



第1章

绪言

Introduction

第一章 绪言



本章要回答的问题：

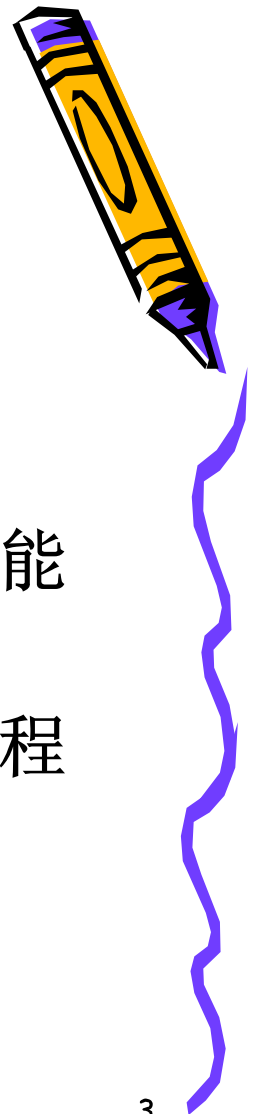
- 你了解世界和我国水资源及水污染的现状吗？
- 你知道污水与废水有何区别吗？
- 你知道废水中的污染物有哪些吗？各种污染物的多少是如何表示的？

你想了解常用污水处理的分类方法吗？



第一章 绪言

- 你认为如何才能解决我国的水污染问题？
- 城市废水一般采用怎样的流程处理才能达到排放标准？
- 你还记得北京高碑店污水处理厂的流程吗？



第一章 绪言

1. 1 水与水资源 [链接](#)
 1. 2 废水、废水污染及水污染 [链接](#)
 1. 3 废水中的污染物分类及其危害简介 [链接](#)
 1. 4 水质标准 [链接](#)
 1. 5 水处理的基本方法 [链接](#)
- 作业 [链接](#)

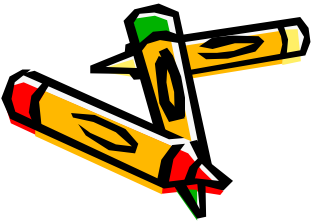




1. 1 水与水资源

1. 1. 1 世界的水资源及其特点

- 水是地球上最丰富的化合物
- 约占地球外层五公里地壳中的50%
- 覆盖着地球71%的表面积
- 其平均深度达到3.8 km
- 总量约有 $1.36 \times 10^9 \text{ km}^3$





1. 1. 1 世界的水资源及其特点

- 不能被直接利用的海水占总水量的97.2%。
- 人类可以利用的河水、淡水湖及浅层地下水，大约为总水量的0.2%，约为 $3 \times 10^6 \text{ km}^3$ 。
- 由于世界各地的水文、气象条件的差异，地区和季节的不同，水的分布也极不均衡。这造成一些地区严重缺水。



1.1.2 我国的水资源及其污染现状



(1) 我国水资源的特点

- 1) 总量大，人均量少
- 2) 水量在地区上分布不平衡

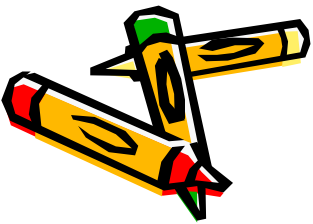
长江流域以北的淮河、黄河、海滦河、辽河、黑龙江五个流域水资源量合计占全国总量的14.4%，而人口却占全国总量的43.5%，北京位于海滦河流域。

- 3) 水量在时程分配上很不均匀
- 4) 水土资源组合不相适应



(2) 我国的水污染现状

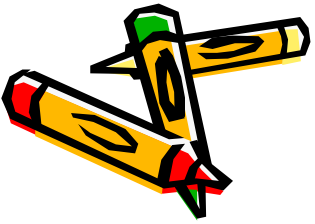
- “局部有所改善，整体仍在恶化”。
- 我国大江大河干流水质尚好，但临近大城市河段及城市附近的小河支流均已程度不同地受到了污染，严重的已成了臭水沟。



1.1.2我国的水资源及其污染现状



- 随着乡镇企业的发展 and 工业重心的转移，污染已有向农村、向内地转移的趋势，由地表水受污染向地下水受污染转移。
- 我国的湖泊大多呈富营养化，面积也不断萎缩；近海水域亦因受污染而赤潮频发。



1.1.2我国的水资源及其污染现状

我国水资源及污染现状请参阅：

➤ 中华人民共和国环境保护部. 20 * *年
环境公报.

中华人民共和国环境保护部网站

1. 2 废水、废水污染及水污染

- 水在社会循环中，由于种种原因而丧失了使用价值而外排，这种废弃外排的水称为**废水**。“废水”是指废弃外排的水，强调废弃的一面。
- **“污水”**是被污染物污染了的水，强调其脏的一面。实际上有相当数量的废水是不脏的，如冷却水。因而用“废水”一词统称所有排水比较合适。

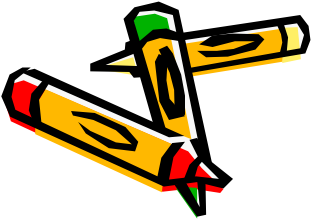
1. 2 废水、废水污染及水污染

据废水的
来源

{ 生活废水 (domestic)
工业废水 (industrial)

据污染物的化学
类别

{ 有机废水(organic)
无机废水(inorganic)



1. 2 废水、废水污染及水污染



按废水产生
的工艺

焦化废水(coking)

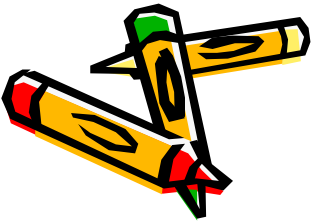
冶金废水(metallurgical)

制药废水(pharmaceutical)

食品废水(food)

印染废水(printing and dyeing)

.....



1. 2 废水、废水污染及水污染

- **废水污染**是指废水对水体、大气、土壤或生物的污染，这里废水是污染的原因。
- **水污染**是指水体受到废水、废气、固体废弃物中污染物的污染，这里水体是受害者。但造成水体污染的主要原因是废水。
- 污水最终处置途径：排放水体、灌溉农田、重复使用。



1. 3 废水中的污染物分类及危害简介

1. 3. 1 固体污染物

- 固体污染物是指废水中在100℃时不能蒸发的所有物质，称为**总固体**。



实际区分二者是用特制的微孔滤膜（孔径0.45 μm ）来过滤，能透过的为溶解性固体，被膜截留的为悬浮性固体。

悬浮固体

可沉降固体 (settleable):

能在2小时内靠重力沉降的固体

难沉降固体(unsettleable)

两小时内不能沉降的称为难沉降固体

废水中固体污染物的多少用单位体积的水中所含质量表示，即质量浓度，单位一般为mg/L。使用中需要指明是哪一种固体。

废水中悬浮物含量的多少也可用**浊度** (turbidity)表示

在水质分析中规定，1 L水中含有1 mgSiO₂所构成的浊度为一个标准浊度单位，简称1度。

- 悬浮物的危害主要是造成沟渠、管道和抽水设备的阻塞、淤积和磨损；造成水生生物的呼吸困难；造成给水水源浑浊；干扰废水处理设施和回收设备的工作；有些悬浮物还有一定的毒性。
- 几乎所有的废水中都含有数量不等的悬浮物，因此除去悬浮物是废水处理的一项基本任务。

1. 3 废水中的污染物分类及危害简介

1. 3. 2 需氧污染物

- **需氧污染物**主要是指废水中所含的能被微生物降解的有机物，有些是有毒的，但这类有机物大部分本身是无毒的。
- **这类污染物的特点是数量大、成分复杂，所以很难分别表示其含量。**
- **产生污染的主要原因是在其分解过程中消耗水中的溶解氧。**
- **需氧污染物用间接指标来衡量，常用的有BOD、COD、TOC和TOD等。**

1. 3 废水中的污染物分类及其危害简介

(1) 生物化学需(耗)氧量 (biochemical oxygen demand简称BOD)

- 表示在一定条件下 (20°C)，单位体积废水中所含的有机物被微生物完全分解所消耗的分子氧的数量。单位为mg (氧) /L (废水)。
- 有BOD₅和BOD₂₀ 之分，BOD₅最常用。
- **特点：**准确反映污染的程度，但测定所需时间长，不利于指导实际生产和自动控制。

1. 3 废水中的污染物分类及危害简介

(2) 化学耗氧量 (chemical oxygen demand简称COD)

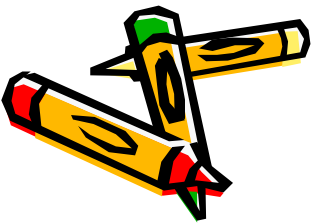
- 用化学氧化剂氧化分解废水中的有机物，用所消耗的氧化剂中的氧来表示有机物的多少，单位仍为mg/L。
- 常用的氧化剂有 $K_2Cr_2O_7$ 和 $KMnO_4$ ，分别用 COD_{Cr} 和 COD_{Mn} 表示。
- **特点：**测定速度快，但与实际污染的程度有差距。

$$COD_{Cr} > BOD_{20} > BOD_5 > COD_{Mn}$$

1. 3 废水中的污染物分类及其危害简介

(3) 总需氧量 (**total oxygen demand , TOD**) 和总有机碳 (**total organic carbon , TOC**)

- 在**900℃**下，以铂为催化剂，使水样汽化燃烧，然后测定气体载体中氧的减少量，作为有机物完全氧化所需的氧量，称为**总需氧量**；



- 在同样条件下测定气体中二氧化碳的增量，从而确定出水样中碳元素的含量，称为**总有机碳**
- **特点：**测定速度快，但设备复杂且与**BOD**、**COD**之间无固定关系。
- **BOD₅**、**BOD₂₀**、**TOD**、**TOC**有各自的特点和用途，在实际应用中应根据各自的特点和不同的情况选用！

1. 3 废水中的污染物分类及危害简介

1. 3. 3 有毒污染物 (toxic materials)

- 废水中能对生物引起毒性反应的化学物质称为**有毒污染物**。
- 特点：
 - 急性中毒：初期效应十分明显，严重时会导致死亡。
 - 慢性中毒：初期效应不明显，但长期积累可引起突变、致畸、致死，甚至引起遗传畸变，这种效应不易察觉，但后果更严重，一旦发现，很难在近期内处理，甚至不可逆转。

- 影响危害程度的因素：
 - **浓度和作用时间**：浓度越大，作用时间越长，后果越严重。
 - **环境条件**：如温度、pH值、溶解氧浓度等。
 - **生物的种类及生物自身的适应能力**。
- 分类：无机化学、有机化学和放射性毒物三类。
- 表示方法：质量浓度表示，单位为mg/L。

(1) 无机化学毒物(**inorganic toxics**)

- 无机化学毒物主要是指重金属离子、氰化物、氟化物和亚硝酸盐等。
- 化学上一般把密度大于4的金属称为重金属 (heavy metals)。
- 水污染中所指的重金属主要是**Hg、Cr、Cd、Pb、As、Ni、Cu、Zn、Ti、Mo**等，最主要的是前五种。

- 重金属(heavy metals)污染有如下特点：
 - (a) 毒性以离子状态最大，且不同价态的毒性不同。如 $\text{Cr}^{6+} > \text{Cr}^{3+}$ ，但 $\text{As}^{3+} > \text{As}^{5+}$ ；
 - (b) 很难被生物降解，有时还可以被生物富集或转化成毒性更大的物质。
据研究，海水中的汞通过食物链可富集**2万倍**；
 - (c) 危害时间长，难消除。
 - (d) 有些重金属是人体必须的元素。



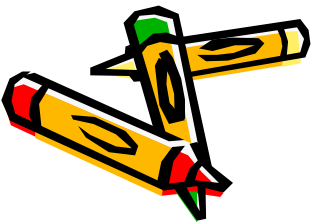
1. 3 废水中的污染物分类及危害简介

(2) 有机化学毒物 (organic toxics)

- 有机化学毒物大多是人工合成的有机物。主要有：农药（**DDT**、有机氯、有机磷等）、酚类化合物、多氯联苯、稠环芳烃和芳香族氨基化合物等。

特点：

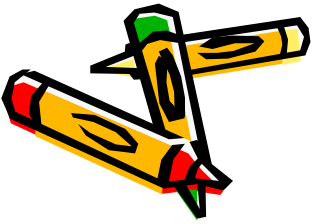
- 这类物质的种类最多，性质最复杂。



- 毒性大，大多为“三致”物质。
- 化学稳定性好。
- 大多数难被生物降解且可以通过食物链富集，危害人体健康。

(3) 放射性物质 (radioactive matters)

- 放射性物质主要是指废水中所含的能产生有害射线的物质。

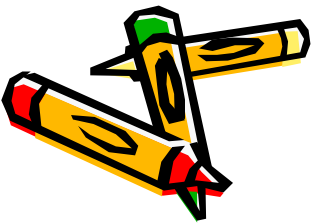




1. 3 废水中的污染物分类及危害简介

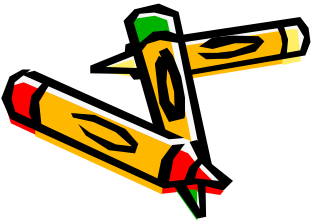
1. 3. 4 营养污染物 (nutrients)

- 营养污染物主要是指植物和微生物生长过程中所需的营养物质，并非有毒，主要是氮和磷。
- 这种由营养物质过多产生的污染称做富营养化污染 (eutrophication)

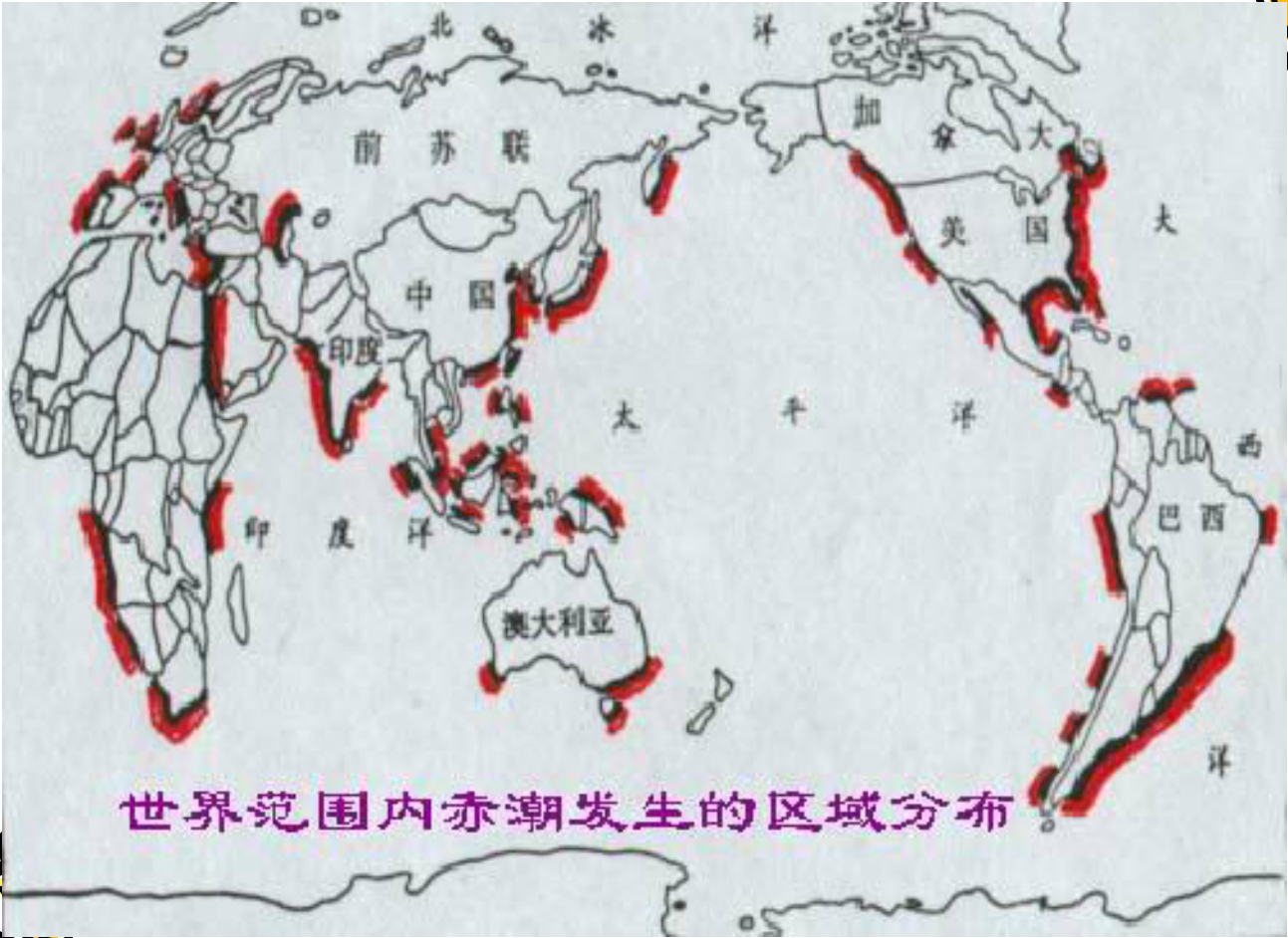


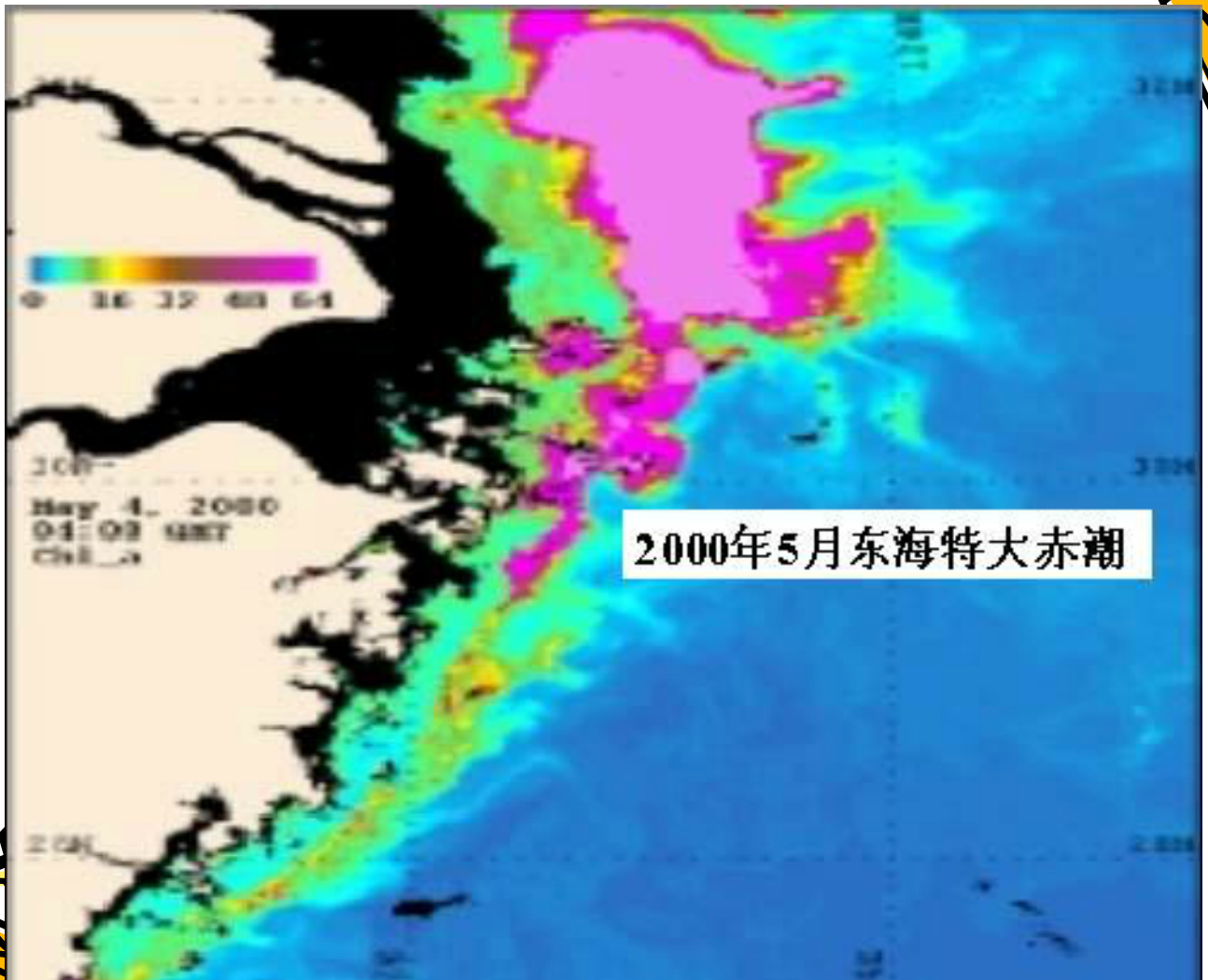
产生污染的原因：

- 生活污水
- 农业施肥(N)
- 喷洒农药(P)
- 工业废水



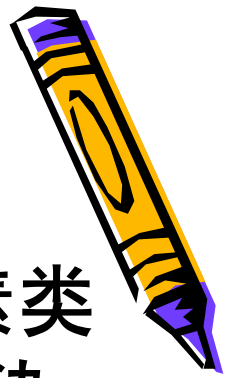
- 当大量营养物质进入水体时，会使藻类大量繁殖，水面上积聚大量的动物和植物，这种现象在海洋中出现叫**赤潮(red current)**，在湖泊中出现叫**水华 (water bloom)**。
- 夜晚藻类的呼吸作用、死亡藻类的分解作用导致水中的溶解氧降低，影响水体功能，影响鱼类生存 。



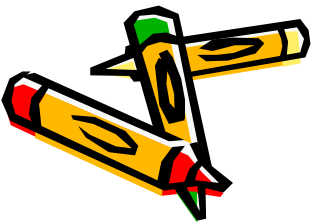


2000年5月东海特大赤潮

1. 3 废水中的污染物分类及危害简介



- 除氮和磷外，BOD、温度、维生素类物质也能触发和促进富营养化污染。
- 表示水中营养物质多少的指标是单位体积水中含氮和磷的总质量，单位为mg/L。
- 氮有多种表示方法：

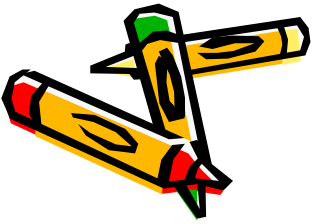


- **有机氮**是反映水中蛋白质、氨基酸、尿素等含氮有机物总量的一个水质指标。
- **NH_3 和 NH_4^+** 称为**氨态氮**， $\text{NH}_3\text{-N}$
- **NO_2^-** 称为**亚硝酸氮**， $\text{NO}_2\text{-N}$
- **NO_3^-** 称为**硝酸氮**， $\text{NO}_3\text{-N}$
- 这几种形态的含量均可作为水质指标，分别代表有机氮转化为无机物的各个不同阶段。
- **总氮 (TN)** 则是一个包括从有机氮到硝酸氮等全部含量的水质指标。

1. 3 废水中的污染物分类及危害简介

1. 3. 5 生物污染物 (biological pollutants)

- 生物污染物主要是指废水中的致病微生物 (pathogens) 和其他的有机体。
 - 制革厂废水中常含有炭疽菌，
 - 医院污水中含有病原菌和病毒等。
 - 生活废水中含有可能引起肠道系统疾病的细菌和寄生虫卵等。



(1) 细菌总数(total bacteria)

- 细菌总数是指1 mL水中所含有各种细菌的总数。

(2) 大肠菌数(coliforms)

- 大肠菌数是指1 L水中所含大肠菌个数。由于大肠菌在外部环境中的生存条件与肠道传染病的细菌、寄生虫卵相似，而且大肠菌的数量多，比较容易检验，所以把大肠菌数作为生物污染指标。

1. 3 废水中的污染物分类及危害简介

1. 3. 6 感官污染物 (scenery shock)

- 废水中的异色、混浊、泡沫、不良气味等会引起人们感官上不快的污染物称为感官污染物。

(1) 色泽和色度(color)

- 色泽是指废水的颜色种类，通常用文字描述，如：废水呈深蓝色、棕黄色、浅绿色、暗红色等。

- 色度是指废水所呈现的颜色深浅程度。色度有两种表示方法：
- 一是采用铂钴标准比色法，规定在1 L水中含有氯铂酸钾 (K_2PtCl_6) 2.491 mg 及氯化钴 ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 2.00 mg时，也就是在1 L水中含铂1 mg及钴0.5 mg时所产生的颜色深浅为1度；
- 二是采用稀释倍数法，即将废水稀释，用把废水稀释到接近无色时所需的稀释倍数表示色度。

(2) 臭和味(odor)

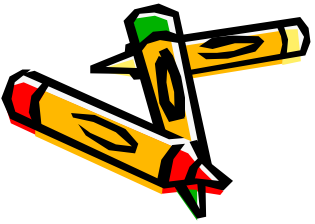
- 臭和味是判断水质优劣的感官指标之一。洁净的水是没有气味的，受到污染后会产生各种臭味。常见的水臭味有霉烂臭味、粪便臭味、汽油臭味、臭蛋味、氯气味等。
- 臭味的表示方法现行是用文字描述臭的种类，用强、弱等字样表示臭的强度。
- 比较准确的定量方法是**臭阈法**，即用无臭水将待测水样稀释到接近无臭程度的稀释倍数表示臭的强度。

1. 3 废水中的污染物分类及危害简介



1. 3. 7 酸碱污染物(acid and base)

- 主要是指进入水体的无机酸和碱，它们影响水体的pH值。
- 废水中酸碱污染物的多少常用废水的pH值表示。浓度高时也用酸或碱的质量分数表示。



1. 3 废水中的污染物分类及危害简介

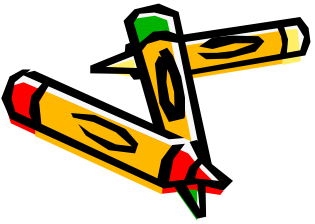
1. 3. 8 油类污染物 (oil and grease)

- 油类污染物一般是指比水轻能浮在水面上的液体物质，多指油类。
- 废水中油类污染物的多少也用质量浓度表示，单位为**mg/L**。
- 它不溶于水，进入水体后会在水面上形成薄膜，影响氧气的溶入，降低水中的溶解氧。

1. 3 废水中的污染物分类及危害简介

1. 3. 9 热污染物 (temperature)

- 由于废水的温度过高引起的危害称为**热污染**。
- 热污染可以破坏废水的生物处理过程，影响水中生物的生存，加速水体富营养化的进程，减少DO等。



1. 4 水质标准

- 水质标准是用水对象（包括饮用和工业用水等）所要求的各项水质参数应达到的指标和限值。
- 水质参数是水质指标的具体体现。
- 我国现行的水质标准包括：生活饮用水卫生标准、工业用水水质标准、水环境质量标准和污水排放标准。

1.4.1 生活饮用水卫生标准 (GB5749-85)



- 感官性状指标和一般化学指标

色、浑浊度、臭和味、肉眼可见物、pH值、总硬度、挥发酚类、阴离子合成洗涤剂、氯化物、溶解性总固体、硫酸锰、铁、锰、铜、锌等。

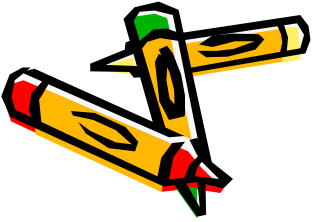
- 毒理学指标

氟化物、氰化物、砷、硒、汞、铬、氯化物等。

- 细菌学指标

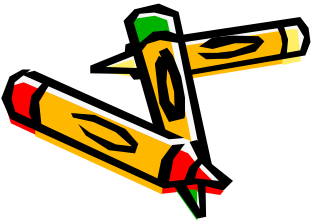
细菌总数、总大肠菌数、余氯量

- 放射性指标



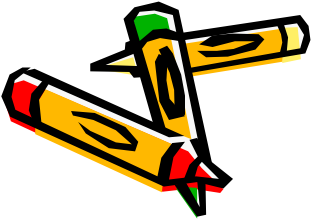
1.4.2 工业用水水质标准

- 各种工业用水均有自己的水质标准。



1.4.3我国水环境标准

- 《地表水环境质量标准》（**GB3838-2002**）
- 《渔业水质标准》（**GB11607-89**）、
- 《景观娱乐水质标准》（**GB12941-91**）
- 《农田灌溉水质标准》（**GB5084-92**）



1.4.4 污水排放标准

- 一般排放标准

《污水综合排放标准》（**GB8978-1996**）、
《城镇污水处理厂污染物排放标准》
（**GB18918-2002**）、《污水排入城市下
水道水质标准》（**CJ3082-1999**）等。

- 行业排放标准

涉及各类工业。如：《制革工业水污染物
排放标准》、《石油炼制工业水污染物排放
标准》、《医院污水排放标准》等。



1. 5 水处理的基本方法

- 废水水质控制就是采取一定的技术措施，使废水中污染物的浓度降低到规定的水平。目的有三个：
 - (a) 满足废水再用（循环再用或接续再用）对水质的要求；
 - (b) 满足有价物质回收工艺对水质的要求；
 - (c) 满足废水排放对水质的要求。

1. 5 水处理的基本方法

- **1.5.1**控制废水污染的途径
- **(1)** 改革生产工艺，严格控制污染源
- **(2)** 加强废水处理技术的研究
- **(3)** 对不同的废水要分别处理，即要先处理后排放
- **(4)** 加强有关法律法规的制订和实施
- **(5)** 加强宣传教育提高全民的环境意识

1. 5 水处理的基本方法



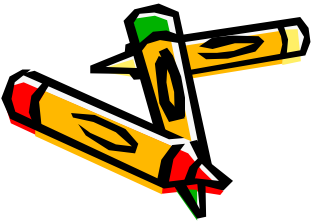
1.5.2 废水处理方法的简介

按废水中污染物的除去方式

分离处理(separation): 通过各种方法使污染物从废水中分离出来，一般不改变污染物的化学本性

转化处理(transformation): 通过化学或生物化学的方法，使废水中的污染物转化为无害的物质，或是转化为易于分离的物质然后再分离。

稀释处理 (dilution)



1. 5 水处理的基本方法



1.5.2 废水处理方法的简介

按作用原理

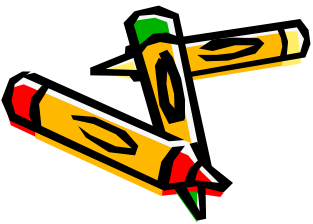
物理处理：利用物理作用分离污水中呈悬浮固体状态的污染物质

筛滤、沉淀、上浮、过滤

化学处理：利用化学反应作用，分离回收污水中处于各种形态的污染物质

中和、混凝、电解、氧化还原、汽提、萃取、吸附、离子交换、电渗析、反渗透

生物处理 (dilution)

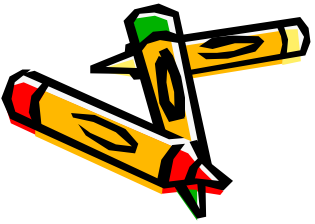


按处理的程度

一级处理(primary): 也叫初级处理, 该过程只能除去废水中的大颗粒的悬浮物及漂浮物, 很难达到排放标准。

二级处理(secondary): 一般可以除去细小的或呈胶体态的悬浮物及有机物, 一般能达到排放标准。

三级处理(tertiary), 也称高级(advanced)处理: 进一步除去废水中的胶体及溶解态的污染物, 一般可达到回用的目的。



废水的一级处理方法

重力分离法
(gravity separation)

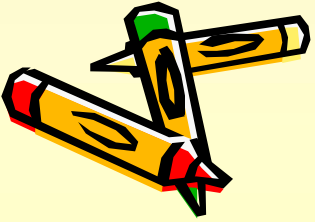
沉降法(sedimentation)
上浮法(floating)

阻力截留法
(retaining)

格栅截留(bar screen)
筛网截留(screen)
粒状介质过滤(granular media filtration)

稀释法(dilution)

中和法
(neutralization)



废
水
的
二
级
处
理
方
法

气浮法(air flotation)

混凝法(coagulation)

萃取法(solvent extraction)

氧化还原法(oxidize-reduction)

电解法(electrolysis)

生物法(biotreatment)

好氧法(aerobic)

厌氧法(anaerobic)

吹脱法(air stripping)

汽提法(steam stripping)

废水的三级处理方法

吸附法(adsorption)

膜分离法(membrane)

超过滤
(ultrafiltration)

反渗透(reverse
osmosis)

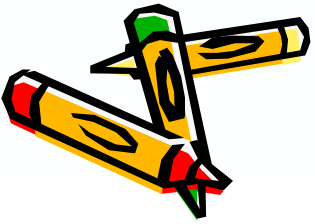
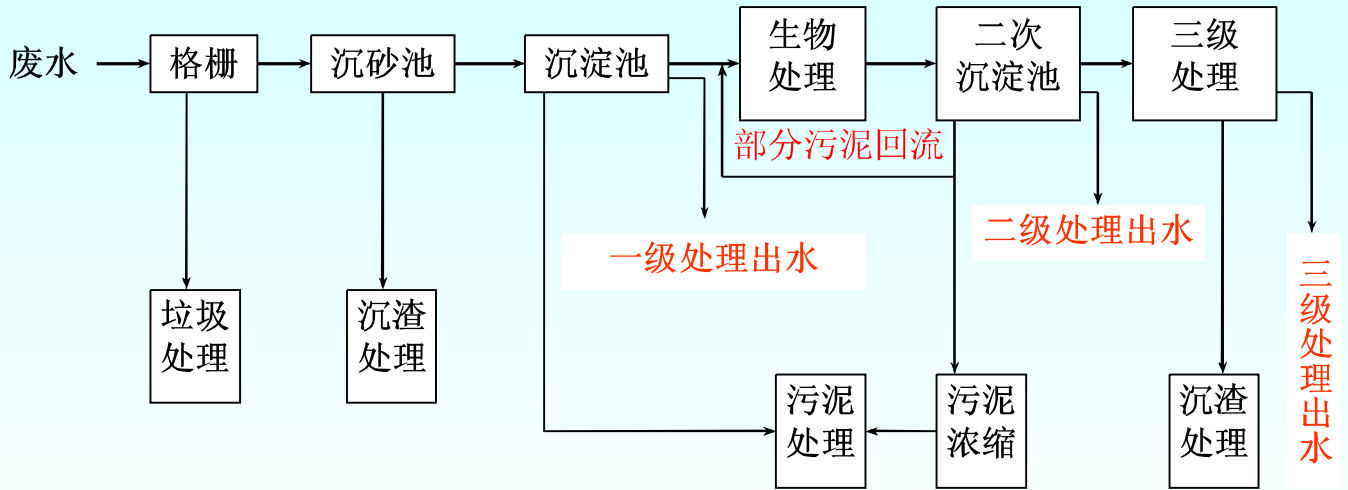
电渗析
(electrodialysis)

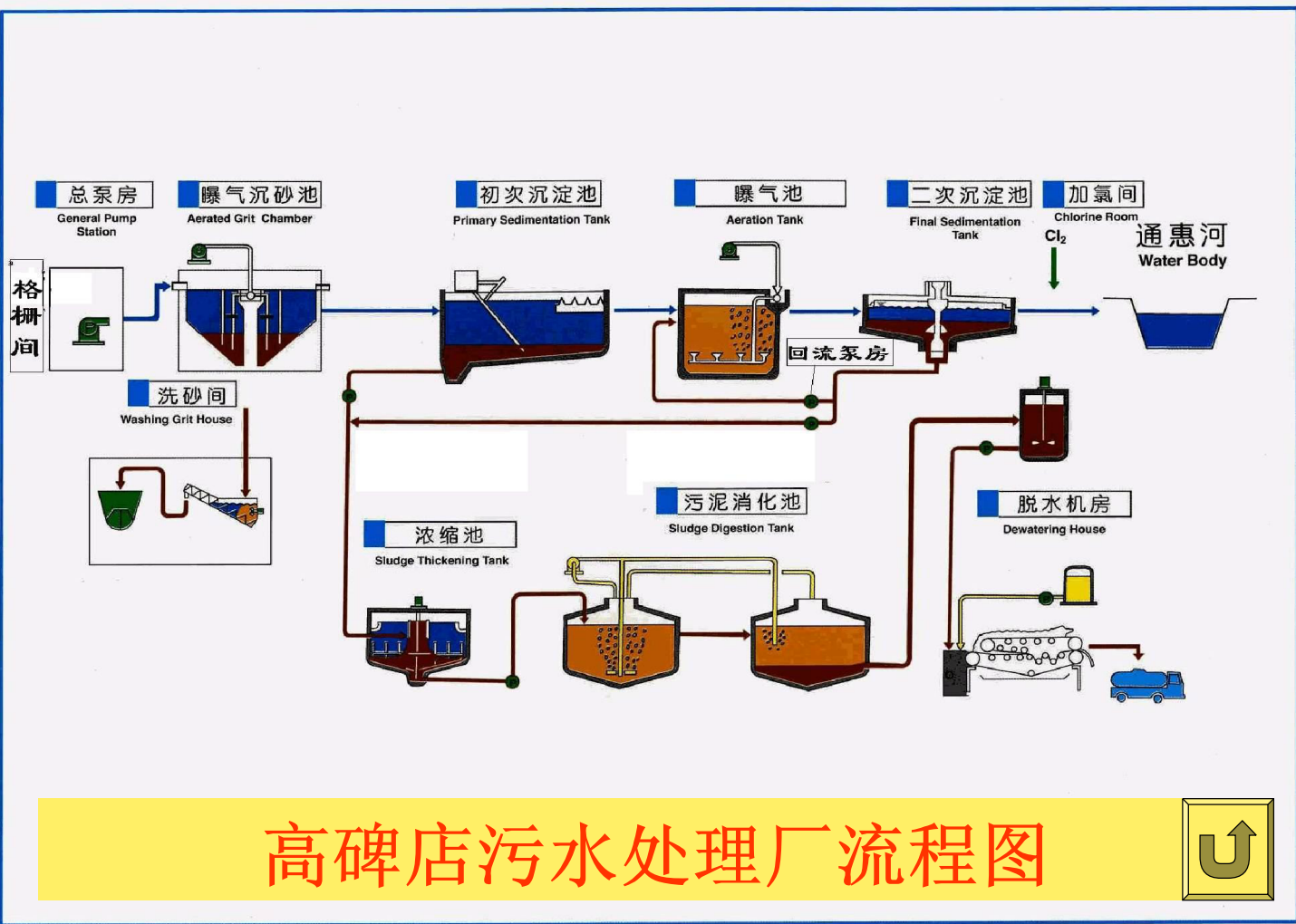
磁过滤法(magnetic filtration)

离子交换法(ion exchange)

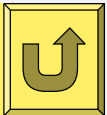


城市废水处理的一般流程





高碑店污水处理厂流程图



本章作业

- 认真阅读讲义第一章

