

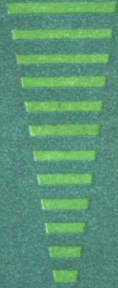
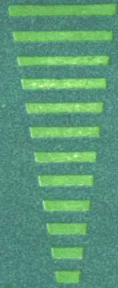
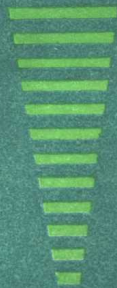
SHENGWU JIECHU YANGHUAFA

浙江科学技术出版社

余淦申 编

生物接触氧化法

处 理 废 水



CHULI FEISHUI

生物接触氧化法处理废水

余淦申 编

浙江科学技术出版社

责任编辑：吕粹芳

封面设计：赵 晓

生物接触氧化法处理废水

余俭申 编

*

浙江科学技术出版社出版

浙江新华印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本787×1092 1/32 印张5.25 字数115.000

1983年12月第 一 版

1983年12月第一次印刷

印数：1—3,200

统一书号：15221·52

定 价： 0.57 元

前 言

生物接触氧化法是生物膜法的一种形式，早在十九世纪末就有人试验研究接触氧化法处理污水。当时在接触填料、氧化池构造与设计、运行管理等方面存在着缺陷，限制了接触氧化法的广泛应用。七十年代初，日本的小岛贞男在受污染的给水水源处理研究中，采用了所谓“管式接触氧化”净化方法，在填料和供氧方式上有了较大的突破。随后，国外又不断地开发与试制各种技术性能良好、价格便宜的接触填料，研制多种型号的氧化池，使生物接触氧化法迅速地发展起来。

国内，1975年开始试验研究生物接触氧化法处理废水，现已逐渐在生活污水和医院污水，以及印染、粘胶纤维、造纸、石油化工、食品加工等工业废水的处理中推广应用，取得了良好的效果。实践表明，生物接触氧化法的BOD负荷高，处理时间短，占地面积较小，维护管理方便，而且无污泥回流，不会产生污泥膨胀。因此，在一定条件下，生物接触氧化法是一种有发展前途的处理方法。

本书根据国内外有关试验资料、生产运行经验和本人实践，比较系统地介绍生物接触氧化处理废水的方法，适合于从事环境保护和污水处理的工程技术人员、管理干部以及有关院校环保专业师生教学参考。本书在编写过程中曾得到北京工业大学、北京市环保研究所、上海石油化工总厂环保研究所、

浙江省环保研究所、山西省设计院、榆次染厂、绍兴丝绸印花厂、北京市纺织科学研究所、保定化纤厂等单位有关人员的热情帮助，在此表示感谢。

戴吾芬同志帮助整理和校对。

由于水平所限，书中定有不少缺点和不足之处，欢迎批评指正。

编者

1982年10月

目 录

第一章 概论

- 一、生物接触氧化法的由来及其发展过程 (1)
- 二、特点 (3)

第二章 处理机理

- 一、主要起作用的是生物膜 (10)
- 二、兼有活性污泥法的特点 (12)
- 三、生物降解有机污染物的动力学 (16)
- 四、生物相及其演变规律 (18)

第三章 载体填料

- 一、作用和条件 (22)
 - (一) 生物膜的附着性 (23)
 - (二) 水力学特性 (23)
 - (三) 经济 (26)
- 二、种类 (26)
 - (一) 蜂窝管状 (26)
 - (二) 纤维状 (32)
 - (三) 板状 (44)
 - (四) 网状 (46)
 - (五) 筒状 (60)
 - (六) 不规则粒状 (61)

第四章 处理系统和设计

- 一、流程及其选择 (63)
- 二、接触氧化池 (68)
 - (一) 构造 (68)
 - (二) 型式 (70)
 - (三) 供气 (73)
 - (四) 进出水装置 (79)
 - (五) 设计计算实例 (80)
- 三、后处理设施 (85)
 - (一) 竖流式沉淀 (85)
 - (二) 斜板(斜管)沉淀 (90)
 - (三) 接触沉淀 (96)
 - (四) 气浮 (100)

第五章 运转和管理

- 一、影响处理效果的主要因素 (111)
 - (一) 有机负荷 (111)
 - (二) pH 值 (116)
 - (三) 接触停留时间 (119)
 - (四) 温度 (121)
 - (五) 供氧 (123)
- 二、生物膜的培养与驯化 (125)
 - (一) 同步法动态自培菌 (125)
 - (二) 同步法动态接种培菌 (126)
 - (三) 异步法动态接种培菌 (127)
- 三、维护管理要点 (128)

第六章 试验和应用实例

- 一、城市污水 (130)

二、印染废水	(133)
三、粘胶纤维废水	(138)
四、腈纶废水	(141)
五、合成洗涤剂废水	(144)
六、乳品加工废水	(146)
七、生活污水	(148)
(一) 二级处理	(149)
(二) 三级处理	(152)
八、富营养化水体	(153)

第一章 概 论

一、生物接触氧化法的由来及其发展过程

生物接触氧化法是在生物滤池的基础上，从接触曝气法改良演化而来的，因此有人称为“浸没式滤池法”、“接触曝气法”等。

早在十九世纪末韦林 (Waring)、迪特 (Ditter) 等人就试验研究了接触氧化法处理污水。1912年克洛斯 (Closs) 获得了德国的专利登记。但是，发展为正规的污水处理法，还是德国的贝奇 (Bach) 和美国的布斯维尔 (Buswell) 分别在埃姆兴 (Emscher)、阿尔巴纳 (Albana) 处理场实现的。1938年，在日本的岐阜市亦进行过试验研究。

当时的接触氧化法型式，是在不透水的槽中放入填料，然后从下侧曝气。图1—1是由双层沉淀池改建成的氧化池。在德国，氧化池分为二到三段，每段为0.5~1.0小时，三段处理相当于江河的自净作用带，即高污带→中污带→寡污带。在第

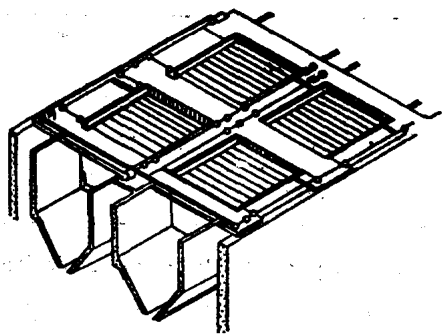


图1—1 由双层沉淀池改建的接触氧化池

一段处理中复杂有机物氧化分解为较简单的有机物，然后顺次进行无机化。

本世纪二十年代末，克·殷霍夫(K. Imhoff)、马尔(Mahr)、西普(Sierp)等人，对一段接触氧化提出如下参数：

初次沉淀0.7~1.0小时；

接触氧化池长3.05米，宽小于1.52米，深0.6~3.0米，接触停留时间10~80分钟，单位池容积进气量为1~3米³/米³·池积；

二次沉淀0.5~1.0小时；

填料为碎石、焦炭、软木塞、木片、木板、波形铝板、合成有机板等。

曝气装置一般每隔30厘米设置穿孔曝气管，孔径为5毫米左右，曝气管呈交叉往复排列。

美国的布斯维尔(Buswell)、皮尔逊(Pearson)以栅网胶合板为填料，在容积为7.72米³，水温12~15℃，日平均处理水量为74米³的条件下进行试验，所得结果如表1—1所示。

表1—1 二十年代在美国的处理效果

项 目	指 标	进 水 浓 度 (毫克/升)	处 理 水 浓 度 (毫克/升)	去 除 率 (%)
SS		101.4	49.2	51.4
BOD		112.0	65.6	41.4

马尔、西普在德国进行试验，取得的效果如表1—2。

从表1—1和表1—2可以看出，那时的处理效果都不理想，BOD去除率低。其原因归纳起来大致有如下几点：

(1) 停留时间短(一般0.5小时左右)，有机物质氧化分

表 1—2 二十年代在德国的处理效果

项 目 \ 处理场名称	哈 根	弗尔伯特	布兰肯斯 泰 因	门 登
污水量(米 ³ /日)	2585	4315	606	4315
表面积(米 ²)	24.5	64.8	22.2	47.6
停留时间(分钟)	10	32	80	40
容 积 (米 ³)	18.4	96.3	33.4	124.6
进水BOD(毫克/升)	134	219	362	240
处 理 水 BOD (毫克/升)	97	139	228	74
BOD去除率(%)	28	37	37	69

解得不彻底，致使 BOD 去除率低，处理水 BOD 值高。

(2) 填料表面积过小，固定生物膜量不大，使 BOD 负荷过高。若按表 1—2 所列资料计算，则 BOD 容积负荷为 7~19 公斤/米³·日，面积负荷为 10~22 公斤/米²·日，在如此大的负荷下，BOD 去除率当然是很低了。

(3) 填料清扫困难，易于堵塞，管理不方便。这样就限制了接触氧化法的广泛应用。

七十年代初，日本的小岛贞男采用了所谓“管式接触氧化”净化方法。与以往的接触氧化法相比较，在填料和供氧方式上有了很大的改进，从而使接触氧化法获得新的生命力，开始迅速地发展起来。日本多摩川是东京都的给水水源。随着战后经济发展，受到严重污染。以氨氮为例，1946~1947年，含量很小，只有 0.005 毫克/升左右。1956~1957年，增加了 10 倍，上升到 0.05 毫克/升左右。以后，迅速地增加，1963~1964 年达

到 5 毫克/升。所以,战后近二十年间多摩川的氨氮含量上升了 1000 倍,可见污染相当惊人。小岛贞男从河流自净作用出发,设想了蜂窝管式接触填料。这种填料的比表面和孔隙率较大,重量轻,强度大,脱膜容易,东京都玉川给水厂应用该种填料的接触氧化装置如图 1—2,处理效果良好,具体见表 1—3 所列。

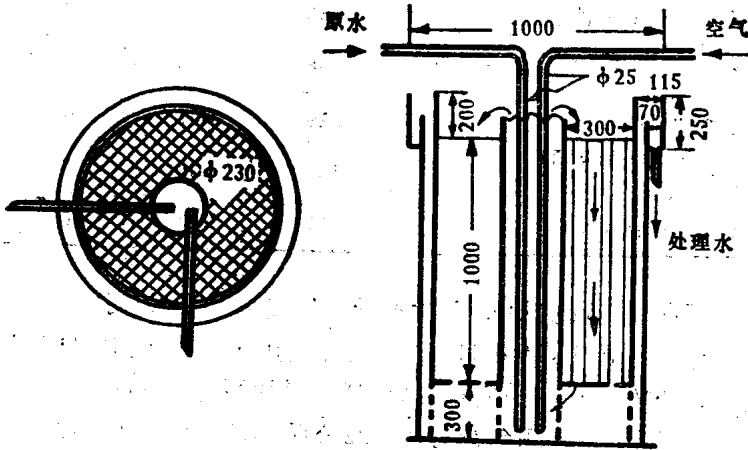


图 1—2 蜂窝管式接触氧化装置构造

目前日本已将管式蜂窝接触氧化逐渐应用于水体富营养化、生活污水和某些工业废水的处理中。

七十年代中期,苏联在接触曝气池的基础上,研究以砂为填料的接触氧化池(曝气颗粒滤池),使之用于污水的深度处理。为强化生化过程最有效地去除低浓度污水中胶体有机物和已溶解的有机物,使处理过的水最终被氧所饱和,他们在滤料层内通入和布置压缩空气。图 1—3 所示的双层曝气颗粒滤池是一种综合的生物接触氧化池。这种滤池用穿孔隔板将填料分成上下两层(上填料层和下填料层)。原水沿输水管进入底层

表1—3 东京都玉川给水厂受污染水体接触氯化处理效果

项目 停留时间	氨氮去除率(%)		BOD去除率(%)		ABS去除率(%)		COD _{Mn} 去除率(%)	
	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季
	指标	指标	指标	指标	指标	指标	指标	指标
0.75小时	92	—	—	—	61	—	29	—
1.0	97	—	75	—	62	—	21	—
2.0	100	50	91	64	79	60	38	40
3.0	—	70	—	79	—	68	—	44
4.0	—	80	—	68	—	78	—	45

注：夏季水温26~30℃，冬季5~10℃。

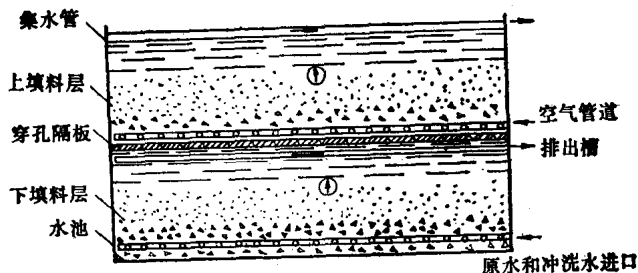


图 1—3 双层曝气生物接触氧化池

配水系统，在下填料层中从下往上流动，然后经过穿孔隔板进入上填料层。在上层填料中沿空气管道供给压缩空气，最终净化了的水从排出槽和集水管排出。这种氧化池采用了颗粒填料，故有较大的接触面积（比通常生物滤池大50倍）和表面生物活性，促进了生物吸附过程。对微生物分析结果表明，在整个曝气层中可观察到微生物的活动，其形态和成分与曝气池活性污泥的指标相同。处理后的出水水质是：BOD去除率75~80%，COD去除率30~40%，悬浮物去除率80~90%，效果良好。

美国西斯万浦河污水处理厂所采用的接触氧化池如图1—4。池内装有垂直的浸没在水中的生物板。这种生物板提供了菌体生长所需要的固定表面积。生物氧化所需的空气，通过生物板下面的多孔陶土管扩散成细小气泡。整个系统采用两段处理，即由一段接触氧化池、中间沉淀池、二段接触氧化池和二次沉淀池组成。其BOD去除率达到95%，生物硝化程度也很高（见表1—4），一经处理后污水中的大部分氨氮已转化为硝酸盐。

国内，1975年以来对生物接触氧化法进行了比较广泛的研

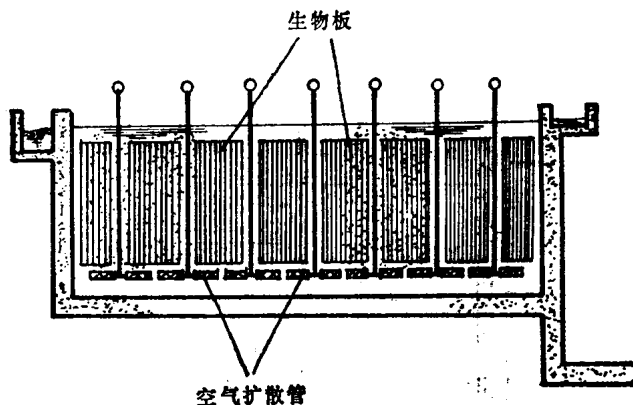


图 1—4 西斯万浦河污水处理场的接触氧化池

表 1—4 西斯万浦河污水处理场的硝化效果 (毫克/升)

项 目	进 水	处 理 水
氨 氮	16.2	0.5
亚 硝 酸 盐	1.8	0.5
硝 酸 盐	7.0	21.3

究和生产性应用。北京市环境保护科学研究所、太原市市政设计院等单位用生物接触氧化法处理城市污水的试验装置如图 1—5 所示,效果良好。一些单位在温水养鱼循环水处理、氯丁橡胶废水、纤维板污水、印染污水和绝缘材料含酚废水等处理方面进行了试验,也取得较好的效果。近年来,关于纤维填料(软性填料)的试验研究比较活跃,并且已应用在某些生产性装置中。

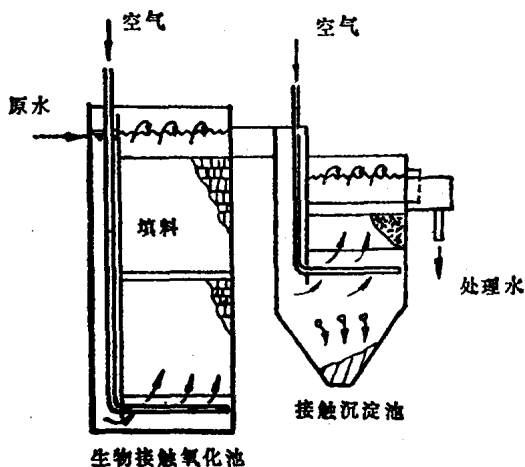


图 1—5 国内生物接触氧化法试验装置

二、特 点

生物接触氧化法与其他方法的比较，见表 1—5 所示。从表中可以看出，生物接触氧化法具有如下特点：

(1) BOD 负荷高，MLSS 量大，相对地说效率较高，并且对负荷的急剧变动适应性强。

(2) 处理时间短。在处理水量相同的情况下，所需装置设备较小，因而占地面积小。

(3) 维护管理方便，无污泥回流，没有活性污泥法中容易产生污泥膨胀。

(4) 易于培菌驯化，较长时期停运后，若再运转时生物膜恢复快。

(5) 适应于低浓度污水处理。

(6) 剩余污泥量少。

表 1—5 各种处理方法的比较

项 目 \ 处理方法	生物接触 氧化法	生物转盘	标准活性 污泥法
BOD 负 荷 (公斤/米 ³ ·日)	1.5	5~10克/米 ² ·日	0.6
池自身的占地面积	中	大	大
设 备 费 用	较小	较大	较大
运 行 成 本	稍小	少	大
电 耗	稍大	少	大
MLSS量(毫克/升)	6000~10000	5~15克/米 ²	2000~3000
培 菌 驯 化	容易	容易	需要20 ~30天
维 护 管 理	容易	容易	难
污 泥 量	最少	少	大
停 运 后 的 问 题	长期停运, 污泥剥离量 大	长期停运,污 泥剥离量大	若停运3天 以上,则恢 复困难

生物接触氧化法的缺点是：

(1) 填料上的生物膜数量需视 BOD 负荷而异。BOD 负荷高，则生物膜数量多，反之亦然。因此不能借助于运转条件的变化任意地调节生物量和装置的效能。

(2) 生物膜量随负荷增加而增加，负荷过高，则生物膜过厚，易于堵塞填料。所以，必须要有负荷界限和必要的防堵塞冲洗措施。

(3) 大量产生后生动物（如轮虫类等）。若生物膜瞬时长大块地脱落，则易影响处理水水质。

(4) 组合状的接触填料会影响均匀地曝气与搅拌。