

水工钢筋混凝土结构模拟试题一

一、填空题（每小题 5 分，共计 45 分）

- 1、钢筋混凝土结构按建造方法可分为装配式、整体式和装配整体式。
- 2、用于确定混凝土抗压强度的试件有立方体和棱柱体两种。
- 3、混凝土在长期荷载作用下，应力不变，应变会随着时间的增长而增长的现象。
- 4、钢筋接长有 3 种方法，分别是绑扎搭接、焊接和机械连接。
- 5、结构在安全性、适用性和耐久性等 3 个方面的要求统称为可靠性。

二、选择题（每小题 6 分，共计 30 分）

- 1、水利工程结构常用的钢筋是（C）。
 A. HPB235 和 RRB400 B. HRB335 和 HRB400
 C. HPB235 和 HRB335 D. HPB300 和 HRB500
- 2、我国混凝土的强度等级是根据（B）规定的。
 A. 立方体抗压强度设计值 B. 立方体抗压强度标准值
 C. 立方体抗压强度平均值 D. 具有 90%保证率的立方体抗压强度
- 3、下列（D）项不属于直接作用。
 A. 风荷载 B. 活荷载 C. 水压力 D. 地震
- 4、当 $\lambda > 3$ 时，无腹筋梁的受剪破坏形态为（A）。
 A. 斜拉破坏 B. 剪压破坏 C. 斜压破坏
- 5、采用对称配筋的大偏心受压柱，在下列（C）组内力为最不利内力组合。
 A. $M = 100\text{kN}\cdot\text{m}$ ， $N = 150\text{kN}$ B. $M = 100\text{kN}\cdot\text{m}$ ， $N = 500\text{kN}$
 C. $M = 200\text{kN}\cdot\text{m}$ ， $N = 150\text{kN}$ D. $M = 200\text{kN}\cdot\text{m}$ ， $N = 500\text{kN}$

三、简答题（每小题 20 分，共计 40 分）

- 1、简述适筋梁受弯构件正截面破坏三个阶段的特点。
 答：第 1 阶段-未裂阶段，受拉区混凝土和钢筋共同承受拉力，二者应变相同；第 2 阶段-裂缝阶段，受拉区混凝土开裂退出工作，钢筋承担全部拉力；第 3 阶段-破坏阶段，受拉钢筋屈服，裂缝不断向上延伸，受压区混凝土被压碎。
- 2、什么是混凝土的徐变？减小混凝土徐变的措施有哪些？
 答：混凝土在长期荷载作用下，应力不变而应变会随着时间的增长而增长的现象。减小混凝土徐变的措施有：（1）减少水泥用量，降低水灰比，采用高强度骨料；（2）高温高湿养护；（3）长期所受应力不应太大，最好小于 $0.5f_c$ 。

四、计算题（每小题 35 分，共计 35 分）

- 1、已知：钢筋混凝土偏心受压柱截面尺寸 $b \times h = 400\text{mm} \times 500\text{mm}$ ，柱子的计算长度 $l_0 = 2.5\text{m}$ ，轴力设计值 $N = 600\text{kN}$ ，弯矩设计值 $M = 240\text{kN}\cdot\text{m}$ ，混凝土 C25，钢筋 II 级，



$a = a' = 40\text{mm}$, $\gamma = 1.20$ 。按 DL/T5057-2009 规范。求钢筋面积 $A_s = A_s' = ?$

解：查附录 2 表 1 和表 3 得 $f_c = 11.9\text{N/mm}^2$, $f_y' = f_y = 300\text{N/mm}^2$

$$h_0 = h - a = 500 - 40 = 460\text{mm}$$

$$\frac{l_0}{h} = \frac{2500}{500} = 5 < 8, \text{可不考虑纵向弯曲的影响, 取 } \eta = 1$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{240 \times 10^3}{600} = 400\text{mm} > \frac{h_0}{30} = \frac{460}{30} = 15.3\text{mm}$$

故按实际偏心距 $e_0 = 400\text{mm}$ 计算

$\eta e_0 = 400\text{mm} > 0.3 \times h_0 = 138\text{mm}$, 所以按大偏心受压构件进行计算

$$e = \eta e_0 + \frac{h}{2} - a = 400 + \frac{500}{2} - 40 = 610\text{mm}$$

查表 3-1 得 $\xi_b = 0.55$, $\alpha_{sb} = \xi_b (1 - 0.5\xi_b) = 0.399$

$$A_s' = \frac{\gamma Ne - \alpha_{sb} f_c b h_0^2}{f_y' (h_0 - a')} = \frac{1.2 \times 600 \times 10^3 \times 610 - 0.399 \times 11.9 \times 400 \times 460^2}{300 \times (460 - 40)}$$

$$= 296.197\text{mm}^2 < \rho_{\min} b h_0 = 0.2\% \times 400 \times 460 = 368\text{mm}^2$$

故取 $A_s' = 368\text{mm}^2$, 所以适用 $5\Phi 10$ ($A_s' = 393\text{mm}^2$)

$$\alpha_s = \frac{\gamma Ne - f_y' A_s' (h_0 - a')}{f_c b h_0^2} = \frac{1.2 \times 600 \times 10^3 \times 610 - 300 \times 393 \times (460 - 40)}{11.9 \times 400 \times 460^2} = 0.387$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.387} = 0.525 < \xi_b = 0.55$$

$$x = \xi h_0 = 0.525 \times 460 = 241.5\text{mm} > 2a' = 80\text{mm}$$

$$A_s = \frac{f_c b \xi h_0 + f_y' A_s' - \gamma N}{f_y} = \frac{11.9 \times 400 \times 0.525 \times 460 + 300 \times 393 - 1.2 \times 600 \times 10^3}{300}$$

$$= 1824.8\text{mm}^2 > \rho_{\min} b h_0 = 368\text{mm}^2$$

适用 $6\Phi 20$, $A_s = 1884\text{mm}^2$ 。



水工钢筋混凝土结构模拟试题二

一、填空题（每小题 5 分，共计 45 分）

- 1、板中分布钢筋的作用是将板面荷载 均匀地 传递给受力钢筋，并在施工中以 固定 受力钢筋。
- 2、当受弯构件沿弯矩最大的截面破坏时，破坏截面与构件的轴线垂直，这种破坏称 正截面 破坏；当受弯构件沿弯矩和剪力较大的截面破坏时，破坏截面与构件的轴线斜交，这种破坏称为 斜截面 破坏。
- 3、剪跨比是指作用有集中荷载的梁的 剪跨 和 截面有效高度 的比值。
- 4、大小偏心受压构件的本质区别是在受压区混凝土压碎之前远离竖向力侧的钢筋是否 受拉屈服。
- 5、预应力混凝土结构是指在 外荷载 施加之前，先对混凝土预加 压力，造成混凝土的人为初始应力状态。

二、选择题（每小题 6 分，共计 30 分）

- 1、梁的混凝土保护层厚度是指（B）。
 - A. 从受力钢筋截面形心算起到截面受拉边缘的距离
 - B. 从受力钢筋外边缘算起到截面受拉边缘的距离
 - C. 从受力钢筋内边缘算起到截面受拉边缘的距离
 - D. 从箍筋外边缘算起到截面受拉边缘的距离
- 2、受弯构件正截面承载力计算时，当 $\alpha_1 \xi_b < \xi$ 时，发生的破坏将是（C）。
 - A. 少筋破坏
 - B. 适筋破坏
 - C. 超筋破坏
- 3、适筋梁在最终破坏时正截面所能承受的荷载（B）。
 - A. 远大于受拉钢筋屈服时承受的荷载
 - B. 稍大于受拉钢筋屈服时承受的荷载
 - C. 等于受拉钢筋屈服时承受的荷载
- 4、在有腹筋梁中，除剪跨比外，还有（C）对破坏形态也产生影响。
 - A. 混凝土强度
 - B. 纵筋数量
 - C. 腹筋数量
 - D. 截面尺寸
- 5、矩形截面对称配筋大偏心受拉构件（A）。
 - A. A_s' 受压不屈服
 - B. A_s' 受压屈服
 - C. A_s' 受拉不屈服
 - D. A_s' 受拉屈服

三、简答题（每小题 20 分，共计 40 分）

- 1、正截面受弯承载力计算时，有哪几项基本规定？

答：（1）截面应变保持平面；（2）不考虑受拉区混凝土工作；（3）当混凝土压应变 $\varepsilon_c \leq 0.002$ 时，应力应变关系为抛物线；当 $\varepsilon_c > 0.002$ 时，应力应变关系为水平线，极限压应变为 0.0033，对应应力为 f_c ；（4）受拉区纵向受力钢筋的应力为 f_y 。
- 2、什么叫结构的极限状态，根据结构的功能要求，其如何进行分类？



答：结构的极限状态指整个结构或者结构的一部分超过某一特定的状态就不能满足设计规定的某一功能的要求，此特定状态称为该功能的极限状态。
 根据结构功能的要求，结构的极限状态分为承载力极限状态和正常使用极限状态。前者指结构或构件达到了最大的承载力或者不适于继续承载的变形。后者指结构或构件达到正常使用或耐久性能的某项规定限值。

四、计算题（每小题 35 分，共计 35 分）

1、已知：钢筋混凝土矩形截面简支梁，承受均布荷载剪力设计值（包括梁自重） $V=150\text{kN}$ ，梁截面尺寸 $b \times h=200\text{mm} \times 500\text{mm}$ ， $a=45\text{mm}$ ，混凝土为 C35，箍筋采用 HPB235 级，双肢 Φ 8

$$(A_{sv1}=50.3\text{mm}^2, f_c=16.7\text{N/mm}^2, f_{yv}=210\text{N/mm}^2, \rho_{sv,\min}=0.15\%, S_{\max}=200\text{mm}),$$

按 SL191-2008 规范， $K=1.2$ 。

解：（1）截面尺寸验算

$$h_w = h_0 = h - a = 500 - 45 = 455\text{mm}$$

$$h_w / b = 455 / 200 = 2.275 < 4.0, \text{ 则应满足 } kV \leq 0.25f_c b h_0$$

$$\text{又 } 0.25f_c b h_0 = 0.25 \times 16.7 \times 200 \times 455 = 379.925\text{kN} > kV = 1.2 \times 150 = 180\text{kN}$$

故截面尺寸满足要求

（2）箍筋间距计算

$$\text{查表得 } f_t = 1.57\text{N/mm}^2,$$

$$V_c = 0.7f_t b h_0 = 0.7 \times 1.57 \times 200 \times 455 = 100.009\text{kN} < kV = 180\text{kN}$$

应由计算确定腹筋

$$\text{由 } kV = V_c + V_{sv} = V_c + 1.25f_{yv} \frac{A_{sv}}{S} h_0$$

$$\text{所以 } S = \frac{1.25A_{sv} f_{yv} h_0}{kV - V_c} = \frac{1.25 \times 2 \times 50.3 \times 210 \times 455}{(180 - 100.9) \times 10^3} \approx 151.90\text{mm}$$

$$\text{取 } S = 150\text{mm} < S_{\max} = 200\text{mm}$$

（3）最小配筋率复核

$$\rho_{sv} = \frac{A_{sv}}{b_s} = 2 \times 50.3 / 200 \times 150 = 0.34\% > \rho_{sv,\min} = 0.15\%,$$

满足最小配箍率和箍筋最大间距要求，故取箍筋间距 $S=150\text{mm}$ 。



水工钢筋混凝土结构模拟试题三

一、填空题（每小题 5 分，共计 45 分）

- 1、腹筋配置比较适中的有腹筋梁大部分发生剪压破坏，此时梁承受的受剪承载力的主要与 混凝土 的强度和 箍筋 数量有关。
- 2、抵抗弯矩图也称 材料图，就是各截面 实际 能抵抗的弯矩图形。
- 3、在钢筋混凝土构件中为防止 钢筋锈蚀，并保证钢筋和混凝土 牢固粘结 在一起，钢筋外面必须有足够厚度的混凝土保护层。
- 4、偏心受压构件采用矩形截面时，截面边长布置在 弯矩 作用方向，长边与短边的比值一般为 1.5~2.5。
- 5、正常使用极限状态验算包括 抗裂（不允许裂缝出现）或 裂缝宽度 验算和 变形 验算。

二、选择题（每小题 6 分，共计 30 分）

- 1、对于任何类型的钢筋，其抗压强度设计值 f_y' （C）。

A. $f_y = f_y'$	B. $f_y < f_y'$
C. $f_y' \leq 400N/mm^2$	D. $f_y' = 400N/mm^2$
- 2、若提高 T 型梁的混凝土强度等级，下列说法中不正确的是（C）。

A. 梁的承载力提高有限	B. 梁的抗裂性有提高
C. 梁的裂缝宽度大幅减小	D. 梁的挠度影响不大
- 3、单筋矩形截面适筋梁在尺寸已定的情况下，提高承载力的有效方法是（B）。

A. 提高混凝土的强度等级
B. 提高钢筋的级别
C. 尽量单排布置钢筋
- 4、相同无腹筋梁，其受剪承载力的关系为（B）。

A. 斜拉破坏 > 剪压破坏 > 斜压破坏
B. 斜拉破坏 < 剪压破坏 < 斜压破坏
C. 剪压破坏 > 斜压破坏 > 斜拉破坏
D. 剪压破坏 = 斜压破坏 = 斜拉破坏
- 5、矩形截面对称配筋偏心受压柱，发生界限破坏时（C）。

A. N_b 随着配筋率的增大而减小
B. N_b 随着配筋率的减小而减小
C. N_b 与配筋率无关

三、简答题（每小题 20 分，共计 40 分）

1、单向板肋形楼盖结构设计的一般步骤是什么？

答：（1）选择结构布置方案；（2）确定结构计算简图并进行荷载计算；（3）板、主梁、次梁分别进行内力计算；（4）板、主梁、次梁分别进行截面配筋计算；（5）



根据计算和构造要求绘制楼盖结构施工图。

2、钢筋混凝土受弯构件的正截面破坏有哪几种破坏形态，各有什么特点？

答：钢筋混凝土受弯构件的正截面破坏有三种破坏形态，分别为适筋破坏、超筋破坏和少筋破坏。

特点：适筋破坏：受拉钢筋先屈服，维持应力不变而发生显著的塑性变形，直到受压区边缘纤维的应变达到混凝土受弯的极限压应变时，受压区混凝土被压碎，截面即告破坏，属延性破坏。

超筋破坏：在钢筋拉应力未达屈服强度之前，受压区混凝土先被压碎，构件即破坏，属脆性破坏。

少筋破坏：受拉区一旦开裂，拉力几乎全部由钢筋承担，由于钢筋配置过少，其迅速屈服，进入强化阶段，此时钢筋塑性伸长量很大，裂缝开展过宽，梁将严重下垂，标志着梁的破坏，属脆性破坏。

四、计算题（每小题 35 分，共计 35 分）

1、已知：某钢筋混凝土梁的截面尺寸为 $250\text{mm} \times 500\text{mm}$ ，在荷载基本组合下承受弯矩设计值 $M = 280.1\text{kN} \cdot \text{m}$ ，混凝土强度等级为 C30，钢筋的强度等级为 HRB335 级，二类环境类别，3 级水工建筑物，持久状况 ($f_c = 14.3\text{N/mm}^2$, $f_y = 300\text{N/mm}^2$, $a' = 40\text{mm}$, $a = 65\text{mm}$, $\gamma_d = 1.2$, $\varphi = 1.0$, $\gamma_0 = 1.0$)，截面尺寸以及混凝土强度等级不能改变。要求纵向受拉钢筋的面积（按 DL/T 5057—2009 规范计算）。

解：已知 $f_c = 14.3\text{N/mm}^2$, $f_y = f_y' = 300\text{N/mm}^2$, $a' = 40\text{mm}$

$\alpha = 65\text{mm}$, $\gamma_d = 1.2$, $\varphi = 1.0$, $\gamma_0 = 1.0$ (故 $\gamma = \gamma_d \gamma_0 \varphi = 1.2$)

查表 3-1 知 $\alpha_{sb}^0 = 0.399$

① 判断截面配置为单筋双筋

$$\alpha_s = \frac{\gamma M}{f_c b h_0^2} = \frac{1.2 \times 280.1 \times 10^6}{14.3 \times 250 \times 435^2} = 0.496 > \alpha_{sb}^0 = 0.399$$

由于 $\alpha_s > \alpha_{sb}^0$ ，即 $\xi > 0.85_{\varphi_b}^c$ ，不满足条件，需按双筋截面配筋

② 算受压钢筋截面面积 A_s' ，受拉区 A_s

$$A_s' = \frac{\gamma M - \alpha_{sb}^0 \cdot f_c b h_0^2}{f_y' (h_0 - a')} = \frac{1.2 \times 280.1 \times 10^6 - 0.399 \times 14.3 \times 250 \times 435^2}{300 \times (435 - 40)} = 558.69\text{mm}^2$$

$$A_s = \frac{f_c b \alpha_1 \xi_b h_0 + f_y' A_s'}{f_y} = \frac{14.3 \times 250 \times 1.0 \times 0.55 \times 435 + 300 \times 58.69}{300} = 3409.75\text{mm}^2$$

③ 配筋（查附录表 1）



受拉钢筋 $7\Phi 25 (A_s = 3436\text{mm}^2)$ ，受压钢筋 $3\Phi 16 (A_s' = 603\text{mm}^2)$



水工钢筋混凝土结构模拟试题四

一、填空题（每小题 5 分，共计 45 分）

- 1、以轴向力 N 的作用点在两侧钢筋之外、在钢筋之间分别作为大、小偏心受拉的界限。
- 2、偏心受压构件配筋计算时，判断大、小偏压可先按偏心距来区分，再通过 ξ 与 ξ_b 的大小来确定。
- 3、受压钢筋内配置的钢筋一般可用 HRB335 及 HRB400 钢筋，一般不宜采用 高强 钢筋。
- 4、受拉构件的纵向钢筋的接头必须采用 焊接，并且构件端部应将纵向钢筋可靠地锚固于 支座 内。
- 5、钢筋对混凝土构件的抗裂能力所起的作用 不大，构件抗裂的提高措施依靠提高 构件截面尺寸 和 混凝土抗拉强度。

二、选择题（每小题 6 分，共计 30 分）

- 1、但为大偏心受压柱时，在下列最不利的内力组合是 (C)。
 - A. M_{\max}, N_{\max}
 - B. M_{\min}, N_{\max}
 - C. M_{\max}, N_{\min}
 - D. M_{\min}, N_{\min}
- 2、超筋梁截面的承载力与 (C) 有关。
 - A. 钢筋用量
 - B. 钢筋强度
 - C. 混凝土强度和截面
 - C. 混凝土强度
- 3、计算正截面受弯承载力时，受拉区的混凝土作用忽略不计，是因为 (B)。
 - A. 受拉区混凝土早已开裂
 - B. 中和轴一下小范围未裂的混凝土作用相对很小
 - C. 混凝土抗拉强度低
- 4、当 $\lambda > 3$ 时，无腹筋梁的受剪破坏形态为 (A)。
 - A. 斜拉破坏
 - B. 剪压破坏
 - C. 斜压破坏
- 5、在钢筋混凝土大偏心受压构件正截面承载力计算时，要求受压区计算高度 $x \geq 2a'$ ，是为了 (A)。
 - A. 保证构件破坏时受压钢筋屈服
 - B. 保证受压拉筋屈服
 - C. 避免混凝土保护层剥落
 - D. 保证构件破坏时受压混凝土压碎

三、简答题（每小题 20 分，共计 40 分）

- 1、保证受弯构件斜截面受弯承载力的主要构造措施有哪些？



答：(1) 纵筋弯起点应在其充分利用点对应截面向外，沿水平距离不小于 $0.5h_0$ ；
 (2) 纵筋一般不再受拉区截断；(3) 纵筋截断点应在其理论截断点对应截面向外，沿水平距离不应小于 h_0 和 $20d$ ，还应满足其他相应要求；(4) 支座内的纵向钢筋应有足够锚固长度，以防止斜裂缝形成后，纵筋被拔出。

2、钢筋混凝土梁斜截面受剪承载力主要通过哪几个方面来加强？

答：(1) 与斜裂缝相交的腹筋本身就能承担很大一部分剪力；(2) 腹筋能阻止斜裂缝开展过宽，延缓斜裂缝向上伸展，保留了更大的混凝土预留截面，从而提高了混凝土受剪承载力；(3) 能有效的减少斜裂缝的开展宽度，提高斜裂缝上的骨料咬合力；(4) 箍筋可限制纵向钢筋的竖向位移，有效的组织了混凝土沿纵筋的撕裂，提高纵筋销栓力。

四、计算题（每小题 35 分，共计 35 分）

1、已知：某钢筋混凝土矩形截面偏心受压柱，截面尺寸 $b \times h = 300\text{mm} \times 400\text{mm}$ ，柱的计算长度 $l_0 = 3.6\text{m}$ ，承受弯矩设计值 $M = 150\text{kN} \cdot \text{m}$ ，轴向压力设计值 $N = 290\text{kN}$ ，采用 C30 混凝土，HRB335 级钢筋（ $f_c = 14.3\text{N}/\text{mm}^2$ ， $f_y = f'_y = 300\text{N}/\text{mm}^2$ ， $\rho_{\min} = \rho'_{\min} = 0.20\%$ ， $a = a' = 40\text{mm}$ ）， $K = 1.2$ 。

求：按 SL 191—2008 规范，按非对称配筋求纵向受力钢筋面积。

解：已知 $f_c = 14.3\text{N}/\text{mm}^2$ ， $f_y = f'_y = 300\text{N}/\text{mm}^2$ ， $\rho_{\min} = \rho'_{\min} = 0.20\%$ ， $K = 1.2$

① 计算 η 值

$$\frac{l_0}{h} = \frac{3600}{400} = 9 > 8, \text{ 故应考虑纵向弯曲影响}$$

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{150 \times 10^6}{290 \times 10^3} = 517\text{mm} > \frac{h_0}{30} = \frac{360}{30} = 12\text{mm}$$

故按实际偏心距 $e_0 = 517\text{mm}$ 计算

$$\zeta_1 = \frac{0.5f_c A}{kN} = \frac{0.5 \times 14.3 \times 300 \times 400}{1.2 \times 290 \times 10^3} = 2.47 > 1, \text{ 故取 } \zeta_1 = 1$$

由于 $\frac{l_0}{h} = 9 < 15$ ，所以取 $\zeta_2 = 1$

$$\eta = 1 + \frac{1}{1400} \frac{e_0}{h_0} \left(\frac{l_0}{h}\right)^2 \zeta_1 \zeta_2 = 1 + \frac{1}{1400 \times \frac{517}{360}} \times 9^2 \times 1 \times 1 = 1.04$$

② 判断大小偏心

$$\eta e_0 = 1.04 \times 517 = 537.8\text{mm} > 0.3h_0 = 0.3 \times 360 = 108\text{mm}$$

所以按大偏心受压构件计算

③ 计算 A'_s



$$e = \eta e_0 + \frac{h}{2} - a = 1.04 \times 517 + \frac{400}{2} - 40 = 697.8 \text{ mm}$$

HRB335 钢筋查表 3-1, $\xi_b = 0.550$, $\alpha_{sb} = \xi_b(1 - 0.5\xi_b) = 0.399$

取 $\alpha_s = \alpha_{sb}$

$$\begin{aligned}
 A'_s &= \frac{kNe - \alpha_{sb} f_c b h_0^2}{f_y (h_0 - \alpha')} = \frac{1.2 \times 290 \times 10^3 \times 697.8 - 0.399 \times 14.3 \times 300 \times 360^2}{300 \times (360 - 40)} \\
 &= 218.72 \text{ mm}^2 > \rho_{\min}' b h_0 = 216
 \end{aligned}$$

④ 计算 A_s

$$\alpha_s = \frac{kNe - f_y' A'_s \cdot (h_0 - \alpha')}{f_c b h_0^2} = \frac{1.2 \times 290 \times 10^3 \times 697.8 - 300 \times 218.72 \times (360 - 40)}{300 \times 300 \times 360^2} = 0.019$$

$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_s} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.019} = 0.019 < \xi_b = 0.550$, 不超筋

$x = \xi h_0 = 0.019 \times 360 = 6.9 \text{ mm} < 2\alpha' = 80 \text{ mm}$, 取 $x = 80 \text{ mm}$

$$e' = \eta e_0 - \frac{h}{2} + \alpha' = 377.8 \text{ mm}$$

$$A_s = \frac{kNe'}{f_y (h_0 - \alpha')} = \frac{1.2 \times 290 \times 10^3 \times 377.8}{300 \times (360 - 40)} = 1369.5 \text{ mm}^2 > \rho_{\min} b h_0 = 216 \text{ mm}^2$$

受拉区选用 $7\Phi 25 (A_s = 1407 \text{ mm}^2)$

受压区选用 $2\Phi 12 (A'_s = 226 \text{ mm}^2)$



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)

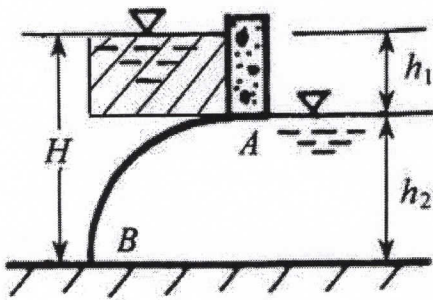
说明: 请在答题纸的相应位置上作答, 在其它位置上作答的无效。

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。)

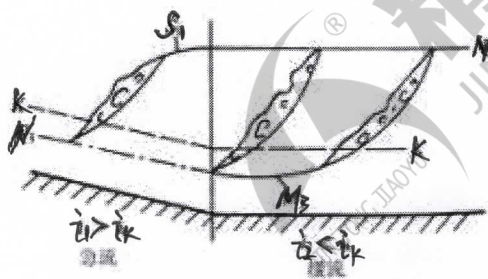
1-5. √ × × × × 6-10. × × √ × √

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。)

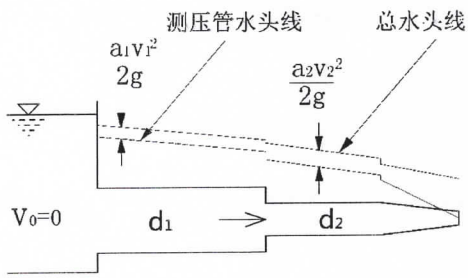
1.



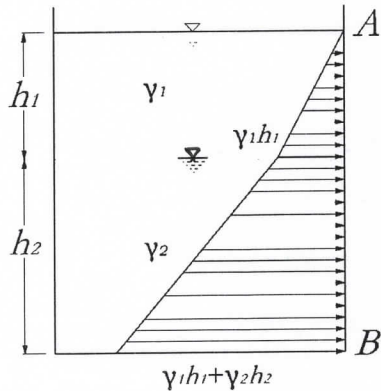
2.



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。

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

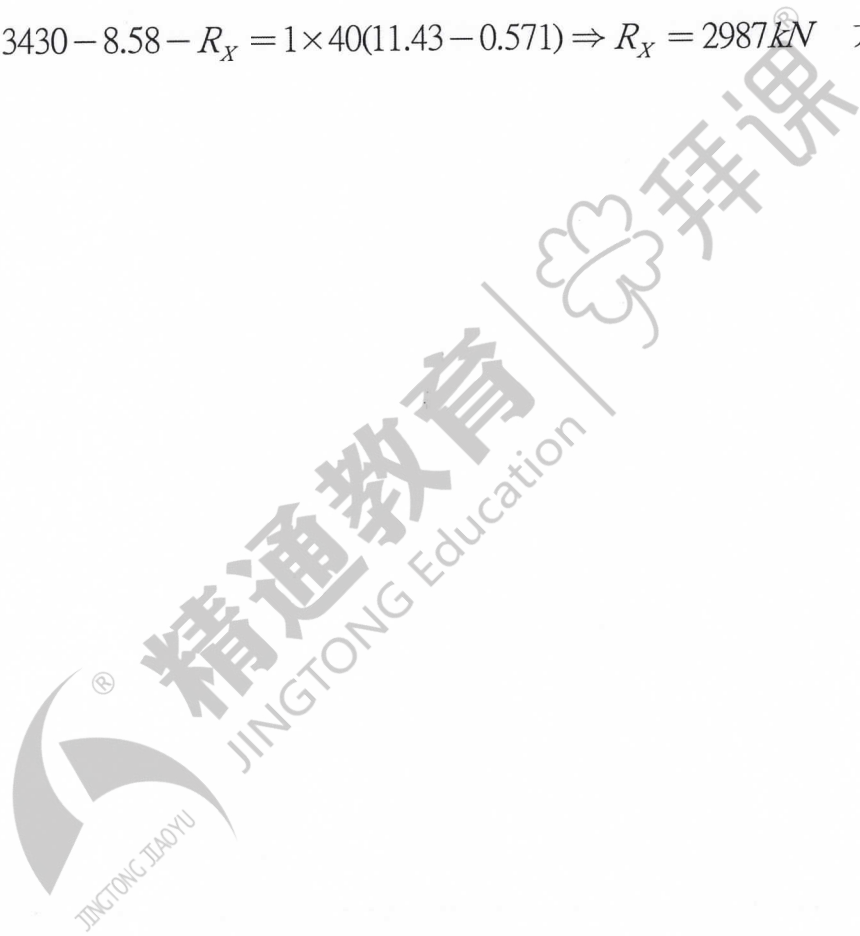
$$\text{左边压力 } P_1 = \frac{1}{2} \gamma h_1^2 L = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 10^2 \times 7 = 3430 \text{ kN}$$

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

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)

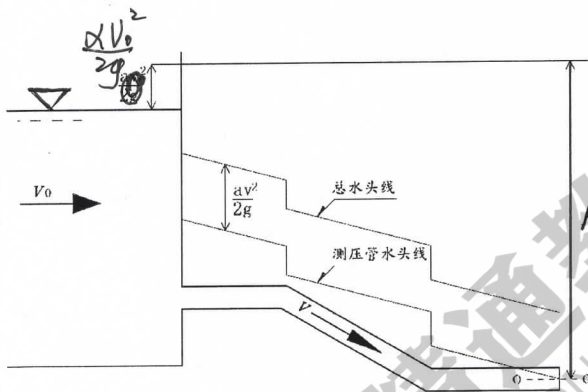
说明: 请在答题纸的相应位置上作答, 在其它位置上作答的无效。

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。)

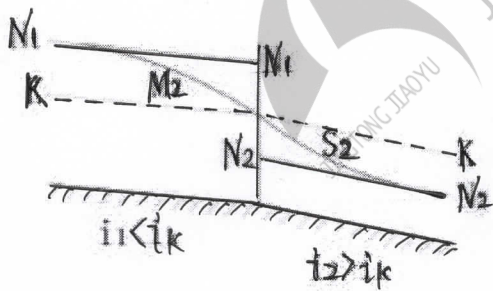
1-5. × × × √ √ 6-10. × × × × √

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。)

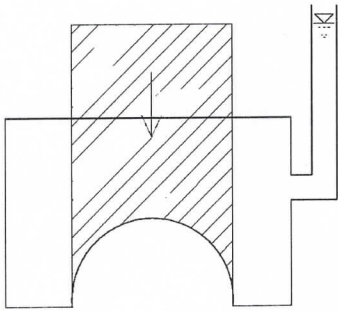
1.



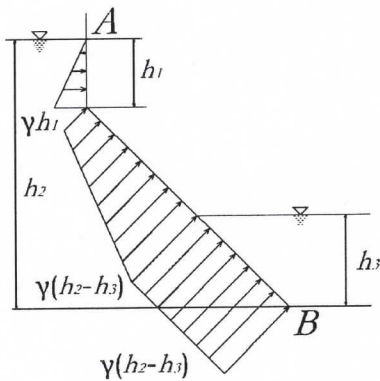
2.



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 $\sigma_j = 1.05$

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

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:

由图可以看出, $h_{r1-2} = H_1 - H_2 = \lambda \frac{l_1 v^2}{d 2g}$

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

解出, $\lambda = 0.0272$

$$h_{w2-3} = H_2 - H_3 = h_{r2-3} + h_{j2-3}$$

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

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

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)

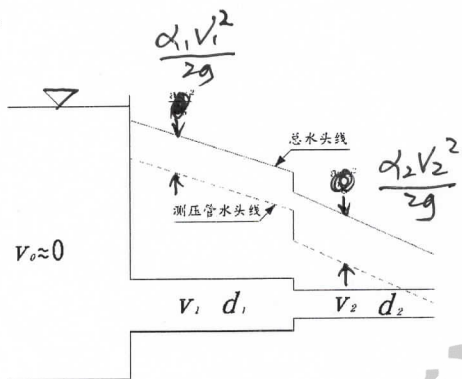
说明: 请在答题纸的相应位置上作答, 在其它位置上作答的无效。

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。)

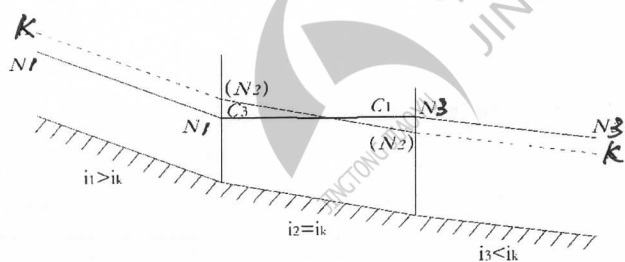
1-5. × √ √ × √ 6-10. × × × × ×

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。)

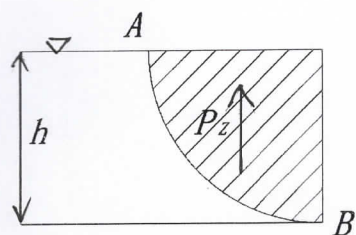
1.



2.



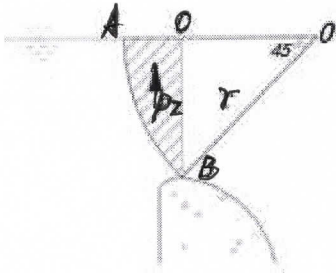
3.



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 。

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

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

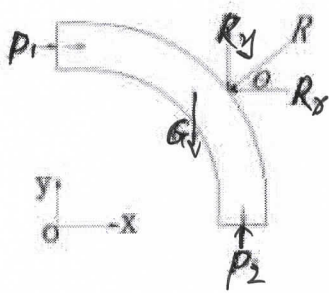
压力体 ABC 的体积 $V = \Omega b = (14.13 - 9) \times 8 = 41.04\text{m}^3$

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 θ 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:
$$p_2 = \gamma \left(h + \frac{p_1}{\gamma} - h_w \right) = 9.8 \left(2 + \frac{117.6}{9.8} - 0.1 \right) = 136.2 \text{ kN/m}^2$$

(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 θ , 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)

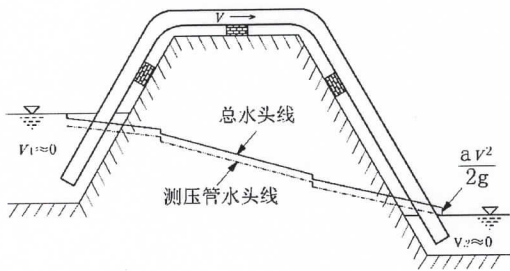
说明: 请在答题纸的相应位置上作答, 在其它位置上作答的无效。

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。)

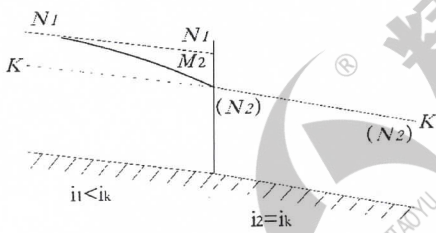
1-5. × √ × × × 6-10. × × × √ ×

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。)

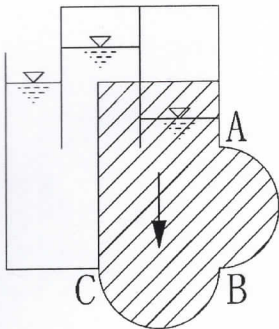
1.



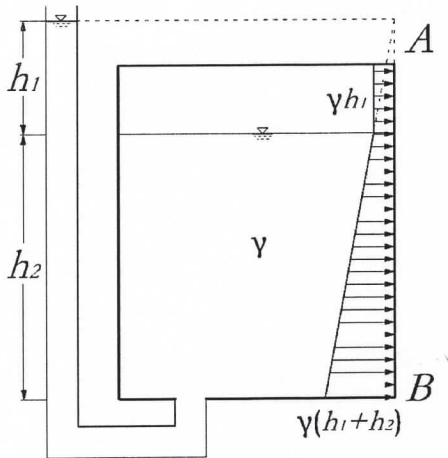
2.



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岸流型衔接消能

(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：

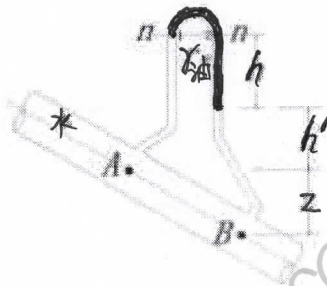
堰流量的基本公式为： $Q = m\epsilon_1\sigma_s b\sqrt{2gH_0^{\frac{3}{2}}}$

式中： Q 为堰流流量 (m^3/s)； m 为流量系数； ϵ_1 为侧收缩系数； σ_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

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

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

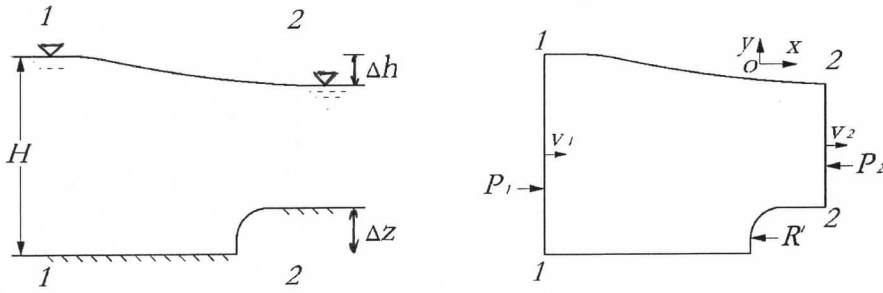
$$= 9.08 \times 0.12 + 9.8 \times (0.2 - 0.12)$$

$$= 1.87 \text{ kPa}$$

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: $v_1 = 2.245 \text{m/s}$; $v_2 = 2.99 \text{m/s}$

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，

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

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

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

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

(2) 水泵扬程计算

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

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 λ 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

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

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

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

② 压水管计算

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

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

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

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:

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

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