

# 水环境影响预测与评价模拟试题及参考答案

## 一、内容提要

### （一）水体中污染物的迁移与转化

#### 1、水体中污染物的迁移、转化、扩散

进入环境中的污染物可以分为持久性和非持久性两大类。持久性污染物进入环境后，随着介质的推流迁移和分散稀释作用不断改变所处空间位置，同时降低浓度，但其总量一般不发生改变。非持久性污染物进入环境后，除了随介质运动改变空间位置和降低浓度外，还因降解和转化作用使浓度进一步降低（衰减）。

污染物进入环境后，随着流体介质发生迁移、扩散和转化。水体中污染物的迁移与转化包括物理输移过程、化学转化过程和生物降解过程。

##### （1）物理过程

物理过程作用主要是指污染物在水体中的混合稀释和自然沉淀过程。

水体的混合稀释作用只能降低水中污染物的浓度，不能减少其总量，包括紊动扩散、推流迁移和离散等三个作用。紊动扩散由水流的紊动特性引起水中污染物自高浓度向低浓度区转移的紊动扩散。推流迁移是指污染物在气流或水流作用下产生的转移作用。推流迁移只改变污染物所处的位置，并不改变污染物的浓度。

分散稀释是指污染物在环境介质中通过分散作用得到稀释，分散的机理有分子扩散、湍流扩散和弥散作用。分子扩散是由分子的随机运动引起的质点分散现象。分子扩散过程服从斐克（Fick）第一定律，即分子扩散的质量通量与扩散物质的浓度梯度成正比。湍流扩散，又称为紊流扩散，是在湍流流场中质点的各种状态（流速、压力、浓度等）的瞬时值相对于其时平均值的随机脉动而导致的分散现象。弥散作用是由于横断面上实际的流速分布不均匀引起的分散作用，在用断面平均流速描述实际的污染物迁移扩散时，就必须考虑一个附加的、由流速不均匀引起的作用—弥散。弥散作用可以定义为：由空间各点湍流流速（或其他状态）的时平均值与流速时平均值的空间平均值的系统差别所产生的分散现象。

沉淀作用指排入水体中的污染物含有的微小的悬浮颗粒，由于流速较小逐渐沉到水底。混合作用只能降低水中污染物的浓度，不能减少其总量。

##### （2）化学过程

水体化学净化的重要作用是氧化—还原反应。流动的水体通过水面波浪不断地将大气中地氧溶于水，这些溶解氧与水体中地污染物将发生氧化反应。另外，还原作用对水体也有净化作用，但这类反应多在微生物地作用下进行。天然水体接近中性，酸碱反应在水体中的作用不大。天然水体中含有各种胶体，由于有些微粒具有较大表面积，另有一些物质本身就是凝聚剂，所以天然水体具有混凝沉淀作用和吸附作用，从而使有些污染物随着这些作用从水体中去除。

##### （3）生物过程

生物自净的基本过程是水体中地微生物（尤其是细菌）在溶解氧充分的情况下，将一部分有机污染物当作食饵消耗掉，将另一部分有机污染物氧化分解成无害的简单无机物。

影响生物自净作用的关键是：溶解氧的含量；有机污染物的性质、浓度；微生物的种类、数量等。生物自净的快慢与有机污染物的数量和性质有关。另外，水体温度、水流状态、风力、天气等物理和水文条件以及水面有无影响复氧作用的油膜、泡沫等均对生物自净有影响。

### （二）水环境影响预测方法

预测地表水水质变化的方法大致可以分为三大类：数学模式法、物理模型法和类比分析法。

**更多环评工程师资格考试资料，请浏览：[www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)**

(1) 数学模式法：该法利用表达水体净化机制的数学方程预测建设项目引起的水体水质变化，能给出定量的预测结果，在许多水域有成功应用水质模型的范例。

(2) 物理模型法：该法依据相似理论，在一定比例缩小的环境模型上进行水质模拟实验，以预测由建设项目引起的水体水质变化。该法能反映比较复杂的水环境特点，且定量化程度高，再现性好。但需要有相应的试验条件和较多的基础数据，且制作模型要耗费大量的人力、物力和时间，而且水中的化学、生物净化过程难于在试验中模拟。

(3) 类比分析法：调查与建设项目性质相似，且其纳污水体的规模、流态、水质也相似的工程。根据调查结果，分析预估拟建项目的水环境影响。该法属于定性或半定量。该法的缺点是此工程与拟建项目有相似的水环境状况不易找到，所得结果比较粗略，一般多在评价工作级别较低，且评价时间较短，无法取得足够的参数、数据时，用类比法求得数学模式中所需的若干参数、数据。

预测条件的确定：(1) 筛选预测的水质参数；(2) 拟预测的排污状况；(3) 预测的设计水文条件；(4) 水质模型参数和边界条件（或初始条件）。

### 1、正常设计条件下河流稀释混合模型

(1) 点源，河流、污水完全混合模式

废水排入河流后与河水迅速完全混合，则混合后的污染物浓度为：

$$C = \frac{C_p Q_p + C_h Q_h}{Q_p + Q_h} \quad (5-1)$$

式中， $C$  为废水与河水混合后的浓度， $\text{mg/L}$ ； $C_p$  为废水中污染物浓度， $\text{mg/L}$ ； $Q_p$  为废水排放量， $\text{m}^3/\text{s}$ ； $C_h$  为废水排入处河水中污染物浓度， $\text{mg/L}$ ； $Q_h$  为废水排入处河水流量， $\text{m}^3/\text{s}$ 。

(2) 非点源方程

对于沿程有非点源（面源）分布入流时，可按下式计算河段污染物的浓度：

$$C = \frac{C_p + C_h Q_h}{Q} + \frac{W_s}{86.4Q} \quad (5-2)$$

$$Q = Q_p + Q_h + \frac{Q_s}{x_s} x \quad (5-3)$$

式中， $W_s$  为沿程河段内（ $x=0$  到  $x=x_s$ ）非点源汇入的污染物总负荷量， $\text{kg/d}$ ； $Q$  为下游  $x$  距离

处河段流量， $\text{m}^3/\text{s}$ ； $Q_s$  为沿程河段内（ $x=0$  到  $x=x_s$ ）非点源汇入的污染物总负荷量， $\text{m}^3/\text{s}$ ； $x_s$  为

控制河段总长度， $\text{km}$ ； $x$  为沿程距离（ $0 \leq x \leq x_s$ ）， $\text{km}$ 。

### 2、河流水质一维水质模式

当河流中河段均匀，该河段的段面积  $A$ 、平均流速  $u_x$ 、污染物的输入量  $Q$ 、扩散系数  $D$  都不随时间变化，同时污染物的增减量仅为反应衰减项且符合一级反应动力学，无其他源和汇项，则河流中污染物的浓度  $C$  为：

$$C = C_0 \exp \left[ \frac{u}{2D_x} \left( 1 - \sqrt{1 + \frac{4K_1 D_x}{u^2}} \right) x \right] \quad (5-4)$$

式中， $C_0$  为初始断面和水中污染物的初始浓度， $K_1$  为污染物的降解速率常数。

如果忽略弥散，则：

$$C(x) = C_0 \exp \left[ -\frac{K_1 x}{u} \right] \quad (5-5)$$

**更多环评工程师资格考试资料，请浏览：[www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)**

该式适用于河流较小，流速不大，弥散系数很小的情况。

### 3、河流水质 S-P 模型

S-P 模型用于描述一维稳态河流中的 BOD-DO 的变化规律。该模型基于两项假设：只考虑好氧微生物参加的 BOD 衰减反应，并认为该反应为一级反应；河流中的耗氧只是 BOD 衰减反应，BOD 的衰减反应速率与河水中溶解氧 DO 的减少速率相同，复氧速率与河水中的亏氧量 D 成正比。

$$L = L_0 \exp\left[-\frac{k_1 x}{u}\right]$$

$$D = \frac{k_1 L_0}{k_2 - k_1} \left( \exp\left(-\frac{k_1 x}{u}\right) - \exp\left(-\frac{k_2 x}{u}\right) \right) + D_0 \exp\left(-\frac{k_1 x}{u}\right) \quad (5-6)$$

式中， $L$  为河水中的 BOD 值，mg/L； $D$  为河水中的氧亏值，mg/L； $k_1$  为河水中 BOD 耗氧系数，1/d； $k_2$  为河流复氧系数，1/d； $u$  为河流平均流速，m/s； $L_0$  为河流起始点的 BOD 值，mg/L； $D_0$  为河流起始点的氧亏值，mg/L。

河流中的溶解氧  $O$  为饱和溶解氧减去  $D$  值，则：

$$O = O_s - D = O_s - \frac{k_1 L_0}{k_2 - k_1} \left( \exp\left(-\frac{k_1 x}{u}\right) - \exp\left(-\frac{k_2 x}{u}\right) \right) - D_0 \exp\left(-\frac{k_1 x}{u}\right) \quad (5-7)$$

式中， $O$  为河水中的溶解氧值，mg/L； $O_s$  为饱和溶解氧值，mg/L，它是温度、盐度和大气压的函数。

在 101.32kPa 压力下，淡水中的饱和溶解氧浓度可以用下式计算：

$$O_s = \frac{468}{31.6 + T} \quad (5-8)$$

式中， $T$  为温度， $^{\circ}\text{C}$ 。

在很多情况下，人们希望能找到溶解氧浓度最低的点——临界点。在临界点河水的氧亏值最大，且变化速率为零。此处水质最差，氧亏值（或溶解氧值）及发生的距离为：

$$x_c = \frac{u}{k_2 - k_1} \ln \frac{k_2}{k_1} \left( 1 - \frac{D_0(k_2 - k_1)}{L_0 k_1} \right) \quad (5-9)$$

$$D_c = O_s - (O_s - O_0) \exp\left(-\frac{k_2 x_c}{u}\right) + \frac{k_1 L_0}{k_1 - k_2} \left( \exp\left(-\frac{k_1 x_c}{u}\right) - \exp\left(-\frac{k_2 x_c}{u}\right) \right) \quad (5-10)$$

式中， $D_c$  为临界点的氧亏值，mg/L。

### 4、河流二维水质模式

污水排入河流中，常常需要预测污染物在河流中的分布范围，对于一般河流可以认为污染物在垂直方向上的扩散是瞬时完成的。

在稳定条件下和均匀河流中，且污染物连续排放情况下可得到：

$$C(x, y) = \frac{Q}{4\pi h(x/u_x)^2 \sqrt{D_x D_y}} \exp\left[-\frac{(y - u_y x/u_x)^2}{4D_y x/u_x}\right] \exp\left(-\frac{kx}{u_x}\right) \quad (5-11)$$

式中， $Q$  为单位时间内排放的污染物质，即源强，mg/s； $h$  为河流平均深度，m； $D_x$ 、 $D_y$  为横向、纵向弥散系数， $\text{m}^2/\text{s}$ ； $u_x$ 、 $u_y$  为  $x$ 、 $y$  方向的流速分量，m/s。

如果忽略  $D_x$ 、 $u_y$ ，则式(3-9)的解为：

$$C(x, y) = \frac{Q}{u_x h \sqrt{4\pi D_y x/u_x}} \exp\left[-\frac{u_x y^2}{4D_y x}\right] \exp\left(-\frac{kx}{u_x}\right) \quad (5-12)$$

该式适用于无边界中的连续点源排放。

当污染源处于两个边界的中间，则：

$$C(x, y) = \frac{Q}{u_x h \sqrt{4\pi D_y x / u_x}} \left\{ \exp\left(-\frac{u_x y^2}{4D_y x}\right) + \sum_{n=1}^{\infty} \exp\left[-\frac{u_x (nb - y)^2}{4D_y x}\right] + \sum_{n=1}^{\infty} \exp\left[-\frac{u_x (nb + y)^2}{4D_y x}\right] \right\} \exp\left(-\frac{kx}{u_x}\right) \quad (5-13)$$

式中， $n$  为反射次数，一般取 4-5； $b$  为河流宽度，m。

当污染源在边界上，对于宽度无限大的情况下，则有：

$$C(x, y) = \frac{2Q}{u_x h \sqrt{4\pi D_y x / u_x}} \exp\left(-\frac{u_x y^2}{4D_y x}\right) \exp\left(-\frac{kx}{u_x}\right) \quad (5-14)$$

如宽度有限为  $b$ ，同样可以通过设立虚源模拟边界的反射作用，则

$$C(x, y) = \frac{2Q}{u_x h \sqrt{4\pi D_y x / u_x}} \left\{ \exp\left(-\frac{u_x y^2}{4D_y x}\right) + \sum_{n=1}^{\infty} \exp\left[-\frac{u_x (nb - y)^2}{4D_y x}\right] + \sum_{n=1}^{\infty} \exp\left[-\frac{u_x (nb + y)^2}{4D_y x}\right] \right\} \exp\left(-\frac{kx}{u_x}\right) \quad (5-15)$$

虚源的作用随着  $n$  的增大迅速减小，一般  $n=4-5$  即可满足计算精度。

## 5、湖泊（水库）水环境预测模式

### (1) 完全混合箱式模式

将湖泊水体看成一个箱体，箱体内水质是均匀的，箱体内污染物浓度的变化仅与流进流出的污染物数量有关，并假设进出湖泊的水量是均匀稳定的。因湖水均匀混合，根据湖泊进出水量的多少和污染物的性质建立湖泊水质预测模式。

对于持久性污染物（惰性物质）经历时间  $t$  后，湖泊内污染物浓度  $C(\text{mg/L})$  可以用质量平衡方程求出：

$$C = \frac{W_0 + C_p Q_p}{Q_h} + \left( C_0 - \frac{W_0 + C_p Q_p}{Q_h} \right) \exp\left(-\frac{Q_h t}{V}\right) \quad (5-16)$$

式中， $W_0$  为湖(库)中现有污染物（除  $Q_p$  带进湖泊的污染物外）的负荷量， $\text{g/d}$ ； $Q_p$  为流进湖泊的污水排放量， $\text{m}^3/\text{d}$ ； $Q_h$  为流出湖泊的污水排放量， $\text{m}^3/\text{d}$ ； $C_0$  为湖(库)中污染物现状浓度， $\text{mg/L}$ ； $C_p$  为流进湖泊的污水排放浓度， $\text{mg/L}$ ； $V$  为湖水体积， $\text{m}^3$ 。

在湖泊（水库）的出流、入流流量及污染物质输入稳定的情况下，当时间趋于无穷时，达到平衡浓度：

$$C = \frac{W_0 + C_p Q_p}{Q_h} \quad (5-17)$$

### (2) 湖泊完全混合衰减模式

对于非持久性污染物经历时间  $t$  后，湖泊内污染物浓度  $C(\text{mg/L})$  可以用完全混合衰减方程表示：

$$C = \frac{W_0 + C_p Q_p}{VK_h} + \left( C_0 - \frac{W_0 + C_p Q_p}{VK_h} \right) \exp(-K_h t) \quad (5-18)$$

$$K_h = \frac{Q_h}{V} + K_1$$

**更多环评工程师资格考试资料，请浏览：[www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)**

式中,  $K_h$  是描述污染物浓度变化的时间常数, 1/d;  $K_1$  (1/d) 表示污染物按  $K_1$  的速度作一级降解反应, 而  $V/Q_h$ (d) 是湖水体积与出流流量比, 表现了湖水的滞留时间。  
在湖泊(水库)的出流、入流流量及污染物输入稳定的情况下, 当时间趋于无穷时, 达到平衡浓度:

$$C = \frac{W_0 + C_p Q_p}{VK_h} \quad (5-19)$$

(3) 湖泊(水库)的富营养化预测模式

Vollenweider 负荷模型: Vollenweider 于 1976 年提出营养物质负荷模型:

$$[P] = \frac{L_p}{q(1 + \sqrt{T_R})} \quad (5-20)$$

式中,  $[P]$  为磷的年平均浓度, mg/m<sup>3</sup>;  $L$  为年磷总负荷/水面面积, mg/(a·m<sup>2</sup>);  $Q$  一年入流量/水面面积, m<sup>3</sup>/(a·m<sup>2</sup>);  $T_R$  为容积/年出流量, m<sup>3</sup>/(a·m<sup>2</sup>)。

Dillon 负荷模型: Dillon 和 Rigler 收集了南安大略 18 个湖的数据, 提出适合估算春季对流时期磷的湖内平均浓度的磷负荷模型:

$$[P] = \frac{L_p \cdot T_R (1 - \phi)}{\bar{d}} \quad (5-21)$$

$$\phi = 1 - \frac{q_0 [P]_0}{\sum_{i=1}^N q_i [P]_i}$$

式中,  $[P]$  为春季对流时期磷平均浓度, mg/L;  $\phi$  为磷的滞留系数,  $N$  为入流源

数目;  $q_i$  为由源  $i$  的入湖流量, m<sup>3</sup>/a;  $[P]_i$  为入流  $i$  的磷浓度, mg/L;  $\bar{d}$  为  $\bar{V}/A$ , 平均深度, m。

## 6、潮汐河口水环境影响预测模式

(1) 潮汐河流一维水质预测模式

假定在垂向和横向方向上的混合输移是可以忽略的, 即水质组分在纵向上的混合输移是重要的, 此时, 水质方程简化为一维方程:

$$\frac{\partial(Ac)}{\partial t} = -\frac{\partial(Q_c)}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} (E_x \cdot A \frac{\partial c}{\partial x} + A(S_L + S_B) + AS_K) \quad (5-22)$$

(2) 一维潮平均的水质方程

即对(5-22)进行潮周平均:

$$\frac{\partial(\bar{A}\bar{c})}{\partial T} = -\frac{\partial(\bar{A}\bar{U}_f \bar{c})}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} (\bar{A}\bar{E}_x \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} + \bar{A}(\bar{S}_L + \bar{S}_B) + \bar{A}\bar{S}_K) \quad (5-23)$$

式中,  $T$  为潮汐周期时间;  $\bar{U}_f$  为潮平均净流量;  $\bar{E}_x$  为潮平均等效纵向离散系数。

(3) 潮汐河口的二维水质预测模式

描述潮汐河口的二维水质方程为:

$$\frac{\partial(c)}{\partial t} = -u \frac{\partial(c)}{\partial x} - v \frac{\partial(c)}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} (E_x(t) \frac{\partial c}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (E_y(t) \frac{\partial c}{\partial y}) + S_L + S_B + S_K \quad (5-24)$$

式中,  $c$  为水质组分浓度;  $u$ 、 $v$  分别为垂向平均的纵向, 横向流速;  $E_x$ 、 $E_y$  分别为纵向、横向

**更多环评工程师资格考试资料, 请浏览: [www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)**

扩散系数； $S_L$  为直接的点源或非点源系数； $S_B$  为由边界输入的源强； $S_K$  为动力学转化率，正为源，负为汇； $X$ 、 $y$  分别为直角坐标系； $t$  为时间。

## 二、习题

### (一) 单项选择题

- 1、污染物随着污水排入河流后\_\_\_\_\_。
  - (1) 在河流横向断面上立即与河水充分混合
  - (2) 在河流横行断面上只经横向混合一定距离后与河水充分混合
  - (3) 经垂向混合、横向混合后与河水充分混合
  - (4) 当河流断面上任意一点的污染物浓度与断面平均浓度之差小于平均浓度 15% 时，可以认为此污染物的浓度已达到均匀分布
- 2、推流迁移过程中污染物不变的量是\_\_\_\_\_。
  - (1) 所处位置
  - (2) 污染物的浓度
  - (3) 污染物质量通量
  - (4) 污染物的化学组成
- 3、环境影响预测中，河口与河流的界限为\_\_\_\_\_。
  - (1) 落潮时最大断面平均流速与涨潮时最小断面平均流速之差等于 0.05m/s 的断面
  - (2) 涨潮时最大断面平均流速与落潮时最小断面平均流速之差等于 0.05m/s 的断面
  - (3) 落潮时最小断面平均流速与涨潮时最大断面平均流速之差等于 0.05m/s 的断面
  - (4) 涨潮时最小断面平均流速与落潮时最大断面平均流速之差等于 0.05m/s 的断面
- 4、S-P 模式  $C=C_0\exp(-k_1t)$  表征顺直河流水流\_\_\_\_\_。
  - (1) 恒定状态下无机盐类的衰减规律
  - (2) 恒定状态下需氧有机物的衰减规律
  - (3) 非恒定状态下无机盐的衰减规律
  - (4) 非恒定状态下需氧有机物的衰减规律
- 5、关于 S-P 模式，下列说法正确的是\_\_\_\_\_。
  - (1) 是研究河流溶解氧与 BOD 关系的最早的、最简单的耦合模型
  - (2) 其基本假设为氧化和复氧都是一级反应
  - (3) 可以用于计算河段的最大容许排污量
  - (4) 河流中的溶解氧不只是来源于大气复氧
- 6、在实际工作中，往往监测数据样本量较小，难以利用统计检验剔除离群值，这是，如果数据集的数值变化幅度甚大，水质参数往往取\_\_\_\_\_。
  - (1)  $K$  个监测数据平均值
  - (2) 平均值与最大值的比值
  - (3) 平均值与最大值的均方根
  - (4) 平均值与最大值的立方根
- 7、下列关于筛选预测水质参数的说法不正确的有\_\_\_\_\_。
  - (1) 根据对建设项目的初步分析，可知此项目排入水体的污染源与污染物情况
  - (2) 结合水环境影响评价的级别，工程与水环境两者的特点，即可从将要排入水体的污染物中筛选水质参数
  - (3) 筛选的数目尽可能多
  - (4) 筛选的数目既要说明问题又不过多，使所选水质参数的影响预测能力基本反映建设项目的地面水环境影响
- 8、在河段内有支流汇入，而且沿河有多个污染源，这时一般采用\_\_\_\_\_。
  - (1) 单纯混合模型
  - (2) 完全混合型模型
  - (3) 多河段模型
  - (4) 托马斯模型
- 9、使用多河段模型时，在河流上设置分段端面的下述做法不正确的有\_\_\_\_\_。
  - (1) 在河流断面形状发生剧烈变化处
  - (2) 支流或废水输入处
  - (3) 在一段笔直且流速稳定的河段内
  - (4) 取水或引水处
- 10、地面水环境影响预测方法的理论基础是\_\_\_\_\_。
  - (1) 污染物的自身特性
  - (2) 水体的自净特性
  - (3) 水体的水质指标
  - (4) 水体的污染特性
- 11、下列那种条件下环境问题可简化为零维问题。

- (1) 河水流量与污水流量之比大于 30，不需考虑污水进入水体的混合距离
- (2) 河水流量与污水流量之比大于 40，需要考虑污水进入水体的混合距离
- (3) 河水流量与污水流量之比大于 30，需要考虑污水进入水体的混合距离
- (4) 河水流量与污水流量之比大于 10~20，不需考虑污水进入水体的混合距离

12、对于可简化为完全均匀混合类的排污情况，排污口与控制断面之间水体的允许纳污量单点源计算公式为\_\_\_\_\_，式中  $W_c$  为水域允许纳污量； $C_s$  为控制断面水质标准； $Q_u$ 、 $C_u$  为上游来水设计

水量与设计水质浓度； $Q_p$  和  $C_p$  为污水设计流量与设计排放浓度； $n$  为排污口个数； $Q_s$  为沿程河段内（从  $x=0$  到  $x=x$ ）非点源汇入的污染物负荷量； $Q$  为下游  $x$  距离处河段流量。

$$(1) W_c = C_s(Q_u + \sum_{i=1}^n Q_{pi}) - Q_u C_u \quad (2) W_c = C_s(Q_u + Q_p) - Q_u C_u$$

$$(3) C = \frac{C_u Q_u + C_p Q_p}{Q} + \frac{W_s}{86.4Q} \quad (4) W_c = C_s(Q_u + Q_p + Q_s) - Q_u C_u$$

13、对于可简化为完全均匀混合类的排污情况，排污口与控制断面之间水体的允许纳污量多点源计算公式为\_\_\_\_\_，式中  $W_c$  为水域允许纳污量； $C_s$  为控制断面水质标准； $Q_u$ 、 $C_u$  为上游来水

设计水量与设计水质浓度； $Q_p$  和  $C_p$  为污水设计流量与设计排放浓度； $n$  为排污口个数； $Q_s$  为沿程河段内（从  $x=0$  到  $x=x$ ）非点源汇入的污染物负荷量； $Q$  为下游  $x$  距离处河段流量。

$$(1) W_c = C_s(Q_u + Q_p) - Q_u C_u \quad (2) C = \frac{C_u Q_u + C_p Q_p}{Q} + \frac{W_s}{86.4Q}$$

$$(3) W_c = C_s(Q_u + \sum_{i=1}^n Q_{pi}) - Q_u C_u \quad (4) W_c = C_s(Q_u + Q_p + Q_s) - Q_u C_u$$

14、在研究污染物在环境中的迁移时，关于零维模型的说法不正确的是\_\_\_\_\_。

- (1) 将所研究的环境介质看作是一个完全混合的反应器
- (2) 认为污染物时均匀分布的
- (3) 各种湖泊和箱式大气模型是零维模型
- (4) 进入的污染物能在瞬间分布到空间各个部位

15、.环境中污染物分布的稳定状态是指\_\_\_\_\_。

- (1) 在环境介质中的污染物的浓度处处相等
- (2) 污染物在空间某一位置的浓度具有一个稳定的剃度，这个剃度不随时间变化
- (3) 环境中污染物始终保持相对静止状态，即假定污染物不随介质迁移
- (4) 环境中污染物在某一空间位置的浓度不随时间变化

16、污染物排入地表水体之后，水体可以在其环境容量范围内，经过水体内部的物理、化学和生物作用，使受纳的污染物浓度不断降低，水质逐渐恢复，此过程称为水体的\_\_\_\_\_。

- (1) 污染物降解
- (2) 自净
- (2) 衰减
- (4) 扩散

17、水体中的重金属和有机污染物的衰减与其种类和性质有关，但多数呈\_\_\_\_\_。

- (1) 零级反应
- (2) 一级反应
- (3) 二级反应
- (3) 三级反应

18、通过测定河流中上游及下游端面  $BOD_5$  的值，用下列选项中\_\_\_\_\_计算求得耗氧系数  $K_1$ 。

$$(1) K_1 = K_1' + \frac{(0.11 + 54I)u}{H} \quad (2) K_1 = \frac{86400u}{\Delta x} \ln \frac{C_A}{C_B}$$

$$(3) K_1 = \frac{86400u}{\Delta x} \ln \frac{\exp(-K_2 \Delta x / u)(DO_2 - DO_1) - DO_3 + DO_2}{\exp(-K_2 \Delta x / u)(DO_3 - DO_2) - DO_4 + DO_3}$$

$$(4) K_1 = 86400u \left( m \sum_{i=1}^m x_i \ln c_i - \sum_{i=1}^m \ln c_i \sum_{i=1}^m x_i \right) \Big/ \left[ \left( \sum_{i=1}^m x_i \right)^2 - m \sum_{i=1}^m x_i^2 \right]$$

## (二) 多项选择题

- 下列关于水体中污染物的迁移转化过程说法正确的是\_\_\_\_\_。
  - 物理过程作用主要是指污染物在水体中的混合稀释和吸附和混凝过程。
  - 天然水体具有混凝沉淀作用和吸附作用
  - 混合作用只能降低水中污染物的总量，不能减少其浓度。
  - 生物自净地基本过程是水体中地微生物在溶解氧充分地情况下，将一部分有机污染物当作食饵消耗掉，将另一部分有机污染物氧化分解成无害的简单无机物。
- 污染物在环境介质中通过分散作用得到稀释，分散的机理包括\_\_\_\_\_。
  - 分子扩散
  - 物理扩散
  - 湍流扩散
  - 弥散作用
- 污染物在水体中的迁移、转化和降解作用有\_\_\_\_\_。
  - 沉淀作用
  - 气液交换作用
  - 吸附作用
  - 化学变化
  - 生物作用
- 筛选拟预测水质参数时污染物排序指标计算中所设计到的数据包括\_\_\_\_\_。
  - 废水排放量
  - 污染物排放浓度
  - 污染物排放标准
  - 河流上游污染物浓度
  - 河水的流量
- 河流水环境影响预测方法有\_\_\_\_\_。
  - 数学模式法
  - 经验方法
  - 物理模式法
  - 类比调查法
- 定性分析法主要用于下列哪些情况。
  - 三级和部分二级的评价项目
  - 对水体影响较小的水质参数
  - 解决目前尚无定量预测方法的问题（如感官性状）
  - 由于无法取得必需的数据而难以开展数学模型预测等情况。
- 在选用预测方法之后，还应从工程和环境两方面确定必需的预测条件，工程方面的预测条件有\_\_\_\_\_。
  - 筛选拟预测的水质参数
  - 确定预测范围
  - 考虑工程实施过程不同阶段对水环境的影响
  - 布设预测点和确定预测时段
- 在选用预测方法之后，还应从工程和环境两方面确定必需的预测条件，环境方面的预测条件有\_\_\_\_\_。
  - 筛选拟预测的水质参数
  - 确定预测范围
  - 考虑工程实施过程不同阶段对水环境的影响
  - 布设预测点和确定预测时段
- 下述关于数学模式法的说法正确的有\_\_\_\_\_。
  - 该法利用表达水体净化机制的数学方程预测建设项目引起水体水质变化
  - 该法能给出半定量的预测结果
  - 一般情况下，此法比较简便
  - 此法的不足之处是耗费大量的人力、物力和时间
- 对物理模型法描述正确的有\_\_\_\_\_。
  - 该法依据相似理论，在一定比例缩小的环境模型上进行水质模拟实验，以预测由建设项目引起的水体水质变化。
  - 该法虽定量化程度很差，但能反映比较复杂的水环境特点，再现性好
  - 该法最大的有点就是很容易模拟水中的化学、生物净化过程

(4) 该法需要有相应的试验条件和较多的基础数据,且制作模型要耗费大量的人力、物力和时间

11、对类比分析法描述正确的有\_\_\_\_\_。

- (1) 该法需调查与建设项目性质相似,且其纳污水体的规模、流态、水质也相似的工程
- (2) 该法属于定量化程度高
- (3) 该法的缺点是相似的水环境状况不易找到,所得结果比较粗略
- (4) 一般多在评价工作级别较低,且评价时间较短,无法取得足够的参数、数据时使用

12、水环境预测条件包括\_\_\_\_\_。

- (1) 筛选预测的水质参数
- (2) 拟预测的排污状况
- (3) 预测的设计水文条件
- (4) 水质模型参数和边界条件(或初始条件)

13、水质模型中的参数是用来表征河流水体所发生的物理、化学和生物过程的动力学常数,下列哪些是\_\_\_\_\_。

- (1) 弥散系数
- (2) 耗氧速率常数
- (3) 大气复氧系数
- (4) 沉淀再悬浮系数

14、水质模型参数的估算是一个关键环节,它们直接关系到模型的准确性和可靠性,较成熟的估算方法有\_\_\_\_\_。

- (1) 实验室方法
- (2) 野外观测法
- (3) 经验公式法

15、完全混合模型的适用条件包括\_\_\_\_\_。

- (1) 河流是稳态的,定常排污
- (2) 污染物在整个河段内均匀混合
- (3) 废水的污染物为非持久性污染物
- (4) 河流无支流和其它排污口废水进入

16、下列对于点源一维水质模型 S-P 模式的基本假设哪些说法正确\_\_\_\_\_。

- (1) 氧化和复氧都是一级反应
- (2) 反应速率常数不是定常的
- (3) 反应的速率常数是定常的
- (4) 氧亏变化仅是水中有机物耗氧和通过液气界面的大气复氧的函数

17、对于二维水质模型,首先要明确混合区的概念,其包括三个要素\_\_\_\_\_。

- (1) 大小
- (2) 范围
- (3) 位置
- (4) 形状

18、下列哪些情况应采用二维模型。

- (1) 污水进入水体后,能在短距离内达到全断面浓度混合均匀的河流;
- (2) 污水进入水体后,不能在短距离内达到全断面浓度混合均匀的河流;
- (3) 水面平均宽度超过 300m 的河流;
- (4) 水面平均宽度超过 200m 的河流。

19、从机制上面讲水体自净分为\_\_\_\_\_。

- (1) 物理自净
- (2) 污水人工处理
- (3) 化学自净
- (4) 生物自净

20、下列哪些模型可以用来预测河流水质\_\_\_\_\_。

- (1) 单纯混合模型
- (2) BOD-DO 耦合模型
- (3) 完全混合型模型
- (4) 多河段模型

21、水环境影响预测方法中的定性方法有\_\_\_\_\_。

- (1) 类比法
- (2) 水质模拟法
- (3) 专家判断法
- (4) 统计分析法

22、地面水环境影响预测的基本原理是\_\_\_\_\_。

- (1) 物理自净
- (2) 污染物的特性
- (3) 化学自净
- (4) 生物自净

23、关于拟预测水质参数的筛选,下列哪些说法正确。

- (1) 应根据工程分析和环境现状、评价等级、当地的环保要求筛选
- (2) 数目应既说明问题,并尽量多
- (3) 一般应少于环境现状调查水质参数的数目
- (4) 建设过程、生产允许、服务期满后各阶段的应相同

24、地下水水质污染预测中的获取方法可以是\_\_\_\_\_。

- (1) 野外试验法
- (2) 模型预测法
- (3) 经验法
- (4) 室内试验法

25、关于地下水横向弥散系数确定的方法正确的有\_\_\_\_\_。

- (1) 可以是室内试验方法或现场弥散试验获得

- (2) 一维弥散试验获得是纵向弥散系数横向弥散系数  
(3) 二维弥散试验获得是纵向弥散系数 (4) 土柱试验是一维弥散试验

26、关于现场弥散试验的说法正确的有\_\_\_\_\_。

- (1) 一般要用到示踪剂 (2) 是通过测得的浓度分布曲线来求得纵向及横向弥散系数  
(3) 花费少, 成功机率大 (4) 具有普遍实用性, 受当地的水文条件影响小

### (三) 简答题

- 1、水环境影响预测中要确定的预测条件有哪些?
- 2、简述地面水环境影响的几种预测方法, 并说明其优缺点。
- 3、试分析影响水中污染物浓度分布的主要因素。
- 4、简述河流水质模型完全混合模型的适用条件。
- 5、简述河流一维水质模型 S-P 模型的两项假设。
- 6、请论述如何获取地下水水质污染预测中参数的获取途径?
- 7、对水环境而言, 单点源排放情况下, 排污口与控制断面间水域允许纳污量一般如何计算?

### (四) 计算题

- 1、计划在河边建一座工厂, 该厂将以  $2.83\text{m}^3/\text{s}$  的流量排放废水, 废水中总溶解固体 (总可滤残渣和总不可滤残渣) 浓度为  $1250\text{mg/L}$ , 该河流平均流速  $V$  为  $0.457\text{m/s}$ , 平均河宽  $W$  为  $13.72\text{m}$ , 平均水深  $h$  为  $0.61\text{m}$ , 总溶解固体浓度  $C_p$  为  $300\text{mg/L}$ , 问该工厂的废水排入河后, 总溶解固体的浓度是否超标 (设标准为  $500\text{mg/L}$ )?
- 2、河边拟建一工厂, 排放含氯化物废水, 流量  $2.83\text{m}^3/\text{s}$ , 含盐量  $1250\text{mg/L}$ ; 该河平均流速  $0.46\text{m/s}$ , 平均河宽  $13.7\text{m}$ , 平均水深  $0.61\text{m}$ , 含氯化物浓度  $110\text{mg/L}$ 。如该厂废水排入河中能与河水迅速混合, 问河水氯化物是否超标 (设地方标准为  $200\text{mg/L}$ )?
- 3、一个改扩建工程拟向河流排放废水, 废水量  $q=0.15\text{m}^3/\text{s}$ , 苯酚浓度为  $25\mu\text{g/L}$ , 河流流量  $Q=5.5\text{m}^3/\text{s}$ , 流速  $u_x=0.3\text{m/s}$ , 苯酚背景浓度为  $0.4\text{mg/L}$ , 苯酚的降解系数  $K=0.2\text{d}^{-1}$ , 纵向弥散系数  $D_x=10\text{m}^2/\text{s}$ 。求排放点下游  $10\text{km}$  处的苯酚浓度。
- 4、有一条比较浅而窄的河流, 有一段长  $1\text{km}$  的河段, 稳定排放含酚废水  $Q_h=1.0\text{m}^3/\text{s}$ , 含酚浓度为  $C_h=200\text{mg/L}$ , 上游河水流量为  $Q_p=9\text{m}^3/\text{s}$ , 河水含酚浓度为  $C_p=1\text{mg/L}$ , 河流的平均流速为  $V=40\text{km/d}$ , 酚的衰减速率系数  $k=2(1/\text{d})$ , 求河段出口处的河水含酚浓度为多少  $\text{mg/L}$ ?
- 5、实验室测定的耗氧系数  $k_1$  值可直接用于湖泊和水库的模拟, 用于河流或河口需作修正, 包士柯提出应按河流的纵向底坡、平均流速和水深对实验室测定的  $k_1$  值加以修正,  $k_1' = k_1 + (0.11 + 54I)u/H$ , 现如实际河流的底坡坡降  $I=0.001$ , 平均流速  $u=0.2\text{m/s}$ , 平均水深  $H=2.0\text{m}$ , 实验室测得  $k_1=0.24\text{d}^{-1}$ , 求实际采用的  $k_1'$  值。
- 6、一个库容  $1 \times 10^5\text{m}^3$  的水库, 进水和出水的流量为  $4 \times 10^4\text{m}^3/\text{d}$ , 进水  $\text{BOD}_5=8\text{mg/L}$ , 降解系数  $k=0.5$ , 河水可与库水迅速混合。求出水的  $\text{BOD}_5$ 。
- 7、一个改扩建工程拟向河流排放废水, 废水量  $q=0.15\text{m}^3/\text{s}$ , 苯酚浓度为  $30\mu\text{g/L}$ , 河流流量  $Q=5.5\text{m}^3/\text{s}$ , 流速  $u_x=0.3\text{m/s}$ , 苯酚背景浓度为  $0.5\text{mg/L}$ , 苯酚的降解系数  $k=0.2\text{d}^{-1}$ , 纵向弥散系数  $D_x=10\text{m}^2/\text{s}$ 。求不同条件下排放点下游  $10\text{km}$  处的苯酚浓度。
- 8、连续点源单位时间内排放的污染物质  $Q_A=100\text{g/s}$ , 河流水深  $1.5\text{m}$ , 流速  $u_x=0.3\text{m/s}$ , 横向弥散系数  $D_y=5\text{m}^2/\text{s}$ , 污染物的衰减速度常数  $k=0$ , 求:
  - (1) 无边界约束的条件下,  $x=2000\text{m}$ ,  $y=10\text{m}$  处的污染物浓度
  - (2) 在岸边上排放, 河流宽度无穷大,  $x=2000\text{m}$ ,  $y=10\text{m}$  处的污染物浓度
  - (3) 在岸边上排放, 河流宽度  $B=100\text{m}$  时,  $x=2000\text{m}$ ,  $y=10\text{m}$  处的污染物浓度。
- 9、在流场均匀的河段中, 河宽  $B=200\text{m}$ , 平均水深  $h=3\text{m}$ , 流速  $u_x=0.5\text{m/s}$ , 横向弥散系数  $D_y=1\text{m}^2/\text{s}$ , 岸边连续排放污染物,  $Q_A=3600\text{kg/h}$ ,  $k=0$ 。试求下游  $2\text{km}$  处的最大浓度, 污染物的横

更多环评工程师资格考试资料, 请浏览: [www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)

向分布、扩散羽的宽度河完成横向混合所需时间。

10、河边拟建一个工厂，排放含氯废水，流量  $2.83\text{m}^3/\text{s}$ ，含盐量  $1300\text{mg}/\text{L}$ ，该河平均流速  $0.46\text{m}/\text{s}$ ，平均河宽  $13.7\text{m}$ ，平均水深  $0.61\text{m}$ ，含氯化物浓度  $100\text{mg}/\text{L}$ ，如该厂废水派入河中能与河水迅速混合，问河水氯化物是否超标？(设地方标准为  $200\text{mg}/\text{L}$ )。

11、有一条河段长  $4\text{km}$ ，河段起点  $\text{BOD}_5$  的浓度为  $38\text{mg}/\text{L}$ ，河段末端  $\text{BOD}_5$  的浓度为  $16\text{mg}/\text{L}$ ，河水的平均流速为  $1.5\text{km}/\text{d}$ ，求该河段的自净系数  $K_1$  为多少？

12、某河段流量  $Q=216\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$ ，流速  $v=46\text{km}/\text{d}$  水温  $T=13.6$  度， $k_1=0.94\text{d}^{-1}$ ， $k_2=1.82\text{d}^{-1}$ ， $k_3=-0.17\text{d}^{-1}$ 。河段始端排放  $Q_1=10\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$ ， $\text{BOD}_5$  为  $500\text{mg}/\text{L}$ ，溶解氧为  $0$ ，上游河水  $\text{BOD}_5$  为  $0$ ，溶解氧为  $8.95\text{mg}/\text{L}$ 。求该河段  $x=6\text{km}$  处河水的  $\text{BOD}_5$  和氧亏值。

13、向一条河流稳定排放污水，污水排放量  $Q_p=0.2\text{m}^3/\text{s}$ ， $\text{BOD}_5$  浓度为  $30\text{mg}/\text{L}$ ，河流流量  $Q_h=5.8\text{m}^3/\text{s}$ ，河水平均流速  $v=0.3\text{m}/\text{s}$ ， $\text{BOD}_5$  的本底浓度为  $0.5\text{mg}/\text{L}$ ， $\text{BOD}_5$  降解的速率常数  $k_1=0.2\text{d}^{-1}$ ，纵向弥散系数  $D=10\text{m}^2/\text{s}$  假定下游无支流汇入，也无其他排污口，试求排放口下游  $5\text{km}$  处的  $\text{BOD}_5$  浓度？

14、在流场均匀的河段中，岸边连续排放污染物，污染物的排放源强  $Q=2000\text{kg}/\text{L}$ 。已知该河段河宽  $b=500\text{m}$ ，平均水深  $h=5\text{m}$ ，流速  $v_x=0.5\text{m}/\text{s}$ ，横向弥散系数  $D_y=1\text{m}^2/\text{s}$ ，试求下游  $2\text{km}$  处的最大浓度。

15、某水库，其容积  $V=1.0\times 10^7\text{m}^3$ ，支流输入水量  $Q=2.5\times 10^7\text{m}^3/\text{a}$ ，水库内  $\text{COD}$  的本底浓度为  $C_0=2.0\text{mg}/\text{L}$ ，河流中  $\text{COD}$  浓度为  $4.0\text{mg}/\text{L}$ ， $\text{COD}$  在水库中的衰减速率系数  $k_1=0.08/\text{a}$ ，试求平衡时水库中的  $\text{COD}$  的浓度及达到平衡浓度的  $90\%$  所需要的时间。

16、某大学城将  $17360\text{m}^3/\text{d}$  处理过的水排放到某河流中，其  $\text{BOD}_5$  为  $12\text{mg}/\text{L}$ ， $k$  值为  $0.12\text{d}^{-1}(20^\circ\text{C})$ 。河水流量为  $0.43\text{m}^3/\text{s}$ ，最终  $\text{BOD}$  为  $5.0\text{mg}/\text{L}$ 。河水中溶解氧浓度为  $6.5\text{mg}/\text{L}$ ，排放水中溶解氧浓度为  $1.0\text{mg}/\text{L}$ 。试计算混合后的溶解氧浓度和最终  $\text{BOD}$  的初始值。

17、均匀河段长  $10\text{km}$ ，有一含  $\text{BOD}$  的废水从这一河段的上游端点流入，废水流量为  $q=0.2\text{m}^3/\text{s}$ ， $\text{BOD}$  浓度  $C_2=200\text{mg}/\text{L}$ ，上游河水流量  $Q=2.0\text{m}^3/\text{s}$ ， $\text{BOD}$  浓度  $C_1=2\text{mg}/\text{L}$ ，河水的平均流速  $u=20\text{km}/\text{d}$ ， $\text{BOD}$  的衰减系数  $k=2/\text{d}$ ，求废水入河口以下  $1\text{km}$ 、 $2\text{km}$ 、 $5\text{km}$  处的河水中  $\text{BOD}$  的浓度。

18、一均匀河段，有含  $\text{BOD}$  的废水流入，河水的平均流速  $u=20\text{km}/\text{d}$ ，起始断面河水（和废水完全混合后）含  $\text{BOD}$  浓度为  $C_0=20\text{mg}/\text{L}$ ， $\text{BOD}$  的衰减系数  $K=2/\text{d}$ ，扩散系数  $D_x=1\text{km}^2/\text{d}$ ，求下游  $1\text{km}$  处的河水中  $\text{BOD}$  的浓度。

19、一个拟建工厂，将废水经过处理后排入附近的一条河流中，已知现状条件下，河流中  $\text{BOD}_5$  的浓度是  $2.0\text{mg}/\text{L}$ ，溶解氧的浓度是  $8.0\text{mg}/\text{L}$ ，河水水温是  $20^\circ\text{C}$ ，河流流量是  $14\text{m}^3/\text{s}$ ；排放的工业废水， $\text{BOD}_5$  的浓度在处理前为  $800\text{mg}/\text{L}$ ，水温为  $20$  度，流量为  $3.5\text{m}^3/\text{s}$ ，废水排放前经过处理溶解氧浓度为  $4.0\text{mg}/\text{L}$ ，假定废水和河水在排放口附近迅速混合，混合后河道中平均水深达到  $0.8\text{m}$ ，河宽  $15\text{m}$ ，参数  $k_1(20^\circ\text{C})=0.23\text{d}^{-1}$ ， $k_2=3.0\text{d}^{-1}$ ，若河流的溶解氧标准为  $5.0\text{mg}/\text{L}$ ，计算工厂排除废水中允许进入河流的最大  $\text{BOD}_5$  浓度。

### 三、答案与解析

#### (一) 单项选择题

1、(3)；2、(2)；3、(1)；4、(2)；5、(4)；6、(3)；7、(3)；8、(3)；9、(3)；10、(4)；11、(3)；12、(2)；13、(3)；14、(3)；15、(3)；16、(2)；17、(2)；18、(2)。

#### (二) 多项选择题

1、(2) (4)；2、(1) (3) (4)；3、(1) (2) (3) (4)；4、(1) (2) (3) (4) (5)；5、(1) (3) (4)；6、(1) (2) (3) (4)；7、(1) (3)；8、(2) (4)；9、(1) (3)；10、(1) (4)；11、(1) (3) (4)；12、(1) (2) (3) (4)；13、(1) (2) (3) (4)；14、(1) (2) (3)；15、(1) (2) (4)；16、(1) (3) (4)；17、(1) (3) (4)；18、(2) (4)；19、(1) (3) (4)；20、(1) (2) (4)；21、(1) (3)；22、

更多环评工程师资格考试资料，请浏览：[www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)

(1) (3) (4); 23、(1) (3); 24、(1) (3) (4); 25、(1) (4); 26、(1) (2)。

### (三) 简答题

1、(1)地表水预测范围与已确定的评价范围一致,确定地下水影响预测范围的原则与地表水类似;  
(2)预测点的确定。一般为已确定的敏感点,环境现状监测点等,宜选在已有的取水井、观测井河试验井附近,以便进行验证;(3)预测时期。地表水预测时期分为丰水期、平水期和枯水期,地下水分为丰水和枯水两个时期;(4)预测阶段。一般分建设过程、生产运行和服务期满后三个阶段。

2、(1)数学模式法。利用表达水体净化机制的数学方程预测建设项目引起的水体水质变化,该法能给出定量的预测结果,比较简便,但这种方法需一定的计算条件和输入必要的参数,而且污染物在水中的净化机制很多方面尚难以用数学模式表达;

(2)物理模型法。依据相似理论,在一定比例缩小的环境模型上进行水质模拟实验,以预测由建设项目引起的水体水质变化。该法能反应比较复杂的水环境特点,且量化程度较高,再现性好,但需要有相应的试验条件和较多的基础数据。

(3)类比调查法。调查与建设项目性质相似,且其纳污水体的规模、流态、水质也相似的工程。根据调查结果,分析预估拟建设项目的水环境影响,该法属于定性或半定量性质,所得结果往往比较粗略,一般多在评价工作级别较低,且评价时间较短,无法取得足够的参数、数据时,用类比求得数学模式中所需的若干参数、数据。

3、影响水中污染物浓度分布的主要因素包括:(1)污染物的源和汇;(2)宏观对流;(3)各种分散作用(分子扩散、紊流扩散和弥散);(4)吸附与离子交换;(5)化学反应和生物过程;(6)放射性衰变。

4、(1)河流是稳态的,定常排污,指河床截面积、流速、流量及污染物的输入量不随时间变化;

(2)污染物在整个河段内均匀混合,即河段内各点污染物浓度相等;

(3)废水的污染物为持久性物质,不分解也不沉淀;

(4)河流无支流和其它排污口废水进入。

5、(1)只考虑好氧微生物参加的BOD衰减反应,并认为该反应为一级反应;

(2)河流中的耗氧只是BOD衰减反应引起的,BOD的衰减反应速率与河水中溶解氧(DO)的减少速率相同,复氧速率与河水中的亏氧量D成正比。

6、地下水水质污染预测中的主要参数是纵向及横向弥散系数,其获取方法包括野外试验法、室内试验法及经验值法,由于弥散度存在尺度效应,一般在地下水环境影响预测中,利用经验值给出初值,然后利用实际资料进行拟合。评价要求不高的项目,可以直接利用经验法。

地下水水质污染预测的另一主要参数是渗透系数,可以通过野外抽水试验、注水试验获得。

7、对水环境而言,单点源排放情况下,排污口与控制断面间水域允许纳污量可按下式计算:

$$W_c = S \times (Q_p + Q_e) - Q_p \times C_p$$

式中, $W_c$ 为为水域允许纳污量, g/s;  $Q_p$ 、 $C_p$ 为上游来水设计水量与设计水质浓度,  $m^3/s$ 、 $mg/L$ ;

$Q_e$ 为污水设计排放流量,  $m^3/s$ ;  $S$ 为控制断面水质标准,  $mg/L$ 。

### (四) 计算题

1、 $C_p = 300mg/L$

河流的流量为:  $Q_p = v \times W \times h = 0.457 \times 13.72 \times 0.61 = 3.82 (m^3/s)$

$C_h = 1250mg/L$ ,  $Q_h = 2.83 (m^3/s)$

根据完全混合模型混合后的浓度为:

**更多环评工程师资格考试资料, 请浏览: [www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)**

$$C = \frac{C_p Q_p + C_h Q_h}{Q_p + Q_h} = \frac{300 \times 3.82 + 1250 \times 2.83}{3.82 + 2.83} = 704 \text{ mg/L}$$

结论是河水中总溶解固体浓度超标。

2、 $C_1=110\text{mg/L}$ ,  $Q=0.46 \times 13.7 \times 0.61=3.84\text{m}^3/\text{s}$ ,  $C_2=1250\text{mg/L}$ ,  $q=2.83\text{m}^3/\text{s}$ ,

则 
$$C_0 = \frac{QC_1 + qC_2}{Q + q} = \frac{110 \times 3.84 + 1250 \times 2.83}{3.84 + 2.83} = 594 \text{ mg/L}$$

该厂废水如排入河中，河水氯化物将超标将近 3 倍。

3、计算起始点处完全混合后的初始浓度

$$C_0 = \frac{0.15 \times 25 + 5.5 \times 0.4}{5.5 + 0.15} = 1.05 \mu\text{g/L}$$

(1) 考虑纵向弥散条件下的下游 10km 处的浓度

$$C = C_0 \times \exp \left[ \frac{u_x x}{2D_x} \left( 1 - \sqrt{1 + \frac{4kD_x}{u^2}} \right) \right]$$

$$= 1.05 \times \exp \left[ \frac{0.3 \times 10000}{2 \times 10} \left( 1 - \sqrt{1 + \frac{4 \times 0.2 / 86400 \times 10}{0.3^2}} \right) \right]$$

$$= 0.98 \mu\text{g/L}$$

(2) 忽略纵向弥散时的下游 10km 处的浓度

$$C = C_0 \exp \left( -\frac{kx}{u_x} \right) = 1.05 \times \exp \left( -\frac{0.2 \times 10000}{0.3 \times 86400} \right) = 0.98 \mu\text{g/L}$$

由此看出，在稳态条件下，忽略纵向弥散系数与考虑纵向弥散系数的差异很小，常可以忽略。

4、河段起始断面河水含酚浓度为：

$$C_0 = (C_p Q_p + C_h Q_h) / (Q_p + Q_h) = (9 \times 1 + 1 \times 200) / (9 + 1) = 20.9 \text{ mg/L}$$

河段出口处含酚浓度为：

$$C = C_0 / (1 + kx/u) = 20.9 / (1 + 2 \times 1/40) = 19.9 \text{ mg/L}$$

5、由公式  $k_1' = k_1 + (0.11 + 54I) u/H$

得到  $k_1' = 0.24 + (0.11 + 54 \times 0.001) \times 0.2 / 2.0 = 0.256 \text{ d}^{-1}$

$$6、C = \frac{C_0}{1 + \frac{V}{Q} k} = \frac{8}{1 + \frac{100000}{40000} \times 0.5} = 3.6 \text{ mg/L}$$

7、计算起始点处完全混合后的初始浓度

$$C_0 = \frac{0.15 \times 30 + 5.5 \times 0.5}{5.5 + 0.15} = 1.28 \mu\text{g/L}$$

(1) 考虑纵向弥散条件下的下游 10km 处的浓度

$$C = 1.28 \times \exp \left[ \frac{0.3 \times 10000}{2 \times 10} \left( 1 - \sqrt{1 + \frac{4 \times \frac{0.2}{86400} \times 10}{0.3^2}} \right) \right] = 1.19 \mu\text{g/L}$$

(2) 忽略纵向弥散时的下游 10km 处的浓度

**更多环评工程师资格考试资料，请浏览：[www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)**

$$C = 1.28 \times \exp\left(-\frac{0.2 \times 10000}{0.3 \times 86400}\right) = 1.19 \mu\text{g/L}$$

由此可见，在稳态条件下，忽略纵向弥散系数与考虑纵向弥散系数的差异很小，常可以忽略不计。

8、(1) 在无边界条件下的连续点源排放时，浓度场计算为：

$$C(x, y) = \frac{Q_A}{u_x h \sqrt{\frac{4\pi D_{yx}}{u_x}}} \exp\left(-\frac{u_x y^2}{4E_{yx}}\right) \exp\left(-\frac{kx}{u_x}\right)$$

$$C_1 = 0.34 \text{mg/L}$$

(2) 在岸边上排放，河流宽度无穷大

$$C_2(x, y) = 2C_1(x, y) = 0.68 \text{mg/L}$$

(3) 在岸边上排放，河流宽度  $B=100\text{m}$  时，取 2 次反射 ( $p=2$ ) 计算式为：

$$C(x, y) = \frac{Q_A}{u_x h \sqrt{\frac{4\pi D_{yx}}{u_x}}} \left\{ \exp\left(-\frac{u_x y^2}{4D_{yx}}\right) + \sum_{n=1}^p \left[ -\frac{u_x (nB - na - y)^2}{4D_{yx}} \right] + \sum_{n=1}^p \left[ -\frac{u_x (na + y)^2}{4D_{yx}} \right] \right\} \exp\left(-\frac{kx}{u_x}\right)$$

带入计算得到： $C_3(x, y) = 4.10 \text{mg/L}$

如果  $p=4$  次，则  $C_3(x, y) = 4.38 \text{mg/L}$

9、污染物的源强  $Q_A = 3600 \text{kg/h} = 1000 \text{g/s}$ 。

下游 2km 处的方差：

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{2D_{yx}}{u_x}} = 89.4 \text{m}$$

(1) 污染物的最大浓度应发生在  $y=0$  处，在计算中取  $p=1$  即可满足精度要求，当  $x=2000\text{m}$  时，计算为：

$$C(x, y) = \frac{Q_A}{u_x h \sqrt{\frac{4\pi D_{yx}}{u_x}}} \left\{ \exp\left(-\frac{u_x y^2}{4D_{yx}}\right) + \sum_{n=1}^p \left[ -\frac{u_x (nB - na - y)^2}{4D_{yx}} \right] + \sum_{n=1}^p \left[ -\frac{u_x (na + y)^2}{4D_{yx}} \right] \right\} \exp\left(-\frac{kx}{u_x}\right) =$$

$$5.95 \text{mg/L}$$

(2) 污染物的浓度横向分布列表于下：

y(m)	0	25	50	75	100	125	150	175	200
C(mg/L)	5.95	5.72	5.09	4.20	3.20	2.29	1.58	1.13	0.98

(3) 扩散的污染羽流宽度

$$b = 2\sigma_y = 178.8 \text{m}$$

(4) 完成横向混合所需距离

$$x = \frac{0.4uB^2}{D_y} = 8000 \text{m}$$

(5) 完成混合的时间

$$t = x/u_x = 4.44 \text{h}$$

10、 $C_0 = 100 \text{mg/L}$ ， $Q_0 = 0.46 \times 13.7 \times 0.61 = 3.84 \text{m}^3/\text{s}$ ， $C_1 = 1300 \text{mg/L}$ ， $q_1 = 2.83 \text{m}^3/\text{s}$ ，则

$$C = (1008 \times 3.84 + 1300 \times 2.83) / (3.84 + 2.83) = 609 \text{mg/L}$$

所以已经超标了。

11、由始末两点法得  $K_1 = \frac{u}{x} \ln \frac{C_1}{C_2} = \frac{1.5}{4} \ln \frac{38}{16} = 0.32d^{-1}$

则该河段的自净系数为  $0.32d^{-1}$

12、河段始端混合河水的  $BOD_5$  和  $DO$  为:

$$L_0 = (216 \times 0 + 10 \times 500) / (216 + 10) = 22.124 \text{ mg/L}$$

$$C(O_0) = (216.0 \times 8.95 + 10 \times 0) / (216 + 10) = 8.554 \text{ mg/L}$$

$$\text{按式, } C(O_s) = \frac{468}{31.6 + T}$$

$$C(O_s) = 10.354 \text{ mg/L}$$

$$D_0 = 10.354 - 8.554 = 1.8 \text{ mg/L}$$

(1) 河水的  $BOD_5$  为

$$L = 22.124 \exp[-(0.94 - 0.17) \times 6/46] = 20.01 \text{ mg/L}$$

(2) 河水的氧亏值为:

$$D = 1.8 \exp(-1.82 \times 6/46) + 0.94 \times 22.124 / (1.82 + 0.17 - 0.94) \times [\exp(-0.1004) - \exp(-1.82 \times 6/46)] = 3.174 \text{ mg/L}$$

13、污水排入河流后排放口所在河流端面初始浓度可用完全混合模型计算:

$$C_0 = \frac{Q_h C_h + Q_p C_p}{Q_h + Q_p} = \frac{5.8 \times 0.5 + 0.2 \times 30}{5.8 + 0.2} = 1.483 \text{ mg/L}$$

计算考虑纵向弥散条件下的下游 5km 处的浓度:

$$C = C_0 \exp\left[\frac{u}{2D}(1-m)x\right] = C_0 \exp\left[\frac{u}{2D}\left(1 - \sqrt{1 + \frac{4k_1 D}{u^2}}\right)x\right] = 1.4273 \text{ mg/L}$$

计算忽略纵向弥散条件下的下游 5km 处的浓度:

$$C = C_0 \exp\left[-\frac{k_1}{u}x\right] = 1.429 \text{ mg/L}$$

14、污染物的最大浓度发生在  $y=0$  处, 且不考虑降解的情况, 则源强  $Q=2000\text{kg/L}=555.56\text{g/s}$

$$C(x,0) = \frac{2Q}{u_x h \sqrt{\frac{4\pi D_{yx}}{u_x}}} \left[ 1 + 2 \exp\left(-\frac{u_x b^2}{D_{yx}}\right) + 2 \exp\left(-\frac{9u_x b^2}{D_{yx}}\right) + \dots \right]$$

$$= 1.68 \text{ mg/L}$$

$$15、 C = \frac{W_0 + C_p q}{\left(\frac{Q}{V} + k_1\right)V} = 3.88 \text{ mg/L}$$

$$\frac{C}{C_e} = \frac{\frac{W}{\alpha V}(1 - e^{-\alpha t}) + C_0 e^{-\alpha t}}{\frac{W}{\alpha V}} = 1 + \left[\frac{\alpha V C_0}{W} - 1\right] e^{-\alpha t}$$

$$t = -\frac{1}{\alpha} \ln \frac{\left(\frac{C}{C_e} - 1\right)}{\left[\frac{\alpha V C_0}{W} - 1\right]} = -\frac{1}{\alpha} \ln \frac{\left(\frac{C}{C_e} - 1\right)W}{\left[\alpha V C_0 - W\right]}$$

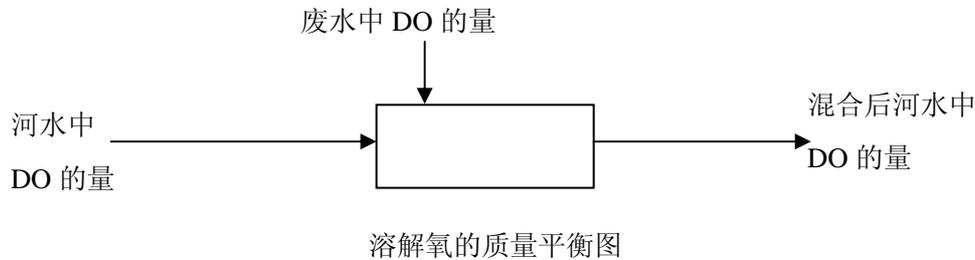
更多环评工程师资格考试资料, 请浏览: [www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)

将有关数据带入，当  $\frac{C}{C_e} = 0.9$  时，有， $t = 0.61a$

所以结果为：达到 COD 平衡浓度的 90% 约需 0.61a；平衡浓度值为 3.88mg/L.

16、首先建立简化的质量平衡方程以帮助了解和解决氧垂曲线问题。

当河水与废水混合时，溶解氧、BOD、温度均发生改变。可用相应的三个质量平衡方程来描述河流与废水的初始混合效应，下图所示为溶解氧的质量平衡图。



将流量与溶解氧浓度相乘得到单位时间的溶解氧量：

$$\text{废水中溶解氧量} = Q_w DO_w$$

$$\text{河水中溶解氧量} = Q_r DO_r$$

式中， $Q_w$  为废水流量， $m^3/s$ ； $Q_r$  为河水流量， $m^3/s$ ； $DO_w$  为废水中溶解氧浓度， $g/m^3$ ； $DO_r$  为河水中溶解氧浓度， $g/m^3$ 。

混合后河水溶解氧量等于上述两项之和，即

$$\text{混合后溶解氧量} = Q_w DO_w + Q_r DO_r$$

同理，可求得混合后最终 BOD：

$$\text{混合后最终 BOD} = Q_w L_w + Q_r L_r$$

式中， $L_w$  为废水最终 BOD， $mg/L$ ； $L_r$  为河水最终 BOD， $mg/L$ 。

混合后溶解氧与 BOD 浓度分别为

$$DO = \frac{Q_w DO_w + Q_r DO_r}{Q_w + Q_r}$$

$$L_a = \frac{Q_w L_w + Q_r L_r}{Q_w + Q_r}$$

式中， $L_a$  为混合后最终 BOD 的初始值。

依据题中条件， $Q_w$  为

$$Q_w = \frac{17360m^3/d}{86400s/d} = 0.20m^3/s$$

因此，混合后的溶解氧浓度为

$$\begin{aligned} DO &= \frac{Q_w DO_w + Q_r DO_r}{Q_w + Q_r} \\ &= \frac{(0.20m^3/s) \times (1.0mg/L) + (0.43m^3/s) \times (6.5mg/L)}{0.20m^3/s + 0.43m^3/s} = 4.75mg/L \end{aligned}$$

在确定混合后最终 BOD 的初始值前，需先计算排放水的最终 BOD，用下述方程求  $L_0$ ：

$$L_0 = \frac{BOD_5}{(1 - e^{-kt})} = \frac{12mg/L}{1 - e^{-0.12 \times 5}} = \frac{12}{1 - 0.55} mg/L = 26.6mg/L$$

**更多环评工程师资格考试资料，请浏览：[www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)**

由  $L_w=L_0$  计算混合后最终 BOD 的初始值:

$$L_a = \frac{(0.20\text{m}^3/\text{s}) \times (26.6\text{mg/L}) + (0.43\text{m}^3/\text{s}) \times (5.0\text{mg/L})}{0.20\text{m}^3/\text{s} + 0.43\text{m}^3/\text{s}} = 11.86\text{mg/L或}12\text{mg/L}$$

17、河段初始断面河水中 BOD 浓度为:

$$C_0 = \frac{C_1Q + C_2q}{Q + q} = \frac{2 \times 2 + 200 \times 0.2}{2 + 0.2} = 20\text{mg/L}$$

以 0.5km 为单位将河段分成环境单元, 即  $\Delta x=0.5\text{km}$ 、1km、2km、5km 处的河段分别处在  $i=2$ 、4、10 的位置, 于是  $i=2$  时 BOD 的浓度为:

$$C_2 = \frac{C_0}{\left(1 + \frac{K\Delta x}{u}\right)^2} = \frac{20}{\left(1 + 2 \times \frac{0.5}{20}\right)^2} = 18\text{mg/L}$$

同理可以得到  $C_4=16.5\text{mg/L}$ ,  $C_{10}=12.3\text{mg/L}$ 。

18、计算 BOD 的浓度为:

$$C = C_0 \exp\left[\frac{u}{2D_x} \left(1 - \sqrt{1 + \frac{4K_1D_x}{u^2}}\right) x\right] = 20 \times \exp\left[\frac{20}{2 \times 1} \left(1 - \sqrt{1 + \frac{4 \times 2 \times 1}{20^2}}\right)\right]$$

=18.1mg/L

19、混合后的流量:

$$Q = 14 \text{ m}^3/\text{s} + 3.5 \text{ m}^3/\text{s} = 17.5 \text{ m}^3/\text{s}$$

河流流速:

$$u = 17.5 \text{ m}^3/\text{s} / 0.8 \times 15 \text{ m} = 1.46 \text{ m/s}$$

起始溶解氧浓度:

$$O_s = \frac{8 \text{ mg/L} \times 14 \text{ m}^3/\text{s} + 4 \text{ mg/L} \times 3.5 \text{ m}^3/\text{s}}{17.5 \text{ m}^3/\text{s}} = 7.2 \text{ mg/L}$$

20°C 时的溶解氧浓度:

$$O_s = 468 \text{ mg/L} / (31.6 + 20) = 9.07 \text{ mg/L}$$

起点氧亏值:

$$D_0 = 9.07 \text{ mg/L} - 7.2 \text{ mg/L} = 1.87 \text{ mg/L}$$

则最大允许氧亏值:

$$D_{\max} = 9.07 \text{ mg/L} - 5.0 \text{ mg/L} = 4.07 \text{ mg/L}$$

工厂排放的废水中最高允许  $BOD_5$  浓度为:

$$t_c = \frac{1}{k_2 - k_1} \ln \frac{k_2}{k_1} \left[1 - \frac{D_0(k_2 - k_1)}{L_0 k_1}\right]$$

$$= 1 / (3.0 - 0.23) \ln(3.0 / 0.23) [1 - 1.87 \times (3.0 - 0.23) / 0.23 L_0]$$

$$Dc = \frac{k_2}{k_1} L_0 e^{-k_1 t_c} = \frac{0.23}{3.0} L_0 e^{-0.23 t_c}$$

采用试算法, 假定不同的起点  $BOD_5$  浓度, 得到相应于溶解氧浓度不低于 5.0mg/L 的临界氧亏值, 如下表:

**更多环评工程师资格考试资料, 请浏览: [www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)**

计算次数	假定起点 BOD <sub>5</sub> 浓度 $L_0$ (mg/L)	临界流动时间 $t_c$ (d)	氧亏值 $D_c$ (mg/L)
1	100	0.835	6.33
2	75	0.798	4.79
3	50	0.711	3.26
4	65	0.774	4.17
5	63	0.767	4.05
6	63.5	0.769	4.08
7	63.3	0.768	4.07
	允许 $L_0$ 值	溶解氧浓度不低于 5.0mg/L	

因此，取  $L_0=63.3$  mg/L

工厂处理后排放出废水 BOD<sub>5</sub> 允许浓度：

$$BOD_5 = (17.3 \times 63.3 - 14 \times 2) / 3.5 = 308.5 \text{ mg/L}$$

而废水中实际 BOD<sub>5</sub> 浓度为 800 mg/L，因此必须采取措施削减 61.44% 才能排放。