

# 河北省普通高校专科接本科教育考试

## 水力学模拟试卷参考答案 (试卷一)

(总分: 150 分)

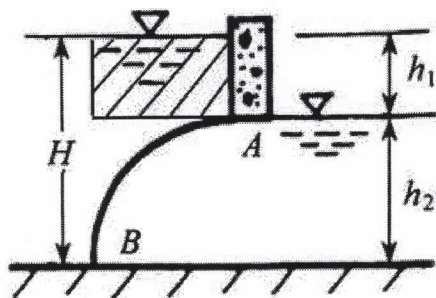
说明: 请在答题纸的相应位置上作答, 在其它位置上作答的无效。

一、判断题 (本大题共 10 小题, 每小题 2 分, 共 20 分。正确的划“√”, 错误的划“×”, 请将答案填涂在答题纸的相应位置上。)

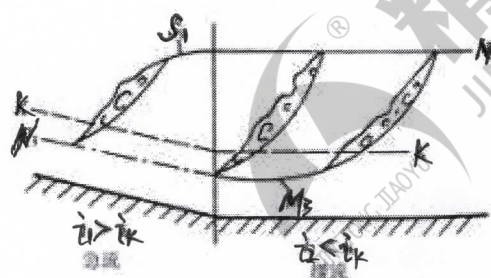
1-5. √ × × × ×      6-10. × × √ × √

二、画图题 (本大题共 4 小题, 每小题 10 分, 共 40 分。请在答题纸的相应位置上作答。)

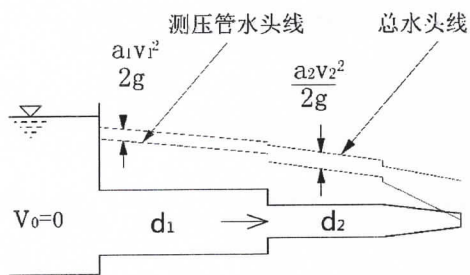
1.



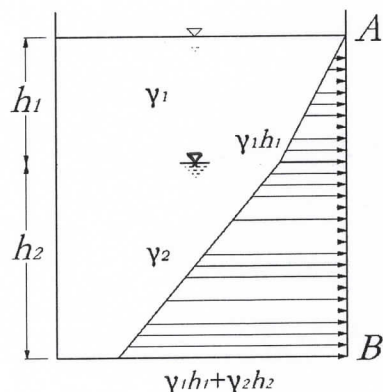
2.



3.



4.



三、简答题（本大题共 3 小题，第 1 小题 15 分，第 2、3 小题各 10 分，共 35 分。请在答题纸的相应位置上作答。）

1. 答：

堰流和闸孔出流的共同之处是：

- (1) 二者都是壅高了上游水位之后，在重力作用下而形成的水流运动；
- (2) 从能量观点看，二者的出流过程都是一种由势能转化为动能的过程；
- (3) 二者均属于急变流，过水断面上的压强分布不符合静水压强分布规律；
- (4) 二者的能量损失中主要为局部水头损失。

堰流和闸孔出流的不同之处是：

- (1) 闸孔出流受闸门控制，而堰流不受闸门控制；
- (2) 堰流的水面线是光滑连续降落的，而闸孔出流的水面线被闸门截断，上下游不连续。

2. 答：

- (1) 趾墩：设置在消能池起始断面处。有分散入池水流以加剧紊动掺混的作用。
- (2) 消能墩：设置在  $1/2 \sim 1/3$  的池长处，布置一排或数排。它可加剧紊动掺混，并给水跃以反击力，对于减小池深和缩短池长有良好的作用。
- (3) 尾坎（连续坎或齿坎）：设置在消能池的末端。它将池中流速较大的底部水流导向下

水头的上层，以改善池后水流的流速分布，减轻对下游河床的冲刷。

3. 答：

(1) 过水断面的形状、尺寸和水深沿流程不变，因而过水断面面积也是沿流程不变；

(2) 过水断面上的流速分布和断面平均流速沿流程不变，因而水流的动能修正系数和流速水头也沿流程不变；

(3) 由于水深和断面平均流速沿流程不变，所以总水头线、水面线（即测压管水头线）和渠底线是三条相互平行的直线，也就是水力坡度  $J$ 、水面坡度（测压管水头线坡度） $J_p$  和渠底坡度  $i$  三者相等，即： $J = J_p = i$ 。

四、计算题（本大题共 3 小题，第 2 小题 15 分，第 1、3 小题各 20 分，共 55 分。请在答题纸的相应位置上作答。）

1. 解：

1) 计算临界水深  $h_k$ ，判断收缩断面和下游水流流态，

$$q = 15 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}$$

$$h_k = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{15^2}{9.8}} = 2.84 \text{ m}$$

因为收缩断面水深  $h_c = 1 \text{ m} < h_k$  为急流，下游水深  $h_t = 4.5 \text{ m} > h_k$  为缓流，

所以溢流坝下游必定发生水跃。

2) 计算收缩断面处水深  $h_c$  的共轭水深：

$$h_c'' = \frac{h_c}{2} \left( \sqrt{1 + 8 \times \frac{q^2}{gh_c^3}} - 1 \right) = \frac{1}{2} \times \left( \sqrt{1 + 8 \times \frac{15^2}{9.8 \times 1^3}} - 1 \right) = 6.3 \text{ m}$$

因为  $h_c'' > h_t$ ，该水跃为远驱水跃。

3) 溢流坝下游发生远驱水跃，需要修建消能池，降低护坦式消能池的设计池深  $d$  确定

取水跃淹没系数  $\sigma_j = 1.05$

由于是复杂的函数关系，联立上式试算可求得池深  $d$ 。注意，初步估算时，可取池深。

$$d = \sigma_j h_c'' - h_t = 1.05 \times 6.3 - 4.5 = 2.115 \text{m}$$

池长  $L_j$  的确定

消能池长度必须保证水跃不越出池外。实验表明，消能池中水跃的长度要比无升坎阻挡的完全水跃缩短（20%~30%），故从收缩断面算起的消能池长度为

$$L_j = 6.9 \times (h_c'' - h_c) = 6.9 \times (6.3 - 1) = 36.57 \text{m}$$

$$L_B = (0.7 \sim 0.8) L_j$$

式中， $L_j$  为平底完全水跃的长度

$$L_B = (0.7 \sim 0.8) L_j = (0.7 \sim 0.8) \times 36.57 = 25.60 \text{m} \sim 29.26 \text{m}$$

2. 解：

由题已知条件可得

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{0.329}{120} = 0.0027 \text{m}^3/\text{s} \quad v = \frac{Q}{A} = \frac{0.0027}{\pi \left(\frac{0.05}{2}\right)^2} = 1.397 \text{m/s}$$

$$h_w = h_f + h_m \Rightarrow 0.629 = \lambda \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g} + h_m \Rightarrow h_m = 0.03157$$

$$\text{则} \quad h_m = \xi \frac{v^2}{2g} = 0.03157 \Rightarrow \xi \frac{1.397^2}{2 \times 9.8} = 0.03157 \Rightarrow \xi = 0.317$$

3. 解：

以坝上游断面(1-1)和下游收缩断面(2-2)之间的水体为研究对象则

$$v_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{40}{10 \times 7} = 0.571 \text{m/s}$$

$$v_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{40}{0.5 \times 7} = 11.43 \text{m/s}$$

此段水体的受力为



$$\text{左边压力 } P_1 = \frac{1}{2} \gamma h_1^2 L = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 10^2 \times 7 = 3430 \text{ kN}$$

$$\text{右边压力 } P_2 = \frac{1}{2} \gamma h_2^2 L = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 0.5^2 \times 7 = 8.58 \text{ kN}$$

对此段水体水平方向列动量方程（令  $\beta_1 = \beta_2 = 1$ ）

$$\sum F_x = \rho Q (\beta_2 v_2 - \beta_1 v_1) \Rightarrow P_1 - P_2 - R_x = \rho Q (v_2 - v_1)$$

代入数据有：  $3430 - 8.58 - R_x = 1 \times 40(11.43 - 0.571) \Rightarrow R_x = 2987 \text{ kN}$  方向向左



# 河北省普通高校专科接本科教育考试

## 水力学模拟试卷参考答案 (试卷二)

(总分: 150 分)

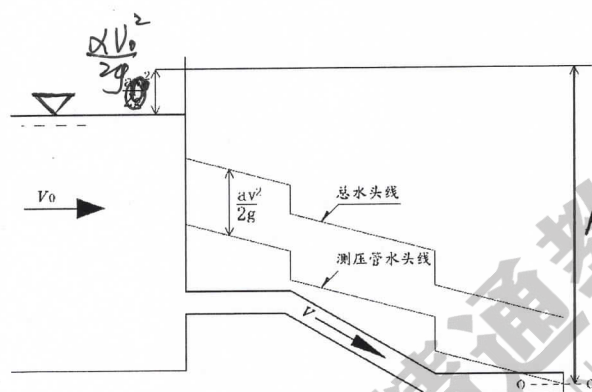
说明: 请在答题纸的相应位置上作答, 在其它位置上作答的无效。

一、判断题 (本大题共 10 小题, 每小题 2 分, 共 20 分。正确的划“√”, 错误的划“×”, 请将答案填涂在答题纸的相应位置上。)

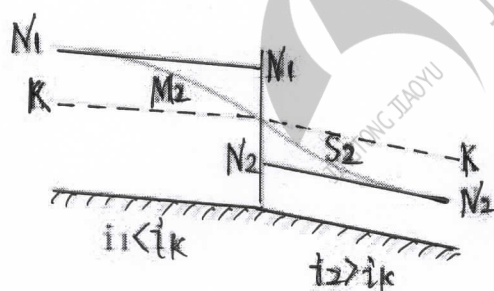
1-5. × × × √ √      6-10. × × × × √

二、画图题 (本大题共 4 小题, 每小题 10 分, 共 40 分。请在答题纸的相应位置上作答。)

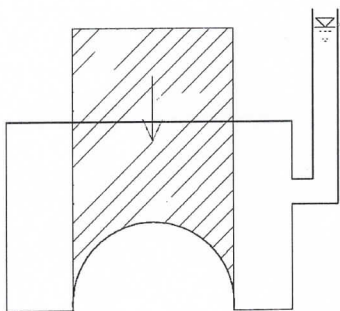
1.



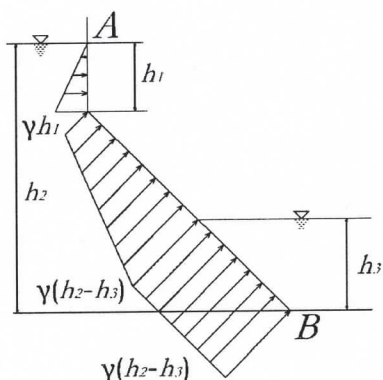
2.



3.



4.



三、简答题（本大题共 3 小题，第 1、3 小题各 10 分，第 2 小题 15 分，共 35 分。请在答题纸的相应位置上作答。）

1. 答：

渠道设计中选用的粗糙系数  $n$  值比实际糙率大，则按一定流量设计确定的过水断面面积或底坡就会偏大，也会因此而增大建设工程量和造价；渠道建成后实际运行时，明渠中实际流速大于设计流速，可能会引起渠道冲刷，造成实际水深及水位降低，导致次级渠道的进水困难，减小经济效益（如减少自流灌溉面积）。反之，如果边壁糙率估计得过低，渠道设计中选用的粗糙系数  $n$  值比实际糙率小，则按设计流量计算确定的过水断面面积或渠道底坡就偏小，造成实际糙率  $n$  比设计选用值大，边壁对水流的阻力就大，渠道通水运行的实际流速达不到设计值，不能满足要求的流量，或者在设计流量下运行时，水深增大，渠水漫出堤外，造成事故；实际流速低于设计值，还可能导致挟沙水流中的泥沙淤积在渠道中。

2. 答：

利用固体边界将水股分散，增加水流紊动程度，达到消能目的。常用的消能方式有三种种，它们的做法和原理如下：

### (1) 挑流型衔接消能

在溢流坝段末端修建比下游水位高的挑流鼻坎，利用高速下泄水流的动能，因势利导，把水流抛向空中，再落入离建筑物较远的下游河道。使得下泄水流对河床的冲刷远离建筑物。挑流水舌与空气的摩擦、掺气以及水舌与下游水流的撞击和在冲坑中产生的漩滚，均可消减能量。

### (2) 面流型衔接消能

在溢流建筑物末端修建一个比下游水位低的水平或仰角较小的导流坎，将高流速下泄的水流导向下游水流的表层，使之与河床隔离，以减轻对河床的冲刷。在表层高速水流与河床间形成底部漩滚区，以消减能量，

### (3) 戽流型衔接消能

在泄流建筑物末端修建一个大反弧且低于下游水位的消能戽斗，将高速下泄的水流挑向下游水面形成涌浪，在戽斗内形成戽旋滚，涌浪尾部形成表面旋滚，戽斗后的主流与河床之间形成底部旋滚，即戽流消能的“三滚一浪”典型流态，达到消能目的。

3. 答：

紊流中由于液体质点的相互混掺以及相互碰撞，使液体各质点间发生动量交换，动量大的质点将动量传递给动量小的质点，促使其加速；动量小的质点影响动量大的质点，促使其减速。然而，在动量交换中不可能发生质量的改变，只有流速发生变化，因此动量交换的结果使断面流速分布趋于均匀化。

四、计算题（本大题共 3 小题，第 1、3 小题各 15 分，第 2 小题 25 分，共 55 分。请在答题纸的相应位置上作答。）

1. 解：

(1) 计算临界水深  $h_k$ ，判断收缩断面和下游水流流态，

$$q = \frac{Q}{b} = \frac{80}{5} = 16 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}, \quad h_k = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{16^2}{9.8}} = 2.97 \text{ m}$$

因为收缩断面水深  $h_c = 2 \text{ m} < h_k$  为急流，下游水深  $h_t = 3.5 \text{ m} > h_k$  为缓流，

所以溢流坝下游必定发生水跃。



(2) 计算收缩断面处水深  $h_c$  的共轭水深:

$$h_c'' = \frac{h_c}{2} \left( \sqrt{1 + 8 \times \frac{q^2}{gh_c^3}} - 1 \right) = \frac{2}{2} \times \left( \sqrt{1 + 8 \times \frac{16^2}{9.8 \times 2^3}} - 1 \right) = 4.21\text{m}$$

因为  $h_c'' > h_t$ , 该水跃为远驱水跃。

(3) 溢流坝下游发生远驱水跃, 需要修建消力池。

估算消力池深  $d$ , 取水跃淹没系数  $\sigma_j = 1.05$

则池深约为  $d = \sigma_j h_c'' - h_t = 1.05 \times 4.21 - 3.5 = 0.92\text{m}$

则池长约为:

$$L = (0.7 \sim 0.8)L_j = (0.7 \sim 0.8) \times 6.9 \times (h_c'' - h_c) = (0.7 \sim 0.8) \times 6.9 \times (4.21 - 2) = 10.67\text{m} \sim 12.2\text{m}$$

2.解:



取如上脱离体, 建立坐标系,

$$v_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{0.1}{\pi \times \left(\frac{d_1}{2}\right)^2} = \frac{0.1}{3.14 \times \left(\frac{0.25}{2}\right)^2} = 2.038\text{m/s}$$

$$v_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{0.1}{\pi \times \left(\frac{d_2}{2}\right)^2} = \frac{0.1}{3.14 \times \left(\frac{0.2}{2}\right)^2} = 3.185\text{m/s}$$

(1) 求 2-2 断面形心点相对压强  $p_2$

对 1-1、2-2 断面列能量方程, 以过两断面形心点的水平面为基准面:

$$0 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = 0 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + 0$$

$$\text{代入数据, } \frac{150}{9.8} + \frac{2.038^2}{2 \times 9.8} = \frac{p_2}{9.8} + \frac{3.185^2}{2 \times 9.8} \Rightarrow p_2 = 147.0 \text{ kN/m}^2$$

(2) 求作用在脱离体上1-1和2-2断面上的动水压力  $P_1$  和  $P_2$

$$P_1 = p_1 A_1 = 150 \times 3.14 \times \left( \frac{0.25}{2} \right)^2 = 7.359 \text{ kN}, \quad P_2 = p_2 A_2 = 147 \times 3.14 \times \left( \frac{0.2}{2} \right)^2 = 4.616 \text{ kN}$$

(3) 用动量方程求弯管对水流的作用力  $R_x$  和  $R_y$

脱离体如图所示, 设弯管对水流的作用力在x方向和y方向上的分力分别为  $R_x$  和  $R_y$ , 方向与图中坐标系方向一致。

列 x 方向上的动量方程的投影式:

$$\rho Q(\beta_2 v_{2x} - \beta_1 v_{1x}) = \sum F_x \quad \text{即} \quad \rho Q(\beta_2 v_2 \cos 45^\circ - \beta_1 v_1) = P_1 + R_x - P_2 \cos 45^\circ$$

令  $\beta_1 = \beta_2 = 1$ , 上式代入数据得:

$$1 \times 0.1 \times (3.185 \times \frac{\sqrt{2}}{2} - 2.038) = 7.359 + R_x - 4.616 \times \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\Rightarrow R_x = -4.074 \text{ kN}$$

$R_x$  为负, 说明其方向与假设方向相反。

列 y 方向上的动量方程的投影式:

$$\rho Q(\beta_2 v_{2y} - \beta_1 v_{1y}) = \sum F_y \quad \text{即} \quad \rho Q(\beta_2 v_2 \sin 45^\circ - 0) = R_y - P_2 \sin 45^\circ$$

令  $\beta_1 = \beta_2 = 1$ , 上式代入数据得:

$$1 \times 0.1 \times (3.185 \times \frac{\sqrt{2}}{2} - 0) = R_y - 4.616 \times \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\Rightarrow R_y = 3.489 \text{ kN}$$

$R_y$  为正, 说明其方向与假设方向相同。

(4) 求水流对弯管的作用力  $R'$

经分析知, 水流对弯管的作用力和弯管对水流的力是作用力与反作用力的关系, 所以有:

$$R'_x = -R_x = 4.074kN$$

$$R'_y = -R_y = -3.489kN$$

$$R' = \sqrt{(R'_x)^2 + (R'_y)^2} = \sqrt{4.074^2 + (-3.489)^2} = 5.364kN$$

$$R' \text{ 与水平面的夹角为 } \alpha = \arctan \frac{R'_y}{R'_x} = \arctan \frac{3.489}{4.074} = 40.58^\circ$$

3. 解:

$$\text{由图可以看出, } h_{f1-2} = H_1 - H_2 = \lambda \frac{l_1}{d} \frac{v^2}{2g}$$

$$\text{代入数据有, } 1.5 - 1.25 = \lambda \times \frac{1}{0.05} \times \frac{3^2}{2 \times 9.8}$$

$$\text{解出, } \lambda = 0.0272$$

$$h_{w2-3} = H_2 - H_3 = h_{f2-3} + h_{j2-3}$$

$$\text{即有, } h_{w2-3} = H_2 - H_3 = \lambda \frac{l_2}{d} \frac{v^2}{2g} + \zeta \frac{v^2}{2g}$$

$$\text{代入数据有, } 1.25 - 0.4 = 0.0272 \times \frac{2}{0.05} \times \frac{3^2}{2 \times 9.8} + \zeta \frac{3^2}{2 \times 9.8}$$

$$\text{解出, } \zeta = 0.763$$

## 河北省普通高校专科接本科教育考试

## 水力学模拟试卷参考答案 (试卷三)

(总分: 150 分)

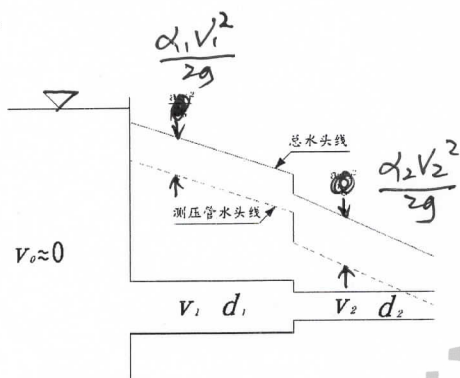
说明：请在答题纸的相应位置上作答，在其它位置上作答的无效。

一、判断题（本大题共 10 小题，每小题 2 分，共 20 分。正确的划“√”，错误的划“×”，请将答案填涂在答题纸的相应位置上。）

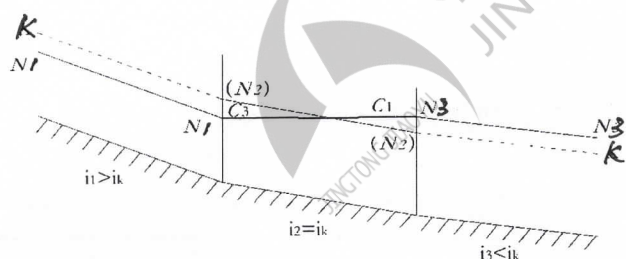
1-5.  $\times \quad \checkmark \quad \checkmark \quad \times \quad \checkmark$       6-10.  $\times \quad \times \quad \times \quad \times \quad \times$

二、画图题（本大题共 4 小题，每小题 10 分，共 40 分。请在答题纸的相应位置上作答。）

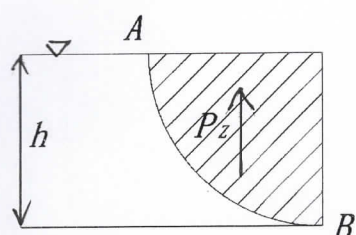
1.



2.

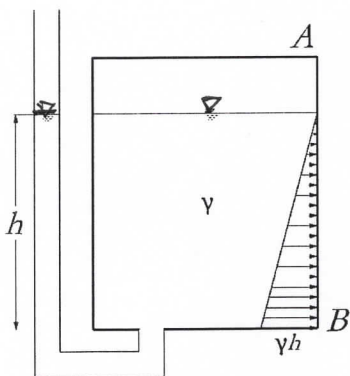


3.





4.



三、简答题（本大题共 3 小题，第 1、2 小题各 10 分，第 3 小题 15 分，共 35 分。请在答题纸的相应位置上作答。）

1. 答：

- (1) 趾墩：设置在消能池起始断面处。有分散入池水流以加剧紊动掺混的作用。
- (2) 消能墩：设置在大约  $1/2 \sim 1/3$  的池长处，布置一排或数排。它可加剧紊动掺混，并给水跃以反击力，对于减小池深和缩短池长有良好的作用。
- (3) 尾坎（连续坎或齿坎）：设置在消能池的末端。它将池中流速较大的底部水流导向下游水头的上层，以改善池后水流的流速分布，减轻对下游河床的冲刷。

2. 答：

液流产生水头损失必须具备两个条件：

- (1) 液体具有黏滞性；
- (2) 固体边界的影响，液流内部质点之间存在相对运动。

其中起决定作用的是液体具有黏滞性。

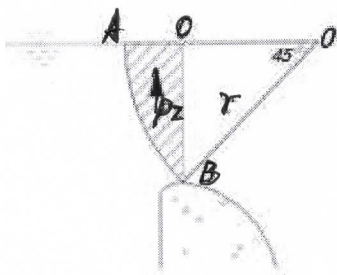
3. 答：

- (1) 过水断面为平面，且形状和大小沿程不变；
- (2) 同一条流线上各质点流速的大小和方向相同，因而迁移加速度为零，各过水断面上平均流速  $v$  相等；
- (3) 同一过水断面上各点测压管水头为常数（动水压强分布与静水压强分布规律相同，

具有  $z + \frac{p}{\gamma} = c$  的关系)。

四、计算题 (本大题共 3 小题, 第 1、2 小题各 20 分, 第 3 小题 15 分, 共 55 分。请在答题纸的相应位置上作答。)

1. 解:



闸前水深为:  $h = R \sin 45^\circ = 6 \times \sin 45^\circ = 4.24\text{m}$

水平分力  $P_x$  为:  $P_x = \gamma h_c A_x = \frac{\gamma h^2 b}{2} = \frac{9.84 \cdot 24^2 \times 8}{2} = 704.72\text{kN}$

铅垂分力等于压力体  $ABC$  内的水体重量。压力体  $ABC$  的体积等于扇形  $AOB$  的面积减去三角形  $BOC$  的面积再乘以宽度  $b$ 。

$$S_{\text{扇形}AOB} = \frac{45}{360} \pi R^2 = \frac{45}{360} \times 3.14 \times 6^2 = 14.13\text{m}^2$$

$$S_{\text{三角形}BOC} = \frac{1}{2} \times \overline{BC} \times \overline{OC} = \frac{1}{2} \times h \times R \cos 45^\circ = \frac{1}{2} \times 4.24 \times 6 \times \cos 45^\circ = 9\text{m}^2$$

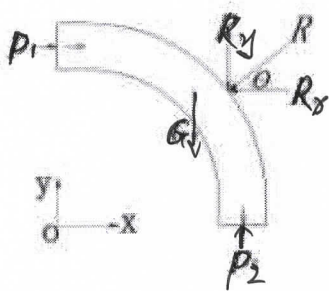
压力体  $ABC$  的体积  $V = \Omega b = (14.13 - 9) \times 8 = 41.04\text{m}^3$

因此, 铅垂分力  $P_z$  为:  $P_z = \gamma V = 9.8 \times 41.04 = 402.19\text{kN}$

作用在闸门上的静水总压力:  $P = \sqrt{P_x^2 + P_z^2} = \sqrt{704.72^2 + 402.19^2} = 811.41\text{kN}$

静水总压力  $P$  的方向与水平面的夹角  $\theta$  为:  $\theta = \arctan \frac{P_z}{P_x} = \arctan \frac{402.19}{704.72} = 30^\circ$

2. 解:



(1) 求管中水流流速 
$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0.06}{\frac{\pi}{4}(d)^2} = \frac{0.06}{\frac{3.14}{4}(0.2)^2} = 1.91 \text{ m/s}$$

(2) 求 2-2 断面中心处动水压强  $p_2$

以 2-2 断面为基准面，对 1-1 与 2-2 断面列能量方程为

$$h + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha v^2}{2g} = 0 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha v^2}{2g} + h_w$$

于是 
$$\frac{p_2}{\gamma} = h + \frac{p_1}{\gamma} - h_w$$

带入数据得: 
$$p_2 = \gamma(h + \frac{p_1}{\gamma} - h_w) = 9.8(2 + \frac{117.6}{9.8} - 0.1) = 136.2 \text{ kN/m}^2$$

(3) 求弯头内水重 
$$G = \gamma V = \gamma \times L \times \frac{\pi}{4} \times d^2 = 9.8 \times 3.14 \times \frac{3.14}{4} \times (0.2)^2 = 0.97 \text{ kN}$$

(4) 计算作用于 1-1 断面与 2-2 断面上的动水总压力

$$P_1 = p_1 \times \frac{\pi d^2}{4} = 117.6 \times \frac{3.14 \times (0.2)^2}{4} = 3.7 \text{ kN}$$

$$P_2 = p_2 \times \frac{\pi d^2}{4} = 136.2 \times \frac{3.14 \times (0.2)^2}{4} = 4.28 \text{ kN}$$

(5) 对弯管内水流沿 x, y 方向分别列动量方程

令管壁对水体的反作用力在水平和铅垂方向的分力为  $R_x$  及  $R_y$

沿 x 方向列动量方程:  $\rho Q(0 - \beta v) = P_1 - R_x$

$$R_x = P_1 + \beta \rho Q v = 3.7 + 1 \times 1 \times 0.06 \times 1.91 = 3.815 \text{ kN}$$

沿 y 方向列动量方程:  $\rho Q(-\beta v - 0) = P_2 - G - R_y$

$$R_y = P_2 - G + \beta \rho Q v = 4.28 - 0.97 + 1 \times 1 \times 0.06 \times 1.91 = 3.425 \text{ kN}$$

管壁对水流的总作用力:  $R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(3.815)^2 + (3.425)^2} = 5.13 \text{ kN}$

令反作用力  $R$  与水平轴  $x$  的夹角为  $\theta$ , 则:  $\tan \theta = \frac{R_y}{R_x} = 0.898 \Rightarrow \theta = 41^\circ 55'$

水流对管壁的作用力与  $R$  大小相等, 方向相反。

3. 解:

(1) 计算临界水深  $h_k$ , 判断收缩断面和下游水流流态,

$$q = \frac{Q}{b} = \frac{8.5}{2} = 4.25 (\text{m}^3 / \text{s} \cdot \text{m})$$

$$h_k = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{4.25^2}{9.8}} = 1.226 \text{ m}$$

因为上游断面水深  $h_{01} = 1 \text{ m} < h_k$ , 为急流, 下游水深  $h_{02} = 2 \text{ m} > h_k$ , 为缓流。

(2) 因为上游渠段为急流, 下游渠段为缓流, 两种流态的转换, 所以在两渠道内必定发生水跃。

(3) 计算跃后水深  $h_c''$

$$h_c'' = \frac{h_{01}}{2} \left( \sqrt{1 + 8 \times \frac{q^2}{gh_{01}^3}} - 1 \right) = \frac{1}{2} \times \left( \sqrt{1 + 8 \times \frac{4.25^2}{9.8 \times 1^3}} - 1 \right) = 1.484 \text{ m}$$

因为  $h_c'' < h_{02}$ , 该水跃为淹没式水跃。发生在变坡点上游。



# 河北省普通高校专科接本科教育考试

## 水力学模拟试卷参考答案 (试卷四)

(总分: 150 分)

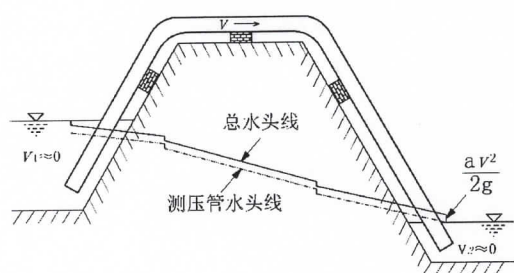
说明: 请在答题纸的相应位置上作答, 在其它位置上作答的无效。

一、判断题 (本大题共 10 小题, 每小题 2 分, 共 20 分。正确的划“√”, 错误的划“×”, 请将答案填涂在答题纸的相应位置上。)

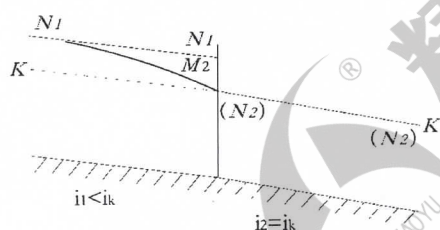
1-5. × √ × × ×      6-10. × × × √ ×

二、画图题 (本大题共 4 小题, 每小题 10 分, 共 40 分。请在答题纸的相应位置上作答。)

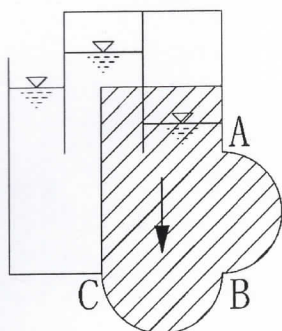
1.



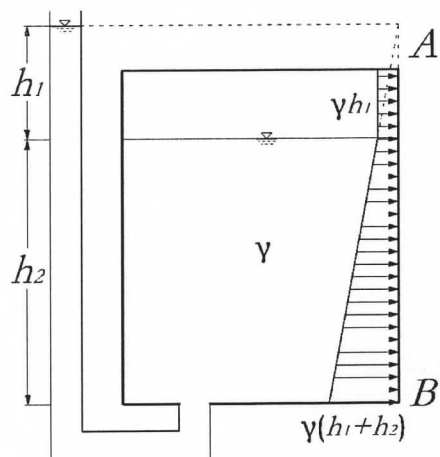
2.



3.



4.



三、简答题（本大题共 3 小题，第 2 小题 15 分，第 1、3 小题各 10 分，共 35 分。请在答题纸的相应位置上作答。）

1. 答：

泄水建筑物下游水流衔接和消能的措施有以下类型

（1）利用固体边界将水股分散，增加水流紊动程度，达到消能目的。常用的消能方式有：

- ①挑流型衔接消能；
- ②面流型衔接消能；
- ③库流型衔接消能

（2）下泄水流通过水跃与下游水流衔接，利用水跃消能。

2. 答：

判别急流和缓流的方式主要有：

（1）用定义判别：

$v < \omega$  时，水流为缓流；  $v = \omega$  时，水流为临界流；  $v > \omega$  时，水流为急流；

（2）用佛汝德数判别：

$Fr < 1$  时，水流为缓流；  $Fr = 1$  时，水流为临界流；  $Fr > 1$  时，水流为急流；

（3）用临界水深判别：

$h > h_K$  时，水流为缓流；  $h = h_K$  时，水流为临界流；  $h < h_K$  时，水流为急流；

3. 答：

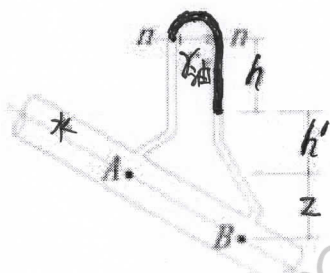
堰流流量的基本公式为:  $Q = m\epsilon_1\sigma_s b\sqrt{2g}H_0^{\frac{3}{2}}$

式中:  $Q$  为堰流流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ );  $m$  为流量系数;  $\epsilon_1$  为侧收缩系数;  $\sigma_s$  为淹没系数;

$b$  为堰宽;  $H_0$  为包含流速水头的堰上全水头;  $g$  为重力加速度。

四、计算题 (本大题共 3 小题, 第 1 小题 15 分, 第 2、3 小题各 20 分, 共 55 分。请在答题纸的相应位置上作答。)

1. 解:



如图, 设  $A$  点与油面的高差为  $h'$ , 选择  $n-n$  等压面, 左端为 1 点, 右端为 2 点,

$$\text{则 } p_A = p_1 + \gamma_{\text{水}}(h + h') \Rightarrow p_1 = p_A - \gamma_{\text{水}}(h + h')$$

$$p_B = p_2 + \gamma_{\text{油}}h + \gamma_{\text{水}}(h' + z) \Rightarrow p_2 = p_B - \gamma_{\text{油}}h - \gamma_{\text{水}}(h' + z)$$

因为  $p_1 = p_2$

所以:

$$p_A - \gamma_{\text{水}}(h + h') = p_B - \gamma_{\text{油}}h - \gamma_{\text{水}}(h' + z)$$

$\Rightarrow$

$$p_B - p_A = \gamma_{\text{油}}h + \gamma_{\text{水}}(h' + z) - \gamma_{\text{水}}(h + h')$$

$$= \gamma_{\text{油}}h + \gamma_{\text{水}}(z - h)$$

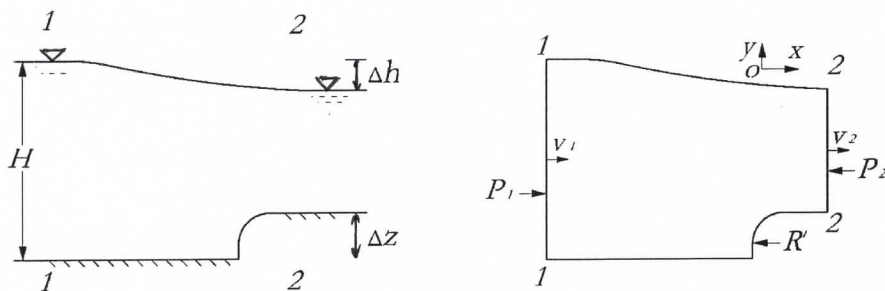
$$= 9.08 \times 0.12 + 9.8 \times (0.2 - 0.12)$$

$$= 1.87 \text{ kPa}$$

2. 答:

(1) 求渠道通过的流量

如图所示, 以通过上游渠底的水平面为基准面, 在底坎上下游渐变流段, 分别选取断面 1-1 和 2-2, 以对应断面的平面为计算点, 对两个断面列能量方程如下:



$$H + 0 + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = (H - \Delta h) + 0 + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_w$$

取动能修正系数  $\alpha_1 = \alpha_2 = 1.0$ ,  $h_w = 0$

根据已知条件代入能量方程可得:  $2 + 0 + \frac{v_1^2}{2g} = (2 - 0.2) + 0 + \frac{v_2^2}{2g} + 0 \Rightarrow v_2^2 - v_1^2 = 0.4g$

(1 式)

根据已知条件:  $A_1 = B \times H = 2.7 \times 2 = 5.4 \text{m}^2$

$$A_2 = B \times (H - \Delta h - \Delta z) = 2.7 \times (2 - 0.2 - 0.3) = 4.05 \text{m}^2$$

由连续性方程  $v_1 A_1 = v_2 A_2$  得:  $v_1 \times 5.4 = v_2 \times 4.05 \Rightarrow v_2 = \frac{4}{3} v_1$  (2 式)

联立 (1 式) 和 (2 式) 可求得:  $v_1 = 2.245 \text{m/s}$ ;  $v_2 = 2.99 \text{m/s}$

$$\text{则 } Q = v_1 A_1 = 2.245 \times 5.4 = 12.12 \text{m}^3/\text{s}$$

(2) 求水流对渠底坎水平方向的力

取过水断面 1-1、断面 2-2、水流表面及渠底所围成的水体为控制体, 选直角坐标系  $xOy$ , 令  $x$  轴方向与水流方向一致, 列  $x$  方向动量方程,

$$\rho Q (\beta_2 v_{2x} - \beta_1 v_{1x}) = \sum F_x$$

作用在控制体上  $x$  方向的力有 1-1 断面动水压力  $P_1$  和 2-2 断面动水压力  $P_2$ :

$$P_1 = \gamma \times \frac{H}{2} \times B \times H = 9.8 \times \frac{2}{2} \times 2.7 \times 2 = 52.92 \text{kN}$$

$$P_2 = \gamma \times \frac{(H - \Delta h - \Delta z)}{2} \times B \times (H - \Delta h - \Delta z) = 9.8 \times \frac{(2 - 0.2 - 0.3)}{2} \times 2.7 \times (2 - 0.2 - 0.3) = 29.77 \text{kN}$$



$R'$  是渠底坎对水流的作用力, 假设该力沿  $Ox$  轴负方向, 是待求量。

取动量修正系数  $\beta_2 = \beta_1 = 1$ , 将各量代入动量方程得到:

$$\rho Q(v_2 - v_1) = P_1 - P_2 - R'$$

$$\text{则 } R' = P_1 - P_2 - \rho Q(v_2 - v_1) = 52.92 - 29.77 - 1 \times 12.12 \times (2.99 - 2.245) = 14.1 \text{ kN}$$

$R'$  为正, 说明其方向与假设方向一致。

水流对渠底坎水平方向的力  $R$  与  $R'$  大小相等, 方向相反。

3. 解:

(1) 水库水面与吸水池水面高差  $z$  的计算

输水管道出口在水面下, 其水流属于简单管道淹没出流,

$$Q = \mu_c A \sqrt{2gz} \quad , \quad \mu_c = \frac{1}{\sqrt{\lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta}}$$

$$\text{根据已知条件知, } \mu_c = \frac{1}{\sqrt{\lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta}} = \frac{1}{\sqrt{0.025 \times \frac{60}{0.15} + 5 + 1}} = 0.25$$

$$Q = \mu_c A \sqrt{2gz} \text{ 代入数据得 } 0.05 = 0.25 \times 3.14 \times \frac{0.15}{2} \times \frac{0.15}{2} \times \sqrt{2 \times 9.8 \times z} \quad \Rightarrow$$

$$z = 6.54 \text{ m}$$

(2) 水泵扬程计算

水泵扬程的计算为:  $h_p = H + h_{w\text{吸}} + h_{w\text{压}}$

从图中可知河面水位与压力水池水面差为,  $H = 169.5 - 145.0 = 24.5 \text{ m}$

$$h_w = \left( \lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta \right) \frac{v^2}{2g}$$

其中沿程水头损失系数  $\lambda$  按照阻力平方区计算, 即  $\lambda = \frac{8g}{C^2}$ ,  $C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$

① 吸水管的计算

$$v_{\text{吸}} = \frac{0.05}{3.14 \times (\frac{0.2}{2})^2} = 1.592 \text{ m/s} \quad , \quad C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}} = \frac{1}{n} (\frac{d_1}{4})^{\frac{1}{6}} = \frac{1}{0.012} (\frac{0.2}{4})^{\frac{1}{6}} = 50.58$$

$$\lambda = \frac{8g}{C^2} = \frac{8 \times 9.8}{50.58^2} = 0.0306$$

$$h_{\text{w吸}} = (\lambda \frac{l_{\text{吸}}}{d_1} + \zeta_1 + \zeta_2) \frac{v^2}{2g} = (0.0306 \times \frac{4}{0.2} + 5.2 + 0.35) \times \frac{1.592^2}{2 \times 9.8} = 0.797 \text{ m}$$

## ②压水管计算

$$v_{\text{压}} = \frac{0.05}{3.14 \times (\frac{0.15}{2})^2} = 2.831 \text{ m/s} \quad , \quad C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}} = \frac{1}{n} (\frac{d_2}{4})^{\frac{1}{6}} = \frac{1}{0.012} (\frac{0.15}{4})^{\frac{1}{6}} = 48.21$$

$$\lambda = \frac{8g}{C^2} = \frac{8 \times 9.8}{48.21^2} = 0.0337$$

$$h_{\text{w压}} = (\lambda \frac{l_{\text{压}}}{d_2} + \zeta_3 + \zeta_4 + \zeta_5 + \zeta_6) \frac{v^2}{2g} = (0.0337 \times \frac{50}{0.15} + 1.7 + 0.1 + 0.35 + 1) \times \frac{2.831^2}{2 \times 9.8} = 5.881 \text{ m}$$

$$\text{则水泵扬程为: } h_p = H + h_{\text{w吸}} + h_{\text{w压}} = 24.5 + 0.797 + 5.881 = 31.178 \text{ m}$$

## (3) 水泵的最大允许安装高程的确定

安装高程是以水泵的允许真空值来控制的。令水泵轴中心线距进水池高差为  $h_s$ ，则

$$\nabla_2 = \nabla_1 + h_s。$$

计算  $h_s$  值:

$$\begin{aligned} h_s &= h_v - (a + \lambda \frac{l_{\text{吸}}}{d_1} + \sum \zeta) \frac{v_{\text{吸}}^2}{2g} \\ &= 4.8 - (1 + 0.0306 \times \frac{4}{0.2} + 5.2 + 0.35) \frac{1.592^2}{9.8 \times 2} \\ &= 4.8 - 0.93 \\ &= 3.87 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{水泵最大允许安装高程 } \nabla_2 = 145 + 3.87 = 148.87 \text{ m}。$$