

生物修复技术在水体污染治理中的应用

曾昭朝¹, 周 祥²

(1. 云南省环境科学研究院, 云南 昆明 650034;

2. 云南今禹生态工程咨询有限公司, 云南 昆明 650224)

摘 要: 从水污染治理角度出发, 综述了生物修复技术概况及其在水体污染治理中的应用, 总结了生物修复技术的特点, 展望了其发展方向。

关键词: 水体污染; 生物修复; 综述

中图分类号: X52 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673 - 9655 (2010) 02 - 0068 - 03

近年来, 随着科技的发展、社会的进步, 人们在享受科技工业、设施农业给生活带来的便利与品质的同时, 赖以生存的环境也遭受到污染与破坏。“工业三废”的排放, 农药、化肥等的不合理使用与排放以及石油泄漏和污染物不合理处置等, 使得不同类型的水体均受到一定程度污染, 很多污染物仅靠水体自身的自净能力很难在短时间内去除。故人们开始研究化学、物理及生物方面的处理办法, 以达到去除污染、保护环境的目的。大量实验证明, 许多污染物在进行了化学处理后还会生成更难降解的有毒有害物质, 对环境造成二次污染, 物理方法却只治标不治本。而生物修复技术由于克服了化学方法和物理方法的种种缺陷, 被普遍认为是在大面积的污染治理领域中有效、经济和极具生态性的高新环境技术。

1 生物修复技术概况

生物修复又称生物改良, 是指利用生物的生命代谢活动, 来减少污染环境中的有毒有害物质的浓度或使其无害化, 从而污染了的环境能够部分或完全地恢复到原始状态的过程^[1]。生物修复根据不同的分类条件有不同的种类: 根据其所利用的生物种类, 可以分为微生物修复、植物修复、动物修复; 根据被修复的污染环境, 可以分为土壤生物修复、水体生物修复和大气生物修复; 根据生物修复的实施方法, 可分为原位生物修复和异位生物修复。

生物修复始于 20 世纪 70 年代, 在 20 世纪 90 年代得到迅速发展。欧洲各发达国家从 20 世纪 80 年代中期就对生物修复进行了初步研究, 并完成了一些实际的处理工程。美国也于 1991 年开始实施

庞大的土壤、地下水、海滩等环境危险污染物的治理项目^[2]。

我国的生物修复较发达国家晚, 处于刚刚起步阶段, 并从 20 世纪 90 年代开始显得尤为重视。目前在海面溢油、河流和湖泊的富营养化、地下水系污染等环境修复工程中广泛应用生物修复技术, 而其经济、高效、生态性等优势也使其在环境污染的治理中发挥着更为重要的作用。

2 主要的生物修复技术方法

由于水体污染问题产生的原因不同、区域不同及污染对象不同, 生物修复技术在水污染治理方面的应用也有很大的区别。目前, 在水污染治理中常用的生物修复技术方法主要包括以下几个方面:

(1) 投菌法: 直接向污染环境中接入外源的污染降解菌, 以及提供这些菌生长所需的营养, 从而达到降解污染物、净化环境的目的。

(2) 生物培养法: 为了满足污染环境中已经存在的降解菌的需要而定期地向污染环境中投加过氧化氢和营养, 以便使污染环境中的微生物通过代谢将污染物彻底矿化为二氧化碳和水, 从而消除污染物, 净化环境。

(3) 植物修复法: 在污染环境中栽种对污染物吸收力高、耐受性强的植物, 利用植物的生物吸收及根区修复机理达到从污染环境中去除污染物或将污染物予以固定的目的, 净化环境。

3 生物修复技术在水体污染治理中的应用

我国的江、河、湖、库水体污染主要包括氮磷等营养物和有机物污染两个方面。利用生物方法以及构建人工湿地等对污染水体进行修复较加入化学药剂杀藻等的化学方法及底泥疏浚等的物理方法而言有更大的优势。水体的生物修复技术具有效果

好、工程造价低、低耗能、不会形成二次污染等优点^[9]，因而生物修复技术已成为当前水环境技术的研究开发热点。对污染水体进行生物修复，其原理是利用培育的生物或培养、接种的微生物的生命活动对水中污染物进行转移、转化及降解作用，从而使水体得到恢复。如将生物修复技术与绿化环境及景观改善相结合，不仅能治理污染，还能创造良好的生态环境，实现人与自然协调发展。

利用生物修复技术对污染水体进行修复的主要方法包括河道曝气复氧、生物膜法、生物修复法、土地处理法、水生植物净化法等^[10]。

河道曝气技术。人工曝气复氧是指向处于缺氧状态的河道进行人工充氧而增强河道的自净能力，改善水质，改善河道生态环境的方法。目前我国已开展的一些实验表明：人工曝气复氧是治理河流污染的一种有效的工程措施^[11]。例如张明旭等对苏州河进行的实验室人工曝气复氧研究和动力学分析结果表明：即使严重黑臭的水体，在有氧条件下20h后臭味基本消除，水体颜色明显改观。

生物膜技术。指使微生物群体附着于某些载体的表面上呈膜状，其上的微生物摄取污水中的有机物作为营养物质吸收并同化，从而达到净化污水的目的。生物膜表面积大，可为微生物提供较大的附着表面，有利于加强对污染物的降解作用，从而净化效果更佳。其反应过程是：①基质向生物膜表面扩散；②在生物膜内部扩散；③微生物分泌的酵素与催化剂发生化学反应；④代谢生成物排出生物膜^[9]。据田伟君等的研究表明，目前国外常用于净化河流的生物膜技术主要有砾间接触氧化法、排水沟（渠）的接触氧化法、生物活性炭填充柱净化法、薄层流法和伏流净化法。

生物修复技术。生物修复是指利用生物的生命代谢活动减少存在于环境中有害物质的浓度或使其完全无害化。其机理是利用特定的生物（植物、微生物或原生动物）降解、吸收、转化或转移环境中的污染物，目标是减少或最终消除环境污染，实现环境净化、生态效应恢复。用于污染水体治理的生物修复技术主要有两类^[10]，一类是直接向污染水体投加经过培养筛选的一种或多种微生物菌种；第二类是向污染水体投加微生物促生剂。据曾宇等的研究表明，将光和细菌包埋固定后用于处理府南河水样，可大大去除 COD_{Cr} ，其去除率达90%以上。

土地处理技术。土地处理技术是以土地为处理

设施，利用土壤—植物系统的吸附、过滤及净化作用和自我调控功能，达到某种程度对水进行净化的目的，是一种传统而有效的生物—生态处理技术^[16]。

水生植物净化技术。水生植物净化技术是利用适合相应水体环境的水生植物及其共生的微环境，来去除水体中的污染物质，其充分利用了水生植物的自然净化机能。若人为地创造所需的条件，构建适合水体特征的水生植物群落，能够有效降低悬浮物的浓度并提高水体透明度及溶解氧浓度，为鱼类等其他生物提供良好的生存环境，改善水生生态系统的生物多样性^[17]。

4 结论和展望

大量的实验与例证可证明生物修复的效果明显优于物理、化学方法。利用生物修复技术具有以下特点：

（1）投资成本低，处理效果好。许多例子证明，生物修复这种利用动、植物等的代谢活动所进行的环境污染治理方法不仅投资成本低而且处理效果好，比利用物理、化学方法治理污染具有更高的经济性、成功性和安全性。

（2）无二次污染，环境安全性高。生物修复技术是利用特定的生物（植物、微生物或原生动物）降解、吸收、转化或转移环境中的污染物。利用生物修复技术治理环境不仅不会对环境造成二次污染，还可以将被污染环境已经失衡的生态系统重新调动起来，通过环境因子、生物因子、营养成分等的改变，让生态系统实现自我修复，保障系统安全，提高治污效果。

生物修复技术与传统修复方法相比，虽然有许多优点，但也存在一些不足，如：有毒物质（如重金属）对生物降解有抑制作用；某些污染物不能被生物降解；有些污染物在降解的过程中会转化成有毒的代谢产物等。若能将生物修复技术与其他技术相结合，将生物修复技术渗透到基因工程、酶工程、细胞工程等先进技术领域里，形成联合的修复技术体系，必将为人类有效地解决环境问题做出更加巨大的贡献。

参考文献：

- [1] 杨秀敏，胡桂娟，杨秀红，等. 生物修复技术的应用与发展[J]. 中国矿业，2007，16（12）.
- [2] 朱遐. 生物修复的研究和应用现状及发展前景[J]. 生物技术通报，2006，（5）.
- [3] 由文辉，刘淑媛，钱晓燕. 水生经济植物净化受污染水体研究[J]. 华东师范大学学报，2000，（1）.
- [4] 陈金霞，徐王华，张小莉. 生物修复技术在污染治理中的应

- 用[J]. 环境保护, 2000, (9).
- [5] 顾继东. 国外环境生物技术的发展 and 展望[J]. 生物技术通报, 1999, (6).
- [6] 龙华. 水环境及其保护与生态修复[J]. 湖北农学院学报, 2004, 24 (4).
- [7] 朱宛华. 水环境污染的修复技术[J]. 地学前缘, 2001, 8 (1).
- [8] 夏会龙, 吴良欢, 陶勤南. 凤眼莲植物修复水溶液中甲基对硫磷的效果与机理研究[J]. 环境科学学报, 2002, 22 (3).
- [9] 董哲仁, 刘倩, 曾向辉. 受污染水体的生物-生态修复技术[J]. 水利水电技术, 2002, 33 (2).
- [10] 张捷鑫, 吴纯德, 陈维平, 等. 污染河道治理技术研究进展[J]. 生态科学, 2005, 24 (2).
- [11] 周杰, 章永泰, 杨贤智. 人工曝气复氧治理黑臭河流[J]. 中国给水排水, 2001, 17 (4).
- [12] 陈伟, 叶舜涛, 张明旭. 苏州河河道曝气复氧探讨[J]. 中国给水排水, 2001, 27 (4).
- [13] 田伟君, 翟金波. 生物膜技术在污染河道治理中的应用[J]. 环境保护, 2003, (8).
- [14] 孟睿, 何连生, 胡翔, 等. 生态修复技术处理水产养殖废水[J]. 中国水产, 2008, (10).
- [15] 曾宇, 秦松. 光合细菌法在水处理中的应用[J]. 城市环境与城市生态, 2000, 13 (6).
- [16] 邢广彦, 万晓丹. 水体富营养化及其生物-生态修复技术[J]. 黄河水利职业技术学院学报, 2007, 19 (1).
- [17] 李大成, 吕锡武, 纪荣平. 受污染湖泊的生态修复[J]. 电力环境保护, 2006, 22 (1).
- [18] 杨秀敏, 胡桂娟, 杨秀红, 等. 生物修复技术的应用及发展[J]. 中国矿业, 2007, 16 (12).

Application of Biological Remediation Techniques on Polluted Water Treatment

ZENG Zhao-zhao¹, ZHOU Xiang²

(1. Yunnan Institute of Environmental Science, Kunming Yunnan 650034 China)

Abstract: The overview and application of biological remediation technique on polluted water treatment are summarized from the aspect of water pollution treatment. The characteristics of the technique are drawn a conclusion as well as its trend in the future.

Key words: water pollution; biological remediation technique; summary