

东北师范大学

本科教学实验室建设项目实施方案 (2017 年度)

申报单位： 环 境 学 院

项目名称： 环境学院实验教学示范中心仪器设备购置

项 目 类 型： 新建、升级换代

(指完全新建、升级换代、设备数量扩充)

拨付经费： 384.0 万元

自筹经费： 0 万元

项目联系人： 张继权

联系电话： 0431-89165613

2017 年 3 月 21 日

教务处制

二、项目建设必要性、目标和内容

2.1 建设必要性(从学科专业发展、专业培养方案、实验开课现状及存在的问题等方面阐述)

环境学院于 1986 年设立环境科学本科专业，并面向全国招生；1992 年设立生态学本科专业；2000 年获得环境科学博士学位授予权、环境工程硕士学位授予权；2006 年获得环境科学与工程一级学科博士学位授予权；2007 年环境科学专业被评吉林省特色专业，获批环境科学与工程一级学科博士后流动站。2009 年环境科学专业获批国家高等学校特色专业建设点，环境科学基础教学实验中心被评为吉林省实验教学示范中心；2011 年环境科学与工程一级学科被评为吉林省高等学校优势特色重点学科；2012 年“十二五”国家生态学实验教学示范中心成立。2014 年设立环境工程本科专业。

本项目设计思路是根据 2015 年新修订教学大纲要求，立足于新建环境工程专业（2014 年招生）的基础实验室建设及环境科学、生态学专业基础实验的提升，稳步推进综合性和设计性实验的开设，保障基础实验和专业实验教学质量并提升教学水平。

东北师范大学环境工程系是在吸纳哈尔滨工业大学、吉林大学、大连理工大学环境工程、给排水工程、水文水资源等专业优秀人才及整合本校化学、生物学优秀教师基础上，于 2000 年成立并获得硕士学位授予权，2006 年与环境科学一起被国家教委授予环境科学与工程一级学科及博士点。并于 2014 年，经国家教委批准，开始招收环境工程专业本科生。

环境工程专业培养具有扎实的环境工程学科理论基础，具有解决复杂环境工程问题的实践能力和创新能力，能够胜任水、气、声及固体污染控制工程、给排水工程的设计及运营管理；能够从事环境监测、评价、规划、管理以及环境工程领域新理论、新工艺和新设备的研究和开发等工作。可在政府、企业、设计单位、高校和科研院所等单位从事环境相关工作的应用型人才；同时，也可以成为环境工程领域科研学术后备人才。

为实现环境工程专业培养高素质工程专业人才的目标，学院统筹规划，积极筹建环境工程专业基础实验室。环境学院对一楼西侧和二楼部分场所进行改建，其中一楼西侧四个教室改建成两个面积在 110 平米左右的实验室。目前环境工程专业基础课程环境工程微生物实验、水质工程学实验、环境监测实验、水力学实验等缺少基本设备，

仅能满足色、臭、味、pH、COD、TOC 等简单理化指标的传统方法分析需求，随着环境分析技术的发展，新技术新方法不断涌现，COD、TOC 等简单理化指标传统分析方法已经远远不能满足水质分析要求，也远远不能满足一个合格环境工程专业毕业生的要求。为了进一步满足水质分析实验室建设实际需求，亟需提升实验配套条件，以保障实践教学质量。

2015 年和 2016 年环境学院实验中心相继获得中央高校改善基本办学条件专项经费资助 588 万元，重点用于补充和更新基础实验教学常规教学仪器，共计采购常规教学仪器 498 台套，环境科学和生态学专业的学科基础课和专业主干课的基础技能训练项目（验证性和部分综合性实验项目）所需仪器设备基本购置完成。着眼于当前社会需求，培养高质量创新型环境人才迫在眉睫。我院根据人才培养定位与目标，组织教师团队精心设计创新性和设计性实验项目，以提升学生创新素养与实践技能。但实验的仪器设备急需更新换代，才能满足“专业技能提高-科学研究创新”的需要。

基于以上两点，环境学院提出“环境学院专业基础实验室建设项目”，着力解决新建环境工程本科专业基础实验室建设和环境学院高质量人才培养所面临的专业仪器不足的问题，适应高级应用型和科研创新性人才培养的要求。

2.2 建设目标（具体说明本年度修购基金购置的仪器设备数，面向的专业，覆盖的实验室，涉及的实验项目数（包括新增数与更新数），学生受益人数，实验课人时数，建设目标等方面的建设情况）

建设总目标：通过购置常规实验仪器设备，进一步改善环境工程专业基础实验条件；购置现代测试仪器，增加学生使用大型仪器的机会，丰富和发展课程建设。

本项目的实施将保障新建环境工程专业和环境科学、生态学专业近 400 余名本科生实践教学的顺利开展，惠及专业基础课、专业主干课、专业系列课、专业实习、毕业论文等实验课程，涉及 21 个实验项目。通过常规实验仪器的购置，基本保障了环境工程专业水力学实验、环境监测实验、物理化学实验、环境工程微生物实验、水质工程学实验的正常开设。通过购买大型测试仪器，延伸了上述课程的课程内容、提高了学习效率，同时也提升了实验课的档次，同时为实验课程改革提供了机会和手段。

项目完成后，与新修订的实验教学大纲保持一致，满足综合性和创新性实验要求，实验内容和实验条件达到国内同类专业一流水平。本项目实施有助于全面提升我校环境工程专业、环境科学、生态学等专业实践教学质量，提升学生实践创新能力，使我

校成为生态环境保护建设的重要人才培养基地。

2.3 建设内容（请按季度说明具体实施项目内容及完成时间）

本项目建设所申请的实验仪器和教学设备（新增或升级），涵盖 13 门实践课程，其中环境工程专业的物理化学实验和水质工程学实验完全新建；环境统计学实践课程亦属于新建课程；环境工程微生物实验、环境仪器分析实验、环境地理学野外实习、生物化学实验等为改善实验条件，提升实验教学手段；其余实验课程是部分改善实验条件。我们将按照实践教学大纲要求，优先保障专业基础课实验条件、需求，将分阶段、分批次完成采购、安装和调试，保障教学工作顺利进行。具体内容及完成时间如下：

第一阶段：2017 年 4 月 - 2016 年 7 月

水质工程学实验、物理化学实验、水力学实验、环境监测实验、环境工程微生物学实验等课程新增实验项目或改进教学条件的实验项目，计划在 2017 年春季学期开设，所需新增或升级换代的仪器设备计划在 2018 年 7 月前购置安装调试完毕，达到实验课正常开设的要求。这部分仪器包括 T5x 微型张力计、多孔介质渗流模拟系统、伯乐 DGGE、流式细胞仪、石英晶体微天平、荧光分光光度计、荧光酶标仪、二维蛋白仪、凝胶成像系统、电化学工作站、斜板沉淀池、普通快滤池、澄清池、溶解氧仪、分光光度计、pH 计、电导率仪、COD、BOD 仪、水质多参数测定仪等。

第二阶段：2017 年 9 月 - 2017 年 10 月

环境仪器分析实验、环境统计学实践、环境化学实验、植物生理生态学实验、环境地理学野外实习、生物化学实验、环境遥感与信息系统实践等课程新增实验项目或改进教学条件的实验项目，计划在 2017 年秋季学期开设，所需新增或升级换代的仪器设备计划在 2017 年 12 月前购置安装完毕，达到实验课正常开设的要求。这部分仪器包括全自动固相萃取仪、旋转蒸发仪、氮吹仪、全自动化学分析仪、多光谱热红外地面辐射计、光合作用测量系统、人工气候箱、高精度地物光谱仪、高性能计算服务器、离子色谱仪、比表面积及介孔物理吸附仪等。

三、拟开发实验项目汇总表及具体实验内容

说明：1. 实验类型：基础性、综合性（设计性）、创新性；

2. 与原有实验的关系填写：新增、更新。

项目 序号	实验项 目名称	项目 类型	与原有实 验的关系	服务 专业	服务 课程	学 时	学生受 益人数	开课 时 间
1	土壤中多环芳烃浓度水平及形态分布	综合性	更新	环境科学	环境仪器分析实验 环境化学实验	12	40	4, 5
1	土壤中多环芳烃浓度水平及形态分布	综合性	更新	环境科学	环境仪器分析实验	12	40	4, 5
2	气相色谱法实验	综合性	更新	环境科学	环境仪器分析实验	12	40	4
3	有机污染综合指标测定（三氮、磷指标）	综合性	更新	环境科学 生态学	环境监测实验、土壤学实验	14	80	3
4	沸石分子筛的比表面积、孔径和孔容测定	基础性	新增	环境科学、生态学、环境工程	环境仪器分析实验	10	100	4
5	离子色谱法测定水中柠檬酸、磷酸和乙酸浓度	基础性	新增	环境科学、生态、环境工程	环境仪器分析实验	10	100	4
6	大气及水体中颗粒污染物计数及其粒度分布	基础性	新增	环境工程、环境科学	大气污染控制工程	8	100	6
7	环境温度对植物种子萌发的影响	综合性	更新	生态学专业	植物生理生态学	18	30	5

[illegible]

16	废水中重金属含量的测	基础性	更新	环境科学、环境工程	环境监测实验	6	60	3
17	给水处理工艺模拟实验—— 混凝	基础性	新增	环境工程	水质工程学实验	36	30	7
17	给水处理工艺模拟实验—— 沉淀	基础性	新增	环境工程	水质工程学实验	36	30	7
17	给水处理工艺模拟实验—— 过滤	基础性	新增	环境工程	水质工程学实验	36	30	7
17	给水处理工艺模拟实验—— 澄清	基础性	新增	环境工程	水质工程学实验	36	30	7
18	基本及综合水质参数测定	基础性	新增	环境工程	水质工程学实验	36	30	7
18	基本及综合水质参数测定	基础性	新增	环境工程	水质工程学实验	36	30	7
18	基本及综合水质参数测定	基础性	新增	环境工程	水质工程学实验	36	30	7
18	基本及综合水质参数测定	基础性	新增	环境工程	水质工程学实验	36	30	7
18	基本及综合水质参数测定	基础性	新增	环境工程	水质工程学实验	36	30	7
18	基本及综合水质参数测定	基础性	新增	环境工程	水质工程学实验	36	30	7
18	基本及综合水质参数测定	基础性	新增	环境工程	水质工程学实验	36	30	7
19	浮游生物的定性定量观察	综合性	更新	环境科学、环境工程、生态	水生生物学实验、 环境工程微生物	8	110	4、3

3.1 实验项目一土壤中多环芳烃浓度水平及形态分布

3.1.1 实验目的

掌握土壤中多环芳烃的测定原理及方法

3.1.2 实验内容及与原有实验的关系（新实验所解决的原有实验中存在的问题和不足）

采集农田表层土壤（0-20cm），室内风干，磨碎后过 60 目筛备用。

原土样污染及老化即染毒。

原土样中污染物形态分析：1、可脱附态分析—加入二氯甲烷利用溶剂萃取仪快速萃取，用无水硫酸钠过滤干燥，用旋转蒸发仪蒸干，甲醇定容至 2ml，过 0.22um 膜，待 HPLC 测定。2、有机溶剂提取态—3 上一步提取后土样，37 度烘干，加入二氯甲烷与丙酮混合萃取液，超声萃取，用无水硫酸钠过滤干燥，用旋转蒸发仪蒸干，甲醇定容至 2ml，过 0.22um 膜，待 HPLC 测定。

与原有实验的关系

原有实验内容未涉及此项目。本实验中加入了样品的前处理部分内容，目的是让学生掌握土壤或沉积物中有机污染的前处理方法，了解并熟悉批量样品前处理的先进方法。

3.1.3 主要测试参数及指标范围

超声波萃取仪（Scientz-750F）：频率：19.5-20.5 KHz；分散容量：5-700ml

占 空 比：0.1-99.9%

全自动固相萃取仪（快速溶剂萃取仪）SPE-10：15 个溶剂通道，连续处理样品量不少于 18 个，收集体积分别为 20ml、40ml、60ml。

旋转蒸发仪 RE311：转速：20~250r/min(rpm)；温度：室温+5~180℃；电动升降行程：130mm；

3.1.4 实验主要仪器设备连接框图

无

3.2 实验项目二气相色谱法实验

3.2.1 实验目的

了解色谱仪器的构造及实验方法。

掌握环境样品中有机污染的前处理方法及前处理仪器的使用。

3.2.2 实验内容及与原有实验的关系(新实验所解决的原有实验中存在的问题和不足)

重点介绍环境样品（鱼）中硝基苯类化合物的提取和纯化。利用超声波发进行鱼肉样品中硝基苯类化合物的提取，最好利用氮吹仪浓缩定容至 10ml，最后进入气相色谱分析。

原实验中省略了样品的全处理步骤，学生对实验的掌握不够全面。引入此部分内容可以使实验更加全面。

3.2.3 主要测试参数及指标范围

超声波萃取仪 (Scientz-750F): 频率: 19.5-20.5 KHz; 分散容量: 5-700ml

占空比: 0.1-99.9%

氮气吹扫浓缩装置 (MGS-2200): 微电脑控制; 24 孔, 可批量处理。

3.2.4 实验主要仪器设备连接框图

3.3 实验项目三有机污染综合指标测定 (三氮、磷指标)

3.3.1 实验目的

了解水中 3 种形态氮测定的意义

掌握氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮的经典测定方法及仪器方法比较

3.3.2 实验内容及与原有实验的关系 (新实验所解决的原有实验中存在的问题和不足)

(1) 氨氮的测定——纳氏试剂光度法

(2) 亚硝酸盐的测定—— $N-(1-萘基)-乙二胺$ 光度法

(3) 硝酸盐的测定——酚二磺酸光度法

原有实验均采用紫外可见分光光度计进行最后检测, 其中反应溶液和显色剂的加入均属于人工手动加入, 对于批量样品来说, 耗时耗力。

全自动化学分析仪可全自动快速地进行水质、植物和土壤、饲料和肥料、烟草、酒类和饮料等样品的化学参数分析, 检测参数包括: 氨氮, 总凯式氮, 硝酸盐, 亚硝酸盐, 磷酸盐, 总磷, 硅酸盐, 硫化物, 硫酸盐, 碱度, 氯化物, 六价铬, 钙, 镁, 尿素, 蛋白质, 还原糖, 总糖等多个指标。所有分析方法符合美国 EPA 标准或者国际国家标准。

3.3.3 主要测试参数及指标范围

测量原理: 采用第二代直读式分光光度技术, 无流通池, 避免交叉污染

检测器: 双光束数字检测器

光程: ≥ 10 mm

线性范围: 0.001-2.500 Abs

灵敏度: 至少 0.0001 Abs

波长范围: 420-880nm

全自动进样系统: 16 个试剂位, 126 个样品位

比色系统：比色盘可容纳不少于 60 个比色杯位

3.4 实验项目四：沸石分子筛的比表面积、孔径和孔容测定

3.4.1 实验目的

- (1) 掌握固体材料比表面积、孔径和孔容测定的原理；
- (2) 了解物理吸附仪的结构和功能，掌握测定固体材料比表面积、孔径和孔容分析的技术。

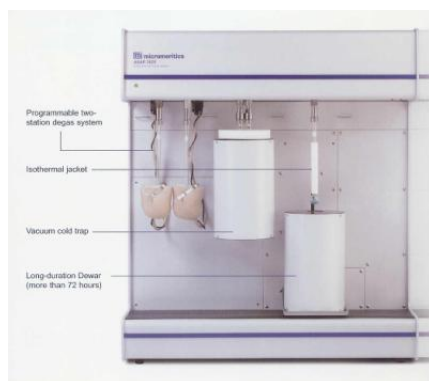
3.4.2 实验内容及与原有实验的关系(新实验所解决的原有实验中存在的问题和不足)

本实验为新增内容，将使学生了解并掌握表征材料表面物理化学性质的新技术。

3.4.3 主要测试参数及指标范围

介孔、微孔和微孔-介孔吸附等温线(相对压力小于 0.99)；孔径分布曲线(0.35–200 nm)；比表面积 (1–1000 m²/g 无限大)；孔径 (0.35–200 nm)；孔体积 (> 0.0001 c³/g)。

3.4.4 实验主要仪器设备连接框图



3.5 实验项目五：离子色谱法测定水中柠檬酸、磷酸和乙酸浓度

3.5.1 实验目的

- (1) 掌握离子色谱分析法的基本原理；
- (2) 了解离子色谱仪器的基本结构、性能和使用方法；
- (3) 掌握离子色谱法测定水中有机酸浓度的方法，在此基础上，掌握离子色谱法测定水中各种阴离子的方法。

3.5.2 实验内容及与原有实验的关系(新实验所解决的原有实验中存在的问题和不足)

新增实验，解决原实验教学条件不足，使学生掌握准确快速测定水中有机酸浓度的新技术。

3.5.3 主要测试参数及指标范围

流量精度 $< 0.1\%$ ，流量准确度 $< 0.1\%$ ，压力波动 $< 1\%$ ；抑制容量 200 微当量/分钟，抑制器死体积 $< 50\ \mu\text{L}$ ；淋洗液自动发生器，流速 $0.1\text{--}3.0\ \text{mL/min}$ 。电导检测器：分辨率 $0.00238\ \text{nS}$ ；量程： $0\text{--}15000\ \mu\text{S}$ ；紫外-可见光检测器：波长范围 $190\text{--}900\text{nm}$ ； $1\ \text{nm}$ 步进，波长准确度 $1\ \text{nm}$

3.5.4 实验主要仪器设备连接框图



3.6 实验项目六：大气及水体中颗粒污染物计数及其粒度分布

3.6.1 实验目的

基于我国当前大气环境污染严重、颗粒态污染物对人体和生态健康造成极大破坏的背景，以大气及雾霾影响下地表受纳水体的样品为分析对象，分析其中的颗粒态污染物的浓度（计数）及其粒度分布，揭示大气中颗粒污染物的基本特征，掌握颗粒分析的基本原理和仪器使用方法。

3.6.2 实验内容及与原有实验的关系（新实验所解决的原有实验中存在的问题和不足）

本实验为新增内容，将使学生了解并掌握表征大气及水体中颗粒浓度和粒度测定的技术，引导本科生关注我国大气和水污染、尤其是颗粒态污染物，是对原有实验的补充。同样，本仪器使用过程中所培养的技能还能应用于《水污染控制工程》课程中的混凝沉淀分析、《环境工程微生物》课程中的微生物计数分析。

3.6.3 主要测试参数及指标范围

能在极短的时间内（秒尺度）同时获得颗粒计数、浓度、体积、聚集度及粒度分布的信息，实现对颗粒的三维测量；准确识别的最小粒径能达到 nm 级，最高能到 mm 级，分辨率达 nm 级；配备覆盖全部粒径范围的、不同孔径规格的（对应不同测量范围）的小孔管及标准颗粒；配备清洁剂、稀释剂及一次性计数小瓶；重复性误差不得高于 3% ；体积模式：从几十微升到几毫升连续可选；样品分析不受颗粒颜色、分散剂的影响；配套提供可免费更新的软

件系统。

3.7 实验项目:环境温度对植物种子萌发的影响

3.7.1 实验目的

- (1) 了解种子萌发过程中形态结构变化;
- (2) 掌握种子发芽率、发芽势测定方法;
- (3) 掌握植物种子的淀粉酶活性的测定方法;
- (4) 探讨环境温度对种子萌发的影响。

3.7.2 实验内容及与原有实验的关系(新实验所解决的原有实验中存在的问题和不足)

(1) 实验内容

- 1) 指导学生选择实验材料(豆科、禾本科植物种子),完成实验方案设计;
- 2) 根据实验材料不同在实验第1-3天或1-7天分别记录不同环境温度下种子的发芽情况,并计算发芽率与发芽势;
- 3) 测定不同环境温度下植物种子的淀粉酶活性。
- 4) 数据处理与讨论,撰写实验分析报告。

(2) 与原有实验关系

本实验为生态学、环境科学专业综合性的实验,将原来种子萌发实验进行内容扩展,增加环境温度影响下淀粉酶活性测定的内容;同时改革实验教学方式,使学生由被动操作变为主动思考、设计,增强综合性和创新性。因原有实验设备缺失,为保障本实验顺利进行,需要进行必要的仪器设备补充。

3.7.3 主要测试参数及指标范围

人工气候箱

用不同的光照强度和不同的温度下培养实验材料

- 1) 容积: 300 - 500L
- 2) 控温范围: 0 - 60℃
- 3) 温度波动度: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- 4) 温度均匀度: $\pm 1^{\circ}\text{C}$
- 5) 光照度: 0 - 3500 - 25000LX

3.7.4 实验主要仪器设备连接框图



3.8 活性污泥/生物膜内环境因子微空间分布与物质循环

3.8.1 实验目的

- (1) 掌握污水处理工艺中活性污泥和生物膜内部的微观环境分布, 并将知识框架延伸至微生物代谢与传质理论;
- (2) 通过微电极测试氮、氢和硫元素的在活性污泥和生物膜内的赋存形态及微观分布, 理解其内部的物质循环过程和影响因素, 并将知识框架延伸至污水处理工艺调节原理。

3.8.2 实验内容及与原有实验的关系

- (1) 采用微电极测量活性污泥和生物膜内部环境参数的微空间分布, 并绘制梯度变化曲线, 阐明变化原理, 分析两种生物介质环境参数微空间分布的共性与差异;
- (2) 采用微电极测量活性污泥和生物膜内部氮、氢和硫元素的赋存形态及微空间分布, 并绘制梯度变化曲线, 阐明各元素变化的原因和对污水处理工艺调节原理的启发。

本实验为新增内容。

3.8.3 主要测试参数与指标范围

- (1) 微环境因子测试参数: 温度($-10\sim 50^{\circ}\text{C}$)、pH(4-10)、氧化还原电位和溶解氧(测量范围: 0-1 atm pO_2 , 检测下限: $0.3\ \mu\text{M}$);
- (2) 物质循环测试参数: H_2S (测量范围: 0-1 atm pH_2 , 检测下限: $0.3\ \mu\text{M}$)、 H_2 (测量范围: 0-1 atm pH_2 , 检测下限: $0.3\ \mu\text{M}$)、 N_2O (测量范围: 0-5%, 检测下限: $0.3\ \mu\text{M}$)、 NO (测量范围: 0-1%, 检测下限: 20-50Nm)、 NO_3^- 。尖端直径均为 $10\mu\text{m}$ 。

3.9 实验项目九 紫外吸收法测定 DNA 含量

3.9.1 实验目的

- (1) 学习紫外吸收法测定 DNA 含量的实验原理
- (2) 掌握微量紫外分光光度计测量 DNA 含量的操作方法

3.9.2 实验内容及与原有实验的关系(新实验所解决的原有的实验中存在的问题和不足)

本实验与原有实验内容一致。原实验使用核酸蛋白测定仪测量 DNA 含量，该仪器一次只能测量一个样品，且测量程序较为复杂，耗时较长。本项目新购置一台微量紫外分光光度计（Thermo NanoDrop Lite），以提高实验教学效率，更好完成实验教学任务。

3.9.3 主要测试参数及指标范围

1) 仪器控制 本机控制

2) 最小样品量 1 μ L

3) 同时可测定的样品量 1

4) 光程 0.5mm

5) 灯源 发光二极管

6) 检测器类型 硅光电二极管

7) 波长范围 固定波长 260 和 280nm

8) 光谱分辨率 < 8.0nm

9) 重复性 0.002a

10) 吸光度准度 3% (260nm 波长下, 1.05 个吸光值)b

11) 吸光度范围(等同于 10mm 光程) 0 到 30Abs

12) 最低检测限 4ng/ μ L (双链 DNA), 0.12mg/mL (BSA)

13) 最大检测浓度 1500ng/ μ L (双链 DNA), 45mg/mL (BSA)

14) 测量时间 <5 秒

3.9.4 实验主要仪器设备连接框图



微量紫外分光光度计（Thermo NanoDrop Lite）

3.10 实验项目十：静水压强实验

3.10.1 实验目的

掌握用测量单一相及二相体系压强特性的技能；验证不可压缩流体静力学基本方程；通

过对水静力学现象的实验分析，进一步提高解决实际问题的能力。

3.10.2 实验内容及与原有实验的关系(新实验所解决的原有实验中存在的问题和不足)

已有实验针对的是饱和水相体系的压力测量，而自然界中常常存在水气二相共存的体系，非饱和体系中的基质吸力如何确定亟待认识和探索。

3.11.3 主要测试参数及指标范围

构建柱实验系统，侧壁插入微型张力计读取其基质吸力，对张力计要求如下：

精确零张力读数；快速反应：装满水的 T5x 在 5 秒内即可反应空气 0~85 kPa 的压力变化。具体指标包括：

测量范围：+100 kPa~-160 kPa；

输出信号：-100~+160 mV

精度：±0.5 kPa

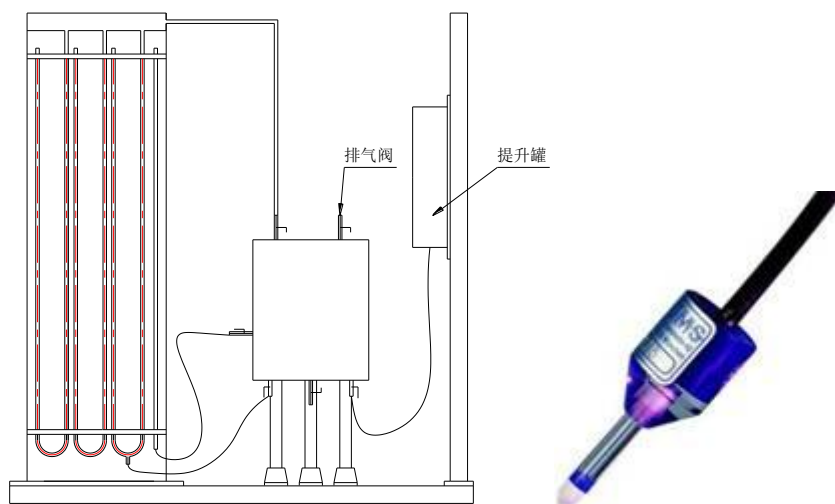
管直径：5 毫米

管长度：标准 7 厘米，可选长度 2~20 厘米

手柄尺寸：直径 20 厘米×长度 3.5 厘米

电缆：1.5 米，4 针 M12 插头，最大可延长到 20 米

3.10.4 实验主要仪器设备连接框图



3.11 实验项目十一：沿程阻力和局部阻力实验

3.11.1 实验目的

学会沿程和局部水头损失的测定方法。用实验方法测定三种局部管件（实扩、突缩和阀门）在流体流经管路时的局部阻力系数，以及测定管道沿程水头损失系数 λ 的方法。

3.11.2 实验内容及与原有实验的关系(新实验所解决的原有实验中存在的问题和不足)

原有实验仅针对水力学第四章的内容，本次补充实验还兼顾了第十章“渗流”部分的内容。第四章中沿程水头损失考虑的是给排水管道内的单一水相流动，第十章中的渗流对于环境科学与工程专业而言，具有很强的应用指导意义，考虑的是饱和多孔介质渗流过程的水头损失，例如实际工程中最普遍的过滤工艺即主要考虑此问题，因为拟构建以有机玻璃柱、模拟填充过滤介质、侧壁压力计、数据采集器共同构成的饱和多孔介质体系沿程水头损失的监测分析实验系统。

3.11.3 主要测试参数及指标范围

柱高：0.15-1.00m

侧壁压力计间距：3-10cm

压力计型号：德国 WIKA 压力传感器

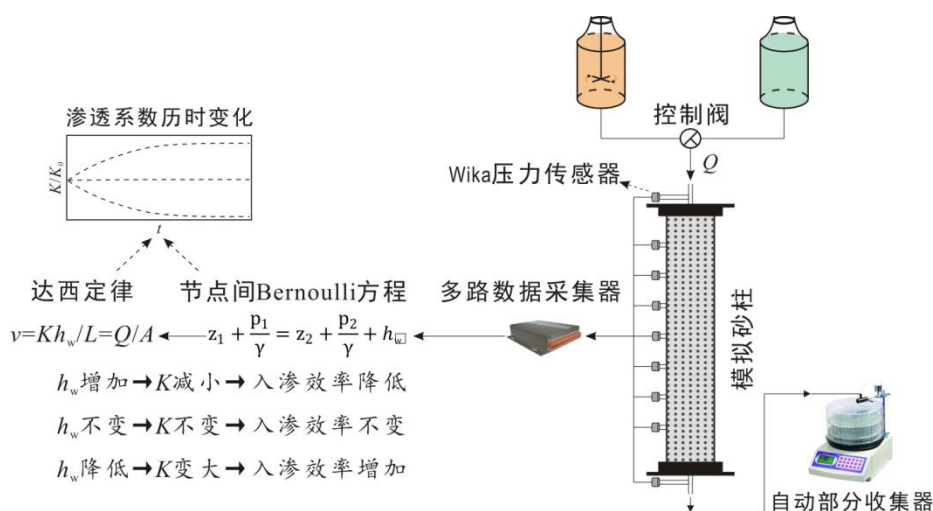
直径：2.5-10cm

数据采集器：长春市明轩数据自动采集器

流量控制：BT-100 型蠕动泵

实验过程中需要测定压力传感器压差变化，按照伯努利方程计算水头损失。

3.11.4 实验主要仪器设备连接框图



3.12 实验项目十二：雷诺实验

3.12.1 实验目的

实际观察流体的两种型态，加深对层流和紊流的认识；测定液体（水）在圆管中流动的临界雷诺数—即下临界雷诺数，学会其测定的方法。

3.12.2 实验内容及与原有实验的关系(新实验所解决的原有实验中存在的问题和不足)

传统雷诺实验中仅针对特地管道在不同水流状态下的流动形态开展观测,属于基础水力学的范畴,环境科学与工程更需要在此基础上拓展环境水力学的内容,例如,层流及紊流不同条件下,水中物质随水流迁移过程中与管壁有何相互作用?因此,拟引入 QCM 石英晶微天平,基于雷诺实验,设定不同的流动情境,分析水中物质在流动池中与不同材质的管壁将发生何种作用?对物质的附着沉积有何影响?这是基础水力学与本专业密切结合的关键知识点,也是环境水力学的核心内容。

同时,雷诺实验中极为重要的参数是液体粘度,石英晶体微天平可用于测量表面或附近发生的质量和黏度变化过程。

3.12.3 主要测试参数及指标范围

控制参数包括:水管截面积、流速、流量、水箱液面高度、临界雷诺数。

要求仪器能够测量频率和电阻,模拟输出到恒电位仪(QCM200),读取高负载石英晶体(能达到 5MHz),变压器绝缘石英晶体,并联电容补偿,可满足 Windows 操作系统软件。

具体指标如下:

频率测量

频率显示

分辨率:	0.01 Hz (10 second gate) 0.1 Hz (1 second gate) 1.0 Hz (0.1 second gate)
门时间:	0.1 s, 1 s, 10 s, 可由用户选择

测量(内部时间基准)

稳定度	$<2 \times 10^{-9}$ 艾伦方差(典型)
精度:	± 1.5 ppm

模拟输出

Δf 输出:	$\pm 10V$ 全量程(20-bit)
范围:	± 200 kHz, ± 100 kHz, ± 50 kHz, ± 20 kHz, ± 10 kHz, ± 5 kHz, ± 2 kHz

频率输出

频率:	5 MHz (额定)
电平信号:	TTL (方波)
源阻抗:	50 Ω

外部时间基准输入

频率:	10MHz
电平:	1 Vpp (额定)

电阻测量

电阻显示

范围:	0 - 5000
分辨率:	5 digits: 0.001 for $R < 100$ 0.01 for $100 \leq R < 1000$

电导输出(Vc)

电阻 $R = 10,000 \quad (10 - V_c/5) - 75$

电阻范围: 0 - 5000Ω

电压范围: 0 - 10.625 VDC, 对数刻度

阻抗: 1 kΩ

电容补偿

范围: 10 pF - 40 pF (20 pF 额定)

限度: 0.01 pF

物理参数

模拟连接: BNC

接口: RS-232, 9600 baud

石英固定架

材料: Kynar 文, O-ring: Viton 文

电缆类型和长度: Cat-5, 3 ft.

外型尺寸和重量: 10.6"×2"×7"(WHD), 2 lbs.

操作温度: 0 °C - 40 °C

功率: 15W, 100/120/220/240VAC, 50/60 Hz

石英晶体（抛光）

频率: 5 MHz, AT-cut, plano-plano

尺寸: 1 inch

电极: Cr/Au (Ti/Au, Ti/Pt, In Sn oxide opt.)

3.12.4 实验主要仪器设备连接框图



3.13 实验项目十三 液体表面张力的测定

3.13.1 实验目的

- (1) 了解测定液体的表面张力的原理
- (2) 了解表面张力测定仪的组成
- (3) 了解表面张力测定仪的使用方法

3.13.2 实验内容及与原有实验的关系(新实验所解决的原有实验中存在的问题和不足)

本门实验课程目前由环境学院自己开设, 故需新购置表变张力及接触角测定仪以完成实

验教学任务。

3.13.3 主要测试参数及指标范围

接触角测试范围： $0^{\circ} < \theta < 180^{\circ}$

读值分辨率： 0.01°

测试精度： $\pm 1^{\circ}$ ($\theta/2$ 法)； $\pm 0.1^{\circ}$ 圆拟合法 (Circle Fitting)

界面张力测试范围：0.001-2000mN/m

界面张力测试分辨率：0.001mN/m

界面张力测试方法：Bashford-Adams (BA) 表 (select plane)、Young-laplace 拟合技术 (第四代)

电源：AC100~240V 50/60HZ

3.13.4 实验主要仪器设备连接框图



3.14 实验项目十四 分子荧光光谱法测水中硫酸奎宁浓度

3.14.1 实验目的

1. 熟悉荧光分光光度计的原理和使用；
2. 掌握激发光谱和发射光谱的概念及测定方法；
3. 掌握用标准曲线法进行荧光定量分析。

3.14.2 实验内容及与原有实验的关系(新实验所解决的原有实验中存在的问题和不足)

(1) 仪器和试剂：

仪器：荧光分光光度计，刻度吸管，容量瓶

试剂: 0.1 μ g/ml 硫酸奎宁(仪器室),

100 μ g/ml 硫酸奎宁标准溶液,

硫酸奎宁待测液

0.05 mol/l 稀硫酸溶液

(2) 实验步骤:

1.标准溶液的制备:

精密吸取硫酸奎宁标液(100 μ g/ml, 0.05 mol/L 硫酸溶解)1.0、2.0、3.0、4.0 及 5.0 ml 分别置于 50 ml 容量瓶中, 用 0.05 mol/L 硫酸稀释至刻线,摇匀, 制得对照品的标准系列溶液, 并计算浓度。

2.待测试样溶液的制备:

吸取硫酸奎宁待测液 1.0 ml, 于 50 ml 容量瓶中, 用 0.05 mol/L 硫酸稀释至刻线,摇匀, 得待测试样溶液。

3.测定:

(1) 用 0.1 μ g/ml 的硫酸奎宁测定激发光谱和发射光谱:

开机—打开光谱扫描工作站--方法建立—调零--激发光谱的测定—发射光谱的测定—打印结果

(2) 校正曲线法测定试样溶液的浓度:

打开浓度测定工作站--方法建立--校正曲线的测定--试样溶液的测定—打印结果--关机

注意事项: 溶液配制过程中需应当规范操作各种容量仪器, 防止误差; 样品测定时, 应该按照从低浓度到浓度的顺序, 尽可能的减少测量误差; 仪器校正后制作标准曲线的参数应该和测定样品时保持一致。

该仪器有助于对实验过程中污染物质量浓度的快速测定, 极大地提高了实验效率。其快速测定的优点也有助于实验课教学开展, 有利于多组学生同时开展实验。

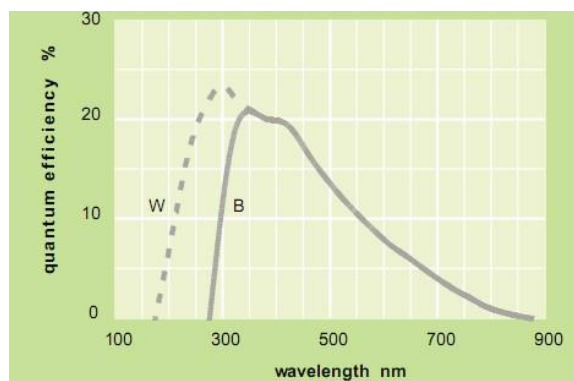
3. 14. 3 主要测试参数及指标范围

荧光分光光度计提供电化学及电化学发光分析所需的恒电位、循环伏安、线性扫描等电化学方法及电化学电流检测手段。此部分是整套测试系统的核心, 仪器内部集成了与系统计算机通讯的标准 RS 232 串行接口, 可有效地完成系统计算机与其他仪器及相应控制部件的数据传输。

*输入高压: -100 ~ -1000 V

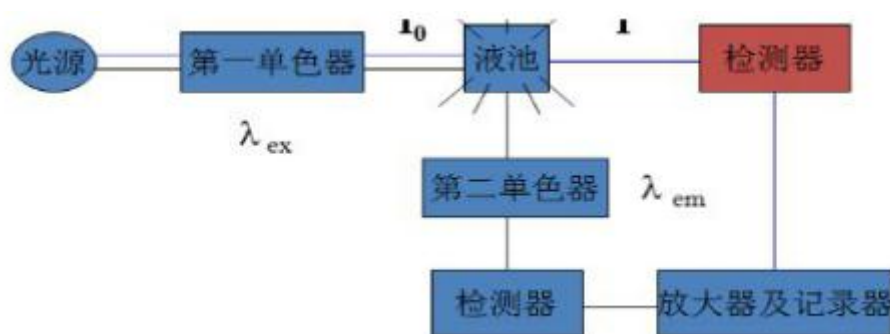
* 波长范围: 170—850 nm (最大响应波长: 300nm)

* SP>1000 A/Lm



光谱响应曲线

3.14.4 实验主要仪器设备连接框图



荧光分光光度计结构示意图

3.15 实验项目十五：工程菌的分离、培养和降解技术

3.15.1 实验目的：

- (1) 掌握从环境（土壤、水体、活性污泥等）中分离、培养工程菌的方法。
- (2) 学会微生物的平板划线法等几种分离方法。
- (3) 观察几种细菌菌落特征及其个体形态特征。
- (4) 了解工程菌的降解技术

3.15.2 实验内容及与原有实验的关系(新实验所解决的原有实验中存在的问题和不足)

2013 年以前，环境科学系共有环境科学和生态学 2 个专业的本科生开设环境微生物学实验，该实验课程由生命学院负责开设，学生上课的实验场地以及实验所采用的仪器设备均为生命学院所有。2013 年以后，环境科学学院成立，原来环境微生物学实验课程交由环境学院承担。同时，由于环境工程专业开始招收本科生，环境微生物学实验课程的开设由原来的 2 个专业增加为 3 个。环境学院可以开设环境(工程)微生物学实验所需的教学仪器和设备

几乎为零。因此，急需购买相关的教学仪器和设备，以便教学的正常实施与开展。

3.15.3 主要测试参数及指标范围

(1) 荧光酶标仪

- 1、具备荧光检测模块、化学发光检测模块、紫外-可见吸收光检测模块
- 2、荧光检测模块
 - 2.1 光源应为高能量氙闪灯，以满足荧光强度检测，时间分辨荧光及光谱扫描等
 - 2.2 波长范围：250–700 nm，采用国际领先的四光栅系统
 - 2.3 可实现顶底部荧光检测，顶部检测灵敏度 ≤ 2.5 pM 荧光素，底部检测灵敏度 ≤ 5 pM 荧光素
 - 2.4 荧光强度检测器为 PMT 检测器或其他高灵敏检测器
 - 2.5 可进行激发光及发射光扫描，1nm 步进，并绘制扫描曲线
- 3、化学发光检测模块
 - 3.1 波长范围：300–700 nm
 - 3.2 动态范围： > 6 个数量级
 - 3.3 积分时间：0ms–100s 可调
 - 3.4 在 96 孔板中 ATP 闪光分析灵敏度 ≤ 20 amol /孔
 - 3.5 支持闪光、辉光、发光扫描检测模式
- 4、紫外-可见吸收光检测模块
 - 4.1 光源应为高能量氙闪灯或更优光源
 - 4.2 波长范围：230–999 nm，1 nm 步进，一次检测最多可进行 6 种波长测量
 - 4.3 带宽：230–285nm ≤ 4 nm
 - 4.4 测量范围：0–4.0 OD
 - 4.5 OD 检测准确性应 $\leq 1\%$ ，重复性应 $\leq 0.5\%$ ，OD 分辨率可达到 0.0001 OD
 - 4.6 散射光 $\leq 0.03\%$
 - 4.7 支持终点法，动力学法，波长扫描和微孔孔域扫描等检测模式
 - 4.8 具备光路径长度校正功能，可将微孔板光路径长度转化为标准 1cm 路径长度
 - 4.9 可选配比色杯、超微量多体积检测板
- 5、时间分辨荧光检测模块（选配）
 - 5.1 光源应使用高能氙闪灯或更优光源
 - 5.2 采用光栅系统，波长范围：250–700 nm

5.3 灵敏度不低于 Eu 1.2 pM (120 amol/孔)

6、分液器（选配）

6.1 分液器数目：≥2 个分液器，仪器可标识分液器位置，加样速度 4 档可调，可根据样品不同粘滞度调整加样速度。

6.2 分液体积：5-1000 μ l, 1 μ l 步进

6.3 死体积小：可达到 1.1 ml 无回流，100 μ l 回流

6.4 可进行液体回抽，回收管路中残留试剂，节省检测试剂。

7、检测设定要求

7.1 单点数据检测次数可 1-255 次间设置，提高检测稳定性

7.2 光子整合 PMT 检测器，可手动调整或自动调整 PMT 增益。

7.3 兼容所有符合 SBS 标准微孔板，并可根据不同厂家品牌和孔数进行设定

7.4 可进行高精度孔域扫描，最多可选 99×99 点矩阵扫描

7.5 有 Z-轴自动聚焦，可根据样品高度自动调整探头高度

7.6 检测速度 96 孔板≤11 秒，384 孔≤22 秒

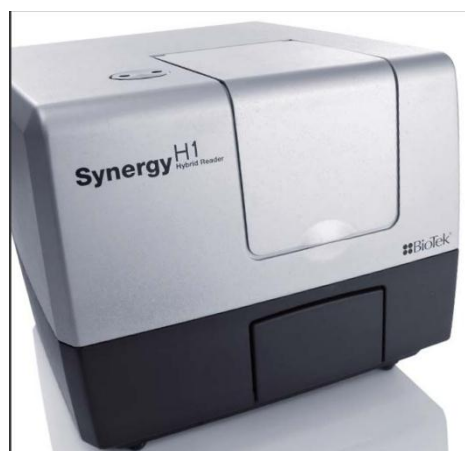
7.7 可对样品进行动态检测，持续时间 0-168 小时

8、温度控制：室温 +4℃至 45℃

9、4 种振荡模式可选，振荡时间可在 1—1000 分钟范围内调整

10、可兼容自动储板器（单架载板量 50 块、30 块或 10 块可选），进行高通量微孔板处理工作

实验主要仪器设备连接框图



兼容Take3超微量多级体积检测板可进行16个体积为2 μ L的微量样品检测。

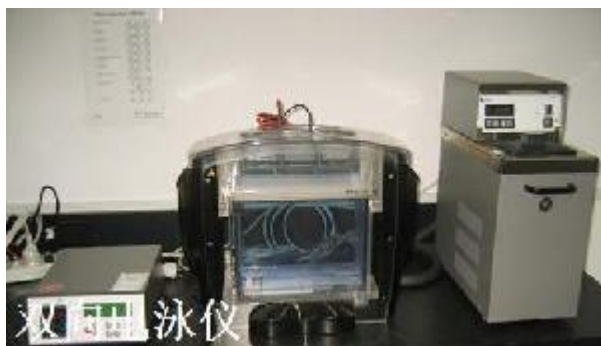
(2) 二维蛋白仪

1. 工作电压：电泳槽和电源一体化设计，工作电压：25-10,000 V，最高电压需达 10,000V。

分辨率:10V。

2. 电流范围：2.4mA 分辨率：0.01mA。
3. *温控范围：10-25℃，半导体制冷，精确控温。
4. *聚焦槽：需避免蛋白样品吸附，防止污染并保证实验的重复性，且不易敲碎，非常容易清洗，无需特殊清洗液。
5. 用户界面
 - a. 实验运行中有即时更改程序功能
 - b. 运行参数：含水合和聚焦时间，电泳槽温度，每条泳道的电流限制，电压和每步电压的跃升的方式
 - c. 电压跃升：快速，线形，慢速三种升温方式
 - d. 编程方式：三个标准程序，可存储十种不同的程序，每种程序可设计十个不同步骤。可以进行实验方法的预设及实时的编辑。
6. 外接口：RS232，可外接打印机，可打印实验方法和数据。

实验主要仪器设备连接框图



(3) DGGE 系统 DCode™ 通用突变检测系统

主要测试参数及指标范围

两段程控，每段最长时间 24 小时，控制精度 1 秒；

电压范围：0-200V，精度 0.1%；

电流范围：0-150mA，纹波系数 0.1%；

温度控制：凝胶区域中的温度控制（PID 类型） $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 变化，45-70℃ 范围内实际上下波动 0.5℃

电极：直径为 0.010" 的铂金丝

实验主要仪器设备连接框图



(4) 凝胶成像系统

CCD 分辨率: 1360 ×1024;

动力学范围>3 个数量级, 12 bit 灰度级 (非插值);

CCD 控制: 马达自动控制;

镜头缩放: 8.5-51mm 镜头;

暗箱: 密封暗箱可用于化学发光检测;

配备有校正镜头曲面度的专用滤光片;

灵敏度: 0.1ngEB 染色的 DNA;

信噪比: $\geq 56\text{dB}$;

曝光时间: 最短 0.001s, 每 0.001s 步进

实验主要仪器设备连接框图



(5) 梯度 PCR 仪

96 x 0.2 ml 试管, 0.2 ml 联管或 1 x 96 孔板;

温度范围: 4–100 ℃;

升温速率 2.5 ℃ /s;

30 秒内达到目标温度;

孔间温度差: $\pm 0.5\text{℃}$;

30 秒内达到目标温度

实验主要仪器设备连接框图



(6) 真空冷冻干燥箱

冷凝温度： -50°C ；

真空度： $< 20\text{Pa}$ 冻干面积： 0.12m^2 ；

盘装物料： 1.2 升；

捕水能力： $3\text{kg}/24\text{h}$ ；

样品盘： $\Phi 200\text{mm} \times 4$ 层

实验主要仪器设备连接框图



3. 16 实验项目十六废水中重金属含量的测定

3. 16. 1 实验目的

(1) 学习水体中重金属的电化学测量方法（阳极溶出伏安法）；

(2) 对比传统方法与电化学测量方法的差别。

3. 16. 2 实验内容及与原有实验的关系(新实验所解决的原有实验中存在的问题和不足)

水体中重金属的测量方法主要包括原子吸收法、分光光度法和电化学方法等，不同方法之间相比各有优缺点或适用范围，其中电化学方法即阳极溶出伏安法对重金属离子的检测快捷而准确，且能同时测定多种金属离子，是实验室内和实际应用中经常采

用的测试分析方法。实验内容主要包括电化学工作站的使用和重金属离子阳极溶出伏安检测方法的学习。与原实验相比，测试方法上丰富了原有实验内容，也是理论教学内容的实践体现，能使学生对不同测试方法有更全面认识。

3.16.3 主要测试参数及指标范围

时间分辨率：1 μ s (1M 样品/秒)

输出电压： ± 48 V

输出电流： ± 4 A (标配) ± 20 A (选配)

电位控制 (恒电位模式)：

施加电位范围： ± 10 V

施加电位精度： $\pm 0.2\%$ of value ± 2 mV

最大扫速：10KV/s-1 (10 mV step)

最大扫速范围及精度： ± 10 V / 300 μ V

电流控制 (恒电流模式)：

施加电流范围： ± 4 A (标配), ± 20 A (选配)

施加电流分辨率： $\pm 1/32,000 \times$ 全量程

施加电流精度： $\pm 0.2\%$ of reading, $\pm 0.2\%$ of range

最大电流量程/分辨率： ± 4 A / 123 μ A

最小电流量程/分辨率： ± 40 pA / 1.2fA

电位测量：

电位测量范围： ± 10 V

最小电位分辨率：1.5 μ V

电位精度： $\pm 0.2\%$ of reading ± 2 mV

电流测量：

电流测量范围：自动量程 (13 量程) 20A to 40pA (13 量程)

电流分辨率：1.2fA (40pA 量程)

电流精度 (DC)：2nA to 20A: $\pm 0.2\%$ of reading, $\pm 0.2\%$ of range

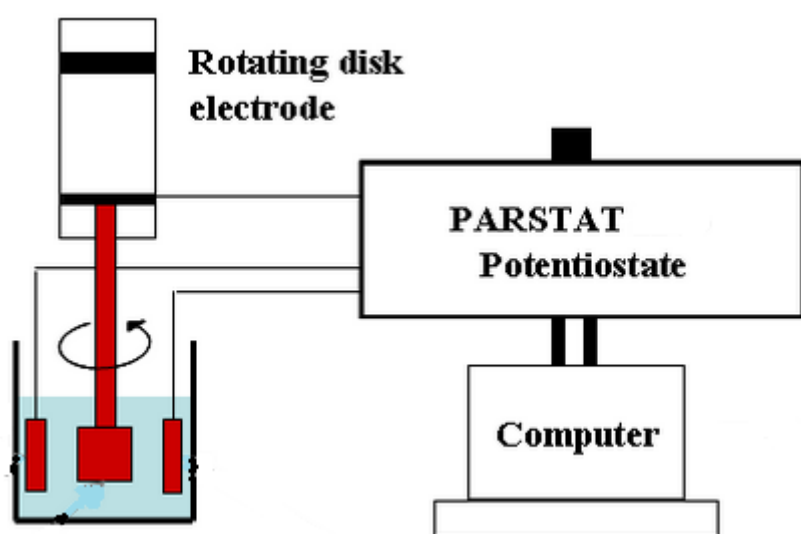
40pA to 200pA: $\pm 0.5\%$ ± 4 pA

输入阻抗： $\geq 10^{13} \Omega$ in parallel with ≤ 2 pF (typical)

3.16.4 实验主要仪器设备连接框图



电化学工作站图片



测量过程示意图

3.17 实验项目十七 给水处理工艺模拟实验

3.17.1 实验目的

了解，熟悉，掌握基本的给水处理工艺基本单元操作流程，条件参数及控制方法

3.17.2 实验内容及与原有实验的关系

以经典的给水处理工艺流程：混凝、沉淀、澄清、过滤、消毒为基础，分别在实验室模拟混凝、沉淀、澄清、过滤等四个基本操作单元。

由于本实验为新增实验，不涉及与原有实验的关系。

3.17.3 主要测试参数及指标范围

本实验所涉及设备为实验模拟装置，不存在测试参数及指标。

3.17.4 实验主要仪器设备连接框图

本实验所涉及设备图片如下：

1、混凝搅拌机



2、沉淀设备



3、澄清设备



4、过滤装置



3.18 实验项目十九八 基本及综合水质参数测定

3.18.1 实验目的

了解，熟悉，掌握基本的水质参数意义，测定方法，所涉及的仪器设备特点。

3.18.2 实验内容及与原有实验的关系

由于本实验为新增实验，不涉及与原有实验的关系。

3.18.3 主要测试参数及指标范围

本实验主要测定水样的 pH，DO，COD，BOD，浊度、色度等基本水质参数。所涉及
的各测试参数范围如下

1、pH 计



技术参数：

测定范围:0.00~14.00，精度:±0.01pH， mV:-1999~1999，温度:0~100℃，自动/手动温度
补偿，自动终点锁定，三点校正，4组内置缓冲液，30组数据储存，IP54 防尘防水

2、溶解氧测定仪



技术参数：

测量范围： 0.0~20.0mg/L，温度（T）： 0~100℃；测量精度： ±0.2mg/L，温度： ±1℃；
自动温度补偿范围： 0~40℃；校准点： 1 或 2 点；盐度补偿设定： 0~35g/L；大气压力设
定： 0.5~1.5 个大气压

3、电导率测定仪



技术参数

电导率：0.00μS/cm~100mS/cm；TDS： 0~1000 mg/L；温度： 0.0~60.0 ℃；基本误差：电
导率： ±0.5%FS，T D S： ±1.0%FS，温度： ±0.3℃ ±1 个字。

4、浊度仪



技术参数

量程范围：0-4000NTU；精度：0-1000NTU：0.01NTU 或读数的 $\pm 2\%$ ；测量模式：NTU，NEP 及 EBC；分辨率：0.001NTU；电源：230V，50/60Hz；操作环境：10~40℃，90%相对湿度，在 25℃时无冷凝现象

5、分光光度计



技术参数

波长范围：320~1020nm；波长精度： $\pm 2\text{nm}$ ；波长重复性： $\leq 1\text{nm}$ ；测量范围：0-100%T, 0.097-1.99A, 0-1999C (0-1999F)；光度准确性： $\pm 0.5\%T$ ；光谱带宽：5nm；测量光程：100mm；杂散光： $\leq 0.3\%T$ (340nm 处)；稳定性： $\leq 0.004A/\text{小时}$

6、BOD 测定仪



技术参数

测量范围：2-4000mg/L；样品测量时间： $< 10\text{ min}$ ；相对标准偏差： $\leq 5\%$

7、COD 测定仪



技术参数

测定范围: COD: 2~5000mg/L; 精确度: COD=20mg/L 时 $V < 10\%$, COD=200mg/L 时 $V < 4.3\%$;
测量误差: $< 5\%$; 测定时间: < 20 分钟

8、水质多参数测定仪



技术参数

波长范围: 340~900nm; 带宽: 5nm; 波长选择: 根据方法自动选择波长; 波长校准: 自动校准; 数据存储: 500 组数据; 测试方法内置程序: > 200 种

3.19 实验项目十九：浮游生物的定性定量观察

3.19.1 实验目的

- (1) 认清组织细胞显微结构;
- (2) 认清微生物形态结构。

3.19.2 实验内容及与原有实验的关系(新实验所解决的原有实验中存在的问题和不足)

原有实验内容利用普通生物学显微镜进行观测观察, 购置该仪器后, 该装置能够更加清晰准确认清微生物和细胞组织结构, 可观察普通染色、荧光标记的观察及记录, 通过 CCD 软件能随时抓取视野下的微观镜像, 提升教学效果。

3.19.3 主要测试参数及指标范围

超宽视野三目观察筒, 屈光度可调; 万能平场半复消色差物镜, 带相差功能; 聚光镜 N.A 1.1; 带相差功能; 带通激发块; 科研级双芯片 CCD 系统。

3.19.4 实验主要仪器设备连接框图

无。

四、拟购置设备

下表填表说明：

1. 表中“对应实验项目序号”应填“拟开发实验项目汇总表”中的项目序号；

2. 总价保留至小数点后 2 位，单位为万元。

序号	设备名称	型号	主要参数 及配置要求	对应实验 项目序号	原计划 购置数	单价 (万元)	实行计划 购置数	现单价 (万元)	总价 (万元)
1	全自动固相萃取仪 (快速溶剂萃取 仪)	SPE-10	15 个溶剂通道,连续处理样品量 不少于 18 个,收集体积分别为 20ml、40ml、60ml。	1	1	35.00	1	37.00	37.00
2	旋转蒸发仪	RE311	转速: 20~250r/min(rpm); 温度: 室温+5~180℃; 电动升降行程: 130mm;	1	1	1.00	1	1.00	1.00
3	氮吹仪	MGS-2200	微电脑控制; 24 孔,可批量处理。	2	1	3.00	1	1.00	1.00
4	比表面及介微孔物 理吸附仪	美国麦克、 ASAP 2020M	介孔、微孔和微孔-介孔材料的 吸附等温线(相对压力小于 0.99)和孔径分布曲线(0.35-200 nm); 比表面积(0.0005 m ² /g- 无限大); 孔径(0.35-200 nm); 孔体积(最小检测限 0.0001 c ³ /g)	4	1	27.00	1	28.50	28.50
5	离子色谱仪	戴安 ICS900	同时具有等度和梯度淋洗功能, 配合连续自动再生微膜抑制器; 操作压力 0-35 MPa 流速范围 0.00-5.00 mL/min, 流量精度< 0.1 %, 流量准确度<0.1 %, 压 力波动<1 %; 抑制容量 200 微 当量/分钟, 抑制器死体积<50 μL; 淋洗液自动发生器, 流速 0.1-3.0 mL/min。电导检测器:	5	1	28.00	1	28.00	28.00

			分辨率 0.00238 nS 量程:0-15000 μ S; 紫外-可见光检测器: 波长范围 190-900nm, 1 nm 步进, 波长准确度 1 nm						
6	人工气候箱	MGC-450HP	控温范围: 无光照 4-50℃, 有光照 10-50℃ 光照强度: 0-25000LX 光着级别: 六级可调 制冷方式: 自动 工作环境温度: 5-40℃	7	4	3.00	4	3.00	12.00
7	微量紫外分光光度计	Thermo NanoDrop Lite	吸光度准度: 3%b; 吸光度范围: 0 到 30Abs	9	1	5.00	1	5.00	5.00
8	微型张力计	T5x 型	测量范围: +100kpa~-200kPa 精度: ± 0.5 kPa;陶瓷头长度: 6.0 mm 直径: 5mm;陶瓷头最低进气值: 8bar;张力计杆管径: 5mm;张力计杆长: 2...10cm 可 传感器单元: 聚甲基丙烯酸甲酯材质, 完全防水, 长 3.5cm, 直径 20mm 缆线: 1,5 m 长, 4-pin M12 plug, 防水级别 IP67 可使用酸碱环境: pH 3-10	10	2	2.75	2	2.75	5.50
9	多孔介质渗流模拟系统	长春明轩	要求能够实现压力计实时数据采集及在线显示, 采样频率能达到每 5 分钟 1 次, 具备数据储存	11	3	2.40	3	2.40	7.20

			和导出功能，压力测量指标包括：量程范围：0...0.1bar 至 600bar 精度等级：0.5%、0.25% 测量元件：压阻、薄膜重复精度：≤±0.05%年稳定性：≤±0.2% 温度补偿范围：0...+80 度可调性：零点和满量程±10%；压力变送器响应时间：≤1 毫秒；介质温度：-30...+100 度						
10	石英晶体微天平	QCM200	分辨率： 0.01 Hz (10 second gate);0.1 Hz (1 second gate) 1.0 Hz (0.1 second gate) 门时间： 0.1 s, 1 s, 10 s, 可由用户选择测量(内部时间基准) 稳定度<2× 10 ⁻⁹ 艾伦方差(典型);精度： ±1.5 ppm 模拟输出Δf 输出： ±10V 全量程 (20-bit);范围： ±200 kHz, ±100 kHz, ±50 kHz, ±20 kHz, ±10 kHz, ±5 kHz, ±2 kHz 频率输出;频率： 5 MHz (额定) 电平信号： TTL (方波) 源阻抗： 50Ω外部时间基准输入 频率： 10MHz 电平： 1 V _{pp} (额定)电阻测量电阻显示范围： 0 - 5000 分辨率： 5 digits:	12	1	6.00	1	6.00	6.00

			0.001 for R < 100 0.01 for 100 ≤ R < 1000 0.1 for 1000 ≤ R < 5000 电导输出(Vc)电阻 R= 10,000 (10-Vc/5) -75 电阻范围: 0 - 5000Ω电压范围: 0 - 10.625 VDC, 对数刻度阻抗: 1 kΩ 电容补偿范围: 10 pF - 40 pF (20 pF 额定)限度: 0.01 pF 物理参数模拟连接: BNC 接口: RS-232, 9600 baud 石英固定架材料: Kynar, O-ring: Viton 电缆类型和长 度: Cat-5, 3 ft.外型尺寸和重 量: 10.6"×2"×7"(WHD), 2 lbs.操作温度: 0 °C - 40 °C 功率: 15W, 0/120/220/240VAC, 50/60 Hz 石英晶体 (抛光) 频率: 5 MHz, AT-cut, plano-plano 尺寸: 1 inch 电极: Cr/Au (Ti/Au, Ti/Pt, In Sn oxide opt.)						
11	接触角测定仪	美国科诺 C602 型光学 接触角仪/界 面张力仪	接触角测试范围: $0^{\circ} < \theta < 180^{\circ}$; 读值分辨率: 0.01° ; 测试精度: $\pm 1^{\circ}$ ($\theta/2$ 法); $\pm 0.1^{\circ}$ 圆拟合法 (Circle Fitting); 界面张力测试范围:	13	1	16.00	1	16.00	16.00

			0.001-2000mN/m; 界面张力测试 分辨率: 0.001mN/m; 界面张力 测试方法: Bashford-Adams(BA) 表 (select plane)、Young-laplace 拟合技术 (第四代); 电源: AC100~240V 50/60HZ; 专业型 影像分析系统						
12	荧光分光光度计		测量动态范围: 大于5个数量级; * 测量精度: 优于 0.05%; * 放 大器增益: 1×, 5×, 10×, 50×; * 滤波器频率: 10 Hz, 20 Hz, 50 Hz, 100 Hz; * 放大器输出 漂移: 优于 0.05%; * 信号噪声: ≤0.5 mV (P-P 值, 1×) * 输入阻抗: ≥ 10 MΩ * 积分放大器积分时间: 0.001 ~ 10 秒 * 系统自动调零 * 增益自动控制 * 采样速率: 1 ~ 200 次/秒; 附件 (3 电极, 检测池, 数据连 接线等); 外加配套软件一套, 含电脑一台。	14	1	20.00	1	20.00	20.00
13	荧光酶标仪 (全功能微孔板检 测仪)	Synergy™ H1	荧光强度 光源: 氙闪灯. 波长范围: 单色器: 250-700 nm (900 nm 可选) 滤	15	1	15.00	1	15.00	15.00

			光片: 200-700 nm (900 nm 可选)波长选择: 双光栅单色器深度阻挡滤光片/二向色镜。带宽: 单色器: Ex:16nm; Em:16nm滤光片: 依滤光片而定 5nm->100nm.检测灵敏度: 单色器: 2.5 pM 荧光素 (0.25 fmol/孔 384孔板); 滤光片: 1 pM 荧光素 (0.1 fmol/孔 384孔板) 发光波长范围: 300-700 nm 动态范围: > 6 个数量级 灵敏度(ATP): 单色器: 20 amol / 孔 ATP闪光分析滤光片: 10 amol /孔 ATP闪光分析						
14	二维蛋白仪		温控范围: 10-25℃, 半导体制冷, 精确控温。 聚焦槽: 需避免蛋白样品吸附, 防止污染并保证实验的重复性, 且不易敲碎, 非常容易清洗, 无需特殊清洗液。	15	1	4.50	1	4.50	4.50
15	伯乐 DGGE	DCode™	两段程控, 每段最长时间 24 小时, 控制精度 1 秒; 电压范围: 0-200V, 精度 0.1%; 电流范围: 0-150mA, 纹波系数 0.1%; 温度控制: 凝胶区域中的温度控制 (PID 类型) $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$	15	1	7.00	1	7.00	7.00

			变化, 45 - 70° C 范围内实际上下波动 0.5° C 电极: 直径为 0.010" 的铂金丝						
16	电化学工作站		+/- 48V 高槽压+/- 4A 标配大电流输出 (最大可扩展至+/- 20A) 40pA 最小电流量程, 分辨率达 1.2fA10uHz ~ 5MHz 阻抗测试 1uS 高速采样, 仪器内置 4M 缓存, 以防数据丢失小电流选件, 可达 80fA 最小量程, 2.5aA 最小电流分辨率带有标准接地浮置功能; 品牌电脑一台	16	2	8.25	2	7.5	15.00
17	分光光度计		波长范围: 320~1020nm; 波长精度: ±2nm; 波长重复性: ≤1nm 测量范围: 0-100%T, -0.097-1.99A, 0-1999C (0-1999F); 光度准确性: ±0.5%T; 光谱带宽: 5nm; 测量光程: 100mm; 杂散光: ≤0.3 %T (340nm 处); 稳定性: ≤0.004A/小时。可同时测试 8 个样品; 标配外, 每台配 5 联池一个; 外加配套软件一套, 含电脑一台。	18	2	3.50	2	3.50	7.00

18	pH 计		测定范围:0.00~14.00, 精度:±0.01pH, mV:-1999~1999, 温度:0~100℃, 自动/手动温度补偿, 自动终点锁定, 三点校正, 4组内置缓冲液, 30组数据储存, IP54 防尘防水	18	2	0.40	2	0.40	0.80
19	溶解氧测定仪		测量范围: 0.0~20.0mg/L, 温度 (T): 0~100℃; 测量精度: ±0.2mg/L, 温度: ±1℃; 自动温度补偿范围: 0~40℃; 校准点: 1 或 2 点; 盐度补偿设定: 0~35g/L; 大气压力设定: 0.5~1.5 个大气压	18	2	0.75	2	0.75	1.50
20	电导率测定仪		电导率: 0.00μS/cm~100mS/cm; TDS: 0~1000 mg/L; 温度: 0.0~60.0 ℃; 基本误差: 电导率: ±0.5%FS, T D S: ±1.0%FS, 温度: ±0.3℃ ±1 个字。	18	2	0.40	2	0.40	0.80
21	浊度仪		量程范围: 0-4000NTU; 精度: 0-1000NTU: 0.01NTU 或读数的 ±2%; 测量模式: NTU, NEP 及 EBC; 分辨率: 0.001NTU; 电源: 230V, 50/60Hz; 操作环境: 10~40℃, 90%相对湿度, 在 25℃时无冷凝现象	18	2	0.75	2	0.75	1.50

22	BOD 测定仪		测量范围：2-4000mg/L；样品测量时间：<10 min；相对标准偏差：≤5%	18	1	3.50	1	3.50	3.50
23	COD 测定仪		测定范围：COD：2~5000mg/L；精确度：COD=20mg/L 时 V<10%，COD=200mg/L 时 V<4.3%；测量误差：<5%；测定时间：<20 分钟	18	1	1.80	1	1.80	1.80
24	斜板沉淀池演示装置	定制		17	2	1.25	2	1.25	2.50
25	普通快滤池	定制		17	2	1.25	2	1.25	2.50
26	澄清池	定制		17	2	1.25	2	1.25	2.50
27	混凝搅拌机		六联同步或异步，微电脑控制	17	2	0.75	2	0.75	1.50
28	凝胶成像系统		CCD 分辨率：1360 ×1024；动力学范围>3 个数量级，12 bit 灰度级（非插值）； CCD 控制：马达自动控制； 镜头缩放：8.5-51mm 镜头； 暗箱：密封暗箱可用于化学发光检测；配备有校正镜头曲面度的专用滤光片； 灵敏度：0.1ngEB 染色的 DNA； 信噪比：>=56dB；	15	1	5.40	1	5.40	5.40

29	梯度 PCR 仪		96 x 0.2 ml 试管, 0.2 ml 联管或 1 x 96 孔板; 温度范围: 4–100℃; 升温速率 2.5℃/s; 30 秒内达到目标温度; 孔间温度差: ± 0.5 ℃; 30 秒内达到目标温度	15	2	5.00	2	5.00	10.00
30	真空冷冻干燥箱		冷凝温度: -50℃; 真空度: < 20Pa 冻干面积: 0.12m ² ; 盘装物料: 1.2 升; 捕水能力: 3kg/24h; 样品盘: $\Phi 200\text{mm} \times 4$ 层	15	1	10.00	1	10.00	10.00
31	荧光显微镜	BX53+DP80	超宽视野三目观察筒,屈光度可 调; 万能平场半复消色差物镜, 带相差功能; 聚光镜 N.A 1.1; 带相差功能; 带通激发块; 科研 级双芯片 CCD 系统	19	1	25.00	1	25.00	25.00
32	颗粒计数及粒度分 析仪	库尔特	能在极短的时间内(秒尺度)同 时获得颗粒计数、浓度、体积、 聚集度及粒度分布的信息,实现 对颗粒的三维测量; 准确识别的 最小粒径能达到 nm 级, 最高能 到 μm 级, 分辨率达 nm 级; 配 备覆盖全部粒径范围的、不同孔 径规格的(对应不同测量范围) 的小孔管及标准颗粒; 配备清洁	6	1	49.00	1	49.00	49.00

			剂、稀释剂及一次性计数小瓶；重复性误差不得高于 3%；体积模式:从几十微升到几毫升连续可选；样品分析不受颗粒颜色、分散剂的影响；配套提供可免费更新的软件系统。						
33	丹麦 UNISENSE 微电极研究系统 MM-Meter	MM-Meter	MM-Meter 四通道主机、LS18 实验室支架、MM33 手动推进器 高级剖面分析软件等	8	1	50.00	1	50.00	50.00
合计(万元)								384.00	

注：原计划购置数与原价请填写 2017 年一月份上报材料的数据。

5 万元以上的仪器设备申购说明				
设备名称	主要参数及配置要求	对应实验项目序号	实际使用的参数范围及配置	每年实际使用的人时数
比表面及介微孔物理吸附仪	介孔、微孔和微孔-介孔材料的吸附等温线（相对压力小于 0.99）和孔径分布曲线（0.35-200 nm）；比表面积（0.0005 m ² /g-无限大）；孔径（0.35-200 nm）；孔体积（最小检测限 0.0001 c ³ /g）	4	介孔、微孔和微孔-介孔材料的吸附等温线（相对压力小于 0.99）和孔径分布曲线（0.35-200 nm）；比表面积（0.0005 m ² /g-无限大）；孔径（0.35-200 nm）；孔体积（最小检测限 0.0001 c ³ /g）	1000
离子色谱仪	同时具有等度和梯度淋洗功能，配合连续自动再生微膜抑制器；操作压力 0-35 MPa 流速范围 0.00-5.00 mL/min，流量精度<0.1 %，流量准确度<0.1 %，压力波动<1 %；抑制容量 200 微当量/分钟，抑制器死体积<50 μL；淋洗液自动发生器，流速 0.1-3.0 mL/min。电导检测器：分辨率 0.00238 nS 量程：0-15000 μS；紫外-可见光检测器：波长范围 190-900nm, 1 nm 步进, 波长准确度 1 nm	5	同时具有等度和梯度淋洗功能，配合连续自动再生微膜抑制器；操作压力 0-35 MPa 流速范围 0.00-5.00 mL/min，流量精度<0.1 %，流量准确度<0.1 %，压力波动<1 %；抑制容量 200 微当量/分钟，抑制器死体积<50 μL；淋洗液自动发生器，流速 0.1-3.0 mL/min。电导检测器：分辨率 0.00238 nS 量程：0-15000 μS；紫外-可见光检测器：波长范围 190-900nm, 1 nm 步进, 波长准确度 1 nm	2000
石英晶体微天平	见上面	12	见上面	1000
接触角测定仪	接触角测试范围：0°<θ<180°；读值分辨率：0.01°；测试精度：±1° (θ/2 法)；±0.1°圆拟合法（Circle Fitting）；界面张力测试范围：0.001-2000mN/m；界面张力测试分辨率：0.001mN/m；界面张力测试方法：Bashford-Adams（BA）表（select plane）、Young-laplace 拟合技术（第四代）；电源：AC100~240V 50/60HZ；专业型影像分析系统	13	接触角测试范围：20°<θ<160°；读值分辨率：0.01°；测试精度：±0.1°；界面张力测试范围：0.1-1000mN/m；界面张力测试分辨率：0.01mN/m；专业型影像分析系统	240-300
荧光分光光度计	测量动态范围：大于 5 个数量级；* 测量精度：优于 0.05 % * 放大器增益：1×, 5×, 10×, 50× * 滤波器频率：10 Hz, 20 Hz, 50 Hz, 100 Hz* 放大器输出漂移：优于 0.05 %* 信号噪声：≤0.5 mV（P-P 值, 1×）* 输入阻抗：≥ 10 MΩ* 积分放大器积分时	14	借助于有机试剂进行荧光分析的无机元素已达 60 余种，分析灵敏度可达微克/升级，与原子吸收谱法相近，但光谱干扰少；荧光检测器与液相色谱仪联用，可对有机污染物进行定量分析，如水和废水统一监测方法中多环芳烃的测定及纸层荧光分析法测 BaP 等。	110 人*8 小时

	间： 0.001 ~ 10 秒* 系统自动调零* 增益自动控制* 采样速率：1 ~ 200 次/秒；附件（3 电极，检测池，数据连接线等）；外加配套软件一套，含电脑一台。		荧光分光光度计的使用和对相关物质化学性质、反应过程的测定，对于提高环境科学与工程专业学生对特殊污染物和新型仪器设备的认识具有重要意义，可为其以后在环境领域的工作奠定良好的基础。	
荧光酶标仪 （全功能微孔板检测仪）	荧光强度光源：氙闪灯.波长范围：单色器：250-700 nm（900 nm 可选）滤光片：200-700 nm（900 nm 可选）波长选择：双光栅单色器深度阻挡滤光片/二向色镜。带宽：单色器：Ex:16nm；Em:16nm滤光片：依滤光片而定 5nm->100nm.检测灵敏度：单色器：2.5 pM 荧光素（0.25 fmol/孔 384孔板）；滤光片：1 pM 荧光素（0.1 fmol/孔 384孔板）发光波长范围：300-700 nm；动态范围：>6 个数量级；灵敏度(ATP)：单色器：20 amol /孔 ATP 闪光分析滤光片：10 amol /孔 ATP 闪光分析	15	荧光强度 光源：氙闪灯.波长范围：单色器：250-700 nm（900 nm 可选）滤光片：200-700 nm（900 nm 可选）波长选择：双光栅单色器深度阻挡滤光片/二向色镜。带宽：单色器：Ex:16nm；Em:16nm滤光片：依滤光片而定 5nm->100nm.检测灵敏度：单色器：2.5 pM 荧光素（0.25 fmol/孔 384孔板）；滤光片：1 pM 荧光素（0.1 fmol/孔 384孔板） 发光波长范围：300-700 nm 动态范围：>6 个数量级 灵敏度(ATP)：单色器：20 amol /孔 ATP 闪光分析滤光片：10 amol /孔 ATP 闪光分析	300
电化学工作站	+/- 48V 高槽压 +/- 4A 标配大电流输出（最大可扩展至 +/- 20A）40pA 最小电流量程，分辨率达 1.2fA 10uHz ~ 5MHz 阻抗测试 1uS 高速采样，仪器内置 4M 缓存，以防数据丢失小电流选件，可达 80fA 最小量程，2.5aA 最小电流分辨率带有标准接地浮置功能	16	+/- 48V 高槽压 +/- 4A 标配大电流输出（最大可扩展至 +/- 20A） 40pA 最小电流量程，分辨率达 1.2fA 10uHz ~ 5MHz 阻抗测试 1uS 高速采样，仪器内置 4M 缓存，以防数据丢失 小电流选件，可达 80fA 最小量程，2.5aA 最小电流分辨率 带有标准接地浮置功能	600
伯乐 DGGE	两段程控，每段最长时间 24 小时，控制精度 1 秒；电压范围：0-200V，精度 0.1%；电流范围：0-150mA，纹波系数 0.1%；温度控制：凝胶区域中的温度控制（PID 类型）±0.5° C 变化，45 - 70° C 范围内实际上下波动 0.5° C 电极：直径为 0.010" 的铂金丝	15	两段程控，每段最长时间 24 小时，控制精度 1 秒； 电压范围：0-200V，精度 0.1%； 电流范围：0-150mA，纹波系数 0.1%； 温度控制：凝胶区域中的温度控制（PID 类型）±0.5° C 变化，45 - 70° C 范围内实际上下波动 0.5° C 电极：直径为 0.010" 的铂金丝	600
凝胶成像系统	CCD 分辨率：1360 ×1024；动力学范围>3 个数量级，12 bit 灰度级（非插值）；CCD 控制：马达自动控制；镜头缩放：	15	CCD 分辨率：1360 ×1024；动力学范围>3 个数量级，12 bit 灰度级（非插值）；CCD 控制：马达自动控制；镜	>500

	8.5-51mm 镜头；暗箱：密封暗箱可用于化学发光检测；配备有校正镜头曲面度的专用滤光片；灵敏度：0.1ngEB 染色的 DNA；信噪比：≥56dB；		头缩放：8.5-51mm 镜头；暗箱：密封暗箱可用于化学发光检测；配备有校正镜头曲面度的专用滤光片；灵敏度：0.1ngEB 染色的 DNA；信噪比：≥56dB；	
真空冷冻干燥箱	冷凝温度：-50℃；真空度：< 20Pa 冻干面积：0.12m ² ；盘装物料：1.2 升；捕水能力：3kg/24h；样品盘：Φ200mm×4 层	15	冷凝温度：-50℃；真空度：< 20Pa 冻干面积：0.12m ² ；盘装物料：1.2 升；捕水能力：3kg/24h；样品盘：Φ200mm×4 层	>500
荧光显微镜 BX53+DP80	超宽视野三目观察筒,屈光度可调；万能平场半复消色差物镜，带相差功能；聚光镜 N.A 1.1；带相差功能；带通激发块；科研级双芯片 CCD 系统	19	超宽视野三目观察筒,屈光度可调；万能平场半复消色差物镜，带相差功能；聚光镜 N.A 1.1；带相差功能；带通激发块；科研级双芯片 CCD 系统	>500
颗粒计数及粒度分析仪	能在极短的时间内（秒尺度）同时获得颗粒计数、浓度、体积、聚集度及粒度分布的信息，实现对颗粒的三维测量；准确识别的最小粒径能达到 nm 级，最高能达到 mm 级，分辨率达 nm 级；配备覆盖全部粒径范围的、不同孔径规格的小孔管及标准颗粒；配备清洁剂、稀释剂及一次性计数小瓶；重复性误差不得高于 3%；体积模式:从几十微升到几毫升连续可选；样品分析不受颗粒颜色、分散剂的影响；配套提供可免费更新的软件系统。	6	能在极短的时间内（秒尺度）同时获得颗粒计数、浓度、体积、聚集度及粒度分布的信息，实现对颗粒的三维测量；准确识别的最小粒径能达到 nm 级，最高能达到 mm 级，分辨率达 nm 级；配备覆盖全部粒径范围的、不同孔径规格的小孔管及标准颗粒；配备清洁剂、稀释剂及一次性计数小瓶；重复性误差不得高于 3%；体积模式:从几十微升到几毫升连续可选；样品分析不受颗粒颜色、分散剂的影响；配套提供可免费更新的软件系统。	>500
丹麦 UNISENSE 微电极研究系统 MM-Meter	MM-Meter 四通道主机、LS18 实验室支架、MM33 手动推进器（最小步进 10 微米）、MC-23210 马达控制系统，10cm（最小步进 1 微米，可任意设置电极运动步进，自动计算沉积物水界面通量、微层产量和消耗量）、高级剖面分析软件、OX10（O ₂ 微电极，尖端外径 10 微米）、pH10（pH 微电极，尖端外径 10 微米）、RD10（电位微电极，尖端外径 10 微米）、N2O10（N ₂ O 微电极，尖端外径 25 微米）、NO10（NO 微电极，尖端直径 10 微米）、H2S10（尖端直径 10 微米硫化氢电极）、校正试剂、钢瓶、电脑	8	MM-Meter 四通道主机、LS18 实验室支架、MM33 手动推进器（最小步进 10 微米）、MC-23210 马达控制系统，10cm（最小步进 1 微米，可任意设置电极运动步进，自动计算沉积物水界面通量、微层产量和消耗量）、高级剖面分析软件、OX10（O ₂ 微电极，尖端外径 10 微米）、pH10（pH 微电极，尖端外径 10 微米）、RD10（电位微电极，尖端外径 10 微米）、N2O10（N ₂ O 微电极，尖端外径 25 微米）、NO10（NO 微电极，尖端直径 10 微米）、H2S10（尖端直径 10 微米硫化氢电极）、校正试剂、钢瓶、电脑	>2000

六、学院教务委员会意见

人数：赞成票：反对票：弃权票：

学院教务委员主席签字：

年 月 日

七、学院党政联席会意见

人数：赞成票：反对票：弃权票：

学院教务委员主任签字：

年 月 日

主管实验副院长： 年 月 日	主管教学副院长： 年 月 日	院长： 年 月 日	单位公章：
-------------------	-------------------	--------------	-------

八、自筹经费情况

（经费仅限用于设备购置和新实验开发耗材，不能用于人工费）

序号	经费类别	经费来源	经费数量（万元）	主管领导签字
1				
2				