

## 第1章 绪论

### 1、连续介质模型 (p. 10)

### 2、液体的黏滞性

- (1) 黏滞性 (p. 4);
- (2) 动力黏滞系数  $\mu$  (p. 4); 运动黏滞系数  $\nu$  (p. 4);
- (3) 黏滞系数的量纲 (p. 4);
- (4) 牛顿内摩擦定律 (p. 5);
- (5) 黏滞性随温度的变化 (p. 4);
- (6) 牛顿流体与理想流体 (pp. 6、11) 。

### 3、作用于液体上的力

- (1) 表面力 (p. 11);      (2) 质量力 (p. 11)
- (3) 单位表面力与单位质量力的量纲 (pp. 11-12)

## 第2章 水静力学

### 1、静水压强的特性(pp.16-17)

- (1) 静水压强的作用方向;
- (2) 静水压强的太小;

### 2、压强的计量(pp.24-26)

- (1) 绝对压强;      (2) 相对压强;      (3) 真空与真空度
- (4) 标准大气压强 (**atm**);      (5) 工程大气压强 (**at**)
- (6) 水柱高 (**m H<sub>2</sub>O**);      (7) 汞柱高 (**mm Hg**)

### 3、欧拉液体平衡微分方程(p.19)

### 4、水静力学基本方程(p.21)

- (1) 物理意义(p.21);      (2) 几何意义(p.21)
- (3) 测压管高度 (压强水头);      (4) 测压管水头

### 5、静水压强分布图(p.28)

## 6、等压面(p.20)

(1) 等压面的定义(p.20)

(2) 等压面的性质(p.20)

1) 等压面与质量力正交;      2) 两液体的交界面是等压面

(3) 水平面是等压面的条件(p.20)

1) 质量力只有重力;      2) 连通的同一种液体;

3) 液体是静止的。

## 7、液体的相对平衡（重力和惯性力同时作用下的液体平衡）

(1) 直线等加速运动 (p. 22)

1) 竖直等加速压强分布

2) 水平等加速自由面倾斜角

(2) 铅垂轴定轴等角速度转动自由面形状 (p. 22)

## 8、平面上的静水总压力计算

### (1) 图解法(p.28-29)

1) 适用条件（受压面应是矩形，且矩形底边是水平的）

2) 静水压强图的绘制与静水压强图的面积

### (2) 解析法 (pp.30-32) （坐标系的原点是相对压强为零的点）

1) 坐标系；

2) 受压面的形心与形心点压强

3) 总压力大小；

4) 总压力的作用中心（压心）

5) 形心与压心的关系。

## 9、曲面上的静水总压力计算

### (1) 水平分力的计算(p.33)

### (2) 铅垂分力的计算

1) 压力体的组成(p.34) （压力体的上底为相对压强为零的面）

2) 实压力体与虚压力体(p.34) （在靠近曲面处分析考虑）

### (3) 曲面上静水总压力的大小与方向(p.34)

## 第3章 水运动学理论和水动力学基础

水运动学理论部分：

- 1、拉格朗日运动描述法 (pp. 39-40)
- 2、欧拉运动描述法 (pp. 40-41)
- 3、全加速度（欧拉加速度）  
=当地加速度（时变加速度）+迁移加速度（位变加速度）
- 4、流线、迹线 (pp. 42-44)
- 5、流管、流束、过水断面，平均流速、流量 (pp. 44-45)
- 6、恒定流与非恒定流 (p. 42)
- 7、均匀流、非均匀流，渐变流（流线的两个几乎） (pp. 45-46)
- 8、有压流（有压管流）、无压流（明渠流）、射流

## 水动力学基础部分：

- 1、理想液体元流的能量方程、实际液体元流的能量方程
- 2、实际液体总流的能量方程及其物理意义与几何意义
- 3、皮托管测速原理（p. 49）
- 4、文丘里流量计原理（pp. 53-55）
- 5、动能修正系数  $\alpha$ （p. 51）
- 5、总流能量方程（伯努利方程）的适用条件（p. 53）
- 6、总水头线与测压管水头线（p. 52）
- 7、总流的动量方程（p. 58）
- 8、动量修正系数  $\beta$ （p. 58）
- 9、总流动量方程适用条件（p. 58）

## 第4章 量纲分析和相似原理

- 1、量纲、基本量纲、导出量纲 (pp. 68-69)
- 2、量纲和谐原理 (p. 70)
- 3、瑞利法 (pp. 71-72)
- 4、 $\pi$  定理 (pp. 72-74)
- 5、流动相似——几何相似、运动相似与动力相似 (pp. 75-76)
- 6、雷诺数 $Re$  及阻力相似准则 (p. 78)
- 7、弗汝德数 $Fr$ 及重力相似准则 (p. 77)

## 第5章 液流形态和水头损失

- 1、水力半径 (p. 87)
- 2、沿程水头损失和局部水头损失 (pp. 88-89)
- 3、层流与紊流 (pp. 89-90)
- 4、雷诺试验, 沿程水头损失与管道平均速度的关系 (pp. 89-90)
- 5、流态判定——临界雷诺数 $Re_{cr}$  (p. 91)
- 6、圆管层流阻力系数  $\lambda$  (p. 95)
- 7、紊流的形成过程与条件 (pp. 95-96)
- 8、紊流的粘性底层, 水力光滑管与水力粗糙管 (pp. 98-100)
- 9、尼古拉茨试验, 试验曲线与阻力系数  $\lambda$  分区 (pp. 102-103)
- 10、紊流的流速分布 (p. 101)
- 11、当量粗糙度 (p. 104) 与莫迪图 (p. 105)
- 12、谢才公式



## 第6章 孔口、管嘴出流和有压管恒定流

孔口、管嘴出流部分：

- 1、小孔口与大孔口，薄壁小孔口的自由出流与淹没出流（pp. 115-117）
- 2、小孔口的收缩系数  $\epsilon$  及流量系数  $\mu$ （pp. 117-118）
- 3、圆柱形外管嘴出流的条件（p. 120）
- 4、管嘴流量系数（p. 119）
- 5、管嘴流量系数大于孔口流量系数的原因（pp. 119-120）

## 第6章 孔口、管嘴出流和有压管恒定流

有压管流部分：

- 1、长管与短管（ p. 121）、自由出流和淹没出流
- 2、短管恒定流的水力计算、总水头线和测压管水头线
- 3、长管恒定流的水力计算、总水头线和测压管水头线
- 4、长管的比阻 $A$ （ p. 129）及谢才公式中的流量模数 $K$ （ p. 131）
- 5、水击现象、产生原因（p. 141）
- 6、水击波的传播过程（pp. 141-142）
- 7、直接水击与间接水击（p. 144）
- 8、水击危害的预防（p. 145）

## 第7章 明渠恒定均匀流

- 1、明渠的底坡 $i$ ，顺（正）坡，平坡，逆（负）坡 (p. 150)
- 2、明渠均匀流的特征与发生条件 (pp. 152-153)
- 3、明渠均匀流的基本公式——谢才公式
- 4、明渠的水力最佳断面 (p. 155) 与允许流速 (p. 157)
- 5、圆断面明渠流的充满度 (p. 164)

## 第8章 明渠恒定非均匀流

- 1、急流与缓流（pp. 170-172）及其判定条件
- 2、临界流速 $v_k$ ，正常水深 $h_0$ ，临界水深 $h_k$ ，临界底坡 $i_k$ ，断面单位能量（断面比能） $E_s$ 及比能曲线（pp. 173-175）
- 3、水跃（p. 177）、共轭水深（p. 179），水跌（p. 176）
- 4、水面曲线的定性分析（12种渐变流水面曲线）（p. 187）

## 第9章 堰流和闸孔出流

- 1、堰流及闸孔出流的判别 (p. 201)
- 2、薄壁堰, 实用堰, 宽顶堰 (p. 202)
- 3、堰流的基本公式 (p. 204), 自由溢流与淹没溢流
- 4、宽顶堰上的闸孔出流、实用堰上的闸孔出流

## 补充一部分

- 1、微团运动的基本形式、线变率、角变率、角转速
- 2、有旋流与无旋流（有势流）
- 3、涡线、涡管、涡通量、速度环量
- 4、速度势（势函数）与流函数的定义
- 5、速度势与流函数的关系
- 6、平面势流叠加原理
- 7、纳维—斯托克斯方程

## 补充二 边界层理论基础和绕流运动

- 1、边界层
- 2、层流边界层，湍流边界层
- 3、层流边界层与湍流边界层厚度变化规律
- 4、圆柱绕流边界层分离过程与条件
- 5、卡门涡街
- 6、绕流阻力与升力
- 7、自由沉降速度与悬浮速度

## 第2章 水静力学

### 应掌握的计算技能

- (1) 压强的表示方法与换算关系;
- (2) 压强的计算与压强分布图绘制;
- (3) 平面静水总压力的计算;
- (4) 压力体与曲面静水总压力计算;



## 第3章 水运动学理论和水动力学基础

### 1、总流连续性方程

$$Q = v_1 A_1 = v_2 A_2$$

### 2、总流伯努利方程

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_w$$

### 3、总流动量方程

$$\rho Q (\beta_2 \vec{v}_2 - \beta_1 \vec{v}_1) = \sum \vec{F}$$

## 第4章 量纲分析和相似原理

作业 (p. 85)

4-7, 4-8。

## 第5章 液流形态和水头损失

1、均匀流基本方程  $\tau_0 = \rho g R J$

$$= \frac{r_0}{2} \rho g \frac{h_f}{l} \quad \text{适用于圆管}$$

2、圆管速度分布

层流:  $u = u_{\max} \left( 1 - \frac{r^2}{r_0^2} \right) = 2v \left( 1 - \frac{r^2}{r_0^2} \right)$

紊流

指数律  $u = u_{\max} \left( \frac{y}{r_0} \right)^n = u_{\max} \left( 1 - \frac{r}{r_0} \right)^n$

对数律  $u = v_* \left( \frac{1}{k} \ln y + C \right)$

$$v_* = \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}}$$

## 第5章 液流形态和水头损失

3、达西——魏斯巴赫公式

$$h_f = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}$$

4、谢才公式

$$v = C \sqrt{RJ} = \frac{1}{n} R^{2/3} \sqrt{J} = \frac{1}{n} R^{2/3} \sqrt{i}$$

5、局部损失计算公式

$$h_j = \xi \frac{v^2}{2g}$$

## 第6章 孔口、管嘴出流和有压管恒定流

1、短管计算  $Q = \mu_c A \sqrt{2gH}$  自由出流  
 $= \mu_c A \sqrt{2gz_0}$  淹没出流

2、长管  $H = h_f = S_0 l Q^2 = S Q^2$   
 $S_0 = \frac{8\lambda}{\pi^2 g d^5}$  ,  $S = S_0 l$

3、孔口  $Q = \mu A \sqrt{2gH_0}$  ,  $\mu = 0.62$

4、管嘴  $Q = \mu A \sqrt{2gH_0}$  ,  $\mu = 0.82$

## 第7章 明渠恒定均匀流

谢才公式: 
$$Q = K\sqrt{J} = AC\sqrt{RJ} = \frac{i^{1/2}}{n} \frac{A^{5/3}}{\chi^{2/3}}$$

## 第8章 明渠恒定非均匀流

1、断面单位比能:  $E = h + \frac{\alpha v^2}{2g}$

2、临界水深计算公式:  $\frac{A_{cr}^3}{B_{cr}} = \frac{\alpha Q^2}{g}$

3、水跃函数:  $J(h) = y_c A + \frac{\beta Q^2}{gA}$  ,  $J(h') = J(h'')$

4、棱柱渠道恒定非均匀渐变流微分方程

$$\frac{dh}{ds} = \frac{i - J_f}{1 - Fr^2}$$

## 第9章 堰流和闸孔出流

1、矩形薄壁堰  $\delta / H < 0.67$

$$Q = mB \sqrt{2g} H_0^{3/2} \quad m \approx 0.42$$

2、实用曲线堰  $0.67 < \delta / H < 2.5$

$$Q = mB \sqrt{2g} H_0^{3/2} \quad m \approx 0.43 \sim 0.50$$

3、宽顶堰  $2.5 < \delta / H < 10$

$$Q = mB \sqrt{2g} H_0^{3/2} \quad m \approx 0.32 \text{ (或 } 0.36) \sim 0.385$$



## 补充部分

1、连续性微分方程

2、线变率

$$\varepsilon_{xx} = \frac{\partial u_x}{\partial x}, \quad \varepsilon_{yy} = \frac{\partial u_y}{\partial y}, \quad \varepsilon_{zz} = \frac{\partial u_z}{\partial z}$$

3、角变率

$$\varepsilon_{yz} = \varepsilon_{zy} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u_z}{\partial y} + \frac{\partial u_y}{\partial z} \right) \quad \varepsilon_{zx} = \varepsilon_{xz} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u_x}{\partial z} + \frac{\partial u_z}{\partial x} \right)$$

4、角转速

$$\omega_x = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u_z}{\partial y} - \frac{\partial u_y}{\partial z} \right) \quad \omega_y = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u_x}{\partial z} - \frac{\partial u_z}{\partial x} \right) \quad \omega_z = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u_y}{\partial x} - \frac{\partial u_x}{\partial y} \right)$$

## 补充部分

### 5、势函数

$$\frac{\partial \phi}{\partial x} = u_x, \quad \frac{\partial \phi}{\partial y} = u_y, \quad \frac{\partial \phi}{\partial z} = u_z$$

### 6、流函数

$$\frac{\partial \psi}{\partial x} = -u_y, \quad \frac{\partial \psi}{\partial y} = u_x$$