

815 《水力学》大纲

一、课程性质、目的与任务以及对先开课程要求

水力学是水利类各专业必修的一门主要专业基础课。水力学的任务是研究液体（主要是水）的平衡和机械运动的规律及其实际应用。通过本课程的学习，使学生掌握水流运动的基本概念、基本理论与分析方法，理解不同水流的特点，学会常见水利工程中的水力计算，并具备初步的试验量测技能，为学习后续课程和专业技术工作打下基础。

二、教学重点及难点

本课程教学重点：水静力学，水动力学理论基础，流动阻力与水头损失，有压管路，明渠均匀流，明渠非均匀流。

难点：液体的相对平衡，作用在平面、曲面上的力，实际液体的运动微分方程，恒定总流伯努里方程，恒定总流动量方程，紊流沿程损失的分析与计算，复杂长管的水力计算，管网的水力计算，无压圆管均匀流水力计算，断面单位能量、临界水深，恒定明渠流动的流动型态及判别标准，明渠非均匀渐变流微分方程，棱柱体渠道非均匀渐变流水面曲线的计算。

三、与其它课程的关系

学习本课程应具备高等数学中有关微分、积分、简单微分方程等高等数学基础；还应具备理论力学、材料力学中有关静力学、动力学、应力与应变、面积矩等方面的工程力学基础。后续课程为水资源管理、水工建筑物、水利工程施工与水电站。

四、教学内容、学时分配及基本要求

第一章 绪论

基本要求：了解液体运动的基本规律及研究液体运动规律的一般方法，掌握液体的主要物理性质。

重点：液体的主要物理性质

难点：液体粘性产生原因及作用

第一节 水力学的任务及其发展概况

1、水力学的任务

2、水力学发展简史

第二节 液体的主要物理性质及其作用在液体上的力

1、液体的质量和密度

2、液体的重量和容重

- 3、液体的粘滞性
- 4、液体的压缩性
- 5、液体的表面张力
- 6、作用于液体上的力

第三节 液体的基本特征和连续介质

- 1、液体的基本特征
 - 2、连续介质假设
 - 3、理想液体的概念
- 第四节 水力学的研究方法
- 1、科学试验
 - 2、理论分析
 - 3、数值计算

第二章 水静力学

基本要求：掌握静水压强的特性，压强的表示方法及计量单位，掌握液体平衡微分方程与水静力学的基本方程，掌握液柱式测压仪的基本原理，能熟练计算作用在平面、曲面上的静水总压力。理解潜浮体的平衡与稳定。

重点：静水压强的特性，液体平衡微分方程，水静力学的基本方程，绝对压强、相对压强、真空度，测量压强的仪器，静水压强分布图，.

难点：液体的相对平衡，作用在平面、曲面上的力。

第一节 静水压强及其特性

- 1、静水压强
- 2、静水压强的特性

第二节 液体的平衡微分方程式

- 1、液体平衡微分方程式
- 2、力势函数和平衡微分方程式的积分
- 3、等压面

第三节 重力和几种质量力同时作用下的液体平衡

- 1、重力作用下静水压强的基本公式
- 2、几种质量力同时作用下的液体平衡

第四节 压强的表示方法及度量

- 1、绝对压强、相对压强、真空及真空度
- 2、压强的表示方法

3、水头和单位势能

4、压强的量测

第五节 作用于平面上的静水总压力

1、静水压强分布图与作用于矩形平面上的静水总压力

2、用分析法求任意平面上的静水总压力

第六节 作用于曲面上的静水总压力

第三章 水动力学基础

基本要求：理解液体运动的两种方法—拉格朗日法和欧拉法，了解液体微团运动的基本形式，牢固掌握恒定总流连续性方程、连续性微分方程、理想液体元流的能量方程与实际液体总流的能量方程、恒定总流动量方程。掌握量纲分析法。

重点：实际液体的运动微分方程，恒定总流伯努里方程，恒定总流动量方程，量纲和谐原理。

难点：实际液体的运动微分方程，恒定总流伯努里方程，恒定总流动量方程，恒定平面势流。

第一节 描述液体运动的两种方法

1、拉格朗日法

2、欧拉法

第二节 液体运动的基本概念

1、恒定流与非恒定流

2、迹线与流线

3、流管、元流、总流

4、过水断面、流量、断面平均流速

5、一维流、二维流、三维流

6、均匀流和非均匀流、渐变流和急变流

第三节 恒定总流的连续性方程

第四节 恒定元流的能量方程

1、理想液体元流的能量方程

2、理想液体元流能量方程的意义

3、毕托管测流速原理

4、实际液体元流的能量方程

第五节 恒定总流的能量方程

1、恒定总流的能量方程

2、能量方程的几何图示——水头线

第六节 能量方程的应用

1、能量方程的应用条件及注意事项

2、能量方程应用举例

第七节 恒定总流的动量方程

1、恒定总流的动量方程

2、动量方程应用

3、恒定总流的动量矩方程

第八节 量纲分析简介

1、量纲分析法基本概念

2、量纲分析法及其应用

第四章 液流形态及水头损失

基本要求：理解实际液体的两种流动型态—层流与紊流，掌握均匀流的基本方程、圆管层流与紊流沿程阻力及沿程水头损失的计算方法，掌握局部阻力及局部损失的分析与计算。了解紊流的基本理论及边界层概念与绕流阻力。

重点：流动阻力与水头损失的概念与产生原因，实际液体的两种流动型态—层流与紊流，均匀流的基本方程、圆管层流与紊流沿程阻力及沿程水头损失的计算方法，局部阻力及局部损失的分析与计算。

难点：沿程阻力系数的变化规律

第一节 水头损失的分类及水流边界对水头损失的影响

第二节 液流的两种流动形态

1、雷诺实验

2、沿程水头损失 h_f 和平均流速 v 的关系

3、流态的判别—雷诺数

第三节 均匀流沿程水头损失与切应力的关系

1、液体均匀流的沿程水头损失

2、切应力与沿程水头损失的关系

3、切应力的分布

第四节 圆管中的层流运动及其沿程水头损失的计算

1、流速分布

2、流量

3、断面平均流速

4、沿程水头损失

5、动能修正系数和动量修正系数

第五节 紊流的形成过程及特征

1、紊流形成过程

2、紊流运动要素的脉动和时均化

3、紊流产生附加切应力

4、紊流中存在黏性底层

5、紊动使流速分布均匀化

第六节 沿程阻力系数的变化规律

1、尼古拉兹实验

2、沿程阻力系数的半经验公式

3、沿程阻力系数的试验曲线

第七节 沿程水头损失计算公式

1、沿程水头损失的一般公式——达西—威斯巴赫公式

2、哈森—威廉斯公式

3、谢才公式

第八节 局部水头损失

第五章 有压管道中的恒定流

基本要求：能熟练进行短管、简单长管、串联并联长管、沿程泄流、枝状管网的水力计算。

重点：短管的水力计算，简单长管的水力计算。

难点：复杂长管的水力计算，管网的水力计算。

第一节 简单管道水力计算的基本公式

1、简单管道自由出流

2、简单管道淹没出流

3、测压管水头线的绘制

第二节 简单管道、短管水力计算的类型及实例

1、水力计算的任务

2、水力计算实例

第三节 长管水力计算

第四节 串联、分叉和并联管道水力计算

1、串联管道

2、分叉管道

3、并联管道

第五节 沿程均匀泄流管道水力计算

1、沿程均匀泄流管道流量与管长的关系

2、沿程水头损失的逐段计算法

3、沿程水头损失的多口系数法

4、沿程均匀泄流管道的压力分布

第六章 明渠恒定均匀流

基本要求：理解水力最优断面及允许流速的基本概念，熟练地进行明渠均匀流各类问题的水力计算方法及复式断面、无压圆管的水力计算。

重点：明渠均匀流的计算，水力最优断面及允许流速，明渠均匀流水力计算的基本问题，无压圆管均匀流水力计算，复式断面明渠均匀流水力计算。

难点：无压圆管均匀流水力计算，复式断面明渠均匀流水力计算。

第一节 概述

1、明渠水流

2、渠道的形式

3、渠道的底坡

第二节 明渠均匀流特性及其产生条件

1、明渠均匀流的特性

2、明渠均匀流的形成条件

第三节 明渠均匀流的计算公式

第四节 水力最佳断面与实用经济断面

1、水力最佳断面

2、实用经济断面

第五节 明渠均匀流水力计算中的粗糙系数与允许流速

1、明渠的粗糙系数

2、渠道中的允许流速

第六节 明渠均匀流的水力计算

1、已成渠道的水力计算

2、新设计渠道的水力计算

第五节 粗糙度不同的明渠及复式断面明渠的水力计算

1、断面周界上粗糙度不同的明渠均匀流的水力计算

2、复式断面明渠均匀流的水力计算

第七章 明渠恒定非均匀流

基本要求：理解明渠非均匀流中断面单位能量、临界水深等的基本概念，掌握恒定明渠流动的流动型态的判别方法，理解非均匀渐变流微分方程、水跃与跌水的概念及水跃的基本方程，并能进行水面曲线的分析与绘制。

重点：明渠非均匀流概述，断面单位能量、临界水深，恒定明渠流动的流动型态及判别标准，明渠非均匀渐变流微分方程，棱柱体渠道非均匀渐变流水面曲线的计算，水跃与跌水。

难点：断面单位能量、临界水深，恒定明渠流动的流动型态及判别标准，明渠非均匀渐变流微分方程，棱柱体渠道非均匀渐变流水面曲线的计算

第一节 概述

第二节 明渠水流的流态及其判别

1、缓流和急流的运动学分析

2、缓流和急流的能量分析

第三节 临界底坡、缓坡与陡坡

第四节 明渠水流两种流态的转换——水跃与水跌

1、水跃

2、水跌

第五节 明渠恒定非均匀渐变流的微分方程式

1、水深沿流程变化的微分方程式

2、水位沿流程变化的微分方程式

第六节 棱柱体明渠中恒定非均匀渐变流水面曲线分析

1、棱柱体明渠中恒定非均匀渐变流水面线分区

2、棱柱体明渠中恒定非均匀渐变流水面曲线的定性分析

3、水面曲线分析的一般原则及注意点

第七节 明渠恒定非均匀渐变流水面曲线的计算——逐段试算法

1、基本计算公式

2、计算方法

第八章 堰流、闸孔出流和桥、涵过流的水力计算

基本要求：理解恒定孔口出流、管嘴出流、非恒定孔口管嘴出流的基本计算方法，了解闸孔出流、堰流的计算方法。

重点：恒定薄壁孔口出流，恒定管嘴出流，非恒定孔口、管嘴出流，闸孔出流，堰

流。

难点：闸孔出流，堰流的水力计算。

第一节 堰流的分类及水力计算基本公式

1、堰流的分类

2、堰流水力计算的基本公式

第二节 薄壁堰流的水力计算

1、矩形薄壁堰流

2、直角三角形薄壁堰流

第三节 实用堰流的水力计算

1、曲线型实用堰的剖面形状

2、WES 剖面型实用堰的流量系数

3、侧收缩系数

4、淹没系数

5、折线型实用堰

6、低实用堰简介

第四节 宽顶堰流的水力计算

1、流量系数 m

2、侧收缩系数

3、淹没系数

4、无坎宽顶堰流的水力计算

第五节 闸孔出流的水力计算

1、闸孔出流的水力特征

2、闸孔出流的基本计算公式

3、闸孔出流的流量系数

第九章 泄水建筑物下游的水流衔接与消能

基本要求 了解建筑物下游水流特点及衔接、消能方式，掌握底流型消力池的校核与设计。

重点 底流型消力池的设计必须满足的条件和计算步骤。

难点 底流型消力池的设计。

第一节 概述

第二节 泄水建筑物下游水流的衔接形式与消能方式

第三节 收缩断面水深的计算

第四节 底流型衔接与消能

- 1、降低护坦式消能池
- 2、护坦末端加筑消能坎形成的消能池
- 3、消能池的设计流量
- 4、综合式消能池的水力计算
- 5、辅助效能工

第五节 挑流型衔接与消能

- 1、挑流射程计算
- 2、冲刷坑深度的估算
- 3、挑流鼻坎的形式与尺寸

第十三章 渗流

基本要求：理解渗流模型与达西渗透定律，了解地下水的均匀渗流和非均匀渗流的基本方程，能进行井出水量的基本计算和浸润曲线的分析。

重点：渗流模型，达西定律。

难点：地下水的均匀渗流和非均匀渐变渗流，棱柱体地下明渠中恒定渐变渗流浸润曲线分析与计算。

第一节 渗流的基本概念

- 1、水在土壤中存在的形式
- 2、土壤的渗流特性及分类
- 3、渗流模型

第二节 渗流的基本定律——达西定律

- 1、达西定律
- 2、达西定律的适用范围
- 3、渗透系数

第三节 恒定无压均匀流和非均匀渐变流

- 1、均匀渗流
- 2、渐变渗流的基本公式
- 3、地下河槽渐变渗流的浸润曲线

第十四章 水力相似原理及模型试验简介

基本要求：了解三个相似要求及应遵循的相似准则；掌握实际水利工程常用的重力相似准则以及满足紊动阻力相似的条件。

重点：相似的基本原理，重力相似准则。

难点：相似的基本原理，重力相似准则

第一节 概述

第二节 相似理论的基本概念

1、几何相似

2、运动相似

3、动力相似

第三节 液体作用力与特种模型律

1、液体作用力

2、近似的力学相似

3、特种模型律

第四节 相似准则

1、重力相似准则

2、黏滞力相似准则

3、阻力相似准则

4、其他相似准则