

ICS 13.020

CCS Z06

团 体 标 准

T/CQSES 30-2025

长江流域河流水生态完整性修复和调控 技术导则

Technical guidelines for remediation and regulation of river ecological
integrity in the Yangtze river basin

2025-07-25 发布

2025-10-25 实施

重庆市环境科学学会 发布

目 次

前 言	II
长江流域河流水生态完整性修复和调控技术导则	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 基本原则	3
5 工作程序	3
6 河流水生态完整性现状调查与分析	4
7 河流水生态完整性修复和调控技术	6
8 运行和监管	9
附录 A（资料性）河流水生态完整性修复和调控技术流程图	10
附录 B（资料性）河流水生态完整性调查指标体系表	11
附录 C（资料性）河流水生态化学完整性修复和调控技术	12

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。

本文件由衢州学院和中国环境科学研究院提出，重庆市环境科学学会归口。

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。

本文件起草单位：衢州学院、中国环境科学研究院和衢州职业技术学院。

本文件主要起草人：余建刚，王萍，包平年，闫振广，金懿，李杰，吕延文等。

本文件为首次发布。

长江流域河流水生态完整性修复和调控技术导则

1 范围

本文件规定了长江流域河流水生态完整性修复和调控技术导则的基本原则、工作程序、河流水生态完整性现状调查和分析、河流水生态完整性修复和调控技术，以及运行和监管等技术指导。

本文件适用于长江流域河流水生态物理、化学、生物和社会服务功能完整性修复和调控工作。

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 3838	地表水环境质量标准
GB 18918	城镇污水处理厂污染物排放标准
GB/T 37071	农村生活污水处理导则
GB 50179	河流流量测验规范
GB 50707	河道整治设计规范
HJ 1295	水生态监测技术指南 河流水生生物监测与评价（试行）
HJ 91.2	地表水环境质量监测技术规范
SC/T 9401	水生生物增殖放流技术规程
SL/Z 712	河湖生态环境需水计算规范
SL 196	水文调查规范
SL 219	水环境监测规范
SL 383	河道演变勘测调查规范
SL 609	水利水电工程鱼道设计导则
SL 662	入河排污量统计技术规程
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

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

河流水生态完整性 river ecological integrity

强调河流生物要素（即生物群落）与非生物要素（即周围环境）构成的一个有机整体的完整性，要求系统在维持各组分完整存在的基础上，既要确保物质循环、信息传递和能量流动等生态过程的完整运作，又须具备一定的抗干扰和恢复能力，具体包括物理完整性、化学完整性、生物完整性及社会服务功能完整性。

3.2

水生态修复 water ecological restoration

在人为干预下，通过改变和消除导致水生态系统退化的关键因素或过程，重新调整和优化系统内部及其与外界的物质、能量和信息流动，恢复受损生态系统的结构和功能，使其达到或接近自然状态，以维持生态系统的健康和可持续发展。

3.3

水生态调控 water ecological adjust

在保障水生态系统自修复能力的前提下，基于生态流域阈值和标准化技术，辅以物理修复、生物调控、生境改善等人工措施，系统性恢复水体功能并维持良性循环的过程。

3.4

河流物理完整性 river physical integrity

河流系统在纵向连通率、生态流量、水域面积保留率以及岸线硬化程度等方面的完整性与协调性，强调自然水文节律、地貌特征及物质循环的动态平衡。

3.5

河流化学完整性 river chemical integrity

河流水体及其周边环境中化学成分的组成、浓度和分布的完整性和稳定性，包括河流水质、河流营养状态、饮用水水质、水功能区达标率以及底泥污染状况等。

3.6

河流生物完整性 river biological integrity

支持和维护河流自然生境相对等的生物集合群的物种组成、多样性、结构和功能等的稳态（动态稳定）的能力。

3.7

河流社会服务功能完整性 river social service function integrity

河流生态系统维持防洪、供水、航运等基础设施效能，并保障公众对水质、景观及文化需求的可持续发展能力。

4 基本原则

4.1 生态优先，尊重自然

以维护和实现河流水生态系统完整性为核心，顺应自然规律，保护和恢复河流水生态功能。坚持自然恢复为主，人工修复为辅。

4.2 统筹兼顾，因地制宜

统筹考虑河流流域本底特征和健康需求，统筹考虑水生态物理、化学、生物和功能完整性关系，兼顾短期修复效果和长期可持续性，构建契合地理特征、经济承载力及发展需求的治理方案。

4.3 问题导向，协同推进

对受损河流河段进行全方位诊断，厘清退化原因，充分考虑河流河段所在区域自然禀赋，整体规划，坚持多部门协同推进，建立上、下游联合治理、信息共享与应急响应机制，强化政府间协作与公众参与。

5 工作程序

5.1 确定总体目标

以恢复和保障长江流域河流水生态完整性及生态系统功能为总体目标，通过提升水质、优先恢复与保障河流生态系统功能，并兼顾生物多样性恢复，实现“水生态系统健康、水生境保护、水环境保护、水资源保障”四大基本目标，构建涵盖物理完整性、化学完整性、生物完整性及社会服务功能完整性的综合指标治理体系。

5.2 通过调查分析识别主要问题

将河流划分为若干调查单元，开展河流水生态系统现状调查与分析，识别未受干扰的要素与功能和已退化的要素与功能，进而明确水生态状况接近治理目标的流域单元，需实施恢复或调控的水生态要素，以及导致生态系统退化的关键驱动因子或主要退化过程。

5.3 确定修复和调控具体目标和方案

5.3.1 明确修复和调控的对象、范围和目标，确定修复和调控的优先次序。

a) 预防性保护优先，守住现状优良区。筛选出当前生态系统达标的健康河段，划定保护红线，严禁开发性破坏；建立健康河段退化预警机制。

b) 量化评估修复措施的单位成本对生物多样性的提升效果，对具有高生态服务价值（如水源含氧、鱼类洄游通道等）的河段设定优先权。

5.3.2 根据主要问题和优先次序确定首要方案，综合资金成本和其他约束条件，将总体方案转化为具体目标，目标具有可度量和时间限制，可按短期（1~3年）聚焦“止血型”恢复、中期（3~5年）推进“功能性恢复”和长期（5年以上）“系统性修复”的时序动态进行调控，分阶段推进。

5.4 运行和监管

开展实际修复和调控工作，并定期对修复和调控效果进行监测和评估，根据分析评价结果调整运行维护措施。

技术路线图参照附录 A。

6 河流水生态完整性现状调查与分析

依据本文件确定的调查指标体系开展资料收集和踏勘（附录 B）。

6.1 河流水生态物理完整性现状调查与分析

河流水生态物理完整性调查内容应包括水资源开发利用情况、流量变化、生态流量满足度、水体连通性、河岸自然状况、河岸带人工干扰程度以及排污口布局合理程度。并满足以下要求：

a) 水资源调查应包括水资源总量以及水资源开发利用状况，其中水资源开发利用状况包括生活、生产、生态用水以及水资源（含水能资源）开发利用程度。涉及水位、流量、泥沙等水文信息调查分析应符合 SL 196 和 GB 50179 有关规定。

b) 对于有明确生态流量目标的河流，应以该流量作为生态流量目标；对于没有明确生态流量目标的河流，需要计算其生态流量，计算方法参照 SL/Z 712。目标河流生态流量满足程度评价方法参照 SL/T 793

有关规定。

c) 水体连通性调查内容包括河流内部闸坝等障碍物的数量、类型和规模，有过鱼设施的不在统计范围内，应符合 GB 50707 和 SL 383 的相关规定。

d) 河岸带利用情况调查内容应包括岸线现状长度、横向范围、功能类别划分、岸线利用率、岸线利用是否合法等。

e) 排污口的合理程度和评价可依据 SL 662 和 SL/T 793 相关规定。

6.2 河流水生态化学完整性现状调查与分析

河流水生态化学完整性调查内容包括水质、水源地水质达标率、汛期污染强度、水功能区达标率以及底泥污染状况。并满足以下要求：

a) 目标河流及其汇入河流的水质状况及达标状况，水质指标宜以化学需氧量、氨氮、总氮、总磷和溶氧等指标为主。河流水环境质量监测依据 HJ 91.2 进行，水质评价按照 GB 3838 和 SL 195 有关规定执行。

c) 污染源调查内容应包括点源、面源、内源、移动源、入河排污口情况等。城乡生活污水水质排放标准应符合 GB 18918 和 GB/T 37071 的相关规定。

b) 沉积物污染状况调查应符合 SL 219 的有关规定。

d) 根据水环境功能区划，确定目标河流水质目标，计算水质达标率，确定主要污染物。

6.3 河流水生态生物完整性现状调查与分析

河流水生态生物完整性调查内容包括鱼类状况、重要物种状况、浮游植物多样性、浮游动物多样性等河流生物状况。调查指标以生物量（密度）、优势种、多样性指数为主。并满足以下要求：

a) 可采用生物完整性指数评价河流生物状况，根据需要选择评估鱼类、底栖动物、藻类、浮游生物和大型水生植物。水生态生物完整性监测方法和河流生物完整性常用指标可参照 HJ 1295 和 SL/T 800。也可选用指示物种、物种多样性指数等评价方法。

b) 重要水生生物种类调查应包括土著、珍稀、濒危及特有物种。

6.4 河流水生态社会服务功能完整性现状调查与分析

河流水生态社会服务功能完整性调查内容包括防洪工程达标率、用水保障情况及公众满意度。并满足以下要求：

a) 防洪工程达标率调查内容包括历史洪水位、警戒水位、保证水位等数据，统计堤防、护岸、水库等防洪工程的现状数据，评估其是否符合防洪规划要求。

b) 用水保障情况需要调查城乡供水普及率以及实际灌溉面积。

c) 采用公众调查方法评估公众对河流环境、水质水量、涉水景观等的满意程度，具体内容可参照 SL/T 793。

6.5 综合评价与诊断

6.5.1 在调查分析的基础上进行现状评价，通过历史资料对比分析或实际调查等方式确定河流参照系统，参照系统是自然河流生态状况，或水资源大规模开发前的河流生态状况近似为自然状况，依据调查资料及专家经验确定各项指标值，进行综合评价。

6.5.2 根据上述指标体系评价结果，确定河流水环境与水生生态主要问题，明确胁迫因子，制定河流水生态调控和修复的主要目标。

7 河流水生态完整性修复和调控技术

7.1 水生态物理完整性修复和调控技术

7.1.1 水体连通性保障

恢复河流水体间的连通性，包括纵向（河流上、下游连通性）、横向（河流与周边湿地、泛洪区的连接）和垂向（地下水和地表水交互）三维空间的物理连通性以及时间维度上的水文连通性（洪水期和枯水期等季节性水文变化），保障物质流、物种流和信息流的畅通。

a) 河道形态修复。拆除硬质护岸或影响河流连通性的建筑物、设施，要求河流纵向连通指数不低于 0.2 个/100 km，恢复河道蜿蜒形态（河道曲率比 ≥ 1.5 ），为底栖生物和鱼类提供栖息环境；对底泥进行疏浚。

b) 通过建设鱼道或仿天然河道，恢复鱼类洄游通道，保障上下游物种流的畅通。鱼道设计应符合 SL 609 的相关规定。

c) 通过生态调度（如调整水库放水流量）恢复自然水文节律，在关键生物周期制造 0.5-1.5 m 的水位波动，减少河段断裂对生态系统的破坏。建立极端水文事件响应机制，制定分级应急预案。

7.1.2 水体流量调控

结合流域综合规划水量分配方案，统筹生态、生活和生产用水。

a) 针对因水库、闸坝等人为活动导致生态流量不足的河流，通过优化闸坝泄放调度，恢复满足生态系统需求的基流及敏感期流量过程。

b) 针对生态流量不满足的控制断面，强化用水消耗总量和强度控制，加强取水监管。

c) 对于生态流量持续不达标且难以通过流域内调度恢复的河流，应实施跨水源生态补水，通过从河流、湖泊、水库等外部水源调水保障目标流量。河道补水应根据河流特征选择合适的水源，水质需满足目

标河流的要求。

7.1.3 河岸线生态功能修复

采取植被恢复和护岸工程等措施，保障河流自然岸线比例，恢复和提升河岸稳定性和生态系统自我恢复功能。

7.2 河流水生态化学完整性修复和调控技术

针对区域的水质现状和存在问题，按照“控源—截污—修复”主体思想实施修复和调控技术。

7.2.1 源头控制

a) 控制工业点源污染。严禁在长江干支流 1 公里范围内新建、扩建工业园区及项目，依法关停沿江 1 公里内环保不达标企业，推动化工企业向专业园区集中，配套建设集中式污水处理厂。经预处理后接入管网的重点行业（化工、印染、冶金等）废水排放符合 GB 18918 相关规定。

b) 拦截农业面源污染，包括农田和养殖污染治理及农村人居环境治理。减少化肥农药使用量，提高农药化肥利用率，提高病虫害绿色防控覆盖率；提高养殖废物资源化利用率。

c) 要求沿江重点企业编制突发环境事件应急预案，重点明确泄漏拦截、应急堵漏、污染物拦截等技术措施。

7.2.2 污染治理

a) 综合污染状况治理。控制耗氧物质（COD、氨氮）、营养化物质（总磷、总氮）以及风险污染物（重金属、有毒有机污染物）等关键指标，指导污染治理工程验收。修复和调控技术可参照附录 C。

b) 针对因生态结构受损导致自净能力减弱的河道，可通过引入耐污型水生植物、底栖动物及水生动物等本土物种，重建生物群落，增强水体净化功能。生物物种宜优先选用适应当地环境的常见种类。

c) 针对面源污染较为严重，且河滨带受到侵占、生态功能退化的河流或河段，可在两岸构建植被缓冲带，拦截污染物和泥沙进入河段，降低面源污染负荷，提升河道水质。生态缓冲带的宽度设置依据两岸土地利用类型与堤岸坡度等综合考虑。

d) 针对底泥污染严重的河流或河段，采用机械疏浚技术移除上层高污染沉积物，以控制内源污染风险。疏浚范围和深度需基于污染物的空间分布特征（水平与垂直方向）综合确定，同时统筹工程安全及成本效益。

e) 汛期污染强度控制。采取拦截、导流、疏浚等方式防止汛期水体污染扩大；采取隔离、吸附、打捞等物理处理和氧化还原、中和、沉淀等化学污染物处理方式，或临时建立污染物处置工程等方法处置污染物，降低污染强度。

7.3 河流水生态生物完整性修复和调控技术

7.3.1 鱼类

针对因人为干扰或外来物种入侵导致土著鱼类严重衰退的河道，可通过改善生态基底（如水质提升、栖息地结构优化）来促进自然恢复；必要时辅以人工增殖放流加速种群重建。若入侵物种已造成本土鱼类种群数量和多样性骤降，须实施人工捕捞控制入侵生物规模。

7.3.2 保护物种

针对需重点保护的濒危、珍稀或特有物种分布河段，系统修复其生存所需的核心生境要素（水文节律、水质、底质结构、植被群落及饵料资源），并辅以科学增殖放流，促进目标物种种群复壮。基于物种生活史周期不同阶段的生境需求差异，实施动态适应性管理。水生生物增殖放流技术可参照 SC/T 9401。

7.3.3 底栖动物

针对因污染导致底栖动物多样性下降的河段，可通过水质改善与控制优化生境条件，驱动底栖群落的自主恢复；也可选择耐污型底栖动物工具种实施科学增殖放流，加速群落结构重建。

7.3.4 水生植物

针对水生植被单一或严重受损的河道，通过底质改良、水文调控和水质优化等措施消除或降低环境胁迫因子，促进原生植被恢复；或引种高抗逆性物种，构建多生活型组合（挺水、浮叶、沉水植物），重建水生植被群落。物种配置需结合水深梯度、水流特征及底质类型，实现群落结构与生境条件的适配性优化。

7.4 河流社会服务功能完整性修复和调控技术

7.4.1 防洪工程

a) 对因洪水损毁的堤岸、护岸进行重建或加固，消除安全隐患；清理阻水障碍物、片林等违规设施，清除河道淤积，恢复行洪断面；建造深潭—浅滩结构，对主要干流及中小河流进行，提升防洪能力。

b) 实时监测水位、流量及非法采砂行为，建立长效监测与预警机制；利用水文模型模拟洪水演进，优化调度方案，提前发布预警。

7.4.2 用水保障

a) 严格控制用水总量和强度，优先保障城乡居民生活用水和基本生态用水，对超载区实施取水许可暂停审批；通过水库群联合调度释放生态流量，模拟自然水文节律，避免挤占生态用水。

b) 对灌溉区实施改造，提高输水效率，缩短灌溉周期；并通过滴灌、喷灌等高效节水技术，提高农田灌溉水有效利用系数。

7.4.3 公众满意度

a) 按照治水为民、治水利民、治水便民的理念，通过完善信息公开制度加强河流水生态治理的信息公开。通过设置河流水质指示牌，搭建亲水平台、打造亲水空间等，让民众在沉浸式互动中增强对水生态环境治理成效的直观感受。

b) 健全保障机制，提升长制工作执法效能，筑牢饮用水安全屏障，切实提高河流水生态环境治理提质增效。

c) 加强民众监督，强化河流水生态环境治理的工作执法监督。

8 运行和监管

8.1 建立河长制监管和保护机制。根据修复和调控的目标确定监测机制，制定针对性的监测计划和评估方案；至少保证连续 3 年的监测时间。

对于实施河流水生态修复技术的河段，监测频率表现为：物理性指标（重点应包括河岸硬化率、水文情势）每季度 1 次；水质指标（重点应包括溶解氧、总氮、总磷、重金属等污染物浓度）每月 1 次；生境指标（重点应包括鱼类多样性指数、植被覆盖度）每半年 1 次。

对于实施河流水生态调控技术的河段，监测频率表现为：生物指标（重点应包括鱼类多样性指数、底栖动物物种恢复率）每季度 1 次；水质指标（重点应包括溶解氧、总氮、总磷、重金属等污染物浓度）每半年 1 次；生态功能指标每年 1 次。

若监测未达标，需加密监测频率，并启动强化治理措施。

8.2 根据实施前、后的对比评估、工程目标实现程度评估和趋势预测评估，对修复和调控工程进行调整优化。

附录 A
(资料性)

河流水生态完整性修复和调控技术流程图

长江流域河流水生态完整性修复和调控技术路线参照图 A.1。

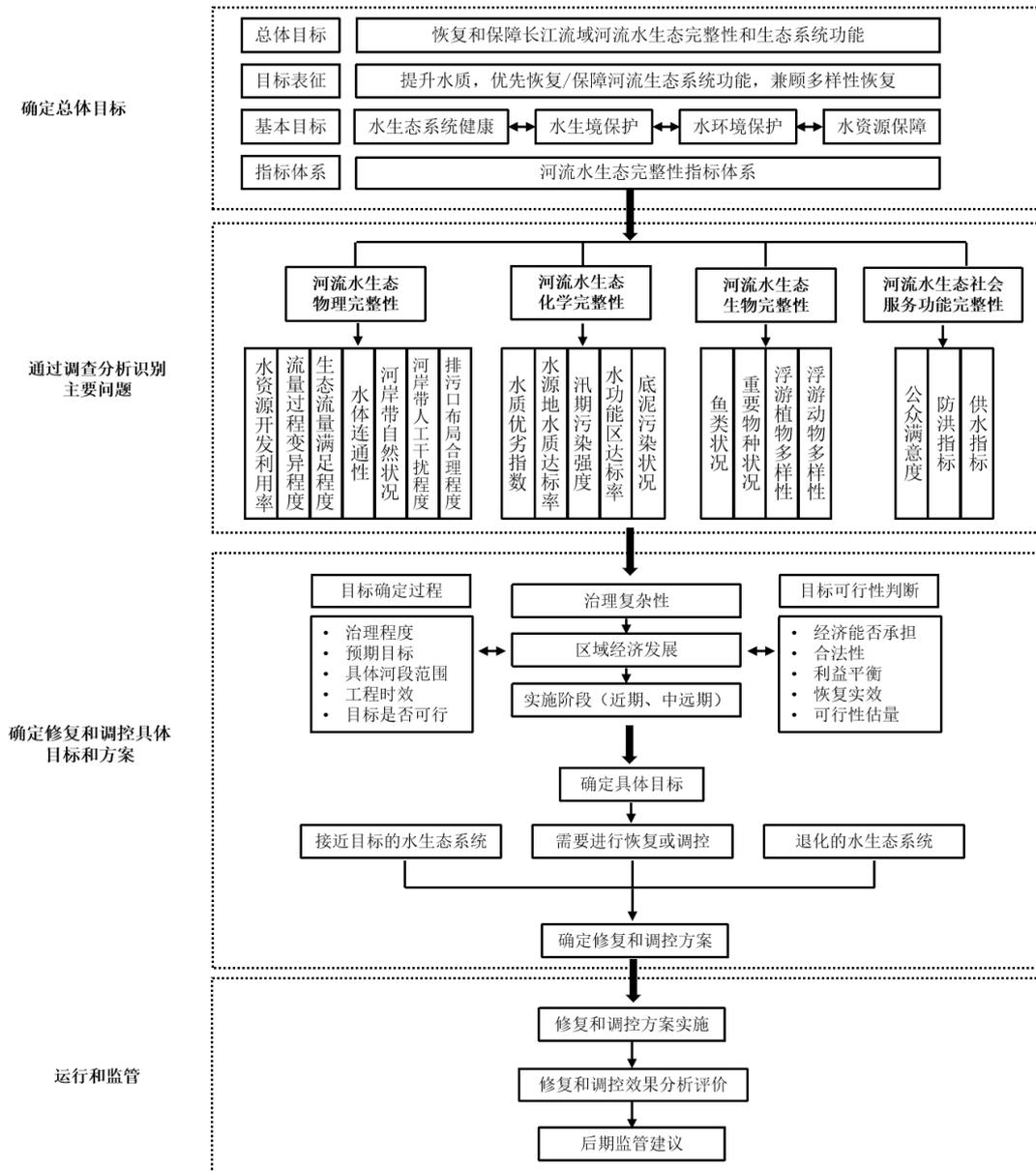


图 A.1 长江流域河流水生态完整性修复和调控技术路线参照图

附录 B

(资料性)

河流水生态完整性调查指标体系表

河流水生态完整性调查指标体系包括目标层、准则层和指标层。目标层为河流水生态完整性，准则层包括物理完整性、化学完整性、生物完整性和社会服务功能完整性。具体见表 B.1。

表 B.1 长江流域河流水生态完整性调查指标体系表

准则层	编号	指标层		指标类型
物理完整性	1.	水资源开发利用率		基本指标
	2.	流量过程变异程度		备选指标
	3.	生态流量满足程度		基本指标
	4.	水体连通性		基本指标
	5.	河岸带自然状况	河岸带稳定性	备选指标
	6.		河岸带植被覆盖度	基本指标
	7.	河岸带人工干扰程度		基本指标
	8.	排污口布局合理程度		备选指标
化学完整性	9.	水质优劣程度		基本指标
	10.	饮用水水源地水质达标率		基本指标
	11.	汛期污染强度		基本指标
	12.	底泥污染状况		备选指标
	13.	水功能区达标率		备选指标
生物完整性	14.	鱼类状况	种类数*	基本指标
	15.		资源量	基本指标
	16.		优势科	基本指标
	17.		营养结构	基本指标
	18.		成鱼比例	基本指标
	19.		外来入侵物种	基本指标
	20.	洄游性物种	长江口	
	21.	重要物种状况	重点保护水生生物数量*	基本指标
	22.		区域代表物种	基本指标
	23.		特有鱼类	长江上游干支流
	24.	浮游植物多样性		备选指标
	25.	浮游动物多样性		备选指标
社会服务功能完整性	26.	公众满意度		基本指标
	27.	防洪指标		基本指标
	28.	供水指标		基本指标

注：*表示关键性指标。

附录 C

(资料性)

河流水生态化学完整性修复和调控技术

长江流域河流水生态化学完整性修复和调控技术参照表 C.1。

表 C.1 长江流域河流水生态化学完整性修复和调控技术参考

技术类别	治理目标	主要措施
污染源（外源）控制技术	点源污染治理	工业废水深度处理：采用膜分离技术（如反渗透、超滤）去除重金属及难降解有机物，结合高级氧化工艺（臭氧催化、芬顿反应）分解毒性污染物。
		生活污水脱氮除磷：应用 A ² /O（厌氧—缺氧—好氧）工艺或人工湿地系统，通过微生物硝化反硝化作用降低 TN/TP 浓度。
	面源污染拦截	生态缓冲带构建：在河岸带设置植被过滤带（宽度≥30m），通过植物根系截留与土壤吸附减少农业径流污染物。
		人工湿地净化：采用表面流/潜流湿地组合工艺，种植芦苇、香蒲等挺水植物。
水体化学净化技术	物理化学修复	曝气增氧：通过微孔曝气设备提升溶解氧，抑制厌氧反应，改善黑臭水体。
		吸附沉淀：投加沸石、活性炭等吸附剂，或使用化学沉淀法（如 PAC 混凝）去除氨氮等污染物。适用于应急治理。
	生物强化修复	功能微生物菌剂：投加硝化菌、聚磷菌、有机物降解等定向菌群，强化脱氮除磷及有机物去除。
		水生植物修复：种植沉水植物（苦草、狐尾藻）吸收污染物。
底泥（内源）污染控制技术	原位钝化	化学药剂稳定化：投加磷酸盐稳定剂（如磷酸铁）或硫化物固定重金属（如 Hg ²⁺ 、Cd ²⁺ ），降低底泥污染物释放风险，适用于工业污染河道。
		生物炭改良：添加农林废弃物制备的生物炭，吸附污染物并改善底栖微生物活性。
	异位清淤	环保疏浚技术：采用绞吸式挖泥船结合防扩散装置，清除污染底泥。
		底泥资源化：将疏浚底泥烧制陶粒或制备路基材料，实现污染治理与资源利用。