

表面活性剂环烷酸钠生化降解条件优化及碳排放分析

朱莹^{1, 2}, 刘国华^{1, 2}, 席文昌^{1, 2}, 田莹莹^{1, 2}

(1. 河南工学院 材料科学与工程学院, 河南 新乡 453003; 2. 新乡市水处理节能减排工程技术研究中心, 河南 新乡 453003)

摘要: 通过试验, 对环烷酸钠的可生化性进行了研究, 以减少其对环境的不良影响。使用 20mg/L 浓度的环烷酸钠进行试验, 结果表明, 在采用城市污水处理厂耗氧池中的活性污泥作为接种物的情况下, 其最佳可生化性环境为: 曝气量 8L/h, 接种物浓度 75mgMLSS/L, 生化反应液 pH=7, 温度 25℃。此时, 环烷酸钠 10d 的可生化性为 37.11%, 28d 的可生化性为 69.85%。根据 OECD 化学品测试标准, 环烷酸钠可生化性良好, 且碳排放量在规定范围内, 因此可推广使用。

关键词: 表面活性剂; 环烷酸钠; 可生化性; 最佳环境条件; 碳排放

中图分类号: X592

文献标志码: A

文章编号: 2096-7772-(2024)04-0032-06

0 引言

有机化合物在环境中的可生化性是评价其环境友好性的重要指标之一, 对了解污染物的环境行为特征与归趋, 潜在生态环境风险至关重要。孙立新等^[1]通过检测有机物生化降解过程中三磷酸腺苷含量的变化来评价有机物的可生化性, 但微生物三磷酸腺苷的产生受多种因素影响且测定方法比较复杂。张文军等^[2]用 BOD₅/COD 法来测试有机物的可生化性, 但 BOD 测试的结果误差较大, 重现性差, 而且细胞吸附作用和无机还原性物质对 COD 的测定有干扰。利用污染物生化降解中的排放碳量(以 CO₂ 计, 下同)多少来判断有机物的可生化性, 误差小, 结果好, 周箴等^[3]的试验已采用此法, 效果显著。

表面活性剂是一种可以降低溶液表面张力的有机化合物, 它拥有出色的性能, 如起泡性、增溶性、乳化性、分散性、润湿性和抗菌性等, 素有“工业味精”的美称^[4], 被广泛应用于生产、生活中。环烷酸钠作为一种典型的表面活性剂, 是环烷酸和金属钠盐经过复分解反应生成的环烷酸盐, 有良好的乳化、起泡和消毒作用, 主要用于洗涤剂生产、农作物增产等方面, 但其长链脂肪酸结构有一定毒性, 在使用过程中会污

染水体、土壤等, 对生态环境及人体健康造成潜在的风险^[5]。

本文拟采用评估碳排放量的方法, 通过试验来判断环烷酸钠的可生化性, 并考察不同接种物来源、接种物浓度、曝气量、pH 值、温度等环境条件对其可生化性的影响, 确定最优生化降解条件, 同时考察环烷酸钠生化降解总的碳排放量与双碳^[6]政策的契合性, 从而确立环烷酸钠的环境归宿和推广程度。

1 材料与方法

1.1 试剂与接种物

本试验所用试剂如下: 含碳量为 64.08 mg/100 mg 的环烷酸钠; NaOH 溶液; Ba(OH)₂ 溶液; 营养液。1 L 生化反应液中包含的营养成分及含量如下^[7]:

本试验的接种物分别取自城市污水处理厂耗氧池中的活性污泥、酒厂污水处理站耗氧池中的活性污泥、人工湖底泥、农田土壤。因城市污水处理厂耗氧池中的活性污泥和酒厂污水处理站耗氧池中的活性污泥中含有污染物, 故将其在 25℃ 条件下进行一周的充气处理, 以彻底去除。

1.2 试验方法

生化降解试验需避光进行, 流程如图 1 所示。

收稿日期: 2024-01-03

基金项目: 河南省自然科学基金面上项目(232300420143)

第一作者简介: 朱莹(1985—), 女, 河南新乡人, 讲师, 硕士, 主要从事环境污染治理及废物资源化利用研究。

表 1 生化反应液中的营养成分

成分名称	质量	配制及用量
磷酸二氢钾 KH_2PO_4	8.50 g	溶于蒸馏水，稀释至 1000 mL，溶液 pH 值约为 6.5， 取 10 mL 放入生化反应瓶
磷酸氢二钾 K_2HPO_4	21.75 g	
磷酸氢二钠 $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	33.40 g	
氯化铵 NH_4Cl	0.50 g	溶于蒸馏水，稀释定容至 1000 mL，取 1 mL 放入生化反应瓶
氯化钙 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	36.40 g	
硫酸镁 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	22.50 g	
氯化铁 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.25 g	溶于蒸馏水，稀释定容至 1000 mL，取 1 mL 放入生化反应瓶

空气泵提供的压缩空气由强碱（主要是 NaOH 溶液）去除气体中的 CO_2 气体； $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液则用于检验压缩空气中的 CO_2 气体是否被除净，蒸馏水用来洗涤气体和防止碱液进入生化反应瓶；空瓶则用于缓冲进入生化反应瓶的气体。表面活性剂环烷酸钠产生的 CO_2 气体被后置吸收瓶中的 0.0125 mol/L 的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液吸收，并用 0.02 mol/L 的 HCl 滴定碳排放量。每隔一天滴定一次^[8]。通过这种方法，可以监测和记录环烷酸钠碳排放量的变化，从而判断其可生化性。

生化反应主要分为基础代谢消耗反应、参比物生化反应和环烷酸钠生化反应三种。其中参比物生化反应和环烷酸钠生化反应分别消耗油酸钠和环烷酸钠，而基础代谢消耗反应不消耗外加物质。为确保试验的有效性和数据的科学性，每次试验需多组同时进行。如图 1 所示，各组试验仅生化反应瓶中的反应物不同，其余条件均相同。环烷酸钠生化反应试验中，生化反应瓶内需加入接种物、营养液、环烷酸钠和蒸馏水，并进行两组平行试验；基础代谢消耗反应试验中，生化反应瓶内需加入接种物、营养液和蒸馏水；参比物生化反应试验中，生化反应瓶内需加入接种物、营养液、参比物油酸钠和蒸馏水^[8]。

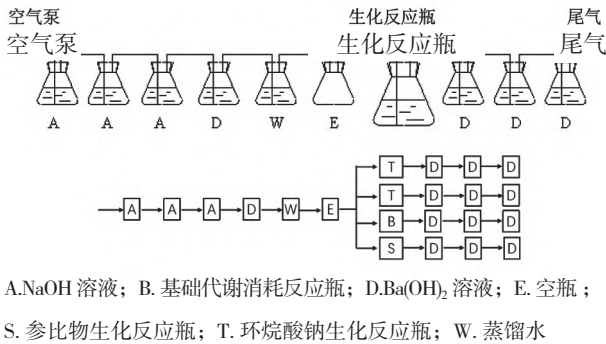
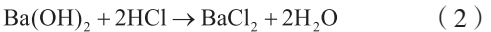


图 1 试验流程图^[9]

1.3 数据处理

(1) 实际碳排放量：用 HCl 溶液滴定剩余的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液来检验碳排放量。化学反应方程式如下：



碳排放量按下式计算：

$$\text{CO}_2 \text{排放量 (mg)} = M_{\text{Ba}(\text{OH})_2} \times V_{\text{Ba}(\text{OH})_2} - \frac{M_{\text{HCl}} \times (V - V_0)}{2} \times 44 \quad (3)$$

式中： $M_{\text{Ba}(\text{OH})_2}$ 、 M_{HCl} 分别为氢氧化钡和盐酸的摩尔浓度（mmol/L）， $V_{\text{Ba}(\text{OH})_2}$ 为吸收瓶中氢氧化钡的体积（mL）， $V - V_0$ 为滴定用盐酸的毫升数（mL）^[9, 10]。

(2) 理论碳排放量（ Th_{CO_2} ）：根据环烷酸钠化学式全反应计算求得。

(3) 可生化性（ η ）计算公式：

$$\eta = \frac{R_{\text{CO}_2}}{\text{Th}_{\text{CO}_2}} \times 100\% \quad (4)$$

式中： R_{CO_2} 为实际碳排放量（mmol/L）， Th_{CO_2} 为理论碳排放量（mmol/L）。

根据 OECD 化学品测试标准： $\eta_{10d} > 10\%$ 、 $\eta_{28d} > 60\%$ 为易生化降解， $\eta_{10d} > 10\%$ 、 $\eta_{28d} < 60\%$ 为可生化降解， $\eta_{10d} < 10\%$ 为难生化降解。

2 结果与分析

2.1 生化降解难易评估

首次环烷酸钠试验生化反应条件参照参比物质油酸钠可生化性的环境条件：考虑到接种物来源的普遍性和成本，本试验使用城市污水处理厂耗氧池中的接种物，其浓度为 50 mgMLSS/L（MLSS，Mixed Liquor Suspended Solids，混合液污泥浓度），曝气量为 8 L/h，生化反应液的 pH=6.5、温度为 30 ℃，环烷酸钠浓度为 20 mg DOC/L（DOC，Dissolved Organic Carbon，可溶性有机碳），试验时间 28 d，环烷酸钠的可生化性如表 2。

表2 环烷酸钠的可生化性情况

表面活性剂	10d可生化性(%)	28d可生化性(%)	可生化性评价
环烷酸钠	19.83	43.35	可生化降解

由表2可知,环烷酸钠在短期内可以生化降解,但达不到易生化降解标准。在下文的讨论中,将以此为基准,分析环烷酸钠生化降解的主要影响因素。

2.2 生化降解主要影响因素分析

2.2.1 曝气量对环烷酸钠可生化性的影响

空气能促进接种物生长繁殖,加速有机物生化降解。本试验通过改变曝气量来探究空气对环烷酸钠可生化性的影响。试验设置环境条件为:城市污水处理厂耗氧池中的接种物浓度为50 mgMLSS/L,曝气量分别为6 L/h、8 L/h、12 L/h,生化反应液的pH=6.5、温度为30℃,环烷酸钠浓度为20 mgDOC/L,试验时间28 d,考察曝气量对环烷酸钠可生化性的影响。此时可生化性曲线如图2所示。

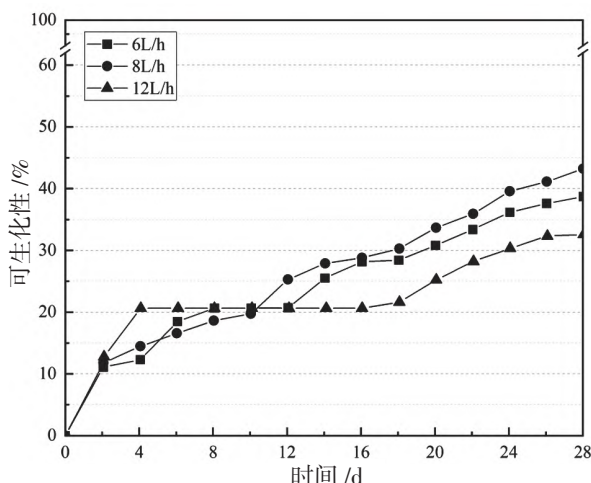


图2 不同曝气量对环烷酸钠可生化性的影响

由图2可知,环烷酸钠在初期迅速生化降解,之后接种物有一段时间的适应期,10 d的可生化性都超过10%,但28 d环烷酸钠在三种曝气量下的可生化性均未超过60%。当曝气量为6 L/h、8 L/h时,环烷酸钠28 d的可生化性分别为38.71%、44.23%,结合前文所述标准,已达到可生化降解范围,和之前的结论一致;而当曝气量为12 L/h时,28 d的可生化性只有32.85%,可生化性明显偏弱。所以该条件下最佳曝气量为8 L/h。曝气量偏小,接种物活性不高,环烷酸钠可生化性受到影响;曝气量偏大,生化降解前期接种物活性较强,后期可能由于接种物提前老化,导致环烷酸钠可生化性不强。

2.2.2 生化反应液 pH 值对环烷酸钠可生化性的影响

不同接种物所适应的 pH 值不同,通常接种物适

宜的 pH 值在6—9之间,因此配制 pH 值为6.5、7、8、9的生化反应液。在接种物曝气量为8 L/h,城市污水处理厂耗氧池中的接种物浓度为50 mgMLSS/L,生化反应液温度为30℃,环烷酸钠浓度为20 mgDOC/L,试验时间28 d的情况下,考察 pH 值对环烷酸钠可生化性的影响,试验结果如图3所示。

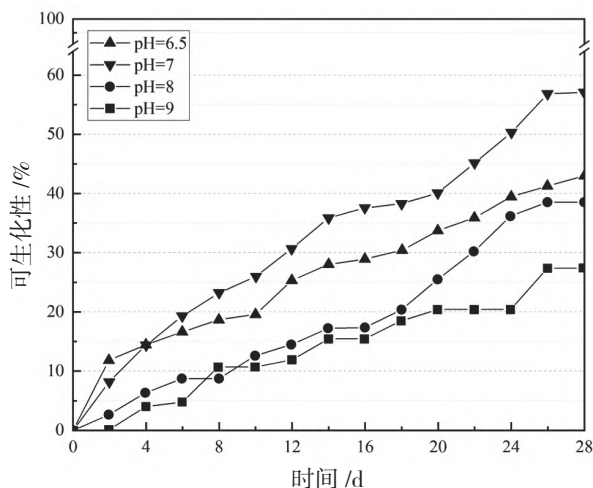


图3 不同生化反应液 pH 值对环烷酸钠可生化性的影响

从图3可以看出,不同 pH 值的生化反应液对环烷酸钠的可生化性影响不同。在 pH=6.5 和 pH=7 的环境下环烷酸钠可生化性增长势头强劲,截止到第28 d,在 pH=7 的中性环境下可生化性达到57.02%, pH=6.5 的酸性环境下可生化性为42.98%;而在 pH 值为8和9的碱性环境下环烷酸钠的降解一直较为缓慢,最终的可生化性分别为38.72%和27.96%。

根据文献^[11]的结论, pH 值在6以下,尤其小于4.5,活性污泥中大多数接种物的活动受到抑制,原生动物将全部消失,只有真菌成为优势菌种,此时活性污泥絮体受到损坏,极易产生污泥膨胀。而当 pH 值大于8,接种物的代谢速率也会受到严重不利的影响,菌胶团会解体,悬浮物增多,出水恶化,生化降解效果不好。本试验中,相比较而言,环烷酸钠在中性及酸性条件下的可生化情况都不错,这表明,该接种物对酸性环境有一定的适应能力,中性环境则更适合接种物生长,所以环烷酸钠最佳生化环境的 pH=7。

2.2.3 生化反应液温度对环烷酸钠可生化性的影响

接种物受生化反应液温度的影响也较大。有的接种物喜欢生活在高温环境中(50—70℃),有的则喜欢生活在低温环境中(-5—10℃),但活性污泥中的接种物大部分适宜生长在15—40℃之间^[12]。因此本试验分别设置生化反应液温度为15℃、25℃、30℃、40℃。在接种物曝气量为8 L/h,城市污水处

理厂耗氧池中的接种物浓度为 50 mgMLSS/L, 生化反应液 pH=7, 环烷酸钠浓度为 20 mgDOC/L, 试验时间 28 d 的情况下, 考察温度对环烷酸钠可生化性的影响, 试验结果如图 4 所示。

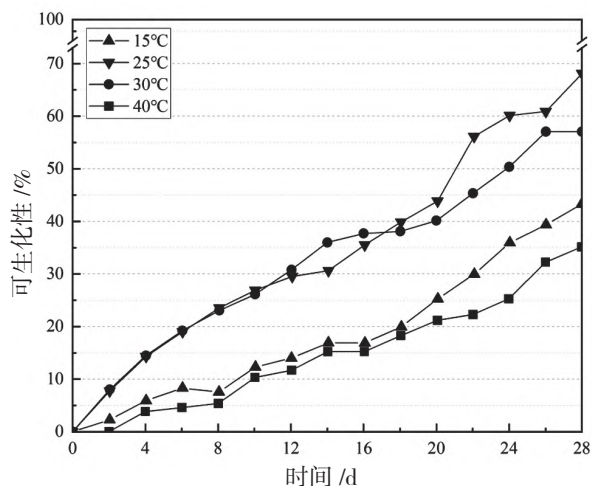


图4 不同生化反应液温度对环烷酸钠可生化性的影响

由图4可知, 在温度为 15 ℃ 的环境下环烷酸钠降解一直较为缓慢, 28 d 的可生化性为 43.52%, 未超过 60%。生化反应液温度在 25 ℃ 和 30 ℃ 时, 环烷酸钠前 10 d 的可生化性均不错, 其可生化性分别为 27.14% 和 26.10%, 均超过 10%, 10 d 之后处于 30 ℃ 的环烷酸钠生化降解进展缓慢, 故在 28 d 试验结束时, 环烷酸钠在 25 ℃ 和 30 ℃ 温度下耗氧可生化性分别为 68.12% 和 57.03%。在温度为 40 ℃ 的环境下, 环烷酸钠 10d 内生化降解良好, 超过 10%, 但 10 d 后发展不佳, 28 d 可生化性仅为 35.17%。因此环境温度 25 ℃ 时, 环烷酸钠的可生化性最佳。

分析原因, 生化反应液温度维持在 30 ℃ 左右, 有助于提升生化反应速率, 促进活性污泥的新陈代谢, 进而增强其整体活性。当温度达到 40 ℃ 时, 生化反应增强, 活性污泥似乎具有增加的活性和旺盛的生命力, 但实际上环境温度偏高, 污水中的溶解氧含量下降, 这将导致活性污泥供氧不足和缺氧, 其可生化性降低, 生化降解效果变差, 而且通常澄清后的污水将带有絮凝物并出现浑浊, 出水水质不易达到标准。而当生化反应液温度较低, 尤其是低于 15 ℃ 时, 氧向水中转移逐渐减少, 接种物活性变弱, 最明显的现象是原生动物的数量也开始发生减少, 活性污泥絮凝效果变差, 污泥沉降时间的延长会导致出水水质浑浊^[13]。

2.2.4 接种物来源对环烷酸钠可生化性的影响

在环境条件为接种物浓度 50 mg/L、曝气量 8 L/h, 生化反应液 pH=7、温度 25 ℃, 环烷酸钠 20 mg/L,

试验时间 28 d 的情况下, 分别使用城市污水处理厂耗氧池中的活性污泥、酒厂活性污泥、人工湖底泥以及农田土壤 4 种接种物^[9]对环烷酸钠进行可生化性试验, 结果如图 5 所示。

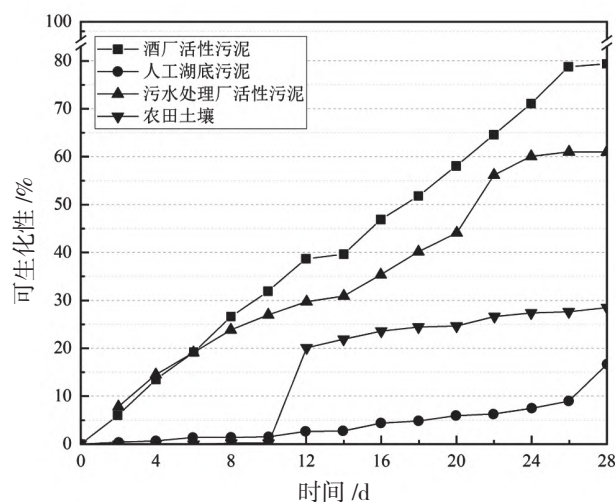


图5 不同接种物来源对环烷酸钠可生化性的影响

由图5可知, 环烷酸钠可生化性结果因接种物来源不同而存在差异。使用人工湖底泥生化降解环烷酸钠, 10 d 时其可生化性为 2.82%, 在 28 d 试验结束时, 环烷酸钠的耗氧可生化性为 16.71%。使用农田土壤处理环烷酸钠, 10 d 环烷酸钠的可生化性只有 1.61%, 28 d 环烷酸钠可生化性为 28.53%, 属于难生化降解, 但要好于人工湖底泥的可生化性。使用城市污水处理厂活性污泥处理环烷酸钠, 第 4 d 时环烷酸钠的可生化性为 14.50%, 超过了 10%, 28 d 的可生化性为 61.12%。使用酒厂活性污泥降解环烷酸钠的效果最好, 可生化性很快就超过了 10%, 28 d 的可生化性为 79.22%。

通过可生化性试验大致可以看出本试验接种物生物活性存在着下列关系: 酒厂活性污泥 > 城市污水处理厂活性污泥 > 农田土壤 > 人工湖底泥。这可能是由于接种物被驯化及被利用的程度不同^[14]。酒厂污泥和污水处理厂污泥接种物经过长期的驯化, 而且经常有新的补给, 从而造成污泥中细菌、原生动物等种类多, 数量多, 活性大。农田土壤经常被利用, 其中的微生物种类也比较丰富。而人工湖底泥长期停留在湖底, 与外界隔绝, 所以其微生物种类较少, 生物的可生化性活性弱。

2.2.5 接种物浓度对环烷酸钠的可生化性的影响

在环境条件为接种物曝气量 8 L/h, 生化反应液 pH=7、温度 25 ℃, 环烷酸钠浓度为 20 mg/L, 试验时间 28 d, 使用城市污水处理厂污泥作为接种物的情

况下,分别取浓度 25 mgMLSS/L、50 mgMLSS/L、75 mgMLSS/L 和 100 mgMLSS/L 对环烷酸钠进行可生化性研究,试验结果如图 6 所示。

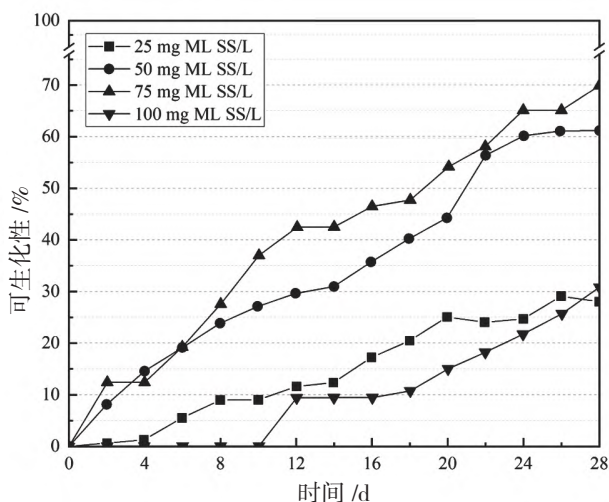


图 6 不同接种物浓度对环烷酸钠的可生化性影响

由图 6 可知,接种物浓度为 25 mgMLSS/L, 10 d 时的可生化性为 9.02%, 28 d 时的可生化性为 28.13%;而当接种物浓度为 50 mgMLSS/L 时, 28 d 的可生化性为 61.18%,刚刚超过 60%;当接种物浓度为 75 mgMLSS/L 时,环烷酸钠的可生化性最好,为 69.85%,达到易生化降解的标准;当接种物浓度为 100 mgMLSS/L 时,降解缓慢,10 d 的可生化性未超过 10%。这是因为,当接种物浓度为 25 mgMLSS/L 时,接种物量少,环烷酸钠量多,环烷酸钠的生物毒性对接种物活性有一定抑制作用。当污泥中接种物浓度为 75 mgMLSS/L 时,能抵抗环烷酸钠的毒性,可生化性好。当接种物浓度为 100 mgMLSS/L,接种物相互之间为争夺有限的生长因子相互竞争而产生拮抗作用,可生化性变差^[15]。

2.3 最优条件下环烷酸钠生化降解的碳排放量

在接种物浓度为 75 mgMLSS/L、曝气量为 8 L/h,生化反应液 pH=7、温度 25℃,环烷酸钠浓度为 20 mg/L,试验时间 28 d 的情况下,基础代谢、参比物质油酸钠、环烷酸钠的 CO₂ 排放量如图 7 所示。

从图 7 可以看出,油酸钠产生 CO₂ 曲线始终在基础代谢消耗曲线之上,而且差值增大,说明参比物质油酸钠生化降解良好,本组试验有效。环烷酸钠初始生化反应产生的 CO₂ 曲线与基础代谢消耗曲线接近,生化降解效果不好,不过接种物经过一定时期的驯化,环烷酸钠的产气量逐渐超过基础代谢消耗的产气量,说明可被生化降解,可生化性良好。环烷酸钠在最优条件下生化降解的碳排放量约

为 3 mmol/L,据了解我国每年环烷酸钠的产量为 2.6 万吨左右^[16, 17],其直接生化降解碳排放量为 78,000 mol,约 3.43 t,而任意一年的碳排放量达到 3000 t 以上的企业才会被纳入碳排放管控单位^[18, 19],实行碳排放配额管理。目前环烷酸钠的产碳量离管控限值较远,没有超标的风险。

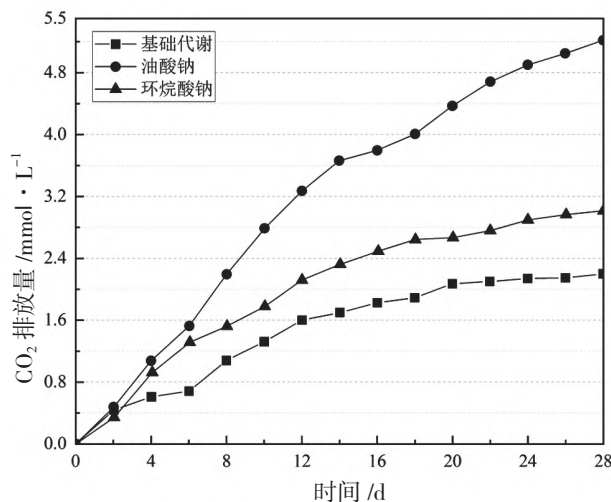


图 7 基础代谢、参比物质油酸钠、环烷酸钠的碳排放量

3 结论

(1) 本文首次考察来源不同接种物对环烷酸钠可生化性的影响。结果表明,来源于酒厂污水处理站耗氧池中的活性污泥,经过了特定驯化,生化降解效果最好。

(2) 使用 20 mg/L 浓度的环烷酸钠进行试验,在采用城市污水处理厂耗氧池中的活性污泥作为接种物的情况下,其最佳可生化性环境为:曝气量 8 L/h,接种物浓度 75 mgMLSS/L,生化反应液 pH=7,温度 25℃。

(3) 作为一种可生化降解有机物,环烷酸钠在最佳环境条件下,降解效果大幅提升,28 d 的最佳可生化性达 69.85%,可生化性好,对环境影响不大。

(4) 试验还研究了环烷酸钠生化降解过程中总的碳排放量,结果表明其直接碳排放量符合国家的双碳政策,可以推广使用。

参考文献:

- [1] 孙立新,蒋展鹏,师绍琪,等. ATP 法测定有机物好氧生物降解性的研究[J]. 环境科学, 1996, 17(1): 1-4.
- [2] 张文军,孙丹红,石碧. 几种常用制革染料的生物降解性[J]. 中国皮革, 2008, (1): (28-30).
- [3] 周箴,李亚红,赵小芳,等. 聚合物类阻垢剂在海水中的可生物降解性[J]. 应用化工, 2020, 49(9): 2178-2186.

- [4] 薛伟, 姚晨之, 王万绪. 表面活性剂行业标准化发展轨迹 [J]. 日用化学品科学, 2021, 44(12): 1-9.
- [5] 谢洋. 绿色酒店用环保型化妆品的制备及生物降解性研究 [D]. 广州: 广东工业大学, 2020.
- [6] SUN L L, CUI H J, GE Q S. Will China achieve its 2060 carbon neutral commitment from the provincial perspective? [J]. Advances in Climate Change Research, 2022, 13(2): 169-178.
- [7] 毛建香, 冯瑜, 任真, 等. 用密闭瓶法研究 GTL 烷基苯磺酸最终生物降解性 [J]. 日用化学工业, 2020, 50(6): 392-395.
- [8] 刘国华, 王振艳, 朱莹, 等. 双酯基季铵盐生物降解性影响因素研究 [J]. 河南师范大学学报, 2013, 41(5): 131-134.
- [9] 环境保护部化学品登记中心, 环境保护部南京环境科学研究所, 北京师范大学, 等. 化学品快速生物降解性通则: GB/T 27850—2011 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.
- [10] 李莹雪. 改性脂肪胺浮选捕收剂生物降解性评价 [D]. 武汉: 武汉理工大学, 2010.
- [11] 张云, 萨如拉, 包桂荣, 等. 秸秆降解菌系的筛选及其对酸碱度的响应 [J]. 中国农学通报, 2022(28): 21-27.
- [12] 沈阳宏程世纪制冷设备有限公司. 污水热回收及生化水升温系统 [P]. 中国专利: 202320050004.5, 2023-01-07.
- [13] 马骏, 黄大伟, 朱艺. 丁香醛和丁香醇介导漆酶高效降解磺胺甲恶唑 [J]. 2024, 50(3): 75-79.
- [14] 施晶森. 山西省某己内酰胺企业废水处理工艺改造的研究 [D]. 山西: 太原理工大学, 2021.
- [15] 杨倩, 蒋阳月, 王小军. 化学品快速生物降解性测试不同接种物生物学评价 [J]. 环境工程学报, 2015, 9(6): 3041-3045.
- [16] 肖梓军, 张新惠, 郝日诗, 等. 环烷酸降解技术研究进展 [J]. 长春理工大学学报 (自然科学版), 2010(2): 5.
- [17] 曹逸飞, 陈清涛, 张海洪, 等. 环烷酸及其盐类的应用研究 [J]. 广东化工, 2013, 40(16): 2.
- [18] 蒋和胜, 孙明茜. 碳排放权交易、产业结构与地区减排 [J]. 现代经济探讨, 2021(11): 65-73.
- [19] 程郁泰, 肖红叶. 中国碳排放权交易政策的经济与减排效应研究 [J]. 统计与信息论坛, 2023, 38(7): 61-74.

Optimization of Biodegradation Conditions of Surfactant Sodium Naphthenate and Analysis of Carbon Emission

ZHU Ying^{1,2}, LIU Guohua^{1,2}, XI Wenchang^{1,2}, TIAN Yingying^{1,2}

(1. School of Materials, Henan Institute of Technology, Xinxiang 453003, China; 2. Xinxiang Engineering Research Center for Wastewater Treatment Energy Saving and Emission Reduction, Xinxiang 453003, China)

Abstract: Through experiments, the biodegradability of sodium naphthenate was studied in order to reduce its adverse effects on the environment. Using sodium naphthenate at 20 mg/L concentration, the results showed that the optimal biodegradability environment was as follows: aeration rate of 8 L/h, inoculant concentration of 75 mg MLSS/L, biochemical reaction solution pH=7, temperature 25 °C when activated sludge was used as inoculant in the oxygen consumption tank of municipal sewage treatment plant. At this time, the biodegradability of sodium naphthenate for 10 days was 37.11%, and that for 28 days was 69.85%. According to chemical testing guidelines, sodium naphthenate has good biodegradability and carbon emissions are within the prescribed range, so it can be popularized.

Key words: surfactant; sodium naphthenate; biodegradability; optimal environmental conditions; carbon emission

(责任编辑 吕春红)