**《土壤修复技术》课程教学大纲**

**一、课程简介**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程中文名** | **土壤修复技术** | | | | | | |
| **课程英文名** | Soil Remediation Technology | | | | **双语授课** | | □是 ■否 |
| **课程代码** | **08112133** | **课程学分** | **3** | **总学时数** | | 48 | |
| **课程类别** | □通识教育课程  □公共基础课程  ■专业教育课程  □综合实践课程  □教师教育课程 | **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** | 张颖 伍钧 主著.土壤污染与防治[M].北京：中国林业出版社，2012 | | | | | | |
| **参考书目** | [1] 王红旗,刘新会,李国学等 编著.土壤环境学[M].北京：高等教育出版社，2007；  [2] 吕贻忠,李保国 主编.土壤学[M].北京：中国农业出版社，2006；  [3] 吴启堂 主编.环境土壤学[M].北京：中国农业出版社，2011；  [4] 陈怀满等 编著.环境土壤学(第二版)[M].北京：科学出版社，2010；  [5] 陈怀满 主编.土壤中化学物质的行为与环境质量[M].北京：科学出版社,2002； | | | | | | |
| **课程资源** | 学生自主学习过程中可多参阅以下网页：  生态环境部网站（http://www.mee.gov.cn/）  生态修复网（[http://www.er-china.com//）](Http://www.china-cia.com/）)  北极星环保网（http://huanbao.bjx.com.cn/） | | | | | | |
| **课程简介** | 《土壤修复技术》是环境生态工程学科的主要分支之一。本课程着重讲授了土壤污染诊断和土壤修复技术的方法，以及当前主要土壤污染类型的控制方法；结合环境生态工程专业特点，较全面地讲授了土壤污染物理修复，化学修复及生物修复的原理及方法。本课程对环境生态工程专业学生深入理解和掌握土壤污染修复技术及工程设计要领有重要作用。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。此课程是依托专业教育开展劳动教育的课程。 | | | | | | |

**二、课程目标**

**表 1 课程目标**

|  |  |
| --- | --- |
| **序号** | **具体课程目标** |
| **课程目标 1** | 具备较强的概括能力、逻辑推理能力和独立思考能力；理解土壤修复技术的基本思想和方法，并能够运用土壤修复技术学知识、思想和方法去认识、表达和分析环境科学领域中污染土壤修复相关实际问题。 |
| **课程目标 2** | 能够理解和灵活运用土壤学的基本理论和基础知识，习得土壤修复技术的基本技能，以学习任务为导向，通过对土壤、土壤环境、土壤污染特点的学习，完成对土壤环境污染调查、监测与评价的理解并能简单应用，掌握土壤修复的物理修复、化学修复、微生物及植物修复等修复技术方法的一般原理并能熟练应用，了解土壤修复工程现场施工的设施、设备和工艺流程并能简单应用、并了解土壤污染治理与修复学科前沿和先进技术。 |
| **课程目标 3** | 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知识对其进行研究，并获得有效结论。 |
| **课程目标 4** | 自觉运用土壤修复技术学知识去解决实际问题，体会土壤学的学科价值；具有环保意识、生态劳动意识，树立爱国主义情怀、辨证唯物主义的科学世界观和正确的人生价值观。 |

**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2：**问题分析【H】 | **2.3：**能基于数学、自然科学和工程科学的基本原理，借助文献研究，并从可持续发展的角度分析区域环境生态工程、生态修复、生态监测与评价、生态保育等工程活动过程的影响因素，获得有效结论。 | 1 |
| **毕业要求3：**设计/开发解决方案【M】 | **3.3：**在设计中能够考虑公共健康与安全、节能减排与环境保护、法律与伦理，以及社会与文化等制约因素，并在设计中体现创新意识。 | 2 |
| **毕业要求4：**【M】 | **4.3：**能够根据实验方案构建实验系统，设计实验操作流程，安全地开展实验，正确地采集、整理实验数据。能够对实验数据和实验结果进行关联、建模、分析和解释，获得合理有效的结论。 | 3 |
| **毕业要求8：**职业规范【L】 | **8.2：**能正确认识生态监测与评价、生态治理与修复等相关职业性质与社会责任、职业规范与道德的内涵。并能够在具体工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。 | 4 |

**三、课程学习内容与方法**

**（一）理论学习内容及要求**

**表3-1 课程目标、学习内容和教学方法对应关系**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **课程模块** | **学习内容** | **课程目标** | **学习任务** | **学习重点难点** | **教学方法** | **学时** |
| 1 | 绪论 | 1.土壤修复发展历程及成就 | 1/2 | **1.预习：**整章教材、课件  **2.线上学习：**《土壤环境学》和相关内容，完成作业  **3.拓展阅读：**http://www.er-china.com/  **4.主题讨论：**了解土壤的功能及作用，了解土壤与人体健康的关系，以及我国土壤污染的现状 | **重点：**  1.土壤的生态功能及作用  2.土壤污染的特点，土壤污染与人体健康的关系，我国土壤污染的现状 | 自主学习法：促进课程目标2和3的达成  讲授法：促进课程目标1的达成  视频学习：促进课程目标2和3的达成  查阅文献：促进课程目标2和4的达成 | **4** |
| 2.土壤修复的相关概念 | 1/2 |
| 3.土壤修复的学习内容 | 1/2/3 |
| 4. 土壤修复的学习方法 | 1/2/3/4 |
| 2 | 土壤学基础 | 1.土壤的功能 | 1/2 | **1.预习：**整章教材、课件  **2.线上学习：**<http://www.mee.gov.cn/>和相关内容，完成作业  **3.拓展阅读：**土壤矿物质、土壤水及其生态环境。  **4.主题讨论：**常见土壤类型及土壤的基本性质？ | **重点：**  1.土壤有机质的生态环境作用  2.生物、母质、时间、地形、气候五大成土因素及土壤剖面的形成  3.土壤质地与机械组成、土壤胶体特征、土壤的酸碱性、土壤的氧化还原特性  4.土壤的地带性分布及铁铝土、水稻土、紫色土的形成与特征  **难点：**   1. 土壤黏土矿物及其在重金属污染土壤修复中的应用 | 自主学习法：促进课程目标2和3的达成  讲授法：促进课程目标1的达成  视频学习：促进课程目标2和3的达成  查阅文献：促进课程目标2和3的达成案例教学：促进课程目标4的达成 | 6 |
| 2.土壤的组成 | 1/2 |
| 3.土壤孔性 | 1/2/3 |
| 4.土壤吸附性 | 1/2/3 |
| 5.土壤的酸碱性 | 1/2/3 |
| 6.土壤的氧化还原性 | 1/2/3/4 |
| 7.土壤肥力及其影响因素 | 1/2/3/4 |
| 3 | 土壤障碍因子及其修复 | 1.健康土壤的评判标准 | 1/2 | **1.预习：**整章教材、课件  **2.线上学习：**健康土壤的评判标和相关内容，完成作业  **3.拓展阅读：**<http://huanbao.bjx.com.cn/>  **4.主题讨论：**不同类型污染土壤及其修复技术 | **重点：**  1. 健康土壤与污染土壤的判断标注，常见土壤污染物的种类、性质及其在土壤中的迁移转化  **难点：**  土壤中污染物环境标准的确定 | 自主学习法：促进课程目标2和3的达成  讲授法：促进课程目标1的达成  讨论法：促进课程目标1的达成  案例教学：促进课程目标1和4的达成 | 6 |
| 2.土壤缺素及其修复 | 1/2 |
| 3.土壤酸化及其修复 | 1/2 |
| 4.土壤盐渍化及其修复 | 1/2/3 |
| 5.土壤连作障碍及其修复 | 1/2/3 |
| 6.土壤板结及其防治 | 1/2/3/4 |
| 4 | 农用地土壤污染修复 | 1.农用地土壤污染修复技术概述 | 1/2 | **1.预习：**整章教材、课件  **2.线上学习：**http://www.mee.gov.cn/及《农业环境保护》相关内容，完成作业  **3.拓展阅读：**农用地土壤污染物种类及修复技术？  **4.主题讨论：**了解农用地污染的现状及危害 | **重点：**   1. 农用地土壤中农药、石油、多环芳烃及环境激素的种类、性质及其在土壤中的迁移转化   2.农用地土壤污染修复技术种类及优缺点  **难点：**  理解重金属赋存形态与生物可利用性的关系 | 自主学习法：促进课程目标2和3的达成  讲授法：促进课程目标1的达成  视频学习：促进课程目标2和3的达成  查阅文献：促进课程目标2和3的达成案例教学：促进课程目标4的达成 | 8（含劳动教育1学时） |
| 2.农用地土壤污染风险管控技术 | 1/2 |
| 3.农用地土壤污染修复技术 | 1/2/3/4 |
| 5 | 建设用地土壤污染修复 | 1.建设用地土壤污染修复技术概述 | 1/2 | **1.预习：**整章教材、课件  **2.线上学习：**《土壤污染与防治》相关内容，完成作业  **3.拓展阅读：**建设用地污染的现状及危害  **4.主题讨论：**建设用地土壤污染物种类及修复技术？ | 重**点：**  1建设用地土壤中污染类型及污染物的种类、性质及其在土壤中的迁移转化   1. 建筑用地土壤污染修复技术种类及优缺点   **难点：**  建筑用地土壤中污染物环境标准的确定 | 自自主学习法：促进课程目标2和3的达成  讲授法：促进课程目标1的达成  视频学习：促进课程目标2和3的达成  查阅文献：促进课程目标2和3的达成案例教学：促进课程目标4的达成 | 8 |
| 2.建设用地土壤污染风险管控技术 | 1/2/3 |
| 3.建设用地土壤污染修复技术 | 1/2/3/4 |
| 6 | 地下水污染修复 | 1.地下水污染风险管控技术 | 1/2 | **1.预习：**整章教材、课件  **2.线上学习：**了解到地下水污染的现状及危害  **3.拓展阅读：**<http://www.er-china.com/>相关内容，完成作业  **4.主题讨论：**地下水污染物种类及修复技术？ | **重点：**  1，污染物种类、性质及迁移转化对地下水的影响   1. 地下水污染修复技术种类及优缺点   **难点：**  地下水中污染物环境标准的确定 | 自主学习法：促进课程目标2和3的达成  讲授法：促进课程目标1的达成  视频学习：促进课程目标2和3的达成  查阅文献：促进课程目标2和3的达成案例教学：促进课程目标4的达成 | 8 |
| 2.地下水污染修复技术 | 1/2/3/4 |
| 7 | 常用配套技术 | 1.土壤混合技术 | 1/2 | **1.预习：**整章教材、课件  **2.线上学习：**《污染土壤修复技术与应用》相关内容，完成作业  **3.主题讨论：**常见土壤修复技术及优缺点？ | **重点：**  1.土壤污染的物理修复技术的技术原理、适用性、优缺点及优化措施。  2.土壤污染的化学修复技术的技术原理、适用性、优缺点及改进技术工艺。  3.土壤污染的植物修复技术的技术原理、适用性、优缺点及优化措施。  4.土壤污染修复技术方案的比选的原则、方法及方案制定  **难点：**  复合污染场地修复技术方案的选择与制定 | 自主学习法：促进课程目标2和3的达成  讲授法：促进课程目标1的达成  视频学习：促进课程目标2和3的达成  查阅文献：促进课程目标2和3的达成案例教学：促进课程目标4的达成 | 8 |
| 2.注射技术 | 1/2/3 |

1. **劳动教育**

**表3-2 课程目标、学习内容和教学方法对应关系**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **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 | 土壤污染修复模拟装置的设计、制作及运行效果 | 实验教材 | 对土壤污染修复工程的设施、设备和工艺流程的认识程度 | 2 | 综合性 | 实验装置设计布局合理，工艺流程符合实际，细节处理得当，图纸规范，标注符合要求。装置运行效果稳定、良好，污染物的去除效果明显，数据真实、可行。 | 3-4 | 实验指导 | 了解土壤的基本物理化学性质，了解污染土壤修复的技术和防治方法，了解土壤污染修复工程的设施、设备和工艺流程。能对土壤污染修复中遇到的问题进行初步研究。具有主动参与、理论联系实际、分析问题、解决问题的学习态度和思想意识；具备实事求是的科学态度与创新精神；具有团队合作的意识。 |
| 对土壤污染修复中遇到的问题进行初步研究的能力 |
| 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 |
| 科学态度与创新精神；团队合作的意识 |

## 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**  **学习模块** | **考核占比** | **考核方式** |
| 课程  目标 1 | 1.土壤污染的定义、特点及来源 | 1.绪论 | 41% | 1.讨论  2.作业  3.课堂参与  4.闭卷考试 |
| 2.土壤学基础知识 | 2.土壤学基础知识 |
| 3.土壤障碍因子及其修复 | 3.土壤障碍因子及其修复 |
| 4.农用地土壤污染修复 | 4.农用地土壤污染修复 |
| 5.建设用地土壤污染修复 | 5.建设用地土壤污染修复 |
| 6.地下水污染修复 | 6.地下水污染修复 |
| 7.常用配套技术 | 7.常用配套技术 |
| 课程  目标 2 | 1.理解和灵活运用土壤学的基本理论和基础知识；  2.土壤修复技术的基本技能；  3.对土壤环境污染调查、监测与评价的理解并能简单应用；  4.土壤修复的物理修复、化学修复、微生物及植物修复等修复技术方法的一般原理并能熟练应用；  5.土壤修复工程现场施工的设施、设备和工艺流程并能简单应用；  6.土壤污染治理与修复学科前沿和先进技术。 | 全部学习模块 | 35% | 1.讨论  2.作业  3.课堂参与  4.闭卷考试 |
| 课程  目标 3 | 1.土壤修复技术的最新研究成果和发展趋势；  2.综合运用土壤修复技术知识对其进行研究，并获得有效结论。 | 全部学习模块 | 14% | 1.讨论  2.作业  3.课堂参与  4.闭卷考试 |
| 课程  目标4 | 1.运用土壤修复技术学知识去解决实际问题自觉性；  2.土壤学的学科价值体会；  3.环保意识、社会责任感，爱国主义情怀、辨证唯物主义的科学世界观和正确的人生价值观。 | 全部学习模块 | 10% | 1.讨论  2.作业  3.课堂参与  4.闭卷考试 |

**表4-2 课程目标与考核方式矩阵关系**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 期末考核（40%） | 平时考核（60%） | | | 考核占比 |
| 小组讨论成绩比例30% | 平时作业成绩比例40% | 课堂参与成绩比例30% |
| 课程目标1 | 25% | 60% | 40% | 60% | 41%=40%\*25%+（30%\*60%+40%\*40%+30%\*60%）\*60% |
| 课程目标2 | 45% | 20% | 40% | 20% | 35%=40%\*45%+（30%\*20%+40%\*40%+30%\*20%）\*60% |
| 课程目标3 | 20% | 10% | 10% | 10% | 14%=40%\*20%+（30%\*10%+40%\*10%+30%\*10%）\*60% |
| 课程目标4 | 10% | 10% | 10% | 10% | 10%=40%\*10%+（30%\*10%+40%\*10%+30%\*10%）\*60% |

## （二）成绩评定

**1.平时成绩评定**

平时成绩=讨论（30%）+作业（40%）+课堂参与（30%）

**（1）讨论（30%）**：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，教师根据学生参与讨论的情况进行评分。

**（2）作业完成情况（40%）**：围绕课程的学习目标进行完成课后作业。如让学生简述对知识的认识，考核学生对于概念的理解情况，帮助学生将定义转化为自己的理解。主要了解学生对知识的认识、理解情况及自主学习能力，主要考核学生综合运用知识的能力和创新能力。

**（3）课堂参与（30%）**：通过学生在课堂上的表现来评价学生对知识的掌握情况及相关能力水平。包括课堂发言、提问、回答问题、测验、练习等。

**2.期末成绩评定**

期终考核的范围：期末考核主要考察学生对基本理论、基础知识和具体方法的理解与运用情况。要求学生了解土壤污染的定义、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、农用地、建筑用地土壤环境污染、风险管控及修复相关知识、地下水污染种类，性状及修复技术、土壤污染修复技术及筛选相关知识。

期终考核的方式：闭卷考试

期终考核的内容：土壤污染的基本概念、基本理论；常见污染类型及评判标准；农用地污染土壤的基本理论；建筑用地土壤风险管控；农用地与建筑用地污染土壤性状及修复技术；地下水污染修复特点及修复技术；土壤污染常用配套修复技术及筛选相关知识。

**3.总成绩评定**

课程考核总评成绩（100%）=平时成绩（60%）+期末成绩（40%）。

其中，平时成绩=讨论（30%）+作业（40%）+课堂参与（30%）。

**（三）评分标准**

**（1）讨论**：以小组为单位完成1个课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）作业完成：**以云班课里记录的所有作业成绩取平均分作为作业成绩。

**（3）课堂参与：**以学生在课堂上的表现来评价，包括课堂发言、提问、回答问题、测验、练习等，每人每期参加上述课堂活动不得少于两次，少于两次者，课堂表现成绩记为0分。

**（4）期末成绩：**期末成绩见卷面成绩。

## 五、其它说明

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（教研室）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。