



湿地生物多样性保护

北京林学会

2024 年 1 月

目录

一、湿地生物多样性保护与修复背景.....	3
1.1 走近湿地.....	3
1.1.1 遗传资源宝库.....	5
1.1.2 湿地潜藏的农作物资源.....	7
1.1.3 湿地的危机.....	7
1.1.4 政策导向挽救湿地于危亡.....	9
1.2 北京湿地简论.....	10
1.3 北京湿地的特有作用.....	13
1.3.1 调蓄洪水.....	13
1.3.2 补充地下水.....	14
1.3.3 净化水质.....	14
1.3.4 改善环境和小气候.....	14
1.3.5 维持生物多样性.....	14
1.3.6 文化服务.....	15
1.4 北京湿地的问题.....	15
1.4.1 资源不足且分布不均.....	15
1.4.2 水文连通性不足.....	16
1.4.3 生态质量不高.....	16
1.4.4 监测体系不完善.....	17
1.5 湿地退化与生物多样性.....	17
1.5.1 自然因素.....	18
1.5.2 人为因素.....	19
二、湿地生物多样性修复目标与原则.....	21
2.1 修复目标.....	21
2.2 生态恢复原则.....	21
2.3 一般规定.....	22
三、退化湿地本底调查与评价.....	23
3.1 退化湿地生态调查.....	23
3.1.1 水文水质调查.....	24
3.1.2 基底调查.....	25
3.1.3 生物调查.....	25
3.1.4 社会经济及开发利用、受威胁状况.....	26
3.2 问题诊断与分析.....	26
3.2.1 湿地生态系统组成和结构退化状况.....	26
3.2.2 湿地生物多样性下降状况.....	26
3.2.3 湿地生态系统服务功能退化状况.....	27
3.2.4 湿地环境承载力退化状况.....	27
3.3 生态修复分区.....	27
四、生态修复方法与技术.....	28
4.1 生态修复方法.....	28
4.1.1 自然修复.....	28
4.1.2 人工促进修复.....	28

4.2 生态修复技术.....	29
4.2.1 水量恢复.....	29
4.2.2 水质修复.....	30
4.2.3 植物恢复技术.....	32
4.2.4 地形地貌塑造.....	35
4.2.5 岸带修复.....	38
4.2.6 鸟类栖息地恢复.....	39
五、修复系统的保育与生态监测.....	45
5.1 生态保育.....	45
5.2 生态监测.....	45
5.2.1 监测内容.....	46
5.2.2 监测方法.....	47
5.2.3 监测频率.....	47
5.3 生态修复评估.....	47
5.3.1 评估内容.....	47
5.3.2 评估方法.....	48
六、湿地修复后的可持续利用效益.....	48
6.1 湿地岸带景观建设.....	48
6.2 发展湿地生态旅游.....	49
6.3 构建湿地科普宣教体系.....	49
七、参考文献.....	51

一、湿地生物多样性保护与修复背景

1.1 走近湿地

陆地与水相遇，就可焕发勃勃生机。湿地存在于这个美丽星球的各个角落，常常被誉为“地球的血管”。壮丽而广阔的湿地是一道美妙的景观。湿地支撑着重要的生态系统及生物多样性；事实上，湿地生物资源丰富，虽然湿地覆盖地球表面仅为 8.6%，却有 40% 的动植物物种都在湿地上生活或繁殖。湿地对农业和渔业至关重要。湿地既是水源和净化器，也能保护我们的海岸。泥炭地湿地则是地球上最大的天然碳库。

湿地是永久或季节性被较浅的水（少于 6 米的淡水、半咸水或海水）掩盖的独特自然环境，是一种许多缺氧过程具有优势的半水生生态系统，也是陆地生态系统和水域生态系统之间的过渡性地带。湿地是水域环境和陆地环境相接并交互延伸的区域。根据《拉姆萨湿地公约》对湿地的定义，湿地可以延伸为更广泛的栖息地类型，即河流、湖泊、沿海水域、沼泽、红树林以及珊瑚礁，是为天然湿地；此外，诸如鱼塘、虾塘、农田池塘、水稻田、盐池、水库、污水处理场以及运河，是为人工湿地。相比而言，法国《环境法》中对湿地的定义更具限制性：无论其是否被开发，湿地是“通常长期或暂时被淡水、半咸水或咸水淹没或充斥的土地；如果存在植被，一年中至少有一部分时间以湿生植物为主”。湿地具有季节性或常年积水、生长或栖息喜湿动植物等基本特征，是自然界最富生物多样性的生态景观和人类最重要的生存环境之一。有许多水生植物生长在土壤长期被水体浸泡的特定湿地环境中，这些能够适应独特水土环境的水生植物也常是区分湿地与其他地形、水体的特征植被。湿地广泛分布于世界各地，拥有众多野生动植物资源；它不仅可以给人类提供水和食物，而且还在抵

御洪水、调节径流、控制污染、调节气候、美化环境等方面起到重要作用；它既是陆地上的天然蓄水库，又是众多野生动植物资源，特别是很多珍稀水禽的繁殖和迁徙离不开湿地，仰赖湿地提供的栖息地和生态系统，因此湿地又被称为“鸟类的乐园”。湿地有强大的生态净化作用，可以改善河流水质，因而又有“地球之肾”的美名。

为保护湿地和湿地中的丰富物种，1971年2月2日建立了全球政府间保护公约-湿地公约。目前其公约国已超百名，超过两千块湿地被列入《国际重要湿地名录》。

北京野鸭湖湿地保护区是北京唯一入选这一名录的湿地。保护区内的北京特有沼泽是该生物地理区域的代表性湿地，覆盖了野鸭湖自然保护区约72%的面积。其水文动态变化主要受妫水河和官厅水库的影响，后者的库容约为40亿立方米。保护区内有501种植物、361种鸟类、5种两栖动物、13种爬行动物、16种哺乳动物和25种鱼类。其中三种鸟类-斑苇莺、青头潜鸭和黄胸鹀-属于极度濒危，8种属于濒危，14种属于易危。在2016年-2022年的七年间，该保护区共记录到20000多只水禽，其中大多是在东亚-澳大利亚迁徙路线上迁徙的候鸟。保护区为北京的数千万居民提供了各种生态系统服务，包括水资源保护和调节、气候调节、研究、教育和旅游等。

2021年8月30日，联合国大会第75/317号决议将每年2月2日设立为世界湿地日，旨在提高人们对湿地重要性的认识和理解。这项决议的通过，对于《关于特别是作为水禽栖息地的国际重要湿地公约》（《拉姆萨尔公约》）来说是一个重要时刻，因为决议重申了湿地对人类和大自然、对于实现可持续发展都至关重要。《拉姆萨尔公约》是联合国生态系统恢复十年（2021-2030）倡议的一部分，该倡议与可持续发展目标相关，目标是大规模恢复退化或遭到破坏的湿地生态

系统。该倡议还旨在通过复原湿地来解决与气候危机、粮食和水安全、生物多样性丧失以及可持续发展目标其他要素相关的问题。生态系统恢复十年倡议是重新认识人类对环境的影响的绝佳契机，也是恢复湿地等重要生态系统的机会。通过激励普通公众和主要利益攸关方等多方参与者，我们需要动员整整一代人努力修复和恢复湿地。

湿地是地球生态环境的重要组成部分，与森林、海洋一起并称为全球三大生态系统。其中，湿地的生态系统功能及作用在近年得到越来越多的重视。湿地具有包括：净化水质、蓄水、固碳、促进营养物质循环过程等功能，也能保护海岸线的稳定以及作为植物和动物生存的栖地。湿地也被认为是生物多样性最高的生态系统，不过一个湿地是否能够发挥功能，以及它们能够发挥的程度则取决于该湿地及其附近的环境与水域特征。许多快速评估湿地功能的方法在各地被开发出来，提出一些条件与方法用以评估湿地生态的健康程度，并且希望透过提高公众对湿地功能与湿地生态系统服务的认识，来促进湿地保护。

1.1.1 遗传资源宝库

一个种群全部个体所带有的全部基因的总和就是一个基因库，湿地生物多样性丰富，是庞大的基因库。湿地生物多样性包括所有湿地植物、动物和微生物以及它们所拥有的基因和它们与环境所组成的生态系统。湿地生物多样性通常分为生态系统多样性、物种多样性和遗传多样性三个层次。

生态系统多样性：湿地生态系统多样性是指湿地生境、生物群落和生态过程的多样化以及湿地生态系统内生境差异、生态过程变化的多样性。湿地生态系统的多样性可以在湿地分类中得到体现。湿地类型多样，区域差异明显，以我国科学家在沼泽、滩涂、湖泊等方面已积累的研究成果为基础，根据中国的实际情况并参考《拉姆萨尔公约》

分类系统，将我国湿地划分为沼泽湿地、湖泊湿地、河流湿地、滨海湿地和人工湿地 5 大类，每个大类又分为不同的小类。不同的水文、地貌、土壤、水化学和气候相互作用，产生湿地生境的多样性，高的生境多样性可以保证高的物种多样性，许多物种可以适应范围较广的生境，表明在这些物种中存在高的基因多样性。湿地生态系统多样性是物种多样性和遗传多样性的基础与生存保证。多样性的湿地生态系统为各种湿地生物提供了适宜的生存空间及环境,保证了生物多样性的延续和昌盛。如果湿地生态系统多样性受到破坏,随之而来的将是湿地动植物资源急剧减少和湿地环境恶化,不利于湿地生态系统可持续地为人类的生存发展提供有形和无形的湿地产品。

物种多样性：湿地是许多生物的栖息生境，其间的生物物种多种多样。中国湿地生境类型众多，为湿生、水生生物物种创造了丰富的栖息生境。中国湿地不仅物种数量多，而且有很多是中国所特有，具有重大的科研价值和经济价值。据现有资料初步统计，中国湿地高等植物约有 2276 种，隶属于 815 属 225 科，其中苔藓植物 64 科 139 属 267 种，蕨类植物 27 科 42 属 70 种，裸子植物 4 科 9 属 20 种，被子植物 130 科 625 属 1919 种，濒危种类约有 100 种；湿地动物的种类也异常丰富，我国已记录到的湿地野生动物共有 25 目 68 科 724 种(不含昆虫、无脊椎动物、真菌和微生物)，其中鸟类 12 目 32 科 271 种，两栖类 3 目 11 科 300 种，爬行类 3 目 13 科 122 种，兽类 7 目 12 科 31 种；其中兽类的林麝、豹、水獭、河狸；爬行类的扬子鳄；鱼类的银白鱼、洱海大头鲤等数十种都属珍稀濒危种类。因此无论从经济学还是生态学的观点看，湿地都是最具有价值和生产力最高的生态系统。

遗传多样性：湿地生物所携带的各种遗传信息储存在生物个体的

基因之中，湿地遗传多样性即是指存在于湿地生物个体、物种与物种之间的基因多样性。遗传多样性包括种内显著不同的种群间的遗传变异和同一种群内的遗传变异，包含染色体多态性、蛋白质多态性和DNA多态性三个方面。物种多样性是遗传多样性的基础，湿地丰富的物种多样性为形成纷繁多样的基因创造了条件。

1.1.2 湿地潜藏的农作物资源

湿地中种类繁多的植物、动物和微生物依赖湿地而生存，任何一个物种或生物个体都保存着大量的遗传基因，湿地是重要的遗传基因库，在维持野生物种种群的存续，生物的进化，筛选和改良能作为商品的物种等方面均具有重要意义。水稻和野大豆都是湿地植物，我国水稻的地方品种高达50000多个，大豆品种高达20000多个，包含了丰富多样的遗传基因。遗传多样性可以增加生物生产量和改良生物品种，人类通过传统的育种技术和现代化的生物基因工程，成功地培育了新品种，不断扩大作物的适应范围，提高作物生产力。水稻专家袁隆平教授，利用雄性不育的野生稻培育出高产的杂交水稻，产生了巨大的经济效益，为解决世界粮食问题做出了巨大贡献，为人类带来了福音。自然和人为因素造成的湿地物种多样性和湿地生态系统多样性的降低或丧失，必将导致遗传多样性的减少。

1.1.3 湿地的危机

我国湿地分布于高原平川、丘陵、海涂多种地域，跨越寒、温、热多种气候带，生境类型多样，生物资源十分丰富。据初步调查统计，我国内陆湿地已知的高等植物有1548种，高等动物有1500种；海岸湿地生物物种约有8200种，其中植物5000种、动物3200种。我国有湿地鱼类1000多种，占我国鱼类种数的1/3。在我国所有的湿地鱼类中，内陆淡水特产鱼类种类达410种，占我国鱼类种数的14.6%。

近些年，湿地的萎缩和严重污染，对生物物种的保护构成严重威胁。湿地中动物物种量最大的是鱼类和鸟类，我国重要的经济海区和湖泊，酷渔滥捕的现象十分严重，不仅使重要的天然经济鱼类资源受到很大的破坏，而且严重影响着这些湿地的生态平衡，威胁着其它水生物种的安全。调查显示，我国黑龙江三江平原 78%的天然沼泽湿地消失；洪湖水生植物种类减少 24 种、鱼类减少约 50 种；洪湖湿地鱼类已由 20 世纪 50 年代的 100 多种，减少到目前的 50 多种。

中国湿地面积大、分布广、类型多，资源丰富。从寒温带到热带，从沿海到内陆，从平原到高原山区均有湿地分布。湿地的重要性显而易见，但迄今为止，世界上近 90%的湿地正在退化或消失，湿地的流失速度甚至比森林还要快三倍，同时又是受到威胁最严重的生态系统之一。在人口数量急剧增加和经济快速发展的双重压力下，人口与资源、环境与发展等方面的矛盾日趋尖锐。有些湿地的生产力已明显下降，湿地生物多样性面临威胁，湿地保护与恢复面临着严峻的形势。19 世纪中后期大量湿地被改造成农田，加上过度的资源开发和污染，湿地面积大幅度缩小，湿地物种受到严重破坏。因此，我们迫切需要提高对湿地重要性的认识，以扭转其迅速流失的态势，并鼓励恢复和保护这些重要的生态系统。

自 20 世纪以来，随着全球许多地区湿地类型改变、湿地面积减少等现象的发生，湿地生物多样性下降、自然灾害频发等生态问题日益突显，湿地变化已经引起了全社会的广泛关注。据《联合国千年生态系统评估报告》数据显示，20 世纪以来，北美、欧洲、澳大利亚和新西兰部分地区的某些类型湿地超过 50%已发生转变。就湿地面积变化来看，美国的湿地丧失了 54%，法国 67%，德国 57%。其间，由于过度开发、毁灭性捕捞、污染与淤积，全球约有 20%的珊瑚礁

已丧失。由于过度排水、建坝和工业发展，美索不达米亚平原沼泽的面积从 10 世纪 50 年代的 15000~20000 公顷减少到今天不足 400 公顷。而在过去近 20 年的时间里，全球约有 35% 红树林已经消失。

1.1.4 政策导向挽救湿地于危亡

没有湿地的健康，就没有人类的安全；失去生物多样性，就失去了人类经济社会发展的重要基础。一直以来，国家高度重视湿地保护与修复工作，特别是近两年将其提升到维护国家生态安全和保障经济社会可持续发展的高度。近年来国家出台了一系列重要文件对全国湿地保护与修复工作进行了总体部署，包括开展湿地生态效益补偿试点、退耕还湿试点，实施湿地保护与修复工程，设立长江湿地保护基金等，首次划定全国湿地面积总量红线——“至 2020 年湿地面积不低于 8 亿亩”。2016 年 11 月，国务院办公厅印发了《湿地保护修复制度方案》，要求各地落实湿地面积总量管控，严格湿地用途监管；占用湿地要按照“先补后占、占补平衡”的原则，负责恢复或重建相当面积和质量的湿地；到 2020 年，重要江河湖泊水功能区水质达标率提高到 80% 以上。

湿地丰富的生物多样性为湿地农业、生态旅游等湿地产业发展提供了基础，使湿地成为乡村振兴的强有力的龙头和载体，通过保护湿地生物多样性，强化湿地保护和恢复，创造性地发展湿地等特色产业，能够给当地经济注入活力，并且提供大量的工作机会，提高就业率。可以以湿地公园为依托，引导贫困户参与到湿地公园建设中，开展生态种植、生态养殖、生态旅游，拓宽增收致富的渠道。将湿地生物多样性保护与精准扶贫结合起来，既保护好珍贵的湿地资源，又促进其稳定脱贫，让绿水青山变成金山银山。

湿地生物多样性丰富，拥有旷远恬静、空气清新、无污染、无噪

声的生态景观,蕴含着丰富的自然美,给长期生活于喧嚣都市的人们一种强烈的吸引力,使之成为集自然观光、度假旅游、休闲娱乐等多功能于一体的旅游资源。目前,许多湿地都已经开辟出旅游场所,使生态旅游成为一种时尚。复杂的湿地生态系统、丰富的动植物群落、珍稀濒危的物种等,为科学研究提供了物种的多样性和基因的多样性,在科学教育、生命科学研究、生物保护和生态学研究都具有十分重要的意义。

国家林业和草原局相关资料显示,目前我国共有湿地面积 5360.26 万公顷,湿地保护率达到 52.19%。我国共有国际重要湿地 57 处、湿地自然保护区 602 处、国家湿地公园 899 个、省级重要湿地 781 处,以及数量众多的湿地保护小区,全国湿地保护体系初步建立。中国国际湿地公约履约办公室发布的 2019 年度《中国国际重要湿地生态状况》白皮书显示,56 处国际重要湿地分布在 21 个省(区、市),其中内陆湿地 41 处、近海与海岸湿地 15 处。湿地面积 325.96 万公顷,自然湿地面积 311.27 万公顷。域内分布湿地植物 2139 种,湿地植被覆盖面积 165.88 万公顷。分布有湿地鸟类 244 种。

湿地是生物多样性形成的基础,是不可替代的自然资源,每失去一片湿地,就意味着失去一种或数种生物。人类的生存与发展与生物息息相关,共存共利。保护湿地不仅保护生物多样性,而且也是在保护人类自己。

1.2 北京湿地简论

湿地是是北京城市生态系统的重要组成部分,在改善水资源状况和微气候条件、缓解城市热岛效应和雨洪干旱灾害等方面具有不可替代的作用。高质量的湿地是满足人类生产生活和社会经济发展的重要保障,也是城市可持续发展的前提和基础。

良好的自然地理环境和气候条件孕育了北京历史上丰富的湿地资源。1.5 亿年前，我国东部地区发生了剧烈的造山运动，海水退出北京地区。崎岖不平的地表逐渐变成河流、湖泊和坑塘洼地。被人们熟知的北京河流，都是形成于这个时期。北京曾经是水乡，据推算，明万历元年，北京湿地面积约占总面积的三分之一。到新中国成立初期，北京湿地面积仍占到总面积的 15%。历史上，北京市境内河湖纵横、清泉四溢、湿地遍布、禽鸟翔集；今天，翠湖、野鸭湖、汉石桥湿地、长沟泉水湿地、密云水库、官厅水库、潮白河、永定河、北运河、拒马河，以及市区的玉渊潭、紫竹院湖、陶然湖、龙潭湖、北海、什刹海……一个个都是水清景美的湿地。

近 10 年来，北京市抢救性地保护修复一批重要湿地，加强湿地保护管理，全市湿地面积稳步增长，湿地生态系统明显改善，发挥了维护生物多样性、蓄洪防旱、净化水质、调节区域气候、美化环境等多种生态功能，为首都增添了“湿意”。

根据 2020 年度“国土三调”调查成果，按照《国际湿地公约》口径统计，全市湿地面积为 6.21 万公顷，占全市总面积的 3.81%，与 2007 年和 2018 年两次湿地资源调查结果相比，湿地资源面积分别增加了 1.07 万公顷和 0.34 万公顷。湿地地类包括河流湿地、湖泊湿地、沼泽湿地和人工湿地 4 个湿地类，及永久性河流湿地、季节性或间歇性河流湿地、洪泛平原湿地、永久性淡水湖湿地、草本沼泽湿地、库塘湿地、运河输水河湿地、水产养殖场湿地及稻田/其它水田 9 个湿地型。

北京地区虽然湿地面积相对较小，但是湿地野生动物种类多，特别是鸟类资源丰富。截至 2020 年，北京共记录到湿地野生动物共 5 类 23 目 36 科 202 种。其中，湿地鸟类 9 目 15 科 107 种；鱼类 8 目

12 科 77 种；两栖类 2 目 5 科 8 种；爬行类 3 目 3 科 9 种；哺乳类 1 目 1 科 1 种。国家重点保护野生动物共 16 种。其中，哺乳类仅麋鹿 1 种，为国家 I 级保护动物，两栖类仅大鲵 1 种，为国家 II 级保护动物，其余均为湿地鸟类，共 14 种。在湿地鸟类中，属国家 I 级保护的 3 种，属国家 II 级保护的 11 种。湿地内共有植物 113 科 398 属 747 种，占全市植物种数 2088 种的 35.8%，其中：湿地植物（湿生、水生植物）70 科 206 属 369 种，占全市植物种数的 17.7%。按照植物门划分，被子植物有 66 科 202 属 362 种（其中：双子叶植物 48 科 138 属 231 种，单子叶植物 18 科 64 属 131 种）；蕨类植物 4 科 4 属 7 种。北京市有国家 II 级保护植物 1 种：野大豆。北京市 I 级保护植物 2 种，分别为槭叶铁线莲和北京水毛茛；II 级保护野生植物 14 种，分别为芡实、膜荚黄耆、拐枣、宽苞水柏枝、中华秋海棠、白首乌、丹参、黄芩、黑三棱、花蔺、菰、知母、黄精、山丹。

北京湿地具有人均面积小、湿地斑块面积普遍偏小、破碎化程度高等特点。河流和库塘为主要的湿地类型，河流湿地在北京各区均有分布，库塘湿地主要分布在延庆、密云、平谷、通州、海淀和昌平等区，其中延庆、密云及中心城区的库塘湿地面积较大。但由于城市迅速扩张，位于海淀和昌平的库塘湿地正逐渐消失。水稻田湿地零散分布于海淀上庄地区、房山长沟地区和延庆野鸭湖地区。沼泽湿地仅分布于延庆官厅水库周边、顺义汉石桥等地，在各湿地类型中总面积较小。此外，北京市仅有小面积的湖泊湿地，如颐和园、圆明园、玉渊潭等公园内的湿地，占湿地总面积的 0.7%，是北京最小的一个湿地类型。

为了强化湿地保护管理能力建设，北京市于 2013 年 5 月 1 日起施行《北京市湿地保护条例》，建立了湿地保护联席会议制度，将多

部门有机联系研究解决湿地保护的有关重大问题；设立了符合本市实际的湿地日，北京成为全国第一个拥有专属“湿地日”的城市；建立湿地保护专家咨询机制；发布统一的北京湿地标识；设立了最严格的占用湿地审批程序等。

10 年来，全市共发布两批市级湿地名录，共计 47 块湿地列入市级湿地名录；先后起草出台《湿地恢复与建设技术规程》、《湿地监测技术规程》、《湿地生态质量评估规范》、《小微湿地修复技术规范》地方标准 4 部；编制发布《北京市湿地保护发展规划（2021-2035 年）》；建立了基于空间遥感监测技术的湿地资源监管模式和工作长效机制；将湿地生态保护补偿纳入综合性生态保护补偿政策；推动湿地面积、湿地保护率等考核指标纳入林长制考核。

“十三五”以来，北京市遵循宜林则林、宜湿则湿、林水相依的原则，将湿地恢复与建设任务纳入新一轮百万亩造林绿化行动计划，结合河流流域生态综合治理、中小河道生态治理以及海绵城市建设，进一步加大湿地保护修复工作力度，推进山水林田湖草系统治理，促进湿地保护高质量发展。

1.3 北京湿地的特有作用

1.3.1 调蓄洪水

北京城镇化最显著的特征之一就是自然土地覆被大量地被人工不透水面所取代，改变了区域水文过程。不透水面的增加降低了雨水截留和入渗能力，使得北京市更易受到突发性降水的影响。而湿地就像一块巨大的海绵，能够吸纳与储存大规模的降水。湿地通过蓄滞洪水、调节地表径流，从而减轻洪水的危害。研究表明，2014 年北京湿地可年均调蓄洪水达 20.75 亿立方米。

1.3.2 补充地下水

依赖于丰富的水资源，北京才能可持续发展。随着北京城镇人口聚集和工业扩张，在很多地区缺水问题已经成为其发展的一个瓶颈。而湿地与地下水含水层有直接水文联系，当其水位低于区域陆地潜水面时，就会补充地下水。历史上北京市的地下水位快速下降，湿地补充地下水功能就显得尤为重要。其通过地表水下渗，并对下渗水进行过滤，不断补充地下水，保障水资源安全。

1.3.3 净化水质

湿地中具有大量的淤泥、多样的微生物和繁茂的水生植被，复杂的生态结构和过程，使其扮演着净化器和滤水器的角色。而北京市仍然面临着水体污染压力较大的问题。当污水经过湿地时，湿地通过过滤、吸收、沉积、降解和富集等作用，实现对北京城市污水的净化，汲取有机物、降解有毒物质。研究表明，2014 年北京市湿地可净化水体污染物（COD）4.22 万吨。

1.3.4 改善环境和小气候

湿地不仅拥有独特而难得的优美景观，能够改善人居环境，而且能够调节大气组分、改变区域小气候特征，从而改善城镇生态环境。其中，湿地在缓解城市热岛效应方面作用特别明显。研究表明，湿地“冷池”的降温能力是城市绿地的 42.3 倍；其中河流的降温能力最强，其次为湖泊和水库；水文连通的湿地，其降温能力是水文隔断的 6 倍。

1.3.5 维持生物多样性

湿地是自然界生物多样性最丰富的生态景观之一，全球 40%的物

种在湿地生存繁殖，有“物种的资源库”的美誉。城市的建设和扩张逐渐改变着原有生态系统的结构，如自然生境减少、外来物种引入等。由于北京城市建设的影响，众多野生动植物聚集在残存的城市湿地内，使得湿地成为北京市最富生物多样性的区域。湿地已经成为北京市野生动植物的重要家园，发挥着重要的生物多样性维持功能。

1.3.6 文化服务

湿地已经成为北京城市内最常见的生态景观之一，为居民接近自然，开展环境教育和旅游休憩等提供了重要场所。与其他湿地相比，北京城镇湿地在提供休闲娱乐和环境教育等文化服务方面更具优势。其可以为居民提供休闲空间，便于当地居民接触丰富多彩的大自然、种类繁多的野生动植物。同时，湿地能提供旅游休憩服务，满足人们精神和文化需求。

1.4 北京湿地的问题

1.4.1 资源不足且分布不均

京津冀地区是国内城市分布最密集、综合实力最强的区域之一，但该地区人均湿地面积仅为全国平均水平的 44%。其中北京湿地面积比例远低于全国平均水平（5.58%），且存在空间分布不均问题。区域人口数量多、人口密度大，城市化水平高，水资源、空间资源和土地资源就会出现紧缺甚至不足，带来对生态资源的过度开发和利用。在开展生态恢复和建设过程中，难以找到大面积区域进行生态建设。在这种情况下，推进小微湿地建设，就成为弥补区域生态本底资源不足的重要办法和途径，能够起到举足轻重、事半功倍的作用。北京已

经进入高质量建设蓝绿生态空间的新阶段，《北京市湿地保护修复工作方案》提到“重点利用疏解腾退的土地恢复或建设湿地，加强城市河道生态化改造，结合推进海绵城市建设，打造以小微湿地为主的的城市湿地”，小微湿地的恢复和建设，已经成为未来北京湿地生态建设的重点内容之一。

1.4.2 水文连通性不足

2019 年，北京市人均水资源占有量为 114 立方米，人多水少是北京的基本市情、水情。作为资源型和水质型缺水特大城市，北京市已把水资源保护与管理作为一项重要任务。虽然全市大力推进南水北调水和再生水利用，但部分湿地水文连通性不足，尤其是部分河流缺少生态基流，导致正常的生态功能难以发挥，水资源缺乏仍然是影响北京湿地恢复成败的决定性因素之一。2020 年 5 月，通过引黄河水进行生态补水，干涸断流 25 年的永定河干流（北京段）实现了全线水面连通，但上游停止放水后永定河下游湿地水面仅维持了十余天。而且部分湿地的水质仍然处在严重污染的状态，劣 V 类河长占全市河流湿地总长的 16.3%，使得湿地因功能性缺水影响湿地景观建设，无法满足公众对高品质湿地的迫切需求。

1.4.3 生态质量不高

经过多部门的共同努力，北京市湿地的保护和恢复工作取得了重大进展，特别是湿地面积减少趋势得到遏制。但是土地资源有限，水资源的总体匮乏，部分区域生产空间、生活空间与生态空间的交错分布，使得湿地仍面临多种威胁。永定河、沟河、大石河等多年来干涸，

植物群落由湿生向旱生演替，造成局部湿地生物廊道不连贯；局部区域湿地的填埋、占用，直接破坏了湿地植物和动物的生存环境；一些郊区民俗旅游缺乏必要的约束，在湿地及其周边的随意的采集、采挖野生植物、抓捕野生动物等直接破坏湿地野生动植物及其生境，对鸟类尤其是繁殖鸟类的惊扰威胁着湿地鸟类的生存繁衍。

1.4.4 监测体系不完善

对湿地资源进行动态监测是湿地保护管理部门的重要工作内容之一，尤其对列入名录的湿地应进行生态监测。湿地生态监测有助于实时掌握北京湿地生态质量和面积变化，有助于加强湿地的科学保护与管理。北京市在湿地监测方面仍处于起步阶段，仅在汉石桥湿地建设有国家定位观测研究站，其他重要湿地仍未开展系统的监测或者定位观测，市级湿地监测平台尚未建立。另一方面，湿地是开展自然教育的天然平台，近些年来北京市非常重视湿地科普教育，在北京市翠湖、野鸭湖和汉石桥以及长沟湿地等区域开展了一系列科普宣教工作，取得了较好的宣传效果。然而目前科普宣教工作还不够系统，特别是在湿地科普材料编写、湿地科普场馆建设，科普网络平台整合等方面仍然存在不足，湿地科普教育宣传未发挥出其应有的社会效益。

1.5 湿地退化与生物多样性

湿地的功能是多方面的，除了为许多珍稀野生物种提供栖息、繁殖地外，它还可作为直接利用的水源或补充地下水，又能有效控制洪水和防止土壤沙化，还能滞留沉积物、有毒物、营养物质，从而改善环境污染；它能以有机质的形式储存碳元素，减少温室效应，保护海岸不受风浪侵蚀，提供清洁方便的运输方式。湿地在蓄水、调节河川

径流、补给地下水和维持区域水平衡中发挥着重要作用，在时空上可分配不均的降水，通过湿地的吞吐调节，避免水旱灾害。在湿地生物多样性保护与利用中，面临的主要问题是湿地的盲目开垦和改造、湿地生物资源过度利用造成的湿地退化。

湿地退化是生态环境脆弱性的具体表现，而脆弱性是生态环境的自然属性。湿地生态系统受损、退化和丧失的主要间接驱动力为人口增长和经济发展加快，主要直接驱动力为围垦湿地用于农业、工业、交通、城镇用地；筑堤、开渠、分流等切断或改变了湿地的生态水文过程；建坝淹没湿地；过度刈割、燃烧或啃食湿地植物；过度捕捞等超强度开发湿地内的生物资源；废弃物的堆积；排放污染物；外来入侵物种的引入等。导致湿地生态系统退化的外界因素可以划分为自然因素和人为因素，二者很难界定，仅在局部地区可以分开。

1.5.1 自然因素

自然因素主要是指全球和区域气候变化所造成的影响，全球变化主要对湿地结构与功能存在潜在的影响。由于持续高温、干旱地表水水面面积锐减、湖泊水量明显减少，甚至连续多年处于枯水状态，以致湿地矿物质富集，水的矿化度增高，形成很多盐碱化湿地，河流、湖泊的水质恶化。

北方地区气候干旱化趋势是该北京湿地退化的主要原因之一。近年来，华北地区蒸发量的增大和径流量的减少，导致河流断流和湖泊干涸，使得湿地沼泽化以及转化为滩涂，同时气温的升高和蒸发量的增大，促使北京地区原本不能满足需求的降水量进一步拉大了与蒸发量的差值，降水量对北京地区湿地水系统的补给能力降低，湿地的脆弱性增加。

1.5.2 人为因素

湿地退化最根本的原因是人口压力和城市化进程。人口增长迫使人类不断发展农牧业、工业以及相关的服务产业。长期以来，由于人们对湿地价值缺乏必要的公共和政策性知识，未能正确处理社会经济发展与生态环境保护之间的关系，大搞农田水利建设，从而使湿地补给水源减少，植被退化，动物栖息地丧失。

湿地盲目开垦用于农业开发等，使湿地面积大幅度缩减。围垦一方面引起水流状况发生变化、沉积物和化学污染物迁移、湿地状况变化，以及对物种迁徙路线的干扰等因素，使很多物种濒临灭绝，并导致部分物种的丧失；另一方面，湿地开发致使地下水的过度开采，水位下降，湿地水大量补充地下水，造成湿地系统物质流、能量流失衡及生态功能减弱，直接导致湿地系统的退化。

修建水库和堤防也会引起湿地退化，特别是随着水库库容以及堤防长度和高度的增加，拦截水源使得库区与河流下游以及周围的水利联系减少乃至断裂，一方面减少了平原区湖泊、沼泽、滩涂等湿地的上游水源；另一方面水利工程切断了内流区的外泄通道，导致湖泊萎缩、沼泽化，沼泽湿地变干、萎缩，使地表盐分难以向下游排泄而加剧湿地盐碱化。

工农业生产规模的不断壮大，随之而来的营养物质富集、土地盐碱化、农药杀虫剂污染以及重金属污染等一系列点源、面源污染问题日趋严重，使湿地水体受损、水质恶化、生态系统结构受到破坏、湿地功能减弱、湿地系统不断退化。

湿地管理体制的不完善常常导致湿地退化和消失。湿地资源的开发利用与保护以行业 and 部门管理为主，涉及众多部门和行业，存在国家与地方、集体与个人利益冲突；管理部门多而混乱、权限重叠；地

区间与部门间在湿地开发与保护上各自为政、条块分割；机构设置重复，无法有效管理湿地，湿地退化进一步加剧。

由于城市的建设和扩张逐渐改变着湿地原有生态系统的结构，使湿地及其生物多样性功能退化，加强湿地保护和修复，是维持湿地健康和生物多样性功能的重要途径。

二、湿地生物多样性修复目标与原则

2.1 修复目标

以湿地生物多样性的保育为核心，按照恢复湿地生态系统结构，强化湿地生态服务功能、提高湿地自我维持能力、构建完善城乡湿地空间和功能格局的要求，科学规范在北京市开展的湿地生物多样性保育相关技术工作，促进北京市湿地生态系统的修复与改善。湿地生态修复的最终目标是为了建立一个稳定持续的生态系统，但要根据不同湿地的具体情况，在确定湿地恢复目标时结合考虑北京的环境条件、社会经济水平等。采用适当的生物、生态及工程技术，逐步恢复退化湿地生态系统结构和功能，最终达到湿地生态系统的自我持续状态，提升湿地生物多样性。湿地生态修复基本目标包括：

（1）维持好生态系统基底稳定性。基底是一个生态系统存在的基础，发育的温床，如果基底不能达到稳定，生态系统就很难产生发展和演替。

（2）恢复湿地良好好的水状况。一是恢复湿地的水文条件；二是降低污染，改善湿地水源。

（3）恢复湿地植被与土壤，确保湿地达到一定水平的植被覆盖率，土壤肥力显著提高。

（4）提高物种数目与湿地生物多样性。合理构建生物群落，增加生态系统的生产力，提高系统的自我维持与抗干扰能力。

（5）营造湿地优美景观，确保该区域的可持续发展。使湿地既达到生态需求又达到美学要求，生态恢复与周边区域的发展协调一致。

2.2 生态恢复原则

湿地生态恢复过程本质上就是对人工设计的生态工程的实施，因此具有很强的人为性与风险性，必须遵循一定的原则才能最终达到预

先规划好的目标。这些原则包括：

分区域保育原则：根据湿地所处区域功能定位，确定湿地修复的自然性、连通性、生态系统服务功能的总体目标和原则要求，并统筹区域内其他相关规划，制定生物多样性保育规划和修复设计方案。

分类保育原则：在满足区域功能定位要求的基础上，不同类型湿地（河流、湖泊、人工湿地）的生物多样性保育应基于本类型湿地的水系、地形地貌和乡土植被的特点开展。

自然性原则：在符合湿地规划的要求上，湿地的生物多样性保育应遵循自然化优先的原则。尽可能保留、恢复、重建、再造湿地的自然地貌特征、水文特征和乡土植被，并充分利用湿地的自我设计和自我修复能力，减少人为干预的影响。

完整性原则：湿地的生物多样性保育应遵循完整性原则，即将湿地生态系统维持所需要的各要素，包括集水区、湿地水文地质和水文地貌特征、生境廊道等作为一个整体来考虑，修复生态系统完整性，提升湿地生态服务功能。

2.3 一般规定

湿地修复不得减少湿地面积，禁止擅自占用湿地水域。

湿地修复前应对湿地地形地貌、水文水质、湿地基质条件、生物多样性、动态变化、功能定位等进行本底调查和分析，识别湿地存在的问题，明确修复的原则和目标。未开展本底调查的湿地，不得开展湿地修复工作。

在针对湿地的措施中，应充分考虑修复措施对湿地生物多样性和生态平衡产生负面影响，鼓励将湿地生物多样性保育纳入工程设计方案中。

湿地修复物种以乡土物种为主，减少外来物种的使用，禁止使用

入侵物种作为湿地修复的物种。

湿地生物多样性保育需充分考虑湿地野生动物栖息地的保育和修复，应以为不同的野生动物提供生存繁殖场所为目标。

湿地内应保留一定面积的区域作为鸟类栖息地，保育和修复鸟类栖息所需的深水区、浅水区、光滩、植被等多种生境。

在满足防洪要求前提下，栖息地内湿地基质和岸带，应尽量保留自然状态。

湿地应尽量留出适当宽度作为滨水植被缓冲带，滨水植被缓冲带宽度原则上不宜低于 50 米；植被应有多样化的疏密和闭合空间，以拟自然群落的种植方式形成乔灌草多层次的植物空间结构；植物物种配置应充分考虑植物食源性、庇护性和鸟类的食性、筑巢习性等合理配置。

在湿地管理单元内，应选取本气候带、本区域内乡土物种进行湿地修复，乡土物种种类比例不宜低于 90%。

湿地修复应注意湿地水文水系连通，控制降低湿地水文及生态连通性的建设工程或措施。

应根据现有水系网络，加强城镇区的湿地与周边水系之间的联系，改善水环境，提高湿地的连通性，避免形成“孤岛”，鼓励物种栖息地和廊道营造。

三、退化湿地本底调查与评价

3.1 退化湿地生态调查

实施修复计划重要的第一步就是对场地基本信息进行收集，包括区域水文、土壤、植被状况，修复区面积和受干扰类型，野生生物资源利用状况。对修复场地现存状况进行描述是了解实施何种修复措施及决定哪种修复方式的关键，在修复设计和实施前应先开展实地调查。

湿地调查包括对退化湿地和参考湿地的本底调查。

退化湿地的本底调查的目标是明确退化湿地的历史、现状和退化原因；参考湿地是用于比较分析退化湿地的问题，通过对参考湿地的现状调查，结合保育和修复的需要，确定保育和修复的技术目标。

本底调查工作应包括湿地地形地貌调查、水文调查、水质调查、基质调查、生物调查、受威胁状况调查等。湿地地形地貌调查的内容应包括湿地形态（长、宽、深、坡度、岸线类型（人工岸线和自然岸线比例）等）、生境类型和面积（浅滩、光滩、急流带、滞水带、弯型岸带）、水系分布状况等，并绘制地形地貌图；湿地水文调查、基质调查、生物调查方法参照 LY/T 2898-2017 执行；受威胁状况调查内容应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、开发建设、农牧渔业、水资源利用、环境污染等。

3.1.1 水文水质调查

水资源和水文状况是湿地修复场地最重要的特征。水文条件是决定能否在特定区域生长某一植物的重要因素之一，每一种植物都有其特定的水需求和忍耐值。场地的水文分析包括水源、水量、水质、水深、地下水位、淹没及饱和期、季节性涨落、洪泛持续时间和频度。对修复区域水文状况的了解将决定湿地修复的成败。理论上，在开展修复前应对场地进行至少一年的水文调查。此外，要调查靠近湖泊或池塘的修复场地在正常状态下的最高、最低水位线；临近河溪的修复场地，其冬春季低水位和夏季高水位如何影响修复区；沼泽湿地区域是否为季节性或永久性洪水淹没或处于饱和状态。水质调查包括水体受污染状况、相关水质指标（如 pH 值、溶解氧、透明度、化学需氧量、总氮、总磷）、水质类别。

3.1.2 基底调查

土壤或底质调查主要包括：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。修复区的土壤类型影响着对植物的选择，土壤质地、pH 值、有机质含量、营养状况和压实度都会影响植物生长。有机土主要由腐烂植物或未分解植物组成，泥炭质土壤主要有粗砂、粉砂和部分黏土组成，沙质土下渗迅速，黏土相对不透水。土壤是否具有蓄水能力是湿地修复的一个关键要素，对维持湿地水文条件具有重要作用。有毒污染的土壤则需要专业人员进行处理。

对修复区地形地貌特征进行评估能够决定修复场地坡度和水深是否适宜栽种植物。库塘和湖泊的水下地貌特征决定了该区域是否适合种植浅水植物，以及是否适合种植需要淹没更深的植物（包括沉水植物）。除地形地貌外，方位（即湿地修复所选取的朝向）也是湿地修复中与地貌相关的另一个重要因素。在修复区北坡种植的植物应该是耐荫植物；相反，南坡则宜种植喜光植物。坡度、场地方位和现存生物生长状况都会对所选取的修复场地区域小气候造成影响。

3.1.3 生物调查

生物调查包括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，评估退化湿地生态系统完整性和可持续性、物种多样性等。

植物调查包括：识别所选取的修复场地植物种类，明确其生活习性，包括喜阳还是耐荫、耐涝还是抗干旱、杂草生长潜力，野生植物的重要性和观赏品质。了解修复区现状植被结构及特征，判定适宜在修复区生长的本土植物。修复区现存植被很大程度上影响着对植物的选择，现存植被可为修复区遮阴，或提供种子及植物繁殖体。

修复区现有的野生动物资源、栖息地和与之相关的临近栖息地的状况很大程度上决定了野生动物种群的恢复。野生动物会利用可提供食物、水资源以及能够躲避天敌和进行繁殖的区域。分析修复区是否有适宜其栖息和迁移的生态廊道，是否有可能将修复区那些孤立的栖息地与附近的栖息地和邻近高地栖息地连接起来。分析修复区对野生动物筑巢、躲避或繁殖具有重要意义的物理和生物生境要素，包括湿地修复区的树木、枯木和木质物残体。

3.1.4 社会经济及开发利用、受威胁状况

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。了解修复场地所在区域的社会、经济背景，包括人口数量、民族、地区经济发展水平、城镇居民收入水平、生活习俗、文化遗产等。

3.2 问题诊断与分析

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。

3.2.1 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、湿地水文连通性、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。

3.2.2 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。

3.2.3 湿地生态系统服务功能退化状况

通过湿地面积、水文、水质、生物多样性等调查结果，分析湿地生态系统服务功能退化趋势，诊断各服务功能受威胁或破坏的程度，包括水源涵养功能、水质净化功能、生物多样性保护功能、防洪功能以及以湿地生产、休闲游憩为主的社会服务功能等，并逐一辨识主导生态服务功能的关键影响因子。

3.2.4 湿地环境承载力退化状况

基于流域范围内的面源污染、工业废水及生活污水排放，分析退化湿地的污染负荷，对湿地污染物负荷承载力退化状况进行评估。

3.3 生态修复分区

具有明显生态特征、重要保护价值的生态保育区以自然修复和自然封育为主，对需要恢复的湿地生物物种、退化的湿地生态系统保育区可开展动植物栖息地修复和生态固岸修复措施。其他区域根据生态价值评价和生态修复需求确定开展水质净化、植被修复、地形塑造、机质修复、岸带修复、栖息地恢复等措施。

四、生态修复方法与技术

4.1 生态修复方法

湿地修复方法包括自然修复与人工促进修复两类。

4.1.1 自然修复

以自然的自我设计为主，即偏重于借助自然生态系统的自我修复能力、自组织能力进行湿地修复。湿地修复的过程就是消除导致湿地退化或丧失的威胁因素，从而通过自然过程恢复湿地的功能和价值。在湿地修复的初期，以最小的人为干预，即通过去除修复区域的人为干扰，如封围禁牧、禁猎禁捕、禁止砍伐和收割湿地植物、消除点源污染、拆除堤坝围堰等等，恢复湿地的水文状况，充分利用当地和邻近区域湿地的种子库，通过植物的自然生长、植被的自然更替，逐步恢复湿地的结构和功能。这种修复方法费用低廉，修复后的湿地与周围景观协调一致，主要适用于人为干扰较小、尚存有湿地特征、土壤种子库丰富的修复区域。以最小的代价，恢复重建湿地的自然生态结构和生态过程。自然修复的优势在于低成本和与周围景观的协调一致。

4.1.2 人工促进修复

人工促进修复涉及自然干预，即人类直接控制湿地修复的过程，以恢复重建湿地生态系统。这种修复方式强调人的积极主动介入，师法自然，以近自然工法，进行微地貌改造，修复湿地的基底结构；通过水流控制设施调节和管理水量、水位变化，恢复湿地水文状况；种植适生植物、构建合理的植被结构；清除外来入侵有害生物。这种修复方法时间短、见效快，但费用相对较高，主要适用于人为干扰强度大、干扰频繁、严重退化的区域，或者只有通过湿地建造和最大限度地改进才能完成预定的目标。

在湿地修复工作中，根据场地的实际情况及修复目标需求，常常

两种方法并重。事实上，按照湿地修复的基本原则和理论，好的湿地修复一定是以自然的自我设计为主、人工调控为辅。

4.2 生态修复技术

湿地修复要包括水文和水环境修复、基底结构与土壤修复、植被恢复、生境恢复四个方面。

4.2.1 水量恢复

湿地的水位高低会对水生植被的恢复产生一定的影响。特别是水位高低能够直接影响水生植物的生长，不同植物在生长过程中需要不同的水位，对水位的适应能力也各自不同。当水位出现深浅变化时，水生植物群落很可能会根据新形成的水环境梯度产生出新的优势群落。

4.2.1.1 生态补水

利用河流、人工渠道、提水泵站等措施引水，实施生态补水。湿地生态补水也可采用经净化处理的再生水。在湿地缺水区分可通过现有沟渠或临时铺设管道引入其他水体的水。利用雨水补给湿地水源是一个资源化、可持续的补水策略。也可将城市雨污分流后的雨水管通入人工湿地净化，利用自然重力出水流入缺水湿地，进行生态补水。

4.2.1.2 围堰蓄水

在由地势差异而形成的湿地中，构建围堰是恢复水量的有效措施。围堰可以保持比湿地原始状态高的水位，形成一定面积的水面，提高蓄水能力。潜坝的高低和宽度依据修复区地形、场地面积和汇水区面积而定，通常在河流上砌筑潜坝，不能阻断河流的纵向水文。

4.2.1.3 局部深挖

深挖创造湿地修复区域局部深水区和各种类型的湿地塘，增加湿地水量。这些湿地塘和深水区有助于湿地在枯水季节不致表面干涸，

保障水生生物的生存空间和鸟类的饮水场所。

4.2.1.4 水位控制技术

强化对水资源的统筹规划以及统一调配,以实现在水资源的优化配置,这是保护湿地水资源、控制水位的关键方法。在湿地范围内及周边区域要严禁开采地下水,以此阻止地下水位的降低;建立健全湿地补水机制,使湿地水位变化控制在一定范围之内。通过以上方法可以使水位长期处于稳定状态,维持在适当的高度,植物群落这样的环境中会朝着某一个固定方向发生演替,经过一定时期后形成稳定的群落结构与形态;但如果水位长期处于稳定状态,缺少变化,却会造成湿地中生物多样性降低。同时湿地植物在生长的不同时期对水位要求有明显变化,因此湿地的管理人员必须在植被恢复与后期管理中实现对湿地水位的精确控制与适度调控,以满足不同时期植物对水位的不同需求。而非规律性的水位变化会对植物因周期性水位变化而产生的适应力造成极大的损害,进一步会影响到植物的生长、繁殖甚至生存。

多数湿地水文恢复只能依靠水位调控,对于在多个地点同时进行水文恢复时,应当首先确定水位调节对每个地点的湿地植物的生长与恢复可能产生的影响,以此为据选择植被恢复所要栽植的植物种类。

4.2.2 水质修复

沉水植物由于完全浸没于水中,因此对水质的要求极高,对水质的变化非常敏感,可以说水质的好坏将直接决定沉水植物的恢复是否成功。一般将水质的改善作为是水生植物恢复的前提与保障。水质改善技术又包括点源污染控制技术、污水处理技术、水体富营养化控制技术、污染物生态拦截技术、湿地植物净化技术、水生动物净化技术、人工浮岛技术、生态清淤技术等。

污染物生态拦截技术是在湿地上游汇水区或入水口区域通过建立前置库、人工湿地、植被缓冲带等生态拦污工程来拦截和净化湿地水源水质。

湿地植物净化技术（种植沉水植物、浮水植物等）和水生动物净化技术的使用应以不损害湿地生物多样性状态和和水生生态平衡为前提。

人工浮岛推荐采用生态浮岛技术，生态浮岛的建设应选用环保和新型材料，回收管理，防止二次污染，提高使用寿命。生态清淤技术须符合条文规定。

应对现存孤立湿地进行水系连通的生态改良。孤立湿地与邻近水系或水体距离小于 100 m 时，在符合相关规划的前提下，可在其之间进行土方开挖作业，形成面积较大的成片湿地网络。距离大于 100m 时，可依据相关规划，采取新增河道、渠道、沟等水道方式连通性改良。新增水道的弯曲度、深度、宽度应满足防洪设计标准。

湿地水系修复时，应充分考虑湿地水源和水位保障措施，湿地水源水质应符合相关部门要求。湿地水量应达到湿地生态需水量要求，保障措施可包括建设水源涵养林、生态补水设施、雨水收集系统等。不同类型湿地生态需水量参考 SL/Z 712-2014 执行，计算时应根据湿地修复与生物多样性保育目标和湿地特点选取适宜方法计算，尽可能经多方法比较后确定。

4.2.2.1 水体富营养化控制技术

在富营养化水体中，营养物质浓度的升高会造成水生植物的大面积死亡。因此，降低水体氮、磷等营养盐含量也就成为湿地恢复尤其是植被恢复的重要内容。湿地水体中的氮、磷污染物的去除技术主要有生态浮岛——生物膜技术、仿生植物——脱氮细菌技术、释放通道

阻隔技术、浮游动物培育技术、滤食性鱼类净化技术、人工促降技术、水生植物吸收存储技术、聚磷吸收沉降技术、底泥氮磷释放技术等。这些技术与措施能够去除和控制湿地水体的氮、磷含量，并能够进一步改善水质环境，从而为开展湿地植被生态恢复创造良好的生长环境。

如果湿地水体中已经出现了较严重的富营养化现象，通过引水冲洗的方法能够破坏藻类的生长——释放 P 的循环模式，降低水中 P 含量，抑制藻类生长，同时也可以使水中 pH 随之下降，进一步减缓基底 P 的释放。当引水中富有较多钙离子与重碳酸根离子时，易产生 CaCO_3 沉淀，也能够降低水体的 pH 值。除此之外，引水冲洗还能够迅速提高透明度，改善水质，促进沉水植物的生长与湿地生态系统的恢复。

4.2.2.2 植物浮岛技术

植物浮岛技术是指在水体上建造一种载体，人工将高等水生植物或改良的陆生植物种植到富营养化水域面上，营造水上景观，通过植物根部 P 吸收、吸附消减富营养化水体中的氮、磷及有害物质，从而净化水体。此技术就是使用有机或者合成材料作为载体，然后在其上栽种植物，构建群落，改善环境。建立起来的植物浮岛相当于植物带，一方面能够吸收水中营养物质，加速漂浮物的沉淀，改善水质；另一方面，可以降低风浪对堤岸的冲击，为堤岸营造出一个相对平静的缓冲带，为水生动植物提供适宜的栖息环境。浮岛面积越大，其对风浪的拦截作用越强，对堤岸的保护作用越好，且不易受到枯水期的影响。浮床除了用于净化水质，美化景观，同时还可用于改善生物栖息场所。

4.2.3 植物恢复技术

按照区域功能定位和湿地修复目标，结合湿地地貌、水文、土壤、植物繁殖材料等，选择适宜的乡土植物恢复湿地植物多样性，乡土物

种种类比例符合条文规定。

构建植物群落。湿地陆域植物应按照乔灌草的垂直植物层次进行配置。条件容许时，湿地岸带和水域植物应尽量按照挺水植物—浮水植物—沉水植物的层次进行配置。

构建植物群落的异质性空间结构时，陆域植物群落的物种组成和空间结构应遵循近自然化植被群落配置的理念，以地带性常绿阔叶林为主进行近自然化修复，避免植株规整排列，或根据野生动物的生境需求，营造相应的植物群落结构和空间配置。

挺水和湿生植物按照成丛随机方式种植，营造近自然异质性的生境条件。

在不影响河道防洪泄洪和航运安全前提下，河流湿地岸带植被修复应以乡土草本和挺水植物为主，有防洪泄洪和航运需求的河道水域不种植浮水植物和木本植物。植物种植应控制使用化肥和农药，避免造成水体污染。

4.2.3.1 物种的筛选与培植技术

首先明确需要恢复的湿地的类型，这是筛选植物、确定植物物种的前提。先锋物种的选择对植物群落是否能够构建以及湿地是否能够恢复成功具有重要影响。同时筛选时要注意植物的生活型，一般多选用那些具有良好适应能力、较强净化能力以及抗干扰能力的本地种。

4.2.3.2 群落结构优化配置与组建技术

引入的先锋植物在形成群落后会逐渐稳定，可以利用群落空间配置技术以及环境调控技术，将其与其他植物物种融合在一起，形成一个结构复杂、功能完善、生物多样性高的完整植物群落。在植被恢复的开始时期，不宜种植过多种类的先锋物种，一是环境无法容纳，提供给其合适的栖息环境，二是会造成激烈的竞争，使植物的死亡率提

高。在植被恢复的后期阶段，可以适当增加群落内物种的数量。除了考虑植物的空间配置外，还要结合植物的季节演替规律。

（1）水面植被恢复

小型水面植被恢复：以自然恢复为主，利用湿地土壤种子库，让其自然恢复。如果缺乏土壤种子库，可适量撒播漂浮和浮叶植物的繁殖体，以小型浮叶植物为主。

大型水面植被恢复：以适量撒播沉水、漂浮和浮叶植物的繁殖体为主。

在庫塘、湖泊湿地修复中进行水生植物群落配置时，按照水下沉水植物、明水面浮叶植物的群落配置格局。水体以具有 2/3 明水面为佳，浮叶植物仅覆盖水面不超过 1/3 面积。

（2）滨水带植被恢复

根据庫塘湿地、湖泊湿地、河流湿地滨岸的水位变化情况营造植物的分带格局，从水体向陆地过渡依次为沉水植物带、浮水植物带、挺水植物带、湿生植物带(包括湿生草本、灌木和乔木)，形成滨岸水平空间上的多带生态缓冲系统。这种按水位梯度构建的条带式植物群落利用了物种在空间上的生态位分化，以提高滨岸带生物多样性和生态缓冲能力，并形成多样化生境格局。

（3）常水位出露滩地植被恢复

以种植低矮湿生植物的幼苗为主，如选取带土成丛芦苇（直径 30~40cm）种植在深为 15~25cm，坑径为 30~40cm 的种植坑中，种植密度为 1~3 丛/m²。

（4）常水位以下植被恢复

以种植高大挺水植物的幼苗或繁殖体为主，如选取香蒲幼苗种植在深为 15~25cm 宽为 3~5cm 的种植坑中，种植密度为 25~30 株/m²。

利用沉水植被构建水下生态空间也是湿地修复的重要方法，在库塘、湖泊湿地修复中，通过种植荇草、金鱼藻、黑藻等沉水植物，形成抗逆性强的“水下森林”，在净化水质的同时，为鱼类、底栖动物等水生生物提供栖息空间。

（5）陆上植被结构优化

对湿地修复区域内的陆上植物群落（灌丛、森林等），根据不同植物种对光的适应差异，形成林下垂直空间上的乔灌木分层格局。运用垂直混交技术构建“乔木+灌木+地被植物”群落，形成丰富的植被层次。保留林中空斑，在林间营造小型水塘，形成森林沼泽复合湿地系统。

4.2.4 地形地貌塑造

在湿地修复工程中，适宜的地形处理有利于控制水流和营造生物适宜栖息生境，达到改善湿地环境的目的。

地形改造施工开始前，应根据生物多样性保育要求，对湿地的地形地貌进行评估，并论证改造必要性。

在满足湿地防洪要求的前提下，应尽量保留或修复湿地地形地貌的自然形态，如浅滩、光滩、急流带、滞水带、弯型岸带、生境岛等多种地形地貌的自然形态，包括岸线的蜿蜒性或分汊散乱状态，以利于形成多样化生境。

在必须进行湿地岸带人工硬化改造的地段，鼓励生态改良，采用具有透水性和多孔性特征的生态型结构柔性岸带，促进植被恢复，并为鱼类产卵、鸟类和两栖爬行类栖息及觅食提供适当环境。

在需要进行湿地清淤时，工程开始前应进行基质调查，明确基质位置、污泥范围、深度、疏浚位置、清淤方式等。推荐采用生态清淤及淤泥固化的技术对湿地进行清淤，防止二次污染。

在符合防洪要求的前提下，可对硬化、受污染、富营养化或养分缺乏的基质进行修复。基质修复应满足植物生长，微生物附着和底栖动物生活的需求。

通过微地形营造和恢复，确立湿地修复区地形基本骨架，营造湿地岸带、浅滩、深水区、浅水区和促进水体流动的地形、开敞水域分布区等地形，疏通水力连通性，促进水体中物质迁移转换速率，恢复湿地植被及生物多样性。通过挖深与填高方法营造出凹凸不平、错落有致的湿地地形。必须以恢复目标为前提，在修复区域内创造丰富的湿地地貌类型或高低起伏的地形形态。通过地形恢复，使地形不规则化和具有起伏。具有不规则形状和边缘的湿地更加接近于自然形态，拥有更大的表面来吸收地表径流中的营养物质，并且包含更多形态多样的空间和孔穴来为水生生物提供栖息和庇护场所。宜采用黏土作为基质，厚度控制在 10cm~50cm 范围内，土壤的有机质含量在 15 %~75 %之间，不宜使用混凝土等材料对基质进行修复。

4.2.4.1 营造缓坡岸带

针对库塘、湖泊、河流等湿地类型，通过对水岸地形的适度改造，营造部分缓坡岸带，可为湿地植物着生提供基底，形成水陆间的生态缓冲带，发挥净化、拦截、过滤等生态服务功能。根据岸线发育系数恢复岸带，确定地形修复工程的空间位置，对较陡的坡岸进行削平处理，削低高地，平整岸坡，去直取弯，进行缓坡岸带地形恢复。

4.2.4.2 营造浅滩

对于石驳岸、陡坡等类型湿地岸带，需进行地形修复，营造浅滩基底。通过对临近水面起伏不平的开阔地段进行局部微地形调整（即局部土地平整），削平过高地势，减小坡度，以减缓水流冲击和侵蚀。对周围地势过高区域，通过削低过高地形、填土降低水深等方式塑造

浅滩地形，营造适宜湿地植被生长和水鸟栖息的开阔环境，使其成为涉禽、两栖动物的栖息地以及鱼类的产卵场所。

4.2.4.3 营造深水区

湿地中需要保留或营造一定面积的深水区，为鱼类休息、幼鱼成长及隐匿提供庇护场所以及湿地水生动物越冬场所。深水区地形的恢复，可满足游禽栖息和觅食需求。营造深水区以凹形地形恢复为主，深挖基底形成深水区，深度应保证湿地修复区所在地最冷月份底层水体不结冰，并预留流动水体。

4.2.4.4 营造岛屿

岛屿地形营造对于拟开展修复的退化湿地来说是重要的地形恢复工程。结合不同种类湿地生物（如水鸟、爬行类等）的栖息和繁殖环境要求，通过堆土（石），进行生境岛地形恢复。

4.2.4.5 营造洼地

在平坦地面上塑造不均一分布的洼地，提高地表环境异质性。在降雨时蓄滞水，在非降雨期由于水分饱和、土壤湿润，起到释放水分、调节微气候的作用。

4.2.4.6 营造水塘

在水岸上挖掘大小、深浅不一的塘，这种地形重塑的方法通过洪水脉冲和季节性水位变动使岸边水塘与水体发生联系，形成湿地多塘系统，是旱涝调节、提高生物多样性的有效模式，为水生植物和涉禽等鸟类提供更多的生存空间。

4.2.4.7 营造急流带

急流带地形恢复采用地形抬高和地形削平相结合的方法营造，在来水方向抬高地形，与出水方向形成倾斜状地形，加速水体流动速度。急流带地形恢复可为那些喜流水的水生昆虫、鱼类提供适宜的流水环

境。

4.2.4.8 营造滞水带

在出水方向抬高地形形成类似堤坝形态的基底结构，或者在出水方向基底堆积石块，恢复滞水带地形，以减缓水体流动速度的方式实现滞水效果，为着生藻类、适应静水的沉水植物、各种水生昆虫、鱼类、穴居或底栖动物提供适宜生境。以削低湿地修复区局部地势较高的区域，间接实现增加水深，以适应一些湿地植被对水位的要求，特别是对水深有要求的挺水植被、沉水植被和浮叶植被。

除上述典型地形修复外，水下地形修复也是湿地地形修复的重要内容。对库塘、湖泊、沼泽、河流等湿地类型，通过对浅水区水下地形的适度改造，使水下地形具有起伏，通过抛石等措施，形成复杂的水下生态空间，增加湿地生境的异质性，提高水生生物多样性。

4.2.5 岸带修复

对于堤岸的恢复，应使用合理的护岸方式，一方面要能够抵抗水流冲刷、降低堤岸的水土流失，防止崩塌现象的发生；另一方面，结合水生植物植被带的建设，使堤岸能够调蓄洪水、截留沉积物、净化水质，最终建成一个能和环境和谐共处的生态堤岸。

对于不同深度的堤岸有不同的处理方法。对于处在常水位以下的堤岸，可以使用网笼、笼石或者生态混凝土来对岸坡进行保护。这样的处理既能够使堤岸具有较强的抗冲刷能力，又能利用本身生态性的材料与结构为湿地生物提供适宜的生境。对于处在平滩水位以上的堤岸，可以通过种植根系发达且易于成林的植物消减风浪，还能发挥本身植物的护岸防洪功能，成为堤岸上的绿色卫士。对于处在滩涂地带的堤岸，要尽量多种植植物物种，提高生物多样性，为其他湿地动物提供适宜的栖息环境，形成稳定的湿地生态系统。

如果堤岸陡峭，侵蚀现象严峻，植被难以恢复或者堤岸被用于特殊用途，无法使用其他恢复方法，此时可以实施以人工介质为基础的岸边生态净化工程。此工程就是将各种人工介质（底泥烧结体、陶瓷碎块、大块毛石、多孔砼构件等）中的一种或多种随意或者有序地堆放在堤岸边，这样做既能降低风浪的冲击力，又能够为其他水生生物提供一个适宜的栖息环境，并达到净水和护岸的目的。还可以使用生态砾石床水质净化技术，即按照事先设定，在水体中投掷定量砾石，以此作为填料层，之后在其上覆盖一层土壤，并栽植生态草皮，微生物可以附着在填料层表层，与草皮相互作用，起到净化水质的作用。

4.2.6 鸟类栖息地恢复

鸟类生境恢复是湿地修复工作的重要内容。鸟类栖息地需满足三个条件，即为鸟类提供栖息场所、避敌场所和食物来源。在恢复技术上主要是多样化生境单元构建和食源供给两大方面，依主要保护对象特性而定。可按栖息、繁殖和觅食活动分别进行微地形改造、底质改造、水位控制和补充食源地配置。在自然食物链不能满足觅食需求时，可通过农田留存作物（如稻谷、玉米等）等方式补充食源。

以本市水鸟（游禽和涉禽）为主要对象，兼顾鸣禽、攀禽、猛禽、陆禽等适宜陆域的鸟类，以开展鸟类栖息地的修复和相关鸟类种群人工招引等方式为重点来促进鸟类多样性恢复。

鸟类栖息地修复的目标是为相关或多种鸟类觅食、栖息、繁殖提供场所和适宜的环境。鸟类栖息地的保育和修复应符合条文规定，从岸线修复、水深设计、植物配置、生态鸟岛的修复等多个方面满足相关或多种鸟类的栖息地要求。

有条件的区域可以设置生态鸟岛。生态鸟岛距岸边的距离以不低于 10m 为宜，生态鸟岛建设规模、特点、数量应根据北京市湿地鸟

类生态特性、分布数量及湿地现状确定。在生态鸟岛上，除开展必需的保育、监测和必要的管理活动外，严格控制其他人为活动。

人工招引措施包括食物补充（挂果植物、湿生和水生植物、鱼、贝壳和虾投放等）、修建人工投食台以及引鸟设施(人工鸟巢、游禽停歇台)等。选用适宜材料作为鸟类食物补充的食源，禁止使用入侵物种作为补充食源。

4.2.6.1 微地形改造

湿地鸟类包括涉禽（鸕形目、鹤形目、鸛形目）和游禽（雁形目、鸕形目）等。水域、裸地、植被是影响湿地中涉禽、游禽分布的三个重要生境单元。湿地鸟类的生存，需要水域、裸地、植被三种要素共存，且不同生境单元的组合也会影响鸟类种类和数量。涉禽觅食和栖息需要浅滩环境，游禽需要开阔明水面和深水域。因此，营造浅滩一大水面复合生境可为湿地鸟类提供多种栖息环境。同时通过挖掘或淤填等方式构建不同水深环境以提高生境异质性。湿地植被为鸟类筑巢觅食、躲避天敌入侵和人类干扰等创造了天然的庇护环境，配置乔灌木混交的植物群落以满足不同喜好的鸟类。枯木或倒木也是重要的小型生境单元，能够为鸟类提供庇护和栖息生境，在其腐烂的同时也为苔藓、草本植物的生长提供基质。从岸边伸向开放水域的倒木可为水禽、爬行动物和两栖动物提供栖木，并且能够成为鱼类和水生昆虫的庇护场所。

根据地形、水文特征、植被类型、水鸟种类等确定生境岛的形状、大小、空间异质性和高程等。地形凸起区域如高滩、岛屿等可设计成鸟岛，其上再挖掘湿洼地或浅水塘，并种植低矮的湿生草本植物，这种孤立岛状地形是鸟类等湿地生物隔绝外界干扰的重要结构。针对不同的鸟类，设计不同水位深浅的缓坡水域。

4.2.6.2 底质改造

很多鸟类需要吞咽少量沙子以帮助消化植物性食物。因此，生境恢复与改善中，对一些完全是淤泥质的底质，可适当在局部区域斑块状铺设粗砂，形成有利于鸟类生存的镶嵌状底质斑块。

4.2.6.3 植被恢复和控制

植被是鸟类重要的栖息地、庇护地、觅食场所和繁殖场所，针对不同鸟类栖息、觅食和繁殖习性，进行植物种类和不同群落结构的配置。植被恢复和控制包括食源性植被恢复、生态隔离带植被恢复和干扰性植被控制。应按照主要保护鸟类和优势水鸟的觅食习性，恢复相应的食源性水生植被和外围保护隔离带植被；同时，控制地面植被干扰和侵占水鸟的栖息觅食空间。

4.2.6.4 食源供给

在自然食物链不能满足觅食需求时，可通过种植食源植物、农田留存作物（如稻谷、小麦、玉米等）等方式补充食源。鸟类食源主要包括底栖动物、鱼虾、植物种子、球茎和果实等。游禽多以水中昆虫、鱼类及植物为食，涉禽喜在滩涂觅食软体动物、昆虫、小鱼等，鸣禽多在水边灌丛或密林中找寻浆果、草籽、昆虫等为食。因此，营造鸟类栖息地时应尽量创造多种食源，满足不同鸟类的食物需求。在湿地周边根据鸟类的取食和栖息需要种植植物，具体可参考表 4-1 部分植物吸引鸟类名称表。

表 4-1 部分植物吸引鸟类名称表

序号	植物名	鸟名	鸟种
1	金银木	暗绿绣眼鸟、白眉鸫、白头鹎、斑鸫、宝兴歌鸫、北红尾鸫、赤颈鸫、大山雀、红喉歌鸫、红尾鸫、红胁蓝尾鸫、红嘴蓝鹊、灰喜鹊、栗耳短脚鸫、普通朱雀、树麻雀、太平鸟、乌鸫、喜鹊、小太平鸟、燕雀、银喉长尾山雀、珠颈斑鸠、棕头鸦雀	24
2	圆柏	白头鹎、大山雀、黑头鹪、黑尾蜡嘴雀、红尾鸫、灰棕鸟、灰喜鹊、金翅雀、树麻雀、太平鸟、乌鸫、喜鹊、小太平鸟、燕雀、沼泽山雀	15
3	侧柏	白头鹎、斑鸫、赤颈鸫、戴菊、黑头鹪、灰喜鹊、树麻雀、太平鸟、小太平鸟、燕雀	10
4	柿树	八哥、白头鹎、大斑啄木鸟、大嘴乌鸦、红尾鸫、红嘴蓝鹊、灰棕鸟、灰头绿啄木鸟、灰喜鹊、树麻雀、丝光棕鸟、乌鸫、喜鹊、燕雀	14
5	麦冬	黑尾蜡嘴雀、灰棕鸟、灰喜鹊、树麻雀、田鸫、乌鸫、喜鹊、燕雀、珠颈斑鸠	9
6	油松	黄雀、灰喜鹊、金翅雀、树麻雀、太平鸟、小太平鸟、燕雀、沼泽山雀、珠颈斑鸠、大斑啄木鸟、黑头鹪、黄腹山雀	12
7	榆树	白头鹎、大山雀、黄腹山雀、灰棕鸟、灰喜鹊、金翅雀、树麻雀、锡嘴雀、小太平鸟、燕雀、沼泽山雀	11
8	紫薇	褐头山雀、黄雀、树麻雀、沼泽山雀、棕头鸦雀	5
9	西府海棠	白头鹎、红嘴蓝鹊、灰喜鹊、树麻雀、乌鸫、锡嘴雀、喜鹊、燕雀	8

10	银杏	白头鹎、黑尾蜡嘴雀、红尾鸲、灰椋鸟、灰喜鹊、丝光椋鸟、喜鹊、小太平鸟、燕雀	9
11	毛白杨	白头鹎、黑尾蜡嘴雀、灰喜鹊、太平鸟、乌鸲、喜鹊、小太平鸟、燕雀	8
12	杜仲	黑头蜡嘴雀、黑尾蜡嘴雀、灰喜鹊、喜鹊、燕雀	5
13	芦苇	白头鹎、树麻雀、文须雀、燕雀、棕头鸦雀	5
14	芦蒿	棕头鸦雀	1
15	加杨	白头鹎、赤颈鸲、灰椋鸟、灰喜鹊、树麻雀、太平鸟、喜鹊、燕雀	8
16	爬山虎	灰喜鹊	1
17	沙棘	斑鸲、北朱雀、赤颈鸲、褐头山雀、黑颈鸲	5
18	女贞	太平鸟、小太平鸟、白头鹎	3
19	元宝枫	黑尾蜡嘴雀、灰喜鹊、树麻雀、锡嘴雀	4
20	旱柳	白头鹎、大山雀、红嘴蓝鹊、树麻雀、燕雀、沼泽山雀	6
21	三裂叶薯	棕头鸦雀	1
22	君迁子	灰喜鹊、树麻雀	2
23	连翘	白头鹎、灰椋鸟、灰喜鹊、树麻雀	4
24	紫叶小檗	树麻雀、乌鸲	2
25	刺槐	树麻雀、灰喜鹊	2
26	大花玉兰	红嘴蓝鹊、乌鸲、丝光椋鸟、灰喜鹊、白头鹎	5
27	桑树	白头鹎、大山雀、黑尾蜡嘴雀、喜鹊	4
28	水杉	白头鹎、大山雀	2
29	五角枫	喜鹊、黑尾蜡嘴雀、锡嘴雀	3

30	荚蒾	乌桕	1
31	茜草	山噪鹛	1

五、修复系统的保育与生态监测

5.1 生态保育

湿地修复系统保育期内应严格控制与湿地修复无关的人类活动。

在保育期内应严格开展湿地监测，以保障湿地生物多样性状况符合预期修复目标的要求，监测方法参照 LY/T 2898-2017 执行。

保育期内可根据湿地保育况和生物多样性状况，采取补充性的栖息地人工管理措施（包括水位调控、植物生长和群落控制、人工增殖放养、捕捞等），促进生物多样性的修复。

保育期应严格控制入侵植物、动物种群数量，积极采取人为管理措施控制入侵物种种群蔓延，措施包括人工防治（人工刈割、人工捡拾、诱集等）和生态防控（生物防控）等，避免采用化学防治措施。

保育期截止时，应开展湿地生物多样性修复的综合评价工作，包括对水体、湿地动物、植物和微生物等生物多样性组成要素的评价，以确定其是否达到预期修复目标，并评估被损害的湿地生物多样性是否能够恢复到或接近于它退化前的自然状态，作为评价湿地生态修复成效的依据。

5.2 生态监测

在湿地修复和管理中，特别是在评价修复成功性方面，监测都起着重要作用。在湿地修复项目计划确定以后，就应拟定相应的监测方案实施路线、监测频率。

建设单位或湿地管理机构应制定湿地的生物多样性监测评估方案和保育方案，监测评估方案应明确监测的原则、对象、标准、指标、方法和结果评价等内容，保育方案应明确湿地的保育管理措施。

建设单位或湿地管理机构应该按照监测方案组织开展湿地生物多样性长期定位监测，监测结果用于保育成效的科学评估。

湿地生物多样性监测可参考 LY/T 2898-2017，内容包括湿地水文、水质、生物多样性、外来入侵物种等。鼓励采用自动化、信息化、智能化的监测手段进行监测。监测结果作为湿地生物多样性保育成效和管理有效性评价的依据。

推荐采用水生生态系统完整性指数 (Index of biotic integrity, IBI)、生物多样性指数 (Biodiversity index, BI) 和湿地植物区系质量指数 (Floristic Quality Assessment Index, FQAI) 作为评价指标，对湿地保育成效进行定量评估，评估频次为每 3 年一次。

湿地修复前监测应对受扰状态进行恢复前监测可以为湿地修复提供有效的基础数据。监测内容包括水文状况、水质、土壤(或底质)、生物(包括植物与野生动物)、生境、社会经济与文化特征、开发利用等人为干扰状况等。修复前的监测可为有效修复湿地，从修复强度和修复成功性上提供可资比较的指标，增强对修复后湿地生态系统变化的了解。

湿地修复的后期监测旨在对湿地水文、水质、生物资源和土壤的短期及长期变化进行记录，以获取湿地修复特别是湿地生物及其栖息地修复成效的信息。修复后监测能够使管理者了解湿地生态系统是否已变为自我维持状态，或修复过程已达到的程度，修复后湿地生物多样性及其它功能是否得到提升。

5.2.1 监测内容

以恢复生物多样性功能为主要目标的湿地修复，应重点监测动植物种类、数量、栖息地质量等。湿地修复后的持续监测指标包括水文条件、土壤、植物、动物、水环境质量等五个方面，具体监测指标参照 DB11/T1301-2015。

5.2.2 监测方法

后期监测常用定性与定量结合的方法，为湿地管理维护提供优化信息。定性方法主要是野外现场考察与拍摄照片、摄像来获取湿地修复每一个阶段的信息。通过定性调查，能够观测到湿地植被、动物的空间变化格局及分布规律，整体预判湿地修复的效果。定量调查是通过定量测定沉积物、土壤和水体的相关指标，定量调查动植物群落结构、相关数量指标、生态系统结构和功能，更准确地判断湿地修复的成效。

5.2.3 监测频率

监测频率取决于湿地修复目标和成效标准、自然变化程度和速率。由于湿地的物理、化学和生物作用随季节不同而有较大变化，因此，修复后的持续监测频率应该考虑季节性的采样监测。对植被的监测应选择生长季早期和末期。对野生动物的监测（尤其是鸟类监测）应选择繁殖期、筑巢期、迁徙季节进行，并结合植被的生长季节和野外动物的活动规律开展。

5.3 生态修复评估

5.3.1 评估内容

湿地修复成效评估是一个综合性评估，评估重点是湿地结构修复的合理性、有效性和湿地功能恢复的有效性。可参照对照湿地（即在湿地范围内或周边选择的未退化湿地区域）进行评估，其主要内容包括：

（1）湿地生态系统非生物要素评估：包括水文状况、水环境状况、湿地率、沉积物和土壤结构等。

（2）湿地生境评估：包括基底地形、底质物理结构及其理化性质、滨岸带物理结构、滨岸带植被、生境岛空间布局及结构、关键种

生境质量、功能生境恢复情况等。

(3) 湿地生态系统生物要素评估：包括动植物种类组成、种群数量、群落结构、植被盖度、多样性指数、珍稀保护物种数量等；

湿地修复成效评估应更注重湿地生物多样性功能恢复的评估，恢复后的湿地功能应与其条件类似的自然湿地的生态功能一致。

5.3.2 评估方法

对修复的湿地结构、生物多样性指标进行监测，并与对照湿地进行对比，从而评估湿地修复的有效性。修复前、修复过程中以及修复工作完成后，每月（或每个季节）选择同一参照点进行定点拍摄，并与对照湿地进行对比，可直观评估湿地修复效果。采用植被盖度、生物多样性、生物完整性指数与反映生态过程的指标相结合综合评估判断湿地的修复成效。

六、湿地修复后的可持续利用效益

6.1 湿地岸带景观建设

在中心城区建设以湿地为主的公园绿地及相关设施，提高湿地滨水空间品质，在湿地保护恢复的基础上，兼顾休闲功能，将湿地建设成为服务市民生活、展现城市历史与现代魅力的亮丽风景线，开展湿地可持续利用。恢复历史水系，建设连续的滨河带状公园绿地。结合文保单位占用清退，附属绿地开放，多途径打造湿地景观带，拓展城区公共湿地空间。在城市副中心，顺应现状水系脉络，恢复部分河流历史故道，在北运河、潮白河、温榆河等水系形成河道滨水休闲型绿道。深入挖掘、保护与传承以大运河为重点的历史文化资源，对沿大运河的古河道及古码头等湿地历史文化景观进行整体改造和恢复。在远近郊区，统筹湿地岸带景观建设，打造功能复合、开合有致的湿地

滨水空间。依托河流湿地资源，建设大尺度的森林湿地，与环首都森林湿地协同发展，共同形成北京东南部大型森林湿地公园发展带，结合滨水绿化廊道和滨水空间共同构建城市蓝网。

6.2 发展湿地生态旅游

在保护的前提下，充分利用湿地动植物资源、自然风光、人文景观，保护性发展生态旅游、生态农业等，科学布局湿地公园，推广“休闲湿地”理念，实现湿地可持续利用。同时，提高各类湿地的亲水性，满足市民休闲、娱乐、观赏、体验等多种需求。在生态涵养区，坚持湿地保护与农民生活改善相协调，发挥湿地生态服务功能，促进山区特色生态农业与湿地生态旅游休闲服务融合发展。以规范北京市民京郊休闲度假为重点，加强湿地保护下的休闲游憩环境建设，打造古北口、雁栖湖、通州运河、拒马河等湿地特色生态旅游板块，实现湿地的保护与合理利用。

6.3 构建湿地科普宣教体系

加强湿地科普宣教基础设施和相关设备建设、湿地宣教材料的编写，以及湿地科普公众传播等工作。建立湿地环境教育基地，完善基础设施和相关设备，实现多种宣教功能。在南海子、汉石桥、翠湖湿地、通州城市绿心公园等地建设湿地科普馆；对野鸭湖湿地科普馆进行改造提升。结合污水处理设施和城市滞洪区建设一批工程性的公园湿地，在满足市民休憩需求的同时，发挥湿地科普教育功能。在通州、海淀、大兴、延庆和密云等区发展专类科普公园，建设湿地科普长廊，创新湿地知识公众传播形式，普及湿地生态系统及其动植物等科学知

识，并配备完善的基础服务设施，形成一批在湿地科普教育方面具有一定影响力和教育意义专类公园。

广泛开展湿地保护宣传教育，普及湿地保护法律法规和科学知识，提高全社会湿地保护意识。推动湿地科普的公众传播和社区化，在城区结合河流水系资源和已有公园绿地水面建设中小尺度的湿地科普展示区和科普长廊，提高城市公园湿地科普服务能力，开展科普宣教基地建设。在“世界湿地日”、“北京湿地日”等关键时期开展宣教活动，举办以观鸟、湿地植物认知等为主题的科普活动，突出运河文化、园林文化等北京湿地文化特色，增强公众的湿地保护意识。

七、参考文献

- (1) 北京市园林绿化局《北京市平原造林工程技术实施细则(修订版)》(京绿造发〔2013〕21号)。
- (2) 北京市质量技术监督局.《湿地恢复与建设技术规程》(DB11/T 1300—2015).
- (3) 北京市质量技术监督局.《湿地监测技术规程》(DB11/T 1301—2015)。
- (4) 崔丽娟, 赵欣胜, 李伟,等. 湿地地形恢复研究概述. 世界林业研究, 2011, 24(2):15-19.
- (5) 范真, 胡海波, 鲁小珍. 基于鸟类保护的湿地公园植物规划——以太仓金仓湖湿地公园为例. 林业资源管理, 2018(1).
- (6) 国家林业局湿地保护管理中心.《国家湿地公园湿地修复技术指南》.中国环境出版社,2017.
- (7) 国家林业局湿地保护管理中心.《国家湿地公园总体规划导则》(林湿综字[2010]7号)。
- (8) 李胜男, 崔丽娟, 赵欣胜,等. 湿地水环境生态恢复及研究展望. 水生态学杂志, 2011, 32(2):1-5.
- (9) 刘佳妮, 陈楚文, 陈彬彬等. 浙江省城市滨水开放空间鸟类栖息地营建研究. 中国城市林业, 2015, 13(6):36-39.12
- (10) GB/T 27648 重要湿地监测指标体系
- (11) LY/T 2898 湿地生态系乡充定位观测技术规范
- (12) SL/T 800 河湖生态系统保护与修复工程技术导则
- (13) 中华人民共和国湿地保护法
- (14) 自然资源部、财政部、生态环境部.山水林田湖草生态保护修复工程指南(试行)
- (15) 生态环境部、农业农村部、水利部.重点流域水生生物多样性保护方案(环生态[2018]3号)
- (16) 农业农村部、自然资源部、生态环境部、住房和城乡建设部、海关总署、国家林草局.重点管理外来入侵物种名录
- (17) 全国科学技术名词审定委员会. 生态学名词 2006 第一版. Beijing: 科学出版社. 2007. ISBN 7030182774. OCLC 180177243.
- (18) Search results | Ramsar Sites Information Service. rsis.ramsar.org.
- (19) 北京市朝阳区生态环境局.北京市朝阳区生物多样性保护规划(2023年-2035年)(征求意见稿)
- (20) MANNEVILLE Olivier (2020年4月8日), Peatlands and marshes, remarkable wetlands, 环境百科全书, 咨询于2024年11月22日 [在线 ISSN 2555-0950]网址:
<https://www.encyclopedie-environnement.org/en/life/peatlands-and-marshes-remarkable-wetlands/>.