NB

附件1

ICS 27.140

P59

**中华人民共和国能源行业标准**

**P NB/T XXXX-20XX**

水电工程鱼类增殖放流效果评估

技术规程

(征求意见稿)

Technical Specification for Effect Evaluation of Fish Restocking

for Hydropower Projects

中华人民共和国能源行业标准

水电工程鱼类增殖放流效果评估

技术规程

（征求意见稿）

Technical Specification for Effect Evaluation of Fish Restocking

for Hydropower Projects

NB/T ××××-20××

主编部门：水电水利规划设计总院

批准部门：国 家 能 源 局

施行日期：20XX年XX月XX日

中国水利水电出版社

20XX 北京

国 家 能 源 局

公 告

20××年 第×号

按照《国家能源局关于印发<能源领域行业标准化管理办法(试行)>及实施细则的通知》(国能局科技〔2009〕52号)的规定，经审查，国家能源局批准《××××××××》等××项行业标准(见附件)。其中能源标准(NB)××项、电力标准(DL) ××项、石油天然气标准(SY) ××项，现予以发布。

附件：行业标准目录

 国家能源局

 20×× 年 ××月× ×日

附件：

行业标准目录

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 标准编号 | 标准名称 | 代替标准 | 采标号 | 批准日期 | 实施日期 |
| … |  |  |  |  |  |  |
|  | NB/T×××××-20×× | 水电工程鱼类增殖放流效果评估技术规程 |   |  | 20xx-xx-xx | 20xx-xx-xx |
| … |  |  |  |  |  |  |

# 前 言

根据国家能源局2017年发布的《国家能源局关于下达2017年第一批能源领域行业标准制(修)定》计划的通知(国能科技〔2017〕52号)安排，在总结分析国内外大中型水电工程鱼类增殖放流效果评估技术成果的基础上，制订本规程。

本规程的主要技术内容是：技术条件、评估准备、技术评估、档案管理。

本规程由国家能源局负责管理，由水电水利规划设计总院提出并负责日常管理，由能源行业水电规划水库环保标准化技术委员会负责具体技术内容解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送水电水利规划设计总院(地址：北京市西城区六铺炕北小街2号，邮编：100120)。

本规程主编单位：水电水利规划设计总院

 中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司

本规程参编单位：中国长江三峡集团有限公司

 中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司

 中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司

 五凌电力有限公司

 武汉中科瑞华生态科技股份有限公司

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

目 次

[前 言 I](#_Toc6875)

[1 总则 1](#_Toc3650)

[2 基本规定 2](#_Toc26792)

[3 技术条件 3](#_Toc25176)

[3.1 设施 3](#_Toc9873)

[3.2 设备 3](#_Toc8763)

[3.3 材料 3](#_Toc431)

[3.4 制度 3](#_Toc10666)

[4 评估准备 4](#_Toc26025)

[4.1 一般规定 4](#_Toc16649)

[4.2 资料收集 4](#_Toc16195)

[4.3 标记放流 4](#_Toc6199)

[4.4 跟踪调查 5](#_Toc17505)

[5 技术评估 6](#_Toc17668)

[5.1 一般规定 6](#_Toc29991)

[5.2 种群评估 6](#_Toc19021)

[5.3 群落评估 6](#_Toc26399)

[5.4 生态系统评估 7](#_Toc5388)

[5.5 评估成果 7](#_Toc12940)

[6 档案管理 8](#_Toc1761)

[附录A 水电工程鱼类增殖放流效果评估报告编制目录 9](#_Toc23380)

[附录B 放流鱼类种群资源贡献率计算方法 11](#_Toc8664)

[附录C Margalef丰富度指数计算方法 12](#_Toc6688)

[附录D 放流鱼类相对重要性指数评价方法 13](#_Toc18304)

[本规程用词说明 14](#_Toc20391)

[引用标准名录 15](#_Toc19851)

[条 文 说 明 16](#_Toc31559)

Contents

[1 General Provisions 1](#_Toc28264803)

[2 Basic Requirements 2](#_Toc28264804)

[3 Technical Conditions 3](#_Toc28264805)

[3.1 Facilites 3](#_Toc28264806)

[3.2 Equipments 3](#_Toc28264807)

[3.3 System 3](#_Toc28264807)

[3.4 Materials 3](#_Toc28264807)

[4 Assessment Preparation 5](#_Toc28264808)

[4.1 General Requirements 5](#_Toc28264809)

[4.2 Data Collection 5](#_Toc28264810)

[4.3 Tagging Releases 8](#_Toc28264812)

[4.4 Fllow-up Investigation 9](#_Toc28264815)

[5 Technical Assessment 10](#_Toc28264816)

[5.1 General Requirements 10](#_Toc28264817)

[5.2 Population Assessment 10](#_Toc28264818)

[5.3 Fish Community Assessment 10](#_Toc28264819)

[5.4 Ecosystem Assessmen 11](#_Toc28264820)

[5.5 Assessment Results 11](#_Toc28264820)

[6 File Management 12](#_Toc28264821)

[Appendix A Contents of Report on Effect Evaluation of Fish Retocking for Hydropower Projects 13](#_Toc28264822)

[Appendix B Table of Date Collection and Correction 15](#_Toc28264823)

[Appendix C Table of Tag Attribute 16](#_Toc28264824)

[Appendix D Marking process 17](#_Toc28264825)

[Appendix E Table of Investigation and Statisics on Catches 18](#_Toc28264825)

[Appendix F Assessment Methods 20](#_Toc28264826)

[Expalanation of Wording in This Code 23](#_Toc28264829)

[List of the Quoted Standards 24](#_Toc28264830)

[Addition:Explanation of Provisions 25](#_Toc28264831)

# 1 总则

**1.0.1【编制目的】** 为规范水电工程鱼类增殖放流效果评估程序、内容和方法，统一技术要求，制定本规程。

**1.0.2【适用范围】** 本规程适用于水电工程鱼类增殖放流效果评估。

**1.0.3【基本原则】** 水电工程鱼类增殖放流效果评估应贯彻流域生态系统保护的要求，从鱼类资源保护的角度出发，重点评估增殖放流的生态效益，关注放流鱼类对其种群、群落和生态系统产生的影响，统筹考虑流域内不同增殖放流活动的协同效应。

**1.0.4【通用条款】** 水电工程鱼类增殖放流效果评估，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

#

# 2 基本规定

**2.0.1【总体要求】** 水电工程鱼类增殖放流效果评估应通过标记放流、跟踪调查获得的数据资料，从种群、群落和生态系统三个层级开展恢复补偿效果分析评价。

**2.0.2【资料条件要求】** 水电工程鱼类增殖放流效果评估应收集整理水生生态相关资料，并充分利用增殖放流站已有设施设备和条件。必要时，应开展水生生态跟踪调查。

**2.0.3【时机周期】** 水电工程鱼类增殖放流效果评估应根据放流对象个体生长发育规律、种群和群落结构演替、水生生态系统结构与功能恢复状况合理确定评估时机和周期。

**2.0.4【工作方案】** 水电工程鱼类增殖放流效果评估应根据评估对象、评估目标和评估条件，确定评估范围，制定评估技术方案。

**2.0.5【突出重点】** 对于有多个放流种类的，宜选择具有代表性的种类开展种群结构评估。

**2.0.6【安全要求】** 水电工程鱼类增殖放流效果评估活动应满足安全生产和生态安全的要求。

**2.0.7【组织管理】** 水电工程鱼类增殖放流效果评估应由相关行业部门联合建设单位组织相关专业机构实施。

**2.0.8【评估成果】** 水电工程鱼类增殖放流效果评估应提出评估报告。水电工程鱼类增殖放流效果评估报告编制目录应符合本规程附录A的规定。

# 3 技术条件

## 3.1 设施

**3.1.1** 标记暂养设施使用前，应进行清洗、消毒，检查进排水和防逃设施，充水并检测水质。

**3.1.2** 野外回捕暂养设施应提前安装，并进行清洗、消毒、充水。

## 3.2 设备

**3.2.1**  标记设备使用前，应进行校验、消毒。

**3.2.2** 暂养设施需配备的溶氧仪、水质分析仪、温度计等设备使用前，应进行校验。

**3.2.3** 监测设备使用前，应进行校验。

## 3.3 材料

评估工作开展前，应根据评估需要准备标记、放流和监测耗材，并对植入性耗材进行消毒。

## 3.4 制度

**3.4.1** 鱼类增殖放流效果评估应严格遵守鱼类增殖站运行管理制度要求。

**3.4.2** 鱼类增殖放流效果评估过程中野外鱼类标本的获取和处理应符合相关法律法规的要求。

# 4 评估准备

## 4.1 一般规定

**4.1.1** 水电工程鱼类增殖放流效果评估准备工作应包括资料收集、标记放流、跟踪调查。

**4.1.2** 评估工作前应从相关行业部门取得捕捞许可。

## 4.2 资料收集

**4.2.1** 水电工程鱼类增殖放流效果评估应收集工程、水环境、环境影响评价、水生生态、渔业状况、水生生态敏感区等资料。

**4.2.2** 环境影响评价资料应包括规划环境影响评价、工程环境影响评价、环境保护验收和环境影响后评价资料。

**4.2.3** 水环境资料应包括干支流水文特征和水体理化性状等资料。

**4.2.4** 水生生态资料应包括水生生态监测、鱼类增殖放流和栖息地保护实施情况等资料。

## 4.3 标记放流

**4.3.1** 水电工程鱼类增殖放流效果评估应根据评估目标要求和增殖放流站标记放流实施情况，开展补充标记放流工作。

**4.3.2** 水电工程鱼类增殖放流效果评估应根据评估对象的生物学特点和保护价值选择适宜的标记方法，并应符合表4.3-1的规定。

**表4.3-1 评估对象标记方法和比例**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **鱼类保护价值** | **放流规模** | **标记方法** | **标记比例** |
| 珍稀、濒危、保护鱼类 | 所有规模 | 分子遗传标记法、卫星信标标记法、超声波标记法 | 100% |
| 经济、特有鱼类 | 小于1万尾 | 可视化植入标记法、金属线码标记法、染色标记法、被动整合雷达标记法、耳石热标记法、分子遗传标记法 | 100% |
| 大于等于1万尾且小于10万尾 | 可视化植入标记法、金属线码标记法、染色标记法、被动整合雷达标记法、耳石热标记法 | 85% |
| 分子遗传标记法 | 100% |
| 大于等于10万尾 | 分子遗传标记法 | 15% |
| 100% |

**4.3.3** 标记对象放流应符合现行行业标准《水电工程鱼类增殖放流站运行规程》NB/T 10610的规定。

## 4.4 跟踪调查

**4.4.1** 水电工程鱼类增殖放流效果评估应根据放流水域生境特征和标记方法，开展标记回捕、渔获物分析、鱼类资源量调查、鱼类早期资源调查和遗传多样性调查。

**4.4.2** 标记回捕应根据不同放流对象的生物学特点选择合法渔具和作业时间。

**4.4.3** 渔获物分析应包括鱼类种类、尾数、重量、体长、体重、性别和年龄。渔获物检测和统计分析应符合现行行业标准《水电工程水生生态调查与评价技术规范》NB/T 10079的规定，并应在渔获物检测表中注明放流标记的有关信息。

**4.4.4** 鱼类资源量调查宜采用声学调查，并符合现行行业标准《淡水渔业资源调查规范》SC/T 9429的规定。

**4.4.5** 鱼类早期资源调查应符合现行行业标准《水电工程水生生态调查与评价技术规范》NB/T 10079的规定。

**4.4.6** 鱼类遗传多样性调查应符合现行国家标准《养殖鱼类种质检验 第2部分：抽样方法》GB/T 18654.2的规定。基因组DNA提取应符合现行国家标准《养殖鱼类种质检验 第15部分：RAPD分析》GB/T 18654.15的规定。

# 5 技术评估

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 水电工程鱼类增殖放流效果评估应重点进行种群层级补偿效果评估，兼顾鱼类群落和生态系统层级生态效果评估。

**5.1.2** 水电工程鱼类增殖放流效果评估，应根据鱼类资源保护总体方案，统筹考虑其他鱼类保护措施效果评估。

## 5.2 种群评估

**5.2.1** 鱼类种群增殖放流效果评估应包括放流鱼类生物学特性、种群生存状态、遗传多样性和放流鱼类种群资源贡献率评估。

**5.2.2** 鱼类生物学特性评估宜采用统计分析方法，对放流对象个体的生长、发育、繁殖特性进行分析。

**5.2.3** 鱼类种群生存状态评估宜采用种群生存力分析方法对种群规模和结构变动状况进行分析。种群生存力分析计算应符合现行行业标准《水电工程水生生态调查与评价技术规范》NB/T 10079的规定。

**5.3.4** 鱼类种群遗传多样性评估宜采用基因组DNA多样性指数、种群内遗传分化指数。DNA多样性指数和种群内遗传分化指数计算应符合现行行业标准《淡水鱼类增殖放流效果评估技术规范》SC/T 9438的规定。

**5.3.5** 鱼类增殖放流效果评估应根据渔获物分析结果，计算放流鱼类种群资源贡献率。放流鱼类种群资源贡献率计算方法应符合本规程附录B的规定。

## 5.3 群落评估

**5.3.1** 鱼类群落增殖放流效果评估应包括鱼类多样性、丰富度和放流鱼类对鱼类群落恢复的贡献。

**5.3.2** 鱼类多样性评估宜采用鱼类多样性综合指数法。鱼类多样性综合指数计算应符合现行行业标准《水电工程水生生态调查与评价技术规范》NB/T 10079的规定。

**5.3.3** 鱼类丰富度评估宜采用Margalef丰富度指数法。Margalef丰富度指数计算方法应符合本规程附录C的规定。

**5.3.4**  放流鱼类对鱼类群落恢复的贡献可采用相对重要性指标进行评价。放流鱼类相对重要性指数评价方法应符合本规程附录D的规定。

## 5.4 生态系统评估

**5.4.1** 鱼类增殖放流在生态系统层级的评估应包括水域生境适宜性、水生生态系统稳定性和生态效益评估。

**5.4.2** 水域生境适宜性宜采用鱼类栖息地适宜性指数进行评价。鱼类栖息地适宜性指数计算应符合现行行业标准《水电工程水生生态调查与评价技术规范》NB/T 10079的规定。

**5.4.3** 水生生态系统稳定性宜采用鱼类生物完整性指数进行评价。鱼类生物完整性指数计算与评价应符合现行行业标准《水电工程水生生态调查与评价技术规范》NB/T 10079的规定。

**5.4.4** 生态效益评估应根据鱼类资源量变动情况以及增殖放流鱼类对种群和群落贡献的评估结果进行综合评估。

## 5.5 评估成果

**5.5.1** 水电工程增殖放流效果评估应从增殖放流水域鱼类种群、群落结构和水生生态系统稳定性状况等方面提出评估结论和意见。

**5.5.2** 水电工程增殖放流效果评估应根据评估结果对增殖放流方案和实施情况提出改进建议，包括放流种类、放流规格、放流规模、放流时间和放流水域等方面的优化调整建议。

# 6 档案管理

**6.0.1【基本要求】** 增殖放流效果评估档案应纳入鱼类增殖放流站档案管理。

**6.0.2【档案内容】** 增殖放流效果评估项目的档案管理应包括以下内容：

1 效果评估过程文件，应主要包括收集的资料、标记放流过程的记录表、跟踪调查过程的记录表和效果评估成果等。

2 标本实物档案应包括鱼类标记放流过程中未标记鱼类、标记鱼类、脱标鱼类、标记死亡鱼类和跟踪调查过程中的各类鱼类的实物标本。每类实物标本制作选取鱼类应具有代表性，宜采用浸制标本方式保存。

# 附录A 水电工程鱼类增殖放流效果评估报告编制目录

1 概述

1.1 任务由来

1.2 工作任务和目标

1.3 工作思路和方法

1.4 工作过程

2 项目概况

2.1 流域概况

2.2 工程概况

2.3 增殖放流站概况

2.4 增殖放流实施概况

3 工程增殖放流河段水生生态现状及演变趋势

3.1 水生生态现状

3.2 水生生态演变趋势

3.3 存在的问题及成因分析

4 标记放流

4.1 放流种类

4.2 标记选择

4.3 标记方法

4.4 标记实施

4.5 放流实施

5 回捕调查

5.1 调查时间

5.2 调查范围

5.3 调查内容

5.4 调查方法

5.5 渔获物统计分析

6 增殖放流效果评估

6.1 增殖放流评估指标体系

6.2 评估方法

6.3 评估结果

6.4 评估意见

7 结论与建议

7.1 评估结论

7.2 建议

附表：

1 鱼类名录表

2 渔获物检测表

附图：

1 工程地理位置图

2 放流点位图

3 调查点位图

4 放流鱼类分布图

# 附录B 放流鱼类种群资源贡献率计算方法

 放流鱼类种群资源贡献率应按下式计算：

*M*=$\frac{N\_{b}}{xN}×100\%$ （B.0.1）

式中：*M*——某种放流鱼类种群资源贡献率；

 *N*——回捕调查某种类鱼总数量；

 $N\_{b}$——回捕调查该种类标记鱼；

 x——某种放流鱼类标记数量和放流数量的比例。

# 附录C Margalef丰富度指数计算方法

 Margalef丰富度指数应按下式计算：

*D*'=（*S*-1）/Ln*N* （C.0.1）

式中：*D*'——某调查点位的鱼类丰富度指数；

*S*——某调查点位的全部鱼类种类数量；

*N*——某调查点位的全部鱼类个体数量。

# 附录D 放流鱼类相对重要性指数评价方法

**D.0.1** 放流鱼类在鱼类群落的重要程度可采用放流鱼类相对重要性指数进行评价。放流鱼类相对重要性指数应按下式计算：

*IRI*=(*N*+*W*)*f×104* （D.0.1）

式中：*IRI*——某种放流鱼类相对重要性指数；

 *N*——某种放流鱼类个体数量在所有渔获物个体数量中所占的比例；

*W*——某种放流鱼类重量在所有渔获物重量中所占的比例；

*f* ——为某种放流鱼类出现频率。

**D.0.2** 根据*IRI*计算结果，可对放流鱼类相对重要性进行分级评价。当*IRI*＞1000 时，该种类为优势种；100≤*IRI*＜1000时为重要种；10≤*IRI*＜100 时为常见种；1≤*IRI*＜10 时为一般种；*IRI*＜1 时为少见种。

# 本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

 正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况均应这样做的：

 正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

 正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

# 引用标准名录

《水电工程水生生态调查与评价技术规范》 NB/T 10079

《水电工程鱼类增殖放流站运行规程》NB/T10610

《淡水鱼类增殖放流效果评估技术规范》SC/T 9438

《养殖鱼类种质检验 第2部分：抽样方法》GB/T 18654.2

《养殖鱼类种质检验 第15部分：RAPD分析》GB/T 18654.15的规定

中华人民共和国能源行业标准

水电工程鱼类增殖放流效果评估技术规程

NB/T ××××-××××

# 条 文 说 明

制 定 说 明

《水电工程鱼类增殖放流效果评估技术规程》NB/T ×××××-20××，经国家能源局20××年××月××日以第××号公告批准发布。

本规程制定过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了水电工程鱼类增殖放流效果评估方面的实践经验，吸收了近年来水电工程鱼类增殖放流效果评估研究方面所取得的科技成果，并向有关单位征求了意见。

为便于广大设计、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《水电工程鱼类增殖放流效果评估技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目 次

[1 总则 27](#_Toc93436318)

[2 基本规定 28](#_Toc93436319)

[3 技术条件 29](#_Toc93436320)

[3.2 技术准备 29](#_Toc93436321)

[4 评估准备 30](#_Toc93436322)

[4.3 标记放流 30](#_Toc93436323)

[4.4 跟踪调查 32](#_Toc93436324)

[5 技术评估 33](#_Toc93436325)

[5.1 一般规定 33](#_Toc93436326)

# 1 总则

**1.0.1** 水电工程的鱼类增殖放流是以维护水生生物多样性、保护渔业资源、优化和改善水域生物群落结构、改善水域生态环境为目的。国内已经开展了大量的增殖放流活动，但是人们关注的重点仍在放流鱼类的种类和数量问题上，对能否达到预期的放流目的关注不够，虽然有部分电站开展了鱼类增殖放流效果评估工作，但是难以形成一个完整的增殖放流效果评估体系，其过程检测调查和评价指标都尚未做出规定，难以对后续的增殖放流工作做出指导。因此为推进水电事业可持续发展，规范鱼类增殖放流效果评价工作的内容和要求，编制本规程显得尤为重要。

**1.0.3** 水电工程鱼类增殖放流为资源补偿性措施，其效果评估需重点关注生态效益，同时区分过鱼措施和栖息地保护等其他鱼类资源保护措施及其他途径增殖放流的作用。

# 2 基本规定

**2.0.2** 水电工程运行过程一般会开展多次水生生态调查，鱼类增殖站在设计和运行过程中也会配置标记放流相关的设施设备及材料，效果评估开展过程避免重复调查、构建设施、购置设备和材料。

**2.0.3** 水电工程建成后，原有河流水文情势发生改变，物种结构和栖息生境变化至稳定状态需要一定时间，一般需在水电工程建成5年后开展评估工作。不同地区、不同海拔分布的鱼类生长发育进程不同，评估周期需要考虑这些鱼类的生长发育周期。

**2.0.6** 水电工程鱼类增殖放流效果评估过程中，需注意评估作业安全和生态安全，跟踪监测前需进行评估作业安全风险分析并制定相应的措施，回捕及标记识别以尽量不伤害鱼体为原则。

# 3 技术条件

## 3.1 设施

**3.1.2** 鱼类增殖放流效果评估所需要的主要设施名称、组成部分、以及功能用途详见下表。

**表3-1 鱼类增殖放流效果评估所需主要设施一览表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **设施名称** | **主要组成部分** | **功能用途** |
| 温控设施 | 温控设备、进排水管道、温度传感器、智能控制系统 | 放流鱼类热标记 |
| 放流设施 | 运鱼车、维生系统、供氧系统、温控系统、放流槽 | 放流鱼类运输与放流 |
| 暂养设备 | 暂养池、维生系统、供氧系统 | 放流标记鱼类暂养 |

## 3.2 设备

**3.2.2** 鱼类增殖放流效果评估所需要的主要设备名称、功能与用途详见下表。

**表3-2 鱼类增殖放流效果评估所需主要设备一览表**

| **设备类型** | **设备名称** | **功能与用途** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 标记设备 | T标注射器 | 注射T标 |  |
| 荧光标注射器 | 注射荧光标 |  |
| 金属编码标记枪 | 注射金属编码 |  |
| PIT注射枪 | 注射PIT标记 |  |
| PIT扫码仪 | 读取PIT标记编码 |  |
| 超声波标记器 | 注射超声波标记 |  |
| 超声波接收器 | 接受超声波标记信号 |  |
| 放流设备 | 智能计数设备 | 对放流鱼类计数 |  |
| 监测设备 | 水质分析仪 | 监测水质 |  |
| 溶氧仪 | 监测溶氧 |  |
| 浊度计 | 监测或浊度 |  |
| GPS设备 | 监测坐标 |  |
| 声呐设备 | 监测调查水域鱼类情况 |  |
| 水下视频设备 | 监测调查水域鱼类情况 |  |
| 水下机器人 | 搭载水下视频 |  |
| 电子天平 | 测量鱼类重量 |  |
| 测鱼板 | 测量鱼类规格 |  |
| PCR仪 | 基因扩增 |  |
| 基因测序设备 | 基因测序 |  |
| 流速仪 | 监测流速 |  |
| 显微镜 | 鱼类观测 |  |
| 解剖镜 | 鱼类解剖观测 |  |

## 3.3 材料

**3.3.2** 鱼类增殖放流效果评估所需要的主要材料为工作中的耗材，其名称、功能与用途详见下表。

**表3-3 鱼类增殖放流效果评估所需主要材料一览表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **耗材类型** | **耗材名称** | **功能与用途** | **备注** |
| 标记耗材 | T型标 | 鱼类可视化植入标记 |  |
| 荧光标 | 鱼类可视化植入标记 |  |
| 金属编码 | 鱼类可视化植入标记 |  |
| PIT标记 | 鱼类PIT标记 |  |
| 超声波标记 | 鱼类超声波标记 |  |
| 麻醉剂 | 鱼类麻醉 | 减小鱼类在标记中受伤的概率 |
| 放流耗材 | 酒精 | 鱼类放流前鱼体消毒 | 也可用于鱼类标记后伤口消毒 |
| 高锰酸钾 | 鱼类放流前鱼体消毒 | 也可用于鱼类标记后伤口消毒 |
| 监测耗材 | 载玻片 | 与显微镜观测鱼类组织配合使用 |  |
| 解剖针 | 与解剖镜解剖鱼类组织配合使用 |  |
| 捕捞网具 | 捕捞鱼类 | 包括刺网、地笼和吊钩等 |
| 组织采集工具 | 采集鱼类组织样本 | 包括解剖剪、解剖针、样本瓶、固定试剂和载玻片等 |

# 4 评估准备

## 4.3 标记放流

4.3.1 鱼类增殖放流效果评估标记操作所采用的方法和操作过程见下表。

**表4-1 标记操作所采用的方法和操作表**

|  |  |
| --- | --- |
| **标记方法** | **操作** |
| 切鳍法 | 将鱼类麻醉，再用手术沿标记鱼类鱼鳍基（左腹鳍、右腹鳍或臀鳍）部完全切除。 |
| 挂牌标记法 | 将鱼类麻醉，再将标牌用细铜丝固定于鱼体背鳍基前，铜丝从位于肌肉中的第一与第二支鳍骨之间的间隙穿过。T型标用配套标记枪打入鱼体的背部肌肉。 |
| 金属线码标记法 | 将鱼类麻醉，再利用配套标记枪将金属线码标记注入鱼体背部肌肉，标记后用检测棒进行检测，以确保标记成功。 |
| PIT标记法 | 将鱼类麻醉，再利用配套标记枪将PIT标记注入鱼体背部肌肉，标记后用检测棒进行检测，以确保标记成功。 |
| 可视化植入标记法 | 将鱼类麻醉，再利用注射器将可视化标记（荧光剂或其他类型标记）注射到鱼体的透明或半透明的外表皮内。 |
| 荧光染料标记法 | 首先确定最适浸泡浓度、浸泡密度和浸泡时间，鱼类不需要麻醉，再直接将鱼体放入含有荧光染料水体内浸泡 |

**4.3.2** 鱼类增殖放流效果的监测是依据放流鱼类的标记回捕来实现的，选择科学适用的标记方法，关系着增殖放流效果监测的成败，根据放流鱼类的生物学特征、放流规格、放流规模等因素选择适宜的标记方法，同时综合标记的属性确定标记方法，各标记方法属性见表4-2。

**表4-2 鱼类标记方法属性表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标记方法 | 成本 | 标记难易度 | 识别难易度 | 标记保留时间 |
| 可视化植入标记法 | 中 | 较难 | 容易 | 短 |
| 金属线码标记法 | 高 | 较难 | 容易 | 长 |
| 染色标记法 | 低 | 容易 | 困难 | 长 |
| 耳石热标记 | 低 | 容易 | 困难 | 终身保留 |
| 被动整合雷达标记法 | 高 | 较难 | 容易 | 长 |
| 分子遗传标记法 | 高 | 容易 | 困难 | 终身保留 |
| 卫星信标标记法 | 高 | 较难 | 容易 | 短 |
| 超声波标记法 | 高 | 较难 | 容易 | 短 |

同时根据统计学方法，在置信度90%、允许误差10%的情况下计算需要最小样本量，进而在同等置信度和允许误差计算放流鱼类需进行标记的百分比，计算结果为需标记大于等于约85%或小于等于15%的放流鱼类，考虑到在实际操作过程中回捕的难易程度、标记成本和标记特点，设定出对应的标记比例。

珍稀、濒危、保护鱼类是指《国家重点保护野生动物名录》《中国濒危动物红皮书》及《中国脊椎动物红色名录》收录的鱼类。经济、特有鱼类是增殖放流鱼类除珍稀、濒危、保护鱼类以外的其他鱼类。

分子遗传标记法是无需人工加标的，并且所有个体在其生命各个阶段带有信息，且信息代代相传，不仅可以实现传统标记放流的作用，还可分析遗传信息多样化，通过获得放流鱼类亲鱼和回捕鱼类鳍条进行操作分析。

## 4.4 跟踪调查

**4.4.1** 水电工程建成运行过程中需要开展各类水生生态监测工作，其监测成果可在一定程度上满足鱼类增殖放流效果评估的需要。对于不能满足评估需要的，有必要补充开展跟踪调查工作。

# 5 技术评估

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 鱼类增殖放流作为鱼类资源保护措施的重要组成部分，其作用在于适当补充受影响的某一种或多种鱼类的种群数量，因此需重点评估增殖放流对种群产生的影响。