ICS 03.080.99
CCS A 20

团　　体　　标　　准

T/CNAEC 0202—2023

灌区农田退水生态净化工程方案编制技术导则

Technical guidelines for preparation of ecological purification practice scheme for farmland drainage in irrigation district

2023-03-14 发布　　2023-07-01 实施

中国工程咨询协会　发布
中国标准出版社　出版

目　　次

前言 …… Ⅲ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　编制原则、流程和内容 …… 2
4.1　编制原则 …… 2
4.2　编制流程 …… 2
4.3　编制内容 …… 4
5　前期调研 …… 4
5.1　资料收集 …… 4
5.2　水质水量监测 …… 4
5.3　污染评估 …… 4
6　方案目标制定 …… 4
7　工程方案比选 …… 4
8　工程方案措施 …… 5
8.1　沟渠型生态净化工程 …… 5
8.2　库塘型生态净化工程 …… 5
8.3　湿地型生态净化工程 …… 5
8.4　拦截型生态净化工程 …… 6
9　保障措施 …… 6
10　方案报告编制 …… 6
附录 A（资料性）　灌区基础资料调查表 …… 7
附录 B（资料性）　灌区农田退水量测算方法 …… 8
附录 C（资料性）　灌区常见的工程措施及适用范围 …… 9
附录 D（资料性）　工程方案报告编制大纲 …… 11
参考文献 …… 13

前　言

本文件按照 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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国工程咨询协会提出并归口。

本文件起草单位：中国城市建设研究院有限公司、中国科学院东北地理与农业生态研究所、中国水利水电科学研究院、首都师范大学、中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所、金埔园林股份有限公司、宁夏大学、北京首创生态环保集团股份有限公司。

本文件主要起草人：杨龙、周媛、欧洋、王晓燕、管孝艳、张晴雯、庄凯、吴楠、刘连华、孟丹、王春浩、王刚、刘建军、储杨阳、王嗣禹、张敏、杨巍、段敬广、米丽娜、何彤慧、蔡然、韩元、马欣。

灌区农田退水生态净化工程方案编制技术导则

1 范围

本文件规定了灌区农田退水生态净化工程方案编制的基本原则、编制流程、编制内容和成果等编制要求，明确了灌区农田退水生态净化工程方案编制的前期调研、目标制定、工程方案比选和保障措施等技术规范要点。

本文件适用于灌区农田退水生态净化工程方案编制。

灌区农田退水生态净化工程方案编制除遵循本文件外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 5084 农田灌溉水质标准

GB 50288 灌溉与排水工程设计标准

NY/T 3822 稻田面源污染防控技术规范 稻蟹共生

NY/T 3823 田沟塘协同防控农田面源污染技术规范

SL/T 4 农田排水工程技术规范

SL 18 渠道防渗工程技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

灌区 irrigation district

具有一定保证率的水源，有统一的管理主体，由完整的灌溉排水工程系统控制及保护的区域。

3.2

农田退水 farmland drainage

在农业生产过程中，因农田灌溉或降水产生的排水，通过排水系统、地表径流或土壤下渗等形式进入受纳水体。

3.3

农业面源污染 agricultural diffuse pollution

农业生产中产生的溶解性或固体污染物，在降雨径流、农田排水和地下渗漏的作用下，从非特定的地域进入受纳水体引起的水环境污染过程。

3.4

产污系数 pollutant generation coefficient

在一定经济技术和管理条件下，生产单位产品或污染活动单位强度所产生的原始污染物量的均值。

3.5

排污系数　pollutant discharge coefficient

在一定经济技术和管理条件下，经污染控制措施消减后或未经消减直接排放到环境中的污染物量的均值。

3.6

生态净化工程　ecological purification practice

依据生态学原理，开展的净化工程措施，对污染物进行拦截、吸附、沉积、转化及吸收利用。

3.7

生态沟渠　ecological ditch

利用基质、微生物、植物复合生态系统，对污染物进行过滤、吸附、沉淀、离子交换、植物吸收和微生物分解等，实现水质净化、景观美化等功能的沟渠。

3.8

生态塘　ecological pond

由兼性塘、好氧塘、水生植物等单个或多个塘串联组合的生态系统稳定、生物多样性丰富、兼具水质净化和调蓄功能的水塘。

3.9

植被缓冲带　vegetative buffer zone

由植被组成的缓冲区域，常位于水生和陆生之间的过渡地带，通过植物（微系统）拦截水中污染物和防止土壤流失，改善水体水质，提高生态系统稳定性和生物多样性，发挥净化作用和经济美学等功能。

3.10

前置库　pre-reservoir

在水库、湖泊、水塘等前端/入水口，用来调节径流滞留时间、水量和减少径流污染负荷，常辅以导流渠（管）、引水渠、沉沙池等相关配套设施的蓄水水域（子库）。

4　编制原则、流程和内容

4.1　编制原则

4.1.1　生态优先，突出重点

应遵循生态优先的理念，以截污减排为重点目标，以生态工程为主要措施，根据农田退水的水质情况和循环利用的水质要求，对农田退水进行拦截、调蓄、净化及再利用，解决灌区水环境保护的突出问题。

4.1.2　注重实效，经济可行

应考虑工程技术的适用性、先进性和建设成本，在满足行洪要求的前提下，合理确定生态净化工程的方案目标和工程措施，同时鼓励应用新技术、新工艺和新方法，提高灌区农田退水生态净化工程质量和效果。

4.1.3　因地制宜，统筹兼顾

应根据灌区自然和社会经济条件，结合南北方水文、气候、土壤性质、地质地貌、植被、灌排水系统水力特征等差异，因地制宜选取农田退水生态净化工程措施，兼顾农业发展、污染控制及社会经济协调可持续发展。

4.2　编制流程

灌区农田退水生态净化工程方案编制宜遵循“资料收集与调查评估—工程方案比选—保障措施制

定—方案报告编制”的程序，工程方案编制流程如图 1 所示。

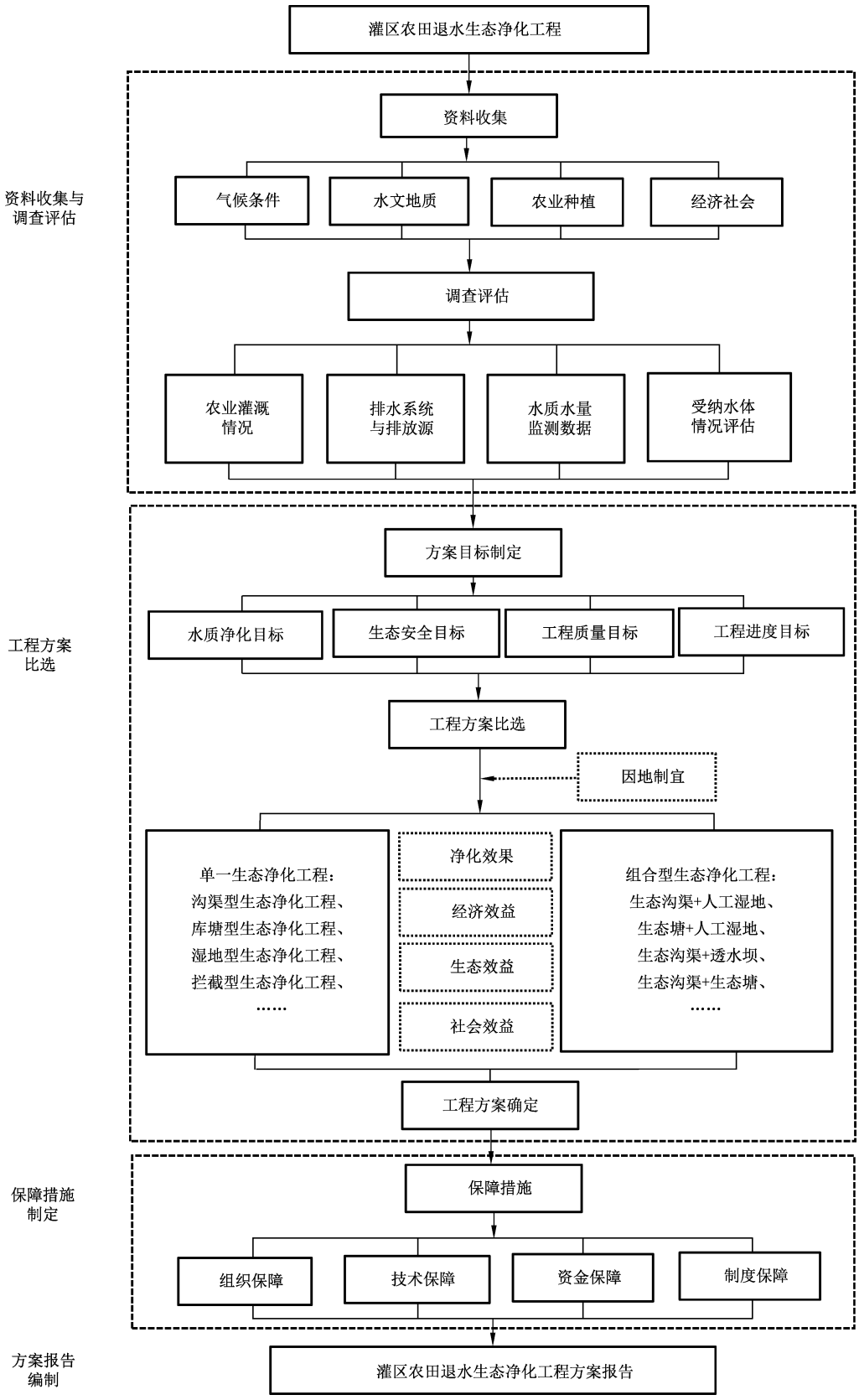


图 1　灌区农田退水生态净化工程方案编制流程

4.3 编制内容

灌区农田退水生态净化工程方案应包括调查评估、工程方案目标、工程方案比选、投资估算及工程效益分析、保障措施等内容。

5 前期调研

5.1 资料收集

灌区农田退水生态净化工程方案编制前应收集灌区资料，包括灌区的基本信息、气候条件、种植情况、灌溉情况、排水系统、受纳水体、其他污染源排放情况等信息，具体内容见附录 A。

5.2 水质水量监测

5.2.1 灌区水质监测指标应根据受纳水体水质状况确定，宜包括氨氮、总氮、硝态氮、总磷、磷酸盐、化学需氧量等指标和受纳水体其他超标指标；当循环回用或在盐碱化地区，应增加盐度指标。

5.2.2 灌区水量监测应依据农田退水流量变化，包括灌溉量、降水量、侧渗量、下渗量及农田土壤水分变化量等，农田退水量计算方法可参考附录 B。

5.3 污染评估

5.3.1 灌区农田退水生态净化工程方案应对灌区范围内的受纳水体的水量、水质、纳污能力和灌区污染负荷进行估算。

5.3.2 受纳水体纳污能力可根据 GB/T 25173 规定的方法计算。

5.3.3 灌区面源污染负荷应包括农业种植、规模以下畜禽养殖、淡水水产养殖和农村生活污染，估算方法及相关产污系数、排污系数可参照国家污染源普查产排污系数手册。

5.3.4 在满足灌区基础数据资料条件下，水体水质水量和污染负荷宜采用水文水质模型进行模拟评估。

6 方案目标制定

6.1 灌区农田退水生态净化工程方案目标应包括水质净化、生态安全、工程质量、工程进度等，应在满足水质净化目标的同时，兼顾水资源再利用、生物多样性和生态景观效应等目标。

6.2 灌区农田退水生态净化工程方案的水质净化目标应结合受纳水体水环境功能区划和目标污染物总量控制要求制定，削减目标污染物量应综合其他污染源排放情况确定；进入受纳水体的目标污染物总量应不高于受纳水体纳污能力。

7 工程方案比选

7.1 灌区农田退水生态净化工程方案编制单位应提出不少于 3 种方案，对备选工程方案技术的适用范围、净化效果、经济成本、生态效益等进行综合分析比较。

7.2 灌区农田退水生态净化工程方案应在符合水质净化目标的前提下坚持经济成本最小化、维护生态安全原则，选取最佳技术方案，不宜占用现有耕地。

7.3 灌区农田退水生态净化工程方案应根据灌区空间条件、农田退水流向、水质净化要求，选取一种或多种工程措施组合系统布局。

7.4 工程措施可包括沟渠型、库塘型、湿地型、拦截型、组合型等生态净化措施，常见的工程措施及适用

范围见附录C。

7.5 灌区农田退水生态净化工程方案宜选择微地貌改造、功能基质强化、植物优化配置等措施，提高目标污染物去除效率。

7.6 灌区农田退水生态净化工程方案宜选择对原有植被影响最小的措施，植物栽种宜优先选用本地土著品种和选择补植的方式。

7.7 灌区农田退水生态净化工程宜与其他水环境治理工程和农田整治工程协同开展。

7.8 灌区农田退水生态净化工程宜在空间和技术条件允许下优选可采用循环回用节水措施，回灌水质指标应按照GB 5084执行，且不应引起土壤盐碱化等问题。

8 工程方案措施

8.1 沟渠型生态净化工程

8.1.1 沟渠型生态净化工程设计应符合GB 50288和SL/T 4的相关要求，结合水流速度及实际环境，放缓迎水面坡比，增加与水体的接触面和植物的有效种植率。

8.1.2 可在农田排水口、沟渠交汇处设置水位监测设备和生态闸门，控制水深和流速。

8.1.3 可在田块和灌排沟渠内挖条形或环形的养殖沟，营建可削减营养盐浓度的稻鱼、稻蟹等共生空间，水位至5 cm～10 cm可进行蟹苗、鱼苗投放养殖，水质及肥料应符合NY/T 3822的规定。

8.1.4 沟渠的边坡，应根据地形和水文气象条件，强化沟渠边坡结构的稳定性，边坡系数应符合NY/T 3822的要求；宜采用生态袋、植物柔性带、木桩等有利于护坡植物定植和强化净化功能的基质材料。

8.1.5 宜种植净化能力强的草本护坡植物，植物种类配置参考NY/T 3826中的相关规定。

8.2 库塘型生态净化工程

8.2.1 库塘型净化工程包括生态塘、前置库等生态措施，可包括护岸、沉降池、强化净化系统、导流与回用系统、植物和鱼类配置、水位控制设施等。

8.2.2 库塘型净化工程可利用现有水塘或有利地形修建，利用旧河道、池塘、洼地等进行改造，边坡应稳定且具透水性。

8.2.3 当沟渠具备的调蓄容量不足时，可采用库塘调蓄农田退水排水容量和提高净化能力，调控容积计算方法应按照NY/T 3823的规定执行。

8.2.4 库塘型净化工程可结合污染物净化进行适度水产养殖。

8.2.5 塘池入水口处宜安装栅格，塘底应平整并略具坡度向出水口倾斜。

8.2.6 塘池宜采用单个兼性塘或由兼性塘、好氧塘、水生植物塘等多类型多级串联的塘池组合，兼性塘水深宜为1.0 m～2.0 m，好氧塘、水生植物塘水深宜为0.5 m～1.0 m。

8.3 湿地型生态净化工程

8.3.1 在农田沟道下游或末端，应优先利用排水区域废弃池塘及低洼荒地，清挖底泥，与骨干沟道连通，或通过修复退化湿地，建设人工湿地。

8.3.2 人工湿地基质材料宜根据农田退水的水质、水量和水生生物生长需求优先采用砂、砾石、沸石、炉渣等环保经济型材料；人工湿地设计可参考HJ 2005和《人工湿地水质净化技术指南》的要求。

8.3.3 水生植物宜优先选用抗逆性强、净化能力强、具有经济性和景观性的本土植物，宜优化配置挺水、沉水和浮水植物，植物密度宜保持在20％～30％，可配置无冬眠型或短冬眠型植物。

8.4 拦截型生态净化工程

8.4.1 拦截型生态净化工程包括透水坝、植被缓冲带等措施。

8.4.2 可采用砾石或碎石在渠道中的适当位置人工垒筑透水坝，贮存一次或多次径流；透水坝材料选择可参照 GB 50288 和 SL 18 的规定执行。

8.4.3 植被缓冲带宜配置在农田退水末端、生活污染源和畜禽养殖污染源附近，根据进入受纳水体的空间和距离设置。

8.4.4 拦截型生态净化工程宜优先种植具有净水功能、经济性和观赏性的本土植物。

8.4.5 植被缓冲带宜设置植被过滤区以及出水区，宽度宜大于 3.0 m，长度根据实际情况确定。

9 保障措施

9.1 灌区农田退水生态净化工程方案保障措施应包括组织保障、技术保障、资金保障和制度保障等。

9.2 组织保障应包括责任主体、人员组织和工程实施计划进度。

9.3 技术保障宜结合工程建设区域实际情况进行可达性分析，合理设置水质水量、边坡稳定性等监测点位，提出保障方案。

9.4 资金保障应包括资金规模、来源和用途等。

9.5 制度保障应明确建设责任归属，符合农业农村、生态环境、水利及建设等管理部门的相关要求，包括工程建设、质量管理和安全保障等制度要求。

10 方案报告编制

10.1 灌区农田退水生态净化工程方案报告应包括前言、总则、调查评估、工程方案目标、工程方案比选、投资估算及工程效益、保障措施、附件等内容，工程方案报告编制大纲见附录 D。

10.2 方案报告内容应清晰准确、图纸图文相符，成果内容较多时，宜单独成册。

附 录 A
（资料性）
灌区基础资料调查表

灌区基础资料调查表见表 A.1。

表 A.1 灌区基础资料调查表

序号	类别	主要调查内容
1	基本信息	地理位置、所属行政区、灌区面积、所属流域名称、土壤性质、地形坡度、海拔高度、灌区人口数量、本土植物种
2	气候条件	逐日降雨量、月均降雨量、年均降雨量、逐日蒸发量
3	种植情况	种植类型及播种面积、化肥种类及用量、农药种类及施用量、有机肥种类及用量、农药施用方式及时间、农田废弃物处置方式
4	灌溉情况	灌溉水源、水量、水质；灌溉周期及时间、灌溉方式
5	排水系统	田埂类型、排水口位置、排水去向、排水时间及排水量、排水水质、回用情况；沟渠系统、护坡类型、排水系统植被种类及覆盖度、湿地塘池情况
6	受纳水体	受纳水体名称、位置、水质及水环境功能区划要求
7	其他污染源排放情况	农村生活污水排放量、处理方式、排放去向、产排污系数；工业企业数量和污水排放量、处理方式、排放去向；灌区规模以下畜禽养殖种类、数量、粪污产生量、排放量；淡水水产养殖污水排放量；集中污水处理设施数量、排放量、排放去向

附　录　B
（资料性）
灌区农田退水量测算方法

灌区农田退水量测算可根据灌溉量、降水量、植物蒸腾量、蒸发量、侧渗量、下渗量及农田土壤水分变化量等，通过水量平衡方程获得，参考公式(B.1)。

$$D=(I+R)-(E+T+S+P+\mathrm{d}W) \quad \text{(B.1)}$$

式中：

D ——农田退水总量，单位为立方米(m^3)；

I ——灌溉总量，单位为立方米(m^3)；

R ——降水量，单位为立方米(m^3)；

E ——农田水蒸发总量，单位为立方米(m^3)；

T ——植物蒸腾总量，单位为立方米(m^3)；

S ——侧渗总量，单位为立方米(m^3)；

P ——下渗总量，单位为立方米(m^3)；

$\mathrm{d}W$ ——农田土壤水分变化总量(水田可忽略土壤水分变化量)，单位为立方米(m^3)。

附 录 C
（资料性）
灌区常见的工程措施及适用范围

灌区常见的工程措施及适用范围见表 C.1。

表 C.1 灌区常见的工程措施及适用范围

类型	常见措施	适用范围	影响因素
沟渠型生态净化工程	生态沟渠	灌区田块间用于农田集配水的排水渠，非行洪河、沟	受沟底及边坡植物种植密度、植物种类和植物生长，沟长度、宽度、深度和坡度，水流速度及底泥性质等影响
拦截型生态净化工程	植被缓冲带	在场地充足区域建设，设置在农田和水体之间，控制地表径流，减少氮、磷等向水体迁移	与污染物形态、径流量、拦截带宽度、拦截带植物密度及其生长情况、坡度、土壤性质等有关
库塘型生态净化工程	前置库	一般在沟、河入库前构建，如果入库口没有充足场地，可根据地形在上游构建子库（串塘）	去除率和滞留时间一般呈正比例关系，滞留时间 2 d～12 d，TP 去除率可达 30%～60%
	生态塘	依当地地势、地形、地貌等实际情况而建，利用现有水塘或有利地形改造，或采取废弃塘改造，成本较低，泥质和部分硬质化均可，取决于当地土地、经济水平和功能目标	长、宽、深比例，植物种类、密度、生长和植物配置影响污染物拦截效率
湿地型生态净化工程	人工湿地	通常设置在农田沟渠下游，建设一个或若干湿地，收集生态塘系统处理的排水，对其进行深度处理，有利于将农田面源污染降低到最低限度	湿地结构、长宽深比例，基质性质、植物种类、密度、生长和植物配置等均影响水质净化效果
组合型生态净化工程	生态沟渠＋人工湿地	在灌区中端和末端、或有严重污染的区域，可对农田退水进行深度处理，尤其对退水中农药有较好的去除效果	与生态沟渠长度、人工湿地规模，以及土壤质地、水力停留时间、设施结构、植物密度及其生长情况等有关
	生态塘＋人工湿地	灌区空间资源和水资源丰富，可高效拦截净化农田退水氮、磷等营养物质，降低污染负荷	与植物种类、密度、生长和植物配置，以及人工湿地结构、基质组成等有关
	生态沟渠＋透水坝	适用于拦截控制平原河网地区农田径流氮磷流失，减少农业面源污染	与沟道护砌材料、排水垫层材料、沟渠植被生态系统、沟渠流量等有关
	生态沟渠＋水窖工程	适用于灌溉保证率低、缺水易旱、土壤贫瘠地区，同时兼有拦泥保土、减缓水体氮磷流失，改善农村水环境等作用	与土壤类型、灌溉方式以及前期土壤含水率、作物灌溉水量等密切相关

表 C.1　灌区常见的工程措施及适用范围（续）

类型	常见措施	适用范围	影响因素
组合型生态净化工程	生态沟渠＋生态塘	适用于平原水网水系发达地区，如苏州、无锡、镇江、常州等以蔬菜地为农业种植方式的区域	与沟塘的结构、长宽深比例、土壤类型、坡度、植物种类等有关
	生态沟渠＋生态塘＋人工湿地＋植被缓冲带	适用于面积较大、水资源丰富、水系发达的地区，在灌区面源污染进行多环节防控，对农田退水中氮磷削减率可达到80％以上	与灌区水系结构、基质性质、植物密度及其生长情况、土壤性质、水量大小、其他污染源排放等有关

附 录 D
（资料性）
工程方案报告编制大纲

D.1 前言

D.1.1 项目背景
D.1.2 必要性和意义
D.1.3 范围与实施时限

D.2 总则

D.2.1 编制目的
D.2.2 指导思想
D.2.3 基本原则
D.2.4 编制依据

D.3 调查评估

D.3.1 灌区基本现状

D.3.1.1 自然条件情况
D.3.1.2 社会经济情况
D.3.1.3 农业种植结构
D.3.1.4 农业灌溉情况
D.3.1.5 排水系统及排放源
D.3.1.6 灌排水质水量情况

D.3.2 污染状况评估

D.3.2.1 受纳水体水质状况
D.3.2.2 灌区污染源概况
D.3.2.3 水域纳污能力估算
D.3.2.4 灌区污染负荷估算

D.4 工程方案目标

D.4.1 总体目标
D.4.2 分项目标

D.5 工程方案比选

D.5.1 比选原则
D.5.2 工程方案
D.5.2.1 工程形式
D.5.2.2 方案内容
D.5.2.3 技术原理

D.5.3 方案选定
D.5.4 方案可行性分析

D.6 投资估算及工程效益分析

D.6.1 投资估算
D.6.2 经济效益
D.6.3 社会效益
D.6.4 生态效益

D.7 保障措施

D.7.1 组织保障措施
D.7.1.1 责任主体
D.7.1.2 人员组织
D.7.1.3 计划进度
D.7.2 资金保障措施
D.7.2.1 资金来源
D.7.2.2 资金管理
D.7.3 技术保障措施
D.7.3.1 监测方案
D.7.3.2 评估方案
D.7.4 制度保障措施

D.8 附件

参 考 文 献

[1] GB/T 25173 水域纳污能力计算规程
[2] HJ 2005 人工湿地污水处理工程技术规范
[3] NY/T 3826 农田径流排水生态净化技术规范
[4] 《人工湿地水质净化技术指南》(环办水体函〔2021〕173号)