

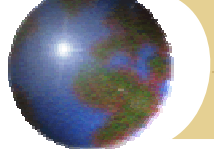
# 第四章 水质影响预测与影响评价

## 第一节 概述

## 第二节 常用水质预测模型

## 第三节 水质模型的参数估计

## 第四节 水环境影响评价



# 第一节 概述

## (一) 污染物质在水体中的迁移转化

- ❁ 水质模型是描述水体中污染物随时间和空间迁移转化规律的数学方程。

- 1、污染物质在河流中的迁移总起来可分为两类，即推流和扩散。

- ❁ 推流是指污染物质随水质点的流动一起移到新的位置。推流也称平流、随流输移。

- ❁ 扩散可分为分子扩散、湍流扩散、剪切流离散（弥散）和对流扩散。

- 2、迁移转化、降解

## (1) 分子扩散

分子扩散是指物质分子的随机运动（即布朗运动）而引起的物质迁移或分散现象。当水体中污染物质浓度分布不均匀时，污染物质将会从浓度高的地方向浓度低的地方移动。

分子扩散过程服从费克第一定律：

即以扩散方式通过单位截面积的质量流量与扩散物质的浓度梯度成正比。

$$J_x = -E_M \frac{\partial \bar{\rho}}{\partial x}$$

分子扩散系数一般很小 $10^{-4}$ — $10^{-5}\text{m}^2/\text{s}$ 。分子扩散引起的物质迁移与其它因素引起物质迁移相比，分子扩散在水环境影响评价中往往被忽略。

## (2) 湍流扩散

当河流做湍流运动时，随机的湍流作用引起污染物的扩散，称为湍流扩散。

湍流扩散所引起的污染物质量通量与浓度梯度成正比。

$$I_x = -E_x \frac{\partial \bar{\rho}}{\partial x}$$

湍流扩散系数比分子扩散系数大7~8个数量级， $10^{-2}$ — $1\text{m}^2/\text{s}$ 。因此，在河流中污染物的迁移是以湍流为主的。

### (3) 弥散

当垂直于流动方向的横断面上流速分布不均匀或者说有流速梯度存在的流动称为剪切流。又称剪切流离散，它是由于横断面上各点的实际流速不等而引起的。

剪切流离散同样可以类比分子扩散，其引起的质量通量可用下式表示：

$$J_x = -D_x \frac{\partial \bar{\rho}}{\partial x}$$

式中： $D_x$ ——弥漫系数， $10^{-10}$ — $10^{-4} \text{m}^2 / \text{s}$ 。

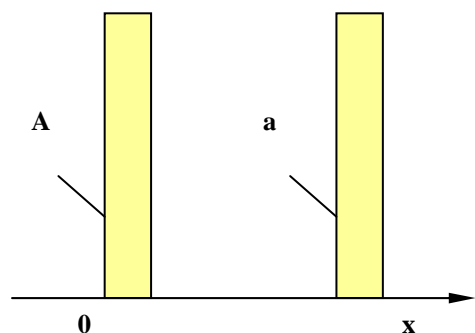
### (4) 对流扩散

对流扩散指由于温度差或密度分层不稳定性而引起的铅直方向对流运动所伴随的污染物迁移。

在自然界的水体中，各种形式扩散常常交织在一起发生，除上述污染物几种主要迁移方式以外，还存在着冲刷、淤积和悬浮等多种形式。除分子扩散外，所有各种迁移方式都和水体流动特性有密切联系，因此，要研究物质的扩散输移规律应和研究水体的流动特性紧紧联系在一起。

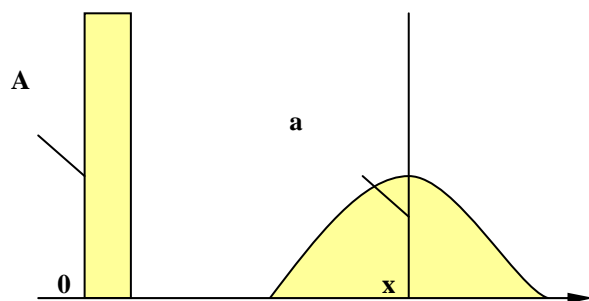


# 污染物在水环境中的运动变化



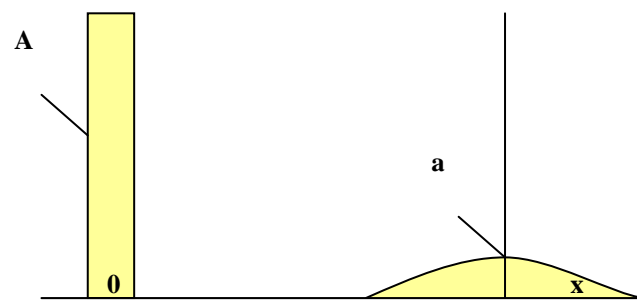
(1) 推流迁移

$$A=a$$



(2) 推流迁移+分散

$$A=a$$



(3) 推流迁移+分散+衰减

$$A>a$$

图 6-1 推流迁移,分散和衰减作用

$$I^1_x = -E_m \frac{\partial C}{\partial x}$$

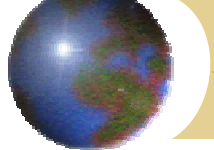
$$I^1_y = -E_m \frac{\partial C}{\partial y}$$

$$I^1_z = -E_m \frac{\partial C}{\partial z}$$

$$f_x = u_x C$$

$$f_y = u_y C$$

$$f_z = u_z C$$



## (二) 移流扩散方程

从流动的水体中，取一微分六面体。按照物质守恒原理，从微分六面体流进与流出的污染物质量之差应当等于同时段内微分六面体内质量的增量，从而导出三维的移流扩散方程为：

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \left[ \frac{\partial (u\rho)}{\partial x} + \frac{\partial (v\rho)}{\partial y} + \frac{\partial (w\rho)}{\partial z} \right] = \left[ \frac{\partial}{\partial x} \left( E_x \frac{\partial \rho}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( E_y \frac{\partial \rho}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{\partial \rho}{\partial z} \right) \right] +$$

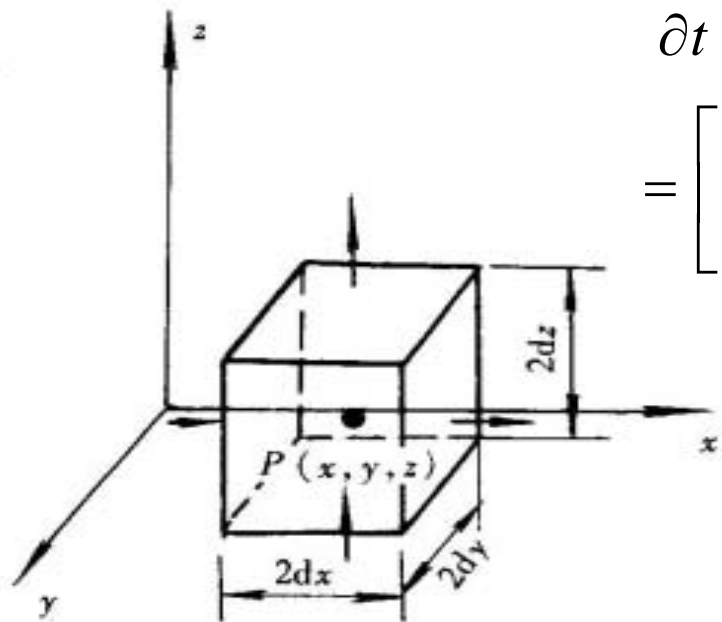
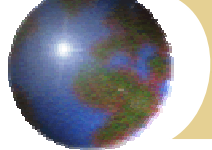


图 6-7 环境介质中的微元

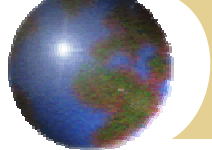
基本模型的求解因环境问题的复杂，往往求解起来很困难，通常是利用有限差分法和有限元法求其数值解。



### (三) 水质模型简介

#### 1、水质模型的分类：

- 按水体的类型可分为：河流水质模型、河口水质模型（受潮汐影响）、湖泊水质模型、水库水质模型和海湾水质模型等。河流、河口水质模型比较成熟，湖、海湾水质模型比较复杂，可靠性小。
- 按水质模型的空间维数分：
  - 当把所考察的水体看成是一个完全混合反应器时，即水体中水质组分的浓度是均匀分布的，描述这种情况的水质模型称为零维的水质模型。
  - 描述水质组分的迁移变化在一个方向上是重要的，另外两个方向上是均匀分布的，这种水质模型称为一维水质模型。
  - 描述水质组分的迁移变化在两个方向上是重要的，在另外的一个方向上是均匀分布的，这种水质模型称为二维水质模型。
  - 描述水质组分迁移变化在三个方向进行的水质模型称为三维水质模型。



## (三) 水质模型简介

### ✧ 按时间特性分：

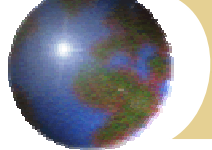
- ✦ 动态模型描写水体中水质组分的浓度随时间变化的水质模型。
- ✦ 静态模型描述水体中水质组分的浓度不随时间变化的水质模型。

### ✧ 按描述水质组分的多少分：

- ✦ 水体中某一组分的迁移转化与其它组分没有关系，描述这种组分迁移转化的水质模型称为**单一组分的水质模型**。
- ✦ 水体中一组分的迁移转化与另一组分（或几个组分）的迁移转化是相互联系、相互影响的，描述这种情况的水质模型称为**多组分的水质模型**。

### ✧ 按水质组分可分为：耗氧有机物模型（BOD—DO模型），无机盐、悬浮物、放射性物质等**单一组分的水质模型**，**难降解有机物水质模型**，**重金属迁移转化水质模型**。

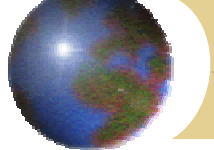




### (三) 水质模型简介

#### 2、水质模型的选择：

- ✿ 选择水质模型必须对所研究的水质组分的迁移转化规律有清楚地了解。因为水质组分的迁移(扩散和平流)取决于水体的水文特性和水动力学特性。
- ✿ 在流动的河流中，平流迁移往往占主导地位，对某些组分可以忽略扩散项；在受潮汐影响的河口中，扩散是主导的迁移现象，扩散项必须考虑而不能忽略。对这两者选择的模型就不应一样。
- ✿ 对河床规整，断面不变，污染物排入量不变的水体，可选用静态模型。为了减少模型的复杂性和减少所需的资料，对河流系统的水质模型往往选用静态的。但这种选择不能充分评价时便输入对河流系统的影响。
- ✿ 选择的水质模型必须反映所研究的水质组分，应用条件和现实条件接近。

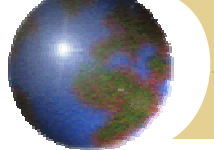


## 第二节 常用河流水质模型

- 河流的混合稀释模型
- 守恒污染物在均匀流场中的扩散模型
- 非守恒污染物在均匀河流中的水质模型
- Streeter-Phelps ( S-P ) 模型

应用水质模型预测河流水质时，常假设该河段内无支流，在预测时期内河段的水力条件是稳态的和只在河流的起点有恒定浓度和流量的废水（或污染物）排入。

如果在河段内有支流汇入，而且沿河有多个污染源，这时应将河流划分为多个河段采用多河段模型。



## 第二节 常用河流水质预测模型

### 一、河流的混合稀释模型

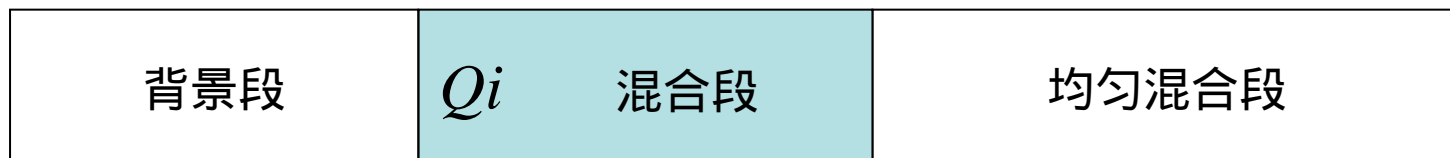
#### 1、污染物质在河流中的混合

废水排入水体后，最先发生的过程是混合稀释。

对大多数保守污染物混合稀释是它们迁移的主要方式之一。对易降解的污染物混合稀释也是它们迁移的重要方式之一。水体的混合稀释、扩散能力，与其水体的水文特征密切相关。

当废水进入河流后，便不断地与河水发生混合交换作用，使保守污染物浓度沿流程逐渐降低，这一过程称为混合稀释过程。

## 2、河流的混合稀释模型



河水  $Q(\text{m}^3/\text{s})$  ,  
污染物浓度为  $C_1(\text{mg/L})$

污染物浓度为  $C_2(\text{mg/L})$   
废水流量为  $q(\text{m}^3/\text{s})$

混合段总长度  $L$

$$L_n = \left[ \frac{2.3}{\alpha} \lg \left( \frac{aQ + q}{(1-a)q} \right) \right]^3$$

混合过程段的污染物浓度  $C_i$

$$C_i = \frac{C_1 Q_i + C_2 q}{Q_i + q} = \frac{C_1 aQ + C_2 q}{aQ + q}$$

适用条件：

河流充分混合段；

持久性污染物；

河流为恒定流；

废水连续稳定排放

混合系数  $a$  ,

$$a = \frac{Q_i}{Q}$$

稀释比  $n$  定义

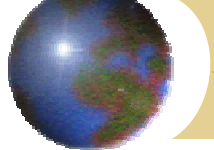
$$n = \frac{Q_i}{q} = \frac{aQ}{q}$$

当废水在岸边排入河流时，废水靠岸边向下游流去，经过相当长的距离才能达到完全混合。在非均匀混合段的废水排入一侧的岸边形成一个污染带。当完全混合距离 $L_n$ 无实测数据时，可参考下表确定。

表中列举出了许多河流在岸边集中排入废水时，污水与河水达到完全混合所需的时间。从表中查取所需时间与河水实际流速的乘积为完全混合距离。

表 6-1 废水排入河流与河水完全混合所需时间

河水量：污水量	河水流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )			
	<5	5—50	50—500	>500
	从废水注入点到完全混合点的径流时间 (h)			
1 : 1—5 : 1	0.6	0.8	1.0	1.5
5 : 1—25 : 1	4.5	5.5	6.7	8.0
25 : 1—125 : 1	12.0	13.5	17.0	22.0
125 : 1—600 : 1	28.0	33.0	39.0	55.0
>600 : 1	55.0	66.0	77.0	112.0



## 完成横向均匀混合的距离

断面上河对岸浓度达到同一断面最大浓度的5%，定义为污染物到达对岸。这一距离称为污染物到达对岸的纵向距离。

$$L_b = \frac{0.0675uB^2}{D_y}$$

若断面上最大浓度与最小浓度之差不超过5%，认为达到均匀混合。完成横向均匀混合的断面的距离称为完全混合距离。

岸边排放情况，

$$L_m = \frac{0.4uB^2}{D_y}$$

B—河宽，m；

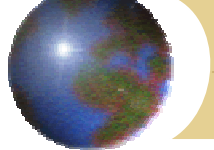
流速—u，m/s；

横向弥散系数— $D_y$ ， $m^2/s$ 。

中心排放情况，

$$L_m = \frac{0.1uB^2}{D_y}$$

<例题1>



## (二) 守恒污染物在均匀流场中的扩散模型

### 1、均匀流场中的扩散方程

在均匀流场中的一维扩散方程成为：

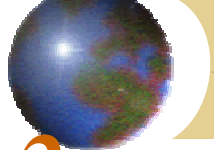
$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - u_x \frac{\partial C}{\partial x}$$

水深方向(z方向) 均匀混合，x 方向和 y 方向存在浓度梯度时，二维扩散方程：

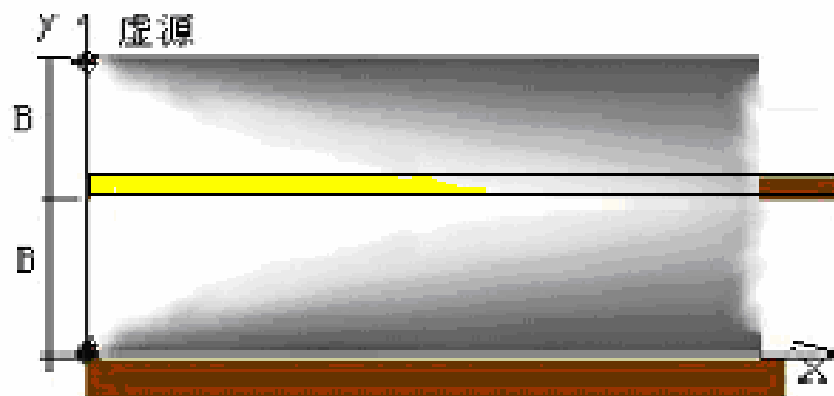
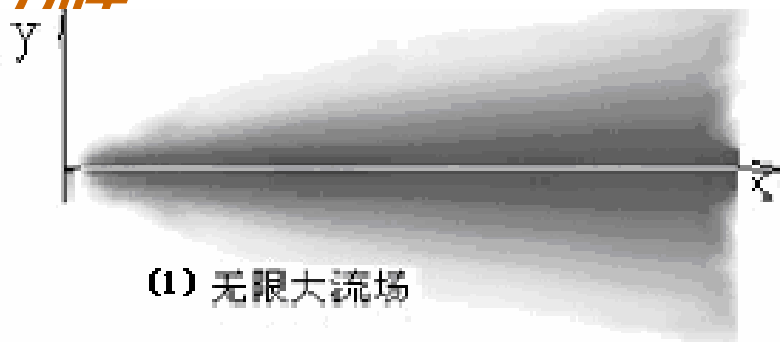
$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} - u_x \frac{\partial C}{\partial x} - u_y \frac{\partial C}{\partial y}$$

$D_x$ —— x 坐标方向的弥散系数； $u_x$ —— x方向的流速分量； $D_y$ —— y 坐标方向的弥散系数； $u_y$ —— y方向的流速分量。

对于守恒污染物，实际应用中，在不需要考虑其横向均匀混合时间的情况下，通常假设其可以瞬间混合完毕，而采用完全混合公式来计算河流断面的污染物浓度。



## 2、无限大均匀流场中移流扩散方程的解



$$u \frac{\partial C}{\partial x} = D_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 C}{\partial y^2}$$

若在无限大均匀流场中，坐标原点设在污染物排放点，污染物浓度的分布呈高斯分布，则方程式的解为：

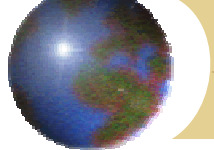
$$C = \frac{Q}{uh\sqrt{4\pi D_y x/u}} \exp\left(-\frac{y^2 u}{4D_y x}\right)$$

式中

$Q$  是连续点源的源强 (g/s) ,

$C$  守恒污染物的浓度 (g/m<sup>3</sup>= mg/L)。





# (三) 非守恒污染物在均匀河流中的水质模型

## 1. 零维水质模型

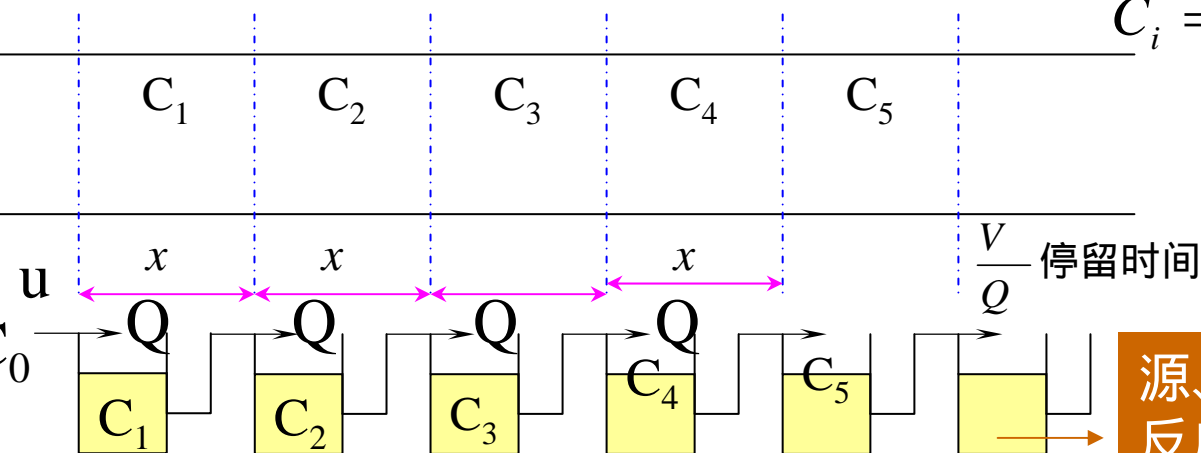
根据质量守恒可写出完全混合反应器的平衡方程,即零维模型

$$V \frac{dC}{dt} = Q(C_0 - C) - k_1 CV$$

$$dC / dt = 0, \quad 0 = Q(C_0 - C) - k_1 CV$$

$$C = \frac{C_0}{1 + \frac{k_1 V}{Q}} = \frac{C_0}{1 + \frac{k_1 \Delta x}{u}}$$

$$C_i = \frac{C_0}{\left(1 + \frac{k_1 V}{Q}\right)^i} = \frac{C_0}{\left(1 + \frac{k_1 \Delta x}{u}\right)^i}$$

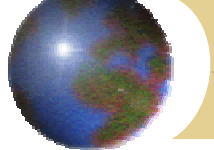


源、漏项仅为  
反应衰减项

<例题2>

<例题3>

由多个零维静态单元河段组成的顺直河流水质模型



## 2. 一维水质模型

### 一维河流静态水质模型基本方程

适用条件：  
河流充分混合段；  
非持久性污染物；  
河流为恒定流；  
废水连续稳定排放。

$$u_x \frac{dC}{dx} = D_x \frac{d^2 C}{dx^2} - KC \quad C = C_0 \exp \left[ \frac{u}{2D_x} \left( 1 - \sqrt{1 + \frac{4k_1 D_x}{u^2}} \right) x \right]$$

忽略扩散项，沿程的坐标 $x=ut$ ， $dC/dt=-k_1 C$ ，这是一个二阶线性常微分方程，代入初始条件 $x=0$ ， $C=C_0$ 方程的解为：

$$C(x) = C_0 \exp[-(k_1 x / u)]$$

式中： $u$ ——河流的平均流速，m/d或m/s；

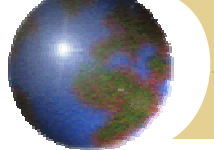
$D_x$ ——废水与河水的纵向混合系数，m<sup>2</sup>/d或m<sup>2</sup>/s；

$K$ ——污染物的衰减系数，1/d或1/s；

$x$ ——河水向下游流经的距离，m。

<例题4>

<例题5>



## (四) Streeter-Phelps (S-P) 模型

### 1. S-P模型基本方程及其解

#### ● S-P模型的建立基于两项假设：

- 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。

#### ● S-P模型的基本方程为：

$$\frac{dL}{dt} = -k_1 L$$

$$\frac{dD}{dt} = k_1 L - k_2 D$$

式中：  $L$ —河水中的BOD值，mg/L；

$D$ —河水中的亏氧值，mg/L,是饱和溶解氧浓度  $C_s$  (mg/L) 与河水中的实际溶解氧浓度  $C$  (mg/L) 的差值

$k_1$ —河水中BOD衰减(耗氧)速度常数，1 / d；

$k_2$ —河水中的复氧速度常数，1 / d；

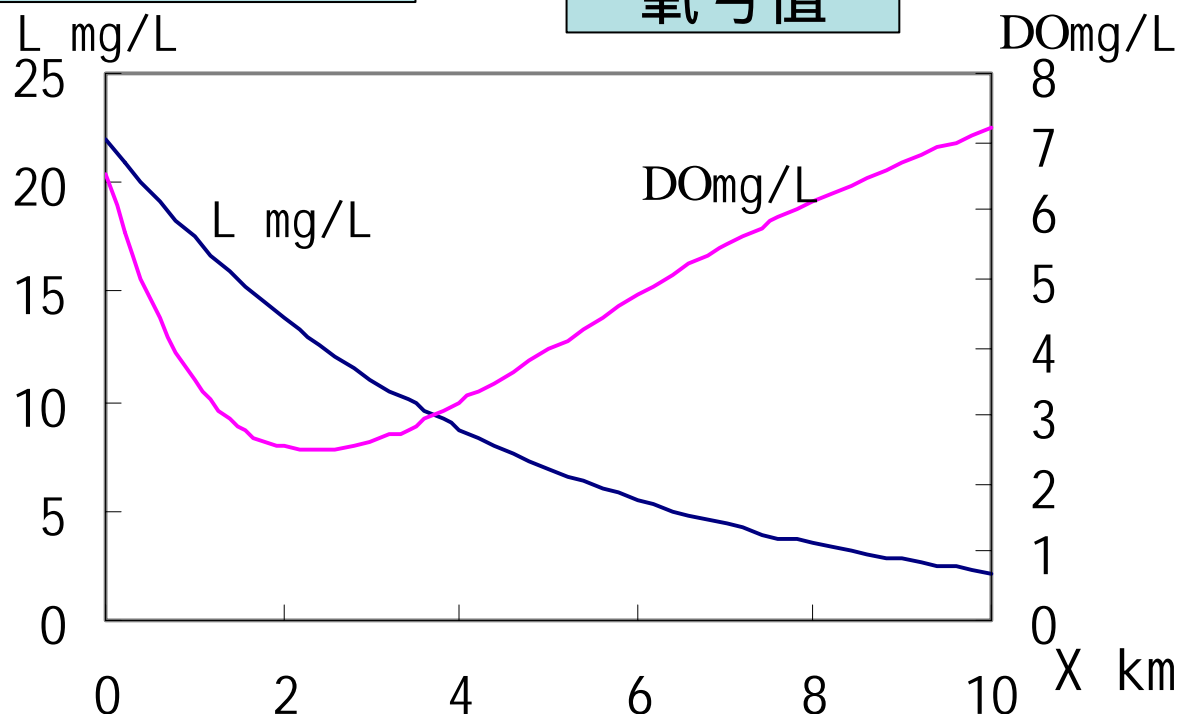
$t$ —河水由的流行时间 d

这两个方程式是耦合的。当边界条件  $\begin{cases} L = L_0, x = 0 \\ C = C_0, x = 0 \end{cases}$  时，  
上式的解析解为：

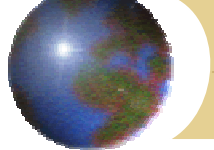
$$\begin{cases} L = L_0 e^{-k_1 x / u} \\ C = C_s - (C_s - C_0) e^{-k_2 x / u} + \frac{k_1 L_0}{k_1 - k_2} (e^{-k_1 x / u} - e^{-k_2 x / u}) \end{cases}$$

饱和溶解氧值

氧亏值



**适用条件：**  
 河流充分混合段；  
 污染物有耗氧性有机污染物；  
 需要预测河流溶解氧状态；  
 河流为恒定流动；  
 污染物连续稳定排放。



## 2 . S-P 模型的临界点和临界点氧浓度

$$\begin{cases} x_c = \frac{u}{k_2 - k_1} \ln \left\{ \frac{k_2}{k_1} \left[ 1 - \left( \frac{k_2}{k_1} - 1 \right) \frac{C_s - C_0}{L_0} \right] \right\} \\ C = C_s - (C_s - C_0) e^{-k_2 x_c / u} + \frac{k_1 L_0}{k_1 - k_2} (e^{-k_1 x_c / u} - e^{-k_2 x_c / u}) \end{cases}$$

❁ S-P 模型临界点氧浓度求出负值怎么办？

## 3 . S-P 模型的缺陷和修正方法

$$\frac{dD}{dt} = k_1 L - k_2 D$$

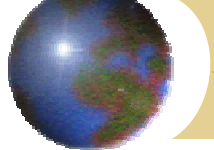
引入自净系数  $f = k_2/k_1$  , 当  $dD/dt = 0$  时有  $L = fD$  :

$L > fD$  ,  $dD/dt > 0$  , 河流中的溶解氧呈下降态势 ;

$L = fD$  ,  $dD/dt = 0$  , 河流中的溶解氧保持不变 ;

$L < fD$  ,  $dD/dt < 0$  , 河流中的溶解氧呈上升态势 ;

对于S\_P模型失效的重污染河流可以进行分段讨论。



## 4、S-P 模型的修正型

### (1) 托马斯(Thomas)模型

- 对一维静态河流，在S—P模型的基础上考虑沉淀、絮凝、冲刷和再悬浮过程对BOD去除的影响，引入了BOD沉浮系数 $k_3$

$$\begin{cases} u \frac{dL}{dx} = -(k_1 + k_3)L \\ u \frac{dD}{dx} = k_1L - k_2D \end{cases}$$

### (2) 多宾斯—坎普(Dobbins—Camp)模型

一维静态河流，考虑地面径流和底泥释放BOD所引起的BOD变化速率，该速率以  $R$  表示。考虑藻类光合作用和呼吸作用以及地面径流所引起的溶解氧变化速率，以  $P$  表示。

$$\begin{cases} u \frac{dL}{dx} = -(k_1 + k_3)L + R \\ u \frac{dD}{dx} = k_1L - k_2D + P \end{cases}$$



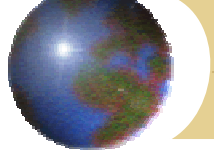
### (3) 奥康纳(O'Connor)模型

一维静态河流，奥康纳假设条件为，总BOD是碳化和硝化BOD两部分之和，即 $L = L_c + L_n$ ，

$$\begin{cases} u \frac{dL_c}{dx} = -(k_1 + k_3)L_c \\ u \frac{dL_n}{dx} = -k_n L_n \\ u \frac{dD}{dx} = k_1 L_c + k_n L_n - k_2 D \end{cases}$$

- ✿ 式中， $k_1$  碳化BOD衰减速度常数， $1/d$ ； $k_3$  硝化BOD衰减速度常数， $1/d$ ；
- ✿  $L_{c0}$  河流 $x=0$ 处，含碳有机物BOD浓度， $mg/L$ 。
- ✿  $L_{n0}$  河流 $x=0$ 处，含氮有机物BOD浓度， $mg/L$ 。

<例题>

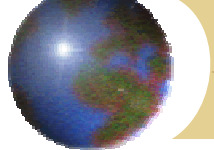


## 第三节 河流水质模型中参数估值

河流水质模型参数的确定方法包括：

- ✿ (1) 公式计算和经验估值；
- ✿ (2) 室内模拟实验测定；
- ✿ (3) 现场实测；
- ✿ (4) 水质数学模型率定。





## 第三节 河流水质模型中参数估值

### (一) 纵向扩散系数 $D_x$ 的估值

#### ✿ 经验公式法

$$D_x = \alpha H U$$

$\alpha$  —系数，由实验确定；

$D_x$ —扩散系数， $\text{m}^2/\text{s}$ ；

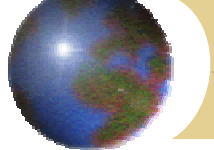
$H$ —断面平均水深， $\text{m}$ ；

$U$ —摩阻流速(或称“剪切流速”  $U = \sqrt{gHI}$  )， $\text{m/s}$ ；

$I$ —水面比降；

$g$ —重力加速度， $9.81 \text{ m/s}^2$ ；

#### ✿ 示踪实验法



## (二) 耗氧系数 $K_1$ 的估值方法

### ✿ 1、现场测定法（两点法）

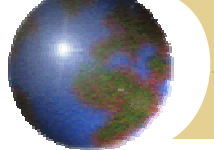
$$K_1 = \frac{u}{\Delta x} \ln \frac{L_A}{L_B}$$

### ✿ 2、实验室测定法

✿ 试验数据的处理建议采用最小二乘法或作图法。

✿ 修正式  $K_1 = K'_1 + \alpha \frac{u}{H}$

### ✿ 3 . 其他方法



### (三) 复氧系数 $K_2$ 的单独估值方法—经验公式法

- 1. 欧康那-道宾斯 (O Conner-Dobiins, 简称欧-道) 公式

$$K_{2(20^{\circ}\text{C})} = 294 \frac{(D_m u)^{1/2}}{H^{3/2}}, C_z \geq 17 \quad C_z = \frac{1}{n} H^{1/6}$$

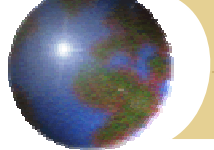
$$K_{2(20^{\circ}\text{C})} = 824 \frac{D_m^{0.5} I^{0.25}}{H^{1.25}}, C_z < 17 \quad D_m = 1.774 \times 10^{-4} \times 1.037^{(T-20)}$$

- 2. 欧文斯等人 (Owens, et al) 经验式

$$K_{2(20^{\circ}\text{C})} = 5.34 \frac{u^{0.67}}{H^{1.85}} \quad \begin{aligned} 0.1 \leq H \leq 0.6m \\ u \leq 1.5m/s \end{aligned}$$

- 3. 丘吉尔 (Churchill) 经验式

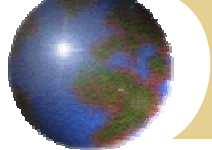
$$K_{2(20^{\circ}\text{C})} = 5.03 \frac{u^{0.696}}{H^{1.673}} \quad \begin{aligned} 0.6 \leq H \leq 8m \\ 0.6 \leq u \leq 1.8m/s \end{aligned}$$



## (四) $K1$ 、 $K2$ 的温度校正

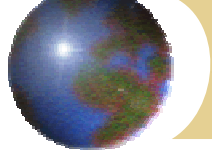
温度常数      的取值范围

- ✚ 对  $K1$  ,       $= 1.02 \sim 1.06$  , 一般取  $1.047$  ;
- ✚ 对  $K2$  ,       $= 1.015 \sim 1.047$  , 一般取  $1.024$  。



## 常用的河流水质模式应用

河流及污染物特征	适用的水质模式
持久性污染物(连续排放)	
完全混合过程段	河流完全混合模式
纵向混合过程段	
(1) 平直河段	河流二维稳态混合模式(直角坐标系)
(2) 弯曲河段	河流二维稳态累积流量模式(累积流量坐标)
沉降作用明显的河段	河流一维稳态模式, 沉降作用近似为
非持久性污染物(连续排放)	$\frac{dc}{dt} = -k_3 c$ ( $k_3$ 为沉降速率)
完全混合过程段	河流一维稳态模式, 一级动力学方程
纵向混合过程段	$\frac{dc}{dt} = -k_1 c$
(1) 平直河段	河流二维稳态混合衰减模式(直角坐标系)
(2) 弯曲河段	河流二维稳态累积流量衰减模式(累积流量坐标)
沉降作用明显的河段	河流一维稳态模式, 考虑沉降作用的反应方程式近似为 $\frac{dc}{dt} = -(k_1 + k_3) c$ ( $k_1$ 为降解速率、 $k_3$ 为沉降速率)
溶解氧	河流一维DO - BOD耦合模式(如S - P模式)
瞬时源(或有限时段源)	
中、小河流	河流一维准稳态模式(流量定常 - 污染负荷变化)
大型河流	河流二维准稳态模式



## 第四节 水环境影响评价

### (一) 地面水环境影响评价

#### 1、工作程序、评价等级和评价标准

##### ✿ 技术工作程序

第一阶段：准备阶段

第二阶段：调查监测

第三阶段：预测、评价和提出对策

第四阶段：报告书编写

##### ✿ 评价等级的划分

##### ✿ 评价标准

(1) 地面水环境质量标准

(2) 工业企业设计卫生标准

(3) 污水综合排放标准

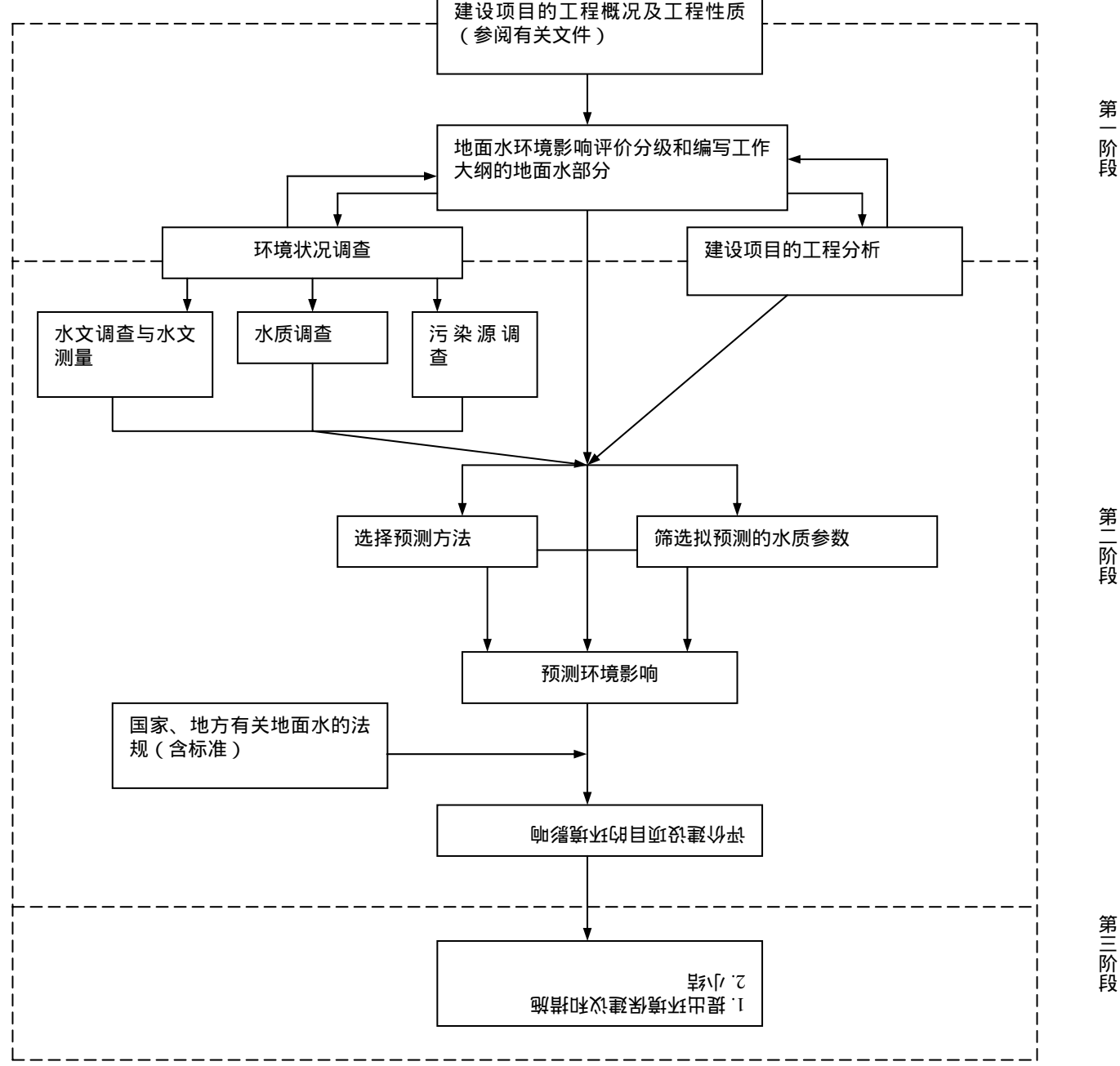
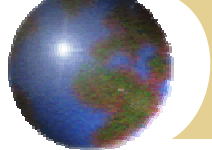


图6.0 地面水环境影响评价的工作程序



## (二) 工程分析、环境调查和水质现状评价

### 1、工程分析和影响识别

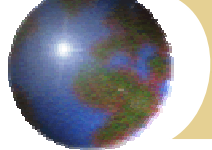
#### (1) 项目特征与地表水水量和水质的关系

- 项目的类型与其影响有直接联系；
- 项目所在地位置与水体所受影响的联系；
- 识别位于特殊地点的拟建项目的要求；
- 考虑拟建项目的各项因素。

#### (2) 评价因子的筛选

- ❖ 城市和各工业部门通常排放的水污染物；
- ❖ 按等标排放量大小排序，选择排位在前的因子；
- ❖ 在受项目影响的水体中造成严重污染的污染物；
- ❖ 经环境调查已经超标或接近超标的污染物；
- ❖ 地方环保部门要求预测的敏感污染物。



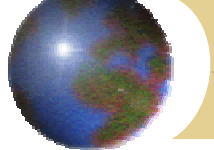


## 2、评价水域的污染源调查和评价

## 3、地表水水质监测调查

确定河流与湖、库水质影响评价的监测范围应考虑以下因素：

- (1) 必须包括建设项目对地面水环境影响比较明显的区域，在一般情况下应考虑到污染物排入水体后可能超标的范围。
- (2) 各类水域的环境监测范围，可根据污水排放量与水域规模，参考水环境影响评价的规定确定。
- (3) 如下游河段附近有敏感区，则监测范围应延长到敏感区上游边界，以满足全面预测地表水环境影响的需要。



# 地下水环境影响评价

## 1、评价的主要任务和要求

### ✧ 主要任务：

（预测建设项目在各个阶段对地下水环境的直接影响和由此影响而引起的其他间接危害，并针对这些影响和危害提出防治对策。

### ✧ 要求：

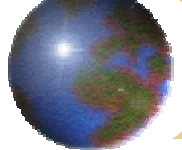
- ✧ （1）评价范围应包括拟建项目可能影响的主要地区。
- ✧ （2）有针对性的设置评价专题。
- ✧ （3）地表水和地下水评价统一布置、同步进行。
- ✧ （4）充分利用现有资料。

## 2、地下水环境影响评价工作等级的划分

## 3、地下水环境影响评价方法

单项组分评价方法

地下水质量综合评价方法



# 水质影响预测与影响评价学习要点

本章主要讲述了水体环境污染、河流与湖泊水质模型以及地面水环境影响评价方法。

(1) 了解水体污染和水体污染物的主要类型。

(2) 水质数学模型是描述水体中污染物随时间和空间迁移转化规律的数学方程，主要介绍了守恒污染物在均匀流场和非守恒污染物在均匀河流中的两类水质模型。

(3) 无限大均匀流场中移流扩散方程的解为

$$C = \frac{Q}{uh\sqrt{4\pi D_y x/u}} \exp\left(-\frac{y^2 u}{4D_y x}\right)$$

用叠加法可获得有河岸反射时的解；断面浓度的比例关系是污染物到达对岸和完成横向均匀混合的根据，并能据此计算出相应的距离。

(4) 非守恒污染物在均匀河流中的水质模型中最常用的是S-P模型，即：

$$\begin{cases} \frac{dL}{dt} = -k_1 L \\ \frac{dD}{dt} = k_1 L - k_2 D \end{cases}, \text{ 其解为: } \begin{cases} L = L_0 e^{-k_1 x/u} \\ C = C_s - (C_s - C_0) e^{-k_2 x/u} + \frac{k_1 L_0}{k_1 - k_2} (e^{-k_1 x/u} - e^{-k_2 x/u}) \end{cases}$$

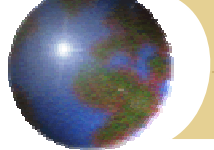
重点

在S-P模型基础上附加一些新的假设后可获得：托马斯(Thomas)模型、多宾斯-坎普(Dobbins-Camp)模型和奥康纳(O'Connor)模型。

(5) 湖泊环境质量评价方法有：水质评价、底质评价、生物评价和综合评价等四种。湖泊环境预测模型有：完全混合箱式模型、分层湖(库)集中参数模型、湖泊水质扩散模型、湖泊环流二维稳态混合模式等。

(6) 了解地面水环境影响评价的工作程序、水环境质量调查、影响预测与评价方法。

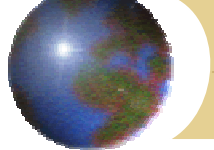
(7) 练习用Excel模板进行有关河流湖泊水质模型的计算与预测。



# 复习题

## 一、简答

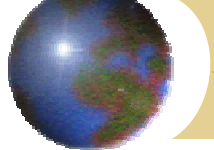
- 1.地下水质量评价的参数有哪些？
- 2.地下水质量评价方法。
- 3.由污染引起的水质变化对生物群落的生态学效应。
- 4.水环境质量生物学评价方法。
- 5.地面水环境影响评价技术工作程序。
- 6.项目特征与地表水水量和水质的关系。
- 7.地面水环境影响评价因子的筛选。
- 8.确定河流与湖、库水质影响评价的监测范围应考虑哪些因素？
- 9.地下水环境影响评价的主要任务。
- 10.地下水环境影响评价的要求。
- 11.地下水环境影响评价的方法有哪些？



# 复习题

## 二、计算

1. 用内梅罗指数评价水体底质。
2. 河边拟建一工厂，排放含硫化物废水，流量 $2.85\text{m}^3/\text{s}$ ，含盐量 $1200\text{mg/L}$ 。该河平均流速 $0.45\text{m/s}$ ，平均河宽 $15\text{m}$ ，平均水深 $0.6\text{m}$ ，上游来水含硫化物 $100\text{mg/L}$ ，该厂废水如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 $300\text{mg/L}$ ）。
3. 一个改扩建工程拟向河流排放废水，废水量 $q=0.25\text{m}^3/\text{s}$ ，苯酚浓度为 $32\mu\text{g/L}$ ，河流流量 $Q=6.5\text{m}^3/\text{s}$ ，流速 $u_x=0.35\text{m/s}$ ，苯酚背景浓度为 $0.5\mu\text{g/L}$ ，苯酚的降解（衰减）系数 $K=0.2\text{d}^{-1}$ ，纵向弥散系数 $E_x=10\text{m}^2/\text{s}$ 。求排放点下游 $10\text{km}$ 处的苯酚浓度（忽略纵向弥散系数）。
4. 一条流场均匀的河段，河宽 $B=300\text{m}$ ，流速 $u_x=0.8\text{m/s}$ ，横向弥散系数 $E_y=2\text{m}^2/\text{s}$ 。一个拟建项目可能以岸边和河中心两种方案排放，试计算完全混合距离。



## 例6-1

一条流场均匀的河段,河宽 $B=200\text{m}$ ,流速 $u_x=0.5\text{m/s}$ ,横向弥散系数 $E_y=1\text{m}^2/\text{s}$ 。一个拟建项目可能以岸边和河中心两种方案排放,试计算完全混合距离。

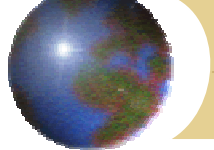
解：在岸边排放时，

$$x = \frac{0.4u_x B^2}{E_y} \quad x = \frac{0.4 \times 0.5 \times 200^2}{1} = 8000 (m)$$

在河中心排放时，

$$x = \frac{0.1u_x B^2}{E_y} \quad x = \frac{0.1 \times 0.5 \times 200^2}{1} = 2000(m)$$





## 例6-2

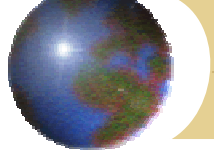
河边拟建一工厂，排放含氯化物废水，流量 $2.83 \text{ m}^3/\text{s}$ ，含盐量 $1300 \text{ mg/L}$ 。该河平均流速 $0.46 \text{ m/s}$ ，平均河宽 $13.7 \text{ m}$ ，平均水深 $0.61 \text{ m}$ ，上游来水含氯化物 $100 \text{ mg/L}$ ，该厂废水如排入河中能与河水迅速混合，问河水氯化物是否超标？（设地方标准为 $200 \text{ mg/L}$ ）。

解：  $C_1 = 100 \text{ mg/L}$ ， $Q = 0.46 \times 13.7 \times 0.61 = 3.84 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $C_2 = 1300 \text{ mg/L}$ ， $q = 2.83 \text{ m}^3/\text{s}$

$$C = \frac{100 \times 3.84 + 1300 \times 2.83}{3.84 + 2.83} = \frac{4063}{6.67} = 609 \text{ mg} / \text{L}$$

该厂废水如排入河中，河水氯化物将超标约3倍。





## 例6-3

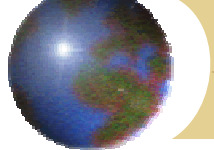
一均匀河段，有含BOD的废水流入，河水的平均流速  $u=20\text{km/d}$ ，起始断面河水(和废水完全混合后)含BOD浓度为  $C_0=20\text{mg/L}$ ，BOD的衰减系数  $k=2/\text{d}$ ，扩散系数  $D_x=1\text{[km]}^2/\text{d}$ ，求下游1km处的河水中 BOD 的浓度。

解：计算 BOD 的浓度为：

$$\begin{aligned} C &= C_0 \exp \left[ \frac{u}{2D_x} \left( 1 - \sqrt{1 + \frac{4k_1 D_x}{u^2}} \right) x \right] \\ &= 20 \times \exp \left[ \frac{20}{2 \times 1} \left( 1 - \sqrt{1 + \frac{4 \times 2 \times 1}{20^2}} \right) \right] = 18.1 \end{aligned}$$

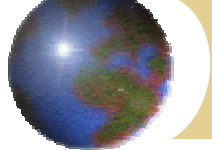
$$C = 18.1 \text{ (mg/l)}$$





## 例6-4

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  $30\mu\text{g}/\text{L}$ ，河流流量  $Q=5.5 \text{ m}^3/\text{s}$ ，流速  $u_x=0.3\text{m}/\text{s}$ ，苯酚背景浓度为  $0.5\mu\text{g}/\text{L}$ ，苯酚的降解（衰减）系数  $K=0.2\text{d}^{-1}$ ，纵向弥散系数  $E_x=10 \text{ m}^2/\text{s}$ 。求排放点下游10km处的苯酚浓度（忽略纵向弥散系数）。



解：计算起始点处完全混合后的初始浓度：

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

(1) 考虑纵向弥散条件下的下游10km处的浓度：

$$C = 1.28 \cdot \exp \left[ \frac{0.3 \times 10000}{2 \times 10} \left( 1 - \sqrt{1 + \frac{4(0.2/86400)10}{0.3^2}} \right) \right]$$
$$= 1.10 \mu\text{g} / \text{L}$$

(2) 忽略纵向弥散时的下游10km处的浓度：

$$\rho = 1.28 \cdot \exp \left( - \frac{0.2 \times 10000}{0.3 \times 86400} \right) = 1.18 \mu\text{g} / \text{L}$$

