

东北师范大学

本科教学实验室建设项目实施方案 (2018 年度)

申报单位: 地理科学学院

项目名称: 地理学基础实验教学示范中心设备扩充及升级换代

项目类型: 设备数量扩充和升级换代

(指完全新建、升级换代、设备数量扩充)

拨付经费 381 万元

自筹经费 26 万元

项目联系人: 王树生

联系电话: 0431-85099231

2018 年 3 月 14 日

教务处制

一、项目组成员分工			
序号	姓名	职称	分工
1	吴正方	教授/院长	项目组织、规划和协调
2	王树生	副院长	负责组织仪器采购和实验室安置
3	卜兆君	教授/副院长	负责实验设备购置前论证
4	卢珊	教授	负责地理信息科学专业设备的申购
5	李鸿凯	副教授	负责自然地理专业设备的申购
二、本项目建设必要性、目标和内容			
<p>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)</p> <p>教育教学是立校之本，实践教学是强校之基。近年来，地理科学学科在不断提升科研水平和学术地位的同时，更加重视教育教学工作。在此基础上，学院努力采取措施将科学研究与教育教学，特别是实践教学，更紧密地结合。通过将科学研究的思维方法融入实践教学，科学研究的工作方法引入实践教学，科学研究成果转化为实践教学内容，实现以科研带动教学，以教学推动科研的良好局面，使学院教学和科研能够平衡发展。</p> <p>地理科学学院的地理学基础实验教学示范中心面向地理科学（公费师范）、地理科学（非公费师范）、人文地理与城乡规划、地理信息科学四个本科专业，承接 36 门本科实验及 10 门野外实习课程，涵盖地质学基础、地球概论、土壤地理学、气象学与气候学、生物地理学、地理信息系统、计量地理学、遥感原理、地图学等方向。近年来随着地理学的发展，有必要将一些新的研究内容和成果引入实践教学，以更好地培养学生的实践能力和创新能力。</p> <p>地理学是实践性非常强的学科之一。地理科学学院一直以来都非常重视实践教学工作，野外实践教学在人才培养方面一直发挥着重要作用。目前学院本科专业以智慧型地理科学人才为人才培养基本目标。要达到这样的培养目标，不仅需要大幅提升野外实践教学能力，还需要更新和改进更多的室内实验教学内容，不仅要培养学生的实践能力，更要培养学生的综合创新能力，这些都依赖于实践教学硬件条件的完善和提升。</p> <p>地理科学是基于扎实实验教学与研究的一门科学，也是依托大量野外观察、实验的一门科学，因此，野外教学实习基地建设是地理学实验教学的重要保障。为提高地理学野外实习教学实效，我</p>			

中心拟在长白山脚下二道白河兴隆林场，建设白山自然地理学教学实习基地，开展囊括自然地理各要素如气象与气候、水文、土壤、生物地理以及地理信息系统等课程的综合实习，该基地建设将为我校地理科学人才培养中发挥重要作用。

实习基地建设除面对我校地理学本科学生，还将服务于国内地理学联合实习学生。2013 年，我校受邀成功地承办由北大、北师大、华东师大、兰大、武大、东北师大等 20 余所国内重点高校组成的全国地理学野外联合实习。因具备独特的地理区位优势和突出的自然地理综合实习指导能力，我校已经成为全国地理学野外联合实习院校的重要成员。长白山自然地理学教学实习基地建设，可为全国地理学野外联合实习提供理想的实习基地，发挥了东北区地理野外实习在全国高校的辐射作用，为提升我校在国内地理学界的声誉做出贡献。

近三年，实验中心实验室建设面貌得以改善，很多陈旧的实验设备得到了更新换代，也引进了一批先进仪器设备。本项目建设的内容主体是深化地理学基础实验教学示范中心的改革，进一步将学科发展的新成果与传统教学内容相结合，兼具基础性、前沿性和创新性的特点，能够有效地提升地理科学学院本科实践教学水平，在未来地理学创新性人才培养中发挥重要作用。

2.2 建设情况与目标(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)

本项目共采购 36 台/套数实验实习仪器设备，涉及的实验项目数共 14 个（其中新增数为 3 个，更新数为 11 个），建设内容覆盖我院地理科学（师范类）、地理科学（非师范类）、人文地理与城乡规划 and 地理信息科学 4 个本科专业。

项目建设所涉及课程为气象学与气候学、生物地理学、土壤地理学、自然地理综合实习、综合自然地理实验、现代自然地理实验、遥感概论、遥感地学分析、遥感应用实习等 9 门专业基础课和主干课，第四纪环境、全球环境变化、湿地科学、自然地理学研究型实践等 4 门专业系列课。项目覆盖的实验室有气象与气候实验室、生物地理实验室、综合自然地理过程实验室、地理信息科学实验室、人文地理与城乡规划实验室、湿地实验室以及古环境与古生态实验室。

地理学基础实验教学示范中心设备扩充及升级换代主要分为四类，总计 381 万元：

（一）地理学基础实验室

（1）气象气候观测实验：二氧化碳/水汽通量观测系统 1 套 30 万；（2）地温观测实验：土壤温湿度计 12 台 20.4 万；（3）环境基本要素测量：雪深测量仪 1 台 1.7 万。小计 52.1 万元。

（二）生物地理实验室

（1）植物微观结构观测及演示：三目体式显微镜 10 台 5.8 万（2）观测逆境环境下植物生长：便携式光合作用测量系统 1 台 45 万。小计 50.8 万元。

（三）人文与 GIS 实验室

（1）遥感数字图像处理：高分辨率遥感影像 40 万、绘图仪 1 台 9.6 万；（2）遥感立体影像观察：三维全景数据采集与应用系统 1 套 5 万、紫外分光光度计 1 台 13.7 万、手持式叶绿素荧光测量仪 1 台 5 万、双光束地物光谱同步测量系统 1 套 168 万（修购 142 万+学院自筹 26 万）、FLIR 高灵敏度热成像相机 1 台 6 万、USB 光谱仪 3 台 10.8 万。修购小计 212.5 万元。

（四）第四纪环境演变实验室

（1）地物探测实验：地物探测仪 1 套 46 万。小计 46 万元。

本项目建设目标在于建设自然地理野外实习基地、改善实践教学硬件条件、提升实验室测试能力，改进野外实习的仪器支撑，使其能够适应地理学发展的需要，更有效地服务于本科基础教学，更有利于学生实践能力和创新思维的培养。本项目在原有基础上，特别着力建设长白山自然地理野外实习基地。使我院的实验室建设硬件条件能够达到国内同类院校的水平，提升实验能力并形成具有特色的实习基地和实验站，有利地支撑本科理论与实践教学，争取在 3~5 年内创造出我院在国内的影响力，进一步提升我们的学术声誉。

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）

第一季度：完成所有设备的固定资产购置前评估论证报告流程。

第二季度：完成所有设备的学校集中采购流程。

第三季度：完成所有设备的验收、培训流程，逐渐开始所有实验项目内容的实践。

三、拟开发实验项目汇总表及具体实验内容

说明：1、项目类型：基础性、综合性、设计性；

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	每年学生受益人数	开课时间
1	地物遥感实验室—野	综合性	更新	地理科学、人文地理与城乡规	遥感概论、地理基础实验：遥感、	30	160	4,6

	外 综 合 实 习			划、地理信 息科学	遥感导论、 高 光 谱 遥 感、气象与 气候学、环 境地理学、 综合自然地 理学			
2	植 物 色 素 含 量 测 量	综合性	更新	地 理 信 息 科学	地理基础实 验：遥感	2	30	5
3	热 红 外 遥 感	综合性	更新	地 理 信 息 科学	地理基础实 验：遥感	2	30	3
4	地 图 制 图 电 脑 配 色 与 输 出 实 验	设计性	更新	地理科学、 人文地理 与城乡规划、地理信 息科学	地图学	30	160	4,6
5	植 物 叶 绿 素 荧 光测量	综合性	更新	地 理 信 息 科学、地理 科学	地理基础实 验：遥感	2	30	5
6	遥 感 影 像 判 别 与 分 析	综合性	更新	地理科学、 人文地理 与城乡规划、地理信 息科学	地理基础实 验：遥感、 遥感原理、 遥感数字图 像处理、遥 感 地 学 分 析、城市规 划	20	160	3, 5
7	水 热 胁 迫 下 湿 地 植 物 的 光 合 生 理 响 应	综合性	新增	地理科学	植物生态学	6	100	5
8	温室气 体通量 测 量	设计性	新增	地理科学、 人文地理 与城乡规划、地理信 息科学	气象学与气 候学、现代 自然地理、 综合自然地 理	30	160	2,7
9	积雪深	设计性	新增	地理科学	气象学与气	30	100	2

	度测量				候学			
10	土壤温度湿度测量	基础性	更新	地理科学	气象学与气候学、土壤地理	30	100	2,5
11	植被物候遥感实习	综合性	更新	地理科学、地理信息科学	遥感概论、综合自然地理	20	130	4
12	三维全景数据采集与应用	设计性	更新	地理信息科学	网络 GIS、GIS 组件开发、GIS 毕业设计	4	30	7,8
13	生物标本观察	基础性	更新	地理科学	生物地理	30	100	5
14	土壤温度、水分变化过程监测及影响因素探究	综合性	更新	地理科学	气象学与气候学、现代自然地理、综合自然地理	30	100	2,7

3.1 实验项目一：地物遥感实验室—野外综合实习

3.1.1 实验目的

在实验室与野外环境中观测不同地物类型对应的光谱特征，分析各种地物之间的反射光谱差异以及反射分布特性，并且结合多光谱遥感影像明确各种波段组合对于区分地物类型中所具有的独特功能；利用多角度-光谱信息反演或者估算地表特征参数，例如土壤粒径大小、土壤含水量等特征参数、植被覆盖度、植被生理参数、城市目标结构与地表反照率。

使学生根据自身所学专业自行确定分析的重点研究目标，从而增加自然地理与人文地理与城乡规划专业学生对遥感在地理学问题研究中的认识，另一方面，增强地理信息科学专业学生对遥感机

理的认识。

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)

原有实验在测量中存在的不足：

(1)原有实验只能在实验室和野外对植被光谱进行分析，而且只能在可见光波段范围内实现光谱测量；但是现阶段在轨卫星遥感探测波段包含了可见光与近红外波段，其中，近红外波段是对土壤、植被以及城市目标进行区分与特征参数反演和估算的最主要信息来源；通过原有实验不能让学生了解地物在近红外波段的光谱差异；

(2)原有实验测量只能在单一方向进行(垂直探测)。实际环境中，地物反射具有明显的各向异性特征，根据原有实验，无法表征出地表反射的分布特性，使学生们不能了解地物的各向异性特性。

综上，原有实验只能在有限的波段和有限的探测方向上表征地表的反射信息，一方面限制了学生对地物反射特性的全面理解，另一方面也没有将遥感机理通过测量过程让学生熟知，最后使学生不能将地表光谱信息与卫星影像进行联合分析，将遥感在地理学问题研究过程中起到的重要作用弱化。

新实验解决的问题：

(1)通过增加包含可见光近红外波段(350-2500nm)的光谱测量装置，连接实验室与野外测量装置，结合对土壤、植被和城市目标特征参数的描述，可以获取地物在整个可见光近红外波段的反射光谱特征，同时，可以分析光谱与地物特征参数之间的关系，建立估算与反演模型，并且可以进行验证。

(2)此外，新实验通过引入多角度测量系统，可以自动获取地物反射光谱信息在不同角度上的分布特性，从而对地物结构与生理特征参数以及地表反照率进行反演。这一过程可以结合辐射传输以及几何光学基础加深学生对遥感机理的认识，并且引导或者激发学生们自行研究地物参数与遥感信息之间关系的潜质。

因此，新实验将多角度与高光谱信息结合，可以从本质上解决以往实验的不足，并且加强了地表遥感信息与星载遥感信息之间的联系，不仅可以形成国内独具特色的实验项目，而且实现对地理学问题当中需要的地表参数的反演与估算问题。

3.1.3 主要测试参数及指标范围

光谱测试参数：

波段范围：350-2500nm

波长范围：350 - 2500 nm

扫描时间: 100ms

光谱平均: 高达 31,800 次;

色散元件: 一个固定的两个快速旋转的全息反射光栅

波长精度: 0.5 nm

波长重复性: 0.1 nm

光谱分辨率: 3nm@700nm 8nm@1400/2100

角度测量参数:

探测天顶角: 0° - 70° ; 任意角度, 测量精度优于 0.06°

方位角度 0 - 360° 任意角度, 测量精度优于 0.1°

控制速度: 2 %秒

测量稳定性: 0.01 秒

多角度自动测量平台可以结合 ASD 地物光谱仪存储数据过程, 通过自动控制系统实现所有操作自动化, 测量优化时间小于 1 秒

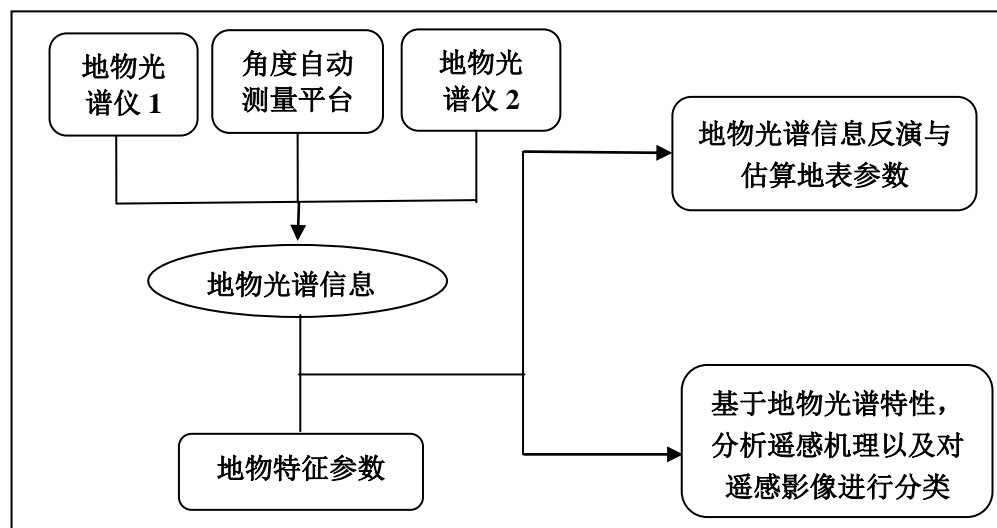
地物光谱:

土壤可见光近红外波段光谱信息;

植被(单叶-植株)可见光近红外波段光谱信息;

城市目标(沥青路面、水泥路面、彩钢屋顶)可见光近红外光谱信息。

3.1.4 实验主要仪器设备连接框图



3.2 实验项目二：植物色素含量测量

3.2.1 实验目的

使学生能够准确地进行地面植被的色素含量分析，以理解遥感技术可以进行植被监测的原因。

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)

原有的实验中无法进行色素含量的测量，此仪器是生物湿方法进行精确色素含量测量的必备仪器。

3.2.3 主要测试参数及指标范围

1. Basic Systems 主机

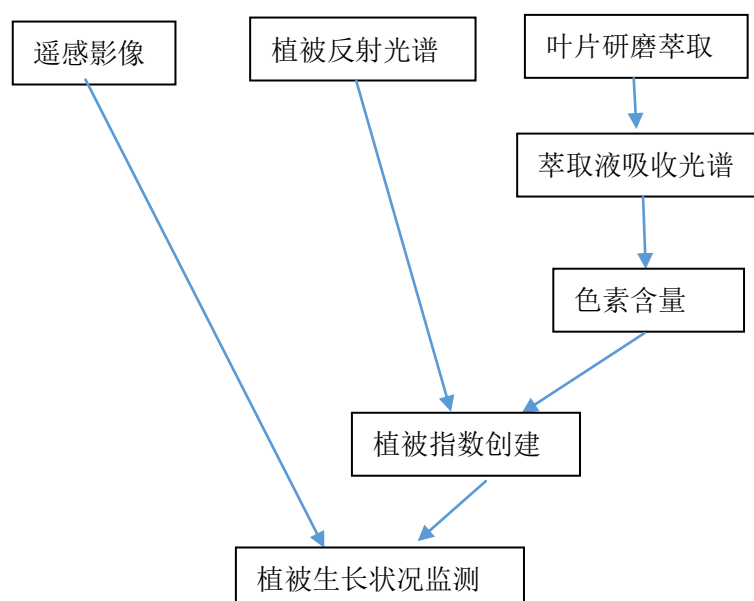
紫外可见分光光度计，包含 UV-Probe 软件中文版

2. 10mm 方形石英比色皿

3. 卤素灯（备用品）

4. 积分球：60mm 积分球，测定波长 220-850nm

3.2.4 实验主要仪器设备连接框图



3.3 实验项目三：热红外遥感

3.3.1 实验目的

热红外遥感是指传感器工作波段限于红外波段范围之内的遥感，探测波段一般在 0.76-1000 微米之间，是应用红外传感器(如红外摄影机、红外扫描仪)探测远距离外的植被等地物所反射或辐射红外特性差异的信息，以确定地面物体性质、状态和变化规律的遥感技术。利用 FLIR 高灵敏度热

成像相机可以获取不同地物类型的热红外图像，加深学生对热红外遥感原理和方法的理解，增强学生对基于热红外遥感数据分析精准农业、城市热岛效应、林火监测、旱灾监测等问题的兴趣。

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)

已购买的 DJI 无人机搭载的可见光镜头仅能获取可见光波段范围内的图像，无法获取其他波段的图像。FLIR 高灵敏度热成像相机可以搭载在 DJI 无人机上，突破光线和空间的局限，随时捕捉清晰、精准的热红外图像。可见光镜头和 FLIR 热成像仪的联合使用将教学和科研的遥感从可见光波段扩展到热红外波段。

3.3.3 主要测试参数及指标范围

利用红外探测器和光学成像物镜接受被测目标的红外辐射能量分布图形反映到红外探测器的光敏元件上，从而获得红外热像图，这种热像图与物体表面的热分布场相对应。工作波长范围：7.5-13.5 μm 。

主要测试参数：地表温度

3.3.4 实验主要仪器设备连接框图

DJI 无人机和云台、FLIR 高灵敏度热成像相机



3.4 实验项目四：地图制图电脑配色与输出实验

3.4.1 实验目的

提高学生制图能力和制图中颜色搭配能力。

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)

有绘图仪已经使用 16 年，严重老化，打印头顺坏，不能正常输出正确地图颜色，软件驱动和硬件接口已经跟不上现有计算机和操作系统。

新购买的绘图仪是最新软件硬件设备，对学生地图制图配色和打印输出颜色进行对比具有很大帮助，提高学生制图能力。

3.4.3 主要测试参数及指标范围

最大打印幅面 A0 以上

线条度: $\pm 0.1\%$

光学密度: $6L^* \min/2.15D$

色彩性: 中间值 $< 1.6 dE_{2000}$, 95% 的色彩 $< 3.75 dE_{2000}$

色彩稳定性: $< 1 dE_{2000}$, 不到 5 分钟

打印重复性: 平均值 $< 0.5 dE_{2000}$, 95% 的色彩 $< 1.25 dE_{2000}$

主要测试参数: 地表温度

3.4.4 实验主要仪器设备连接框图



3.5 实验项目五：叶绿素荧光遥感实验

3.5.1 实验目的

快速测量植物叶绿素荧光参数，与叶绿素荧光遥感影像信息做对比分析，为卫星荧光遥感数据做地面验证。

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)

原有实验中没有叶绿素荧光遥感相关的内容，只能从荧光遥感数据为学生讲解相关内容，不直观形象，无法让学生了解具体的植被对各种胁迫的叶绿素荧光响应。

新实验可以让学生直观地学习叶绿素荧光的相关原理和各个参数的意义，理解叶绿素荧光作为植物光合活性的“探针”，对植被健康状况监测的敏感性。

3.5.3 主要测试参数及指标范围

- 测量参数包括 F_0 、 F_t 、 F_m 、 F_m' 、 QY_{Ln} 、 QY_{Dn} 、 NPQ 、 Q_p 、 R_{fd} 、 PAR 、 $Area$ 、 Mo 、 Sm 、 PI 、 ABS/RC 等 50 多个叶绿素荧光参数，及 3 种给光程序的光响应曲线、2 种荧光淬灭曲线、OJIP 曲线等
- OJIP-test 时间分辨率为 $10\mu s$ (每秒 10 万次)，给出 OJIP 曲线和 26 个参数，包括 F_0 、 F_j 、

Fi、Fm、Fv、Vj、Vi、Fm/F₀、Fv/F₀、Fv/Fm、Mo、Area、Fix Area、Sm、Ss、N、Phi_Po、Psi_o、Phi_Eo、Phi_Do、Phi_Pav、PI_Abs、ABS/RC、TRo/RC、ETo/RC、DIo/RC 等

- 3 种给光程序光响应曲线，20 多个叶绿素荧光参数
- 2 种荧光淬灭曲线，20 多个参数
- PAR 传感器：读数单位 $\mu\text{mol}(\text{photons})/\text{m}^2\text{s}$ ，可显示读数，检测范围 400-700 nm
- 测量光：光强可调
- 光化学光：0 - 1000 $\mu\text{mol}(\text{photons})/\text{m}^2\text{s}$ 可调
- 饱和光：0 - 3000 $\mu\text{mol}(\text{photons})/\text{m}^2\text{s}$ 可调
- 光源：标准配置蓝光 470nm，可根据需求配备不同波长的 LED 光源
- 检测器：PIN 光电二极管，697-750nm 滤波器
- 尺寸大小：超便携，只有手机大小，12cm×5.7cm×3cm，重量仅约 180g
- 存贮：容量 4Mb，可内存 100000 数据点
- 显示：2×8 字符液晶显示屏，双键操作，待机 5 分钟自动关闭
- 供电：4 节 AAA 电池可持续使用 70 小时
- 工作条件：0 - 55℃，0 - 95%相对湿度（无凝结水）
- 存贮条件：-10 - 60℃，0 - 95%相对湿度（无凝结水）
- 下载方式：可选配蓝牙或 USB
- FluorPen 软件，用于数据下载、分析和图表显示

3.5.4 实验主要仪器设备连接框图



3.6 实验项目六：遥感影像判别与分析

3.6.1 实验目的

对长春市的中分辨率及高分辨率遥感影像进行判读、遥感影像数据处理；城市遥感信息收集以及城市规划基础地图制作等。

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)

原有实验中只有免费的 30 米分辨率的遥感影像，不足以进行精细的城市地区的遥感影像分析

及城市规划的基础地图制作。

新实验可以让学生对 SPOT 遥感数据有更深入的了解，也可以掌握对高分辨率遥感影像的分析处理的方法。同时对利用遥感技术进行城市规划工作有更深刻的认识。

3.6.3 主要测试参数及指标范围

空间分辨率：全色 (1.5 米) 和多光谱(6 米)

波段：

全色 (0.455 - 0.745 μm)；

蓝(0.455 - 0.525 μm)；

绿(0.530 μm - 0.590 μm)；

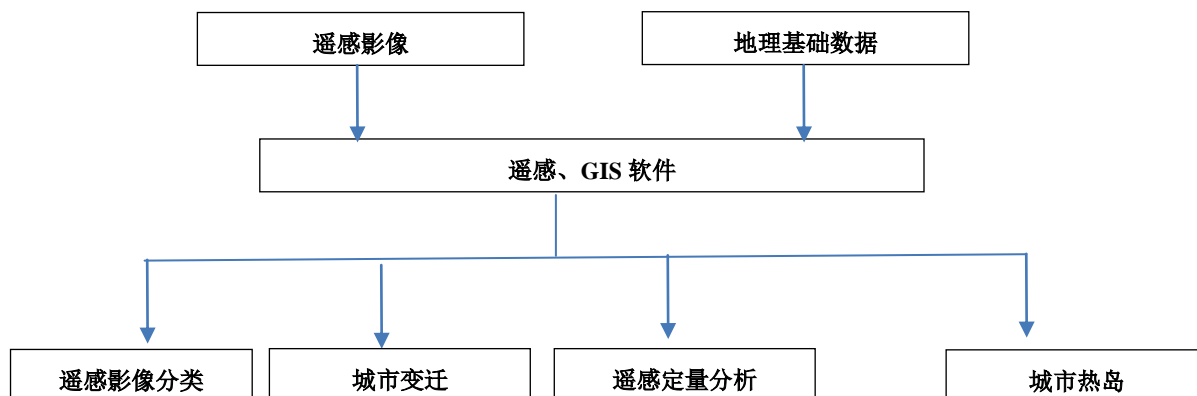
红(0.625 - 0.695 μm)；

近红外(0.760 - 0.890 μm)

宽幅：60x60km

立体成像：立体或三线阵立体

3.6.4 实验主要仪器设备连接框图



3.7 实验项目七：不同环境胁迫下的湿地植物光合生理响应比较

3.7.1 实验目的

湿地植物常面临各种环境胁迫，如干旱、高温、遮阴。本实验通过检测不同环境胁迫下的植被光合生理指标，使学生了解同种湿地植物在应对不同环境胁迫下的光合生理指标差异，以及不同湿地植被在同种环境胁迫下的生理特性响应差异，从机理上理解环境胁迫对湿地植物的影响，进而理解湿地植被在环境胁迫下的适应机制，湿地物种分布，种间共存。

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)

实验内容：选择不同的湿地植物类型，如常绿植物和落叶植物、一年生植物和多年生植物，苔藓植物和维管植物，在室内设置干旱、高温、遮阴环境胁迫及对照，设置全因素实验，并在野外找

到相应环境下的植物，测量室内实验和野外环境中植物的 CO_2 气体交换，从而计算其光合作用、蒸腾作用和呼吸作用。通过多小组合作，将结果汇总分析从而探讨不同植物类型对不同环境胁迫的光合响应模式。与原有实验关系：（1）实验内容上，增加了不同物种，设置了多种环境胁迫，比较不同植物对同一环境胁迫的响应及不同环境胁迫下植物的响应差异，能够更加全面地反应环境胁迫下湿地植物的响应模式，是学生能够了解湿地植物的环境响应机制，环境胁迫下的响应模式。（2）指标测量上，原有实验是通过便携式调制叶绿素荧光仪（PAM2500）测量不同水位胁迫下湿地植物的光能利用效率，光化学淬灭系数，非光化学淬灭参数等光合作用指标来反应植物环境胁迫下的生理响应，反应的是内在的光量子吸收和光化学机理，但对于 CO_2 交换无法进行测量，对于揭示植物光合作用下 CO_2 的利用状况存在局限。本实验弥补原实验在测量指标上的不足，便携式光合测量系统——GFS-3000 与已有的便携式调制叶绿素荧光仪（PAM2500）相连接既可测量叶绿素荧光参数又可测量光合作用过程中的 CO_2 气体交换、 CO_2 响应曲线，测量光合作用，蒸腾作用、呼吸作用，更加直观地测量植物光合过程中的气体交换，气体利用，在学生头脑中形成更加直观的光合作用过程图像，便于理解且记忆深刻。（3）在学生合作上，实验属于分工合作，每组学生完成不同的实验内容，互相交流，加大了信息获取量，增加了学生自主学习和交流，加强了团队合作。

3.7.3 主要测试参数及指标范围

主要测试参数： CO_2 及 H_2O 控制测量（浓度、气压及流速）；光合有效辐射 PAR 测量（环境、叶室内叶片正面及背面）；光合作用温度（环境温度、叶室温度、叶室中叶片上部温度、叶片温度）；荧光参数参见之前的便携式调制叶绿素荧光仪（PAM2500）。

参数测量范围：

1. CO_2 ：测量范围 0~ 5000 ppm，分辨率 0.01 ppm（控制范围：0~ 2000 ppm）

H_2O 测量：测量范围 0~ 75000 ppm，分辨率 0.01 ppm（控制范围：0~ 100 % rh）

气压测量：范围：60~ 110 kPa；精度：±0.1%

流速测量：热气流计，范围 0~ 1500 $\mu\text{mol s}^{-1}$ ；精度：±1%

2. 光合有效辐射 PAR: 0~ 2500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，精度±5%(环境 PAR)；0~ 2500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，精度±10%(叶室中 PAR)

3. 温度测量：-10℃ ~ + 50℃，精度±0.1℃

叶室温度：-10℃ ~ + 50℃，精度±0.2℃；控制范围：低于环境温度 10℃ ~ + 50℃。

4. 仪器测量时的指标范围：

绝对模式下的最大噪音： $\text{CO}_2 < 0.2 \text{ ppm}$ （ $0.2 \mu\text{mol mol}^{-1}$ ）； $\text{H}_2\text{O} < 30 \text{ ppm}$ （ $30 \mu\text{mol mol}^{-1}$ ）。

电源供应：可充电锂电池 3025-A（14.4 V/12 Ah），野外可更换，标配 2 块；外置 16 V 电池；交流电适配器 3020-N。

工作时间：1 块锂电池工作 2~ 4 小时，2 块锂电池工作 4~ 8 小时。

叶面积：标准叶室 8 cm²，更换配件后可选择测量面积 1~ 12.5 cm²，可适应不同的叶形；叶室体积 40 mL

5. 红蓝 LED 光源

光强范围：24 个红色发光二极管(LED)和 2 个蓝色 LED 组成的 LED 阵列；0~ 2000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PAR，92% 的红光(650 nm)和 8% 的蓝光(470 nm)；光场匀质性： $\pm 20\%$

3.7.4 实验主要仪器设备连接框图



图 1 GFS-3000 主要仪器及配件

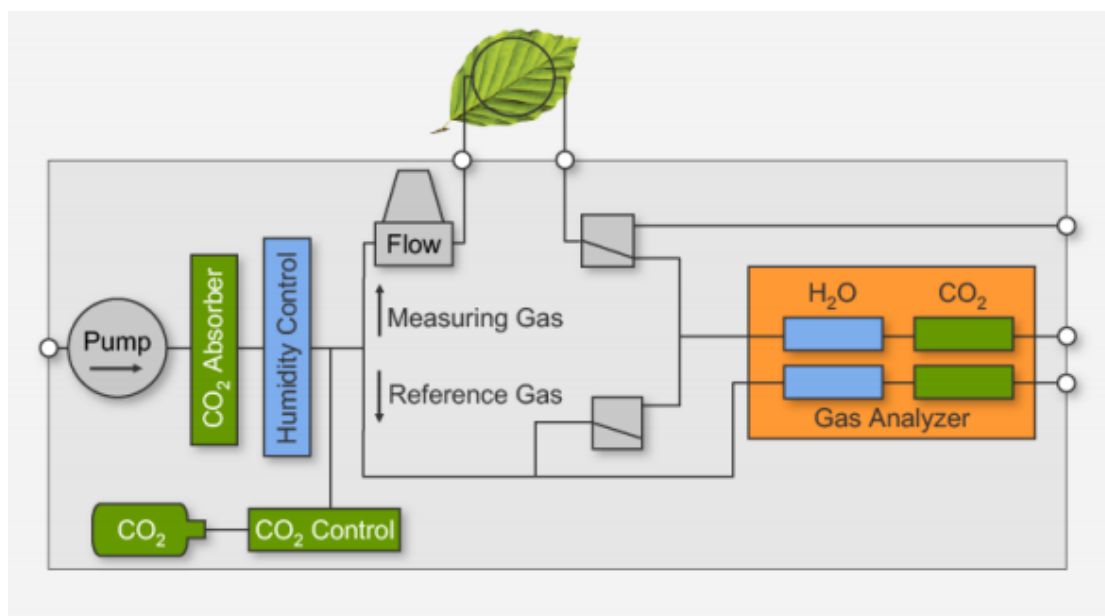


图 2 GFS-3000 光合测量气体交换原理图

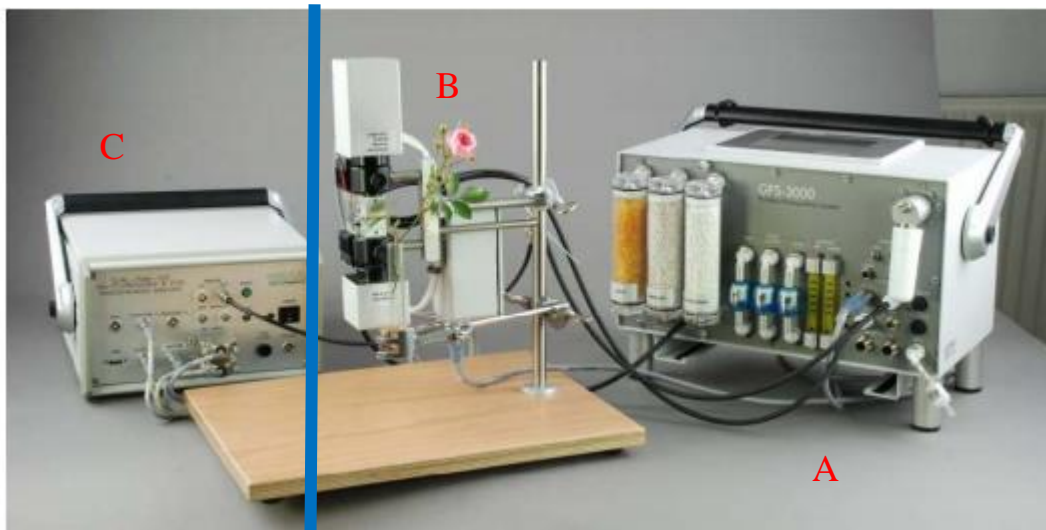


图3 GFS-3000 主要设备及连接图及与 PAM-2500 主要设备连接图

A. 主机；B.叶室(标准叶室或苔藓地衣专制叶室)；C. PAM-2500 主机；

A,B 相连构成光合作用气体交换测量系统，A，B，C 相连可测量光合气体交换参数及荧光参数



图4 GFS-3000 野外光合测量操作图

3.8 实验项目八：温室气体通量测量

3.8.1 实验目的

全球气候变化及其带来的生态环境问题，是当今人类社会可持续发展所面临的重大挑战。利用涡度相关技术开展生态系统和大气之间的二氧化碳(CO_2)、水气(H_2O)、甲烷(CH_4)及热通量的网络观测，对认知和预测全球气候变化趋势、评价生态系统的碳源和碳汇及水资源的合理利用等都具有重要的科学意义。高山苔原带是全球气候变化敏感的区域，苔原植被与大气间的气体交换能敏感、及时的反应和预测苔原的碳循环过程。在目前的科研工作中，对于高山苔原的气候变化研究，国内

外都较为普遍多且全面。但是，山地苔原的碳通量问题，国外少有研究，也处于起步阶段；国内的山地苔原碳通量问题还没有开展研究。目前的教学大多定性地、描述性地介绍生态系统与大气间的气体交换以及全球碳循环过程，讲述过程缺少数据支撑，也缺少实景展示。本实验旨在定性、定量分析高山苔原生态系统与大气间的气体交换过程、交换量、交换特征以及其主要的影响因素。让学生通过数据直接的体验到高山苔原生态系统和大气之间的二氧化碳(CO₂)、水气(H₂O)、甲烷(CH₄)交换量的变化，深刻理解高山苔原这一敏感脆弱地带的碳源和碳汇功能，提高其苔原保护意识。

3.8.2 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)

实验内容：将涡度相关系统安装在苔原气候监测站，通过时、日、月和年际的苔原生态系统和大气之间的二氧化碳(CO₂)、水气(H₂O)、甲烷(CH₄)交换量的变化，直观显示出苔原生态系统与大气间的气体交换过程及苔原生态系统的碳通量。

与原有实验的关系：原有实验设备观测的野外气象数据有风速风向，净辐射、总辐射、光合有效辐射，空气温湿度，土壤热通量，土壤湿度，雨量。这些原有的数据指标可反映基本的气象要素，新实验设备可以完善野外的气象观测，并且更有意义的量化了苔原植被的碳交换。通过该设备可以更加深入的研究苔原植被对气候变化的碳贡献，更科学的反应苔原植被在碳源和碳汇中的地位。由于旧的气象站中没有通量观测系统，缺少数据导致无法深入的分析，通过补充该系统可以完善野外数据和深入而全面的研究高山苔原的生态环境。

3.8.3 主要测试参数及指标范围

涡度相关系统主要测试参数为：二氧化碳(CO₂)通量、水(H₂O)通量、甲烷(CH₄)通量、三维超声风速。

3.8.4 实验主要仪器设备连接框图



3.9 实验项目九：积雪深度测量

3.9.1 实验目的

全利用雪深测量仪对积雪深度进行观察。通过时、日、月和年际的积雪深度变化来分析高山苔原的冬季气候条件。因长白山苔原带的特殊地理位置，在多年的研究中始终无法测量冬季积雪深度。但冬季的气候条件、积雪深度对翌年的植被生长状况、物候期变化等都具有重要意义。完善冬季的积雪数据不仅能填充冬季数据的空白，分析全年降水量，还能更全面和科学的分析冬季对全年气候变化的影响。

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实验中存在的问题和不足)

实验内容：将 SR50A 雪深传感器安装在苔原生态监测站。实时测量研究区积雪深度变化。

与原有实验的关系：在原有实验设备即野外苔原气候监测站的基础上，安装 Campbell SR50A 雪深传感器，测量每时的积雪深度变化。让学生能明确地认识和理解人类活动对气候变化的影响，而以前的实验只是让学生侧重分析生长季的气候变化；冬季气候变化观测弥补了以往单一情况下观测的气候，不能正确反映全年、不同季节气候变化特征的不足。

3.9.3 主要测试参数及指标范围

利用超声波进行测距的传感器，通过测量超声波脉冲发射和返回的时间差来测量降雪的变化情况。

主要技术参数：

测量时间：<1.0s

输出：SDI-12 (version 1.3)，RS-232)，RS-485

波特率：1200 - 38400 bps

量程：0.5m~10m

电源：9~18 VDC

功耗：工作状态，250mA；

待机状态 SDI-12 模式，<1.0mA；

RS-232/RS485 模式，<1.25mA（波特率≤9600bps）

RS-232/RS485 模式，<2.0mA（波特率>9600bps）

分辨率：0.25mm

测量范围：30°

工作温度：-45℃~50℃

接口：SDI-12、RS-232、Rs-485

精度：±1.0 cm 或±0.4%，二者中取大值

尺寸：长 10.1cm，直径 7.5cm

重量: 1kg

3.9.4 实验主要仪器设备连接框图



3.10 实验项目十：土壤温湿度测量

3.10.1 实验目的

全利用雪深测量仪对积雪深度进行观察。通过时、日、月和年际的积雪深度变化来分析高山苔原的冬季气候条件。因长白山苔原带的特殊地理位置，在多年的研究中始终无法测量冬季积雪深度。但冬季的气候条件、积雪深度对翌年的植被生长状况、物候期变化等都具有重要意义。完善冬季的积雪数据不仅能填充冬季数据的空白，分析全年降水量，还能更全面和科学的分析冬季对全年气候变化的影响。

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)

原有实验中，由于实验样地数量多，仪器设备少，造成实验样地无法全面监测，无法充分分析样地的实验数据，从而抑制了对研究区的探索与分析。新增实验设备后，将解决原有问题，并补充仪器数量的不足。

3.10.3 主要测试参数及指标范围

测量指标：土壤温度、湿度。

主要技术参数：

测量速度/间隔：1 ~ 1440 min

电源：5 节 5 号碱性电池，可用 8-12 个月

运行环境：-40 ~ 60℃；0~100 % RH

存储：1M；36,000 次读数

通道：5 个

PC 通讯：USB RS-232

3.10.4 实验主要仪器设备连接框图



3.11 实验项目十一：植被物候遥感实习

3.11.1 实验目的

实验目的是将自然地理现象中非常重要的植物物候与遥感测量技术结合，不仅了解利用遥感技术反映植物物候现象的理论过程，同时通过学生们实际的操作与测量完成实际证明。其中覆盖的课程包括遥感导论、高光谱遥感、气象与气候学、地球科学概论、环境地理学、综合自然地理学。本实验室要通过不断的完善和发展，建设的特色体现在，每个同学都要亲自动手来完成野外光谱测量，重点内容在于利用遥感原理结合对应的植物物候内容分析各个因素的影响，以及光谱对物候变化的响应，实现遥感测量技术与植物物候的结合应用。为第6学期的地物遥感实验室—野外综合实习打下良好的基础。

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)

原有实验只能在实验室来模拟完成，而且在野外测量中受到便携式探测装置的影响，只能对矮植物进行测量，限制了对高大植物冠层的测量。通过实验室仪器的增加，可以完成各种类型植物冠层以及单独叶片光谱测量，而且在野外测量的环境与卫星监测地表过程相同，可以用来验证星载传感器获取的信息。

3.11.3 主要测试参数及指标范围

光谱测试参数：

波段范围：350-1000nm

角度测量参数：

探测天顶角：0°，垂直方向

地物光谱：

植被(单叶-植株)可见光波段光谱信息；不同生长过程植物的光谱特征、不同类型植物的光谱特

征、植物生长状态评价，不同物候期农作物光谱测量。

3.11.4 实验主要仪器设备连接框图

便携式探测架——USB 地物光谱仪——植物生长状况分析仪

3.12 实验项目十二：三维全景数据采集与应用实验

3.12.1 实验目的

随着科学技术的发展，二维电子地图很难满足广大用户的需求，而三维全景地图可以给用户展示更真实的现实情况。通过三维全景地图数据采集与应用试验，使得锻炼 GIS 专业同学采集三维全景信息的能力，同时将三维全景信息集成到现有的 Web 地图和桌面地图当中，提高学生动手能力和专业技术技能。

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)

该实验为新增的实验内容，是网络 GIS 课程的重要组成部分。原来的设计实验中，因为缺少软硬件平台支持无法开展三维数据的采集和应用。

实验内容：

- (1) 使用三维采集设备采集实物信息；
- (2) 制作虚拟场景地图；
- (3) 将三维信息整合到有的地图之中

3.12.3 主要测试参数及指标范围

进行全景数据的采集、处理、集成到现有网络地图当中并进行显示。

3.12.4 实验主要仪器设备连接框图

▶ 360度全景图的制作流程：



▶ 全景拍摄硬件：



3.13 实验项目十三：生物标本观察

3.13.1 实验目的

生物地理学实验共计 20 学时，于每年秋季学期为大三地理科学 1 班（免师班）和地理科学 2 班（非师范班）开设，每年学生受益人数约为 90 人。生物地理学实验是生物地理学教学中的一个重要环节，其目的在于使学生通过野外试验、取样，室内观察、绘图等一系列实验环节，增强学生的生物地理学认知感，加深领会课堂知识；通过实际动手观察和仪器操作，使学生掌握一定的生物地理学实验操作和科学研究基本技能。

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)

实验内容：生物地理学实验中共包括 5 部分实验内容，即 1-陆地生物群落植被类型观察；2-植物根茎叶花果实的观察；3-旱生植物与水生植物观察；4-各科动物观察（增加土壤动物观察）；5-校园裸子植物观察与检索表编制方法。

与原有实验的关系：与原有实验相比，拟建设实验项目在以下几个方面进行了改进：1.淘汰老旧和无法维修的生物显微镜，补充一批适于现代教学和实验的生物显微镜。因为生物地理学实验涉及到很多微观观察实验，如植物叶片切片观察、原生动物观察、中小型土壤观察，过去由于显微镜老旧的问题，很多相关实验无法顺利开展，通过补充升级生物显微镜、体视显微镜可以使生物地理学中微观观察类实验的实验效果得到质的提升。

3.13.3 主要测试参数及指标范围

体视显微镜（型号奥特 SZ680）：参数： 1）放大倍数：6.8×-47×；20 倍目镜，2 倍大物镜（可选配），至总放大 94 倍或 188 倍；2）变倍方式：横轴连续变倍；3）变倍比：1：6.8(0.68×-4.7×)；4）三目观察头：双目倾斜 35°，可 360 度旋转；5）瞳距调节：50mm-75mm（视度可调）；*6）视度调节：±5 个屈度（双目可调）；7）目镜：高眼点广角目镜 WFH10×/Φ23mm；有防霉功能，带双目防护眼罩；20X；8）连续变倍视场直径范围：Φ33.82mm-Φ1.89mm；9）工作距离：110 mm；10）调焦机构：可调松紧式调焦大旋钮，带有防止下滑装置；11）光源：透反射双光源，透射光 3 瓦 LED 冷光源，亮度可调；反射光 3 瓦 LED 冷光源，亮度可调；透反射光源单独控制，可以单独或同时使用；12）黑白塑料载物板、磨沙玻璃载物板、防尘罩各 1 个；13）摄像接口：成像同步可调接口一个；14）已通过 ISO14001、ISO9001、ISO13485 等认证。

3.13.4 实验主要仪器设备连接框图



3.14 实验项目十四：土壤温度、水分变化过程监测及影响因素探究

3.14.1 实验目的

《综合自然地理学》教学已从知识讲授转向能力培养。教学中强调地球表层的整体性、差异性和自然地理过程的核心性，特别注重从发生学原理出发研究各自然地理要素的特征，自然地理要素之间的相互联系和相互作用，分析自然地理环境的整体性。全球气候变化已经成为全球关注的热点问题。气候变化会带来生态系统各要素的变化，过去我们更多的关注地上系统，很少关注地下系统的变化，这可能是引起地上系统变化更为潜在的驱动力。对于土壤温度、水分的变化过程 and 影响因素的研究，可以加强学生对自然地理过程的认识，提升学生探究全球气候变化区域响应过程的能力，是全球变化研究的重要方面。

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)

原有的《自然地理综合野外实习》以路线实习和典型剖面观察为主，注重空间变化研究，缺乏以时间过程为主的动态监测过程研究。新的实验增加了土壤温度、水分变化过程监测，以及对变化过程影响因素的探究，很好的解决了原来实验的不足，是《自然地理综合野外实习》实习课程的补充内容。同时该实验项目也可服务于生物地理教学和气象与气候学教学和实习。

通过在野外对大气、土壤和植被的连续观测，解决各自然地理要素如何相互耦合影响土壤温度变化。我们已经拥有了部分常规的气象、植被、土壤的速测仪器，目前我院实现各专业打通实习，学生人数急增，仪器数量不能保证分组的探究式学习；同时需要增加机理研究相关的仪器。这将提高对自然地理过程变化的预测能力，提高学生野外实验能力，加深对课堂知识的理解深度。

实验内容：在湿润区、半湿润区和半干旱区测定土壤温度、水分变化过程，特别是利用地物探测仪在冬季、春季测定冻土和积雪变化；生长季在湿润区、半湿润区和半干旱配合原有的光合系统，联合测定其各种逆境条件下的抗逆性，可深入探讨大气、植被、冻土变化对土壤温度、水分的影响。

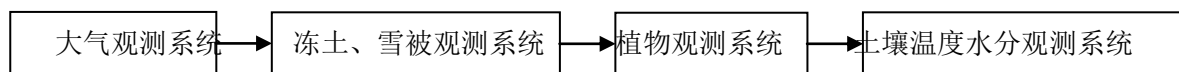
3.14.3 主要测试参数及指标范围

地物探测仪是利用电磁波的反射原理，探测土壤冻土界面和冻土结构，是一种无损探测方法。

- 1、系统特征参数（动态范围）：186dB
- 2、环境标准：IP65
- 3、环境温度：-50℃~+50℃
- 4、天线频率范围：10MHz~2000MHz
- 5、天线类型：分离式增强型
- 6、发射电压：1000V

- 7、接收灵敏度：1.5 μ V
- 8、时窗：200000ns
- 9、硬件叠加：1~32767
- 10、A/D:16 位
- 11、信号增强：DynaQ
- 12、数据质量保证：动态温度与电源电压补偿，数据采集质量不会因温度的波动或电池电压的降低而改变主动
- 13、音、高精度的直接接收天线端数字化采集
- 14、系统整体轻便、耐用，适合野外恶劣环境使用
- 15、集控制、显示和记录于一体的防水、防尘、背光、且坚固的数字记录仪（无需笔记本电脑）保证系统统一 12V 直流供电。
- 16、天线探测灵敏度高，天线轻便耐用

3.14.4 实验主要仪器设备连接框图



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	原单价	实行计划 购置数	现单 价	总价
1	双光束地物 光谱同步测 量系统	FieldSpec 4 Hi-Res NG	探测器： 350-1000nm, 低 512 阵 PDA1000-1800nm 及 1800-2500nm, 两个 InGaAs 探 测器单元，TE 制 冷恒温；波长范 围：350 - 2500 nm；扫描时间： 100ms；光谱平均： 高达 31,800 次； 色散元件:一个固 定的两个快速旋 转的全息反射光 栅；波长精度: 0.5	地物遥感实验室 —野外综合实习	1	142	1	168	168

			nm; 波长重复性: 0.1 nm; 光谱分辨率: 3nm@700nm 8nm@1400/2100						
2	紫外分光光度计	uv-2700	1.主机包含 UV-Probe 中文版 2.40; 2.10mm 方形石英比色皿; 3. 卤素灯 (备用 品); 4.积分球: 60mm 积分球, 测定 波长 220-850nm	植物色素含量测量	1	13.7	1	13.7	13.7
3	FLIR 高灵敏度热成像相机	Zenmuse XT	尺寸: 103 mm x 74 mm x 102 mm; 重量: 270 g; 热成像器: 非制冷 氧化钒(VOx)微测	热红外遥感	1	6	1	6	6

			热辐射计; FPA/ 数字视频 显示格式: 640 × 512; 模拟视频显 示格式: 720 x 480 (NTSC); 720 x 576 (PAL); 像元 间距: 17 μm; 波 长范围: 7.5 - 13.5 μm; 全帧 频: 640 × 512: 30 Hz (NTSC) 25 Hz						
4	绘图仪	HP DesignJet D5800	打印幅面 60 英寸 打印宽度 1524mm 分辨率	地图制图电脑配 色与输出实验	1	9.6	1	9.6	9.6

			2400×1200dpi						
5	手持式叶绿素荧光测量仪	PAR-FluorPen FP 100	测量参数包括 F0、Ft、Fm、Fm'、 QY_Ln、QY_Dn、 NPQ、Qp、Rfd、PAR、 Area、Mo、Sm、PI、 ABS/RC 等 50 多个 叶绿素荧光参数， 及 3 种给光程序 的光响应曲线、2 种荧光淬灭曲线、 OJIP 曲线等	植物叶绿素荧光 测量	1	5	1	5	5
6	高分辨率遥感影像	SPOT6	空间分辨率：全色 (1.5 米) 和多光 谱(6 米) 波段：全色 (0.455 - 0.745	遥感影像分析	1	40	1	40	40

			<p>μm); 蓝 (0.455 - 0.525 μm); 绿 (0.530 μm - 0.590 μm); 红 (0.625 - 0.695 μm); 近红外 (0.760 - 0.890 μm)</p> <p>宽幅: 60x60km</p> <p>立体成像: 立体或三线阵立体</p>						
7	便携式光合作用测量系统	GFS-3000	<p>O₂ 及 H₂O 控制测量 (浓度、气压及流速); 光合有效辐射 PAR 测量 (环境、叶室内叶片正面及背面); 光合</p>	水热胁迫下湿地植物的光合生理响应	1	45	1	45	45

			作用温度(环境温度、叶室温度、叶室中叶片上部温度、叶片温度); 荧光参数参见之前的便携式调制叶绿素荧光仪(PAM2500)						
8	二氧化碳/水汽通量观测系统	CSAT3	二氧化碳(CO2)通量、水(H2O)通量、甲烷(CH4)通量、三维超声风速	温室气体通量测量	1	30	1	30	30
9	雪深测量仪	SR50A	分辨率: 0.25mm 测量范围: 30° 工作温度: -45℃~50℃ 接口: SDI-12、	积雪深度测量	1	1.7	1	1.7	1.7

			RS-232、Rs-485 精度：±1.0 cm 或±0.4%，二者中 取大值						
10	土壤温湿度 计	EM50	测量速度/间隔：1 ~1440 min；电源： 5 节 5 号碱性电 池，可用 8-12 个 月；运行环境：-40 ~ 60℃；0~100 % RH；存储：1M； 36,000 次读数； 通道：5 个	土壤温湿度测量	12	1.7	12	1.7	20.4
11	USB 光谱仪	USB4000-FL	尺寸：89.1 毫米 x 63.3 毫米 x 34.4 毫米（仅光 谱仪）；	植被物候遥感实 习	3	3.6	3	3.6	10.8

			重量: 190g 探测器: Toshiba TCD 1304AP 波长范围: 360-1100nm 积分时间: 3.8 毫 秒-10 秒						
12	三维全景数 据采集与应 用系统	360°	进行全景数据的 采集、处理、集成 到现有网络地图 当中并进行显示	三维全景数据采 集与应用	1	5	1	5	5
13	三目体式显 微镜	SZ680	放大倍数: 6.8× -47×; 20 倍目 镜, 2 倍大物镜 (可选配), 至总 放大 94 倍或 188 倍	生物标本观察	10	0.58	10	5.8	5.8

14	地物探测仪	LTD-2000	系统特征参数(动态范围)：186dB 环境标准：IP65 环境温度： -50℃~+50℃ 天线频率范围： 10MHz ~ 2000MHz 天线类型：分离式 增强型 发射电压：1000V 接收灵敏度： 1.5μV 时窗：200000ns 硬件叠加：1~ 32767 A/D:16 位	土壤温度、水分变化过程监测及影响因素探究	1	46	1	46	46
----	-------	----------	---	----------------------	---	----	---	----	----

			<p>信号增强: DynaQ</p> <p>数据质量保证: 动态温度与电源电压补偿, 数据采集质量不会因温度的波动或电池电压的降低而改变</p> <p>主动</p> <p>音、高精度的直接接收天线端数字化采集</p> <p>系统整体轻便、耐用, 适合野外恶劣环境使用</p> <p>集控制、显示和记录于一体的防水、防尘、背光、且坚</p>						
--	--	--	---	--	--	--	--	--	--

			固的数字记录仪 (无需笔记本电脑)保证系统统一 12V 直流供电。 天线探测灵敏度高, 天线轻便耐用						
合计									407

注：原计划购置数与原价请填写 2017 年 6 月上报材料的数据。

五、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
双光束地物光谱 同步测量系统	探测器：350-1000nm, 低 512 阵 PDA1000-1800nm 及 1800-2500nm, 两个 InGaAs 探 测器单元, TE 制冷恒温; 波长 范围: 350 - 2500 nm; 扫描时间: 100ms; 光谱平均: 高达 31,800	1	探测器：350-1000nm, 低 512 阵 PDA1000-1800nm 及 1800-2500nm, 两个 InGaAs 探测器单元, TE 制冷恒温; 波 长范围: 350 - 2500 nm; 扫描 时间: 100ms; 光谱平均: 高达	4800

	次；色散元件:一个固定的两个快速旋转的全息反射光栅；波长精度: 0.5 nm；波长重复性: 0.1 nm；光谱分辨率: 3nm@700nm 8nm@1400/2100		31,800 次；色散元件:一个固定的两个快速旋转的全息反射光栅；波长精度: 0.5 nm；波长重复性: 0.1 nm；光谱分辨率: 3nm@700nm 8nm@1400/2100	
紫外分光光度计	1.主机包含 UV-Probe 中文版 2.40；2.方形石英比色皿 10mm；3.卤素灯 (备用品)；4.积分球：60mm 积分球，测定波长 220-850nm	2	1.主机包含 UV-Probe 中文版 2.40；2.方形石英比色皿 10mm；3.卤素灯 (备用品)；4.积分球：60mm 积分球，测定波长 220-850nm	60
FLIR 高灵敏度热成像相机	尺寸：103 mm x 74 mm x 102 mm；重量：270 g；热成像器：非制冷氧化钒(VOx)微测热辐射计；FPA/ 数字视频显示格式：640 × 512；模拟视频显示格式：720 x 480 (NTSC) ; 720 x 576 (PAL)；	3	尺寸：103 mm x 74 mm x 102 mm；重量：270 g；热成像器：非制冷氧化钒(VOx)微测热辐射计；FPA/ 数字视频显示格式：640 × 512；模拟视频显示格式：720 x 480 (NTSC) ; 720 x 576	60

	像元间距: 17 μm ; 波长范围: 7.5 – 13.5 μm ; 全帧频: 640 \times 512: 30 Hz (NTSC) 25 Hz		(PAL); 像元间距: 17 μm ; 波 长范围: 7.5 – 13.5 μm ; 全 帧频: 640 \times 512: 30 Hz (NTSC) 25 Hz	
绘图仪	打印幅面 60 英寸 打印宽度 1524mm 分辨率 2400 \times 1200dpi	4	打印幅面 60 英寸 打印宽度 1524mm 分辨率 2400 \times 1200dpi	4800
手持式叶绿素荧 光测量仪	测量参数包括 F0、Ft、Fm、Fm'、 QY_Ln、QY_Dn、NPQ、Qp、Rfd、 PAR、Area、Mo、Sm、PI、ABS/RC 等 50 多个叶绿素荧光参数, 及 3 种给光程序的光响应曲线、2 种荧光淬灭曲线、OJIP 曲线等	5	测量参数包括 F0、Ft、Fm、Fm'、 QY_Ln、QY_Dn、NPQ、Qp、Rfd、 PAR、Area、Mo、Sm、PI、ABS/RC 等 50 多个叶绿素荧光参数, 及 3 种给光程序的光响应曲线、2 种荧光淬灭曲线、OJIP 曲线等	60
高分辨遥感影像	空间分辨率: 全色 (1.5 米) 和 多光谱 (6 米) 波段: 全色 (0.455 – 0.745 μm); 蓝 (0.455 – 0.525 μm);	6	空间分辨率: 全色 (1.5 米) 和多光谱 (6 米) 波段: 全色 (0.455 – 0.745 μm); 蓝 (0.455 – 0.525 μm);	3200

	绿 (0.530 μm - 0.590 μm); 红 (0.625 - 0.695 μm); 近红外 (0.760 - 0.890 μm) 宽幅: 60x60km 立体成像: 立体或三线阵立体		绿 (0.530 μm - 0.590 μm); 红 (0.625 - 0.695 μm); 近红外 (0.760 - 0.890 μm) 宽幅: 60x60km 立体成像: 立体或三线阵立体	
便携式光合作用 测量系统	O ₂ 及 H ₂ O 控制测量 (浓度、气 压及流速); 光合有效辐射 PAR 测量 (环境、叶室内叶片正面及 背面); 光合作用温度 (环境温 度、叶室温度、叶室中叶片上部 温度、叶片温度); 荧光参数参 见之前的便携式调制叶绿素荧 光仪 (PAM2500)	7	O ₂ 及 H ₂ O 控制测量 (浓度、气 压及流速); 光合有效辐射 PAR 测量 (环境、叶室内叶片正面 及背面); 光合作用温度 (环境 温度、叶室温度、叶室中叶片 上部温度、叶片温度); 荧光参 数参见之前的便携式调制叶绿 素荧光仪 (PAM2500)	600
二氧化碳/水汽通 量观测系统	二氧化碳 (CO ₂) 通量、水 (H ₂ O) 通量、甲烷 (CH ₄) 通量、三维超 声风速	8	二氧化碳 (CO ₂) 通量、水 (H ₂ O) 通量、甲烷 (CH ₄) 通量、三维超 声风速	4800
雪深测量仪	分辨率: 0.25mm	9	分辨率: 0.25mm	3000

	测量范围：30° 工作温度：-45℃~50℃ 接口：SDI-12、RS-232、Rs-485 精度：±1.0 cm 或±0.4%，二者中取大值		测量范围：30° 工作温度：-45℃~50℃ 接口：SDI-12、RS-232、Rs-485 精度：±1.0 cm 或±0.4%，二者中取大值	
土壤温湿度计	测量速度/间隔：1 ~1440 min； 电源：5 节 5 号碱性电池，可用 8-12 个月；运行环境：-40 ~ 60℃；0~100 % RH；存储：1M； 36,000 次读数；通道：5 个	10	测量速度/间隔：1 ~1440 min； 电源：5 节 5 号碱性电池，可用 8-12 个月；运行环境：-40 ~ 60℃；0~100 % RH；存储：1M； 36,000 次读数；通道：5 个	3000
USB 光谱仪	尺寸：89.1 毫米 x 63.3 毫米 x 34.4 毫米（仅光谱仪）； 重量：190g 探测器：Toshiba TCD 1304AP 波长范围：360-1100nm 积分时间：3.8 毫秒-10 秒	11	尺寸：89.1 毫米 x 63.3 毫米 x 34.4 毫米（仅光谱仪）； 重量：190g 探测器：Toshiba TCD 1304AP 波长范围：360-1100nm 积分时间：3.8 毫秒-10 秒	2600
三维全景数据采	进行全景数据的采集、处理、集	12	进行全景数据的采集、处理、	120

集与应用系统	成到现有网络地图当中并进行显示		集成到现有网络地图当中并进行显示	
三目体式显微镜	放大倍数：6.8×-47×；20 倍目镜，2 倍大物镜（可选配），至总放大 94 倍或 188 倍	13	放大倍数：6.8×-47×；20 倍目镜，2 倍大物镜（可选配），至总放大 94 倍或 188 倍	3000
地物探测仪	系统特征参数（动态范围）： 186dB 环境标准：IP65 环境温度：-50℃～+50℃ 天线频率范围：10MHz～2000MHz 天线类型：分离式增强型 发射电压：1000V 接收灵敏度：1.5μV 时窗：200000ns 硬件叠加：1～32767 A/D:16 位	14	系统特征参数（动态范围）： 186dB 环境标准：IP65 环境温度：-50℃～+50℃ 天线频率范围：10MHz～2000MHz 天线类型：分离式增强型 发射电压：1000V 接收灵敏度：1.5μV 时窗：200000ns 硬件叠加：1～32767 A/D:16 位	3000

	<p>信号增强: DynaQ</p> <p>数据质量保证: 动态温度与电源电压补偿, 数据采集质量不会因温度的波动或电池电压的降低而改变主动</p> <p>音、高精度的直接接收天线端数字化采集</p> <p>系统整体轻便、耐用, 适合野外恶劣环境使用</p> <p>集控制、显示和记录于一体的防水、防尘、背光、且坚固的数字记录仪(无需笔记本电脑)保证系统统一 12V 直流供电。</p> <p>天线探测灵敏度高, 天线轻便耐用</p>		<p>信号增强: DynaQ</p> <p>数据质量保证: 动态温度与电源电压补偿, 数据采集质量不会因温度的波动或电池电压的降低而改变主动</p> <p>音、高精度的直接接收天线端数字化采集</p> <p>系统整体轻便、耐用, 适合野外恶劣环境使用</p> <p>集控制、显示和记录于一体的防水、防尘、背光、且坚固的数字记录仪(无需笔记本电脑)保证系统统一 12V 直流供电。</p> <p>天线探测灵敏度高, 天线轻便耐用</p>	
--	---	--	---	--

六、学院教务委员会意见

人数:	赞成票:	反对票:	弃权票:
学院教务委员主任签字:			
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				
序号	经费用途	经费来源	经费数量（万元）	主管领导签字
1	人才培养	学科建设	26	
2				
3				
4				
5				