

生物强化技术在水污染治理中的应用实践分析

高燕, 金朝阳, 刘瑾, 颜子钦

武汉市生态环境保护局江岸区生态环境监测站, 湖北 武汉 430000

摘要: 随着水污染问题的日益严重, 生物强化技术作为一种高效、环保的水污染治理方法, 受到了广泛关注。本文详细阐述了生物强化技术的概念、原理及分类, 深入分析了其在水污染治理中的应用实践。同时, 探讨了生物强化技术在应用中面临的挑战, 并对其未来发展趋势进行了展望, 旨在为水污染治理提供新的思路和方法。

关键词: 生物强化技术; 水污染治理; 应用实践

Analysis of the Application Practice of Bioaugmentation Technology in Water Pollution Control

Gao Yan, Jin Zhaoyang, Liu Jin, Yan Ziqin

Jiang'an District Ecological Environment Monitoring Station, Wuhan Ecological Environment Protection Bureau, Wuhan, Hubei 430000

Abstract: With the increasingly serious problem of water pollution, bioaugmentation technology, as an efficient and environmentally friendly method of water pollution control, has received widespread attention. This article elaborates on the concept, principles, and classification of bioaugmentation technology and provides an in-depth analysis of its application practices in water pollution control. Simultaneously, it explores the challenges faced by bioaugmentation technology in its application and provides an outlook on its future development trends, aiming to offer new ideas and methods for water pollution control.

Keywords: bioaugmentation technology; water pollution control; application practice

绪论

随着工业化、城市化进程的加速以及农业生产中化肥农药的大量使用, 水污染问题日益严重。传统的水污染治理方法如物理法和化学法虽然在一定程度上能够去除水中的污染物, 但存在成本高、易产生二次污染等问题^[1]。生物强化技术作为一种新兴的水污染治理方法, 利用特定的微生物或酶来增强水体中原有微生物的代谢能力, 从而提高对污染物的去除效率, 具有高效、环保、成本低等优点, 在水污染治理中具有广阔的应用前景。

一、生物强化技术的概念、原理及分类

1. 概念

生物强化技术是指通过向受污染的环境中引入具有特定功能的微生物、酶或基因工程菌等生物制剂, 以增强原有微生物群落的代谢能力, 提高对污染物的去除效率的一种技术。

2. 原理

生物强化技术的原理主要包括以下几个方面: 增加微生物的数量和种类: 通过引入特定的微生物, 可以增加水体中微生物的数量和种类, 提高微生物群落的多样性, 从而增强对不同污染物的降解能力。提高微生物的代谢活性: 某些微生物具有高效的代谢酶系统, 能够快速降解特定的污染物。引入这些微生物可以提

高水体中原有微生物的代谢活性, 加速污染物的降解。促进共代谢作用: 一些难降解的污染物需要在特定的微生物群落中通过共代谢作用才能被降解。生物强化技术可以引入能够促进共代谢作用的微生物, 提高对难降解污染物的去除效率。

3. 分类

投加高效微生物是生物强化技术中最常用的方法之一, 具有高效的代谢能力, 能够快速降解特定的污染物。酶制剂是一种具有高效催化作用的生物催化剂。投加酶制剂可以提高水体中原有微生物对污染物的降解速度, 特别是对于一些难降解的污染物, 酶制剂的作用更为显著。基因工程菌是通过基因工程技术将特定的基因导入到微生物中, 使其具有特定的功能。基因工程菌具有高效、专一的降解能力, 但由于其安全性问题, 目前在实际应用

作者简介: 高燕 (1974.5-), 女, 汉族, 湖北武汉, 硕士研究生, 正高, 主要研究方向: 生态环境保护。

中还存在一定的限制。

二、生物强化技术在实际应用中面临的挑战

1. 微生物的适应性问题

引入的微生物在新的环境中可能面临适应性问题，如生存能力差、代谢活性低等。这可能导致生物强化技术的效果不理想。因此，在应用生物强化技术时，需要选择适应能力强的微生物，并采取适当的措施提高微生物的适应性^[2]。

2. 微生物的安全性问题

基因工程菌等新型生物制剂的安全性问题一直备受关注。虽然基因工程菌具有高效的降解能力，但由于其可能对环境和人类健康造成潜在风险，目前在实际应用中还存在一定的限制。因此，在应用生物强化技术时，需要加强对微生物的安全性评估，确保其不会对环境和人类健康造成危害。

3. 技术成本问题

生物强化技术的成本主要包括微生物菌剂的购买费用、投加费用、运行维护费用等。与传统的水污染治理方法相比，生物强化技术的成本可能较高，这可能限制其在一些地区的应用。因此，在应用生物强化技术时，需要降低技术成本，提高其经济可行性。

4. 技术稳定性问题

生物强化技术的效果受到多种因素的影响，如微生物的种类和数量、环境条件、水质特征等。因此，在应用生物强化技术时，需要加强技术稳定性研究，提高其处理效果的稳定性和可靠性^[3]。

三、处理生物强化技术应用挑战的具体措施

1. 适应性问题处理对策

在选择用于生物强化的微生物时，应进行广泛的筛选工作。可以从受污染水体的本土微生物中筛选出具有较强适应能力和降解能力的菌株。这些本土微生物经过长期的自然选择，对当地的环境条件具有一定的适应性。同时，也可以从其他类似环境中筛选出具有特定功能的微生物，通过基因工程等手段进行改良，提高其适应能力。为了提高引入微生物的适应性，可以对受污染水体的环境条件进行优化。例如，通过调节pH值、温度、盐度等因素，使其更接近微生物的适宜生长条件。同时，可以添加适量的营养物质，如碳源、氮源、磷源等，为微生物的生长提供充足的营养。在引入微生物之前，可以先将其在模拟受污染水体环境的条件下进行逐步驯化。通过逐渐增加环境中的污染物浓度或其他不利因素，使微生物逐渐适应新的环境。这样可以提高微生物在实际应用中的生存能力和代谢活性^[4]。

2. 微生物的安全性问题处理对策

在应用生物强化技术之前，应进行严格的安全性评估。包括对引入的微生物进行全面的生物学特性分析，评估其对环境和人类健康的潜在风险。同时，应建立完善的监测体系，对应用生物

强化技术后的水体进行长期监测，及时发现和处理可能出现的安全问题。为了防止基因工程菌等新型生物制剂的扩散，可以采取一系列措施。例如，在应用过程中可以采用封闭的反应器或固定化技术，将微生物限制在特定的区域内。同时，可以加强对污水处理设施的管理，防止微生物通过污水排放等途径进入自然环境。应加大对安全可靠生物制剂的研发力度。例如，开发具有特定功能但不会对环境和人类健康造成危害的天然微生物制剂。同时，可以通过基因编辑等技术，对微生物进行精确改造，去除可能存在的安全隐患。

3. 技术成本问题处理对策

为了降低微生物菌剂的成本，可以从以下几个方面入手。一是加大对微生物菌剂研发的投入，提高生产效率，降低生产成本。二是开发低成本的微生物菌剂生产技术，如利用废弃物作为原料进行发酵生产等。三是建立微生物菌剂的规模化生产体系，通过批量生产降低成本。在投加微生物菌剂时，可以采用优化的投加方式，降低投加费用。例如，可以根据受污染水体的特点和治理目标，确定最佳的投加剂量和投加时间。同时，可以采用定点投加、缓释投加等方式，提高微生物菌剂的利用效率，减少浪费。为了降低生物强化技术的运行维护成本，可以加强对设备的管理和维护，延长设备的使用寿命。同时，可以采用智能化的监测和控制系统，提高运行效率，降低人力成本。此外，可以与其他水污染治理技术相结合，实现协同治理，降低总体成本^[5]。

4. 技术稳定性问题处理对策

为了提高生物强化技术的稳定性，可以优化微生物群落结构。通过引入多种具有不同功能的微生物，形成稳定的微生物群落，提高对不同污染物的降解能力和适应能力。同时，可以通过调节微生物群落的比例和相互作用关系，提高群落的稳定性和抗干扰能力。为了保证生物强化技术的稳定运行，需要建立稳定的运行条件。例如，控制温度、pH值、溶解氧等环境因素在适宜的范围内，确保微生物的生长和代谢正常进行。同时，应定期监测水质变化，及时调整运行参数，保证处理效果的稳定性。为了提高生物强化技术的稳定性，需要加强技术创新。例如，开发新型的固定化技术，将微生物固定在载体上，提高微生物的稳定性和抗干扰能力。同时，可以利用生物技术手段，对微生物进行改造，提高其对环境因素的适应能力和降解能力。

四、生物强化技术在水污染治理中的应用实践

1. 生活污水治理中的应用

生活污水中含有大量的有机物，如蛋白质、碳水化合物、脂肪等。生物强化技术可以通过投加高效微生物或酶制剂，提高对有机物的去除效率。生活污水中的氮和磷是导致水体富营养化的主要因素之一。生物强化技术可以通过投加具有脱氮除磷功能的微生物，如硝化细菌、反硝化细菌、聚磷菌等，提高对氮和磷的去除效率。这些微生物可以将氮和磷转化为氮气和磷酸盐等无害物质，从而减少水体富营养化的风险。

生物强化技术可以通过投加具有杀菌功能的微生物，如噬

菌体、芽孢杆菌等，去除污水中的病原菌，提高污水的卫生安全性。

2. 工业废水治理中的应用

印染废水含有大量的染料、助剂等有机物，以及重金属离子等污染物，具有色度高、毒性大、难降解等特点。生物强化技术可以通过投加高效微生物或酶制剂，提高对印染废水的处理效果。例如，一些白腐真菌、假单胞菌等微生物具有高效的降解染料的能力，可以将染料分解为无害物质。

制药废水含有大量的有机物、抗生素、重金属离子等污染物，具有成分复杂、毒性大、难降解等特点。生物强化技术可以通过投加具有降解抗生素功能的微生物，如假单胞菌、芽孢杆菌等，提高对制药废水的处理效果。同时，还可以通过投加具有吸附重金属离子功能的微生物，如酵母、霉菌等，去除废水中的重金属离子^[6]。

化工废水含有大量的有机物、重金属离子、有毒有害物质等污染物，具有成分复杂、毒性大、难降解等特点。生物强化技术可以通过投加具有降解特定有机物功能的微生物，如假单胞菌、芽孢杆菌等，提高对化工废水的处理效果。同时，还可以通过投加具有吸附重金属离子功能的微生物，如酵母、霉菌等，去除废水中的重金属离子。

3. 受污染河流湖泊治理中的应用

受污染的河流湖泊中，水体生态系统遭到破坏，生物多样性减少。生物强化技术可以通过投加具有修复水体生态系统功能的微生物，如光合细菌、硝化细菌、反硝化细菌等，提高水体的自净能力，修复水体生态系统^[7]。

受污染的河流湖泊中，藻类大量繁殖，导致水体富营养化。生物强化技术可以通过投加具有抑制藻类生长功能的微生物，如芽孢杆菌、假单胞菌等，去除藻类，减少水体富营养化的风险。

受污染的河流湖泊中，底泥中含有大量的污染物，如有机物、重金属离子等。生物强化技术可以通过投加具有降解底泥污染物功能的微生物，如芽孢杆菌、假单胞菌等，提高底泥的自净

能力，去除底泥中的污染物^[8]。

4. 生物强化技术的未来发展趋势

随着生物技术的不断发展，新型生物制剂的研发将成为生物强化技术的一个重要发展方向。例如，利用基因工程技术改造微生物，使其具有更高的降解能力和适应性；开发新型酶制剂，提高对难降解污染物的降解速度；研究生物膜技术，提高微生物的固定化效率等。生物强化技术可以与其他水污染治理技术联合应用，提高处理效果。例如，生物强化技术与物理法、化学法联合应用，可以实现对不同污染物的协同去除；生物强化技术与生态修复技术联合应用，可以实现对受污染水体的生态修复。随着信息技术的不断发展，生物强化技术的智能化应用将成为未来的一个发展趋势^[9]。例如，利用传感器技术实时监测水体中的污染物浓度和微生物群落结构，根据监测结果自动调整生物强化技术的参数；利用人工智能技术优化生物强化技术的运行管理，提高处理效果和运行效率。随着人们对环境安全问题的关注度不断提高，生物强化技术的环境安全性评估将成为未来的一个重要研究方向。需要建立完善的环境安全性评估体系，对生物强化技术的安全性进行全面评估，确保其不会对环境 and 人类健康造成危害^[10]。

五、结束语

生物强化技术作为一种高效、环保的水污染治理方法，在生活污水、工业废水及受污染河流湖泊治理中具有广阔的应用前景。通过投加高效微生物、酶制剂或基因工程菌等生物制剂，可以增强水体中原有微生物的代谢能力，提高对污染物的去除效率。然而，生物强化技术在应用中也面临着微生物的适应性、安全性、成本和技术稳定性等问题。必须要加强新型生物制剂的研发、多技术联合应用、智能化应用和环境安全性评估等方面的研究，不断完善生物强化技术，为水污染治理提供更加有效的技术支持。

参考文献

- [1] 桑海涛. 生物强化技术在水污染治理中的应用分析 [J]. 绿色视野, 2023, (10): 42-45.
- [2] 韩晶晶. 生物强化技术用于水污染治理的实践研究 [J]. 科技资讯, 2023, 21(12): 153-156.
- [3] 陈梅. 生物强化技术在水污染治理中的应用研究 [J]. 山西化工, 2023, 43(05): 126-128.
- [4] 朱文博. 生物强化技术在水污染治理中的运用分析 [J]. 皮革制作与环保科技, 2021, 2(07): 101-103.
- [5] 廖芸. 生物强化技术及其在水污染治理中的运用分析 [J]. 低碳世界, 2020, 10(02): 18-19.
- [6] 袁信, 连晓雯, 邓莎. 生物强化技术及其在水污染治理中的应用分析 [J]. 环境与发展, 2019, 31(02): 79+81.
- [7] 朱晓明. 生物强化技术及其在水污染治理中的应用 [J]. 环境与发展, 2020, 32 (04): 119+121.
- [8] 陈燕华. 水污染治理中生物强化技术的应用研究 [J]. 中国资源综合利用, 2020, 38(01): 194-196.
- [9] 陈小妹. 水污染治理中生物强化技术的应用研究 [J]. 环境与发展, 2019, 31 (08): 95-96.
- [10] 李坤. 生物强化技术的特性及水污染治理工艺研究 [J]. 山西农经, 2019, (13): 91-92.