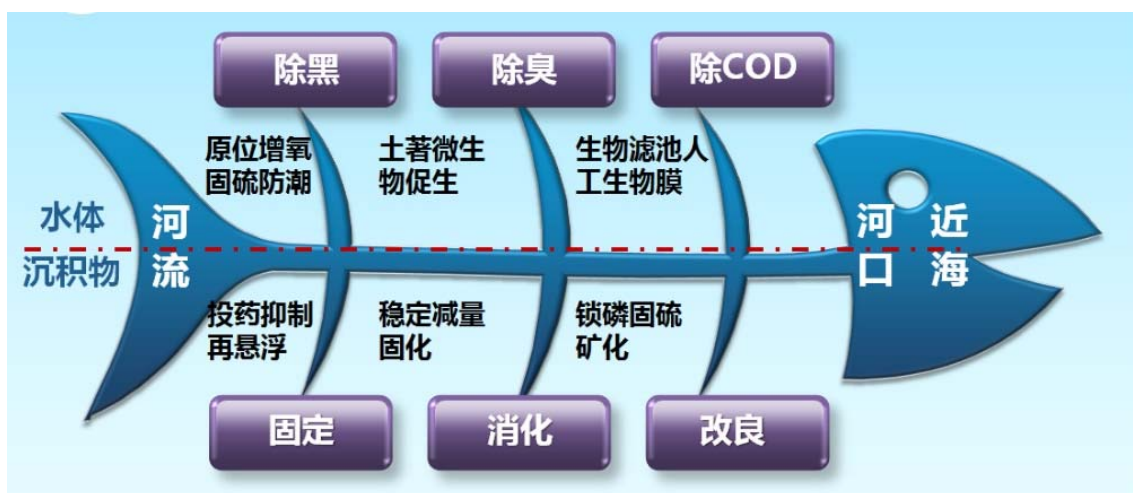
滨海黑臭水体治理与修复

基于河道水体与沉积物污染程度及纳污负荷，因地制宜地运用原位水质修复、底泥消化与固定以及土著微生物促生、高效增氧等技术手段，提升河道水质、增强水体自净能力与抗污染冲击能力，同时营造水体景观，实现人水和谐。

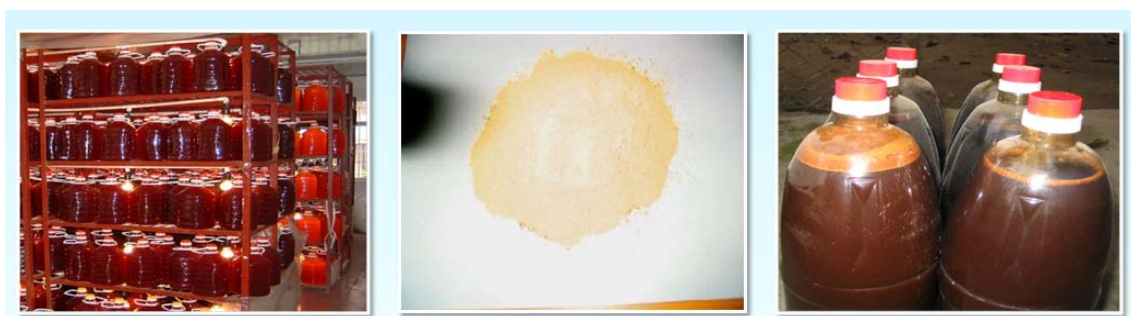
技术指标：水体去除黑臭，COD、氨氮等主要指标达到国家地表水标准 V 类水标准。

转化所需投资（万元）：200 万元。

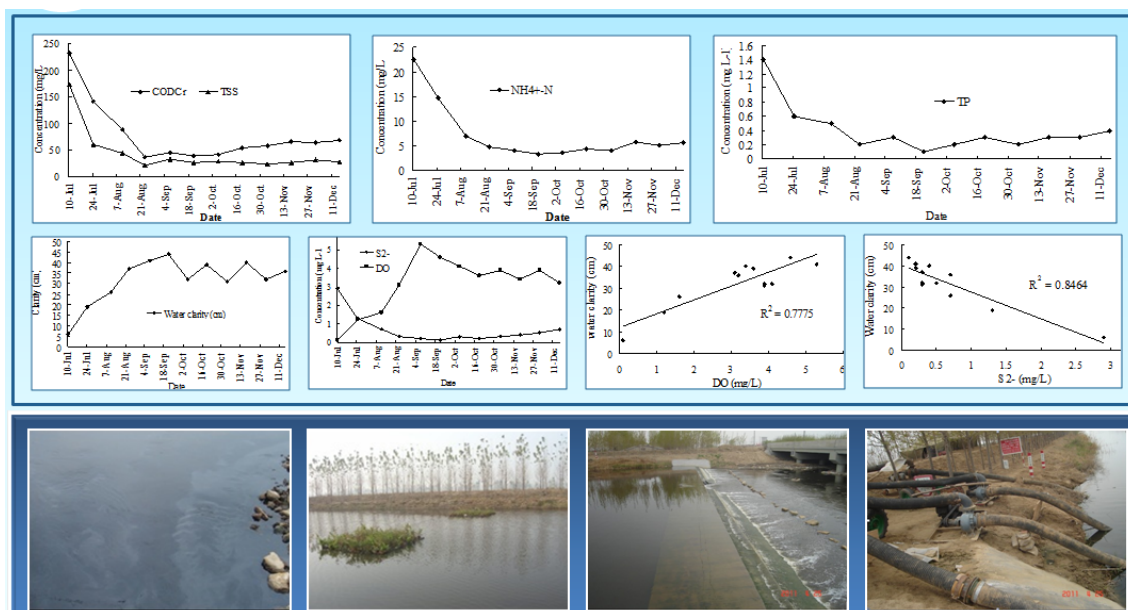
项目转化后经济社会效益情况：消除区域黑臭水体，辐射或带动滨海城市黑臭河道治理技术发展。



对入海河流污染水体和沉积物进行同步治理，实现陆源污染的大幅减排，削减河口及近岸海域水质的污染负荷。



自主研发的系列微生物制剂并实现批量生产和工程化应用



工程案例之一：治理后河水不再黑臭，当地百姓又重新采用河水直接浇灌农作物

成果来源单位：中国科学院海岸带研究所

农村和小城镇生活污水处理技术—高负荷地下渗滤污水处理复合技术

农村和小城镇生活污水治理不仅对水环境治理和生态环境保护具有重要意义，而且事关美丽乡村建设和乡村振兴战略。常规污水处理技术要么所需土地面积很大（人工湿地、地下渗滤等），要么运营维护费用很高（接触氧化、氧化沟等），导致已建村镇生活污水处理终端设施的正常运营率很低。广州地球化学研究所陈繁荣研究员及其团队历经 10 余年对矿物-水界面有机质和污染物转化机理的研究，成功研发了“高负荷地下渗滤污水处理复合技术”。

高负荷地下渗滤系统由多个不同的功能-结构层科学组合而成，每个功能-结构层有特定的滤料配方，其中有多层水平和垂直分布的管网，控制水和气的运移，并辅以合理优化的运行模式，以控制污染物的迁移和微生物群落分带。污水经过沉淀和厌氧预处理后，通过污水泵间歇性进入高负荷地下渗滤系统。污水在滤料中横向运移和向下渗滤的过程中，其中的污染物被滤料拦截吸附，并最终通过微生物降解和转化去除。通过加入特定功能的高效微生物菌落剂控制污染物的迁移和微生物群落分带，并通过加入特定功能的高效微生物菌剂以加速污染物的分解转化。此外，本技术将高负荷地下水渗滤系统与深度处理系统有机结合，实现了系统的自动反馈调整 and 不同子系统之间的协同耦合，保障系统的产期稳定运行。

技术研发成功后，先后获得多个国家发明专利，并于 2010 年入选住建部和科技部“村镇宜居型住宅技术推广目录”，于 2010、2012、2013 年连续入选环保部“国家鼓励发展的环境保护技术目录”。截止目前，先后在全国 15 个省市建设应用及示范项目 700 余个，处理规模 15 吨/天至 3000 吨/天。2014 年，陈繁荣研究员被授予浙江省“美丽乡村建设突出贡献者”称号，2015 年获得“中科院科技促进发展奖”。

技术对比表

技术类型	人工湿地	生物处理技术 (SBR、MBR等)	高负荷地下渗滤污水 处理复合技术
技术特点	生态处理 设备简单	工业化处理 设备复杂	仿生态处理 设备简单
占地要求	约15m ² /吨 种植水生植物	< 1m ² /吨 需与人群隔离	约1.3m ² /吨，地表可 用作花园式休闲场地等
运行管理	<0.1元/吨， 频繁收割、 复种植物较繁琐	1-5元/吨，多故障， 需长期专业维护	<0.1元/吨， 维护简单
受气候影响	大	较大	小
二次污染	蚊虫、异味	污泥、异味	无

A 主要优点和技术经济指标 Advantages, Technical & Economic Indicators

- 1、**用地较少且不需要专用土地：**日处理1吨污水的渗滤面积1.0-1.5m²，地表可规划为花园绿地、建设人行道供休闲小息，或用作旱地。
- 2、**一次性投资小：**由于系统规模较小，其建设成本较低。
- 3、**运行电耗很低：**<0.1度/吨污水。
- 4、**操作维护简便：**设备简单且间歇性短时工作，使用寿命很长，几乎不需要日常管理。
- 5、**处理效果好，运行稳定：**出水可达到城镇污水处理厂一级A类排放标准。
- 6、**无二次污染：**无异味，不滋生蚊虫，将污水处理厂变成公园。
- 7、**受气候条件影响小：**在北方、冬季均可正常运行。
- 8、**符合国情需求：**我国土地资源珍贵，经济欠发达，缺少污水分散处理设施运行保障机制，气候条件变化大。为了保障污水分散处理设施的建设和正常运行，本技术在大多情况下具有不可替代性（详见附录一）。
- 9、**使用灵活：**3-5户联用技术产品至日处理数千吨工程项目，根据实际情况灵活设计。



浙江省义乌市佛堂镇芦塘下村生活
污水处理站（80 吨/天）



广东顺德乐从良村北、东区
污水处理站

成果来源单位：广州地球化学研究所

生活垃圾热能处理机

建设现代美丽乡村，生活垃圾处置是一个不可回避的突出环境难题。随着现代乡村生活水平的提升，生活垃圾的组成特征已发生了改变，传统的堆肥方式对相当一部分乡村生活垃圾已不适用；乡村地区相对地广人稀，用填埋或焚烧的处置方法，垃圾“收运转”成本相对更高。因此，亟需开发高效、经济、清洁的就地垃圾处理技术。针对这一现实需求，中国科学院广州地球化学研究所与广州市晶科电器有限公司合作研发的生活垃圾热能处理机，实现了农村生活垃圾的经济清洁的就地处理，在我国多个省市已逐渐获得应用和认可，在三沙市永兴岛、烟台长岛等海岛和其它特殊地区受到欢迎；同时也走向国门，开始在“一带一路”国家地区（泰国、缅甸、老挝、马来西亚、沙特阿拉伯、南非等）的环境建设中发挥作用。

利用该技术也可对分拣出的有机生活垃圾进行就地处理，以减少有机生活垃圾转运成本，同降大幅减少有机生活垃圾对填埋场宝贵空间的浪费，大幅减少渗滤液产生及其处理成本（国外一般不对高有机质含量的垃圾进行填埋处理），也减少安全风险（如填埋场有机垃圾分解产生的甲烷气可能产生爆炸）。该设备的主要特点和优势表现在：

1. **节能：**主机工作时不用油、不用电、不用任何其它辅助燃料，只有送料系统（考虑农村留守老弱人群，将人工送料改为自动送料）和烟气处理系统少量用电。
2. **减量明显：**处理后的残渣相对于处理前废弃物 $\leq 5\%$ ，即减量化 95%以上。
3. **排放达标：**烟气二恶英浓度均低于标准限值 0.1ng TEQ/m^3 。无异味排放。看不到任何“黑烟”和“白烟”。
4. **处理就近、就地化：**无需收集、转运和集中处理，可节约运输成本和大量的土地资源。
5. **“傻瓜机”：**普通人员通过短期培训均能操作，维护保养非常简单，无附加保养费用。
6. **费用低：**含设备投资成本处理费用约 150 元/吨，按每人每天产生 0.5 公斤生活垃圾计，每人每天支付生活垃圾处理费用不足 0.1 元。设备量产后费用可进一步降低。
7. **占地少：**已稳定运行 11 年的广州九龙的垃圾热能处理机仅在一个垃圾转运站原址改造即可。
8. **自由组合：**从处理能力从每日 0.5 吨到数十吨可选，可依据实际需求配置。
9. **启动简单：**第一次启动时只需要用旧报纸简单引火即可启动；后期即使主机一个星期内没有处理垃圾，装填垃圾后亦可自行启动处理。
10. **环境友好、人畜无害：**人或动物所能触及的处理设备任何部件表面，均不会产生烫伤或者其他伤害。



设备示意图，占地一般 20 平方左右，主要是烟气处理设施占地（按最严格的烟气排放标准达标），目前正努力将烟气处理设备小型化



部分实际应用现场图片



南海三沙岛实际应用现场图

成果来源单位：广州地球化学研究所

高灵敏表面离子化检测器 (SID)

SID 检测器是一种对有机胺类化合物具有高选择性和高灵敏度的检测器。它基于表面(热)离子化原理设计,利用有机胺类化合物在金属表面加热电离的特点对其进行检测。检测器适用于任何型号的气相色谱仪,可作为气相色谱专用型检测器。具有体积小、灵敏度高、选择性高的优点;可用于有机胺类和胍类化合物的检测;既可以与毛细管和填充柱气相色谱等系统联用,也可以作为传感器单独使用。

主要技术指标:

最小检出量: 10-15 g/s (叔胺)

选择性: 5-7 个数量级 (对烃类、酮类)

使用温度: 250-300 °C

适用载气: 惰性气体, 空气 (用作传感器)

技术特点:

该检测器只对有机胺类化合物响应高,而对烃类、含氧、含氮、含硫、含卤素以及芳烃类有机物响应值极低,响应比值达 $10^5 \sim 7$ 。SID 对水的响应值仅有胺的 10^{-9} ,因此可以直接分析水中有机胺。

投资与收益:

适用于各种油品、食品和环境样品中胺类物质的检测,还可用于药物代谢、化工分析等领域中有机胺类和胍类化合物的测定,还适合公共安全领域的神经毒剂现场监测。市场容量大,具有广阔的推广应用前景。

合作方式: 技术转让。

投资规模: 小于 20 万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

大气样 VOC 在线采样-富集-热脱附-色谱进样联用装置

该联用装置由采样-脱水-富集柱-热脱附加热器、抽气装置和流路控制部分构成。装置以制冷压缩机为冷源，对大气样品中的组分进行低温吸附；再经过一次热脱附直接进入气相色谱仪进行分离分析，无需二级冷冻聚焦装置，实现了冷阱浓缩/热脱附装置与气相色谱仪的直接联用。相比于传统的以液氮和半导体制冷为冷源的热脱附仪，研制的联用装置的富集温度仅需要-10℃，结构简单、功耗小、成本低。对大气中挥发性有机物具有 500~1000 倍的富集倍数。

主要技术指标

采样量：100~500 mL

抽气流量：15 mL/min

热脱附温度：不大于 300 °C

升温速率：150 °C /min

色谱进样模式：阀进样

检出限：15 ~ 60 ppb (V/V)，C2-C4 烃，FID 检测；

冷却时间：不大于 5 min

总功耗：150 W

整机重量：15 kg（不包括色谱部分）

技术特点：采用多级混合吸附剂填充制备采样吸附管，能够在-10℃ 低温下对 C2-C4 烃类化合物实现高倍数富集。与传统的液氮和半导体制冷系统相比，功率消耗小、制冷效率高，成功解决了 C2 烃类的低温富集难题。装置可与任何通用型气相色谱仪或色谱-质谱仪直接联用，无需二级冷阱或者二次聚焦。

专利状态：授权专利 2 项

投资与收益：用于环境、化工等领域中气体样品的野外、实时、在线测试，也可用于实验室样品分析，具有广阔的推广应用前景。

合作方式：技术转让

投资规模：小于 20 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

催化湿式氧化处理高浓度有机废水技术

催化湿式氧化 (Catalytic Wet Air Oxidation, 简称 CWAO) 技术是在一定的温度、压力和催化剂的作用下, 经空气氧化, 使污水中的有机物及胺类分别氧化分解成 CO_2 、 H_2O 及 N_2 等无害物质。CWAO 技术具有净化效率高, 流程简单, 占地面积小等特点, 有广泛的工业应用前景。CWAO 技术适用于治理焦化、染料、农药、印染、石化、皮革等工业中含高化学需氧量(COD)或含生化法不能降解的化合物 (如氨氮、多环芳烃、致癌物质 BAP 等) 的各种工业有机废水。我国国内 CWAO 尚处于正在进行产业化阶段, 目前国内仅有少数几套催化湿式氧化设备, 并且多为日本大阪煤气公司的技术, 因此该公司的技术使用费及催化剂价格等很高, 极大限制了该项技术在国内的推广应用。

大连化物所拥有从事环境治理技术研究的专业队伍, 在油田含油污水处理及资源化利用、化工行业废水处理方面已有 20 多个项目成功实施。先后承担了“863”、“973”等国家攻关项目, 主持过国家“十五”863 重大项目—“湿式氧化催化剂和反应器的研制与开发”课题以及“十一五”863 重点项目—“高浓度难降解有机废水处理新技术开发”中“强化催化氧化集成技术与装备”课题, 技术实力雄厚。我所在二十世纪八十年代末即开展催化湿式氧化处理高浓度有机废水技术的研究, 至今已建立起了九套小试连续反应装置以及四套工业化装置 (深圳市危险废物处理站有限公司 (24 t/d)、万华化学集团股份有限公司 (48 t/d)、天津北方食品有限公司(80 t/d)和北京天罡助剂有限责任公司(72 t/d)), 制备出拥有自主知识产权的贵金属—稀土金属双组分催化剂 (专利号: CN1084496A), 其各项指标达到国际水平, 所研制成功的车载型催化湿式氧化处理废水装置 (最大处理量为 0.5 t/d), 已顺利地通过了由国家经贸委组织的技术鉴定, 获准进行工业化应用批量生产, 并且其已被列入国家“十五”期间环保重点攻关项目的新产品。1992 年, 贵金属—稀土双组分催化剂通过中科院沈阳分院鉴定。2002 年, 车载型催化湿式氧化处理废水装置获得“中国机械工业协会”科技进步二等奖。2015 年, 高浓有机废水催化湿式氧化处理技术获得山东省科技进步二等奖。该技术整体达到国际先进水平, 节能减排示范作用显著, 具备推广条件。近年来, 催化湿式氧化技术几套工业化装置的稳定运行, 将提供大量的基础运行数据, 有利于进一步优化改进, 确保技术的稳定性、安全性, 增加了技术可靠性, 增强了企业的信心, 减轻了技术推广的阻力, 将大幅推动该技术在国内外废水处理领域的推广和应用。目前, 我所可提供处理废水为 24~200 吨/天规模催化湿式氧化成套技术。

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

焦炉烟气低温 SCR 法脱硝技术

针对焦炉烟气特点，开发了整体涂层式低温高效脱硝催化剂用于焦炉烟气脱硝。本催化剂为一种涂层式蜂窝陶瓷状宽温 SCR 脱硝催化剂，具有低温活性好、处理能力大、抗毒能力强等特点。根据不同的烟气条件，如温度、灰含量、压力、组成等特点，有针对性地对孔节距、活性组成、催化剂排布方式等进行优化设计，能够满足多种应用场合，如焦化烟气、玻璃窑炉烟气、陶瓷窑炉烟气以及硝酸尾气等脱硝要求。

该催化剂具有以下突出特点：

1. 低温脱硝活性高，200~250℃之间可达到90%以上脱硝率；
2. 温度窗口宽，在180~450℃之间起作用；
3. 对催化剂进行工程设计使得催化剂具有良好的低温抗硫中毒能力，230℃时可在SO₂为300 mg/m³的烟气中长时间工作；
4. 脱除精度高，可保证出口尾气中NO_x浓度小于20mg/m³；
5. 操作空速大，处理能力强，反应空速在10000~20000hr⁻¹，是传统催化剂的4~5倍。可大大缩小反应器体积，减少占地面积，特别适用于空间紧张，对占地面积有严格要求的焦炉改造项目。

2015年中国科学院大连化学物理研究所与江苏爱尔沃特环保设备工程有限公司、江苏沂州煤焦化有限公司三方联合，采用该技术为江苏沂州煤焦化有限公司3#焦炉进行烟气脱硝治理，建设了脱硝工业示范装置。该装置于2015年11月17日开车成功后，一直稳定运行，反应器出口氮氧化物浓度小于100mg/m³，满足焦化行业最严格的排放标准。在3#焦炉脱硝装置成功运行的基础上，江苏沂州煤焦化有限公司继续采用我所技术为其剩余3座焦炉进行脱硝改造。我所根据第一套示范装置的运行数据，对催化剂及反应器进行了优化设计，在保证催化剂脱硝性能的前提下，系统阻力降大大降低，为企业节约了运行费用。截至2017年3月份，已有数家工程公司与我所签订催化剂购货合同，我所为十几套焦炉烟气脱硝工程提供低温脱硝催化剂及工艺包，催化剂累计供货量已达300立方米，市场应用前景良好。

投资与收益：我国目前焦炉约有两千余座，焦炉烟气排烟温度较低，约为230~280℃，传统火电厂用脱硝催化剂不能满足要求，市场对高效低温脱硝催化剂需求旺盛。

合作方式：技术许可

投资规模：大于1000万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

催化湿式过氧化氢氧化技术处理工业废水

催化湿式过氧化氢氧化技术(Catalytic Wet Peroxide Oxidation, 简称 CWPO), 是高级氧化技术的一种, 是指采用过氧化氢做氧化剂, 在反应过程中催化过氧化氢分解为氧化性更强的羟基自由基($\cdot\text{OH}$), 进而将有机污染物氧化为小分子有机物甚至直接矿化为 H_2O 和 CO_2 的技术。CWPO 技术在常温常压下即可反应, 并且具有操作简单、经济环保等特点, 因此在难生物降解的中低浓度有机废水处理领域受到了广泛的关注。

大连化物所从 2005 年就开始了 CWPO 技术的研究工作。在 CWPO 技术中, 非均相催化剂将活性组分负载于载体上, 具有活性组分不易流失, 催化剂易从水中分离、可循环使用的优势, 并大大减少了对反应设备的腐蚀和副反应的发生。大连化物所针对不同性质的工业废水已研发多种高效催化剂, 且具备 100 吨/年的催化剂生产能力。CWPO 技术目前已在垃圾渗滤液、煤化工废水及印染废水等多行业废水处理领域中有着重要应用, 该技术既可用于废水生化前的预处理, 又可用于废水的深度处理。2011 年, 大连化物所成功完成了 CWPO 技术处理辽宁宏丰印染废水的中试放大实验, 印染废水经 CWPO 处理后, COD 去除率接近 80%, 色度去除率约 90%, 处理成本在 2.3 元/吨。2015 年, 大连广泰源环保科技有限公司采购大连化物所研发生产的 CWPO 催化剂 60 吨, 用于处理垃圾渗滤液废水, 处理后可达标排放。大连化物所将 CWPO 技术与广泰源环保科技有限公司的 MVR 技术进行集成。该组合处理工艺包括预处理系统-蒸发洗气系统-催化湿式过氧化氢氧化系统。蒸发洗气系统处理后出水温度在 60-100 度之间, 出水 COD 值为 80-200 mg/L, 催化湿式过氧化氢氧化处理后废水 COD 值低于 50 mg/L。2016 年, 大连化物所与中钢集团鞍山热能研究院有限公司合作, 成功完成了 CWPO 技术处理煤化工废水的中试研究。2017 年, 中钢集团鞍山热能研究院有限公司采购大连化物所研发生产的 CWPO 催化剂 100 吨, 用于煤化工废水处理的工业化放大。该项目进展顺利, 近期将开车投入使用。

目前 CWPO 技术申请专利 6 件, 授权 1 件。

投资与收益: 目前可提供各类工业废水处理工艺包、小试中试装置、催化剂产品等, 中试装置 30~40 万元/套、催化剂价格在 2~4 万元/吨不等。

合作方式: 合作形式另议

投资规模: 20 万~100 万(不含)

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

用于汽车发动机燃烧性能评价的在线质谱仪

汽车发动机动力来源于汽缸内油气的燃烧产生的爆发力对活塞的推动,因此发动机产生的动力大小与其燃烧状态密切相关。发动机燃烧状态可以通过对汽车尾气的成分及其中气溶胶颗粒的粒径和成分的实时监测做出评价。我所研制了用于汽车发动机燃烧性能评价的在线质谱仪(专利号:200610011793.2,200610134947.7,200710011223.8)主要由飞行时间质谱仪和气溶胶粒径测量装置两部分构成。采用硅橡胶膜富集进样,对组分监测下限达到25 ppb;电离源使用VUV光软电离,谱图识别简便;飞行时间质谱仪响应速度达微秒级的,适于实时、在线分析;分辨率可达500;质量数范围为1-600。气溶胶粒径测量装置可准确测定10-1000 nm 粒径范围内纳米气溶胶的数浓度粒谱分布,粒子数浓度范围为1-10⁸ 个/cm³,且可以实时监测气溶胶浓度及粒径分布的时间演变。仪器全部功能由计算机控制,集成化和自动化程度高,使用方便。这种在线质谱仪操作简单,使用方便,整个仪器安装在体积为100×60×105 cm 的可移动框架上,便于实现现场分析。主要可应用于汽车发动机及其它内燃机燃烧性能的评价、汽车尾气中气溶胶和挥发性有机物浓度的在线监测、环境中气溶胶粒径分布的实时测量等领域。

合作方式:技术转让。投资规模:大于1000万

成果来源单位:中国科学院大连化学物理研究所

用于垃圾焚烧过程二噁英前驱物实时监测的在线质谱仪

垃圾焚烧过程中产生的二噁英类有机污染物毒性强，造成持久性环境污染，严重危害人类生命健康。对焚烧过程中二噁英前驱物（氯苯、氯酚、多氯联苯、多环芳烃等）实时监测，有助于研究二噁英的形成机理，从源头减少二噁英的排放。我所研制的用于垃圾焚烧过程中二噁英前驱物实时监测的在线质谱仪（专利号：200610011793.2, 200810013526.8, 200810013525.3, 201310689368.9, 201410609679.4），吸附-热解吸进样，采用三根并联的 Tenax Ta 采样管，高通量，富集倍数高；使用无窗 VUV 灯软电离源，谱图简单，长时间运行稳定性高；自动化设计，仪器可在无人值守下自动运行；飞行时间质谱仪作为质量分析器，有微秒级的快速响应速度，一次扫描即可得到全谱，特别适用于环境样品的实时、在线分析。该在线质谱仪采用小型化设计，分辨率达到 3000，质量数范围 1~500，对垃圾焚烧烟气中一氯苯、二氯苯和三氯苯的定量限（LOQs）分别低至 7.65, 5.37 和 6.77 pptv。整套系统成功用于实际的垃圾焚烧烟气在线监测，无人值守下连续运行三个月，三个月中烟气中一氯苯、二氯苯和三氯苯的浓度分别在 100~1200, 50~800 和 50~300 pptv 范围波动，仪器灵敏度的相对标准偏差只有 9.71%。仪器操作方便，全部功能由计算机控制。这种在线质谱仪操作简单，使用方便，小型化的设计可实现便携，适用于现场分析。主要可应用于垃圾焚烧中二噁英前驱物的在线分析、环境突发性事故中有害物质的在线监测、痕量有害气体的在线分析、公共场所空气质量的快速评定等领域。各环境监测站和垃圾焚烧厂均可配备，市场前景广阔。

合作方式：技术转让

投资规模：大于 1000 万

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

高精度在线测 NH₃ 仪

NH₃是大气环境中含量最多的碱性气体,能与NO_x、SO₂等酸性气体反应生成铵盐,为二次气溶胶的形成提供凝结核,加剧灰霾天气的生成。通过干湿沉降,大气中的NH₃进入水、土环境,引起水域的富营养化和土壤酸碱性的改变。我所研制的高精度在线测NH₃仪,可用于重点行业大气污染源排NH₃的高精度在线监测。仪器分析时间<1 s,动态线性范围≥3个数量级,检测限0.001 mg/m³,满足国家行业最新标准和超低排放监测的要求。这种高精度在线测NH₃仪具有灵敏度高、检测快速、结构简单、操作方便等特点,有望成为我国大范围组网监测污染源排放的NH₃的最佳选择,市场应用前景广阔。

合作方式: 技术转让

投资规模: 大于 1000 万

成果来源单位: 中国科学院大连化学物理研究所

挥发性有机物（VOCs）催化脱除技术

挥发性有机物为能参加大气光化学反应的有机化合物，VOCs 排放涉及到化工、喷涂、印刷、制药、塑料和橡胶加工等众多行业，其成分复杂，大体包括三苯类（芳香烃、多环芳香烃等）、含氧类 VOCs（醇类、酮类、酚类、醛类和酯类等）、烃类（如烷烃、烯烃）、含杂原子 VOCs（如卤代烃等）以及低碳烷烃类（如乙烷、丙烷等）。鉴于 VOCs 对环境和对人体健康的危害，其排放控制引起了各国政府的高度重视。美国、欧盟、日本等相继出台了一系列 VOCs 排放标准及减排计划。我国为了应对日益严重的环境污染问题，我国从 2010 年 5 月到 2015 年 6 月，5 年间，出台了 12 项法规政策以确保 VOCs 得到有效控制。在国家环保十三五规划纲要中，明确提出对 VOCs 排放进行总量控制，并试点征收 VOCs 排污费。VOCs 的排放控制技术主要可分为物理回收和化学降解两大类技术，其中催化燃烧法以及催化燃烧和吸附浓缩、低温分离等的耦合技术，其本质是在催化剂的作用下 VOCs 发生完全氧化反应，具有适用处理废气浓度范围广、能够彻底将 VOCs 转化为 CO_2 和 H_2O ，无二次污染问题，并且可处理易燃易爆气体，是 VOCs 净化的最有效方法。大连化物所科技部重点研发项目、自然科学基金项目等资助下，针对典型的四类 VOCs 气源特点，进行了燃烧催化剂及工艺技术的开发。开发出针对含氧类 VOCs、芳香类、低碳烷烃类以及含杂原子类等系列 VOCs 净化催化剂，催化剂能够满足对苯二甲酸、丙烯酸、丙烯腈、顺酐等生产过程产生的 VOCs 尾气的催化净化。同时，还开发出蓄热催化净化工艺（RCO）、吸附-浓缩-催化净化等 VOCs 净化工艺，可以满足不同的 VOCs 气源和工况特点。目前，相关技术已成功完成了对苯二甲酸尾气催化净化技术工业侧线试验。目前，已经申请相关发明专利 24 件，授权 7 件。

投资与收益：大连化物所开发的 VOCs 净化催化剂具有高的催化活性和稳定性，催化剂性能完全能够和国外进口催化剂相媲美，催化剂成本低于同类产品。

合作方式：合作形式另议

投资规模：100 万~500 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

臭氧催化氧化处理工业废水

通过在臭氧中添加催化剂的非均相催化臭氧氧化（HCOP，Heterogenous catalysis ozonation process）是一种用于水处理的绿色高效技术，并且在酸性和碱性环境下都有应用。利用臭氧（ $E_0=2.07\text{V}$ ）在催化剂的作用下生成氧化能力极强的羟基自由基 $[\bullet\text{OH}]$ （ $E_0=2.80\text{V}$ ）和单原子氧 $[\text{O}]$ 等活性粒子的性质降解有机和无机污染物，如苯、酚及其衍生物，氰化物、硫化物、铁及腐殖酸，杀虫剂、除草剂等，同时具有脱色、除臭、杀菌作用。

HCOP 技术被认为是一种可以替代高级氧化的提高废水可生化性的一种方法，通过断裂有机物化合键链而减小有机物分子量或直接氧化成二氧化碳和水。目前公认的臭氧氧化机制有两种，一种是在催化剂的表面臭氧分子分解产生 $\bullet\text{OH}$ ，另一种即臭氧的直接氧化作用，分子中的氧原子具有强烈的亲电子性，臭氧分解产生的新生态氧也具有很高的氧化活性。

HCOP 技术在常温低压温和条件下进行，目前主要作为其他废水处理单元（如混凝沉淀、生化氧化、活性炭吸附等）的预处理或深度处理技术，适用于高盐低浓度有机废水，结合 Fenton、CWPO、铁碳内电解等技术提高出水可生化性，适用于处理 COD 属中低浓度的生活污水及工业废水。

本组自主研发并生产的多种催化剂为满足不同类别工业废水的处理提供更多可选性，适于不同酸碱度废水、对盐度条件不苛刻。目前申请专利：一种微通道内强化臭氧氧化降解五氯苯酚的方法 201310047909.8 受理；一种煤气化浓盐水及生活污水组合处理方法 2016112801234800 受理。

投资与收益：目前可提供技术方案设计及催化剂产品销售，催化剂价格在 2 万~4 万元/吨不等。

合作方式：合作形式另议

投资规模：20 万~100 万(不含)

成果来源单位：中国科学院大连化学物理研究所

超低污染物排放燃气燃烧器及燃烧技术

随着国家环保法规日益严格和煤改气政策陆续落地,各种燃气(天然气,液化气等)将成为主要燃料。传统火焰燃烧器燃烧尾气中仍含有较高浓度的有毒有害气体,如一氧化碳,氮氧化物以及未充分燃烧的燃料,市售低氮燃烧锅炉尾气一般仍高于国家排放标准。燃气的完全洁净燃烧需要开发革命性的燃烧技术和燃烧器。我方开发了一种催化无焰燃烧器和相应的燃烧技术,目前单燃烧器可在 30kW 热功率工况下达到上述污染物的近零($<5\text{ ppm}$)排放,远低于国家排放限值。该燃烧器结构简单,体积小,可实现多燃烧器并联以满足不同的功率要求。本技术已申请国家发明专利并已获得国家实用新型专利授权(专利号 ZL201620323227.4)。本项目拟合作开发热功率为千瓦到兆瓦级的超低污染物排放燃烧器,并应用于家用燃气供热设备以及供热站和发电厂用大型燃气锅炉。项目成功后,开发的颠覆性新型燃气燃烧器具有以下优点:

1. 尾气中有毒有害物质(如 CO , NO_x 和 HC)的浓度可 $<5\text{ ppm}$,远低于国家排放限值,尾气可直接排放,大型锅炉无需额外脱硝设备;
2. 燃料燃烧完全,热效率高。

投资与收益:煤改气政策的实施,使得燃气锅炉和家用供热设备市场缺口巨大,而且随国家环保标准提高,现有燃气锅炉都面临升级换代压力,超低污染物排放燃气燃烧器顺应国家政策和市场需求,具有广阔的市场前景。该设备制造成本可与市售产品相当,采用独有新技术,溢价空间大,投资回报率大。

合作方式:合作开发

投资规模:100 万~500 万(不含)

成果来源单位:中国科学院大连化学物理研究所

六、医养健康产业

(一) 新药开发

抗艾滋病候选药物赛拉维诺

艾滋病是一类严重威胁人类生命健康的全球性传染病。趋化因子受体 CCR5 已成为发现新型抗艾滋病药物的明确靶点。本课题基于 CCR5 这一新型抗 HIV 靶点开展创新药物研究,开发了结构新颖、低毒高效且具有自主知识产权的 1.1 类抗艾滋病候选药物 CCR5 拮抗剂。该项目为满足艾滋病病人的临床需求具有重大的社会意义。马拉维诺是目前唯一获得美国 FDA 批准的 CCR5 拮抗剂,在临床使用过程中具有种属差异大、生物利用度低、hERG 抑制活性强、临床剂量大的缺陷,我们为了有效地克服马拉维诺的临床缺陷,满足艾滋病人的临床需求,通过综合分析其代谢途径,设计合成了全新结构母核的 CCR5 小分子拮抗剂,通过对百余个化合物的体外活性筛选,获得了高效低毒的候选药物赛拉维诺。该化合物体外抗艾滋病病毒活性优于上市药物马拉维诺,治疗指数是马拉维诺的 6 倍;大鼠暴露量和生物利用度是马拉维诺的 3 倍,该候选化合物具有种属差异小的特点,对 hERG 和 P450 酶抑制活性较弱,提示该候选药物解决了马拉维诺的药物-药物相互作用等问题。大鼠和犬的长毒安全性评价结果均优于马拉维诺,表明该候选药物安全性优良。目前已完成全部临床前研究工作,2018 年申报临床。

技术指标:

- (1) 完成了系统临床前研究,申报临床
- (2) 实现了公斤级样品制备,研发工艺成熟。

转化所需投资(万元): 价格面议。

项目转化后经济效益情况:

2016 年,全球抗 HIV 药物销售额为 230.23 亿美元,2011-2016 年复合增速为 8.4%,显著高于全球药物市场 3.5%的平均增长率。随着价格约束、专利失效、仿制药的冲击等因素,未来 HIV 治疗市场将进入平稳的增长期,预计 2022 年市场价值将增长到 320 亿美元。

马拉维诺是唯一上市的 CCR5 小分子拮抗剂,该药物 2017 年的销售额为 2.48 亿美元。本项目研发药物赛拉维诺具有我国自主知识产权,若能成功上市,将为我国提供具有自主知识产权的 I 类口服抗艾滋病药物,具有重要的社会意义和经济效益。

成果来源单位: 中国科学院上海药物研究所

抗癫痫 1 类新药 TPN102

癫痫是由多种病因引起的慢性脑部疾病，以脑神经元过度放电导致反复性、发作性和短暂性的中枢神经系统功能失常为特征。目前癫痫治疗多以药物控制为主，约 30%患者（难治性癫痫患者）对于现有药物均不敏感，因此临床亟需新的抗癫痫药物。

TPN102 为在研的新型抗癫痫药物。TPN102 在多种癫痫模型中均表现出明显的治疗作用，且效果优于一线抗癫痫药托吡酯，并且在托吡酯无效的难治性癫痫动物模型中，表现出良好的治疗效果。TPN102 药代性质优良、神经毒性低、主要毒性表现为扩大的药效学反应，表现出良好的安全性。

TPN102 已于 2018 年 6 月获得 CFDA 签发的“药物临床试验批件”，正在准备 I 期临床研究。

技术指标：药效、安全性好，药代性质优良。

转化所需投资（万元）：12000

项目转化后经济效益情况：约 30%难治性癫痫或者无有效治疗药物，TPN102 在临床前表现出对难治性癫痫良好的治疗作用，一旦上市必将带来良好的经济效益。

成果来源单位：中国科学院上海药物研究所

塞来昔布纳米冻干崩解片

针对塞来昔布溶解度差，生物利用度低，不良反应严重和起效慢等特点，创新性的将纳米研磨技术和冷冻干燥技术结合，制备塞来昔布纳米冻干崩解片，主要技术特征和创新点有如下几个方面：运用纳米研磨技术，降低药物粒径，得到稳定的纳米级药物，显著提高药物的体外溶出度和体内生物利用度，降低药物剂量，减少不良反应发生率；运用冷冻干燥技术，快速冻干纳米混悬液，制备口腔崩解片，少量唾液即能快速崩解，药物起效快，提高急性疼痛治疗效果，还可用于吞咽困难的患者；纳米研磨技术和冷冻干燥技术可实现工业化大生产，重复性强。

技术指标：

总体目标是开发 2 类改良型新药，完成具有自主知识产权的制剂临床前研究。

转化所需投资（万元）：300

项目转化后经济社会效益情况：

国内仅有进口塞来昔布胶囊，价格较高，垄断市场。本品与原研制剂相比，具有剂量低，不良反应小，起效快等优势。上市后，必对普通塞来昔布胶囊产生冲击，具有较强的竞争力，为患者提供更多更好的选择。

目前，该项目已申请发明专利，具有自主知识产权。

赛来昔布纳米冻干片 20mg 的药动学与市售产品 80mg 的药动学参数相当，赛来昔布纳米冻干片 40mg 的药动学相当于市售产品 80mg 的药动学参数的两倍

成果来源单位：中国科学院上海药物研究所烟台分所

一种新型长效抗艾滋药物 Gly-T20

T20, 又名恩夫韦肽, 商品名 Fuzeon, 是美国 FDA 于 2003 年批准其用于成人及 6 岁以上儿童的抗艾滋病治疗的抗 HIV 药物, 也是目前唯一上市的抗艾滋的多肽药物, 该药由瑞士 Roche 公司与美国 Trimeris 公司联合研制开发。T20 属于合成肽类 HIV 融合抑制药, 可与病毒包膜糖蛋白结合, 阻止病毒与细胞膜融合所必需的构象变化, 抑制病毒进入宿主细胞, 从而抑制 HIV-1 的复制。与传统药物相比, 该药具有全新的作用机制, 疗效显著。但作为多肽类药物, 该药在体内极易被降解, 一天至少需要注射两次, 严重地增加了患者的经济负担和身体上的痛苦。本项目通过定点糖基化修饰, 获得了一种新型抗艾滋候选药物 Gly-T20, 与 T20 相比, Gly-T20 抑制活性未受影响, 但动物体内半衰期延长了 15 倍, 有效克服了 T20 半衰期过短的问题。将特定糖链导入药物结构中从而实现延长半衰期的策略新颖, 效果明显。Gly-T20 是一种新型的 HIV 进入抑制剂, 按照初步的数据, 有望实现一周注射一次的用药频率, 具有广阔的市场应用前景。

专利名称: 一种糖基化多肽及其制备方法和其应用

成果水平及国内外同类技术水平: 自 1981 年发现首例病例以来, 全球的艾滋感染数量一直处于逐年上升态势。据联合国艾滋病规划署统计, 全球已有 3900 万人死于艾滋病。截至 2014 年底, 全球约有 3690 万人携带艾滋病病毒。自我国 1985 年发现第一例艾滋病病人以来, 截至 2014 年 10 月底, 报告现存活的艾滋病感染者和病人已达 49.7 万例, 死亡 15.4 万例。我国是世界上感染艾滋病毒人数最多的 15 个国家之一, 疫情还在上升中。艾滋病严重地威胁着人类的生存, 已引起世界卫生组织及各国政府的高度重视。

国内外有大量的科学家致力于对抗艾滋药物的研发, 但目前疗效好的抗艾药品的知识产权大多掌握在国外公司手中, 在众多抗艾滋病毒药物生产商中, 葛兰素史克、百时美施贵宝和雅培已成为三强, 2002 年 3 家的抗 HIV 药物销售额已达 40 亿美元, 占全球的 3/4; 2003 年抗 HIV 药物市场已近 60 亿美元, 平均年增长率约 5.5%。各种原因使得中国患者手中的药物价格一直居高不下, 因此, 开发出中国自己拥有知识产权的抗艾药品, 降低药品价格, 使国产药品以最快速度来抑制艾滋病治疗药物价格已成为涉及中国国家安全的战略问题。

目前大部分抗艾滋药物的研发靶点依然集中在病毒进入细胞内的过程, 如蛋白酶抑制剂等, 对病毒进入抑制剂的研发较少。而且, 开发一种完全新颖的药物周期长、风险高。本项目所得到的 Gly-T20 是以临床药物 T20 为模板得到的, 开发过程有例可依, 可最大程度缩短研发周期、降低研发成本。

完成中试或工业生产试验所需要条件: 用于实验室中试生产工艺研究的相关设备和资金

适用范围: 抗艾滋新药的研发

 CGM&CJ133907 中华人民共和国国家知识产权局	
100031 北京市西城区宣武门西大街甲 129 号金隅大厦 602 室 北京纪凯知识产权代理有限公司 关畅 	发文日: 2013 年 12 月 20 日 ✓
申请号或专利号: 201310704596.9 发文序号: 2013122000583610	
专 利 申 请 受 理 通 知 书 根据专利法第 28 条及其实施细则第 38 条、第 39 条的规定,申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日、申请人和发明创造名称通知如下: 申请号: 201310704596.9 申请日: 2013 年 12 月 19 日 申请人: 中国科学院微生物研究所 发明创造名称: 一种糖基化多肽及其制备方法和其应用 经核实,国家知识产权局确认收到文件如下: 发明专利请求书 每份页数:5 页 文件份数:1 份 权利要求书 每份页数:4 页 文件份数:1 份 权利要求项数: 10 项 说明书 每份页数:18 页 文件份数:1 份 说明书附图 每份页数:2 页 文件份数:1 份 说明书摘要 每份页数:1 页 文件份数:1 份 专利代理委托书 每份页数:2 页 文件份数:1 份 费用减缓请求书 每份页数:1 页 文件份数:1 份 费用减缓证明 每份页数:1 页 文件份数:1 份 实质审查请求书 每份页数:1 页 文件份数:1 份 说明书核苷酸和氨基酸序列表 每份页数:3 页 文件份数:1 份 提示: 1. 申请人收到专利申请受理通知书之后,认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时,可以向国家知识产权局请求更正。 2. 申请人收到专利申请受理通知书之后,再向国家知识产权局办理各种手续时,均应当准确、清晰地写明申请号。 审 查 员: 靳维冰(电子申请) 审查部门: 专利局的审查及流程管理科 200101 纸件申请, 回函请寄: 100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 国家知识产权局受理处 2010.2 电子申请, 应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外, 以纸件等其他形式提交的文件视为未提交。	

1/2

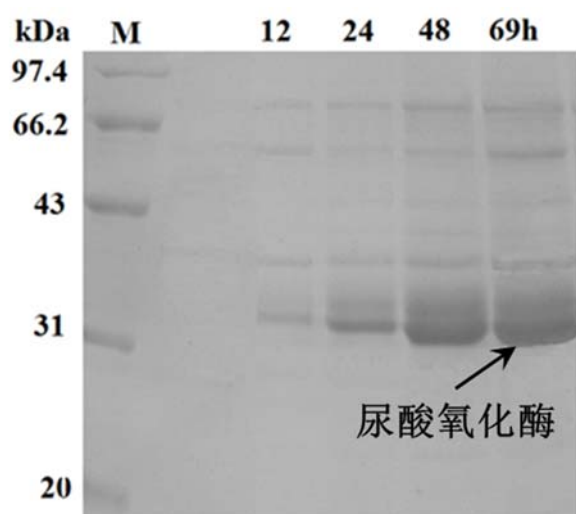
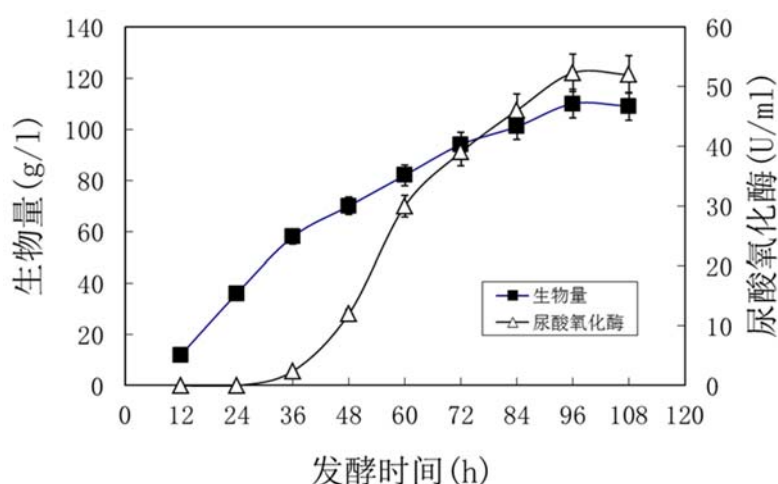
成果来源单位: 中国科学院微生物研究所

重组尿酸氧化酶-高尿酸血症预防和治疗药物

尿酸是人体嘌呤代谢的终产物。正常情况下，尿酸及其盐类在血液中浓度很低。但如果体内嘌呤代谢紊乱，或者尿酸排泄受阻，血液中尿酸浓度增高（ $420\mu\text{mol/L}$ ），就会形成高尿酸症，长期尿酸过高就引起痛风。高尿酸血症和痛风已成为威胁人类健康的常见病。

尿酸氧化酶(Urate oxidase, Uricase, EC.1.7.3.3)能够催化尿酸氧化为尿囊素和过氧化氢，但在高等哺乳动物(猿和人类)体内缺乏有生物活性的尿酸氧化酶，而以尿酸作为嘌呤代谢的终产物。利用尿酸氧化酶促进体内尿酸的分解，为嘌呤代谢紊乱疾病的诊断和治疗带来了曙光，因此尿酸氧化酶成为诊断和治疗痛风，高尿酸血症和肿瘤溶解综合征等疾病的重要医药用酶。

中国科学院微生物研究所酵母菌分子遗传学及生理和代谢工程研究组利用多形汉逊酵母表达系统实现了尿酸氧化酶的高效分泌表达，并在 5L 发酵罐对产酶条件进行了优化。尿酸氧化酶分泌表达量达到 2.1 g/l ，酶活为 52.3 IU/ml 发酵液，酶比活约为每毫克蛋白 25 个活力单位。相关技术获得了授权专利。



专利名称：一种重组多型汉逊酵母菌及其专用重组表达载体及其应用，专利号：ZL200810101801.1。



成果水平： 利用酿酒酵母表达的重组尿酸氧化酶于 1998 年在法国和德国上市，2002 年被 FDA 批准在美国上市。利用大肠杆菌表达重组尿酸氧化酶也有报道。但上述来源的重组尿酸氧化酶可能存在免疫原性风险，容易产生过敏反应，因此临床应用前需要进一步的修饰加工。而多形汉逊酵母的蛋白翻译后修饰机制更接近人或其他的高等哺乳动物，因此产生免疫原性的风险小，是国际上公认的安全型、医药用重组蛋白表达宿主。本成果利用具有自主知识产权的多形汉逊酵母表达系统实现了尿酸氧化酶的高效分泌表达，产量水平高于目前国内外报道的水平，有很好的市场前景。

完成中试或工业生产试验所需要条件：常规的酵母菌发酵设备和蛋白质分离提纯设备。

适用范围：生物医药。

成果来源单位：中国科学院微生物研究所

降血糖海洋新药 OSS 的研制

目前市场上尚无理想的治疗糖尿病的药物，所以寻找有效的降糖药物是防治糖尿病及其并发症的重要研究内容。该项目在国内外首次采用基团保护定位技术制备了壳聚糖硫酸酯衍生物 OSS，药效学研究表明，降血糖海洋新药 OSS 对四氧嘧啶糖尿病小鼠血糖有明显的降低作用，其效果与阳性对照药苯乙双胍相当，且明显好于优降糖；能显著改善正常小鼠糖耐量，且可升高四氧嘧啶糖尿病小鼠的血清胰岛素水平。毒理学研究表明，灌胃给药，药后观察 7 天未见动物出现明显毒性反应，小鼠一日灌胃给药的最大耐受量大于 10g/kg，说明 OSS 药用是安全的。2004 年通过了青岛市科技局组织并主持的专家鉴定，专家们一致认为：该项目在制备技术及降血糖效果方面达到了国际先进水平。该项目已申报国家发明专利 3 项，其中 1 项已授权。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

（二）功能性食品、保健品及化妆品开发

海洋保健食品海奇

科学研究发现，几丁聚糖是自然界中唯一带阳离子的天然多糖，被誉为动物纤维和人体第六生命要素，是第三代机能性食品。其多种生物学活性已被大量试验所证实，如具有提高机体免疫力，抑制衰老、预防疾病、降血脂、降胆固醇、降血糖等作用，几丁聚糖还对降低血压、预防细菌感染、抗菌等均有显著效果。几丁聚糖是海洋生物活性物质，天然、无毒、无副作用， $LD_{50} \geq 15g/kg$ 。它是人类长久期望的珍贵物质，已成为国际公认的保健佳品。以优质虾蟹壳为原料，开发出生产高质量几丁聚糖新技术，并以高质量几丁聚糖（CHITOSAN）为主，再配以当前公认的健康补品和人体必需的维生素、锌和钙等为辅，制成具有特殊功效的保健食品，成为中老年人保健康、增活力之必备佳品。

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

保健与食用微藻油开发新工艺

微藻油脂富含 GLA、EPA、ARA 等多不饱和脂肪酸成分，对心血管疾病、前列腺素代谢异常、糖尿病等健康问题具有良好的保健作用，也是高档食用油的优质来源。本项目在筛选藻种、建立产油微藻培养技术的基础上，在国际上首创乙醇一步法、常温常压下从湿藻中制备油脂的工艺，并耦合细胞的皂化前处理技术完全脱出叶绿素，获得高品质、低成本的微藻油，以及高值化的脱色蛋白多糖和叶绿素副产品，商业开发前景极为可观。

技术指标：

- (1) 藻油中多不饱和脂肪酸总量(GLA、EPA、ARA 等)超过 10%；
- (2) 藻油年产量超过 1~10 吨。

转化所需投资（万元）：500 万元

项目转化后经济效益情况：带动食品、医药保健、水产养殖、环保和低碳经济等行业或领域的发展，而且可促进相关产业的转型与升级，取得巨大的社会经济效益。



图 1 富油藻粉原料

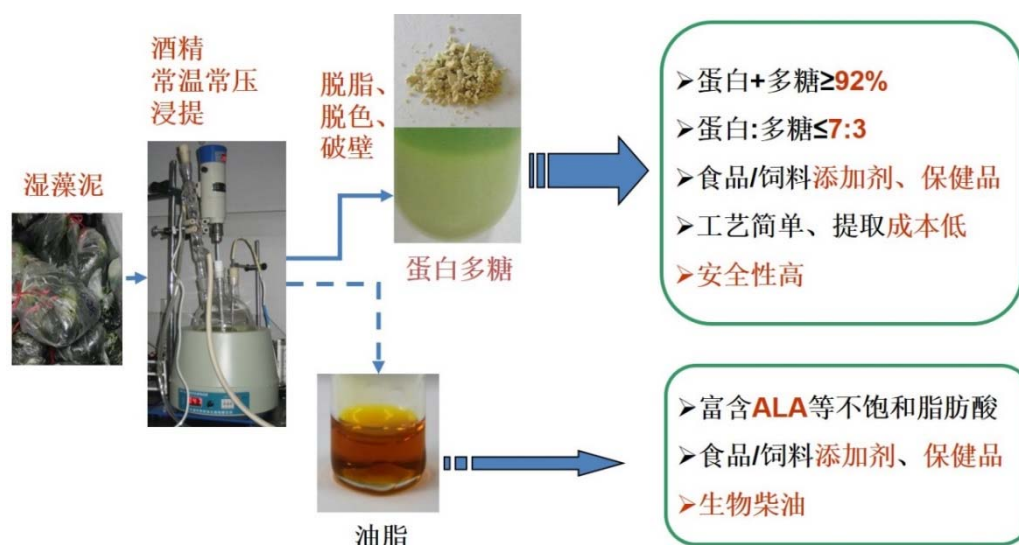


图 2 湿法提油脱色工艺



图 3 高品质微藻油制品

成果来源单位：中国科学院南海海洋研究所

润肠通便膳食纤维颗粒

一般治疗便秘的保健品多含有泻下成分，长期服用可能会对身体造成一定影响。膳食纤维作为第七类营养物质，对糖尿病、心血管、肥胖、便秘等有明显的预防和治疗作用。

然而目前大多数膳食纤维保健品只含有单一的膳食纤维种类，且很难达到发挥其生理功效的剂量。本项目通过文献调研，选取谷物类、水果类作为水不溶和水溶性膳食纤维的主要来源，能均衡人体内的膳食纤维种类，同时添加超强双歧杆菌增殖因子，各成分间具有良好的协同作用。

技术指标：

该产品为保健产品，通过本项目可以解决现有产品中膳食纤维种类单一的问题，且不添加任何药物成分，在制备过程中也未添加除膳食纤维以外的辅料，工艺简单，所得产品颗粒均匀，外观良好。

转化所需投资（万元）：50

项目转化后经济社会效益情况：

本产品能很好地改善现代人群因饮食不当或其他原因引起的便秘，尤其是老年人，其润肠通便效果已通过动物实验得以验证。该产品中选用的原料均来自谷类、水果，可解决农作物秸秆、水果残渣等处理问题，促进农副产品的再利用。

目前，该项目已申请发明专利，具有自主知识产权。

选用昆明小鼠（n=6）对本产品进行润肠通便功能学评价，服用本产品能显著增加小鼠排便量、缩短排便时间，增强小肠运动能力，改善便秘，具有明显的润肠通便功能

成果来源单位：中国科学院上海药物研究所烟台分所

一种具有减肥作用的中药保健茶

中国自古有饮茶的习惯,《本草拾遗》记载"去人脂,久食令人瘦",意思就是长期服用可减去脂肪达到瘦身的目的。而且在现代通过饮茶来进行降脂减肥也广为大众所接受。然而,目前市场是茶饮减肥产品比较混乱,而且有些厂家为了达到迅速减肥的目的,在产品中甚至添加了一些违禁成分,效果虽然显著,但是引起了一系列不良反应,严重危害消费者的身体健康。本项目为了改善现有配方和技术的不足,在传统中医药理论指导下进行科学组方,提供了一种具有较好减肥且对人体没有毒副作用的保健茶,不会引起腹泻,长期服用安全,无副作用,在促进人体正常脂肪代谢的基础上,不会影响正常饮食。

技术指标:

本项目采用低温减压浓缩技术对有效成分进行提取,避免有效成分的破坏,保持其活性,同时采用水提醇沉法对提取物进行纯化,减少杂质含量,其有效成分含量更高,药效更强。

转化所需投资(万元): 50

项目转化后经济效益情况:

本发明能明显改善单纯性肥胖引起一系列健康问题,降低血脂减轻体重的同时又不会有副作用,其初步药效学已经证实具有减轻肥胖大鼠体重的作用。本发明的组成均来自药食同源目录中的中药,安全可靠,价廉易得,工艺较为简单,适合推广,能为广大肥胖患者带来福音。

目前,该项目已申请发明专利,具有自主知识产权。

成果来源单位: 中国科学院上海药物研究所烟台分所

一种含有海洋贝类活性肽的化妆品及其制备方法和应用

发明专利“一种含有海洋贝类活性肽的化妆品及其制备方法和应用”（曾获第三届广东专利金奖、第十九届中国专利优秀奖、第十届国际发明展览会暨第三届世界发明创新论坛金奖）依托“海洋生物化妆品院士工作站”，瞄准海洋生物资源高值利用和节能减排的战略需求，突破海洋生物活性肽工业化定向绿色制备、危害物控制与脱除、化妆品稳定化复配三大技术瓶颈，率先开发海洋贝类活性肽高端化妆品，抢占市场先机，并提高民族品牌竞争力。

技术指标：获得海洋贝类小分子肽精制工艺及海藻多糖和壳寡糖中试工艺、海洋生物化妆品稳定化协同复配工艺 3 个，制订企业标准 2 个（海洋贝类小分子肽膏霜、洗发露）。

转化所需投资（万元）：8000 万元

项目转化后经济社会效益情况：建成 GMPC 车间和现代化生产线，生产源海”、“安金纯”等系列产品（广东省高新技术产品 4 个，国产特殊用途化妆品批件 2 个：防晒、祛斑），产品功能涉及祛斑、保湿、防晒、细致毛孔、护理眼周、护发等，截至目前已获得良好的经济与社会效益。



成果来源单位：中国科学院南海海洋研究所

糖-糖复合类吸湿保湿剂

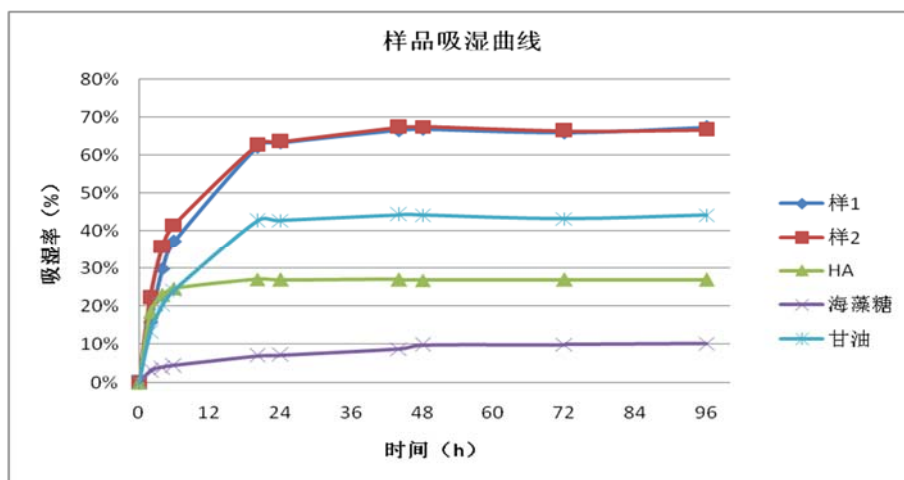
产品为化妆品级的海藻糖与海藻酸钠、羧甲基壳聚糖、羧甲基淀粉通过有机复合后得到的产物，吸湿保湿活性同等条件下优于透明质酸，水溶性良好。具有成膜性好与吸收好两类，满足面膜或保湿化妆品需求，可应用于日化领域。

技术指标：吸湿保湿活性高于透明质酸；成本为 50-200 元/Kg。

转化所需投资（万元）：500 万元左右

项目转化后经济效益情况：每吨利润 400 万元左右

中试生产产率稳定、活性稳定



吸湿保湿活性优于甘油以及透明质酸，远高于海藻糖



皮肤实验，安全性好

成果来源单位：中国科学院烟台海岸带研究所

七、文化创意与精品旅游产业

大海里的小巨人--有孔虫及其模型 / 雕塑制作与开发

有孔虫是带壳的海洋单细胞动物，一般为1毫米大小，因房室间由“口孔”相通而得名，古今种类达4万余种，现生种类约6千余种。不同的有孔虫对其所处海洋环境的深度、温度、盐度等反应灵敏，遗骸又能长久保存于地层中成为化石，因此它既是研究海洋生态学的良好材料，又是石油、地质勘探等科学领域的必不可少的优越的环境指示生物。有孔虫的作用之大、用途之广，被誉为“大海里的小巨人”。

建国初期，我国现代有孔虫研究尚属空白、研究资料比较缺乏。

为了使鲜为人知的海洋原生动物有孔虫，能够让人们看得见摸得着，中国科学院海洋所雕刻了有孔虫放大模型，其模具已获得4项国家实用新型专利(431314)。现已制作了100余个属种，放大数十至数百倍的可作为教具、科普展品、旅游纪念品的大量有孔虫模型产品；还制作了国内外罕见的，体现科学与艺术结合，集科普、海洋文化、旅游景观于一体的40余座大型有孔虫石雕，向人们展现了大自然赋予有孔虫微观世界的千姿百态之美，有利于普及科学知识，提高人文素质。国际著名微体古生物学家和地质学家、美国国家科学基金会海洋地质科学中心主任哈克博士(Dr. Bilal Haq)来华讲学时，对我所有孔虫研究所取得的丰硕成果甚为赞赏。他认为，制作的有孔虫模型，走向市场后必将促进有孔虫教育事业，也是对世界有孔虫研究和应用的真正贡献。



有孔虫科普基地

成果来源单位：中国科学院海洋研究所

“中国科学院青岛海洋科考船”基地科技旅游资源开发

为进一步深化旅游供给侧改革，推进“旅游+科技”产业融合发展，2016 年国家旅游局与中国科学院建立了工作会商机制，在全国范围征集了一批国家科技旅游基地候选单位，并组织两院院士和国内知名旅游专家，重点考量科技内容、旅游资源、环境容量、基础设施、市场潜力等方面，遴选出“首批中国十大科技旅游基地”，旨在全面推动科技支撑旅游发展、旅游促进科技传播，营造科技旅游发展新氛围。

2017 年 3 月 28 日，国家旅游局、中国科学院联合发布首批中国十大科技旅游基地，由中国科学院海洋研究所承担的“中国科学院青岛海洋科考船”项目成功入选。

“中国科学院青岛海洋科考船”基地依托中国科学院海洋研究所建设，以海洋科考船为特色、海洋科学研究为支撑，设有“三地两馆”5 大功能区，包括海洋科学实践基地、海洋科学考察船及岸基实验基地、海洋科学科教融合基地，以及中国科学院海洋生物标本馆、“科学一号”海洋科学考察船展览馆。依托中科院海洋所海洋科学多学科交叉及中科院大学青岛科教园科教融合优势，充分发挥中科院科研、人才、条件保障等高端科普资源，整合青岛海洋科研、教育、旅游等区域优势，着力打造集海洋科学探索实践、知识传播、科研教育“三位一体”，科学探究和文化旅游紧密融合的海洋特色科技旅游基地。

在科普游线设计方面，以中国科学院海洋研究所南海路园区为核心，与青岛西海岸国家级新区海洋科学考察基地、古镇口“科学一号”展馆形成一体两翼格局，其间由胶州湾跨海大桥、胶州湾海底隧道及地铁线路相连接，沿途海滨风景优美、景点众多，区域特色鲜明，新老城区交错，交通便利，可以实现青岛市内 1 小时旅游生态圈。活动方案主要包括海洋科学课题研究、海洋生物标本动手实践、海洋科学重点实验室体验、院士专家交流互动、专业场馆和涉海景点参观考察等，重点关注科普受众的动手实践和互动体验，融科学与趣味为一体。



成果来源单位：中国科学院海洋研究所

