

# 《湖库水环境数值模型构建技术规范》

(征求意见稿)

编制说明

《湖库水环境数值模型构建技术规范》编制组

二〇二三年八月

# 目 次

一、编制背景、目的和意义 .....	1
二、编制过程 .....	3
三、标准编制原则和主要内容 .....	4
四、涉及专利情况 .....	5
五、预期效果 .....	5
六、同类标准对比 .....	5
七、重大分歧意见 .....	5
八、标准性质 .....	5
九、现行标准废止 .....	5
十、其他说明 .....	5

## 一、编制背景、目的和意义

自然环境下的湖库水体，特别是具有污染型沉积物的湖库水体，在年内热分层期间将在底层水体及缺氧环境下产生严重的水污染问题。

水体热分层广泛存在于自然界中，湖库的这种稳定的水温分层结构将会使原有水体在物理、化学性质及水生生物特征及分布上出现较为明显的变化。其中溶解氧是受到影响最为明显且最为重要指标之一。在湖库水体热分层期间，温跃层（Thermocline 或 Metalimnion）阻止了湖库表层与底层水体的上下掺混，同时也将滞温层（Hypolimnion）与上层水体的大气复氧及光合作用产氧作用隔离开来，滞温层水体内部的溶解氧在有机质分解和底部沉积物耗氧反应的共同作用下逐渐消耗，最终在湖库下层水体形成稳定的缺氧区域（Anoxic zone）。在夏季，深水湖库在滞温层出现缺氧区是十分常见的现象。对于水体富营养化程度较高、底部沉积物污染较严重的水体，有机质含量及沉积物的污染状态是导致水体在分层期底部溶解氧消耗的重要主导因素，也是导致水体底部出现稳定缺氧区的主要原因。缺氧区将通过一系列的生物化学过程导致湖库底部水体的水质下降，沉积物在缺氧状态下将释放氨及磷酸盐（内部污染负荷释放），加重湖泊的富营养化。在缺氧环境下，铁、锰化合物将被大量还原，化合物的溶解度增大，在原好氧条件下被吸附和沉淀的磷将被释放进入水体，导致沉积物中的磷向水体内部扩散。对于水体中的氮元素，在水体溶解氧含量充足的情况下，硝化作用将占据主导地位，有效的降低水体内部氨氮浓度水

平。而当水体进入厌氧环境后，硝化作用将受到明显的抑制，反硝化作用将占据主导地位。一方面水体内的氨氮向硝酸盐氮的转化反应受阻，另一方面，在原硝化作用下形成的硝态氮（ $\text{NO}_3^-$ ）在反硝化形成 $\text{N}_2\text{O}$ 和 $\text{N}_2$ 的同时，还会在硝态氮异化还原成铵及有机氮的氨化作用下继续生成氨氮，增加水体氨氮浓度。沉积物在缺氧环境下还可以释放金属类元素（例如铁和锰）和其他还原化合物（例如硫化物），这些化合物将明显降低水体环境质量。铁、锰均为典型的对氧化还原十分敏感性的元素，还原条件下很容易由沉积物释放进入到上覆水体中。在水体溶解氧充足的情况下，好氧环境将在一定程度上抑制铁、锰元素的释放量。在缺氧区造成局部水体水质下降的情况下，水体内的水生生物环境将受到较大影响。我国湖库水体大部分均具备供水功能，而湖库供水的取水口一般均位于坝前的中下层位置，因此在缺氧条件造成的局部水体水质恶化将对湖库水体供水功能造成严重影响。同时，当湖库水体形成稳定的温度分层及缺氧区后，在热分层稳定期，湖库底部水体将会聚集大量的污染物质和缺氧水体。在夏秋过渡期间，气温逐渐下降，水体表层混合层（Epilimnion）水温下降，与滞温层（Hypolimnion）水体的密度差异逐渐缩小，当这一时期温度下降过快或湖库水位变动过快时，就会在短时间内出现较为强烈的“翻库”现象，此时滞温层内的大量污染物进入水体中上层，大量消耗水体内的溶解氧，从而造成湖库局部区域大面积水质快速下降，严重影响水体水质及水生态系统健康。

因此，湖库水体在稳定热分层引起的水体缺氧现象将对水体水质造成明显的不利影响，影响工程正常功能的发挥，同时还会给分层-混合过渡期的水体水质带来较大的水环境恶化风险。开展大型湖库水环境数值模拟，能够从机理层面上对湖库水体热分析、缺氧区、污染释放过程的形成演化规律形成更为深刻的认识，对缺氧区和水质演化的时空演化过程进行更为清晰的定量化描述与预判，这对于提高湖库水体生态环境保护运行管理水平、抑制湖库水体重大水质问题、保持湖库健康运行、改善水体生态环境质量具有重要意义。

鉴于当前湖库水环境数值模拟形式多样、方法各异，行业对开展数值模拟的流程并不统一规范，通过制定《湖库水环境数值模型构建技术规范》团体标准，可以更好地指导行业内湖库水环境数值模拟工作，是该项工作更加系统化、规范化、标准化。

## 二、编制过程

2022年4月，中华环保联合会正式批准立项《湖库水环境数值模型构建技术规范》团体标准。

2022年8月，完成湖库水环境数值模型构建技术流程以及边界条件分析等工作。

2023年4月27日，中华环保联合会线上组织召开了《湖库水环境数值模型构建技术规范》团体标准编制启动会议，成立了标准编制组，长委水文局、黄河设计有限公司、中水珠江设计公司、中水北方、云南省水利设计院、武汉大学、南昌工程学院、中水东北公司、广西环科院、浙江省水利水电勘测设计院等多家参编单位共同讨论了湖库

水环境数值模拟的有关实践情况，对标准的编制方向及编写架构进行了初步探讨，并对编写任务进行了初步分工。

2023年7月23日，中华环保联合会线上组织召开了《湖库水环境数值模型构建技术规范》（征求意见稿）技术审查会，来自生态环境部环境规划院、生态环境部环境标准研究所、清华大学、中国环科院、北京市环科院、北京师范大学、中科院生态环境中心、北京市水务局等单位的专家参加了会议并成立了专家组，与会专家对本标准内容逐项进行了审核讨论，最后一致同意标准文本通过技术审查，并提出了相关完善意见和建议。

目前，按照专家意见，本标准编制组在逐项核对、讨论优化等工作基础上，经不断修改完善，形成了本征求意见稿。

### 三、标准编制原则和主要内容

#### 3.1 编制原则

1、本标准按照 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》的要求进行编写。

2、参照相关法律、法规和规定，在编制过程中着重考虑了科学性、适用性和可操作性。

#### 3.2 标准主要内容

本标准主要针对湖库水环境数值模型构建的基本流程、基础资料收集、数学模型构建等进行了规定，包括如下主要技术内容：适用范围、规范性引用文件、术语和定义、湖库水质数学模拟的基本流程、数学模型的基础资料要求、湖库水体水动力学、水质状况初

步分析、湖库水质模拟数学模型构建、湖库水质数学模型参数的确定、率定与验证、湖库水质数学模拟及结果合理性分析以及附录。

#### **四、涉及专利情况**

本标准不涉及任何已有的专利内容，与国家及行业其他标准无知识产权和专利冲突。

#### **五、预期效果**

本标准对湖库水环境数值模型构建的基本流程、基础资料收集、数学模型构建、参数的率定验证、模拟结果合理性分析等进行了规范。本标准的实施能够有效引导湖库水环境数值模拟工作更加规范化、标准化、系统化，并指导湖库水环境模拟工作的实施、推动行业的发展。

#### **六、同类标准对比**

经本标准拟编制单位对国内外相关标准的检索，目前尚无上述类似标准出台。本标准作为湖库水体水环境数值模拟的技术规范，可为其他相关环境保护标准和规范提供必要的技术支撑。

#### **七、重大分歧意见**

本标准起草过程中没有重大分歧意见。

#### **八、标准性质**

本标准属于行业自愿参与的质量认定类团体标准。

#### **九、现行标准废止**

无

#### **十、其他说明**

无