

生态塘库设计指南

编制说明

中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司

二〇二四年十月

目 录

1 任务来源.....	1
2 目的和意义.....	1
3 编制工作过程.....	2
4 编制组成员及其主要工作.....	2
5 编制原则.....	4
6 主要内容.....	4
7 主要试验验证情况和预期达到的效果.....	5
8 与现行法规及相关标准关系.....	7
9 其它需要说明的问题.....	8

1 任务来源

为深入贯彻国务院引发的《国家标准化发展纲要》精神，推动环保及相关领域标准体系建设，加强云南省环保产业标准规范的技术储备，引导行业标准化、规范化发展，2023年3月，云南省环境保护产业协会（以下简称“协会”）以云环协发[2023]10号文“关于2023年度第一批云南省环境保护产业协会团体标准立项征集的通知”（详见附件1），开展第一批团体标准征集立项工作。中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司（以下简称“昆明院”）积极响应，及时向协会提交了《生态塘库设计指南》立项申请。同年6月，协会以云环协发[2023]16号文“关于云南省环境保护产业协会2023年度第一批团体标准立项公示的通知”（详见附件2）批准《生态塘库设计指南》立项，指南的主要起草单位为昆明院。

2 目的和意义

农田面源污染是造成河湖污染的主要因素之一，对水生态环境造成了严重影响。当前，在云南省河流、湖泊保护治理中，汛期污染、水资源问题突出，生态塘库在治理面源问题，以及水资源循环利用方面可发挥较好的作用。

塘库作为内陆小型湿地的一种，具有拦截地表径流、泥沙以及养分的重要生态功能，是目前农业面源污染控制与治理研究的热点。现有研究表明：塘库对流域非点源污染中氮/磷截留效果显著。在国内外，作为最常见的生态工程，塘库和湿地常被用于控制农业面源污染和修复生态系统。大量研究表明，多水塘系统能够有效拦截并沉积农业面源污染物，且截留效果稳定。

目前，标准建设方面，针对生态塘库设计方面的较为少见。国内标准建设方面，1993年原建设部印发了《污水稳定塘设计规范》，2010年原环境保护部印发了《人工湿地污水处理工程技术规范 HJ2005-2020》，2021年生态环境部印发了《人工湿地水质净化技术指南》。国外标准化建设方面，美国于1998年发布了《Constructed Wetlands for the Treatment of Landfill Leachates (1st Edition) 人工湿地处理垃圾渗滤液（第1版）》，于2003年发布了《Lake and Pond Management Guidebook 湖塘管理指南》，加拿大于2019年发布了《Planning, design, operation, and maintenance of wastewater treatment in northern communities using lagoon and wetland systems 利用泻湖

和湿地系统规划、设计、运行和维护北部社区的废水处理》。上述标准在指导生态塘库规模和回用设计等方面较为局限。

为进一步加强和推动水生态修复工作，提高农业面源污染治理效率和低污染水的回用效率，规范生态塘库设计工作，提高生态塘库设计质量水平，总结和编制生态塘库设计标准，规定生态塘库设计要点，具有较强的设计和指导意义。

3 编制工作过程

接受任务后，昆明院立即组织开展本指南的编制工作。经研究，决定由昆明院科技质量部归口管理，由环境与生态工程院副总工程师尹涛主持《生态塘库设计指南》的编制工作，根据专业需求抽调具有水文水资源、环境工程、土建、生态学、景观等专业背景的人员成立了编制组开展工作。

编制组及时制定了《生态塘库设计指南编制工作大纲》，在广泛调研，总结近年来昆明院在云南高原湖泊洱海和剑湖开展生态塘库设计工作经验的基础上，编制完成指南中间稿。本指南编制主要过程如下：

(1) 2023年6月，协会以云环协发[2023]16号文“关于云南省环境保护产业协会2023年度第一批团体标准立项公示的通知”批准《生态塘库设计指南》立项。

(2) 2023年7月，昆明院开展编制工作策划工作，成立编制组，启动指南编制工作。

(3) 2024年3月中旬，编制组完成《生态塘库设计指南》中间成果，并提交协会。2024年3月21日，协会组织召开了《生态塘库设计指南》团体标准中期技术审查会，并形成会议纪要，详见附件3。

(4) 2024年10月初，根据专家组的中期审查意见，编制组对指南条文及编制说明进行了补充完善，形成《生态塘库设计指南》（征求意见稿），并按《云南省环境保护产业协会团体标准管理办法》的要求，开展标准征求意见工作。

4 编制组成员及其主要工作

根据云环协发[2023]16号文“关于云南省环境保护产业协会2023年度第一批团体标准立项公示的通知”，明确《生态塘库设计指南》的主要起草单位为昆明院。另经请示协会同意，昆明院邀请昆明雨润环境科技有限公司（以下简称“雨润公司”）

作为参编单位参与本指南部分内容的起草工作。本指南主编及参编单位的主要起草人所做的工作见表1。

表1 编制组主要成员及分工

人员	职称	单位/职务	职责
刘元元	正高工	昆明院/环境与生态工程院院长	技术指导与审核
侯永平	正高工	昆明院/环境与生态工程院一级技术专家	技术指导与审核
尹涛	正高工	昆明院/环境与生态工程院副总工	项目负责人，全面负责编制工作的组织、策划、协调，指南汇总，以及审核、修改工作。主要负责编制工作大纲、编制说明、前言、1.适用范围、2.规范性引用文件；主要参与各章节的修改、指导及审核
唐亚松	副高工	昆明院环境与生态工程院	水文水资源专业负责人，主要负责3.术语和定义、6.规模确定、7.1 汇水分区划分、附录A
钱斌天	副高工	昆明院/环境与生态工程院院长	编制工作协调，人员安排、设计指南审查，主要负责和参与编写5.基本规定、附录B
宋海龙	工程师	昆明院环境与生态工程院	生态景观专业负责人，主要负责9.5 植物配置设计
陈军	工程师	昆明院环境与生态工程院	环境工程专业负责人，主要负责8.工艺设计，主要参与设计指南的汇总和校核、编制说明的编写和校审，负责与协会沟通汇报，以及编制组内部协调工作
张庆森	工程师	昆明院环境与生态工程院	土建专业负责人，主要负责9.工程布置与工程设计、附录C
陈文	工程师	昆明院环境与生态工程院	生态专业，主要参与2.规范性引用文件，9.6 附属设施设计
杨楚慧	工程师	昆明院环境与生态工程院	环境规划专业，负责标准立项及体例格式检查，主要参与5.基本规定、9.4.泵站设计的编写
刘颖	副高工	昆明院/环境与生态工程院副所长	环境工程专业，主要负责4.基础资料，7.2 选址及布局，以及指南的审查工作
高飞	副高工	昆明院/环境与生态工程院副所长	生态专业，主要参与9.5 植物配置设计及审查
李丹婷	副高工	昆明院环境与生态工程院	环境工程专业，主要负责10.工程运行与维护管理方案编写
万琪	副高工	昆明院环境与生态工程院	环境工程专业，主要参与8.工艺设计、10.工程运行与维护管理方案编写及校审
徐畅	工程师	昆明院环境与生态工程院	水利工程专业，主要负责9.1 工程组成，9.4 泵站设

		工程院	计的编写，以及9.工程布置与工程设计的校审
林芸	正高工	昆明院环境与生态工程院	水文水资源专业，主要参与3.术语与定义、6.规模确定、附录A的编写及校审
靳荣勤	工程师	雨润公司	环境管理专业，主要参与10.工程运行与维护管理方案
卿小燕	工程师	雨润公司	生态专业，参与9.5 植物配置设计及校审
靳灵鹤	助理工程师	雨润公司	环境工程专业，参与2.规范性引用文件、8.工艺设计
郭纯伊	助理工程师	雨润公司	环境工程专业，参与10.2 设施维护管理方案

5 编制原则

(1)严格遵循《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》(GB/T 1.1-2020)。

(2)本文件内容符合国家相关法律法规，体现国家环境保护技术、经济和产业政策，并与现行国家和行业标准协调一致，

(3)本文件提出的生态塘库系统主要处置农田和村落面源等低污染水，有利于河湖水体水质及生态环境保护，符合环境保护发展方向。

(4)在科学总结洱海生态塘库建设和运行维护的工程应用经验的基础上，提出生态塘库主要设计要求及附录，满足规范编写的先进性、通用性、协调性和可操作性要求。

(5)坚持开放、公平、透明和协商一致原则。适时向利益相关方就文件编制内容，开展意见征求工作。

6 主要内容

《生态塘库设计指南》（征求意见稿）内容包括前言、正文、附录和标准用词说明。其中，正文共10章，附录3个，其主要技术内容简介如下：

(1)第一章为适用范围，说明本指南的主要内容、适用范围、设计文件构架及设计深度要求。

(2)第二章为规范性引用文件，列出本指南引用的相关规范目录，这些规范通过本指南的引用，构成了指南的一部分。

(3)第三章为术语和定义，说明低污染水、生态塘库的定义，给出年降水总量

控制率、清水替代率、尾水利用率和污染物浓度削减率等的含义及计算公式。

(4) 第四章为基础资料，给出了生态塘库设计过程中应收集的主要资料内容，其中主要包括相关规划、前期设计成果及客户需求，相关工程的技术报告及文件，以及自然环境、社会经济、环境质量、生态景观、用地情况、基础设施、造价及地勘测绘等资料。

(5) 第五章为基本规定，主要对生态塘库工程的设计理念、原则、范围、功能定位、设计目标、塘库选址、总体布置、工艺设计、工程及植物配置设计、工程运维管理及实施方案主要内容等提出原则性要求。

(6) 第六章为规模确定，重点给出“以调蓄为主的生态塘库”的有效库容、生态死库容及总库容的计算和确定方法。

(7) 第七章为总体布局，主要说明各生态塘库汇水分区划分方法，以及生态塘库的选址和布局原则。

(8) 第八章为工艺设计，规定了生态塘库净化塘设计水量及进、出水水质确定，工艺选择原则、净化工艺流程，以及各类净化设施的选择及设计参数的确定方法。

(9) 第九章工程布置与工程设计，说明生态塘库系统的工程组成，规定了工程平面和竖向设计要求，进配水、净化、排水和回用等单元工程，以及泵站、植物配置和附属设施等的设计要求和方法。

(10) 第十章为工程运行与维护管理方案，明确了生态塘库设计过程中有关工程运行与维护管理方案编制的主要内容，提出生态塘库运行调度方案编制原则，以及设施维护管理方案编制的主要内容等。

(11) 本规程共有附录 3 个，均与正文有关：

附录 A：给出了生态塘库设计过程中涉及的设计水平年、设计降水过程、城镇或村落农田面源径流收集量、农田灌溉回归水量、蒸发增损量等主要参数的计算方法。

附录 B：给出生态塘库工程实施方案报告的编制目录，方便读者在编制设计成果时参考。

附录 C：给出了生态塘库净化单元的平面和竖向布置图、净化塘塘底和护坡结构图、放空设施的平面和竖向布置图的示例，便于读者参考和理解。

7 主要试验验证情况和预期达到的效果

（1）生态塘库建设基本情况

2017年4月，昆明院与云南省建设投资控股集团有限公司组成联合体中标了大理洱海环湖截污（二期）工程PPP项目。该项目建设内容包括大理市184个村落污水收集及30套村落污水处理设施，喜洲、湾桥、银桥、大理、下关、凤仪、海东和挖色等8个乡镇八片区生态塘库的初步设计、施工及15年运行管理。

由于大规模实施生态塘库工程尚属国内首例，既没有对口规程规范可以采用，也无借鉴案例，大理市政府要求先以海西喜洲重点区和海东挖色示范区为试点开展相关工程设计研究，并组织专家反复咨询、讨论，不断优化调整生态塘库的功能定位、设计目标、规模、总体布局、设计工艺，确保工程具有较强的可实施性，最终在统筹大理市洱海保护治理各项工程的基础上，形成了可供实施的设计成果。

喜洲重点区、挖色示范区生态塘库工程于2017年12月19日开工，2018年6月30号建成并实现通水。其中：

1) 喜洲重点区实际建成生态塘26个，转变功能辅助塘14个，利用作邑水库有效库容10万 m^3 调蓄污水厂尾水，总库容为74.2万 m^3 ，其中生态死库容8.8万 m^3 ，有效库容65.4万 m^3 ；工程总占地面积605亩（含利用应急塘库面积204亩），总投资10935.26万元（据施工单位提供概算），其中土建部分9424.29万元，绿化部分1510.98万元。

2) 挖色示范区实际建成生态塘库16个，转变功能辅助塘1个，总库容为15.85万 m^3 ，其中生态死库容2.43万 m^3 ，有效库容13.42万 m^3 。工程总占地面积215.3亩（含利用应急塘库面积16亩），总投资3981.8万元，其中土建部分3390.36万元，绿化部分591.44万元。

综上所述，两示范区单位库容的投资约为165.65元/ m^3 。

（2）生态塘库功能可达性

1) 以截蓄为主功能：生态塘库主要依托现有渠系系统，按汇水分区分片进行面源径流的拦截和收集，并在原渠系基础上修建必要的引水渠，每个库塘敷设防渗设施，生态塘库工程在合理运行管理的情况下，已具备将汇水区农田、村镇径流及尾水有效拦截收集和调蓄的功能。根据喜洲和挖色两个片区实施完成的塘库数量、覆盖的汇水分区分数情况，结合沟渠梳理情况及其引导低污染水入塘能力、塘库管理运行情况，计算得喜洲重点区丰、平、枯三个典型水平年的降水总量控制率分别为66.6%、72.0%、

76.8%，挖色示范区丰、平、枯三个典型水平年的降水总量控制率分别为 70.6%、77.3%、81.1%。

2) 为“用”服务功能：塘库已设置满足高效节水灌溉工程取水的集水井和预设钢管，具备为“用”服务的基础条件。

3) 适度净化功能：2018 年下半年，针对示范区生态塘库工程的实施效果开展了一系列监测、调查、评估工作。其中，大理市政府、SPV 公司和昆明院先后 4 次委托有资质监测单位对不同的生态塘库开展水质监测工作，截至目前共获得 42 个生态塘库 7 期 188 组水质监测数据，包括 32 个塘库 95 组 COD 指标监测数据，33 个塘库 156 组 TN 指标监测数据，32 个塘库 157 组 TP 指标监测数据。数据统计分析显示：仅考虑净化作用，不考虑回用作用时，基于 COD、TN 和 TP 的污染物负荷削减率分别为 5%、36%和 36%。其中 COD 削减率低的原因经分析主要因为收集到的低污染水的 COD 浓度大多较低，当进水水质为 I~III 类时，其出水浓度值多大于进水浓度，当来水浓度在 IV 类及以下时（ $\geq 20\text{mg/L}$ ），其出水浓度指标多变优，此时浓度削减率平均可达 22%。历次监测成果分析还显示，两片区生态塘库除对 TN、TP 起到了较好的削减效果，同时对 BOD₅、NH₃-N 也有一定削减效果，DO 在一定程度上增加，总体而言体现了“适度净化”的功能。

4) 生态景观功能方面：通过植物配置、铺装设计、集渠配水、护坡设计、科普展示牌等方面营造生态景观风貌，为动植物提供生存繁衍的健康生态系统。

5) 效益分析：生态塘库建设运行，在产生环境效益的同时，作为落实生态文明建设、洱海环境保护的一项具体工程，其社会效益也是明显的，已成为省内外领导视察和专家学者调研考察的重点项目之一，同时得到人民群众支持和认可。虽然生态塘库作为洱海保护的公益性项目，不产生直接的经济效益，但基于减少洱海水质保护费用、改善旅游效益，为地方提供良好投资环境、节约水资源、减少了灌溉成本等方面，间接产生一定经济效益。

8 与现行法规及相关标准关系

(1) 与现行国家法律、法规和政策的关系

本指南遵循现行国家法律、法规和政策要求。

(2) 与现行相关标准的关系

本指南与现行国标、行业标准在条文内容上保持表述一致。

9 其它需要说明的问题

(1) 本文件编制过程中，未采用国际标准和国外先进标准。

(2) 本文件建议为推荐性团体标准。

(3) 对本文件使用中发现的问题，主要起草单位拟安排专人进行信息收集整理，以增加其实用性和适应性，也为生态塘库设计技术规范的制定做好技术准备。

(5) 为便于读者理解和使用，需对指南中部分条文进行说明，具体如下：

1) 5.1 条：生态塘库设计应体现“分质用水、体系耦合、节水减污、营养盐循环”的设计理念，依托项目区已有水利设施收集低污染水，通过生态塘库对项目区低污染水进行调蓄、净化和回用，改善项目区水资源利用格局，减少清水取用量，增加再生水利用率，有效利用低污染水中的营养盐，从而实现减少污染物排放的目标。生态塘库的作用见图 1。

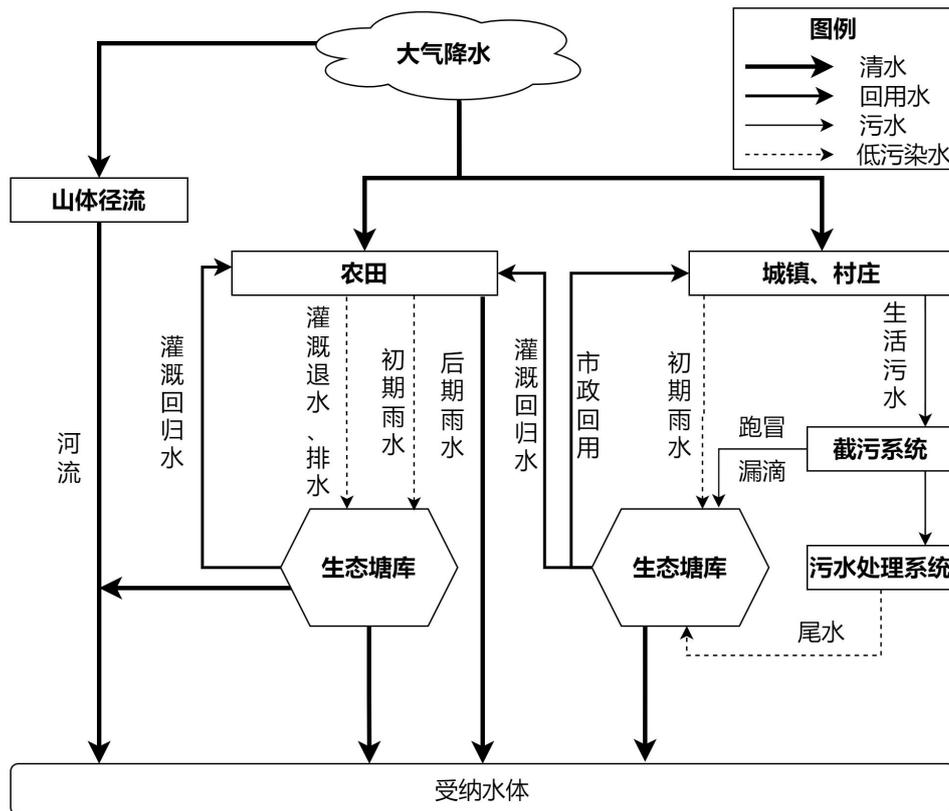


图 1 生态塘库作用示意图

2) 5.2 条：生态塘库设计应遵循因地制宜、生态友好、安全经济、兼顾景观、便于管理的原则，协调好与项目区已有、在建和拟建相关工程的关系。其中：

a) 生态塘库的设计应根据项目区环境、水资源状况及需求，合理确定生态塘库的功能定位及选址。

b) 生态塘库的设计应根据项目区生态本底，秉持低影响开发理念，在不改变现有水利排灌系统功能基础上，实现生态塘库功能。植物配置中以本土植物为主、杜绝外来物种，选用生态化材料及结构。

c) 生态塘库的设计应选用投入低、效益高的工艺技术和结构材料，保护并合理利用原有湿地、坑塘、沟渠，节约土地资源；不因工程建设和运行对周边村庄、农田及其他基础设施的安全造成影响。

d) 生态塘库的设计应在水面规划、植物配置、建构物设计中考虑与周边景观协调。

e) 生态塘库的设计应优先选择易于维护的工艺及设施，制定具有可操作性的生态塘库运行调度及设施维护管理方案，保证生态塘库功能长效、稳定发挥。

3) 5.3 条：拟收纳水体径流范围可根据项目区的社会经济发展现状、地形地貌、河湖水系、用地类型空间分布和污染负荷时空分布特征，结合项目区近期和远期发展空间布局规划，分析面源污染治理需求迫切区域，在地形分析和现场调查基础上确定；水资源回用范围可在水资源利用现状及近、远期规划需求分析基础上，结合节水规划要求和可回用条件等进行确定。

4) 5.4 条：生态塘库的功能应在现状分析、规划要求、需求分析和对相关工程关系梳理的基础上，从截蓄、回用、净化和生态等方面进行综合确定。其中：

a) 截蓄功能：当需要对村落农田面源、乡镇污水处理厂出水等进行存储利用，或是降低项目区初期雨水、生活污水管网事故排水等冲击性污染时，应考虑拦截上述来水，并通过生态塘库进行调蓄。

b) 回用功能：当项目区具有灌溉或市政用水需求，且塘库水质可满足要求时，应尽可能考虑生态塘库为水资源利用服务的功能。

c) 净化功能：生态塘库通常对 N 和 P 等营养物质具有削减作用，当项目区具有污染控制需求时，应考虑生态塘库对污染物的净化功能。

d) 生态功能：生态塘库建成后将增加项目区湿地、水域面积，为水生动植物提供生存空间，当项目区具有生态保护需求时，可考虑生态塘库的生态功能。

5) 7.1.2 条：汇水分区划分成果应包括汇水分区信息统计表及汇水分区图。其中，

汇水分区图宜在精度不低于 1:2000 的地形图上绘制，图中可标识设计范围、各汇水分区编号及范围、地类、水系、现有水塘、鱼塘、湿地及主要水利设施，以及与项目直接关联的工程及其边界线、敏感区域边界线等信息；汇水分区信息统计表宜包括各分区编号、汇流面积、区域基本特征等信息。

6) 附录 B：生态塘库工程设计报告编制内容总体宜按水利工程的编制规程进行构架。其中，涉及水利工程类的设计内容，其设计深度可参照《水利水电工程可行性研究报告编制规程》SL618、《水利水电工程初步设计报告编制规程》SL619，涉及市政工程的设计内容，其设计深度可参照《市政公用工程设计文件编制深度规定》相关要求；生态塘库工程招标施工图设计阶段相应设计内容的设计深度也可参照水利工程和市政公用工程施工图设计深度相关要求。