

中小城镇生活污水处理新技术 ——BIOLAK 技术及实例

刘汉湖¹, 李桂杰², 裴宗平¹, 王 晓¹

(1.中国矿业大学环境与测绘学院, 江苏 徐州 221008;
2.山东省招远市建筑工程质量监督站, 山东 招远 265400)

摘 要: 在回顾我国污水处理技术发展历史的基础上,重点介绍了德国百乐卡(BIOLAK)工艺的主要特征,并以烟台莱山污水处理厂为例,指出该工艺适合于中小城镇生活污水处理。

关键词: 生活污水; BIOLAK;

中图分类号: X5

文献标识码: B

文章编号: 1004-8642(2004)04-0019-03

New Technology for Municipal Sewage Treatment of Middle-small City

——BIOLAK Technology and its Application

LIU Han-hu, LI Gui-jie, PEI Zong-ping, WANG Xiao

Abstract: This paper reviews on the history of municipal sewage treatment technology firstly, and emphatically introduces BIOLAK technology and its features. As a case of application in Yantai city, it's suggested BIOLAK technology adapts for middle-small city municipal sewage treatment.

key words: Municipal sewage; BIOLAK technology;

0 前言

从 20 世纪 70 年代开始,我国首先采用各种类型的稳定塘处理生活污水,日处理城市污水约 173 万 m³。至 20 世纪 80 年代,随着城市化进程的加快和城市水污染问题日益受到重视,各种类型的活性污泥法应用于生活污水处理上来^[1]。

“八五”、“九五”期间,随着城市环境综合治理的深化以及各流域水污染治理力度的加大,城市污水处理厂的建设经历了一个发展高潮时期。到 1995 年,我国城市排水系统的管道长度约为 110 062 km,按服务面积计算,城市排水管网普及率为 64.8%,城市污水处理厂 169 座(其中二级生化处理厂 116 座),日处理污水约 479 万 m³,处理率为 8.69%。

据统计,到 2002 年底,全国已建设城市污水处理厂 452 座,其中二级处理厂 307 座,二级处理率约为 36.5%。如果对污水处理厂详细分析,可以发现已经建成的污水处理厂绝大部分分布于大中城市,由于受经济发展水平和技术限制,大多数中小城镇尚未建污水处理设施,小城镇问题尤其突出。

从采用的污水处理技术分析,我国新建及在建的城市污水处理厂所采用的工艺中,各种类型的活性污泥法占 90%以上,其余则为一级处理、强化一级处理、生物膜法及与其它处理工艺相结合的自然生态净化法等污水处理工艺技术^[2]。

从我国水污染的特点和经济发展对水资源的需求分析,目前我国城市污水处理发展趋势大致为^[3]:

- (1) 氮、磷营养物质的去除成为重点,也是难点;
- (2) 工业废水治理开始转向全过程控制;
- (3) 由单独分散处理转为城市污水集中处理;
- (4) 由单纯工艺技术研究转向工艺、设备、工程综合集成与产业化及经济、政策、标准的综合性研究;
- (5) 污水再生利用提上日程;
- (6) 中小城镇污水污染与治理问题受到重视。

其中中小城镇污水处理技术应该以经济、实用为原则。

1 BIOLAK 技术工艺特征

百乐卡(BIOLAK)工艺是一种具有脱氮除磷功能的活性污泥处理系统,由德国冯·诺顿西公司开发,经多年研究形成采用土池结构、利用浮在水面的移动式曝气链、底部挂有微孔曝气头的具有一定特色的活性污泥处理系统,其工艺相对简单,很适合处理中小城镇生活污水。

收稿日期:2004-07-12 修回日期:2004-10-13

作者简介:刘汉湖(1965-),男,硕士,博士生,已发表论文 20 篇,主要从事水资源评价和水污染控制工程教学及环境科研工作。

该工艺的主要特征表现为^[4]:

1.1 低负荷活性污泥工艺

BIOLAK 工艺通过污泥槽回流,污泥回流量大,曝气池污泥浓度较高,生物量大,污泥龄较长,所以污泥负荷较低。如深圳龙田污水厂污泥负荷为 $0.05 \text{ kg BOD}_5/(\text{kg} \cdot \text{MLSS} \cdot \text{d})$,污泥浓度为 4000 mg/L ,污泥龄为 29 d。

1.2 曝气池采用土池结构

根据国家环保总局 1992 年《工业废水处理设施的调查与研究》,我国工业废水处理设施投资的 54% 用于土建工程设施,而只有 36% 用于设备,造成这种投资分配格局的主要原因是工艺池大都采用价格昂贵的钢筋混凝土池。

为了减少投资,BIOLAK 技术在研究土池结构上做了大量工作,首先是使用 HDPE 防渗膜隔绝污水渗漏地下;其次是悬挂在浮管上的微孔曝气头避免了在池底池壁穿孔安装。如深圳龙田污水厂土建工程造价 500 万元,仅占总投资的 20%。

1.3 高效的曝气系统

曝气装置是活性污泥处理工艺的核心组成部分,目前国内广泛使用的曝气装置可以分为机械曝气、鼓风曝气和射流曝气。射流曝气具有能耗高、效率低等弱点只能在特殊条件下使用;机械曝气设备又分为表曝、转刷、转碟等,它们可靠耐用、维护简单,但效率低、动力消耗大;鼓风曝气设备可分为穿孔管曝气、微孔曝气等,总的来说鼓风曝气较机械曝气充氧效率高、动力消耗低,但修理时需要将构筑物中的水放空,维修困难;尤其是近年来广泛采用效率较高的橡胶膜微孔曝气器,曝气膜片在污水侵蚀下很容易损坏,而且在不曝气时,易附着生物膜造成堵塞。

BIOLAK 工艺采用悬挂链移动曝气装置解决了这些问题。设备的充氧效率和动力效率较普通微孔曝气设备有所提高,并且维修简单,可以在不影响正常运行(不停水、不停止供气)的情况下,进行检修、更换损坏的曝气器,实用可靠。

悬挂链曝气器由浮筒牵引见图 1,悬挂在池中,每组浮筒、曝气器由漂浮在水面的布气管连接为一条“链”,曝气器与浮筒、布气管间用软管连接,在向曝气器通气时,单个曝气器由于受力不均,在水中产生运动,当曝气器偏离浮筒垂直轴时,气泡升到水面并在浮筒一侧爆裂,从而对浮筒产生反向推力,推动浮筒运动,浮筒的运动反过来带动曝气器运动,因此,只要曝气,浮筒和曝气管就处在运动状态。

BIOLAK 曝气系统的曝气头悬挂在浮链上,停留在水深 4~5 m 处,气泡从池表面逸出时,直径约

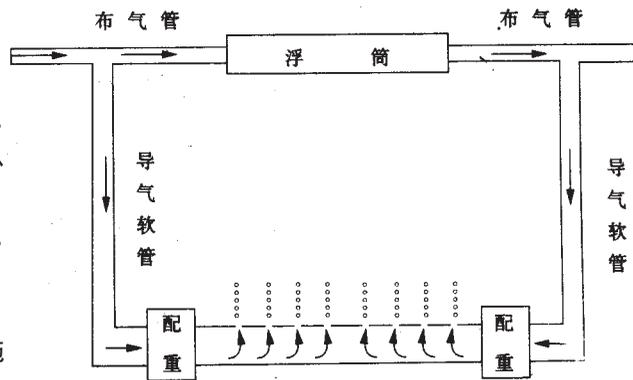


图 1 悬挂链移动曝气装置示意图

$50 \mu\text{m}$ 。如此微小的气泡意味着氧气接触面积的增大和氧气转移效率的提高。

同时,因为气泡在向上运动过程中,不断受到水流流动、浮链摆动等扰动,因此气泡不是垂直向上的直线运动,而是作曲线运动,这就增加了气水的接触机会,从而提高了氧气的传递效率。实验结果显示,水深在为 4 m 条件下,固定曝气器的气泡在水中停留时间为 5.8 s,而悬挂链产生的气泡在水中的停留时间为 11.0 s,悬挂链的输氧动力效率在理论上可以达到 $6.0 \text{ kg O}_2/(\text{kW} \cdot \text{h})$ 。

BIOLAK 曝气头悬挂在浮链上,浮链被松弛地固定在曝气池两侧,每条浮链可在池内一定区域蛇形运动。在曝气链运动过程中,自身的自然摆动就可以达到很好的混合效果,节省了混合所需的能耗。

波浪式曝气控制池中形成耗氧区和厌氧区,它们象波浪一样地变化。随着耗氧的硝化反应和厌氧的反硝化反应的阶段变化,污水中的氮可以被去除得非常彻底。

1.4 简单而有效的污泥处理

BIOLAK 工艺的另一特点是回流污泥量大,剩余污泥比传统工艺少。

在一定的负荷条件下,BIOLAK 工艺的污泥在曝气池中的停留时间是传统工艺的几倍。由于污泥池中的污泥是相当稳定的,它不会再腐烂,即使长期存放也不会产生臭味,因此,有利于后继处置。

1.5 简单易行的维修

BIOLAK 系统没有水下固定部件,维修时不用排干池中的水,而用小船到维修地点将曝气链下的曝气头提起即可。实践表明,曝气头运行几年不需维修,这主要是因为曝气管由很细的纤维做成,并用聚合物充填,以达到防水和防脏物的目的。同时,曝气头有大约 80% 的自由空隙和 20% 的表面,这与传统曝气头刚好相反,因此,可生长微生物的面积很小,并很容易去除,这就避免了曝气孔的堵塞现象。

1.6 二次曝气和安全池

为了保证负荷变化时的出水水质,该工艺增设了一个相对独立的池来进行二次曝气,保证水中有足够的溶解氧,从而保证了出水水质。

1.7 二沉池

曝气池中产生的污泥在二沉池中被分离,并重新回到曝气池参与污水净化,其沉淀污泥由吸泥机排入污泥回流槽。有的 BIOLAK 工艺的曝气池和二沉池合建,进一步节省了土建费用和占地面积。

1.8 土地的利用

尽管 BIOLAK 系统需要的曝气池体积比所谓密集型的大,但所需的总面积并不大,有时更小,这主要是因为:①不需初沉池;②二沉池可以与曝气池合建;③池的设计自由度大,对地形的适应性强。

2 BIOLAK 技术国内应用实例

由于 BIOLAK 工艺独到的工艺特征,因而该技术在世界范围内得到了广泛应用。

国内第一例 BIOLAK 工艺是 1999 年 10 月建成的山东省招远市污水处理厂,其处理能力为 2 万 t/d;第二例为深圳市龙田污水厂,其处理能力一期为 3 万 t/d,二期为 3 万 t/d,合计为 6 万 t/d;第三例为山东省烟台市莱山辛安河污水厂,其处理能力一期为 4 万 t/d,二期为 4 万 t/d,合计为 8 万 t/d。下面以山东省烟台市莱山辛安河污水厂为例,介绍 BIOLAK 工艺。工艺流程详见图 2。

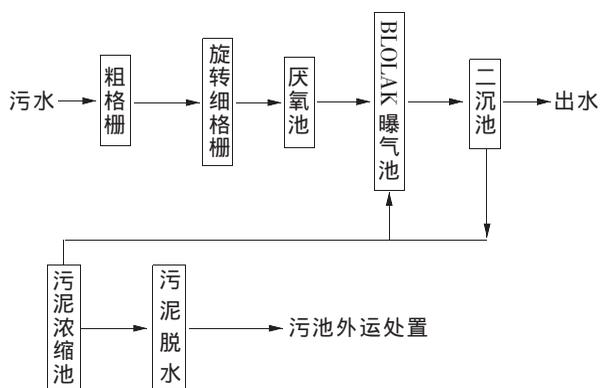


图 2 烟台莱山 BIOLAK 工艺流程

随着烟台市莱山区社会和经济的不断发展,该区域的污水排放量不断增加,加之芝罘区南部勤河截流污水的流入,严重影响了新区生态环境,该工程于 2002 年 8 月破土动工,同年 12 月完成主体工程。污水首先经过粗格栅去除大的漂浮物。污水经立式污水泵提升至组合式旋转细格栅(4 台),组合式旋转

细格栅可以将杂物及砂粒从废水中分离出来,并浓缩处理。旋转细格栅处理出水进入厌氧池,由推进器将进水和厌氧污泥混合进行厌氧水解处理后,自流入 BIOLAK 曝气池,利用悬链式曝气器曝气充氧进行好氧处理,处理后污水自流入二沉池,经消毒后排放入近海。二沉池沉淀污泥由吸泥机排入污泥回流槽。剩余污泥用污泥泵送入污泥浓缩池,污泥经浓缩后再由螺杆泵送入带式压滤机脱水。污泥浓缩产生的上清液和压滤机产生的滤液自流入集水池再二次处理。BIOLAK 曝气池需要的气体由风机供给,预处理设施产生的机械杂物外运填埋处置,产生的剩余污泥外运用做农肥。

该工程投资总额为 8 900 万元,每吨污水处理成本约在 0.70~0.80 元。

最后以山东省招远市污水厂 2004 年 1 月至 8 月份监测数据为例,说明 BIOLAK 工艺的处理效果。详见表 1。

表 1 BIOLAK 工艺对生活污水的处理效果 mg/L

项目	pH	SS	BOD ₅	COD	TN	TP
进水	6.5~7.5	400	600	800~1 000	75	15
出水	7.5	<30	<20	50~60	20	1.2~1.5
去除率(%)	-	92.5	96.7	93.8	73.3	90.0

运行过程中曝气池污泥负荷为 0.08 kg BOD₅ / (kg · MLSS · d); 污泥浓度为 4 000 mg/L; 污泥龄为 20~30 d。由监测数据可见,出水水质符合《污水综合排放标准》(GB 9878 - 1996)中二级标准。

3 结论

BIOLAK 工艺具有投资低、曝气效率高、维修简单、管理方便的特点,自从 1999 年引入我国以来,对于生活污水处理效果稳定可靠,值得在我国中小城镇推广使用。

[参考文献]

- [1] 国家城市给水排水工程技术研究中心. 中国城市污水处理现状及规划 [J]. 中国环保产业, 2003, (1): 32~35.
- [2] 刘汉湖,韩宝平,陈建刚,等. 城市污水 ASRI 系统净化机理 [J]. 污染防治技术, 2003, 16(4): 1~3.
- [3] 王涛,楼上游. 曝气方式的变革——悬挂链移动曝气装置 [J]. 亚洲给水排水, 2003, (8): 54~56.
- [4] 王家廉. 中国水污染治理行业 2002 年发展状况 [J]. 亚洲给水排水, 2003, (4): 16~23.

(责任编辑 胡燕荣)