

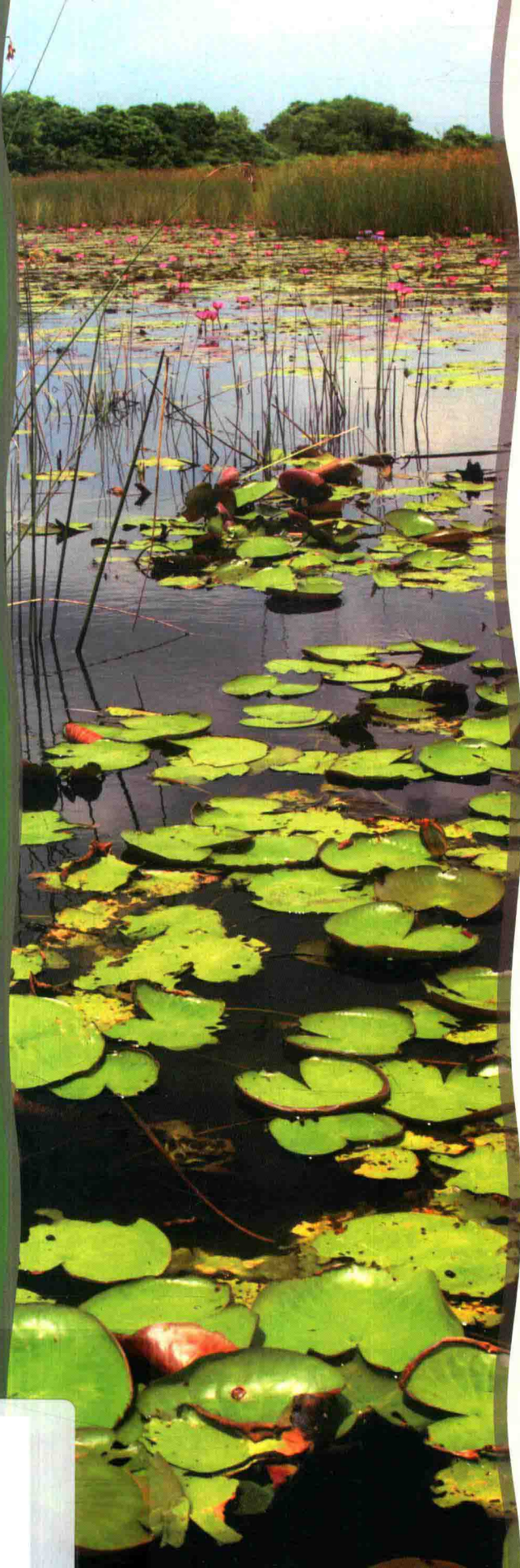


国家湿地公园 湿地修复

马广仁 / 主编

技术指南

中国环境出版社



国家湿地公园

技术指南
湿地修复

中国环境出版社·北京

本书由国家林业局湿地保护管理中心组织编写出版

本书的出版获得世界自然基金会（瑞士）北京代表处和 GEF 中国湿地保护体系项目的资助，在此特别感谢。

图书在版编目 (CIP) 数据

国家湿地公园湿地修复技术指南 / 马广仁主编. —
北京 : 中国环境出版社, 2017. 5
ISBN 978-7-5111-3175-1

I. ①国… II. ①马… III. ①沼泽化地—国家公园—
自然保护—中国—指南 IV. ①P942.078-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 097546 号

出版人 王新程
责任编辑 田 怡
责任校对 尹 芳
装帧设计 岳 帅
封面摄影 韦宝玉

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2017 年 5 月第 1 版
印 次 2017 年 5 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 12.25
字 数 194 千字
定 价 58.00 元

【版权所有。未经许可，请勿翻印、转载，违者必究。】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题，请寄回本社更换

编 委

主 编：马广仁

副 主 编：严承高 袁兴中

编 委：王隆富 闫晓红 雷 刚 韦宝玉

刘双爽 何宗苡 刘 恋 张 玥

付元祥 苗 垠 杨 钺 卢虹宇

图文编排：米珊珊 刘杨靖

统 稿：袁兴中

前言

随着人口急剧增加和经济快速发展,对湿地的不合理开发利用导致天然湿地日益减少,功能和效益下降;捕捞、狩猎、砍伐、采挖等过量获取湿地生物资源,造成湿地生物多样性丧失;湿地水资源过度开采利用,长期承泄工农业废水、生活污水,导致湿地水质恶化,严重危及湿地生物生存环境;森林过度砍伐,植被破坏,导致水土流失加剧,江河湖泊泥沙淤积,使湿地资源遭受破坏,生态功能严重受损。为加强湿地保护和修复,2004年6月,国务院下发了《关于加强湿地保护管理工作的通知》(国办发〔2004〕50号),明确要求采取建立湿地公园等多种形式加强保护。2016年11月,《国务院办公厅关于印发湿地保护修复制度方案的通知》(国办发〔2016〕89号)提出了全面保护湿地、推进退化湿地修复、通过建立湿地公园等方式加强对重要湿地保护的新要求。自2005年国家林业局批准建立第一个国家湿地公园试点以来,截至2016年年底,我国共建立国家湿地公园(试点)836处,其中通过验收正式授牌的国家湿地公园174处。建设国家湿地公园为全面保护湿地、扩大湿地保护面积、恢复退化湿地发挥了重要作用。

但是,国家湿地公园在湿地保护、修复、生态监测、科普宣教等方面还存在着管理水平不高、缺乏技术规范等一系列问题,如何在加强国家湿地公园湿地保护和监管的同时,制定具有规范性和普适性的技术指南十分必要。针对国家湿地公园建设中存在的问题,为加强对国家湿地公园建设管理的指导,2015年国家林业局湿地保护管理中心组织编写了《国家湿地公园宣教指南》《国家湿地公园湿地修复技术指南》《国家湿地公园生态监测技术指南》。

《国家湿地公园湿地修复技术指南》包含八部分:第一部分阐述湿地修复技术指南的适用范围、原则及技术路线;第二部分介绍退化湿地生态调查与问

题诊断；第三部分是修复目标；第四部分介绍修复场地分析；第五部分阐述修复方法选择；第六部分介绍各类湿地修复技术，包括水文和水环境修复、基底结构与土壤修复、植被恢复、生境恢复与改善；第七部分介绍修复监测、成效评估与管护；第八部分为附录，包括参考资料、术语和定义、资料性附录及各类型湿地修复案例，在附录案例部分对各类型湿地修复技术（包括河流湿地、湖泊湿地、库塘湿地、沼泽湿地、滨海湿地等）进行了介绍。

由于国家湿地公园湿地修复涉及各类型湿地，其修复技术既有共性，也有其特殊性。因此本指南在内容设计上，既强调湿地修复的一般性规律和技术要求，也结合不同类型湿地修复的具体要求，以案例形式进行针对性分析和技术阐释。本指南与常规行业指南的条目式编写方式不完全相同，而是在明确修复原则、技术方法等内容的基础上，用大量国内外案例辅助阐明湿地公园湿地修复技术内容和方法，图文并茂，以期为湿地公园管理者、湿地修复工程规划设计人员等提供具有可操作的技术指导。

本指南委托重庆大学和世界自然基金会（WWF）共同承担编写工作，其内容设计、具体内容编写及统稿由袁兴中及其团队负责。指南的编写得到了相关省市林业厅（局）湿地保护管理部门的大力支持，得到了田昆、陈仕泓、张明祥、刘茂松、朱建国、但新球等专家学者的专业指导，得到了广东广州海珠国家湿地公园管理局、浙江杭州西溪国家湿地公园管理处、四川西昌邛海国家湿地公园保护中心、重庆汉丰湖国家湿地公园管理局、黑龙江富锦国家湿地公园管理局、湖北神农架大九湖国家湿地公园管理局、上海崇明东滩鸟类国家级自然保护区管理处、广州南沙湿地旅游发展有限公司等单位的大力支持及案例分享，在此表示衷心的感谢。

本指南经过一年多时间的编写，前后历经多次讨论和修改。由于编著者水平有限，仍有许多不足和有待进一步完善之处，恳请读者指正。

编著者

2016年12月

第一章 总 则.	1
1.1 适用范围及使用说明 /2	
1.2 修复原则 /2	
1.3 恢复技术流程 /4	
第二章 退化湿地生态调查与问题诊断.	5
2.1 退化湿地生态调查 /6	
2.2 湿地退化问题诊断 /8	
第三章 湿地修复目标.	11
3.1 生物物种保育与恢复 /11	
3.2 生态完整性恢复 /12	
3.3 自然水系及水文恢复 /12	
3.4 生态系统服务功能恢复与优化 /13	
第四章 修复可行性及场地分析.	15
4.1 修复可行性 /16	
4.2 修复场地分析 /17	

第五章 修复方法选择. 19

- 5.1 自然修复 /20
- 5.2 人工促进修复 /20

第六章 湿地修复技术. 21

- 6.1 水文和水环境修复 /22
- 6.2 基底结构与土壤修复 /34
- 6.3 植被恢复 /42
- 6.4 生境恢复与改善 /49

第七章 修复监测、成效评估与管护. 57

- 7.1 修复监测 /58
- 7.2 修复成效评估 /60
- 7.3 后期管理和维护 /62

附录 I：参考资料 /63

参考文献： /64

附录 II：术语和定义 /68

附录 III：资料性附录 /69

附录 IV：各类型湿地修复案例 /89

1 湖泊湿地修复案例 /89

案例 1 上海大莲湖湿地修复 /89

案例 2 四川西昌邛海高原湖泊湿地修复 /96

2 库塘湿地修复案例 /106

案例 3 重庆开州汉丰湖湿地修复 /106

案例 4 浙江杭州西溪湿地修复 /121

案例 5 广东海珠基塘 - 河涌湿地修复 /128

3 沼泽湿地修复案例 /138

案例 6 湖北神农架大九湖亚高山沼泽湿地修复 /138

案例 7 黑龙江富锦国家湿地公园沼泽湿地修复 /152

4 河流湿地修复案例 /161

案例 8 美国俄伦唐格河 (Olentangy River) 河流湿地修复 /161

案例 9 山东金乡县金水湖国家湿地公园河流湿地修复 /169

5 滨海湿地修复案例 /173

案例 10 广州南沙湿地公园红树林湿地修复 /173

案例 11 上海崇明东滩滨海潮滩湿地修复 /177

国家湿地公园

技术指南 湿地修复

第一章 总 则

国家湿地公园湿地修复是指用生态工程技术方法使退化湿地复原到以前的状态或尽可能接近以前的状态。为规范湿地修复工程项目建设，加强工程项目建设管理与监督，提高湿地修复工程项目决策的科学性和效益，制定本指南。

1.1 适用范围及使用说明

本指南规定了国家湿地公园湿地修复的主要内容、技术要求、修复方法，以及修复效果评估。

本指南适用于中华人民共和国境内国家湿地公园（包括湖泊型、河流型、库塘型、沼泽型以及滨海型等所有类型湿地公园）的湿地修复，指导国家湿地公园湿地修复规划设计方案的编制、湿地修复工程实施、湿地修复效果评估和管理工作。

本指南规定了湿地修复的基本技术方法。各类型国家湿地公园应根据自身的实际情况，有选择性地使用本指南中的相关技术方法。各类型国家湿地公园在进行湿地修复前，应请相关从事湿地修复的专业机构，根据湿地公园的湿地退化特征和修复目标要求，有针对性地进行湿地修复工程的规划和设计。本指南可作为湿地修复工程规划设计人员进行湿地修复规划、设计方案编制的参考依据，也可作为主管部门监督检查湿地修复工程项目的参考依据。

1.2 修复原则

1.2.1 自然性原则

强调“自然是母，时间为父”的原则。以自然为模板，了解原生状态下自然湿地的基本特征，自然湿地的结构和功能，为湿地修复提供指导。强调与自然合作而进行湿地修复，这样可提供优化的生态服务功能和效益。

1.2.2 自我修复原则

包括湿地生态系统在内的自然界，具有强大的自我修复能力。湿地修复应首先强调在减少或去除人为影响情况下，尽可能地利用湿地生态系统的自我修复能力，去实现其结构与功能恢复的目标。对于退化或破坏相对严重，仅靠自我修复难以如期实现恢复目标的湿地，可考虑进行适度的人工干预或辅助，以促进湿地自我修复能力的发挥。

1.2.3 完整性原则

以系统的观点设计湿地修复，应按湿地生态系统自身的演替规律，分步骤、分阶段进行，做到循序渐进。湿地修复应在生态系统层次上展开，湿地修复应保证湿地生态系统结构完整性和生态过程完整性。

1.2.4 多样性原则

多样性是湿地修复的重要目标与内容。湿地的“多样性”是指其自然形态多样性、生境类型多样性、生物物种多样性、群落结构多样性、生态功能多样性以及景观风貌多样性。通过恢复湿地自然形态和生境类型多样性，实现生物物种、群落结构、生态功能及景观风貌多样性的目标。

1.2.5 因地制宜原则

不同区域具有不同的自然环境，如气候、水文、地貌、土壤条件等，修复的湿地所在区域的差异性和特殊性，要求在湿地修复时要因地制宜。依据区域的具体情况，利用合适的湿地修复技术。

1.2.6 可行性原则

可行性原则包括湿地修复的环境可行性、经济可行性和技术措施可行性。要求在湿地修复过程中实施的技术措施，在实际操作中具有可行性。

1.3 修复技术流程

湿地修复技术流程见图 1-1。

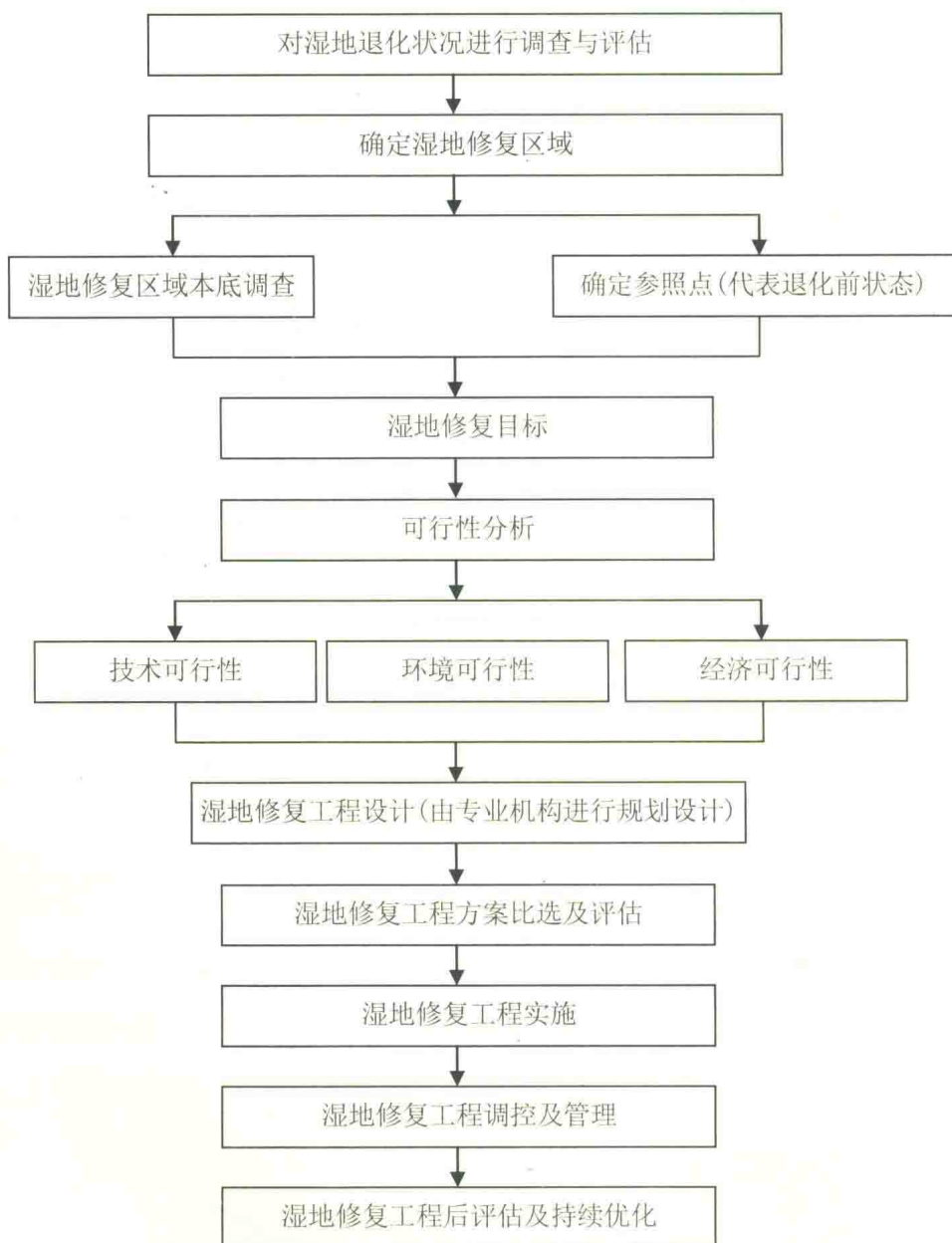


图 1-1 湿地修复技术流程

国家湿地公园

技术指南 湿地修复

第二章 退化湿地生态调查与 问题诊断

湿地生态调查包括退化湿地生态调查和对照湿地（在湿地公园范围内或周边选择的未退化湿地区域，作为对照区域，为湿地修复提供参照）生态调查。退化湿地区域的生态调查包括环境因子调查、生物调查、开发利用和受威胁状况调查、退化湿地问题诊断。对照湿地的生态调查是为退化湿地修复提供参照。

2.1 退化湿地生态调查

2.1.1 水文与水质调查

2.1.1.1 水文调查

湿地水文调查主要包括以下几个要素：水深、流速、流量、水文补给调查、水文图收集等。

水深：是河流、湖泊等湿地水文的基本参数，包括平均水深、丰水期/平水期平均水深等。水深由水量和湿地地形决定。水深测量点位可与其他调查监测相结合，通常采用标尺等（适用于最大水深 1.5m 左右的浅水湿地）和水深仪进行测量。

流速（单位：m/s）：包括平均流速、最大流速、表层流速、底层流速和岸边流速等。流速大小受流量及其所在区域的微地形格局、水生生物尤其是大型维管植物等的影响。水文调查中常用平均流速，通常用河流、湖泊等水体横断面平均流速表征该断面水流速度。流速测量常用流速仪法和浮标法。

流量：是指单位时间内通过某一过水断面的水体体积，常用单位为 m^3/s ，多用于河流、湖泊的断面进出水量测量。流量的测量方法包括浮标法、流速仪法、超声波法等。

水文补给调查：包括水源补给方式，如季节性冰雪融水补给、降水补给、地下水补给；以及水源补给量的大小。

水文图：是湿地水文调查最有用的资料，能反映出过去至少一年以上的的水面高度。水文图包括地下水资源图、水文地质图及地下水等水位（水压）线与埋藏深度图。水文图收集有助于明确湿地中地表水、地下水的输入与输出，

了解湿地水源与水文过程。航片、卫片可用于水文地质解释，可清晰地反映湿地和水源的联系。

区域水文资料：包括区域多年、年及月平均径流量，平均流量，水位，水质，降水量，蒸发量，相对湿度及气温资料，用于计算是否需要进行人工补水从而维持湿地生态需水量。

2.1.1.2 水质监测

水质监测主要指标为：**pH值；溶解氧（DO）；透明度；化学需氧量（COD）；总氮；总磷。**

2.1.2 基底调查

基底（土壤或底质）调查主要包括以下要素：**基底地形条件、基底类型、基底物理组成、基底理化性质、基底氮磷含量、基底微生物状况等。**

2.1.3 生物调查

生物调查包括对退化湿地区域内的生物种群、群落结构及多样性、珍稀濒危特有物种存活状况、外来物种威胁程度及风险等进行调查，评估退化湿地生态系统完整性和可持续性、物种多样性等。湿地生物调查的主要内容包括：

浮游生物：包括浮游植物、浮游动物种类组成、种群数量、生境状况以及各类群的季节变化和空间分布特征。

水生维管植物：包括水生维管植物群落类型、分布、面积、种类、优势种、多样性、生物量、珍稀保护水生植物生长状况。

陆生维管植物及植被：包括植被类型、植被覆盖度、植物种类、优势种、多样性、生物量、珍稀保护植物生长状况。

底栖无脊椎动物：包括种类、分布、数量、多样性、生物量。

鱼类：包括种类组成、资源现状、种群结构、产卵场、越冬场和索饵场等关键生境、珍稀濒危特有鱼类的分布等。

两栖爬行类：包括种类、种群数量、行为和栖息生境、珍稀濒危特有两栖爬行类的分布等。

鸟类：包括种类、种群数量、行为和栖息生境、迁徙状况、珍稀濒危特有鸟类的分布等。

兽类：包括种类、种群数量、行为和栖息生境、珍稀濒危特有水生兽类的分布等。

2.1.4 开发利用和受威胁状况调查

除自然因素导致湿地退化外，大多数情况下湿地退化与人类的开发利用活动等干扰有关。开发利用和受威胁状况调查包括退化湿地区域内及周边常住人口数量、社会经济状况、游客数量、农业生产、渔业捕捞、养殖业、水资源利用、基础设施建设等。

2.2 湿地退化问题诊断

结合湿地生态环境调查，对湿地退化状况进行评估，诊断退化湿地的生态环境问题，识别影响湿地退化的关键因子。湿地退化问题诊断包括以下内容：

第一，湿地生态系统组成和结构退化状况：判断湿地生态系统组分是否缺失，如缺水、原生的动植物消失等；湿地自然结构是否完整，包括湿地生物群落结构的完整性、湿地水文过程稳定性、不同湿地间以及同一湿地不同区域的水文连通性、水陆交接带（岸边带）连续性等。辨识湿地生态系统组分及自然结构受破坏程度及主要的影响因子。导致湿地生态系统组成和结构退化的可能原因，包括土地利用格局改变、水文状况持续改变而导致的侵蚀或干旱、流域水利工程、气候变化等。

第二，湿地生物多样性下降状况：湿地动植物物种数量下降、关键种丧失、生境多样性和异质性降低等。导致湿地生物多样性下降的可能原因包括生境丧失和破碎化、水质恶化及富营养化、过度捕猎、疾病暴发、外来物种入侵、气候变化等。