

水环境监测与评价

Water Environment Monitoring & Assessment

讲授：肖长来
吉林大学环境与资源学院
2008年9月



主要内容

0 绪论

1 水环境概述

2 人类活动对水环境的影响

3 水环境法规及标准

4 水环境监测

5 地表水环境质量及其评价

6 地下水环境质量及其评价

7 水环境监测与评价的新技术新方法



第一章 水环境概述

- 1.1 水环境有关基本概念
- 1.2 水环境与自然生态
- 1.3 水环境与可持续发展
- 1.4 水环境污染及其危害
- 1.5 水环境自净与水环境容量



1.1水环境有关基本概念

1.1.1 环境的基本概念

(1) 环境 (environment)

一般而言，环境是指围绕中心事物的周围事物。不同的学科，对环境有不同的定义。环境科学所称的环境主要是指人类的生存环境，其含义是以人类社会为主体的外部世界的总体。《环境保护法》第2条规定：“本法所称环境，是指：影响人类生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素的总体，包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等”。

(2) 环境要素 (environmental elements)

构成环境整体的各个独立的、性质各异而又服从总体演化规律的基本物质组分称为环境要素，也叫**环境基质**。环境要素分自然环境要素和社会环境要素。



1.1.1 环境的基本概念

(3) 环境质量 (environmental quality)

一般是指一处具体环境的总体或某些要素对于人群的生存和繁衍以及社会发展的适宜程度，是反映人群对环境要求的对环境状况的一种描述。环境质量通常要通过选择一定的指标（环境指标）并对其量化来表达。

(4) 环境水力学 (environmental hydraulics)

亦称“污染水力学”或“水质动力学”，是研究污染物质在水体中的稀释、扩散、迁移、转化规律的学科；是流体力学在近代应用方面的新分支，应用流体力学的原理，依据水中污染物质的质量守恒，建立污染物质在水体中的迁移扩散方程，计算水体中污染物浓度的时空分布，为水质预测、预报和管理服务。



环境有关基本概念

(5)环境水文学 (environmental hydrology)

环境学与水文学相互渗透的一门边缘学科。按水文循环的观点，将水质与水量密切联系起来，进行环境问题中的水文研究。

主要研究内容有：

各种水体水质污染的形成、发展、变化规律，如面污染源降雨冲刷污水的形成及其定量估算；点或面污染源的废污水进入水体后的运动演化规律及其与水体水文特性的关系；

由于环境改变所引起的水文水质效应，如城市化所引起的特殊暴雨的径流规律和水质变化；水利工程对水文水质的影响；森林及农耕的水文水质效应等。



1.1.2 水环境的基本概念

(1) **水环境 (water environment)**

围绕人群空间及可直接或间接影响人类生活和发展的水体及其正常功能的各种自然因素和有关的社会因素的总体。

水环境主要由地表水环境和地下水环境两部分组成。地表水环境包括河流、湖泊、水库、海洋、池塘、沼泽、冰川等水体及环境要素；地下水环境包括泉水、浅层地下水、深层地下水等水体及环境要素。水环境是构成环境的基本要素之一，是人类社会赖以生存和发展的最重要场所，也是受人类影响和破坏最严重的地域。

(2) **水环境要素(水环境基质) (water environmental elements)**

水环境要素是构成水环境整体的各个独立的、性质不同的而又服从整体演化规律的基本物质单元。

(3) **水环境背景值 (水环境本底值) (water environmental background value)**

在未受污染影响的情况下，其水环境要素的原始含量以及水环境质量分布的正常值。



水环境的基本概念

(4) **水生生态系统**(aquatic ecosystem)

由水生生物群落与水环境共同构成的具有特定结构和功能的动态平衡系统。

(5) **水环境质量**(water environmental quality)

水环境对人群的生存和繁衍以及社会经济发​​展的适宜程度，通常指水环境遭受污染的程度。



1.1.3 水环境相关标准的基本概念

(1) **水环境保护标准** (standard of water environmental protection)

在一定时期和地区,根据一定水环境保护目标,由政府制定的对水环境管理要求的规定,包括水环境质量标准、污水排放标准、水环境保护基础标准和水环境保护方法标准等。

(2) **水环境质量标准** (standard of water environmental quality)

为保护人群健康和社会物质财富、维持生态平衡,由政府制定的限定水体中有害物质或因素的标准,包括生活饮用水卫生标准、工业用水水质标准、农田灌溉水质标准、渔业水质标准、地表水环境质量标准等。



水环境相关标准的基本概念

(3) **水质标准** (water quality standard)

对水体中的污染物质及其排放源提出的限量阈值（即最高容许浓度）的技术规范。

水是人类不可缺少的宝贵资源，不仅是人类生存的重要物质基础，同时又广泛用于其他目的，如工业、农业、渔业、绿化及畜牧业生产等多种经济活动。

不同的用途有不同的水质要求，需要建立相应的物理、化学及生物学方面的水质标准。

同时，为了保护已有水体的正常功能，也要对排入水体的污水及废水水质有一定的限制与要求。



1.1.4 水环境监测的基本概念

(1) 环境监测 (Environmental monitoring)

环境监测是以环境为对象，运用物理的、化学的和生物的技术手段，对其中的污染物及其有关的组成成分进行定性、定量和系统的综合分析，以探索研究环境质量的变化规律。

主要内容包括：大气环境监测、水环境监测、土壤环境监测、固体废弃物监测、环境生物监测、环境放射性监测和环境噪声监测等。

(2) *水环境监测 (water environment monitoring)

按照水的循环规律（降水、地表水和地下水），对水的质和量以及水体中影响生态与环境质量的各种人为和天然因素所进行的统一的定时或随时检测。



水环境监测的基本概念

(3) **水环境容量** (water environmental capacity)

在人类生产、生存和自然生态不致受害的前提下，水体所能容纳污染物的最大负荷量。广义上除污染因素外，还应包括水土流失、水源涵养等因素。一个特定的水体对污染物（含物理性、化学性、生物性污染物）的容量是有限的。

(4) **水环境调查** (water environmental investigation)

对有关水体外部与内部环境的各种自然因素与社会因素及变化所进行的调查工作。



水环境监测的基本概念

(5) 污染源调查 (investigation of pollution source)

调查排放或释放能引起水体污染的污染物来源、性质和场所的过程。

(6) 污染负荷量 (pollution load)

在一定时段内由点污染源和面污染源进入水体的污染物总量。污染负荷量是水质评价、预测和水污染控制的重要指标。

(7) 水污染总量控制 (total amount control of water pollution)

根据水环境的质量目标，对区域内各污染源的污染物排放总量实施控制的管理方式或手段。

与排放浓度控制相比，总量控制有明显优点：控制宽严适度，有利于加快达到环境目标的速度；避免浓度控制所引起的不合理的废水稀释，有利于使区域污染治理费用趋于最小。



水环境监测的基本概念

(8) **水污染控制** (control of water pollution)

运用法律、经济、行政、技术等手段和措施，为保护水体质量，对污染水体的污染物排放量进行监督和管理的行为。

只有实施严格的水污染控制，才能使水资源得到有效的保护，使之可持续利用。

另外，水污染控制还可以促进生产工艺的改革，促进减少废水排放的工艺发展。



1.1.5 水环境评价的基本概念

(1) 水环境质量评价(water environmental quality)

按照一定目的，根据水环境质量标准，对一个区域的水环境质量进行总体定性和定量的评定。

(2) 水质标准 (water quality standard)

对水体中的污染物质及其排放源提出的限量阈值（即最高容许浓度）的技术规范。水是人类不可缺少的宝贵资源，不仅是人类生存的重要物质基础，同时又广泛用于其他目的，如工业、农业、渔业、绿化及畜牧业生产等多种经济活动。不同的用途都对水有不同的水质要求，需要建立相应的物理、化学及生物学方面的水质标准。同时，也要对排入水体的污水及废水水质有一定的限制与要求。



水环境评价的基本概念

(3) 水环境影响评价 (water environmental impact assessment)

对人类活动所引起的水环境改变及其影响的评定。

(4) 水工程环境影响评价 (environmental impact assessment of water project)

对兴建水工程后可能引起的自然环境和社会环境改变及其影响进行预测和评估。通过评价可使有利影响得到合理利用，不利影响得到减免或改善，为工程方案论证和领导部门决策提供科学依据。

(5) 流域规划环境影响评价 (environmental impact assessment of river basin planning)

对江河流域规划方案实施后所可能产生的环境变化及其影响的预测和评估。流域规划的环境影响评价是流域规划方案优选的科学依据。



水环境评价的基本概念

- **(6) 跨流域调水环境影响评价 (environmental impact assessment of interbasin water transfer)**
- 对于从一个流域向另一个流域调配水量所产生的环境变化及其影响的预测和评估。从一个水资源丰沛的流域向严重缺水的另一个流域输送水量，往往是一项路途遥远、耗资巨大的战略性工程，会给环境带来深远的影响。跨流域调水环境影响评价的目的是：全面评价调水工程的有利影响和不利影响，为工程方案论证和政府部门决策提供依据；提出减免不利影响的规划或补偿措施，使不利影响减低到可以承受的程度；提出进一步工作的建议和待深化研究的课题。



1.1.6 水环境主要问题的基本概念

- **1. 水问题 (water problems) (2008-9-25起)**
- 自然界存在的对人类社会的发展产生不利影响的水现象以及人类对水的开发、治理、控制、利用以及人类经济活动对自然界水的影响等引起的一切有关问题的总称。
- 在我国这类问题也归纳于广义的水利问题，在有些国家则称之为水资源问题。
- **2. 水源枯竭 (exhaustion of water source)**
- 因自然或人为原因导致供水水源水量减少以至完全断水的现象。
- 水源是为某种用水要求在较长时期可提供一定数量和质量水量的源地，并可通过全球水文循环不断获得补给。



水环境评价的基本概念

- **3. 地下水超量开采 (groundwater overdraft)**
- 地下水开采量超过可开采量，使地下水位持续下降的开采。
- **4. 地下水降落漏斗 (groundwater depression cone)**
- 开采某一含水层，当开采量持续大于补给量时，形成地下水面向下凹陷形似漏斗状的潜水面或水压面。
- **5. 地面沉降 (land subsidence)**
- 在自然或人为因素作用下某一范围的地表面在铅直方向发生的高程降低的现象。
- **6. 水库塌岸 (reservoir bank caving)**
- 水库蓄水后水库周边岸壁发生的坍塌现象。



水环境评价的基本概念

- **7. 水库淹没 (reservoir inundation)**
- 水库蓄水使水库周边地带的地下水壅高引起土地盐碱化、沼泽化等次生灾害的现象。
- **8. 水库冷害 (hazard of reservoir cold water)**
- 水库下泄低温水引起的危害。
- **9. 湖水咸化 (salinization of lake water)**
- 湖水溶解盐分浓度增大的现象。
- **10. 海水入侵 (sea water intrusion)**
- 沿海地带海水侵入地下含水层或入海河口的现象。



水环境评价的基本概念

- **11. 咸潮倒灌 (inversion of tidal saltwater)**
- 水流受潮汐影响的感潮河段，在涨潮时发生海水上溯现象。
- **12. 荒漠化 (desertification)**
- 生态平衡遭到破坏而使原野逐步荒芜的过程。1992年联合国环境与发展大会对荒漠化的定义：“荒漠化是由于气候变化和人类不合理的经济活动等因素，使干旱、半干旱和具有干旱灾害的半湿润地区的土地发生了退化”。在当今诸多的环境问题中，荒漠化是最为严重的灾难之一。
- **13. 沼泽化 (swampiness)**
- 地下水位接近地表，土壤长期被水分饱和，在湿性植物作用和嫌气条件下，发生有机质的生物积累与矿质元素的还原过程。



水环境评价的基本概念

- **15. 水土流失 (soil and water losses)**
- 在水力、风力、冻融、重力等内外营力作用下，土壤及其它地表组成物质被破坏、剥蚀、转运和沉积的过程。水土流失包括土地表层的侵蚀和水的损失，又称水土损失。土地表层侵蚀是指在外部因素的作用下，土壤、土壤母质及岩屑、松软岩层被破坏、剥蚀、转运和沉积的全过程。
- **16. 人类活动水文效应 (effect of human activity on hydrological regime)**
- 由水工程灌溉开采地下水、水土保持、土地利用改变、城市化排水等引起降水、洪水、径流、地下水、沙量、水质等流域水文情势的变化。



水环境评价的基本概念

- **17. 水污染 (water pollution)**
- 由于人为或天然因素，污染物进入水体，引起水质下降，使水的使用价值降低或正常功能丧失的现象。
- **人类活动水污染(water pollution caused by human activities)**：人类生产和生活消费过程排放的污染物导致水体污染的现象。
- **化学水污染(chemical water pollution)**：水中化学元素及其化合物含量异常的水体污染现象。
- **无机物水污染(water pollution by inorganic substances)**：水中金属和非金属矿物质过量引起的水体污染现象。
- **有机物水污染 (water pollution by organic substances)**：耗氧有机污染物引起水体溶解氧含量大幅度下降的水体污染现象。



水环境评价的基本概念

18. 次生水污染 (secondary water pollution)

积累于悬浮物和底质中的污染物质重新引起水体污染的现象。

19. 地下水污染 (groundwater pollution)

污染物沿包气带向下入渗并随地下水流扩散和输移、导致地下水体的污染现象。

20. 水环境退化 (degradation of water environment)

由人类的活动引起河流、湖泊、海洋等水体质量下降的现象。这种变化直接或间接地影响到人类生活、社会经济和生态系统。



1.2 水环境与自然生态

1.2.1 水环境与自然生态系统

1 . 自然生态系统的生长发展趋势

生态系统是由生物的、物理的和化学的部分组成在一起的不断生长和发展的系统，在生长和发展的形态上受热力学理论的支配。

2 . 成熟的自然生态系统对水土环境的保护功能

地面森林生态系统能够减少地表降雨径流，阻止对土壤的冲刷，避免形成洪水。

3 . 水资源对陆地自然植被及湿地生态系统的作用

健康的自然生态系统对水的正常循环至关重要，同样，充足的水资源对自然生态的进化必不可少。



1.2.2 水环境与人类生态系统

人类的进化速度远远快于自然生态系统的进化。

进入**工业化社会**后，人类开始对地球自然生态产生根本性的影响。

人类发展了**现代化的工业**，制造了各种机器，大量合成了自然界原本没有的各种**有机物质和材料**；利用现代工业技术，人类对传统的农业和牧业进行了彻底的改造，发展了独立于自然生态的**现代农业和牧业**。

反过来，被改造了的地球自然生态系统也影响人类社会的发展和生存。主要原因是，人类的大规模开发活动正在不可逆地破坏地球环境和自然生态内在运转规律，进而影响人类自身的生存条件。



1.2.2 水环境与人类生态系统

1. 现代工业对水环境的影响

现代工业对水环境的污染源可分为三类：“点源”、“城市面源”、“大气沉降”。

(1) “**点源**”：主要是指污染物在固定地点连续排放，例如烟囱排放、工业废水和城市污水排放。

(2) “**城市面源**”：指分散的非定点连续排放的污染源，主要是自然降雨冲刷城市地表形成的市政排水。

(3) “**大气沉降**”：已经成为一个污染水环境的不可忽视的污染源。在工业区和城市里，各种活动比较密集地进行，消耗大量化石能量，改变了局部小气候，形成“热岛效应”，容易产生大量的大气污染物，包括溶解性的和颗粒性的。



1.2.2 水环境与人类生态系统

2 . 水环境制约着人类的生产生活

水环境污染使水资源更加短缺。全世界每年有4500亿吨废水流入水体，每分钟有8.5万吨废水流入江、河、湖、海。2004年我国废水总排放量482.4亿吨，660多个城市污水排放量261.3亿吨，城市生活污水处理率还不到10%，污染我国141条江河和地下水，有63%的城市饮用水资源受到不同程度的污染。

3 . 水污染综合防治是人类生态系统可持续发展的必然趋势

水体污染的控制与防治是当前保护世界淡水质量一个相当紧迫的问题。20世纪70年代，我国的水污染治理基本上走的是先污染、后治理的道路，十分被动，收效不大。



1.3 水环境与可持续发展

1.3.1 可持续发展概念与含义

世界环境与发展委员会1987年出版了报告《我们共同的未来》，对“可持续发展”做了如下定义：“**可持续发展**是既满足当代人的需要，又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展。”这一定义被称为“布氏定义”，逐渐为世界各国所认可。

可持续发展的战略目标是：

恢复经济增长； 改善增长的质量；
满足人类基本需求； 确保稳定的人口水平；
保护和加强资源基础； 改善技术发展方向；
在决策中协调经济与生态关系。



1.3.2水环境与可持续发展的关系

环境与可持续发展问题是当今人类共同关注的重大敏感问题之一，也是世界性的**共同问题**。

保护环境和**发展经济**，关系到人类的前途和命运，影响着世界上每一个国家，每一个民族，甚至每一个人。

衡量环境好坏的标准：

一是要看供人类生存与发展的资源是否能满足世世代代延续发展的需求；

二是要看人类在利用自然和改造自然的历史进程中是否对人类未来的生存空间和健康水平构成严重的威胁。



1.3.3我国的水环境保护目标

《“十一五”环境保护和生态建设思路》中确定的环境保护生态建设的基本目标：

在满足以下三个前置条件——污染治理投资增长到占GDP2%以上，工业废水、废气达标排放率稳定在90%以上和三次产业的比例按有关“十一五”规划得到调整的情况下，主要工业污染物排放总量基本维持在“十一五”末期水平，“增产少增污”；

生活污染物排放总量有所减少，47个环境保护重点城市和“三河三湖”（淮河、海河、辽河、太湖、巢湖、滇池）地区环境质量得到改善。80%以上的重点城市集中式饮用水源地水质基本达标，70%的重点城市空气质量达到环境标准，全国地表水国控断面好于Ⅲ类水质的达到75%；生活污染治理设施的建成率和运转率显著提高，其中城市污水集中处理率应达到40%，垃圾无害化处理率应达到60%。



1.4 水环境污染及其危害

1.4.1 水环境污染

水体受人类或自然因素或因子(物质或能量)的影响，使水的感观性状(色、嗅、味、浊)、物理化学性质(温度、酸碱度、电导度、氧化还原电位、放射性)、化学成分(无机、有机)、生物组成(种类、数量、形态、品质)及底质情况等产生恶化，污染指标超过水环境质量标准，称为**水污染或水环境污染**。

按污染原因，水污染分为自然污染和人为污染两类；

按污染源性质，也可分为有机污染和无机污染。



1.4.1 水环境污染

1. 有机耗氧性污染

生活污水和一部分工业废水中含有大量的碳水化合物、蛋白质、脂肪和木质素等有机物。这类物质进入水体，在好氧微生物的作用下，多分解为简单无机物质。在此过程中大量消耗水体中的溶解氧。大量的有机物进入水体，势必导致水体中溶解氧急剧下降，因而影响鱼类和其它水生生物的正常生活。严重的还会引起水体发臭，鱼类大量死亡。

2. 化学毒物污染

随着现代工农业生产的发展，每年排入水体的有毒物质越来越多。有毒污染物的种类已达数百种之多，大体可分为四类：非金属无机毒物(CN、F、S等)，重金属与类金属无机毒物(Hg、Cd、Cr、Pb、Mn等)，易分解有机毒物(挥发酚、醛、苯等)，难分解有机毒物(DDT、六六六、多氯联苯、多环芳烃、芳香胺等)。



1.4 水环境污染及其危害

3. **石油污染**：随着石油工业的迅速发展，油类对水体特别是海洋的污染越来越严重，1t石油可污染2000万m³的水体。目前由人类活动排入海洋的石油每年达几百万吨以至几千万吨。

4. **放射性污染**：水体中放射性物质主要来源于铀矿开采、选矿、冶炼、核电站及核试验以及放射性同位素的应用等。从长远来看，放射性污染是人类所面临的重大潜在性威胁之一。

5. **富营养化污染**：富营养化污染主要是指水流缓慢、更新期长的地表水体，接纳大量氮、磷、有机碳等植物营养素引起的藻类等浮游生物急剧增殖的水体污染。自然界湖泊也存在富营养化现象，由贫营养湖 富营养湖 沼泽 干地，但速率很慢。人为污染所致的富营养化速率很快。

6. **致病性微生物污染**：致病性微生物包括细菌和病毒。致病性微生物污染大多来自于未经消毒处理的养殖场、肉类加工厂、生物制品厂和医院排放的污水。



1.4.2 水环境污染物质

造成水环境的水质、生物、底质质量恶化的各种物质或能量都称为**水环境污染物质**。

水环境污染物质的种类繁多，从不同的角度可将水环境污染物质分为各种类型。

按**理化性质**可分为物理污染物质、化学污染物质、生物污染物质和综合污染物质。

按**形态分类**，可分为离子态(阳离子，阴离子)污染物质、分子态污染物质、简单有机物、复杂有机物、颗粒状污染物质。

按污染物质对水环境的**影响特征**可分为感官污染物质、卫生学污染物质、毒理学污染物质、综合污染物质。

通常，主要的水环境污染物质包括:悬浮物、耗氧有机物、植物性营养物、重金属、酸碱污染、石油类、难降解有机物、放射性物质、热污染、病原体等。



1.4.2 水环境污染物

- 1 . 悬浮物 (Suspended Matter)
 - 2 . 耗氧有机物 (Oxygen Consumption)
 - 3 . 植物性营养物 (Vegetable Nutriment)
 - 4 . 重金属 (Heavy Metals)
 - 5 . 酸碱污染 (Acid and Alkali Pollution)
 - 6 . 石油类 (Petroleums)
 - 7 . 难降解有机物 (Non-degradation Organics)
- 持久性有机污染物 (POPs) 是有毒性、难以降解、可在生物体内蓄积的物质。
- 8 . 放射性物质 (Radioactive Material)
 - 9 . 热污染 (Thermal Pollution)
 - 10 . 病原体 (Pathogens)



1.4.3 水环境污染源

向水体排放或释放污染物的来源或场所称为**水环境污染源**。

从不同的角度可将水环境污染源分为不同的类型。

按造成水环境污染的**自然属性**，可分为自然污染源和人为污染源。

按**污染对象种类**，可分为地表水污染源、地下水污染源、海洋污染源。

按**污染源排放污染物(或能量)种类**，分为物理(热污染源、放射性污染源)污染源、化学(无机物、有机物)污染源、生物污染源(如医院)。

按**污染源分布特征**，可分为点污染源(城市污水排放口，工矿企业污水排放口)、线污染源(雨水的地面径流)、面污染源。

按**污水产生的部门分类**，可分为生活污水、工业废污水、农业退水、大气降水



1.4.4水环境与人体健康

水是人类生命不可缺少的物质。在正常情况下，一个人一昼夜需水2500mL左右。除随食物摄入和营养物质在体内氧化产生的部分水分外，单是饮水每天就需要1500mL左右。

水不仅能满足人体正常生命活动的需要，还是人体营养物质的重要来源之一。

人们经常饮用含有钙、钠、铁等多种微量元素的水，对保护身体、治疗某些疾病都是十分有益的。

李时珍的《本草纲目》中专列药食用水40多种，并提出选用水要谨慎，“人赖水以养生，可不慎所择乎。”

《保生要录》说：“土厚水深则不易病，土坚润水甘美。”可见，饮水与健身祛病的关系十分密切。



1.4.5水环境污染的危害

水环境污染影响工业生产、增大设备腐蚀、影响产品质量，甚至使生产不能进行下去，更影响人民生活，破坏生态，直接危害人的健康，损害很大。据不完全统计，我国每年因污染所造成的直接经济损失可高达数百亿元，间接损失更是无法估量。

1. 危害人体健康
2. 制约工业发展，降低农作物产量和质量
3. 影响渔业生产的产量和质量
4. 加速水环境与水生态环境的退化和破坏
5. 造成经济损失



§ 1.5 水环境自净与水环境容量

- 1.5.1 水环境自净过程与特征
- 1.5.2 水环境自净机制
- 1.5.3 水环境容量

1.5.1 水环境自净过程与特征

- 1. 水环境自净过程
- 水环境中污染物浓度自然逐渐降低的现象称为水环境的自净或水体自净。
- 水环境自净的定义有广义与狭义两种：**广义**的定义指受污染的水环境，经过水中物理、化学与生物作用，使污染物浓度降低，并恢复到污染前的水平；**狭义**的定义指水环境中的微生物氧化分解有机物而使得水环境得以净化的过程。
- **影响**水环境自净过程的**因素**很多，其中主要的因素是，接纳水体的地形、水文条件、微生物种类及数量、水温、复氧能力（风力、风向、水体紊动状况等），以及水体和污染物的组成与污染物浓度等。

2. 水环境自净过程的特征

- 正常情况下，氧在水中有一定溶解度。溶解氧不仅是水生生物赖以生存的条件，而且氧参加水中的各种氧化-还原反应，促进污染物转化降解，是天然水体具有自净能力的重要原因。水环境自净全过程的特征是：
 - (1) 进入水环境中的污染物，在连续的自净过程中，总的趋势是浓度逐渐下降。
 - (2) 大多数有毒污染物经各种物理、化学和生物作用，转变为低毒或无毒化合物。
 - (3) 重金属类污染物，从溶解状态被吸附或转变为不溶性化合物，沉淀后进入底泥。
 - (4) 复杂的有机物，如碳水化合物，脂肪和蛋白质等，不论在溶解氧富裕或缺氧条件下，都能被微生物利用和分解。先降解为较简单的有机物，再进一步分解为二氧化碳和水。

2. 水环境自净过程的特征

- (5) 不稳定的污染物在自净过程中转变为稳定的化合物。如氨转变为亚硝酸盐，再氧化为硝酸盐。
- (6) 在自净过程的初期，水中溶解氧数量急剧下降，到达最低点后又缓慢上升，逐渐恢复到正常水平。
- (7) 随着自净过程的进行，进入水环境的大量污染物，有毒物质浓度或数量下降，生物种类和个体数量也最终趋于正常的生物分布。

3. 水环境恶化与自净的关系

- 废水或污染物进入水环境后，主要产生两个相关联的过程：
 - 一是水质恶化过程；
 - 二是水环境净化过程。
- 水环境污染的发生和发展，要视这两个过程进行的强度而定。
- 这两个过程进行的强度与污染物性质、污染源大小和接纳水体三方面及其相互作用有关。

1.5.2 水环境自净机制

- 水环境自净机制主要包括沉淀、稀释、混合等物理作用；
- 氧化还原、分解化合、吸附凝聚等化学和物理化学作用；
- 生物和生物化学作用等，各种作用相互影响。
- 一般地说，物理和生物化学作用在水环境自净中占有很重要的地位。

1 物理净化作用

- 当可溶物或悬浮的固体微粒进入自然水体后，在流动中得到混合扩散而稀释，继而是吸附、凝聚或生成不溶性物质而沉淀析出，使其浓度降低，这是水体的物理净化作用。

(1) 稀释与混合

(2) 沉淀

(3) 吸附与凝聚

物理吸附

交换吸附

化学吸附

2 化学净化作用

- 在水体中，污染物还可以由于分解、化合、氧化、还原、酸碱反应等使浓度降低或毒性丧失的现象，称为**化学净化作用**。

(1) 分解与化合

(2) 氧化与还原

(3) 酸碱反应

3 生物净化作用

- 水体中的污染物经各类生物的生理生化作用，或被分解，或被转变为无毒或低毒物质的过程，称为**生物净化过程**。
 - (1) 生物分解作用
 - (2) 生物转化作用
 - (3) 生物富集作用

1.5.3 水环境容量概念和类型

- 近年来随着社会经济发展和科技进步，水环境容量问题日益引起人们注意。
- 在理论上，水环境容量是环境中的自然规律参数，它反映水中各种物质在水体中的迁移、转化积存规律，也反映满足特定功能或要求条件下水体对污染物的承受能力。
- 在实践上，水环境容量是污染物总量控制的关键参数，是水资源利用规划的主要约束条件，也是水体在一定区域范围内环境目标管理的基本依据。

1 水环境容量的概念

水环境容量是一定水体在规定水质目标下所能容纳污染物的量。

水环境容量是指在不影响水的正常用途的情况下,**水体**所能容纳的污染物的量或自身调节净化并保持生态平衡的能力。

水环境容量是制定地方性、专业性水域排放标准的依据之一,环境管理部门还利用它确定在固定水域到底允许排入多少污染物。

水体纳污能力 (**permissible pollution bearing capacity of water bodies**) : 在设计水文条件下,某种污染物满足水功能区水质目标要求所能容纳的该污染物的最大数量。

水环境容量大小与以下因素有关 :

水体特征

污染物特性

水质目标

水环境容量大小的影响因素

- (1) 水体特征**：包含一系列自然参数，如水系与流域参数（形状、大小）、水情参数（流速、流量、水温、水化学、泥沙）、水体的自净参数（物理、化学及生物自净）等。显然，这些自然参数决定着水体对污染物的扩散稀释能力和自净能力，从而决定水环境容量的大小。水环境容量是自然规律参数的函数。
- (2) 污染物特性**：水体对污染物的自净能力，反映出污染物特性是内因，水体自然条件是外因。因不同污染物对水生生物的毒性作用及人体健康的影响的程度不同，允许存在于水体中的污染物的量也不同。因此，针对不同污染物有不同的水环境容量。
- (3) 水质目标**：水体对污染物的纳污能力，是相对于水体满足一定的用途和功能而言的。水的用途不同，允许存在于水体的污染物的量也不同。我国地表水水质标准按用途分为5类，即源头水、水源地一级保护区及珍贵水产资源保护区、水源地二级保护区及一般鱼类保护区、一般工业用水及娱乐用水区、农业用水及一般景观水域等。

2 水环境容量类型

- (1) 理想环境容量 (绝对环境容量)
- (2) 面源污染现状水环境容量
- (3) 点源污染现状水环境容量
- (4) 可优化利用的水环境容量
- (5) 管理水环境容量

(1) 理想环境容量

- **A. (绝对环境容量)** 是指以水域的环境标准减去污染物原始本底值或以水域的背景值推算其纳污能力，用以反映未受人类活动影响水域的自然纳污能力，它是一个理想值。
- **B.** 用以表示最清洁状态下，水域对污染物的容纳能力，这种水环境容量是水城环境容量的最大值，也叫**自然水环境容量**。
- 其概念模型为：
$$E = V k_a (C_h - C) dV \quad (1-1)$$
- 式中E——水环境容量；V——水的体积；
- C_h ——污染物在水体中的基准值；
- C——污染物在水体中的浓度；
- k_a ——表征水体对污染物稀释和自净能力的自然规律参数。

(2) 面源污染现状水环境容量

- 是根据水域的现状，估计其达到水环境标准时，所能容纳的污染的最大数量。它可以表示面源污染的最大水环境容量。
- (3) 点源污染现状水环境容量 是根据污染源分布的现状，而实际上还能利用的最大水环境容量。可按污染源分布特征，通过现状模拟来计算水环境容量值。
- (4) 可优化利用的水环境容量 即通过水质规划，优化决策，对整个水域的点污染源进行合理安排，所能利用的水环境容量。在优化决策计算中，由于增加了费用函数，增加了经济技术约束，考虑了社会条件的约束，因而更符合实际，更具有应用意义。

(5) 管理水环境容量

以污染物在水体中的标准值为水质目标，则水体的允许纳污量称为**管理水环境容量**，其概念模型为：

$$E = \int V k_a (C_e - C) dV = \int V k_a (k_b C_h - C) dV \quad (1-2)$$

式中， k_b ——表征以技术经济指标为约束条件的社会效益参数，一般， $k_b \leq 1$ ；

C_e ——污染物在水体中的标准值。

管理水环境容量

- 反映以满足人为规定的水质标准为约束条件，它不仅与自然属性有关，而且与技术上能达到的治理水平及经济上能承受的支付能力有关。
- 管理水环境容量是水环境的自然规律参数与社会效益参数的多变量函数。
- 欲求得某一具体水域的水环境容量，必须给出2个约束条件：
 - 水环境标准（为某种水体用途而制定的）；
 - 污染水质的控制范围和水体功能的划分。
- 一般情况下，水环境容量的排列顺序是：理想水环境容量 > 面源污染现状水环境容量 > 可优化利用的水环境容量 > 环境污染现状可利用的水环境容量。

复习思考题

- 1. 水环境监测与评价的主要概念。
- 2. 你所知道的主要水环境问题有哪些？
- 3. 你的家乡或你所在城市有哪些主要水环境问题？它们是怎样产生的？
- 4. 水环境在自然生态系统中有什么作用？
- 5. 水环境与自然生态系统的进化有什么关系？
- 6. 论述水环境与人类生态系统的关系。
- 7. 什么是可持续发展？其主要含义是什么？
- 8. 水环境与可持续发展有何关系？
- 9. 我国水环境保护目标是什么？
- 10. 何谓水环境污染？

复习思考题

- 11.水环境污染物质的主要来源是什么？
- 12.按污染物质属性划分水环境污染可分几类？其主要特点如何？
- 13.海洋、河流、湖泊、地下水污染的主要特点如何？
- 14.污染物进入水体后发生什么过程？
- 15.何谓水体自净？水体污染与自净有何关系？
- 16.水体自净过程有何特征？试分析水体自净机制。
- 17.试述水体物理净化作用、化学净化作用和生物净化作用是怎样进行的？
- 18.何谓水环境容量？其类型如何划分？有何特征？
- 19.水环境容量如何分析计算？