

河流动力学课程教学大纲

课程代码：74120080

课程中文名称：河流动力学

课程英文名称：River dynamics

学分：3.0 周学时：2.5-1.0

面向对象：

预修要求：流体力学，水力学，高等数学，大学物理，理论力学

一、课程介绍

（一）中文简介

本课程主要涉及两方面的内容：一、河流泥沙运动的基本规律，具体包括泥沙的来源和基本特性、泥沙的分类和起动、沙波形态和发展消长、冲积河流阻力的概念和计算、推移质输沙率、悬移质运动及水流挟沙力。二、河床演变规律，具体包括河床演变基本原理、蜿蜒型河流演变规律、分汊型河流演变规律、游荡型河流演变规律、顺直型河流演变规律、浅滩演变规律。通过课程的学习，使学生掌握河流的泥沙特性和泥沙运动规律，掌握河床演变的基本原理和规律，并具备一定的分析研究河流泥沙问题的能力。

（二）英文简介

River dynamics is one of the fundamental courses for undergraduate students of ocean college in Zhejiang University. The course focuses on two parts: mechanics of sediment transport and fluvial processes. The first part mainly includes the source and properties of sediment, the classification and incipient motion of sediment, the waveform and development of sand waves, the concept and calculation of alluvial river resistance, bed load transport rate, suspended sediment movement and sediment transport capacity. The second part introduces the law of fluvial processes for various river types, which include meandering rivers, branching rivers, wandering rivers, straight rivers and shoals. Through theoretical study, students can master the law of mechanics of sediment transport and fluvial processes, and acquire the ability to analyze river sediment problems.

二、教学目标

（一）学习目标

通过本课程关于泥沙运动和河床演变的教学，让学生掌握泥沙的基本特性；泥沙的起动规律；沙波的形态和发展消长；动床阻力特性；推移质和悬移质的运动规律；河床演变基本原理；蜿蜒型河流、分汊型河流、游荡型河流、顺直型河流和浅滩的演变规律。让学生理解泥沙运动和河床演变的基本原理和规律，并运用所学知识分析实际中的河道演变问题。

（二）可测量结果

掌握泥沙的来源、几何特性、重力特性和沉速计算；

掌握泥沙起动流速和起动拖曳力的概念和应用；

掌握沙波的形态、成因和运动规律；

掌握河流阻力的概念和计算；

掌握推移质和悬移质的运动规律；

掌握河床演变的基本原理；

掌握蜿蜒型河流演变规律、分汊型河流演变规律、游荡型河流演变规律、顺直型河流演变规律、浅滩演变规律。

三、课程要求

（一）授课方式与要求

1.教师讲授课堂讲授基本理论与方法，注重课程基本内容的同时，结合专业领域的最新进展，扩宽学生对专业领域的认识，培养学生的学习兴趣。并注重本门课程与其它专业课程的联系，加强学生对本专业课程体系的认识。

2.课后作业布置适量课后作业，帮助学生巩固课程知识，通过习题加深对知识点的理解，并及时讲解。

3.实验在学生掌握一定的课程知识后，安排课程实验，通过理论联系实际，巩固课程知识，培养学生的动手能力和知识应用能力。

4.期末闭卷考试

（二）考试评分与建议

课堂表现占 10%，平时作业占 30%，期末闭卷考试占 60%。实验部分作为实验课，单独评分。

四、教学安排

教学模 块	教学单 元		内容提要	学时数	授课 方式 和相 关环 节
第 0 章绪 论	1	课程简介	课程教学要求与目标，考核和成绩评 定方法等。	2	课堂 讲授
	2	课程内容概述	课程的主要教学内容和重要性，本课 程与其它专业课程的联系，泥沙运动 力学和河床演变学的主要教学内容， 相关期刊介绍。		
	3	数值模拟、物理 模型概述	数值模拟介绍，数值模拟的控制方程 及各项的物理意义，物理模型的制作 流程介绍。		
第 1 章 泥沙特 性	1	泥沙来源	泥沙来源，侵蚀强度指标	5	课堂 讲授
	2	几何特性	泥沙外形的影响因素，表征泥沙形状 的参数，包括单颗粒泥沙的粒度、群 体泥沙的粒度		
	3	重力特性	密度和容重，干容重，湿容重，水下 休止角		
	4	泥沙沉降速度	沉降速度的概念，泥沙颗粒的受力分 析，国内外沉速（经验）公式，影响 沉速的因素		

第 2 章 泥沙起 动	1	泥沙分类及相互关系	两种泥沙分类的方法：粒径分类法和泥沙运动力学分类法	5	课堂 讲授
	2	起动概念及床面泥沙受力情况	泥沙起动的概念和特点，起动条件的参数，床面泥沙受力分析		
	3	起动流速公式	无粘性沙起动流速公式，粘性沙和无粘性沙的统一起动流速公式		
	4	起动拖曳力	Shields 公式推导，Shields 曲线分析和应用，起动拖曳力与起动流速的相互转换及讨论		
	5	其他临界流速	止动流速、扬动流速		
第 3 章 沙波运 动	1	沙波形态及沙波面上的水流泥沙运动	沙波纵剖面形态，沙波迎流面和背流面的特性，沙波面上的水流与泥沙运动；沙波平面形态及水流特点。	5	课堂 讲授
	2	沙波的发展消长及床面形态判别	沙纹、沙垄、动平整、沙浪、急滩与深潭的概念，沙波发展消长的过程，床面形态判别		
	3	沙波成因	多种沙波成因理论介绍		
	4	控制沙波运动的因素及沙波尺寸关系式	控制两相运动的无因次物理量，控制沙波运动的因素，沙波尺度及运行速度的经验公式		
	5	研究沙波运动的意义	根据沙波尺寸及移动速度估算推移质输沙率；沙波运动影响水流阻力；沙波运动影响河床演变		
第 4 章 冲积河	1	河流阻力基本概念	河流阻力的组成，包括沙粒阻力和沙波阻力；描述河流阻力的一般参数，	5	课堂 讲授

流阻力			包括达西——魏斯巴赫阻力系数、谢才系数、曼宁糙率系数，三种阻力系数的关系		
	2	河岸阻力及河床阻力计算	河岸阻力和河床阻力的特点，水力半径分割法，能坡分析法		
	3	动床阻力计算	河床阻力划分，Einstein 动床阻力计算方法，Engelund 动床阻力计算方法		
第 5 章 推移质 输沙率	1	Meyer-Peter 经验公式	Meyer-Peter 经验公式详细介绍, 包括原始公式、能坡校正、床面沙坡阻力及变比影响的校正、考虑泥沙重率影响的统一公式	5	课堂讲授
	2	水动力学分析的输沙公式	输沙率公式的结构形式，静密实系数、动密实系数、泥沙运行速度的处理，系数和指数的确定，物理意义分析，其他公式简介		
	3	统计理论分析-Einstein 公式	Einstein 公式基本认识与思路；Einstein 公式推导及相关概念介绍，包括泥沙沉积率、泥沙冲刷率、输沙平衡条件、平均运行距离、平衡运行距离、交换时间和起动概率；Einstein 公式分析。		
	4	现有输沙率公式评述			
第 6 章悬 移质运 动	1	悬浮机理	悬移质悬浮机理，悬移质运动过程，影响泥沙悬浮的因子	6	课堂讲授
	2	含沙浓度沿垂线分布	FICK 扩散定律，对流、扩散在泥沙输移中的相对重要性，扩散理论-二维标		

			量对流扩散方程，含沙浓度垂线分布公式		
	3	水流挟沙力	基于能量观点的水流挟沙力公式，包括重力理论公式、武汉水利水电张瑞瑾公式，Bagnold 公式；基于扩散理论的水流挟沙力公式，包括 Einstein's approach、van Rijn's approach；水流挟沙力意义及其调整。		
	4	悬移质对水流结构的影响	悬移质对水流能量损失的影响		
	5	全沙输沙率	全沙输沙率的概念，全沙输沙率的计算公式，包括一般公式、Einstein 公式、Bagnold 全沙输沙率公式和杨志达总含沙浓度公式。		
第 7 章河床演变的一般问题	1	流域与水系	地表径流对坡面的作用，河流的形成过程，水系的概念，各国代表河流，中国主要河流，流域的概念及相关参数	4	课堂讲授
	2	山区河流特性	山区河流的概念和形成发育过程；形态特征，包括平面形态、河床断面形态和纵剖面形态；水文特点及原因；输沙特点；悬移质洪枯期变化和河床演变；推移质运动洪枯期变化和河床演变		
	3	平原河流	平原河流的概念和形成发育过程；形态特征；水沙特征；平原河流分类，包括顺直型、蜿蜒型、分汊型和游荡型，四种平原河流的平面形式和演变		

			过程。		
	4	河床演变基本原理	河床变形分类，按河床变形的形式分为纵向变形和横向变形，按河床演变发展过程分为单向变形和复归性变形；影响河床演变的主要因素，包括进口条件、出口条件和河床周界条件；天然河流沿程水力泥沙因子变化总趋势；河床演变的基本原理；泥沙的自动调整作用。		
	5	河相关系	河相关系的概念和一般形式；造床流量的确定方法，包括平滩水位法和算法；稳定性指标，包括河床纵向稳定性指标、横向稳定性指标和稳定性指标；经验河相关系式。		
第 8 章 蜿蜒型 河道特 性及演 化机理	1	弯道几何形态 参数	弯距，河槽的曲线长度，摆幅，曲率半径，幅度，角度	3	课堂 讲授
	2	水流特性	离心力，横向水压力，断面流速分布与环流，螺旋流		
	3	泥沙输移和河床冲淤	弯道泥沙横向输移特性，弯道泥沙纵向输移特性，弯道演化类型		
第 9 章 分汊型 河流的 河床演 变	1	分汊河流的形成	江心洲的分类和形成原因，分汊河段形成的作用因素	2	课堂 讲授

	2	分汊河段的形态特征	分汊河道的纵剖面、断面形态和分汊指标		
	3	汊道的动力结构	分流区动力结构，合流区动力结构		
	4	分汊河段的演变规律	分汊河段的基本演变规律，分流区演变规律，合流区演变规律		
第 10 章 游荡型 河流的 河床演 变	1	游荡型河流的一般特性	游荡型河流的形态特征和水沙特点	2	课堂 讲授
	2	游荡型河流的演变规律	游荡型河流的主要特点，滩槽年内冲淤变化，长期河床演变趋势，多沙游荡河流的水流挟沙力		
	3	游荡河流的形成条件	形成游荡型河流的充要条件，充分条件，根本条件和有利条件，游荡指标		
第 11 章 顺直型 河流的 河床演 变	1	顺直型河流的河床演变	顺直型河流的平面形态、断面形态、纵剖面形态，床沙的沿程分选和垂直分选	2	课堂 讲授
	2	顺直河流的演变规律	顺直河流的演变规律：边滩依次下移，河床周期性展宽。		
第 12 章 浅滩	1	浅滩及其成因类型	浅滩的定义，浅滩的成因类型和分类	2	课堂 讲授
	2	浅滩演变规律	影响浅滩演变的因素，浅滩演变基本规律，浅滩演变分析方法		

五、参考教材及相关资料

《河流动力学》，张小峰编著，中国水利水电出版社

《河流泥沙动力学》，张瑞瑾编著，中国水利水电出版社

《河床演变及整治》，谢鉴衡编著，中国水利水电出版社

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。