**《环境仪器分析》课程教学大纲**

**一、课程简介**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程中文名** | 环境仪器分析 | | | | | |
| **课程英文名** | Environmental instrumental analysis | | | | **双语授课** | □是 ■ 否 |
| 课程代码 | 08112260 | 课程学分 | 3.5 | 总学时数 | 56（含实验24学时和劳动教育2学时） | |
| **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)** | 环境科学系 | | |
| **面向专业** | 环境科学、环境生态工程 | | **开课学期** | 第3学期 | | |
| **课程负责人** | 王捷 | | **审核人** | ××× | | |
| **先修课程** | 无机及分析化学、有机化学、大学物理、高等数学等 | | | | | |
| **后续课程** | 环境监测、环境化学、环境工程学、环境地学基础、环境生态工程、生态监测与评价、固体废弃物处理处置与资源化、土壤污染治理与修复等 | | | | | |
| **选用教材** | 华中师范大学等. 分析化学（下）（第四版） [M]. 北京: 高等教育出版社, 2012. | | | | | |
| **参考书目** | 1. 姜杰. 环境仪器分析（第2版）[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2022.  2. 张宝贵. 环境仪器分析（第1版）[M]. 北京: 化学工业出版社, 2018.  3. 韩长秀,毕成良,唐雪娇. 环境仪器分析（ 第二版）[M]. 北京:化学工业出版社, 2018.  4. 刘约权. 现代仪器分析（第3版）[M]. 北京: 高等教育出版社, 2015. | | | | | |
| **课程资源** | 1. 中国大学MOOC(慕课)国家精品课程在线学习平台https://www.icourse163.org/ | | | | | |
| **课程简介** | “环境仪器分析”是环境科学和环境生态专业本科生必修的一门基础课程，是工科类院校培养的与产业、行业对接的应用型人才必须掌握的技能型课程。课程主要讲授仪器分析方法的原理、仪器结构及性能、在环境分析中的应用及相关实验（含劳动教育2学时）等，培养学生利用仪器分析的手段对环境样品进行分析的能力，包括环境监测能力、污染物治理能力、废弃物处理处置能力等，强化对污染物环境行为、归宿、生态效应等方面的综合分析能力，提高使用现代仪器设备的技能，树立社会服务的劳动观念，尊重劳动成果。 | | | | | |

**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** | 在理解环境仪器分析的基本原理、概念、定律、公式、定性定量分析方法、数据处理方法的基础上，能依据仪器分析方法的原理、不同方法之间的相关性和互补性、分析仪器的特点等设计合理的实验方案，测定某种污染物，对环境问题的解决提出合理的建议。 |
| **课程目标 2** | 在掌握分析仪器的基本结构、性能和局限性的基础上，能选择解决复杂环境问题过程中的样品前处理技术，能操作不同仪器设备进行目标物的测定。初步学会分析仪器在环境样品测试过程中经常出现的问题及解决方法，能日常维护和管理分析仪器。 |
| **课程目标** 3 | 能基于环境仪器分析的基本方法和原理，针对不同的对象准确表达自己的思想和观点，能基于环境仪器分析测定结果的数据撰写研究报告，将各类生态环境问题通过书面或口头的方式与人进行沟通。培养学生的环保意识、法律意识、服务意识，秉承严谨的科学态度和辩证的思维方式，树立社会服务的劳动观念，尊重劳动成果，增强职业素养。 |

**表2-2 课程目标与毕业要求对应关系**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **支撑的毕业要求** | **支撑的毕业要求指标点** | **课程目标** |
| **4. 研究（M）** | 指标点 4.2：能够根据环境监测、环境治理、环保咨询、环境规划及管理专业知识的特征，选择科学的研究方法，设计合理的实验方案。 | 课程目标 1 |
|  |
| **5.使用现代工具（H）** | 指标点 5.2：能合理选择并将现代环境监测、环境治理、环保咨询、环境规划及管 理技术、资源、工具应用于特定复杂环境问题的解决过程。 | 课程目标 2 |
| **10.沟通（L）** | 指标点 10.1：具有基本的外语听说读写能力，能撰写环境监测、环境治理、环保 咨询、环境规划及管理方面的调研报告、实验报告、实习报告、课程设计（论文）和 毕业设计（论文）等技术文件。 | 课程目标 3 |

**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** | **学习任务** | **课程目标** | **学习重点难点** | **教学方法** | **学时** |
| 1 | 绪论 | 1.环境仪器分析的概念 | 1.拓展阅读：发布相关资料、视频  2.线上学习：发布学习资源 | 1 | 重点：  1.环境仪器分析和分析化学的关系；  2.环境仪器分析的分类、依据和各自的特点。  难点：  1.环境仪器分析的学习方法；  2.定量分析方法评价指标。 | 讲授法：引导学生了解仪器分析方法的重要；  问题引导法：能够激发学生学习本课程的兴趣 | 2 |
| 2.环境仪器分析和分析化学的关系 | 1 |
| 3.环境仪器分析的分类 | 1 |
| 4.定量分析方法评价指标 | 1/2 |
| 5.仪器分析方法的特点和发展 | 1 |
| 2 | 光谱分析方法 | 1.光的基本性质及光和物质的相互作用 | 1.拓展阅读：发布相关资料、视频  2.个人作业：重要知识点相关作业 | 1 | 重点：  1.光学分析法基本特征、分类  2.原子光谱与分子光谱的区别  3.原子发射光谱法的基本原理；原子发射光谱仪的组成和结构；原子发射光谱的分析方法；  4.原子吸收光谱法的基本原理；原子吸收分光光度计的组成和类型；原子吸收光谱分析中的干扰及其消除。  5.原子荧光光谱法的基本原理。  6.紫外-可见吸收光谱的基本原理和分析方法；紫外-可见分光光度计的结构、组成和类型。  7.红外吸收光谱分析法的基本原理；红外光谱的分析；红外吸收光谱仪的组成。  8.光谱仪器在环境领域的应用。  难点：  1.原子光谱与分子光谱的区别  2.原子光谱仪与分子光谱仪的结构特征  3.光谱分析中的干扰及其消除。 | 讲授法：引导学生了解光分析仪；  问题引导法：能够了解光分析仪器在环境保护中的作用；  实验：提高学生使用现代仪器设备的能力；  讨论教学：促进学生掌握不同分析方法的特点及相互关系 | 18（含劳动教育1学时） |
| 2.原子光谱（原子发射、原子吸收、原子荧光） | 1.拓展阅读：发布相关资料、视频  2.线上学习：发布学习资源  3. 个人作业：重要知识点相关作业 | 1/2/3 |
| 3.分子光谱（分子发光、紫外-可见、红外） | 1.拓展阅读：发布相关资料、视频  2.线上学习：发布学习资源  3. 个人作业：重要知识点相关作业 | 1/2/3 |
| 4.光谱仪器的结构、特点 | 1.拓展阅读：发布相关资料、视频  2.线上学习：发布学习资源  3. 个人作业：重要知识点相关作业 | 1 |
| 5.光谱仪器在环境领域的应用 | 1.拓展阅读：发布相关资料、视频  2.线上学习：发布学习资源 | 1/2/3 |
| 3 | 色谱（质谱）分析方法 | 1.分离分析方法的原理 | 1.拓展阅读：发布相关资料、视频  2.线上学习：发布学习资源  3. 个人作业：重要知识点相关作业 | 1 | 重点：  1.色谱法基本概念、理论基础和定性定量分析；  2.气相色谱固定相及其选择；气相色谱检测器；气相色谱分析方法。  3.高效液相色谱仪的结构和组成；固定相与流动相；高效液相色谱法的原理。  4.质谱分析法的基本原理和仪器；质谱图和主要离子峰；质谱定性分析法。  5.色谱法在环境分析中的应用。  难点：  1.色谱分析法基本理论；  2.色谱仪结构与工作原理；  3.色谱分析中的干扰及其消除。 | 讲授法：能够引导学生了解色谱分析方法及仪器设备；  问题引导法：引导学生了解色谱分析仪器在环境保护中的重要性；  实验：提高学生使用现代仪器设备的能力；  讨论教学：促进学生掌握不同色谱分析方法的特点及相互关系 | 10 |
| 2.色谱分析方法的分类基础 | 1.拓展阅读：发布相关资料、视频 | 1 |
| 3.气相色谱分析方法 | 1.拓展阅读：发布相关资料、视频  2.线上学习：发布学习资源 | 1/2/3 |
| 4.液相色谱分析方法 | 1. 线上学习：发布学习资源  2. 个人作业：重要知识点相关作业 | 1/2/3 |
| 5.质谱分析法 | 1.拓展阅读： | 1 |
| 6.色谱分析在典型污染物分析中的应用 | 1.拓展阅读：发布相关资料、视频  2.线上学习：发布学习资源  3. 个人作业：重要知识点相关作业 | 1/2/3 |
| 4 | 电化学分析方法 | 1.电化学分析方法的原理 | 1.拓展阅读：发布相关资料、视频  2.线上学习：发布学习资源 | 1 | 重点：  1.电化学分析方法原理；  2.电化学分析方法与能斯特方程式；  3.电化学分析装置简介。  难点：  1.离子选择性电极的响应机制；  2.电极的结构。 | 讲授法: 能够引导学生了解电化学分析方法；  案例教学: 了解电化学分析方法的作用 | 2 |
| 2.电化学分析方法的种类 |  | 1 |
| 3.电位分析及离子选择性电极方法 | 2.拓展阅读：发布相关资料、视频 | 1/2 |
| 4.电解和库仑分析方法 | 1/2 |

1. **实验学习内容及要求**

**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 | 实验类型 | 实验性质 | 学习内容（明确重点难点） | 课程目标 | 学时 |
| 1 | 原子发射（ICP）光谱法测定水样中重金属Cd含量 | 综合性实验 | 必做 | 1.了解原子发射光谱（ICP）法的原理与应用**（重点）**：等离子体的产生原理；氩气的不同作用；原子发光机制，定性分析依据。 | 1 | 4 |
| 2.了解ICP的结构：光源的结构及作用**（难点）**；雾化器的结构及作用；分光系统的结构及作用。 |
| 3.初步学习ICP的使用**（重点）**：正确的开机关机顺序；配制标准溶液制作标准曲线；根据标准曲线分析样品浓度；仪器的保护与清洗。 | 2 |
| 4.初步学习环境样品前期处理方法**（重点）**：不同状态（固体、液体）环境样品的前处理技术；数据分析及结论**（难点）**；解决实际问题能力，撰写实验报告能力。 |
| 5.实验过程的沟通，分工与完成度；实验习惯，实验态度；环保意识、团队意识。 | 3 |
| 实验要求：1.分组要求（10~12人1组）；2.实验准备：①仪器设备：ICP、采水样的装置（塑料瓶也行）、过滤装置；②药品试剂：Cd标准溶液；③样品：湖水；3. 配制标准溶液（每组一组溶液）；4.预习要求：熟悉原理、方法步骤；提出实验中的问题、书写预习报告。 | | | | |
| 2 | 邻二氮菲分光光度法测定铁的含量 | 综合性实验 | 必做 | 1.了解显色法的原理与应用**（重点）**：显色法原理；吸光度与浓度的关系（朗伯-比尔定律）；显色法在环境领域某些污染物测定中的应用。 | 1 | 4（含劳动教育0.5学时） |
| 2.了解分光光度计的结构**（难点）**：分光光度计的组成及各部件的作用；光源的种类；单色器的简单结构；比色皿及种类。 |
| 3.初步学习分光光度计的使用方法**（重点）**：正确的开机关机顺序；正确使用比色皿；标准溶液的配制及标准曲线的制作。 | 2 |
| 4.数据分析及结论**（难点）**；解决实际问题能力，撰写实验报告能力。 |
| 5.实验过程的沟通，分工与完成度；实验习惯，实验态度；环保意识、团队意识。 | 3 |
| 实验要求：1.分组要求（10~12人1组）；2.实验准备：①仪器设备：分光光度计；比色皿；②药品试剂：铁标准溶液；邻二氮菲溶液；盐酸羟胺溶液，③样品准备：配制已知浓度的铁溶液；3. .配制标准溶液（每组一组溶液）；4，预习要求：熟悉原理、方法步骤；提出实验中的问题、书写预习报告。 | | | | |
| 3 | 水体总有机碳（TOC的）测定 | 综合性实验 | 选做 | 1.了解总有机碳（TOC）测定的原理和方法**（重点）**：总碳（TC）、无机碳（IC）、总有机碳（TOC）；高温催化氧化；NPOC法。 | 1 | 4 |
| 2.初步学习总有机碳测定仪的基本构造。 |
| 3.初步学习通过有机碳测定判断水体污染状况的方法**（重点）**：TOC与COD、BOD的关系；TOC与水体有机污染物的关系。 |
| 4.总有机碳测定仪的使用**（难点）**：进样器；反应器；燃烧炉；非色散红外检测器；正确的实验操作。 | 2 |
| 5.数据分析及结论**（难点）**；解决实际问题能力，撰写实验报告能力。 |
| 6.实验过程的沟通，分工与完成度；实验习惯，实验态度；环保意识、团队意识。 | 3 |
| 实验要求：1.分组要求（10~12人1组）；2.实验准备：仪器设备：TOC仪；药品试剂：；②样品准备：配制邻苯二甲酸氢钾溶液；无水碳酸钠；盐酸；磷酸溶液；硝酸溶液；3.配制标准溶液（每组一组溶液）；4. 预习要求：熟悉原理、方法步骤；提出实验中的问题、书写预习报告。 | | | | |
| 4 | 气相色谱-质谱法分析苯 | 综合性实验 | 必做 | 1.了解气相色谱-质谱法的原理与应用**（重点）**：气相色谱仪的分离原理和质谱仪的碎片化原理；低含量（ppb）污染物定性定量分析。 | 1 | 4 |
| 2.初步学习气相色谱-质谱仪的结构**（难点）**：气相色谱仪和质谱仪的联用；载气系统、分离柱及种类、检测器及种类；离子源、质量分析器。 |
| 3.初步学习气相色谱-质谱仪的使用**（重点）**：正确的开机关机顺序；载气瓶压力的调节。 | 2 |
| 4.初步学习质谱图的分析**（重点）**：理解质谱图、分析质谱图、查找峰值对应的碎片单元；根据碎片单元进行定性分析、根据碎片单元对应的峰的强度进行定量分析。 |
| 5.数据分析及结论**（难点）**；解决实际问题能力，撰写实验报告能力。 |
| 6.实验过程的沟通，分工与完成度；实验习惯，实验态度；环保意识、团队意识。 | 3 |
| 实验要求：1.分组要求（10~12人1组）；2.实验准备：①仪器设备：气相色谱-质谱仪；②药品试剂：苯标准溶液；③样品准备：已知浓度的苯溶液；3. 配制混合标准溶液（每组一组溶液）；4.预习要求：熟悉原理、方法步骤、书写预习报告。 | | | | |
| 5 | 离子色谱分析自来水中阴离子含量 | 综合性实验 | 必做 | 1.了解离子色谱法的原理与应用**（重点）**：阴离子交换原理；配制淋洗液及脱气；环境水体中阴离子测定的应用。 | 1 | 4 |
| 2.了解离子色谱仪的结构**（难点）**：进样器、六通阀、进样泵；电导检测器；抑制器结构及作用。 |
| 3.初步学习离子色谱仪的使用方法**（重点）**：正确的开机关机顺序；混合标准溶液的配制及标准曲线的制作；正确的进样；正确的计算峰面积。 | 2 |
| 4.初步学习常见阴离子的出峰顺序：能按色谱峰的顺序辨别对应阴离子。 |
| 5.数据分析及结论**（难点）**；解决实际问题能力，撰写实验报告能力。 |
| 6.实验过程的沟通，分工与完成度；实验习惯，实验态度；环保意识、团队意识。 | 3 |
| 实验要求：1.分组要求（如5~6人1组）；2.实验准备：①仪器设备：阴离子交换色谱仪、过滤膜；②药品试剂：阴离子混合标准溶液（含氟、氯、硝酸根、硫酸根），③样品准备：取自来水过0.45 m的滤膜作为样品；3. 配制混合标准溶液（每组一组溶液）；4. 预习要求：熟悉原理、方法步骤、书写预习报告。 | | | | |
| 6 | 高效液相色谱分析乙醇和乙酸乙酯 | 综合性实验 | 必做 | 1.了解液相色谱法的原理与应用**（重点）**：XX用液相色谱分离原理；淋洗的选择原理；高效液相色谱分离XX的优点；典型污染物分析中的应用。 | 1 | 4 |
| 2.了解液相色谱仪的结构**（难点）**：进样器、六通阀、进样泵；分离柱、检测器（紫外检测器、荧光检测器。 |
| 3.初步学习液相色谱仪的使用**（重点）**：淋洗液的选择与配制；正确的开机关机顺序；标准溶液的配制及标准曲线的制作；正确的进样；正确的计算峰面积。 | 2 |
| 4.初步学习分离分析方法**（重点）**：分析色谱峰，能定性定量分析。 |
| 5.数据分析及结论**（难点）**；解决实际问题能力，撰写实验报告能力。 |
| 6.实验过程的沟通，分工与完成度；实验习惯，实验态度；环保意识、团队意识。 | 3 |
| 实验要求：1.分组要求（10~12人1组）；2.实验准备：①仪器设备：高效液相色谱仪；②药品试剂：乙醇和乙酸乙酯标准溶液，③样品准备：已知浓度的XX溶液；3. 配制标准溶液（每组一组溶液）；4. 预习要求：熟悉原理、方法步骤、书写预习报告。 | | | | |
| 7 | 原子吸收光谱法测定水中铜的含量 | 综合性实验 | 选做 | 1.了解原子吸收分光光度法的原理与应用**（重点）**：原子吸光机制；火焰原子吸收的优缺点；定量分析依据； | 1 | 4（含劳动教育0.5学时） |
| 2.初步学习原子吸收光谱仪的结构**（难点）**：空心阴极灯的结构、作用；不同原子化器的组成作用；燃烧器与助燃气； |
| 3.比较原子吸收光谱仪和ICP的区别**（重点）**：吸光与发光；单元素测定与多元素测定。 |
| 4.初步学习原子吸收光谱仪的使用**（重点）**：正确的开机关机顺序；空心阴极灯的安装；光路的调整；根据标准曲线分析样品浓度；仪器的保护与清洗。 | 2 |
| 5.数据分析及结论**（难点）**；解决实际问题能力，撰写实验报告能力。 |
| 6.实验过程的沟通，分工与完成度；实验习惯，实验态度；环保意识、团队意识。 | 3 |
| 实验要求：1.分组要求（10~12人1组）；2.实验准备：①仪器设备：AAS、过滤装置；②药品试剂：铜标准溶液；③样品：湖水过0.45 m的滤膜作为样品；3. 配制标准溶液（每组一组溶液）；4.预习要求：熟悉原理、方法步骤；提出实验中的问题、书写预习报告。 | | | | |
| 8 | 氢化物发生法-原子荧光测水质砷的含量 | 综合性实验 | 选做 | 1.了解氢化物发生发-原子荧光测砷含量的原理及应用**（重点）**：氢化物发生法原理（反应方程）；氢化物发生法测定砷、汞的优点； | 1 | 4 |
| 2.初步学习原子荧光光谱仪的结构**（难点）**：激发光源；氢化物发生器（反应器）；氢氩火焰原子化器；45度角度检测器； |
| 3.初步学习低温原子化及超低含量的测试方法**（重点）**：气态AsH3在较低的温度下被原子化，被激发发射光；发光强度与AsH3浓度成正比； |
| 4.初步学习原子荧光光谱仪的使用**（重点）**：正确的开机关机顺序；调整载流液、还原剂和含砷溶液的流速；仪器的保护与清洗。 | 2 |
| 5.数据分析及结论**（难点）**；解决实际问题能力，撰写实验报告能力。 |
| 6.实验过程的沟通，分工与完成度；实验习惯，实验态度；环保意识、团队意识。 | 3 |
| 实验要求：1.分组要求（10~12人1组）；2.实验准备：①仪器设备：AFS、过滤装置；②药品试剂：As标准溶液；KBH4(2%)+KOH(0.2%)溶液；5%HCL溶液；硫脲+抗坏血酸溶液；③样品：已知浓度的砷溶液；3. 配制标准溶液（每组一组溶液）；4.预习要求：熟悉原理、方法步骤；提出实验中的问题、书写预习报告。 | | | | |

## 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/项目** | **考核占比** | **考核方式** |
| 课程目标 1 | 1. 基本原理 | 1 | 30% | 闭卷考试  课堂表现  平时作业 |
| 2. 基本概念、定律 | 1 |
| 3. 定性定量分析 | 1 |
| 2 |
| 3 |
| 4 |
| 4. 各种仪器的性能 | 2、3、4 |
| 5. 不同仪器的比较 | 2、3、4 |
| 课程目标 2 | 1. 各种仪器的结构 | 2、3、4、实验 | 40% | 闭卷考试  课堂表现  平时作业  实验过程  实验报告 |
| 2. 各种仪器的性能 | 1、2、3、实验 |
| 3. 样品前处理 | 1、2、3 |
| 4. 无机污染物的测定 | 1、2、3、实验 |
| 5. 有机污染物的测定 | 2、3、实验 |
| 6. 仪器的基本操作 | 1、2、3、实验 |
| 7. 常规出现的问题及解决方法 | 2、3、实验 |
| 8. 仪器的日程维护和管理 | 2、3、实验 |
| 课程目标3 | 分析测定、数据处理、书面或口头描述结果分析、环保意识、劳动纪律 | 1、2、3、4、实验 | 30% | 课堂表现  实验过程  实验报告 |

## \*1、2、3、4分别代表课程模块绪论、光谱分析方法、色谱(质谱)分析方法、电化学分析方法。

## \*课堂表现包括听课状态、回答问题和小组讨论的积极性、实验预习、组内试剂配制、操作

**表4-2 课程目标与考核方式矩阵关系**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 课程  目标 | 考核方式 | | | | | 考核占比 |
| 理论70% | | | | 实验30% |
| 期末考试成绩比例60% | 过程成绩40% | | | 过程成绩(含劳动教育)100% |
| 资源学习  10% | 测试与作业  比例60% | 期中考试  比例30% |
| 课程目标1 | 30% | 30% | 30% | 30% | 20% | 30% = [30%\*60% + (30%\*10% + 30%\*60% + 30%\*30%)\* 40%]\* 70% + 20%\*30% |
| 课程目标2 | 40% | 40% | 40% | 40% | 40% | 40% = [40%\*60% + (40%\*10% + 40%\*60% + 40%\*30%)\* 40%]\* 70% + 40%\*30% |
| 课程目标3 | 30% | 30% | 30% | 30% | 40% | 30% = [30%\*60% + (30%\*10% + 30%\*60% + 30%\*30%) \* 40%]\* 70%+ 40%\*30% |

备注：以上考核方式类型及占比均为示例，需确保每一列占比总和为100%。

## （二）理论课成绩评定

**1. 过程成绩评定**

**（1）资源学习（10%）：**主要包括云班课中视频与非视频资源的学习情况进行评定（目标1占30%，目标2占40%，目标3占30%）。

**（2）测试与作业（60%）**：根据课程布置的作业完成情况及章节测试情况进行评定（目标1占30%，目标2占40%，目标3占30%）。

**（3）期中考试（30%）**：主要考察学生前半学期所学的知识，组织期中考试，评定期中成绩（目标1占30%，目标2占40%，目标3占30%）。

过程成绩（100%）= 资源学习（10%）+ 测试与作业（60%）+ 期中考试（30%）

**2.** **期末成绩评定**

期末考核的范围：包括课程所有模块

期末考核的方式：闭卷考试

期末考核目标：考核课程目标1（占30%）、课程目标2（占40%）、课程目标3（占30%）

**3. 理论总成绩评定**

## 总成绩（100%）= 过程成绩（40%）+ 期末成绩（60%）

## （三）实验课成绩评定

**1. 过程成绩评定**

考核内容：预习情况（预习报告书写、课堂抽问等）、实验操作（操作规范性、熟练程度）、实验报告质量（书写规范性、完整性、数据可靠性与准确性、结论与分析、实验作业）。

考核重点：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。

每个实验成绩 = 预习 × 20% + 实验操作 × 40% + 实验报告 × 40%

过程成绩 = 各个实验成绩的平均值

**2. 期末成绩评定**

期末成绩 = 过程成绩 =实验成绩的平均值

**3. 总成绩评定**

实验总成绩 = 期末成绩 = 过程成绩 =实验成绩的平均值

## （四）课程总成绩评定

## 总成绩 = 理论课成绩(70%) + 实验课成绩(30%)

## = 平时成绩（28%）+ 期末成绩（42%）+ 实验课成绩(30%)

## 五、其它说明

本课程大纲依据2023版环境科学专业人才培养方案，由绿色智慧环境学院环境科学教学系讨论制定，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。