

氧化渠低温污水生物处理技术的可行性研究

郝 晓 地

(山西经济管理学院环境管理系)

张 自 杰

(哈尔滨建筑工程学院环境工程系)

摘 要

本文介绍了一种适应于低温污水生物处理的活性污泥工艺——氧化渠。借助于试验,证实了它在低温下具有较强的降解有机物的功能;从理论上分析了这一特殊功能产生的原因。通过与其它生物处理方法进行对比,说明了氧化渠这一延时曝气工艺所独具的特点;最后对它在低温污水生物处理领域的地位作了充分的肯定。

自活性污泥法问世以来,温度对生物净化过程的影响受到普遍重视。特别是处于北半球的许多国家或地区气候较为寒冷,这就促使人们探索低温下的活性污泥净化反应性能。在此方面,国内外许多专家学者和研究单位已做了大量工作,并相应得到一些成功的经验。

我国有不少地域,如华北、西北及东北处于北纬 40° 以上,冬季漫长、寒冷,极端最低气温可达 -30°C 以下。严酷的气候条件使得应用于这些地区的城市污水处理技术

需具备耐低温的特性。实践证明,传统活性污泥法在冬季时采取一定的强化措施可具备这样的特性。对于氧化渠这一特殊的活性污泥工艺来说,这样的强化措施恰恰就是氧化渠本身所固有的特点。那么,氧化渠在低温情况下在不采取任何强化措施的情况下似乎应该具有明显的有机物净化效果。实际情况怎样呢?这正是本文所涉及的主题。

为验证氧化渠在低温下的净化功能,我们在哈尔滨建筑工程学院污水处理实验室通过试验模拟了氧化渠在 $5\sim 20^{\circ}\text{C}$ 时的降解工

测数据,选取14个监测点的数据与模型运行结果相比较。对全年平均浓度的线性相关性分析得到: $y=0.968x+0.013$,相关系数 $r=0.91$;进行显著性检验: $t^{1/2}(n-2)=7.4>t_{0.005}(10)=3.17$ 。由此可以认为该模型的线性相关性及其精度均较好。计算结

果中计算值比监测值略为偏低,我们认为这是没有考虑背景浓度的缘故。若以离市区较远的金牛坝监测点的数据($0.016\text{mg}/\text{m}^3$)为背景浓度,那么可以看出相关性检验中的 $a=0.013$ 是非常接近于该值的。

况。以下就试验情况简要介绍,对结果进行相应的分析,并就工艺本身与其它生物处理方法进行对比,以评价它在低温污水生物处理领域的地位。

一、试验方法与装置

本试验采用动态试验,在实验室中用模型氧化渠模拟实体氧化渠工况。制作模型材料厚度为6 mm的聚氯乙烯塑料板,采取主渠与二沉池合建形式,模型结构图见图

1。

试验用源污水采用人工合成污水模拟城市生活污水,主要水质指标如下:

$COD \approx 360 \text{ mg/l}$; $BOD_5 \approx 250 \text{ mg/l}$;
 $TKN \approx 60 \text{ mg/l}$; $pH \approx 8.0$; $ALK \approx 140 \text{ CaO}$
 mg/l 。

模型渠充氧及推动混合液循环的曝气器为电动搅拌器带动叶片进行。试验按四种温度和三个水力停留时间进行。水温随季节温度变化从高向低递减,靠恒温水浴控制。

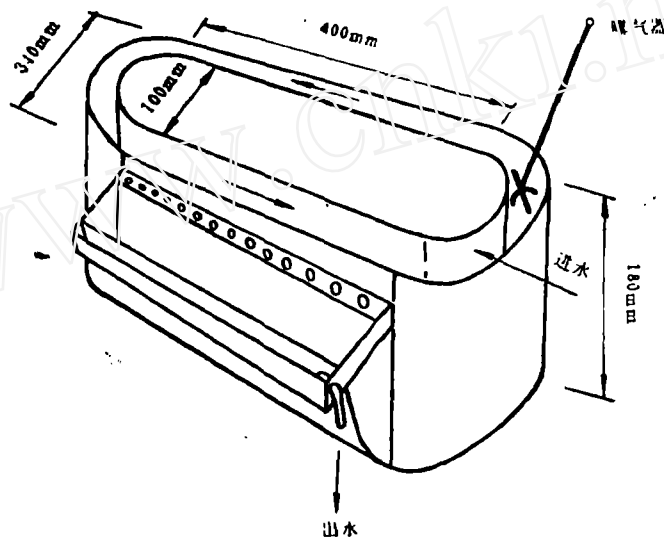
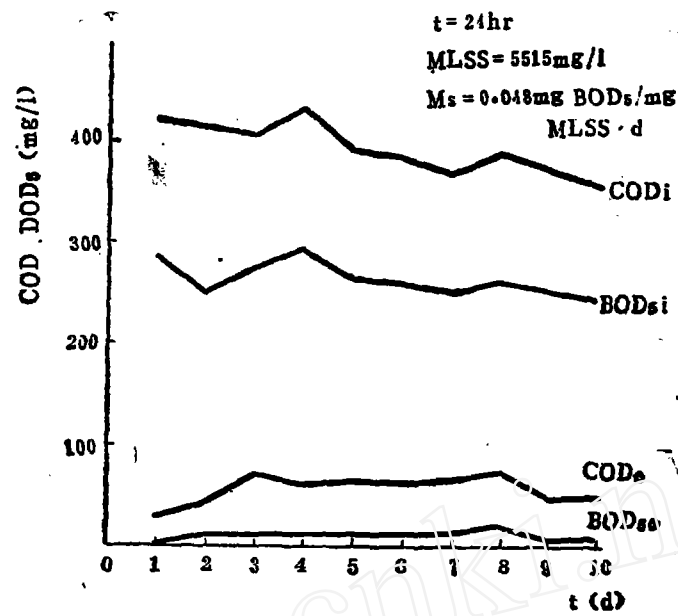
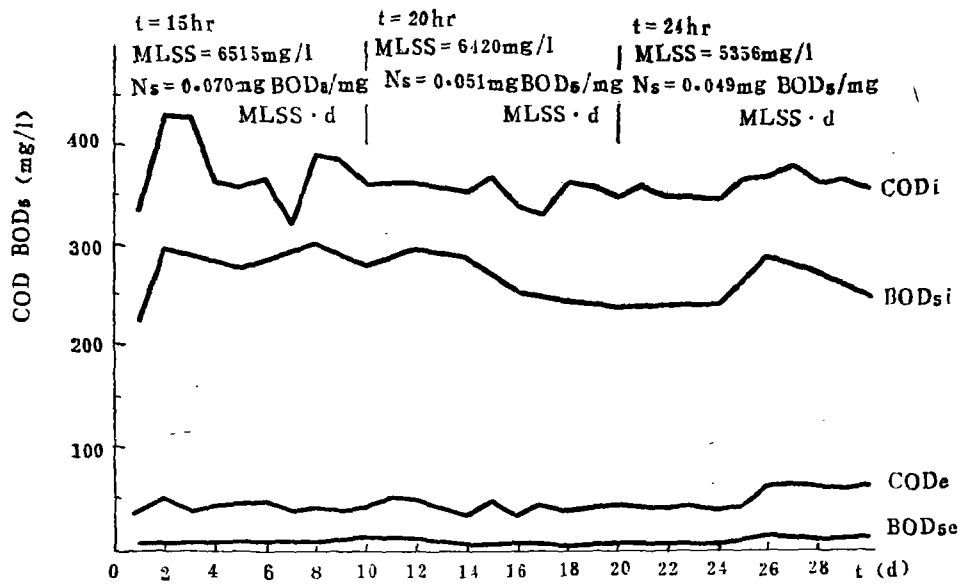


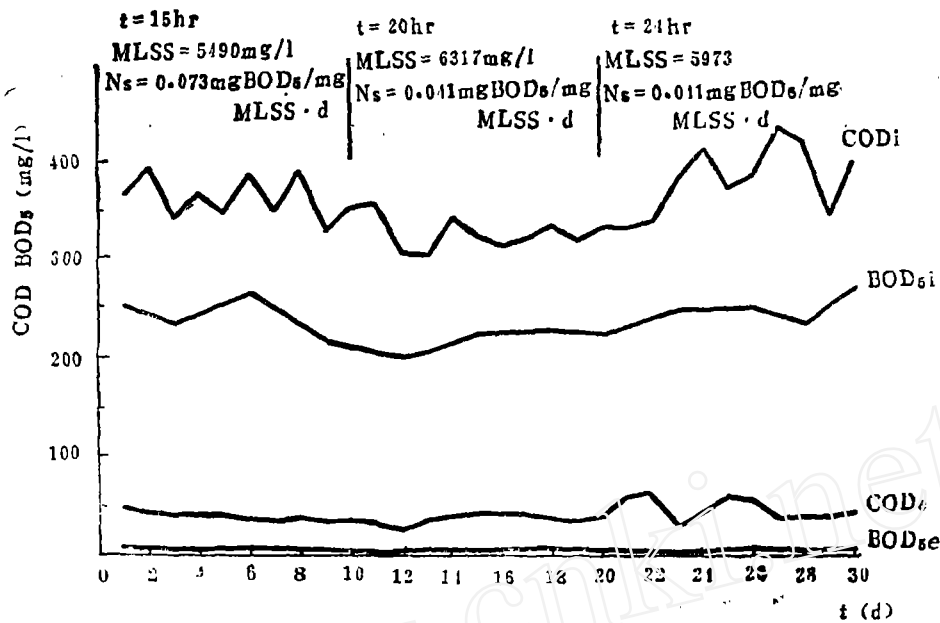
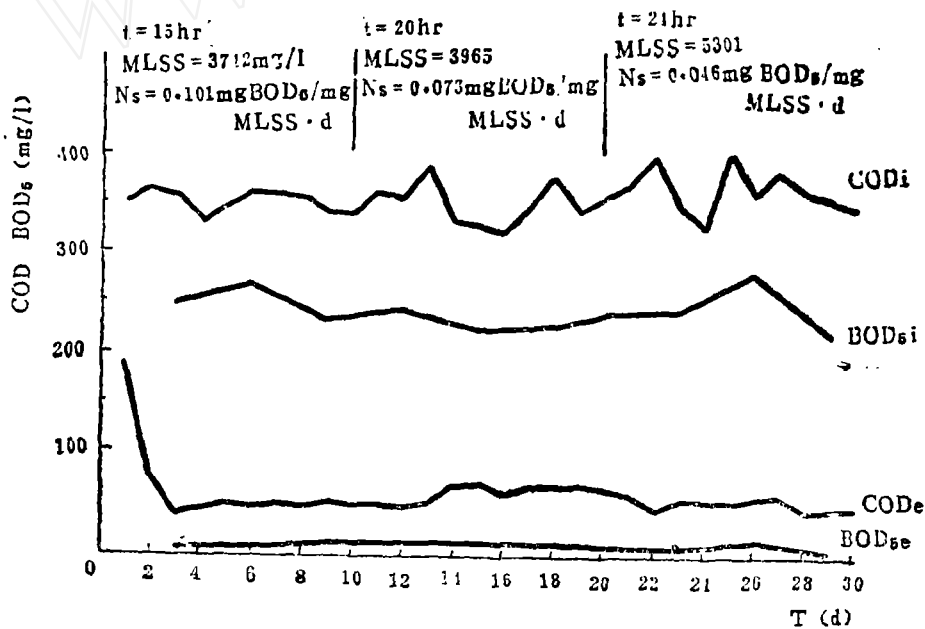
图1 模型氧化渠结构示意图

二、运行工况与试验结果

在传统活性污泥法中,温度及污泥负荷对活性污泥净化反应及有机物降解有着很重要的影响。为此,在试验考察期间,我们以这两个参数(分别以 T 及 N_s 表示)作为主要控制参数。图2~图5为5~20℃时模型对氧化渠 COD (重铬酸钾法)与 BOD_5 降解

的情况。横轴为试验时间(d),纵轴表示有机物浓度(mg/l)。运行控制参数值如图中所示,其中, t 表示水力停留时间(h); $MLSS$ 代表混合液悬浮固体浓度(mg/l); N_s 为以 BOD_5 为基础的污泥负荷率($\text{mgBOD}_5/\text{mgMLSS} \cdot d$); COD_i 与 BOD_{5i} 表示进水浓度; COD_e 与 BOD_{5e} 表示处理水浓度。

图2 5℃时COD与BOD₅降解曲线图3 10℃时COD与BOD₅降解曲线

图4 15℃时COD与BOD₅降解曲线图5 20℃时COD与BOD₅降解曲线

三、结果分析与功能探讨

纵观全部试验结果, 尽管各运行周期(10天为一个运行周期)运行参数(T 、 t 、及 N_s)不同, 但各运行周期经大约4~5天

左右的时间运行后处理水水质即可达到稳定状态。在原污水浓度基本相同的前提下, 各周期处理水水质为: $COD \leq 70 \text{ mg/l}$; $BOD_5 \leq 20 \text{ mg/l}$, 相应的COD与BOD₅的去除率分别为80~90%和93~98%。这一事实说明, 氧化

渠在低温时不采取任何强化措施的情况下,的确具有非常令人满意的有机物净化效果,这也就肯定了本文的主题。

传统活性污泥法在低温情况下一般通过降低污泥负荷率可达到维持较高有机物去除率的目的,这是强化措施中从净化机理方面所考虑的最基本的,也是很重的一种方法。具体实现主要是通过以下两种方式来完成:

1) 延长水力与微生物停留时间; 2) 提高混合液的污泥浓度。

对于氧化渠这种特殊的活性污泥工艺来说,污泥负荷率低(或污泥龄高)与污泥浓度高为其本身所固有的特点,也就是说,这种工艺在正常运行条件下的运行控制参数值同传统活性污泥法在低温时所采取的强化措施完全一致,所以,它在低温情况下不采取任何强化措施应该具有很强的净化功能。上述结果已经证实了这一理论分析。

一般认为,温度对活性污泥净化反应是有一定影响的,因为温度能够影响微生物的酶促反应、微生物细胞的增殖和内源代谢过程、氧的总的转移系数和水的饱和溶解氧浓度、污泥膨胀与水的粘滞性,甚至活性污泥中微生物的生长也会因温度的变化而产生影响,就是说,温度的影响波及污水生物处理的各个阶段和全过程。然而,氧化渠这一特殊的活性污泥工艺受温度的影响却很小,原因何在? 以下就此问题作一理论分析。

从图2~图5中可看出,试验中采用的水力停留时间 t 较长(12~24h),污泥负荷率 N_s 很低(0.04~0.10mgBOD₅/mgMLSS·d)。温度降低固然会减弱活性污泥微生物的生理活性,从而使有机物降解反应速率随之降低。但是,较长的水力停留时间与很低的污泥负荷率却为微生物与被降解的有机物之间提供了充分的接触时间,这样,也就减弱了温度对有机物降解的影响。显然,与传统活性污泥法相比,这是氧化渠所独具的一个特点。

此外,从微生物本身的特点也可来理解

和说明温度对有机物去除的影响作用。

首先,活性污泥是由多种属微生物组成的,这在某种程度上可减轻温度降低对微生物生理活性的不利影响。活性污泥中虽以嗜中温细菌为主体,但也存在着少量的嗜低温细菌。在低温下,它们会继续存活并大量繁殖,这样,只要保持较低的污泥负荷和较长的水力停留时间,则在较低温度下,活性污泥中微生物仍将保持一定的活性和净化功能,即保持较高的有机物去除率。

其次,尽管温度降低使各种细菌的新陈代谢功能减弱,从而使耗氧速率下降⁽²⁾,但是,在低温时氧的传递、转移量却有所提高,从而使活性污泥絮体内能够保持良好的好氧状态,这样便可增强活性污泥的净化作用。

总之,污泥负荷率低这一特点是氧化渠在低温情况下仍保持有很强的有机物净化功能的关键。也正是这一前提条件,使氧化渠具备了诸多的功能与作用,从而在污水生物处理领域独树一帜。

四、对比与评价

城市污水生物处理的主要特点是:污水流量大,处理厂规模相应也大,且一般场建在室外。因此,生物处理方法中的核心——微生物受季节温度变化影响很大,特别是在寒冷地区的冬季这种影响表现尤为突出。对此,长期以来,国内外许多专家和学者就寒冷地区是否能够采用生物处理方法,应该选用何种方式一直进行着实验验证和理论探讨。研究成果已经表明,污水生物处理方法是可应用于寒冷地区的,只不过在低温时应采取一定的强化措施。

通过试验研究人们已经确认,温度对氧化塘的影响比活性污泥法敏感,这是因为氧化塘降解有机物主要是由生化反应完成的,且起作用的微生物处于游离状态,故温度的影响是直接的。在活性污泥系统中,微生物

栖居在活性污泥絮凝体上,去除有机物的过程是吸附、凝聚和生物氧化等作用的综合结果,而大量研究结果表明,温度对吸附和凝聚过程影响很小。因此,寒冷地区的生物处理系统以采用活性污泥方式为宜。至于生物滤池,因为易于散热和冰冻等问题也不宜采用。

虽然传统活性污泥法在冬季运行时采取一定的强化措施可保持一定的有机物净化功能,但是,也会因此带来运行管理复杂并增大运行费用等一系列问题。这些副作用要想解决,一般需通过加大曝气池容积的办法来完成。显然,这样做会增加污水处理厂的基建费用。

由此可见,传统活性污泥法作为低温污水生物处理工艺并非最佳方式。若以氧化渠这种延时曝气方式的活性污泥法来代替传统活性污泥法,上述副作用将不复存在。因此,可以把氧化渠作为一种较佳的低温污水生物处理工艺。

氧化渠虽然是活性污泥法的一种变型形式,但它与传统活性污泥法相比又具有如下一些特殊之处:

(1) 结构简单、紧凑,一般不需设置调节池、初沉池及污泥消化池,必要时还能够与二沉池合建,因此,系统的总的占地面积非但不会比传统活性污泥法大,而且还有可能减少;

(2) 对有机物去除效果优于传统活性污泥法,并且具有显著的消化及脱氮功能;

(3) 曝气采用机械装置,产生的噪音远远低于鼓风曝气;

(4) 运行方式灵活多样,便于运行管理及维护操作;

(5) 抗冲击负荷能力强,能够适应的水量、水质及温度范围较大,特别适合于较低温度污水的处理;

(6) 剩余污泥量少,且易于处理,运行过程中不产生异臭味。

正因如此,氧化渠在50年代从荷兰问世后便受到许多国家的青睐。我国目前的环境污染,特别是水污染问题亟待解决。根据我国的国情,治理现实存在的污染问题需要一些投资少,见效快,适应性强,便于管理,推广价值高的污水处理技术,特别是在我国的“三北”地区,要求处理工艺具有很强的耐低温性能。这样的要求显然只有氧化塘和氧化渠才能中选,但作为北方地区来说,我们认为还是以兴建氧化渠工艺为宜。

参考文献

- [1] 郝晓地,张自杰,中国环境科学,10(6),440,(1990)。
- [2] 郝晓地,张自杰,环境科学与技术,54(8),35(1991)。
- [3] 国家环保局,《中国环境科学年鉴》,中国环境出版社,1989。
- [4] [日]洞泽 勇著,张自杰译,《污水生物处理》,中国建筑工业出版社,1980。
- [5] D.Barnes et al., "Oxidation Ditches in Wastewater Treatment", Pitman, 1983。