四川省邛海流域水生态修复与治理工程对四川邛海国家湿地公园生态影响评价

专题报告

四川省林业科学研究院

2023 年 12 月

四川省邛海流域水生态修复与治理工程对四川邛海国家湿地公园生态影响评价

专题报告

项目编号：川林研工咨　　号

院　　长：　　教授级高工

总工程师：　　教授级高工

编制单位：四　川　省　林　业　科　学　研　究　院

资质证书：林业调查规划设计资质证书甲**B23-002**

发证机关：中　国　林　业　工　程　建　设　协　会

项目名称： 四川省邛海流域水生态修复与治理工程对四川邛海国家湿地公园生态影响评价专题报告

委托单位： 西昌市水利局

编制单位： 四川省林业科学研究院

项目负责人：	杨靖宇	副　　研
编写人员：	陈德朝	高级工程师
	郭延蜀	教　　授
	邹玉和	高级工程师
	陈德朝	高级工程师
	曹小军	高级工程师
	万　军	高级工程师
	王　平	工　程　师
	李红霖	工　程　师
	吴世磊	高级工程师
	黄雪梅	工　程　师
	苏　宇	高级工程师
制图：	于姣妲	工　程　师
	童智珍	工　程　师

事业单位法人证书

统一社会信用代码 12510000450715839G

名　　称 四川省林业科学研究院（四川省林产工业研究设计所）

宗旨和业务范围 从事林业、园林研究、工程设计、咨询及技术开发，促进科技发展　承担国家、省下达的指令性研究项目和委托协作研究；对外开展成果转化、技术咨询等服务

住　　所 成都市星辉西路18号

法定代表人 蔡长龙

经费来源 核定收支、定额补助

开办资金 ￥1800万元

举办单位 四川省林业和草原局

登记管理机关

有效期 自2019年10月21日 至2024年10月21日

请于每年3月31日前向登记管理机关报送上一年度的年度报告

gjsy.gov.cn

国家事业单位登记管理局监制

林业调查规划设计资质证书

单 位 名 称：四川省林业科学研究院

法 定 代 表 人：慕长龙

资 质 等 级：甲 B 级

证 书 编 号：甲 B23-002

有 效 期 至：2023 年 10 月 31 日

业 务 范 围：

森林资源、野生动植物资源、湿地资源、荒漠化土地、草原修复和保护等调查监测和评价；森林分类区划界定；建设项目使用林地可行性报告编制；森林资源规划设计调查；实施方案编制；林业专项核查和资源认定；林业作业设计调查；林业工程规划设计；林业数表编制；国家、地方或行业林业标准制定。

发 证 机 构（印章）

2018 年 11 月 01 日

中国林业工程建设协会印制

目录

1 总则.....5
1.1 项目建设背景.....5
1.2 项目建设必要性.....6
1.3 项目建设区现状及存在问题.....9
1.4 项目建设目标.....34
1.5 任务由来.....34
1.6 评价报告编制依据.....36
1.7 评价时间和工作区.....38
1.8 评价重点、原则.....38
1.9 评价目的.....39
2 建设项目概况.....41
2.1 项目位置.....41
2.2 项目投资与资金来源.....41
2.3 项目建设内容及规模.....41
2.4 工程总布置.....46
2.5 工程土石方平衡.....155
2.6 施工总进度.....156
2.7 建设项目效益分析.....158
2.8 项目环境保护和水土保持措施.....160
2.9 项目建设后湿地公园湿地面积变化情况.....171
3 湿地公园概况.....172

3.1 湿地公园历史沿革 172
3.2 湿地公园范围和面积 173
3.3 湿地公园保护目标及性质定位 173
3.4 湿地资源概况 175
3.5 湿地公园功能分区 182
3.6 湿地公园建设与旅游现状 184
4 建设项目与湿地公园的关系 187
4.1 区位关系 187
4.2 建设项目在湿地公园内的布局及占地 189
4.3 与邛海-螺髻山风景名胜区的关系 191
4.4 与饮用水水源保护区的关系 192
4.5 与生态保护红线和基本农田的关系 193
4.6 项目实施符合性分析 194
5 评价区域概况 199
5.1 评价区域划定原则及方法 199
5.2 评价区域范围和面积 199
5.3 评价时段 200
5.4 评价区域生态及物种多样性现状 200
6 生态影响识别及预测 215
6.1 生态影响预测内容及方法 215
6.2 建设项目对生态环境影响 221
6.3 建设项目对自然资源影响预测 232

6.4 建设项目对湿地景观的影响预测 251
6.5 建设项目对生态系统的影响预测 253
6.6 工程建设的生态风险预测 255
7 生态影响消减措施建议 260
7.1 优化项目建设方案 260
7.2 工程建设期的保护管理措施 261
7.3 工程运营期监测与评估计划 280
7.4 生态风险规避措施及应急预案 281
8 综合评价结论 288
8.1 主要影响 288
8.2 综合评价 290

附件

附件 1《四川省邛海流域水生态修复与治理工程可行性研究报告的批复》（川发改农经[2020]656 号）
附件 2 四川省邛海流域水生态修复与治理工程(邛海生态清淤工程)初步设计报告准予行政许可决定书
附件 3 四川省邛海流域水生态修复与治理工程(邛海湿地内部水系综合修复治理工程——邛海湿地内部水系连通工程)初步设计报告准予行政许可决定书

附表

附表 1 浮游植物名录
附表 2 评价区植物名录
附表 3 工程占地区植物名录
附表 4 评价区底栖动物名录
附表 5 浮游动物名录
附表 6 评价区鱼类名录
附表 7 评价区两栖动物名录
附表 8 评价区爬行动物名录
附表 9 评价区鸟类名录
附表 10 评价区兽类名录

附图

附图 1 四川省邛海流域水生态修复与治理工程位置示意图
附图 2 四川省邛海流域水生态修复与治理工程布局图
附图 2 四川省邛海流域水生态修复与治理工程布局图-邛海生态清淤工程

附图 2 四川省邛海流域水生态修复与治理工程布局图-最终清淤区划图

附图 3 四川省邛海流域水生态修复与治理工程与四川邛海国家湿地公园功能分区关系图

附图 4 四川省邛海流域水生态修复与治理工程对四川邛海国家湿地公园影响评价区资源现状图

附图 5 四川省邛海流域水生态修复与治理工程对四川邛海国家湿地公园影响评价区植被分布图

附图 6 四川省邛海流域水生态修复与治理工程与鸟类栖息地和鱼类洄游关系图

附图 7 四川省邛海流域水生态修复与治理工程对四川邛海国家湿地公园影响评价区重点保护动植物图

附图 8 四川省邛海流域水生态修复与治理工程与泸山森林公园的关系

附图 9 四川省邛海流域水生态修复与治理工程与邛海-螺髻山风景名胜区的关系

附图 10 四川省邛海流域水生态修复与治理工程与集中式饮用水水源地的关系

附图 11 四川省邛海流域水生态修复与治理工程与生态红线、基本农田关系图

附图 12 四川省邛海流域水生态修复与治理工程与土著鱼类的“三场”关系图

附图 13 现场照片

附图 14 植被类型图

1 总则

1.1 项目建设背景

习近平总书记深刻指出，“绿水青山就是金山银山”、“保护生态环境就是保护生产力、改善生态环境就是发展生产力”。2018 年 1 月，按照《关于加快推进生态文明建设的意见》《生态文明体制改革总体方案》《关于全面推行河长制的意见》《关于在湖泊实施湖长制的指导意见》和《水污染防治行动计划》等有关要求，国家发展改革委员会和水利部决定选择一批生态安全重要、治理修复紧迫、前期基础较好、示范带动显著的河流、湖泊和地下水超采区作为重点区域，以探索水生态修复与治理的新模式，发挥示范引领作用，进一步推动全国水生态修复与治理工作，促进美丽中国建设。

邛海位于凉山彝族自治州西昌市东南郊，东经 102°15′~102°18′，北纬 27°42~27°55′之间，属于高原淡水湖泊。邛海不仅具有调节气候、蓄水、防洪等自然功能，而且是西昌市城区 40 万城镇人口的重要饮用水源地之一。邛海物种丰富，有野菱角、邛海白鱼、中华秋沙鸭等特有物种和珍稀物种，在我国西南高原湖泊中具有特殊地位，邛海生态环境安全对珍稀物种、湿地保护、生物多样性维持等具有不可替代的作用。因 20 世纪 60、70 年代邛海周边实施围湖造田、农家乐、网箱养鱼等不合理的开发利用，邛海流域水污染风险显现。随着西昌市城市不断扩展和经济社会快速发展，邛海流域局部水生态受到一定程度的损害，水环境质量有所下降，为保护与修复邛海流域生态环境，凉山州和西昌市两级政府积极开展了多项邛海生态保护及治理工作，一定程度上缓解了入湖污染和淤积问题。但问题并未根本消除，邛海水生态及水环境仍存在恶化趋势，需采取进一步防治措施解决。

邛海流域水生态修复与治理工程已纳入国家150项重大水利工程名录和国家重点流域水生态修复与治理试点项目，工程的建设有利于探索湖、山、城之间互促互荣的和谐关系，并且邛海流域治理具有地区代表性和实施的必要性，能发挥重要的生态价值、经济价值和社会价值，对我国西南高原山区湖泊湿地修复与治理具有示范作用，对助推长江上游生态文明、建立长江上游生态屏障、治理金沙江下游水土流失以及生态扶贫具有重要。

2018 年，立足于水生态文明建设的现实要求，为加强邛海水生态修复与治理，推进重点流域水生态修复与治理试点工程建设，西昌市组织有关单位编制了《四川省邛海流域水生态修复与治理实施方案》，并顺利通过国家发展和改革委员会的评估。《实施方案》以邛海流域为修复治理范围，以“一湖三带多区”进行空间布局，注重开发与保护的空间均衡，从源头、廊道、湖泊入手，治山、治水、治污多措并举，系统解决邛海的淤积、面源污染和内源污染问题，通过生态水文过程恢复、河湖地貌形态保护与修复、水质改善与维护等措施，逐步构建“点、线、面”相结合的水生态修复与治理体系。

1.2 项目建设必要性

1.2.1 是防止湿地萎缩，增加湖容的需要

根据《中国自然灾害行政分区》，邛海流域属于云贵川灾害区(VII)，是地震、滑坡、泥石流等地质灾害的主要发生区。邛海的6条入湖河流（大青、小青、土城、高沧、官坝、鹅掌河）中，有5条为山溪河，各山溪河上游支流众多，上游沿岸的山地植被破坏严重，土质多为紫色松软土质，岩层多为泥岩、粉沙岩、泥灰岩、页岩等质软易蚀的岩石。以上河流汇入邛海后，由海河排泄，海河自邛海西北角流出后。

由于历史原因，邛海流域过去几十年水土流失严重，平均土壤侵蚀模数2781.01t/km^2.a，水土流失量77.81万t/a，年入湖泥沙93.5万m^3，2002-2015

年 13 年间入湖泥沙约 1215.5 万 m^3。特别是官坝河、鹅掌河、土城河等携带大量泥沙入湖，水系不畅通，在河口区形成沉积，并随水流向北湖区输移。仅官坝河流域年土壤侵蚀量达 41.86 万吨，占整个邛海流域土壤侵蚀量的 53.8%。官坝河河口从 1966 年到 2013 年向西偏移 1100 米，淤积影响范围 1500 米，向前推进 710 米，47 年间平均每年向湖内推进 15 米，由于淤积而减少湖容至少 1200 万 m^3，这些历史堆积物损坏了各河流入湖口处的湿地和水生植物，破坏邛海湖泊水生生态环境的平衡。邛海水域面积从 1952 年的 31km^2 减少到 2004 年的 26.84km^2，湖面平均水深 14m 减少到 10.95m。2010 年以后，西昌市大力对邛海实施了湿地恢复工程后，湿地面积呈扩大趋势，但官坝河、土城河、海河等区域依然存在泥沙淤积问题。

根据现场测量和地勘成果，邛海北部湖区淤泥厚度在 0.1~3.5m 之间。泥沙淤积导致邛海水体深度变浅，面积缩小，蓄水量减少，湖泊蓄水能力的减小使湖区水资源的利用变得困难。造成汛期弃水而其它季节缺水，加剧了水资源供求矛盾。库容减小还导致邛海的生态调节能力减弱，水生动植物种类减少。因此，通过对北部湖区、海河出湖口淤泥泥沙及周边废弃人工湿地部分历史淤泥的清理，清淤以生态低干扰为设计原则，控制清淤深度。结合生态护岸、植物恢复等生态修复措施对邛海进行系统治理与保护，是解决邛海历史上泥沙淤积问题，是防止湿地进一步萎缩、增加湖容的需要，也是邛海生态环境修复与保护的长效举措。

1.2.2 是改善邛海水质，提升邛海生态功能的需要

由于历史原因，邛海流域过去几十年水土流失严重，特别是官坝河、鹅掌河、土城河等携带大量泥沙入湖，水系不畅通，在河口区形成沉积，并随水流向北湖区输移。根据水下测量和地勘成果，流泥层泥厚在 0.1~1.5，平均泥厚 0.3m，呈流动性。流泥层含水率高、密度低，在风浪扰动作用下极易上翻影响水体透明度。通过对邛海水体的观察分析，邛海水体尤其是

北部湖区呈现浑浊状态，透明度 0.5m 左右，尤其在水体发生扰动时浑浊现象尤为明显，水体由浅黄棕色转向红褐色。根据《四川省邛海流域水生态修复与治理工程水域淤泥样分析验收报告》检测分析结果，邛海静态水体浊度为 30NTU，而在扰动下浊度则上升到约 170NTU。根据云南省环科所正在开展的湖泊大型水质模型研究的部分成果，对水深为 5~10m 的浅水湖泊，底泥对水质的影响不仅是静态释放问题，而且因风浪而产生的搅动即动力学因素的影响也很大，甚至占主导地位。由此可见，邛海湖区尤其是北湖区由于历史因素积累了较多泥沙，尤其在风浪扰动下这些淤积泥沙的再悬浮成为邛海水体进一步浑浊恶化的重要因素。

根据云南省环境科学研究所、中国昆明高原湖泊国际研究中心及北京大学环境学院共同编制的《邛海底泥疏浚及处置规划》和 2017 年~2022 年 8 月邛海入湖河流年度监测数据显示，邛海西北片区由于历史上海河回淤等原因，是全湖淤积最严重的区域，水深仅 1~1.5m，底泥呈黑色或红黑色，湖床上基本没有水生植被，透明度 0.5m，水质有恶化趋势，BOD_5、CODcr 等因子最高超标倍数分别为 0.4、1.36 倍；北片区（官坝河口）由于水土流失等原因，局部淤积严重，底泥颗粒较粗，呈红黑色，有较明显的有机质成分，氮、磷含量高于地区背景值。参照杭州西湖及滇池草海等类似系统确定邛海底泥的磷释放速率分别为 0.35mg/m^2·d 和 13mg/m^2·d，则可得在 15~25℃气温下，邛海底泥每年释放磷 4.7t 和氮 176t，分别相当于湖水中磷和氮的 35.1%和 34.8%，造成水体富营养化。可见，污染底泥的存在对邛海的水质有重要影响，并存在出现水华的生态风险。西昌市城市污水处理厂建成后，工业和生活污染点源得到治理、底泥作为湖水污染内源的问题会更为突出的情况下，进一步实施疏浚工程将对彻底清除污染源、改善邛海水质发挥积极作用。因此，通过清淤结合植被恢复措施是改善邛海水质、降低水环境风险，提升邛海水生态功能的迫切需要，

1.3 项目建设区现状及存在问题

1.3.1 水环境现状

1.3.1.1 水功能区划

根据《国务院关于全国重要江河湖泊水功能区划（2011-2030 年）的批复》（国函[2011]167 号）和国家发改委、环保部《关于印发全国重要江河湖泊水功能区划（2011-2030 年）的通知》（水资源[2012]131 号），邛海保护区属于国家一级水功能区，水质目标执行 III 类。水功能区划表见 1-1。

表 1-1 水功能区划表

序号	一级水功能区名称	地级行政区	范围		面积(km^2)	水质目标	类型
			起始断面	终止断面			
1	邛海保护区	凉山彝族自治州	邛海	邛海	31	III	保护区

1.3.1.2 水质现状

为了分析邛海淤泥成分，本项目可研单位河南省水利勘测设计研究有限公司委托南京中科水治理股份有限公司完成了《邛海流域水生态修复与治理工程水域淤泥样分析验收报告》，本节内容主要引用该报告中的相关内容。

图 1-1 邛海湿地现场照片

邛海西北部湖区底泥较厚，污染程度较高；北部沿岸区水体经常呈浑浊状态，这两个水域是本次项目的主要研究湖区。北部湖区面积约 5.19km^2，已被分为 A、B、C、D 四个区。

图 1-2　采样分区图

在 A、B、C、D 区以及治理区域外（水体较清澈）各取 2 组水样，共 10 组。从底泥已设置采样点中，选择 Q1、Q5（A 区）；Q8、Q12（B 区）；Q14、Q16（C 区）；Q18、Q20（D 区）；Q21、Q22（治理区外外部水域）共 10 个点位作为水质分采样点。

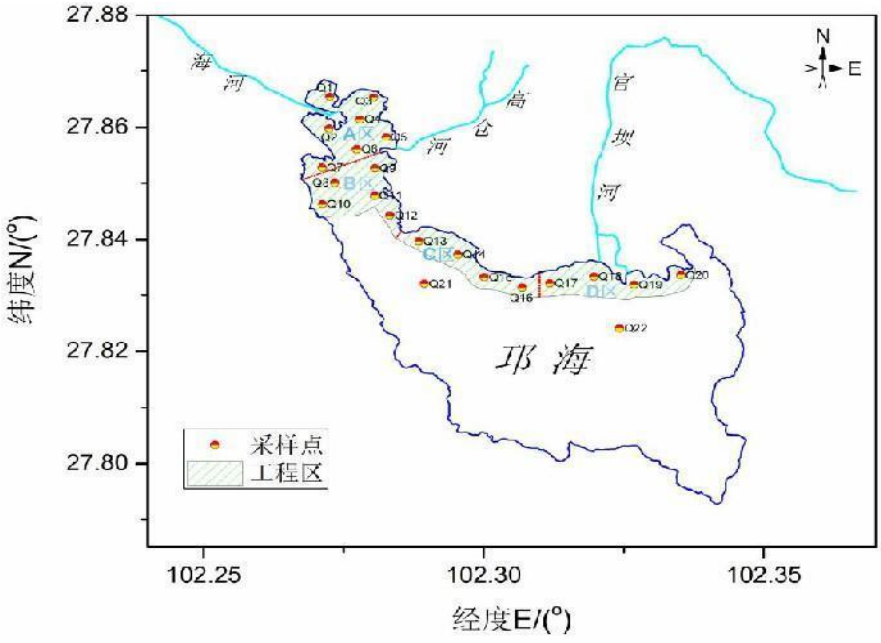


图 1-3　采样点分布图

（1）物理性质分析

1）水温

本次调查时间为2019年2月，现场调查获得的邛海工程区目标水域表层水体平均水温15.43℃，最高水温16.34℃，最低水温14.23℃，整体变异系数4.9%，空间分布基本均一，无明显空间异质性。

2）溶解氧（DO）

溶解氧DO是水生生物赖以生存的重要基础,同时是湖泊水环境生化反应中最重要的氧化剂和电子受体。监测结果表明：邛海工程区目标水域表层水体DO平均含量为8.5mg/L，最高11.81mg/L、最低6.96mg/L，全水域DO变异系数17.27%，水体DO含量较高、空间异质性较小，处于良好的好氧环境中。

3）氧化还原电位（ORP）

研究区域表层水体ORP平均含量为73mV，最高121mV、最低50mV。其中，A区水体ORP与其它区域相比较高。其它各区及外部水域不同点位ORP水平较为均一、没有出现明显的空间分布差异。邛海工程区目标水域表层水体普遍处于典型的弱氧化性-氧化性环境。

4）pH

在研究区域中，表层水体pH平均10.24，最高10.94、最低7.23。其中，A区水体pH与其它区域相比较低。其它各区及外部水域不同点位pH水平较为均一、没有出现明显的空间分布差异。邛海工程区目标水域表层水体普遍处于典型的弱碱性环境。

5）电导率（EC）

研究区域表层水体EC平均0.3mS/cm，最高0.381mS/cm，最低0.203mS/cm，EC数据整体变异系数较小，空间分布较为均一。与长江中下游湖泊相比，邛海水体EC值相对较高。水体EC是水柱溶解性阴阳离子含

量或电解质含量的间接反映。电导率越高，表明其中有关阴阳离子含量越高。

工程水域水体主要物理性质统计见下表。

表 1-2　工程水域水体主要物理性质

工程区	点位	水温（℃）	DO（mg/L）	ORP（mV）	pH（无量纲）	EC（mS/cm）	盐度（%）
A 区	Q1	14.6	9.08	121	9.52	0.327	0.02
	Q5	14.23	11.81	120	7.23	0.304	0.01
B 区	Q8	15.31	7.99	69	10.32	0.381	0.01
	Q12	16.0	7.63	50	10.75	0.203	0.01
C 区	Q14	15.53	8.88	51	10.85	0.31	0.01
	Q16	16.34	9.63	52	10.94	0.306	0.01
D 区	Q18	15.96	8.5	64	10.77	0.305	0.01
	Q20	16.06	7.05	65	10.71	0.309	0.01
外部水域	Q21	14.44	7.42	62	10.7	0.281	0.01
	Q22	15.87	6.96	76	10.58	0.306	0.01
统计值	均值	15.43	8.50	73	10.24	0.30	0.01
	最大值	16.34	11.81	121	10.94	0.381	0.02
	最小值	14.23	6.96	50	7.23	0.203	0.01
	标准差	0.76	1.47	26.37	1.13	0.04	0.003
	CV（%）	4.90	17.27	36.12	11.06	14.44	28.75

（2）化学性质分析

1）总氮（TN）

分析结果显示：研究区域 TN 平均含量为 0.64mg/L，最高 0.86mg/L，最低 0.51mg/L，整体变异系数 17.68%，空间异质性较小。对比《地表水环境质量标准》（GB3838-2002），邛海生态修复工程目标水域 TN 整体浓度较高，以 TN 单因子评价来记，其水体水质整体处于III类水（≤1mg/L）等级，单个点位水体水质也都处于III类水等级，不满足邛海规定的 II 类水（≤0.5mg/L）要求。工程水域水体 TN 分布特征见下图。

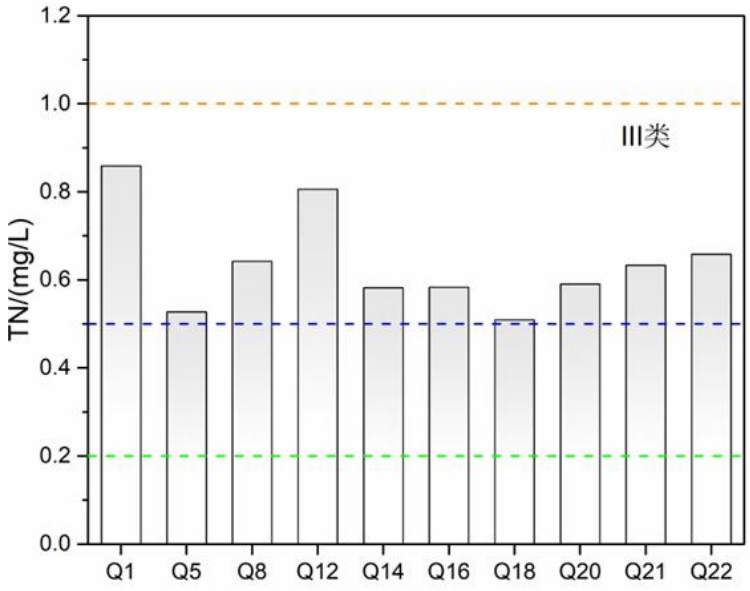


图 1-4　工程水域水体 TN 分布特征图

2）总磷（TP）

分析结果显示：研究区域 TP 平均含量为 0.030mg/L，最高 0.071mg/L，最低 0.018mg/L，整体变异系数 53.34%，空间异质性较大。典型地，工程区内 A 区和 B 区 TP 含量相对较高、C 区和 D 区相对较低，外部水域 TP 含量较低。

对比执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002），邛海生态修复工程目标水域 TP 整体浓度较低，以 TP 单因子评价来记，平均水质处于III类水（≤0.05mg/L）等级，不满足邛海规定的 II 类水（≤0.025mg/L）要求。从空间分布上来看，A 区和 B 区水体整体处于III类水等级，D 区和外部水域整体上处于II类水（≤0.025mg/L）等级，C 区西部靠近 B 区水域处于III类水等级、东部靠近 D 区处于II类水等级。整体上来看，TP 水体水质等级呈现出东部水域向西北近城市水域逐渐降级的特征。工程水域水体 TP 分布特征见下图。

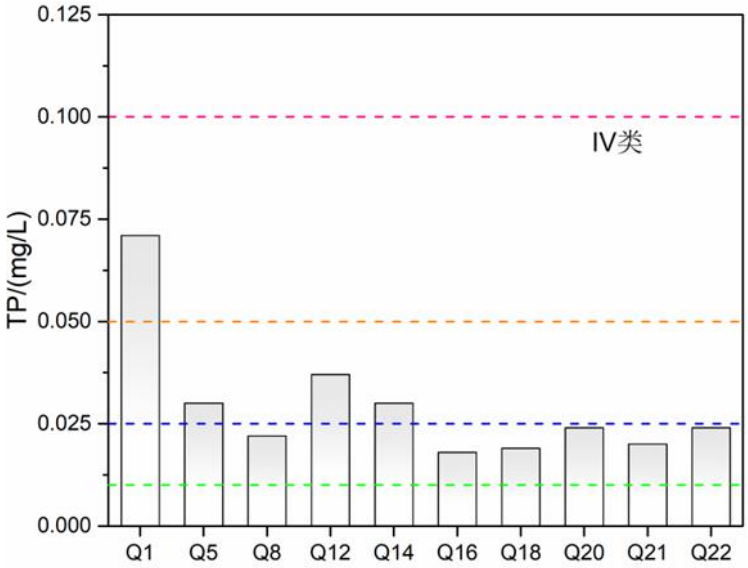


图 1-5 工程水域水体 TP 分布特征

3）氨氮（NH_3-N）

分析结果显示：研究区域氨氮平均含量为 0.025mg/L，最高 0.051mg/L，最低 0.006mg/L，整体变异系数 63.10%，空间异质性较大。典型地，工程区内 C 区和 D 区氨氮含量相对较高、A 区和 B 区相对较低，外部水域氨氮基本含量介于西北部 AB 两区和东部 CD 两区之间。

对比《地表水环境质量标准》（GB3838-2002），邛海生态修复工程目标水域氨氮整体浓度较低，以氨氮单因子评价来记，其水体水质处于 I 类水（<0.15mg/L）等级，单个点位和区域水体水质也都处于I类水等级。工程水域水体氨氮分布特征见下图。

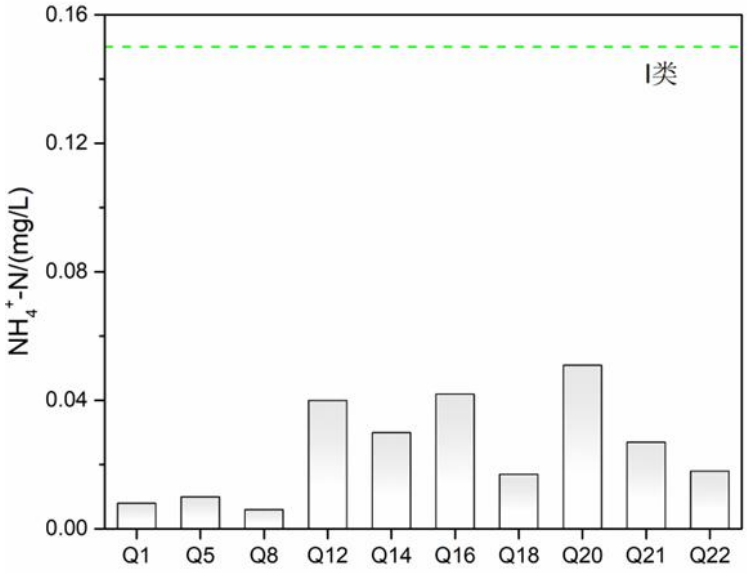


图 1-6 工程水域水体氨氮分布特征

4）溶解性活性磷酸盐（SRP）

分析结果显示：研究区域溶解性活性磷酸盐含量很低，其平均含量为0.0013mg/L，最高 0.003mg/L，最低 0.001mg/L，整体变异系数 66.77%，空间异质性较大。工程区内 A 区溶解性活性磷酸盐含量相对其它各区域较高，水域内溶解性磷酸盐整体上呈现出低含量、西北湖湾区相对较高的空间分布特征。工程水域水体 SRP 分布特征见下图。

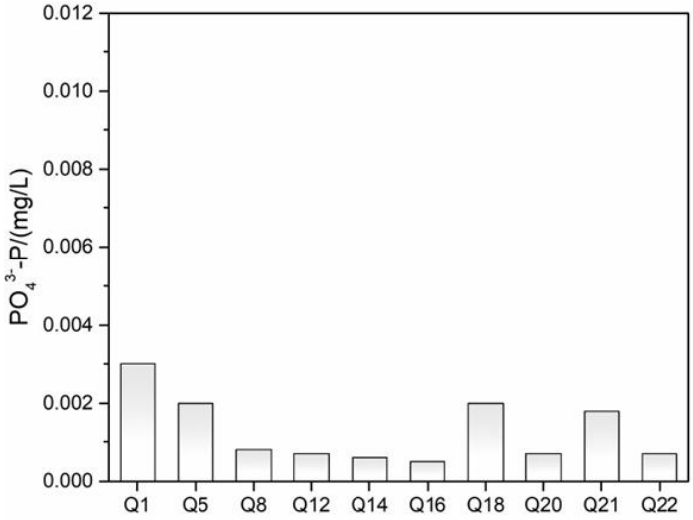


图 1-7 工程水域水体 SRP 分布特征

5）高锰酸盐指数（COD_{Mn}）

分析结果显示：研究区域高锰酸盐指数平均含量为2.64mg/L，最高3.52mg/L，最低2.60mg/L，整体变异系数13.21%，空间异质性较小。相比较而言，工程区内A区、B区和C区高锰酸盐指数相对较高，D区和外部水域相对较低。

对比《地表水环境质量标准》（GB3838-2002），邛海生态修复工程目标水域高锰酸盐指数整体浓度较低，以高锰酸盐指数单因子评价来记，其水体水质处于II类水（≤4mg/L）等级，单个点位和区域水体水质也都处于II类水等级。工程水域水体COD_{Mn}分布特征见下图。

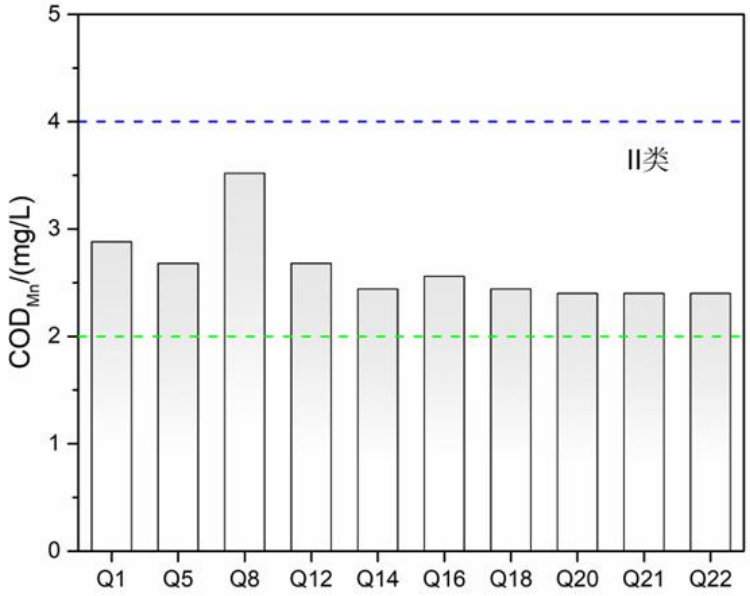


图 1-8 工程水域水体 CODMn 分布特征

1.3.1.3 污染源分析

邛海流域无工业企业，西昌市位于流域下游，流域内乡镇较小，污染负荷主要来自面源污染。邛海周边湿地及部分入湖河流存在一些沟渠，这些沟渠汇集了邛海流域农村生活污水、农田汇水和散户畜禽养殖污染，沟渠排放的污水未经处理直接进入邛海或入湖河流，影响邛海水质。

邛海入湖总氮负荷为 236.6t/a，总磷负荷为 18.3t/a。邛海流域面源污染负荷占比较高，总氮负荷占比 54.6%，总磷负荷占比 42.1%，主要为农业面源污染负荷；湖盆区污染负荷占比较大，总氮负荷占比 37.9%，总磷负荷占比 50.3%，且重点出现在北部高枧湾湖区。根据流域污染物入湖量统计结果，邛海流域第一污染源为农业面源，水体 COD184.2t/a，污染入湖总量为 43.5t/a，其中，氨氮 36.8t/a，总氮 223.6t/a。

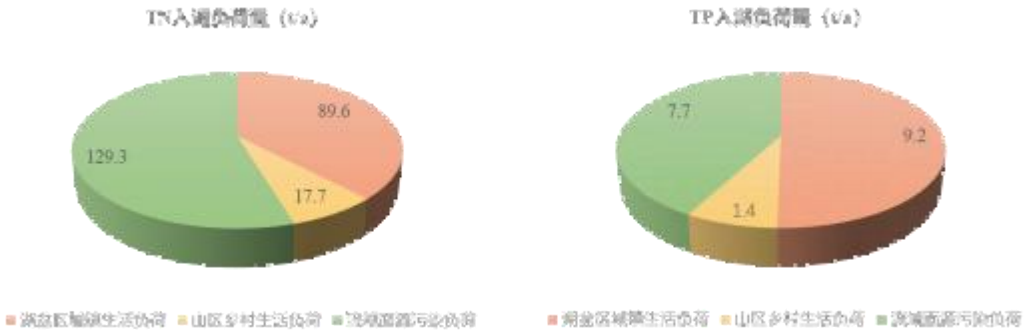


图 1-9 邛海总氮和总磷入湖负荷量

湖盆区城镇生活负荷：大部分区域属于城镇污水管网覆盖范围，生活污水经污水处理厂处理后排放。

山区乡村生活负荷：乡村集中供水区一部分经三级化粪池后直排环境，另一部分经四乡一镇综合整治项目建设的污水处理站处理后排放；农村分散供水区地处边远，没有响应处理设施，但入河率很低。

流域面源污染负荷：包括入湖河流流域范围内汇集的陆域面源污染入湖量。

1.3.2 水生态现状

1.3.2.1 水土流失现状

邛海流域水土流失形式主要有面蚀、沟蚀、河岸崩塌、滑坡等。邛海流域水土流失面积为 12887.39hm^2，占土地总面积的 41.6%。

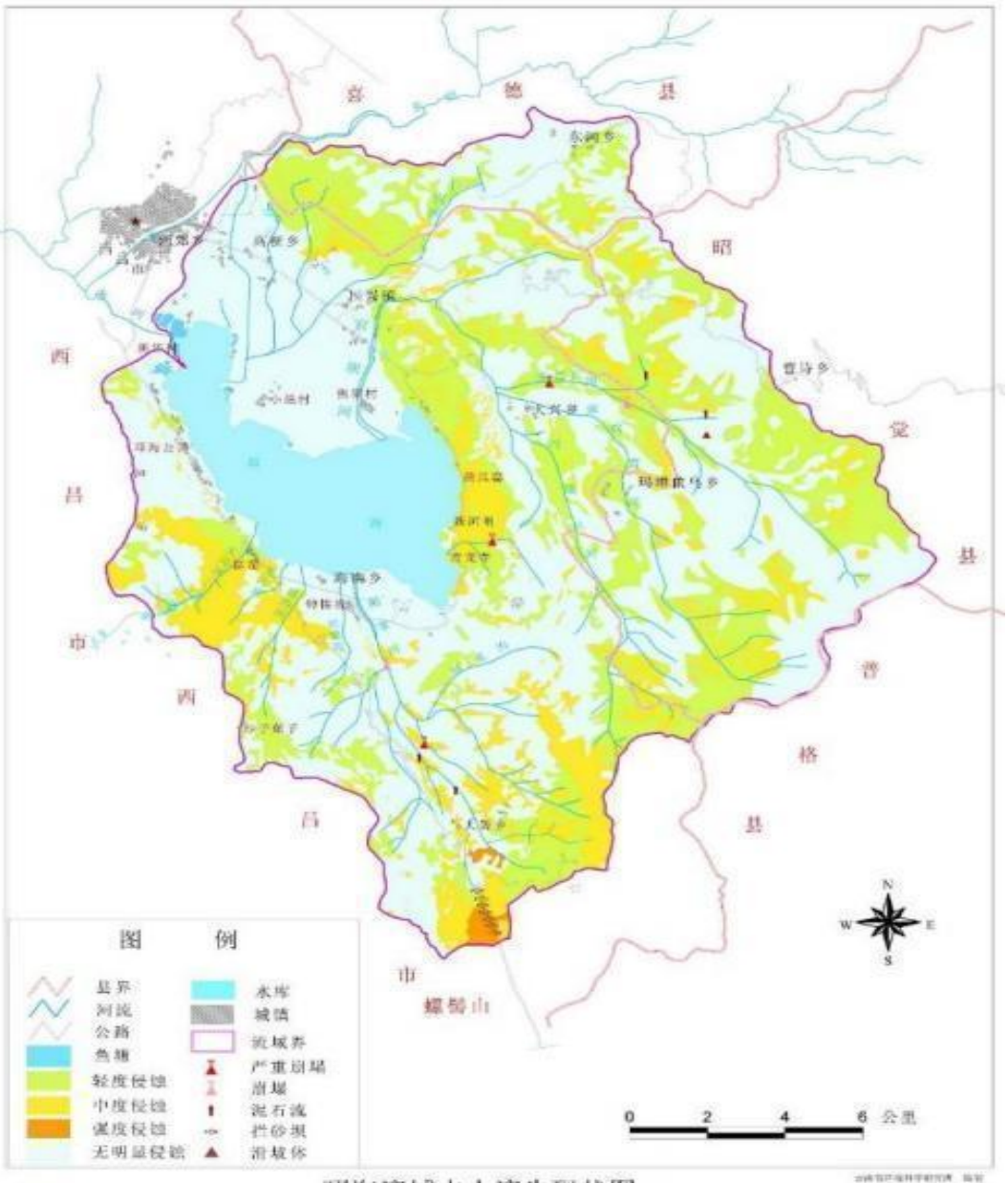


图 1-10 邛海流域水土流失现状图

水土流失区主要分布于河流岸坡带、坡耕地、流域上游山区植被破坏严重区域。

图 1-11 邛海入湖河流水土流失现状调查图

西昌市近几年已开展邛海主要入湖河流综合整治工作，但官坝河、鹅掌河水土流失问题依然突出，两河每年水土流失量占全流域的 77.4%，水土流失面积占全流域的 71%。河流携带大量泥沙入河，造成邛海淤积、水体浑浊。

1.3.2.2 湿地现状

邛海湿地生态系统结构完整，有乔木群落、挺水植物群落、沉水植物群落、浮水植物群落、混合群落及枯木群。随着水位季节变化，湿地公园内的植物群落出现更替变换。水生植物群落、乔木群落及湖心小岛等都为珍稀水禽提供了重要栖息地；湖泊河口湿地为鱼类和底栖动物提供了良好的繁育场所，生物多样性丰富，从物种到生态系统都呈现出多样性的特点。

但是，邛海周边湿地系由退田还湖、退渔还湖改造而成，一直未进行全面清淤，多年淤积造成坑塘底层沉积物较厚，水系连通性差，水体自净能力不足。湿地淤积严重，湿生植物疯涨，枯枝腐烂后又成为二次污染源。在水流冲刷作用下大量泥沙和污染物入湖，导致邛海水体浑浊和氮、磷含量升高。并且，外源污染、水土流失、湖区水系连通不畅导致泥沙淤积，

水体浑浊、营养盐含量较高，致使高等水生植物及土著鱼类种群退化。枯水期生态水量不足、邛海水位过低导致湿地浅水区水深大幅降低，部分水生植物和水鸟栖息地环境受到影响，水质下降风险增加，导致邛海生态系统受损。

图 1-12 邛海周边湿地及河口湿地现状

1.3.2.3 湖滨岸带防护情况

当前邛海护岸较为生态自然，只有局部区域如三期湿地建设区域有采用木桩和抛石护岸。岸带管理较为薄弱，邛海属于受风浪影响较大水域，在风浪作用下存在岸带冲刷、水土流失及生态破坏问题，亟需对受风浪影响显著的湿地水系区域开展生态岸带修复。

图 1-13 邛海现状自然裸露护岸

1.3.3 邛海污染底泥情况

1.3.3.1 底泥的分布

根据《邛海湿地生态系统现状及胁迫因子研究报告》和初设文本，邛海底泥分布如下所述：

1）西北片区（团结村~跑马场）：由于历史上海河回淤等原因，是全湖淤积最严重的区域。其平均湖底标高为 1504.5m~1505.5m，平水期水深为 0.5~1.5m。底泥呈黑色或红黑色，湖床上基本没有水生植被；

2）北片区（官坝河口）：由于水土流失等原因，局部淤积严重。底泥颗粒较粗，呈红黑色，有较明显的有机质成分。氮、磷含量高于地区背景值；

3）中部片区：淤泥厚度相对较小，颗粒细，呈红色或红黑色，湖床有成片的水生植被存在。

邛海泥沙淤积较为严重的区域主要为主要为北片区官坝河入湖口、土城河入湖口以及西北片区海河回淤区，淤泥厚度在 0.1~3.5m 之间。北片区官坝河入湖口泥沙淤积为邛海流域第一大支流，流域面积为 137.24km^2，主要是由于山洪、泥石流的原因造成的，水沙进入邛海后，河流比降减小、流速减缓，粗粒径的泥沙相继淤积在河口段，使河床淤高，造成局部岸线整体向湖心处迁移，形成较大的淤积扇形面。西北片区海河回淤区，该处为邛海流域水流主要排泄通道，此处海河河道宽度仅为 30m 左右，河道纵坡平缓，湖区水动力差，历史淤积严重，整个区域呈整体淤积形态，该处区域水深较浅（平均水深不到 2m），底泥更容易受到扰动致水体浑浊。该处区域也是本次生态清淤治理范围。

1.3.3.2 底泥中污染物的分布

目前国内没有制订河湖水体底泥沉积物环境质量国家或行业标准，只有天津市地方标准《中新天津生态城污染水体沉积物修复限值》（DB 12/499-2013）规定了污染水体沉积物主要环境指标的污染限值，用于指导河湖水体修复工作。

表 1-3 中新天津生态城污染水体沉积物修复限值

序号	项目	修复限值
1	TN（mg/kg）	<1500
2	TP（mg/kg）	<400
3	镉（mg/kg）	<1

邛海底泥部分点位 TN、TP 浓度较高，具有一定的污染风险。TN 含量较高的区域主要分布在 B 区的西南和 A 区的北部，A 区底泥 TP 含量整体上高于 B 区，具有一定的污染风险。较深层底泥的 TN 富集程度高于表层底泥，表层底泥的 TP 富集程度略高于较深层底泥，但整体与国内太湖、巢湖、鄱阳湖、长寿湖等水体相比，营养盐属于中下水平。根据《湖泊生态学概论》，邛海邛海营养化现状为贫营养化。

根据内梅罗污染指数评价结果，邛海表层和深层底泥氮磷表现为轻度污染。底泥浸出液水质均为I~II，上覆水和间隙水水质除总氮和总磷外，各项水质指标均为I~III类。

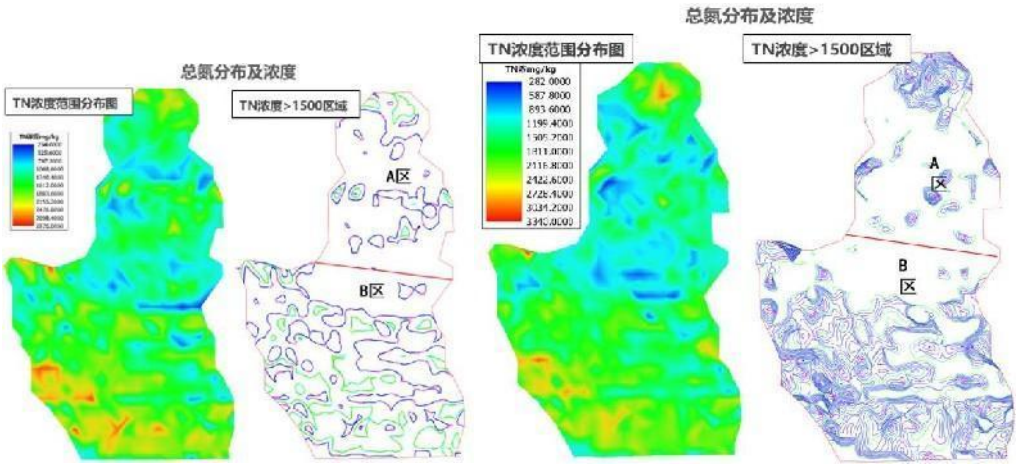


图 1-14 邛海底泥总氮分布情况 左：（0-20cm），右：（20-50cm）

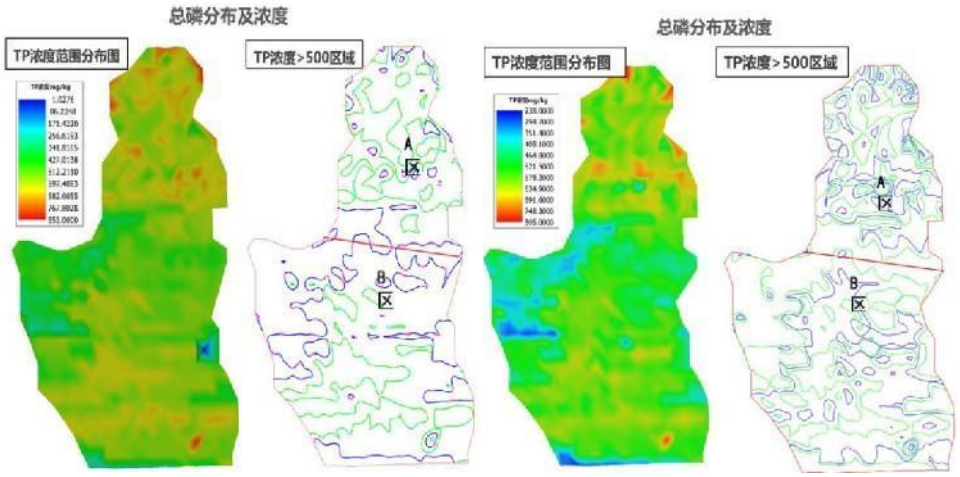


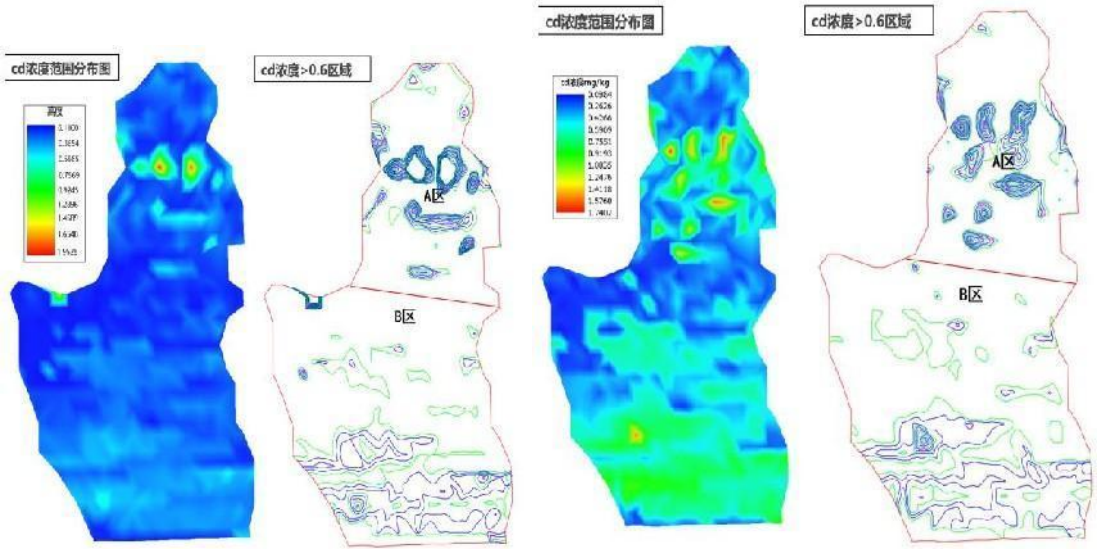
图 1-15 邛海底泥总磷分布情况 左：（0-20cm），右：（20-50cm）

在重金属指标方面，采样范围内底泥中重金属镉含量较高的区域主要位于 A 区中部和 B 区南部，且 A 区重金属镉富集程度要高于 B 区，其他重金属含量均远低于《中新天津生态城污染水体沉积物修复限值标准》标准中的评价限值。重金属污染物进入湖泊水体，会对湖泊生态造成长期影响。

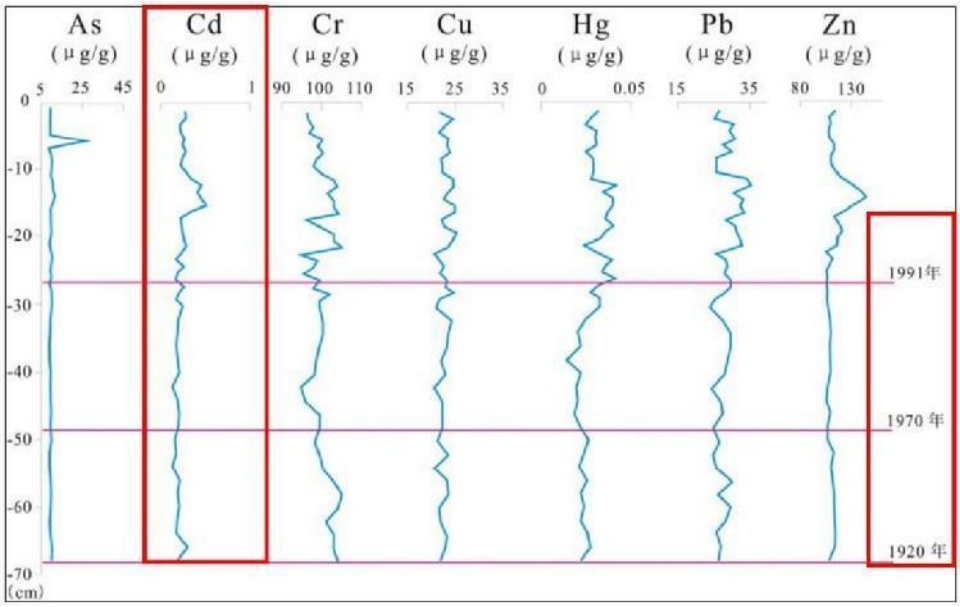
考虑历史淤积情况、清淤深度控制等因素未对更深层淤泥进行取样。大于 50cm 深度的主要污染因子重金属镉分布情况主要参考相关文献《邛海沉积柱重金属的分布特征及污染评价》（廖超，2015）。该文献通过通过对邛海沉积柱样品中重金属元素含量进行取样测定，分析了沉积柱中重金属元素含量垂向分布情况，如图 1-16。

从图 1-17 可以看出，邛海底泥中重金属污染物主要来源于上世界九十年代以来人类活动、和洪水、泥石流等复合影响比较大的时间阶段，且淤积深度不超过 50cm。

综合以上分析成果，本次邛海生态清淤工程需考虑清除底泥中重金属镉含量过高区域，且清淤厚度宜控制在 0~20cm 和 20~50cm，不宜过深。



1-16 邛海底泥重金属镉分布情况 左：（0-20cm），右：（20-50cm）



1-17 邛海湖沉积柱重金属元素含量剖面分布图

1.3.3.3 底泥问题

湖泊底泥中的污染物在外部条件如温度、pH 值，浓度及水体扰动情况适合时，会从底质中释放进入水体，成为水体的内污染源。由于内污染源的存在，使得当入湖营养盐减少或完全截污后，水体仍处于富营养化状态。对包括邛海在内的大多数湖泊而言，构成富营养化的主控因子是磷和氮。为定量评价内污染源对邛海水环境的影响，可参照杭州西湖及滇池草海等

类似系统确定邛海底泥的磷释放速率分别为 0.35mg/m^2·d^{-1} 和 13mg/ m^2·d^{-1}，则可得在 15~25℃气温下，邛海底泥每年释放磷 4.7t 和氮 176t，分别相当于湖水中磷和氮的 35.1%和 34.8%，可见，污染底泥的存在对邛海的水质有重要影响。另一方面，根据云南省环科所正在开展的湖泊大型水质模型研究的部分成果，对水深为 5~10m 的浅水湖泊，底泥对水质的影响不仅是静态释放问题，而且因风浪而产生的搅动即动力学因素的影响也很大，甚至占主导地位。西昌市城市污水处理厂建成后，工业和生活污染点源得到治理、底泥作为湖水污染内源的问题会更为突出的情况下，进一步实施疏浚工程将对彻底清除污染源、改善邛海水质发挥积极作用。

1.3.3.4 污染源分析

邛海流域无工业企业，西昌市位于流域下游，流域内乡镇较小，污染负荷主要来自面源污染。邛海周边湿地及部分入湖河流存在一些沟渠，这些沟渠汇集了邛海流域农村生活污水、农田汇水和散户畜禽养殖污染，沟渠排放的污水未经处理直接进入邛海或入湖河流，影响邛海水质。污染物来源广、种类复杂。

邛海入湖总氮负荷为 236.6t/a，总磷负荷为 18.3t/a。邛海流域面源污染负荷占比较高，总氮负荷占比 54.6%，总磷负荷占比 42.1%，主要为农业面源污染负荷；湖盆区污染负荷占比较大，总氮负荷占比 37.9%，总磷负荷占比 50.3%，且重点出现在北部高枧湾湖区。根据流域污染物入湖量统计结果，邛海流域第一污染源为农业面源，污染入湖总量为 43.5t/a，其中，COD184.2t/a，氨氮 36.8t/a，总氮 223.6t/a。

1.3.4 近几十年邛海湿地面积演变

邛海湿地面积变化主要由自然原因及人为原因造成，湿地面积变化可直观反映湿地生态环境演变。1952 年邛海的库容 3.2 亿 m^3，湖面面积 31km^2，最大水深 34m，平均水深 14m 湖面。据 2002 年 2 月西昌市国土勘测规划队

对邛海打桩测量，湖面面积为26.765km^2。2003年8月昆明理工大学测绘学院对邛海水下地形测试，在湖泊水位为1509.823m时，湖泊库容2.758亿m^3，湖面面积 27.408 km^2，最大水深18.32m，平均水深10.95m。邛海历经五十多年的沧桑，已呈现湖面面积缩小，水量减少，湖泊淤积等环境问题。

1966～2009 年期间邛海湿地水域原因是受人为干扰因素造成的，在邛海北岸的水域被人工围海造田、修建鱼塘，官坝河、额掌河流域上游仍然存在陡坡耕种、毁林开垦现象，流域内的水土流失较为严重，邛海水域面积呈萎缩趋势，从1966年的28.75km^{2}减少到2004年的26.64 km^2（表1-4）。2010以后，西昌市大力对邛海实施了湿地恢复工程后，湿地面积成扩大趋势，湿地生态环境得到有效保护。

表 1-4 邛海各个历史时期邛海湿地水域面积变化情况统计表

统计年度	水域面积（Km^2）	湖岸线长（M）	变化因素
1966年	28.75	39775	人为的围湖造田、网箱养鱼、河口淤积等原因
1993年	27.56	36364	人为的围湖造田、网箱养鱼、河口淤积等原因
2004年	26.64	36371	人为的围湖造田、网箱养鱼、河口淤积等原因
2006年	26.85	37419	人为的围湖造田、网箱养鱼、河口淤积等原因
2009年	26.83	38783	人为的围湖造田、网箱养鱼、河口淤积等原因
2010年	26.89	38510	实施人工湿地恢复试点工程
2013年	28.31	40632	实施人工湿地恢复湿地1-4期工程。（实施退田还湖、退房还湖、退房还湖等湿地恢复工程）

表 1-5 邛海各个历史时期邛海湿地面积变化情况统计表

	1966-1993 年		1993-2004 年		2004-2006 年		2006-2009 年		2009-2010 年		2010-2013 年	
邛海	面积变化（km^2）	百分比（%）	面积变化（km^2）	百分比（%）	面积变化（km^2）	百分比（%）	面积变化（km^2）	百分比（%）	面积变化（km^2）	百分比（%）	面积变化（km^2）	百分比（%）
	-1.19	-4.32	-0.92	-3.45	0.21	0.78	-0.02	-0.07	0.06	0.22	1.42	5.02

1.3.5 项目区存在的主要问题

1.3.5.1 邛海生态清淤区

（1）流域水源涵养能力不足，水土流失问题依然严重

历史上的过度砍伐及森林火灾使得流域内天然林大量丧失。目前通过天窗造林等工程恢复部分植被，但林相单一，以飞播云南纯松林为主，现有林地水源涵养能力较差，对洪水、泥石流、水土流失的抵御能力极为薄弱，水源涵养能力不足。2010~2020 年耕地面积呈现减少趋势，退耕还林起到作用，但缺乏必要的水土流失阻断措施。

根据调查，邛海流域中上游还存在大量坡耕地，面积达 37.43km^2，占全流域的 12.07%，流域内土壤以红壤和紫色土为主，地势河谷深切、溪沟纵横、切割破碎，易造成水土流失。官坝河、鹅掌河、高仓河（干沟河）等入湖河流水土流失防治及防洪基础设施相对薄弱，建设标准低，长期受洪水冲刷，加之上游水土流失，大量泥沙随水流入邛海，造成邛海淤积。

（2）湖区泥沙严重淤积，风浪扰动下北部湖区水体浑浊

由于邛海流域水土流失严重，官坝河、高仓河（干沟河）等入湖河流携带大量泥沙入湖，在湖区形成沉积。海河节制闸修建前，海河汛期倒灌形成的泥沙淤积导致邛海北岸出湖区域水深较浅。邛海夏季盛行南风，受自然扰动形成的悬浮物浓度较高，水体浑浊现象较为突出。

（3）湿地周边水系连通不畅，水质净化功能没有充分发挥

同时由于湿地公园局部坑塘多年淤积，水系不畅，水体自净能力不足，导致湖区水体浑浊问题更加严重。邛海周边湿地系由退田还湖、退渔还湖改造而成，一直未进行全面清淤，多年淤积造成坑塘底层沉积物较厚，水系连通性差，水体自净能力不足。邛海一期土城河、缺缺河、朱家河这三个人工湿地由于常年雨污混排及投入运行后缺乏管护，湿地淤积严重，湿

生植物疯涨，枯枝腐烂后又成为二次污染源。在水流冲刷作用下大量泥沙和污染物入湖，导致邛海水体浑浊和氮、磷含量升高。

（4）生态系统退化，存在外来物种入侵风险

北部湖区由于水深较浅，理论上应该分布较多沉水植物，但由于流域水土流失、湖区水系连通不畅等问题导致邛海北部湖区泥沙淤积，水体浑浊、致使高等水生植物及土著鱼类种群退化。枯水期生态水量不足、邛海水位过低使湿地浅水区水深大幅降低，部分水生植物和水鸟栖息地环境受到影响，水质下降风险增加，导致邛海生态系统受损。在湿地公园部分湖湾、池塘成片生长凤眼莲、喜旱莲子草、紫茎泽兰和大藻等外来入侵物种，湖中鳃虎鱼和麦穗鱼等外来鱼种大量繁殖，导致邛海流域的生物多样性降低、生态系统稳定性差、生态服务功能衰退。

1.3.5.2 邛海湿地内部水系连通工程区

由于入湖河道携带泥沙的淤积及湿地人工岛等设施的建设，邛海五期治理段易受风浪侵扰而造成水体混浊、富营养化，致使高等水生植物及土著鱼类种群退化。枯水期生态水量不足、邛海水位过低使湿地浅水区水深大幅降低，部分水生植物和水鸟栖息地环境受到影响，水质下降风险增加，导致邛海生态系统受损。在湿地公园部分湖湾、池塘成片生长凤眼莲、喜旱莲子草、紫茎泽兰和大藻等外来入侵物种，湖中鳃虎鱼和麦穗鱼等外来鱼种大量繁殖，导致邛海流域的生物多样性降低、生态系统稳定性差、生态服务功能衰退。使得西昌市水源水质保障能力下降，制约了邛海内生物的生存发展空间，水生态环境急需改善提升。

（1）河道淤积现状及问题

根据现场调查，水系两岸现状为土质边坡，经过多年运行，由于入湖河道携带泥沙的淤积、两岸边坡垮塌等原因，邛海湿地内部水系现状淤积

严重，水系连通不畅，水体自净能力不足，导致水体浑浊问题更加严重，极大的影响了邛海生态环境。

（2）水质污染现状及问题

根据现场调查，湿地内部水系两岸植被茂盛，生态景观性较好，但局部水域水体水质浑浊。初步分析造成水体浑浊原因有：1、邛海航道内水葫芦水白菜泛滥，一到秋季，它的根叶会迅速腐烂融于水体，造成水体污染和水体浑浊；2、邛海现状湿地内部水系淤积严重，水深较浅，游船经过时，螺旋桨射流作用扰动河床底泥悬浮进入水体，造成水体浑浊；3、西昌夏半年受西南和东南暖湿季风控制，邛海海面午后风浪较大，靠近海岸线的底泥受到风浪的扰动，向西、向北漂移进入湿地水系内部，造成水体浑浊。

图 1-18 工程治理起点

图 1-19 湿地内部水系淤积、两岸自然植被茂盛

图 1-20 水系淤积、水体浑浊

图 1-21 湿地内部水系水生植物泛滥一

图 1-22 湿地内部水系水生植物泛滥二

图 1-23 湿地内部水系水白菜泛滥一

图 1-24 湿地内部水系水白菜泛滥二

图 1-25 官坝河入海口现状

图 1-26 工程治理终点（唐家湾出口）

1.4 项目建设目标

清淤工程以提升邛海北部湖区水生态环境质量、提高水系连通性为目标，通过对泥沙淤积重点区域及易受扰动区域进行局部清淤，这些区域也是邛海水生态环境面临的湖区泥沙严重淤积的突出问题。清除易扰动浑浊水域泥沙，增加邛海水体透明度，水深提高 0.2~0.8m，消除水环境风险，为水生态恢复创造基底条件，同时结合生态修复措施，促进湖泊自我修复，物种多样性提升，提升湿地景观，湖容增加约 103 万 m^3。改善区域生态环境，降低水环境风险，最终实现邛海北部湖区的系统保护和修复。

2020 年~2022 年邛海主湖区水质年平均值均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类标准，水质达标率为 85.9%。2017 年~2022 年期间，鹅掌河、官坝河和小箐河 3 个入湖口II类水质占比分别为 89.7%、89.7%7、73.5%，平均流量分别为 0.700m^3/s、1.696m^3/s、0.082m^3/s。邛海流域水生态修复与治理工程坚持山水田林湖草系统治理，实施官坝河上游生态治理工程、西昌小花山一青龙寺天窗绿化造林、泸山森林火灾植被恢复、邛海东岸小箐河生态修复和补植项目多措并举。到 2030 年基本实现邛海流域的绿化、彩化、生物多样性更加丰富，水质全面达到 II 类。

1.5 任务由来

邛海流域水生态修复与治理工程已纳入国家 150 项重大水利工程名录和国家重点流域水生态修复与治理试点项目，工程的建设有利于探索湖、山、城之间互促互荣的和谐关系，并且邛海流域治理具有地区代表性和实施的必要性，能发挥重要的生态价值、经济价值和社会价值，对我国西南高原山区湖泊湿地修复与治理具有示范作用，对助推长江上游生态文明、建立长江上游生态屏障、治理金沙江下游水土流失以及生态扶贫具有重要。

2018 年 9 月，西昌市水利局委托江河水利水电咨询中心和河南省水利勘测设计研究有限公司开展四川省邛海流域水生态修复与治理工程的勘察

设计工作。2019 年 5 月编制完成《四川省邛海流域水生态修复与治理工程可行性研究报告》（送审稿）。2019 年 10 月，国家发展和改革委员会对《四川省邛海流域水生态修复与治理实施方案》进行了评估。2020 年 12 月，西昌市水利局委托江河水利水电咨询中心和河南省水利勘测设计研究有限公司编制完成了《四川省邛海流域水生态修复与治理可行性研究报告（报批稿）》。2020 年 12 月 15 日，四川省发展和改革委员会以川发改农经〔2020〕656 号文对可行性研究报告进行批复。

考虑到邛海湿地生态清淤工程和湿地内部水系连通工程建设内容及外环境较为敏感，2022 年 1 月，建设单位委托中水北方勘测设计研究有限责任公司承担《四川省邛海流域水生态修复与治理工程（邛海生态清淤工程）勘测设计》工作，并通过了四川省水利厅组织召开的技术咨询会和审查会。2021 年 2 月，中国电建集团北京勘测设计研究有限公司承担了《四川省邛海流域水生态修复与治理工程（邛海湿地内部水系综合修复治理工程—邛海湿地内部水系连通工程）》初步设计任务，并于 2023 年 1 月 29 日通过了四川省水利厅组织召开的技术咨询会和审查会。

邛海流域水生态修复与治理工程以改善邛海生态系统健康状况为目标，以恢复良性的水生态空间和生态水文过程为核心，以山水林田湖草系统治理为主线，统筹解决区域的水域空间、水生态、水环境等方面的突出问题，实现恢复邛海流域水生态修复与治理的工程建设任务。目前《四川省邛海流域水生态修复与治理工程可行性研究报告》《四川省邛海流域水生态修复与治理工程（邛海生态清淤工程）》《四川省邛海流域水生态修复与治理工程（邛海湿地内部水系综合修复治理工程—邛海湿地内部水系连通工程）》已完成。根据《中华人民共和国湿地保护法》《湿地保护管理规定》《四川省湿地保护条例》《国家林业局办公室关于进一步加强国家湿地公园建

设管理的通知》等法律法规和要求，建设单位应向湿地公园管理机构提交工程建设进入邛海国家湿地公园的申请，申请时需提交工程建设方案、生态影响评估报告等相关材料，国家湿地公园管理机构和各级林业主管部门要严格审核。为此，西昌市水利局于2020年10月委托四川省林业科学研究院对四川省邛海流域水生态修复与治理工程对邛海国家湿地公园生态影响进行评价。四川省林业科学研究院接受委托后，即刻组织专业技术人员组成生态影响评价工作组，开展影响评价工作。工作组评价人员包括了生态、景观、环境保护、野生动物、植物分类、森林公园管理等相关专业的技术人员。项目组于2020年10月~11月、2022年10月~11月、2023年5月3次深入邛海湿地公园内建设工程影响区域，对其自然资源、自然生态系统等进行了实地调查和资料收集，通过生态影响因子和对象识别，分析、预测和评价影响效应及生态风险，对其生态影响进行综合评价，分析工程的影响效果和提出影响消减措施建议，2023年2月编制形成了《四川省邛海流域水生态修复与治理工程对四川邛海国家湿地公园自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价报告》（以下简称《影响评价报告》）。

1.6 评价报告编制依据

1.6.1 法律、法规及规划

1）《中华人民共和国环境保护法》（2022，修订）；

2）《中华人民共和国湿地保护法》（2021）；

3）《中华人民共和国环境影响评价法》（2022）；

4）《中华人民共和国野生动物保护法》（2023，修订）；

5）《中华人民共和国森林法》（2019，修订）；

6）《中华人民共和国水污染防治法》（2017，修正）；

7）《湿地保护管理规定》（2017）；

8）《中华人民共和国长江保护法》（2021）；

9）《四川省湿地保护条例》（2010）；

10）《四川省河湖长制条例》（2021）；

11）《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（2016，修订）；

12）《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013，修订）；

13）《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017，修订）；

14）《邛海保护条例》（2015，修订）；

15）《安宁河流域保护条例》（2023）

16）《国家湿地公园管理办法》（2010，修订）；

17）《国家湿地公园总体规划导则》（2010）；

18）《全国湿地保护工程规划（2002-2030）》（2004）；

19）《四川省湿地保护工程规划（2005-2030）》（2005）；

20）《邛海流域环境规划（2005-2015）》（2005）；

21）《四川邛海国家湿地公园总体规划（2014-2017）》（2014）。

1.6.2 规程、规范及标准

1）《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；

2）《声环境质量标准》（GB3096-2008）；

3）《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；

4）《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；

5）《野生植物资源调查技术规程》（LY/T1820-2009）；

6）《环境影响评价技术导则-生态影响》（HJ19-2022）；

7）《环境影响评价技术导则-总纲》（HJ2.1-2016）；

8）《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018）；

9）《环境影响评价技术导则-地表水环境》（HJ2.3-2018）；

10）《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ2.4-2021）；

11）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）；

12）《建设项目对自然保护区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价技术规范》（DB51/T1511-2022）；

13）《国家湿地公园建设规范》（LY/T1755-2008）；

14）《国家湿地公园评估标准》（LY/T1754-2008）；

15）《防洪标准》（GB50201-2014）；

1.6.3 建设项目有关文件、资料

1）《四川邛海国家湿地公园总体规划（2014-2017 年）》（国家林业局调查规划设计院 2013.10）；

2）《四川省邛海流域水生态修复与治理工程可行性研究报告》（江河水利水电咨询中心与河南省水利勘测设计研究有限公司 2020.10）；

3）《四川省邛海流域水生态修复与治理工程（邛海湿地内部水系综合修复治理工程—邛海湿地内部水系连通工程）》（中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司 2022.12）

4）《四川省邛海流域水生态修复与治理工程（邛海生态清淤工程）初步设计》（中水北方勘测说让研究有限责任公司 2022.10）

5）《四川省邛海生物多样性研究》（科学出版社，2021）

6）《邛海湿地生态系统现状及胁迫因子研究报告》（四川省生态环境科学研究院，2019）

7）《湖泊生态学概论》（华中科技大学出版社，2020）

1.7 评价时间和工作区

本评价报告仅针对邛海流域水生态修复与治理工程项目涉及邛海国家湿地公园的进行生态影响评价。评价时段包括建设期和运营期。

1.8 评价重点、原则

1.8.1 评价重点

建设期重点分析施工占地、机械运作、人为活动、环境污染等因素对

评价区域生态环境、自然资源、自然生态系统和珍稀野生动植物的影响。

运营期主要分析清淤、水系连通、水土保持等工程实施后对评价区域自然资源、生态环境、自然生态系统、湿地景观及珍稀野生动植物的影响。

1.8.2 评价原则

（1）科学性原则：根据工程类型和湿地公园的实际情况，以保护生物学、生态学和相关学科的基本理论为依据，结合国内外相关领域的行业规范，科学确定评价区域和评价内容，采用科学的调查、预测和评价方法，选用科学的评价指标；根据采集到的基础数据和相关专家的专业知识，科学预测和评价工程对湿地公园自然资源、自然生态系统和主要保护对象的影响，并科学制定影响消减措施。

（2）客观性原则：采用现有的相关学科理论和技术，系统、准确地评价生物多样性受影响的真实情况，尽量克服各种主观因素带来的影响，但同时也要考虑到学科发展的局限性。

（3）突出针对性原则：根据建设项目的类别、自然保护区的类型以及自然资源、自然生态系统和主要保护对象的特点，针对关键物种和生态系统，采用针对性的方法开展调查和评价，提出针对性的影响消减措施。

（4）定性与定量相结合原则：尽量采用定量评价方法，当现有科学方法不能满足定量需要或因其他原因无法实现定量测定时，通过定性或类比的方法进行评价。

（5）保护优先、协调发展的原则：有替代方案减轻或避免对湿地公园造成生态影响的，推荐使用替代方案；无替代方案的，提出与当地生态功能区划相适应的恢复、补偿措施。

1.9 评价目的

根据工程的建设内容、建设规模、工程布局、占地范围、施工方案、营运模式和生态与环境保护设计方案，以及湿地公园生态现状和管理要求，

识别工程对湿地公园主要非生物因子、自然资源、生态系统及主要保护对象等方面的影响因子，分析、预测、评价影响的对象、性质、范围和程度，评价已规划的生态保护措施的可行性和有效性，并按照保护优先、协调发展的原则，根据影响评价结果补充和完善具有针对性和可操作性的生态保护措施，提出针对性的影响消减措施，把工程对湿地公园生态影响降到最低程度。

2 建设项目概况

2.1 项目位置

邛海位于青藏高原横断山区东缘，四川省西昌市东南部，西昌市东南约1km处，属长江流域雅砻江安宁河水系，流域面积30767hm^2。本工程建设地点为工程建设涉及大兴乡、川兴镇、海南街道办、新村街道办、东城街道办等2乡3个街道办事处，邛海生态清淤工程的施工临时工程涉及东城街道办、西城街道办、马道街道办、长安街道办、太和镇和安宁镇等2乡4个街道办事处。

2.2 项目投资与资金来源

邛海流域水生态修复与治理工程主要建设内容包括官坝河上游生态治理工程、水土保持生态建设工程、邛海湿地内部水系综合修复治理工程、邛海生态清淤工程4项。本工程总静态投资为74208.60万元。资金来源为中央预算内投资和地方配套。

2.3 项目建设内容及规模

根据四川省邛海流域水生态修复与治理工程可行性研究报告，本次邛海流域水生态修复与治理工程优先实施部分规划项目，在湿地公园内的工程包括水土保持生态建设工程中的邛海东岸小箐河生态修复和补植、邛海湿地内部水系综合修复治理工程、邛海生态清淤3部分。

在可研基础上，对邛海湿地内部水系综合修复治理工程和邛海生态清淤工程分别编制了初步设计方案。以下针对湿地公园内的邛海湿地内部水系综合修复治理工程和邛海生态清淤工程的相关内容根据初步设计编制，邛海东岸小箐河生态修复和补植项目根据可研编制。

邛海流域水生态修复与治理工程具体建设内容及规模见下表。

表 2-1　位于湿地公园内邛海流域水生态修复与治理工程主要建设内容及规模

序号	项目名称	重点工程	主要建设内容
1	水土保持生态建设工程	邛海东岸小箐河生态修复和补植项目	规划总面积约 64hm²(960 亩)，主要内容为绿化补植种植，共种植乔木 0.83 万株，灌木 4.15 万株，湿地植物 2.34 万株。
2	邛海湿地内部水系综合修复治理工程	邛海湿地内部水系连通工程	清淤总长度 8.52km。由主河清淤和岔河清淤两部分组成，主河总长 7283.94m，沿线共设 8 条岔河，岔河总长 1241.44m，水道岸坡采用松木桩护坡，总长约 6130.27m。河床内淤积厚度为 0.5~1.2m，根据满足游船通行的要求进行清淤和局部扩宽，总清淤量约 18.36 万 m³。
		邛海湿地内部水系两侧生态修复工程	改造河道 6000m，绿化总面积 235hm²，绿道 2.5km，堆土 20 万 m³；树种选择以樱花为主，种植数量约 11000 株，配置山桃、海棠、碧桃等灌木 6000 株，种植黄葛树、美丽异木棉等背景树 10000 株。
3	邛海生态清淤工程	邛海生态清淤工程	清理总面积 2.45km²，总清理量 85.17 万 m³，配套植物措施 15.92 万 m²，抛石护岸 4.45km（抛石 23.08 万 m³），松木桩护岸 3.92km，建设漂浮生境岛 433m²，在乌龟塘附近设置 1 处淤泥处置场，占地面积 3.27hm²。铺设输泥钢管管线 DN4006.92km，采用，设置淤泥输送接力泵船 2 艘，接力泵站 8 座。

2.3.1 水土保持生态建设工程

水土保持生态建设工程中邛海东岸小箐河生态修复和补植项目位于湿地公园内。

邛海东岸小箐河生态修复和补植项目规划总面积约 64hm²(960 亩)，主要内容为绿化补植补种，共种植乔木 0.83 万株，灌木 4.15 万株，湿地植物 2.34 万株。

2.3.2 邛海湿地内部水系综合修复治理工程

包括邛海湿地内部水系连通工程和邛海湿地内部水系两侧生态修复工程两部分。

根据《四川省邛海流域水生态修复与治理工程（邛海湿地内部水系综合修复治理工程—邛海湿地内部水系连通工程）初步设计报告》，邛海湿地内部水系连通工程位于环海路南侧的五期湿地范围内，清淤总长度 8.52km，起点接小渔村景观桥终点至唐家湾出口，由主河和岔河两部分组成，主河清淤总长 7283.94m，主河沿线共设 8 条岔河，岔河清淤总长 1241.44m。水道岸坡采用松木桩护坡，总长 6130.27m。其中，主河护岸长

5411.92m（左岸护岸长 2197.29m，右岸护岸长 3214.63m），岔河护岸长 718.35m。本工程共清淤约 18.36 万 m^3。

邛海湿地内部水系连通工程初步设计方案与可研方案相比：清淤长度减小了 0.92km，清淤方量减少了约 4.40 万 m^3，护坡长度减少了 7.13km。

邛海湿地内部水系两侧生态修复工程规划提升改造河道 6000m，绿化总面积 235hm^2，绿道 2.5km，对河道两侧 20m 范围内做统一的地形塑造，堆土 20 万 m^3；树种选择以樱花为主，种植数量约 11000 株，配置山桃、海棠、碧桃等灌木 6000 株，种植黄葛树、美丽异木棉等背景树 10000 株。

表 2-2 邛海湿地内部水系连通工程初设方案

序号	项目		初设方案
1	清淤	清淤总长度	8.52km
2		主河清淤长度	7.28km
3		岔河清淤长度	1.24km
4		清淤总量	18.36 万 m^3
5	护坡	护岸形式	松木桩护岸
6		护岸总长	6.13
7		主河护岸长度	5.41km
8		岔河护岸长度	0.72km

2.3.3 邛海生态清淤工程

根据《四川省邛海流域水生态修复与治理工程（邛海生态清淤工程）初步设计报告》，邛海生态清淤工程面积合计 2.45km^2，清淤总量为 85.17 万 m^3，邛海生态清淤工程主要建设内容为：

（1）邛海北部主湖区、土城河和缺缺河入湖口区、海河河道出湖口段三个区域清淤 85.17 万 m^3。其中邛海主湖区从海门桥至朱家河入湖口南连线以北区域面积 2.33km^2，清淤量 70.60 万 m^3；海河从出湖口至海河节制闸长度约 3.11km，清淤量 10.41 万 m^3；土城河河口和缺缺河口清理面积分别约 31516m^2 和 23540m^2，清淤量为 4.16 万 m^3。

（2）建设淤泥处置场一座，淤泥脱水处理 85.17 万 m^3（水下自然方）。淤泥通过 6.92km 输泥管线运输至小山南淤泥处置场进行脱水处理，脱水后

作为农业种植用土、生态修复绿化用土等进行资源化利用，尾水经絮凝沉淀处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级A标准后排放。

（3）余水处理总量约559万m^3；

（4）生态修复工程包括生态护岸工程、植物恢复工程和漂浮生境岛工程，其中抛石护岸4.45km（生态护岸抛石23.08万m^3），松木桩护岸3.92km；水生及地被植物种植15.97万m^2及乔灌木植物1169株。其中铺设草皮或撒播草籽36027m^2，栽植水生植物122026m^2，栽植观赏草1228m^2；建设漂浮生境岛433m^2。

邛海生态清淤工程初步设计方案与可研方案相比，清淤范围进行了调整，清淤面积减少了0.07km^2，清淤量减少了298.35万m^3，淤泥处置场位置及输送管线进行了调整，优化了生态修复方案。

表2-3 邛海生态清淤工程初设方案

序号	项目	初设方案
1	清淤范围	邛海西北部+海河河道+土城河口+缺缺河口
2	清淤面积	2.45km^2
3	清淤量	85.17万m^3
4	淤泥处场位置	小山南 （初设方案中名称为乌龟塘，为同一位置）
5	淤泥运输管线	6.92km
6	生态修复	抛石护岸4.45km（抛石23.08万m^3），松木桩护岸3.92km；植被恢复总面积15.97km^2；建设漂浮生境岛433m^2。

本工程以改善邛海北部湖区水体浑浊、提升区域邛海生态环境质量为目标，本工程建设内容包括生态清淤主体工程、淤泥处理工程（湿地公园外）、余水处理工程（湿地公园外）和生态修复工程，具体工程建设如下：

（1）生态清淤主体工程

生态清淤工程主要对邛海北部主湖区、土城河和缺缺河入湖口区、海河河道出湖口段三个区域进行清淤，清淤总量85.17万m^3，邛海主主湖区清淤采用400m^3/h环保绞吸船进行清淤，通过管道输送至乌龟塘附近的淤泥

处置场；入湖河口湿地清淤采用水陆两栖挖机进行清淤，采用槽罐车运送至乌龟塘附近的淤泥处置场；海河河道出湖口清淤采用小型绞吸式挖泥船进行清淤，通过管道输送至乌龟塘附近的淤泥处置场。铺设清淤输泥管线长度 6.92km，其中：浮管 4.26km，岸管 2.66km，均采用 DN400 钢管，淤泥输送接力泵船 2 艘，接力泵站 8 座。

（2）淤泥处置工程

生态清淤主体工程清挖出底泥通过管道输送至位于乌龟塘附近的淤泥处置场。位于邛海湿地公园外，本报告不针对此工程做深入分析。

（3）余水处理工程

本工程余水来自于淤泥处置工序中的二级沉淀池上清液及压滤机压滤出水，位于邛海湿地公园外，本报告不针对此工程做深入分析。

（4）生态修复工程

生态修复工程包括生态护岸工程、植物恢复工程和漂浮生境岛工程，通过以上生态修复措施，对清淤后区域及其他生态环境需修复重点区域进行生态修复措施，恢复水生动植物群落结构，改善区域水生态环境状况，提升生态系统稳定性。

生态护岸工程采用抛石和松木桩等护岸型式对湖区滨岸带、海河出湖口段、土城河和缺缺河河口湿地生态提升后岸坡进行防护，防止岸坡被淘刷、压覆底泥、为鱼类和鸟类等营造栖息环境，本工程设计在湖区滨岸带实施抛石护岸，护岸长度 4.45km，在海河出湖口段、土城河和缺缺河河口湿地布设松木桩护岸，护岸长度 3.92km。生态护岸工程通过对湖区滨岸带、海河河口段、土城河和缺缺河河口湿地生态提升后岸坡进行防护，起到防止岸坡被淘刷、压覆底泥、生境营造等作用，本工程设计抛石护岸长度 4.45km、松木桩护岸长度 3.92km。

植物恢复工程通过在清淤主湖区湖滨带、海河出湖口段两岸、土城河

和缺缺河河口湿地种植水生植物，构建完整湖滨带与河口湿地生态空间，形成生态稳定安全的绿色滨水屏障。其中：湖滨带植物恢复工程自邛海宾馆始，向北环邛海至东岸小渔村码头，全长约 8.94km，种植挺水植物和沉水植物；海河生态修复范围为海河河口至观海路，长约 1.30km，结合两岸驳岸防护进行植物修复；土城河和缺缺河河口湿地生态修复范围分别约 54681m^2 和 57096m^2，主要建设内容为地形塑造、乔木补植和水生植物栽植。

漂浮生境岛建设于海河南岸二期湿地海门桥东侧 50 米外的邛海主湖区，在远离岸边区域营造适宜水鸟栖息的场地，增加生物多样性，漂浮生态岛建设总面积 433m^2。

2.4 工程总布置

2.4.1 水土保持生态建设工程

邛海东岸小箐河生态修复和补植。项目位于邛海东南角，整体地形以丘陵为主，海拔高度 1540m-1610m，总修复治理面积约 64hm^2（960 亩）。通过对现场现有原生林地保留，对现有樱花进行移植补栽，林下补植灌木、多年生草花、观赏草，水面补植水生植物，以此达到减少土壤流失，增强生物多样性的效果，补植的植物严禁选用外来入侵植物。

表 2-4 乔木规格统计表

序号	植物名称	规格（胸径cm）	数量（株）
1	樱花补栽	12	2000
2	樱花补栽	15	500
3	樱花补栽	18	200
4	樱花移栽	6-8	5000
5	紫 薇	15-17	46
6	垂 柳	28-30	29
7	紫 薇	10	200
8	花石榴	18-20	13
9	碧 桃	14	100
10	红叶李	12-14	100

11	紫玉兰	10-12	50
12	蓝花楹	20	20
13	柿子树	10	50
合计			8308

表 2-5 灌木规格统计表

序号	植物名称	规格（高度cm，密度）	数量（株）
1	杜鹃	H=30，每平米50 株	6000
2	向日葵	H=80，每平米25 株	4000
3	金鸡菊	H=30，每平米50 株	12000
4	波斯菊	H=40，每平米50 株	5000
5	千屈菜	H=70，每平米50 株	2000
6	红 蓼	H=30，每平米80 株	500
7	萍逢草	H=30，每平米80 株	800
8	白 茅	H=30，每平米 100 株	600
9	鼠尾草	H=50，每平米80 株	5000
10	常夏石竹	H=20，每平米 100 株	600
11	马鞭草	H=60，每平米60 株	5000
合计			41500

表 2-6 湿地植物规格统计表

序号	植物名称	规格（高度cm，密度）	数量（株）
1	血草	H=35-40，每平米36 株	2000
2	水生鸢尾	H=20-25，每平米50 株	5000
3	水生美人蕉	H=20-25，每平米20 株	2000
4	黄菖蒲	H=50-60，每平米40 株	2000
5	马蹄莲	每平米40 株	100
6	蒲苇	H=60-80，每平米 12 株	1000
7	荷花	H=20-25，每平米20 株	1000
8	雪茄花	H=30-40，每平米80 株	1500
9	六月雪	H=40-50，每平米80 株	2000
10	细叶芒	H=60，每平米9 株	5000
11	旱伞草	H=35-40，每平米40 株	800
12	芦苇	每平米25 株,3-4 个芽/株	1000
合计			23400

2.4.2 邛海湿地内部水系综合修复治理工程

邛海湿地内部水系综合修复治理工程包括邛海湿地内部水系连通工程、邛海湿地内部水系两侧生态修复工程 2 个子项。

2.4.2.1 邛海湿地内部水系连通工程布置

本次“邛海湿地内部水系连通工程”位于邛海湿地五期内，起点接小渔村景观桥终点至唐家湾出口，由主河和岔河两部分组成，建设内容包含清淤工程和护岸工程。

其中，清淤工程由主河清淤和岔河清淤两部分组成，主河清淤总长 7283.94m，主河沿线共设 8 条岔河，岔河清淤总长 1241.44m，工程总清淤量为 18.36 万 m^3。采用环保绞吸式挖泥船进行水下清淤。

岸坡采用钢筋混凝土仿木桩护坡，总长 6130.27m。其中，主河护岸长 5411.92m（左岸护岸长 2197.29m，右岸护岸长 3214.63m），岔河护岸长 718.35m。钢筋混凝土仿木桩长 5m，桩径 15cm，排桩布置。钢筋混凝土仿木桩背坡回填砂卵石，面层 20cm 采用种植土回填，钢筋混凝土仿木桩迎水侧坡脚采用 1:3 与设计湖底高程相接，水平宽度为 3m。钢筋混凝土仿木桩背坡种植沉水、浮水、挺水植物。

表 2-7 工程规模统计表

编号	项目	单位	数量
一	清淤疏浚工程		
1	主河清淤	m	7283.94
2	岔河清淤	m	1241.44
2.1	1#岔河清淤	m	221.38
2.2	2#岔河清淤	m	186.13
2.3	3#岔河清淤	m	70.89
2.4	4#岔河清淤	m	318.36
2.5	5#岔河清淤	m	135.14
2.6	6#岔河清淤	m	126.41
2.7	7#岔河清淤	m	67.87
2.8	8#岔河清淤	m	115.26
3	清淤合计	m	8525.38

二	护岸工程		钢筋混凝土仿木桩护岸
1	主河护岸	m	5411.92
1.1	左岸	m	2197.29
1.2	右岸	m	3214.63
2	岔河护岸	m	718.35
2.1	4#岔河	m	572.62
2.2	6#岔河	m	145.73
3	护岸合计	m	6130.27

2.4.2.2 邛海湿地内部水系连通工程方案比选

（1）清淤方案比选

1）清淤模式

邛海湿地内部水系综合修复治理工程清淤模式上选择生态清淤，具体内容详见“2.4.3.2 方案比选（1）清淤模式与工艺比选”。

2）清淤工艺比选

- 工程清淤比选

清淤疏挖形式的选择需综合考虑投资、外部环境、底泥及水体的深度及物化性质等因素，常见的疏挖形式有干地施工法、带水施工法和环保清淤法。带水作业法包含抓斗式清淤、泵吸式清淤、绞吸式清淤及斗轮式清淤，环保清淤法包含环保绞吸式清淤及环保泵吸式清淤两种方法。

A. 干地施工法

对于没有防洪、排涝、航运功能的流量较小的河道，干地清淤指可通过在河道施工段构筑临时围堰，将河道水排干后进行干挖施工。

作业区水排干后，大多数情况下都是采用挖掘机进行开挖，挖出的淤泥直接由渣土车外运或者放置于岸上的临时堆放点。倘若河塘有一定宽度时，施工区域和储泥堆放点之间距离较远，需要有中转设备将淤泥转运到岸上的储存堆放点。干挖清淤其优点是清淤彻底，质量易于保证而且对于设备、技术要求不高；产生的淤泥含水率低，易于后续处理。

B. 带水作业法

带水作业法一般指将清淤机具装备在船上，由清淤船作为施工平台在水面上操作清淤设备将淤泥开挖，并通过管道输送系统输送到岸上堆场中。

①抓斗式清淤：利用抓斗式挖泥船开挖河底淤泥，通过抓斗式挖泥船前臂抓斗伸入河底，利用油压驱动抓斗插入底泥并闭斗抓取水下淤泥，之后提升回旋并开启抓斗，将淤泥直接卸入靠泊在挖泥船舷旁的驳泥船中，开挖、回旋、卸泥循环作业。清出的淤泥通过驳泥船运输至淤泥堆场，从驳泥船卸泥仍然需要使用岸边抓斗，将驳船上的淤泥移至岸上的淤泥堆场中。抓斗式挖泥船灵活机动，不受河道内垃圾、石块等障碍物影响，且施工工艺简单，设备容易组织，工程投资较省，施工过程不受天气影响。

②泵吸式清淤：也称为射吸式清淤，它将水力冲挖的水枪和吸泥泵同时装在 1 个圆筒状罩子里，由水枪射水将底泥搅成泥浆，通过另一侧的泥浆泵将泥浆吸出，再经管道送至岸上的堆场，整套机具都装备在船只上，一边移动一遍清除。而另一种泵吸法是利用压缩空气为动力进行吸排淤泥的方法，将圆筒状下端有开口泵筒在重力作用下沉入水底，陷入底泥后，在泵筒内施加负压，软泥在水的静压和泵筒的真空负压下被吸入泵筒。然后通过压缩空气将筒内淤泥压入排泥管，淤泥经过排泥阀、输泥管而输送至运泥船上或岸上的堆场中。

泵吸式清淤的装备相对简单，可以配备小中型的船只和设备，适合进入小型河道施工。一般情况下容易将大量河水吸出，造成后续泥浆处理工作量的增加。同时，我国河道内垃圾成分复杂、大小不一，容易造成吸泥口堵塞的情况发生。

③普通绞吸式清淤：普通绞吸式清淤主要由绞吸式挖泥船完成。绞吸式挖泥船由浮体、铰绞刀、上吸管、下吸管泵、动力等组成。它利用装在船前的桥梁前缘绞刀的旋转运动，将河床底泥进行切割和搅动，并进行泥水混合，形成泥浆，通过船上离心泵产生的吸入真空，使泥浆沿着吸泥管进

入泥泵吸入端，经全封闭管道输送（排距超出挖泥船额定排距后，中途串接接力泵船加压输送）至堆场中。

普通绞吸式清淤适用于泥层厚度大的中、大型河道清淤。普通绞吸式清淤是一个挖、运、吹一体化施工的过程，采用全封闭管道输泥，不会产生泥浆散落或泄漏；在清淤过程中不会对河道通航产生影响，施工不受天气影响，同时采用 GPS 和回声探测仪进行施工控制，可提高施工精度。普通绞吸式清淤由于采用螺旋切片绞刀进行开放式开挖，容易造成底泥中污染物的扩散，同时也会出现较为严重的回淤现象。根据已有工程的经验，底泥清除率一般在 70%左右。另外，吹淤泥浆浓度偏低，导致泥浆体积增加，会增大淤泥堆场占地面积。

④斗轮式清淤：利用装在斗轮式挖泥船上的专用斗轮挖掘机开挖水下淤泥，开挖后的淤泥通过挖泥船上的大功率泥泵吸入并进入输泥管道，经全封闭管道输送至指定卸泥区。斗轮式清淤一般比较适合开挖泥层厚、工程量大的中、大型河道、湖泊和水库，是工程清淤常用的方法。清淤过程中不会对河道通航产生影响，施工不受天气影响，且施工精度较高。但斗轮式清淤在清淤工程中会产生大量污染物扩散，逃淤、回淤情况严重，清淤不够彻底，容易造成大面积水体污染。

C. 环保清淤法

环保清淤包含两个方面的含义，一方面指以水质改善为目标的清淤工程，另一方面则是在清淤过程中能够尽可能避免对水体环境产生影响。环保清淤的特点有：①清淤设备应具有较高的定位精度和挖掘精度，防止漏挖和超挖，不伤及原生土；②在清淤过程中，防止扰动和扩散，不造成水体的二次污染，降低水体的混浊度，控制施工机械的噪音，不干扰居民正常生活；③淤泥弃场要远离居民区，防止途中运输产生的二次污染。

环保清淤的关键和难点在于如何保证有效的清淤深度和位置，并进行有

效的二次污染防治，为了达到这一目标一般使用专用的清淤设备，如使用常规清淤设备时必须进行相应改进。专用设备包括日本的螺旋式挖泥装置和密闭旋转斗轮挖泥设备。这两种设备能够在挖泥时阻断水侵入土中，故可高浓度挖泥且极少发生污浊和扩散现象，几乎不污染周围水域。环保绞吸式清淤是目前最常用的环保清淤方式，适用于工程量较大的大、中、小型河道、湖泊和水库，多用于河道、湖泊和水库的环保清淤工程。环保绞吸式清淤是利用环保绞吸式清淤船进行清淤。环保绞吸式清淤船配备专用的环保绞刀头，清淤过程中，利用环保绞刀头实施封闭式低扰动清淤，开挖后的淤泥通过挖泥船上的大功率泥泵吸入并进入输泥管道，经全封闭管道输送至指定卸泥区。

环保绞吸式清淤船配备专用的环保绞刀头具有防止污染淤泥泄漏和扩散的功能，可以疏浚薄的污染底泥而且对底泥扰动小，避免了污染淤泥的扩散和逃淤现象；清淤浓度高，清淤泥浆质量分数达70%以上，一次可挖泥厚度为20～110cm。同时环保绞吸式挖泥船具有高精度定位技术和现场监控系统，通过模拟动画，可直观地观察清淤设备的挖掘轨迹；高程控制通过挖深指示仪和回声测深仪，精确定位绞刀深度，挖掘精度高。但环保绞吸式清淤工程投资较高，施工设备及工艺复杂，且施工设备体型及占地较大，适用于较为宽广的水域清淤。

综上，通过比较清淤方式的特性，结合邛海的情况得出如下结果。

①邛海地处四川，降水频繁，干地施工法容易受降雨影响；同时邛海水域面积较大，且属于国家级风景名胜区、国家湿地公园、饮用水水源保护区，不具备干地施工条件，因而本项目不适宜干地清淤。

②泵吸式清淤、斗轮式清淤方式清淤效果一般，且二次污染较为显著，考虑到邛海水质的重要性，因而不宜采用泵吸式清淤、斗轮式清淤方式。

③抓斗式清淤和环保绞吸式清淤方式虽然清淤效果较好，但容易产生二次污染，因而也不适用于本项目。

④对比环保绞吸式清淤、环保泵吸式清淤清淤工艺，环保泵吸式清淤清淤工艺容易将大量湖水吸出，造成后续泥浆处理工作量的增加。本项目清淤工程量较大，为减小后续泥浆处理工作量，**推荐采用环保绞吸式清淤方式进行清淤。**

（2）护岸方案比选

根据工程段河道两岸地形地质条件、施工条件、料源情况、生态景观要求等方面，本工程初步拟定了卵石护岸、松木桩护岸、塑钢板桩护岸、钢筋混凝土仿木桩护岸及生态袋护岸五种目前较为常见的生态护岸型式进行比选。

方案一：卵石护岸

卵石护岸是将大量的卵石、碎石等按一定级配与层次堆积散铺于斜坡式岸边，使坡面土壤的密实度增大，抗坍塌的能力也随之增强。在水体岸坡上采用这种护岸方式，在固定坡土上能起一定的作用，还能够使坡面得到很好的绿化和美化。本工程岸坡采用堆砌 50cm 厚卵石护坡，坡比 1:1.5，底部设 15cm 厚碎石垫层，局部区域采用大卵石护脚增强基础稳定性。卵石护坡以上采用生态植草护坡，坡比 1:2。卵石护岸结构型式见下图。

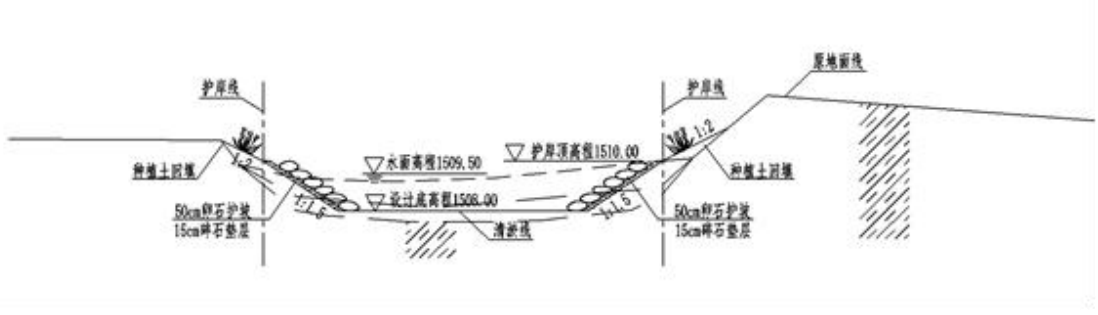


图 2-1　卵石护岸结构型式

方案二：松木桩护岸

松木因含有丰富的松脂，能很好地防止地下水和细菌对其的腐蚀，作为一种来自大自然的建材，其用途也发展成为一种河道护岸的形式，如杭州西溪国家湿地公园内的河道，多采用了松木桩护岸形式。本工程岸坡设一排长 5m，稍径 15cm 的松木桩，松木桩背坡回填砂卵石，面层 20cm 采用种植土回填，松木桩迎水侧坡脚采用 1:3 与设计湖底高程相接，水平宽度为 3m。松木桩背坡种植沉水、浮水、挺水植物。松木桩护岸结构型式见下图。

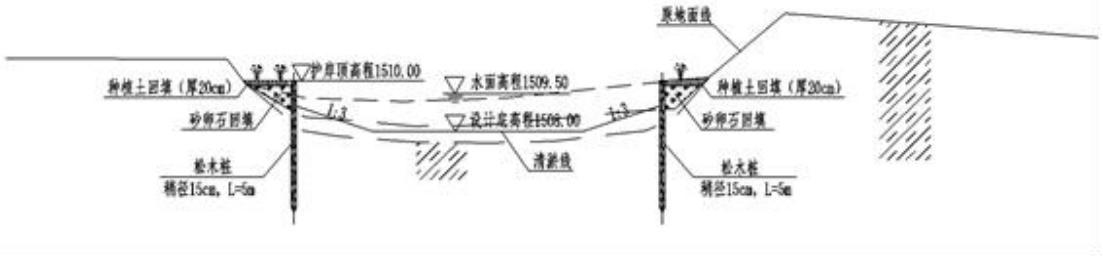


图 2-2　松木桩护岸结构型式

方案三：塑钢板桩护岸

钢板桩是一种常见的板桩围挡结构，主要有承载力强、水密性好、施工简单、耐久性好等特点，而塑钢板桩（高强度塑钢组合板桩）是一种新型建筑材料板桩，与传统桩型相比，塑钢板桩具有重量轻、绿色环保、桩身质量可靠、施工方便快捷、工程造价低等优点，可广泛应用于河道、湖泊、港口码头护岸、地下防渗墙、景观亲水护岸等工程建设领域。本工程岸坡设一排长 5m，MA718×180×8mm 的塑钢板桩，塑钢板桩背坡回填砂卵石，面层 20cm 采用种植土回填，塑钢板桩迎水侧坡脚采用 1:3 与设计湖底高程相接，水平宽度为 3m。塑钢板桩背坡种植沉水、浮水、挺水植物。塑钢板桩护岸结构型式见下图。

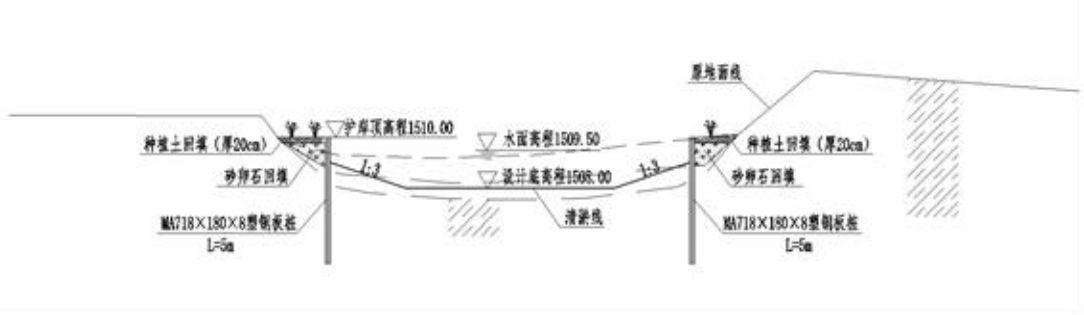


图 2-3　钢板桩护岸结构型式

方案四：钢筋混凝土仿木桩护岸

钢筋混凝土仿木桩是表面经过仿木处理的钢筋混凝土桩，断面有圆形、方形，制作方式可预制，也可现浇，钢筋混凝土仿木桩有实心的，也有空心管桩。其类似于木桩护岸，多在坡脚或岸坡利用钢筋混凝土钢筋混凝土仿木桩为维护陡岸稳定地一种护岸措施。本工程岸坡设一排长 5m，桩径 15cm 的钢筋混凝土仿木桩，钢筋混凝土仿木桩背坡回填砂卵石，面层 20cm 采用种植土回填，钢筋混凝土仿木桩迎水侧坡脚采用 1:3 与设计湖底高程相接，水平宽度为 3m。钢筋混凝土仿木桩背坡种植沉水、浮水、挺水植物。钢筋混凝土仿木桩护岸结构型式见下图。

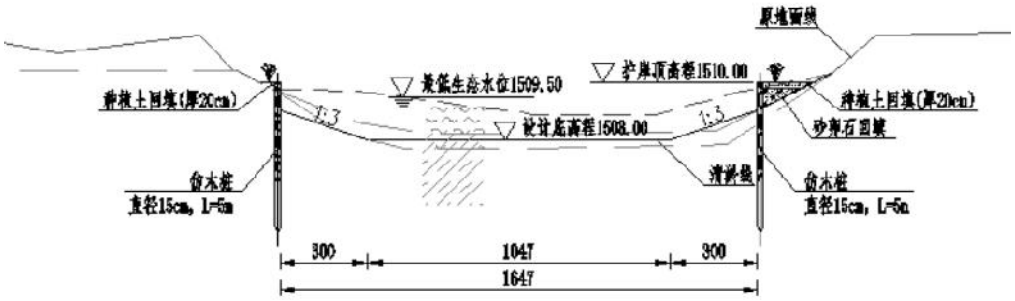


图 2-4 钢筋混凝土仿木桩护岸结构型式

方案四：生态袋护岸

生态袋是一种高强抗紫外线抗冻融耐酸碱的生态合成材料，是新型特种材料，具有高强抗 UV、耐酸碱、抗腐蚀、抗冻融。主要运用于建造柔性生态边坡，是生态岸坡常用的护岸型式。本工程采用生态袋护坡，迎水侧坡

比为 1:0.5，基础采用 50×50cm 格宾石笼护底，生态袋以上采用种植土回填，坡面植草护坡，坡比 1:2。生态袋护岸结构型式见下图。

图 2-5　生态袋护岸结构型式

四种方案技术经济比较及主要优缺点比较见下表。

表 2-8 技术经济比较成果表

项目	单位	方案一：卵石护岸	方案二：松木桩护岸	方案三：塑钢板桩护岸	方案四：钢筋混凝土仿木桩护岸	方案五：生态袋
淤泥开挖	m3	13.07				13.85
淤泥质粉质粘土开挖	m3	4.31				5.89
生态植草	m2	2.78	1.21	1.21	1.21	2.69
砂卵石回填（外购）	m3	1.15	0.29	0.29	0.29	1.07
种植土回填	m3	0.956	0.22	0.22	0.22	0.938
桩（直径 15cm，L=5m）	m3		0.62		0.62	
50cm 厚卵石护坡	m3	3.6				
15cm 碎石垫层	m3	1.08				
MA718×180×8 塑钢板桩，L=5m	m			5		
生态袋	m3					1.4
无纺土工布	m2					6.68
格宾石笼基础	m3					0.5
单位建筑工程投资	元	1028	1979	2036	872	1247
方案比选结果		比选方案	比选方案	比选方案	推荐方案	比选方案

表 2-9　优缺点比较表

序号	项目	方案一： 卵石护岸	方案二： 松木桩护岸	方案三： 塑钢板桩护岸	方案四： 仿木桩护岸	方案四： 生态袋
1	耐久性	耐久性高	耐久性一般	耐久性高	耐久性高	耐久性一般
2	生态性	一般	好	一般	较好	好
3	景观性	一般	好	一般	好	好
4	施工方式及难度	需开挖清淤后，干地施工，施工较复杂	无需开挖，可水下施工，施工方便快捷	无需开挖，可水下施工，施工方便快捷	无需开挖，可水下施工，施工方便快捷	需开挖清淤后，干地施工，施工较复杂
5	对边坡扰动	对边坡扰动较大	对边坡扰动较小	对边坡扰动小	对边坡扰动小	对边坡扰动较大
6	材料	卵石、垫层均需外购，西昌建材市场可购买	松木桩外购，西昌建材市场可购买	江浙地带生产较多，运距较远	钢筋混凝土仿木桩预制，西昌建材市场可购买材料	生态袋外购
7	后期运行	运行方便，基本无需维护	运行方便，基本无需维护	运行方便，基本无需维护	运行方便，基本无需维护	需定期检查维修

综上所述，五个方案均为常见的生态护坡型式。其中，卵石护岸、钢筋混凝土仿木桩及塑钢板桩耐久性均较好，生态袋和松木桩耐久性一般，生态袋后期还需定期检查维修，运行管理维护相对较繁杂。施工方式上，考虑到本工程位于邛海湿地范围内，治理段两岸水生植被生长较好，干地施工势必将对现状自然环境和生物生存环境造成一定影响。为保持现状河岸的生态，降低施工对周边环境的影响，减少对原生态植被的破坏，本次选用水下先护岸后清淤的施工方式。钢筋混凝土仿木桩护岸、松木桩及塑钢板桩符合本工程的施工方式，但钢筋混凝土仿木桩和松木桩护岸的景观性及生态性较塑钢板桩均更优，松木桩单米投资较高，钢筋混凝土仿木桩单米投资最低，且施工简单快捷，材料可就近购买，在保障岸坡稳定的同时，更好的和自然景观结合，减少人工雕琢的痕迹。因此，**本次护岸选用钢筋混凝土仿木桩方案。**

2.4.2.3 邛海湿地内部水系连通工程方案设计

1、清淤工程设计

（1）清淤河道选择

邛海湿地内部水系连通工程清淤设计起点接小渔村景观桥，终点至唐家湾出口，由主河和岔河两部分组成，由主河和岔河两部分组成，总长度为 8525.38m，其中主河清淤总长 7283.94m，主河沿线共设 8 条岔河，岔河清淤总长 1241.44m。工程共清淤约 18.36 万 m^3。

①主河：主河清淤工程清淤轴线基本为原航道轴线，清淤总长 7283.94m，采用双线航道标准，航道底宽不小于 6m，主河局部河段现状宽度较窄，采用单航线航道设计，航道底宽不小于 2m。主河河床内淤积厚度为 0.5～1.2m，设计清淤底高程为 1508.00m，局部淤泥厚度较大处淤泥层全部清除。主河平均疏挖深度为 0.5～1.2m，两侧开挖边坡为 1:3。

②1#岔河：位于主河 K1+919 处，清淤河段长 221.38m。1#岔河与邛海主湖面相连，现状河宽 20～157m，设计清淤宽度为 20～50m。1#岔河上部为淤泥，厚度 0.3～0.4m；其下为淤泥质粉质粘土，厚度 0.6～0.9m；下部为粉质粘土。本次设计清除上部淤泥层，设计清淤底高程为 1508.00m，淤泥底部高程低于 1508.00m 处以淤泥底高程控制。平均疏挖深度为 0.3～0.4m，两侧开挖边坡为 1:3。

③2#岔河：位于主河 K2+156 处，清淤河段长 186.13m。2#岔河与邛海主湖面相连，与 1#岔河、主河围城三角洲，三角洲内分布人工岛屿。2#岔河现状河宽 40～106m，设计清淤宽度为 28～50m。2#岔河上部为淤泥，厚度 0.2～0.5m；其下为淤泥质粉质粘土，厚度 0.7～1.2m；下部为粉质粘土。本次设计清除上部淤泥层，设计清淤底高程为 1508.00m，淤泥底部高程低于 1508.00m 处以淤泥底高程控制。平均疏挖深度为 0.2～1.89m，两侧开挖边坡为 1:3。

④3#岔河：位于主河 K2+895 处，清淤河段长 70.89m，与邛海主湖面相连。3#岔河现状河宽 19～40m，设计清淤宽度为 15～27m。3#岔河上部为淤泥，厚度 0.3～0.5m；其下为淤泥质粉质粘土，厚度 0.5～1.1m；下部为粉质粘土。本次设计清除上部淤泥层，设计清淤底高程为 1508.00m，淤泥底部高程低于 1508.00m 处以淤泥底高程控制。平均疏挖深度为 0.3～1.5m，两侧开挖边坡为 1:3。

⑤4#岔河：为官坝河入海口，位于主河 K3+877 处，清淤河段长 318.36m。4#岔河本次治理段现状河宽 13～20m，设计清淤宽度为 9～18m。4#岔河上部为淤泥，厚度 0.3～0.5m；其下为淤泥质粉质粘土，厚度 0.7～1.10m；下部为粉砂层。本次设计清除上部淤泥层，设计清淤底高程为 1508.00m，淤泥底部高程低于 1508.00m 处以淤泥底高程控制。平均疏挖深度为 0.3～1.8m，两侧开挖边坡为 1:3。

⑥5#岔河：位于主河 K4+017 处，清淤河段长 135.14m，与岸边现状码头相接。5#岔河现状河宽 126～177m，设计清淤宽度为 20～35m。5#岔河上部为淤泥，厚度 0.3～0.6m；其下为淤泥质粉质粘土，厚度 0.7～0.9m；下部为粉砂层。本次设计清除上部淤泥层，设计清淤底高程为 1508.00m，淤泥底部高程低于 1508.00m 处以淤泥底高程控制。平均疏挖深度为 0.3～1.8m，两侧开挖边坡为 1:3。

⑦6#岔河：为官坝河汇口支流，位于主河 K4+299 处，清淤河段长 126.41m。6#岔河本次治理段现状河宽 9～45m，设计清淤宽度为 8～22m。6#岔河上部为淤泥，厚度 0.3～0.6m；其下为淤泥质粉质粘土，厚度 0.7～1.1m；下部为粉质粘土。本次设计清除上部淤泥层，设计清淤底高程为 1508.00m，淤泥底部高程低于 1508.00m 处以淤泥底高程控制。平均疏挖深度为 0.3～1.8m，两侧开挖边坡为 1:3。

⑧7#岔河：位于主河 K4+381 处，清淤河段长 67.87m，与岸边现状码

头相接。7#岔河现状河宽16～19m，设计清淤宽度为14～16m。7#岔河上部为淤泥，厚度0.5～0.6m；其下为淤泥质粉质粘土，厚度0.8～1.2m；下部为粉质粘土。本次设计清除上部淤泥层，设计清淤底高程为1508.00m，淤泥底部高程低于1508.00m处以淤泥底高程控制。平均疏挖深度为0.5～1.2m，两侧开挖边坡为1:3。

⑨8#岔河：位于主河K4+543处，清淤河段长115.26m，与湿地内岛屿岸坡现状码头相接。8#岔河现状河宽69～342m，设计清淤宽度为16～82m。8#岔河上部为淤泥，厚度0.4～0.6m；其下为淤泥质粉质粘土，厚度0.9～1.3m；下部为粉质粘土。本次设计清除上部淤泥层，设计清淤底高程为1508.00m，淤泥底部高程低于1508.00m处以淤泥底高程控制。平均疏挖深度为0.4～0.6m，两侧开挖边坡为1:3。

本次岔河选择主要从减少岔河水道浑水对邛海的影响，水道水质自我净化能力及旅游航道线路需求等方面进行综合考虑，选择8条与主航道相连的岔河进行清淤。

（2）最低生态水位、清淤水位

①最低生态水位：结合《凉山彝族自治州邛海保护条例》要求确定最低生态水位1509.5m。

②清淤水位：清淤设计水位取1509.50m，保证率达到97%。

（3）清淤范围及深度确定

以清理部分历史泥沙淤积，避免清淤后底泥在受风浪和水流等物理扰动的情况下产生再悬浮体浑浊现象为目标，本次重点对主河及沿线8条岔河进行清淤。清淤工程总长8525.38m，总清淤量为18.36万m^3。其中，主河清淤总长7283.94m，主河沿线共设8条岔河，岔河清淤总长1241.44m。

根据邛海调度运行及水位观测资料统计，邛海正常蓄水位为1510.50m，邛海实际观测水位为1509.00~1510.68m。本次清淤设计水位取1509.50m，

与邛海湖最低生态水位齐平。清淤工程采用环保绞吸式挖泥船进行清淤，清淤底高程以全面清除工程范围内的底泥且不产生二次污染为前提确定，清淤水深参照下列公式计算，公式如下：

$$H=T+\triangle H$$

式中 H—水深（m）；

T—吃水深度（m），参考同类工程，按 0.8m 计算；

△H—富裕水深（m），为减少对底泥的扰动，富裕水深选取 0.7m，计算出清淤水深为 1.50m。

综上，本工程清淤设计水位为 1509.50m，清淤底高程为 1508.00m。考虑清除历史淤积泥沙后，当邛海水位位于最低生态水位 1509.50m 时，仍能保障 1.5m 的安全水深，能有效避免清淤后底泥在受风浪和水流等物理扰动的情况下产生再悬浮体浑浊现象，造成二次污染。

根据勘测成果，现状主河河底高程为 1507.70~1510.09m，现状岔河河底高程为 1507.98~1509.89m，结合分析计算确定的本工程清淤宽度及深度见下表。

表 2-10 工程清淤宽度及深度统计表

编号	项目	单位	数量	清淤宽度	上部淤泥层厚度	淤泥质粉质粘土厚度	平均疏挖深度	现状河底高程	设计清淤底高程
一	清淤工程								1508.00
1	主河清淤	m	7283.94	6~114	0.5~1.2		0.5~2.1	1507.70~1510.09	
2	岔河清淤	m	1241.44						
2.1	1#岔河清淤	m	221.38	20~50	0.3~0.4	0.6~0.9	0.3~1.0	1507.98~1508.95	
2.2	2#岔河清淤	m	186.13	28~50	0.2~0.5	0.7~1.4	0.4~1.9	1508.36~1509.89	
2.3	3#岔河清淤	m	70.89	15~27	0.3~0.5	0.5~1.0	0.3~1.5	1509.28~1509.47	
2.4	4#岔河清淤	m	318.36	9~18	0.3~0.5	0.7~1.3	0.6~1.8	1508.56~1509.79	
2.5	5#岔河清淤	m	135.14	20~35	0.3~0.6	0.7~1.3	1.8~1.9	1509.77~1509.88	
2.6	6#岔河清淤	m	126.41	8~22	0.3~0.6	0.7~1.1	1.1~1.7	1509.08~1509.73	
2.7	7#岔河清淤	m	67.87	14~16	0.5~0.6	0.8~1.2	1.1~1.2	1509.08~1509.25	
2.8	8#岔河清淤	m	115.26	16~82	0.4~0.6	0.9~1.3	0.4~0.6	1508.36~1508.60	
3	清淤合计	m	8525.38						

（3）清淤设计

本工程治理河道河底宽窄不一，河流比降较缓，河槽不规则。清淤轴线基本为原河道轴线，主河清淤总长 7283.94m，主河沿线共设 8 条岔河，岔河清淤总长 1241.44m。主河清淤宽度为 6～114m，平均疏挖深度为 0.5~2.1m；岔河清淤宽度为 8～82m，平均疏挖深度为 0.3~1.9m，两侧清淤边坡为 1:3。

本工程清淤采用环保绞吸式挖泥船，考虑到清淤范围局部河宽较窄，清淤挖泥船为定制挖泥船。清淤过程中，底泥在绞刀的挖掘作用下形成一定浓度的泥浆，通过船上泥泵和排泥管路进入处理场地进行后期处理。在输送过程中，采用管道输送，不会使泥土散落造成污染。

2、输泥管线铺设

本工程输泥管接邛海生态清淤工程输泥管起点，输送至接口处平面距离约 7.6km（沿绿道长度），最大排高约 6m。以岸管为主、浮管为辅，管线沿滨海绿道布置，平面总长 7.59km，其中浮管 0.2km，岸管 7.39km，最大排高 6m，管线沿途设 4 台接力泵站。

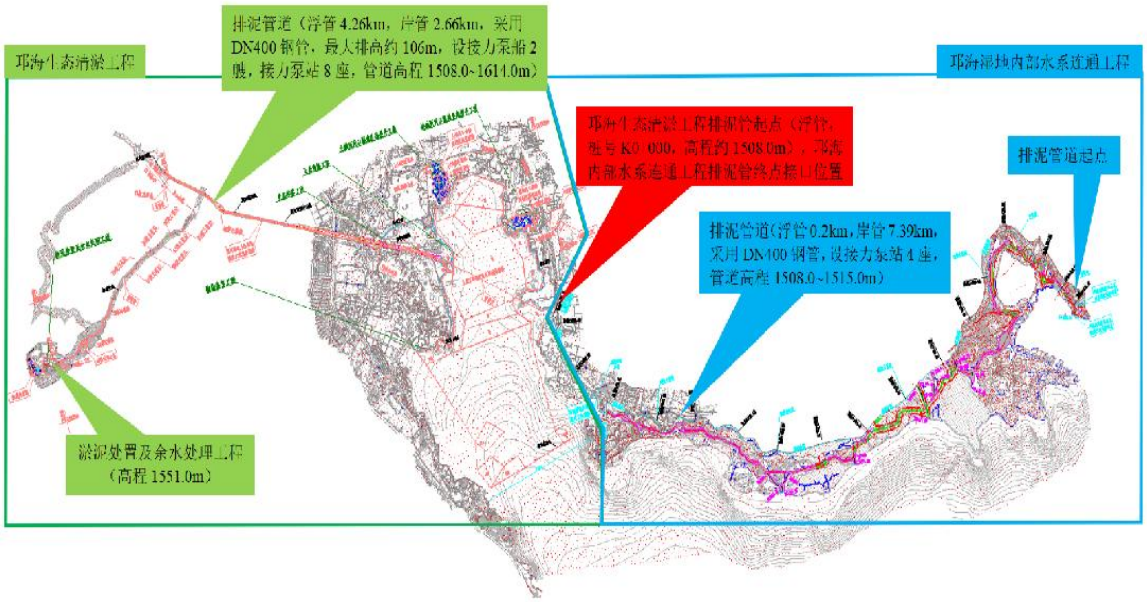


图 2-6　邛海湿地内部水系连通工程与邛海生态清淤工程排泥管线关系图

3、护岸布置方案

项目水道岸坡采用松木桩护坡，总长6130.27m，护岸占比约35%。主河共布置31段护岸工程,合计长5411.92m(左岸布置17段,护岸长2197.29m，右岸布置14段，护岸长3214.63m）；4#岔河（官坝河）共布置4段护岸，护岸长572.62m（左岸布置2段，护岸长286.73m，右岸布置2段，护岸长285.89m）；6#岔河（官坝河汇口支流）共布置2段护岸，护岸长145.73m（左岸布置1段，护岸长69.34m，右岸布置1段，护岸长76.39m）。护岸工程统计见下表。

表2-11　护岸工程统计表

河道	岸别	起点桩号	终点桩号	护岸长度（m）	分段总长	合计
主河	左岸	左0+000.00	左0+145.32	145.32	共17段,合计长度2197.29m	主河共31段,合计长度5411.92m
		左0+145.32	左0+197.55	52.23		
		左0+197.55	左0+304.60	107.05		
		左0+304.60	左0+488.67	184.07		
		左0+488.67	左1+079.60	590.93		
		左1+079.60	左1+135.33	55.73		
		左1+135.33	左1+339.15	203.82		
		左1+339.15	左1+432.19	93.04		
		左1+432.19	左1+594.79	162.60		
		左1+594.79	左1+629.65	34.86		
		左1+629.65	左1+714.45	84.79		
		左1+714.45	左1+884.88	170.43		
		左1+884.88	左1+955.20	70.33		
		左1+955.20	左1+965.75	10.54		
		左1+965.75	左2+032.45	66.70		
		左2+032.45	左2+145.78	113.33		
		左2+145.78	左2+197.29	51.50		
	右岸	右0+000.00	右0+148.62	148.62	共14段,合计长度3214.63m	
		右0+148.62	右0+326.86	178.24		
		右0+326.86	右1+094.23	767.38		
		右1+094.23	右1+154.72	60.49		
		右1+154.72	右1+445.21	290.48		
		右1+445.21	右1+629.86	184.65		
		右1+629.86	右2+169.56	539.70		
		右2+169.56	右2+225.49	55.93		
		右2+225.49	右2+498.03	272.54		
		右2+498.03	右2+575.37	77.33		
		右2+575.37	右2+757.26	181.90		
		右2+757.26	右2+895.14	137.87		

河道	岸别	起点桩号	终点桩号	护岸长度（m）	分段总长	合计
		右 2+895.14	右 3+031.69	136.56		
		右 3+031.69	右 3+214.64	182.94		
4#岔河	左岸	D 左 0+000.00	D 左 0+190.51	190.51	共 2 段，合计长度 286.73m	4#岔河共 4 段，合计长度 572.62m
		D 左 0+224.10	D 左 0+320.32	96.22		
	右岸	D 右 0+000.00	D 右 0+212.27	212.27	共 2 段，合计长度 285.89m	
		D 右 0+231.06	D 右 0+304.68	73.62		
6#岔河	左岸	F 左 0+000.00	F 左 0+69.34	69.34	共 1 段，合计长度 69.34m	6#岔河共 2 段，合计长度 145.73m
	右岸	F 右 0+000.00	F 右 0+76.39	76.39	共 1 段，合计长度 76.39m	
合计				6130.27		

护岸工程采用一排长 5m，直径 15cm 的钢筋混凝土仿木桩，钢筋混凝土仿木桩背坡回填耕植土，钢筋混凝土仿木桩迎水侧坡脚采用 1:3 与设计湖底高程相接，水平宽度为 3m。钢筋混凝土仿木桩背坡耕植土上种植沉水、浮水、挺水植物。常见驳岸上采用湿生植物和耐水湿的水保植物，减少水土流失，植物品种可采用五彩鸢尾、水生菖蒲和千屈菜等。护岸形式详见下图。

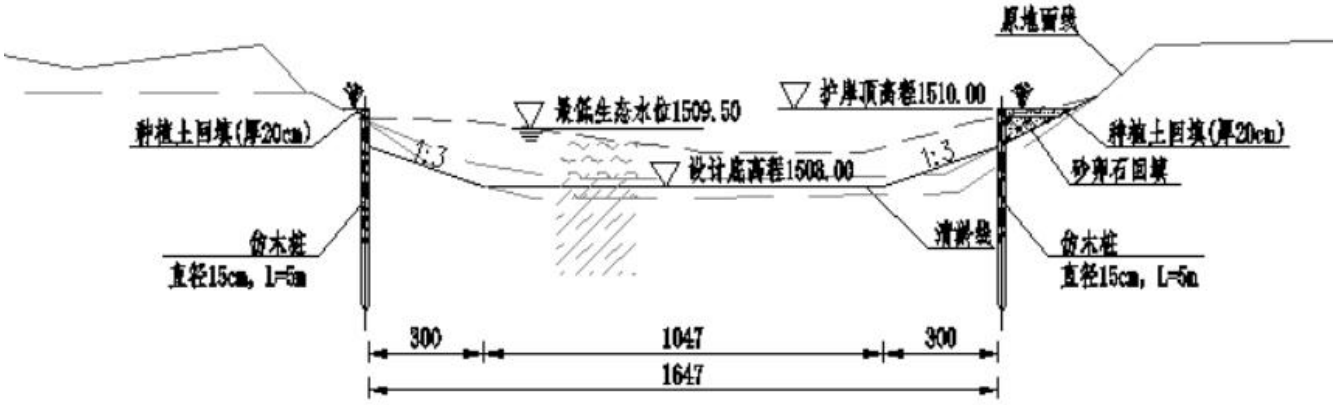


图 2-7 护岸横断面图

4、施工工艺

本工程采用环保绞吸式清淤。挖泥船为定制挖泥船，优先选择适用在封闭少浪的近海和内陆河流湖泊施工的小型挖泥船，产量 400m^3/h，平均吃水不大于 1.0m，型宽不大于 6.0m，可穿越桥体，也可在湖区周边下水。

（1）清淤方案：

①河道疏浚前，应组织测量人员对河道原始断面进行测量，并对测量数据详细记录。

②根据设计用毛竹杆标识河道底宽线，坡顶线标志，标志应稳定牢固。

③淤泥处置及余水处理：邛海生态清淤工程选取小山南区域作为淤泥处置场区。小山南位于邛海西北泸山北侧地区，距离邛海约3.2km。拟选淤泥处置场区位于小山南西北侧山角马道街道区域。本工程直接利用其拟建的淤泥处置工程和余水处理工程进行淤泥处理及余水处理。出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级A标准，部分回用于场地设备冲洗、抑尘绿化用水等，剩余部分最终排入安宁河。

（2）疏浚施工：

①开挖方法：由于本工程清淤为线性工程，分布较广，工程疏浚布置沿湖岸分段、分条布置。挖泥船前移距离及一次开挖厚度，应通过试挖确定；段与段之间重叠应大于1.5倍土体分层开挖厚度（单项开挖）或大于0.3倍的船长（双向开挖）。

②淤泥输送：淤泥直接吸入泥泵，经泥泵加压后通过连接在船后的排泥管线(浮管及岸管)输送至淤泥处置场，整个流程为全封闭状态。当输送距离超出挖泥船单船输送能力时，通过若干级接力泵加压后，输送至淤泥处理场。

（3）护岸施工：

护岸工程施工包括土石回填工程、钢筋混凝土仿木桩护岸施工。

①土方回填工程

本工程有种植土回填0.13万m^3，砂卵石回填0.18万m^3。本工程堤线长、填筑量较小，采用小型机械施工为主，局部辅以人工。

②钢筋混凝土仿木桩护岸施工

钢筋混凝土仿木桩护岸施工工艺流程：测量放线→挖、填工作面→桩位放样→安置钢筋混凝土仿木桩→锯平桩头→麻绳捆绑→回填整平。

5、主要工程量

本工程主要工程量具体见下表。

表 2-12　主要工程量表

序号	工程或费用名称	单位	数量
	第一部分建筑工程		
一	河道护岸工程		
	生态植草护坡（满铺）	m^2	7448
	松木桩护岸	m^3	3790
	砂卵石回填（外购）	m^3	1789
	种植土回填（自固化场取运 11km）	m^3	1320
二	清淤疏浚工程		
(一)	清淤工程		
	植物清障（凤眼莲、水白菜等）	m^2	26490
	环保绞吸式挖泥船清淤（淤泥质粉质黏土I类土，浮筒管 0.2+4.3km，岸管 7.39+2.6km+101m 垂直高差）	m^3	123347
	环保绞吸式挖泥船清淤（淤泥II类土，浮筒管 0.2+4.3km，岸管 7.39+2.6km+101m 垂直高差）	m^3	60243
	排泥管安拆	m	14490
	挖泥船开工展布	次	1
	挖泥船收工集合	次	1

2.4.2.4 邛海湿地内部水系两侧生态修复工程

（1）总体布置

本项目区主要位于邛海湿地公园恢复建设五期“梦寻花海”工程范围。改造河道 6000m，绿化总面积 235hm^2，绿道 2.5km，在河道两侧 20m 范围内做统一的地形塑造，堆土 20 万 m^3。

邛海湿地内部水系两侧生态修复工程在方案设计中，一方面通过基调树种的种植打造规模性植物景观，让整个邛海湿地五期景观更具特色和吸引力；一方面通过植物的搭配，丰富植物天际线的变化，同时增强植物的生态作用。

将水岸两侧 20m 范围内重点打造，以樱花作为前侧主基调树种，樱花以 5～15m 的种植宽度自然波动种植，每隔 800m 或者航道较窄的地方种植小叶榕，打造两岸夹景的景观效果。后侧背景树成组团种植，打破单调的天际线变化。近水岸偶尔种植小叶榕，打造两岸植物夹景的效果。

在新提升景观带中，新增绿道 2.5km，和原有道路串联，为陆地上的游客提供游览路线。

植被林缘线分析见下图。

图 2-8 植被林缘线分析图

（2）植物品种

提升改造植物品种分为两部分：一部分为前侧樱花带内樱花作为主基调树种，种植比例占 60%，樱花品种主要为在西昌当地表现良好的日本樱花。山桃、碧桃、日本晚樱、海棠类、红叶桃、榆叶梅等植物占比 40%。另一部分为后侧背景林植物品种，背景林植物品种主要以当地生长速度快、树冠茂盛、高度较高的植物为主，且以常绿植物占比百分之六十以上，植物品种为黄葛树、小叶榕、美丽异木棉、刺桐、朴树、大花火焰木、枫香、栾树、鱼尾葵。总数量约为 10000 棵。

（3）植物空间塑造

在河道与邛海之间距离较近的地方采用通透性方式，以野花草甸结合大乔木及花灌木点植的形式，打造与邛海视线沟通的通透性节点。野花采用蒲公英、紫花地丁等种播形式。全线选取五个点做通透性布置，形成与邛海之间的视线连接。

（4）地形塑造

根据西昌市水利部门历年统计，邛海湿地河道常水位标高为1510.5m，雨季时会有短暂水位上升，樱花属于肉质根植物，一方面为保证樱花的成活及后期的生长，另一方面营造两岸樱花夹景的效果，在河道两侧20m范围内做统一的地形塑造，地形高度起伏在常水位一米以上，保证樱花的成活及长势。土方总量约为20万m^3。

2.4.2.5 施工组织及围堰

（1）料场

本工程需松木桩料总量为0.38万m^3，砂卵石用量0.18万m^3，种植土回填0.13万m^3。本工程所需松木桩可到西昌城区建材市场购买，平均运距约17km；卵石料可在西昌市内购买，平均运距约22km。

（2）施工导流

①围堰等级及标准

工程主要建筑物级别为5级，次要建筑物及临时建筑物级别为5级。邛海水位主要受降雨影响，由海河挡洪闸进行控制，围堰设计不涉及洪水标准。

②围堰堰顶高程

围堰堰顶高程为1511.00m。

③围堰方案

本工程围堰布置于与邛海主体水域交汇的岔河口，围堰采用塑钢组合板桩结构，设计堰顶高程1511.00m，板桩入土深度一般为挡土高度的1.5～

2.0 倍，设计清淤底高程为 1508.00m，入土深度按 1.5 倍设计，则桩长为 7.5m，嵌入粉质粘土层。

（3）施工交通运输

①对外交通

本工程位于邛海五期湿地范围内，主要为线性工程，工程基本沿景区滨海绿道，工程区距西昌市区约 12km，对外交通方便。

②场内交通

场内交通主要是根据施工总布置，可利用场内的已建道路，部分水系段新建临时施工道路以满足场内运输，共计新建临时道路约 6km，宽 4.0m，采用泥结碎石路面。

（4）施工工厂设施

本工程砂石料外购，不设置砂石料加工系统。淤泥处置及余水处理设施均利用邛海生态清淤工程拟建场地及设施。

本项目临近西昌城区，西昌市城区修配企业可做为本工程施工机械的维修、保养、零配件供应的依托，不单独设置机械修配设施。

（5）施工供水、供电、通讯

①水

施工及生活用水接驳市政自来水。

②供电

本工程供电结合“邛海生态清淤工程”和邛海泸山景区电网铺设的电线供电，采用“T”方式，沿工区架设 380V 输电线路 1km 到各用电点，向各生产生活设施供电，零星用电采用 50kW 移动式柴油发电机。

③通讯

本项目工程区有无线电信号，可为本工程服务，无须另设通信系统。

（6）施工总布置

本工程共划分 2 个施工工区，其中 1#施工工区位于五期湿地范围内，2#施工工区依托“邛海生态清淤工程”小山南淤泥余水处理场。项目施工分区见下表。

表 2-13 施工分区表

工区名称	承担施工范围	位置	备注
1#施工工区	邛海湿地清淤及浮管铺设	五期湿地	
2#施工工区	淤泥处置场及岸管铺设	小山南区域	依托“邛海生态清淤工程”淤泥余水处理场

1#施工工区布置于清淤区，滨海绿道南侧空地处，紧邻现有道路，生产区包括机械停放场、管件维修厂、施工仓库等，以上生产区在主体清淤施工前可作为挖泥船拼装场及接力泵船（站）临时安放场地，另有生活办公区配套。主要承担施工期清淤作业区施工物资存放、施工机械停放及管件维修等任务。

鉴于 1#施工工区位于邛海-螺髻山风景名胜区、邛海湿地公园、邛海集中式饮用水水源保护区内，建议将生活办公区移除 1#施工期，采用租用民房的形式予以解决。

2#施工工区布置于小山南区域，主要由淤泥处置场设施及附属辅企设施组成，生产区包括淤泥处置系统、余水处理系统、钢木加工厂、机械停放场、施工仓库等，另有生活办公区配套。主要承担主体清淤前的淤泥处置场的建设辅企、施工期淤泥固化的生产、施工物资存放、施工机械停放等任务。

2.4.3 邛海生态清淤工程

邛海由于历史泥沙淤积问题，北部湖区在风浪扰动下水体浑浊现象突出，水体浑浊影响了水生植物生长导致沉水植物退化，生态系统存在进一步退化风险。同时，底泥中氮磷营养盐和部分区域重金属镉含量较高，已成为其水体水环境氮磷污染的重要来源，存在一定的水环境风险。邛海北部底泥厚且水深较浅，在西昌常年主导风向的影响下，最易受风浪侵扰而造成

水体混浊，从水体透明度和观感上来看，北部湖区都是邛海全湖水体感官最差的区域。从上述方面，邛海北部湖区底泥问题导致水体观感差、富营养化、生态系统退化等一系列生态环境问题。

邛海生态清淤工程通过清除邛海北部区域底部高营养盐含量的表层沉积物，包括沉积在淤积物表层的悬浮、半悬浮状的絮状胶体等，减轻邛海内源污染；通过对历史泥沙重点堆积区域的清楚、对易扰动层的底泥清除、以及沉水植物、生态护岸等水生态修复等综合措施，减轻水体泥沙悬浮问题，解决邛海北部“水浑”现象；对局部重金属污染区域，通过清除表层富集泥层，将底泥恢复至80年代历史同期水平。通过多举措系统解决邛海北部水体浑浊问题，减轻邛海内源污染，缓解水体富营养化趋势，促进邛海北部湖区生态系统良性循环。

2.4.3.1 邛海底泥存在问题分析

（1）底泥分布情况

由于历史原因，邛海流域过去几十年水土流失严重，特别是官坝河、鹅掌河、土城河等携带大量泥沙入湖，水系不畅通，在河口区形成沉积，并随水流向北湖区输移。此外，海河节制闸修建前，海河汛期倒灌形成的泥沙淤积导致邛海北岸出湖区域泥沙淤积问题最为突出。

邛海泥沙淤积较为严重的区域主要为北片区官坝河入湖口、土城河入湖口以及西北片区海河回淤区。其中，北片区官坝河入湖口泥沙淤积为邛海流域第一大支流，流域面积为137.24km^2，主要是由于山洪、泥石流的原因造成的，水沙进入邛海后，河流比降减小、流速减缓、水流挟沙能力减弱，粗粒径的泥沙相继淤积在河口段，使河床淤高，造成局部岸线整体向湖心处迁移，形成较大的淤积扇形面，水位埋深在3-16m，水位埋深由岸线至湖心逐渐加深，不会造成整个区域的整体淤积；西北片区海河回淤区，该处为邛海流域水流主要排泄通道，此处海河河道宽度仅为30m左右，河

道纵坡平缓，湖区水动力差，历史淤积严重，整个区域呈整体淤积形态，该处区域水深较浅（平均水深不到 2m），底泥更容易受到扰动致水体浑浊，该处区域也是本次生态清淤治理范围。

由于北部湖区水深较浅，其底泥受到风浪扰动影响较大，为详细分析北部湖区水深情况，本工程对湖区水下地形进行了详尽测量，其水深分布详见“邛海清淤区水深分布图”。

图 2-9 邛海河口泥沙淤积现状（土城河、海河、缺缺河、干沟河）

图 2-10　邛海清淤区水深分布图

本工程初设阶段采取水下地形测量、工程地质勘察和底泥分析等手段对邛海生态清淤工程范围和目标进行了进一步的分析论证。根据邛海底泥淤积厚度测量分析成果，邛海主要淤积区主要分布在邛海西北湖区，及几个主要的河口区，包括海河河口区、土城河河口区、官坝河及缺缺河河口区。

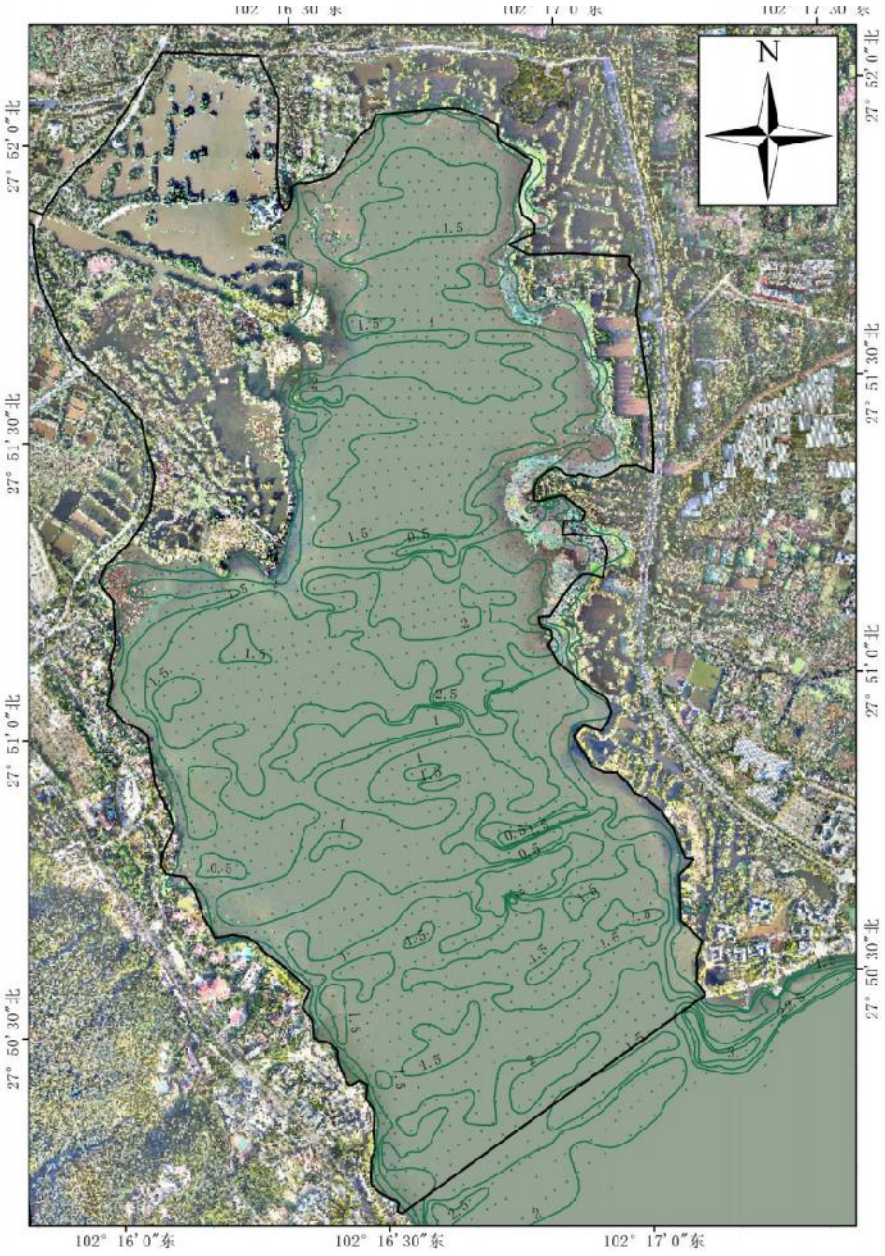


图 2-11 邛海清淤区淤泥等厚线图

结合邛海底泥厚度勘测结果，采用 GEOPAK 软件构建邛海淤泥体三维模型，并对 A 区和 B 区淤泥量进行计算，详见“邛海淤泥体三维模型图”。同时，为进一步查明邛海北部湖区底部淤泥分层情况，探究底部各层淤泥物化性质的差异，通过地勘手段结合水下地形测量结果对工程范围内邛海底部淤泥物化性质进行了分析，地勘点位如“生态清淤工程范围内淤泥地勘点位图”所示。

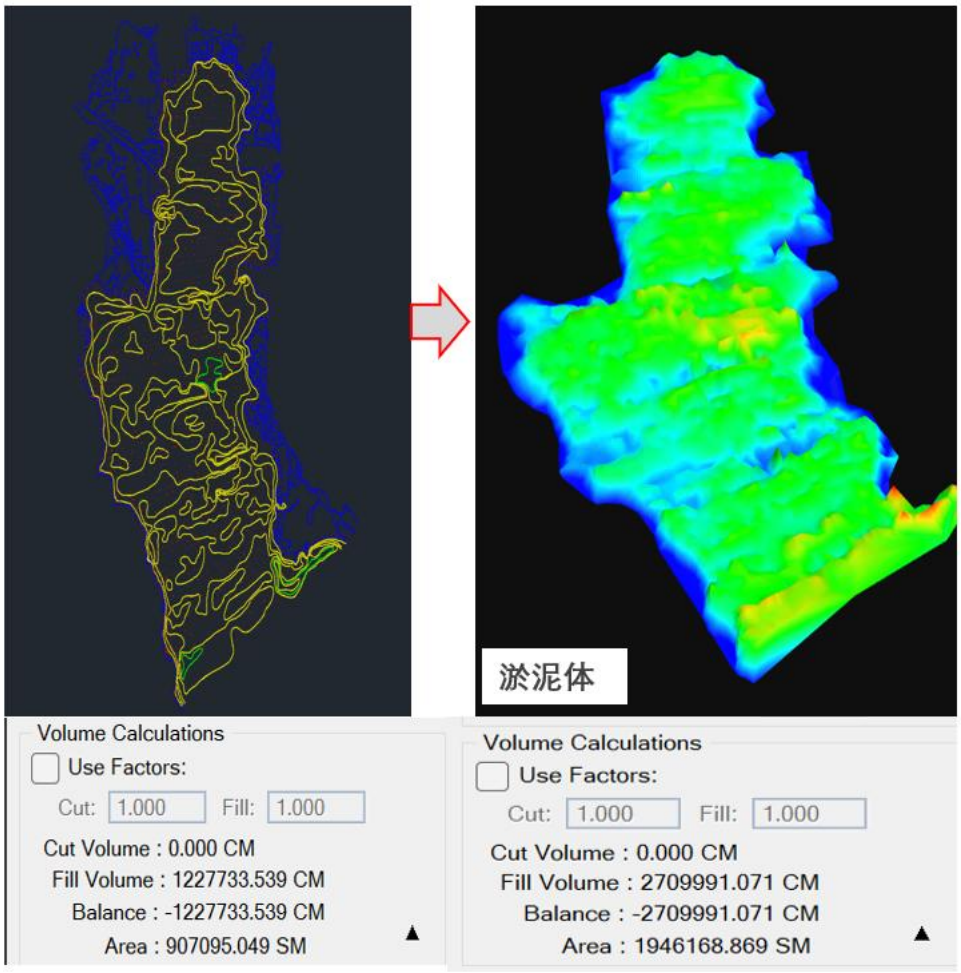


图 2--12　邛海淤泥体三维模型图

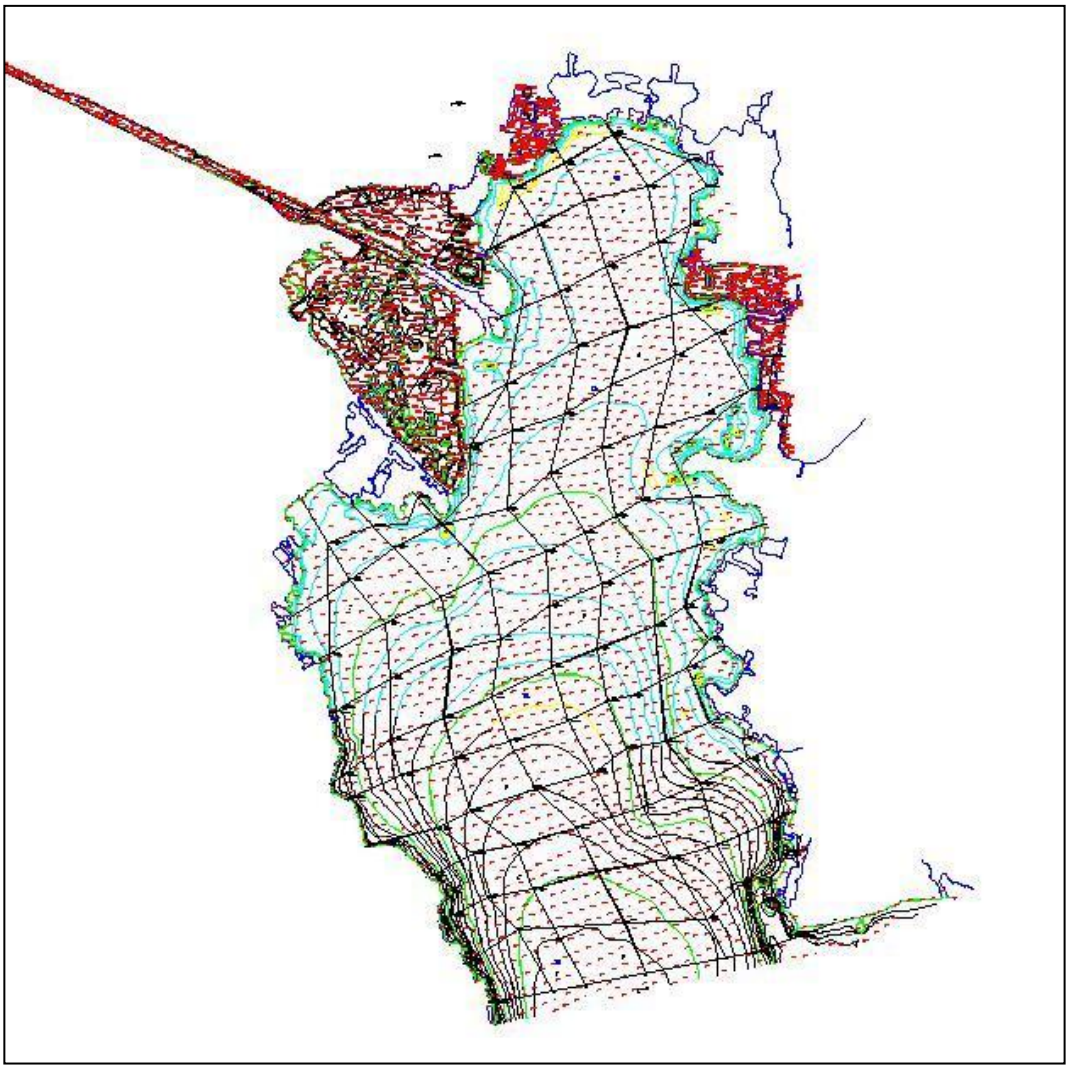


图 2-13 生态清淤工程范围内淤泥地勘点位图

根据现场测量和地勘成果，邛海北部湖区淤泥厚度在 0.1~3.5m 之间，湖区淤泥主要可分为表层的流泥层和下层的淤泥层。其中，流泥层泥质呈褐红色、浅褐灰色、黑色，软塑或流塑状，呈流动性，手感黏糊；泥沙粒径较小，流泥层粒径较小的粉粒和粘粒占比达 90%以上，是造成底泥在受物理扰动的情况下产生再悬浮体浑浊现象的主要原因。

A 区流泥厚度变化大，在 0.1m-2.5m 之间； B 区流泥厚度变化相对较小，在 0.1m-2.0m 之间。A 区流泥层厚度高于 B 区。

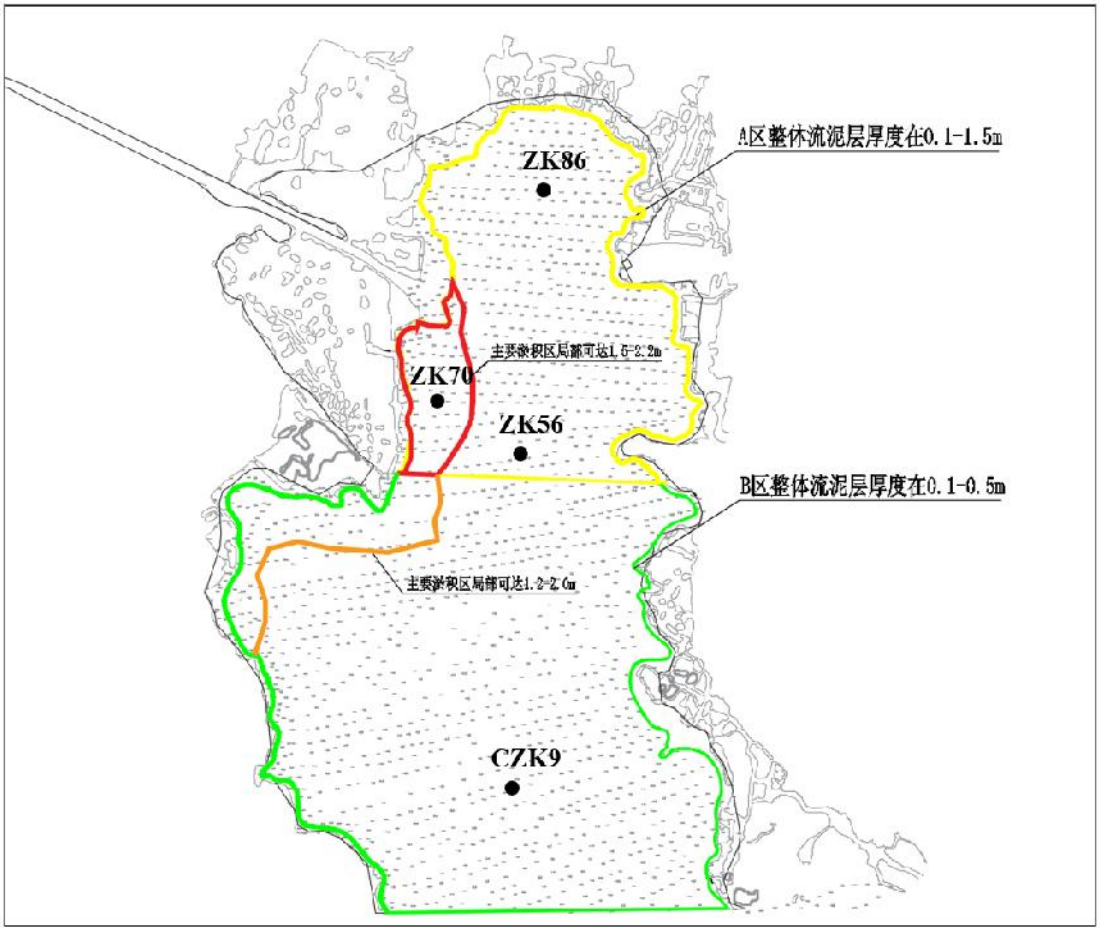
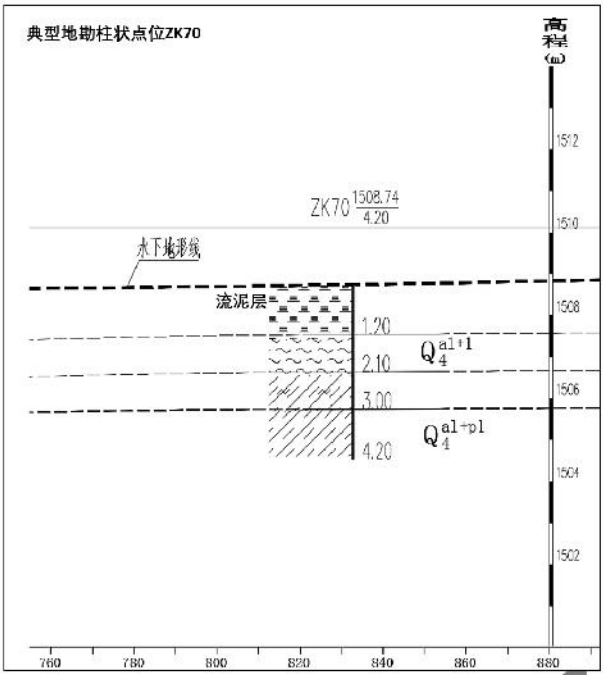


图 2-14 清淤范围内流泥层整体分布及典型柱状样点位示意图



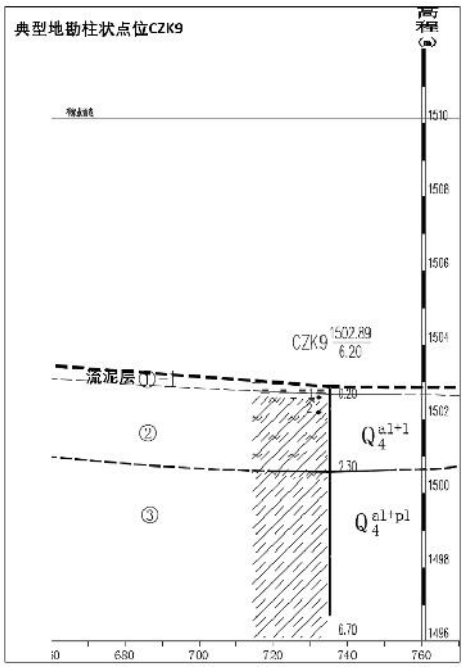
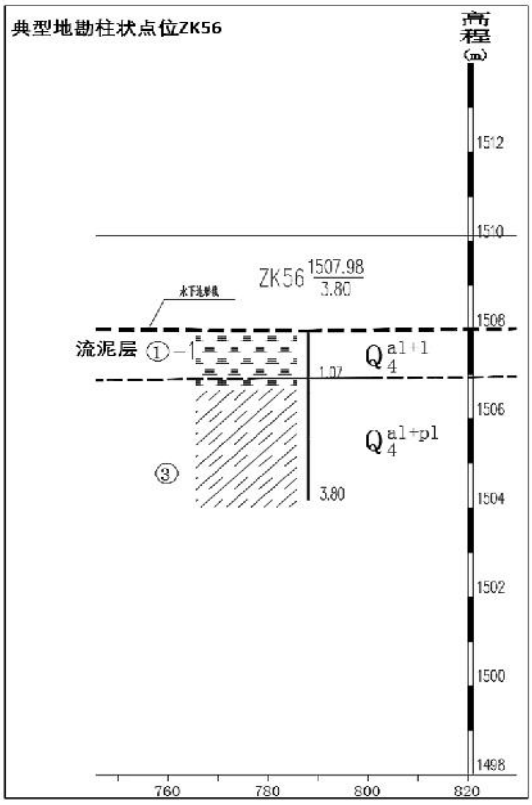


图 2-15 点位 ZK70 地勘柱状分层图　图 2-16 点位 CZK9 地勘柱状分层图



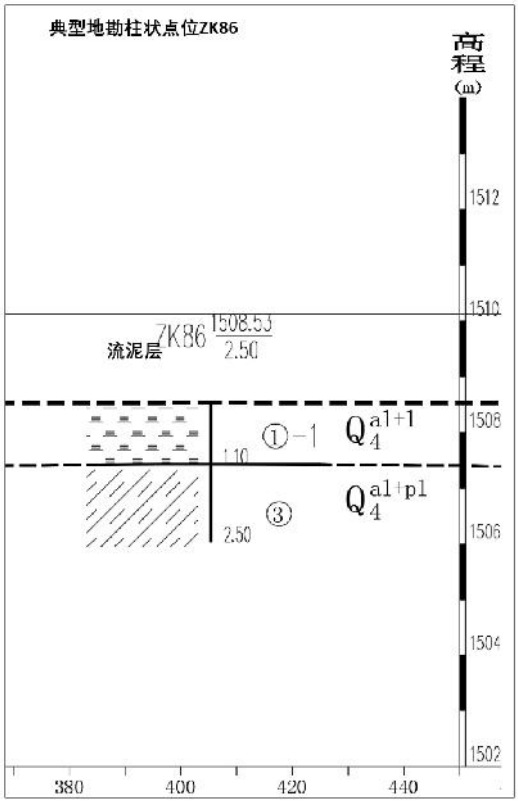


图 2-17 点位 ZK56 地勘柱状分层图　图 2-18 点位 ZK86 地勘柱状分层图

根据《四川省邛海流域水生态修复与治理工程水域淤泥泥样分析验收报告》，工程范围内底泥液限和塑限普遍较低，底泥塑性明显，具有很强的流动性，在受到物理扰动时，极易产生再悬浮，进而造成水体发生浑浊现象，影响水体感官。该结论在地勘成果分析中得到了验证。

因此，经多方分析，邛海北部湖区底泥以海河出湖口附近淤积较厚，最厚处可达 2.2m；靠近湿地公园的 A 区，流泥层厚度高于 B 区，尤其是北湖区和海河口周边区域。流泥层含水率高、密度低，在风浪扰动作用下流泥层极易上翻发生再悬浮，是导致水体浑浊、影响水体透明度的主要因素。

（2）邛海底泥扰动分析

①邛海地形模型建立

采用 MIKE21 软件，构建邛海风浪及泥沙扰动模型。MIKE（DHI）是一个专业工程软件包，应用于模拟各种水环境下的水流、波浪、泥沙、水

质等等，它的模型涵盖的范围从溪流到海洋、从饮用水到下水道污水，非常广泛。MIKE 21 是 MIKE 系列中的一个应用于海岸和海洋区域的二维模型系列，按照不同应用范围又分为二维水动力学、泥沙运动、波浪和生态系统四个部分。本工程用到其中波浪模型的 SW 模块及泥沙运动模块，对邛海风浪及泥沙扰动情况开展数值模拟。确定邛海扰动范围及强度分区。

利用邛海水下地形测量数据建立邛海二维离散网格地形。如下图所示。

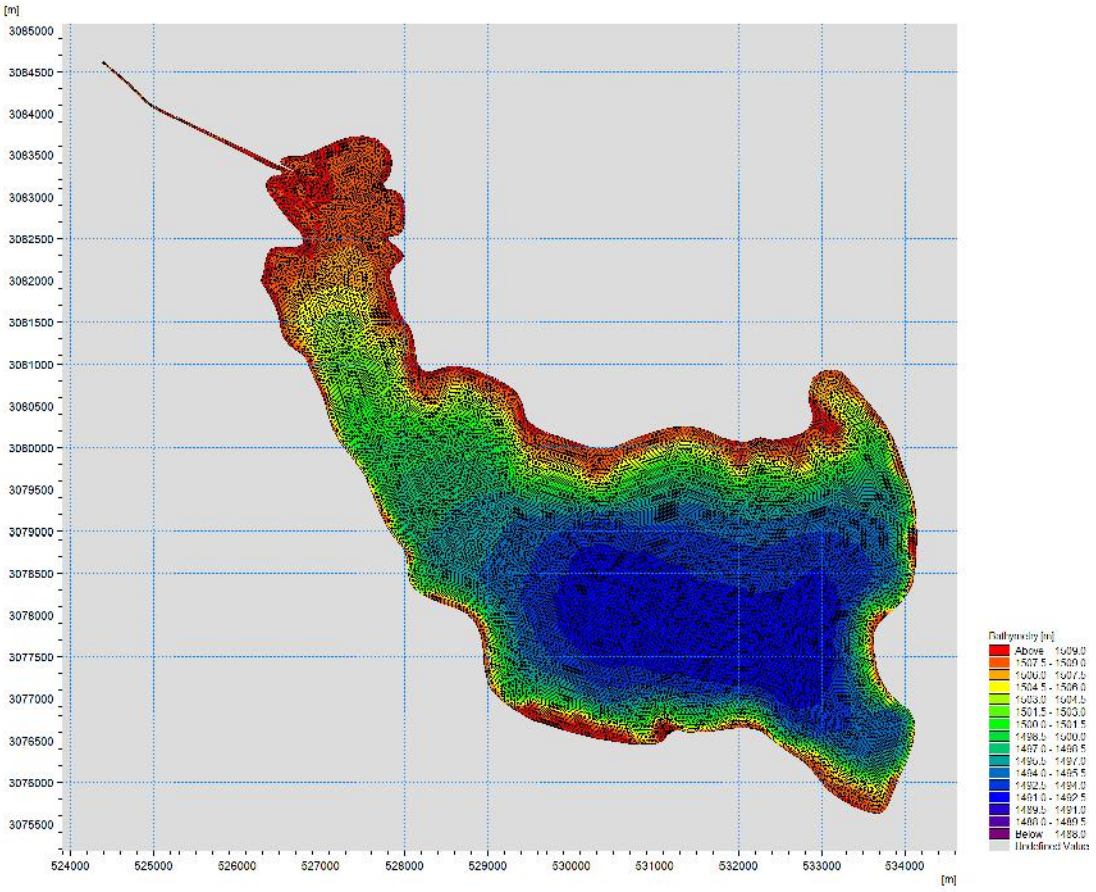


图 2-19　邛海二维离散网格地形图

②邛海风浪过程数值模拟分析

根据气象资料，邛海一年中以北风最多，但北风对北部湖区波浪导致的浑浊影响较小，影响最大的是南风，南风最多是在春季，且春季平均风速 2.4m/s 也最大，所以本次风浪模拟主要模拟南风向下邛海水体扰动情况，其次为北风。

表 2-14　西昌市气象站多年各季风向频率统计表　单位：%

季节 风向	春季	夏季	秋季	冬季
N	7.7	7.7	9.0	8.7
NNE	5.3	3.3	4.3	5.3
NE	4.3	3.3	2.7	4.3
ENE	3.7	3.0	2.0	3.0
E	3.7	4.0	3.0	2.7
ESE	3.0	3.3	3.0	2.0
SE	3.3	4.3	3.3	3.0
SSE	5.7	5.0	4.0	4.3
S	12.7	6.0	4.0	6.0
SSW	12.0	4.7	2.7	5.3
SW	4.3	3.3	2.7	3.3
WSW	2.0	2.3	2.0	2.0
W	1.7	2.0	1.7	1.3
WNW	1.0	1.3	1.7	1.0
NW	2.7	3.0	2.3	2.0
NNW	5.3	6.7	7.7	5.3
C	23.0	38.3	45.3	41.0

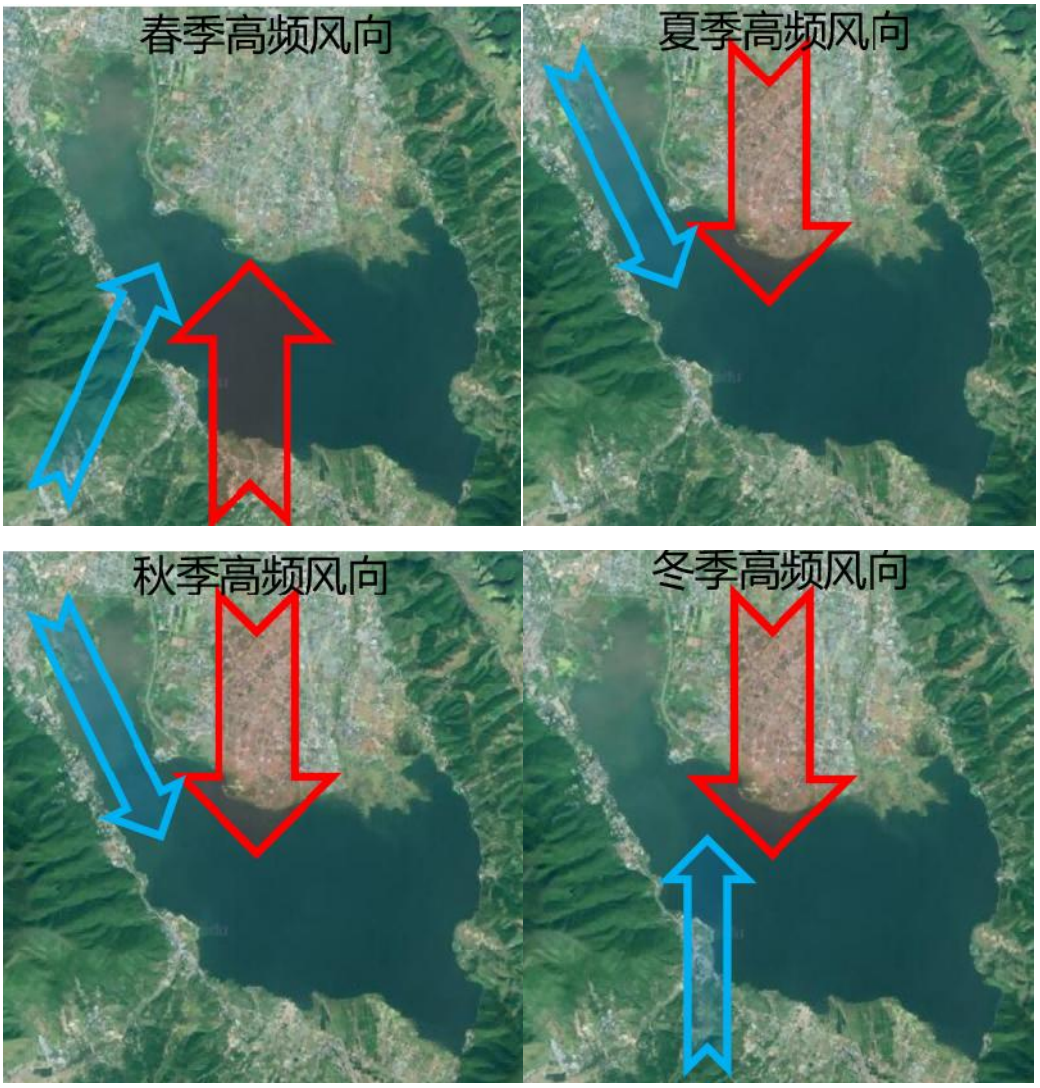


图 2-20　不同季节邛海主要风向示意图

使用 2019 年西昌市气象要素统计数据，模拟城市主导风向为北西风（315°）和南风（180°），风速取 15m/s。西昌市 2019 年风速及风向要素如下表。

表 2-15　2019 年西昌市最大风速及风向逐月统计表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
风速	13.0	12.3	12.7	15.3	21.7	15.3	13.0	11.3	9.0	15.3	15.7	10.0	21.7
风向	NNW	NND	NW	NW	NW	NW	NW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NW

模拟时间长度为 1d，邛海风浪变化过程如下。由图 2-21 及图 2-22 可以看出，在一场北西风主导的强风浪下，邛海波浪趋于稳态时主要表现为波能集中在东南部湖区，最大波高可达 1.4m。而在一场南风主导的强风浪下，邛海波浪趋于稳态时主要表现为波能集中在北部湖区，最大波高可达 1.5m。

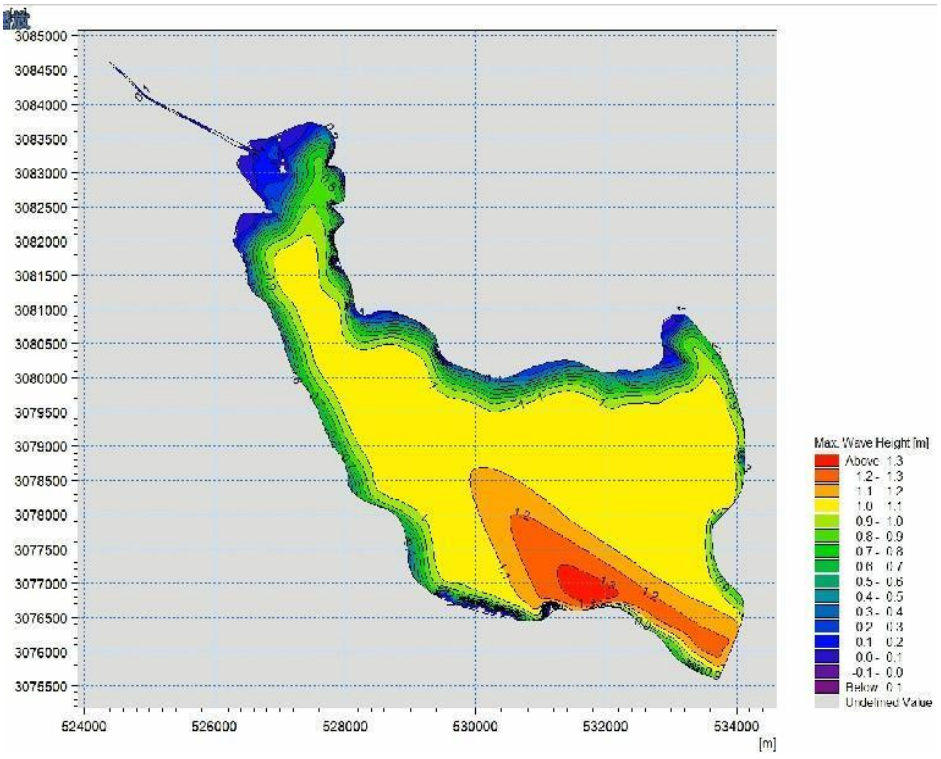


图 2-21　邛海北西风主导风浪过程模拟结果

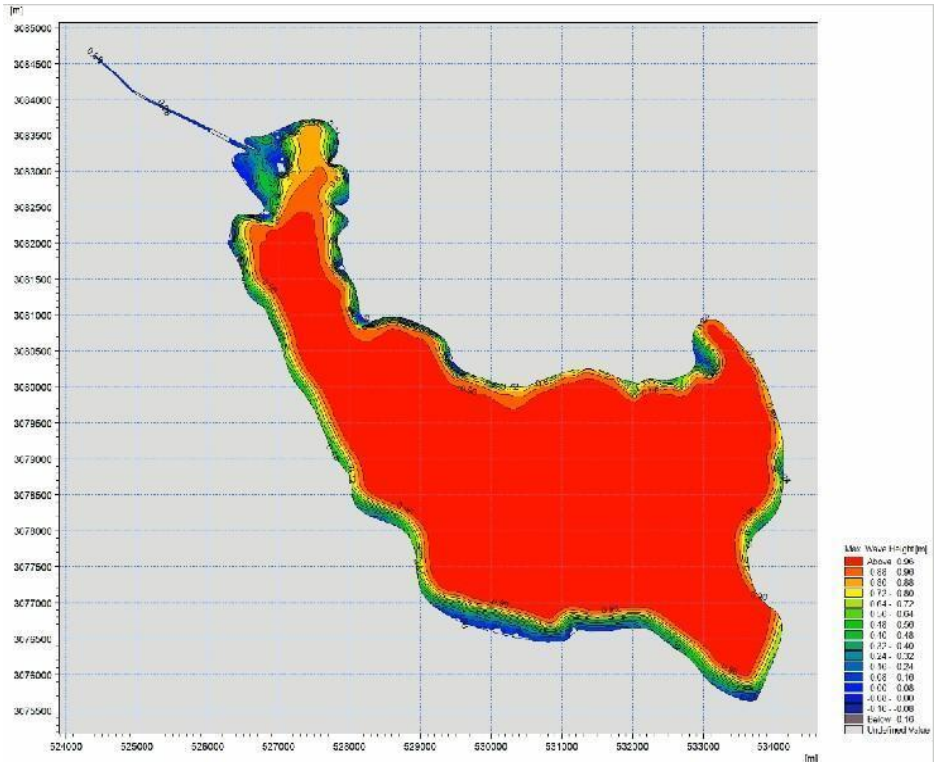


图 2-22　邛海南风主导风浪过程模拟结果

③邛海泥沙扰动数值模拟分析

应用 MIKE 21 泥沙模块，建立邛海泥强风浪下泥沙扰动模型，分析邛海泥沙扰动强度分布情况。模拟泥层主要分为两层，包括平均厚度 0.5m 的流泥层及平局厚度 1.5m 的淤泥层。泥沙理化性质根据地勘试验结果并参考同类型模拟参数取值。邛海底泥部分地勘试验结果如下表所示。

表 2-16　邛海底泥部分地勘试验结果

土层编号	土层名称	统计项目	饱和度 Sr（%）	天然含水量ω（%）	天然密度ρ（g/cm^3）
①	淤泥	组数	8	8	8
		最小值	95	56.1	1.55
		最大值	99	74	1.65
		平均值	97	63.5	1.6
①-1	流泥	组数	3	3	3
		最小值	95	86.5	1.45
		最大值	99	88.4	1.49
		平均值	97	87.3	1.48

邛海泥沙扰动强度分布如图 2-23 所示。由图可以看出，工程范围内泥沙扰动较为强烈的地区主要集中在 A 区及邛海两岸水生较浅的区域，分别在海河口周边区域，官坝河口周边区域及部分邛海西北湖区。在水深较浅<3.0m 的区域发生扰动，且海河口附近及邛海北侧沿岸等水深<1.8 米区域扰动较为明显，床层厚度变化在 0~8cm。

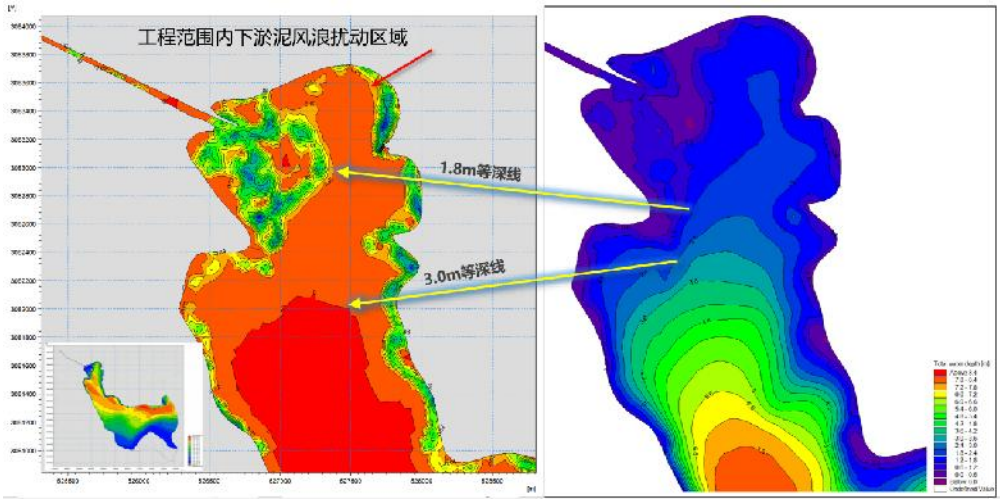


图 2-23　邛海泥沙扰动区域与水深分布图

④邛海水体浑浊原因分析

由于历史原因，邛海流域过去几十年水土流失严重，特别是官坝河、鹅掌河、土城河等携带大量泥沙入湖，水系不畅通，在河口区形成沉积，并随水流向北湖区输移。此外，海河节制闸修建前，海河汛期倒灌形成的泥沙淤积导致邛海北岸出湖区域泥沙淤积问题最为突出。根据水下测量和地勘成果，流泥层泥厚在 0.1~1.5，平均泥厚 0.3m，呈流动性。流泥层含水率高、密度低，在风浪扰动作用下极易上翻影响水体透明度。历史泥沙的大量淤积，成为邛海水体浑浊的重要内源贡献。

通过对邛海水体的观察分析，邛海水体尤其是北部湖区呈现浑浊状态，尤其在水体发生扰动时浑浊现象尤为明显，水体由浅黄棕色转向红褐色。根据《四川省邛海流域水生态修复与治理工程水域淤泥样分析验收报告》

检测分析结果，邛海静态水体浊度为30NTU，而在扰动下浊度则上升到约170NTU。由此可见，邛海湖区尤其是北湖区由于历史因素积累了较多泥沙，尤其在风浪扰动下这些淤积泥沙的再悬浮成为邛海水体进一步浑浊恶化的重要因素。根据邛海风浪过程泥沙扰动模拟分析，在风浪扰动下邛海湖泥泥沙会进一步发生再悬浮，增加水体浊度，且主要发生在邛海西北湖区。

综上所述，邛海部分区域的现状泥沙淤积已经成为邛海水体浑浊的重要贡献因素，对邛海北湖区及河口区等重点区域的历史淤积泥沙进行清理，可有效改善邛海北湖区水体浑浊现象，是邛海流域生态修复与治理的重要一环。

⑤邛海水体浑浊范围分析

根据邛海风浪扰动下水体浑浊程度将邛海北湖湖区划分为无扰动浑浊区、轻扰动浑浊区、中扰动浑浊区和重扰动浑浊区。将本次扰动强度分区结果同邛海影像图进行对比分析，可以看出，邛海扰动较为强烈地区即为影像浑浊地区，本次模拟结果与实际情况基本吻合。风浪扰动下水体浑浊范围可作为邛海生态清淤工程范围确定的重要依据，对于无扰动及及轻扰动浑浊区不清淤，中扰动浑浊区视情况部分清淤，重扰动浑浊区为泥沙扰动水体最为浑浊的区域，需要重点清淤。

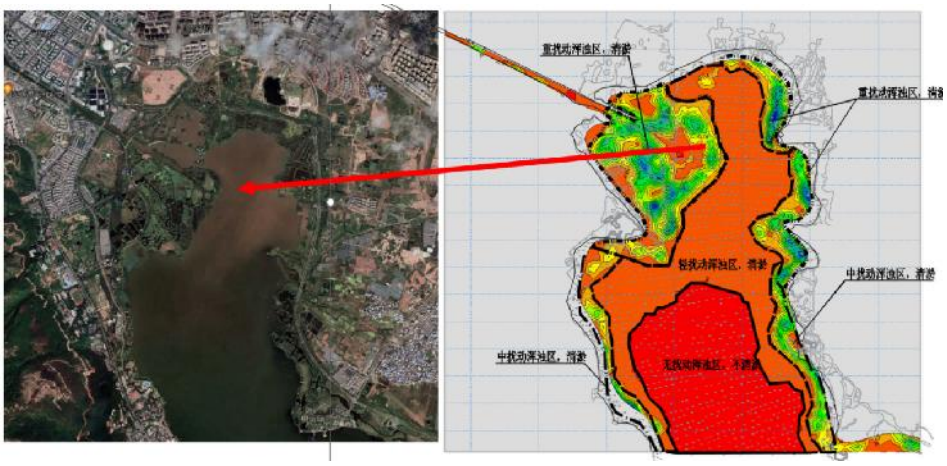


图 2-24 邛海扰动浑浊分区域实际影像对比分析

（3）邛海底泥污染分析

通过对邛海底泥分布情况和扰动分析，明确了工程范围内邛海底部淤积沉积状况及其对水体浑浊现象的影响，考虑到国内外生态清淤工程主要目的之一为控制底泥内源污染释放、改善水环境质量。初设阶段对工程范围内底泥污染特性进行了分析，通过对底泥和上覆水中氮磷营养物、有机物和重金属进行了检测分析，开展底泥释放实验，分析论证工程范围内底泥中污染物分布规律及其对水环境的影响，为邛海生态清淤工程范围和清淤深度确定提供参考和依据。

①检测点位与检测指标设置

中水北方公司于2022年2月11日至2022年4月15日委托第三方检测机构对项目区底泥进行了采样和检测分析。底泥分析范围为邛海湖区A区和B区，将检测范围划分为75m×75m网格，每个网格的顶点确定为采样分析点位，采样分析点位共计618个。

图 2-25　邛海底泥采样检测点位图

底泥检测主要对底泥中常规污染物、重金属和有机物进行检测，具体检测指标包括：

（1）营养成分指标：底泥有机质、TN、TP；

（2）重金属指标：汞、铬、砷、镉、铅、铜、镍、锌；

监测要求：对污染底泥采用重力式底泥柱状样采样器采集原位柱状样，全柱状采样取样深度要到正常湖泥层，垂向上分为两层，表层 0~0.2m，较深层 0.2~0.5m，分层监测。

②底泥污染物分布规律

（1）底泥污染总体情况

根据底泥检测结果，本次采样范围内底泥中有机质含量在 1%至 8%，平均含量为 3%，有机质类营养物质污染风险较低；底泥中 TN 含量在 254~3340mg/kg，空间分布异质性较大，平均值为 1500mg/kg；底泥中 TP 含量在 238~853mg/kg 之间，平均值为 550mg/kg。表层底泥与较深层底泥污染物含量分布较为相似，具有一致性。部分点位中 TN、TP 含量较高，但整体与国内太湖、巢湖、鄱阳湖、长寿湖等水体相比，营养盐属于中等水平，见“邛海底泥检测统计结果表”和“邛海底泥中氮磷含量与国内其他湖泊对比表”。

在重金属指标方面，采样范围内底泥中除镉外，其他重金属含量均远低于上述标准中的评价限值。部分点位镉含量超出了《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》中的农用地土壤污染风险筛选值（0.6mg/kg），低于标准中的风险管制值（3.0mg/kg），最高为 1.95mg/kg，平均值为 0.47 mg/kg。

表 2-17　邛海底泥检测统计结果表

层号	0~20cm			20~50cm		
统计指标	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值
有机质 (g/kg)	81.4	4.5	33.1	81.2	10.5	33.3
全氮 (mg/kg)	2970	254	1510	3340	282	1595
总磷 (mg/kg)	853	271	552	805	238	546
镉 (mg/kg)	1.95	0.11	0.48	1.74	0.09	0.46
汞 (mg/kg)	0.292	0.006	0.038	0.342	0.006	0.036
铅 (mg/kg)	124	7.58	22.2	98.6	7.44	22.1
铬 (mg/kg)	87.8	12.3	37.8	94.4	11.4	38.4
铜 (mg/kg)	94.3	12.9	33.4	96.2	12	34.2
锌 (mg/kg)	134	38.6	109.7	255	37.9	110.5
砷 (mg/kg)	11.8	1.15	5.82	11.8	1.36	5.83

表 2-18　邛海底泥中氮磷含量与国内其他湖泊对比表

湖泊名称	TN（mg/kg）	TP（mg/kg）
太湖	859.6	560
巢湖	1022	605
鄱阳湖	1340	460
长寿湖	2255.9	622
邛海	1558	549

（2）TN 分布情况分析

通过将离散的底泥污染物实测数据在采样范围内进行线性插值，可得出各污染物的浓度范围分布图。TN 浓度分布情况如下图所示。可以看出，B 区底泥中 TN 含量整体上高于 A 区，TN 含量较高的区域主要分布在 B 区的西南和 A 区的北部。

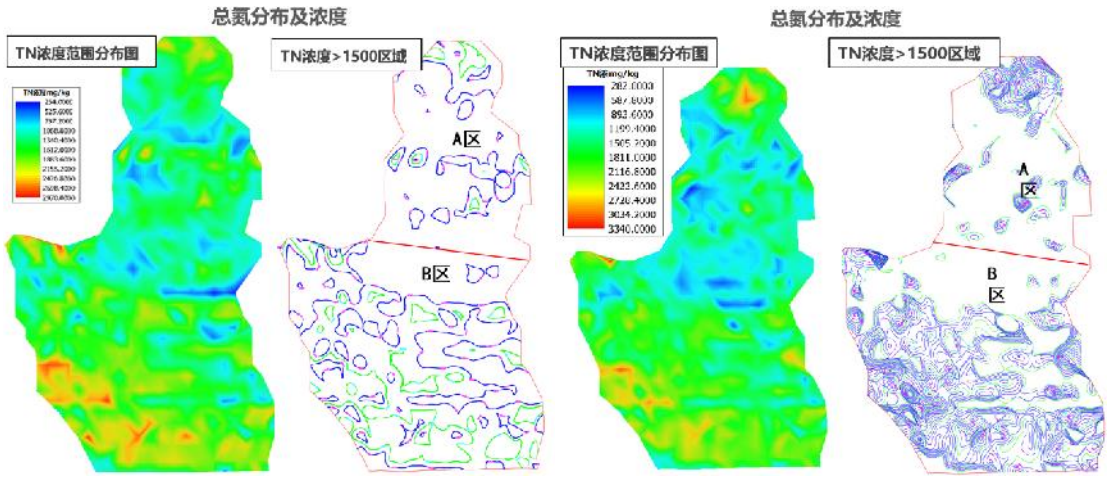


图 2-26　邛海底泥总氮分布情况 左：（0-20cm），右：（20-50cm）

（2）TP 分布情况分析

TP 浓度分布情况如下图所示。由图中可以看出，采样范围内底泥 TP 含量分布与 TN 分布相比更为平均，A 区底泥 TP 含量整体上高于 B 区，表层底泥与较深层底泥的 TP 含量分布具有一致性，表层底泥的 TP 富集程度略高于较深层底泥。

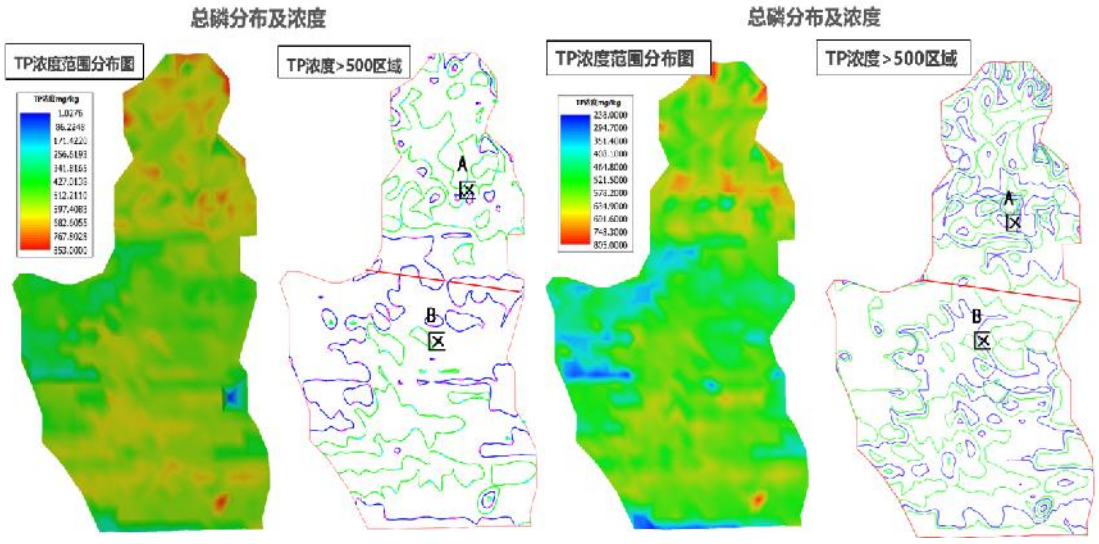


图 2-27　邛海底泥总磷分布情况 左：（0-20cm），右：（20-50cm）

（3）重金属镉分布情况分析

底泥中重金属镉浓度分布情况如下图所示。由图中可以看出，采样范围内底泥中重金属镉含量较高的区域主要位于 A 区中部和 B 区南部。表层底泥与较深层底泥的镉含量分布具有一致性，表层底泥的镉富集程度略高于较深层底泥。

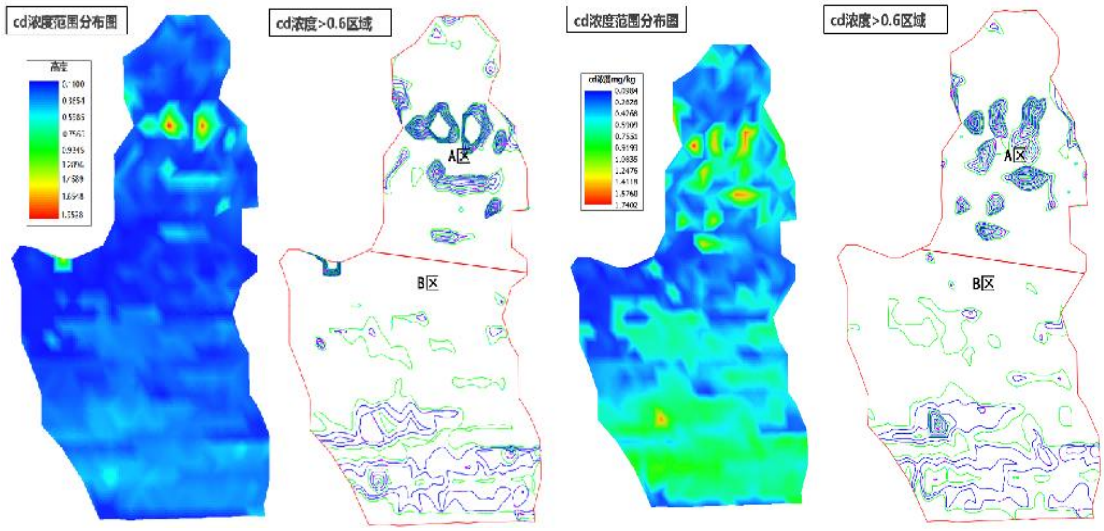


图 2-28 邛海底泥重金属镉分布情况 左：（0-20cm），右：（20-50cm）

本次邛海生态清淤工程淤泥检测控制深度为 0~20cm 和 20~50cm，考虑历史淤积情况、清淤深度控制等因素未对更深层淤泥进行取样。大于 50cm 深度的主要污染因子重金属镉分布情况主要参考相关文献《邛海沉积柱重金属的分布特征及污染评价》（廖超，2015）。该文献通过通过对邛海沉积柱样品中重金属元素含量进行取样测定，分析了沉积柱中重金属元素含量垂向分布情况，如图 2-28。

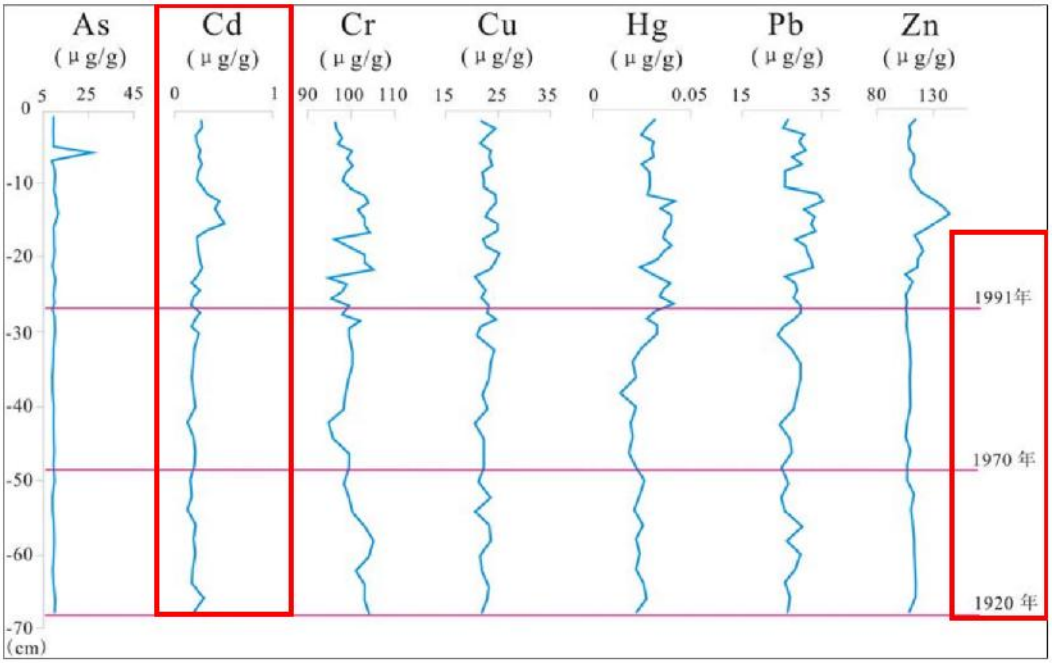


图 4.3-30　邛海湖沉积柱重金属元素含量剖面分布图

从图 2-29 可以看出，邛海底泥中重金属污染物主要来源于上世界九十年代以来人类活动、和洪水、泥石流等复合影响比较大的时间阶段，且淤积深度不超过 50cm。

综合以上分析成果，本次邛海生态清淤工程需考虑清除底泥中重金属镉含量过高区域，且清淤厚度宜控制在 0~20cm 和 20~50cm，不宜过深。

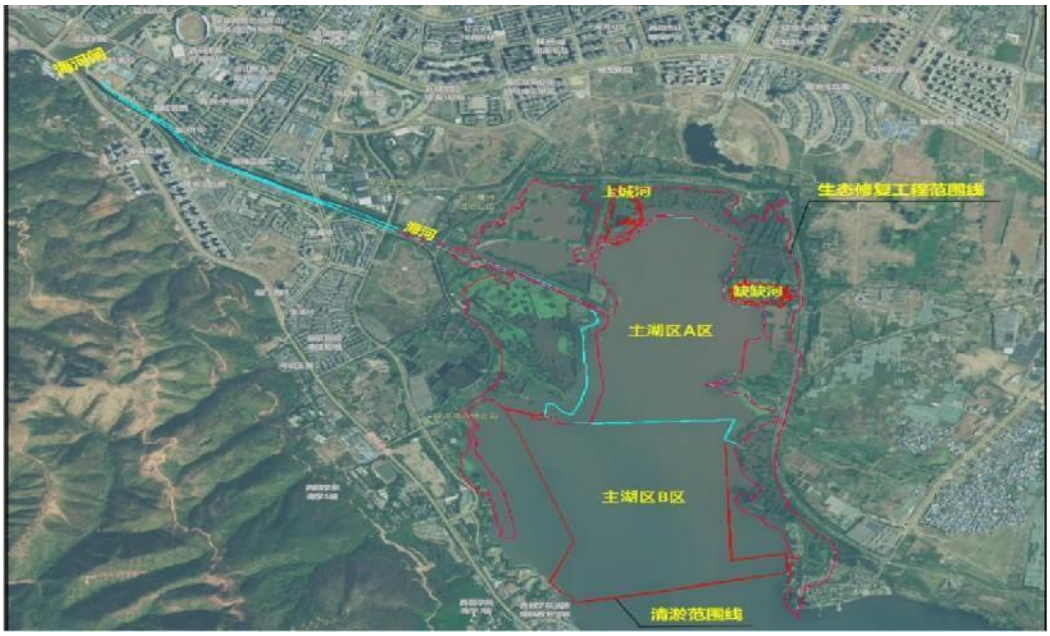
2.4.3.2 工程清淤范围及深度确定

（1）清淤范围

根据邛海底泥的分布情况和底泥淤积厚度测量分析成果，邛海主要淤积区主要分布在邛海西北湖区，及几个主要的河口区，包括海河河口区、土城河河口区、官坝河及缺缺河河口区。由于流域水土流失和风浪的共同作用，加上海河节制闸修建前海河水的倒灌，西北部湖区泥沙淤积最为严重。同时，海河作为邛海唯一的出湖通道，由于受海河节制闸修建前泥沙倒灌及北湖湖区泥沙扰动影响，海河出湖口段泥沙淤泥较为严重，一方面影响邛海汛期洪水泄放，另一方面海河两侧湿地与其连通，导致海河周边

湿地水体较为浑浊，因此本工程将海河出湖口段纳入清淤范围。另外，土城河和缺缺河现状河口湿地已经废弃，湿地也失去水质净化功能，湿地内泥沙淤积严重，湿生植物疯涨，枯枝腐烂后又成为二次污染源。在水流冲刷作用下大量泥沙和污染物入湖，导致邛海水体浑浊和氮、磷含量升高。本工程将土城河和缺缺河废弃人工湿地区域纳入清淤范围。

综合以上分析，邛海生态清淤工程划分为邛海北部主湖区清淤区、河口水系湿地清淤区、海河河道出湖口段清淤区三个主要清淤分区，主湖区根据水体深度、清淤量等综合因素，分为 A、B 两区。清淤范围确定过程中，保留岸边向湖内 10m 范围，预防湖泊滨岸带生态破坏，同时为水生植物修复预留生态空间。



2-30 清淤范围图

表 2-19 初设阶段清淤范围分析表

影响因素	A 区	B 区	说明
淤泥分布情况	淤积程度相对较大，尤其在河口等区域，严重影响湖区生态	淤积程度相对较轻	经分析论证，本次初步设计阶段重点对水深相对较浅、易受扰动浑浊、污染物富集程度更高的 A 区表层淤泥开展生态清淤，对 B 区则主要以清除重金属镉浓度相对较高区域为主。减少因清淤规模过大而可能产生的对邛海湖底生态系统的破坏。同时结合湖滨带的水生植物修复及岸带生态修复工程措施，达到改善底泥环境、固着易扰动淤泥、改善水生态环境的目标。
氮、磷及重金属镉富集程度	氮、磷富集相对较多，底泥扰动时伴随着污染物的释放；重金属镉含量相对较高	氮磷富集相对较少，整体氮磷释放不明显；重金属镉存在局部区域超标现象	
底泥扰动水体浑浊情况	水深较浅，大部分区域尤其是河口区底泥易受扰动造成水体浑浊，水环境感官差。	水深较深，除局部湖边带水深较浅区域外大部分区域不存在底泥扰动造成水体浑浊和污染物释放。	
生态环境改善目标分析	清淤后能显著改善区域底泥环境，改善湖区生态，为生态修复提供基底条件。	通过植物修复、岸带生态修复等工程措施，能达到生态环境改善目标，同时能减小清淤对湖底生态的影响。	

（2）清淤深度

结合邛海底泥厚度勘测结果，采用 GEOPAK 软件构建邛海淤泥体三维模型，并计算淤泥量，邛海生态清淤工程范围内淤泥量约 392 万 m^3。根据现场测量和地勘成果，邛海北部湖区淤泥厚度在 0.1~3.5m 之间，湖区淤泥主要可分为表层的流泥层和下层的淤泥层。其中，流泥层泥质呈褐红色、浅褐灰色、黑色，软塑或流塑状，呈流动性，手感黏糊；泥沙粒径较小，流泥层粒径较小的粉粒和粘粒占比达 90%以上，是造成底泥在受物理扰动的情况下产生再悬浮体浑浊现象的主要原因。A 区流泥厚度变化大，在 0.1~1.5m 之间；B 区流泥厚度变化相对较小，在 0.1~0.5m 之间。A 区流泥层厚度高于 B 区。

结合本次初步设计阶段对工程范围内开展的邛海底泥淤积分布情况的勘测与分析、邛海底泥污染情况检测与分析、邛海底泥扰动水体浑浊分析和邛海生态环境调查与分析等，综合考虑底泥环境、扰动浑浊及生态条件

等确定 A 区以清除表层流泥为主，清淤量为 61.17 万 m^3；B 区水深较深，底泥基本不受风浪扰动影响，主要以清除含高浓度重金属镉的底泥为主，清淤量为 9.43 万 m^3。

按照清淤范围和深度控制，本工程清淤范围及分区划分成果如下：

1）邛海北部主湖区清淤区

此区域位于邛海西北部主湖区（A、B 区）)。依据邛海淤泥沉积及扰动分析、邛海淤泥污染水平、生态修复条件等综合因素分析，将此区域按照清淤范围和深度控制原则进一步划分为 5 个区，清理部分历史泥沙淤积。

V 区：由于水体较深（水深大于 3m），淤泥基本不受扰动，水体浑浊现象及污染物释放较轻。

IV 区：位于湖周水深较浅，底泥受扰动下会造成水体浑浊及污染物释放，此区域主要通过植物修复和岸带生态修复措施达到改善生态环境的目标。

因此，IV 区和 V 区仅对当前重金属镉污染物富集程度较高区域进行清淤，清淤厚度为 0.3~0.5m。

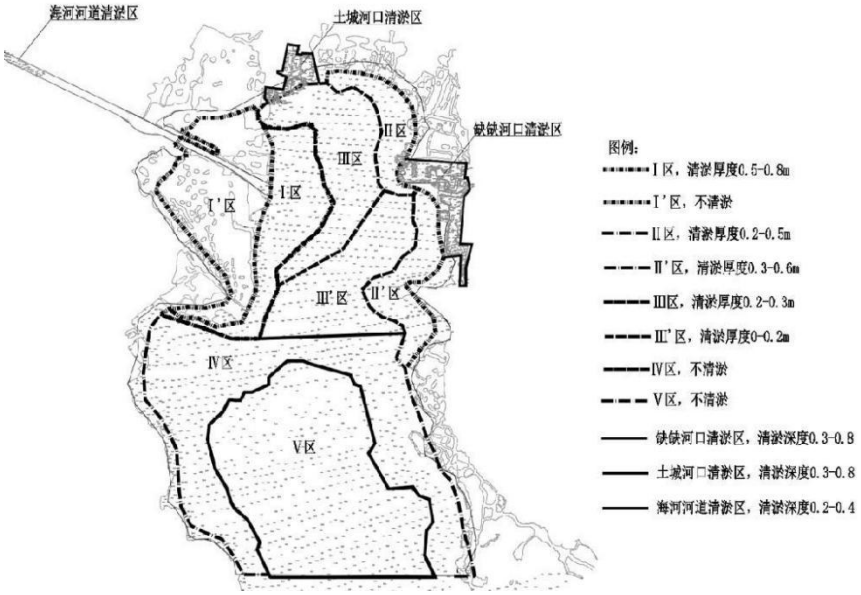
I 至 III 区：则主要依据淤泥扰动浑浊强度情况、流泥分布及生态修复条件等综合因素进行分区清淤。其中，I 区为淤泥扰动浑浊较为强烈区域，结合流泥层分布情况，清淤厚度较深为 0.5~0.8m；II 区和 III 区淤泥扰动程度相对较轻，结合流泥层分布，清淤深度分别控制在 0.2~0.5m 和 0~0.3m。

2）河口水系湿地区

缺缺河和土城河两个河口水系湿地区的治理主要为对河口湿地进行水系疏通，改善水动力条件，增加水体流动性，同时结合岸带与植物修复工程改善此区域生态环境。根据河口湿地周边水系及地形情况，为使水系畅通、减少泥沙淤积，经设计，清淤深度范围在 0.3~0.8m。

3）海河河道清淤区

海河出湖口段清淤区分为海河河道清淤区和海河口清淤区。海河河道清淤区位于海河节制闸至河口区段，根据地勘和地形测量结果，海河出湖口位置处现状高程为1509.5m左右，淤积较为严重，平均淤积深度可达1m，本工程海河出湖口处清淤底高程控制在1508.5m；海河节制闸前现状高程为1507.0m左右，根据现场查勘和调研，闸前泥沙淤积深度约为0.5m，本工程海河节制闸处清淤底高程控制在1506.5m，清淤纵坡6.5‰。

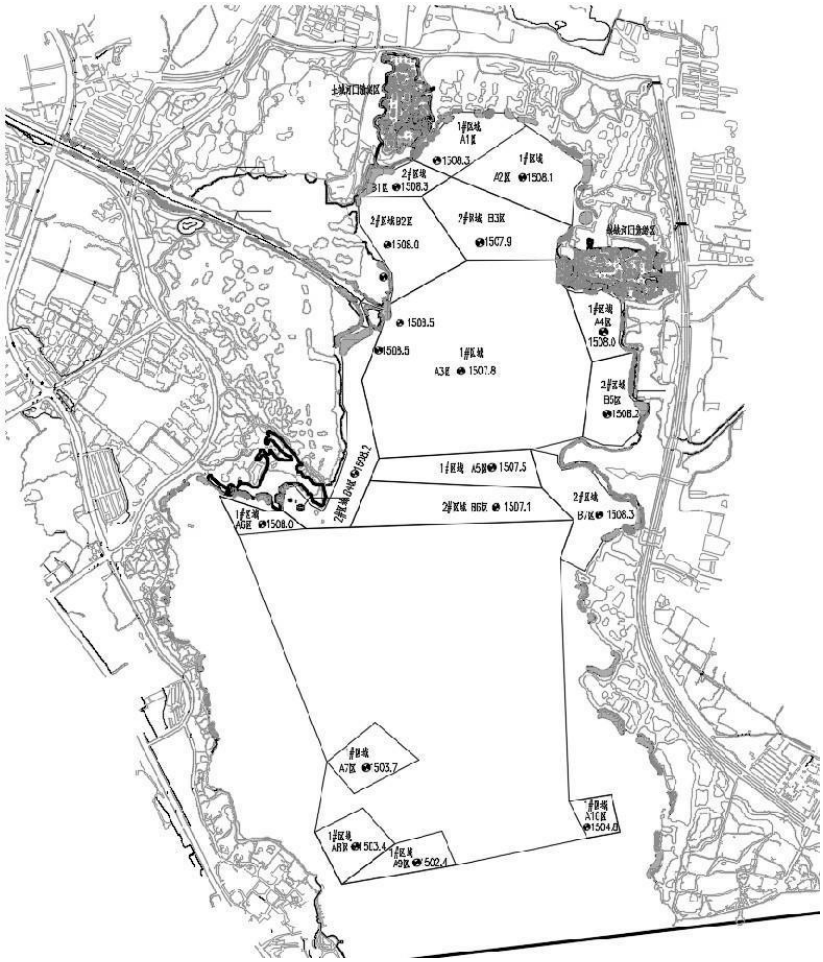


2-31 清淤范围及深度控制图

表 2-20 清淤深度信息表

区域编号	清淤深度（m）	备注
I	0.5~0.8	
II	0.2~0.5	
II'	0.3-0.5	
III	0.2~0.3	
III'	0~0.2	
IV	0.3~0.5	仅对当前重金属镉污染物富集程度较高区域进行清淤（图2-15）
V	0.3~0.5	
缺缺河	0.3~0.8	
土城河	0.3~0.8	
海河	0.5~1.0	按照海河出湖口清淤1.0m，闸前清淤0.5m，沿程清淤纵坡6.5‰控制
合计		-

为便于清出后淤泥的分类处置和资源化利用，进一步将邛海主湖区清淤区分为 1#清淤区和 2#清淤区。其中 1#清淤区为镉含量相对较高区域，1#清淤区划分为 10 个清淤分区；2#清淤区为镉含量相对较低区域，2#清淤区划分为 7 个清淤分区。最终清淤区划分图如下：



2-32 最终清淤区划分图

2.4.3.3 工程布置

根据《四川省邛海流域水生态修复与治理工程（邛海生态清淤工程）初步设计》，邛海底泥清淤工程区本工程建设内容包括生态清淤主体工程、淤泥处理工程、余水处理工程和生态修复工程 4 项工程内容，其中主体工程、生态修复工程位于湿地公园内。

清淤主体工程位于邛海北部湖区、海河河道出湖口段以及土城河和缺

缺河 2 处河口湿地，清淤面积共 2.45km^2。主湖区清淤区为邛海宾馆北侧至小渔村码头连线以北区域，面积约 2.33km^2；土城河口清淤区位于邛海湖区西北角原土城河废弃人工湿地，缺缺河口清淤区位于邛海湖区东北侧原缺缺河废弃人工湿地，清理面积分别约 3.15hm^2 和 2.35hm^2；海河清淤区出湖口至海河节制闸上游 30m 处，清淤长度约 3.11km。清除后的底泥通过管道或槽罐车输送至淤泥处置场进行淤泥脱水干化和余水处理。淤泥处置场选取于邛海西北侧泸山北部的乌龟塘附近，距离邛海约 3.2km。

生态修复工程范围包括主湖区湖滨带、海河河道、土城河和缺缺河河口等区域。主湖区湖滨带生态修复范围自邛海宾馆始，向北环邛海至东岸小渔村码头，宽度从邛海管理范围线内延 50~100m，工程措施包括植被恢复和漂浮生境岛；海河河道生态修复范围从出湖口至观海路，长度约 1.30km，清淤后河道驳岸坍塌、损毁的地方进行生态防护，并栽植水生植物进行生态修复；土城河和缺缺河河口在清理淤积泥沙和杂草后通过地形塑造、岸坡生态防护、植物种植等手段后恢复为河口湿地，土城河和缺缺河河口生态修复面积分别约 54681m^2 和 57096m^2。

（1）生态清淤主体工程

生态清淤工程主要对邛海西北部主湖区、土城河和缺缺河入湖口区、海河河道出湖口段三个区域沉积的底泥进行清理，面积合计 2.45km^2，清淤总量 85.17 万 m³。邛海主主湖区清淤采用 400m³/h 环保绞吸船进行清淤，清淤量为 70.60 万 m³，通过管道输送至淤泥处置场；入湖河口湿地清淤采用水陆两栖挖机进行清淤，清淤量为 4.16 万 m³，采用槽罐车运送至淤泥处置场；海河河道出湖口清淤采用小型绞吸式挖泥船进行清淤，清淤量为 10.41 万 m³，通过管道输送至淤泥处置场。

铺设清淤输泥管线长度 6.92km，其中：浮管 4.26km，岸管 2.66km，均采用 DN400 钢管，淤泥输送设接力泵船 2 艘，接力泵站 8 座。

①邛海主湖区清淤区

邛海主湖区清淤区位于邛海北部，清淤面积 2.33km²，清淤方量 70.60 万 m³。清淤区南北长约 2.6km，东西长约 1.5km。为便于清出后淤泥的处置和资源化利用，分为 1#清淤区和 2#清淤区。其中 1#清淤区底泥中镉含量相对较高，超过了农用地土壤污染风险筛选值 0.6mg/kg，分为 10 个清淤区，清淤面积 1.84km²，清淤量约 37.03 万 m³，清出后淤泥经脱水干化处理后可用于绿化和生态修复用土；2#清淤区为镉含量相对较低区域，未超过农用地土壤污染风险筛选值 0.6mg/kg，分为 7 个清淤区，清淤面积 0.49km²，清淤量约 27.64 万 m³，经脱水干化处理后可作为农业种植用土进行资源化利用。

②河口湿地清淤区

河口湿地清淤区合计清淤面积 5.50km²，清淤量 4.16 万 m³。包括土城河口清淤区和缺缺河口清淤区。土城河口清淤区位于邛海湖区西北角，为紧邻邛海湖区的生态湿地，清淤面积 3.15hm²，清淤量约 2.39 万 m³。缺缺河口清淤区位于缺缺河邛海入口，与海河口隔湖相望，清淤面积 2.35hm²，清淤量约 1.77 万 m³。河口湿地清淤区分布见下图。

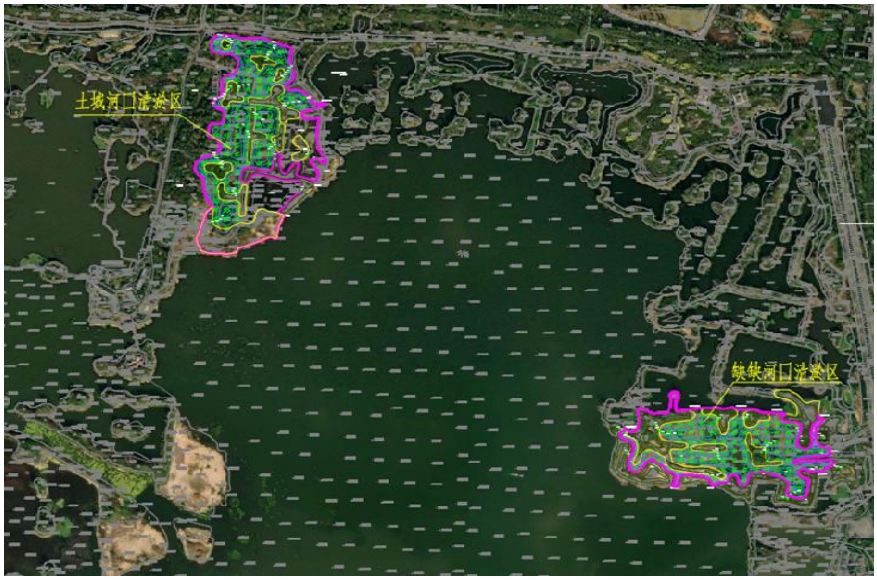


图 2-33 河口湿地清淤区分布图

③海河清淤区

海河出湖口段清淤区清淤面积 6.77hm^2，清淤量 10.41 万 m^3，分为海河河道清淤区和海河口清淤区。海河河道清淤区位于海河节制闸至河口区段，清淤面积 6.56hm^2，清淤长度 3.11km，清淤量 9.75 万 m^3。海河口清淤区位于海河与邛海交汇处，分布于河口小岛两侧，清淤面积 0.21hm^2，清淤量 0.66 万 m^3。海河清淤分布见下图。

图 2-34 海河清淤分布图

（2）淤泥处置工程

本工程采用板框压滤脱水处理工艺处理邛海清淤底泥。工程处理水下自然方淤泥量合计为 85.17 万 m^3，淤泥处置工程占地总规模为 1.87hm^2。工程内容主要包括筛分系统 1 处、两级沉淀池 1 座、均化池 1 座、脱水间 1 处和临时堆泥场 1 处及配套的加药系统等建设内容。工程布置具体如下：

①工程新建筛分系统 1 处。筛分系统位于淤泥处置场区最东侧，与两级沉淀池相邻，直接对接绞吸挖泥船淤泥输送管道。筛分系统包括转鼓式格栅及配套传送带等装置，占地面积 140m^2，设计流量为 2000m^3/h。

②新建两级沉淀池 1 座。两级沉淀池占地面积较大，位于整个淤泥处置场区北半区，东侧接筛分系统，南侧与淤泥脱水处理区相邻一条 6m 宽道路。两级沉淀池采用土质塘体结构，地上部分采用土体堤堰，一级沉淀池与二级沉淀池采用土体堤堰分隔，沉淀池采用单层防渗系统。两级沉淀池占地总面积为 0.8hm^2，有效容积 20000m^3。在四周围堰外侧底脚外沿 1m 处开挖截水沟，截水沟宽 0.5m，深 0.4m，边坡 1:0.5，截水沟截排围堰渗水、雨水冲刷堰坡水体，避免污染环境。

③新建均化池 1 座及配套建设加药系统 1 处。均化池位于淤泥处置场西南侧，采用钢结构箱体，在场地硬化处理，达到设计强度后可直接安装，均化池尺度为 5m×55m×3m，焊接钢板形成；脱水处理区配套设置 1 处储药间和 1 处加药系统，包括 3 个固化剂罐、1 个加药库房。共需占地 144m^2。

④新建脱水间 1 座及临时堆泥场 1 处。淤泥脱水车间及临时堆泥场位于南侧区域，其中脱水车间采用移动钢板房结构，内部共设置 9 台板框式压滤机，脱水车间设计占地面积面积为 1140m^2；临时堆泥场毗邻淤泥脱水车间，位于场区东南侧，北侧与场区主要进出道路相邻。临时堆泥区占地面积为 3034m^2。

（3）余水处理工程

本工程需处理余水总量 559 万 m^3，本工程设计余水处理规模 2.1 万 m^3/d。余水处理工程场地总占地约 1.40hm^2，主要建设内容包括：絮凝沉淀池 1 座、中和池 2 座、药剂储存及投加系统 1 套、磁混凝高效沉淀系统 1 套、清水池 1 座等。工程布置具体如下：

①余水处理工程场地北侧现有 1 座鱼塘，本工程对其进行利用，并改造成为絮凝沉淀池，承接淤泥处置场地二级沉淀池上清液出水。絮凝沉淀池占地面积约 3400m^2，池深 2.3m。絮凝沉淀池分成两格，每格独立运行。

②中和池布置于余水处理工程场地东侧，共 2 座，土质池体，承接淤

泥处置场地脱水厂房压滤机出水。每座中和池占地约430m^2，池深2.5m。

③药剂储存及投加系统位于中和池的南侧，占地面积约340m^2，设置钢筋混凝土基础并对场地进行硬化处理。场地内布置有盐酸储存及加药系统及服务于絮凝沉淀池的絮凝加药系统。

④磁混凝高效沉淀池系统布置于西侧地势较低处，承接絮凝沉淀池及中和池出水。包含2套一体化磁混凝高效沉淀设备，设置钢筋混凝土基础并对场地进行硬化处理，占地面积约720m^2。

⑤清水池紧邻磁混凝高效沉淀池，磁混凝高效沉淀池出水部分储存于清水池，回用于场地设备冲洗、洒水抑尘、绿化等。清水池为土质池体，占地面积约160m^2。

（4）生态修复工程

生态修复工程对清淤后区域及其他生态环境需修复重点区域通过生态护岸、植物恢复和漂浮生境岛等生态修复措施，恢复水生动植物群落结构，改善区域水生态环境状况，提升生态系统稳定性。生态修复工程具体布置如下：

①生态护岸工程本次护岸工程的范围为邛海湖区、海河河道、缺缺河河口湿地和土城河河口湿地，护岸主要布置在岸坡的水位波动区和清淤上边线位置处，护岸总长度8.37km，其中：主湖区滨岸带采取抛石护岸型式，抛石护岸长度4.45km，海河、土城河和缺缺河河口采用松木桩护岸型式，松木桩护岸长度3.92km。

②植物恢复工程植物恢复工程范围包括主湖区湖滨带、海河两岸、土城河口湿地、缺缺河口湿地4个区域。主湖区湖滨带自邛海宾馆始，向北环邛海至东岸小渔村码头，全长约8.94km，湖滨带生态修复主要为水生植物修复，水生植物种植以挺水植物和沉水植物为主。海河生态修复范围为海河河口至观海路，长约1.30km，在对两岸驳岸坍塌、损毁的地方进行驳

岸防护的基础上进行植物修复，主要栽植水生植物。土城河口湿地生态修复面积总约54681m^2，缺缺河口湿地生态修复面积总约57096m^2，河口湿地的主要建设内容为地形塑造、乔木补植和水生植物栽植。

③漂浮生境岛工程漂浮生境岛工程根据现场情况，结合现鸟岛位置，布设于海河南岸二期湿地海门桥东侧50米外，布设总面积433m^2，为鸟类提供栖息环境，打通水陆之间生物的系统食物网，增加原有湿地生态系统的生物多样性。

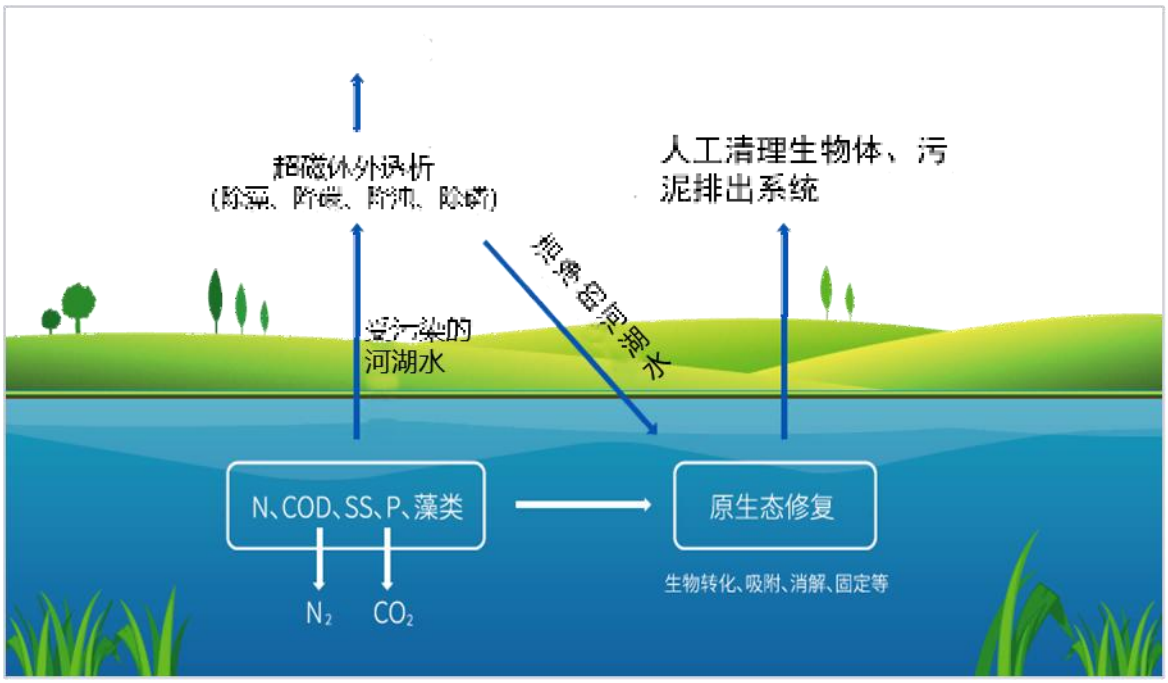
2.4.3.4 方案比选

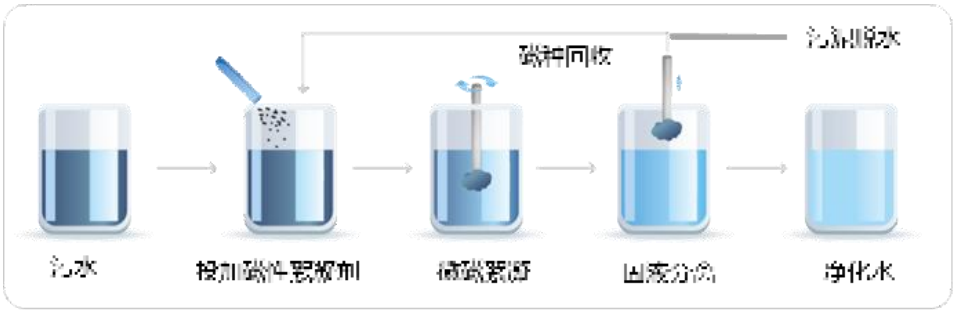
（1）治理方案比选

本工程是以清淤结合生态修复措施共同来解决水体浑浊问题，先通过清淤解决泥沙流泥层悬浮问题，在一定程度改善水体透明度，创造能够满足沉水植物生长的条件，然后恢复湖底水生植物群落，后期通过水生植物的吸附净化能力来持续性解决水体浑浊的问题。本方案比选了超磁净化、生态补水等方案，从生态、经济、社会影响综合考虑，清淤结合后期生态修复的方案是影响最小、最为可行的。

①超磁净化方案

“超磁透析保护与原位生态修复”技术，是近年来处理水体悬浮物效果较好的治理技术。该技术将不带磁性的污染物赋予磁性，然后通过超磁分离设备进行固液分离，使水体净化，可以有效去除悬浮物、有机物、藻类和总磷等污染物，技术整体达到国际先进水平，其中超磁透析技术可快速高效去除悬浮物和磷，已经达到国际领先水平。





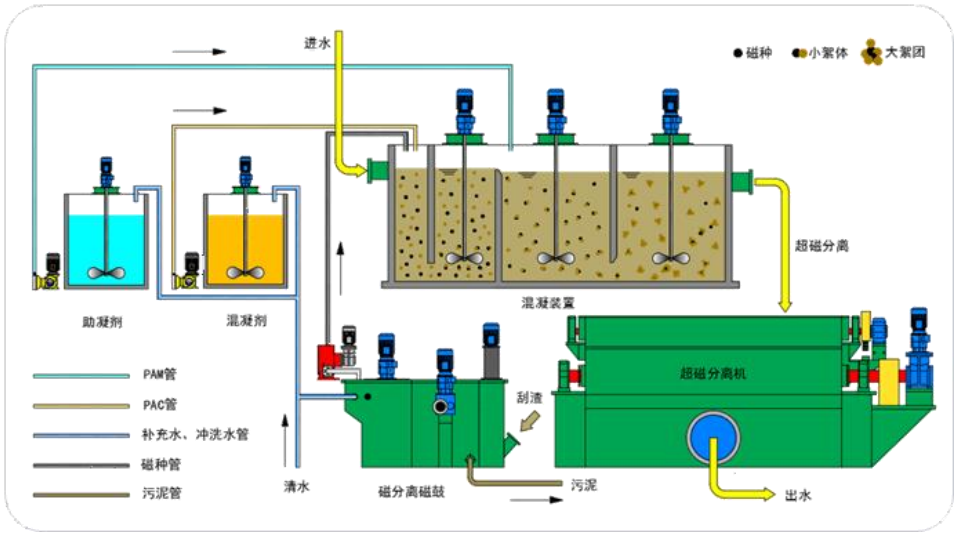


图 2-35 超磁净化示意图

工艺流程：水体经过提升泵提升进入超磁絮凝设备，分别投加 PAC、

磁介质进行混凝反应，再投加 PAM 进行絮凝反应形成带磁性的絮团。自流进入超磁分离设备，通过磁盘吸附打捞进行泥水分离，清水经过回用系统进入湖区。污泥经过高速分散机打散，然后通过磁分离磁鼓将磁粉回收，不含磁粉的污泥进入污泥池，污泥经过脱水处理（含水率约 83%）后安全处置，压滤液进入前端磁絮凝设备进行处理。

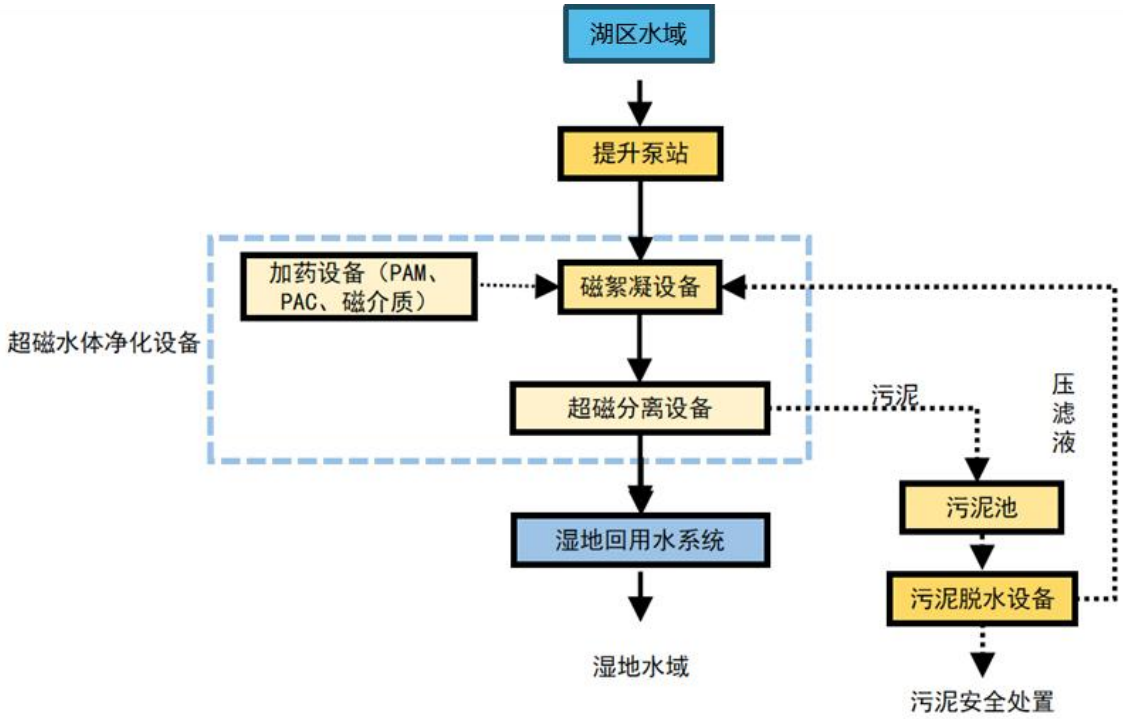


图 2-36 超磁净化工艺流程图

优缺点：该工艺可以有效解决水体浑浊问题，但费用较高且需要较为封闭的水体环境。如采用超磁工艺，则需要在邛海北部湖区与主湖区之间筑隔埝，使北部湖区水体相对独立，初步匡算北部湖区水体量约 650 万 m^3。超磁工艺每吨水运行费用约 0.38 元，单台设备建设费用约 200 万元，单台设备处理水量为 1 万 m^3，每方水体需要循环处理 3 个月。

因此，采用超磁工艺的话，如总施工周期与清淤工程一致，控制在 1 年的情况下，则单台设备可处理水量约 4 万 m^3，处理北部湖区需要设置 162 台设备，建设费 3.24 亿元，运行费用 2.14 亿元，处理总费用初

步估算约5.38亿元。同时，邛海内还需要修筑约1.5km长的隔埝或屏障，投资较大且施工难度较大，并对邛海防洪造成影响，难以实施。

经比选，采用超磁净化方案的投资比清淤投资大，且湖区隔离易对行洪造成影响，实施难度大。

②引调水生态补水方案

为给邛海生态补水，西昌水利局规划了大桥水库和东河生态补水工程，在枯水年对邛海实施生态补水，保证枯水年邛海水位不降低，以减轻水位过低对邛海水质和水生动植物的影响。

方案内容：大桥水库生态补水工程，提出新建邛海生态补水泵站和管线工程，在枯水年大桥水库来水经邛海支渠、高仓河和官坝河对邛海进行生态补水。

大桥水库总库容为6.58亿m^3，为大(II)型水库工程，是一座以灌溉和工业城镇生活供水为主，结合发电、兼顾防洪、环境保护、水产养殖、旅游等综合效益的大型水利工程，多年平均流量34.8m^3/s。大桥水库灌区一期工程主要功能是以灌溉、城镇工业、生活供水为主，结合发电的综合利用工程。

东河生态补水工程由东河水库大坝下游护坦末端取，利用引水管线打通东河与官坝河的路由，给邛海补充生态水量。

图 2-37 大桥水库生态补水方案

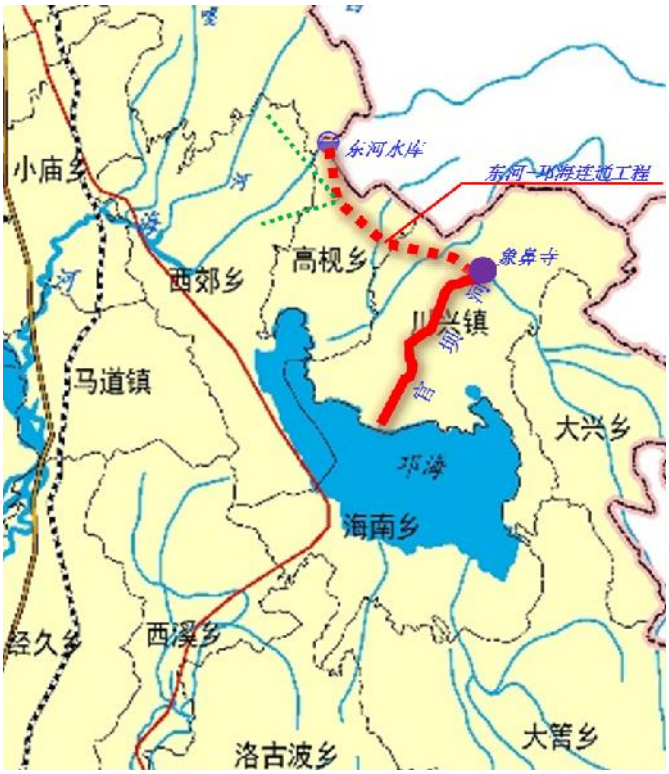


图 2-38 东河-邛海生态补水方案

优点：生态补水方案能够在枯水期保证邛海生态水位，并可在日常

进行连续进水，对邛海浑浊水体进行置换，增强水体循环流动和交换，提高邛海水质自净能力。

缺点：①该方案只能加强水体流动，对于清除内源、泥沙悬浮问题不能从根本上解决。②大桥水库引水方案，会对水库原有的灌溉功能和供水保障率造成影响，从水资源配置角度还需要进一步论证；并且需要新建输水管道 3km 及相应的泵站和沉砂池等构筑物，输水管道穿越西昌城区。方案的水资源配置和输水线路协调难度较大，目前方案难以推进。③东河水库引水方案，目前东河水库还在前期论证阶段，短期内无法实现引水，可作为后期邛海生态补水的方案。

③比选结果

经比选，综合考虑各方案的优缺点、经济性、可行性等因素，最终确定采用治理较彻底、经济更可行、社会影响小的生态清淤方案。

2-21 治理方案比较

比选方案	优点	缺点	经济性	社会影响	可行性
生态清淤方案	对淤积底泥和污染物清除较为彻底，配合生态修复措施，标本兼治，效果较好	清淤方量较大，在施工期易对造成扰动，短期影响湖区生态	投资 3.36 亿元，相比较为经济	社会影响集中于施工期，在做好各项防护措施后，可降低对湿地公园的影响	环保清淤工艺和施工方案均较为成熟，其淤泥处置场地也已落实，具备开工条件
超磁净化方案	采用环保设备进行水质净化，净化程度较高，效果最好	对于大面积的湖区而言，需要设置较多的设备，工程投资较大，日常运行费用也较高；需要营造较为封闭的湖区环境，设置隔埝将会对邛	处理投资约 5.38 亿元，加上隔埝投资以及其他费用，工程总投资预计超过 8 亿元，经济角度投资较大	汛期封闭湖区将会影响邛海行洪	投资较大，地方财政难以负担；易影响行洪，难以实施

		海行洪造成影响			
生态补水方案	采用生态调水的方式进行湖区浑浊水体置换，并可同时解决枯水期邛海生态水量不足的问题。	不能从根本上解决内源和泥沙问题。大桥水库会影响灌溉功能，水资源协调难度大。东河水库尚未建设，可作为后期方案	东河水库工程投资约7.58亿元	影响大桥水库原有灌溉功能，水资源配置有待论证	目前大桥水库生态补水方案难以推进，东河水库正在前期建设，可作为未来邛海水质改善的补充方案

（2）清淤模式与工艺比选

清淤模式：目前河湖底泥清淤有工程清淤和生态清淤两种不同的工艺。

工程清淤指通过人力或借助机械将水体内淤积的泥沙清除，起到增加水深、净化水体、提高过水能力的工程，其着重考虑工程的技术可行性及经济合理性。

生态清淤主要指通过底泥的疏挖，去除水体底泥所含的污染物，清除污染水体的内源，减少底泥污染物向水体的释放，并为水生生态系统的恢复创造条件，它既要考虑清淤工程实施中技术上的可行性及经济上的合理性，又要满足环保的需要。现阶段随着国家对环保的重视，目前很多河湖、水库为了提升水质，净化水体，即便底泥中没有污染物，也通常采取环保效益较高的生态清淤工艺对水体底泥进行清淤。二者的不同详见表2-22。经过比选分析，邛海生态较为敏感，邛海清淤工程采取生态清淤模式。

表 2-22 工程清淤与生态清淤的特点对比表

项目	工程清淤	生态清淤
工程目标	使水体达到一定深度	提升生态环境质量
边界要求	底面平坦、断面规则	根据底泥分布情况确定
挖泥厚度	较厚、一般 1m 以上	较薄、一般小于 1m
细颗粒扩散要求	不做限制	尽量避免悬浮扩散
施工精度	20～70cm	5～10cm
设备选型	标准设备	专用设备或标准设备改造
底泥处置	泥水分离后一般堆置	泥、水根据污染程度进行特殊处理
工程监控	一般控制	专项分析严格监控
工程费用	低	高

清淤工艺：

1）工程清淤工艺：工程清淤指通过人力或借助机械将水体内淤积的泥沙清除，起到增加水深、净化水体、提高过水能力的工程，其着重考虑工程的技术可行性及经济合理性。

①清淤设备：目前国内外用于水下工程清淤的挖泥设备主要有以下几种：耙吸式挖泥船、斗式挖泥船、绞吸式挖泥船、斗轮式挖泥船、陆地机械。

耙吸式挖泥船：这是一种通过安装并悬吊于船舷外的、头部装备有用于挖泥耙头的耙吸管进行挖泥作业的工程船舶，其作业方式是边航行边挖泥，挖出的泥浆存放于挖泥船自带的泥舱内，由挖泥船运至抛泥区排放。

图 2-39 耙吸式挖泥船

图 2-40 耙吸式挖泥船耙头

斗式挖泥船：这部分挖泥船包括链斗、抓斗、铲斗等挖泥船，是一

种通过斗轮、起重机、斗臂作用，采用泥斗进行挖泥作业的船舶，挖出的底泥装入泥驳后，通过泥驳运至排泥区排放。

图 2-41　抓斗挖泥船

图 2-42　抓斗挖泥船抓斗

绞吸式挖泥船：该类型船舶采用安装在桥架端部的绞刀头进行底泥挖掘，通过大型泥泵进行吸泥和泥浆排送。施工时以钢桩、三缆定位装置、定位桩等为圆心来进行定位，利用船体摆动进行挖泥作业。

图 2-43　绞吸式挖泥船

图 2-44 绞吸式挖泥船绞刀

斗轮式挖泥船：此类船舶为绞吸式挖泥船的变形，它通过安装于桥架端部的可旋转的圆形斗轮组进行挖泥作业，通过泥泵进行泥浆的输送。

图 2-45　斗轮式挖泥船图

图 2-46　斗轮式挖泥船斗轮

陆地机械：如反铲、抓斗挖掘机，一般采用三种方法进行施工：一种是将机械安装在平板驳上，其施工方法与铲斗、抓斗船基本一致；一种方法是将施工水域内水排干后，采用陆地施工方法进行施工。另一种方法是采用具有水陆两栖功能的挖机进行清淤，该种挖机可以在陆地也可以在沼泽、湿地等区域进行施工。

图 2-47　水陆两栖挖机

图 2-48　陆地挖机

上述疏挖挖泥设备优缺点比较如表 2-23。

表 2-23 疏挖设备选型比较表

疏挖设备	优缺点比较
耙吸式挖泥船	1、目前国内最小耙吸式挖泥船为 500m³，满载吃水一般均在 3m 以上，难于在浅水水域施工； 2、耙吸式挖泥船为整体船，运输困难； 3、施工中，低浓度泥浆将溢流回水体中，船舶航行时螺旋桨会搅起底泥，造成污染。
斗式挖泥船	1、能挖掘较硬密的土质和挖取浓度较高的优点； 2、斗轮尺寸庞大，泥土扩散较大，其漏泥也较严重，易造成污染； 3、挖厚度较薄的底泥时，效率将大幅降低。
绞吸式挖泥船	1、对土质适应性较好，排距远，在生产率及排距的选择上亦较灵活，工作效率较高，能耗和成本较低； 2 、在输送过程中，不会使泥土散落造成污染； 3、由于采用绞刀头机械底泥切削工作，对周围底泥的扰动会在一定范围内产 生二次污染。
斗轮式挖泥船	1、如果底泥厚度合适，此类船舶能挖掘和输送浓度较高的底泥泥浆，使生产效率提高； 2、由于挖掘机构(斗轮)结构较为复杂，维修成本较高，且斗轮尺寸庞大，清淤薄层底泥时效率大大降低； 3、易堵口，清理困难，对于杂质较多的底泥适应性较差。
陆地机械	1、适合于水深较浅，水量小的河道、湖泊； 2、对于疏挖量较大时，需投入大量机械设备和人工，施工强度和工人劳动强度较大； 3、采用汽车进行运输，容易造成二次污染，受道路交通影响较大。

②底泥输送工艺：管道输送、船舶输送、车辆输送。

管道输送：底泥采用管道输送，即疏浚船舶与水上浮管相连接，将疏浚泥浆通过水上浮管、接力泵站及陆上岸管直接吹送至底泥处理场地的工艺过程。采用管道输泥的特点如下：

a.全封闭，无侧漏，不受天气影响；

b.连续输送效率高，不受附属设施影响；

c.安全、经济、环保性好；

d.管线布设对水面交通有一定影响；

e.管线布设较长时，需加设一定数量的接力泵站(船)。

图 2-49　输泥管线

图 2-50　接力泵船

船舶输送：船舶输送主要是采用泥驳运输的方式，即清淤船舶将疏挖泥浆排入自航泥驳中，自航泥驳运输至底泥处理场地附近，通过吹泥船或泥浆泵将泥驳中的泥浆抽至底泥处理场地。采用船舶运泥的特点如下：

a.可减少水上浮管布设，对水域交通影响较小；

b.易滴、漏、撒，造成二次污染；

c.雨季运输时，不能满载作业；

d.为与疏浚设备相匹配，则需配备较多的小型泥驳船；

e.输送末端需另配备吹泥船或泥浆泵作业。

图 2-51　泥驳装泥

图 2-52　泥驳运泥

车辆输送：汽车运输是污染底泥陆地输送的一种方式，一般采用槽罐车或封闭自卸车进行运输。当污染底泥为流动或半流动状态时，宜采用槽罐车运输；当污染底泥呈流塑或可塑性状态时可采用封闭自卸车进行运输。

其基本特征如下：

a.通过陆路运输，对水上交通影响较小，受陆路交通条件影响；

b.易滴、漏、撒，对环境造成二次污染；

c.雨季运输难度加大；

d.运输效率低，成本高，需配备较多专业运输车辆。

图 2-53　车辆装泥图

图 2-54　车辆运泥

2）生态清淤工艺：生态清淤主要指通过底泥的疏挖，去除水体底泥所含的污染物，清除污染水体的内源，减少底泥污染物向水体的释放，并为水生生态系统的恢复创造条件，它既要考虑清淤工程实施中技术上的可行性及经济上的合理性，又要满足环保的需要。现阶段随着国家对环保的重视，目前很多河湖、水库为了提升水质，净化水体，即便底泥中没有污染物，也通常采取环保效益较高的生态清淤工艺对水体底泥进行清淤。

①清淤设备：目前国内常用生态清淤设备主要包括水陆两用挖掘机、泥浆泵、环保式绞吸船及气动泵挖泥船等。

水陆两用挖掘机：是一种适用于陆地、沼泽软地面及浅水作业环境的多用途挖掘机。凭借底盘浮箱的强大浮力和较低的接地比压，该设备被广泛而高效地应用于水利工程、城乡建设中的河道与湖泊的清淤、湿地沼泽与滩涂的资源开发和环境整治挖掘作业。机械设备行走装置采用多体船式浮箱结构及密封箱形履带板，能在淤泥及水面安全行走与作业。水陆两用挖掘机拥有超长工作臂、高效的回转机构，对挖掘土质的适应性较强、挖掘效率较高。

水陆两用挖掘机的工作水深一般不超过 1.7m，水线下最大挖掘深度为 6m，水线上最大卸料高度为 8m。该设备主要适用于浅水河道整治和滩涂清淤。

图 2-55　水陆两栖挖机

泥浆泵：是在钻探过程中，向水下输送泥浆或水等冲洗液的机械，可用于浅窄的水域疏浚工程，其原理是在钻进过程中将高压水随钻头钻进注入淤泥下，将淤泥打散并将打散后混合的泥浆抽出并通过连接软管输送。常用的泥浆泵是活塞式或柱塞式的，由动力机带动泵的曲轴回转，曲轴通过十字头再带动活塞或柱塞在泵缸中做往复运动。在吸入和排出阀的交替作用下，实现压送与循环抽出的目的。

泥浆泵与高压水泵，水枪配合，组成水力机械化土方工程机组。其工作原理是模拟自然界水流冲刷，借助水力的作用进行挖土。水流经清水离心泵产生压力，通过水枪喷出一股密实的高速水柱，切割、粉碎土体，使之湿化、崩解，形成泥浆和泥块的混合液，再由立式泥浆泵及其输泥管吸送至堆场。该机组结构简单，使用方便，可同时完成挖、运、填等多道工序、广泛用于鱼池、河道、水库的开挖、清淤等工程。

图 2-56　泥浆泵

环保式绞吸船：该类型船舶采用安装在桥架端部的环保绞刀头进行底泥挖掘，通过大型泥泵进行吸泥和泥浆排送。施工时以钢桩、三缆定位装置、定位桩等为圆心进行定位，利用船体两侧横移锚进行摆动挖泥作业。疏浚过程中，污染底泥在绞刀的挖掘作用下形成一定浓度的泥浆，通过船上泥泵和排泥管路进入底泥堆场(处理场地)进行后期处理。绞吸船特点是单船独立施工、疏浚生产率高、对土质适应性较好、定位控制精度较高。

环保绞吸船采用的环保绞刀可以大幅度降低清淤过程中产生的疏浚羽流，降低对底泥的扰动，同时环保绞刀密闭性更好，可以将疏挖的底泥封闭于绞刀之中随之经输泥管线输送至淤泥处置区。清淤过程中可以大幅度降低对底泥的扰动，减少对水体的污染，具有显著的环保效益。

图 2-57　环保式绞吸船

图 2-58 环保式绞吸船绞刀

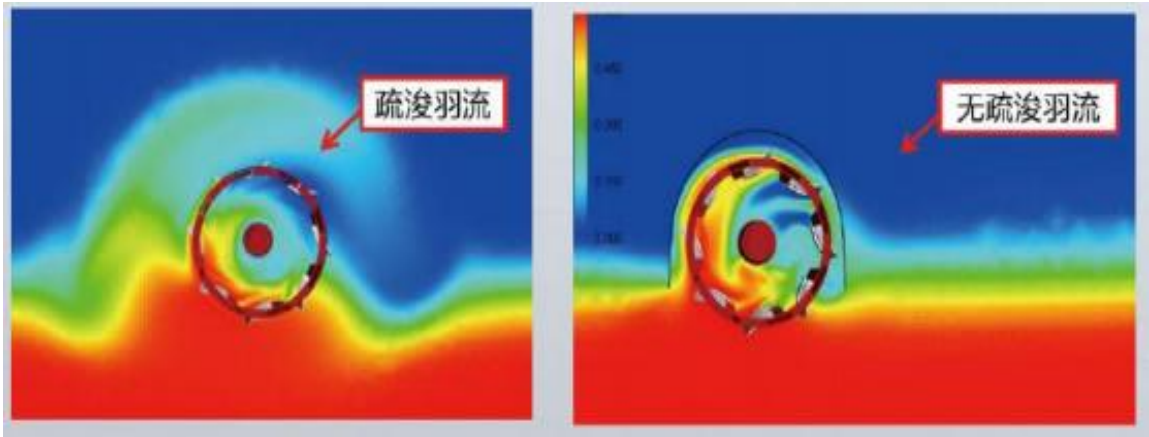


图 2-59 普通绞刀与环保绞刀作业羽流对比

气动泵：气动泵泵体呈长圆柱状，中间为可移动圆形隔板 A(活塞板)，两端为存泥空间 C 与存气空间 B。存泥空间端连有一根钢管 D，钢管上下端装有同方向活塞板的排泥阀 E 与进泥阀 F,分别与吸泥铲 H、排泥管相连。其构造如图 2-60，泵体特征如图 2-61。

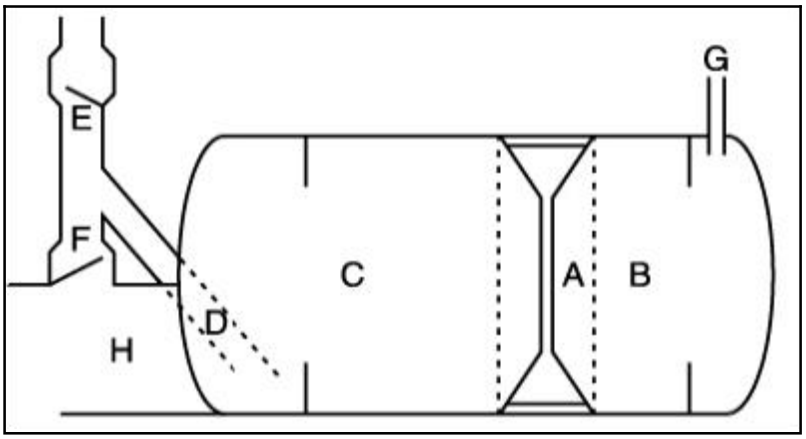


图 2-60 气动泵构造简图

图 2-61 气动泵泵体特征

泵体置于水底，通过气管 G 放气，受水底压力，圆形隔板向存气间移动，排泥阀 E 关闭，进泥阀 F 打开，进泥；充气，在高压空气推力下，圆形隔板向存泥空间移动，进泥阀 F 关闭，排泥阀 E 打开，排泥。气动活塞吸泥泵由 3-4 个泵体组成，按序轮换充气和放气，形成连续的进排泥过程。

气动泵在移动疏浚过程中，锚拉—双锚与泵成三点定位，以 1.5~2.0m / min 速度前移。为提高缸体的吸泥效果，在浅水施工时宜增配抽真空设备以加强泥浆吸入时的效果。

施工时，气动泵可采用固定式吸泥或移动式吸泥两种施工方法，如图 2-62~图 2-63 所示。固定式吸泥即将船舶固定在某一位置，将缸体下放到泥面上，使吸口与被吸泥面接触，随之吸泥进度，不断下放缸体，这种吸泥方法适合较厚的泥层厚度的疏浚。移动式吸泥即将缸体随着船体一起以一定速度运动，水下泥土被缸体下部铲头剥离并吸入，这种挖泥方式适合较薄层的疏浚。

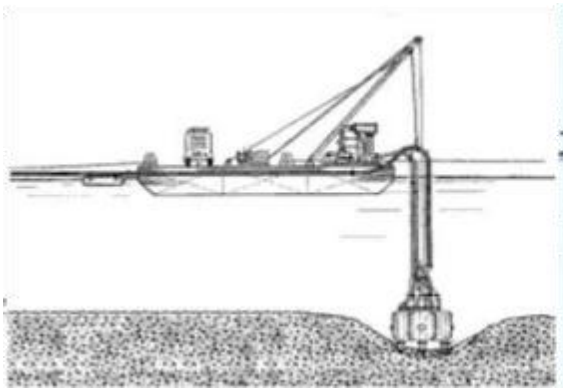


图 2-62　固定式吸泥

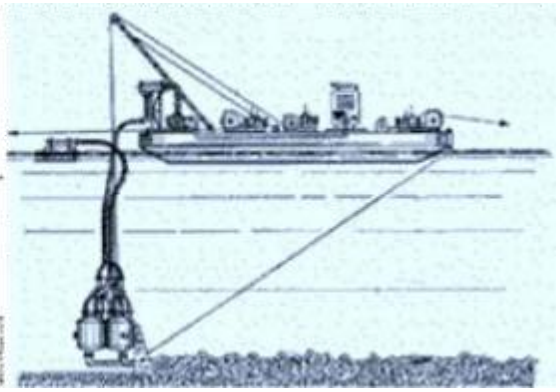


图 2-63　移动式吸泥

②底泥输送工艺：环保清淤底泥输送工艺与工程清淤相同。

邛海生态较为敏感，清淤作业可以助力邛海恢复清澈水质，增加生态效益。经过比选分析，为减少清淤作业过程中对水体的扰动和影响，应采取环保效益较高的**生态清淤模式和生态清淤工艺**。

（3）淤泥处置场选址比选

根据本工程特性，结合西昌市上位规划及实际用地情况，初步选取

了几处场地作为邛海清淤淤泥处置场用地，包括太和铁矿区域、安宁河旁高新区建设南北区域、乌龟塘区域以及邛海东侧和东河滩地及小库塘区域。所选区域位置如下图。

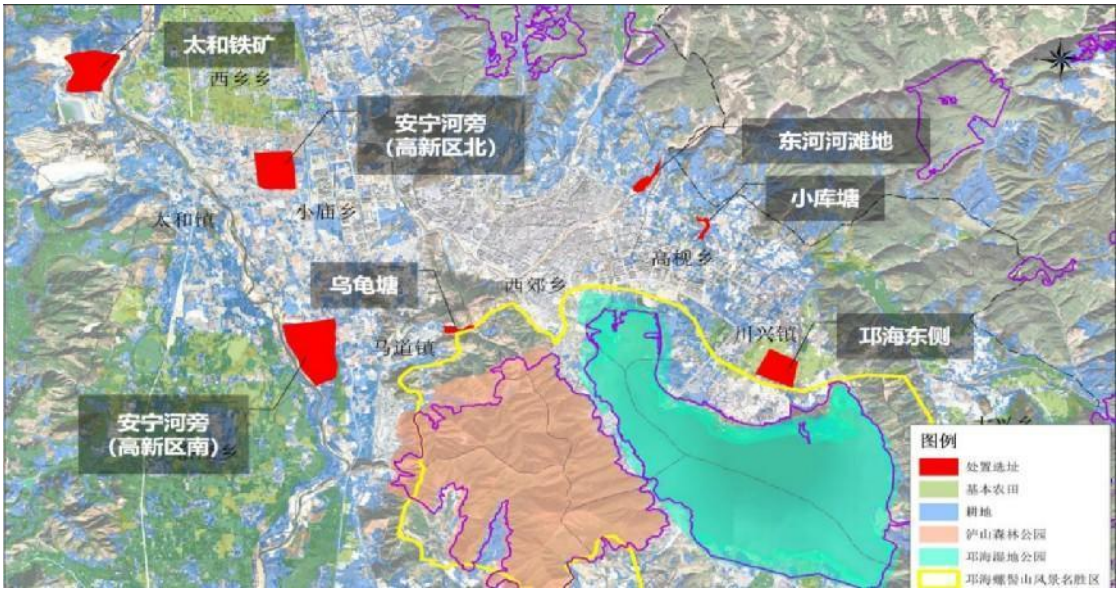


图 2-64　初步选取淤泥处置场地位置图

表 2-24 处置场位置比选

选址位置	可用面积 (hm^2)	距离 (km)	土地现状	备注
太和铁矿	125	20	矿山、垃圾填埋场	需要重新开展环评报告论证审批，程序复杂:需要与铁厂进行用地协商
高新区	110	8	以农用地为主	涉及高新区开发建设规划，占地农田区域较多
海河东侧区域	75	2	以农用地为主	非耕地区基本被农户建设大棚
东河旁	18	4	滩地	涉及到河道蓝线管理
乌龟塘	8	3.3	以农用地为主	距离邛海较近，不涉及生态红线、风景区及基本农田，便于淤泥、余水回用于泸山生态修复
小库塘	8	3	库塘	不涉及生态红线、耕地、基本农田等限制条件，现状地块为库塘，便于容纳淤泥

经比选，乌龟塘位于泸山北侧，占地面积满足处置场规模需求。该选

址距离邛海距离近，淤泥输送管线少，不涉及生态红线、风景名胜区、基本农田，且可结合泸山已建或规划建设的消防及灌溉设施，输送淤泥余水，用于泸山林木灌溉用水和消防用水，同时干化淤泥可直接就近用于泸山生态修复种植用土。因此，本工程选取乌龟塘区域作为淤泥处置场。

（4）底泥处理工艺比选

现阶段，清淤底泥固化处理方式主要有自然干化、真空脱水干化、机械脱水法、土工管袋脱水固化及投加固化剂法等。

表 2-25 底泥处理工艺比选表

序号	比较项目	自然干化处理工艺	真空脱水干化处理工艺	机械脱水处理工艺		土工管袋脱水固结处理工艺	投加固化剂法处理工艺
				离心脱水法	板框压滤脱水法		
1	处理清淤底泥适应性	较好	较好	好	好	较好	好
2	底泥脱水程度	顶部底泥含水率很低，中部及底部基本处于饱和状态	脱水固结后约 60(经翻晒)	脱水后泥料含水率约 60%	脱水后泥料含水率 30~55%	脱水后泥料含水率约 55%	脱水后泥料含水率约 50%
3	底泥资源化利用	可用于工程回填或资源化利用	可用于工程回填或资源化利用	可用于工程回填或资源化利用	可用于工程回填或资源化利用	可用于工程回填或资源化利用	底泥利用率一般
4	设备投资	低	较低	较高	较高	较低	较低
5	运行费用	低	较高	高	高	较高	高
6	底泥是否封闭处理	纳泥区不封闭	纳泥区封闭	浓缩沉淀池不封闭	沉淀池、调节池等不封闭	全封闭处理	混合搅拌池不封闭
7	需要场地大小	较大	较大	较小	较小	一般	较大

序号	比较项目	自然干化处理工艺	真空脱水干化处理工艺	机械脱水处理工艺		土工管袋脱水固结处理工艺	投加固化剂法处理工艺
				离心脱水法	板框压滤脱水法		
8	地基承载力要求	脱水场地对地基承载力要求较低	脱水场地对地基承载力要求较低	脱水厂房对地基承载力要求较高	脱水厂房对地基承载力要求较高	对场地承载力要求一般	对场地承载力要求一般
9	二次污染风险	较大	可控	可控	可控	较小	可控
10	对处理场地需求	长期占用场地	长期占用场地	占用场地时间较短	占用场地时间较短	占用场地时间较短	占用场地时间较短

根据不同底泥脱水工艺的特点，若将处置场作为自然干化处理工艺、真空脱水干化处理工艺或投加固化剂法处理工艺的底泥处理场地，综合考虑对处理场地需求、需要场地大小、二次污染风险等因素，本工程选用板框压滤机械脱水工艺。对板框压滤机械脱水处理工艺及土工管袋脱水固结处理工艺进行进一步的比选分析。综合本工程清淤底泥的土质、脱水效率要求、对场地的适应性和资源化利用等因素，本工程采用板框压滤机械脱水处理工艺对邛海清淤底泥进行脱处置。采用板框压滤机械压滤脱水方式，使得底泥含水率降至55%以下，成型固结后进行资源化那个。该方法占地少，处理工艺循环、封闭、清洁，避免了污染源转移和二次污染的产生。

（5）余水处理工艺比选

本工程的目的是对淤泥脱水工序产生的余水进行处理，达标后外排或部分回用作为设备冲洗、抑尘绿化用水等。结合以往同类工程经验，主体工艺上对SS等污染物的去除尤为重要，因为SS得到去除的同时，CODCr、TP、TN、NH_3-N等主要污染物也将得到削减，使得出水能够达到出水水质要求。目前，絮凝沉淀工艺或过滤截留工艺是常用于去除SS等污染物的深度处理工艺，是实现本工程出水水质目标至关重要的一环。

依据处理工艺的功能需求，从采用高效絮凝沉淀工艺和强化过滤、生化处理两方面分别进行考虑，寻求能够满足余水出水水质达到一级 A 标准的处理工艺。两种工艺方案如下：

1）方案一

主体工艺采用磁混凝高效沉淀池，磁混凝沉淀系统主要承接沉淀池出水及中和池出水，用于深度去除余水中 SS、TP 以及其他主要污染物。该技术是以重介质加载沉淀技术为基础，利用常规的絮凝沉淀法，通过在混凝阶段投加高效可回收的磁介质提高絮体的沉降速度，并辅以污泥回流装置来提高混凝反应效果的技术，由于磁介质的比重较大，通过在絮凝反应过程中和絮体有效地进行结合，使絮体大而密实，可以有效提高絮体的比重，在澄清池中高速沉降，以此有效提高澄清池的处理效率。

工艺特点：A.沉淀效率高。磁介质比重高达 5，其沉淀絮体比高于其他加载物沉淀絮四川省邛海流域水生态修复与治理工程（邛海生态清淤工程）初步设计第五章工程布置及建筑物 251 体，极大加强絮体重力沉降性，沉降速度可达 50m/h。B.对 SS、TP 去除效果好，作为深度处理使用时，出水 SS、TP 分别可到 5mg/L、0.1mg/L。C.耐冲击负荷能力强，出水稳定可靠。沉淀磁泥部分回流，混凝池污泥浓度高，沉淀池表面负荷可达 20~50m³/（m2·h），可接受原水 SS2000mg/L 的突然变化，保证出水效果。D.处理时间短。系统工艺简单，水力总停留时间小于 20min。E.占地面积小，节约基础投资。占地省，土地利用率高，其沉淀池占地面积是斜管沉淀池或溶气气浮工艺的 1/5，传统沉淀池的 1/20，大大降低工程基础投资。F.运行成本低。磁介质循环利用，回收率高于 99%，磁介质损失极少；部分沉淀磁泥回流，提高混凝药剂使用效率，降低药剂投加量，节约运行成本。G.设备的使用寿命长。设备自动化程度高，运行管理简单。设备功率小，磨损小，使用寿命长。H.该一体化设备可通过向厂家租赁的形式使用，适合于本临时

性余水处理项目，经济上较有优势。

2）方案二

主体工艺采用曝气生物滤池+反硝化滤池，曝气生物滤池是一种运行可靠、自动化程度高、出水水质好、抗冲击能力强和节约能耗的污水处理工艺，工艺成熟高效。该工艺具有如下特点：上流滤池，底部渠道进配水，顶部出水；穿孔管曝气，节省设备投资和维护费；滤头在滤池的顶部，与处理后水接触，易于维护；工艺空气和反冲洗用气共用鼓风机。

反硝化滤池：反硝化滤池工艺中进行的脱氮反应大部分是异氧反硝化细菌以有机碳源（常见常见的碳源如甲醇，醋酸和乙醇等）作为电子供体，以硝酸盐或亚硝酸盐作为电子受体的氧化还原过程。与曝气生物滤池相比，反硝化滤池无需在滤池中设置曝气增氧设备，仅设计用于气洗联合冲洗的反冲设备。为了保证反硝化滤池的正常运行，常常配备有气水联合反冲洗设备。该工艺具有如下特点：集反硝化与过滤作用，可同时去除 SS、TP 和 TN；工艺灵活、技术先进；反硝化深床滤池，占地面积小；结构简单，操作简单，全自动控制；易于维护。

3）结论

余水处理工艺的选择应根据进水水质、出水要求、设计规模、当地气温、工程地质、排放环境等条件来慎重选择。各种处理工艺都有一定的适用条件，工程设计时应因地制宜。根据上述对两个工艺方案进行的技术、经济比较可以得出：①方案一去除 SS、TP 等污染物浓度效果显著，对实现整体出水水质目标能发挥显著作用，工艺抗冲击负荷能力较强，尤其对 SS 作用明显，出水稳定可靠。而方案二对 SS、TP 处理效果能力有限；抗 SS、TP 及冲击负荷相对较弱，易受水温、水质影响。②方案一占地少于方案二，由于本工程余水处理场地用地较为紧张，方案一更具优势。③投资（租赁）及运行费用方面，方案一均少于方案二。综合以上分析，由于方案一具备

工艺出水更加稳定和可靠、占地少、投资（租赁）及运行费用少的优势，故选择方案一作为本工程余水处理工艺方案。

（6）生态修复方式与工艺比选

根据生态修复的作用原理，生态修复可分为三种修复方式：生物修复、物理与化学修复、植物修复。①生物修复工艺生物修复是生态修复的基础，生物修复定义是指生物特别是微生物催化降解有机污染物．从而修复被污染环境或消除环境中的污染物的一个受控或自发进行的过程．这是狭义的定义。生物修复的成功与否主要取决于以下 3 个方面，即微生物活性、污染物特性和环境状况。②物理与化学修复工艺物理与化学修复是生态修复的构成要素，物理修复与化学修复是指充分利用光、温、水、气、热、土等环境要素，根据污染物的理化性质．通过机械分离、蒸发、电解、磁化、冰冻、加热、凝固、氧化—还原、吸附—解吸、沉淀—溶解等物理和化学反应，使环境中污染物被清除或转化为无害物质。通常．为了节省环境治理的成本，物理修复或化学修复往往作为生物修复的前处理阶段。③植物修复工艺植物修复是生态修复的基本形式，从形式上来看似乎主要是植物在起作用，但实际上在植物修复过程中．往往是植物、根系分泌物、根际圈微生物、根际圈土壤物理和化学因素(这些因素可以部分人为调控)等在共同起作用。总的来看，植物修复几乎包括了生态修复的所有机制，是生态修复的基本形式。

根据本次生态清淤工程范围内生态特征，湖区岸线已有很多小型湿地公园和生态缓冲带等净化措施，所以本次生态修复重在进行原位修复。以上三种生态修复工艺中，生物修复虽然效果明显且直接，但微生物难以控制，且随着水文水质的变化，只有单一的微生物形不成完整的生态系统，难以保持长效治理效果；而物理与化学修复工艺，一般需要依靠外置设备进行运行维护，大多数用于异位治理，不适合原位修复；植物修复是最适

合原位修复的工艺，通过植物修复，来吸引动物和微生物，形成完整的生态链系统，从而提高水体的自净能力和增加生物多样性。故本次生态清淤工程中的生态修复工艺宜选用植物修复。

2.4.3.5 方案设计

（1）生态清淤工程设计

①邛海主湖区清淤方案

邛海北部主湖区清淤面积 233hm^2，清淤工程量 70.60 万 m^3。通过精准化划分清淤范围，同时考虑施工的可行性，采用底高程控制清淤，将邛海主湖区清淤区划分为 17 个分区。在通过清淤改善水体环境的同时减少清淤工程量，节约成本。

邛海北部主湖区清淤量较大，水域开阔且水深条件理想，采用生产率为 400m^3/h 的海狸 1200 型环保绞吸式挖泥船进行作业。该类型绞吸挖泥船可以通过陆上车辆运输将分解的船体运送至岸边，组装后下水进行作业。清淤过程中，底泥在绞刀的挖掘作用下形成一定浓度的泥浆，通过船上泥泵和排泥管路进入处理场地进行后期处理。绞吸船可以单船独立施工、清淤生产率高、对土质适应性较好、定位控制精度较高。根据本工程地质资料，邛海主湖区清淤土质主要为流泥和淤泥，清淤土级别为 1 级土。清淤边坡为 1:5，清淤超宽取 2m，超深取 0.1m。环保绞吸船挖泥、运泥流程见下图。

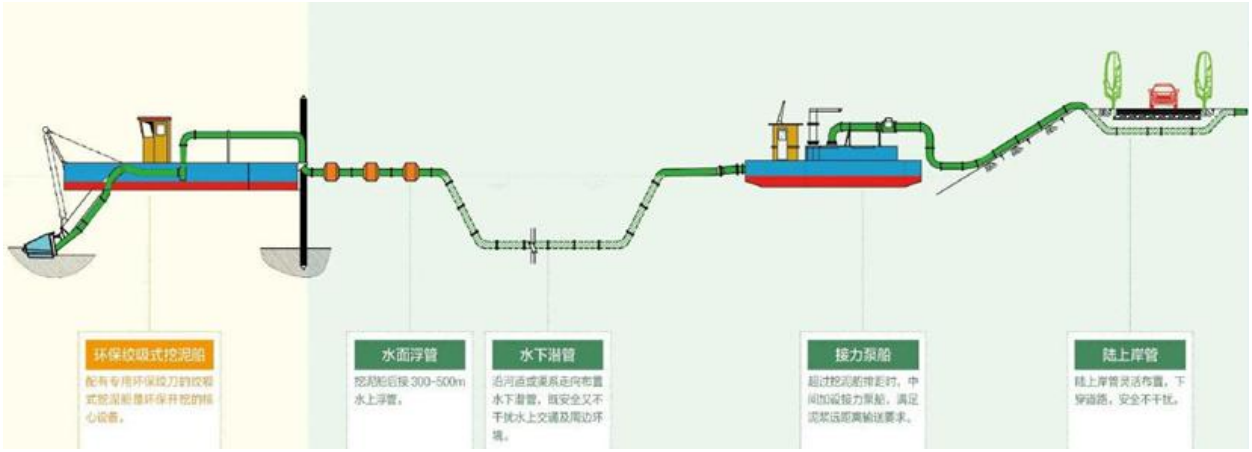


图 2-65 环保绞吸船挖泥、运泥流程

环保式绞吸船是西湖第三次疏浚国内首创，既不产生污染，也不影响景观，共清挖淤泥约 340 万方，平均水深达 2.27 米，西湖水质明显改善。改革开放以来，西湖从 0.55 米到 1.8 米再到 2.27 米保持至今，西湖疏浚面临许多难题。第三次大规模西湖疏浚工程 1999 年至 2003 年，领导、专家们扬长避短，作了大量调查研究，不仅参考吸收了前两次疏浚的优点，还汲取和借鉴了国内外众多成功与失败的经验和教训，提出设想方案多达十几套，最终确定了吸式疏浚为主、铲斗式疏浚为辅，底泥用明敷管道送至堆泥场自然干化的方式进行。于是，曾在太湖治理、东苕溪疏浚“从业”的“海狸 750”和荷兰引进的环保型挖泥船“海狸 1200”相继进入西湖大显身手。相较原先的铲斗式，这种绞吸式“大家伙”，搅动少、吸力大，几乎没有污染。船只后跟一段浮管，接着衔接一段段沉管，高度净落差为 28 米，湖中浮管最长不超过 400 米，水下沉管最长达 2000 米。工程第二期，淤泥得输送整段路上管道足有 18 公里，通过沿途的 6 个泵站，它们像“接力跑”一样，接力增压，才让这些泥水“跑”了起来。所以，这算是西湖有史以来第一场“悄悄”进行的大规模疏浚，市民、游客在任何位置都看不到管道纵横、泥浆飞溅的喧闹场面。

本次工程也采用环保式绞吸船，它可直接串接泵站进行远距离输送，在生产率及排距的选择上较灵活，能耗和成本较低。在输送过程中，采用

管道输送，不会使泥土散落造成污染。输泥管线输泥作业示意见下图。

图 2-66　输泥管线输泥作业

为减少清淤过程中因水体扰动产生的悬浮底泥随水体流动影响周边水体，在清淤区的外边界设置一道具有透水阻泥的作用拦污屏，拦污屏长度约 1.5km，采用直径为 10cm 的竹竿作为骨架悬挂 800g/m^2 无纺土工布作为拦污布。土工布下部通过间隔布置的铁锚嵌入湖底形成锚固力，竹竿两侧对称布置泡沫浮体为防污屏提供浮力。拦污屏布置及示意图见下图。

图 2-67　拦污屏布置示意图

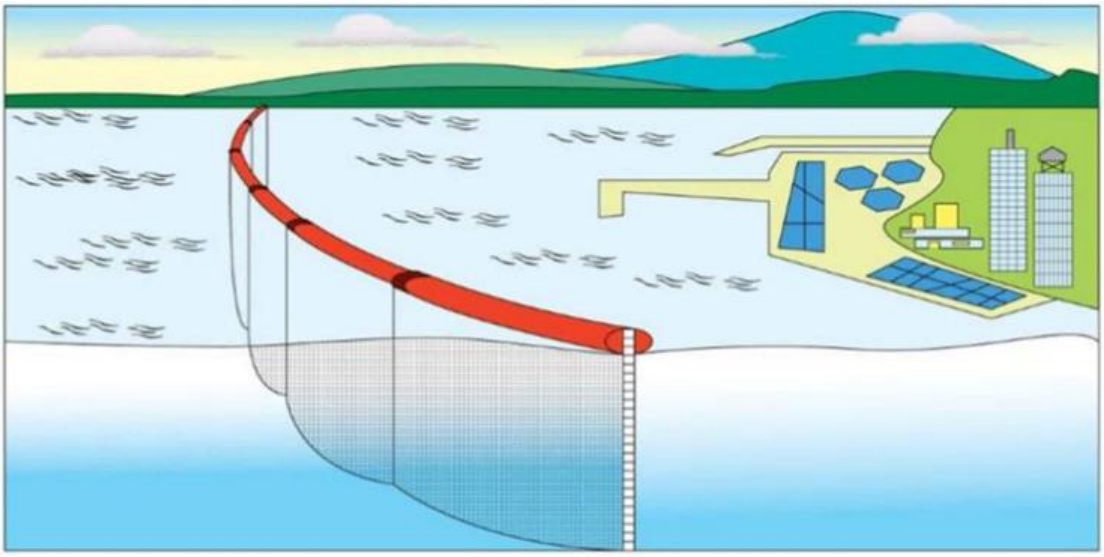


图 2-68　拦污屏阻泥示意图

②河口湿地清淤方案

岸边湿地清淤区合计清淤面积 5.55hm^2，清淤量 4.16 万 m^3，包括土城河口清淤区和缺缺河口清淤区。该部分区域因水域条件不足，不适宜采用环保式绞吸船进行清淤，考虑到水生植物根系干扰，采用水陆两栖挖掘机进行清淤。本工程通过清淤措施在现状湿地内部形成合理边坡，后期种植

水生植物恢复湿地生态并提升景观效果。土城河口清淤区位于邛海湖区西北角，为紧邻邛海湖区的生态湿地，面积 31916m^2，坑塘底部清淤底高程 1508.8m。缺缺河口清淤区位于缺缺河邛海入口，与海河口隔湖相望，清淤面积 23540m^2，坑塘底部清淤底高程 1508.8m。清淤边坡与等高线坡度维持一致，不考虑超深与超宽。

图 2-69　水陆两栖挖机清淤作业

运泥工艺采用封闭式槽罐车运输的方式。淤泥处置场设置于泸山上部的乌龟塘，运距约 10km。车辆行驶过程中应匀速慢行，减少淤泥外泄，造成污染。

图 2-70　槽罐车运泥

③海河清淤方案

海河出湖口段清淤区合计清淤面积 67674m^2，清淤量 10.41 万 m^3。分为海河河道清淤区和海河口清淤区。海河口清淤区位于海河与邛海交汇处，

分为 C1 和 C2 两个分区，分布于河口小岛两侧，清淤面积总计 2123m^2，清淤底高程 1508.5m。

海河河道清淤区位于海河节制闸至河口区段，清淤面积 65551.1m^2，清淤里程 3111.28m，清淤量 97465m^3。河口处清淤底高程 1508.5m，海河节制闸处清淤底高程 1506.5m，清淤纵坡 6.5‰，横断面坡度 1:5，超宽 1m，超深 0.1m。因清淤范围内海河宽度沿程变化，为确保两侧河岸稳定，清淤宽度根据现场实际进行取值。

图 2-71 小型绞吸船作业照片

④底泥输送方案

环保绞吸式挖泥船清淤泥浆采用输泥管输送底泥，通过在水面布置浮管结合陆地铺设岸管将泥浆直接输送至临时处理厂。本项目环保绞吸清淤部分淤泥输送水平距离 6.92km，其中浮管 4.26km，岸管 2.66km，最大排高约 106m。

①浮管：邛海湖区及海河河道段浮管敷设 4.26km，浮管自绞吸式挖泥船接出后，沿西北方向顺海河河道布置，终点位于海河节制闸上游约 110m 处。

②岸管：岸管起始段与浮管终点相接，止于淤泥处置场，全长 2.66km。排泥管在海河节制闸上游 110m 处上岸，穿南山大道后沿南山大道路肩西侧向南布置，敷设约 380m 后转至西向，围绕大兔儿山南侧现有道路肩铺设，

直至小山南淤泥处置场。岸管施工以明铺为主，其中穿南山大道段采取顶管施工，穿其他非等级道路段采用全埋方式。

排泥管平面布置见下图。

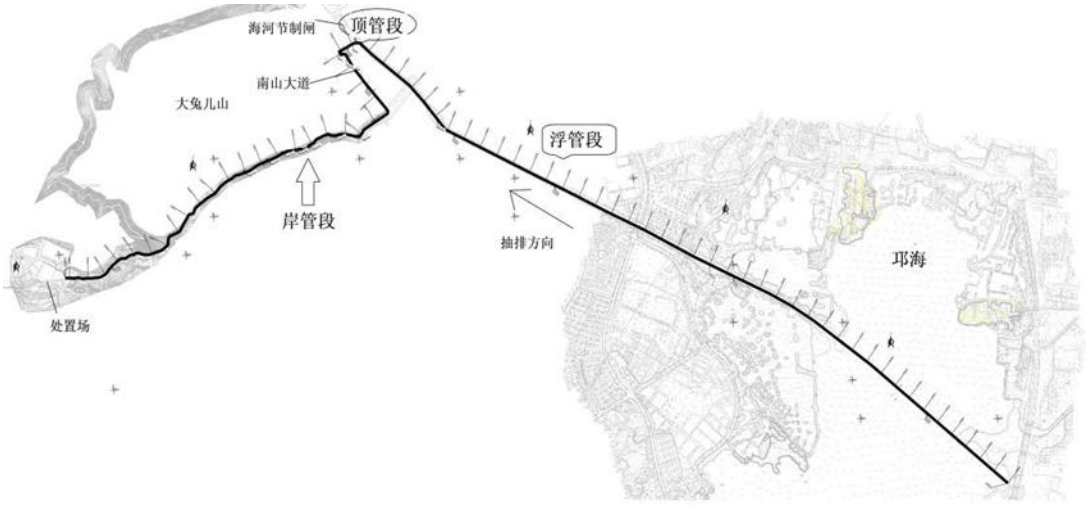


图 2-72 排泥管平面布置图（图示为浮管最长布线长度）

清淤作业点最远输送距离可达 7km 以上，总排高大于 100m，按折合水平运输距离 1.5km～2.0km 为间隔设置接力泵船及接力泵站，在淤泥输送中途设计同特性 2 艘接力泵船及 8 座接力泵站加压输送，封闭串联，接力泵船拆解后作为陆上接力泵站使用，可实现全线封闭式淤泥运输。接力泵站每座占地 100m^2，共设 8 座，占地 800m^2，接力泵船与接力泵站均设简易值班室。接力泵船与接力泵站实例见下图。

图 2-73 接力泵船（左）与接力泵站（右）

（2）淤泥处置工程设计

根据淤泥处置标准及要求，清淤底泥经脱水处理后，结合处理淤泥的农田用土及绿化用土资源化利用需求。确定本邛海生态清淤淤泥处置后余

土含水率应控制在55%以下。当处置余土用于园林绿化用土时，重金属污染物镉含量限值应控制在20mg/kg，当处置余土用于农用土时，本项目与可研保持一致，取较严格取值，重金属污染物镉含量限值应控制在0.6mg/kg。

邛海流域的生态修复和治理工程涉及到清淤及淤泥处置的项目包括邛海生态清淤工程（清淤量85.17万m^3）和邛海湿地内部水系连通工程（18.36万m^3）。考虑到邛海周边生态较为敏感，可供选址的淤泥处置场地较少，为节约淤泥处置场建设投资、节省建设工期，从整个流域修复治理角度出发，本次淤泥处置规模设计时已将邛海湿地内部水系连通工程清淤生产的18.36万m^3的淤泥包含在内，设计规模合计103.53万m^3。

本工程拟选取乌龟塘区域作为淤泥处置场区。乌龟塘位于邛海西北泸山北侧地区，距离邛海约3.2km。拟选淤泥处置场区位于乌龟塘西北侧山角马道街道区域。此区域隶属于西昌市马道镇。区域北侧现为马道物资总公司，区域西侧为山咖咖垂钓园，南侧为山坡及河沟，东侧为区域主要进出道路。区域内现状用地主要为马道物资总公司场地、葡萄大棚及玉米地农田、垂钓园区及小山河沟、乡村土路等。整个场区地形呈东高西低，高程差可达15m。场地北侧马道物资总公司目前在使用中，不建议作为处置场地。区域内主要占地为大棚农田用地，且非基本农田，可作为本次处置场用地。对区域西侧现有垂钓园坑塘进行适当改造，可作为本工程构筑使用。污泥处置场区占地规模为3.9km^2。此区域除去马道物资总公司用地外，场地内大棚农田、垂钓园区等可用面积为8km^2，满足本工程淤泥处置场使用需求。该选址距离邛海距离近，不涉及生态红线、风景名胜区、基本农田区域。场区内现有主要进出道路可作为本工程施工及淤泥资源化利用使用道路。

本工程采用板框压滤脱水处理工艺处理邛海清淤底泥。工程内容主要包括筛分系统1处、两级沉淀池1座、均化池1座、脱水间1处和临时堆

泥场 1 处及配套的加药系统等建设内容。

（1）工程新建筛分系统 1 处。清淤区输送过来的泥浆可直接对接本工艺筛分系统，将污染淤泥中的渔网、碎料瓶、植物根茎等漂浮杂物分选出来。筛分系统采用转鼓式格栅，占地面积 140m^2，设计流量为 2000m^3/h。

（2）新建两级沉淀池 1 座。两级沉淀池占地面积较大，位于整个淤泥处置场区北半区，东侧接筛分系统，南侧与淤泥脱水处理区相邻一条 6m 宽道路。两级沉淀池采用土质塘体结构，地上部分采用土体堤堰，一级沉淀池与二级沉淀池采用土体堤堰分隔，沉淀池采用单层防渗系统。两级沉淀池占地总面积为 0.8hm^2，有效容积 20000m^3。在四周围堰外侧底脚外沿 1m 处开挖截水沟，截水沟宽 0.5m，深 0.4m，边坡 1:0.5，截水沟截排围堰渗水、雨水冲刷堰坡的污染水，避免污染周边环境，截水沟底部及两侧由内至外依次设置 2mm 厚高密度聚乙烯土工膜+一层 4800g/m^2 膨润土防水毯+0.5m 厚压实黏土防渗层组成防渗结构。

（3）新建均化池 1 座及配套建设加药系统 1 处。均化池位于淤泥处置场西南侧，采用钢结构箱体，在场地硬化处理，达到设计强度后可直接安装，均化池尺度为 5m×55m×3m，焊接钢板形成；脱水处理区配套设置 1 处储药间和 1 处加药系统，包括 3 个固化剂罐、1 个加药库房。共需占地 144m^2。

（4）新建脱水间 1 座及临时堆泥场 1 处。淤泥脱水车间及临时堆泥场位于南侧区域，其中脱水车间采用移动钢板房结构，内部共设置 9 台板框式压滤机，脱水车间设计占地面积为 1140m^2；临时堆泥场毗邻淤泥脱水车间，位于场区东南侧，北侧与场区主要进出道路相邻。临时堆泥区占地面积为 3034m^2，可临时存储 3～5 天淤泥处置余土量。

（3）余水处理工程设计

本生态清淤工程余水主要来源于两部分，即淤泥处理工序中的二级沉淀池上清液及压滤机压滤出水。生态清淤工程水下淤泥总清淤量约 85.17 万

m^3，实际清淤工期为 270d。环保绞吸船清淤作业时将邛海水下淤泥泵送至淤泥处置场地的同时，会吸入大量湖水，泵送管道中泥水混合物的含水率约 90.5%，据此估算，泵送至淤泥处置场地的泥水混合物总体积约 662 万 m^3（708 万 t），其中，本工程需处理余水总量约 559 万 m^3。每天处理余水量约 2.1 万 m^3/d，其中淤泥处理工序中二级沉淀池上清液来水约 1.4 万 m^3/d，淤泥处理工序中压滤机压滤出水来水约 0.7 万 m^3/d。

本工程为了尽量减小余水排放对安宁河水质的影响，并综合考虑经济、技术上的合理性和可行性，余水排放标准延用项目可研阶段余水处理出水标准，即出水执行一级 A 标准（TN 除外）。

项目	SS（mg/L）	COD_{Cr}（mg/L）	NH_3-N（mg/L）	TP（mg/L）	pH
数值	10	50	5（8）	0.5	6~9

注：括号外数值为水温＞12℃时的控制指标，括号内数值为水温≤12℃时的控制指标。

工艺简介：

1）絮凝沉淀池：余水处理工序中絮凝沉淀池主要发挥对水体中 SS 的沉淀作用，承接淤泥处理工序中二级沉淀池上清液出水，来水量约 1.4 万 m^3/d。余水处理场地现有一座鱼塘，面积约 $3900m^2$，深约 2.3m，容积约 $8970m^3$。本工程拟征用现有鱼塘并且对鱼塘进行改造，维持整体深度 2.3m，在鱼塘北侧新建钢筋混凝土结构形式絮凝反应池，一座两格；絮凝反应池南侧布置平流式沉淀池，利用现状土质结构形式鱼塘并且对其进行改造，于南北方向中线位置修筑土质隔墙，将现状水塘均匀分成两格，形成两格平流式沉淀池。所以，絮凝沉淀池布置为一座两格，每格絮凝沉淀池长度方向分成絮凝反应池及平流式沉淀池，每格独立运行。絮凝池中需投加 PAC、PAM 絮凝剂，PAC、PAM 絮凝剂投加系统设备布置于中和池南侧药剂储存及加

药场地设置，以管道混合形式向该场地东侧絮凝沉淀池进水管道中投加絮凝剂。平流式沉淀池池底沉泥定期采用小型绞吸船抽吸经管道输送至淤泥处置工序中的一级沉淀池，进而进行下一步处理。

2）中和池：淤泥处理工序中压滤机出水呈碱性，pH 较高，中和池主要承接这部分水，在中和池中采用质量分数为 10%的盐酸对碱性进行中和

3）药剂储存及投加系统：场地位于中和池南侧临近位置，主要用于布置一套盐酸药剂储存、投加系统及一套絮凝沉淀池 PAC、PAM 药剂储存及投加系统。

4）磁混凝高效沉淀系统：磁混凝沉淀系统主要承接絮凝沉淀池出水及中和池出水，用于深度去除余水中 SS、TP 以及其他主要污染物。该技术是以重介质加载沉淀技术为基础，实现高效絮凝沉淀作用。磁混凝高效沉淀池采用一体化成套设备（整体租赁）。

5）清水池：清水池主要用于暂存处理后的余水，余水经处理后部分用于场区回用水（冲洗设备、洒水抑尘、绿化用水等）。清水池主体设计为土体围堰，长度 12.5m，宽度 12.5m，深度 2.0m。边坡坡比 1:3。

（4）生态修复工程设计

充分利用邛海湖滨带及周边湿地区域的自然资源条件，尊重自然场地要求，充分体现自然和生态，构筑理想的湖滨带与河口湿地生态空间，增加水体透明度，为水生植被恢复创造生长条件，实现生态修复为主，兼顾美化、休闲功能的绿色屏障，形成生态稳定安全的滨水绿地空间。

设计策略：①以生态修复为主根据湖滨带、海河两岸及土城河、缺缺河口湿地特点合理种植植物，植物修复以水生植物栽植为主，局部补种乔木和草皮。②因地制宜进行场地设计结合场地现状及空间特征，合理进行场地空间及植物空间的梳理和设计。模拟自然的肌理，结合生境空间以及现状坑塘、林地斑块，合理塑造地形、坑塘及植物空间。③因地制宜进行

植物配置根据当地自然地理、气候、土壤等条件，结合植物的自身特点和环境对植物的要求进行安排，使各种植物都能健康生长。植物选择上以周边湿地公园为参考，选用现状公园内长势良好及景观效果佳的植物，此次生态修复以乡土水生植物为主，尤其是以挺水植物和沉水植物为主；水生植物修复时充分考虑水深条件及生存空间大小，合理种植。

生态护岸工程：鉴于邛海现状生态环境较好，为尽量不对邛海湖区湿地的生态环境产生破坏，本次设计护岸形式应首选自然材质；另由于本次清淤采用带水作业方式，湖区内清淤范围边线距离岸边约 10m，而海河河口段的河底淤泥拟部分清除，河口段的清淤设计边坡为 1:5，因此在湖区内和海河河口段的岸坡形式还应从施工作业方式角度进行选择。可用作护岸的常见自然材质主要有植物、石材、木材及预制桩等，根据本工程特点，可选择的护岸形式主要有格宾石笼护岸、抛石护岸、喜水植被护岸、木桩护岸及仿木桩护岸等，且这几种护岸形式均可带水作业。经综合比较，虽然格宾石笼护岸具有更好的抗冲性能，但由于邛海湖区现场作业条件有限，需先在岸边完成石笼绑扎、卵砾石填料装箱并封盖后，由船只将石笼网箱运至护岸场地，较抛石护岸的施工工序更繁琐，且护岸露出水面，格宾石笼绑扎的钢筋易挂垃圾，与周边环境协调性较差。相较格宾石笼护岸，抛石护岸可由船只将石料直接运至护岸场地，施工更简单，易于操作，且其更接近自然；而仿木桩虽外表近似木质，但其实质仍为钢筋混凝土结构，其造价较松木桩偏高。因此，从实施的难易程度、与周边环境的协调性和经济的角度考虑，本次设计护岸形式采用抛石护岸、松木桩护岸两种护岸形式。湖区滨岸带的护岸除应防止岸坡被淘刷侵蚀外，还应能够覆盖岸坡及坡脚的淤泥，防止风浪带起淤泥，引起水体浑浊，因此湖区滨岸带采用抛石护岸，自坡脚护至常水位以下 0.3m，即 1510.0m。海河河口段本次设计拟清除部分淤泥，清淤设计边坡为 1:5，清淤后基本为淤泥质土，而该段

的现状自然边坡为 1:7~1:15，因此清淤后设计边坡在长时间水流冲刷下仍会恢复现状自然稳定边坡，为保证河口段现状岸线的稳定，该段的护岸形式选用松木桩，松木桩位于清淤设计边坡的上顶线附近。缺缺河河口湿地和土城河河口湿地均为利用现状坑塘清淤、开挖等方式改扩建为湿地，其护岸的功能与海河河口段类似，因此两处新建湿地的护岸形式选用松木桩。

植物修复工程：此次植物生态修复工程主要包括清淤主湖区湖滨带生态修复、海河两岸生态修复、土城河口湿地生态修复、缺缺河口湿地生态修复四项内容。具体工程建设内容如下：

①湖滨带生态修复，湖滨带生态修复范围自邛海宾馆始，向北环邛海至东岸小渔村码头，全长约 8940m。湖滨带修复是此次生态修复的重点之一，现状湖滨带植物空间相对较好，只有在海河口、宣教中心东侧、邛海北岸、缺缺河口等局部存在驳岸裸露，缺少植物防护的情况。

针对此种现状，采用统筹考虑，局部修复的原则，结合湖滨带驳岸的建设，有针对性的种植水生植物，重点进行植物修复设计受清淤范围和水体透明度的影响，结合湖滨带生态空间的现状，此次湖滨带生态修复的重点是水生植物的栽植。依据现状水生植物的分布空间及状态，以补种挺水植物和沉水植物为主，控制水深范围为 0~1.0m，其中挺水植物控制水深 0~0.5m，沉水植物控制水深 0.5~1.0m。挺水植物选择以芦苇、菰、旱伞草为主，沉水植物以苦草、金鱼藻、海菜花为主。

②海河口两岸生态修复，海河口生态修复范围为海河河口至观海路，长约 1300m。海河是邛海的出水河道，南北连接二期、三期湿地，生态功能至关重要。目前，海河此区段为自然式驳岸，常年受水流冲刷，存在局部坡脚塌陷、损毁的情况，海河水体浑浊，一方面是出邛海水体影响，另一方面是驳岸坍塌影响所致。此次生态修复针对两岸驳岸坍塌、损毁的地方进行驳岸防护，并进行植物修复，主要栽植水生植物。水生植物以挺水

植物和沉水植物为主，局部点缀浮水植物和观赏草本。水生植物的选择：挺水以芦苇、菰、旱伞草、花叶芦竹为主，沉水以苦草、眼子菜为主；浮水植物选择野菱；观赏草本选择常绿蒲苇。

③土城河口湿地生态修复，土城河口湿地位于三期湿地范围内，在宣教中心的东北侧。现状此区域有废弃的沉砂池和失去功能的人工湿地。此次生态修复对该处区域进行重新的设计，从北侧土城河入口开始到南边邛海湖滨带结束。设计拆除现有的沉砂池，对人工湿地和现状的坑塘进行清淤整理，梳理现有的湿地坑塘岸线，在现有坑塘的基础上，扩挖入口处的坑塘，连通现有坑塘，营造自然湿地景观。此次土城河口湿地生态修复面积总约 5468m^2。河口湿地的主要建设内容为地形塑造、岸线梳理、乔木补植和水生植物栽植。对集中补植乔木和撒播草籽的区域表层回填种植土，回填厚度 0.6m。湿地水深控制在 1.5m 以内；新开挖塑造岸线坡度缓于 1:3，局部保留现状的地方坡度较陡，布置松木桩驳岸，具体见驳岸设计；地形塑造 0.5m 一步，高程控制在 1.0m 以内，设计常水位为 1510.3m。

土城河口湿地的植物修复措施包括乔木补植、草皮栽植及水生植物栽植。首先，乔木补植主要针对新整理地形及驳岸周边区域，尽量保留现状乔木，结合现状，补植的树种主要选择南方四季杨、乌桕、黄葛树、垂柳、天竺桂、白玉兰、垂丝海棠等。其次，对场地内的草地进行提升，新整理地形区域表层整体回填种植土 0.6m，播种草籽，草籽选择狗牙根和早熟禾混播，播撒比例 7:3。最后，最主要的修复方式为水生植物的栽植，水生植物根据场地所处区域不同选择不同的栽植方式。土城河入口水面开阔处，考虑冲刷和水体浑浊度，以挺水植物为主，选择芦苇、菰等净化效果好的植物，岸边点缀栽植常绿蒲苇；中南部坑塘密布，栽植方式为挺水+浮水+沉水植物相结合，挺水植物选择芦苇、菰、旱伞草、再力花和花叶芦竹等，浮水植物选择睡莲、野菱和荇菜，睡莲少量栽植，主要在靠近园路区域，

除了净化水体，主要为方便游人观赏。沉水植物选择苦草、金鱼藻、眼子菜和海菜花。

④缺缺河口湿地生态修复，缺缺河口湿地也位于三期湿地范围内，在邛海的东岸。现状此区域有废弃鱼塘，杂草丛生，缺少乔木。此次生态修复对该处区域进行重新的设计，从东侧缺缺河入口开始到西侧邛海湖滨带结束。缺缺河口湿地生态修复面积总约 5709 m^2。设计对现状废弃的鱼塘进行清淤整理，重塑坑塘岸线，在现有坑塘的基础上，连通南北两侧现状的湿地坑塘，营造自然湿地景观。此次缺缺河口湿地生态修复主要建设内容为地形塑造、岸线梳理、乔木补植和水生植物栽植。对集中补植乔木和撒播草籽的区域表层回填种植土，回填厚度 0.6m。湿地水深控制在 1.5m 以内；新开挖塑造岸线坡度缓于 1:3，局部与现状湿地连通的地方坡度较陡，根据场地坡度不同，布置松木桩等不同的驳岸形式，具体见驳岸设计；地形塑造 0.5m 一步，高程控制在 1.5m 以内，设计常水位为 1510.3m。缺缺河口湿地的植物修复措施主要包括乔木补植、草皮栽植及水生植物栽植。首先，乔木补植主要针对新整理地形及驳岸周边区域，结合现状保留乔灌木，补植的树种主要选择南方四季杨、乌桕、黄葛树、鸡冠刺桐、垂柳、天竺桂、香樟、白玉兰、垂丝海棠、日本晚樱等。其次，新整理地形区域表层整体回填种植土 0.6m，播种草籽，草籽选择狗牙根和早熟禾混播，播撒比例 7:3。

最后，水生植物的栽植，水生植物根据场地所处区域不同选择不同的栽植方式。土城河入口处，考虑冲刷和水体浑浊度，以挺水植物为主，选择芦苇、菰等净化效果好的植物，岸边点缀栽植常绿蒲苇；其他区域坑塘密布，栽植方式为挺水+浮水+沉水植物相结合，挺水植物选择芦苇、菰、旱伞草、再力花和花叶芦竹等，浮水植物选择睡莲、野菱和荇菜，睡莲少量栽植，主要在缺缺河入口两侧靠近现状园路区域，除了净化水体，主要为方便游人观赏。沉水植物选择苦草、金鱼藻、眼子菜和海菜花。

⑤植物修复设计专项

乔灌木选择：此次设计主要在土城河口和缺缺河口湿地范围内补种乔木，乔木选择坚持生态、经济性原则，以生态修复为核心原则，结合生态适应性、场地需求性、区域协调统一性、经济适用性等来进行植物配置设计；因地制宜，运用乡土性植物及适地性植物；注意水位变化和季节变化；采取以乔木+灌木（保留现状）+草坪+水生植物相结合的补种方式。在确保适地适树的前提下，发挥乔灌的生态功能，满足两侧固土护岸、防风抗涝的基本要求以及绿化、美化的功能要求。

为维持已建立的稳固植物和环境关系，尽可能保存不同生境条件，为邛海生物种类提供适合生育地。植物选择上还注重落叶和常绿树种相结合、观叶和观花植物相结合。运用乡土性植物及适地性植物，以南方四季杨、乌桕、黄葛树、香樟、垂柳、鸡冠刺桐等乔木为基调树种，并配以天竺桂、日本晚樱、白玉兰、垂丝海棠等树形较好的观花植物，乔木结合滨水岸线栽植水生植物，打造一个独具特色的滨水绿色空间。

水生植物选择：

1）选种原则：河湖水生植物生态修复的关键就是种植合适的水生植物并使其成为优势种。种植水生植物净化水质、降低人为因素对湖泊的影响。因此在选择水生植物时，应该考虑以下几点：耐污性强，净化效果好；满足环境功能需求；构建空间搭配合理的植物群落；尽量使用具有强抗干扰能力的乡土种，避免生物入侵。

2）根据以上原则，结合邛海现有的水生植被种类，选择水生植物对治理区域内挺水、浮水、沉水植物三种水生植被类型进行补植和优化配置，睡莲少量栽植，主要在缺缺河入口两侧靠近现状园路区域。挺水植物有阻止水流和减小风浪的作用，有利于悬浮质沉降。它主要吸收深部底泥中的营养盐，对浅水处的内源污染有一定的控制作用。浮叶植物在一定程度上

可以控制浮游植物，改善水体的透明度。沉水植物能消耗水体中的氮、磷等营养物质。菰、芦苇、野菱、荇菜、金鱼藻、马来眼子菜和苦草均为邛海本土植物种，其中海菜花通过从大理洱海引种试验种植。

表 2-26 水生植物种植深度及密度表

水生植物类别	水生植物名称	种植密度	种植区域水深（m）
挺水植物	芦苇	25 株/m^2	0~0.5
	菰	25 株/m^2	0~0.5
	旱伞草	16 株/m^2	0~0.5
	再力花	16 株/m^2	0~0.5
	花叶芦竹	25 株/m^2	0~0.5
浮叶植物	睡莲	2~3 头/m^2	0.5~1.0
	野菱	5 株/m^2	0.5~1.0
	荇菜	2~3 株/m^2	0.5~1.0
	眼子菜	3~4 芽/丛、25 丛/m^2	1.0~1.5
	海菜花	3 株/ m^2	0.5 以上
沉水植物	苦草	40 株/m^2	0.5~1.0
	金鱼藻	40 株/m^2	0.5~1.0

3）漂浮生境岛工程：本次生物多样性修复的位置选择在观鸟岛湿地公园内，根据现场情况，可在观鸟岛湿地公园东侧 50 米外布置漂浮型生境岛，既防止人为干扰不影响生物栖息，又能对湖水进行消浪沉沙水质净化，同时还具有很好的展示宣教作用，通过漂浮生境岛的建设来打通水陆之间生物的系统食物网，增加原有湿地生态系统的生物多样性，让湿地系统更稳定。本项目漂浮生境岛的结构设计主要考虑风浪对漂浮生境岛的冲击，本方案位于邛海 2 期湿地最南侧观海平台外 50 米处的邛海湖区内。从三组漂浮生境岛的位置可以看出，其东、西、北三面都靠近岸边，所以这三个方向没有风浪吹来，只有南侧是面向邛海大水面，三组漂浮生境岛所面对的最长吹程风向为东南风，吹程约 8km；根据风浪模型推演，当风速达到 15m/s

时，最大波浪可达 1~1.5m。

图 2-74 生态修复工程布置图

（5）施工工艺

1、环保绞吸式清淤施工工艺

主湖区 1#区及 2#区采用产量 400m³/h 环保绞吸式挖泥船清淤，海河河道出湖口清淤采用小型绞吸式挖泥船进行清淤。

①设备调遣、运输、下水：湖区清淤采用的环保绞吸式挖泥船尺寸为：26.3m×6.69m×1.87（总长×型宽×型深），为分体拼装结构，将整船分体成若干块后最大单块宽度约为 7.6m，由平板车运输至施工现场进行拼装，拼装完成后利用拖轮配合卷扬机采用气囊法下水。小型绞吸式挖泥船为定制挖泥船，可穿越桥体，也可在湖区周边下水。

②开挖顺序：根据湖区的特点，在蓄水位低时开挖深水区域，水位较高时开挖浅水区域，尤其是狭长部位（海河口）有沙洲的区域安排在湖区

水位较高时清淤。开挖方法：将湖区预先进行分区，根据绞吸式挖泥船特施工点，区内按35～40m分条开挖，开挖时条幅搭接1～2m，避免漏挖和相邻区块塌方残留。

③淤泥输送：淤泥直接吸入泥泵，经泥泵加压后通过连接在船后的排泥管线（浮管及岸管）输送至淤泥处置场，整个流程为全封闭状态。当输送距离超出挖泥船单船输送能力时，通过若干级接力泵加压后，输送至淤泥处理场。

④质量控制：船上配有精确的定位系统，采用船用全球卫星定位系统（GPS）进行平面定位，各开挖条幅间搭接1.0～2.0m，防止漏挖；通过深度指示仪和绞刀压力感应器控制开挖深度，每两小时观测一次湖区水位变化情况，随时根据水位情况调节绞刀深度，可控制平面误差≤1m，深度误差≤10cm，能有效防止欠挖和超挖，并在开挖后用回声测探仪进行检测。

2、入湖河口湿地清淤施工工艺

土城河河口及缺缺河河口清淤入湖河口湿地非开阔水域，且清淤量不大，此部分清淤采用水陆两栖挖机进行清淤，修建临时便道后，5000L槽罐车对外运输至淤泥处置场。

3、底泥输送施工工艺

①浮管敷设

在绞吸式挖泥船后布设实际需要用途的浮管，采用单长6m钢管（Φ400mm）穿设浮筒形式浮管，钢管间用1.5m长的橡胶管柔性连接，使得挖泥船泥浆泵体输出管和潜管有良好的活动余地，浮管敷设线路近似流线型弯曲。

浮管与湖区岸边入湖口湿地范围内安装，每200m一段，后将管线利用拖轮拖至施工水域，水上拼接。浮管每20m～30m安装一个固定浮筒，保证浮管在吹泥施工时仍然要浮于水面以便维修。

因浮管要承受水流、风浪及吹填施工时的冲击力等影响，故管段间的卡夹必须十分牢固可靠，同时严格控制浮管摆幅和线路顺畅，每隔100m双向抛小锚定位，防止水流、风速造成管线大幅度摆动，影响施工生产。浮管敷设示意见下图。

图 2-75 浮管敷设

②岸管明铺施工

岸管由直径Φ400mm的钢管（单根6m长）和不同角度的弯头、橡胶管组成，并采用法兰加橡胶垫圈、螺栓连接，岸管铺设时采用人工挑抬连接施工，保持管线平坦，顺直。输泥管使用时间不足一年，管径较小，占地范围不大，且为完全封闭式。岸管铺设以明铺为主，沿现有道路于旁侧铺设。岸管明铺段管线沿海河节制闸西南140m处，南山大道西南侧路肩布置，自西北至东南方向布置395m后转西南方向进入现有水泥道路，后沿路北侧路肩布置，岸管铺设范围内地势起伏较大，铺设需将管底进行平整以便输浆管底的基础、衬垫物、支架牢固。

③岸管发非开挖敷设施工

岸管选择于K4+300桩号附近由东北向西南穿越南山大道，南山大道为

双向六车道，沥青混凝土路面，路面宽约30m。岸管穿越南山大道段采用顶管施工，顶管段与相邻明铺段采用钢管弯头连接。穿越位置位于海河节制闸西南侧南山大道（G108）顶管段距离为74m。顶管位置路面高程约为1516.00m，顶管穿越设计的始发井布置于南山大道西南侧缓坡上，距离道路水平距离约23.4m；接收井布置于南山大道东南侧草坪平地，距离道路水平距离约20.6m，穿越段与道路夹角85°。顶管平面布置见下图。

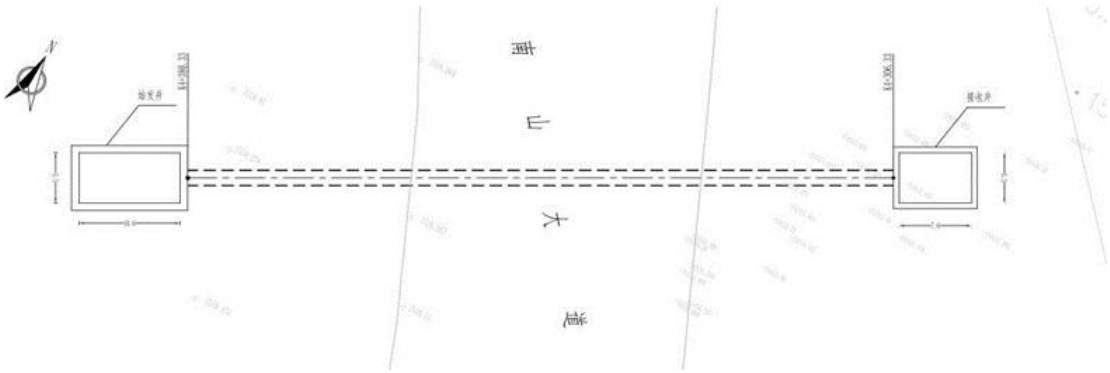


图2-76 排泥管顶管穿越段平面布置图

4、淤泥、余水处理工程施工工艺

①土方开挖

采用2m³反铲式挖掘机开挖，15t自卸汽车运输，开挖料利用部分用于场地平整及回填，多余部分运至临时堆土区，用作植物修复工程种植土。

②土方回填

土方回填就近利用开挖料，采用74kW推土机推土，2m³反铲式挖掘机辅助转运，74kW拖拉机压实.

③混凝土浇筑

混凝土采用商品混凝土，由混凝土搅拌车运至现场后，底板及侧墙主要采用溜槽及泵送辅助入仓，人工立模，插入式振捣器及平板振捣器振捣。

5、生态修复工程施工工艺

①抛石施工

采用 15t 自卸汽车自商品料场运至现场，抛石护岸分布在湖区滨岸带，块石由 100m³石驳船运输至工作面，人工配合机械抛投，抛投过程中使用测深仪控制高程，以满足设计厚度。

②松木桩施工

驳船运木桩至施工区域附近，水陆两用挖掘机配液压振动锤打插圆木桩，人工辅助。施打时宜将将两排桩逐根或逐组施打至稳定深度，然后再施打至设计深度。

③漂浮生境岛施工

预制锚块连接钢丝绳，按设计位置沉入水下，漂浮岛组装完成后拉到设计位置，通过钢丝绳与水下锚块相连接，保持始终漂浮在水面。

2.4.3.6 设计工程量

邛海生态清淤工程量总计 85.17 万 m³，分别对邛海北部主湖区、土城河和缺缺河入湖口区、海河河道出湖口段三个区域进行清淤。

淤泥处置工程采用板框压滤脱水处理工艺处理邛海清淤底泥，工程处理水下自然方淤泥量合计 85.17 万 m³，工艺设计进料规模 2000m³/h，淤泥处置工程占地总面积 1.87hm²。

余水处理工程需处理余水总量 559 万 m³，设计余水处理规模 2.1 万 m³/d。余水处理工程场地总占地约 1.40hm²。

生态修复工程包括生态护岸工程、植物恢复工程和漂浮生境岛工程。在湖区滨岸带实施抛石护岸，护岸长度 4.45km，在海河出湖口段、土城河和缺缺河河口湿地布设松木桩护岸，护岸长度 3.92km；湖滨带植物恢复工程自邛海宾馆始，向北环邛海至东岸小渔村码头，全长约 8.94km，种植挺水植物和沉水植物；海河生态修复范围为海河河口至观海路，长约 1.30km，结合两岸驳岸防护进行植物修复；土城河和缺缺河河口湿地生态修复范围分别约 54681m² 和 57096m²，主要建设内容为地形塑造、乔木补植和水生植

物栽植。漂浮生境岛建设于海河南岸二期湿地海门桥东侧50米外的邛海主湖区，在远离岸边区域营造适宜水鸟栖息的场地，增加生物多样性，漂浮生态岛建设总面积433m²。详见表2-27。

表2-27 工程量表

序号	项目	单位	数量（特性）	备注
施工				
（一）	主体工程量			
1	环保绞吸船清淤	万 m^3	81.01	
2	挖掘机清淤	万 m^3	4.16	
3	土方开挖	万 m^3	4.97	
4	土方回填	万 m^3	2.77	
5	混凝土浇筑	万 m^3	0.66	
6	钢筋制安	t	131.31	
7	钢材	t	49.80	
8	种植土	万 m^2	2.16	
9	抛石	万 m^3	23.08	
10	松木桩	km	3.92	

2.4.3.7 施工组织

（1）料场

邛海生态清淤工程主要有种植土填筑约2.16万m³，抛石23.08万m³，碎石0.04万m³。

工程所用种植土利用淤泥处置场产生的淤泥，利用土方于临时堆土区堆存后运至种植土需土区域；工程所需混凝土约0.66万m³，采用商品混凝土；抛石和碎石可在太和铁矿石料厂采购，运距约为21km。因而，本项目不设置料场。

（2）施工导截流

生态清淤采用环保式绞吸船及水陆两栖挖掘机结合的方式，为带水作业，不涉及施工导流。淤泥处置场位于乌龟塘附近，分为淤泥处置和余水

处理两个区块，其中淤泥处置区块位于东侧，整体地块高程为 1551.00m，余水处理区块位于西侧，稍低，主要地面建筑药剂储存及投加系统场坪高程 1547.40m，南侧河沟（利用为余水排沟）沟底高程一般 1543.9～1542.5m，低于场坪高程。因此淤泥处置场亦不涉及施工导流。

（3）主体工程施工

①环保绞吸式清淤施工

湖区 1#区及湖区 2#区采用产量 400m³/h 环保绞吸式挖泥船清淤，海河河道出湖口清淤采用小型绞吸式挖泥船进行清淤。

邛海主湖区清淤区现状湖底及河底高程一般 1507.6m～1508.5m，邛海正常蓄水位 1510.3m，400m³/h 环保绞吸式挖泥船满载吃水深度为 1.8m，选型满足吃水深度要求，小型绞吸式挖泥船吃水较 400m³/h 环保绞吸式挖泥船浅，亦满足要求。

a.设备调遣、运输、下水

本次湖区清淤采用的环保绞吸式挖泥船尺寸为：26.3m×6.69m×1.87（总长×型宽×型深），为分体拼装结构，将整船分体成若干块后最大单块宽度约为 7.6m，由平板车运输至施工现场进行拼装，拼装完成后利用拖轮配合卷扬机采用气囊法下水。小型绞吸式挖泥船为定制挖泥船，可穿越桥体，也可在湖区周边下水。环保绞吸式挖泥船分体运输与现场拼装方式见下图。

图 2-77　环保绞吸式挖泥船分体运输与现场拼装

b.开挖顺序

根据湖区的特点，在蓄水位低时开挖深水区域，水位较高时开挖浅水区域，尤其是狭长部位（海河口）有沙洲的区域安排在湖区水位较高时清淤。开挖方法：将湖区预先进行分区，根据绞吸式挖泥船特施工点，区内按35～40m分条开挖，开挖时条幅搭接1～2m，避免漏挖和相邻区块塌方残留。

c.淤泥输送

淤泥直接吸入泥泵，经泥泵加压后通过连接在船后的排泥管线（浮管及岸管）输送至淤泥处置场，整个流程为全封闭状态。当输送距离超出挖泥船单船输送能力时，通过若干级接力泵加压后，输送至淤泥处理场。

d.质量控制：船上配有精确的定位系统，采用船用全球卫星定位系统（GPS）进行平面定位，各开挖条幅间搭接1.0～2.0m，防止漏挖；通过深度指示仪和绞刀压力感应器控制开挖深度，每两小时观测一次湖区水位变化情况，随时根据水位情况调节绞刀深度，可控制平面误差≤1m，深度误差≤10cm，能有效防止欠挖和超挖，并在开挖后用回声测探仪进行检测。

②入湖河口湿地清淤施工

土城河河口及缺缺河河口清淤入湖河口湿地非开阔水域，且清淤量不大，此部分清淤采用水陆两栖挖机进行清淤，修建临时便道后，5000L槽罐车对外运输至淤泥处置场。

③底泥输送施工

环保绞吸式挖泥船清淤泥浆采用输泥管输送底泥，通过在水面布置浮管结合陆地铺设岸管将泥浆直接输送至临时处理厂。本项目环保绞吸清淤部分淤泥输送水平距离6.92km，其中邛海湖区及海河河道段浮管敷设4.26km，浮管自绞吸式挖泥船接出后，沿西北方向顺海河河道布置，终点位于海河节制闸上游约110m处；岸管起始段与浮管终点相接，止于淤泥处置场，全长2.66km。排泥管在海河节制闸上游110m处上岸，穿南山大道

后沿南山大道路肩西侧向南布置，敷设约380m后转至西向，围绕大兔儿山南侧现有道路肩铺设，直至小山南淤泥处置场。

在淤泥输送中途设计同特性2艘接力泵船及8座接力泵站加压输送，封闭串联，接力泵船拆解后作为陆上接力泵站使用，可实现全线封闭式淤泥运输。接力泵站每座占地100m^2，共设8座，占地800m^2，接力泵船与接力泵站均设简易值班室。

a.浮管敷设

在绞吸式挖泥船后布设浮管，采用单长6m钢管（Φ400mm）穿设浮筒形式浮管，钢管间用1.5m长的橡胶管柔性连接，使得挖泥船泥浆泵体输出管和潜管有良好的活动余地，浮管敷设线路近似流线型弯曲。

浮管与湖区岸边入湖口湿地范围内安装，每200m一段，后将管线利用拖轮拖至施工水域，水上拼接。浮管每20m～30m安装一个固定浮筒，保证浮管在施工时仍然要浮于水面以便维修。

因浮管要承受水流、风浪及吹填施工时的冲击力等影响，故管段间的卡夹必须十分牢固可靠，同时严格控制浮管摆幅和线路顺畅，每隔100m双向抛小锚定位，防止水流、风速造成管线大幅度摆动，影响施工生产。

b.岸管明铺敷设施工

岸管由直径Φ400mm的钢管（单根6m长）和不同角度的弯头、橡胶管组成，并采用法兰加橡胶垫圈、螺栓连接，岸管铺设时采用人工挑抬连接施工，保持管线平坦，顺直。

输泥管使用时间不足一年，管径较小，占地范围不大，且为完全封闭式。岸管铺设以明铺为主，沿现有道路于旁侧铺设。岸管明铺段管线沿海河节制闸西南140m处，南山大道西南侧路肩布置，自西北至东南方向布置395m后转西南方向进入现有水泥道路，后沿路北侧路肩布置，岸管铺设范围内地势起伏较大，铺设需将管底进行平整以便输浆管底的基础、衬垫物、

支架牢固。

输浆管线的接头采用钢制法兰连接，必须紧密、牢固，整个管线和接头不得漏泥、漏浆、漏水，发现泄漏，应及时修补或更换。输浆管拐弯按现场情况，选用定型钢管弯头或橡胶软管。

④淤泥余水处理设施池体

a.土方开挖

沉淀池采用 2m³反铲式挖掘机开挖，15t 自卸汽车运输，开挖料利用部分用于场地平整及回填，多余部分运至临时堆土区，用作植物修复工程种植土。

b.土方回填

土方回填就近利用开挖料，采用 74kW 推土机推土，2m³反铲式挖掘机辅助转运，74kW 拖拉机压实

c.混凝土浇筑

混凝土采用商品混凝土，由混凝土搅拌车运至现场后，底板及侧墙主要采用溜槽及泵送辅助入仓，人工立模，插入式振捣器及平板振捣器振捣。

⑤抛石施工

采用 15t 自卸汽车自商品料场运至现场，抛石护岸分布在湖区滨岸带，块石由 100m³石驳船运输至工作面，人工配合机械抛投，抛投过程中使用测深仪控制高程，以满足设计厚度。

⑥松木桩施工

驳船运木桩至施工区域附近，水陆两用挖掘机配液压振动锤打插圆木桩，人工辅助。施打时宜将将两排桩逐根或逐组施打至稳定深度，然后再施打至设计深度。

⑦漂浮生境岛施工

预制锚块连接钢丝绳，按设计位置沉入水下，漂浮岛组装完成后拉到

设计位置，通过钢丝绳与水下锚块相连接，保持始终漂浮在水面。

（4）施工交通

①对外交通

工程区主要分布在邛海北部，海河口附近，沿岸有滨海绿道，北侧由航天大道，西侧有海滨中路，施工机械、物料可通过国道 248、观海路、滨海绿道到达主清淤区。国道 G348 及南山大道（G108）分布于淤泥处置场东西两侧，可作为淤泥处置场对外连接道路。

②场内交通

场内交通主要为土城河口清淤、缺缺河口清淤、淤泥处理场至对外连接路的便道以及淤泥处理场场区道路。共设置临时道路 3.15km，临时道路分两种型式：一种为 4.0m 宽泥结碎石路面，为保证临时道路错车，每 200m 设置一处错车道，错车道处宽度为 6.0m，另一种为 6.0m 宽混凝土路面。施工临时道路统计见下表。

表 2-28 场内施工道路表

序号	名称	路面型式	宽度（m）	长度（m）	备注
1	1-1#临时道路	泥结碎石路面	4.0	510	土城河口湿地内，接滨海绿道
2	1-2#临时道路	泥结碎石路面	4.0	260	土城河口湿地内，接滨海绿道
3	1-3#临时道路	泥结碎石路面	4.0	130	土城河口湿地内，接滨海绿道
4	2-1#临时道路	泥结碎石路面	4.0	430	缺缺河口湿地内，接滨海绿道
5	2-2#临时道路	泥结碎石路面	4.0	450	缺缺河口湿地内，接滨海绿道
6	3#临时道路	泥结碎石路面	4.0	750	淤泥处置场至南山大道路部分段改建
7	4#临时道路	混凝土路面	6.0	620	淤泥处置场内
8	5#临时道路	泥结碎石路面	4.0	90	连接 3#临时道路与 2#临时堆土区
小计				3240	

（5）施工工厂

①砂石加工场

本工程块石、碎石外购，不设置砂石料加工系统。

②混凝土拌合站

本工程采用商品混凝土，现场不设混凝土生产系统。

③淤泥余水处理场

位于小山南区域，包括淤泥处置和余水处理两个系统，分别布置筛分系统、两级沉淀池、均化池、脱水间、临时堆泥场、絮凝沉淀池、中和池、药剂储存及投加场地、超磁一体化设备、清水池等。具体内容详见“2.4.3.2 淤泥处理工程”“2.4.3.3 余水处理工程”章节。

④钢木加工场

淤泥处置场东南侧设置钢筋及木材加工厂一处，用以承担淤泥处置厂建设水池钢筋及木材加工任务，建筑面积 200m^2，占地面积 800m^2，待建厂完毕进入主体清淤施工期后，作为机械停放场。

⑤其他施工辅助设施

本工程主体施工期间主要依排泥管道输送底泥，考虑道管道后期可能的维修需要，设置管件维修厂一处，建筑面积 100m^2，占地面积 300m^2。

（6）供水、供电、供风、通讯

①供水

施工及生活用水接驳市政自来水。

②供电

施工供电从附近 10kV 线路“T”接至工区箱变降压后供生产生活使用，10kV 架设总长度按 5km 计，其中 1#施工工区接自附近村庄 10kV 线路，架设 2km，2#施工工区接自 10kV 马凉线接线点（G348 附近）架设 3km。线路零星供电采用柴油发电机。

③供风

板框压滤机用风采用 2 台 110kW 空压机。

④通讯

本项目工程区有无线电信号，可为本工程服务，无须另设通信系统。

（7）施工总布置

邛海生态清淤工程共布置2个施工工区，工区分布见下表。

表 2-29 施工分区表

工区名称	承担施工范围	位置
1#施工工区	邛海湖区、海河、入湖河口清淤及浮管铺设	缺缺河湿地东侧
2#施工工区	淤泥处置场及岸管铺设	乌龟塘附近区域

①1#施工工区

1#施工工区布置于缺缺河清淤区域东侧，滨海绿道东侧空地处，紧邻现有道路，生产区包括机械停放场、管件维修厂、施工仓库等，以上生产区在主体清淤施工前可作为挖泥船拼装场及接力泵船（站）临时安放，另有生活办公区配套。主要承担施工期清淤作业区施工物资存放、施工机械停放及管件维修等任务。

②2#施工工区

2#施工工区布置于小山南区域，主要由淤泥处置场设施及附属辅企设施组成，生产区包括淤泥处置系统、余水处理系统、钢木加工厂、机械停放场、施工仓库等，另有生活办公区配套。主要承担主体清淤前的淤泥处置场的建设辅企、施工期淤泥固化的生产、施工物资存放、施工机械停放等任务。各工区分类及占地见下表。

表 2-30 施工工区分类一览表

工区名称	序号	项目	单位	建筑面积	占地面积	备注
1#施工工区	1	1#机械停放场	m^2		650	
	2	船体组装场	m^2		1300	重复利用
	3	仓库	m^2	200	500	
	4	管件维修场	m^2	200	350	
	5	办公区生活区	m^2	1600	2000	
	6	2#机械停放场	m^2		760	
	7	小计	m^2	2000	4260	
2#施工工区	1	机械停放场	m^2		300	
	2	综合加工厂	m^2	450	700	
	3	仓库	m^2	200	300	
	4	生活办公区	m^2	500	600	
	5	淤泥处置场设施	m^2	/	32742	
	6	小计	m^2	1150	34642	

2.5 工程土石方平衡

2.5.1 邛海湿地内部水系连通工程

本工程淤泥（淤泥质土）开挖、土方开挖、回填、松木桩护岸、水质改善等工程。

经计算，本工程岸坡土方回填 0.13 万 m³，回填料直接采用经中转利用场处理后的淤泥质粉质粘土，平均运距 10km。砂卵石回填 0.18 万 m³，可到西昌市裕隆乡购买,储量满足工程需要,交通运输方便,平均运距约 20km。

清淤疏浚总量 18.36 万 m³，通过清淤后，运输至淤泥处置场进行处理，综合运距拟考虑 15km。

2.5.2 邛海生态清淤工程

本工程合计清淤 85.17 万 m³（水下自然方），土方开挖 34.96 万 m³（自然方），土方回填 2.49 万 m³（压实方），种植土 2.16 万 m³（自然方）。根据《西昌市人民政府关于消纳四川省邛海流域水生态修复与治理工程（邛海生态清淤工程）脱水固化淤泥的情况报告》（西府[2022]90 号），淤泥清除经脱水固化后在施工期间作为农业种植用土、生态修复绿化用土等进行资源化利用，湖区 1#区淤泥固化后作为泸山绿化生态用土，湖区 2#区淤泥固化后作为农田建设用土。

土方开挖料除用于回填外，置于临时堆土区临时堆放，待清淤施工完成后临时堆存土用作种植土。本工程不设弃渣场，设临时堆土场两处，1#临时堆土区位于缺缺河河口湿地东侧 1#施工工区北侧，用于堆存淤泥处置场开挖土，待土城河口及缺缺河口清淤施工完成后用作种植土，1#临时堆土区边坡按 1：2，经计算 1#临时堆土区占地约 1.59 万 m²，临时堆土量约 2.04 万 m³。2#临时堆土区位于淤泥处置场东 350m 处，前期用于临时存放淤泥处置场开挖土回填利用部分，2#临时堆土区后期用作泥饼周转场，占地 0.45 万 m²，2#临时堆土区与淤泥处置场场区内临时堆泥场组合，可临时

堆存一周产量的泥饼。土石方平衡计算见表 2-31。

表 2-31 土石方平衡计算表（单位：万 m³）

序号	项目	挖方	填方	植被恢复	利用	
					数量	去向
一	底泥清淤工程					
1	湖区 1#区清淤	42.96			0.12	生态修复
					42.84	
2	湖区 2#区清淤	27.64			27.64	作为耕作土、绿化
3	土城河口底泥清淤	2.39			2.39	
4	缺缺河口底泥清淤	1.77			1.77	
5	海河底泥清淤	10.41			10.41	
二	淤泥输送管线	0.22	0.15			
三	淤泥处理工程	3.5	1.35			
四	余水处理工程	1.24	1.42			
五	生态修复工程			2.16		
	合计	90.13	2.92	2.16	85.17	

2.6 施工总进度

该工程计划总工期为 24 个月，西昌小花山-青龙寺天窗绿化造林、泸山森林火灾植被恢复、邛海东岸小箐河生态修复和补植项目养护期 2 年，鹅掌河生态治理竹园项目养护期 3 年。其中河道治理工程安排在一个枯水期内完成；内部水系连通工程安排在第一个枯水期后完成；水土保持生态建设工程、湿地内部水系两侧生态修复工程，其中植物工程根据适宜季节分批实施，构筑物工程在工期内均衡安排；邛海清淤 2 区分两期先后实施。详见表 2-32。

表 2-32　施工总进度表

序号	项目名称	第一年			第二年												第三年								
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	施工准备期																								
2	官坝河上游生态治理工程																								
	排导防护工程																								
	拦挡工程																								
3	水土保持生态建设工程																								
4	邛海湿地生态修复工程																								
5	邛海湿地内部水系连通工程																								
	土方开挖																								
	卵石护岸																								
	土方填筑																								
	清淤疏浚																								
6	邛海A区清淤																								
7	邛海B区清淤																								
8	施工场地清理和工程验收																								

2.7 建设项目效益分析

2.7.1 生态效益

（1）提升生物多样性

湿地系统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。同时，湿地是重要的遗传基因库，对维持野生物种种群的存续，筛选和改良具有商品意义的物种，均具有重要意义。

（2）调节局部小气候

工程建成后，水生植物对局部区域小气候的影响一个是温度影响，一个是湿度影响。本次湿地工程的建成，不仅可以为水禽提供丰富的食物来源，繁茂的植物群丛为水禽提供栖息繁殖所必需的安全空间，增加生物多样性和生态系统的稳定性，还对调节当地气候具有重要的意义。

（3）环境优化

本工程的建成，将给区域内生活环境将有巨大改善，也将为城市建设发展创造优质条件。本次人工湿地工程以苦草、睡莲，鸢尾、香蒲、菖蒲、芦苇等作为湿地植物，并进行优化配置，由此形成良好的视觉效果。人工湿地建成后，还将起到涵蓄水源、调节水量的作用。湿地在蓄水、调节河川径流、补给地下水和维持区域水平衡发挥着重要作用，是蓄水防洪的天然“海绵”。

本工程新增林草植被面积控制了人为因素产生的新的森林破坏现象，生态恶化的态势得到扭转，水土流失减弱，农村生产生活条件明显改善，实现农民人均纯收入增加，逐步建立起以乔灌草植被为主体的生态安全体系和较发达的林业产业体系，实现区域生态良好、人与自然和谐、社会经济可持续发展的良好局面。

（4）恢复水生态系统

邛海生态清淤工程的实施，去除湖内淤泥，有效的削减湖内污染负荷，为

湖水水质的改善创造条件。清除污染底泥、保留生物堆积层，为水生植物的生建立创了较好的湖床环境，为邛海大型水生植物的恢复生长和良好水质的长期保持提供了条件。清淤后，水深呈现出不同梯度，为具有不同特性的水生植物创造适合其生长发育的光照、水深等物理条件，浅水区有利于挺水植物生长，深水区则适合沉水、浮叶植物生长，从而有利于邛海水生生态系统的恢复及重建。

2.7.2 社会效益

本次工程的实施将明显改善环邛海周边的人居环境，保障城乡饮水安全，提升群众生活水平，为建设美丽西昌、提升地区可持续发展水平注入新动力。

工程的建设实施过程还将使人们体会到生态保护的重要性，构建人与自然和谐共存的协调关系，激发公众的生态保护意识，建成国际阳光康养休闲度假旅游目的地，成为国家良好型湖泊生态环境保护、湿地保护与恢复的典型案例，为西昌市建成生态田园城市奠定环境基础。

邛海对西昌市的工农业发展、社会生活及地区生态环境起着重要作用，其蓄水能力和生态调节能力与西昌人民的切身利益息息相关。底泥清理工程，对于控制污染、保护生态环境和促进当地经济发展将起到积极的作用，湖区直接受益人口将达数十万以上。它的实施必将颇受地区社会舆论的关注，是地方人民盼望已久并受到欢迎和拥护的工程。

2.7.3 经济效益

邛海-泸山风景区是首批国家级旅游度假区，本工程实施将有效提升邛海及西昌地区的旅游形象和旅游品味，推进邛海景区旅游业务的发展，对西昌市实施“邛海景区推动旅游”战略，推动旅游跨越发展提供有力支撑，将激发当地旅游经济的新动能，为当地旅游产业持续带来可观的经济收益；另外，工程的实施也将促进地区产业结构的调整，带动邛海周边相关产业及其上下游产业的发展，提升地区综合经济实力，对西昌市乃至凉山州的经济的可持续发展将起

到积极促进作用。

本工程实施还将有效改善邛海周边的农林生产条件，提高土地生产率，为建设优质、高产、高效的大农业奠定基础。通过入湖河流上游水土保持生态建设工程及河道整治工程，一方面可减轻滑坡、泥石流等自然灾害造成的损失，有助于形成综合自然灾害防护体系，保障环湖地区人民群众的生命财产安全。另一方面可对产业结构进行优化，解放农村剩余劳动力，使人口资源、环境与经济协调发展，对提高环境容量，缓解人地矛盾，助力扶贫攻坚、改善农村群众的生活条件，建设新时代美丽乡村等具有重要的意义。

2.8 项目环境保护和水土保持措施

2.8.1 环境保护

2.8.1.1 水环境保护措施

（1）生活污水

①污水概况

根据施工总布置，设置 2 处施工工区。施工总工期 12 个月，施工高峰人数 500 人，根据四川省用水定额，凉山州农村居民生活用水定额值为 120L/人·d，施工人员生活用水定额类比农村居民生活用水，取 120L/人·d 考虑，污水排放系数取 0.8，两个施工区高峰期人数分别为 250 人，则估算每个施工区生活污水高峰排放量为 24m^3/d。

②处理目标

生活污水经处理后回用，不外排，处理后水质达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）标准，出水用于洒水降尘或绿化浇洒。

③处理工艺

施工区生活污水拟采用生活污水处理成套设备，生活污水处理成套设备是采用目前较为成熟的生化处理技术——生物接触氧化法。在污水处理设备前端

设置调节池，以调节污水水质、水量，调节池进口处设置格栅，污水通过格栅依次进入缺氧池、生物接触氧化池、二沉池和消毒池进行处理，污泥进入污泥池，具体的生活污水处理工艺流程见图 2-78。

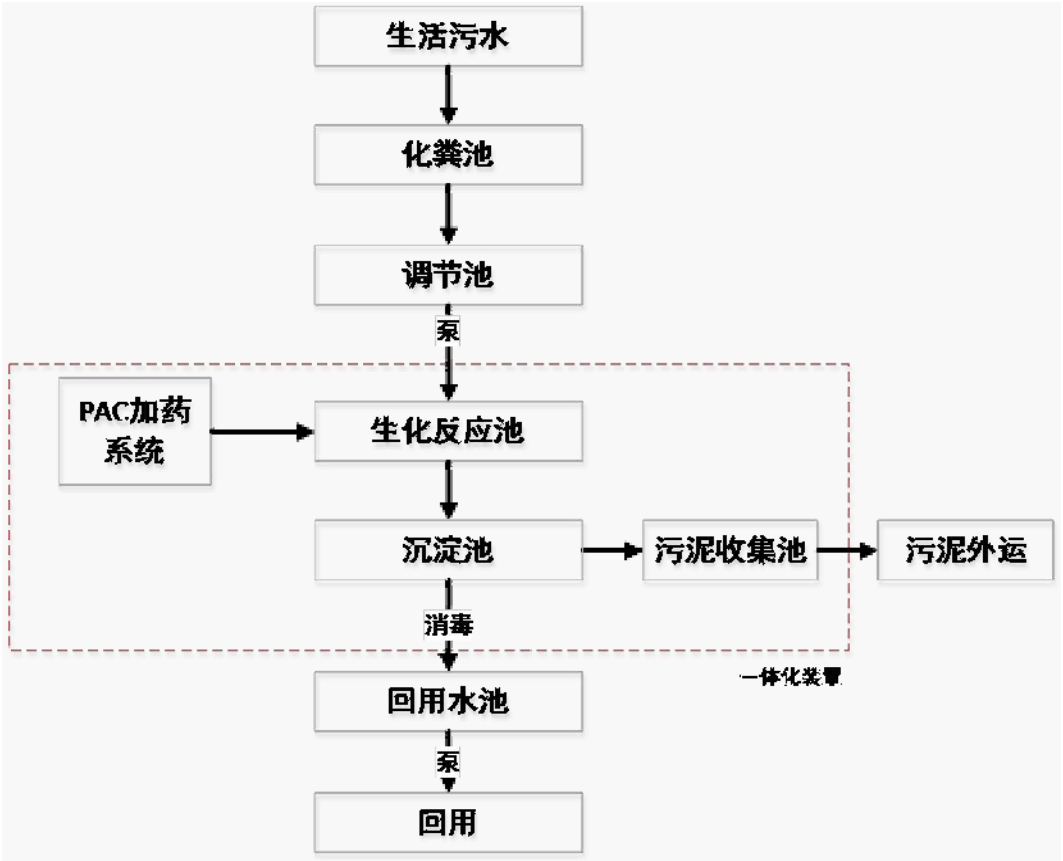


图 2-78　生活污水处理流程图

（2）清淤施工对邛海水污染防治措施

邛海生态清淤采用环保绞吸式清淤，为了减轻清淤过程中对邛海水质的影响，提出下列防治措施：

①施工前精心准备，科学合理组织施工

施工单位应在全面研究技术要求，调查和分析现场施工条件的基础上，编制施工组织设计，合理选择清淤设备和施工方法，对整个工程的施工质量、进度和资源消耗做出合理的安排，使工程的质量、工期达到合同规定的要求。施工组织设计应附有施工总平面图、挖泥区设计图和土方计算表、挖泥区钻孔平面图、主要燃、材料和备配件计划表。

在施工过程中认真执行国家的有关法律法规，技术规范以及管理要求；认真做好现场准备工作，清淤作业之前对施工区进行清淤前测量，清淤区的测量范围并做好施工放样工作。

②精确定位，减少超挖土方量

为避免超挖引起的多余的扰动而产生的悬浮物，施工船舶应精确定位后再开始挖掘，或尽量选用 DGPS 全球定位系统，准确确定清淤区的位置，从而可以减少清淤作业中不必要的超深、超宽的清淤土方量，也就是从根本上减少对环境产生影响的悬浮物的数量。

③实施动态监测，采取机械限速操作

工程实施之前，对施工区的水体透明度和 SS 值进行抽样检测，计算其最大值、最小值和平均值，综合选定气动吸泥泵绞刀转速、台车推进速度、左右横移速度等操作参数。

清淤期间，在挖泥船周围附近布设水质监测点，严密监测水体中的 SS 指标变化，依据试验数据，实时反馈和调整开挖速度，进行限速施工。

④理敷设排泥管线

邛海生态清淤采用环保绞吸式清淤，需敷设挖泥船至后方陆域的排泥管线。为防止排泥管线敷设不合理而造成的漏泥污染邛海，环评要求：加强管线及接口的观测维护，保证排泥管密封性能；加强对排泥管线的巡视，一定发生排泥管线泄漏应及时封堵和处理，如有必要应暂停清淤工作。

（3）船舶废水污染防治措施

挖泥船废水主要是洗舱废水、船底水、以及少量生活废水。为了减轻挖泥船废水对邛海的影响，提出下列防治措施：

①挖泥船废水经自带的油水分离器进行初步处理，处理后的废水运送至邛海污水处理厂进行处理，禁止将废水直接排放进入邛海。

②不在挖泥船设置生活设施，工作人员产生的少量生活污水经收集后运输

至邛海污水处理厂进行处理，禁止将污水排放邛海。

③加强对施工挖泥船的检修维护，避免发生船舶废水泄漏对邛海造成污染。

（4）淤泥脱水余水处理措施

根据主体工程设计，本工程余水来自于淤泥处置工序中的沉淀池上清液及压滤机压滤出水，经估算，本工程需处理余水总量约497万m^3，每天处理余水量约2.1万m^3/d，其中淤泥处理工序中二级沉淀池上清液来水约1.4万m^3/d，淤泥处理工序中压滤机压滤出水来水约0.7万m^3/d。余水处理工程主要布置有絮凝沉淀池、中和池、药剂储存及投加场地、超磁一体化设备及清水池等，主体工艺采用磁絮凝高效沉淀工艺，出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级A标准，部分回用于场地设备冲洗、抑尘绿化用水等，剩余部分最终排入安宁河。

2.8.1.2 生态环境保护措施

（1）邛海-螺髻山风景名胜区保护

开展邛海-螺髻山风景名胜区生态保护宣传教育，严格执行《风景名胜区管理条例》；根据山峰、洞府、溪涧、森林、草原、遗址遗迹等不同风景资源类型，建立不同资源的环境保护方案。

（2）湿地生态环境保护

严格执行《湿地保护管理规定》；开展湿地生态保护宣传教育，完善湿地生态保护措施；加强病虫害的防治，建立和不断健全病虫害防治体系；严格对花卉、植物的检疫制度，杜绝危险性病虫害传入场区；定期开展湿地垃圾治理，完成日常维护工作，加强对周边区域生活垃圾处理转运工作的管理。湿地定期收割的植物可通过以下方式进行处置：一是堆肥后进行综合利用；二是送至生活垃圾填埋场填埋；三是晒干后送至垃圾焚烧厂焚烧。此外，在实际运行过程中也可以将其开发成一些可综合利用的物质，如造纸材料、畜牧饲料、观赏植物等。

（3）邛海生态环境保护

在工程完成后，对邛海生态清淤工程扰动区域和非工程区域分别定期进行监测，比较分析扰动区域和非扰动区域物种数量、种类密度，以促进湖区水生生态系统的良性健康发展；规划邛海水质保护措施，设立水源保护宣传牌。

2.8.1.3 土壤环境保护措施

挖泥船将淤泥挖出后直接通过排泥管连接至利用场。利用场为采砂坑，坑内淤泥采用自然晾晒法晾干，并布置土工膜一层，坑底清基松土并铺设土工膜一层，工程采取这些措施后，不会对所在土地类型的土壤环境造成污染。

邛海湿地内部水系连通工程及邛海生态清淤工程涉及淤泥堆存，气味的散发可能引起社区和居民的反感，施工过程中应注意做好宣传和减轻工作。

2.8.1.4 环境保护投资

本工程环境保护工程估算投资 959.24 万元，其中环境保护措施部分费用 50.00 万元，环境监测措施费用 159.40 万元，环境保护临时措施费用 306.45 万元，独立费用 364.37 万元，基本预备费 79.02 万元。

2.8.2 水土保持措施

2.8.2.1 生态修复区

生态修复区包括生态清淤工程和生态修复工程，其中邛海主湖区清淤采用 400m^3/h 环保绞吸船进行清淤，入湖河口湿地清淤采用水陆两栖挖机进行清淤，河道出湖口清淤采用小型绞吸式挖泥船进行清淤；生态修复工程包括底泥输送工程、生态护岸工程、植物恢复工程和漂浮生境岛工程，主体工程设计通过以上生态修复措施，恢复水生动植物群落结构，改善区域水生态环境状况，提升生态系统稳定性，植物措施较为完善。

底泥输送工程铺设清淤输泥管线长度 6.92km，其中：浮管 4.26km，岸管 2.66km，均采用 DN400 钢管，淤泥输送设接力泵船 2 艘，接力泵站 8 座。

主体设计已有河道疏浚工程设计方案，需注意在施工过程中，严格按照设

计原则施工，减少地貌扰动，避开雨季，做好疏浚范围土地平整。补充以下措施：

（1）工程措施

施工结束后主体工程考虑将岸管拆移，占用耕园地区域实施复垦，林草地面积 0.39 hm^2，水土保持专业补充土地平整 0.39hm^2。

（2）植物措施

施工结束后岸管拆移，在占用林草地区域栽植乔灌草进行植被恢复，绿化面积 0.39hm^2。乔木选择红叶李，灌木选择杜鹃，草种选择结缕草。乔木栽植规格为 2m×2m，灌木栽植规格为 1m×1m，草籽撒播量为 120kg/hm^2。

经统计，共需栽植乔木 1024 株，栽植灌木 4095 株，撒播草籽 0.39hm^2。

（3）临时措施

施工期间，对回填表层土 918 m^3（复耕面积上由工程征地和移民专业设计的回填表土）集中堆放在占地范围内一角，并对临时堆放的回填表土进行临时拦挡，土方堆高约 2m，堆土边坡为 1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋装土高 1m，底宽 1.5m，顶宽 0.5m，需袋装土 79m^3。为减少水土流失，在堆土顶部和侧面采用防尘网苫盖，需防尘网 415m^2。

施工区内的开挖、填筑、堆置等裸露地表应采取临时覆盖措施，减小水土流失，在裸露区域铺设防尘网苫盖，需防尘网 48170m^2。

经统计，袋装土 79m^3；采用防尘网进行苫盖，需防尘网 48585m^2。

2.8.2.2 淤泥处置区

淤泥处置区包括淤泥处置工程和余水处理工程，采用板框压滤脱水处理工艺处理邛海清淤底泥，经处理干泥作为农业种植用土、生态修复绿化用土等进行资源化利；余水处理采用磁絮凝高效沉淀工艺，出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准部分回用于场地设备冲洗、抑尘绿化用水等，剩余部分最终排入安宁河。

（1）工程措施

主体工程考虑在施工结束后对临建设施进行拆除，占用耕园地区域实施复垦。本方案补充对占用林草地区域，施工结束后进行平整，土地平整0.38hm^2。

（2）植物措施

施工结束后在占用林草地区域栽植乔灌草进行植被恢复，绿化面积0.38hm^2。乔木选择红叶李，灌木选择杜鹃，草种选择结缕草。乔木栽植规格为2m×2m，灌木栽植规格为1m×1m，草籽撒播量为120kg/hm^2。

经统计，共需栽植乔木998株，栽植灌木3990株，撒播草籽0.38hm^2。

（3）临时措施

施工期间，对回填表土8996 m^3（复耕面积上由工程征地和移民专业设计的回填表土）集中堆放于淤泥处置区一角，土方平均堆高2m，堆土边坡为1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋装土高1m，底宽1.5m，顶宽0.5m，拦挡长度219m，需袋装土248m^3；采用防尘网进行苫盖，需防尘网4066m^2。

2.8.2.3 临时堆土区

（1）工程措施

施工结束后进行土地平整，平整面积为0.85hm^2。

（2）植物措施

施工完毕后对临时堆土场进行植被恢复，绿化面积0.85hm^2。乔木选择红叶李，灌木选择杜鹃，草种选择结缕草。乔木栽植规格为2m×2m，灌木栽植规格为1m×1m，草籽撒播量为120kg/hm^2。

经统计，共需栽植乔木2231株，栽植灌木8925株，撒播草籽0.85hm^2。

（3）临时措施

施工期间，对开挖后需回填利用的土方2.5 万 m^3，四周用袋装土进行临时拦挡，袋装土196m^3，采用防尘网进行苫盖，需防尘网2553m^2。

2.8.2.4 施工生产生活区

（1）工程措施

主体工程考虑在施工结束后对施工生产生活区的临建设施进行拆除，占用耕园地区域实施复垦，本专业根据植被恢复需求对占用林草地区域进行表土剥离，剥离的表土临时堆放于生产生活区一角，施工结束后将表土回填并平整。经统计，共剥离表土346m^3，回填表土346m^3，土地平整0.12hm^2。

（2）植物措施

施工完毕后对施工生产生活区进行植被恢复，绿化面积0.12hm^2。乔木选择红叶李，灌木选择杜鹃，草种选择结缕草。乔木栽植规格2m×2m，灌木栽植规格为1m×1m，草籽撒播量为120kg/hm^2。

经统计，栽植乔木315株，栽植灌木1260株，撒播草籽0.12hm^2。

（3）临时措施

在施工生产生活区四周布设土质排水沟，排水沟为矩形断面，断面尺寸0.5m×0.5m。排水沟长315m，土方开挖89m^3。

施工期间，对回填表层土2301 m^3（含耕园地剥离表土1956 m^3）集中堆放于生产生活区一角，土方平均堆高2m，堆土边坡为1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋装土高1m，底宽1.5m，顶宽0.5m，拦挡长度111m，需袋装土125m^3；采用防尘网进行苫盖，需防尘网1040m^2。

2.8.2.5 交通道路区

临时施工道路长2.53km，路面宽4.5m，采用泥结碎石路面。

（1）工程措施

主体工程考虑在施工结束后对临时道路进行拆除，并将占用耕地区域实施复耕。

由于施工道路未硬化，且占压时间较短，不考虑表土剥离措施，仅在施工结束后采取深翻措施进行土地平整。经统计，土地平整0.77hm^2。

（2）植物措施

施工结束后，对占用林草地区域的临时道路栽植乔灌草进行绿化，乔木选择红叶李，灌木选用杜鹃，草种选择结缕草。乔木栽植规格为 2m×2m，灌木栽植规格为 1m×1m，草籽撒播量为 120kg/hm^2，绿化面积 0.77hm^2

经统计，乔木栽植 2021 株，灌木栽植 8085 株，撒播草籽 0.77hm^2。

（3）临时措施

施工期在临时道路一侧开挖土质排水沟，减少水土流失影响，长度 2530 米，排水沟断面为矩形，底宽 0.5m，深 0.5m。排水沟共需开挖土方 715m^3。

施工期间，对回填表层土 281 m^3（复耕面积上由工程征地和移民专业设计的回填表土）集中堆放于生产生活区一角，土方平均堆高 2m，堆土边坡为 1:2，编织袋墙分层错位堆砌，按“品”字形紧密排列，袋装土高 1m，底宽 1.5m，顶宽 0.5m，拦挡长度 39m，需袋装土 44m^3；采用防尘网进行苫盖，需防尘网 127m^2。

水土保持工程量汇总表见表 2-33。

表 2-33　水土保持工程量汇总表

防治分区	水土保持措施		单位	工程量
主体工程区	工程措施	土地平整	hm^2	0.77
	植物措施	栽植乔木	株	2022
		栽植灌木	株	8085
		撒播草籽	hm^2	0.77
	临时措施	袋装土拦挡	m^3	327
		防尘网苫盖	m^2	52651
临时堆土区	工程措施	土地平整	hm^2	0.85
	植物措施	栽植乔木	株	2231
		栽植灌木	株	8925
		撒播草籽	hm^2	0.85
	临时措施	袋装土拦挡	m^3	196
		防尘网苫盖	m^2	2553
施工生产生活区	工程措施	表土剥离	m^3	346
		表土回填	m^3	346
		土地平整	hm^2	0.12
	植物措施	栽植乔木	株	315
		栽植灌木	株	1260

防治分区	水土保持措施		单位	工程量
		撒播草籽	hm^2	0.12
	临时措施	袋装土拦挡	m^3	125
		防尘网苫盖	m^2	1040
		临时排水沟	m^3	89
交通道路区	工程措施	土地平整	hm^2	0.77
	植物措施	栽植乔木	株	2021
		栽植灌木	株	8085
		撒播草籽	hm^2	0.77
	临时措施	袋装土拦挡	m^3	44
		防尘网苫盖	m^2	127
		临时排水沟	m^3	715

2.8.3 植物保护措施

2.8.3.1 生态影响的避让措施

生态影响的避免与消减措施就是通过采取适当的措施，尽可能在最大程度上避免或减少不利的生态影响。一般通过工程设计、施工方案、变更项目内容或规模、适当防护等手段避免或减少项目造成难以挽回的环境损失、根据本工程特点，建议以下降低对植物植被影响的避免和消减措施：

工程在施工过程中应该避免造成大量的水土流失。对外和场内交通道路新建和改建等工程施工活动易产生水土流失，因此，应做好道路修建时的挖填方平衡和防护等，减免对生态环境产生的不利影响。

工程占地造成生态损失是不可避免的，在工程建设中应该高度重视对林地和草地植被保护，加强对周边现有林地和草地的有效保护，充分发挥这部分林地和草地的生态效应。为此有必要采取以下措施：

（1）坚决制止周边的林地和草地资源滥砍乱伐、过量采伐等不良经营方式，保护和培育现有林地，特别要防止趁工程建设之机大肆砍伐林木事件的发生，在工程施工等人为活动中，重视对现有林地植被的保护。

（2）加强林地和草地病虫害的防治，强化对现有林草地的管理。

2.8.3.2 生态影响的消减措施

工程在施工过程中不可避免对生态环境造成一定的不利影响，主要表现在水土流失及陆生植物的影响方面，为了将施工活动的生态影响削减至合理的程度，拟采取措施如下：

（1）根据施工总平面布置图，确定施工用地范围，进行标桩划界，禁止施工人员进入非施工占地区域；

（2）非施工区严禁烟火、狩猎和垂钓等活动；

（3）为削减施工造成的水土流失进入水体，要对施工机械运行方式和施工季节等进行严格设计。

2.8.3.3 生态影响的恢复措施

根据项目建设方案，项目为生态修复与治理工程，实施了多项植被恢复措施。清淤工程完毕后，也实施了植物恢复措施，促进水生植物和岸边植物的恢复。因此项目实施完毕后应着力于临时占地区域及周边的植被恢复工作。

施工迹地植被恢复有以下技术要点：

（1）根据现有占地区内植被状况进行恢复，即现为灌丛的区域应采用栽培灌木苗+播撒草籽的方式恢复为灌丛。

（2）应在施工前对当地具体植被类型做记录，在清理施工作业带时，应将原来生长的乔木、灌木幼苗或低矮灌木植株和草皮移栽至附近适宜的地段妥善栽植保存，施工完成后，按照原来的植被类型进行恢复。由此尽量减少对植物的直接破坏，杜绝滥砍滥伐滥挖灌草。

（3）应优先考虑利用施工前移栽的乔木、灌木幼苗或低矮灌木植株和草皮进行植被恢复。如移栽的乔、灌木幼苗或低矮灌木植株和草皮不能满足植被恢复需求，则开展人工恢复方案——乔灌木苗或低矮灌木植株与草本植物+草籽应选用区内的原生物种，严禁引入区内没有分布的种苗或草籽进行栽植。

（4）应按照拟使用林地恢复林业生产条件实施方案的编制，采取相应的

工程措施对临时占用林地进行恢复。

（5）按照各地块的立地条件开展植被恢复，以保证植被恢复成功。

（6）植被恢复后营造的林地地块要加强抚育管理，及时割除影响幼苗生长的杂草。

2.9 项目建设后湿地公园湿地面积变化情况

（1）河口湿地清淤工程实施后，因为淤堵而丧失功能的土城河口湿地和缺缺河口湿地得到了恢复，两个河口湿地将重新发挥对土城河和缺缺河来水的净化作用和生态功能，湿地公园内有效湿地面积增加了 55456m^2。

（2）邛海湖区清淤工程，其清淤范围严格按照湖区岸线进行，不缩小湖区湿地范围，湿地面积无变化。

（3）清淤后实施的护岸工程，严格按照河流岸线、湖区现有岸线进行加固提升，主要布置在岸坡的水位波动区和清淤上边线位置处，护岸总长度 8.37km。主湖区滨岸带采用抛石护型式，抛石护岸长度 4.45km，抛石范围重点为易受冲刷的湖岸区域，护岸完全采用自然抛石的方式，不硬化不固化，不改变湖区湿地范围和面积；海河河道、土城河和缺缺河河口湿地采用松木桩护岸型式，护岸位置严格遵循原有堤岸和原有护岸位置，不减小河口湿地和海河河道的面积，松木桩护岸长度 3.92km。因此，护岸工程对湿地公园的湿地面积无影响，湿地面积无变化。

（4）清淤后的植物恢复工程，对清淤主湖区湖滨带、海河两岸、土城河口湿地、缺缺河口湿地等四处进行水生植物修复。补植沉水植物和挺水植物，河口湿地生态修复面积总约 111777m^2，提升了湿地功能。

综上，项目建设后，对湿地公园的原有湿地面积无变化，提升湿地功能后，湿地公园内有效湿地面积增加了 55456m^2。

3 湿地公园概况

3.1 湿地公园历史沿革

四川邛海国家湿地公园位于青藏高原横断山区东缘，地理坐标为E102°15′51.85″-102°21′21.14″，N27°46′41.88″-27°52′2.66″，东西跨度9.2km，南北跨度10.8km，总面积为3728.7hm^2。邛海属长江流域，雅砻江水系，湖面呈L型，南北长11.5km，东西最宽5.5km，湖周长37.4km，是四川省第一大天然淡水湖，湿地公园面积为3728.7hm^2，其中水域面积31km^2，是长江上游生态屏障的重要组成部分。

邛海为乌蒙山和横断山边缘断裂陷落形成的湖泊湿地，具有相对闭合的地理环境特征，其汇水面山-湖岸-湖滨-湖盆的形态特征具有典型性，孕育了丰富的生物多样性与特有性，是我国西南地区特有的封闭与半封闭湿地类型。是西昌城区40万各族群众的饮用水源地，被誉为西昌的母亲湖。具有供水、灌溉、调节气候、旅游等多种生态功能。邛海湿地不仅生态区位重要，其自然湿地风光也格具魅力，湖水碧蓝，山光云影，一碧万顷，呈现似海景观。由于其独特的生态区位及美丽的湿地风光，2011年成功创建为四川省湿地公园；2013年被国家林业局教育部共青团中央评为“国家生态文明教育基地”、被国家林业局批准为国家湿地公园试点、中国最具网络人气最佳野生鸟类观赏地、国家西部地区生态文明示范工程试点市、邛海湿地恢复模式被四川省林业厅纳入《四川省湿地恢复技术规程》，成为全省湿地保护与恢复的典型案例；2014年被国家环保部评为“国家环保科普基地”；2014年通过国家林业局组织的国家湿地公园试点验收，同年被国家旅游局评为“国家旅游度假区”；2015年以来，先后被香港凤凰卫视和央视《新闻联播》作为长江上游湿地保护与修复的成功案例进行正面宣传报道；2016年邛海国家湿地公园被人民日报社主办主管的《中国经济周刊》誉为国家

湿地公园的“四颗明珠”之一；2017 被国家旅游局评为“国家湿地旅游示范基地”；2017 年被中国林学会评为“全国科普教育基地”；2019 年被中国林学会评为全国第一批“自然教育基地”；2019 年被四川省林业和草原局批准为省级林草长期科研基地。本着“保护优先、科学修复、适度开发、合理利用”的原则，根据《四川邛海国家湿地公园总体规划》和《国家湿地公园试点验收办法（试行）》要求，以邛海湿地保护保育为重点，生态恢复为核心，兼顾湿地科普宣教及生态观光、休憩健身等功能，全面推进国家湿地公园建设。目前，邛海国家湿地公园已经建设成为一个湿地特色突出、生态环境优良、饮用水源地保护目标明确，山、水、城、林相融，湿地生态景观与人文景观相依的集湿地保护、科普宣教和休闲健身、生态旅游等功能于一体的开放性国家湿地公园。

3.2 湿地公园范围和面积

邛海国家湿地公园位于青藏高原横断山区东缘，四川省西昌市，地理坐标为 102°15′51.85″-102°21′21.14″E，27°46′41.88″-27°52′2.66″N，东西跨度 9.2 km，南北跨度 10.8 km，总面积为 3728.7 hm^2。湿地公园及其周边区域交通便利，108 国道、雅攀高速公路、省道西巧公路、宜西公路、环海公路等，为邛海旅游交通提供了十分便利的条件。

邛海国家湿地公园规划区是以四川省凉山彝族自治州西昌市东南部邛海为主体，包括周边官坝河、鹅掌河和小青河入湖河段。东起小青河周家山河段，西至观海路和海河交汇处；北起官坝河象鼻山河段，南至鹅掌河 1.9km 处，东西跨度 9.2km，南北跨度 10.8km。

3.3 湿地公园保护目标及性质定位

国家湿地公园的主要功能是保护湿地生态系统的完整性和发挥湿地生态服务功能、科普教育功能和为公众提供生态旅游场所的功能。结合邛海和西昌市的具体情况和发展定位，邛海国家湿地公园的性质是集保护、恢

复、科普宣教和合理利用为一体的综合性国家湿地公园；其定位为“西昌市优良的饮用水源地；湿地动植物栖息的天堂；邛海土著鱼类的家园；湿地科普宣教的课堂；传承光大彝族文化的载体；居民休闲游憩的乐园以及西昌市的新名片”，并最终建成最具魅力的高原湖泊湿地公园。

（一）湿地保护与恢复

湿地公园是我国湿地保护体系的重要组成部分，整体规划的主线是湿地保护和恢复，包括水质、水源、水岸保护、植被恢复和栖息地恢复等。通过进行水系疏通、水质净化、水岸保护、水鸟栖息地生境和鱼类生境营造等，完善和提升湿地生态系统的整体功能和效益。保育恢复区建成后将会成为景观优美、植被茂密，能够吸引更多数量和种类的鸟类来此栖息、觅食、繁衍的湿地生态系统，具有保护水源、净化水质、调节径流、提供栖息地等多种功能，生物多样性丰富，人与自然和谐发展的区域。

（二）科研监测

设立邛海国家湿地公园科研监测中心，加强湿地公园的科研监测和管理工作，培养和引进专业人才，建立合理的科研管理体制，科学有效的监测、保护和利用湿地公园内的各种资源。

（三）科普宣教

建立邛海国家湿地公园科普宣教中心，围绕邛海湿地变迁，通过实物认知、标本展示、志愿宣讲、记录放映、生态模拟等项目，对湿地强大的生态服务功能，如水质净化、提供产品等进行宣传教育，让游客系统地了解和认识邛海湿地，提高人们的湿地保护意识，鼓励更多的人参与到湿地保护中来。

（四）合理利用

邛海国家湿地公园总体规划以可持续发展为原则，以生态旅游理念为主线，在强调保护湿地生态的同时，全面挖掘生态旅游发展潜力，明确未

来旅游产品的开发方向和特色；在分析现有客源市场的基础上，进一步挖掘市场潜力，发展区域旅游。

（五）社区共管

通过规划生态旅游服务项目，强调社区参与，利益共享，使其在湿地生态旅游开发中得到实惠，提高人民的生活水平，并带动周边居民参与到湿地保护中，发挥湿地公园生态旅游的最大功效。

3.4 湿地资源概况

3.4.1 湿地类型及分布

四川邛海国家湿地公园内湿地资源丰富，类型多样。根据《全国湿地资源调查技术规程（试行）》的分类系统，湿地公园内湿地分为湖泊湿地、河流湿地、沼泽湿地、人工湿地四大湿地类；永久性淡水湖、永久性河流、洪泛平原湿地、草本沼泽、库塘、稻田/冬水田 6 个湿地类型。

表 3-1 邛海湿地公园内湿地类型现状表

湿地类	湿地型	面积（hm^2）	占湿地总面积（%）	占湿地公园总面积（%）
湖泊湿地	永久性淡水湖	2746.4	77.14	73.66
河流湿地	永久性河流	29.5	0.83	0.79
	洪泛平原湿地	12.7	0.36	0.34
沼泽湿地	草本沼泽	117.3	3.29	3.15
人工湿地	库塘	59.2	1.66	1.59
	稻田/冬水田	595.2	16.72	15.96
合计		3560.3	100	95.48

（1）湖泊湿地

湖泊湿地主要是永久性淡水湖湿地型，邛海宽广的水面均属于此湿地类型，面积 2746.4hm^2。

（2）河流湿地

1、永久性河流

邛海国家湿地公园的永久性河流湿地主要包括官坝河、鹅掌河、小青河等常年有水的河流，面积 29.5hm^2。

2、洪泛平原湿地

主要是上述永久性河流的河岸、沙洲和河口三角洲，在洪水期被周期性淹没的区域，面积 12.7hm^2。

（三）沼泽湿地

沼泽湿地在邛海主要包括草本沼泽 1 个湿地型，是由水生和沼生的草本植物组成优势群落的淡水沼泽。主要分布在邛海边缘及河流沿岸。这些区域地势低洼，长期积水，湿地草本植物发育良好，逐渐沼泽化，形成草本沼泽湿地，面积 117.3hm^2。

（四）人工湿地

1、库塘湿地

主要分布在邛海沿岸，小渔村和古城村附近，面积 59.2hm^2。

2、稻田/冬水田

稻田/冬水田湿地主要分布在邛海东南部，面积 595.2hm^2。

3.4.2 湿地生物多样性

3.4.2.1 湿地植物多样性

（1）种类组成

根据《四川邛海国家湿地公园总体规划》（2014-2017），邛海湿地公园共计有维管植物 105 科、238 属、366 种。其中蕨类植物 5 科、5 属、8 种，裸子植物 5 科、7 属、9 种，被子植物 95 科、226 属、349 种（表 3-2），在本区维管植物区系中，以被子植物占优势，蕨类植物和裸子植物较少，其中裸子植物全部为人工引种栽培。

表 3-2 邛海湿地维管植物统计表

合计			蕨类植物			裸子植物			被子植物		
科	属	种	科	属	种	科	属	种	科	属	种
105	238	366	5	5	8	5	7	9	95	226	349

（2）区系分析

邛海湿地地处我国西南亚热带高原山区，即青藏高原东南之缘，横断山纵谷区，处于印度洋西南季风暖湿气流北上的通道上。在植物区系上，区域属于东亚植物区，中国-喜马拉雅森林植物亚区；是云南高原植物地区、横断山区和中国-日本森林植物亚区的交汇地带。区系性质为典型的亚热带性质，具体表现为热带成分和温带成分大约相当。其中，水生植物区系以世界分布型为主。

（3）分布特征

①水生维管植物的分布

邛海水生维管植物的最大分布深度为 3m，位于邛海南部岗窑沿岸的局部湖湾；最小分布深度为 1.2m，位于其北岸官坝河入湖口两侧；在张摆沿岸出现荒芜区。水生维管植物主要分布在湖泊的北面、西面和南面，东面由于地势较陡，砂石较多，水生维管植物分布较少。

北片区：从跑马场至唐家湾段，全长约 9.5km 左右的湖岸，主要分布在 1.2~2.0m 深的水域，面积约 1.22km^2。水生维管植物群落主要有芦苇群落、荭白群落、菱角群落、莲群落、狐尾藻群落、红线草群落、眼子菜群落和苦草群落等 8 个群落类型。

西片区：范围从码路至邛海公园段，全长约 7km 左右的湖岸，主要分布在 2m 深的水域，面积约 0.85km^2。该片区的水生植物群落主要为芦苇群落、荭草群落、菱角群落、野菱群落、苦草群落、金鱼藻群落、狐尾藻群落和黑藻群落等 8 个群落类型。

南片区：范围从黄家堡子至杨家堰段，全长约 12km 左右的湖岸，主要分布在 2~3m 深的水域内，面积约 0.50km^2。该片区的水生植物群落主要为芦苇群落、荭白群落、莲群落、菱角群落、欧菱群落、苍菜群落、满江红群落、苦草群落、金鱼藻群落、狐尾藻群落、黑藻群落和红线草群落等 10

个群落类型。

其余在东部零星分布着金鱼藻群落、狐尾藻群落、苦草群落，面积约0.23km^2，分布深度大约在2m内水域。在湖湾部份除主要分布芦苇群落、茭草群落、类芦群落、莲群落外，还常常分布着酸模叶蓼群落、丁香蓼群落、凤眼莲群落、喜旱莲子草群落类型，其中，凤眼莲群落、喜旱莲子草群落等群落类型是典型的生态入侵物种，特别是凤眼莲群落，现阶段虽然只是分布在部分湖湾，但应特别警惕其对湖面的威胁。在整个邛海湖泊中，水生维管植物分布面积总共约2.8km^2，包括芦苇群落、茭草群落、莲群落、菱角群落、野菱群落、蓊菜群落、满江红群落、金鱼藻群落、狐尾藻群落、苦草群落、眼子菜群落、红线草群落、黑藻群落、凤眼莲群落、酸模叶蓼群落、丁香蓼群落、水花生群落等17种群落类型。

由于1998年海河洪水倒灌，导致邛海北岸数千亩水生植物死亡。目前跑马场至老官坝河沿岸水生植物仅有狐尾藻，植株被泥沙覆盖呈红色，生长情况较差，群落覆盖度不到30%。

②湿地树木的分布

邛海湿地树木多为引种栽培物种，原生物种种类少，数量低。从邛海各湖岸残留的湿地痕迹分析可知，邛海湖滨的原初的自然生态结构应为，乔木-挺水植物-浮叶植物-沉水植物。调查发现，邛海湿地除在老海河入口附近的局部湖湾、官坝河河口、土城河河口区域有部分挺水植物以上湿地植被类型残留外，其余区域基本为各种土地开发利用形式占用（主要有农田、鱼塘、旅游景区、公路等）。原生湿地树木破坏极为严重，只是在局部区域有残余分布，现阶段的湿地树木，多为旅游开发过程中的引种栽培物种、周围农家栽种的果树和护岸种植的树木。

（4）国家级保护植物

邛海湿地分布有一种国家二级保护植物，野菱（*Trapaincisa*

var.quadricaudata）。野菱为菱科，菱属，浮叶植物，野生于湖区、水塘或田沟内，喜阳光，抗寒力强。对气候和土壤适应性很强。野菱在邛海湿地公园内沿湖水深 1.5m 以内的水域均有分布。由于野菱可食用，居民常采食。

通过调查，野菱在邛海种群数量丰富，生长旺盛，更新繁殖正常。

（5）外来入侵植物

对照“中国外来入侵植物信息系统网”和“中国国家环境保护总局”发布的外来入侵植物名录，湿地公园外来入侵物种较多，有红花酢浆草（*Oxalis corymbosa*）、蓖麻（*Ricinus communis*）、双荚决明（*Senna bicapsularis*）、金盏银盘（*Bidens biternata*）、万寿菊（*Tagetes erecta*）、秋英（*Cosmos bipinnatus*）、紫茎泽兰（*Eupatorium adenophorum*）、土荆芥（*Chenopodium ambrosioides*）、落葵薯（*Anredera cordifolia*）、苦苣菜（*Sonchus oleraceus*）、马缨丹（*Lantana camara*）、麦蓝菜（*Gypsophila vaccaria*）、大藻（*Pistia stratiotes*）、喜旱莲子草（*Alternanthera philoxcroides*）、圆叶牵牛（*Pharbitis purpurea*）、刺苋（*Amaranthus spinosus*）、苋（*Amaranthus tricolor*）、皱果苋（*Amaranthus viridis*）、凤眼莲（*Eichhornia crassipes*）、紫茉莉（*Mirabilis jalapa*）等。其中有部分是作为经济植物或观赏植物引进栽培的，如蓖麻、决明、万寿菊、秋英、大藻等。入侵物种中有些物种由于进入到我国时间较长，与当地生态系统中的其他物种间的关系相对比较协调，故在一些资料中已把这些种类作为归化物种，如苦苣菜、红花酢浆草、圆叶牵牛、紫茉莉。但是有一些是自然入侵较为严重，对生态系统破坏较大的物种，详见表 3-3。

表 3-3 邛海湿地典型恶性外来入侵植物

科名	中文名	学名	原产地
菊科 Compositae	紫茎泽兰	*Eupatorium adenophorum*	中美洲
苋科 Amaranthaceae	空心莲子草	*Alternanthera philoxeroides*	南美洲
天南星科 Araceae	大薸	*Pistia stratiotes*	南美洲
雨久花科 Pontederiaceae	凤眼莲	*Eichhornia crassipes*	南美洲
马鞭草科 Verbenaceae	马缨丹	*Lantana camara*	美洲热带地区
落葵科 Basellaceae	落葵薯	*Anredera cordifolia*	南美热带地区

3.4.2.2 湿地动物多样性

根据《四川邛海国家湿地公园总体规划》（2014-2017），结合实地调查，湿地公园内主要有野生脊椎动物约 89 科 292 种，其中有鱼类 14 科 56 种，其中土著种 40 种，外来鱼类 16 种；两栖类动物有 6 科 9 种；爬行类 7 科 12 种，乌龟属于国家二级保护动物；鸟类 59 科 210 种，210 种鸟类中国家一级保护鸟类 3 种，国家二级保护鸟类 24 种，四川省重点保护鸟类 12 种，中国鸟类特有种 2 种。

3.4.3 湿地景观资源

3.4.3.1 自然景观资源

1、水域景观

邛海湖面宽广，呈现似海的水域景观，山光云影，一碧千顷。湖滨镶嵌着形态各异的小岛，供鸟类栖息、停留和取食，形成错落有致、动静皆宜的画卷。

2、植物景观

位于邛海西北岸的观鸟岛湿地和梦里水乡湿地景点，是根据不同植物的生理特性，分季节种植了沉水植物、浮水植物、挺水植物、灌木和乔木，营造了层次丰富，错落有致的植物景观。公园中茶园、热带芭蕉林、

芦苇荡、香蒲群落、荷花群落、浮萍群落、向日葵群落、稻田景观、斜坡草地，加之五颜六色的小花的点缀，充分诠释了湿地公园自然、生态、亲水、和谐的内涵，也让游客充分感受湿地公园的生态立体景观，享受着公园的姹紫嫣红和五彩缤纷，让人心旷神怡。

3、动物景观

湿地公园特殊的生态环境，栖息着众多的动物资源，特别是鸟类景观资源和鱼类景观资源，形成一道靓丽的风景线。浩荡的芦苇，锦簇的荷花，成为多种水鸟的繁殖地、越冬地或迁移途中的停歇地。一年四季无数的水鸟在此栖息、取食、繁衍，使邛海湿地公园湿地成为鸟的世界。每至迁徙季节，候鸟和旅鸟成群结队，或翱翔蓝天或漫游碧水，在这片广袤的湖面上尽情嬉戏。

3.4.3.2 人文景观资源

邛海湿地公园的规划建设较为先进和成功，结合地狱特色和空间特色，打造了非常厚重的人文景观。

在二期建设工程中，根据邛海湿地公园的地区特色，营造了“四区两带”的人文景观。四区景观如下：

1、百花洲锦绣区

该区位于梦里水乡湿地北面，与海河相连，是湿地中植物最多样、花草最茂盛、最具田园生态风光的区域。拥有鹤舞幽篁、九道湾、百花坞米石滩、三重锦、栖霞岛等景点，区内亮节亭、幽簧亭、临风亭、孤鹜亭、闲鸥亭等亭子星罗棋布，一条“烟柳小径”连通瀛海亭。百花洲保留了原有树木300余株，还移植最适合绿化的本土树种，黄葛树、朴树、槐树、皂角树、黄连树等大树370株，蓝花楹、香樟、樱花、海棠等其他乔木1.5万株，场内苗木1399株，扁竹2万株。

2、芦花荡群岛区

该区是梦里水乡湿地的主景区。其间依地势而建81个岛、屿、湾、滩、墩、拐、嘴、洲。湿地水体中种植有不同的本地水生植物，有挺水的菖蒲、芦苇、仙茅等，浮水的睡莲、黄花菜、菱角等，沉水的海草、鱼鲜草等。芦花荡群岛区与海河有烟柳堤相隔，与邛海有伏波堤相间，与小海曲桥有老海河相通，四面环水，此起彼伏。

3、闲云野鹤游览区

该区位于梦里水乡湿地中部，北起瀛海亭回梦湾米石滩上，南与白鹭滩小海曲桥、老海河相接，由清影路贯穿该区，区域以蓝花楹和柳树为主，是步行观芦花荡的最佳岸上观光带，也是与滨海绿道最近的区域，是人们休闲漫步的理想场所。

瀛海亭始建于清朝光绪年间，后来损毁，现在政府准备重建。登上重建好的瀛海亭，可观泸山之幽秘，邛海之恬静，螺髻之积雪，月城之新景。

4、白鹭滩观鸟区

该区由天池屿、海河故道、老海河、鹤舞鸥翔长廊、通海桥等组成，是梦里水乡湿地与邛海连接最紧密的地方。在这里游客既能看到邛海一年四季的美景缩影，还是邛海唯一一个能看见泸山倒影的地方。而在三期建设工程中，

三期建设工程中，根据公园空间结构营造了“一湖三河多湿地，一带九园十八景”的特色景观。主要景点有桂桥赏月、芦荡飞雪、凭栏潇雨、百渚芳菲、炫彩瑶池、鸟舞红菱、梅潮桐疏、蒹葭飞鹭、广泽清流、星岛远眺、落日洒金、缤纷花境、林沼探秘、渔村夕照等。

此外，公园内还规划有日月流辉、桃坞观鱼、十里荷香、芳洲寻莺，九桥、望舒亭、秋影亭、忆童年、惊鸿照影等人文景观，资源丰富，让人流连忘返。

3.5 湿地公园功能分区

根据邛海湿地公园资源特征和分布情况、生态保护和管理服务便利性的需要，将邛海湿地公园分为生态保育区、恢复重建区、科普宣教区、合理利用区和管理服务区五个功能区。

表 3-4 邛海国家湿地公园功能分区

代码	功能分区	功能	面积（hm^2）	占总面积的百分比
合计			3728.7	100
I	生态保育区	保护邛海湖泊生态系统	2751.1	73.8
II	恢复重建区	恢复邛海鱼类、鸟类生境	509.7	13.7
III	合理利用区	开展生态旅游等湿地合理利用活动	85.6	2.3
IV	科普宣教区	在自然环境中进行湿地科普教育	371.2	10.0
V	管理服务区	游客服务和集散，湿地管理和后勤服务	11.1	0.3

（1）生态保育区

生态保育区位于规划区中部，包括大面积的湖泊水面，面积 2751.1hm^2，占湿地公园面积 73.8%。本区将以“保护水源水质和生物多样性，开展巡护监测”为主，主要进行巡护和科研监测设施建设，并开展巡护、保护以及科研监测工作。

（2）恢复重建区

恢复重建区面积 509.7 hm^2，占湿地公园面积 13.7%。主要是对目前已经受到干扰和破坏的湿地生态系统进行修复，通过科学的措施恢复生态系统的完整性。恢复区主要位于小海及河流入湖口，目前水体富营养化严重，外来物种入侵严重，需要利用人工清除同时结合湿地植物的净化功能进行水质净化。

（3）合理利用区

合理利用区位于邛海中部岸线，面积 85.6hm^2，占湿地公园面积的 2.3%。目前该区域已建成滨湖公园，建有栈道、码头、垂钓台等设施。规划结合已有景点，打造成富有邛海特色和彝族文化特色，集休闲娱乐、文化展示、湿地景观欣赏、现代农渔体验等为一体的生态旅游区。

（4）科普宣教区

科普宣教区位于邛海下游区域，面积371.2hm^2，占湿地公园面积的10.0%。该区已建有科普馆、芦苇湿地、景观木栈道等设施，规划通过观鸟岛、植物园、珍稀植物研究站等建设，向游客展示湿地生态系统服务功能，对游客进行邛海湿地的保护教育，让游客直观感受到湿地生态系统对于人类生存和发展的重要性，全面认识和了解邛海湿地，提高湿地保护意识。

（5）管理服务区

管理服务区位于邛海出水口附近，面积约11.1hm^2，占湿地公园面积的0.3%。管理服务区是集湿地公园管理、游客服务、生态监测中心以及特色商品纪念品展示等为一体的区域。目前该区域建设已基本成型，建成了一定规模的停车场和服务接待设施，规划利用已有设施作为湿地公园的管理服务中心。

3.6 湿地公园建设与旅游现状

一、湿地公园建设现状

邛海湿地公园自2010年以来，分四期开展了部分建设内容。

（一）观鸟岛湿地（一期）

2010年投资5500万元（其中建设资金1500万元，征地拆迁费4000万元），建成占地450亩的邛海湿地恢复一期观鸟岛湿地。该项目位于邛海西北岸，南及邛海宾馆北门，连接现有映月潭小公园、钓鱼台小海滩，北达小海湿地，东括邛海岸线。工程于2010年4月10日动工，2010年7月1日竣工开园，历时80天。

（二）梦里水乡湿地（二期）

2011年投资1.65亿元（其中征地拆迁1.31亿元，工程建设3400万元）建成面积2600亩的邛海湿地恢复二期梦里水乡湿地，工程于2011年2月18日开工，2011年6月29日竣工开园。

（三）烟雨鹭洲湿地（三期）

投资 6.4 亿元（其中征地拆迁 4.8 亿元，工程建设 1.6 亿元），在邛海西北岸海河出口至小渔村建设占地面积 3300 余亩的烟雨鹭洲湿地，工程于 2012 年 2 月开工，已建成。

（四）西波鹤影湿地（四期）

投资 2.6 亿元（其中征地拆迁资金 2 亿元，工程建设资金 6000 万元），在邛海西岸老邛海公园至缸窑建设占地面积 1750 亩的西波鹤影湿地。全长 3.5km，南起四川林业疗养院，北接凯旋宾馆。工程于 2012 年 2 月开工，已建成。

西昌市人民政府在 2012 年底召开了专家咨询会，针对申报邛海国家湿地公园的条件进行了考察。按照专家组建议，邛海不需要再做过多的园林化建设，而急需进行邛海湿地的保护和恢复，确保邛海湿地生态系统的可持续发展。因此，本规划结合邛海湿地的建设现状，重点关注邛海湿地的保护和恢复。

二、湿地公园旅游现状

西昌市得天独厚的地理条件以及优越的气候条件造就了风光无限的邛海湿地景观。加之浓重的彝族风情使得邛海湿地更具神秘和奇幻色彩，吸引着四川成都、西昌和其他地区尤其是周边城市的游客。

一至四期湿地公园的建设，为邛海湿地的旅游提供了便利的条件。如生态驳岸、片石路面、湿地草被、湖面景观等，丰富了湿地公园的景观多样性；各式各样的栈道的建设，不仅美化了邛海湿地公园，也增加了游客的亲水性；丰富的鸟类多样性吸引了大量观鸟爱好者、摄影爱好者到此游览；芦苇荡、芭蕉岛、林相景观等景观更给游客以日常生活中鲜有的体验；此外湿地对外免费开放无疑也是推销自身一大筹码。

公园除了为游客提供游览场所，更为周边社区的居民提供了休闲娱乐

的场所。公园内建有的自行车道、游览步道等给社区居民的健身、休闲提供了便利条件。这有利于吸引居民主动参与湿地的建设和日常监测维护等工作，实现保护与发展的协同发展。

根据旅游部门的相关资料显示，湿地公园开园至今，已接待来自成都、重庆、攀枝花、昆明等地的游客共数百万人次。而生活在此地的居民们，也乐意与这片天然氧吧亲密接触。每天约有 1.5 万人在这里健身游览骑车钓鱼散步，大大改善了居民的生活环境和品质。

4 建设项目与湿地公园的关系

4.1 区位关系

四川省邛海流域水生态修复与治理工程项目位于湿地公园里的重点工程主要邛海湿地内部水系综合修复治理工程；水土保持生态建设工程——邛海东岸小箐河生态修复和补植项目；邛海生态清淤工程。其中邛海东岸小箐河生态修复和补植项目位于湿地公园的恢复重建区，邛海湿地内部水系综合修复治理工程在湿地公园合理利用区和恢复重建区，邛海生态清淤工程主要在湿地公园科普宣教区、管理服务区和态保育区内进行（图 4-1）。

四川省邛海流域水生态修复与治理工程与四川邛海国家湿地公园功能分区关系图

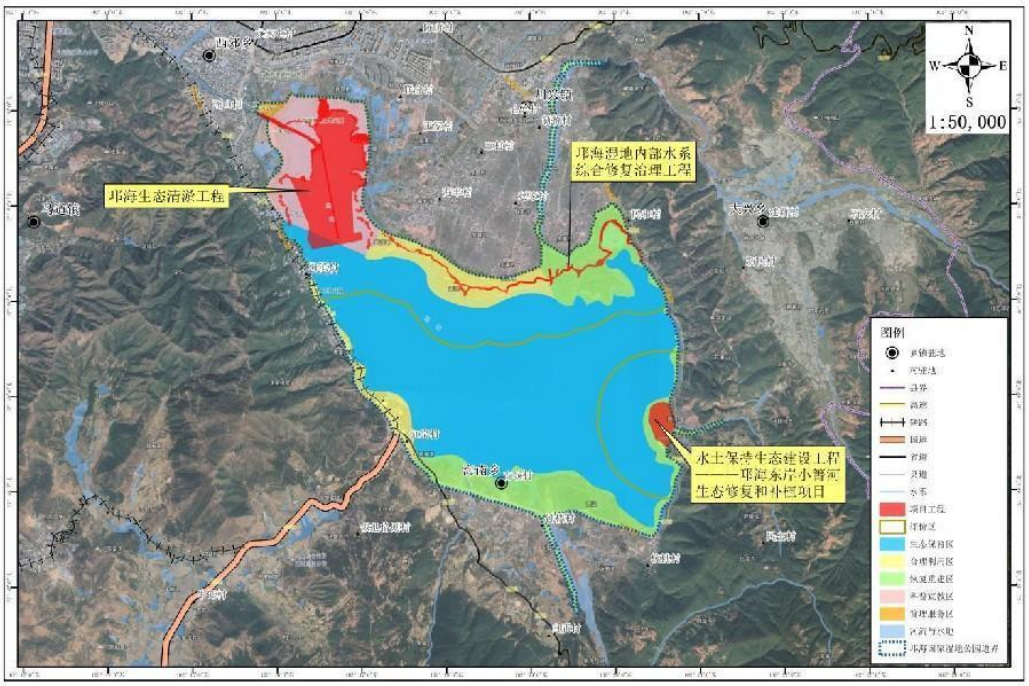


图 4-1 本项目与邛海湿地公园的位置关系

表 4-1 项目重点工程主要建设内容及规模与湿地公园关系

项目建设	建设内容					与湿地公园关系			
						面积（公顷）	现状工程长度（千米）	功能分区	
								类型	面积（公顷）
水土保持建设工程	邛海东岸小箐河生态修复和补植项目	规划总面积约 64hm²(960 亩)，主要内容为绿化补植种植，共种植乔木 0.83 万株，灌木 4.15 万株，湿地植物 2.34 万株。				64		恢复重建区	64
邛海湿地内部水系综合修复治理工程	邛海湿地内部水系连通工程	**清淤工程**：主河清淤总长 7283.94m，主河沿线共设 8 条岔河，岔河清淤总长 1241.44m；**岸坡护岸工程**，护岸采用钢筋混凝土仿木桩，其中主河护岸长 5411.92m（左岸护岸长 2197.29m，右岸护岸长 3214.63m），岔河护岸长 718.35m。				16.26	8.53	恢复重建区	8.43
								合理利用区	7.83
	邛海湿地内部水系两侧生态修复工程	改造河道 6000m，绿化总面积 235hm²，绿道 2.5km，堆土 20 万 m³；树种选择以樱花为主，种植数量约 11000 株，配置山桃、海棠、碧桃等灌木 6000 株，种植黄葛树、美丽异木棉等背景树 10000 株。				235		恢复重建区	121.84
								合理利用区	113.16
邛海生态清淤工程	生态清淤工程清淤	邛海主湖区清淤区	清淤面积 233hm²，清淤量 70.60 万 m³。			233		科普宣教区	221.97
								生态保育区	10.28
		河口湿地清淤区	清淤面积 5.50h ㎡，清淤量 4.16 万 m³。	土城河口清淤区	清淤面积 3.15hm²，清淤量 2.39 万 m³。	3.15		科普宣教区	3.15
				缺缺河口清淤区	清淤面积 2.35hm²，清淤量 1.77 万 m³。	2.35		科普宣教区	2.35
		海河清淤区	清淤面积 6.77h ㎡，清淤量 10.41 万 m³。			6.77		科普宣教区	6.77
								管理服务区	0.75
	淤泥处置工程	工程处理水下自然方淤泥量合计为 85.17 万 m³，淤泥处置工程占地总规模为 1.87hm²。				0		-	-
	余水处理工程	本工程需处理余水总量 559 万 m³，本工程设计余水处理规模 2.1 万 m³/d。余水处理工程场地总占地约 1.40hm²				0		-	-
	生态修复工程	生态护岸工程	8.37km	抛石护岸	4.45km		4.45	科普宣教区	4.45km
				松木桩护岸	3.92km		3.92	科普宣教区	3.92km
		植物恢复工程	主湖区湖滨带生态修复工程措施包括植被恢复和漂浮生境岛；海河河道生态修复清淤后河道驳岸坍塌、损毁的地方进行生态防护，并栽植水生植物进行生态修复；土城河和缺缺河河口在清理淤积泥沙和杂草后通过地形塑造、岸坡生态防护、植物种植等手段后恢复为河口湿地。	清淤主湖区湖滨带生态修复	8.94km		8.94	科普宣教区	8.94km
				海河两岸生态修复	1.30km		1.30	科普宣教区	1.30km
				土城河口湿地生态修复	54681m²	5.47		科普宣教区	5.47
				缺缺河口湿地生态修复	57096m²	5.71		科普宣教区	5.71
		漂浮生境岛工程	433m²			0.04		科普宣教区	0.04
合计	清淤工程					261.53			261.53
	生态工程					310.22			310.22

4.2 建设项目在湿地公园内的布局及占地

4.2.1 项目在湿地公园内占地的不可避让性分析

本工程建设内容主要为清淤和护岸，工程范围均位于邛海国家湿地公园内。施工生产生活区（机械停放场、接力泵站及值班室和临时码头等）、施工临时道路、排泥管线等临时设施及场地均为主体工程施工（如淤泥运输、材料进场等）服务，本方案临时工程选址和选线占地面积最少、扰动面积最小，方便施工且经济合理。若设置在湿地公园之外，将无法满足主体工程施工所需，而且会造成二次污染。故本项目临时占地选址选线无法避让。

4.2.2 项目在湿地公园内的布局及占地

根据项目可研和初步设计方案湿地公园内的水土保持生态建设工程位于湿地公园的恢复重建区、邛海湿地内部水系综合修复治理工程位于湿地公园合理利用区、邛海生态清淤工程位于科普宣教区、管理服务区和态保育区，占用的湿地为湖泊湿地、草本沼泽地，湖泊湿地目前湖区泥沙淤积最为严重，淤泥厚度在 0.1~3.5m 之间，部分区域底泥中重金属镉含量相对较高，水体透明度低，沉水植物退化。

项目位于湿地公园内的工程用地面积为 571.75hm^2，其中生态修复面积 310.22hm^2，清淤面积 261.53hm^2（邛海生态清淤面积 245.27hm^2，邛海湿地内部水系连通清淤面积 16.26hm^2），清淤总量 103.53 万 m^3（邛海生态清淤 85.17 万 m^{3}和水系连通工程清淤量 18.36 万 m^3）。涉及管理服务区 0.75hm^2、合理利用区 120.99hm^2、恢复重建区 194.27hm^2、科普宣教区 245.46hm^2、生态保育区 10.28hm^2。主要建设内容及规模详表 4-1。生态修复用地地类以林地和水域及水利设施用地为主，详见表 4-2；清淤工程 261.53hm^2，为水域及水利设施用地。

工程建设临时占地总面积 3.3043hm^2，各临时工程占地面积及地类具体

详见表4-3。林地1.6566hm^2、耕地1.3389hm^2、水域0.2152hm^2、园地0.0029hm^2、草地0.0252hm^2、交通运输用地0.0602hm^{2}等，不涉及基本农田。乔木林以人工栽种的杨、柏木为主。合理利用区 1.3470hm^2、恢复重建区 1.9573hm^2。

表 4-2 生态修复用地统计表 单位：hm^2

编码	地类名	面积（hm^2）
01	耕地	65.2249
02	园地	6.1964
03	林地	118.4266
04	草地	3.461
05	商服用地	2.5488
07	住宅用地	2.3179
09	特殊用地	1.3331
10	交通运输用地	3.2647
11	水域及水利设施用地	107.3261
12	其他土地	0.1205
合计		**310.22**

表 4-3 工程临时占地统计表 单位：hm^2

名称	地类	面积（hm^2）
4座接力泵站及值班室	合计	0.0400
	耕地	0.0100
	林地	0.0200
	草地	0.0100
临时码头	合计	0.0800
	耕地	0.0755
	水域及水利设施用地	0.0045
排泥管道占地	合计	0.5862
	耕地	0.1012
	园地	0.0029
	林地	0.3821
	草地	0.0152
	商服用地	0.0043
	住宅用地	0.0011
	交通运输用地	0.0587
	水域及水利设施用地	0.0206
施工工区	合计	0.0400
	耕地	0.0400
新建施工临时道路	合计	2.5581
	耕地	1.1122
	林地	1.2544
	交通运输用地	0.0014
	水域及水利设施用地	0.1900
总计		3.3043

项目所需材料全部外运，不在公园内取土、取砂石，也不在公园内布置渣场等。

4.3 与邛海-螺髻山风景名胜区的关系

根据《邛海-螺髻山风景名胜区总体规划（2018-2035 年）》（四川省城乡规划设计研究院，2017 年 12 月），邛海-螺髻山风景名胜区涉及四川省凉山彝族自治州的西昌市、普格县、德昌县、昭觉县行政区域（特别说明：根据“中共凉山州委八届六中全会关于西昌市、昭觉县、喜德县行政区划调整的决议”，在行政区划调整后邛海流域全部位于西昌市范围内），共计 1128.1 平方公里，地理坐标东经 102°11'50"～102°32'01"，北纬 27°11'54"～27°52'30"。

经核实，本项目各工程在邛海-螺髻山风景名胜区位置的保护级别见下表。本项目与邛海-螺髻山风景名胜区的位置关系见图 4-2。

表 4-4 本项目各工程在邛海-螺髻山风景名胜区位置的保护级别表

序号	项目名称	重点工程	风景名胜区保护级别
1	水土保持生态建设工程	邛海东岸小箐河生态修复和补植项目	二级、三级
2	邛海湿地内部水系综合修复治理工程	邛海湿地内部水系连通工程	二级、三级保护区
		邛海湿地内部水系两侧生态修复工程	二级、三级保护区
3	邛海生态清淤工程	邛海生态清淤工程	二级、三级保护区

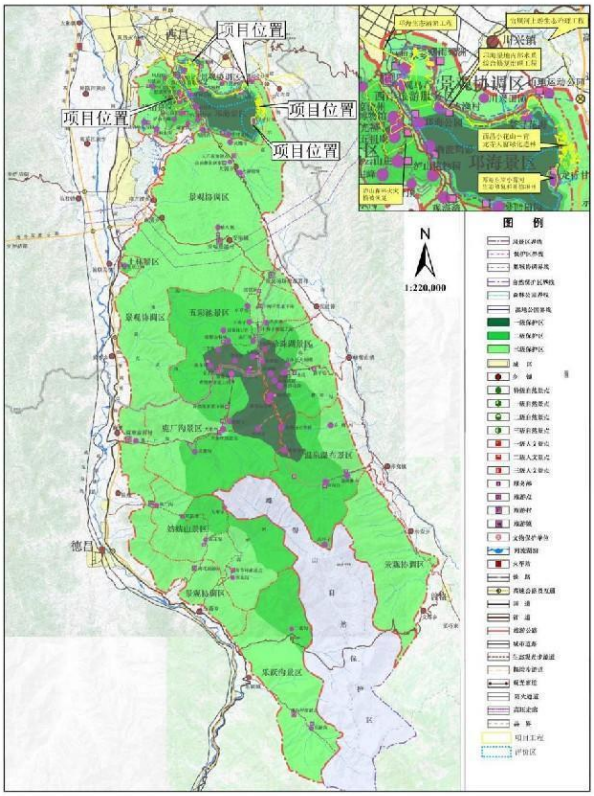


图 4-2 本项目与邛海-螺髻山风景名胜区的位置关系

4.4 与饮用水水源保护区的关系

西昌市邛海水源地的取水口位于西昌市海南乡邛海海潮寺，邛海饮用水源保护区范围为：“①一级保护区：以取水口为圆心，多年平均水位对应高程线 (海拔高程 1510.5 米) 下靠湖心一侧以 600 米为半径，靠陆一侧以岸线 为边界的水域范围。一级保护区水域边界沿岸纵深至环湖步行游道的陆域范围”；②二级保护区：多年平均水位对应高程线下，邛海大沟河口东侧至官坝河口西侧连线以东，除一级保护区外的水域范围。一、二级保护区沿北岸和南岸纵 深至环湖公路，沿东岸纵深至小清河和官坝河流域山脊线的除一级保护区外的陆域范围；③ 准保护区：邛海集水范围内除一、二级保护区外的水域和陆域范围。

湿地公园内的工程邛海湿地内部水系综合修复治理工程涉及邛海集中式饮用水水源保护区二级保护区和准保护区，邛海生态清淤工程主湖区涉及邛海集中式饮用水水源保护区准保护区。水土保持生态建设工程涉及邛

海集中式饮用水水源保护区二级保护区。建议做建设项目生态影响类评价，并获得水源保护地主管部门批准 (方可实施) 。详见图 4-3。

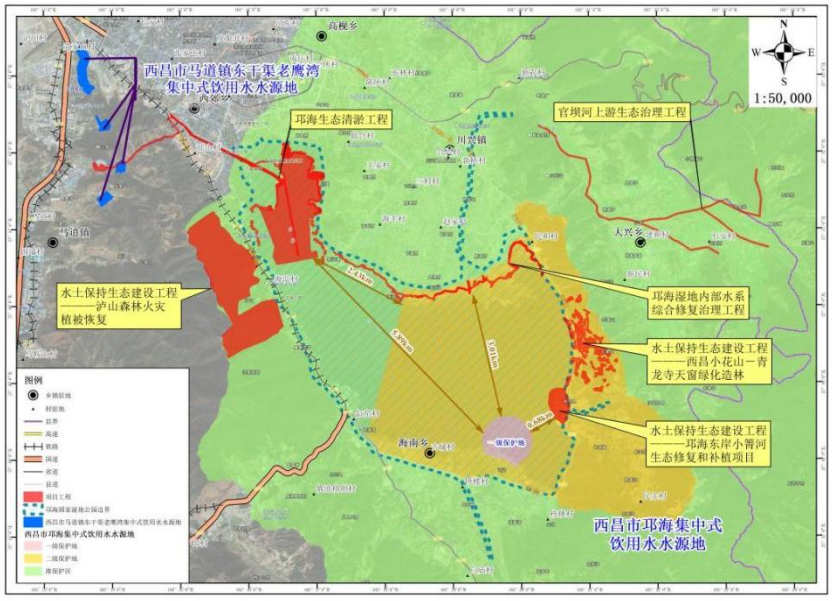


图 4-3 本项目与饮用水源地的位置关系

4.5 与生态保护红线和基本农田的关系

经调查核实，本项目与西昌市生态保护红线和基本农田位置关系见下图。项目涉及生态保护红线，根据 2023 年 1 月 5 日印发的《四川省自然资源厅 四川省生态环境厅 四川省林业和草原局关于转发<关于加强和规范生态保护红线管理的通知（试行）>的通知》（川自然资发〔2023〕1 号），要求：“（一）严格限定对生态保护红线功能不造成破坏的有限人为活动类型。生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，活动类型原则上应严格按照 142 号文执行。生态保护红线内的国家公园、自然保护区、自然公园、风景名胜区、饮用水水源保护区、水产种质资源保护区、世界遗产地等特定区域，严格依照相关的法律法规和文件规定执行，在用地报批前应取得相应主管部门的同意（意见）。”

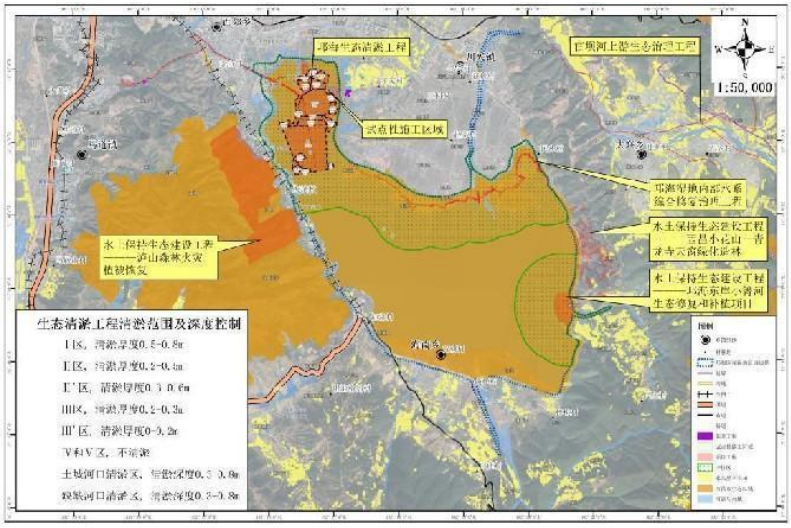


图 4-4 本项目与生态红线、基本农田的位置关

4.6 项目实施符合性分析

4.6.1 与《中华人民共和国湿地保护法》符合性分析

2021 年 12 月 24 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过了《中华人民共和国湿地保护法》，自 2022 年 6 月 1 日起施行。本项目的建设与《中华人民共和国湿地保护法》相关要求对比分析见下表。

表 4-5 本项目与《中华人民共和国湿地保护法》对比分析表

《中华人民共和国湿地保护法》	本项目情况	符合性分析
第十九条　国家严格控制占用湿地。 禁止占用国家重要湿地，国家重大项目、防灾减灾项目、重要水利及保护设施项目、湿地保护项目等除外。 建设项目选址、选线应当避让湿地，无法避让的应当尽量减少占用，并采取必要措施减轻对湿地生态功能的不利影响。 建设项目规划选址、选线审批或者核准时，涉及国家重要湿地的，应当征求国务院林业草原主管部门的意见；涉及省级重要湿地或者一般湿地的，应当按照管理权限，征求县级以上地方人民政府授权的部门的意见。	本项目属于水生态修复与治理工程项目，需报四川省林业和草原局审批。	符合
第二十条　建设项目确需临时占用湿地的，应当依照《中华人民共和国土地管理法》、《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国森林法》、《中华人民共和国草原法》、《中华人民共和国海域使用管理法》等有关法律法规的规定办理。临时占用湿地的期限一般不得超过二年，并不得在临时占用的湿地上修建永久性建筑物。 临时占用湿地期满后一年内，用地单位或者个人应当恢复湿地面积和生态条件。	项目将临时占用湿地，要求建设单位在临时占用前履行临时占用相关手续。	符合
第二十八条　禁止下列破坏湿地及其生态功能的行为： （一）开（围）垦、排干自然湿地，永久性截断自然湿地水源；	本项目不属于此类建设建设项目。	符合

《中华人民共和国湿地保护法》	本项目情况	符合性分析
（二）擅自填埋自然湿地，擅自采砂、采矿、取土； （三）排放不符合水污染物排放标准的工业废水、生活污水及其他污染湿地的废水、污水，倾倒、堆放、丢弃、遗撒固体废物； （四）过度放牧或者滥采野生植物，过度捕捞或者灭绝式捕捞，过度施肥、投药、投放饵料等污染湿地的种植养殖行为； （五）其他破坏湿地及其生态功能的行为。		

经对比分析，四川省邛海流域水生态修复与治理工程的没有违背《中华人民共和国湿地保护法》第十九条、第二十条、第二十八条的相关要求。

4.6.2《国家湿地公园管理办法》

1、涉及到本项目的主要条款：

第十八条 除国家另有规定外，国家湿地公园内禁止下列行为：

（一）开（围）垦湿地、开矿、采石、取土、修坟以及生产性放牧等。

（二）从事房地产、度假村、高尔夫球场等任何不符合主体功能定位的建设项目和开发活动。

（三）商品性采伐林木。

（四）猎捕鸟类和捡拾鸟卵等行为。

2、符合性分析

四川省邛海流域水生态修复与治理工程部分重点工程位于邛海国家级湿地公园范围内，项目不属于管理办法“第十八条”明令禁止的建设项目。

4.6.3《四川省湿地保护条例》

1、涉及到本项目的主要条款：

第十八条在湿地范围内禁止从事下列活动：

（一）擅自围（开）垦、烧荒、填埋湿地；

（二）擅自排放湿地蓄水、修建阻水或者排水设施；

（三）破坏动物洄游通道或者野生动物栖息地；

（四）擅自采砂、采石、采矿、挖塘、采集泥炭、揭取草皮；

（五）擅自砍伐林木、采集野生植物、猎捕野生动物、捡拾鸟卵；

（六）采用灭绝性方式捕捞鱼类及其他水生生物；

（七）向湿地投放有毒有害物质、倾倒固体废弃物、擅自排放污水；

（八）擅自向湿地引入外来物种；

（九）破坏湿地保护设施设备；

（十）其他破坏湿地的行为。

2、符合性分析

四川省邛海流域水生态修复与治理工程部分重点工程位于邛海国家级湿地公园范围内，清淤工程会暂时影响鱼类、底栖动物的生存繁殖和水生植物群落的稳定性。从长远考虑，清淤工程完成后，预测一定程度上会改善水生动物及植物的生长环境。此外在清淤完成后，实施了植被措施和配套工程措施，为保证减少或避免底泥清理区再次出现污染。从长远考虑，四川省邛海流域水生态修复与治理工程符合条例的要求。

4.6.4 与《中华人民共和国水污染防治法》符合性分析

本项目的建设与《中华人民共和国水污染防治法》相关要求对比分析见下表。

表 4-6 本项目与《中华人民共和国水污染防治法》对比分析表

《中华人民共和国水污染防治法》	本项目情况	符合性分析
第六十四条 在饮用水水源保护区内，禁止设置排污口。	项目不在饮用水水源保护区设置排污口。	符合
第六十六条 禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。 在饮用水水源二级保护区内从事网箱养殖、旅游等活动的，应当按照规定采取措施，防止污染饮用水水体。	本项目属于水生态修复与治理项目，不排放污染物。	符合
第六十七条 禁止在饮用水水源准保护区内新建、扩建对水体污染严重的建设项目；改建建设项目，不得增加排污量。	本项目属于水生态修复与治理项目，不属于水体污染严重的建设项目。	符合

经对比分析，四川省邛海流域水生态修复与治理工程的建设在做好施工监管的情况下满足《中华人民共和国水污染防治法》的相关要求。

4.6.5 与《四川省饮用水水源保护管理条例》符合性分析

《四川省饮用水水源保护管理条例》于1995年10月首次发布，2019年9月最新修订，本项目的建设与《四川省饮用水水源保护管理条例》相关要求对比分析见下表。

表 4-7 本项目与《四川省饮用水水源保护管理条例》对比分析表

《饮用水水源保护区污染防治管理规定》	本项目情况	符合性分析
第十六条 在地表水饮用水水源保护区内，禁止设置排污口。	保护区不设置排污口。	符合
第十七条 地表水饮用水水源准保护区内，应当遵守下列规定： （一）禁止新建、扩建对水体污染严重的建设项目；改建建设项目，不得增加排污量； （二）禁止向水体排放油类、酸液、碱液或者有毒废液； （三）禁止在水体清洗装贮过油类或者有毒污染物的车辆和容器； （四）禁止向水体排放、倾倒废水、含病原体的污水、放射性固体废物； （五）禁止向水体排放、倾倒工业废渣、城镇垃圾和医疗垃圾等其他废弃物； （六）禁止将含有汞、镉、砷、铬、铅、氰化物、黄磷等的可溶性剧毒废渣向水体排放、倾倒或者直接埋入地下； （七）禁止船舶向水体倾倒垃圾或者排放含油污水、生活污水； （八）禁止设置易溶性、有毒有害废弃物和危险废物的暂存和转运场所；禁止设置生活垃圾和工业固体废物的处置场所，生活垃圾转运站和工业固体废物暂存场所应当设置防护设施； （九）禁止通行装载剧毒化学品或者危险废物的船舶、车辆。装载其他危险品的船舶、车辆确需驶入饮用水水源保护区内的，应当在驶入该区域的二十四小时前向当地海事管理机构或者公安机关交通管理部门报告，配备防止污染物散落、溢流、渗漏的设施设备，指定专人保障危险品运输安全； （十）禁止进行可能严重影响饮用水水源水质的矿产勘查、开采等活动； （十一）禁止非更新性、非抚育性采伐和破坏饮用水水源涵养林、护岸林和其他植被。	本项目不进行“第十七条”所列活动。	符合
第十八条 地表水饮用水水源二级保护区内，除遵守本条例第十七条规定外，还应当遵守下列规定： （一）禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上地方人民政府责令拆除或者关闭； （二）禁止从事经营性取土和采石（砂）等活动； （三）禁止围水造田； （四）禁止使用农药；禁止丢弃农药、农药包装物或者清洗施药器械；限制使用化肥； （五）禁止修建墓地； （六）禁止丢弃及掩埋动物尸体； （七）禁止从事网箱养殖、施肥养鱼和超标准养殖等污染饮用水水体的活动；	湿地公园内的旅游活动提出了相应的污染防治措施，本项目不进行“第十八条”所列其他活动。	

《饮用水水源保护区污染防治管理规定》	本项目情况	符合性分析
（八）从事旅游等活动的，应当按照规定采取措施，防止污染饮用水水体； （九）道路、桥梁、码头及其他可能威胁饮用水水源安全的设施或者装置，应当设置独立的污染物收集、排放和处理系统及隔离设施。		

经对比分析，四川省邛海流域水生态修复与治理工程的建设满足《四川省饮用水水源保护管理条例》的相关要求。

4.6.6 与《四川邛海国家湿地公园总体规划》符合性分析

根据项目可研、初步设计方案及《四川邛海国家湿地公园总体规划》，本项目建设与《四川邛海国家湿地公园总体规划》对比分析见下表。

表 4-8 项目与《四川邛海国家湿地公园总体规划》符合性对比分析表

规划要求	本项目情况	符合性
第六章 湿地生态保护规划		
第二节　水系和水质保护规划 2.疏通水道 湿地内受人为干扰的静止水域，应尽快予以疏通，并向区域引入活水，保证湿地内水体的完整性和连通性，有利于湿地水资源的更新和水质提升，主要集中在焦家大鱼塘及湖滨部分静止水域地带。	邛海湿地内部水系连通工程起点接小渔村景观桥终点至唐家湾出口，涉及焦家大鱼塘周边水系。邛海生态清淤工程工程实施促进水系循环，有利于湿地水资源的更新和水质提升。	符合
第七章 恢复规划		
二、恢复措施 （四）底泥生态疏浚 位置：邛海东北侧的焦家大鱼塘湿地水体的净化除了要截污控制外源污染，还应通过底泥疏浚和底泥氧化等技术达到治理内源污染的目的。生态疏浚是工程、环境、生态相结合的修复技术。其目的是通过底泥的疏挖去除水体地下所含的污染物，清除污染水体的内源，减少底泥污染物向水体的释放，并为水生生态系统的恢复创造条件。通过在焦家大鱼塘实施底泥生态疏浚工程，可极大的减少区域内水体的内源污染，可提高一系列湿地恢复工程的成效，如植被恢复，水质净化，水体溶氧量增加等。 （六）建设湖滨带潜流湿地，恢复湖体自净能力…… 位置：官坝河入湖处及邛海北部合理利用区北边 湖滨带建设是保护邛海水质的一项重要措施。潜流湿地的建设将有效地阻挡入湖处污染水源直接进入水体，特别是湖滨湿地带能对水污染物起到一定的去除作用，不仅有效防治邛海水污染，而且能增添生态景观，从而实现综合治理的多重效益。	邛海湿地内部水系连通工程和滨湖湿地的生态修复使邛海北部湿地内部水系连通，促进水系循环，有利于湿地水资源的更新和水质提升。	符合

由上表可知，邛海湿地内部水系连通工程使邛海北部湿地内部水系连通，促进水系循环，有利于湿地水资源的更新和水质提升，与《四川邛海国家湿地公园总体规划》相关内容相符。

5 评价区域概况

5.1 评价区域划定原则及方法

根据《环境影响评价技术导则-生态影响》（HJ/T19-2022），参考《建设项目对自然保护区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价技术规范》（DB51/T1511-2022）等有关评价区域划定原则和方法的规定，在完成野外调查、数据整理和相关资料分析后，结合专业知识和经验判断，结合工程项目占地范围、生态因子受影响范围、生态系统完整性受影响范围、人为活动范围和邛海湿地公园的实际，依据工程的影响方式、影响程度和生态因子之间的相互依存关系，综合考虑当地气候过程、水文过程、生物过程等生物地球化学循环过程的相互作用关系和生态完整性，将工程周边 1000m 内的区域确定为调查区域。实际操作中，将清淤工程走向、工程布置与湿地公园边界、功能区划等图层进行叠加，在考虑湿地公园生态完整性的同时根据以上划定方法最终划定评价区范围。

5.2 评价区域范围和面积

5.2.1 评价区海拔范围和面积

按照评价区划定原则和方法，工程周边 1000m 内的区域确定为调查区域，通过工程矢量数据与湿地公园范围和功能区划图层等叠加，确定了评价区的范围和面积，评价区总面积 1833.65hm^2，地理坐标介于 E102.263737°~102.354991°，N27.790324°~27.86974°，由于评价区大部分面积为邛海水域，海拔差小。因为鹅掌河生态治理竹园项目距离其余项目工程建设点离得较远，因此，评价区分为两块，具体的见附图。

5.2.2 重点评价区域、评估对象

重点调查评价区：拟新建项目四周延伸 200m 以内的范围。

评价对象包括：

（1）生态环境；

（2）自然资源；

（3）湿地景观；

（4）生态系统；

（5）生态风险。

5.3 评价时段

评价时段分为工程施工期和工程运营期。

5.4 评价区域生态及物种多样性现状

5.4.1 环境质量现状

（1）空气质量

评价区域陆地部分位于邛海湿地公园内环湖旅游的自行车道和人行步道道路，基本不产生大气污染物，根据《环境空气质量标准》(GB3095-2012)浓度限值，评价区空气质量在二级以上。但是由于邛海湿地公园毗邻西昌市区，不可避免会受市区大气污染物 CO、SO_2、NO_2 等的影响，但是上述污染物排放量有限且主要集中在公路沿线，且公园周边有西昌万亩飞播林和泸山风景名胜区可以净化大气。

（2）地表水环境质量

评价区域水体为邛海，根据凉山州环境监测中心站对青龙寺、邛海水厂取水口、湖心、邛海四个断面的常年监测结果，按照《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)限值对比，邛海湖区各水域水体在丰水期，水质常年达到 II 类标准，枯水期湖区水体水质整体保持在 II~III 类水体水质范围，局部水域的 TN、TP 水质指标波动较大，超过 II 类水体水质指标限值，且水质状态不稳定。

（3）声环境质量

邛海国家湿地公园距离主城区较远。公园内声源主要来自游人及旅游

车辆运行发出的噪音，且主要集中在旅游公路沿线，不形成噪声污染，环境质量大部分达到GB/T3096-2008中I类标准。

5.4.2 物种多样性现状

5.4.2.1 植物多样性现状

（1）浮游植物多样性

根据现场调查结果，在查阅《四川省邛海生物多样性调查报告》的基础上，评价区浮游植物种类繁多，一共检出浮游植物196种（变种），分属8门 75 属，浮游植物种类组成以绿藻为主，共35属107种（亚种），分别占邛海浮游植物总属数和总种数的46.7%和54%；其次是硅藻门15属28种，分别占20%和14.29%；黄藻门种类最少。

不同季节邛海浮游植物种属数量差异不大，均以绿藻门种属数最多，其次是硅藻门和蓝藻门，裸藻门、隐藻门、金藻门和甲藻门种类均较少。但密度差异较大，以秋冬季节密度较低，而春季密度最高。

（2）维管植物多样性

在调查的基础上，查阅《中国植物志》、《四川植物志》、《中国高等植物图鉴》等资料，整理出评价区维管束植物名录（详见附录I）。初步统计结果显示，评价区内共有维管植物105科238属366种，其中蕨类植物5科5属8种，裸子植物5科7属9种，双子叶植物77科178属276种，单子叶植物18科48属73种。此外，邛海公园湿地浅水区分布有野生的国家二级保护野生植物1种，野菱（*Trapaincisa* var.*quadricaudata*）。详见附录1。

通过现场调查，评价区内没有经过当地林业主管部门认定的古树名木。

5.4.2.2 动物多样性现状

（1）浮游动物多样性

查阅《四川省邛海生物多样性调查报告》，调查到评价区共发现浮游

动物 110 种，分属原生动物、轮虫、枝角类和桡足类 69 属，此外，邛海中桡足类无节幼体较多，但因分类特征不明显未作种类鉴别。浮游动物中以枝角类种类最多,33 种;其次是原生动物,二者分别占总数的 30%和 26.36%，桡足类和轮虫种类也较多。

（2）底栖动物多样性

底栖动物是指栖息于水域底表或底内的动物，按生活方式可分为底埋生活的、水底爬行的、底层游泳的和水底穴居的。底栖动物是邛海湿地饵料生物中生物量较大的类群，为邛海中很多鱼类的重要饵料，并且与邛海湿地鱼类的生态类群和区系组成有密切关系，对水体水质净化也有重要的作用。

通过现场调查和查阅《四川省邛海生物多样性调查报告》，评价区的底栖动物主要包括水生环节动物、水生软体动物、底栖甲壳动物和水生昆虫四大类，有 5 纲 10 目 28 种（见附表），它们均为湿地广布种。

水生环节动物有 1 纲 1 目 4 种，即霍甫水丝蚓 *Limnodrilus hoffmeisteri*、正颤蚓 *Tubifex tubifex*、苏氏尾鳃蚓 *Branchiura sowerbyi* 和仙女虫 *Nais* sp.；4 种水生环节动物为底埋生活类，均栖息于肥沃的湿地底泥中，分布于邛海边浅水带和出、入海河流的浅水带。

水生软体动物有 2 纲 4 目 12 种。其中中华圆田螺 *Cipangopaludin cathayensis*、方形环棱螺 *Sinotaia quadrata*、梨形环棱螺 *Sinotaia purificata* 为底部爬行类，栖息于水质清新水草茂盛的水域；河蚬 *Corbicula fluminea*、黄蚬 *Corbicula aerua*、刻纹蚬 *Corbicula largillerti*、背角无齿蚌 *Anodonta woodiana* 为底埋生活类，栖息于水质清新的缓流水水域；囊螺 *Physa acuta*、耳罗卜螺 *Radix auricularia*、琥珀螺 *Succinea* sp.、半球多脉扁螺 *Gyraulus con* 和外来种大瓶螺（福寿螺）*Pomacea canaliculate* 为底部爬行类，栖息于水草茂盛的水域，它们均分布于邛海边浅水带和出、入海河流的浅水带。

底栖甲壳动物和水生昆虫属节肢动物门，有 4 目 12 种。其中新米虾 *Neocaridina sp.*、秀丽白虾 *Exopalaemon modestus*、日本沼虾 *Macrobrachium nipponensis* 为游泳类，栖息于水质清新水草茂盛的水域；蜻蜓幼虫、豆娘幼虫、褐蝽（红娘华）*Nepidae spp.*、负子蝽（田鳖）*Belostomatidae spp.*、划蝽 *Corixidae spp.*、仰蝽 *Notonectidae spp.*、龙虱 *Dytiscidae spp.* 为爬行或游泳类，栖息于水草茂盛的水域；锯齿溪蟹 *Potamon denticulatus* 在邛海和出、入海河流的岸边打洞穴居，摇蚊幼虫 Chironomidae spp. 为底埋生活类，栖息于淤泥或有机质丰富的水体中。这 12 种底栖甲壳动物和水生昆虫均分布于邛海边浅水带和出、入海河流的浅水带。

野外调查还显示邛海底栖动物主要分布在水生植物层和浮游生物层的水体中（最深可达水面下 9 米）。邛海底栖动物的 Simpson 多样性指数、密度和生物量的排序为西部＞北部＞东部＞南部＞中部。

（3）鱼类多样性

1）鱼类组成

对本次调查期间采集于评价区内的 165 号鱼类标本分类鉴定后，确定区域有鱼类 6 目 14 科 56 种，其中土著种 40 种，外来鱼类 16 种。鲤形目鱼类有 32 种，占评价区鱼类总数的 73.19%；鲇形目鱼类和鲈形目鱼类各有 6 种，各占湿地内鱼类总数的 10.72%；颌针鱼目、鳉形目、合鳃鱼目鱼类各仅有 1 种，分别占湿地内鱼类总数的 1.79%。由此可见邛海湿地内以鲤形目鲤科鱼类占优势。

2）区系组成

参照《四川鱼类原色图志》对四川鱼类区系成份的分类方法，除去草鱼、青鱼、翘嘴鲌、团头鲂、鲢、鳙、麦穗鱼、大鳞副泥鳅、黄颡鱼、长须黄颡鱼、食蚊鱼、小黄(鱼幼)鱼、子陵吻虾虎鱼、波氏吻虾虎鱼、太湖银鱼和罗非鱼这 16 种外来鱼类外，评价区内的尖鳍马口鱼、马口鱼、中华细

鲫、高体鳑鲏、中华倒刺鲃、岩原鲤、邛海鲤、鲤、鲫、泥鳅和大口鲇属早第三纪原始成分，占湿地内土著种鱼类总数的27.50%；赤眼鳟、飘鱼、西昌白鱼、邛海白鱼、鲹、张氏鲹、红鳍原鲌、蒙古鲌、邛海鲌、银鲴、黄尾鲴、圆吻鲴、唇鲷、棒花鱼、大鳍鳓、兴凯鳓、红尾荷马条鳅、钝吻拟鲿、凹尾拟鲿、白缘(鱼央)和青鳉属东亚成分，占土著种鱼类总数的52.50%；西昌高原鳅和会东高原鳅为青藏高原成分，占土著种鱼类总数的5.00%；侧纹云南鳅、华坪南鳅、西昌华吸鳅和峨眉后平鳅属南方山地成分，占湿地内土著种鱼类总数的10.00%；黄鳝和乌鳢属热带低地沼泽成分，占湿地内土著种鱼类总数的5.00%。由此可见评价区内土著鱼类区系成分组成复杂，但以东亚成分为主。

3）生态类型

从生态类型分析，评价区内的鱼类除西昌高原鳅和会东高原鳅为冷水性鱼类外，其余54种均为温水性鱼类。尖鳍马口鱼、马口鱼、红鳍原鲌、蒙古鲌、翘嘴鲌、唇鲷、黄颡鱼、长须黄颡鱼、大口鲇、红尾荷马条鳅、青鳉、食蚊鱼、黄鳝、小黄(鱼幼)鱼、子陵吻虾虎鱼、波氏吻虾虎鱼和乌鳢等为肉食性鱼类；草鱼、鲢、银鲴、黄尾鲴、圆吻鲴、高体鳑鲏、四川华吸鳅、西昌华吸鳅等为植食性鱼类；鳙、鲹、张氏鲹、麦穗鱼等为以水蚤、轮虫等浮游动物为食的鱼类；棒花鱼、大鳍鳓、兴凯鳓、中华倒刺鲃、鲤、鲫、泥鳅、大鳞副泥鳅等为杂食性鱼类。尖鳍马口鱼、马口鱼、红鳍原鲌、蒙古鲌、翘嘴鲌、鲹、张氏鲹、麦穗鱼、鲢、鳙、青鳉、食蚊鱼为中上层鱼类；草鱼、银鲴、黄尾鲴、圆吻鲴、高体鳑鲏、大鳍鳓、棒花鱼、中华倒刺鲃、鲤、鲫、云南鳅等为中下层鱼类；四川华吸鳅、西昌华吸鳅鲇、大口鲇、黄颡鱼、长须黄颡鱼、小黄(鱼幼)鱼、子陵吻虾虎鱼、波氏吻虾虎鱼、红尾荷马条鳅、西昌高原鳅、会东高原鳅、泥鳅、大鳞副泥鳅和乌鳢等为底栖鱼类，黄鳝为穴居鱼类。

4）保护和特有鱼类

评价区的岩原鲤为国家二级重点保护鱼类；西昌白鱼、邛海白鱼、邛海红鲌和邛海鲤为四川省重点保护鱼类。尖鳍马口鱼、西昌白鱼、邛海白鱼、张氏鲹、邛海鲌、邛海鲤、侧纹云南鳅、华坪南鳅、西昌高原鳅、会东高原鳅、西昌华吸鳅、钝吻拟鲿12种为长江上游特有鱼类。马口鱼、中华细鲫、草鱼、黄尾鲴、圆吻鲴、兴凯鱊、中华倒刺鲃、红尾荷马条鳅、长须黄颡鱼、凹尾拟鲿、大口鲇、白缘(鱼央)、小黄(鱼幼)鱼、子陵吻虾虎鱼和波氏吻虾虎鱼15种为中国特有鱼类。邛海白鱼、邛海白鱼、邛海鲤3种为邛海特有鱼类。

5）鱼类的三场和洄游

调查鱼类的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道是了解鱼类生活史对策和更好地保护鱼类生存繁衍的基础和前提。自然河流和湖泊中的鱼类长期适应了栖息水域的水文情势和微生境，它们在自然河流和湖泊中的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道在年际之间变化不大，特别是个体较大型的鱼类“三场”位置相对较为固定，而小型个体鱼类本身对“三场”环境要求不高，其位置常有变化。

根据野外调查，评价区内的月亮湾、团结湾、清龙湾、缸窑湾和邛海湿地为邛海中土著鱼类的产卵场，邛海沿海水深9米以内的区域为鱼类的索饵场，邛海中、南部水深超过9米的区域为鱼类的越冬场。此外官坝河和小箐河口也是土著鱼类的产卵场和索饵场。

评价区内鱼类的繁殖期为2~4月。2月初邛海的土著鱼类由越冬场游向产卵场和索饵场，12月邛海的土著鱼类大都游向越冬场越冬。

（4）两栖类多样性

根据本次调查结果，依据《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》，评价区内有两栖纲动物有1目7科10种。从物种的目级组成看，两栖类均属无

尾目。从科级组成看，湿地内两栖类以无尾目蛙科的种类占优势，其所占比例为总种数的40.00%。

根据调查，中华蟾蜍、滇蛙、云南小狭口蛙、昭觉林蛙、华西雨蛙、大蹼铃蟾和牛蛙在湿地内湖区近水灌草丛及周边的水田中均有分布，中华蟾蜍、滇蛙、云南小狭口蛙、大蹼铃蟾、昭觉林蛙、华西雨蛙种群数量大；小角蟾、棕点湍蛙分布于鹅掌河和官坝河，种群数量很小。

根据调查和资料，评价区无国家和四川省重点保护两栖类。小角蟾、昭觉林蛙、滇蛙、棕点湍蛙、四川棘蛙、大蹼铃蟾和云南小狭口蛙为中国特有种。

（5）爬行类多样性

通过实地调查与查阅相关资料，评价区有爬行动物共计12种，隶属2目、6科、12属；游蛇科占优势科，有5种；蝰科及龟科各有2种；其余壁虎科、石龙子科及鬣蜥科各1种。12个物种中，乌龟属国家二级保护动物，中国壁虎及裸耳龙蜥为我国特有物种。

（6）鸟类多样性

通过本次调查及查阅相关资料，在评价区内共记录鸟类17目52科152种，其中雀形目鸟类最多共计29科77种，其次是雁形目1科22种，鸻形目有4科10种，其余各目鸟类均小于10种。

鸟类的居留型按郑光美（2017）主编的《中国鸟类分类与分布名录》的标准划分。邛海湿地的152种鸟类中，留鸟有72种，夏候鸟有27种，冬候鸟有44种，旅鸟有9种。留鸟占鸟类总数的47.37%，夏候鸟占鸟类总数的17.76%，冬候鸟占总数的28.95%。其中水鸟为种类最丰富的类群，包括雁形目、鸻形目、鹈鹕目、鲣鸟目等共计64种，占鸟类总种数的42.11%。

152种鸟类中，有国家一级重点保护动物3种：彩鹮、青头潜鸭、中华秋沙鸭；有国家二级重点保护动物12种：鸳鸯、黑颈鹈鹕、鹗、黑翅鸢、

苍鹰、普通鵟、紫水鸡、灰鹤、水雉、领鸺鹠、白胸翡翠及红隼，有四川省重点保护鸟类11种：鹞鹞、凤头鹞鹞、大麻鳽、黄苇鳽、中白鹭、普通鸬鹚、黑水鸡、红胸田鸡、董鸡、棕头鸥及小白腰雨燕。有我国特有鸟类2种，分别是雀形目山雀科的黄腹山雀和鸫科的乌鸫。

15种国家保护鸟类中，9种通过资料查询所得：青头潜鸭、中华秋沙鸭、彩鹮、灰鹤、鸳鸯、水雉、红隼、领鸺鹠及苍鹰；黑颈鹱鹈、紫水鸡、白胸翡翠、普通鵟、黑翅鸢及鹌等6种动物通过实地调查所得。

彩鹮于2015年5月、2019年5月、2022年3月记录过3次，主要活动于沼泽区；青头潜鸭于2017年1月、2021年1月记录过2次，主要活动于亮水区及沼泽区；中华秋沙鸭于2012年12月记录过1次，活动于亮水区；黑颈鹱鹈、鸳鸯及鹌分布于沼泽区及亮水区，黑颈鹱鹈为冬候鸟，记录次数多数量稍大；鸳鸯较少，记录过2次共计31只；鹌主要在开阔水域抓捕鱼类为食，种群数量小而偶见；彩鹮、灰鹤、水雉、紫水鸡活动于植被较好的沼泽区，彩鹮仅于2019年5月记录过1只，数量极少，灰鹤于20年5月记录过1次共计12只，为偶见种；水雉及紫水鸡活动于挺水植被茂密的环境，水雉属于湿地公园的较常见夏候鸟，紫水鸡属于湿地公园的区域性常见留鸟，属湿地公园的特色鸟；领鸺鹠活动于湖岸树林里，数量小而常见，但活动隐蔽不易发现；普通鵟、红隼及黑翅鸢种群数量均较小，活动范围较大，可活动于各类生境。

邛海主要为大量的冬候鸟提供越冬场所，在冬季共有136种鸟类，此时湿地公园内的鸟类种类最多、数量最大。其中种群数量最大的主要是雁鸭类、骨顶鸡、黑水鸡、红嘴鸥等湿地型鸟类，而这些鸟类的主要栖息地覆盖较广，白天活动于植被较好、水草鱼虾丰富的沼泽区级湖岸地带，晚上主要于湖中央的开阔水域漂浮过夜。在夏季繁殖季节，在湿地公园及附近活动的鸟类共计101种，其中典型的湿地鸟类有29种，在湿地公园内繁

殖的鸟类主要有小鸊鹈、夜鹭、池鹭、苍鹭、紫水鸡、普通秧鸡、黑水鸡、红胸田鸡、董鸡、白胸苦恶鸟、灰头麦鸡、水雉、黄头鹡鸰、白鹡鸰、纯色山鹪莺等 15 种，这些鸟类主要的繁殖地点在邛海北侧近岸区域，这些区域具有较好的荇菜、菱、狐尾藻、香蒲、菰、芦苇等水生植物及沼泽植物，利于这些鸟类藏身。

（6）兽类多样性

通过实地调查，评价区兽类交少，有兽类 3 科 5 种，分别为隐纹花鼠 *Tamiops swinhoei*、赤腹松鼠 *Callosciurus erythraeus*、社鼠 *Niviventer confucianus*、黄胸鼠 *Rattus tanezunmi*、黄鼬 *Mustela sibirica*，以小型兽类为主。

5.4.3 植被现状

5.4.3.1 植被分类原则、单位和系统

按照《中国植被》的植被分类原则、单位和系统，即植物群落学-生态学原则。评价区以水生植被为主，在湖滨带分布有一定的沼泽植被。主要分布有芦苇、菰、莲、欧菱、荇菜、狐尾藻、苦草、眼子菜等群落，此外分布有人工的栽培的风车草、再力花、梭鱼草、杨树、刺桐等园林植物。

评价区植被可以划分成 2 个植被型，5 个群系组和 17 个群系，分类系统序号连续编排按《中国植被》编号用字，植被型用I、II、III……，群系组用（一）、（二）、（三）……，群系用 1、2、3……，具体的分类系统如表 5-1 所示。

表 5-1 评价区植被分类系统

植被型	群系组	群系
I. 沼泽植被	（一）禾草沼泽	1. 芦苇沼泽
		2. 菰沼泽
	（二）杂类草沼泽	3. 香蒲沼泽
		4. 酸模叶蓼沼泽
II. 水生植被	（三）沉水水生植被	5. 狐尾藻群落
		6. 菹草、大茨藻群落
		7. 金鱼藻群落
		8. 苦草群落
	（四）浮水水生植被	9. 荇菜群落
		10. 菱群落
		11. 大薸群落
		12. 凤眼莲群落
		13. 马来眼子菜群落
		14. 喜旱莲子草群落
		15. 浮萍群落
		16. 满江红群落
	（五）挺水水生植被	17、莲群落

5.4.3.2 植被类型概述

1. 芦苇沼泽 (Form. *Phragmites australis*)

芦苇常形成单一优势种群落，集中分布于评价区常年或季节性积水地段，尤其在水系连通工程唐家湾出口附近及邛海清淤工程浅水区域分布较多。多以残留群落保留或经过轻度人工诱导恢复形成的半自然群落，人工痕迹少，原生程度高。群落高度 1.6-2.5 m，覆盖度达 85%以上，群落下部常伴生有酸模叶蓼、菰、空心莲子草等植物，有时与禾本科、莎草科和灯芯草科的在湖滨形成较为密集的沼生植物群落。

2. 菰沼泽（Form. *Zizania latifolia*）

菰群落主要为历史上人工种植后废弃而形成的。常形成单一优势种群落，常分布于清淤主湖区水深为 20cm~50cm 的浅水湖岸、湖湾和海河河口地带。群落外貌草绿色，总盖度 80%~90%。优势种菰挺出水面 50~100cm，

在密集生长的群落内基本无伴生种，只是在根层不十分密集的地方或是群落边缘有少量的浮萍、凤眼莲、大藻、菹草、穗状狐尾藻以及湿生的酸模叶蓼、喜旱莲子草等伴生。

3. 香蒲沼泽（Form.*Typha orientalis*）

见于海河河口周边以及人工恢复的湿地浅水地带有小面积分布，水深0.3~1m。群落外貌绿色，高2m~3m，整齐茂密。群落总盖度90%以上。群落下层结构的植物种类则依立地条件而不同，浅水沼泽湿地多为湿生挺水植物，有芦苇、喜旱莲子草、紫茎泽兰等；在水体较深的地方通常还有沉水植物伴生，如金鱼藻、穗状狐尾藻等。

4. 酸模叶蓼沼泽（Form.*Persicaria lapathifolia*）

酸模叶蓼主要分布于入湖滨的浅水区域和入湖溪流和河道两侧。群落以蓼科的酸模叶蓼绝对占优，常常密集生长，伴生有喜湿的草本植物，有长芒稗、雀稗、棒头草、满江红、大藻、喜旱莲子草等。群落外貌墨绿，生长旺盛、密集，高度30cm~50cm，总盖度常可达90%以上。

5. 狐尾藻群落（Form.*Myriophyllum verticillatum*）

狐尾藻群落为人工诱导恢复形成的群落，大量分布于观鸟岛湿地的和部分梦里水乡湿地（清淤工程评价区内），覆盖度80%以上，相较于邛海原生狐尾藻群落，该类群落伴生物种少，物种构成比较单一、群落的稳定性较差。建议在今后的人工诱导恢复过程中适当增加眼子菜、金鱼藻等伴生物种，以丰富群落的物种多样性，提高群落的稳定性。

6. 菹草、大茨藻群落（Form.*Potamogeton crispus+Najas marina*）

菹草与大茨藻常常一起形成群落。邛海原生的菹草、大茨藻群落，群落物种构成比较复杂，伴生物种较少，群落盖度70%左右。大量菹草群落的存在，对邛海水生生态环境的维护，水质的净化具有重要的作用。建议在清淤过程中，注意对该类群落生境的保护和恢复。

7. 金鱼藻群落（Form.*Ceratophyllum demersum*）

鱼藻群落为原生残留保护恢复和人工诱导恢复形成，在湿地内较少，面积不大，分布于观鸟岛湿地和部分梦里水乡湿地的浅水区域，覆盖度80%以上。金鱼藻叶轮生，二叉状分歧，裂片丝状或条形，外观秀美，为优良绿化水生植物，观赏价值高，又能净化水体。

8. 苦草群落（Form.*Vallisneria natans*）

苦草为水鳖科多年生具匍匐茎沉水草本，属邛海原生物种。苦草群落主要分布于唐家湾段水深 1 m 左右的浅水区域，覆盖度 60%以下，伴生有水鳖。苦草植株叶长、翠绿、丛生。近水岸 200 米内的主要为芦苇、藿香蓟、破坏草。

9. 荇菜群落（Form.*Nymphoides peltata*）

荇菜群落零散分布于水流比较平静的浅水湖湾，在评价区主要分布在生态清淤工程区域，为人工诱导恢复形成，覆盖度 85%左右，常伴生有沉水植物狐尾藻和眼子菜等。其叶片心状卵形，漂浮水面，花鲜黄色，大而美丽，花多期长，挺立装点水面，可作为风景区水景。

10. 菱群落（Form.*Trapa spp.*）

欧菱是近年来引进的具有经济的植物，常形成单优群落或者和野菱混生，生长强势，对野菱的生长有强烈的竞争优势。清淤区域菱群落以欧菱为主，群落覆盖度在 60%-95%，有时常伴生有金鱼草、菹草、浮萍等沉水或浮水植物。

11. 大藻群落（Form.*Pistia stratiotes*）

大藻群落主要分布于水系连通工程涉及的区域，常形成单种群落，或在没形成大面积群落时与浮萍、紫萍共生，总盖度 100%。已形成单优群落时，几无伴生种，只在群落边缘或与相临群落交界处有少量物种伴生，如喜旱莲子草、浮萍、紫萍、凤眼莲等。

12. 凤眼莲群落（Form.*Eichhornia crassipes*）

在海河河口、小海与外湖相连的湖湾等一些避风的湖湾、入河道内以及退塘还湿的池塘内有群落分布。群落外貌绿色，在夏秋季节开蓝紫花，相当艳丽。在水位较低、水域较为开阔的地方，本群落常常形成单种群落，盖度常达100%，但在群落近岸部分常用一些水生植物生长，如大藻、喜旱莲子草、酸模叶蓼等在群落边缘伴生。

13. 马来眼子菜群落（Form.*Potamogeton wrightii*）

该群落密集覆盖在水体表面，主要分布在项目区域的浅水区域。群落外貌暗绿色，长势旺盛，总盖度可达 100%，常形成单种优势群落。只在群落边缘处有少量伴生种，如浮萍、菰、穗状狐尾藻、满江红等。

14. 喜旱莲子草群落（Form.*Myriophyllum verticillatum*）

群落外貌暗绿色，长势旺盛，也可长于浅水近岸区域，总盖度 100%，常形成单种优势群落。只在群落边缘处有少量伴生种，如芦苇、菰、穗状狐尾藻、浮萍、酸模叶蓼、石龙芮等。

15. 浮萍群落（Form.*Myriophyllum verticillatum*）

本群落主要分布于土城河、海河河口以及入湖河道口避风湾道以及静水的池塘、浅水中。由于浮萍繁殖快，常在静水水面形成密布水面漂浮群落。群落外貌翠绿色，总盖度 100%。常与紫萍混生。

16. 满江红群落（Form.*Myriophyllum verticillatum*）

本群落主要分布入湖河道口避风湾道以及静水的池塘、浅水中。优势种满江红常常在水面形成致密的一片，总盖度达 100%。伴生种有酸模叶蓼、喜旱莲子草、凤眼莲、浮萍 等。

17. 睡莲群落（Form.*Myriophyllum verticillatum*）

为人工引种栽培植物，睡莲群落分布于观鸟岛湿地人工池塘，总盖度达 100%，已形成单优群落时，几无伴生种，只在群落边缘或与相临群落交

界处有少量物种伴生，如喜旱莲子草、满江红、欧菱等。

5.4.4 生态系统现状

评价区域内各类生态系统面积和比例如表 5-2 所示。评价区域内以湿地生态系统为主，湿地生态系统总面积 1426.25hm^2，小班 46 个，占评价区总面积的 77.79%，主要为邛海湿地永久性水域区域。其次为森林生态系统，总面积 218.51hm^2，占评价区总面积的 11.92%，主要为柏木、樟树、鸡冠刺桐、柳树、杨树、槐、天竺桂、构树等。评价区内的草地生态系统、聚落生态系统面积较少。

表 5-2 评价区各生态系统面积及其比例统计表

生态系统类型	斑块数	面积（hm^2）	占总面积比例（%）
森林生态系统	40.00	218.51	11.92
水体湿地生态系统	46.00	1426.25	77.79
农田生态系统	37.00	97.09	5.29
草地生态系统	2.00	8.61	0.47
聚落生态系统	67.00	83.19	4.54
合计	192.00	1833.65	100.00

5.4.5 景观现状特征

评价区域内景观包括湿地景观、森林景观（退耕还湿以后耕地变为人工绿化用地）、人文景观（道路及房屋建筑）等 3 大景观类型，总斑块数 155 块。不同景观类型的破碎度以湿地景观最低，这与评价区内存在大面积的成片水域有关。

5.4.6 珍稀野生动植物现状

邛海湿地公园独特的地理地貌及生态环境，为野生动植物提供了理想的生存空间。

5.4.6.1 珍稀野生植物现状

根据现场调查和《四川省邛海生物多样性调查》报告，评价区分布有国家二级保护植物 1 种，野菱，为菱科，菱属，浮叶植物，喜阳光，抗寒力强，适应性很强。2014 年生物多样性监测报告显示，野菱在在邛海种群

数量丰富，生长旺盛，更新繁殖正常。一直以来，邛海周边的民众除菱角外，还捞取植物体做饲料，近年餐馆中更兴起取其幼嫩茎叶做野菜食用的风潮。近年来，出于经济目的，大量引入和栽培欧菱，这一强势植物，对野菱的生长区域造成力较大的冲击，大有取代该物种的趋势。这些活动对野菱资源和生长环境破坏严重，致使其分布量已大大减少。

评价区内野菱主要分布于海河段湿地公园水深 1.5m 以内的浅水湖湾。根据《四川省邛海生物多样性调查》报告，测得 10 个点位的生物量后得到平均值，由此得出其生物量为 7.0kg/m^2（鲜重）。

5.4.6.2 珍稀野生动物现状

（1）评价区的岩原鲤为国家二级重点保护鱼类，西昌白鱼、邛海白鱼、邛海红鲌和邛海鲤为四川省重点保护鱼类，但西昌白鱼、邛海白鱼、邛海红鲌和邛海鲤已消失多年。

（2）在评价区分布的乌龟为国家二级重点保护爬行动物。乌龟适应性较强，在评价区内有分布，冬季早晚气温较低时，乌龟静卧于浅水区水底的淤泥中或卧于岸边草丛下，不食不动进行冬眠，温度大于 15℃，其活动较为频繁，吃蠕虫、螺类、虾及小鱼等动物，也吃植物茎叶等。

（3）在评价区分布的国家一级重点保护鸟类有 3 种：彩鹳、青头潜鸭、中华秋沙鸭，国家二级重点保护鸟类 12 种。

6 生态影响识别及预测

6.1 生态影响预测内容及方法

6.1.1 生态影响预测内容

环境质量重点分析空气、水、声等可能的变化；自然资源重点分析浮游动植物、底栖动物、水生维管植物、鱼类和鸟类等可能的变化；生态系统及景观重点分析生态系统的类型、面积、完整性等可能的变化；国家重点野生保护动植物主要分析其数量、分布、迁移及其栖息环境等可能的变化；生态风险重点分析火灾、外来物种侵入等发生的几率。

6.1.2 调查方法

6.1.2.1 野生动植物资源调查

（1）湿地公园生物多样性调查

四川邛海国家湿地公园生物多样性调查采用资料检索法和实地调查法。在外业调查的基础上，主要参考《总体规划》《四川邛海国家湿地公园（试点）建设验收报告》《四川省邛海生物多样性调查》，以及其它专家、学者发表的关于湿地公园及其所在区域的学术论文。应用这些文献资料时，尤其是在动、植物物种多样性方面，属当时调查获得的资料，直接引用或应用；属查阅资料获得的，如有其它文献资料佐证的也应用，否则不应用。

（2）评价区域生物多样性调查

●浮游生物

调查时段及频次：每季度一次。

采样方法参考文献（章宗涉，1991）进行。不同样点采样水层根据样点的水深和透明度进行采样。浮游植物和小型浮游动物（原生动物、轮虫和无节幼体）定量水样：每一个采样点每一采样水层分别采水 1000mL，放入 1000mL 水样瓶后，立即加入 15mL 鲁哥氏液固定。采样时记录采样点的水

体情况，每瓶样品贴上标签，标签上记载采样时间、地点、采水体积、水温、透明度等基本信息。

浮游植物定性水样：在采集好定量水样后，用 25 号浮游植物网在采样点呈“∞”采集水样，作为定性鉴定的水样。

大型浮游动（桡足类和枝角类）定量样品采集：每个采样点每个水层分别采水样 20L，用 25 号浮游生物网过滤浓缩至约 100mL，立即加入 6mL 甲醛溶液固定。

5）水样浓缩

将上述所采得的浮游植物水样，带回实验室，静置沉淀 48h，用虹吸管小心抽出上面不含藻类的“清液”。将剩下的 30-50mL 沉淀物转入 50mL 的定量瓶中；再用上述虹吸出来的“清液”少许冲洗三次沉淀器，冲洗液转入定量瓶中。每 100mL 样品另加 6mL 福尔马林，以利于长期保存。

浮游动物定量样品采用同样的方法进行沉淀、浓缩至 30-50mL。

6）浮游生物种类鉴定与分类计数

第一，浮游生物种类鉴定

对采集回的浮游植物定性样品在显微镜下仔细观察，对照《中国淡水藻类系统、分类及生态》（胡鸿钧，2006）、《淡水浮游生物图谱》（韩茂森，1980）等参考书，对浮游植物进行分类、拍照。

浮游动物种类鉴定参考《淡水浮游生物图谱》（韩茂森，1980）、《原生动物学》（沈韫芬，1999）、《中国淡水轮虫志》（王家楫，1990）、《中国动物志：节肢动物门-甲壳纲-淡水枝角类》(蒋燮治，1979)文献进行。

第二，浮游植物计数

将浓缩沉淀后浮游植物水样充分摇匀后，立即用 0.1mL 吸量管吸出 0.1mL 样品，注入 0.1mL 计数框，然后在 10×40 倍显微镜下计数，每瓶标本计数两片取其平均值，根据藻类密度选择计数方式。

在计数过程中，某些藻类个体一部分在视野中，另一部分在视野外，这时计数在视野上半圈者计数，出现在下半圈者不计数。计数时数量用细胞表示，对不宜用细胞数表示的群体或丝状体，直接数出其细胞数量。

第三，浮游动物轮虫的与计数

计数时，将样品充分摇匀，然后用定量吸管吸 0.1mL 注入 0.1mL 计数框中，在 10×20 的放大倍数下计数原生动物。在 10×10 放大倍数下计数轮虫。计数两片取平均值。

第四，甲壳动物的计数

将浓缩的浮游动物样品充分摇匀，然后用定量吸管吸 1mL 注入 1mL 计数框中，在 10×4 的放大倍数下计数枝角类和桡足类。计数两片取平均值。

第五，浮游生物数量与生物量的计算

1）浮游植物计算

①浮游植物数量计算

一升水中的浮游植物的数量（N）用下列公式计算：

式中：$N = \frac{V}{U} \times Pn$

V — 一升水样经沉淀浓缩后的体积（mL）

U — 计数框的体积（mL）为 0.1mL。Pn — 计数出的浮游植物个数。

②浮游生物量计算

查阅相关参考文献各种藻类细胞的湿重，再根据所统计的浮游植物的数量进行计算。

2）浮游动物计算

①浮游动物数量计算

把计数获得的结果用下列公式换算为单位体积中浮游动物个数：

N=vn/V·Va

其中N为1L水中浮游动物个体数;V为采样体积;Vs,Va为沉淀体积(mL)和计数体积（mL）；n为计数所取得的个体数。

②浮游动物生物量计算

浮游动物生物量根据相关文献上同类浮游动物湿重数据进行计算。

●**底栖动物** 在邛海北部、东部、西部、南部和中部设置了调查点。野外采样时，在调查点内选取具有代表性的区域，取样面积为4m×4m，将其中的泥土、石块和水生植物捡出，用镊子夹取各种附着的底栖动物。将采集的底栖动物放入编号瓶中用5%福尔马林溶液固定保存。室内分析时，将每个采样点采集的底栖动物样品，按采集编号逐号进行整理。用肉眼或在解剖镜下将底栖动物鉴定到属或种，鉴定时依据《淡水微型生物与底栖动物图谱》（周凤霞、陈剑虹，第三版）、《淡水生物学》（大连水产学院），并分类统计个体数，再换算成以平方米为单位的种类密度。用电子天平对每一类群称重，称重前需将标本放到吸水纸上，吸去虫体表面的水分，称出每种的湿重量，再换算成以平方米为单位的生物量（湿重量）。

●**鱼类** 在鹅掌河、海河各设置了2个调查点，在干沟河、大沟河、小箐河、踏沟河、红眼河上各设置了1个调查点，沿湖岸等距离设置了6个调查点。调查方法以刺网、撒网、地笼捕获为主，还沿湖从钓鱼爱好者和渔船上的渔获物查看收集标本，并统计渔获物。调查期间共收集到鱼类标本165号。采集到的标本一部分带回实验室拍照；另一部分洗净后放入福尔马林溶液中固定保存，带回实验室进行鉴定。再通过访问、查阅文献资料等，最终分析确定其种类及分布情况

●**两栖类** 对两栖类的调查采用样线法，在评价区沿湖岸布设了12条样线，每条样线长度为200米。调查时间为18:00~22:00。沿样线调查时，每次巡视速度为400米/小时。沿样线往、返一次为一个调查。发现动物个体后，立即记录动物名称、数量、栖息生境等。

●**爬行类** 通过查阅文献资料，初步了解爬行类的大致分布范围，结合工程实际走向以及评价区地形条件，共布设 2 条调查样线，进行实地调查。调查后，依据在各样线附近观察到的动物实体和通过访问、查阅文献资料等，确定爬行类种类及其分布范围。

●**鸟类** 采用固定距离样线法，即在同一生境类型样地内，沿着林间道路、便道或干扰较小的公路布设样线，样线尽量保持直线，样线长度为 1~3km。监测时，观测者行进速度为 1.5~3km/h，同时记录样线两侧 50m 内的看到和听到的鸟种种类、数量、鸟距离样线的垂直距离、位置等信息。

采用固定半径样点法，即观测者行走速度为零的样线法。在监测区域内设置样点，样点常沿林间小路、便道及干扰较小的公路布设，样点间距离至少为 200m，以保证每个样点的独立性。监测时，每个样点停留 10min，以样点为圆心，记录 50m 半径内的鸟种。在此期间记录看到和听到的鸟类种类、数量、与记录点的距离等信息。同时记录样点经纬度、海拔、生境信息等。

鉴定鸟种时主要参考马敬能等（2000）编写的《中国鸟类野外手册》，鸟类分类主要依据中国观鸟年报 2020 年发布的《中国鸟类名录 8.0》，鸟类居留型、分布型和特有种的认定依据郑光美（2017）主编的《中国鸟类分类与分布名录》和张荣祖 2011 年编著的《中国动物地理》。

●**兽类** 对于大中型兽类，在野外直接根据观察到的毛发、粪便和其它痕迹识别，同时采用访问当地居民等方法掌握评价区域大中型兽类组成。小型兽类主要使用铗日法进行调查。

●**维管植物** 在评价区内，沿着邛海湖岸边，沿线全线记录所有植物种类，并查阅其他调查资料进行适当补充。

●**植被** 在收集当地植被分布图的基础上，在评价区内，沿清淤工程周围 1000m 范围布设样线，到现地核实，确定植被类型和分布，并在典型地

段根据植被群系类型设置植被调查样方，调查其层次结构、物种组成。其中，乔木植被按 20m×20m 设置调查样方；灌木植被按 5m×5m 设置样方；草本植被按 1m×1m 设置样方。

6.1.2.2 生态系统调查

采用与土地资源调查类似的方法进行生态系统空间位置及面积调查，生态系统的类型和面积调查以资料收集为主，采用与野生动植物资源调查设置的样方调查与线路调查相结合的方法调查生态系统特征。线路调查主要用于调查生态系统的动物种类、生态环境情况。样方调查主要用于生态系统植物物种组成成分、生态系统结构、植物生产力等方面。

6.1.2.3 景观调查

采用图像综合法调查景观空间位置和面积等信息，同时结合土地资源、植被、生态系统等调查进行景观生态调查。

6.1.2.4 珍稀野生动植物调查

采用资料收集和现地调查、访问相结合的方法调查主要保护对象。种群种类、分布区域等结合动植物资源现场调查进行；种群数量调查主要采用样带（样方）调查法；生境调查，主要调查主要保护物种生境的类型、分布区域、连通性等，并结合生态系统调查进行。

6.1.2.5 社会经济状况调查

采用资料收集和现地调查、访问相结合的方法调查。

6.1.3 评价方法

根据《环境影响评价技术导则-生态影响》（HJ19-2022），同时参考《建设项目对自然保护区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价技术规范》（DB51/T1511-2022）等相关行业标准，结合有关文献资料，采用定性与定量相结合的方法对生态影响进行预测。分别从建设期和运营期两个阶段对湿地公园生态影响评价指标体系中各指标的变化程度进行调查、

预测，再综合得出最终评价结论。

6.1.3.1 生态影响评价单项指标影响程度分级及赋分

预测工程施工及运营对各指标的变化影响，将影响程度分为影响小、影响大和影响极大三个等级。单项指标中“低度”的程度等级赋值为 1 分，“中度”为 2 分，“高度”为 3 分。

6.1.3.2 生态影响评价综合影响程度分级

综合评价分值按各单项分值相加所得，区间为 24-72，其中：分值在 24-40 的，综合评价结论为“低度影响”；在 41-54 的，结论为“中度影响大”；在 55-72 分的，结论为“高度影响”。

除此之外，如主要保护对象规模、分布范围、重要栖息地、自然性指数等四个三级指标中有两个影响预测结果为高度影响的，则无论评价结果分值大小，综合评价结论为“高度影响”。

6.2 建设项目对生态环境影响

6.2.1 对水环境的影响

（1）建设期的影响

1）水土保持生态建设工程

水土保持生态建设工程为植被种植，施工阶段对地表水的污染源主要包括地面径流导致的水土流失，植被施用的农药化肥施污染，以及施工人员生活污水。

①地表径流导致的水土流失增加

水土保持生态建设工程在施工阶段将会对土地进行翻动，在降雨情况下，会在一定时间段内导致水土流失增加，使得地表径流中 SS 浓度增加，地面径流汇入地表水体后会在一定程度上造成地表水中 SS 浓度增高。但这种不利影响是短时间的，随着植被的生长，可以改善区域水土流失问题。

②农药化肥污染

在植被栽种阶段，为了保证栽种植被的成活，一般会对栽种的植被进行施肥和喷洒农药，残留的化肥和农业可随地表径流进入地表水体，会对地表水环境产生一定的不利影响。但在科学施肥的情况下，农药化肥随地面径流进入地表水的量较小，对地表水环境产生的不利影响是可以接受的。

③生活污水

水土保持生态建设工程各子项施工期均较短，施工人员一般为当地居民，施工人员均回家居住或租用民房进行住宿，因而不配套建设施工营地。施工人员生活污水利用居住地既有生活污水处理设施进行处理。因此，本项目生活污水得到了妥善处理，对地表水环境产生不利影响较小。

2）清淤工程

①清淤对邛海水质的影响

邛海主湖清淤和水系连通工程采用环保绞吸式挖泥船进行水下施工，在清淤设备配备有封闭罩。由于采用绞刀头机械底泥切削工作，对周围底泥的扰动会在一定范围内产生二次污染。在邛海生态清淤工程中为减少清淤过程中因水体扰动产生的悬浮底泥随水体流动影响周边水体，在清淤区的外边界设置一道具有透水阻泥的作用拦污屏。邛海水系连通工程中拟在清淤水系与邛海主体水域交汇的岔河口设置临时围堰进行隔断，减小清淤作业对邛海水质造成的污染。

河口湿地因水域条件不足，不适宜采用环保式绞吸船进行清淤，考虑到水生植物根系干扰，采用水陆两栖挖掘机进行清淤。清淤将导致底泥和水体的扰动，造成清淤区域水质明显变浑浊，这种影响主要体现在邛海临岸水域，影响范围相对较小。本工程通过清淤措施在现状湿地内部形成合理边坡，后期种植水生植物恢复湿地生态，并提升景观效果。

采用太湖流域五里湖清淤有关成果类比分析本工程清淤过程中有关污

染物的变化。根据2003～2004年五里湖生态清淤的有关监测分析成果，清淤过程中可导致底泥发生再悬浮，加之扩散作用可促使底泥中N、P营养盐及其所吸附的重金属离子的释放，但除Ni 外，其余重金属向水体中释放的水平低于地表水环境质量标准。

在本工程清淤过程中，一方面底泥中N、P及重金属向水体释放的程度有限，另一方面拦污屏和围堰的设置在一定程度上也减少了对周围水体污染物的浓度。但尽管如此，仍应加强工程实施期间的水质监测工作，以避免清淤导致的水体污染物浓度变化可能造成的污染。

综上，在做好施工监管的情况下清淤工程对水质的影响预测为中度影响。

②围堰实施对地表水的污染

在围堰施工过程中将造成河底扰动，淤泥上浮进入地表水环境，造成施工河段附近河水中SS浓度增加。为进一步控制水体扰动，悬浮物的扩散，在清淤水系与邛海主体水域交汇的岔河口均布置有钢板桩围堰，防止清淤区由于搅动的预染污向外部水域扩散。此清淤措施可将施工区水域同外界隔离开来，有效阻止悬浮颗粒物向外扩散。因此，围堰施工对地表水环境产生的不利影响较小。

③工程实施期对取水口的影响

邛海集中式饮用水水源保护区取水口位于本工程清淤区上游约8km处，工程施工对水体的轻微扰动不会对取水口取水水质产生较大影响，为控制水体扰动，悬浮物的扩散，在清淤水系与邛海主体水域交汇的岔河口均布置有钢板桩围堰，防止清淤区由于搅动的预染污向外部水域扩散。此清淤措施可将施工区水域同外界隔离开来，有效阻止悬浮颗粒物向外扩散。但必须做好工程实施期间取水口水质的监测和保护工作，防止发生水质安全事故。

④底泥输送

环保绞吸式挖泥船清淤泥浆直接吸入泥泵，经泥泵加压后通过连接在船后的排泥管线（浮管及岸管）输送至淤泥处置场，整个流程为全封闭状态，对邛海的水质影响较小。入湖河口湿地清淤工程产生的淤泥采用槽罐车运送至乌龟塘附近的淤泥处置场，在底泥运输过程中对邛海水质几乎无直接影响。但在车身应铺设聚氯乙烯薄膜等进行防渗漏处理，同时确保上路车辆车身不粘附底泥等，以防止沿途散落，污染环境。

⑤车辆冲洗废水

车辆冲洗废水主要为挖泥船冲洗产生的废水，废水中污染物主要为石油类和悬浮物，如果直接排放将会对地表水环境产生一定的不利影响。在冲洗设施设置沉淀池，车辆冲洗废水经沉淀池处理后循环使用或洒水降尘，沉淀池底的沉淀物定期清挖，并运输至淤泥处置场区进行妥善处置。在采取上述措施后，项目施工作业车辆冲洗废水和沉淀池污泥得到妥善利用，不直接外排，对地表水环境产生的不利影响较小 。

⑥船舶废水

挖泥船废水主要是洗舱废水、船底水。在清淤船运行过程中，由于机械的各种阀件和管道中漏出的水与机械在运转过程中涌出的润滑油、燃烧油等混合在一起形成含油污水沉积在机舱内。机舱废水水质较为复杂，石油类污染物浓度较高。

根据有关规定，船舶舱底油污水需经自带的油水分离器处理，处理后石油类浓度不大于15mg/L，虽然经过处理的废水石油类浓度在一定程度上降低了，但仍无法满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中I级标准。虽然本项目船舶废水产生量较少，但如果直接排放进入邛海，会对邛海水质产生一定的不利影响。

为了减小船舶废水对地表水环境的影响，将船舶废水需首先经过自带的油水分离器进行初步处理，处理后的废水运送至邛海污水处理厂进行处

理，禁止将船舶废水直接排放进入邛海。在此基础上，船舶废水可以得到妥善处理，对地表水环境产生的不利影响较小。

⑦地表径流

施工机械跑、冒、滴、漏的污油及露天机械设备被雨水等冲刷后产生油污染，在雨天时形成地表径流将污染受纳水体；项目土石方处理不当，堆放的材料管理防护不当，被雨水冲刷时也会对周围水体水质造成一定的影响。地面径流中污染物主要为悬浮物和石油类。

为了减小地面径流对地表水环境的影响，进入施工现场的机械设备和运输车辆要加强检修，尽量杜绝“跑、冒、滴、漏”等问题；在施工时考采用无纺布或草栅对开挖和填筑的未采取防护措施的裸露地面、表土堆积地、堆料场等进行覆盖，在表土堆积地周围用编织土袋拦挡、在堆料场周围设置沉淀池等措施。采取这些措施后将大大的减少表土的裸露及被雨水的冲刷，在强降雨条件下所产生的面源流失量也较小，对周围水环境影响较小。

⑧生活污水

施工生活污水中主要污染物来源于排泄物、食物残渣、洗涤剂等，主要污染物为 COD、BOD_5 等。本工程设 2 个施工生产、生活区，主要考虑就近租用民房。生活污水经处理后回用，不外排，处理后水质达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)标准，出水用于洒水降尘或绿化浇洒。生活污水拟采用生活污水处理成套设备，生活污水处理成套设备是采用目前较为成熟的生化处理技术——生物接触氧化法。因此，本项目生活污水得到了妥善处理，对地表水环境产生的不利影响较小。

（2）运营期的影响

本项目在营运时，在评价区域内相对于施工前无新增废水污染物产生、排放。工程实施后将减少邛海泥沙注入量、改善入湖沟渠水环境、提升邛海北岸水源涵养能力。

1）水土保持生态建设工程

水土保持生态建设工程部署着邛海流域天然防护屏障，能够有效拦截邛海流域地表污染物并对地表污染物有物理、化学降解作用，减少或避免污染物随径流进入邛海及支流，从面源污染方面控制污染源，有效改善邛海流域水质。水土保持生态建设工程减少邛海流域土壤侵蚀量，防治水土流失，进而减少邛海泥沙注入量，净化邛海水质，实现清水入湖。

2）邛海湿地内部水系综合修复治理工程

其中的邛海湿地内部水系连通工程结合现状坑塘水域进行内部水系连通，清除了渠底沉积大量的腐烂污泥约 18.36 万 m^3，改善入湖沟渠水环境，提高入邛海的沟渠水质，进一步提升邛海水质。邛海湿地内部水系两侧生态修复工程实施后建立结构完善的天然湖滨湿地，形成天然防护屏障，减少上游污染物直接入湖量，在提高邛海水质的同时，可改善湿地的生态环境。

3）邛海生态清淤工程

邛海浅滩清淤疏浚，邛海湿地公园从 2009 年起，退塘还湖、退田还湖、退房还湖和浅滩清淤疏浚约万余亩，2011 年二期梦里水乡湿地恢复对浅滩清淤疏浚，扩大邛海水域面积，通过邛海一、二期建设，邛海水域面积已从 27 平方公里增加至 29 平方公里。随着邛海湿地的分期竣工，邛海区域水质、空气质量明显改善，生态环境更加优美，青龙寺、二水厂、湖心断链 3 个监测点位水质稳定达到II类水标准，水质状况良好。

2002 年，五里湖区底泥进行了疏浚，疏浚面积 5.60 km^2，疏浚总量 $240.1\times10^4m^3$，平均疏浚厚度 0.43 cm。对疏浅浚前后湖区水质、水生生物及底泥成分进行分析，结果表明五里湖底泥疏浚后，湖区水质发生好转，高锰酸钾指数和总磷含量呈逐下降趋势，下降幅度分别达到 18%和 40%，透明度也由疏浚前 35 cm 增加到 45 cm 左右，表层底泥重金属和有机污染物

程度明显降低（湖泊生态学概论）。2007 年-2012 年间，前后对太湖、竺山湖、梅梁彻、贡湖和东太湖等湖湾开展了清淤工程，工程实施后，试验区底泥主要污染物含量(TP、TN，OC、TS、Fe 和 Mn)和孔隙水主要污染物浓度(TP、TN、Fe 和 Mn）明显下降，降幅平均值分别为 56.7%和 71.2%，湖区纳污能力显著增强。工程实施后，试验区底泥磷形态中活性组分含量和底泥孔隙水中活性磷浓度明显降低，从而有效地降低了疏浚区底泥污染物“二次释放”的环境生态风险（湖泊生态学概论）。

底泥疏浚与水生植被重建结合有利于改善水质。以太湖西的五里湖为例，俞海桥等（2007）环保疏浚的基础上结合水生植被恢复，水体透明度是对照的两倍，TP 含量较低，TN 含量远低于对照区。以杭州西湖为例，吴芝麻瑛等(2008)西湖底泥疏浚后水质有所改善,水体透明度、悬浮物(SS)、高锰酸盐指数、生化需氧量、总氮、氨氮、硝酸盐氮、总磷、可溶性磷、叶绿素 a 等指标均有不同程度的改善。

邛海生态清淤工程清除邛海的内源污染，减少邛海泥沙淤积，清除内源污染约 85.17 万 m^3，根据类似湖泊清淤效果，预测实施后将增加扩大湖盆区的库容，在做好防治措施的情况下，减轻邛海内源污染，在做好外源污染系统治理情况下，解决邛海北部“水浑”现象。同时结合生态修复措施，增加邛海水体透明度，为水生植物生长创造条件，改善邛海生态环境。

综上所述，在系统修复治理情况下，预测四川省邛海流域水生态修复与治理工程实施后在一定程度上促进湿地公园水环境得到改善。

6.2.2 对空气质量的影响

（1）建设期的影响

本项目施工过程对空气质量影响主要为施工扬尘、清淤场地恶臭、淤泥利用场恶臭、燃油尾气、拌合站废气。

①施工扬尘

本项目不设置拌合站，项目所需的混凝土均采用商品混凝土。项目施工期扬尘污染主要来源施工土石方挖填作业产生的扬尘、临时堆场扬尘、以及运输道路扬尘。扬尘的颗粒物粒径分布一般为：＜5um 的占 8%，5～20um 的占 24%，＞20um 占 68%。根据工程分析可知，项目施工粉尘各作业环节产生的 TSP 污染可控制在施工现场周边 50～200m 范围内，在此范围外一般能符合二级标准。

根据现场调查，本项目施工场界及运输道路两侧有居民点分布，因此需采取相对应的扬尘防治措施以减少施工对周边居民的影响。施工期扬尘量的产生与土石方开挖量、废弃土石堆场面积、裸地面积和风速有关。因此，工程施工期可通过优化挖填作业方案，进一步减少施工土石方挖填量，并对临时堆场进行覆盖，尽量避免在风天进行易产尘作业等措施进一步减少施工扬尘。同时，相关研究表明，通过合理的洒水作业可有效降低施工期扬尘的产生及排放浓度，由表可知，在实施每天洒水 4～5 次进行抑尘，可有效地控制施工扬尘，可将 TSP 污染距离缩小到 20～50m 范围内。

通过在施工现场增加洒水频次，可大大减轻扬尘污染，减少项目建设对区域大气环境的不利影响。因此，在严格落实相关扬尘防治措施的基础上，项目施工期扬尘污染对大气环境的影响是可以接受的。

②清淤场地恶臭

本项目清淤场地包括邛海湿地内部连通水系清淤场地和邛海生态清淤场地。

a.邛海湿地内部连通水系清淤场地恶臭

邛海湿地内部水系连通工程河底上部淤泥主要为灰黑色淤泥，有较为明显的腥臭味，下部淤泥主要为泥质粉质粘土。河道清淤过程中的恶臭主要是因为河道中有机物腐殖污染底泥，底泥在受到扰动后其中的恶臭物质以无组织的形式进行释放，从而对周围环境产生不利影响。恶臭组成成份

较为复杂，有 NH_3、H_2S、甲硫醇、甲硫醚、三甲胺等 10 余种无机物、有机物，一般以 NH_3、H_2S 为代表。本次评价中采用类比分析法确定底泥清淤过程中产生的臭气污染源强。由于四川省内清淤工程施工期臭气监测资料匮乏，本次评价参考牡丹江南泡子疏挖工程、广西南宁朝阳溪环境综合治理工程底泥清淤调查结果，该类工程均为干挖，清淤过程中产生的臭气强度均约为 2～3 级，影响范围在 30m 左右，其污染源臭气级别调查分析结果见下表。

表 6-1 干挖清淤臭气强度调查结果

距离	臭气感觉强度	臭气级别
岸边	有较明显臭味	3 级
岸边 30m	轻微臭味	2 级
岸边 80m	极微弱臭味	1 级
岸边 100m	无	0 级

结合上表调查结果，认为邛海湿地内部水系连通工程恶臭对环境影响范围为 30m。通过现场调查，邛海湿地内部水系连通工程周边 100m 范围内无常住居民，因而不会对居民生活产生不利影响。考虑到邛海湿地内部水系连通工程位于邛海湿地公园内，清淤产生的恶臭可能会对游客的游览产生一些不愉悦的感受。

b.邛海生态清淤工程场地恶臭

邛海主主湖区清淤采用 400m³/h 环保绞吸船进行清淤，通过管道输送至淤泥处置场进行处理，因而在清淤现场基本无恶臭污染物产生，基本不会对大气环境产生不利影响。入湖河口和海河河道出湖口清淤位于邛海近岸，淤泥中有机质污染物含量显著低于邛海湿地河道内有机质污染物含量，在邛海近岸清淤过程中产生的恶臭会显著低于邛海湿地内部连通水系清淤场地恶臭，清淤底泥采用密闭性自卸卡车等运输，在车身铺设聚氯乙烯薄膜等进行防渗漏处理，同时确保上路车辆车身不粘附底泥等。因此，淤泥对沿线敏感点几乎没有影响。

③淤泥处理场恶臭

本工程设置淤泥处理场1个，位于马道街道乌龟塘，未在邛海湿地公园内。

④燃油尾气

在施工现场所用的大中型设备、运输车辆、以及清淤船，主要以柴油、汽油为动力。特别是土石方工程中，这些机械设备均以土石方施工现场为中心，大量使用汽车、装载机、挖掘机、推土机、碾压机等工程机械，这些机械设备均会排放一定量的CO、NO_2以及未完全燃烧的THC等废气，导致施工区域环境空气质量下降。

本项目施工区域内，地形开阔，空气流动性较强，施工机械产生的尾气可以在短时间内迅速扩散稀释，因此，道路施工过程中产生的燃油尾气对周围环境影响较小。

（2）运营期的影响

本项目为生态修复与治理工程，工程实施后邛海西北区域底部高营养盐含量的表层沉积物的腥臭味消失，完善邛海流域及邛海湿地内部的生物多样性，促进湿地公园的空气质量得到有效提升，改善了区域环境。

1）水土保持生态建设工程

水土保持生态建设工程中西昌小花山—青龙寺天窗绿化造林、鹅掌河生态治理竹园项目、邛海东岸小箐河生态修复和补植等项目实施后补充完善邛海流域森林、竹林、草皮等植被。项目实施后植被覆盖度增加，绿化面积保存率达到100%，有效修复邛海流域受损生态系统，保护生态环境和自然资源，促进空气质量良性发展，保护和修复邛海流域陆生生态和水生态环境，增强西昌市城市森林的生态屏障功能。

2）邛海湿地内部水系综合修复治理工程

邛海湿地内部水系连通工程结合现状坑塘水域进行内部水系连通，清

除了渠底沉积大量的腐烂污泥，改善入湖沟渠水环境，从而腐烂污泥放出的臭腥味也随之消失。邛海湿地内部水系两侧生态修复工程建立结构完善的天然湖滨湿地，形成天然防护屏障，减少上游污染物直接入湖量，在提高邛海水质的同时，可以改善湿地的生态环境，有助于丰富该区域的生物种类，保护湿地资源。

3）邛海生态清淤工程

邛海生态清淤工程清除可清除邛海西北区域底部高营养盐含量的表层沉积物，包括沉积在淤积物表层的悬浮、半悬浮状的絮状胶体等，改善邛海水环境，长远来看，底栖动物的栖息地环境和生境条件等将得到一定程度的改善，水体臭腥味随之消失，生物多样性增加，能有效改善周围空气环境。

因此，项目进入运营期，湿地公园空气质量将达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准要求甚至一级标准要求。

6.2.3 对声环境的影响

（1）建设期的影响

本项目施工期间的噪声源主要来自于施工机械及运输车辆产生的噪声。施工机械设备噪声影响的范围相差很大，同时在实际施工过程中可能出现多台施工机械同时在一起作业，则此时施工噪声影响范围比预测值大。

1）水土保持生态建设工程

水土保持生态建设工程主要进行植被种植，施工设备较少，施工噪声较小，不会对声环境产生明显的不利影响。

2）邛海湿地内部水系综合修复治理工程

邛海湿地内部水系综合修复治理工程施工的机械设备包括挖掘机、装载机、推土机、重型运输车等，其影响范围在44～112m之间。通过现场调查，项目周边200m范围内无居民分布，因而项目施工不会对居民生活产生

不利影响。由于清淤区在湿地公园内，对噪声相对敏感，按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的II类标准考虑，则影响范围为 140～300m，因而项目施工噪声将对旅游的游览产生较为明显的不利影响。因而在项目施工期应做好游客的告知和疏导工作。

3）邛海生态清淤工程

邛海生态清淤工程使用的机械设备主要包括：环保绞吸式挖泥船、空压机、泥浆潜水泵等。

①清淤区域噪声影响分析

清淤区域噪声主要为清淤船、空压机、潜水泵噪声，噪声影响范围在56～100m；由于清淤区属于国家风景名胜区、国家湿地公园，对噪声相对敏感，按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的II类标准考虑，则影响范围为 180～300m，因而项目施工噪声将对旅游的游览产生较为明显的不利影响。因而在项目施工期应做好游客的告知和疏导工作。

②淤泥输送管线噪声影响分析

淤泥输送管线噪声主要为接力泵站噪声，在不采取措施的情况下，噪声影响范围为 100m，为了减轻接力泵噪声，要求将接力泵设置在封闭式泵站内，噪声可降低 20dB（A）以上，因而在泵站外 30m 噪声可降至 60dB（A）以下，其对声环境产生的不利影响是可接受的。

（2）运营期的影响

本项目为邛海流域水生态修复与治理工程，运营期不排放噪声污染物，不会对项目地声环境造成污染，更不会对邛海湿地公园造成声环境污染。

6.3 建设项目对自然资源影响预测

6.3.1 对植物资源的影响

6.3.1.1 浮游植物的影响

（1）建设期的影响

项目工程对浮游植物的影响主要为邛海生态清淤工程和邛海湿地内部水系综合修复治理工程，经调查和查阅邛海相关资料，清淤区域内的浮游植物以绿藻和硅藻为主。浮游植物在邛海生态清淤工程范围的 A 区和邛海湿地内部水系连通工程终点唐家湾出口附近浮游植物的密度较高，密度分别为 160x104ind/L 和 140x104ind/L，在水深为 1.5m 处浮游植物密度最高，水深 2.5m 以上密度逐渐减少。

邛海生态清淤工程部分涉水作业区域水深在 1.5m 以上，浮游植物密度较大，但清淤工程清淤深度普遍不足 1m，浮游植物密度较小；水系连通工程区域河底淤泥严重，水深不足 1m，浮游植物密度相对较低。清淤会使浮游植物被吸入上岸死亡，使其物种组成、密度、生物量产生一定的损失。同时，挖泥船的活动将使水体悬浮物增加，使得局部范围水体透明度降低，不利于浮游植物的光合作用，在一定程度上会影响浮游植物的生长与繁殖。综合考虑清淤区浮游植物的水平分布和垂直分布规律，清淤施工作业过程中对水生 1.5m 以上的区域浮游植物的影响很大，主要影响的浮游植物为绿藻和硅藻群落。

（2）运营期的影响

清淤结束后，增加相应蓄水量约 103.53 万 m^3，邛海水体透明度增加。根据方艳红等(2020)研究结果表明，水体透明度增加，有利于浮游植物光合作用，水体含氧量增加，有利于植物生长繁殖。朱根海等(1991)对西湖疏浚、清除湖底污泥工程后浮游植物的现状研究结果表明，清淤后蓄水量增加两倍多，比治理前浮游植物种数增加 73.48%，硅藻、绿藻数量增加。西湖经

过几年治理后水生态环境向着有利的方向发展。综上，预测运营期蓝藻密度下降，绿藻、硅藻等寡污水性指标种类和数量增加。因此，运营期浮游植物的影响较小。

6.3.1.2 水生维管束植物的影响

（1）建设期的影响

依据工程初设方案，对清淤区的水生植物种类进行了针对性调查。得到各个清淤区内的水生植被类型和植物群落结构的基本资料。调查结果整理如表 6-2，扰动区内的植物群落类型和群落中的主要植物种类等。

表 6-2 工程直接影响区域植被、优势物种现状汇总表

工程	扰动的主要湿地类型	直接受影响植物物种	间接受影响的物种
邛海生态清淤工程	湖泊湿地	菰、欧菱、野菱、荇菜、眼子菜、狐尾藻、苦草、水鳖、浮萍、香蒲、芦苇、喜旱莲子草、酸模叶蓼、狐尾藻、苦草、菹草、凤眼莲等	风车草、构树、紫茎泽兰、斑茅、桑、柳、鬼针草、葎草、水麻、蓖麻、风车草、斑茅、芭蕉等
邛海湿地内部水系综合修复治理工程	河流湿地	菰、欧菱、野菱、大漂、风车草、水鳖、喜旱莲子草、酸模叶蓼、狐尾藻、苦草、金鱼藻、梭鱼草、芦苇、凤眼莲等	柳树、槐树、杨树、构树、海红豆、红千层、马桑、蒿、月见草、鬼针草、节节草、美人蕉、紫薇、鬼针草等
邛海东岸小箐河生态修复和补植	--	樱花、杨树、构树、天竺桂、鱼尾葵、藜、车轴草、节节草、紫茎泽兰、蒿等	柳树、马桑、洋槐、玉兰、秋枫、迎春、鬼针草等

在本项目施工期间，清淤范围内的这些植物物种和植被将受到直接影响，对其影响很大。

1）对物种丰富度的影响

项目区植物生境单一，主要是湖泊湿地、河流湿地，加之相对高差较小，植物种类相对较少。工程建设期对物种的影响主要体现在工程活动地段。建设施工将会清除占地区的植物，造成这些植物的死亡，对其周围区域的植被也将造成一定程度的破坏。

清淤将导致芦苇、菰、香蒲、酸模叶蓼、狐尾藻、苦草、水鳖、菹草、金鱼藻、欧菱、荇菜、眼子菜、喜旱莲子草、大藻等植被遭到直接破坏，但受影响的植物大都为区域广泛分布的水生植物，生存能力强。不会使湿地公园内的植物种类减少。

在清淤工程完毕后，采用邛海本土植物种野菱、菰、芦苇、荇菜、金鱼藻、眼子菜和苦草等按照沉水植物群落、浮水植物群落、挺水植物群落系列进行了空间配置，促进清淤区生物多样性增加。此外，还采取抛石护岸措施，减少湖底淤泥上浮，影响水环境，进而影响植物的生长环境。

2）对活立木蓄积量的影响

清淤区域内植被为水生草本植物，植被措施实施区域不涉及砍伐林木。因此，对活立木蓄积无直接影响。

3）对水生植物生物量的影响

根据《四川省邛海生物多样性调查》报告，清淤区及周边水生维管植物群落面积约 0.79km^2，清淤将破坏水生维管植物约 0.27×10^{4}t(鲜重)，占湿地公园水生维管植物生物量约 25%，比例大。因此，对水生维管植物生物量影响预测为高度影响。

4）对分布格局的影响

清淤扰动区域分布的芦苇、菰、香蒲、酸模叶蓼、狐尾藻、苦草、水鳖、菹草、金鱼藻、欧菱、荇菜、眼子菜、喜旱莲子草等植株将被破坏，其它区域的植物物种分布将不会受到明显影响。

图 6-1 清淤区域的欧菱群落

图 6-2 唐家河出口芦苇群落

总体来讲，清淤工程的实施对水生维管束植物群落的影响较大，但受影响的植物多数是湿地公园内的广布种，工程实施不会导致物种的消失。

（2）运营期的影响

通过北部湖区、海河河口段、废弃人工湿地区进行环保式清淤，清除

北部湖区淤积的约22%泥沙，疏通邛海出湖路口和周边水系通道，结合生态修复措施，对北部湖区进行系统治理，增加邛海水体透明度，增加了种植水草存活率，恢复水生植物群落结构，改善区域水生态环境。绿化恢复和植物措施实施使用的乔木、灌木和草本植物都是当地常见物种，增加了物种多样性和灌木草本生物量。

故从长远考虑，项目实施能保护湿地公园水生植物生物多样性和维持良好的生态环境。

6.3.1.3 对国家重点保护野生植物的影响

评价区内分布有国家二级保护植物野菱，野菱在评价区沿湖岸和湖湾1.5m以内的浅水区生长。清淤区域水质混浊，这些因素都不利于野菱生长，种群数量少，根据野外调查和《四川省邛海生物多样性调查》报告，分布于主湖清淤区域距离岸边1m左右的浅水区，多与欧菱混生，距离清淤范围约8m。施工人员和船舶的进出会影响其生长繁殖。

清淤工程实施前，应做好野菱的保护措施，避免因施工导致野菱种群数量的减少。因此，在对野菱做好保护措施的情况下，对野菱的影响相对较小。运营期，根据西湖等类似工程清淤后监测结果，清淤蓄水后的水体透明度最高达到68cm左右，水质整体得到改善。因此本项目实施清淤工程后，水体透明度增加水质得到改善，为野菱的生长繁殖提供良好的水环境，有利于野菱的生长。因此，运营期，预测对野菱几乎无影响。

6.3.2 对动物资源的影响

工程建设期对野生动物最主要的干扰为施工期的噪声和人类活动，如机械运行、车辆及施工人员活动等造成的直接惊扰；工程营运期的影响主要是占据活动空间和机器运转的惊扰。这些因素对野生动物的直接伤害小，但会占据、缩小或破坏部分个体的营巢点、捕食、繁殖和活动地点，迫使其暂时离开栖息地及周边区域，寻找替代生境。但在工程区活动的大多数

野生动物是个体，所以不会导致种群危机和资源匮乏的情况。在建设的高峰时期，施工人数较多且分散，不易于管理，可能会发生施工工人偷猎的现象，从而造成个体死亡，对此应加强管理，避免情况的发生。

6.3.2.1 浮游动物的影响

（1）建设期的影响

项目工程对浮游动物的影响主要为邛海生态清淤工程和邛海湿地内部水系综合修复治理工程，经调查和查阅邛海相关资料，清淤区域内水浅，水体较浑浊，透明度低，浮游动物组成以轮虫密度最大，为 61 个/L，原生动物、枝角类和桡足类密度较低。在水深为 1.5m 处浮游动物密度最高，水深 1.5m 以上密度骤减，为 20 个/L 左右。

邛海生态清淤工程部分涉水作业区域水深在 1.5m 以上，浮游动物密度较大；水系连通工程区域河底淤泥严重，水深普遍不足 1m，浮游动物密度相对较低，为 27 个/L，清淤区域以轮虫群落为主。清淤会使浮游动物被吸入上岸死亡，使其物种组成、密度、生物量产生一定的损失。同时，挖泥船的活动将使水体悬浮物增加，水体透明度降低，不利于浮游植物的光合作用，在一定程度上会影响浮游植物的生长与繁殖，也给浮游动物带来不利影响。综合考虑清淤区浮游动物的分布规律，清淤施工作业过程中对浮游动物的影响很大，主要受影响的浮游动物为轮虫群落。

（2）运营期的影响

清淤工程结束后，增加相应蓄水量约 103.53 万 m^3 。采用西湖清淤有关成果类比分析本工程清淤后浮游动物的变化。根据李共国等（1991）对西湖疏浚工程后浮游动物群落的变化研究结果表明，疏浚后西湖浮游动物平均密度增加了 80.5%，其中原生动物密度增量贡献 57.3%，平均生物量增加了 49.7%，其中轮虫生物量增量贡献 36.5%。综上，预测运营期浮游动物密度、生物量整体呈上升趋势。虽然在类似工程中为促进其生长，但邛海

为高原湖泊，具有一定的特殊性。因此，预测运营期对浮游动物的几乎无影响。

6.3.2.2 对底栖动物的影响

（1）建设期的影响

项目工程对浮游动物的影响主要为邛海生态清淤工程和邛海湿地内部水系综合修复治理工程，经调查和查阅邛海相关资料，清淤区域内霍甫水丝蚓为密度优势种，密度百分比为 89.7%。在清淤区唐家湾和官坝河入海口底栖动物密度和生物量较高，并且底栖动物种类较多，有最高的生物多样性指数，达到了整个区系的 47%。

清淤工程位于邛海北部，该工程的施工期会使邛海北部的底栖动物的多样性和生物量大为减小。同时，挖泥船的活动将使水体悬浮物增加，水体透明度降低，不利于浮游植物的光合作用，在一定程度上会影响浮游植物的生长与繁殖。由于食物链的传递关系，施工在对藻类等第一生产者产生影响的同时，也给底栖动物带来不利影响。因此，清淤施工作业过程中对邛海北部底栖动物的影响是破坏性的。

邛海底栖动物的 Simpson 多样性指数、密度和生物量的排序为西部＞北部＞东部＞南部＞中部，清淤工程对邛海西部、东部和南部的底栖动物影响很小。

（2）运营期的影响

清淤工程结束后，水体透明度增加。通过对栖息地修复，随着水生植物的恢复底栖动物也会逐步得到恢复。根据杨炯等(2022)对采用环保疏浚对洱海西沙坪湾底栖动物群落结构的影响研究结果表明，疏浚结束后，与疏浚前和疏浚中相比，疏浚区的底栖动物种类明显增加，底栖动物生物量和密度分别是疏浚前的 18 倍、3.26 倍。因此，预测运营期对邛海北部底栖动无负面影响。

6.3.2.3 对鱼类的影响

（1）建设期的影响

通过开展鱼类的专项调查，查阅相关资料，评价区域内共有鱼类 14 科 56 种，其中土著种 40 种，外来鱼类 16 种，其中鲤形目鱼类有 32 种，占评价区鱼类总数的 73.19%。分布有国家二级重点保护鱼类 1 种，为岩原鲤，栖息于石砾底水流较缓的河流中，主要以水生无脊椎动物为食，但整个邛海湿地种群数量已较小，为偶见种。四川省重点保护鱼类有邛海白鱼、西昌白鱼、邛海红鲌、邛海鲤，但它们已多年不见。

表 6-3 评价区鱼类各目、科物种组成表

目	科	种	占总种数的%	合计%
鲤形目	鲤科	32	57.14	73.19
	条鳅科	5	8.93	
	鳅科	2	3.56	
	爬鳅科	2	3.56	
鲇形目	鲿科	4	7.14	10.72
	鲇科	1	1.79	
	钝头鮠科	1	1.79	
颌针鱼目	大颌鳉科	1	1.79	1.79
鳉形目	胎鳉科	1	1.79	1.79
合鳃鱼目	合鳃鱼科	1	1.79	1.79
鲈形目	沙塘鳢科	1	1.79	10.72
	虾虎鱼科	2	3.56	
	鳢科	1	1.79	
	银鱼科	1	1.79	
	丽鱼科	1	1.79	

经实地调查和查阅资料，评价区有青鱼、草鱼、鲢、鳙等洄游鱼类。目前邛海水域内能自行繁殖鱼类主要有：鲤、鲫、翘嘴红鲌、黄颡鱼、乡条、棒花、麦穗等小型鱼类，其中鲤、鲫、黄颡鱼主要在湿地附近水草丰茂区域产粘性卵，翘嘴红鲌 、乡条等鲌亚科鱼类在近河口水草丰茂区域产粘性卵。56 种鱼类仅在湖区分布的有 23 种，仅分布在支流的有 7 种，在湖区和支流均有分布的有 26 种，会东高原鳅、西昌高原鳅、华坪南鳅等主要

分布在邛海湿地湖区上、下游的支流中，麦穗鱼、棒花鱼、高体鳑鲏、兴凯鱊、大鳍鱊等主要分布于湖区及支流中。

1）清淤工程对鱼类的影响

本项目建设对鱼类的影响主要表现为清淤过程中对水域的扰动及水质的污染及部分小型鱼类被吸入上岸死亡。清淤过程中对水体和底泥的扰动，局部范围悬浮物浓度增加，鱼类栖息环境遭到破坏，使得鱼类无法也不会进入该区域进行活动，进而缩小了鱼类的活动范围。同时也给浮游植物、浮游动物、底栖动物带来不利影响，鱼类得不到充足的饵料，将影响鱼类的生存和产量。

部分肉食性鱼类，食物来源主要是其他小型鱼类和水生昆虫等，而且主要靠视觉来感知，当水中悬浮物浓度增大时，水质混浊影响鱼类的视力，捕获食物将变得困难，影响了饵料食物的摄取；同时，混浊的水体也会使各种小型鱼类游离到其他水域，降低了群体密度，这也增加了捕食性鱼类的捕食困难。

因此，施工期间悬浮物浓度增大，对局部水环境、生态环境有一定的污染影响，干扰了鱼类正常的生存环境，对鱼类资源的影响较大。

测试分析清淤范围内水质和底泥，得出清淤范围内水体易受扰动浑浊、污染物富集程度高，生物多样性低。主湖区清淤方式使用环保绞吸式清淤，环保绞吸船采用的环保绞刀可以大幅度降低清淤过程中产生的疏浚羽流，清淤过程中可以大幅度降低对底泥的扰动，减少对水体的污染和过度清除，避免水质变差、湖底物理结构及生态系统的过度破坏，影响鱼类等水生动物的生长繁殖。

2）噪声对鱼类的影响

项目清淤船舶、施工机械等设备的产生的噪声和震动会干扰鱼类的正常生活习性，使鱼类改变活动位置，远离施工区域，甚至会导致鱼类听觉细

胞损伤。噪声对鱼类的影响减缓措施，可以通过加强管理，选用低噪声的机械设备或带隔声、消声的设备等措施来实现。另外，邛海水域面积较大，在项目施工过程中，鱼类会自由转移至邛海及其支流等临近水域进行生活，因而项目施工过程中的震动和噪声对鱼类的影响是可以接受的。

3）含油污水对鱼类的影响

项目施工过程中，如果施工废水、固体废弃物、以及泄漏燃油进入邛海，将会对邛海水质产生不利影响，进而影响鱼类的生活，因此必须做好必要的防治措施，避免产生水体污染对鱼类造成伤害。

综上所述，项目施工过程中不可避免会对局部区域内鱼类生长繁殖产生较大的影响。因此，需加强施工管理、采取相应防治措施，减少对鱼类资源的影响。

4）清淤工程对鱼类的“三场”的影响

a）对产卵场的影响

国家二级重点保护鱼类岩原鲤栖息于石砾底水流较缓的环境中，主要以水生无脊椎动物为食。产卵场在邛海西岸石砾底的流水滩，受精卵黏附在石砾上孵化。清淤工程位于邛海北部，清淤工程对其产卵场影响较小。

清淤工程位于邛海北部，邛海湿地和团结湾是土著鱼类的产卵场，该工程的施工期会对邛海湿地和团结湾土著鱼类的产卵场产生破坏性的干扰，迫使土著鱼类迁往其它产卵场繁殖。

邛海的月亮湾、清龙湾、缸窑湾也是土著鱼类的产卵场，它们位于邛海的西岸，清淤工程对这些产卵场影响很小。施工期邛海北部的邛海湿地和团结湾土著鱼产卵场被破坏后土著鱼类多会迁移至月亮湾、清龙湾和缸窑湾产卵场繁殖。

b）对鱼类越冬场的影响

根据野外调查和资料，邛海中、南部水深超过 9 米的区域为鱼类的越

冬场。清淤工程位于邛海北部，且水深较浅，因此该工程的施工对邛海鱼类的越冬场影响较小。

c）对鱼类索饵场的影响

根据野外调查和资料，邛海沿海水深 9 米以内的区域为鱼类的索饵场。清淤工程会使邛海北部的邛海湿地和团结湾在清淤过程中悬浮物浓度增加，鱼类索饵场遭到破坏，鱼类得不到充足的饵料，将影响鱼类的生存和产量。部分肉食性鱼类，食物来源主要是其他小型鱼类和水生昆虫等，而且主要靠视觉来感知，当水中悬浮物浓度增大时，水质混浊影响鱼类的视力， 捕获食物将变得困难，影响了饵料食物的摄取；同时，混浊的水体也会使各种小型鱼类逃离到其他水域，降低了群体密度，这也增加了捕食性鱼类的捕食困难。

但清淤工程对邛海其它区域鱼类的索饵场的影响很小。施工期原生活在邛海湿地和团结湾的土著鱼类会迁往其它区域觅食。

但清淤工程对邛海其它区域鱼类的索饵场的影响较小。

（2）运营期的影响

清淤工程结束后，工程清淤过程中保留部分泥炭层，为水生生物的恢复提供了基本的生存条件，加之水质得到有效改善、运营期根还会据水深采取针对性的水生植被恢复措施。水生生物的生境条件将得到逐步的恢复改善，随着浮游动植物及水生植物的逐渐恢复，邛海北部清淤区的鱼类产卵场和索饵场也会逐渐的恢复。

6.3.2.4 对两栖类的影响

（1）建设期的影响

对两栖动物，评价区内的两栖动物主要栖息在河流附近，在施工期间若不妥善处理施工废水，必然会引起水质、水体酸碱度及水域附近环境的变化，从而导致两栖类动物的生活环境恶化，进而破坏两栖类动物体表内

外的渗透压平衡和酸碱度平衡，影响其对外界环境的适应能力，最终导致两栖类种群数量的减少。

评价区的两栖类共有 10 种，中华蟾蜍、昭觉林蛙、滇蛙、棕点湍蛙和云南小狭口蛙为中国特有种，牛蛙为外来物种。根据调查，中华蟾蜍、滇蛙、云南小狭口蛙、大蹼铃蟾、昭觉林蛙、华西雨蛙和牛蛙在湿地内湖区近水灌草丛及周边的水田中均有分布，中华蟾蜍、滇蛙、云南小狭口蛙、大蹼铃蟾、昭觉林蛙、华西雨蛙种群数量大；小角蟾、棕点湍蛙、分布于鹅掌河和官坝河，种群数量很小。

种群数量小的小角蟾、棕点湍蛙主要分布于鹅掌河和官坝河，清淤工程主要在邛海北部，对其影响相对较少。清淤工程、植被措施实施会造成个体生存空间受到一定程度影响，由于其余两栖类种群数量较大、分布较广，不会造成整个评价区域内这些物种的消失。因此，工程建设不会使评价区域内的两栖动物种类减少。

（2）运营期的影响

本项目为生态修复与治理工程，其中水土保持生态建设工程、邛海湿地内部水系两侧生态修复工程实施后邛海流域森林、竹林、草皮等植被面积增加。其清淤区域及周边浅水区域水质得到有效改善，水生植被也逐步恢复，物种多样性显著增加。因此，工程实施后不仅改善了原有两栖类动物生境，还为两栖类动物营造了多样的生境，栖息地面积也增加，更有利于两栖动物的生长繁殖，使其物种丰富度提高，种群数量增大。因此，项目实施后对两栖类的物种丰富度及种群数的影响几乎没有。

表 6-4 建设期两栖类影响分析表

种类	各影响因素的影响				综合影响
	施工占地	人为捕杀	施工损伤	环境污染	
小角蟾			○	○	○
中华蟾蜍			○	○	○
昭觉林蛙			○	○	○
棕点湍蛙			○	○	○
滇蛙			○	○	○
牛蛙			○	○	○
大蹼铃蟾			○	○	○
云南小狭口蛙			○	○	○
华西雨蛙				○	○
四川棘蛙		○		○	○

注：○：轻度影响；●中度影响；◎重度影响

6.3.2.5 对爬行类的影响

（1）建设期的影响

对爬行类动物，工程的建设会产生爆破噪声且会占用部分林地和灌丛，导致爬行类动物生境范围缩小，对其生存造成影响，部分个体还可能因挖掘、爆破的施工活动而死亡。此外，由于施工人员进驻，人为干扰增多，某些蛇类可能会遭到捕食。由于爬行动物对环境改变有较好地预知能力以及一定的迁移能力，且评价区内分布有大量的适宜生境，为避开这些不利因素，爬行类动物一般会向附近适宜生境中迁移。因此，工程建设对爬行动物的影响主要是导致其在施工区及外围地带的分布及种群数量的变化，并不会改变其区系组成，更不会造成物种消失，对爬行类动物的影响较小。

评价区域内的爬行动物共有 12 种，其中乌龟为国家二级保护动物，巴西龟为外来物种。这些物种在施工期间主要受施工占地、人为捕杀、施工损伤、环境污染等因素影响，防护栏建设等因素的影响（表 6-5）。

表 6-5 建设期爬行类影响分析表

种类	各影响因素的影响				综合影响
	施工占地	人为捕杀	施工损伤	环境污染	
乌龟	○	○	○	○	○
巴西龟	○	○	○	○	○
中国壁虎	○	○	○	○	○
铜蜓蜥	○	○	○	○	○
裸耳龙蜥	○	○	○	○	○
赤链蛇	○	○	○	○	○
王锦蛇	○	○	○	○	○
黑眉锦蛇	○	○	○	○	○
大眼斜鳞蛇	○	○	○	○	○
黑线乌梢蛇	○	○	○	○	○
菜花原矛头蝮	○	○	○	○	○
短尾蝮	○	○	○	○	○

注：○：轻度影响；●中度影响；◎重度影响

施工占地将使分布于工程占地区的爬行类动物离开原有栖息地，致使工程占地区的爬行类种群数量减小，但是，就整个评价区而言，由于这些受影响的爬行类属分布范围较广、湿地公园范围内类似生境面积多，这些大都是适应能力较强的物种，且施工结束后部分动物还会迁回原生地，不会因施工占地和施工损伤而使某个种群消失。评价区域内各爬行动物也会受到轻微环境污染的影响。邛海清淤、河道清淤、植物措施实施也会对爬行动物的迁徙产生影响，但注意工程施工的时间，避免在爬行类迁徙繁殖季节施工。因此，建设期的施工作业不会造成评价区域内爬行动物大规模灭绝，爬行种类不减少。

（2）运营期的影响

运营期，由于水土保持生态建设工程、邛海湿地内部水系综合修复治理工程、邛海生态清淤工程等工程实施后，邛海流域水生态环境得到有效改善，湿地公园区域陆生和水生植被生物多样性增加，湿地公园的自然环境逐步得到恢复，使爬行类动物原有栖息地质量提高，在建设期迁移减少

的爬行类动物将逐渐回到现状区域，植物措施实施区域植被盖度增加，为爬行动物提供良好的栖息环境。

6.3.2.6 对鸟类的影响

（1）建设期的影响

黑颈鹱鹈、鸳鸯及鹌分布于沼泽区及亮水区，黑颈鹱鹈为冬候鸟，记录次数多数量稍大，鸳鸯较少，记录过 2 次共计 31 只，鹌主要在开阔水域抓捕鱼类为食，种群数量小而偶见；彩鹬、灰鹤、水雉、紫水鸡活动于植被较好的沼泽区,彩鹬仅于2019年5月记录过1只,数量极少,灰鹤于202020年 5 月记录过 1 次共计 12 只，为偶见种；水雉及紫水鸡活动于挺水植被茂密的环境，水雉属于湿地公园的较常见夏候鸟，紫水鸡属于湿地公园的区域性常见留鸟，属湿地公园的特色鸟；领鸻鹬活动于湖岸树林里，数量小而常见，但活动隐蔽不易发现；普通鸳、红隼及黑翅鸢种群数量均较小，活动范围较大，可活动于各类生境。

邛海主要为大量的冬候鸟提供越冬场所，在冬季共有 136 种鸟类，此时湿地公园内的鸟类种类最多、数量最大。其中种群数量最大的主要是雁鸭类、骨顶鸡、黑水鸡、红嘴鸥等湿地型鸟类，而这些鸟类的主要栖息地覆盖较广，白天活动于植被较好、水草鱼虾丰富的沼泽区级湖岸地带，晚上主要于湖中央的开阔水域漂浮过夜。在夏季繁殖季节，在湿地公园及附近活动的鸟类共计 101 种，其中典型的湿地鸟类有 29 种，在湿地公园内繁殖的鸟类主要有小鹱鹛、夜鹭、池鹭、苍鹭、紫水鸡、普通秧鸡、黑水鸡、红胸田鸡、董鸡、白胸苦恶鸟、灰头麦鸡、水雉、黄头鹡鸰、白鹡鸰、纯色山鹪莺等 15 种，这些鸟类主要的繁殖地点在邛海北侧近岸区域，这些区域具有较好的荇菜、菱、狐尾藻、香蒲、菰、芦苇等水生植物及沼泽植物，利于这些鸟类藏身。

鸟类在评价区范围内广泛分布，施工机械运转、主体工程施工等噪声

或夜间灯光会使习惯于在此区域活动的鸟类受到惊扰而远离该区域，迁往它处生活，导致施工区约200-500m范围内的鸟类多样性降低，湿地公园作为重要的水鸟栖息地，有较多的冬候鸟，其中以雁鸭类、鸻形目鸟类为主，这些鸟类白天活动于沿岸水草丰茂区域取食沉水植物或鱼虾，夜间于湖心过夜，其移动能力较强，受工程影响稍小，主要受影响的鸟类是留在本地繁殖的类群，如紫水鸡、小鹍鹈、夜鹭、池鹭、苍鹭、普通秧鸡、黑水鸡、董鸡、白胸苦恶鸟、水雉等，这些鸟类喜活动于沿岸附近水生植被较好的区域，在评价区内主要是唐家湾、小渔村、小渔村及海河公园等区域，施工可能造成其短暂离开，影响其繁殖。尤其是针对紫水鸡，作为湿地留鸟保护动物、作为湿地旗舰物种、其主要活动于植被较好的沼泽区域，繁殖季节主要在4-7月，繁殖期间，亲鸟带着雏鸟在沼泽区活动，工程建设影响其繁殖、育雏，使得紫水鸡远离施工区域。而红隼、普通鵟、领鸺鹠以及多数的雀形目鸟类主要活动于陆地环境，因此工程对其影响轻微。

工程的建设活动对原在于此居留的鸟类有一定干扰，植被的破坏可能对其筑巢、育雏有一定影响，施工的噪声、污染等对它们有一定威胁。但由于鸟类多善于飞翔，且工程影响区附近植被类型一致，使得这些鸟类在施工期容易找到替代生境，湿地鸟类活动的范围广，因此项目施工对鸟类的影响较小。

（2）运营期的影响

运营期，由于各个工程实施后，邛海流域水生态环境得到有效提升，邛海水质将全面达到II类，流域河道两岸及邛海浅水区域陆生与水生植被逐步恢复，短暂离开的鸟类也将回到这些区域生息，良好的植被为湿地鸟类的生存和繁殖提供良好的栖息环境，使其物种丰富度提高，种群数量有所增大。因此，运营期有利于鸟类生长繁殖。

（3）综合影响预测

综上所述，工程建设期对评价区内鸟类的物种多样性及种群数量影响较小。运营期，项目不仅改善了原有鸟类栖息地，还扩大了鸟类活动范围，有利于鸟类的生存和繁殖。因此，长远考虑，项目实施有利于鸟的自身生存和繁衍后代，扩大其种群数量。

6.3.2.7 对兽类的影响

工程施工区域活动的动物以小型兽类为主，多是一些小型的啮齿类动物。由于施工建设活动破坏了小型兽类的栖息地，会较大程度的改变小型兽类的分布格局，使建设区域内的小型兽类急剧减少，建设区域外的小型兽类在短时间内会有所增加。总体上，施工活动对大多数哺乳动物没有太大的影响，因为哺乳动物有较强的迁徙能力，它们会迁移到适合它们生活的环境中继续生存、繁衍。工程建设会破坏一定面积的小型兽类的栖息地，从而改变建设影响区内兽类的分布格局，使之远离施工区域，向周边区域扩散。但它们大多对环境变化的适应能力较强，在环境稳定后会在新的栖息地内迅速繁殖生存。

因此施工建设对动物的影响在其可承受的范围内，不会造成物种的灭绝和生态链的断裂。

6.3.2.8 对国家重点保护珍稀濒危野生动物的影响

评价区分布有国家一级重点保护鸟类 3 种，国家二级重点保护鸟类 24 种，国家二级保护爬行动物乌龟，国家二级保护鱼类岩原鲤。

施工期对这些保护动物的影响而言，主要是施工活动引起的干扰。施工机械噪声和人为活动干扰将使这些鸟类产生趋避作用，使它们远离施工区域寻找新的替代生境，但是由于这些鸟类在当地的分布范围较广，行为敏捷，躲避危险环境的能力较强，不易遭受施工作业的损伤，随着施工期结束，占地地表植被恢复之后，这些鸟类会重新回到原有的栖息地和觅食

地，湿地周边及浅水域区植物措施实施后，不但改善了鸟类原有的栖息环境，也增加了鸟类栖息地。

6.3.2.9 对工程直接影响区动植物的影响

工程直接影响区主要涉及水生植被，清淤将导致芦苇、菰、香蒲、酸模叶蓼、狐尾藻、苦草、水鳖、菹草、金鱼藻、欧菱、荇菜、眼子菜、喜旱莲子草等植被遭到直接破坏，各工程涉及的主要植物见表 6-6，具体详见附表 2。

表 6-6 工程直接影响区域植物

工程	扰动的主要湿地类型	直接受影响植物物种	直接影响区内国家级重点保护植物
邛海生态清淤工程	湖泊湿地	菰、欧菱、野菱、荇菜、眼子菜、狐尾藻、苦草、水鳖、浮萍、香蒲、芦苇、喜旱莲子草、酸模叶蓼、狐尾藻、苦草、菹草、凤眼莲等	野菱
邛海湿地内部水系综合修复治理工程	河流湿地	菰、欧菱、野菱、大漂、风车草、水鳖、喜旱莲子草、酸模叶蓼、狐尾藻、苦草、金鱼藻、梭鱼草、芦苇、凤眼莲等	野菱
邛海东岸小箐河生态修复和补植	--	樱花、杨树、构树、天竺桂、鱼尾葵、藜、车轴草、节节草、紫茎泽兰、蒿等	

工程直接影响区主要涉及水域及少量陆地，陆地部分主要是人工植被及少量沿岸灌草丛，因此工程直接影响区的陆生动物较少，而主要的影响对象为湿地动物，如鱼类、两栖爬行类及常见的雁鸭类等水鸟，工程直接影响区涉及的动物见下表：

表 6-7 工程直接影响区域动物

工程	生态类型	直接影响区内主要动物	直接影响区内国家级重点保护动物	直接影响区内四川省重点保护动物
邛海生态清淤工程	湖泊湿地	中华蟾蜍、滇蛙、牛蛙、巴西龟、鲫、草鱼、红尾荷马条鳅、侧纹云南鳅、华坪南鳅、西昌	乌龟、鸳鸯、黑颈䴙䴘、鹞、普	小䴙䴘、凤头䴙䴘、黄苇鳽、中

		高原鮈、会东高原鮈、泥鮈、大鳞副泥鮈、西昌华吸鮈、峨眉后平鮈斑嘴鸭、绿头鸭、赤嘴潜鸭、红头潜鸭、白眼潜鸭、凤头潜鸭、普通秋沙鸭、小䴙䴘、夜鹭、池鹭、苍鹭、白鹭、普通鸬鹚、普通秧鸡、黑水鸡、骨顶鸡、紫水鸡、白胸苦恶鸟、水雉、矶鹬、白腰草鹬、红嘴鸥、普通翠鸟、家燕、红尾水鸲、灰鹡鸰、白鹡鸰。	通鸳、紫水鸡、水雉、白胸翡翠、红隼	白鹭、普通鸬鹚、黑水鸡、红胸田鸡、董鸡、棕头鸥、小白腰雨燕
邛海湿地内部水系综合修复治理工程	河流湿地	中华蟾蜍、滇蛙、牛蛙、巴西龟、鲫、草鱼、红尾荷马条鮈、侧纹云南鮈、华坪南鮈、西昌高原鮈会东高原鮈、泥鮈、大鳞副泥鮈、西昌华吸鮈、峨眉后平鮈小䴙䴘、夜鹭、池鹭、苍鹭、白鹭、矶鹬、白腰草鹬、红嘴鸥、普通翠鸟、家燕、红尾水鸲、灰鹡鸰、白鹡鸰等。	乌龟、鸳鸯、黑颈䴙鹅、鹌、普通鸳、紫水鸡、水雉、领鸻鹬、白胸翡翠、红隼	小䴙䴘、凤头䴙鹅、黄苇鳽、中白鹭、黑水鸡、红胸田鸡、董鸡、小白腰雨燕
邛海东岸小箐河生态修复和补植	陆地	中华蟾蜍、滇蛙、牛蛙、铜蜓蜥、小䴙䴘、夜鹭、池鹭、白鹭、黑水鸡、骨顶鸡、白胸苦恶鸟、矶鹬、白腰草鹬、红嘴鸥、珠颈斑鸠、大杜鹃、普通翠鸟、戴胜、灰背伯劳、喜鹊、远东山雀、黄臀鹎、家燕、黄眉柳莺、黄腰柳莺、纯色山鹪莺、白颊噪鹛、蓝翅希鹛、灰腹绣眼鸟、八哥、乌鶇、鹊鸲、北红尾鸲、红尾水鸲、麻雀、斑文鸟、白鹡鸰、灰鹡鸰、树鹨、黑头金翅雀等。	黑颈䴙鹅、鹌、普通鸳、黑翅鸢、领鸻鹬、白胸翡翠、红隼	小䴙䴘、凤头䴙鹅、黄苇鳽、中白鹭、普通鸬鹚、黑水鸡、小白腰雨燕

6.4 建设项目对湿地景观的影响预测

6.4.1 对湿地景观面积完整性的影响预测

根据本项目可研报告，工程实施以清淤为主，植被措施在浅水区域和河道两岸，工程基本不会造成评价区内湿地景观面积的减少，也不会对区内湿地景观的完整性造成明显影响。

由于邛海流域入湖河道携带泥沙的淤积、两岸边坡垮塌等原因，邛海现状水道淤泥严重，水系连通不畅，造成湿地景观破碎化。邛海内部水系连通工程实施后，入湖主河道和岔河道之间水系畅通，恢复了湿地景观面积的完整性。邛海湿地内部水系两侧生态修复工程，建立了结构完善的天然湖滨湿地，在保留原生植物群落，河岸驳岸采用湿生植物，丰富了该区域的生物种类，保护了湿地资源。

因此，从长远来看，项目实施有助于邛海湿地景观面积完整性和湿地生态功能的维持。

6.4.2 对湿地景观多样性的影响预测

湿地景观多样性指的是评价区内多样化的湿地景观类型，是该区域不同湿地景观类型的总和。四川邛海国家湿地公园内湿地资源丰富，类型多样。根据《全国湿地资源调查技术规程(试行)》的分类系统，湿地公园内湿地分为湖泊湿地、河流湿地、沼泽湿地、人工湿地四大湿地类；永久性淡水湖、永久性河流、洪泛平原湿地、草本沼泽、库塘、稻田/冬水田 6 个湿地型。根据现场调查，结合《四川邛海国家湿地公园总体规划》数据显示，评价区内共有河流湿地、湖泊湿地和沼泽湿地三大类湿地类型。结合项目建设方案，工程建设不会直接造成评价区内各种湿地景观面积的减少。因此，工程建设不会造成评价区内多元化的湿地景观类型减少。

运营期，由于水土保持、邛海生态清淤等生态修复与治理工程的实施，减少了因水土流失、水质污染对湿地类型的影响，有助于保护湿地景观多样性，增加了湿地景观水平。

综上所述，工程运营有助于对评价区内湿地景观多样性的保护。

6.4.3 对湿地景观稳定性的影响预测

对湿地景观的稳定性评价，主要考虑评价区内湿地景观是否能够抵抗项目建设带来的各种影响，项目建设完工后是否能够通过自身调控能力逐

步恢复，特别是评价区内各种湿地景观的水源、水流流向和水质等方面。

根据项目建设内容，工程主要为河道清淤、邛海水域清淤及植被措施，工程建设不会造成评价区湿地景观面积的缩小和类型的减少；同时，工程也不会造成评价区内主要河流或支沟被阻断，从而改变评价区内河流或水流的流向。清淤工程完成后，评价区内湿地景观资源的水源得以连通，水量得到恢复，在辅以植被措施的情况下，水质逐渐变好，湿地景观稳定性增强。然而，工程施工阶段如果管理不善，因机械漏油、固体废弃物的堆放等各种因素可能会对评价区内河道及邛海水质产生一定影响，但这种影响是短期的，随着施工结束以及各方面保护恢复措施的采取，水质不仅可以得到恢复，而且会得到有效改善。

因此，工程建设对评价区湿地景观资源的稳定性影响很小，更不会导致评价区生态失衡。

6.5 建设项目对生态系统的影响预测

6.5.1 对湿地生态系统的影响

根据湿地公园总体规划和项目初设方案，邛海东岸小箐河生态修复和补植项目位于湿地公园的恢复重建区，邛海湿地内部水系综合修复治理工程在湿地公园合理利用区和恢复重建区，邛海生态清淤工程主要在湿地公园科普宣教区、管理服务区和态保育区内进行。

小箐河生态修复和补植项目占地不涉及湿地，因此不会对湿地生态系带来直接影响。邛海生态清淤工程主要在湿地公园科普宣教区、管理服务区和态保育区，邛海湿地内部水系综合修复治理工程在湿地公园合理利用区和恢复重建区，区域有芦苇、莲、荇菜、菱、苦草、金鱼藻等湿地植被、浮游动植物及底栖动物，因此邛海生态清淤工程将对这些水生生物造成直接影响，从而使湿地生态系统物种多样性在短时间内显著降低。

评价区域内的湿地生态系统总面积 1426.25hm^2，占评价区总面积的

77.79%。湿地生态系统内水生植物（如香蒲、芦苇、菱角、荇菜、风车草马来眼子和苦草）、鱼类、水鸟等组成许多个不同生物群落，其间相互依存，相互关联，构成一个完整的水域生态系统。

施工期将直接影响的湿地生态系统的区域主要是河道清淤、邛海局部水域清淤、植物措施实施及周边区域。对该系统的不良影响因素主要是施工活动对河道水体和底泥的扰动，以及施工建设中产生的粉尘和油污通过大气、降水、渗流等进入水域，使水环境受到污染，影响水生植物的生长繁殖，从而影响水生植物净化能力。水质变差将对其生态系统产生一定影响。但由于工程采取大气环境、水环境污染防治措施，随着施工结束，影响将会逐步消失。

此外，本项目为邛海流域水生态修复与治理工程，运营期不排放污染物，不会对项目地外环境造成污染，更不会对邛海湿地公园造成环境污染。项目实施水土保持生态建设工程（多项植被措施）减少了邛海流域土壤侵蚀量，防治水土流失，进而减少邛海泥沙注入量，净化邛海水质。清淤工程实施后改善邛海水环境。因此，项目实施后水体净化能力增强，湿地生态环境得到有效改善，营运期使湿地公园湿地生态系统持续向好发展。

因此，工程建设和营运期对湿地公园湿地生态系统完整性几乎无影响。

6.5.2 对其它生态系统的影响预测

评价区内除湿地生态系统外，评价区还有少量农田生态系统、聚落生态系统和森林生态系统（灌草丛、灌丛）等。项目永久占地未占用这些生态系统，仅临时占地约3.3043hm^2。

河道清淤过程中将清除河岸上部分植被，施工仓库、工棚以及办公生活等临时工程建设将破坏区域中的部分杂灌和草本植物，河道清淤和邛海清淤施工将产生一定量的扬尘、噪声，以及环境污染，可能对该生态系统中的生产者、消费者和分解者产生微弱影响。栖息于工程实施区的生态系

统中的苍鹰、黑翅鸢，以及两栖爬行动物等受施人为活动的影响，将暂时离开原栖息地，使该系统局部区域出现物种丰富度和多样性降低现象。但是该系统具有较强的阻抗稳定性和恢复稳定性，且评价区森林面积相对较小，工程结束后被破坏的临时占地区域通过植被恢复将会得以逐步修复。因此，工程建设对该生态系统的影响较小。

6.6 工程建设的生态风险预测

6.6.1 风险因素

（1）生态火灾

本项目实施区域主要位于水域及水域周边地区，植物以种植的园林植物小叶榕、鸡冠刺桐、杨树等植物为主。建设期，如果对施工人员用火管理不严，可能因吸烟、烧火等引发火灾，波及景区。

（2）化学泄漏

建设期，材料运输车辆的来往、施工机械增加，偶尔可能出现的意外事故（如交通事故、机械故障等），泄露的柴油等污染物可能会造成饮用水水源水质受到污染。

（3）外来物种入侵

工程建设中，施工人员进入湿地公园，有可能带入外来物种，存在外来物种入侵隐患。

6.6.2 生态危害

6.6.2.1 生态火灾风险预测

（1）对资源的危害

如果发生森林火灾，将使部分林木、灌丛资源被烧毁，火灾区的爬行类和两栖类小动物等野生动物部分个体被烧死。建议施工期签订森林防火责任书。

（2）对环境的危害

如果发生森林火灾，在烧毁动物、植物资源的同时，将产生 CO_2、CO、

燃烧颗粒物等有毒有害物质。这些物质进入大气，将对火灾区附近大气环境造成较严重的污染。火灾中烧死的动植物残体在雨水作用下将进入附近的土壤、水系，对其环境造成污染。

（3）对生态系统的危害

如果发生火灾，湿地公园生态系统将受到严重危害。第一，森林火灾直接烧毁一定数量的森林和灌丛生态系统，使其退化；第二，森林火灾直接烧死或烧伤火灾区的乔木、灌木和草本植物，烧死、烧伤或逼走分布于火灾区的两栖类、爬行类、鸟类和兽类动物，使火灾发生地的初级和次级生产力大幅度降低甚至消失；第三，森林火灾产生的大量烟雾进入大气，严重影响火灾区及其附近区域的环境空气质量，间接影响该区域内的动物、植物的生长、发育；第四，火灾形成的灰烬、动物尸体等在雨水作用下，进入附近土壤和水体，对其微环境造成污染，间接影响湿地公园湿地生态系统。

（4）对珍稀野生动植物影响

项目评价区域涉及有国家二级保护植物野菱，国家二级保护鱼类岩原鲤、国家二级保护爬行动物乌龟，以及27种国家重点保护鸟类。岩原鲤和乌龟主要生活在邛海内，野菱属于水生植物，火灾对它们基本无影响；鸟类行为敏捷，躲避危险环境的能力较强，不易遭受火灾影响。因此，对湿地公园主要的保护鸟类危害较小。

6.6.2.2 化学泄漏的危害

如果发生化学泄露，将对当地生态系统及环境造成以下三方面的危害。第一，化学泄露影响土壤质量，油料等化学品意外泄露，直接渗透到土层深处，使土壤元素组成成分发生变化，土地质量恶化，间接影响该区域的植物生长发育。第二，化学泄露影响水资源质量，化学品泄露一部分渗透到土壤改变土壤结构，另一部分在雨水的作用下进入附近水体，造成局部

水污染现象。第三，影响大气环境，化学泄露包含一些易挥发的汽柴油，一旦泄露，迅速挥发并扩散到周围大气环境，使附近区域分布的野生动物，特别是嗅觉灵敏的兽类离开污染区域，影响野生动物的活动范围。建立化学品出入库登记制度。

6.6.2.3 外来物种入侵的危害

如果发生外来物种入侵，将对当地生态系统造成三方面的危害。第一，外来物种通过与当地现有物种竞争食物、直接扼杀现有物种、抑制其它物种生长、占据物种生态位等途径，排挤现有物种，导致该区域现有物种的种类和数量减少，甚至濒危或灭绝。第二，在减少评价区物种的种类和数量的基础上，形成单个优势群落，间接地使依赖于这些物种生存的其它物种的种类和数量减少，最后导致生态系统单一和退化，改变或破坏湿地公园的自然景观。第三，外来入侵物种对生态系统的遗传多样性进行污染，造成一些植被的近亲繁殖及遗传漂变。

6.6.3 风险发生几率

生态风险发生几率的大小，在一定程度上使某些特定区域面临不同生态威胁，其潜在风险和发生几率参考《建设项目对自然保护区的环境影响评价技术研究技术报告》各评价方法及相关项目类比，并结合评价区各影响区实际情况，综合分析并得出结果。

（1）生态火灾发生几率

工程在建设和运行期间，防火工作一直作为生产的头等大事，建设期，施工人员抽烟以及取暖用火，将增加发生火灾的风险。目前，从我国解放以来森林火灾统计数据来看，森林火灾发生频率约为 0.266×10^{-4} 次/($hm^2\cdot a$)，其中包含吸烟、取暖、烧饭、氧气罐爆炸等在内的因素引起的森林火灾次数仅占 2%左右。湿地公园管理部门有着严格的防火管控措施和各种应急预案，故区域内因人为活动发生火灾的几率是可控的，火灾发生增大的几率

预测不超过 10 倍。影响预测为小。

（2）化学泄露发生几率

建设期，化学泄露情况较复杂，主要受以下方面影响：第一，建设过程中，各施工机械作业，其油箱等储油设备因外在应力引发意外破裂，造成油料泄露事故。第二，油料、水泥等化学品在取用时难免发生倒洒现象。第三，来往运输材料过程中如发生偶然意外事故，将造成化学品泄露。运营期，施工机械停止工作，仅少数维修和管理人员进出，其存在的化学泄露风险已经微乎其微。同时，有专员对化学泄露的各种隐患进行定期排查，可预防部分泄露事故的发生。

因此，综合各项因素，建设期和运营期，存在的化学泄露风险较小，发生几率增大预测不超过 10 倍。影响预测为小。

（3）外来物种入侵几率

外来物种入侵的几率受两个方面的影响：第一，工程建设过程中外来人员带进外来物种，部分占地区植被恢复选用外来植物的几率。从目前情况来看，真正由于施工人员无意带入外来物种对建设项目所在地造成生态危害的事件尚未见报道，而通过从外地引种植物引起生态危害的事件占有一定的比例，但通过引种造成外来物种入侵的现象完全可以通过禁止引种外地植物而被杜绝。第二，外来物种的生存几率和对当地生态系统造成危害的几率。据刘全儒统计，大约 10%的外来物种可在新的生态系统中自行繁衍，其中又有约 10%的可能带来危害，亦即大概有 1%的外来物种存在危险。

根据概率乘法原理，在两个方面因素的影响下，工程建设引起外来物种入侵的几率是非常低的，发生几率增大预测不超过 10 倍，影响预测为小。

工程建设对湿地公园生物入侵的几率较低，但是该区域因自然扩散而导致生态灾害的外来入侵物种，如紫荆泽兰、凤眼莲、以及凤眼莲，对邛

海湖湿地自然植被破坏较大，使原先的自然生态景观破碎化，景观的自然性和完整性受到破坏。例如：紫茎泽兰入侵邛海湿地后，在河岸、湖滩、路边、塘堤等地，生长旺盛，常常形成优势群落，使原有的天然植被景观基本消失。入侵的凤眼莲生长在湖湾和池塘，其生长地段，原生的眼子菜、野菱、金鱼藻等原生植物种类不见了踪迹；岸边、潮湿地和沼泽地里，空心莲子草、紫茎泽兰强势生长，常形成单优群落，当地的草本植物很少再有生存的空间；外来物种的入侵导致景观破碎化的同时，也影响到生物种群的迁入率和灭绝率，加剧了邛海湖盆区湿地生物多样性的丧失。因此，建议湿地公园在日常管理工作中，要加强此类入侵植物的管控。

7 生态影响消减措施建议

7.1 优化项目建设方案

（1）试点性施工

由于邛海生态系统的复杂性和邛海生态区位的重要性。建议业主方选择 1~2 个点进行试验性施工，根据清淤范围内资源的分布情况和水现状，建议试点清淤区域选在缺缺河湿地（附图 2），同时也降低对游客景观视线的影响。通过对施工区域生态监测无严重生态恶化之后再全面施工，避免对邛海湿地生态系统的造成严重影响。

（2）优化施工范围

施工活动开始之前，需制定详细的施工方案，特别是施工临时工程的布置，进一步讨论和确定更为环保的施工方法；对于施工工区位于特殊生态敏感区内，为减少临时占地，将生活办公区移除施工区，采用租用民房的形式；限定施工人员的活动区域，尽量控制施工开挖范围和清淤深度，以保持原生生态系统的稳定性和完整性，避免深层污染物释放。通过优化方案，有效降低工程建设对湿地公园动植物、水生水生物及湿地生态系统的破坏。

（3）优化植被措施物种选择

在生态修复时，物种选择上选择邛海及周边地区原生(土著)高等植物，比如芦苇、菰、眼子菜、柳等，并根据各种水生植物的生活史以及植物群落演替规律，初选出一些较适合于水生生长的高等植物群落，重建先锋种类组合，特别是适于邛海生长的种类，在湖区进行局部人工培育繁殖试验。

（4）优化施工组织

清淤疏浚施工时段为 12 月底至第三年 6 月，为连续施工作业，施工干扰会对鱼类摄食、生长、产卵行为等产生不利影响，建议优化项目施工时

间，施工中应合理组织疏浚、挖泥等作业。据《邛海泸山风景名胜区管理局关于2023年邛海禁鱼的通告》邛海水域禁渔期的时间为2月1日至9月30日。而邛海土著鱼类的繁殖期主要集中在2~4月。建议清淤工程在2~4月鱼类繁殖期内应停止水下施工以尽量减小清淤工程对邛海鱼类产卵繁殖的影响。

工程所在地邛海越冬水鸟较多，主要在11月到次年3月，涉及的迁徙路线属于我国三大迁徙路线中的西部迁徙路线，在川内来说，主要是从阿坝州，沿雅安、凉山、攀枝花等地迁徙。此路线涉及的鸟类中水鸟较多，工程所在地邛海涉及的优势鸟类主要是赤嘴潜鸭、骨顶鸡、红嘴鸥、绿头鸭等，这些水鸟主要在开阔水域活动，活动范围较广、活动能力较强，这些水鸟主要采食湖岸浅滩的水草及鱼虾，因此施工对这些水鸟的影响较大。在水鸟越冬的11月至次年3月期间，邛海东岸生态修复工程、土方开挖、卵石护岸、土方填筑、清淤疏浚等。水鸟越冬期同时是邛海枯水期，具有同年内较低水位，此时段施工能降低对水体影响、降低对邛海的综合影响。在冬季12月至次年3月不在湖中施工，减少对鸟类栖息繁殖的影响。综合实际情况，严格要求施工单位分段错开时间施工，当某段施工时，这些鸟类能够到别处栖息觅食。

（5）建议系统修复治理

西昌市城市污水处理厂建成后，工业和生活污染点源得到治理。改善邛海水环境的关键是农业面源污染治理，疏浚并不能解决主要问题。现阶段根据流域污染物入湖量统计结果，邛海流域第一污染源为农业面源，且重点出现在北部高枧湾湖区，污染入湖总量为 43.5t/a，其中，COD184.2t/a，氨氮 36.8t/a，总氮 223.6t/a。 因此，建议增加入湖河流污染的治理，维持清淤效果。

7.2 工程建设期的保护管理措施

7.2.1 加强宣传教育

湿地公园管理单位与项目建设方应共同制定相应的保护管理措施，并以项目建设单位为责任主体，加强对施工人员的宣传教育，特别是法制教育，建立野生动植物保护责任制。对施工人员进行《中华人民共和国森林法》《中华人民共和国野生动物保护法》《湿地保护管理规定》《四川省湿地保护条例》《国家林业局办公室关于进一步加强国家湿地公园建设管理的通知》《中华人民共和国野生植物保护条例》等法律法规的教育和宣传。在施工区内，设置一定数量的宣传牌和标语，告诉人们这里的施工与湿地公园关系密切，野生动植物受国家法律保护，杜绝有意识捕食野生动物和减少无意识破坏野生动物及其栖息环境。工程施工单位要建立奖惩机制来鼓励施工人员保护野生动物，惩罚偷猎野生动植物的行为。湿地公园应与施工单位及工作人员签订野生动植物保护协议书，把保护行动落到实处。

7.2.2 加强对湿地公园内施工区的巡护

由于工程施工位于湿地公园内，如不对施工加以有效控制，施工活动会对湿地公园造成较大破坏施工期间，湿地公园管理部门应派出工作人员对建设施工进行监督，对不合理的施工行为及时提醒和制止，对施工方和施工人员出现的违法、违规行为要及时查处和制止，对施工人员因失职给湿地公园带来严重破坏的要追究相关责任。监督期间，湿地公园工作人员的补助和食宿应由工程建设方无偿支付。

7.2.3 施工期对生态环境保护措施

（l）水环境

①水土保持生态建设工程地表水污染防治措施

为了减轻水土保持生态建设工程对地表水环境的影响，应做到下列防治措施：

1）严格控制开挖面积，减少雨水冲刷水土流失。

2）严格控制化肥和农药使用量，减少残留农药随地表径流进入地表水环境的量。

②清淤工程工程地表水污染防治措施

邛海湿地内部水系综合修复治理工程包括邛海湿地内部水系连通工程、邛海湿地内部水系两侧生态修复工程2个子项。其中邛海湿地内部水系两侧生态修复工程地表水污染防治措施与水土保持生态建设工程一致，本小节不再进行论述。为了减轻邛海湿地内部水系连通工程对地表水环境的影响，应做到下列防治措施：

1）生活污水

生活污水经处理后回用，不外排，处理后水质达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)标准，出水用于洒水降尘或绿化浇洒，施工区生活污水拟采用生活污水处理成套设备，生活污水处理成套设备是采用目前较为成熟的生化处理技术——生物接触氧化法。在污水处理设备前端设置调节池，以调节污水水质、水量，调节池进口处设置格栅，污水通过格栅依次进入缺氧池、生物接触氧化池、二沉池和消毒池进行处理，污泥进入污泥池。

2）清淤施工对邛海水污染防治措施

——工程实施之前，对施工区的水体透明度和SS值进行抽样检测，计算其最大值、最小值和平均值，综合选定气动吸泥泵绞刀转速、台车推进速度、左右横移速度等操作参数。

——实施动态监测，采取机械限速操作。工程实施之前，对施工区的水体透明度和SS值进行抽样检测，计算其最大值、最小值和平均值，综合选定气动吸泥泵绞刀转速、台车推进速度、左右横移速度等操作参数。清淤期间，在挖泥船周围附近布设水质监测点。水样采集和分析按照

GB3838-2002《地表水环境质量标准》中规定的方法进行。监测透明度、悬浮物、高锰酸钾指数、总磷、总氮、氨氮、叶绿素 a、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、铁、锰等指标的变化，依据试验数据，实时反馈和调整开挖速度，进行限速施工。

——邛海湿地内部水系连通工程应尽量安排在枯水期施工，使邛海湿地内部水系保持在较低水位。

——邛海湿地内部水系连通工程采用分段围堰挡水施工，减少施工河段的扰动范围；同时根据邛海湿地内部水系水流方向，采用自上而下的施工顺序。在围堰施工河段迎水面采用土工膜进行防渗，减小施工河段内外水流的交换，减轻项目施工对临近水域的影响。

——邛海湿地内部水系连通工程单段施工结束后应待水质澄清后再与已施工结束河段实现连通，避免造成临近水域污染；同时，在水质自然澄清效果不佳时，可添加絮凝剂进行絮凝沉淀。

3）船舶废水污染防治措施

挖泥船废水主要是洗舱废水、船底水、以及少量生活废水。为了减轻挖泥船废水对邛海的影响，提出下列防治措施：

——挖泥船废水经自带的油水分离器进行初步处理，处理后的废水运送至 邛海污水处理厂进行处理，禁止将废水直接排放进入邛海。

——不在挖泥船设置生活设施，工作人员产生的少量生活污水经收集后运输至邛海污水处理厂进行处理，禁止将污水排放邛海。

——加强对施工挖泥船的检修维护，避免发生船舶废水泄漏对邛海造成污染。

（2）大气环境

工程施工对环境空气质量的影响主要是施工机械及机动车辆行驶排放的燃油尾气和施工扬尘，均为间歇性排放、无组织排放源强。施工中应严

格按照《中华人民共和国大气污染防治法》、《四川省环境保护条例》、《四川省<中华人民共和国大气污染防治法>实施办法》等区域环境要求，做好大气环境保护工作。

①施工扬尘污染防治措施

在施工过程中，施工单位应对施工扬尘进行治理，尽量减少扬尘对环境的影响程度。应做到下列防治措施：

1）施工单位在重点工段应当设置硬质密闭围挡，并采取抑尘降尘措施。建筑土方、工程渣土等建筑垃圾应当及时清运，在场地内堆存的应当密闭遮盖。

2）砂石、土石方的运输应当使用符合条件的车辆，密闭运输；石灰、砂土等易产生扬尘的物料应当密闭贮存，不具备密闭贮存条件的，应当在其周围设置不低于堆放物高度的围挡，防止产生扬尘。

3）由于道路和扬尘量与车辆的行驶速度有关，速度越快，扬尘量越大，因此，在施工场地对施工车辆必须实施限速行驶，同时施工现场主要运输道路尽量采用硬化路面并进行洒水抑尘；在施工场地出口放置防尘垫，对运输车辆现场设置洗车场，用水清洗车体和轮胎；自卸车、垃圾运输车等运输车辆不允许超载，选择对周围环境影响较小的运输路线，定时对运输路线进行清扫，运输车辆出场时必须封闭，避免在运输过程中的抛洒现象。

4）禁止在风天进行渣土堆放作业，建材堆放地点要相对集中，临时废弃土石堆场及时清运，并对堆场以毡布覆盖，裸露地面进行硬化和绿化，减少建材的露天堆放时间；开挖出的土石方应加强围栏，表面用毡布覆盖，并及时将多余弃土外运。

5）要求施工单位文明施工，定期对地面洒水，并对撒落在路面的渣土及时清除，清理阶段做到先洒水后清扫，避免产生扬尘对周边居民造成影响。

6）在项目施工过程中，施工单位必须按照指定路线运输弃土，禁止运输人员随意改变运输线路。

②清淤场地恶臭污染防治措施

为了减轻清淤场地恶臭对环境产生的不利影响，应做到下列防治措施：

1）在邛海湿地内部连通水系清淤、邛海近岸清淤时，在清淤区域外设置围挡，避免游客靠近，减轻恶臭对游客产生的影响。

2）淤泥经处脱水处理后，会在处置场临时堆放一段时间，可能产生一定的 臭气。在臭气产生环节做好相关场所通风。禁止在清淤场地内长期堆存。

3）合理安排清淤工期，居民点附近清淤建议在冬季清淤，冬季清淤时的臭气不易发散、而且冬季居民的窗户关闭，可以减轻臭气对周边居民的影响。尽量避免在大风天气下进行施工作业。

4）对施工工人采取保护措施，如配戴防护口罩、面具等；清淤底泥采用密闭性自卸卡车等运输，在车身铺设聚氯乙烯薄膜等进行防渗漏处理，同时确保上路车辆车身不粘附底泥等，以防止沿途散落；底泥运输尽量避开繁华区及居民密集区，严格控制运输时间，尽量避开交通繁忙时间，避免底泥运输车辆在路上停留时间太长。

5）定期对清淤区环境空气质量进行监测，确保恶臭气体满足相关排放标准和环境空气质量标准要求。

③燃油尾气防治措施

为了减小燃油废气对环境空气质量的影响，要求对机械、车辆的维修保养，禁止施工机械超负荷工作，减少燃油废气的排放。

（3）声环境

控制噪声影响的措施有：

1）合理安排施工计划和施工机械设备组合以及施工时间，避免在中午

(12:00~14:00)和夜间(22:00~6:00)施工。施工单位必须严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)的要求。如确实需夜间连续施工工序，必须先在环保和城管部门备案，并公告受影响的居民。

2）在小山南村与海河两侧等居民点设置可移动临时噪声挡板，噪声挡板能够在一定程度上阻隔噪声，减小施工期影响，噪声挡板高 2.5m，长度共计 1050m，其中小山南村布置 850m，海河两侧居民点 200m。

3）施工单位必须选用符合国家有关标准的施工机具，尽量选用低噪声设备和工艺，并加强设备的维护和保养，降低运行噪声。振动较大的机械设备应使用减震机座。

4）减少施工交通噪声：由于施工期间交通运输对环境影响较大，禁止夜间(22:00-次日 6:00)大型运输车辆在居民集中区域通行。设置交通警示牌，限制 大型载重车的车速，经过居民区时应限速，对运输车辆定期维修、养护，减少或 杜绝鸣笛，合理安排运输路线，本工程共设置交通警示牌 10 个。

5）建设单位应当会同施工单位做好周边居民工作，并公布施工期限，与沿线周围单位、居民建立良好的社区关系，对受施工干扰的单位和居民应在作业前予以通知，并随时向他们汇报施工进度及施工中对降低噪声采取的措施，求得大家的共同理解。此外，施工期间应设热线投诉电话，接受噪音扰民的投诉，并对投诉情况进行积极治理。

6）加强劳动保护，改善施工人员的作业条件，高噪声环境下的施工作业人员每人每天的工作时间不多于 8h；给受噪声影响大的施工人员配发噪声防护用具。

（4）固体废物

本工程施工期固体废弃物主要是施工人员生活垃圾、建筑垃圾与清淤底泥：

1）施工人员生活垃圾

在各施工区及施工人员住宿区，设置专门的垃圾桶，将垃圾分类收集，并经常喷洒灭害灵等药水，以防止蚊蝇孳生。由于施工人员产生的生活垃圾量很少，且施工区距离乡镇较近，本工程考虑将集中收集的垃圾定期运往镇垃圾集中堆放场进行统一处理。建议业主在工程开工前与相关部门协商垃圾处理相应事宜。

由于施工人员生活垃圾经集中收集后统一送往当地城市生活垃圾填埋厂进行处置，故不会对当地环境产生影响。

2）建筑垃圾

本工程产生的建筑垃圾主要来自施工临时设施的拆除，均为一般性建筑垃圾，无放射性和有毒垃圾，主要包括钢筋、水泥、砖块等。建筑垃圾事先分类，统一堆放，配备专人进行清运处理，及时清运；超出垃圾及时覆盖防尘网，定时撒水降尘措施；放区设置明显的分类堆放标志。部分建筑垃圾可以回收再利用，不能回收的建筑垃圾应集中收集。

3）清淤底泥

本工程清淤工程量总计 103.53 万 m^3（邛海生态清淤和湿地内部水系连通工程）。清挖出底泥通过管道和槽罐车输送至位于乌龟塘附近的淤泥处置场，淤泥中含部分固体垃圾，含固体垃圾的泥浆进管道输送至淤泥处置场后，通过筛分系统分离垃圾，泥浆进入沉淀池沉淀，泥浆在池底得到初步浓缩，然后采用淤泥泵将浓缩后的高浓度泥浆抽吸至均化池，与均化剂迅速发生反应，继而进入高压弹性板框压滤机进行深度脱水。经脱水后淤泥含水率达到 55%以下，然后作为农业种植用土、生态修复绿化用土等进行资源化利用。

4）本项目施工期危险废弃物主要为施工机械设备和车辆日常检修、维护产生的少量废机油以及擦拭产生的废弃含油抹布及手套。危险废弃物要

求在施工区集中收集，并定期交由有危险废物处置资质的单位进行安全处置。根据《国家危险废物名录》（2021 年）中危险废物豁免管理清单，废弃含油抹布及手套属于豁免的危险废物，如果混入生活垃圾，全过程不按危险废物处理。

5）严禁在工地焚烧各种垃圾废弃物。对固体废弃物中的有用成分先分类回收，确保资源不被浪费。

6）加强出渣管理，可在各工地范围内合理设置临时堆放场地，及时清运，不宜长时间堆积，不得在建筑工地外擅自堆放余泥渣土，做到工序完工场地清洁。

7）严格遵守凉山州和西昌市有关施工现场管理规定的要求，水泥等散料运输必须有资质的专业运输公司运输，车辆运输散体物料和废弃物时，必须密闭、包扎、覆盖，不得超载、沿途撒漏；运载土方的车辆必须在规定的时间内，按指定路段行驶，尽量缩短在城区及居民区等敏感地区的行驶路程；运输过程中散落在路面上的泥土要及时清扫。

8）加强对各种化学物质使用的检查、监督，化学品使用完后应做好容器（包括余料）的回收及现场的清理工作，不得随意丢弃。

9）加强施工队伍的环境管理，垃圾处置原则上纳入当地的环卫系统进行处理，重点工点应设置垃圾临时堆放设施，以减轻甚至消除施工期固体废物造成的环境影响。

（5）水土流失

本项目的建设水土流失主要发生在施工期，水土保持设计应以施工期的水土流失防治为重点，并以施工期的水土流失预防为主。项目建设应合理安排开挖、填筑时序，尽量做到挖、填平衡，减少弃渣量。施工过程中注意保护开挖边线以外的植被。施工活动应尽量控制在施工场地范围内进行，避免破坏征地范围以外的植被。对清淤工程实施和临时占地可能造成

植被破坏的地方，应进行生态恢复。在进行土石方工程施工时，应同步做好排水工程，本工程施工辅助企业布置河岸，且地形平缓，对部分区域需设置排水沟拦截降水和地表径流，使其排至邛海水域，并及时对破坏林地采取针对性的植被恢复措施，以防雨水形成径流直接冲刷坡面造成水土流失，影响邛海水质。工程开挖弃渣运至临时堆渣场进行集中堆放，应规范弃渣的运输，避免在弃渣的乱弃乱倒和运输过程中的弃渣流失。围堰拆除一定要在平、枯水期进行，并及时、彻底清理围堰弃渣，全部运往指定的土石回填区进行回填。为消减清淤施工可能对水生和陆生植被，须标桩划界，标明施工活动区。

7.2.4 加强施工期湿地生态环境监测

加强施工期水质、施工期排水、环境空气、环境噪声、土壤（淤泥）、生态监测等生态环境监测和监理，选择有资质、管理严格的施工队伍，加强监督，严格实施对自然友好的施工方式，尽量减少施工对环境造成的影响。加强运行期本工程进入四川西昌邛海国家湿地公园段的湿地生态环境的监测，重点加强管线穿越区域周边水域及沿岸水生生物的监测，适时调整相应的生态恢复与补偿措施。

（1）地表水环境质量监测

测点布设：在邛海主湖清淤区上游 500m 与海河清淤区下游 500 设置水质监测断面。

监测因子：pH、BOD_5、DO、COD、NH3-N、TP、F、挥发酚、石油类。

监测方法：按《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中规定的方法进行监测。

监测频次：施工期每月监测 1 次，施工总工期 14 个月，共计 28 点•次。

（2）地下水水质监测

监测点布设：在底泥堆存区周边各设置 1 个监测点，共 4 个监测点。

监测内容：pH、总硬度、溶解性总固体、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发酚、总氰化物、高锰酸盐指数、氟化物、砷、汞、镉、六价铬、铁、锰、大肠菌群。

监测频率：每月一次，施工总工期 14 个月，共计 56 点•次。。

监测方法：按照《地下水环境监测技术规范》中要求进行。

（3）生活饮用水水质监测

测点布设：在每个施工营地生活用水供水口各设 1 个监测点，共计 2 个监点。

监测因子：按《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2022）进行监测，包括色度、浑浊度、嗅和味、肉眼可见物、pH、总硬度、铁、铜、硫酸盐、氯化物、溶解性总固体、氟化物、硝酸盐、细菌总数、总大肠菌群等，共 17 项。

监测方法：按《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2022）中规定的方法进行监测。

监测频次：施工期每处施工区每月监测 1 次，施工总工期 14 个月，2 个施区共计 28 点•次。

（4）生活污水水质监测

测点布设：在每个施工区生活污水排水口各布设 1 个监测点，共 2 个监测点。

监测项目：SS、石油类、COD、氨氮

监测方法：按《水和废水监测分析方法》（第四版）中规定的方法进行监测。

监测频率：施工期每月监测 1 次，共计 28 点•次。

（5）环境空气监测

测点布设：分别在小山南村、海河两侧居民点各设 1 个监测点，共布设 3 个监测点。

监测项目：TSP、PM10、PM2.5、SO2、NO2、H2S、NH3、臭气浓度共 8 项，

同时监测风向、风速、温度、大气压、湿度等气象数据。

监测频率：每季度监测 1 次，每次 7 天。主体工程施工期 10 个月，共计 12 点•次。

（6）噪声监测

测点布设：分分别在小山南村、海河两侧居民点各设 1 个监测点，共布设 3 个监测点。

监测项目：等效声级，分别测昼间和夜间噪声。

监测频率：每季度监测 1 次，每次 2 天，分昼间和夜间监测。主体工程施工期 10 个月，共计 12 点•次。

（7）清淤区水质监测

为反映施工期的水环境质量，了解清淤对水库水质的影响，施工期在清淤区 中心布设 1 个监测点。水样采集和分析按照 GB3838-2002《地表水环境质量标准》中规定的方法进行。

监测项目：透明度、悬浮物、高锰酸钾指数、总磷、总氮、氨氮、叶绿素 a、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、铁、锰等。监测频率：施工期每季度监测 1 次，主体工程施工期 10 个月，共计 10 点• 次。

（8）陆生生态调查

调查范围：工程施工区域红线外延 500m 和对外交通公路中心线两侧 200m 范围之内，在各点位根据陆生生物组成设置固定样线 2~3 条，根据各样线群落面 积确定设置的样地数量，着重调查植物的垂直和水平分布、

植物物种，统计兽类、鸟类、两栖类、爬行类的物种出现率。施工期间在清淤区四周分别设置 1 处监测点位，进行湿地生态监测。

调查内容：调查邛海湿地及周边动植物区系组成、分布及其特点、种群数量、生物多样性的变化，植被恢复措施执行情况。重点是施工征地红线范围内的动植物组成、植被破坏及覆盖率等。

监测频率及时间：根据工程施工进度安排，在施工前调查一次。同时在施期间每个月对清淤区周边 4 个点位监测 1 次。

调查方法：调查方法采用 3S 技术、样线调查、样方调查、民间访问和市场调查等方法。

（9）水生生态调查

调查范围：项目区水库周边。施工期间在清淤区四周分别设置 1 处监测点位进行湿地生态监测。

调查项目：浮游植物、浮游动物、底栖生物的种群数量、密度、生物量的变化；鱼类种群数量的变化。

调查频率：根据本工程施工规划及进度安排，在工程完工前调查 1 次。同时在施工期间每个月对清淤区周边 4 个点位监测 1 次。

调查方法：根据《内陆水域渔业自然资源调查试行规范》推荐的方法进行样和鉴定，并且对鱼类采取现场撒网捕捞、附近居民和市场上的渔获物等进行访问调查。

7.2.5 野生植物保护措施

（1）做好施工区内施工裸露面植被恢复

根据项目建设方案，项目为生态修复与治理工程。清淤工程完毕后，也实施了植物恢复措施，促进水生植物和岸边植物的恢复。因此项目实施完毕后应着力于临时占地区域及周边的植被恢复工作。

施工迹地植被恢复有以下技术要点：

①根据现有占地区内植被状况进行恢复，即现为灌丛的区域应采用栽培灌木苗+播撒草籽的方式恢复为灌丛。

②应在施工前对当地具体植被类型做记录，施工完成后，按照原来的植被类型进行恢复。由此尽量减少对植物的直接破坏，杜绝滥砍滥伐滥挖灌草。

③应按照拟使用林地恢复林业生产条件实施方案的编制，采取相应的工程措施对临时占用林地进行恢复。

④按照各地块的立地条件开展植被恢复，以保证植被恢复成功。

⑤植被恢复后营造的林地地块要加强抚育管理，及时割除影响幼苗生长的杂草。

（2）防止废气、粉尘、放射性物质对植物的影响

工程施工过程中会产生大量粉尘随风飘散，降低评价区建设区域周围的环境质量。为防止工地尘土飞扬，给植物生长和植被生境带来不利影响，各个施工工地内应配备洒水车定时洒水，防止产生大量粉尘。

另外，所有施工机械和运输工具废气的排放要符合国家有关标准。还需对施工车辆数量进行控制，合理调度施工车辆，防止资源浪费和过多废气排放。

（3）划定最小施工工作区域，减小植被受影响面积

在湿地公园内及周围施工过程中应划定最小的施工作业区域，严禁施工人员和器械超出施工区域对工地周边的植被、植物物种造成破坏，这是减小植物、植被受破坏影响的有效途径。在施工区域以内，除永久占地设施涉及开挖、平整之外，不应有其他破坏植被的施工活动。严禁施工材料在湿地公园一侧乱堆乱放、施工垃圾的随意堆放处置，影响植物物种的生长。

（4）水生植物恢复措施

水生植被是湖泊生态系统的重要组成部分，在湖泊生态功能中发挥着关键作用，同时也是恢复受损湖泊生态系统的先锋群落。

对于植被轻度损失的区域后续降低人为干扰，水生植物以自然修复为主。清淤疏浚过程中受损较多的水生植被主要有芦苇、菰、香蒲、狐尾藻、苦草、水鳖、菹草、金鱼藻、野菱、荇菜、眼子菜、浮萍等。对清淤施工导致水生植物损失的疏挖区，根据水深采取水生植物补偿措施，恢复不同深度原有水生植物。撒播水生植物繁殖体或移植水生植物，配置在湖滨带、岸线至浅水区、敞水区域，种植乡土建群种并改善生境且逐步扩大其分布范围，组建结构稳定与功能协调的生物群落，逐步恢复扰动区域原生植被。

从深水区向岸线依次构建沉水植被带→浮叶植被带 →漂浮植被带→挺水植被带，构建起多季相异龄圈层复合结构的水生植物群落。挺水植物主要采用繁殖迅速、枝叶柔韧性强的芦苇、菰等；浮叶植物可选择眼子菜、野菱、荇菜等；沉水植物可选取苦草、菹草、狐尾藻等。采用合理的施工种植密度，在湖滨浅水区通过生态围隔和增氧削浪等辅助措施为沉水植物创造适宜的生境。

（5）野菱保护措施

清淤区域浅水区有野菱分布，多与欧菱混生，有时常伴生有菹草、浮萍等沉水或浮水植物。清淤前应对清淤区域现有的野菱进行移植，移植至项目区周边生境相似位置，并设置生态围隔。在施工期和运营期加强对清淤周边野菱生长情况、分布及种群数量的监测，避免清淤工程实施造成野菱种群数量减少。

通过水生植被的恢复，待水质得到一定程度改善后，再引入对水质要求较高的野菱，逐渐恢复其种群，提高生物多样性，最终形成原生的自然生态结构，使邛海水质持续改善和水生态逐步恢复。

7.2.6 野生动物保护措施

（1）对鱼类的保护措施

规范施工行为，做好生态监理，特别重点监督清淤工程的施工。严禁随意倾倒建渣及向邛海水域及河道内倾倒底泥、建渣，严禁生产活动废水直接排入评价区湿地内，影响鱼类等水生动物的生长。严禁捕鱼、电鱼；防止水土流失，做好水源保护。

2）鱼类的避让措施

施工前采取驱鱼措施，最大限度的保护鱼类资源不受疏浚工程的破坏。建议施工前使用拦鱼电栅驱赶鱼类离开施工区域，减轻对鱼类的影响。拦鱼电栅是利用电极形成电场，使鱼感电后发生防御性反应后改变游向，避开电场达到拦鱼目的的一种设施。电栅拦鱼的效果取决于鱼的行为特性和拦鱼电场的分布。鱼的特性主要包括洄游习性、集群性、逃避习性和鱼的抗流能力。上述特性对电栅拦顺水鱼的成败起决定性作用，设置在水流速度小于鱼的克流速度但大于鱼的感应速度处的电栅栏顶流性强、集群性好、逃避方向由浅向深、由小水面向大水面逃离的鱼成功可能性就高。

实践表明，拦鱼电栅是一种有效的拦截鱼类的行之可效的方法，不仅可防止鱼类随水流流走，而且不影响正常的排污、泄洪，维修也极为方便，通过已有的多项应用实例来看，拦鱼效率在 90%以上。水下清淤疏浚施工需尽量避开产粘沉卵鱼类的主要繁殖时间，减轻对鱼资源的影响。

3）邛海北部鱼类产卵场和索饵场的恢复措施

尽量缩短清淤工程的施工期，清淤工程结束后，开展观鸟湿地、梦里水乡湿地、烟雨鹭洲湿地和团结湾等土著鱼类的产卵场的恢复和监测工作。

工程施工破坏鱼类原有生境，鱼类资源恢复以自然恢复为主，人工种植水生植被（野菱、芦苇、荇、菰等群落），促进鱼类原有生境的恢复。

从深水区向岸线依次构建沉水植被带→浮叶植被带 →漂浮植被带→

挺水植被带，构建起多季相异龄圈层复合结构的水生植物群落。挺水植物主要采用繁殖迅速、枝叶柔韧性强的芦苇、菰等；浮叶植物可选择眼子菜、野菱、荇菜等；沉水植物可选取苦草、菹草、狐尾藻等。采用合理的施工种植密度，在湖滨浅水区通过生态围隔和增氧削浪等辅助措施为沉水植物创造适宜的生境。随着清淤施工区域水生植被的恢复，清淤施工区的土著鱼类的产卵场和索饵场也将得到逐步的恢复。

（2）对两栖、爬行类动物的保护措施

加强对评价区范围内现有湿地的保护，严格限定施工范围，避免造成大的水土流失；严防燃油泄漏及油污对土壤及水环境造成污染，影响两栖类及爬行类动物的生长繁殖；对工程废弃物进行快速处理，及时运出湿地公园，防止遗留物对环境造成污染，防止对两栖爬行动物本身及栖息环境的破坏和污染。

（3）对鸟类的保护措施

湿地公园水鸟数量最大、最集中的时间主要是冬季，大量的雁鸭类及鸥类来此越冬，这些鸟类主要活动于亮水区，要求施工人员严格控制施工范围，增强施工人员的环境保护意识，加强对国家重点珍稀保护鸟类的保护，禁止施工人员对湿地鸟类进行捕捉。加强生态监理，严禁施工人员无故进入湿地公园范围内活动。

尽量减少施工对鸟类栖息地的影响，极力保留临时占地内的乔灌木草本，条件允许时边施工边进行植被快速恢复，缩短施工裸露面。

工程对国家重点保护鸟类影响较大的种类主要是水栖、伴水栖鸟类，具体到物种则是彩鹮、灰鹤、紫水鸡及水雉，这些鸟类主要活动于沼泽湿地范围内，紫水鸡及水雉繁殖与水生植被较好区域，工程附近具有较多类似生境，因此针对这些繁殖鸟类，必须严格控制时空范围，施工时间，尽量避免在4-9月对水生植被较好区域进行施工，在施工期发现鸟类有繁殖行

为时，如求偶、筑巢等，应减弱相应工程段的施工强度，发现国家重点保护鸟类巢穴的，要求停止施工，待该区域鸟类繁殖结束后在施工。

（4）对国家重点保护动物的保护措施

评价区的国家重点保护动物共计29种，其中除乌龟、岩原鲤外，其余物种均为鸟类。龟鳖类在我国的状况极差，在湿地公园也不例外，湿地公园内的乌龟数量极少，乌龟主要活动于沿岸浅滩、水生植被较好区域及岸边附近，针对乌龟提出以下保护措施：设立物种介绍、严禁捕捉标识标牌，施工中若遇到活体需移至非施工区域相似生境，在施工完成后对沿岸浅滩及附近，利用原生植物及时恢复原貌，恢复乌龟的栖息地。

针对国家重点保护鸟类，其中猛禽由于飞行能力强、活动范围广，受到施工影响很小，设立保护标识标牌。受影响较大的类群为湿地型鸟类，施工对其影响较大，禁止施工人员在施工间歇期远离施工范围对其进行捕捉，可以通过巡护、监管和宣传培训加以杜绝。在各施工区域可能出现保护鸟类的路段立警示牌，提醒施工和外来人员注意，严禁随意在工地四周活动、限制施工影响范围。若施工恰遇保护动物繁殖期，应建立野外救护机制，停止施工，若破坏巢穴后才发现的，需将保护动物幼体个体转移至远离施工区的相似生境中或移交当地野生动物救护中心。

7.2.7 火源管理

施工人员进入湿地公园必然带来野外火源管理的压力，必须把火源管理放在首要位置，常抓不懈，杜绝隐患。积极贯彻《森林防火条例》，加强防火宣传教育，做好施工人员吸烟以及其它生活和生产用火的火源管理。建立施工区森林防火及火警警报系统和管理制度，一旦出现火情，立即向林业主管部门和地方有关主管部门进行通报，同时及时组织人员协同当地群众进行灭火。建立施工区防火及火险预警系统，务必确保工程期内施工区附近区域的自然资源安全。另外，为确保工程建设在施工期和运营期加

强防火措施,要求项目建设单位购置10套中型泡沫式灭火器于监测用房中，以快速应对湿地公园内工程直接影响区发生的火灾。

7.2.8 生态监理

（1）监理内容

为了减轻工程建设对湿地公园生态影响程度，湿地公园需在工程建设期进行生态监理。生态监理的职责主要包括以下几个方面：

1）监督施工单位环保合同条款的执行情况，并负责解释环保条款，对重大环境问题提出处理意见和报告。

2）发现环境问题，下达监测指令。对监测结果进行分析研究，并提出环境保护改善方案。

3）参加施工单位提出的技术方案和施工进度计划的审查会议，就环保问题提出改建意见。审查施工单位提出的可能造成污染的施工材料、设备清单及其所列环保指标。

4）协调业主和施工单位之间的关系，处理合同中有关环保部分的违约事件。根据合同规定，按索赔程序公正的处理好环保方面的双方索赔。

5）对现场出现的环境问题及处理结果进行记录，每月向环境管理机构提交月报表，并根据积累的有关资料整理环境监理档案。每半年提交一份环境监理评估报告。

6）参加单元工程竣工验收工作，对已完成的工程责令清理和恢复现场。

7）监督移民安置过程中环保措施的实施情况，定期对安置区移民及当地居民的公众卫生状况、生态影响、社会经济状况等进行调查、监测和评估，防止各种环境问题的产生。

环境监理的工作范围包括所有工作场地、生活营地及施工道路等可能造成环境污染的区域。环监理的具体内容主要包括以下几个方面：

1）供水：施工期营地的供水系统管理，供水水质监督等；

2）废污水处理：施工产生废污水处理情况；

3）大气、扬尘控制：主要是道路扬尘、燃油废气等；

4）噪声控制：主要是居民点等附近的噪声污染控制；

5）固体废弃物处理：包括生产、生活垃圾处理；

6）淤泥处理：淤泥清理、堆放过程中环境质量控制；

7）水土保持：土方开挖、运输、堆放过程中的水土流失控制；

8）卫生防疫：包括医疗卫生和传染病防治、灭蚊蝇、灭鼠等；

9）生态保护：加强生态保护知识和法律宣传工作，监督施工区周围的生态保护措施落实情况。

（2）生态监理费用

根据生态监理费的构成和当地监理人员工资、其他成本水平等，初步拟定生态监理费用 9 万元。

7.3 工程运营期监测与评估计划

7.3.1 施工期湿地生态环境监测

工程运营后，重点考虑邛海水质的安全。应该充分对地表水环境、土壤环境、生物多样性等环境进行监测。

（1）水环境监测

为反映水库在清淤后运行期的水环境质量，在水库的中心设监测点。水样采集和分析按照 GB3838-2002《地表水环境质量标准》中规定的方法进行。

监测项目：透明度、悬浮物、高锰酸钾指数、总磷、总氮、氨氮、叶绿素 a、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、铁、锰等。

监测频率：施工后监测 2 次。

（2）底泥回淤监测

测点布设：在水库中心布设 1 个监测点。

监测项目：淤泥厚度、透明度、悬浮物、总磷、总氮、重金属等。

监测频率：施工后监测 2 次。

（3）陆生、水生生态监测

监测点：在库区与库周布置监测点。

监测项目：陆生动植物、水生植物、鱼类资源等。

监测频率：前 3 年每年一次，以后 2 至 3 年一次。

7.3.2 开展项目后评估工作

为了客观、科学和全面评估工程项目对湿地公园生态环境的影响和规划的保护管理措施对湿地公园生态环境的作用，在项目运营一段时间后，有必要从生态保护角度对工程建设进行评估。项目业主出资委托具有评价资质和经验的单位开展项目后评估工作，项目后评估项目构成及资金概算详见表 7-1，费用由工程投资方负担。后评估主要内容包括：

表 7-1 项目后评估项目构成及资金概算表

项目构成	概算（万元）	备注
评估报告编制费	4.00	包括现场调查、资料收集、数据分析、评价制图等费用
报告评审费	1.00	包括评审会务费及专家咨询费等
合计	5.00	

（1）评估水土保持工程建设状况，对水土流失严重和存在水土流失隐患的区域，及时采取工程或植物措施，以减轻湿地公园水土流失影响。

（2）评估单位通过实地调查了解清淤范围及周边区域动植物组成、分布及栖息地等变化情况，分析清淤后底泥回淤情况、水质变化情况及对生物多样性、主要保护对象和湿地生态系统的影响程度，根据比较分析结果，提出切实可行的野生动植物保护对策及措施。

（3）评估项目建设及运营对湿地公园保护管理工作的影响以及需要完善的保护管理措施。

7.4 生态风险规避措施及应急预案

7.4.1 风险规避措施

7.4.1.1 建设期规避措施

（1）防止森林火灾事件发生

为防止火灾事故的发生，建设单位、施工单位和湿地公园管理部门需重视建设期各火灾易发点的安全情况，组成的领导小组需随时巡查施工地，督促各生产部门安全生产，并派遣专业人员，定期排查火灾隐患，把火灾发生率降至最低，同时制定火灾应急预案，及时处置火灾事故及善后工作。

加强森林防火政策、知识宣传，提高施工人员防火意识和能力。健全景区的护林防火组织，进行必要的护林、灭火技能培训，掌握火场营救、火场逃生的基本技能。

坚决执行《森林防火条例》，认真执行森林防火制度，加强施工人员火源管理，禁止一切野外用火。施工单位的生活燃料采用电、液化气等清洁能源，禁止燃煤以及砍伐施工区及之外范围的植被作为燃料。林间施工时禁止施工人员就地生火、吸烟，防止人为原因导致森林火灾的发生。

加强森林火灾监视系统建设，建立工程区森林防火、火警警报管理制度，充分利用湿地公园现有森林防火设备，及时发现和扑救森林火灾，以减轻森林火灾造成的危害。

一旦发生火灾事故，立即启动应急预案，各单位组成的领导小组迅速作出反应，及时抢救生命财产安全，造成的生态破坏和污染，需强化补偿机制，做好必要的生态修复工作。

（2）外来入侵物种的防治

1）在清淤区域及周边分布的外来入侵物种喜旱莲子草、大漂、凤眼莲、紫荆泽兰较多，在进行周密的科学论证后，引入专一性天敌昆虫控制喜旱莲子草、凤眼莲、紫茎泽兰等外来有害植物。对于在清淤过程中因施工人员和机械出入施工场地给入侵物种侵入湿地公园其他地方提供条件。施工

人员要做好自身和机械出入施工场地的检查工作，防止喜旱莲子草、大漂、凤眼莲等入侵植物在湿地公园蔓延。

2）加强对入侵植物的利用。清淤打捞上来的喜旱莲子草、凤眼莲、大漂容易腐烂造成二次污染。因此，对于清淤打捞的喜旱莲子草、凤眼莲、大漂等入侵植物，建议将其合理化利用，避免造成二次污染，比如凤眼莲、喜旱莲子草可以发酵制作生物肥料，用于植被恢复。此外凤眼莲蛋白、粗脂肪、氨基酸、胡萝卜素、总黄酮等营养物质和多种微量元素，是极具开发潜力的物种，已尝试以水葫芦为主要原料制作饮料。紫茎泽兰含有多种可开发的化合物，其中紫茎泽兰精油具有挥发性好、香气新颖独特、纯正稳定、持久安全等特点，在日用化工中具有重要应用价值。

3）减少有意和无意引种造成生物入侵行为的发生。在生态修复过程中，注重筛选、挖掘和使用本地原生物种资源，防止盲目引入物种，以减少外来物种入侵的风险。做好施工人员和其他外来人员入境检查工作，禁止将外来物种带入湿地公园内饲养或种植。

4）加强《全生态环境保护纲要》和《国家林业局关于加强野生动物外来物种管理的通知》的宣传力度，提高施工人员保护野生动植物资源、维护生态安全的意识。

5）加强施工人员和其他外来人员管理，严禁在湿地公园内及其周边地区开展外来物种的野外放生活动。

（3）防止水土流失

①做到挖填平衡。施工临时设施区的建设尽量避开大雨，场地平整尽量做到挖、填平衡，减少弃渣量。主体工程施工应合理安排开挖、填筑时序，尽量做到以挖作填，避免重复运输及施工。施工过程中注意保护开挖边线以外的植被。施工活动应尽量控制在施工场地范围内进行，避免破坏征地范围以外的植被。

②排水措施。本工程施工辅助企业布置河岸，且地形平缓，对部分区域需设置排水沟拦截降水和地表径流，使其排至河道。

③施工辅助占地区使用完毕，施工单位须将地表建筑物及硬化地面全部拆除，废弃物及时清理，或用于本区域坑凹填筑或运至土石回填区回填。

④围堰拆除一定要在平、枯水期进行，并及时、彻底清理围堰弃渣，全部运往指定的土石回填区进行回填。

⑤工程开挖弃渣运至临时堆渣场进行集中堆放，应规范弃渣的运输，避免在弃渣的乱弃乱倒和运输过程中的弃渣流失。

（4）防止化学泄露事件发生

①严格管理施工机械和运输车辆，防止化学品在运输、存储和使用过程中，可能发生意外破裂、倒洒等泄露事故。

②施工期存放的用于施工机械和车辆使用的柴油泄露，可能引发森林火灾、污染地表水和人体皮肤接触，要对储油间地面要作防渗处理；要经常检查储油设施，附近不能有易燃物质，断绝火源，装卸时应控制火源流动和明火作业。

③施工机械设备驾驶员应持证上岗，避免因操作失误引发施工机械燃油泄漏。

④加强对施工机械设备维护，避免因设备故障引发漏油事故。

⑤施工机械设备应尽量远离水体，减少事故发生概率。

⑥在发生机械设备漏油事故后应及时报告相关主管部门，并及时对泄漏的燃油进行清理。

⑦清理的燃油应进行妥善暂存，并交给有资质处理的单位进行处理。

⑧为保证工程施工安全，防止油污事故发生，施工单位必须有水上施工经验，施工过程中需科学合理安排施工工序，周密考虑工程施工期间的安全措施。

7.4.1.2 营运期规避措施

（1）加强森林火灾监视系统建设，作好游客和工作人员火源管理，严禁一切野外用火，以避免森林火灾的发生和及时发现森林火灾。

（2）由于清淤区域尤其是河道清淤区域喜旱莲子草、凤眼莲、大漂泛滥，虽然清淤前打捞了植物体，但难以清除水中的种子。在清淤结束后，在喜旱莲子草、凤眼莲、大漂发生区选择性种植推荐的替代植物睡莲、荇菜、菰等，使其成为优势群落，并定期监测物种多样性变化情况。同时施用马缨丹叶提取物等生物质材料浸提液，抑制凤眼莲等入侵植物的生长。

（3）严禁在湿地公园内及其周边地区开展外来物种的野外放生活动，。

（4）运营期，禁止工程人员对已进行植被恢复的临时用地二次利用或破坏，并在这些已恢复的临时用地设置警示牌，表明该处为重点水土保持区。

7.4.2 风险应急预案

7.4.2.1 工作原则

预防为主，健全体系。加强生态风险事件危害性和防控工作重要性宣传，普及生态风险事件防控知识，增强游客和工作人员对生态风险事件的防控意识；成立生态风险事件应急领导小组，加强生态风险监测工作，增强风险预警能力。

依靠科学，依法管理。坚持科学决策、科学防控，完善监测、预测、预警、预防和应急处置技术和设施，加强队伍建设和人员培训，提高应对生态风险事件的科技水平。严格执行国家和省有关法律法规，依法管理生态风险的监测、预警、报告、预防、控制工作，实现生态风险事件应急处置工作科学化、规范化、法制化。

快速反应，高效运转。建立生态风险事件处置的快速反应机制和应急防控队伍，强化资金、人员、技术和法规保障措施，保证人力、财力、物

力储备，形成统一指挥、反应灵敏、功能齐全、协调有序、运转高效的应急管理体制；按照“早发现、早报告、早控制、早扑灭”要求，保证生态风险事件应急处置环节紧密衔接，做到快速有序应对、高效准确处理。

7.4.2.2 组织机构及职责

成立生态风险应急领导小组。领导小组包括湿地公园管理部门、输水工程建设单位、施工单位，领导小组的职责如下：

进行全方位的综合调度，全面掌握生态风险事件的发生、发展状况和处置情况。协调组织处置力量、通信联系、事件监测及单位间的配合等应急处置措施的落实；

协调调集有经验的生态风险处置人员深入生态风险事件现场，检查监督各工区生态风险防治工作的落实情况，指导生态风险防治工作；接收、汇总、分析重要生态风险事件信息，向生态风险应急指挥部提出处理建议。

7.4.2.3 预测预警

湿地公园管理部门负责收集发生在湿地公园内可能造成生态风险事件的信息，并根据获得的信息进行生态风险预测。工程建设、施工单位和湿地公园巡护人员负责森林火灾等生态风险事件监测工作。预测到可能发生生态风险事件或发现已经发生生态风险事件，应及时向生态风险应急领导小组报告。

7.4.2.4 应急响应

生态风险应急领导小组接到报警后，立即向各有关单位主要负责人发布启动应急预案命令，各单位相关人员应在最短时间内赶赴生态风险事件现场，采取积极、有效的方法控制事件的扩大和恶化。

7.4.2.5 后期处置

生态风险事件得到控制后，做好人员抢救、安抚、补偿、安置及设施恢复、灾后重建等善后工作，并成立调查组，负责生态风险事件调查，写

出调查报告，上报上级主管部门。

8 综合评价结论

8.1 主要影响

8.1.1 建设期的影响

通过生态影响综合评价评分标准和赋分体系测算，施工期，该工程对湿地公园生态影响综合评价分值为37（详见表8-1），参考《建设项目对自然保护区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价技术规范》（DB51/T1511-2012），分值介于24-40之间属“低度影响”，故施工期工程对湿地公园生态影响综合评价结论为“低度影响”。

表8-1 建设期生态影响评价赋分表

评价项目	评价指标	影响预测结果	评价分值
环境质量	空气质量指标	影响预测结果为低度影响	1
	水质量指标	影响预测结果为高度影响	3
	声指标	影响预测结果为中度影响	2
	电磁辐射指标	影响预测结果为低度影响	1
自然资源	土地资源指标（占地面积）	影响预测结果为低度影响	1
	减脱水河段长度指标	影响预测结果为低度影响	1
	减脱水量	影响预测结果为低度影响	1
	野生动物物种丰富度	影响预测结果为高度影响	3
	种群数量（或多度）指标	影响预测结果为中度影响	2
	活立木蓄积量指标\灌草生物量指标	影响预测结果为高度影响	3
	野生植物物种丰富度	影响预测结果为高度影响	3
	自然风景资源	影响预测结果为低度影响	1
生态系统	类型	影响预测结果为低度影响	1
	面积	影响预测结果为低度影响	1
	稳定性指数	影响预测结果为低度影响	1
景观生态体系	斑块类型	影响预测结果为低度影响	1
	景观	影响预测结果为低度影响	1

评价项目	评价指标	影响预测结果	评价分值
主要保护对象	规模	影响预测结果为低度影响	1
	分布范围	影响预测结果为低度影响	1
	重要栖息地	影响预测结果为高度影响	3
	自然性指数指标	影响预测结果为低度影响	1
生态风险	林草火灾	影响预测结果为低度影响	1
	化学泄漏指标	影响预测结果为低度影响	1
	外来物种	影响预测结果为中度影响	2

8.1.2 运营期的影响

通过生态影响综合评价评分标准和赋分体系，测算运营期，该对湿地公园生态影响综合评价分值为3（详见表8-2），参考《建设项目对自然保护区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价技术规范》（DB51/T1511-2022），分值介于24-40之间属“影响较低度影响”，运营期工程对湿地公园生态影响综合评价分值远远低于25。故运营期，可促进湿地公园生态环境持续向好，促进物种多样性增加。

表8-2 运营期生态影响评价赋分表

评价项目	评价指标	影响预测结果	评价分值
环境质量	空气质量指标	影响预测结果为无	
	水质量指标	影响预测结果为无	
	声指标	影响预测结果为无	
	电磁辐射指标	影响预测结果为无	
自然资源	土地资源指标（占地面积）	影响预测结果为低度影响	1
	减脱水河段长度指标	影响预测结果为无	
	减脱水量指标	影响预测结果为无	
	野生动物物种丰富度指标	影响预测结果为有利	
	种群个体数量指标指标	影响预测结果为有利	
	活立木蓄积量指标\灌草生物量指标	影响预测结果为有利	

评价项目	评价指标	影响预测结果	评价分值
	野生植物物种丰富度指标	影响预测结果为有利	
	自然景观指标	影响预测结果为无	
生态系统	类型	影响预测结果为无	
	面积	影响预测结果为无	
景观生态体系	斑块及类型水平	影响预测结果为无	
	景观水平	影响预测结果为无	
	破碎化指数 FN1	影响预测结果为无	
主要保护对象	种群数量或面积指标	影响预测结果为无	
	栖息环境面积指标	影响预测结果为无	
	分布范围指标	影响预测结果为无	
	自然性指数指标	影响预测结果为无	
生态风险	火灾	影响预测结果为低度影响	1
	化学泄漏指标	影响预测结果为无	
	外来物种	影响预测结果为低度影响	1

8.2 综合评价

依据《四川省邛海流域水生态修复与治理工程可行性研究报告》所确定的工程建设范围、工程量及有关技术经济指标，参考《环境影响评价技术导则—生态影响》（HJ19-2022）、《建设项目对自然保护区自然资源、自然生态系统和主要保护对象影响评价技术规范》（DB51/T1511-2022）等技术规程规范的要求，通过实地调查与充分查阅已有资料，进行论证分析后，本评价报告得出以下结论：

（1）邛海流域水生态修复与治理工程以改善邛海生态系统健康状况为目标，以恢复良性的水生态空间和生态水文过程为核心，以山水林田湖草系统治理为主线，能够统筹解决区域的水域空间、水生态、水环境等方面的突出问题。

（2）四川省邛海流域水生态修复与治理工程项目位于湿地公园里的重点工程主要有邛海湿地内部水系连通工程、邛海湿地内部水系两侧生态修

复工程 2 项邛海湿地内部水系综合修复治理工程；西昌小花山-青龙寺天窗绿化造林、鹅掌河生态治理竹园项目、邛海东岸小箐河生态修复和补植项目 3 项水土保持生态建设工程；邛海生态清淤工程。项目在湿地公园内项目在湿地公园内用地面积为为 571.75hm^2，其中生态修复面积 310.22hm^2，清淤面积 261.53hm^2（邛海生态清淤面积 245.27hm^2，邛海湿地内部水系连通清淤面积 16.26hm^2）。工程建设临时占地总面积 3.3043hm^2。清淤总量共计 103.53 万 m^3，其中邛海清淤工程清淤总量 85.17 万 m^3，邛海湿地内部水系连通工程清淤总量 18.36 万 m^3。项目所需材料全部外运，不在湿地公园内取土、取砂石，也不在公园内布置渣场等。

（3）对该工程建设和运行带来的不利影响，需要建设管理单位在施工期和运行期间参照本评价报告，以及环境影响报告书（表）、水土保持方案等其它专项报告所提出的优化方案、保护和管理措施进行运作，并将这些措施落到实处，使工程建设和运行给湿地公园生态系统、自然资源以及主要保护对象所带来的不利影响得到有效控制。

建设期，通过生态影响综合评价评分标准和赋分 37（表 8-1），评价结论为“低度影响”。在运营期，工程对湿地公园生态影响综合评价分值为 3（表 8-2），因为项目实施后，可促进湿地公园生态环境持续向好。因此，本《报告》认为本项目在四川邛海国家湿地公园内实施，在落实本报告提出的消减措施和建议后，邛海湿地公园的影响是可接受的。

附表 1 浮游植物名录

门	属	种
蓝藻门 Cyanophyta	颤藻属 *Oscillatoria*	变异颤藻 *Oscillatoria.sp.*
		巨颤藻 *O.princeps*
		弱细颤藻 *O.tenuis*
	胶鞘藻属 *Phormidium*	粘液胶鞘藻 *P. mucicola*
		膨大胶鞘藻 *Phormidium.sp.*
		胶鞘藻 *Phormidium.sp.*
		细胶鞘藻 *P. teneu*
	念珠藻属 *Nostoc*	念珠藻 *Nostoc.sp.*
	鱼腥藻属 *Anabaena*	近亲鱼腥藻 *A. affinis*
		鱼腥藻 *Anabaena. sp.*
	鞘丝藻属 *Lyngbya*	鞘丝藻 *L. plicata*
	色球藻属 *Chroococcus*	色球藻 *C. splendidus*
	束毛藻属 *Trichodesmium*	束毛藻 *Trichodesmium.sp.*
	纤维藻属 *Dactylococcopsis*	蓝纤维藻 *Dactylococcopsis.sp.*
		无常蓝纤维藻 *D. irregularis*
		针状蓝纤维藻 *D. acicularis*
	微囊藻属 *Microcystis*	微囊藻 *M. aeruginosa*
	肾胞藻属 *Nephrococus*	密集肾胞藻 *N.confertus*
	平裂藻属 *Merismopedia*	细平裂藻 *M. minima*
		典型平裂藻 *Merismopedia.sp.*
		点状平裂藻 *M. punctata*
		华美平裂藻 *M. elegans*
		蓝绿平裂藻 *M. glauca*
		平裂藻 *Merismopedia.sp.*
硅藻门	曲壳藻属 *Achnanthes*	短小曲壳藻 *A. exigua*
	脆杆藻属 *Fragilaria*	钝脆杆藻 *F. capucina*
	双菱藻属 *Surirella*	华美双菱藻 *S. Robusta var. splendido*
	冠盘藻属 Stephanodiscus	冠盘藻 *Stephanodiscus sp.*
	漂流藻属 *Planktoniella*	太阳漂流藻 *P. sol*
	小环藻属 *Cycloteiia*	小环藻 *C. Kiitzingiana Thwaites*
		星形库氏小环藻 *C. Kiitzingiana var. Planetophora Fricke.*
	菱形藻属 *Nitzschia*	针状菱形藻 *N. acicularis*
		披针菱形藻 *N. lanceolata*
	星杆藻属 *Asterionella*	细星杆藻 *A. gracillima*
		美丽星杆藻 *A. formosa*
	针杆藻属 *Synedra*	针杆藻 *S. tabulata*
		近似针杆藻 *S. affiinis*

门	属	种
硅藻门	直链藻属 *Melosira*	颗粒直链藻 *M. granulata*
		直链藻 *Melosira.sp.*
		极小直链藻 *M. pusilla*
	异端藻属 *Gomphonema*	异端藻 *Gomphonema.sp.*
	桥弯藻属 *Cymbella*	箱形桥弯藻 *C. cistula*
		肿胀桥弯藻 *C. turgida*
		舟形桥弯藻 *C. naviculiformis*
		桥弯藻 *Cymbella.sp.*
		偏肿桥弯藻 *C. ventricosa*
	羽纹硅藻属 *Pinnularia*	羽纹硅藻 *P. brebissonii*
	双缝藻属 *Gyrosigma*	狭双缝藻 *G. attenuatum*
	舟形藻 *Navicula*	细小舟形藻 *N. gracilis*
		隐头舟形藻 *N. cryptocephala*
		淡绿舟形藻 *N. viridula*
		舟形藻 *Navicula.sp.*
甲藻门	角甲藻属 *Ceratium*	飞燕角甲藻 *C.hirundinella*
	光甲藻属 *Peridinium*	极小多甲藻 *P. pusillium*
		腰带多甲藻 *P. cinctum*
	光甲藻属 *Glenodinium*	腰带光甲藻 *G. cinctum*
		光甲藻 *Glenodinium.sp.*
隐藻门	隐藻属 *Cryptomonas*	倒卵形隐藻 *C. obovata*
		卵形隐藻 *C. ovata*
		马氏隐藻 *C. Marssonii*
		啮蚀隐藻 *C. erosa*
		素隐藻 *C. paramaecium*
		隐藻 *Cryptomonas.sp.*
	蓝隐藻属 *Chroomons*	尖尾蓝隐藻 *C. acuta*
		洛式蓝隐藻 *C. nordstedtii*
裸藻门	裸藻属 *Euglena*	变形裸藻 *E. variabilis*
		尖尾裸藻 *E. oxyuris*
		具尾裸藻 *E. caudata*
		绿裸藻 *E. viridis*
		裸藻 *Euglena* .sp.
		三星裸藻 *E. tristella*
		弯曲裸藻 *E. geniculata*
		细小裸藻 *E. gracilis*
		鱼形裸藻 *E. pisciformis*
		针形裸藻 *E. acus*
	扁裸藻属 *Phacus*	扁裸藻 *Phacus.sp.*
		侧游扁裸藻 *P. pleuronectes*
		具尾扁裸藻 *P. caudatus*

门	属	种
裸藻门	囊裸藻属 *Frachelomonas*	深绿囊裸藻 *F. euchlora*
	鳞孔藻属 *Lepocinclis*	椭圆鳞孔藻 *L. steinii*
金藻门	锥囊藻属 *Dinobryon*	分岐锥囊藻 *D. divergens*
		花环锥囊藻 *D. sertularia*
		锥囊藻 *Dinobryon.sp.*
		密集锥囊藻 *D. sertularia*
	黄群藻属 *Synura*	葡萄黄群藻 *Synura.sp.*
		黄群藻 *S. uvella*
	金粒藻属 *Chrysococcus*	双隐孔金粒藻 *C. diaphanus*
绿藻门	鼓藻属 *Cosmarium*	凹凸鼓藻 *C. impressulum*
		贝氏鼓藻 *C. Boeckii*
		鼓藻 *Cosmarium.sp.*
		颗粒鼓藻 *C. granatum*
		方形鼓藻 *C. kuadrum*
		泡状鼓藻 *Cosmarium.sp.*
		肾形鼓藻 *C. reniforme*
		圆形鼓藻 *C. circulare*
		珠饰鼓藻 *C. margaritiferum*
	角星鼓藻属 *Staurastrum*	四角星鼓藻 *S. kuadrangulare*
		大角星鼓藻 *S. grande*
		多形角星鼓藻 *Staurastrum.sp.*
		尖刺角星鼓藻 *S. apiculatum*
		具齿角星鼓藻 *S. indentatum*
		小角星鼓藻 *S. gracile*
		厚变角星鼓藻 *S. natator*
	衣藻属 *Chlamydomonas*	洞孔衣藻 *C. ovalis*
		戴氏衣藻 *C. Debaryana*
		卵形衣藻 *C. ovalis*
		球状衣藻 *C. globosa*
		网状衣藻 *C. reticulata*
	栅藻属 *Scenedesmus*	甲栅藻 *S. armatus*
		尖细栅藻 *S. acuminatus*
		具刺四尾栅藻 *S. quadricuda*
		二形栅藻 *S. dimorphus*
		双对栅藻 *S. bijuga*
		双对栅藻交错变种 *S. Bijuga var. alternans*
		双列栅藻 *S. arcuatus*
		四尾栅藻 *S. quadricauda*
		弯曲栅藻 *S. arcuatus*
		斜生栅藻 *S. Obliquus*

门	属	种
绿藻门	栅藻属	椭圆栅藻 *S. ovalternus*
		柱状栅藻 *S. bijuga*
	新月鼓藻属 *Closterium*	美丽新月鼓藻 *C. venus*
		中型新月鼓藻 *C. intermedium*
		新月鼓藻 *Closterium.sp.*
		小新月鼓藻 *C. parvulum*
		月牙新月藻 *C. cynthia*
		库氏新月藻 *C. kiietzingii*
	盘星藻属 *Pediastrum*	十二单突盘星藻 *P. simplex*
		二角盘星藻纤细变种 *P. Duplex var. gracillimum*
		二角盘星藻原变种 *P. Biradiatum*
		岐射盘星藻 *P. biradiatun*
		长角岐射盘星藻 *P. Biradiatum var. longicornutum*
		包氏盘星藻 *P. boryanum*
		双突盘星藻 *P. duplex*
		斯氏盘星藻 *P. sturmii*
		四胞盘星藻 *P. tetras*
		密实盘藻 *Pediastrum.sp.*
		格孔盘星藻 *P. clathratum*
		四角盘星藻原变种 *P. tetras var.tetras*
		盘星藻 *Pediastrum.sp.*
	十字藻属 *Crucigenia*	四角十字藻 *C. puadrata*
		窗形十字藻 *C. fenestrata*
		四足十字藻 *C. tetrapedia*
		十字藻 *Crucigenia.sp.*
		顶锥十字藻 *C. apiculata*
		直角十字藻 *C. rectangularis*

门	属	种
绿藻门	四角藻属 *Tetraedron*	四角藻 *Tetraedron.sp.*
		尾四角藻 *T. caudatum*
		微小四角藻 *T. minimum*
		异态四角藻 *T. enorme*
		膨胀四角藻 *T. tumidulum*
		三棘四角藻 *T. trigonum*
	卵囊藻属 *Oöcystis*	小型卵囊藻 *O. parva*
		柱状卵囊藻 *O. pandriformis*
		卵囊藻 *Oöcystis.sp.*
		单球卵囊藻 *O. eremosphaeria*
		湖生卵囊藻 *O. lacustris*
	粘球藻属 *Gloeocapsa*	最小胶球藻 *G. minima*
		膨胀胶球藻 *G. turgida*
		池生胶球藻 *G. limnetica*
	肾形藻属 *Nephrocytium*	肾形藻 *N. agardhianum*
		橄榄肾形藻 *Nephrocytium.sp.*
		新月肾形藻 *N. lunatum*
	网球藻属 *Dictyosphaerium*	肾形网球藻 *D. reniforme*
	空星藻属 *Coelastrum*	鼻突空星藻 *C. proboscideum*
		空星藻 *C. sphaericum*
		球状空星藻 *C. sphaericum*
	球囊藻属 *Sphaerocystis*	球囊藻 *S. schroeteri*
	芒球藻属 *Planktosphaëria*	芒球藻 *P. gelatinos*
	网球藻属 *Dictyosphaerium*	美丽网球藻 *D. ehrenbergianum*
	空球藻属 *Eudorina*	空球藻 *E. elegans*
	实球藻属 *Pandorina*	实球藻 *P. morum*
		华丽实球藻 *P. charkoviensis*
	顶棘藻属 *Chodatella*	纤毛顶棘藻 *C. ciliata*
		多刺顶棘藻 *Chodatella.sp.*
		顶棘藻 *Chodatella.sp.*
	月形藻属 *Closteridium*	月形藻 *C. lunula*
	浮球藻属 *Planktosphaeria*	浮球藻 *P. gelatinosa*
	杂球藻属 *Pleodorina*	杂球藻 *P. californica*
	四集藻属 *Palmella*	粘四集藻 *P. Mucosa*
	集星藻属 *Actinastrum*	集星藻 *A. hantzschii*
	小球藻属 *Chlorella*	小球藻 *C. vulgaris*
		椭圆小球藻 *Chlorella.sp.*
	月牙藻属 *Selenastrum*	毕氏月牙藻 *S. Bibraianum*
		月牙藻 *S. bibraianum*

门	属	种
绿藻门	四棘藻 *Treubaria*	三刺四棘藻 *T. triappendiculata*
		粗刺四棘藻 *T. crassispina*
	四胞藻属 Tetraspora	四胞藻 *Tetraspora sp.*
	绿球藻属 *Chlorococcum*	绿球藻 *C. humicola*
	多芒藻属 *Golenkinia*	放射多芒藻 *G. radiata*
	四鞭藻属 *Carteria*	多毛素四鞭藻 *C. multifilis*
	并联藻属 *Quadrigula*	柯氏并联藻 *Q. chodatii*
	韦氏藻属 *Westella*	韦氏藻 *W. botryoides*

附表 2 评价区植物名录

	野生	人工	外来	调查	资料
蕨类植物门 PTARIDOPHYTA					
(共 7 科 7 属 9 种)					
木贼科 Equisetaceae					
犬问荆 *Equisetum palustre* L.	√			√	
问荆 *Equisetum arvense* L.	√			√	
节节草 *Equisetum hiemale* L.	√			√	
凤尾蕨科 Pteridaceae					
蜈蚣草 *Pteris vittata* L.	√			√	
井栏边草 *Pteris multifida* Poir.	√			√	
肾蕨科 Nephrolepidaceae					
肾蕨 *Nephrolepis auriculata* (L.)Trimen	√			√	
苹科 Marsileaceae					
南国田字草 *Marsilea crenata* C. Presl	√				√
槐叶萍科 Salviniacae					
槐叶萍 *Salvinia natans* (L.) All.	√			√	
满江红科 Azoliaceae					
满江红 *Azoliaceae imbricate(Roxb.) Naki.*	√			√	
裸子植物门 GYMNOSPERMAE					
(共 4 科 6 属 6 种)					
苏铁科 Cycadaceae					
苏铁 *Cycas revoluta* Thunb.		√		√	
银杏科 Ginkgoaceae					
*银杏 *Ginkgo biloba* Linn.		√		√	
杉科 Taxodiaceae					
*水杉 *Metasequoia glyptostroboides Hu et Cheng.*		√		√	√
柳杉 *Cryptomeria fortunei* Hooibrenk ex Otto et Dietr.		√		√	
柏科 Cupressaceae					
柏木 *Cupressus funebris* Endl.		√		√	
侧柏 *Platycladus orientalis (Linn.) Franco*		√		√	
被子植物门 ANGLOSPERMAE					
(共 68 科 147 属 174 种)					
双子叶植物 DICOTYLEDONES					
(共 55 科 114 属 139 种)					
樟科 Lauraceae					
香樟 *Cinnamomum camphora* (L.) Presl.		√		√	
天竺桂 *Cinnamomum japonicum* Sieb.		√		√	
金鱼藻科 Ceratophyllaceae					
金鱼藻 *Ceratophyllum demersum* L.	√			√	
睡莲科 Nymphaeaceae					
白睡莲 *Nymphaea alba* L.		√			√
睡莲 *Nymphaea tatragana* Georgi	√			√	
莲科 Nelumbonaceae					
莲 *Nelumbo nucifera* Caerther		√		√	
小檗科 Berberidaceae					
南天竺 *Nandina domestica* Thunb.		√		√	
紫堇科 Fumariaceae					

紫金龙 *Dactylicapnos scandens* (D. Don) Hutch.	√		√	√	
十字花科 Brassicaceae					
荠菜 *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic.	√			√	
露珠碎米荠 *Cardamine circaeoides* Hook. f. et Thom.	√			√	
碎米荠 *Cardamine hirsuta* L.	√			√	
臭荠 *Coronopus didymus* (L.) J. E. Smith	√			√	
豆瓣菜 *Nasturtium officinale* R. Br.	√			√	
独行菜 *Lepidium apetalum* Willd.	√			√	
南蔊菜 *Rorippa dubia* (Pers.) Hara	√			√	
蔊菜 *Rorippa indica* (L.) Hiern	√			√	
沼泽蔊菜 *Rorippa palustris* (Leyss.) Bess.	√			√	
堇菜科 Violaceae					
紫花地丁 *Viola philippica* Cav.	√			√	
石竹科 Caryophyllaceae					
石竹 *Dianthus chinensis* L.	√				√
鹅肠菜 *Myosoton acuaticum* (L.) Moench.	√			√	
漆姑草 *Sagina japonica* (Sw.) Ohwi.	√			√	
马齿苋科 Portulacaceae					
马齿苋 *Portulaca oleracea* Linn.	√			√	
蓼科 Polygonaceae					
何首乌 *Fallopia multiflora* (Thunb.) Harald.	√			√	
水蓼 *Polygonum hydropiper* L.	√			√	
酸模叶蓼 *Polygonum lapathifolium* L.	√			√	
尼泊尔酸模 *Rumex nepalensis* Spreng.	√			√	
戟叶酸模 *Rumex hastatus* D. Don	√			√	
藜科 Chenopodiaceae					
千针苋 *Acroglochin persicarioides* (Poir.) Moq.	√			√	
土荆芥 *Chenopodium ambrosioides* L	√		√	√	
藜 *Chenopodium album* Linn.	√			√	
地肤 *Kochia scoparia* (Linn.) Schrad.	√			√	
苋科 Amaranthaceae					
刺苋 *Amaranthus spinosus* L.	√			√	
刺花莲子草 *Alternanthera pungens* Kunth.	√		√	√	
喜旱莲子草 *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb.	√		√	√	
千日红 *Gomphrena globosa* Linn.		√		√	
落葵科 Basellaceae					
落葵薯 *Anredera cordifolia* (Tenore) Steenis.	√		√	√	
牻牛儿苗科 Geraniaceae					
天竺葵 *Pelargonium hortorum* bailey.		√	√	√	
尼泊尔老鹳草 *Geranium nepalense* Sweet	√			√	
酢浆草科 Oxalidaceae					
酢浆草 *Oxalis corniculata* Linn.	√		√	√	
红花酢浆草 *Oxalis corymbosa* DC.	√		√	√	
千屈菜科 Lythraceae					
紫薇 *Lagerstroemia indica* Linn.		√	√	√	
细叶萼距花 *Cuphea hyssopifolia* Linn.		√	√	√	
石榴科 Punicaceae					
石榴 *Punica granatum* Linn.		√	√	√	
紫葳科 Bignoniaceae					

蓝花楹 *Jacaranda mimosifolia* D. Don		√	√	√	
柳叶菜科 Oenotheraceae					
柳叶菜 *Epilobium hirsutum* L.	√			√	
菱科 Hydrocaryaceae					
*野菱 *Trapa incise* Sieb et Zucc.	√			√	
欧菱 *Trapa natans*	√				
小二仙草科 Haloragidaceae					
狐尾藻 *Myriophyllum verticillatum* Linn.	√			√	
紫茉莉科 Nyctaginaceae					
紫茉莉 *Mirabilis jalapa* L.		√	√	√	
叶子花 *Bougainvillea spectabilis* wind		√	√	√	
山龙眼科 Proteaceae					
银桦 *Grevillea robusta* A. Cunn. ex R. Br.		√	√	√	
马桑科 Coriariaceae					
马桑 *Coriaria sinica* Maxim.	√				√
桃金娘科 Myrtaceae					
红千层 *Callistemon rigidus* R. Br.		√	√	√	
千层金 *Melaleuca bracteata* F. Muell.		√	√	√	
赤桉 *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.		√	√	√	
锦葵科 Malvaceae					
黄蜀葵 *Abelmoschus manihot* (Linn.) Medicus		√		√	
木芙蓉 *Hibiscus mutabilis* Linn.		√		√	
地桃花 *Urena lobata* L. *var*. Lobata	√			√	
野西瓜苗 *Hibiscus trionum* Linn.	√		√		√
冬葵 *Malva crispa* Linn.	√			√	
紫金牛科 Myrsinaceae					
铁仔 *Myrsine africana* Linn.	√			√	
大戟科 Euphorbiaceae					
秋枫 *Bischofia javanica* Bl.		√		√	
紫锦木 *Euphorbia cotinifolia* L.		√	√	√	
乳浆大戟 *Euphorbia esula* Linn.	√			√	
猩猩草 *Euphorbia heberophylla* L.		√	√	√	
飞扬草 *Euphorbia hirta* Linn.	√		√	√	
地锦草 *Euphorbia humifusa* Willd.	√			√	
泽漆 *Euphorbia helioscopia* Linn.	√			√	
一品红 *Euphorbia pulherrima* Willd.		√	√	√	
蓖麻 *Ricinus communis* Linn.		√	√	√	
蔷薇科 Rosaceae					
苹果 *Malus pumila* Mill.		√		√	
桃 *Amygdalus persica* Linn		√		√	
李 *Prunus* spp.		√		√	
枇杷 *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.		√		√	
月季 *Rosa chinensis* Jacq		√		√	
苏木科 Caesalpiniaceae					
红花羊蹄甲 *Bauhinia blakeana* Dunn.		√		√	
紫荆 *Cercis chinensis* Bunge		√		√	
双荚决明 *Senna bicapsular*is (L.) Roxb.		√		√	
檀香科 Santalaceae					
沙针 *Osyris wightiana* Wall	√			√	

蝶形花科 Papilionaceae					
刺桐 *Erythrina variegata* Linn.		√		√	
白车轴草 *Trifolium repens* L.	√		√	√	
草苜蓿 *lilotus suaveo*lens leneb.	√			√	
山蚂蝗 *Desmodium racemosum*	√			√	
毛茛科 Ranunculaceae					
铁线莲 *Clematis florida* Thunb.	√			√	
悬铃木科 Platanaceae					
悬铃木 *Platanus orientalis* L.		√		√	
荨麻科 Urticaceae					
水麻 *Debregeasia orientalis* C. J. Chen	√			√	
杨柳科 Salicaceae					
云南柳 *Salix cavaleriei* Levi.		√		√	
龙爪柳 *Salix matsudana* Koidz. *var.* Tortuosa(Vilm.)Rehd.		√		√	
垂柳 *Salix babylonica* L.		√		√	
冬瓜杨 *Populus purdomii* Rehd.		√		√	
滇杨 *Populus yunnanensis* Dode		√		√	
加杨 *Populus canadensis* Moench		√		√	
南方四季杨 *Populus deltoides* × *P. nigra cv.*Chile		√		√	
桑科 Moraceae					
黄葛树 *Ficus lacor* Ham.	√			√	
小叶榕 *Ficus microcarpa* var. *pusillifolia*	√			√	
印度榕 *Ficus elastica* Roxb.		√	√	√	
构 *Broussonetia papyrifera* (L.) L'Hér. ex Vent.	√			√	
大麻科 Cannabinaceae					
大麻 *Cannabis sativa* Linn.		√		√	
葎草 *Humulus scandens* (Lour.) Merr.	√			√	
卫矛科 Celastraceae					
大叶黄杨 *Euonymus japonicus* Thunb.		√		√	
漆树科 Anacardiaceae					
清香木 *Pistacia weinmannifolia* J. Poisson ex Franch.					
无患子科 Sapindoideae					
无患子 *Sapindus mukorossi* Gaertn.		√		√	
胡桃科 Juglandaceae					
枫杨 *Pterocarya stenoptera* C. DC.	√			√	
核桃 *Juglans regia* L.		√		√	
五加科 Araliaceae					
常春藤 *Hedera nepalensis* K. Koch var. *sinensis* (Tobl.) Rehd.	√			√	
八角金盘 *Fatsia japonica* (Thunb.) Decne. et Planch.		√		√	
伞形科 Umbelliferae					
红马蹄草 *Hydrocotyle nepalensis* Hook.	√			√	
积雪草 *Centella asiatica* (L.) Vrb	√				√
马钱科 Loganiaceae					
密蒙花 *Buddleja officinalis* Maxim.	√			√	
醉鱼草 *Buddleja lindleyana* Fortune	√			√	
木犀科 Oleaceae					
女贞 *Ligustrum lucidum* Ait.		√		√	

金桂 *Osmanthus fragrans* var. *thunbergii*.L.		√		√	
芸香科 Rutaceae					
柚 *Citrus maxima* (Burm) Merr.		√		√	
夹竹桃科 Apocynaceae					
夹竹桃 *Nerium indicum* Mill.		√	√	√	
黄花夹竹桃 *Thevetia peruviana* (Pers.) K.Schum		√	√	√	
菊科 Compositae					
紫荆泽兰 *Ageratina adenophora* (Sprengel)R.King et H.Robinson	√		√	√	
藜蒿 *Artemisis selengensis* Turcz.Ast.	√			√	
钻叶紫菀 *Aster subulatus* Michx.	√		√	√	
鬼针草 *Bidens bipinnata* L.	√		√	√	
金盏银盘 *Bidens biternata* (Lour.) Merr.et Sherff	√		√	√	
秋英 *Cosmos bipinnata* Cav.		√	√	√	
万寿菊 *Tagetes erecta* L.		√	√		
鱼眼草 *Dichrocephala auriculata* (Thub.) Druce	√			√	
鳢肠 *Eclipta prostrata* (L.)L.	√			√	
一年蓬 *Erigeron annuus* (L.) Pers.	√			√	
泥湖菜 *Hemistepta carthamoides* (H.Milt)O.Ktze	√			√	
马兰 *Kalimeris indica* (L.) Sch.-Bip.	√			√	
千里光 *Senecio scandens* Buch.-Ham.	√			√	
豨莶 *Siegesbeckia orientalis* L.	√			√	
苦苣菜 *Sonchus oleraceus* L.	√			√	
蒲公英 *Taraxacum mongolicum* H.-M.	√			√	
翼翅六棱菊 *Laggera pterodonta* (DC.) Benth.	√			√	
牛膝菊 *Galinsoga parviflora* Cav.	√			√	
车前科 Plantaginaceae					
车前 *Plantago asiatica* L.	√			√	
茄科 Solanaceae					
龙葵 *Solanum nigrum* Linn.	√			√	
珊瑚樱 *Solanum nseudo-capsicum* Linn.	√			√	
旋花科 Convolvulaceae					
牵牛 *Pharbitis nil* (L.)Choisy	√		√	√	
圆叶牵牛 *Pharbitis purpurea* (L.) Voisgt	√		√	√	
马鞭草科 Verbenaceae					
马鞭草 *Verbena officinalis* L.	√		√	√	
柳叶马鞭草 *Verbena bonariensis* L.	√		√	√	
蔓马缨丹 *Lantana montevidensis* Briq.	√		√	√	
马缨丹 *Lantana camara* Linn.	√		√	√	
假连翘 *Duranta repens* L.		√	√	√	
唇形科 Labiatae					
夏枯草 *Prunella vuglaris* L.	√			√	
单子叶植物 MONOCOTYLEDONEAE				√	
(共 13 科 33 属 35 种)					
水鳖科 Hydrocharitaceae					
黑藻 *Hydrilla verticillata* (L. f.) Royle	√			√	
苦草 *Vallisneria natans* (Lour.) Hara	√			√	
水鳖 *Hydrocharis dubia*	√				√
泽泻科 Alismataceae					

泽泻 *Alisma orientalis* (Sam.)Juzep	√				√
慈姑 *Sagittaria sagittifolia* L.b		√		√	
眼子菜科 Potamogetonaceae					
马来眼子菜 *Potamogeton wrightii*	√			√	
菹草 *Potamogeton crispus*	√				√
鸭跖草科 Commelinaceae				√	
鸭跖草 *Commelina communis* Linn.	√			√	
紫竹梅 *Commelina purpurea* C.B.Clarke		√		√	
美人蕉科 Musaceae					
美人蕉 *Canna indica* L		√		√	
雨久花科 Pontederiaceae					
凤眼莲 *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solme		√	√	√	
天南星科 Aeaceae					
大薸 *Pistia stratiotes* Linn.		√	√	√	
菖蒲 *Acorus clamus* L.	√			√	
睡菜科 Menyanthaceae					
荇菜 *Nymphoides peltata*	√			√	
浮萍科 Lemnaceae					
浮萍 *Lemna minor* L.		√		√	
香蒲科 Typhaceae					
香蒲 *Typha orientalis* Presl	√				√
鸢尾科 Iridaceae					
鸢尾 *Iris tectorum* Maxim.		√		√	
棕榈科 Angiospermae					
棕榈 *Trachycarpus fortunei* (Hook.) H. Wendl.		√		√	
蒲葵 *Livistona chinensis* (Jacq.) R. Br. Prod.		√		√	
鱼尾葵 *Caryota urens* Linn.		√	√	√	
假槟榔 *Archontophoenix alexandrae* (F. Muell.) H. Wendl et Drade.		√	√	√	
莎草科 Cyperaceae					
砖子苗 *Mariscus cyperoides* (L.)Urb.	√			√	
风车草 *Cyperus alternifolius*		√			
三轮草 *Cyperus alternifolius* L. *subsp. flabelliformis* (Rottb.) KüKenth.	√			√	
独穗飘拂草 *Fimbrist ylis monostachya* (Linn.) Hassk.	√			√	
水蜈蚣 *Kyllinga brevifolia* Rottb.	√			√	
小型珍珠茅 *Sclerioa parvula* Steud.	√			√	
浆果苔草 *Carex baccans* Nees.	√			√	
禾本科 Gramineae					
马唐 *Digitaria sanguinalis* (L.)Scop.	√			√	
稗 *Echinochloa crusgall* (iL)Be3auv.	√			√	
光头稗 *Echinochloa colonum* (L.)Link.	√			√	
牛筋草 *Eleusine indica* (L.)Gaertn.	√			√	
芦苇 *Phragmites trails* Trin	√			√	
类芦 *Neyraudia reynaudiana* (kunth.)Keng	√			√	
求米草 *Oplismenus undulatifolius* (Arduino)Beauv.	√			√	
棒头草 *Polypogon gax* Ness et Steudo	√			√	
早熟禾 *Poa annua* L.	√			√	
斑茅 *Saccharum arundinaceum* Retz.	√			√	

囊颖草 *Sacciolepis indica* (Linn.)A.Chase	√				√
慈竹 *Neosinocalamus affinis* (Rendle) Keng f.	√			√	
菰 *Zizania latifolia*	√			√	

注：*为国家重点保护野生植物，银杏、水杉和苏铁为国家 I 级保护植物，野菱为国家 II 级保护野生植物。

附表 3 工程占地区植物名录

	野生	人工	外来	调查	资料
木贼科 Equisetaceae					
节节草 *Equisetum hiemale* L.	√			√	
满江红科 Azoliaceae					
满江红 *Azoliaceae imbricate(Roxb.) Naki.*	√			√	
樟科 Lauraceae					
香樟 *Cinnamomum camphora* (L.) Presl.		√		√	
天竺桂 *Cinnamomum japonicum* Sieb.		√		√	
金鱼藻科 Ceratophyllaceae					
金鱼藻 *Ceratophyllum demersum* L.	√			√	
睡莲科 Nymphaeaceae					
白睡莲 *Nymphaea alba* L.		√			√
睡莲 *Nymphaea tatragana* Georgi	√			√	
莲科 Nelumbonaceae					
莲 *Nelumbo nucifera* Caerther		√		√	
石竹科 Caryophyllaceae					
石竹 *Dianthus chinensis* L.	√				√
鹅肠菜 *Myosoton acuaticum* (L.) Moench.	√			√	
漆姑草 *Sagina japonica* (Sw.) Ohwi.	√			√	
蓼科 Polygonaceae					
水蓼 *Polygonum hydropiper* L.	√			√	
酸模叶蓼 *Polygonum lapathifolium* L.	√			√	
藜科 Chenopodiaceae					
千针苋 *Acroglochin persicarioides* (Poir.) Moq.	√			√	
土荆芥 *Chenopodium ambrosioides* L	√		√	√	
藜 *Chenopodium album* Linn.	√			√	
地肤 *Kochia scoparia* (Linn.) Schrad.	√			√	
苋科 Amaranthaceae					
喜旱莲子草 *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb.	√		√	√	
千日红 *Gomphrena globosa* Linn.		√		√	
落葵科 Basellaceae					
落葵薯 *Anredera cordifolia* (Tenore) Steenis.	√		√	√	
酢浆草科 Oxalidaceae					
酢浆草 *Oxalis corniculata* Linn.	√		√	√	
红花酢浆草 *Oxalis corymbosa* DC.	√		√	√	
千屈菜科 Lythraceae					
细叶萼距花 *Cuphea hyssopifolia* Linn.		√	√	√	
菱科 Hydrocaryaceae					
*野菱 *Trapa incise* Sieb et Zucc.	√			√	
欧菱 *Trapa natans*	√				
小二仙草科 Haloragidaceae					
狐尾藻 *Myriophyllum verticillatum* Linn.	√			√	
紫茉莉科 Nyctaginaceae					
紫茉莉 *Mirabilis jalapa* L.		√	√	√	
叶子花 *Bougainvillea spectabilis* wind		√	√	√	
马桑科 Coriariaceae					

马桑 *Coriaria sinica* Maxim.	√				√
桃金娘科 Myrtaceae					
赤桉 *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.		√	√	√	
大戟科 Euphorbiaceae					
秋枫 *Bischofia javanica* Bl.		√		√	
紫锦木 *Euphorbia cotinifolia* L.		√	√	√	
乳浆大戟 *Euphorbia esula* Linn.	√			√	
猩猩草 *Euphorbia heberophylla* L.		√	√	√	
飞扬草 *Euphorbia hirta* Linn.	√		√	√	
地锦草 *Euphorbia humifusa* Willd.	√			√	
泽漆 *Euphorbia helioscopia* Linn.	√			√	
一品红 *Euphorbia pulherrima* Willd.		√	√	√	
蓖麻 *Ricinus communis* Linn.		√	√	√	
蔷薇科 Rosaceae					
桃 *Amygdalus persica* Linn		√		√	
月季 *Rosa chinensis* Jacq		√		√	
蝶形花科 Papilionaceae					
刺桐 *Erythrina variegata* Linn.		√		√	
白车轴草 *Trifolium repens* L.	√		√	√	
草苜蓿 *lilotus suaveo*lens leneb.	√			√	
山蚂蝗 *Desmodium racemosum*	√			√	
荨麻科 Urticaceae					
水麻 *Debregeasia orientalis* C. J. Chen	√			√	
杨柳科 Salicaceae					
垂柳 *Salix babylonica* L.		√		√	
南方四季杨 *Populus deltoides* × *P. nigra cv.*Chile		√		√	
桑科 Moraceae					
构 *Broussonetia papyrifera* (L.) L'Hér. ex Vent.	√			√	
大麻科 Cannabinaceae					
大麻 *Cannabis sativa* Linn.		√		√	
葎草 *Humulus scandens* (Lour.) Merr.	√			√	
五加科 Araliaceae					
常春藤 *Hedera nepalensis* K. Koch var. *sinensis* (Tobl.) Rehd.	√			√	
八角金盘 *Fatsia japonica* (Thunb.) Decne. et Planch.		√		√	
伞形科 Umbelliferae					
红马蹄草 *Hydrocotyle nepalensis* Hook.	√			√	
积雪草 *Centella asiatica* (L.) Vrb	√				√
菊科 Compositae					
紫荆泽兰 *Ageratina adenophora* (Sprengel)R.King et H.Robinson	√		√	√	
藜蒿 *Artemisis selengensis* Turcz.Ast.	√			√	
钻叶紫菀 *Aster subulatus* Michx.	√		√	√	
鬼针草 *Bidens bipinnata* L.	√		√	√	
金盏银盘 *Bidens biternata* (Lour.) Merr.et Sherff	√		√	√	
秋英 *Cosmos bipinnata* Cav.		√	√	√	
万寿菊 *Tagetes erecta* L.		√	√		
鱼眼草 *Dichrocephala auriculata* (Thub.) Druce	√			√	
鳢肠 *Eclipta prostrata* (L.)L.	√			√	

一年蓬 *Erigeron annuus* (L.) Pers.	√			√	
泥湖菜 *Hemistepta carthamoides* (H.Milt)O.Ktze	√			√	
马兰 *Kalimeris indica* (L.) Sch.-Bip.	√			√	
千里光 *Senecio scandens* Buch.-Ham.	√			√	
车前科 Plantaginaceae					
车前 *Plantago asiatica* L.	√			√	
茄科 Solanaceae					
龙葵 *Solanum nigrum* Linn.	√			√	
珊瑚樱 *Solanum nseudo-capsicum* Linn.	√			√	
旋花科 Convolvulaceae					
牵牛 *Pharbitis nil* (L.)Choisy	√		√	√	
圆叶牵牛 *Pharbitis purpurea* (L.) Voisgt	√		√	√	
马鞭草科 Verbenaceae					
马鞭草 *Verbena officinalis* L.	√		√	√	
柳叶马鞭草 *Verbena bonariensis* L.	√		√	√	
蔓马缨丹 *Lantana montevidensis* Briq.	√		√	√	
马缨丹 *Lantana camara* Linn.	√		√	√	
假连翘 *Duranta repens* L.		√	√	√	
唇形科 Labiatae					
夏枯草 *Prunella vuglaris* L.	√			√	
水鳖科 Hydrocharitaceae					
黑藻 *Hydrilla verticillata* (L. f.) Royle	√			√	
苦草 *Vallisneria natans* (Lour.) Hara	√			√	
水鳖 *Hydrocharis dubia*	√				√
泽泻科 Alismataceae					
泽泻 *Alisma orientalis* (Sam.)Juzep	√				√
慈姑 *Sagittaria sagittifolia* L.b		√		√	
眼子菜科 Potamogetonaceae					
马来眼子菜 *Potamogeton wrightii*	√			√	
菹草 *Potamogeton crispus*	√				√
鸭跖草科 Commelinaceae				√	
鸭跖草 *Commelina communis* Linn.	√			√	
紫竹梅 *Commelina purpurea* C.B.Clarke		√		√	
美人蕉科 Musaceae					
美人蕉 *Canna indica* L		√		√	
雨久花科 Pontederiaceae					
凤眼莲 *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms		√	√	√	
天南星科 Aeaceae					
大薸 *Pistia stratiotes* Linn.		√	√	√	
菖蒲 *Acorus clamus* L.	√			√	
睡菜科 Menyanthaceae					
荇菜 *Nymphoides peltata*	√			√	
浮萍科 Lemnaceae					
浮萍 *Lemna minor* L.		√		√	
香蒲科 Typhaceae					
香蒲 *Typha orientalis* Presl	√				√
鸢尾科 Iridaceae					
鸢尾 *Iris tectorum* Maxim.		√		√	
棕榈科 Angiospermae					

棕榈 *Trachycarpus fortunei* (Hook.) H. Wendl.		√		√	
蒲葵 *Livistona chinensis* (Jacq.) R. Br. Prod.		√		√	
鱼尾葵 *Caryota urens* Linn.		√	√	√	
假槟榔 *Archontophoenix alexandrae* (F. Muell.) H. Wendl et Drade.		√	√	√	
莎草科 Cyperaceae					
砖子苗 *Mariscus cyperoides* (L.)Urb.	√			√	
风车草 *Cyperus alternifolius*		√			
三轮草 *Cyperus alternifolius* L. *subsp. flabelliformis* (Rottb.) KüKenth.	√			√	
独穗飘拂草 *Fimbrist ylis monostachya* (Linn.) Hassk.	√			√	
水蜈蚣 *Kyllinga brevifolia* Rottb.	√			√	
小型珍珠茅 *Sclerioa parvula* Steud.	√			√	
浆果苔草 *Carex baccans* Nees.	√			√	
禾本科 Gramineae					
马唐 *Digitaria sanguinalis* (L.)Scop.	√			√	
稗 *Echinochloa crusgall* (iL)Be3auv.	√			√	
光头稗 *Echinochloa colonum* (L.)Link.	√			√	
牛筋草 *Eleusine indica* (L.)Gaertn.	√			√	
芦苇 *Phragmites trails* Trin	√			√	
类芦 *Neyraudia reynaudiana* (kunth.)Keng	√			√	
求米草 *Oplismenus undulatifolius* (Arduino)Beauv.	√			√	
棒头草 *Polypogon gax* Ness et Steudo	√			√	
早熟禾 *Poa annua* L.	√			√	
斑茅 *Saccharum arundinaceum* Retz.	√			√	
囊颖草 *Sacciolepis indica* (Linn.)A.Chase	√				√
菰 *Zizania latifolia*	√			√	

附表 4　　评价区底栖动物名录

种类	生活方式和栖息地	分布	种群数量	数据来源
一、寡毛纲（环节动物门）				
（一）颤蚓目 Tubificida				
1 霍甫水丝蚓 *Limnodrilus hoffmeisteri*	底埋生活、肥沃的湿地底泥中	海边浅水带；出、入海河流的浅水带	+++	调查
2 正颤蚓 *Tubifex tubifex*	底埋生活、肥沃的湿地底泥中	海边浅水带；出、入海河流的浅水带	++	调查
3 苏氏尾鳃蚓 *Branchiura sowerbyi*	底埋生活、肥沃的湿地底泥中	海边浅水带	++	调查
4 仙女虫 *Nais* sp.	底埋生活、肥沃的湿地底泥中	海边浅水带；出、入海河流的浅水带	++	调查
二、腹足纲（软体动门）				
（二）中腹足目 Mesgastropoda				
5 中华圆田螺 *Cipangopaludin cathayensis*	底部爬行、水质清新水草茂盛的水域	海边浅水带；出、入海河流的浅水带	+	调查
6 方形环棱螺 *Sinotaia quadrata*	底部爬行、水质清新水草茂盛的水域	海边浅水带；出、入海河流的浅水带	+++	调查
7 梨形环棱螺 *Sinotaia purificata*	底部爬行、水质清新水草茂盛的水域	海边浅水带；出、入海河流的浅水带	++	调查
8 囊螺 *Physa acuta*	底部爬行、水草茂盛的水域	海边浅水带；出、入海河流的浅水带	++	调查
9 耳罗卜螺 *Radix auricularia*	底部爬行、水草茂盛的水域	海边浅水带；出、入海河流浅的水带	+++	调查
10 大瓶螺（福寿螺）*Pomacea canaliculate**	底部爬行、水草茂盛的水域	海边浅水带；出、入海河流浅的水带	+++	调查
（三）基眼目 Basommatophora				
11 半球多脉扁螺 *Gyraulus con*	底部爬行、水草茂盛的水域	海边浅水带；出、入海河流浅的水带	+	调查
（四）柄眼目 Stylommatophora				
12 琥珀螺 *Succinea* sp.	底部爬行、水草茂盛的水域	海边浅水带；出、入海河流的浅水带	++	调查
三、瓣腮纲（软体动门）				
（五）真瓣腮目 Eulamellibranchia				
13 河蚬 *Corbicula fluminea*	底埋生活、水质清新的缓流水水域	海边浅水带；出、入海河流的浅水带	++	调查
14 黄蚬 *Corbicula aerua*	底埋生活、水质清新的缓流水水域	海边浅水带；出、入海河流的浅水带	+	调查
15 刻纹蚬 *Corbicula largillerti*	底埋生活、水质清新的缓流水水域	海边浅水带；出、入海河流的浅水带	++	调查
16 背角无齿蚌 *Anodonta woodiana*	底埋生活、水质清新的缓流水水域	海边浅水带；出、入海河流的浅水带	++	调查
四、甲壳纲（节肢动物门）				

（六）十足目 Gastropoda				
17 新米虾 Neocaridina sp.	底部游泳、水质清新水草茂盛的水域	海边浅水带	+++	调查
18 秀丽白虾 *Exopalaemon modestus*	底部游泳、水质清新水草茂盛的水域	海边浅水带	++	调查
19 日本沼虾 *Macrobrachium nipponensis*	底部游泳、水质清新水草茂盛的水域	海边浅水带	++	调查
20 锯齿溪蟹 *Potamon denticulatus*	海、河岸边打洞穴居	海岸边、出、入海河流岸边	++	调查
五、昆虫纲（节肢动物门）				
（七）蜻蜓目 Odonata				
21 蜻蜓幼虫	底部爬行、水草茂盛的水域	海边浅水带	++	调查
22 豆娘幼虫	底部爬行、水草茂盛的水域	海边浅水带	++	调查
（八）半翅目 Hemiptera				
23 褐蝽（红娘华）Nepidae spp.	底部爬行、水草茂盛的水域	海边浅水带	+	调查
24 负子蝽（田鳖）Belostomatidae spp.	底部爬行、水草茂盛的水域	海边浅水带	+	调查
25 划蝽 Corixidae spp.	底部游泳、水草茂盛的水域	海边浅水带	+	调查
26 仰蝽 Notonectidae spp.	底部游泳、水草茂盛的水域	海边浅水带	+	调查
（九）鞘翅目 Coleoptera				
27 龙虱 Dytiscidae spp.	底部游泳、水草茂盛的水域	海边浅水带	+	调查
（十）双翅目 Diptera				
28 摇蚊幼虫 Chironomidae spp.	底埋生活、淤泥或有机质丰富的水体	海边浅水带；出、入海河流的浅水带	+++	调查

注：＊ 外来种；+++ 种群数量大，++ 种群数量较大，+ 种群数量小。

附表 5 浮游动物名录

轮虫		
科	属	种
腹尾轮科	无柄轮属 *Ascomorpha*	舞跃无柄轮虫 *A.ecaudis Perty*
晶囊轮虫科	晶囊轮虫属 *Asplanchna*	前节晶囊轮虫 *A.priodonta*
		盖氏晶囊轮虫 *A.girodi*
疣毛轮虫科	多肢轮虫属 *Polyarthra*	长肢多肢轮虫 *Polyarthra.sp.*
		针簇多肢轮虫 *P.trigla*
	疣毛轮虫属 *Synchaeta*	尖尾疣毛轮虫 *S.stylata*
		长圆疣毛轮虫 *S.oblonga*
臂尾轮虫科	臂尾轮属 *Brachionus*	螺旋臂尾轮虫 *Brachionus.sp.*
		蒲达臂尾轮虫 *B.budapestiensis*
		矩形臂尾轮虫 *B.leydigi*
		萼花臂尾轮虫 *B.calyciflorus*
	龟甲轮虫属 *Keratella*	螺形龟甲轮虫 *K.cochlearis*
		矩形龟甲轮虫 *K.quadrata*
	属 *Scaridium*	高跷轮虫种 *S.longicaudum*
	平甲轮属 Platyias	四角平甲轮虫 *P.quadricornis*
		十字平甲轮虫 *P.militaris*
	狭甲轮属 *Colurella*	钩状狭甲轮虫 *C.uncintat*
	鞍甲轮属 *Lepadella*	盘状鞍甲轮虫 *L.patella*
三肢轮科	三肢轮属 *Filinia*	长三肢轮虫 *F.longlseta*
异尾轮科	异尾轮属 *Trichocerca*	暗小异尾轮虫 *T.pusilla*

旋轮科	轮虫属 *Rotaria*	长足轮虫 *R.neptunia*
		橘色轮虫 *R.Citrina*
	囊足轮属 *Asplanchnopus*	多突囊足轮虫 *A.multiceps*
原生动物		
缘毛目	钟虫属 *Vorticella*	迈式钟形虫 *V.mayerii*
累枝科	累枝虫属 *Epistylis*	累枝虫 *Epistylis.sp.*
全毛目	瓜形虫属 *Cucurbitella*	瓜形虫 *Cucurbitella.sp,*
	双核虫属 *Dileptus*	多核双核虫 *D.biuncieatatus*
砂壳科	匣壳虫属 *Centropyxis*	压缩匣壳虫 *C.constricta*
		针棘匣壳虫 *C.aculeata*
榴弹虫科	榴弹虫属 *Coleps*	多毛榴弹虫 *C.hirtus*
纯毛虫科	纯毛虫属 *Holophrya*	泡形纯毛虫 *H.vesiculosa*
突口虫科	突口虫属 *Condylostom*a	钟形突口虫 *C.verticella*
袋形虫科	袋形虫属 *Bursella*	袋形虫 *B.gargamellae*
变形科	变形属 *Amoeda*	辐射变形虫 *A.radiosa*
盘变形科	曲劲虫属 *Cyphoderia*	坛状曲劲虫 *C.ampulla*
表壳目	拟铃壳虫属 *Tintinnopsis*	根状拟铃虫 *T.radix*
		王氏拟铃虫 *T.wangi*
	砂壳虫属 *Difflugia*	偏孔砂壳虫 *D.constricta*
		长圆砂壳虫 *D.goblonga*
		尖顶砂壳虫 *D.acuminata*
		球砂壳虫种 *D.globulosa*
		壶形砂壳虫 *D.lebes*
		冠冕砂壳虫 *D.corona*
	表壳虫属 *Arcella*	砂表壳虫 *A.arenaria*

网足目	鳞壳虫属 *Euglypha*	蜂巢鳞壳虫 *E.alveolata*
		结节鳞壳虫 *E.tuberculata*
		有棘鳞壳虫 *E.acanthophora*
太阳科	太阳虫属 A*ctinophrys*	放射太阳虫 *A.sol*
	刺胞虫属 *Acanthocystis*	短棘刺胞虫 *A.brevicirrhis Perty*
侠盗虫科	侠盗虫属 *Strobilidium*	旋回侠盗虫 *S.gyrans*
盘变形科	板壳虫属 *Coleps*	毛板壳虫 *C.hirtus*
旋毛目	筒壳虫属 *Tintinnidium*	恩茨筒壳虫 *T.entzii*
枝角类		
科	属	种
薄皮溞科	薄皮溞属 *Leptodora*	金氏薄皮溞 *L.kindtaii*
大眼溞科	大眼溞属 *Dadaya*	大眼独特溞 *D.macrops*
裸腹溞科	裸腹溞属 *Moina*	直额裸腹溞 *M.retirostris*
		多刺裸腹溞 *M.macrocopa*
		无栉拟裸腹溞 *M.macheayii*
盘肠溞科	尖额溞属 *Alona*	矩形尖额溞 *A.rectangula*
		秀体尖额溞 *A.diaphana*
		中型尖额溞 *A.intermedia*
		方形尖额溞 *A.quadrangularia*
	平直溞属 *Pleuroxus*	三角平直溞 *P.tigonellous*
		棘齿平直溞 *P.denticulatus*
	锐额溞属 *Alonglla*	吻状锐额溞 *A.rostrata*
	靴尾属 Dunhevedia	棘突靴尾溞 *D.crassa*
溞科	溞属溞亚属 *Daphnia*	蚤状溞 *D.pulex*
		长刺溞 *D.longis pina*

		僧帽溞 *D.cucullata*
		小栉溞 *D.cristata*
		透明溞 *D.hyalina*
	溞属栉溞亚属 *Daphnia*	大型溞 *D.magna*
		隆线溞 *D.carinata*
	网纹溞属 *Ceriodaphnia*	角突网纹溞 *C.cornuta*
	低额溞属 *Simocephalus*	棘爪低额溞 *S.vetuloides*
仙达溞科	仙达溞属 *Sida*	晶莹仙达溞 *S.crystallina*
	伪仙达溞属 Pseudosida	双刺伪仙达溞 *P.bidentata*
	秀体溞属 *Diaphanosoma*	长肢秀体溞 *D.leuchtenbergianum*
		长刺秀体溞 *Diaphanosoma.sp.*
		短尾秀体溞 *D.brachyurum*
		多刺秀体溞 *D.sarsi*
		缺刺秀体溞 *D.aspinosum*
		寡刺秀体溞 *D.paucispinosum*
象鼻溞科	象鼻溞属 *Bosmina*	柯氏象鼻溞 *B.coregoni*
		脆弱象鼻溞 *B.fitalis*
		长额象鼻溞 *B.longirostris*
桡足类		
科	属	种
镖水蚤科	蒙镖水蚤属 *Mongolodiaptomus*	锥肢蒙镖水蚤 *M.birulai*
	原镖水蚤属 *Eodiaptomus*	中华原镖水蚤 *E.sinensis*
	新镖水蚤属 *Neodiaptomus*	右突新镖水蚤 *N.schmackeri*
	近镖水蚤属 *Tropodiaptomus*	米粒近镖水蚤 *T.oryzanus*
	明镖水蚤 *Heliodiaptomus*	鸟喙明镖水蚤 *H.kikuchii*

剑水蚤科	近剑水蚤属 *Tropocyclops*	短刺近剑水蚤 *T.bfevispinus*
		褶亲近剑水蚤 T.
		长腹近剑水蚤 *T.longiabdominalis*
		绿色近剑水蚤 *T.prasinus*
		泽柔近剑水蚤 *T.prasinus jerseyensis*
	剑水蚤属 *Cyclops*	英勇剑水蚤 *C.strenuus*
	大剑水蚤属 *Macrocyclops*	闻名大剑水蚤 *M.distinctus*
	中剑水蚤属 *Mesocyclops*	广布中剑水蚤 *M.leuckart*i
	拟剑水蚤属 *Paracyclops*	毛饰拟剑水蚤 *P.fimbriatus*
拟哲水蚤科	拟哲水蚤属	针刺拟哲水蚤
哲水蚤科	华哲水蚤属 *Sinocalanus*	汤匙华哲水蚤 *S.dorrii*
长腹剑水科	长腹剑水蚤属 *Oithona*	大同长腹剑水蚤 *O.similis*
	窄腹剑水蚤属 *Limnoithona*	中华窄腹水蚤 *L.sinensis*
异足猛水蚤科	跛足猛水蚤属 *Mesochra*	绥芬跛足猛水蚤 *M.suifunensis*
	异足猛水蚤属 *Canthocamptus*	沟渠异足猛水蚤 *C.staphylinus*
阿玛猛水蚤科	美丽猛水蚤属 *Nitocra*	湖泊美丽猛水蚤 *N.lacustris*
	水生猛水蚤属 *Enhydrosoma*	单节水生猛水蚤 *E.uniarticulatus*
宽水蚤科	异足水蚤属 *Heterocope*	垂饰异足水蚤 *H.appendiculata*
短角猛水蚤科	湖角猛水蚤属 *Limnocletodes*	鱼饵湖角猛水蚤 *L.behningi*
老丰猛水蚤科	有爪猛水蚤属 *Onchocamptus*	模式有爪猛水蚤 *O.mohammed*

附录 2 评价区鱼类名录

序号	目名	科名	属名	中文种名	拉丁学名	种群数量	分布	保护级别	数据来源
1	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Opsariichthys*	尖鳍马口鱼	*Opsariichthys acutipinnis*	+++	湖区、支流		调查
2	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Opsariichthys*	马口鱼	*Opsariichthys bidens*	+++	湖区、支流		调查
3	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Aphyocypris*	中华细鲫	*Aphyocypris chinensis*	++	湖区、支流		调查
4	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Ctenopharyngodon*	草鱼*	*Ctenopharyngodon idellus*	+++	湖区		调查
5	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Mylopharyngoden*	青鱼*	*Mylopharyngoden piceus*	+	湖区		调查
6	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Squaliobarbus*	赤眼鳟	*Squaliobarbus curriculus*	+	湖区		调查
7	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Pseudolaubuca*	飘鱼	*Pseudolaubuca sinensis*	++	湖区		调查
8	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Anabarilius*	西昌白鱼	*Anabarilius liui*	—	湖区、支流	省	资料
9	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Anabarilius*	邛海白鱼	*Anabarilius qionghaiensis*	—	湖区、支流	省	资料
10	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Hemiculter*	鲹	*Hemiculter leucisculus*	+++	湖区、支流		调查
11	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Hemiculter*	张氏鲹	*Hemiculter tchangi*	+++	湖区、支流		调查
12	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Cultrichthys*	红鳍原鲌	*Cultrichthys erythropterus*	++	湖区、支流		调查
13	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Culter*	蒙古鲌	*Culter mongolicus mongolicus*	++	湖区		调查
14	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Culter*	邛海鲌	*Culter mongolicus qionghaiensis*	—	湖区	省	资料
15	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Culter*	翘嘴鲌*	*Culter alburnus*	++	湖区		调查
16	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Megalobrama*	团头鲂*	*Megalobrama amblycephala*	++	湖区		调查
17	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Xenocypris*	银鲴	*Xenocypris argentea*	+	湖区		调查
18	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Xenocypris*	黄尾鲴	*Xenocypris davidi*	+	湖区		调查
19	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Distoechodom*	圆吻鲴	*Distoechodom tumirostris*	+	湖区		调查
20	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Hypophthalmichthys*	鲢*	*Hypophthalmichthys molitrix*	+++	湖区		调查
21	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Hypophthalmichthys*	鳙*	*Hypophthalmichthys nobilis*	+++	湖区		调查

序号	目名	科名	属名	中文种名	拉丁学名	种群数量	分布	保护级别	数据来源
22	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Hemibarbus*	唇鲮	*Hemibarbus labeo*	+	湖区、支流		调查
23	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Pseudorasbora*	麦穗鱼*	*Pseudorasbora parva*	+++	湖区、支流		调查
24	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Abbottina*	棒花鱼	*Abbottina rioulari*	+++	湖区、支流		调查
25	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Rhodeus*	高体鳑鲏	*Rhodeus ocellatus*	+++	湖区、支流		调查
26	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Acheilognathus*	兴凯鱊	*Acheilognathus chankaensis*	++	湖区、支流		调查
27	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Acheilognathus*	大鳍鱊	*Acheilognathus macropterus*	++	湖区、支流		调查
28	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Spinibarbus*	中华倒刺鲃	*Spinibarbus sinensis*	+	湖区		调查
29	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Procypris*	岩原鲤	*Procypris rabaudi*	—	湖区	二	资料
30	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Xenocypris*	鲤	*Cyprinus carpio*	+++	湖区		调查
31	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Cyprinus*	邛海鲤	*Cyprinus qionghaiensis*	—	湖区	省	资料
32	鲤形目 CYPRINIFORMES	鲤科 Cyprinidae	*Cyprinus*	鲫	*Carassius auratus*	+++	湖区、支流		调查
33	鲤形目 CYPRINIFORMES	条鳅科 Nemacheilidae	*Homatula*	红尾荷马条鳅	*Homatula variegat*	+	湖区、支流		调查
34	鲤形目 CYPRINIFORMES	条鳅科 Nemacheilidae	*Yunnanilus*	侧纹云南鳅	*Yunnanilus pleurotaenia*	+	支流		调查
35	鲤形目 CYPRINIFORMES	条鳅科 Nemacheilidae	*Schistura*	华坪南鳅	*Schistura huapingensis*	+	支流		调查
36	鲤形目 CYPRINIFORMES	条鳅科 Nemacheilidae	*Triplophysa*	西昌高原鳅	*Triplophysa xichangensis*	++	支流		调查
37	鲤形目 CYPRINIFORMES	条鳅科 Nemacheilidae	*Triplophysa*	会东高原鳅	*Triplophysa huidongensis*	++	支流		调查
38	鲤形目 CYPRINIFORMES	鳅科 Cobitidae	*Misgurnus*	泥鳅	*Misgurnus anguillicaudatus*	+++	湖区、支流		调查
39	鲤形目 CYPRINIFORMES	鳅科 Cobitidae	*Paramisgurnus*	大鳞副泥鳅*	*Paramisgurnus dabryanus*	+++	湖区		调查
40	鲤形目 CYPRINIFORMES	爬鳅科 Balitoridae	*Sinogastromyzon*	西昌华吸鳅	*Sinogastromyzon sichangensis*	+	支流		调查
41	鲤形目 CYPRINIFORMES	爬鳅科 Balitoridae	*Metahomaloptera*	峨眉后平鳅	*Metahomaloptera omeiensis*	+	支流		调查
42	鲇形目 SILURIFORMES	鲿科 Bagridae	*Pseudobagrus*	黄颡鱼*	*Pseudobagrus fulvidraco*	+	湖区		调查

序号	目名	科名	属名	中文种名	拉丁学名	种群数量	分布	保护级别	数据来源
43	鲇形目 SILURIFORMES	鲿科 Bagridae	*Pseudobagrus*	长须黄颡鱼*	*Pseudobagrus eupogon*	+	湖区		调查
44	鲇形目 SILURIFORMES	鲿科 Bagridae	*Pseudobagrus*	钝吻拟鲿	*Pseudobagrus crassirostris*	++	湖区、支流		调查
45	鲇形目 SILURIFORMES	鲿科 Bagridae	*Pseudobagrus*	凹尾拟鲿	*Pseudobagrus emarginatus*	+	湖区、支流		调查
46	鲇形目 SILURIFORMES	鲇科 Siluridae	*Silurus*	南方鲇（大口鲇）	*Silurus meridionalis*	++	湖区		调查
47	鲇形目 SILURIFORMES	钝头鮠科 Amblycipitidae	*Liobagrus*	白缘(鱼央)	*Liobagrus marginatus*	+	支流		调查
48	颌针鱼目 BELONIFORMES	大颌鳉科 Adrianichthyidae	*Oryzias*	青鳉	*Oryzias latipes*	+	湖区、支流		调查
49	鳉形目 CYPRINODONTIFORMES	胎鳉科 Poeciliidae	*Gambusia*	食蚊鱼*	*Gambusia affinis*	+++	湖区、支流		调查
50	合鳃鱼目 SYNBRANCHIFORMES	合鳃鱼科 Synbranchidae	*Monopterus*	黄鳝	*Monopterus albus*	+++	湖区、支流		调查
51	鲈形目 PERCIFORMES	沙塘鳢科 Odontobutidae	*Micropercops*	小黄(鱼幼)鱼*	*Micropercops swinhonis*	+++	湖区、支流		调查
52	鲈形目 PERCIFORMES	虾虎鱼科 Gobiidae	*Rhinogobius*	子陵吻虾虎鱼*	*Rhinogobius similis*	+++	湖区、支流		调查
53	鲈形目 PERCIFORMES	虾虎鱼科 Gobiidae	*Rhinogobius*	波氏吻虾虎鱼*	*Rhinogobius cliffordpopei*	++	湖区、支流		调查
54	鲈形目 PERCIFORMES	鳢科 Channidae	*Channa*	乌鳢	*Channa argus*	++	湖区		调查
55	鲈形目 PERCIFORMES	银鱼科 Salangidae	*Protosalanx*	太湖银鱼*	*Protosalanx hyalocranius*	+++	湖区		调查
56	鲈形目 PERCIFORMES	丽鱼科 Cichlidae	*Oreochromis*	罗非鱼*	*Oreochromis niloticus*	++	湖区、支流		调查

注：参考文献：《四川鱼类原色图志》，郭延蜀等，2021，科学出版社。

二 国家二级重点保护鱼类； 省 四川省保护鱼类。* 外来种。

附录 7 评价区两栖动物名录

	特有性	保护级别	分布型	种群数量	分布	数据来源
一、无尾目 ANURA						
（一）角蟾科 Megophryidae						
1.小角蟾 *Megophrys minor*	特有		S	+	支流	调查
（二）蟾蜍科 Bufonidae						
2.中华蟾蜍 *Bufo gagarizans*			E	+++	湖区、支流	调查
（三）蛙科 Ranidae						
3.昭觉林蛙 *Rana chaochiaoensis*	特有		H	++	湖区、支流	调查
4.棕点湍蛙 *Amolops loloensis*	特有		H	+	支流	调查
5.滇蛙 *Dianrana pleuraden*	特有		Y	+++	湖区、支流	调查
6.牛蛙**Lithobates catesbeianus*				++	湖区、支流	调查
（四）叉舌蛙科 Ranidae						
7.四川棘蛙 *Nanorana sichuanensis*	特有		Y	+	支流	调查
（五）雨蛙科 Hyla						
8.华西雨蛙 *Hyla gongshanensis*			H	++	湖区、支流	调查
（六）铃蟾科 Bombinatoridae						
9.大蹼铃蟾 *Bombina maxima*	特有		S	+++	湖区、支流	调查
（七）姬蛙科 Microhylidds						
10.云南小狭口蛙 *Calluella yunnanensis*	特有		Y	++	湖区、支流	调查

注：参考文献：《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》，费梁等，2012，四川科学技术出版社。* 外来种。

附录 8 评价区爬行动物名录

序号	动物名称	特有性	保护级别	分布型	来源	分布				数据来源
						1	2	3	4	
一	**龟鳖目 Testudines**									
(一)	**龟科 Bataguridae**									
1	乌龟 *Chinemys reevesii*		Ⅱ	S	土著	√				资料检索
2	巴西龟 *Trachemys scripta*			S	外来	√	√	√		资料检索
二	**有鳞目 Squamata**									
(二)	**壁虎科 Gekkonidae**									
3	中国壁虎 *Gekko chinensis*	特有		S	土著	√	√			资料检索
(三)	**石龙子科 Scincidae**									
4	铜蜓蜥 *Sphenomorphus indicus*			W	土著				√	
(四)	**鬣蜥科 Agamidae**									
5	裸耳龙蜥 *Diploderma dymondi*	特有		H	土著					资料检索
(五)	**游蛇科 Colubridae**									
6	赤链蛇 *Dinodon rufozonatum*			E	土著	√	√		√	调查
7	王锦蛇 *Elaphe carinata*			S	土著		√		√	调查
8	黑眉锦蛇 *E. taeniura*			W	土著	√	√		√	调查
9	大眼斜鳞蛇 *Pseudoxenodon macrops*			W	土著		√			调查
10	黑线乌梢蛇 *Ptyas nigromarginata*			H	土著	√	√		√	调查
(六)	**蝰科 Viperidae**				土著					
11	菜花原矛头蝮 *Protobothrops jerdonii*			S	土著		√	√	√	资料检索
12	短尾蝮 *Gloydius brevicauda*			E	土著	√	√		√	调查

注：①分布型：S：南中国型，H:喜马拉雅—横断山区型，W：东洋型，E：季风型，D：中亚型，U：古北型，B：华北型，X：东北—华北型；
②保护级别：II：国家二级保护动物；
③地理分布：1：川西平原区；2：盆周山区；3：干旱河谷区；4 高山峡谷区；
④区系成分：NE：东北区，N：华北区，MX：蒙新区，QZ：青藏区，SW ：西南区，C：华中区，S：华南区。

附表 9 评价区鸟类名录

一、雁形目 ANSERIFORMES	数据来源	区系从属	分布型	居留型	IUCN 受胁等级	保护级别	特有种
（一）鸭科 Anatidae							
1.斑头雁 *Anser indicus*	资料检索	古	U	W	LC		
2.灰雁 *Anser anser*	调查	古	P	W	LC		
3.翘鼻麻鸭 *Tadorna tadorna*	资料检索	古	U	W	LC		
4.赤麻鸭 *Tadorna ferruginea*	调查	古	U	W	LC		
5.鸳鸯 *Aix galericulata*	资料检索	古	U	W	LC	Ⅱ	
6.琵嘴鸭 *Spatula clypeata*	调查	古	E	W	LC		
7.赤膀鸭 *Mareca strepera*	调查	古	C	W	LC		
8.罗纹鸭 *Mareca falcata*	调查	古	U	W	LC		
9.赤颈鸭 *Mareca penelope*	资料检索	古	M	W	NT		
10.斑嘴鸭 *Anas zonorhyncha*	调查	古	C	W	LC		
11.绿头鸭 *Anas platyrhynchos*	调查	东	W	W	LC		
12.针尾鸭 *Anas acuta*	调查	古	C	W	LC		
13.绿翅鸭 *Anas crecca*	调查	古	C	W	LC		
14.赤嘴潜鸭 *Netta rufina*	调查	古	C	W	LC		
15.红头潜鸭 *Aythya ferina*	调查	广	O	W	LC		
16.白眼潜鸭 *Aythya nyroca*	调查	古	C	W	VU		
17.凤头潜鸭 *Aythya fuligula*	调查	广	O	W	NT		
18.青头潜鸭 *Aythya baeri*	资料检索	古	M	W	CR	**I**	
19.长尾鸭 *Clangula hyemalis*	资料检索	古	U	W	LC		
20.鹊鸭 *Bucephala clangula*	资料检索	古	C	W	VU		
21.普通秋沙鸭 *Mergus merganser*	调查	古	C	W	LC		
22.中华秋沙鸭 *Mergus squamatus*	资料检索	古	M	W	EN	**I**	
二、鸡形目 GALLIFORMES							
（二）雉科 Phasianidae							

23.雉鸡 *Phasianus colchicus*	调查	广	O	R	LC		
三、鸊鹈目 PODICIPEDIFORMES							
（三）鸊鹈科 Podicipedidae							
24.小鸊鹈 *Tachybaptus ruficollis*	调查	东	W	R	LC	**省**	
25.凤头鸊鹈 Podiceps cristatus	调查	古	U	W	LC	**省**	
26.黑颈鸊鹈 Podiceps nigricollis	调查	古	C	W	LC	**Ⅱ**	
四、鹳形目 CICONIIFORMES							
（四）鹳科 Ciconiidae							
27.钳嘴鹳 Anastomus oscitans	调查	东	W	R	LC		
五、鹈形目 PELECANIFORMES							
（五）鹮科 Threskiornithidae							
28.彩鹮 Plegadis falcinellus	资料检索	古	C	P	LC	**I**	
（六）鹭科 Ardeidae							
29.大麻鳽 Botaurus stellaris	资料检索	古	U	W	LC	**省**	
30.黄苇鳽 *Ixobrychus sinensis*	资料检索	东	W	S	LC	**省**	
31.夜鹭 *Nycticorax nycticorax*	调查	广	O	S	LC		
32.池鹭 Ardeola bacchus	调查	东	W	R	LC		
33.牛背鹭 Bubulcus coromandus	调查	东	W	S	NR		
34.苍鹭 Ardea cinerea	调查	古	U	R	LC		
35.草鹭 Ardea purpurea	资料检索	古	U	R	LC		
36.大白鹭 Ardea alba	调查	广	O	W	LC		
37.中白鹭 Ardea intermedia	资料检索	东	W	S	LC	**省**	
38.白鹭 Egretta garzetta	调查	东	W	R	LC		
六、鲣鸟目 SULIFORMES							
（七）鸬鹚科 Phalacrocoracidae							
39.普通鸬鹚 Phalacrocorax carbo	调查	广	O	W	LC	**省**	
七、鹰形目 ACCIPITRIFORMES							
（八）鹗科 Pandionidae							

40.鹗 Pandion haliaetus	调查	古	C	R	LC	Ⅱ	
（九）鹰科 Accipitridae							
41.黑翅鸢 Elanus caeruleus	调查	东	W	R	LC	Ⅱ	
42.苍鹰 Accipiter gentilis	资料检索	古	C	P	LC	Ⅱ	
43.普通鵟 Buteo japonicus	调查	古	U	W	LC	Ⅱ	
八、鹤形目 GRUIFORMES							
（十）秧鸡科 Rallidae							
44.普通秧鸡 Rallus indicus	资料检索	古	U	S	LC		
45.黑水鸡 Gallinula chloropus	调查	广	O	R	LC	省	
44.骨顶鸡 Fulica atra	调查	广	O	W	LC		
47.紫水鸡 Porphyrio poliocephalus	调查	广	O	R	NR	Ⅱ	
48.红胸田鸡 Zapornia fusca	资料检索	东	W	R	LC	省	
49.董鸡 Gallicrex cinerea	资料检索	东	W	S	LC	省	
50.白胸苦恶鸟 Amaurornis phoenicurus	调查	东	W	S	LC		
（十一）鹤科 Gruidae							
51.灰鹤 Grus grus	资料检索	古	U	W	LC	Ⅱ	
九、鸻形目 CHARADRIIFORMES							
（十二）鸻科 Charadriidae							
52.凤头麦鸡 Vanellus vanellus	调查	古	U	W	NT		
53.灰头麦鸡 Vanellus cinereus	调查	古	M	S	LC		
54.金眶鸻 Charadrius dubius	调查	广	O	W	LC		
（十三）水雉科 Jacanidae							
55.水雉 Hydrophasianus chirurgus	资料检索	东	W	S	LC	Ⅱ	
（十四）丘鹬科 Scolopacidae							
56.矶鹬 Actitis hypoleucos	调查	古	C	P	LC		
55.白腰草鹬 Tringa ochropus	调查	古	U	W	LC		
58.红脚鹬 Tringa totanus	资料检索	古	U	W	LC		
（十五）鸥科 Laridae							

59.棕头鸥 Chroicocephalus brunnicephalus	资料检索	古	P	W	LC	省	
60.红嘴鸥 Chroicocephalus ridibundus	调查	古	U	W	LC		
61.渔鸥 Ichthyaetus ichthyaetus	调查	古	D	W	LC		
十、鸽形目 COLUMBIFORMES							
（十六）鸠鸽科 Columbidae							
62.山斑鸠 Streptopelia orientalis	调查	古	E	R	LC		
63.火斑鸠 Streptopelia tranquebarica	资料检索	东	W	R	LC		
64.珠颈斑鸠 Spilopelia chinensis	调查	东	W	R	LC		
十一、鹃形目 CUCULIFORMES							
（十七）杜鹃科 Cuculidae							
65.噪鹃 Eudynamys scolopaceus	调查	东	W	W	LC		
66.大杜鹃 Cuculus canorus	调查	广	O	S	LC		
十二、鸮形目 STRIGIFORMES							
（十八）鸱鸮科 Strigidae							
67.领鸺鹠 Glaucidium brodiei	资料检索	东	W	W	LC	Ⅱ	
十三、雨燕目 APODIFORMES							
（十九）雨燕科 Apodidae							
68.小白腰雨燕 Apus nipalensis	调查	广	O	W	LC	省	
十四、佛法僧目 CORACIIFORMES							
（二十）翠鸟科 Alcedinidae							
69.白胸翡翠 Halcyon smyrnensis	调查	广	O	R	LC	Ⅱ	
70.普通翠鸟 Alcedo atthis	调查	广	O	R	LC		
（二十一）戴胜科 Upupidae							
71.戴胜 Upupa epops	调查	广	O	R	LC		
十五、䴕形目 PICIFORMES							
（二十二）啄木鸟科 Picidae							
72.蚁䴕 Jynx torquilla	资料检索	古	U	R	LC		
73.大斑啄木鸟 Dendrocopos major	调查	古	U	R	LC		

74.灰头绿啄木鸟 Picus canus	调查	古	U	R	LC		
十六、隼形目 FALCONIFORMES							
（二十三）隼科 Falconidae							
75.红隼 Falco tinnunculus	资料检索	广	O	R	LC	Ⅱ	
十七、雀形目 PASSERIFORMES							
（二十四）鹃鵙科 Campephagidae							
76.长尾山椒鸟 Pericrocotus ethologus	调查	东	H	W	LC		
77.粉红山椒鸟 Pericrocotus roseus	调查	东	W	S	LC		
（二十五）伯劳科 Laniidae							
78.棕背伯劳 Lanius schach	调查	东	W	R	LC		
79.灰背伯劳 Lanius tephronotus	调查	东	H	R	LC		
（二十六）黄鹂科 Oriolidae							
（二十七）卷尾科 Dicruridae							
80.灰卷尾 Dicrurus leucophaeus	调查	东	W	R	LC		
81.黑卷尾 Dicrurus macrocercus	调查	东	W	S	LC		
（二十八）扇尾鹟科 Rhipiduridae							
82.白喉扇尾鹟 *Rhipidura albicollis*	调查	东	W	R	LC		
（二十九）王鹟科 Monarchidae							
83.寿带 *Terpsiphone incei*	资料检索	东	W	S	LC		
（三十）鸦科 Corvidae							
84.红嘴蓝鹊 *Urocissa erythroryncha*	调查	东	W	R	LC		
85.喜鹊 Pica serica	调查	古	C	R	LC		
（三十一）仙鹟科 Stenostiridae							
86.方尾鹟 Culicicapa ceylonensis	调查	东	W	S	LC		
（三十二）山雀科 Paridae							
87.火冠雀 Cephalopyrus flammiceps	资料检索	东	H	R	LC		
88.黑冠山雀 Periparus rubidiventris	调查	东	H	R	LC		
89.黄腹山雀 Pardaliparus venustulus	资料检索	东	S	R	LC		**特有**

90.远东山雀 *Parus minor*	调查	广	O(U)	R	NR		
91.绿背山雀 *Parus monticolus*	调查	东	W	R	LC		
（三十三）百灵科 Alaudidae							
92.小云雀 *Alauda gulgula*	调查	东	W	S	LC		
（三十四）鹎科 Pycnonotidae							
93.黑短脚鹎 *Hypsipetes leucocephalus*	调查	东	W	R	LC		
94.凤头雀嘴鹎 *Spizixos canifrons*	调查	东	W	R	LC		
95.黄臀鹎 Pycnonotus xanthorrhous	调查	东	W	R	LC		
96.白头鹎 Pycnonotus sinensis	调查	东	S	R	LC		
97.白喉红臀鹎 Pycnonotus aurigaster	调查	东	W	R	LC		
（三十五）燕科 Hirundinidae							
98.家燕 Hirundo rustica	调查	古	C	S	LC		
（三十六）树莺科 Cettiidae							
99.强脚树莺 Horornis fortipes	调查	东	W	R	LC		
（三十七）长尾山雀科 Aegithalidae							
100.红头长尾山雀 *Aegithalos concinnus*	调查	东	W	R	LC		
（三十八）柳莺科 Phylloscopidae							
101.黄眉柳莺 *Phylloscopus inornatus*	调查	古	U	P	LC		
102.四川柳莺 *Phylloscopus forresti*	调查	东	H	S	LC		
103.黄腰柳莺 *Phylloscopus proregulus*	调查	古	U	S	LC		
104.橙斑翅柳莺 *Phylloscopus pulcher*	资料检索	古	M	P	LC		
105.褐柳莺 Phylloscopus fuscatus	调查	古	M	S	LC		
106.棕腹柳莺 Phylloscopus subaffinis	资料检索	东	S	S	LC		
（三十九）扇尾莺科 Cisticolidae							
107.灰胸山鹪莺 Prinia hodgsonii	调查	东	W	R	LC		
108.纯色山鹪莺 Prinia inornata	调查	东	W	R	LC		
（四十）鹛科 Timaliidae							
109.斑胸钩嘴鹛 Erythrogenys gravivox	调查	东	S	R	LC		

（四十一）噪鹛科 Leiothrichidae							
110.黑头奇鹛 *Heterophasia desgodinsi*	调查	东	H	R	LC		
111.蓝翅希鹛 *Actinodura cyanouroptera*	调查	东	W	R	LC		
112.斑喉希鹛 *Actinodura strigula*	资料检索	东	H	R	LC		
113.白颊噪鹛 *Pterorhinus sannio*	调查	东	S	R	LC		
（四十二）鸦雀科 Paradoxornithidae							
114.棕头鸦雀 *Sinosuthora webbiana*	调查	东	S	R	LC		
（四十三）绣眼鸟科 Zosteropidae							
115.白领凤鹛 Parayuhina diademata	调查	东	H	R	LC		
116.棕臀凤鹛 Yuhina occipitalis	资料检索	东	H	R	LC		
117.暗绿绣眼鸟 Zosterops simplex	资料检索	东	S	R	LC		
118.灰腹绣眼鸟 Zosterops palpebrosus	调查	东	W	R	LC		
（四十四）椋鸟科 Sturnidae							
119.八哥 Acridotheres cristatellus	调查	东	W	R	LC		
120.丝光椋鸟 *Spodiopsar sericeus*	调查	东	S	R	LC		
121.灰椋鸟 *Spodiopsar cineraceus*	调查	古	X	W	LC		
（四十五）鸫科 Turdidae							
122.乌鸫 *Turdus mandarinus*	调查	广	O	R	LC		**特有**
123.红尾鸫 *Turdus naumanni*	调查	古	M	P	LC		
124.斑鸫 *Turdus eunomus*	调查	古	M	P	LC		
（四十六）鹟科 Muscicapidae							
125.鹊鸲 Copsychus saularis	调查	东	W	R	LC		
126.红胁蓝尾鸲 Tarsiger cyanurus	调查	古	M	S	LC		
127.紫啸鸫 Myophonus caeruleus	调查	东	W	R	LC		
128.黑喉红尾鸲 Phoenicurus hodgsoni	调查	东	H	S	LC		
129.北红尾鸲 Phoenicurus auroreus	调查	古	M	S	LC		
130.蓝额红尾鸲 *Phoenicurus frontalis*	调查	东	H	R	LC		
131.红尾水鸲 *Phoenicurus fuliginosus*	调查	东	W	R	LC		

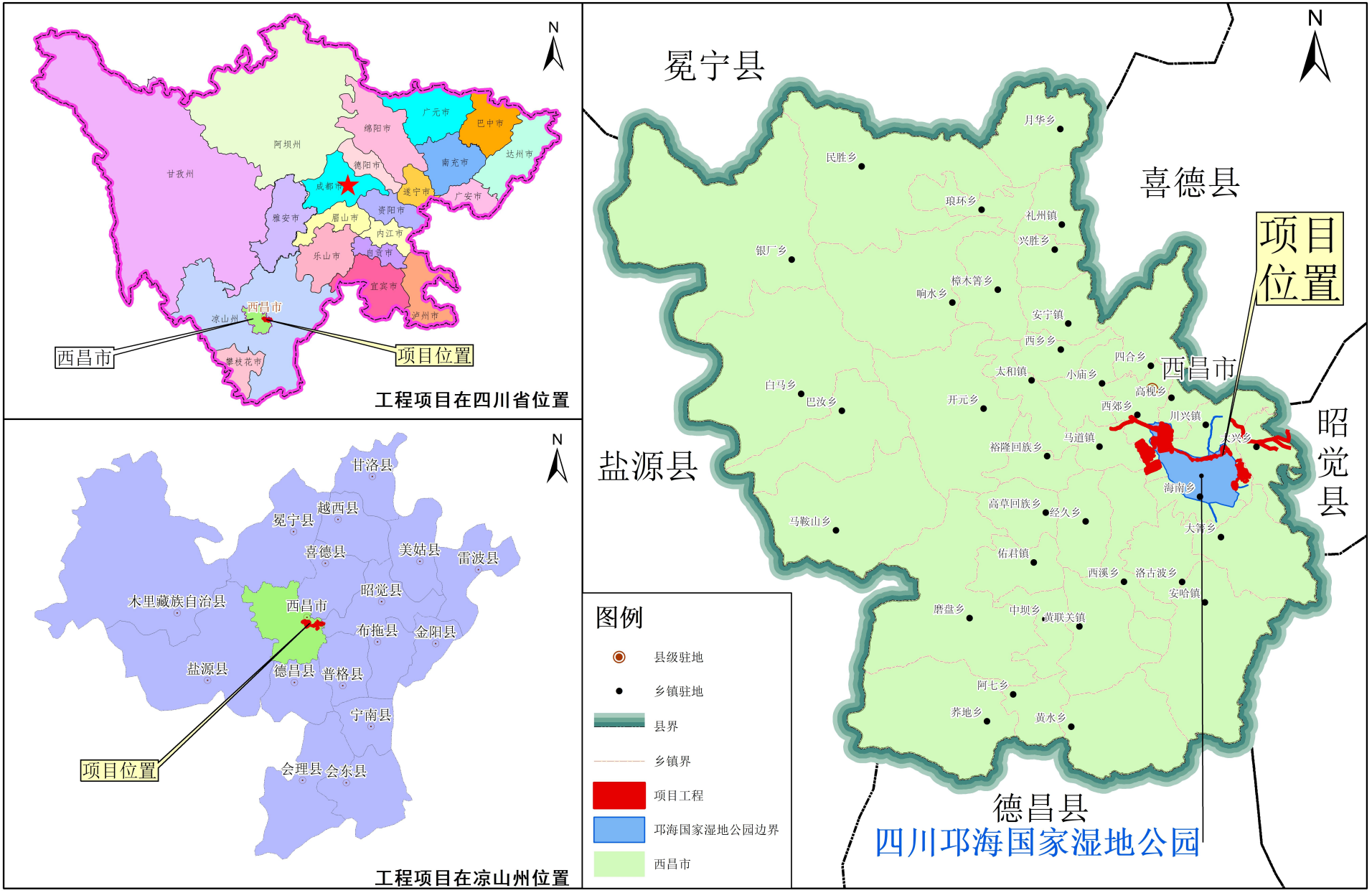
132.白顶溪鸲 Phoenicurus leucocephalus	调查	东	H	R	LC		
133.黑喉石鹏 Saxicola maurus	调查	广	O	R	NR		
134.灰林鹏 Saxicola ferreus	调查	东	W	R	LC		
（四十七）啄花鸟科 Dicaeidae							
133.红胸啄花鸟 Dicaeum ignipectus	调查	东	W	R	LC		
（四十八）雀科 Passeridae							
136.山麻雀 Passer cinnamomeus	资料检索	东	S	R	LC		
137.麻雀 Passer montanus	调查	古	U	R	LC		
（四十九）梅花雀科 Estrildidae							
138.斑文鸟 Lonchura punctulata	调查	东	W	R	LC		
139.白腰文鸟 Lonchura striata	调查	东	W	R	LC		
（五十）鹡鸰科 Motacillidae							
140.黄鹡鸰 Motacilla tschutschensis	资料检索	古	U	P	LC		
141.黄头鹡鸰 Motacilla citreola	调查	古	U	S	LC		
142.灰鹡鸰 Motacilla cinerea	调查	广	O	P	LC		
143.白鹡鸰 Motacilla alba	调查	古	U	R	LC		
144.田鹨 Anthus rufulus	资料检索	古	M	S	LC		
145.树鹨 Anthus hodgsoni	调查	古	M	W	LC		
144.水鹨 Anthus spinoletta	调查	古	C	W	LC		
（五十一）燕雀科 Fringillidae							
147.黑尾蜡嘴雀 Eophona migratoria	调查	古	K	R	LC		
148.普通朱雀 Carpodacus erythrinus	资料检索	古	U	S	LC		
149.黑头金翅雀 Chloris ambigua	调查	东	H	R	LC		
（五十二）鹀科 Emberizidae							
150.凤头鹀 Emberiza lathami	调查	东	W	R	LC		
151.戈氏岩鹀 Emberiza godlewskii	调查	广	O	R	LC		
152.黄喉鹀 Emberiza elegans	调查	古	M	S	LC		

表注：
区系从属中，广-广布种，古-古北界，东-东洋界；
分布型中，A-澳大利亚-东南亚群岛，K -东北型（东部为主），H-喜马拉雅-横断山型，S-南中国型，W-东洋型，E-季风型，P-高地型，M-东北型（东北地区及附近地区），U-古北型，C-全北型，X-东北-华北型，D-中亚型，O-广布型；
居留型中，R-留鸟，S-夏候鸟，W-冬候鸟，P-旅鸟；
IUCN 受胁等级中，CR-极危，EN-濒危，VU-易危，NT-近危，LC-低度关注，NR-未认可；
保护级别中，I-国家一级保护鸟类，II-国家二级保护鸟类，省-四川省重点保护鸟类；
特有种中，特-中国鸟类特有种。

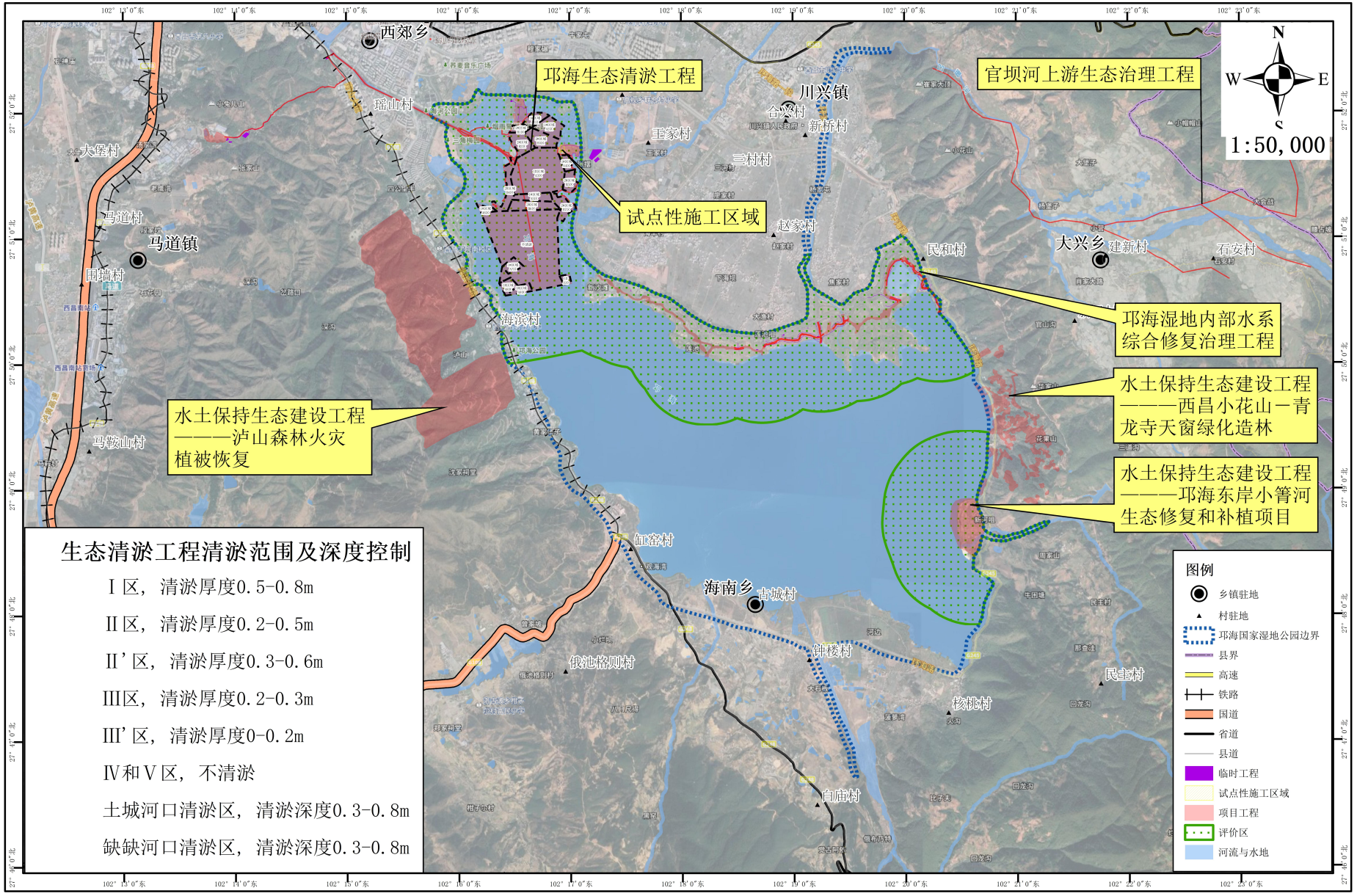
附表 10 评价区兽类名录

目	科	属	种	资料来源
啮齿目	松鼠科 Sciuridae	花松鼠属 ***Tamiops***	隐纹花鼠 *Tamiops swinhoei*	调查
		丽松鼠属 ***Calloscrurus***	赤腹松鼠 *Callosciurus erythraeus*	调查
	鼠科 Muridae	白腹鼠属 ***Niviventer***	社鼠 *Niviventer confucianus*	调查
		家鼠属 ***Rattus***	黄胸鼠 *Rattus tanezunmi*	调查
食肉目	鼬科 Mustelidae	鼬属 ***Mustela***	黄鼬 *Mustela sibirica*	调查

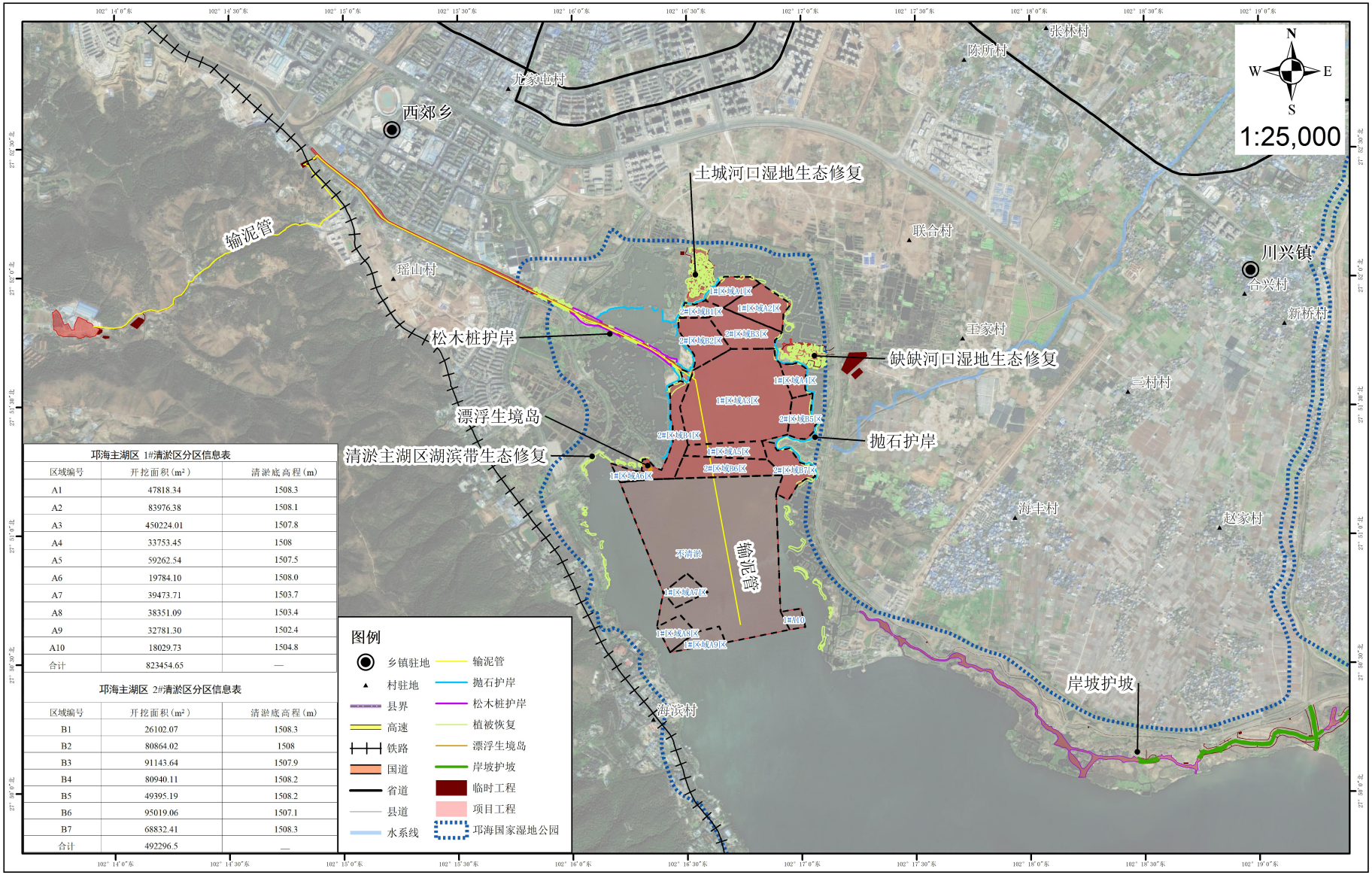
四川省邛海流域水生态修复与治理工程位置关系图



四川省邛海流域水生态修复与治理工程布局图



四川省邛海流域水生态修复与治理工程布局图---邛海生态清淤工程



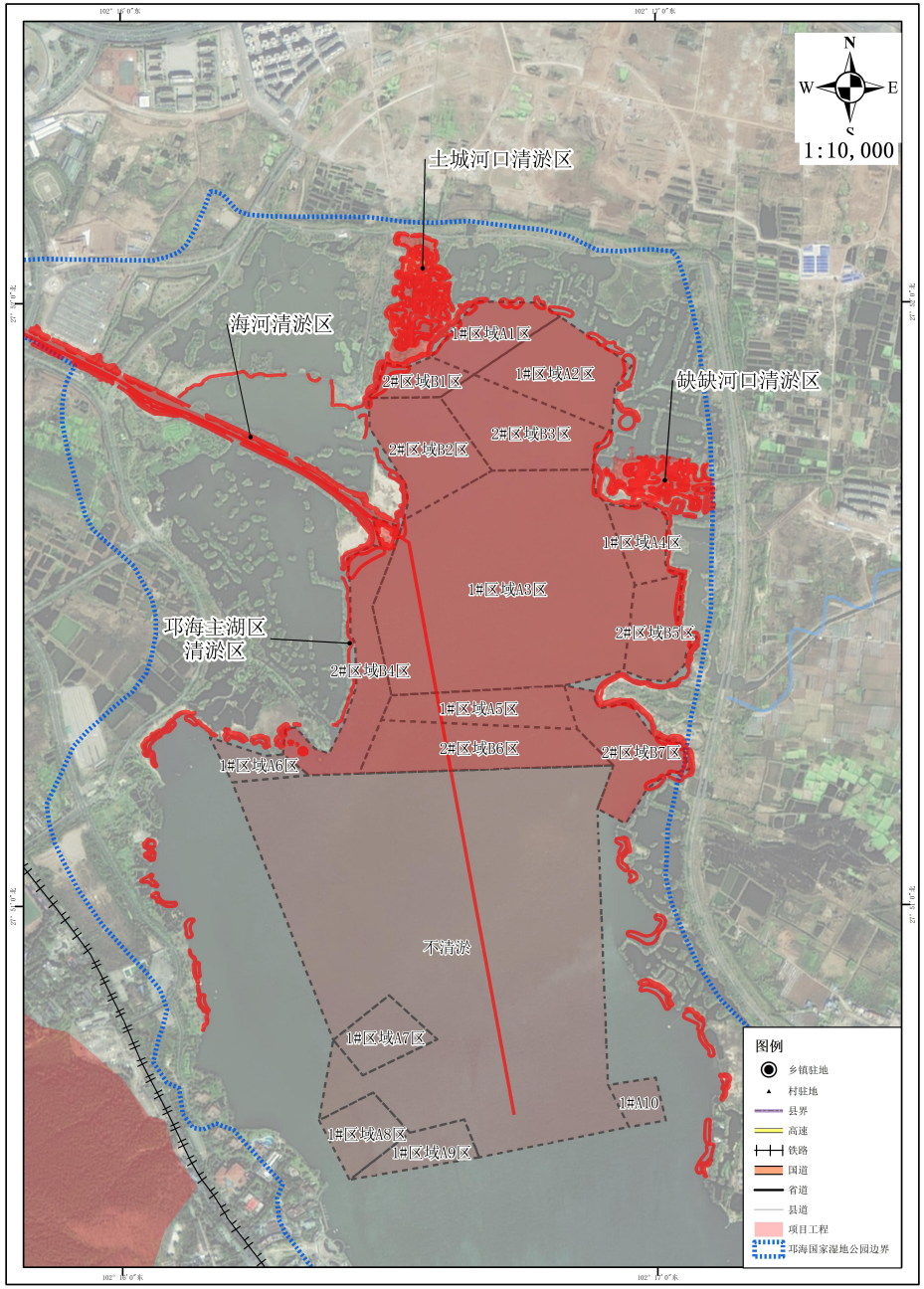
邛海主湖区 1#清淤区分区信息表

区域编号	开挖面积（m²）	清淤底高程（m）
A1	47818.34	1508.3
A2	83976.38	1508.1
A3	450224.01	1507.8
A4	33753.45	1508
A5	59262.54	1507.5
A6	19784.10	1508.0
A7	39473.71	1503.7
A8	38351.09	1503.4
A9	32781.30	1502.4
A10	18029.73	1504.8
合计	823454.65	—

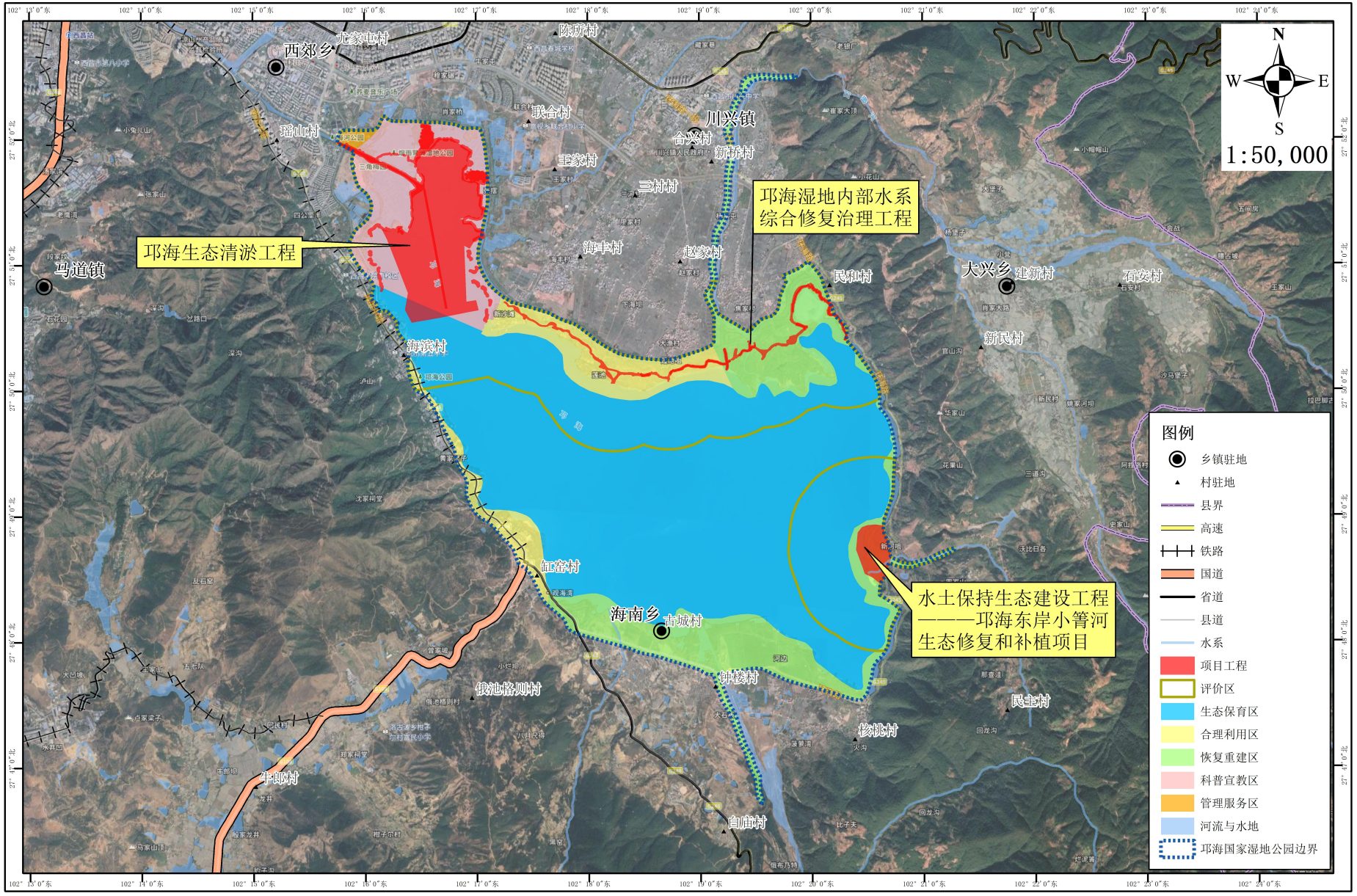
邛海主湖区 2#清淤区分区信息表

区域编号	开挖面积（m²）	清淤底高程（m）
B1	26102.07	1508.3
B2	80864.02	1508
B3	91143.64	1507.9
B4	80940.11	1508.2
B5	49395.19	1508.2
B6	95019.06	1507.1
B7	68832.41	1508.3
合计	492296.5	—

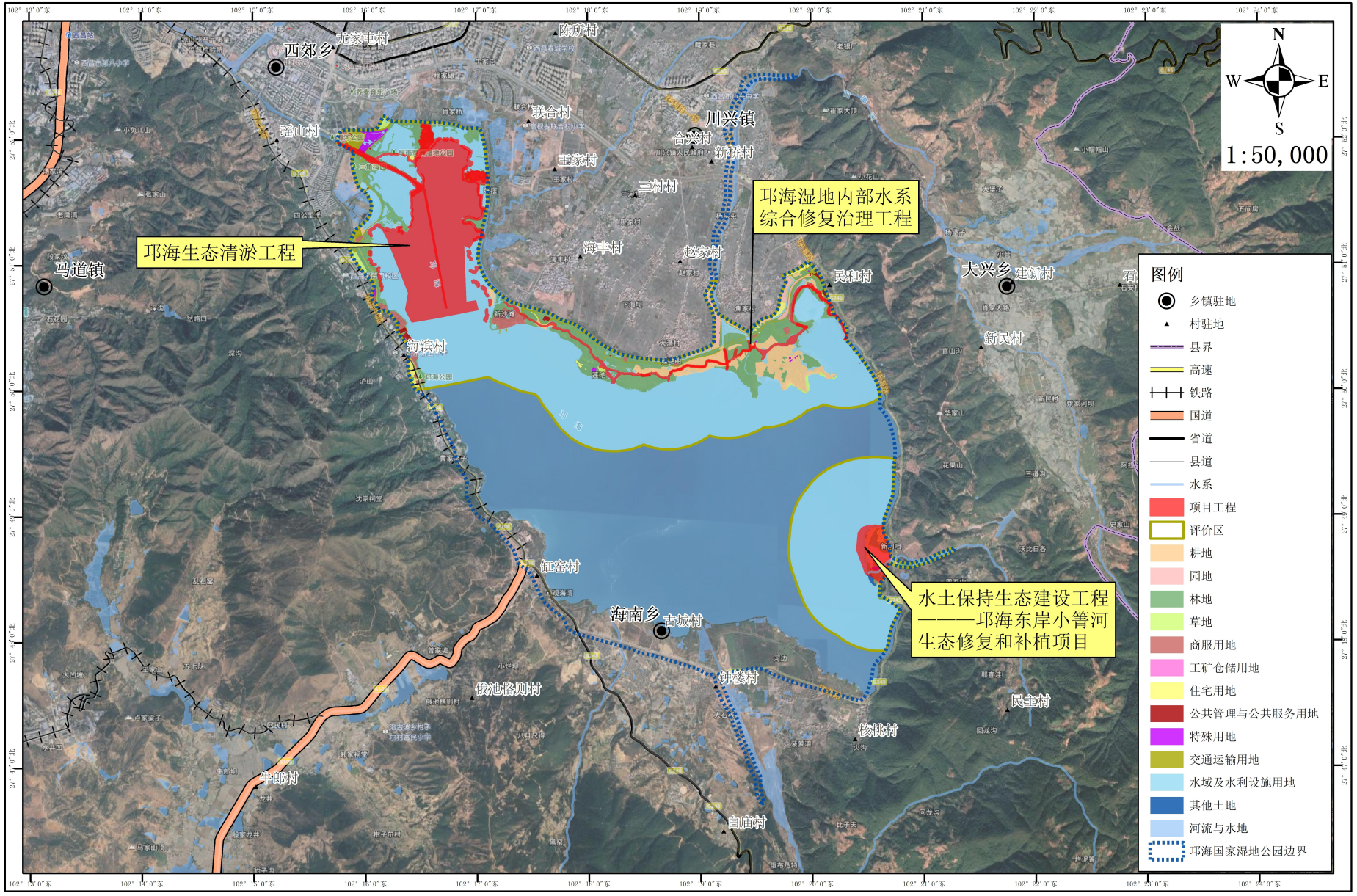
四川省邛海流域水生态修复与治理工程（邛海生态清淤工程）最终清淤区划分图



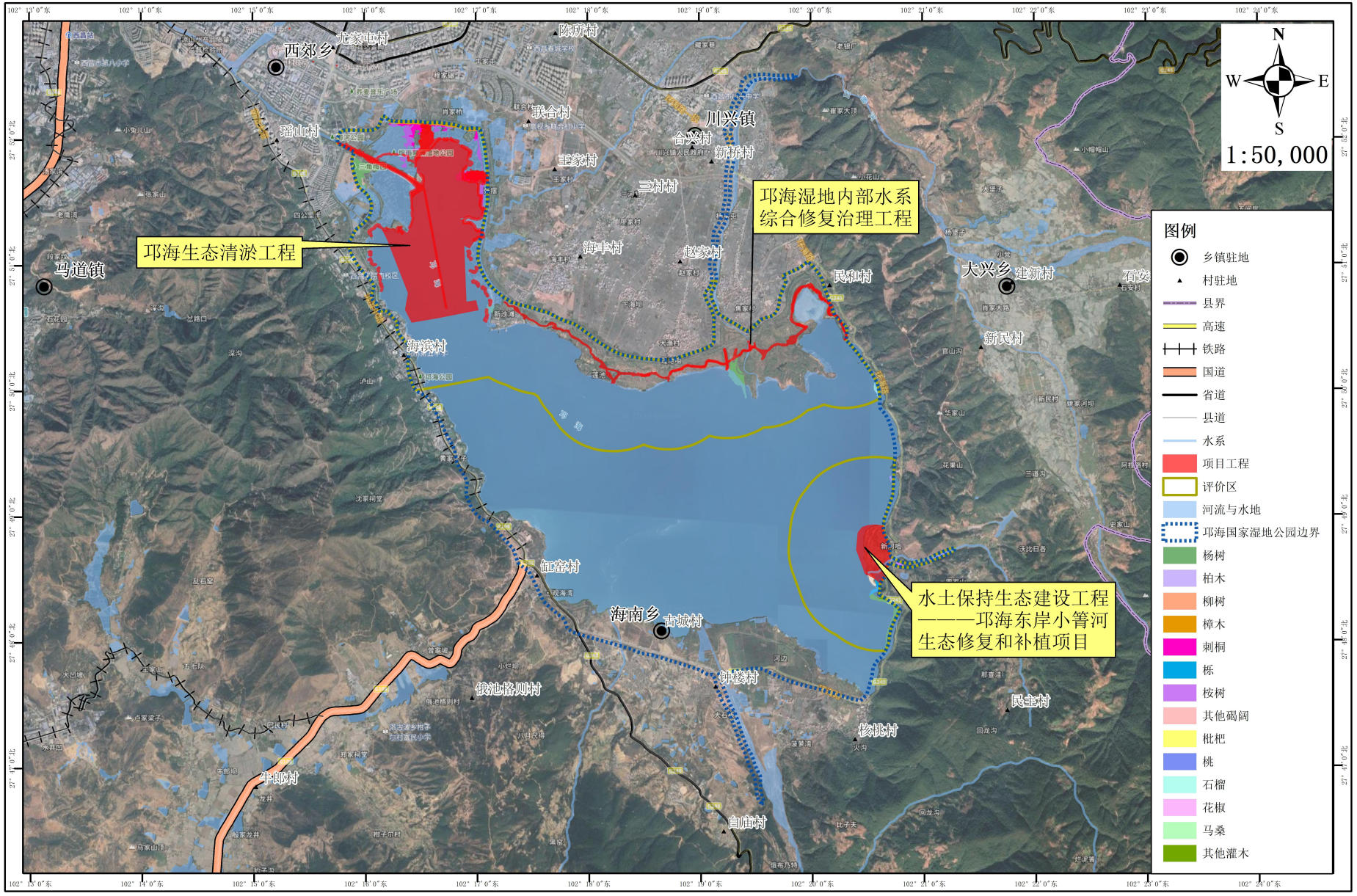
四川省邛海流域水生态修复与治理工程与四川邛海国家湿地公园功能分区关系图



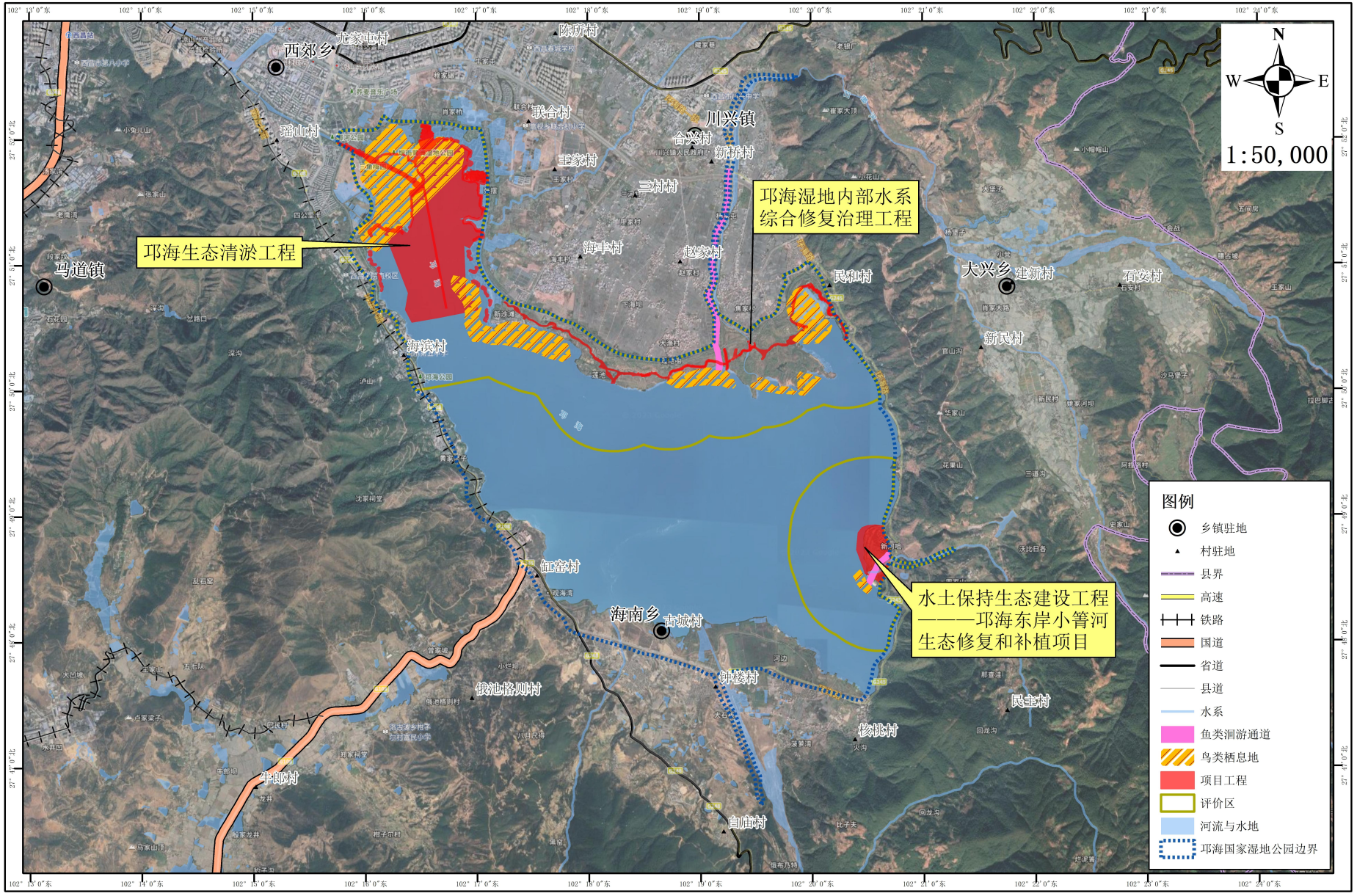
四川省邛海流域水生态修复与治理工程对四川邛海国家湿地公园影响评价区资源现状图



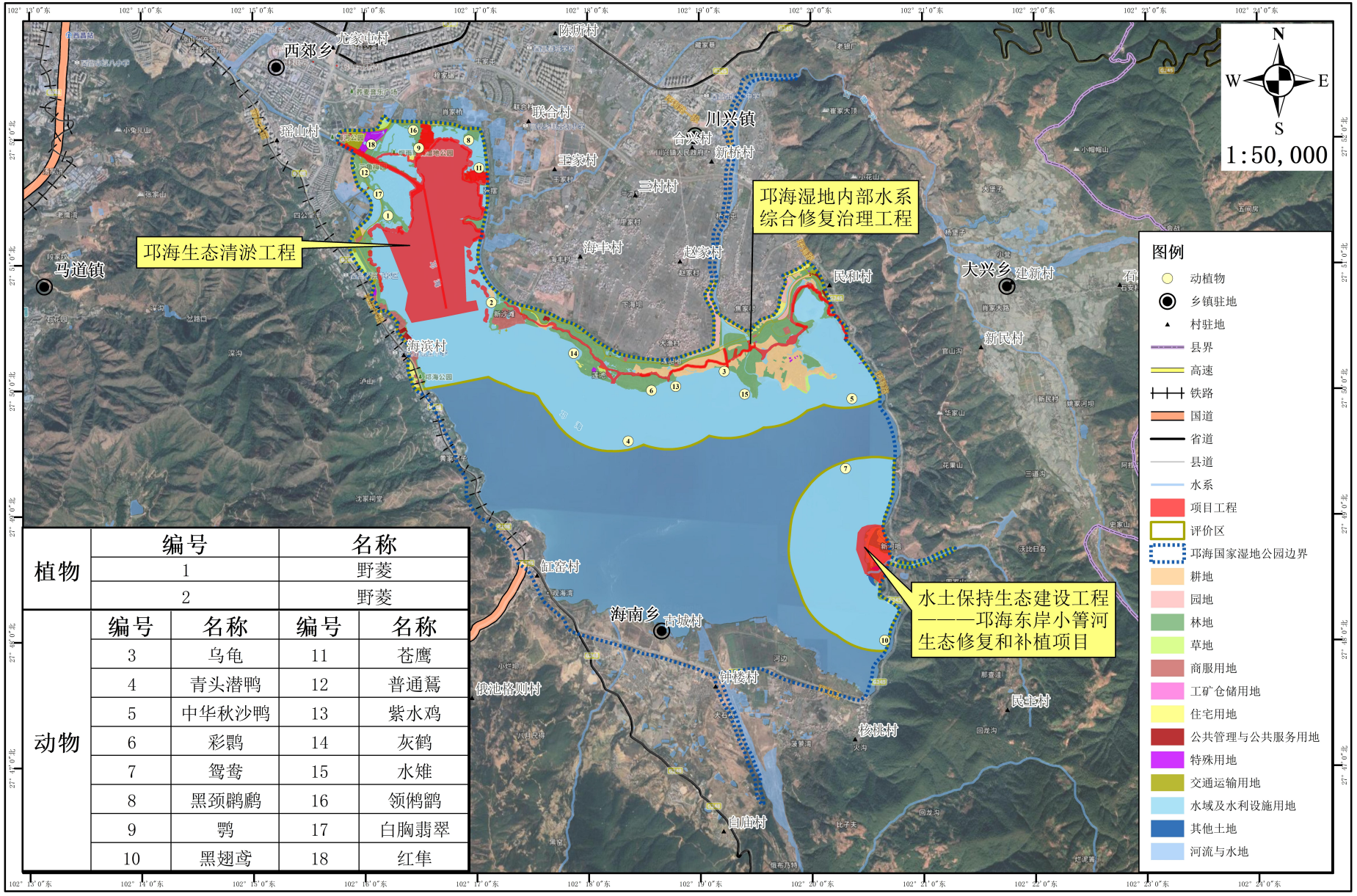
四川省邛海流域水生态修复与治理工程对四川邛海国家湿地公园影响评价区植被分布图



四川省邛海流域水生态修复与治理工程与鸟类栖息地和鱼类洄游关系图



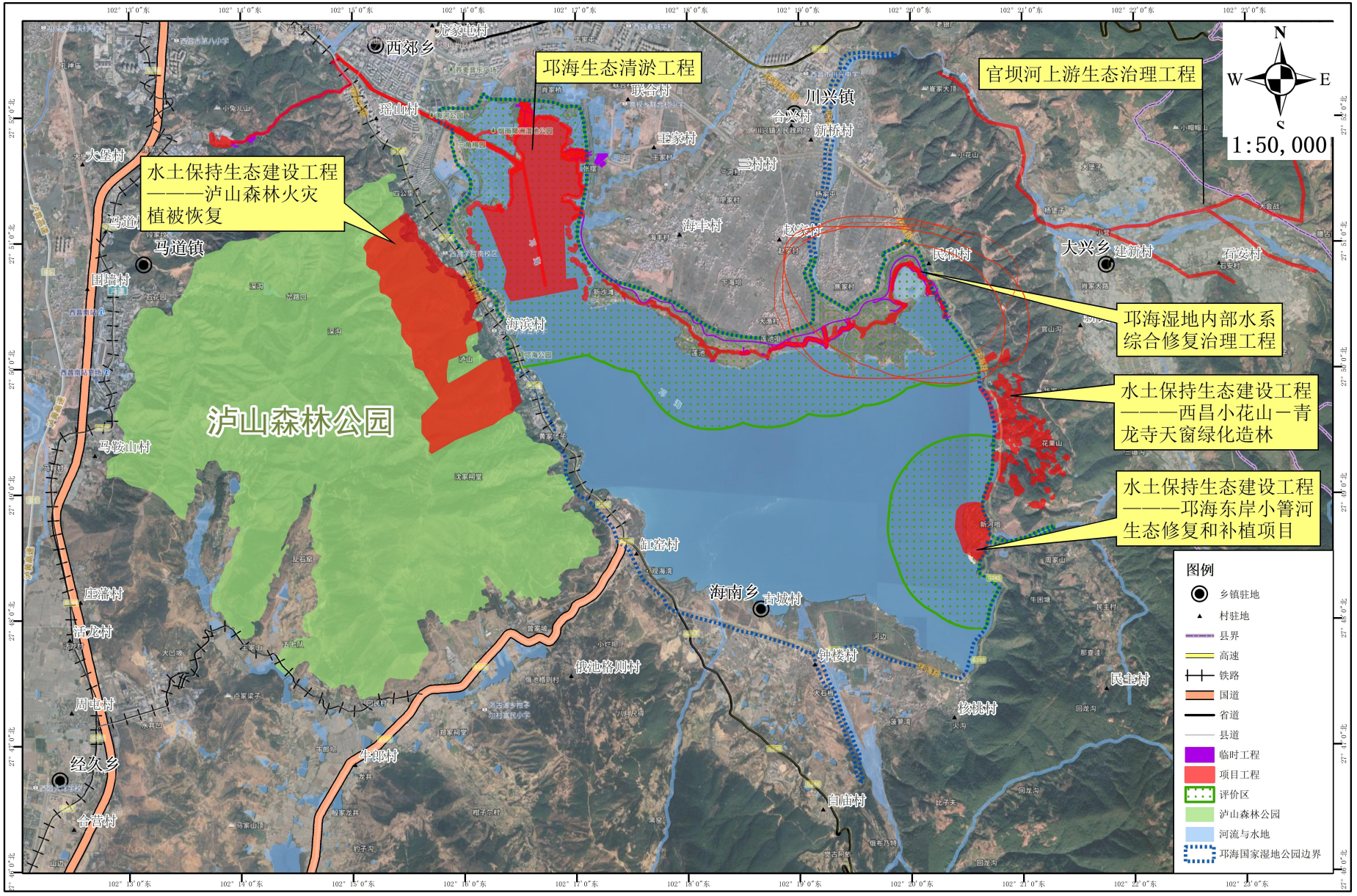
四川省邛海流域水生态修复与治理工程对四川邛海国家湿地公园影响评价区重点保护动植物图



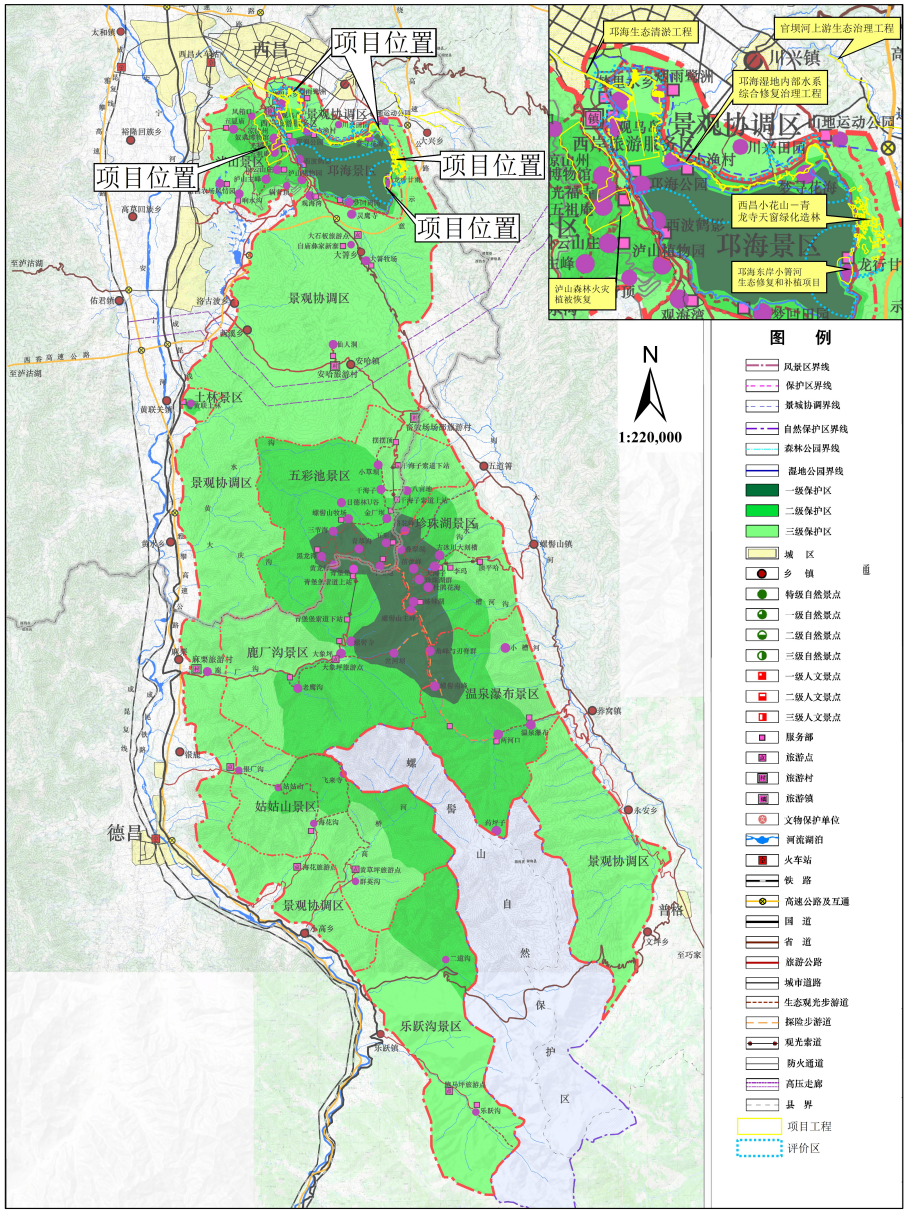
	编号	名称
植物	1	野菱
	2	野菱

	编号	名称	编号	名称
动物	3	乌龟	11	苍鹰
	4	青头潜鸭	12	普通鵟
	5	中华秋沙鸭	13	紫水鸡
	6	彩鹮	14	灰鹤
	7	鸳鸯	15	水雉
	8	黑颈鹎鹛	16	领鸻鹬
	9	鹬	17	白胸翡翠
	10	黑翅鸢	18	红隼

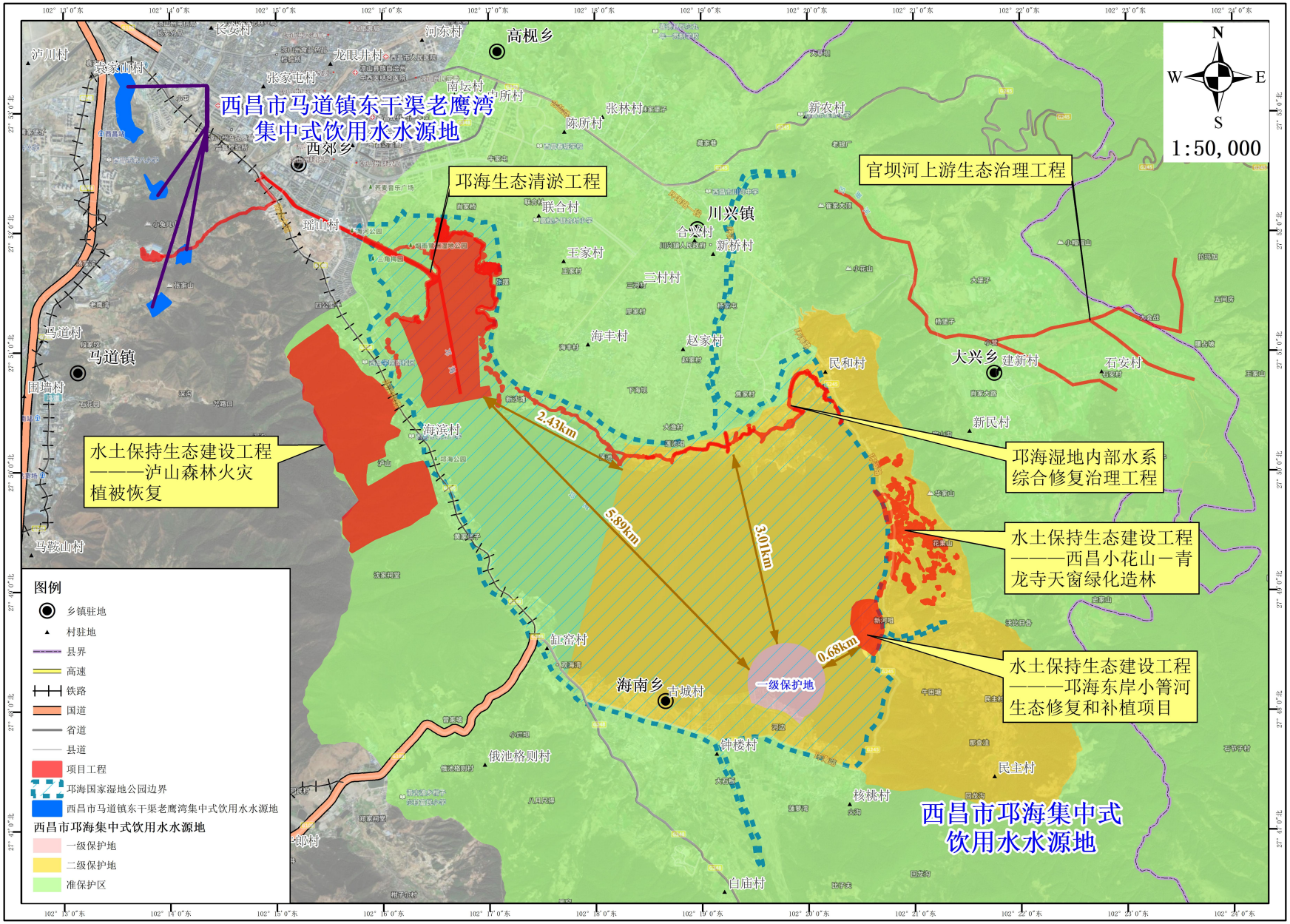
四川省邛海流域水生态修复与治理工程与泸山森林公园位置关系图



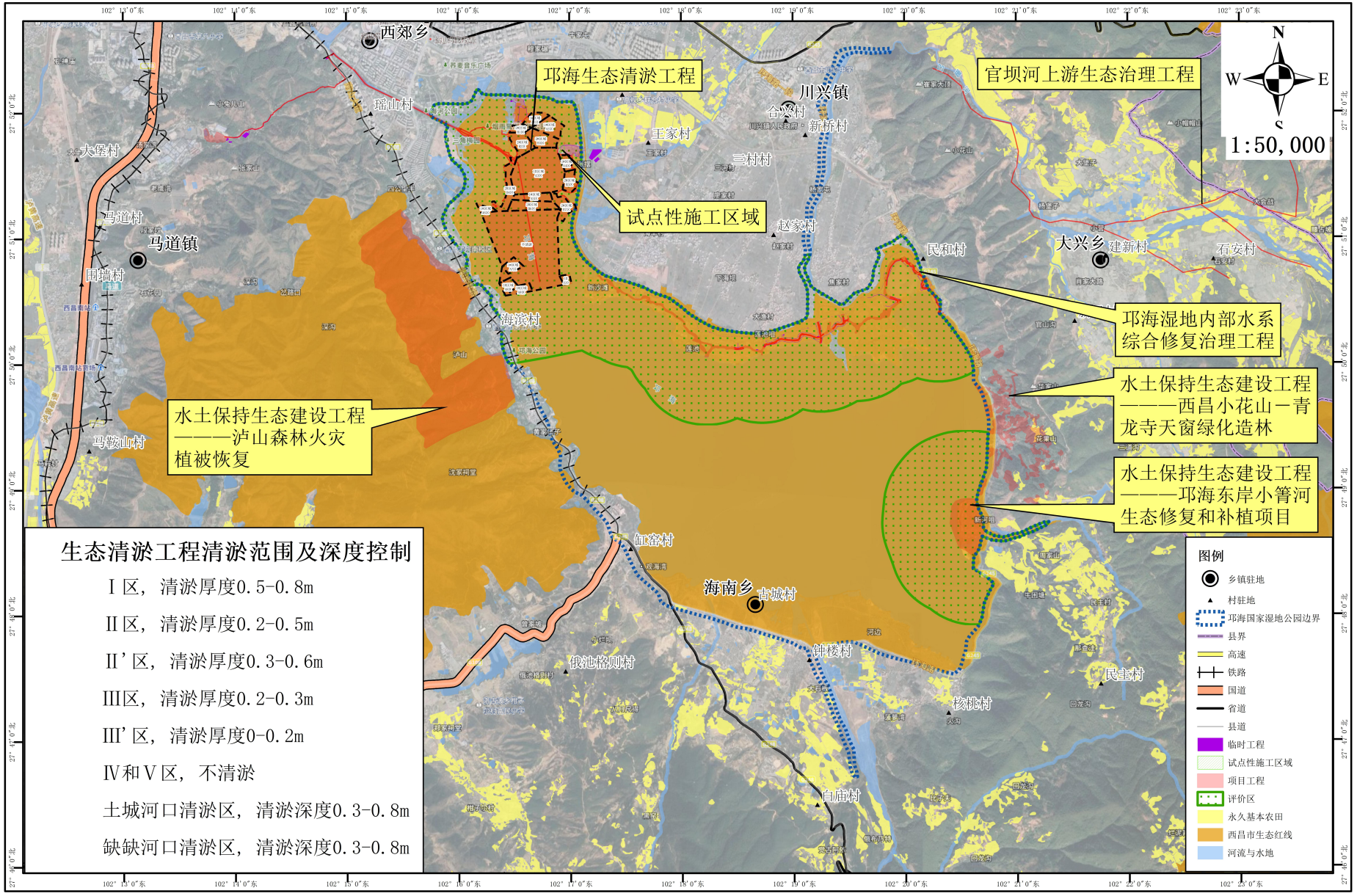
四川省邛海流域水生态修复与治理工程
工程与邛海-螺髻山风景名胜区保护规划关系图



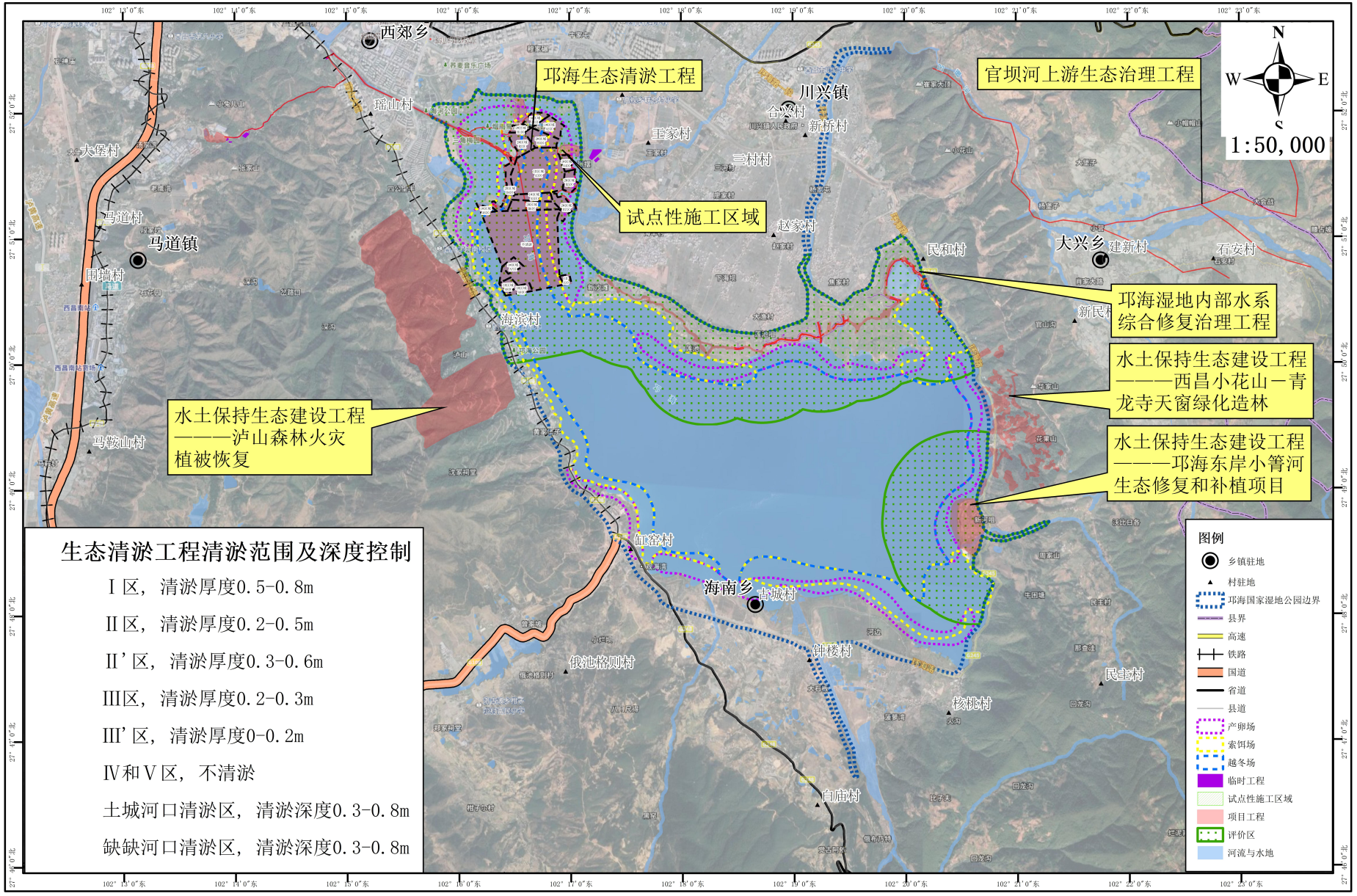
四川省邛海流域水生态修复与治理工程与饮用水源地关系图



四川省邛海流域水生态修复与治理工程与生态红线、基本农田关系图



四川省邛海流域水生态修复与治理工程与土著鱼类的“三场”关系图



附图 11 现场照片

主湖现状

土城河现状

土城河现状

缺缺河现状

水系连通工程唐家河出口植被及水环境现状

水系连通工程唐家河出口植被现状

湿地内部水系水生植物泛滥

图 1 芦苇群落

图 2 菰群落

图 3 狐尾藻群落

图 4 菹草、大茨藻群落

图 5 金鱼藻群落

图 6 苦草群落

图 7 荇菜群落

图 8 菱群落

图 9 大漂群落

图 10 凤眼莲群落

图 11 浮萍群落

图 12 睡莲群落