

海能技术
合作课题项目指南
(2026 年)

建设目标：赋能她力量 共筑科技未来

2025年，首届“海能”女性实验技术人才支撑计划启动，得到了高校分析测试领域女性科研工作者的热烈响应。在激烈的申报竞争中，最终有九位老师脱颖而出，围绕样品前处理、色谱分析、元素分析等方向开展课题研究，在“真问题、实场景”中展现了女性科技工作者的专业智慧与创新活力。

值此第二届项目启动之际，我们向首届入选的九位老师表示诚挚祝贺，也向所有关注和支持本计划的高校专家、科研同仁致以衷心感谢。每一位申报者的热情参与，都让我们更加坚定：高校实验技术人才是连接仪器研发与产业应用的重要桥梁，而女性科技工作者以其特有的严谨、敏锐与韧性，正在这个领域绽放独特光彩。

本计划由海能未来技术集团股份有限公司（以下简称“海能技术”）与中国分析测试协会高校分析测试分会共同发起，旨在为高校女性实验技术人才搭建产学研协同创新的实践平台。第二届项目指南继续围绕企业在仪器研发、检测方法优化、应用方案开发等环节的真实需求设立课题，所有项目均源于产业一线的技术痛点与应用场景，由企业技术团队与高校分会专家共同梳理，形成可落地的攻关路径。我们致力于通过产学研协同创新，激发女性技术人才的实践智慧与创新潜能：**重点项目**聚焦企业当前亟需突破的核心部件性能优化与可靠性提升，针对光学系统关键参数影响、废气处理装置运行参数优化、机械部件疲劳性能、流体部件表面状态演变等方向，推动国产仪器核心模块的技术升级；**基础项目**面向分析方法开发、材料性能表征与仪器应用验证，针对光谱模型转移、滤筒材质组分与孔径表征、复杂样品消解方法开发、色谱系统适用性考察、密封材料化学兼容性评估、检测器算法模型研究等方向，为国产仪器的性能提升与应用拓展提供技术储备。我们期待通过“企业出题、专家解题、联合验证”的模式，让高校的科研智慧更直接地服务于产业进步。

入选项目将获得专项科研经费支持，在项目实施过程中企业将委派技术专家协助项目方案落地。我们深信，每一位女性科技工作者都是点亮行业星空的火种。让我们携手突破技术边界，以创新实践推动国产分析仪器迈向高端，共同书写科技自立自强的时代答卷！

项目内容

一、重点项目

课题 1：积分球内壁粗糙度和镀金厚度对反射率影响的研究

➤ 课题目的：

本课题重点研究应用积分球的近红外（光谱范围 1000-2500 nm）光学系统中积分球内壁粗糙度和金镀层厚度与反射率的变化关系，为加工积分球组件制定最优的工艺参数。

➤ 课题需求：

- 1.搭建或利用已有的可检测绝对反射率或相对反射率的测量设备；
- 2.测量铝板上喷砂粗糙度不同（建议从 150 目--250 目），镀金厚度相同的样品反射率。
- 3.测量铝板上镀金厚度不同（建议从 0.2 微米--0.7 微米），喷砂粗糙度相同的样品反射率。

➤ 期望成果：

基于实验测试结果，给出不同表面粗糙度和不同金镀层厚度条件下，样品反射率的变化报告。

➤ 实验室仪器设备要求：

需具备检测样品在近红外光谱范围的绝对反射率或相对反射率测量设备。

课题 2：新型废气吸收装置的排风速度与二氧化硫净化率的关系研究

➤ 课题目的：

在凯氏定氮消解实验中，样品经强酸高温消解过程会产生二氧化硫（SO₂）等有害废气，直接排放危害实验人员健康并造成实验室环境污染。本课题针对消解过程中产生的 SO₂ 废气，系统研究新型废气吸收装置在不同排风速度下的净化效果，明确排风速度与 SO₂ 净化率、系统能耗之间的关联规律，为优化装置运行参数、保障实验室废气达标排放、提升实验安全水平提供科学依据。

➤ 需求内容：

1. 风速/风量标定：将风速仪/风量计接入废气吸收装置出气口，调节装置转速档位，记录各档位对应的风速及风量数据。
2. 无吸收条件下 SO₂释放规律测试：将消解仪、排废罩与废气吸收装置连接，在排废罩与废气吸收装置之间接入高精度烟气分析仪。称取一定量样品（种类不限），设置合理消解方案进行 20 位满载消解，实时检测并记录整个消解过程中产生的 SO₂浓度（未经吸收处理），明确消解温度与 SO₂释放量的对应关系。
3. 不同排风速度下 SO₂净化率测试：将消解仪、排废罩与废气吸收装置连接，在排废罩

与废气吸收装置之间（进气口）及废气吸收装置出口处分别接入高精度烟气分析仪（或使用两台分析仪同步监测）。称取一定量样品，按以下程序进行 20 位满载消解：200°C（15 min）→ 300°C（15 min）→ 360°C（15 min）→ 420°C（60 min）。在每个温度段的中间时间点（200°C/300°C/360°C 的第 10 min，420°C 的第 30 min），同步记录不同排风速度下装置进气口与出气口的 SO₂ 浓度，计算对应净化率。

4. 实验环境：整个实验过程可在通风橱内进行，确保操作安全。

➤ **期望成果：**

1. 提供废气吸收装置各档位风速/风量数据表。
2. 输出消解温度与 SO₂ 释放浓度的关系曲线。
3. 形成消解废气吸收装置运行参数优化指南，明确不同消解工况下的最优排风速度区间及运行建议。

➤ **实验室仪器设备要求：**

实验室需配备高精度烟气分析仪（或具备相同检测功能的设备）、风速仪/风量计；新型废气吸收装置及消解仪由海能技术提供。

课题 3：PEEK 材质弹片的疲劳测试

➤ **课题目的：**

非金属 PEEK 材质弹片在长期使用过程中存在弹力衰减现象，影响其工作稳定性与使用寿命。本课题旨在模拟实际使用场景，系统研究温度、形变量等因素对弹片弹力变化的影响规律，为弹片结构优化及寿命预测提供实验依据。

➤ **需求内容：**

1. 恒温恒载测试：分别在 50°C、60°C、70°C 条件下，对弹片施加压力使其产生 0.5mm、0.6mm、0.7mm、0.8mm 的形变量，并保持该形变状态 1 小时，实时记录弹片弹力值的变化过程；卸除压力后，监测弹片弹性恢复至初始值±10%范围内所需时间。
2. 疲劳循环测试：在以上各测试条件下，对弹片进行反复加载-卸载循环试验，记录弹力值无法恢复至初始值±10%以内时的循环次数，评估弹片疲劳寿命；同时探索缩短弹性恢复时间的可能途径（如热处理、结构微调等）。

➤ **期望成果：**

1. 提供弹片在不同温度、形变量下的压力-时间变化曲线及数据报告。
2. 输出各测试条件下弹片的疲劳寿命数据（循环次数）。
3. 期望提出缩短弹性恢复时间的可行建议或方法。

➤ **实验室仪器设备要求:**

实验室需具备弹力测试类仪器设备，测试样品由海能技术提供。

课题 4: 不同材质单向阀在输送乙腈过程中的表面状态变化研究

➤ **课题目的:**

液相色谱仪使用纯乙腈作为流动相时，单向阀易发生失效故障，表现为系统压力波动或无压力，超声清洗后可恢复。本课题旨在通过对比不同材质单向阀在乙腈输送前后的表面状态变化，初步探究乙腈对单向阀造成粘连的可能原因，为单向阀的材质选型与优化提供实验参考。

➤ **需求内容:**

1. 样品准备：由海能技术提供 3-4 种不同材质的单向阀，每种单向阀提供包括未使用的新阀及在乙腈中分别使用 1 个月、2 个月、3 个月后的同批次单向阀。
2. 表面形貌观察：采用合适的检测手段观察各单向阀球体与阀座表面微观特征，重点关注表面是否出现附着物、磨损、腐蚀等异常状态，对比不同材质、不同使用时间的表面演变规律。
3. 表面附着物定性分析：对单向阀表面的附着物进行成分与结构的定性分析。申报单位可基于实验室现有设备条件，自行设计并建立合适的分析方法（如能谱分析、红外光谱、质谱、拉曼光谱等），对附着物的元素组成、化学结构等进行表征。
4. 结果汇总与初步分析：整理不同材质单向阀的表面状态变化特征，结合附着物分析结果，初步探讨不同材质对改善粘连现象的潜在原因。

➤ **期望成果:**

1. 提供《不同材质单向阀表面状态变化研究报告》，包含各材质单向阀使用前后的表面形貌图像、对比分析结果。
2. 提供附着物成分与结构的定性分析结果，并说明所采用的分析方法及其适用性。
3. 初步总结输送乙腈过程中不同材质单向阀的表面变化规律，提出不同材质改善粘连的可能解释，为后续单向阀材质改进或使用维护提供参考。

➤ **实验室仪器设备要求:**

1. 海能技术提供不同材质单向阀样品。
2. 实验室需具备扫描电镜（SEM）等表面形貌观察设备，以及用于附着物定性分析的相关仪器（如能谱仪、红外光谱仪、质谱仪等，可根据分析方法自行选择配置）。

二、基础项目

课题 1：傅立叶变换近红外光谱仪和其他品牌近红外光谱仪器的模型转移研究

➤ 课题目的：

研究海能技术 N70 型近红外光谱仪与其他品牌近红外光谱仪进行模型转移的可行性与效果，探讨快速有效模型转移的最优方案。

➤ 课题需求：

1. 准备一组样品（建议不少于 80 个）使用理化方法准确测量其中待测的某种组分含量。
2. 在 N70 型近红外光谱仪上进行光谱测试，并建立该组分的近红外模型。
3. 在其他品牌近红外光谱仪上进行光谱测试，并建立该组分的近红外模型。
4. 尝试多种模型转移方法，并记录模型转移的效果，输出研究报告。

➤ 期望成果：

给出不少于 3 个近红外模型的模型转移测试报告，报告包含实验过程中所有的原始数据及谱图。

➤ 实验室仪器设备要求：

实验室需具备主流近红外光谱仪器，如布鲁克 tango/MPA/Matrix-I，福斯 DS3/DS2500，赛默飞 Antaris 等，N70 型近红外光谱仪由海能技术提供。

课题 2：测试五种用于酸水解滤筒材质的具体组分及孔径

➤ 课题目的：

在酸水解实验中，滤筒材质的化学组成与孔径结构直接影响其耐酸腐蚀性、截留效率及使用寿命。不同材质在强酸性、高温水解条件下的稳定性存在显著差异。本课题旨在通过精准表征五种目标滤筒材质的化学组分与孔径分布，为筛选适配酸水解工艺的最优滤筒材质、提升实验数据可靠性及延长耗材寿命提供科学依据。

➤ 课题需求：

1. 化学组分检测：采用电镜、光谱等仪器测定样品中的具体材质成分（如 PET、PP、PTFE 等）。
2. 孔径与透水性能测试：使用孔径分析仪测量样品的平均孔径及孔径分布，并测试表面透水率，评估其过滤性能。

➤ 期望成果：

形成《五种酸水解滤筒材质组分与孔径表征报告》，系统呈现各滤筒材质的化学组成、平均孔径、孔径分布及表面透水率等核心数据，为滤筒选型和应用提供参考。

➤ **实验室仪器设备要求:**

实验室需具备扫描电镜、光谱仪、孔径分析仪等设备，测试样品由海能技术提供。

课题 3: 碳化硅、氮化硅等半导体材料消解方法开发和实验结果评价

➤ **课题目的:**

开发超级微波或者微波消解仪消解碳化硅、氮化硅等难溶半导体材料的应用方法，并且评价消解效果。

➤ **需求内容:**

使用海能技术提供 TANK MAX 超级微波或 TANK 微波消解仪，研究碳化硅和氮化硅两类样品的消解温度、消解试剂体系、保温时间等消解参数对于样品消解效果的影响，并得到完全消解以上两类样品的方案。

➤ **期望成果:**

输出一份典型碳化硅和氮化硅样品的消解方案，并附带元素检测结果。

➤ **实验室仪器设备要求:**

实验室需要具备 ICP-OES、ICP-MS 等金属元素检测类仪器，微波消解仪及测试样品由海能技术提供。

课题 4: 铜精矿中铜量的两种检测方法比对及其方法优化研究

➤ **课题目的:**

现行铜精矿中铜含量检测主要依据 SN/T 4767-2017《铜矿和铜精矿铜量的测定 自动电位滴定法》和 GB/T 3884.1-2025《铜精矿化学分析方法 第 1 部分：铜含量的测定 碘量法和电解法》。两种方法在原理、操作流程及适用场景上存在差异，实际检测中易受样品基质、操作参数等因素影响，导致结果偏差。本课题旨在系统比对自动电位滴定法与碘量法在铜精矿铜含量检测中的结果差异，分析偏差来源，优化自动电位滴定法的仪器参数与前处理条件，明确两种方法的适用场景，为铜精矿铜含量检测的方法选择提供科学依据。

➤ **需求内容:**

1. 方法比对测试：选取铜含量呈梯度分布（1.00%~40.0%）的铜精矿有证标准物质及实际样品各不少于 3 种，分别采用 SN/T 4767-2017 自动电位滴定法与 GB/T 3884.1-2025 碘量法进行平行测试，记录并比对检测结果。

2. 自动电位滴定法优化：针对自动电位滴定法，系统优化电位滴定仪操作参数、样品前处理条件（酸解体系选择、赶酸温度控制、pH 调节精度）及掩蔽剂用量，验证优化后方

法的精密度与准确度。

3. 干扰因素分析：对比分析两种方法的检测效率与方法学指标，探究高锡、高锑、高砷等复杂基质对两种方法检测结果的干扰规律。

4. 偏差溯源：结合实验数据，分析两种方法结果偏差的主要原因。

➤ **期望成果：**

1. 形成《铜精矿中铜含量自动电位滴定法与碘量法比对分析报告》，系统呈现两种方法的检测结果、偏差分析及干扰规律。

2. 输出优化后的铜精矿铜含量自动电位滴定法应用方案。

3. 输出铜精矿铜量检测方法选择指导手册。

4. 总结 2-3 项方法优化的关键技术要点，为后续方法改进与标准化提供参考。

➤ **实验室仪器设备要求：**

1. 全自动滴定仪（配 pH 复合电极、氧化还原电极）由海能技术提供；

2. 实验室需具备的常规实验室设备包括分析天平（感量 0.1 mg）、电热板、容量瓶、三角烧杯等玻璃器皿；

3. 实验所需铜精矿有证标准物质、试剂（盐酸、硝酸、氟化氢铵、碘化钾等）。

课题 5：国产与进口高效液相色谱仪在食品复杂基质中分析性能的对比研究

➤ **课题目的：**

食品基质复杂多样，对高效液相色谱仪的分析性能提出较高要求。本课题选取典型复杂基质样品，以进口仪器为参照，旨在系统对比国产仪器在分离度、灵敏度、回收率、重复性等关键指标上的表现，为国产仪器的性能优化与应用推广提供实验依据。

➤ **需求内容：**

1. 样品选择：共同筛选 10 种食品行业典型复杂基质样品，确保样品的代表性和基质复杂性，并明确每类样品的目标检测项目及对应的国家标准检测方法。

2. 检测方法：依据相应国家标准（如 GB 5009 系列），对选定的 10 种样品中的目标化合物进行检测。课题承担单位需提供具体的检测项目、标准方法编号及详细操作步骤。

3. 数据对比：在相同的色谱条件（色谱柱、流动相、柱温、流速、进样量等）下，分别使用进口仪器（如 Waters、Agilent）和海能技术仪器对同一样品进行平行测定（不少于 3 次），记录以下数据：分离度、灵敏度（信噪比，S/N）、目标物含量测定结果、加标回收率、重复性（峰面积或保留时间的 RSD）、基线噪声与漂移等。

4. 差异分析：对比两种仪器的检测数据，分析在复杂基质中可能存在的系统差异（如峰

形、保留时间稳定性、基质干扰程度等)，探讨产生差异的原因。

5. 优化建议：基于对比结果，提出针对海能技术仪器的操作参数优化方案（如梯度程序、检测波长、流动相配比等）或硬件改进建议，以提升其在复杂基质样品分析中的适用性。

➤ **期望成果：**

输出《食品行业典型复杂样品系统适用性考察报告》，包含所有原始数据、色谱图、对比分析结果及差异原因探讨。提出优化建议，为后续仪器改进和方法开发提供参考。

➤ **实验室仪器设备要求：**

1. 海能技术悟空仪器提供高效液相色谱仪一套（配置根据检测项目需求与课题承担单位协商确定）。
2. 课题承担单位实验室需具备至少 1 台进口品牌（Waters 或 Agilent）高效液相色谱仪，仪器性能良好，且配置（如检测器类型、色谱柱规格等）与海能技术悟空仪器 HPLC 系统具有可比性。
3. 课题承担单位需具备相关前处理设备（如离心机、氮吹仪、固相萃取装置等）和实验所需耗材（色谱柱、样品瓶、滤膜等）。

课题 6：不同密封材料对正相试剂的耐化学兼容性研究

➤ **课题目的：**

在液相色谱系统中，正相试剂（如正己烷、乙酸乙酯、异丙醇等）常作为流动相使用，对系统中密封材料的化学稳定性提出较高要求。实际应用中，密封材料可能发生溶胀、溶解、硬化或表面劣化等现象，导致系统泄漏、压力不稳或污染风险。本课题旨在系统考察五种常用密封材料在不同温度、压力条件下对正相试剂的耐化学兼容性，通过对比材料使用前后的物理状态与表面特性变化，揭示其失效规律与机理，为正相色谱系统的密封材料选型与可靠性提升提供实验依据。

➤ **需求内容：**

1. 样品准备：由海能技术提供五种密封材料的原始样本，以及在以下三种模拟工况中经过一定时间使用后的同批次样本：
工况一：常温、常压；工况二：常温、高压；工况三：高温、高压。
2. 材料状态表征：对原始样本及各工况使用后的样本状态的变化从材料角度进行分析研究，建立分析研究方法。
3. 失效模式归纳：基于上述分析结果，总结不同材料在各工况下的主要失效模式（如溶胀、溶解、表面劣化、化学降解等），分析其与材料特性、工况条件的关联规律。

➤ **期望成果:**

输出《常用密封材料耐正相试剂化学兼容性研究报告》，系统呈现各材料在不同工况下的主要变化及分析结果，归纳不同密封材料的主要失效模式及其可能机理，分析温度、压力对材料稳定性的影响规律。结合研究结论，形成正相色谱系统密封材料选型建议，为高压、化学介质环境下的密封可靠性设计提供理论依据与数据支持。

➤ **实验室仪器设备要求:**

实验室需具备材料表征所需相关设备。五种密封材料的原始样本及不同工况使用后的样本由海能技术提供。

课题 7: 紫外-可见光检测器吸光度线性补偿算法研究

➤ **课题目的:**

紫外-可见光检测器是液相色谱系统中广泛应用的关键部件，其吸光度线性范围直接影响高浓度样品的准确定量。本课题旨在通过研究主流液相品牌紫外检测器的线性校正技术，建立适用于海能技术液相色谱 UVD 的吸光度线性补偿算法模型，将其线性范围扩展至 4 AU，确保在大浓度进样条件下仍能获得准确的峰形与定量结果。

➤ **需求内容:**

调研主流液相色谱厂商（如 Waters、Agilent 等）紫外-可见光检测器的吸光度线性校正技术，梳理其算法原理与实现方法；基于海能技术液相色谱 UVD 检测器的光学结构与信号响应特性，建立适用于该检测器的吸光度非线性校正数学模型，并通过仿真或实测数据验证算法有效性；在此基础上，形成一套可工程化实现的吸光度线性校正 SOP，涵盖校正用标准物质选择、测试条件设置、数据采集与处理步骤、算法参数标定方法等；最后使用海能技术液相色谱 UVD 检测器对系列浓度标准溶液进行测试，对比校正前后吸光度与浓度的线性关系，验证算法能否将线性范围扩展至 4 AU，并评估在大浓度进样条件下的峰形与定量结果。

➤ **期望成果:**

形成一套适用于海能技术液相色谱 UVD 的吸光度线性补偿算法模型和线性校正 SOP。

➤ **实验室仪器设备要求:**

海能技术提供四元梯度泵一台、紫外-可见光检测器一台。

自由项目申报倡议:

在已列出的 7 个基础项目之外，我们诚挚邀请并激励实验技术人才，依托海能技术集团

提供的多元化产品与技术，聚焦“生命科学应用”、“材料科学研究”、“仪器与部件创新”等领域广受关注或处于热点前沿的应用方向，积极申报富有创意与实践价值的课题。

支持办法

1. 项目资助计划：

1) 计划支持重点项目 1-3 项，每项原则上资助人民币 4-5 万元；基础项目 3-7 项，每项原则上资助人民币 1-2 万元。

2) 所有项目需在立项后 12 个月内完成，并需提交完整的技术报告及成果证明材料。

2. 技术支持与协作：

1) 项目立项后，海能技术将积极提供所需的技术仪器设备。

2) 在项目实施期间，海能技术将委派专业技术人员与项目承担单位共同组建联合工作组，参与技术方案规划、实验设计优化等关键环节，携手推动项目实践成果的落地实施。

3. 产业化探索与产学研用融合：

针对具有杰出潜力的项目方向及成果，海能技术将依据技术成熟度及市场评估结果，与承担单位紧密合作，积极探索并实现这些成果的产业化路径，共同推动产学研用的深度融合与协同发展。