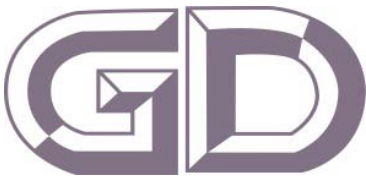


广东省标准



DBJ/T 15-XXX-2019

备案号 J XXXXX-2019

城市景观湖泊水生态修复及运维  
技术规程

Technical Specification for Aquatic Ecosystem Restoration and  
Maintenance of Urban Landscape Lake

(征求意见稿)

2019.9.12

2019-XX-XX 发布

2019-XX-XX 实施

广东省住房和城乡建设厅发布

本标准不涉及专利



# 前 言

根据《广东省住房和城乡建设厅关于发布做好2018年广东省工程建设标准制修订工作的通知》（粤建科函[2018]2954号）文的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外相关标准，并在广泛征求意见的基础上，制订了本规程。

本规程为指导性文件，广东省各地市根据具体景观湖泊水质、功能、污染状况等特征，参考本规程制定适用于具体景观湖泊水生态修复及运维的技术方案。

本标准内容不涉及到任何专利。

本规程主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 水生态环境调查与评估；5. 景观湖泊水生态修复方案设计与技术；6. 景观湖泊水生态修复工程实施要点；7. 景观湖泊水生态系统维护。

本规程由广东省住房和城乡建设厅负责管理，由广东粤海水务股份有限公司、江门北控水环境开发有限公司和珠江水利委员会珠江水利科学研究院负责具体技术内容的解释。

本规程在实施过程中，请各单位总结实践经验，随时将有关意见和建议反馈给粤海水务股份有限公司（地址：广东省深圳市罗湖区沿河北路2022号，邮编：518021，电子邮箱：wu89811@163.com）、江门北控水环境开发有限公司（地址：广东省鹤山市沙坪镇新业路900号二层，邮编：529799，电子邮箱：wangzhiqiang02@bewg.net.cn）和珠江水利委员会珠江水利科学研究院（地址：广州市天河区天寿路80号，邮编：510611，电子邮箱：yjwang2007@163.com）。

本规程主编单位：广东粤海水务股份有限公司

江门北控水环境开发有限公司

珠江水利委员会珠江水利科学研究院

本规程参编单位：华南理工大学

同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司

广州资源环保科技股份有限公司

湛江市水务投资集团有限公司

本规程主要起草人：孙国胜、李鑫玮、汪义杰、赵焱、吴传栋、钟云娜、李丽、李杰、程晓薇、李俊鹏、王志强、高涟敬、张亮、王妙

本规程主要审查人：

## 目 次

1	总则.....	1
2	术语.....	2
3	基本规定.....	3
4	水生态环境调查与评估.....	4
5	水生态修复方案设计与技术.....	9
6	水生态修复工程实施要点.....	14
7	水生态系统维护.....	19
	附录A 水生态修复及运维指标.....	26
	附录B 曝气复氧充氧量的计算方法.....	27
	本标准用词说明.....	29
	引用标准名录.....	30

## Contents

1	General Provisions .....	1
2	Terms .....	2
3	Basic Requirements.....	3
4	Research and Evaluations of Aquatic Ecosystem .....	4
5	Aquatic Ecosystem Restoration Design and Technology .....	9
6	Key Points of Aquatic Ecosystem Restoration Engineering Implementation .....	14
7	Aquatic Ecosystem Maintenance .....	19
	Appendix A Indicators of Aquatic Ecosystem Restoration and Maintenance .....	26
	Appendix B Measurement of Aeration and Reaeration Demand .....	27
	Explanation of Wording in This Code .....	29
	List of Quoted Standards.....	30



## 1 总则

**1.0.1** 为贯彻《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国环境保护法》等法律法规，提升城市景观湖泊水生态治理水平，改善景观生态环境，规范和加强城市景观湖泊水生态修复和运行维护管理工作，保障湖泊生态系统稳定维持健康状态，结合国家相关科研成果和广东省城市景观湖泊实际经验，制定本规程。

**1.0.2** 本规程从水生态环境调查与评估、景观湖泊水生态修复方案设计与技术、景观湖泊水生态修复工程实施要点、景观湖泊水生态系统维护、技术指标分析等方面提出城市景观湖泊水生态修复与运维的技术方法和要求。

**1.0.3** 本规程仅适用于广东省内城市景观湖泊的水生态修复及运行维护。

**1.0.4** 城市景观湖泊水生态修复和运维管理除应遵循本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语

### 2.0.1 城市景观湖泊 urban landscape lake

具有水资源储蓄、补给和蓄纳、排泄洪水，提供生物生栖空间，改善城市的整体风貌，美化城市等生态环境效应功能的湖泊。

### 2.0.2 水生态修复 aquatic ecosystem restoration

在生态系统自修复功能的基础上，采取保护、修复、治理及管理等措施，促使湖泊生态系统恢复到较为自然的状态，以提高其生态完整性和可持续性。

### 2.0.3 生物操纵 biomanipulation

通过增强浮游动物对浮游生物的压制，并以某种方式控制鱼类种群，从而通过浮游动物过滤达到有效减少浮游植物数量的过程。

### 2.0.4 旁路净化 bypass purification

在水体之外建设净化设施，通过人工操作，实现水流由外围设施净化的技术措施。

### 2.0.5 内源污染 endogenous pollution

主要指进入湖泊中的营养物质通过各种物理、化学和生物作用，逐渐沉降于湖泊底质表层，当累积到一定量后再向水体释放，所造成的污染，包括底泥释放、水生动植物残体等。



### 3 基本规定

**3.0.1** 城市景观湖泊水生态修复和运维的总体目标是以促进湖泊生态系统健康为核心，并根据保护主体主要服务功能进行设置。

**3.0.2** 城市景观湖泊水生态修复应根据总体目标，针对景观湖泊生态状况，综合考虑经济社会发展和生态保护需求，提出水生态修复和运维指标，具体见附录 A。

## 4 水生态环境调查与评估

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 开展水生态环境调查与评估过程应充分收集和利用已有资料。资料收集途径有：查阅文献，咨询监测站、水文站、气象站及相关单位。

**4.1.2** 开展调查采样时，应详细记录采样时间（年、月、日、时）、采样点位置（经纬坐标）、采样工具、采样方法、样品保存方法，现场测定并记录水温、水深、透明度、pH、DO 和 Eh 等水体指标情况，沉积物的颜色、形态和质地等底质信息，气温、降雨等天气情况以及其他可能影响水质或水动力条件的状态或现象。

**4.1.3** 各项目的分析方法宜采用国际国内公认的分析方法（优先采用 HJ、HJ/T、GB、GB/T、SL 等标准），部分项目可利用仪器现场分析。

**4.1.4** 调查过程中（包括采样、样品运输、样品检测及数据分析）应有严格的质量控制确保调查结果准确可信。

**4.1.5** 城市景观湖泊调查包括基础信息调查、污染现状调查、水文调查、水质调查、沉积物调查、生物调查及湖滨带调查。

### 4.2 城市景观湖泊基础信息调查

**4.2.1** 基础信息调查包括城市景观湖泊的地理位置、形态特征、功能需求，以及城市景观湖泊所在区域的气候条件、土地利用、城市建设规划。

**4.2.2** 城市景观湖泊的形态特征调查包括水面面积、长度、宽度、深度、容积、岸线长度、湖泊补给系数和岸线发育系数。

**4.2.3** 城市景观湖泊的功能需求调查是指除景观功能外，是否存在其他功能需求，如水力调度、蓄洪排涝、绿化灌溉等。

**4.2.4** 城市景观湖泊所在区域的气候条件信息调查需涵盖区域年及季节气候特征、气温、降雨量、风速、主导风向、湿度、蒸发量、日照情况以及主要灾害天气。

**4.2.5** 土地利用调查可根据现行国家标准《土地利用现状分类》GB/T 21010 一级类进行调查分类。

**4.2.6** 城市建设规划基础信息调查包括周边区域用地规划、城市污水处理规划及雨水工程规划等。

### 4.3 城市景观湖泊污染现状调查

**4.3.1** 开展污染现状调查需要参考流域土地利用状况，明确流域潜在的污染源，分析各污染源的主要污染物、污染排放情况和对湖泊污染负荷的贡献。

**4.3.2** 城市景观湖泊污染源可分为湖泊周边点源污染，城市地表径流污染，入湖河流污染和内源污染。

**4.3.3** 城市景观湖泊污染源调查可采用资料收集及分析、现场勘探、水质采样分析等方法。

**4.3.4** 城市景观湖泊周边点源污染调查需对城市景观湖泊的排污口进行逐一排查，并且对城市景观湖泊区域内游船、垂钓等娱乐活动及岸上周边商铺经营产生的污染（包括废水、废气、固体废物等）进行调查。

**4.3.5** 城市景观湖泊地表径流污染调查可采用径流曲线法和雨洪管理模型等方法进行污染负荷估算。

**4.3.6** 入湖河流污染调查包括入湖河流水文特征及水质特征的调查，采样调查过程宜参照现行行业标准《水质 采样技术指导》HJ 494、《水环境监测规范》SL 219 及《水文调查规范》SL 196 的相关规定。

## **4.4 城市景观湖泊水文信息调查**

**4.4.1** 城市景观湖泊水文信息调查主要包括城市景观湖泊水文连通情况，入、出流情况，特征水位（最高水位、最低水位、洪水位）、水深、水量，湖流等。

**4.4.2** 当城市景观湖泊可与周边河涌连通时，调查城市景观湖泊及其周边河涌现有的水利设施（包括堤岸、水闸等），调水补水来源、水量、水流途径、闸阀控制措施及其运行规则。

**4.4.3** 出、入湖流量及与城市景观湖泊连通的周边河涌径流量可根据现行国家标准《河流流量测验规范》GB 50179 进行测定。

**4.4.4** 水位可设立水尺观测，宜每日测一次水位，并根据水位变化速度适当提高观测频率。水位观测数据可作为水深、湖底高程换算依据。

**4.4.5** 水深测量可采用回声测深仪、钢丝绳测深、测锤测深、测杆测深等方法。

**4.4.6** 湖泊储水量及其变化可利用湖泊地形图和水位、水深信息进行计算。湖泊地形图的绘制需要获取湖泊水边线和高程信息等。

**4.4.7** 湖流观测的要素主要为流速和流向，辅以风速和风向。观测方法可采用定点观测、走航观测等。

## **4.5 城市景观湖泊水质调查**

**4.5.1** 城市景观湖泊水质调查的点位布设及采样方法应符合现行行业标准《水质 采样技术指导》HJ 494 以及《水环境监测规范》SL 219 中有关湖泊的相关规定。

**4.5.2** 开展水质调查需要进行预调查，预调查即在较大的采样范围布设监测垂线，进行较详尽的调查。监测垂线的布设应涵盖进水区、出水区、深水区、浅水区、湖心区、湖岸区等不同水域，同时考虑以下因素：

- 1 湖泊水域面积、湖泊形态；
- 2 湖泊水体的水动力条件；
- 3 入湖河流；
- 4 可能的排污设施和排污口；
- 5 污染物在水体中的迁移转化规律。

后续调查的监测垂线可在预调查获得足够信息的基础上，应用统计学技术筛选确立。筛选的目的应以尽量少的监测垂线全面反映城市景观湖泊水质状况。

**4.5.3** 水质调查需调查城市景观湖泊的水体分层情况，并据此确定监测垂线上的采样层次。

**4.5.4** 城市景观湖泊水质调查建议必选项目包括：水温、pH、透明度、溶解氧、高锰酸钾指数（ $\text{COD}_{\text{Mn}}$ ）、生化需氧量（ $\text{BOD}_5$ ）、氨氮、总氮、总磷、叶绿素 a、重金属。可选调项目可参考国家现行标准《地表水环境质量标准》GB 3838-2002 中 24 项基本项目及《水环境监测规范》SL 219-2013 中湖泊水库监测项目。其他项目可根据水功能区和入湖排污口管理需要确定。

**4.5.5** 采样频率和时间应遵循以下原则：

- 1 在时间上具有足够的代表性，反映水质自然变化和受人类活动影响变化规律，丰、枯水季应至少采样 1 次；
- 2 反映运维工程、入湖污染物变化对水体影响的过程；
- 3 以最低的采样频次取得最具有时间代表性的样品；
- 4 不同采样点位的采样时间宜保持一致（或确保水温、光照等干扰因素相似），以确保调查结果可比性；
- 5 对于受 24h 光照变化、人类活动规律等因素影响较大的指标，采样时间应考虑指标变化规律确定；

## 4.6 城市景观湖泊沉积物调查

**4.6.1** 沉积物调查时，应考虑湖泊水体的水动力条件、湖泊面积、湖盆形态、补给条件、出水及取水、排污设施的位置和规模、污染物的循环迁移转化选择合适的采样点。沉积物采样点设置可

参考水质监测垂线，以便结合水质调查结果和沉积物调查结果综合分析，排污口等区域可适当增设采样点；

**4.6.2** 调查内容应根据城市景观湖泊流域典型污染特征、水质特征和地质背景来选择。建议调查项目包括：pH、含水率、氧化还原电位、机械组成、总碳、有机碳、无机碳、总氮、有机氮、总磷、有机磷、无机磷等。

**4.6.3** 采样频率宜每年 1 次，并与水质采样时间同步。

**4.6.4** 沉积物样品的采集有以下要求：

- 1 应根据调查目的的不同，选择不同的采集方式；
- 2 根据不同调查项目的分析需求，确定沉积物采集量；
- 3 根据各项目组分的稳定性，对样品采取相应的保存措施，确定有效保存条件和保存时间。

具体采样方法可参考现行行业标准《水库渔业资源调查规范》SL167-2014 中关于水库沉积物调查样品采集的相关内容。

## 4.7 城市景观湖泊生物调查

**4.7.1** 湖泊生物状况调查对象包括浮游植物、浮游动物、水生维管植物、底栖大型无脊椎动物、鱼类等。

**4.7.2** 浮游植物和浮游动物的采样布点可参考上文水质采样布点，采样及分析方法可参考现行行业标准《内陆水域浮游植物监测技术规程》SL 733 和《水库渔业资源调查规范》SL167 中浮游植物和浮游动物调查相关内容。

**4.7.3** 水生维管植物、底栖大型无脊椎动物、鱼类的调查可参考现行行业标准《生物多样性观测技术导则》HJ 710 相关章节内容。

**4.7.4** 生物调查应重点调查水生维管植物等突出表征城市湖泊景观，并与水质关系密切的主要元素。

**4.7.5** 生物调查需要重点调查景观水体范围内如有特有物种，以确定湖泊生态系统的重点保护目标物种，并详细调查该物种的种群动态、生态习性和生活史。

## 4.8 城市景观湖泊湖滨带调查

**4.8.1** 湖滨带调查范围主要包括湖泊最高水位线和最低水位线之间的区域，可依据水陆联系特征适当向陆域和水域外延。

**4.8.2** 调查项目主要包括基底类型、水质状况、底质状况、植物群落结构、植被覆盖度等，调查方法可参考 4.5.1~4.5.5、4.6.1~4.6.4、4.7.1~4.7.5 等调查相关内容。

## **4.9 城市景观湖泊现状分析及趋势判断**

**4.9.1** 城市景观湖泊现状分析需要确定目前存在的问题，并判断亟需解决的问题，可通过制定问题清单辅助分析判断。问题清单主要根据城市景观湖泊的污染源、水文、水质、沉积物、生物和湖滨带状况的调查结果提出。问题清单中现有问题的优先解决次序可根据对城市景观湖泊功能需求实现的影响程度，以及需要解决的急切程度和难易程度进行判断，为下一步修复对策的提出提供依据。

**4.9.2** 城市景观湖泊的变化趋势可通过建立二维水动力、水质模型和定期开展城市景观湖泊的水文水质监测进行预测。

**4.9.3** 城市景观湖泊的发展趋势可根据城市建设规划，从城市产业结构与布局、水土资源利用、污染源防治等方面进行分析，判断城市景观湖泊是否需要继续提升水质和建设栖息地实现更多功能需求，是否需要采取其他工程或管理措施以应对更多的人为干扰和污染物负荷。

## 5 水生态修复方案设计与技术

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 应在对景观湖泊进行水生态调查与评估的基础上,提出针对性的解决方案。修复方案应根据污染源特性、水质/底质特征、修复目标、生态环境特点、景观要求、建设投资、运行成本和资源化利用等因素确定。

**5.1.2** 结合湖泊生态现状综合评价结果以及湖泊的主要服务功能,明确湖泊生态保护与修复目标,提出水文情势、水质状况、湖泊地貌、生物状况等方面的定量化目标。

**5.1.3** 遵从湖泊自身的功能与生态定位进行整体设计。对于健康状况良好的城市景观湖泊生态系统,重点采取防护措施;对于受损较轻的城市景观湖泊生态系统,重点采取修复措施;对于受损严重的城市景观湖泊生态系统,重点采取重建措施。

**5.1.4** 水质净化是湖泊生态修复的前提条件,继而合理安排生态需水、生境修复、生物多样性提升等。水质保护与改善措施应涵盖源头控制、过程削减和末端治理等水环境调控全过程。

**5.1.5** 城市景观湖泊水生态修复工艺与技术可自成体系,由单项、同类型或多种类型工艺与技术相结合的集成工艺系统。

### 5.2 污染源防治技术

#### I 点源污染防治技术

**5.2.1** 入湖河流应实行容量总量控制和水质目标管理,以入湖河流水资源变化条件下的城市景观湖泊水环境容量及其动态变化特征为依据,制定满足其容量总量控制需求的入湖河流水质目标精细化管理方案。

**5.2.2** 入湖排污口应优先考虑截污纳管,将污染源截留至周边城市污水管网,由污水处理厂统一处理,尾水应符合现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978 的相关规定。

**5.2.3** 对入湖河流水质达标、入湖排污口达标排放,但水质仍不能满足景观湖泊功能规划相关要求的,应提出水体深度处理措施,主要工程措施包括截污导流、快速过滤、生态净化、中水回用等措施,具体可参考现行行业标准《污水过滤处理工程技术规范》HJ 2008 的相关技术要求。

**5.2.4** 生态净化工程措施需根据湖泊护岸形式、护岸稳定性、水深等条件确定,主要包括跌水复氧坝、生态沟渠、稳定塘和人工湿地等,宜参考现行标准《人工湿地污水处理工程技术规范》HJ2005、

《污水自然处理工程技术规程》CJJ/T 54 和《农村生活污水处理系统技术规范》DG/TJ 08-2066-2009 等的相关技术要求。

## II 面源污染防治技术

**5.2.5** 面源治理技术包括农业面源和城市面源污染治理技术。农业面源污染防治重点针对源头，进行农业施用肥料效益最大化、防止农田水土流失等。城市面源污染防治应结合海绵城市低影响开发措施，截留和处理城市雨水径流污染。

**5.2.6** 农业面源污染防治应符合下列规定：

1 在城市湖泊管理范围内的农业种植区，应尽量减少农药化肥使用量，严格控制污染源迁移，宜采用等高线种植、免耕少耕法、合理轮作等科学耕作管理；

2 在城市湖泊管理范围内，根据政府划定的畜禽养殖分区，取缔或搬迁禁养区范围内养殖场，限量饲养并不再新建限养区范围内养殖圈舍，养殖废水应符合现行国家标准《畜禽养殖业污染物排放标准》GB18596 的相关规定；

3 在城市湖泊管理范围内，定期收集岸边垃圾，打捞死亡水生动植物，严格禁止乱丢垃圾、损坏植被等破坏环境的行为。

**5.2.7** 城市面源污染防治应符合下列规定：

1 城市雨水收集系统宜分散设置弃流井或弃流池等雨水径流污染弃流设施，其汇水面积根据弃流能力确定，可参考现行国家标准《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》GB 50400 的相关条文；

2 城市湖泊雨水汇集范围内宜采用下凹式绿地，道路广场等宜建设透水铺装地面，主要技术要求应满足现行国家标准《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB 50400 的相关规定；

3 环城市景观湖泊宜建设河岸植被缓冲带，可参考现行地方标准《河岸植被缓冲带建设技术规程》DB14/T 627 的相关规定。

## III 内源污染防治技术

**5.2.12** 内源污染防治技术主要包括清淤疏浚、底泥原位治理等。防治过程中，应尽量减少二次污染。

**5.2.13** 清淤疏浚前应对底泥污染情况进行现场查勘，对淤泥进行污染物组成分析。水深不小于 1.5m 的城市景观湖泊宜采用生态清淤的方式；若不能满足生态清淤所需水深条件，则可选用干式



清淤或半干式清淤等清淤工艺，可参照国家现行标准《疏浚与吹填工程技术规范》SL 117 和《河湖生态疏浚工程施工技术规范》DB 32/T 3258 的相关规定。

**5.2.14** 结合淤泥污染物组成分析结果，采用合理的方式进行底泥处置，底泥的去向应征得主管部门同意；推广淤泥机械脱水固化等工艺，积极探索新型建筑材料、淤泥固化土种植等资源化利用途径。

**5.2.15** 底泥原位治理宜采用原位覆盖、原位化学修复、原位生物修复等技术，保持河道底泥性质稳定或分解底泥污染物。

### 5.3 水质维护技术

**5.3.1** 城市景观湖泊水体水质应符合现行国家标准《地表水环境质量标准》GB 3838 和《城市污水再生利用 景观环境用水水质》GB/T 18921 中关于景观水体水质的规定。

**5.3.2** 当城市景观湖泊发生富营养化，且水域较大，水深较深时，可采用浮动式或移动式生物接触氧化技术、微生物修复技术、絮凝沉淀技术、渗滤技术等对水质进行高效净化。采用技术应符合现行行业标准《生物接触氧化法污水处理工程技术规范》HJ 2009、《环保用微生物菌剂环境安全评价导则》HJ/T415、《污水混凝与絮凝处理工程技术规范》HJ 2006、《污水过滤处理工程技术规范》HJ 2008 的相关规定。

**5.3.3** 当富营养化湖泊发生藻华暴发，本着对环境友好、生态安全的原则，宜根据藻华发生规模、藻华的动态预测、藻华生物是否有毒以及可能的危害程度制定应急处理方案，科学选取物理、化学和生物等措施。应急技术设计要求可参照国家现行标准《赤潮灾害处理技术指南》GB/T 30743 和《含藻水给水处理设计规范》CJJ 32 的相关规定。

### 5.4 生态补水与水动力循环

**5.4.1** 生态补水应符合下列规定：

1 对于生态水量亏空、水环境持续得不到改善、自然生态系统遭到严重破坏的景观湖泊，进行生态流量核算和生态敏感性分析与论证后，可实施生态补水工程；

2 湖泊生态水位计算可以分为封闭型景观湖泊、半封闭型景观湖泊两种计算情形，计算方法可参考现行行业标准《水资源保护规划编制规程》SL 613 和《河湖生态修复与保护规划导则》SL 709 的有关规定；

3 在确定生态敏感区和敏感时期的基础上，开展湖泊湿地和重要水生生物等敏感生态需水计算；

4 补水应充分考虑上游水量和水质及流域生态系统需求,宜通过补水保障水体生态基流的流量与流速;

5 在水质恶化或发生富营养化时,宜通过加大补水量、缩短换水周期或加大水体循环净化等方式增加水体流动性;

6 城市景观湖泊补水宜优先采用再生水为水源,再生水水质应符合国家现行标准《城市污水再生利用 景观环境用水水质》GB/T 18921、《再生水水质标准》SL 368、《再生水回用于景观水体的水质标准》CJ/T 95 的相关规定。

#### 5.4.2 水动力循环应符合下列规定:

1 对于水体流动性较差、藻类密度较高、富营养化严重的封闭或半封闭水体,进行充分评估论证后,可实施曝气复氧和水动力循环工程;

2 曝气需氧量主要取决于水体的类型、水体目前的水质以及景观湖泊治理的预期目标,充氧量宜按照本规程附录 B 的方法计算;可采用鼓风曝气、纯氧曝气和机械曝气等曝气方法;

3 在改善水动力时,可采用抽水机抽水、推流曝气机等方法;

### 5.5 水生态修复技术

#### I 生态护岸技术

##### 5.5.1 生态护岸技术应符合下列规定:

1 宜优先选用结构稳定、耐久性好、全生命周期成本低、养护方便的护岸修复措施;

2 应依据土地资源情况选择湖滨带护岸断面结构型式:土地资源较宽松时,宜优先考虑斜坡式;土地资源较少时,宜优先考虑直立式;当护岸较高时,宜优先考虑复合式;

3 尽量采用自然工法,维持或恢复自然护坡的护岸形状,利用乔木、灌木和水生植物的发达根系来固定岸坡;

4 对于现有的硬质化护岸,尽量减少或取消直墙,利用生态护岸创造自然景观,为水生动物和两栖动物提供栖息、繁衍和避难场所。

##### 5.5.2 护岸稳定计算应符合下列规定:

1 生态护岸设计应验算护岸结构在重力、水流拖拽力、坡内渗流作用力和波浪吸力作用下的整体稳定性和局部稳定性,应符合现行国家标准《堤防工程设计规范》GB 50286 的相关规定;

2 一般洪水位时,核算背水坡和临水坡的稳定性;暴雨时,根据护坡结构及后方填土属性,核算暴雨或连续长期降雨时边坡稳定性;

**5.5.3** 生态护岸选型应考虑岸坡坡度、水流特点和岸坡土质等因素。

## **II 湖滨带修复技术**

**5.5.4** 湖滨带范围可根据城市景观湖泊的实际情况向陆域和水域纵深适当外延。湖滨带保护与修复应考虑湖泊整体的富营养化水平及其变化，将生态修复分阶段进行，以适应湖滨生态自然演变的规律。

**5.5.5** 结合水文、气象和湖泊水动力运行等相关资料，根据修复区域和植物覆盖度目标进行湖滨带植物配置，湖滨带植物配置应符合下列内容：

**1** 优先选择具有净化水体、完善食物链、美化景观等生态功能的植物，兼顾其经济、社会与文化等功能；

**2** 优先选择乡土植物，或适应当地环境、且不会造成生物入侵的物种；慎用外来物种，确需引入的，需做好监测和监管工作；

**3** 选择具有抗污性、抗病性、抗寒性等的抗逆性植物；粗放管理，降低养护成本；

**4** 按照挺水区、浮水区和沉水区分别进行多层次、多种类的植被配置，形成景观多样、结构稳定的植物群落，植物配置可参照下列内容：

**1)** 挺水区可栽植荷花、千屈菜、菖蒲、黄菖蒲、水葱、再力花、梭鱼草、花叶芦竹、香蒲、泽泻、旱伞草、芦苇、茭白等；

**2)** 浮水区可栽植睡莲、荇菜、水鳖等；

**3)** 沉水区植物宜栽植带状或丝状品种，如苦草、金鱼藻、狐尾藻、黑藻等。

## **III 水生生物群落结构调整技术**

**5.5.6** 水生生物群落结构调整技术应符合下列规定：

**1** 在水生生物群落结构调整具体实施之前应保证有一定的前处理工程。如包括：外源截污、鱼类控制、水质和底质改善、先锋植物定植和先锋群落的形成；

**2** 所投放水生生物以土著种类为主，严禁投放入侵水生动物；

**3** 在采用沉水植物进行修复时，生态恢复初期，应尽量减少草食性鱼类，以免对沉水植物造成破坏；湖泊沉水植被恢复后，必须建立植物量的调控机制，使其控制在适当的水平；

**4** 生物种类、数量、密度需要严格控制，防止出现生物爆发或生物死亡的现象；

**5** 使用生物操纵措施时，水生态系统进入生态优化调整期后，应按比例合理投放鱼、虾、螺、贝等水生动物进行食物链调节，促进水生态系统的稳定。

## 6 水生态修复工程实施要点

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 应根据景观湖泊的生态现状与施工条件，选择最为合适的修复工法。
- 6.1.2 施工工法的选择应满足因地制宜、长效稳定、经济高效、便于维护等原则。
- 6.1.3 专项工程实施要点应包含“截源控污、消除内源、补水活水、生态修复和景观重建”五个方面。
- 6.1.4 工程实施过程中应尊重客观生态规律，避免因过度人为干预造成的生态风险与安全事故。

### 6.2 通用工程实施要点

#### 6.2.1 准备期实施要点应符合下列要求：

- 1 施工前，项目部应熟悉施工图纸，并就设计方案对项目现场进行复核，包括外源污染、内源污染、面源污染、生态现状、水电设施等周边情况与条件；
- 2 根据设计方案与现场的实际情况制定施工组织设计及各专项施工方案，内容应涵盖施工、调试及后续运维阶段，并考虑实施过程中环境与生态的动态变化因素；
- 3 在施工组织设计过程中，应考虑施工所需各种生物材料的季节特性，及台风、汛期等影响生态修复进程的因素；
- 4 根据施工组织设计，准备开工所需的工、料、机等物资，做好安全围蔽工作，对施工过程中可能产生的径流废水预防及处理，确保现场具备三通一平等施工必要条件；
- 5 施工前，应与项目相关各方就施工组织设计和专项施工方案进行开工前交底，完成项目成员、施工班组的学习、技术交底与预案演练等工作。

#### 6.2.2 施工期实施要点应符合下列规定：

- 1 施工步骤应在尊重生态演变规律的前提下，按照施工组织方案实施。严禁违背既定工序和自然规律进行违规操作。
- 2 施工过程应对进度、质量、成本、安全等因素进行控制，还应做好安全文明施工，减少施工过程对周边环境与居民的影响；
- 3 对于施工过程中发生的突发状况，应按照应急预案，及时组织人力物力进行处理。避免事故影响随时间推移，连锁式扩大；
- 4 考虑到生态演变的渐进性特点，施工期与调试期的团队成员与管理方法宜具有延续性。

#### 6.2.3 调试期实施要点应符合下列规定：

1 进入调试期前，应明确系统调试的目标及内容，制定详细的调试方案，确定调试期间的组织架构及职责分工，明确调试措施及效果评价指标；

2 调试期的实施手段分物理法、化学法与生物法，宜首选物理法。化学方法应慎用，且不宜在复苏初期使用。生物法在确认对环境无害的情况下，是应对系统状态反复的有力手段；

3 调试期的补水质量对系统的恢复速度有较大影响，该阶段的补水宜优先采用降雨与经过处理的水源，其次选择外部自然水体作为水源。补水数量宜少量多次，以补水后不影响水底透明度为标准；

4 补水之前应对水源中可能造成系统破坏的生物做好防控措施，防止在系统恢复初期有害因子优势胜过有益因子；

5 补水之后的工作以有害因子的控制与有害事件的预防为主，同时通过科学养护，持续增加有益因子的规模；

6 与预防工作同步的，是对湖泊的水质、生态进行周期性监测，对各种突发事件与采取过的措施做持续的跟踪与记录，并重视过程资料，包括照片、视频、数据的收集与管理；

7 收集的资料应具有连续性，能通过过往资料的分析，发现生态系统的演变规律，支持新发生问题的推理及对未来事故的预防；

8 对调试过程中出现的生态倒退状况，应通过科学的调查、取证、分析来推导原因，并作出及时的应对，确保良性物种健康增长；

9 针对调试期间因天气突变、河水倒灌、污水偷排等原因造成的水质恶化，应及时启动应急处理预案，及时处理；

10 项目验收前，实施单位应对项目整体情况做一次全面摸查，集中清除潜在风险，确保新建立的生态系统具有充足时间向良性发展；

11 项目验收后，还需要进行运维的，应建立专业的运维团队，并打造适合项目目标的、成熟的管理体系。

## 6.3 专项工程实施要点

### 6.3.1 专项工程中控源截污的实施要点应符合下列内容：

1 生态修复工程中的外源污染原则上宜全部消除。没能力完全消除的，需做好污染量输入统计与对生态系统后期影响的预测分析，并做好应对措施；

2 除水面排污口以外，重点排查与控制水下、间歇性的排污口。可采用水下声呐，热红外探测技术，或查询历史管网资料及利用干水期进行摸查；

3 对污染源的处理，优先采用截污的方式，纳入市政管网集中处理。没有条件的，可采用旁路设施进行处理；

4 设置旁路处理设施应考虑湖区的景观、路网、游人动线等因素，避免其运行过程中对湖区的日常运作造成影响；

5 当采用截污纳管方式处理点源污染时，应避免管道长期裸露暴晒，并考虑地基的承载力，做好基础与管道接口，避免后期沉降渗漏。水中安管的，应核算浮力；

6 在采用稳定塘旁路处理技术时，宜预留一定的造流曝气装置，预防夏季高温季节的藻类爆发；

7 在采用旁路处理技术时，应考虑旁路净化装置在安装、运行及维修过程中所产生的气味、噪声与余泥等副产物对周边居民的影响；

8 在采用浮岛技术时，若使用的是塑料浮体，必须对其抗紫外线的能力进行检测，确保满足设计使用寿命的要求；

9 浮岛宜优先选择卡扣、丝扣等连接方式。只能采用粘贴方式时，需确保所用粘合剂在水中的稳定性满足项目要求；

10 浮岛的位置、形状与尺寸应便于后期运维收割等作业，结构应抗风浪冲刷及游船撞击，上部挺水植物的高矮搭配与种植厚度需考虑风力等因素，避免由于所处风口及华南地区台风等原因而出现倒伏等问题；

11 采用植草沟和雨水湿地拦截雨水径流时，应有明显的指示与分隔标识，防止水浸误入或失足掉落的风险。

#### **6.3.2 专项工程中消除内源的实施要点应符合下列内容：**

1 在未经治理前，湖泊内源污染的释放是一个漫长的过程。故消除内源的措施应扎实有力，防止后期释放对系统的影响。

2 施工时宜选用不增加环境负荷的工法，并考虑水中作业带来的运输、实施困难及效率、效果降低等不良影响；

3 泥中作业应注意安全，禁止单人作业。施工人员应佩戴好防护用具，避免施工过程中对皮肤、眼睛、呼吸道等部位造成伤害；

4 当采用原位消除技术时，应提供充足的工程量和反应时间，避免因进度而牺牲内源治理的质量；

5 当采用异位消除（清淤）工法时，应在施工前对河床标高及淤泥厚度进行测量，对清淤的施工方案进行策划，确保过程有效且高效；

6 在带水状态下的清淤，宜优先选择对生态环境影响较小的环保清淤。在干水状态下的清淤，宜优先选择质量有保障的冲淤抽吸法；

7 清淤过程必须严格监控，确保不少挖有害淤泥，不多挖无害底泥，严禁挖出的淤泥在湖区内外不同位置转移；

8 淤泥的装运必须符合当地城管部门的要求，末端处理必须符合地方规定，有害淤泥必须交由有资质的处理单位进行处理。

### 6.3.3 专项工程中补水活水的实施要点应符合下列内容：

1 补水前，应掌握水源的年变化规律，包括台风与汛期等状态下的变化情况，制定有效的补水策略，选择在有利条件下进行补水；

2 在采用外部水源进行补水活水时，应对补水过程进行充分控制，保证补水量能够满足湖泊的景观功能与生态系统所需，同时有效控制超标来水和入侵生物等；

3 在采用内部水源进行补水活水时，可联合生态塘、净水装置等旁路设施共同完成。在水力条件不好的区域，宜设置推流曝气装置，增强水体交换能力；

4 对于有增氧需求的区域，应考虑广东地区的季风与水深等因素。浅水区优先以流水复氧为主，深水区可考虑底部曝气等工艺；

5 活水曝气设备宜设置安全防护或醒目标识，动力缆线应采用防水电缆，并予以套管保护，沉至湖底，避免造成游船碰撞和游人伤害。

### 6.3.4 专项工程中生态修复的实施要点应符合下列规定：

1 进场的施工材料应做好质量抽检与三级记录工作，避免在施工过程中带入有害的入侵生物。可对福寿螺、入侵鱼卵，蛾类幼虫等广东常见的有害物种作预防性处理；

2 在开展大面积施工前，宜先对涉及生物、药剂的工法做小范围试验，明确使用剂量、反应规律、时间顺序与生物适应性；

3 在采用生态护坡技术时，应注意选择基础施工、回填、砌筑与定植的时间，避免雨季台风对施工进度与质量的影响，并做好植物种植后的保温保育工作；

4 在采用生物操纵法时，应对投放生物进行检查，杜绝入侵物种进入系统。投放前宜进行浸泡消毒等预处理，并在水温适应后，逐级、分批、适时投放，提高投放生物的成活率；

5 在采用微生物水质维护技术时，应确认微生物的本土适用性，尽量使用乡土品种，不宜使用外来品种，不宜在温度低于 15 摄氏度，或水中有残留杀生剂的情况下使用；

6 在采用生物接触氧化法时，装置的布置应考虑不妨碍水力交换、行洪和游船等因素；

7 在采用絮凝沉淀法时，应先对配方进行小试与局部工程试验，在确定对湖区生物无害的情况下使用。多次使用前要计算累计使用量，避免发生生态风险；

8 在采用水生植被恢复法时，需从供货源头起严格对有害物种及病虫害进行预防与处理，有条件的项目可先进行小批量试种，确保大面积施工后的成活率；

9 对于淤泥较厚的项目，在种植水生植物时要对种植深度予以控制，尽量与原种植深度相同，避免根部入泥过深而出现植株腐烂现象；

10 对于泥层较浅或砂石底的项目，宜带泥头进行植株的种植工作，且完成种植后的回水速度要慢于正常土层种植一倍以上，以植株不上浮为标准；

11 水生植物完成种植两个月内，水位尚未大幅加高之前，应加大对进入系统的有害物种的巡检与剔除力度，对效果不佳的区域进行补种，确保系统向良性方向发展；

12 若对项目效果有严格的时间要求，可在施工过程中适当使用先锋物种，加快生物量的达标时间。但使用时间与品种必须在尊重科学的前提下确定，且应对引入的先锋物种制定有效的控制措施，防止其失控导致的生态破坏；

13 根据调试方案，分期、分段投放食物链中的各级生物。宜先投放对水质有利的物种，再投放用于控制下一级生物的物种，并动态调整种群结构。

#### **6.3.5 专项工程中景观重建的实施要点应符合下列规定：**

1 城市景观湖泊水生态修复要追求生态修复后的水质效果和景观效果，因此在施工过程应重视构建景观的工作，确保新增措施与周边景观和谐共存；

2 景观重建宜按先硬景再软景，由下往上的施工顺序进行。施工过程中应注意文明施工与作业安全，减少对水利交换与生态物种的影响。



## 7 水生态系统维护

### 7.1 一般规定

- 7.1.1** 应建立健全水生态及附属设施的维护管理制度和操作规程,工作管理制度、人员考核制度、激励奖惩制度等,对每个节点的具体工作、时间节点与人员分工做详细安排。
- 7.1.2** 宜在设施旁设置标志牌,介绍设施构造、作用等,有利于公众对设施的认知和维护。
- 7.1.3** 应根据不同水生态设施的功能要求,选择适宜的乡土动植物和生态友好型材料。
- 7.1.4** 景观河湖的水生态维护管理部门宜对设施的效果进行监测和评估,确保设施的功能得以正确发挥。
- 7.1.5** 宜加强景观河湖水生态设施数据库的建立与信息技术的应用,通过数字化信息技术手段,进行科学评估,并为水生态系统及其附属设施运维提供科学支撑。
- 7.1.6** 宜根据实际条件,因地制宜制定基于全生命周期的系统化运行维护管理方案。
- 7.1.7** 应实施基于实际效果的运行维护技术优选与优化方案。
- 7.1.8** 宜建立基于模型模拟和大数据的动态运行维护机制。
- 7.1.9** 宜构建可溯源的运行维护过程数字档案管理机制。

### 7.2 管理机构与机制

**7.2.1** 管理机构应符合下列规定:

- 1 各地应严格落实《关于在湖泊实施湖长制的指导意见》要求,建立湖长制;
- 2 景观湖泊湖长为第一责任人,直接主管部门为责任单位,负责景观湖泊运维组织管理;
- 3 景观湖泊湖长可组织或委托有关部门、单位制定运维方案、制度办法和标准;
- 4 宜组建或遴选专业运维管理机构或团队,将水生态系统纳入城市景观湖泊常态化维护管理,有条件时宜设立水生态系统运维管理部门,并从人员配置、资金支持等方面予以保障;
- 5 有条件的地区可积极探索第三方评估与技术咨询模式,遴选有能力的第三方机构进行运维过程监督和效果评估,由技术咨询单位为管理决策提供专业建议。

**7.2.2** 管理机制应符合下列规定:

- 1 城市景观湖泊水生态系统的运维管理主体,应根据景观湖泊性质来明确;
- 2 责任主体单位应根据实际情况建立健全的运行维护制度,认真落实设施维护责任制,组建运维机构或团队,完善人员的管理和培训;
- 3 运维机构或团队负责城市景观湖泊水生态系统日常与应急运维管理,保证运维效果;

- 4 主管单位根据景观湖泊水生态系统运行维护效果进行管理和评价，建立按效奖惩机制；
- 5 责任主体单位应加强宣传教育和引导，并根据条件鼓励公众积极参与。

#### **7.2.3 人员管理应符合下列规定：**

- 1 管理部门应建立维护人员管理制度和方法，明确人员具体职责；
- 2 各类设施的日常运行维护和管理，应配有经过专业技术培训的专职人员，并且所有维护工作应做维护管理记录；
- 3 应根据维护需要合理安排人员数量、维护时间，保证各类设施维护工作顺利进行；
- 4 应设立维护监管部门，建立合理的奖罚机制。

### **7.3 水质长效保障**

#### **7.3.1 水质长效保障应符合下列规定：**

- 1 对曝气增氧、水质净化、补水活水等相关设备与设施进行常态化维护，保障效果良好；
- 2 应优先控制污染物输入、通过水生态系统维护管理提高水体自净能力保持水质效果，根据城市景观湖泊实际情况，在必要时启用曝气增氧、水质净化、补水活水及水体循环设施与设备；
- 3 当景观湖泊水体或局部区域溶解氧含量低于设定标准时（缺少标准时，可以  $DO < 2.0\text{mg/L}$  为触发临界值），应及时开启人工曝气增氧等措施，增加水体溶解氧含量，曝气增氧应避免对底泥造成扰动；
- 4 在水源水质较差或水体水质变差不满足功能目标要求时，应启动生态、生化、物理、物化等旁路净化系统进行水源净化或水体循环净化，有条件时可考虑区域水系联通增加水动力和水体交换，改善水体水质；
- 5 城市景观湖泊排口等污染输入区域及湖湾等水动力条件不好的死水区，宜加强局部微循环避免水质恶化与水华；
- 6 城市景观湖泊因水位降低或生态流量减小不满足湖泊生态功能需求时，应启动补水系统，恢复水位或流量至合理区间；
- 7 雨季污染冲击或发生水环境突发事件致使水体水质突然恶化时，宜及时通过水利联通、旁路净化、补水活水等措施，快速恢复水体水质；
- 8 宜根据城市景观湖泊运维存在的问题和不足，及时调整或优化水质净化与保障措施的设置与规模；
- 9 应及时清理打捞驳岸附近及水面的乔木、灌木、草本花卉等植物的枯枝败叶，避免因植物枝叶入湖增加水体腐殖质或枝叶腐烂影响水质；

10 每年汛期前后，针对排口、河流入湖口等重点区域，在综合调查评估的基础上，科学合理制定并实施清淤疏浚方案。

## 7.4 水生态管理

### I 水生植物群落养护管理

#### 7.4.1 水生植物日常养护应符合下列规定：

- 1 日常巡检内容应包括：水生植物虫害、病害、水生植物长势、有无枯黄枝、折断枝及落叶、杂草生长情况、有无垃圾杂物；
- 2 每周巡检频率应不小于 2 次，汛期暴雨、台风等不利气象条件下宜加密巡检频率，应做好日常巡检记录；
- 3 应定期检查水生植物长势，适当情况下给予人工干预如补植、抽疏等，以保持生态平衡；
- 4 水生植物日常养护应及时修剪枯黄、枯死和倒伏植株，清除入侵种，挖除过密植株；
- 5 存在水生植物的死亡缺株时，应及时清除死亡植株并补种；
- 6 水生植物应及时收割，以防枯萎腐烂产生二次污染；
- 7 定期检查挺水、浮叶植物植株是否拥挤，应以 3 至 5 年为周期进行一次分株栽植，宜在秋季进行；
- 8 及时清除浅水区域的杂草。禁止使用除草剂，可采取人工拔除的方式。

#### 7.4.2 水位控制应符合下列规定：

- 1 应根据水生植物品种习性和生长周期及时排水、补水，保持正常水位；
- 2 挺水植物适宜深度为 10~50cm，浮叶植物适宜深度为 30~150cm，沉水植物生长水深与透明度比例应在 2:1 以下。

#### 7.4.3 沉水植物群落养护应符合下列规定：

- 1 长出水面的沉水植物应人工打捞或采用水草收割船等，浮出水面的死株、叶片，应及时打捞清除；
- 2 对工程初期引种的先锋沉水植物，应控制其过度生长，逐步清除；
- 3 控制沉水植物生长密度，若生物量增加影响感官或生态系统功能时则应适时抽稀；
- 4 若沉水植物覆盖度低于 30%，则应补种。

#### 7.4.4 病虫害防治应符合下列规定：

- 1 水生植物病虫害的防治应采取预防为主，宜在休眠期预防控制，发病初期及时用药防治；

2 宜采用生物防治、物理防治为主的无公害防治法，少用农药等化学药剂，避免使用菊酯类等对鱼虾敏感的农药。

**7.4.5** 汛期及极端天气的预防应对措施应符合下列规定：

- 1 汛期前应做好预防工作，防止汛期水位剧烈变化；
- 2 汛期前应预备水生植物种苗，以备补种；
- 3 汛期及暴雨等极端天气期间，应特别注意岸坡水力冲刷、排口等对湖泊水体透明度、水质等的影响，发现问题应及时处理以降低对水生植物生长的影响。
- 4 暴雨、台风等极端天气过后，应及时检查挺水植物生长情况，发生歪倒应及时扶培，排除积水，及时清理植物残体，清理水生植物上的垃圾、淤泥等；
- 5 暴雨、台风等极端天气前后，检查水生植物种植框的固定情况，固定绳应留有足够的伸缩长度。极端天气过后及时检查，如有冲走应及时补充。

## II 水生动物群落管理

**7.4.6** 日常巡视与管理应符合下列规定：

- 1 应定期巡视，观察水生动物的活动和水质变化，保证水生动物有良好的生活环境；
- 2 应做好巡视记录，建立管理日记；
- 3 应做好防洪、防逃、防虫害等工作；
- 4 应及时清捞动物残尸并且妥善处理，以免影响周围环境。

**7.4.7** 水生动物群落日常管理应符合下列规定：

- 1 定期观察水体中底栖动物、虾类及鱼类的种类与数量，对总量过多、单一物种优势过于明显、雌雄比失调等现象应采取捕捞或放养其他生物类型加以控制确保生物链结构的稳定性；
- 2 宜加强水体中鲤、草鱼等草食性鱼类及外来物种群落数量控制；
- 3 宜提前做好萝卜螺、福寿螺等草食性底栖动物防控措施，合理引导其产卵，防止全湖体传播；
- 4 应对动物疾病及时采取防治措施，对感染疾病的水生动物及时采取相应的防止措施，保证水生动物的健康。

**7.4.8** 捕捞与投放应符合下列规定：

- 1 应通过捕捞或适当投放凶猛鱼类等，控制草食性鱼类（如鲫鱼、鲤鱼、草鱼等）数量，防止其大量牧食沉水植物；
- 2 禁止投放锦鲤，以免其掀起底泥影响水体透明度，影响沉水植物生长；

- 3 禁止捕捞螺、蚌等大型底栖动物；
- 4 严禁私自放养水生动物。

## 7.5 安全管理

**7.5.1** 设立安全管理组织，根据景观湖泊设备设施的特点制定并执行安全管理和环境保护制度。

**7.5.2** 安全管理应遵循“事前预防、事中处理、事后教育”的原则。

**7.5.3** 事故处理应符合下列规定：

- 1 尽量快速限制事故发展，消除事故根源，并解除对人身和设备的危险；
- 2 将事故限制在最小范围内，确保未发生事故的设备继续运行；
- 3 应及时向相关部门报告情况；

**7.5.4** 应急预案管理应符合下列规定：

1 根据不同的风险因素类型选择不同的应急预案，包括气象灾害、自然因素、社会因素、设备因素、管理因素等；

2 气象灾害包括台风、暴雨、降温、冰冻等不利气象。应提前了解气象预警信息，做好预防措施，以避免或减缓灾害损失。气象灾害发生后，应加强巡视、巡查与设备调试，及时发现各类问题并进行消除；

3 自然因素包括藻类爆发、水葫芦（凤眼蓝）过度繁殖等：

- 1) 藻类爆发时应迅速采集水质样品送检。若为持续性事件且原有生态系统无法恢复，可通过小试确定方案进行杀藻作业；
- 2) 水葫芦（凤眼蓝）过度繁殖通常采用人工及机械设备，也可采用除草剂等化学药物杀灭。被杀死的水葫芦需及时清除避免产生二次污染。

4 社会因素包括有毒有害物质进入湖泊、油脂性液体进入湖泊：

- 1) 有毒有害物质进入局部水体时，首先判定有毒有害物质的种类与可能导致的破坏情况，再将污染源清除，或及时使用幕帘式围隔封堵隔离，并使用潜水泵将污染水抽离水体；
- 2) 油脂性液体扩散时应用半浮式围隔圈隔，逐渐缩小周长，待油脂性液体相对集中后，向水面抛撒吸油毡或人工打捞，将油污清离水体。

5 设备因素包括设备突发故障、设备停电等。应及时检查故障原因并清除，同时启动其他备用设施，降低对湖泊水质及正常运行的影响；

6 管理因素包括运维人员的操作失误等。应加强运维人员培训管理，建立运维工作章程，明确风险责任，降低管理环节造成相关事故的风险。

## 7.6 巡检与智慧检测

### 7.6.1 日常巡检应符合下列规定：

- 1 按照属地管理、分级负责的原则，由相关部门指定专业技术人员开展辖区内景观湖泊水域及陆域的巡查、监管和保护工作；
- 2 巡查内容为辖区域湖面保洁，水生态状况，相关设备设施、湖泊堤防、自动监测站点等内容的运行状况等，保证其正常运行；
- 3 巡查频次按照湖泊区域大小、重要程度设置等级，每周不得低于 1 次，汛前、汛后应进行专题巡查，汛期、台风季或冬季等特殊情况下宜根据实际情况增加检查次数，每周宜不少于 2 次；
- 4 日常监管巡查还应及时发现、制止和查处各类污染河湖水质、破坏水环境和侵占水域岸线等违法行为，不能有效处理的违法违规行应逐级上报，该巡查还可结合地方河、湖长制管理的具体要求进行；
- 5 巡检过程宜做好有效记录，可采用业务管理系统等信息化手段记录巡检人员、巡检过程、发现的问题及处理结果等信息内容；
- 6 巡检过程中，可采用手持水质监测设备、无人驾驶航空器（可携带视频录像设备或高光谱成像设备反演水质参数）的方式进行线、面状水质分布状况的掌握，其中无人机的使用需遵循当地针对于无人驾驶航空器飞行管理的具体要求。

### 7.6.2 数据监测应符合下列规定：

- 1 数据监测宜满足国家现行标准《地表水环境质量标准》GB 3838、《城市污水再生利用景观环境用水水质》GB/T 18921、《水质 湖泊和水库采样技术指导》GB/T 14581 和《湖泊水生态监测规范》DB32/T 3202 的有关规定；
- 2 宜采用人工检测、自动监测相结合的方式数据进行数据监测，及时了解景观湖泊水生态运行状态；
- 3 湖泊水生态监测采样点数量视湖泊大小、自然环境变化、人类活动影响程度、器材、人员和经费而定；
- 4 监测点采样控制数量宜参见表 7.6.2；

表 7.6.2 不同面积湖泊的监测点控制数量

湖泊面积 (km <sup>2</sup> )	<10	10-50	50-200	>200
采样点数量 (个)	≥1	≥3	≥5	≥6

5 首次调查的湖泊、遇湖泊形态发生变化以及发生水体污染突发事件等异常事件，应适当增加采样点数量和采样频率，采样点数量宜增加 2~3 倍；

6 人工检测宜包括对湖泊形态、水文状况、水体理化、沉积物理化及水生生物的检测；

7 自动监测作为人工检测的补充，指导水生态系统维护管理和效果评价，监测内容宜包括对湖泊水质、湖泊水位、区域降雨量以及进出湖泊水量等参数的监测工作；

8 湖泊水质监测项目宜包括溶解氧、氧化还原电位、叶绿素、高锰酸钾指数、氨氮等指标；

9 水质自动监测断面、监测点位宜根据城市景观湖泊的功能、规模和水生态环境特点及实际条件合理设定，监测水样的采集、保存与管理应保证质量可靠；

10 自动监测的水文数据检测频率及具体要求应满足国家现行标准《水位观测标准》GB/T 50138、《水文自动测报系统技术规范》SL 61 和《降雨量观测规范》SL 21 的相关规定；

11 自动监测的内容、指标与频次宜根据城市景观湖泊的功能、保护目标及区域水生态环境特点合理确定。

#### **7.6.3 智慧运维应符合下列规定：**

1 所有城市景观湖泊人工检测及自动监测的水生态数据均可通过信息化的业务管理系统进行统一存储、管理及应用，提高湖泊管理的精细化程度；

2 城市景观湖泊管理使用的业务应用软件系统至少应具备水生态监测报警、应急安全运行调度、综合运维管理、资产综合管理、绩效考核评估等基本功能，如有需要可增加建设有业务管理需求的个性化功能模块；

3 宜实现湖泊范围内网格化运营管理机制建立，实现景观湖泊运维养护精细化管理，实现人、区域、物件、事件的耦合关系，全面提升运维的能力与水平；

4 如有条件的地区及部门，可根据实际需要使用模型、计算机学习等信息化方法构建湖泊区域水量-水质联合模型，实现水生态预报预警及指挥调度决策支持的功能；

5 应充分考虑公众参与的积极性，可采用手机 APP、微信公众号等手段收集市民发现上报的问题，获取公众参与景观湖泊水生态保护的建议与意见。

## 附录 A 水生态修复及运维指标

A.0.1 城市景观湖泊水生态修复及运维指标见表 A.0.1。

表A.0.1 水生态修复及运维指标表

属性	序号	指标
修复指标	1	水质改善指标
	2	生态修复与建设指标
	3	污染负荷削减指标
	4	管理指标
运维指标	5	景观指标
	6	水质指标
	7	水生态指标
	8	运维考核指标

1 水质改善指标：景观湖泊水体中主要污染物（如高锰酸盐指数、总氮、总磷、氨氮等）指标浓度。

2 生态修复与建设指标：综合营养状态指数（根据叶绿素a、总氮、总磷、透明度等指标计算）、植被覆盖率、新增（恢复）的湖滨缓冲带等。

3 污染负荷削减指标，即主要污染指标：化学需氧量、总氮、总磷、氨氮等污染负荷的削减量。

4 管理指标：流域工业废水稳定排放达标率、城市生活污水处理率、生活垃圾收集处理率、饮用水水源水质达标率、规模化畜禽养殖废物处理率等。

5 景观指标：主要是指影响景观效果的水面清洁、景观植被完整性等方面的指标。

6 水质指标：主要是水处理装置的出水水质达标率和产水能力达产率，以及水体在运维过程中水质指标的稳定达标率。

7 水生态指标：主要指水生态系统运维过程中保持水生态系统的多样性、维持生态系统的稳定性，水生动植物数量、藻类数量等方面的指标。

8 运维考核目标：主要是景观湖泊水生态运维过程中保持水质、水体感官、水生植物及管理制



## 附录 B 曝气复氧充氧量的计算方法

### B.1 浅水曝气复氧的计算

浅水曝气复氧常根据水体污染负荷（BOD<sub>5</sub>）确定水体的需氧量，如下式所示：

$$Q = [1.4L_0(1 - e^{K_1 t}) - (C_s - C)(1 - e^{K_2 t}) + C_m] \cdot V \quad (\text{B.1})$$

式中：Q—代表水体的需氧量，单位 g；

V—代表水体的体积，单位 m<sup>3</sup>；

t—代表充氧时间，单位 d，根据该式确定  $L = L_0(1 - e^{K_1 t})$ ；

L<sub>0</sub>—代表水体初始的 BOD<sub>5</sub> 浓度，单位 mg/L；

L—代表水体改善后的 BOD<sub>5</sub> 浓度，单位 mg/L；

K<sub>1</sub>—代表 BOD<sub>5</sub> 生化反应速率常数，单位/d；

K<sub>2</sub>—代表水体的复氧速率常数，单位/d；

C—代表水体的溶解氧浓度，单位 mg/L；

C<sub>s</sub>—代表水体的饱和溶解氧，单位 mg/L；

C<sub>m</sub>—代表维护水体好氧微生物生命活动的最低溶解氧浓度，一般可取 2mg/L；

如果水体污染严重，长期处于黑臭状态，则在计算需氧量时还需考虑无机还原物质（如 Fe<sup>2+</sup>）和底泥耗氧作用的影响。

### B.2 深水曝气复氧的计算

深水曝气复氧需要考虑水体分层的影响，空气的需要量根据以下公式进行计算：

$$Q = \frac{O_2 A_h t_s \times 2 \times 10^6}{1.205 \times 0.2} \quad (\text{B.2})$$

式中：Q—代表空气需要量，单位 m<sup>3</sup>/d；

A<sub>h</sub>—代表深水层的面积，单位 m<sup>2</sup>；

t<sub>s</sub>—代表水体分层时间，单位 d；

O<sub>2</sub>—代表溶解氧的消耗速率，单位 mg/(m<sup>2</sup>·d)，是一个反应溶解氧随时间变化的函数关系，如下式所示：

$$O_2 = \frac{DO_{t_1} - DO_{t_2}}{t_2 - t_1} h \quad (\text{B.3})$$

DO<sub>t<sub>1</sub></sub>—代表水体分层开始时的溶解氧浓度，单位 mg/L；

DO<sub>t<sub>2</sub></sub>—代表水体溶解氧降至 1mg/L 前某时间的浓度，单位 mg/L；

h—代表深层水的平均深度，单位 m。

此外，2 是安全系数；0.2 代表空气中氧气的比例；106 是单位转换系数 kg/mg；1.205 是空气在 1atm 和 20t 的相对密度，单位 kg/m<sup>3</sup>；

对于没有外界输入污染负荷条件下的湖泊，在缺乏水质模型和污染源资料不全的情况下，可利用实验室试验确定设计水体的好氧特性曲线，根据设计目标和各阶段耗氧量估算总需氧量和各曝气点的充氧量。

### B.3 充氧量的计算

在标准条件下（水温为 20℃，气压为 1.013×10<sup>5</sup> Pa），单位时间内转移到脱氧清水中的溶解氧量为：

$$R_0 = K_{La(20)} C_{s(20)} V \quad (B.4)$$

式中， $K_{La(20)}$ —代表水温为 20℃时的氧总转移系数，单位 h<sup>-1</sup>；

$C_{s(20)}$ —代表水温为 20℃时的饱和溶解氧浓度，单位 mg/L；

$V$ —代表水体的容积，单位 m<sup>3</sup>。

水体的实际充氧量常受水体中的杂质影响，这些杂质不仅直接影响氧的总转移系数 $K_{La}$ ，还会影响水体的饱和溶解氧 $C_s$ ，因此，充氧设备在污染水体中的氧转移速率与清水有很大不同，在设备选型计算充氧量时需进行适当的校正。

一般引入系数  $\alpha$  校正水中杂质对 $K_{La}$ 的影响，引入系数  $\beta$  校正杂质对 $C_s$ 的影响。在污染水体条件下单位时间内转移到水体的溶解氧量为：

$$R = \alpha K_{La(20)} (\beta \cdot \rho \cdot C_{s(T)} - C) 1.024^{(T-20)} V \quad (B.5)$$

式中： $R$ —代表单位时间转移到实际水体中的溶解氧量，在此处即为需氧量；

$\rho$ —代表压力修正系数；

$T$ —代表设计水温，单位℃；

$C$ —代表水体中实际溶解氧浓度，单位 mg/L；

$\alpha$ 、 $\beta$ 值可通过污水、清水的充氧试验予以确定。

对于城市生活污水而言， $\alpha$ 、 $\beta$ 值分别在 0.80~0.85 和 0.90~0.97 之间（引自：张自杰.排水工程（下册）[M].北京：中国建筑工业出版社，1996）。通常湖泊水体的污染程度低于城市生活污水，因此其  $\alpha$ 、 $\beta$  值可参照上限取值。

将式（5）代入式（4）并整理后得：

$$R_0 = R C_{s(20)} / [\alpha (\beta \cdot \rho \cdot C_{s(T)} - C) 1.024^{(T-20)}] \quad (B.6)$$

在实际应用中， $R$ 值可取式（1）计算出的需氧量的 1.2~1.5 倍。

## 本标准用词说明

- 1 为便于在执行本标准条文时区别对待，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，在正常情况下均应这样做的：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 条文中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为“应按……执行”或“应符合……的规定”。

## 引用标准名录

- 1 《地表水环境质量标准》GB 3838
- 2 《水质 湖泊和水库采样技术指导》GB/T 14581
- 3 《城市污水再生利用景观环境用水水质》GB/T 18921
- 4 《赤潮灾害处理技术指南》GB/T 30743
- 5 《水位观测标准》GB/T 50138
- 6 《堤防工程设计规范》GB 50286
- 7 《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》GB 50400
- 8 《含藻水给水处理设计规范》CJJ 32
- 9 《污水自然处理工程技术规程》CJJ/T 54
- 10 《河岸植被缓冲带建设技术规程》DB14/T 627
- 11 《湖泊水生态监测规范》DB32/T 3202
- 12 《河湖生态疏浚工程施工技术规范规范》DB32/T 3258
- 13 《农村生活污水处理系统技术规范》DG/TJ 08-2066-2009
- 14 《环保用微生物菌剂环境安全评价导则》HJ/T 415
- 15 《人工湿地污水处理工程技术规范》HJ 2005
- 16 《污水混凝与絮凝处理工程技术规范》HJ 2006
- 17 《污水过滤处理工程技术规范》HJ 2008
- 18 《生物接触氧化法污水处理工程技术规范》HJ 2009
- 19 《降雨量观测规范》SL 21
- 20 《水文自动测报系统技术规范》SL 61
- 21 《疏浚与吹填工程技术规范》SL 117
- 22 《河湖生态修复与保护规划导则》SL 709-2015

# 广东省地方标准

## 城市景观湖泊水生态修复及运维 技术规程

DBJ/T 15-XX-2019

### 条文说明

## 制订说明

《城市景观湖泊水生态修复及运维技术规程》(DBJ/T 15-xxx-xxxx), 经广东省住房和城乡建设厅 2019 年 X X 月 X X 日以第 X X 号公告批准、发布。

本标准编制过程中, 编制组对城市景观湖泊水环境质量、水生态环境系统的情况进行了调查研究, 总结了城市景观湖泊水生态修复和运营维护的实践经验, 同时, 参考了相关国家标准、行业标准以及其他省份的地方标准, 对城市景观湖泊水生态修复与运维作出了规定。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定, 《城市景观湖泊水生态修复与运维技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明, 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标准正文同等的法律效力, 仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

## 目 次

1	总则.....	1
2	术语.....	2
3	基本规定.....	3
4	水生态环境调查与评估.....	4
5	景观湖泊水生态修复工艺与技术.....	7
6	景观湖泊水生态修复工程实施要点.....	11
7	景观湖泊水生态系统维护.....	13

# 1 总则

**1.0.1** 为贯彻《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国环境保护法》等法律法规，大力推进生态文明建设，以改善水环境质量为核心，对江河湖海实施分流域、分区域、分阶段科学治理，系统推进水污染防治、水生态保护和水资源管理。随着近几年来我国湖泊资源的开发存在着极大的盲目性和随意性，造成湖泊资源和自然景观的严重破坏。目前在对于城市景观湖泊水生态修复与维护方面的标准缺乏统一有效的技术指引，为了解决这个问题，规范和加强城市景观湖泊水生态修复与维护技术，将科研成果和实际经验相融合，制定本标准，保障城市景观湖泊水生态环境的健康和持久发展。

**1.0.2** 本规程的内容包括水生态环境调查与评估、景观湖泊水生态修复方案设计与技术、景观湖泊水生态修复工程实施要点、景观湖泊水生态系统维护。全面规范在景观湖泊水生态治理和运行维护涉及到的技术，并提出城市景观湖泊水生态修复与运维的技术方法和要求。

**1.0.3** 本条为关于城市景观湖泊水生态修复与运维技术的适用范围的规定。

**1.0.4** 本条为关于城市景观湖泊水生态修复与运维机构应执行的水生态修复与运行维护中涉及到的相关标准。在实施过程中参照执行现行国家标准《地表水环境质量标准》GB 3838、《风景名胜区规划规范》GB 50298 、《水域纳污能力计算规程》GB/T 25173、《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918、《城市污水再生利用景观环境用水水质》GB/T 18921 的相关规定。



## 2 术语

本章对城市景观湖泊水生态修复与运维技术规程中的一些重要的术语进行了定义，所列术语和定义中城市景观湖泊参考《城市生态景观河湖的调查、研究与设计》，所列术语和定义中水生态修复、内源污染参考《河湖生态保护与规划导则》，所列术语和定义中水生物操纵参考国外期刊《水科学发展（2005）》，所列术语和定义中水旁路净化参考云南省地方标准《高原湖泊入湖河流旁路治理技术规范》。

### 3 基本规定

**3.0.1~3.0.2** 本条是关于湖泊水生态修复和运维的总体目标的规定。通过确定水生态修复目标，水生态环境评估、水生态修复后的运行与维护，实现湖泊生态系统持久和健康。

## 4 水生态环境调查与评估

### 4.1 一般规定

**4.1.3** 这条是关于仪器进行现场分析的规定。

利用仪器进行现场分析时要求：熟练掌握仪器使用，符合仪器测定项目的适用范围，并按照仪器和待测项目要求定期校准、维护或更换探头，如利用便携式分析仪器检测水温、pH、电导率、溶解氧等项目。

**4.1.4** 这条是关于质量控制的规定。

质量控制可参照《水和废水监测分析方法》（ISBN：978-7-80163-400-9）的相关规定。

### 4.2 城市景观湖泊基础信息调查

**4.2.2** 这条是关于城市景观湖泊形态特征调查的规定。

城市景观湖泊的湖泊面积、岸线长度及深度的观测宜参照现行行业标准《湖泊湿地生态系统定位观测技术规范》LY/T 2901 的相关规定。湖泊补给系数和岸线发育系数的计算宜参照现行行业标准《湖泊渔业生态类型参数》SC/T 1101 的相关规定。

**4.2.4** 这条是关于城市景观湖泊气候条件信息调查的规定。

城市景观湖泊气候条件信息调查可参考现行标准《水库渔业资源调查规范》SL 167 的表 A.1 气候气象条件所涵盖的指标进行调查。

### 4.3 城市景观湖泊污染现状调查

**4.3.5** 这条是关于城市景观湖泊地表径流污染调查的规定。这里介绍径流曲线法，该法精确度低于雨洪管理模型，但所需参数少、结构简单、计算方便，对实测数据要求较低，适合没有降雨过程资料的小流域。

首先通过确定径流深度、径流中污染物浓度及产流面积进行计算。计算公式如下：

$$Q_i = D \cdot C_i \cdot S \cdot 10^{-5} \quad (1)$$

式中：

$Q_i$ ——地表径流中  $i$  污染物的年负荷量，t/a；

$S$ ——产流面积， $\text{hm}^2$ ；

$C_i$ —— $i$  污染物的浓度， $\text{g}/\text{m}^3$ ；

$D$ ——径流深度， $\text{mm}/\text{a}$ 。

径流污染物浓度需要进行文献资料收集或现场采样监测获取，产流面积计算参考区域土地利用现状进行分析。

径流深度的计算方式如下：

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (2)$$

$$Q = \frac{(P - 0.2S')^2}{(P + 0.8S')} \quad (3)$$

式中：

- Q——一次降雨的径流深度，mm；
- P——降雨量，mm；
- S<sup>'</sup>——流域饱和出水量；
- CN——径流曲线数值。

式中系数的确定需要自行查阅相关文献资料。

4.4 城市景观湖泊水文调查

4.4.4 这条是关于水文信息调查中水位测量的规定。

可参考中国科学院南京地理与湖泊研究所编写的《湖泊调查技术规程》（ISBN：9787030444387）对水位进行测定。如利用已有水尺测定水位，应考证所用基面。

4.4.5 这条是关于水文信息调查中水深测量的规定。

可参考中国科学院南京地理与湖泊研究所编写的《湖泊调查技术规程》（ISBN：9787030444387）对水深进行测定。

4.5 城市景观湖泊水质调查

4.5.2 这条是关于水质调查监测布点的规定。

由于湖泊形态的不规则、人为干扰等因素的影响，可能出现水质特性在水平方向上的明显差异，因此应在较大的采样范围进行详尽的预调查。应综合考虑湖泊水域面积、湖泊形态、入湖 河流等湖泊自然属性以及人为污染的影响来设置监测垂线。采样点位具体数目可参考《湖泊生态环境保护系列技术指南之一 湖泊生态安全调查与评估技术指南》：

$$N = INT\left(A_z^{\frac{1}{2}}\right) + 2 + R \tag{4}$$

式中：A——湖泊水域面积，km<sup>2</sup>；

- R——等于河道拐弯数+湾区数+入流河道数+排污口数，对于河道型、多湾、多入流型、受人为排污影响的复杂水体，对于水体形态规整且无排污口的水域，R 为 0。

INT（A<sup>1/2</sup>）+2 采样点布设可采用随机取样的方式；R 采样点布设在河道拐弯最显处、湾顶处和入湖河道中泓延长线湖体一侧、排污口附近。

4.5.3 这条是关于水质调查监测布点的规定。

由于透光带光合作用、温度变化、沉积物释放等因素的影响，湖泊的水质沿垂直方向可能出现很大的不均匀性，因此在非均匀水体采样时，应酌情增加采样层次，尽可能缩短采样深度间的距离以充分获取湖泊水质信息。可参考《水和废水监测分析方法》（ISBN：978-7-80163-400-9）中湖（库）监测垂线上采样点的设置：

表 1 监测垂线采样的设置

水深	分层情况	采样点数	说明
≤5m	不分层	一点（水面下 0.5m 处）	
5~10m	不分层	两点（水面下 0.5m，水底上 0.5m 处）	1. 分层是指湖水温度分层状况
5~10m	分层	三点（水面下 0.5m，1/2 斜温层，水底上 0.5m 处）	2. 水深不足 1m，在 1/2 水深处设置测点
>10m	分层	除水面下 0.5m，水底上 0.5m 处外，按每一斜纹分层 1/2 处设置	3. 有充分数据证实垂线水质均匀时，可酌情减少测点

可参考《湖泊调查技术规程》（ISBN: 9787030444387）中：对于分层湖泊，水深 3~10m 的一般分 5 层采样，而水深大于 10m 的分 7 层采样，对个别很深的湖泊可以酌情增加采样层次。

#### 4.5.4 这条是关于水质调查的规定。

各项目分析方法优先参考现行国家标准《地表水环境质量标准》GB 3838 中选用的分析方法。透明度分析方法建议参照现行行业标准《透明度的测定（透明度计法、圆盘法）》SL 87-1994 的相关规定；叶绿素 a 分析方法建议参照现行行业标准《水质 叶绿素 a 的测定 分光光度法》HJ 897 的相关规定。

### 4.6 城市景观湖泊沉积物调查

#### 4.6.2 这条是关于沉积物调查项目的规定。

沉积物调查其他可选择项目包括：常量金属（钾、钠、钙、镁、铁、铝、硅）、重金属（镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、铊、锑）及其形态特征、酸性可挥发性硫化物（AVS）、石油类、多环芳烃、六六六、滴滴涕等。

分析方法可参考《湖泊调查技术规程》（ISBN: 9787030444387）第 5 章 湖泊沉积物质量调查规程提供的分析方法。

#### 4.6.4 这条是关于沉积物调查采集目的的规定。

表层沉积物提供了最新污染源信息，可用于确定沉积物理化性质的水平变化和污染物空间分布情况，评估沉积物污染现状时，一般采集表层沉积物样品；深层沉积物主要用来确定沉积物理化性质、污染物垂直方向变化和沉积物背景值，研究沉积物中污染物迁移转化规律时，一般采集深层沉积物样品。

## 5 景观湖泊水生态修复工艺与技术

### 5.1 一般规定

**5.1.3** 对健康状况良好以及生态保护红线涉及的湖泊，重点采取生态保护和红线管控为主的措施；对污染严重的湖泊，重点采取污染控制和水质净化等措施；对生态水量不足的湖泊，重点提出生态补水等措施；对水域岸线侵占严重、堤防建设等人类活动干扰明显的湖泊，可结合防洪、供水、生态及景观保护等要求，重点提出湖泊自然形态保护和修复措施；对受损严重且不可恢复的湖泊生态系统，应按照山水林田湖草系统治理的要求，提出综合治理措施。

### 5.2 污染源治理技术

#### I 点源污染防治技术

**5.2.3** 这条是关于点源污染治理技术的规定。对无法截污的点源污染源进行原位或旁路净化，宜采用运行可靠、自动化程度高，运营维护量小的工艺设备，减少运行期的管理、维修难度；尽量减少对周边环境的臭气、噪音等影响。

水体内处理形式适用于岸墙为直墙的湖泊、且水深不小于 1.5m 的情况。岸边一体化处理形式适用于污水口污水全部收集提升至岸边处理设备的情况，所需空间根据不同处理工艺和设计处理量计算确定。

快速过滤工艺主要适用于岸边具有较大用地面积的景观湖泊，也可用于突发性水体污染事件的应急处理，如一体化快滤设备。宜参考现行行业标准《污水过滤处理工程技术规范》HJ 2008 相关技术要求。

**5.2.4** 这条是关于生态净化工程措施的规定。适用于周边具有池塘、湿地等建设空间的湖泊。设计参数宜参考国家现行标准《人工湿地污水处理工程技术规范》HJ2005、《污水自然处理工程技术规程》CJJT 54、《农村生活污水处理系统技术规范》DG/TJ 08-2066-2009 的相关技术要求。

#### II 面源污染防治技术

**5.2.7** 这条是关于城市面源污染防治技术中工程措施的规定。城市雨水收集系统宜分散设置弃流井或弃流池等雨水径流污染弃流设施，其汇水面积根据弃流能力确定。工程措施主要包括：初期雨水收集设施、下凹式绿地、透水铺装、植被缓冲带等工程。

1 初期径流弃流量应根据下垫面实测收集雨水的 CODCr、SS、色度等污染物浓度确定。当无资料时，地面弃流可采用 3~5mm。

2 下凹式绿地应满足景观湖泊集水范围内雨水收集、处理、储存回用、入渗和调蓄排放功能，合理处理内涝与植物生存的关系，用于滞留雨水的绿地应当低于周围路面 50~100mm；设于绿地内的雨水口，其顶面标高应当高于绿地 20~50mm。下凹式绿地植物应选用耐淹品种。绿地有效储水容积应按溢水排水口标高以下的实际储水容积计算。透水铺装地面透水性能应满足 1h 降雨 45mm 条件下，表面不产生径流。

3 河岸植被缓冲带宜分为 3 个缓冲区，或根据立地条件选择 1 个或 2 个缓冲区组成。缓冲带设计高程应低于相邻路面，并在植被带外围设置引流沟，以防雨水对植被带土壤冲刷造成的污染。

### III 内源污染防治技术

**5.2.9** 这条是关于内源污染治理技术的规定。现场查勘重点调查湖泊水下地形、淤泥淤积厚度、淤泥污染物指标、淤泥分布情况等。生态清淤主要包括绞吸式清淤技术、耙吸式清淤技术等。技术工艺流程为：挖泥船定位→清淤分区→挖泥船开挖→全封闭管道输送→泥浆处理。干式清淤或半干式清淤是指将湖泊水体排干后，通过机械或人工方法清淤。

**5.2.10** 机械脱水固化工艺技术成熟，可将淤泥进行实时处理、实时运输、实时利用，具有处理效率高、占地面积小、施工环境好等特点。

**5.2.11** 这是关于底泥原位处理技术的规定。

原位覆盖技术主要适用于清淤较困难且底泥污染严重的湖泊。直接采用砾石、改性黏土、生物炭、人工合成物等材料在底泥上方形成一层或多层物理隔离层，将污染沉积物与底栖生物用物理方法隔离，并阻止底泥污染物向上覆水中迁移和扩散。

原位化学修复技术主要适用于重金属污染较严重，且非人体接触的湖泊。将絮凝剂、固定化制剂、酶制剂、氧化剂、还原剂等投入水体中，通过化学反应达到阻碍污染物扩散，改变底泥污染性质或消除污染物的效果。

原位生物修复技术主要适用于污染程度较轻，水质相对较好，且较难进行清淤的湖泊。主要利用微生物、水生植物等，实现对底泥污染物的降解、吸附和转化等，具有净化水体的作用。

### 5.3 水质维护技术

**5.3.1** 这条是关于城市景观湖泊水体水质应符合标准的规定。

**5.3.2** 这条是关于水质维护技术的规定。

生物接触氧化法是通过添加对氮、磷具有吸附特性、对微生物具有亲和性的高效微生物载体，并辅助适当曝气，由附着在载体表面的生物膜降解污染物的方法，应用此方法时应注意不能影响行洪等功能，并宜选用天然材料。浮动式所采用浮体装置，应满足浮力大、抗冲刷、承载力强、耐水性好、不宜老化变形等要求。

微生物种群以硝化细菌、芽孢杆菌为主，将目标菌群经过工业化生产扩繁后，利用多孔的物质作为吸附剂（如草炭、蛭石），吸附菌体的发酵液加工制成的活菌制剂，其中还可针对性的添加酶制剂、营养物质和矿物盐。

**5.3.3** 这条是关于藻华应急处理方法的规定。

1) 根据某些浮游植物昼夜垂直迁移的特点，选择藻类在表层集群时段进行处理；也可根据湖泊的水流方向和风向，在水体的上风向或藻华更为集中的区域进行处理。

2) 化学方法，包括直接杀菌法，主要采用无机除藻剂、有机除藻剂、强氧化剂、人工化学物质和天然提取物质等对藻类直接灭杀；凝聚剂沉淀法，主要采用无机、有机的絮凝剂进行絮凝沉淀；

天然矿物絮凝剂，主要采用天然粘土、改性粘土等进行处理。

3) 物理方法，包括围隔栅法、超声波法、气浮法、可移动式藻华打捞设备、快速藻水分离/干化设备、藻水在线分离磁捕船等方法消除藻华。

4) 生物方法，主要利用酶制剂、生态控藻素等进行控藻或杀藻。

## 5.4 生态补水与水动力循环

**5.4.1** 这条是关于生态补水的规定。

1 应根据湖泊敏感水生生物、水文统计情况、湖泊历史情形等，综合确定湖泊生态需水量。

2 湖泊生态需水量确定应综合敏感水生生物生活史轨迹、耐受性、竞争优势以及特征分类，以敏感水生生物所需的最低水位为临界阈值，并参考湖泊死水位和水文统计中多年平均年最低水位。

对封闭型景观湖泊，需要考虑湖区生态需水，根据湖区水生生态保护目标要求，结合湖泊常水位和水面面积、湿地面积等，采用生物空间法等确定适宜水位及过程。

对半封闭型景观湖泊，除考虑湖区生态需水外，还需要满足敏感区的湖泊下泄水量及过程，采用水文学法、生境模拟法等确定适宜水位及过程。有需求和条件的地区，可以酌情研究确定湖泊湿地的最高水位限制。

3 生态敏感区主要为列入《全国重要江河湖泊水功能区划》的重要敏感区水域，以及《全国主体功能区规划》中明确的国家级或省级自然保护区等涉水的重要敏感区水域。敏感时期重点考虑植物的水分临界期、珍稀特有鱼类的繁殖期。

**5.4.2** 这条是关于水动力循环的规定。

1 根据景观湖泊水体水质改善的要求（消除黑臭、恢复生态等）、水文条件（水深、水位、径流量等）、水功能区要求（景观、娱乐等）、污染特征（长期污染负荷、冲击污染负荷等）、曝气增氧-复氧成本等，确定水动力循环和曝气复氧的方法、机械设备的容量、运行方式、季节最优化组合等。

2 当湖泊需要长期曝气复氧，一般宜采用鼓风曝气或纯氧曝气的形式，即在湖泊周边设置一个固定的鼓风机房或液氧站，通过管道将空气或氧气引入设置在湖泊底部的曝气扩散系统，达到增加水中溶解氧的目的。鼓风曝气设备的设备容量可参考《给排水设计手册（城镇排水）》（第5册）中的相关内容进行计算。当湖泊水体较浅，主要针对短时间的冲击污染负荷时，一般采用机械曝气的形式，即将机械曝气设备直接固定安装在湖泊中或者自由移动的曝气增氧设施，对水体进行曝气，以增加水体中的溶解氧。

3 机械设备的主要技术参数是动力效率[以  $\text{kgO}_2/(\text{kw}\cdot\text{h})$  计]，根据校正计算得到的氧转移速率与设备的动力效率来确定设备的总功率和数量。

## 5.5 水生态修复技术



## I 生态护坡技术

**5.5.1** 这条是关于生态护坡技术的规定。

卵石、块石、石笼等缓坡护岸通常结合水生植物种植。植物扦插护岸运用在坡度小 1:2~1:1.5 的岸坡，可防止岸坡 30~60cm 土层的滑坡。生态砖护岸包括鱼槽砖、固壁砖、多孔植物生长砖等，采用多孔植物生长砖进行边坡护砌的护坡边坡可为 1:1、1:2、1:3，采用固壁砖、鱼槽砖护砌的护坡边坡可为 1:0.5、1:1。

**5.5.2** 这条是关于护岸稳定计算的规定。

## II 湖滨带修复技术

**5.5.5** 这条是关于湖滨带水生植被修复的规定。湖泊枯水位至洪水位之间可栽植耐旱、耐水淹的植物，如水杉、落羽杉、芦苇、水葱、风车草、香蒲、菖蒲、美人蕉等；洪水位以上驳岸可全部绿化，可栽种野牡丹、狗牙根、假俭草、大叶油草等。挺水植物适宜水深小于 0.5m 的浅水区域，可通过直接撒播种子或其它繁殖体，或直接栽种植物幼苗；浮叶植物分布区的水深小于 1.5 米；沉水植被种植充分应考虑水深和透明度，一般情况下沉水植物栽种区的水深小于透明度的 2 倍为宜，水底光强达到水面光强的 5%以上，可通过向水体撒播种子、幼苗移栽、营养繁殖体种植等方式。

## III 水生生物群落结构调整技术

**5.5.6** 这条是关于水生生物群落结构调整技术的规定。

可通过放养食鱼性鱼类来控制浮游动物食性鱼类、改变浮游动物食性鱼类的种类组成来操作藻食性的浮游动物群落结构。主要运用于小型的、封闭的、且浮游植物群落由绿球藻、小型硅藻和包括隐藻在内的鞭毛藻等组成的浅水水体。

可利用浮游植物食性鱼类、大型软体动物滤食作用来控制富营养化和藻华。适用于大型湖泊，具有持久性，且对由丝状藻和大型藻类，如微囊藻产生的水华具有较好效果。

## 6 景观湖泊水生态修复工程实施要点

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 这条是关于生态修复工法选择的规定。

生态现状是指景观湖泊中生产者、消费者、还原者和非生物环境四个生态系统基本组成在施工期间的状况。上述四个要素对所选择工法的有效性有很大影响。

**6.1.2** 通过评估选择的工程工艺方法是否符合四个原则来明确施工的可行性。

**6.1.3** 专项工程主要针对景观湖泊修复过程中利用到的专业领域修复方法，区别于一般的工程管理。

**6.1.4** 这条是关于水生态修复工程需要尊重客观生态规律的规定。

生态规律包括生物间的相互依存与制约、物质循环与转化、能量的动态平衡、相互适应与补偿及环境资源的有效极限五大规律。在工程实施过程中若不尊重生态规律，常以生物链缺失而导致有害物种泛滥、营养盐集聚而藻类爆发、营养元素不足而植被系统退化、入侵种鱼类过度繁殖而乡土种批量死亡、排污量超过环境的自净能力而系统崩溃等结果出现。

### 6.2 通用工程实施要点

**6.2.1** 这条是关于通用工程准备期的通用实施要点规定。

1 重点在摸清项目内源及外源污染、水利情况、水文规律、排污暗口、间歇性排污口、水下生物系统等特点，及周边民众生活、生产习惯等要素。

3 生态修复过程中用到的不同生物材料，在不同的季节有不同的特性。如夏荷在冬季种植、浮游动物在冬季投放，其死亡率偏高，会失去设计的效果。因此这类材料的施工时间需考虑其季节性，选择合适的时间实施。

广东地区的台风频繁，汛期周期长，部分景观湖泊兼具雨洪调蓄功能。因湖泊水生态修复工程常伴有水位控制、流速控制与水质稳定等要求，在台风与汛期可能无法满足，故在施工组织设计中需作为重点考虑因素。

4 三通一平中的三通是指通电、通路、通水，一平主要指的是土地平整。三通一平工程一般由业主负责外围协助。

**6.2.2** 这条是关于通用工程施工期的通用实施要点规定。

4 生态演变是一个渐进式的长期过程，前一个事件会对后一个事件产生影响，故信息的延续尤为重要，施工期的管理人员与管理方法应在运维期得以延续。

**6.2.3** 这条是关于调试期的通用实施要点规定。

5 水生态系统的修复过程，是一个良性因子逐步扩大，有害因子逐渐减少的过程。若在系统恢复初期，有害因子持续增长并建立了优势，则该趋势将难以被逆转，或逆转会付出较大的代价。

### 6.3 专项工程实施要点

**6.3.1** 这条是关于专项工程控源截污实施要点的规定。

8 浮岛是长期在户外使用的产品，为保证耐用性，其使用的塑料材料需按照现行国家标准中 PE、PVC 或 ABS 管材的相关技术要求执行，重点对塑料的抗老化、抗紫外性能进行检测。

**6.3.2** 这条是关于消除内源实施要点的规定。

3 湖泊底泥松软复杂，人在其中作业易出现陷入、划伤的风险，属于危险操作，故作业时应有专人照应陪伴。作业常用的防护设施有防止水下杂物伤害的胶鞋，防止药物伤害的护目镜、胶手套，防止人员溺水的救生衣等。

6~8 城市景观湖泊多为浅水小型湖泊，采用简易设备施工，其精度与处理标准需参照国家现行标准《疏浚与吹填工程技术规范》SL 117，对采用生态疏浚方法的项目，应参照《河湖生态疏浚工程施工技术规范》DB 32/T 3258 的相关规定。

**6.3.4** 这条是关于专项工程生态修复实施要点的规定。

1 生态修复过程中的组织、采购、施工、检验，应从班组、项目部、公司三个层级进行层级分工并做好相关记录，以便过程控制与往回追溯。

10 沉水植物重新种植后，一般 7 天左右根部会重新恢复抓地力，此时可逐渐升高水位，每次升高的幅度以不降低水下能见度，不导致飘草为宜。但在砂石为主硬度较大的，及浮泥较厚硬度不足的土层，一般恢复时间需增加一倍以上。

12 先锋物种指群落演替中最先出现并具有繁殖优势的植物，普遍具有生长快、种子产量大、较高的扩散能力等特点。在广东湖泊生态修复的过程中，繁殖能力强悍的黑藻、冬季生长迅速的伊乐藻是常见的先锋物种。用于生态修复的先锋物种待系统基本趋于稳定后即可拔出，逐步被“长效植物”代替。水生态修复长效植物尽量选择水下块茎根茎繁殖能力强、基部叶片不易老化的沉水植物。

**6.3.5** 这条是关于专项工程景观重建实施要点的规定。

2 景观重建过程中的硬景指是以人工材料处理的道路铺装、亭台石山、小品设施等硬质景观。软景是指以植物、水体、自然条件等为主的景观，如树木、水体、鱼类、光照等。

## 7 景观湖泊水生态系统维护

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 这条是关于城市景观湖泊水生态系统及其附属设施维护管理制度的规定。应从制度层面对工作管理、人员考核、奖惩机制等方面做出明确安排。

**7.1.2** 这条是关于标志牌设置的规定。通过标志牌进行警示和说明。

**7.1.3** 这条是关于本土和生态友好型材料选择的规定。水生态系统维护优先选用乡土动植物物种和生态友好型材料，可提高生物快速适应景观湖泊条件，避免外来物种入侵和非生态材料使用对生态环境的不良影响，降低运维成本。

**7.1.4** 这条是关于水生态系统运维效果监测和评估的规定。进行水生态系统常态化效果监测和评估，可及时发现城市景观湖泊存在的问题，评估运维措施对景观湖泊水生态环境保护与改善的有效性，指导水生态系统运维方案的优化与改善，确保设施的功能得到正确发挥。

**7.1.5** 这条是关于城市景观湖泊水生态维护过程中数字化和信息化技术手段应用的规定。鼓励有条件的地区应用数据库与信息技术，辅助对城市景观湖泊运维过程管理和对维护效果进行监测、分析与评估，从而提高水生态系统及其附属设施运维的及时性、科学性。

**7.1.6** 这条是关于城市景观湖泊维护管理的规定。城市景观湖泊维护管理应从全生命周期效果保障的角度出发，因地制宜的根据近远期水生态系统和水质目标要求，结合气候、水质水量时空分布情况，对水生态系统及各类技术措施制定系统化运行维护方案。

**7.1.7** 这条是关于城市景观湖泊维护机制动态优化调整的规定。城市景观湖泊水生态维护宜根据运维效果和景观湖泊条件变化进行实时优化和动态调整，有条件时宜结合水生态系统长期运维效果监测，以及长期经验积累，对水生态运维技术措施动态调整，并对相关参数进行优化，在此基础上修编或优化运行维护方案，为项目后续运维及其他同类项目提供借鉴和参照。

**7.1.8** 这条是关于城市景观湖泊维护中模型应用的规定。有条件的地区，宜，根据景观湖泊所在流域下垫面、管网等条件，合理选择并应用 MIKE、Info-Works、HEC-RAS、SWMM 等相关模型软件搭建模型，进行不同工况下景观湖泊生态环境结果模拟和水生态系统维护效果预测，耦合智慧监测系统、监测数据进行模型率定和实时情景分析，建立不断迭代优化的水质智慧运维支持系统。

**7.1.9** 这条是关于建立城市景观湖泊水生态系统维护数字档案的规定。对水体日常巡查、常规与应急运行维护过程与结果纳入智慧监管，建立数字档案库，形成可快速查询、可精准溯源的数字化运维“病例”，为长效运维评估及方案优化提供依据和参照。

### 7.2 管理机构与机制

**7.2.1** 这条是关于管理机构的规定。

1 依据广东省《关于在全省湖泊实施湖长制的意见》，建立省、市、县、镇、村五级湖长体系，明确各级湖长职责，湖泊最高层级的湖长是第一责任人，对湖泊的管理保护负总责，其他各级湖长对湖泊在本辖区内的管理保护负直接责任，按职责分工组织实施湖泊管理保护工作。

2 景观湖泊湖长为第一责任人，牵头城市景观湖泊管理，直接主管部门为责任单位，负责景观湖泊水生态系统维护的具体组织管理；

3 城市景观湖泊宜结合湖泊条件编制水生态系统维护管理方案、考核评价办法和相关标准，作为水生态系统维护管理的依据和指导文件，相关文件宜由城市景观湖泊湖长指定有关部门制定或委托具有相应能力的单位编制；

4 可通过招选或直接委托确定湖泊水生态运维单位，负责日常运维工作的落实与执行。运维单位根据相关制度办法与标准制定运行维护实施方案，按照方案执行景观湖泊运行维护任务，如实记录运维过程与效果，根据规定或合同约定监测河湖水环境质量。

5 水生态系统维护难度大、且有条件的地区，可委托具备相关能力的第三方评估机构与技术咨询单位，对水生态系统维护过程或重要节点进行监督和效果评估，并出具水环境运维效果评估报告或专业建议，供湖长与主管部门进行相关决策，或指导责任单位进行运维过程的数据分析与生态调控，解决项目的突发性问题。

**7.2.2** 这条是关于管理机制及责任落实的规定。

1 城市景观湖泊的性质可分为政府类、社会类、PPP 类项目类及其他。政府类城市景观湖泊由相关部门按照职责分工负责维护管理。社会类项目，如建筑小区内湖泊水系，由其产权单位或物业管理单位负责维护管理。PPP 类（包括由 EPC 转为 PPP 的）项目的景观湖泊，在合同运营期内由项目公司负责维护管理，运营期外交由政府或物业负责设施的维护管理。其他性质的湖泊，由该设施的所有者或其委托方负责维护管理，遵循“谁建设，谁管理”的原则。

5 注重加强宣传教育和引导，提高公众对水生态系统运维、水生生物资源、环境保护等重要性的认识，鼓励公众积极参与水生态系统及相关设施的运维。

**7.2.3** 这条是关于人员管理的规定。

### 7.3 水质长效保障

**7.3.1** 这条是关于水质长效保障措施的规定。

1 应加强各类设备、设施的常态化维护管理，确保设备设施安全有效；

2 水质长效管理应首先控制外源污染输入，优先通过水生态系统维护管理保障水质效果，必要时进行曝气增氧、水质净化、补水与循环活水等人工强化措施；

5 景观湖泊排口易发污染物积累，为水体黑臭的重点区域，湖湾区域水动力较差易发生水华和溶解氧不足，宜通过局部微循环或曝气措施改善水体水质和水中溶解氧含量；

7 降雨期间合流制溢流与雨水径流污染极易造成水体水质短时间内迅速恶化甚至发生黑臭，有条件时宜利用模型手段进行不同维护措施效果模拟分析，通过水利调度、补水活水、循环净化等措施恢复水体水质，并结合长期维护经验积累，形成景观湖泊水生态系统多工况维护管理方案；

8 在城市景观湖泊生态修复工程中选用的技术措施有时难以满足水生态系统维护需求，设施类型、规模与分布宜根据实际需求和效果进行及时优化调整；

10 重点针对上游径流汇入的湖口区域及雨污水排口周边，既要保证清除底泥中沉积的污染

物，又要为沉水植物、水生动物等提供休憩空间。清淤底泥要对其进行妥善处理处置，严禁沿岸随意堆放或作为水体治理工程回填材料，其中属于危险废物的应交由有资质的单位进行安全处置。

**7.3.2** 这条是关于补水活水的规定。

## 7.4 水生态管理

### I 水生植物群落养护

**7.4.1** 这条是关于水生植物日常养护管理的规定。

4 挺水植物一般在春、夏季修剪 1~2 次。生长期修剪应结合疏除弱枝弱株，挖除过密植株，以保证通风透光。修剪的植株应及时清除，防止滋生蚊蝇和二次污染。

6 水生植物的需要在植物生长茂盛、成熟后收割，一般植物收割时间为 3~5 月份和 9~11 月份，收割的植物宜交由专业的再生资源回收公司进行处理和利用。

**7.4.2** 这条是关于水位控制的规定。

**7.4.3** 这条关于沉水植物群落养护的规定。

**7.4.4** 这条是关于病虫害防治的规定。

1 6~9 月高温高湿气候条件易诱发病害发生和蔓延，包括黑斑病、纹枯病等。应根据不同水生植物种类、生长状况提早确定有害生物重点防治的对象，包括刺吸类、食叶类等。

2 若采用化学药剂法，施药时应尽量在晴朗无风的天气一次性完成，若喷药后 4 小时内下雨，则应待天晴后重喷；施药时宜采用小型雾器或手动喷雾器喷洒，避免药液扩散；养护人员应按要求穿戴防护用具。

**7.4.5** 这条是关于汛期及极端天气的预防应对措施的规定。

### II 水生动物群落管理

**7.4.6** 这条是关于水生动物日常巡视与管理的規定。

1 日常巡视若发现鲢鱼、鳙鱼浮头的情况，应及时增强曝气。初夏秋换季及其他敏感期，宜根据情况加密巡视频次。

**7.4.7** 这条是关于水生动物群落调查管理的规定。

**7.4.8** 这条是关于捕捞与投放的规定。

## 7.5 安全管理

**7.5.1** 这条是关于安全管理组织机制的规定。

**7.5.2** 这条是关于安全管理原则的规定。

**7.5.3** 这条是关于事故处理的规定。

**7.5.4** 这条是关于应急预案管理的规定。

2 应及时了解气象预警信息，于台风、暴雨、降温、冰冻等不利气象来临前及时采取人员疏散、水位预降、基础支护、设备与植物防护，调试泵、闸设备等措施，以避免或减缓灾害损失，气象灾

害发生后，应加强巡视、巡查与设备调试，及时发现各类问题并进行消除。

7.6 巡检与智慧监测

7.6.1 这条是关于日常巡检的规定。

7.6.2 这条是关于数据监测的规定。

1 数据监测应满足国家现行标准《地表水环境质量标准》GB 3838、《城市污水再生利用景观环境用水水质》GB/T 18921、《水质 湖泊和水库采样技术指导》GB/T 14581 和《湖泊水生态监测规范》DB32/T 3202 的有关规定。

2 需采用人工检测、自动监测相结合的方式进行数据监测，及时了解景观湖泊水生态运行状态。

3 采样点重点考虑湖泊以下条件；

- 1) 湖库面积、湖盆形态；
- 2) 补给条件，出水及取水；
- 3) 排污设施的位置及规模；
- 4) 污染物在水体中的循环及迁移转化；
- 5) 现有数据采样点位置。

6 这条是对人工检测宜包括对湖泊形态、水文状况、水体理化、沉积物理化及水生生物的检测规定。

1) 湖泊形态主要对于湖泊范围内所有陆域、水域、围网、滩涂及岛屿等进行监测，主要通过卫星遥感影像数据、水下地形监测数据及人工现场核查数据校核方式进行，检测频率以每年一次为宜，具体频次可根据工作需要另行确定。

2) 水文状况监测包括一般气象观测、水位观测、水量观测等。一般气象观测：一般气象观测主要观测降雨量、蒸发量等。水位观测：水尺布置在在闸泵启闭机、浆砌直墙等上，水尺观测时间与降雨量同时观测拍报，每次观测应立即记录。在来水量加大，水位上升时，自水位上升时起每隔一定时间观测 1 次，遇到暴雨时，应在水位起涨及涨落速度最大时增加观测次数。水量观测主要入湖、出湖水量进行监测，其中入湖泊水量的观测：观测的目的，是为了统计入湖的水量，掌握水源情况，为用水规划提供资料；出湖水量的观测：观测目的是通过统计出水量大小，研究湖泊的洪水大小，洪水关系，以及湖泊来去水量平衡。

3) 水体理化性质采样点的布设应考虑湖泊的具体情况，兼顾湖泊功能区划和行政区划等因素，按照环境监测技术规范，覆盖湖泊各个典型区域。采样频率至少保证每季度一次，条件允许可每月一次。水体理化性质测定指标和执行标准见表 1。

表 1 水体理化性质测定指标和测定方法

指标	执行标准	
水温	水质水温的测定-温度计或颠倒温度计测定法	GB/T 13195
透明度	透明度的测定（透明度计法、圆盘法）	SL 87

浊度	水质浊度的测定	GB/T 132001
pH 值	水质 pH 值的测定玻璃电极法	GB/T 6920
电导率	电导率的测定（电导仪法）	SL 78
悬浮物	水质悬浮物的测定 重量法	GB/T 11901
碱度	碱度总碱度重碳酸盐和碳酸盐的测定-酸滴定法	SL 83
溶解氧	水质溶解氧的测定-电化学探头法	HJ 506
高锰酸盐指数	水质高锰酸盐指数的测定	GB/T 11892
五日生化需氧量	水质五日生化需氧量 (BOD <sub>5</sub> ) 的测定稀释与接种法	HJ 505
叶绿素 a	水质叶绿素的测定-分光光度法	SL 88
总磷	水质总磷的测定-钼酸铵分光光度法	GB/T 11893
总氮	水质总氮的测定-碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法	HJ 636
亚硝酸盐氮	水质亚硝酸盐氮的测定-分光光度法	GB/T 7493
硝酸盐氮	水质硝酸盐氮的测定-酚二磺酸分光光度法	GB/T 7480
氨氮	水质氨氮的测定-纳氏试剂分光光度法	HJ 535
氯化物	水质氯化物的测定-硝酸银滴定法	GB/T 11896
氟化物	水质氟化物的测定-氟试剂分光光度法	HJ 488
硫酸盐	水质硫酸盐的测定-重量法	GB/T 11899
二氧化硅（可溶性）	二氧化硅（可溶性）的测定-硅钼蓝分光光度法	SL 91.2
钠、钾	水质钾和钠的测定-火焰原子吸收分光光度法	GB/T 119
	水质 65 种元素的测定-电感耦合等离子体质谱法	HJ 700

4) 沉积物理化采样点设置与水体理化要素监测的点位保持一致，如有特殊需求，可按照检测目的和沉积物状况进行布点，采样频次依各采样点的时空变异及所要求的精度而定，建议每年采样一次，与水样采集同期进行。沉积物理化性质测定指标和执行标准见表 2。

表 2 沉积物理化性质测定指标和测定方法

指标	执行标准	
粒径	森林土壤颗粒组成（机械组成）的测定	LY/T 1225



氧化还原电位	土壤氧化还原电位的测定-电位法	HJ 746
有机质	土壤有机碳的测定燃烧氧化-滴定法	HJ 658
	土壤有机碳的测定燃烧氧化-非分散红外法	HJ 695
总氮	土壤质量全氮的测定-凯氏法	HJ 717
总磷	土壤总磷的测定 碱熔-钼锑抗分光光度法	HJ 632
铜、锌	土壤质量铜、锌的测定-火焰原子吸收分光光度法	GB/T 17138
铅、镉	土壤质量 铅、镉的测定-石墨炉原子吸收分光光度法	GB/T 17141
镍	土壤质量 镍的测定-火焰原子吸收分光光度法	GB/T 17139
总铬	土壤 总铬的测定-火焰原子吸收分光光度法	HJ 491
汞、砷	土壤和沉积物-汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解/原子荧光法	HJ 680

5) 水生生物检测主要包括对于浮游植物、浮游动物、底栖动物等进行检测。采样点应在湖泊的中心区、湖湾区、入流区、出流区、围网区等位置进行布设，浮游生物取样点应与水体理化性质取样点保持一致，采样频率可每季度一次或每月一次。对于藻类水华监测，需在春、夏、秋季增加采样频次，具体频次根据需求增加至每周一次或每周两次。指标监测方法见表 3。

表 3 水生生物指标监测方法

编号	监测指标	实验方法
1	浮游植物定量	显微镜观察
2	浮游植物定性	显微镜观察
3	浮游动物定量	显微镜观察
4	浮游动物定性	显微镜观察
5	大型水生植物	样方法
6	鱼类群落结构	网捕法
7	底栖动物群落结构	采泥器及带网夹泥器

7 自动监测宜参考国家现行标准《水位观测标准》GB/T 50138、《水文自动测报系统技术规范》SL61 和《降雨量观测规范》SL 21 的相关规定，水文数据检测频率要求如下：

水位检测频率：水位平稳时，可每日观测一次，稳定的封冻期没有冰塞现象且水位平稳时，可每 2~5 日观测一次，但月初、月末两天应观测；水位变化缓慢时，每日可在 8 时、20 时观测 2 次，冬季或枯水期 20 时观测确有困难的站，可提前至其它时间观测；水位变化较大或出现较缓慢

的峰谷时，每日可在 2 时、8 时、14 时、20 时观测 4 次；洪水期或水位变化急剧时期，宜每 1～6 小时观测一次，水位暴涨暴落时，应根据需要增为每 30min 或若干分钟观测一次，以能测得各次峰、谷和完整的水位变化过程为原则。

降雨量监测频率：实时采集降雨量的分辨率可为 0.1、0.2、0.5、1mm，雨量参数一般每变化 1mm 存储及发送一次。

**9** 水样的采集、保存与管理质量控制可参考现行行业标准《水质样品的保存和管理技术规定》HJ 493 和《水质采样技术指导》HJ 494 的相关规定。

**7.6.3** 这条是关于智慧运维的规定。

