

## 专论与综述

## 我国水环境标准体系和特征

陆 昌 森

(国家环境保护局规划标准处)

环境标准是国家为了保护人群健康和维护生态平衡,根据国家的环境政策和有关法令,在综合分析自然环境特征、控制环境污染的技术水平、经济条件和社会要求的基础上,规定环境中污染物的容许含量和污染源排放污染物的数量和浓度等的技术规范,它为环境质量评价、环境保护工作和环境法规的实施提供依据。

水环境标准是我国环境标准中重要的组成部分。我国 1973 年发布的《工业“三废”排放(试行)标准》是我国第一个排放标准,十四年来在我国环境保护和管理工作中起到了一定的作用,但已不适应我国当前环境管理和执法的要求。1979 年后,随着《中华人民共和国环境保护法(试行)》、《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》等法律的实施,我国又陆续发布了一系列水环境标准,到目前为止共发布了八十二项国家水环境标准,其中包括“地面水环境质量标准”、“渔业水质标准”、“农田灌溉用水水质标准”、“海水水质标准”等八项水质标准;造纸、制糖、合成脂肪酸、制革、合成洗涤剂、石油化工、石油开发、石油炼制、电影洗片、硫酸、黄磷、普钙、铬盐、船舶、纺织印染、钢铁、轻、重有色金属、沥青制品等三十项国家行业废水排放标准;四十二项分析方法标准;二项基础、方法标准;十六项地方水环境标准;十二项水质标准样品(实物标准)。这

些标准,经多年实践证明,已取得明显的环境效益和经济效益。但是过去我国水环境标准是由各部门、各地区分别制订,强调本部门、本地区的作用和效益的较多,开展跨部门、跨地区的纵向、横向综合平衡不够,缺乏系统性、整体性,各类、各级标准也都各自存在不足之处。有的“行业一刀切”,与生产实践脱节;有的“地区一刀切”,与环境功能要求脱节;有的为单一定性的浓度标准,与科学定量管理脱节;有的以单一吨产品排污负荷制定标准,与当前水环境管理水平脱节;有的标准值太严(如规定 COD 值一律  $<100\text{mg/L}$ ),与国家技术经济水平脱节;有的标准值太宽(如造纸制浆、甜菜制糖水污染物排放标准,规定 COD 值宽到几千毫克/升),与环境所能接受的最低要求脱节;各部、各地方多套分析方法同时并存,与我国的政策要求,等效采用国际标准,与全国统一的要求和世界各国保持一致脱节。

为了提高水环境标准的系统性和整体性,理顺各级、各类标准间的关系以及与排污收费之间的关系,主管部门在总结多年来标准工作实践的基础上,提出了《我国水环境标准体系》和按体系结构而制订的《污水综合排放标准》草案。经 20 个重点省、市代表,国务院 25 个部的代表研讨和国家环境保护局制订污水综合排放标准领导小组讨论通过。1986 年在北京召开的中国-联邦德国水环境

标准讨论会上,国内外 50 多位专家又对此体系和排放标准进行了深入的研讨。通过二年来水环境质量标准和污水综合排放标准修订工作的实践,对此体系作了多次修改和补充,现作如下介绍。

### 一、水环境标准体系

水环境标准体系是系统科学和水环境标准的具体内容相结合的产物。也就是用系统分析的方法总结水环境标准工作的实践,全面规划、分类、分级、分工、统筹协调各个标准间的相互关系,明确各类、各级标准的对象和

适用范围。

为统一并协调全国水环境标准,国家环境保护局通过实践逐步形成一个完整的管理结构和体系(见图 1)

#### (一) 水环境标准分级

水环境标准分国家和地方两级。

国家水环境标准是指在全国或某个特定专业或特定地区范围内统一使用的标准,它是制定地区水环境标准的依据,由国家环境保护局审批发布。

地方水环境标准是指具有地方特点,在规定的地区内统一使用的标准。它是国家水

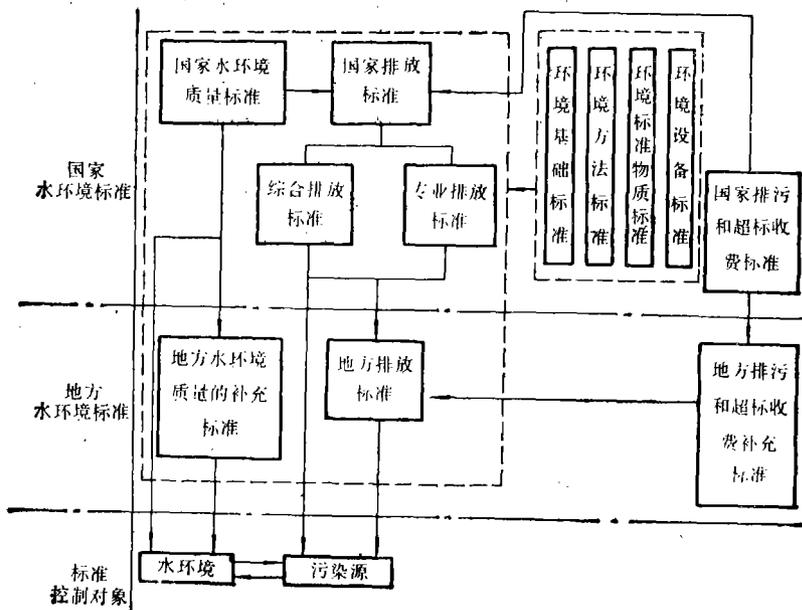


图 1 中国水环境标准体系

环境标准在当地的补充和具体化。按国务院颁布的标准化管理办法规定:“地方标准不得与国家标准相抵触”。凡是国家标准中有的,地方可直接采用或选用,不必另订。所谓“抵触”主要是指地方水环境标准必须严于国家水环境标准,并不得超出国家水环境标准中规定的最高上限和最低下限。在特殊情况下,需要超出时,地方可提出依据,经过技术经济论证,报请国家环境保护局同意。

#### (二) 水环境标准分类

水环境标准一般分为水环境质量标准、污染源控制标准(即排放标准)、环境基础标准、水环境方法标准、环境设备标准及环境标准物质标准六类。与其相关的还有排污收费标准。

##### 1. 水环境质量标准

水环境质量标准,是为了保护江、河、湖、海、地下水、水库等水域水质,保障人民健康,

维持水生生态平衡,以利水资源的有效利用,促进工、农、牧、副、渔业的发展而对有害物质或因素加以限制的规定。

国家水环境质量标准分为《地面水环境质量标准:GB3838-83》、《海水水质标准 GB 3097-82》、《地下水水质标准》(正在制订)三项。

国家水环境质量标准,适用于全国范围。省、自治区、直辖市人民政府,对国家水环境质量标准中未规定的项目,可制定地方水环境质量补充标准,并按规定划分功能区,确定规划目标。

我国水环境质量按功能分区管理,按水质和用途划分为六类功能区:

(1) 自然保护区:指国家和各级政府规定的自然资源、自然景观和珍稀动植物重点保护的区域。

(2) 生活饮用水源区:指城镇集中和分散的生活饮用水水源及其保护区,包括牧业基地的人畜共用集中饮用水水源。

(3) 渔业用水区:指各种鱼贝类等水产资源的产卵场、索饵场、越冬场、养殖场和迴游通道等水域。

(4) 游览、娱乐用水区:指国家重点保护和地方一般的风景游览、游泳、水上运动等水域。

(5) 工业用水区:指各类工业用水的供水区。

(6) 农业用水区:指农业灌溉用水、林业、牧业和土地处理的供水区。

各类功能区有其相关的各种用水水质标准和水质基准。如:

(1) 自然保护区:拟制订《国家自然保护区水质标准》,保护珍稀动、植物的特殊要求,以生物基准为标准制订的依据。

(2) 生活饮用水源区:要保证水源地水质经水厂处理后符合国家《生活饮用水卫生标准》(GB5749-85)规定。饮用水卫生基准是该功能区标准制订的主要依据。

(3) 渔业用水区:要使重要经济鱼贝类水体的水质符合《渔业水质标准》(TJ35-79)的要求。水生生物基准是该功能区标准制订的主要依据。

(4) 游览、娱乐用水区:拟制订《风景旅游水质标准》。娱乐和美学的基准是该功能区标准制订的主要依据。

(5) 工业用水区:如冷却用水,锅炉用水,纺织、食品、电子、造纸等各行各业用水水质标准。各行各业的要求,是制订该功能区水质标准的依据。

(6) 农业用水区:利用污水灌溉农田,其取水水质要符合国家《农田灌溉水质标准》(GB5084-85)。保护植物、土壤、家畜的农业基准是该功能区水质标准制订的主要依据。

各类不同功能区水质标准(或基准值)应划分为三种水平,明确其上限和下限以及采取紧急行动的界限值(见表1)。

表1 不同功能区水质标准值水平

基准水平	标准限值	规划目标	管理上应用
理想水平	标准上限	理想目标	指导值
最低可以接受水平	标准下限	近期实施界限	管理值
最低可以忍受水平	警报或紧急行动标准下限	发生公害事故界限	强控制值

水环境质量基准是饮用水卫生基准、水生生物基准、娱乐、美学基准、农业用水基准、保护珍稀动植物基准以及工业用水水质基准的总称,是制订水环境质量标准和各类用水水质标准的科学依据。基准与标准不同,基准是科学上研究单一学科所表达的单一效应与污染物剂量的关系;而标准则以多学科、多基准为出发点,研究社会的、经济的、技术的多种效应与环境污染物剂量的综合关系为基础,国家或地方规定的带有强制性的技术法规。

水环境质量标准是指大环境(包括功能

表 2 国家污水综合排放标准、环境质量标准、用水水质标准、水质基准与功能分区间的相互关系表

水质基准	相对应的用水水质标准	功能区划分	国家水环境质量标准 水域水质按功能分类	国家污水综合排放标准 控制区分级
珍稀动植物 水质基准	自然保护区水质标准(未订)	自然保护区	I 类水域 { 未受污染的源头水 国家自然保护区	国家污水综合排放标准 控制区分级
饮用水卫生 基准	生活饮用水卫生标准 GB5749-85	生活饮用水保护区 { 城镇集中式生活饮用水水源区 非集中供水源地		
水生生物基 准	渔业水质标准 TJ135-79	珍贵鱼种保护区、鱼虾产卵场等 (渔业用水一级) 渔业水体保护区(经济鱼类水体) (渔业用水二级) 低等鱼种水体(渔业用水三级)	II 类水域 城镇集中式生活饮用水源地 (一级保护区)	(特殊控制区)禁排区(禁止新、扩建,对现有企业由地方制订从严的标准)
娱乐和美学 基准	国家和地方风景旅游 游水区(未订)	国家划定的重点风景区 重要风景区 一般景观用水区	III 类水域 城镇集中式生活饮用水源地(二级保护区) 渔业水体保护区(经济鱼类水体) (渔业用水二级) 重要风景保护区 (特种工业用水一级)	(重点控制区) 执行一级标准地区
工业甲水基 准	各类工业用水 水质标准	特种工业用水区(食品工业等) 一般工业用水区(电力、石油、化工等行业用水) 一般冷却用水区	IV 类水域 (工业用水二级)如发电、化工、石油等部门	一(一般控制区) 执行二级标准地区
农业基准 (植物、土壤 以及家畜)	农田灌溉水质标准 GB5084-85	生吃蔬菜水果灌区 一般经济作物(果实)灌区 土地处理(林、草地) 牧业灌区	V 类水域 一般景观用水 工业用水 农业用水	(区域综合整治区) 执行三级标准地区 (排入城镇公共下水道并进入二级污水处理厂进行生物处理的污水)

地面水环境质量标准分五类水域 分四级控制区

区和保护区水域环境)的水质标准,用以保证各专业用水水质标准的实施。各类用水水质标准仅指各类功能取水点或专业规划确定的局部用水水体或取水点的水质要求。

国家污水综合排放标准按功能分级的不同控制区,水环境质量标准按功能的水质分类,水域按功能分区,以及相应按功能分区的用水水质标准和水环境基准之间相互关系,(见表2)。

### 2. 水污染源控制标准(简称排放标准)

以水环境质量标准或规划目标为依据,对污染源的布局、产品结构、工艺设备等影响环境因素所做的控制规定。笔者将在《排放标准及其制订的原则和方法》专论中加以阐明。

### 3. 排污和超标收费标准

国家在制订或修订排放标准的同时制订或修订征收排污费的标准,依法运用经济手段管理环境,督促排污企业遵守排放标准。

### 4. 水环境基础标准

环境基础标准是以科学原理为依据,在环境标准化工作范围内对有关术语、规范、规程、指南等所做的规定。它是制定环境标准的基础。

国家统一发布基础标准,地方不制订环境基础标准。

### 5. 水环境方法标准

为了保证水环境保护工作中所获得数据或资料的可靠性、系统性和可比性,国家统一发布水环境方法标准,对试验、检查、分析、抽样、统计、计算、操作和测定等各种方法做出统一规定。

为了使我国获得的数据或资料与世界各国具有可比性,国家规定凡属于基础、方法标准,要直接或等效地采用国际标准。

根据国务院《标准化管理条例》规定,国家环境保护局发布了近百项国家水环境方法标准和系列水环境标准物质标准作为全国统一的标准,并与国际标准协调一致。

### 6. 水环境设备标准和环境标准物质标准

环境设备标准是为了保证专用的环境监测仪器的精确度和灵敏度和保证治理水环境污染专用设备的污染去除效率和产品质量而制定的标准,目前这项工作刚刚开始。

环境标准物质标准是为了控制实验室内监测分析的准确度而制定的实物标准,通过标准物质准确度传递系统和追溯系统,去实现国际之间、国内行业之间以及各个实验之间的数据可比性和一致性。

国家环境保护局将配合国家标准局和国家计量局管理此项工作。

## 二、水环境标准体系的特征

### (一) 整体性

水环境标准体系具有系统科学的明显特征——整体性,把实现国家环境保护总方针“社会、经济、环境三个效益的统一”作为水环境标准的整体最佳效益。制订标准,既从整体出发,研究整体的结构与功能,决策标准的宽严,又把整体作落脚点,以保证整体最佳效益的实现。

如何正确理解“三个效益的统一”,统一的“三个效益”又怎样是整体最佳呢?社会、经济、环境三种效益的优化不是等量的,有优有次,往往不能三者皆优,其中有次优和不优。环境保护达到最优化时,经济发展或许不能达到最优化,只能是次优化,或不优,甚或相互对立。在水环境标准体系中,质量标准的水质指标按功能分类,排放标准的宽严按功能分级,分功能、分行业按政策突出重点予以区别对待。功能不同,三个效益优化侧重面和决策方法也不同。如表3所示,对二类水域的饮用水水源功能侧重于环境效益的优化,确保水源水质符合地面水环境质量标准的要求,执行最严的国家和地方排放标准,保护广大群众用水安全和身体健康。而对四类、五类水域,工、农业用水的功能区,在满足维持生态平衡和保护人体健康的基本前提

下,侧重于经济效益的优化,环境效益处于次优,给工农业发展让路,执行国家最宽的二级标准值(国家的最低要求)或执行更宽的排入城市区域二级生化处理厂的三级标准。也只有用整体优化的方法,才能把社会、经济和环境三个效益统一起来,按功能分别地对环境和经济间的矛盾作出科学的协调和决策。

**表 3 水环境标准中功能分区与环境和经济优化决策的关系**

地面水环境质 量标准分类	国家污水综合排放标准		环境与经济效益的优化决策方法
	分 区	分 级	
二类水域	特殊保护区 (环保法规定的禁排区)	严禁新建、扩建、改建、现有企业执行地方从严规定。	选择 环境效益最优,经济效益次优或不优。
三类水域	重点保护区	一 级	选择 环境效益优或次优、经济效益次优或优
四类 水域 五类	一般保护区	二级或三级 (排入城镇二级生化污水处理厂)	选择 环境效益次优或暂不优、经济效益优或最优

环境和经济效益的优化,可以有以下三种情况: 1. 环境和经济效益二者都优或次优。2. 环境效益优或次优,经济效益不明显或不优。3. 环境效益不十分明显,经济效益差。在按功能选择标准时,要考虑上述三种效益情况与治理污染所需的投资额,执行时间(即立即执行或分期分批执行)和标准宽严三者的相互关系。一般效益好而污染治理所需投资额高的标准,要考虑国家经济支付的可能性,可分期分批执行。如果治理所需投资较低而环境效益好的标准,就应立即执行。标准的宽或严有时受环境效益和经济效益的优或劣的影响,执行标准的期限取决于投资额的高低,但此二因素也对标准宽或严产生

一定的影响。

有时遇到环境效益不十分明显,经济效益又差的情况,这可能会被认为是不可思议的。但在已制订的标准中也常见,过宽和过严的标准就是这样。过宽的标准对污染源的控制失去约束力,使企业排污合法化,这种标准还不如没有好。因为有了它反而造成标准的混乱。例如,1983年发布造纸和制糖行业标准,按水量和吨产品允许负荷推算COD值浓度,有的高达几千mg/L,实在太宽了,影响了整个系列行业标准的贯彻执行。过严的标准和过宽的标准同样都是失误,因为过严的标准扩大了污染治理,不能把国家有限的治理污染资金合理地分配到最需要治理的地方去。例如,1973年发布的《工业“三废”排放标准(试行)》中规定COD值一律为100mg/L,对部分行业是太严了,致使工厂一般易生化、低毒性的废水进行二级处理还达不到标准。过严标准和过宽标准一样,效益差,难贯彻执行。

在实施国家排放标准中要贯彻国家关于“经济建设、城乡建设和环境建设同步实施”的方针。同步也并非指三类建设一律要同时起步、同时实施,个别的也应区别对待。如:新建、引进的企业和现有老企业的局部技改;大型企业和中、小型企业;投资低的和投资高的;技术成熟的和技术难度大、不成熟的。经济效益和环境效益都高的和效益较低的建设项目,在同步实施中也是有前有后,有的环境建设要立即贯彻执行,有的还要超前(如区域性综合治理设施的建设)。有的只能是按国情分期分批地去实施。有的技术不成熟,还应先搞科研,然后再上工程,存在暂时性滞后现象。对个别项目来说,要作具体分析,应予允许,但在原则上、总体上,“三同步”方针必须坚持。

(二) 综合性

水环境标准体系的另一个重要特征——综合性。因为环境标准属于多学科、多层次、

涉及面广、信息量大的管理科学,它的明显特点是:高度分化和高度综合,在分化的基础上综合、优化,实现最佳的整体效益。所谓综合,即是分别在各个行业、厂矿、产品、工艺技术、排放的污染物、综合防治和区域环境条件等因素进行分别深入剖析的基础上,开展部门、地区和整个系统的整体分析。应用微观剖析与宏观权宜,静态分析与动态对比,纵向牵连与横向平衡,把发展生产与保护环境产生的一系列矛盾,进行平衡、协调,并衔接于使地区和部门都能接受,或在社会最佳总效益的基础上进行最后行政决策。这种综合平衡的内容有:

### 1. 资源(包括水资源)、发展经济和环境保护的平衡

通过“资源+能源→产品+废弃物”的物料总平衡,总结出最合理利用资源、能源、综合利用废弃物,提高产品产量和质量,并同时把排废量降到最低限度的优化方案。在水资源的平衡方面,先进和落后的差距很大,降低排废和节约水资源的潜力也很大。如合成氨生产,吨氨产品排废水高的竟达 1500 吨,低的只有 6—10 吨;炼油行业耗水量高的企业吨原油用 30 吨水,而低的只排 0.3—0.5 吨水。

### 2. 跨部门、跨地区间的横向综合平衡

制订标准要避免部门和地区的片面性和局限性,从高层次的全面经济观点和生态观点出发,合理考虑社会的总代价和总效益的经济平衡和生态平衡以统一企业内部的经济性和社会经济性,统一局部和整体、长远和近期的效益。在制订造纸和甜菜制糖行业标准时就是这样,不能完全按部门意见容许一个小厂排污而破坏一条江河的生态平衡,甚至鱼虾绝迹。但也不同意地方所有的江河全部按质量标准反推环境容量,提出超过国家经济支付能力的过高过严的要求。在国家标准中,根据行业的特点,对造纸等这类行业可给予适当放宽。

对行业与行业间、地区与地区间要进行横向平衡。如在造纸制浆、纤维板、粘胶纤维制浆行业;在生物制药、味精、酒精等发酵酿造行业,原料、工艺技术都相类似,通过协调平衡,标准的宽严尺度接近一致。对跨地区的松花江水系,通过协调,在 1983 年的地方标准上规定上游第二松花江(吉林省部分)削减 COD 负荷 70%,而第一松花江(黑龙江省部分)只削减 COD、负荷 30%,因上下游水域功能不同,利用价值不一样,理应宽严有别,需协调平衡,区别对待。

跨部门跨地区的横向综合平衡,可克服部门和地区的狭隘界限,提高整体优化水平。

### 3. 各类环境标准间的平衡,以及各类标准与相对应的水环境管理各个环节间的综合平衡。

水环境标准体系是水环境管理的重要手段,科学的水环境标准体系与科学的水环境管理体系密切相关。其相互关系如表 4 所示;分别以质量标准为目标,排放标准为措施,方法标准等为监督实施的手段和方法。

从表 4 可见,对各类水环境标准的综合平衡过程,也就是水环境质量的全面监测和控制,系统评价,全面规划,综合防治等环境管理各个环节的系统化过程,通过综合平衡,把探求最优的综合条件制订为标准,作为共同行动的准绳。

为了协调执行排放标准与管理水平之间的矛盾,我们一方面不能迁就落后,要努力提高干部素质和装备条件,以适应发展的需要。但是在标准的形式上,改变过去那种监督手段比较复杂的污染负荷制和不科学的单一浓度制,现在以浓度加污水排放定额的标准形式,以便与我国现在管理水平相适应。经协调平衡后的我国水环境标准体系应能具备行政管理的计划性和经济管理的合理性并体现法制的严肃性。

### (三) 统一性

水环境标准的本质特征是统一性,即把

表 4 水环境标准与水环境管理的关系

	水环境标准类别	水污染控制环节
目 标	地面水环境质量标准	全国各水系、城市水环境质量规划目标
	海水水质标准	海水环境质量规划目标
	渔业水质、农田灌溉水质、饮用水水源水质等标准	各功能区的水质规划目标
措 施	污水综合排放标准	区域水环境综合防治措施
	行业水污染物排放标准	各行业污染源综合防治措施
	地方水污染物排放标准	地方水污染综合防治措施
		(上述措施中包括单项水污染防治技术和措施)
监督实施的手段和方法	水质分析方法标准(包括采样方法标准)	对水环境质量和污染源的监督
	水标准物质和标准参考物质标准	对监测数据可靠性的监督
	仪器标准	对水环保工作仪器质量的监督
	设备标准	对水环境保护专用设备产品质量的监督
	基础方法标准	统一评价方法 统一名词术语 统一标准制订的方法
	排污收费标准	监督实施的经济手段

门类繁多的技术,纷繁混杂的管理方法,各执一端的分歧观点,各行各业的环保工作与发展生产以及合理利用资源的矛盾统一起来,统一在能取得整体最佳效益,能建立正常又高效的生产和环保的秩序上来。

水环境标准体系统一的内容大致如下:

1. 各类标准间统一规定了功能分区、水质分类、污染源控制分级和污染物的种类。
2. 统一了环境质量评价方法、监督形式等环境管理的技术基础。
3. 统一了水污染控制的重点。

在功能上,重点保护城镇集中饮用水水源和重要水产保护区;在控制的污染物上,除继续控制剧毒的和在环境上积累的污染物外,重点转向对有机污染的控制;在对象上,对蓄水河流、湖泊、水库、封闭性海域要控制富营养化,而对产生富营养化的物质中磷酸盐(不是过去地面水环境质量标准中的总磷)视为控制的重点,其次为 COD、氨氮、溶

解氧等。对流速大的河流和海域,标准不控制富营养化;对有机污染的治理,虽然在污水综合排放标准中规定了易生化分解的有机污水要用二级生化处理手段才能达到标准值的最低要求,但这并不等于主张各个污染源一家一户地去单独建立处理设施,而是重点突出城镇区域综合防治,选择城镇生活污水与各行各业的有机污水一起处理的优化方案。为促进城镇综合污水处理厂的建设,标准中又规定了最宽要求的三级标准值,鼓励各企业有机污水排向区域集中污水处理厂,不易生化降解的、有强致癌性的有机污染物由各厂深度处理。

4. 统一了监测方法、取样方法。

5. 为统一对污染源的控制,强调以污水综合排放标准去统一国家专业标准(行业水污染物排放标准)、地方水排放标准以及与排放标准密切相关的排污收费标准,理顺各级、各类排放标准间的相互关系。

### 6. 统一名词术语和概念

为控制富营养化的主要污染物是磷酸盐 ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) 而不是总磷。用重铬酸盐法测定的化学需氧量为 COD, 有效测定值不得低于 5mg/L。用高锰酸盐法测定的化学耗氧量不叫 COD 值, 改称为高锰酸盐指数。

氨氮的控制分为离子铵 ( $\text{NH}_4^+$ )、非离子氨 ( $\text{NH}_3$ ) 和氨氮总量。对水体中氨氮总量的控制以 K 氏氮来表示, 修订后将发布的地面水环境质量标准中规定 K 氏氮最高不超过 2mg/L, 亦即地面水中氨氮总量的最高浓度不得超过 2mg/L。

可吸附卤素有机物 (AOX), 指可用活

性炭吸附的卤素有机物, 重点是控制有强致癌性、不易生化降解并在环境中积累的含氯有机物, 其次是含溴有机物。

水环境标准体系体现了统一归口, 分工负责的精神, 从全国到地方, 从水系到海域, 从国务院各部门到工厂, 各尽各的力量, 各起各的作用, 划清范围, 理顺关系, 把水环境标准制订好, 有效地贯彻实施。水环境标准与水环境管理每一个环节紧密相连, 形成一个以科研为先导, 规划为目的, 监测为手段, 法规为准绳, 标准为纽带的连结各个环节的科学管理体制。

(收稿日期: 1987 年 12 月 28 日)

## 生物除磷技术的发展和优越性

汪 慧 贞

(北京建工学院给排水室)

废水中所含的磷来自于人体排泄、废弃食物碎屑, 各种洗涤剂、农业肥料、工业原料等。在一般的二级污水处理厂中, 经过初次沉淀可去除约 10% 的磷, 因废水中约 90% 的磷是溶解性的。经过活性污泥的作用, 仅少量的磷因为微生物细胞的生长需要而被去除, 微生物吸收营养的比例约为  $\text{BOD:N:P} = 100:5:1$ 。如果含有大量磷的废水排入自然水体, 最终必然导致水体富营养化。

### 一、化学沉淀法除磷

过去常用石灰、铝盐、三氯化铁或硫酸亚铁等化学沉淀剂除磷, 有时为了提高沉淀效率, 还使用一些助凝剂。但是, 化学沉淀法至少有二大缺点, 一是由于加入沉淀剂致使污泥体积增加, 这可用以下例子说明<sup>[1]</sup>。

某废水特征为: 流量  $1000\text{m}^3/\text{d}$ ; 悬浮固体含量  $220\text{mg}/\text{L}$ ; 磷含量  $10\text{mg}/\text{L}$ 。用石灰

作沉淀剂, 出水的磷含量降低到  $0.5\text{mg}/\text{L}$ 。若不加沉淀剂, 初沉池可去除 60% 悬浮固体, 加石灰  $\text{Ca}(\text{OH})_2$   $400\text{mg}/\text{L}$ , 初沉池可去除 85% 悬浮固体。结果不加沉淀剂, 污泥重量为  $132\text{kg}/\text{d}$ , 体积为  $2.1\text{m}^3/\text{d}$ 。加石灰作沉淀剂, 污泥重量  $802\text{kg}/\text{d}$ , 体积  $10.1\text{m}^3/\text{d}$ 。从中看出, 由于添加沉淀剂, 污泥体积几乎增加到原来的 5 倍。而且这种污泥含有化学药剂, 因此它的处置也较困难。

使用化学沉淀法的第二个缺点是增加投资和日常运行费用, 因为需要一套贮药、溶药、投药设备。日常药剂的消耗量也是可观的。因此, 从经济角度考虑, 此法也颇为不利。

### 二、生物除磷

废水中的磷也可以用生物法去除, 虽然其机理尚未完全弄清, 目前某些国家已使用