

# 太湖流域城镇污水处理厂 执行一级A标准的问题讨论

\*郑兴灿

(国家城市给水排水工程技术研究中心, 天津, 300074)

**摘要:**太湖流域城镇污水处理厂的提标改造工程实践和相关试验研究结果表明, 通过推行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)的一级标准A标准, 将推动太湖地区城镇水污染物的进一步减排。但由于GB 18918-2002一级标准A标准和GB 3838-2002本身存在较为明显的缺陷, 再加上一级A达标实际考核方式缺乏科学性和合理性, 执法监督的随意性大, 容易出现鞭打快牛的误判。为了稳定达到一级A标准, 往往不惜代价, 城镇污水处理厂的工程投资和运行费用出现大幅度增加, 但单位资金投入的减排效果并不明显, 特别是不太合理的总氮排放要求, 容易造成巨大的资金浪费和不必要的能源消耗, 因此, 非常有必要针对太湖流域的具体情况, 本着科学合理、实事求是、尊重客观规律的原则, 吸纳各方专家学者、监管部门和运行管理单位的意见, 重新制订适合太湖流域的《地表水环境质量标准》和《城镇污水处理厂污染物排放标准》以及相应的达标考核方式, 以充分体现全面节能减排和改善生态环境质量的发展目标。

**关键词:** 城镇污水; 排放标准; 除磷脱氮; 节能减排; 太湖流域

## 0 概述

2005年和2006年, 国家环境保护总局先后以司发文和发布公告的方式, 要求城镇污水处理厂出水排入国家和省确定的重点流域及湖泊、水库等封闭、半封闭水域时, 执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)的一级标准A标准(以下简称一级A标准)。2007年5月, 太湖流域发生无锡供水危机和蓝藻爆发重大水污染事件之后, 太湖流域所在省(市)全面加强水污染的治理工作, 环境保护部门要求太湖流域城镇污水处理厂严格执行GB18918-2002的一级A标准, 并由此全面推动了太湖流域城镇污水处理厂的一级A提标改造和扩建、新建工作。

根据国家和江苏省太湖流域水污染防治工作的总体部署, 到2008年年底之前, 需完成对太湖流域139个已投运、30个在建的城镇污水处理厂进行除磷脱氮技术改造, 以达到GB18918-2002的一级A标准。江苏省政府还安排2000多万元专项经费, 由省建设厅集中组织开展除磷脱氮改造技术攻关及示范科研项目的相关工作。

根据江苏省太湖流域城镇污水处理厂一级A提标改造中遇到的一些令人疑惑的问题和除磷脱氮改造技术攻关及示范项目的阶段成果, 结合对国内外城镇污水处理和排放标准的了解, 笔者认为太湖流域城镇污水处理厂强制执行GB18918-2002一级A标准, 虽然可以减少一定数量的COD、BOD<sub>5</sub>、SS和氮磷污染物的排放, 但由于一级A标准的原意是回用水的基本要求, 作为城镇污水处理厂出水排放标准, 不具备普适性, 是存在明显缺陷和不足之处的, 其强制实施在工程投资、运行费用和能源消耗等方面都会带来明显的和不必要的浪费, 单位资金投入的减排效果并不明显, 甚至是得不偿失的, 因此, 笔者认为, 有必要根据太湖流域的具体情况, 本着科学合理、实事求是、尊重客观规律的原则, 吸纳各方专家、监管部门和运营管理单位的意见, 制订合理的太湖流域近中远期水质目标和水质标准, 并以此为依据科学制订城镇污水处理厂污染物排放标准。

## 1 全面推行GB18918-2002一级A标准的 科学性不足

2005年10月11日, 国家环境保护总局发文“关于严格执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》的通知”中, 第一次提出, “为防止水域发生富营养化, 城镇生活污水处理厂出水排入国家和省确定的重点流域

作者简介: 郑兴灿, (1963—), 男, 国家城市给水排水工程技术研究中心总工, 教授级高级工程师。

收稿日期: 2008年7月21日

及湖泊、水库等封闭式、半封闭水域时,应执行《标准》中一级标准的A标准”。国家环境保护总局以发文的形式改变由国家环境保护总局和国家质量监督检验检疫总局联合发布的GB18918-2002标准的适用范围,其中关于“城镇生活污水处理厂”的提法也是GB18918-2002标准中没有出现过的。据了解,这一改变并不是建立在环境影响评价和相关调查研究的基础上,也没有组织各方专家论证和广泛征询意见。

2006年国家环境保护总局发布了第21号公告,将GB18918-2002的第4.1.2.2条由原先的“城镇污水处理厂出水排入GB3838地表水Ⅲ类功能水域(划定的饮用水水源保护区和游泳区除外)、GB3097海水二类功能水域和湖、库等封闭或半封闭水域时,执行一级标准的B标准。”修改为“城镇污水处理厂出水排入国家和省确定的重点流域及湖泊、水库等封闭、半封闭水域时,执行一级标准的A标准,排入GB3838地表水Ⅲ类功能水域(划定的饮用水水源保护区和游泳区除外)、GB3097海水二类功能水域时,执行一级标准的B标准”。但不知何因,国家环保总局对上海市几座特大型城市污水处理厂改扩建项目的环境影响评价批复并不是一级A标准,而是执行GB 18918-2002的二级标准,连一级B标准都不是。

2007年5月,太湖流域发生无锡供水危机和蓝藻爆发重大水污染事件之后,环境保护部门提出了太湖流域城镇污水处理厂严格执行GB18918-2002一级标准A标准的要求。虽然江苏省环境保护部门根据实际情况,组织制订了《太湖地区城镇污水处理厂及重点工业行业主要水污染物排放限值》(江苏省地方标准DB32),对部分污染物的排放限值作了比较合理的调整,但实际达标考核督查中,仍然按照GB 18918-2002的一级A标准,而且基本上采用的都是瞬时随机采样方式。

## 2 GB18918-2002 一级A标准适用范围的更改脱离了标准原意

《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中的“一级标准A标准”并不是真正意义上的城镇污水处理厂出水排放标准。在GB 18918的制订中,设立“一级标准A标准”的本意是,在国家相关再生水水质标准未出台之前,作为再生水水质的基本要求(即过渡性标准与参考基准),因此,GB18918-2002文本中的具体条文规定为:“一级标准的A标准是城镇污水处理厂出水作为回用的基本要求。当污水处理厂出水引入稀释能力较小的河湖作为

城镇景观用水和一般回用水等用途时,执行一级标准的A标准。”

近年来,随着国家城市污水再生利用系列标准《分类》(GB/T18919-2002)、《城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)、《景观环境用水水质》(GB/T18921-2002)、《工业用水水质》(GB/T19923-2005)、《地下水回灌水质》(GB/T19772-2005)、《农田灌溉用水水质》(GB 20922-2007)等的陆续颁布和实施,GB18918-2002一级标准A标准作为再生水水质的过渡性参考标准,可以认为,其使命实际上已经完成,不再适用于城镇污水的再生利用和出水排放。

## 3 城镇污水处理厂达标考核的适用范围有待明确界定

GB18918-2002中没有明确规定城镇污水处理厂进水中到底允许多大比例的工业废水,或者说,工业废水达到多大比例就不按城镇污水处理厂进行考核了。我国大多数大中型城市的主城区污水处理厂进水中,工业废水所占比例已经从20世纪80年代的60%~70%降低到当前的30%~50%,属于比较典型的城镇污水处理厂。但值得特别注意的是,由于某些类别工业废水的超标排放和偷排,城镇污水处理厂突发性污泥中毒死亡或污水处理设施损坏事件仍然时有发生。

对于工业产业园区、部分中小型工业城市和南方工业发达乡镇来说,污水处理厂进水中工业废水的比例往往高达60%以上,甚至达到95%以上,或接近100%,工业废水排放对污水处理厂进水和出水水质的影响很大,尤其是化工和印染行业高度发达和比较集中的太湖流域,这类污水处理厂已经不是真正意义的城镇污水处理厂。对于这类含高比例工业废水的污水处理厂,执行GB18918-2002还是工业行业废水污染物排放标准,或者其他专门的标准,是有必要进一步明确和细化的。直接执行GB18918-2002的一级A标准是不够科学和不太合理的。

在江苏省地方标准《太湖地区城镇污水处理厂及重点工业行业主要水污染物排放限值》(DB32/1072-2007)中,将城镇污水处理厂分为3类:Ⅰ类为接纳污水中工业废水量小于50%的,Ⅱ为接纳污水中工业废水量大于50%(含50%)但小于80%的,Ⅲ类为接纳污水中工业废水量大于80%(含80%)的。各个类别执行不同的限值,其中Ⅲ类按照接纳工业废水的性质执行相应的标准。

#### 4 现行的城镇污水处理厂的氮磷控制标准不太符合客观实际

水体中的氮磷污染物来源主要包括：农业化肥流失、畜禽粪便与水产养殖业排水、工业废水与生活污水、水体底部沉积物中的氮、磷释放。水体中氮的其他来源于还包括：水体自身的生物固氮、降水中淋溶的空气氮氧化物（源自燃煤和汽车尾气），以及雷击闪电等自然现象。如果其他氮磷污染源得不到全面削减和有效控制，仅仅依靠城镇污水处理厂进行氮磷的削减是远远不够的。

就水体富营养化的氮磷控制来说，陆地浅水型湖泊水体蓝绿藻爆发的主要限制因素是磷酸盐，而不是总氮和硝态氮。只有在水体磷浓度较高的情况下，总氮才会成为藻类严重爆发的重要影响因素。因此，磷的排放控制应该放在首位，其次是BOD<sub>5</sub>和氨氮等耗氧性污染物的进一步控制。在水体总磷浓度不能达到很低（0.01~0.02 mg/L）的情况下，总氮的控制可以分阶段实施。从整体环境效益和技术经济角度考虑，当前城镇污水处理厂出水的总磷排放标准应进一步加严、总氮的排放标准可以适度放宽。

美国环保局提出的湖泊富营养化阶段判断标准为：TP < 0.01mg/L（贫营养）、TP 0.01~0.02 mg/L（中营养）、TP > 0.02~0.025 mg/L（富营养）。为了控制水体富营养化，国际上比较通行的湖泊水库水体总磷控制要求是不超过0.025mg/L。美国主要根据接纳水体的具体情况，为每个污水处理厂制订具体的排放限值，其基本考虑是，直接进入湖泊和水库的入流水体，总磷浓度不超过0.05mg/L，湖泊、水库水体的背景总磷浓度不超过0.025mg/L；对不直接进入湖泊或水库的河流和其他流动性水体，要求总磷浓度不超过0.1mg/L，根据这样的湖泊与河流水体水质控制要求制订出相应的污水处理厂出水磷氮限值。美国湖库富营养化基本上都是磷限制型的，少部分是总氮限制型，基本上都在亚热带或者高纬度、高海拔的地区。

#### 5 地表水环境质量的氮磷指标存在明显的逻辑混乱

制订GB18918-2002标准的重要基础和依据之一是国家地表水环境质量标准（GB3838-2002）。但GB3838-2002中有关氮、磷的指标在逻辑上相当混乱，尤其是总氮指标值。一般情况下，总氮包含有机氮、氨氮和硝态氮这3个组分，而且有机氮基本上都是可以氨化的，其中有机氮和氨氮的总和为凯氏氮（KTN），硝态氮则包含硝酸盐氮和亚硝酸盐氮。但在GB3838-2002中，总氮、氨氮和硝酸盐氮的标准值之间找不到上述平衡关系。

在GB3838-2002中，氨氮与总氮标准值（湖库）都是相等的（参见表1），这是否可以理解为所有湖库水体的硝态氮限值为0呢，或者说1+1+1竟然等于1？但GB3838-2002中规定的集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值中确定的硝酸盐限值为10mg/L，这是否意味着作为集中式生活饮用水地表水源的总氮限值至少为11mg/L，II类为10.5 mg/L。或者说，作为环境控制要求的总氮标准值要明显严于作为饮用水水源的总氮标准值；就作为饮用水水源最低要求的III类水体来水，如果按总氮标准来考核的话，就属于超级劣V类水了。

另一方面，GB3838-2002中总氮仅作为湖库的水质评价指标，不作为河流水体的评价指标，这是否说明河流水体中的总氮浓度不受限制呢？也就是说湖库的硝态氮限值为0，河流水体的硝态氮没有任何限值，这样的差别实在是太大了。如果真的这样的话，由于湖库水体的补水基本上都是来自河流水体的，那湖库的总氮限值又如何保障呢？

对比GB3838-88的指标值（参见表2）可以看出，GB 3838-2002中新增了总氮评价指标，但删除了原有的亚硝酸盐、非离子氨和凯氏氮指标，将硝酸盐指标调整为集中式生活饮用水地表水源地补充项目。这样的指标删减和合并调整虽然有一定的合理性，但实际指标值确定中却完全忽视了总氮一般由凯氏氮（有

表1 地表水环境质量标准（GB3838-2002）基本项目标准限值（单位：mg/L）

序号	分类		I类	II类	III类	IV类	V类
7	氨氮 (NH <sub>3</sub> -N)	≤	0.15	0.5	1.0	1.5	2.0
8	总磷 (以P计)	≤	0.02 (湖库 0.01)	0.1 (湖库 0.025)	0.2 (湖库 0.05)	0.3 (湖库 0.1)	0.4 (湖库 0.2)
9	总氮 (湖库, 以N计)	≤	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0

表2 地面水环境质量标准 (GB 3838-88) 指标值 (单位: mg/L)

序号	项目		I类	II类	III类	IV类	V类
9	硝酸盐 (以 N 计)	≤	10	10	20	20	25
10	亚硝酸盐 (以 N 计)	≤	0.06	0.1	0.15	1.0	1.0
11	非离子氨	≤	0.02	0.02	0.02	0.2	0.2
12	凯氏氮	≤	0.5	0.5	1	2.0	2.0
13	总磷 (以 P 计)	≤	0.02	0.1 (湖库0.025)	0.1 (湖库0.025)	0.2	0.2

机氮、氨氮)和硝态氮构成的基本概念与事实,造成相关标准值之间出现明显的不协调性和不一致。

与 GB 3838-88 相比,GB3838-2002 实际上降低了对河流水体和湖库的总磷控制要求,尤其是III类水体,总磷限值由 0.1 mg/L (湖库 0.025) mg/L 升高到 0.2 mg/L (湖库 0.05) 的水平。此外,没有分别对进入和不进入湖库的河流水体的总磷限值进行区别规定。以III类水体为例,总磷为 0.2mg/L 的河流水体作为湖库的主要补水,如何保障湖库 0.05mg/L 的总磷限值呢?

## 6 太湖流域城镇污水处理厂一级A稳定达标的现实问题

根据江苏省太湖流域城镇污水处理厂的实际进水水质和运行情况,以及江苏省太湖流域城镇污水处理厂除磷脱氮提标改造技术攻关示范科研项目研究成果,实施一级 A 稳定达标控制的主要难题是如何实现总氮和 COD 指标值的稳定达标。

采用二级强化(除磷脱氮)生物处理技术和深度处理技术(化学混凝过滤),BOD<sub>5</sub>、SS 和 TP 等污染物指标稳定达到一级 A 标准是基本上没有问题的,经济上也是合理和可以接受的。一般情况下,城镇污水处理厂出水 COD 浓度也是可以稳定达到一级 A 标准的,超标情况完全源自工业废水排放的不利影响,必须通过监控工业废水中难生物降解有机物的排放来解决。二级出水的混凝过滤只能去除胶体和悬浮固体,一般只能去除 10mg/L 左右的 COD。

近年来,我国城市污水处理工程的运行实践表明,城市生活污水与工业废水合并集中处理的方式需要重新加以认真检讨,其主要原因是:(1)监管不到位或监管不力,预处理设施运行不正常或者达不到规定要求,偷排行为不时发生;(2)化工、印染、制药等重

点污染行业排放的污水含有毒有害和难生物降解物质,危害污水管网和污水处理系统的安全运行;(3)工业废水中的重金属和有毒有害物质,加剧了污泥处理处置的难度。随着城镇污水处理厂出水排放标准的提高和污泥处理处置问题的日益突出,将含有有毒有害污染物的工业废水尽量从城镇污水中隔离出去,单独收集、单独处理、单独排放,现在看来确实是非常必要的。

对于江苏省太湖流域城镇污水处理厂,出水总氮(TN)稳定达到一级 A 标准是最大的难题,由于进水碳氮比明显偏低和工业废水的不利影响,除了强化生物除磷脱氮系统对内部碳源的利用效率和提高反硝化效率之外,外部投加碳源进行反硝化已经成为一级 A 稳定达标的必要把关措施。目前可行和通行的外部碳源补充是投加甲醇,去除 1mg 的硝态氮需要投加 3mg 的甲醇。但甲醇是一种重要的能源物质和化工原料,除了具有易燃易爆的特点,其生产过程也需要消耗大量的石油、煤炭或粮食,以及大量的电能。

在城镇污水处理厂中,通过投加甲醇强化总氮的去除,是需要付出很大代价的,总氮由一级 B 标准的 20mg/L 降低到一级 A 标准的 15mg/L,甲醇的投加量至少在 15mg/L 以上,不计其他配套费用,仅甲醇本身,处理每立方米污水的成本就直接增加 0.1 元,去除 1 吨总氮(硝态氮)的甲醇成本约为 2 万元。投加甲醇后,还需要消耗不少电能来提高污水生物处理系统的供氧量,以分解残余的甲醇和产生的生物污泥。可以说,采取投加甲醇的方式来取得总氮稳定达到一级 A 标准是减排总氮,但明显增加耗能的过程,未能体现节能减排的原则和国家目标,在多数情况下,是得不偿失的。

## 7 城镇污水处理厂一级A达标考核的实际方式过于随意简单

城镇污水处理厂污染物排放标准(GB 18918-2002)规定的污水处理厂出水达标考核取样频率为至少每2h一次,取24h混合样,以日均值计。但在实际执行中,基本上采用的都是瞬时采样的方式,这种简单取样方式虽然可以明显节省环保部门对城镇污水处理厂的达标考核成本和人力需求,但检测的水质数据往往可能严重偏离GB18918-2002所规定的日均值。其结果是,真正达标的城镇污水处理厂会被判定为出水水质超标,而某些没有真正达标排放的污水处理厂却很可能被判定为达标,某种程度上失去了达标考核应有的目的和意义。

另外,国际上通行的是计算全年达标率(天数)的考核方式,以及日均值、周均值、月均值、年均值的不同时段不同限值的考核方式。而我国环境保护监管部门采用的基本上都是瞬时采用检测来判断稳定达标的考核方式,过于简单和随意,没有按照GB18918-2002规定的合理方法进行取样,缺乏必要的科学性和合理性。比如,江苏省地方标准DB32/1072-2007中就规定,环保部门监督性监测可根据实际情况随机采样,最高允许排放浓度按一次浓度计。

现行的城镇污水处理厂达标考核水质检测方法也存在一些需要探讨的问题,例如总氮项目的检测值中,不仅包含正常城镇污水中存在的可氨化有机氮、氨氮和硝态氮,而且包含源自工业废水(尤其是化工和印染废水)的一些特殊含氮有机物。这些特殊含氮有机物在污水生物处理系统中是不能被氨化和生物降解的,溶解性部分会随出水排出。在一些含工业废水的城镇污水处理厂中,这类特殊含氮有机污染物的含量可高达10mg/L以上,从而严重影响城镇污水处理厂的总氮达标,虽然真正意义上的总氮(可氨化有机氮、氨氮和硝态氮)浓度已经远远低于排放限值。

## 8 关于太湖流域城镇污水处理厂排放标准的建议

在氮磷排放指标方面,有必要采取面源污染控制、工业污染控制和城镇污染控制同步推进的策略,科学合理确定太湖的分阶段水质目标,根据水体的分阶段水质目标和环境容量(或背景值),合理确定各类污染源的分阶段削减目标和出水排放标准。就城镇污水处理厂出水排放的浓度标准来说,由于

陆地浅水型湖泊水体蓝绿藻爆发的污染主因是磷酸盐,而不是总氮(硝态氮),因此,建议太湖流域的城镇污水处理厂进一步加强总磷和氨氮的排放控制,甚至可以制订严于“一级标准A标准”的动态排放标准。

例如,在日平均排放浓度( $TP \leq 0.5\text{mg/L}$ 、氨氮 $\leq 5\text{mg/L}$ )的基础上再增加年平均排放浓度的指标值( $TP \leq 0.2\text{mg/L}$ 、氨氮 $2 \leq \text{mg/L}$ ),或者进一步提高总磷和氨氮的日平均排放标准值( $TP \leq 0.3\text{mg/L}$ 、氨氮 $3 \leq \text{mg/L}$ );总氮则继续采用现行的“一级标准B标准”(20mg/L)或进一步适当放宽;待太湖水体的TP浓度达到0.02~0.05mg/L时,再逐步提高总氮的排放浓度限值。

在一级标准B标准的基础上,进一步提高总磷和氨氮排放标准的主要技术措施为优化二级强化生物处理系统的运行控制、增加化学除磷和出水过滤设施,增加的直接运行费用大致为每立方米处理水0.05~0.15元。如果提高总氮要求的话,由于碳源普遍不足,大多数城镇污水处理厂还要额外增加外部碳源(甲醇)投加设施,投加甲醇所增加的污水处理厂运行费用大致为每立方米处理水0.15~0.25元,与提高管网收集率和增加污水处理率相比,投入产出比低,投资效益差,而且明显增加了能耗。

### 参考文献:

- [1] 何伶俐. 太湖流域城镇污水处理厂除磷脱氮改造技术. 建设科技. 2007(7)
- [2] ELA. Eutrophication: <http://www.umanitoba.ca/institutes/fisheries/eutro.html>
- [3] USEPA. Protocol for Developing Nutrient TMDLs. EPA 841-B-99-007, November 1999
- [4] 马世豪 何星海. 城镇污水处理厂污染物排放标准浅释. 给水排水. 2003, 29(9): 89-94
- [5] 江苏省地方标准DB32/1072-2007. 太湖地区城镇污水处理厂及重点工业行业主要水污染物排放限值
- [6] 沈东升. 平原水网水体富营养化的限制因子研究. 浙江大学学报, 28(1): 94~97, 2002
- [7] 郑兴灿. 城市污水处理的发展趋势与科学决策. 建设科技, 2006(17): 14-15