

广东工程职业技术学院 | 机电工程学院 | 环境影响评价技术

项目四：水环境影响评价

授课人：吴颖苗

01

概述

02

现状调查与评价

√ 03

影响预测与评价



广东工程职业技术学院
GUANGDONG ENGINEERING POLYTECHNIC

4.3

水环境影响预测与评价

教学要求：熟悉河流常用水质模型，掌握水环境影响预测与分析



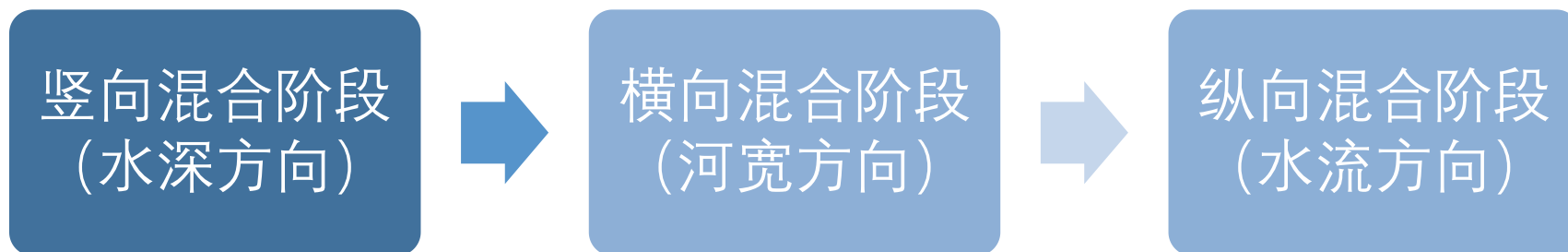
广东工程职业技术学院
GUANGDONG ENGINEERING POLYTECHNIC

4.3.1

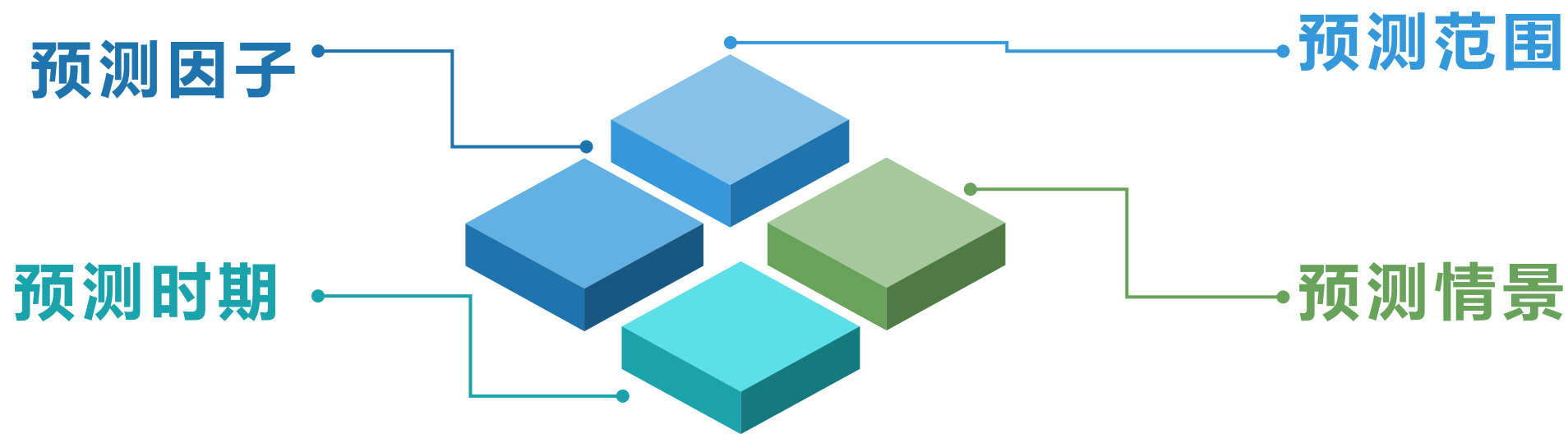
地表水环境影响预测技术环节

◆ 污水与河流水体的混合

污水通过排污口进入河流后，与水体发生混合作用，其混合过程一般分为三个阶段：



◆ 预测条件的确定



◆ 预测因子与预测范围

预测因子

- 应根据评价因子确定，重点选择与建设项目水环境影响**关系密切**的因子。

预测范围

- 应覆盖评价范围，并根据受影响地表水体水文要素与水质特点合理拓展

◆ 预测因子与预测范围

预测范围内的河段可以分为充分混合段、混合过程段和上游河段。

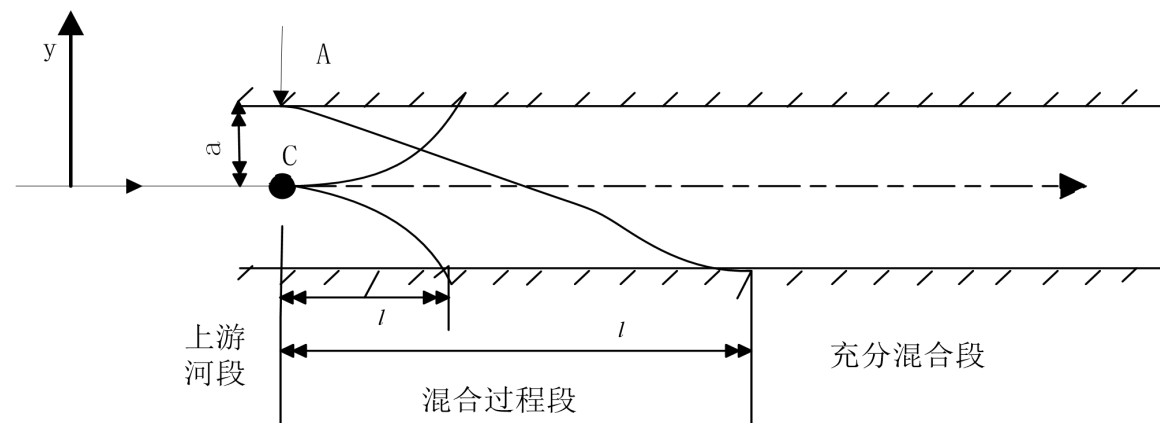
- **充分混合段**是指污染物浓度在断面上均匀分布的河段。当断面上**任意一点的浓度与断面平均浓度之差小于平均浓度的5%**时，可以认为达到均匀分布。
- **混合过程段**是指排放口下游达到充分混合以前的河段。
- **上游河段**是指排放口上游的河段。

◆ 预测因子与预测范围

混合过程段长度可下式估算：

$$l = \frac{(0.4B - 0.6a)Bu}{(0.058H + 0.0065B)(gHI)^{1/2}}$$

式中： l 为混合过程段长度， m； B 为河流宽度， m； a 为排放口距岸边的距离， m； u 为河流断面平均流速， m/s； H 为平均水深， m； g 为重力加速度， m/s²； I 为河流坡度， m/m。



◆ 预测因子与预测范围

混合过程段长度也可下式估算：

$$L_m = 0.11 + 0.7 \left[0.5 - \frac{a}{B} - 1.1 \left(0.5 - \frac{a}{B} \right)^2 \right]^{1/2} \frac{uB^2}{E_y}$$

式中： L_m ——混合段长度，m；

B ——水面宽度，m；

a ——排放口到岸边的距离，m；

u ——断面流速，m/s；

E_y ——污染物横向扩散系数，m²/s。

应特别注意的是混合过程段不执行地表水环境质量标准，或者说可以超过水质标准，但在应加以保护的重要功能区范围内不允许混合过程段的存在。

◆ 预测因子与预测范围

[例1] 一河段的上断面处有一岸边污水排放口稳定地向河流排放污水，河流宽 $B=50.0\text{m}$ ，水深 H 均 $=1.2\text{m}$ ，流速 $u=0.1\text{m/s}$ ，坡度 $I=0.9\text{‰}$ ，试计算混合过程段（污染带）长度。

$$l = \frac{(0.4B - 0.6a)Bu}{(0.058H + 0.0065B)(gHI)^{1/2}}$$

自行计算并互相核对结果

◆ 预测时期

水环境影响预测的时期应满足不同评价等级的评价时期要求。水污染影响型建设项目，水体自净能力最不利以及水质状况相对较差的不利时期、水环境现状补充监测时期应作为重点预测时期。

受影响地表水体类型	评价等级		
	一级	二级	水污染影响型（三级 A） / 水文要素影响型（三级）
河流、湖库	丰水期、平水期、枯水期； 至少丰水期和枯水期	丰水期和枯水期； 至少枯水期	至少枯水期
入海河口 （感潮河段）	河流：丰水期、平水期和枯水期； 河口：春季、夏季和秋季； 至少丰水期和枯水期，春季和秋季	河流：丰水期和枯水期； 河口：春、秋 2 个季节； 至少枯水期或 1 个季节	至少枯水期或 1 个季节
近岸海域	春季、夏季和秋季； 至少春、秋 2 个季节	春季或秋季；至少 1 个季节	至少 1 次调查

◆ 预测情景

根据建设项目特点分别选择建设期、生产运行期和服务期满后三个阶段进行预测。

A

生产运行期应预测正常排放、非正常排放两种工况对水环境的影响，如建设项目具有充足的调节容量，可只预测正常排放对水环境的影响。

B

应对建设项目污染控制和减缓措施方案进行水环境影响模拟预测。

C

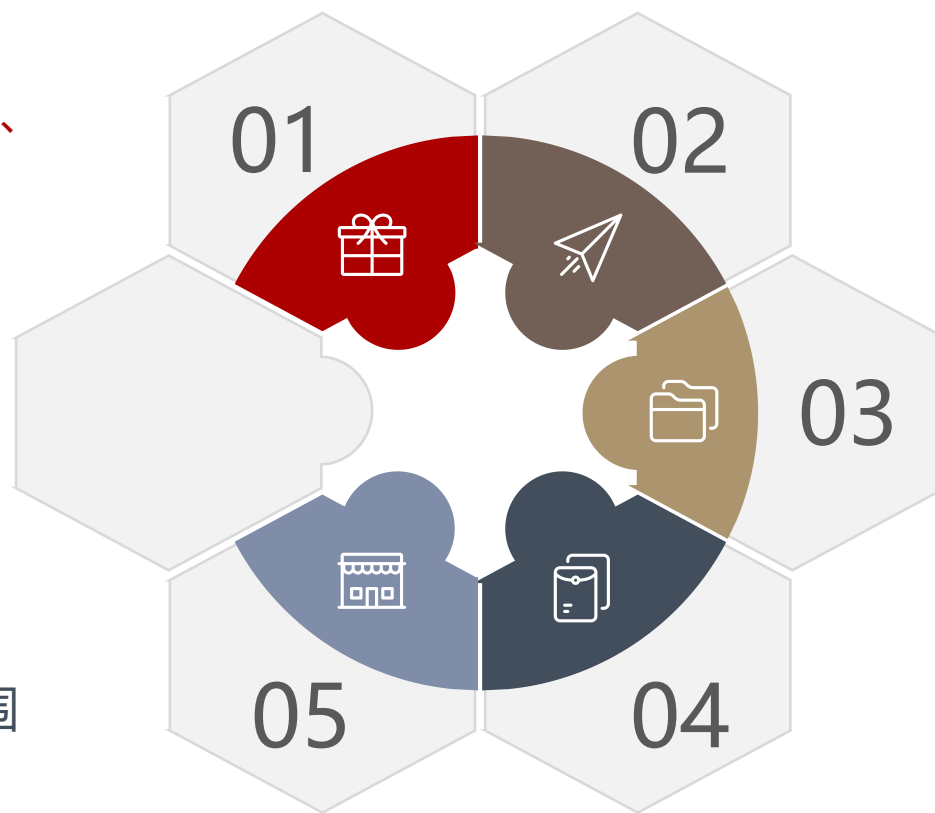
对受纳水体环境质量不达标区域，应考虑区（流）域环境质量改善目标要求情景下的模拟预测。

◆ 预测内容

水污染影响型建设项目，主要包括：

各关心断面（控制断面、取水口、污染源排放核算断面等）水质预测因子的浓度及变化

排放口混合区范围



到达水环境保护目标处的污染物浓度；

各污染物最大影响范围

湖泊、水库及半封闭海湾等，还需关注富营养化状况与水华、赤潮等；



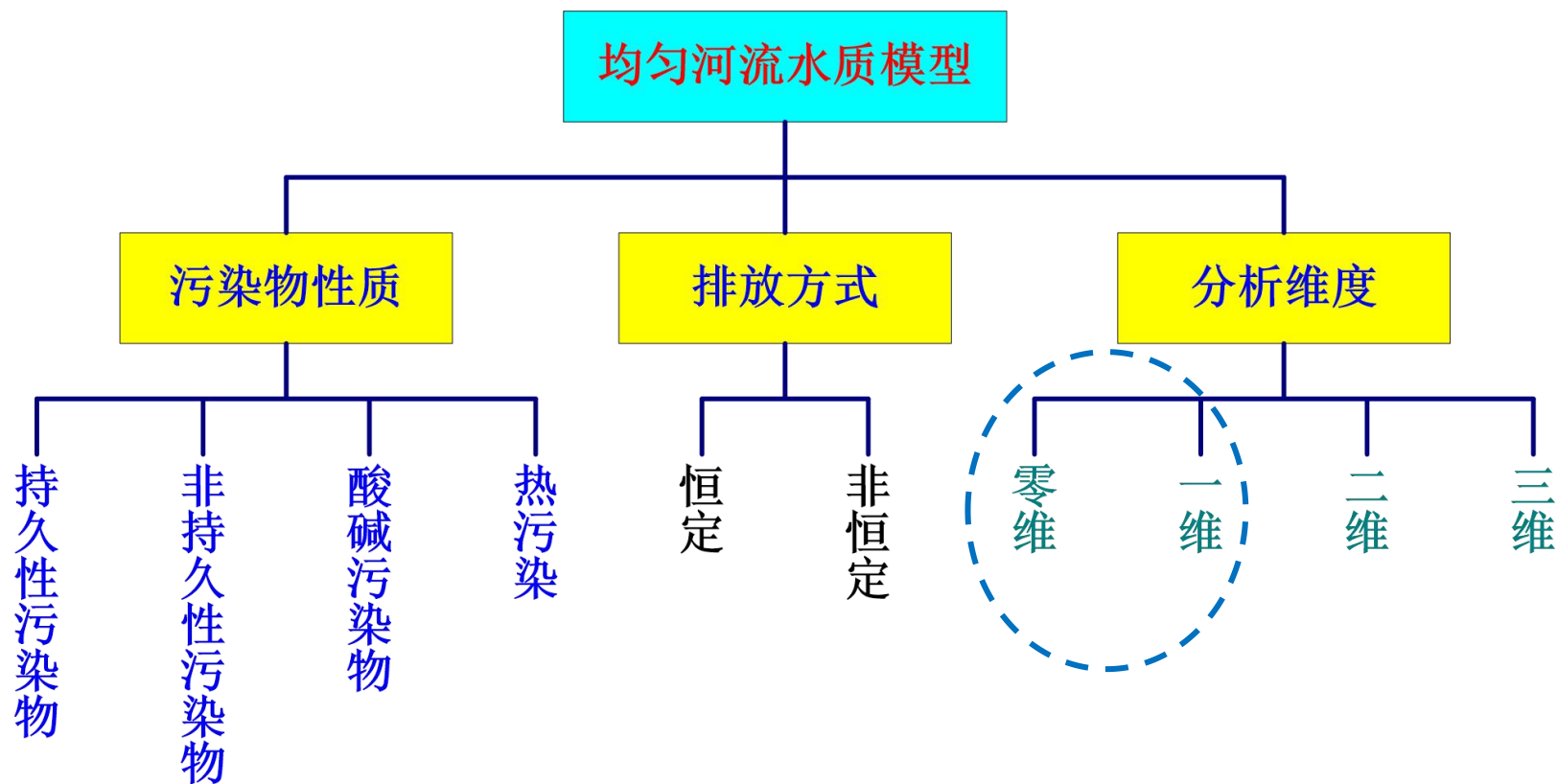
广东工程职业技术学院
GUANGDONG ENGINEERING POLYTECHNIC

4.3.2

河流常用水质预测模型

◆ 河流常用水质模型

用于描述水体的水质要素在各种因素作用下随时间和空间的变化关系的数学模型。



◆ 河流常用水质模型

表 4 河流数学模型适用条件

模型 分类	模型空间分类						模型时间分类	
	零维 模型	纵向一 维模型	河网模型	平面 二维	立面 二维	三维 模型	稳态	非稳态
适用 条件	水域基 本均匀 混合	沿程横 断面均 匀混合	多条河道相互连通，使得水 流运动和污染物交换相互影 响的河网地区	垂向 均匀 混合	垂向分 层特征 明显	垂向及平 面分布差 异明显	水流恒定、 排污稳定	水流不恒定， 或排污不稳 定

◆ 零维水质模型

当零维模型应用于河流水质时，通常被称作河流**完全混合模型**

式中： C ——完全混合后的污染物浓度，mg/L；

C_p ——污水中污染物排放浓度，mg/L；

Q_p ——污水排放量，m³/s；

C_h ——上游河水污染物浓度；mg/L；

Q_h ——上游河水流量，m³/s。

当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

$$C = \frac{C_p Q_p + C_h Q_h}{Q_p + Q_h}$$

零维模型适用条件

- 河流充分混合段
- 持久性污染物
- 河流为恒定流（稳态）
- 对于非持久性污染物，当混合体积 V 很小时，或河流充分混合段也同样可适用
- 废水连续稳定排放

**特点是与时间无关
大多数排水量较小、浓度低的项目可以采用该模型处理**

◆ 零维水质模型

【例2】上游来水CODCr(p)=14.5mg/L, $Q_p=8.7\text{m}^3/\text{s}$; 污水排放源强CODCr(E)=58mg/L, $Q_E=1.0\text{m}^3/\text{s}$ 。如忽略排污口至起始断面间的水质变化, 且起始断面的水质分布均匀, 执行地表水三类标准, 则: 采用完全混合模式计算得到其浓度是多少? 是否超标?

【解】污水: $c_p=14.5\text{mg/L}$, $Q_p=8.7 (\text{m}^3/\text{s})$

上游水: $c_h= 58\text{mg/L}$, $Q_h= 1.0(\text{m}^3/\text{s})$

根据完全混合模型, 混合后的浓度为:

$$C = \frac{C_p Q_p + C_h Q_h}{Q_p + Q_h} = \frac{14.5 \times 8.7 + 58 \times 1.0}{8.7 + 1.0} = 19.0(\text{mg} / \text{L})$$

地表水III类标准, CODcr浓度限值为20mg/L, 结论: 不超标。

◆ 零维水质模型

【例3】某河段的上断面处有一岸边排放口稳定地向河流排放污水，其污水排放特征为： $Q_p=4.5\text{m}^3/\text{s}$ ， $\text{BOD}_5(p)=60\text{mg}/\text{L}$ ；河流水环境特征参数为 $Q_h=25.0\text{m}^3/\text{s}$ ， $\text{BOD}_5(h)=2.6\text{mg}/\text{L}$ 。假设污水一进入河流就与河水均匀混合，河流执行地表水V类标准，则采用完全混合模式计算得到其浓度是多少？是否超标？

【解】污水： $c_p=60\text{mg}/\text{L}$ ， $Q_p=4.5 (\text{m}^3/\text{s})$

上游水： $c_h= 2.6\text{mg}/\text{L}$ ， $Q_h= 25.0(\text{m}^3/\text{s})$

根据完全混合模型，混合后的浓度为：

$$C = \frac{C_p Q_p + C_h Q_h}{Q_p + Q_h} = \frac{60 \times 4.5 + 2.6 \times 25.0}{4.5 + 25.0} = 11.4(\text{mg} / \text{L})$$

地表水V类标准， BOD_5 浓度限值为 $10\text{mg}/\text{L}$ ，结论：超标。

◆ 零维水质模型

【例4】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，废水中总溶解固体浓度为 1300mg/L ，该河流平均流速 v 为 0.457m/s ，平均河宽 B 为 13.72m ，平均水深 h 为 0.61m ，总溶解固体浓度 c_p 为 310mg/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 500mg/L)？

【解】河流： $c_h=310\text{mg/L}$, $Q_h = v \times B \times h = 0.457 \times 13.72 \times 0.61 = 3.82 (\text{m}^3/\text{s})$

废水： $c_p = 1300\text{mg/L}$, $Q_p = 2.83 (\text{m}^3/\text{s})$

根据完全混合模型，混合后的浓度为：

$$C = \frac{C_h Q_h + C_p Q_p}{Q_h + Q_p} = \frac{310 \times 3.82 + 1300 \times 2.83}{3.82 + 2.83} = 731 (\text{mg} / \text{L})$$

结论：河水中总溶解固体浓度超标。

◆ 零维水质模型

【例5】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，河流平均流速 v 为 0.457m/s ，平均河宽 B 为 13.72m ，平均水深 h 为 0.61m ，COD浓度 c_p 为 8mg/L 。假设污水一进入河流就与河水均匀混合，河流COD水质执行地表水IV类标准，那么该厂COD最高允许排放浓度是多少？

$$C = \frac{C_p Q_p + C_h Q_h}{Q_p + Q_h}$$

自行完成并互相核对数据，解题思路：

- (1) 已知 v 、 B 、 H ，求 Q_h ，
- (2) 由已知的 C 、 Q_p 、 c_h 、 Q_h ，再求 c_p

◆ 一维水质模型

假定模拟水质参数仅沿空间一个方向变化，而其他两个方向上无变化，是目前应用最广泛的水质模型。河流中污染物浓度只沿水流方向变化，而在整个横断面和水深方向相同。污染物降解符合一级动力学，可用下式预测污染物浓度：

$$C = C_0 \exp\left(-K_1 \frac{x}{86400u}\right)$$

$$C_0 = \frac{C_P Q_P + C_h Q_h}{Q_p + Q_h}$$

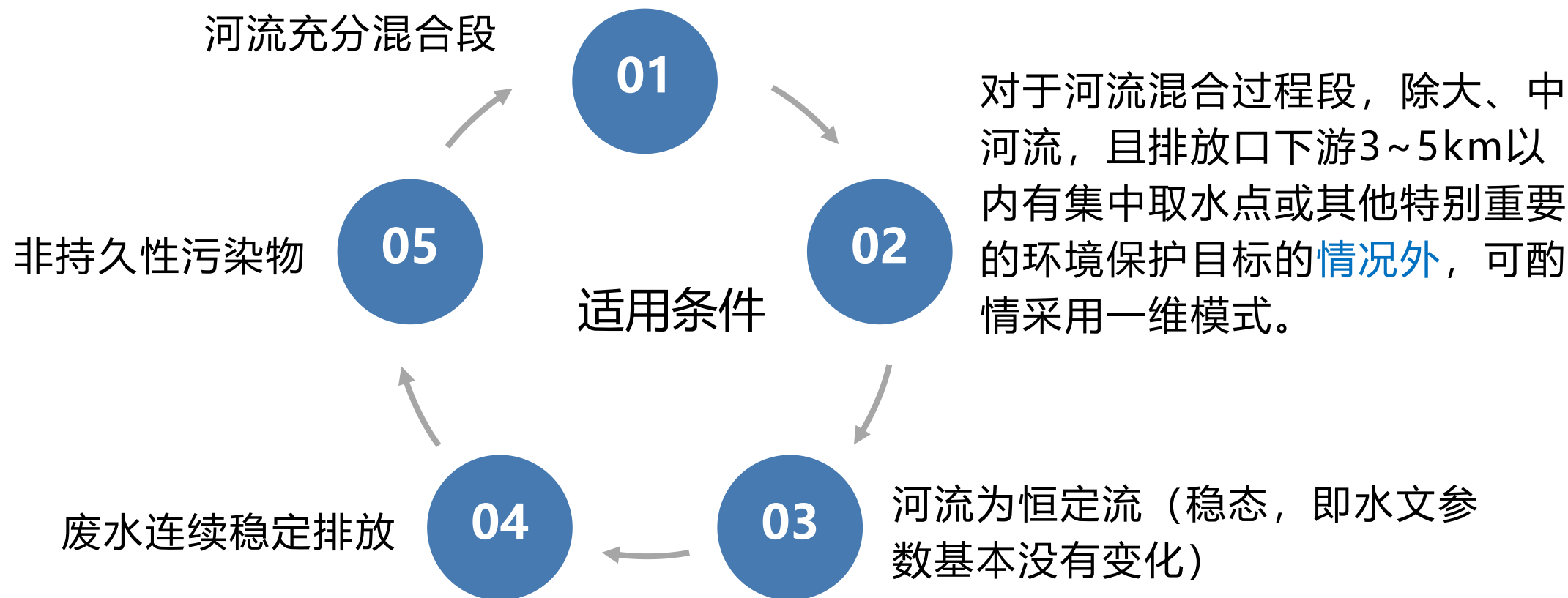
式中：C——距排污口下游x米处断面污染物浓度，mg/L；

C_0 ——初始断面污染物浓度，mg/L，

u ——河流断面平均流速，m/s。

K_1 ——一级反应速率常数，又称衰减系数或耗氧系数， d^{-1} ；

◆ 一维水质模型



◆ 一维水质模型

【例6】一个改建的工程拟向河流排放废水，废水流量 $Q_h=0.15\text{m}^3/\text{s}$ ，苯酚浓度为 $c_h=30\text{mg/L}$ ，河流流量 $Q_p=55\text{m}^3/\text{s}$ ，流速 $v_x=0.3\text{m/s}$ ，苯酚背景浓度 $c_p=30\text{mg/L}$ ，苯酚的降解系数 $k=0.2\text{d}^{-1}$ ，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

【解】：（1）计算起始点处完全混合后的初始浓度

$$C_0 = \frac{C_p Q_p + C_h Q_h}{Q_p + Q_h} = \frac{0.15 \times 30 + 5.5 \times 30}{5.5 + 0.15} = 30(\text{mg} / \text{L})$$

（2）排放点下游10km处的苯酚浓度

$$C = C_0 \exp\left(-k_1 \frac{x}{u_x}\right) = 30 \times \exp\left(-\frac{0.2 \times 10000}{0.3 \times 86400}\right) = 27.77(\text{mg} / \text{L})$$

◆ 一维水质模型

【例7】某拟建工程排入河流的污水流量 $Q_p = 19\,440\text{ m}^3/\text{d}$ ，COD = 100 mg/L；河流的水环境参数为：流量 Q_h 为 $6.0\text{ m}^3/\text{s}$ ，COD为12 mg/L，流速为 0.1 m/s ，耗氧系数 K 为 0.5 d^{-1} ，假设污水进入河流后立即与河水混合均匀，在距排污口下游10 km的断面处，河水中COD的浓度是多少？

【解】：（1）计算起始点处完全混合后的初始浓度

$$C_0 = \frac{C_h Q_h + C_p Q_p}{Q_h + Q_p} = \frac{12 \times 6 + 100 \times 19440 / 24 / 3600}{6 + 19440 / 24 / 3600} = 15.2 \text{ mg/L}$$

（2）排污口下游10km处断面COD的浓度：

$$C = C_0 \exp\left(-K_1 \frac{x}{86400u}\right) = 15.2 \times \exp\left(-0.5 \times \frac{10000}{86400 \times 0.1}\right) = 8.51 \text{ mg/L}$$

◆ 一维水质模型

【例8】某一河段，河水流量 $Q_h = 6.0\text{m}^3/\text{s}$ ，河流 BOD_5 浓度 $C_h = 6.16\text{mg/L}$ ，河面宽 $B = 50.0\text{m}$ ，平均水深 $h = 1.2\text{m}$ ，河水平均流速 $u_x = 0.1\text{m/s}$ ，水力坡度 $I = 0.9\text{‰}$ 。河流某一断面处有一岸边污水排放口稳定地向河流排放污水，其污水流量 $Q_p = 19440\text{m}^3/\text{d}$ ，污染物 BOD_5 浓度 $C_p = 81.4\text{mg/L}$ ，河流的 BOD 衰减系数 $k_1 = 0.3/\text{d}$ ，试计算混合过程段（污染带）长度。如果忽略污染物质在该段内的弥散和沿程河流水量的变化，在距完全混合断面 10km 的下游某断面处，污水中的 BOD_5 浓度是多少？

【解】（1）计算混合过程段长度

$$l = \frac{(0.4B - 0.6a)Bu}{(0.058H + 0.0065B)\sqrt{gHI}} = \frac{0.4 \times 50 \times 50 \times 0.1}{(0.058 \times 1.2 + 0.0065 \times 50)\sqrt{9.8 \times 1.2 \times 0.9 \times 10^{-3}}} = 2462\text{m}$$

（2）计算下游 10km 处 BOD 浓度

$$C_0 = \frac{C_p Q_p + C_h Q_h}{Q_p + Q_h} = \frac{81.4 \times 19440 / 86400 + 6.16 \times 6.0}{19440 / 86400 + 6.0} = 8.88\text{mg/L}$$

$$C = C_0 \exp\left(-K_1 \frac{x}{86400u}\right)$$

$$C = 8.88 \exp\left[-\frac{0.3 \times 10000}{86400 \times 0.1}\right] = 6.27\text{mg/L}$$



广东工程职业技术学院
GUANGDONG ENGINEERING POLYTECHNIC

4.3.3

地表水环境影响评价分析

◆ 水环境影响评价分析

水环境影响评价是在工程分析和影响预测的基础上，以**法规、标准为依据**评判拟建项目引起水环境变化的重大性，同时辨识敏感对象对污染物排放的反应；对拟建项目的生产工艺、水污染防治与废水排放方案等提出意见；提出避免、消除和减少水体影响的措施和对策建议；最后提出评价结论。

◆ 水污染源达标分析

水污染源达标主要指污染源排放的污染物浓度达到国家污染物排放标准，污染物总量满足地表水环境总量控制要求。

1、污染源排放应达标。

2、还必须满足区域污染排放总量控制的要求。

3、还应进行清洁生产工艺分析

◆ 水环境质量达标分析

水环境质量达标分析的目的就是找到引起水质变化的主要污染源和污染因子，为水污染综合防治和制定实施污染控制方案提供依据。

◆ 水环境保护措施建议

污染消减措施建议

主要评述消减措施的环境效益（说明排放的达标情况），也可做简单的技术经济分析。尽量做到具体可行，以便对项目环境工程设计起指导作用。



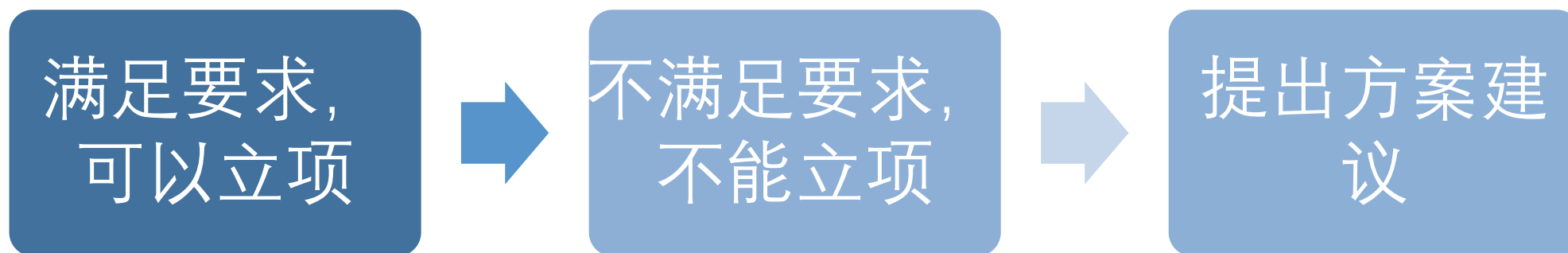
环境管理措施建议

环境管理措施建议包括环境监测（监测点、监测项目和监测次数）、水土保持措施、防止泄漏等事故发生的措施、环境管理机构设置等的建议。



◆ 评价结论

环境影响评价结论是评价的核心部分，要在全面计算分析的基础上，客观反映建设项目的地表水环境影响，对项目可行性作出明确回答。



◆ 小结与思考

□ 简答

1. 河流常用水质模型有哪些？
2. 零维、一维水质模型适用情景？

作业：

完成学习通4.3章节测验

□ 计算（自行查阅文献或案例）

1. 混合过程短长度？
2. 不同水质模型下的断面污染物的浓度？

工于建构

成于创造



谢谢大家

本课件仅用于内部学习交流