

# T/SDEPI

团 体 标 准

T/SDEPI XXXX—XXXX

## 复合微生物菌剂河道水体修复技术规程

Technical code of practice for river water remediation with compound microbial agents

征求意见稿

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

山东省环境保护产业协会 发布



## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 基本原则 .....	1
5 工作流程 .....	1
6 调查评估 .....	2
6.1 调查方式 .....	2
6.2 评估要求 .....	2
6.3 确定修复技术应用可行性 .....	3
7 编制修复方案 .....	3
7.1 确认修复要求 .....	4
7.2 设定修复目标 .....	4
7.3 环境影响评估 .....	4
7.4 形成修复方案 .....	4
8 修复工程实施 .....	4
8.1 指标检测 .....	4
8.2 筛选微生物菌剂 .....	4
8.3 河道参数调整 .....	4
8.4 菌剂投加 .....	5
9 监测与评估 .....	5

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东省环境保护产业协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

# 复合微生物菌剂河道水体修复技术规程

## 1 范围

本文件确立了复合微生物菌剂河道水体修复的工作流程，规定了修复的基本原则、调查评估、编制修复方案、修复工程实施、监测与评估等内容。

本文件适用于使用复合微生物菌剂进行的河道水体修复。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 11893 水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法
- HJ 2.3 环境影响评价技术导则 地表水环境
- HJ 19 环境影响评价技术导则 生态影响
- HJ 535 水质 氨氮 纳氏试剂分光光度法
- HJ 636 水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法
- HJ 828 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法
- HJ 1218 规划环境影响评价技术导则 流域综合规划
- HJ 2016 环境工程 名词术语
- SL/T 793 河湖健康评估技术导则
- SL/T 800 河湖生态系统保护与修复工程技术导则

## 3 术语和定义

HJ 2016 界定的术语和定义适用于本文件。

## 4 基本原则

4.1 遵循系统性原则，注重生态系统内在规律，考虑水文情势、水质、生境、生物等完整性，推进河道生态空间整体保护、系统修复。

4.2 遵循自然恢复优先原则，充分发挥生态系统自我调节、自我修复能力，最大限度减少修复过程中对自然生态的扰动，维持河道水生态系统稳定性。

4.3 遵循因地制宜原则，统筹河道水生态状况、流域水质要求、主体功能定位、生态定位等，考虑不同区域、流域经济社会发展特点和生态保护需求，合理提出保护与修复目标，以目标为导向分区施策。

## 5 工作流程

复合微生物菌剂河道水体修复工作包括调查评估、编制修复方案、修复工程实施、监测与评估等四个阶段。工作流程见图1。

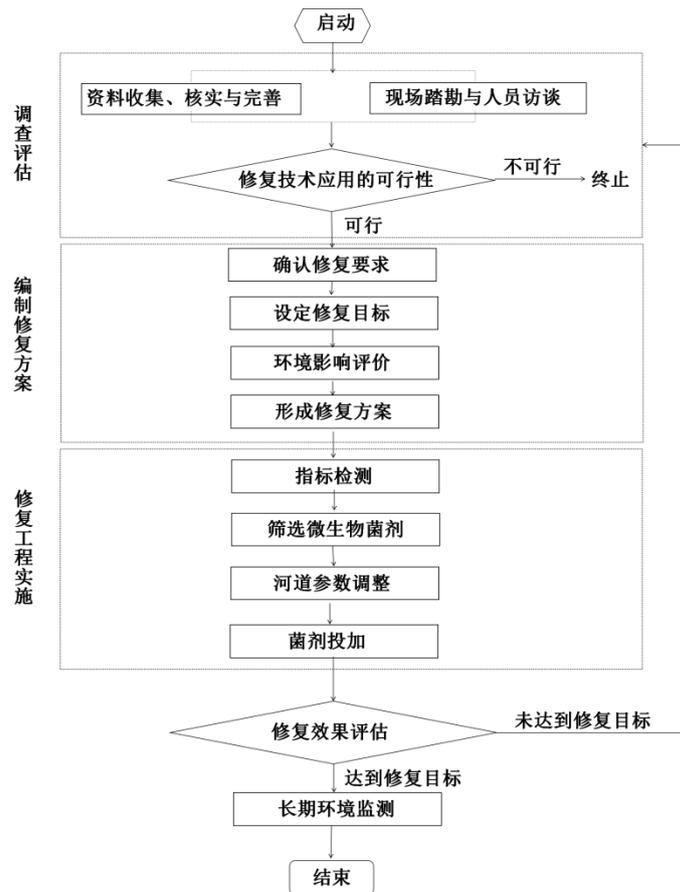


图1 复合微生物菌剂河道水体修复工作流程

## 6 调查评估

### 6.1 调查方式

#### 6.1.1 资料收集、核实与完善

##### 6.1.1.1 收集的资料包括但不限于：

- 河道的基本信息，包括流域面积、地形地貌、水文特征等；
- 河道的历史演变情况，包括自然演变和人类活动影响的历史记录；
- 河道当前的水质状况，包括各种污染物的浓度和分布；
- 污染物种类、来源和排放量，以及可能的污染源；
- 与河道水体污染相关的工业、农业和生活污水排放情况；
- 水生生物多样性和健康状况，包括水生植物、鱼类和其他水生动物的种类和数量；
- 河道的地形测量和水深测量资料，以及陆域地形测量和地质勘察报告等。

6.1.1.2 核实收集资料的完整性和有效性。结合当地有关部门的调查和监测结果，确定河道水体污染的来源、类型、程度、范围和空间分布特征。

#### 6.1.2 现场踏勘与人员访谈

6.1.2.1 根据收集的资料，确定现场踏勘方案。重点考察河道水体的现状，包括周边企业情况以及大气、固体废物污染情况等。

6.1.2.2 重点访谈河道水体污染历史和现状的知情人。宜采用当面交流、书面交流、电话或网络调查等方式，主要对已有资料可疑处和不完善处进行核实和补充。

### 6.2 评估要求

## 6.2.1 一般规定

6.2.1.1 在开展河道水体修复工作前，宜结合水生态现状、功能定位、目标需求，综合考虑水文水资源、水质、生物、生境等方面，筛选调查评估指标，开展河道水体生态调查评估。

6.2.1.2 调查评估应根据修复活动不同阶段、不同需求，分为规划设计前论证评估、建设过程监测评估、生态效益及影响后评估。

## 6.2.2 水文水资源调查评估

6.2.2.1 规划设计前期宜结合区域功能定位及规划设计目标，参照 HJ 1218 重点分析论证规划设计实施前后对水文水资源状况的影响、生态流量保障的影响等。

6.2.2.2 建设过程中宜按照 HJ 19 调查工程实施前后的水文情势变化情况，评估其生态影响，反馈调整施工组织方案、工艺等。

6.2.2.3 生态效益及影响后评估宜在工程完工后，按照 SL/T 793 调查水资源状况、生态流量满足程度、流量过程维持时间等的变化。

## 6.2.3 水质状况调查评估

6.2.3.1 规划设计前期宜参照 HJ 2.3、HJ 1218 重点对项目区进行污染源溯源分析，明晰污染分布、来源、类型等，并评估项目实施后能否达到相应的水质目标。

6.2.3.2 建设过程中宜参照 HJ 2.3 重点调查评估实施过程中项目区内水质变化，对出现水质恶化现象的应采取调整施工工艺、材料等措施，避免实施过程对水环境的影响。

6.2.3.3 生态效益及影响后评估宜在项目完工后按照 SL/T 793 对水质跟踪调查评估，并根据评估结果调整运行维护措施。

## 6.2.4 生物状况调查评估

6.2.4.1 规划设计前期宜按照 HJ 1218 调查评估项目区内生物种类、组成和分布，重点调查评估珍稀、濒危、特有野生动植物、水生生物等分布、生态习性、保护现状等，分析项目区生物状况、规划实施对生物可能的影响、存在问题等。

6.2.4.2 建设过程中宜按照 HJ 19 重点调查评估实施过程中项目区内生物种类、结构变化，对存在珍稀濒危、特有野生动植物、水生生物的区域，还应分析其分布、组成变化。

6.2.4.3 生态效益及影响后评估宜按照 SL/T 793 进行生物跟踪调查评估。

## 6.2.5 生境状况调查评估

6.2.5.1 规划设计前期宜按照 HJ 1218 调查评估项目区内生境分布、保护现状和项目建设扰动情况、扰动影响等，并重点评估规划实施前后珍稀、濒危、特有野生动植物和水生生物的重要生境变化情况。

6.2.5.2 建设过程中宜按照 HJ 19 调查评估实施过程重要生境保护情况和生境扰动状况等。生态效益及影响后评估宜按照 SL/T 793 进行生境状况跟踪评估。

6.2.5.3 生态效益及影响后评估宜按照 SL/T 793 进行生境状况跟踪评估。

## 6.2.6 总体评估

6.2.6.1 规划设计前期宜按照 HJ 1218 进行规划环境影响评价，识别规划实施影响，并提出规划优化调整建议、对水生态状况不利影响减缓对策和措施。

6.2.6.2 建设过程中宜按照 HJ 19 进行，应对比分析规划设计阶段影响预测与实际实施过程中影响差异，实施过程中对水生态系统不利因素的分析，并提出减缓不利影响的对策措施。

6.2.6.3 生态效益及影响后评估宜按照 SL/T 793，在项目完工后连续进行 3 年的评估，此后对重点区域每 5 年进行 1 次评估，根据评估结果反馈式调整保护修复措施。

## 6.3 确定修复技术应用可行性

结合调查评估结果，根据河道水体污染程度、污染类型、污染物含量、污染范围等情况，确定复合微生物菌剂河道水体修复的应用可行性。

## 7 编制修复方案

### 7.1 确认修复要求

根据河道水体调查和风险评估，确认目标污染物、修复范围、修复时间、预期经费投入等。

### 7.2 设定修复目标

通过修复工程，降低水体中的污染物含量，提高水质。

### 7.3 环境影响评估

对修复工程可能对环境造成的影响进行评估，制定减轻负面影响的措施。

### 7.4 形成修复方案

编制复合微生物菌剂河道水体修复工程实施方案，包括工程布局、施工方法等。

## 8 修复工程实施

### 8.1 指标检测

采集样品，检测河道水体污染指标。主要检测指标包括pH、化学需氧量（COD）、氨氮（ $\text{NH}_3\text{-N}$ ）、总氮（TN）、总磷（TP），这些指标可帮助全面评估河道水体污染状况，为后续的治理提供科学依据。测定方法如下：

- pH的测定按照——的相关规定执行；
- 化学需氧量的测定按照 HJ 828 的相关规定执行；
- 氨氮的测定按照 HJ 535 的相关规定执行；
- 总氮的测定按照 HJ 636 的相关规定执行；
- 总磷的测定采用 GB 11893 的相关规定执行。

### 8.2 筛选微生物菌剂

8.2.1 采集样品，进行富集、分离培养，筛选出有针对性的多株微生物菌株。复合微生物菌剂中的微生物包括但不限于以下几种：

- 光合细菌，以光和热为能量，以有机物或有害气体为基质，合成氨基酸、核酸等含氮化合物以及糖类等多种生理活性物质，其中部分代谢物成为其他微生物繁殖的基质；
- 枯草芽孢杆菌，可利用蛋白质、多种糖及淀粉，分解色氨酸形成吡啶。菌体生长过程中产生枯草菌素、多粘菌素、制霉菌素、短杆菌肽等活性物质，促进水体 COD 降解；
- 硝化细菌，包括亚硝酸菌属及硝酸菌属，能在有氧的水中或砂层中生长，从氧化过程中获得生长所需要的能量，去除河道中的氨氮污染；
- 反硝化菌剂：具有氧化亚硝酸盐为氧化剂，还原亚硝酸盐和硝酸盐为电子受体的能力，将水体中亚硝酸盐和硝酸盐转化为氮气排出水体；
- 其他菌属等。

8.2.2 将筛选出来的菌株进行复配组合，形成复合微生物菌剂。按状态分为液体和固体。

表 1 指标要求

指标	液体产品	固体产品
外观	黄色或棕色液体	灰白至棕褐色粉末
pH	6.5-8.5	6.5-8.5
菌量	$2.0 \times 10^8$ (CFU/mL)	$1.0 \times 10^9$ (CFU/g)
水分 %	≤ /	10
杂菌率（以霉菌计）%	≤ 10	10

### 8.3 河道参数调整

调整现场河道参数满足以下条件：

- pH：范围在 6~9 之间，在 6.8-7.5 之间更有利于菌剂快速生长；

- 现场溶解氧：2 mg/L~4 mg/L，如现场溶解氧偏低，可采用曝气机、增氧泵等设备为河道增加溶解氧；
- 温度：在 10℃~40℃间生效，最适宜的温度为 26~32℃；
- 微量元素：专有的菌株在其生长过程中会需要多种元素，如钾、铁、钙、硫、镁等。

#### 8.4 菌剂投加

- 8.4.1 应根据试验结果确定复合微生物菌剂最佳投加量，并根据水质变化和修复效果动态调整投加量。
- 8.4.2 应避免与消毒剂、抗生素或杀菌剂同时使用，以免影响菌剂的效果。

#### 9 监测与评估

- 9.1 对修复工程的实施过程进行监测，确保工程按计划进行。详细记录每次投加的时间、地点、投加量、水质变化等信息，形成报告，为后续的管理和优化提供依据。
  - 9.2 对修复效果进行评估，包括水质、生态系统健康等指标。主要检测化学需氧量、氨氮、总氮和总磷等指标，测定方法如下：
    - 化学需氧量的测定按照 HJ 828 的相关规定执行；
    - 氨氮的测定按照 HJ 535 的相关规定执行；
    - 总氮的测定按照 HJ 636 的相关规定执行；
    - 总磷的测定采用 GB 11893 的相关规定执行。
  - 9.3 应对河道水体污染物进行长期监测，当污染物浓度超标时，应立即查明原因，及时采取风险控制措施。
-