

乐山市泥溪河流域（市中区段）人工湿地水质提升工程（一期）

实施方案

第一篇 设计说明书

2022年5月

目录

第1章 总论.....	1
1.1 项目简介.....	1
1.1.1 项目名称.....	1
1.1.2 建设单位.....	1
1.1.3 建设地点.....	1
1.1.4 建设期限.....	1
1.2 编制依据.....	1
1.2.1 法律法规.....	1
1.2.2 政策、规划.....	2
1.2.3 技术标准和规范.....	3
1.2.4 其他技术文件.....	4
1.3 编制原则.....	5
1.4 项目绩效目标.....	6
1.5 主要建设内容.....	6
1.6 对上阶段可研执行的情况.....	6
1.7 主要技术经济指标.....	8
第2章 项目背景及必要性.....	9
2.1 项目背景.....	9
2.1.1 总体背景.....	9
2.1.2 分期实施.....	12
2.2 项目建设的必要性.....	13
2.2.1 贯彻落实《中共中央国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》的有效做法.....	13
2.2.2 保障泥溪河汇入岷江前断面稳定达标的重要保障.....	13
2.2.3 泥溪河流域提供水质优良生态补水及进行河道水质提升（“好水换坏水”）工程的有力举措.....	14
2.2.4 改善水环境质量，提升区域生态环境质量的主要途径.....	15
第3章 区域概况及建设条件.....	16
3.1 区域概况.....	16
3.1.1 地理位置.....	16
3.1.2 地形地貌.....	17
3.1.3 气候气象.....	17
3.1.4 水文条件.....	17
3.1.5 社会经济.....	18
3.1.6 旅游资源.....	19
3.1.7 交通条件.....	20
3.2 流域乡镇（街道）基本情况.....	20
3.3 项目建设条件.....	21
3.3.1 交通条件.....	21
3.3.2 供电、供水情况.....	21
3.3.3 施工材料购置条件.....	21
3.3.4 通讯情况.....	21
3.3.5 防洪、排涝情况.....	22
第4章 流域水环境现状及主要环境问题.....	23
4.1 流域概况.....	23

4.1.1	泥溪河基本概况.....	23
4.1.2	水质现状.....	24
4.1.3	水生态现状.....	46
4.1.4	水产养殖现状.....	47
4.1.5	沿线污水处理厂（站）现状.....	48
4.1.6	土地利用现状.....	49
4.2	主要问题诊断及对策措施.....	50
4.2.1	主要问题诊断.....	50
4.2.2	对策措施.....	51
第5章	总体方案设计.....	53
5.1	总体设计思路.....	53
5.1.1	指导思想.....	53
5.1.2	设计原则.....	53
5.1.3	设计目标.....	54
5.2	工艺比选.....	54
5.2.1	工艺选择的原则.....	54
5.2.2	主体工艺论证与选择.....	55
5.2.3	人工湿地工艺介绍及选择.....	60
5.3	水质提升系统设计.....	64
5.3.1	设计参数.....	64
5.3.2	填料设计.....	66
5.3.3	植物设计.....	70
5.4	污泥处理与处置.....	75
5.4.1	污泥处理处置的原则.....	75
5.4.2	污泥处理方案.....	76
5.4.3	污泥最终处置方案.....	77
5.4.4	污泥处理工艺流程.....	80
5.5	湿地植物处置.....	80
第6章	工程设计.....	81
6.1	白马镇水产养殖密集区下游流域水质净化湿地.....	81
6.1.1	处理对象.....	81
6.1.2	设计规模.....	81
6.1.3	设计进水水质.....	82
6.1.4	设计出水水质.....	82
6.1.5	污水处理程度.....	83
6.1.6	受纳水体.....	83
6.1.7	工程选址及防洪.....	83
6.1.8	详细工艺设计.....	86
6.1.9	主要工程量汇总.....	97
6.1.10	污染物削减量分析.....	99
6.2	剑峰河汇入泥溪河处流域水质净化湿地.....	99
6.2.1	处理对象.....	99
6.2.2	设计规模.....	99
6.2.3	设计进水水质.....	100
6.2.4	设计出水水质.....	100
6.2.5	污水处理程度.....	101

6.2.6 接纳水体.....	101
6.2.7 工程选址.....	101
6.2.8 详细工艺设计.....	104
6.2.9 主要工程量汇总.....	111
6.2.10 污染物削减量分析.....	113
6.3 景观设计.....	114
6.3.1 设计原则.....	114
6.3.2 设计目标.....	115
6.3.3 设计理念.....	115
6.3.4 具体景观设计.....	116
6.3.5 植物种植设计.....	116
6.4 建筑设计.....	117
6.4.1 建筑物工程内容.....	117
6.4.2 建筑设计标准.....	117
6.4.3 装修标准.....	117
6.4.4 构筑物工程内容.....	118
6.5 结构设计.....	119
6.5.1 设计原则.....	119
6.5.2 工程内容.....	119
6.5.3 设计依据.....	119
6.5.4 基础设计及地基处理.....	120
6.5.5 基坑开挖及边坡设计.....	120
6.5.6 抗浮设计.....	121
6.5.7 建(构)筑物结构设计.....	121
6.5.8 主要建筑材料.....	122
6.5.9 其他.....	123
6.6 电气设计.....	123
6.6.1 工程概况.....	123
6.6.2 设计依据.....	123
6.6.3 设计范围、内容.....	124
6.6.4 用电负荷及等级.....	124
6.6.5 供电设计.....	125
6.6.6 计量及无功补偿.....	125
6.6.7 联锁控制.....	126
6.6.8 电缆敷设.....	126
6.6.9 照明设计.....	126
6.6.10 防雷与接地.....	126
6.6.11 节能设计.....	127
6.6.12 主要设备选型.....	127
6.6.13 公用工程.....	128
第7章 项目实施管理及进度计划.....	130
7.1 项目实施管理.....	130
7.1.1 实施原则与步骤.....	130
7.1.2 项目实施方式.....	130
7.1.3 项目施工管理.....	132
7.1.4 建设工程技术管理.....	134

7.1.5 施工组织设计管理.....	136
7.1.6 施工方案及技术措施.....	137
7.2 项目实施进度计划.....	143
7.2.1 编制原则.....	143
7.2.2 计划工期.....	143
7.2.3 进度计划安排.....	144
第8章 项目运行管理	145
8.1 运行管理总则.....	145
8.1.1 管理规章制度.....	145
8.1.2 工程运行管理范围.....	145
8.1.3 运行维护机制.....	145
8.2 运维内容.....	146
8.2.1 一体化提升泵站.....	146
8.2.2 人工湿地.....	147
8.2.3 水质在线监测房.....	156
8.2.4 管理用房.....	159
8.3 运维成本估算.....	159
第9章 节能	161
9.1 项目节能背景分析.....	161
9.2 编制依据.....	162
9.3 节能原则.....	163
9.4 能源消耗结构及消耗量分析.....	163
9.5 节能措施.....	164
9.5.1 节约用电措施.....	164
9.5.2 节约用水措施.....	164
9.5.3 施工机具节能措施.....	164
9.5.4 施工单位节能管理.....	165
9.5.5 项目能源消耗种类及数量.....	165
9.6 对当地完成能源消耗总量和强度目标、煤炭消费减量替代目标的分析.....	167
第10章 环境保护	168
10.1 设计依据.....	168
10.2 施工期间环境影响分析及污染防治措施.....	169
10.2.1 工程污染源分析及治理措施.....	169
10.2.2 水污染源分析及防治措施.....	171
10.2.3 噪声污染分析及防治措施.....	171
10.2.4 固体废物分析及防治措施.....	173
10.3 运营期环境影响分析.....	173
10.3.1 影响因素分析.....	174
10.3.2 运营期环保措施.....	174
10.4 环境监测.....	175
第11章 水土保持	176
11.1 编制依据.....	176
11.2 项目区水土流失现状.....	177
11.3 主体工程水土保持评价.....	177
11.4 水土流失因素.....	178
11.5 水土流失影响因素.....	179

11.6 水土流失预测.....	179
11.7 水土保持措施.....	180
11.7.1 工程措施.....	180
11.7.2 临时措施.....	181
11.8 水土保持管理.....	181
11.8.1 施工责任及培训制度.....	181
11.8.2 水土保持监理.....	182
11.8.3 水土保持监的实施.....	182
11.8.4 水土保持专项验收.....	183
11.9 水土保持监测网络.....	183
第 12 章 消防设计.....	185
12.1 设计依据.....	185
12.2 消防设计.....	185
第 13 章 劳动保护、职业安全与卫生.....	186
13.1 编制依据及采用标准.....	186
13.2 工程危害有害因素分析.....	186
13.3 安全卫生.....	187
13.3.1 安全.....	187
13.3.2 卫生.....	187
13.4 防护措施.....	187
13.4.1 工程安全设计.....	187
13.4.2 施工期安全措施.....	188
13.4.3 疫情期间安全措施.....	189
第 14 章 投资概算及资金筹措.....	190
14.1 项目建设内容.....	190
14.2 编制依据.....	190
14.3 项目总投资.....	191
14.4 资金筹措.....	191
第 15 章 项目风险分析及防范对策.....	193
15.1 自然风险.....	193
15.2 管理风险.....	193
15.3 社会稳定风险.....	194
第 16 章 效益分析.....	196
16.1 社会效益.....	196
16.2 环境效益.....	196
16.3 经济效益.....	198
第 17 章 结论及建议.....	199
17.1 结论.....	199
17.2 建议.....	199
附件：投资概算总表.....	201

第 1 章 总论

1.1 项目简介

1.1.1 项目名称

乐山市泥溪河流域（市中区段）人工湿地水质提升工程（一期）

1.1.2 建设单位

乐山市市中区生态环境局

1.1.3 建设地点

乐山市市中区白马镇

1.1.4 建设期限

本工程计划工期为 11 个月，计划从 2022 年 12 月~2023 年 10 月。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 4 月修订）；
- (2) 《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月修订）；
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月修订）；
- (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月修订）；

- (5) 《中华人民共和国水土保持法》（2010年12月修订）；
- (6) 《中华人民共和国防洪法》（2016年7月修订）；
- (7) 《中华人民共和国土地管理法》（2019年8月修订）；
- (8) 《中华人民共和国河道管理条例》（2018年3月修订）。

1.2.2 政策、规划

- (1) 《水污染防治行动计划》（国发〔2015〕17号）；
- (2) 《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发〔2015〕17号）《水污染防治行动计划》（国发〔2015〕17号）；
- (3) 《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（国发〔2011〕35号）；
- (4) 《关于进一步加快重点流域水污染防治规划实施的通知》（环办〔2008〕92号）；
- (5) 《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》（中发〔2015〕12号）；
- (6) 财政部环境保护部关于印发《水污染防治资金管理办法》的通知（财建〔2015〕226号）；
- (7) 《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（国办发〔2011〕35号）；
- (8) 《四川省人民政府关于印发水污染防治行动计划四川省工作方案的通知》（川府发〔2015〕59号）；
- (9) 《中共四川省委 四川省人民政府关于全面加强生态环境

保护坚决打好污染防治攻坚战实施意见》；

- (10) 《四川省生态环境厅 四川省财政厅关于印发<省级生态环境资金项目储备库入库指南（2020年）>的通知》（川环函〔2020〕298号）；
- (11) 《乐山市人民政府关于印发乐山市水污染防治行动计划工作方案》（乐府发〔2016〕5号）；
- (12) 《中共乐山市委 乐山市人民政府关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战实施意见》（2019年4月17日）；
- (13) 《乐山市市中区人民政府关于印发乐山市市中区水污染防治行动计划工作方案的通知》（乐中府发〔2016〕16号）；
- (14) 《乐山市水污染防治目标责任书（市中区）》（2016年7月）；
- (15) 《重点流域水污染防治规划（2021-2025年）》；
- (16) 《乐山市市中区2020年国民经济和社会发展统计公报》；
- (17) 《乐山市市中区水资源调查评价报告》（2015年8月）。

1.2.3 技术标准和规范

- (1) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- (2) 《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）；
- (3) 《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ2005-2010）；
- (4) 《污水自然处理工程技术规程》（CJJ/T54-2017）；
- (5) 《城市防洪工程设计规范》（GB/T50805-2012）；

- (6) 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- (7) 《生活饮用水水源水质标准》（CJ3020-93）；
- (8) 《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）；
- (9) 《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91 2002）；
- (10) 《防洪标准》（GB50201-2014）；
- (11) 《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）；
- (12) 《砌体结构设计规范》（GB50003-2011）；
- (13) 《水利水电工程设计洪水计算规范》（SL44-2006）；
- (14) 《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）；
- (15) 《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012）；
- (16) 《混凝土结构设计规范(2015年版)》(GB50010-2010)；
- (17) 《建筑抗震设计规范(2016年版)》(GB50011-2010)；
- (18) 《砌体工程施工质量验收规范》(GB50203-2011)；
- (19) 《混凝土结构工程施工质量验收规范》
(GB50204-2015)；
- (20) 《河道整治设计规范》（GB50707-2011）；
- (21) 《人工湿地水质净化技术指南》（2021年）；
- (22) 《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》（2017年）。

1.2.4 其他技术文件

- (1) 《全国生态环境保护纲要》（国发[2000]38号）；
- (2) 《乐山市泥溪河流域（市中区段）人工湿地水质提升工程》

可行性研究报告（2021年12月）；

(3) 《乐山市市中区发展和改革局关于乐山市泥溪河流域（市中区段）人工湿地水质提升工程可行性研究报告（代项目建议书）的批复》（2021年12月）；

(4) 类似工程项目的建构筑物的造价指标；

(5) 业主单位提供的泥溪河流域相关资料；

(6) 泥溪河流域现场调查资料。

1.3 编制原则

(1) 坚持整体保护、系统治理

遵循“山水林田湖草是一个生命共同体”的核心理念，尊重生态系统的整体性和系统性，坚持上下游、干支流、左右岸统筹谋划，系统推进区域面源治理、河流生态建设；立足全局，统筹相关部门治理资金，凝聚各部门力量，协同推动良好水生态环境保护工作。

(2) 坚持问题导向，明确目标

牢牢把握住现状、问题、目标、措施这一条主线，在充分分析现状的基础上开展项目区水环境问题诊断，以泥溪河流域（市中区）人工湿地建设为核心，明确绩效目标，设置具体骨干工程，配套管理措施；科学制定达标的时间表，坚持目标管理、过程推动、绩效控制的倒逼机制，提高针对性和解决问题的有效性。

(3) 坚持因地制宜、分段施策

依据项目区自然条件、社会经济发展水平和污染源排放特征，统筹工程措施布局，分区施策，分类指导，分期实施，综合解决坡岸水

土流失、生态系统薄弱、安全保障缺失等问题。在治理技术的选取上，以可行、有效为首要考虑因素，选取适合区域现状、成熟科学的技术方法。

（4）坚持公众参与，社会共治

将公众参与作为本项目重要环节，广泛听取社会公众对工程目标、工程措施的意见和建议，接收公众和社会监督，引导公众参与区域水生态保护行动。

1.4 项目绩效目标

项目一期工程内容实施后，预计每年削减主要水污染物 COD 87.60 吨/年，NH₃-N 1.76 吨/年，TP 0.88 吨/年。

1.5 主要建设内容

项目一期工程主要建设水质净化湿地约 40325m²（约 60.5 亩），其中：白马镇水产养殖密集区下游流域水质净化湿地面积约为 23951m²（35.9 亩），剑峰河汇入泥溪河处流域水质净化湿地面积约为 16374m²（24.6 亩）。

1.6 对上阶段可研执行的情况

乐山市泥溪河流域（市中区段）人工湿地水质提升工程可行性研究报告编制完成后，工作组对泥溪河流域（市中区段）的现状情况做了进一步的调查研究，主要涉及流域用地性质、河道水文条件（流量、流速、水位等）、现状污染分布、已开展的工程措施等，在可研的基础上，汇总分析最新研究成果编制本方案。

根据乐山市泥溪河流域（市中区段）人工湿地水质提升工程可行性研究报告的批复及主要内容，对本项目实施方案进行进一步复核，主要执行情况如下表所示：

表 1.6-1 实施方案（一期）与可研设计规模对比表

序号	内容	可研处理规模	实施方案处理规模	变化量	变化原因
1	白马镇水产养殖密集区下游净化湿地	占地面积 37500m ² 处理量 15000m ³	占地面积 23951m ² 处理量 10000m ³	占地减少 13549m ² 处理量 5000m ³	可研之后对的相关调查工作显示，湿地建设选址 200m 范围内正在实施白马养鱼场尾水排放污水处理工程，可对项目构成良好补充，有效改善周边河道水质，结合现场地形及水文条件限制，适当缩减湿地占地面积及处理量
2	剑峰河汇入泥溪河处流域水质净化湿地	占地面积 25000m ² 处理量 10000m ³	占地面积 16374m ² 处理量 6000m ³	占地减少 8626m ² 处理量 4000m ³	可研之后对的相关调查工作显示，剑峰河枯水期实际径流量较小，实际处理量难以达到原设计，结合现场地形及水文条件限制，适当缩减湿地占地面积及处理量

表 1.6-2 实施方案（一期）与可研投资对比表

序号	工程费用	可研（万元）	实施方案（万元）	变化量	主要变化原因
1	白马镇水产养殖密集区下游净化湿地	3693.75	3022.81	减少 670.94	1、湿地占地面积有所减少，导致构成费用降低；2、为避免占用河道沿线基本农田，湿地选址为鱼塘，基底条件较差，需增加基底改良费用；3、为保障湿地正常运行、便于后期维护管理，需增加预处理设施、维护道路及在线监测房等辅助设施建设费用
2	剑峰河汇入泥溪河处流域水质净化湿地	2471.30	1866.89	减少 604.41	1、湿地占地面积有所减少，导致构成费用降低；2、为保障湿地正常运行、便于后期维护管理，需增加预处理设施、维护道路及在线监测房等辅助设施建设费用

1.7 主要技术经济指标

本工程总投资 6289.57 万元，其中工程直接费 4889.50 万元，建设工程其他费 949.67 万元，预备费 291.96 万元，两年运行维护费 158.44 万元。具体组成如下表所示：

表 1.7-1 主要经济技术指标表

序号	指标项目	概算	单位
—	工程费用	4889.50	万元
1	流域水质净化湿地（白马镇水产养殖密集区下游）	3022.81	万元
2	剑峰河汇入泥溪河处流域水质净化湿地	1866.89	万元
二	工程建设其他费用	949.67	万元
三	基本预备费	291.96	万元
四	运行维护费（两年）	158.44	万元
五	建设总投资	6289.57	万元

第 2 章 项目背景及必要性

2.1 项目背景

2.1.1 总体背景

2016 年 1 月 5 日，习近平总书记在重庆召开推动长江经济带发展座谈会上明确指出：长江拥有独特的生态系统，是我国重要的生态宝库，当前和今后相当长一个时期，要把修复长江生态环境摆在压倒性位置，共抓大保护，不搞大开发。要实施好长江防护林体系建设、水土流失及岩溶地区石漠化治理、退耕还林还草、水土保持、河湖和湿地生态保护修复等工程，增强水源涵养、水土保持等生态功能。

2018 年 4 月 26 日，习近平总书记在武汉召开深入推动长江经济带发展座谈会上再次强调：新形势下推动长江经济带发展，关键是要正确把握整体推进和重点突破、生态环境保护和经济发展、总体谋划和久久为功、破除旧动能和培育新动能、自我发展和协同发展的关系，坚持新发展理念，坚持稳中求进工作总基调，坚持共抓大保护、不搞大开发，加强改革创新、战略统筹、规划引导，以长江经济带发展推动经济高质量发展。

2018 年 6 月 16 日，中共中央国务院出台《关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》。明确提出要深入实施水污染防治行动计划，扎实推进河长制湖长制，坚持污染减排和生态扩容两手发力，加快工业、农业、生活污染源和水生态系统整治，保障饮

用水安全，消除城市黑臭水体，减少污染严重水体和不达标水体。

2021年11月2日，中共中央国务院出台《关于深入打好污染防治攻坚战的意见》，明确提出：要深入贯彻习近平生态文明思想，以实现减污降碳协同增效为总抓手，以改善生态环境质量为核心，以精准治污、科学治污、依法治污为工作方针，统筹污染治理、生态保护、应对气候变化，保持力度、延伸深度、拓宽度，以更高标准打好蓝天、碧水、净土保卫战，以高水平保护推动高质量发展、创造高品质生活，努力建设人与自然和谐共生的美丽中国。推动长江全流域按单元精细化分区管控，狠抓突出生态环境问题整改，扎实推进城镇污水垃圾处理和工业、农业面源、船舶、尾矿库等污染治理工程。到2025年，长江流域总体水质保持为优，干流水质稳定达到II类，重要河湖生态用水得到有效保障，水生态质量明显提升。

泥溪河为岷江左岸一级支流，发源于井研县周坡镇（原乌抛乡）乌抛湾，源头主峰高程644m。泥溪河流域集水面积260km²，河长68.2km，河道平均比降1.72‰，其中市中区境内面积195km²，河道长度50.3km。泥溪河的水流量较小，多年平均流量为7.0m³/s，平均流速为1.7m/s。由于泥溪河流域所在地区为亚热带季风气候，流域降水量年际变化较大，主要集中在夏季。枯水期径流量占全年总径流量的5.0%，为0.35m³/s。

泥溪河干流自发源地兰家沟由东北向西南流动，于红岩水库库尾进入周坡镇，在先锋桥左纳石船沟后进入镇阳镇（原镇阳乡），随后主流进入毛坝水库，出水后在毛坝右纳发源于兴隆的邵家沟，而后

入境市中区，在白马镇（原童家集镇）下游右纳慈竹沟、朱家沟，主流继续向西南流动，沿途支沟较多，干流在洞子坨后沿青平镇与土主镇边界经张河坝、鱼箭滩，在罗坝儿右纳剑峰河，而后干流进入全福街道，经万家坝、全福村后于碧山路泥溪河桥注入岷江。

近年来，乐山市委市政府、市中区区委区政府在泥溪河流域污染综合治理和生态环境保护与修复方面做了大量工作，实施了一系列水污染治理工程和水生态修复工程等，并且取得了初步成效。根据2018-2021年的监测数据显示：泥溪河流域——全福街道汇入岷江前断面2018-2019年总磷年平均浓度均超过V类水质标准，2020年总磷年平均浓度达到V类水质标准，2021年（1.7月）总磷平均浓度达到IV类水质标准。泥溪河流域——全福街道汇入岷江前断面2018-2021年氨氮年平均浓度均达到III类水质标准。泥溪河流域——全福街道汇入岷江前断面2018-2021年高锰酸盐指数年平均浓度均达到IV类水质标准。

总体来看，2018-2021年间，泥溪河流域水污染物浓度呈逐年下降趋势，流域水环境质量在持续改善，流域主要超标污染物为总磷。根据现场踏勘及相关资料显示，泥溪河流域沿线童家镇、白马镇和土主镇是水产养殖重点区域，水产养殖高密度投放鱼种，大量投喂人工配合饲料，并向水体投入鱼药，极易造成养殖水体的污染。水产养殖户一般一至二年更新一次养殖水体，未经任何处理直接排入泥溪河流域。因此，造成泥溪河总磷长期超标的原因主要为泥溪河流域沿线大量乡镇的水产养殖退水。

2.1.2 分期实施

根据乐山市污染防治攻坚领导小组办公室对泥溪河流域整治工作要求，泥溪河流域要确保在 2023 年流域断面水质稳定达到 III 类水标准。为持续改善水环境质量，确保泥溪河流域在 2023 年稳定达到 III 类水标准，根据《关于深入打好污染防治攻坚战的意见》、《乐山市水污染防治攻坚行动方案》等文件要求，实施乐山市泥溪河流域（市中区段）人工湿地水质提升工程，进一步削减 COD、氨氮、总磷等污染物入河量，同时对泥溪河流域进行“好水换坏水”，进而持续改善流域水质，为泥溪河 2023 年达到 III 类水标准提供重要保障。

乐山市泥溪河流域（市中区段）人工湿地水质提升工程主要涉及市中区白马镇及土主镇，其中白马镇及剑峰河沿线水产养殖较为密集，对茫溪河（市中区段）河道水质的影响较大。统筹项目资金投入、污染情况及工程选址分布等，项目共划分为两期实施：

一期工程：白马镇水产养殖密集区下游净化湿地、剑峰河汇入泥溪河处流域水质净化湿地；

二期工程：土主镇生活污水处理站尾水净化湿地、原石龙乡生活污水处理站尾水净化湿地、白马镇生活污水处理站尾水净化湿地以及原童家镇生活污水处理站尾水净化湿地。

本项目一期工程主要涉及白马镇水产养殖密集区及剑峰河汇入口，通过建设流域水质净化湿地，采用旁路处理的方式对茫溪河河道水质进行净化，实现“好水换坏水”。

2.2 项目建设的必要性

2.2.1 贯彻落实《中共中央国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》的有效做法

2021年11月2日，中共中央国务院出台了《关于深入打好污染防治攻坚战的意见》，明确提出：要深入贯彻习近平生态文明思想，以实现减污降碳协同增效为总抓手，以改善生态环境质量为核心，以精准治污、科学治污、依法治污为工作方针，统筹污染治理、生态保护、应对气候变化，保持力度、延伸深度、拓宽广度，以更高标准打好蓝天、碧水、净土保卫战。到2025年，长江流域总体水质保持为优，干流水质稳定达到Ⅱ类，重要河湖生态用水得到有效保障，水生态质量明显提升。

乐山市泥溪河流域（市中区段）人工湿地水质提升工程（一期）是对白马镇水产养殖密集区下游及剑峰河汇入泥溪河处流域水体进行人工湿地水质提升工程（“好水换坏水”工程）。项目的实施正是采取精准治污、科学治污、依法治污手段进行污染综合治理，正是贯彻落实《中共中央国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》的有效做法。

2.2.2 保障泥溪河汇入岷江前断面稳定达标的重要保障

泥溪河为岷江左岸一级支流，发源于井研县周坡镇（原乌抛乡）乌抛湾，从白马镇红光村入境市中区，在罗坝儿右纳剑峰河，而后干流进入全福街道，经万家坝、全福村后于碧山路泥溪河桥注入岷江。

十三五以来，各级政府高度重视，经过近几年的治理，泥溪河流域水污染物浓度呈逐年下降趋势，流域水环境质量已得到明显改善。根据监测数据显示：泥溪河流域——全福街道汇入岷江前断面 2018-2019 年总磷年平均浓度均超过 V 类水质标准，2020 年总磷年平均浓度达到 V 类水质标准，2021 年（1.7 月）总磷平均浓度达到 IV 类水质标准；2018-2021 年氨氮年平均浓度均达到 III 类水质标准；2018-2021 年高锰酸盐指数年平均浓度均达到 IV 类水质标准。

为确保泥溪河流域——全福街道汇入岷江前断面在 2023 年稳定达到 III 类水标准，必须综合施策，统筹截污、控源、沿线整治、退耕还林、流域污染治理等多项措施。本工程通过对白马镇水产养殖密集区下游及剑峰河汇入泥溪河处的水体水质提升（“好水换坏水”），进一步削减高锰酸盐、氨氮、总磷等污染物入河量，持续改善流域水质，有助于保障泥溪河 2023 年达到 III 类水标准。

2.2.3 泥溪河流域提供水质优良生态补水及进行河道水质提升（“好水换坏水”）工程的有力举措

泥溪河流域集水面积 260km²，河长 68.2km，河道平均比降 1.72‰。其中市中区境内面积 195km²，河道长度 50.3km。泥溪河的水流量较小，多年平均流量为 7.0m³/s，平均流速为 1.7m/s。由于泥溪河流域所在地区为亚热带季风气候，流域降水量年际变化较大，主要集中在夏季。枯水期径流量占全年总径流量的 5.0%，为 0.35m³/s。

根据监测数据显示，泥溪河流域当前主要超标污染物为总磷。通过现场踏勘及相关资料查阅，泥溪河流域沿线白马镇是水产养殖重点

区域，水产养殖高密度投放鱼种，大量投喂人工配合饲料，并向水体投入鱼药，极易造成养殖水体的污染。水产养殖户一般一至二年更新一次养殖水体，未经任何处理直接排入泥溪河流域。因此，造成泥溪河总磷长期超标的原因主要为泥溪河流域沿线乡镇大量的水产养殖退水，致使泥溪河流域长期不能达标。

工程对白马镇水产养殖密集区下游、剑峰河汇入泥溪河处流域水体进行人工湿地水质提升工程（“好水换坏水”工程）。项目实施后，预计可削减 COD 87.60 吨/年，NH₃-N 1.76 吨/年，TP 0.88 吨/年，将进一步提升河道水质，每日置换流域不达标水体 16000m³。

2.2.4 改善水环境质量，提升区域生态环境质量的主要途径

人工湿地是由人工设计的、模拟自然湿地结构与功能的景观复合体，由水、处于水饱和状态的基质、挺水植物、沉水植物、浮水植物和微生物等组成，通过基质的吸附、过滤、沉淀，植物的氧化吸收及微生物的吸附、代谢等一系列生物、物理、化学过程实现对污水的高效净化。具有处理效率高、运行成本低、景观作用强等特点。

一期工程建设流域水质净化湿地约 40325m²。该项目建成后，一方面，流域水质净化湿地处理将河道不达标水体置换后，将进一步降低河道内污染物，持续改善水环境质量。另一方面，泥溪河下游水质净化湿地将具有较强景观绿化作用，进一步改善景观环境，从而提升区域生态环境质量。

因此，本项目的建设是必要的。

第 3 章 区域概况及建设条件

3.1 区域概况

3.1.1 地理位置

乐山市市中区地处四川省盆地西南边缘，岷江、青衣江、大渡河汇流处。地理坐标介于东经 $103^{\circ}31'56'' \sim 103^{\circ}59'5''$ ，北纬 $29^{\circ}28'05'' \sim 29^{\circ}45'45''$ 之间。东接井研县，南接五通桥区，西靠峨眉山市，北邻青神、夹江两县。辖区面积 837 平方千米，是乐山市域的核心，是乐山市政治、经济、文化、交通中心。

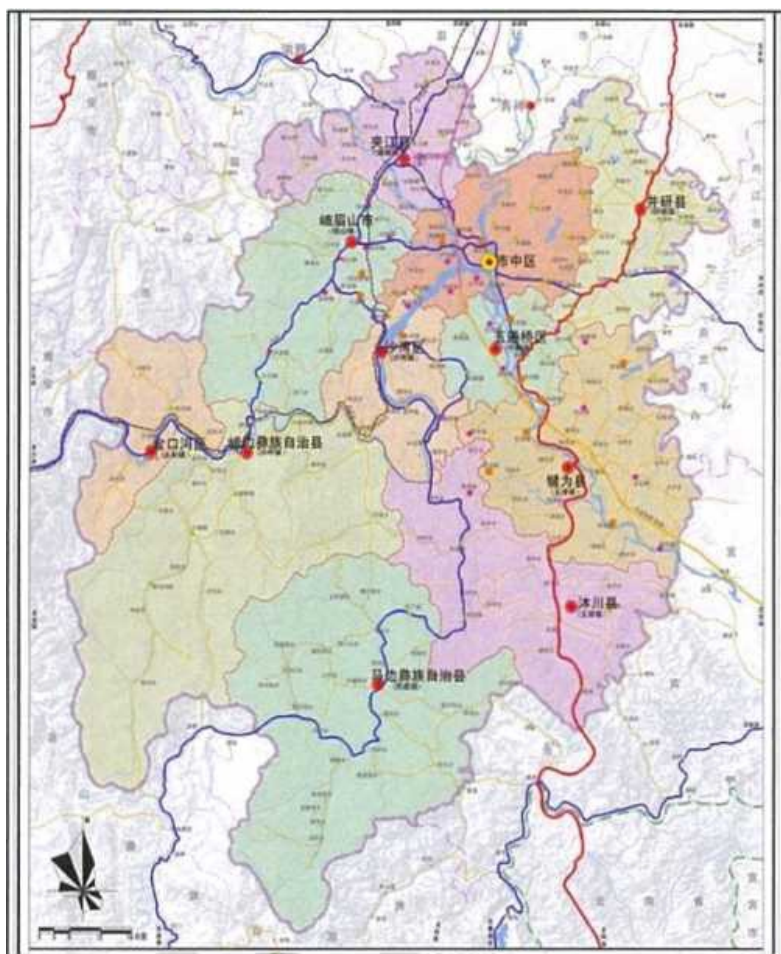


图 3.1-1 乐山市市中区区位关系图

3.1.2 地形地貌

乐山市市中区地形总趋势西北高，东南低，岷江由北向南贯穿区境中部，岷江的支流大渡河、青衣江、峨眉河、临江河、泥溪河、凌云河从东西两侧汇流于区境。西南边缘有峨眉山余脉环绕，最北部为龙泉山系的南端尾部，以致形成中部低、四周高的地形。海拔最高 513.7m，最低 372.4m，境内以浅丘为主。

3.1.3 气候气象

乐山市市中区属于中亚热带湿润季风气候区，气候温和，区域差异小，四季分明，无霜期长，降雨丰沛，分布不均，光照偏少，雨日多、湿度大，灾害天气种类多，局部危害大。年平均气温 17.7℃。（2~18.8℃，降水量 774.3~1417.8mm，无霜期 300 天以上。受季风影响和地形作用，市中区雨量充沛，降雨分配不均。降雨量集中于夏秋二季，降雨量占全年降水量的 80%左右，7-9 月份多大雨。

3.1.4 水文条件

乐山市市中区主要有岷江、大渡河、青衣江、竹公溪、峨眉河、临江河、磨池河、剑峰河、凌云河 10 条河流，属长江流域岷江水系。其中剑峰河、凌云河发源于市中区境内，岷江、大渡河、青衣江、竹公溪、峨眉河、临江河、泥溪河、磨池河发源于市中区境外。区境内主要河流总长度为 266.5km，其中：岷江、大渡河、青衣江在区境内长度分别为 41.5km、16.0km、15.4km。10 条主要河流在市中区境内流域面积 1464.2km²。

3.1.5 社会经济

（1）行政区划

乐山市市中区辖区面积 837km²。辖 5 个街道办事处（大佛街道、绿心街道、全福街道、海棠街道、通江街道），11 个镇（苏稽镇、水口镇、土主镇、白马镇、青平镇、茅桥镇、牟子镇、平兴镇、悦来镇、剑峰镇、棉竹镇）。

（2）历史沿革

巴蜀时代，曾是蜀王开明部族的故都。公元前四世纪秦灭巴蜀，乐山隶属于蜀郡，定名南安。汉朝南安隶属于犍为郡。北周置嘉州，取“郡土嘉美”之意。隋朝置眉山郡，原南安县改名龙游县。唐复嘉州，眉州。宋朝改嘉州为嘉定府。元代改为嘉定路。明代改为嘉定州。清雍正十二年（1734 年）升嘉定州为嘉定府，并在府治置乐山县，取“城西南五里有‘至乐山’”为名，改龙游县为乐山县，“乐山”之名沿用至今。中华民国废州府，治地设乐山行政督察专员公署。中华人民共和国设乐山专员公署。1978 年乐山县与五通桥区合并改为乐山市（县级），仍隶属于乐山地区。1985 年改乐山地区为乐山市，属省辖市。

（3）人口现状

全区 2020 年年末总户数 24.13 万户，户籍总人口 64.92 万人。在总人口中，城镇户籍人口 40.21 万人，乡村户籍人口 24.71 万人；男性人口 31.78 万人，女性人口 33.14 万人。

（4）经济总量和产业结构

经市统计局初步核算，2020 年市中区地区生产总值(GDP)430.93 亿元，按可比价格计算，比上年增长 4.3%。其中，第一产业增加值 38.29 亿元，增长 5.5%；第二产业增加值 126.95 亿元，增长 3.6%；第三产业增加值 265.68 亿元，增长 4.6%。三次产业对经济增长的贡献率分别为 9.21%、30.61%和 60.18%,分别拉动经济增长 0.4、1.3 和 2.6 个百分点，三次产业结构为 8.9:29.5:61.6。

全年民营经济增加值 216.66 亿元，比上年增长 3.4%，民营经济拉动 GDP 增长 1.8 个百分点，对 GDP 增长的贡献率为 41.6%,占 GDP 的 50.3%。其中，第一产业增加值 20.98 亿元，增长 5.5%；第二产业增加值 88.09 亿元，增长 8.5%；第三产业增加值 107.59 亿元，下降 2.4%。

3.1.6 旅游资源

乐山市市中区旅游资源丰富，旅游质量优良，是乐山市建设世界重要旅游目的地“核心区”。目前，市中区拥有乐山大佛（国家 5A 级旅游景区）、乐山乌木博物馆（国家 4A 级旅游景区）、乐山市天工开物水晶博物馆（国家 3A 级旅游景区）、金鹰山庄（乐山市民的后花园）、平羌小三峡（省级风景名胜景区）、苏稽古镇（“龙灯之乡”“书画之乡”）等多种旅游资源。

2020 年全区境内接待国内外旅游者 1754.1 万人次，比上年增长 1.1%。其中，接待国内旅游者 1754.08 万人次，增长 1.4%；入境过夜游客 159 人次，下降 99.7‰ 实现旅游总收入 363.6 亿元，增长 0.03%。其中，国内旅游收入 363.6 亿元，增长 0.3%；旅游外汇收入 2.46 万

美元，下降 99.8%。

3.1.7 交通条件

市中区是成都平原经济区水路出川、大件运输的唯一通道。成昆铁路、成绵乐客运专线横贯市中区，与在建的成贵铁路、成昆铁路扩能工程、连乐铁路和拟建的雅眉乐自泸（内）城际铁路架构起市中区铁路运输骨架，使乐山即将进入成贵渝昆四大城市的 1 小时或 2 小时经济圈，高铁经济的发展将进一步拓宽市中区与更广阔的空间进行全生产要素流动的渠道。已建成的成乐、乐宜、乐雅、乐自 4 条高速公路以市中区为原点向外发散，加快建设的仁沐新、成乐高速扩容工程、乐西高速将进一步提升市中区高速通达度，国道 348 线和省道 305 线、306 线、104 线 4 条国、省公路互联互通，畅通了市中区连结成都平原、攀西、川南城市群路网脉络。连同即将建设的乐山机场，为市中区乡村振兴构建起一个通江达海、南北通畅、空水公铁无缝对接的立体交通网络。

3.2 流域乡镇（街道）基本情况

白马镇位于乐山市中区东部边缘，北与童家接壤，南与青平相连，乐井公路穿其街道而过，东西分别紧连三教（属井研县）、石龙。幅员面积 32.95 平方公里，辖 10 个行政村，82 个经济社和一个居民委员会。2019 年 12 月 13 日，四川省人民政府关于同意乐山市调整市中区等 8 个县（市、区）部分乡镇行政区划的批复（川府民政〔2019〕20 号）：撤销童家镇，将原童家镇和原石龙乡乐加村、流村村、松

柏村、努力村所属行政区域划归白马镇管辖，白马镇人民政府驻祥源街36号。

白马镇地处丘陵，气候温和，四季分明，十分适合农作物生长。全镇粮食作物生产以水稻、小麦、玉米、红苕、油菜籽为主；经济作物以蚕桑、柑橘、枇杷等水果为主，蚕桑发展规模较大，曾年发种量可达8000张，是市中区万担蚕茧基地乡之一。稻田养鱼和山平塘养鱼发展较快，年产量达200万斤以上。

3.3 项目建设条件

3.3.1 交通条件

本项目建设地点位于乐山市市中区泥溪河沿线，主要涉及白马镇，项目区域内交通便利，完全满足本项目建设需要。

3.3.2 供电、供水情况

项目区域已接通电网，电力供应由市政电网提供，用水由市政供水管网供给。项目建设地能满足供电、供水需求，项目供电供水有保障。

3.3.3 施工材料购置条件

项目所需材料可直接在乐山市择优购买，采用汽车直接运至工地。

3.3.4 通讯情况

项目区通讯设施先进，电话全部实现了程控自动交换，可直拨国

内外。形成以高速宽带为主的高效迅捷的网络，各类信息能够及时传输交流。

3.3.5 防洪、排涝情况

项目区地形不受洪涝灾害影响，有较好的排水条件。

第 4 章 流域水环境现状及主要环境问题

4.1 流域概况

4.1.1 泥溪河基本概况

泥溪河为岷江左岸一级支流，发源于井研县周坡镇（原乌抛乡）乌抛湾，源头主峰高程 644m。泥溪河干流自发源地兰家沟由东北向西南流动，于红岩水库库尾进入周坡镇，在先锋桥左纳石船沟后进入镇阳镇（原镇阳乡），随后主流进入毛坝水库，出水后在毛坝右纳发源于兴隆的邵家沟，而后入境市中区，在童家集镇下游右纳慈竹沟、朱家沟，主流继续向西南流动，沿途支沟较多，干流在洞子坨后沿青平镇与土主镇边界经张河坝、鱼箭滩，在罗坝儿右纳剑峰河，而后干流进入全福街道，经万家坝、全福村后于碧山路泥溪河桥注入岷江。泥溪河流域集水面积 260km²，河长 68.2km，河道平均比降 1.72‰。其中市中区境内面积 195km²，河道长度 50.3km。泥溪河的水流量较小，多年平均流量为 7.0m³/s，平均流速为 1.7m/s。

由于泥溪河流域所在地区为亚热带季风气候，流域降水量年际变化较大，主要集中在夏季。枯水期径流量占全年总径流量的 5.0%，为 0.35m³/s。

剑峰河为泥溪河的支流，发源于剑峰乡凉风村二郎坳，境内由北向南，流经白马堍（剑峰乡）后，继续向南，流经土主镇后，于两河口汇入泥溪河，最终再汇入岷江。剑峰河在市中区境内流程 39.2km，流域面积 137.2km²。水体功能为部分牲畜饮水、灌溉、泄洪及生活污

水的受纳水体。剑峰河的水流量较小，多年平均流量为 $2.5\text{m}^3/\text{s}$ ，平均流速为 $1\text{m}/\text{s}$ 。由于剑峰河流域所在地区为亚热带季风气候，流域降水量年际变化较大，主要集中在夏季。枯水期径流量占全年总径流量的 4.5% ，约为 $0.112\text{m}^3/\text{s}$ 。



图 4.1-1 河段范围图

4.1.2 水质现状

泥溪河属岷江流域，主要补给水源来源于大气降雨及支流，泥溪

河为高中水库的主要补给水源，目前泥溪河主要的水域功能是渔业养殖用水、工业用水、农业生态用水。按照其水域功能，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。

4.1.2.1 2018年-2021年水质

为持续掌握泥溪河环境质量，乐山市市中区生态环境局在泥溪河设置8个监测断面，检测断面位置及数据详如下：

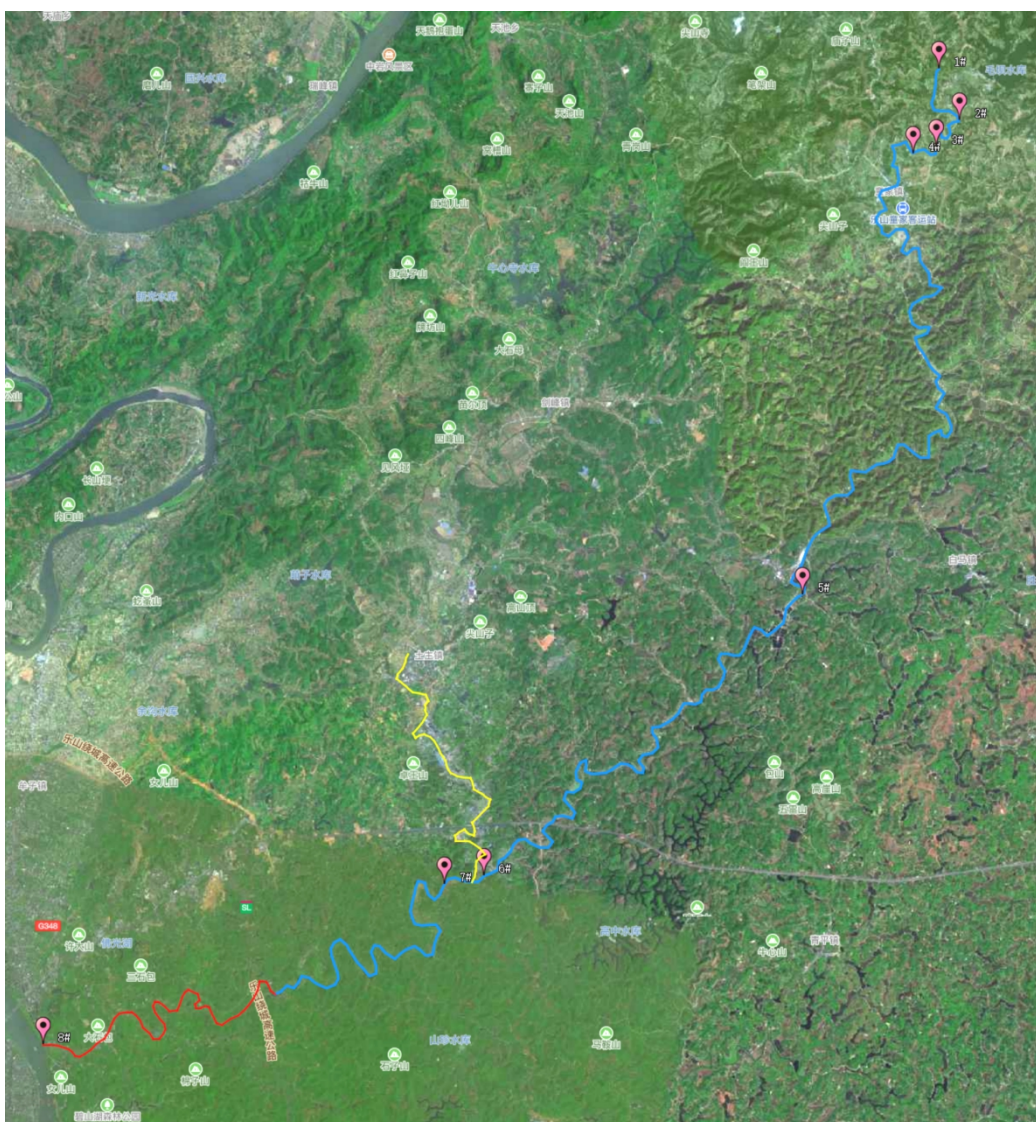


图 4.1-2 流域监测断面位置图

表 4.1-1 泥溪河全流域监测结果统计表（2018-2021 年）

单位：mg/L

监测日期、 监测指标及结果 监测断面	白马镇红光 村入境	杨氏庙支流汇 入泥溪河前	天马桥支流汇 入泥溪河前	白马镇红光村 4 组（天马桥 下游 200 米）	白马镇一土 主镇交界	剑峰河入泥溪河交 汇点泥溪河上游 200 米（周坝桥）	土主镇一全 福街道交界 （两河口）	全福街道汇 入岷江前	月均值	
总磷（标准： 0.2）	2018 年 1 月	0.62	0.16	2.42	1.53	0.23	0.22	0.47	0.65	0.788
	2018 年 2 月	0.6	0.14	0.84	0.61	0.36	0.31	0.78	0.64	0.535
	2018 年 3 月	0.74	0.34	0.72	0.57	0.49	0.22	0.28	0.8	0.52
	2018 年 4 月	0.74	0.56	0.74	0.73	0.78	0.89	1.94	1	0.923
	2018 年 5 月	0.69	0.49	0.66	0.52	0.46	0.44	0.46	0.43	0.519
	2018 年 6 月	1.02	0.44	0.94	0.85	0.52	0.47	0.56	0.54	0.668
	2018 年 7 月	0.61	0.19	0.3	0.34	0.48	0.51	0.46	0.38	0.409
	2018 年 8 月	0.56	0.54	0.31	0.4	0.56	0.58	0.53	0.43	0.489
	2018 年 9 月	0.68	0.24	0.98	0.64	0.52	0.54	0.47	0.46	0.566
	2018 年 10 月	0.81	0.22	1.12	0.71	0.5	0.56	0.6	0.47	0.624
	2018 年 11 月	0.46	0.17	1.47	0.59	0.38	0.42	0.45	0.47	0.551
	2018 年 12 月	0.55	0.19	0.62	0.5	0.34	0.26	0.28	0.56	0.413

	2018 年均值	0.673	0.307	0.927	0.666	0.468	0.452	0.607	0.569	0.584
	2019 年 1 月	0.46	0.13	0.68	0.51	0.34	0.24	0.27	0.48	0.389
	2019 年 2 月	0.46	0.29	0.71	0.45	0.53	0.46	0.42	0.6	0.49
	2019 年 3 月	0.61	0.39	0.73	0.68	0.66	0.52	0.76	0.68	0.629
	2019 年 4 月	0.76	0.87	1.09	0.78	1.1	0.94	1.75	0.79	1.01
	2019 年 5 月	0.62	0.67	0.98	0.86	0.83	0.66	0.66	0.64	0.74
	2019 年 6 月	0.54	0.52	1.06	0.62	1.07	0.93	0.66	0.66	0.758
	2019 年 7 月	0.41	0.36	0.56	0.42	0.38	0.32	0.33	0.36	0.393
	2019 年 8 月	0.38	0.44	0.73	0.64	0.59	0.54	0.47	0.48	0.534
	2019 年 9 月	0.54	0.21	0.78	0.56	0.36	0.33	0.29	0.24	0.414
	2019 年 10 月	0.42	0.3	0.56	0.43	0.4	0.37	0.35	0.44	0.409
	2019 年 11 月	0.53	0.24	0.69	0.525	0.365	0.315	0.335	0.3	0.413
	2019 年 12 月	0.47	0.195	0.525	0.46	0.24	0.195	0.205	0.265	0.319
	2019 年均值	0.517	0.385	0.758	0.578	0.572	0.485	0.542	0.495	0.542
	2020 年 1 月	0.515	0.165	0.55	0.515	0.295	0.245	0.27	0.27	0.353
	2020 年 2 月	0.48	0.12	0.59	0.5	0.3	0.29	0.3	0.4	0.373
	2020 年 3 月	0.655	0.18	0.65	0.665	0.41	0.29	0.375	0.35	0.447

2020年4月	0.405	0.4	0.665	0.635	0.71	0.59	0.605	0.465	0.559
2020年5月	0.4	0.52	0.525	0.56	0.86	0.71	0.46	0.595	0.579
2020年6月	0.455	0.575	0.73	0.655	0.825	0.555	0.475	0.39	0.583
2020年7月	0.34	0.445	0.5	0.575	0.49	0.45	0.35	0.465	0.452
2020年8月	0.365	0.215	0.92	0.67	0.29	0.305	0.28	0.25	0.412
2020年9月	0.115	0.255	0.505	0.33	0.31	0.33	0.23	0.255	0.291
2020年10月	0.245	0.26	0.755	0.5	0.39	0.335	0.31	0.335	0.391
2020年11月	0.255	0.16	0.265	0.225	0.255	0.265	0.245	0.275	0.243
2020年12月	0.35	0.17	0.295	0.28	0.305	0.33	0.28	0.335	0.293
2020年均值	0.382	0.289	0.579	0.509	0.453	0.391	0.348	0.365	0.415
2021年1月	0.28	0.21	0.25	0.23	0.25	0.14	0.29	0.24	0.236
2021年2月	0.285	0.15	0.3	0.23	0.305	0.2	0.225	0.16	0.232
2021年3月	0.385	0.225	0.36	0.33	0.4	0.225	0.445	0.305	0.334
2021年4月	0.235	0.33	0.38	0.255	0.335	0.305	0.515	0.235	0.324
2021年5月	0.145	0.455	0.515	0.51	0.455	0.475	0.455	0.27	0.41
2021年6月	0.13	0.455	0.505	0.345	0.51	0.43	0.385	0.405	0.396
2021年7月	0.125	0.235	0.395	0.67	0.63	0.345	0.315	0.26	0.372

	2021 年均值	0.226	0.294	0.386	0.367	0.412	0.303	0.376	0.268	0.329
氨氮（标准： 1.0）	2018 年 1 月	0.564	0.105	1.06	0.264	0.375	0.568	0.486	0.434	0.482
	2018 年 2 月	0.45	0.186	0.255	0.236	0.113	0.198	1.47	0.204	0.389
	2018 年 3 月	0.424	0.218	0.378	0.149	0.254	0.224	0.566	0.282	0.312
	2018 年 4 月	1.76	0.115	0.82	0.604	0.201	1.88	6.28	0.059	1.465
	2018 年 5 月	1.68	0.35	0.898	0.686	0.84	1.29	1.1	0.802	0.956
	2018 年 6 月	2.03	0.061	0.347	1.21	0.19	0.202	0.298	0.2	0.567
	2018 年 7 月	2.4	0.39	0.346	0.756	0.198	0.186	0.171	0.139	0.573
	2018 年 8 月	3.56	0.402	0.31	0.802	0.266	0.214	0.256	0.235	0.756
	2018 年 9 月	2.96	0.346	1.85	1.5	0.526	0.122	0.154	0.28	0.967
	2018 年 10 月	2.23	0.206	0.624	1.18	0.268	0.139	0.197	0.22	0.633
	2018 年 11 月	0.912	0.127	0.334	0.434	0.226	0.195	0.233	0.562	0.378
	2018 年 12 月	0.672	0.175	0.296	0.42	0.454	0.225	0.312	0.698	0.407
	2018 年均值	1.637	0.223	0.627	0.687	0.326	0.454	0.96	0.343	0.657
	2019 年 1 月	0.416	0.163	0.318	0.346	0.28	0.266	0.686	0.32	0.349
	2019 年 2 月	0.544	0.358	0.504	0.426	0.49	0.224	0.234	0.984	0.471
	2019 年 3 月	1.46	0.218	0.824	1.09	0.115	0.171	0.382	0.317	0.572

2019年4月	0.732	0.078	2	2.22	0.275	0.362	2.39	0.982	1.13
2019年5月	4.08	0.516	1.85	1.2	0.4	0.342	0.57	0.351	1.164
2019年6月	3.17	0.141	0.75	1.31	0.153	0.094	0.131	0.101	0.731
2019年7月	2.15	0.438	1.09	0.758	0.205	0.04	0.106	0.049	0.605
2019年8月	0.691	0.666	0.472	0.694	0.128	0.202	0.288	0.231	0.422
2019年9月	0.956	0.193	0.836	0.814	0.098	0.071	0.304	0.111	0.423
2019年10月	0.616	0.504	0.274	0.596	0.127	0.142	0.261	0.322	0.355
2019年11月	1.057	0.266	0.768	0.628	0.124	0.175	0.302	0.364	0.46
2019年12月	0.818	0.23	0.549	0.512	0.406	0.161	0.352	0.479	0.438
2019 年均值	1.391	0.314	0.853	0.883	0.233	0.188	0.501	0.384	0.593
2020年1月	0.636	0.122	0.705	0.66	0.217	0.144	0.159	0.525	0.396
2020年2月	0.844	0.28	0.714	0.594	0.282	0.312	0.33	0.346	0.463
2020年3月	1.042	0.195	1.495	0.915	0.121	0.085	0.113	0.336	0.538
2020年4月	0.395	0.55	2.045	1.315	0.321	0.282	0.291	0.518	0.715
2020年5月	0.355	0.566	2.275	1.835	0.38	0.223	0.466	0.501	0.825
2020年6月	0.619	0.877	1.285	1.053	0.277	0.222	0.388	0.373	0.637
2020年7月	0.422	0.482	1.197	1.026	0.583	0.35	0.204	0.293	0.57

	2020年8月	0.527	0.469	0.792	0.578	0.358	0.409	0.45	0.362	0.493
	2020年9月	0.16	0.119	0.247	0.18	0.131	0.133	0.135	0.107	0.151
	2020年10月	0.23	0.245	0.389	0.287	0.25	0.265	0.293	0.499	0.307
	2020年11月	0.284	0.176	0.43	0.212	0.186	0.118	0.157	0.332	0.237
	2020年12月	0.464	0.17	0.367	0.319	0.249	0.171	0.361	0.518	0.327
	2020年均值	0.498	0.354	0.995	0.748	0.28	0.226	0.279	0.393	0.472
	2021年1月	0.316	0.239	0.269	0.267	0.331	0.267	0.597	0.897	0.398
	2021年2月	0.25	0.22	0.273	0.15	0.352	0.214	0.38	0.278	0.264
	2021年3月	0.382	0.631	0.356	0.233	0.38	0.263	0.366	0.377	0.373
	2021年4月	0.318	0.331	0.445	0.389	0.363	0.389	0.645	0.201	0.385
	2021年5月	0.284	0.58	0.385	0.383	0.31	0.38	0.369	0.338	0.378
	2021年6月	0.462	0.483	0.822	0.418	0.413	0.309	0.281	0.276	0.433
	2021年7月	0.371	0.216	0.389	0.28	0.382	0.337	0.348	0.255	0.322
	2021年均值	0.34	0.386	0.42	0.303	0.362	0.308	0.427	0.375	0.365
	2018年1月	5	4.9	12.7	10.5	5.8	5.1	10.7	5.6	7.538
	2018年2月	5.8	5.2	8.8	6.5	9.1	8.8	14.9	10.8	8.738
	2018年3月	8.4	5.3	7.4	6	8.4	8.9	11.1	8.3	7.975

高锰酸盐指数 (标准: 6.0)	2018年4月	9.4	5.8	9.1	10.6	10.2	10.2	20.1	8.2	10.45
	2018年5月	3.8	2.8	5.1	4.7	9.7	9.4	10.6	11.1	7.15
	2018年6月	9.1	6.8	10.6	8.6	9.5	8.7	8.5	7.6	8.675
	2018年7月	7	5	5.3	5.9	6.4	6.4	7.2	6.5	6.213
	2018年8月	7.8	6.6	5.7	6.3	7	7.7	7.7	7.4	7.025
	2018年9月	5.6	5.5	8.2	6.6	7.7	7.3	8	8.3	7.15
	2018年10月	5.8	4.4	8	6.9	6.5	6.6	6.6	6.6	6.425
	2018年11月	4.8	4.2	8.8	5.9	5.9	5.3	5.9	5.6	5.8
	2018年12月	4.6	4.1	6	4.6	6	5.4	6	5.6	5.288
	2018年均值	6.425	5.05	7.975	6.925	7.683	7.483	9.775	7.633	7.369
	2019年1月	5.1	4.3	6.7	5.5	6.5	5.7	6.2	5.8	5.725
	2019年2月	6.9	7.2	7.1	7.7	7.3	6.1	6.4	6.8	6.938
	2019年3月	8	6.2	12.7	8.8	9	8.5	14.2	7.5	9.363
	2019年4月	9.5	7.3	10	7.3	8.8	7.8	12.3	7.2	8.775
	2019年5月	10.2	8.9	10.1	10.4	9	7.6	8	8.3	9.063
	2019年6月	9.6	8.8	10.3	8.6	7.3	7	8.4	6.8	8.35
	2019年7月	7.1	6.7	8.6	7.9	9.7	8.7	8.8	8.7	8.275

2019年8月	7	9.2	7.4	7.2	6.8	6.4	6.9	8	7.363
2019年9月	6.9	4.9	7.3	6.1	7.1	6.6	7.7	7.2	6.725
2019年10月	5.8	6.1	7	6.1	7.9	6.6	6.8	7.8	6.763
2019年11月	5.7	5.15	6.7	5.65	6.35	5.9	6.3	6.2	5.994
2019年12月	5.05	4.1	8.2	5	5.65	5.65	5.95	4.9	5.563
2019年均值	7.238	6.571	8.508	7.188	7.617	6.879	8.163	7.1	7.408
2020年1月	4.95	4	7.15	7	6.05	5.55	6.25	5.15	5.763
2020年2月	5.6	4.4	6.6	5.5	5.6	7	7.5	6.8	6.125
2020年3月	6.3	4.7	6.9	6.45	6.9	7.05	7.85	8.7	6.856
2020年4月	6.75	6.8	7.15	7.15	8.8	8.45	9.1	7.95	7.769
2020年5月	6.65	6.95	6.9	8	8.15	8.05	7.65	7.75	7.513
2020年6月	8.65	6.3	9.2	9.5	11.6	7.7	7.7	7.15	8.475
2020年7月	7.4	5.55	7.9	7.8	8.4	8.05	7.5	7.3	7.488
2020年8月	5.9	5.15	7.15	6.45	7.05	6.9	7	5.2	6.35
2020年9月	5.05	4.85	5.3	6.6	7.75	7.35	6.65	7.8	6.419
2020年10月	4.8	4.4	6.95	5.2	6.55	6.4	6.6	6.4	5.913
2020年11月	4.4	4.25	7.6	4.8	7.1	6.65	6.05	5.95	5.85

	2020年12月	4.05	3.85	5.4	4.4	5.95	5.6	5.2	5	4.931
	2020年均值	5.875	5.1	7.017	6.571	7.492	7.063	7.088	6.763	6.621
	2021年1月	3.9	4.4	4.8	4.1	5.9	5	5.3	4.7	4.763
	2021年2月	5.85	6	9.8	5.6	7.75	6.65	8.5	7.85	7.25
	2021年3月	4.4	4	5.4	4.4	5.9	5.2	7.15	5.55	5.25
	2021年4月	4.75	6.4	5.2	5.7	8.25	7.55	8.8	4.05	6.338
	2021年5月	5.25	7.7	6.85	6.05	8.6	8.75	8.05	7.95	7.4
	2021年6月	6	7.75	7.85	6.45	9.65	8.9	7.3	7.8	7.713
	2021年7月	5.9	5.2	7.75	7.3	7.9	6.55	6.7	7.2	6.813
	2021年均值	5.15	5.921	6.807	5.657	7.707	6.943	7.4	6.443	6.504

4.1.2.1.1 总磷分析

根据近 4 年来总磷监测数据可知，泥溪河流域一全福街道汇入岷江前断面 2018-2019 年总磷年平均浓度均超过 V 类水质标准，2020 年总磷年平均浓度达到 V 类水质标准，2021 年(1-7 月)总磷平均浓度达到 IV 类水质标准。

明显看到 2018-2021 年泥溪河流域总磷年平均浓度呈下降趋势，2021 年总磷年平均浓度较 2018 年下降 52.9%。

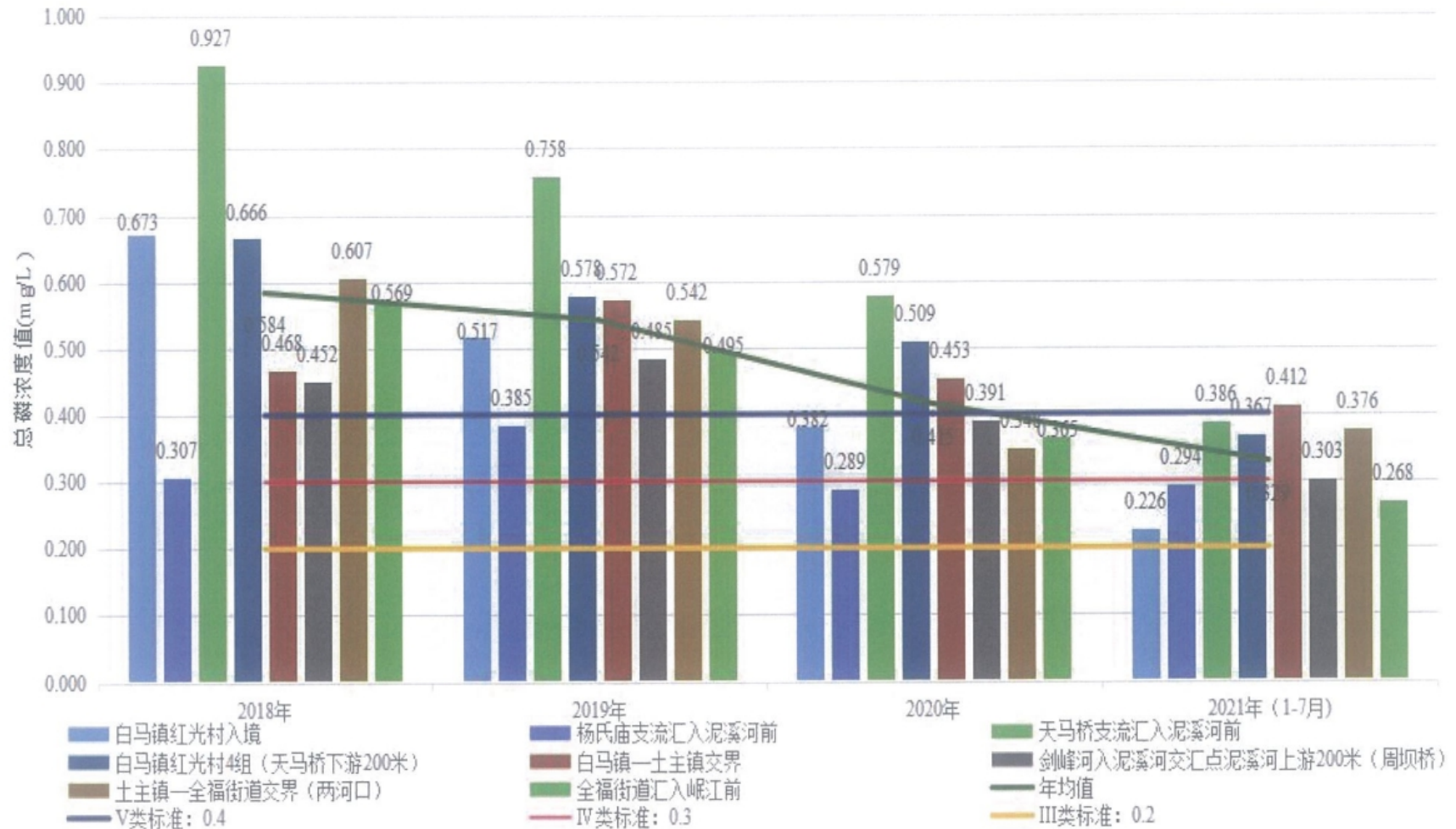


图 4.1-3 泥溪河流域总磷 2018-2021 年变化趋势图

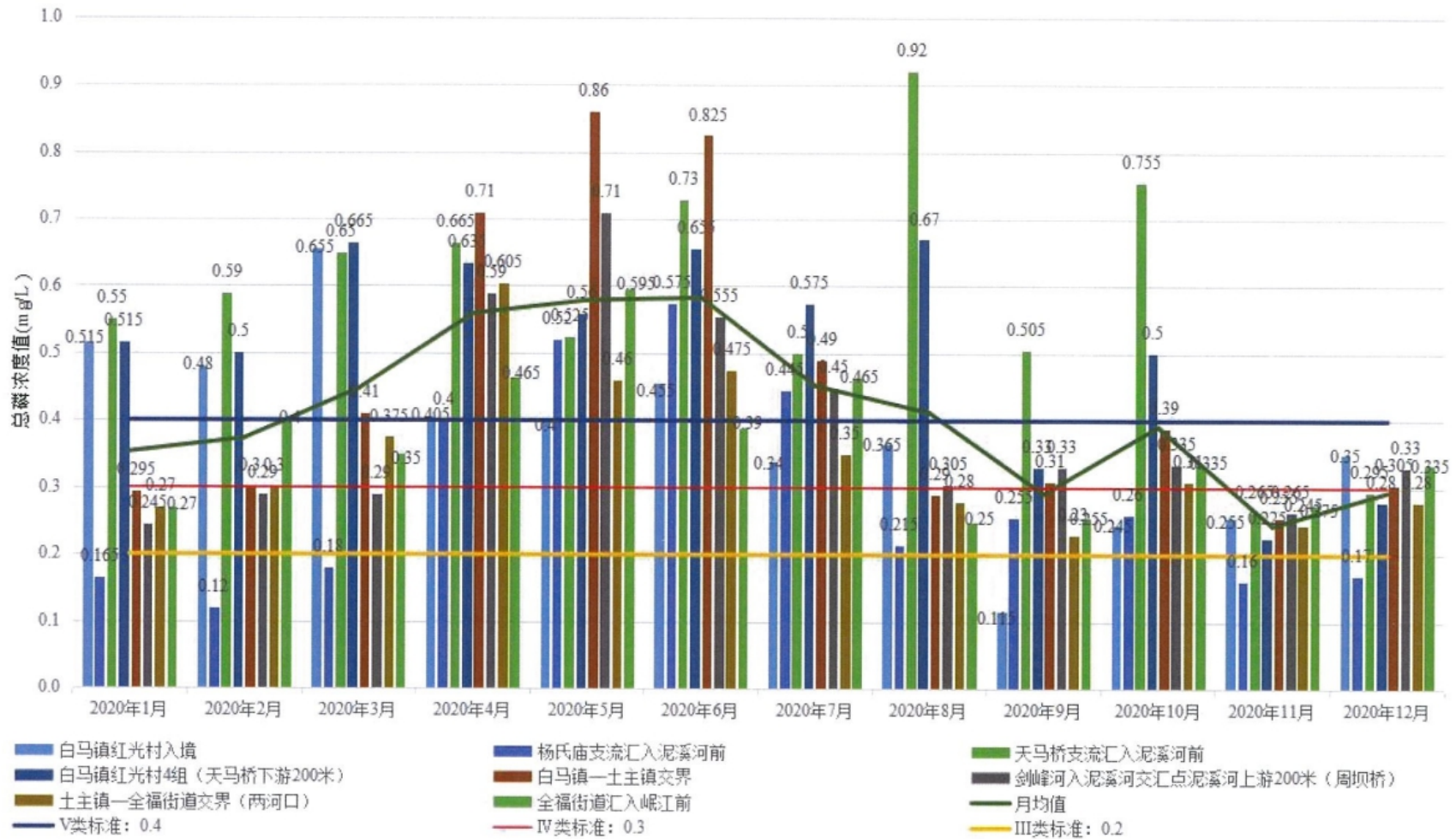


图 4.1-4 泥溪河流域总磷 2020 年变化趋势图

根据 2020 年 1-12 月总磷监测数据可知，3-8 月份泥溪河流域总磷每月平均浓度超过 V 类水质标准，1-2、10 月份总磷每月平均浓度超过 V 类水质标准，9、11-12 月份总磷每月平均浓度超过 I 类水质标准。总体来看，泥溪河流域 6 月份总磷平均浓度最高，超过 V 类水质标准；11 月份总磷平均浓度最低，达到 V 类水质标准；全年总磷浓度均值为 0.415mg/L,总体为劣 V 类水质。

4.1.2.1.2 氨氮分析

根据近 4 年来氨氮监测数据总体来看，2018 年白马镇红光村入境监测断面氨氮浓度超过 V 类水质标准，2019 年白马镇红光村入境监测断面氨氮浓度超过 II 类水质标准，其余监测断面氨氮浓度均未超过 II 类水质标准。2018-2021 年泥溪河流域氨氮年平均浓度呈下降趋势，氨氮年平均浓度维持在 II~III 类水质标准。

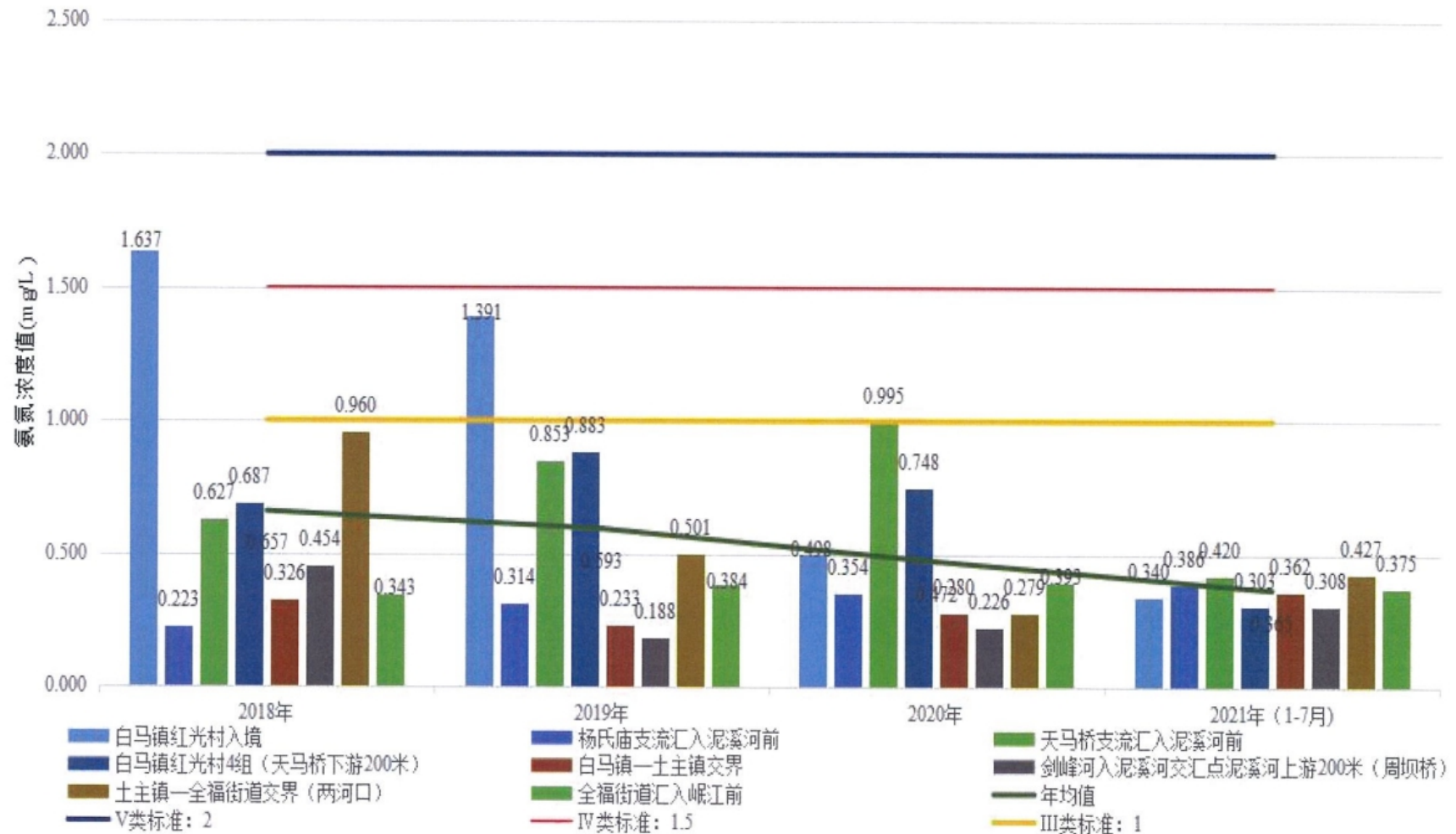


图 4.1-5 泥溪河流域氨氮 2018-2021 年变化趋势图

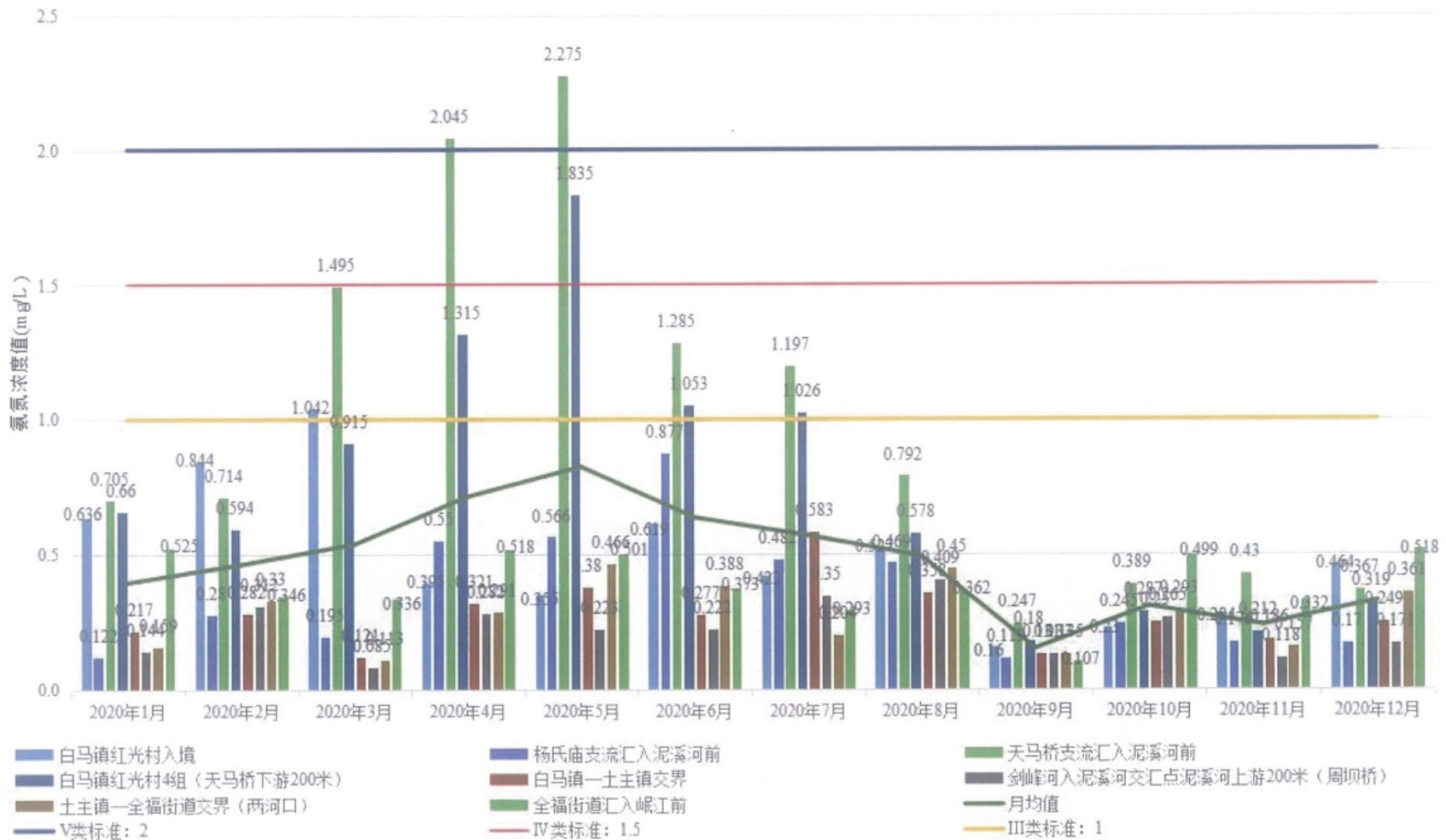


图 4.1-6 泥溪河流域氨氮 2020 年变化趋势图

根据 2020 年 1-12 月氨氮监测数据可知，4-5 月份天马桥支流汇入泥溪河前监测断面氨氮浓度超过 V 类水质标准，5 月份白马镇红光村 4 组（天马桥下游 200 米）监测断面氨氮浓度超过 V 类水质标准，其余时间各监测断面氨氮浓度维持在 III-V 类水质。总体来看，泥溪河流域 5 月份氨氮平均浓度最高，达到 II 类水质标准；9 月份氨氮平均浓度最低，达到 II 类水质标准；全年氨氮浓度均值为 0.472mg/L，总体为 III 类水质。

4.1.2.1.3 高锰酸盐指数分析

根据近 4 年来高锰酸盐指数监测数据可知，泥溪河流域白马镇红光村入境断面等 8 个监测断面高锰酸盐指数浓度较为稳定，各监测断面高锰酸盐指数浓度维持在 III-IV 类水质标准。2018-2021 年泥溪河流域高锰酸盐指数年平均浓度呈下降趋势，高锰酸盐指数年平均浓度维持在 IV 类水质标准。

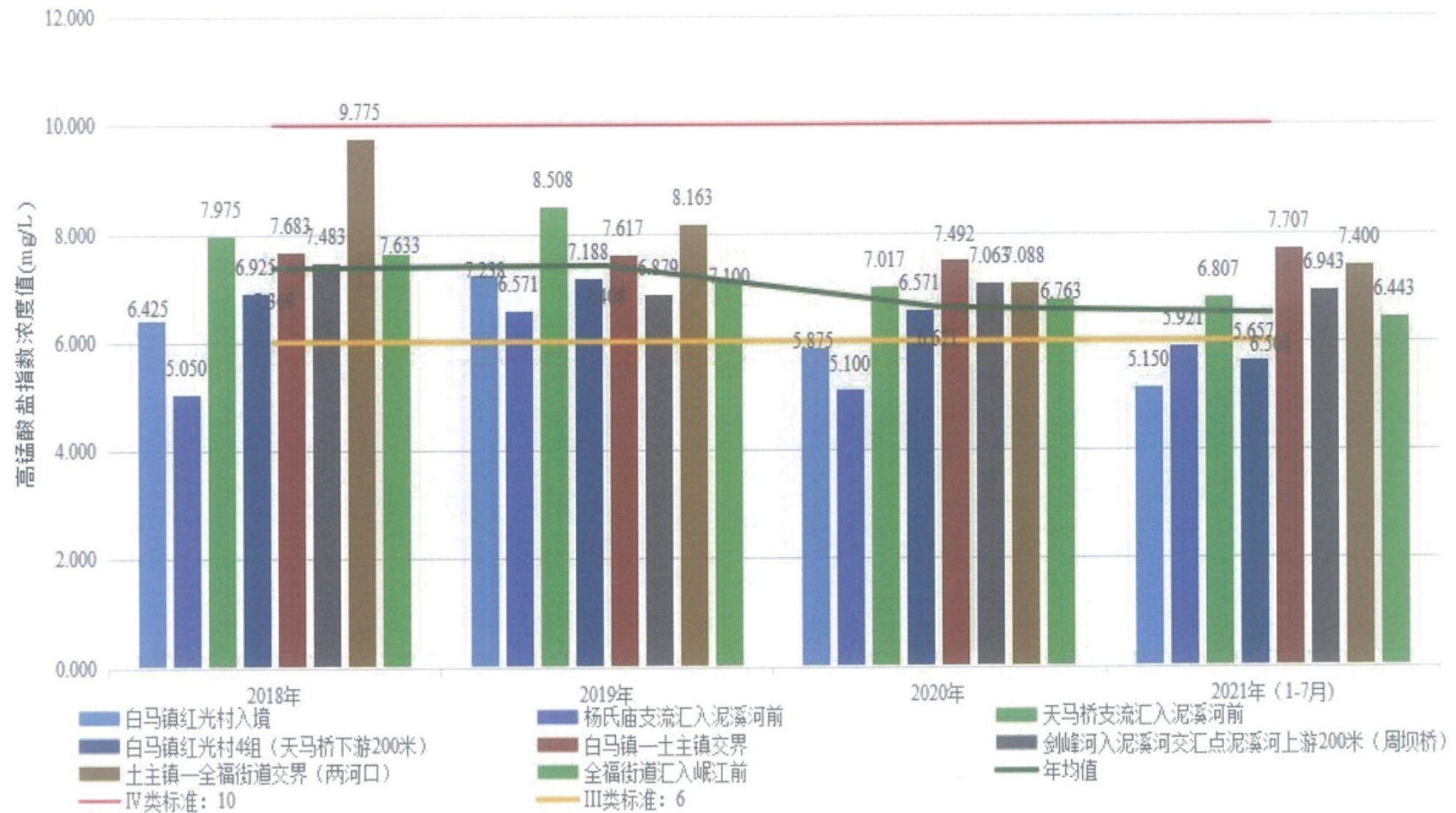


图 4.1-7 泥溪河流域高锰酸盐指数 2018-2021 年变化趋势图

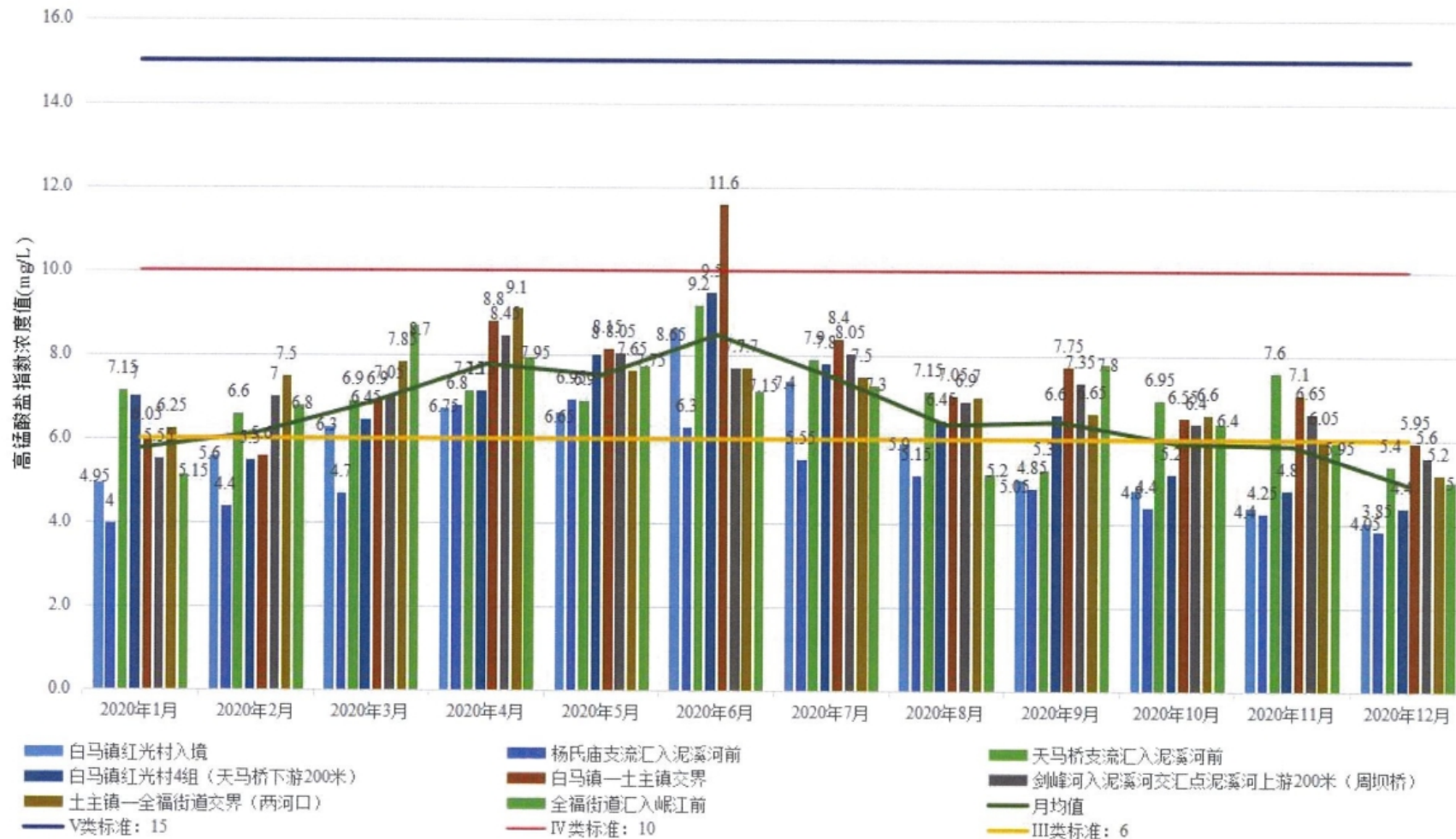


图 4.1-8 泥溪河流域高锰酸盐指数 2020 年变化趋势图

根据 2020 年 1-12 月份高锰酸盐指数监测数据可知，4-6 月份各监测断面高锰酸盐指数浓度均超过 III 类水质标准，其中白马镇-土主镇交界监测断面 6 月份高锰酸盐指数浓度高达 11.6g/L，超过 IV 类水质标准，其余监测断面高锰酸盐指数浓度均未超过 V 类水质标准；3 月和 7 月份除杨氏庙支流汇入泥溪河前监测断面外，其余监测断面高锰酸盐指数浓度均超过 II 类水质标准但未超过 IV 类水质标准；8-10 月份各有 5 个监测断面高锰酸盐指数浓度超过 III 类水质标准但未超过 V 类水质标准；1-2 月份各有 4 个监测断面高锰酸盐指数浓度超过 III 类水质标准但未超过 V 类水质标准；11 月份有 3 个监测断面高锰酸盐指数浓度超过 III 类水质标准但未超过 V 类水质标准；只有 12 月份各监测断面高锰酸盐指数浓度达到 III 类水质标准。总体来看，泥溪河流域 6 月份高锰酸盐指数平均浓度最高，达到 IV 类水质标准；12 月份高锰酸盐指数平均浓度最低，达到 III 类水质标准；全年高锰酸盐指数浓度均值为 6.621mg/L，总体为 V 类水质。

综上所述，目前泥溪河流域（市中区段）不满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 水域功能区要求，部分河段属于劣 V 类水质。根据监测结果显示泥溪河主要污染因子是总磷和高锰酸盐指数，2018-2020 年泥溪河流域总磷年平均浓度均超过 V 类水质标准，只有 2021 年（1-7 月）总磷平均浓度达到 V 类水质标准，高锰酸盐指数年平均浓度维持在 V 类水质标准，需对泥溪河进行治理。

4.1.2.2 2022 年水质

为掌握泥溪河现状水质，对各监测断面进行水质检测，数据如下：

表 4.1-2 泥溪河全流域监测结果统计表（2022 年）

单位：mg/L

监测日期、 监测指标及结果 监测断面		白马镇红光 村入境	杨氏庙支流汇 入泥溪河前	天马桥支流汇 入泥溪河前	白马镇红光村 4 组（天马桥 下游 200 米）	白马镇一土 主镇交界	剑峰河入泥溪河交 汇点泥溪河上游 200 米（周坝桥）	土主镇一全 福街道交界 （两河口）	全福街道汇 入岷江前	月均值
总磷（标准： 0.2）	2022 年 1 月	0.18	0.17	0.55	0.43	0.32	0.17	0.23	0.21	0.28
	2022 年 2 月	0.16	0.17	0.42	0.34	0.29	0.18	0.24	0.22	0.25
氨氮（标准： 1.0）	2021 年 11 月	0.164	0.232	0.330	0.330	0.298	0.333	0.336	0.353	0.297
	2021 年 12 月	0.126	0.144	0.279	0.244	0.344	0.292	0.334	0.218	0.248
高锰酸盐指数 （标准：6.0）	2022 年 1 月	4.6	4.2	6.4	6.3	5.9	5.9	5.9	6.7	5.7
	2022 年 2 月	4.5	5.0	6.6	4.8	6.6	7.2	6.7	6.8	6.0

2022 年泥溪河各监测断面的氨氮浓度数据较为匮乏，但根据 2021 年 11、12 月水质数据可知，水体中氨氮浓度较低，表明近年的相关治理措施已发挥一定作用。然而，整体上看 2022 年 1-2 月泥溪河流域（市中区段）不满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 水域功能区要求，总磷及高锰酸盐指数污染仍较为严重，主要超标河段位于天马桥支流汇入泥溪河前至全福街道汇入岷江前，亟需采取一定工程措施对该河段进行治理。

4.1.3 水生态现状

通过上述对泥溪河流域水质现状分析可知：泥溪河在市中区境内总磷和高锰酸盐指数等污染物监测数据超标，总体为劣 V 类水体，只有部分时段处于 IV 类水质。为此，特对泥溪河流域开展污染调查及实地调研。通过调查：泥溪河河首先受上游井研县境内水产养殖污染较为严重，致使在市中区入境断面水质总体较差；在市中区境内同样受水产养殖污染较为严重，虽然部分河段已实施河道清淤疏浚及生态修复工程，COD、氨氮、总磷、总氮等水污染物浓度总体有所下降，但总体水质仍然较差，急需改善。

泥溪河流域河道平均比降 1.72‰，由于地势起伏较大，汛期降雨量激增时，河道径流流量大、流速高，加之水体逐渐呈富营养化趋势，现状生态系统恢复缓慢。现状水生态系统呈现出的主要特点为群落结构简单、生物多样性低，水体内高等水生植物匮乏，食物网链较短，造成水体自净能力不足，环境容量较小。



图 4.1-9 泥溪河沿线（红月村）水生态状况



图 4.1-10 剑峰河汇入口水生态状况

4.1.4 水产养殖现状

4.1.4.1 水产养殖基本情况

截止 2018 年底，乐山市市中区各类水产养殖面积达 3.5 万亩，年产各类水产品 3.7 万吨，年渔业产值达 5.4 亿元，渔业经济总产值 8.8 亿元，位于乐山市前茅，属省重点渔业区县。水产业是市中区四大支柱产业之一，为市中区农村经济的发展和农民增收做出了积极贡献。2018 年全区渔农人均渔业纯收入达 1.65 万元。

市中区水产养殖主要集中在岷江以东的泥溪河和磨池河沿线的（乡镇行政区划未调整前）童家、白马、青平、石龙、茅桥、普仁、迎阳、九龙、凌云、剑峰、土主、全福 12 个乡镇。其中泥溪河流域市中区段有养殖户 619 户，养殖面积 10797 亩，年水产品 12970 吨。

4.1.4.2 水产养殖污染物排放情况

泥溪河流域是市中区主要的水产养殖区域。其流域内水产养殖

基本情况见下表：

表 4.1-3 泥溪河流域内水产养殖基本情况调查表

乡镇	水产养殖户（户）	水厂养殖面积（亩）	水产养殖产量（t/a）
原童家镇	232	7482	9440
原白马镇（泥溪河汇水范围）	85	1360	1720
原石龙乡	158	1828	1940
原土主镇（泥溪河汇水范围）	15	70.4	67
原全福镇	177	1281	950
合计	667	12021.4	14117

根据现场踏勘，泥溪河流域内大多数水产养殖水源都由泥溪河或地下水引水，水产养殖高密度投放鱼种，大量投喂人工配合饲料，并向水体投入鱼药，极易造成养殖水体的污染。经调查，流域内水产养殖户一般一至两年更新一次养殖水体，同时将已污染的水体排入泥溪河，对泥溪河造成了一定程度的污染。

表 4.1-4 泥溪河流域内水产养殖污染物排放统计表

乡镇	水产养殖产量（t/a）	渔业养殖产物产污系数	污染物产生量（t/a）		污染物排放量（t/a）	
			COD	氨氮	COD	氨氮
原童家镇	9440	COD: 25.224g/kg, 氨氮: 4.238g/kg	143.71	21.13	129.34	19.01
原白马镇（泥溪河汇水范围）	1720		26.19	3.85	23.57	3.46
原石龙乡	1940		29.53	4.34	26.58	3.91
原土主镇（泥溪河汇水范围）	67		1.02	0.15	0.92	0.13
原全福镇	950		14.46	2.13	13.02	1.91
合计	14117	/	214.92	31.59	193.43	28.43

4.1.5 沿线污水处理厂（站）现状

根据调查，泥溪河流域（市中区段）共涉及 6 座污水处理厂（站），设计处理规模共 3740 吨/日，各污水处理厂（站）处理量、处理工艺、

排放标准见下表。

表 4.1-5 泥溪河流域内涉及的污水处理厂（站）基本情况表

序号	污水处理厂（站）	设计处理规模 (吨/日)	实际处理规模 (吨/日)	主要处理工艺	排放标准
1	全福镇污水处理站	130	95	AAO 及变型工艺	一级 A 标
2	全福街道第二污水处理站	400	300	AAO 及变型工艺	一级 A 标
3	土主镇生活污水处理站	2000	1700	MBR 工艺	岷沱标准
4	原石龙乡生活污水处理站	200	60	MBR 工艺	一级 A 标
5	白马镇生活污水处理站	210	135	MBR 工艺	一级 A 标
6	原童家镇生活污水处理站	800	230	MBBR 工艺	一级 A 标

根据乐山市市中区环境监测站在 2021 年 3 月监测的水质数据，各主要污水处理站出水口水质数据如下：

表 4.1-6 泥溪河流域内涉及的主要污水处理厂（站）出水水质情况表

序号	污水处理厂（站）	PH	SS(mg/L)	COD _{cr} (mg/L)	氨氮(mg/L)	总磷(mg/L)
1	土主镇生活污水处理站	7.56	8	17	0.092	0.04
2	原石龙乡生活污水处理站	7.87	7	21	0.526	0.29
3	白马镇生活污水处理站	8.00	5	26	0.194	0.39
4	原童家镇生活污水处理站	8.07	8	25	0.072	0.28

4.1.6 土地利用现状

泥溪河流域河长 68.2km，其中市中区境内河道长度 50.3km。流域面积广、河道支流多。根据国土规划局提供的相关资料显示，现状河道沿线土地用地性质主要包括基本农田、坑塘水面、乔木林地、其他林地、农村宅基地等。

4.2 主要问题诊断及对策措施

4.2.1 主要问题诊断

通过现场调查和相关资料收集，梳理流域的主要生态环境问题发现，目前泥溪河流域存在的主要问题如下：

4.2.1.1 周边养殖退水造成流域面源污染

泥溪河流域是市中区主要的水产养殖区域，市中区段有养殖户 619 户，养殖面积 10797 亩，年水产品 12970 吨。泥溪河流域内多数水产养殖为高密度养殖，水源取自泥溪河或地下水，一至两年更新一次养殖水体，养殖后的污染水体又排入泥溪河，对造成泥溪河一定程度的污染。



图 4.2-1 白马镇养殖密集区下游养殖退水排放口

4.2.1.2 沿线污水处理厂（站）水质处理目标较低

泥溪河流域（市中区段）共涉及 6 座污水处理厂（站），设计处

理规模共 3740 吨/日，尾水排放均直接流入泥溪河。其中 5 座污水处理厂（站）出水标准为《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）一级 A 标准，1 座污水处理厂（站）出水标准为《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》（DB51/2311-2016），均不满足泥溪河流域《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 水域功能区要求。因此城镇生活污水处理厂（站）尾水仍为泥溪河主要污染源之一。



图 4.2-2 原石龙乡污水处理站尾水排口

4.2.2 对策措施

4.2.2.1 开展流域河道水体净化

泥溪河流域面积较大、地势起伏，养殖区域分布零散，采用分散式处理的工程投入及施工难度较大。考虑到流域降水量年际变化较大，汛期径流量大、河水流速快，枯水期径流量小、河水水位低，不

适宜在河道内采取大规模的生态处理措施，因此本项目主要采用旁路人工湿地的方式对河道水体进行强化提升。根据现场调查及水质分析，泥溪河流域（市中区段）水产养殖密集区主要集中在白马镇及剑峰河沿线，结合养殖退水污染分布情况及流域沿线用地性质，本项目一期工程主要通过白马镇养殖密集区、剑峰河汇入泥溪河处挑选合适地块建设流域水质净化湿地，对河道水体中的污染物进行削减，避免养殖退水影响下游河道水质。

4.2.2.2 提升污水处理厂（站）尾水水质

由于泥溪河控制断面中远期水质目标为地表水 III 类，沿线污水处理厂（站）尾水排放量较大，统筹周边可用土地、投资经济性、维管便利性等因素，在污水处理站周边采用人工湿地的方式进行尾水提标改造，通过将尾水水质提升至地表水 III 类，进一步提高排水水质，形成生态补水，拓展泥溪河流域生态容量。

考虑到白马镇、剑峰河沿线水产养殖较为密集，对茫溪河（市中区段）河道水质的影响较大，统筹项目资金投入、污染情况及工程选址分布等，乐山市泥溪河流域（市中区段）人工湿地水质提升工程共划分为两期实施，本项目主要为一期工程，主要涉及白马镇水产养殖密集区、剑峰河汇入泥溪河处，通过建设流域水质净化湿地，采用旁路处理的方式对茫溪河河道水质进行净化，实现“好水换坏水”。

第5章 总体方案设计

5.1 总体设计思路

5.1.1 指导思想

遵循长江经济带“共抓大保护，不搞大开发”的总方针，聚焦泥溪河流域水环境改善，以泥溪河流域整治推动形成绿色发展方式和生活方式，构建水美、环境美、产业美的新时期和谐水生态环境，坚持源头管控、末端治理、生态补水的全流域系统治理理念，补齐制约高质量发展的生态环境短板，形成一批可推广可复制的治理模式，以高度的定力推进泥溪河治理不断取得新成效。

5.1.2 设计原则

（1）可持续发展原则。经济发展必须遵循自然规律，充分考虑生态环境的承载能力。本项目在修建湿地生态系统结构和功能的前提下，遵循自然规律，科学合理因地制宜的利用现有资源，充分发挥湿地的生态、社会与经济效益，力求达到资源的永续利用。

（2）科学性原则。项目的建设必须建立在湿地生态学基本原理的基础上，遵循生态学基本规律，反映湿地环境的客观实际和按湿地生态环境固有特点采取相应的对策和措施。

（3）突出生态环境效益。健康的生态环境不但具有环境净化、维持生物多样性、景观美学和初级生产等功能，而且具有良好的生态环境效益。本项目应重点突出生态环境的生态环境效益，项目建成后，

真正成为保护泥溪河流域的天然屏障，同时兼有景观美学和环保教育的功能。

（4）贯彻环保主题。水质净化是本项目始终贯彻的主题，采取的措施均应从环保角度出发，应因地制宜、因势利导、适度开发，尽量利用原有的地势、地貌和植被等，防止工程建设对环境造成新破坏。

（5）生态系统结构多样性。项目设计一定要体现生态系统结构的多样性，建设丰富的陆生和水生动植物资源，形成天然的基因库和独特的生物环境及特殊的土壤、气候，使其对于保护物种、维持生物多样性具有难以替代的生态价值。

5.1.3 设计目标

项目一期工程内容实施后，预计每年削减主要水污染物 COD 87.60 吨/年，NH₃-N 1.76 吨/年，TP 0.88 吨/年。

5.2 工艺比选

5.2.1 工艺选择的原则

（1）符合国家关于环境保护的政策，符合国家有关法规、规范和标准。

（2）符合乐山市的实际情况，并与城镇总体规划相符。

（3）根据进水水量、水质特点和出水水质标准的要求，采用国内外成熟可靠、先进高效、经济合理的处理工艺，确保出水达到设计标准。

（4）根据技术成熟、经济合理、操作运行方便、维修简易的原

则进行总体设计和单元构筑物设计，并充分注意节能，力求减少动力消耗，以节约能源、降低处理成本及运行费用。

（5）设计中充分考虑环境问题，设计新颖美观、布局合理，并尽量采取措施减少对周围环境的影响，合理控制噪声、气味及固体废弃物，防止二次污染。做到噪声低、基本无异味，不影响周围环境。

（6）专用设备的选型进行充分比选，寻求性能价格比最优的产品。设备应运行稳定可靠，效率高，管理方便，维护维修工作量少，价格适中。

（7）所选用的仪器、仪表及设备等在立足于主要选用质量稳定可靠、售后服务好的国内产品的同时，力求吸收国外的先进技术，适当选用性能优良、价格适中的国外产品。

（8）处理工艺运行安全可靠，操作简单，调节灵活，管理方便；尽量考虑自动化，以提高管理水平，减少人员编制。监控仪表和自动化设备应运行稳定，维修维护方便。

（9）工程建设完成后，达到社会效益、环境效益、经济效益的最佳统一。

（10）采用的工艺技术必须具有实用性、高效性、可靠性、稳定性和自动化的优点。

5.2.2 主体工艺论证与选择

本项目人工湿地处理对象主要为河道水体，根据进水特点和出水水质要求，所选工艺需具有较强的除磷、脱氮能力，能进行深度净化至地表水Ⅲ类及以上标准，同时具备较强的抗冲击能力。

目前，常见的污水处理的工艺主要有：①人工快渗技术；②膜深度处理；③人工湿地生态技术等。为了更好的了解以上三种工艺各自的优缺点，设计中对三种工艺进行综合比较。相关简介如下：

（1）人工快渗工艺

人工快渗处理技术基本原理是采用间歇式运行方式，将经过一级处理后的污水直接布满快渗池，污水竖直向下渗入快渗池填料中，经过人工配制的砂质填料，填料上生长的微生物首先对水中的污染物进行截流吸附，当填料中的污水逐步下降，填料层能产生负压，使空气进入填料层，微生物与空气相结接触，吸收其中的氧气通过生化反应后，从而降解水中的污染物。通过较低水力负荷，增强了各种污染物的处理能力，所以可以做到没有污泥产生。当运行一段时间后，会发生临时性的堵塞，只要通过对快渗池表层 30cm 填料层的翻晒，一般需要一天的时间，就可以使人工快渗池的渗透性恢复，而且恢复后不会影响水处理效果。

（2）MBR 工艺

在污水处理、水资源再利用领域，MBR 又称膜生物反应器 (Membrane Bio-Reactor)，是一种由活性污泥法与 MBR 膜分离技术相结合的新型水处理技术。MBR 工艺出水水质优质稳定，剩余污泥产量少，操作管理方便，易于实现自动控制。该工艺可以作为传统污水处理工艺的深度处理单元，在城市二级污水处理厂出水深度处理（从而实现城市污水的大量回用）等领域应用广泛。

（3）人工湿地工艺

人工湿地污水处理技术是 20 世纪 70 年代末发展起来的一种污水处理新技术。它具有处理效果好、氮磷去除能力强，运转维护管理方便、工程基建和运转费用低以及对负荷变化适应能力强等特点。

人工湿地净化机理：人工湿地对废水的处理综合了物理、化学和生物的三种作用。湿地系统成熟后，填料表面和植物根系将由于大量微生物的生长而形成深生物膜。污水流经生物膜时，大量的 SS 被填料和植物根系阻挡截留，有机污染物则通过生物膜的吸收、同化及异化作用而去除。湿地系统中因植物根系对氧的传递释放，使其周围的环境中出现好氧、缺氧、厌氧的状态，保证了废水中的氮磷不仅能通过植物和微生物作为营养吸收，而且还可以通过消化、反硝化等异化作用将其去除。

为了更好的了解以上三种工艺各自的特点，对三种工艺的技术优缺点及投资经济性进行比较。具体比较如下表：

表 5.2-1 三种污水处理工艺的技术技术优缺点比选表

类型		人工快渗工艺	MBR 工艺	人工湿地工艺
科学合理性	技术成熟方面	近年兴起的新工艺，专利技术，相关工程案例相对较少	成熟工艺，有相应的设计规范	成熟工艺，有相应的设计规范
	技术适用方面	运行费用较低和耗电较少的特点，适用于各种规模类型的水量的尾水深度净化，但处理水量较大时，工程占地面积较大，景观效果较差，脱氮除磷不够稳定，在运行过程中需要人工定期对滤料进行翻晒，耗费一定人力。	占地面积小，适用于用地紧张的生活污水、工业废水等尾水深度处理，但能耗高、运行费用高，多为发达城市中心城区采用。	具有低运转费用、管理简便和基本不耗电的特点，适用于各种规模类型的水量的尾水深度净化，景观效果好，但占地面积较大。在用地满足条件时，人工湿地技术是市政尾水深度净化的首选工艺。
	与现状规划结合方面	——	——	可与湿地公园规划结合，在治理污水的同时修复生态环境。
安全和可控性	污染负荷耐冲击方面	人工快渗池体容量较大，自身对污染负荷具有一定的抗冲击能力，可通过增加前段预处理措施、增加停留时间，提高抗冲击负荷能力的方式，保证出水稳定达标排放。	直接在场内调节曝气量、加药等便捷的控制管理手段，保证出水稳定排放。	湿地容量大，停留时间长，自身对污染负荷具有一定的抗冲击能力，同时还可以调节出水阀门，适当提高湿地水位，增加停留时间，提高抗冲击负荷的能力，保证出水稳定达标排放。
	特征污染物去除方面	对重金属、有机类污染物等特征污染物有一定的吸收能力，处理效果较明显。	对特征污染物的去除效果较差。	对重金属、有机类污染物等特征污染物有一定的吸收能力，处理效果明显
	安全和可控性	设在室外，受一定气候影响，但其稳定性受运行控制水平影响水平较大。	建设在室内，受环境影响较小，安全和可控性较好，但其稳定性受设备故障、膜产品的优劣影响较大。	建设在室外，受一定气候影响，冬季运行可采用提高运行水位的方式减少气候影响，其安全和可控性较好。

表 5.2-2 三种污水处理工艺的投资经济性比选表

项目	方案一	方案二	方案三
主要工艺技术	人工快渗	MBR	人工湿地
主要构筑物	一体化提升泵站	一体化提升泵站	一体化提升泵站
	预处理塘	MBR 组合池	预处理塘
	人工快渗	反硝化滤池	垂直潜流人工湿地
运行成本（元/吨.水）	0.60	1.25	0.32
占地（亩）	41	30	60.5
建设工程投资（万元）	6710.47	5540.10	6289.57
单位建设投资（万元/亩）	163.67	184.67	103.96

通过技术优缺点比较可知：三种工艺均能明显改善河道水质，其中“人工湿地”和“MBR 工艺”相对更成熟一些；在用地面积严重受限的情况下，“MBR 工艺”优势较大，在用地满足条件时，“人工湿地”是技术首选。三种工艺的安全和可控性均较好，其中“人工快渗”和“人工湿地”对重金属、有机类污染物等特征污染物均具有一定的吸收能力。

通过投资经济性比较可知：三种工艺中，“人工快渗”占地面积较大、投资大、运维成本低，“人工湿地”占地相对较大，但投资较小、运维成本低，“MBR 工艺”占地最小、投资较小，但运营成本高。同时，“人工快渗”和“人工湿地”对后期运维人员的专业化程度要求较低，“MBR 工艺”需专业人员长期现场维护。

综合以上分析，人工湿地处理系统具有处理效果好、工艺简单、投资省、运行费用低等特点，而且本项目河道沿线地块有满足基本要求的土地用于建设。因此，通过比选最终确定采用人工湿地的工艺处理河道水体。

本项目属于水污染防治项目，强调区域再生水循环利用，主要是在流域养殖密集区下游等关键节点，因地制宜建设人工湿地水质净化工程，对处理达标后的水体进一步净化后，作为区域内生态、生产或生活用水。

5.2.3 人工湿地工艺介绍及选择

（1）人工湿地工艺介绍

人工湿地按照布水方式的不同，可分为 3 种类型，即：表面流人工湿地、水平潜流人工湿地和垂直潜流人工湿地。

1) 表面流人工湿地

污水从系统表面流过，氧通过水面扩散补给。这种类型的湿地具有投资少、操作简单、运行费用低等优点，而且该湿地系统与自然湿地最为类似，具有较高的生态效益。但这种湿地系统占地面积大，水力负荷率较小，去污能力有限，运行受气候影响较大，夏季有孳生蚊蝇的现象。

优点：污水以较慢速度从湿地表面流过，氧气来源于水面扩散与根系传输，投资少，操作简单，运行费用低。

缺点：占地面积大，水力负荷小，净水能力有限，夏天易滋生蚊蝇。

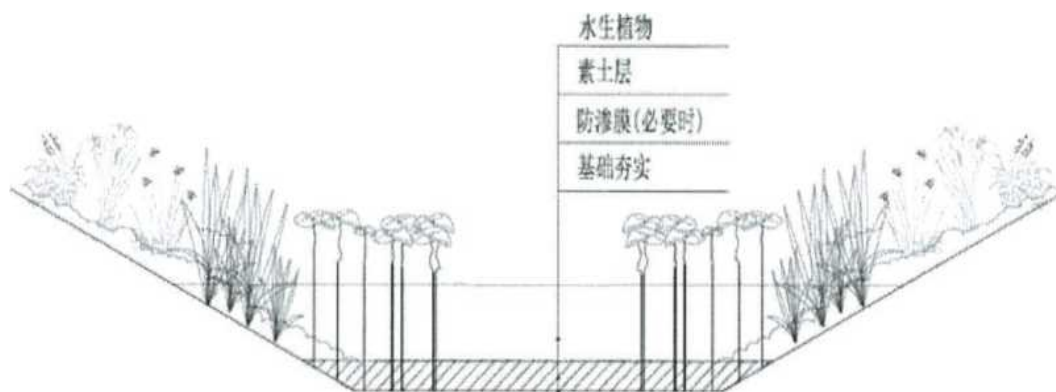


图 5.2-1 表面流人工湿地剖面示意图

2) 水平潜流人工湿地

水平潜流湿地污水从进口经由砂石等系统介质，以近水平流方式在系统表面以下流向出口，在此过程中，污染物得到降解。介质通常选用水力传导性良好的材料，氧主要通过植物根系释放。水平潜流湿地的水力负荷和污染负荷较大，对污染物去除效果好；缺点是系统内氧含量较少，硝化效果不如垂直流湿地。

优点：水力负荷大，对 BOD_5 、COD、SS 和重金属等处理效果好，少有蚊蝇。

缺点：长时间运行，一些代谢物、腐烂的植物根系、污水中 SS。

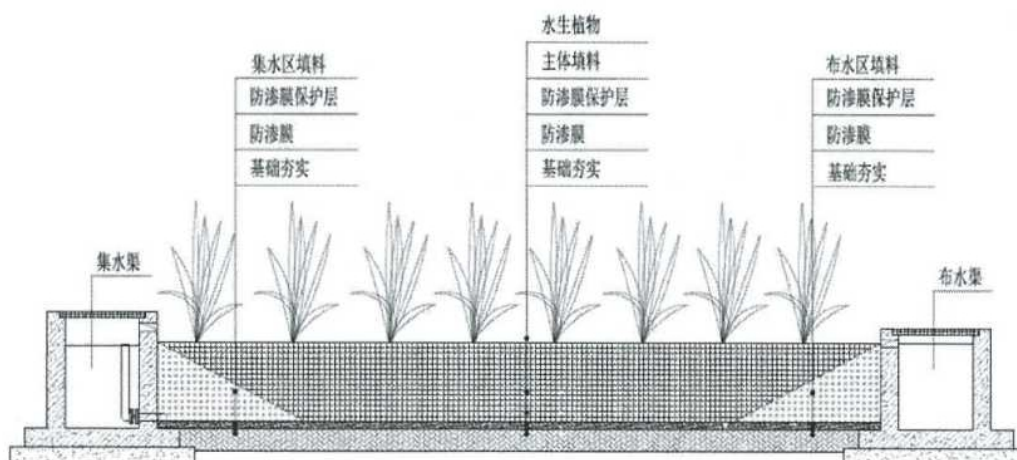


图 5.2-2 水平潜流人工湿地剖面示意图

3) 垂直潜流人工湿地

垂直潜流湿地系统通常在整个表面设置配水系统，污水从表面纵向流向填料床底部，氧可以通过大气扩散和植物传输进入人工湿地。该系统有较高的好氧处理能力，因此硝化能力强。为防止堵塞，填料级配复杂，建造要求高，落干/淹水时间长，操作相对复杂。

优点：占地面积小，氧气供应能力强，硝化作用充分，对 N 的去除率高，受气候影响小；

缺点：污水的流程较短，反硝化作用较弱，运行相对复杂，工程技术要求较高。

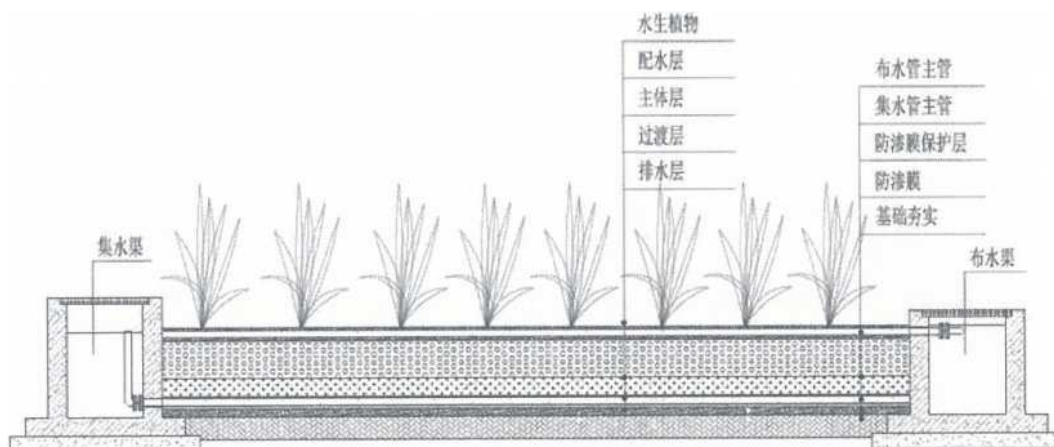


图 5.2-3 垂直潜流人工湿地剖面示意图

（2）人工湿地工艺比选

目前国内外采用的三种人工湿地工艺比较如下：

表 5.2-3 人工湿地工艺比选表

指标	人工湿地类型			
	表面流人工湿地	水平潜流人工湿地	上行垂直流人工湿地	下行垂直流人工湿地
水流方式	表面漫流	水平潜流	上行垂直流	下行垂直流
水力与污染物削减负荷	低	较高		高
占地面积	大	一般	较小	较小
有机物去除能力	一般	强	强	强
硝化能力	较强	较强	一般	强

指标	人工湿地类型			
	表面流人工湿地	水平潜流人工湿地	上行垂直流人工湿地	下行垂直流人工湿地
反硝化能力	弱	强	较强	一般
除磷能力	一般	较强	较强	较强

综上所述，经过综合分析比较，从节省占地和短期见效等考虑，本工程采用“垂直潜流人工湿地”的方式更为适宜，其原因在于：

1) 单独使用表面流湿地所需要的湿地面积将非常大，不符合乐山市的土地利用现状和功能规划，而潜流湿地处理能力强，可有效减少湿地占地面积；

2) 垂直潜流人工湿地对 N、P 的去除能力较水平潜流更好，适用于进水碳源较低的河道水体，适应本项目的进水水质特点；

3) 垂直潜流人工湿地处理效果稳定，出水水质较好。

考虑到本项目的处理规模、用地条件，以及工程对出水水质要求较高，本项目选择“垂直潜流人工湿地”作为工程主体处理工艺。为便于布水系统的检修，人工湿地采用下行流，即湿地上部进水，单向下行流，底部出水。

(3) 预处理设施

本项目的处理对象为流域河道水体，河道水体具有 SS 较高的特点，为避免 SS 指标对垂直潜流人工湿地的堵塞，提高整个湿地系统的处理效能和工程使用年限，同时削减进水污染负荷，本项目在潜流湿地前端设置前置沉淀塘，故流域河道水体净化采用“前置沉淀塘+垂直潜流湿地”的工艺。

5.3 水质提升系统设计

5.3.1 设计参数

根据《人工湿地污水处理工程技术规范》(HJ 2005-2010)，人工湿地即人工筑成水池或沟槽，底部铺设防渗漏隔水层，充填一定深度的基质层，种植水生植物，利用基质、植物、微生物的物理、化学、生物三重协同作用使得污水等到净化，分为表面流人工湿地、水平潜流人工湿地、垂直潜流人工湿地。各类型人工湿地主要污染物去除率如下表所示：

表 5.3-1 人工湿地主要污染物去除效率表

人工湿地类型	BOD ₅ (%)	COD _{Cr} (%)	SS (%)	NH ₃ -N (%)	TP (%)	水力停留时间 (d)
表面流人工湿地	40 ~70	50 ~60	50 ~60	20 ~50	35 ~70	4~8
水平潜流人工湿地	45 ~85	55 ~75	50 ~80	40 ~70	70 ~80	1~3
垂直潜流人工湿地	50 ~90	60 ~80	50 ~80	50 ~75	60 ~80	1~3

1) 表面水力负荷

人工湿地的表面水力负荷指每平方米湿地在单位时间所能接纳的污水量，计算公式如下所示：

$$q_{hs} = \frac{Q}{A}$$

式中： q_{hs} —表面水力负荷， $m^3/(m^2 \cdot d)$ ；

Q —人工湿地设计水量， m^3/d ；

A —人工湿地面积， m^2 。

2) 水力停留时间

人工湿地的水力停留时间指污水在污水在人工湿地的平均驻留

时间，计算公式如下所示：

$$t = \frac{V \times \varepsilon}{Q}$$

式中：t—水力停留时间，d；

V—人工湿地基质在自然状态下的体积，包括基质实体及其开口及闭口空隙， m^3 ；

ε —孔隙率，%；

Q—人工湿地设计水量， m^3/d 。

3) 表面有机负荷

人工湿地的表面有机负荷指每平方米人工湿地在单位时间去除的五日生化需氧量，计算公式如下所示：

$$q_{os} = \frac{Q \times (C_0 - C_1) \times 10^{-3}}{A}$$

式中： q_{os} —表面有机负荷， $kg/(m^2 \cdot d)$ ；

Q—人工湿地设计水量， m^3/d ；

C_0 —人工湿地进水 BOD_5 质量浓度， mg/L ；

C_1 —人工湿地出水 BOD_5 质量浓度， mg/L ；

A—人工湿地面积， m^2 。

根据《人工湿地水质净化技术指南》中的全国气候分区，乐山市属于夏热冬冷地区（III区），人工湿地主要设计参数见下表。

表 5.3-2 人工湿地主要设计参数（III区）

设计参数	表面流人工湿地	水平潜流人工湿地	垂直潜流人工湿地
水力停留时间，d	2.0-10.0	1.0-3.0	0.8~2.5

设计参数	表面流人工湿地	水平潜流人工湿地	垂直潜流人工湿地
表面水力负荷, $\text{m}^3/(\text{m}^2 \text{d})$	0.03-0.2	3.0-12.0	0.4-1.2
化学需氧量削减负荷, $\text{g}/(\text{m}^2 \text{d})$	0.8~6.0	3.0~12.0	5.0-15.0
氨氮削减负荷, $\text{g}/(\text{m}^2 \text{d})$	0.04-0.5	1.5~3.0	2.0-4.0
总氮削减负荷, $\text{g}/(\text{m}^2 \text{d})$	0.08-1.0	1.2~6.0	1.5~8.0
总磷削减负荷, $\text{g}/(\text{m}^2 \text{d})$	0.01-0.1	0.04-0.2	0.06-0.25

本项目参考相关规范对人工湿地的主要污染物去除效率和水力停留时间进行了推荐取值,设计进出水水质及设计规模详见各湿地工艺设计。

5.3.2 填料设计

(1) 湿地填料的分类与作用

传统的人工湿地填料,也叫湿地基质,主要包括土壤、砂、砾石等,近年来,随着人工湿地技术的发展,人们开始应用具有优秀性能的材料作为湿地填料,包括沸石、石灰石、页岩、塑料、陶瓷等。

基质是人工湿地不可缺少的组成部分,被称作高效的“活过滤器”,湿地系统中大部分的物理、化学和生物反应都在基质中进行。基质在污水净化和水体修复过程中起到重要作用,主要包括:①基质为水生植物提供载体和营养物质,使得植物根系对污染物质进行有效地吸收、转化、降解;②为微生物的生长提供稳定的依附表面,促进微生物对污染物质的降解、转化和生物固定化作用;③基质中的无机、有机胶体及其复合体的络合和沉淀作用;④基质离子交换作用;⑤基质和植物的机械阻留作用;⑥基质的气体扩散作用。

与传统滤料相比,湿地填料的来源更加广泛和丰富,其类型可分

为 3 大类：天然材料、工业副产品、人造产品。天然材料主要有白云石、石灰石、硅酸钙岩矿、沸石、页岩、铝土矿、沙子和砾石、灰土、石英砂、土壤、蛋白土、贝壳砂、磁铁矿滤料、锰矿砂等；工业副产品主要有高炉矿渣、电弧炉钢渣、炉渣、矿渣、粉煤灰等；人造产品主要有轻质聚合物，如聚乙烯发泡塑料粒子，以及天然材料加工后的填料，如陶瓷填料等。

常见的人工湿地填料见下表：

表 5.3-3 部分常见人工湿地填料

名称	介绍
土壤	矿物和有机物的混合组成部分，来源普遍
磷灰石	组成： $X_5[ZO_4]_3(F,Cl,OH)$ ，其中 X 为 Ca、Sr、Ba、Pb、Na 等，磷灰石作为副矿物见于各种火成岩中，另外，浅海沉积成的磷灰石（以胶磷矿为主）和由生物化学作用形成的海岛鸟粪层磷矿（以羟磷灰石为主），规模都很大
铝土矿	组成： $Al_2O_3 \cdot H_2O$ （65.4%、34.6%），常含杂质 CaO、MgO、SiO ₂ 等，常见为白色或因杂质呈浅灰、浅绿、浅红色调
白云石	组成： $CaMg(CO_3)_2$ ，可含有 Fe、Mn、Pb、Zn 等元素，白云石是组成白云岩和白云质灰岩的主要矿物成分
铁矾土	含铁高的耐火粘土和铝土矿，Fe ₂ O ₃ 含量一般大于 10%，白色、灰色或深灰色，外表与粘土相似，一般呈块状
石灰石	组成： $CaCO_3$ ，白色粉末或块状，无臭、无味，遇稀醋酸、稀盐酸、稀硝酸发生泡沸，并溶解
高炉矿渣	高炉矿渣是冶炼生铁是高炉中排出的一种废渣。高炉矿渣是由脉石、灰分、助溶剂和其他不能进入生铁中的杂质组成的，是一种易熔混合物。从化学成分来看，高炉矿渣是属于酸盐质材料
钢渣	钢渣主要由钙、铁、硅、镁和少量铝、锰、磷等的氧化物组成。主要的矿物相为硅酸三钙、硅酸二钙、钙镁橄榄石、钙镁蔷薇辉石、铁铝酸钙以及硅、镁、铁、锰、磷的氧化物形成的固熔体，还含有少量游离氧化钙以及金属铁、氟磷灰石等
炉渣	又称熔渣，火法冶金过程中生成的浮在金属等液态物质表面的熔体，其组成以氧化物（SiO ₂ 、Al ₂ O ₃ 、CaO、MgO）为主，还常含有硫化物并夹带少量金属
矿渣	高炉炼铁熔融的矿渣在骤冷时，来不及结晶而形成的玻璃态物质，成细粒状。熔融的矿渣直接流入水池中冷却的又叫水淬矿渣。含 SiO ₂ 多的矿渣为酸性矿渣，含 Al ₂ O ₃ 和 CaO 多的为碱性矿渣。碱性矿渣的活性比酸性矿渣高。矿渣具有一定的自身水硬性，不宜长期存放

（2）填料的选择要点

人工湿地填料的选择跟传统滤料的选择既有相同之处又具有自己具体的要求，要点如下：

由于不同填料对污水中不同污染物的去除能力不同，应针对不同的污染物类型选用不同的填料。例如，对于有机质和悬浮颗粒含量高的污水，可选用泥炭作为填料；对于重金属含量高的废水或染料废水，最好选用膨润土作为填料；而对于含量比较高的富营养化水体，可选用炉渣、页岩等钙含量较高的材料为填料；粉煤灰能有效地去除废水中多种污染物（如重金属、脱色等）。

湿地填料粒径的分布对湿地中的孔隙体积和水流模式有决定性作用，所选择的滤料应该粒径大小适中、水头损失小、形状系数好、吸附能力强。粒径较大的填料可以有效防止堵塞的发生，但会缩短水力停留时间，影响净化效果。因此，填料的选择需要根据实际情况，平衡好净化效果和防止堵塞二者之间的关系。

湿地床一般由3层组成，表层为土层，一般考虑植物种植和滤水需要，厚度为15~30 cm，质地多为粘土和壤土，渗透性中等，渗透率在0.025~0.35 cm/hr为宜；中层可根据湿地脱氮、除磷等功能需要，选择相应种类的填料，粒径一般为5~50 mm。厚度可根据湿地具体特点而定，一般为10~80 cm；下层多为砾石和小豆石，粒径在5~100 mm，铺设厚度20~70 cm。

填料的选择还应遵循材料的易得、高效、价廉及安全无毒等原则。选择填料应首先选用对污染物去除能力强的当地材料，这样既能提高

人工湿地对污水的净化能力，减少成本投入，又能延长生态工程的使用寿命。

此外，使用单一填料可能效果有限，可考虑将多种填料配合应用，发挥填料之间的互补效应或协同效应。例如，将除磷效果较好的炉渣和除氮效果较好的沸石作为组合填料一起使用，可明显提高人工湿地处理污水的能力。

湿地中的基质是为植物根系提供物理支撑的基础，为污水中各种复杂的化合物，污染源提供一个反应的界面和区域；为水体中生长的各种好氧菌、厌氧菌等各种微生物提供一个生长繁殖的环境。因此，填料的选择对于人工湿地污水处理系统的运行效果有重要意义。

填料是湿地的基质与载体，其去污过程来自离子交换、专性与非专性吸附、螯合作用及沉降反应等。填料的所有理化性质都有可能影响到它对污水的去除效果。在床体内部填充多孔的、有较大比表面积的填料，可以改善人工湿地的水力学性能，为微生物提供更大的附着面积，增强系统对污染物（尤其是氮、磷）的去除能力。

目前应用较多的有土壤填料、卵石填料、塑料填料、炉渣填料、陶瓷填料、活性炭填料、自然岩石与矿物填料等。每种填料性能各有优缺点，应根据具体原污水的水质和经济分析结论进行选择，以充分发挥填料的作用，为了综合发挥各填料优势，湿地床可由多种填料组成。此外，填料级配直接影响到污染物的去除效果，湿地运行过程中床层的堵塞情况。

（3）填料的配置

综上所述，本工程选择砾石作为主要基质种类，砾石一般来源于河道径流搬运、冲击后的河床，是经过天然河道采挖、人工制造、筛选、水洗而成，球形状，纯白色或杂色，各项指标均应符合相关规范、标准规定。

此外，2018-2021年间，泥溪河流域水质主要污染因子是总磷和高锰酸盐指数，其中总磷超标现象较为突出。因此，本项目流域水质净化湿地应针对主要超标污染物 TP 进行强化除磷设计。

为强化总磷去除效果，流域水质净化湿地配置部分除磷沸石填料，主要在人工湿地主体层采用砾石和沸石混合填料，砾石：沸石体积混合比为 6:4。通过合理的布水，保证湿地内沸石填料效果得到充分发挥，保证水体主要污染物尤其是 TP 浓度得到有效削减。该类湿地独特的床层结构及填料形式对各主要污染物尤其是 TP 去除明显优于其他处理方式。

5.3.3 植物设计

在湿地系统中，水生植物是水体保持良性发育的关键生态类群，水生植物在湿地生态系统中处于初级生产者地位，它通过光合作用将太阳能转化为有机物，生产出大量的有机物质，为鱼类及其他水生动物提供直接或间接的食物，同时水生植物也是湿地生态系统保持良性循环的关键，也是水生生物群落多样性的基础，因此完整的水生植物群落是维持湿地生态系统结构和功能的关键因子。

水生高等植物对水环境的修复主要是通过自身的生长以及协助水体内的物理、化学、生物等作用而去除受污染水体中的营养物质，

污水中的部分有机、无机物质以及含磷含氮污染物作为植物生长所需的养料被吸收，部分有毒物质被富集、转化、分解。高等水生植物的存在可以为真菌、细菌等微生物活动提供场所，并通过其发达的通气组织将。输送到根际，抑制厌氧微生物生长，为好养微生物降解有机污染物提供良好的根际环境。

水生植物对水环境的净化功能主要表现为以下几个方面。

（1）对氮素营养、磷素营养等的吸收作用

高等水生植物分为挺水、漂浮、浮叶、沉水 4 种生态类型，它们对水体中的营养盐均有很好的吸收、净化能力。水生植物对营养物质的吸收有利于水体中 N、P 等营养平衡，能有效地控制水体富营养化。水生植物主要通过根部吸收污染水体底质中的 N、P 等营养元素，同时具有光合功能的植物体也吸收来自水中的游离态 N、P 等营养元素。大型水生植物生长过程中，需要从水层和底泥中吸收大量的 N、P 等营养物质，并同化为自身结构的组成物质（蛋白质和核酸等），同化速率与大型水生植物的生长速度、水体营养物的质量浓度水平呈正相关。在合适的环境中，大型水生植物往往以营养繁殖的方式快速积累生物量，而 N、P 是植物大量需要的营养物质；并且相对藻类而言，大型水生植物的生命周期较长，N、P 在其体内的储存也较稳定，因而对这些物质的固定能力非常强。当水生植物被运移出湿地生态系统时，被吸收的营养物质随之从水体中输出，从而达到净化水体的作用，与此同时也可收获水生植物生物资源。

（2）对重金属离子的富集作用

众多研究表明：生境中的重金属含量与植物组织中的重金属含量成正相关，高等水生植物对重金属离子富集能力的一般顺序是：沉水植物（漂浮、浮叶植物）挺水植物（与水体接触面积成正相关），且大多数水生植物根部富集能力大于茎叶部分。实验证明浮萍、香蒲、水鳖、慈姑、芦苇等高等水生植物对重金属离子富集作用明显。植物把重金属离子、农药和其他人工合成有机物等污染物物质富集、固定在体内或土壤中，减少水体中污染物量。而且植物不同部位的吸收能力也有所差别。例如，香蒲的吸收能力大小依次是根、地下茎、叶，并且按照一定的比例从生境中吸取重金属，以防止对某元素吸收过多而引起毒害。如 Pb、Zn 进入香蒲体内，主要积聚在皮层细胞中的细胞壁上，只有少量进入原生质，可见细胞壁对重金属有较高的亲和力。

（3）对有机污染物的净化作用

高等水生植物对有机污染物的净化作用主要通过三个途径：1）植物本身可以吸收和富集某些小分子有机污染物；2）通过其根际区电化学反应促进物质在其表面进行离子交换、螯合、吸附、沉淀等，不溶性胶体被根系黏附和吸附，凝集的菌胶团把悬浮性的有机物和新陈代谢产物沉降下来；3）水生植物群落的存在，为更多的微生物和其他微型生物提供了附着基质和栖息场所，这些生物本身作为湿地生态系统的分解者，可以大幅度提高根际区有机胶体和悬浮物的分解和矿化速度，如有机磷降解、硝态氮的氨化等，从而提高植物体对 N、P 等营养素的吸收率；此外，水生植物的根系还能分泌促进嗜磷、嗜氮细菌生长的物质，从而间接提高对水环境的净化效率。

（4）对藻类的抑制作用

水生高等植物对藻类的抑制作用主要表现在两个方面：一是藻类数量急剧下降；二是藻类群落结构改变。水体中的大型水生植物和藻类生长在同一生态空间，二者在光照、营养盐等方面存在着激烈的生态竞争，互相影响，互相制约。水生植物和浮游藻类在营养物质和光能的利用上是竞争者，因水生植物一般个体较大、生命周期长，吸收和储存养分的能力强，能很好的抑制藻类生长。某些水生高等植物根系能分泌藻类生长抑制激素，达到抑制藻类生长的目的。另外，寄生在水生高等植物根系、叶面等处的小型食藻动物也对藻类的生长产生一定影响。湿地生态系统中，许多沉水植物如金鱼藻、苦草、微齿眼子菜、范草和伊乐藻等，与藻类之间相互作用复杂，包括空间竞争、营养竞争，分泌化感物质和改变周围的水体环境等。

对沉水植物而言，挥发性物质特别是气味化合物的化感物质。沉水植物化感物质的产生受“水华”藻类的诱导，采用铜绿微囊藻代替普通的绿藻，沉水植物产生化感物质种类更多，活性更强。

（5）其他作用

挺水植物可通过对水流的阻力来减小风浪扰动，使悬浮物质沉降。在易受风浪涡流及底层鱼类扰动影响的浅水底层，沉水植物有利于形成一道屏障，使底泥中营养物质溶出速度明显受到抑制。水生植物还能通过植物残体的沉积将部分生物营养元素埋入沉积物中，使其脱离水体内的营养循环，进入地球化学循环过程。水边以挺水植物为主的水路交错带，有利于对面源污染物的去除和沉淀等。总之，水生

植物的存在，有利于形成一个良性的湿地生态系统，并能在较长时间
内保持水质的稳定。常见的湿地水生植物如下表所示：

表 5.3-4 净水湿地常用水生植物特性表

植物名称	形态特征	分布	特性	图片
黄花鸢尾 (<i>Iris wilsonii</i> C. H. Wright)	多年生草本，植株基部有老叶残留的纤维。种子棕褐色，扁平，半圆形。	生于山坡草丛、林缘草地及河旁沟边的湿地。产中国湖北、陕西、甘肃、四川、云南	喜光，也较耐阴，在半阴环境下也可正常生长。喜温凉气候，耐寒性强	
西伯利亚鸢尾 (<i>Iris sibirica</i> L.)	多年生草本。根状茎粗壮，斜伸；花黄色，直径 6-7cm；蒴果椭圆状柱形，种子棕褐色，半圆形。	原产欧洲常栽于庭园及花坛中供观赏，现世界各地可栽培，	既耐寒又耐热，在浅水、湿地、林荫、旱地或盆栽均能生长良好，而且抗病性强，尤其抗根腐病	
芦苇 (<i>Phragmites communis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.)	多年水生或湿生的高大禾草，根状茎十分发达。秆直立，高 1-3m。圆锥花序大型，分枝多数；花药黄色。	为全球广泛分布的多型种。生于江河湖泽、池塘沟渠沿岸和低湿地	生育适温 15-30℃，具有深水耐寒、抗旱、抗高温、抗倒伏的特点，有短期成型、快速成景的优点	
水生美人蕉 (<i>Canna indica</i> L.)	多年生草本植物，高可达 1.5 米，全株绿色无毛，被蜡质白粉。具块状根茎。地上枝丛生。	美人蕉原产美洲、印度、马来半岛等热带地区，分布于印度以及中国大陆的南北各地等地	喜温暖湿润气候，不耐霜冻，生育适温 25-30℃，喜阳光充足土地肥沃；性强健，适应性强，稍耐水湿，畏强风。	

植物名称	形态特征	分布	特性	图片
香蒲 (<i>Typha orientalis Presl</i>)	多年生水生或沼生草本植物，根状茎乳白色，地上茎粗壮，向上渐细，叶片条形，花序紧密。	中国黑龙江、吉林、辽宁、河南、陕西、安徽、江苏、云南、台湾等省区均有栽培。	生于湖泊、池塘、沟渠、沼泽及河流缓流带，香蒲喜高温多湿气候，生长适温为 15-30℃。	
梭鱼草 (<i>Pontederia cordata L.</i>)	多年生挺水或湿生草本植物，株高可达 150 厘米，地茎叶丛生，圆筒形叶柄呈绿色，叶片较大，深绿色	美洲热带和温带均有分布，中国华北等地有引种栽培	梭鱼草喜欢光照，需要满足充足的光照	
旱伞草 (<i>Cyperus alternifolius L. subsp. flabelliformis (Rottb.) Kükenth.</i>)	多年生草本植物，根状茎短，粗大，高可达 150 厘米，叶片伞状，叶鞘棕色，叶状苞片苞片 20 枚，近相等，较花序长，向四周展开，平展。	广泛分布于森林、草原地区的大湖、河流边缘的沼泽中	性喜温暖、阴湿及通风良好的环境，适应性强，对土壤要求不严格，以保水强的肥沃的土壤最适宜	
黄菖蒲 (<i>Iris pseudacorus L.</i>)	多年生湿生或挺水宿根草本植物，植株高大，根茎短粗。叶子茂密，基生，绿色，长剑形，中肋明显，并具横向网状脉	产于欧洲，中国各地常见栽培。喜生于河湖沿岸的湿地或沼泽地上	喜温暖水湿环境，喜肥沃泥土，耐寒性强	

5.4 污泥处理与处置

5.4.1 污泥处理处置的原则

在河道水体水质净化过程中将产生一定量的污泥，如不加以妥善

处理和处置，将对堆放和排放区周围环境造成严重的二次污染，因此对污泥进行妥善的处理和处置是本项目的重要内容。

污泥处理和处置的主要原则是稳定化、减量化、无害化、资源化，尽量回收和利用污泥中的能源和资源。在安全、环保和经济的前提下实现污泥的处理处置以及综合利用，达到节能减排和发展循环经济的目的。

1、稳定化：通过处理使污泥稳定化，降低污泥中有机物的含量，使其最终处置时污泥不再发生进一步腐败，从而避免二次污染。

2、减量化：减少污泥最终处置前的体积，以降低污泥后续处理和最终处理的费用。

3、无害化：减少污泥中的有害物质，达到污泥的无害化和卫生化。

4、资源化：在处理污泥的同时达到变害为利、综合利用、保护环境的目的，如产生沼气、堆肥、焚烧发电等。

5.4.2 污泥处理方案

目前，污泥处理过程单元主要有浓缩、脱水、消化、干化、卫生填埋、焚烧、综合利用等，一般可以根据污水处理厂的规模、当地环保要求和经济能力、污泥最终处置方式等，对各单元过程进行有机结合。

根据我国河道水体水质净化的实践经验，考虑经济能力、运行管理水平、设备制造水平等因素，目前适宜污泥处理工艺主要为：

剩余污泥→污泥浓缩→污泥消化→污泥干化→泥饼外运

本项目采用人工湿地工艺，污泥主要是来自前置沉淀塘中沉积的淤泥，由于泥溪河来水中悬浮物主要是泥沙，含水率低，易沉降，不易腐败，透水性好，因此本着节省工程投资、降低运行费用、便于管理的原则，不进行专门的污泥稳定化处理，直接在干化场自然脱水后进行最终处置。

5.4.3 污泥最终处置方案

污泥处置是指处理后污泥的消纳过程，处置方式有土地利用、填埋、建筑材料综合利用等，其中污泥土地利用主要包括土地改良、园林绿化和污泥农用。

本项目河道污泥主要是来自前置沉淀塘中沉积的淤泥，来水中悬浮物主要是泥沙，易沉降，不易腐败，对环境影响较小。即便如此，脱水后的污泥也必须经过适当处置，以防止二次污染。

目前，国内对污水处理工程经过处理的污泥处置大都选用卫生填埋或用作农肥的方法处置，有少数采用简易静态堆肥处置。国外发达国家较多采用焚烧、填埋、堆肥等方法。投海方法处置实质是将污染转移，国际上已不允许。

以下就焚烧、堆肥与卫生填埋法处置污泥，进行比选。

（1）污泥焚烧处置

脱水后的污泥含水率一般在 55~80%之间，不能直接焚烧，焚烧前必须配置前处理装置。焚烧过程产生潜在的大气污染，也须配置后续处理装置，以保护大气清洁。

焚烧处置的优点：

①减量化：焚烧时污泥中的有机物被燃烧掉，留下无机残渣，残渣量约为原污泥量 10~30%；

②无害化：焚烧温度可达 840~900°C 之间，因此无害化程度高；

③占地面积小；

④焚烧减量化后，残渣进入填埋场，延长了填埋场的使用年限。

焚烧处理的缺点：

①工艺复杂，一次性投资高；

②设备数量多，操作管理复杂；

③能耗高，运行费用高。以浓缩、脱水的污泥为例，含水率在 75~80% 之间，要使污泥可以燃烧，蒸发水份的耗煤量为 0.5~0.7T 煤/T 污泥(干污泥计)，仅此一项费用为 200~280 元/吨干污泥。

焚烧技术虽然具有处理迅速，减容多(70~90%)，无害化程度高，占地面积小等优点，但一次性投资巨大，操作管理复杂，且能耗高，运行费用高，不太适应我国目前的国情。

（2）堆肥处置

污泥可以单独进行堆肥处置，也可以与城市垃圾混合堆肥，堆肥产品可作农肥或土壤的改良剂。

常用的污泥堆肥方法有以下三种：

① 好氧静态堆肥

脱水后的泥饼与粗粒的填充料如木屑混合，混合物堆放在填料床上，填料床内设有通风管，用鼓风机强制通风。堆肥过程完成后，将堆料打碎，回收粗粒的填充料以使再次利用。该法存在的最主要问题

是鼓风通气电耗大，运行成本高。

② 好氧动态堆肥

混合料被堆成长条形，使堆料有足够的表面积，以便进行空气的对流与扩散。也可以如好氧静态堆肥一样，进行强制通风。

③ 料仓堆肥

混合料从堆肥仓的一端进入，向堆肥仓的出料端运动，达到足够的停留时间后离开堆肥仓。采用强制通风，使空气通过堆肥仓。仓式堆肥在仓内停留时间较短，出料中含水率较高，因此出料还须熟化。

堆肥处置存在的主要问题为：生产周期长，包括熟化时间在内，一般的静态或动态堆肥须 80~90 天时间；必须严格控制堆肥中的重金属等有害物，但堆肥过程中重金属无法控制；堆肥价格高，农户对堆肥的认识不足，认为买堆肥不如买化肥，不愿接受堆肥。现在，无公害农业对种植肥料要求越来越高，用污水处理厂污泥生产肥料不能满足无公害农业种植肥料要求。

（3）卫生填埋

污泥卫生填埋是把脱水污泥运到卫生填埋场与城市垃圾一起，按卫生填埋操作进行处置的工艺，常见的有厌氧和兼氧卫生填埋两种。

卫生填埋法处置污泥具有处理量大、投资省、运行费低、操作简单、管理方便、对污泥适应能力强等优点。但亦具有占地大、渗滤液及臭气污染较重等缺点。

卫生填埋法适宜于填埋场地容易选取、运距较近、有覆盖土的地方。目前，卫生填埋法是国内外处理城市污水处理厂脱水污泥最常用

的方法。

根据上述各种污泥处置方式以及本项目污泥的具体特点（有机物含量低、脱水性能好），采用污泥卫生填埋处置方式比较容易实施，而且较为经济。

5.4.4 污泥处理工艺流程

污泥的最终处置方式为填埋处置。本项目污泥的处理采用可研阶段的措施，最终运至市中区垃圾填埋场，按卫生填埋操作进行处置，河道水质净化湿地距离市中区垃圾填埋场约 25~30km。

污泥处理工艺流程见下图：

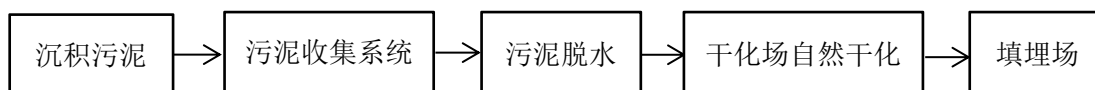


图 5.4-1 污泥处理工艺流程图

5.5 湿地植物处置

湿地植物在生长过程中所需的氮、磷等营养元素主要从污水中吸收，通过对植物的定期收割可以对该部分氮、磷等污染物进行去除；此外为防止湿地植物腐烂后氮、磷等营养元素重新释放到水体，也需对植物进行收割。

为防止二次污染，收割后的植物残体须进行妥善处置，不得随意堆放。可供选择的处置方式有：（1）综合利用，包括用作养殖饲料或饵料，制作生物炭，植物发电等；（2）填埋处理。

结合现场实际情况，本工程湿地植物残体经收割、堆放、晾晒后运送至市中区垃圾填埋厂进行卫生填埋处理。

第 6 章 工程设计

根据现场调查及水质分析，水产养殖密集区主要集中在白马镇，主要水质监测断面中天马桥支流汇入泥溪河前、白马镇红光村 4 组的水质差，白马镇一土主镇交界、剑峰河入泥溪河交汇点的水质相对较差。统筹流域各断面水质现状及沿线可用土地的地形、面积等，本项目一期工程拟在白马镇水产养殖密集区下游选择合适地块进行流域水质净化湿地建设，提升河道水体进行旁路处理，开展“好水换坏水”工程，进一步削减有机物、氨氮、总磷等污染物入河量，持续改善泥溪河流域水质。

6.1 白马镇水产养殖密集区下游流域水质净化湿地

6.1.1 处理对象

本工程位于白马镇水产养殖密集区下游，接纳的污水主要来自于泥溪河上游。泥溪河属岷江流域，主要补给水源来源于大气降雨及支流，泥溪河为高中水库的主要补给水源，目前泥溪河主要的水域功能是渔业养殖用水、工业用水、农业生态用水。

6.1.2 设计规模

泥溪河流域所在地区为亚热带季风气候，流域降水量年际变化较大，主要集中在夏季。枯水期径流量占全年总径流量的 5.0%，为 $0.35\text{m}^3/\text{s}$ 。本工程位于白马镇水产养殖密集区下游，根据现场调查，沿线可利用土地面积有限。结合湿地选址要求、水质提升目标，考虑

河道水体水文条件，本工程设计处理河道内枯水期径流量的三分之一（ $0.117\text{m}^3/\text{s}$ ），此处取 $10000\text{m}^3/\text{d}$ 。此时的河道水流基本为污染最严重的水体，也是最需净化处理的部分，对于洪水期的增加流量则直接下泄，不进入处理工程进行处理。

6.1.3 设计进水水质

根据泥溪河设置 8 个监测断面分布位置，主要考核指标中存在超标现象的是 COD_{cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP，因此本项目主要针对这些指标进行设计。白马镇水产养殖密集区下游临近白马镇一土主镇交界断面，根据 2022 年的断面水质数据，并结合 2018~2021 年的水质数据，对本工程处理系统的进水水质取值如下表所示：

表 6.1-1 设计进水水质

指标	COD_{cr}	$\text{NH}_3\text{-N}$	TP
污染物浓度（mg/L）	35	0.60	0.35

6.1.4 设计出水水质

因泥溪河控制断面中远期水质目标为 III 类，结合总体目标并考虑湿地实际削减效果，本工程流域水质净化湿地设计出水水质按照《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）III 类水质要求设定，主要出水水质标准如下表所示：

表 6.1-2 设计出水水质

指标	COD_{cr}	$\text{NH}_3\text{-N}$	TP
污染物浓度（mg/L）	20	0.30	0.2

6.1.5 污水处理程度

根据设计进水水质和应达到的出水水质指标，拟建流域水质净化湿地主要污染物的去除率详见下表：

表 6.1-3 尾水处理去除率

指标	COD _{Cr}	NH ₃ -N	TP
进水水质（mg/L）	35	0.60	0.35
出水水质（mg/L）	20	0.30	0.2
去除率（%）	42.8	50	42.8

6.1.6 受纳水体

处理系统出水通过排水管道最终汇入泥溪河。

6.1.7 工程选址及防洪

（1）工程选址原则

本工程选址应尽量考虑以下因素：

- 1) 分析沿线用地性质，尽量选用非基本农田，如无或者缺少相关用地，宜选取土地权属明确、拆迁工作少的地块；
- 2) 尽量选择地势平坦荒地，选址地用地面积满足人工湿地设计要求；
- 3) 离河道较近，尽量减少进水段管道铺设。

（2）工程地理位置

根据现场调查，结合流域沿线用地性质及地形地势，本工程选择白马镇水产养殖密集区下游平和村对岸地块建设流域水质净化湿地，湿地中心位置坐标为 103° 54' 48.88" ， 29° 39' 32.25" 。

（3）地形地貌条件

本项目建设地点位于市中区泥溪河平和村对岸养殖鱼塘，整体地势较为开阔，周边交通便利，现场周边地面标高为 316.50~323.90m 之间。

（4）场址土地权属类别

根据全国第三次国土调查，场地现状用地性质为养殖鱼塘，用地权属明晰，不占用基本农田。



图 6.1-1 场地周边用地性质图

（5）现场基本情况

场地地势较为规整，分布于泥溪河平和村对岸沿线 220m 长河道东侧，主要为养殖鱼塘，周边有硬质道路环绕，后期运维较为便利，总占地面积约 23951m²。

（6）防洪情况

工程设施边界距河岸线约 16m，场坪标高为 323.5m，超出周边养殖鱼塘场坪标高 0.5~0.8m。同时，沿线已建堤防设施，边坡已硬化处理，现状河道水位为 317.2m，因此湿地被汛期洪水淹没的风险较低。



图 6.1-2 场地地理位置图



图 6.1-3 场地航拍图

6.1.8 详细工艺设计

6.1.8.1 一体化提升泵站

通过对项目现场高程进行详细论证，在6~9月份降雨较大，为确保泥溪河安全泄洪，在汛期雨水直接下泄；在枯水期，工程运行采用提升方式进水，确保水体顺利进入后续处理单元。

通过对项目现场高程进行详细论证，工程运行采用提升方式进水，确保水体顺利进入后续处理单元。

一体化预制泵站筒体经过抗静压、抗变形力学计算，具有轻便、坚固、防水，运输便捷，抗腐蚀能力强的优点，其强度相当于传统层

压式玻璃钢的双倍，可完全抵抗撕裂、腐蚀及其他破坏力，故其坚固、持久、耐用，质量稳定优良，因此采用一体化提升泵站进行设计。

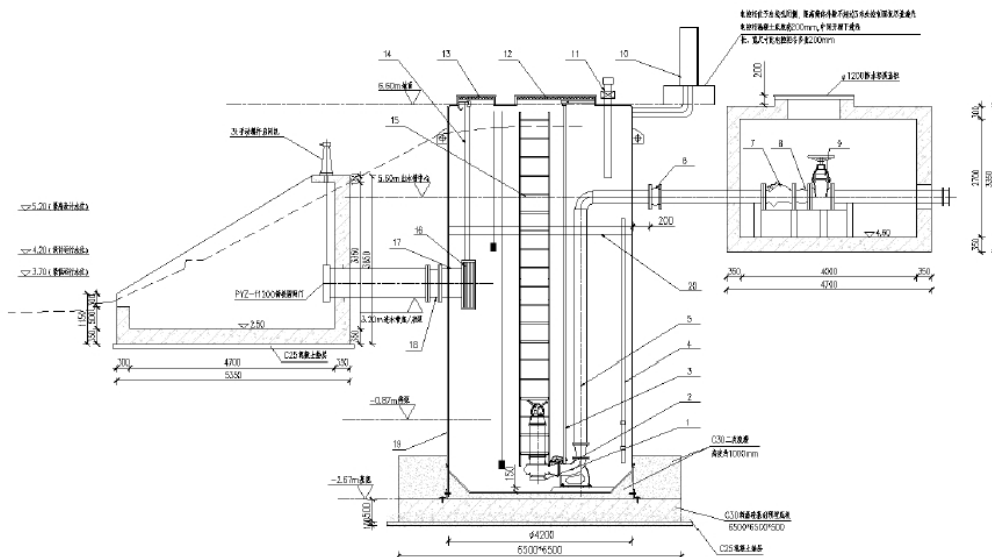


图 6.1-4 一体化提升泵站结构示意图

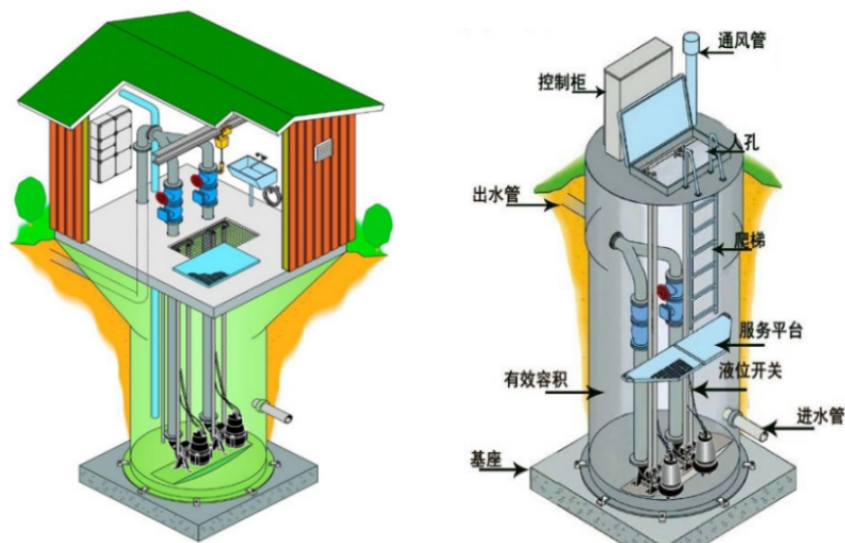


图 6.1-5 一体化提升泵站效果示意图

设计要求：

(1) 主要设计参数

类型：一体化提升泵站

功能：确保枯水期时，湿地的正常进水

设计水量： $Q=10000\text{m}^3/\text{d}=416.67\text{m}^3/\text{h}$

泵池有效容积： 110m^3

停留时间： 15min

筒体结构型式：钢防腐结构

底部基座结构型式：钢砼结构

数量：1座

筒体尺寸： $D\times H=\text{Ø}3.8\text{m}\times 4.0\text{m}$

（2）主要设备参数

类型：潜水排污泵

型号：300WQ600-7-22

流量： $Q=600\text{m}^3/\text{h}$

扬程： $H=7\text{m}$

功率： $N=22\text{kW}$

数量：2台（1用1备）

（3）设计要求：

1) 配套提篮格栅。

2) 控制方式：除采用液位浮球自动控制，另外还设有超限水位声光报警功能，手/自动操作功能；

3) 设备配套进出水管路、止回阀、固液分离装置、安全装置等采用304不锈钢材质，防腐性较好，螺栓采用304不锈钢材质，底座采用碳钢防腐防锈处理；

4) 控制系统：带有运行状态指示和故障报警等功能，能够实现

无人值守，自动运行，并能实现远程控制，受项目楼宇自控系统监控、控制设备状态；

5) 泵站基础尺寸：6000x6000x600mm，采用标号 C35 混凝土。

6.1.8.2 前置沉淀塘

(1) 单元功能

本工程中前置沉淀塘的主要目的是对进水进行预处理，满足后续垂直潜流人工湿地的进水要求。由于前置沉淀塘对 SS 具有较强的去除能力，且能起到消能、缓冲的作用，因此将前置沉淀塘放在垂直潜流人工湿地之前。

(2) 前置沉淀塘

本工程选址用地面积有限，结合现场实际情况及污泥处置要求，前置沉淀塘占地 2000m²，平均水深 2.5m，HRT = 0.5d。

前置沉淀塘采用生态边坡，坡比 1: 3，边坡上配套种植挺水植物，进一步削减各主要污染物。前置沉淀塘水生植物配置见下表：

表 6.1-4 前置沉淀塘周边水生植物配置表

序号	植物类型	名称	单位	数量	密度
1	挺水植物	芦苇	m ²	150	16 株/m ²
2		香蒲	m ²	100	16 株/m ²
3		鸢尾	m ²	100	16 株/m ²

6.1.8.3 垂直潜流人工湿地

本单元主要功能去除水中污染物，重点去除氨氮及总磷，同时去除有机物、悬浮物等污染，使河水净化并达标排放。

垂直潜流人工湿地是本处理工程的核心，根据进水水质的特点，

氨氮、总磷的去除是难点和重点，本项目的潜流人工湿地控制指标主要为表面水力负荷、水力停留时间等，主要设计内容及参数如下：

（1）面积设计

人工湿地主要设计参数应基于气候分区，通过试验或按相似条件下人工湿地的运行经验确定。根据气候分区，本工程处于四川省乐山市地处属于夏热冬冷地区，1月平均气温 $0^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$ ，7月平均气温 $25^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，年日平均气温 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 的日数 $40\text{d}\sim 110\text{d}$ ，年日平均气温 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的日数 $0\text{d}\sim 90\text{d}$ ，参照《人工湿地水质净化技术指南》，主要设计参数可参考下表确定：

表 6.1-5 湿地设计参数表（夏热冬冷地区）

设计参数 湿地类型	表面流 人工湿地	水平潜流 人工湿地	垂直潜流 人工湿地
水力停留时间, d	2.0~10.0	1.0~3.0	0.8~2.5
表面水力负荷, $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	0.03~0.2	0.3~1.0	0.4~1.2
化学需氧量削减负荷, $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	0.8~6.0	3.0~12.0	5.0~15.0
氨氮削减负荷, $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	0.04~0.5	1.5~3.0	2.0~4.0
总磷削减负荷, $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	0.01~0.1	0.04~0.2	0.06~0.25

人工湿地常按照化学需氧量、氨氮、总磷等主要污染物削减负荷和水力负荷进行工艺设计。当各指标计算的湿地面积有差异时，取其计算结果最大值；其次，水力停留时间是控制人工湿地运行效果的重要指标，也需校核，应满足水力停留时间要求。

1) 采用污染物削减负荷 N_A 计算湿地面积：

$$A=Q(S_0-S_1)/N_A$$

式中：A—表面积， m^2 ；

N_A —污染物削减负荷（以化学需氧量、氨氮和总磷计），

$g/(m^2 \cdot d)$ ；

Q—设计流量， m^3/d

S_0 —进水污染物浓度， g/m^3 ；

S_1 —出水污染物浓度， g/m^3 ；

2) 采用表面水力负荷（ q ）计算人工湿地面积：

$$A=Q/q$$

式中： q —表面水力负荷， $m^3/(m^2 \cdot d)$ ；

3) 校核水力停留时间（ T ）

$$T=V \cdot \eta / Q$$

式中： T —水力停留时间， d ；

V —有效容积， m^3 ；

η —填料孔隙率，%，表面流人工湿地 η 取 1。

表 6.1-6 粒径和孔隙率对照表

项目	粒径范围 1	粒径范围 2	粒径范围 3
填料粒径 mm	2-5	5-10	10-15
填料装填后孔隙率%	30-35	35-45	45-55

本项目采用粒径在 8mm 以上粒径的填料，填装后孔隙率设计为 40%，本湿地处理规模为 $10000m^3/d$ ，进水浓度根据实际监测结果确定，出水为地表水 III 类。根据设计进出水水质，参考相关工程实例，本湿地化学需氧量削减负荷取 $15g/(m^2 \cdot d)$ ，氨氮削减负荷取 $2.0g/(m^2 \cdot d)$ ，总磷削减负荷取 $0.15g/(m^2 \cdot d)$ ，表面水力负荷取 $0.6m^3/(m^2 \cdot d)$ ，则根据主要污染物削减负荷计算湿地面积为 $10000m^2$ ，根据主要污染物削减负荷计算湿地面积为 $16666.66m^2$ 。结合现场地形条件，综合湿地有效面积取 $16670m^2$ ，人工湿地床深 1.8m，计算水力

停留时间为 1.2d，在 0.8~2.5d 的范围内，设计合理。

表 6.1-7 湿地表面积计算

垂直潜流湿地	污染负荷计算面积 (m ²)			水力负荷计算面积 (m ²)	校核水力停留时间 (孔隙率 0.4, 床深 1.8m)
	COD _{cr}	NH ₃ -N	TP		
处理规模 m ³ /d	10000	1500	10000	16666.666	1.2
取值	15	2	0.15	0.6	0.8-2.5

(2) 平面布置

垂直潜流湿地总占地面积为 18665.19m²，其中垂直潜流湿地面积为 16670m²，进出水系统及边墙、隔墙等面积为 1995.19m²，共分 14 个处理单元，采用并联的方式运行。

(3) 布水系统

采用进水渠—配水主管—配水支管布水系统。前置沉淀塘出水自流进入垂直潜流人工湿地配水渠，配水渠的功能是将前置沉淀塘的出水配送至各块垂直潜流人工湿地。潜流湿地系统设置 1 条配水渠、2 条收水渠。由配水渠向两侧湿地单元配水，经湿地系统收水管道收集后进入收水渠。

1) 配水渠采用钢砼结构，断面为矩形，渠底标高为 321.20m，渠顶标高为 323.70m，渠深 2.50m（含盖板），渠净宽 1.50m，总长度 215m。进水渠前端配置不锈钢粗细筛网各 1 套，每套尺寸为 2.5m × 1.5m，孔径分别为 8mm、3mm。

2) 湿地系统配水主管连接进水渠，配水主管 DN200mm，布水支管 DN100mm。各块人工湿地面布水量负荷均等，各单元人工湿地主水管按其总水量负荷合理配置，主管间距 20~30m、布水支管间距

4m。

3) 收水渠采用钢砼结构，断面为矩形，渠底标高为 321.20m，渠顶标高为 323.50m，渠深 2.3m（含盖板），渠净宽 1.0m，总长度 651m。

（4）床层构成

人工湿地床深 1.8m，填料底层标高为 321.20m，填料顶层标高为 323.0m。主要由 3 层不同粒径级配的砾石构成，从上至下填层的粒径级配及厚度依次为：

配水层：8~12mm，厚度 500mm；

主体层：15~25mm，厚度 800mm；

收水层：30~60mm，厚度 500mm。

湿地配水层和收水层调料类型为砾石，为人工强化湿地除磷效果，在主体层采用砾石和沸石混合填料，砾石、沸石混合比为 6:4。

（5）边墙及隔墙

垂直流人工湿地四周边墙采用钢砼结构，四周边墙及隔墙总长度 1282m。

（6）出水系统

人工湿地出水系统由出水溢流管和出水放空管阀组成，用以将人工湿地处理尾水引入泥溪河主河道。出水溢流管在放空阀关闭的情况下完成人工湿地进水作业时的排放，并起控制人工湿地床层水位的作用。放空阀在进水主管阀关闭时开启，用以调控床层下降水位甚至放干，形成床层“真空”，从而吸入空气，满足床层需氧要求。

（7）人工湿地植物

考虑到乐山市气候特点及同地区垂直流人工湿地植物种植经验，选择生物量大、根系发达、能再生易繁殖、适宜淹水条件、生长速度快且净化能力强的植物。本方案湿地种植植物以芦苇（*Phragmites communis (Cav.) Trin. ex Steud.*）为主，搭配种植香蒲（*Typha orientalis Presl*）、黄花鸢尾（*Iris wilsonii C. H. Wright*）和美人蕉（*Canna indica L.*）。结合现场实际情况，水生植物可在保证施工及处理效果的同时进行适当调整，植物种植密度及面积见下表：

表 6.1-8 垂直流人工湿地植物配置表

序号	名称	单位	面积	密度
1	芦苇	m ²	4670	16m ² /株
2	香蒲	m ²	3820	16m ² /株
3	黄花鸢尾	m ²	3284	16m ² /株
4	美人蕉	m ²	3226	16m ² /株

6.1.8.4 污泥收集及处理

本项目污泥的收集主要位于前置沉淀塘。泥溪河在枯水期时的SS浓度较低，沉淀塘内沉积污泥主要为河沙等非有机污染物累计产生，污泥处理采用直接在干化场自然脱水后进行最终卫生填埋处置的方式。

（1）污泥清理频率

根据河道中的SS浓度，结合前置沉淀塘设计面积，本工程拟当内部沉淀区的淤泥堆积厚度超过0.5m时开始清淤，清淤周期为2个月，每次清理时间共3天，冬季可适当减小排泥频率。此外，每年进

行一次大面积清淤，将前置沉淀塘排空并利用挖机清淤。

（2）淤泥干化场设计

本项目前置沉淀塘总面积达 2000m²，淤泥堆积厚度超过 0.5m 时开始清淤，则一次清泥量（污泥含水率按 90%计）为：

$$V_0=2000\text{m}\times 0.5\text{m}=1000\text{m}^3$$

实际一月清理时间共 3 天，则平均每天处理污泥量为：

$$V_1=1000\text{m}^3/3\text{d}=333\text{m}^3/\text{d}$$

由于泥溪河来水中悬浮物主要是泥沙，易沉降，不易腐败，透水性好，因此采用直接自然沉淀的方式去除悬浮物。同时本着沉淀池运行管理简便、节能、的理念，设计了相应较大的池容，不设刮泥机械，采取渣浆泵清泥，渣浆泵用小船搭载，收集的污泥在淤泥干化场存放，经自然晾晒干化脱水后处置。

淤泥干化场采用砖砌围堤，池内设人工排水层，人工排水层填料分为 2 层，每层厚度各宜为 0.2m，下层采用粗矿渣、砾石或碎石，上层宜采用细矿渣或砂等。排水层下设不透水层，不透水层采用粘土，厚度宜 0.2m。不透水层坡向排水设施采用排水管，坡度 0.01~0.02。

淤泥干化场有效容积应能至少满足一天污泥量的贮存，污泥处理能力为 350m³/d（含水率约 90%），脱水后污泥量为 175m³/d（含水率约 80%）。

淤泥干化场占地 350m²，尺寸不规则，池深 2.0m，有效水深 1.0m（半地上式），主要设备为渣浆泵：流量 20m³/h，扬程 30m，功率 7.5kW，两用一备。

6.1.8.5 水质在线监测房

为及时掌握信息、强化管理、评估本项目建设效果，对湿地治理设施处理排放的尾水实行在线监测。

主要构筑物：

监测房尺寸： $L \times B \times H = 4.2\text{m} \times 3.2\text{m} \times 3.3\text{m}$ （净空尺寸）

结构形式：框架结构

数量：1座

配套设备：

水质在线监测系统：2套

河道水质净化湿地的水质在线监测系统主要设置在湿地系统的进水端及出水端。系统采用国产自主品牌设备，主要监测指标： COD_{cr} 、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮等水质指标。监测周期：常规模式下4小时一次，污染应急模式下可设置为1小时一次或开启光谱快速趋势响应（15~30min一次，可结合需求调整）。

6.1.8.6 管理用房

为方便项目日常管理，设置管理用房1座，采用1层框架结构，管理用房尺寸为： $L \times B \times H = 12.26\text{m} \times 5.06\text{m} \times 4.2\text{m}$ ；包括办公室、值班室、配电室、仓库等。

6.1.8.7 其它附属工程

主要包括电气、给排水、雨水沟、安全警示牌、围墙等。其中雨水沟沿道路两侧设置，安全警示牌设置16个，围墙采用钢制栅栏围

网，高 2m。

6.1.9 主要工程量汇总

白马镇水产养殖密集区下游净化湿地主要工程量表如下：

表 6.1-9 主要工程量表

序号	名称	规格、参数	单位	数量	备注
1	1#垂直潜流湿地	池体高度 H=2.3m, 湿地床深 h=1.80m	m ²	1447	钢砼池壁
2	2#垂直潜流湿地	池体高度 H=2.3m, 湿地床深 h=1.80m	m ²	1440	钢砼池壁
3	3#垂直潜流湿地	池体高度 H=2.3m, 湿地床深 h=1.80m	m ²	1455	钢砼池壁
4	4#垂直潜流湿地	池体高度 H=2.3m, 湿地床深 h=1.80m	m ²	908	钢砼池壁
5	5#垂直潜流湿地	池体高度 H=2.3m, 湿地床深 h=1.80m	m ²	1065	钢砼池壁
6	6#垂直潜流湿地	池体高度 H=2.3m, 湿地床深 h=1.80m	m ²	1065	钢砼池壁
7	7#垂直潜流湿地	池体高度 H=2.3m, 湿地床深 h=1.80m	m ²	1175	钢砼池壁
8	8#垂直潜流湿地	池体高度 H=2.3m, 湿地床深 h=1.80m	m ²	1326	钢砼池壁
9	9#垂直潜流湿地	池体高度 H=2.3m, 湿地床深 h=1.80m	m ²	835	钢砼池壁
10	10#垂直潜流湿地	池体高度 H=2.3m, 湿地床深 h=1.80m	m ²	1250	钢砼池壁
11	11#垂直潜流湿地	池体高度 H=2.3m, 湿地床深 h=1.80m	m ²	1249	钢砼池壁
12	12#垂直潜流湿地	池体高度 H=2.3m, 湿地床深 h=1.80m	m ²	1178	钢砼池壁
13	13#垂直潜流湿地	池体高度 H=2.3m, 湿地床深 h=1.80m	m ²	1192	钢砼池壁
14	14#垂直潜流湿地	池体高度 H=2.3m, 湿地床深 h=1.80m	m ²	1085	钢砼池壁
15	前置沉淀塘	h=2.5m	m ²	2000	
16	淤泥干化场		m ²	350	
17	渣浆泵	Q=20m ³ /h, N=7.5kW, H=20m	台	3	两用一备
18	工艺管线	钢管 DN800	m	378	
19	检查井	混凝土, DN1000	座	7	06MS201-3/P20
20	厂区大门	B=6.0m, H=2.0m	座	1	钢制
21	厂区道路	B=5.0m	m	146	混凝土道路
22	防倒灌闸门井	L×B×H=3.0×2.0×2.6m	座	1	钢砼
23	一体化提升泵站	D×H=%%C3.8m×4.0m	座	1	
24	水质在线监测房	L×B×H=4.2m×3.2m×3.3m	座	1	
25	管理用房	L×B×H=12.26m×5.06m×5.0m	座	1	
26	围墙	H=2.0m	m	888	钢制栅栏围网
27	挖方量		m ³	5700	
28	填方量		m ³	38500	
29	清淤		m ³	20000	
30	块石回填		m ³	12000	
31	其他附属工程	电气、给排水、雨水沟、安全警示牌等	项	1	

表 6.1-10 主要材料一览表

序号	名称	规格	材质	单位	数量	备注
1	塑料管	De200, PN1.0MPa	PE100	m	855	布水主管
2	塑料管	De200, PN1.0MPa	PE100	m	800	收水主管
3	穿孔布水管	De100, PN1.0MPa	PE100	m	2800	布水支管
4	穿孔集水管	De100, PN1.0MPa	PE100	m	2800	收水支管
5	A型刚性防水套管	DN200	Q235	个	30	详见 07MS101-5, 15~17 页
6	A型刚性防水套管	DN800	Q235	个	2	总进、出水管, 详见 07MS101-5, 15~17 页
7	等径三通	De200*200*200, PN1.0MPa	PE100	个	60	
8	等径四通	De200*200*200*200, PN1.0MPa	PE100	个	370	
9	异径管	De200*100, PN1.0MPa	PE100	个	800	
10	90°弯头	De225, PN1.0MPa	PE100	个	30	
11	堵头	De100	PE100	个	800	
12	堵头	De200	PE100	个	60	
13	手动蝶阀	涡轮蝶阀, DN200, PN1.0MPa	不锈钢	个	30	
14	手动蝶阀（长柄）	涡轮蝶阀, DN200, PN1.0MPa	不锈钢	个	30	柄长 0.8m
15	喇叭口	De200*300	PE100	个	30	
16	填料	粒径 30-60mm, 厚度 500mm		m ³	8335	砾石
17	填料	粒径 15-25mm, 厚度 500mm		m ³	13336	砾石、沸石混合比为 6:4
18	填料	粒径 8-12mm, 厚度 500mm		m ³	8335	砾石
19	FRP 网格盖板	B=1.1~1.6m	FRP	m ²	1180	
20	防渗膜	两布一膜, 300g/m ² 土工布+1mmHDPE膜+聚酯长丝纺粘针刺无纺土工布, 整体焊接。		m ²	18000	此为平面覆盖面积及翻边 20cm 工程量, 未考虑搭接及损耗
21	阀门	DN200	Q235	个	30	
22	通气管	De200	PE100	m	120	
23	管帽	De200	PE100	个	30	配套通气管使用
24	移动爬梯	高度 2.0m		套	1	

6.1.10 污染物削减量分析

（1）净化能力分析

本工程潜流人工湿地有效面积 15000m²，人工湿地对各污染物的削减负荷设计参数如下表所示：

表 6.1-11 人工湿地设计削减负荷表

项目	COD _{cr} (g/m ² ·d)	NH ₃ -N (g/m ² ·d)	TP (g/m ² ·d)
负荷	9.0	0.18	0.09

（2）预期污染物削减量

根据以上净化能力分析可知，本湿地预计可削减 COD 54.75 t/a，NH₃-N 1.10 t/a，TP 0.55 t/a。

6.2 剑峰河汇入泥溪河处流域水质净化湿地

6.2.1 处理对象

本工程位于剑峰河汇入泥溪河处，接纳的污水主要来自于剑峰河上游。剑峰河为泥溪河主要支流，主要补给水源来源于大气降雨、以及沿线生活污水，目前主要的水域功能是部分牲畜饮水、灌溉、泄洪及生活污水的受纳。

6.2.2 设计规模

由于剑峰河流域所在地区为亚热带季风气候，流域降水量年际变化较大，主要集中在夏季。枯水期径流量占全年总径流量的 4.5%，约为 0.112m³/s。本工程位于剑峰河汇入泥溪河处，根据现场调查，

沿线可利用土地面积有限。结合湿地选址要求、水质提升目标，考虑河道水体水文条件，本工程设计处理河道内枯水期径流量的 60%以上（ $0.069\text{m}^3/\text{s}$ ），此处取 $6000\text{m}^3/\text{d}$ 。此时的河道水流基本为污染最严重的水体，也是最需净化处理的部分，对于洪水期的增加流量则直接下泄，不进入处理工程进行处理。

6.2.3 设计进水水质

根据泥溪河设置 8 个监测断面分布位置，主要考核指标中存在超标现象的是 COD_{cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP，因此本项目主要针对这些指标进行设计。临近剑峰河汇入泥溪河（两河口）处临近剑峰河入泥溪河交汇点泥溪河上游 200m 断面，根据 2022 年的断面水质数据，并结合 2018~2021 年的水质数据，对本工程处理系统的进水水质取值如下表所示：

表 6.2-1 设计进水水质

指标	COD_{cr}	$\text{NH}_3\text{-N}$	TP
污染物浓度（mg/L）	35	0.60	0.35

6.2.4 设计出水水质

因泥溪河控制断面中远期水质目标为 III 类，结合总体目标并考虑湿地实际削减效果，本工程流域水质净化湿地设计出水水质按照《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）III 类水质要求设定，主要出水水质标准如下表所示：

表 6.2-2 设计出水水质

指标	COD_{cr}	$\text{NH}_3\text{-N}$	TP
污染物浓度（mg/L）	20	0.30	0.2

6.2.5 污水处理程度

根据设计进水水质和应达到的出水水质指标，拟建流域水质净化湿地主要污染物的去除率详见下表：

表 6.2-3 尾水处理去除率

指标	COD _{Cr}	NH ₃ -N	TP
进水水质（mg/L）	35	0.60	0.35
出水水质（mg/L）	20	0.30	0.2
去除率（%）	42.8	50	42.8

6.2.6 受纳水体

人工湿地处理系统出水通过排水管道最终汇入泥溪河。

6.2.7 工程选址

（1）工程选址原则

本工程选址应尽量考虑以下因素：

- 1) 分析沿线用地性质，尽量选用非基本农田，如无或者缺少相关用地，宜选取土地权属明确、拆迁工作少的地块；
- 2) 尽量选择地势平坦荒地，选址地用地面积满足人工湿地设计要求；
- 3) 离河道较近，尽量减少进水段管道铺设。

（2）工程地理位置

根据现场调查，结合流域沿线用地性质及地形地势，本工程选择剑峰河汇入泥溪河处两河口周边地块建设流域水质净化湿地，湿地位置坐标为 103° 51' 40.69" ， 29° 37' 16.36" 。

（3）地形地貌条件

本项目建设地点位于市中区泥溪河两河口沿岸，整体地势较为狭长，两侧均为山丘，区域内地势整体相对平坦，局部地势较高，现场地面标高为 299.50~310.90m 之间。

（4）场址土地权属类别

根据全国第三次国土调查，场地现状用地性质为水田，用地权属明晰，不占用基本农田。



图 6.2-1 场地周边用地性质图

（5）现场基本情况

场地分布于泥溪河两河口周边地块，位于剑峰河与泥溪河之间，场地东侧有硬质道路，总占地面积约 16374m²。

（6）防洪情况

工程设施边界距河岸线约 150m，场坪标高为 302.0m，且现状河

道水位为 296.7m，因此湿地被汛期洪水淹没的风险较低。



图 6.2-2 场地地理位置图



图 6.2-3 场地航拍图

6.2.8 详细工艺设计

6.2.8.1 一体化提升泵站

通过对项目现场高程进行详细论证，工程运行采用提升方式进水，确保水体顺利进入后续处理单元。

一体化预制泵站筒体经过抗静压、抗变形力学计算，具有轻便、坚固、防水，运输便捷，抗腐蚀能力强的优点，其强度相当于传统层压式玻璃钢的双倍，可完全抵抗撕裂、腐蚀及其他破坏力，故其坚固、持久、耐用，质量稳定优良，因此采用一体化提升泵站进行设计。

设计要求：

（1）主要设计参数

类型：一体化提升泵站

功能：确保枯水期时，湿地的正常进水

设计水量： $Q = 6000\text{m}^3/\text{d} = 250\text{m}^3/\text{h}$

泵池有效容积： 62.5m^3

停留时间：15min

筒体结构型式：钢防腐结构

底部基座结构型式：钢砼结构

数量：1座

筒体尺寸： $D \times H = \text{Ø}3.8\text{m} \times 9.0\text{m}$

（2）主要设备参数

类型：潜水排污泵

型号：200QW300-13-18.5

流量： $Q=300\text{m}^3/\text{h}$

扬程： $H=13\text{m}$

功率： $N=18.5\text{kW}$

数量：2台（1用1备）

（3）设计要求：

1）配套提篮格栅。

2）控制方式：除采用液位浮球自动控制，另外还设有超限水位声光报警功能，手/自动操作功能；

3）设备配套进出水管路、止回阀、固液分离装置、安全装置等采用304不锈钢材质，防腐性较好，螺栓采用304不锈钢材质，底座采用碳钢防腐防锈处理；

4）控制系统：带有运行状态指示和故障报警等功能，能够实现无人值守，自动运行，并能实现远程控制，受项目楼宇自控系统监控、控制设备状态；

5）泵站基础尺寸： $4000\times 4000\times 600\text{mm}$ ，采用标号C35混凝土。

6.2.8.2 前置沉淀塘

（1）单元功能

本工程中前置沉淀塘的主要目的是对进水进行预处理，满足后续垂直潜流人工湿地的进水要求。由于前置沉淀塘对SS具有较强的去除能力，且能起到消能、缓冲的作用，因此将前置沉淀塘放在垂直潜流人工湿地之前。

（2）前置沉淀塘

本工程选址用地面积有限，结合现场实际情况及污泥处置要求，前置沉淀塘占地 1500m^2 ，平均水深 2.5m ， $\text{HRT} = 0.63\text{d}$ 。

前置沉淀塘采用生态边坡，坡比 1:3，边坡上配套种植挺水植物，进一步削减各主要污染物。前置沉淀塘水生植物配置见下表：

表 6.2-4 前置沉淀塘周边水生植物配置表

序号	植物类型	名称	单位	数量	密度
1	挺水植物	芦苇	m^2	120	16 株/ m^2
2		香蒲	m^2	100	16 株/ m^2
3		鸢尾	m^2	100	16 株/ m^2

6.2.8.3 垂直潜流人工湿地

本单元主要功能去除水中污染物，重点去除氨氮及总磷，同时去除有机物、悬浮物等污染，使河水净化并达标排放。

潜流人工湿地控制指标主要为表面水力负荷、水力停留时间等，主要设计内容及参数如下：

(1) 面积设计

本项目采用粒径在 8mm 以上粒径的填料，填装后孔隙率设计为 40% ，本湿地处理规模为 $10000\text{m}^3/\text{d}$ ，进水浓度根据实际监测结果确定，出水为地表水 III 类。根据设计进出水水质，参考相关工程实例，本湿地化学需氧量削减负荷取 $15\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，氨氮削减负荷取 $2.0\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，总磷削减负荷取 $0.15\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。表面水力负荷由于负荷较高，取 $0.67\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，根据主要污染物削减负荷计算湿地面积为 6000m^2 ，根据表面水力负荷计算湿地面积为 10000m^2 ，综合取 10000m^2 ，湿地床深 1.8m ，计算水力停留时间为 1.2d ，在 $0.8\sim 2.5\text{d}$ 的

范围内，设计合理。

表 6.2-5 湿地表面积计算

垂直潜流湿地	污染负荷计算面积 (m ²)			水力负荷计算面积 (m ²)	校核水力停留时间 (孔隙率 0.4, 床深 1.8m)
处理规模 m ³ /d	COD _{Cr}	NH ₃ -N	TP		
6000	6000	900	6000	10000	1.2
取值	15	2	0.15	0.6	0.8-2.5

(2) 平面布置

垂直潜流湿地总占地面积为 10616.35m²，其中垂直潜流湿地面积为 10000m²，进出水系统及边墙、隔墙等面积为 616.35m²，共分 6 个处理单元，采用并联的方式运行。

(3) 布水系统

采用进水渠—配水主管—配水支管布水系统。前置沉淀塘出水自流进入垂直潜流人工湿地配水渠，配水渠的功能是将前置沉淀塘的出水配送至各块垂直潜流人工湿地。潜流湿地系统设置 1 条配水渠、1 条出水渠。由配水渠向两侧湿地单元配水，经湿地系统收水管道收集后进入收水渠。

1) 配水渠采用钢砼结构，断面为矩形，渠底标高为 299.70m，渠顶标高为 302.20m，渠深 2.50m（含盖板），渠净宽 1.00m，总长度 178m。进水渠前端配置不锈钢粗细筛网各 1 套，每套尺寸为 2.5m×1.0m，孔径分别为 8mm、3mm。

2) 湿地系统配水主管连接进水渠，配水主管 DN200mm，布水支管 DN100mm。各块人工湿地面布水量负荷均等，各单元人工湿地主水管按其总水量负荷合理配置，主管间距 20~30m、布水支管间距

4m。

3) 收水渠采用钢砼结构，断面为矩形，渠底标高为 299.70m，渠顶标高为 302.0m，渠深 2.3m(含盖板)，渠净宽 1.0m，总长度 157m。

(4) 床层构成

人工湿地床深 1.8m，填料底层标高为 299.70m，填料顶层标高为 301.50m。主要由 3 层不同粒径级配的砾石构成，从上至下填层的粒径级配及厚度依次为：

配水层：8~12mm，厚度 500mm；

主体层：15~25mm，厚度 800mm；

收水层：30~60mm，厚度 500mm。

湿地配水层和收水层填料类型为砾石，为人工强化湿地除磷效果，在主体层采用砾石和沸石混合填料，砾石、沸石混合比为 6:4。

(5) 边墙及隔墙

垂直流人工湿地四周边墙采用钢砼结构，四周边墙总长度 796m。

(6) 出水系统

人工湿地出水系统由出水溢流管和出水放空管阀组成，用以将人工湿地处理尾水引入泥溪河主河道。出水溢流管在放空阀关闭的情况下完成人工湿地进水作业时的排放，并起控制人工湿地床层水位的作用。放空阀在进水主管阀关闭时开启，用以调控床层下降水位甚至放空，形成床层“真空”，从而吸入空气，满足床层需氧要求。

(7) 人工湿地植物

考虑到乐山市气候特点及同地区垂直流人工湿地植物种植经验，

选择生物量大、根系发达、能再生易繁殖、适宜淹水条件、生长速度快且净化能力强的植物。本方案湿地种植植物以芦苇为主，搭配种植美人蕉、黄花鸢尾和香蒲，营造景观效果。种植密度及面积见下表：

表 6.2-6 垂直流人工湿地植物配置表

序号	名称	单位	面积	密度
1	芦苇	m ²	3480	16m ² /株
2	香蒲	m ²	3040	16m ² /株
3	黄花鸢尾	m ²	1625	16m ² /株
4	美人蕉	m ²	1855	16m ² /株

6.2.8.4 污泥收集及处理

本项目污泥的收集主要位于前置沉淀塘。泥溪河支流剑峰河在枯水期时的 SS 浓度较低，沉淀塘内沉积污泥主要为河沙等非有机污染物累计产生，污泥处理采用直接在干化场自然脱水后进行最终卫生填埋处置的方式。

（1）污泥清理频率

根据河道中的 SS 浓度，结合前置沉淀塘设计面积，本工程拟当内部沉淀区的淤泥堆积厚度超过 0.5m 时开始清淤，清淤周期为 2 个月，每次清理时间共 3 天，冬季可适当减小排泥频率。此外，每年进行一次大面积清淤，将前置沉淀塘排空并利用挖机清淤。

（2）淤泥干化场设计

本项目前置沉淀塘总面积达 1500m²，淤泥堆积厚度超过 0.5m 时开始清淤，则一次清泥量（污泥含水率按 90%计）为：

$$V_0=1500\text{m}\times 0.5\text{m}=750\text{m}^3$$

实际一月清理时间共 3 天，则平均每天处理污泥量为：

$$V_1=750\text{m}^3/3\text{d}=250\text{m}^3/\text{d}$$

由于泥溪河来水中悬浮物主要是泥沙，易沉降，不易腐败，透水性好，因此采用直接自然沉淀的方式去除悬浮物。同时本着沉淀池运行管理简便、节能、的理念，设计了相应较大的池容，不设刮泥机械，采取渣浆泵清泥，渣浆泵用小船搭载，收集的污泥在淤泥干化场存放，经自然晾晒干化脱水后处置。

淤泥干化场采用砖砌围堤，池内设人工排水层，人工排水层填料分为 2 层，每层厚度各宜为 0.2m，下层采用粗矿渣、砾石或碎石，上层宜采用细矿渣或砂等。排水层下设不透水层，不透水层采用粘土，厚度宜 0.2m。不透水层坡向排水设施采用排水管，坡度 0.01~0.02。

淤泥干化场有效容积应能至少满足一天污泥量的贮存，污泥处理能力为 $250\text{m}^3/\text{d}$ （含水率约 90%），脱水后污泥量为 $125\text{m}^3/\text{d}$ （含水率约 80%）。

淤泥干化场尺寸：20.0m×14m×2.0m，有效水深 1.0m（半地上式），主要设备为渣浆泵：流量 $20\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 30m，功率 7.5kW，两用一备。

6.2.8.5 水质在线监测房

为及时掌握信息、强化管理、评估本项目建设效果，对尾水治理设施处理排放尾水实行在线监测。

主要构筑物：

监测房尺寸：L×B×H=4.2m×3.2m×3.3m（净空尺寸）

结构形式：框架结构

数量：1 座

配套设备：

水质在线监测系统：2 套

河道水质净化湿地的水质在线监测系统主要设置在湿地系统的进水端及出水端。系统采用国产自主品牌设备，主要监测指标： COD_{cr} 、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮等水质指标。监测周期：常规模式下 4 小时一次，污染应急模式下可设置为 1 小时一次或开启光谱快速趋势响应（15~30min 一次，可结合需求调整）。

6.2.8.6 管理用房

为方便项目日常管理，设置管理用房 1 座，采用 1 层框架结构，管理用房尺寸为： $L \times B \times H = 12.26\text{m} \times 5.06\text{m} \times 4.2\text{m}$ ；包括办公室、值班室、配电室、仓库等。

6.2.8.7 其它附属工程

主要包括电气、给排水、雨水沟、安全警示牌、围墙等。其中雨水沟沿道路两侧设置，安全警示牌设置 20 个。围墙采用钢制栅栏围网，高 2m。

6.2.9 主要工程量汇总

剑峰河汇入处净化湿地主要工程量表如下：

表 6.2-7 主要工程量表

序号	名称	规格、参数	单位	数量	备注
1	1#垂直潜流湿地	池体高度 $H=2.3\text{m}$ ，湿地床深 $h=1.80\text{m}$	m^2	1625	钢砼池壁
2	2#垂直潜流湿地	池体高度 $H=2.3\text{m}$ ，湿地床深	m^2	1625	钢砼池壁

序号	名称	规格、参数	单位	数量	备注
		h=1.80m			
3	3#垂直潜流湿地	池体高度 H=2.3m, 湿地床深 h=1.80m	m ²	1625	钢砼池壁
4	4#垂直潜流湿地	池体高度 H=2.3m, 湿地床深 h=1.80m	m ²	1415	钢砼池壁
5	5#垂直潜流湿地	池体高度 H=2.3m, 湿地床深 h=1.80m	m ²	1855	钢砼池壁
6	6#垂直潜流湿地	池体高度 H=2.3m, 湿地床深 h=1.80m	m ²	1855	钢砼池壁
7	前置沉淀塘	h=2.5m	m ²	1500	
8	淤泥干化场	L×B×H=20×14×2.0m	m ²	280	
9	渣浆泵	Q=20m ³ /h, N=7.5kW, H=20m	台	3	2用1备
10	工艺管线	钢管 DN800	m	240	
11	检查井	混凝土, DN1000	座	5	06MS201-3/P20
12	厂区大门	B=6.0m, H=2.0m	座	1	钢制
13	厂区道路	B=4.0m	m	680	混凝土道路
14	防倒灌闸门井	L×B×H=3.0×2.0×2.6m	座	1	钢砼
15	一体化提升泵站	D×H= Ø3.8m×4.0m	座	1	
16	水质在线监测房	L×B×H=4.2m×3.2m×3.3m	座	1	
17	管理用房	L×B×H=12.26m×5.06m×5.0m	座	1	
18	围墙	H=2.0m	m ³	550	钢制栅栏围网
19	挖方量		m ³	26000	
20	填方量		m	26300	
21	挡土墙	毛石混凝土挡土墙 260m	m ³	3800	
22	其他附属工程	电气、给排水、雨水沟、安全警示牌等	项	1	

表 6.2-8 主要材料一览表

序号	名称	规格	材质	单位	数量	备注
1	塑料管	De200, PN1.0MPa	PE100	m	371	布水主管
2	塑料管	De200, PN1.0MPa	PE100	m	371	收水主管
3	穿孔布水管	De100, PN1.0MPa	PE100	m	2050	布水支管
4	穿孔集水管	De100, PN1.0MPa	PE100	m	2050	收水支管
5	A型刚性防水套管	DN200	Q235	个	12	详见 07MS101-5, 15~17 页
6	A型刚性防水套管	DN800	Q235	个	2	总进、出水管, 详见 07MS101-5, 15~17 页
7	等径三通	De200*200*200, PN1.0MPa	PE100	个	12	
8	等径四通	De200*200*200*200, PN1.0MPa	PE100	个	174	

序号	名称	规格	材质	单位	数量	备注
9	异径管	De200*100, PN1.0MPa	PE100	个	372	
10	90°弯头	De225, PN1.0MPa	PE100	个	6	
11	堵头	De100	PE100	个	372	
12	堵头	De200	PE100	个	12	
13	手动蝶阀	涡轮蝶阀, DN200, PN1.0MPa	不锈 钢	个	6	
14	手动蝶阀（长柄）	涡轮蝶阀, DN200, PN1.0MPa	不锈 钢	个	6	柄长 0.8m
15	喇叭口	De200*300	PE100	个	6	
16	填料	粒径 30-60mm, 厚度 500mm		m ³	5000	砾石
17	填料	粒径 15-25mm, 厚度 500mm		m ³	8000	砾石、沸石混合比为 6:4
18	填料	粒径 8-12mm, 厚度 500mm		m ³	5000	砾石
19	FRP 网格盖板	B=1.2m	FRP	m ²	402	
20	防渗膜	两布一膜, 300g/m ² 土工布+1mmHDPE 膜+聚酯长丝纺粘 针刺无纺土工布, 整体焊接		m ²	12000	此为平面覆盖面积及翻边 20cm 工程量, 未考虑搭接及耗损
21	阀门	DN200	Q235	个	12	
22	通气管	De200	PE100	m	48	
23	管帽	De200	PE100	个	6	配套通气管使用
24	移动爬梯	高度 2.0m		套	1	

6.2.10 污染物削减量分析

（1）净化能力分析

本工程潜流人工湿地有效面积 10000m², 人工湿地对各污染物的削减负荷设计参数如下表所示:

表 6.2-9 人工湿地设计削减负荷表

项目	COD _{cr} (g/m ² ·d)	NH ₃ -N (g/m ² ·d)	TP (g/m ² ·d)
负荷	9.0	0.18	0.09

（2）预期污染物削减量

根据以上净化能力分析可知，本湿地预计可削减 COD 32.85 t/a，NH₃-N 0.66 t/a，TP 0.33t/a。

6.3 景观设计

6.3.1 设计原则

（1）功能与景观相结合的原则

人工湿地系统作为人造的高效的污水处理系统，其功能性是景观设计的首要前提，在满足其功能性要求的同时，改变传统梯田式布局，采用流畅的线条组织各个人工湿地单元，在较大尺度空间中产生艺术性的美感，同时局部设计景观细节提高地区景观品质。

（2）科学性原则

对于人工湿地景观而言，在重视景观形式的同时，首先要注重它作为个生态系统的功能。湿地是个运动着而非静止的生态系统，这个系统包括了水文、生物地球化学、生态系统动态及物种适应等系列复杂的物理、化学、生物过程。因此要建立一个具有自我组织、自我维持以及自我设计能力的人工湿地生态系统就必须尊重湿地的生态过程。在对人工湿地进行景观设计的过程中，依据进水污水水质特点，科学的进行植物种类选择及配置。

（3）生态性原则

景观设计中遵循环境及经济的生态性原则。一方面尽可能保留原场地中面积较大的湿地及水体，保持生态系统的完整性及多样性；另

一方面对系统内部的产物回收利用并进行景观的再创造，以较低的能量输入维持系统最佳平衡状态。片区造景中以植被、水面为主，形成区域范围内良好景观。

（4）特色性原则

场区景观的设计应在空间布局、植物选择等方面适应这一场所特性，突显四川特色。

（5）综合性原则

集河水净化和生态休闲设施为一体，综合考虑及开发。

（6）主题性原则

本项目人工湿地以污水厂尾水及河道水体处理为主，兼具景观展示功能。注重场区功能多元化的实现。对湿地在优先保证生态工程质量的情况下进行主题性景观设计，使游客获得增知及休闲体验。

6.3.2 设计目标

通过明确的蓝线、绿线及网格状流线组织，完善的功能构成，寓教于乐的游艺设施项目设置，既满足湿地环境配套建设，又能满足市民休闲娱乐需求，同时增加片区活动空间，面向周边居民，促进地方休闲经济的发展。

6.3.3 设计理念

（1）自然美学

景观塑造中，保持自然线形，强调植物造景，运用天然材料，创造自然生趣，鼓励平易质朴、追求亲切宜人的尺度。

（2）尊重场地现状

通过对地形图的解读及现状场地踏勘，寻找现状场地中可保留的价值性景观及历史要素，在设计中进行保留，融入湿地景观设计当中。

（3）科教旅游功能

通过湿地净化水质展现水由污到清的转化过程，表达生态治污思想。通过展板、标牌及现场介绍宣传来体现其教育及示范意义。

6.3.4 具体景观设计

依据设计原则，结合场区布置，通过各类景观元素，利用空间的景观规划，丰沛的植物栽植设计，将场区内湿地区域、办公区域整体营造成一个舒适的环境。

在办公区域，综合运用园林植物因地制宜地配置四季富有季相色彩的各种乔木、灌木、花卉、草坪，管理用房周边除种植区外其他地坪均硬化，方便通行。办公区采用硬化地面。

6.3.5 植物种植设计

根据工程区的气候、土质、水文等环境情况，在本项目各子系统—垂直流人工湿地中种植的各种植物，在达到净化污水目的前提下，在设计时应该同时考虑到其景观效果。

根据垂直流人工湿地占地面积大、分块较多的特点，选择多种湿生-挺水植物，按单种植物种植在数块湿地上，并交错种植形成多种色彩的前低后高的植物景观。

6.4 建筑设计

6.4.1 建筑物工程内容

本项目建筑物主要有：

1、管理用房

管理用房为新建单层平屋顶建筑物，共 2 座，单座建筑面积 60m²，建筑高度 4.2m。建筑使用功能分区包括办公室、配电室、控制室、卫生间、会议室等。

2、水质在线监测房

水质在线监测房为新建单层平屋面建筑物，共 2 座，平面尺寸： $L \times B \times H = 4.2\text{m} \times 3.2\text{m} \times 3.3\text{m}$ （净空尺寸），建筑设计单层。

3、一体化提升泵站

一体化提升泵站为新建建筑物，共 2 座，尺寸分别为 $D \times H = \text{Ø}3.8\text{m} \times 4.0\text{m}$ 、 $D \times H = \text{Ø}3.8\text{m} \times 9.0\text{m}$ ，。

6.4.2 建筑设计标准

水质在线监测房、控制室建筑设计标准具体有：建筑安全等级为二级，耐火等级为二级，火灾危险等级为丁类，设计使用年限为 50 年，屋面防水等级为II级，防水耐用年限 15 年。

6.4.3 装修标准

装修为中低档标准，具体如下：

外墙面：外墙涂料、面砖；

屋面：高聚物改性沥青卷材防水屋面；

地面：地砖地面、局部采用天然石材地面和环氧树脂地面；

内墙面：乳胶漆墙面；

顶棚：乳胶漆顶棚，局部采用铝合金吊顶；

门窗：塑钢窗、局部采用玻璃幕墙；

6.4.4 构筑物工程内容

1、垂直流人工湿地

垂直流人工湿地 2 个，其中白马镇水产养殖密集区下游流域水质净化湿地共 14 个分区，剑峰河汇入泥溪河处流域水质净化湿地共 6 个分区。湿地中间隔墙与边墙均为钢筋混凝土结构，中间填充碎石填料，填料层厚度为 1.8m，底部铺设两布一膜。两布一膜采用 300g/m 土工布+1mm HDPE 防渗膜+300g/m 土工布，铺设于基底 C15 砼垫层下部。

要求湿地基底进入第 2 层粉质粘土层，设计承载力为 130KPa。

2、道路、大门、围墙、停车场

道路等级为等外道路，路面结构层为 C20 细石混凝土或碎石路面。场区人车行道宽 4.5m，人行道宽 2.5m。

大门选用成品钢制大门，围墙采用钢制栅栏围网。停车场面层采用 80 厚灰色成品嵌草砖，基底采用素土夯实，压实度不小于 0.93，随后铺设 150 厚级配碎石层、150 厚水泥稳定碎石、40 厚中粗砂找平层。面层采用嵌草砖。

6.5 结构设计

6.5.1 设计原则

本项目结构设计遵循国家基本建设有关方针、政策，在国家现行规范、规定及标准的指导下，在满足工艺、建筑、电气、自控等专业要求下，本着技术先进、经济合理、安全使用、确保质量的原则下进行设计。

6.5.2 工程内容

泥溪河流域（市中区段）人工湿地水质提升工程内容主要包括：前置沉淀塘、垂直流人工湿地、水质在线监测房、管理用房、道路、大门、围墙等。

6.5.3 设计依据

1、结构设计采用的主要规范

- 1) 《建筑结构可靠度设计统一标准》（GB 50068-2001）
- 2) 《建筑结构荷载规范》（GB 50009-2012）
- 3) 《混凝土结构设计规范》（GB 50010-2010）(2015 版)
- 4) 《砌体结构设计规范》（GB 50003-2011）
- 5) 《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010）(2016 版)
- 6) 《建筑地基基础设计规范》（GB 50007-2011）
- 7) 《给水排水工程 构筑物结构设计规范》（GB 50069-2002）
- 8) 《给水排水工程钢筋混凝土水池结构设计规程》（CES 138: 2002）

9) 《混凝土水池软弱地基处理设计规范》（CES 86-2015）

10) 《建筑地基处理技术规范》（JGJ 79-2012）

2、设计标准

1) 建筑结构安全等级为二级，设计使用年限为 50 年；

2) 抗震设防烈度为 6 度，抗震设防类别除公共厕所、控制室、管理用房为丙类，其余为乙类；

3) 地基基础设计等级为丙级；

4) 地下构筑物：整体抗浮 $K \geq 1.05$ ，圆弧滑动安全系数 $K \geq 1.30$ ；

5) 支挡结构稳定安全系数：抗滑 $K_a \geq 1.30$ ；抗倾覆 $K_a \geq 1.60$

6.5.4 基础设计及地基处理

本项目结构设计将根据构(建)筑物的类型，受力特点，使用要求，工艺流程及竖向布置的要求，并结合地形、地貌特征。拟建湿地工程场区工程地址较好，拟采用独立基础、条形基础或筏板基础(水池)。本工程构筑物基础采用天然地基，基础持力层选用第 2 层粉质粘土(地基承载力特征值 130KPa)或第 3 层卵石(地基承载力特征值 160KPa)，基底进入持力层 300，未达持力层采用级配碎石分层压实垫至基底标高，要求分层厚度不大于 300，压实系数不小于 0.95，换填后的垫层地基承载力不小于 130KPa。

6.5.5 基坑开挖及边坡设计

(1) 边坡防护

本项目厂区边坡采用自然放坡的防护方式。边坡坡比为 1：1.5，

坡面采用植草护坡。

(2) 基坑开挖

本项目基坑为临时性基坑，基坑等级为三级，采用放坡开挖，边坡坡比约为 1: 1~1.5。根据埋深采用单级或多级放坡的开挖方式，单级放坡坡高不超过 4.0m，边坡坡比为 1: 1~1.5 放坡平台宽 1.0m。

基坑坡脚线离管道外边壁至少有 0.5m~1.0m 的净距，底部设置 200×200 排水沟。

(3) 基坑排水

一般明排，若水量较大可采用轻型井点降水。

6.5.6 抗浮设计

由于工艺流程的要求，地下式构筑物受地表水及地下水的影响，构筑物会承受浮托力，采用适当的抗浮措施，以保证构筑物的安全使用。

结构抗浮工程措施一般有结构自重抗浮、配重抗浮、锚杆(或基桩)抗浮以及通过地下水导渗系统使得在放空检修期间降低地下水位来确保抗浮安全等。工程设计时，应综合考虑地下水位、结构特征、地形地貌、地质土层情况、施工能力等因素，经技术、经济比选后最终确定抗浮措施。

本项目构筑物结构自重可满足抗浮要求。

6.5.7 建(构)筑物结构设计

根据厂区平面布置，各主要建(构)筑物的特点及结构形式分述如

下：

1、垂直流人工湿地

采用钢筋混凝土结构，条形基础，施工时做好排水工作。底部铺设防渗膜，防渗膜渗透系数，防渗膜底部土层压实系数不小于 0.93。湿地基底进行第 3 层卵石层，其地基承载力特征值为 160KPa。

2、管理用房

主体结构（梁板柱）采用钢筋混凝土浇筑而成，外围护结构主要采用轻质填充墙；柱下采用独立基础进行基础设计。管理用房基底进行第 3 层卵石层，其地基承载力特征值为 160KPa。

3、道路

道路结构做法为：素土夯实+200mm 厚水泥稳定层（基层）+150mm 厚 C20 细石混凝土（面层）。道路基底进入第 2 层粉质粘土层，其地基承载力特征值为 130KPa。

6.5.8 主要建筑材料

1、混凝土

梁板柱及其它建(构)筑物均采用 C30 砼。垫层为 C15 砼。毛石砼基础为 C20，污水构筑物内壁采用环氧树脂系列类化学涂料防腐，外壁地面以上采用非焦油型聚氨酯涂膜。

2、钢筋

采用 HPB300(ϕ)和 HRB400(Φ)。

3、砌体材料

混合结构设计地面以下部分采用 M10 水泥砂浆，采用 MU15 蒸

压粉煤砖。

地上部分采用 M10 混合砂砌 MU10 蒸压粉煤砖或加气砼砌块。

4、钢制构件

均采用 Q235 型钢，采用聚氨酯涂层防腐。

5、施工缝

施工缝一般留于底板 500 以上，采用钢板止水处理；水池伸缩缝缝宽为 30mm，缝内设置橡胶止水带。

6.5.9 其他

1、本项目地质剖面原状地貌起落不大。要求在施工图设计时按目前总平面要求提供详勘报告。

2、本项目在平整场地时必须刨除淤泥杂草等物后，能到达设计强度要求土层。由于各构筑物结构埋深不同，对未能达到该层的可采用垫层以达到设计标高。

6.6 电气设计

6.6.1 工程概况

乐山市泥溪河流域（市中区段）人工湿地水质提升工程（一期），主要处理对象为河道水体，主要用电负荷为水质在线监测房、管理用房照明和湿地用电设备等。

6.6.2 设计依据

(1) 《20kV 及以下变电所设计规范》（GB50053—2013）；

- (2) 《供配电系统设计规范》（GB50052—2009）；
- (3) 《低压配电设计规范》（GB50054—2011）；
- (4) 《电力工程电缆设计规范》（GB50217—2018）；
- (5) 《建筑照明设计标准》（GB50034—2013）；
- (6) 《建筑物防雷设计规范》（GB50057—2011）；
- (7) 《通用用电设备配电设计规范》（GB50055-2011）；
- (8) 《交流电气装置的接地》（GB/T50065-2011）。

6.6.3 设计范围、内容

本设计包括流域水质净化湿地工程的电气设计，主要包括：

- (1) 配电平面布置设计；
- (2) 变配电系统设计；
- (3) 构建筑物防雷及接地设计；
- (4) 室内照明设计。

电气设计分界点：以室外箱变进线端为界，供电电缆进线端头以后部分为本次设计范围。

6.6.4 用电负荷及等级

- (1) 用电负荷

本工程用电负荷主要为常规电能工艺设备。负荷统计表如下：

表 6.6-1 用电负荷统计表

设备名称	单机功率	数量	单位	备注
提升泵 1	22kW	2	台	白马镇水产养殖密集区下游净化湿地一体化提升泵站（1用1备）

设备名称	单机功率	数量	单位	备注
提升泵 2	18.5kW	2	台	剑峰河汇入泥溪河处流域水质净化湿地一体化提升泵站（1用1备）
在线监测设备	据实	4	套	总进出水
视频监控系统	据实	2	套	白马镇水产养殖密集区下游净化湿地 1 套、剑峰河汇入泥溪河处流域水质净化湿地 1 套

常规电能工艺设备用电负荷估算为 100kVA。

（2）用电等级

本项目主要用电负荷集中在水质在线监测房、管理用房照明和湿地用电设备等，负荷等级按三级考虑。

6.6.5 供电设计

本工程按采用单回线路供电，由市电引一回 10kV 电源，来满足供电可靠性的要求。

由供电局引来电源接至室外箱变，馈线采用低压电力电缆由低压配电柜敷设至各用电点。

本工程配电电压等级为交流 380V/220V，低压配电接地型式采用 TN-S 系统，放射式配电。

6.6.6 计量及无功补偿

本工程市电计量采用低压计量的方式，在变压器低压出线端由供电局设置电度表行进计量。

在低压侧配电柜内设集中无功补偿装置，要求补偿后功率因数不低于 0.93。

6.6.7 联锁控制

本工程格栅采用手动或时钟自动控制，其他工艺及控制设备采用就地手动控制。

6.6.8 电缆敷设

设备配电电压为交流 380/220V，均采用电缆配电。配电线路的敷设方式根据现场实际情况，主要采用直埋与穿管相结合的敷设方式，电缆在穿越马路或受压较大处均穿套管保护，其材质为镀锌钢管。

电缆的选择根据电缆的载流量，使用地的环境温度、电缆的敷设长度等条件选择电缆的截面，电缆型号选用 YJV 或 YJV22 型，控制电缆选用 KVV 或 KVV22 型。

6.6.9 照明设计

综合管理用房和水质在线监测房照明以节能型灯为主，辅以局部照明，使其满足功能要求。

流域水质净化湿地的道路配备庭院式路灯照明，灯杆高度为 3m，选用 LED 光源，照明控制采用手动控制方式，具有装饰效果，作为巡视、维护检修用。

6.6.10 防雷与接地

本工程单体按第三类防雷建筑物进行设防。

为防止直击雷的侵害，在各单体屋面装设接闪带或接闪网。

电力设备金属外壳、绝缘损坏有可能带电，危及人身安全的设备

均应可靠接地。本项目低压配电系统接地采用 TN-S 系统，工作接地、保护接地及防雷接地共用一组接地装置，其接地电阻不大于 4 欧姆。

为降低建筑物内在接地故障情况下的接触电压和不同外露可导电部分之间的电位差，并消除自建筑物外经电气线路和金属管道引入的危险电压的危害，各建(构)筑物设等电位联结保护。

6.6.11 节能设计

为了使生态处理工程能够做到合理利用和节约能源，采取了以下节能措施：

- 1、箱变靠近负荷中心设置，减少馈线长度，降低线路损耗。
- 2、选用国家推荐的节能产品和质量合格的电气设备，力求降低用电设备自身损耗。
- 3、尽量使得三相负荷平衡，保证无功补偿的准确性；选用无功功率自动补偿装置，自动调整无功功率，降低无功损耗。
- 4、选择节能型变压器，根据负荷情况合理选择变压器容量，使变压器工作在高效低耗区内。
- 5、在满足照明质量前提下，合理布局灯具充分利用自然光，选用高效发光节能型灯具及节能型整流器。

6.6.12 主要设备选型

电气设备选型时应优先选择经济性好、通用型、方便维护检修的国产或者合资设备。

- 1、10/0.4kV 变压器采用 SCB11 型干式变压器；

2、0.4kV 低压开关柜采用 GGD 型固定柜；

3、户外安装的电气控制箱(柜)外壳的防护等级不低于 IP65，材质为不锈钢；室内电气控制箱(柜)外壳的防护等级不低于 IP31。

6.6.13 公用工程

6.6.13.1 给排水

（1）给水

本项目选址白马镇周边，厂区给水由项目区周边村庄给水管网就近接入，距离约 500~1000m。

（2）排水

厂区生产及生活污水最终进入湿地系统进行处理，厂区雨水为散排方式，排至泥溪河河道。

（3）消防

正常情况下本项目不易发生火灾，但是违反操作规定或意外事件可能会引起火灾，建筑物内设置灭火器。

建、构筑物在平面布置上严格执行国家消防规范的相关规定，合理布置防火间距。

配电间及污泥脱水车间设置二氧化碳型灭火器，并配备砂箱等消防工具，在主要房间内设置报警电话及禁止烟火等标记。

6.6.13.2 采暖与通风

（1）采暖

管理用房采用空气热源泵采暖，空气热源泵置于楼顶，由管道循

环泵、循环给水管和循环回水管将热源送至各房间散热器；管理用房内各房间内散热器采用风管机盘管机组进行散热，设备总功率7.5kW。

（2）通风

为了确保设备正常运行和职工安全生产，污泥脱水车间、配电间/管理用房在结构和建筑设计上满足通风、降温的要求。

第 7 章 项目实施管理及进度计划

7.1 项目实施管理

7.1.1 实施原则与步骤

本项目的实施应符合国内基本建设项目的建设程序和审批程序。

设立专门的机构，作为项目执行单位，负责项目的组织实施，协调和管理的工作，指派专人负责该机构的负责人，负责项目实施过程中的决策、指挥、执行与联络等工作。

项目的设计、施工、安装等单位，应与本项目执行单位履行必要的法律手续，违约责任应按照国家有关法律法规执行。

7.1.2 项目实施方式

（1）交钥匙工程总承包方式（EPC/Turn Key）

交钥匙工程总承包：总承包商按照合同约定，完成工程的勘察、设计、设备材料采购、施工、试运行等工作，并对工程的安全、质量、进度、造价全面负责，工程验收合格后向业主移交。

这种承包方式在我国有两种发展趋势：一是少数大型综合实力比较强的工程公司，在承包工艺技术比较复杂的连续化生产项目中采用较多。采用这种方式时，按国际通行方式，施工采用分包的方式，他们只作施工管理。亦有在采用 EPC/TurnKey 承包方式前，先签订工程立项阶段的工程咨询合同，包括工程预可行性研究、可行性研究，待工程立项批准后，再签订工程总承包合同。二是比较简单的工程，

如一条机械生产线，或者专业化的公司。

（2）设计、采购、施工总承包方式（EPC）

总承包商按照合同约定，完成工程设计、设备材料采购、施工、试运行服务等工作，实现设计、采购、施工各阶段工作合理交叉与紧密融合，并对工程的安全、质量、进度、造价全面负责。这是我国当前各行业设计单位采用比较多的一种工程总承包方式。从调查统计数据进行分析，这种承包方式约占总合同数量的 50%。这种方式的总承包商在试运行阶段仅承担技术服务，而不像 EPC/TurnKey 那样对试运行承担全部责任。

（3）设计加采购承包方式（EP）

在 EP 的承包方式中承包商只负责设计和设备采购。调查数据分析显示，这种方式只占总承包合同数量的 6%左右，分布的行业无规律，主要取决于业主自身的项目管理能力。

（4）设计加施工承包方式（EC）

调查中还有设计为主体并施工（EC）一体化承包方式，这种方式与 EPC 方式相比，是承包商不承设备材料采购，它约占总承包合同总量的 10%左右。这种方式的出现是由于业主采购能力比较强或者不愿意把采购交给承包商。

（5）设计加建造承包方式（DB）

根据调查，部分民用建筑设计院采用设计并建造的 DB 承包方式。据不完全统计，全国部属和省、自治区、直辖市 52 家甲级建筑设计院和工程公司创造的近 50 亿经济效益中，一部分是采用这种工程承

包方式取得的。

还有 BOT、BOOT 等多种项目建设和承包方式。

根据本项目工程内容特点，本项目最终采取 EPC 工程管理体制实施。

7.1.3 项目施工管理

7.1.3.1 项目组织管理机构

（1）项目决策层

项目经理和总工程师为项目决策层。

项目经理全面控制工程质量、进度、成本、安全生产及文明施工，根据工程实际情况有权对现场工作人员、机械设备、物资、资金进行调配，有权对现场工作人员根据业绩实施奖惩，有权签署与本项目有关的合同。

总工程师对本合同项目的工程质量负全面责任，组织技术干部进行技术交流、图纸会审、制订施工方案和项目质量计划。有权责令违反施工程序和质量不符合要求的工序停工整改或返工，有权对工程质量的优劣实施奖惩，负责实施本项目有关的合同管理。

（2）项目管理层

项目经理部各职能科室（质检部、综合办公室、工程技术部、安全人事部、物资设备部、计划科、财务部）在项目经理部领导下进行工作，为项目管理层，负责本项目施工管理、质量管理、进度管理、设备管理、合同管理、经济管理、物资管理和安全管理等工作。

工程计划科负责技术交底、技术规范的采用、总体施工组织设计、图纸会审、施工方案的制订和实施、施工计划的制定和监督、指导施工过程中的一切技术变更技术标准的实施、现场技术资料的收集、竣工资料的编制以及计量支付等工作。有权对违反操作程序的现象责令停工或进行处罚，对工程质量的优劣提出奖罚建议。

物资设备部在项目经理部的领导下负责材料的计划、采购、运输，会同有关部门负责材料的数量、质量、单价的确定，负责有关物资部门的业务报表，有权对不符标准的材料责令退出现场。另外还要负责机械的调遣、机械设备的协调、现场维修、施工机械配件采购与机械保险，负责施工机械的使用安全，有权对违反质量安全操作的人员提出停工和处罚。

质检部在项目经理部的领导下负责本项目的各种试验方案、试验报告、指导工地试验室的工作，负责原材料、土工、混凝土等试验，负责施工配合比的确定，提出试验报告指导施工，并负责向有关主管部门按规定报送有关试验报告，有权制止与试验不一致材料的使用。

安全人事部负责本项目实施过程中的生产、生活设施及人员的安全，确保施工过程中道路的畅通，定期进行全面的安全检查，及时对职工进行安全教育，消除事故隐患等工作。有权查处生产生活中存在的安全隐患，并对有关人员和机构进行处罚。

财务科在项目经理部的领导下负责完成业主、监理规定的各项报表、工程成本的统计、资金的调配、财务报表等业务工作，有权对工程进度的实施情况和成本控制情况提出奖惩建议。

（3）项目实施层

项目经理部下设的各工区为项目实施层。在项目经理部及各职能科室的领导下，按计划保质保量按期完成本工区的施工任务和质量目标，并对所完成的工程负质量、进度和安全方面的责任。

7.1.3.2 施工准备工作

（1）认真阅读、审核施工图纸，查看有关施工规范，编写施工图纸审核报告。

（2）编写实施性施工组织设计、各种针对性保证措施及重点工序的作业指导书。

（3）进行临时工程设施建设的设计。

（4）根据招标文件合同要求，给业主和监理工程师提供有关资料。

7.1.4 建设工程技术管理

7.1.4.1 施工图审查

（1）施工图审查

单项工程的施工图会审，由上级公司组织，设计单位交底，有关部门参加。单位工程，由项目部组织有关单位及专业人员共同会审。

（2）会审（审查）内容

1. 设计是否符合有关技术经济政策和规定。
2. 设计是否符合施工技术装备条件。如果需要采取特殊技术措施时，技术上能否保证施工质量和施工安全。

3. 有无特殊材料（包括新材料）需求，品种、规格、数量，能否满足需要。

4. 工程结构与设备安装之间有无较大矛盾。

5. 施工图及说明是否齐全、清楚、明确，图纸尺寸、坐标、标高及各部分工程相互连接是否相符、吻合。

（3）施工图会审后，项目部将会审（审查）中提出的问题，以及解决办法，详细记录，写成会审纪要（或审查意见），提交设计单位（或施工单位），并列入工程档案。

（4）在施工过程中，发现图纸仍有差错或与实际情况不符，或因施工条件、材料规格、品种、质量不符合设计要求等原因，需要修改施工图，要办理设计变更手续。

7.1.4.2 施工图的管理与使用

设计施工图由项目部工程技术部管理，管理人员要经常与设计部门联系，了解设计施工图的完成情况，已完成的设计施工图，必须及时领取、及时送审、及时发出。设计施工图的收、发、借用、归还都必须在登记簿和档案袋上登记清楚，且有专门资料档案室集中统一管理。设计施工图必须按单位工程分类、分袋、分薄进行登记装订，妥善保管。借用者用后必须及时归还。

7.1.4.3 技术交底

技术交底包括设计交底和施工技术交底。

（1）设计交底由设计单位派人到现场向各子公司、监理、施工

单位的技术人员、管理人员进行设计方案、工艺过程、设计意图、配套图纸、质量要求等交底。

（2）施工技术交底。施工技术交底在工程开工前进行。工程的施工组织设计，由施工单位总工程师负责主持交底；重点单位工程施工组织设计由担负施工技术责任的工程师或技术人员交底；一般单位工程施工技术组织措施由负责该项工程的技术人员交底。

（3）施工技术交底内容：工程设计情况、施工条件、施工工艺、技术安全措施、规范、质量标准、工程进度、工期要求和组织分工等。对重点工程、特殊工程、推行新结构、新工艺、新材料的工程有特殊要求时，需要作详细的技术交底。

（4）交底方法可采用讲解、模型、放大样、牌反、图表或打印正式技术文件等形式进行。要作好交底记录，参与施工的操作人员要登记姓名并盖手印。

技术交底记录资料，要复写或打字复印分发有关单位、部门与相应工程一并保存备查。

7.1.5 施工组织设计管理

7.1.5.1 施工组织设计分类

施工组织设计，分单项工程、重要单位工程和一般单位工程施工组织设计。工程施工组织设计是指一个建设项目的整个施工过程，主要包括施工方案、工期要求、物资供应、人员配备、资金筹措等的总体安排。是一个项目能否保质保量，按期建成的重要技术文件。

7.1.5.2 施工组织设计编制

（1）施工组织设计编制原则

进行工程施工组织设计编制时，必须进行调查研究，优选施工方案和施工方法，合理安排施工顺序，加快主要矛盾线的施工进度，缩短施工工期，提出确保施工安全、质量的技术措施，组织技术物资供应，安排好施工办量、物资和设备材料供应，妥善安排建筑工程和机电安装工程施工总体网络图等，达到交叉作业，顺序施工，实现场内与场外工程、有条不紊地同步进行。

（2）施工组织设计编制单位

主要单位工程施工组织设计，由承担施工任务的施工单位负责编制，设计、监理、建设单位参加。

7.1.6 施工方案及技术措施

7.1.6.1 施工阶段及任务划分

（1）本项目的的主要施工内容

本项目主要施工内容为：一体化提升泵站、前置沉淀塘、潜流人工湿地、在线监测房、管理用房等。

（2）施工阶段划分

本工程将分七个施工阶段：

- 1、泵站及在线监测房土建工程的施工阶段；
- 2、潜流人工湿地的施工阶段；
- 3、前置沉淀塘的施工阶段；

- 4、其他配套设施土建工程、植被种植工程施工阶段；
- 5、设备安装、电气工程的施工阶段；
- 6、安装工程、零星收尾工程施工阶段；
- 7、调试、运行、验收阶段。

（3）施工任务划分

土石方班负责工程的测量、放线、基础开挖、支护、回填和清运工作。

土建班负责砌筑物的施工。

安装班负责设备、电器等安装。

生态班负责绿化及湿地植物项目实施。

7.1.6.2 施工方案及技术措施

（1）施工前准备

1、妥善处理挖方区域内的所有障碍物，如照明、通讯线路，电杆、树木、旧有建筑物及地下给排水管线、沟渠等，或进行搬迁、改建、改线；对墓碑应报有关部门妥善处理；对附近原有建筑物、电杆、塔架等采取有效防护加固措施。

2、做好现场材料场地平整、基础开挖施工方案，绘制施工总平面布置图和施工现场土方开挖图，确定开挖路线、顺序，基底标高、边坡坡度、排水沟、积水井位置及土方堆放地点，深基础开挖还应提出支护、边坡保护和降水方案。完成测量控制基线、定位线和水准基点校核。

3、在施工区域内疏通原有排水系统，使基础不积水。必要时设

置截水沟、排水沟或截洪坝，阻止山坡雨水流入开挖基础区域内。

4、完成必要的临时设施，包括生产设施及机械进出和土方运输道路、临时供水供电线路。

（2）施工测量

1、接桩、布置轴线及高程控制桩

进场后，立即进行由业主提供的工程平面控制点、高程控制点的接桩任务，并布置场区内的平面坐标控制网及高程控制网，并以适当的比例绘制成图。

场区的高程控制网布设成闭合环线，对于重点平面控制点及高程控制点浇筑混凝土墩进行加固保护（混凝土墩深 1m，长和宽各 0.6m），并设立红色警示牌，提醒车辆及行人注意。

2、原始地形、地貌测量

测量接桩后，立即进行本工程范围内原始地貌的测量工作，详细掌握河道、田地、现有设施（如排水箱涵）等的位置、标高，并绘制出详细的成果图，为本工程施工等提供依据。

3、施工过程中的测量工作

各构筑物施工过程中要依照施工图纸，认真定出各施工单元的边线、变形缝位置线、侧墙中心线，延伸至各施工单元以外；并且控制点浇筑混凝土墩进行加固保护（混凝土墩深 1m，长和宽各 0.6m），设立围栏保护加红色警示牌以提醒注意。地基、垫层、基础、侧墙的高程线随工序的施工随时定出，确保施工要求。

场区管道施工过程中要依照施工图纸，认真定出管道中心轴线及

管道管内底的高程线。

场区道路施工过程中要依照施工图纸，认真定出道路中线、坡度线、曲线半径及各结构层高程线。

对于互相有连接、衔接或排列的设备，实测出共同的安装基准线。必要时，按设备的具体要求，埋设永久性的中心标板或基准点。

4、测量复核

测量组在项目技术负责人指导下，严格依据本工程验收程序组织专人进行各道工序的测量复核，重点轴线、控制点由测量组长组织复核。施工过程中的测量复核记录做到清晰、规范，并由测量组长每周检查一次，有关测量复核情况，每月由测量组长汇总报项目经理审阅。控制点、线和水准点每月进行核测一次，遇有大风、大雨及降雪天气后加测一次，检查控制点的变化情况，如有异常及时予以调整或平差。

5、竣工测量

根据施工进度委托有竣工测量资质的单位进行本工程的竣工测量，并将有关竣工测量单位情况报监理工程师。竣工测量单位进入施工现场后，项目部测量组与其密切配合，按相关竣工测量的程序，使竣工测量有序进行，尽早完成。

（3）土方工程

土方开挖前将拟定的土方开挖施工方案报请本工程监理工程师批准，方案包括：土方工程开始前复测的地面标高资料、图纸，土方开挖、清淤、回填顺序及工期安排，必须进行的施工排水的系统设计、安装、操作程序，土方开挖、运输、回填及压实方法，根据设计图纸

对施工范围内的地下管线进行物探调查时，探坑的位置、尺寸，地下管道交叉处回填土方法。待方案批准后首先对施工范围内的地下管线进行物探调查，并将调查结果向相应的管理单位核实后，报监理工程师备案。

（4）施工降水

由于本工程靠近河道，地下水位较高，结合工程区域大部分构筑物、建筑物开挖深度，大部分构筑物在土方开挖中会受到地下水影响，但由于考虑部分工程位于原有水域内，施工时将水域内水排空后再进行施工，在施工中必须考虑地下水的影响。在雨期施工时随时注意地下水位高度，如需进行降水采取下述方法：

采用无砂管井降水，沿土方开挖开槽线外，在基坑四周每 10 米布置 1 口管井降水，管井直径为 400mm，管井长度根据实际长度确定。每口管井内各放置一台潜水泵抽水，抽出的地下水汇到工程区域排水管排走。

对于其他构筑物如需降水，方法同上。

（5）湿地技术方案

潜流湿地施工工艺流程：

主要施工工序为：施工准备→土石方施工→水渠施工→隔墙施工→填料及布管→设备、盖板、布水管安装→工作道路→水系统调试→水生植物栽植。

其中水渠施工工艺流程包括：地基处理→基槽验收→垫层施工→底板施工→池壁、顶板施工→二次构件。

填料及布管施工包括：回填土施工→第一层碎石填筑→第二层碎石填筑→第三层碎石填筑。

前置沉淀塘施工工艺流程：

清表（清淤）→土方开挖→池底夯实→边坡处理→水生植物种植。

（6）水生植物种植

1、水生植物准备

工程使用水生植物要严格把关，要选择生长旺盛、形态好、无病虫害、无机械损伤的苗木，并做好标志。水生苗木栽植尽量做到随栽随起。植物采购时尽量采取本省内部苗木，避免苗木地区差异性。

2、水生植物起掘

在距离苗木约为 10cm 以外适当之处，根据苗的根深进行挖掘起苗，在起苗过程中切不要用手硬拔，以免操作苗木的侧根和须根，以保护根系完整，如果不立即栽植，则应假植，所有苗木起挖时尽量多带原土，提高水生植物生活率。

3、水生植物运输

运输要特别把好安全关。水生植物基本上都属于小苗，较长时间和较远距离的运输，应在包上挂上标签，注明树种和数量、发送地点和单位等。苗木运输应采取快速运输。为防止苗木水分过量消耗，装车前叶面喷水一次，装车后加盖车篷布，尽量选择夜间行车。

4、水生植物种植

植物运至工地后，及时验收清点，就近卸货并摆放整齐，植物进水浸湿后，用草覆盖并打水保鲜，防止植物出现腐烂而不能栽种。种

植位置、密度及间距根据施工图要求进行。种植分两人一组，安排具有专业知识及种植经验的人员对植物苗株进行清点，将不符合质量要求的植物清除出场，选择粗、青色并已出芽、易成活的苗株进行栽植，专人负责将苗株运至种植区域。

植物成活养护：植物种植完毕后及时进行相应的管理及养护工作，养护期应延续至植物成活为止。及时调控水位，便于植物生长。并且每天对植物进行检查，有漏根、漂浮的苗株进行周正、护理。各类植物种植严格按照技术规范操作，并做好技术试验报告记录。

7.2 项目实施进度计划

7.2.1 编制原则

（1）分别注意到人、财、物的实力和调动因素的影响及适当考虑到季节性气候条件的影响。

（2）一定时间内开工和竣工的工作量应有较适宜的比例，既防止开工面过大，造成力量分散，物资紧张，又要防止开工面过小，造成工作面狭窄，形成忙闲不匀，资金利用率不高，甚至出现窝工现象。

（3）本项目建设进度是建立在建设资金能按进度计划及时到位的前提下编制的，建设工程在合理工期的基础上，加强计划和优化组织施工，多方面交叉施工，尽量缩短施工时间，确保工程按时完成。

7.2.2 计划工期

本工程计划工期为 11 个月，计划从 2022 年 12 月～2023 年 10 月。

7.2.3 进度计划安排

工程严格按照国家有关建设项目程序进行，实施方案批准后，企业应积极进行技术交流和准备工作，同时，做好建筑工程准备，保证项目的顺利实施。

项目工程建设划分为四个施工时段：工程筹建期、工程准备期、主体工程施工期及工程完建期，后三项总和为施工总工期。

根据项目经费相关要求，项目要求在 2023 年 10 月份之前完成，主要实施计划情况如下：

在项目所需资金到位的前提下，依据各项工程所需的时间和工期编制，实施进度以月为单位。

2022 年 12 月：完成本项目招投标等准备工作；

2023 年 1 月：完成项目初步设计、施工图绘制等建设前期的相关工作；

2023 年 2 月~2023 年 9 月：完成项目工程施工；

2023 年 10 月：完成项目验收工作。

本项目具体施工进度安排计划如下表所示：

表 7.2-1 施工进度安排计划表

项目 \ 时限	2022 年 12 月	2023 年 1 月	2023 年 2 月-2023 年 9 月	2023 年 10 月
相关准备工作	■			
建设前期的相关工作		■		
项目施工			■	
项目竣工验收				■

第 8 章 项目运行管理

8.1 运行管理总则

8.1.1 管理规章制度

根据国家制定的有关工程运维管理措施对本项目工程呢个实施管理。为提高管理水平，使管理工作有章可循，需针对本工程的具体情况，管理机构应当建立、健全工程管理规章制度、工程运行调度规则和岗位责任制等项制度，明确相应的管理职责。

8.1.2 工程运行管理范围

管理机构制定日常管理维护制度，经上级领导机关批准后执行。工程的运行应确保安全，尽最大的可能减少因管理缺失造成工程的损坏。工程运行管理范围包括提升泵站、垂直潜流人工湿地、水质在线监测房、管道和相关建筑物等。

8.1.3 运行维护机制

根据《城市污水处理工程项目建设标准》（修订版）有关内容，参照国内其他人工湿地工程的组织管理，本着精简、高效、务实、有利生产和提高效益的原则，提出工程管理机构组建方案。

在本项目维管中，根据本工程建设规模和管理需要，建议配备 3 名专职管理人员，管理人员要求具备一定的专业管理知识和技能，能独立进行项目区内环卫保洁、水生植物养护等工作。

由建设单位组建项目运维部门。此外，聘请项目技术顾问配合项

目进行重大技术问题的咨询工作。

8.2 运维内容

运行管理主要包括日常管护和安全监管等方面要求。对潜流人工湿地及配套设施的管理和维护工作应进行日常维护和周巡检并形成工作日志，上级管理部门进行季度质控检查，确保项目区建设工程长效稳定，项目建设的工程效益得到最大程度发挥。

考虑到本工程构建的人工湿地、水生态修复等工程内容要达到设计功能，前期对运维人员的专业化程度及经验要求较高。本项目建议采用 EPC 建设模式，充分考虑后期维护管理，工程实施完成后，由具有类似工程管理经验的总承包单位示范性维护与管理 2 年，运维期结束后移交建设单位进行后续运维管理。

8.2.1 一体化提升泵站

一体化提升泵站运维包括运维技术人员对设备完成的例行巡检和定期养护等工作。

1、 每日系统检查

每天检查仪器运行状态，查看设备运行情况及现场环境情况，包括记录和统计设备运行状况，主要包括：

- ①现场运行情况诊断；
- ②根据管路压力数据判断水泵运行情况；
- ③根据故障报警信号判断现场状况。

2、 每月例行巡检

①每周对设备进行例行巡检，保证设备每周至少巡检、保养一次，并做好巡检记录；

②查看设备运行环境是否正常；管道有无渗漏；

③检查电路系统是否正常，接地线路是否可靠；

④检查备用设备是否工作正常；

3、 每年度报表

每年度进行一次全面系统检查，对设备的历史数据进行备份存档，台账进行归档管理，对本年度的设备运行情况进行汇总分析，提交年度运维报告。

4、 备件管理

保证充足、优质的备件供应才能最大程度的保证维修、保养工作的进行，进而保证设备无故障运行时间，备件管理工作职责主要由运维助理负责，每月盘点一次备件库存。

8.2.2 人工湿地

8.2.2.1 人工湿地植物栽种初期运维

1、人工湿地植物栽种初期的管理主要是保证其成活率，湿地植物栽种最好在春季，植物容易成活。如果不是在春季，如冬季应做好防冻措施，如在夏季应做好遮阳防晒。

2、控水：植物栽种初期为了使植物的根扎得比较深，需要通过控制湿地的水位，促使植物根茎向下生长。

3、植物系统建立后，应保证连续提供污水，保证水生植物的密

度及良性生长。

8.2.2.2 人工湿地运行中水位控制和调节

根据暴雨、洪水、干旱、结冰期等各种极限情况，可进行水位调节，防止出现进水端壅水现象和出水端淹没现象。当人工湿地出现短流现象，可进行水位调节，保持人工湿地系统的正常运行。

对于潜流型人工湿地，在人工湿地建立初期，当植物成活后，可以通过降低水位来刺激其地下根的伸展。当水位降低后，迫使植物根系向下发展以满足生长对水的需求，从而刺激了植物根系向下的生长。或者可采取在植物的生长季节每个月将湿地排干，然后马上升高水位，可以将氧气带入湿地。这不仅有助于氧化沉淀在湿地里的有机碳化物、硫化铁和其他缺氧化合物，并且可能抑制细菌的活性。

对于表面流型人工湿地，启动阶段水位应该逐步提高，以免植物幼苗被淹死或脱离土壤随水漂走。在该系统运行期间，可以在每年春天降低水位以促进新芽的生长。这样做可以使阳光更容易穿透水体照射到喜光的植物上。当新芽长出水面后，应该升高水位。

8.2.2.3 人工湿地植物养护措施

应根据植物的生长情况，进行缺苗补种、杂草清除、适时收割以及控制病虫害等管理，防止湿地内其它杂草滋生，对已生长的杂草应及时清除；需及时清除植物的枯枝落叶，以防止腐烂等污染。不宜使用除草剂、杀虫剂等；及时收割植物。人工湿地植物一般生长较快，根据不同的植物类型，在其生长茂盛、成熟后应对植物进行及时收割，

并处理和利用。一般的植物收割时间为上半年的3~5月份和下半年的9~11月份。暴风雨后的维护：暴风雨后，湿地床上植物发生歪倒，要及时扶培，排除积水。

8.2.2.4 人工湿地在低温环境下运行措施

做好人工湿地的保温措施，保证水温不低于4℃；定期做人工湿地的冻土深度测试，掌握人工湿地系统的运行状况；强化预处理，减轻人工湿地系统的污染负荷。

8.2.2.5 潜流人工湿地运行防堵塞措施

1、设计上采用垂直潜流人工湿地，通过布水管均匀向湿地布水，避免湿地单元局部负荷高，造成堵塞。

2、湿地填料的级配选用上，湿地填料层从上至下逐渐径级增大，水中的悬浮物多停留在上部粒径较小的级配石中，不会对下部出水管造成堵塞。

3、湿地的进出水口都设有控制阀，当湿地床填料表面生物膜累计较多及出现淤积现象时，关闭排水管，同时开启大管径的放空管，利用湿地床体内的较高水头将填料中的淤泥和脱落的生物膜以较高流速排出放空管。

4、本湿地工程各单元采用并联的运行方式可有效保证湿地正常运行和日常检修，如有堵塞，也可及时排除，不影响湿地的正常运行。

5、对于由植物造成有机物堵塞，定期收割植物的地上部分以及定期去除系统表面积累的植物残留体。

6、湿地由于废水中连续的营养物质的供给，系统内微生物量的增加也是影响堵塞的一个因素，对于此类堵塞问题，可采用间歇进水和适当的湿地干化期等措施。

7、对于已经堵塞的填料层可采取的恢复措施，例如更换表层填料等措施。

8、可周期性地将水位降低几厘米，这相当于增大了湿地系统的坡度，使水的流速加快，从而克服堵塞增加的水流阻力。

9、间歇运行。长时间连续进水会使系统的基质一直处于还原状态，从而造成胞外聚合物的积累，导致逐步堵塞。人工湿地间歇运行和适当的湿地干化期，会使基质得到“休息”，保证基质一定的好氧状态，避免胞外聚合物的过度积累，防止基质堵塞。一般情况下，间歇时间越长，基质处理能力恢复得越好，其渗透率也越大，但是，间歇时间也不能无限延长，应同时考虑处理效率和处理负荷。

8.2.2.6 湿地进出水装置的维护

1、对进出水装置要进行周期性的检查并对流量进行校正。同时要定期去除容易堵塞进出水管道的残渣。对于使用格栅的人工湿地处理系统，必须定期清洗以防止细菌过量生长，这些细菌在低流量的情况下可能会影响水的流量分布。可以采用高压水枪或机械方法对浸没在水中或埋在填料中的进出水管道进行定期的冲洗。

2、当湿地系统的漫流情况非常糟糕时，需要将系统前端 1/3 部分的植物挖走，并挖出填料，更换上新的填料并重新种植植物。

8.2.2.7 湿地进出水水质和水量的监测、计量和统计

为积累湿地工程规划设计、维护、运行和管理的经验，获取科学的运行管理资料，应当对湿地进出水进行水质和水量的监测和分析；

流量测量：对湿地进出水量进行连续的计量，分析不同季节湿地内的蒸发量和下渗量对湿地内处理水量的影响，本湿地地处泥溪河旁，地下水较丰富，下渗对湿地实际处理水量的影响较少；主要影响是不同季节的蒸发量对湿地实际处理能力影响较大，在湿地进出水口计量流量的变化并结合当地的气象资料合理调节湿地进水量，维持湿地实际设计的处理能力。

水质监测：水质监测的目的是了解掌握湿地的处理效果，拟对湿地总出水水质实行在线监测，主要监测对象是 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TP 等。

8.2.2.8 湿地冬季运行效果保证

人工湿地是一个人工的自然系统，受气候影响比较大，特别是在冬季，存在防冻和植被枯死等问题，所以在冬季要求对其进行隔离保护。潜流人工湿地受气候影响相对较小，在对系统采取一定的保温措施的情况，冬季低温条件下能正常运行，而表面流人工湿地情况比较复杂，冬季保温要求也更高。

对于潜流人工湿地系统，可在冬季将湿地植物芦苇、黄花鸢尾和美人蕉等收割铺在湿地表面，这样可使填料床内被处理水的水温保持在 15°C 左右，保证冬季人工湿地系统的净化效果。

项目所在地乐山市冬季平均气温都在冰点以上，对湿地防冻要求

不高，这里不做特别说明。

8.2.2.9 气味的控制

对于潜流型人工湿地来说，气味基本上不会成为人工湿地处理系统令人厌恶的问题。而表面流型人工湿地如果进水负荷过高，会形成厌氧的水域，释放出难闻的气体。这种情况主要是由于进水的有机负荷过高或氨氮负荷过高造成的，因此降低有机物和氮的负荷可以控制湿地系统散发出难闻的气味。由于植物能够将氧气传输到系统中，因此布局上可以将那些开阔的水域分散在种植较多植物的水域中。

8.2.2.10 蚊蝇的控制

1、保持人工湿地系统中水体流动。可以通过水泵提取或在水面安置机械曝气设备来强化边缘水域的水体流动，这不利于蚊蝇幼虫的发育，同时会增加水中的溶解氧含量，有利于提高出水水质。也可以在人工湿地系统中设置洒水装置，通过向水面洒水来阻碍蚊蝇向水中产卵，这样不仅可以达到控制蚊蝇的目的，还可以和水景观结合起来增加湿地系统的观赏性；

2、加强湿地植物的管理。湿地系统中高大的挺水植物成熟后容易发生弯曲或伏倒在水面上，这种生境非常有利于蚊蝇的孳生。因此可以通过加强湿地植物的管理来控制蚊蝇，在水边不种植水生植物，或种植低矮的植株并每年进行收割；

3、必要时可以在蚊蝇产卵的季节使用杆菌杀死蚊卵，或使用能够导致蚊子幼虫发育衰减的激素，或向系统中投放食蚊鱼和蜻蜓的幼

虫来控制蚊蝇。

8.2.2.11 野生生物的控制

1、麝鼠等啮齿类动物会严重损坏湿地系统中的植物，它们以芦苇等植物作为食物，并用其枝叶做窝。临时提升运行水位可以有效阻止这些动物，同时采用捕鼠夹来诱捕也是行之有效的控制手段。

2、昆虫也会造成危害，人工湿地处理系统中种植的植物会像农作物一样感染病虫害。施用农药会向人工湿地处理系统中引入新的污染物，因此不可像人工湿地处理系统中投入农药等化学药剂。可以在湿地附近营造一些鸟巢，吸引麻雀或燕子等鸟类入住，这些天然的捕食者可以在控制昆虫中发挥积极的作用。

8.2.2.12 水生植物病虫害防治

1、有害生物防治原则

根据水生植物的生长习性和立地环境特点，加强对有害生物的日常监测和控制。

根据不同水生植物种类、生长状况确定有害生物重点防治的对象。禁止使用对鱼虾敏感的农药。

提倡以生物防治、物理防治为主的无公害防治方法。

2、水上虫害防治

常见种类：刺吸类害虫（蚜虫类、叶螨类、蓟马类、蚧虫类、叶蝉类、网蝽类、飞虱类、木虱类等）和食叶类害虫（叶甲类、象甲类、夜蛾类、螟蛾类、刺蛾类、蝇类、软体动物类等）。

为害特点：刺吸或锉吸水生植物水上部分植物组织汁液或取食水生植物水上部分植物组织，造成植物组织破坏，植株生长势减弱。

识别方法：

看叶片有无卷曲，叶片表面有无结网（叶螨类），叶色有无失绿的灰白斑或失绿变灰白；看植株叶片上有无害虫分泌的蜜露（发亮的油点），叶片正面有无煤污分布；看叶片正面或反面有无灰白的蛻皮壳（蚜虫类、叶蝉类、叶螨类、飞虱类等）；看植物叶片有无食叶害虫取食造成的孔洞、缺刻，叶面有无失绿的潜道（潜叶蝇、潜叶蛾、潜叶甲等），有无拉丝结网；看植物叶面上有无虫粪，叶片背面有无发亮的粘液干燥膜和黑色分泌物颗粒（蜗牛、蛞蝓）等。

防治方法：

食叶害虫成虫期用高压纳米诱虫灯诱杀、性信息素诱集；食叶害虫幼虫期喷药防治，如灭幼脲、高渗苯氧威、甲维盐等；刺吸性害虫喷药防治，如苦参碱、蚜虱净、机油乳油等；叶螨类害虫喷药防治，如克螨特、哒螨灵等；软体动物害虫喷药防治，如啞达等。

3、水下虫害防治

常见种类：水叶甲（鞘翅目），潜叶摇蚊（双翅目）。

为害特点：群集地下茎节部危害，吮吸荷花等根茎的汁液，致使荷叶发黄；幼虫蛀入荷花的浮叶叶背，潜食叶肉，致全叶腐烂，枯萎。

识别方法：

植株生长缓慢，叶片发黄，缺少光泽，大叶明显减少，严重的整株浮出水面（水叶甲）。或荷花的浮叶叶面上布满紫黑色或酱紫色虫

斑（潜叶摇蚊）。

防治方法：

根施辛硫磷颗粒剂或茶籽饼粉（水叶甲）；叶面喷施蝇蛆净或灭蝇胺（潜叶摇蚊）。

4、病害的防治

常见种类：白粉病、炭疽病、诱病、叶斑病、煤污病、病毒病等。

识别方法：看植株叶片正反面有无灰白色的病斑和白色粉状物（白粉病）；植物病部有无呈轮纹状排列的小黑点（炭疽病）；叶片病部有无黄色或褐色粉状物（锈病）；叶片病部有无黑色粉煤层覆盖（煤污病）；植株有无花叶、斑驳、矮缩、丛枝等（病毒病）。

防治方法：

水生植物休眠期，结合清理植株上的枯枝和病叶，喷洒晶体石硫合剂等进行病菌预防控制；水生植物发病初期用药防治，如烯唑醇、氟硅唑（黑星病、锈病）；氟菌唑、丙环唑（白粉病、锈病、叶斑病）；炭特灵、咪鲜胺（炭疽病）；病毒清、盐酸吗啉胍（病毒病）。

8.2.2.13 湿地植物的收割与处置

植物的收割和叶片的去除要根据湿地系统的设计运行效果来定。

对于人工湿地来说，死的植物残体会随水漂流，堵塞水位控制装置，如果不去除，还会溢出而影响出水质量，这种情况在秋季尤为明显。同时，滞留在人工湿地中的湿地植物会分解出大量的 N、P 及有机物等，使相应污染物的出水浓度增高。因此人工湿地系统可根据处理目标及出水效果的实际情况来决定是否进行植物收割及去除叶片。

在潜流型人工湿地处理系统中，收割植物能够使来年春天新的植物生长的更旺盛。冬天燃烧植物可以用来控制害虫，而留一些落叶可以增加砂砾表面的绝热性，使湿地系统内维持较高的温度。在植物生长高峰季节收割植物也有利于去除系统中的氮含量。

湿地植物一般生长较快，根据不同植物类型，在其生长茂盛、成熟后应对植物进行及时收割处理和利用。一般植物的收割时间为上半年的3~5月份和下半年的9~11月份。

湿地植物池内种植的植物需要定期收割，目前收割的植物可有如下处理方式：

- 一是作为堆肥综合利用(绿化用肥)；
- 二是送生活垃圾填埋场填埋；
- 三是晒干后送垃圾焚烧厂焚烧。

将来的运行过程中也可以开发一些可综合利用的物质，如造纸材料、畜牧饲料、观赏植物等。目前城市管理部门对城市园林绿化树枝、树叶等的综合利用主要为粉碎后堆肥，堆肥又作为城市绿化的肥料。在后续运行管理中，可根据周边需要开展一定的湿地植物特别是芦苇等植物的综合利用系统。本项目人工湿地种植的水生植物，在收割季节雇佣临时工人进行收割，收割后的植物体临时堆放在管理房旁堆放间，晒干后拟外运至垃圾填埋厂进行卫生填埋。

8.2.3 水质在线监测房

水质监测站的运维工作主要包括现场维护和应急维护等工作，保证监测数据质量，并对维护过程进行详细记录。现场运维包括运维技

术人员到水站现场完成的例行巡检、定期养护和现场质控等工作。

（1）每日系统检查

每天上午远程检查仪器运行状态，查看设备运行情况及现场环境情况，查看系统软件、站点联网状况等，包括记录和统计设备在线情况，机房、在线仪、采样系统、电气线路、空调等环境情况，保持设备和环境的整洁，保证温度、湿度满足一起正常运行的需求。如发现数据有持续异常情况，立即通知运维中心及其点位负责人进行处理。

每日检查内容包括：

- ①现场情况诊断
- ②判断系统数据采集与传输情况；
- ③根据电源电压、站房温度、湿度数据判断站房内部情况；
- ④根据管路压力数据判断水泵运行情况；
- ⑤根据仪器分析数据判断水质情况和仪器运行情况；
- ⑥根据故障报警信号判断现场状况。

（2）每周例行巡检

每周对水质自动监测站进行例行巡检，保证设备每周至少巡检、保养、标定一次，并做好巡检记录。

①查看水站设备是否齐备，有无丢失和损坏；水站运行环境是否正常；空调运转是否正常；房屋顶有无渗漏；

②检查电路系统是否正常，接地线路是否可靠，检查采水和排液管路是否有漏液或堵塞现象，排水排气装置工作是否正常。

③检查采配水单元是否正常，如采水浮筒固定情况等；定期清洗

采配水系统，对于无法清洗干净的须及时更换。

④检查工控机运行状态，检查上传至平台数据和现场数据的一致性，检查仪器与系统的通讯线路是否正常。

⑤查看分析仪器及辅助设施的运行状态和主要技术参数，判断运行是否正常。检查有无漏液，进样管路、试剂管路中是否有气泡存在，如有及时将气泡排出。

⑥检查防雷设施是否可靠，站房是否有漏水现象，站房外围的其他设施是否有损坏，如遇到以上问题及时处理，保证水站系统安全运行。

（3）每月现场维护

①对数据采集传输仪，要定期观察其运行情况，并检查连接处有无损坏，检查实时数据与现场数据是否相符。

②检查各仪器标准溶液和试剂是否在有效使用期内，按相关要求定期更换标准溶液和分析试剂。对在线监测仪器进行一次保养，对水泵和取水管路、配水和进水系统、仪器分析系统进行维护。

③对数据存储 / 控制系统工作状态进行一次检查，对自动分析仪进行一次日常校验。

④检查监测仪器接地情况，检查监测用房防雷措施。

（4）每季度比对

每季度在做完日常、月维护内容的基础上，对设备进行重复性、零点漂移和量程漂移试验。

（5）每年度报表

每年度进行一次全面系统检查，更换消费性电极，对设备的历史数据进行备份存档，台账进行归档管理，对本年度的设备运行情况进行汇总分析，提交年度运维报告，接受主管部门考核。

（6）备件管理

保证充足、优质的备件供应才能最大程度的保证维修、保养工作的进行，进而保证设备无故障运行时间，备件管理工作职责主要由运维助理负责，每月盘点一次备件库存。

8.2.4 管理用房

管理用房的运维工作主要包括现场维护和应急维护等工作，保证管理用房的安全性，并对维护过程进行详细记录。现场运维包括运维技术人员到管理用房现场完成的例行巡检、定期检查和现场质控等工作。

8.3 运维成本估算

本项目的直接年运行费用由以下几部分组成：

（1）技术操作人员工资及福利：50000 元/（人·年），以 3 人计，则年工资总额为：50000×3=15 万元/年

（2）季节性人工费：本项目运行过程中每年约雇请 200 个左右季节性劳动工日，其劳务费按照每个工日 180 元计算，共计 3.60 万元/年。

（3）电费：本项目主要用电设施为提升泵站、监控设备等，总功率约 60kW，运行实际功率按满负荷的 80%计算，按 60×0.8=48kW

计等，常年运行则用电量约为 420480 kW·h，厂区用电以 0.6 / kW·h 元计，电费约 25.23 万元/年。

（4）湿地维护费：此部分费用主要为前置沉淀塘的沉水植物打捞及底泥清除，垂直流人工湿地植物维护、收割处置费。

前置沉淀塘运行费用约 3.0 元/m²·年，则年运行费用 3500m²×3.0 元/m²=1.05 万元。

垂直潜流人工湿地维护费用约 5 元/m²·年，则垂直流人工湿地年运行费用为 16670m²×5 元/m²=13.34 万元。

本项目湿地维护费共计 14.39 万元。

（5）湿地填料更换：本项目在设计时已采取了一系列措施防止垂直流人工湿地的堵塞，因此垂直流人工湿地不易堵塞，设计在 20 年的运行过程过更换部分填料 2 次，每次只对表层 15cm 填料进行更换。更换填料的费用按 250 元/m³ 计，垂直流人工湿地有效面积为 26670m²，则总费用为 200.03 万元，折合年费用为 10.0 万元。

（6）淤泥处置费：本项目淤泥处置主要为河流水域净化湿地建设的前置沉淀塘，主要涉及淤泥外运填埋，外运处置费每年约 6 万元。

（7）设备维护费：本项目主要维护的设备包括提升泵站及部分闸阀，水质在线监测房药剂用电设备，设备维护费每年约 5 万元。

综上，本项目总运行费用为 79.22 万元/年。项目竣工验收完成、运维 2 年后交付。

第9章 节能

9.1 项目节能背景分析

能源是人类社会赖以生存的物质基础，是经济和社会发展的主要资源。世界各国把能源安全作为发展战略的重中之重，并把提高能效和节能作为经济和社会生活的重大措施。我国能源资源相对不足，人均拥有量远低于世界平均水平。随着经济规模的扩大，能源需求呈持续快速增长，供需矛盾日益突出。能源将是我国当前和今后相当长时期内制约经济和社会发展的瓶颈，关系到我国经济、社会发展目标的实现。节能是一项长期的战略任务，是当前的紧迫任务，是我国的基本国策。因此，本项目应从设计、技术、设备、材料等方面采取多种措施尽量减少能源的消耗。

节能是我国经济和社会发展的一项长远战略方针，也是一项当前极为紧迫的任务。目前，我国已成为世界第二大能源生产国和第二能源消费国。特别是近两年来，在国民经济快速增长的拉动下，我国能源需求增长较快，能源紧张也已成为制约经济持续、稳定发展的重要问题。我省由于高耗能产业比重偏大，致使能源消耗增长过快，能源自给率不断降低，对外依存度加大，单位国内生产总值综合耗能、工业企业单位产品综合耗能、建筑业单位建筑面积采暖能耗等指标高位运行。为了大力节能减排，为进一步推动全社会开展节能降耗，缓解能源瓶颈制约，建设节能型社会，促进经济社会可持续性发展，实现全面建设小康社会的宏伟目标。

9.2 编制依据

1、法律法规

- (1) 《中华人民共和国节约能源法》；
- (2) 《国务院关于加强节能工作的决定》(国发〔2006〕28号)；
- (3) 《国务院关于印发节能减排综合性工作方案的通知》(国发〔2007〕15号)；
- (4) 国务院办公厅印发《关于加强节能标准化工作的意见》；
- (5) 《固定资产投资项目节能审查办法》(国家发展和改革委员会第44号)；
- (6) 四川省发展和改革委员会关于印发《四川省固定资产投资项目节能审查实施办法》的通知(川发改环资〔2017〕170号)；
- (7) 国家及地方相关的规范、标准、法规。

2、用能标准和节能规范

- (1) 《中国节能技术政策大纲》(2006)；
- (2) 《公共建筑节能设计标准》(GB 50189-2015)；
- (3) 《公共建筑节能设计规范》(DB45/T 392-2007)；
- (4) 《综合能耗计算通则》(GB/T2589-2020)；
- (5) 《节电技术经济效益计算与评价方法》(GB/T 13471.2008)；
- (6) 《用能单位能源计量器具配备和管理通则》(GB17167-2006)。

9.3 节能原则

（1）按照《中华人民共和国节约能源法》的各项规定，加强能源管理，采取技术上可行、经济上合理以及环境和社会可以接受的措施，减少从能源生产到消费各个环节中的损失和浪费，更加有效、合理地利用能源。

（2）依据国家颁布的有关节能设计标准及技术规定和《中国技术政策大纲》中的节能规定。

（3）坚持节约与开发并举、把节约放在首位的方针，提高能源利用率，减轻环境污染，走可持续发展道路。

（4）积极采用先进的节能新材料、新工艺、新技术，严禁采用国家或行业主管部门已公布淘汰的落后工艺。

9.4 能源消耗结构及消耗量分析

本项目能耗主要发生在施工期。施工期主要消耗的能源为柴油和电力等，主要供给施工机械设备、施工辅助生产系统、交通运输系统等直接消耗的能源。

本项目为乐山市泥溪河流域（市中区段）人工湿地水质提升工程（一期），建成后消耗的主要能源是电，来源于设备（提升泵）耗电。

本项目选用提升泵 4 台（2 用 2 备），项目运行时耗电设备总功率约为 60kW，有功负荷系数 0.8，工作时间按每天 20 小时计，常年运行。则年耗电量为：

$$60 \times 0.8 \times 20 \times 365 = 35 \text{ (万 kW} \cdot \text{h)}$$

因此，本项目年总耗电量为 35 万 kW·h。

以上合计年总能耗折合标煤为 40.84 吨，项目具体的能耗用量见下表：

表 9.4-1 项目综合能耗用量统计表

序号	能源种类		实物量		折标准煤系数	折合标煤数量 (吨/年)
			数量	计量单位		
1	能源	电	35	万 kWh	0.1229 (当量) kgce/kWh	40.84
2	耗能工质	水	0	吨	0.2571 kgce/t	0
合计						40.84

9.5 节能措施

9.5.1 节约用电措施

加强调度运行管理，将施工过程中所用的电能消耗降到最低。选择合适参数的机械设备，或配备必要的节能设备，不采用耗能高的设备，合理配置电力，减少电能损耗，切实贯彻能源效率标准。

9.5.2 节约用水措施

工程临时管理用房、食堂、卫生间等公共场合应安装节水龙头，并加装节水阀，根据此类用具节水效益，可节约用水 30~40%。

9.5.3 施工机具节能措施

本工程土方疏挖，陆上施工以挖掘机、推土机配自卸汽车施工为主、水下施工以打桩船为主，设计选配合理的机械数量配比，提高工效，降低油耗，节约能耗指标，节省投资。

9.5.4 施工单位节能管理

（1）建立健全能源消耗原始记录和设备能耗台账，及时做好能源消耗报表，并进行统计分析。

（2）建立设备用能技术档案，节能技术措施、设备运行能源消耗指标等有关节能方面的技术文件、资料要与其它技术文件同等归档。

（3）施工单位的技术管理部门，应实行节能管理责任制，并接受上级部门的监督检查。

（4）加强能源计量管理，配备必要的能源计量器具。加强机械施工组织及设备管理，提高能源效率，合理组织施工，减少设备的非生产运转。

（5）大力推广应用节能“新技术、新工艺、新产品、新材料”，开展节能技术培训和节能宣传活动。

（6）杜绝技术性差、能耗高的机械设备进场施工。执行设备的技术管理制度，对在用的重点耗能设备要实行经常性的维护、保养，定期检查、修理，保持良好的技术状况。对技术状况差、耗能高的重点耗能设备，要有停止使用、限期技术改造和更新的具体条件和措施。

9.5.5 项目能源消耗种类及数量

本项目完工后均无电力和其他能源消耗，主要能源消耗为施工期间的临时用电及运输燃油消耗。本项目选用的工艺施工工艺简单，主要工程措施多为设备进场起重运输机械能耗，主要能耗为燃油。由于

本项目要求施工周期短，运输燃油消耗约 600L，折合标准煤 0.71t。

临时用电消耗约 0.5 万 kW.h，折合标准煤 0.61t，合计总消耗量折合标准煤约 1.32t。

9.6 对当地完成能源消耗总量和强度目标、煤炭消费减量替代目标的分析

根据乐山市节约能源实施方案(乐发改环资【2017】500号),乐山市市中区“十三五”能耗增量控制目标为10万吨标准煤。本项目新增能源消费量为42.16吨标准煤,占乐山市市中区“十三五”能源消费增量控制数比例 $< 1\%$,说明项目对乐山市市中区能源消费增量影响较小。因此本项目不会对乐山市市中区完成能源消耗总量和强度目标、煤炭消费减量替代目标产生较大影响。

第 10 章 环境保护

10.1 设计依据

根据国家建设项目环境保护有关管理程序，对本工程进行环境影响综合评价，主要设计依据如下：

- （1）《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日修订）；
- （2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修订）；
- （3）《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月 27 日修订）；
- （4）《中华人民共和国大气污染防治法》（2015 年 8 月 29 日修订）；
- （5）《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018 年 12 月 29 日修订）；
- （6）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2016 年 11 月 7 日修订）；
- （7）《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日修订）；
- （8）《中华人民共和国城乡规划法》（2015 年 4 月 24 日修订）；
- （9）《中华人民共和国水土保持法》（2010 年 10 月 25 日修订）；
- （10）《中华人民共和国森林法》（2009 年 8 月 27 日修订）；
- （11）《中华人民共和国渔业法》（2013 年 12 月 28 日修正）；
- （12）《中华人民共和国土地管理法》（2004 年 8 月 28 日修

订）；

(13) 《中华人民共和国防洪法》（2016年7月2日修订）；

(14) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2018年4月28日修正）；

(15) 《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环办环评〔2016〕150号，2016年10月26日）；

(16) 《关于印发重点流域水污染防治规划[2016—2020年]的通知》（环水体〔2017〕142号，2017年10月12日）。

10.2 施工期间环境影响分析及污染防治措施

10.2.1 工程污染源分析及治理措施

根据计划安排，本项目施工过程的环境影响因素主要有施工扬尘、噪声、建筑垃圾和施工人员的生活垃圾等固废及生产和生活污水等。

污染源分析：施工期大气污染物主要来源于施工扬尘，其次有施工车辆、挖土机等燃油燃烧时排放的SO₂、NO_x、CO、烃类等污染物，最为突出的是施工扬尘。

1、扬尘主要来源有：

(1) 施工场地的平整、土方挖掘、装卸和运输过程产生的扬尘、填方扬尘。

(2) 施工物料的堆放、装卸过程产生的扬尘。

(3) 建筑物料的运输造成的道路扬尘。

（4）清除固废和装模，拆模以及清理工作面引起的扬尘。

2、防治措施：

针对扬尘的来源，环评要求工程施工单位制定施工期环境管理计划，其中对控制扬尘污染的措施应主要包括：

（1）建筑工地采用封闭式施工方法，即将工地与周围环境分隔，可在工地四周设置围护栏，以起到隔阻工地扬尘和飞灰对周围环境的影响。

（2）采用商品混凝土浆，这样可以大大减少水泥、黄沙、石子等建筑材料在运输、装卸、堆放过程中产生的扬尘影响，同时还可减轻水泥搅拌机的噪声影响。

（3）严格按照渣土管理有关规定，运输车辆不得超载，被运渣土不得含水太多，造成沿途泥浆滴漏，从而影响道路整洁，渣土必须及时清运并按照指定的运输线路行驶，送往指定的倾倒地点，以减少由于渣土产生的扬尘对环境空气质量的影响。

（4）运输车辆必须根据核定的载重量装载建筑材料或渣土，对于在运输过程中可能产生扬尘的装载物在运输过程中应加以覆盖物，防止运输过程中的飞扬和洒落。

（5）驶离建筑工地的车辆轮胎必须经过清洗，以避免工地泥浆带入市政道路环境。

（6）坚持文明施工，设置专用场地堆放建筑材料，堆放过程中要加苫布覆盖，以防止建材扬尘。对建筑工地应安排专人每天进行道路的清扫和文明施工的检查。对工地周围的道路应保持清洁，若发生

建材或泥浆洒落、带泥车辆影响路面清洁，工程施工单位有责任及时组织人力进行清扫。

（7）妥善合理的安排工地建筑材料及其它物件的运输时间，确保周围道路畅通。

10.2.2 水污染源分析及防治措施

1、污染源分析：施工过程的废水主要来源于：

a、施工人员的生活污水及餐饮污水，水中主要污染物包括油脂、COD、悬浮物、洗涤剂。

b、施工机械、运输车辆的冲洗废水，水中含有泥沙等悬浮物及矿物油成分。

c、建筑材料在堆放期间可能受到雨水的冲刷流失而产生的废水，水中主要污染物为悬浮物。

2、防治措施：

a、施工期间产生的泥浆水和雨水含有大量的悬浮物，工程施工单位应该在工地建废水沉砂池，经沉淀后复用或场地降尘。

b、工程施工单位应为建筑工人创造一定的文明的生活、工作条件，同时注意建筑工地的环境保护。如有条件的话尽量使用工地附近相关建筑物内的厕所，若无条件则设防渗透。

10.2.3 噪声污染分析及防治措施

（1）污染源分析

由于在施工过程中，需动用一定量的车辆和施工机械，它们的噪

声源强度较大，而且声源较高。因此，施工期的噪声污染源主要是施工现场的各类施工机械设备噪声。各类施工机械噪声源强见下表。

表 10.2-1 机械噪声情况

设备	声级（dB（A））	产生特征
推土机	94	连续
电锯	99	连续
空压机	92	连续
挖掘机	79	连续
混凝土振捣棒	100	连续
装载机	84	连续
电钻	95	连续

（2）主要措施

- a、选用低声级建筑机械，尽量降低施工过程噪声影响。
- b、对位置相对固定的机械设备，能设在棚内操作的尽量进入操作间，不能入棚内的，可适当建立单面声障。
- c、在施工场地周围设置隔声屏障，减轻噪声对周围环境的影响。
- d、不设水泥搅拌站，使用商品混凝土浆，可有效减轻建筑施工噪声环境影响。
- e、土石方开挖作业，必须在昼间进行，严禁夜间施工。建设施工单位在施工前应向环保部门申请登记。有高噪声作业时，及时与附近居民沟通，并且必须公告附近单位或居民，取得居民谅解。
- f、浇筑砼阶段，需要连续作业的必须有有关主管部门的证明，并且必须公告附近单位或居民；采用低噪声设备，如振捣器采用高频振捣器等；模板、支架拆卸过程中，遵守作业规定，减少碰撞噪音。

尽量少用哨子、喇叭、笛等指挥作业。

通过采取以上措施，施工场地边界噪声控制在国家《建筑施工场界噪声限值》（GB12523-2011）的指标要求范围内。

10.2.4 固体废物分析及防治措施

（1）主要污染源分析

建筑施工期使用的建筑材料有：水泥、沙子、砖、石子、白灰等，施工过程中会产生零散建筑垃圾；由于施工人员的进驻，短期会产生生活垃圾，主要有塑料袋、纸屑及其它。

（2）防治措施

对于施工过程中产生的建筑垃圾，施工单位应按有关部门的要求，运至建筑垃圾场。工程中产生的弃土将大部分用于回填，剩余部分首用于厂区内绿化用土，其余外运。为防止外运过程中沿途遗撒及扬尘对周围环境的影响，本评价要求如下：

弃土应尽可能用于本项目内部绿化用土。

建筑垃圾外运应用苫布覆盖，严禁沿途遗洒，并按县区有关部门的要求，经指定路线，运至指定地点，严禁乱倒乱放。

工程建筑施工单位应该在施工前向所在地的城建部门申报建筑垃圾和工程渣土运输处置计划，明确渣土的运输方式、线路和去向。将垃圾装袋后统一运至垃圾站处理。

10.3 运营期环境影响分析

污水治理本身是一个环境保护项目，它建成后对改善地区环境和

水质必将产生很大的作用，但污水处理设施的运行对周围环境也会产生一定的影响，因此就环境保护方面，需要采取一定的措施。

10.3.1 影响因素分析

（1）臭味对环境的影响

由于本项目处理污水厂尾水及河道水体，多处于农村偏僻地带，对居民生活生产均无明显影响。

（2）噪声对环境的影响

本项目的噪声来源于厂内传动机械工作时发生的噪声，还有厂区内外车辆等的噪声。因此，其噪声对环境的影响不明显。

（3）固体废物对环境的影响

本项目在运行中需定期对前置沉淀塘、垂直流人工湿地内的植物进行收割，由此将产生一定量的植物废弃物，此收割植物桔杆拟打包外运至附近的填埋场处理，对周边环境造成的污染较小。

（4）尾水的影响

经本系统处理后的尾水能做到稳定达标排放。

10.3.2 营运期环保措施

对于拟建工程本身在环境保护方面，应该采取一定措施。

（1）湿地植物的处置

收割植物桔杆拟打包外运至附近的填埋场处理。

（2）尾水的利用

通过本项目净化后的出水可直接排放。

10.4 环境监测

本工程是一项社会公益性工程，在工程的运行期本身不产生“三废”污染。但在工程的建设过程中，由于工程项目涉及面广、施工战线长、分散，为了能够及时掌握工程施工对施工区环境和地下水水质及地表水的影响，本次对施工期进行全过程环境监测，主要包括水质监测、大气监测、噪声监测等。

第 11 章 水土保持

11.1 编制依据

- (1) 《中华人民共和国水土保持法》(2011 年 3 月 1 日起施行)；
- (2) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》(国务院令第 120 号，1993 年 8 月 1 日施行，2010 年 12 月 25 日修订)；
- (3) 《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持设施自主验收规程（试行）的通知》（办水保〔2018〕133 号）；
- (4) 《水利部关于进一步深化“放管服”全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160 号）；《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》（水利部水保[2009]187 号）；
- (5) 《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）；
- (6) 《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）；
- (7) 《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）；
- (8) 《水利水电工程水土保持设计标准》（SL575-2012）；
- (9) 《水土保持综合治理技术标准》（GB/T16453-2008）；
- (10) 《水利水电工程制图标准水土保持图》（SL736-2015）；
- (11) 《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）；
- (12) 《水土保持工程施工监理规范》（SL523-2011）；
- (13) 《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190—2007）；
- (14) 《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）；

- (15) 《水土保持工程质量评定规程》（SL336-2006）；
- (16) 《水土保持工程概（估）算编制规定》、《水土保持工程概算定额》（水利部水总〔2003〕67号文件）。

11.2 项目区水土流失现状

工程施工对原状地貌造成不同程度的扰动，有大量土石方倒运，易诱发新增水土流失，根据河道沿线立地条件分析和主体工程布局，本工程水土流失及其防治具有以下特点：

(1) 水土流失治理难度较大：沿线河道实施的各项整治工程，将在河岸沿线两侧造成植被破坏、表土剥离等水土生态干扰，造成水土流失呈线性分布。

(2) 土壤侵蚀强度较大：河岸整治范围广、土石方量较大、施工面坡度普遍较陡，因此，开挖土体极易流失，强降雨冲刷和重力综合作用下，具有严重级别土壤侵蚀强度。

(3) 生态敏感：各工程围绕河道（水土流失敏感区）范围施工，水土流失极易造成淤积河道、妨碍正常施工和后期运营等潜在危险。

根据对本工程现状场地踏勘，现状河岸部分采用硬质化的护岸，大部分河道为自然土坡，水土流失较大。

11.3 主体工程水土保持评价

从工程选址分析，工程不在泥石流易发区、崩塌滑坡危险区以及易引起严重水土流失和生态恶化的地区；不属于全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点实验区、未占用国家确定的水土保持

长期定位观测站；不属于自然保护区、国家蓄滞洪区、森林公园、地质公园等其他生态敏感区，选址基本符合水土保持对主体工程的相关约束性规定。

从扰动土地、损坏植被面积、土石方挖填量、工程投资、占地面积、造成水土流失影响范围和程度等水土保持相关因素分析，主体工程的施工组织设计方案与水土保持要求基本一致，工程中采取的施工围护、清基土方等措施，具有较好的水土保持功能和有利因素，但仍需进一步完善临时排水沉沙、绿化、临时挡护、管理等方面内容。

本节在主体工程设计中具有水土保持功能的工程基础上，对工程的水土流失防治体系作出具体布局和措施的补充设计，通过水土保持措施的全面补充落实，可保证工程建设引起的水土流失得到有效防治。从水土保持角度出发，本项目建设不存在水土保持制约性因素。

11.4 水土流失因素

影响水土流失的因素主要包括自然因素和人为因素，自然因素主要是地形、植被、土壤、降雨，人为因素主要是人为活动的扰动，包括施工方法、施工时序等。

本工程是流域水环境治理工程，主要是施工期造成的水土流失，运行期则随着水土保持工程功能的日益发挥和本工程植被的逐渐恢复，水土流失将得到有效的控制。施工期应依据流失情况而采取相应的防治措施，根据项目工程不同的施工地点和施工工艺，对工程建设过程中形成的水土流失区主要是：施工临时区、施工作业区、材料堆场等，施工期间的水土流失主要表现在：

（1）工程区域占用的土地类型多样，原生水土流失以轻度为主。项目原地表完整紧实，土体开挖回填松动，抗蚀性降低，在不利气候条件下，极易发生水土流失。

（2）工程区在雨季降雨量较多、降雨相对集中，水土流失动力源充足，扰动地表后，很容易加剧当地的水土流失。

11.5 水土流失影响因素

本项目产生水土流失时段主要在施工期，危害表现主要为：

（1）对主体工程建设的影响

依据本项目建设的实际情况，如果不采取水土保持措施，施工期场地内不可避免地会产生严重的水土流失，水土流失势必会影响工程施工，给施工作业带来不利影响，直接影响施工进度。

（2）对雨水系统的影响

项目建设期若不加强水土保持工作，护坡开挖造成的裸露土面以及临时弃土场松散的土壤在强降雨条件下会导致严重的水土流失。因水土流失产生的泥沙在地表径流的作用下排入河道，将对水质造成严重影响。

11.6 水土流失预测

水土流失预测时段分为基本建设期和生产运行期两个阶段。从本工程建设的特点及工程运行情况来看，水土流失主要发生在基本建设期，工程建设期间进行的土石开挖、基坑开挖、弃土堆垫，占压破坏地表植被、施工临时占地等，大面积的堆垫边坡在重力作用和降雨情

况下易发生侵蚀。因此，基本建设期是本工程水土流失最严重时期。生产运行期各项水土保持设施发挥作用，水土流失基本得到控制，流失量很小，不需要进行水土流失预测。

11.7 水土保持措施

11.7.1 工程措施

水土保持专项工程中，工程措施主要包括工程开挖、填筑前进行的表面剥离和施工临时占地使用结束后的场地平整等。

（1）加强施工管理

对施工过程中不能及时回填的土石方以及散状材料在不使用时应进行覆盖遮挡。严格按照工程设计及施工进度计划进行施工，减少裸露时间，尽量避免在雨天进行各种土石方工程。

（2）表土剥离

项目建设区存在土方开挖和填筑工程，具备表土剥离的条件；同时，工程在后期人工湿地建设过程中需要大量表土。为保护宝贵的表土资源，同时也为解决工程绿化用土来源，在场地挖填前先进行表土剥离，并设置临时堆土场集中堆置防护。

（3）就地取材、节约投资

工程实施过程中使用的土料、砂、石料、植物等可就地就近取用，以减少外购，从而降低不必要的消耗，节省投资。所提出的工程措施、植物措施要因地制宜，并考虑现有技术水平等因素的影响，真正具有可操作性。

11.7.2 临时措施

水土保持专项工程中，临时措施主要包括针对剥离的表土以及各种施工材料在临时堆置期间的拦挡措施、各施工临时设施以及临时堆场周边的临时排水及临时堆土在堆置期间的塑料彩条布覆盖等。

（1）临时拦挡

临时堆场堆置的表土按平均堆高 4m 控制，堆置坡比 1:1.5-1:2.0。为防止表土受雨水冲刷产生流失，土堆周边采用填土草包围护。对混凝土生产系统内临时堆置的沙石料周边采用填料草包临时维护。

填土草包采用梯形断面，顶宽 0.5m，高 1.0m，底宽 1.5m。

（2）临时排水沉沙

在各施工临时设施和临时堆土场外围、施工便道的一侧或两侧（根据地形条件确定）设置简易的土质排水沟，末端设置沉砂池，用于导排雨水，并进行沉沙。

排水沟采用梯形断面，底宽 0.4m，深 0.4m，沟壁坡比 1:1，沟壁拍实，工程结束后拆除施工临建设施，清理场地，回填临时排水沟和沉砂池。

11.8 水土保持管理

11.8.1 施工责任及培训制度

施工前，施工单位与业主签订的施工合同中要明确承包商的水土流失防治责任，制定水土保持工程实施、检查、验收的具体方法和要求；在主体工程施工中，必须按照水土保持设计提出的要求实施水土

保持措施，严格遵循水土保持设计的治理措施、技术标准、进度安排等要求，保质保量地完成水土保持各项措施，以保证水土保持工程效益的充分发挥。

施工单位应组织施工人员认真学习水土保持相关要求和规范，做好对全体人员的水土保持教育工作，提高施工人员的水土保持意识。

11.8.2 水土保持监理

工程建设期间，根据水土保持设计中各项防护措施的设计要求，进行水土保持工程监理工作，水土保持工程监理由主体工程土建监理一并承担，在工程水土保持措施实施过程中，形成以监理工程师为依托的合同管理模式，以期达到控制造价、进度、水土保持工程施工质量的目的。

11.8.3 水土保持监的实施

水土保持工程各阶段设计应由具有相应工程设计资质的单位完成，在主体工程招标设计、施工图设计阶段应包括水土保持内容。

在各项水土流失防治措施实施过程中，首先应将水土保持工程纳入主体工程招投标文件中，明确承包商防治水土流失的责任。对于专项水土保持工程，采取公平、公开、公正的原则，实行招投标制确定施工单位。施工过程中，严格按照水土保持设计的治理措施、技术标准、进度安排等要求，制定实施、检查、验收的具体方法和要求，保质保量地完成水土保持各项措施。

同时，制定水土保持实施的目标责任制，防范建设中不规范的行

为以及水土保持设计相抵触现象的发生，并负责协调本设计与主体工程的关系，以保证各项水土保持措施与主体工程同时设计、同时施工和同时投产使用的”三同时”制度。

11.8.4 水土保持专项验收

水土保持工程施工完毕，按《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》、《水利部关于贯彻落实国发〔2017〕46号文件精神加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》的内容、程序及要求进行水土保持设施专项验收。水土保持设施验收在建设项目的土建工程完工后，主体工程竣工验收前实施。

水土保持工程未经验收或验收不合格的，主体工程不得投入运行。

11.9 水土保持监测网络

在做好水土保持防治工作的同时，需要对建设项目防止责任区的水土流失情况进行监测。其目的是为了及时掌握工程建设所引起的水土流失状况以及对工程区域生态环境的影响程度，为工程建设的水土流失防治工作提供科学依据，同时，通过对工程水土保持设施的运行状况及水土流失防治效果的监测，可以为水土流失防止效果提供技术管理依据和补充措施的设计依据，也为建设项目水土流失保持工作的科学研究积累资料。

（1）监测断面、监测点的设置

根据工程施工位置及区域的水土流失的特点布设水土保持监测

点，监测断面、监测点主要有：扰动地面、开挖处等。

（2）监测内容

定点监测内容有降雨、面蚀、沟蚀、重力侵蚀、防治区林草覆盖度、土壤侵蚀模数等项目，用以分析水土流失状况和水土保持实施效果。宏观调查施工区域的水土流失状况、水土保持设施的运行情况以及水土保持措施的生态环境效益。

（3）监测时间、频次、方法

监测时间侧重施工期。按施工安排，监测期与施工期保持一致。运行期以效益观测为主，每年定期观测。施工期监测安排二期，主要为汛期。运行期监测频次为每年一期。

监测方法视不同地段采取不同的监测方法，如采用人工定位观测监测流失量，用标准地法对植被状况监测等。

第 12 章 消防设计

本项目的消防设计认真贯彻执行“预防为主，防消结合”的消防工作方针，严格遵守国家现行的有关规范和行业标准，采取各种有效的防火措施，避免火灾带来的危害。

12.1 设计依据

- （1）《建筑设计防火规范》（GB50016-2018）；
- （2）《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）；
- （3）《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）；
- （4）《自动喷水灭火系统设计规范》（GB50084-2017）。

12.2 消防设计

①严格遵守有关消防安全方面的法令、法规、配备专职消防保卫人员，制定有关消防保卫管理制度，完善消防设施，消除事故隐患。

②新工人进场要进行防火教育，重点工作设消防保卫人员，施工现场值勤人员昼夜值班，搞好“四防”工作。

③现场要有明显的防火宣传标志，每月对职工进行一次防火教育，每季度培训一次义务消防队。定期组织防火工作检查，建立防火工作档案。

④施工材料的存放、保管，应符合防火安全要求，库房应用非燃材料支搭。易燃易爆物品，应专库储存，分类单独存放，保持通风，用电符合防火规定。不准在结构工程内、库房内调配油漆、稀料。

第 13 章 劳动保护、职业安全与卫生

为了贯彻“安全第一，预防为主”的方针，保障劳动者—工程设施的建设、管理、运行、检修人员在劳动过程中的安全和健康，参照《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》，结合本工程的具体情况，从安全卫生及消防两方面提出以下防护措施。

13.1 编制依据及采用标准

- (1) 《中华人民共和国劳动法》（2018 年修正）；
- (2) 《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》（GB50706-2011）；
- (3) 《工业企业噪声控制设计规范》（GB50087-2013）；
- (4) 《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）；
- (5) 《生产设备安全卫生设计总则》（GB5083-1999）；
- (6) 《城市抗震防灾规划标准》（GB 50413-2007）；
- (7) 其它有关劳动安全与工业卫生方面的技术规定、规范。

13.2 工程危害有害因素分析

本项目在生产过程中主要存在的主要危险有害因素可分为两部分，其一为自然因素形成的危害或不利影响，包括地震、暑热、冬季低温、雷击、洪水、内涝等；其二为施工过程中产生的危害，比如各种运转机械、带电设备等，存在防火、防电、防噪、防尘、防机械伤害、防高空跌落、防暑、防寒、防水等问题；只要有人有设备的地

方，就有安全与卫生的问题，它影响着设备的安全运行和职工的人身安全，应引起重视。

13.3 安全卫生

13.3.1 安全

在工程设计中将按照国家标准和有关改善劳动条件，加强劳动保护的规定，依据“安全第一、预防为主”的方针，对噪声污染、机伤、电伤、摔伤等职业危害和不安全因素，积极采用切合实际、经济合理、行之有效的先进技术，为本项目建设创造安全、文明生产的必要条件。

工程建设施工中按时发放劳动防护用品，按相关施工管理规范要求做好安全设施；对临时用电、起重设备等按有关规定架设安装，专人负责，各工地分别配备安全员 2 名，加强日常检查和管理。

项目建设期间和竣工后，特殊工种作业人员都按规定持证上岗。

13.3.2 卫生

- (1) 按卫管部门和市文明委的要求，搞好施工现场的保洁工作。
- (2) 建立卫生制度，进行随时随地的清扫制度。

13.4 防护措施

13.4.1 工程安全设计

- (1) 防洪、防淹、防渗漏

①建立水情自动测报系统。

地面水均有排水设施；对各种孔洞、管沟、通道、电缆廊道的出

口，其位置要求高于建筑物下游洪水位，否则采取防洪措施。

②防洪、防淹设施有两个独立电源供电，互为备用，任一电源均能满足工作负荷的要求。

（2）安全标志

从防患于未然和事故后便于快速疏散为目的，对容易导致安全事故的场所或发生事故后作好疏散的通道等部位设立安全标志。

（3）设置安全卫生管理机构

在工程项目投产后，设置安全卫生管理机构负责劳动安全与工业卫生方面的宣传教育和管理工作的，保证工程运行中劳动安全与工业卫生。因此，从“安全生产、安全第一”的角度出发，设置的安全卫生管理机构，负责整个工程的消防、劳动安全检查，日常的检测，劳动安全教育，职业的卫生，职工的正常体检等，结合生活区设置医务室。机构人员的配置为1人，可以为兼职人员。

13.4.2 施工期安全措施

（1）防洪、防淹：施工期间要做好防洪和除涝、防淹工作。譬如：做好施工期导流、备用排水泵、做好地面排水，并对水泵做好检修以备用等。

（2）安全疏散：结合建筑物工程的选定方案，对施工集中区和管理区等建筑物设置安全疏散通道，必要时设直接对外出口。

（3）防机械伤害、防坠落伤害

工程施工过程要采用起吊设备，因此，采用的汽车吊、钢丝绳、滑轮及吊钩、吊环等应符合《起重机械安全规程》（GB6067）有关

规定。在吊运设备时，可设置临时围拦和标志，以引起人员注意，防止什物和人员坠落，造成伤亡事故。设备应由合格的专职人员操作。各起吊设备及起吊高度依其起吊最重设备来确定。

（4）防噪音及防振动：施工区应尽量远离人员较为集中的地方，并与值班室和生活区隔开设置。以上场所应防噪音、防振动，房间门窗均采用隔音较好的塑钢门窗。工作人员每天在其中工作连续接触时间不超过 8 小时情况下噪声 A 声级限制值为 85dB。

（5）安全标志：按现行标准 GB2894 设置安全标志。标志分为禁止、警告、指令、提示四种类型。

（6）工程若安排在汛期施工，施工时应加强水情预报，施工中若发生超标准洪水，采取临时处理措施，人员及施工机械紧急撤离，已填筑部分顶部采用土工布覆盖，待洪水退却清理施工现场后再继续施工。

13.4.3 疫情期间安全措施

（1）建立卫生专人负责制，加强清扫通风和消毒消杀工作。各单位、各项目部、各区域必须指定专人负责环境卫生管理工作。

（2）加大疫情防控工作宣传力度，主要通道张贴疫情防控工作通知，对疫情防控提出具体要求，各班组可通过微信平台发布疫情科学防护知识，做到科学防护，不信谣、不传谣。号召全体员工养成良好的卫生习惯，保持办公、生活场所的卫生。

（3）规范垃圾管理，集中统一放置，严禁偷倒乱倒垃圾，要设置专门的废弃口罩等特殊有害垃圾定点收集桶。

第 14 章 投资概算及资金筹措

14.1 项目建设内容

本工程为乐山市泥溪河流域（市中心段）人工湿地水质提升工程。本项目主要建设水质净化湿地约 40325m²（约 60.5 亩），位于白马镇水产养殖密集区下游及剑峰河汇入泥溪河处。

投资概算以设计方案为依据，结合四川地区实际情况的原则进行编制。

14.2 编制依据

一、工程直接费用概算依据

- 1.设计图纸及有关资料；
- 2.《建设工程工程量清单计价规范》（GB 50500-2013）；
- 3.《四川省市政工程预算定额》(2020)；
- 4.《四川省园林绿化工程预算定额》(2020)；
- 5.《四川省安装工程预算定额》(2020)；
- 6.《四川省房屋建筑与装饰工程预算定额》(2020)；
- 7.四川省建设工程造价总站关于对各市、州 2020 年《四川省建设工程工程量清单计价规范》人工费调整的批复（川建价发【2021】4 号）；
- 8.乐山市《2022 年 8 月信息价》；
- 9.设备投资参照相关设备制造厂商的报价及当前市场价格。

二、工程其他费用依据

- 1.根据财建【2016】504号，计取建设单位管理费；
- 2.建设部建标【2011】1号《市政工程设计概算编制办法》；
- 3.根据川价发【2008】141号，计取建设工程造价咨询服务费；
- 4.根据财建【2016】504号，计取建设单位管理费；
- 5.根据发改价格【2015】299号文，全面放开建设项目前期工作咨询费、工程勘察设计费、招标代理费、工程监理费、环境影响咨询费五项费用的政府指导价，实行市场调节价，由于暂无统一计取标准，在本阶段这五项费用仍参照原文件规定计算，后期根据合同费用据实结算。

三、基本预备费

本项目基本预备费按工程费用与工程建设其他费用之和的5%计取。

14.3 项目总投资

本工程总投资6289.57万元，其中工程直接费4889.50万元，建设工程其他费949.67万元，预备费291.96万元，两年运行维护费158.44万元。

14.4 资金筹措

本项目一期工程总投资估算为6289.57万元，其中上级专项资金支持4889.50万元，工程建设其他费用（含土地流转）、预备费、运行维护费用共1400.07万元，该部分资金不申请上级专项资金，由地

方配套。

资金来源：申请上级专项资金，不足部分由地方配套。

根据前述项目的建设进度、建设内容和业主的资金安排，本项目建设资金逐步投入。

第 15 章 项目风险分析及防范对策

为了系统全面地对本项目建设内容的风险进行识别，根据项目风险的性质和特征将风险分为自然风险、管理风险和社会稳定风险。

15.1 自然风险

（1）风险分析

本项目主要涉及一定规模的陆生、水生植物种苗种植，水、旱、风、雹、霜等自然灾害的发生会严重阻碍水生动植物生长繁殖。此外，如何克服各种困难保证种苗的成活率和稳定性，也是需要特别关注的问题。

（2）防范对策

1、根据当地气象部门的预报可能出现的灾害性天气积极采取相应的措施，同时加强天气条件与种苗培育生长关系的观测与研究，积极采取措施加以预防。

2、建议加大技术攻关，提高植物种苗的抗逆性，同时应加强项目区管理，采取有效措施针对性地治理，可将自然灾害和病虫害带来的损失降低到最低限度。

15.2 管理风险

（1）风险分析

本工程涉及管理、选苗、种苗等多种劳动方式，既有聘请的固定员工，又有季节性工人，在短时间内吸纳的技术人才形成合作团队有

一定的难度。整个项目管理体系较大，存在一定的管理风险。

（2）防范对策

项目业主应采取责任分解，落实到人、层层负责的管理制度，用严格的管理制度来规避项目管理风险。

15.3 社会稳定风险

根据《四川省社会稳定风险评估暂行办法》，本项目存在的风险包括：

1、项目合法性、合理性遭质疑的风险

风险：项目实施是否与现行政策、法律、法规相抵触，是否有充分的政策，法律依据；是否经过严谨科学的可行性研究论证。

对策：（1）本项目符合国家当前政策要求，是加强水污染防治，改善人居环境的重要举措。（2）本项目符合区域经济发展需要及群众利益要求，利于当地经济社会和谐稳定发展，同时，该项目也是民生工程重要的一部分。

因此，项目合法性、合理性遭质疑的风险很小。

2、项目建设群众支持问题的风险

本项目是项利民惠民工程，项目的实施将稳定改善泥溪河生态环境，持续推动岷江流域水环境保护，为全区经济发展创造新的条件。全区城市品质不断提升，营商环境不断优化，将进一步推动市中区产业向多方位，多层次发展，从而实现市中区的社会经济可持续发展，群众支持性极高。因此，群众支持问题的风险很小。

3、其他不可预见风险

风险：诸如极少数居民受利益所趋，在无法满足其额外无理要求时，采取纠缠、无理取闹和纠集其他不明真相或有同样想法的人员阻碍施工和影响社会稳定。

对策：在项目开展之前，开展宣传教育，针对居民所提意见和关心的问题，设立征收政策法规流动咨询点，现场解答居民对补偿方案的疑问。对抵触情绪交大的村民，采用“换位”思考方式，尽力解决他们的实际问题，消除其对抗心理。

4、社会稳定风险的综合评价

本项目可能引发的社会矛盾以及潜在的稳定风险进行了先期预测、研判，站在切实维护广大人民群众的根本利益和维护社会和谐稳定的基础上，就项目是否符合法律法规，是否符合近期和长远规划，是否经过充分论证并符合大多数人民群众的意愿，是否会引发不稳定因素等问题和事项进行了分析讨论。一致认为，该项目的实施符合法律法规，风险较小。

第 16 章 效益分析

16.1 社会效益

河道水质提升是一项保护流域水体、建设生态文明城镇，为子孙后代造福的公用事业工程，其效益主要表现为社会效益。流域生态环境及景观得到改善，健康稳定的生态系统、丰富的物种、宜人的景观，可为居民提供良好的休闲娱乐环境，形成人与河流、自然和谐共融的区域风貌，提升区域形象。

随着泥溪河流域（市中区段）人工湿地水质提升工程的逐步开展，黄花鸢尾、美人蕉、芦苇等多种类湿地植物搭配种植，既能满足水体污染物处理要求，又主次分明、高低错落，形成优美的景观，可有效改善居民卫生环境质量，有助于推进全区生态文明建设，有助于促进乡镇可持续发展，为当地居民提供“和谐、宜居、优美”的生活环境。同时本项目是一项保护环境，是改善生态环境，促进人民群众身体健康，造福子孙后代的公益事业工程，该项目的建设是以利民、务实、规范为宗旨，推行“并联式审批、规范化管理”，有利于为人们创造清洁适宜的劳动环境，利于社会稳定，确保社会经济健康有序的发展。

16.2 环境效益

人工湿地水质提升工程中生态改善效益可以通过两部分来进行分析：首先，项目的实施将提高水体自净能力，削减水体中的污染物，新增的生态湿地能够起到生态保护的功能，使得生态环境得以改善。

其次，本工程可以为诸多生物提供适宜生长的生境，在增加生物多样性、生态系统的复杂和稳定性、维持自然平衡中起着非常重要的作用。

（1）通过本项目人工湿地水质提升工程的实施，经人工湿地净化实现泥溪河水质在现有基础上稳固提升，水生态环境进一步改善，水生态功能明显增强，主要污染物指标（ COD_{cr} 、总磷、氨氮）达到 III 类水质标准。

（2）项目一期工程实施后，预计每年可削减 COD 87.60 吨/年， $\text{NH}_3\text{-N}$ 1.76 吨/年，TP 0.88 吨/年，沿线污染物的大量去除能够为河道两岸生态修复创建良好的生境，稳定提升水环境质量，进而降低对下游岷江水环境的威胁；

表 16.2-1 污染物入河量削减统计表

序号	名称	污染排放削减 (t/a)		
		化学需氧量	氨氮	总磷
1	白马镇水产养殖密集区下游净化湿地	54.75	1.10	0.55
2	剑峰河汇入泥溪河处流域水质净化湿地	32.85	0.66	0.33
合计		87.60	1.76	0.88

（3）结合泥溪河流域水文信息，项目实施后进行“好水换坏水”，每年可为泥溪河持续提供 584 万 m^3 的清水补给，约占泥溪河井研段全年净流量的 2.8%，枯水期净流量的 52%，为泥溪河水质，尤其是污染形势较为严峻的枯水期水质达标提供重要保障。

（4）随着工程建设的完成，环境容量拓展、沿岸生境改善，由此形成的水-陆域生态系统，不仅有助于改善流域水体水质，还可以为水禽提供丰富的食物来源、必要的栖息繁殖空间，这对于增加河流的生物多样性和生态系统的稳定性，调节当地气候具有重要的意义，

也将给河道景观带来了巨大的改善，从而完善流域生态系统，建设流域生态文明。

16.3 经济效益

本工程直接经济效益相对较少，但其投资的间接经济效益更为重要，主要是通过减少流域内水体污染对泥溪河、对周边乡镇造成的经济损失而表现出来的，其表现形式如下：

（1）水质保障方面：从上游源头改善水质，可有效防止泥溪河水体水质恶化，减少岷江治理费用。

（2）农、牧、渔业方面：水污染可能造成周边粮食作物、畜产品、水产品的产量下降，造成经济损失；

（3）居民健康方面：水污染会造成人的发病率上升，医疗保健费用增加，劳动生产率下降等。

第 17 章 结论及建议

17.1 结论

（1）乐山市泥溪河流域（市中区段）人工湿地水质提升工程（一期）是进行流域“好水换坏水”，持续改善泥溪河水环境质量而采取的一项流域治理工程。

（2）工程方案满足相关规划要求，在技术上是可行的。

（3）本项目施工中涉及生态治理及相关配套设施建设，无生产环节，无明显污染工序。建设期各种污染防治措施，可满足生态和环境保护的要求。

（3）项目建设符合国家保护法律、法规、条例的规定，符合国家生态建设发展规划的资金投入方向，符合《产业结构调整指导目录（2019年）》，项目建设是可行的，项目实施的保证措施得力，项目建成后生态效益、社会效益明显，建议尽快付诸实施。

综上所述，项目建设是必要的，也是可行的。

17.2 建议

（1）本工程是一项注重人工湿地水质提升的生态工程，是一个造福子孙后代的民生工程，该项工程具有社会性的特征。建设单位和有关部门要通力合作，把这一民生工程做成精品工程。

（2）本工程应采用更加科学的、理性的“人水和谐”的新型规划理念，工程的施工要注重突出“以水为脉、以绿为衣、以文为蕴、以人为本”的生态治水、科学治水、持久治水、依法管水的综合治水

理念和效果。

（3）项目建成后，从后续维护管理方面，需建立一系列的管理和保障措施，从根本上建立长期有效的管理机制，标本结合，最终实现治理目标。

附件：投资概算总表

序号	项目或费用名称	概 算 （万元）					技术经济指标			备注
		建筑 工程	安装 工程	设备工器具 购置	其他 费用	合计	单位	数量	单位价值 (元)	
A	工程费用	4889.50				4889.50				
一	白马镇水产养殖密集区下游 净化湿地	3022.81				3022.81				
1	垂直潜流湿地	1871.54				1871.54	m2	16670	1122.70	
2	前置沉淀塘	4.49				4.49	m2	2000	22.46	
3	防倒灌闸门井	3.70				3.70	座	1	37016.38	
4	一体化泵站	156.84				156.84	座	1	1568352.15	
5	水质在线监测房	32.68				32.68	m2	13.44	24317.58	
6	管理用房	27.17				27.17	m2	62.04	4380.19	
7	总图	926.39				926.39	项	1	9263851.67	
二	剑峰河汇入泥溪河处流域水 质净化湿地	1866.69				1866.69				
1	垂直潜流湿地	1053.24				1053.24	m2	16670	631.82	
2	前置沉淀塘	4.34				4.34	m2	2000	21.68	

序号	项目或费用名称	概 算 （万元）					技术经济指标			备注
		建筑 工程	安装 工程	设备工器具 购置	其他 费用	合计	单位	数量	单位价值 （元）	
3	防倒灌闸门井	3.70				3.70	座	1	37016.38	
4	一体化泵站	122.18				122.18	座	1	1221787.15	
5	水质在线监测房	32.68				32.68	m2	13.44	24317.58	
6	管理用房	27.17				27.17	m2	62.04	4380.19	
7	总图	623.37				623.37	项	1	6233719.84	
B	第二部分费用：工程建设其他费用				949.67	949.67				
1	土地流转费				302.45	302.45	亩	60.49	2500.00	按 20 年计算
2	建设单位管理费				94.48	94.48				
3	工程建设监理费				118.44	118.44				
4	编制可行性研究报告				15.77	15.77				
5	评估可行性研究报告				5.98	5.98				
6	基本设计费				147.73	147.73				
7	施工图预算编制费				14.77	14.77				
8	工程勘察费				48.90	48.90				
9	环境影响咨询服务费				7.47	7.47				

序号	项目或费用名称	概 算 （万元）					技术经济指标			备注
		建筑 工程	安装 工程	设备工器具 购置	其他 费用	合计	单位	数量	单位价值 （元）	
10	场地准备及临时设施费				24.45	24.45				
11	工程保险费				14.67	14.67				
12	招标代理服务费				20.16	20.16				
13	造价咨询服务费				85.24	85.24				
14	竣工图编制费				11.82	11.82				
15	水土保持编制费				29.34	29.34				
16	施工图审查费				8.00	8.00				
C	基本预备费					291.96				
1	基本预备费（5%）					291.96				
D	建设投资（A+B+C）					6131.13				
E	运行维护费（2年）				158.44	158.44				
1	技术操作人员工资及福利				30.00	30.00	年	2	150000.00	
2	季节性人工费				7.20	7.20	年	2	36000.00	
3	电费				50.46	50.46	年	2	252300.00	

序号	项目或费用名称	概 算 （万元）					技术经济指标			备注
		建筑 工程	安装 工程	设备工器具 购置	其他 费用	合计	单位	数量	单位价值 （元）	
4	湿地维护费				28.78	28.78	年	2	143900.00	
5	湿地填料更换				20.00	20.00	年	2	100000.00	
6	淤泥处置费				12.00	12.00	年	2	60000.00	
7	设备维护费				10.00	10.00	年	2	50000.00	
F	总投资					6289.57				