

# Discussion on the Application of Bioremediation Technology in Oil Pollution Control

Chao Liu

State Oil and Gas Pipeline Group North China, Tianjin, 300384, China

## Abstract

By analyzing the soil properties of wetland and the present situation of wetland oil pollution, this paper analyzes the main techniques and principles of microbial remediation of wetland oil pollution, that is, microbial remediation technology, phytoremediation technology, combined bioremediation technology, and prospects for improving the effect of bioremediation technology in the future.

## Keywords

oil pollution; wetland environmental analysis; bioremediation technology

# 关于生物修复技术在治理石油污染应用的探讨

刘超

国家石油天然气管网集团华北公司, 中国·天津 300384

## 摘要

通过分析湿地的土壤性质和湿地石油污染现状, 论文分析了微生物修复湿地石油污染的主要技术及原理, 即微生物修复技术、植物修复技术、生物联合修复技术, 并对未来提高生物修复技术效果进行了展望。

## 关键词

石油污染; 湿地环境分析; 生物修复技术

## 1 引言

在中国经济快速发展的背景下, 能源的需求量越来越大。据世界能源机构(IEA)的数据显示, 2020年中国的石油消费量达到4.5亿吨。与此同时, 中国的油田也在逐步开发更多的石油, 炼化企业、管道运输企业及销售终端在产销环节中, 均有石油污染的风险。这些石油不仅会污染土壤, 同时还会污染到地下水、河流、湖泊和海洋等, 对环境造成巨大的影响。其中, 湿地土壤是人类和其他生物活动的重要介质, 同时也是各种污染物重要的源和汇。石油类污染物会改变湿地土壤的物理化学性质, 对土壤结构和功能产生影响, 尤其是其中的多环芳烃类物质, 会影响其肝、肾等器官的正常功能, 甚至导致癌变。基于此, 对于湿地土壤中石油类污染物的降解, 减轻石油污染土壤问题迫在眉睫, 成为中国和国际环境保护工作的热点和难点。

**【作者简介】**刘超(1984-), 男, 中国吉林松原人, 本科学历, 工程师, 从事环保管理方面研究。

## 2 湿地石油污染现状及其危害

湿地对大气有很大的影响, 湿地物种多样, 物产较一般生态系统更丰富。湿地区别于其他生态系统, 有着独特的特征, 其土壤盐碱化十分严重, 但土壤营养水平较高, 浅层土壤中的有机物含量在50g/kg以上。随着土壤深度的增加, 土壤的有机物含量也逐渐减少。浅层土壤的pH值平均为中性, 土壤表面黏粒含量较高, 通透性较弱, 但保水性较强。随着深度的增加, 土壤的黏粒含量在减少。石油会堵塞土壤的空隙, 导致土壤通透性和含水量降低。细菌降解石油会产生有毒金属元素, 破坏其本身的平衡, 随着食物链危害到动物和人类的生命健康。微生物种类也有很大变化, 正常土壤中, 石油降解菌类的微生物所占比例微乎其微, 但在石油污染的土壤中达到近乎100%, 这造成了植物根系易因长期处于水分含量较高的情况而死亡或腐烂, 一旦石油附着植物根系, 就会造成植物因缺水缺氧吸收不到营养而死亡。

随着中国对环境的重视及“土十条”的发布, 中国对土

壤污染的治理问题非常重视,同时不断落实土壤污染治理相关工作。对于国际土壤污染的治理方法主要有三种:物理方法、化学方法和生物方法(生物修复)。物理方法和化学方法这两种方法都能产生一些实际效果,但也存在着许多明显的缺陷,如负处理、高成本和严重的二次污染。现在一般仅作为生物修复方法的辅助手段。土壤生物修复技术的原理是利用某些特有的生物将土壤中的油类产品分解或转化为对环境无污染的简单化合物(一般为水和二氧化碳)的过程。生物修复技术具有处理效果好、费用低、环境友好、无二次污染及应用范围广等优点,是迄今为止治理石油污染的主流方法。

### 3 石油污染湿地土壤的生物修复

生物修复技术的主要原理是利用生物的新陈代谢活动将石油等有害物质转化为二氧化碳、有机物和水,对土壤没有破坏力,不会造成二次污染。生物修复技术可分为微生物修复、植物修复及二者相结合。通过生物对有机污染物及氮、磷营养物质的同化作用将低浓度污染物进行富集转化,达到治理污染的目的。常见技术包括固定化细菌技术、河道内曝气结合高效微生物处理修复技术、生态浮床技术、卵石床生物膜技术、稳定塘技术、生物过滤技术、土地处理技术、人工湿地技术等。

#### 3.1 微生物修复技术

微生物技术是应用范围最广、绿色环保高效、可彻底修复石油污染的技术。随着研究的不断深入,已由最初的细菌修复拓展到真菌修复,适用于石油质量浓度在 3000 ~ 7000mg/kg 的污染土壤的修复。

##### 3.1.1 微生物治理石油污染

石油污染治理一般采用提取土著微生物,以降解能力、耐盐碱为标准,挑选出高效耐盐碱的石油降解菌,如微球菌属、醋酸细菌属、黑曲霉和常现青霉等。对比发现,真菌的石油降解率在 20% 以上,细菌为 15% 以上。由于石油成分极其复杂,一种降解菌很难达到理想的降解效果,一般添加外源微生物来促进修复石油污染土壤的过程,寻找一些对环境无害的外源菌株。利用两株烷烃降解菌和芳香烃降解菌构成复合菌系,其石油的降解率达到了 51.2%。除上述方法以外,还有研究者利用产表面活性菌株、真菌和细菌协同作用,可对石油降解菌降解石油起到辅助作用。

##### 3.1.2 影响微生物修复效果的土壤因素类型

土壤一般可分为砂土、壤土和黏土,其中黏土的吸附力最高。土壤中的黏土含量越多,说明土壤的吸附力越强,微生物治理难度越大。由于很多修复土壤的微生物菌株都为需氧型微生物,一旦缺少氧气可能会导致微生物新陈代谢减弱甚至死亡,进而影响降解石油的效果。土壤含水量对微生物修复效果有一定影响,但是在湿地中影响不大,低温有利于延长微生物菌种的保存时间,但它降低了微生物的降解活动,使得小链烷烃变得更加黏稠不易降解。高温则使长链烃类可以从微生物中浮现出来,但影响了微生物的酶活性。石油降解菌一般都适合在中性土壤中存活,但被石油污染的湿地土壤多数为盐碱地。

#### 3.2 植物修复技术

植物修复湿地中的石油污染一般是靠萃取、固定或者通过根部吸收过滤等手段来清除石油烃类、重金属物质和其他有害物质。湿地中含水量较高,所以必须选择耐涝的植物。修复后的植物一般都含有有害物质且不能被利用,所以农产品植物或经济作物不可取。通过栽种适于湿地生长的植物,利用其根基的吸附作用与植物—微生物联合修复作用,进一步降低石油含量,最终达到土壤可以利用的目的。一般采用湿地的生长植物,如芦苇在中国大庆湿地中基本到处可见。生长芦苇的湿地对不同含量的石油都具有明显的修复作用,含有石油的芦苇还可以用于复耕或者造纸,避免随着食物链传播。目前发现的对石油降解能力比较好的有杨树和紫花苜蓿等植物,经中国某实验室测试,针对不同土壤选出降解率最高的植物,在湿地中芦苇的降解率高达 78.5%。

#### 3.3 生物联合修复技术

联合修复手段主要是微生物—植物修复技术。微生物可以附着在植物根部给植物提供碳和水等营养物。在进行联合修复时,植物和微生物对修复效果有着显著的影响,但目前在中国湿地治理方面的研究相对较少。

## 4 实验基本步骤

### 4.1 实验材料

- ①供试土壤:取自中国某油田周围区块的土壤。
- ②菌种来源:从环境中筛选出高效的菌剂再通过富集、驯化、筛选、分离得到实验所需要的细菌,在实验中选择 4

份菌种,分别命名为 X1、X2、Y1 与 Y2。

## 4.2 实验方法

①含油率的测定:重量法。

②油污降解率的测定:菌剂对不同土样含油率的测定取两份不同的土样分别命名为 Z 与 T,其中 Z 土样的含盐率为 0.27%,含水率为 7.43%,土壤含油率为 5.6%;T 土样含盐率为 0.23%,含水率 2.93%,土壤含油率为 3.9%,分别对两份土样进行 4 种不同菌剂的培养,测定其含油率,检测菌剂对不同土壤修复的能力。

## 4.3 结果与分析

不同菌种对土壤油污降解结果如下:

对于加入菌种的土壤的除油率显著提高,经过 120d 处理后,对照的降解率仅为 54.25%,而 X1 菌剂的除油率为 84.57%;X2 菌剂的除油率为 90.9%,Y1 号菌剂的除油率为 90.45%;Y2 号菌剂的除油率为 88.05%。四种菌剂的降解率均能达到 80% 以上,都高于对照参数;其中 X2 降解率最高为 90.9%,与对照比,X2 降解率提高了 67.6%,X2 处理的降解效果显著,说明添加微生物减轻了石油污染,保护了土壤环境。

## 4.4 菌种对不同含油量土样的降解结果

①经过培养处理,Z 土样的含油率均有所降低,对照的含油率为 3.96%,一号菌剂的含油率为 3.52%,二号菌剂的含油率降低到 2.49%,三号菌剂的含油率为 2.71%,四号菌剂的含油率为 3.32%。与对照比,二号菌剂的含油率降低最多,说明二号菌剂对该土壤的修复效果尤为显著。

②经过培养处理,T 土样的含油率均有所降低,对照的含油率为 3.77%,一号菌剂的含油率为 2.76%,二号菌剂的含油率降低到 3.02%。三号菌剂的含油率为 3.56%,四号菌剂的含油率为 3.31%。与对照比,一号菌剂的含油率降低最多,说明一号菌剂对该土壤的修复效果尤为显著。综上所述,不同成分的土壤需要不同的菌种来处理,这也就是影响菌种处理含油土壤的因素,但其实影响微生物降解的因素有很多,

要结合这些因素,选出最好的条件对受石油污染的土壤进行修复。

## 5 展望

生物修复具有费用低、处理效果好、对环境影响低、无二次污染、不破坏植物生长所需要的土壤环境等优点,其在污染土壤修复方面具有广阔的应用空间。因此,许多研究者已经对各种影响微生物修复效果的因素进行了较全面地探讨和分析,提出了各种提高微生物降解效率的有效措施,各项研究和措施对生物修复技术具有很高的理论指导价值和现实意义。实际上,石油污染土壤的生物修复是一个很复杂且周期较长的过程,目前对于其中许多的降解机理和过程还未完全明确。由于环境介质的复杂性和相关性,该领域的研究还需要进一步的拓展和深入,所以在石油污染土壤的修复技术的选用过程中,需要考虑技术成本和时间成本,综合各方面的因素选出适合污染地域的修复技术,以达到人与自然环境的可持续发展。

基于以湿地为代表的特殊地理环境,微生物修复技术是较为有效的,同时可以缓慢地修复整个生态系统,应通过基因工程等技术使微生物和植物修复技术更加适应石油污染土壤的修复,缩短降解时间,从而更加高效地降解石油,达到修复环境,提高环境保护的目的。

## 参考文献

- [1] 陈雪龙,王晓龙.土壤理化性质与硒元素分布关系研究[J].水土保持研究,2012,19(04):159-162.
- [2] 徐璐,王继富,刘兴土.微生物修复采油区湿地石油污染实验研究[J].工业安全与环保,2013,39(02):58-61.
- [3] 张宝良.油田土壤石油污染与原位生物修复技术研究[D].大庆:大庆石油学院,2017.
- [4] 秦玉广,李秀启,陈秀丽,等.黄河三角洲滨海湿地土壤石油污染危害及生物修复技术[J].湖北农业科学,2011,50(19):3924-3928.
- [5] 程国玲,李培军.石油污染土壤的植物与微生物修复技术[J].环境工程学报,2017(06):79-81.