

全国危险化学品管理标准化技术委员会 编
中国标准出版社第二编辑室

化学品风险相关国家标准汇编

生态毒理 试验方法



 中国标准出版社

化学品风险相关国家标准汇编

生态毒理试验方法

全国危险化学品管理标准化技术委员会 编
中国标准出版社第二编辑室

中国标准出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

化学品风险相关国家标准汇编. 生态毒理试验方法/
全国危险化学品管理标准化技术委员会, 中国标准出版社
第二编辑室编. —北京: 中国标准出版社, 2010

ISBN 978-7-5066-5735-8

I. ①化… II. ①全… ②中… III. ①化学品-危险
物品管理-国家标准-汇编-中国②化学品-环境毒理学
-实验方法-国家标准-汇编-中国 IV. ①TQ086.5-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 030499 号

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码: 100045

网址 www.spc.net.cn

电话: 68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 30.25 字数 894 千字

2010 年 3 月第一版 2010 年 3 月第一次印刷

*

定价 156.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话: (010)68533533

出版说明

欧盟关于化学品注册、评估、授权与限制(简称 REACH)法规已于 2007 年 6 月 1 日正式生效,并于 2008 年 6 月 1 日开始实施,REACH 法规的实施,有利于环境保护水平和成效的提高。

为了应对 REACH 法规的要求,全国危险化学品管理标准化技术委员会承担了对应其技术内容的国家标准的制定工作,本次汇编即是将所制定的国家标准分类汇集在一起,根据所涉及内容分为综合与理化试验方法、卫生毒理试验方法和生态毒理试验方法三个分册。标准数量繁多,对应不同的国际标准、国外标准和经济合作与发展组织(OECD)化学品测试方法。

本书为生态毒理试验方法分册,共收集国家标准 36 项。

由于编者的时间和水平有限,书中不当之处,请读者批评指正。

中国标准出版社

2009 年 12 月

目 录

GB/T 21795—2008	化学品	模拟试验 污水好氧处理 生物膜法	1
GB/T 21796—2008	化学品	活性污泥呼吸抑制试验	15
GB/T 21797—2008	化学品	有机磷化合物 28 天重复剂量的迟发性神经毒性试验	21
GB/T 21800—2008	化学品	生物富集 流水式鱼类试验	29
GB/T 21801—2008	化学品	快速生物降解性 呼吸计量法试验	47
GB/T 21802—2008	化学品	快速生物降解性 改进的 MITI 试验(I)	63
GB/T 21803—2008	化学品	快速生物降解性 DOC 消减试验	75
GB/T 21804—2008	化学品	急性经口毒性固定剂量试验方法	86
GB/T 21805—2008	化学品	藻类生长抑制试验	99
GB/T 21806—2008	化学品	鱼类幼体生长试验	121
GB/T 21807—2008	化学品	鱼类胚胎和卵黄囊仔鱼阶段的短期毒性试验	135
GB/T 21808—2008	化学品	鱼类延长毒性 14 天试验	151
GB/T 21809—2008	化学品	蚯蚓急性毒性试验	161
GB/T 21810—2008	化学品	鸟类日粮毒性试验	169
GB/T 21811—2008	化学品	鸟类繁殖试验	177
GB/T 21812—2008	化学品	蜜蜂急性经口毒性试验	186
GB/T 21813—2008	化学品	蜜蜂急性接触性毒性试验	194
GB/T 21814—2008	工业废水的试验方法	鱼类急性毒性试验	203
GB/T 21815.1—2008	化学品	海水中的生物降解性 摇瓶法试验	209
GB/T 21816—2008	化学品	固有生物降解性 赞恩-惠伦斯试验	223
GB/T 21817—2008	化学品	固有生物降解性 改进的半连续活性污泥试验	231
GB/T 21818—2008	化学品	固有生物降解性 改进的 MITI 试验(II)	239
GB/T 21826—2008	化学品	急性经口毒性试验方法 上下增减剂量法(UDP)	252
GB/T 21827—2008	化学品	皮肤变态反应试验 局部淋巴结方法	275
GB/T 21828—2008	化学品	大型溞繁殖试验	283
GB/T 21829—2008	化学品	污水好氧处理模拟试验:活性污泥单元法	303
GB/T 21830—2008	化学品	溞类急性活动抑制试验	321
GB/T 21831—2008	化学品	快速生物降解性:密闭瓶法试验	331
GB/T 21851—2008	化学品	批平衡法检测 吸附/解吸附试验	343
GB/T 21852—2008	化学品	分配系数(正辛醇-水) 高效液相色谱法试验	383
GB/T 21853—2008	化学品	分配系数(正辛醇-水) 摇瓶法试验	395
GB/T 21854—2008	化学品	鱼类早期生活阶段毒性试验	401
GB/T 21855—2008	化学品	与 pH 有关的水解作用试验	417
GB/T 21856—2008	化学品	快速生物降解性 二氧化碳产生试验	433
GB/T 21857—2008	化学品	快速生物降解性 改进的 OECD 筛选试验	447
GB/T 21858—2008	化学品	生物富集 半静态式鱼类试验	459



中华人民共和国国家标准

GB/T 21795—2008



2008-05-12 发布

2008-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准等同采用经济合作与发展组织(OECD)化学品测试导则 No. 303B(2001 年)《模拟试验 污水好氧处理:生物膜法》(英文版)。

本标准做了下列编辑性修改:

——增加了术语和定义部分。

本标准的附录 A 和附录 B 为资料性附录。

本标准由全国危险化学品管理标准化技术委员会(SAC/TC 251)提出并归口。

本标准负责起草单位:环境保护部化学品登记中心。

本标准参加起草单位:中国环境科学研究院、中国检验检疫科学研究院。

本标准主要起草人:高映新、刘纯新、卢玲、李捍东、李霁、陈会明。

化学品 模拟试验

污水好氧处理 生物膜法

1 范围

本标准规定了化学品模拟试验污水好氧处理生物膜法的方法概述、试验准备、试验程序、质量保证与质量控制、数据与报告。

本标准适用于具有固有生物降解性但不具有快速生物降解性的化学品,也适用于需要更多信息的物质,特别是高登记吨位的化学品。

难溶于水的物质和挥发性物质需要通过特殊预处理后才能进行测试。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

2.1

快速生物降解性 ready biodegradability

受试物在限定时间内与接种物接触表现出的生物降解能力。

2.2

固有生物降解性 inherent biodegradability

最佳试验条件下,受试物长时间与接种物接触表现出的生物降解潜力。

2.3

溶解性有机碳 dissolved organic carbon, DOC

溶液中有有机碳的含量,通常指通过 0.45 μm 滤膜过滤后液体中的有机碳含量,或经 4 000 r/min 转速离心 15 min 后上清液中的有机碳的含量。

2.4

总有机碳 total organic carbon, TOC

试验介质(包括溶液和悬浮液)中有机碳的总量。

3 受试物信息

- a) 结构式;
- b) 纯度;
- c) 挥发性;
- d) 水中溶解度;
- e) 吸附性;
- f) 微生物毒性。

4 方法概述

4.1 原理

将合成的或者生活污水以及受试物,混合或者单独地加到旋转管式反应器内,使生物膜建构在倾斜管的内壁上。选择反应器的操作条件,使之能够充分去除有机物。分析出水中溶解性有机碳(DOC)的含量或用特定方法分析其受试物的浓度。为了对比,不含受试物的对照组也在相同条件下操作。受试

组与对照组测出水中 DOC 浓度的差别来源于受试物和它的代谢产物,两者之差可用来计算受试物的去除率。通过分析去除率-时间曲线可以显著区分生物降解作用和生物吸附作用。

4.2 参比物

脂肪酸,2-苯基苯酚,1-萘酚,联苯甲酸和1-萘甲酸。

5 仪器设备

旋转管式反应器(附录 B 中图 B.1):由一组长 30.5 cm,内径 5 cm 的有机玻璃管组成。这些管子均有一个外突的缘,高度约 0.5 cm,可将它们固定在金属支架内有橡胶边的轮子上。管子的内表面是由钢丝绒组成的毛面,上端有一个 0.5 cm 的内突的缘,用来蓄积液体。管子与水平面呈大约 1 度的夹角,这样可以使受试介质转移到新试管时获得足够的停留时间。旋转轮由一个非常缓慢,可变速的发动机带动。管子的温度由恒温装置控制。

膜过滤装置(孔径 0.45 μm)或离心分离机(转速 40 000 m/s^2)。

溶解性有机碳、总有机碳分析仪或 COD 分析装置。

特殊分析仪器(高效液相色谱或气相色谱等)。

pH 计,温度计。

测定溶解氧和碱度的仪器。

如果试验在硝化条件下进行,还需要分析铵,亚硝酸盐,硝酸盐的仪器等。

6 试验准备

试验期间,应尽可能维持条件恒定。

6.1 试验生物

6.1.1 试验生物的选择

选择初沉池出水或活性污泥池进水的好氧微生物。

6.1.2 试验生物的驯化

从受试物加入开始,需要驯化 1 周~6 周(特殊情况下,需要更长时间)。用特定的方法测定受试物的浓度。当去除百分率达到最大值,稳定状态保持 3 周左右,得到 12~15 个有效值,来确定平均去除百分率。如果去除百分率足够大,就可以认为测试结束。一般情况下,在加入受试物之后 12 周内完成试验。

6.2 试验用水

自来水,DOC 小于 3 mg/L 。

蒸馏水或者去离子水,DOC 小于 2 mg/L 。

6.3 培养基

合成污水、生活污水或者两者的混合物都可以用做有机培养基。如果仅使用生活污水,DOC 的去除率会提高,甚至某些在 OECD 合成污水中无法进行生物降解的化学品也表现出生物降解特性。因此,推荐使用生活污水。

测试每批有机培养基的 DOC(或 COD)、pH。如果有机培养基酸度或碱度偏低,应加入缓冲溶液(碳酸氢钠或者磷酸氢钾),使其 pH 值保持在 7.5 ± 0.5 。

6.3.1 合成污水

在每升自来水中溶解:蛋白胨,160 mg ;牛肉膏,110 mg ;尿素,30 mg ;无水磷酸二氢钾(KH_2PO_4),28 mg ;氯化钠(NaCl),7 mg ;二水合氯化钙($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$),4 mg ;七水合硫酸镁($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$),2 mg 。

上述合成污水的 DOC 平均质量浓度为 100 mg/L ,与实际污水接近。

也可用蒸馏水制成浓缩合成污水,需要时用自来水稀释。浓缩合成污水在 1°C 可以保存 1 周。

6.3.2 生活污水

用当天从生活污水处理厂采集的经沉淀的新鲜污水作为生活污水。可以从初沉池的出口处或活性污泥池的进水处收集。

如果储存期间 DOC 浓度(或 COD)没有明显降低(小于 20%),污水可在 4℃ 左右储存几天。

为了减少对体系的干扰,应使每一批污水的 DOC(或 COD)浓度保持恒定。

7 试验程序

7.1 准备

7.1.1 主要设备仪器

7.1.1.1 旋转管式反应器

如附录 B 图 B.2 所示,容积为 20 L 的加料罐(A)内的有机培养基(可添加受试物),通过蠕动泵(B) 24 h 不间断地输送到倾斜管的高端(C),最后从倾斜管的低端流到收集罐(D)中。进水槽与蠕动泵之间由硅胶管相连,蠕动泵与倾斜管之间由玻璃或有机玻璃输送管相连,输送管应插入倾斜管的高端 2 cm~4 cm。出水在分析之前要经过沉淀或者过滤。

7.1.1.2 过滤装置-离心分离机

用孔径为 0.45 μm 的滤膜过滤样品,该滤膜应几乎不吸附或释放有机物。如果使用释放有机碳的滤膜,可用热水仔细清洗滤膜来除去有机碳。也可以使用 40 000 m/s² 的离心机分离样品。

7.1.2 主要溶液的配制

7.1.2.1 受试物储备液的配制

取一定量的可溶性受试物溶于去离子水或者合成污水中,使受试物质量浓度为 1 g/L~5 g/L。不溶受试物储备液的制备见附录 A。但是这种方法不适用于挥发性物质。分析储备液的 DOC 和 TOC 浓度,对于每一批新样品都要重新测定。如果 DOC 和 TOC 的差别超过 20%,则需要分析受试物的水溶性。用特定分析方法测定储备液的 DOC 浓度或测定受试物的浓度,来验证回收率是否达到要求(一般大于 90%)。由此判断,DOC 是否可以作为分析参数或者只能用特定的分析方法测定受试物的浓度。对每一批新的样品,都要分析 DOC、COD 或者用特定的分析方法测定受试物的浓度。

确定储备液的 pH。极值预示着加入该物质可能会影响测试系统中活性污泥的 pH。这时就要用少量的无机酸或者无机碱来中和储备液,使 pH 值保持在 7±0.5,要避免受试物沉淀。

7.1.2.2 润滑剂

甘油或者橄榄油可以用做蠕动泵滑轮的润滑剂,对于硅胶管也同样适用。

7.1.2.3 有机培养基的供给准备

合成污水必须每天新制,或者由储备液经自来水稀释得到。用量筒量取适量合成污水,加入到洁净的进水管中。如果需要的话,在稀释之前,可将一定量的受试物储备液或参比物加入到合成污水中。为了避免受试物的损失,可将受试物的稀释液加入到一个专用的蓄水池中,通过供料泵输送到倾斜管中。如果条件允许,可每天收集沉降过的新鲜生活污水。

7.2 操作

7.2.1 旋转管式反应器的操作

为了评估受试物的生物降解特性,需要用两个相同的旋转管式反应器,置于 22℃±2℃ 的恒温室中反应。

调节蠕动泵,将不含受试物的培养基以 250 mL/h±25 mL/h 的流量输送到旋转管式反应器(旋转速度为 18 r/min±2 r/min)中。为了确保特有的功能以及延长管子的使用寿命,在试验开始,以及试验进行过程中,定时加润滑剂。

调整试管的倾斜角度,使培养基在清洁试管中的停留时间为 125 s±12.5 s。停留时间可通过添加非生物的标记(如 NaCl,惰性染料)来估算,出水浓度达到最大值的时间定为平均停留时间。

通过调节培养基的供给速率、管的旋转速度及培养基的停留时间使 DOC(或 COD)去除率大于 80%，并产生硝化出水。如果去除率达不到 80%或者要模拟的是一个特殊污水处理厂，就需要调节水流的速度。在第二种情况下，应调整有机培养基的供给速度，直到反应器与所模拟的处理厂的性能一致。

7.2.2 接种

使用合成污水时，有氧接种可以保证微生物开始生长，其他情况下则需连续 3 d 投加 1 mL/L 沉降过的污水。

7.2.3 测试

定期检查培养基的供给速度和倾斜管的旋转速度是否在限定范围内。另外，应定期测试出水的 pH，特别是预计有硝化作用存在时。

7.2.4 取样和分析

取样的方法、模式和频率必须符合试验的需要，如采样量和采样间隔时间。在第一阶段，没有投加受试物前，可 1 周采两次样。样品分析前需经微孔滤膜(孔径 0.45 μm)过滤，或者用 40 000 m/s² 的离心机，离心 15 min。在用膜过滤之前，需要沉淀或者先粗滤一遍样品。如果需要的话，还要测 BOD、铵和亚硝酸盐/硝酸盐的含量。

样品采集后应尽快分析，如不能及时分析，应将样品密封后于 4℃ 避光保存。如样品要储存 48 h 以上，应将样品酸化或者加入适量的毒性物质(每升样品中加入 20 mL 质量浓度为 10 g/L 的氯化汞)，冷冻储存。确保储存技术不影响分析结果。

7.2.5 启动期

这个阶段，生物膜达到最佳厚度，一般需要 2 周，最多不超过 6 周。在此期间，管式反应器中有机物培养基的 DOC(或 COD)去除率逐渐升高并达到一个稳定值。当两个管式反应器的稳定值相近时，选择一个作为对照，在接下来的试验阶段，两个反应器的性能应保持稳定。

7.2.6 投加受试物

这个阶段，将含有一定量受试物的培养基(通常质量浓度为 10 mg/L ~ 20 mg/L，以碳计)加入一个反应器中，作为对照组的另一个反应器仍连续供给有机培养基。

7.2.7 驯化阶段

为了评价受试物的生物降解能力，需要连续 2 周分析 DOC(或 COD)，并用特定的方法测定受试物的浓度。从受试物加入开始，需要驯化 1 周~6 周(特殊情况下，需要更长时间)。当受试物去除百分率达到最大值，稳定期持续 3 周左右，在稳定期采集 12~15 个有效数据估算受试物平均去除百分率。如果去除百分率足够大，就可以认为测试结束。一般，在加入受试物之后 12 周内完成测试。

7.2.8 脱膜

生物膜会定期有规律从管子上脱落。为了保证试验结果的可比性，整个测试应该包含膜生长和膜脱落两个完整的过程。

8 质量保证与质量控制

- a) 试验过程中，如果没有异常发生，对照组中 DOC(或 COD)的去除率(D_B)在 2 周之后大于 80%，就要考虑测试的有效性；
- b) 如果受试物易发生生物降解，那么生物降解率应大于 90%，且两次测量的误差不超过 5%。如果两个指标不符合，就要重新检查试验过程，或者从其他地方采集生活污水；
- c) 平行试验的误差不超过 5%。如果不能达到这个指标，且受试物的去除率很高，应再做 3 周的测试。如果受试物的去除率很低，则应考虑受试物对微生物的抑制作用，可降低受试物的初始浓度重复试验；
- d) 整个试验的过程中都要保证进水容器、出水容器、进水管和出水管清洁，没有微生物生长。

9 数据与报告

9.1 数据处理

9.1.1 统计参数

- a) t 时刻受试物的 DOC(或 COD)去除百分率(D_t);
- b) 有机培养基 DOC(或 COD)的去除百分率(D_B);
- c) 受试物的去除百分率(D_{ST})。

9.1.2 统计分析方法

- a) 结果处理:

t 时刻受试物的 DOC(或 COD)去除百分率的计算见式(1):

$$D_t = [C_s - (E - E_0)] / C_s \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- D_t —— t 时刻 DOC(或 COD)的去除百分率,以%表示;
 - C_s ——进水中受试物 DOC(或 COD)质量浓度的数值(由加入储备液的浓度、体积决定),单位为毫克每升(mg/L);
 - E —— t 时刻受试组出水中 DOC(或 COD)质量浓度的数值,单位为毫克每升(mg/L);
 - E_0 —— t 时刻对照组出水中 DOC(或 COD)质量浓度的数值,单位为毫克每升(mg/L)。
- 如果测试了参比物,也用式(1)计算其 DOC(或 COD)去除百分率。

- b) 对照组反应器的性能:

在对照组中,有机培养基 DOC(或 COD)的去除百分率(D_B)有助于评价生物膜的生物活性,见式(2):

$$D_B = (1 - E_0 / C_m) \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- C_m ——对照组进水有机培养基的 DOC(或 COD),单位为毫克每升(mg/L)。

- c) 受试物的去除百分率(D_{ST}),见式(3):

$$D_{ST} = (1 - S_e / S_i) \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- S_i ——受试组进水中受试物质量浓度的数值,单位为毫克每升(mg/L);
- S_e —— t 时刻受试组出水中受试物质量浓度的数值,单位为毫克每升(mg/L)。

如果该特殊分析方法测得未处理污水中受试物的质量浓度为 S_c (mg/L),受试物去除百分率(D_{SC})的计算见式(4):

$$D_{SC} = (S_i - S_e + S_c) / (S_i + S_c) \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

- d) 结果表达式:

绘制去除百分率 D_t 、 D_{ST} 与时间的曲线。取稳定期的 12~15 个 D_t (D_{ST})值的平均数和标准偏差作为受试物的去除百分率。从去除曲线上可以获得去除过程中的一些信息。

- e) 吸附:

如果测试开始时 DOC 的去除率就很高,那么受试物很可能是吸附到生物膜上了。这可以通过分析从膜上脱离下的固体物质中所吸附受试物的量来证实。一般因吸附作用产生的 DOC 去除率不会在整个试验过程中都很高,通常最初有一个较高的值,随后逐渐降低到一个平衡值。然而,如果微生物能够适应吸附在生物膜上的受试物,则受试物的 DOC 的去除率会渐渐增加,达到一个高的稳定状态。

- f) 滞后期:

与静态筛选试验类似,许多受试物在生物降解发生之前都存在一个滞后期。在滞后期,微生物先有一个适应过程,此阶段受试物几乎没有被去除;之后这些微生物开始繁殖。当受试物的去除率达到 10%左右的时候,滞后期就结束了,降解期开始。滞后期一般具有较大的变化,而且重复性很差。

g) 稳定期:

连续试验去除曲线中的稳定期是指最大生物降解发生的阶段。这个阶段应该至少持续 3 周,可以获得 12~15 个有效数据。

h) 受试物的平均去除率:

用稳定期受试物的去除率 $D_t(D_{ST})$ 来计算平均值。取整数值(四舍五入精确到 1%),即为受试物的去除率。同时建议计算平均值的 95% 置信区间。对照组中有机培养基的平均去除率(D_B)用同样的方法计算。

i) 生物降解的表征:

如果受试物没有明显地吸附到生物膜上,去除曲线应该是一个有滞后期、降解期和稳定期的典型生物降解曲线,降解可以完全归结为生物降解。如果初始降解率很高,那么模拟试验就无法区分生物降解和非生物去除过程。在这种情况下,或者在对生物降解有疑问的情况下(例如发生脱膜),就要分析膜上吸附的受试物或者做一些其他可以证明生物降解的试验,比如静态(筛选)测试。可用反应器中未暴露的生物膜作为接种体,进行耗氧量试验或者 CO_2 释放量试验。

如果同时测量了 DOC 和受试物的去除率,而且去除率之间存在较大的差别(前者低于后者),说明出水中存在难降解的有机中间产物,这一点应该加以研究。

9.2 试验报告

测试报告应该包括以下内容:

a) 受试物:

- 物理属性以及相关的物理化学性质;
- 标识数据。

b) 测试条件:

- 测试系统的修改,特别是受试物为不溶或者挥发性物质时;
- 有机培养基的类型;
- 污水中工业废水的比例和特性;
- 接种方法;
- 受试物储备液,DOC(溶解性有机碳)和 TOC(总有机碳)浓度;如果是悬浊液,如何制备;如果 DOC 质量浓度在 10 mg/L~20 mg/L 范围之外,使用受试物的浓度,应说明原因;初次添加的日期;浓度的任何变化;
- 平均水力停留时间;管子的旋转速度、倾斜角度(如果可以得到);
- 脱膜的细节、时间和强度;
- 测试的温度和范围;
- 采用的分析方法。

c) 测试结果:

- 所有测试数据 DOC, COD, 特定分析法, pH, 温度, 含 N 化合物(如果相关);
- 所有计算的数据 D_t , D_B , D_{ST} 以表格或者去除率曲线的形式给出;
- 滞后期和稳定期的信息,测试持续的时间,受试物的去除率、参比物(如果已测试)和有机培养基(未加受试物)的去除率,以及统计数据和生物降解和测试结果的描述。

d) 结果讨论。

附录 A
(资料性附录)

难溶于水的物质和挥发性物质的预处理

A.1 难溶于水的物质

没有一种特定的溶解方法适用于所有的不溶物质。ISO 10634:1995 介绍的 4 种方法中,有 2 种方法可能适用于模拟试验中受试物的溶解——使用乳化剂或超声溶解,这两种方法可以确保受试物至少在 24 h 内是稳定分散的。稳定的受试物溶液应存储于持续搅拌的容器中,并与生活(或合成)污水分开加入到反应器中。

如果溶液稳定,应研究如何检测分散状态下的受试物。在这种状态下,测定 DOC 可能并不适合。必须建立受试物的特定分析方法用于测定流出液、流出固体物和活性污泥中受试物的浓度。活性污泥模拟试验中受试物的归趋,可以通过分析受试物在溶解态和固态中的含量来获得。因此,根据“质量守恒”原理,可以判断受试物是否被生物降解。但是,这种方法只能表征初级生物降解。最终生物降解必须通过呼吸试验来表征。

A.2 挥发性物质

挥发性物质的污水处理模拟试验是存在问题、有争议的。与难溶受试物相比,关于挥发性物质模拟试验的报道非常少。完全混合装置由密封通气管和沉淀池组成,由流量计来测量并控制空气流量,使排出气体通过收集装置来收集挥发性有机物。一般情况下,可用真空泵使排出的气体通过冷却装置或者填充了 2,6-二苯基对苯醚的多孔聚合物单体(Tenax 色谱填料)和硅胶的净化收集装置,用气相色谱分析收集装置里的受试物。

试验分为两部分。首先将合成污水和一定量的受试物加入到反应器中,不加污泥。连续几天收集并测试进水、出水及排出气体中受试物的浓度。通过测得的数据可以计算出系统中受试物的去除率(R_{VP})。

正式生物试验(加入污泥)的试验条件应与非生物试验(不加污泥)相同。可通过分析 DOC 和 COD 含量确认试验是否正常运行。试验的第一阶段(适应期)可偶尔测试进水、出水和排出气体中受试物的浓度,适应期过后要经常测试受试物的浓度。通过分析稳定状态下受试物的浓度,可以计算出所有作用(物理作用和生物作用)下,液相中受试物的去除率(R_T)。同样可以计算试验系统中受试物的去除率(R_V)。

计算:

a) 在非生物试验中,系统中受试物的去除率(R_{VP})的计算见式(A.1):

$$R_{VP} = \frac{S_{VP}}{S_{IP}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

- R_{VP} ——在非生物试验中,由于挥发导致的受试物的去除率,以%表示;
 - S_{VP} ——在非生物试验中,收集装置中受试物质量浓度的数值(换算为液相浓度),单位为毫克每升(mg/L);
 - S_{IP} ——在非生物试验中,进水中受试物质量浓度的数值,单位为毫克每升(mg/L)。
- b) 生物试验中,系统中受试物的去除率(R_V)的计算见式(A.2):

$$R_V = \frac{S_V}{S_I} \times 100 \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

- R_v ——生物试验中，由于挥发导致的受试物的去除率，以%表示；
 S_v ——生物试验中，收集装置中受试物质量浓度的数值(换算为液相浓度)，单位为毫克每升(mg/L)；
 S_i ——进水中受试物的浓度，单位为毫克每升(mg/L)。
- c) 生物试验中所有作用下受试物的去除率(R_T)的计算见式(A.3)：

$$R_T = 1 - \frac{S_E}{S_i} \times 100 \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

- S_E ——液相出水中受试物质量浓度的数值，单位为毫克每升(mg/L)。
- d) 由于生物作用和吸附作用产生的受试物去除率(R_{BA})，见式(A.4)：
- $$R_{BA} = (R_T - R_v) \dots\dots\dots (A.4)$$

受试物是否存在吸附作用必须通过其他试验验证；如果有吸附作用存在，上式必须进行修正。

- e) 通过对生物试验与非生物试验系统中受试物去除率的比较，可以看出生物作用对受试物挥发性的影响。

示例：苯

污泥停留时间=4 d
合成污水停留时间=8 h
 $S_{IP} = S_i = 150 \text{ mg/L}$
 $S_{VP} = 150 \text{ mg/L}$ ($S_{EP} = 0$)
 $S_v = 22.5 \text{ mg/L}$
 $S_E = 50 \text{ }\mu\text{g/L}$
因此，
 $R_{VP} = 100\%$ ， $R_v = 15\%$
 $R_T = 100\%$ ， $R_{BA} = 85\%$
假定苯不会吸附在污泥中。

附录 B
(资料性附录)
旋转管式反应器

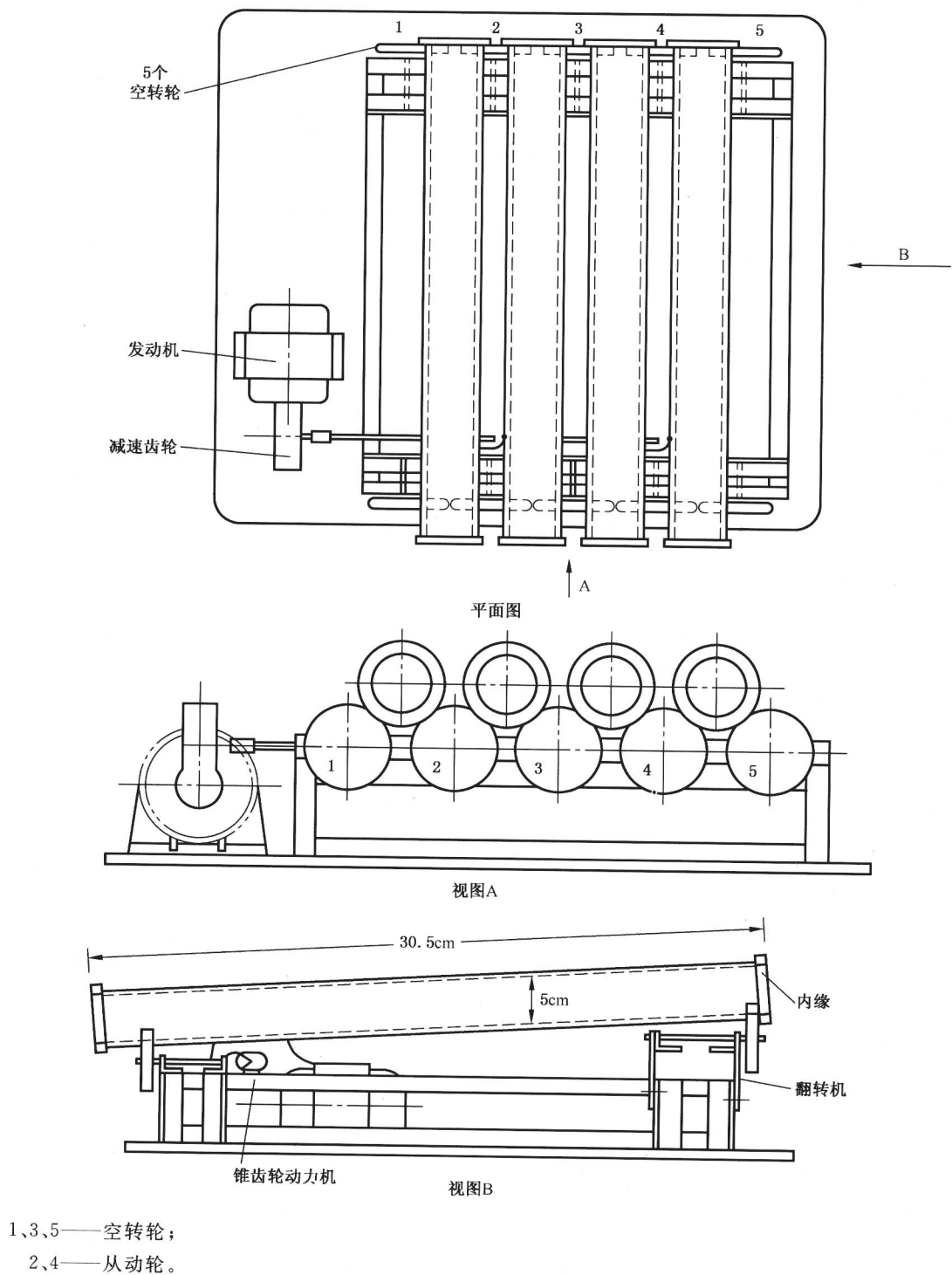
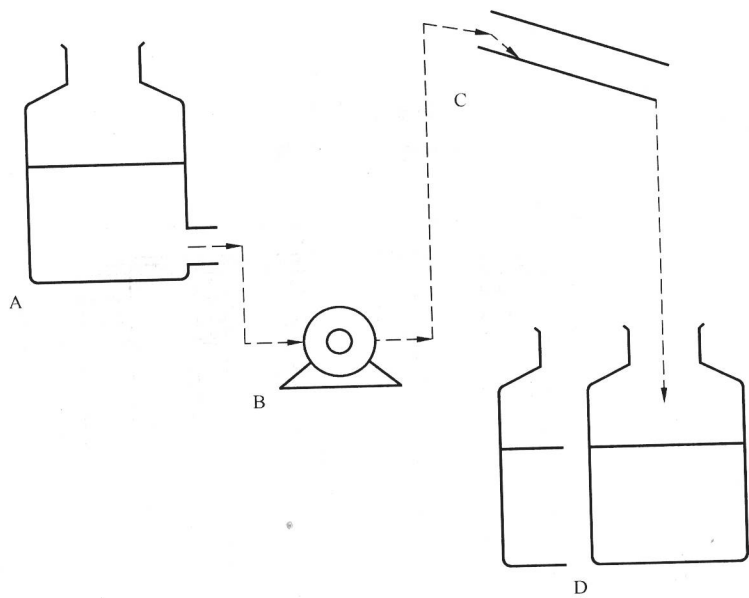


图 B.1 旋转管式反应器示意图



- A——加料罐；
- B——蠕动泵；
- C——倾斜管；
- D——流出物收集罐。

图 B.2 流程图