

高纲 4288

江苏省高等教育自学考试大纲

13739 环境工程原理

河海大学编（2024 年）

I 课程性质与课程目标

一、课程性质和特点

《环境工程原理》是江苏省高等教育自学考试环境工程专业（专升本）的一门必修课程。通过该课程的学习，考生可以掌握质量与能量衡算、热量和质量传递、分离过程、反应工程的基本原理及典型过程的计算方法，从而为进一步学习专业课程及从事工程实践奠定必要的理论基础。同时，要求通过各个教学环节培养考生的工程观点，使考生理解传热与传质、分离过程、反应工程的基本原理和特征，提高分析和解决实际工程问题的能力。

二、课程目标

课程设置的目的是使考生：

1. 能够理解、掌握环境净化与污染控制技术的基本概念和原理、环境工程中分析问题的基本方法、热量传递和质量传递的基础理论和相关环境问题的分析计算方法。

2. 能够理解、掌握沉淀、过滤、吸收等分离过程的基本原理、特点和工艺过程的计算方法；掌握污染物净化装置的基本原理和设计计算理论，了解反应动力学基础、反应器的基本类型、操作原理与设计计算方法。提高环境净化与污染控制工程的效率，掌握污染物去除效率的思路、手段和方法。

3. 能够应用环境净化与污染控制工程的基本理论和技术原理，验证环境工程原理单元操作实验的基本理论，提高在完成工程实验中分析问题和解决问题的能力。

三、课程的重点和难点

本课程的重点主要包括以“隔离技术”“分离技术”和“转化技术”为代表的三类污染控制技术的基本原理和一般方法；掌握水质净化与水污染控制工程、大气（包括室内空气）污染控制工程、固体废物处理与处置及资源化工程、污染环境净化与生态修复工程等所涉及的技术原理，以及其他污染控制工程中涉及的具有共性的工程学基础、基本过程和现象，以及污染控制装置的基本原理。

各章节重点和难点细述如下：

重点：热量传递；质量传递；沉淀；过滤；吸收。

难点：反应动力学基础；微生物反应动力学；微生物反应器。

II 考核目标

本大纲在考核目标中，按照识记、领会、应用三个层次规定其应达到的能力层次要求。三个能力层次是递升的关系，后者必须建立在前者的基础上。各能力层次的含义是：

识记：要求考生能够识别和记忆有关环境工程原理概念及规律的主要内容（如定义、概念、表达式、公式、原理、重要结论、方法及特征、特点等），并能够根据考核的不同要求，做正确的表述、选择和判断。

领会：要求考生能够领悟和理解有关环境工程原理概念及规律的内涵及外延，理解质量与能量衡算、热量和质量传递、分离过程、反应工程相关内容的确切含义，能够鉴别关于概念和规律的似是而非的说法；理解相关知识的区别和联系，并能根据考核的不同要求对水污染控制工程和管道工程问题进行逻辑推理和论证，做出正确的判断、解释和说明。

应用：要求考生能够根据已有知识和环境工程原理相关基础知识，对质量与能量衡算、热量和质量传递、分离过程、反应工程中涉及的问题进行逻辑推理和论证，得出正确的结论或做出正确的判断，并能把推理过程正确地表达出来。还可运用本课程中的少量知识点，利用简单的数学方法分析和解决一般应用问题，如简单的工艺规划、工艺设计和分析等。能够面对具体、实际的环境工程问题情景发现问题，并能探究解决问题的方法，熟知环境工程过程中有关质量与能量衡算、热量和质量传递、分离过程和反应工程的案例应用，必要时结合相关环境工程原理问题场景设计计算解决问题，得出相应的结论和建议。

III 课程内容与考核要求

第一章 绪论

一、学习目的与要求

理解和掌握环境净化与污染控制技术及原理。

二、考核知识点与考核要求

1. 环境问题与环境学科发展

识记：①环境污染的危害。

领会：①环境工程的学科体系；②本课程的主要内容。

2. 环境污染与环境工程学

识记：①环境污染危害具体表现形式。

3. 环境净化与污染控制技术概述

领会：①水质净化与水污染控制技术；②空气净化与大气污染控制技术；③土壤净化与污染控制技术；④固体废物处理处置与管理；⑤物理性污染物控制技术；⑥废物资源化技术。

4. 环境净化与污染控制技术原理

领会：①环境净化与污染控制技术原理。

三、本章重点、难点

重点：环境污染的概念、环境净化与污染控制技术。

难点：环境净化与污染控制技术原理。

第二篇 环境工程原理基础

第二章 质量衡算与能量衡算

一、学习目的与要求

理解和掌握质量衡算与能量衡算在环境工程中分析问题的基本方法。

二、考核知识点与考核要求

1. 常用物理量

识记：①常用物理量的定义与表示方法。

领会：①单位与量纲的差别；②物理量之间的单位换算。

2. 质量衡算

识记：①质量衡算的基本概念；②系统的划分。

领会：①质量衡算方程式。

3. 能量衡算

识记：①能量衡算的基本概念；②系统的划分。

领会：①能量衡算方程式。

三、本章重点、难点

重点：常用物理量的表示方法及单位换算、质量衡算、能量衡算。

难点：利用质量衡算与能量衡算在环境工程中分析问题的基本方法。

第三章 流体流动（本章内容不作考核要求）

第四章 热量传递

一、学习目的与要求

理解和掌握串联热阻叠加原则、保温层临界直径的计算、强化换热器传热过程的途径。

二、考核知识点与考核要求

1. 热量的传递方式

领会：①热量传递的主要方式及定义。

2. 热传导

领会：①热传导的规律。

应用：①通过平壁的稳态热传导的计算。

3. 对流传热

领会：①对流传热的规律、机理、影响因素。

应用：①传热边界层理论。

4. 辐射传热

领会：①辐射传热的规律。

5. 换热器

领会：①换热器的分类与结构形式。

应用：①强化换热器传热过程的途径；②间壁传热过程计算。

三、本章重点、难点

重点：串联热阻叠加原则、保温层临界直径的计算、强化换热器传热过程的途径。

难点：间壁传热过程、传热边界层理论。

第五章 质量传递

一、学习目的与要求

理解和掌握分子传质、对流传质的规律及计算。

二、考核知识点与考核要求

1. 环境工程中的传质过程

领会：①环境工程中的传质过程。

2. 质量传递的基本原理

领会：①质量传递的基本原理。

3. 分子传质和对流传质

领会：①分子传质的规律及计算；②对流传质的规律及计算。

应用：①掌握传质边界层理论。

三、本章重点、难点

重点：分子传质、对流传质的规律及计算。

难点：传质边界层理论。

第二篇 分离过程原理

第六章 沉降

一、学习目的与要求

理解和掌握沉降分离的原理、沉降速度的计算。

二、考核知识点与考核要求

1. 沉降分离的基本概念

识记：①沉降分离的一般原理和类型。

2. 重力沉降和离心沉降

识记：①流体阻力与阻力系数；②颗粒几何特性参数（当量直径、形状系数）。

领会：①沉降速度的计算。

应用：①常用沉降分离设备的结构与类型。

3. 其他沉降

识记：①电沉降；②惯性沉降。

三、本章重点、难点

重点：沉降分离的原理、沉降速度的计算。

难点：沉降速度的计算、旋风分离器的工作原理。

第七章 过滤

一、学习目的与要求

理解和掌握过滤的基本理论和过滤过程的计算。

二、考核知识点与考核要求

1. 过滤操作的基本概念

识记：①过滤操作的基本概念。

领会：①过滤操作的分类。

2. 表面过滤的基本理论

识记：①表面过滤的基本理论。

领会：①过滤过程的计算。

3. 深层过滤的基本理论

识记：①深层过滤的基本理论。

领会：①颗粒床层的集合特征。

三、本章重点、难点

重点：过滤过程的计算、过滤常数的测定。

难点：深层过滤的基本理论。

第八章 吸收

一、学习目的与要求

理解和掌握吸收的相平衡关系、传质阻力分析、双膜理论及吸收设备的主要工艺计算。

二、考核知识点与考核要求

1. 吸收的基本概念

识记：①环境工程中的吸收类型。

领会：①吸收操作的基本概念。

2. 物理吸收

领会：①物理吸收的热力学基础；②相平衡关系的应用。

应用：①物理吸收的动力学基础；②传质阻力的分析。

3. 化学吸收

应用：①化学吸收的平衡关系；②传质速率。

4. 吸收设备的主要工艺计算

应用：①吸收过程的物料衡算；②操作线方程。

三、本章重点、难点

重点：吸收的相平衡关系、传质阻力分析、双膜理论。

难点：化学吸收的平衡关系。

第九章 吸附（本章内容不作考核要求）

第十章 其他分离过程

一、学习目的与要求

理解离子交换、萃取和膜分离过程的基本原理和分类；领会萃取分离的特点和应用场景；能应用膜分离的表征参数，对膜传递过程的推动力及一般过程进行表述。

二、考核知识点与考核要求

1. 离子交换

识记：①离子交换剂的分类；②离子交换树脂的结构和物理化学性质。

领会：①离子交换基本原理。

2. 萃取

领会：①萃取分离的特点和应用场景。

应用：①萃取剂选择的原则，单级萃取、多级萃取的原理和应用。

3. 膜分离

识记：①膜分离过程的分类；②几种工业应用膜过程的基本特征。

领会：①膜分离特点；②膜种类；③膜材料；④膜组件。

应用：①膜分离的表征参数；②膜传递过程的推动力及一般表述；③膜传递过程模型；④反渗透和纳滤过程原理和应用；⑤微滤和超滤过程原理和应用。

三、本章重点、难点

重点：离子交换、萃取和膜分离过程的基本原理和分类；萃取分离的特点和应用场景。

难点：对膜传递过程的推动力及一般过程进行表述。

第三篇 化学与生物反应工程原理

第十一章 反应动力学基础

一、学习目的与要求

理解和掌握反应器理论；转化率的计算；均相反应动力学（零级、一级、二级反应）基本方程。

二、考核知识点与考核要求

1. 反应器和反应操作

识记：①反应进度的定义；②转化率的定义。

领会：①反应转化率的不同表示形式。

2. 反应器的计量关系

领会：①反应速率的定义；②反应速率的表示方法。

3. 反应动力学

领会：①均相反应动力学基本方程。

三、本章重点、难点

重点：反应器理论；反应进度和转化率的定义及转化率的不同表示形式；反应速率的定义及表示方法。

难点：均相反应动力学基本方程。

第十二章 均相化学反应器

一、学习目的与要求

领会反应器的物料衡算，间歇/半间歇反应器的操作方法；应用间隙反应器进行反应时间的相关计算。

二、考核知识点与考核要求

1. 间歇与半间歇反应器

领会：①反应器的物料衡算；②间歇/半间歇反应器的操作方法。

应用：①间歇反应器反应时间相关计算。

2. 完全混合流连续反应器

识记：①单级反应器操作方法；②单级反应器的特点。

领会：①连续反应器基本方程的一般形式；②恒容反应的基本方程。

三、本章重点、难点

重点：反应器的物料衡算，间歇/半间歇反应器的操作方法。

难点：应用间歇反应器进行反应时间的相关计算。

第十三章 非均相化学反应器（本章内容不作考核要求）

第十四章 微生物反应动力学

一、学习目的与要求

领会微生物反应及其在污染控制中的应用，能识别并掌握微生物反应的计量关系，理解微生物生长速率的定义，能正确理解基质消耗反应的微观步骤以及微生物膜的物料衡算与基本方程。

二、考核知识点与考核要求

1. 微生物与微生物反应

识记：①微生物及其特性。

领会：①微生物反应及其在污染控制中的应用。

2. 微生物反应的计量关系

识记：①微生物反应综合方程；②微生物浓度的表达方式；③微生物细胞的组成式；④微生物反应的综合计量式。

领会：①以基质质量为基准的细胞产率系数；②以碳元素为基准的细胞产率系数；③以氧消耗量为基准的细胞产率系数。

3. 微生物反应动力学

识记：①微生物生长速率的定义。

领会：①微生物生长速率与基质浓度的关系；②基质消耗反应的微观步骤；③理解微生物膜的物料衡算与基本方程。

三、本章重点、难点

重点：领会微生物反应及其在污染控制中的应用，能识别并掌握微生物反应的计量关系。

难点：能正确理解基质消耗反应的微观步骤以及微生物膜的物料衡算与基本方程。

第十五章 微生物反应器

一、学习目的与要求

掌握悬浮微生物反应器、附着微生物反应器和附着-悬浮混合微生物反应器的定义和特点；理解间歇悬浮微生物反应器、半连续悬浮微生物反应器、连续悬浮微生物反应器的定义和区别；识别完全混合生物膜反应器和平推流生物膜反应器的特点和分类。

二、考核知识点与考核要求

1. 悬浮微生物反应器

识记：①悬浮微生物反应器的定义和特点；②附着微生物反应器的定义和特点；③附着-悬浮混合微生物反应器的定义和特点。

领会：①间歇悬浮微生物反应器的定义；②半连续悬浮微生物反应器的定义；③连续悬浮微生物反应器的定义；④三种反应器的区别。

2. 生物膜反应器

识记：①完全混合生物膜反应器的特点和分类；②平推流生物膜反应器的特点和分类。

领会：①生物膜厚度对生物膜反应器性能的影响。

三、本章重点、难点

重点：悬浮微生物反应器、附着微生物反应器和附着-悬浮混合微生物反应器的定义和特点；间歇悬浮微生物反应器、半连续悬浮微生物反应器、连续悬浮微生物反应器的定义和区别；完全混合生物膜反应器和平推流生物膜反应器的特点和分类。

第十六章 反应动力学的解析方法（本章内容不作考核要求）

IV 关于大纲的说明与考核实施要求

一、自学考试大纲的目的和作用

课程自学考试大纲是根据专业考试计划的要求，结合自学考试的特点而确定。其目的是对个人自学、社会助学和课程考试命题进行指导和规定。

课程自学考试大纲明确了课程学习的内容以及深广度，规定了课程自学考试

的范围和标准。因此，它是编写自学考试教材和辅导书的依据，是社会助学组织进行自学辅导的依据，是考生学习教材、掌握课程内容知识范围和程度的依据，也是进行自学考试命题的依据。

二、课程自学考试大纲与教材的关系

课程自学考试大纲是进行学习和考核的依据，教材是学习掌握课程知识的基本内容与范围，教材的内容是大纲所规定的课程知识和内容的扩展与发挥。

三、关于自学教材

本课程使用教程为：《环境工程原理》（第四版），胡洪营、张旭等主编，高等教育出版社，2022年。

四、关于自学要求和自学方法的指导

本大纲的课程基本要求是依据专业考试计划和专业培养目标而确定的。课程基本要求还明确了课程的基本内容，以及对基本内容掌握的程度。基本要求中的知识点构成了课程内容的主体部分。因此，课程基本内容掌握程度、课程考核知识点是高等教育自学考试考核的主要内容。

为有效地指导个人自学和社会助学，本大纲已指明了课程的重点和难点，在章节的基本要求中一般也指明了章节内容的重点和难点。

作为一门专业课程，本门课程内容多、难度大，考生在自学过程中应注意以下几点：

1. 在学习前，应仔细阅读课程大纲的第一部分，了解课程的性质、地位和任务，熟知课程的基本要求以及本课程与有关课程的联系，使以后的学习能紧紧围绕课程的基本要求。

2. 在阅读某一章教材内容前，应先认真阅读大纲中关于该章的课程内容和考核要求，结合课程中重点内容的表述，把握课程中的知识要点，以便在阅读教材时做到重点突出，要点明确。

3. 阅读教材时，应根据大纲要求，针对各知识要点不同能力层次要求，系统梳理课程知识点，对基本概念必须深刻领会，基本原理必须牢固掌握，在阅读中遇到个别细节问题不清楚，在不影响继续学习的前提下，可暂时搁置。

4. 学完教材的每一章内容后，应做好复习，对本章主要知识要点进行整理和归纳，同时结合教材中的习题和思考题，帮助考生理解、消化和巩固所学知识，

增强领会和应用这些知识的能力。

五、应考指导

1. 如何学习

很好的计划和组织是你学习成功的法宝。如果你正在接受培训学习，一定要跟紧课程并完成作业。为了在考试中作出满意的回答，你必须对所学课程内容有很好的理解。使用“行动计划表”来监控你的学习进展。你阅读课本时可以做读书笔记。如有需要重点注意的内容，可以用彩笔来标注。如：红色代表重点；绿色代表需要深入研究的领域；黄色代表可以运用在工作之中。可以在空白处记录相关网站、文章。

2. 如何考试

卷面整洁非常重要。书写工整，段落与间距合理，卷面赏心悦目有助于教师评分，教师只能为他能看懂的内容打分。回答所提出的问题。要回答所问的问题，而不是回答你自己乐意回答的问题！避免超过问题的范围。

3. 如何处理紧张情绪

正确处理对失败的惧怕，要正面思考。如果可能，请教已经通过该科目考试的人，问他们一些问题。做深呼吸放松，这有助于使头脑清醒，缓解紧张情绪。考试前合理膳食，保持旺盛精力，保持冷静。

4. 如何克服心理障碍

这是一个普遍问题！如果你在考试中出现这种情况，试试下列方法：使用“线索”纸条。进入考场之前，将记忆“线索”记在纸条上，但你不能将纸条带进考场，因此当你阅读考卷时，一旦有了思路就快速记下。按自己的步调进行答卷。为每个考题或部分分配合理时间，并按此时间安排进行。

六、对社会助学的要求

1. 应熟知考试大纲对课程所提出的总的要求和各章的知识点。
2. 应掌握各知识点要求达到的层次，并深刻理解各知识点的考核要求。
3. 对考生进行辅导时，应以指定的教材为基础、以考试大纲为依据，不要随意增删内容，以免与考试大纲脱节。
4. 辅导时应应对考生进行学习方法的指导，提倡考生“认真阅读教材，刻苦钻研教材，主动提出问题，依靠自己学懂”的学习方法。

5. 辅导时要注意基础、突出重点，要帮助考生对课程内容建立一个整体的概念，对考生提出的问题，应以启发引导为主。

6. 注意对考生能力的培养，特别是自学能力的培养，要引导考生逐步学会独立学习，在自学过程中善于提出问题、分析问题、做出判断和解决问题。

7. 要使考生了解试题难易与能力层次高低两者不完全是一回事，在各个能力层次中都存在着不同难度的试题。

七、对考核内容的说明

本课程要求考生学习和掌握的知识点内容都作为考核的内容。课程中各章的内容均由若干知识点组成，在自学考试中成为考核知识点。因此，课程自学考试大纲中所规定的考试内容是以分解为考核知识点的方式给出的。由于各知识点在课程中的地位、作用以及知识自身的特点不同，自学考试将对各知识点分别按三个能力层次确定其考核要求。

八、关于考试命题的若干规定

1. 考试方式为闭卷、笔试，考试时间为 150 分钟。评分采用百分制，60 分为及格。考生只准携带 0.5 毫米黑色墨水的签字笔、铅笔、圆规、直尺、三角板、橡皮等必需的文具用品，可携带没有存贮功能的普通计算器。

2. 本大纲各章所规定的基本要求、知识点及知识点下的知识细目，都属于考核的内容。考试命题既要覆盖到章，又要避免面面俱到。要注意突出课程的重点、章节重点，加大重点内容的覆盖度。

3. 命题不应有超出大纲中考核知识点范围的题目，考核目标不得高于大纲中所规定的相应的最高能力层次要求。命题应着重考核考生对基本概念、基本知识和基本理论是否了解或掌握，对基本方法是否会用或熟练。不应出与基本要求不符的偏题或怪题。

4. 本课程在试卷中对不同能力层次要求的分数比例大致为：识记占 30%，领会占 40%，应用占 30%。

5. 要合理安排试题的难易程度，试题的难度可分为：易、中、难三个等级。每份试卷中不同难度试题的分数比例一般为：3:5:2。

6. 课程考试命题的主要题型有单项选择题、名词解释题、简答题、计算题。

附录 题型举例

一、单项选择题

1. 不能减少流体阻力的措施是 ()

- A. 减短管路, 减少管件、阀门 B. 放大管径
C. 增大流速 D. 加入某些药物, 以减少旋涡

参考答案: C

二、名词解释题

1. 污泥产率系数 Y

参考答案: 污泥产率系数是指污泥的净产率, 它是生物处理系统产生的污泥量 (MLSS) 与进入生物系统的 BOD₅ 量的比值, 单位为 kgMLSS/kgBOD₅。

三、简答题

1. 空气中挥发性有机物 (VOCs) 的去除有哪些可能的技术, 它们的技术原理是什么?

参考答案:

去除空气中挥发性有机物 (VOCs) 的主要技术有: 物理吸收法、化学吸收法、吸附法、催化氧化法、生物法、燃烧法等。

上述方法对应的技术原理分别为: 物理吸收、化学吸收、界面吸附作用、氧化还原反应、生物降解作用、燃烧反应。

四、计算题

1. 假设在 25℃ 和 1.013×10⁵ Pa 的条件下, SO₂ 的平均测量浓度为 400 μg/m³, 若允许值为 0.14×10⁻⁶, 问是否符合要求?

参考答案:

由题, 在所给条件下, 将测量的 SO₂ 质量浓度换算成体积分数, 即:

$$RT \times 10^3 / pMA \times \rho A = 8.314 \times 298 \times 10^3 / (1.013 \times 10^5 \times 64) \times 400 \times 10^{-9} = 0.15 \times 10^{-6}$$
, 大于允许浓度, 故不符合要求。