## 环境水力学课程教学大纲

课程代码：74120070

课程中文名称：环境水力学

课程英文名称：Environmental Hydraulics

学分：1.5 周学时：3.0-0.0

面向对象：港口航道与海岸工程专业

预修要求：高等数学，流体力学

**一、课程介绍**

（一）中文简介

环境水力学是浙江大学海洋学院为港口航道与海岸工程专业本科生开设的一门专业基础课程。随着现代工业经济对航道、海岸环境的破坏日益严重，《环境水力学》内容主要涉及污染物进入环境水体的方式及其规律，污染物在水体扩散、混合和输移规律；以及水质模型等。通过本课程学习，期望学生理解环境水力学的重要价值和意义，掌握各种污染物在水体环境的扩散、混合和输移规律，提高运用基本理论知识解决航道、海岸等水环境污染问题的能力。本课程学习有助于提高学生对《河流动力学》这一港口航道与海岸工程专业本科生重要必修课程知识的认识和掌握。这是因为，河流动力学所讲授的水沙运动过程与污染物在水体中的扩散、混合和输运规律本质上符合相同的物理规律。

（二）英文简介

Environmental Hydraulics is an important degree program for undergraduate students of Ocean College at Zhejiang University. This subject was originally established in the 1970s along with the increasingly polluted water environments, which challenges the social safety. By this program, the students are hoped to understand the importance of environmental hydraulics, know the main issues in water environments, develop the ability to deal with water pollution issues using comprehensive methods. Specifically, this course is about in a quantitative way how pollutant is diffused, dispersed, and mixed in the water environments. What is also important is that by taking this course, it is very useful for students to get an improved understanding of flow dynamics.

**二、教学目标**

（一）学习目标

通过本课程学习，使学生：1）了解我国不同区域的水环境污染情况和程度；2）掌握污染物/污水排放的主要方式—射流的定义与分类，射流的发生过程，特征规律和定量描述（包括动量积分解、数值解）；3）掌握污染物在水中混合输运的主要物理过程（包括分子扩散，随流扩散，紊动扩散、剪切分散等），以及对上述物理过程的数学描述与推导；3）掌握理想情况下污染物时空分布的规律和数学描述（即污染物浓度分布解析解的推导和理解）；4）掌握污染物浓度时空分布数值求解方法（上机作业）；5）掌握BOD-DO等水质模型的基本原理、基本的数学描述、和水质模型的发展规律。通过对上述知识的掌握，最终提高学生的水环境意识，具备利用专业知识解决实际水环境问题的能力。

（二）可测量结果

可测量结果包括但不限于：1）面对突发水污染事件或待建工程的水环境影响时，知道如何（即心中有谱）得到相关污染物浓度的时空分布，从而指导水污染事件的防治处理或对待建工程进行水环境影响评估；2）理解并掌握污染物在水中输运扩散的对流-扩散-反应方程，包括其推导思路（对于基础较好的学生，则能独立推导）、各种输运扩散机制的物理意义、解析解和数值解；3）以污染物在矩形渠道的扩散过程为例，掌握污染事件发生后污染带的主要特征参数的估算；4）能按照不同分类方法介绍射流种类，能介绍射流的主要特征，掌握射流主要特征量的估算和求解方法。

注：以上结果通过课堂讨论、课程作业以及笔试等环节测量。

**三、课程要求**

授课方式包括：1）教师讲授（讲授核心内容、总结、按顺序提示今后内容、答疑、公布讨论主题等）；2）课后阅读和团队合作；3）上机编程计算污染物扩散过程；4）期末闭卷考试。

课程要求：熟悉基本知识、培养科学研究、思维及表达能力、提高中外文科学文献的查找阅读能力及论文撰写能力，形成对环境水力学的兴趣。

评分要求：期末闭卷考试占60-70％，平时成绩占30-40%（平时、作业）。

**四、教学安排**

教学安排见下表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课次** | **学时** | **课程安排** |
| 1 | 3 | **绪论**：介绍水环境污染现状，治理迫切性；引出环境水力学的研究任务、内容和方法；介绍环境水力学与其他学科的关系；介绍环境水力学基本概念，如：浓度、密度、稀释度等；介绍本课程主要学习内容以及各部分学习内容之间的关联。 |
| 2 | 3 | **污染物对流-扩散-反应方程的推导**：对三维空间的微小控制体应用污染物质的质量守恒方程，推导对流-扩散-反应方程；推导过程中，逐一介绍污染物的分子扩散，随流输运，紊动扩散和剪切分散等概念，以及它们的量化方法。 |
| 3 | 3 | **污染物对流-扩散-反应方程的定解条件和基本解：**简要介绍偏微分方程的分类，以及双曲型偏微分方程（本课程涉及到的对流-扩散-反应方程属于双曲型偏微分方程）的定解条件要求；结合瞬时点源无限空间一维分子扩散，进一步介绍定解条件，推导其解析解（即下文所说的‘基本解’）；基于浓度基本解，介绍浓度定量描述涉及到的一些特征量，包括各阶矩、均值、方差、误差函数等。 |
| 4 | 3 | **各种理想条件下浓度时空分布的解析解**：以基本解为基础，介绍各种理想条件下浓度时空分布的解析解，包括瞬时线源、时间连续等强度点源、时间连续变强度点源；以基本解为基础，考虑岸壁对浓度分布的影响（即镜像法），多维空间下浓度解析解的推导（即乘积法则），随流作用对浓度分布的影响（即坐标变换法）；考虑水流作用，推导时间连续等强度点源条件下，浓度分布的稳态解析解。  布置时间连续等强度点源污染在矩形渠道输运的数值解作业。 |
| 5 | 3 | **扩散系数的估算方法**：再次回顾分子扩散系数，紊动扩散系数，剪切分散系数的定义和概念，介绍对它们的估算方法；分子扩散系数：查表、空间矩法；紊动扩散系数：垂向紊动扩散系数表达式的推导，横向和纵向紊动扩散系数的经验法；剪切分散系数：理想条件下剪切分散系数理论表达式的推导思路，时间矩法，空间矩法，基于定义和实测数据的直接计算方法等。 |
| 6 | 3 | **污染物在矩形河道的混合**：讲解时间连续等强度点源污染在矩形渠道输运的数值解作业，并与解析解对比；以对作业的讲解为基础，介绍污染物在河道混合的三个阶段，各自特点及原因（比如，为何垂向混合阶段可略，为何横向混合的第二阶段形成污染带，为何第三阶段以纵向分散为主等）；介绍污染带解析解的表达式及其背后的平衡（随流输运与横向紊动扩散之间的平衡）；介绍污染带主要特征量的计算原理和方法（带长和带宽等）。 |
| 7 | 3 | **射流：**介绍射流的定义和基本特性（驱动力，卷吸作用，射流分区，射流宽度与x的关系，自相似性，动量守恒，质量守恒，浮力通量守恒，密度差通量守恒等，流量沿程变化，轴线流速沿程变化，初始段长度等）；介绍浮射流的7个基本方程，包括其推导思路、求解方法、计算结果的图形表达与理解；介绍浮射流数值解的初始段修正；根据纯射流和羽流的特征，对浮射流的7个基本方程进行化简。 |
| 8 | 3 | **水质模型：**介绍水质指标与水质标准的区别和联系；介绍主要的水质指标，如BOD,DO, BOD5等；介绍Streeter-Phelps建立的BOD-DO模型，包括其基本假设、数值解和解析解；介绍后续水质模型对其做的改进；介绍水体自净能力。总复习。 |

**五、参考教材及相关资料**

《环境水力学》，李大美、黄克中编著，2007，武汉大学出版社

《环境水力学》，徐孝平编著，1991，中国水利水电出版社

《河流海岸环境学》，槐文信编著，2006，武汉大学出版社

国际学术期刊Environmental Fluid Mechanics, Springer

国际学术期刊Journal of Hydro-environment Research, Elsevier

**六、课程教学网站：**

将通过校内网络提供必要的课件和文字材料链接