

# 水处理中微生物处理技术的应用

张晓明

(赛恩斯环保股份有限公司, 湖南 长沙 410000)

**摘要:** 目前, 由于环境污染的加剧, 基因工程和生物技术也在突飞猛进地发展, 在水处理的过程中使用高效、低能、已普及的工艺已经成为社会各界关注的焦点。微生物技术可以解决上述问题, 同时, 有着成本低、高效、无二次污染等优越性, 在未来发展中展现出广阔的应用前景。在本文中, 基于水污染治理现状及微生物处理相关内容, 对水处理中微生物处理技术的应用进行了研究与探讨, 供参考。

**关键词:** 水处理; 微生物技术; 二次污染; 分解技术

**中图分类号:** X741

**DOI:** 10.12230/j.issn.2095-6657.2022.18.043

**文献标识码:** A

我国经济发展水平的不断提升, 在极大地促进城市化发展进程的同时, 也使得水环境污染问题日益严峻。每天有大量废水与污水产生, 比如: 居民生产生活中产生了大量工业废水、生活污水以及畜禽养殖业产生了大量的养殖污水等。根据 2012 年国家数据统计, 国内大约每年排放废水为 710 亿吨, 年增长 20 亿吨, 每天排放约 1.945 亿吨。假如这些污水没有得到有效处理的话, 将会致使水体产生污染, 对整个生态环境产生不利影响, 并且还会威胁人体安全。

传统的生物技术很难有效去除重金属离子和难降解的有机物, 使用物化方法由于污泥中絮体细小, 沉降性差且机械脱水难度高, 容易产生二次污染, 提高了水处理的成本。而微生物处理技术则不存在二次污染问题, 对处理高浓度有机物、含氮量高废水具有较高的优势, 并且能够提高生物脱氮的效率, 在水处理中取得了良好成效。

## 1 水污染治理现状

全球经济的迅猛发展以及人口的快速增加, 对各种类型的资源消耗量非常大。由于发展模式不够先进、科学技术落后, 产生了一系列环境问题, 比如土壤污染、水质恶化、生态系统受到破坏等。这些环境问题也受到了全世界的广泛关注。现如今, 全国范围内的合作不断加强, 在就如何采取有效措施处理这些问题方面, 加大了环境领域有关技术的探索与应用力度, 而且已经取得了较为明显的效果。与环境保护相关的科学技术原理与方法主要是来源于物理、化学与生物等学科。目前, 在环境保护之中, 生物技术得到了广泛关注, 尤其是在微生物有关的技术手段方面, 人们的研究与应用力度逐渐上升。

## 2 微生物的主要特征及其在水处理中的作用

### 2.1 微生物的特征

微生物由于个体小、适应力强、种类多、生长速度快等特征, 所以在污水处理中能够进行有效应用。第一, 对环境友好。在自然环境之中, 微生物是普遍存在的, 其在整个生物地球化学循环之中占据了十分重要的地位。微生物能够直接或间接地

将土壤及水体中存在的有机污染物、固体废弃物、生活垃圾等分解成无机物, 进而实现重复利用。第二, 较强的适应力。微生物能够快速适应一些极端环境, 因此具有较强的抗逆性, 在水污染处理方面能够采用多样化形式。第三, 种类较多。微生物有着十分丰富的种类, 代谢方式多种多样, 结合水体污染物的种类能够科学匹配适宜的微生物种类进行水污染处理。第四, 生长速度快。微生物有着较强的繁殖能力, 生长速度也是比较快的, 而且表面积大, 在水处理中有着较高的效率<sup>[1]</sup>。

### 2.2 微生物技术在水污染处理中的作用

#### (1) 降解作用

微生物在日常生理代谢期间会把有机物降解成无机物, 通过对微生物的这个特点进行充分利用, 能够对污水进行有效处理。同时, 通过微生物降解之后的无机物能够作为一种资源进入其他领域, 达到物质的循环利用与动态平衡。而在此期间, 应注意, 微生物技术的有效应用离不开细菌与真菌等的切实参与, 所以, 为了确保水处理效果, 需要选择好微生物的类型<sup>[2]</sup>。

#### (2) 脱氮作用

生物脱氮主要有三个步骤, 即氨化—硝化—反硝化。氨化反应通常速度是非常快的, 在一般废水处理设施中往往就可以完成, 所以, 硝化与反硝化两个步骤在整个生物脱氮之中是非常关键的。

在微生物的作用之下, 有机氮与  $\text{NH}_3\text{-N}$  转化为  $\text{N}_2$  和  $\text{N}_2\text{O}$  气体的过程就是我们所谓的生物脱氮。在废水之中, 一般存在着有机氮、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_x\text{-N}$  等形式的氮, 其中最主要的形式则为有机氮与  $\text{NH}_3\text{-N}$ 。在生物处理期间, 在异养微生物的作用之下, 有机氮会产生氧化分解的现象, 也就是经过氨化作用, 其会转变成  $\text{NH}_3\text{-N}$ 。之后在硝化过程中, 会产生  $\text{NO}_x\text{-N}$ , 最终在反硝化作用之下,  $\text{NO}_x\text{-N}$  会转变为氮气, 进入大气之中。

#### (3) 除磷作用

1) 好氧净化。很多好氧微生物通常会在有氧气的情况下产生分解代谢、合成代谢以及物质矿物化。在将有机物氧化分解成二氧化碳与水等期间, 要将 C 源、N 源、P 源、S 和能量进行获取。在水处理中, 利用微生物好氧净化方法, 实际

上就是对上述原理进行应用,在一定的构筑物内培养微生物,并给予充足的氧气,从而对污水进行有效处理。2)厌氧净化。在相对较为严格的厌氧环境之中,有机物在微生物的作用下产生发酵或者是硝化期间,很多有机物会分解成 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 与 $\text{H}_2\text{S}$ 等气体。在污水处理之中应用厌氧净化措施实际上就是污水经过厌氧之后会产生发酵从而得到净化,同时还能够对 $\text{CH}_4$ 等气体进行获取。在厌氧条件之下,一些不溶于水并且很难分解的大分子有机污染物,在微生物的胞外酶作用下能够降解为可溶性物质,之后由产甲烷厌氧细菌和产氢细菌降解成低分子有酸类和醇类,并释放二氧化碳和氧气。有机酸类与类经产甲烷菌会被分解产生二氧化碳、氧气与甲烷。同时,甲烷菌能够对氧气进行充分利用,促使甲烷气体得以生成。一般来说,微生物处理方式具有来源广、培养繁殖快、能够快速适应不同环境、变异难度低等特点,再加上微生物的生存条件往往比较温和,在新陈代谢过程中无须提供高温与高压等条件,也不需要额外添加其他催化剂。在对一些处理量大、范围广的废水处理中,应用微生物处理技术,比其他方式要节省很多人力、物力。3)吸附作用。微生物能够通过细胞体与分泌物把污水中存在的污染物粘结在一起,促使其表面有大量多糖的絮凝体覆盖,以达到吸附的作用。举例来说,乳酸菌的分泌物就能够达到絮凝与沉降的目的。

### 3 水处理中微生物处理技术的应用

微生物因其自身特点,能够有效降解污水中存在的有机物,去除水体中存在的氮磷元素,并且还能够将重金属进行分离。在水处理之中,微生物技术有着很多应用类型。经过大量的研究表明:微生物吸附技术能够有效处理污水中存在的重金属;絮凝技术能够在农业污水的处理、废水脱色等方面广泛应用;固定化微生物技术则可以对富含有机杂质的水体进行有效处理;电极生物膜法在污水脱氮处理中是比较适用的。

#### 3.1 微生物分解技术

所谓微生物分解技术,实际上是对微生物的生长特性进行充分利用的一项技术。对微生物的生长而言,污水中含有的一些有机物能够作为其重要的营养物质,并通过其自身的生理代谢与繁殖起到去除污染物的效果。微生物往往有着较快的增长速度而且一般代谢是比较旺盛的,所以,该项技术在对有机物浓度比较高的污水进行处理的时候有着良好的效果。通过氨化、硝化、反硝化、氧化等方式,微生物可以将有机物分解成二氧化碳、硝酸盐类、氮气等,同时还能够对养殖塘底部腐败的沉积物质起到净化作用。对微生物分解技术进行充分利用,能够实现养殖塘的原位脱氮处理,对硝化细菌进行充分利用可以将养殖水体中存在的硝态氮得以消除;对固定化反硝化细菌进行合理利用,能够将养殖水体中存在的硝态氮得以根本上的消除;通过对光合细菌进行利用,能够将养殖底泥之中存在的有机质与硫化物得以去除。

#### 3.2 吸附技术

微生物本身及其分泌物与水中悬浮颗粒凝聚在一起,形成

活性污泥絮凝体,表面被以多糖类(一般认为是多 $\beta$ 羟丁酸)为主体的具有粘着性的粘质层所覆盖,表面张力较低,有很强的吸附能力。絮凝体的吸附主要有物理吸附和伴有生化反应的生物吸附。生物吸附剂即以生物体为吸附剂,是生物吸附技术的核心部分。

此技术在水处理应用成本较低,所以在处理有金属污染的水体之中得到了广泛应用。然而,在实际应用期间,微生物吸附技术可能会受到多方面因素的影响。第一,温度。温度的变化会在一定程度上致使污水中存在的金属物质的内部结构产生变化,这会对微生物吸附的效果产生影响。第二,pH值。该因素与温度的影响原理基本一致,pH值的改变会引起污水中所含物质成分的变化,从而影响微生物处理的真正效果。第三,吸附时间。在污水吸附期间,时间通常需3个小时。一般而言,对吸附的时间进行适当延长,能够一定程度上提升吸附的效果,但时间务必要合理掌控。如果时间过长的话,将会影响微生物处理技术功效的充分发挥。在污水中,往往有着非常复杂的成分,所以对污水进行处理需要对有害物质进行充分吸附与过滤,从而确保水处理的效果<sup>[4]</sup>。

#### 3.3 絮凝技术

微生物絮凝技术,主要是对微生物絮凝剂所具有的絮凝作用进行充分利用来处理污水。该种絮凝剂的组成主要包括微生物细胞或者是一种微生物生长过程中的代谢产物,是一种具有可降解性的高分子有机物。通过对该技术进行科学合理的应用,现在,微生物絮凝剂在用于处理高浊度有机废水及染料废水的脱色、处理高浓度无机悬浮废水及恢复活性污泥沉降能力都取得了良好效果。有研究表明,微生物絮凝剂的投加量为 $200\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,就能达到一般无机盐絮凝剂浓度超过 $3000\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时的絮凝效果。陶瓷厂废水添加NOC-1后5分钟,釉药废水OD660从17.2下降至0.35,浊度去除率97.9%,胚体废水OD660从1.4下降至0.043,浊度去除率96.6%。NOC-1对畜产废水中的TOC去除率达63.7%,可将甘草制药废水生化处理过程中的SVI由290很快降至50,恢复沉降能力。

#### 3.4 固定化微生物技术

所谓固定化微生物技术主要是在限定的载体之中,有效固定好污水中活性比较高的游离态微生物,切实提升污水局部范围内微生物的浓度及其活性,并对其进行充分利用,切实有效地吸附污水局部范围中存在的有机污染物,从而达到污水净化的效果。如今,在实际污水处理过程之中,固定化微生物处理技术比较常见的方式有固定化细菌技术与固定化酶技术,其中固定的方式包括自固定式、交联式、包埋式等。

该项技术由于处理设备小、投入成本较低、效率高、污泥量少、后续分离较为简单等特点,因而在当前水处理中应用比较多。同时,固定化微生物处理技术还有指定性与可设计性等优点,对该技术进行实际应用期间,能够与污水中存在的污染物分布特点相结合来对固定化微生物处理区域进行合理设计。除此之外,微生物在相对较长的时间内能够使其较高的活性得以维持,在对固定化微生物处理技术进行应用期间,能重复多

次利用,所以,应用成本相对来说是比较低的,而且不会有二次污染产生。

举例来说,在氨氮废水处理问题上,在芦苇制作的生物炭载体上,将硝化污泥进行固定,形成固定化颗粒,对生物炭添加的固定化微生物体在氨氮降解方面能够达到72小时降解96.3%的良好效果,而且破损率下降,会一定程度上提高酸碱稳定性及其传质性。由此说明,对生物炭进行添加,在对固定体稳定性进行提升的过程中,也会促使微生物基于氨氮的降解能力得以极大提升。

处理有机废水问题上,由于其有机物具有一定的毒性与致癌性,能够极大地威胁到人体健康。一些化工企业在某些情况下也会有浓度比较高的有机物废水产生,所以,在对这些废水进行排放前应严控并科学处理。对玉米秸秆生物炭固定环芳烃降解菌进行利用来对固定化小球进行制作,在5天时间内,对生物炭载体的固定化小球对苜的去除率达到98.2%,极大地提高了游离菌对苜去除。在花生壳生物炭上固定苯酚降解菌,将其投放至模拟废水系统之中,不但能够将微生物降解的效果得以切实提高,而且还能够促使高浓度苯酚基于微生物的抑制作用得以很大程度降低,16小时之内,苯酚会全部被降解。在椰壳生物炭上固定烷基酚降解菌来对含双酚废水进行处理,其处理效果要优于生物炭与微生物单独作用的效果。

从总体上来说,固定化微生物处理技术在污水处理之中有着比较广的适用面,然而,在对复杂的污水进行处理期间,应合理选择微生物与载体适用性,保证污水处理效果。

### 3.5 生物强化处理技术

与其他现代生物技术存在的差异是,生物强化处理技术主要是在传统的生物处理系统中将一些有着特定功能的微生物进行引入,促使微生物的浓度得以切实提升,从而使其对有机物的降解能力得以强化,并促使原有生物处理体系对一些难降解有机物的去除功能得到切实改善。通常来说,生物强化处理技术有以下三种:第一,生物膜法。多种微生物高密度地聚集在一起形成生物膜,其中主要包括厌氧细菌、好氧细菌、真菌、兼性细菌、原生动动物等,主要在废水中此类有机污染物的去除中应用较多。第二,膜生物反应器法。其主要是一种污水生化处理系统,具体是将生物处理与膜分离技术二者有机融合,通过膜技术促使生化反应得以强化。生化后的水可以用微滤或者是超滤膜来过滤,使其能够对传统的二沉池出水进行替代。在生物处理池之中,将一些颗粒较大的物质以及活性污泥等截留在其中,确保处理之后的水上不会有悬浮物与细菌存在。第三,曝气生物滤池。该技术主要是在滤池之中对粒状滤料进行装载。一般来说,滤料的粒径是比较小的,其会有一层浓度较高的生物膜附着在其表面。该生物膜往往氧化能力是比较强的,能够对水中存在的有机污染物进行讲解。曝气生物滤池,是指污水在流经滤池的时候,在曝气的作用之下,能够氧化降解生物起到净化污水的目的。

### 3.6 电极生物膜技术

微生物吸附技术主要是利用微生物的化学结构将分泌物掺入污水的悬浮固体中,从而充分发挥其吸附作用,达到固液分

离的目的。所以,污水中的杂质会由于微生物的吸附作用而接触到电流,一段时间之后会由其他物质分解生成。与相关统计结果相结合,电极生物膜技术能够有效去除污水中存在的有害与有毒物质,并且,对该项技术进行应用,成本相对来说是比较低,实际操作过程比较简单,所以得到了较广泛的应用。电极生物膜技术同样也有着一定的不足之处。该项技术从某种程度上来说对设备和专业程度的要求相对较高,而且电流的强弱也会对微生物污水处理的效果产生一定影响。因此,在具体应用期间,相关专业技术工作人员应对其不断探索与优化。

## 4 微生物处理技术的应用效果

在水处理中,微生物处理技术有着良好的处理效果,并且逐渐发展成为未来污水处理的重要措施,展现出广阔的应用前景。具体能够在以下几点表现出来:1)能够实现水资源的节约,对于能量消耗的切实降低有着重要作用。2)对细菌原液进行应用来处理污水期间,净化槽内处理的污水能够极大降低曝气的时间,对污水处理效果的改善有着十分显著的作用。3)对污染物治理有着良好的效果,对于有机氮、浑浊度、金属离子、COD、BOD、SS等均能够降到国家污水处理的标准值,在水质改善方面效果显著。4)相对来说,微生物处理技术的应用成本是比较低的,发生二次污染的概率较低,一些微生物转化机能的方式也是比较单一的。5)有很多代谢的类型。代谢物质能够转化为环境中含有的原有天然物质,微生物通常具有较强的生存与繁殖能力,能够有新的化合物生成,然后通过自身与诱导因素逐渐会有新的酶系产生,并且具有新的代谢功能,由此对新产生的化合物进行转化<sup>[4]</sup>。

## 5 结语

总而言之,微生物处理技术在污水处理方面有着良好的效果。微生物处理技术不但不会有二次污染产生,还能够促使水源实现循环利用。因此,对于微生物处理技术来说,应全面落实与发展,更好地应用于污水处理之中。微生物处理技术当然也有着一定的不足,所以,有关技术人员应不断对其进行优化与改善,从而使微生物处理技术得以更好发展。

### 参考文献:

- [1]王峰.环境污水处理中微生物的应用[J].化工管理,2018,17(20):208-209.
- [2]马骏.关于微生物污水处理技术的应用分析[J].中国资源综合利用,2018,36(11):45-47.
- [3]周鸣.环境污水处理中微生物的应用探究[J].中小企业管理与科技(中旬刊),2019(11):181-182.
- [4]王楠.环境污水处理中微生物的应用[J].农业与技术,2018,38(06):250-251.

作者简介:张晓明(1985-),女,湖南湘潭人,工程师,硕士研究生,主要从事工业废水处理、固废污染防治研究。