

# 06

## 医疗健康

MEDICAL  
HEALTH

/



哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

# 目 录

## CONTENTS

### 06

#### 医疗健康 (15项)

1. 面向特定病历诊疗的“本草”医学大模型（计算学部）	71
2. 智能医养融合服务平台与系统（计算学部）	72
3. 医疗行业人机会诊融合技术与系统（计算学部）	73
4. 掌纹识别技术及系统（计算学部）	74
5. 眼底病自动筛查技术及系统（计算学部）	75
6. 多病种通用超声智能诊断设备（计算学部）	76
7. 心血管疾病便携式诊断仪（化工学院）	77
8. 磷脂仿生膜自组装体系（化工学院）	78
9. 无酶核酸扩增及检测技术（化工学院）	79
10. 手持式血气分析仪（化工学院）	80
11. 工业AI智能化生物活性物质萃取及分离纯化系统（化工学院）	81
12. 化学工程化纳米抗体技术（生医学部）	82
13. 生物活性肽的制备与产品开发（生医学部）	83
14. 超声切割止血刀系统（仪器学院）	84
15. 计算超分辨图像重建技术（仪器学院）	85

# 1.面向特定病历诊疗的“本草”医学大模型(计算学部)

## 【成果简介】

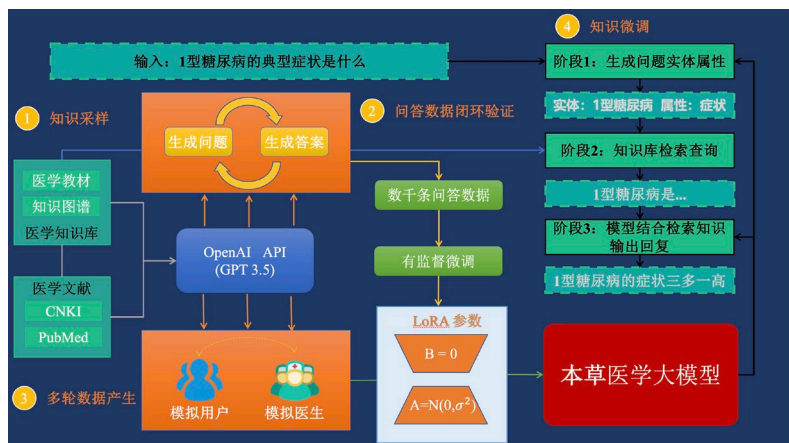
“本草”大模型是哈尔滨工业大学社会计算与信息检索研究中心健康智能组(HIT-SCIR-HI)研究的最新成果，模型支持对于具体病历的诊疗讨论相关的个性化医疗服务。针对以往版本的“本草”大模型利用知识微调等方法，通过精准知识注入与检索，已经在常见的医学知识问答和疾病咨询等任务上取得了良好的效果。模型能够根据用户的问题，提供较准确可靠的诊断建议 and 治疗方法，满足非专业人士对医学知识的需求。此外，模型具备一定的自适应能力，能够在不同的中文问诊场景中有效的应答，提升用户体验。在医学领域中，很多疾病有着相似的症状表现，当证据不足以支撑诊断结果的时候，医生可以利用“本草”大模型，根据患者现有的病历进行深入研究。这不仅有助于提升整体医疗诊断水平，也可以为患者提供更加个性化的诊疗服务。

## 【技术指标】

本项目首次提出知识微调 (Knowledge-tuning) 方法，把通用大模型快速改造成行业大模型的方法。2023年3月31日在GitHub开源，在GitHub获得超过4.3K+星标，入选2023中国大模型TOP70榜单第27名。

## 【应用前景】

用户可对模型的诊断过程和结论进行多轮的询问，模型会给出诊断的理由，并且附上病例中相关的检查结果作为决策依据，以增强解释性和可信性。该项目旨在探索利用大语言模型服务医疗健康领域、为智慧医疗赋能。



“本草”大模型框架图

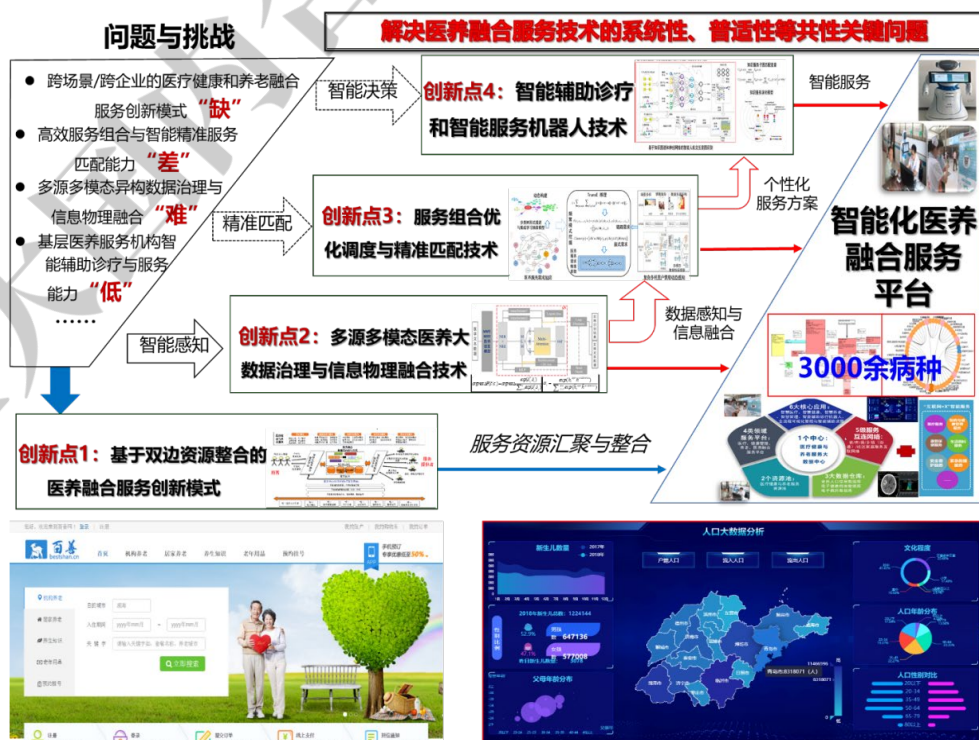
### 【成果简介】

### 【技术指标】

构建了26个服务模式、22个需求模式、覆盖约3000余种疾病的知识图谱，建立了全员人口、居民电子健康档案、电子病历、医学/药学知识库等基础资源库和医养健康大数据与服务资源池，累计数据量达近百亿条。

### 【应用前景】

该成果广泛应用于国内 1000 余家大中型医院、县市级区域医疗与养老服务机构，累计服务5亿余人次，覆盖约2亿人，销售收入超过20亿元，入选国家发改委“互联网+健康服务百佳实践”案例。



## 智能医养融合服务平台与系统

### 3.医疗行业人机会诊融合技术与系统（计算学部）

#### 【成果简介】

本系统围绕类人多轮协商的智能体动态自组织机理和面向诊疗决策生成的人机多方辩论机制两个核心科学问题，研究人机协同的细粒度医学知识挖掘技术；研究非确定性的辩论要素挖掘和多方多轮辩论流程控制等关键技术；研究医学本体和语言联合理解，少样本文本理解以及对话理解与生成等关键技术；并针对肝胆胰疑难病症实现人机多方会诊平台。

#### 【技术指标】

面向肝胆胰学科的多方人机联合会诊辩论协商流程标准(规范)1套；面向肝胆胰学科的多方人机联合会诊双盲测试评价标准(体系)1套；提出包括多源证据不一致在内的20种合作冲突类型；提供3000份肝胆胰科室患者的真实病例；构建与医学知识图谱关联的10亿字级别高质量中文医学文献数据库。

#### 【应用前景】

可以融合最前沿的医疗认知推理技术对医学文献、医疗证据等知识进行快速挖掘，帮助医生迅速获取最新知识，优化医生工作时间，提升医生会诊效率；将权威专家的临床经验融合到会诊系统中，通过辩论的方式，协助经验较少的医生进行会诊，提升医生会诊水平及准确性，确保医学诊疗的科学性和权威性。



人机融合医疗会诊平台

## 4.掌纹识别技术及系统（计算学部）

### 【成果简介】

针对指纹、人脸、虹膜等传统生物识别技术在信息采集、识别精度等方面的不足，团队在全世界首创了掌纹识别技术，并研发了掌纹识别系统。该系统从传统文化中获得灵感，基于手掌皮上纹路（包括乳突纹、主线和褶皱等）的唯一性原理，通过光学影像设备采集掌纹图像，分析人体手掌纹理、静脉分布、位置结构等特征信息，实现对个人身份进行高精度度辨识。与传统的生物信息识别技术相比，掌纹识别技术具有方便采集，便捷易用、高度容错、难以作伪等特点。具有极高的实用价值。相关研究成果获得了首尔世界发明博览会银奖、第14届国家发明博览会金奖、黑龙江省自然科学一等奖和二等奖等多个国内外重量级奖项。团队也在2019年被中央电视台进行多次专访，并在CCTV-10科教频道的多个栏目播出。

### 【技术指标】

掌纹识别错误接受率 $<0.0001\%$ ，错误拒绝率 $<0.001\%$ ，识别速度 $<0.1s$ 。

### 【应用前景】

该技术可广泛应用于安全防护、入境管理、无人认证等多个领域。目前掌纹识别技术已广泛应用于银行、建筑、监狱、社保、楼宇等各个领域。

## 5.眼底病自动筛查技术及系统(计算学部)

### 【成果简介】

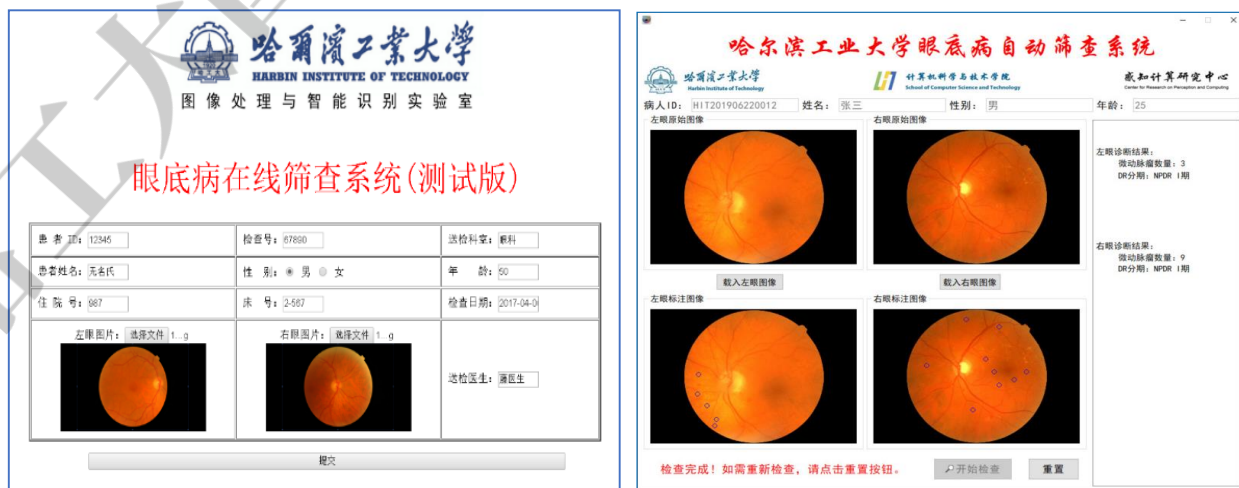
由于缺乏有效眼底病早期筛查手段和医学资源，大量潜在眼底病患者（如糖尿病患者和老年人）无法及时接受检查和治疗，从而增加了失明的风险。针对上述问题，团队研发了基于彩色视网膜图像的视网膜病变（也称眼底病变）自动筛查技术，在充分分析各种病变和眼底结构基础上，提出了多种有效的生理组织区域的检测和分割方法，可在各种眼底图像中有效检测和分割视盘、血管、中央凹等各种生理组织区域等。在眼底病变检测方面，团队提出了多种病变特征的检测、分割和识别的方法，可在眼底图像中有效检测和识别各种眼底病变，包括微动脉瘤、棉绒斑和硬性渗出等。相关成果在所有相关国际公开视网膜数据库上，均能有效、高精度地检测微动脉瘤。团队在“国际视网膜病变联机挑战赛”上获得第二名。

### 【技术指标】

经过医院测试，该系统的糖尿病视网膜病变检测率基本达到高年资医生水平，阅片效率约为人工阅片的15倍。

### 【典型应用】

该技术可为医疗机构提供先进的眼底病检测工具，已成功应用于哈尔滨医科大学第二附属医院。其高效性使其适用于远程医疗服务，尤其在偏远地区。



眼底病自动筛查系统

## 6.多病种通用超声智能诊断设备(计算学部)

### 【成果简介】

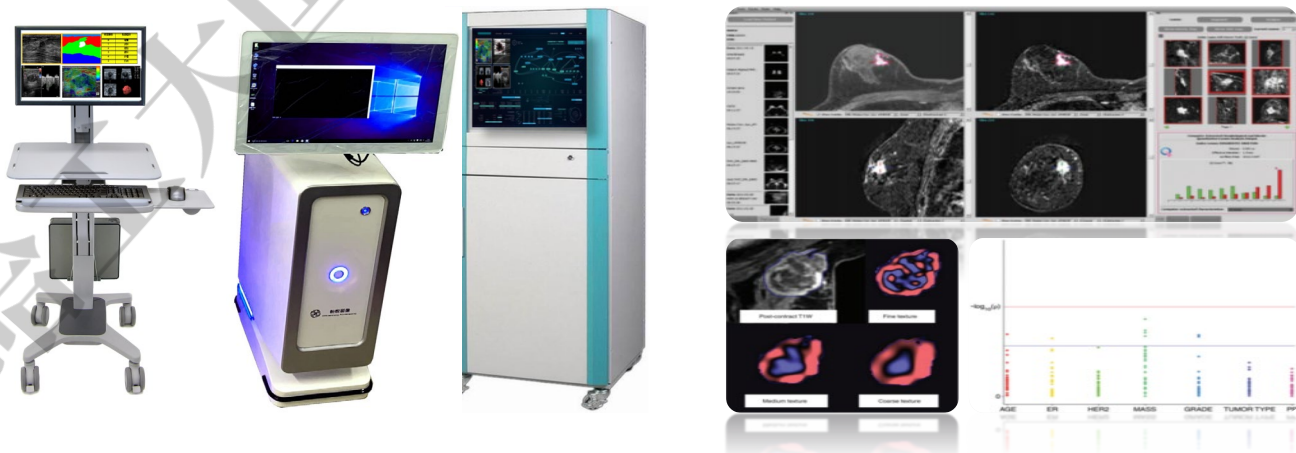
针对基层医院在超声的规范化诊疗上存在严重不足这一实际问题，团队研发一种不依赖高昂的成像设备、易于推广到基层、农村以及欠发达地区的高效且经济的多病种通用超声智能诊断设备。建立了基于交互式深度学习架构的语义分割方法，解决了大规模图像数据的精确标记问题。攻克跨尺度、跨器官、多模态目标检测、识别与关联方法，建立了高效的数据融合模型，实现了关键病灶的精准识别。并在体检、筛查、疾病诊断等场景中进行应用验证。相关成果入选工信部“人工智能与实体经济深度融合创新项目”，已获得国家首批AI二类医疗器械认证并销售至著名的三甲医院和医疗集团。

### 【技术指标】

病灶检出率可达99%以上，病灶整体识别准确率（ACC）、敏感性(SEN)、特异性(SPE)、恶性预测值（PPV）和良性预测值（NPV）均高于92%，达到临床实用标准。

### 【应用前景】

可应用体检、筛查、疾病诊断等医疗场景。目前已在上海第一妇婴医院、北京航天总医院、爱康集团等国内百余家家公立医院推广使用。



多病种通用超声智能系列诊断设备及诊断界面

## 7.心血管疾病便携式诊断仪（化工学院）

### 【成果简介】

针对心脑血管疾病血液检测过程中样本处理步骤繁杂、实验室检测周期长、便携式设备检测灵敏度低等问题，团队开展了生物标志物快速、高灵敏、便携式检测关键技术研究。构建了基于能量传递模式的高信噪比生物免疫探针，实现心脑血管疾病生物标志物的高灵敏检测；抑制了血红蛋白和脂类等引起的光子吸收和散射，研制出无需复杂处理流程的全血检测侧流试纸条，实现心脑血管疾病的快速床旁检测。

### 【技术指标】

心血管疾病便携式诊断仪可以提升生物标志物的检测灵敏度，检测灵敏度  $< 1\text{ng/mL}$ ，检测准确性与金标准的一致性偏差低于5%。具有实验仪器小型化（尺寸 $\leq 312 \times 216 \times 139\text{mm}$ ）、操作简单化、报告结果即时化（时间 $\leq 10\text{min}$ ）、综合成本低廉化等特点。

### 【应用前景】

该项技术适用于移动医疗、社区医疗和家庭医疗，不受时间、地点限制，为临床一些急、重症患者的早期诊断和及时治疗提供有利条件。



心血管疾病便携式诊断仪

## 8. 磷脂仿生膜自组装体系（化工学院）

### 【成果简介】

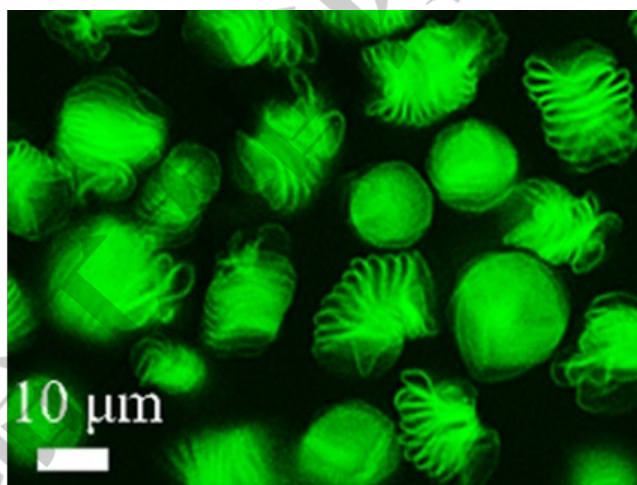
细胞膜和细胞器膜作为细胞及细胞器的边界，在控制物质进出、信息交流、代谢以及免疫方面都有着极其重要的作用。细胞膜和细胞器膜成分复杂，导致对其功能及组装行为的研究较为困难。针对该问题，通过自组装技术，以磷脂分子为基元，自下而上构建了可控高阻抗二维支撑膜体系、囊状堆叠结构磷脂膜、磷脂管、磷脂锥以及磷脂囊泡等磷脂膜模型。利用纳米孔技术显著提高了可用于离子通道研究的非支撑磷脂膜的稳定性，开发了一种新型高阻抗液滴-固体界面支撑磷脂膜体系，为研究离子通道功能提供基础模型。

### 【技术指标】

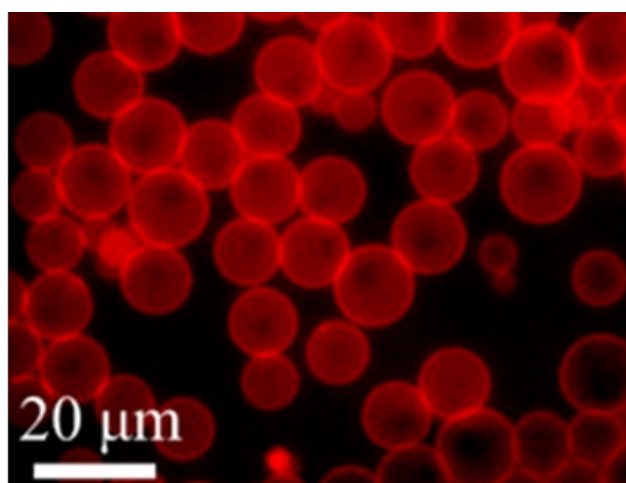
该技术突破了在高盐浓度条件下制备磷脂囊泡的业界难题，建立了一种生理条件下大量制备高质量磷脂囊泡的方法。

### 【应用前景】

可用于磷脂仿生膜试剂盒的研发，为科研人员提供有效磷脂膜研究模型，促进生命医学的发展。



囊状堆叠结构磷脂组装体



生理盐溶液中磷脂囊泡

## 9.无酶核酸扩增及检测技术（化工学院）

### 【成果简介】

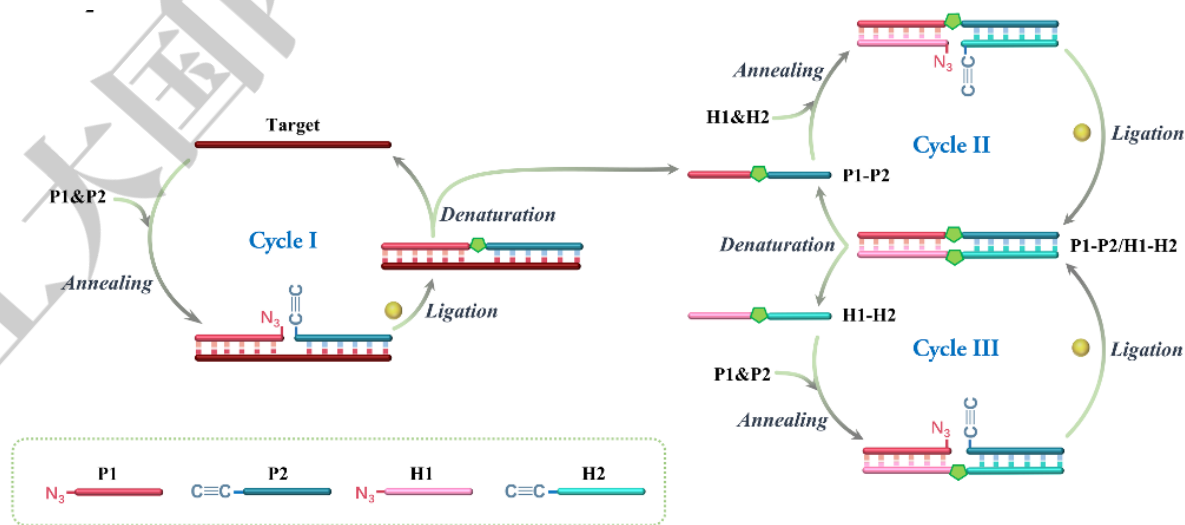
针对传统PCR（聚合酶链式反应）技术成本较高和操作复杂等问题，团队研发了高灵敏度的无酶核酸检测技术。该技术基于点击反应与模板反应的结合，实现了指数级的核酸扩增。点击化学反应在温和条件下快速发生，用于连接DNA；模板反应则是一种能够精确复制目标序列的方法，结合这两种反应能在不依赖传统聚合酶的情况下，实现对目标序列的检测探针快速、高效扩增。该技术提供了一种效益高、操作简便、检测快速准确且无需依赖专业设备的新方法，极大地提高了分子诊断的可及性和效率。

### 【技术指标】

检测限5aM、线性范围200zM-800aM、线性 $R \geq 0.99$ 、检测速度3小时出结果。

### 【应用前景】

该技术可广泛应用于快速医疗诊断、环境监测、食品安全检验以及法医学等领域，能够实现对病原体、微生物污染和遗传标记的敏感和精确检测，预计将大幅提升这些领域的检测能力和效率。



无酶核酸检测技术示意图

## 10.手持式血气分析仪（化工学院）

### 【成果简介】

针对传统血气分析仪效率低、便携性差、操作复杂等问题，团队研发了轻便、快速、准确的手持式干式血气分析仪。该仪器基于干式化学技术，使用预先涂覆有酶等检测试剂的电极片，与血液中的气体、代谢物、电解质等反应产生信号，进而实现了即时、准确的血气分析。该仪器的研发对个体和家庭而言，意味着能更迅速获得关键医疗信息，助力及时做出医疗决策，提高家庭成员健康保障。此外，它对紧急和偏远地区的医疗救援带来了效率和准确性的提升，同时该技术可以推动医疗技术向便携化和智能化发展。

### 【技术指标】

该仪器提升了对人血样本的分析速率，从样本加载到结果输出不超过1分钟。

### 【应用前景】

该仪器能够实现人全血样本中以下物质的快速定量检测：二氧化碳分压、氧分压、钠离子、钾离子、钙离子、葡萄糖、乳酸、肌酐。可广泛应用于家庭健康监测、紧急医疗救援、偏远地区医疗服务以及军事医疗。

# 11.工业AI智能化生物活性物质萃取及分离纯化系统 (化工学院)

## 【成果简介】

该系统由工业化仿生萃取模块、真空升膜浓缩模块、分离纯化模块、真空干燥模块、调配系统模块、自动化系统、工艺流程操作软件、计算机、PLC中央控制系统组成。该技术通过对不同模块分离装备进行设计，采用微内核操作系统和开放式系统软件技术和人机界面技术，对不同分子结构类型的生物活性成分（花青素、多酚、黄酮、多糖、多肽、有机酸、皂苷、蛋白、多肽、皂苷、生物碱）等进行仿生萃取模式与工艺参数优化。该系统采用多通道——集束色谱分离技术对活性物质进行纯化，通过智能化、数字化控制实现生物活性物质的精准分离。可实现千分之一、万分之一极低含量活性成分的智能化、数字化量产。

## 【技术指标】

该技术萃取效率高，是常规方法的6倍以上；且成本低，较传统方法可降低成本15~20%；能够实现活性物质精准分离，纯度可达 25.0~99.0%，超欧盟标准。

## 【应用前景】

本技术可广泛应用于各类浆果、食用菌、坚果、保健品等植物基药食同源及特色经济作物中花青素、多酚、黄酮、多糖、多肽、有机酸等萃取、富集。可应用于高端食品、营养补充剂、保健品、化妆品、生物制药及生物化工等领域。



工业AI智能化生物活性物质萃取及分离纯化系统

## 12. 化学工程化纳米抗体技术（生医学部）

### 【成果简介】

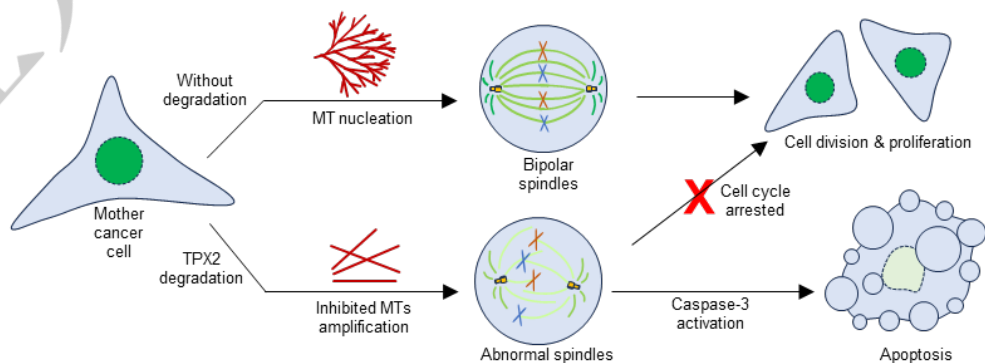
纳米抗体是近年来获得广泛关注的小型抗体，它源自于单域重链抗体的可变区，其分子量小（15kDa），只有传统抗体（约150kDa）的十分之一。纳米抗体具有体积紧凑，稳定性高，容易原核表达制备，组织渗透力性强，亲和力高等特征，在调控细胞进程以及靶向降解致病靶标方面具有重要应用价值。通过化学工程化纳米抗体技术，团队研制了用于调控细胞进程的小分子偶联纳米抗体临近诱导工具。开发了自噬纳米抗体技术，既自噬靶向纳米抗体嵌合体ATNC，通过将纳米抗体与自噬靶向模组连接，并引入合适的细胞穿膜肽，可以降解胞内的各种致病靶标，抑制卵巢癌细胞增殖。开发了蛋白酶体靶向纳米抗体嵌合体技术，可以降解固有无序蛋白等靶标，抑制肝癌细胞增殖。

### 【技术指标】

传统的抗体等生物分子一般只能靶向胞外的受体，而纳米抗体能够通过修饰变得易于穿膜，适用于靶向胞内靶标。此外，许多小分子调控试剂要求需要被调控的蛋白具有明确的结合口袋，而对于没有配体结合口袋的蛋白无能为力。该技术能够解决传统大分子抗体试剂和小分子药物都难以直接调控的胞内靶标，进而具备开发新一代药物的潜力。

### 【应用前景】

该技术可用于调控细胞进程，作为研究生物学问题的强有力工具。化学工程化纳米抗体可靶向降解癌蛋白，抑制卵巢癌细胞、肝癌细胞等的增殖，可在实际应用中推广。



化学工程化纳米抗体通过靶向降解TPX2蛋白抑制癌细胞分裂

## 13.生物活性肽的制备与产品开发（生医学部）

### 【成果简介】

针对生物活性肽可以作为药物候选物，具有治疗各种疾病的性能，团队研发了食品药品中生物活性肽的应用。该技术基于生物活性肽可以用于治疗癌症、心血管疾病、神经系统疾病、免疫系统相关的疾病等，通过与特定的受体或靶标相互作用来调节生物过程和信号传导通路，从而具有治疗疾病的能力，实现了生物活性肽的发现和研究表明有助于揭示新的药物靶点和生物通路，效果成熟。利用天然蛋白质为原料（包括乳清蛋白、乳白蛋白、羊乳清蛋白、大豆蛋白、核桃等），制备、纯化、鉴定了具有抗高尿酸血症、降血糖、抗肥胖、螯合锌等功能的活性肽，并探究了其活性作用机理，通过细胞、动物实验进行了活性验证。高尿酸血症的发生与尿酸生成酶（如黄嘌呤氧化酶和核酸酶）的活性增加有关。

### 【技术指标】

通过抑制DPP-4酶的活性，DPP-4酶抑制肽可以延长这些激素在体内的半衰期，增加它们的生物活性，从而提高胰岛素分泌并降低血糖水平。一些DPP-4酶抑制肽已经被开发成为用于2型糖尿病治疗的药物。 $\alpha$ -葡萄糖苷酶是一种参与消化葡萄糖的酶，它在肠道中催化葡萄糖的分解吸收。通过抑制 $\alpha$ -葡萄糖苷酶的活性， $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制肽可以减缓葡萄糖的消化和吸收速度，降低葡萄糖的血糖峰值，从而有助于血糖控制。一些 $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制肽已经被开发成为用于2型糖尿病治疗的药物。

### 【应用前景】

已经开发针对这些靶点的新型药物、保健或特医食品。可广泛应用深入研究生物活性肽的作用机制，可以发现并了解新的生理过程和疾病发展的关键环节。

## 14. 超声切割止血刀系统（仪器学院）

### 【成果简介】

目前国内市场上使用的超声切割止血刀主要被国外大公司如美国强生公司等占据。发展具有完全自主知识产权的超声切割止血刀系统，既有可观的经济效益，也有深远的社会效益。超声切割止血刀是一种通过高速振动以实现生物体切割、分离、凝血的外科手术器械。超声切割止血刀系统包括三个主要组成部分：超声激励电源(主机)、超声换能器(手柄)和刀头。超声激励电源主要作用是产生高频及可控的电功率输出，并在生物组织切割过程中，可以根据凝血速度和切割速度的要求进行能量调节。超声换能器的作用是把特定频率的电功率转成超声机械(振动)能。换能器产生的超声振动传至刀头，并由刀头辐射声能用以实现切割止血作用。超声切割止血刀具有精度高、出血少、无灼伤、术后恢复快等优点。

### 【技术指标】

切割迅速，有效封闭直径5mm以内血管，热效应小，作用温度为80℃~100℃；热损伤小，损伤周围3mm范围；

### 【应用前景】

该技术可广泛应用在五官科手术、头颈外科手术、乳腺外科手术、胸外科手术、肝胆外科手术、腹部外科手术、泌尿外科微创手术及微创妇科手术中。



超声手术刀

## 15. 计算超分辨率图像重建技术（仪器学院）

### 【成果简介】

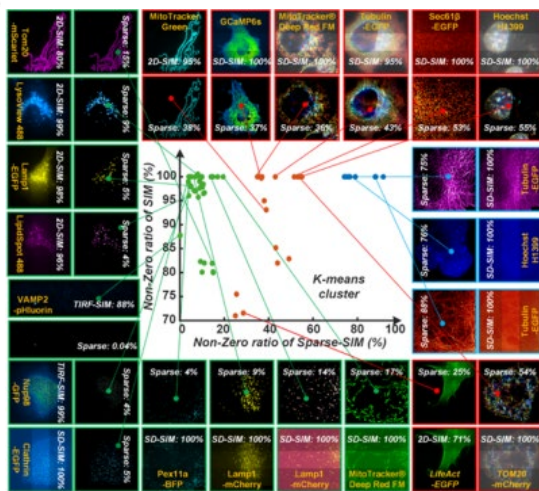
现有超分辨率方法无法在活细胞中实现60 nm、毫秒尺度的时空分辨率，也无法实现多色、三维、长时程超分辨率成像。针对生命科学和精准医疗领域提出的对活细胞中结构和动态进行精准观测的需求，研发了稀疏解卷积技术，首次从计算的角度提出可突破光学衍射极限的通用算法理念，突破现有光学显微系统的硬件限制，达到约2倍的分辨率提升，并且可广泛应用于各种荧光显微系统，观察不同种类细胞器的精细结构及动态。研究成果在国际权威期刊《自然-生物技术》（Nature Biotechnology）上发表，并入选2022年度中国光学十大进展（应用研究类提名奖）。

### 【技术指标】

与自主研发的超分辨率结构光照明显微系统结合，能够实现目前活细胞光学成像方法中分辨率最高（60纳米）、速度最快（564赫兹）、成像时间最长（1小时以上）的活细胞超分辨率成像；与商用的转盘共聚焦结构光显微镜结合，能够以优于90纳米的分辨率实现四色、三维、长时程的活细胞超分辨率成像。

### 【应用前景】

应用于观察胰岛细胞中的分泌囊泡与细胞膜融合；揭示溶酶体膜上的突触结合蛋白-7 与过氧化物酶体上的磷脂酸肌醇4,5-双磷酸相互作用；解析 SARS-CoV-2 感染细胞的细胞骨架动态学等高速细胞动力学场景。还可广泛应用于多种显微成像模态，将使生物医学研究者更好地分辨活细胞中高度敏感和动态的复杂结构。



稀疏解卷积广泛应用于揭示各类细胞器精细结构动态

# 06

## 医疗健康

MEDICAL  
HEALTH

/



哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

# 目 录

## CONTENTS

### 06

#### 医疗健康 (12项)

1. 生物制造及生物3D打印技术与装备（机电学院）	59
2. 3D 打印陶瓷义齿（材料学院）	60
3. 功能性天然食用色素——花青素加工关键技术（化工学院）	61
4. 智能抗癌脂质体药物（化工学院）	62
5. 生物用纳米稀土铬酵母制备（化工学院）	63
6. 低温喷雾干燥工业化制备高活性益生菌（化工学院）	64
7. 红甜菜功能成分开发及产业化（化工学院）	65
8. 抗眩晕贴膜（生医学部）	66
9. 微针美容贴片（生医学部）	67
10. 灾后应激的便携功能食品（生医学部）	68
11. 孔石莼系列功能食品（生医学部）	69
12. 玉米花粉饮料（生医学部）	70

# 1.生物制造及生物3D打印技术与装备（机电学院）

## 【成果简介】

小生物3D打印是基于离散-堆积成形原理，以活细胞、生物活性因子及生物材料的基本成形单元，设计制造具有生物活性的人工器官、植入物或细胞三维结构的技术，融合了制造科学与生物医学，是一项具有交叉性和前沿性的新兴技术。

## 【技术指标】

(1) 生物级3D打印机OrganP1800:

四轴联动数控系统;

单喷头打印;

打印范围: 150mm×150mm×100mm;

定位精度: 20μm;

温控范围: 10℃-80℃;

打印区域洁净度: 100级。

(2) 高精密型生物级3D打印机

四轴联动数控系统;

5喷头打印;

打印范围: 150mm×150mm×100mm;

定位精度: 5μm;

温控范围: 0-20℃;

打印区域洁净度: 100级。

## 【应用前景】

生物3D打印技术可实现个性化、非均质的复杂生物结构成形制造，可应用于体外医学仿生模型、个性化植入器件、组织工程多孔支架以及细胞三维结构体的制造或构建过程，并在个性化诊断与治疗、定制式医疗器械、再生医学治疗以及病理/药理研究、药物开发和生物制药等领域发挥重要作用。

## 2.3D打印陶瓷义齿（材料学院）

### 【成果简介】

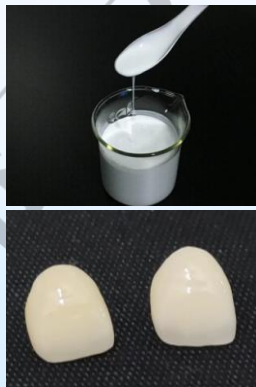
3D打印陶瓷义齿技术来源于哈尔滨工业大学特种陶瓷研究所，旨在推动传统齿科加工行业的转型升级，摆脱国外义齿研发技术壁垒。在陶瓷义齿材料方面，本团队在陶瓷材料学多年的经验积累基础上，研发多种自主知识产权的3D打印陶瓷材料。3D打印陶瓷义齿工艺方面，具有完善的3D打印硬件、软件的成型工艺。

### 【技术指标】

利用数字光固化3D打印技术大规模个性化生产形态复杂、要求精度高的陶瓷修复体，以及出售配套使用的光敏树脂基陶瓷浆料和低成本高精度数字光固化3D打印设备及3D打印软件。已掌握可光固化的高固相含量义齿及修复体用氧化锆陶瓷浆料石合成、修复体设计及打印工艺、坯体排胶和烧结工艺、成品精细加工工艺、美学处理工艺5项关键技术。利用数字光固化3D打印技术制备出致密度高达99%，抗弯强度600MPa全氧化锆牙冠，其配套的优质浆料固含量高达87wt.%，粘度仅为7~9Pa·s。研发的高精度数字光固化3D打印设备提升生产效率，打印时间仅为1小时，比市面上的光固化打印时间缩短2-3小时。

### 【应用前景】

面向口腔医疗领域，可实现陶瓷口腔修复产品复杂结构高精度制造，材料利用率高，能有效降低开发周期、提高生产效率，解决个性化医疗的需求。将大幅度降低口腔修复医疗产品行业的终端销售价格，为患者降低康复成本，大大提高全民口腔健康水平。有利于相关企业抢占高端制造及相关产业行业的战略高地，对推动我国陶瓷3D打印技术发展，促进先进材料的传播应用等具有重要意义，有利于国家在全球科技创新和产业竞争中占领高地。



3D打印口腔修复体用光敏陶瓷浆料



低成本高精度数字光固化3D打印设备

### 3.功能性天然食用色素——花青素加工关键技术 (化工学院)

#### 【成果简介】

以黑龙江省特有蓝浆果（蓝莓、蓝靛果、黑醋栗）为原料，分别采用固态生物反应技术配合过滤蓝式超声波萃取技术、酰基化酶稳定技术、花青素多通道色谱分离技术制备功能性天然食用色素——花青素。开发出固态生物反应配合超声波——等离子双效隧道效萃取技术，实现连续化萃取，使花青素得以充分释放，提取效率远远高于常规提取方法。

采用自主研发的出适合天然食用色素纯化的工业化二维色谱分离技术，并开发出与该技术相配套的高效分离介质。开发出可提高花青素稳定性的生物重组技术和酰基酶连接技术，将花色苷进行分子修饰，制成新型高稳定性功能性食用色素。解决了花青素提取率低、稳定性差、成本高等问题。本产品可用于食用、保健品、化妆品和制药等领域。

#### 【技术指标】

- 1.技术指标：提取率97.5%；纯度：欧盟标准；
- 2.技术特点：取率高；产品质量好；成本低；稳定性强。

#### 【应用前景】

用于食用、保健品、化妆品和制药等领域。



生产设备及成品

## 4.智能抗癌脂质体药物（化工学院）

### 【成果简介】

目前化疗过程中抗癌药物直接进入体内，对健康细胞也具有杀死作用，因此副作用很大。本项目针对化疗药物对癌症患者的巨大副作用，研究开发了脂质体抗癌药物。其基本原理是将抗癌用生物相容性的壁材包裹起来，使之在肿瘤部位富集并释放。这样既可以减少病人的副作用，也可以减少使用剂量。

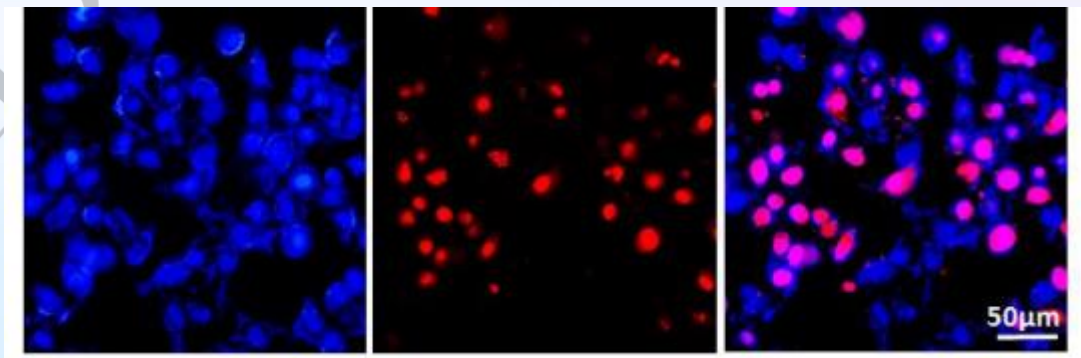
本项目的机理及前期研发工作已具有相当基础，试验重复性良好，技术成熟，可实现控制释放。本项目一旦正式启动，可在短期内得到产品。本产品具有成本低廉、生产过程环保、绿色、无污染等特点，此类药物在国内需求量大，但药物数量有限，并且价格昂贵，本项目恰巧填补了国内抗癌脂质体药物的空白，本项目投放市场后即可迅速得到回报。

### 【技术指标】

- 1.抗癌脂质体尺寸大小可控50nm-20 $\mu$ m;
- 2.载体尺寸：50nm-20 $\mu$ m;
- 3.外观：液态;
- 4.纯度>90%;
- 5.载药率>80%。

### 【应用前景】

临床医学、癌症治疗等领域。



脂质体药物的细胞毒性实验

## 5.生物用纳米稀土铬酵母制备（化工学院）

### 【成果简介】

- 1、对制备纳米稀土铬酵母的生产工艺路线和工艺参数进行研究确定。
- 2、对产品的总铬、无机铬和有机铬的含量进行分析测定。
- 3、对产品进行毒理、病理实验，并通过动物实验测定其生物活性和营养作用，进一步用于临床试验测试其在人体中的降糖降脂功效。
- 4、进行试生产，获得有机铬含量较高和生物活性较高的纳米稀土铬酵母。

### 【技术指标】

成品粒度：400 - 500nm；总铬含量 $>700\mu\text{g/g}$ ；有机铬含量 $>650\mu\text{g/g}$ ，有机铬占总铬比例 $>95\%$ ，无机六价铬不被检出；毒性小，在体内无有害残留。

### 【应用前景】

本项目所要生产的纳米稀土铬酵母是具有我国自主知识产权的产品，是一类应用前景广阔的营养型添加剂，它对于提高猪的繁殖性能、改善生猪的生长性能和躯体品质、增加瘦肉比和降低胆固醇具有重要作用，并能提高牛、羊等的产奶量和家禽的产蛋量，对人体也具有防治糖尿病、抗癌、减肥等多种功效，在饲料、食品和医药领域有广阔的发展前景。

## 6.低温喷雾干燥工业化制备高活性益生菌 (化工学院)

### 【成果简介】

本项目的主要研究内容为益生菌（乳酸菌）膜高效浓缩、益生菌低温喷雾干燥技术，完成高活性的益生菌干粉工业化制备技术，并在此基础上研制开发了低温喷雾干燥专用高效设备。项目的关键技术为益生菌高密度工业化培养技术、浓缩菌体过程的膜极差化防止及再生技术、益生菌干燥过程活性保护技术、低温喷雾干燥设备高效低耗设计。

### 【技术指标】

通过高密度益生菌膜处理技术实现非热损伤浓缩；研制开发出适合工业化生产的益生菌干粉低温喷雾干燥专用设备，产品性能达到冻干水平，而效率提高3-5倍。

### 【应用前景】

主要应用于乳制品行业及相应的益生菌功能性食品行业。其中，低温浓缩设备、低温喷雾干燥设备适合于生产高活性乳酸菌发酵剂、益生菌制剂，可为相应产品生产企业提供高效设备。该技术适合于生产各种酸奶、乳酸菌发酵乳饮乳酸发酵食品及相关微生态益生菌制剂。产品直接供给国内大中型乳品企业；益生菌奶粉以及其它生物活性产品。

## 7.红甜菜功能成分开发及产业化（化工学院）

### 【成果简介】

项目主要以使用红甜菜为原料提取甜菜红色素——甜菜苷；提取食用甜菜中的膳食纤维——溶解性纤维；生产功能性饮料。

- 1.甜菜功能色素——甜菜苷提取：实验室提取技术已经成熟。已经进入中试阶段。
- 2.系列功能饮料开发：技术成熟，以甜菜红色素为原料已经开发出三种不同风味功能饮料。
- 3.甜菜膳食纤维提取：该提取技术目前正在处于实验室阶段。如能获得项目支持，在短时间内便可以获得突破。

### 【技术指标】

- 1.提取的甜菜苷质量可以达到GB 8271-87标准。
- 2.研发的饮料达到国家《果蔬汁类及其饮料》GB/T31121-2014。

### 【应用前景】

医药行业、食品行业、化妆品行业。



实物照片

## 8.抗眩晕贴膜（生医学部）

### 【成果简介】

随着载人航天和航空飞行的快速发展，运动病的出现和防治日益成为突出的问题。航天运动病的症状与人在地面坐船或乘飞机时出现的运动病相似。目前，防治措施有限制头部运动、给药方式有口服和乳突给药，所给药物如氢溴酸东莨菪碱、茶苯海明、晕海宁、氯苯甲嗪等，有口干、嗜睡、注意力不易集中等副作用。利用中药复方紫苏配制的抗眩晕贴膜，具有副作用小，作用时间长，给药方便的特征，特别对需要坚持工作的值更和驾驶人员适用。制备技术成熟且可行性良好。

### 【技术指标】

利用中药复方紫苏配制的抗眩晕贴膜，具有副作用小，作用时间长，给药方便的特征，特别对需要坚持工作的值更和驾驶人员适用。

### 【应用前景】

功能性保健食品。

## 9.微针美容贴片（生医学部）

### 【成果简介】

微针技术是近年来兴起的一种透皮新方法，在轻医美领域受到了极大的关注。微针美容贴片凭借其自主操作、安全无创的显著特点，成为家用医美产品的理想选择，不仅为传统护肤提供了功能升级的方案，还填补了普通护肤和轻医美市场的空白。基于玻尿酸等水溶性高分子的可溶性微针贴片能够携带多种活性成分，采用多层结构设计，具有良好的稳定性，可以在常温下储存，并且溶解速度快，针尖在10分钟内即可溶解。该产品在抑制瘢痕、祛痘、美白、抗皱和祛除黑眼圈等方面展现出多重功效，制备技术成熟且具有高度可行性。

### 【技术指标】

具有抑制瘢痕、祛痘、美白、抗皱、祛黑眼圈等功效，稳定性好，易存储，使用便捷，溶解速度快，安全无创。

### 【应用前景】

轻医美美容护肤产品。

## 10.灾后应激的便携功能食品（生医学部）

### 【成果简介】

创伤后应激障碍的应激源往往具有异常惊恐或灾难性质，如战争、地震、目击死亡等经历，常引起个体极度恐惧、害怕、无助之感。应激障碍的不仅表现为病理性重现、恶梦惊醒、选择性遗忘和对未来失去信心，而且可以共患焦虑、抑郁等多种精神疾患。创伤后应激障碍的药物较多，但因其副反应以及对某些症状疗效不明显而限制了临床应用。所以急需毒副作用小、可伴随心理疏导长期服用的功能食品，采用传统药食同源配方，提取功能成分，制成浓稠流体牙膏式的便携剂型，可以在灾后提供快速供能、缓解精神紧张、毒副作用小可以长期食用的功能食品。制备技术成熟且可行性良好。

### 【技术指标】

采用传统药食同源配方，提取功能成分，制成浓稠流体牙膏式的便携剂型，可以在灾后提供快速供能、缓解精神紧张、毒副作用小可以长期食用。

### 【应用前景】

功能性保健食品。

## 11.孔石莼系列功能食品（生医学部）

### 【成果简介】

随着人类生存环境和生活方式的改变，糖尿病患者的数量在世界范围内急剧增长，糖尿病已成为继心血管病和肿瘤之后的第三大疾病，成为威胁21世纪人类健康的杀手，孔石莼藻体鲜艳、味道鲜美，而且富含蛋白质、糖类、氨基酸、核酸、维生素等许多营养成分，具有丰富的孔石莼多糖，具有降血糖、降血脂、抗肿瘤、抗病毒、抗凝血和免疫调节等功能，将其制成孔石莼饮及孔石莼饼干，不仅携带方便，还具有降血糖、降血脂及增强免疫力的功能特效，且提取工艺成熟，具有良好的可行性。

### 【技术指标】

具有丰富的孔石莼多糖及多种矿物质元素，具有降血糖、降血脂、抗肿瘤、抗病毒、抗凝血和免疫调节等功能。

### 【应用前景】

功能性保健食品。

## 12.玉米花粉饮料（生医学部）

### 【成果简介】

花粉有微型营养库的美称，是目前国际上公认的营养保健食品。我国的玉米产量占世界第二，种植面积幅员辽阔，花粉资源丰富，而玉米花粉多糖产品在市场确很少见。具有降血脂、抗病毒、抗肿瘤、抗凝血及血栓、增强人体免疫力的作用。多糖对多种病毒都有抑制作用。将其制备成饮料，不仅营养丰富，还具有降血糖、降血脂及增强免疫力的功能特效，提取工艺成熟，花粉饮料具有一定的抑菌作用，可延长饮料的保质期，且不含食品防腐剂。具有良好的可行性。

### 【技术指标】

具有丰富的玉米花粉多糖及多种矿物质元素，具有降血糖、降血脂、抗肿瘤、抗病毒、抗凝血和免疫调节等功能。

### 【应用前景】

功能性保健食品。

# 06

## 医疗健康

MEDICAL  
HEALTH

/



哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

# 目 录

## CONTENTS

### 06

#### 医疗健康 (8项)

1. 心脏4D打印形状记忆封堵器（航天学院）	65
2. 灾后应激的便携功能食品（生医学部）	66
3. 一种防辐射药食同源食品活性成分（生医学部）	67
4. 用于防治雾霾的多糖提取方法和产品（生医学部）	68
5. 大麻素CBD水溶性技术（生医学部）	69
6. 一种具有降脂活性的甜茶多糖的分离和产品（生医学部）	70
7. 天然产物活性成分系列高附加值产品开发关键技术（生医学部）	71
8. 第五代机器人消化内镜（机电学院）	72

# 1.心脏4D打印形状记忆封堵器（航天学院）

## 【成果简介】

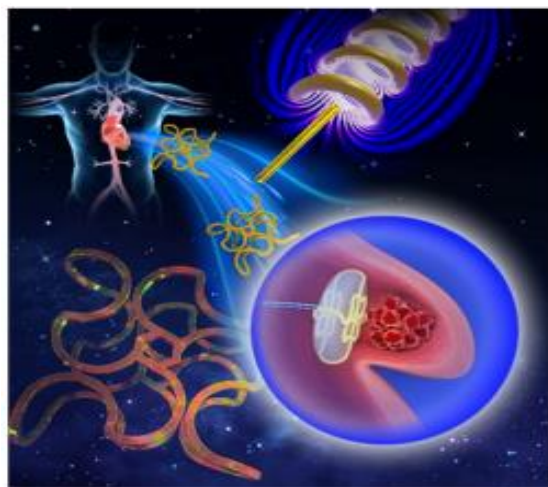
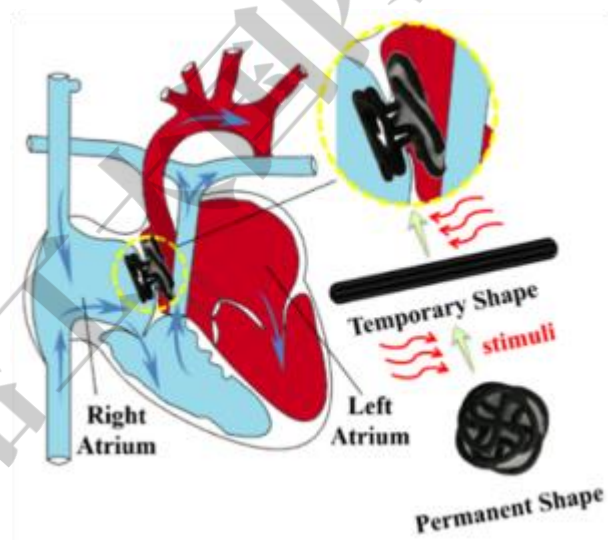
针对不可降解的金属封堵器长期存在体内导致诸多并发症、与人体组织刚度的巨大差异易导致组织磨损等问题，基于形状记忆聚合物复合材料设计制备了个性化定制心脏封堵器。利用形状记忆聚合物的形状记忆效应，实现直线型临时构型与双盘状原始构型的动态转换，实现微创植入，利用人体体温，驱动形状记忆聚合物主动变形，无需外力，具有生物相容性好、展开可控、可降解、性能及构型可定制等优点。

## 【技术指标】

直线状临时构型直径  $< 4\text{mm}$ ，形状回复时间  $< 30\text{s}$ ，可承受载荷  $\geq 10\text{N}$ ，双盘直径  $10\text{--}20\text{mm}$ 。

## 【应用前景】

4D打印智能封堵器的构型和性能具有极高的设计自由度，可满足个性化定制医疗，有望成功解决金属封堵器不可降解、过敏、腐蚀、生物相容性差等问题，拥有广阔的应用前景，可望成为金属封堵器的潜在替代装置。



心脏4D打印形状记忆封堵器

## 2.灾后应激的便携功能食品（生医学部）

### 【成果简介】

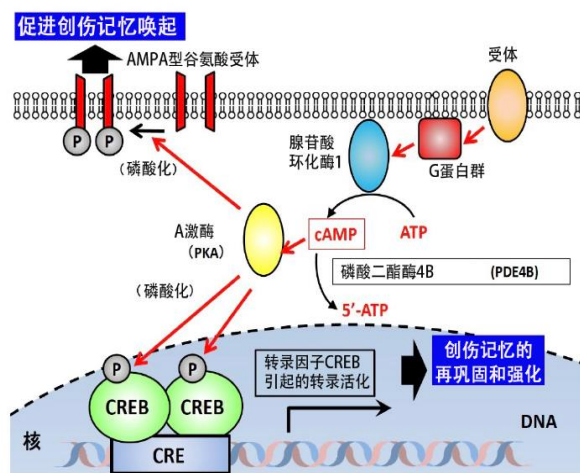
创伤后应激障碍的应激源往往具有异常惊恐或灾难性质，如战争、地震、目击死亡等经历，常引起个体极度恐惧、害怕、无助之感。应激障碍的不仅表现为病理性重现、恶梦惊醒、选择性遗忘和对未来失去信心，而且可以共患焦虑、抑郁等多种精神疾患。创伤后应激障碍的药物较多，但因其副反应以及对某些症状疗效不明显而限制了临床应用。所以急需毒副作用小、可伴随心理疏导长期服用的功能食品，采用传统药食同源配方，提取功能成分，制成浓稠流体牙膏式的便携剂型，可以在灾后提供快速供能、缓解精神紧张、毒副作用小可以长期食用的功能食品。制备技术成熟且可行性良好。

### 【技术指标】

采用传统药食同源配方，提取功能成分，制成浓稠流体牙膏式的便携剂型，可以在灾后提供快速供能、缓解精神紧张、毒副作用小可以长期食用。

### 【应用前景】

功能性保健食品。



灾后应激的便携功能食品

### 3.一种防辐射药食同源食品活性成分（生医学部）

#### 【成果简介】

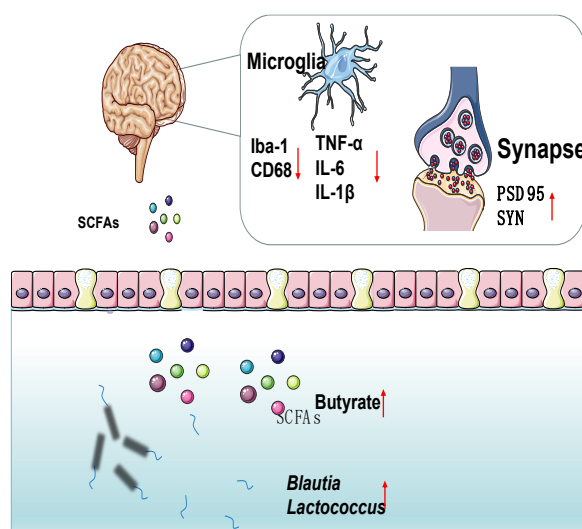
基于活性成分调节肠道稳态，以及中药的多途径，多靶点防护机制，从肠脑轴机制出发，探究中药提取物防护辐射脑损伤的肠脑轴途径，揭示了中药调节的关键菌群及代谢物，并且其通过SCFAs与小胶质细胞之间建立联系，抑制小胶质细胞激活，从而预防神经炎症，突触丢失，提高了学习记忆能力。这为中药应用于预防空间辐射诱导的神经炎症奠定基础。从肠道菌群出发，阐明多成分，多靶点协同作用的物质基础。

#### 【技术指标】

明确了活性显著的单体成分调节辐射脑损伤的肠脑轴机制。确定了干预辐射小鼠的标志性菌属 *Lactobacillus*, *Bacteroides*, *Blautia*, *Coprococcus*, *Ruminococcus*, 发现一种新的方式改善辐射所致的认知损伤，即通过神经递质前体物质进入血脑屏障，并且通过菌群激活PKA/CREB/BDNF信号从而影响认知。

#### 【应用前景】

功能性保健食品。



活性显著的单体成分调节辐射脑损伤的肠脑轴机制

## 4.用于防治雾霾的多糖提取方法和产品（生医学部）

### 【成果简介】

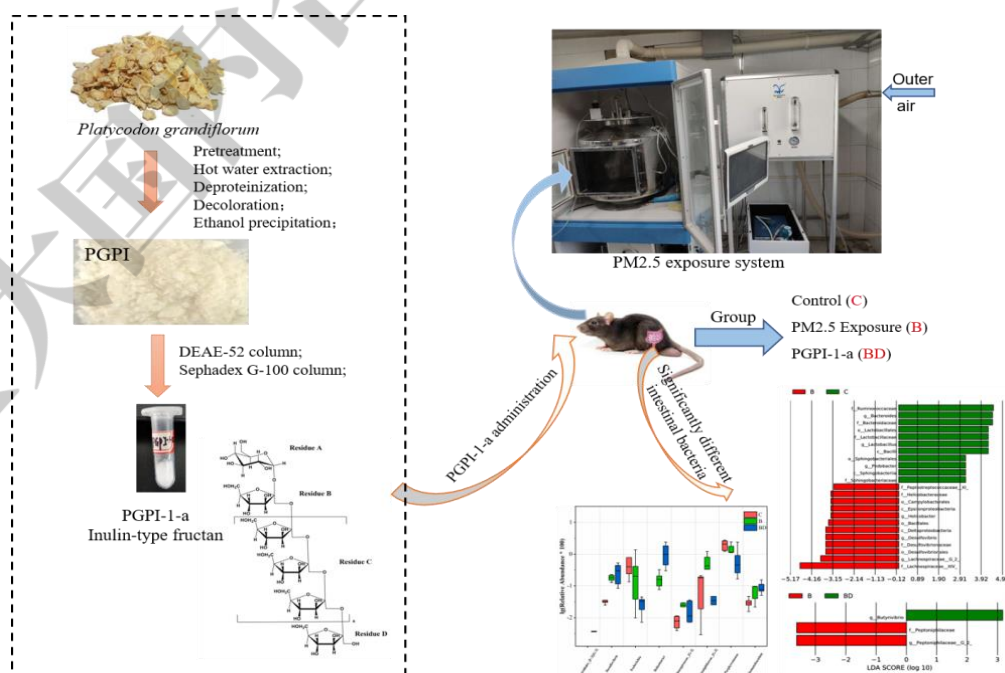
以PM2.5雾霾吸入暴露的动物模型为研究对象，探究桔梗根中分离得到一种菊粉型果聚糖对PM2.5暴露大鼠肠道微生物群落结构的影响。结果表明，桔梗中的菊粉型果聚糖可以部分恢复雾霾PM2.5调节肠道菌群，在菊粉型果聚糖干预后，丁酸酸菌属的丁酸葡萄糖球菌相对丰度显著增加，表明菊粉型果聚糖可以在一定程度上改善PM2.5暴露造成的肠道菌群失衡。

### 【技术指标】

从桔梗根中分离得到一种菊粉型果聚糖（PGPI-1-a）。PGPI-1-a由（2→1）连接的β-D-呋喃果糖（Fruf）和末端α-d-吡喃葡萄糖（GlcP）组成，分子量为12.1 kDa，菊粉型果聚糖可以通过部分恢复PM2.5暴露造成的Peptoniphilaceae<sub>[</sub>G-2]</sub>和Lachnospiraceae<sub>[</sub>G-2]</sub>紊乱的水平来调节肠道菌群。

### 【应用前景】

功能性保健食品。



桔梗根提取果聚糖工艺流程与保健功效验证

## 5.大麻素CBD水溶性技术（生医学部）

### 【成果简介】

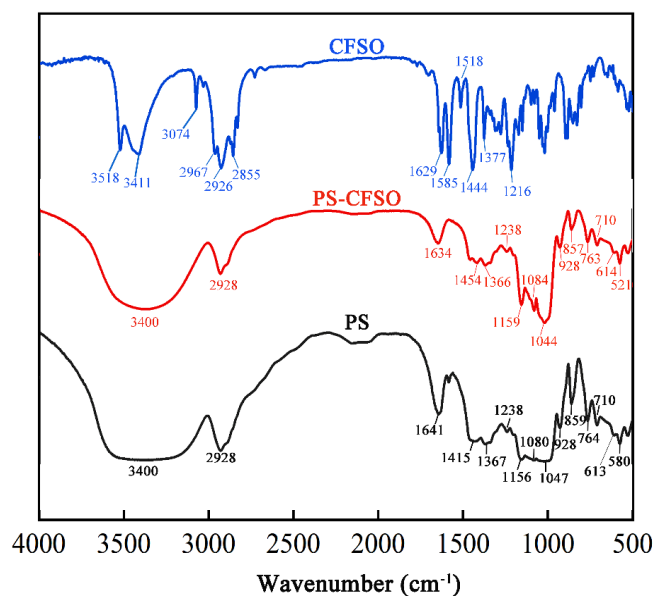
体外实验研究表明，CBD与认知障碍疾病进展的各个过程相关，参与神经保护，防止海马和皮质神经变性，具有抗炎和抗氧化性能，成为认知障碍疾病治疗中的潜力药物。随着CBD在国际上逐渐被认可，在未来可能会作为一种功能因子被应用于食品保健品，用于缓解焦虑等症状。因此，为了提升CBD的稳定性及生物利用率，实验室制备CBD水溶性技术为CBD体内生物利用率的提升发挥重要作用。

### 【技术指标】

多孔淀粉/大麻二酚包合物的制备技术； CBD全谱油-多孔淀粉负载物制备及其稳定性研究； 负载大麻二酚的水凝胶敷料制备及其性能研究技术。

### 【应用前景】

功能性保健食品。



大麻素CBD水溶性技术

## 6.一种具有降脂活性的甜茶多糖的分离和产品 (生医学部)

### 【成果简介】

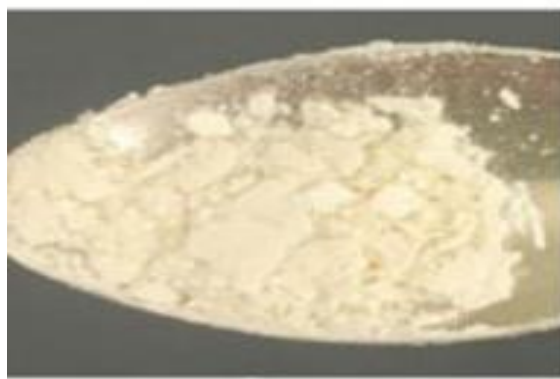
甜茶多糖对热诱导乳清分离蛋白凝胶理化作用，甜茶多糖促进了乳清分离蛋白的解折叠和交联，形成稳定的三维网络结构，显著提高了乳清分离蛋白凝胶的强度、持水性和黏弹性；FTIR和荧光光谱结果表明，甜茶多糖影响了乳清分离蛋白的二级和三级结构，促进了芳香族氨基酸向蛋白质表面的移动和 $\alpha$ -螺旋向 $\beta$ -折叠的转化。

### 【技术指标】

明确了甜茶多糖降低了凝胶的表面疏水性，增加了游离巯基含量，增强了蛋白质分子间的氢键、二硫键和疏水相互作用。

### 【应用前景】

功能性保健食品。



从甜茶中获得了一种具有降脂活性的甜茶多糖 (STP-60a)

## 7.天然产物活性成分系列高附加值产品开发关键技术 (生医学部)

### 【成果简介】

开发天然产物活性成分高附加值产品关键技术，包括创新的固态生物反应-超声波萃取系统和多级凝胶层析分离系统，提升了提取率和纯度，以及研究出智能分离纯化系统，实现一键智能化操作和保密性工艺，应用于中试和工业化生产，并开发出功能性饮品等高值化产品。

### 【技术指标】

已掌握超100种天然产物，包括天然果蔬类、传统中药材等资源的提取技术，开发出基于天然产物活性成分的高值化系列产品数十种，产品附加值提高2-10倍。

### 【应用前景】

该技术可广泛应用于药食同源类植物资源活性产物的分离、高附加值产品开发等领域。截至目前，该技术已成功应用于哈尔滨化兴新发现航天生物工程有限公司合作项目四川凉山特色资源活性成分提取及系列产品开发设计，取得了较好的经济效益。



天然产物活性成分系列高附加值产品

## 8.第五代机器人消化内镜（机电学院）

### 【成果简介】

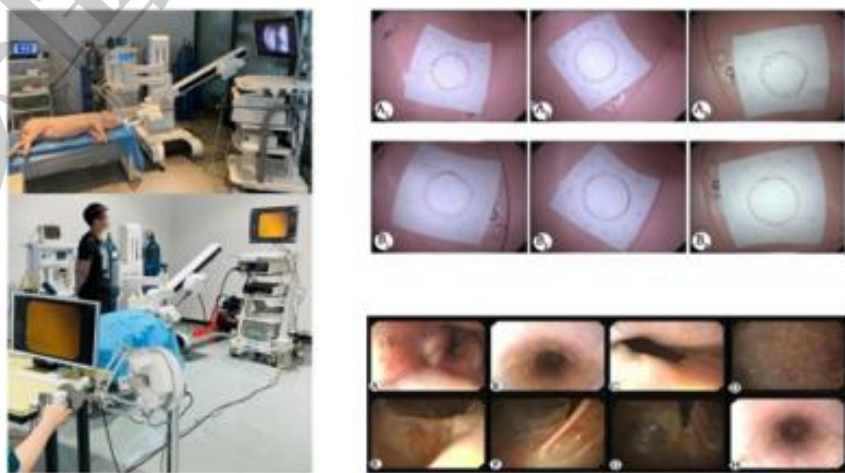
针对我国肠胃疾病患者众多且消化道癌症早筛率低、当前传统内镜操作舒适度低、操作难度大等问题，提出基于机器人和人工智能技术的第五代消化内镜理念，研发了第五代机器人消化内镜系统，实现了主从控制模式下的内镜检查 and 手术功能，使用力传感器和学习算法保证手术安全性，具备消化道ESD、NOTES等术式的开展能力，同时提高了手术精准度、稳定性和灵活性，降低了医生的操作疲劳感和手术学习曲线，构建了全新的机器人与消化内镜一体化诊疗形式。

### 【技术指标】

**机器人参数：**单机械臂具有7自由度，末端绝对定位精度小于1mm；**内镜参数：**内镜直径小于14mm，长度大于1m，末端最大承载力不低于2N，内镜成像质量大于HD；**主手参数：**7自由度串并联结构，零力控制下推动力小于0.5N，力反馈误差小于2N。

### 【应用前景】

本系统能够完全替代传统电子内镜检查、手术的相关功能，可以有效提升医生和患者体验，配合AI自动进镜和图像辅助诊疗可以提高消化道癌早筛率。首次提出机器人消化内镜一体化理念，有助于改善高端内镜领域国产化率过低现状，主从控制模式下易于实现远程医疗。该产品为肠胃疾病诊疗提供了全新的设备与操控方式，是里程碑产品，具有极大的产业化前景。



第五代机器人消化内镜