

我国污水处理厂技术工艺应用发展现状 及未来趋势探讨

侯继燕 龙腾锐 贾 韬

摘 要 针对我国污水处理工艺的迅速发展及应用, 对我国当前污水处理厂所采用工艺的应用发展现状进行了论述, 并进一步对我国污水处理厂技术工艺的发展趋势展开探讨。

关键词 污水处理厂 工艺现状 工艺发展

0 前言

城市污水处理设施是现代化城市经济发展和水资源保护不可或缺的组成部分。在美国、英国、荷兰、日本等发达国家, 已经普遍实行了城市污水的集中二级处理; 近年来, 我国政府、各级地方政府及有关部门对城市污水治理十分重视, 同时加大了对污水治理的资金投入和治理力度, 使我国在污水处理厂的建设方面取得了巨大进展。截至 2003 年, 我国已建成运行的污水处理厂已有 516 座, 污水处理能力 3284 万 m^3/d 。

1 我国城市污水处理厂技术工艺的应用发展现状

自我国第一座采用活性污泥工艺的城市污水处理厂 1921 年在上海建成以来^[1], 污水处理事业在我国得到了迅速的发展, 污水处理工艺也是层出不穷。目前我国所采用的污水处理工艺的类型主要有以下几种: 传统活性污泥处理工艺、AB 工艺、A/O 及 A²/O 工艺、水解-好氧工艺、氧化沟工艺、SBR 及其变型工艺、曝气生物滤池工艺、生物接触氧化工艺、氧化塘、Biolac 及土地处理工艺。

1.1 传统活性污泥处理工艺

我国 20 世纪 80 年代及其以前建设的污水处理厂, 由于当时没有出水氮磷含量的要求, 生物处理工艺主要采用传统活性污泥工艺及其改良工艺, 其主要功能是大幅度去除污水中呈胶体态和溶解态的有机污染物, 而对污水中氮磷的去除率非常低^[2]。同时, 水体富营养化问题在我国已日益严重, 为适应国家对氮磷的排放要求, 保护水环境, 一些采用传统活性污泥处理工艺的污水厂已对现有工艺进行了改造, 增设了除磷脱氮功能。

1.2 AB 工艺

我国在 20 世纪 80 年代相继开展了对 AB 工艺的特性、运行机理及处理过程的稳定性的研究, 并将其用于工程实际, 如青岛海泊河污水处理厂、淄博污水处理厂、深圳滨河污水处理厂等。AB 工艺具有抗冲击负荷能力强、对 pH 值变化和有毒物质具有明显缓冲作用、可分期建设的特点。但其对低浓度城市污水的处理效果较差, 并且此工艺产泥量大, 目前污水处理厂普遍面临的一个问题是污泥的处理处置难, 因此限制了 AB 工艺的发展应用。

1.3 A/O 及 A²/O 工艺

20 世纪 80 年代末 90 年代初, A/O 工艺、A²/O 工艺因其较好的除磷脱氮效果而逐渐应用于城市污水处理之中, 并且成为主流。在此阶段, 氮磷污染物的控制与去除技术的研究及相关技术的应用成为水环境污染控制日益紧迫的重要课题。A/O 工艺包括 A/O 除磷工艺和 A/O 脱氮工艺, 它们对磷、氮的去除率分别达到 90% 以上和 80% 左右; 而 A²/O 工艺不能同时高效除磷脱氮。20 世纪 90 年代以来, 随着具有脱氮除磷功能污水处理工艺的研究应用, 发现 A²/O 工艺本身存在的缺陷, 即硝化菌、反硝化菌和聚磷菌在有机负荷、泥龄以及碳源需求上存在着矛盾和竞争, 很难在同一系统中同时获得氮、磷的高效去除, 阻碍着生物除磷脱氮技术的应用, 因此为解决这些工艺矛盾, 研究者们进行了大量研究来进行工艺改进, 开发出倒置 A²/O、UCT、A+A²/O 等工艺^[3], 并已有一定规模的应用, 如常州北城污水厂、青岛团岛污水厂、青岛李村河污水处理厂等。

1.4 水解-好氧工艺

针对传统活性污泥工艺基建投资高、运行费用高及电耗高等问题, 北京市环境保护科学研究院在

20世纪80年代初开发了水解-好氧生物处理工艺。经过十多年的开发,围绕水解-好氧技术已经形成一套完整的工艺技术。相继开发了水解-活性污泥处理工艺、水解-氧化沟处理工艺、水解-接触氧化处理工艺、水解-土地处理工艺和水解-氧化塘处理工艺,由于其具有较好的抗有机负荷冲击能力、在低温条件下仍有较好的去除效果、已达到对剩余污泥稳定、出水水质稳定等特点,全国各地建设了上百座水解-好氧工艺的污水处理厂,如北京密云污水处理厂、深圳石岩河污水处理厂、新疆昌吉污水处理厂等^[9]。

1.5 氧化沟工艺

20世纪90年代中期,氧化沟工艺因其良好的脱氮效果且无需沉淀池开始被推广,此时期建设的大型污水处理项目基本上采用氧化沟工艺。近几年来,国内对各种类型氧化沟除磷脱氮的效果、设计、充氧设备及运行控制等方面进行了大量的研究。对多种氧化沟都进行了一定的革新,如Carrousel氧化沟由第一代的普通Carrousel氧化沟发展为具有脱氮除磷功能的Carrousel2000型氧化沟,后又发展为第三代的Carrousel3000型氧化沟^[10]。国内许多污水处理厂使用的情况证明,氧化沟工艺是一种工艺流程简单、管理方便、投资省、运行费用低、工艺稳定性高的污水处理技术,目前国内较多采用的氧化沟主要有Orbal氧化沟、Carrousel氧化沟、T型氧化沟、DE型氧化沟、一体化氧化沟等。

1.6 SBR及其变型工艺

我国于80年代中期开始对SBR进行研究,目前,对SBR自控系统、滗水器等设备的研究开发,对SBR系统脱氮除磷的研究都为SBR工艺在我国的应用创造了条件,天津市市政工程设计研究院、天津水工业工程设备有限公司开发的DAT-IAT工艺在天津经济技术开发区的成功应用^[11]以及同济大学开发出的MSBR^[12]在深圳盐田污水处理厂的成功应用,表明了我国对SBR工艺的研究已达到了日臻成熟的阶段,目前,我国对SBR工艺的应用很广泛,主要有CASS、CAST、UNITANK、ICEAS、DAT-IAT、MSBR等。

1.7 曝气生物滤池工艺

我国是20世纪90年代以后才开始曝气生物滤池工艺的研究,其主要可分为以下三种形式:BIOCARBON、BIOFOR和BIOSTYR,BIOCARBON

具有负荷不高、容易堵塞、运行周期短的缺点,而BIOFOR和BIOSTYR则克服了这些缺点^[13],因此成为目前所研究的曝气滤池的主要形式。近年来,国内已有BIOSTYR和BIOFOR曝气生物滤池的中试研究^{[14][15]},以及曝气生物滤池的短程硝化反硝化机理研究的报导。目前,国内曝气生物滤池的研究开发方兴未艾,工艺形式也不断推陈出新,如厌氧曝气生物滤池、Biofly工艺^[12]等。我国应用的曝气生物滤池有大连马栏河污水处理厂,采用的是BIOFOR工艺,广东南海污水处理厂,采用的是BIOSTYR工艺,沈阳仙女河污水处理厂,采用的是上流式两段曝气生物滤池。

1.8 生物接触氧化工艺

生物接触氧化法具有能耗低、剩余污泥量少、出水水质好等优点。近年来,性能更为优越、运行更加可靠的新型生物填料的开发,使此工艺的应用在国内更为迅速,如太原殷家堡污水净化厂,太原古交镇城底污水处理厂,太原成古交中心污水处理厂等。

1.9 稳定塘

20世纪80到90年代是我国稳定塘处理技术迅速发展的时期。近代的塘系统已由直接利用天然坑塘挖地稍加修整发展为规范化的处理设施;由传统塘型发展为各种节能、高效的新型塘及其组合系统;由单纯依靠自然净化发展为自然净化与人工强化技术相结合的工艺形式;由仅有净化功能的污水处理设施发展为具有多功能的、综合利用的良性生态系统。1985年有30余座稳定塘,1988年增为80余座,90年代后期发展为120余座。目前,大约有几百个城市污水和工业废水处理塘在城市和工业区运行。如齐齐哈尔污水生态塘处理系统、东营生态塘处理系统等^[13]。

1.10 Biolak工艺

Biolak工艺是在20世纪末期引入我国的,它具有基建费用及运行费用低、剩余污泥已基本得到稳定、废水净化效果稳定、净化程度高、系统构造非常简单、故障发生率低、容易维护等特点^[14],因此在短短几年内迅速得到发展和应用,如山东招远污水处理厂、深圳龙田污水处理厂、江苏省高邮市污水处理厂等。但目前国内对Biolak工艺的试验研究还鲜见报导,设计时所选用的参数也是仅仅凭经验

确定,今后还应该注重对此工艺的运行特性、工艺机理以及设计参数的研究。

1.1.1 土地处理

我国湿地处理废水发展较晚,“七五”期间我国开展人工湿地的研究,分别在北京昌平、深圳白泥坑、天津等地建成不同处理规模的人工湿地处理工程。近几年来,已有不少单位对人工湿地处理系统的机理、动力学模型、水生植物以及设计参数等有关问题开展了初步的研究工作^{[15][16]}。人工湿地因其具有效率高、投资、运行及维护费用低、适用面广、耐冲击负荷强等优点,现在已有部分污水处理厂采用此工艺,如深圳沙田人工湿地系统,沈阳满堂河生态污水处理示范厂,深圳石岩河污水处理工程、深圳沙田人工湿地系统等。

1.1.2 其它

传统活性污泥法与氧化沟的结合工艺:如 OOC、OCO、AOR、AOE 等工艺,南宁市琅东污水处理厂采用的为 OOC 工艺,采用 OCO 工艺的污水处理厂目前还没有建成,沈阳市北部污水处理厂采用的为 AOR 工艺,成都市污水处理厂二期工程即采用的是 AOE 工艺。生物膜法与活性污泥法的结合工艺,如大连春柳河污水处理厂采用的为 LINPOR 工艺;由北京市环科院自行研制开发的污水处理工艺-交替式内循环活性污泥工艺 (Alternated Internal Cyclic System, 简称 AICS),目前已在新疆阿克苏污水处理厂中得到成功的应用,并取得了满意的处理效果;同时,一级强化处理工艺在我国也有应用,如上海竹园第一污水处理厂采用的是化学生物絮凝工艺;折流淹没式生物膜法工艺在韶山市污水处理厂得到了应用。

2 我国城市污水处理厂的工艺发展趋势探讨

2.1 具有脱氮除磷功能的污水处理工艺仍是今后发展的重点

《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)对出水氮磷有明确的要求,因此已建城镇污水处理厂需要改建,以去除污水中的氮、磷污染物,使出水达到国家规定的排放标准,新建污水处理厂则须按照标准 GB18918-2002 来进行建设。目前,对污水生物脱氮除磷的机理、影响因素及工艺等的研究已是一个热点,并已提出一些新工艺及改革工艺,如 MSBR、倒置 A²O、UCT 等,并

且积极引进国外新工艺,如 OCO、OOC、AOR、AOE 等。对于脱氮除磷工艺,今后的发展要求不仅仅局限于较高的氮磷去除率,而且也要求处理效果稳定、可靠、工艺控制调节灵活、投资运行费用节省。

2.2 高效率、低投入、低运行成本、成熟可靠的污水处理工艺是今后污水处理厂的首选工艺

我国是一个发展中国家,经济发展水平相对落后,而面对我国日益严重的环境污染,国家正加大力度来进行污水的治理,而解决城市污水污染的根本措施是建设以生物处理为主体工艺的二级城市污水处理厂。但是,建设大批的二级城市污水处理厂需要大量的投资和巨额运行费,这对我国来说是一个沉重的负担。而目前我国的污水处理厂建设工作,则因为资金的缺乏很难开展,部分已建成的污水处理厂由于运行费用高昂或者缺乏专业的运行管理人员等原因而一直不能正常运行,因此对高效率、低投入、低运行成本、成熟可靠的污水处理工艺的研究是今后的一个重点研究方向。

2.3 对适用于小城镇污水处理厂工艺的研究

发展小城镇是我国城市化过程的必由之路,是具有中国特色的城市化道路的战略选择。1978~2000年我国建制镇由 2178 个增至 20312 个,目前各种规模和性质的小城镇已近 48000 个^[17]。如果只注重大中城市的污水处理工程的建设,而忽视如此数量多的小城镇的污水治理,则我国的污水治理也不能达到预定目标。而对于小城镇的污水处理又面临一系列的问题:小城镇污水的特点不同于大城市;小城镇资金短缺;运行管理人员缺乏;技术力量薄弱等。因此,小城镇的污水处理工艺应该是基建投资低、运行成本低、运行管理相对容易、运行可靠性高的工艺。目前对适用于小城镇污水处理厂工艺的研究方向是:根据小城镇的特点,从现有工艺中比选出适合小城镇污水处理厂的工艺,同时开发出适用于小城镇污水处理厂的新工艺。

2.4 对产泥量少、且污泥达到稳定的污水处理工艺的研究

目前,对污水处理厂所产生的污泥的处理也是我国污水处理事业中的一个重点和难点,2003 年中国城市污水厂的湿污泥产量为 $965.562 \times 10^4 \text{ t/a}$ ^[18],并且污泥的成份很复杂,含有多种有害有毒成分,如

此产量大而且含有大量有毒有害物质的污泥如果不进行有效处理而排放到环境中去,则会给环境带来很大的破坏。目前我国污泥处理处置的现状不容乐观:据统计,我国已建成运行的城市污水处理厂,污泥经过浓缩、消化稳定和干化脱水处理的污水厂仅占 25.68%,不具有污泥稳定处理的污水厂占 55.70%,不具有污泥干化脱水处理的污水厂约占 48.65%。这说明我国 70%以上的污水厂中不具有完整的污泥处理工艺^[19]。

而对此问题进行解决的一个有效办法是:污水处理厂采用产泥量少、且污泥达到稳定的污水处理工艺,这样就可以在源头上减少污泥的产生量,并且可以得到已经稳定的剩余污泥,从而减轻了后续污泥处理的负担。目前,我国已有部分工艺可做到这一点,如生物接触氧化法工艺、Biolak 工艺、水解-好氧工艺等,但是对产泥量少、且污泥达到稳定的污水处理工艺的系统研究还没有开始。

3 结论

随着污水处理事业的发展,已有多种污水处理工艺在我国污水处理厂中得到了应用,其中以 A/O、A²/O 及其变形工艺、氧化沟、SBR 及其变型工艺为主,其它工艺如 AB 工艺、曝气生物滤池、水解-好氧工艺、生物接触氧化工艺、稳定塘、Biolak 工艺、土地处理等污水处理工艺也有一定规模的应用。同时,随着我国《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)的实施,以及我国污水处理事业所面临的如下问题:如污水处理厂建设运行费用高的问题、小城镇的水污染问题以及污泥处理问题。使我国的污水处理工艺向着具有脱氮除磷功能、高效低耗、成熟可靠、适用于小城镇污水处理厂、污泥产量少且能使污泥达到稳定的方向发展。

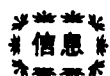
参考文献

1 冯生华.城市中小型污水处理厂的建设与管理.化学工业出版社,

2001.

- 2 黄维生.浅谈我国污水处理工程的现状.西南给排水, 2005, 17 (3): 24-26.
- 3 王涛, 楼上游.中国城市污水处理工艺现状调查与技术经济指标评价.给水排水, 2004, 30 (5): 1-4.
- 4 张杰, 戴景红.A²/O 工艺的固有缺陷和对策研究.给水排水, 2003, 29 (3): 22-26.
- 5 朱文丰, 颜玲.污水的水解(酸化)-好氧生物处理工艺.城市环境与城市生态, 2000, 13 (5): 43-46.
- 6 陈学群, 俞爱福.Carrousel 氧化沟技术演变规律的探究.给水排水, 2002, 28 (2): 19-21.
- 7 张大群, 王秀朵.DAT-IAT 污水处理技术.化学工业出版社, 2003.
- 8 杨殿海, 顾国维.改进型 MSBR 工艺特点与运行效果.中国给水排水, 2004, 20 (1): 62-65.
- 9 齐兵强, 王占生.曝气生物滤池在污水处理中的应用.给水排水, 2000, 26 (10): 4-8.
- 10 齐兵强, 王占生.曝气生物滤池(BIOFOR)处理生活污水中试研究.给水排水, 2002, 28 (7): 90.
- 11 孙滴青, 甘一萍.Biostryr 曝气生物滤池中试研究.给水排水, 2005, 31 (8): 14-18.
- 12 胡明忠, 汤洁.高效生物滤池新工艺在污水处理中的应用研究.2004, 6: 15-17.
- 13 曹蓉, 王宝贞.塘系统的发展与应用介绍.给水排水, 2004, 30 (12): 18-20.
- 14 宋旭东.BIOLAK 废水处理工艺的探讨.皮革化工, 19 (3): 39-41.
- 15 沈耀良.新型废水处理技术-人工湿地.污染防治技术, 1996, 9 (1, 2): 1-8.
- 16 王燕, 俞燕.人工湿地污水处理工艺与设计.城市环境与城市生态, 2001, 14 (1), 59-62.
- 17 杭世塘.小城镇污水处理工程设计的反思与建议.给水排水, 2004, 30 (10): 17-21.
- 18 余杰, 田宁宁.我国污泥处理、处置技术政策探讨.中国给水排水, 2005, 21 (8): 84-87.
- 19 尹军, 谭学军.污水污泥处理处置与资源化利用.化学工业出版社, 2005

△作者通讯处: 610081 成都市星辉中路 11 号 中国市政工程西南设计研究院



“高科技”制水机致病

一些所谓的“健康水”、“活化水”,消费者饮用后却出现了不良反应。上海市消费者权益保护委员会近日发布消费提示:“警惕高科技”制水机不治病,反而致病。

近期,上海市消保委连续接到多起针对所谓“高科技”制水机产品的投诉。企业向消费者推销产品时声称,此类制水机能将一般的自来水电解成“酸性水”和“碱性水”,

使用“酸性水”可以消除皮疹、美容,直接饮用“碱性水”则能辅助治疗糖尿病、高血压等。然而,不少消费者饮用“碱性水”垢,出现了腹泻等多种不良反应。

医学专家指出,如果长期饮用弱碱性或弱酸性的水,有可能损害食道和消化系统,影响身体健康。

(摘自 www.c-water.com.cn, 2007-01-26)