

第三章 (1) 水体污染与自净

• 1. 水体自净

• ——自然净化

• 物理作用：稀释、沉淀

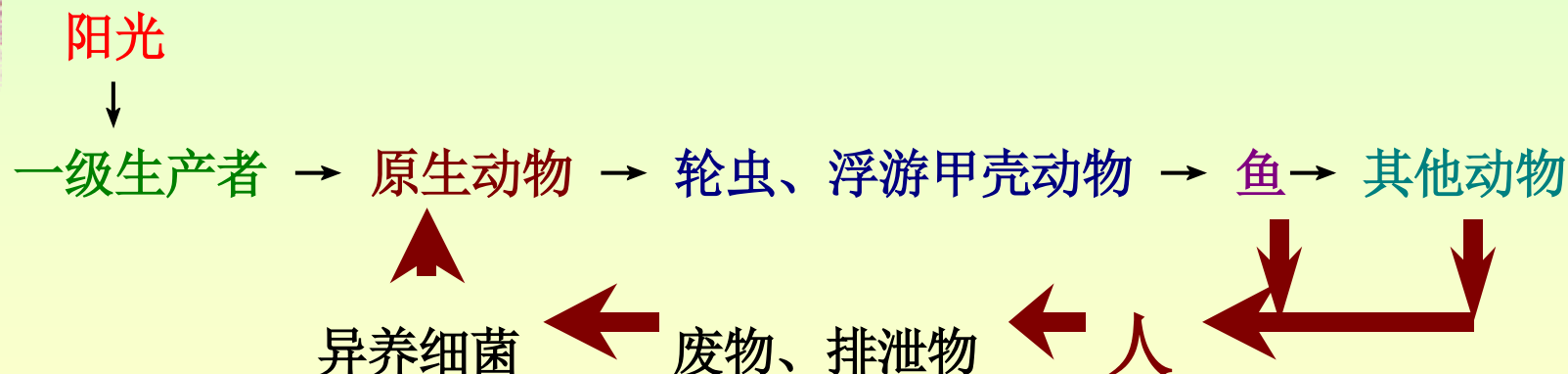
(强)

• 化学作用：日光、氧气等对污染物的分解

(弱)

• 生物作用：生物降解 (食物链)

(强)

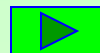


提问：水体自净速度有哪些限制因素？

- 因此水体的自净速度是有限的。在正常情况下，水体单位时间内通过正常生物循环中能够同化有机污染物的最大数量称为同化容量或自净容量。
- 在自净容量范围内水体的净化是如何进行的呢？
- 生物种类、数量（营养物浓度、环境因子）、代谢的极限速度

A. 自净的过程

如下图河流污染和自净过程

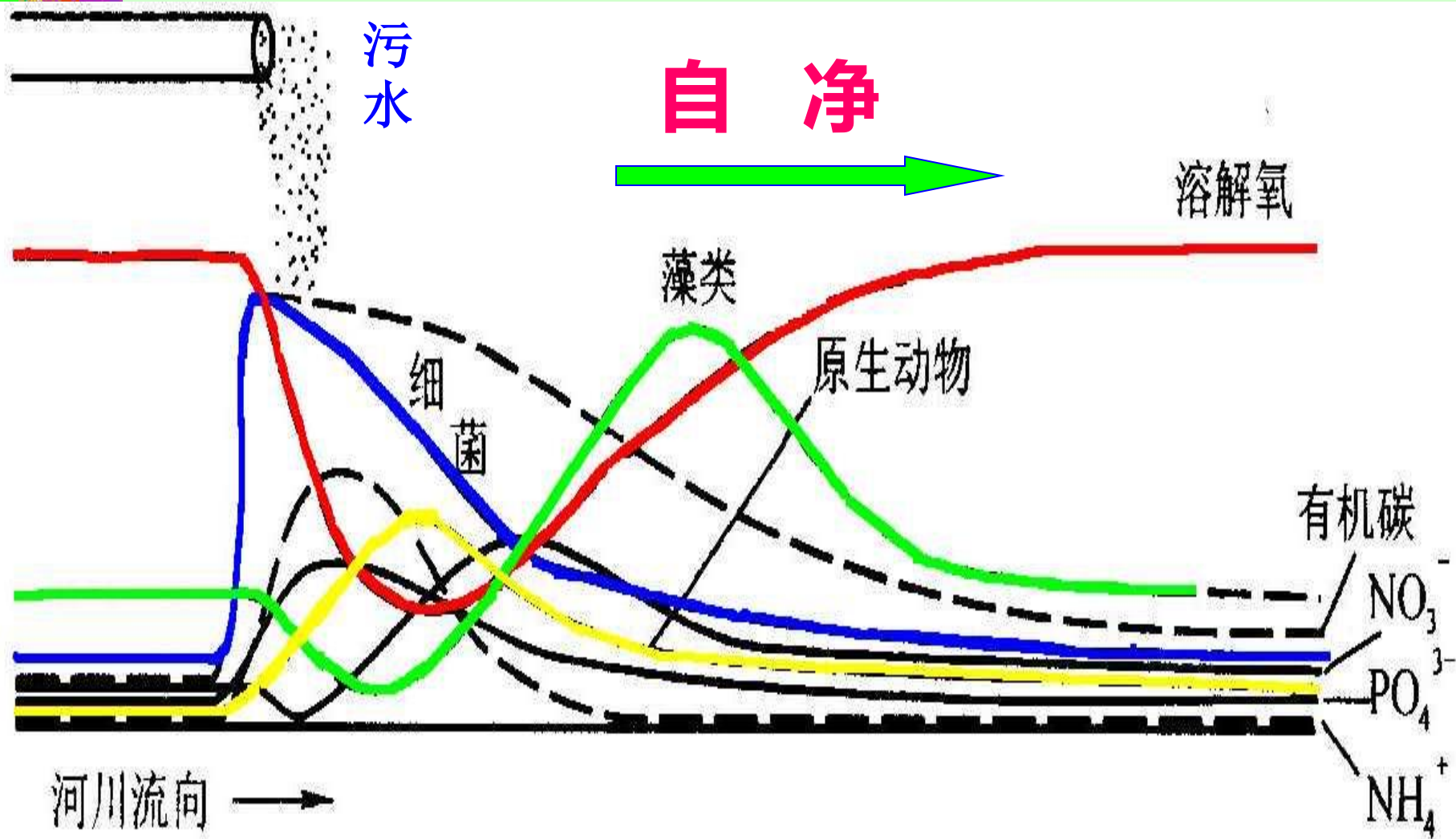


- 水体自净过程大致如下
- **a.物理作用** 有机污染物排入水体后被水稀释，有机和无机固体沉降到河底；
- **b.生物作用**
 - 溶氧↓ 溶解氧↑
 - 好氧菌↑ —— 好氧菌↓ 有机物降解
 - 厌氧菌↑ 自然溶氧、藻类产氧



河流污染和自净过程图

提问：原理？



- 被污染的水体都是自净水体！
- 但自净恢复的程度不同，或称污染现状不同。



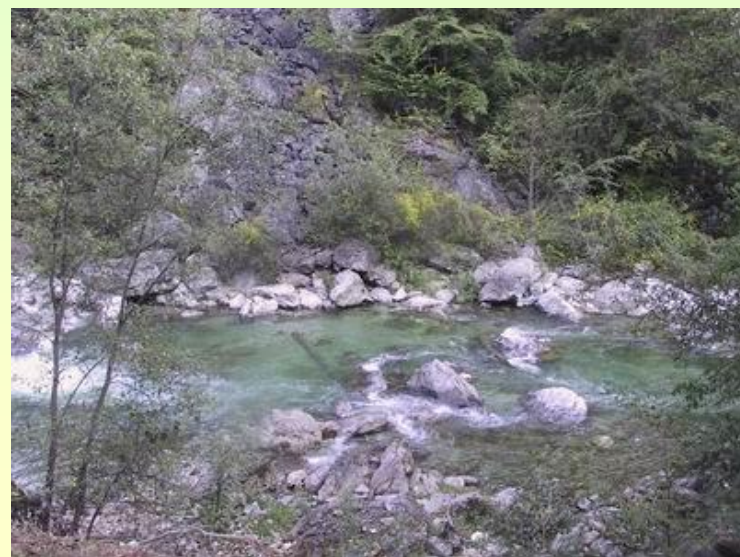
2. 衡量水体污染与自净的指标

- 提问：用什么指标可以衡量河段水体污染与自净所处的阶段？



山东小清河

- 水体外观、化学指标、生物种类、数量及比例关系、溶解氧等等



- A. P / H指数与BIP指数

- **P**代表光合自养型微生物（如藻类）

- **H**代表异养型微生物（如细菌等），两者的比即P / H指数。

- $P/H = (\text{有叶绿素的微生物数量}) / (\text{异养微生物数量})$

- $BIP = (\text{无叶绿素的微生物数量}) / (\text{全部微生物数量})$
 $\approx H / (P+H) \times 100\%$

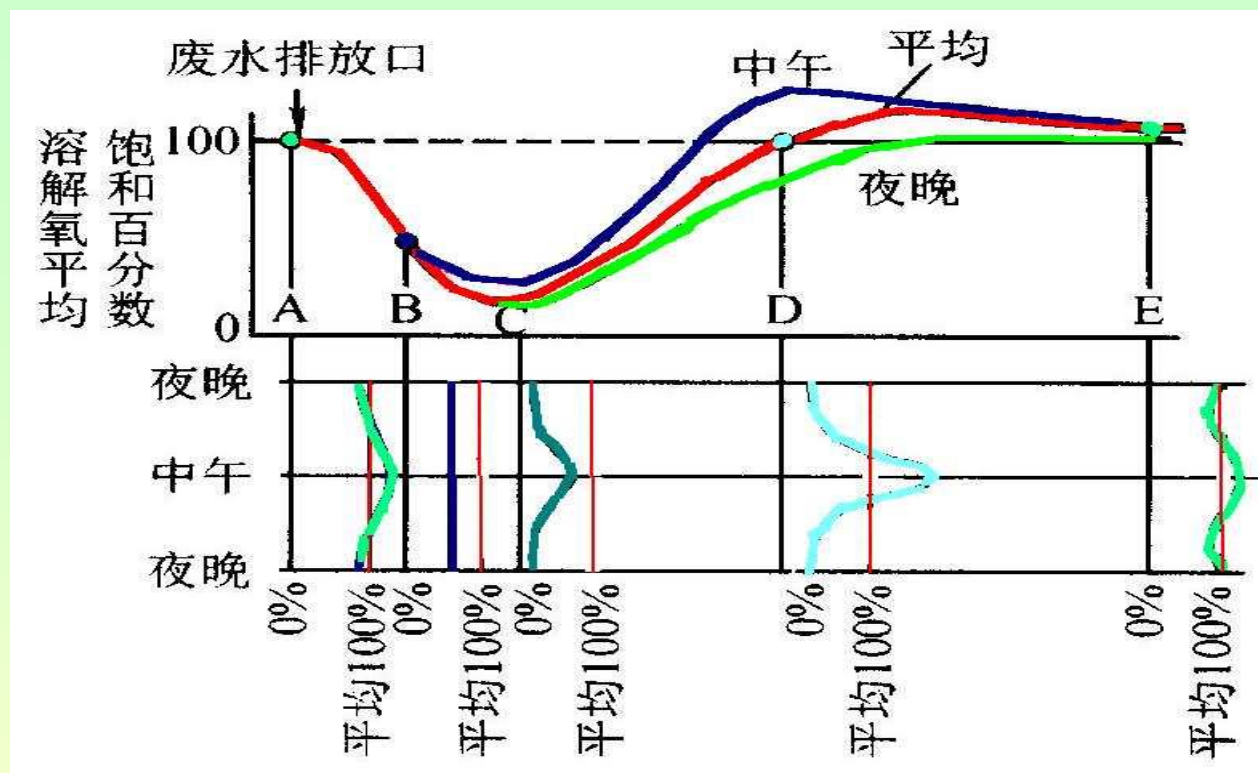
- 污染前 → 污染 → 净化开始 → 持续 → 结束

- **P/H:** 高 下降 最低点 上升 高

- **BIP:** 0~8 上升 60~100 下降 0~8

- 通常使用的是**BIP**指数。

B. 氧浓度昼夜变化幅度



河流污染中氧浓度昼夜变化示意图

- **提问:** 为什么不同的净化程度昼夜变化幅度不同?
- 氧浓度高低与细菌含量有关, 昼夜变幅与藻类数量有关, 因此与P/H或BIP有关。

污染前 → 污染 → 净化开始 → 持续 → 结束

溶氧变化：

- 幅度 0 0 增大 减小
- 这种指标与BIP从根本上是相同的
- 但由于溶解氧可以用溶解氧测定仪随时测定并迅速地得出结果，而BIP指标需要细菌鉴定、培养、显微镜观察，周期长操作不便，因此实际操作中溶解氧变化幅度比BIP指标更为实用。

C. 水体外观

- 外观特征：混浊程度、颜色及气味等
- 原因：水中细菌种类数量、悬浮物种类数量

- | 污染前 | 污染 | 净化开始 | 持续 | 结束 |
|--------|-------|------|------|------|
| 外观: 无色 | 暗灰色 | 灰色 | 继续变清 | 无色 |
| 澄清透明 | 很混浊、臭 | 混浊 | 浊度下降 | 澄清透明 |
| | 水面有泡沫 | 泡沫减少 | | |



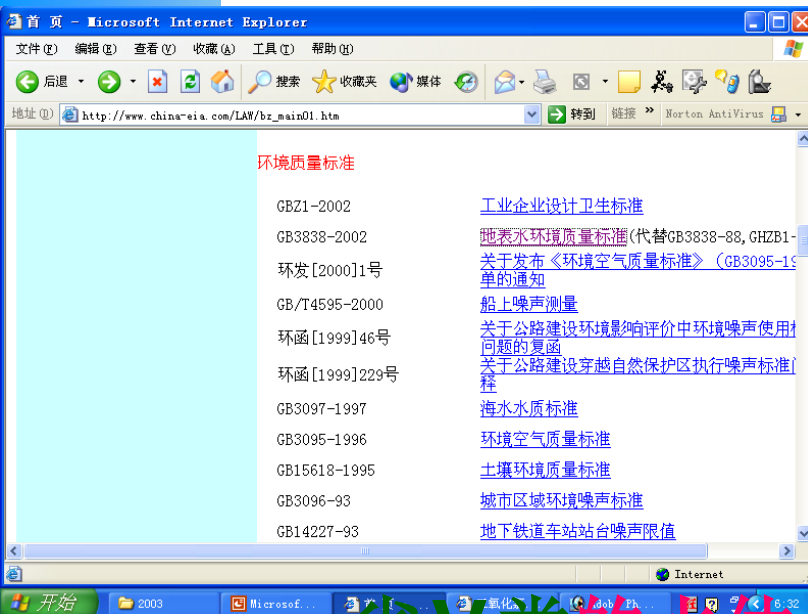
D. 指示生物

- 例如
- 污染前 污染 净化开始 持续 结束
- 生物: 植物 → 消失 → 藻类、原生 → 鱼虾 → 植物
- 、鱼 动物出现 出现 、鱼



- 可作为指示生物的生物种类很多，包括细菌、真菌、藻类、原生动物、轮虫、浮游甲壳动物、底栖动物有寡毛类的颤体虫、软体动物和植物和水生昆虫等。

地表水环境质量标准



类和保护目标,规定了水环境质量应控制的项目及限值,以及水质实施与监督。

领域内江河、湖泊、运河、渠道、水库等具有使用功能的地表水水质的专业用水水质标准。

3, 2001年)和本标准表4~表6所列分析方法标准及规范中所含标准条文,与本标准同效。当上述标准和规范被修订时,应使用其

• 劣V类的水体（无使用价值）——用污化系统划分,依据上述判断指标。

3 水域功能和标准分类

根据地表水水域环境功能和保护目标,按水质高低将地表水分为五类:

I类 主要适用于源头水、国家自然保护区;

II类 主要适用于集中式生活饮用水地表水源地一级保护区、珍稀水生生物栖息地、鱼虾类产卵场、仔稚幼鱼的索饵场等;

III类 主要适用于集中式生活饮用水地表水源地二级保护区、鱼虾类越冬场、洄游通道、水产养殖区等渔业水域及游泳区;

IV类 主要适用于一般工业用水区及人体非直接接触的娱乐用水区;

V类 主要适用于农业用水区及一般景观要求水域。

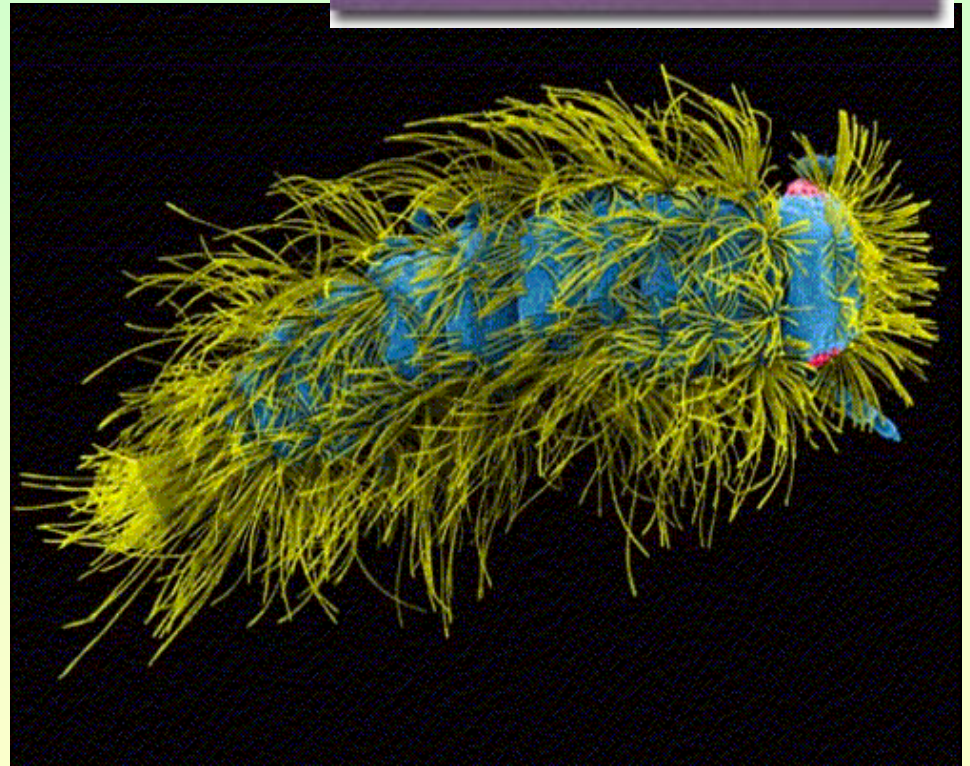
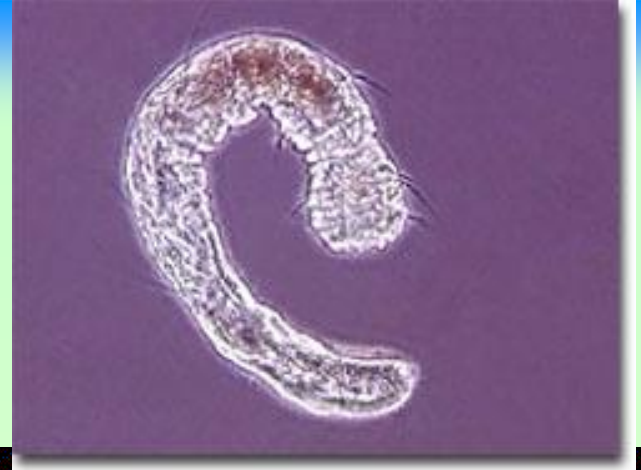
对应地表水上述五类水域功能,将地表水环境质量标准基本项目标准值分为五类,不同功能类别分别执行相应类别的标准值。水域功能类别高的标准值严于水域功能类别低的标准值。同一水域兼有多类使用功能的,执行最高功能类别对应的标准值。实现水域功能与达功能类别标准为同一含义。

污化系统将污染水体划属为不同的污染带类型。分
多污带、 α 中污带、 β 中污带、寡污带

多污带

	类型	外观	BIP	生物特征
河流 流向 ↓	多污带	<ol style="list-style-type: none">1. 暗灰色，很浑浊，含大量有机物，BOD高，溶解氧极低(或无)，为厌氧状态。2. 在有机物分解过程中，产生 H_2S、CO_2 和 CH_4 等气体。臭味。3. 水底沉积许多由有机和无机物形成的淤泥。水面上有气泡。	60~100	<ol style="list-style-type: none">1. 种类很少，厌氧菌和兼性厌氧菌种类多，数量大，每毫升水含有几亿个细菌。有能分解复杂有机物的菌种，硫酸还原菌、产甲烷菌等。2. 无显花植物，鱼类绝迹。3. 河底淤泥中有大量寡毛类(颤蚯蚓)动物。*

- 注：*颤蚯蚓属后生动物，与陆地上的蚯蚓从体态和习性上都十分相似，他们也是环节动物，栖息于水底污泥中，与蚯蚓类似吞食污泥故俗称水蚯蚓，与蚯蚓不同的是，他们体表多毛。



α中污带

	类型	外观	BIP	生物特征
<div style="writing-mode: vertical-rl; text-align: center;"> 河流 流向 ↓ </div>	α -中污带	1. 水为灰色，溶解氧少，为半厌氧状态，有机物量减少，BOD 下降； 2. 水面上有泡沫和浮泥，有 NH_3 、氨基酸及 H_2S 。臭味。	20~60	1. 生物种类比多污带稍多。细菌数量较多，每毫升水约有几千万个。 2. 出现有蓝藻、裸藻、绿藻，原生动物有天蓝喇叭虫、美观独缩虫、椎尾水轮虫、臂尾水轮虫及栉虾等。 ** 3. 底泥已部分无机化，滋生了很多颤蚯蚓。

** 有关生物的形态见下图天蓝喇叭虫、椎尾水轮虫、栉虾。




天蓝喇叭虫



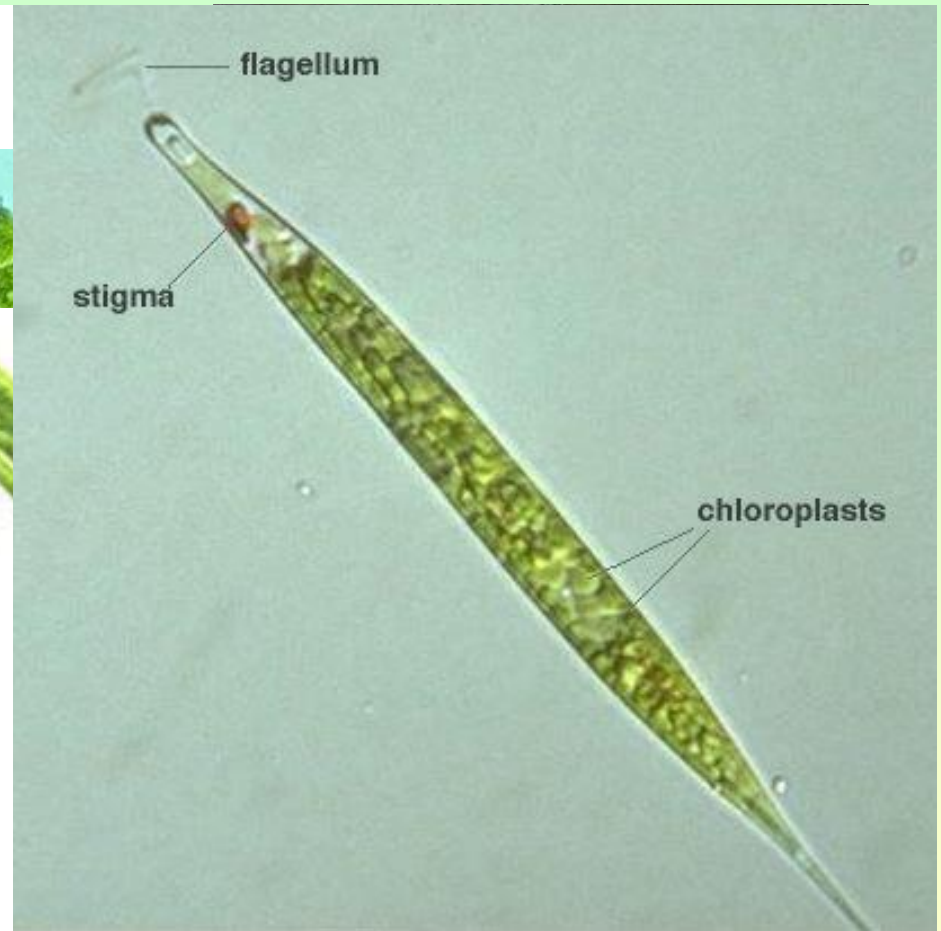
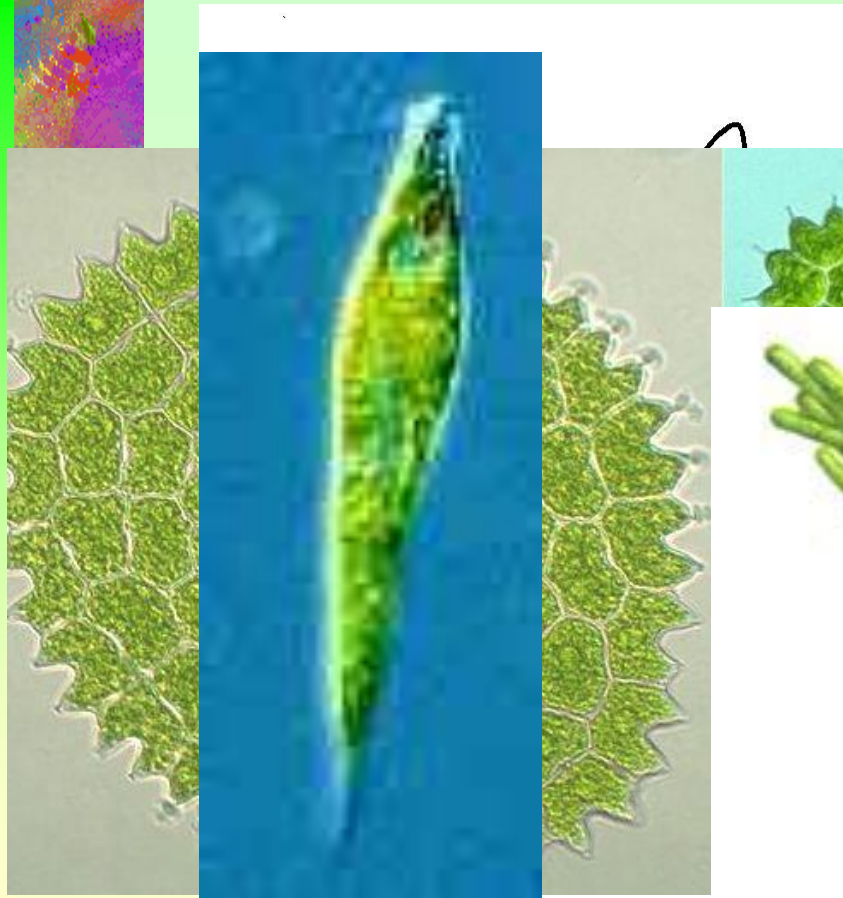
椎尾水轮虫

栉虾

β中污带

	类型	外观	BIP	生物特征
河流 流向 	β -中污带	1. 有机物较少，BOD 和悬浮物含量低，溶解氧浓度升高； 2. NH_3 和 H_2S 分别氧化为 NO_3^- 和 SO_4^{2-} ，两者含量均减少。	8~20	1. 细菌数量减少，每毫升水只有几万个。 2. 藻类大量繁殖，水生植物出现。*** 3. 原生动物有固着型纤毛虫如：独缩虫、聚缩虫等活跃，轮虫、浮游甲壳动物及昆虫出现。

***β-中污带的藻类见下图。

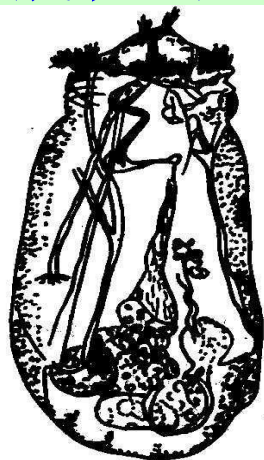


水花束丝藻 梭裸藻

寡污带

	类型	外观	BIP	生物特征
河流 流向 ↓	寡污带	<ol style="list-style-type: none"> 1. 有机物全部无机化，BOD 和悬浮物含量极低，水的浑浊度低，溶解氧恢复到正常含量。 2. H₂S 消失； 3. 河流自净过程已完成的标志 	0~8	<ol style="list-style-type: none"> 1. 细菌极少； 2. 出现鱼腥藻、硅藻、黄藻、钟虫、变形虫、旋轮虫、浮游甲壳动物、水生植物及鱼。****

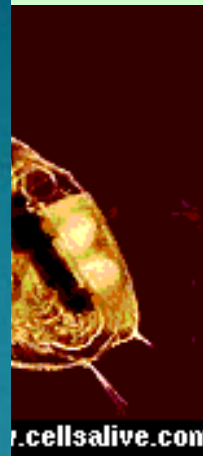
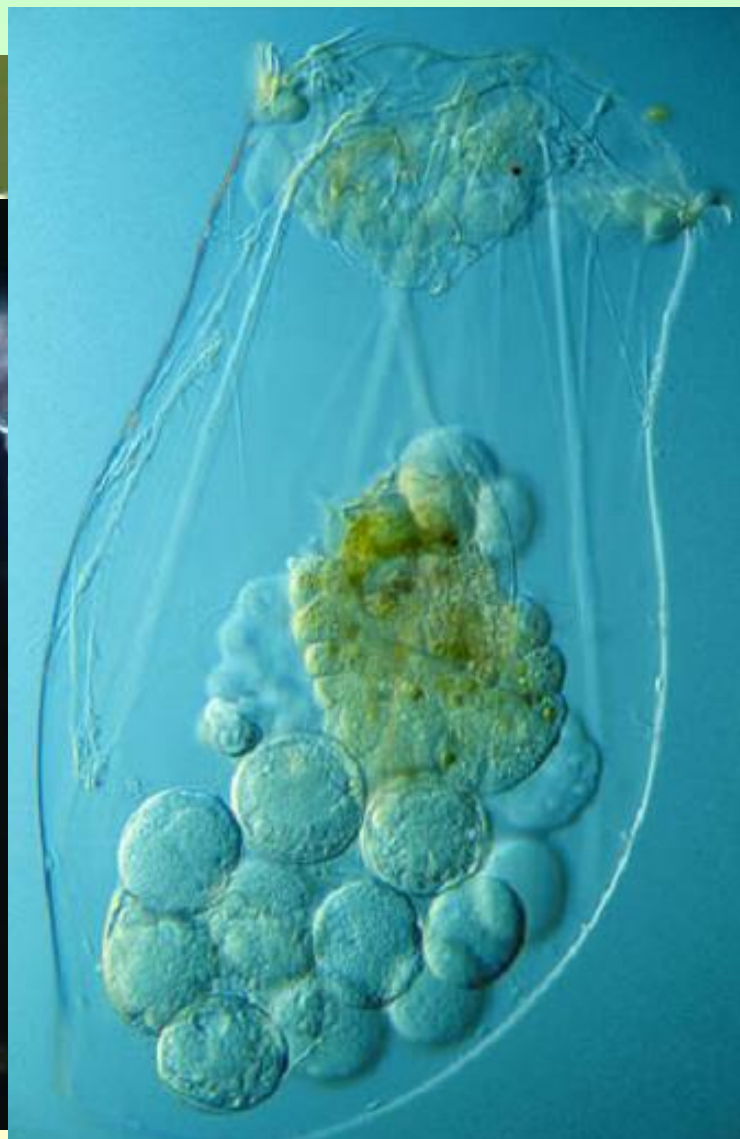
***寡污带的指示生物见附图轮虫、水蚤、鱼腥藻、玫瑰旋轮虫。



前节晶囊轮虫



鱼腥藻



型水蚤

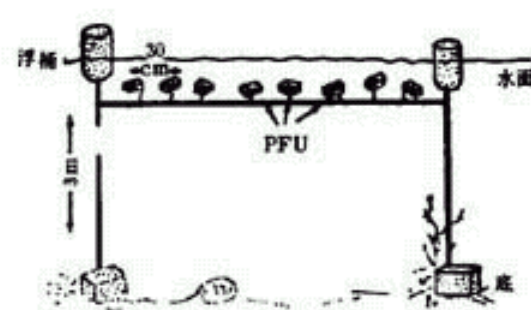


图1 漂浮式

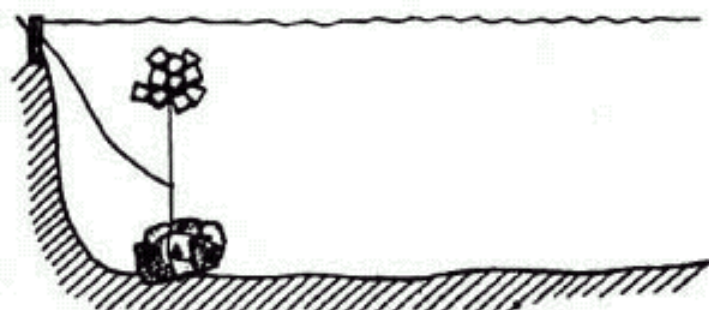


图2 沉式

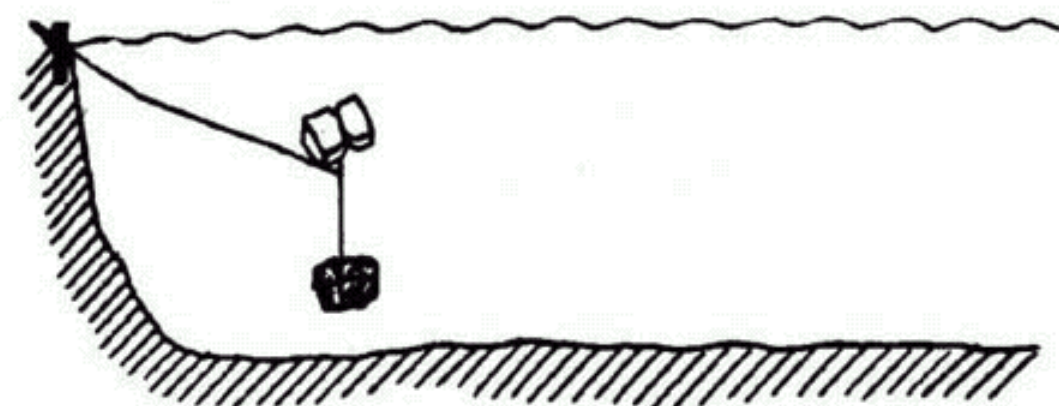


图3 分散式

7.1.2 采样：PFU曝露天数根据工作要求而异。常规监测曝露不能少于1天。评价水质要做一个完整的群集曲线，曝露时间规定1，3，7，11，15，21，28天时采样。静水和流水分别在28、15天结束。

如流速较快，还可追加12h。采样时从挂放的PFU随机取两块，供生物平行观察。如需进行叶绿素 a 和去灰

- 微生物在净化不同污染物的具体机理是人工强化的依据
- 自净速度有限，**我们常常没有足够的时间去等待**，**各行各业都需要合格的水源，而可供选择的水源又是十分有限的。**

需要人工手段控制污染物排量及强化水体污染物去除速度。

- 预防为主
**各国制定的污废水排放标准主要依据就是自然水体中微生物的净
化能力。**