**《土壤修复技术实验》实验课程教学大纲**

**字体、字号请参考范例**

**注意：**

**首字母大写**

**植物拉丁学名斜体**

**一、课程简介**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程中文名** | 土壤修复技术实验 | | | | | | | | |
| **课程英文名** | Soil Remediation Technology Experiment | | | | | | **双语授课** | | □是 ■否 |
| **课程代码** | 08114202 | **课程学分** | | 1.5 | **总学时数** | | | 36 | |
| **课程类别** | **□**专业基础课程  ■专业核心课程  **□**专业选修课程  **□**其他 | **课程性质** | | ■必修  □选修  □其他 | **课程形态** | | | □线上  ■线下  □线上线下混合式  □社会实践  □虚拟仿真实验教学 | |
| **考核方式** | □闭卷 □开卷 □课程论文 □课程作品 □汇报展示 ■报告  □课堂表现 □阶段性测试 □平时作业 ■其他（可多选） | | | | | | | | |
| **开课学院** | 绿色智慧环境学院 | | **开课**  **系(教研室)** | | | 环境生态工程系 | | | |
| **面向专业** | 环境生态工程 | | **开课学期** | | | 第6学期 | | | |
| **课程负责人** | 朱金山 | | **审核人** | | | 学院教学委员会 | | | |
| **先修课程** | 环境学导论、环境生态学、环境生物学、环境监测 | | | | | | | | |
| **后续课程** | 毕业实习等 | | | | | | | | |
| **选用教材** | 曾巧云.环境土壤学实验教程（第1版）[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2022.  （普通高等教育“十四五”规划教材） | | | | | | | | |
| **参考书目** | 1.曾巧云.环境土壤学实验教程（第1版）[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2022.  2.胡慧蓉 田昆.土壤学实验指导教程（第1版）[M]. 北京:中国林业出版社，2012  3.王友保.土壤污染生态修复实验技术（第1版）[M]. 北京:科学出版社，2018  4.张金波.土壤地理学野外实习指南（第1版）[M]. 北京:科学出版社，2022 | | | | | | | | |
| **课程资源** | 1. 中国大学MOOC https://www.icourse163.org/course/XAUAT  2. 学银在线 <https://www.xueyinonline.com/detail/233770974> | | | | | | | | |
| **课程简介** | 土壤修复技术实验系统介绍了我国目前土壤污染与生态修复研究现状，并从土壤和植物样品的采集和制备、土壤基本理化因子分析、植物对环境污染的耐性与可塑性、植物根系分泌物的研究、植物体内重金属含量及富集测定、土壤动物分析、土壤酶活性与土壤呼吸强度的测定、土壤重金属形态分布和吸附解吸特性检测、土壤微生物分析等方面介绍目前土壤污染与生态修复研究的一些实验技术。通过本课程的学习，要求学生掌握土壤污染修复的基本理论和知识，并能结合生产实际进行具体应用；熟悉各种物理，化学和生物方法在土壤污染修复领域的应用与发展；了解国内外土壤污染控制与修复研究的最新进展。 | | | | | | | | |

**二、课程目标**

**表2-1 课程目标**

|  |  |
| --- | --- |
| **序号** | **具体课程目标** |
| **课程目标1** | 能陈述土壤修复技术的最新研究成果和发展趋势；针对环境科学领域中的污染土壤修复技术相关实际问题，能够综合运用土壤修复技术相关知识对其进行研究，获得有效结论，对于复杂工程问题，具备设计出可行和创新的解决方案的能力。 |
| **课程目标2** | 能陈述土壤修复实验的一般知识，习得土壤修复实验的基本操作技能，能阐明一些重要土壤质地、样品制备、组成分析、基本性质和污染物的检测方法，能描述某些常见土壤污染物和物质成分含量的测定方法，知道最新的土壤修复技术实验实施方法、实验技术和发展趋势，具备观察实验现象、查阅化学手册和相关文献，设计土壤修复技术实验方案的初步能力。 |
| **课程目标3** | 具备较强的分析、归纳和自主学习能力，主动参与、理论联系实际、分析问题、解决问题的学习态度和思想意识；形成良好的环保意识与可持续发展理念；具有团队合作和终身学习的意识。 |

**表2-1 课程目标与毕业要求对应关系**

| **毕业要求** | **指标点** | **课程目标** |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求4：**研究【H】 | 4.1 能够基于智慧环保、环境学、生态学及工程科学的基本原理和相关文献，调研和分析区域环境生态工程、生态修复、生态监测与评价、生态保育等领域中的复杂工程问题，设计出可行和创新的解决方案。 | 1 |
| **毕业要求2：**问题分析【M】 | **2.2：**能应用数学、自然科学和工程科学的基本原理认识到解决区域环境生态工程、生态修复、生态监测与评价、生态保育等复杂工程问题有多种方案，并能通过文献研究寻求可替代的有效解决方案。 | 2 |
| **毕业要求9：**个人和团队【L】 | 9.2：具有一定的组织、协调、管理团队的能力，在工程实践中，具备合作能力，能够在团队中独立承担任务，合作开展工作，完成工程实践任务。 | 3 |

**三、课程教学内容与方法**

**表3课程目标、教学内容和方法对应关系**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **项目名称** | **项目来源** | **教学目标（观测点、重难点）** | **学时数** | **项目类型** | **要求** | **每组人数** | **教学方法** | **课程目标** |
| 1 | 实验1：土壤样品的采集与制备 | 实验教材 | 掌握土壤表层样品采集的方法**（重点）** | 2 | 综合性 | 必做 | 3-4 | 课堂讲授  实验指导 | 1/2/3/4 |
| 掌握土壤样品制备和保存的方法 |
| 2 | 实验2：土壤水分的测定 | 实验教材 | 完成土壤样品采集及预处理 | 2 | 综合性 | 必做 | 3-4 | 课堂讲授  实验指导 | 1/2/3/4 |
| 掌握土壤水分实验室测定方法**（重点）** |
| 掌握土壤水分计算方法 |
| 3 | 实验3：土壤密度的测定与孔隙度的测定 | 实验教材 | 理解土壤密度与孔隙度的区别**（重点）** | 2 | 综合性 | 必做 | 3-4 | 课堂讲授  实验指导 | 1/2/3/4 |
| 掌握土壤密度测定与计算方法 |
| 掌握土壤孔隙度测定与计算方法**（重点）（难点）** |
| 4 | 实验4：土壤机械组成分析与质地确定 | 实验教材 | 理解土壤机械组成与质地之间的联系 | 2 | 综合性 | 必做 | 3-4 | 课堂讲授  实验指导 | 1/2/3/4 |
| 能够完成土壤机械成分确定**（重点）** |
| 能够完成土壤质地确定 |
| 5 | 实验5：土壤pH的测定 | 实验教材 | 理解土壤酸度与土壤pH的区别 | 2 | 综合性 | 必做 | 3-4 | 课堂讲授  实验指导 | 1/2/3/4 |
| 掌握土壤pH的实验室测定方法**（重点）** |
| 完成pH的校准 |
| 6 | 实验6：石灰需要量的测定 | 实验教材 | 理解氯化钙交换中和滴定法原理**（重点）（难点）** | 2 | 综合性 | 必做 | 3-4 | 课堂讲授  实验指导 | 1/2/3/4 |
| 掌握土壤石灰需要量测定 |
| 掌握酸度计的使用 |
| 7 | 实验7：土壤阳离子交换量的测定 | 实验教材 | 理解土壤阳离子交换量的定义及所包含离子 | 2 | 综合性 | 必做 | 3-4 | 课堂讲授  实验指导 | 1/2/3/4 |
| 掌握EDTA-铵盐快速法测定土壤阳离子交换量**（重点）** |
| 完成实验开始前的药品配置及样品预处理等 |
| 8 | 实验8：土壤重金属的形态分布 | 实验教材 | 理解土壤重金属形态种类及其分布 | 2 | 综合性 | 必做 | 3-4 | 课堂讲授  实验指导 | 1/2/3/4 |
| 掌握Tessier 五步提取法**（重点）（难点）** |
| 完成梅花点法及四分法取样 |
| 9 | 实验9：土壤重金属的生物有效性 | 实验教材 | 明白土壤重金属的生物有效性含义 | 2 | 综合性 | 必做 | 3-4 | 课堂讲授  实验指导 | 1/2/3/4 |
| 掌握化学提取法测定土壤重金属的生物有效性**（重点）** |
| 探索土壤重金属生物有效性的影响因素**（重点）（难点）** |
| 10 | 实验10不同钝化剂对土壤重金属污染的钝化修复及效果评价 | 实验教材 | 理解土壤钝化技术的原理和应用**（重点）（难点）** | 2 | 综合性 | 选做 | 3-4 | 课堂讲授  实验指导 | 1/2/3/4 |
| 掌握土壤钝化技术的初步评价方法 |
| 掌握盆栽实验设计方法**（重点）** |
| 11 | 实验11：不同淋洗剂对土壤重金属污染的淋洗作用及效果分析 | 实验教材 | 理解重金属污染土壤的土壤淋洗方法 | 2 | 综合性 | 选做 | 3-4 | 课堂讲授  实验指导 | 1/2/3/4 |
| 掌握土壤淋洗的原理及方法**（重点）（难点）** |
| 理解淋洗可能的环境风险 |
| 12 | 实验12：镉污染土壤的植物修复及效果评价 | 实验教材 | 掌握重金属超积累植物的概念和植物修复技术**（重点）（难点）** | 2 | 综合性 | 选做 | 3-4 | 课堂讲授  实验指导 | 1/2/3/4 |
| 掌握提高植物提取重金属效率的思路和方法 |
| 完成镉污染土壤的植物修复实验及效果评价 |
| 13 | 实验13：六价铬污染土壤的还原修复 | 教师开发 | 掌握污染土壤还原修复的技术与方法**（重点）** | 6 | 设计研究 | 选做 | 3-4 | 小组讨论  实验指导  自学 | 1/2/3/4 |
| 完成对六价铬污染土壤还原修复的还原剂选择 |
| 完成六价铬污染土壤的还原修复实验**（重点）（难点）** |
| 14 | 实验14：土壤重金属污染的电动修复 | 教师开发 | 掌握土壤重金属污染的电动修复原理与应用**（重点）（难点）** | 6 | 设计研究 | 选做 | 3-4 | 小组讨论  实验指导  自学 | 1/2/3/4 |
| 掌握土壤重金属污染的电动修复方法 |
| 评估对土壤重金属污染电动修复影响因素 |

## 四、课程考核

**（一）考核内容与考核方式**

**表4-1 课程目标、考核内容与考核方式对应关系**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核内容** | **所属**  **学习项目** | **考核占比** | **考核方式** |
| 课程目标 1 | 1. 土壤修复技术实验一般知识的领会情况 | 1~7 | 34% | 1.实验预习  2.实验操作  3.实验结果  4.实验报告 |
| 2. 土壤修复技术实验的基本操作技能水平 | 2~14 |
| 3.土壤样品采集、预处理及制备的原理、方法与性质的把握情况 | 1~7 |
| 4.土壤修复技术方法领悟情况及操作技能水平 | 10~14 |
| 5.土壤质地的测定 | 4 |
| 6.土壤基本物质成分含量的测定方法领会情况及操作技能水平 | 2~6 |
| 7.土壤化学性质检测方法的领悟情况及操作技能水平 | 1~14 |
| 8.污染土壤修复技术方法领会情况及操作技能水平 | 1~9 |
| 9.最新的土壤修复技术实验实施方法、实验技术和发展趋势的陈述情况 | 10~14 |
| 10.观察实验现象的能力水平 | 1~14 |
| 11.查阅土壤相关书籍、手册及相关文献的初步能力 | 1~14 |
| 12.合理设计污染土壤修复实验方案的能力水平 | 1~14 |
| 课程目标 2 | 1.合理处理实验数据的能力水平 | 1~14 | 46% | 1.实验预习  2.实验操作  3.实验结果  4.实验报告 |
| 2.分析实验数据误差的能力水平 | 1~14 |
| 3.撰写实验报告的能力水平 | 1~14 |
| 课程 |  |
| 课程目标3 | 利用土壤修复技术的知识、思想和方法去认识、表达和分析环境科学领域中相关实际问题 | 1~14 | 20% | 1.实验预习  2.实验操作  3.实验结果  4.实验报告 |

**表4-2 课程目标与考核方式矩阵关系**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 期末考试成绩比例40% | 平时考核（60%） | | | 考核占比 |
| 资源学习比例20% | 小组讨论成绩比例40% | 实验操作成绩比例40% |
| 课程目标1 | 35% | 30% | 40% | 30% | 34%=40%\*35%+（20%\*30%+40%\*40%+40%\*30%）\*60% |
| 课程目标2 | 45% | 50% | 40% | 50% | 46%=40%\*45%+（20%\*50%+40%\*40%+40%\*50%）\*60% |
| 课程目标3 | 20% | 20% | 20% | 20% | 20%=40%\*20%+（20%\*20%+40%\*20%+40%\*20%）\*60% |

**（二）成绩评定**

**1.平时成绩评定**

平时成绩（100%）=资源学习（20%）+讨论（40%）+实验操作（40%）。

**（1）资源学习（20%）：**通过云班课、学习通等平台发布文本、视频等资源学习任务，设置相应的任务点和分值，资源学习成绩=（完成资源学习得分/资源学习设置分值）\*100。

**（2）讨论（40%）：**通过云班课、学习通等平台或当堂发布讨论主题等环节，并在其中实施课程思政的考核，设置相应的分值，讨论成绩=（讨论得分/讨论环节设置分值）\*100。

**（3）实验操作（40%）：**由学生自己对实验过程中的具体操作进行拍照，学生将实验操作照片上传至云班课、学习通等平台中，教师根据照片和实际学生操作情况对学生实验操作的规范性进行评分。实验操作成绩=（实验操作得分/操作环节设置分值）\*100。

1. **期末成绩评定**
2. **范围：**土壤实验操作技能、实验设计能力、实验报告及预习报告写作能力，土实验问题分析，实验心得体会，数据分析，逻辑清晰，结构合理，概念正确，表达准确等方面，掌握学生实验能力。壤污染的定义、特点及来源、土壤学基础知识、常见土壤污染类型及评判标准相关知识、污染土壤性状及修复技术、土壤污染修复技术及筛选相关知识。

期末成绩（100%）=实验报告成绩平均值，包括：格式的规范性、内容的完整性、语言表达的准确性、文档的美观性、实验数据和结论的正确性、分析讨论等方面。

1. **总成绩评定**

总成绩（100%）=平时成绩（60%）+期末成绩（40%）

1. **评分标准**

**（1）讨论**：以小组为单位完成1个实验主题的资料收集和研究设计，以PPT的形式汇报，按照汇报情况进行评分。

**（2）资源学习：**以云班课里记录的资源学习，以及精品在线开放课程平台的任务点学习的平均成绩为资源学习成绩。

**（3）实验操作：**实验操作的规范性、熟练程度；实验数据的可靠性与准确性；实验结论与分析的科学性等，每人每期参加实验操作不得少于两次，少于两次者，实验操作成绩记为0分。

**（4）期末成绩：**实验报告成绩平均值，实验报告的评分标准见表5。

**表5评分标准**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **考核项目** | **评分标准** | | | | |
| **优秀**  **(100>x≥90)** | **良好**  **(90> x≥80)** | **中等**  **(80> x≥70)** | **及格**  **(70> x≥60)** | **不及格**  **(x <60)** |
| 资源学习 | 完成了资源学习部分100%的规定动作 | 完成了资源学习部分80-90%的规定动作 | 完成了资源学习部分70-80%的规定动作 | 完成了资源学习部分60-70%的规定动作 | 完成了资源学习部分60%以下规定动作 |
| 讨论 | 发言主动性强、组织协调能力强、口头表达能力强、辩论说服能力强、论点全面正确。 | 发言主动性较强、组织协调能力较强、口头表达能力较强、辩论说服能力较强、论点较全面正确。 | 发言主动性尚可、组织协调能力尚可、口头表达能力尚可、辩论说服能力尚可、论点正确性尚可。 | 发言主动性一般、组织协调能力一般、口头表达能力一般、辩论说服能力一般、论点正确性一般。 | 发言主动性差、组织协调能力差、口头表达能力差、辩论说服能力差、论点正确性差。 |
| 实验  操作 | 按照要求完成预习；按照实验安全操作规则进行实验，实验步骤与结果正确；实验仪器设备完好。 | 能够预习；按照实验安全操作规则进行实验，实验步骤与结果正确；实验仪器设备完好。 | 按照实验安全操作规则进行实验，实验步骤与结果基本正确；实验仪器设备完好。 | 基本按照实验安全操作规则进行实验，实验步骤与结果基本正确；实验仪器设备完好。 | 没有按照实验安全操作规则进行实验，或者步骤与结果不正确。 |
| 实验  报告 | 获得充分可靠的实验数据；能参考文献对实验数据进行深度分析，能说明实验结果的局限性；报告条理清楚，行文流畅，表述准确，撰写规范。 | 获得比较可靠的实验数据；能参考文献对实验数据进行一定深度的分析；报告条理清楚，表述准确，符合规范。 | 获得实验数据；能参考文献对实验数据进行比较有效地分析；报告条理基本清楚，比较符合规范。 | 获得实验数据。参考少量文献对数据进行简单分析；报告条理基本清楚，基本符合规范。 | 没有获得有效数据；或报告思路混乱，表达不清。 |

## 五、其他说明

本课程大纲依据2023版环境生态工程专业人才培养方案，由绿色智慧环境学院环境生态工程系讨论制定，绿色智慧环境学院教学工作委员会审定，教务处审核批准，自2023级开始执行。

**字体、字号请参考范例**

**注意：**

**首字母大写**

**植物拉丁学名斜体**

**字体、字号请参考范例**

**注意：**

**首字母大写**

**植物拉丁学名斜体**

**字体、字号请参考范例**

**注意：**

**首字母大写**

**植物拉丁学名斜体**