

生物强化技术在城市污水处理厂改造中的应用

刘 钢¹, 李青青¹, 曹 磊¹, 胡一凡¹, 王 琳²

(1. 承德市环境科学研究院, 河北 承德 067000; 2. 承德市环境保护局, 河北 承德 067000)

摘要: 针对城市污水处理厂排放水质标准的新要求以及水利用技术的发展, 我国城市污水处理厂的升级改造工作已大面积展开。通过分析城市污水处理厂升级改造中容易发生的一些问题, 重点论述了生物强化技术在污水处理系统深度处理中的优缺点, 结合承德地区多家污水处理厂在建工程的实际调研, 分析了该技术在城市污水处理厂改造过程中的应用前景。

关键词: 城市污水处理厂; 深度处理; 生物强化技术

中图分类号: X505 **文献标识码:** B **文章编号:** 1008-9446(2012)01-0021-04

Application of Bioaugmentation in Reforming Municipal Sewage Disposal Plant

LIU Gang¹, LI Qing-qing¹, CAO Lei¹, HU Yi-fan¹, WANG Lin²

(1. Chengde Environmental Science Research Institute, Chengde 067000, Hebei, China;

2. Chengde Municipal Environmental Protection Bureau, Chengde 067000, Hebei, China)

Abstract: The reform of municipal sewage disposal plant has been already fully launched according to the new request of MEPPRC (Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China) and the development of reclaimed water reuse technology. Bioaugmentation is a highly efficient biotechnology and has a bright future in wastewater treatment. The merit and shortcoming of bioaugmentation in sewage depth processing are discussed in this article combined with investigation of municipal sewage disposal plants in Chengde and relevant problems are also discussed.

Key words: municipal sewage disposal plant; depth processing; bioaugmentation

1 城市污水处理厂现状分析

近年来中国污水处理行业处于一种快速发展阶段, 截至 2010 年底, 全国城市污水平均处理率已达到 60%。预计未来五年, 我国城镇生活污水的治理投资将达 4 590 亿元。随着污水处理新技术、新工艺、新设备的不断发展, AB 法、A/O 法、AA/O 法、CASS 法、SBR 法、氧化沟法、稳定塘法、土地处理法等也在污水处理厂的建设中得到广泛应用。2006 年 5 月国家环保部发布了《关于发布〈城镇污水处理厂污染物排放标准〉(GB18918-2002)修改单的公告》, 将《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中原部分内容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。据此要求, 承德市内大部分在建、已建、已投产污水处理厂现有工艺均已不能满足环保要求, 须在原有工艺基础上对污水进行深度处理, 调整污水处理工艺。

2 城镇污水处理厂改造的工艺指标分析

通过调查统计, 除部分收纳工业废水的工程外, 承德地区城镇污水处理厂进水水质差异不大, 一般进水主要水质指标如表 1。

收稿日期: 2011-10-12

作者简介: 刘钢(1976-), 男, 满族, 河北承德市人, 承德市环境科学研究院副高级工程师, 主要从事环境影响评价、环保科研工作。

表1 城市污水处理厂进水水质

单位:mg/L

项目	COD	BOD ₅	SS	TN	NH ₃ -N	TP
污水水质	350~500	150~250	200~350	35~65	30~50	3~6

承德地区已建成和在建的大部分污水处理厂,执行的多为原《城镇污水处理厂污染物排放标准》中一级标准的B标准,而按照国家环保部及河北省环境保护厅的文件精神,出水已经需要达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》中一级标准的A标准,方可满足环境保护管理的要求,B标准和A标准的出水水质要求见表2。

表2 城镇污水处理厂现状设计出水水质

单位:mg/L

项目	COD	BOD ₅	SS	TN	NH ₃ -N	TP
B标准出水水质	≤60	≤20	≤20	≤20	≤8	≤1.5
A标准出水水质	≤50	≤10	≤10	≤15	≤5	≤0.5

通过对表2一级标准的A标准和B标准指标的对比,可以看出:

1) A标准中COD、BOD₅两项指标分别比B标准降低了10 mg/L。从技术角度分析,通过加大O池容积、降低处理负荷就很容易实现,但在实际处理过程中,城市生活污水的水质一般是相对固定的,采取传统的两级生化处理后,污水的可生化性明显降低,采取一般的生化处理方式,即使通过减轻处理负荷等措施,一般出水COD也只能达到60~70 mg/L,再处理难度很大。

2) 总磷一项指标限制较大,一般来说采用生物除磷的方法已很难达到A标准要求,传统的处理工艺中,只有采用化学除磷的方法,理论上才能达到0.5 mg/L的排放标准要求。

3) 在一般的二级生化处理工艺中,通过采取增加缺氧生物处理是可以增加总氮和氨氮的去除效果,但对于已建成或在建的污水处理厂来说,增设或扩容兼(厌)氧系统也是十分困难的。

3 现有污水处理厂改造工程现状及存在问题

以承德地区为例,现有的已建及在建污水处理厂一般都采用比较成熟的二级生化处理工艺,主要处理工艺包括奥贝尔氧化沟、BAF法、百乐克等。此类污水处理厂在改造过程中,为提升出水水质,一般均考虑了采用三级深度处理的方式,通过采用絮凝过滤、超滤,甚至微滤的深度处理工艺,来满足达标排放的要求。

二级生物处理出水中污染物质为有机物和无机物的混合物,有机物包括细菌、病菌、藻类及原始生物等。不论是有机物还是无机物,根据它们存在于污水中的颗粒的大小又可分为悬浮物($>1\ \mu\text{m}$)、胶体($1\times 10^{-3}\ \text{nm}\sim 1\ \text{nm}$)和溶解物($<1\ \text{nm}$)。一般来说通过混凝沉淀、过滤等常规工艺可以去除悬浮物和胶体粒子,进一步降低出水浊度以及含在浊度物质中的BOD₅、COD、总磷以及各种寄生虫卵和致病菌。在污水处理厂的初步设计中,通过设置三级深度处理工序以保证出水的水质^[1]。但是在已建或在建的污水处理厂的工程改造过程中,采取上述深度处理的工艺就明显具有其局限性,具体表现为:

1) 该深度处理工艺一般都具有较大的水头阻力,而克服这种阻力就很容易影响整套污水处理系统的正常运转。

2) 深度处理工艺的增加,必然增加污水处理厂的大量占地,对已建和在建工程来说,解决占地问题也是一大难题。即使解决了占地问题,由于多数污水厂通常在二级生化池后设置二沉池、消毒池、污泥浓缩车间等构筑物,设置深度处理工序,对污水的输送也带来了很大困难。

3) 上述工艺一般很难长期、稳定地满足达标排放要求。所谓的三级深度处理工序一般来说都是以膜过滤为主的物理去除过程。而工艺中污水的处理规模和负荷的局限性等都明显制约着深度处理的效果,无法保证长期、连续、稳定出水。

4 生物强化技术工艺特点及应用

4.1 生物强化技术工艺原理及特点

由于废水处理系统的主处理工艺为传统的好氧生物处理工艺,所以曝气池好氧微生物的活性是决定废水处理系统处理效率的关键因素。而曝气池中具有特定或典型污染物降解能力的微生物的数量的多少和活性的大小,则是影响废水生物处理系统好坏的直接原因。

如果能够把曝气池内的好氧微生物通过一种廉价的方式提高其活性和数量,那么自然也就提高了处理效果和处理能力。而生物强化处理技术核心是在原有好氧生物处理工艺基础上,投加高效降解微生物,其效果由微生物本身的降解性能和各种生物因素综合作用决定。竞争力高和适应性强的高效菌株的筛选是生物强化处理技术应用的关键。而这一点恰恰是传统的城市污水处理厂忽视或欠缺的^[2]。

生物强化技术主要可分为以下三种类型:

1) 含有代谢功能的可移动基因片段的强化 通过向具有竞争力的常见微生物中引入可移动代谢基因,加速微生物菌种的自然基因交换和代谢,强化水体处理;

2) 通过基因工程技术构建高效微生物的生物强化 运用微生物遗传学的手法改造生物反应器中的微生物特性,使之获得高降解活性或广谱降解污染物特性等优良遗传性状,从而得到高效生物处理效果;

3) 利用常规微生物学手段分离生物菌株的生物强化 在长期的生物处理过程中,选择性地培养和分离具有特定或高效降解性能微生物,再通过富集培养、多次分离纯化得到高效微生物而用于生物强化。这种通过分离、筛选得到的高效菌是生物强化技术的主流,也是目前最常见和最常用的生物强化技术^[3]。

利用生物强化技术对城市污水进行深度处理,具有以下技术特点和优势:

1) 在原有设备和设施规格、容量不变的情况下,可将处理系统的处理负荷提升 30% ~ 100%。布局灵活,不用增加新的建设用地,投资可以大大减少,建设周期缩短,运行费用降低。

2) 可在各类有机污染物浓度较低且不易降解的情况下,通过特殊菌种的降解作用,进一步降低污水中的 COD、BOD₅、氮、磷等污染物浓度,提高排放污水水质,满足达标排放的要求。

3) 可以有效解决因水量增加或负荷增加而无法扩建的问题。

4) 可以有效解决因丝状菌异常增殖而导致的污泥膨胀问题。

5) 投资省,可以连续升级,自动化程度高,操作、管理简易。

6) 与抛洒种菌剂的方法相比,具有有效微生物数量多、微生物活性强、不必保存菌种、运行费用更低等优点。

7) 可以随时应对因进水水质变化而对污水处理厂产生的冲击负荷^[4]。

可见,采用上述生物强化技术结合废水生化处理工艺,可以明显增加系统处理负荷,增强生化阶段有机污染物处理效率,减轻后续处理工段有机负荷。这种技术则恰好适合已建成、已运行的污水处理厂的工艺提升改造。在不改造原生化设施、设备的情况下,通过对生化处理环节的生物强化,得到更高的处理负荷和处理效率,在适当改造或增加深度处理环节的情况下,得到较好的处理效果。

4.2 生物强化技术的工程应用

目前,这一技术已在承德地区部分工业企业污水处理厂得到了应用。在杏仁脱苦、食品加工废水的处理过程中均取得了明显的效果。以承德双滦利民杏仁有限公司废水处理工程为例,该企业在进水 COD 质量浓度高达 10 000 mg/L 以上的情况下,仅增设生物强化反应器,通过特殊菌种的强化培养,未进行污水处理站的设施和工艺改造,出水 COD 质量浓度就控制在了 100 mg/L 左右,实现了出水的长期、稳定达标排放。

5 结束语

尽管生物强化处理技术的应用在环境微生物学术界尚无定论,且许多成功的实践仅停留在实验室研究阶段,但在目前的城市污水处理厂的微生物系统中,因为有效微生物的数量和质量的缺失和不足,而导致处理效果的差异已是不争的事实。针对城市污水这种水质和水量相对稳定、毒性污染物比例较小的水质特征,生物强化处理技术有着明显的技术优势。采用高效的微生物强化,不但可以提高污水生物处理系统中难降解有机物的降解效率,改善系统脱氮、除磷效率,同时,还可以明显提高处理系统的稳定性。

随着污水处理技术的拓展和发展,生物强化技术必将在大中型城市污水处理厂的建设和改造中发挥其应有的作用。

参考文献:

- [1] 韩魁声. 污水生物处理工艺技术[M]. 大连:大连理工大学出版社,2005.
- [2] 张忠祥,钱易. 废水生物处理新技术[M]. 北京:清华大学出版社,2004.
- [3] 王凯军. 城市污水生物处理新技术开发与应用—实用水处理技术丛书[M]. 北京:化学工业出版社,2001.
- [4] 许保玖,龙腾锐. 当代给水与废水处理原理[M]. 北京:高等教育出版社,2008.

(上接第20页)

获得利润,以滚雪球的方式自我生存发展。热力企业通过节能也减少了购热成本或燃煤消耗,扩大了供热面积。

5 结束语

通过对公共建筑实施热计量节能改造并由能源公司托管后可以带来多方面的收益:一是可使社会节约大量能源,热源的污染排放量大大降低,符合国家节能减排的政策方向,使社会受益。二是因系统节能可使供热企业降低供热成本,减轻企业经营负担。三是用户和能源管理公司可以双方共享节能产生的收益,用户真正得到了实惠,能源管理公司可收回投资,并维持公司正常运转。另外,实施供热计量可以明显地提高供热质量、提升供热运行的管理水平、提高热用户行为节能的积极性,同时又有效地推动了建筑节能改造的进程及新建建筑物在设计施工环节中的节能意识。

参考文献:

- [1] JGJ 173-2009. 供热计量技术规程[S]. 2009.
- [2] 杨林. 对分户计量系统的认识及看法[J]. 山西建筑,2003,29(1):123-124.
- [3] 李建兴,涂光备,王毅. 量调节公式在计量供热系统中的应用[J]. 暖通空调,2001,31(6):112-114.
- [4] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1993.

友好往来

张家口教育学院领导来校交流 2012年1月7日,张家口教育学院党委书记、院长张俊贵等一行来访我校,参观了校史馆。我校党委书记王纪安会见了客人。