

长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程 环境影响报告书

建设单位：长江航道局
评价单位：长江重庆航运工程勘察设计院
二〇二一年九月



项 目 名 称：长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程

编 制 单 位：长江重庆航运工程勘察设计院

总 经 理（正）：马 正 勇 高级 工 程 师



总 经 理（副）：张 璠 高级 工 程 师



总 工：陈 建 正高级 工 程 师



环 保 所 负 责 人：王 涛 高级 工 程 师



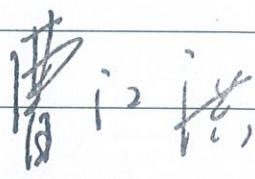
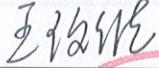
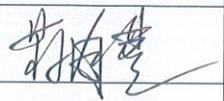
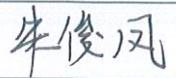
环 保 所 总 工：刘 勇 高级 工 程 师



环 保 项 目 负 责 人：蒋 海 燕 工 程 师



编制单位和编制人员情况表

项目编号	gm Ody7		
建设项目名称	长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程		
建设项目类别	52—143航道工程、水运辅助工程		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	 长江航道局		
统一社会信用代码	12100000420008383D		
法定代表人（签章）	曹江洪 		
主要负责人（签字）	王建斌 		
直接负责的主管人员（签字）	王致维 		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	 长江重庆航运工程勘察设计院		
统一社会信用代码	91500112733955111T		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
蒋海燕	201805035550000011	BH 004694	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
朱俊凤	工程概况、环境影响经济损益性分析、环境管理与监测计划	BH 043071	
张毅	总论、环境现状调查与评价	BH 042407	
蒋海燕	工程分析、环境影响预测与评价、环境风险分析、环境保护措施、评价结论	BH 004694	

目 录

目 录.....	I
概 述.....	1
1.0 总 论.....	7
1.1 项目由来.....	7
1.2 项目建设的必要性.....	8
1.3 编制目的.....	11
1.4 编制依据.....	11
1.5 评价等级与评价范围.....	17
1.6 评价标准.....	18
1.7 环境保护目标.....	21
1.8 评价重点与评价方法.....	25
1.9 评价时段与评价技术路线.....	26
2.0 工程概况与工程分析.....	28
2.1 地理位置.....	28
2.2 航道历史、现状及规划.....	28
2.3 航运现状及发展预测.....	32
2.4 工程建设方案.....	33
2.5 工程组成.....	51
2.6 清礁施工方案.....	54
2.7 工程量和投资.....	69
2.8 工程建设方案优化.....	69
2.9 与相关法律、政策和规划的协调性分析.....	71
2.10 工程分析.....	92
2.11 环境影响识别和评价因子筛选.....	97
3.0 环境现状调查与评价.....	99
3.1 自然环境概况.....	99
3.2 水环境现状调查与评价.....	109
3.3 环境空气现状调查与评价.....	115
3.4 声环境现状调查与评价.....	117
3.4 水生生态现状调查.....	118
3.5 陆生生态现状.....	118

4.0 水生态环境现状调查与评价	123
4.1 调查内容、范围、时段和调查方法.....	123
4.2 三峡蓄水后工程江段的生态功能变更.....	134
4.3 水生生物现状调查与评价.....	135
4.4 鱼类区系、种群结构与资源量现状与评价.....	143
4.5 鱼类生境调查.....	161
4.6 早期资源调查.....	164
4.7 鱼类三场一通道分布调查.....	168
5.0 环境影响评价	180
5.1 水文情势变化.....	180
5.2 水环境影响评价.....	193
5.3 生态影响分析.....	203
5.4 声环境影响分析.....	210
5.5 环境空气影响分析.....	212
5.6 固体废物污染影响分析.....	213
6.0 对长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区的影响评价	215
6.1 保护区基本概况.....	215
6.2 工程水域已建航道整治工程回顾.....	220
6.3 工程建设对保护区的影响.....	220
6.4 主要保护措施.....	235
6.5 保护区影响综合评价.....	242
6.6 保护区专题报告批复.....	245
7.0 环境风险评价	246
7.1 评价原则.....	246
7.2 评价工作程序.....	246
7.3 评价等级和评价范围.....	247
7.4 风险识别.....	247
7.5 风险事故情形分析.....	252
7.6 风险预测与评价.....	252
7.7 溢油对水生生态影响评价.....	269
7.8 区域应急能力现状.....	270
7.9 环境风险管理.....	278
8.0 环境保护措施	288

8.1 水环境保护措施.....	288
8.2 环境空气保护措施.....	290
8.3 声环境保护措施.....	291
8.4 固体废物处理.....	292
8.5 生态保护措施.....	292
8.6 环保投资费用估算.....	306
9.0 环境保护管理和环境监控.....	308
9.1 环境保护管理计划.....	308
9.2 环境监测计划.....	310
10.0 环境影响经济损益分析.....	312
10.1 经济效益分析.....	312
10.2 环境经济损益分析.....	313
11.0 评价结论.....	315
11.1 工程概况.....	315
11.2 项目建设与相关政策、规划及规划环评的相容性.....	315
11.3 环境质量现状与影响评价.....	315
11.4 环境风险评价.....	323
11.5 公众参与.....	324
11.6 工程竣工环保验收.....	324
11.7 评价总结论.....	325
附表1 涪陵至丰都江段蓄水以来部分海损事故统计表.....	327
附表2 涪陵至丰都江段鱼类名录.....	330

概 述

一、建设项目的特点

长江干线是沟通我国东部沿海和西南腹地的运输大动脉。就长江上游而言，随着三峡水库蓄水后的水位抬升和沿途各江段航道整治工程的顺利开展，现已基本建成从大坝到重庆朝天门江段的I级航道660km，实现了5000吨船舶的双向通航，直接推动了沿江乃至全流域经济社会的可持续发展。

但以上660km的I级航道存在一个卡口，即涪陵至丰都江段的礁石碍航问题。由于该江段处于三峡水库变动回水区，消落期随着坝前水位消落，江段在短期内转变为蓄水前的天然状态，礁石石梁在浅水区阻塞水流，并在其后方形成巨大的漩涡侵入航槽，致使该48km航道虽然在水深和航宽上均能满足I级航道的标准，但实际有效航行尺度不足。船只被漩涡侵扰而频繁发生搁浅碰撞事故，船舶航行和航道海事监管压力均较大。

为解决涪陵至丰都江段的礁石碍航问题，长江航道局曾多次进行现场踏勘与分析研究，揭示出需进行整治的礁石共有7处（和尚滩、菜籽梁、大梁、大渡口、老虎梁、头外梁和佛面滩），并将以上滩险纳入水运“十三五”规划中的整治项目，命名为“长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程”项目（以下简称本项目）。工程不提升航道等级，主要目的是改善通航流态，消除安全隐患，保障航道畅通。

本项目的建设将始终贯彻“生态优先、绿色发展”的指导思想。经环境影响评价论证：3个滩险（菜籽梁、头外梁和佛面滩）的航行安全问题将通过加强航行管理的方式解决，仅对剩下的4个滩险（和尚滩、大梁、大渡口、老虎梁）实施航道整治，工程江段由48km缩减为18km；调整老虎梁滩险的整治理念由窄深变成宽浅，在消除安全隐患的同时尽可能的减少对长江原地貌的扰动；施工有效避让鱼类栖息的深沱生境，调整弃渣区选址并根据最新研究成果实现鱼类生境恢复；优化后的总投资5.14亿元，工程量由210万方缩减为125.9万方，生态补偿措施也得到了进一步加强。至此，本工程已基本符合生态航道的建设标准。

综上：本项目将打通涪丰段航运卡口，直接推动了上游经济社会的发展；本项目不提升航道等级，仅清理碍航礁石的表面部分以消除大尺度漩涡，碍航礁石清除后，将有利于保障人民生命财产安全并减少环境风险；项目为内河航道整治项目，为非污染型生态项目，航道自身不向环境排放污染物；工程建设将始终贯彻“生态优先、绿色发展”的

理念，尽量减小工程建设对环境的生态影响。

二、环境影响评价的工作过程

本项目的建设单位为长江航道局，环境影响评价承担单位均为长江重庆航运工程勘察设计院。因长江航道整治项目存在较大难度和生态环境性，重庆交通大学作为协作单位参与了本项目环境影响评价的论证工作。

编制单位和协作单位在接受委托后，收集了与本工程相关的规划等文件，了解了工程区域自然环境状况及环境功能区划，开展了整治江段内的环境保护目标调查，并开展了5次大规模的水生态调查。同时，委托了重庆智博实业公司进行工程区域地表水、环境空气、声环境现状监测和航道底泥监测。

目前，《长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程对长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区影响专题评价报告》专题已通过审查，2021年2月9日农业农村部长江流域渔政监督管理办公室以长渔函字〔2021〕25号文同意本工程的建设。

在上述工作的基础上，编制单位针对工程特点和工程区域环境概况，进行环境现状评价和影响预测，制定防治污染和减缓生态影响的措施，编制完成《长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程环境影响报告书》。

本项目环评阶段，长江航道局采取了报纸公示、网站公示、现场张贴公告3种信息公开方式征求公众意见。并编制完成《长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程环境影响评价公众参与说明》。

三、分析判定相关情况

（1）产业政策

本工程属于中华人民共和国国家发展和改革委员会第291号令《产业结构调整指导目录(2019年本)》中“第一类 鼓励类”中“二十五 水运”的“2、沿海深水航道和内河高等级航道及通航建筑物建设”项目，符合国家产业政策。

（2）相关规划符合性

根据《长江干线“十三五”航道治理建设规划》，“长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程”项目属于“长江上游观音滩至花滩水道碍航礁石炸除工程”和“上游菜子梁至和尚滩水道炸礁”两个项目合并而成。根据《水运“十三五”发展规划》，本工程属于内河水运“十三五”建设重点项目中的三峡库区及库尾整治工程其中一段，属于规划重点建设项目之一。

根据上述两个规划方案与工程实施建设方案对比分析可知：工程建设目标、整治思

路等均与规划相符；整治滩险、位置与规划的方案基本一致，但是规模有所减少，取消多处清礁工程，缩小了工程开发规模，减少工程建设对环境的不利影响。故认为建设方案与规划方案基本相符。2021年9月23日，交通运输部在《交通运输部关于报送长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程可行性研究报告的函》（交规划函〔2021〕459号）文中，对工程的实施点位和工程量调整情况进行了回复。

根据交通部批复的《长江干线航道发展规划（2016~2035年）》规划要求，本工程属于重庆（朝天门）~宜昌段规划660km I级航道建设内容，本工程不改变航道尺度，仅从生态安全的角度清除引发海损事故的碍航礁石。建设符合《长江干线航道发展规划（2016-2035年）》规划要求。

（3）规划环评相符性

针对《长江干线“十三五”航道治理建设规划环境影响报告书》及其审查意见，在项目环评中均有所体现，较好地落实了《长江干线“十三五”航道治理建设规划环境影响报告书》及审查意见对项目环评的要求。

（4）生态保护红线

根据重庆市2018年颁布的《重庆市人民政府关于发布重庆市生态保护红线的通知》，本工程不涉及重庆市生态保护红线。

四、关注的主要环境问题及环境影响

环境影响评价重点关注生态环境、水环境环境影响及污染控制措施、环境风险防范措施等。

生态环境重点论述工程建设对工程江段水生生态环境、长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区、珍稀特有水生动物及其生境的影响；水环境重点评价工程施工期对水环境特别是对工点附近取水口的影响，工程营运期产生的水文情势变化；环境风险章节重点关注柴油泄漏对评价范围内取水口、水生生态敏感区的影响；环境污染防治措施重点论述施工期取水口水质保护、生态修复措施。

（1）水生生态影响及保护措施

① 工程对长江重庆段四大家鱼国家级种质资源保护区的影响

工程江段涉长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区江段18km。历史文献显示，保护区江段历史记载是鱼类重要的产卵场分布水域。现有研究表明，三峡水库的运行严重改变了工程江段水环境条件，导致工程江段漂流性鱼类产卵场上移至江津江段。但通过实际监测发现，工程江段可能存在一定数量的漂流性产卵鱼类的产卵行为。工程

江段下游分汉江段分布有产粘性卵鱼类的产卵场。而且是整个工程江段都是长江上游鱼类洄游的通道和鱼卵、仔鱼漂流的下行通道。工程江段在冬季持续保持高水位，鱼类在工程江段的越冬分布于深沱水域。

工程对保护区的影响主要集中在施工期，营运期主要表现为清礁点对局部流态的影响。环境影响评价重点强调了施工期优化、强化施工管理、驱鱼和生境异地重建、增殖放流等减缓、保护措施的应用。采取上述措施后，可以减轻工程建设对种质资源保护区产生的不利影响，施工完成后，工程江段的生态环境将逐渐修复，不会明显改变保护区结构和功能。

②工程对鱼类的影响

整治工程中的爆破施工将对鱼类和鱼卵造成损伤，引起的悬浊物浓度升高、噪音污染将对鱼类产生不利影响，这些影响将在施工结束后消除；工程建设内容分析，营运的影响主要是清礁点对局部流态的影响。水下清礁施工影响较小，影响时间非常短暂，属可控性质。

施工导致的悬浮物增加，悬浮物会粘附在卵和仔鱼体表，增加四大家鱼仔鱼的死亡率。施工区域底质的破坏会导致底栖动物生物量的损失（1395kg），影响青鱼的饵料资源。整治工程基本不影响近岸水生维管束植物，对草鱼的摄食影响不大；施工导致的悬浮物浓度增加，浮游植物的光合作用在一定程度上受到不利影响，生物量将出现降低（25572 kg），影响鲢的饵料资源；也会一定程度上减少浮游动物的数量（1934.7 kg）和影响其种类组成，进而影响鳊的摄食。

③工程对其他水生生物的影响

航道整治工程对其他水生生物影响的预测分析表明：整治工程对浮游植物、浮游动物的影响主要发生在施工过程中，影响是短暂、可逆的，将在施工结束后逐步消失；航道整治工程施工将破坏清礁水域的底栖动物，改变底栖动物的生境条件，底栖动物群落将随着泥沙的淤积逐步恢复，但群落重建需要相对较长的时间；整治工程基本不影响近岸水生维管束植物。

④工程对珍稀保护动物的影响

工程水域分布有白鲟和长江鲟2种国家I级保护鱼类；胭脂鱼、岩原鲤、长薄鳅、圆口铜鱼、长鳍吻鮡等13种国家II级保护鱼类；分布有长薄鳅、岩原鲤等12种重庆市重点保护鱼类。2020年白鲟已功能性灭绝；近年来无在工程江段对长江鲟的误捕记录。工程江段是下游胭脂鱼等洄游性鱼类繁殖群体进入上游产卵场的洄游通道，航道整治工程对

胭脂鱼等洄游性鱼类繁殖群体的繁殖洄游可能会有一定的干扰。礁石后的深沱水域区域可能是胭脂鱼、岩原鲤、长薄鳅等底层鱼类的索饵区域，整治工程将减少缓流区的面积，进而减小其索饵场。对上述珍稀保护鱼类的分析显示，本航道整治工程对鱼类产卵的影响不大。

⑤ 主要的保护措施

环境影响评价重点强调了施工期优化、施工安排管理、鱼类增殖放流和驱鱼和生境异地重建等减缓、保护措施的应用。

优化施工期：优化施工时间安排，在鱼类主要繁殖季节（3-6月）应限制涉水施工；**优化施工安排和工艺流程：**优化施工计划和管理，在时间和空间上合理间隔的安排施工，如在空间上，同时施工的两个工程滩段至少间隔较长江段；在时间上，相邻整治滩段的施工安排在不同年度，同一滩段不同建设内容也可以考虑安排在不同年度。

在涉水作业前，采取合理的驱鱼措施能够降低涉水作业对成鱼的影响；由于鱼卵和仔鱼缺乏主动回避能力，做好卵苗的漂流预警；要求采取气泡帷幕等措施，减少爆炸产生的压强、冲量和能量向水域中的传播，减小清礁冲击波的影响。

生境异地重建区选择在老虎滩清礁区对岸三堆子至花滩石梁沿岸深水区域，上游航道里程519.0-520.0km，恢复鱼类生境。

上述保护措施可以减轻工程建设对长江水生生态产生的不利影响和环境压力，有助于补偿和恢复保护区水域生态系统健康。

（2）水环境影响及污染控制措施

工程造成的水文变化的影响范围在工程区上下游 1.5 公里范围内。其中，对礁石水域水位影响小于 0.3m、流速变化小于 0.2m/s。工程区外的水位变化可忽略、流速变化小于 0.1m/s。

清渣施工产生的悬浮泥沙影响范围在施工点下游 300m 范围，施工产生的悬浮物不会对取水口水质产生污染影响；工程实施后，取水口冲淤变化不明显，不会影响取水口正常取水。

施工期利用 GPS 定位，严格控制施工范围，减少悬浮物发生量。施工船舶配置有完善的生活污水处理设施，含油污水收集后送有资质的船舶污染物接收船接收处理。施工时可租用涪陵城区或者清溪镇居民的居住房作为施工营地。

（3）环境风险及防范、应急要求

本项目建设完成后，将有效减少工程江段的航行事故和环境风险。

项目施工期事故风险主要源自施工船舶碰撞、搁浅、倾斜等过程发生燃料油泄漏。经预测：和尚滩事故点溢出的油类污染物将于 30min 后达韩家沱，但并未在韩家沱内富集；大梁事故点溢出的油类污染物将于约 20min 后到达大渡水厂取水口，持续污染 10min 后油膜离开该水域。

主要风险防范措施：施工前制定周密的施工计划，合理划分施工水域和航行水域，设置施工专用标志。加强对本江段航道及通航船舶的管制，过往船舶和施工船舶配置必要的导航、助航等安全保障设施。取水口附近水域设置警示牌。施工期风险应急设施配置收油机 4 台、围油栏 2400 米和吸油毡 0.8 吨，主要存放在整治范围内的重庆海事局各下辖海事执法大队，部分吸油毡存放在施工船舶上。

评价提出了施工期事故风险应急预案框架，并要求建设单位在施工前编制完善。与相关部门、单位建立事故应急联动机制，发生溢油事故时立即通知相关水厂，加强对取水口水域水质监测，一旦发现水质超标立即停止取水，减小溢油泄漏事故对长江水环境的不利影响。制定并落实水生保护动物紧急救护预案，建立事故报告制度，对误伤的珍稀水生动物及时救护和报告。

五、环境影响评价的主要结论

建设项目不提升航道等级，仅通过部分清除碍航礁石改善通航流态。项目建设有利于提高航行安全，促进区域水运事业发展。

在采取加强施工期优化、施工安排管理、施工前驱鱼、鱼类增殖放流等减缓、保护措施的前提下，可有效减缓施工期的环境影响，且随着施工期的结束，这种影响将随之消失，工程区的生态环境将逐渐修复。

工程实施不会造成水文情势重大变化，生态影响有限，通过合理的生态恢复、补偿等措施减缓对生态环境影响，可使工程对环境的不利影响可以得到有效控制和缓解，在严格落实报告书提出的各项环保措施和要求后，长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程环境可行。

1.0 总论

1.1 项目由来

长江干线航运作为沟通我国东部沿海和西南腹地的运输大动脉，对于顺利实施西部开发、中部崛起、东部率先发展三大战略和推动整个长江流域协调发展、提高长江开放型经济水平具有十分重要的战略意义。近年来，随着沿江经济的快速发展，长江水运呈现出兴旺繁荣的景象，运输船舶大型化、运输航线远程化的趋势十分明显，2020年长江干线货物通过量达30.6亿吨，黄金水道的地位日益凸显。

长江干线航道建设直接关系到沿江乃至全流域经济社会的可持续发展，党和政府历来十分关心和重视。2011年1月，国务院印发了《关于加快长江等内河水运发展的意见》（国发〔2011〕2号），加快建设长江等内河国家高等级航道，已上升为国家战略。2013年，习近平总书记、李克强总理分别在长江调研考察中，就发挥长江航运作用，打造全流域黄金水道，加快沿江经济发展做出了重要指示。2014年9月国务院发布了《关于依托黄金水道推动长江经济带发展的指导意见》，要求加快推进长江干线航道系统治理，打造畅通、高效、平安、绿色的黄金水道。

长江上游的礁石碍航问题是长江黄金水道发展的卡口。因涪丰段位于三峡水库变动回水区，消落期随着坝前水位消落，江段在短期内由库区航道向天然航道转变，礁石区碍航水流条件引发船舶搁浅事故较为频繁，船舶航行和航道海事监管压力均较大。为此，长江航道局过去曾组织有关单位的专家与技术人员，多次进行现场踏勘与分析研究，揭示出丰都至涪陵江段需进行整治的峡谷与礁石碍航江段共7处。因此，水运“十三五”规划中将涪陵至丰都江段分为两段（观音滩至花滩水道、菜子梁至和尚滩水道）进行项目申报；后根据“十三五”规划中期调整方案，7个滩险的整治项目合并为“长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程”。整治内容为：建设I级航道48km，整治7处碍航礁石，改善通航流态，消除安全隐患，保障航道畅通。

长江重庆航运工程勘察设计院承担本工程的工可、设计和环境影响评价工作，因长江航道整治项目存在较大难度和生态环境性，重庆交通大学作为协作单位参与了本项目环境影响评价的论证工作。在“共抓大保护，不搞大开发”的

指导思想下，编制单位和协作单位按照《环境影响评价技术导则》和《内河航运建设项目环境影响评价规范》的要求，完成了环境影响报告书的编制工作。

1.2 项目建设的必要性

一、是深入贯彻落实国家发展战略，推动长江经济带建设的需要

长江“黄金水道”在我国实施西部开发、中部崛起和东部率先的区域发展战略中都发挥了重要作用。面对经济发展新常态，党和国家更加注重区域经济协调发展，大力实施长江经济带战略，同时认定打造长江黄金水道是建设长江经济带的战略基础，要求充分发挥黄金水道的独特作用和独特优势，为长江经济带发展提供支撑。推动长江经济带发展，有利于走出一条生态优先、绿色发展之路，让中华民族母亲河永葆生机活力，真正使黄金水道产生黄金效益；有利于挖掘中上游广阔腹地蕴含的巨大内需潜力，促进经济增长空间从沿海向沿江内陆拓展，形成上中下游优势互补、协作互动格局，缩小东中西部发展差距；有利于打破行政分割和市场壁垒，推动经济要素有序自由流动、资源高效配置、市场统一融合，促进区域经济协同发展；有利于优化沿江产业结构和城镇化布局，建设陆海双向对外开放新走廊，培育国际经济合作竞争新优势，促进经济提质增效升级，对于实现“两个一百年”奋斗目标和中华民族伟大复兴的中国梦，具有重大现实意义和深远历史意义。

长江上游涪陵至丰都江段位于三峡水库常年库区上段，是沟通长江上游和中下游的重要连接段，是重庆及西南地区通江达海的重要通道，具有承东启西区位优势，是丝绸之路经济带的重要战略支点、长江经济带的西部中心枢纽、海上丝绸之路的产业腹地。在贯彻落实“一带一路”战略和建设“长江经济带”中，具有十分重要的战略地位。

因此，清除工程江段内存在的碍航礁石，是深入贯彻落实国家发展战略，实现中央关于长江流域经济发展的战略目标的迫切需要。

二、是充分发挥三峡航运效益和重庆市长江上游航运中心建设的需求。

三峡工程蓄水以来，三峡库区的通航条件有了较大改善，货物运输持续增长，船舶标准化、大型化进程加快，船舶平均吨位不断提高，航运优势正逐步呈现。随着川江船舶大型化的推进和长江沿岸地区经济的蓬勃发展，加之船舶大型化发展的趋势，以及三峡枢纽水运新通道的建设，沿江各省市通过本江段运往下游的

货物将越来越多，对航运需求越来越大，水路运输依靠其大容量、运输成本低等独特优势，将成为今后交通运输的重要发展方向。而三峡库区江段航道的安全畅通，直接关系到沿江经济社会的发展。而航道条件的进一步改善，必将带来航运效益的进一步提高。

《长江上游航运中心建设以重庆为中心，枢纽型港口为节点，航运服务集聚区为支撑，依托长江黄金水道、高速公路和铁路网，构建沿江综合立体交通走廊，衔接贯通“一带一路”和长江经济带，把重庆建设成为辐射国内、联通国际的长江上游中心港口城市，形成以“一干两支”航道体系和“四枢纽九重点”港口集群为构架，现代化船队为载体，航运服务集聚区为支撑的航运体系，建成“服务+辐射”型长江上游航运中心。加快建设长江上游航运中心，构建以“一干两支四枢纽九重点”为骨架、以航运集聚区为支撑的内河航运体系等也是重庆市政府“十三五”规划提出的具体目标。

三峡水库 175m 蓄水后，常年回水区航道条件大幅改善，航运效益显著，但在常年回水区的上段涪陵至丰都江段，汛期仍然呈现出一定的天然河道特征，尤其是存在伸入江心的石梁、石盘等礁石江段水流条件较差，影响了船舶通航安全和通航效率，关系着长江上游航道中心建设以及重庆“十三五”规划实现的一个现实问题。

因此，对该江段内的碍航礁石进行清除，提高有效通航宽度，确保航道的安全畅通，是充分发挥三峡航运效益的需要，是上游沿江各省市区域经济快速发展以及重庆建成长江上游航运中心的迫切需求。

三、是改善航道通航条件，保障船舶通航及人民生命财产安全的需要。

虽然工程江段已于 2010 年开始实施了船舶定线制，但仍然在老虎滩等礁石滩段，受汛期流速大、流态乱、航行条件复杂等因素影响，汛期不能实施船舶定线制，并需采取临时交通管制措施。而且恰是在上述这些汛期未能实现定线制的滩段，由于存在通航水流条件较差、上下行航路交叉、汛期有效航宽大幅缩窄等情况，造成碍航礁石附近水域海损事故频发，已成为影响工程江段水上交通安全形势稳定的重要因素。

附表 1 统计了工程江段各礁石滩险水域蓄水以来部分海损事故。以老虎滩为例，近年来共发生事故 26 起，其原因主要为航道条件原因引起：老虎梁滩段碍航期年均 2 个半月左右，两岸礁石林立，汛期滑梁水、回流水、扫湾水等不良流

态发育，最汹流量下可通航水域宽度仅有 90m 左右，因有效通航水域狭窄，造成上、下行航路交织，导致碰撞和触礁事故频发。

随着三峡船舶大型化的发展趋势，5000T 级船舶在该江段的行驶安全威胁将进一步加剧。通过船舶仿真模拟，老虎梁航段航迹线极不稳定，最大漂角 13.5°，最大舵角 17°，且有横移超出航槽进入礁石区或卷入石梁后方回流区的情况。流量继续增加，横流有所减弱但仍然较大。

因此，尽快清除本江段内的碍航礁石，对于消除礁石水域汛期不良碍航流态，拓宽航道有效宽度，改善航道通航条件，保障船舶安全通航十分必要和紧迫的。

四、是降低汛期航道维护及通航监管的难度和工作强度，减少安全生产风险的需要。

海事及航道部门考虑到礁石滩段因礁石引起的汛期通航安全问题突出，近些年为了保证本江段航道畅通和船舶航行安全，采取了必要的监管及维护的手段加以避免和守护。海事部门在汛期（6 月 1 日至 9 月 10 日）设置了通航条件受限制的航段加强监管，这段时间这些航段船舶禁止会让；航道维护部门汛期在礁石水域设置了横流标、过河标等提示标志加强维护。

然而，礁石江段礁石淹没后，汛期 148m 水位以上流速极大，设置侧面标、横流标等均十分困难，因流速过大且水底平顺光滑，无法用锚石挂住浮标，无法正确的起到标示航道边线的作用；且汛期横流、泡漩强烈，流态十分紊乱，航标维护非常困难；陡涨水时维护船艇无法靠近，维护人员及船艇安全也得不到保障，同时陡涨水时航标极易发生钻套或流失，一旦航标失效，将给过往船舶带来严重的后果。每年汛期，在这些礁石滩段，航道维护部门及海事部门都要投入大量的人力物力财力进行维护和监管，工作强度大和维护频次高，且生产作业安全风险大。

综上所述：为了贯彻落实国家建设长江黄金水道和实施长江经济带的战略，建成生态环保、水脉畅通、功能完备的长江黄金水道，助推重庆长江上游航运中心建设，充分发挥三峡航运效益，畅通水道制约瓶颈，消除库区礁石水域的不良碍航流态，提高船舶通航安全性，降低航道维护及海事监管难度和工作强度，减少安全风险，保障人民生命及财产安全，开展长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程是十分必要和迫切的。

1.3 编制目的

长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程施工和营运期将对区域环境产生一定的影响，评价拟在对工程区域环境现状调查的基础上，通过工程分析，数值模拟等方法预测工程建设对环境的影响，提出防治污染和减缓影响的可行措施，为工程决策提供依据，指导工程环境保护设计和工程施工及营运期环境管理。

环境影响评价工作的具体目的如下：

- (1) 通过环境评价给工程设计和决策部门提供技术指导，在工程设计和决策中确保该项目在环境上合理并可持续发展；
- (2) 确保负面的环境影响在项目前期得以识别和评估，以便采取适当的措施来避免、缓解、减少或最大限度地降低负面的影响；
- (3) 对不可避免的或不能缓解的影响采取补偿措施；
- (4) 制定环境管理和监测计划，为施工和运营期的环境管理提供依据。

1.4 编制依据

1.4.1 国家有关环境保护政策法规

- (1) 《长江保护法》(2021.3)；
- (2) 《中华人民共和国环境保护法》(2015.1)；
- (3) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018.12)；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》(2018.1)；
- (5) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2016.1)；
- (6) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(2018.12)；
- (7) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020.4)；
- (8) 《中华人民共和国水法》(2016.7)；
- (9) 《中华人民共和国水土保持法》(2011.3)；
- (10) 《中华人民共和国野生动物保护法》(2018.10 修订)；
- (11) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》(2013.12)；
- (12) 《中华人民共和国野生植物保护条例》(2017.10)；
- (13) 《中华人民共和国渔业法》(2013.12)；
- (14) 《中华人民共和国河道管理条例》(2018.3 修订)；
- (15) 《中华人民共和国港口法》(2017.11)；
- (16) 《中华人民共和国防洪法》(2016.7)；

- (17) 中华人民共和国主席令第十七号《中华人民共和国航道法》（2016.7 修订）；
- (18) 《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院，2017.10）；
- (19) 国函〔2011〕167号《国务院关于全国重要江河湖泊水功能区划（2011-2030）批复》（2011.12）；
- (20) 国发〔2000〕38号文《国务院关于印发全国生态环境保护纲要的通知》（2000.11）；
- (21) 《中华人民共和国防治船舶污染内河水域环境管理规定》（2016.05）；
- (22) 中共中央、国务院中发〔2016〕14号《长江经济带发展规划纲要》（2016.5.30）；
- (23) 中办、国办印发《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》（2017.2.8）；
- (24) 国发〔2015〕17号《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》（2015.4）；
- (25) 国发〔2013〕37号《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》（2013.9）；
- (26) 国发〔2016〕31号《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》（2016.5）；
- (27) 国发〔2014〕39号《国务院关于依托黄金水道 推动长江经济带发展的指导意见》（2014.9.25）；
- (28) 《国家重点保护野生植物名录(第一批)》（1999.8）；
- (29) 《国家重点保护野生植物名录(第一批)修正案》（2001.8）；
- (30) 《国家重点保护野生动物名录》（2021.2）；
- (31) 国发〔2006〕第9号《中国水生生物资源养护行动纲要》（2006.2.24）；
- (32) 《中国濒危珍稀动物名录》（2010.10）；
- (33) 国家发展和改革委员会令第29号《产业结构调整指导目录(2019年本)》（2020.1.1施行）（2019.10）；
- (34) 《中华人民共和国内河交通安全管理条例》（2017.3）；
- (35) 环境保护部环发〔2012〕77号《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（2012.7）；
- (36) 环境保护部环发〔2012〕98号《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（2012.8）；

(37)国家环保总局环发〔2007〕130号《关于开展生态补偿试点工作的指导意见》(2007.8);

(38)《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021年版);

(39)环境保护部环发〔2013〕86号《关于进一步加强水生生物资源保护 严格环境影响评价管理的通知》(2013.8);

(40)环境保护部办公厅文件环办〔2013〕104号《关于切实加强环境影响评价监督管理工作的通知》(2013.11);

(41)环境保护部环办〔2013〕86号《关于当前环境信息公开重点工作安排的通知》(2013.9);

(42)生态环境部部令第4号《环境影响评价公众参与办法》(2019.1);

(43)发改环资〔2016〕370号《关于加强长江黄金水道环境污染防治治理的指导意见》(2016.2.23);

(44)交通运输部关于印发船舶与港口污染防治专项行动实施方案(2015-2020年)的通知(2015.8);

(45)环境保护部办公厅环办〔2013〕103号关于印发《建设项目环境影响评价政府信息公开指南(试行)》的通知(2013.11);

(46)环境保护部环发〔2010〕106号关于印发《中国生物多样性保护战略与行动计划》(2011-2030年)的通知(2010.9);

(47)农业部2011年第1号《水产种质资源保护区的管理暂行办法》(2011.1.5);

(48)农办渔〔2014〕55号《农业部办公厅关于进一步加强水生生物经济物种增殖放流苗种管理的通知》(2014.10.8);

(49)农渔发〔2016〕11号《农业部关于做好“十三五”水生生物增殖放流工作的指导意见》(2016.4.20);

(50)农业部农渔发〔2013〕6号《农业部关于进一步规范水生生物增殖放流活动的通知》(2013.2);

(51)农业部农渔发〔2017〕19号《农业部关于进一步规范水生生物增殖放流活动的通知》(2017.7.10);

(52)《农业部通告〔2019〕4号》《农业农村部关于长江流域重点水域禁捕范围和时间的通告》(2021.1.13)

1.4.2 地方有关环境保护政策法规

- (1) 《重庆市河道管理条例》（重庆市人大常委会公告（2015）第 22 号）；
- (2) 《重庆市环境保护条例》（2017.6 修订）
- (3) 《重庆市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》（渝府发〔2016〕6 号）；
- (4) 《重庆市环境空气质量功能区划分规定》（渝府发〔2016〕19 号）；
- (5) 《重庆市地表水环境功能类别调整方案》（渝府发〔2012〕4 号）；
- (6) 《重庆市人民政府办公厅关于印发主城区集中式饮用水水源保护区划定方案的通知》（渝办〔2011〕92）号、《重庆市人民政府办公厅关于调整万州区等 31 个区县（自治县）集中式饮用水水源保护区的通知》（渝府办〔2013〕40 号）、《关于调整万州区等 36 个区县（自治县）集中式饮用水水源保护区的通知》（渝府办〔2016〕19 号）、《关于印发万州区等 18 个区县（开发区）集中式饮用水水源地保护区划分及调整方案的通知》（渝府办〔2017〕21 号）和《关于印发万州区等区县（开发区）集中式饮用水水源地保护区划分及调整方案的通知》（渝环办〔2018〕7 号）；
- (7) 《重庆市城市区域环境噪声标准适用区域划分规定》（渝府发〔1998〕90 号）；《重庆市环境保护局关于印发城市区域环境噪声标准适用区域划分规定调整方案的通知》（渝环发〔2007〕39 号）；
- (8) 《重庆市人民政府关于发布重庆市生态保护红线的通知》（渝府发〔2018〕25 号）；
- (9) 《重庆市饮用水源污染防治办法》（渝府令第 159 号）；
- (10) 《重庆市人民政府关于加强集中式饮用水源保护工作的通知》（渝府发〔2012〕79 号）；
- (11) 《重庆市环境噪声污染防治办法》，（重庆市人民政府令第 270 号）；
- (12) 《重庆市生态功能区划（修编）》（渝府〔2008〕133 号）；
- (13) 《重庆市生态建设和环境保护“十三五”规划》（渝府发〔2016〕34 号）；
- (14) 《重庆市人民政府关于公布重庆市重点保护水生野生动物名录的通知》（渝府发〔1999〕65 号）；
- (15) 《重庆市“十三五”综合交通规划》（渝府〔2017〕64 号）；
- (16) 《重庆市长江三峡水库库区及流域水污染防治条例》（重庆市人民代表大会常务委员会公告〔2011〕26 号）。

1.4.3 技术规范文件

- (1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016);
- (2)《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018);
- (3)《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018);
- (4)《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016);
- (5)《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2009);
- (6)《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ 964-2018);
- (7)《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2011);
- (8)《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018);
- (9)《内河航运建设项目环境影响评价规范》(JTJ 227-2001);
- (10)《航道整治工程技术规范》(JTJ 312-2003);
- (11)《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007);
- (12)《饮用水水源保护区划分技术规范》(HJ 338-2018);
- (13)《船舶溢油应急能力评估导则》(JT/T 877-2013);
- (14)《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017)。

1.4.4 评价工作依据

- (1)中共中央、国务院中发〔2016〕14号《长江经济带发展规划纲要》(2016.5);
- (2)国务院国发〔2011〕2号《国务院关于加快长江等内河水运发展的意见》(2011.1);
- (3)国发〔2014〕39号《关于依托黄金水道推动长江经济带发展的指导意见》(2014.9);
- (4)交规划发〔2016〕93号《交通运输部关于印发水运“十三五”发展规划的通知》(2016.5);
- (5)长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程环境影响评价工作委托书(附件1);
- (6)环境保护部环审〔2017〕27号《关于长江干线“十三五”航道治理建设规划环境影响报告书的审查意见》(附件2);
- (7)《农业农村部长江流域渔政监督管理办公室长渔函字〔2021〕25号《关于<长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程对长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区影响专题评价报告>的审查意见》(附件3);

(8) 重庆市生态环境局《关于回复长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程涉及重庆市大渡水厂饮用水源保护区有关意见的函》(附件4)。

1.4.5 工程技术资料及专题报告

(1) 《长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程可行性研究报告》(长江重庆航运工程勘察设计院, 2021.3);

(2) 《长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程防洪评价报告》(长江重庆航运工程勘察设计院, 2021.3);

(3) 《长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程数学模型试验研究报告》(重庆交通大学, 2021.3);

(4) 《重庆港总体规划(修编)环境影响报告书》(中交第二航务工程勘察设计院有限公司, 2021.3);

(5) 《长江干线“十三五”航道治理建设规划环境影响报告书》(中交第二航务工程勘察设计院有限公司, 2017.01);

(6) 《长江上游涪陵至丰都江段鱼类产卵场调查和涪陵至丰都江段航道整治工程的影响专题评价报告》(重庆交通大学, 2020.12);

(7) 《长江上游涪陵至丰都江段水生生态现状和涪陵至丰都江段航道整治工程的影响专题评价报告》(重庆交通大学, 2020.12);

(8) 《长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程对长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区影响专题评价报告》(重庆交通大学, 2021.1)。

(9) 《长江上游涪陵至丰都江段航运经济评价报告》(重庆交通大学, 2020.12);

(10) 《长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程冲击波对鱼类的影响研究报告》(重庆交通大学, 2021.3);

(11) 《长江上游环保清礁装备研发与示范项目结题报告》(重庆交通大学, 2020.12);

1.4.6 工程相关规划文件

(1) 《全国重要江河湖泊水功能区划(2011年~2030年)》(水利部, 2011.12);

(2) 《长江流域综合规划》(长江水利委员会, 2012.6);

(3) 《长江干线“十三五”航道治理建设规划》(长江航道局, 2015.11);

(4) 《重庆港总体规划(修编)》(重庆市交通规划勘察设计院, 2021.3)。

1.5 评价等级与评价范围

1.5.1 评价等级

根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)、《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)、《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)、《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2009)、《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2011)、《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ 964-2018)、《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)和《内河航运建设项目环境影响评价规范》(JTJ 227-2001),结合工程特征及所在地的环境特征,确定本项目环境影响评价等级。

表 1.5-1 评价等级划分

环境要素	工作等级	评价等级划分依据
水环境	二级	依据 HJ 2.3-2018 和 JTJ 227-2001: 本工程为航道工程项目,属于水文要素影响型项目;工程扰动水底面积 $0.2\text{km}^2 < 0.3\text{km}^2 < 1.5\text{km}^2$; 本项目涉及饮用水源二级保护区;评价等级确定为二级。
生态环境	二级	依据 HJ 19-2011 和 JTJ 227-2001: 工程占用水域面积 $0.3\text{km}^2 < 2\text{km}^2$; 工程江段长度 $18\text{km} < 50\text{km}$; 工程江段可能是中华鲟、长江鲟等重要水生生物的洄游通道,属于重要生态敏感区;评价等级确定为二级。
环境空气	三级	依据 HJ 2.2-2018: 营运期航道本身不排放任何污染物,间接影响为船舶废气,主要污染物为 SO_2 、 NO_x 等,属无组织排放且发生量很小, $P_i < 1\%$, 评价等级确定为三级。
声环境	三级	依据 HJ 2.4-2009: 航道整治礁石区域临近航道边界,声功能区为 GB3096-2008 的 4a 类区;环境保护目标处的噪声等效 A 声级增高量在 3dB(A) 以内,受噪声影响人口变化不大;项目不涉及特殊声环境保护目标;评价等级确定为三级。
环境风险	二级	依据 HJ 169-2018: 本工程地表水环境敏感程度为环境高度敏感区(E1),施工船舶燃油舱柴油量小于临界量(2500 t),危险物质数量与临界量比值(Q) < 1,环境风险潜势为 I 级,评价等级为简要分析。根据航道整治工程船舶溢油环境风险特点,且部分工程位于饮用水源二级保护区内,船舶溢油环境风险评价等级按二级进行。
地下水环境	/	依据 HJ610-2016: 本工程属航道工程项目,为IV类项目,可不开展地下水环境影响评价工作。
土壤环境	/	依据 HJ 964-2018: 本工程属航道工程项目,为IV类项目,可不开展土壤环境影响评价工作。

1.5.2 评价范围

根据各环境要素环境影响评价技术导则中评价范围的划分原则和工程实际

情况，确定本项目各环境要素评价范围如下：

(1) 水环境：水环境评价范围为工程整治江段从涪陵和尚滩到老虎滩共 18 km 水域范围。

(2) 生态影响：水域生态评价范围同水环境影响评价范围；陆域生态评价范围为 18km 工程江段 175 水位线外 200m 范围。

(3) 声环境：18km 工程江段 175 水位线外 500m 范围。

(4) 环境空气：不设置环境空气评价范围。

(5) 环境风险：18km 工程江段的长江水域。

1.6 评价标准

根据重庆市环境功能区划，本工程环境影响评价标准执行如下：

1.6.1 水环境

本工程涉及重庆市涪陵区长江段，根据《重庆市人民政府批转重庆市地表水环境功能类别调整方案的通知》（渝府发〔2012〕4 号）的要求规定，河凤滩-三堆子江段属饮用水源和工业用水区，水域适用功能为Ⅲ类；三堆子-湛普江段属饮用水源和渔业用水区，水域适用功能为Ⅱ类。各江段水域功能及功能类别见表 1.6.1-1，有关标准值见表 1.6.1-2。

表 1.6.1-1 长江干流重庆段水环境功能类别调整结果

编号	区县名称	水域范围	水域适用功能	适用功能类别	工点（滩险）
1	涪陵区	河凤滩—三堆子	饮用水源工业用水	Ⅲ	和尚滩、大梁、大渡口、老虎梁
2	涪陵区-丰都县	三堆子—湛普	饮用水源渔业用水	Ⅱ	老虎梁
3	丰都县	湛普—镇江	饮用水源工业用水	Ⅲ	/

表 1.6.1-2 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 单位: mg/L

序号	项目	Ⅱ 类	Ⅲ 类
1	pH 值（无量纲）	6~9	
2	DO _≥	6	5
3	高锰酸盐指数 _≤	4	6
4	COD _≤	15	20
5	石油类 _≤	0.05	0.05
6	BOD ₅ _≤	3	4
7	氨氮 _≤	0.5	1.0

8	总磷	0.1	0.2
---	----	-----	-----

工程江段建设期产生的废水禁止排入长江，船舶污染物排放执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）中相关标准(部分指标见表 1.6.1-3)。

表 1.6.1-3 《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018) 单位: mg/L

序号	污染物	标准值
1	船舶含油污水	内河，2021年1月1日之前建造的船舶，执行石油类最高容许浓度 ≤ 15 mg/L 或收集并排入接收设施； 2021年1月1日及以后建造的船舶，收集并排入接收设施。
2	船舶生活污水	内河，利用船载收集装置收集，排入接收设施。 或利用船载生活污水处理装置处理，达到如下标准排放： 1)2012年1月1日以前安装（含更换）生活污水处理装置的船舶，执行 BOD ₅ 最高容许浓度 ≤ 50 mg/L； 2) 2012年1月1日及以后安装（含更换）生活污水处理装置的船舶，执行 BOD ₅ 最高容许浓度 ≤ 25 mg/L、COD _{Cr} 最高容许浓度 ≤ 125 mg/L。

1.6.2 声环境

(1) 长江江段航道两侧 35 米范围内声环境影响评价执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)4a 类标准，其余区域执行 2 类标准（见表 1.6.2-1）。

(2) 施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)标准（见表 1.6.2-2）。

表 1.6.2-1 《声环境质量标准》(GB3096-2008) 单位: dB(A)

声环境功能区类别	环境噪声限值	
	昼间	夜间
2 类	60	50
4a 类	70	55

表 1.6.2-2 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 单位: dB(A)

昼间	夜间
70	55

1.6.3 环境空气

(1) 根据重庆市人民政府渝府发〔2016〕19 号《重庆市人民政府关于印发重庆市环境空气质量功能区划分规定的通知》的相关规定，项目所在地环境空气

功能区划为二类区，环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准（部分指标见表 1.6.3-1）。

（2）大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中二级标准和无组织排放监控浓度限值（部分指标见表 1.6.3-2）。

表 1.6.3-1 《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 单位: mg/m^3

序号	污染物名称	平均时间	二级标准浓度限值
1	TSP	24 小时平均	0.30
2	PM ₁₀	24 小时平均	0.15
3	PM _{2.5}	24 小时平均	0.75
4	SO ₂	1 小时平均	0.50
		24 小时平均	0.15
5	NO ₂	1 小时平均	0.20
		24 小时平均	0.08
6	CO	1 小时平均	10
		24 小时平均	4
7	O ₃	日最大 8 小时平均	0.20
		1 小时平均	0.16

表 1.6.3-2 《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 单位: mg/m^3

污染物	无组织排放监控浓度限值点(mg/m^3)	
	监控点	浓度(mg/m^3)
颗粒物	周界外浓度最高点	1.0
二氧化硫		0.40
氮氧化物		0.12

1.6.4 航道底泥

航道底泥现状评价参照执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地标准（部分指标见表 1.6.4-1）。

表 1.6.4-1 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》 单位: mg/kg

序号	污染物名称	第二类用地标准	
		筛选值	管控值
1	As	60	140
2	Cd	65	172
3	Cr（六价）	5.7	78
4	Cu	18000	36000
5	Pb	800	2500

6	Hg	38	82
7	Ni	900	2000

1.7 环境保护目标

1.7.1 生态保护红线

《重庆市人民政府关于发布重庆市生态保护红线的通知》已于 2018 年 7 月 2 日发布（渝府发〔2018〕25 号），经核查，**整治工点均不在生态保护红线内。**

1.7.2 水环境保护目标

主要是长江干流沿线工程附近的饮用水源地及集中式饮用水源取水口、鱼类“三场”、长江鲟等珍稀保护野生动物洄游通道及长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区等。

（1）饮用水取水口及水源保护地

根据渝府发〔2002〕83 号重庆市饮用水源保护区划分规定、渝府发〔2012〕4 号《重庆市人民政府批转重庆市地表水环境功能类别调整方案的通知》、渝府办〔2013〕40 号《重庆市人民政府办公厅关于调整万州区等 31 个区县（自治县）集中式饮用水源保护区的通知》、渝府办〔2016〕19 号《关于调整万州区等 36 个区县（自治县）集中式饮用水水源保护区的通知》、渝府办〔2017〕21 号《关于印发万州区等 18 个区县（开发区）集中式饮用水水源地保护区划分及调整方案的通知》和渝环办〔2018〕7 号《关于印发万州区等区县（开发区）集中式饮用水水源地保护区划分及调整方案的通知》，工程评价范围内长江两岸共分布 1 个生活饮用水取水口、1 个企业用水源取水口以及 1 个饮用水源保护区，列为本项目水环境保护目标。

整治江段内饮用水源与拟建工程的位置关系见表 1.7.2-1，取水口分布情况及其与拟建工程相对关系见表 1.7.2-2 及图 1.7.2-1。

表 1.7.2-1 工程江段饮用水源保护区分布及其与工程的位置关系

区县名称	序号	水厂名称	年份	水源所在水道	保护区范围划分				饮用水源保护区内工程布置情况
					一级保护区		二级保护区		
					水域范围	陆域范围	水域范围	陆域范围	
涪	1	大渡水	2016	江	上游	河岸取	上游	河岸取	大梁滩段清礁区位于饮

陵 区	厂取水 口 (1000 吨/日)		北 街 道	1000 米, 下游 100 米, 蓄水 位以中 泓线为 界的同 侧水域	水口侧 纵深 50 米的陆 域, 陆域 沿岸长 度与一 级保护 区水域 长度相 同	1000 至 3000 米, 下游 100 至 300 米 以中泓 线为界 的同侧 水域	水口侧 纵深 200 米的陆 域, 陆域 沿岸长 度与二 级保护 区水域 长度相 同	用水源二级 保护区内, 位 于一级水源 保护区上边 界上游 1400m。 大渡口滩段 清礁区位于 饮用水源二 级保护区内, 位于一级水 源保护区下 边界下游 100m。
--------	---------------------------	--	-------------	--	--	---	---	---

1.7.2-2 工程江段生活饮用取水口分布及其与工程的位置关系

序号	名称	航道整治工程 位置关系	取水口基本情况	照片
1	大岩口取水口	菜籽梁水道, 大梁滩段清礁 工程下游 1800m, 大渡口滩段清 礁工程上游 800m	长江北岸, 趸船取水, 取水量 1500t/d, 供应涪陵榨菜集团生活生产用水。	
2	大渡水厂取水口	菜籽梁水道, 大梁滩段清礁 工程下游 2400m, 大渡口滩段清 礁工程上游 200m	长江北岸, 趸船取水, 取水量 1000t/d, 供应大渡、二渡村等居民生活用水。	

(2) 鱼类“三场”、长江鲟等珍稀保护鱼类洄游通道及长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区

工程江段全部位于长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区, 详见 1.7.3 节。

1.7.3 生态保护目标

工程生态保护目标主要包括长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区、鱼类“三场”及洄游通道, 以及国家重点保护野生动物等。

(1) 长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区

工程涉长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区试验区 18km，如图 1.7.3-1。但清礁区域占用保护区的范围极小，不改变河道水文条件及河床底质。

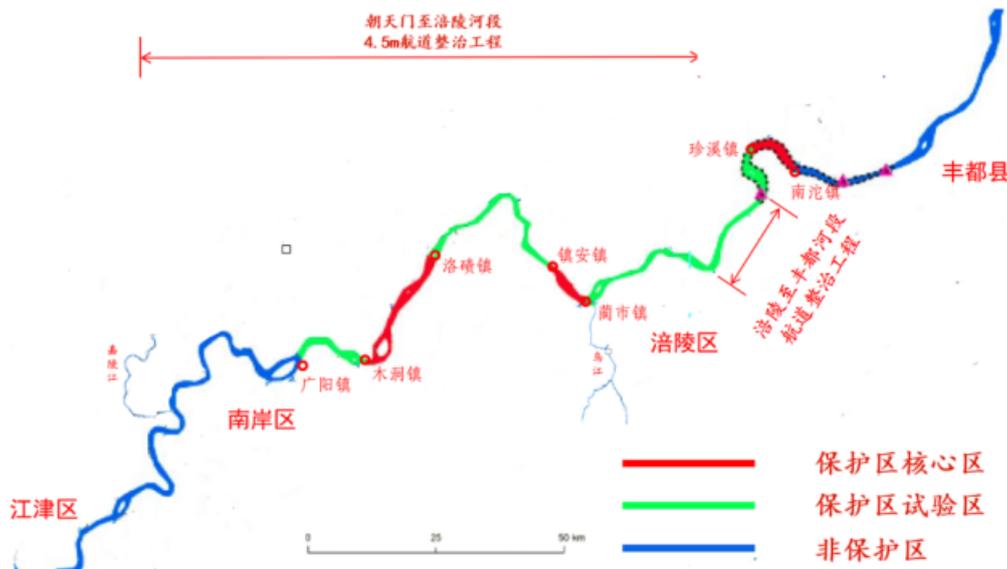


图 1.7.3-1 工程与保护区关系图

(2) 鱼类“三场”及洄游通道

产卵场：三峡水库形成后，评价江段的“四大家鱼产卵场”上移至三峡库尾以上江段，主要分布在江津、弥陀、朱沱、合江等水域。但监测得评价江段的花滩（老虎滩对岸）仍有一定的产卵量，有典型的产漂流性卵鱼类有四大家鱼、犁头鳅、铜鱼、长蛇鮈、吻鮈等鱼类。

工程江段为峡谷急流江段，理论上不适宜于粘（石）性卵鱼类产卵。结合文献记载和实际调查，工程江段下游珍溪浩和平缓坝为主要的等粘流性卵产卵场，典型鱼类为：鮠、鲤、鲫、鲇等粘（草）性卵鱼类，岩原鲤、中华倒刺鲃、厚颌鲂等粘（石）性卵鱼类。

索饵场：工程江段的索饵场为礁石后方深沱水域，如韩家沱等。水域流速变缓，悬浮有机质沉降，饵料资源丰富，是鱼类重要的育幼场和索饵场。

越冬场：三峡水库蓄水后，工程江段冬季保持高水位运行。实际监测得鱼类越冬场位置即为礁石后方深沱水域。

洄游通道：工程江段连接三峡水库和长江上游江段，是鱼类洄游通道。文献记录，工程江段涉及至少 35 种鱼类的洄游通道，如长江鲟、四大家鱼、铜鱼、鳊等。

(3) 国家重点保护野生动物

根据国家重点保护野生动物名录(2021版),工程江段分布有长江鲟国家I级保护野生动物,胭脂鱼、岩原鲤、长薄鳅、圆口铜鱼、长鳍吻鮡等13种国家II级保护野生动物;分布有长薄鳅、岩原鲤等12种重庆市重点保护鱼类;保护长江鲟等长江珍稀水生动物及其生境。

1.7.4 环境空气、声环境保护目标

评价范围内位于长江峡谷江段,两岸人烟稀少(如图1.7.4-1),但工程江段长江两岸居民和尚滩居民点、黄桷村、永柱社区、韩家村、二渡村、大渡村、新房子、八卦村等,列为本项目环境保护目标,其位置关系如图1.7.4-2,统计如表1.7.4-1。



图 1.7.4-1 工程滩险江段的外环境状况

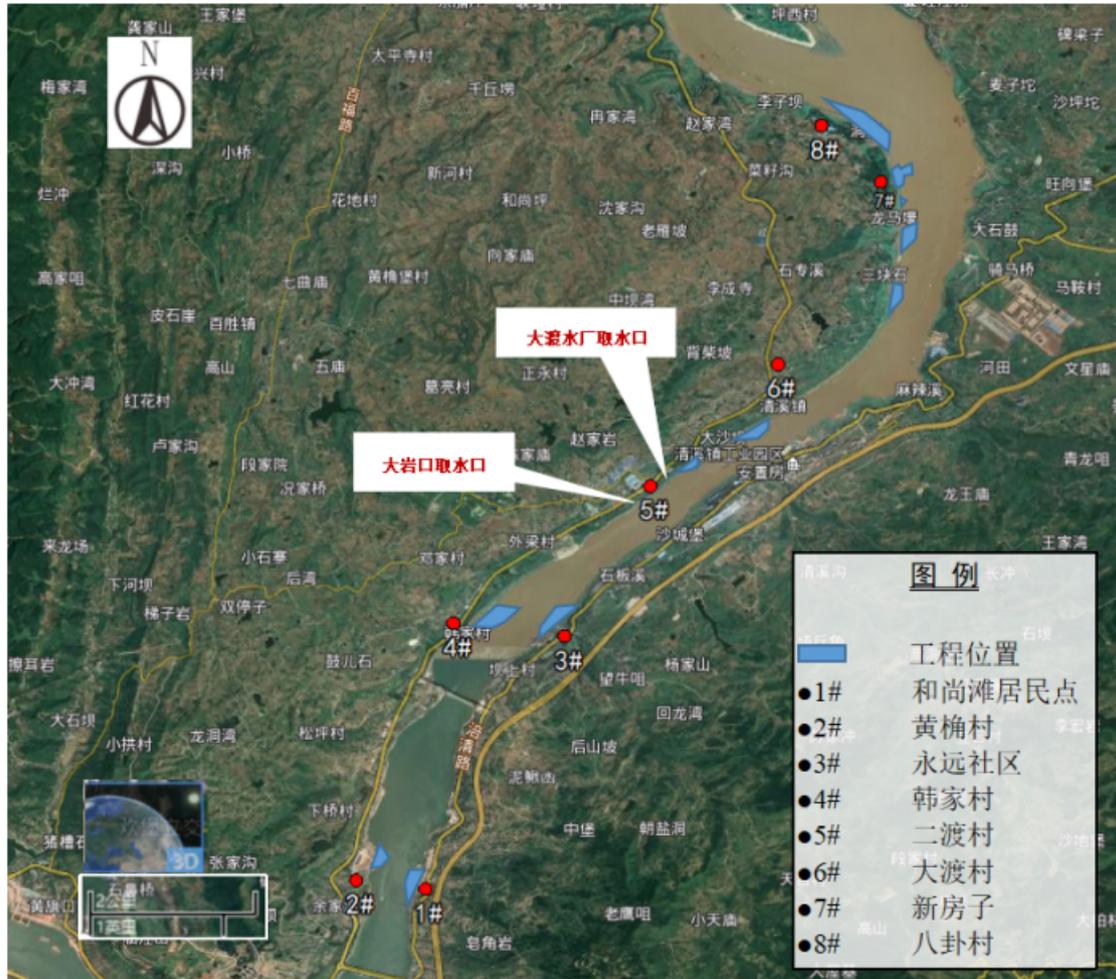


图 1.7.4-2 环境空气、声环境保护目标分布

表 1.7.4-1 环境空气、声环境保护目标基本情况

编号	名称	敏感点及规模	方位	与施工区最近距离 m
1	和尚滩居民点	散居农村居民 (约 60 人)	E	200
2	黄桷村	沿线农村居民 (约 230 人)	E	310
3	永柱社区	散居农村居民 (约 170 人)	W	370
4	韩家村	安置房居民区 (约 250 人)	W	300
5	二渡村	农村居住区 (约 260 人)	W	150
6	大渡村	沿线散居居民 (约 270 人)	W	210
7	新房子	散居农村居民 (约 30 人)	W	300
8	八卦村	散居农村居民 (约 40 人)	W	340

1.8 评价重点与评价方法

1.8.1 评价重点

本项目评价重点为水文情势变化、水环境影响评价、生态环境及采取的污染

防治措施。

(1) 水环境重点评价工程建设后对本江段水文情势变化及取水口取水功能影响,施工期对水环境特别是沿线生活用水取水口的影响及防治和减缓影响的措施。

(2) 生态环境重点论述航道整治工程对水生生态及鱼类资源影响及采取减缓影响的措施。

1.8.2 评价方法

采用模式计算、类比法和调研分析等方法进行评价。水环境、环境空气、环境噪声采用标准指数法、单因子评价法进行现状评价;生态现状采用生物多样性指数、生态机理等进行评价;环境风险采用类比调查分析方法,事故泄漏源强采用类比估算;水动力计算、环境风险影响预测采用数学模型模拟计算预测法。

1.9 评价时段与评价技术路线

1.9.1 评价时段

本项目的环评评价时段为施工期和营运期。

1.9.2 评价技术路线

本项目评价技术路线见图 1.9-1。

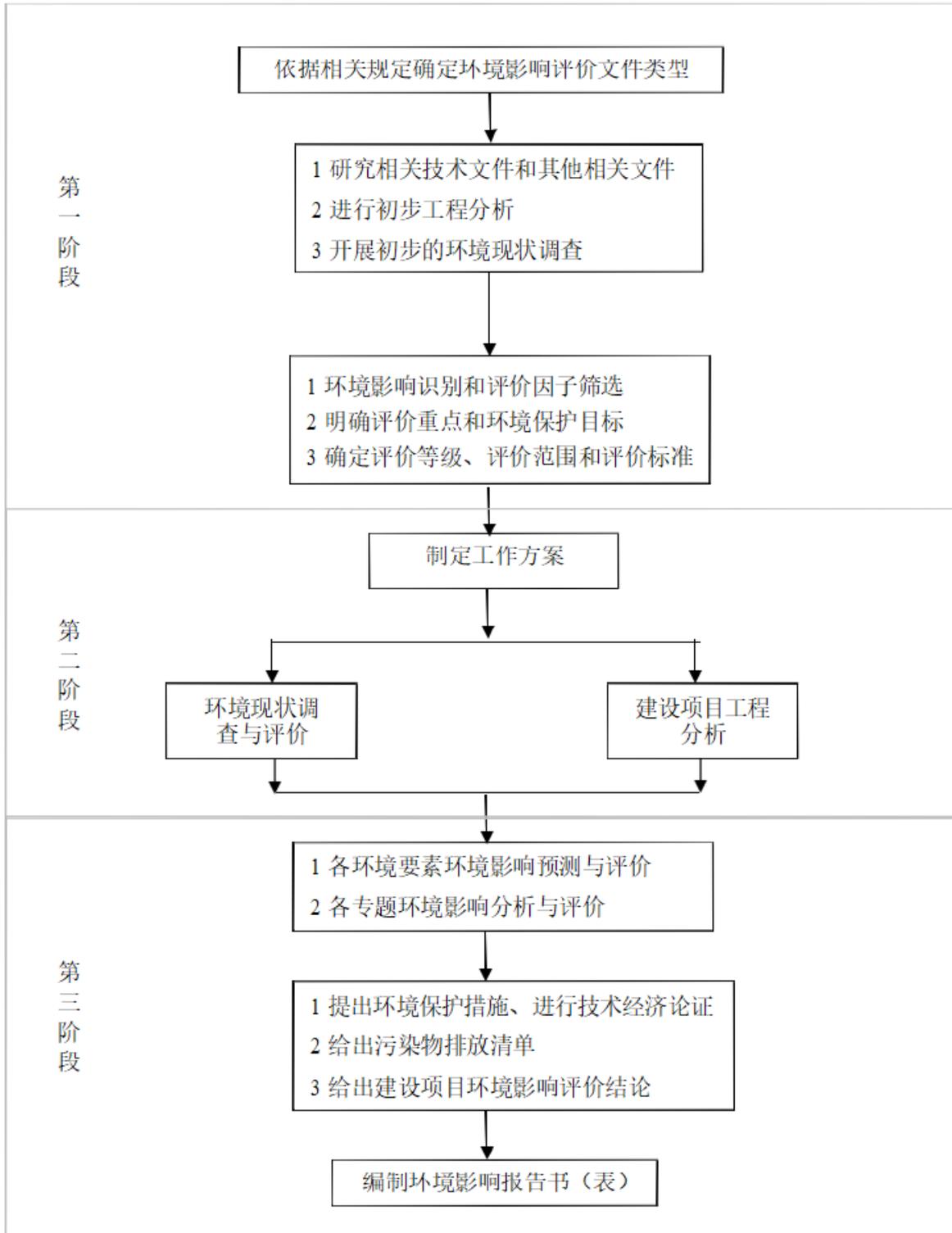


图 1.9.1 评价技术路线图

2.0 工程概况与工程分析

2.1 地理位置

涪陵至丰都江段位于川江中段，长江上游航道里程 536km~488km，全长 48km。其中工程江段起于重庆市区涪陵区和尚滩，下止于老虎滩，全长约 18.0km。工程江段两岸全部隶属于重庆市涪陵区。

工程位置见图 2.1-1。



图 2.1-1 涪丰江段位置图

2.2 航道历史、现状及规划

2.2.1 航道历史整治情况

涪陵至丰都江段，历史上进行过三峡工程施工期河道整治工程，即后来简称的“7250”工程。该工程主要是为了解决三峡工程施工期变动回水区航道因水沙条件的改变出现淤浅、不良流态、流速和比降增加而导致碍航的问题，中国长江三峡工程开发总公司于1996年~2003年间投资7250万元对变动回水区的丰都蚕背梁至上洛碛全长120km范围内的滩险进行整治，主要包括蚕背梁、观音滩、灶门子、土脑子、花滩、和尚滩、青岩子、马风堆、上洛碛等9处（图2.2.1-1）滩险。该工程中除土脑子滩在139-135m蓄水期采用分年维护疏浚措施外，其余8处滩险的整治在1996年10月开工，2001年12月完成，取得了良好的整治效果，并在2003年通过了竣工验收。

“7250”工程建设标准：蚕背梁、灶门子、花滩、青岩子、马风堆、上洛碛等6处滩险是针对135m或156m蓄水期碍航而整治的，航道尺度为：2.9m×60m×750m；观音滩、和尚滩是针对175m蓄水期急流滩碍航而整治。

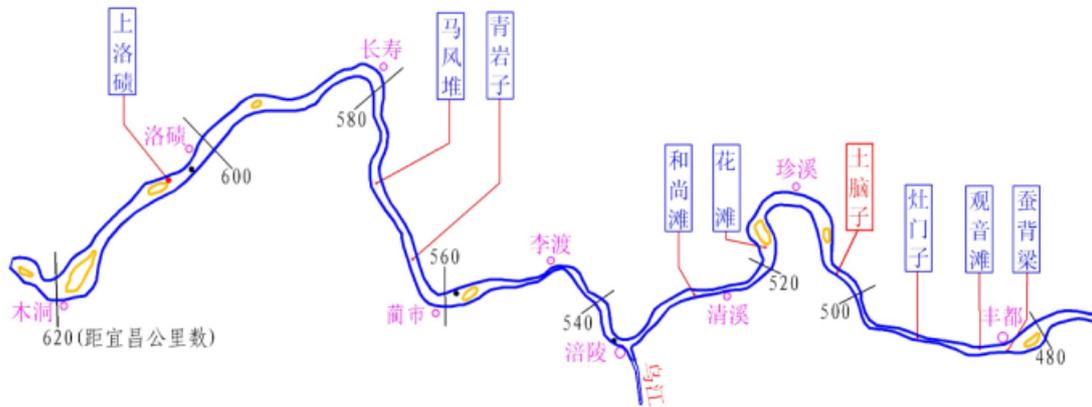


图 2.2.2-1 三峡工程施工期变动回水区航道整治滩险位置分布图

表 2.2.2-1 三峡工程施工期变动回水区航道整治滩险概况表

工程名称	序号	滩名	里程 (km)	类型	整治方案	治理效果
“7250”工程 (9处)	1	蚕背梁	484.5	滑梁险滩	炸低炸宽瓦子浩	消除滑梁水
	2	观音滩	488.5	洪水急滩	清除观音滩、朱家嘴及红岩头等两岸突嘴	流速减缓
	3	灶门子	494.8	滑梁险滩	清除灶门子石梁	拓宽有效航槽
	4	土脑子	507.0	淤沙浅滩	疏浚主航槽	保持航道畅通
	5	花滩	519.0	滑梁险滩	切除左岸老虎滩、鸡飞梁、横板梁、牛脑壳、纤台角及白浅等6处突嘴	消除滑梁水
	6	和尚滩	532.8	洪水急滩	清除和尚石和郭家嘴石梁	流速减缓
	7	青岩子	565.0	淤沙浅滩	清除腰卡子突嘴；筑1座丁顺坝	维持右槽通航
	8	马风堆	572.6	滑梁险滩	清除马风堆石梁	拓宽有效航槽
	9	上洛碛	605.5	淤沙浅滩	疏浚，筑4座坝	消除弯窄浅

“7250”工程中的花滩和尚滩2处滩险位于本工程江段内，均属于清礁工程，目前其历史使命已经完成。

2.2.2 航道现状

长江干线涪陵至丰都江段从下至上依次划分为观音滩、半边峡等 7 个水道（见表 2.2.2-1）。三峡水库 175m 蓄水和 7250 工程实施以后，该江段航道条件得到较大改善。现航道技术等级为 I 级，航道最小维护尺度为 4.5m×150m×1000m（航深×航宽×弯曲半径），航道维护类别为一类航道维护，航标配布为一类航标配布。船舶航行自 2019 年 7 月 1 日起实施修改后的三峡库区船舶定线制（《长江三峡库区船舶定线制规定》（交通运输部交海发〔2019〕40 号））。即定线制水域的船舶，“遵循各自靠右航行、减少航路交叉及过错责任的原则”。

表 2.2.2-1 涪陵至丰都江段水道划分明细表

序号	水道名称	起止里程及地(标)名 (公里)	距离 (公里)
1	观音滩	鹭鸶背 488.0~滩脑 495.0	7
2	半边峡	滩脑 495.0~南沱镇 504.0	9
3	丝瓜碛	南沱镇 504.0~丝瓜石 512.0	8
4	平绥坝	丝瓜石 512.0~八卦嘴 518.0	6
5	花滩	八卦嘴 518.0~大驼铺 522.0	4
6	菜籽梁	大驼铺 522.0~凌云桥 532.0	10
7	和尚滩	凌云桥 532.0~坳马石 536.0	4

但由于该江段处于变动回水区，在消落期存在礁石碍航现象。主要表现为：礁石滩段的存在，汛期水流急、流态坏，极大的影响了船舶通航安全，特别是陡涨水期间，横流、泡、漩及回流等不良流态更甚。在这些礁石江段，某些时段船舶无法遵循各自靠右航行的定线制规定。上水的船舶为了避开横流和流态紊乱区域，船舶驾驶操作不当，极易发生海损事故。

对涪陵至丰都江段各滩险碍航特性见下表 2.2.2-2。具体见 2.4.4 节整治方案的针对性分析。

表 2.2.2-2 涪陵至丰都江段航道整治工程滩险碍航特性表

礁石滩段名称	航道里程 (km)	礁石所处位置流态特性
佛面滩	488.0	佛面滩石盘突伸于江中引起碍航。汛期佛面滩石盘前沿水流急、横流大；汛期佛面滩后方回流面积大，泡、漩水强烈，流态十分紊乱。

头外梁	496.2~495.6	汛期低水位时，头外梁、子尾梁、二外梁等礁石伸入河心，束窄了航道；汛期涨水时，扫弯水强烈，船舶极易被推压至石梁上发生划舱事故，且航标设置、维护困难。
老虎梁	522~518.5	滩段长约 3km，上段微弯，下段弯曲，下游接平绥坝分汊河型，主流及船舶走左汊。上段左岸老虎梁、鸡飞梁、牛脑壳石梁伸入江中，下段弯曲左岸白浅石盘与右岸花滩石梁对峙。汛期滑梁水强大，泡、漩重生，上、下行船舶通航安全均受到影响，航标维护困难，老虎梁、鸡飞梁、花滩等地海损事故多发。位于通航条件受限制航段，多处航路交叉。
大渡口	526.0~524.5	礁石束窄航道，汛期有效航宽由非汛期 400m 束窄到 180m。流态紊乱，平均流速 4m/s，最大流速 6m/s，海事多发地段。汛期不能设置航标，上行需绕大渡口石梁过河至达牛皮上行。为通航条件受限制航段。
大梁	528.0~529.0	滩段内左岸一名为大梁的石梁斜向下伸入江中，长约 250m，石梁航槽一侧头部较高，顶部高程 157.7m，礁石后方与左岸之间高程较低，低水期为一内浩，在水位 147m 时礁石根部开始过流。大梁尾与南岸潜卧江中的斑鸠滩岩盘对峙，束窄航道，消落低水位期满足维护水深的水域宽度缩窄至 200m 左右。
菜籽梁	531.0	滩险江段左岸一侧有菜籽梁斜深入江中，由于菜籽梁深入河心较开，对主流的阻挑作用明显，过流面积与上下游正常江段相比束窄明显，加之右岸又有门门子礁石与之斜向对峙，致使航道被束窄，水流流急。汛期水流没过菜籽梁石梁顶部时，主流之上而下形成滑梁水，同时，受菜籽梁挑流影响，此处横流也较大，流态较差。
和尚滩	532.5~533.0	位于顺直江段，突入江心 200 余米，汛期流急、流态乱，影响上行船舶通航安全，航标维护困难，海损事故多发。为通航条件受限制航段，上行船需提前过河。

综上所述：涪陵至丰都江段现航道技术等级能满足I级需要，航道最小维护尺度能满足 4.5m×150m×1000m 标准；但由于消落期和汛期的礁石碍航现象，一方面礁石束窄航道，引起高流速；另一方面，礁石后的流态十分紊乱，引发大型漩涡侵占航槽，缩窄实际有效航宽。礁石碍航江段航标维护困难，海损事故多发。

2.2.3 航道治理建设规划

工程江段的航道发展规划依据为“长江干线“十三五”航道治理建设规划”。规划基础年为 2014 年，规划水平年为 2020 年。

针对涪陵至宜昌段的规划内容：航道水深维持 4.5 米，进一步改善三峡库区和三峡至葛洲坝两坝间航道条件，实现通航由 2000~3000 吨级驳船组成的 6000~1 万吨级船队。

针对“长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程”项目的规划内容：按照现行航道维护尺度 4.5m×150m×1000m 的要求及船舶定线制安全航行的需要，清除涪陵至丰都江段内的佛面滩、头外梁、老虎梁、大渡口、大梁、菜籽梁和尚滩滩段

部分碍航礁石，消除礁石附近水域的不良流态，增加有效航宽，减少航路交叉，保障船舶通航安全以及人民生命财产安全。

2.3 航运现状及发展预测

以下结论引用于根据《长江涪陵至丰都航道整治工程经济效益分析报告》：

2.3.1 航运量

2012年重庆市水运量1.2亿吨，2015年1.6亿吨，至2019年1.95亿吨。随着国家“一带一路”战略和长江经济带建设加快推进，以及国家“十三五”规划全面实施，加上云南、四川航道整治速度加快，将吸引越来越多的四川、云南、贵州、陕西等周边货物到重庆中转，重庆作为长江上游航运中心的辐射能力将进一步凸显。

综合长江流域产业、综合交通发展趋势，预测2025年、2030年、2035年和2040年长江上游涪陵至丰都江段水运总量分别为2.25亿吨、2.30亿吨、2.78亿吨和3.05亿吨。

2.3.2 代表船型

上游各省市船舶总量趋势在减少，船舶载重吨总量在增加。2017年长江上游船舶数量为10967艘，同比减少8.3%，2017年长江上游船舶载重吨为831.6万吨，同比增加7.1%。

船舶大型化发展较快，大型船舶所占比例显著提高。从主流船型来看，干散货船以5000吨级为主，集装箱船以330标箱为主，油船、危化品船以2500-3500吨级为主。通过三峡船闸船舶吨级结构中，3000-5000吨级船舶占比例由2005年的2.9%增加到2018年的27.4%，5000吨级以上船舶所占比例由2005年的0%增加到2018年的42.3%。

现阶段三峡库区通航船舶主要以单船为主，3000-5000吨级船舶为目前及今后一段时期内的主力船型，工程江段通航代表船型见下表2.3.2-2。

表 2.3.2-2 工程江段通航代表船型构成表

序号	代表船型	船舶（队）尺度（长×宽×吃水，m）
1	5000t 干散货船	105×16.3×4.1
2	300TEU 集装箱船	110×16.3×4.0
3	滚装货船（600车位）	110×17.2×2.6
4	4×3000t 船队	223×32.4×3.5

2.4 工程建设方案

2.4.1 工程建设目标

按4.5m×150m×1000m航道尺度要求，消除礁石附近水域的不良流态，增加有效航宽，消除航路交叉，取消通航限制航段，使得全江段均能实现“各自靠右，分边航行”的定线制规定，确保航路清晰明了，船舶会船时安全平稳，降低库区船舶碰撞事故的发生机率。

2.4.2 工程建设标准

- 一、航道等级：I级
- 二、航道尺度：4.5m×150m×1000m
- 三、通航保证率：98%

工程各清礁滩段设计最低通航水位见表 2.4.2-1。

表 2.4.2-1 碍航礁石处设计最低通航水位

序号	礁石滩段名称	上游航道里程 (km)	礁石高程 (吴淞 m)	设计最低通航水位 (吴淞 m)
1	佛面滩	488.0	145.70	145.07
2	头外梁	496.2~495.6	145.4	145.08
3	老虎滩	522~518.5	152.0	146.20
4	大渡口	526.0~524.5	148.4	145.21
5	大梁滩	528.0~529.0	157.7	145.22
6	菜籽梁	531.0	150.5	145.24
7	和尚滩	532.5~533.0	146.5	145.24

2.4.3 整治原则

- 一、因势利导，统筹兼顾。

各礁石清除方案依据河势、礁石所处位置、河床形态及河演情况进行确定；工程建设方案应兼顾与周边港口、码头、管线等涉水设施的相互关系，兼顾防洪、地质条件等外部条件可能对整治工程实施的限制。

- 二、生态优先，绿色发展。

设计及施工过程中贯彻落实生态优先、绿色发展的理念，方案的设计、弃渣区的选择、控制性爆破技术的采用，按照避让、减缓、补偿和重建的次序提出生

态影响防护与恢复措施。

2.4.4 整治方案

本节主要论证整治方案的避让原则，提出了全面整治方案和局部整治方案两个选择。

(一) 全面整治方案

对佛面滩、头外梁、老虎梁、大渡口、大梁、菜籽梁、和尚滩 7 个滩险全部实施整治工程。主要是为解决各礁石江段汛期水流条件差，通航存在安全隐患的问题。工程实施后，可实现全年分边航行及汛期会船。

佛面滩滩段：平顺于上下游 139m 岸线清除佛面滩石盘，礁石后方回流水域范围明显缩减；清礁区头部下游侧流速急、横流强等碍航特性均有较大改善；上水航行阻力减小。上水航槽可安全通航。

头外梁滩段：顺应弯曲河势，与上下游 140m 岸线基本平顺的清除头外梁及部分子尾梁、二外梁，礁石高程降低至安全航深以下，头部滑梁水改善，基本消除下水船触礁划舱的可能，上下行船舶可各自靠右自由会船。

老虎梁滩段：顺应滩段左侧上下游岸线，清除部分老虎梁、鸡飞梁、牛脑壳石梁和白浅石盘并清除血旺堆孤礁后；明显改善了老虎梁至牛脑壳一带的挑流或滑梁水等不良流态。牛脑壳、白浅与花滩对峙弯曲段，航槽最大可左调 150m，提高了弯曲半径，上行船舶可不过河而一直沿左岸安全上行，下行船舶则可居中航行，避免在花滩石梁水域触礁搁浅的危险。

大渡口滩段：顺应滩段左侧上下游岸线，清除部分大渡口礁石。清礁方案实施后，大渡口、二腾岩航槽内流速以及航槽边缘横向流速略有减小，大渡口后回流区基本消失，流态改善。下行船舶可以在右侧航槽内安全下行，上行船舶则靠右上行，无需等让下水船舶，自由会船，从而实现分边航行。

大梁滩段：顺应滩段左侧上下游岸线，清除部分大梁礁石。方案实施后，大梁、斑鸠滩礁石滩面过流，流线变得顺直，礁石航槽区流速、横向流速、流速横纵比均减小，总体横流不大。可以保障大梁滩段的通航安全，实现分边航行。

菜籽梁滩段：顺应滩段左侧上下游岸线，清除部分菜籽梁礁石。方案实施后，礁石滩面过流，流线变得顺直，礁石航槽区流速、横向流速、流速横纵比均减小，总体横流不大；随炸深增加，航行阻力减小，回流区范围减小。同时，礁石清除后，石梁与航槽间的安全距离加大，石梁高程在航道维护水深以下，基本消除了

船舶靠近航槽航行时触礁的可能。

和尚滩滩段：方案实施后，礁石后回流区范围及回流强度未见明显改善，但横流和航行阻力有所减小，尤其是横向流速和纵向流速之比减小明显，航道条件得到明显改善。

全面整治方案：水下清礁工程量合计 217 万 m^3 ，工程投资 8.93 亿元，具体整治内容如表 2.4.4-1。

（二）局部整治方案

重点整治老虎梁、大渡口、大梁、和尚滩 4 个滩险。整治完成后，可解决各礁石江段汛期水流条件差，通航存在安全隐患的问题。佛面滩、头外梁和菜籽梁的航行安全问题通过增设航标、加强航运管理等非工程手段解决。**不能实现全年分边航行及汛期会船，但能有效避免海损事故，能保障人民生命财产安全。**

佛面滩滩段：取消工程内容，增设航标、加强航运管理。

头外梁滩段：取消工程内容，增设航标、加强航运管理。

老虎梁滩段：同全面整治方案。

大渡口滩段：同全面整治方案。

大梁滩段：同全面整治方案。

菜籽梁滩段：取消工程内容，增设航标、加强航运管理。

和尚滩滩段：同全面整治方案。

局部整治方案：水下清礁工程量合计 164.8 万 m^3 ，工程投资 7.50 亿元。（以上数据为整治方案比选阶段的研究成果，工可阶段已削减工程量至 125.9 万 m^3 ，工程投资 5.14 亿元）。

表 2.4.4-1 涪陵至丰都段各滩整治初步方案汇总表

序号	水道名称	滩险	里程	全面整治方案
1	观音滩	佛面滩*	488.0	清礁基线至河心侧 40m 处为一级平台, 40m 处向河心内全部为二级平台, 两级平台均为平坡, 平台之间采用 1:0.5 的坡度衔接一、二级平台分别炸低至设计最低通航水位以下 6.0m、8.0m。
2	半边峡	头外梁*	496.2~495.6	从清礁基线起向河心侧的礁石全部炸低至设计最低通航水位下 5.0m, 清礁范围小, 为便于施工, 清礁底面设计为平坡。
3	丝瓜碛	老虎梁	522~518.5	老虎梁、鸡飞梁、牛脑壳清礁基线至向河心侧 30m 处为一级平台, 30m 处向河心侧全部为二级平台, 两级平台之间采用 1:0.5 的坡度进行衔接。一、二级平台清礁底高程分别为设计最低通航水位以下 6.0m、8.0m。
4	平绥坝	大渡口	526.0~524.5	根据左岸岸线情况, 平顺切除大渡口、二腾岩礁石突伸江中部分, 扩大过流面积, 减缓流速, 并改善泡旋、横流等不良流态, 清礁底高方案为 137.71m。
5	花滩	大梁滩	528.0~529.0	切除大梁和对岸斑鸠滩礁石岩盘, 扩大过流面积, 减缓水流流速, 平顺岸线, 改善水流流态, 清礁底高方案为 137.22m。
6	菜籽梁	菜籽梁滩*	531.0	切除菜籽梁深入江中部分, 扩大过流面积, 减缓水流流速, 平顺岸线, 改善水流流态。清礁底高方案为 137.24m。
7	和尚滩	和尚滩	532.5~533.0	切除和尚滩和郭家嘴深入江中部分, 扩大过流面积, 减缓水流流速, 平顺岸线, 改善水流流态。清礁底高方案为 137.24m。

注: *等在局部整治方案中已取消。

(三) 方案比选

(1) 从工程效果角度比选

全面整治方案和局部整治方案实施后,均能达到本工程的整治目的,将极大改善礁石附近水域的不良流态,大幅降低触礁安全隐患,增加安全通航水域的宽度,实现上水航槽可通航、全年分边航行,消除航路交叉,减少通航条件受限制航段,提高船舶通航安全保障。

其中,全面整治方案实施后可实现全年分边航行及汛期会船;局部整治方案实施后不能实现全年分边航行及汛期会船,但能有效避免海损事故,能保障人民生命财产安全。

从工程效果分析,在实现整治目标的前提下,全面整治方案对上水船舶上滩和通航安全更有利。

(2) 从生态环境角度比选

工程建设涉及多个水环境和生态环境保护目标,因此,工程方案的生态环境影响比选尤为重要,分析结果见表2.4.4-1。

表2.4.4-1 两套方案从生态环境保护角度对比分析结果

序号	比选参数	全面整治方案	局部整治方案
1	施工期污染源分析	由项目组成、工程量、施工组织分析,全面整治方案“三废”产排污量相对较大。	施工作业面减少3处,工程量减少53万方,局部整治方案“三废”产排污量相对较小。
2	对水环境的扰动与影响	全面整治方案的清礁工程量明显大于局部整治方案,对水环境的扰动与影响较大。	工程江段减少30km,局部整治方案工对水环境的扰动与影响较小。
3	对水生生态环境的扰动与影响	全面整治方案的清礁工程量明显大于局部整治方案,全面整治方案对水生生态环境影响较大。	工程江段减少30km,局部整治方案破坏与扰动河床基质及水域面积远小于全面整治方案,对水生生态环境的扰动与影响较小。
4	对重要生境的扰动与影响	全面整治方案对重要生境的扰动与影响较大。	对佛面滩后方深沱水域的鱼类栖息地进行了有效避让,局部整治方案影响相对较小。
5	对鱼类资源的影响	由项目组成、工程量、产排污量、建设周期分析,全面整治方案对鱼类资源的影响相对较大	减轻了对重要生境的扰动,且从工程量、产排污量、建设周期等比较,局部整治方案对鱼类资源的影响相对较小
6	对保护区的扰动与影响	保护区内的整治滩险数量为5个,全面整治方案影响较大	保护区内的整治滩险数量为4个,局部整治方案影响相对较小

方案对比分析	局部整治方案优于全面整治方案
--------	----------------

通过两方案施工期产排污分析、对水环境、水生生态因子、重要生境、鱼类资源、对保护区的扰动与影响等进行对比分析认为：从生态环境保护角度，采用局部整治方案更为合理可行。

综上所述：局部整治方案实施后虽然不能实现全年分边航行及汛期会船，但能有效避免海损事故，能保障人民生命财产安全，能基本完成整治目标；同时，局部整治工程量较小，对长江水生生境的扰动较小，更符合“生态优先、绿色发展”和“长江大保护”的指示精神。据此，本评价与工程设计推荐方案一致，将围绕局部整治方案开展专题评价工作。

2.4.5 工程方案

在确定局部整治方案的前提下，对工程方案进行持续优化，进一步削减工程量。本节主要论证工程方案的减缓原则，提出了宽浅型和窄深型两个选择。

由于涪陵至丰都较长，迂回曲折，滩槽相间，老虎梁、大渡口、大梁、和尚滩之间滩险之间虽然距离不远，一般在 2.0km 左右，但是，由于本工程处长江三峡蓄水后的常年库区江段，水深总体较大，主要解决的是汛期流态和急流问题，加之各滩险段之间存在深沱，滩段之间基本无影响，故在碍航特性分析和方案研究时，均按照单滩进行研究。

（一）方案 I 窄深型

① 老虎滩

碍航特性：（1）老虎滩、鸡飞梁等多道石梁伸入江中，汛期水流湍急，滑梁水势强大，上行船舶稍有不慎即会触礁；（2）左岸白浅石盘与右岸花滩石梁对峙形成卡口，花滩滑梁水势强大，牛脑壳与白浅之间存在回流，多重原因导致航道弯曲狭窄，通航安全问题突出。

整治思路：保持平缓坝左汊为主航槽的现状，顺应河道岸线，平顺切除左岸老虎滩、鸡飞梁、牛脑壳、白浅石盘等凸伸江中部分。

基线布置：采用窄深型和宽浅型两类清除方案进行优化比选。工可拟定四组清礁控制线，与航槽之间的距离分别约 60m、90m、120m、150m（控制线 1、2、3、4），统一按照清礁深度 5m、清礁边坡 1:1，计算不同控制线条件下的水流条件改善情况。选取的整治效果相对较好的组（控制线 2 和 3），对不同炸深下的

整治效果进行进一步研究。

其中I类方案（窄深型），清礁控制线 2 距离航槽约 90m，如图 2.4.5-1：

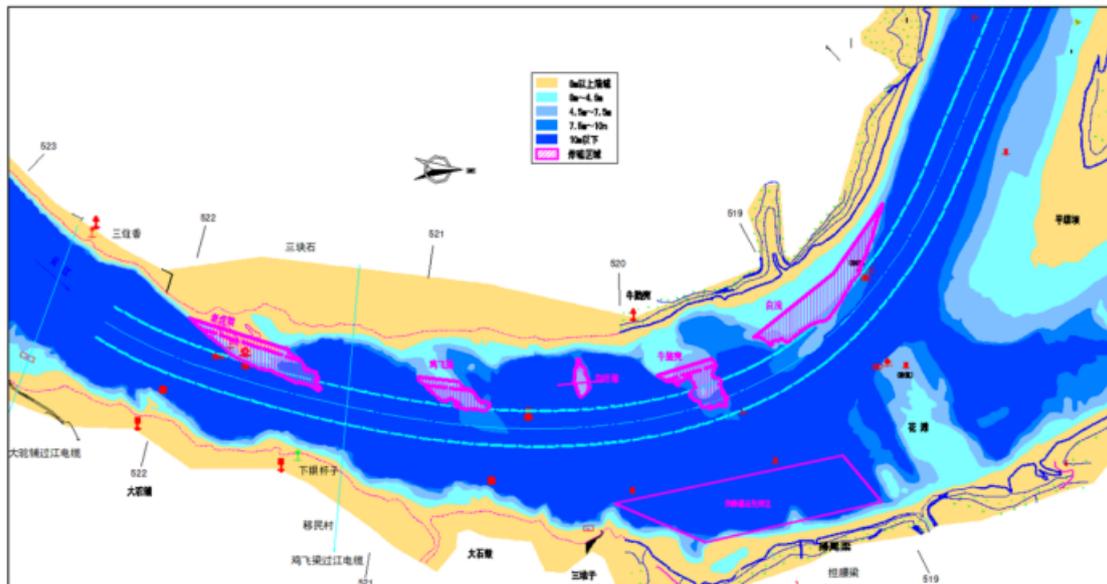


图 2.4.5-1 老虎梁滩段清礁方案 I 示意图（窄深型）

清礁深度：I类方案对老虎梁滩段中伸入江心较多、礁石附近不良流态突出、对航行安全影响较大的老虎梁、鸡飞梁、牛脑壳清礁区清礁底高从设计最低通航水位下 0.5m 开始，并按照 0.5m 为一个梯度逐渐递增至 10.0m；通过数模计算在汛期流量 24500m³/s 工况下方案效果。清至 8.0m 时，对于挑流、滑梁及回流等的改善均最好，船舶上行阻力最小，且单位清深效比最大。因此，I类方案推荐清深 8.0m 的方案。

清礁底高程方案：老虎梁、鸡飞梁、牛脑壳清礁控制线至向河心侧 30m 处为一级平台，30m 处向河心侧全部为二级平台。考虑到两级平台之间水流的平顺，且便于水下清礁施工控制，两级平台之间采用 1:0.5 的坡度进行衔接。一、二级平台清礁底高程分别为设计最低通航水位以下 6.0m、8.0m，即吴淞高程 140.18m、138.18mm。各平台底坡均为平坡。全部为水下清礁。

清礁边坡：清礁控制线以外放缓边坡，为了边坡稳定和局部流态较好，确定清礁边坡为 1:1。

施工超深、超宽：按照《水运工程爆破技术规范》规定，水下清礁施工超深 0.4m，超宽 1.0m。

礁石处理区：方案 I 清礁工程量 48.9 万方。本滩弃渣 48.9 万方和大渡口 9.7

万方用于生境重建区（老虎滩对岸，三堆子）的营造，弃渣时要求均匀抛设，弃渣顶部高程不得高于 135m。

② 大渡口滩

碍航特性：汛期水流急，局部比降陡，船舶无法靠右上滩，源于河型窄深及岩盘阻水，过流面积不足；汛期岩盘附近流态紊乱，横流、泡漩强劲，挤占了航槽，有效航宽不足 150m。该滩碍航主要由于该江段窄深和地形突变，加上岩盘阻水。

整治思路：平顺岸线，切除大渡口、二滕岩岩盘突咀，适当的扩大过流面积，减缓流速，提高自航上滩流量，缩短通航限制期，同时改善横流、泡漩等不良流态，降低航标维护难度，保障船舶通航安全。

基线布置：清礁控制线的布置采用直线型布置，并与上下游 137.5m 等高线平顺布置，清礁控制线距离航槽边线约 60m，不良流态退出航槽以外，为清礁清除后分道航行提供安全通航水域。如图 2.4.5-2：

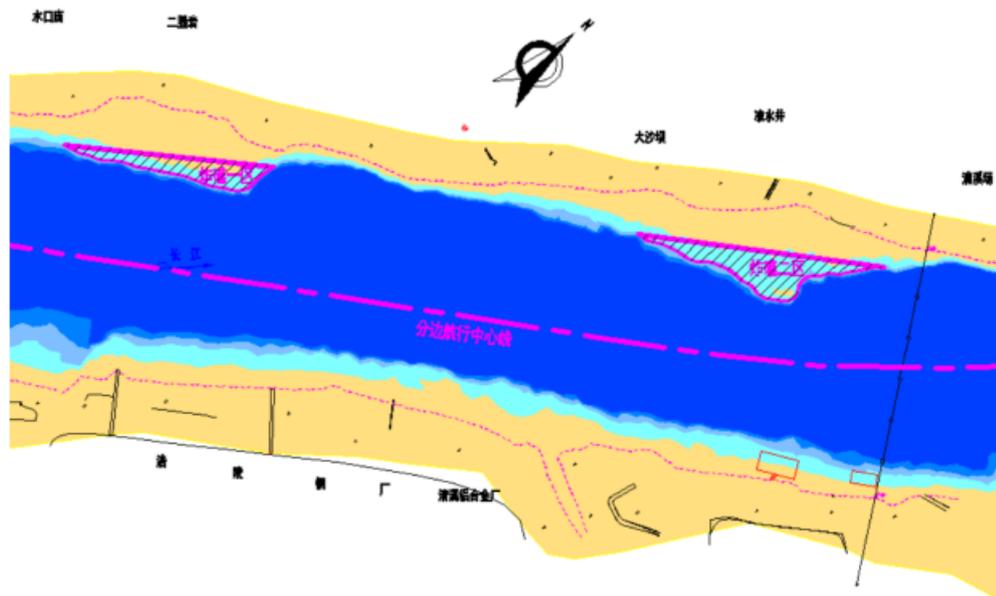


图 2.4.5-2 大渡口清礁方案示意图

清礁深度：数模研究清礁深度从设计最低通航水位下 0.5m 开始，并按照 0.5m 为一个梯度逐渐递增至 10.0m，计算不同清深方案在汛期最汹流量 24500m³/s 下的清礁效果。结果显示：清礁后，礁石航槽区流速、横向流速、流速横纵比均减小，二滕岩、大渡口后回流区消失，流态改善，且清礁深度越大，航槽测点的流速、横向流速、流速横纵比和航行阻力减小效果越明显，最大程度的改善急流特

性，而又不至于工程量太大，清深 8m 方案最合适。因此确定出大渡口清礁底高方案为 138.25m。根据大渡口礁石高程及施工水位，全部为水下清礁。

清礁边坡：清礁控制线以外放缓边坡，为了边坡稳定和局部流态较好，确定清礁边坡为 1:1。

施工超深、超宽：按照《水运工程爆破技术规范》规定，水下清礁施工超深 0.4m，超宽 1.0m。

礁石处理区：方案 I 清礁工程量 9.7 万方。本滩弃渣 9.7 万方和老虎滩 48.9 万方用于生境重建区（老虎滩对岸，三堆子）的营造，弃渣时要求均匀抛设，弃渣顶部高程不得高于 135m。

③ 大梁滩

碍航特性：左岸大梁礁石斜伸至江心，在消落期，大梁不能过船时，航宽显著缩窄，梁尾水势内困，上行船舶贪旺易触礁，或避让大梁而占据下行航路发生碰撞；汛期，两岸石梁对峙，束窄航道，水流湍急，左岸大梁脑有斜流，滩前横流大，大梁尾淹到哪里滑到哪里，流态紊乱，右岸斑鸠滩淹没后滩面流速大，滩脑内拖水力强，并有明显泡花。

整治思路：顺应滩险江段河势河型，并结合不良流态进占主航槽的影响范围，以及消落期梁上水浅碍航，切除大梁和斑鸠滩。

基线布置：清礁控制线的布置主要考虑与上、下游河岸构建平顺微弯河型，通过数模计算不良流态退出航槽以外，大梁控制线距离航槽的边界大约 180m，斑鸠滩以上下游浮标连线控制。如图 2.4.5-3：

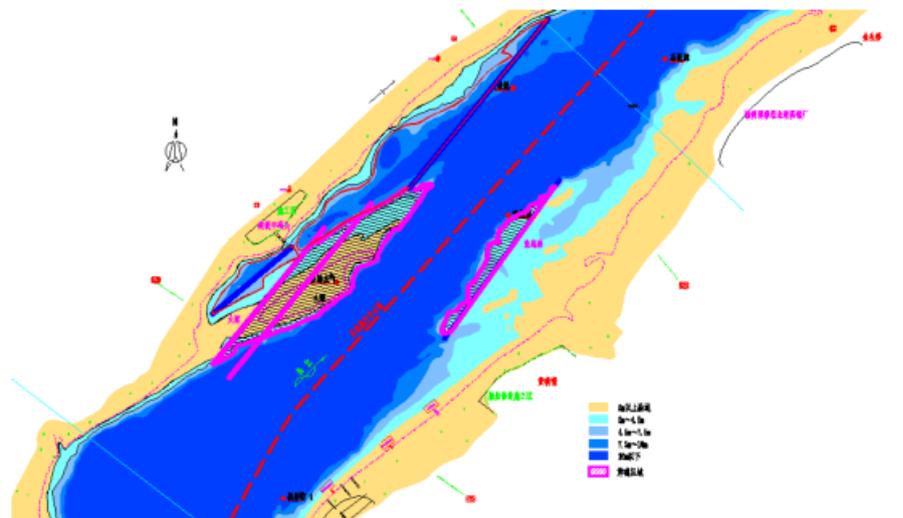


图 2.4.5-3 大梁清礁方案示意图

清礁深度：通过数模研究，流速方面，清礁深度在 6m 以下时，左右航槽内流速随清礁深度的增加而减少；横向流速和船舶航行阻力方面也有类似的规律；流态方面，清礁后，礁石面过流，流线相对顺直，清深为 6m 时，大于 0.4m/s 横流区消失，进一步增加清深，对减小横流及范围的效果不明显。因此选择清礁深度为 6m。

清礁底高：采用两级平台，平台分界线距离清礁控制线 60m，一级平台清礁底部高程为设计最低通航水位下 4m，即 142.30m，二级平台为设计最低通航水位下 6m，即 140.30m，平台之间采用 1:0.5 坡度衔接。

清礁边坡：确保清礁边坡稳定，并有利控制线附近水流条件，确定大梁清礁边坡为 1:1。

施工超深、施工超宽：按照《水运工程爆破技术规范》规定，水下清礁设计施工超深 0.4m，超宽 1.0m。

礁石处理区：大梁尾后方为一个较大的回流沱，不利于航行安全，因此拟利用清礁弃渣填沱，改善流态。控制弃渣顶高在 140m 以下，航槽一侧顺应石梁尾的走向，弃渣容量 20 万方。本滩合计弃渣约 56.1 万方，其中 19.1 万方抛在该段弃渣区，剩余约 40 万方弃渣区选择在老虎梁弃渣区内。

老虎梁与鸡飞梁、鸡飞梁与血旺堆以及血旺堆与牛脑壳之间分别设置了 3 个弃渣区，容量分别约 29 万方、35 万方和 27 万方，共计 91 万方。老虎梁弃渣区内用于抛置大梁 37 万方弃渣以及和尚滩 17.4 万方弃渣，总计弃渣量 54.4 万方，满足弃渣要求。弃渣时要求均匀抛设，弃渣顶部高程不得高于 135m。

④ 和尚滩

碍航特性：滩险江段右岸一侧有和尚滩礁石突伸江中约 200m，滩险右岸又有郭家嘴礁石与之交错对峙，致使航道被束窄，水流流急，同时水流连续受到礁石石盘的阻挑，形成乱流，并伴随夹堰、泡漩等不良流态。

整治思路：适当切咀，扩大过流面积，减缓滩段特别是过河航线上流速和改善礁石外侧不良流态，利于保障航行安全；同时提高通航流量，缩短过河限制时间，提高通航效率。

基线布置：顺应两岸侧河势，切除两岸侧和尚滩和郭家嘴礁石突伸江中部分。清礁控制线沿航槽向后退约 100m，使不良流态退出主航槽，增加有效的可航水

域，确保通航水域的安全。如图 2.4.5-4:

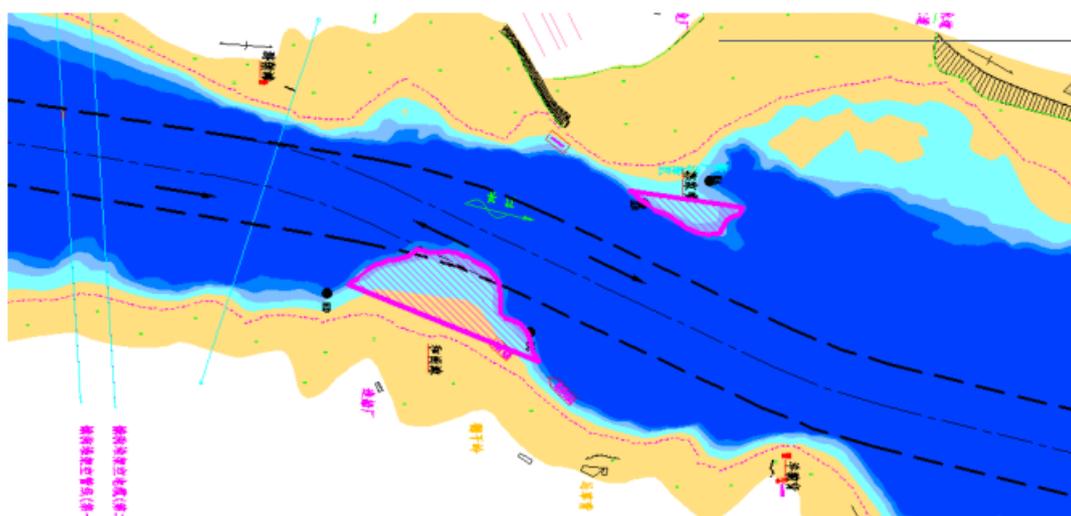


图 2.4.5-4 和尚滩清礁方案示意图

清礁深度: 通过数模研究，随着清礁深度不同，横流以及流速纵横向比变化有所差异，总体上，当清礁至 8.0m 时，效果最优。

清礁底高: 和尚滩清礁底高为 138.38m。

清礁边坡: 确保清礁边坡稳定，并有利控制线附近水流条件，确定大梁清礁边坡为 1:1。

施工超深、施工超宽: 按照《水运工程爆破技术规范》规定，水下清礁设计施工超深 0.4m，超宽 1.0m。

礁石处理区: 本滩段清礁工程量约 17.4 万方。本滩清礁弃渣区选择在老虎梁至牛脑壳一带弃渣区内。

老虎梁与鸡飞梁、鸡飞梁与血旺堆以及血旺堆与牛脑壳之间容量分别约 29 万方、35 万方和 27 万方，共计 91 万方。老虎梁弃渣区内用于抛置大梁 37 万方弃渣以及和尚滩 17.4 万方弃渣，总计弃渣量 54.4 万方，满足弃渣要求。弃渣时要求均匀抛设，弃渣顶部高程不得高于 135m。

(二) 方案 II 宽浅型

① 老虎滩

II类方案在老虎梁、鸡飞梁、牛脑壳三处清礁区控制线较I类方案的控制线向岸侧平移了 30m，血旺堆孤礁则基本全部在基线范围以内，全部予以清除，白浅清礁控制线上段略向岸侧偏转，与上游侧清礁区控制线保持平顺衔接。与 I 方案

差别如下：

清礁基线：II类方案（宽浅型）清礁控制线3距离航槽约120m，如图2.4.5-5：

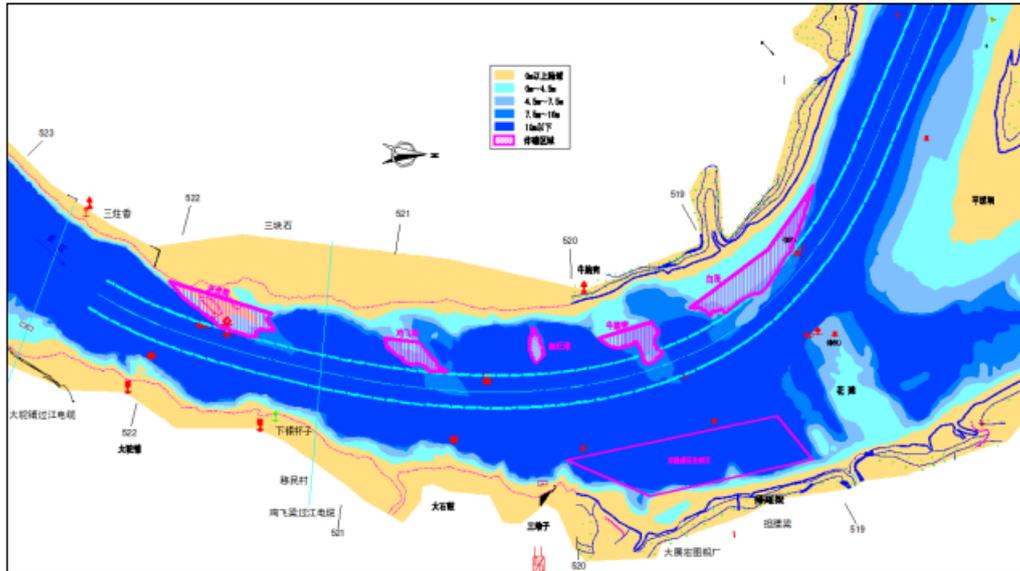


图 2.4.5-5 老虎梁滩段清礁方案 II 示意图（宽浅型）

清礁深度：最低通航水位下 6m 方案的基础上，在不影响工程效果的前提下，适当抬高老虎梁、鸡飞梁和牛脑壳远离航槽的石梁根部清礁底高，减少工程量。

清礁底高程方案：老虎梁、鸡飞梁、牛脑壳清礁控制线至向河心侧 40m 处为一级平台，40m 处向河心侧全部为二级平台。两级平台之间采用 1:0.5 的坡度进行衔接。一、二级平台清礁底高程分别为设计最低通航水位以下 4.0m、6.0m，即吴淞高程 142.18m、140.18mm。各平台底坡均为平坡。全部为水下清礁。

礁石处理区：方案 I 清礁工程量 42.7 万方。本滩弃渣 42.7 万方和大渡口 9.7 万方用于生境重建区（老虎滩对岸，三堆子）的营造，弃渣时要求均匀抛设，弃渣顶部高程不得高于 135m。

② 大渡口滩

同方案 I

③ 大梁滩

同方案 I

④ 和尚滩

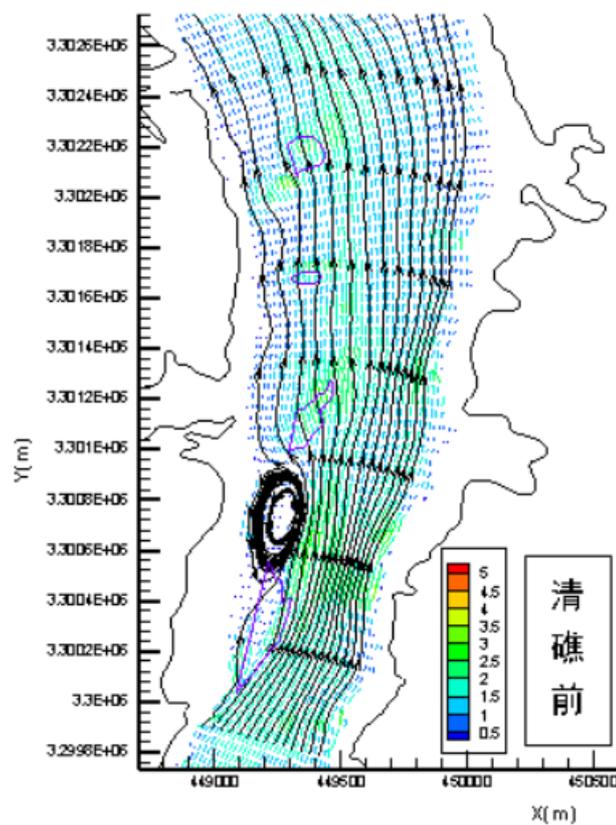
同方案 I

(三) 方案比选

(1) 整治效果

① 老虎滩

两方案（实施以后，汛期流态总体改善，航槽更顺畅，极大的提高了通航安全性。上水航槽一侧可通航，可撤销汛期鸡飞梁-下银杯子、大驼铺-三炷香过河标，减轻航道维护工作量，同时老虎梁流速减小，地形平缓，为汛期浮标的设置创造了有利条件。花滩与白浅之间的航宽增加，上水船舶可以靠左岸上行而不担心触礁擦浅，下水船舶可以提前居中下行，避开花滩滑梁水。另外，两方案实施后平绥坝左汊分流均略有增加，将有助于平绥坝左汊的稳定，保持现良好的通航条件。如图 2.4.5-6：



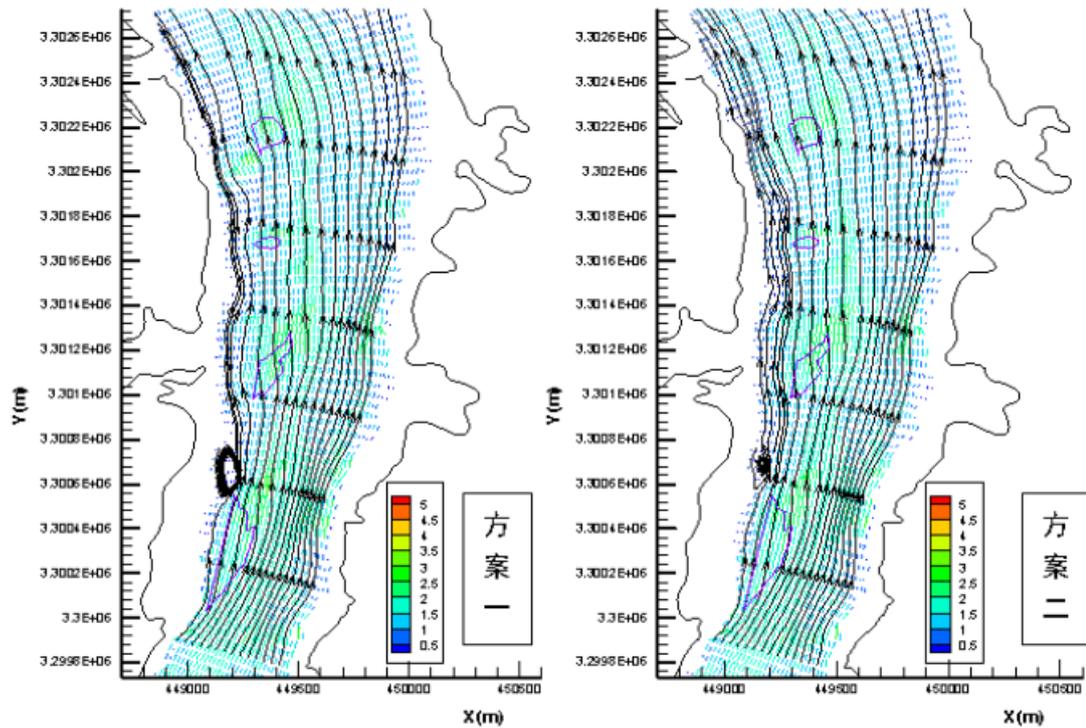


图2.4.5-6 老虎梁清礁前后二维流场对比图 ($Q=24500\text{m}^3/\text{s}$)

但方案 I 在礁石头部清礁底高略低，对礁石头部流态改善更优，在牛脑壳上水航线上的船舶推阻比更大；方案 II 清礁范围略大，对滩面滑梁水等不良流态的改善范围更大。工程量上，方案 II 较方案 I 约节省 6.2 万方。

从整治效果及工程量等方面综合比选，方案 II 的工程量小，而流态改善范围更大，船舶靠右航行的风险更小，因此，推荐方案 II 作为老虎梁滩段清礁工程的推荐方案。

② 大渡口滩

两方案整治效果相同。清礁方案实施以后，石梁与航槽间的安全距离加大，石梁高程在航道维护水深以下，基本消除了船舶靠近航槽航行时触礁的可能。如图 2.4.5-6:

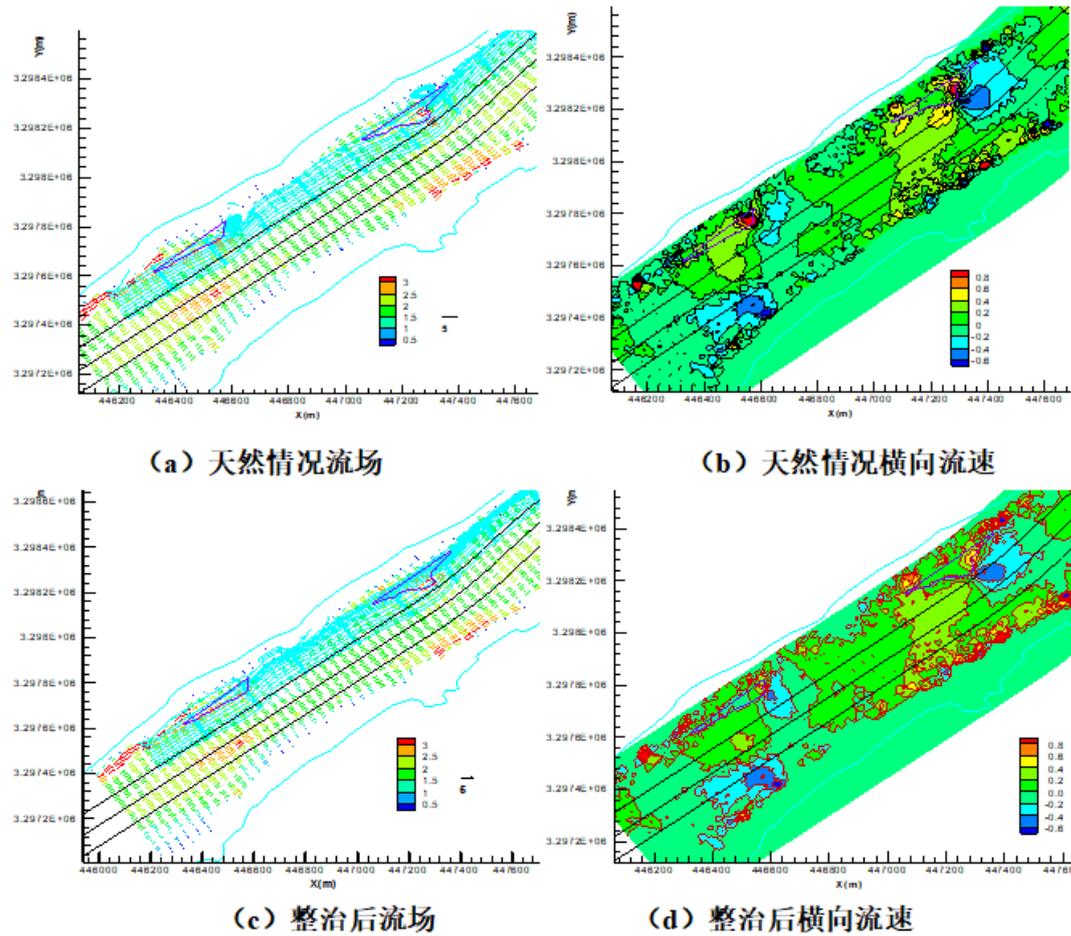


图 2.4.5-6 大渡口滩整治效果

③ 大梁滩

两方案整治效果相同。清礁方案实施以后，石梁与航槽间的安全距离加大，石梁高程在航道维护水深以下，基本消除了船舶靠近航槽航行时触礁的可能，消除了驾引人员对石梁的恐惧心理，下行船舶可以在右侧航槽内安全下行，上行船舶则靠右上行，无需等让下水船舶，自由会船，从而实现分道航行。如图 2.4.5-7:

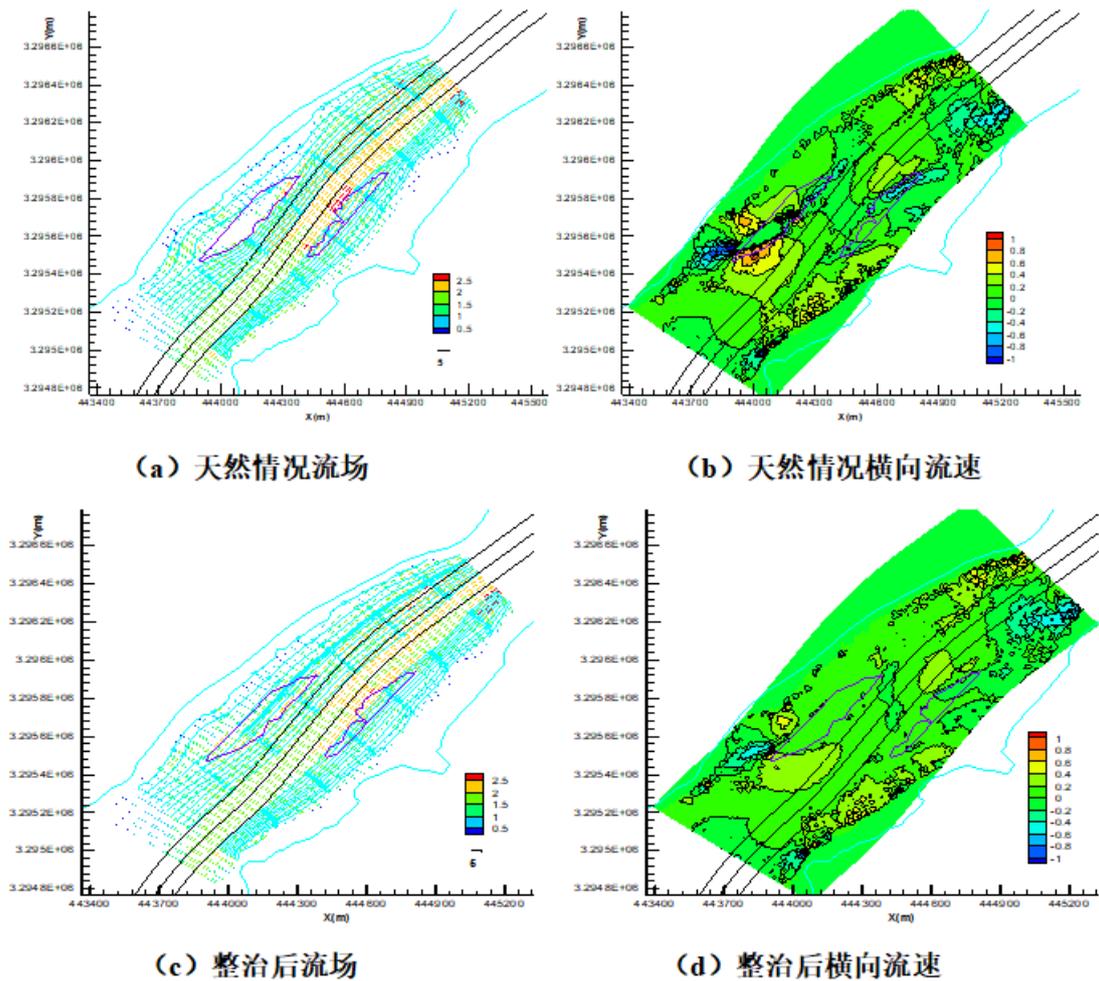


图 2.4.5-7 大梁滩整治效果

④ 和尚滩

两方案的整治效果相同。清礁方案实施以后，礁石外沿与航槽间的安全距离加大，礁石顶高在航道维护水深以下，礁石区附近碍航流态得以改善，降低了船舶航行时触礁搁浅或翻沉的风险。如图 2.4.5-8:

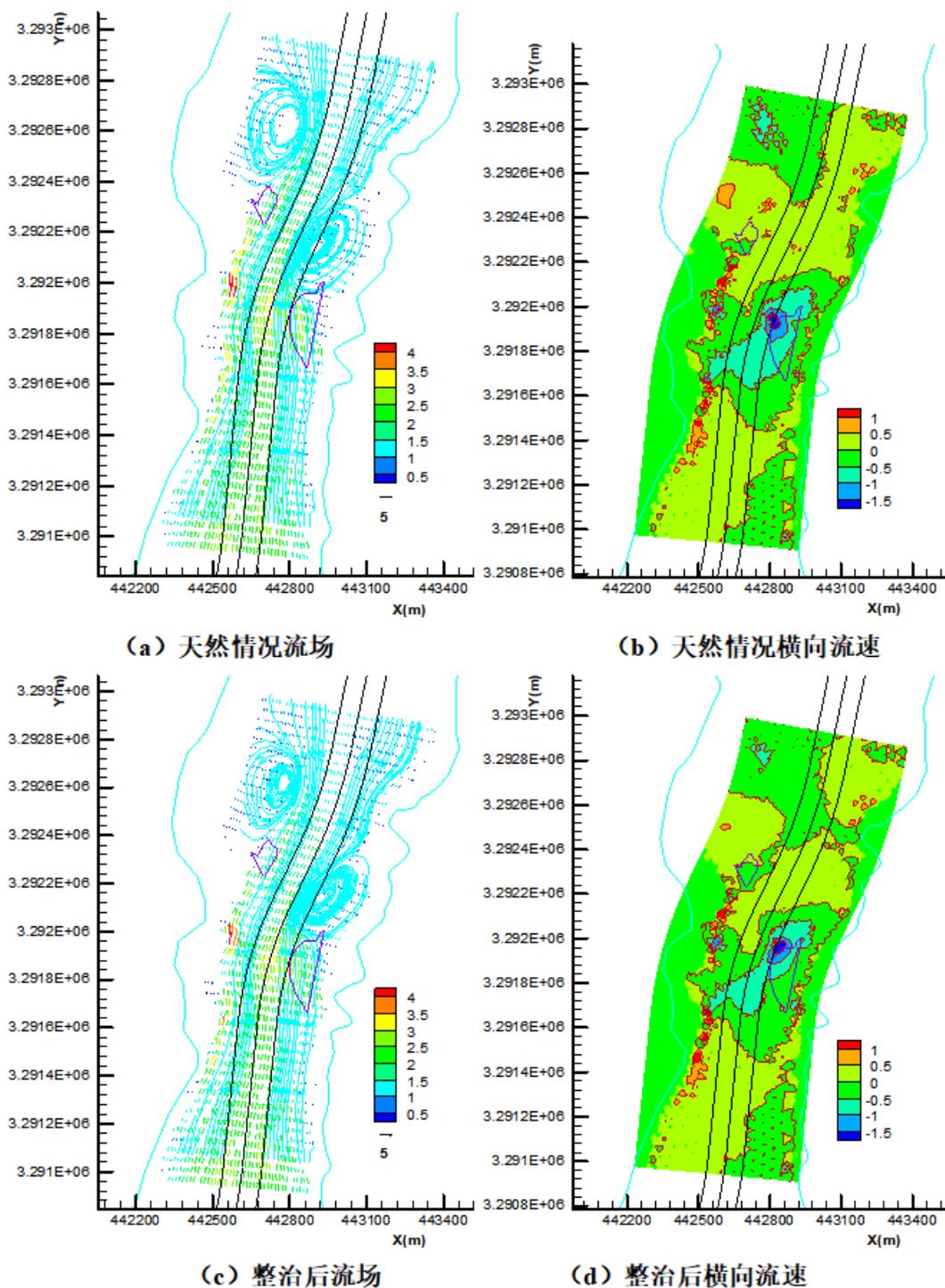


图 2.4.4-8 和尚滩整治效果

综上所述：两方案实施以后，汛期流态总体改善，航槽更顺畅，极大的提高了通航安全性。但方案 II 的工程量小，而流态改善范围更大，因此，推荐方案 II 作为清礁工程的推荐方案。

(3) 环境比选

两种工程方案的分析结果见表 2.4.5-1。

表 2.4.5-1 两方案环境比选

环境要素		方案 I	方案 II	比选结果	
1	生态环境	水文情势变化	不同流量下,清礁前后老虎梁滩段左侧航槽内横流均有所减小,分流比改变最大值 0.4%。	不同流量下,清礁前后老虎梁滩段左侧航槽内横流均有所减小,分流比改变最大值 0.2%。	方案 II 优
		水生生态	方案 II 的清礁工程量明显小于方案 I,破坏与扰动河床基质较小,对水生生态环境影响较小。		方案 II 优
		四大家鱼水产种质资源保护区	两方案整治工程点均位于长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区和实验区,施工地点基本一致,方案 II 清礁工程量相对方案 I 较小,对水环境的扰动与影响较小。		方案 II 优
		浮游动植物	由于方案 II 工程量较方案 I 小,施工期对浮游生物的影响程度略小。		方案 II 优
		底栖生物	两方案工程范围基本一致,方案 II 清礁范围比方案 I 大约 2000m ² ,但工程量较方案 II 比方案 I 小 1.4 万方,故对底栖生物的影响程度相当。		相当
		长江鲟等保护生物	两方案均是清礁工程,只是清礁底高程不一样,施工期对长江鲟等保护动物的干扰均很小;运行期对长江鲟均不会产生阻隔影响。		相当
		鱼类三场及洄游通道	方案 I 和方案 II 对生态敏感区的距离一致,且江段水深很大,但因方案 II 的整治效果和清礁量均优于方案 I,最终选择方案 II 作为推荐方案。		方案 II 优
2	水环境	饮用水源保护区	整治滩点下游存在取水口及水源保护区,影响相当。		相当
		施工期水质	由于方案 II 总体工程量较方案 I 小,施工期悬浮物的影响范围及影响较方案 I 小。		方案 II 优
3	环境空气	施工区域附近存在零星的居民		相当	
4	声环境	施工区域附近存在零星的居民		相当	

通过两方案的水文情势变化、产排污分析、对水环境、水生生态因子、重要生境、鱼类资源、对保护区的扰动与影响等进行对比分析认为:从生态环境保护角度,采用工可报告推荐的方案 II 更为合理可行。

据此,本评价与工程设计推荐方案一致,将围绕方案 II 开展评价工作。

2.5 工程组成

2.5.1 主体工程

根据 2.4 节方案比选结果，本工程建设内容包括航道工程、配套工程、环保工程等组成，拟建工程建设内容及项目组成见表 2.5.1-1。

表 2.5.1-1 项目内容组成表

	水道	滩险	整治内容
主体工程	花滩	老虎梁	老虎梁、鸡飞梁、牛脑壳清礁控制线至向河心侧 40m 处为一级平台，40m 处向河心侧全部为二级平台。两级平台之间采用 1:0.5 的坡度进行衔接。一、二级平台清礁底高程分别为设计最低通航水位以下 4.0m、6.0m，即吴淞高程 142.18m、140.18mm。各平台底坡均为平坡。全部为水下清礁。血旺堆、白浅清礁底高需满足设计最低通航水位以下 5.0m，即吴淞高程 141.18m。各清礁区的底坡均为平坡。全部为水下清礁。
	菜籽梁	大渡口	清礁控制线的布置采用直线型布置，并与上下游 137.5m 等高线平顺布置，清礁控制线距离航槽边线约 60m，不良流态退出航槽以外，为清礁清除后分边航行提供安全通航水域。沿清礁控制线将河心侧大渡口岩盘和二滕岩岩盘全部清礁至设计底高程 138.25m，清深 8m，放缓边坡。
		大梁滩	大梁清礁控制线顺岸线将大梁基本清除，采用两级平台，平台分界线距离清礁控制线 60m，一级平台清礁底部高程为设计最低通航水位下 4m，即 142.30m，二级平台为设计最低通航水位下 6m，即 140.30m，平台之间采用 1: 0.5 坡度衔接；斑鸠滩清礁控制线顺上下游河势，将礁石突伸江中的部分清除，平顺岸线，清礁底部高程为设计最低通航水位下 6m，即 140.30m。
	和尚滩	和尚滩	切除和尚滩和郭家嘴深入江中部分，清礁底高方案为 138.38mm，清深 8m。全部为水下清礁。
配套工程	航标		改造 22 座航标，包括 20 座杆形岸标改塔形侧面岸标、2 座浮标改塔形侧面岸标。同时为上述侧面岸标配置移动灯桩以方便大水位差条件下的航标维护工作，并新建和维修岸标维护便道共约 1140m。
临时工程	施工专设浮标		21 座
	临时码头		1 座
公用工程	供电		工程所需供电引自距施工区附近市政电源，或用柴油发电设备在船上自行发电。
	物料运输		主要由长江航道进行运输。该工程在施工过程中原材料全部外购，主要经过港口装船运至施工区，拟建工程不设施工便道。
	给排水		工程所需用水直接引用长江水，日最大用水量 50.0m ³ /d。
	通讯及导航		施工点与移动船舶、移动船舶与移动船舶之间的通信利用甚高频无线电话机，在有效范围内进行岸与船、船与船之间的信息沟通。承担遇险频率和安全值守以及公众船舶通信，负责江上安全信息、航行警告的播发等公益业务。
环	污水处		船舶生活污水及机舱含油污水由自带污水处理设施处理达船舶污染物排放

保工程	理设施	标准后排放；无自带污水处理设施的，统一后交由陆上达标处理。（不得在饮用水源及其保护区江段排放）。施工营地产生的生活污水由市政设施处理。
	生态补偿措施	生境异地重建、增殖放流等措施。
	固废收集	1.船舶设置垃圾箱，对生活垃圾进行集中收集后送由重庆市地方海事局认定的船舶污染物接收船接收处置。施工营地产生的生活垃圾由环卫部门处理。 2.工程弃碴按交通部《航道整治工程技术规范》JTJ312-2003 实施，建设一座生境异地重建区，其选址已得到渔业管理部门的认可。
	事故应急设施	围油栏、吸油机、吸油毡
依托设施	航道	工程位于长江河道，施工期主要物料运输可利用现有长江航道。
	道路	少量物料运输依托现有公路。

2.5.2 清礁工程

(1) 清礁断面

清礁断面见图 2.5.2-1，图中实线为清礁设计断面，虚线为工程量计算断面。

H1——清礁底高程， $H1=H2$ -清礁深度；

H2——设计最低通航水位；

H3——陆上、水下清礁分界线， $H3=$ 设计最低通航水位+1.0m；

Δb ——施工计算超宽值， $\Delta b=1.0m$ ；

Δh ——施工设计超深值， $\Delta h=0.4m$ ；

m——清礁边坡系数， $m=1$ 。

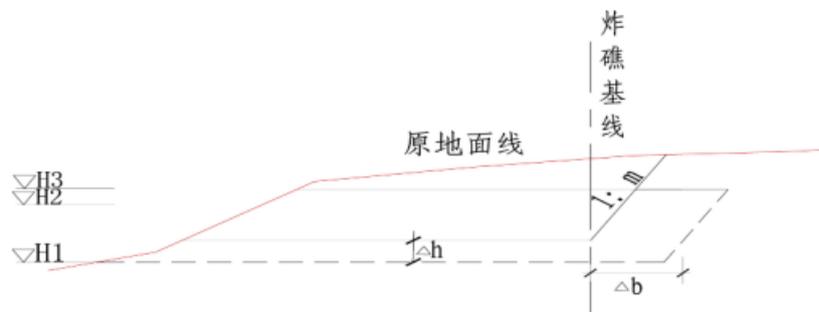


图 2.5.2-1 清礁断面示意图

(2) 控制爆破

为了避免因为爆破施工对各类涉水建筑物及设施等造成一定的影响，爆破施工阶段，在施工单位安排测震仪对桥梁、码头等安排测点进行测震，通过试爆→

调整参数→继续爆破的方式，寻求合适的安全爆破参数的基础上，有些敏感建筑物所属单位及相关管理单位，还要求第三方单位对爆破影响进行实时监测，预防地震波对各敏感建筑物结构稳定性的影响。

2.5.3 配套工程

(1) 航标工程

在现有航标配布基础上，拟对 22 座航标进行改造，其中包括 20 座杆形岸标改塔形侧面岸标、2 座浮标改塔形侧面岸标。同时为上述侧面岸标配置移动灯桩以方便大水位差条件下的航标维护工作，并新建和维修岸标维护便道共约 1140m。建设方案配布数量见表 2.5.3-1。

表 2.5.3-1 建设方案配布数量表（单位：个）

序号	项目名称	单位	配布调整数量		备品	备注
			左岸	右岸		
1	侧面杆标改塔标	座	14	6	0	
2	侧面浮标改塔标	座	2	0	0	百丈岩、二滕岩
3	移动灯杆	座	16	6	0	改建的每座塔标设置移动灯杆
4	灯器电源	盏	16	6	0	
5	航标维护便道	条	16	6	0	共计 1140m
6	原杆标撤除	座	14	6	0	

(2) 临时工程

整治工程施工期间，在清礁作业施工水域及滩段设置专用航标，保障施工及通航安全。具体配布数量见表 2.5.3-2。

表 2.5.3-2 施工专用航标配布数量

滩险名称		施工期专用航标数量(座)
老虎梁	老虎梁清礁区	5
	老虎梁清除礁石处理区	2
	老虎梁生境重建区	1
大渡口	大渡口清礁区	3
大梁	大梁清礁区	2

	斑鸠滩清礁区	2
	大梁清除礁石处理区	2
和尚滩	和尚滩清礁区	2
	郭家嘴清礁区	2
合计		21

(3) 临时码头

本项目用于生境营造的生态鱼礁需要采用驳船运输抛投，生境重建区位于老虎梁滩段右侧，经调研此处原有一个船厂码头（航道里程约 520km，距生境重建区在 1km 内），且后方陆域平坦开阔，有闲置堆场可利用。

2.6 清礁施工方案

本期工程 4 个滩段的主要工程措施为清礁，并且相互之间的距离较远，不同滩险不会相互影响，可同时展开多个工作面进行施工。

涪丰段岩石具备较高的强度特征。从重庆段地勘砂岩物理力学性质统计的 45 个样本可知：天然单轴抗压强度最大值为 54Mpa，饱和单轴抗压强度最大值为 44.7Mpa，天然单轴抗压强度平均值为 42.8Mpa，饱和单轴抗压强度平均值为 33.6Mpa。

2.6.1 主要施工工艺

航道整治中礁石清理方法主要包括机械破碎和化学破碎。其中机械包括主要包括重锤碎岩法，钻孔破碎，钻孔和锤击相结合的方法。化学爆破主要方法包括水下裸露爆破，微差爆破。

以施工效率和对环境影响的程度，比较目前主要的礁石清除方法，如水下钻爆法、冲击锤凿岩法、液压胀裂法、高速水射流破岩法、铣掘机破岩法以及水下高频破碎法，在施工效率和生态效益两个方面的优缺点进行对比：

(1) 水下钻爆法

水下钻爆法施工工艺：施工主体为清礁船；在船体上的钻机根据钻孔布置以及钻孔深度等参数进行钻孔施工，然后冲洗钻孔，再把炸药筒逐个送入孔内，钻孔顶部留 40~60cm 用砂堵塞，然后拔起内、外套管，从套管底端取出导线，船舶撤离危险区后通电起爆。根据长江重庆航道工程局在三峡库区的水下钻爆法施工经验，已有清礁船的施工效率约为 300~500 方/台班。



图 2.6.1-1 水下钻爆法施工

目前水下礁石清除主要采用该方法，其爆破效果较好，适用范围广泛。但因其爆破引起的冲击波对水生生物以及水环境造成破坏，如损伤鱼类以及其他水生生物、改变了原有的水生生活环境。

(2) 冲击锤凿岩法

冲击锤凿岩法施工工艺：施工主体为挖泥船；施工时提升冲击锤至一定高度后自由落下，依靠重力作用冲击底床，以纵向撞击力破碎岩石。多次凿击后，引起岩石表层破碎。在冲击锤陷入岩层表面瞬间，冲击力向两边扩散，在力的挤压下会使岩层深处部分出现膨胀，导致深层岩石松动。

根据广西新港湾工程有限公司和中交四航局第三工程有限公司在西南水运出海通道工程（曹渡河口至桥巩段）施工 NO.1 标段以及钦州港金鼓江航道工程的实践经验。在水流湍急，流速大约为 3~4m/s，施工水深大约为 6~10m。饱和单轴抗压强度 90~163MPa，液压冲击锤破碎礁石及清运的施工效率约为 11 方/台班。

中山松凯工程自动化有限公司开展了钻孔降低岩石强度，后采用冲击锤凿岩法进行破岩试验，分析钻孔孔径、孔间距以及孔分布等对岩石预破坏的作用效果，得到相关参数与施工效率的关系。在最理想情况下，钻孔预裂、破碎礁石和清运流程的效率约为 15 方/台班。

冲击锤凿岩施工过程中，产生的冲击波和地震波较小，对水生生物和周边建筑的影响都很小；且能根据码头生产、进出港船舶的需要及时抛锚、起锚，避让船舶，解决了施工和生产之间的矛盾。但同时凿岩作业也具有施工效率慢、岩石预处理效果比爆破作业差、对抓斗船的钢丝绳、制动系统损伤大等缺点。

(3) 水下液压胀裂法

水下液压胀裂法施工工艺：施工主体为钻机船；以钻机船定位、钻孔相配合，在钻好的岩石孔中安装水下液压柱，利用液压柱提供的“内力”从岩石内部“拉裂”并破碎礁石。



图 2.6.1-2 水下液压胀裂柱

根据广西新港湾工程有限公司和中交四航局第三工程有限公司在西南水运出海通道工程（曹渡河口至桥巩段）施工 NO.1 标段以及钦州港金鼓江航道工程的实践经验，液压泵提供的压力 35~100MPa，液压柱直径 100~150mm，见图 2.6.1-2。在水流湍急，流速大约为 3~4m/s，施工水深大约为 6~10m。饱和单轴抗压强度 90~163MPa，有临空面的情况下，水下液压柱破碎礁石及清运的施工效率约为 30 方/台班。

而在无临空面的情况下，专题研究单位重庆交通大学在长江哑巴洞码头开展了礁石液压胀裂的现场试验。岩石饱和抗压强度约为 60Mpa，孔径为 100mm，孔间距 1m，排与排间距为 1m，液压压力 80MPa。试验结果可以看出，在无临空面的情况，液压胀裂法形成的裂缝沿钻孔垂向深度较大，且裂缝水平扩展范围较小，形成的缝隙较小，无法开展有效的礁石清除施工。



图2.6.1-3 重庆交通大学液压柱试验

因此，该水下液压柱破碎礁石施工方法，主要针对存在临空面的礁石清除，岩石破碎效果良好，破碎后礁石块型适合挖泥船清挖，相比较传统的静态破裂剂、凿岩棒、冲击破碎锤工艺，大幅度的提高了施工效率。同时，该方法不产生爆破波，没有冲击波对水生环境的影响，且没有较大程度的震动，对周围建筑物以及地质环境等影响较小。施工期间能根据码头生产、进出港船舶的需要及时抛锚、起锚，避让船舶，解决了施工和生产之间的矛盾。但对于无临空面的大块体礁石，其施工效率明显降低，很难达到对礁石形成“拉裂”并破碎的目的。

(4) 铣掘机破岩法

铣掘机在陆上应用广泛，对岩的破碎效率较高，基于岸上机械，采用机械臂将铣挖头送入到水中，顶住水下岩石进行铣挖。重庆交通大学联合重庆航道工程局开展了铣掘机破岩的现场实验。实验参数为：重庆段夫归石礁石区抗压强度25Mpa，铣掘机功率220kw，如图2.6.1-4：



图 2.6.1-4 重庆交通大学/重庆航道工程局铣掘破岩现场实验

铣掘技术适用于无临空面，优于水下液压胀裂法，不产生冲击波，水下震动较小，对水生生物、水生环境影响较小。折算破碎礁石及清运的施工效率约为20方/台班。

(5) 高频破碎礁石

三一重装通过试验发现，高频破岩冲击产生的激振幅度更加剧烈，说明破碎锤在相同能量输入下，高频低功比低频高功的生产效率更高。采用高速摄影机拍摄冲击功相同时岩石在冲击作用下的破碎影像，可以发现，岩石在高速冲击时，接触点附近出现较多的裂纹，然后裂纹迅速扩张使得岩石破碎，冲击速度越大，岩石碎屑中片状、针状的碎粒越多；冲击速度越小，碎屑中粒状碎粒越多。根据比表面能原理，当冲击速度小时，冲击能更多地转化为破碎的表面能，致使岩石粉碎程度更大，冲击速度大时，粉碎程度小，冲击能量消耗少，可以对岩石造成更大程度地破坏。



图 2.6.1-5 重庆交通大学高频破碎锤阵列破岩物理模型试验

重庆交通大学开展了高频破碎礁石的现场中试实验，在室内开展了高频破碎清礁实验研究，如图 2.6.1-5。理论上，按现在船型配备的高频破碎礁石系统施工效率可达50方/台班。因整套机械是全新研发设计，技术成熟度不高，破岩效率比预估值低很多，且水下作业主体全部浸没于水下，要求设备控制精度和智能化程度较高，止水要求高，技术难度大。

目前，重庆交通大学正在开展高频破碎礁石的整船改装方案，把水下平台抬升为水上平台，且在室内开展了相关实验。高频破碎礁石技术适用于无临空面，优于水下液压胀裂法，不产生冲击波，水下震动较小，对水生生物、水生环境影

响较小。在理想状态下，高频破碎礁石及清运的施工效率约为 50 方/台班。

2.6.2 施工工艺比选

在人与自然和谐发展的前提下，本节主要以施工效率以及工艺对环境影响的程度两个方面讨论上述几种方法的适用性。

对于几种相对成熟的施工方法，从施工作业效率方面，水下钻爆法对水下礁石的破除效率最高，每台班的清礁与清运的施工效率在 300 方左右。其次为高频破碎法破岩，施工效率理论上可达到 50 方/台班，但技术尚不成熟。再次为水下液压胀裂破岩法，存在临空面的情况下，每台班的清礁施工效率约为 30 方左右，无临空面情况下效率更低。再次为铣挖破岩和冲击锤法，施工效率达到 20 方/台班。高压水射流清礁效率最低。

但钻爆法无疑对水生生物生境影响最大，主要影响为冲击波产生的鱼类损伤和鱼卵的破坏。而冲击锤凿岩法、水下液压胀裂法、高速水射流破岩法、水下铣挖机、水下高频破碎等方法，属机械破岩方法，在水下施工时，不产生冲击波，震动较小，不会对水生生物形成快速、较大的损伤，但由于施工效率低下，对水生生物的影响时间可能长达几十年。根据实际清礁工程的实例，各清礁方式效果对比如下表所示。

表 2.6.2-1 清礁方式比选

清礁方式	施工效率	持续影响时间	技术成熟度及生态影响类型	对生态环境的综合影响
水下钻爆法	300 方/台班，最高	3 年	技术成熟度高，若未采取有效防护措施，冲击波将造成较大瞬时损伤	较大
			技术成熟度高，采取有效的防护措施后可有效减弱冲击波造成的影响	小
高频破碎法	50 方/台班，较高	20 年	技术成熟度低，生态影响类型为机械施工造成的生境持续影响	较大
水下液压胀裂法	30 方/台班，较高	30 年	技术成熟度低，生态影响类型为机械施工造成的生境持续损伤	较大
铣挖破岩法	20 方/台班，一般	45 年	技术成熟度低，生态影响类型为机械施工造成的生境持续损伤	较大
冲击锤凿岩法	20 方/台班，较低	45 年	技术成熟度高，生态影响类型为机械施工造成的生境持续损伤	较大

因此，综合考虑各方案在这两方面的影响，现有的清礁方案均存在着环保和效率不能兼顾的矛盾，本项目的推荐防范为：必须采取有效的防护措施，严格控

制冲击波造成的影响后方可选用水下钻爆法施工。

2.6.3 优化后的清礁工艺

(一) 水下爆破

本工程的爆破施工全部需采用深孔松动分层爆破，严格控制单次爆破规模，并且运用毫秒延时爆破技术和设置减震孔等综合措施，减小地震冲击波，确保周围建（构）筑物结构安全。报告调研了近年来长江上游实施的 7 个含清礁的航道整治工程，全部采用如下毫秒延时爆破工艺，具体如下：

表 2.6.3-1 长江已实施清礁航道项目

序号	项 目	验收情况
1	涪陵至铜锣峡江段炸礁工程	2014 年 3 月，完成竣工环保验收调查表。
2	泸州纳溪至重庆娄溪沟航道建设工程	2014 年 3 月，完成竣工环保验收调查表。
3	两坝间乐天溪航道整治工程	2014 年 4 月，完成竣工环保验收调查表。
4	长江三峡水库变动回水区碍航礁石炸除一期工程	2015 年 10 月，完成竣工环保验收调查书。
5	长江上游朝天门至九龙坡江段航道整治工程	2020 年 12 月，完成竣工环保验收调查书
6	长江上游朝天门至涪陵江段航道整治工程	正在施工
7	三峡-葛洲坝两坝间莲沱江段航道整治工程	正在施工

施工每天所用的炸药由专业炸药公司送到工地岸边，再用船转运到钻爆船。在船上设临时专用保管箱或船舱临时存放，炸药和雷管分开存放，由专人负责，多余的炸药交回专业炸药公司，不设置炸药库房。

水下清礁施工工艺：设置减震孔（必要部位）→爆破参数选择→钻孔布置→设置导标→钻爆船定位→潜孔钻钻孔→确定孔深→下套管、钻孔→装药→塞孔→钻爆船移位（同时水上和陆上警戒）→网路连接微差起爆→盲炮处理→解除警戒。

其工艺流程见图 2.6.3-1。

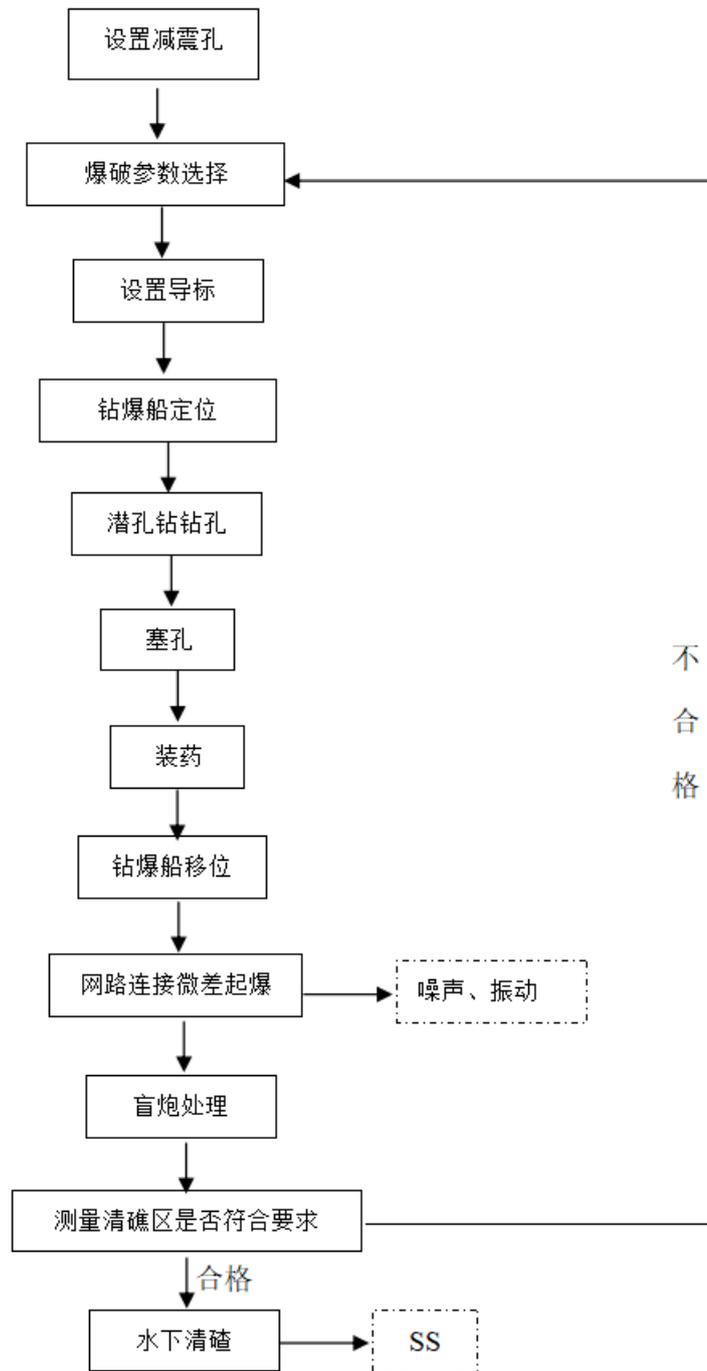


图 2.6.3-1 水下清礁工程工艺流程图

(1) 设置减震孔

在施工中需要采取设置减震孔保护清礁点周围的敏感建（构）筑物安全，所有非水下孤立礁石（老虎梁、鸡飞梁、血旺堆、白浅）的清礁区后方需设置减震孔。

(2) 爆破参数

本工程的爆破施工全部需采用深孔松动分层爆破，严格控制单次爆破规模，并且运用毫秒延时爆破技术和设置减震孔等综合措施，减小地震冲击波，确保周围建（构）筑物结构安全。实际工程中，根据地勘的成果，先根据经验公式得出一个爆破参数，但是由于各个清礁点岩石的结构、层理、岩层走向不同，爆破参数需结合经验公式，并需要现场试爆，通过试爆→调整参数→继续爆破的方式，根据爆破监测数据确定合适的安全爆破参数。

（3）钻爆船定位

钻爆船定位时采用高精度的全球卫星定位系统 DGPS 进行实时定位，能在电脑屏幕上随时监控船位和水位变化，确保钻孔孔位精度和钻孔深度要求。

钻爆船展布采用六缆定位法，即两根主缆，两侧各设两根边缆，在通航侧使用沉链，以保证航行船舶顺利通过。沉链由于自身较重，在穿过航道时能够沉入水底，不会影响通航船舶的安全。如下图所示：

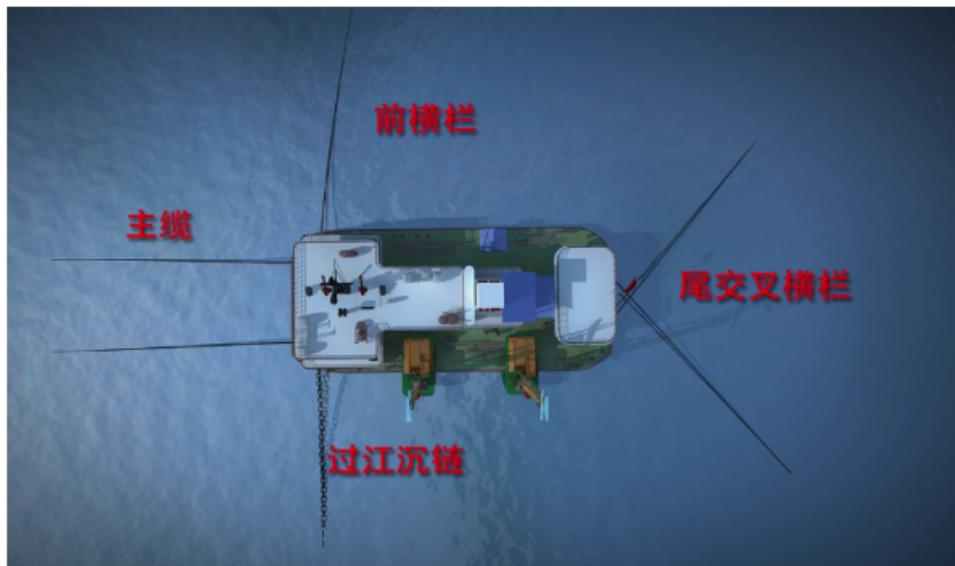


图 2.6.3-2 锚泊式钻爆船定位展布示意图

（4）水下钻孔

钻孔参数基于《水运工程爆破技术规范》、《爆破安全规程》确定，主要包括钻孔孔距和排距，钻孔直径和超深。它们跟清礁区岩土分类、挖泥船清渣能力等因素密切相关。

礁石钻孔时一次钻至设计深度，采用“一管一钻法”，即钻孔前先下套管，再下钻具钻孔（沿套管下放入底），为提高工效钻孔一次钻至设计深度。钻孔过程

中边提升钻杆边送风吹水，以便钻孔中的碎渣排出孔外，在钻孔过程中根据水位情况随时加长或拆卸套管，套管用粗螺纹连接，缩短套管加长或拆卸时间。钻孔至设计深度后，经反复多次提升和下落钻杆，以防碎石或淤砂堵孔。成孔后立即装药，钻孔与装药循环作业。



图 2.6.3-3 水下钻孔

(5) 装药

炸药通常有硝化甘油、乳化炸药和铵梯炸药等。水下钻爆由于炸药在水中的浸泡时间较长，为获得较好的爆破效果，采用防水性能较好的乳化炸药，并将乳化炸药装入 PVC 胶管内防止水压和水的浸泡作用影响炸药装药。

炸药：为获得较好的爆破效果，拟采用防水性能较好的岩石乳化炸药，并使用 PVC 管加工包装，增加药柱的强度和整体性。

雷管：水下钻爆施工爆破线路容易受到各种复杂因素的影响，需要随时检查爆破线路的可靠性，导爆管雷管因无法在起爆前检测爆破网络，且导爆管在流速较大的区域使用，容易在孔口发生磨损及弯折，易造成瞎炮，为便于爆破网络的检查，雷管采用金属壳毫秒延时电雷管，采用毫秒延时爆破以减小爆破地震波和水下冲击波。炸药和雷管在使用前必须进行检验和试验，并进行防水处理，以确保性能和安全。

根据《水运工程爆破技术规范》水下爆破炸药单位耗药量表，要根据礁石的岩性确定水下爆破炸药单位耗药量。

为防止泥沙和石渣淤孔，钻孔完成后应立即装药。装药前，先检查孔壁的质量和孔深，再根据孔深确定采用起爆体的个数。

微差时间：毫秒延时爆破时间间隔一般为 50~75 毫秒，爆破时炮孔逐排顺序

起爆。由于前排炮孔爆破后的岩块对后排岩块的抛出起了阻碍作用，采用合适的毫秒延时间隔，使后排爆起的岩块与前排爆起的岩石相互碰撞，增加岩石破碎度，而且前排孔爆破后，为后排孔提供了自由面，提高了爆破效果。此外，采用毫秒延时分段爆破，避免了爆破引起地震波迭加，有利于减小震动效应。

延时雷管采用分排、分孔按深水一侧先爆的原则布置。每排或者同排部分炮孔间布设毫秒延时雷管，可提高爆破效果，有利于清渣施工。

(6) 连接导线要求

水下电爆网络的导线（含主线，连接线）应采用抗拉强度高、防水性和柔韧好的绝缘胶线，在急流乱水区，爆破主线路呈松弛状态扎系在伸缩性小的主绳上。主线、区域连接线之间的联结处都采用绝缘胶布和防水胶布双层包裹。



图 2.6.3-4 连接水下导线

起爆：起爆材料包括实施爆破时激发清礁所用的一系列点火和起爆材料，包括雷管、导火索等。起爆雷管采用非电导爆雷管，非电雷管采用毫秒段发雷管引爆，以减小爆破地震波和水下冲击波。起爆用非电雷管入水时用胶水进行防水处理，以确保性能和安全。炸药和雷管在使用前必须作与工程相似水深的浸泡和爆破试验。



图 2.6.3-5 水下起爆水花

清礁点根据所处位置和周边建（构）筑物的不同，要采取预裂爆破技术或设置减震孔保护清礁点周围的敏感建（构）筑物安全，其余各清礁点采用控制药量、深孔松动爆破以及微差爆破相结合的技术就可以确保周边建（构）筑物的安全。

（二）清渣工艺

本工程全部采用水下清渣。水下清渣均采用 4m^3 抓斗式挖泥船将渣石装至石驳，运至炸除礁石处理区处理。

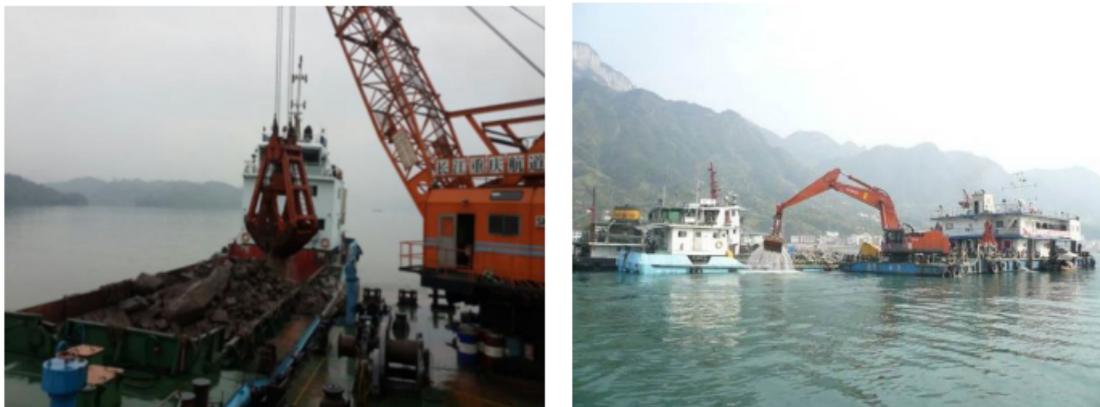


图 2.6.3-6 抓斗清渣

水下清渣工艺流程为：设置导标→挖泥船定位→下斗抓渣→石渣装驳→运输卸渣→开底抛投。水下清渣工艺流程见图 2.6.3-7。

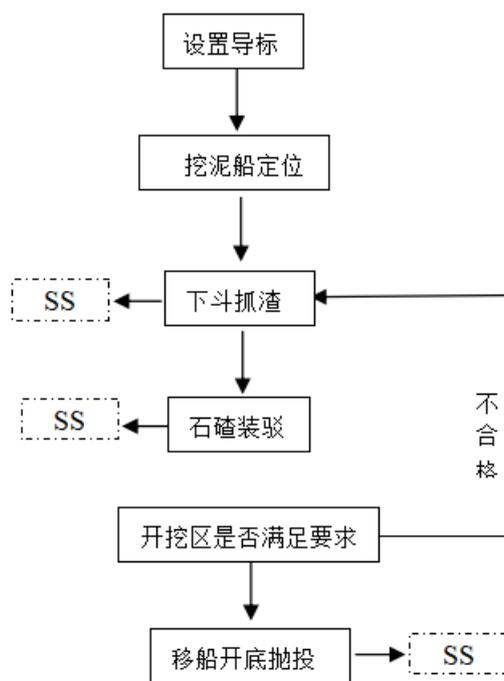


图 2.6.3-7 水下清渣工艺流程

2.6.4 施工组织计划

三峡工程蓄水后，本次工程江段成为三峡水库常年库区，航道条件得到较大改善，且已实施船舶航行定线制，但在汛期丰都至涪陵段虽然基本处于常年回水区，但由于该段航道沿岸部分礁石伸入江心，汛期低水位大流量期间航道条件改善不明显，礁石附近水流紊乱，水流条件差，滑梁水、泡漩水较为突出，可通航水域较上下游大幅缩窄，严重影响船舶正常航行，特别是上行船舶航行受到较大影响，因此，礁石清除工程宜尽早安排实施。

施工进度安排需要考虑的主要影响因素包括：1) 施工与通航的矛盾：本工程部分清礁区就位于航槽边缘，施工展布很可能影响到通航，为尽量减少施工对通航的影响，尽量选择在较高水位施工；2) 产卵期：重庆江段 3-6 月份为产卵期，不能安排爆破施工，可适当考虑清渣等施工；3) 汛期施工安全：7-9 月份汛期，施工条件差，从施工安全考虑，原则不安排施工，考虑到工程量大，在满足安全度汛的前提下，可根据水情，在确保安全的前提下，适当安排施工。4) 清礁工程量：本工程清礁工程量较大，除去产卵期、汛期，有效施工期较短，宜多开展工作面，因此可安排距离较远的各滩段同时施工的组织方案。

考虑以上因素，结合项目工程量及施工效率，确定本工程计划建设期 42 个

月，试运行 12 个月，共计 54 个月。具体每个滩段的施工进度安排见下表。

表 2.6.4-1 各滩段施工进度计划表

滩段名称	项目	第一年				第二年				第三年				第四年	
		一季度	二季度	三季度	四季度	一季度	二季度	三季度	四季度	一季度	二季度	三季度	四季度	一季度	二季度
佛面滩	施工准备	—													
	水下清礁	—	—	—	—										
	水下清碴			—	—										
老虎梁	施工准备	—													
	水下清礁	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	水下清碴			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
大渡口	施工准备					—									
	水下清礁					—	—	—	—						
	水下清碴						—	—	—						
大梁	施工准备	—													
	水下清礁	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	水下清碴			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
和尚滩	施工准备									—					
	水下清礁									—	—	—	—		
	水下清碴										—	—	—	—	

2.6.5 施工布置

(1) 施工营地

本项目施工期安排人员 160 人（每个滩险约 40 人），其中 132 人为施工人员，28 人为项目部管理人员，施工人员的食宿可利用施工船舶上的既有设施，施工时可租用建设涪陵城区或者清溪镇居民的居住房作为施工营地。

(2) 临时码头

本项目生态工程需要购买生态鱼礁并采取水路运输。在靠近生境异地重建一区的老虎梁滩右岸原有一个船厂码头，且后方陆域平坦开阔，有闲置堆场可利用。

2.7 工程量和投资

2.7.1 工程量

清礁 125.9 万方，每个滩险的工程量计算结果详见下表 2.7.1-1。

表 2.7.1-1 涪陵至丰都江段各滩整治工程量汇总表

工程区域	项目名称	单位	工程量
老虎梁	清礁	万 m ³	42.7
大渡口	清礁	万 m ³	9.7
大梁	清礁	万 m ³	56.1
和尚滩	清礁	万 m ³	17.4
清礁工程量合计		万 m ³	125.9

2.7.2 土石方平衡

工程清礁 125.9 万方，老虎梁滩段弃渣 42.7 万方和大渡口 9.7 万方抛填至生境异地重建区-老虎滩清礁区对岸三堆子至花滩石梁沿岸深水区域，用于生境重建区的营造，其余滩段礁石投入划定的礁石处理区。

2.7.3 投资及工期

工程方案总投资估算费用为 51470 万元。工程总工期为 54 个月，其中施工期为 42 个月，试运营期为 12 个月。

2.8 工程建设方案优化过程

涪陵至丰都江段航道整治工程涉及上游重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区、鱼类“三场一通道”等重要生态敏感点。鉴于工程建设的潜在生态风险，专题报告编

制单位、环评单位、长江航道局与工可设计单位多次沟通，强调优化工程建设方案、降低生态影响。工程建设方案的优化过程包括：

(1) 避让

清礁点位对水生生境的避让：最初方案“长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程”项目需进行整治的礁石共有 7 处（和尚滩、菜籽梁、大梁、大渡口、老虎梁、头外梁和佛面滩），经环境影响评价论证：3 个滩险（菜籽梁、头外梁和佛面滩）的航行安全问题将通过加强航行管理方式的解决，仅对剩下的 4 个滩险（和尚滩、大梁、大渡口、老虎梁）实施航道整治。

清礁基线对生态红线避让：最初方案优化之前，和尚滩的清礁基线离航槽约 120m，涉及重庆市水土保持生态保护红线中的三峡水库消落区类型生态保护红线，按照“一条红线管控重要生态空间，确保生态功能不降低、面积不减少、性质不改变”的原则，对和尚滩的清礁基线进行调整，调整后的基线离航槽约 110m，使得工程区域在生态红线之外。

礁石处理区对鱼类生境避让：经详细调研后发现，涪丰段的鱼类生境类型为礁石-深沱型生境，最初方案规划的工程礁石处理区与鱼类聚集的深潭相重叠。2019 年 10 月，编制单位针对工可提出的初步整治方案召开专家咨询会，充分论证礁石处理方案对保护区的生态影响，以优化整治方案、降低生态影响。优化之后的弃渣区已避开鱼类聚集的深潭，选择生境的非敏感区域。

(2) 减缓

持续减少工程量：在保证航道整治效果的前提下进一步减小工程量，进一步减轻了航道整治工程对保护区水生生境的影响。优化后的工程滩险数量从最初的 7 个优化为现在的 4 个，同时，总工程量从 217.4 万方削减为 125.9 万方，削减量 91.5 万方，削减约 42%的清礁工程量。

表 2.8-1 清礁工程量汇总表

工程区域	项目名称	单位	工程量		
			优化前	优化后	削减量
佛面滩	水下清礁	万 m ³	7.6	0	7.6
头外梁	水下清礁	万 m ³	4.5	0	4.5
老虎滩	水下清礁	万 m ³	66.6	42.7	23.9
大渡口	水下清礁	万 m ³	15.0	9.7	5.3

大梁滩	水下清礁	万 m ³	75.4	56.1	19.3
菜子梁	水下清礁	万 m ³	26.5	0	26.5
和尚滩	水下清礁	万 m ³	21.8	17.4	4.4
合计	水下清礁	万 m ³	217.4	125.9	91.5

(3) 补偿

2020年9月,《长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程对长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区影响专题评价报告》经农业农村部长江渔业管理办公室审查以后,提高了对水生生态的补偿力度。

(4) 重建

生态异地重建区:2019年10月,研经一系列的试验研究与数值模拟发现,可以利用礁石重新营造适用涪丰段的礁石-深沱型生境,生境主要判别指标为产卵期(约12000m³/s)流速<1.4m/s,汛期(约35000m³/s)流速>0.6m/s。提出生境异地重建工程方案。2019年12月,《长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程对长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区影响专题评价报告》经重庆市渔政部门审查后,重新充分论证礁石处理方案对保护区的生态影响,2020年4月,专题报告编制单位经一系列的试验研究与数值模拟发现,对生境异地重建的选择方案进行了再一次优化。

2.9 与相关法律、政策和规划的协调性分析

2.9.1 与长江保护法的符合性分析

《长江保护法》明确了长江航道建设的生态界线,法律第27条要求“严格限制在长江流域生态保护红线、自然保护地、水生生物重要栖息地水域实施航道整治工程;确需整治的,应当经科学论证,并依法办理相关手续”。

涪丰段航道整治工程将遵循长江保护法,不涉及生态红线和自然保护地;最大限度避开水生生物重要栖息地;并且开展了审慎、深入的科学论证,实施全面、有效的生态修复措施。

编制单位开展了环保施工工艺、鱼类生境异地重建、爆破冲击波对鱼类的损伤及防护、大型船舶噪声对鱼类的影响等论证,建立生态航道建设的概念体系、方法体系、技术体系与管理体系,制定航道工程的鱼类增殖放流、生境恢复评估等技术规范。

建设单位长江航道局委托重庆交通大学编制完成《长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程对长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区影响专题评价报告》,2021年

2月该报告已通过农业农村部长江流域渔政监督管理办公室审查。

本项目属符合《长江保护法》要求。

2.9.2 产业政策相符性分析

本项目属符合中华人民共和国国家发展和改革委员会第29号令《产业结构调整指导目录(2019年本)》(2019年修正)中“第一类 鼓励类”中“二十五 水运”的“2、沿海深水航道和内河高等级航道及通航建筑物建设”项目，本工程建设符合国家产业政策。

2.9.3 与《长江干线“十三五”航道治理建设规划》、《长江干线“十三五”航道治理建设规划环境影响评价》和《关于<长江干线“十三五”航道治理建设规划环境影响报告书>的审查意见》的相符性分析

(一) 与《长江干线“十三五”航道治理建设规划》符合性分析

“十三五”航道治理建设规划目标：“……涪陵至宜昌段，航道水深维持4.5米，进一步改善三峡库区和三峡至葛洲坝两坝间航道条件，实现通航由2000~3000吨级驳船组成的6000~10000吨级船队……”。

从目前航道运行情况来看，涪陵至丰都江段内礁石碍航滩段主要有老虎梁、大渡口、大梁和尚滩四处，部分沿岸礁石伸入河道，缩窄了通航水域宽度，礁石附近水域存在花水、泡漩等不良流态，通航条件较差，严重影响船舶正常航行，特别是上行船舶受到较大影响。在不通过航道整治情况下，无法实现“十三五”航道治理建设规划目标。因此，项目必须对以上滩险进行整治。

因此长江干线“十三五”航道治理建设规划中将涪陵至丰都江段分为两段(观音滩至花滩水道、菜子梁至和尚滩水道)，其规划成果纳入根据《水运“十三五”发展规划》(详见2.9.4节)。后根据“十三五”交通运输专项建设规划中期调整方案，7个滩险的整治项目合并，并重新命名为“长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程”。

根据《长江干线“十三五”航道治理建设规划》中本江段规划方案与工程实施建设方案对比分析可知，工程整治滩险、位置与规划的方案基本一致，但是规模有所减少，取消多处清礁工程，缩小了工程开发规模，减少工程建设对环境的不利影响，故建设方案与规划方案基本相符。

2021年9月23日，交通运输部在《交通运输部关于报送长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程可行性研究报告的函》(交规划函(2021)459号)文中，对工程的实施点位和工程量调整情况进行了回复。

综上，项目基本符合《长江干线“十三五”航道治理建设规划》。

(二) 与《长江干线“十三五”航道治理建设规划环境影响评价》的符合性分析

《长江干线“十三五”航道治理建设规划环境影响评价报告书》对涪陵至丰都江段分为两段进行评价。分别为“长江上游观音滩至花滩水道碍航礁石炸除工程”和“上游菜子梁至和尚滩水道炸礁”。如图 2.9.3-1。

对比《长江干线“十三五”航道治理建设规划环境影响评价报告书》评价的工程内容和本项目拟实施内容可知，本项目整治滩险、位置与规划环境影响评价的方案基本一致，但是规模有所减少，取消了许多清礁工程，缩小了工程开发规模，减少工程建设对环境的不利影响。

12	重庆至涪陵	三峡水库变动回水区碍航礁石炸除二期工程	黄草峡、明月峡、铜锣峡、外梁、夫归石整治	2017	2019
13		长江上游木洞-朝天门水道整治	治理木洞、广阳坝、长叶礁、朝天门等水道，包括草鞋礁、腰殿礁、长叶礁等滩险	2020	2022
14		长江上游涪陵-洛碛航道整治工程	治理长寿、洛碛水道，包括王家滩、上洛碛、下洛碛等滩险	2017	2019
15	涪陵	长江上游菜子梁-和尚滩水道	部分炸除大渡口、大梁、菜子梁、和尚滩等尖嘴礁石	2019	2021
长江干线“十三五”航道治理建设规划环境影响评价报告书				2.0 规划概述	
16	宜昌	炸礁 长江上游观音滩-花滩水道碍航礁石炸除工程	部分炸除佛面滩、头外梁、老虎梁等礁石	2017	2019
17		两坝间大沙坝-南津关段航道整治工程	消除两坝间航线内碍航礁石和边滩	2020	2024
18		长江中游宜昌至宜昌门溪河段航道整治三期工程	虎牙滩、古老背护底加糙工程，云池弯道边滩护滩带及汉道锁坝工程、宜都弯道护底加糙、关洲水道的左汉中下段守护控制工程、芦家河水道石泓中下段护底工程及沙泓内局部清障工程。	2020	2023

图 9.2.3-1 长江干线“十三五”航道治理建设规划环境影响评价内容

(1) 规划环评主要结论

① 规划航道充分考虑河势规划的相关内容，与长江委的河势控制规划、长江口河势控制的目标基本保持一致。整治航道影响河道局部水文情势，仍能保留长江总体水文情势格局。

航道炸礁、疏浚、水下沉排、抛石、护岸及抛泥对各个航道段的水文情势产生局部影响。航道整治有利于稳定航槽；刷深浅滩，增加航道水深，拓宽航道宽度，增大弯曲半径；降低急流滩的流速；改善险滩的流态。一般不改变河道的来流量和输沙量，实施后，整治建筑物局部流速、水位有所改变，但影响程度、范围小，对天然水文情势改变较少，基本上不影响环境状态。

② 航道建设可能影响局部水环境保护目标，要做好施工期的组织，防止施工污染。

航道整治规划上游主要是碍航滩险整治……上述施工行为主要是造成河道水质的悬浮物增加，其中又以航道清礁、疏浚、切滩和抛泥影响范围较大，悬浮物浓度增加值小于 10mg/L 影响范围一般可控制在作业点区域 100~500m 以内。施工强度较大的疏浚可能影响范围稍大。抛石筑坝、护岸、护滩材料以石料为主，影响范围一般在 100~200m。施

工悬浮物沉降速度较快，施工作业停止后下游水质可以恢复到原有水平。

陆域施工营地污水产生量总体来说不大，水环境影响小，但是仍要采取一定的保护措施防止水环境的不利影响，施工营地不得设置在饮用水源保护区。不得在水源保护区和影响区域排放任何施工废水和污水。

③ 营运期船舶污染物排放总量小，需要加强船舶升级和港口接收船舶污染物的管理，减少长江水环境的影响。

海事部门应加强对航道内船舶污水的管理，船舶制造按照设置污水舱和排放标准管道，到港后船舶污染物由海事或者港口接收，船舶污水对水环境污染影响是有限的。

④ 航道建设所在河道生境发生局部改变，河岸、泥沙运动的变化影响水生生态系统生境，对河流水生生态产生影响，但天然江段的特性仍可基本保留。

航道整治如炸礁、切滩、疏浚、护底、护岸、鱼骨坝、梳齿坝、护堤丁坝、潜坝等对水生生态环境的影响主要表现在对长江水域的占用和扰动，对水生生态环境的直接影响包括河流生态系统的结构特征的改变（主要是水动力条件的改变）和生态系统服务功能的破坏等方面，各个航道的建设影响是局部的。

从航道规划整治范围来看，在部分江段实施局部险滩、浅滩碍航江段的整治，导致江段河床与河道形态变化，局部河道的生境改变，但总体上仍能保留天然江段的自然特性。航道整治对于河道的开放性、连续性没有宏观上的重大影响，系统性的生态影响是有限的。

⑤ 施工改变局部河道生境地貌，造成局部水生生态变化。对浮游、底栖生物和鱼类影响，特别是局部产卵生境。营运期航运量增加将压缩大型水生生物的生存空间。

长江上游航道整治措施主要是炸礁、疏浚和筑坝（丁坝、顺坝、潜坝等）。宜宾~重庆江津江段的炸礁工程使局部生境发生改变，对在此产卵的上游珍稀特有鱼类的繁殖行为有影响。重庆段主要是局部产卵场的炸礁施工影响。

航道规划实施后部分江段鱼类的组成种类和数量将会产生一定的变动，但是鱼类多样性指数变化幅度不大。

三峡工程建设后，上游库区涪陵以下江段四大家鱼产卵场作用丧失（鱼卵漂流距离不够）。

⑥ 对水生生态自然保护区、水产种质资源保护区、重要湿地的影响

规划涉及整治江段以及临近江段的生态功能保护区，主要包括水生自然保护区、国家级水产种质资源保护区、沿江重要湿地等。

对于自然保护区、水产种质资源保护区而言，主要是降低和缩小水生保护物种的现有生境空间。根据《中华人民共和国自然保护区管理条例》，航道在保护区建设，尚需要保护区管理部门同意工程项目建设，并根据要求采取相关保护措施。部分航道位于国家级水产种质资源保护区内，航道建设必须征得保护区行政主管部门同意方可实施。

规划整治江段可能影响长江重要湿地，其主导生态功能是湿地生态系统保护。主要为筑坝、疏浚、护岸、潜堤及护岸加固等工程，采取生态护岸，通过控制抛泥区、施工场地及污染物排放，基本不引起湿地生态结构和功能的变化。

对其他生态功能区无明显影响。

⑦ 人类活动已对长江生态产生了累积性影响。航道建设对长江生态的累积性影响主要体现在局部水生生物生境的变化及污染物的排放等

规划预测船舶排污量总量和石油类仍处于比较低的水平。各省在城市和工业排污比较集中的江段，石油类相对较高，注意这些区域的船舶污染物排放的局部石油类的累计效应。随着船舶大型化和标准化，港口接收设施的不断完善，水运方面的污染物排放将得到较好的控制，对水生生物的累积影响则可能有所下降。

单个航道的建设对水生生物的生境影响不会彻底的改变整个江段，但规划若干个航道以及其它港口码头建设和水资源利用产生的累积效应还是存在的。可能导致区域性的水流变化，水文情势的变化又影响水生生物的生境。

⑧ 水文情势变化和生物多样性的累积影响及减缓影响的规划目标

航道建设不改变一个周期内的水流的持续期、时机和变化率，局部变化的影响是有限的，从流量和频率和流量出现时机来进行累积性影响的总的判别，航道建设内容决定了将不会造成各个航道段的高低流量的大的变化。

航道建设的疏浚抛泥、水下爆破、导堤建设等施工行为对水生生物的伤害、对局部水生生态的影响是存在的。规划性质决定绝大部分区域的水生植物和动物的栖息条件不发生重大改变。施工期间的临时影响可以通过防护措施可以予以有效减缓，尚不至于造成对生物的累积性不利影响。

规划航道建设后，各江段现有水文情势五大特征（流量、频率、持续时间、出现时机和水文条件的变率）没有大的改变，不会阻止现有湖泊水系，维持现有洪泛平原，减少河道移动和二级支流的形成，不会对生境产生重大不利影响。

航道建设影响改变部分江段鱼类生境，应考虑重要生境的替代方案，防止流域性的生态变化和生境破坏，维护生物多样性。

⑨ 长江流域应重视对主要指示性物种和保护物种的监测与评估

建立确保生态系统健康的基础数据系统。除了对生物资源直接补偿外，还应从江河水文、气象、化学、物理等多层面，来考虑水域的水生植物、水生动物、生物多样性、自然景观及湿地功能等的补偿修复。加强特有生境的日常监测和调查工作，提前对水工程建设可能损毁的特有生境的地形地貌进行测量，建立生态数据本底资料库，以便为开展的特有生境研究和人工恢复提供科学依据。

⑩ 河流生态系统服务功能依赖于河流生态系统的维持。

整治航道基本不改变河流形态多样性，不会导致生态系统服务功能较大的下降带来的负面后果，对调节气候，减缓洪涝旱灾，维持生物多样性和保存基因库，有害生物控制及净化水质和大气等生态服务体系不会造成重大破坏。

⑪ 注意生态和环境风险，做好规划以及后期的风险应急预案和风险防范工作

规划实施后，航道条件改善，为船舶运输提供更好的条件。但航道整治期间的施工船舶横向行驶临时的风险影响，建设后通航船舶密度增加，发生事故风险的概率较现有水平将有所上升。库区航道水体自净能力减弱，对污染物降解扩散能力有所降低。长江上游为珍稀特有鱼类国家级自然保护区，水生生态较为敏感，应结合流域综合开发考虑减缓影响的措施。

应建立完善的突发公共事件应急处理程序。制定环境风险应急预案，分别纳入城市地区级别突发环境事件应急预案体系，考虑相互的有机联系。

⑫ 规划实施对长江经济带发展战略、长江流域经济发展、产业结构调整、促进东西部经济的协调发展有积极的作用

航道建设有利于促进流域经济增长、带动相关产业发展、加强城市间的相互联系，提升区位优势。沿江（河）分布的主要资源和中转港口为航道发展提供货源保障。

规划提高长江航道的通过能力，充分发挥长江连系西南地区与东部沿海的水运主通道作用，带动长江沿岸各省市的经济发展，可为沿江经济的可持续发展打下良好的基础。规划在目前的航道和水域条件上进行，构筑更加完善的集疏运通道，作为交通综合枢纽为流域各省市提供运量的支撑。

⑬ 航道的整治从区域沿江交通物流层面上，有利于减少环境空气影响和降低能耗

船舶废气污染物包括：氮氧化物、碳氢化合物等，对航道沿江环境空气产生影响。随着航道两侧距离的延伸，船舶废气逐步扩散，对环境空气的影响逐渐变小，对两岸居民区不造成影响。

航道整治后，通过航道的大吨位船舶比例将逐步提高，大吨位船舶的动力设备和防污设施明显好于小型船舶，在年通过货运总量相同的情况下，船舶排放的废气总量比以前将会明显减少。

(2) 对项目环评要求

① 严守生态红线，避免对自然保护区及水源保护区的影响。

规划建设的多项建设项目涉及占用自然保护区的核心区或缓冲区等以及饮用水源一级保护区等红线区，规划的实施对保护区的结构和功能不可避免地会造成一定的影响，且各个保护区的累积影响叠加后，对长江生态环境影响较大，建议优化工程方案，尽量避免占用。

对位于自然保护区实验区、饮用水源二级保护区、水产种质资源保护区内的治理工程，应优化方案，尽量减少保护区内施工规模和工程量。其中，涉及自然保护区实验区和水产种质资源保护区的，工程具体实施阶段还应进行专题评估，并取得相关主管部门的同意，采取预防、减缓及修复性措施，将工程对生态的影响降低到最低限度。涉及饮用水源二级保护区的，应取得相关主管部门同意。

② 重要生态敏感区的生态修复

涉及水产种质资源保护区、鱼类三场、重要湿地的建设内容，实施前应进行充分论证，建设前应取得主管部门同意。采取降低对生境不利影响的生态建设方式。对水产种质资源保护区也应进行专题研究和提出对应的生态修复措施方案。

在长江上游珍稀特有鱼类自然保护区江段，针对产漂流性卵的鱼类，人工构筑适合产卵的坝型，在产卵期控制上游向家坝放水时间和流量，人为制造产卵有利条件。对于产粘性卵的鱼类，可以采用人工鱼巢或模拟产卵场的方法重建其产卵环境。

加强支流栖息地的保护，也能在一定程度上减缓规划项目对鱼类的影响，维持部分鱼类种群在长江上游水系的延续。建议在规划江段内，根据自由河长、流量、水质、开发现状等条件，筛选出若干合适的支流作为替代生境加以保护。

③ 减缓环境影响的原则措施

注意水利设施的影响，与规划大桥、取水构筑物、过河管道、电力通讯设施保持必要的安全防护距离。关注对渔业经济的影响，采取必要的补偿措施。

严格落实《饮用水水源保护管理条例》的相关要求。水源保护区内严禁排污，取水口附近水下作业时，取水口周围设防污屏，避开取水时段并缩短连续施工时间，合理制定抛泥区、施工场地位置，避开水源保护区、自然保护区等。滩险整治、护岸工程和筑坝

应在枯水期完成。执行交通部 2015 年第 25 号令《中华人民共和国防治船舶污染内河水域环境管理规定》及《船舶与港口污染防治专项行动实施方案（2015~2020 年）》的相关要求。船舶废物严禁直接排放，舱底油污水经船舶自带的油水分离器处理达标后排放；港口、加油站及航道管理站设置船舶污水、垃圾接收设施或者接收船只，接收后统一处理。

制定合适的抛泥区，不得在水源保护区内设置抛泥区，控制疏浚施工带来的悬浮物影响，在饮用水取水口附近水域进行护岸、护滩和筑坝施工时，合理安排取水口 150m 范围内水域水下施工作业时间，在取水口周围敷设防污屏。施工与取水时间错开，可以保证供水水质不受影响。陆域施工营地污水产生量总体来说不大，水环境影响小，但是仍要采取一定的保护措施防止水环境的不利影响，施工营地不得设置在饮用水源保护区。不得在水源保护区和影响区域排放任何施工废水和污水。

采用先进的“3S”定位和自动测深仪器，科学确定涉水工程的施工范围、开挖尺寸，定量控制对水环境造成影响的主要施工环节和工程行为。

海事部门应加强船舶的监督和检查，防止船舶污水偷排；交通部门针对船舶污染，加大防治力度，切实解决船舶的垃圾、废水的污染问题。

④ 生态保护的原则性措施

提高生态设计理念，优化施工方案及施工方式，合理选择工法和安排施工时序，避免多项航道同时施工，施工炸礁滩险整治、护岸工程和筑坝时，选择对生物多样性破坏小的设计和施工方案，考虑生态护坡，注重河流与岸坡的有机联系，控制施工时段以避让鱼类产卵期。

加强施工行为的监控和管理，建立高效有力的监管体系，强化对珍稀水生生物的保护，注重水土保持建设。

开展生态监测，落实增殖放流计划，人工营造适宜鱼类繁殖的生境，做好生态和渔业恢复及补偿工作。

执行长江禁渔期制度，加强长江渔业水域生态环境监测工作，关注区域生境变化及生态系统整体性变化，从流域角度，设置增殖放流站。

通过生态修复工程，进一步改善江滨环境、鱼类产卵生境，达到保护长江生物多样性、鱼类种群资源，保护自然保护区和水产种质资源保护区。长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区生态修复工作应保证水文特征和鱼类产卵场的生境基本能保持大致的格局水平。选择在洲滩沿岸浅水区、流速较缓区域种植水生植物对水域生态进行恢复；在

洲头守护侧缘、流速较缓的水域，设计时考虑施工后采取铺设砾石等措施，增加鱼类所需的产卵基质等。豚类自然保护区重点研究规划航道现有的洲滩和其他水域的生态功能，防止船舶对豚类的噪声干扰影响和物理伤害，保证船舶在既有航道区行驶。

⑤ 环境风险防范措施

航道施工期间存在施工船只横向行驶的临时水环境风险影响，应结合区域特点和施工方式制定施工期间的事故风险应急预案。

严格执行国家和有关部门颁布的危险货物运输相关法规。对运输危险品船只实行申报管理制度，检查制度。严格落实长江段船舶定线制规定。加大对不规则的“超大型”船舶的监督管理力度。充分发挥信息服务和交通组织功能，落实安全管理监督责任制。

配备与航道等级相匹配的支持保障系统、应急管理体系，包括导、助航设施，航道工程船舶及设施，航道生产配套设施，数字航道系统、水上交通安全、救助系统、应急材料库、应急预案等。

建立和完善流域、交通和各级政府的事发应急体系，构建有效的长江船舶防治事故水污染的防范和应急机制，降低事故污染对长江水体和水生生物的影响概率和影响范围。

(3) 与项目环评要求的符合性分析

根据《长江干线“十三五”航道治理建设规划环境影响报告书》的要求：对规划的调整建议中提出了4个方面的建议，即严守生态保护红线，避免对自然保护区及水源保护区的影响；涉及水产种质资源保护区、鱼类三场、重要湿地的建设内容，实施前应进行充分论证，建设前应取得主管部门同意；重要生态敏感区的生态修复；建立重要物种庇护场所的建议（由流域统筹考虑，系统地开展）。

本工程范围内不涉及自然保护区；工程范围内分布有1个生活饮用水取水口、1个企业用水取水口和1个水源二级保护区。采取施工前在取水口周围布设防污帘措施，整治工点施工产生的悬浮物基本不会对取水口水质产生污染影响，满足规划环评中提出的“避免对自然保护区及水源保护区的影响”要求。

工程位于长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区实验区内，开展了种质资源保护区专题论证，论证报告提出施工期采取避开鱼类产卵期，对施工造成渔业资源损失进行人工鱼巢、生境异地重建、人工增殖放流等生态修复补偿措施，较大程度地减少了工程对该种质资源保护区的影响程度。建设单位长江航道局委托重庆交通大学编制完成《长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程对长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区影响专题评价报告》，2021年2月该报告已通过农业农村部长江流域渔政监督管

理办公室审查，保护区主管部门已经同意了本工程的建设。

为了保护长江渔业资源，报告提出了鱼类增殖放流，设置人工鱼巢等生态恢复与补偿措施；拟在老虎滩对岸的生境异地重建水域营造鱼类索饵场等鱼类关键生境。通过抛石营造阶梯型的浅滩-深潭形成适宜的流速空间供鱼类栖息，块石尽量选择有棱角不规则的大块石，有利于藻类着生、底栖动物附着生长，深潭区域铺设生态鱼礁。

工程生态保护目标主要包括长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区、鱼类“三场”及洄游通道，以及国家重点保护野生动物等。针对《长江干线“十三五”航道治理建设规划环境影响报告书》中对项目环评提出的预防和减缓环境影响的措施，在项目环评中均有所体现，较好地落实了《长江干线“十三五”航道治理建设规划环境影响报告书》对项目环评的要求。

综上，项目严格遵守对规划对项目环评的相关要求，详情如表 2.9.3-1 和 2.9.3-2：

表 2.9.3-1 项目环评对规划环评总体要求的落实情况

序号	对项目环评要求	执行情况
一	规划的调整和生态修复建议	
1	对于优化调整后仍然涉及保护区的航道整治项目，在项目环境影响评价阶段，应开展保护区专题评价报告，就工程与保护区的关系及影响进行分析说明，制定详细的保护区生态补偿方案，并取得主管部门的许可。	本项目不涉及自然保护区。
2	涉及种质资源保护区、鱼类三场、重要湿地的建设内容，实施前应进行充分论证，对种质资源保护区有影响的，建设前应取得主管部门同意。采取降低对生境不利影响的生态建设方式。	本项目涉及种质资源保护区，已通过主管部门审查。 报告提出建设生境异地重建等生态友好方式，减少工程对鱼类生境的影响。
3	长江是沿江区域居民的重要饮用水源。航道规划实施过程中，可能会对饮用水源保护区的功能产生影响，尽管航道功能与饮用水源保护区的功能在空间上可以同时满足，但为了避免不同功能区在规划水质目标上的冲突，建议规划实施时须征得水利和环保行政主管部门的同意后再行开发，在饮用水源保护区边界处设立相应的警示标志，并调整航道建设施工方式，使之尽可能减少对饮用水源保护区的影响。	本项目仅涉及涪陵区长江大渡水厂取水口二级饮用水源保护区，重庆市人民政府已经同意本工程建设。报告提出了施工前在大渡水厂取水口四周布设防污帘的措施，可有效防止水上施工产生的悬浮物对取水口水质的影响。
4	在工程涉及的豚类保护区江段开展生物资源调查，江段的适宜地区开辟保护地（如利用洲滩和其他水域，设置必要的隔堤，防止船舶对豚类的噪声影响和物理伤害，保证船舶在航道区行驶，减少对保护水域物种的影响），设置禁航标示区，有防止事故污染的应急措施预案。对于中华鲟的保护进行专题研究，在中华鲟保护区上游建设适宜的河流产卵生境（坝下合理引流、重建适宜的水文情势），江段的其他区域保证底质和水文条件；此外，在种质资源保护区的也应进行专题研究和提出对应的生态修复措施方案。	本项目不涉及豚类和中华鲟自然保护区。

二	减缓环境影响的原则性措施	
1	注意水利设施的影响，与规划大桥、取水构筑物、过河管道、电力通讯设施保持必要的安全防护距离。关注对渔业经济的影响，采取必要的补偿措施。	工程主航道距韩家沱渝利铁路大桥、石板沟公路大桥等桥墩 100 米以上，已预留有安全距离；评价江段自 2020 年起实施全面禁捕，渔民全部实施补贴上岸，施工期对渔业经济无影响。
1	严格落实《饮用水水源保护管理条例》相关要求。取水口附近的水下作业应避开取水时段并缩短连续施工时间，取水口周围设防污屏。	工程施工不会对取水口水质产生污染影响，但会对长江大渡水厂二级水源保护区的水质产生短暂影响，评价提出在取水口周围布设防污帘，可减少污染影响。
2	制定合适的抛泥区，不得在水源保护区内设置抛泥区，控制疏浚施工带来的悬浮物影响，在饮用水取水口附近水域进行护岸、护滩和筑坝施工时，合理安排取水口 150m 范围内水域水下施工作业时间，在取水口周围敷设防污屏。施工与取水时间错开，可以保证供水水质不受影响。陆域施工营地污水产生量总体来说不大，水环境影响小，但是仍要采取一定的保护措施防止水环境的不利影响，施工营地不得设置在饮用水源保护区。不得在水源保护区和影响区域排放任何施工废水和污水。	本工程不在水源保护区内设置抛泥区。在可能受影响的长江大渡水厂取水口附近施工时设置防污帘减少污染。 预制件全部商购，不设置临时施工场地，没有废水排放。 施工营地设置与涪陵城区或清溪镇，市政设备完备。生活污水应由船舶自身安装配置的处理设备处理达标后排放，无条件时应由接收工作船统一回收后交由陆上达标处理，不得直接向江域排放污水。
3	采用先进的“3S”定位和自动测深仪器，科学确定涉水工程的施工范围、开挖尺寸，定量控制对水环境造成影响的主要施工环节和工程行为。	本工程涉水施工采用 GPS 定位进行施工。
4	海事部门应加强船舶的监督和检查，确保无船舶污水偷排现象发生；交通管理部门要针对船舶污染，加大防治力度，切实解决船舶的垃圾、废水的污染问题。	已纳入环保措施。
三	生态保护的原则性措施	
1	提高生态设计理念，优化施工方案及施工方式，合理施工时序和工法，避免单项航道同时施工，施工清礁滩险整治、护岸工程和补坝选择生物多样性破坏小的设计和施工方案，考虑生态护坡，注重河流与岸坡的有机联系。控制施工时段以避让鱼类产卵期。	避开鱼类主要繁殖季节（3-7月），影响较大的清礁等施工主要安排在冬季高水位时期，减少对鱼类的伤害影响。同时采用生境异地重建等措施营造鱼类产卵生境。
2	加强施工行为的监控和管理，建立高效有力的监管体系，强化对珍稀水生生物的保护，注重水土保持建设。	施工期加强监管，强化对珍稀水生生物的保护。
3	开展生态监测，落实增殖放流计划，人工营造适宜鱼类繁殖的生境，做好生态和渔业恢复及补偿工作。	施工期前采用驱鱼措施；制定了生态监测计划，提出了生境异地重建、增殖放流等生态保护措施。
四	环境风险防范措施	
1	严格执行国家和有关部门颁布的危险货物运输相关法规。对运输危险品船只实行申报管理制度，检查制度。严格落实长江段船舶定线制规定。加大对不规则的“超大型”船舶的监督管理力度。充分发挥信息服务和交通组织功能，落实安全管理监督责任制。配备与航道等级相匹配的支持保障系统、应急管理体系，包括导、助航设施，航道工程船舶及设施，航道生产配套设施，数字航道系统、水上交通安全、救助系统、	提出了本项目的事故应急预案、应急设备配备要求等。

	应急材料库、应急预案等。	
2	施工期间还应结合区域港口、生态和水源保护区特点，制定施工期间的临时风险防范应急预案，对于可能发生的事故和采取的应急措施提出充分完善的防范措施计划，避免对生态和保护区生态造成危害。重点包括涉及的20处饮用水源保护地区，自然保护区和水产种质资源保护区等。	提出了本项目的事故应急预案、应急设备配备要求，尤其是位于饮用水源二级保护区内的工程施工应急设备配置要求等。

表 2.9.3-2 本项目环评对规划环评具体要求的落实情况

序号	长江干线“十三五”航道建设规划环境影响报告书对本江段水生生物保护要求	执行情况
国家级水产种质资源保护区		
1	在相关的水产种质资源保护区内建设有建设内容的，需要根据渔业资源特点，采取相应的保护措施，加强工程施工行为的监控和管理，保护鱼类资源。所有涉及保护区的根据开展的专题论证采取更为科学和完善的措施。	设置了专题报告论证对其影响，提出了相应的环保措施，规划环评提出的措施基本都得到落实。
增殖放流和生态补偿措施		
1	鉴于航道整治对经济鱼类和早期资源的影响，规划实施后应采取增殖放流的措施进行生态补偿。目前，放流种类主要是受工程建设而影响其资源量及产漂流性的种类，兼顾白鱖豚和江豚的主要捕食鱼类。根据《水生生物增殖放流管理规定》，放流对象主要是种质资源保护区的部分保护物种、四大家鱼、其他重要经济渔业资源以及珍稀、特有鱼类等。具体增殖放流种类在项目环评阶段根据项目涉及区域水生生物增殖放流规划有针对性的提出。	本工程开展增殖放流等生态修复工作，长江涪陵江段禁渔后，放流品种主要为重要经济渔业资源以及珍稀、特有鱼类等等。
避免、减缓措施		
1	施工期避开鱼类产卵期（2~6月）	施工期安排在8月-次年2月避开了鱼类产卵期珍稀保护水生动物的活动高峰期。
2	①优先采取机械破碎法清礁（液压分裂破碎）施工工艺 ②合理制定弃渣区，严禁随意抛弃	①清礁工艺经充分论证，采取毫秒延时爆破工艺； ②部分炸除的礁石用于生境异地重建，部分用于工程江段改善流态。
补偿措施		
1	增殖放流胭脂鱼、白甲、岩原鲤、瓦氏黄颡鱼、铜鱼、鲤、草鱼、鲢、鳙、鲫、黄尾鲮、翘嘴鲃、厚颌鲂、长薄鳅、中华倒刺鲃、南方鲇、中华沙鳅等。	本工程放流品种：青鱼、草鱼、鲢、鳙、长薄鳅、长吻鲢、岩原鲤、厚颌鲂、翘嘴鲃等。

（三）与《关于<长江干线“十三五”航道治理建设规划环境影响报告书>的审查意见》的符合性分析

环境保护部环审（2017）27号《关于长江干线“十三五”航道治理建设规划环境影响报告书的审查意见》提出的规划优化调整和实施过程中应重点做好的工作。

审查意见包括：《规划》中所包含的近期建设项目在开展环境影响评价时，应严格落实规划环评要求，重点论证项目工程方案的环境合理性，深入开展水生生态等环境现状

调查，对项目实施可能影响饮用水水源保护区、自然保护区、鱼类“三场一通道”等环境敏感区域的，应对其影响方式、范围和程度做出深入分析和预测，强化环境风险预测和防范，严格落实生态修复等环保措施，预防或者减轻项目实施可能产生的不利环境影响。

为了调查本江段浮游植物、浮游动物、底栖动物、鱼类资源等水生生物资源现状，编制单位于 2019 年 5 月-2020 年 12 月进行了详细的生态现状调查，详细分析了本江段的浮游植物、浮游动物和底栖动物的种类、密度、生物量及其季节性变化，结合历史资料和现状调查资料说明了本江段鱼类资源现状，鱼类生态、繁殖习性等，据此评价本江段水生生物资源现状情况。

本工程建设方案不涉及自然保护区、饮用水源一级保护区、三峡消落带等生态保护红线区域。施工期主要影响为水环境、生态环境及环境风险，水环境影响主要为清礁、清渣等施工造成的悬浮物对取水口、水源保护区的影响，及整治建筑物引起水文情势的变化，评价采用类比和数学模型进行预测分析施工期对取水口及水源保护区水质、水位和泥沙冲淤等的影响，同时提出施工期在取水口周围布设防污帘等保护措施，减少施工悬浮物对取水口的影响。

生态影响主要是工程清礁占用水域面积造成底栖动物、渔业资源损失及对长江鲟等珍稀水生生物的影响；分析了水文情势改变造成的鱼类及其他珍稀保护动物栖息生境变化等环境影响。整治工程充分利用清礁碎石在老虎滩清礁区对岸三堆子至花滩石梁沿岸深水区域进行生境异地重建，设置人工鱼巢等生态恢复措施为鱼类提供产卵栖息生境。工程将采取一系列生态预防和保护措施，如增殖放流、生境异地重建、物种栖息地保护等措施、施工期避开繁殖洄游高峰期、严禁船舶污染物入江等措施以减缓工程对生态系统结构功能及饮用水安全带来的不利环境影响。同时，本工程将制定了长期的生态跟踪监测方案。

针对施工期和运行期可能发生的环境风险，报告采用数学模型预测不同水文条件下溢油对取水口及种质资源保护区的影响，采取了围油栏等常备措施控制溢油风险，并提出了环境风险防范措施和风险应急预案。

综上所述，本工程建设与《关于<长江干线“十三五”航道治理建设规划环境影响报告书>的审查意见》中对项目环评的要求基本相符。落实情况见表 2.9.3-3：

表 2.9.3-3 规划优化调整和实施过程中的要求的落实情况

序号	规划优化调整和实施过程中应重点做好的工作	落实情况
----	----------------------	------

1	贯彻落实“共抓大保护、不搞大开发”，明确长江航道建设需要严格保护的生态空间。	取消了菜籽梁、头外梁和佛面滩等3处滩段清礁工程，进一步减少工程量，优化弃渣区，降低生态影响。
2	严守生态保护红线，严控航道开发规模；涉及长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区核心区的上游涪陵至洛碛航道整治工程，进一步论证其必要性和可行性。	采取环评提出的整治工程优化方案后，避开了重生态保护红线区。 本工程不涉及长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区核心区。
3	根据各类航道整治工程环境保护对策措施的适用性和有效性，在航道开发建设中因地制宜，优先选择生态友好的结构、工艺和装备，并结合环境影响采取针对性生态环境保护措施。	本工程建设了1个生境异地重建区域。采用了人工鱼巢、人工鱼礁等环境友好型结构，同时采用增殖放流、施工期巡视、驱赶及珍稀水生生物临时救护、水生生态监测等措施，减缓工程实施带来的不利生态环境影响。 清礁爆破采用深孔松动控制爆破、微差爆破、设置减震孔等施工工艺。
4	加强生态保护与修复，强化对珍稀保护鱼类和水生生物多样性的保护。	本工程采用建设1个生境异地重建区域、增殖放流等生态补偿方式以及珍稀水生生物驱赶及救护等措施。
5	加强施工及运营期环境管理。严格限定施工时间、避开保护物种回游产卵等活动集中期。严格做好施工船舶油污水和废弃物收集处理工作。采取严格措施防护航道施工对饮用水水源保护区的影响，确保水质安全。加强施工期、运营期的环境风险管理。	工程施工安排在每年8月份-次年2月份，基本避开珍稀水生生物回游和鱼类产卵集中时期。船舶油污水和船舶垃圾禁止排入长江，委托交由有资质的船舶污染物接收船。提出了施工期、运营期风险防范措施及应急预案。
6	建立航道生态监测体系。结合航道工程布局建立重要水生生态系统和重点水生生物保护的长期监测体系，持续开展环境影响和环保措施有效性的监测分析。	本工程将制定了长达6年的生态跟踪监测方案，开展水产种质资源保护区水生生态跟踪监测等。

2.9.4 与《水运“十三五”发展规划》的相符性分析

2016年5月31日，交通运输部印发了《交通运输部关于印发水运“十三五”发展规划的通知》，根据《水运“十三五”发展规划》，到2020年，长江黄金水道等内河高等级航道功能显著提升，主要港口战略支点地位进一步强化，国际航运中心建设取得重点突破，海运大国向海运强国迈进，基本形成保障充分、服务高效、平安绿色、国际影响力强的现代化水运体系，适应经济社会发展和全方位对外开放需要。

继续加快推进长江千线航道系统治理，全面缓解通航瓶颈，继续推进南京以下12.5米深水航道建设工程，进一步提升长江干线宜宾至重庆段、重庆至宜昌段、宜昌至武汉段、武汉至安庆段航道尺度和技术标准……

内河水运“十三五”建设重点：长江干线。实施上游宜宾至重庆段重点浅滩、九龙坡至朝天门、三峡库区及库尾、两坝间等航道整治工程……

本工程实施可以进一步提升重庆-宜昌段段航道尺度和技术标准，本工程属于内河水运“十三五”建设重点项目中的三峡库区及库尾航道整治工程，符合交通运输部水运“十三

五”发展规划。

《交通运输支持系统“十三五”建设规划中期评估调整方案》在保障发展目标、落实建设条件、符合地方发展需求的基础上，按照“保目标、促发展”的原则，体现“优化存量、控制增量”的要求，对原规划项目库进行优化调整：

“长江上游观音滩至花滩水道碍航礁石炸除工程”和“上游菜子梁至和尚滩水道炸礁”两个项目合并成为“长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程”，本项目为“十三五”规划中期评估水运重点项目库之一，截图如图 2.9.4-1：

“十三五”规划中期评估水运重点项目库

序号	项目编码	项目名称	建设性质	项目规模	建设年限		是否规划研究	备注
					开工年	完工年		
1	1320000430	长江下游安庆河段航道整治二期工程	新建	改善一级航道71公里，新洲头部护滩，新中坝护底加高，崇文洲头守护等	2016	2019		
2	1320000403	长江上游羊石盘至上白沙水道整治工程	新建	建设二级航道45公里，整治红花碛、莲石滩、钱口石梁、鸡冠滩、王爷庙、中盘子、凉水井、望龙碛等	2020	2021		
3	1320000461	长江中游界牌河段航道整治二期工程	新建	改善一级航道38公里，丁坝群修复、新淤洲鱼嘴头部护滩	2013	2016		
4	1320000399	长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程	新建	改善一级航道34公里，部分炸除佛面滩、头外梁、老虎梁等礁石	2019	2021		
5	1320000438	长江1112.5米深水航道减淤工程南坝田挡沙堤加高工程	新建	改善12.5米深水航道24公里，加高堤线总长23.8公里	2015	2017		
6	1320000429	长江下游黑沙洲水道航道整治二期工程	新建	改善一级航道14公里，心滩梳齿坝工程、左槽内潜坝加固、天然洲右缘下段护	2016	2019		
7	1320000396	长江下游江乌河段航道整治二期工程	新建	改善一级航道55公里，新生洲洲头守护工程、新生洲、新济洲左、右缘守护及堵淤工程。	2018	2021		

图 2.9.4-1 “十三五”规划中期评估水运重点项目库截图

表 2.9.3-1 规划整治滩险与本工程实施情况对比

序号	水道名称	起止里程及地(标)名 (公里)	长度 (公里)	规划 整治滩险	本工程实施的 整治滩险
1	观音滩	鹭鸶背 488.0~滩脑 495.0	7	佛面滩	/
2	半边峡	滩脑 495.0~南沱镇 504.0	9	头外梁	/
3	花滩	八卦嘴 518.0~大驼铺 522.0	4	老虎滩	老虎滩
4	菜籽梁	大驼铺 522.0~凌云桥 532.0	10	大渡口、菜籽梁、大梁	大渡口、大梁
5	和尚滩	凌云桥 532.0~坳马石 536.0	4	和尚滩	和尚滩
合计			34	34km 江段的 7 个滩险	18km 江段的 4 个滩险

根据规划方案与工程实施建设方案对比分析可知，工程整治滩险、位置与规划的方案基本一致，但是规模有所减少，取消了许多清礁工程，缩小了工程开发规模，减少工程建设对环境的不利影响，故建设方案与规划方案基本相符。

2021年9月23日，交通运输部在《交通运输部关于报送长江上游涪陵至丰都河段航

道整治工程可行性研究报告的函》（交规划函〔2021〕459号）文中，对工程的实施点位和工程量调整情况进行了回复。

综上，本项目基本符合《水运“十三五”发展规划》。

2.9.5 与《长江干线航道发展规划（2016-2035年）》的相符性分析

根据交通部批复的《长江干线航道发展规划（2016~2035年）》，报告明确提出“为充分发挥长江水运长距离、大运量的运输优势，根据长江干线各段已有航道条件，结合流域经济发展对航运需求的趋势预测以及沿江船型、船舶营运组织情况，并充分考虑与相关航运工程建设标准的有机衔接，以重庆、武汉、南京三大长江经济带上的门户城市为节点进行航道尺度目标规划。到2035年，50000吨级海船可通航至南京，10000吨级江海船可通航至武汉，5000吨级内河船可通航至重庆，2000吨级内河船可通航至水富，沿江大宗货物水路长距离运输更加畅通，支撑长江经济带发展。”详见表2.9.5-1。

表2.9.5-1 长江干线航道尺度目标（2035年）

江段		里程 (km)	航道尺度 (m)		通航代表船舶
			水深×航宽×弯曲半径	保证率(%)	
重庆(朝天门)以上	水富~宜宾	30	3.5×60×800	98%	2000吨级内河船单向通航
	宜宾~九龙坡	384	3.5×80×800	98%	2000吨级内河船双向通航
	九龙坡~朝天门		3.5×150×1000		
重庆(朝天门)~武汉	朝天门~宜昌	660	4.5×150×1000	98%	5000吨级内河船双向通航
	宜昌~武汉	623.5	4.5×200×1000	98%	5000吨级内河船和 5000吨级江海船双向通航

根据规划要求，2035年重庆(朝天门)~宜昌段规划航道尺度为4.5m×150m×1000m，本工程不改变航道尺度，仅从生态安全的角度清除引发海损事故的碍航礁石。建设符合《长江干线航道发展规划（2016-2035年）》规划要求。

2.9.6 与《长江流域综合规划》（2012-2030年）的相符性

根据《长江流域综合规划》（2012-2030年），长江流域航运发展的总体目标是：将长江水系航道建成以长江干线为主轴，国家高等级航道为骨架，地区重要航道为基础，其他航道为补充，干支通畅、江海直达、水陆联运、平站结合的高等级航道，为船舶标准化、规范化创造基础条件；与航道发展相适应，形成布局合理、功能完善、专业高效的港口体系，提供畅通、高效、安全、环保的运输服务。

长江干线全面实现《长江干线航道总体规划纲要》提出的重庆至长江口2436km为I

级航道标准。

水生态环境保护规划布局：优先保护国际及省级保护区域与保护对象，合理规划流域治理开发方案，通过严格控制水生态环境敏感区域的治理开发活动，将治理开发活动对水生态环境的影响限制在水生态环境系统能承受的范围内。采取物种保护与生物资源养护、湿地生态保护与修复、加强自然保护区建设等多种措施，保护水生生物群落结构，实现水生态系统功能正常发挥。针对当前长江流域水生态环境状况及存在的主要问题，重点地区重点保护……上游地区以多种珍稀特有物种为主要保护对象……。

本工程所在涪陵-丰都江段位于长江上游，航道建设等级为I级航道，符合重庆至长江口 2436km 为I级航道标准要求；本工程范围涉及水产种质资源保护区，本评价提出的各类生态保护措施，可以将水生态环境的影响限制在水生态环境系统能承受的范围内，保护渔业资源种质与数量及其他各类水生生物，符合水生态环境保护规划布局要求。因此本工程的建设符合《长江流域综合规划》。

2.9.7 与港口规划的相符性

根据《重庆港总体规划（修编）》，重庆港规划范围为重庆市辖区内长江、嘉陵江、乌江“一干两支”及三峡库区重要支流的岸线及相关水陆域。其中长江上游（沙溪口至牛口）航道里程 679 千米，嘉陵江（朝天门至水观音）航道里程 154 千米，乌江（乌江河口至龚滩）航道里程 188 千米。规划规模化港口岸线 98195 米，其中已开发利用 28245 米，规划利用 69950 米。按岸线功能划分，其中客货作业岸线 91845 米，支持保障岸线 6350 米。

涪陵至丰都江段两岸分布有规划的涪陵港区、丰都港区。江段两岸其中涪陵港区规划港口岸线 11015m，规划泊位 23 个；丰都港区规划港口岸线 1512m，规划泊位 8 个。

工程整治方案主要为清礁工程，均在水下施工，没有占用港口岸线，而是提高通航标准和通航条件，有利大型船舶的通航，工程建设为重庆港配套工程，工程建设与重庆港总体规划相协调。

2.9.8 与生态保护红线协调性分析

2017 年 2 月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》，指出生态保护红线是指在生态空间范围内具有特殊重要生态功能、必须强制性严格保护的区域，是保障和维护国家生态安全的底线和生命线。意见要求，以改善生态环境质量为核心，以保障和维护生态功能为主线，按照山水林田湖系统保护的

要求，划定并严守生态保护红线，实现一条红线管控重要生态空间，确保生态功能不降低、面积不减少、性质不改变。

根据根据渝府发〔2018〕25号文《重庆市人民政府关于发布重庆市生态保护红线的通知》，重庆市生态保护红线划定范围是：

——水源涵养生态保护红线。主要分布在垫江、梁平、忠县等区县，总管控面积为457.50平方公里，占全市生态保护红线管控总面积的2.24%。主要保护森林、湿地、河流生态系统以及保护物种栖息地，维护水源涵养功能，加强地质灾害防治和水土流失治理。

——生物多样性维护生态保护红线。主要分布在三峡库区沿线区县及国家重点生态功能区区县，总管控面积为12333.97平方公里，占全市生态保护红线管控总面积的60.33%，包含大娄山、方斗山—七曜山、秦巴山区、武陵山4条生物多样性维护生态保护红线。主要保护森林、草地、湿地生态系统以及重要物种的栖息地，增强生物多样性维护功能，构筑区域生态屏障。

——水土保持生态保护红线。主要分布在三峡库区沿线区县，包含三峡库区、渝西丘陵2条水土保持生态保护红线，总管控面积为5201.94平方公里，占全市生态保护红线管控总面积的25.44%。主要保护森林、湿地、河流生态系统以及保护物种栖息地，维护水土保持功能，保障库区水质安全。

——水土流失生态保护红线。主要分布在三峡库区沿线区县及渝东北、渝东南，包含方斗山—七曜山、秦巴山区、三峡库区3条水土流失生态保护红线，总管控面积为2224.22平方公里，占全市生态保护红线管控总面积的10.88%。主要保护森林、草地、湿地、河流生态系统以及保护物种栖息地，加强水土流失治理。

——石漠化生态保护红线。主要分布在秀山县、酉阳县、丰都县、武隆区，包含方斗山—七曜山、武陵山2条石漠化生态保护红线，总管控面积为227.79平方公里，占全市生态保护红线管控总面积的1.11%。主要保护森林、草地生态系统以及保护物种栖息地，加强石漠化治理，遏制石漠化扩展趋势。

根据前文1.7章节识别本项目的环境保护目标，本项目不占用自然保护区核心区、缓冲区和实验区，不占用饮用水源一级保护区和三峡水库消落区类型生态保护红线等，工程不占用《重庆市人民政府关于发布重庆市生态保护红线的通知》中划定的生态保护红线。

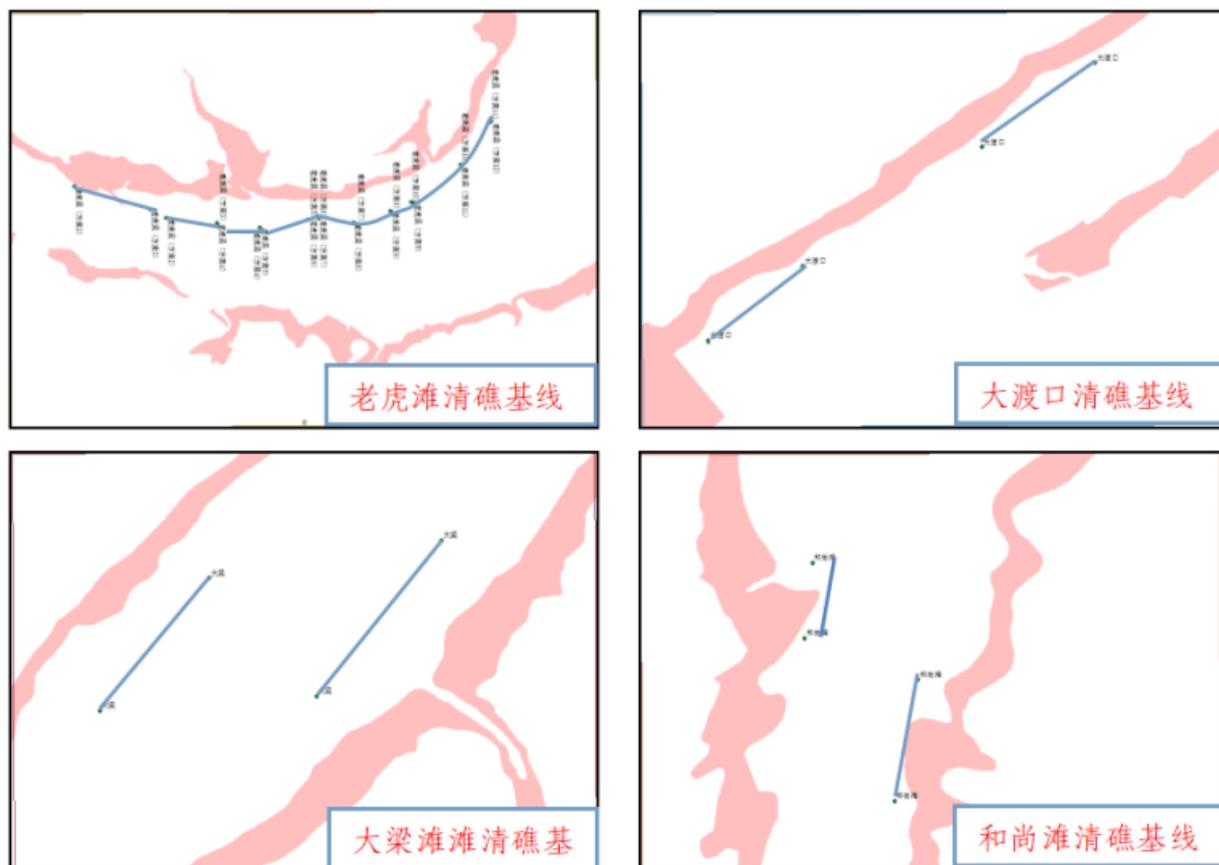


图 2.9.8-1 项目基线与生态红线的相互关系

大梁滩段、大渡口滩段整治工程位于大渡水厂二级水源保护区内，大梁滩段距离下游的一级水源保护区边界 1700m，大渡口滩段距离上游的一级水源保护区边界 100m，施工悬浮物不会对一级水源保护区的水质产生污染，工程只是对航道的部分礁石进行清除，没有弃渣，不会新增水土流失，不会改变生态保护红线内各生态功能要求。

2.9.9 与重庆市人民政府《关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的实施意见》符合性分析

根据《重庆市人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的实施意见》(渝府发〔2020〕11号)：“以生态环境保护为主的区域，主要包括饮用水水源保护区、环境空气一类功能区等属优先保护单元……优先保护单元依法禁止或限制大规模、高强度的工业和城镇建设，在功能受损的优先保护单元优先开展生态保护修复活动，恢复生态系统服务功能。

本项目为长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程，工程江段以生态环境保护为主的区域，包括长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区实验区、饮用水水源保护区等区域，属于优先保护单元。

本项目采取了一系列的生态保护措施，以减缓生态破坏。重点强调了施工期优化、施工安排管理、驱鱼和生境异地重建等减缓、保护措施的应用，采取上述措施后，可以减轻工程建设对种质资源保护区等水生生态环境产生的不利影响，施工完成后，工程江段的生态环境将逐渐修复。施工期利用 GPS 定位，严格控制施工范围，减少悬浮物发生量，大梁、大渡口施工前应告知大渡水厂，并在水厂取水口周围布设防污帘，保证取水口水质等水环境保护措施。

综上所述，本项目建设不涉及生态保护红线；污染物排放量很少，满足环境质量底线要求；不会对长江干线水资源利用产生影响，不改变自然岸线功能和属性，满足资源利用上线要求；同时符合环境准入负面清单要求。

因此，本项目建设与重庆市人民政府《关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的实施意见》（渝府发〔2020〕11号）是相符的。

2.9.10 与《国务院办公厅关于加强长江水生生物保护工作的意见》符合性分析

根据国务院办公厅关于加强长江水生生物保护工作的意见，到 2020 年，长江流域重点水域实现常年禁捕，水生生物保护区建设和监管能力显著提升，保护功能充分发挥，重要栖息地得到有效保护，关键生境修复取得实质性进展，水生生物资源恢复性增长，水域生态环境恶化和水生生物多样性下降趋势基本遏制。到 2035 年，长江流域生态环境明显改善，水生生物栖息生境得到全面保护，水生生物资源显著增长，水域生态功能有效恢复。

完善增殖放流管理机制，科学确定放流种类，合理安排放流数量，加快恢复水生生物种群适宜规模。建立健全放流苗种管理追溯体系，严格保障苗种质量。加强放流效果跟踪评估，开展标志放流和跟踪评估技术研究，为增殖放流效果评估提供技术支撑。严禁向天然开放水域放流外来物种、人工杂交或有转基因成分的物种，防范外来物种入侵和种质资源污染。涉及水生生物栖息地的规划和项目应依法开展环境影响评价，强化水生生态系统整体性保护，严格控制开发强度，统筹处理好开发建设与水生生物保护的关系。

项目设计过程贯彻落实了生态优先、绿色发展的理念，优化了工程方案。本工程拟实施生境异地重建等生态工程，进一步恢复水生生物栖息地水域生态功能。本工程在施工期和运营初期实施增殖放流，根据工程江段鱼类和实际影响情况，科学确定放流种类、合理安排放流数量、严格保障苗种质量，同时对放流效果进行监测评估。本工程在尽量不影响工程效果的前提下，多次优化工程方案，进一步优化清礁控制线，使得工程区域

在生态红线之外；优化清礁断面型式；取消佛面滩、头外梁、菜籽梁等整治工程，进一步减少工程量；调整礁石处理区，避开鱼类聚集的深潭，选择生境的非敏感区域。

综合分析，本工程建设与《国务院办公厅关于加强长江水生生物保护工作的意见》是相符的。

2.9.11 与《长江经济带生态环境保护规划》协调性分析

为落实党中央、国务院关于推动长江经济带发展的重大决策部署，环境保护部、发展改革委、水利部会同有关部门编制并印发了《长江经济带生态环境保护规划》。该规划以改善生态环境质量为核心，严守资源利用上线、生态保护红线、环境质量底线，建立健全长江生态环境协同保护机制，共抓大保护，不搞大开发，确保生态功能不退化、水土资源不超载、排放总量不突破、准入门槛不降低、环境安全不失控，努力把长江经济带建设成为水清地绿天蓝的绿色生态廊道和生态文明建设的先行示范带。

规划提出到 2020 年，建设和谐长江、清洁长江、健康长江、优美长江、安全长江的目标。到 2030 年，干支流生态水量充足，水环境质量、空气质量和水生态质量全面改善，生态系统服务功能显著增强，生态环境更加美好。具体生态环境保护指标包括合理利用水资源、保育恢复生态系统、维护清洁水环境、改善城乡环境和管控环境风险等。

本项目建设不涉及生态保护红线、不会对长江干线水资源利用产生影响，不改变自然岸线功能和属性，并注重保护珍稀濒危和特有物种，不会造成物种消失，能维持流域物种多样性指数格局。针对施工期可能发生的船舶溢油事故，报告制定了详细的应急预案，并纳入区域突发环境事件应急预案体系中，环境风险可管控。因此，本项目建设与《长江经济带生态环境保护规划》是相符的。

2.9.12 与《交通运输部关于长江经济带绿色航运发展的指导意见》符合性分析

2017 年 8 月为贯彻落实《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》《长江经济带发展规划纲要》，推进长江经济带绿色航运发展，交通运输部公布《关于长江经济带绿色航运发展的指导意见》（交水发〔2017〕114 号），意见提出的发展目标是到 2020 年初步建成航道网络有效衔接、港口布局科学合理、船舶装备节能环保、航运资源节约利用、运输组织先进高效的长江经济带绿色航运体系，航运科学发展、生态发展、集约发展的良好态势基本形成，在综合运输体系中的作用进一步提升，绿色航道、绿色港口、绿色船舶和绿色运输组织方式等重点领域进展显著。航运基础设施生态友好程度明显提升，符合生态红线要求。其中有关航道的任务是建设生态友好的绿色航运基础设施，提出要推进绿色航道建设。具体措施是优先采用生态影响较小的航道整治技术与施

工工艺，积极推广生态友好型新材料、新结构在航道工程中的应用，加强疏浚土等资源综合利用等。

项目设计过程贯彻落实了生态优先、绿色发展的理念，优化了工程方案，进一步优化清礁控制线，使得工程区域在生态红线之外；优化清礁断面型式；取消头外梁、菜籽梁整治工程，进一步减少工程量；调整礁石处理区，避开鱼类聚集的深潭，选择生境的非敏感区域。推荐方案不涉及自然保护区核心区和缓冲区、饮用水水源地一级水源保护区等生态保护红线区域。整治工程采用清礁清礁等航道治理方法，包括采用人工鱼巢等环境友好型结构，同时充分利用清礁碎石转运至老虎滩清礁区对岸三堆子至花滩石梁沿岸深潭处进行生境异地重建再造，可为鱼类等提供产卵栖息生境。工程将采取一系列生态预防和修复措施，如防污帘、增殖放流、人工鱼巢、生境异地重建等，减缓工程对生态系统结构功能及饮用水安全带来的不利环境影响。

本工程建设与《交通运输部关于长江经济带绿色航运发展的指导意见》是相符的。

2.10 工程分析

长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程是以提高船舶航行安全性为目标重要基础设施社会公益性建设项目。工程建设内容包括航道整治工程、航标建设等，工程通过水下清礁改善急流滩流态，改善通航条件。工程建成后，在其运行发挥效益期间，本身并不排放污染物，对环境的影响较小。

作为工程建设行为，本次航道整治工程将不可避免的扰动水体及破坏水生生物环境，在施工期和营运期将对工程区域局部环境空气、水质、声环境和生态等产生一定的影响，其中主要以施工期环境影响为主。

2.10.1 废水污染源分析

（一）施工期

本工程全部为清礁工程，均为涉水作业，水下清礁清渣、抛投过程中均会扰动作业区域水体，造成工程局部区域悬浮物浓度增高；工程作业全部为水下施工，施工船舶作业过程中还会排放污水(主要是含油污水)；施工时可租用建设涪陵城区或者清溪镇居民的住房作为施工营地。随船施工人员由生活船提供生活设施，生活污水也是影响水环境的主要因素之一。

（1）清礁清渣、抛石对水环境的影响

本工程的清渣全部采用水下清渣，水下清渣方式采用 4m^3 抓斗式挖泥船将渣石装至石驳，运至清除礁石处理区处理，从生态环保或修复的角度考虑，拟利用部分清除的礁石

块构建生态异地重建的基础。清礁清渣和抛填过程中产生的悬浮物可能会对施工江段水质产生一定影响。

(2) 施工人员生活污水

施工时可租用建设涪陵城区或者清溪镇居民的居住房作为施工营地。随船施工人员由生活船提供生活设施。施工人员生活污水如不加以控制，将对水环境造成一定的不利影响。施工期施工人员由生活船提供生活设施。生活污水应由船舶自身安装配置的处理设备处理达标后排放，无条件时应由接收工作船统一回收后交由陆上达标处理，不得直接向江域排放污水。

施工高峰期施工人员将达到 160 人，按每人每天平均用水量 150L 计，生活污水排放量按用水量的 80% 计，施工人员生活污水的发生量约 19.2t/d，污水中主要污染因子 COD、BOD₅ 的浓度分别为 300mg/L、200mg/L，发生量分别为 5.76kg/d 和 3.84kg/d。

根据施工进度安排，清礁施工在每年 8 月至次年 2 月进行，本工程水下施工作业总工期为 25 个月。施工期生活污水发生总量为 14400t，COD、BOD₅ 发生总量分别为 4.320t、2.880t。

(3) 含油废水

本工程含油废水主要为施工船舶产生含油废水，可能会造成附近水域石油类污染。本工程施工船舶主要为钻爆船、4 方抓斗挖泥船、石驳等，施工船舶舱满负荷工作时，参照《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018），1000t 施工船舶舱底油污水发生量约 0.27t/天·艘，平均含油浓度为 5000mg/L。

本工程拟安排施工船只 40 艘，同时施工船只数量按总数的 50% 估算，每艘施工船作业时间按 200 天计，则施工船舶舱底油污水发生总量为 1080t，石油类发生量为 5.4t。

(4) 船舶污染事故

工程施工范围比较集中，施工船舶较多且大部分施工在主航道内，进出航道的船舶可能发生搁浅、碰撞，造成燃油箱破损柴油泄漏入江事故，柴油泄漏量按 1000t 级船舶的单舱全部泄/漏估算，根据长江航道施工船舶统计，1000t 船舶的最大单舱载量约为 15t。主要污染物为石油类。

(二) 营运期

营运期航道本身不排放任何水污染物，但清礁后会改变工程局部水文情势变化；间接水环境污染主要为航行船舶的舱底油污水、生活污水，评价因子为石油类和 COD。

(1) 水文情势变化

航道整治工程的实施，清礁工程将改变水下地形条件，改变整治江段内工程局部范围的流速、水位及泥沙冲淤变化等，进而影响工程附近的取水口取水功能。

(2) 船舶舱底油污水量

由工可设计，2025 年、2030 年通过货物量分别为 2.2 亿吨、2.5 亿吨。

根据工程建设标准，工程后航道建成后全线可通航 5000 吨级船舶，评价以 5000 吨级船舶估算船舶污水排放量，舱底油污水的发生量为 1.4t/d·艘，平均含油浓度为 5000mg/L，结合船舶数量和每艘船舶的滞留时间，计算得出船舶舱底油污水发生量见表 2.10.1-1。

表 2.10.1-1 船舶机舱油污水发生量预测

水平年	2025 年	2030 年
油污水量 (万 t/a)	5.24	5.95
含油量 (t/a)	262	297.7

(3) 船舶生活污水

根据《中华人民共和国船舶最低安全配员规则》，5000 吨散货船航速可达到 12 节，船上定员 10 人左右。根据航行船舶的数量、船型及船员人数配备，按每人每天用水 150 升测算，船舶生活污水发生量按用水量的 80% 计，船舶生活污水发生量见表 2.10.1-2。生活污水污染物为 COD、BOD₅，COD 最大浓度为 300mg/L，BOD₅ 最大浓度为 200mg/L。

表 2.10.1-2 船舶生活污水发生量预测

水平年	2025 年	2030 年
污水量 (万 t/a)	0.66	0.76
COD (t/a)	1.98	2.28
BOD ₅ (t/a)	1.32	1.52

2.10.2 噪声污染源分析

(一) 施工期

施工期噪声污染源主要为爆破、施工船舶等产生，爆破作业产生瞬间噪声和振动对清礁工程临近区域会造成一定程度影响；在礁石钻孔和清渣施工中机械设备产生的噪声，对施工区周围的声环境也有一定影响。部分噪声测试值按《内河航运建设项目环境影响评价规范》确定，其噪声值见表 2.10.2-1。

表 2.10.2-1 主要施工机械噪声值 单位: dB(A)

序号	机械类型	型号	测点至施工机械距离(m)	最大声级 (dB(A))
1	钻孔清礁船	200t	5	90
2	泥驳、铁驳	500m ³	15	65
3	挖泥船	600~1000t	15	65
4	施工爆破	/	5	90

(二) 营运期

营运期噪声污染源主要为航行船舶的交通噪声，各类型船舶的平均辐射声级见表 2.10.2-2。

表 2.10.2-2 各类型船舶暴露平均声级值 (距船 15m 处)

序号	机械名称	型号	测点距离(m)	等效声值 (dB(A))
1	5000 吨级船舶	/	15	76
2	拖船	/	船上	65
3	拖船顶推	/	船上	67.5
4	船舶辅机	/	25	61

2.10.3 废气污染源分析

(一) 施工期

施工期主要是爆破、施工船舶主机运行过程中排放少量燃油废气，主要污染因子为 CO、SO₂、NO_x 和烃类等。

(二) 营运期

营运期航道本身不排放任何大气污染物，间接环境空气影响主要为航道内通航船舶产生的船舶废气，主要污染因子为 TSP、CO、SO₂、NO_x 和烃类等。

船舶废气排放量采用英国劳氏船级社推荐的计算方法，即船舶使用的燃油量按 3.72kg/kt·km 计，每 1t 燃油产生的 NO₂、SO₂ 排放量为 7.2kg、10kg。根据货物运量估算各水平年进出涪陵至丰都江段航道内航行船舶的废气排放量，见表 2.10.3-1。

表 2.10.3-1 各水平年船舶废气发生量

水平年	货运量(亿 t)	燃油量(万 t)	船舶废气发生量(t)	
			NO ₂	SO ₂
2025 年	2.2	3.93	283.0	393

2030 年	2.5	4.46	321.1	446
--------	-----	------	-------	-----

2.10.4 固体废物污染源分析

(一) 施工期

施工期固体废物主要包括陆域施工人员生活垃圾及清礁产生的弃渣。

(1) 生活垃圾

施工高峰期施工人员将达到 160 人，生活垃圾产生量按 1.0kg/人·天计，施工高峰期施工营地生活垃圾 28kg/d，船舶上施工营地生活垃圾 132kg/d。根据施工时间安排，施工期为 25 个月，则施工人员生活垃圾产生总量为 120t。

(2) 清礁工程水下弃渣

清礁弃渣量约 125.9 万 m³，拟利用部分清除的礁石用于鱼类生境的异地重建，部分回填于礁石处理区，无弃渣。

(二) 营运期

根据本江段货运量预测结果，以 5000 吨级船舶为代表船型，船上定员 10 人左右。船员生活垃圾产生量 1.0kg/(d·人)，估算各水平年本江段内船舶生活垃圾产生量：2025 年 137t、2030 年 156t。

2.10.5 生态影响分析

(一) 水生生态影响

①清礁、清渣及抛石产生的悬浮物导致水体浑浊、透明度下降，造成本江段浮游动植物种类、数量下降，同时也造成生物量（底栖生物为主）和鱼卵仔鱼损失。

②清礁、清渣及抛石施工对鱼类三场产生一定影响。

③清礁、清渣及抛石将改变工程局部河床地形，造成局部水文情势的改变，从而导致局部区域水生生境发生改变，将可能影响鱼类三场。

④爆破施工噪声和冲击波将对鱼类产生一定影响。

⑤工程建设将对整治江段内的渔业资源产生影响，主要体现在水上作业对鱼类活动、进食及繁殖等方面，尤其是鱼类产卵期进行水上作业将对鱼类繁殖的影响。施工期水上施工作业对工程江段鱼类有驱赶作用，导致施工期工程区域鱼类数量的减少。

(二) 对长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区的影响

施工期对保护区的主要影响因素包括噪音、冲击波干扰、悬浮物浓度增加，施工船舶及施工活动对水生生物致伤风险，运行期主要表现为清礁、清渣及抛石工程改变局部水

文情势，改变鱼类产卵场及长江鲟等珍稀鱼类局部生境状况，过往船舶对长江鲟等的干扰和致伤风险等。施工期、运行期可能对保护区功能和结构可能产生一定影响。

2.10.6 小节

根据上述分析，项目产污情况见表 2.10.6-1。

表 2.10.6-1 项目产污情况一览表

污染源		发生量	污染物	污染物浓度	污染物发生量	去向	
污水	施工期	施工人员生活污水	COD	300mg/L	4.32t	交由有资质的环保接收 船接收集中处理	
			BOD ₅	200mg/L	2.88t		
		施工船舶油污水	1080t	石油类	5000mg/L	5.4t	海事部门认可船舶接收处理
	施工船舶污染事故	15t	石油类	/	15t	拦截、回收	
	营运期	船舶生活污水	0.66 万 t	COD	300mg/L	1.98t	交由有资质的环保接收 船接收集中处理
				BOD ₅	200mg/L	1.32t	海事部门认可船舶接收处理
船舶油污水		5.24 万 t	石油类	5000mg/L	262t		
噪声	施工期	爆破、施工船舶噪声	65~110 dB(A)			/	
	营运期	通航船舶噪声	61~76 dB(A)			/	
废气	施工期	爆破废气、船舶废气	少量			环境空气	
	营运期	通航船舶废气	NO ₂ 283t; SO ₂ 393t			环境空气	
固废	施工期	生活垃圾	99t			海事部门船舶接收处理	
			21t			环卫部门接受	
	清礁	131.77 万 m ³			部分用于生境异地重建， 部分回填于礁石处理区		
	营运期	船舶垃圾	137t			海事部门船舶接收处理	

2.11 环境影响识别和评价因子筛选

2.11.1 环境影响识别结果

航道整治工程涉及施工范围广，工程量大，工程建设将对局部区域水文情势、水环境、生态环境、声环境等产生不利影响，工程建设还将产生部分固体废物。环境影响分析见表 2.11.1-1。

表 2.11.1-1 环境影响矩阵分析

环境要素 项目组成		生态环境		水环境		声环境	环境空气	固体废物
		岸线变化	水域生态	水文	水质	噪声	空气质量	固体废物
施工期	清礁		- √	○	- ○	- √	- ○	- ○
	施工人员生活				- ○			- ○
运营期	航行船舶		- ○	+ ○	+ ○	- ○	+ ○	+ ○
	环境保护				+			+

注：“√”有显著影响；“○”有较小影响；“空白”无显著影响；“+”正影响。“-”负影响。

2.11.2 评价因子筛选

环境影响因子的识别与评价因子的筛选结果见表 2.11.2-2。

表 2.11.2-2 环境影响评价因子筛选

环境要素	施工期	运营期
水环境	SS、COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N、石油类	流速、水位、COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N
生态环境	水生生态和渔业资源、长江鲟等珍稀水生动物	水生生态和渔业资源、长江鲟等珍稀水生动物
环境空气	CO、SO ₂ 、NO _x 、烃类化合物	CO、SO ₂ 、NO _x 、烃类化合物
声环境	等效连续 A 声级 (施工船舶、机械噪声)	等效连续 A 声级 (航行船舶交通噪声)
固体废物	施工人员生活垃圾	船舶垃圾
环境风险	石油类(施工及运输船舶溢油事故)	/

3.0 环境现状调查与评价

3.1 自然环境概况

3.1.1 气候气象

工程江段属亚热带湿润季风气候，具有四季分明、雨量充沛、无霜期长、湿度大、春早、夏热、秋多绵雨、冬干多雾的特点。

据涪陵区气象站多年实测资料分析，各气象特征值如下：

(1) 气温

多年平均气温：	18.1℃
极端最高气温：	42.2℃
极端最低气温：	-2.7℃
平均最高气温：	34.2℃
最热月平均气温：	28.6℃
最冷月平均气温：	7.1℃

(2) 降水

多年平均降水量：	1072.3mm
历年最大降水量：	1363.4mm
多年平均降雨天数：	219.3d
最大年降雨量为	1600mm（1998年）
最小年降雨量为	823mm（1993年）

(3) 风况

历年最大风速：	31.5m/s
平均风速：	1 m/s
常风向：东北风，频率：	7%
次多风向：北风，频率：	6%
平均风率：	57%

(4) 雾况

多年平均雾日数：	37.8d
历年最多雾日：	94d

历年最少雾日： 17d

(5) 雷暴

多年平均雷暴日： 45.6d

(6) 霜冻

年平均无霜期： 315d

3.1.2 水文、泥沙

(一) 水文

(1) 水文站

拟建工程位于涪陵江段，上游长江与乌江交汇。水文泥沙分析上游以寸滩水文站，下游以万州水文站为控制站，乌江上游约70km处设有武隆水文站，为乌江水文控制站。

研究江段设有清溪场水文站（涪陵下游约9.8km）。该水文站具有较为丰富的水文资料，对研究江段的水文条件形成了较为完整的控制，水文站资料情况见表3.1.2-1。

表 3.1.2-1 主要水文站资料收集情况

序号	水文站	航道里程(km)	资料收集情况
1	清溪场	524.5	1954-2017年流量，1954-2017年水位

(2) 水位

①工程江段受三峡水库蓄水影响较为明显

2008年9月三峡水库进入175m试验性蓄水阶段，当年蓄水位最高达到172.8m，2010年9月正式蓄水至175m水位，回水末端到达江津红花碛（航道715.00km）附近。

各个水文年度三峡水库根据当年的上游来水和下游需水情况进行调度。从试验性蓄水运行12年来的实际过程看，消落期从1月1号开始，至5月中旬，三峡坝前水位保持155m以上运行，5月下旬至6月上旬，迅速消落至防洪限制水位145m。洪水期除需要水库进行防洪调蓄时间段以外，基本保持在防洪限制水位上下运行，并在汛期过后的9月中下旬开始蓄水，起蓄水位承接前期实时运用水位。9月30日蓄水位原则上按165.0m控制，10月底蓄至175.0m。2010年以来三峡水库每年都成功蓄满，水位都达到了175m。11-12月期间，坝前水位基本

保持在 175m 运行。

②非汛期水位抬高明显

根据三峡水库试验性蓄水以来坝前水位调度情况，水位变化主要受上游来水情况和下游补水需求影响，也与当年三峡实际蓄水情况有关。当上游来水偏丰，坝前水位消落缓慢，上游来水偏枯，坝前水位消落较快；下游补水需求大，坝前水位消落快，下游补水需求小，坝前水位消落慢；如遇特殊年份，三峡水库不能满蓄，则坝前水位消落速度较快。

在三峡水库实际调度过程中，消落初期（1-3 月），坝前水位缓慢匀速降落，坝前水位一般维持较高水位，试验性蓄水以来（2010 年除外）3 月底前都高于 160m。消落期的中后期（4 月）根据上游来水及坝下需求情况，坝前水位有升有降，4 月中上旬，一般水位有小幅的回升，4 月后期又继续降落。消落后期（5-6 月上旬）虽然上游来水出现增长，但为洪水期的到来留出库容，水位需快速降至汛限水位，在整个消落期水位降落幅度最大。

每年 6 月 1 日以后，随着坝前水位逐渐降至防洪限制水位 145m，工程江段的水位降至 147m 左右。清溪场水文站位于本工程江段中段的大渡口滩段，可以代表本工程江段的基本水文条件。实测清溪场最低水位在 146.5-148.2 之间（2010 年至 2020 年），最低水位出现时间一般在 6 月中旬。从三峡蓄水以前和蓄水以来三阶段清溪场水文站典型年水位过程的对比来看，非汛期（10 月至次年 5 月）清溪场水位受三峡大坝壅水影响明显，水位的变化过程与坝前水位一致，即消落期水位逐渐消落，蓄水期水位逐渐抬升，稳定期水位基本维持 175m 不变。

③汛期仍受三峡水库蓄水影响

从工程江段典型水位站水位变化来看，工程江段汛期也受三峡水库蓄水影响，其中以长寿以下表现较为明显，特别是洪水期三峡实施洪水调度而抬高水位，对库区水位变化也造成影响。根据三峡水库 175m 试验性蓄水以来每年的汛期运用调度方案，基本要求每年 6 月 10 日坝前水位消落期至防洪限制水位 145m，至 8 月 31 日期间，三峡水库在不需因防洪要求拦蓄洪水时，原则上按防洪限制水位 145.0m 控制运行，实时调度时按照《三峡水库优化调度方案》规定可在 144.9m 至 146.5m 之间浮动。当发生洪水或遇特枯来水情况，因防洪、下游供水、航运等需要实施应急调度时，不受上述水位流量限制。蓄水期和消落期确保工程运用安全，尽量控制三峡水库下泄流量的变动幅度和水库水位日变动幅度，保持

平稳过渡。8月31日之后，当预报上游不会发生较大洪水，且下游控制站沙市、城陵矶水位分别低于40.3m、30.4m时，结合后期175m蓄水需要，9月10日水库运行水位按150至155m控制。

从十余年的水库实际调度情况看，基本遵循防汛调度方案，防汛期间坝前最低水位基本保持在146m左右，防汛期间除2015年没有出现较大洪峰，其他年份都实施了洪水调度，坝前水位有不同程度抬高，其中2012年7月28日坝前水位最高达163.09m，2020年长江上游遭遇特大洪水，坝前最高水位达到167.65m。

工程江段汛期水位受上游来流影响较大，同时也受到水库的防洪调度影响，除遇较大洪峰以外，水位过程一般在146-160m之间变动。从三峡蓄水以前和蓄水以来三阶段清溪场水文站典型年水位过程的对比来看，汛期（6-9月），清溪场水位变化特点与天然情况相似，水位波动明显，日变幅较大，甚至陡涨陡落。但由于175m运行后汛期坝前水位保持在145m以上，因此工程江段汛期最低水位较天然情况有所抬高，汛期工程江段的最高水位因三峡水库具有的蓄滞洪功能而有所抬高。

表3.1.2-3说明三峡水库汛期按145m水位运行时，仍受三峡水库蓄水影响。

表3.1.2-3 控制水位站汛期不同流量下的水位抬高统计值（坝前145m）

名称	年份	水位抬高值（m）			
		10000m ³ /s	20000m ³ /s	30000m ³ /s	40000 m ³ /s
清溪场	2009	4.70	4.10	3.90	2.20
	2010	4.70	4.05	—	—
	2011	4.70	4.10	3.86	—
	2012	5.14	4.08	—	—
	2013	5.20	4.35	4.53	4.66
	2014	—	4.87	4.25	—
	2015	—	4.75	—	—
	2016	—	4.38	—	—

注：由于三峡工程汛期调洪，坝前水位维持汛限水位时间较短，壅高值统计不全。涪陵以上站点流量利用寸滩站，涪陵以下站点流量资料利用清溪场站。

（二）泥沙

①天然状态下

寸滩站多年平均含沙量为1.316kg/m³，含沙量小于上游（金沙江屏山站多年平均含沙量1.66kg/m³）而大于下游（万州沱口站多年平均含沙量1.21kg/m³），在全国各大河流中含沙量属中等。同一水文年中，含沙量的变化比较大，洪水期

月平均含沙量达 2.02kg/m³ 以上（7 月），而枯水期月平均含沙量仅为 0.038~0.044kg/m³（2~3 月），洪枯水含沙量相差 43~65 倍。悬移质泥沙多年平均输沙量为 46700 万吨，输沙率 14.795t/s，悬移质中值粒径 0.029mm。输沙在年内分配极不均匀，5~10 月输沙量占全年输沙量的 97%以上，其中 6~9 月占全年输沙量的 88%以上。

表 3.1.2-4 寸滩站悬移质含沙量年内分布统计表

名称	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
多年月平均 (m ³ /s)	0.048	0.038	0.044	0.175	0.554	1.357	2.202	1.862	1.639	0.694	0.262	0.101
月平均最大值 (m ³ /s)	0.101	0.098	0.205	0.742	2.070	3.130	3.280	2.950	2.240	1.090	0.753	0.282
月平均最小值 (m ³ /s)	0.023	0.015	0.014	0.040	0.084	0.541	1.540	1.300	0.860	0.237	0.096	0.049

表 3.1.2-5 寸滩站悬移质级配组成表

粒径 (mm)	<0.005	0.005-0.01	0.01-0.025	0.025-0.05	0.05-0.1	0.1-0.25	0.25-0.5	0.5-1.0
所占比例 (%)	4.6	14.1	17.0	26.2	23.9	10.2	3.1	0.9

寸滩站卵石推移质中值粒径 50mm，多年平均推移量为 28 万吨左右。由于卵石推移质输沙率与流速的高次方成正比，故卵石推移质输沙量集中在汛期。据实测资料统计，寸滩站 5~10 月的卵石推移量占全年推移量的 96.8~99.8%。

表 3.1.2-6 寸滩站推移质推移量年内分布统计表

名称	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年均
推移量 (10 ⁴ t)	0.040	0.009	0.028	0.214	0.568	2.150	9.370	7.370	5.830	2.030	0.384	0.168	28.16
占全年比 (%)	0.140	0.030	0.100	0.760	2.000	7.600	33.200	26.100	20.700	7.200	1.400	0.600	100

表 3.1.2-7 寸滩站卵石推移量组成表

粒径 (mm)	10~20	20~50	50~100	100~200	>200	年平均推移量
推移量 (10 ⁴ t)	2.8	10.8	10.6	3.8	0	28.0

②三峡 175m 蓄水后情况

2002 年前，长江干流寸滩站砾卵石年均推移量为 22.0 万 t。近几年来，长江上游砾卵石推移量大幅减小，2003~2009 年寸滩站砾卵石年均推移量为 4.77 万 t，较 2002 年前减小 78%。2010 年，寸滩站为 4.41 万 t，较 2003~2009 年均

值减小了 7.6%。

2012 年，寸滩站砾卵石年推移量为 5.8 万 t，较 2003~2011 年增多了 35%；沙质推移量为 0.64 万 t，较 2003~2011 年均值减小了 62%。2013 年，寸滩站为砾卵石推移量 3.596 万 t，较 2003~2012 年减少了 42%，沙质推移质输沙量为 0.35 万 t，较 2003~2012 年均值减小了 78%。

2003 年以后，在入库沙量大幅减小的同时，入库粗颗粒泥沙含量有所降低，粒径也明显偏细。寸滩站悬移质中值粒径为 0.009mm，小于 1987~2002 年的 0.011mm，粗颗粒泥沙含量也由 1987~2002 年的 10.3%减少到 6.7%，嘉陵江来沙级配变化不大。库区粗颗粒泥沙沿程落淤，悬沙粒径沿程变细。

3.1.3 河道特性

长江上游涪陵至丰都江段上游有一较大支流乌江在涪陵汇入，水流自涪陵流向东北经一大折弯向东流向丰都。江段为台地状丘陵地带，两岸山势不高，临江山顶海拔高程 240~500m，河岸坡角平均约为 10°~30°，河谷开阔，但部分滩险处航道有效宽度较小。河床多为沙卵石所覆盖，间有部分基岩，河岸稳定，江心洲、边滩发育。

受三峡库区蓄水调度运行方式的影响，涪陵至丰都江段非汛期呈现库区航道的特征，流速、比降小，通航条件良好；汛期涪陵至丰都江段处于常年回水区的上段，但由于该段航道相对狭窄，部分沿岸礁石伸入河道，大流量或低水位期间航道条件改善不明显，礁石附近水流紊乱，水流条件差，部分江段滑梁水、泡漩水较为突出，缩窄了有效航道尺度，严重影响船舶正常航行，特别是上行船舶航行受到较大影响。

3.1.4 河床演变趋势

对近 10 年来工程江段的几次实测地形图以及河道横断面测图进行对比分析，涪陵到丰都江段总体的冲淤变化不大，表现了一定的淤积变化的地方主要是在花滩到丝瓜碛江段，具有一定的累积性淤积。老虎梁、大梁、和尚滩等 7 处滩险，江段平面上深泓线横向摆动都不大，摆动范围小于 30m，纵向上深泓线的冲淤不明显，仅有微小的调整，冲淤变化小于 3m；3 个礁石滩段近年来河道地形冲淤变化不大，横断面形状及河岸保持稳定，各断面深槽位置及深度基本无明显变化，仅在近岸边滩及缓流区内有较小的冲淤变化。由此说明，受上游来沙减少的影响，工程江段内的礁石滩段近年来河床年际间冲淤变化都较小，主河槽基本

处于冲淤平衡的状态，三峡水库蓄水以后的泥沙累积性淤积不明显。

3.1.5 工程地质

根据中国建筑西南勘察设计研究院有限公司 2019 年 7 月完成的《长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程（工可阶段）地质勘察报告》，勘探范围内揭露的地层上层较浅的覆盖层属第四系全新统冲积层(Q₄^{al})，下伏侏罗系上统遂宁组(J_{3s})或侏罗系中统上沙溪庙组(J_{2s})基岩。清礁范围内大部分为砂岩和泥岩基岩，比较适合于清礁工程的施工。

本次工程位于长江上游涪陵至丰都江段内，属长江上游河床地貌单元，拟进行整治的有老虎梁、大梁、和尚滩 3 处滩段工程区，主要滩段地质情况分述如下：

(1) 老虎梁

①地形地貌

老虎梁位于上游航道里程 521.8km，航道微弯，左岸鸡飞梁、老虎梁石盘斜向深入江中。老虎梁处形成沿岸长约 700m、最大伸入江心约 370m 宽 170m 走向 34°的斜向礁石梁子。鸡飞梁处形成沿岸长 370m、最大伸入江心约 350m 宽 115m 走向 34°的斜向礁石梁子。血旺堆处形成沿岸长 81m、最大伸入江心约 300m 宽 100m 走向 90°的礁石梁子。牛脑壳处形成沿岸长 140m、最大伸入江心约 410m 宽 140m 走向 57°的礁石梁子。梁子间侵蚀形成宽 350~460m 深 10~20m 的宽缓河槽。

②地层岩性

工程区礁石梁子上覆盖层为第四系全新统冲积层(Q₄^{al})，下伏基岩主要为侏罗系上统遂宁组(J_{3s})基岩。

第四系全新统冲积层(Q₄^{al})：主要为淤泥质粘土、砂土、碎块石夹土，钻孔揭示厚度 0~3.9m。淤泥质粘土：青灰色，软塑，摇振反应强烈，刀切面光滑，韧性较低，干强度较低，钻孔揭示厚度 1.8m，仅 LHL#4 钻孔有揭示。砂土：青灰色，粉细粒，成分均一，摇振反应中等，刀切面粗糙，钻孔揭示厚度 2.1m，仅 LHL#4 钻孔有揭示。碎块石夹土层：块石为强-中风化砂岩成分，块石呈 10-25cm 柱状取芯，约占 70%；碎石以砂岩成分为主，次棱角-次圆状；土为浅黄色可塑粘土，钻进过程中被带走；结构较松散；钻孔揭示厚度 0~1.2m，LHL#2、LHL#9、LHL#10、LHL#12 钻孔皆有揭示。

侏罗系上统遂宁组(J_{3s})：砂岩、泥岩不等厚互层。砂岩为灰白-青灰色，细粒结构，泥钙质胶结，胶结程度较好，中厚-厚层-巨厚层构造，产状 325°∠18°，细

纹理发育，岩质坚硬，为礁石形成的主要物质；泥岩为紫红-暗紫色泥岩、粉砂质泥岩，薄-中厚层构造，产状 $325^{\circ} \angle 18^{\circ}$ ，含灰绿色粉砂岩团块，岩质较软，仅 LHL#11、LHL#12 钻孔有揭示。

③不良地质现象

老虎梁工程区库岸长 2.2km，左岸为斜向坡，近岸岸坡为自然岸坡，植被发育，无任何防护措施，岸线顺直，鸡飞梁和血旺堆之间发育一宽 123m 深 10m 冲沟。砂岩出露处形成陡坎，泥岩出露处形成崩岸，崩岸高度大多在 5-6m 左右，左岸崩岸较右岸强烈。右岸为顺向坡，坡面较为平缓，近岸岸坡为自然岸坡，植被较为发育，无任何防护措施，岸线内凹，土质岸坡、岩质岸坡发育。不良现象表现为崩岸，崩岸高度大多在 4m 左右。

(2) 大渡口

①地形地貌

大渡口工程区位于航道里程 525.8~524.5km，属长江上游河床地貌。河道较顺直，主流略偏左岸，流向北东 53° ，江面宽度约 500m，河底高程 82~87m，在礁石一区、二区分布两深槽，最低点高程 70.0m、80.5m。

清礁一区位于上游侧，由江边向江心突出，沿河向长度 320m，最大宽度 40m，滩面高程 142~147m，后缘为陡崖，坡度近 80° ，前缘为陡坡，最大坡度 45° 。

清礁二区位于下游，由江边向江心突出，沿河向长度 180m，最大宽度 55m，滩面高程 135~146m，坡度约 5° ~ 10° ，向江心缓倾，前缘为陡坡，最大坡度 45° 。

②地层岩性

清礁区出露基岩为侏罗系中统上沙溪庙组(J_{2s})，主要以砂岩、泥岩为主，零星泥质粉砂岩。局部揭露第四系残坡积碎石土。

第四系残坡积(Q^{ed})碎石土：灰黄色，稍密状，主要由强风化砂岩块石组成，块径一般 5~20cm，细粒结构，钙质胶结，锤击易碎，含约 30%粉质粘土，岩芯呈碎块状，仅 DDK#3 孔揭露，厚 1.8m。

砂岩：浅灰白-青灰色，夹少量 1mm 暗色矿物条纹，细粒结构，钙质胶结，矿物成分以石英、长石为主，巨厚层状，岩质较坚硬，锤击声清脆，裂隙不发育，斜交层理发育，钻孔揭露最大厚度 8.2m。

泥质粉砂岩：青灰色~浅紫红色，少量浅灰白色，中厚层状为主，岩质较弱，多为泥质胶结，局部泥钙质胶结。矿物成分以石英、长石为主。半坚硬状，

岩体较完整，钻孔揭露厚度 0.5~3.8m，分布于泥岩与砂岩接触地带，厚度小，局部呈长透镜体状，厚度变化较大。

泥岩：紫红色，泥质结构，薄层状，局部中厚层状，泥质胶结，矿物成分以粘土矿物为主，间夹泥质粉砂岩，局部为粉砂质泥岩，夹零星 1~2cm 灰绿色钙质团块，岩质软弱，具遇水软化，失水干裂，快速风化特点，钻孔岩芯摆放二三天即成碎渣状，钻孔揭露厚度一般 1.8~5.7m。

③不良地质现象

清礁区位于左岸一侧，左岸岸坡皆为自然岸坡，平均坡度 45°~50°之间，岸坡上部为巨厚层砂岩，陡崖状，坡度 65°~70°，下部泥岩为主夹砂岩、粉粉岩，局部近互层状，坡度较缓，岸坡稳定，植被发育，坡面略缓处散落有崩落的砂岩块石。陡崖处存在局部的崩塌现象，程度轻微。

(3) 大梁

①地形地貌

大梁工程区位于航道里程 529.0~528.0km，属长江上游河床地貌。

河道较顺直，主流居中，流向北东 47°，江面宽度约 700m，工程区中段因右岸有指路溪支流入汇，江面宽度 900m，河底高程 107~112m，最低点高程 104.3m。

左岸有大梁基本顺江呈纺锤形展布，设置清礁二区。大梁最高点高程 157.5m，三峡水库吴淞高程 145 水位时与岸边在一起，135m 高程处宽度约 150m，长度约 600m，临江侧为陡崖，平均坡度 35°~40°，靠岸侧地形平缓，坡度 5°~10°。

右岸设置清礁一区，长度 590m，最大宽度 80m，最高点高程 140.4m，临江侧为陡坡，平均坡度 25°~30°，靠岸侧地形平缓，坡度 3°~5°。

②地层岩性

清礁区出露基岩为侏罗系中统上沙溪庙组(J2s)，主要以砂岩、泥岩为主，零星泥质粉砂岩。

砂岩：浅灰白-青灰色，夹少量 1mm 暗色矿物条纹，细粒结构，钙质胶结，矿物成分以石英、长石为主，巨厚层状，岩质较坚硬，锤击声清脆，裂隙不发育，斜交层理发育，钻孔揭露最大厚度 23.1m。

泥质粉砂岩：青灰色~浅紫红色，少量浅灰白色，中厚层状为主，岩质较软弱，多为泥质胶结，局部泥钙质胶结。矿物成分以石英、长石为主。半坚硬状，岩体较完整，钻孔揭露厚度 0.3~3.8m，分布于泥岩与砂岩接触地带，厚度小，局

部呈长透镜体状，厚度变化较大。

泥岩：紫红色，泥质结构，薄层状，局部中厚层状，泥质胶结，矿物成分以粘土矿物为主，间夹泥质粉砂岩，局部为粉砂质泥岩，夹零星 1~2cm 灰绿色钙质团块，岩质软弱，具遇水软化，失水干裂，快速风化特点，钻孔岩芯摆放二三天即成碎渣状，钻孔揭露厚度一般 1.8~4.2m。

③不良地质现象

左岸岸坡皆为自然岸坡，平均坡度 45°~50°之间，岸坡上部为巨厚层砂岩，陡崖状，坡度 65°~70°，下部泥岩为主夹砂岩、粉粉岩，局部近互层状，坡度较缓，岸坡稳定，植被发育，坡面略缓处散落有崩落的砂岩块石。陡崖处有局部的崩塌现象，程度轻微。

右岸岸坡为顺向坡，坡度一般 15°~20°，坡度较缓，岸坡稳定，植被发育，其中在指路溪沟口上游侧有船厂为人工堆积体岸坡，坡度 30°~40°之间，岸坡稳定。

(4) 和尚滩

①地形地貌

和尚滩险滩位于航道里程 533.0~532.2km，属长江上游河床地貌。

礁石段入口处长江流向 2°，主流贴近右岸，河底高程 90m，江面宽度 550m，由于右岸和尚滩突嘴顶流，主流转向左岸后又猛然受左岸郭家嘴石梁挑流影响，主流又复转向右岸，长江流向转为 23°，在郭家嘴石梁前缘形成一纺锤形纵向深槽，高程 50~70m，最底点高程 47.1m。175m 水位时江面宽度 550~700~900m，135m 高程河槽宽度 300~200~440m。

清礁一区位于右岸和尚滩，沿河向长度 341m，宽度 105m，滩面高程 142~147m，坡度 4°，向西侧江心缓倾，其外缘江底坡度约 30°。

清礁二区位于左岸郭家嘴石梁区域，郭家嘴石梁以 NE35°斜插向江心，前缘为陡崖，平均坡度 45°。清礁二区位于其 152~137m 高程区域，沿河向长度 273m，最大宽度 90m，坡度约 3°~5°，向江心缓倾。

②地层岩性

清礁区出露基岩为侏罗系中统上沙溪庙组(J2s)砂岩：浅灰白-青灰色，夹少量 1mm 暗色矿物条纹，细粒结构，钙质胶结，矿物成分以石英、长石为主，巨厚层状，岩质较坚硬，锤击声清脆，礁石区均为中风化岩体，裂隙不发育，斜交

层理发育。

③不良地质现象

左岸：郭家嘴石梁前缘陡崖岸坡稳定。郭家嘴石梁上游侧呈多道基岩石梁相间分布，前缘均为陡崖，平均坡度 $45^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 之间，砂岩出露处形成陡坎，泥岩出露处局部形成崩塌，崩塌程度轻微，均为自然岸坡，植被发育，无任何防护措施，石梁间分布厚度不等第四系冲积淤泥质粘土。郭家嘴石梁下游侧分布葛家嘴溪沟，溪沟两侧岸坡平缓，分布残坡积含砾粉质粘土，溪沟入长江口处淤积较厚的第四系冲积淤泥质粘土，岸坡近水平，葛家嘴溪沟沟口下游侧长江岸坡为自然岸坡，砂岩出露处形成陡坎，泥岩出露处局部形成崩塌，崩塌程度轻微。

右岸：岸线因右岸和尚滩突嘴略向西侧江心凸出。右岸和尚滩突嘴处因原清礁堆积较厚的块石堆积体，坡度约 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ ，块石堆积体处岸坡基本稳定。在其下游涪陵海事巡检基地施工等堆积厚度较小的人工堆积体岸坡，岸坡稳定，其它岸坡为基岩岸坡，岩层产状 $302^{\circ}\sim 313^{\circ}\angle 15^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ，近顺向坡，主要以中风化砂岩为主，表层局部覆盖残坡积含砾粉质粘土，无任何防护措施，岸坡稳定。在距清礁一区上游200m有建峰化工天然气跨江管道，以桥梁形式跨越长江。

3.2 水环境现状调查与评价

3.2.1 水环境功能区划

本工程涉及重庆市涪陵区和丰都县长江段，根据《重庆市人民政府批转重庆市地表水环境功能类别调整方案的通知》（渝府发〔2012〕4号）的要求规定，河凤滩-三堆子、湛普-镇江2个江段属饮用水源和工业用水区，水域适用功能为Ⅲ类；三堆子-湛普江段属饮用水源和渔业用水区，水域适用功能为Ⅱ类。各江段水域功能及功能类别见表3.2.1-1。

表3.2.1-1 长江干流重庆段水环境功能类别调整结果

编号	区县名称	水域范围	水域适用功能	适用功能类别	工点（滩险）
1	涪陵区	河凤滩—三堆子	饮用水源工业用水	Ⅲ	和尚滩、大梁、大渡口、老虎滩
2	涪陵区-丰都县	三堆子—湛普	饮用水源渔业用水	Ⅱ	老虎滩

3.2.2 水资源利用状况

（一）水利设施

(1) 长江三峡水利枢纽工程

三峡水利枢纽距离工程江段 493km，于 1994 年正式动工兴建，2003 年开始蓄水发电，于 2009 年全部完工。三峡水电站大坝全长 3035m，坝顶高程 185m；正常蓄水位初期水位蓄至 156m，后期 175m；总库容 393 亿 m^3 ，其中防洪库容 221.5 亿 m^3 。

(2) 向家坝水库

向家坝水电站是金沙江干流梯级开发的最下游一级，坝址左岸位于四川省宜宾县，右岸位于云南省水富县，坝址上距溪洛渡河道里程为 156.6km、下距宜宾市 33km，距宜昌直线距离为 700km。向家坝电站控制流域面积 45.88 万 km^2 ，占金沙江流域面积的 97%。根据国汛〔2015〕13 号文的规定，向家坝水库防洪任务为：确保枢纽本身防洪安全；与溪洛渡水库联合调度，提高川渝江段宜宾、泸州的防洪标准，减轻重庆主城区的防洪压力；配合三峡水库承担长江中下游防洪任务。

(二) 水资源利用

根据《重庆市水资源公报》（2019 年），2019 年全市平均降水量 1106.8 毫米，折合年降水量 911.9760 亿立方米，比上年偏少 2.47%，比多年平均降水量减少 6.54%，属平水年份。

2019 年全市地表水资源量 498.0880 亿立方米，比上年减少 4.99%，较多年平均值减少 12.27%。

2019 年年末大中型水库蓄水总量为 53.4793 亿立方米，比年初蓄水总量减少 2.4598 亿立方米。

2019 年全市总供水量 76.4719 亿立方米。按供水水源统计，地表水源供水量 75.0704 亿立方米，地下水源供水量 0.9665 亿立方米，其他水源供水量 0.4350 亿立方米，分别占总供水量的 98.17%、1.26%和 0.57%。地表水源供水量中，蓄水工程供水量 33.1383 亿立方米，引水工程供水量 6.5748 亿立方米，提水工程供水量 35.1663 亿立方米，非工程供水量 0.1910 亿立方米，分别占地表水源供水量的 44.14%、8.76%、46.85%和 0.25%。

2019 年全市总用水量 76.4719 亿立方米。按用户特性统计，生产用水 59.2982 亿立方米，生活用水 15.9199 亿立方米，生态环境补水 1.2538 亿立方米，分别占总用水量的 77.54%、20.82%、1.64%。

3.2.3 水污染源调查

2018年，重庆市纳入环境统计的污染源共排放废水20.78亿吨，其中工业源排放2.08亿吨，城镇生活源排放18.69亿吨，集中式污染治理设施排放142.82万吨。废水主要污染物化学需氧量排放量24.78万吨，氨氮排放量3.47万吨。

3.2.4 水质现状评价

(一) 区域水质达标判断

根据重庆市环境保护局发布的《2018年重庆市生态环境状况公报》、《2019年重庆市生态环境状况公报》和《2020年重庆市环境质量简报》：

长江干流2020年重庆市行政区域内长江干流重庆段总体水质为“优”。15个监测断面中，I~III类水质的断面比例为100%。与上一年（2019年）相比无明显变化。2020年重庆市集中式饮用水源地水质良好，城市集中式饮用水源地水质达标率为100%，与2019年相比无明显变化。

(二) 例行监测

本次评价利用涪陵区生态环境局提供的2017~2019年例行监测数据，工程江段监测断面为清溪场断面。

(1) 监测因子

pH、COD、BOD₅、氨氮、TP。

(2) 监测断面及监测结果

表 3.2.4-1 清溪场监测断面监测结果表

序号	断面	采样日期	pH	COD	BOD ₅	氨氮	TP
1	清溪场	2017年3月	7.79	7.53	0.91	0.151	0.096
2		2018年6月	8.09	8.6	0.67	0.153	0.107
3		2019年8月	7.8	7.2	1.0	0.05	0.05

(3) 评价方法

一般性水质因子的指数计算公式：

$$S_{ij} = C_{ij} / C_{si}$$

式中：S_{ij}——评价因子i的水质指数；

C_{ij}——评价因子i在j点的实测统计代表值，mg/L；

C_{si}——评价因子i的水质评价标准限值，mg/L。

pH值单因子指数的计算公式为：

$$P_i = (7.0 - C_i) / (7.0 - C_{sd}) \quad (C_i \leq 7.0)$$

$$P_i = (C_i - 7.0) / (C_{su} - 7.0) \quad (C_i \geq 7.0)$$

式中： C_{sd} ——评价标准的下限值；

C_{su} ——评价标准的上限值。

(4) 现状评价结果

工程江段清溪场断面水环境质量现状监测评价结果见表 3.2.4-3。

表 3.2.4-3 工程江段清溪场断面水环境质量现状监测评价结果表

指标	pH (无量纲)	COD	BOD ₅	氨氮	TP
III类标准值 (mg/L)	6~9	≤20	≤4	≤1.0	≤0.2
测值范围	7.79~8.09	7.2~8.6	0.67~1.0	0.05~0.153	0.05~0.107
标准指数	0.395~0.545	0.36~0.43	0.168~0.25	0.05~0.153	0.25~0.535
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标

从表 3.2.4-3 可看出，2017-2019 年度长江清溪场监测断面中现状评价因子 pH 值、COD、BOD₅、氨氮各项监测指标均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准，工程江段水质现状能稳定达标，各水质断面不同水期水质质量变化不明显。

(三) 补充监测

(1) 断面位置

长江上游涪陵至丰都江段共设置 4 条监测断面，见表 3.2.4-4，断面具体位置见图 3.2.4-1：

表 3.2.4-4 水质监测采样断面布置

断面编号	断面位置	备注
I	石板沟长江大桥断面	左岸经纬度：N29°43'48.25"，E107°24'37.09"
II	韩家沱渝利铁路大桥断面	右岸经纬度：N29°46'3.75"，E107°24'53.24"
III	清溪镇断面	右岸经纬度：N29°47'59.73"，E107°27'1.35"
IV	珍溪镇断面	右岸经纬度：N29°53'56.91"，E107°27'54.30"



图 3.2.4-1 监测布点图

根据渝府发（2012）4 号文规定，I、II、III断面执行《地表水环境质量标准》III 类水质标准。IV断面执行《地表水环境质量标准》II类水质标准。

(2) 监测项目

pH、水温、悬浮物、高锰酸盐指数、溶解氧、五日生化需氧量、氨氮（N）、总磷（TP）和石油类共 9 项。

(3) 采样点布设和检测方法

委托重庆智博实业总公司于2020年5月10日至2020年5月12日对工程江段6个断面进行监测，每条断面连续检测3天，每天监测一次。

(4) 监测结果

涉密删除

工程江段在珍溪镇江段执行II类水质标准，监测断面pH值、高锰酸盐指数、DO、BOD₅、氨氮、石油类各项监测指标均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类标准；工程江段在石板沟长江大桥、韩家沱渝利铁路大桥、清溪镇江段执行III类水质标准，3个监测断面中pH值、高锰酸盐指数、DO、BOD₅、氨氮、石油类各项监测指标均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准。

3.2.5 底质现状评价

(1) 监测布点

编制单位于2020年1月的冬季监测中采集底泥，委托重庆智博实业总公司对送检的泥样进行检测。

表 3.2.5-1 航道底质监测点

编号	采样位置	采样深度
1	和尚滩后方鸽子沱	50m
2	老虎梁与鸡飞梁中间位置	40m
3	老虎滩对岸生态异地重建区	40m
4	平绥坝左槽	30m

(2) 监测因子

底质监测项目包括pH值、铜、镉、铅、铬、汞、砷、锌（无标准值）、镍共9项。

(3) 评价方法

采用底泥污染指数法，公式为：

$$P_{ij} = C_{ij} / C_{si}$$

式中：P_{ij}——底泥污染因子i的单项污染指数，大于1表明该污染因子超标；

C_{ij} ——调查点位污染因子 i 的实测值, mg/L;

C_{si} ——污染因子 i 项的评价标准, mg/L。

(4) 监测结果

涉密删除

4 个航道监测点的底质 Cu、Cd、Pb、Hg、Cr (六价)、As 及 Ni 共 7 个监测因子均满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准 (试行)》(GB36600-2018) 中的所建议的第二类用地要求。

3.3 环境空气现状调查与评价

3.3.1 项目所在区域达标判断

(1) 区域大气环境质量

根据重庆市环境保护局发布《2020 年重庆市环境质量简报》，本项目所在区域环境空气质量达标区判定情况见表 3.3.1-1。

2020 年重庆市环境空气 6 项基本污染物中，可吸入颗粒物 (PM₁₀)、二氧化硫 (SO₂) 和一氧化碳 (CO) 浓度达标，细颗粒物 (PM_{2.5})、二氧化氮 (NO₂) 和臭氧 (O₃) 平均浓度均达标，工程所在的涪陵区为达标区域。

表 3.3.1-1 重庆市环境空气质量现状评价

污染物	年评价指标	现状浓度/ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	标准值/ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率 /%	达标情况
SO ₂	年平均质量浓度	8	60	13.3	达标
NO ₂	年平均质量浓度	39	40	97.5	
PM ₁₀	年平均质量浓度	53	70	75.7	
PM _{2.5}	年平均质量浓度	33	35	94.3	
CO	日平均质量浓度	1.1	4.0	2.8	
O ₃	日最大 8 小时平均质量浓度	150	160	93.8	

2020 年工程所在区县的 6 项基本污染物中，可吸入颗粒物 (PM₁₀)、二氧化硫 (SO₂) 和一氧化碳 (CO) 细颗粒物 (PM_{2.5}) 二氧化氮 (NO₂) O₃ 均达标。工程所在的涪陵区均为达标区。

表 3.3.1-2 重庆市工程涉及区县环境空气质量数据表 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

区县名称	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	PM _{2.5}	O ₃	CO (mg/m^3)
涪陵区	54	18	33	37	138	1.3

3.3.2 污染源调查

根据 2018 年重庆市环境统计年报,2018 年重庆市废气主要污染物二氧化硫排放量 23.72 万吨,氮氧化物排放量 20.71 万吨,烟(粉)尘排放量 9.69 万吨。

3.3.3 补充监测

(1) 现状监测布点

在评价范围内沙背沱、龙马壕设环境空气现状监测点,共 2 个大气监测点。测点位置见表 3.3.3-1 及图 3.2.4-1。

表 3.3.3-1 环境空气测点布置

编号	测点位置	经纬度概位
1	和尚滩工点长江右岸,沙背沱 1#	N29°45'17.49", E107°24'24.63"
2	老虎梁工点长江左岸,龙马壕 2#	N29°49'44.44", E107°28'24.74"

(2) 监测因子

监测因子为: TSP。

(3) 监测时段和方法

重庆智博实业总公司于 2020 年 5 月 6 日至 2020 年 5 月 12 日对长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程环境空气质量进行了监测,按照《环境影响评价技术导则 大气环境》的要求,连续监测 7 天,取日均值,且日均浓度采样时间不少于 20h,分析方法按《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的有关规定及相关标准执行。

(4) 监测结果与统计

①评价方法

采用最大浓度占标率和超标率评价工程区域环境空气质量现状。

最大浓度占标率计算公式如下:

$$P_i = \frac{C_{i\max}}{C_{0i}} \times 100\%$$

式中: P_i ——污染因子 i 的最大地面质量浓度占标率, %;

$C_{i\max}$ ——污染因子 i 的现状监测值的最大值, mg/m^3 ;

C_{0i} ——污染因子 i 的大气环境质量标准值, mg/m^3 。

②监测结果

涉密删除

监测评价结果表明，评价区域 2 个监测点位的 TSP 日均值均满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准要求。

3.4 声环境现状调查与评价

3.4.1 区域声环境质量

2019 年，重庆市区域环境噪声昼间平均等效声级为 52 分贝，比 2018 年下降 2.4 分贝；道路交通噪声昼间平均等效声级为 64.6 分贝，比 2018 年下降 1.5 分贝。

涪陵区环境噪声昼间平均等效声级为 52.8 分贝，比 2018 年上升 3.1 分贝；道路交通噪声昼间平均等效声级为 65.3 分贝，比 2018 年下降 4.5 分贝。

3.4.2 声环境现状调查

(1) 监测布点

本次噪声监测共布设了 5 个声环境监测点位，监测点布置见表 3.4.2-1 及图 3.2.4-1。

表 3.4.2 声环境现状监测点布置

编号	测点位置	经纬度概位
1#	和尚滩长江右岸，居民房前 1 米，高 1.2 米	N29°44'31.95", E107°24'39.99"
2#	菜子梁长江左岸，居民房前 1 米，高 1.2 米	N29°45'43.95", E107°24'25.81"
3#	老虎梁长江左岸，龙马壕居民房前 1 米，高 1.2 米	N29°49'44.92", E107°28'23.55"

(2) 监测时间、频次

重庆智博实业总公司于 2020 年 5 月 9 日-2020 年 5 月 11 日对工程江段 5 个工点进行连续 2 天的监测，分昼间(06:00~22:00)和夜间(22:00~06:00)进行，每个监测点昼、夜间各监测 1 次。

(3) 监测方法

按《声学 环境噪声测量方法》(GB/T 3222-94)中有关规定执行。以等效连续 A 声级为主要评价量。

(4) 监测结果

噪声监测的统计结果见表 3.4.2-2。

表 3.4.2-2

声环境现状监测结果

单位: dB(A)

测点位置	监测日期 (2020年)	监测值			
		昼间		夜间	
1#	5月9日	社会生活噪声	50	社会生活噪声	44
	5月10日	社会生活噪声	51	社会生活噪声	44
2#	5月9日~5月9日	社会生活噪声	58	社会生活噪声	48
	5月10日~5月11日	社会生活噪声	59	社会生活噪声	49
3#	5月9日~5月10日	社会生活噪声	52	社会生活噪声	44
	5月10日~5月11日	社会生活噪声	52	社会生活噪声	44

3.4.3 声环境现状评价

(1) 评价标准

声环境影响评价执行《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2类标准(昼间60dB(A)、夜间50dB(A))。

(2) 评价结果

从监测结果可以看出,3个监测点昼、夜间噪声值均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的2类标准要求。

3.4 水生生态现状调查

工程涉长江上游江段18km,评价单位与2019年5月-2020年12月对涪陵至丰都段的水生生态现状进行了详细调查。

现场调查重点内容包括:三峡蓄水后长江段生态功能的变化;渔业资源区系组成、种群结构与资源量;珍稀、特有和濒危水生生物;鱼类生态功能区(包括产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道);鱼类早期组成和资源量;浮游生物、底栖生物种类和密度;水生高等维管束植物组成和资源量等。

因内容较多,详见第4章水生态环境现状调查与评价。

3.5 陆生生态现状

3.5.1 植被现场调查

根据现场踏勘调查,评价区内的现状植被主要分为陆生植被、水生植被和农业植被三大类。由于评价区内人类生产活动的侵扰,现状植被以陆生植被和农业植被为主。农业植被主要有以小麦、玉米和水稻为主的粮食作物,蔬菜和柑橘为主的经济作物;陆生植被多为人工栽培的防护林、速生用材林,马尾松林、杉木

林、大叶桉林最为常见。

①陆生植被

针叶林：评价区内针叶林主要有马尾松林、柏木林、杉木林群落，多为人工种植，呈带状或片状分布于山脊、斜坡地带，物种单一，郁闭度达 85%以上。草本层多由蕨、苔草、芒组成，群落结构简单。

马尾松林——长江干流沿岸主要植被类型，常绿阔叶林破坏后形成的次生植被。主要有 3 种群落：马尾松-截叶铁扫帚 (*L.cuneata (Dum. Cours.) G Don*)-金发草 (*Pogonatherum crinitum*)、马尾松-白栎 (*Quercus spp*)+山胡椒 (*Litsea cubeba(Lout.)Pers*)-铁芒箕 (*Diranopteris dichotoma*)、马尾松-欆木 (*Loropetalum*)-铁芒箕；乔灌草层明显，林下植物一般 20—30 种。

柏木林——长江沿岸<900m 石灰岩低山丘陵典型代表群落。多为人工林，常呈小块状分布，主要分布于涪陵下游；群落树木稀疏，结构简单，植物种类少，较为稳定。

阔叶林：评价区内常绿阔叶林和落叶阔叶林两个植被型主要为人工林，有大叶桉林、枫杨林、榆树林和刺槐林等。

大叶桉林并非我国地带性植被，均为人工栽培的速生用材林，乔木层大叶桉为单优群落。枫杨是一种耐水湿的优良河岸护岸树种，枫杨林在河岸零星或呈带状分布。榆树林、刺槐林主要为分布在公路旁的行道树，伴生有枫杨、复羽叶栎树、构树、朴树等。

此外，有部分风景林，多由梧桐 (*Firmiana simplex*)、香樟 (*Cinnamomum camphora*)、刺槐 (*Robiniapseudoacacia L.*)、楝树 (*Melia azedarach*)、油橄榄 (*Olea europaea*)、复羽叶栎树 (*Koelreuteria bipinnata Franeh.*)等组成。还有零星生长的乔木，树种较多，羽脉山黄麻 (*Trema laevigata Hand-Mazz.*)、枫杨 (麻柳) (*Pterocarya stenoptera C.DC*)、喜树 (*Camptothecaacuminata Decne.*)等，常在村庄周围或局部地段形成片林。

竹林：评价区内的竹林成林者大多是零星小块斑点状分布，多为原有农家房屋周围栽培的，竹林的共同特征是盖度大，林下阴闭，少有其它植物伴生，只是林缘有不少禾本科草本植物。评价区内竹林主要有慈竹林、斑竹林、硬头黄林和麻竹林等。自然或人工栽培形成：一般为单优势种群落，结构简单，伴生植物少，主要为灌木和草本。

灌丛：多为亚热带常绿阔叶林破坏后形成的次生植被类型。由于垦殖历史久、人类活动频繁，低山丘陵的原生植物基本被开发殆尽，河漫滩、阶地多为草甸覆盖，陡坡山地多为人工暖性针叶林和竹林覆盖，灌丛较少，主要为桑、构、小果蔷薇灌丛，群落高 3-5m，盖度达 90%，伴生有苕麻、苍耳、白茅、毛蕨、卷柏、蜈蚣草、过路黄、火炭母、水蓼、小白酒草、卷耳、问荆、野古草等。常有两种灌木为优势种组成的群落，灌丛群落结构简单，灌木层和其下的草本层常有数至 10 余种次优势种及伴生植物；不同灌丛植物种数差异较大，2、10 余种不等；除极少数灌丛物种单一外，大多灌丛物种分布较均匀，无明显偶见种、特异种。

草甸：几乎所有的河漫滩和 1 级阶地有零星小块的其它植物群落外，都为草甸类型复盖，群系较多。以白茅、狗牙根、苍耳、牛鞭草群系面积最大，白茅、芭茅、苍耳群系最显眼。

②农业植被

评价区农业植被主要有水稻、小麦、玉米、油菜和蔬菜等大田作物，以及经济林。

经济林主要为柑橘林，主要分布于涪陵至秭归沿江消落带。龙眼(*Phyllanthus reticulatus* Pior.)、荔枝 (*L.chinensis*Somm.)、芭蕉(*Musa wilsonii* Tutch.)林和桑、茶园亦有少量分布。

3.5.2 三峡库区消落带植被

三峡水库采取“冬蓄夏泄”（冬季水位 175 m，夏季 145 m）的运行方式，自 2007 年水库试验性蓄水以来，348 km² 淹没区原陆域植物及其群落大量消失，蓄水后淹没区形成永久性水域和逐渐适应消落带环境的植物群落。消落带是指江河、湖泊、水库等水体季节性涨落使水陆衔接地带的土地被周期性淹没和出露成陆而形成的干湿交替地带。消落带是水、陆及其生态系统的交错过渡与衔接区域，受水、陆规律性移动的影响，具有特殊而不稳定的生态环境条件，物质、能量、信息交换频繁而强烈，对外界变化反应敏感，是生态脆弱带；消落带生态环境受水位消涨和陆岸带人类活动的影响，又影响江河湖库水体及陆岸带人群的生产生活与健康，是特殊的自然——经济——社会复合生态系统。

消落带植被有“乔木——灌丛——灌草丛——草丛”演化趋势。175m 蓄水后，消落带陡坡区段土层冲刷基岩裸露，原有群落逐渐死亡消失；缓坡区段植物生长基质有保证的条件下，植物群落因受淹时间长短差异，沿湿度梯度方向可能出现

不同变化趋势及演化系列:

175—170m 区段——每年 10 月下旬汛末至次年 1 月淹水, 2—10 月下旬成陆出露近 300 天, 乔木群落淹没后基本上逐步死亡; 但因淹水浅、时间不长, 耐短期淹水的枫杨、桤木等乔木能够生长; 原生长成熟高大的乔木, 树冠在淹水面以上或短期(1-2 月)没顶淹没的乔木树种, 可存活一定数量; 由于蓄水“涝害”和水位反复涨落对植被、土壤的冲刷, 乔木植物生长将受影响, 但整体可能有矮化趋势。

170-160m 区段——每年 10 月下旬至次年 2-4 月淹没, 2—4 月至 10 月下旬出露成陆约 180-260 天, 淹水深度 5—15m, 高草草丛芦竹(*Arundo donax* Linn. var. *versicolor*)、卡开芦(*Phragmites karka*(Retz.)trin)、芒草(*Aristida pennata* Trin.)等可能继续生存, 由下向上部将可能出现多年生草丛向灌丛群落演替的现象, 耐短季节淹水的灌丛群落可能成为该区段主要植被类型; 耐水淹能力较强的群落秋华柳、枸杞(*Fructus Lycii Barbated Skullcup Herb*)、疏花水柏枝等灌木生长于下部地段, 耐水淹能力相对较弱的群落中华蚊母树、宜昌杭子梢、小叶株木等灌丛则生长于上部地带。由于季节性淹水周期性干扰, 植物群落演替将可能仅稳定在灌丛阶段。

160-145m 区段——每年 10 月下旬至次年 5 月淹没, 5—10 月下旬成陆, 淹没深(15-30m), 出露时间 120—150 天, 处于消落带下部, 淤积较厚; 蓄水前分布的多数灌木尤其是常绿灌木难适应长时间高水位淹没而死亡, 160m 附近原生长的疏花水柏枝、秋华柳、枸杞等灌丛有可能延续生存; 145—160m, 由于淹水深度、时间和落水周期性冲刷的差异, 一年生、低矮草本植物群落有可能渐向多年生、高草植物群落演替的趋势, 蓄水前占优势的黄茅、白茅等草丛将被能忍耐半年多冬水淹没而夏季又耐旱的狗牙根、双穗雀稗草(*Paspalum distichum*)、甜根子草(*Saccharum spontaneum* Linn.)草丛所替代; 耐季节性淹水的多年生禾本科草丛可能成为该区段主要植被类型。

总体上, 蓄水后消落带范围内原有的大多数陆生乔木、灌丛、草丛将难以适应新的湿地生境而死亡消失, 15°以上的陡坡区段基岩裸露, 基本无植被覆盖; 15°且基质有保证的低平缓区段, 原植被将出现“乔——灌——灌草——草”的演化趋势, 物种多样性大为减少、群落结构趋于简单。消落带顶部少量乔木和中下部耐季节性淹水的少量灌、草丛, 构成密度稀疏、零星块状散布的湿地植被, 蓄

水相当长一段时期后，植物群落经漫长演化而渐趋稳定。

3.5.3 陆生动物

两栖类：中华大蟾蜍、黑斑侧褶蛙、金钱蛙、泽陆蛙、雨蛙、沼水蛙。

爬行类：乌龟、黄头闭壳龟、鳖、山地麻蜥、多疣壁虎、棕黑蛇、王锦蛇、乌梢蛇、红点绵、赤链蛇。

鸟类：黑枕黄鹂、灰喜鹊、喜鹊、大山雀、大杜鹃、小杜鹃、四声杜鹃、大斑啄木鸟、绿啄木鸟、斑鸠、麻雀、云雀、八哥、灰椋鸟、画眉、乌鸦、松鸦、大嘴乌鸦、红嘴蓝鹊、三道眉、雉、环颈雉、绿头野鸭、绿翅野鸭、鸬鹚、鹈鹕、白鹭、牛背鹭、池鹭、家燕、湖燕、细腰剪尾燕。

兽类：猪獾、狗獾、草兔、刺猬、绒山蝠、中华鼠耳蝠、东方田鼠、大仓鼠、黑线仓鼠、黑线姬鼠、褐家鼠、社鼠。

评价范围及周围影响区域，陆生动物主要以人工养殖的家畜、家禽为主，野生动物的活动踪迹较少，主要野生动物均是平常易见的种类如：鼠、蛇、蛙、鸟等。

4.0 水生态环境现状调查与评价

4.1 调查内容、范围、时段和调查方法

4.1.1 调查内容

本专题报告的现状调查重点内容包括：三峡蓄水后长江段生态功能的变化；渔业资源区系组成、种群结构与资源量；珍稀、特有和濒危水生生物；鱼类生态功能区（包括产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道）；鱼类早期组成和资源量；浮游生物、底栖生物种类和密度；水生高等维管束植物组成和资源量；

4.1.2 调查范围

调查范围根据保护区水域范围、建设项目位点分布、施工和营运特点、影响范围确定。项目现状调查依据最初工程方案，调查范围包括从涪陵和尚滩至丰都佛面滩的 48km 长江段。

其中，水环境、浮游生物、底栖生物、水生维管束植物调查设置 12 个调查断面；顺水流方向由上往下，调查断面依次标记为 S1-S12；其中，和尚滩对应 S1、菜子梁对应 S2、大梁滩对应 S3、大渡口对应 S4、老虎滩对应 S5、平绥坝设置三个断面分别为 S6-S8、丝瓜碛对应 S9、头外梁对应 S10、佛面滩对应 S11、凤尾坝对应 S12。水域分布调查断面分布如图 4.1.2-2 至 4.1.2-5。水环境、浮游植物、浮游动物和底栖动物调查在每个调查断面设置离岸调查样点（一般选择航标船处）；水生维管束植物调查在每个断面设置 1 个调查样带（因浅水区基本不存在水生植物，选择沿岸带采样）。

4.1.3 调查时段

鱼类和渔业资源、鱼类生境、保护区的生态结构和功能调查采用区域调查，调查范围涵盖工程江段，不设固定监测位点；调查时间是 2019 年 5 月、8 月和 2020 年 1 月、6 月和 12 月，分别代表工程水域平水期、丰水期和蓄水期。

鱼类早期资源量调查断面设置在涪陵城区和丰都老城区长江江段（图 4.1.2-1）；2019 年 6 月中旬-7 月中旬，连续监测一个月。

其余水生生物现状调查时间是 2019 年 5 月，主要代表工程水域平水期水生生物现状，同时也代表工程水域鱼类繁殖季节的水生生物现状。

水生生物资源与水域生态环境调查范围和调查时段汇总如表 4.1.3-1：



图 4.1.2-1 鱼类早期资源监测断面设置



图 4.1.2-2 和尚滩、菜子梁、大梁滩工程水域水环境、水生生物调查断面（S1-S3）设置位点



图 4.1.2-3 大渡口、老虎滩工程水域水环境、水生生物调查断面 (S4-S5) 设置位点

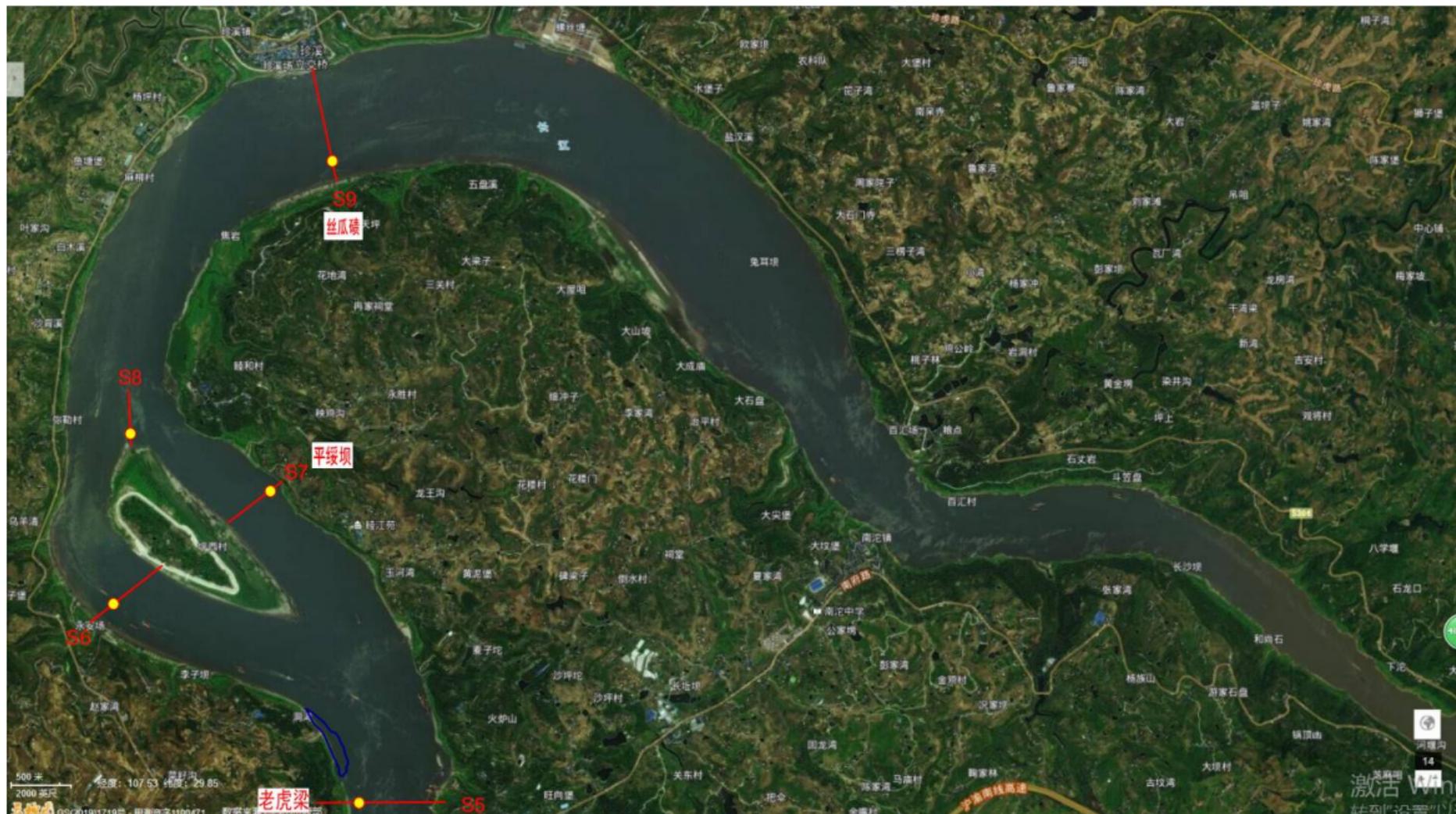


图 4.1.2-4 平绥坝、丝瓜碛工程水域水环境、水生生物调查断面 (S6-S9) 设置位点



图 4.1.2-5 头外梁、佛面滩工程水域水环境、水生生物调查断面 (S10-S11) 设置位点

表 4.1.3-1 水生生物资源与水域生态环境调查范围和调查时段

调查内容	调查时段	调查范围
鱼类栖息地	鱼类育肥期、汛期和鱼类越冬期	涪陵至丰都江段，重点针对佛面滩、头外梁、老虎滩、大渡口、大梁滩、菜子梁和和尚滩 7 个清礁点施工区域周围、礁石处理区及工程施工涉及的河岸进行详细调查，向上下游(外)适当延伸 1~2km
产卵场及鱼类早期资	鱼类繁殖期	涪陵至丰都江段，在涪陵起始段和丰都结束断设置两个早期资源连续监测断面；其余调查重点针对 7 个清礁点施工区域周围、礁石处理区及工程施工涉及的河岸进行详细调查，向上下游(外)适当延伸 1~2km
水质环境	鱼类繁殖期、鱼类育肥期、幼鱼生长发育期、重要鱼类洄游期	涪陵至丰都江段，重点针对佛面滩、头外梁、老虎滩、大渡口、大梁滩、菜子梁和和尚滩 7 个清礁点施工区域周围、礁石处理区及工程施工涉及的河岸进行详细调查，向上下游(外)适当延伸 1~2km
水文情势	平水期、丰水期、蓄水期	涪陵至丰都江段，重点针对佛面滩、头外梁、老虎滩、大渡口、大梁滩、菜子梁和和尚滩 7 个清礁点施工区域周围、礁石处理区及工程施工涉及的河岸进行详细调查，向上下游(外)适当延伸 1~2km

4.1.4 调查方法

(1) 鱼类资源调查

渔获物采取的方法是在集中收购点及江边钓鱼者所捕获的鱼类进行现场走访，记录种类组成、数量、重量等，并选购部分标本。对沿江部分农贸市场，沿江饭店、餐馆库存的江河鱼类进行统计和选购部分标本，对销售的江河鱼类种类和数量进行调查统计。聘请当地渔民采用拦河网、三层流刺网调查，访问调查鱼类产卵场，越冬场和索饵场的情况。对自捕和购买的鱼类，进行长度和重量测定后，即放入 5% 的甲醛液中固定，同时注入一定量 10% 的甲醛液于体腔中，再按时间、地点进行编号登记。通过实地考察和对渔民的调查访问，以及河流的地势、水流、水深等特性，了解鱼苗出现的江段，捕捞繁殖亲鱼的江段，以及冬季捕捞鱼类的江段，确定鱼类越冬场、产卵场和索饵场。

对采集到的标本，根据相关分类鉴定文献，进行种类鉴定。同时，根据涪陵区渔政站提供的材料，并查阅已公开发表的涪陵区长江段有关鱼类文献，综合整理评价江段鱼类资源本底现状。统计鱼类的组成，分析资源现状，分析鱼类种群结构和群落结构及相互关系；分析鱼类形态结构、觅食习性、繁殖行为等对水域环境的适应。根据调查结果、工程基本情况及运行特点、工程与周围环境的关系、

相关法律法规,综合分析拟建项目对鱼类的影响,并提出相应的对策措施和建议。

鱼类早期资源采用仔稚鱼定制网作定量采集,采用传统弼网作为定性采集;同时对样品进行分类计数,并将仔稚鱼的丰度换算为每 1000m^3 尾数。

采集的鱼卵和幼鱼采用分子生物学(DNA 基因序列测定与分析)和形态特征相结合的方法对采集的仔稚鱼进行鉴定,其中分子生物学鉴定委托生工生物工程(上海)股份有限公司进行 DNA 提取、扩增和测序。对于 COI 测序结果先用 Chromas 软件比对峰型图并进行剪辑修改,再用 DNAMAN 软件对双向测序结果进行拼接,对于处理好的不同序列用 DNAMAN 软件进行相似度比对,根据相似度对基因序列进行归类,之后在 NCBI 鱼类数据库中进行比对和分析。

(2) 产卵位置确定方法

首先是根据现场的流量和水位监测数据,模拟了本次长寿至丰都江段的二维流场,地形资料为 2017 年 11 月的实测资料,比尺及网格划分见早期文献(肖毅, 2019)。而后以网格为单位计算确定鱼卵的初始位置(产卵场位置),具体计算过程如下。

1) 已知鱼卵初始位置所在网格位置 I (如图 2 所示) 和该网格 4 个结点的二维流速;

2) 鱼卵迁移速度的确定:以 4 个结点横向分速度 $1/4 \sum_{i=1}^4 V_{xi}$ 和纵向速度分量 $1/4 \sum_{i=1}^4 V_{yi}$ 作为鱼卵在该网格内的速度分量,而后计算鱼卵的矢量速度 V_i ,根据流场分布中流速的方向判定鱼卵上一时刻所处的网格位置;

3) 迁移距离和时间:如图 4.1.3-1,假如上一时刻鱼卵在 A 网格,则以 A 和 I 网格中心距作为 i 时刻鱼卵迁移的距离 L_i ,以 V_i 作为鱼卵在 i 时刻的迁移速度,则相邻网格间迁移时间 $t_i=L_i/V_i$;

4) 产卵位置:当鱼卵迁移的时间累加值同鱼卵的发育时间(迁移时间, T) 相等时,即 $\sum t_i=T$ 时鱼卵所处的网格位置即为产卵的位置。

5) 鱼卵发育时间 T :鱼卵胚体形态特征鉴定参照文献,根据鱼卵的发育阶段,以“四大家鱼”中的“鲢和鳙”的胚体发育周期作为确定鱼卵发育时间 T 的依据,结合样品采集时的水温对 T 进行修正。

通过漂流性鱼卵的连续采样,即可获得不同采样日期下的鱼卵数量、鱼卵的发育时间、流场的模拟结果,从而根据上述方法得到不同的产卵位置,但该位置是否为产卵场区域还需要进一步的判别。

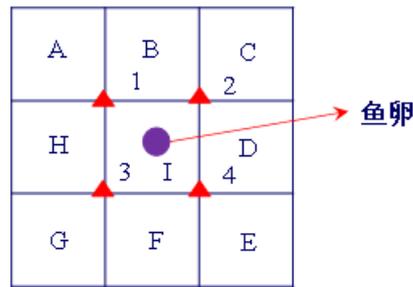


图 4.1.4-1 鱼卵漂流轨迹推算示意图

(3) 鱼类栖息地调查

2019 年 5 月、2019 年 8 月和 2020 年 1 月、6 月和 12 月，采用声呐鱼探仪对评价江段的鱼类栖息地进行了调查。

鱼类资源的检测采用多功能回声探测仪（鱼探仪）DT-X，该仪器是专门针对淡水等复杂多变的野外调查环境而设计的便携式设备，它主要包括主机、换能器及专用笔记本电脑一台，储存或运输时可以放置在一个便携的密封行李箱中。其中，主机可以对 IP 地址进行独立的设置，再通过网络（有线或无线）与电脑间进行数据传输，实现数据的远程储存和实时监控。获得水声学数据后，需要对数据进行格式转换，并利用分析软件对转换后的文件进行进一步的分析处理。使用 Visual Analyzer 4.3 分析软件，在进行文件格式转换后打开要进行处理的某单元文件，可以在操作窗口中看到回波信号图，并且能够根据不同的目标反射强度显示不同的颜色。

(4) 鱼类生境调查

通过实地考察河流的地势、水流、水深等特性，结合对渔民的调查访问，了解鱼苗出现的江段，捕捞繁殖亲鱼的江段，冬季捕捞鱼类的江段，推定鱼类产卵场、索饵场和越冬场，并分析这些关键生境的分布、结构和条件。

(5) 浮游植物调查

定性样品采用 25 号浮游生物网在水体表层捞取，样品加 4% 福尔马林固定保存；定量样品采用 5L 有机玻璃采水器采集表层（0.5m 深处）水样 20L，水样立即加入鲁哥氏液固定保存。

(6) 浮游动物调查

原生动物和轮虫的定量标本采集取表层（0.5m 深处）5L 水样经 13 号（10 μ m）浮游生物网滤缩后放入小塑料瓶中，加入鲁哥氏液固定保存；桡足类和枝角类的定量标本采取表层（0.5m 深处）20L 水样经 25 号（64 μ m）浮游生物网滤缩后，

放入小塑料瓶中，加 4%福尔马林固定保存。

(7) 底栖动物调查

底栖动物的采集使用 $1/32\text{m}^2$ 彼得生式采泥器，每个样点采集 5 次，泥样经 60 目/英寸的铜筛筛洗后在解剖盘中将标本检出，用 10%福尔马林固定后在实验室进行种类鉴定、分类计数和称重。定性样品采集使用抄网。

(8) 水生维管束植物调查

在样地和样带上，浅水区采用 0.2m^2 的采草器采样；沿岸带采用收割法采样，取 $2\text{m}\times 2\text{m}$ 样方面积，记录样地内物种组成和盖度，并统计生物量。

依据水生植物外貌、结构和生态特征对水生植物群落进行分类。沿岸带选取断面的标准为：优势种是乡土植物；从植被方面来看，表观均一，没有明显的间断存在；面积至少 100m^2 。按照这些标准，每一断面取 3 个样方。每一样方被分为 16 个 $25\text{cm}\times 25\text{cm}$ 的方格，记录每一物种的密度、盖度和多度。测量其株高和生物量。将每个断面的所有采集样方综合为一个大样方，计算其植被盖度、生物量和多样性指数。群落盖度、种群密度和多度的数量分级参照植物群落清查的主要内容、方法和技术规范（方精云等，2009）。

水生生物资源与水域生态环境现状调查方法汇总如表 4.1.4-1：

表 4.1.4-1 水生生物调查方法和依据

调查对象	调查方法	依据
鱼类	野外现场调查	《水库渔业资源调查规范》（SL167-2014）、《河流水生生物调查指南》科学出版社
鱼类早期资源	野外现场调查	《河流漂流性鱼卵、仔鱼采样技术规范》（SC/T 9407-2012）、《河流水生生物调查指南》科学出版社、《长江鱼类早期资源》（曹文宣、常剑波等）
浮游生物	野外现场调查	《淡水浮游生物调查技术规范》（SC/T 9402-2010）、《渔业生态环境监测规范第 3 部分：淡水》（SC/T 9102.3-2007）、《水库渔业资源调查规范》（SL167-2014）、《河流水生生物调查指南》科学出版社
底栖动物	野外现场调查	《淡水浮游生物调查技术规范》（SC/T 9402-2010）、《渔业生态环境监测规范第 3 部分：淡水》（SC/T 9102.3-2007）、《水库渔业资源调查规范》（SL167-2014）、《河流水生生物调查指南》科学出版社

调查对象	调查方法	依据
水生维管束植物	野外现场调查	《水库渔业资源调查规范》(SL167-2014)、《河流水生生物调查指南》科学出版社



图 4.1.4-2 鱼类栖息地监测

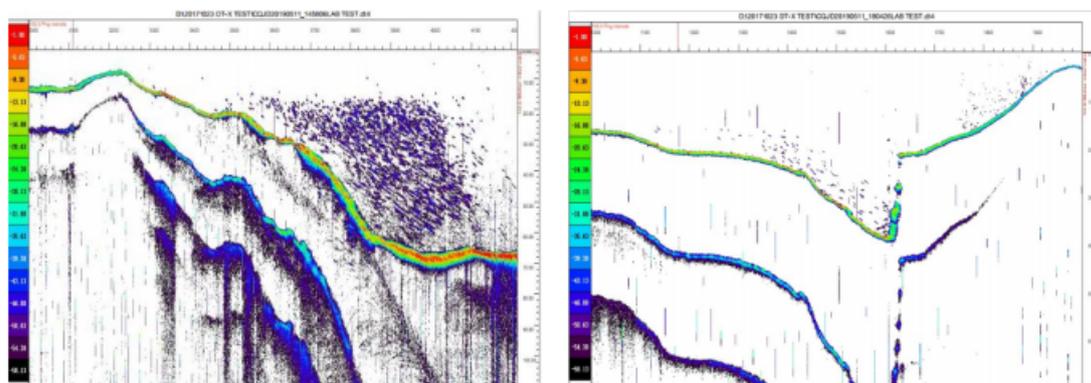


图 4.1.4-3 典型鱼群声呐图像 (2019 年 5 月, 平绥坝)



图 4.1.4-4 渔获物调查和底栖动物采样

4.2 三峡蓄水后工程江段的生态功能变更

通过文献收集与整理发现：工程江段历史上是长江上游重要的鱼类产卵繁殖和渔业生产水域。该区域在三峡水库蓄水以前鱼类资源丰富，生态条件稳定，气候温和，保持了较好的生境，适宜鱼类生长、栖息、繁殖，孕育了丰富多样的野生生物资源，是多种经济鱼类的盛产地和栖息场所。三峡工程满水位运行后，库区水位波动较为稳定，保护区形成新的自然生境并影响水生生物。由于受三峡工程的影响，工程江段生态系统所受破坏较大，水域环境稳定后需进一步保持与维护，使其自然性所受破坏得以尽可能的减小与恢复。

经国内研究机构多年跟踪调查，长江四大家鱼资源量自三峡工程竣工后呈逐年下降趋势，2006 年全长江四大家鱼鱼苗径流量仅为三峡蓄水前本底值的 9.1%，坝下产卵场有逐渐萎缩和下移趋势；同时由于上游家鱼产卵场上移至库尾江段，其繁殖量相对稳定，在全流域家鱼繁殖规模中的比重上升。根据近年来国内相关院所在该区域的调查结果，工程江段随着三峡水库蓄水，水文条件受蓄水调度影响较大，四大家鱼繁殖受到一定影响，但在春夏季节随着三峡水库加大下泄流量，工程江段上游恢复河道原有江段的水文特性，对鱼类索饵和卵苗漂流有益；而工程江段下游由于水库回水区的缓流水条件，作为鱼类补充群体生长的生境重要性大大加强。

工程江段处于三峡库区库尾江段，受三峡水库调度影响，形成稳定的天然河道(春夏季节)与库区水域(秋冬季节)相交替的年周期变化规律。三峡工程满水位运行后，库区水位波动较为稳定，保护区形成的新生境环境并影响到生活于其中的水生生物；随着时间的推移，新生境条件的过滤作用将会越来越明显的体现出来。工程江段受库区调度的作用，其家鱼产卵繁殖规模受流速减缓影响下降，但作为上游繁殖卵苗漂流通道及索饵越冬场所的作用有所加强。该江段水域环境条件相对稳定，符合渔业水质标准，能够满足三峡库区鱼类补充群体生长需要，能够满足保护区基本生态功能及环境条件需求。

4.3 水生生物现状调查与评价

4.3.1 浮游植物

参照近年来三峡库区长江段已公开发表的浮游植物文献，综合整理得到评价区域浮游植物 7 门、9 纲、20 目、55 属、107 种。硅藻门和绿藻门的种类数占总数的 74.77%；其中，绿藻门 11 科、22 属、46 种，占 42.99%；硅藻门 9 科、18 属、34 种，占 31.78%；蓝藻门 5 科、10 属、14 种，占 13.08%；裸藻门 3 科、3 属、4 种；黄藻门 3 科、3 属、3 种；隐藻门 1 科、2 属、2 种；甲藻门 2 科、2 属、4 种。

2019 年 5 月调查涪陵到丰都段浮游植物分布。共采集到浮游植物 5 门 46 种（属）；其中，硅藻种类和数量上均占优势，共属 30 种（属），占总物种数的 65.2%；蓝藻 6 种（属），占总物种数的 13.1%；绿藻 7 种（属），占总物种数的 15.2%；裸藻 1 种（属），占总物种数的 2.2%；甲藻 2 种（属），占总物种数的 4.3%。浮游植物具体名录见表 4.3.1-1。

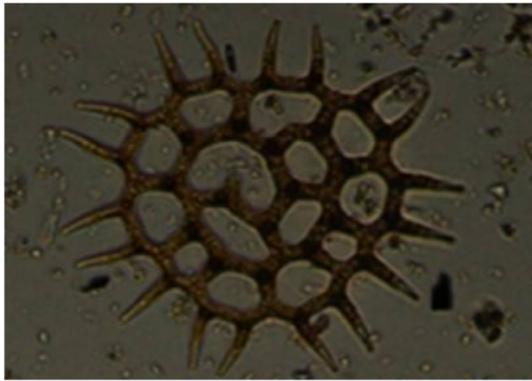
涉密删除

就浮游植物组成而言，本次采集的种属数略小于文献值，各优势种与文献中基本相同，各种属所占比例与文献整理数据相差不大。硅藻门所占比例较高，浮游植物优势种大多为中小型浮游植物，如表 4.3.1-2。调查江段浮游植物密度不大，调查江段其中蓝藻门和硅藻门的优势种种类所占比例较高，就采样点位置而言，其中，采样点 S6 和采样点 S9 的近岸采样点物种数都很多，分别为 40 种和 33 种，采样点 S7 的离岸样点物种数最少，共 22 种。各断面浮游植物物种组成变化

不大。

表 4.3.1-2 调查水域浮游植物优势种类名录

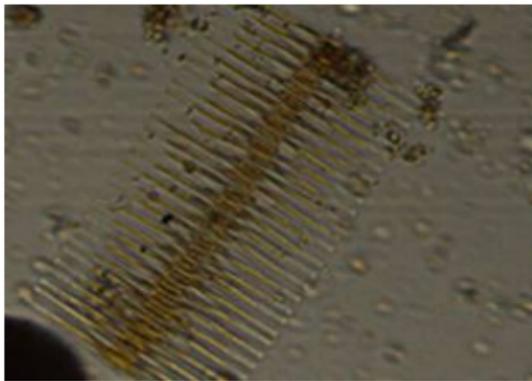
中文名	拉丁名
单角盘星藻具孔变种	<i>Pediastrumsimplex var.duodenarium</i>
针杆藻	<i>Synedra sp.</i>
脆杆藻	<i>Fragilaria spp.</i>
普通等片藻	<i>Diatoma vulgare</i>



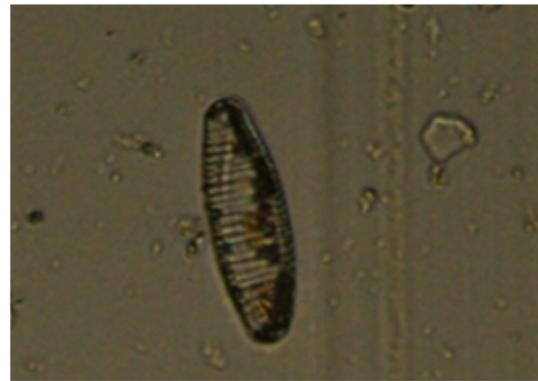
单角盘星藻



具孔变种针杆藻



脆杆藻



普通等片藻

(2) 密度和生物量

调查水域蓝藻细胞的平均密度为 600cells/L，平均生物量为 0.8×10^{-3} mg/L，绿藻细胞的平均密度为 1100cells/L，平均生物量为 7.5×10^{-3} mg/L，硅藻细胞的平均密度为 28,500cells/L，平均生物量为 51×10^{-3} mg/L，甲藻细胞的平均密度为 500cells/L，平均生物量为 1.2×10^{-3} mg/L。调查水域浮游植物总生物量 60.8×10^{-3} mg/L，硅藻占比例为 84.3%，蓝藻、绿藻和甲藻分别 1.3%、12.4%、2.0%。

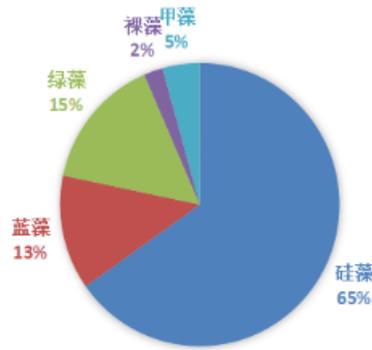


图 4.3.1-1 调查水域浮游植物种类组成比例

4.3.2 浮游动物

(1) 种类组成

根据对不同时期采样所采得的浮游动物进行定性、定量观察，此次不同时期浮游动物调查共采集到浮游动物 27 种(属)。其中，原生动物最多，共有 10 种(属)；其次为枝角类，共有 9 种(属)；轮虫 4 种(属)；桡足类 4 种(属)，分别占总物种数的 37.1%、33.3%、14.8%、14.8%。浮游动物群落中原生动物所占比例最高，其次是枝角类。采样点 S9 的近岸采样点物种数最多，为 23 种；采样点 S2 的近岸采样点的物种数最少，为 6 种。

涉密删除

(2) 密度和生物量

原生动物的平均密度为 92.7 个/L，平均生物量为 $0.46 \times 10^{-2} \text{mg/L}$ ；枝角类的平均密度为 1.1 个/L，平均生物量为 $2.18 \times 10^{-2} \text{mg/L}$ ；桡足类的平均密度为 2.1 个/L，平均生物量为 $3.89 \times 10^{-2} \text{mg/L}$ 。在浮游动物密度中，原生动物占 96.7%；枝角类和桡足类所占比例分别为 1.1%和 2.2%。而在生物量中，原生动物、枝角类和桡足类分别所占比例为 7.0%、33.4%和 59.6%。

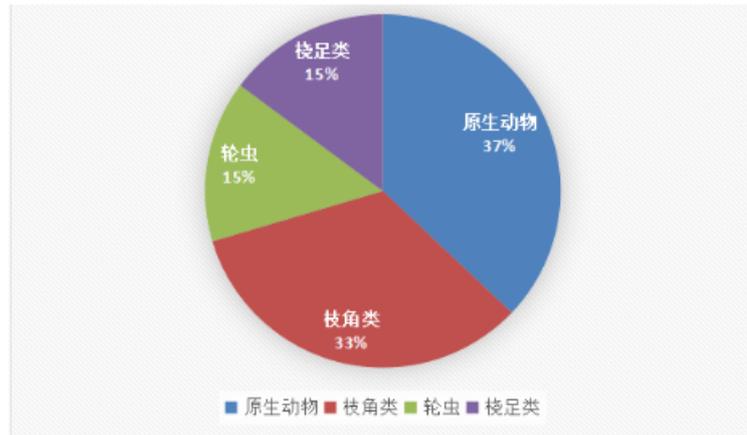


图 4.3.2-1 调查水域浮游动物组成比例

(3) 优势种

调查江段浮游动物优势种名录见表 4.3.2-2。优势种中无原生动物；轮虫类和桡足类占有较大比例。

表 4.3.2-2 调查江段浮游动物优势种

中文名	拉丁名
哲水蚤	<i>Calanoida</i>
剑水蚤	<i>Cyclopoida</i>
无节幼体	<i>Nauplii</i>
象鼻溞	<i>Bosminidae longirostris</i>
螺形龟甲轮虫	<i>Keratella cochlearis</i>
萼花臂尾轮虫	<i>Brachionus calyciflorus</i>
三肢轮虫	<i>Filimia</i>

4.3.3 底栖动物

涪陵至丰都段的底栖动物按照按生活方式将其分为两类：底层动物(benthos, 生活在河道底质中)和漂流种(drift, 随着水流向下游动)。

涉密删除

(1) 漂流种

本次底栖动物的漂流种随鱼类早期资源同步采集。漂流型底栖动物是随着水流向下游运动,通过漂流找到相对适宜的微生境和食物资源,使其扩散和定殖到新的环境中去,从而避免因种群过分拥挤而造成的食物短缺的底栖动物。本次采

样所采集到的漂流型底栖动物 11 种，隶属于 1 门，2 纲，6 目，9 科，均属于节肢动物门，其中昆虫纲（双翅目、毛翅目、蜉蝣目、襀翅目、蜻蜓目）10 种，个体数占总样本数的 5.2%，软甲纲（端足目）1 种，个体数占总样本数的 94.8%。主要物种有前突摇蚊属一种（*Procladius* sp.）、纹石蛾科（Hydropsychidae）、四节蜉科（Baetidae）、钩虾科（Gammaridae）。

涪陵至丰都段漂流型底栖动物密度和生物量根据底栖动物本身的生活史、鱼类活动等生物因素的不同以及流速、流量、水温、浊度、底质类型、光周期、水化学因子等非生物因素的变化而产生较大波动，但整体密度和生物量均不高。密度在 12.23-168.34 ind/1000 m³，平均值为 63.43 ind/1000 m³；生物量在 0.376-6.541g/1000 m³，平均值为 1.742 g/1000 m³。如图 4.3.3-1：

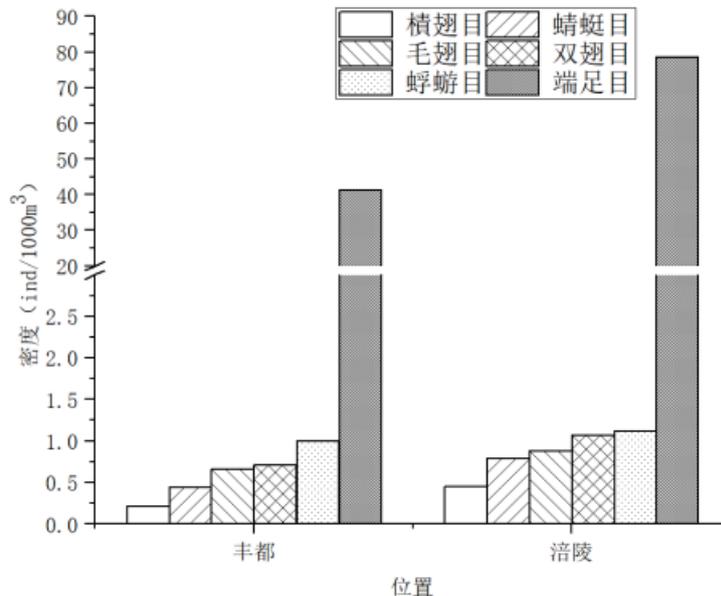


图 4.3.3-1 漂流性底栖动物密度及组成

(2) 底层底栖动物

采用彼得森采泥器在涪陵和丰都共采集 168 次，获得底栖动物 460 个。采集到大型底栖动物 13 种，隶属于 2 门，3 纲，4 目，7 科，环节动物门 4 种，均属于寡毛纲（颤蚓目），个体数占总样本数的 47%，节肢动物门共采集到 9 种，其中昆虫纲（双翅目、毛翅目）9 种，个体数占总样本数的 35%，软甲纲（端足目）1 种，个体数占总样本数的 13%。主要物种有霍甫水丝蚓（*Limnodrilus hoffmeisteri*）、仙女虫属（Naididae）、前突摇蚊属（*Procladius*）、纹石蛾科（Hydropsychidae）、钩虾科（Gammaridae）。

涪陵至丰都段底层大型底栖动物密度和生物量均不高。密度在 31.75-185.71

ind/m², 平均值为 75.63 ind/m²; 生物量在 0.537-13.671 g/m², 平均值为 2.310 g/m²。

涉密删除

其中和尚滩采样点为 S1 断面平均值为 80.95 ind/m², 菜子梁采样点为 S2 断面平均值为 33.33 ind/m², 大梁滩采样点为 S3 断面平均值为 25 ind/m², 大渡口采样点为 S4 断面平均值为 16.67 ind/m², 老虎滩采样点为 S5 断面平均值为 83.33 ind/m², 平绥坝左岸采样点为 S6 断面平均值为 133.33 ind/m², 平绥坝右岸采样点为 S7 断面平均值为 8.33 ind/m², 平绥坝下游岸采样点为 S8 断面平均值为 103.57 ind/m², 丝瓜碛采样点为 S9 断面平均值为 91.67 ind/m², 头外梁采样点为 S10 断面平均值为 33.33 ind/m², 佛面滩采样点为 S11 断面平均值为 75 ind/m², 凤尾坝采样点为 S12 断面平均值为 113.10 ind/m²。

比较而言, 涪陵至丰都江段整体的底栖动物密度相对较低, 不同河流形态底栖动物群落的密度及组成差异较大, 其中分汊江段缓流区的底栖动物密度最大, 其次是深潭江段, 然后是直流江段。如图 4.3.3-2:

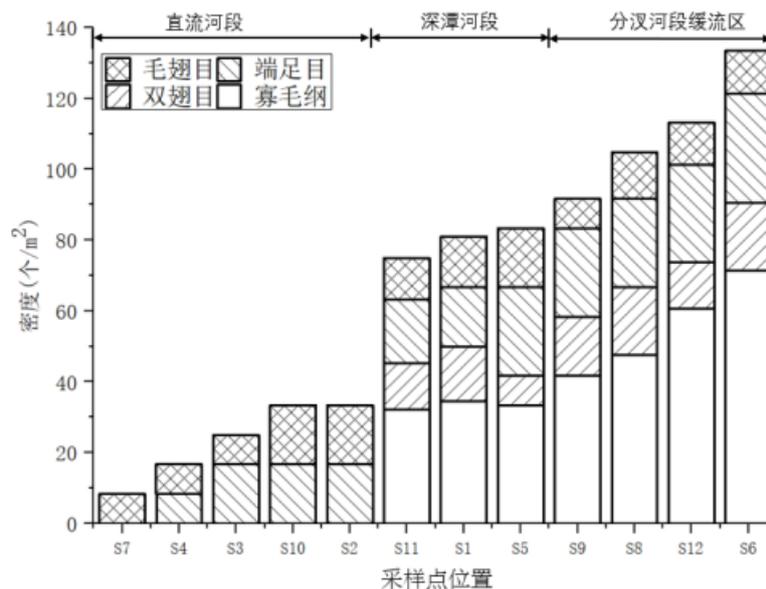


表 4.3.3-2 调查江段不同断面的底栖动物密度

垂向上, 底栖动物表现为随机分布, 没有体现特有的随深度递增或递减关系。如图 4.3.3-3:

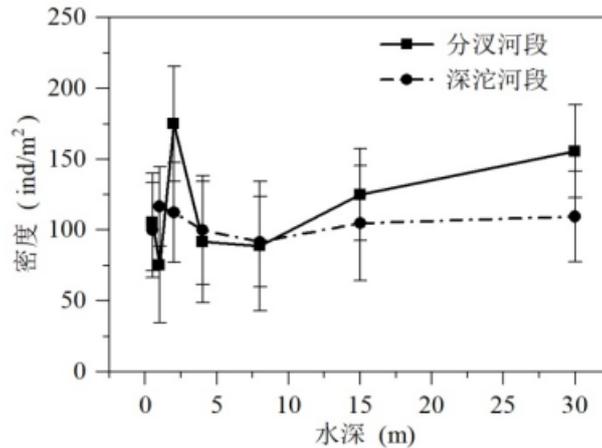


表 4.3.3-3 调查江段底栖动物的垂向分布

4.3.4 水生维管束植物

涪陵至丰都江段大部分整治工程河岸是陡峭自然河岸。陡峭自然河岸类型坡度较大，河岸底质基本为基岩或破碎的基岩；植物多生长在岩石缝隙中，盖度较低。175 m 高程以上区域植被为灌丛或人工林；175m 以下主要植被类型有狗牙根群落、双穗雀稗群落等，江段洪水线以上一般有农田分布。平缓坝后的江段稍微平缓，底质为多为卵石、细沙，主要植被类型有狗牙根群落、蓼群落、硬杆子草群落等。平缓坝岸坡已经人工整治护坡，主要植被类型为狗牙根群落。整体情况如图 4.3.4-1:



图 4.3.4-1 涪丰段植被情况

通过两次调查，该区域共发现水生(湿生)植物 14 种，隶属于 6 科 13 属（名录见表 4.3.4-1）。其中双子叶植物 4 科 5 属 5 种，单子叶植物 2 科 8 属 9 种。从生活型角度看，植物全部为挺水型。从群落优势种角度考虑，调查区域植物优势科为禾本科(Gramineae)，禾本科具有较多的物种同时又是群落中的优势类群，其次为蓼科(Polygonaceae)。考虑出现的相对频率，禾本科(Gramineae)是出现频率

最高的科。最常见的属为狗牙根属（*Cynodon*）和稗属（*Echinochloa P.Beauv.*）。狗牙根（*C. dactylon (L.) Pers*）和稗（*E. crusgalli (Linnaeus)*）是最常见的种。

表 4.3.4-1 水生维管束植物名录

	分类群 (Taxa)	生活型 ^a	相对数量 ^b
双子叶植物			
一、蓼科	Polygonaceae		
蓼属	<i>Polygonum L</i>		
水蓼	<i>P. hydropiper L</i>	E	o
酸模属	<i>Rumex L</i>		
羊蹄	<i>R. japonicus</i>	E	r
二、十字花科	Cruciferae		
蔊菜属	<i>Rorippa</i>		
蔊菜	<i>R. indica (L.) Hiern</i>	E	r
三、苋科	Amaranthaceae		
莲子草属	<i>Alternanthera Forssk.</i>		
喜旱莲子草	<i>A. philoxeroides (Mart.) Griseb.</i>	E	r
四、伞形科	Umbelliferae		
水芹属	<i>Oenanthe L</i>		
水芹	<i>O. javanica (Blume) DC</i>	E	r
单子叶植物纲	Monocotyledoneae		
五、禾本科	Gramineae		
芦苇属	<i>Phragmites Adans.</i>		
芦苇	<i>P. australis (Cav.) Trin. ex Steud.</i>	E	o
狗牙根属	<i>Cynodon</i>		
狗牙根	<i>C. dactylon (L.) Pers</i>	E	va
雀稗属	<i>Paspalum L</i>		
双穗雀稗	<i>P. paspaloides (Michx.) Scribn</i>	E	r
稗属	<i>Echinochloa P.Beauv.</i>		
稗	<i>E. crusgalli (Linnaeus)</i>	E	c
牛鞭草属	<i>Hemarthria</i>		
牛鞭草	<i>H. altissima (Poir.) Stapf et C. E. Hubb.</i>	E	c
六、莎草科	Cyperaceae		
薹草属	<i>Carex L.</i>		
翼果薹草	<i>C. neurocarpa Maxim.</i>	E	r
莎草属	<i>Cyperus L.</i>		
香附子	<i>C. rotundus L.</i>	E	r
旋鳞莎草	<i>C. michelianus (Linn.) Link</i>	E	r
飘拂草属	<i>Fimbristylis Vahl</i>		
宜昌飘拂草	<i>F. Henryi C.B. Clarke</i>	E	r

^aE: 挺水植物; Fa: 浮叶植物; F: 漂浮植物; S: 沉水植物

^bva: 极多; a: 丰富; c: 常见; o: 偶见; r: 稀少

在该调查区域，由于生境的不同，形成了不同的湿生植物优势群落。整个调查区域，狗牙根单优群落 (*Ass C. dactylon*) 所占比例最高，其次是狗牙根和牛鞭草的双优群落 (*Ass C. Dactylon+H. altissima*)。



图 4.3.4-2 涪丰段狗牙根群落和稗群落

由于调查江段地属三峡水库常年回水区，沿岸带植物受到三峡库区调度的影响。由于消落带内受到三峡水库水位人工调节的影响，带内植物群落类型和植物物种资源相对较少，以一年生和多年生草本为主。其主要的植被类型有狗牙根群落、双穗雀稗群落、蓼群落、硬杆子草群落等。狗牙根群落是本区域消落带中分布面积最广的植被类型，在田坎、沙地等含水率的区域分布尤广，群落盖度超过 90%，高度 0.35~0.4 m，伴生种有小白酒草、钻形紫菀、短叶水蜈蚣等。双穗雀稗群落是消落带湿生区域的主要植被类型之一，分布区一般位于低洼等湿润地区，群落盖度超过 90%，高度 0.5~0.8 m 之间。蓼群落是本区域消落带中零散分布，蓼科植物种类较多，主要形成尼泊尔蓼、水蓼、酸模叶蓼等蓼科植物的群落，伴生种主要有狗牙根、空心莲子草等，群落盖度 70%左右，高度 0.5~1.5 m 不等。

调查江段中较大的沙洲岛屿有平绥坝，随着三峡水库蓄水水位的变化，在冬季高水位运行期，大部分被淹没；夏季低水位运行期，沙洲出露。每年 4 月，沙洲逐渐出露，正值植物生长季节，狗牙根、双穗雀稗、牛筋草等耐水淹植物迅速繁殖；但因坝体平绥坝岸坡已经人工整治护坡，植物生长于砖体缝隙，数量不多。冬季淹没在水下，由于有植物残留物质，以及特殊的浅水沙洲地形，为鱼类越冬提供了较好的条件。

4.4 鱼类区系、种群结构与资源量现状与评价

4.4.1 鱼类区系组成

调查水域分布有 136 种鱼类，隶属于 5 目 16 科 89 属。鲤形目鱼类是主要的鱼类区系组成，共 4 科 17 亚科 64 属 105 种，占总种类数的 77.21%；鲇形目 4 科 10 属 18 种，占种类数的 13.24%；鲈形目 4 科 4 属 8 种，占种类数的 5.88%；鲟形目 1 科 1 属 2 种，占种类数的 1.47%；鱗形目 2 属 2 种占种类数的 1.47%，合鳃鱼目 1 属 1 种占种类数的 0.74%。这些鱼类中，白鲟(*Psephurus gladius*)、长江鲟(*Acipenser dabryanus*)是国家Ⅰ级保护鱼类，胭脂鱼(*Myxocyprinus asiaticus*)是国家Ⅱ级保护鱼类。长薄鳅(*Leptobotia elongate*)、岩原鲤(*Procypris rabaudi*)、鳊(*Ochetobius elongates*)、鮠(*Luciobrama macrocephalus*)等 12 种鱼类是重庆市重点保护动物。

调查江段鱼类组成具有长江上游鱼类区系的明显特点。区系组成包括古代上第三纪早期鱼类区系类群(15.0%)、中国江河平原区系类群(56.0%)、南方(热带)平原类群(15.0%)、中亚高原山区类群(7.0%)、中印山区类群(7.0%)。可见，评价区域鱼类区系基本上是由中国江河平原类群、中亚高原山区类群、南方(热带)平原和中印山区类群以及古代第三纪类群构成，显现出东、南、西、北各方鱼类在此混杂共处的过渡特点，反映了区系的复杂性。

评价江段鱼类资源中以底栖性鱼类为主，共有 79 种，占总数的 58.0%。包括四个类群：急流浅滩类群、深水河槽类群、急流底栖类群和静水或缓流水底栖类群。中上层生活鱼类 57 种，占本地区鱼类种类数的 42.0%。根据水域流态特征及鱼类的栖息特点，调查水域鱼类大致可分为以下 3 个类群。

I 流水类群 此类群主要或完全生活在江河流体环境中，体长形，略侧扁，游泳能力强，适应于流水生活。它们或以水底砾石等物体表面附着藻类为食，或以有机碎屑为食，或以底栖无脊椎动物为食，或以软体动物为食，或主要以水草为食，或主要以鱼虾类为食，甚或为杂食性；或以浮游动植物为食。该类群有胭脂鱼、中华沙鳅、花斑副沙鳅、双斑副沙鳅、长薄鳅、紫薄鳅、红唇薄鳅、宽鳍鱮、马口鱼、岩原鲤、青鱼、草鱼、鳊、鲢、飘鱼、寡鳞飘鱼、四川华鳊、翘嘴鲌、蒙古鲌、方氏鲌、圆吻鲌、唇鱼骨、似鱼骨、银鲌、铜鱼、圆口铜鱼、吻鲌、长鳍吻鲌、蛇鲌、短须颌须鲌、裸腹片唇鲌、乐山小鳊、宜昌鳊、异鳊、中华倒刺鲃、白甲鱼、四川白甲鱼、长吻鲢、粗唇鲢、切尾拟鲢、凹尾拟鲢、大鳍鲢等，这一类群约占调查鱼类的 50%，是该江段的种类最多类群。

II 静缓流类群 此类群适宜生活于静缓流水水体中，或以浮游动植物为食，

或杂食，或动物性食性，部分种类须在流水环境下产漂流性卵或可归于流水性种类，该类群种类有赤眼鳟、银鲌、黄尾鲌、华鲮、黑鳍鲮、半鲮、鲮、红鳍原鲌、泥鳅、高体鳊、彩石鳊、峨眉鲃、麦穗鱼、棒花鱼、钝吻棒花鱼、鲤、鲫、鲇、南方鲇、鳊、大眼鳊、斑鳊、乌鳢、泥鳅、黄鳝、叉尾斗鱼等，约占调查到鱼类的 30%，为该江段第二大类群。

III 急流底栖类群 此类群部分种类具特化的吸盘或类似吸盘的附着结构，适于附着在急流河底物体上生活，以附着藻类及有机碎屑等为食，也有少数头部不具特化的吸附结构但习惯于生活于激流的种类，或以藻类有机碎屑或以小型鱼类及软体动物等为食。这一类鱼群数量不多，多分布于水流较急的支流及干流的激流段。有华鲮、泉水鱼、四川爬岩鳅、犁头鳅、短身金沙鳅、中华金沙鳅、福建纹胸鮡、中华纹胸鮡、红尾副鳅、短体副鳅、白缘鱼央、拟缘鱼央等。

从食性类群来看，调查江段鱼类以杂食性为主，占鱼类总数的 53.0%；其次为以水生昆虫与软体动物为食的肉食性鱼类，占鱼类总数的 40.0%。滤食浮游生物鱼类种类较少，主要是鲢、鳙，草食性鱼类也较少，主要包括草鱼、鳊等。调查江段分布的鱼类中有些不在本地水域产卵，繁殖季节需洄游到金沙江、岷江、嘉陵江等江段产卵，如长江鲟、白鲟、圆口铜鱼等。在调查江段繁殖的鱼类，主要包括：典型产漂流性卵类群（四大家鱼、铜鱼、长鳍吻鮡、长薄鳅、中华沙鳅、宽体沙鳅、蛇鮡等）；急流中产强粘性卵类群（鮡科、鲮科、半鲮）；浅滩卵石上产强粘性卵（大口鲇、黄颡鱼属、鮠属、鱼央科、岩原鲤、中华倒刺鲃、厚颌鲂等）；静水产弱粘性卵（如鲤、鲫、张氏鲮、鲂属、近红鲌属等）；产沉性卵类群（包括钝吻棒花鱼、鲈鲤、白甲鱼属和裂腹鱼亚科）；特殊繁殖方式鱼类（鲃亚科、青鲮、黄鲮）。

4.4.2 鱼类资源现状评价

四大家鱼是典型的淡水洄游鱼类。根据在中下游的研究成果，长江流域四大家鱼在繁殖季节集群逆水洄游到干流中上游产卵场产卵繁殖；产卵后亲鱼又陆续洄游到原来食饵丰盛的干流下游、支流和附属湖泊索饵；同时其产下的卵，通常孵化时间较短，且卵和孵化仔鱼会顺水流而下；待其获得主动游泳能力后，幼鱼常沿河逆流作索饵洄游，进入支流和附属湖泊育肥。在越冬季节，四大家鱼会从较浅的湖泊或支流游到干流深水区，或湖泊深水区或深潭等水温较高处越冬。

四大家鱼产漂流性卵，其产卵活动与江河汛期的水文情势密切相关。在长江，

四大家鱼的繁殖季节在每年的 4 月下旬至 7 月中旬，此期间水温平均在 18 – 27°C；产卵活动基本上是在江水上涨期间进行。

现场调查和相关文献显示，工程江段天然鱼类种群数量严重衰退，四大家鱼等传统经济鱼类已经不是江段的优势种类；在捕捞手段不断改进的情况下，单船年捕捞量严重下降。渔获物中鱼类种类组成变化也很大。渔获物中主要经济鱼类如中华倒刺鲃、白甲等数量大幅减少。长江鲟、胭脂鱼、岩鲤、鲈鲤十分稀少。一些野杂鱼、低档鱼呈增长趋势，鱼类品质和经济效益严重下降。

通过渔获物分析和渔民调查，调查江段的渔业生产以捕捞为主，捕捞对象主要是鲇科鱼类、鳅科鱼类、四大家鱼等，包括部分长江上游的特有鱼类，如长薄鳅、宜昌鳅鲇等。

调查江段天然鱼类种群数量严重衰退。在捕捞手段不断改进的情况下，单船年捕捞量严重下降。上世纪五、六十年代采用的是人力小木船捕捞，单船年捕捞量高达 2500-4000 公斤，高峰时每月 500 多公斤，有时一天可捕 50-60 公斤，手撒旋网“一网要打十几块(个)鳊鱼”。七十年代中后期单船产量逐年下降；八十年代初，单船年产量降到 100-500 公斤；2002 年，全区 456 只渔船，机动渔船占 80%。但船年捕捞量仅为 158-370 公斤，平均为 278 公斤。到 2008 年，全区 531 只捕捞渔船，机动渔船占 88%，单船年捕捞量下降为 247 公斤。陈虹均等(2017)对涪陵水域捕捞单位捕获努力量(CPUE)的监测表明，2014-2016 年涪陵水域 CPUE 波动较小，平均 CPUE 仅为 1.95 kg/船·日；渔获种类和渔获量相较于吴强(2007)在 2005-2006 年度对三峡库区长江干流及主要支流的调查有所下降(捕获鱼类 108 种，鲤科鱼类 71 种，平均 CPUE 为 3.27kg/船·日)，与段辛斌(2008)2000-2005 年长江上游干流宜宾、巴南和万州江段所监测鱼类种类差别不大(51 种)，春季禁渔期前后库区万州段的 CPUE 为 4kg/船·日和 5.93kg/船·日，出现大幅度的降低。

渔获物中鱼类种类组成变化也很大。渔获物中主要经济鱼类如四大家鱼、鲤鱼、鲫鱼、中华倒刺鲃、白甲等数量大幅减少。长江鲟、胭脂鱼、岩鲤、鲈鲤十分稀少。一些野杂鱼、低档鱼呈增长趋势，鱼类品质和经济效益严重下降。统计《长江三峡工程生态与环境监测公报》中 2009-2018 年渔获物数量及种类的数据显示(见图 4.4.2-1)，近年来三峡库区渔获物的总量有所回升，由 2008 年的 2669 吨增至 14 年后每年 7000 吨左右。渔获物的种类也发生了明显的变化，鲇鱼、鲤

鱼、鲢鱼、黄颡鱼在渔获物的比例中大幅度上升，如鲤占2017年渔获物质量的24.2%；铜鱼、圆口铜鱼的渔获物质量和数量急剧减少。四大家鱼中，鲢鱼占比大幅度上升，草鱼占比略有提升，鳊鱼和青鱼始终维持在较低水平。

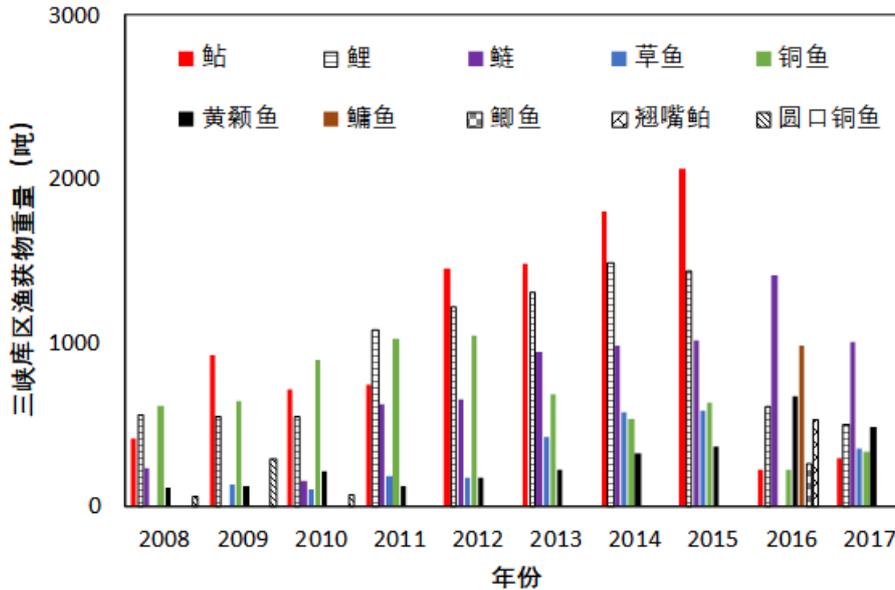


图4.4.2-1 三峡库区近10年主要渔获物质量及种类变化

4.4.3 珍稀、特有和濒危水生生物现状与评价

调查期间采集到国家级保护性鱼类仅有胭脂鱼；此外，据文献记载调查江段可能分布的保护鱼类有中华鲟（人工放流个体）、长江鲟。工程江段分布有长江鲟国家I级保护野生动物，胭脂鱼、岩原鲤、长薄鳅、圆口铜鱼、长鳍吻鮡等5种国家II级保护野生动物；分布有长薄鳅、岩原鲤等12种重庆市重点保护鱼类；长江上游特有鱼类68种。表 4.4.3-1 显示了重庆市重点保护鱼类和大部分特有鱼类（42种）的资源现状和生物习性。

表 4.4.3-1 重庆市重点保护鱼类和大部分特有鱼类资源现状和生物习性

序号	种类	长江上游特有	市重点	习性	繁殖	评价区资源现状	备注
1.	长江鲟	●		水生昆虫和小型鱼类	9-10月产卵	资源量较少	有误捕记录
2.	短体副鳅	●		流水底栖，以寡毛类和摇蚊幼虫为食	6-8月繁殖	资源量较少	渔获物中偶有出现
3.	宽体沙鳅	●		栖居于砂石底缓水区	5-6月繁殖，漂流性卵	有一定资源量	渔获物中有一定数量
4.	双斑副沙鳅	●		底栖鱼类，以水生昆虫为食	6-7月	资源量较少	渔获物中偶有出现
5.	长薄鳅	●	◇	激流河滩，底栖肉食性	5-6月繁殖	资源量较少	渔获物中偶有出现
6.	红唇薄鳅	●	◇	底栖肉食性	5-6月繁殖	资源量较少	渔获物中偶有出现
7.	鮠		◇	大型肉食性鱼类	5-6月繁殖，漂流性卵	资源量较少	无误捕记录
8.	鲿	●	◇	杂食性中型鱼类	5-6月繁殖	资源量较少	无误捕记录
9.	宜宾鲴	●		中下层植食性鱼类	4-6月繁殖	资源量较少	渔获物中偶有出现
10.	峨嵋鲴	●		流水植食性鱼类	4-6月繁殖	数量较多	渔获物中常见
11.	四川华鲴	●		流水植食性鱼类	4-6月繁殖	数量较少	渔获物中偶有出现
12.	高体近红鲃	●		激流岸边	3-4月产卵	无渔获物统计资料	2006年在江津采集到1尾
13.	汪氏近红鲃	●		以水生昆虫、小鱼、虾为食。	5-6月繁殖，漂流性卵	无渔获物统计资料	嘉陵江有一定资源量
14.	黑尾近红鲃	●		以水生昆虫、小鱼、虾为食。	5-6月繁殖，漂流性卵	无渔获物统计资料	嘉陵江有一定资源量
15.	半鲮	●		湾、沱水域水体上层，集群活动	4-5月份产漂流性卵	无渔获物统计资料	小型鱼类，经济价值低
16.	张氏鲮	●		杂食性，以藻类、高等植物碎屑、水生昆虫为食	繁殖季节6-7月	无渔获物统计资料	小型鱼类，经济价值低
17.	厚颌鲂	●		水体中、下层，杂食性	4-6月产粘性卵	较少	渔获物中偶有发现

序号	种类	长江上游特有	市重点	习性	繁殖	评价区资源现状	备注
18.	长体鲂	●	◇	植食性	5-6月产粘性卵	较少	渔获物中偶有发现
19.	圆口铜鱼	●		多岩礁的深潭中活动	4-6月产漂流性卵	有一定资源量	主要经济鱼类
20.	圆筒吻鮡	●		底栖、杂食性	4-6月产漂流性卵	有一定资源量	小型鱼类
21.	长鳍吻鮡	●		底栖、杂食性	4-6月产漂流性卵	有一定资源量	近年资源量上升
22.	裸腹片唇鮡	●		底栖、杂食性	4-6月产漂流性卵	无渔获物统计资料	小型鱼类
23.	钝吻棒花鱼	●		底栖、杂食性	3-4月繁殖	无渔获物统计资料	小型鱼类
24.	短身鳅鲇	●		底栖，食无脊椎动物	不明	无渔获物统计资料	渔获物中偶有发现、小型鱼类
25.	异鳔鳅鲇	●		底栖，食无脊椎动物	不明	有一定数量	小型鱼类
26.	裸体鳅鲇	●		底栖，食无脊椎动物	不明	无渔获物统计资料	数最极少、小型鱼类
27.	鲈鲤	●	◇	凶猛性鱼类	5-6月	未见捕获记录	2006-2008年上游江段有多次捕获记录
28.	宽口光唇鱼	●		急流底栖环境	繁殖季节5-6月	无渔获物统计资料	小型鱼类
29.	短身白甲鱼	●		急流底栖，植食性	4-5月产粘性卵	稀少	资源下降严重
30.	四川白甲鱼	●		急流底栖，植食性	4-5月产粘性卵	稀少	资源下降严重
31.	华鲮	●		急流底栖环境	4-5月产粘性卵	稀少	资源下降严重
32.	齐口裂腹鱼	●		底栖鱼类，植食性	3-4月繁殖	稀少	资源下降严重

序号	种类	长江上游特有	市重点	习性	繁殖	评价区资源现状	备注
33.	岩原鲤	●	◇	激流底栖，杂食性	2-4月产粘性卵	较少	嘉陵江北碛段上世纪九十年代资源量较多，现渔获数量少
34.	窑滩间吸鳅	●	◇	激流底栖，杂食性	4-6月繁殖	较少	小型鱼类
35.	短身金沙鳅	●		吸附在岩石上	不明	无渔获物统计资料	小型鱼类
36.	中华金沙鳅	●	◇	底栖性小型鱼类，杂食性	4-6月产漂流性卵	有一定资源量	长江干流及各支流江段均有一定资源量
37.	四川华吸鳅	●	◇	底栖性小型鱼类，杂食性	4-6月产漂流性卵	较少	长江干流及各支流江段均有一定资源量
38.	峨眉后平鳅	●	◇	激流底栖，杂食性	4-5月繁殖	较少	小型鱼类
39.	拟缘鱼央	●		底栖性小型鱼类，肉食性	4-5月繁殖	较少	小型鱼类
40.	青石爬鮡	●		底栖性小型鱼类，肉食性	6-7月繁殖	较少	小型鱼类
41.	黄石爬鮡	●		底栖性小型鱼类，肉食性	6-7月繁殖	较少	小型鱼类
42.	刘氏吻鰕虎鱼	●	◇	底栖性小型鱼类，肉食性	4-5月繁殖	稀少	小型鱼类

国家级保护鱼类的生物学特征和种群状况

白鲟 *Psephyrus gladius*

国家I级保护水生野生动物

白鲟分布于长江干流，也可在河口咸淡水水域成活。白鲟为大型凶猛性鱼类，栖息于长江干流的中下层，偶亦进入沿江大型湖泊中。

1983-1986年，从葛洲坝坝下江段收集的35尾白鲟中，雌鱼13尾，体长179-281cm，体重25.0-102.0kg，年龄7-15龄，其中有卵巢成熟的个体；雄鱼2尾，体长155-214cm，体重12.6-47.5kg，年龄5-10龄。1983年在葛洲坝坝上、坝下江段发现了比以往更多的幼鱼，但尚无直接证据表明白鲟能够在葛洲坝坝下江段自然繁殖。1981-1993年在葛洲坝下江段捕获白鲟114尾，平均每年近9尾，但1991-1993年每年不超过3尾，1994年捕获白鲟1尾，说明白鲟的数量在减少，资源呈下降趋势。2020年，白鲟已功能性灭绝。

白鲟是长江中体型最大的鱼类，曾有过体长达7m的记录。大的个体多栖息于干流的深水河槽，善于游泳，游弋于长江各江段广阔的水层中；幼鱼有集群和近岸游弋的习性，常在支流、港道、甚至长江口的岸边浅水区栖息觅食。白鲟是否像中华鲟那样需要出海肥育生长，目前尚不清楚；虽然有生殖时期徊游到长江上游产卵的现象，但它仍然可能是一种江河定居的半徊游性鱼类。

白鲟生长迅速，当年孵出的个体可长到64cm，体重0.85kg；5龄时体长可达160cm，体重12.6kg；7龄时体长可达193cm，体重28.3kg；11龄体长可达244cm，体重67.5kg。

白鲟初次性成熟年龄为7-8龄，个体长度一般在2米左右，重量在25公斤以上。1尾体重30kg的雌鱼，怀卵量为20万粒；1983年捕获1尾体重89.87kg的雌鱼，怀卵量为74万粒。成熟卵呈灰黑色，卵大，随水漂流发育，幼鱼至长江口肥育生长。

白鲟的生殖季节在3-4月，产卵场位于长江泸州江段以上，产卵要求江水的流速较快，水深10米以内，底质为岩石或鹅卵石。唯一已发现的产卵场分布在宜宾柏树溪附近的金沙江江段内，长约500m，距离岸边约60m，其上段为沙底，下段为卵石，水最深处为10m，产卵时该处江水的表层流速为0.64-0.72m/s，底层流速为0.35-0.44m/s，产卵水温为18.3-20℃。

白鲟成鱼和幼鱼均以鱼类为主食，亦食少量的虾、蟹等动物，食物组成随着季节、栖息位置的不同差异较大。

白鲟的致危因素：性成熟较迟，繁殖周期长，滚勾、电捕等捕捞活动，饵料鱼类的减少，环境污染，水利枢纽建设阻断其徊游路线。



白鲟(图片来源: 中国淡水鱼类原色图集)

长江鲟 *Acipenser dabryanus*

国家I级保护水生野生动物。

主要分布在长江上游干流及金沙江下游；长江中游有长江鲟的分布记录，长江口水域尚未发现其分布；现阶段长江鲟主要栖息在长江泸州至宜宾江段的200km水域内。长江上游有长江鲟的产卵场和幼鲟的索饵场的分布，同时，根据标志放流后回捕的结果，从放流到回捕，最长相隔13个月，回捕地点都在原放流地点附近，证明长江鲟是一种淡水定居性鱼类；但有繁殖洄游习性。长江鲟冬季在有缓流的河道中越冬，越冬后，当水温上升至12°C时，开始溯水洄游到长江上游的干流产卵。

长江鲟的体型较小，生长速度较慢。当年孵出的长江鲟个体体长44.1cm，体重0.62kg；1冬龄个体体长55.0cm，体重1.3kg；2冬龄个体体长68.2cm，体重3.0kg；3冬龄个体体长77.5cm，体重4.3kg；体长生长与年龄呈显著的线性关系。长江鲟的生长快慢与外源因子密切相关，如水温的高低，摄食量的多少以及饵料的营养价值等；其生长适宜水温18-25°C，20°C为最适生长水温，水温低于13°C或超过28°C时，长江鲟的生长速度明显变慢，摄食量明显减少。

长江鲟有春、秋两个繁殖期，春季(3-4月)和秋季(11-12月)，以春季繁殖期为主。性成熟的长江鲟在繁殖季节会沿江上溯进行产卵繁殖。产卵场分布长江上游宜宾及以下江段。长江鲟的卵为沉粘性卵，卵粒粘附在产卵场的石滩底发育。产卵适宜水温16-19°C，绝对怀量6-13万粒，卵径2.8-3.5mm。长江鲟雌鱼性成熟年龄为6-8龄，体重9-15.9kg，雄鱼性成熟年龄为4-7龄，体重4.5-12.5kg。性成熟的雄鱼比雌鱼小，体色也较深。

长江鲟喜欢在较暗的底层缓流水体中活动，经常栖息在8-10m水深的长江浅水区，多在岩礁、沙底、卵石区域游动、觅食。长江鲟属于杂食性鱼类，但较为喜食动物性食物。天然水域中的长江鲟幼鱼主要摄食底栖动物、水生昆虫幼体和底层小型鱼类，随着

个体生长，摄食量的增加，开始转变摄食植物性食物，如水体中的藻类，水生植物的茎、叶等。

长江鲟曾经是长江上游的经济鱼类之一。上世纪70年代前，长江上游各江段长江鲟都有一定资源量。在四川境内宜宾地区的渔获物中长江鲟占渔获量的3-6%，在合江县江段的渔获物中占4-10%。上世纪80年代以后，长江上游长江鲟的捕捞量逐渐减少，1981年-1993年的13年里，总捕获344尾。1984-1993年渔民作业时，在长江上游泸州江段捕获长江鲟124尾，年均12.4尾；2003年2月在泸县捕到1尾长江鲟，全长67cm，体重1kg。1984-1993年在屏山县江段误捕长江鲟共计89尾，各年分别为11、18、23、15、7、6、3、2、2和2尾，1994-1997年误捕27尾，年均9尾。1984-1993年合江县江段误捕到长江鲟117尾，1995年误捕到1尾，1996年误捕到2尾，1997-1998年没有发现，1999年误捕到1尾，体长105.4cm，体重5.5kg。1997年4月在重庆木洞江段误捕到长江鲟1尾，全长63cm，体重1.4kg。1998-2000年，四川省水产局记录，江安县-纳溪区江段误捕到66尾，全长为5-25cm。宜宾县安边镇以上江段则捕获体重5-10kg长江鲟个体数尾。在2006-2010年专项捕捞中，每年捕获的长江鲟分别为0、18、12、5、4尾，共计捕获39尾，年均7.8尾。捕捞量的结果显示，长江鲟的资源下降严重。

长江鲟目前仍然以重庆以上江段分布为主，其主要分布在宜宾江段，泸州江段次之。本专题报告调查期间，2019年10月于四川泸州水中坝区域误捕5条长江鲟幼体；11月4日于何家坝误捕1条长江鲟幼体；11月6日于江津区赵家中坝误捕1条成年长江鲟，长1.48m，重10.5kg；11月8日于江津区石羊镇与合江镇交界处捕获1条成年长江鲟，长约1m，重约4.5kg。近年来在重庆以下江段无误捕记录。

长江鲟致危因素：幼鱼资源被破坏和过度捕捞，河道挖沙采石等导致的生境破坏，环境污染。



长江鲟(图片来源: 中国科学院水生生物研究所)

胭脂鱼 *Myxocyprinus asiaticus*

国家Ⅱ级保护水生野生动物

广泛分布于长江水系的干、支流。长江干流、金沙江、岷江、嘉陵江、汉江等支流，洞庭湖和鄱阳湖等沿江湖泊都有捕捞胭脂鱼的记录。胭脂鱼有生殖洄游习性，成熟个体上溯到长江上游的干、支流一带繁殖；孵化出的大部分仔、幼鱼随江水漂流到中下游及其附属水体生长，接近性成熟时又逐渐上溯到上游产卵。已建的葛洲坝工程和三峡水利枢纽工程阻隔了胭脂鱼的洄游通道。

葛洲坝水利枢组合拢前，长江胭脂鱼的资源量即已呈十分明显的下降趋势。据四川省宜宾市渔业社(1958)对渔获物的统计，胭脂鱼在岷江占当时渔获总量的13%以上，60年代在宜宾扁窗子库区也占渔获总量的13%。但从70年代，资源量明显减少。70年代中期(1973-1974年)在宜宾江段渔获物中胭脂鱼已降至2%以下。

在野生状态下，胭脂鱼的年龄组成复杂，以4-8龄个体为主。性成熟雌鱼7龄或7龄以上、雄鱼5龄性成熟；性成熟最小型：雌鱼体长82cm，体重9.2 kg，雄鱼体长76.5 cm，体重8 kg。繁殖群体的雌、雄性比为1:1.27，多数年份雄性多于雌性。胭脂鱼的绝对繁殖力达19.46-42.25万粒，平均28.27万粒；相对繁殖力12.9-21.66粒/g，平均为16.58粒/g。

葛洲坝兴建前，胭脂鱼的产卵场主要分布在长江上游干、支流，如金沙江下游段、岷江的犍为至宜宾、嘉陵江等。葛洲坝兴建后，被阻隔在坝下江段的胭脂鱼可以发育成熟，产卵场主要分布在大江枢纽下至孝子岩、胭脂坝至虎牙滩、红花套至后江沱、白洋至楼子河、枝城上下等江段。

产卵季节较早，为3月下旬至4月下旬，产卵时水温较低。当江水到达13℃时，就发现胭脂鱼自然繁殖，产卵最适水温为14-16℃。胭脂鱼在流水环境中繁殖，产卵场多分布在江边的滩坝上，水流较湍急，流态紊乱，底质为沙砾。卵粘性，鱼卵产出后，卵膜吸水膨胀，并产生粘性，鱼卵粘附于沙砾上发育。刚孵出的仔鱼，各种器官尚未发育完善，不能在水层游动，静卧于河床底部作间歇性抽动，极易受敌害残食。

以底栖无脊椎动物为食，常见的食物有蜉蝣目、蜻蜓目、襀翅目、毛翅目、摇蚊科等水生昆虫，水生寡毛类、陆生蚯蚓以及淡水壳菜、蚬等软体动物。摄食量很大，消化道中的食物组成个体间差异很大，其变异情况受栖息环境中底栖生物组成所制约。

胭脂鱼的致危因素：过度捕捞；性成熟较迟，繁殖周期长，资源一旦受到破坏，在短时间内难以得到自然恢复；胚胎发育速度缓慢，过长的胚胎发育时间使得后代的死亡机会明显提高；环境污染。



胭脂鱼(图片来源: 中国科学院水生生物研究所)

长薄鳅 (*Leptobotia elongata*)

国家Ⅱ级保护水生野生动物

分布: 金沙江中下游、雅砻江中下游、安宁河中下游、长江上游干流、岷江中下游、大渡河中下游、青衣江中下游、沱江中下游、赤水河、嘉陵江、涪江、渠江中下游及大宁河。

生活习性: 喜栖息于江边水流较缓处的石砾缝间, 常集群在水底沙砾间或岩石缝隙中活动, 为河流型底层鱼类。江河涨水时有溯水上游习性。

繁殖习性: 长薄鳅的繁殖季节为5-6月, 其产卵场所仅见于宜宾以上江段。



长薄鳅(图片来源: 中国淡水鱼类原色图集)

红唇薄鳅 (*Leptobotia rubrilaris*)

国家Ⅱ级保护水生野生动物

分布: 金沙江中下游、长江上游干流、岷江中下游、大渡河中下游、青衣江下游、沱江中下游、赤水河、嘉陵江、乌江下游及大宁河。

生活习性: 栖息在江河底层。个体较大, 仅次于长薄鳅。有食用价值。种群数量较小, 许多水系和江段都难捕到。50年代岷江中, 下游渔获物中占有一定的比例, 现已稀少。

繁殖习性: 目前尚无相关资料。



红唇薄鳅(图片来源：中国淡水鱼类原色图集)

岩原鲤 (*Procypris rabaudi*)

国家Ⅱ级保护水生野生动物

分布：金沙江中下游、雅砻江下游、安宁河中下游、邛海、长江上游干流、岷江中下游、大渡河中下游、青衣江中下游、沱江中下游、赤水河、嘉陵江、涪江中下游、渠江及乌江中下游分布区域狭窄，种群数量小。

生活习性：为底层鱼类，生活在底质为砾石的山地型河流中。白天常栖居于缓流处的石穴内，夜晚外出觅食。冬季，多集中在深水江段的乱石区，活动量明显减少；立春后，溯河上游或进入支流。

繁殖习性：岩原鲤的产卵高峰是每年3-4月，少部分个体在8-9月产卵，卵粒粘附在砾石上发育。产卵时进入支流，不集群，产卵活动在缓流处的乱石区进行。



岩原鲤 (图片来源：中国淡水鱼类原色图集)

鯨 (*Luciobrama macrocephalu*)

国家Ⅱ级保护水生野生动物

分布：仅在我国东南部平原地区，以及长江南各水系有分布，尤其是在长江流域中，不论是上中下游，还是干支流及附属的大中小型湖泊、水库都有鯨的踪迹。

生活习性：生活于水的中下层，为江河中大型的凶猛鱼类，主要以鱼类为食。幼鱼多在湖泊、水库等自然水域里生长，有江湖洄游习性。在体长只有20mm时，就开始吞食其它鱼类的鱼苗。近年来由于过度捕捞、江湖阻隔以及食物短缺等原因，导致鯨的种

群个体数量显著减少。

繁殖习性：产卵期4-7月，性成熟个体上溯到江河上游等有急流的地方产卵繁殖。



鯮 (图片来源：中国淡水鱼类原色图集)

鱮 (*Ochetobius elongatus*)

重庆市重点保护鱼类

分布：长江流域及其以南各类水体中均有分布。

生活习性：形似鱮，但性情较温和，有江湖洄游的习性。食物多为动物性成分，如水生昆虫、枝角类，小鱼、虾等

繁殖习性：每年7-9月进入湖泊中肥育，到生殖季节时又回到江河急流中进行生殖。生殖季节为4-6月，性成熟年龄为3-5冬龄。产卵需要流水环境，在静水中不能繁殖。



鱮 (图片来源：中国淡水鱼类原色图集)

长体鲂 (*Megalobrama elongata*)

重庆市重点保护鱼类

分布：长江上游干流。

长体鲂种群数量稀少，在保护区综合调查以及各长江三峡工程生态与环境监测站的监测均没有采集到标本；目前也没有相关长体鲂生活习性和繁殖习性的资料。



长体鲂 (图片来源: 中国淡水鱼类原色图集)

鲈鲤 (*Percocypris pingi*)

重庆市重点保护鱼类

分布: 主要分布于长江宜昌以上的干支流, 西江流域、南盘江等水系。

生活习性: 鲈鲤的幼鱼多在支流或干流的沿岸, 成鱼则在敞水区水体的中上层游弋。行动迅速, 为凶猛性鱼类, 专门猎食小型鱼类。

繁殖习性: 3冬龄鱼达性成熟, 生殖期在5-6月间, 产卵地点都在上游的急流水中。成熟卵直径 $2.61\text{mm}\pm 0.05\text{mm}$, 淡黄或金黄色, 沉性, 具弱粘性。在水温 $15.7^{\circ}\text{C}\pm 0.7^{\circ}\text{C}$ 条件下, 受精卵历时164h孵出。



鲈鲤 (图片来源: 中国淡水鱼类原色图集)

窑滩间吸鳅 (*Hemimyzon yaotanensis*)

重庆市重点保护鱼类

分布: 金沙江下游、长江上游干流、岷江下游和沱江下游水系。

窑滩间吸鳅种群数量稀少, 在保护区综合调查以及各长江三峡工程生态与环境监测站的监测均没有采集到标本; 目前也没有相关窑滩间吸鳅生活习性和繁殖习性的资料。



窑滩间吸鳅 (图片来源于网络)

中华金沙鳅 (*Jinshaia sinensis*)

重庆市重点保护鱼类

分布：金沙江中下游、雅砻江中下游、长江上游干流、岷江中下游、青衣江中下游、沱江下游、赤水河、嘉陵江、渠江中下游、乌江及大宁河中下游。

生活习性：中华金沙鳅生活于急流中，常见于底质为岩石粗砂，水流较缓的浅滩或洄水区。夏秋两季一般生活在长江上游和金沙江干流以及上游大型支流中，冬季退入干流及支流深处岩沱中越冬。

繁殖习性：在金沙江干流中，中华金沙鳅4月初开始产卵，5月中旬结束，其间水温变幅为17.8°C-23.2°C。



中华金沙鳅 (图片来源：中国科学院水生生物研究所)

四川华吸鳅 (*Sinogastromyzon szechuanensis*)

重庆市重点保护鱼类

分布：金沙江下游、雅砻江下游、长江上游干流、岷江中下游、大渡河下游、青衣江、沱江、赤水河、嘉陵江、渠江中下游、乌江及大宁河。

生活习性：适用于山涧石滩和江河激流的一种小型底栖鱼类。依靠其角质化的锋利

下颌刮食固着藻类和小型无脊椎动物；借助宽大平展的胸鳍和左右腹鳍连成的吸盘吸附在水流湍急的山涧溪流石滩上；可跳跃前进，行动非常敏捷。

繁殖：繁殖期是5-7月；产卵活动与水位涨落关系不大，水温是其产卵的关键因子。成熟卵淡黄色，微粘性。产卵在激流石滩上，一般黏附在砾石上发育，但在流水冲刷下易于脱落而随水漂流，在漂流过程中完成发育。



四川华吸鳅 (图片来源: 中国淡水鱼类原色图集)

峨眉后平鳅 (*Metahomaloptera omeiensis*)

重庆市重点保护鱼类

分布：金沙江水系、长江上游水系等。

生活习性：小型底栖鱼类，体长一般为40-70mm。体型特化，栖居于水流湍急的山涧溪流砾石或沙滩上，可停伏于岩石上不致被冲走，行动敏捷，能在石上匍匐跳跃前进。

繁殖习性：目前还没有相关资料。



峨眉后平鳅 (图片来源: 中国淡水鱼类原色图集)

刘氏吻鰕虎鱼 (*Rhinogobius liui*)

重庆市重点保护鱼类

分布：长江上游、岷江中下游、大渡河下游及香溪河。

生活习性：暖温性小型底栖鱼类，体长50-70mm；常栖息在流水的溪流中，多在乱石、卵石间活动；肉食性，以小鱼、小虾、水生昆虫为食。

刘氏吻鰕虎鱼种群数量稀少，目前没有相关刘氏吻鰕虎鱼繁殖习性的资料。



刘氏吻鰕虎鱼（图片来源于网络）

4.4.4 主要渔获物调查

于 2019 年 5~8 月，与工程江段的集中收购点及江边钓鱼者所捕获的鱼类进行现场走访，记录种类组成、数量、重量等，并选购部分标本。对沿江部分农贸市场，沿江饭店、餐馆库存的江河鱼类进行统计和选购部分标本，对销售的江河鱼类种类和数量进行调查统计。

涉密删除

渔获物调查显示，体重<50g的小型鱼类数量占绝对优势，占总渔获物数量的73.8%，其质量占渔获物总质量的22.3%；体重为50-500g的中性鱼类的数量占总渔获物的23.4%，质量占渔获物总质量的47.2%；体重>500g的大型鱼类占总渔获物数量的2.8%，占渔获物总质量的29.5%。

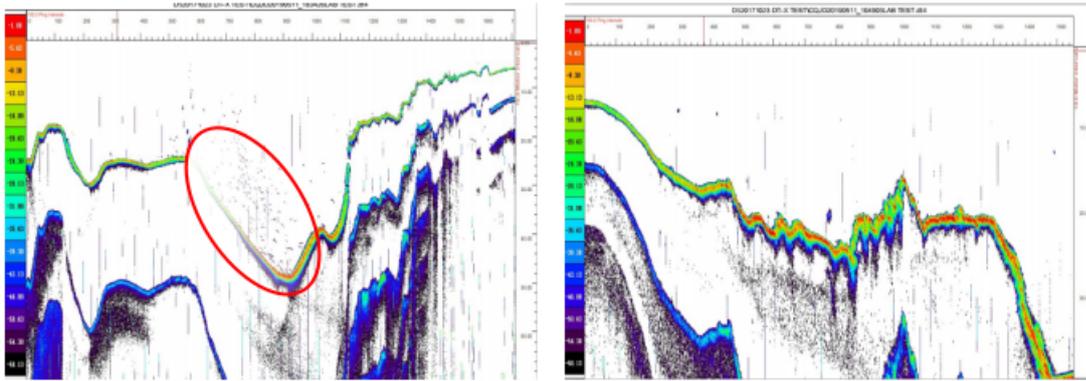
涉密删除

4.5 鱼类生境调查

4.5.1 鱼类聚集区位置

对水声学调查结果进行直观分析，结果表明研究江段鱼类聚集情况可分为两种，有大量鱼类分布和无鱼类分布，零星分布的鱼类较少，如图 4.5.1-1。这是因为在三峡水库消落期，长江上游河道是典型的峡谷型江段，工程江段流速较大，且河道断面呈 U 型，适宜鱼类生存的缓流区较少。

为体现鱼类的聚集效应，挑选鱼类聚集断面（声学图像显示鱼类信号>10 条）进行统计分析。



(a) 有鱼群分布

(b) 无鱼群分布

图4.5.1-1 水声学调查的直观分析

以此，共统计得涪陵至丰都段鱼群断面共计 70 处，其中 5 月鱼群聚集断面 43 个，8 月鱼群聚集断面 15 个，1 月鱼群聚集断面 60 个。按图 4.5.1-2 方法对相邻断面合并，并匡算面积，得 5 月发现鱼类聚集区 13 处，8 月发现鱼类聚集区 6 处，1 月发现鱼类聚集区 15 处。其分布如图 4.5.1-2，面积统计如表 4.5.1-1。

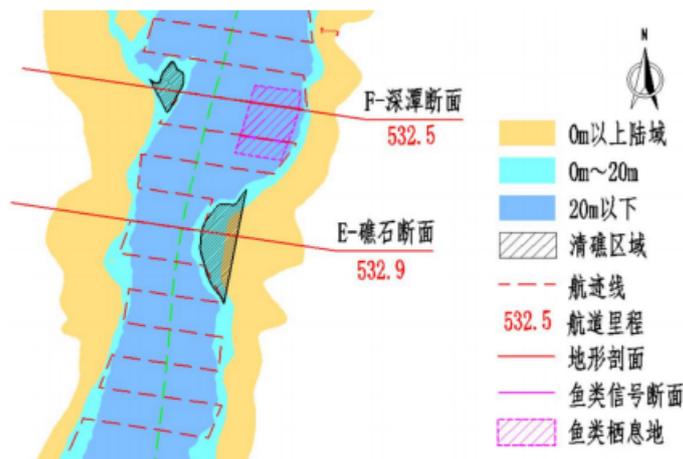


图4.5.1-2 鱼类聚集区匡算示意图

涉密删除

根据不同月份鱼类栖息的地点分布可知，鱼类在不同季节的栖息地点基本固定，但因为水文条件的不同，不同季节栖息地的数目有所不同。如在洪水条件下，涪陵峡谷江段的栖息地可能不再适合鱼类生存，鱼类可能向其余位置迁徙。栖息地数量从 5 月的 13 处衰减为 6 处。

涉密删除

4.5.2 鱼类密度及长度

通过软件 Visual Acquisition 5.0 获取数据，利用软件 Visual Analyzer 4.1 对储存的文件进行分析和后处理，-60 dB 为阈值过滤一些杂波信号，计算鱼类密度并统计鱼类的目标强度 TS。

鱼类的 TS 值与体长的经验关系式：

$$\text{有鳔鱼类 } TS = 20\lg TL - 71.9$$

式中，TS 为鱼类的目标强度，TL 为目标的长度，通过记录目标的 TS 值，可计算出相应的目标长度。

涉密删除

4.5.3 鱼类适应流速

对 5 月和 8 月监测所在鱼群位置的 ADCP 实测数据进行处理，对应关系如图 4.5.3-1。

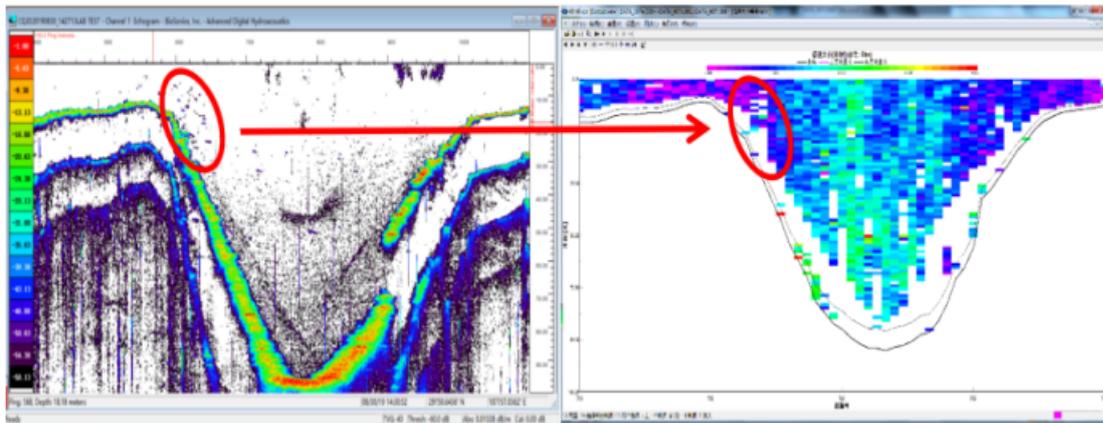


图 4.5.3-1 鱼类位置对应关系

涉密删除

4.5.4 鱼类适应水深

统计鱼类在栖息地的水深分布，如图 4.5.4-1 和 4.5.4-2。90% 的鱼类栖息于绝对水深 20m 以下的深水区域；为避免各栖息地绝对水深不同而造成的差异，将绝对水

深等比分成五层后统计鱼类在各水层的数量比例，可知除水体上层以外的其他水层均有较多鱼类分布，中下层鱼类占优势。

以上推论将作为生境营造的重要指标。

涉密删除

4.5.5 重要的生境类型

根据鱼群监测的直观分析结果和鱼类适应流速的统计结果，可将工程区域鱼群所在生境分成两种类型，即礁石深潭型和河道分叉型。

涉密删除

4.6 早期资源调查

该部分研究成果已发表

4.6.1 卵苗的数量

课题组2019年6月22日至7月12日于丰都监测断面的数据显示共采集得鱼卵733颗和幼鱼335条，鱼卵的平均密度为89粒/1000m³。其中出现2次鱼卵密度高峰，与流速涨幅同步，分别是6月24日和6月30日，分别采集到鱼卵460颗和110颗，鱼卵密度分别为1200和111粒/1000m³。幼鱼高峰密度不甚明显，幼鱼平均密度为17尾/1000m³，在6月底和7月初出现两次峰值，一次为6月29日，一次为7月5日，其密度分别49和37尾/1000m³。7月产卵量明显下降，采集密度为4.6粒/1000m³，幼鱼14.6尾/1000m³。统计如表4.6.1-1。

以涪陵断面作为对照断面，以丰都断面作为控制断面。从鱼卵和幼鱼的比例来看，涪陵段的鱼卵数量略高于丰都，但是幼鱼的数量丰都监测点要略高。

表4.6.1-1 早期资源调查统计

编号	类型	鱼卵密度 个/1000 m ³		日产卵量 亿个		幼鱼密度 尾/1000 m ³		日幼鱼量 亿尾	
		丰都	涪陵	丰都	涪陵	丰都	涪陵	丰都	涪陵
1	6-7月平均	89	91	1.46	1.49	17	16.25	0.28	0.27
2	6-7月高峰	1200	2077	19.68	34.06	49	45.23	0.8	0.74
		111	59	1.82	0.97	37	34.94	0.61	0.58
3	7月平均	4.6	3.1	0.08	0.05	14.6	13.48	0.23	0.21

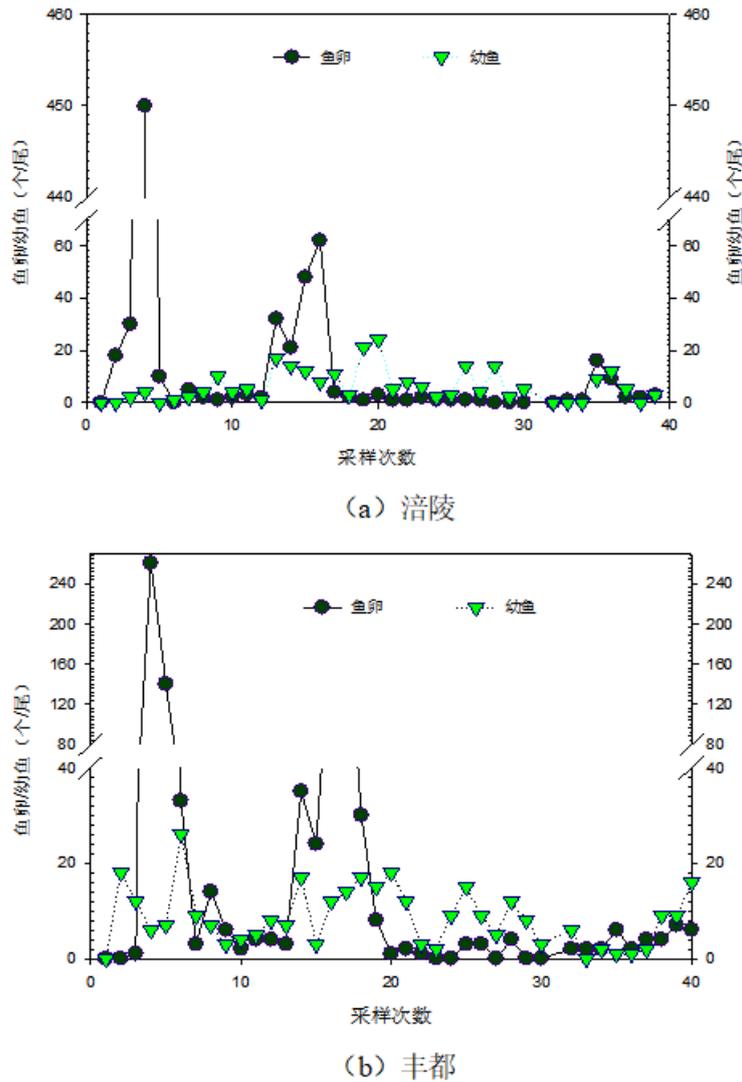


图4.6.1-1 涪陵和丰都鱼类早期资源现场采集数据

4.6.2 卵苗的种类

经形态学和分子生物学方法对采集鱼类早期资源样品进行分子生物学鉴定显示，共采集到的鱼卵苗种类有 23 种，隶属于 5 目 7 科(表 4.6.2-1)。其中鲤形目(*Cypriniformes*)最多，含 2 科 6 属 13 种，占种类数的 56.5%；其次为鲈形目(*Perciformes*)，含 3 科 2 属 4 种，占种类数的 17.3%。其中，鱼卵鉴定至种的共有 8 种，仔鱼鉴定至种类的共有 21 种。调查区域鱼类名录及卵苗种类见表 4.6.2-2。

从数量及百分比上分析，采集到鱼卵的种类有贝氏鲃(*Hemiculter bleekeri Warpachowski*)，47%；鲢(*Hypophthalmichthys molitrix (Cuvier et Valenciennes)*)，13%；宜昌鳅鲃(*Gobiobotia filifer (Garman)*)，5%；银鮡(*Squalidus argentatus (Sauvage et Dabry)*)，5%；鳙鱼(*Ctenopharyngodon idellus (Cuvier et Valenciennes)*)，5%；草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)，3%；长吻鮠(*Leiocassis longirostris*)，3%；铜鱼(*Coreius heterodon*)，3%；其它

16%的鱼卵只鉴定到属或者科。本次调查得保护区主要保护对象四大家鱼鱼卵的含量为总数的 21%，具体比例组成如下图所示。

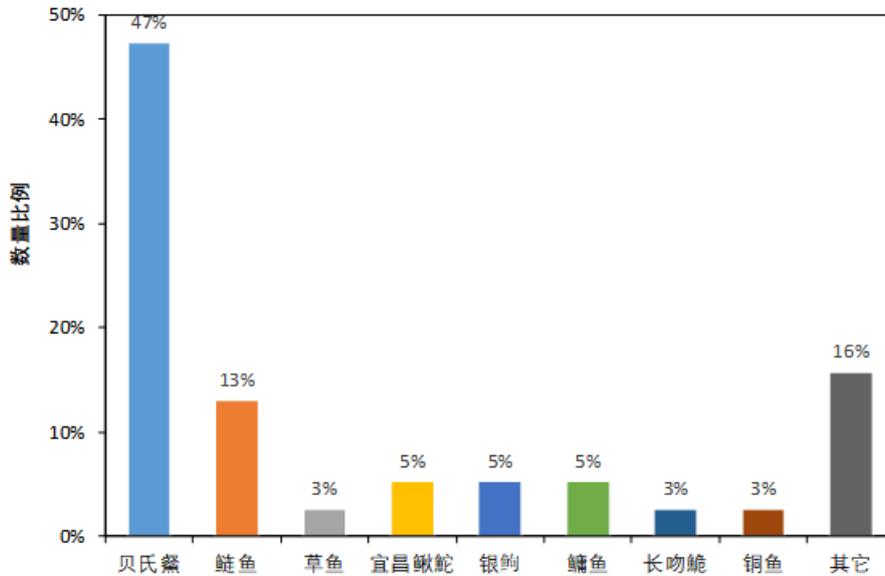


图4.6.2-2 工程江段鱼卵种类鉴定及其组成

采集到仔鱼的种类组成为太湖新银鱼(*Neosalanx taihuensis* (Chen)) 占总仔鱼数的 46.58%; 鰕虎鱼科占总数的 20.41%，主要为子陵吻鰕虎鱼(*Rhinogobius giurinus* (Rutter)); 鲃亚科鱼类占总数的 10.11%，其中翘嘴鲃(*Culter alburnus* Basilewsky)、鲮(*Hemiculter leucisculus* (Basilewsky))、贝氏鲮的数量较多；鳊亚科占总仔鱼数的 8.34%，主要为宜昌鳊；鳅科占 6.30%，主要包括薄鳅属鱼类、壮体沙鳅(*Botia robusta* Wu)、花斑副沙鳅(*Parabotia fasciata* Dabry) 等种类；鲤(*Cyprinus carpio* Linnaeus)、鲫(*Carassius auratus* (Linnaeus)) 占 4.62%；四大家鱼数量较少，仅占仔鱼总数的 2.64%。

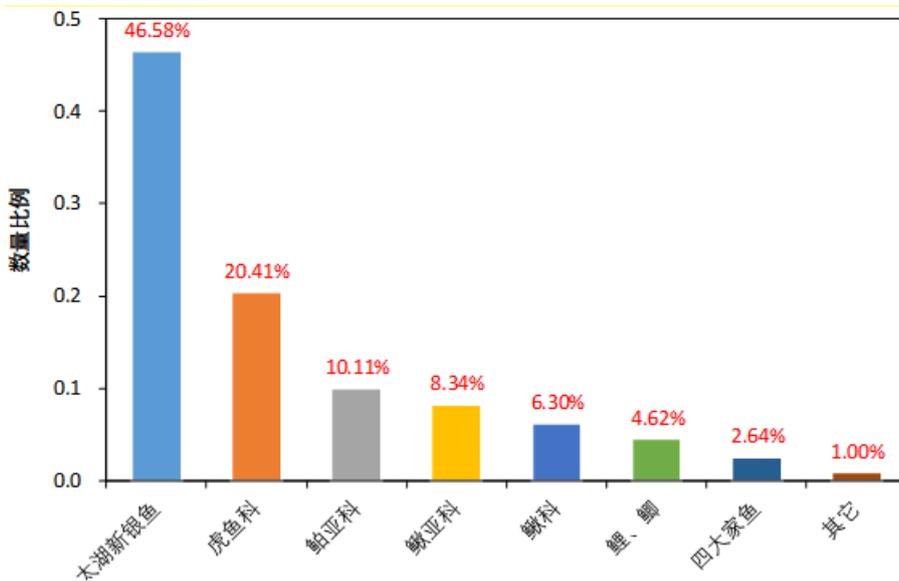


图4.6.2-3工程江段仔鱼数量组成

表 4.6.2-2 调查样点采集的鱼卵和仔鱼种类鉴定名录

序号	种类 Species	拉丁名 Latin name	仔鱼	鱼卵	是否特有种
1	犁头鳅	<i>Lepturichthys fimbriata</i>	*		
2	长薄鳅	<i>Leptobotia elongata</i>	*		是
3	紫薄鳅	<i>Leptobotia taeniaps</i>	*		
4	中华沙鳅	<i>Botia superciliaris</i>	*		
5	花斑副沙鳅	<i>Parabotia fasciata Dabry</i>	*		
6	蛇鮠	<i>Saurogobio dabryi</i>	*		
7	银鮠	<i>Squalidus argentatus</i>	*	*	
8	铜鱼	<i>Coreius heterodon</i>	*	*	
9	长蛇鮠	<i>Saurogobio dumerili</i>	*		
10	长尾鲢	<i>Leiocassis longirostris</i>	*	*	
11	宜昌鳅鲃	<i>Gobiobotia filifer</i>	*	*	是
12	鳊	<i>Parabramis pekinensis</i>			
13	贝氏熬	<i>Hemiculter bleekeri</i>	*	*	
14	翘嘴鲌	<i>Culter alburnus</i>	*		
15	鲢	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	*	*	
16	鳙	<i>Aristichys nobilis</i>		*	
17	草鱼	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	*	*	
18	黄颡鱼	<i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	*		
19	瓦氏黄颡	<i>Pelteobagrus vachelli</i>	*		
20	鲤	<i>Cyprinus carpio</i>	*		
21	鲫	<i>Carassius auratus</i>	*		
22	子陵吻鰕虎鱼	<i>Rhinogobius giurinus</i>	*		
23	太湖新银鱼	<i>Neosalanx taihuensis</i>	*		

根据姚维志等于 2008 年 4-7 月对长江铜锣峡江段航道清礁施工区域的监测，整个监测期间通过铜锣峡的卵苗总量约为 5.68 亿尾，漂流性鱼卵的发生与涨水基本同步，经历了 4 个发生高峰期：5 月 15-22 日，5 月 28-30 日，6 月 9 日，6 月 13-17 日；4 次流量高峰期间（共计 17d）流经铜锣峡的鱼卵占监测期间(69d)鱼卵发生总量的 41.52%。根据唐锡良、陈大庆的研究，确定 2009 年 5 月至 7 月共计 59 天监测期内通过江津断面卵苗径流量为 26.8 亿粒（尾）。中科院水生所曹文宣团队 2014 年 4-7 月鱼类主要繁殖季节于三峡库区（重庆丰都县）进行鱼类早期资源调查，调查期间流经丰都断面的鱼卵总量为 4.37 亿粒，仔鱼总量为 111.98 亿尾，整个调查期间，出现 3 次鱼卵密度高峰，分别是 6 月 6 日、6 月 22 日和 7 月 5 日。2019 年谢松光等对朝天门至涪陵江段的鱼类早期资源调查共采集鱼卵苗 30,502 尾，其中仔稚鱼 30,334 尾，卵 158 粒；种类高峰期是 7

月底，仔鱼优势种为太湖新银鱼、寡鳞飘鱼、鰕虎鱼类，鱼卵优势类群为宜昌鳅鲇，银鮡和寡鳞飘鱼，特有种数量较多的是长薄鳅、异鳔鳅鲇和厚颌鲂。在本评价中 2019 年 6 月 24 日采集到了最多的鱼卵，即该时间段为鱼卵监测断面上游漂流性鱼卵的产卵高峰期，推算得该江段产卵量约 8.1×10^7 粒。

整体而言，在 5 月中旬前长江上游流量很小，水位较平稳，家鱼产卵活动小；到 5 月下旬到六月中旬，此时长江上游流量开始变大，为涨水季节，家鱼产卵活动达到高峰；在随后的 6 月下旬至 7 月份，长江上游流量继续变大时家鱼的产卵活动仍然维持在一定的规模；7 月后，家鱼的产卵活动仍少量持续。所以表现出整个调查期间家鱼的早期资源密度与流量、水位显著性相关。

4.7 鱼类三场一通道分布调查

4.7.1 产卵场

(1) 施工区域历史产卵场分布

文献资料表明，三峡水库形成后，四大家鱼产卵场上移至三峡库尾以上江段，主要分布在江津、弥陀、朱沱、合江等水域。历史上，长江干流宜昌以上江段是四大家鱼重要的产卵场，例如 1986 年调查显示，分布有 11 个产卵场（易伯鲁等，1988），2002-2003 年云阳至江津江段有数个产卵场（段辛斌，2008）。2014 年，王红丽等人的调查显示，江津、珞璜江段四大家鱼卵苗总量为数亿规模，最大为 12 亿，而库尾江段的产量规模不到 1 亿；产卵场位置也发生了明显变化，库尾江段四大家鱼产卵场主要分布在普子沱至涪陵城区江段和重庆巴南区至朱沱镇江段，其中涪陵江段产卵场的产卵规模为 2.1×10^6 粒，巴南区至朱沱镇江段的产卵规模为 2.1×10^7 粒。

工程所在江段的历史产卵场有 21 个，各施工点上下游的历史产卵场见表 4.7.1-1。对比分析库尾江段四大家鱼产卵规模和产卵场分布，在三峡水库蓄水后，长江上游四大家鱼产卵场发生了明显变化，库区上游江段成为长江上游四大家鱼主要产卵江段，繁殖规模较大，而库尾江段的产卵场繁殖规模较小；鱼类表现出上溯至库区上游繁殖的趋势。如表 4.7.1-2。

表 4.7.1-1 工程江段鱼类历史产卵场与清礁点的位置关系

礁石滩段名称	航道里程	历史产卵场			
	(km)	上游名称	距离 (km)	下游名称	距离 (km)
佛面滩	488.0	和尚石	9.0	佛面滩	0.0~1.0

老虎滩	519.0~522.0	大沱铺	1.5	牛口上、下沱	0.5~1.5
大梁滩	528.0~529.0	长石浩	1.0	外碛槽	1.0~1.5
和尚滩	532.5~533.0	鸽子沱	0.5	沙背沱	0.5~1.0

表 4.7.1-2 2002-2014 长江上游四大家鱼产卵规模与产卵场分布

年度	调查江段	卵苗总量(10 ⁸)	产卵场位置	资料来源
2002	云阳	3.56	江津-木洞, 丰都-涪陵	王红丽等, 2015
2003	云阳	2.9	忠县, 万州-云阳	段辛斌, 2008
2007	江津	7.42	合江-弥沱	段辛斌, 2008
2007	珞璜	12	江津-合江	姜伟, 2009
2008	珞璜	8.8	朱沱-弥沱	姜伟, 2009
2009	江津	3.76	朱杨镇-弥沱镇	唐锡良, 2010
2011	洛碛	0.21	峡口-江津	母红霞, 2014
2012	洛碛	0.22	峡口-江津	母红霞, 2014
2014	丰都	0.23	涪陵, 巴南区-朱沱	王红丽等, 2015

位于变动回水区的涪陵-丰都江段, 即本项目的整治江段中, 有研究指出早期大量存在的四大家鱼产卵场基本消失, 为进一步确认该江段的产卵场变迁情况, 对该江段的产卵场进行了调查研究。

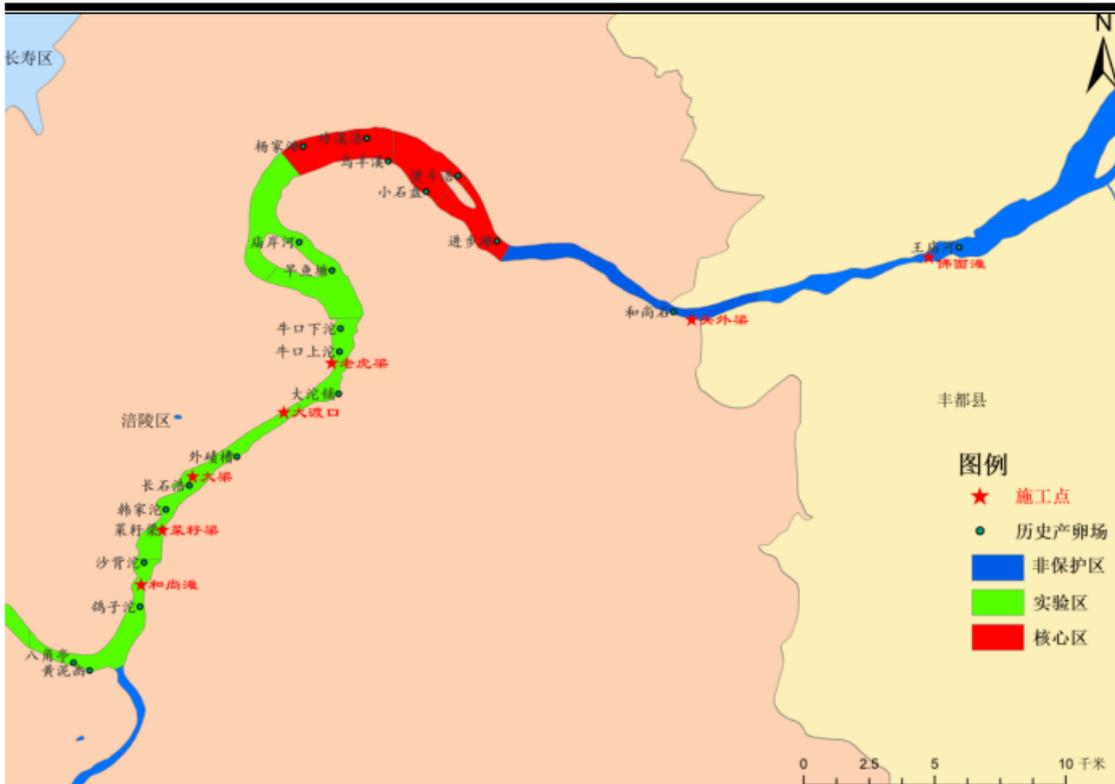


图 4.7.1-1 涪丰段水域历史产卵场位置示意图

(2) 漂流性鱼卵的产卵场现状

A) 鱼卵发育时间

本次对涪陵至丰都江段所有采集到的鱼卵进行了发育形态的显微观测，结果见图 4.7.1-2。由监测结果可知，本次鱼卵形态发育统计结果中显示发育前期的鱼卵数量比例较低，丰都断面的监测数据显示从细胞期至肌肉效应器的鱼卵总量仅为 144 颗，占采集鱼卵总量的 19.6%。鱼卵发育后期的数量和仔鱼的数量占绝对优势。20℃下，鲢鱼卵的发育程度及其对应的数量见表 4.7.1-1。因鲢鱼、鳙鱼和草鱼的鱼卵在 20℃时发育至各阶段所需要时间的差异较小，本次鱼卵样品中鲢鱼的数量最多，因此以鲢鱼的发育时间作为产卵场定位计算的依据。此外，在推求产卵场的位置时，结合不同采样时间下的江水测定温度，在鱼卵胚体发育时间的分析时考虑水温所带来的偏差，校正公式见式(1)，式中的 $T_{\text{鲢鱼}}$ 为鲢鱼的胚体发育时间 (h)， t 为水温 (°C)。校核后，各发育阶段的对应发育时间分别为：细胞期 2:10-2:30、囊胚早期 4:19-4:42、原肠中期 11:15-11:45、胚胎封闭期 13:29-13:50、眼囊期 16:16-16:54、尾牙期 17:18-18:12、晶体出现期 22:00-22:36、内效应期 23:55-24:33、孵化器 31:39-32:11。

$$T_{\text{鲢鱼}} = 9.15 + 530.76 \cdot e^{-0.14t} \quad (R^2 = 0.9957) \quad (1)$$

表 4.7.1-1 鲢鱼鱼卵发育时期及对应发育时间 (20°C)

发育时期	丰都采样点鱼卵数量 (粒)		发育时间 (min)
	732	100%	
细胞期	3	0.41	200
囊胚早期	6	0.82	240
原肠中期	23	3.14	610
神经胚期	12	1.64	750
胚孔封闭期	50	6.83	880
肌节出现期	9	1.23	830
眼基出现期	6	0.82	930
眼囊期	9	1.23	1000
尾牙期	20	2.73	1070
晶体出现期	26	3.55	1330
肌肉效应期	20	2.73	1475
晶体出现期	158	21.58	1620
心脏搏动期-出膜期	390	53.28	2065

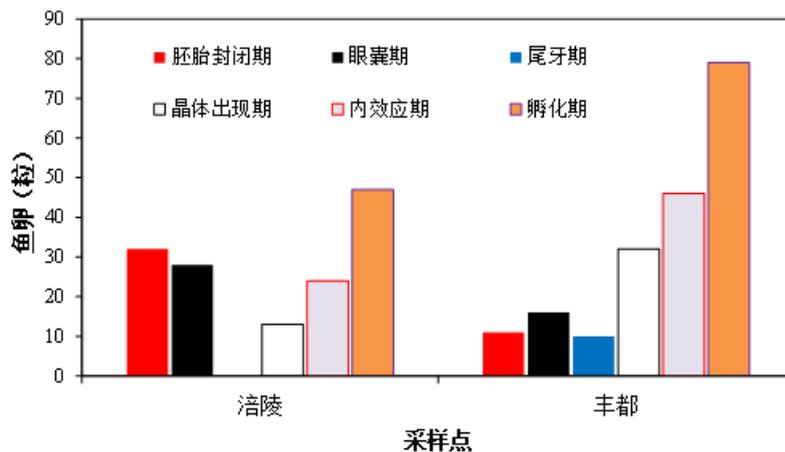


图 4.7.1-2 丰都和涪陵采集的漂流性鱼卵发育阶段

B) 产卵场定位结果

本次共采集到漂流性鱼卵 1472 粒，具备完整生理结构的鱼卵共计 338 粒，有效样本数量依次为涪陵 172 个、丰都 58 个。根据上述鱼卵样本，以表 4.7.1-2 中的流量和水位数据对重庆至丰都江段的二维流场进行了模拟，并根据上节鱼卵的漂流时间，按照 4.1.3 节的定位方法得出本次鱼卵的漂移轨迹（见图 4.7.1-3 和图 4.7.1-4）和产卵场的定

位结果（见图 4.7.1-5）。

由表 4.7.1-2 可知，产卵期内涨水持续的时间越长，增长的幅度越大，相应的产卵量也会随之增大。以丰都和涪陵为例，在 6 月 24 日和 6 月 30 日时出现了鱼卵峰值，涨水时间持续了 4 天，其对应的流量涨幅峰值分别为 7,600 和 11,400m³/d，对应的水位涨幅峰值分别达到了 3.87 和 2.66m/d。鱼卵峰值与持续的流量和水位增长密切相关，进一步验证了水流刺激（流量、流速和水位涨幅的刺激）是家鱼产卵的必要条件，即漂流性鱼类的产卵需要持续的涨水条件和足够的水流刺激才会发生。

表 4.7.1-2 采集鱼卵数量与涨水过程统计

采样点	漂流性鱼卵高峰日期	鱼卵数量	涨水阶段初始流量 (m ³ /d)	流量涨幅峰值 (m ³ /d)	水位涨幅峰值 (m/d)	涨水持续天数	鱼卵高峰距离开始涨水天数
涪陵	6 月 24 日	460	15400	3200	3.89	4	3
	6 月 30 日	110	12700	7600	2.76	3	3
	7 月 10 日	25	13300	2900	0.54	3	3
丰都	6 月 24 日	400	15800	3800	2.66	4	3
	6 月 30 日	145	13500	11400	4.50	3	2
	7 月 11 日	13	16300	2800	0.47	3	3

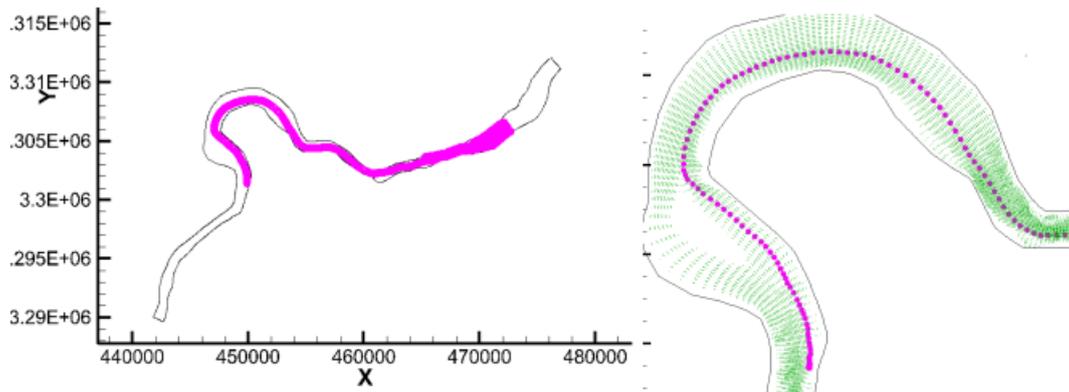
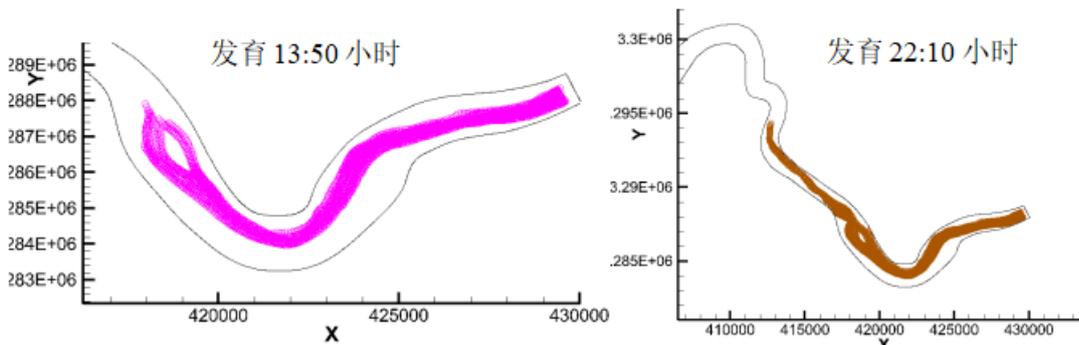


图 4.7.1-3 丰都鱼卵漂流整体（左）和局部轨迹（右）（2019.6.24；发育 4:30 小时）

由图 4.7.1-5 可知，本次确定的产卵场位置及航道里程分别为：曾家沱（492）、珍珠浩（511）、花滩（520）、蔺市（560）、金川碛（565）、黄草峡（574）。



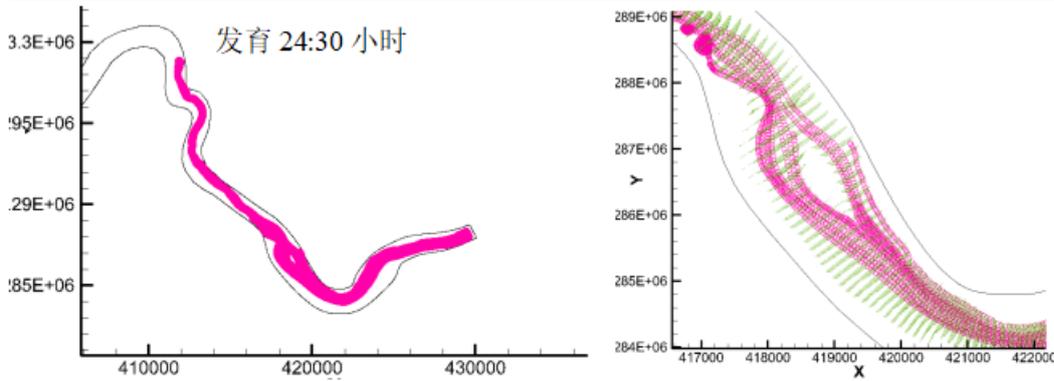


图 4.7.1-4 涪陵至丰都段鱼卵漂流轨迹 (2019.6.24)

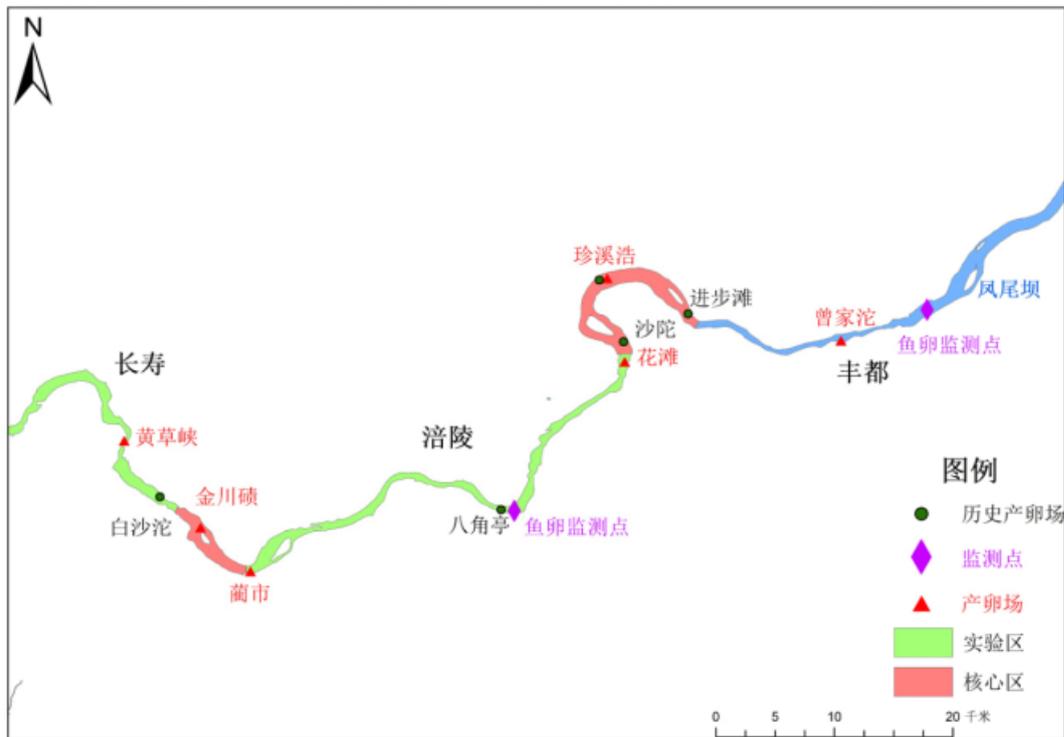


图 4.7.1-5 丰都至长寿江段漂流性鱼卵的产卵场分布图

漂移距离

采用江面平均流速推算长江上游漂流性鱼卵产卵场位置的传统方法中，误差产生的两个主要原因为：一是鱼卵漂流平均流速取值的准确性，主要是由于过水断面积的波动导致的流速差异；二是鱼卵随水漂移的同步性问题，主要是鱼卵密度同水体密度的差异性所致。

以三峡库区变动回水区的长寿-丰都江段为例，在 150m 水位和流量为 3.5 万 m^3/s 时，该江段的过水断面积及断面平均流速见图 4.7.1-7。图 4.7.1-6 中的数据显示，在 150m 水位下其过水断面积变化范围为 1736~27004 m^2 ，波动幅度超过了一个数量级，致使断面平均流速亦随之大幅度波动（1.15-6.51 m/s ）。在如此宽泛的流速范围内选取一个流速

值来计算鱼卵漂移距离不仅具有很大的难度，同时也与实际的水流情况偏差较大，必然导致计算结果的严重偏差。

以鱼卵采集数量最多的日期 2019 年 6 月 29 日的流速为例，涪陵和丰都监测点断面对应的平均流速分别为 1.78 和 1.29m/s，以上述流速推算出的鱼卵漂移最远距离分别为 205.1、148.6km。按照本文的方法计算得出鱼卵的最大漂流距离分别为：36.4 和 35.2km。上述两组鱼卵最大漂移距离对比可以发现，以二维流场最小网格为计算单位得出的漂流距离远小于以断面平均流速计算所得距离。主要是本文在计算鱼卵漂移距离时，是以速度矢量进行计算的，不仅考虑了鱼卵漂移速率的大小，还兼顾了鱼卵漂移的方向。工程江段河道蜿蜒曲折、过水断面以交替不等距的渐缩和渐阔形式出现，河床比降起伏较大，使得流速和流态均呈现较大幅度的波动，上述原因均导致了鱼卵运动的复杂性和滞后性。余康等^[14]得出鱼卵的平均漂流速度滞后于水流平均速度，最大超过了 50%，表明基于流场的鱼卵运动轨迹推算结果更符合鱼卵在江水中的实际运动过程。

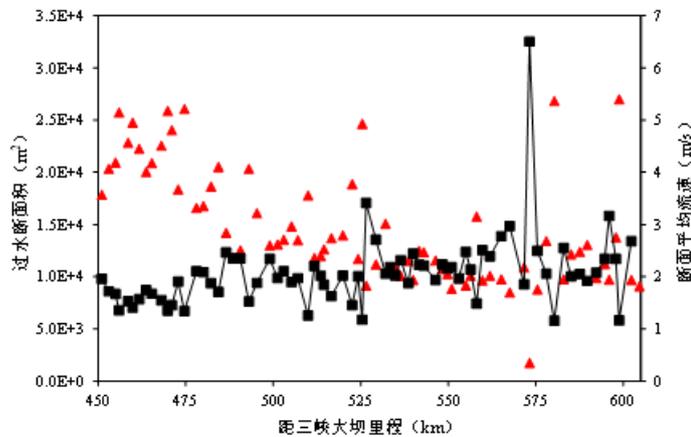


图 4.7.1-6 长寿-丰都江段的过水面积及断面平均流速（水位 150m，流量 3.5 万 m³/s）

产卵场流速及位置分布

本次确定的产卵场位置主要位于河道主流近岸一侧，通常为河道转弯处前端、分汉河道的分汉口和/或汇流处，此类江段的流场复杂（见图 4.7.1-7），易形成泡漩水，形成的水环境条件尤其适合家鱼卵的受精播散。漂流性鱼卵的产卵对位置的选择性较强，需要水流紊乱的局部区域来完成产卵活动，而产卵场地形则是首要决定因素。长寿-丰都江段的产卵场地形对比发现，该江段的产卵场处于典型的礁石-深潭生境区域，礁石突入江心导致流速激增、流态紊杂，礁石之后的渐阔区域和深潭的存在，致使流速降低，并形成涡流，此种地形分布导致了流场的复杂多变，为四大家鱼等产漂流性卵鱼类提供

了有利的产卵环境。

根据二维流场的模拟结果（见图 4.7.1-7），长江上游江段江心主流流速达到了 2m/s 以上，此流速下，多数体型较小的鱼类无法栖息，无法成为鱼类的产卵场。而鱼类产漂流性卵时对流速刺激有较高的要求，余立雄的研究得出长江中游四大家鱼产卵时大多处于流速 0.63-1.53m/s 的范围，而出现频次较多的流速范围为 0.78-1.38m/s。陈求稳得出草鱼的产卵触发流速为 1.40m/s，适宜的流速为 1.60m/s。本次确定的产卵场位置，在产卵期内的流速均处于上述流速区间，流态复杂，具备鱼类产卵的水流刺激需求。

由图 4.7.1-5 可知，长寿-丰都江段的产卵场数量明显减少，历史记录的产卵场有 35 个，但本次仅确定了 6 个。因三峡水库运行后形成了变动回水区，长年水位变动达到了 30m，加之航道开发强度加大，致使该江段的水文条件大幅变动。

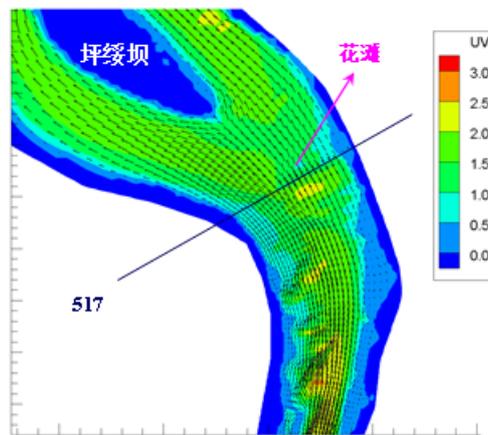


图 4.7.1-7 典型的产卵场区域流场分布

（水位 150m，流量 3.5 万 m³/s，492 和 519 表示航道里程）

（三）产粘性鱼类产卵场

产粘性鱼类产卵场对环境条件的要求没有产漂流性卵鱼类严格；相对来看，产粘性卵鱼类不需要严格水文情势变化，通常需要水温适宜的浅水区，有水草、砾石等卵粘附基质。因此，产粘性卵鱼类产卵场的分析主要基于现场调查结果、产卵场形成条件和文献资料整理。

李倩等（2013）对长江上游干流江段鱼类产卵场分布的河道条件统计显示，产卵场集中分布在断面宽度 400-800m 之间，宽深比 50-150 之间的江段。产沉粘性卵鱼类选择蜿蜒度较大，水面较宽的凹岸，在浅滩附近产卵，在横断面上，倾向于靠近岸边，远离深泓，水深相对较浅的水域。常剑波等(2001)认为，产粘沉性卵的鱼类在干流江段上游的大片砾石滩前形成产卵场，如长江鲟产卵场主要分布在金沙江下段干流的一些大型砾石滩前，产卵水域往往水流流态较乱，流速较急，有利于受精卵的散布。对照上述干流

鱼类产卵场的环境条件分析，工程河道形成蜿蜒程度差异较大的连续河湾。随水流方向，在河湾的凸岸往往形成大面积分布的浅水区或礁石密集分布浅滩水域；在丰水和洪水期，河道凸岸往往形成面积较大的浅水区域和内洄，这些典型河道形态水域是产粘性卵鱼类产卵场分布的适宜场所。

对工程江段生境的现场调查显示，涪陵的和尚滩至丰都的佛面滩江段随着航道建设及运行，受人类活动影响较为严重，岸线基本固化，尤其是沿江人口集中的城镇，大多数江段河岸陡峭，水流湍急，基本没有大面积的沿岸漫滩。工程江段仅在老虎滩下游存在典型的河道急弯和分汊型河道，存在一定区域的浅水漫滩，如珍溪浩和平绥坝，是产粘性鱼类产卵的适宜水域。现场调查初步判断，该江段分布的产粘性鱼类产卵场主要有**珍溪浩和平绥坝**。

珍溪浩：为典型的弯曲江段，并有两条支流汇入，在支流的汇入口和西侧的凸岸形成缓流区，在西岸存在泥沙淤积区，为鱼类的产卵提供了必要的生境条件。如图 4.7.1-8 所示，在鱼探仪走航监测时都发现了鱼群的活动，也证实该区域是鱼类重要的生境。



图 4.7.1-8 珍溪浩平面地形图

平绥坝：为典型的分汊型江段，副航槽和下游分汊的汇流处形成缓流区以及复杂的流态过渡区并伴随着泥沙淤积区，同样可以为鱼类的产卵、觅食提供了必要的生境条件。如图 4.7.1-9 所示，在 8 月和 5 月用鱼探仪走航监测时均发现了鱼群的活动，适宜的生境条件为鱼类的产卵和栖息提供了可能。



图 4.2.2-9 平绥坝平面地形图

(2) 其他产漂流性卵鱼类产卵场

早期资源调查采集鉴定出 6 种产漂流性卵鱼类，分别是红唇薄鳅、铜鱼、长蛇鮈、吻鮈、中华沙鳅、宜昌鳅鲃。

4.7.2 索饵场

由于鱼类早期阶段的行为能力限制，能否停留在浅水缓流区是决定仔鱼生长和死亡的关键因子。产漂流性卵鱼类早期生活史阶段随水流漂流，随着行为能力的发展逐渐能够调整漂流模式，进入并滞留在缓水区；产粘性卵鱼类仔鱼早期也可能被水流携带进行漂流，否则会滞留在产卵场水域。仔鱼漂流过程中河道两岸的浅水缓流区都可以被仔鱼滞留、利用；但如果没有较大面积的浅水区，不能形成仔鱼长时间的滞留，对仔稚鱼育幼的作用并不明显。因此，河道沿岸、洲滩浅水区是鱼类育幼的主要水域。有研究表明，沿岸 5m 内的浅水区是鱼类育幼的关键水域。

涪陵至丰都江段在河道形态上表现出明显的山区河流特征，和尚滩水道、菜子梁水道、花滩水道、半边峡水道和观音滩水道狭窄而顺直，流速湍急，部分区域甚至达到 4m/s 以上。且沿河两岸为陡峭的岩石，缺乏水下植被生长的条件，不适宜生长藻类和底栖动物。但该江段存在连续的礁石深入江心，在礁石后方缓流区营造成特有的礁石-深潭生境。平绥坝水道存在较大的江心碛坝，因河道分叉，在左副航槽形成浅水水域，这些江心洲低水位时部分露出水面，分布有大量的附着藻类和底栖动物；在高水位期则被淹没，成为鱼类适宜的摄食场所。丝瓜碛水道属于存在蜿蜒河湾，凸岸一侧为主要淤积区，也往往形成大面积分布的浅滩水域。

根据涪陵至丰都段的鱼类资源调查结果，鱼类富集于以上两种生境：礁石-深潭生境、河道交叉型生境，这两种生境都将是鱼类的索饵场。洪水期后（10 月至来年 4 月）是鱼

类重要的育幼阶段。此时库尾江段总体呈上升或稳定的高水位环境，形成环境相对多样，淹没大面积的消落带，且有弯道、汉道等复杂生境供四大家鱼及其它经济鱼类栖息与育幼，是长江上游重要的鱼类育幼场水域。

4.7.3 越冬场

鱼类越冬场一般处于水体的深水水域。在长江干流，流速较缓的深水潭、沱是鱼类的主要越冬场。三峡水库蓄水后，根据水库运行调度规律，冬季库尾江段基本保持高水位（175m）蓄水，库区水体容量及水深大大增加，为鱼类进入深水层越冬创造了良好的条件。传统观点认为，该江段鱼类越冬可能已不限于原来河道深沱，而可能广泛分布。

2020年1月监测结果显示了不同的结论。监测得涪陵-丰都江段共发现16个鱼群，分布位置与2019年5月8月的结果基本相同。零星分布的鱼类较少。以水面为基准线，用相对水深来表示鱼群垂直位置，信号显示鱼类在该江段垂直分布不均匀，主要分布在下层，深潭生境鱼群更喜爱栖息于底层。

监测时段，长江干流整体水温变化范围在13.42~13.73℃，平均值为13.55℃，垂向没有出现分层。各水层的溶氧也都超过了7.3 mg/L。库区蓄水后，流速整体<0.2m/s，对鱼群影响小。由此分析水温和溶氧都不是决定该江段鱼类垂直分布格局的关键因素。评价认为库区鱼类的分布与鱼类索饵需求存在关联。当水温在10℃以上时，大多数鱼类有索饵需求，浮游生物是滤食性鱼类鲢、鳙的饵料资源，底栖动物和碎屑同时也是杂食性鱼类饵料的重要组成部分，这些食源很大程度上影响了鱼类的分布。

4.7.4 洄游通道

调查江段作为鱼类洄游通道包括两个方面，一是繁殖季节达到性成熟的鱼类到上游繁殖场所进行繁殖的洄游通道，如四大家鱼、铜鱼、中华鲟等，通常沿深水河槽进行上溯洄游。二是上游产出的卵苗随水漂流的漂流通道。

调查江段鱼类组成中至少有35种鱼类有生殖洄游习性，包括四大家鱼、铜鱼、圆口铜鱼、胭脂鱼、白鲟、长江鲟等。其中一些鱼类的产卵场分布较集中，产卵场位置相对较为固定，如圆口铜鱼、白鲟、长江鲟等产卵场仅限于长江上游宜宾段或金沙江段。这些大中型底栖鱼类通常沿深水河槽进行上溯洄游，也有一些中上层生活鱼类沿河岸洄游，如四大家鱼、圆吻鲴等。

漂流性鱼卵及初孵仔鱼的漂流路线则受江水流速及水体流动动力学影响，主要沿河流主槽的近岸漂流。因此，洄游及漂流通道主要集中分布在河道中心(深水河槽)及主槽近岸水域(中上层鱼类洄游通道及卵苗漂流通道)。编制单位2019年6月22日至7月12

日共采集得鱼卵 733 颗和幼鱼 335 条，鱼卵的平均密度为 89 粒/1000 m³。其中出现 2 次鱼卵密度高峰，与流速涨幅同步，分别是 6 月 24 日和 6 月 30 日，分别采集到鱼卵 460 颗和 110 颗，鱼卵密度分别为 1200 和 111 粒/1000 m³。幼鱼无高峰密度不甚明显，仔鱼平均密度为 17 尾/1000m³，在 6 月底和 7 月初出现两次峰值，一次为 6 月 29 日，一次为 7 月 5 日，其密度分别 49 和 37 尾/1000 m³。7 月产卵量明显下降，4.6 粒/1000 m³，幼鱼 14.6 尾/1000 m³。

基于以上生境调查，涪陵至丰都江段水文、河道形态复杂，为鱼类创造了多样化的生境条件，是长江上游重要的鱼类产卵、索饵场和洄游通道分布水域。

5.0 环境影响评价

5.1 水文情势变化

根据长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程实施方案，在设计水文条件下，采用河道平面二维水流数学模型，计算分析航道整治工程实施后对河道水位及流场的影响。

5.1.1 模型的基本原理

(1) 控制方程

针对河道形态及水流特征，采用水深平均的平面二维浅水数学模型，其基本方程为：

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial(Hu)}{\partial x} + \frac{\partial(Hv)}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - fv + \frac{gu(u^2 + v^2)^{1/2}}{HC^2} + g \frac{\partial \xi}{\partial x} - A_x \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + fu + \frac{gv(u^2 + v^2)^{1/2}}{HC^2} + g \frac{\partial \xi}{\partial y} - A_y \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) = 0 \quad (3)$$

式中： ξ 为水位，即基面至水面的垂直距离；

$H=\xi+h$ ， h 为基面下的水深；

u 、 v 分别为 x 、 y 方向的垂线流速分量；

f 为柯氏力系数， $f=2\omega \sin\varphi$ ；

φ 为纬度， ω 为地球自转速度；

C 为谢才系数， $C=1/n(\xi+h)^{1/6}$ ， n 为糙率系数；

A_x 、 A_y 为涡动粘性系数。

(2) 数值方法

考虑边界及周边地形较为复杂，为了较好地模拟地形，对上述方程组求解采用正交曲线坐标。对笛卡尔 x - y 坐标中的不规则区域 Ω 进行网格划分，并将区域 Ω 变换到新的坐标系 ξ - η 中，形成矩形域 Ω' 。这样在 Ω' 区域进行划分时，得到等间距的网格，对应每一个网格节点可以在 x - y 坐标系中找到其相应的位置。

正交变换 $(x, y) \rightarrow (\xi, \eta)$ 应用于方程，流速取沿 ξ 、 η 方向的分量 u^* 和 v^* ，其定义为：

$$u^* = \frac{ux_{\xi} + vy_{\xi}}{g_{\xi}}$$

$$v^* = \frac{ux_\eta + vy_\eta}{g_\eta}$$

其中， $g_\xi = \sqrt{x_\xi^2 + y_\xi^2} = \sqrt{\alpha}$ ， $g_\eta = \sqrt{x_\eta^2 + y_\eta^2} = \sqrt{\gamma}$ ，分别对应于曲线网格的两个边长。

由于采用平面二维模型，故在垂向上的动量方程在此不予考虑。把方程组重新组合成关于 u^* 、 v^* 的方程，则变换后的控制方程为（略去新速度分量的上标“*”，仍记作 u 、 v ）：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{1}{g_\xi g_\eta} \left(\frac{\partial(Hug_\eta)}{\partial \xi} + \frac{\partial(Hvg_\xi)}{\partial \eta} \right) = 0 \tag{4}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{u}{g_\xi} \frac{\partial u}{\partial \xi} + \frac{v}{g_\eta} \frac{\partial u}{\partial \eta} = &fv - \frac{g}{g_\xi} \frac{\partial \zeta}{\partial \xi} - \frac{g}{C^2 H} u \sqrt{u^2 + v^2} \\ &+ \frac{v}{g_\xi g_\eta} \left(v \frac{\partial g_\eta}{\partial \xi} - u \frac{\partial g_\xi}{\partial \eta} \right) + A_\xi \left(\frac{1}{g_\xi^2} \frac{\partial^2 u}{\partial \xi^2} + \frac{1}{g_\eta^2} \frac{\partial^2 u}{\partial \eta^2} \right) \end{aligned} \tag{5}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{u}{g_\xi} \frac{\partial v}{\partial \xi} + \frac{v}{g_\eta} \frac{\partial v}{\partial \eta} = &-fu - \frac{g}{g_\eta} \frac{\partial \zeta}{\partial \eta} - \frac{g}{C^2 H} v \sqrt{u^2 + v^2} \\ &+ \frac{u}{g_\xi g_\eta} \left(u \frac{\partial g_\xi}{\partial \eta} - v \frac{\partial g_\eta}{\partial \xi} \right) + A_\eta \left(\frac{1}{g_\xi^2} \frac{\partial^2 v}{\partial \xi^2} + \frac{1}{g_\eta^2} \frac{\partial^2 v}{\partial \eta^2} \right) \end{aligned} \tag{6}$$

(3) 计算方法和差分格式

新坐标系下的控制方程与原方程相比，除增加了一些系数之外，其形式上是完全类似的，这也正是正交变换的优点。在原直角坐标系下适用的各种离散方法如 ADI 法，在曲线坐标系下完全适用。对于上述方程，利用传统的 ADI 法求解，其离散格式与矩形网格下基本一致。

(4) 定解条件

● 边界条件

进口边界：根据已知进口全断面流量，给定入流单宽流量沿断面的横向分布。

出口边界：给定出口断面的水位。

岸边界：岸边界为非滑移边界，给定其流速为零。

● 初始条件

给定各网格点上的水位和流速。

5.1.2 计算条件选取

工程江段模拟范围上起和尚滩水道（上游航道里程 534.5km），下止丰都土地盘（上游航道里程 485km），全长 49.5km。采用三角形单元对计算域进行网格剖分，在清礁区域单元平均长 2~5m、滩段长 10~20m、其它江段长 40~50m，按疏密渐变的方式划分，剖分后的网格如附图 3 所示，清礁区局部网格见图 5.1.2-1。

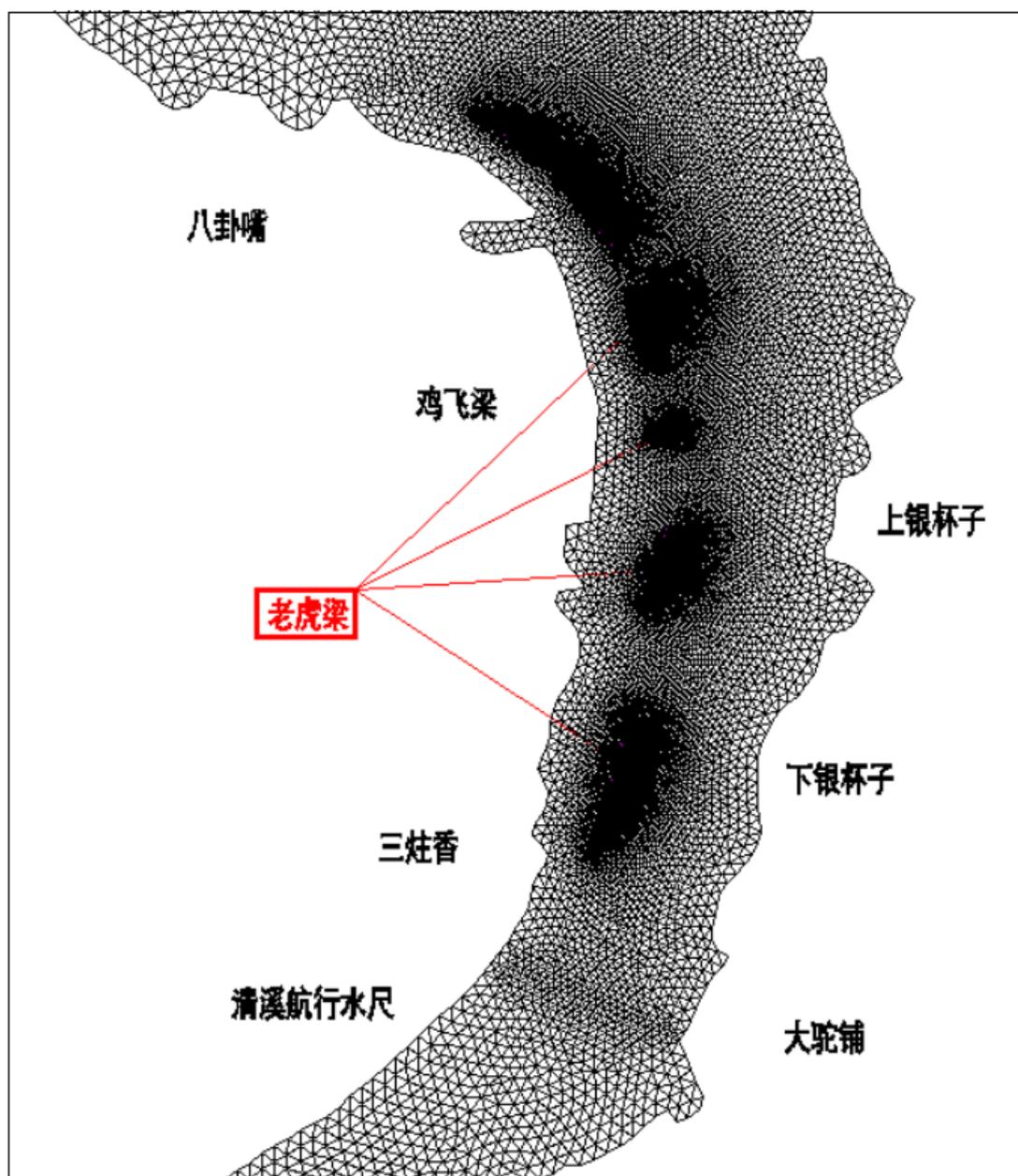


图 5.1.2-1 工程江段计算网格局部剖分图

5.1.3 数学模型率定与验证

（一）模型验证所采用的资料

- (1) 长江重庆航运工程勘察设计院 2015 年 6 月实测的涪陵至丰都水道地形图，测图长江

段比例 1:2000，清礁区采用 1: 500，1954 北京坐标系，吴淞高程。

(2) 实测消落期水面线资料(见表 5.1.3-1);

(3) 实测汛期水面线资料(见表 5.1.3-2);

验证内容包括水位、流速分布和浮标流向等。

表 5.1.3-1 涪陵至丰都段（观音滩-花滩水道）水位表(汛期)

水尺号	纵坐标	横坐标	测时水位	水尺号	纵坐标	横坐标	测时水位	备注
L5	3290217.213	441982.177	150.368	R5	3289939.600	442707.841	150.386	观读时间为 :2015 年 6 月 16 日 12:00。
L6	3291033.966	442304.468	150.341	R6	3290948.680	442872.360	150.323	
L7	3292481.009	442490.856	150.274	R7	3292477.835	443149.947	150.283	
L8	3294251.517	443147.069	150.158	R8	3294039.407	443556.953	150.156	
L9	3296092.152	444271.689	150.163	R9	3295601.105	444782.248	150.182	
L10	3297275.599	445810.460	150.125	R10	3296878.954	446120.800	150.132	
L11	3298448.054	447390.037	150.042	R11	3298118.206	447606.411	150.060	
L12	3299515.999	448694.615	149.988	R12	3299207.782	449335.507	150.023	
L13	3300832.612	449168.676	149.897	R13	3300653.248	449708.818	149.925	
L14	3302390.690	448999.502	149.956	R14	3302861.788	449949.586	150.005	
L15	3303014.843	448205.988	149.902	R15	3303722.261	448384.351	149.850	
L16	3303930.499	448518.915	149.863	R16	3304438.637	449094.973	149.887	
L17	3305928.853	446373.501	149.770	R17	3305821.421	447466.184	149.818	
L18	3309148.536	448981.503	149.720	R18	3308083.953	449304.423	149.676	
L19	3308722.538	452331.161	149.678	R19	3307802.188	451567.556	149.683	
L20	3306014.155	454342.173	149.620	R20	3305514.626	453612.903	149.615	
L21	3304659.333	457633.499	149.586	R21	3304231.033	457339.900	149.559	
L22	3302425.380	460555.961	149.426	R22	3302153.154	460441.144	149.472	
L23	3302518.439	461809.816	149.437	R23	3302129.567	461945.927	149.457	
L24	3303614.589	465166.452	149.332	R24	3302926.808	465254.142	149.346	
L25	3304407.690	468233.972	149.278	R25	3304099.374	468331.478	149.273	
L26	3305106.396	469779.732	149.262	R26	3304328.657	469958.010	149.270	

表 5.1.3-2 涪陵至丰都段（观音滩-花滩水道）水位表(汛期)

水尺号	纵坐标	横坐标	测时水位	水尺号	纵坐标	横坐标	测时水位	备注
L5	3290222.326	441967.507	155.427	R5	3289938.000	442712.000	155.490	观读时间为 :2015 年 8 月 19 日 13:00
L6	3291035.447	442295.026	155.364	R6	3290945.166	442894.553	155.303	
L7	3292481.906	442463.033	155.130	R7	3292477.990	443151.924	155.210	
L8	3294255.703	443138.721	154.896	R8	3294033.982	443568.019	154.864	
L9	3296100.231	444263.697	154.636	R9	3295569.836	444815.113	154.703	
L10	3297284.985	445803.060	154.362	R10	3296863.356	446133.495	154.436	
L11	3298454.209	447387.170	154.138	R11	3298104.734	447616.859	154.246	
L12	3299518.865	448691.708	153.946	R12	3299205.891	449339.843	154.015	
L13	3300839.698	449141.301	153.784	R13	3300648.181	449726.033	153.771	

L14	3302373.975	448963.953	153.545	R14	3302872.699	449972.056	153.769
L15	3303008.060	448203.978	153.629	R15	3303812.004	448407.257	153.612
L16	3303847.018	448423.766	153.619	R16	3304439.839	449095.133	153.664
L17	3305928.720	446374.362	153.440	R17	3305820.724	447469.739	153.408
L18	3309158.457	448982.801	153.270	R18	3308061.861	449311.277	153.277
L19	3308724.511	452332.851	152.771	R19	3307761.003	451532.797	152.747
L20	3306020.264	454350.746	152.694	R20	3305507.782	453602.819	152.692
L21	3304665.180	457637.608	152.615	R21	3304216.655	457330.239	152.615
L22	3302444.211	460563.073	152.231	R22	3302142.861	460436.872	152.308
L23	3302529.199	461806.260	152.204	R23	3302112.499	461951.583	152.256
L24	3303632.459	465164.368	151.823	R24	3302917.820	465255.505	151.848
L25	3304420.928	468229.998	151.456	R25	3304091.444	468333.187	151.424
L26	3305121.153	469776.318	151.409	R26	3304237.550	469979.251	151.356

(二) 水位验证

利用实测水位流速资料对河床糙率进行率定，工程江段消落期和汛期平均糙率分别为0.0344和0.0363。表5.1.2-3比较了消落期和汛期计算水位和实测水位，从表中可见，多数测点两者相差不大，个别点最大相差-0.141m，满足相关要求。

表5.1.2-3 水位验证表

水尺号	消落期 Q=14200m³/s,H=149.23m					汛期 Q=26700m³/s,H=151.32m				
	左水边水位(m)	右水边水位(m)	实测水位(m)	计算水位(m)	误差(m)	左水边水位(m)	右水边水位(m)	实测水位(m)	计算水位(m)	误差(m)
DM5	150.368	150.386	150.377	150.422	0.045	155.427	155.490	155.596	155.459	-0.137
DM6	150.341	150.323	150.332	150.357	0.025	155.364	155.303	155.369	155.334	-0.035
DM7	150.274	150.283	150.279	150.277	-0.002	155.130	155.210	155.124	155.170	0.046
DM8	150.158	150.156	150.157	150.220	0.063	154.896	154.864	154.928	154.880	-0.048
DM9	150.163	150.182	150.173	150.122	-0.050	154.636	154.703	154.660	154.670	0.010
DM10	150.125	150.132	150.129	150.079	-0.049	154.362	154.436	154.409	154.399	-0.010
DM11	150.042	150.060	150.051	150.084	0.033	154.138	154.246	154.399	154.329	-0.070
DM12	149.988	150.023	150.006	150.042	0.037	153.946	154.015	154.192	154.301	0.109
DM13	149.897	149.925	149.911	149.952	0.041	153.784	153.771	153.981	154.066	0.086
DM14	149.956	150.005	149.981	150.021	0.040	153.545	153.769	153.778	153.897	0.120
DM15	149.902	149.850	149.876	149.922	0.046	153.629	153.612	153.657	153.763	0.106
DM16	149.863	149.887	149.875	149.925	0.050	153.619	153.664	153.621	153.726	0.106
DM17	149.770	149.818	149.794	149.849	0.055	153.440	153.408	153.642	153.743	0.101
DM18	149.720	149.676	149.698	149.752	0.054	153.270	153.277	153.424	153.547	0.123
DM19	149.678	149.683	149.681	149.735	0.055	152.771	152.747	153.274	153.322	0.048
DM20	149.620	149.615	149.618	149.682	0.064	152.694	152.692	152.759	152.870	0.111
DM21	149.586	149.559	149.573	149.641	0.069	152.615	152.615	152.693	152.784	0.091
DM22	149.426	149.472	149.449	149.520	0.071	152.231	152.308	152.615	152.537	-0.079

DM23	149.437	149.457	149.447	149.529	0.082	152.204	152.256	152.270	152.364	0.095
DM24	149.332	149.346	149.339	149.420	0.081	151.823	151.848	152.230	152.089	-0.141
DM25	149.278	149.273	149.276	149.280	0.004	151.456	151.424	151.836	151.706	-0.130
DM26	149.262	149.270	149.266	149.258	-0.008	151.409	151.356	151.440	151.387	-0.053

(三) 流速流向验证

以老虎滩为例，图 5.1.3-1~2 分别比较了消落期和汛期两级流量老虎梁实测流向与计算流向。从图中可见，两者吻合良好，计算流场比较真实的反映了滩后回流、滑梁水等流态。从图 5.1.3-3~4 两个典型断面实测流速与计算流速的比较来看，流速的大小和分布以及最大值、最小值的位置均与实测资料较为一致，各测点流速的计算值与实测值之间的差值大多在 $\pm 0.15\text{m/s}$ 内，个别差值较大的也在 $\pm 0.25\text{m/s}$ 以内，基本控制在 $\pm 10\%$ 以内，因此水流数模模拟的流速分布及其大小与实际水流基本吻合。

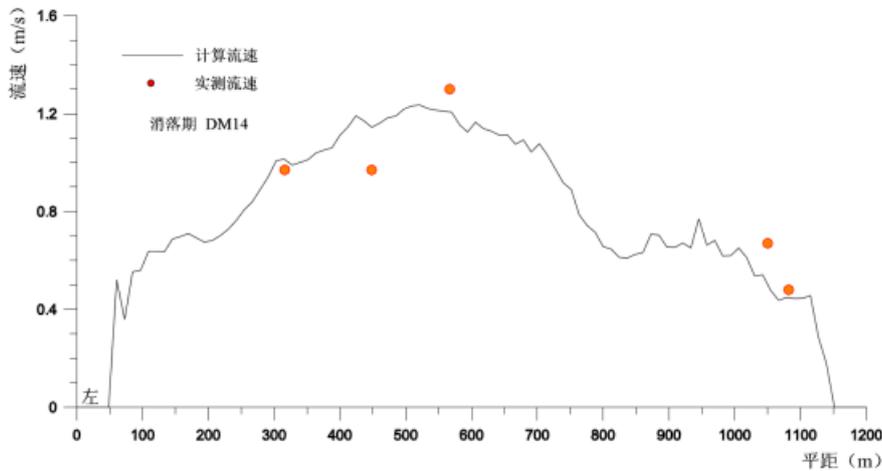


图 5.1.3-3 消落期流速验证 (消落期 $Q=14200\text{m}^3/\text{s}, H_{\text{取水}}=149.23\text{m}$)

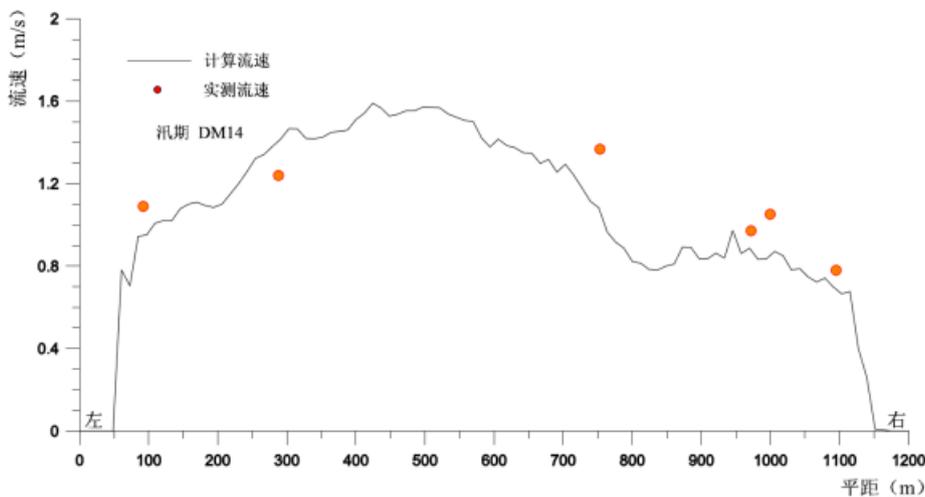


图 5.1.3-4 汛期流速验证 (汛期 $Q=26700\text{m}^3/\text{s}, H_{\text{取水}}=151.32\text{m}$)

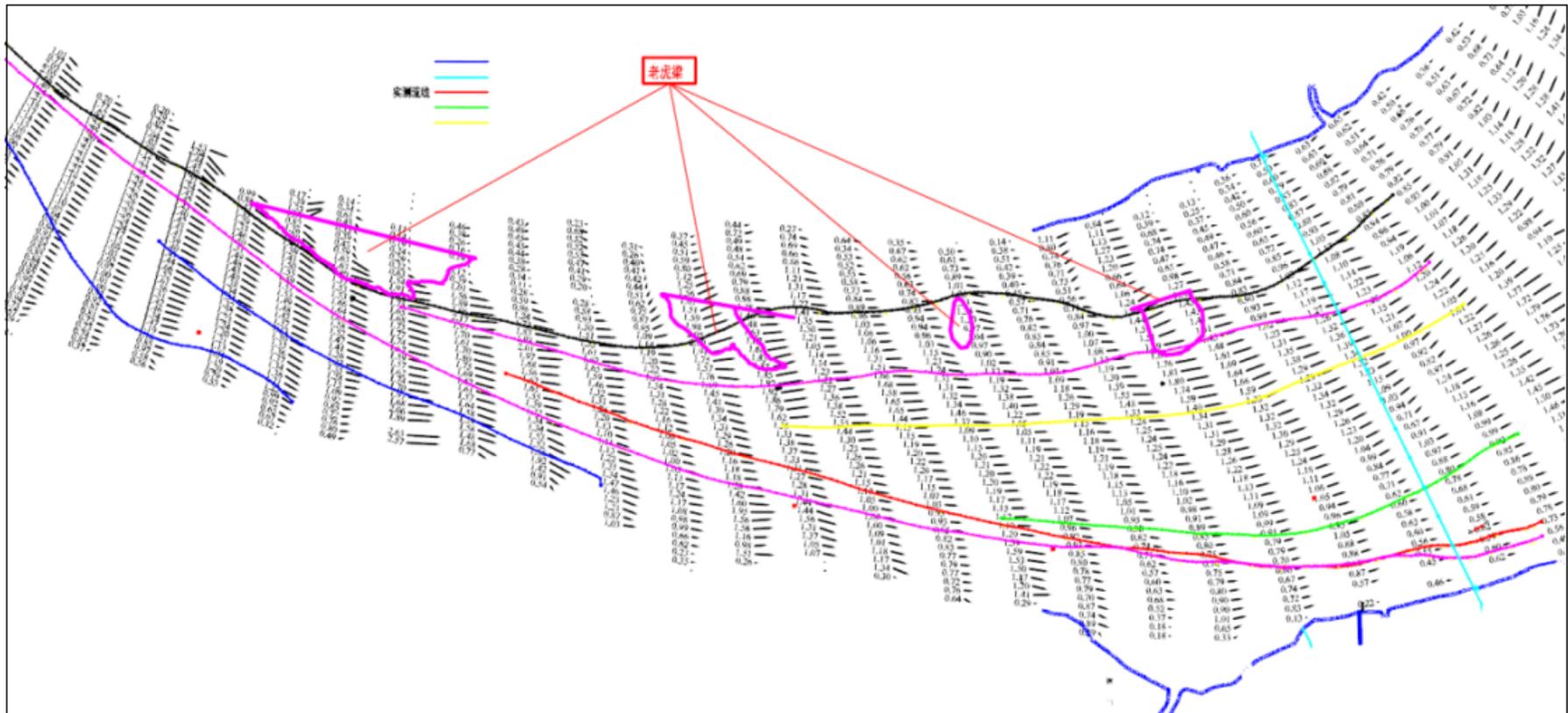


图 5.1.3-5 老虎梁流向验证 (消落期 $Q=14200\text{m}^3/\text{s}$, $H_{\text{取水}}=149.23\text{m}$)

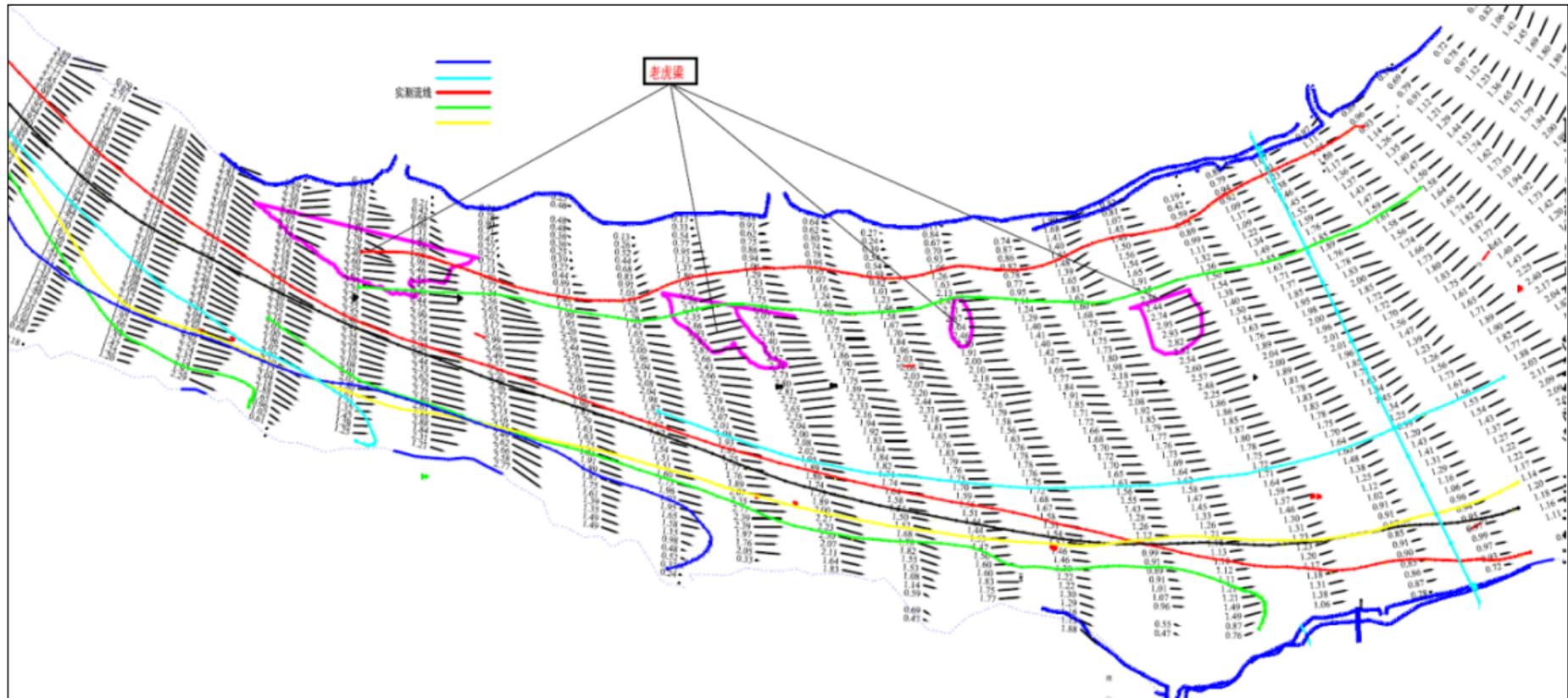


图 5.1.3-6 老虎梁流向验证 (汛期 $Q=26700\text{m}^3/\text{s}$, $H_{\text{取水}}=151.32\text{m}$)

5.1.4 工程影响分析

(一) 工程计算条件

二维数模工程影响计算条件包括工程影响计算所采用的水流条件和整治工程布置方案。工程影响计算边界条件为：进口给定流量、出口给定水位。主要参数的取值与二维模型率定和验证计算的取值相同；整治工程兴建后，主要通过改变工程局部河道地形和河道糙率来反映整治工程对河道水位和流速的影响。

计算水文条件包括工程影响以及溢油影响预测所需的典型水文条件。

研究江段上游设有长江寸滩水文站，该水文站均具有较为丰富的水文资料，对研究江段的水文条件形成了较为完整的控制。

考虑到上游来流量的年内变化以及三峡工程调度方式，工程江段航道问题一般出现在消落期，而蓄水期和高水位运行期航道条件较好，故模型主要考虑对消落期及汛期出现的水流条件进行预测。考虑到模型水位-流量关系呈现多值关系，一般而言，流量一定时，下游水位越低则航道条件容易出现急、险的特性，根据整治方案的数模计算结果，消落期选取 $14600\text{m}^3/\text{s}$ 、汛期选取 $24500\text{m}^3/\text{s}$ 。

流量一定时，选取最低设计水位为模型出口边界。模型对应流量下出口水位根据《三峡库区（175m 运用初期）设计最低通航水位计算与分析成果》中采用包络线法（ $P=98\%$ ）计算的变动回水区 175m 蓄水初期各个断面设计最低通航水位验算成果，并按照距离内插法得到的设计最低通航水位。

表 5.1.4-1 计算工况

计算工况	寸滩流量 (m^3/s)	下边界水位 (m)
消落期 (155-145m)	14600	147.77
汛期 (145m)	24500	157.77

(二) 水位变化分析

由于本工程全部为清礁工程，四个滩险较为分散且礁石后方多分布深沱，因此工程对河道水位影响分布也较为零散，局部影响量较大；总体来看，河道水位下降的影响很小。详见附图。

消落期水文条件：

1) 老虎滩清礁工程实施后，礁石前部雍水消失，后方极小区域内水位变化 0.2m，对其他区域的水位影响 0.02m 范围内。

2) 大梁清礁工程实施后, 礁石前部雍水消失, 后方极小区域内水位变化 0.2m, 对其他区域的水位影响 0.02m 范围内。

3) 大渡口清礁工程实施后, 对水位影响 0.02m 范围内。

4) 和尚滩清礁工程实施后, 礁石区域雍水消失, 水位降低在 0.1m 范围内, 对其他区域的水位影响 0.02m 范围内。

汛期水文条件:

1) 老虎滩清礁工程实施后, 礁石前部雍水消失, 后方极小区域内水位变化 0.2m, 对其他区域的水位影响 0.02m 范围内。

2) 大梁清礁工程实施后, 礁石前部雍水消失, 后方极小区域内水位变化 0.3m, 对其他区域的水位影响 0.02m 范围内。

3) 大渡口清礁工程实施后, 对水位影响 0.02m 范围内。

4) 和尚滩清礁工程实施后, 礁石区域雍水消失, 水位降低在 0.1m 范围内, 对其他区域的水位影响 0.02m 范围内。

综上所述: 受清礁工程影响, 礁石清除后礁石前部雍水消失, 后方水位略有上升。但水位影响范围仅局限于礁石区域, 对其他区域的影响不大。由于工程位于峡谷江段, 普遍处于大水深条件, 航道整治工程对河道整体断面的影响较小。

(三) 流速变化分析

工程引起的河道流速变化主要出现在各个整治滩点工程区域, 工程清礁, 造成河床高程降低, 工程位置水深增加, 流速减小; 礁石前沿的流速略有减少, 而下游缓流区的流速略有增加。工程对流速影响情况详见附图。

消落期流速条件:

1) 老虎滩清礁工程实施后, 老虎梁左侧航槽边界上流速减小约 0.3m/s; 白浅江段流速增大, 最大增幅在 0.1 m/s。

大梁清礁工程实施后, 大梁礁石区流速最大减小约 0.21m/s, 礁石前缘最大减小约 0.13 m/s, 礁石后的横流略在增大约 0.13m/s。

3) 大渡口清礁工程实施后, 二腾岩最大流速减小约 0.18m/s, 大渡口最大流速减小约 0.25m/s。

4) 和尚滩清礁工程实施后, 和尚滩前沿流速降低约 0.20m/s, 后沿最大增加 0.25m/s。

汛期流速条件:

1) 老虎滩清礁工程实施后, 老虎梁左侧航槽边界上流速减小约 0.35m/s; 白浅江段

流速增大，最大增幅在 0.15 m/s。

2) 大梁清礁工程实施后，大梁礁石区流速最大减小约 0.37m/s，礁石前缘最大减小约 0.13 m/s，礁石后的横流略有增大约 0.16m/s。

3) 大渡口清礁工程实施后，二腾岩最大流速减小约 0.22m/s，大渡口最大流速减小约 0.30m/s。

4) 和尚滩清礁工程实施后，和尚滩前沿流速降低约 0.25m/s，后沿最大增加 0.30m/s。

(四) 流态变化分析

以和尚滩为例，通过回流区流场对比可见，和尚滩及郭家咀后回流区范围逐渐缩小，工程实施后，和尚滩后回流区基本退出规划航槽以外。计算网格和剖面位置如图 5.1.4-1：

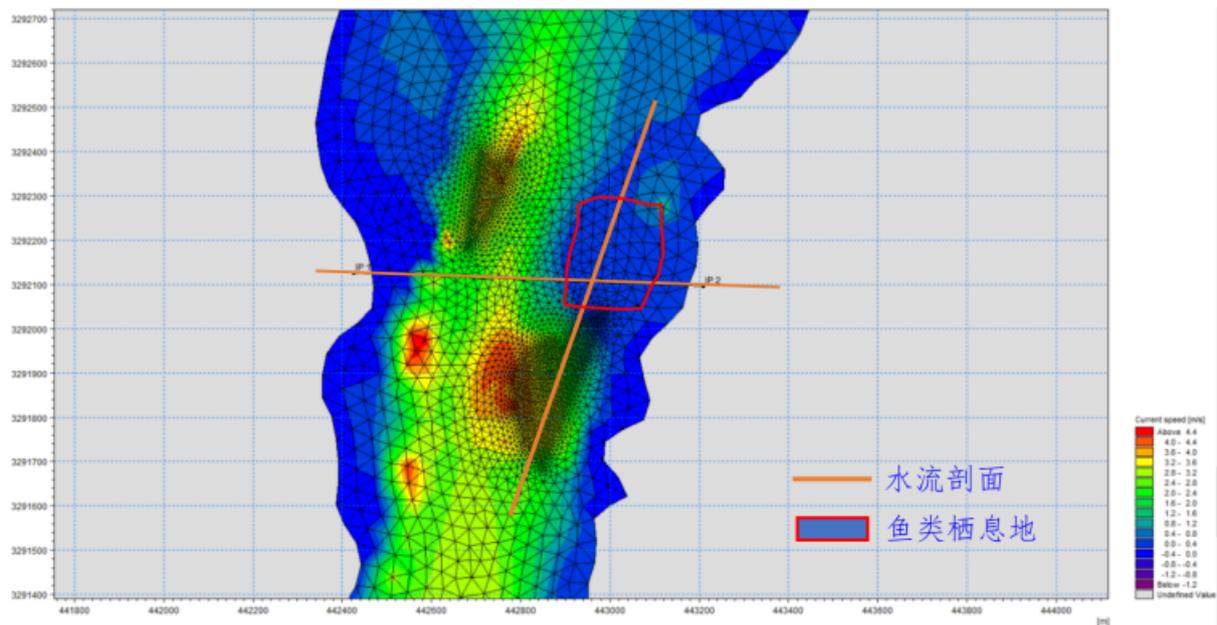


图 5.1.4-1 和尚滩流态剖面与计算网格（消落期）

沿水流方向（X 方向）的模拟结果如图 5.1.4-2；沿断面方向（Y 方向）的模拟结果如图 5.1.4-3。根据 4.5 节对鱼类聚集区适应流速的分析结果，涪陵至丰都江段的鱼类喜好 0-1.4 m/s 流速范围区域，80%以上的鱼类聚集与 0-0.8 m/s 流速范围区域。因此，选择 0-1.4m/s 范围作为鱼类聚集区判别标准，以红色区域显示鱼类的非适宜流速部分，以绿色显示鱼类的适宜流速部分，让模拟结果更为直观。

由图 5.1.4-2 和 5.1.4-3 可知，工程实施后非适宜流速部分（红色区域）沿 X 方向推移约 100m，沿 Y 方向推进 70m，沿 Z 方向推移 2m。

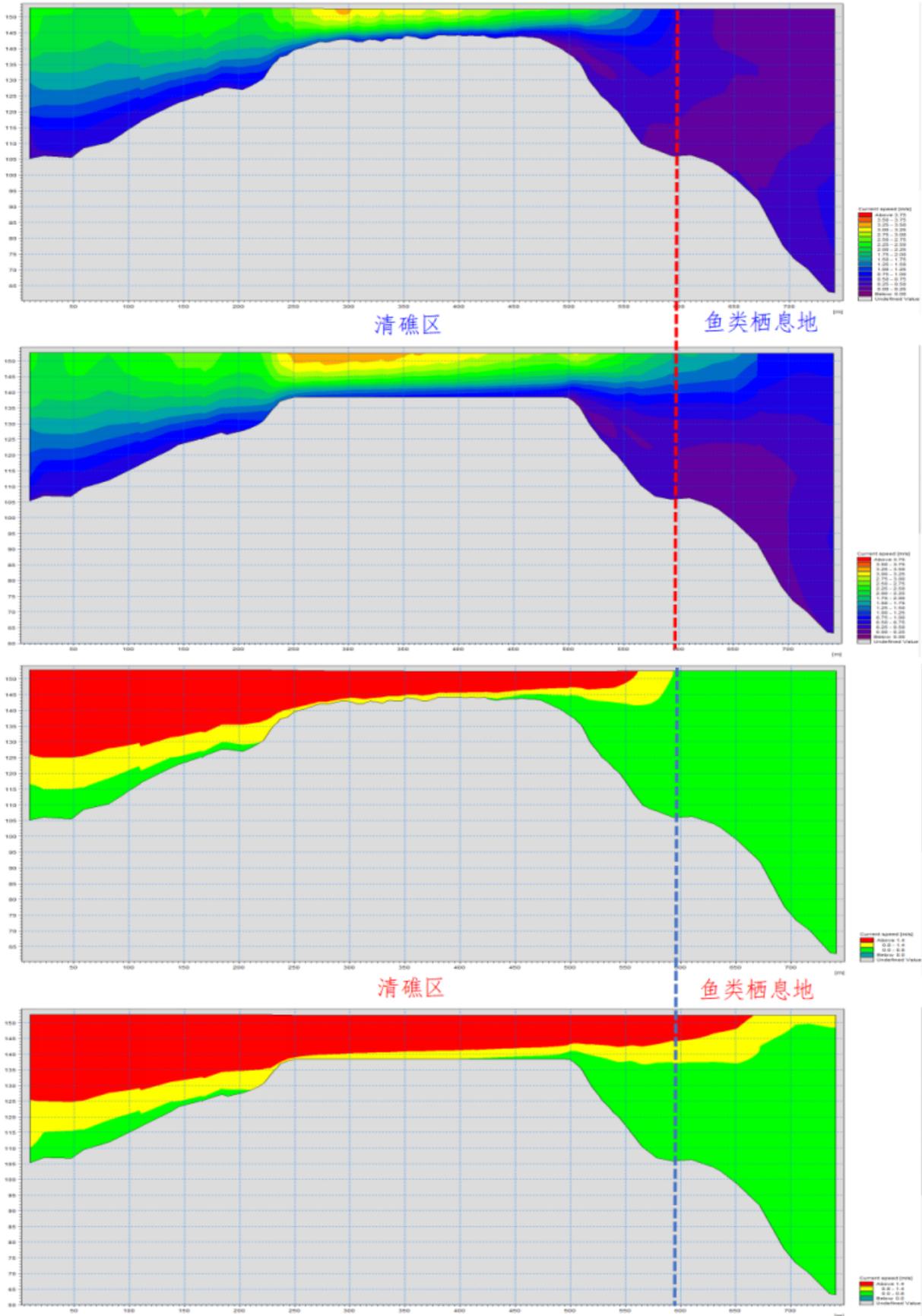


图 5.1.4-2 沿水流 (X) 方向的模拟结果

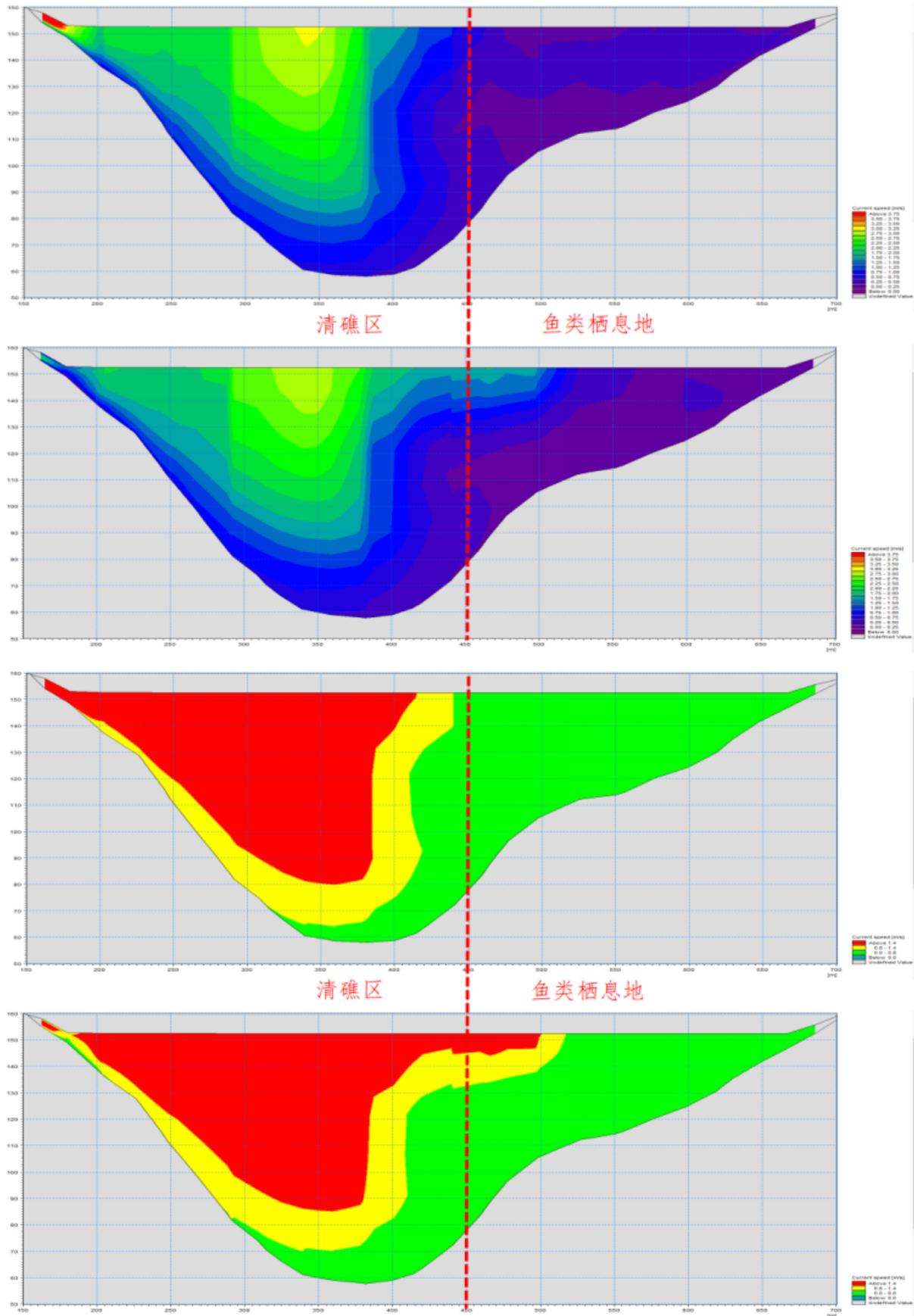


图 5.1.4-3 沿断面 (Y) 方向的模拟结果

（五）取水口影响分析

工程所在江段范围内共有大渡水厂 1 个取水口，因分布于峡谷急流江段，整治工程完成后，取水口水位变幅为±0.02m；大渡水厂取水口最大流速减少±0.05m/s，工程对其基本不造成影响。

5.2 水环境影响评价

5.2.1 工程涉及饮用水源保护区的合规性

根据渝府发〔2002〕83 号重庆市饮用水源保护区划分规定等相关文件，工程评价范围内长江两岸共分布 1 个生活饮用水取水口、1 个企业取水口及 1 个饮用水源保护区。

根据整治工程与饮用水源保护区的位置关系，大梁、大渡口清礁工程位于涪陵区大渡水厂二级饮用水源保护区内。其他整治工程均不在水源保护区内。

大渡水厂取水泵站位于涪陵区江北街道，采用趸船取水，取水规模为 1000m³/d。目前正常使用中，河床稳定，未出现泥沙累积性淤积。

根据《中华人民共和国水污染防治法》中第五章 饮用水水源和其他特殊水体保护：第五十七条 在饮用水水源保护区内，禁止设置排污口。

第五十九条 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。

大梁、大渡口清礁工程位于涪陵区大渡水厂饮用水源二级保护区内，开挖施工主要是施工产生的悬浮物 SS，不产生其他污染物，施工结束后，污染物自动消失，与《中华人民共和国水污染防治法》关于水源保护区保护要求相符。

设计阶段，建设单位已征求重庆市人民政府意见，同意本工程实施。

5.2.2 施工期水环境影响评价

5.2.2.1 清礁清渣、抛填悬浮泥沙影响分析

清礁清渣、抛填过程会产生悬浮泥沙影响，评价利用长江涪陵至铜锣峡江段航道清礁工程施工期水质监测进行类比分析。

长江涪陵至铜锣峡江段航道清礁工程内容主要为清礁、抛填，施工内容、施工工艺、施工工期和与本工程一致，河床底质基本一致，因此可以选取该航道整治工程对水环境的影响进行类比分析。

根据《长江涪陵至铜锣峡江段航道清礁工程环境保护验收调查表》，枯水期施工条件下，在清礁清渣作业点上游 50m、清礁清渣作业点下游 50m 以及清礁弃渣作业点上游 50m、清礁弃渣作业点下游 50m、清礁弃渣作业点下游 300m 分别设置监测断面，于 2005 年 12 月 7 日实施监测，监测结果见表 5.2.2-2。

表 5.2.2-2 长江涪陵至铜锣峡江段航道清礁工程施工期水质监测结果

监测断面		监测日期	SS	说明
I	黄草峡清礁弃渣作业点上游 50m	2005.12.7	22	本底值
II	黄草峡清礁弃渣作业点下游 50m	2005.12.7	25	
III	黄草峡清礁弃渣作业点下游 300m	2005.12.7	23	

由表可见，枯水期清礁清渣、抛石时悬浮泥沙影响范围在下游 300m 范围内。

5.2.2.2 乳化炸药对水环境影响分析

(1) 乳化炸药成分

选择低威力、低爆速的炸药，有利于减小爆破产生的地震冲击波。本工程采用目前在航道整治清礁施工中普遍使用的是无毒、防水的新型乳化炸药。该炸药以硝化甘油为主要成分，另加硝酸钾、硝酸钠或硝酸铵作氧化剂，胶质棉作吸收剂与增塑剂，少量木粉作疏松剂的混合炸药，具有抗水性强、密度大、威力大、敏感度高的特点，故炸药的爆速应控制在 2800~3100m/s 之间。

施工前必须做浸水试验，确保施工中炸药不进水，较大程度减少炸药浸出物对长江水质的污染，试验要求见表 5.2.2-3。

表 5.2.2-3 炸药、雷管浸水试验要求

主要材料	检测方法	描述
乳化炸药	淡水浸泡试验	将适量乳化炸药用透水材料包装后沉入江水中浸泡，在 25 米左右水深的江水中浸泡 2~3 天后捞出，观测其密度和形态变化，并在平坦沙地进行传爆和殉爆试验，测量爆破形成的漏斗直径和深度，以判断乳化炸药的放水质量，施工中使用时要采用具有一定放水作用的材料进行包装。
电雷管	淡水浸泡试验	一般和炸药浸水试验同时进行，根据施工区水深及炮次起爆周期确定浸水深度和时间，可与炸药浸泡时间和深度等同。浸泡前取不同段别的雷管各一发串联，并测量其串联电阻值，捞出后测量阻值变化，并做引爆试验，能成功引爆的为合格，在施工中还应剔除阻抗异常的雷管，并对其进行放水处理。

(2) 炸药爆炸后水质影响

爆炸后主要气体为氮氧化物、CO，基本不会水质产生污染影响。为了进一步说明

爆破后水质变化情况，引用三峡—葛洲坝两坝间乐天溪航道整治工程进行类比分析。

根据三峡—葛洲坝两坝间乐天溪航道整治工程环境保护验收监测资料，枯水期施工条件下，在清渣点下游 50m 和抛填区下游 1500m 设置监测断面，于 2011 年 3 月 24 日、2011 年 11 月 12 日实施监测，监测结果见表 5.2.2-4。

表 5.2-4 爆破、弃渣施工水质监测结果

监测断面	时间	检测结果 (mg/L, 水温、pH 除外)					
		COD _{Mn}	BOD ₅	DO	NH ₃ -N	总磷	石油类
I	2011.03.24	2.30	1.8	8.61	0.10	0.09	<0.02
		2.38	1.7	8.92	0.12	0.10	<0.02
II		2.29	1.5	8.78	0.11	0.10	<0.02
		2.28	1.6	8.84	0.13	0.09	<0.02
III		2.30	1.7	8.93	0.12	0.08	<0.02
		2.28	1.6	8.67	0.13	0.09	<0.02
I	2011.11.12	2.53	1.6	7.01	0.13	0.08	<0.02
		2.62	1.7	7.28	0.16	0.09	<0.02
II		2.52	1.5	7.1	0.14	0.09	<0.02
		2.51	1.6	7.22	0.17	0.09	<0.02
III		2.53	1.6	7.13	0.16	0.07	<0.02
		2.51	1.7	7.09	0.17	0.09	<0.02

由表可见，清渣点、抛填施工时下游水质中的 TP、NH₃-N 变化不大，爆破产生的物质对水质影响很小。

5.2.2.3 清礁清渣、抛填引起底泥扰动影响分析

清礁清渣、抛填施工作业搅动底泥，产生底泥再悬浮于水体中的现象，工程清渣的河床底质主要以基岩和粉砂为主。由于施工不产生酸性废水，同时水体中 pH 值正常，根据《长江涪陵至铜锣峡江段航道清礁工程环境保护验收调查表》，工程清礁清渣、抛填过程中不会造成 pH 值或温度的大幅度改变，对底泥扰动的持续时间也不长。

前期环境检测结果表明 4 个航道监测点的底质 Cu、Cd、Pb、Hg、Cr（六价）、As 及 Ni 共 7 个监测因子均满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的所建议的第二类用地要求。因此，再悬浮于水体中的重金属影响

很小，不会造成作业点下游重金属超标污染，更不会影响到下游各取水口水质。

5.2.2.4 施工人员生活污水影响分析

施工期施工人员生活污水的发生量约 19.2t/d，污水中主要污染因子 COD、BOD₅ 的浓度分别达到 300mg/L、200mg/L，发生量分别为 5.76kg/d 和 3.84kg/d，施工期生活污水发生总量为 14400t，COD、BOD₅ 发生总量分别为 4.32t、2.88t。

工程施工营地设置于涪陵城区或清溪镇，市政设施完备。其余施工人员生活污水全部发生在施工船舶上，船舶生活污水交由有资质的环保接收船接收集中处理，不排入长江。

5.2.2.5 施工期含油废水影响分析

施工船舶舱底油污水发生总量为 1080t，石油类发生量为 5.4t。

施工船舶舱底油污水应遵守交通部 2015 年 25 号令《中华人民共和国防治船舶污染内河水域环境管理规定》，申请有资质的船舶污染物接收点接收处理。工程施工期相对较长，施工船舶舱底油污水发生量相对较小，通过收集处理后对水环境基本不产生污染影响。

5.2.3 营运期水环境影响评价

根据工程建设标准和设计船型，2025 年、2030 年船舶油污水量分别为 5.24 万 t/a、5.95 万 t/a；2025 年、2030 年船舶生活污水量分别为 0.66 万 t/a、0.76 万 t/a。

航道整治后，随着大吨位船舶比例的逐步提高，大吨位船舶的防污设施明显好于小型船舶，对减小船舶排污是有利的。根据交通部 2015 年 25 号令《中华人民共和国防治船舶污染内河水域环境管理规定》，营运船舶舱底油污水、生活污水应申请有资质的船舶污水接收点接收处理，不得在航道内随意排放未经处理的船舶舱底油污水和船舶生活污水。

营运期辖区重庆海事部门应加强对航道内船舶污水的管理，只要管理到位，船舶污水基本不会对航道内水环境造成污染影响。

5.2.4 对取水口影响评价

（一）施工期

该工程规模大，影响范围广，沿线各种生活取水口较多。根据以上影响分析，受工程清礁清渣及抛石等施工作业影响的取水口水质及取水设施影响情况见表 5.2.4-1。

根据前面类比分析，施工悬浮物影响范围基本在沿水流方向下游 300m。

表 5.2.4-1 工程施工对取水口及水源保护区影响分析

水道	取水口	是否饮用水源保护区	施工期影响分析
菜籽梁	大岩口取水口	否	大梁滩段清礁工程下游 1800m，大渡口滩段清礁工程上游 800m，中间有水面相隔，基本不影响取水口水质。
	大渡水厂取水口	是	大梁滩段清礁工程位于饮用水源二级保护区内，位于一级水源保护区上边界上游 1400m。 大渡口滩段清礁区位于饮用水源二级保护区内，位于一级水源保护区下边界下游 100m。工程施工不影响取水口水质，但对二级水源保护区的水质有短暂影响。

由上表可以看出。工程施工会对大渡水厂二级水源保护区的水质产生短暂污染影响，对其他取水口及其水源保护区水质不会产生污染影响。开挖施工时可严格控制施工水域面积，减小悬浮物影响范围，同时在取水口周围设置防污帘，减少悬沙污染。

根据已有航道整治现场实测结果，施工悬浮物沉降速度较快，施工作业停止 2 小时后下游水质基本可以恢复到原有水平。

（二）运行期

① 三峡水库整体淤积情况

三峡水库 175m 试验性蓄水以来 2008~2018 年，水库淤积泥沙主要集中在清溪场以下的常年回水区，淤积量占库区总淤积量的 89%，变动回水区淤积量小（见表 5.2.4-2）。其中清溪场至万县淤积量最大，为 5.38 亿 t，占比 48%；万县至大坝淤积 4.69 亿 t，占比 41%；变动回水区中下段寸滩至清溪场淤积 0.86 亿 t（工程江段），占比 8%；寸滩以上变动回水区上段淤积 0.39 亿 t，仅占总淤积量的 3%。

表 5.2.4-2 三峡库区不同年份分段淤积量统计表（万 t）

时段	淤积量	库区分段淤积量/占库区总淤积量百分比			
		朱沱~寸滩	寸滩~清溪场	清溪场~万县	万县~大坝
2003 年 6~12 月	12421	/	/	4950	7460
2004 年	10230	/	/	3630	6600
2005 年	15100	/	/	4890	10210
2006 年	9319	/	590	4790	3940
2007 年	16950	/	370	9610	6970
2008 年	18560	/	2870	8420	7270
2009 年	14700	860	-756	7700	6900
2010 年	19620	1220	2260	7900	8220
2011 年	9508	850	483	5740	2398
2012 年	17370	780	2118	7600	6870
2013 年	9420	490	94	3610	5210
2014 年	4490	-280	234	3250	1290
2015 年	2775	-206	-112	2390	705
2016 年	3338	-363	448	2160	1088

时段	淤积量	库区分段淤积量/占库区总淤积量百分比			
		朱沱~寸滩	寸滩~清溪场	清溪场~万县	万县~大坝
2017年	3117	-172	570	1960	757
2018年	10420	740	349	3100	6220
2008~2018年	113318	3919	8558	53830	46928
		3%	8%	48%	41%
2003~2018年	177336	3919	9518	81700	82106
		2%	5%	46%	46%

注：表中数据采用输沙量法计算得到。

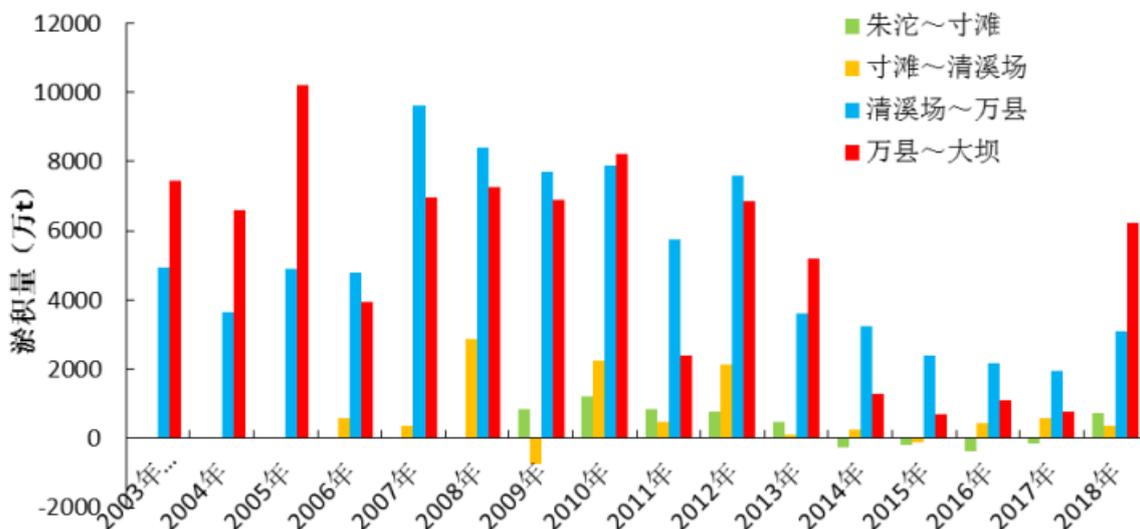


图 5.2.4-1 三峡库区不同年份分段淤积量变化

② 工程断面的淤积情况

该江段内近年来河道地形冲淤变化不大，横断面形状及河岸保持稳定，各断面深槽位置及深度基本无明显变化，仅在两岸的近岸的边滩及缓流区内有较小的冲淤变化。由此说明，工程江段近年来河床年际间冲淤变化较小，主河槽基本处于冲淤平衡的状态，三峡水库蓄水以后的泥沙累积性淤积不明显。

由图 5.2.4-2 可知，项目取水口位于峡谷急流江段，理论上不存在淤积的可能。

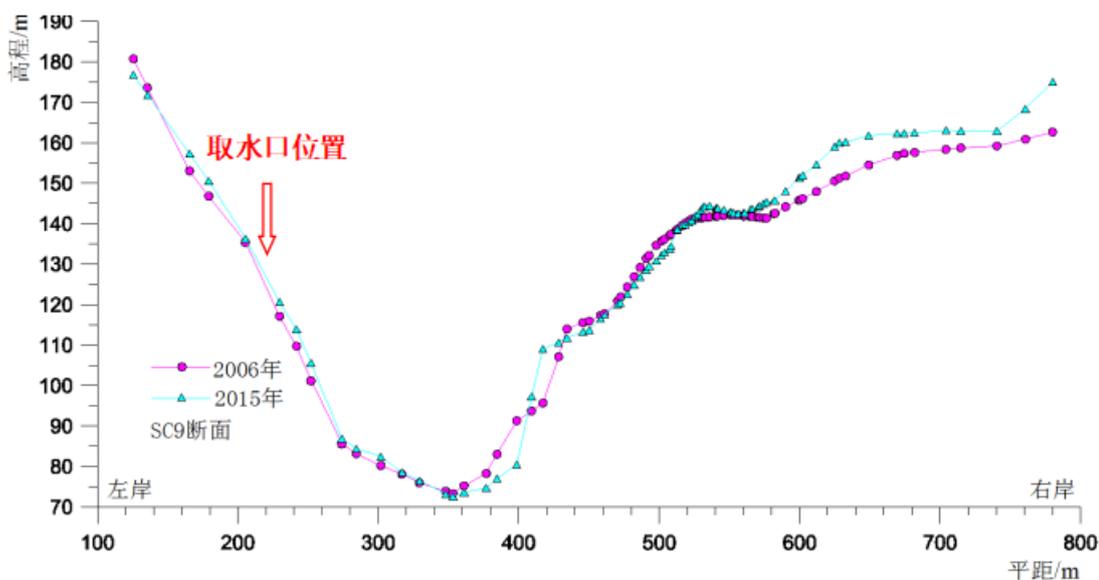


图 5.2.4-2 取水口附近典型断面淤积情况

综上所述，工程江段位于三峡水库变动回水区，自三峡水库蓄水以来，尤其是 175m 蓄水以来，受向家坝、溪洛渡水利枢纽运行影响，随着来沙大幅减少，入库沙量也大幅减少，江段淤积速度进一步放缓。同时，项目取水口位于峡谷急流江段，理论上不存在淤积的可能。

表 5.2.4-3 建设项目地表水环境影响评价自查表

工作内容		自查项目		
影响识别	影响类型	水污染影响型 <input type="checkbox"/> ; 水文要素影响型 <input checked="" type="checkbox"/>		
	水环境保护目标	饮用水水源保护区 <input checked="" type="checkbox"/> ; 饮用水取水口 <input checked="" type="checkbox"/> ; 涉水的自然保护区 <input type="checkbox"/> ; 重要湿地 <input type="checkbox"/> ; 重点保护与珍稀水生生物的栖息地 <input checked="" type="checkbox"/> ; 重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等渔业水体 <input checked="" type="checkbox"/> ; 涉水的风景名胜区 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>		
	影响途径	水污染影响型	水文要素影响型	
		直接排放 <input type="checkbox"/> ; 间接排放 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>	水温 <input type="checkbox"/> ; 径流 <input type="checkbox"/> ; 水域面积 <input checked="" type="checkbox"/>	
影响因子	持久性污染物 <input type="checkbox"/> ; 有毒有害污染物 <input type="checkbox"/> ; 非持久性污染物 <input type="checkbox"/> ; pH 值 <input type="checkbox"/> ; 热污染 <input type="checkbox"/> ; 富营养化 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>	水温 <input type="checkbox"/> ; 水位 (水深) <input checked="" type="checkbox"/> ; 流速 <input checked="" type="checkbox"/> ; 流量 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>		
评价等级	水污染影响型	水文要素影响型		
	一级 <input type="checkbox"/> ; 二级 <input type="checkbox"/> ; 三级 A <input type="checkbox"/> ; 三级 B <input type="checkbox"/>	一级 <input type="checkbox"/> ; 二级 <input checked="" type="checkbox"/> ; 三级 <input type="checkbox"/>		
现状调查	区域污染源	调查项目		
		已建 <input type="checkbox"/> ; 在建 <input type="checkbox"/> ; 拟建 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input checked="" type="checkbox"/>	拟替代的污染源 <input type="checkbox"/>	
	受影响水体水环境质量	调查时期		数据来源
		丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>	生态环境保护主管部门 <input checked="" type="checkbox"/> ; 补充监测 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>	
	区域水资源开发利用状况	未开发 <input type="checkbox"/> ; 开发量40%以下 <input checked="" type="checkbox"/> ; 开发量40%以上 <input type="checkbox"/>		
	水文情势调查	调查时期		数据来源
丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>		水行政主管部门 <input checked="" type="checkbox"/> ; 补充监测 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>		
补充监测	监测时期		监测因子	
	丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 平水期 <input type="checkbox"/> ; 枯水期 <input type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>	pH、水温、悬浮物、高锰酸盐指数、溶解氧、五日生化需氧量、氨氮、总磷和石油类	监测断面或点位 监测断面或点位个数 (4) 个断面	
现状评	评价范围	河流: 长度 (18) km; 湖库、河口及近岸海域: 面积 () km ²		
	评价因子	pH、水温、悬浮物、高锰酸盐指数、溶解氧、五日生化需氧量、氨氮、总磷和石油类		
	评价标准	河流、湖库、河口: I类 <input type="checkbox"/> ; II类 <input checked="" type="checkbox"/> ; III类 <input checked="" type="checkbox"/> ; IV类 <input type="checkbox"/> ; V类 <input type="checkbox"/>		

价		近岸海域：第一类 <input type="checkbox"/> ；第二类 <input type="checkbox"/> ；第三类 <input type="checkbox"/> ；第四类 <input type="checkbox"/> 规划年评价标准（ ）	
	评价时期	丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>	
	评价结论	水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况 <input checked="" type="checkbox"/> ：达标 <input checked="" type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标状况 <input checked="" type="checkbox"/> ：达标 <input checked="" type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 水环境保护目标质量状况 <input checked="" type="checkbox"/> ：达标 <input checked="" type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况 <input checked="" type="checkbox"/> ：达标 <input checked="" type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 水资源与开发利用程度及其水文情势评价 <input checked="" type="checkbox"/> 水环境质量回顾评价 <input checked="" type="checkbox"/> 流域（区域）水资源（包括水能资源）与开发利用总体状况、生态流量管理要求与现状满足程度、建设项目占用水域空间的水流状况与河湖演变状况 <input type="checkbox"/>	达标区 <input checked="" type="checkbox"/> 不达标区 <input type="checkbox"/>
影响预测	预测范围	河流：长度（18）km；湖库、河口及近岸海域：面积（ ）km ²	
	预测因子	流速、水位及泥沙	
	预测时期	丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；平水期 <input type="checkbox"/> ；枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/> 设计水文条件 <input checked="" type="checkbox"/>	
	预测情景	建设期 <input type="checkbox"/> ；生产运行期 <input checked="" type="checkbox"/> ；服务期满后 <input type="checkbox"/> 正常工况 <input type="checkbox"/> ；非正常工况 <input type="checkbox"/> 污染控制和减缓措施方案 <input type="checkbox"/> 区（流）域环境质量改善目标要求情景 <input type="checkbox"/>	
	预测方法	数值解 <input checked="" type="checkbox"/> ；解析解 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/> 导则推荐模式 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	
影响评价	水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价	区（流）域水环境质量改善目标 <input type="checkbox"/> ；替代削减源 <input type="checkbox"/>	
	水环境影响评价	排放口混合区外满足水环境管理要求 <input type="checkbox"/> 水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标 <input checked="" type="checkbox"/> 满足水环境保护目标水域水环境质量要求 <input checked="" type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标 <input checked="" type="checkbox"/> 满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足等量或减量替代要求 <input type="checkbox"/> 满足区（流）域水环境质量改善目标要求 <input type="checkbox"/> 水文要素影响型建设项目时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价 <input checked="" type="checkbox"/> 对于新设或调整入河（湖库、近岸海域）排放口的建设项目，应包括排放口设置的环境合理性评价 <input type="checkbox"/> 满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单管理要求 <input type="checkbox"/>	

	污染源排放量核算	污染物名称 ()	排放量/ (t/a) ()	排放浓度/ (mg/L) ()		
	替代源排放情况	污染源名称 ()	排污许可证编号 ()	污染物名称 ()	排放量/ (t/a) ()	排放浓度/ (mg/L) ()
	生态流量确定	生态流量: 一般水期 () m ³ /s; 鱼类繁殖期 () m ³ /s; 其他 () m ³ /s 生态水位: 一般水期 () m; 鱼类繁殖期 () m; 其他 () m				
防治措施	环保措施	污水处理设施 <input type="checkbox"/> ; 水文减缓设施 <input type="checkbox"/> ; 生态流量保障设施 <input type="checkbox"/> ; 区域削减 <input type="checkbox"/> ; 依托其他工程措施 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>				
	监测计划	环境质量		污染源		
		监测方式		手动 <input checked="" type="checkbox"/> ; 自动 <input type="checkbox"/> ; 无监测 <input type="checkbox"/>		
		监测点位		大渡水厂取水口等 ()		
监测因子		COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷、SS ()				
污染物排放清单		<input type="checkbox"/>				
评价结论		可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> ; 不可以接受 <input type="checkbox"/>				

5.3 生态影响分析

5.3.1 水域生态影响分析

航道整治工程建设期间，噪音、污水和施工会产生一定的负面影响，包括影响鱼类的分布和饵料生物、仔鱼漂流过程等。工程运行期间的主要影响是航道建设的流态改变影响上游鱼类育幼生境，航道条件改善增加船舶螺旋桨误伤胭脂鱼等珍稀鱼类的几率。此外，过往船只的生活污水、油污、噪音等会对水质、水环境产生一定的影响。但随着河流自然动态过程变化，生境逐渐恢复，相应的不利影响也会得到很大程度上的恢复。总体而言，工程的施工和运行对水生生态影响有限，生态环境影响是可接受的。

工程四个整治滩险全部位于长江上游重庆段四大家鱼种质资源保护区试验区，水生生态的影响分析结合重庆交通大学编制的《长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程对长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区影响专题评价报告》（2021.1）中内容进行论述。

5.3.3.1 对生境的影响

（1）水文条件改变

航道整治如炸礁、切滩、疏浚、护底、护岸、鱼骨坝、梳齿坝、护堤丁坝、潜坝等对水生生态环境的影响主要表现在对长江水域的占用和扰动，对水生生态环境的直接影响包括河流生态系统的结构特征的改变（主要是水动力条件的改变）和生态系统服务功能的破坏等方面，各个航道的建设影响是局部的。

① 河道整体情况

长江上游涪陵至丰都江段属于典型的山区河流，河床组成较坚硬，自然岸线固定，滩槽位置及形态基本吻合，深泓线平面位置、纵向高程等基本一致，多年来工程江段整体河势保持稳定。江段断面整体呈 U 型或 V 型，中间为峡谷深槽。河床组成以一般以基岩为主，部分江段有巨型石梁出露。导致工程江段航道具有“弯、险、窄、急”的典型特征，水流条件也较为复杂。工程整治 4 个滩险，清礁工程量 125.9 万方，主要目的是去除束窄险滩，保证航行安全。工程区面积相对整体江段面积不大，表层碍航礁石去除以后，断面过水面积提升 1%~3%。

随着拟建工程上游金沙江溪洛渡和向家坝两个大型水利枢纽工程的全面建成，将会拦蓄金沙江挟带的部分泥沙，从而减少工程江段的来沙量。由于向家坝电站下泄水流中含沙量减少，水流挟沙能力富裕，将会引起坝下江段出现一定的沿程冲刷。考虑到拟建

工程距离上游向家坝电站距离较远，且工程江段河床较为坚硬，抗冲刷能力较强。工程江段内天然控制节点较多，加之河道两岸多石梁和礁石，河床也多为岩石与卵石所构成，抗冲能力较强，本江段总体河势近期不会发生明显的自然演变。工程实施后，工程江段总体冲淤变形幅度较小，工程江段河道特征基本保持不变。

一般天然情况下，工程江段多年来河道形态变化不大，整体河势较为稳定。工程建设后对该江段的流速大小和分布及流向等基本没有改变，其附近水域的流速大小与分布、水流动力轴线变化均较小，对工程江段的滩槽与河岸线、河床冲淤变化影响也较小，因此，拟建工程的修建对工程江段整体河势条件与河床稳定影响较小。

② 整治滩险情况

根据 5.1.4 节，工程建设前后水位的分析结果：受清礁工程影响，礁石清除后礁石前部雍水消失，后方水位略有上升，但影响范围仅局限于礁石区域，对其他区域的影响不大。通过工程建设前后流场分析结果：受清礁工程影响，礁石后方的回流区大幅度减小至退出航槽，对其余的影响不大。

(2) 栖息地数量改变

鱼类栖息地的形成通常与河道的流场特点（如流速、底质等）有密切关系。河流中的礁石区域往往是部分鱼类喜好的栖息地之一，尤其是长江上游特有鱼类喜欢在礁石周围觅食、产卵和栖息。清礁将部分破坏河流原有礁石区域激流流态，改变鱼类觅食、产卵和栖息生境。局部的清礁虽然不改变江段总体的生态现状，对江段内鱼类生活习性和活动规律等长期行为基本不造成影响，但是局部区域的生境会受到影响。尤其对喜欢在礁石周围觅食、产卵和栖息鱼类的生境将产生破坏，从而改变这些鱼类的生存环境。与此同时，清礁及抛填等工程将改变局部江段的底部基质，导致底栖性鱼类潜在的索饵场范围减少，工程江段摄食底栖动物的鱼类所占比例较大，如黄颡鱼等。索饵场范围的减少将可能导致底栖性鱼类之间食物竞争的加剧。

清礁及抛填等将导致施工区域内原有河床底质改变，原本着生的底栖动物将随着礁石移除而损失。但工程附近区域的部分底栖动物可以附着在抛填的礁石场所，一定程度上有利于底栖动物的生长与繁育，从而弥补施工期对底栖动物的影响。工程区域水位和流速改变，对有机质及浮游生物在水体的分布影响小，不会改变高等水生生物如鱼类等在工程附近的分布。

本工程仅仅是对碍航部分进行清礁，且抛填过程已对鱼类栖息地进行了避让。因此工程建设不会减少鱼类栖息地的数量，只是减少了原有栖息地的面积。老虎滩对面的生

境异地重建后，可在某种程度上增加了鱼类的栖息生境。

(3) 环境污染对栖息地的影响

本工程中的清礁和抛填等施工活动将会扰动河床，使河床底泥再悬浮，引起岸边水体悬浮物浓度增大；从而导致局部江段水体混浊、溶解氧降低，这对喜欢清新水质、对溶氧要求较高的鱼类（如铜鱼等）有一定影响，施工期内施工区的水体环境将不适宜其生存。悬浮泥沙影响范围在下游 300m 范围内。施工结束后，水体透明度恢复，受影响浮游生物的数量可很快恢复到原有水平。

现状航道底质调查显示沉积物中重金属含量低，涉水施工时沉积物中重金属与江水混合，不会产生明显的溶出现象。因此，涉水施工前后水体中重金属变化不明显。

5.3.3.2 对浮游植物、浮游动物和底栖动物的影响

(1) 浮游植物

水体浮游植物的时空分布、叶绿素 a 的含量是衡量水体初级生产力的基础，其与透明度呈现密切关系。施工过程会扰动施工区域水体底泥和岸边土壤，产生大量的悬浮物；施工期间的生活污水如不经处理而直接排放，固体废弃物、生活垃圾等如不集中防护和处理，将对水体造成一定程度的污染，主要是具有较高悬浮物浓度而使水体透明度下降，并带有少量的油污。上述悬浮物直接或间接进入施工江段水体中将导致该水域悬浮物浓度上升，悬浮物在重力、波浪、风力等因素作用下扩散、运动，进而将影响工程江段各类自然保护区以及工程范围内其它水域的浮游生物的生存环境，导致施工期间浮游藻类的密度和数量下降、光合作用下降，水体的初级生产力阶段性减少。

根据水环境影响预测分析，施工产生的悬浊物影响范围分别为施工点下游 300m，影响范围面积相对工程江段而言很小。同时，工程江段浮游植物种类丰富，以沿线江段内的常见物种为主，具有普生性的特点，且适应环境的能力很强。施工建设可能会降低施工区域浮游生物的生物量，但这种影响会随着施工的结束而逐渐得到恢复。工程建设施工合理安排，尽量利用枯水期开展陆域施工，减少涉水面积。

经悬浮物扩散范围内水生生物资源损害评估，项目施工期浮游植物损失量结果为 25572 kg。工程建成后，施工所造成的局部、暂时的影响将消失。浮游植物种类和分布较工程实施前不会有显著的变化，前期航道工程的影响回顾分析也表明了，工程建设完成后工程水域的浮游植物能够恢复。

(2) 浮游动物

施工期间因悬浮物增加，浮游植物的光合作用在一定程度上受到不利影响，光合作

用强度有所下降，初级生产力阶段性减少，会一定程度上减少浮游动物的数量和影响其种类组成。同时，也会打乱一些靠光线强度变化而进行上下垂直活动的浮游动物的生活规律；悬浮物还会粘附在浮游动物体表，因而使其运动、摄食等活动受到影响，过量的悬浮物会堵塞桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，对其存活和繁殖有抑制作用，严重时会造成死亡，从而使局部水域内浮游生物的数量生物减少。

对悬浮物的急性毒性试验结果表明，当泥沙含量持续 48 小时超过 3mg/L，对浮游动物的生存造成负面影响，96 小时的半致死浓度为 4.16mg/L。此外，悬浮物对轮虫的慢性毒性试验结果表明，当悬浮物浓度达到 7mg/L 时，对轮虫的内禀增长率产生显著影响。水中悬浮物浓度的增加会对桡足类等浮游动物的繁殖和存活存在显著的抑制，如具有依据光线强弱变化而进行昼夜垂直迁移习性的部分地区优势桡足类动物可能会因为水体的透明度降低，造成其生活习性的混乱，进而破坏其生理功能而亡。施工期航道整治工程对水环境的影响会导致浮游动物生物量的降低，工程施工结束后，上述影响消失。

经悬浮物扩散范围内水生生物资源损害评估，项目施工期浮游植物损失量结果为 1934.7kg。运营期间，施工所造成的局部、暂时的影响将消失，因此浮游生物群落结构不会有明显的变化。前期航道工程的影响回顾分析也表明了，整治工程建设完成后工程水域的浮游动物能够恢复。

(3) 底栖动物

底栖动物是长期在水域底部泥沙中、石块或其他水底物体上生活的动物，自然水体中底栖动物的种类和数量与底层杂食性鱼类有着极大的关系。清礁工程对底栖动物较大的影响是直接改变了其生活环境，从而使其种类、数量、分布也产生一定的影响，清礁施工将导致施工区域内原有河床底质被改变，原本着生的底栖动物将随着礁石移除而损失。此外，弃渣会使底栖动物遭弃土、礁石覆盖而死亡。

同时调查发现，本项目的清礁工程具备一定的特点：① 受水深和含沙量影响，工程区域水下光照衰减严重，在洛碛的监测结果表明在水下 1m 光照即衰减 95%以上，河床底层缺乏足够的光照进行光合作用，初级生产力不足，物质和能量输入以碎屑能源为主。② 工程区域属于航道上的急流滩险，礁石区域流速大于 2m/s，在急流的冲刷之下，理论上不适应刮食型底栖动物的生存。因此，可以认为，工程的影响区域不是底栖动物的适宜栖息地。此外，本工程水下清礁、弃渣仅改变了部分江段的底质环境，对评价江段整体底栖动物的影响不大。

就施工过程本身而言，施工期间悬浮物的增加，也会对底栖动物产生影响。从调查

结果来看，工程水域大型底栖动物的物种多样性较为丰富，但从科、属阶来看，大多数科、属仅有一种物种组成，这说明物种在该江段的分布具有很大随机性。节肢动物的种类最多亦说明了这个问题，这主要是由于节肢动物在水中生活的周期较短，幼虫生活在水中，而成虫飞翔生活，对特定环境的依赖性低，而环节动物和软体动物终生生活在水中，而且移动能力弱，因此，其群落结构的变化与环境变化密切相关。

经预测得施工期造成的悬浮物颗粒和底质扰动将导致 1395kg 底栖动物死亡。但清礁工程实施后，底栖动物能在浅水缓流区的礁石上重新栖居。因此，拟建项目施工对清礁区域内的大型底栖动物的影响是暂时的。施工完毕后，如无持续干扰，新形成的礁石面上的大型底栖动物可逐渐恢复。

工程结束后，综合礁石块重新构建鱼类生境，人工鱼礁的投放将在河道内营造出局部繁杂的河床地貌，工程附近区域的部分底栖动物可以附着在上述场所，这些底栖动物生物量可得以恢复。虽然底栖动物群落将逐步恢复；但是由于底栖动物区域性强，迁移能力弱，对于环境变化通常缺少回避能力，其群落重建需要相对较长的时间。

5.3.3.3 对鱼类的影响

(1) 施工期

① 清礁施工对鱼类的损伤

清礁产生的冲击波在到达鱼体与水交界面时一般会直接通过鱼体向前传播。当鱼体内有空气腔时，由于空气的可压缩性，冲击波通过时会导致空腔壁的撕裂或破碎。鱼体内最容易受到损伤的是有鳔鱼类的鳔，除此之外，还有鱼类的肝、肾等内脏器官。当鱼体离清礁点比较近时，除了对内脏器官造成损害以外，对鱼的身体外部也会造成损伤。

对距爆破中心不同距离各测站的受试生物的总死亡率进行统计，发现致死率随着爆心距的增大而逐渐减小。说明鱼类的致死率与爆心距有密切的关系，在单孔药量 100kg 的情况下，300 米以外各生物致死率都在 20% 以下，总体影响较小；500 米以外，爆破对受试生物基本没有影响，可认为是安全区。这种变化趋势与所测的冲击波压力值的衰减规律一致，距爆源越远水中冲击波压力就越小，鱼类致死率也越低。

采用相同药量的药包分别进行水下齐发爆破和延时爆破试验，研究发现延时爆破对鱼类和虾类产生的致死率相对齐发爆破产生的致死率要低。因为延时爆破产生的水中冲击波压力较齐发爆破要小，降低了水中鱼类所承受的水中冲击波压力值。可见，两次爆破对生物的致死效应与爆破产生的冲击波大小有一定关系。本工程清礁采用毫秒延时爆

破，对比传统爆破产生的冲击波影响小，对成鱼造成的损害对比传统爆破大幅降低。施工前采用驱鱼措施，临近工程区鱼类资源损失量较小。

② 清礁施工对卵苗的损伤

由于卵苗不像成鱼具有主动游泳回避能力，施工时间需避开了长江上游主要鱼类繁殖期（3-7月份）。姚维志、刘建虎等对于长江铜锣峡航道整治工程爆破现场监测及鱼卵损伤进行了实验，鱼卵损伤试验时采用的是水下钻孔爆破，钻孔深度 1m~1.5m，起药量为 120kg 35%硝化甘油炸药。试验表明，在离爆点 150m 距离以内，爆破冲击波使 100% 的鱼卵外壳破损。此后，距离越远损伤率逐渐减小，但在 350m 距离上破损率仍高达 51.6%。爆破处理后未破损鱼卵的孵化率也极低，距爆点 200~300m 的鱼卵全部未正常孵化，距爆点 350m 的鱼卵的孵化率只有 15.41%，仅为对照组的 27.37%。试验表明，距水下爆点 300m 内鱼卵全部不能存活，350m 内鱼卵存活率也极低，这说明水下爆破对一定范围内的鱼卵存在极大的损伤作用。

③ 施工期对渔业资源的损失

工程实施包括清礁和抛填等。根据工程施工计划，施工时间安排在每年 10 月-次年 2 月，施工避开了长江上游主要鱼类繁殖期，因此不会影响到鱼类繁殖活动。根据调查，工程江段主要经济鱼类为鲢、铜鱼、蛇鮈、吻鮈、圆筒吻鮈、南方鲇、瓦氏黄颡鱼、长薄鳅、鲤、中华倒刺鲃等。施工期对鱼类影响主要为噪音干扰及清礁冲击波。噪音主要来自清礁和抛石等涉水作业，鱼类的主动躲避行为减缓了工程对它的伤害。随着距离的增加，伤害作用会明显降低，且水下作业完成后其影响也随之消失。在施工前采用驱鱼措施，减轻了清礁冲击波对鱼类的影响。

因此，施工期对鱼类产生影响有限，但在一定程度上影响鱼类的分布。同时，评价江段自 2020 年起实施全面禁捕，渔民全部实施补贴上岸，因此可认为清礁施工对渔业资源的影响不大。

④ 施工期对珍稀特有鱼类的影响

详见第 6 章保护区章节。

⑤ 施工期对三场一通道的影响

详见第 6 章保护区章节。

(2) 营运期

① 河道水文条件改变

礁石清除后主要改变滩上流速，表现为滩后大流速区域沿水流方向（X方向）和水

深方向（Y方向）增加，但在Z方向上的变化不明显。以和尚滩为例，工程实施后，对鱼类适宜生境的影响范围为沿着X方向推移约100m，沿Y方向向左岸缩减约70m，沿Z方向下移2m。

根据鱼类聚集区的调查结果，涪陵至丰都江段的鱼类一般以中下层鱼类为主，分布在离水面20m以下的空间区域。其流速选择为鱼类喜好0-1.4 m/s流速范围区域，80%以上的鱼类聚集与0-0.8 m/s流速范围区域。其习性为鲢、鳙以表层浮游生物为食；瓦氏黄颡鱼栖息于水体底层；蛇鮈、宜昌鳅鲇是栖居于水体中下层的小型鱼类；铜鱼习惯于水体下层结群游弋；其余的鲤、鳊分布较广。

整体而言，清礁工程实施后，可能在一定程度上缩小了表层鱼类如鲢、鳙的活动范围，而对涪丰段分布的中下层鱼类影响不大。

② 运营期航运量增加对鱼类的影响

运营期，频繁地航运也会增加误伤大型水生生物的风险。船只的噪音及螺旋桨都会导致鱼类分布的变化。船只运行的噪音和波浪造成鱼类的主动回避；船只螺旋桨可能造成躲避不及时的鱼类的死亡和伤害，误伤一定数量的鱼类。但总的说，这种影响和误伤的比例很小。

③对珍稀特有鱼类的影响

见第6章保护区章节。

④对鱼类三场一通道的影响

见第6章保护区章节

5.3.2 陆域生态影响分析

工程建设内容全部位于水域，没有占用陆域土地，工程建设和运营不会对陆域植被造成直接影响。工程租用现有码头场地作为临时堆场，占地类型均为建设用地，上述临时占地不会对周边植被造成影响。

工程建设和运营对陆域生态影响主要表现在如下几个方面：

(1) 工程占用植被类型情况

本项目用于生境营造的生态鱼礁需要购买鱼礁空心块体并采用驳船运输抛投，生境重建区位于老虎梁滩段右侧，拟在靠近该区的右岸设置临时堆场。施工时可租用建设涪陵城区或者清溪镇居民的居住房作为施工营地。随船施工人员由生活船提供生活设施；工程无弃土，无需设置弃土场。工程没有占用任何陆生植被，工程建设和运营不会对周边植被造成影响。

(2) 对陆生野生动物的影响

工程评价区野生动物资源基本是常见鸟类如黑枕黄鹂、灰喜鹊、喜鹊、大山雀等；兽类如食蟹獾、獾、鼬獾、狗獾等。受施工噪声影响，上述野生动物会远离施工区，自动迁移到附近适宜的生存环境中去，工程建设和运营对上述野生动物的影响很小。

5.4 声环境影响分析

5.4.1 施工期声环境影响分析

(1) 预测方法

对于施工期间的噪声源的预测，通常将视为点源预测计算。根据点声源衰减模式，可以估算出离声源不同距离敏感区的噪声值。预测模式如下：

$$L_2=L_1-20\lg(r_2/r_1)-\Delta L$$

式中：L₁、L₂—分别为距声源 r₁、r₂ 处的等效 A 声级(dB(A))；

r₁、r₂—接受点距声源的距离(m)；

ΔL—附加衰减量(dB(A))。

各声源在预测点产生的贡献声级 L_P 采用以下计算模式：

$$L_P = 10\lg \left[\sum_{i=1}^n 10^{0.1L_i} \right]$$

(2) 预测结果

按表 5.4.1-1 中所列设备噪声和上述计算公式，估算得到主要声源单机噪声在不同距离处的声级，并取不利的泥驳和清渣船同时施工，计算得到不同距离处的声级叠加值，具体见表 5.4.1-1。

表 5.4.1-1 主要施工机械噪声预测结果

序号	机械、车辆类型	距离(m)							
		20	40	60	80	100	200	300	500
1	钻孔清礁船	78.0	71.9	68.4	65.9	64.0	58.0	54.4	
2	水下施工爆破	78.0	71.9	68.4	65.9	64.0	58.0	54.4	
3	泥驳、铁驳	62.5	56.5	53.0	50.5	48.5	42.5	39.0	
4	挖泥船	78.0	71.9	68.4	65.9	64.0	58.0	54.4	
5	泥驳、铁驳、挖泥船	78.1	72.0	68.5	67.0	64.1	58.1	54.5	

(3) 预测结果分析

表 5.4.1-1 可知, 钻孔清礁船、泥驳、铁驳和挖泥船施工, 单机噪声最大在昼间 50m、夜间 280m 外可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)要求; 爆破位于水下, 对水上的噪声影响很小。泥驳或铁驳及挖泥船施工机械同时作业, 噪声超标影响范围最大将扩大至施工场界外昼间 51 米、夜间 285 米内范围。评价范围内有 8 个居民敏感点, 最近距离为二渡村 150 米, 本工程夜间(22:00 至次日凌晨 06:00)不施工, 施工泥驳和挖泥船施工作业昼、夜间噪声不会对居民产生干扰影响;

施工期噪声影响面相对较窄, 具有暂时性和间歇性的特点, 随着施工活动的结束, 影响即消失。

5.4.2 振动影响分析

(1) 爆破振动对建筑物的影响

本次评价主要考虑施工爆破对普通建筑物的破坏程度。目前在爆破振动安全分析中, 较多采用垂直振动速度作为建筑物的破坏判别依据, 振动速度主要跟一次爆破的用药量有关。

根据 GB6722—2014《爆破安全规程》中有关爆破地震安全距离的规定, 建筑物地面质点的安全振动速度, 对一般砖房、非抗震的大型砖块建筑物、取水口建筑物为 2cm/s。

爆破安全距离可用萨道夫斯基经验公式计算:

$$R = \left(\frac{K}{V} \right)^{\frac{1}{a}} Q^{\frac{1}{3}} \max$$

式中: R—爆破地震安全距离, m;

Q_{max}—1 次爆破的最大装药量, kg;

V—地震安全速度, cm/s;

K、a—地形、地质有关的系数和衰减指数, 中硬岩石 K 取 150~250, a 取 1.5~1.8。

根据上述公式计算爆破振动安全允许距离与单段药量控制值, 详见表 5.4-2。

表 5.4-2 爆破振动安全允许距离与单段药量控制值

单位: m

震速 装量(kg)	震速 2cm/s	
	K=150, a=1.8	K=250, a=1.5
50	40.6	92.1
100	51.1	116.0
150	58.5	132.8
200	64.4	146.2

250	69.3	157.5
-----	------	-------

由表 5.4-2 可知：只要根据 GB6722—2014《爆破安全规程》中有关爆破地震安全距离的规定，控制炸药量，严格按照建筑物地面质点的安全振动速度施工作业，本工程最大单响药量控制在 200kg 以内，对一般砖房、非抗震的大型砖块建筑物、取水口建筑物爆破振动安全允许距离为 85.5m，而距清礁区最近的二渡村居民为 150 米外，距清礁区最近大渡水厂取水口为 200m，可见本工程对清礁点周围居民房屋和取水口建筑无明显振动影响。

(2) 振动声级预测

清礁工程评价范围内无文物保护单位和古建筑等。本工程清礁施工作业区距最近的厂房及民房（砖混）直线距离 150m 高差 50m；距大渡口水文过江电缆水平 500m，高差 65m；距群猪滩过江天然气管道水平距离 170m，高差 53m。工可方案已对各清礁点周围的敏感建（构）筑物分别进行了最大药量的计算，并取其中的较小值作为该清礁点的最大药量，最大用药量不超过 200kg。只要根据 GB6722-2003《爆破安全规程》中有关爆破地震安全距离的规定，建筑物地面质点的安全振动速度施工作业，本工程对厂房及民房、水文过江电缆、过江天然气管道等建筑无明显振动影响。

5.4.3 营运期声环境影响分析

根据拟建航道整治航运规划，营运期航行船舶以 5000t 级驳船作为全年设计代表船。根据长江上、中游同等级航道实测资料，该类船型 15m 处的暴露声级约 76dB（A），衰减至 70dB（A）的距离为 30m，衰减至 55dB（A）的距离为 169m。

航道整治后，附近居民离航道中心线的距离均在 200m 以外，航行船舶噪声影响范围主要是在长江上，基本不会对航道沿线居民造成噪声超标影响。

5.5 环境空气影响分析

5.5.1 施工期环境空气影响分析

5.5.1.1 施工期大气污染环节分析

根据航道整治工程施工特点，施工过程中产生的主要大气污染物是施工船舶和爆破排放的少量废气，主要发生在以下施工环节：

- (1) 爆破清礁时产生的少量废气气体，主要污染因子为粉尘、CO、NO_x；
- (2) 施工船舶主机排放少量燃油废气，主要污染因子为 SO₂、NO_x 和烃类等。

5.5.1.2 施工对环境空气的影响分析

本项目施工期产生的大气污染物均属无组织排放，在时间及空间上均较零散，采用类比调查的方法进行分析：

本工程全部为水下爆破，爆破产生的粉尘很小，对爆炸点周边大气影响很小。根据美国国家环保局 AP-42 资料，铵油炸药爆炸时 CO 排放量为 34kg/t（炸药），氮氧化物的排放量为 8kg/t（炸药）。爆破污染物的排放属于瞬时间歇排放。

据经验数据，施工船舶耗用 1 吨柴油将产生 80~90kg 有害气体。由于施工作业均在岸边或江面上进行，施工作业又具有流动性和间歇性的特点，施工船舶的有害气体将迅速扩散，对周围环境影响很小。

5.5.2 营运期环境空气影响分析

航道整治后，在其运行发挥效益期间，本身并不排放任何污染物，不会对环境产生不利影响。间接影响为过往船舶产生的船舶废气，其影响采用类比分析。

(1) 主要污染影响分析

航道内的大气污染源主要是船舶废气。船舶废气为无组织排放源，具有近距离的污染特点，废气的排放将对环境空气产生一定污染影响，但这种影响仅局限在排放点 50m 范围内，均发生在航道范围内，不会对航道两侧的居民产生污染影响。

(2) 航道整治后对环境空气的正效益

航道整治工程实施后，航道通航条件明显改善，过航能力明显增加，在年通过货运总量相同的情况下，船舶排放的废气总量将会比以前明显减少。

5.6 固体废物污染影响分析

5.6.1 固体废物发生量

(1) 施工期

施工人员生活期间将产生生活垃圾。生活垃圾以有机污染物为主。生活垃圾如果不处置将侵占地表，传播疾病，污染土壤、水体和大气。整个施工期生活垃圾产生量约为 120t。

清礁弃渣量约 131.77 万 m³。

(2) 营运期

生活垃圾：营运期固体废物主要是航道内通航船舶上的船舶垃圾，包括生活垃圾和废物。估算各水平年船舶生活垃圾产生量：2025 年 137t、2030 年 156t。生活垃圾以有

机污染物为主，少量的生产废物以无机污染物为主。

5.6.2 固体废物影响分析

施工时可租用建设涪陵城区或者清溪镇居民的居住房作为施工营地。设置垃圾桶分类收集，送城市生活垃圾填埋场统一处理，不会对环境造成不良影响。随船施工人员由生活船提供生活设施。通过加强管理，设置垃圾桶收集施工船舶上的生活垃圾和固体垃圾，船舶上的生活垃圾和固体垃圾由重庆市地方海事局认定的船舶污染物接收船接收处置，不会对环境造成不良影响。

对炸除的礁石进行资源综合利用，礁石用于生境异地重建和工程改善流态，不会对周围环境产生影响。

营运期固体废物主要来源于船舶。船舶固体废物包括生活垃圾和废物，以有机污染物为主，由船舶设置容器收集后送交重庆市地方海事局指定单位接收处置。

采取上述措施后，固体废物对环境的污染影响很小。

6.0 对长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区的影响评价

建设单位长江航道局委托重庆交通大学编制完成《长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程对长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区影响专题评价报告》，2021年2月该报告已通过农业农村部长江流域渔政监督管理办公室审查，本章内容节选自该报告的内容。

6.1 保护区基本概况

6.1.1 保护区地理位置、范围与功能区划

长江上游重庆段四大家鱼种质资源保护区位于重庆市境内南岸区广阳镇至涪陵区南沱镇之间的长江段，地处东经 106°73'至 107°53'，北纬 29°58'至 29°90'之间。种质资源保护区包括重庆市南岸区、江北区、巴南区、渝北区、长寿区、涪陵区长江段，具体涉及重庆市南岸区广阳镇至涪陵区南沱镇之间的干流江段和支流龙溪河、乌江河口区。保护区北岸是：广阳镇一人码头(106°43'31"E, 29°35'21"N)—鱼嘴—洛碛—朱家—凤城—镇安—李渡—黄旗—百胜—珍溪—南沱(107°32'01"E, 29°51'40"N)；其南岸是广阳镇—木洞—双河口—江南—石沱—蔺市—龙桥—涪陵—清溪—南沱。种质资源保护区河流总长约 127km，总面积 12310 公顷；其中核心区面积 3375 公顷，试验区面积 8935 公顷。

(1) 核心区

由 3 段江段组成，巴南区木洞镇(106°56'05"E, 29°34'46"N)—渝北区洛碛镇(106°56'05"E, 29°42'10"N)；涪陵区镇安镇(107°08'49"E, 29°42'17"N)—蔺市镇(107°12'17"E, 29°40'40"N)；涪陵区珍溪镇(107°27'30"E, 29°53'04"N)—南沱镇(107°32'03"E, 29°51'41"N)。以上核心区总长约 34km，总面积约 3375 公顷，占保护区总面积的 27.4%。核心区主要保护四大家鱼产卵场与孵幼场、其它经济鱼类的繁殖。核心区特别保护期为每年的 2 月 1 日-6 月 30 日。

在此保护区域内，未经重庆市渔业行政主管部门批准，不得从事任何可能对保护功能造成损害或重大影响的活动。禁止在核心区从事除管理、观察、监测以外的一切人为活动；禁止非特许人员进入核心区。该区域严禁任何采伐、采挖和捕捞，不得进行任何

影响生态环境的活动。主要任务是尽可能保持其原生状态，保持四大家鱼遗传多样性，不得进行任何试验性处理。

(2) 试验区

由 3 段江段构成，南岸区广阳镇(106°43'45"E， 29°35'05"N)—巴南区木洞镇(106°56'05"E， 29°34'46"N)；渝北区洛碛镇(106°56'05"E， 29°42'10"N)—涪陵区镇安镇(107°08'49"E， 29°42'17"N)；涪陵区蔺市镇(107°12'17"E， 29°40'40"N)—珍溪镇(107°27'30"E， 29°53'04"N)。以上试验区总长约 93km，总面积 8935 公顷，占保护区总面积的 72.6%。试验区主要保护四大家鱼及其它经济鱼类的育肥场和洄游通道。在此保护区区域内，在重庆市渔业行政主管部门的统一规划和指导下，可有计划地开展以恢复资源和修复水域生态环境为主要目的的水生生物资源增殖、科学研究和适度开发活动。

一般保护期为特别保护期以外的时段。在一般保护期内，在不造成四大家鱼及其生存环境遭受破坏的前提下，经重庆市渔业行政主管部门批准，可以在限定期间和范围内适当进行渔业生产、科学研究以及其它活动。在保护好物种资源和自然景观的前提下，严格审批，科学规划，合理施工，可以建立四大家鱼救护繁育中心、设立标本展览陈列室、建设科普教育基地，可以开展教学实习、科学实验、考察交流、标本采集、参观拍摄、生态旅游等活动。

保护区的位置与功能区划如图 6.1.1-1:

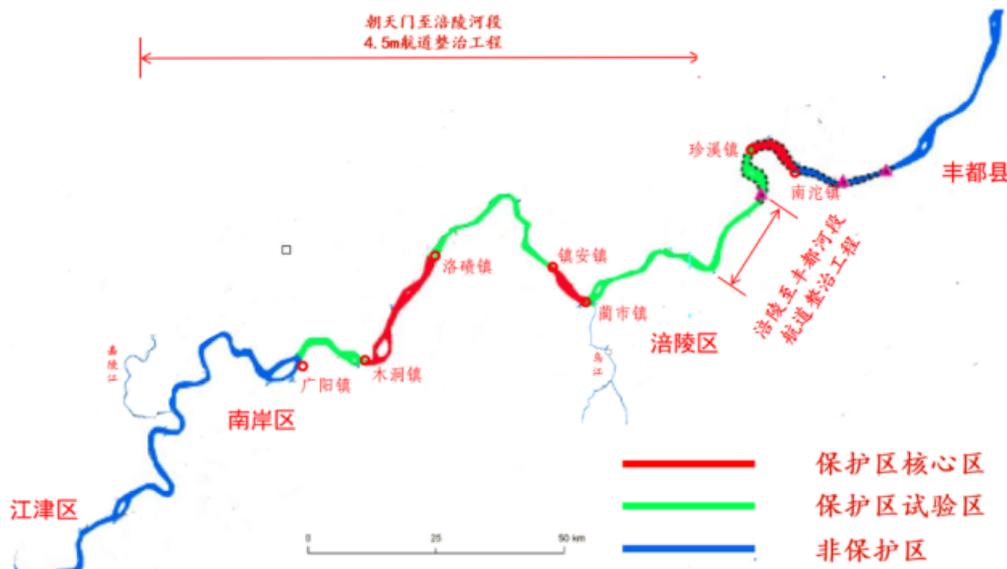


图 6.1.1-1 长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区功能区划图

6.1.2 保护区的主要保护对象及目标

保护区主要保护对象为青鱼、草鱼、鲢、鳙，其它保护对象包括达氏鲟、胭脂鱼、长薄鳅、红唇薄鳅、铜鱼、圆口铜鱼、中华倒刺鲃、岩原鲤、长吻鮠、长鳍吻鮠、翘嘴鲌等。

主要保护目标是通过四大家鱼实施保种与繁育，实现四大家鱼自然种群数量的恢复和增加；通过对保护区实施科学有效的保护与管理，提高该段长江流域生态系统自我调节平衡能力；通过加强环境监测和渔政执法，防止环境污染，规范生产经营秩序，发挥保护区综合效益。

6.1.3 保护区的渔业资源现状

结合专题单位历史监测数据和专项调查数据整理，上江上游涪陵至丰都江段共包含 136 种鱼类，隶属于 5 目 16 科 89 属。鲤形目鱼类是主要的鱼类区系组成，共 4 科 17 亚科 64 属 105 种，占总种类数的 77.21%；鲇形目 4 科 10 属 18 种，占种类数的 13.24%；鲈形目 4 科 4 属 8 种，占种类数的 5.88%；鲟形目 1 科 1 属 2 种，占种类数的 1.47%；鳊形目 2 属 2 种占种类数的 1.47%，合鳃鱼目 1 属 1 种占种类数的 0.74%。这些鱼类中，白鲟(*Psephurus gladius*)、达氏鲟(*Acipenser dabryanus*)是国家 I 级保护鱼类，胭脂鱼(*Myxocyprinus asiaticus*)、长薄鳅(*Leptobotia elongate*)等国家 II 级保护鱼类，鮠(*Luciobrama macrocephalus*)等重庆市重点保护动物。

通过渔获物分析和渔民调查，调查江段的渔业生产以捕捞为主，捕捞对象主要是鲇科鱼类、鳅科鱼类、四大家鱼等，包括部分长江上游的特有鱼类，如长薄鳅、宜昌鳅鲃等。渔获物中主要经济鱼类如四大家鱼、鲤鱼、鲫鱼、中华倒刺鲃、白甲等数量大幅减少。长江鲟、胭脂鱼、岩鲤、鲈鲤十分稀少。一些野杂鱼、低档鱼呈增长趋势，鱼类品质和经济效益严重下降。统计《长江三峡工程生态与环境监测公报》中 2009-2018 年渔获物数量及种类的数据显示（见图 6.1.3-1），近年来三峡库区渔获物的总量有所回升，由 2008 年的 2669 吨增至 14 年后每年 7000 吨左右。渔获物的种类也发生了明显的变化，鲇鱼、鲤鱼、鲢鱼、黄颡鱼在渔获物的比例中大幅度上升，如鲤占 2017 年渔获物质量的 24.2%；铜鱼、圆口铜鱼的渔获物质量和数量急剧减少。四大家鱼中，鲢鱼占比大幅度上升，草鱼占比略有提升，鳙鱼和青鱼始终维持在较低水平。

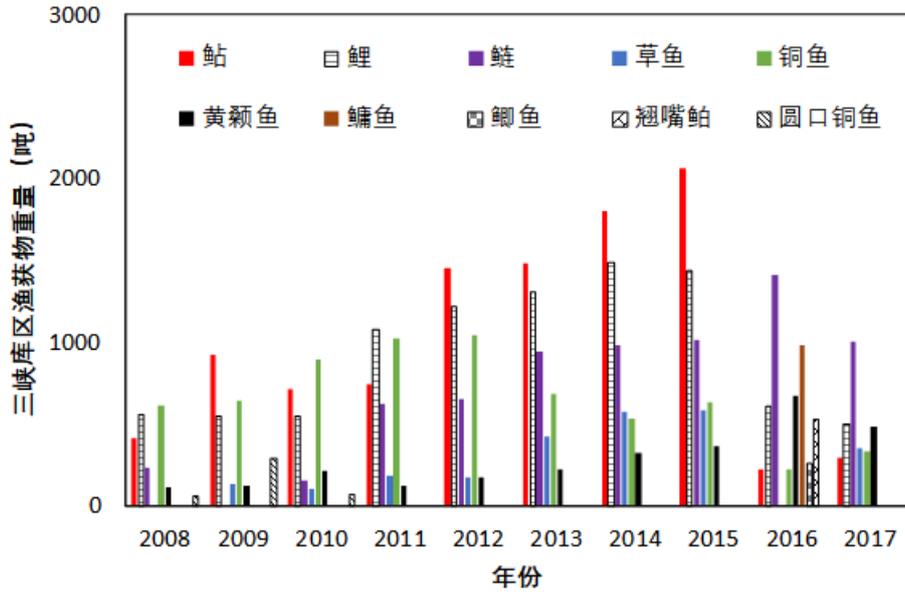


图6.1.3-1 三峡库区近10年主要渔获物质量及种类变化

珍稀鱼类：白鲟自2003年在南溪江段误捕1尾白鲟记录后，迄今未有野外捕获白鲟的记录；达氏鲟目前仍然以重庆以上江段分布为主，其主要分布在宜宾江段，泸州江段次之。专题报告调查期间，2019年10月于四川泸州水中坝区域误捕5条达氏鲟幼体；11月4日于何家坝误捕1条达氏鲟幼体；11月6日于江津区赵家中坝误捕1条成年达氏鲟，长1.48m，重10.5kg；11月8日于江津区石羊镇与合江镇交界处捕获1条成年达氏鲟，长约1m，重约4.5kg。近年来在重庆以下江段无误捕记录。胭脂鱼和长薄鳅等鱼类在工程江段有一定的分布，专题渔获物现场调查采集到国家Ⅱ级保护鱼类胭脂鱼当年幼鱼2尾，长薄鳅当年幼鱼1尾。

图6.1.3-2显示了专题渔获物现场调查的鱼类组成。

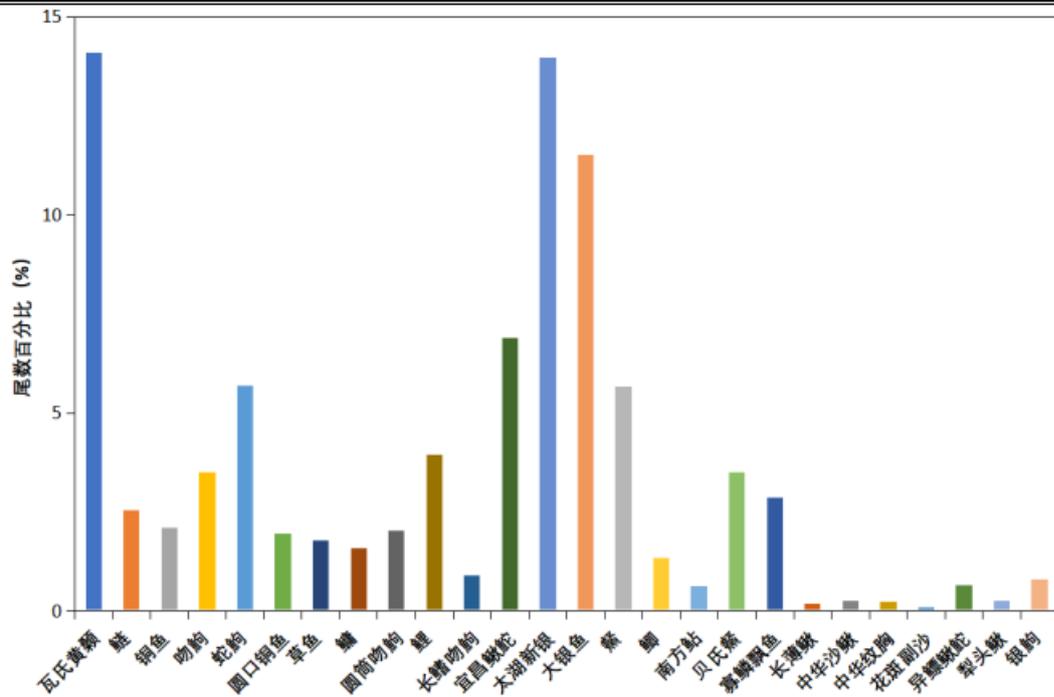


图4.2.4-15 渔获物尾数百分比

6.1.4 保护区的管理机构

保护区包括重庆市南岸区、江北区、巴南区、渝北区、长寿区、涪陵区长江段，主管机构是农业农村部(委托重庆市农业农村委员会渔业发展处)，下设木洞、长寿、涪陵三个观测站及巴南救护繁育中心。

长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程主要对江段内 4 个碍航滩险进行整治，涉及的管理机构主要包括涪陵区。涪陵区农业委员会是涪陵区渔业行政主管部门，其所属的渔政渔港监督管理站负责辖区内渔政管理工作。涪陵区渔政渔港监督管理站属财政全额拨款事业单位，参照《中华人民共和国公务员法》管理。涪陵区渔政渔港监督管理站在编人员 20 人，设站长 1 人、副站长 1 人，有高级工程师 2 人，工程师 5 人。依法履行保护和合理开发利用渔业资源，指导水产健康养殖和水产品加工流通，组织水生动植物病害防控。承担重大涉外渔事纠纷处理工作。按分工维护国家海洋和淡水管辖水域渔业权益。组织渔业水域生态环境及水生野生动植物保护。监督执行国际渔业条约，监督管理远洋渔业和渔政渔港。指导渔业安全生产等重要职责。

涪陵区于 2008 年 10 月底停止新增渔船，天然水域全部实现了有证捕捞；2020 年 1 月 1 日起，长江流域的重点水域将分类分阶段实行渔业禁捕，涪陵区实现渔民上岸。

保护区管理机构的主要职能为：长江干流天然水域产卵期执法；组织开展天然水域经济鱼类增殖放流活动；打击非法捕捞作业专项整治；江河水域生态系统修复与监管；

水生野生动物保护及紧急救护。

6.2 工程水域已建航道整治工程回顾

重庆涪陵至丰都江段历史上进行过三峡工程施工期变动回水区航道整治工程，即后来简称的“7250”工程。7250工程主要是为了解决三峡工程施工期变动回水区航道因水沙条件的改变出现淤浅、不良流态、流速和比降增加而导致碍航的问题。中国长江三峡工程开发总公司于1996年~2003年间投资7250万元对变动回水区的丰都蚕背梁至上洛碛全长120km范围内的滩险进行整治，其中观音滩、灶门子、土脑子、花滩、和尚滩共5处滩险位于涪陵至丰都江段内，均采用清礁工程。该工程中除土脑子滩在139-135m蓄水期采用分年维护疏浚措施外，其余滩险的整治在1996年10月开工，2001年12月完成，取得了良好的整治效果，并在2003年通过了竣工验收。

整体而言，由于三峡水库蓄水导致的库区及库尾江段水文条件的改变，四大家鱼等产漂浮性卵鱼类产卵场发生上移，但三峡库区上游仍存在一定数量的产卵场。疏浚和清礁等对其它水生生物的影响主要体现在施工期，施工结束后这些不利影响逐渐消除，其它水生生物资源也逐步修复。

对工程江段其它水生生物资源的调查支持了这一结论：调查江段的浮游植物调查结果与文献记录相比较，种类组成相似，密度和生物量的变化也在其他文献记录的范围内。与其他断面相比，前期工程水域调查断面的密度并没有明显差异；浮游动物的生物量变化也没有表现出工程水域与非工程水域的规律性变化。调查水域大型底栖动物的物种多样性较为丰富，但从科、属来看，大多数科、属仅有一种物种组成，这说明物种在该江段的分布具有很大随机性。节肢动物的种类最多亦说明了这个问题。这主要是由于节肢动物在水中生活的周期较短，幼虫生活在水中，而成虫飞翔生活，对特定环境的依赖性低。而环节动物和软体动物终生生活在水中，而且移动能力弱，因此，其群落结构的变化与环境变化密切相关。在该江段没有特有的水生植物属和特有种的分布，大部分种为广布种，尽管有外来种分布，但其群落优势种是该地区常见的种类组合。不同的断面，由于小生境的差别形成了不同的植物优势群落，这些不同的群落在优势种、物种组成数、植被盖度，单位面积生物量等数量特征方面均有所差别。

6.3 工程建设对保护区的影响

6.3.1 工程与保护区的位置关系

工程主要整治和尚滩、大梁滩、大渡口、老虎滩4处存在礁石碍航问题，整治滩险

均位于保护区试验区内，如图 6.3.1-1。

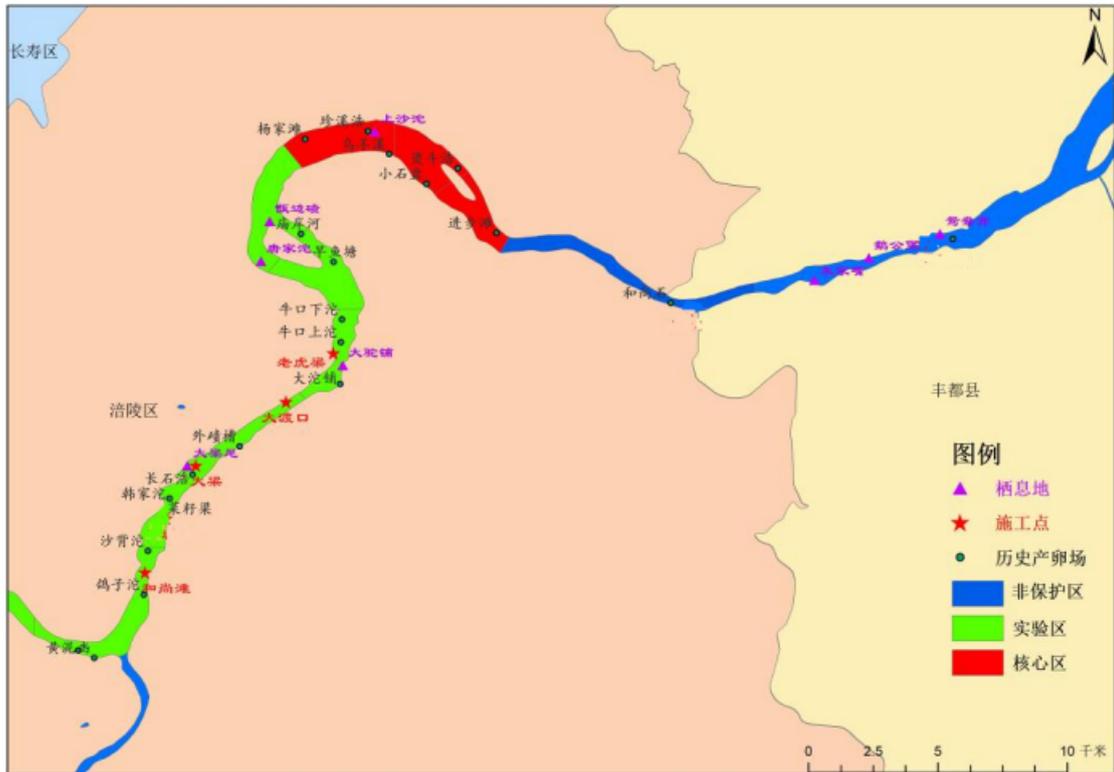


图 6.3.1-1 整治工程位点与保护区的位置关系

6.3.2 主要工程量

涪陵至丰都江段航道整治工程的工程内容主要是清礁。原始方案为整治和尚滩、菜籽梁滩、大梁滩、大渡口滩、老虎滩、头外梁滩和佛面滩 7 个滩险，工程量 217 万方；中间方案为整治和尚滩、大梁滩、大渡口滩、老虎滩和佛面滩 5 个滩险，工程量 170 万方；现推荐方案为整治和尚滩、大梁滩、大渡口滩和老虎滩 4 个滩险，工程量 125.9 万方。

6.3.3 对保护目标的影响分析

6.3.3.1 施工期影响分析

(1) 对保护目标本身的影响

保护区主要保护对象为青鱼、草鱼、鲢、鳙，其它保护对象包括达氏鲟、胭脂鱼、长薄鳅、红唇薄鳅、铜鱼、圆口铜鱼、中华倒刺鲃、岩原鲤、长吻鮠、长鳍吻鮠、翘嘴鲃等。其中，青鱼、草鱼、鲢、鳙、圆口铜鱼、长薄鳅、圆筒吻鮠、长鳍吻鮠等具备较强的躲避能力，但红唇薄鳅等鱼类主要栖息于浅水区，活动范围较小，对爆破等急剧外部压力无回避能力，可能受的影响相对较大。

因本工程的全部为水下清礁，施工过程对保护目标的影响主要为爆破过程产生的冲击波。2020年8月，编制单位联合重庆交通大学对果园港清礁工程的冲击波进行实测，冲击波在70~200m范围内传递时，衰减速度较为平缓，冲击波峰值压力变化不大，因此可选取这一范围的实测数据进行统一分析。

涉密删除

对距爆破中心不同距离各测站的受试生物的总死亡率进行统计，发现致死率随着爆心距的增大而逐渐减小。说明鱼类的致死率与爆心距有密切的关系，300米以外各生物致死率都在20%以下，总体影响较小；500米以外，爆破对受试生物基本没有影响，可认为是安全区。这种变化趋势与所测的冲击波压力值的衰减规律一致，距爆源越远水中冲击波压力就越小，鱼类致死率也越低。可见，渔业生物的致死率与冲击波压力大小呈一定的正相关关系。

采用相同药量的药包分别进行水下齐发爆破和延时爆破试验，研究发现延时爆破对鱼类和虾类产生的致死率相对齐发爆破产生的致死率要低。因为延时爆破产生的水中冲击波压力较齐发爆破要小，降低了水中鱼类所承受的水中冲击波压力值。可见，两次爆破对生物的致死效应与爆破产生的冲击波大小有一定关系。本工程清礁采用毫秒延时爆破，对比传统爆破产生的冲击波影响小，对成鱼造成的损害对比传统爆破大幅降低。施工前采用驱鱼措施，临近工程区鱼类资源损失量较小。

同时，工程施工必须采取有效的气泡帷幕措施。评价分析不同清礁实验中气泡帷幕前后的冲击波峰值压力对比，如图6.3.3-4。气泡帷幕后的冲击波峰值压力远远小于气泡帷幕前的冲击波峰值压力。在玄坛庙清礁区进行的钻孔爆破监测实验中，气泡帷幕对冲击波峰值压力的衰减效果可按85%计。这充分表明冲击波在通过气泡帷幕时，被其进行了有效的衰减。因此，气泡帷幕可以用来保护爆破工程周边的鱼类及其生境的安全，同时可以保证正常高效的施工。

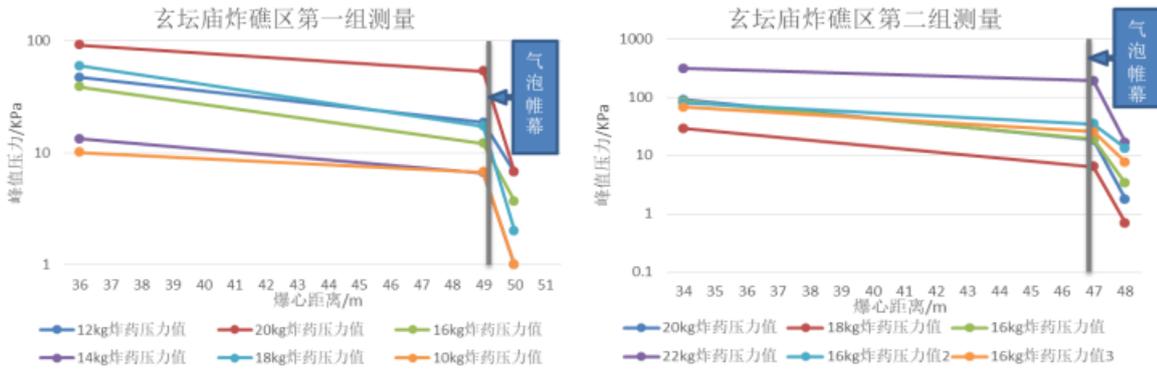


图 6.3.3-4 气泡帷幕前后冲击波峰值压力对比

评价建议，施工单位在爆破施工前，必须对施工区域的鱼群分布做监测和评估有必要实施多种驱鱼措施，将敏感性鱼类驱离涉水作业区域，并采用气泡帷幕作为有效防护手段，进一步减轻爆破作业对鱼类的影响。

(2) 对保护目标饵料的影响

① 浮游植物

水体浮游植物的时空分布、叶绿素 a 的含量是衡量水体初级生产力的基础，其与透明度呈现密切关系。施工过程中会扰动施工区域水体底泥和岸边土壤，产生大量的悬浮物；施工期间的生活污水如不经处理而直接排放，固体废弃物、生活垃圾等如不集中防护和处理，将对水体造成一定程度的污染，主要是具有较高悬浮物浓度而使水体透明度下降，并带有少量的油污。上述悬浮物直接或间接进入施工江段水体中将导致该水域悬浮物浓度上升，悬浮物在重力、波浪、风力等因素作用下扩散、运动，进而将影响工程江段各类自然保护区以及工程范围内其它水域的浮游生物的生存环境，导致施工期间浮游藻类的密度和数量下降、光合作用下降，水体的初级生产力阶段性减少。

根据水环境影响预测分析，施工产生的悬浊物影响范围为施工点下游 300m，影响范围面积相对工程江段而言很小。同时，工程江段浮游植物种类丰富，以沿线江段内的常见物种为主，具有普生性的特点，且适应环境的能力很强。施工建设可能会降低施工区域浮游生物的生物量，但这种影响会随着施工的结束而逐渐得到恢复。工程建设施工合理安排，尽量利用枯水期开展陆域施工，减少涉水面积。

经悬浮物扩散范围内水生生物资源损害评估，项目施工期浮游植物损失量结果为 25572 kg。工程建成后，施工所造成的局部、暂时的影响将消失。浮游植物种类和分布较工程实施前不会有显著的变化，前期航道工程的影响回顾分析也表明了，工程建设完成后工程水域的浮游植物能够恢复。

② 浮游动物

施工期间因悬浮物增加，浮游植物的光合作用在一定程度上受到不利影响，光合作用强度有所下降，初级生产力阶段性减少，会一定程度上减少浮游动物的数量和影响其种类组成。同时，也会打乱一些靠光线强度变化而进行上下垂直活动的浮游动物的生活规律；悬浮物还会粘附在浮游动物体表，因而使其运动、摄食等活动受到影响，过量的悬浮物会堵塞桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，对其存活和繁殖有抑制作用，严重时会造成死亡，从而使局部水域内浮游生物的数量生物减少。

对悬浮物的急性毒性试验结果表明，当泥沙含量持续 48 小时超过 3mg/L，对浮游动物的生存造成负面影响，96 小时的半致死浓度为 4.16mg/L。此外，悬浮物对轮虫的慢性毒性试验结果表明，当悬浮物浓度达到 7mg/L 时，对轮虫的内禀增长率产生显著影响。水中悬浮物浓度的增加会对桡足类等浮游动物的繁殖和存活存在显著的抑制，如具有依据光线强弱变化而进行昼夜垂直迁移习性的部分地区优势桡足类动物可能会因为水体的透明度降低，造成其生活习性的混乱，进而破坏其生理功能而亡。施工期航道整治工程对水环境的影响会导致浮游动物生物量的降低，工程施工结束后，上述影响消失。

经悬浮物扩散范围内水生生物资源损害评估，项目施工期浮游植物损失量结果为 1934.7kg。运营期间，施工所造成的局部、暂时的影响将消失，因此浮游生物群落结构不会有明显的变化。前期航道工程的影响回顾分析也表明了，整治工程建设完成后工程水域的浮游动物能够恢复。

③ 底栖动物

底栖动物是长期在水域底部泥沙中、石块或其他水底物体上生活的动物，自然水体中底栖动物的种类和数量与底层杂食性鱼类有着极大的关系。清礁工程对底栖动物较大的影响是直接改变了其生活环境，从而使其种类、数量、分布也产生一定的影响，清礁施工将导致施工区域内原有河床底质被改变，原本着生的底栖动物将随着礁石移除而损失。此外，弃渣会使底栖动物遭弃土、礁石覆盖而死亡。

同时调查发现，本项目的清礁工程具备一定的特点：① 受水深和含沙量影响，工程区域水下光照衰减严重，在洛碛的监测结果表明在水下 1m 光照即衰减 95%以上，河床底层缺乏足够的光照进行光合作用，初级生产力不足，物质和能量输入以碎屑能源为主。② 工程区域属于航道上的急流滩险，礁石区域流速大于 2m/s，在急流的冲刷之下，理论上不适应刮食型底栖动物的生存。因此，可以认为，工程的影响区域不是底栖动物的适宜栖息地。此外，本工程水下清礁、弃渣仅改变了部分江段的底质环境，对评价江段

整体底栖动物的影响不大。

就施工过程本身而言，施工期间悬浮物的增加，也会对底栖动物产生影响。从调查结果来看，工程水域大型底栖动物的物种多样性较为丰富，但从科、属阶来看，大多数科、属仅有一种物种组成，这说明物种在该江段的分布具有很大随机性。节肢动物的种类最多亦说明了这个问题，这主要是由于节肢动物在水中生活的周期较短，幼虫生活在水中，而成虫飞翔生活，对特定环境的依赖性低，而环节动物和软体动物终生生活在水中，而且移动能力弱，因此，其群落结构的变化与环境变化密切相关。

经预测得施工期造成的悬浮物颗粒和底质扰动将导致 1395kg 底栖动物死亡。但清礁工程实施后，底栖动物能在浅水缓流区的礁石上重新栖居，如图 6.3.3-5。因此，拟建项目施工对清礁区域内的大型底栖动物的影响是暂时的。施工完毕后，如无持续干扰，新形成的礁石面上的大型底栖动物可逐渐恢复。



淡水壳菜(王家滩, 2006 年实施清礁后形成的新礁石面) 剑蛭稚虫(剪刀梁, 2006 年实施清礁后形成的新礁石面)
图 6.3.3-1 2006 年清礁后新生礁石面上的底栖动物

工程结束后，综合礁石块重新构建鱼类生境，人工鱼礁的投放将在河道内营造出局部繁杂的河床地貌，工程附近区域的部分底栖动物可以附着在上述场所，这些底栖动物生物量可得以恢复。虽然底栖动物群落将逐步恢复；但是由于底栖动物区域性强，迁移能力弱，对于环境变化通常缺少回避能力，其群落重建需要相对较长的时间。

④ 水生维管束植物

保护区内水生维管束植物种类和数量均较少。主要优势种包括狗牙根、双穗雀稗、扁穗牛鞭草、苍耳等。水生维管束植物主要分布在沿江土质库岸消落带和江心沙洲上。拟建项目水域清礁采用清礁船，没有涉及陆域。炸除礁石处理区位于水下。因此，拟建项目建设不会对水生植物产生直接不利影响。

(3) 对保护目标卵苗的影响

施工时间避开了长江上游主要鱼类繁殖期，施工对鱼卵仔鱼的影响基本消除。拟建航道整治工程影响四大家鱼及其他保护目标绝大多数是产漂流性卵鱼类，漂流性卵鱼类鱼卵会沿江漂流而下，在漂流过程中孵化。通过鱼类早期资源监测表明，受三峡水库运行影响，四大家鱼等产漂流性鱼类的产卵场上移至江津以上江段，工程影响区江段是卵苗主要的漂流通道。

姚维志、刘建虎等对于长江铜锣峡航道整治工程爆破现场监测及鱼卵损伤进行了实验，鱼卵损伤试验时采用的是水下钻孔爆破，钻孔深度 1m~1.5m，起药量为 120kg 35% 硝化甘油炸药。试验表明，在离爆点 150m 距离以内，爆破冲击波使 100% 的鱼卵外壳破损。此后，距离越远损伤率逐渐减小，但在 350m 距离上破损率仍高达 51.6%。爆破处理后未破损鱼卵的孵化率也极低，距爆点 200~300m 的鱼卵全部未正常孵化，距爆点 350m 的鱼卵的孵化率只有 15.41%，仅为对照组的 27.37%。试验表明，距水下爆点 300m 内鱼卵全部不能存活，350m 内鱼卵存活率也极低，这说明水下爆破对一定范围内的鱼卵存在极大的损伤作用。

本工程施工阶段日爆破次数 1 次，1 次爆破的最大用药量不超过 200 kg，采用微差爆破，单孔装药量小于 2.5 kg。虽然爆破冲击波效应场可通过水体传递，可以认为爆破点 350 m 距离以外对卵苗影响已经可以有效降低。

由于卵苗不像成鱼具有主动游泳回避能力，施工时间需避开了长江上游主要鱼类繁殖期（3-7 月份）。并在上游（涪陵城区下游江段）设置一个预警监测点，为下游清礁点施工提供预警信息，卵苗漂流高峰期禁止爆破作业。

6.3.3.2 营运期影响分析

（1）对保护目标本身的影响

根据鱼类聚集区的调查结果，涪陵至丰都江段的鱼类一般以中下层鱼类为主，分布在离水面20m以下的空间区域。其流速选择为鱼类喜好0-1.4 m/s流速范围区域，80%以上的鱼类聚集与0-0.8 m/s流速范围区域。其习性为鲢、鳙以表层浮游生物为食；瓦氏黄颡鱼栖息于水体底层；蛇鮈、宜昌鳅鲃是栖居于水体中下层的小型鱼类；铜鱼习惯与水体下层结群游弋；其余的鲤、鳊分布较广。

礁石清除后主要改变滩上流速，表现为滩后大流速区域沿水流方向（X方向）和水深方向（Y方向）增加，但在Z方向上的变化不明显。以和尚滩为例，工程实施后，对鱼类适宜生境的影响范围为沿着X方向推移约100m，沿Y方向向左岸缩减约70m，沿Z方向下移2m。整体而言，清礁工程实施后，可能在一定程度上缩小了表层鱼类如鲢、鳙

的活动范围，而对涪丰段分布的中下层鱼类影响不大。

营运期对产生的船舶噪声也将对保护目标鱼类造成影响。结合长江上游的航运发展趋势，上游各省市船舶总量趋势在减少，船舶载重吨总量在增加，且船舶大型化发展较快，这将导致造成噪声污染的船舶数量减少，但船舶的大型化致使单艘船舶的噪声强度增加。现有研究认为，运营期过往船在严格遵守《中华人民共和国防治船舶污染内河水域环境管理规定》（交通部令2005第11号）、《内河船舶噪声级规定》（GB 5980-2000）等相关管理规定时，产生的噪声污染问题可以接受。

《长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程对长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区影响专题评价报告》建议，在项目的设计过程中开设《长江上游航道等级提升造成的噪声污染对鱼类的影响》专题，对项目营运期的噪声问题进行进一步的研究。

（2）对保护目标饵料的影响

工程完成后，由于航运船只的增加，船舶运行可能导致附近水域产生一定的污染，但经过流水的稀释后，其影响区域有限。运营初期为施工段新的基质形成期，经过一段生态修复期后将形成一个稳定的生态系统，底栖动物也能得到有效的恢复。项目营运期对保护目标饵料的影响不大。

（3）对保护鱼类卵苗的影响

通过鱼类早期资源监测表明，受三峡水库运行影响，四大家鱼等产漂流性鱼类的产卵场上移至江津以上江段，工程影响区江段是卵苗主要的漂流通道。工程主要是清除碍航礁石，消除礁石后深沱水域的不良流态，项目建成后的影响有限，基本不改变河道整体水文特征，不影响洄游通道的分布及规模。

6.3.4 对“三场一通道”的影响分析

6.3.4.1 对产卵场的影响分析

历史记载工程江段是鱼类重要的产卵场分布水域。但三峡水库的运行严重改变了工程江段水环境条件，导致工程江段鱼类产卵功能下降，育幼功能明显增强。即三峡水库运行后，工程江段不是重要的产卵场分布水域，对鱼类早期生活史阶段索饵育幼的重要性显著增加。

现有研究表明，影响四大家鱼等鱼类产卵繁殖的主要因素为涨水条件、流态分布和温度。根据前节清礁工程的影响范围研究结果，清礁主要影响滩前 500m，滩后 1000 范围的流态分布，对涨水条件和温度影响不大。以四大家鱼产卵触发流速范围 1.11~1.49 m/s，适宜流速范围 1.40~1.60 m/s 判断，这样的区域在长江中广泛存在，因此可以认为

清礁工程对鱼类的产卵行为影响不大。

6.3.4.2 对索饵场的影响分析

根据鱼类聚集区的调查结果，涪陵至丰都江段的鱼类流速选择为鱼类喜好 $0-1.4\text{ m/s}$ 流速范围区域，80%以上的鱼类聚集与 $0-0.8\text{ m/s}$ 流速范围区域。而在工程江段，鱼类栖息于礁石后方的深沱水域。

因涡的存在，表层有机碎屑和漂流性底栖动物可能被卷入底层，从而为鱼类和底栖动物提供必要的营养源。因为缺乏长时间的测量结果，采用平面二维局部区域的均值滤波，得到较大范围运动流体的平均运动速度，再由瞬时速度减去平均速度，得到脉动速度，如图6.3.4-1。

清礁工程实施以后，礁石后深潭区域回流区减少，表层流速增大，且水流流态更加平稳，可能导致外源性有机物（有机碎屑和漂流性底栖动物）在礁石后的沉积减少，进而影响鱼类的索饵。

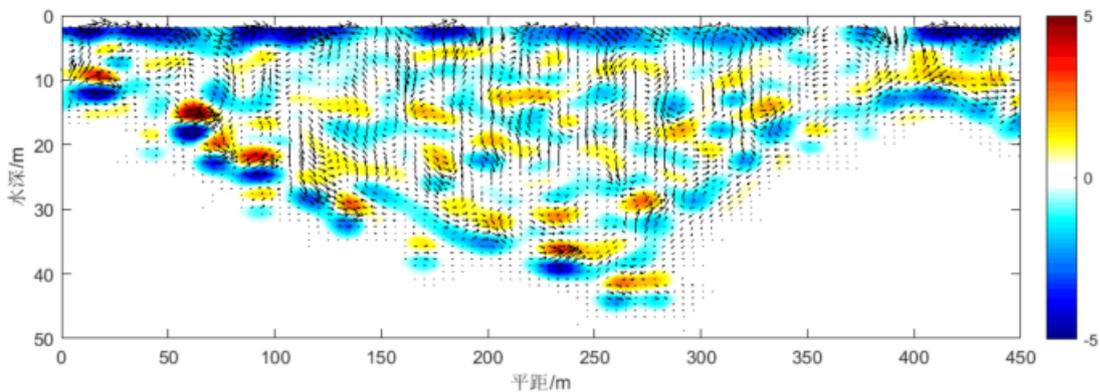


图6.3.4-1 清礁区实测涡量分布

6.3.4.3 对越冬场的影响分析

三峡水库蓄水后，未进行过越冬场的调查。三峡水库蓄水后，根据水库运行调度规律，在冬季长江枯水季节进行 175 m 蓄水，库区水体容量及水深大大增加，为鱼类进入深水层越冬创造了良好的条件。冬季深沱水域水深 $40-80\text{ m}$ ，航道运营噪音、扰动等影响对深沱内的鱼类栖息影响较小。因此拟建项目对库区鱼类越冬影响较轻微。

6.3.4.4 对洄游和卵苗漂流通道的的影响分析

工程所在长江段的洄游鱼类主要是深水河槽洄游性鱼类。洄游季节一般在3-6月的繁殖期。本工程清礁底高一般为设计水位水下 4 m ，且不在鱼类洄游季节施工。工程炸除礁石后用于生境的异地重建，选址位于航道两侧的深水区，不会明显改变河槽高流速、高水深的环境特征，不会影响河槽洄游性鱼类的洄游方向识别。因此，拟建项目对深水

河槽洄游性鱼类影响不大。

评价江段作为三峡库区鱼类生态廊道的一个重要功能是卵苗漂流通道的的作用。根据近年来对上游相关繁殖场所鱼类繁殖发生量监测，三峡库尾江段卵苗大部分随水流漂流进入三峡库区，即须漂流经过工程所在江段。

根据《长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程对长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区影响专题评价报告》预测结果，该项目施工将导致 160 万粒卵和 510 万条鱼苗损失。按鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算，共损失 27.1 万条鱼苗。

因此，需根据卵苗发生规律及上游的来水量及水位变化，实时调整施工进度，在家鱼卵苗发生的高峰期停止施工，为施工工期的科学合理安排提供预警，最大限度的减少施工对卵苗的影响。

6.3.4.5 各滩段“三场”影响分析

(一) 老虎滩

历史文献(1999年)记载大沱铺产卵场位于老虎滩清礁点对岸上游 400 m 处。牛口上沱产卵场位于老虎滩清礁点和鸡飞梁清礁点之间，距离分别为 300 m 和 100 m；牛口下沱产卵场位于血旺堆孤礁清礁点和牛脑壳清礁点之间，距离两者均为 100 m；早鱼塘、庙岸河、杨家滩产卵场位于白浅清礁点(老虎滩清礁区最下游礁石)下游 3.5 km、6.7 km 和 6.5 km 处。但现有研究表明，三峡水库的运行严重改变了工程江段水环境条件，导致原有产卵场功能丧失并上移至江津以上江段，工程江段鱼类产卵功能下降，育幼功能明显增强。即三峡水库运行后，工程江段不是重要的产卵场分布水域，对鱼类早期生活史阶段索饵育幼的重要性显著增加。

2019年5月检测得老虎滩清礁点对岸上游 400 m 大沱铺、白浅清礁点对岸 200m、白浅清礁点下游 500m(平绥坝左槽)有鱼群分布；8月未发现鱼群，1月鱼群所处位置为鸡飞梁清礁点和白浅清礁点之间，牛脑壳清礁点和白浅清礁点之间。如图 6.3.4-2。

由于施工期已避开鱼类繁殖期，主要鱼类繁殖期内的影响将减小。但施工过程中对亲鱼可能造成直接或间接的影响，主要是直接伤害、隔离影响。此外，施工也将导致施工区浮游生物和底栖生物量损失，索饵场饵料生物量不能满足原索饵鱼类需求；工程实施以后回流区减少，可能导致外源性有机物(有机碎屑和漂流性底栖动物)在礁石后的沉积减少，进而影响鱼类的索饵。冬季长江枯水季节进行 175 m 蓄水，库区水体容量及水深大大增加，为鱼类进入深水层越冬创造了良好的条件。冬季深沱水域水深 40-80m，

航道运营噪音、扰动等影响对深沱内的鱼类栖息影响较小。

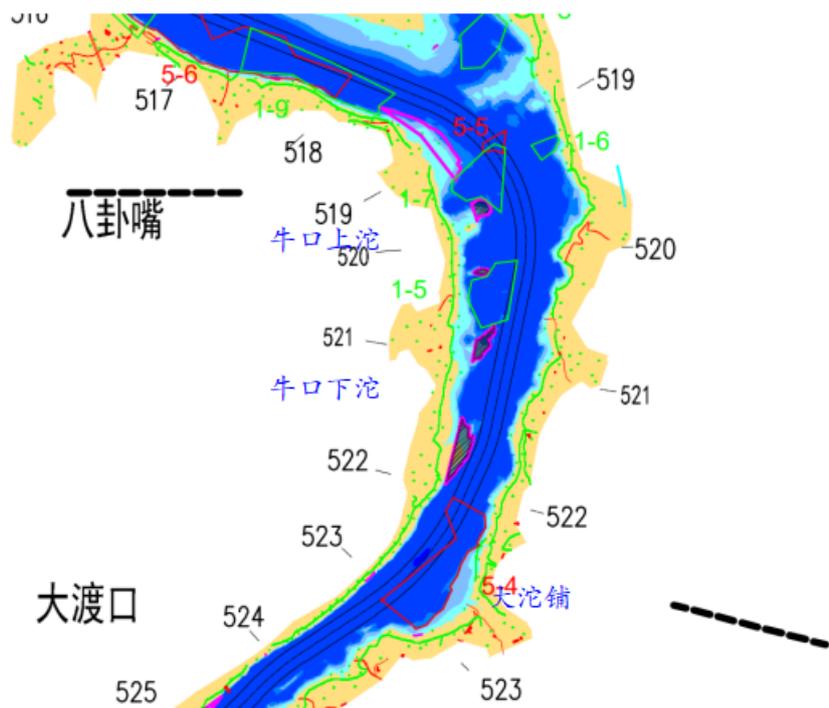


图 6.3.4-2 老虎滩生态敏感性分析

（二）大渡口

历史文献记载大渡口上游 2km 外槽碛和下游 2km 的大坨铺为产卵场。大渡口清礁区域无深沱，监测结果显示该区域无鱼群分布。如图 6.3.4-3:

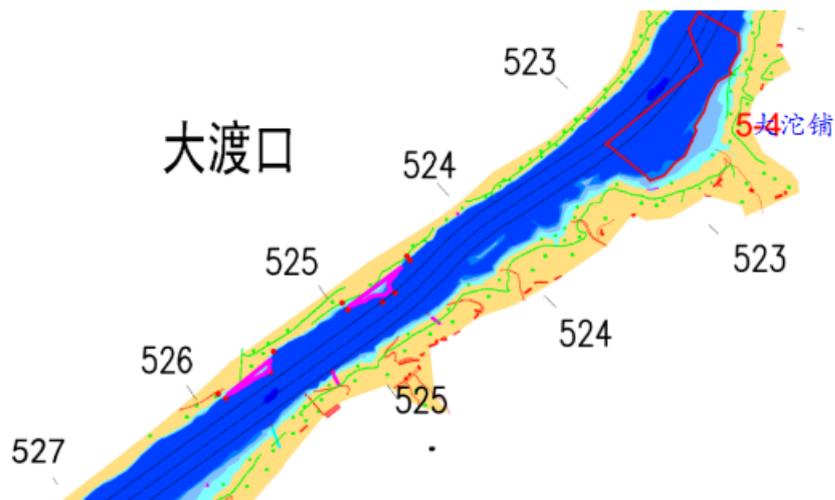


图 6.3.7-3 大渡口生态敏感性分析

大渡口滩险整治施工期应避免仔鱼发生和漂流高峰，有效降低该工程滩段建设的生态影响。营运期对鱼类的生长繁殖影响不大。

（三）大梁滩

历史文献记载大梁滩附近有产卵场分布，分别为：大渡口上游 2km 菜子梁、上游 350m 韩家沱、左岸礁石下游 50m 长石浩、下游 1.5 公里外槽碛。但现有研究表明，三峡水库的运行严重改变了工程江段水环境条件，导致原有产卵场功能丧失并上移至江津以上江段，工程江段鱼类产卵功能下降，育幼功能明显增强。即三峡水库运行后，工程江段不是重要的产卵场分布水域，对鱼类早期生活史阶段索饵育幼的重要性显著增加。

2019 年 5 月监测结果显示该区域鱼群分布位置为：上游 350m 韩家沱，其余位置未发现鱼群，8 月未监测到鱼群，1 月监测结果与 5 月相同。如图 6.3.6-3:

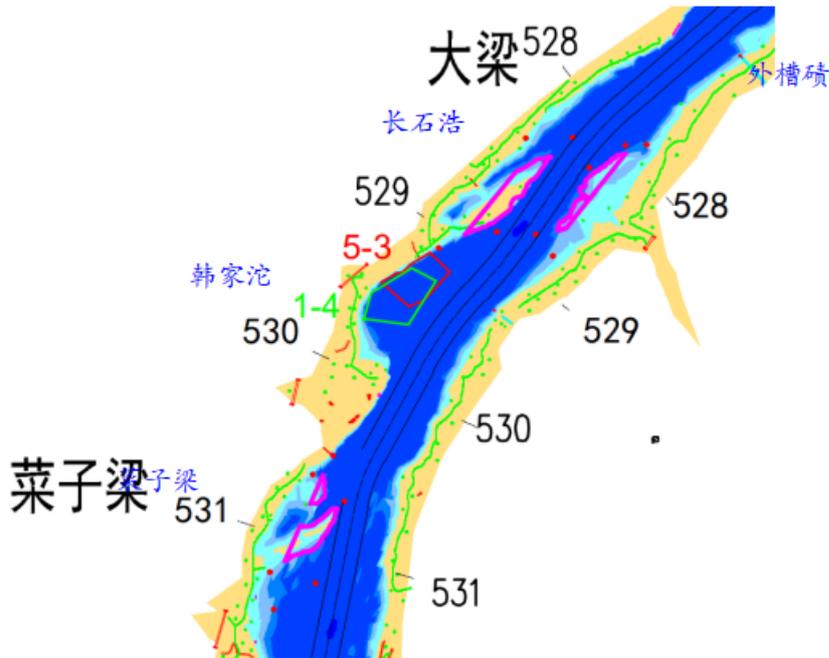


图 6.3.4-4 大梁滩生态敏感性分析

由于施工期已避开鱼类繁殖期，主要鱼类繁殖期内的影响将减小。但施工过程中对亲鱼可能造成直接或间接的影响，主要是直接伤害、隔离影响。大梁滩后方无深沱，鱼类的主要索饵场所和越冬场所均位于礁石上游的韩家沱水域，航道整治和运营对工程江段的影响较小。

(四) 和尚滩

历史文献记载和尚滩附近有产卵场分布，分别为：和尚滩下游 150m 鸽子沱、下游 800m 砂背沱。但现有研究表明，原有产卵场功能丧失并上移至江津以上江段，工程江段鱼类产卵功能下降，育幼功能明显增强。

2019 年 5 月监测结果显示该区域鱼群分布位置为：下游 150m 鸽子沱、下游 800m 砂背沱，其余位置未发现鱼群，8 月未发现鱼群分布，1 月监测结果与 5 月相同。如图 6.3.4-5:

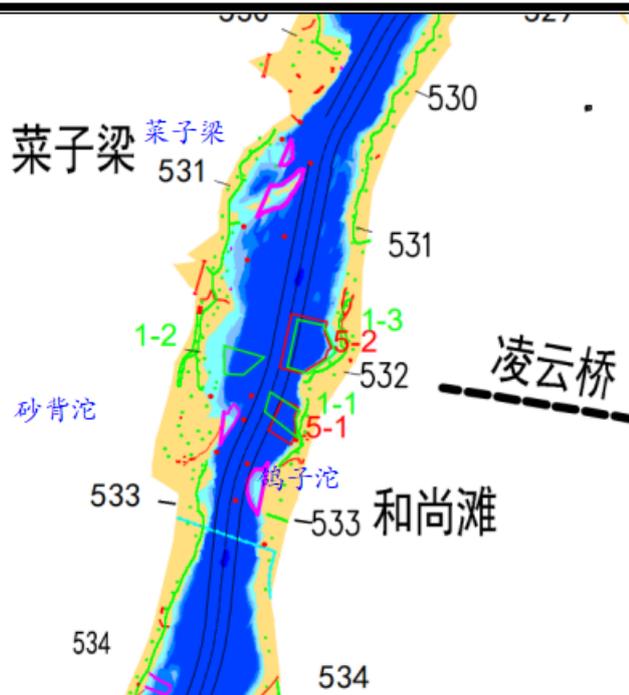


图 6.3.4-5 和尚滩生态敏感性分析

避开鱼类繁殖期后，施工过程中对亲鱼可能造成直接伤害和隔离影响。此外，施工也将导致施工区浮游生物和底栖生物量损失，索饵场饵料生物量不能满足原索饵鱼类需求；工程实施以后鸽子沱和沙背沱回流区减少，可能导致外源性有机物（有机碎屑和漂流性底栖动物）在礁石后的沉积减少，进而影响鱼类的索饵。冬季鱼类在鸽子沱和沙背沱越冬，大水深条件下航道运营噪音、扰动等影响对深沱内的鱼类栖息影响较小。

6.3.5 对珍稀、濒危鱼类的影响

工程水域是国家保护鱼类白鲟、长江鲟、胭脂鱼和中华鲟的分布水域，其中由于三峡和葛洲坝大坝的阻隔作用，工程水域没有中华鲟的自然种群，且白鲟已于 2020 年宣布功能性灭绝。工程江段记录分布的重庆市重点保护鱼类有 12 种。

长江鲟主要栖息在长江泸州至宜宾江段的 200km 水域内，主要分布在宜宾江段，泸州江段次之。2019 年 10 月于四川泸州水中坝区域误捕 5 条长江鲟幼体；11 月 4 日于何家坝误捕 1 条长江鲟幼体；11 月 6 日于江津区赵家中坝误捕 1 条成年长江鲟，长 1.48m，重 10.5kg；11 月 8 日于江津区石羊镇与合江镇交界处捕获 1 条成年长江鲟，长约 1m，重约 4.5kg。近年来在重庆以下江段无误捕记录。长江上游有长江鲟的产卵场和幼鲟的索饵场的分布，确定的产卵场分布在泸州以上江段。因此，涪陵至丰都江段航道整治工程江段没有长江鲟的产卵场分布，不影响长江鲟的产卵繁殖。

胭脂鱼广泛分布于长江水系的干、支流。长江干流、金沙江、岷江、嘉陵江、汉江

等支流。胭脂鱼有生殖洄游习性，已建的葛洲坝工程和三峡水利枢纽工程阻隔了胭脂鱼的洄游通道。涪陵至丰都江段没有胭脂鱼产卵场分布记录，整治工程不会影响胭脂鱼的产卵繁殖。工程江段是下游胭脂鱼繁殖群体进入上游产卵场的洄游通道，航道整治工程对胭脂鱼的繁殖洄游会有一定的干扰。胭脂鱼可以利用工程江段的深潭越冬，工程江段浅水区域也会是胭脂鱼的索饵场。整治工程的清礁对胭脂鱼存在一定误伤风险，且礁石后深潭的缓流区面积变小，进而减小胭脂鱼的索饵场。

对 12 种重庆市重点保护鱼类的分析显示，适应流水生境是这些鱼类的共同特征。刘氏吻鰕虎鱼、窑滩间吸鳅、中华金沙鳅、四川华吸鳅、峨眉后平鳅等 5 种鱼类主要栖息在岩石、粗砂、浅滩或洄水区等的底层。如窑滩间吸鳅是一种山涧石滩和江河激流分布小型底栖鱼类，依靠其角质化的锋利下颌刮食固着藻类和小型无脊椎动物；借助宽大平展的胸鳍和左右腹鳍连成的吸盘吸附在水流湍急的山涧溪流石滩上。但本项目炸除的碍航礁石处流速高达 3~4m/s，已经远远超过了鱼类适应的流水生境范围。

从产卵类型来看，长薄鳅、鲮、鲟等 3 种鱼类产漂流性卵，产卵时对水文条件有较高的要求。鱼类早期资源的现场调查没有采集鲮、鲟的早期个体，显示工程江段不是其主要产卵场的分布水域；资料显示长薄鳅的产卵场分布在长江宜宾以上江段。因此本航道整治工程对产漂浮性卵鱼类产卵繁殖影响不大。其它鱼类如四川华吸鳅、岩原鲤、鲈鲤等产粘性卵，水草茂盛或乱石密布的浅水区是其适宜的产卵环境。工程江段的边滩和下游的平绥坝具备这些鱼类产卵繁殖的条件，航道整治工程有可能对产粘性卵鱼类的产卵繁殖产生影响。

工程江段的边滩和下游的平绥坝等是鱼类适宜的索饵场所。浅区开挖、清礁和疏浚水域往往是工程江段沿岸边滩等浅水区，是鱼类重要的栖息地和摄食场所，对这些鱼类的索饵将产生一定的影响。这些鱼类也可能利用工程江段的深潭越冬，由于三峡水库蓄水的影响，工程江段在冬季持续保持高水位，鱼类在工程江段的越冬可能不在局限于深潭，对这些鱼类的越冬影响较小。

12 种保护鱼类中长薄鳅、鲮、鲟具有产卵洄游习性；整治工程的清礁有可能误伤洄游个体。长薄鳅、鲮、鲟的繁殖个体洄游一般在 2-5 月；因此，这段时间应该严禁开展整治工程的涉水作业。

综上所述，涪陵至丰都江段航道整治工程对重庆市重点保护鱼类的产卵繁殖可能会有影响，对这些鱼类的索饵存在影响风险。整治工程的清礁对重庆市重点保护鱼类存在一定误伤风险，同时可能减少礁石后深潭缓流区的面积，进而减小这些鱼类的索饵场。

6.3.6 对保护区结构和功能的影响

保护区江段是四大家鱼产卵和育幼重要的功能场所，工程建设产生的影响主要是清礁点对局部流态的影响；同时清礁和弃渣会对相应江段河流底质和地貌造成局部影响。另外，工程江段是鱼卵、仔鱼漂流的主要通道。施工导致的悬浮物增加，悬浮物会粘附在卵和仔鱼体表，降低卵的孵化率，增加仔鱼的死亡率，进而影响四大家鱼的资源补充。因此，禁止繁殖高峰期的涉水作业将减少整治工程的影响。

三峡工程满水位运行后，保护区江段由于水库回水区的缓流水条件，作为鱼类补充群体生长的生境重要性大大加强，是四大家鱼漂流性卵和仔鱼适宜的摄食和育幼栖息地。而且，对鱼类早期阶段个体而言，沿岸浅水区在期摄食和栖息活动中具有很重要的作用。同时航道整治的清礁影响区域影响礁石后部的回水缓流区，与四大家鱼早期个体摄食和育幼栖息地重叠性较大，将对四大家鱼在这些栖息地的活动产生较大影响。

长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区其它保护对象包括长江鲟、胭脂鱼、长薄鳅、红唇薄鳅、铜鱼、圆口铜鱼、中华倒刺鲃、岩原鲤、长吻鮠、长鳍吻鮠、翘嘴鲌等。保护区的其他保护对象主要是长江重要的特有、珍稀鱼类（如长江鲟、胭脂鱼等）和经济鱼类（如铜鱼、长吻鮠、翘嘴鲌等），资源状况、生活史特征和生态习性有较大的差异，因此涪陵至丰都江段航道整治工程对保护区其他保护对象的影响有明显的差异。

如长江鲟，长江上游有长江鲟的产卵场和幼鲟的索饵场的分布，确定的产卵场分布在泸州以上江段。因此，涪陵至丰都江段航道整治工程江段没有长江鲟的产卵场分布，不影响长江鲟的产卵繁殖。工程江段是下游长江鲟繁殖群体进入产卵场的洄游通道，由于长江鲟的洄游主要利用航道的深槽，航道工程施工通常位于碍航礁石，影响长江鲟的洄游可能性较小。长江鲟分布主要在工程江段以上，影响长江鲟越冬、摄食等的可能性也较小。长薄鳅等其他产漂流性卵鱼类的产卵场分布较为广泛，但三峡水库蓄水运行后这些产卵场普遍上移。岩原鲤等产粘性卵鱼类产卵场通常分布在河流沿岸或磧坝等浅水区；枯水期水流平缓，汛期随水位上涨流速逐渐增强，水势较乱，为产粘性卵鱼类提供了良好的产卵条件。工程下游江段有产粘性鱼类产卵场的分布。施工避开产卵期，最大程度地避免了对产卵鱼类的影响是非常必要的。重庆涪陵至丰都江段航道整治工程对其他保护对象的产卵繁殖有影响，施工期炸、悬浮物增加将影响其他保护对象鱼卵、仔鱼的存活，对这些鱼类的育幼存在影响。此外，施工对其他保护对象也有一定的误伤风险。

综上所述，长江涪陵至丰都江段航道整治工程对长江重庆段四大家鱼水产种质资源

保护区的主要保护对象育幼、栖息和仔鱼漂流产生影响，对其他保护对象的育幼和栖息可能产生影响，影响将主要发生在施工期；运行期的影响主要是礁石清除后下游缓流区面积缩减导致的生境条件变化。工程建设不会对保护区水域鱼类、浮游生物、底栖生物和水生植物产生重要影响，不会明显改变保护区结构和功能。

6.3.7 保护区生态损失评估

参照《建设项目对国家级水产种质资源保护区（淡水）影响专题论证报告编制指南》附录4-13，《专题评价报告》计算了涪陵至丰都江段航道整治工程渔业资源生态损害评估和经济价值。其中：

评价江段自2020年起实施全面禁捕，渔民全部实施补贴上岸，渔业损失不纳入计算值；四大家鱼中，鲢偏浮游植物食性，浮游植物损失量通过悬浮物扩散范围内水生生物资源损害25572 kg，估算造成渔业经济价值损害约1.7万元；鳙偏浮游动物食性，浮游动物损失量通过悬浮物扩散范围内水生生物资源损害1934.7kg，估算造成渔业经济价值损害约0.6万元；清礁和抛投作业点外20 m范围内的区域悬浮物的掩埋作用导致底栖动物死亡1395kg，影响青鱼摄食，估算渔业经济价值0.6万元。

项目施工将导致 160 万粒卵和 510 万条苗损失。按鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算，共损失 27.1 万条鱼苗，优势种为太湖新银鱼、寡鳞飘鱼、鰕虎鱼类，鱼卵优势类群为宜昌鳊鲃，银鮡和寡鳞飘鱼，特有种数量较多的是长薄鳅，异鳔鳊鲃和厚颌鲂。共计损失约 16.2 万元。

重庆市重点保护鱼类和长江上游特有鱼类的价值标准参照国家二级重点保护水生野生动物的价值标准估算。由此可见，一旦因拟建工程建设及运行导致国家一级保护鱼类、国家二级保护鱼类、重庆市重点保护鱼类、上游特有种死亡，其经济损失是很高的。

综上，涪陵至丰都江段航道整治工程施工期为3.5年，造成的渔业资源生态损害的补偿金额约19.1万元，按20年补偿年限计算为127.3万元。

6.4 主要保护措施

6.4.1 建设方案优化措施

(1) 调整整治思路，大幅度削减工程量

经充分论证工程滩段的整治必要性，在保证航道整治效果的前提下进一步减小工程量。调整后的工程方案（原始方案）从7个滩险的整治调整为5个（中间方案），减少头外梁、菜子梁两个工程滩险，工可批复方案调整至整治4个滩险（减少佛面滩），同时，

将清礁工程量从217万方调整为125.9万方，进一步减轻了航道整治工程对保护区水生环境的影响。

(2) 优化施工期，避开产卵期和鱼类主要繁殖季节

优化施工时间安排，在鱼类主要繁殖季节（3-6月）加强水文和卵苗的监测，按照产卵和卵苗过境情况严格控制涉水施工；影响较大的清礁等施工主要安排在冬季高水位时期。

(3) 优化施工管理

涪陵至丰都江段航道整治工程由于工程量较大，拟多工作位点同时施工。优化施工计划和管理，在时间和空间上合理间隔的安排施工。如在空间上，同时施工的两个工程滩段至少间隔较长江段；在时间上，相邻整治滩段的施工安排在不同年度，同一滩段不同建设内容也可以考虑安排在不同年度。

(4) 整治方案优化

对老虎滩的整治方案进行优化，提出两种整治方案。方案一、二实施后，整治效果均能达到本工程的整治目的，将极大改善礁石附近水域的不良流态，大幅降低触礁安全隐患，增加安全通航水域的宽度，实现上水航槽可通航、全年分边航行，消除航路交叉，减少通航条件受限制航段，提高船舶通航安全保障。但从环境保护的角度，方案一较方案二少 6.2 万 m³，少 1700 万元。综合考虑，推荐投资略省效果更优的方案一作为推荐方案。

(5) 礁石处理方式优化

充分论证礁石处理方案对保护区的生态影响，以优化整治方案、降低生态影响。优化之后的弃渣区已避开鱼类聚集的深潭，选择生境的非敏感区域。生境异地重建区选择在清礁区对岸三堆子至花滩石梁沿岸深潭，上游航道里程519.0-520.0km，顶部高程控制在135m以下消耗礁石量60万方。通过抛石营造阶梯型的浅滩-深潭形成适宜的流速空间供鱼类栖息，块石尽量选择有棱角不规则的大块石，有利于藻类着生、底栖动物附着生长，顶部铺设生态鱼礁。

6.4.2 施工期生态保护措施

(1) 施工前有效驱鱼

实施多种驱鱼措施，避免涉水作业对鱼类的伤害。清礁等涉水作业前，必须采取合理的驱鱼措施，以最大限度地减小对鱼类的影响。施工单位在爆破施工前，必须对施工区域的鱼群分布做监测和评估。

(2) 优化爆破施工工艺

爆破操作的优化设计以及建立在爆破设计基础上的减轻影响的措施。通过采取适当措施，减少爆炸产生的压强、冲量和能量向水域中的传播。针对爆破施工，通过采取适当措施，减少爆炸产生的压强、冲量和能量向水域中的传播。具体包括深孔松动控制爆破、微差爆破、预裂爆破、开挖减震沟、实施气泡帷幕措施等，进一步保证工程的生态安全。

(3) 严格控制施工范围

严格控制施工行为在工程红线范围内，准确定位水下清障地点与范围，尽量减少对水生生境的干扰。在水下施工时，禁止将污水、垃圾及船舶和其他施工机械的污染物抛入水体，应收集后和其他的污染物一并按规定处理。

(4) 实施气泡帷幕措施

按照原定工程方案进行水下爆破清礁的情况下，加装气泡帷幕以后可将冲击波峰值压力削减90%左右，可以进一步保证工程的生态安全。

(5) 强化施工过程环境管理

施工人员生活污水应由船舶自身安装配置的处理设备处理达标后排放，无条件时应由接收工作船统一回收后交由陆上达标处理。施工船舶执行《船舶污染物排放标准》（GB3552-93），舱底油污水经自带的油水分离器处理，含油浓度小于15mg/l后由海事部门接收船接收或按海事部门规定的区域排放，施工区不得排放。施工机械要采用低噪声设备，加强设备的日常维修保养，使施工机械保持良好状态，避免超过正常噪声运转。在高噪声设备附近加设可移动的简单围障，以降低其噪声辐射。

(6) 加强环境保护宣传

业主应负责编印宣传保护环境、保护水生野生动物的材料，发放给各承建方，同时在施工现场张贴水生野生动物的图画，对全体施工人员进行保护区环境保护的教育，以提高施工人员的环保意识。

6.4.3 运营期生态保护措施

过往船舶应严格执行《船舶污染物排放标准》（GB3552-93）的要求，生活污水及机舱含油污水均应由船舶自身安装配置的处理设备处理达标后排放，无条件时应由接收工作船统一回收后交由陆上达标处理，不得直接向江域排放污水。船舶运输油类及其他有毒腐蚀性、放射性货物时，船方和作业单位必须做好预防措施，以便及时采取应急措施，以防污染水体。运营期过往船只应严格遵守《中华人民共和国防治船舶污染内河水域环

境管理规定》（交通部令2005第11号）、《内河船舶噪声级规定》（GB 5980-2000）等相关管理规定，减少噪声污染。

6.4.4 生态监测措施

（1）监管与珍稀特有鱼类救护

针对因航道整治工程建设和运营造成的长江保护动物意外伤害事件，特别是对长江鲟、胭脂鱼等珍稀鱼类造成的意外伤害事件，制定相应应急预案。对意外伤害事件及时报告，并对其采取紧急救护措施。拟定救护预案，为使救护预案在发生珍稀鱼类意外伤害事故时能够顺利启动，业主方应为配备必要的救护设备和巡视，如：运输设备、增氧设备、药品等医疗卫生设备和各种网具等提供工作经费；并委托保护区管理机构负责紧急救护预案的实施。

总计保护鱼类的救护措施费用30.8万元，救护程序如图6.4.4-1:

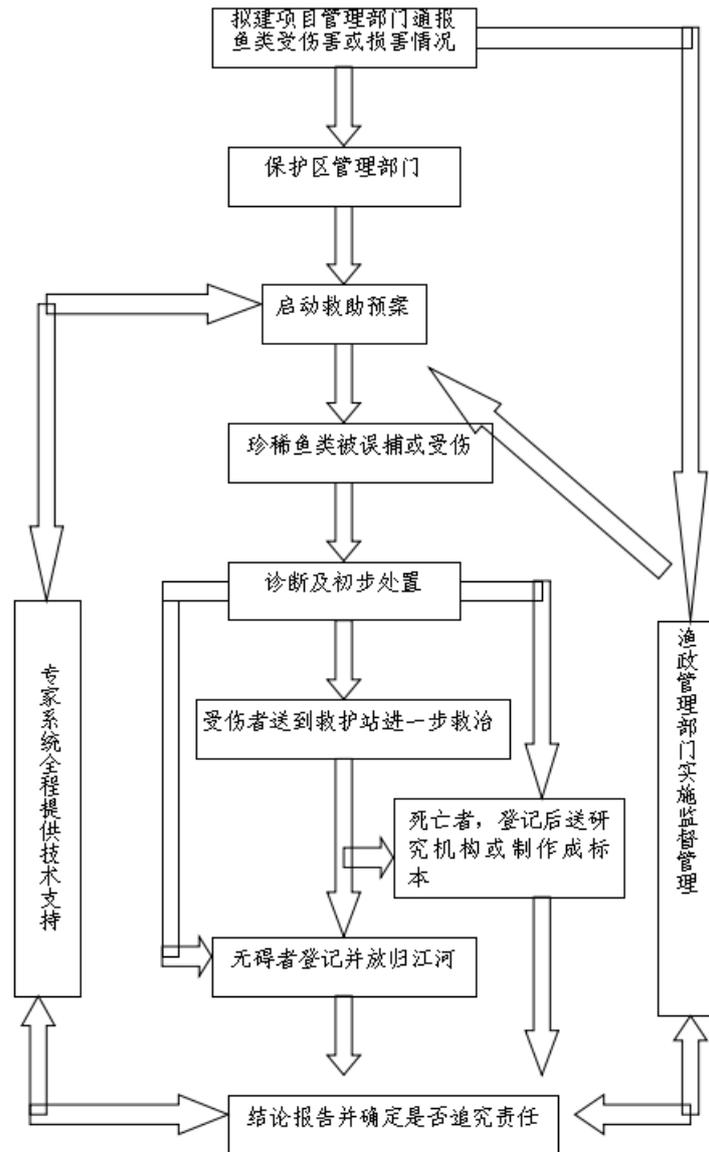


图 6.4.4-1 评价江段珍稀鱼类意外伤害事件救护实施程序

(2) 施工过程的水生生物资源实时监测

施工过程实时监测，需对清礁震动、炸除礁石处理等引起的鱼类、底栖动物、浮游生物等水生生物资源变化进行监测，重点监测水下爆破施工时对鱼类的影响，实时监测内容包括水中冲击波、涌浪、爆破震动、鱼类的水生生物损失量等，分析不同爆破当量、冲击波与鱼类等损失量之间的关系，据此实时监测结果适时地调整炸药使用量、驱鱼措施的实施、以及施工进度，尽量减少工程施工对水生生物的影响。另外也应关注驱鱼效果及炸除礁石处理过程对鱼类资源的影响。监测费用预计40万元/年，共计140万元。

(3) 施工过程的卵苗漂流预警

鱼类卵苗发生的高峰时期（工程施工期7月份）在上游（陵城区下游江段）设置一

个预警监测点，为下游清礁点施工提供预警信息，卵苗漂流高峰期禁止爆破作业。监测费用预计8万元/年，共计32万元。

(4) 区域鱼类资源监测

工程施工期（42个月）和建成后3年内应监测工程水域的鱼类资源变动情况，监测应涵盖全部工程江段，调查内容包括鱼类生境调查、渔获物、鱼类早期资源监测。监测费用预计20万元/年，共计130万元。

(5) 区域水生生物监测

为了及时掌握和有效减少施工期和运营期污染物的排放和对水生生物的影响，在工程施工期（42个月）和建成后3年内进行监测。监测内容包括水质和其它水生生物。监测费用预计20万元/年，共计130万元。

6.4.5 鱼类增殖放流

人工增殖放流是恢复鱼类资源的重要手段，通过有计划的开展人工放流鱼类种苗，可以增加鱼类资源中低、幼龄鱼类数量，扩大群体规模，补偿工程建设和运行带来的鱼类资源损失。建议对四大家鱼、特有鱼类等鱼类实施人工增殖放流，此后应根据监测情况作适当的调整。

根据鱼卵、仔稚鱼经济价值的计算结果，项目共需补偿鱼苗27.1万尾。项目建设拟增殖放流特有鱼类和经济型鱼类鱼苗37.55万尾，如表6.4.5-1，总金额145.7万元。为方便增殖放流工作实施，拟于工程施工期开展鱼类放流任务3次。

表6.4.5-1 航道整治工程鱼类增殖预算

放流种类	数量(万尾)	规格(cm)	价格(元/尾)	经费(万元)	估算依据
达氏鲂	0.25	> 20	100	25	重庆市水产学会 (2020年4月市场价格)
胭脂鱼	5	> 10	2.5	12.5	
长吻鮠	8	> 10	3	24	
岩原鲤	8	> 10	2	16	
中华倒刺鲃	8	> 10	1.5	12	
厚颌鲂	6.5	> 5	2	13	
长薄鳅	1.8	> 5	24	43.2	
合计	37.55			145.7	

6.4.6 生境异地重建及效果评估

生境异地重建措施主要是：充分利用工程清礁产生的块石石料，在受影响的关键生境附近水域进行改造，塑造适合鱼类生长繁殖的水流条件，并结合人工鱼礁的投放，达到生境修复和营造的目的。

生境异地重建区选择在老虎滩清礁区对岸三堆子至花滩石梁沿岸深水区域，上游航道里程519.0-520.0km。

从生态环保或修复的角度考虑，拟利用70.5万方礁石块用于鱼类生境的异地重建。按顶高135.0m要求深水弃石，构建连续的浅滩-深潭，以利于鱼类以及其他底栖生物的生存和庇护。生境异地重建区建设完成后，新增了部分流速小于0.8m/s的区域，且大于泥沙淤积流速，存在鱼类栖居可能。

根据工可单位对生境异地重建措施工程量的测算，建设费用约3000万元。由于生境重建的石料全部来源于临近滩段清礁产生的石料，生境重建的建设过程与整治工程施工密切联系；因此，本保护措施的实施由整治建设单位同时开展，重建工程费用列入整治工程预算计划，不列入生态补偿经费。

同时，由于异地生境重建是针对长江上游鱼类区系新的保护措施，没有现存的方案可以借鉴。因此，该保护措施的生态效果必须开展科学评估。预计每个重建水域每年监测评估费用约25万元，1个水域监测3年，共计费用75万元。生境重建措施效果评估应列入生态补偿经费。

6.4.7 生态保护与恢复措施投资估算

经费构成及计算依据如下：

(1) 监管与珍稀特有鱼类救护经费

保护区管理部门需定期对工程进行环保措施落实状况监督，特别是珍稀特有鱼类救护工作。类比长江已建和在建其它同类项目，监管时限暂定为5年，共计经费30.8万元。

(2) 生态环境监测经费

施工过程的水生生物资源实时监测，监测时限为3.5年，共计140万元。

施工过程的卵苗漂流预警，监测时限为4年，共计32万元。

区域鱼类资源生态监测，监测时限为6.5年，共计130万元。

区域水生生态环境监测，监测时限为6.5年，共计130万元。

(3) 鱼类增殖放流经费

鱼类增殖放流苗种经费为145.7万元。

(4) 生境异地重建及效果评估

生境异地重建主要是通过清礁获得的石料、礁石块开展，与工程建设密切相关，因此，该措施建设费用列入工程建设预算，不计入补偿费用。开展重建生境的效果评估费用 75 万元，应列入补偿经费。

(5) 水生生态补偿总计

工程建设前，业主应该委托保护区管理机构或专业机构负责实施各类生态补偿措施。拟建项目的水生生态补偿预算总计见表 6.4.7-1。

表 6.4.7-1 拟建项目工程生态系统补偿预算和实施主体 (单位: 万元)

项目	建设内容	实施部门	实施年限	投资预算
监管与珍稀特有鱼类救护经费	日常监管、救护方案制定, 救护设施等	委托专业机构	3.5	30.8
生态环境监测经费	施工期水环境与水生生物	委托专业机构	3.5	140
	施工期鱼卵和幼鱼预警	委托专业机构	4	32
	区域鱼类资源	委托专业机构	6.5	130
鱼类增殖放流	区域水环境与水生生物	委托专业机构	6.5	130
	四大家鱼等保护对象	委托专业机构	4	145.7
生境异地重建	补偿工程建设对生境的影响	业主		建设费用
生境异地重建效果评估	补偿工程建设对生境的影响	委托专业机构	3	75
合计				683.5

本工程用于长江鱼类资源及水生生物多样性保护的生态补偿预算共计 683.5 万元。上述补偿资金基本能补偿拟建项目施工及运营对保护区保护对象、水域生态系统结构和功能的完整性产生的影响。

6.5 保护区影响综合评价

长江上游涪陵至丰都航道整治工程涉及长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区江段 15km。其中，和尚滩、大梁滩、大渡口、老虎滩 4 个滩段的航道整治涉及保护区试验区。长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程建设将局部改变保护区的水生态环境，影响保护区鱼类的分布、产卵繁殖和存活。该影响风险是制约长江上游航道整治工程开展的主要生态问题。

保护区江段历史上是长江上游重要的鱼类产卵繁殖和渔业生产水域。该区域在三峡水库蓄水以前鱼类资源丰富，生态条件稳定，气候温和，保持了较好的生境，适宜鱼类生长、栖息、繁殖，孕育了丰富多样的野生生物资源，是多种经济鱼类的盛产地和栖息场所。三峡工程满水位运行后，水文条件发生了改变并形成了新的自然生境并影响水生生物。受三峡工程的影响，保护区江段生态系统有较大幅度的改变，水域环境稳定后需进一步保持与维护，使其自然性所受影响得以尽可能的减小与恢复。从生态系统角度看，保护区环境相对多样，且有弯道、汉道、众多支流等复杂生境供四大家鱼及其它经济鱼类栖息与繁殖，对维持三峡库区水域生态系统结构和功能发挥着重要作用。

保护区江段鱼类种类丰富，生物多样性高，水生生物资源好、生态类群复杂。根据调查结果并结合历史资料，保护区水域共有 7 目 18 科 85 属 154 种鱼类的分布。调查的渔获物、仔鱼和鱼卵的种类共计 50 种，隶属于 5 目 7 科；仔鱼平均密度为 17 ind/1000m³，卵粒平均密度为 89 ind/1000m³。调查共记录浮游植物 5 门 50 种（属）；浮游动物 4 大类 27 种(属)；底栖动物有 7 科 13 种；水生维管束植物 6 科 13 属 14 种。保护区江段历史记载是鱼类重要的产卵场分布水域。三峡水库的运行严重改变了工程江段水环境条件，导致工程江段鱼类产卵场功能下降。同时，工程江段下游分汉江段为产粘性卵鱼类的产卵场；而且工程江段是重要的上游鱼类育幼和仔鱼漂流水域。

涪陵至丰都江段航道整治工程对保护区的影响预测分析表明，整治工程对主要保护对象四大家鱼的影响主要发生在施工期。从工程建设内容分析，工程建设产生的影响主要是清礁点对局部流态的影响。水下清礁施工影响较小，影响时间非常短暂，属可控性质。工程江段是四大家鱼鱼卵、仔鱼漂流的主要通道。施工导致的悬浮物增加，悬浮物会粘附在卵和仔鱼体表，增加四大家鱼仔鱼的死亡率。施工区域底质的破坏会导致底栖动物生物量的损失，影响青鱼的饵料资源。施工导致水生植物资源损失，减少了草鱼的饵料资源。施工导致的悬浮物浓度增加，浮游植物的光合作用在一定程度上受到不利影响，生物量将出现降低，影响鲢的饵料资源；也会一定程度上减少浮游动物的数量和影响其种类组成，进而影响鳊的摄食。

通过对其他保护对象的生态习性和生活史特征分析显示，工程水域是国家保护鱼类白鲟、达氏鲟、胭脂鱼的分布水域，还分布有重庆市重点保护鱼类12种。工程江段是下游长江鲟和胭脂鱼繁殖群体进入上游产卵场的洄游通道，航道整治工程对胭脂鱼的繁殖洄游可能会有一定的干扰。工程江段浅水区域也会是胭脂鱼的索饵场。整治工程减少岸边滩等缓流区的面积，进而减小胭脂鱼的索饵场。对12种重庆市重点保护鱼类的分析

显示，本航道整治工程对产漂浮性卵鱼类产卵繁殖影响不大，对产粘性卵鱼类的产卵繁殖影响的可能性较小。工程礁石后缓流区往往是鱼类的索饵场所，流速增加将产生一定的影响。由于三峡水库蓄水的影响，工程江段在冬季持续保持高水位，鱼类在工程江段的越冬不再局限于深潭和深坨，对鱼类的越冬影响较小。

航道整治工程对其他水生生物影响的预测分析表明，整治工程施工过程中的悬浊物浓度升高、噪音污染将对鱼类产生不利影响，该影响将在施工结束后消除。整治工程对浮游植物、浮游动物的影响主要发生在施工过程中，影响是短暂、可逆的，将在施工结束后逐步消失。航道整治工程施工将破坏清礁水域的底栖动物，改变底栖动物的生境条件。虽然随着泥沙的淤积，底栖动物群落将逐步恢复，但群落重建需要相对较长的时间。整治工程基本不影响近岸水生维管束植物，且施工结束后植被将逐渐恢复。

专题报告重点强调了生境异地重建、施工期优化、施工安排管理和驱鱼等减缓、保护措施的应用。优化施工期：工程江段鱼类的主要繁殖季节是3-6月，四大家鱼的繁殖高峰期是6-7月，建议优化施工时间安排，在鱼类主要繁殖季节（3-6月）应限制涉水施工；影响较大的清礁等施工主要安排在冬季高水位时期。优化施工安排和工艺流程：建议优化施工计划和管理，在时间和空间上合理间隔的安排施工，如在空间上，同时施工的两个工程滩段至少间隔较长江段；在时间上，相邻整治滩段的施工安排在不同年度，同一滩段不同建设内容也可以考虑安排在不同年度。在涉水作业前，采取合理的驱鱼措施能够降低涉水作业对成鱼的影响；但由于卵和仔鱼缺乏主动回避能力，避免仔鱼发生高峰期的涉水作业是十分必要的。要求采取适当措施，减少爆炸产生的压强、冲量和能量向水域中的传播，减小清礁冲击波的影响。上述保护措施可以减轻工程建设对长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区产生的不利影响和环境压力，有助于补偿和恢复保护区水域生态系统健康。

本工程用于长江鱼类资源及水生生物多样性保护的生态补偿预算共计 683.5 万元。上述补偿资金基本能补偿拟建项目施工及运营对保护区保护对象、水域生态系统结构和功能的完整性所产生的影响。

航道整治项目属于非污染建设类项目，工程建设与运行不涉及有毒有害、易燃易爆物质的生产、使用，其环境风险主要来自施工期溢油事故的发生和运行期航道发生航运事故。航道建设单位采取一定的工程环境风险防范措施和水生生物资源保护措施可有效降低项目的影响程度。评价建议航道建设单位在项目施工前就“项目营运期噪声对鱼类的影响”和“生境异地重建及效果评估”做进一步的研究与论证，将项目建设的影响降

低到最低程度。

综上所述，长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程占用保护区的范围小，不会明显改变河道水文条件及河床底质。其对保护区的影响主要是水下施工爆破，影响较小，影响时间非常短暂，属可控性质。工程施工建设不会改变保护区的性质，对长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区整体功能有一定影响，对保护目标和主要保护对象的影响较小。只要项目建设方充分重视“四大家鱼”种质资源保护区水域生态环境保护，积极与保护区管理部门建立协调机制，加强施工及运行各阶段的环境监管和跟踪监测，辅之以增殖放流、生境修复等措施，其影响可大大降低。因此，在加强生态保护、生态补偿和监管的前提下，从水生态环境保护角度，项目建设可行。

6.6 保护区专题报告批复

2020年2月9日农业农村部长江流域渔政监督管理办公室以长渔函字〔2021〕25号文《关于〈长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程对长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区影响专题评价报告〉的审查意见》对专题报告进行了批复，同意专题报告的评价结论，同意本工程的建设。认为本工程实施对长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区的影响专是可接受的。

批复要求与环评报告落实情况对比见表 6.6-1:

序号	专题报告批复要求	环评报告执行情况
1	建设单位应切实落实各项工程方案优化措施，合理安排工期，避开产卵繁殖季节。施工期清礁爆破等涉水作业前，必须对施工区域的鱼群分布做监测和评估，采取合理的驱鱼措施；应优化爆破施工工艺，严格控制施工范围，实施气泡帷幕措施，强化施工过程的环境管理，施工机械采用低噪声设备；运行期应严格管控通航船舶污染物和噪声，遵守相关管理规定，制定环境风险防范措施，尽量减少对保护区水生生物及其生境的影响。	环评报告对各项工程方案优化措施进行了进一步优化，尽量减少对保护区水生生物及其生境的影响。
2	《专题报告》提出的增殖放流、生态环境监测、生境异地重建、珍稀特有鱼类救护等措施，可以在一定程度上减缓工程对保护区的不利影响。建设单位应按“三同时”原则制定并落实各项生态保护措施，切实保护好水生生物资源及水域生态环境。项目施工前应针对“项目营运期噪声对鱼类影响”和“生境异地重建及效果评估”做进一步研究与论证。	环评报告细化了各项生态保护措施，“项目营运期噪声对鱼类影响”和“生境异地重建及效果评估”纳入科学研究，投入经费150万元。
3	《专题报告》的主要内容和结论应纳入项目环评报告，水生生物资源保护和补偿措施纳入项目环保措施，生态补偿经费纳入项目环保投资，环保投资待国家发改委批复后，应细化生态补偿费用，相关协议报我办备案。	已落实

7.0 环境风险评价

7.1 评价原则

本项目的建设为船舶运输提供更好的条件，大幅度减少船舶海损事故，对减少环境风险不无裨益。但船舶施工期及运营期依然存在发生碰撞事故的可能，造成燃油进入航道水域，对环境存在潜在危害。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)、《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/J 1143-2017)的要求、环境保护部环发〔2012〕77号《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》及环境保护部环发〔2012〕98号《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》的要求，通过风险识别、风险分析和风险后果计算等开展环境风险评价，为工程设计和环境管理提供资料和依据，以达到降低危险，减少危害的目的。

7.2 评价工作程序

评价工作程序见图 7.2-1。

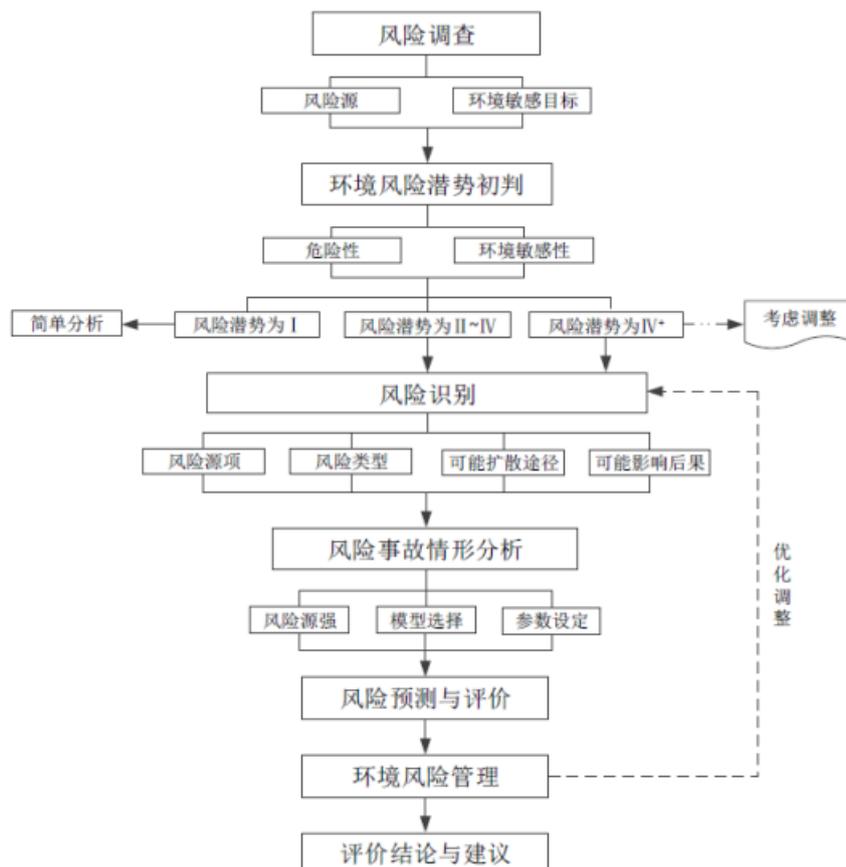


图 7.2-1 评价工作程序

7.3 评价等级和评价范围

7.3.1 评价等级

根据“1.5.1 评价等级”中相关内容，本项目地表水环境风险评价等级均为二级。

7.3.2 评价范围

风险评价范围见章节“1.5.2 评价范围”中相关内容。

7.4 风险识别

7.4.1 风险事故统计分析

本项目的事故风险主要来源于施工船舶碰撞等突发性事故造成的油箱破裂带来的事故溢油。

国内外发生较大事故的统计数据表明，突发性事故溢油有一定的风险概率。对某一项目的风险概率分析，由于受客观条件和不定因素的影响，而多采用统计数据资料进行分析。

（一）长江海事局所辖区段船舶事故的统计情况

由于统计时间和统计部门的差异，以下分别根据长江海事局（南京以上）的统计资料分析重点区域的风险发生情况类型、区域。

① 2008~2020 年上辖区船舶风险事故数量统计

按照遇险种类统计管辖江段 2008~2020 年险情分布，见表 7.4-1。

表 7.4-1 长江海事局管辖江段按遇险种类统计 2008-2015 年险情分布

年度	遇险种类	总数	碰撞	搁浅	触礁	触损	火灾爆炸	机损	自沉	风灾	其他
2008	件数	346	160	87	33	6	8	7	31	6	8
	比例	100	46.2	25.2	9.5	1.7	2.3	2.0	9.0	1.7	2.3
2009	件数	314	134	75	33	13	10	6	13	14	16
	比例	100	42.5	23.8	10.5	4.1	3.2	1.9	4.1	4.4	5.1
2010	件数	235	119	47	22	7	6	1	16	3	14
	比例	100	50.6	20.0	9.4	3.0	2.6	0.4	6.8	1.3	6
2011	件数	196	91	52	11	13	7	1	9	0	12
	比例	100	46.4	26.5	5.6	6.6	3.6	0.5	4.6	0.0	6.1
2012	件数	153	78	22	9	11	11	1	14	0	7
	比例	100	51.0	14.4	5.9	7.2	7.2	0.6	9.2	0.0	4.5
2013	件数	168	66	30	18	16	8	0	15	4	11
	比例	100	39.3	17.9	10.7	9.5	4.8	0.0	8.9	2.4	6.5
2014	件数	125	56	19	12	9	14	0	12	0	3
	比例	100	44.8	15.2	9.6	7.2	11.2	0.0	9.6	0	2.4
2015	件数	128	56	21	9	14	8	0	15	0	5

	比例	100	43.8	16.4	7.0	10.9	6.3	0.0	11.7	0.0	3.9
2018	件数	144	63	27	13	10	13	5	13	0	0
	比例	100	43.8	18.8	9.0	6.9	9.0	3.5	9.0	0	0
2019	件数	121	48	21	10	12	19	1	6	0	4
	比例	100	39.7	17.4	8.3	9.9	15.7	0.8	5.0	0.0	3.3
2020	件数	128	58	13	6	16	14	2	17	0	2
	比例	100	45.3	10.2	4.7	12.5	10.9	1.6	13.3	0.0	1.6

统计表明 2008~2020 年船舶事故总数总体呈下降趋势，其中碰撞、搁浅和触礁所占遇险的比例较高。统计主要漏油风险的碰撞事故发生趋势，如图 7.4.1-1。

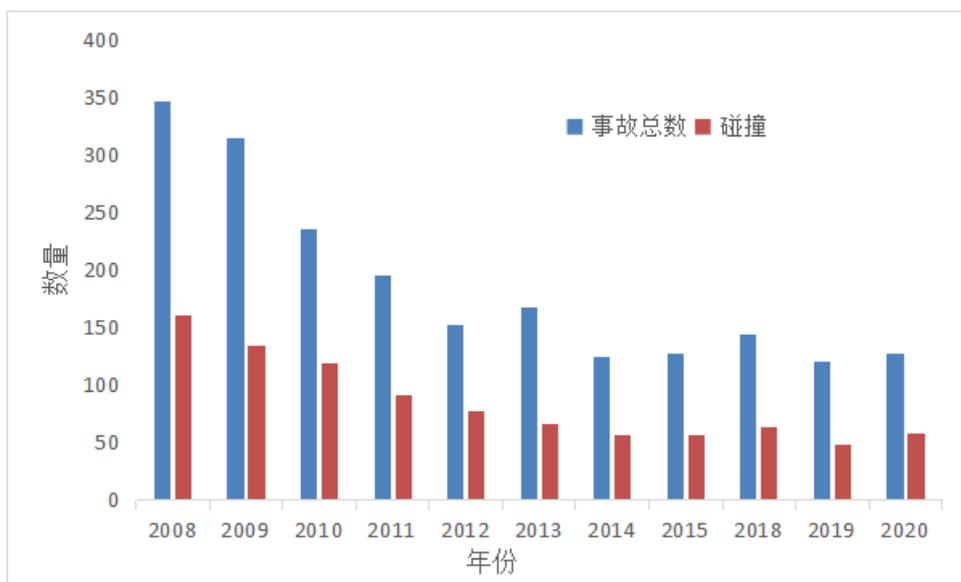


图 7.4.1-1 长江海事局 2008-2020 年事件总数及碰撞事故数量

②分江段事故统计

统计得三峡库区 2008~2015 年险情分布见表 7.4.1-2。统计数据表明上游三峡库区发生的海损事故仅占很小的比例。

表 7.4.1-2 2008-2015 年三峡库区事故数量

年份	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2018	2019	2020
全江段总数	346	314	235	196	153	168	125	128	144	121	128
三峡库区	19	23	22	11	13	10	7	6	6	5	6

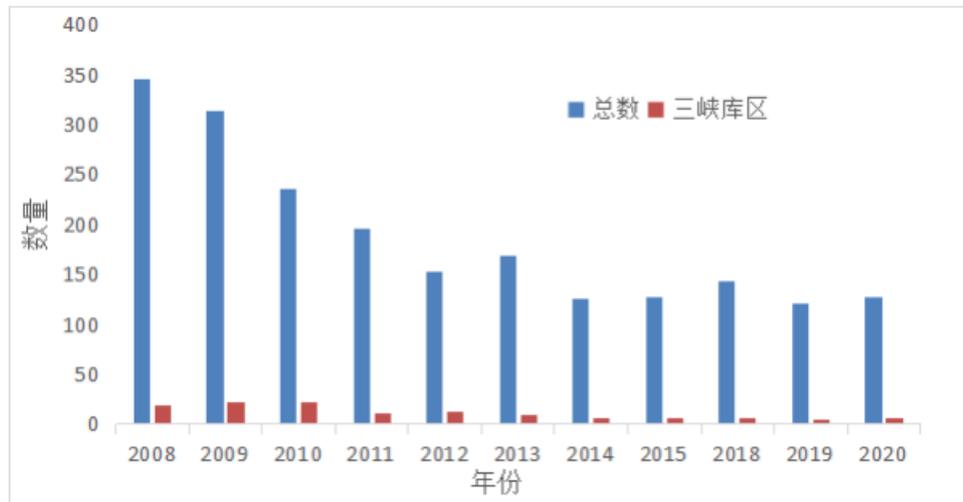


图 7.4.1-2 长江海事局 2008-2015 年分辖区险情分布

（二）三峡库区船舶污染事故统计分析

三峡库区船舶污染事故及污染量总体上呈现出连年减少的发展趋势，1997-1999 年间，年均发生重大污染事故 2.33 次，年均泄漏污染物 165 吨。2000 年-2007 年只发生重大污染事故一件，泄漏污染物 300 吨。近几年来三峡库区未发生一件重大污染事故。

三峡库区发生重大船舶污染事故的主要船舶类型为油船和化学品船等危险品船舶，两种类型船舶发生重大船舶污染事故少，但泄漏污染物量大，客船及普通货船共发生重大污染事故多件，但污染量相对较小，这是三峡库区船舶污染事故的又一特点。

（三）工程所在江段海事局统计

（1）2015-2018 年工程江段船舶事故的统计情况

根据重长江重庆海事局的统计资料，2015-2018 年来工程江段内的事故及险情统计情况见表 7.4.1-4。由表可知，近几年事故呈明显下降趋势。

表 7.4.1-4 工程整治范围内 2015-2018 年水上交通事故统计表

序号	时间	船舶	出事点	事故概况
1	2017.5.31	江集运 1205	斑鸠滩	搁浅
2	2015.6.21	机驳“宜昌中天 1 号”	鸡飞梁	对滑梁水估计不当，操作失误，在鸡飞梁搁浅。
3	2015.7.26	“川集 32”多用途船	大石鼓	在鸡飞梁过河至对岸的大石鼓触礁。
4	2015.8.19	机驳“中远 08”	老虎滩	受强大滑梁水影响，在老虎滩上触礁。
5	2015.8.22	机驳“盟运 3”	老虎滩	
6	2017.7.2	和济 612 锦龙 252	和尚滩	两船发生碰撞
7	2018.5.13	宏源 688	大梁滩	受大梁滩回水影响，触礁、搁置在礁石上
8	2018.7.2	江集运 1216、南海祥瑞	老虎滩	上行集装箱船与下行散货船发生碰撞，两船右舷局部凹陷变形

整治工程江段内交通事故，包括搁浅、碰撞等事件。根据调研，工程江段消落期航道易碍航，海损事故发生较为频繁，拟整治滩险蓄水以来部分海损事故多发地均为本江段的整治滩险。

7.4.2 物质危险性识别

根据《长江干线“十三五”航道治理建设规划环境影响报告书》对长江航道环境风险危险货物的识别，风险主要来源于石油及制品。

石油及其制品是长江航运事故中最易出现的污染物质，在 1991 年至 2004 年共发生船舶污染事故 862 件，其中油污染及油水污染事故达 699 件，占事故总数的 81.0%。

石油及其制品污染事故包括船舶碰撞造成的燃油泄露事故，可以柴油作为代表性物质进行预测分析。

化学物质对人体健康的危害性通常是指物质的毒性，物质毒性危害程度分极度危害、高度危害、中度危害和轻度危害四个级别。表 7.4.2-1 给出了毒物危害程度分级标准。

对照表 7.4.2-1 柴油理化性质和表 7.4.2-2 毒物危害程度分级可见，柴油对人体健康的危害程度属中度危害。

表 7.4.2-1 柴油的理化和毒理性质

类别	项目	柴油
理化性质	外观及性状	稍有粘性的棕色液体
	熔点(°C)	-18
	沸点(°C)	282~338
	相对密度	对水 0.87~0.9, 对空气 >1
	溶解性	不溶于水, 易溶于苯、二硫化碳、醇、可混溶于脂肪
燃烧爆炸危险性	闪点/引燃温度(°C)	50/227~257
	爆炸极限(vol%)	1.4~4.5
	稳定性	稳定
	建规火险分级	丙 A 类
	爆炸危险组别、类别	T3/IIA 高闪点易燃液体
	危险特性	遇明火、高热或与氧化剂接触, 有引起燃烧爆炸的危险, 遇高热, 容器内压增大, 有开裂和爆炸的危险
	灭火方法	灭火剂种类: 二氧化碳、泡沫、干粉、沙土

表 7.4.2-2 物质危险性标准

指标	危害程度分级				
	I (极度危害)	II (高度危害)	III (中度危害)	IV (轻度危害)	
毒	吸入 LC ₅₀ , mg/m ³	<20	200—	2000—	>20000
	经皮 LD ₅₀ , mg/kg	<100	100—	500—	>2500

害	经口 LD ₅₀ , mg/kg	<25	25—	500—	>5000
急性中毒		易发生中毒 后果严重	可发生中毒 愈后良好	偶可发中毒	未见急性中毒 有急性影响
慢性中毒		患病率高≥5%	患病率较高≤5% 或发生率较高 ≥20%	偶发中毒病例或 发生率较高 ≥10%	无慢性中毒 有慢性影响
慢性中毒后果		脱离接触后继续 发展或不能治愈	脱离接触后 可基本治愈	脱离接触后可恢 复不致严重后果	脱离接触后自行恢 复无不良后果
致癌性		人体致癌物	可疑人体致癌物	实验动物致癌性	无致癌性
最高容许浓度, mg/m ³		<0.1	0.1—	1.0—	>1.0

7.4.3 生产系统危险性识别

根据《长江干线“十三五”航道治理建设规划环境影响报告书》对长江航道环境风险的分析：航道建设和运行，出现船舶碰撞、搁浅等造成燃料或其他有毒有害物质，尤其是油品泄漏等污染事故。风险类型主要为物料泄漏及引发次生灾害。

航道建设期间，将对局部江段的船舶航行造成干扰。清礁工程施工船舶临近航道，对过往船舶影响较大。抛石船舶位于主航道附近与行驶船舶碰撞、施工船只岸边搁浅、抛石过程中由于船舶重量不均匀侧倾等，可能导致局部江段事故风险的发生概率上升。管理疏忽、操作违反规程或失误等原因引起油类跑、冒、滴、漏事故的可能性较大，将会对水域造成油污染。评价重点对施工期事故风险进行预测评价。

施工船舶事故主要来源于以下环节：

- (1) 施工船舶主航道内清渣时，与正常行驶的过往船舶碰撞，发生溢油泄漏；
- (2) 施工船只位于主航道附近定点施工，与行驶船舶碰撞，发生溢油泄漏；
- (3) 施工船只岸边发生搁浅，但基本不会发生碰撞泄漏。

项目实施后，航道条件改善，江段通航条件变好，事故风险率有所降低。

7.4.4 环境影响途径

根据项目物质危险性识别、生产系统危险性识别以及事故资料统计，本项目危险物质在事故情形下对环境的影响途径：

施工船舶污染事故主要是燃料油直接泄漏入江，对长江水生生态环境和水环境产生影响。

7.4.5 风险识别结果

航道上的船舶燃料油发生泄漏入江，造成长江生态环境及水环境的污染。

本次评价主要针对施工船舶燃料油泄漏产生的环境风险影响进行预测评价。

7.4.6 环境敏感目标

水、生态环境敏感目标包括大渡水厂取水口、大岩口取水口 2 个取水口及生活饮用水源保护区，长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区及本江段水生生物。

7.5 风险事故情形分析

7.5.1 水环境风险事故情形设定

通过风险识别和污染事故分析，本项目存在由于施工船舶操作不当引起碰撞等发生燃料油入江的可能性，存在潜在的事故风险。

因此，在由于操作不当等事故情形下，本次评价主要考虑施工船舶携带的燃料油发生泄露入江的情况。

7.5.2 最大可信事故及其源项分析

（一）最大可信事故概率

（1）施工期

分析本江段的既有事故统计资料，均未造成船舶燃料油泄露。根据已实施的近 20 项长江航道整治工程，由于施工期采取了目前较为先进的施工工艺以及长江海事局、航道局等管理部门通力配合，施工期间均未发生施工船舶溢油事故，因此类比分析本工程施工期间发生船舶溢油的概率极小，概率约为 20~50 年一次。

（2）营运期

由于船舶发生碰撞、搁浅、船体破损等事故的概率一般都非常小，属于小概率事件，因此船舶事故概率服从离散型二项概率分布。由此计算本江段溢油的风险概率应为： $8\% \times 81735 \times L \times 2.67 \times 10^{-6} / L \approx 0.017$ 。随着船舶大型化、现代化以及航道条件的改善，船舶发生溢油事故的概率将进一步减小。

（二）最大可信事故源强

本次评价假定进出航道线上的施工船舶发生碰撞，施工船舶为 40 艘，单个滩险施工船舶为 6~10 艘，根据施工船型调查，施工船舶主要为 4 方抓斗挖泥船、200t 级钻爆船。根据长江航道整治船舶调查，4 方挖泥船最大燃油单舱实载容量为 15t，柴油入江量最大约 15t/次。

7.6 风险预测与评价

7.6.1 事故风险预测方案

本节根据报告风险识别和源项分析结果，按照《水上溢油环境风险评估技术导则》

要求的规定，确定该航道的典型溢油事故情景。

(1) 泄漏事故位置

根据下游敏感点的分布情况，选择清渣区域水域作为溢油泄露事故发生点。

(2) 事故污染物质

船舶发生碰撞事故时，会造成船舶柴油泄漏事故。本报告选择船舶柴油作为典型污染物质进行模拟计算与评价。

(3) 事故源强

根据源强分析，将泄漏事故量定为施工期事故泄漏 15t 柴油。

(4) 事故环境条件

根据不同的事故地点和敏感目标的相对位置关系，选取不利风向和不利风速作为模拟环境情景。

7.6.2 溢油的物理与化学变化过程

(1) 对流与扩散原理

溢油在水面上运动主要是通过对流与扩散进行的。对流主要受制于油膜上方的风与油膜下方的水流。扩散是重力、惯性力、摩擦力、粘性与表面张力之间的动力学平衡导致的现象。风对油膜的影响表现为风所产生的漂流。一般采用风漂流流速等于风速的 3%。油膜的扩散(或扩宽)也是极为复杂的过程。对此 Bonit (1992) 与 Fay (1969、1971) 有详细的研究。但这些研究多局限于静止水面上的油膜，自然江河由于岸反射和单向水流等因素的影响，因而要复杂得多。油膜的扩散分为三个阶段：惯性阶段、粘性阶段和表面张力阶段。

(2) 蒸发

由于蒸发，油膜的物理与化学性质将产生重要的变化。由于蒸发依赖于多种因素。且这些因素又在随时发生变化，要准确地计算蒸发率是困难的。

(3) 溶解

溶解于水的碳氢化合物对于水中生物系统存在着潜在毒性，但溢油的溶解不会达到百分之几的程度。

(4) 垂直扩散或垂直运输

油膜在水面中的停留时间通常受制于小的油质点向水体内的垂直运输或油在水中乳化。

(5) 乳化乳胶的形成

重质原油具有较高的粘性，一般形成较稳定的乳胶状油，而沥青烯与高分子量蜡的存在在乳胶的形成密切相关。

(6) 沉积

各种形式的油都有可能被沉积物颗粒吸附沉于水底或粘结在岸边。在淤泥质沉积物中油的渗透是最小的，只有上层几厘米才会受到影响。

7.6.3 溢油预测模型

溢油进入水体后发生扩展、漂移、扩散等油膜组分保持恒定的输移过程和蒸发、溶解、乳化等油膜组分发生变化的风化过程。本评价溢油模型采用“油粒子”模型，该模型可以很好地模拟上述物理化学过程，另外，“油粒子”模型是基于拉格朗日体系具有稳定性和高效率性特点。“油粒子”模型就是把溢油离散为大量的油粒子，每个油粒子代表一定的油量，油膜就是有这些大量的油粒子所组成的“云团”。

输移过程

油粒子的输移包括了扩展、漂移、扩散等过程，这些过程的是油粒子位置发生变化的主要原因，而油粒子的组分在这些过程中不发生变化。

(1) 扩展运动

溢油自身扩展过程是指溢油在扩展系油膜在重力、黏性力和表面张力综合作用下的运动。现场观测资料表明，在溢油的初期(数 10 小时内)扩展过程起到支配的作用。随着油膜逐渐变薄，油膜开始破碎，扩展作用也随之减弱。

本文仅采用惯性力-重力公式计算初始油膜的面积，并在该尺度内分配“油粒子”的初始位置。其计算公式可以表示为

$$A_0 = \pi \frac{k_2^4}{k_1^2} \left(\frac{\Delta g V_0^5}{\nu_w} \right)^{\frac{1}{6}}$$

其中， A_0 为初始面积； $\Delta = (\rho_w - \rho_0) / \rho_w$ ， ρ_w 为水的密度， ρ_0 为油的密度； g 为重力加速度； V_0 为溢油的初始体积， ν_w 为水的运动粘度； K_1 ， K_2 为经验系数，在计算中分别取为 0.57 和 0.725。

考虑到溢油的内力，也即惯性力、重力、黏性力、表面张力等在油膜变化和运动中的作用，本文假设在油膜厚度不均的区域存在一种“扩展力”，这种“扩展力”能够产生扩展速度推动油膜从厚度较高的区域向厚度较低的区域移动。油膜厚度梯度的计算是基于矩形或正方形网格建立起来的，这套网格将独立于计算水动力的网格。因此，网格单元

内油膜扩展速度的计算公式可以用下式表示：

$$u_{cell} = k \cdot \frac{\Delta h}{\Delta x}$$

$$v_{cell} = k \cdot \frac{\Delta h}{\Delta y}$$

其中， $\frac{\Delta h}{\Delta x}$ 和 $\frac{\Delta h}{\Delta y}$ 分别为网格单元在 x 、 y 方向上的厚度梯度分布；而 k 为扩展系数，

其计算原理以 Fay 理论为基础，主要是为了使扩散系数对油品敏感，比如，不同的油品因为其密度的不同使得该油品的扩展系数不同。其计算公式为

$$k = k_1 \cdot \frac{\Delta^{\frac{1}{6}} g V^2}{v_w^{\frac{1}{6}}}$$

其中， k_1 为经验系数，其值一般取为 10。

(2) 漂移运动

油粒子漂移的作用力是水流和风拽力，油粒子总漂移速度为：

$$U_{tot} = \alpha U_w + U_s$$

式中： U_w 为江面以上 10m 处的风速； U_s 为表面流速； α 为风漂移系数，一般在 0.03~0.05 之间。

二维水动力模型计算的流速是沿水深方向平均值，而油粒子所计算流速是表面流速，因此本评价假设表面流速为平均流速值 1.1-1.5 倍。

二维水动力计算结果中的流速计算点位于各离散的网格点，而“油粒子”模型中绝大部分时间里粒子不是正好处于这些点上，因此需要对流速值内插。

(3) 紊动扩散

假定水平扩散各向同性，一个时间步长内 α 方向上的可能扩散距离 S_α 可表示为：

$$S_\alpha = [R]_{-1}^1 \sqrt{6D_\alpha \Delta t}$$

其中 $[R]_{-1}^1$ 为 -1~1 之间的随机数， D_α 为 α 方向上的扩散系数。

风化过程

油粒子的风化包括蒸发、溶解和乳化等各项风化过程，在这些过程中油粒子的组成发生变化，但油粒子水平位置没有变化。

(1) 蒸发

蒸发将使溢油量减小，同时改变溢油的密度和粘性等物理性质。依据 Reed(1989)提供的蒸发分数公式：

$$\frac{DF_V}{DT} = -\left(\frac{F_{VMAX} - F_V}{1 - F_V}\right)\theta$$

其中 F_V 为蒸发量占液体总量的分数， F_{Vmax} 为最大蒸发分数，如果 $F_{Vmax}-F_V \leq 0$ 时取值 0， T 为时间，蒸发系数 θ 依据 stiver 和 Mackay (1985) 的参数化公式：

$$\theta = \frac{KAT}{V_0} = \frac{KT}{\delta}$$

其中 $K = 2.5 \times 10^{-3} U_w^{0.78}$, U_w 为江面以上 10m 处的风速， A 为油膜面积， V_0 为溢油初始体积， δ 为油膜厚度， T 为时间。

(2) 乳化

溢油的乳化过程受风速、波浪、油的厚度、环境温度、油风化程度等因素的影响，一般用含水率表示乳化程度。依据 Mackay(1980)和 Zagorski(1982)提供的含水率公式：

$$\frac{DF_w}{DT} = C_1(U_w + 1) \left(1 - \frac{F_w}{C_2}\right)$$

其中， F_w 为乳化物的含水率， $C_1 = 2.1 \times 10^{-6}$ ， U_w 为风速，家用燃料油 $C_2 = 0.25$ 、原油和重油 $C_2 = 0.7$ (Reed, 1989)， T 为时间。

(3) 溢油性质变化

随着蒸发和乳化等变化过程的进行，残留在水体中的溢油性质也不断发生变化，主要表现为：

溢油体积的变化

$$V_t = V_0 [1 - (F_V)_t] / [1 - (F_w)_t]$$

溢油密度变化

$$\rho = (1 - F_w) [(0.6\rho_0 - 0.34)F_V + \rho_0] + F_w\rho_w$$

其中： ρ_0 为乳化前油的初始密度， ρ_w 为水密度。

(4) 油粒子数确定

模拟的精度一般采用最小厚度来表示，该(厚度由单个粒子在一个计算网格单元表征。最小浓度为单个粒子的质量除以其所处的网格的体积，其计算式表示如下：

$$C_{\min} = \frac{m_{\text{particle}}}{A_{\text{cell}} \times h_{\text{layer}}} = \frac{M_{\text{total}}}{N_{\text{total}} \times A_{\text{cell}} \times h_{\text{layer}}}$$

其中， C_{\min} 为最小厚度； m_{particle} 为每个油粒子的质量； A_{cell} 为网格单元的面积； h_{layer} 为网格水深。

7.6.4 计算参数确定

根据三峡水库坝前水位运用过程和工程施工期安排，考虑风险预测计算水文条件选取汛期一般洪水流量作为计算工况。根据清溪场站流量统计，取 $14600\text{m}^3/\text{s}$ ，对应的流量和边界水位见表 7.6.4-1。风向取相对下游取水口油膜到达最短时间对应的最不利风向。

表 7.6.1-1 典型污染事故情景模拟参数

编号	时段	事故位置	泄漏种类	泄漏规模	风向	风速	水文条件
溢油点 A	消落期	大梁滩清礁区	柴油，密度 $0.85 \times 10^3 \text{kg}/\text{m}^3$ ，运动粘度 15cSt	15t	不利风向 SW	1.2m/s	清溪场流量 $14600\text{m}^3/\text{s}$ ， 下边界水位 147.0m
溢油点 B		和尚滩清礁区			不利风向 SSW		

7.6.5 溢油预测结果及分析

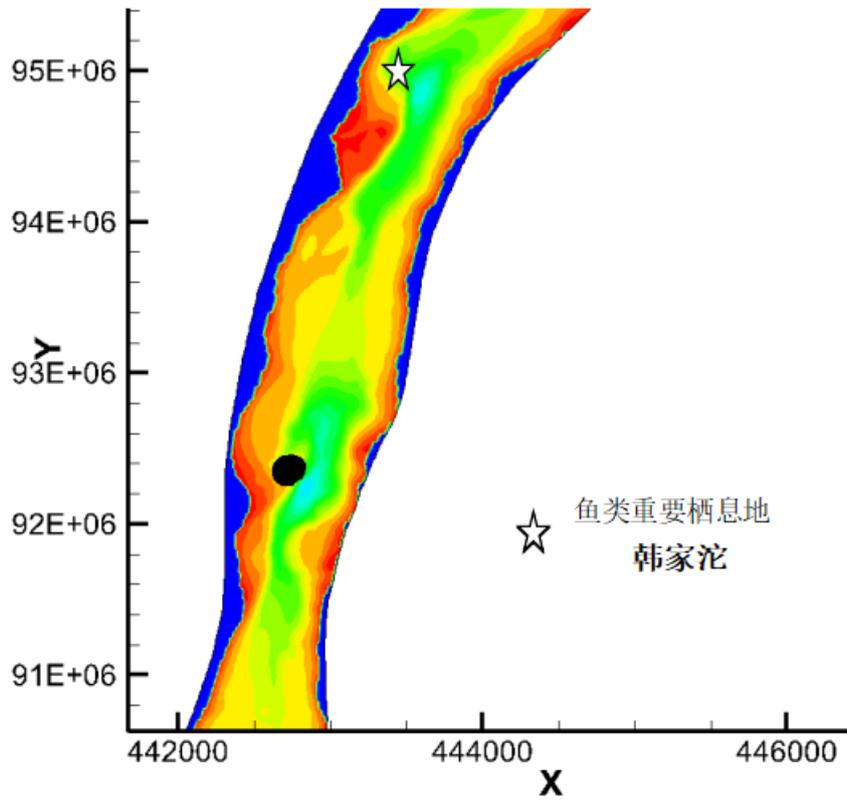
(1) 航道里程 532.5km 溢油

事故类型：和尚滩郭家嘴施工区发生事故，溢油事故点 A（左岸 532.5km）

影响类型：溢油对韩家沱（鱼类重要栖息地）的影响；

预测结果：如图 7.6.5-1 和附图 8-1。

结果分析：溢油后，油膜沿航道向下游方向漂移。约 30min 后油膜到达韩家沱，约 70min 后离开韩家沱水域，持续污染时间约 30min，但并油膜并未在韩家沱内富集。



图(a) 溢油轨迹图(溢油部位: 左岸 532.5km; $\Delta t=0$ min) (无流场)

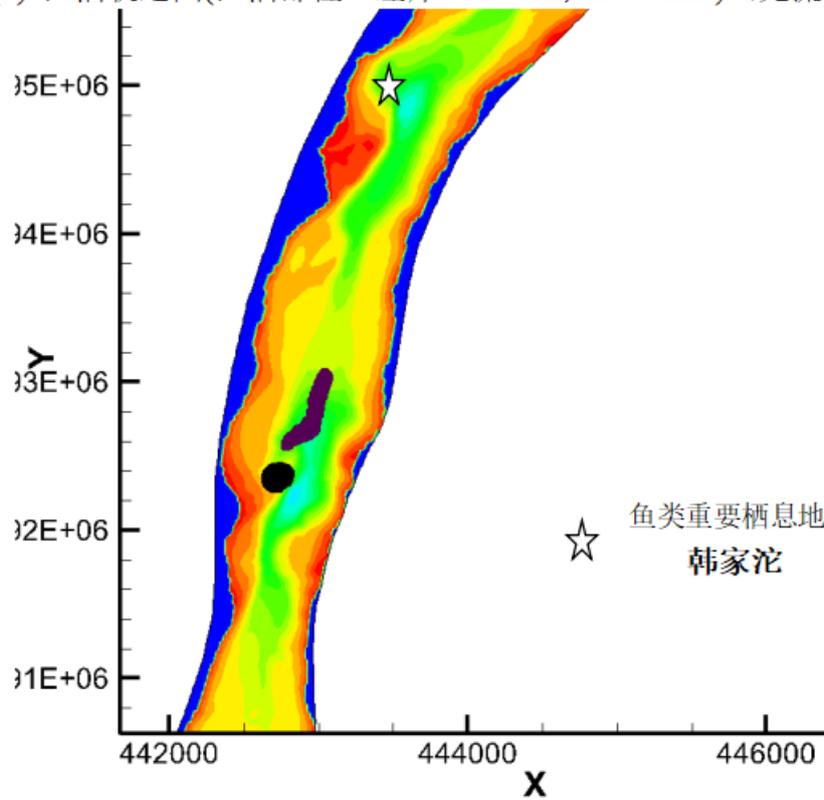


图 1(b) 溢油轨迹图(溢油部位: 左岸 532.5km; $\Delta t=10$ min) (无流场)

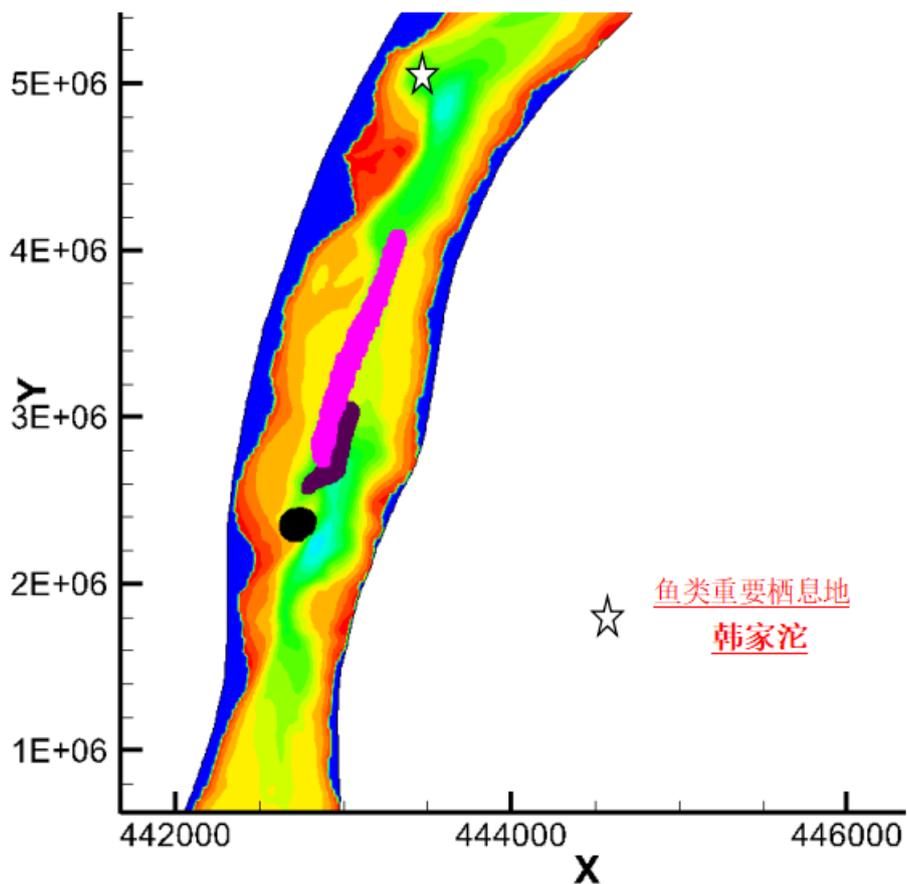


图 1(c) 溢油轨迹图(溢油部位: 左岸 532.5km; $\Delta t=20$ min) (无流场)

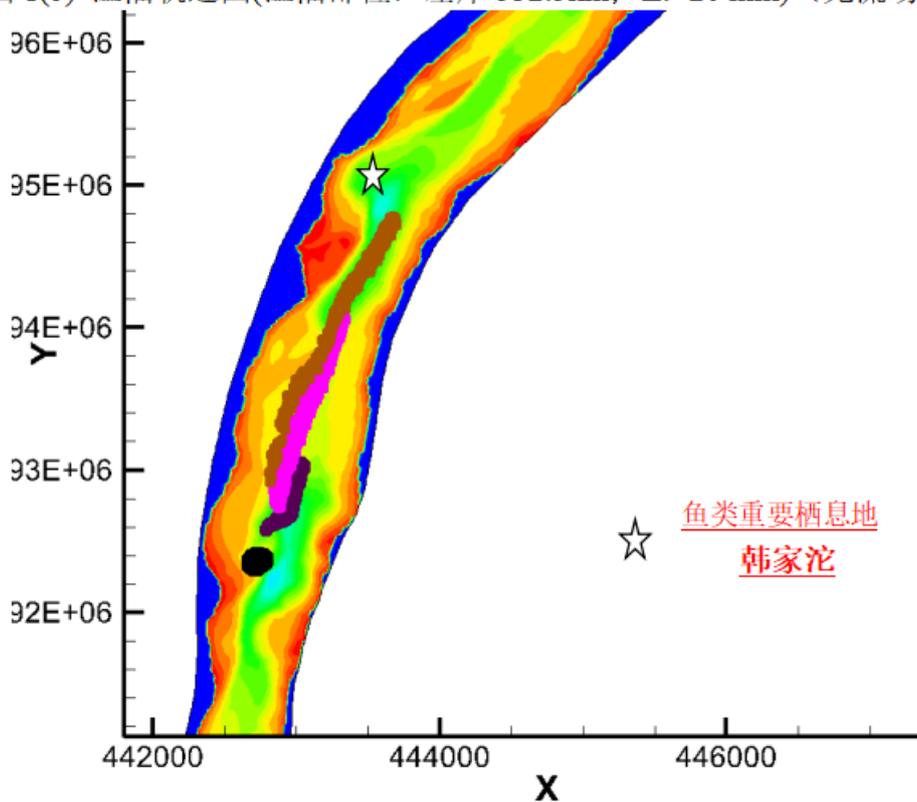


图 1(d) 溢油轨迹图(溢油部位: 左岸 532.5km; $\Delta t=30$ min)

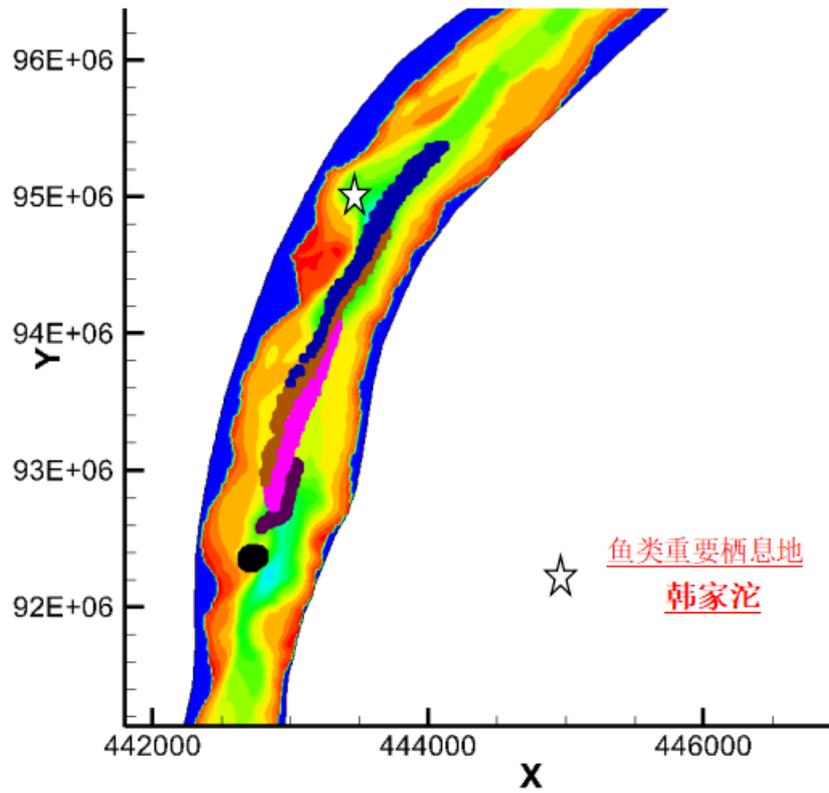


图 1(e) 溢油轨迹图(溢油部位: 左岸 532.5km; $\Delta t=40$ min) (无流场)

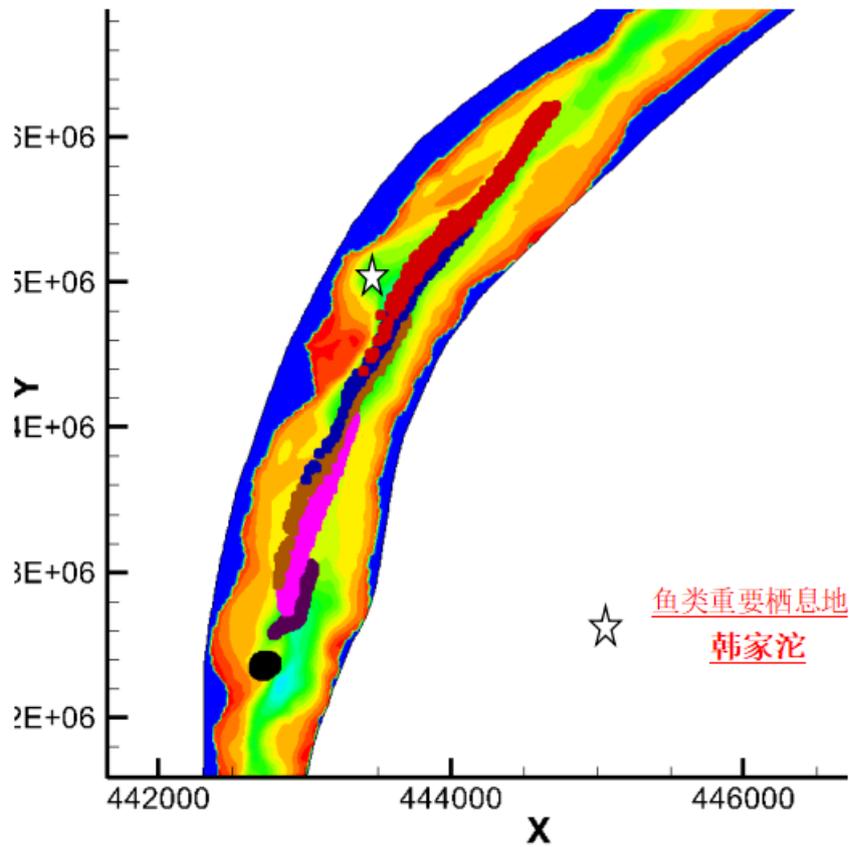


图 1(f) 溢油轨迹图(溢油部位: 左岸 532.5km; $\Delta t=50$ min) (无流场)

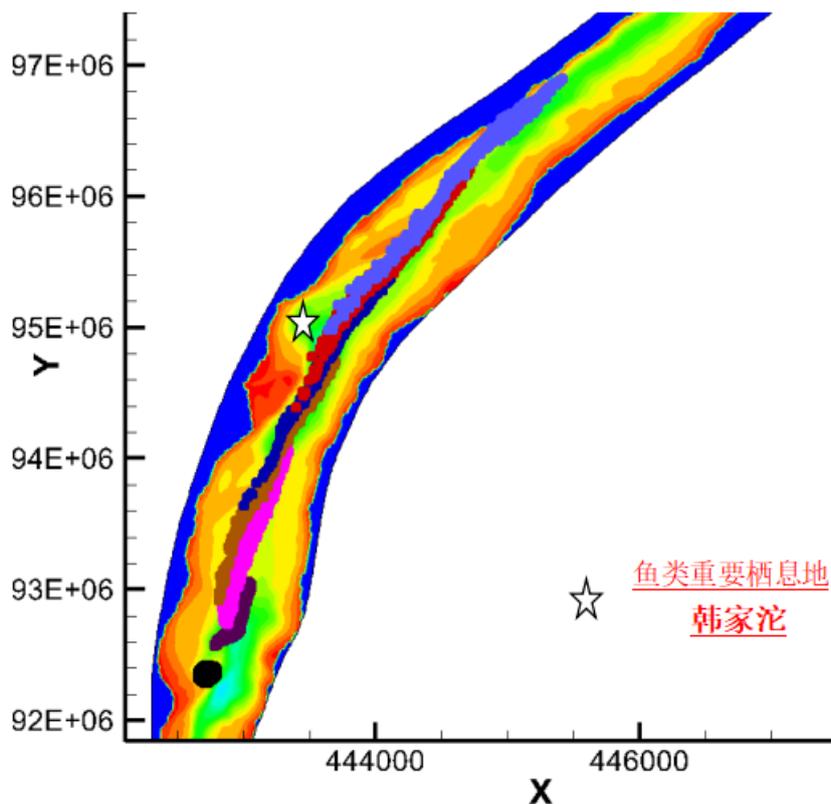


图 1(g) 溢油轨迹图(溢油部位: 左岸 532.5km; $\Delta t=60$ min) (无流场)

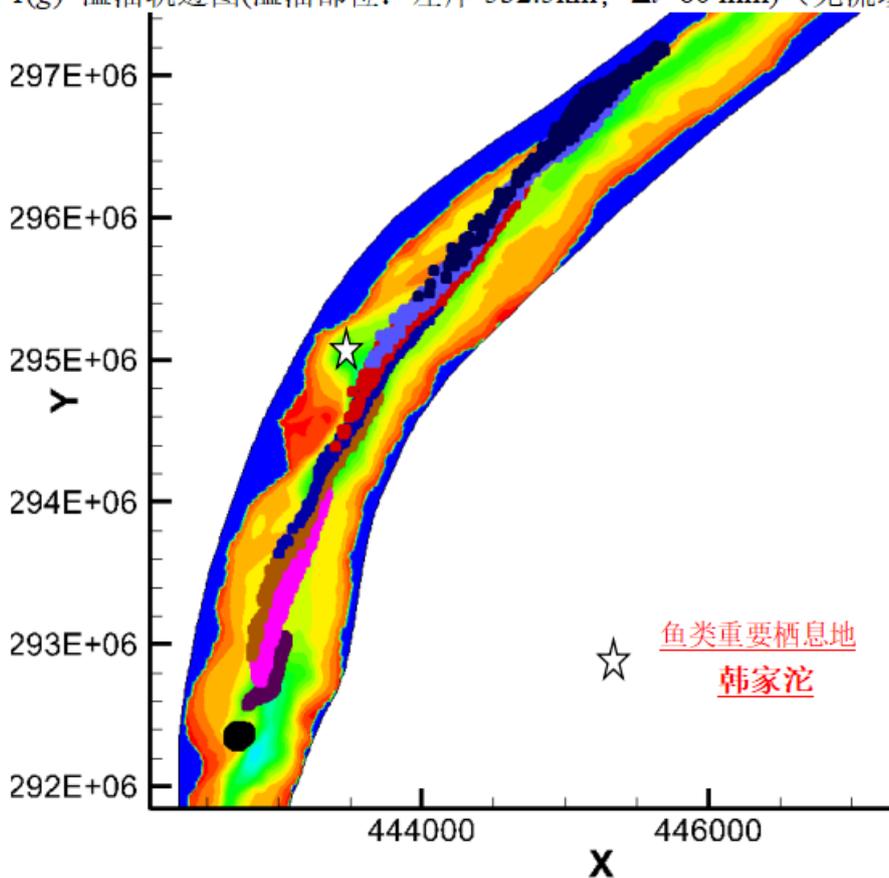


图 1(h) 溢油轨迹图(溢油部位: 左岸 532.5km; $\Delta t=70$ min) (无流场)

图 7.6.5-1 郭家嘴溢油轨迹图

(2) 航道里程 529.0 km 溢油

事故类型：大梁施工区发生事故，溢油事故点 A（左岸 529km）

影响类型：溢油后对取水口的影响；

预测结果：如图 7.6.5-2 和附图 8-2。

结果分析：溢油后，油膜沿航道向下游方向漂移。约 30min 后油膜到达大渡水厂取水口，持续污染 20min 后油膜离开该水域。油膜并未在取水口附近水域富集。

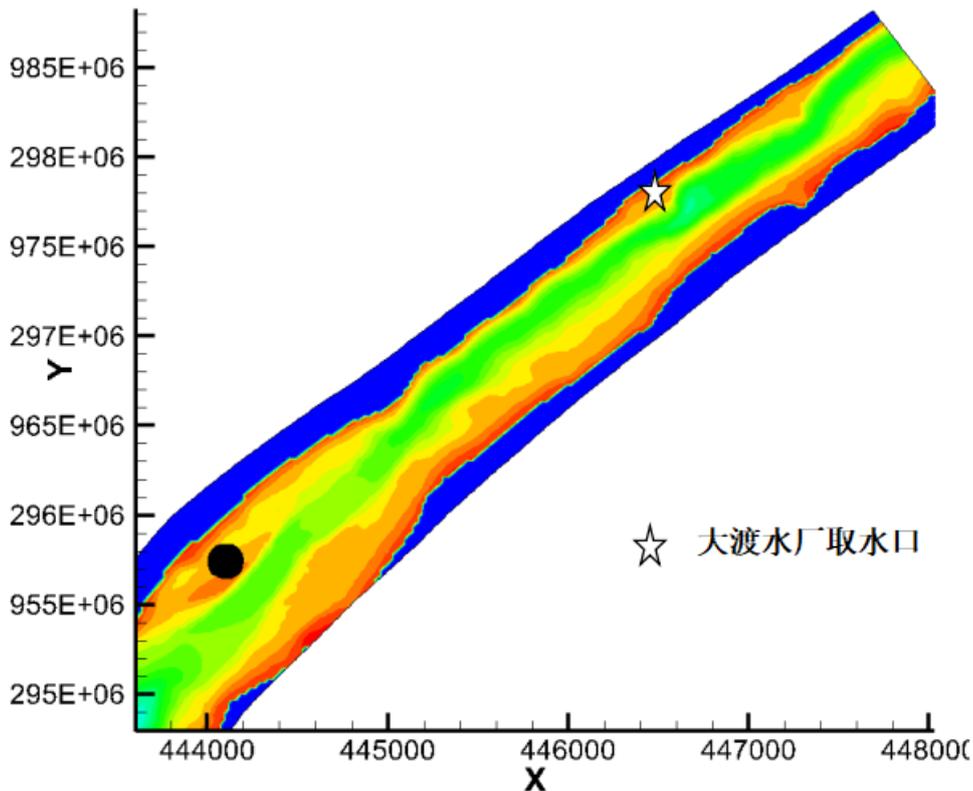


图 2(a) 溢油轨迹图(溢油部位：左岸 529km，大梁； $\Delta t=0$ min)（无流场）

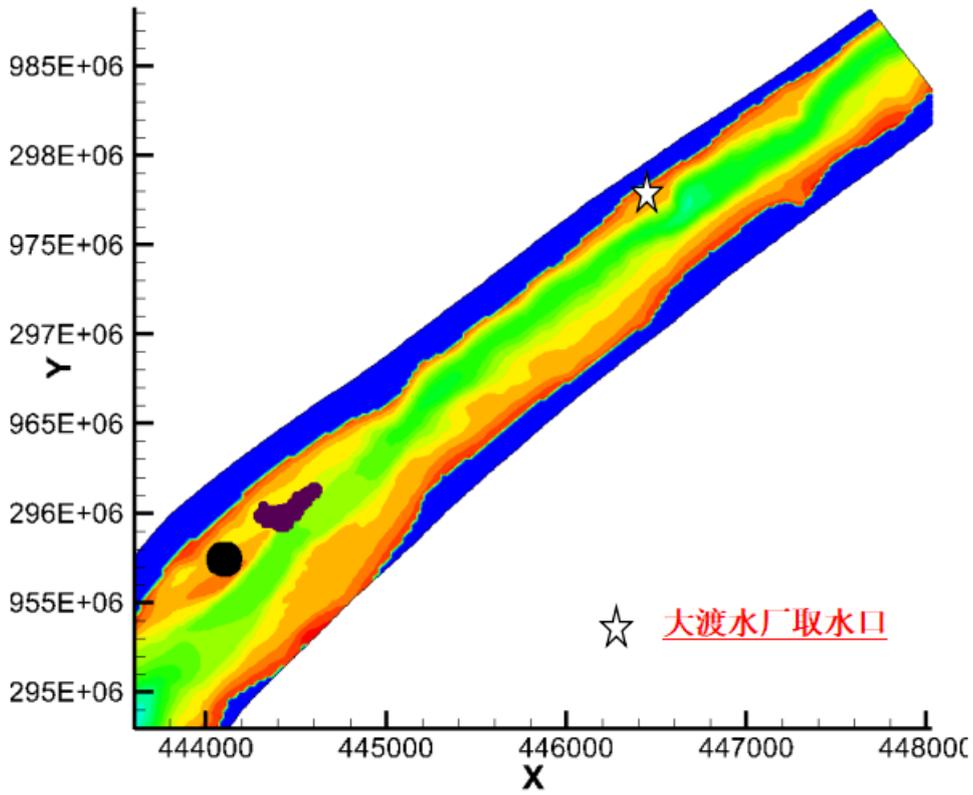


图 2(b) 溢油轨迹图(溢油部位: 左岸 529km, 大梁; $\Delta t=10$ min) (无流场)

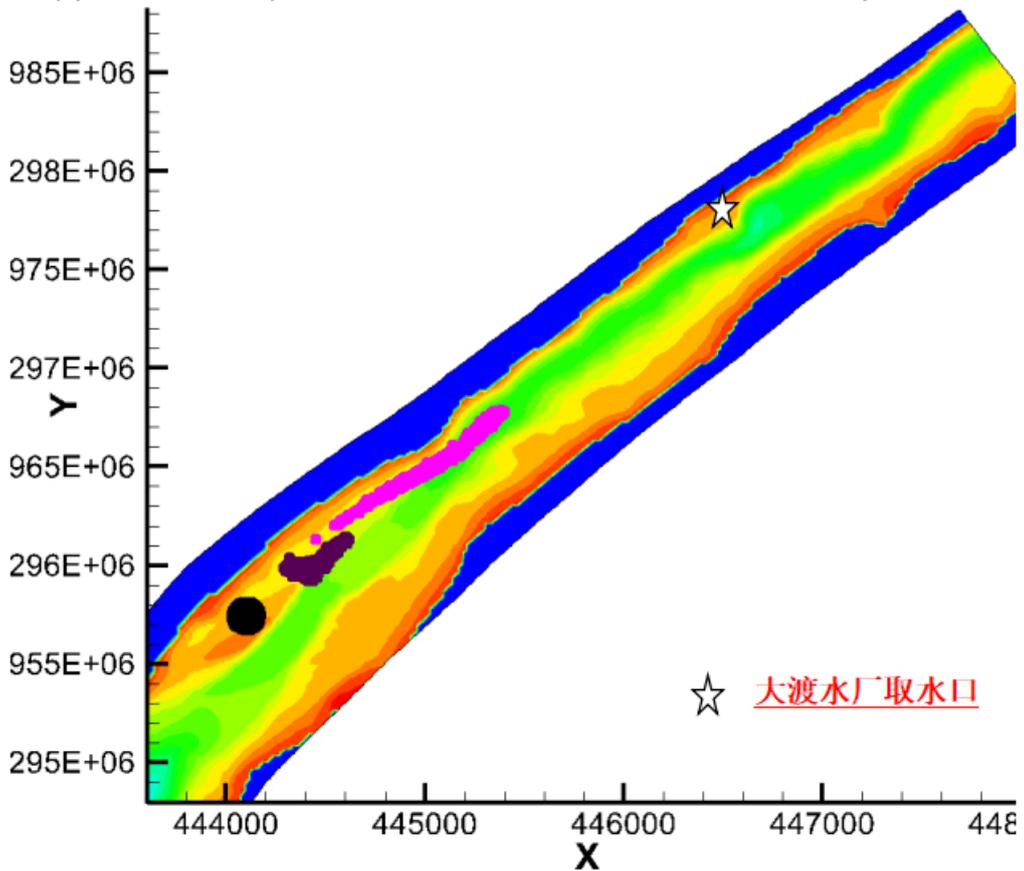


图 2(c) 溢油轨迹图(溢油部位: 左岸 529km, 大梁; $\Delta t=20$ min) (无流场)

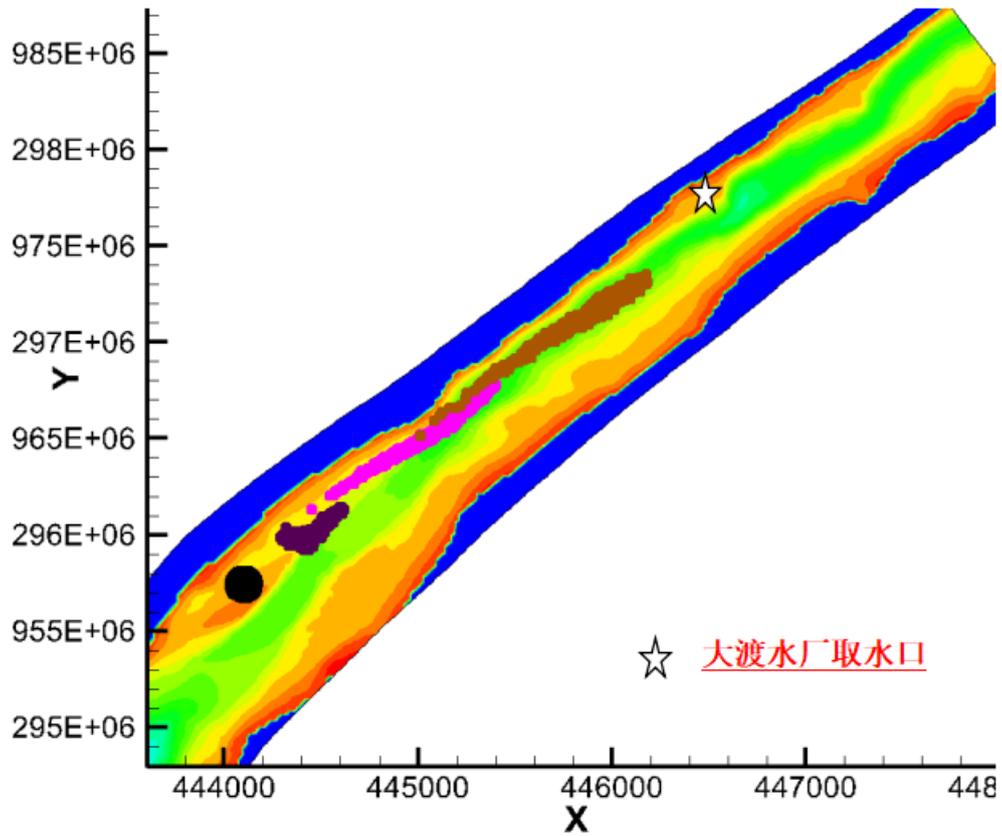


图 2(d) 溢油轨迹图(溢油部位: 左岸 529km, 大梁; $\Delta t=30$ min) (无流场)

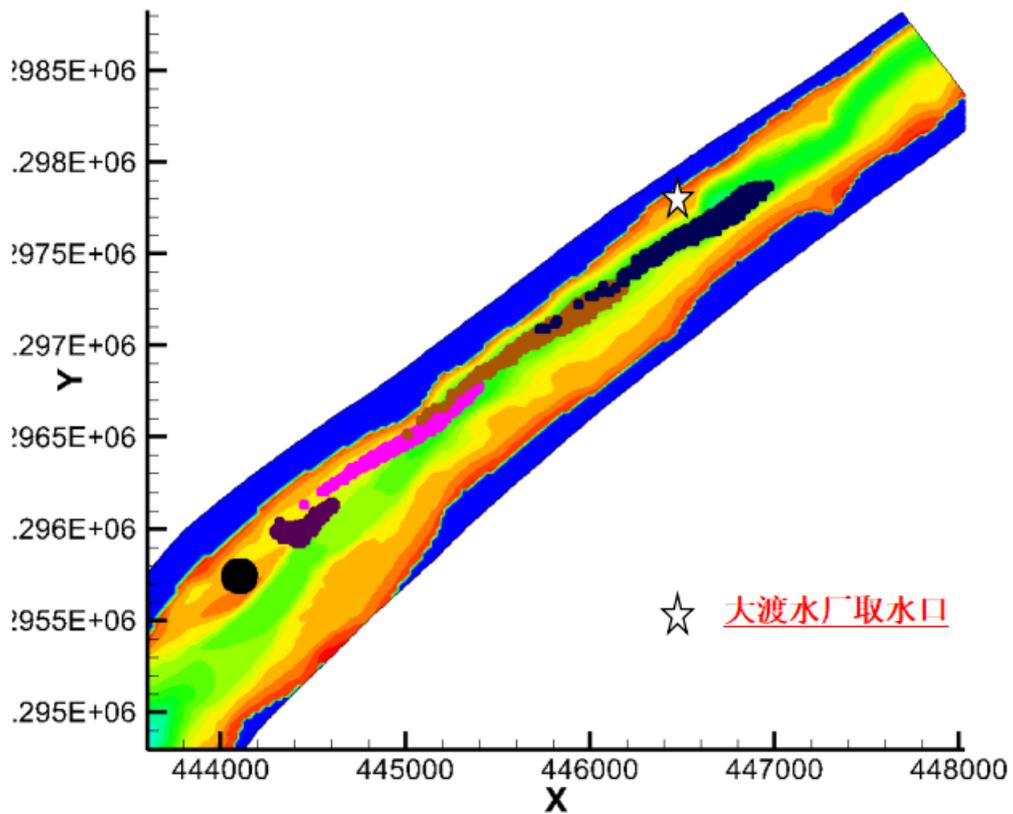


图 2(e) 溢油轨迹图(溢油部位: 左岸 529km, 大梁; $\Delta t=40$ min) (无流场)

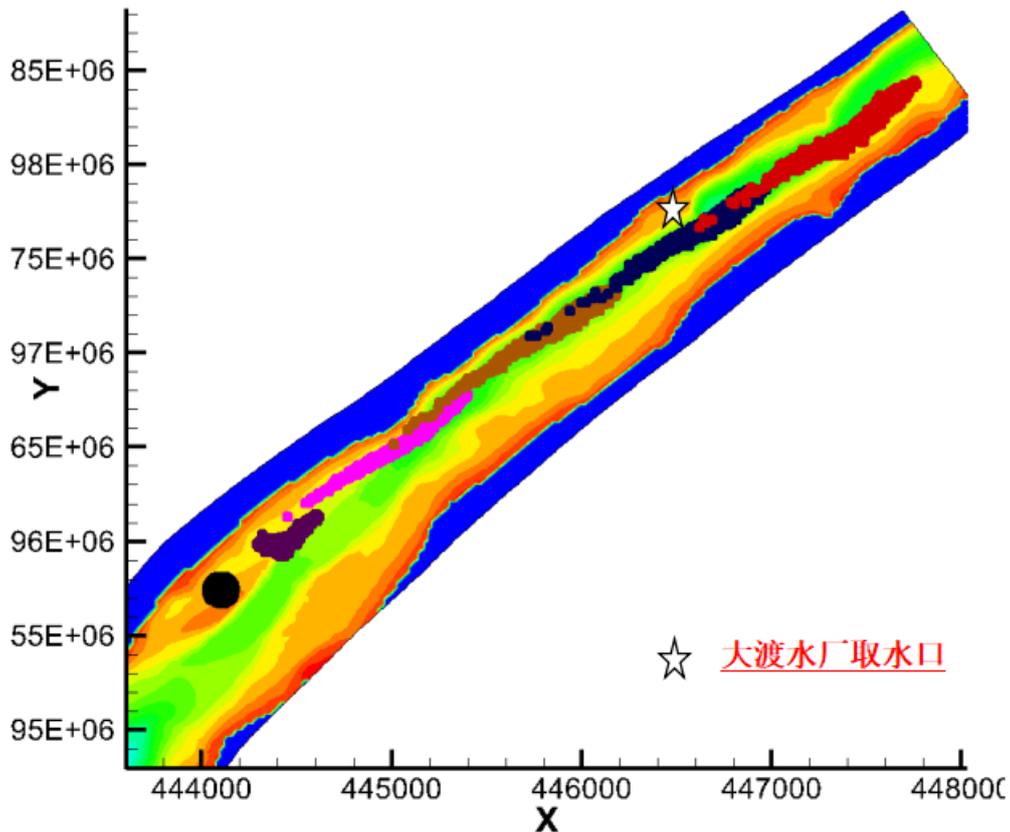


图 2(f) 溢油轨迹图(溢油部位: 左岸 529km, 大梁; $\Delta t=50$ min) (无流场)

由于溢油事故中无论是溢油量还是溢油时间均有较大的不确定性, 一旦发生事故溢油, 应及时启动应急预案和通知下游取水口, 最大限度地控制油膜向下游的漂移, 最大程度地减少溢油对下游各水厂取水口的污染影响。

为保护长江水质, 必须通过严格的环境管理, 尽量杜绝此类事故的发生。并通过建立有关制度、完善设备, 提高人员素质和制定溢油应急计划, 采取适当的控制溢油事故措施, 以控制溢油事故的污染。一旦发生风险事故, 应立即启动溢油事故应急计划, 采取事故应急措施, 降低溢油事故对环境的影响。

7.6.6 风险可接受水平

评价采用《水上溢油环境风险评估技术导则》中的风险矩阵方法, 风险矩阵由事故概率和危害后果两部分组成。在风险矩阵中, 风险水平分为不可容忍、可容忍和可忽略三类。

按照《水上溢油环境风险评估技术导则》关于水上溢油事故概率划分等级(表 7.6.6-1)和水上溢油事故危害后果等级划分(表 7.6.6-2), 对该航道溢油事故概率和事故危害后果划分结果见图 7.6.6-1。其中高风险区为不可容忍的风险区域, 低风险区为可

忽略的风险区域，中风险区为可容忍区域。

表 7.6.6-1 水上溢油事故概率等级划分

等级	事故概率/发生一次事故的概率
很高	$\geq 1/\leq 1$ 个工作年
较高	0.1~1/ (1~10) 个工作年
中等	0.02~0.1/ (10~50) 个工作年
较低	0.01~0.02/ (50~100) 个工作年
很低	0.001~0.01/ (100~1000) 个工作年
极低	$< 0.001/1000$ 以上个工作年
注：区间值前一个数量级包括本数，后一个数量级不包括本数	

表 7.6.6-2 水上溢油事故危害后果等级划分

分类	详细说明
C1	溢油 10000t 以上，或造成直接经济损失 10 亿元以上，或危害后果指数值 ≥ 20
C2	溢油 (1000~10000)t，或造成直接经济损失 (2~10) 亿元，或危害后果指数值 16~20
C3	溢油 (500~1000) t，或造成直接经济损失 (1~2) 亿元，或危害后果指数值 12~16
C4	溢油 (100~500) t，或造成直接经济损失 5000 万元~1 亿元，或危害后果指数值 8~12
C5	溢油 (50~100) t，或造成直接经济损失 (1000~5000) 万元，或危害后果指数值 4~8
C6	溢油 50t 以下，或造成直接经济损失不足 1000 万元，或危害后果指数值 < 4

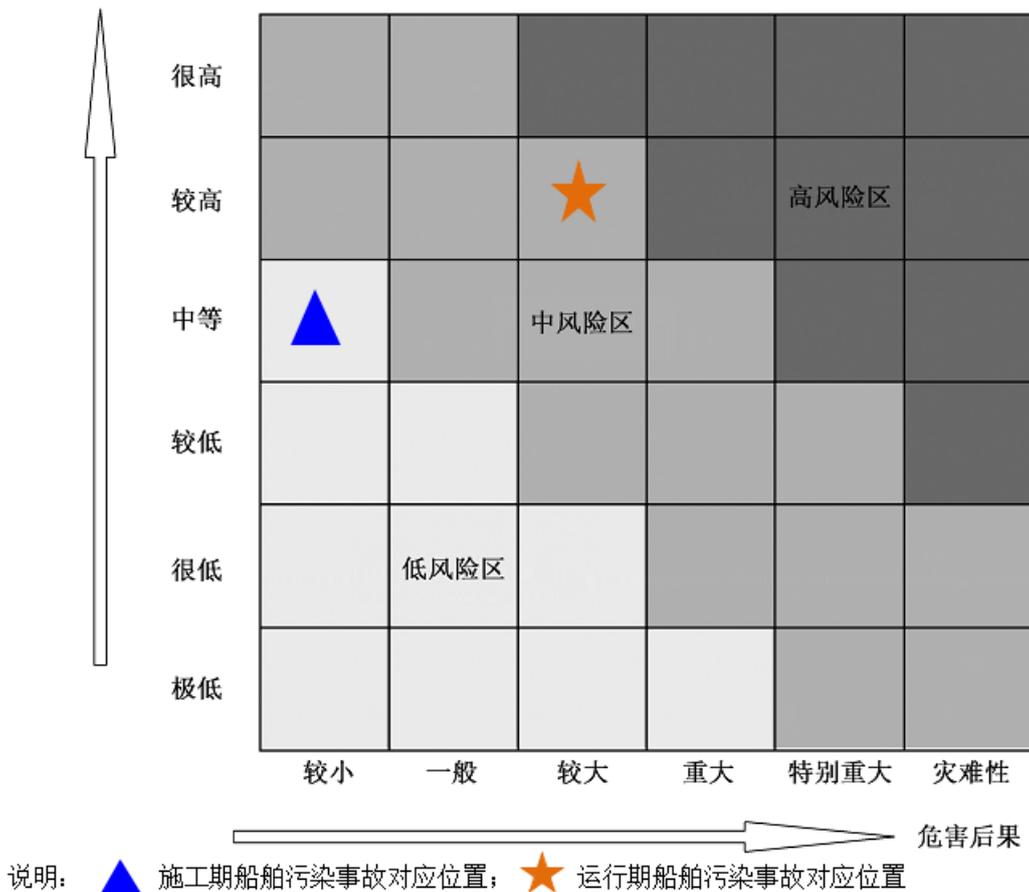


图 7.6.6-1 可能最大水上溢油事故风险准则矩阵示意图

根据施工、运行期航道溢油污染事故概率分析、风险事故后果模拟预测结果及表 7.6.6-1、表 7.6.6-2，施工期溢油事故风险处在低风险区，运行期溢油污染事故风险等级为中等风险，必须采取必要的措施降低风险。一方面应采取措施降低事故发生概率，另一方面应配备必要的防污应急设备，将风险控制在尽可能低的水平。

综合分析，在落实本评价提出的事故风险防范措施和应急预案的前提下，本工程环境风险可以防控。环境风险评价自查表见 7.6.6-1：

表 7.6.6-1 环境风险评价自查表

工作内容		完成情况							
风险调查	危险物质	名称	柴油						
		存在总量/t	15						
	环境敏感性	大气	500 m 范围内人口数__人			5 km 范围内人口数__人			
			每公里管段周边 200 m 范围内人口数(最大)			__250__人			
		地表水	地表水功能敏感性	F1 <input checked="" type="checkbox"/>	F2 <input type="checkbox"/>		F3 <input type="checkbox"/>		
			环境敏感目标分级	S1 <input checked="" type="checkbox"/>	S2 <input type="checkbox"/>		S3 <input type="checkbox"/>		
地下	地下水功能	G1 <input type="checkbox"/>	G2 <input type="checkbox"/>		G3 <input type="checkbox"/>				

		水	敏感性 包气带防污性能	D1 <input type="checkbox"/>	D2 <input type="checkbox"/>	D3 <input type="checkbox"/>
物质及工艺系统 危险性	Q 值	Q < 1 <input checked="" type="checkbox"/>	1 ≤ Q < 10 <input type="checkbox"/>	10 ≤ Q < 100 <input type="checkbox"/>		Q > 100 <input type="checkbox"/>
	M 值	M1 <input type="checkbox"/>	M2 <input type="checkbox"/>	M3 <input type="checkbox"/>	M4 <input checked="" type="checkbox"/>	
	P 值	P1 <input type="checkbox"/>	P2 <input type="checkbox"/>	P3 <input checked="" type="checkbox"/>		P4 <input type="checkbox"/>
环境敏感程度	大气	E1 <input type="checkbox"/>	E2 <input type="checkbox"/>		E3 <input checked="" type="checkbox"/>	
	地表水	E1 <input checked="" type="checkbox"/>	E2 <input type="checkbox"/>		E3 <input type="checkbox"/>	
	地下水	E1 <input type="checkbox"/>	E2 <input type="checkbox"/>		E3 <input type="checkbox"/>	
环境风险潜势	IV + <input type="checkbox"/>	IV <input type="checkbox"/>	III <input checked="" type="checkbox"/>		II <input type="checkbox"/>	I <input type="checkbox"/>
评价等级	一级 <input type="checkbox"/>		二级 <input checked="" type="checkbox"/>		三级 <input type="checkbox"/>	简单分析 <input type="checkbox"/>
风险识别	物质危险性	有毒有害 <input checked="" type="checkbox"/>			易燃易爆 <input checked="" type="checkbox"/>	
	环境风险类型	泄漏 <input checked="" type="checkbox"/>			火灾、爆炸引发伴生/次生污染物排放 <input checked="" type="checkbox"/>	
	影响途径	大气 <input checked="" type="checkbox"/>			地表水 <input checked="" type="checkbox"/>	地下水 <input type="checkbox"/>
事故情形分析	源强设定方法		计算法 <input type="checkbox"/>	经验估算法 <input checked="" type="checkbox"/>	其他估算法 <input type="checkbox"/>	
风险预测与评价	大气	预测模型	SLAB <input type="checkbox"/>		AFTOX <input type="checkbox"/>	其他 <input type="checkbox"/>
		预测结果	大气毒性终点浓度-1 最大影响范围_____m 大气毒性终点浓度-2 最大影响范围_____m			
	地表水	最近环境敏感目标 涪陵大渡水厂取水口, 到达时间 0.33 h 下游厂区边界到达时间_____d				
	地下水	最近环境敏感目标_____, 到达时间_____d				
	重点风险防范措施	<p>①施工单位在施工组织安排时应详细考虑施工过程对过往船舶可能造成的影响, 制定周密的施工计划, 尽量减少不利影响; ②在施工区域设置专用标志, 警示通往船舶已进入施工区域, 以便加强注意力。必要时在距离施工区域外 3km 左右设置临时信号台, 控制船舶的通航秩序; ③严禁施工船舶在施工水域排放船舶底油污水和生活污水, 船舶底油污水和生活污水经收集后分别送有资质单位接收处理; ④施工水域一旦发生险情及时通知下游各级水厂、水务部门、保护区管理部门及环保部门等; ⑤建议工程施工时均配备应急物资: 收油机 1 台、围油栏 600 米、吸油毡 0.2 吨, 主要存放在整治范围内的各海事局办事处, 部分吸油毡和吸油拖拦存放在施工船舶上, 同时配备报警系统及必要的通信器材, 以便及时与各海事局及港区海事处溢油应急指挥中心和下游水厂建立联系, 及时采取应急措施; ⑥装药前 1~3 天应发布爆破通告, 爆破通告除以书面形式通知当地有关部门、周围单位和居民外, 还应以布告形式进行张贴。爆破施工时, 距清礁点 250m 范围内禁止人类活动, 对 250m 范围内的航道进行封航, 严禁过往船舶进入警戒区。</p>				
评价结论与建议	风险可控					
注: “ <input type="checkbox"/> ”为勾选项, “___”为填写项						

7.7 溢油对水生生态影响评价

7.7.1 急性中毒效应

一旦发生溢油污染事故，将对一定范围内水域形成污染，还可能污染沿线下游生活用水取水口，对航道内的生物、鱼类和以长江作为生活用水水源地的居民影响较大。以石油污染为例，其危害是由石油的化学组成、特性及其在航道内的存在形式决定。在石油不同组分中，低沸点的芳香烃对一切生物均有毒性，而高沸点的芳香烃则是长效毒性，会对水生生物生命构成威胁和危害直至死亡。

7.7.2 对鱼类的影响

(1) 对鱼类的急性毒性测试

根据近年来对几种不同的长江鱼类仔鱼的毒性试验结果表明，石油类对鲤鱼仔鱼 96h LC₅₀ 值为 0.5~3.0mg/L，污染带瞬时高浓度排放(即事故性排放)可导致急性中毒死鱼事故，故必须对航道内石油运输船舶进行严格管控。

(2) 石油类在鱼体内的蓄积残留分析

石油类在鱼体中积累和残留可引起鱼类慢性中毒而带来长效应的污染影响，这种影响不仅可引起鱼类资源的变动，甚至会引起鱼类种质变异。鱼类一旦与油分子接触就会在短时间内发生油臭，从而影响其食用价值。以 20 号燃料油为例，石油类浓度为 0.01mg/L 时，7 天之内就能对大部分的鱼、虾产生油味，30 天内会使绝大多数鱼类产生异味。

(3) 石油类对鱼的致突变性分析

微核的产生是在诱变物作用之下造成染色体损伤而发生变异的一种形式，根据近年来对几种定居性的长江鱼类仔鱼鱼类外周血微核试验表明，长江江鱼类(主要是定居性鱼类)微核的高检出率是由于江段水环境污染物的高浓度诱变物的诱发作用而引起，而石油类污染物可能是其主要的诱变源。

7.7.3 对浮游植物的影响

实验证明石油会破坏浮游植物细胞，损坏叶绿素及干扰气体交换，从而妨碍它们的光合作用。这种破坏作用程度取决于石油的类型、浓度及浮游植物的种类。根据国内外许多毒性实验结果表明，作为鱼、虾类饵料基础的浮游植物，对各类油类的耐受能力都很低。一般浮游植物石油急性中毒致死浓度为 0.1~10.0mg/L，一般为 1.0~3.6mg/L，对于更敏感的种类，油浓度低于 0.1mg/L 时，也会妨碍细胞的分裂和生长的速率。

7.7.4 对浮游动物的影响

浮游动物对石油类急性中毒致死浓度范围一般为 0.1-15 mg/L, Mironov 等曾将黑海某些桡足类和枝角类浮游动物暴露于 0.1ppm 的石油水体中, 这些浮游动物当天全部死亡。当油含量降至 0.05ppm, 小型拟哲水蚤(*Paracalanus sp.*)的半致死时间为 4 天, 而胸刺镖蚤(*CentroPages*)、鸟缘尖头蚤和长腹剑水蚤(*Oithona*)的半致死天数依次为 3 天、2 天和 1 天。另外, 研究表明, 永久性(终生性)浮游动物幼体的敏感性大于阶段性(临时性)的底栖生物幼体, 而它们各自幼体的敏感性又大于成体。

7.7.5 对底栖生物的影响

不同种类底栖生物对石油类浓度的适应性具有差异, 多数底栖生物石油类急性中毒致死浓度范围在 2.0-15 mg/L, 其幼体的致死浓度范围更小些。

底栖生物的耐油污性通常很差, 即使水体中石油类含量只有 0.01ppm, 也会导致其死亡。当水体中石油类浓度在 0.1~0.01ppm 时, 对某些底栖甲壳类动物幼体(如: 无节幼虫、藤壶幼体和蟹幼体)有明显的毒效。据吴彰宽报导, 胜利原油对对虾(*Penaeus orientalis*)各发育阶段造成影响的最低浓度分别为: a. 受精卵 56 mg/L; b. 无节幼体 3.2 mg/L; c. 蚤状幼体 0.1 mg/L; d. 糠虾幼体 1.8 mg/L; 仔虾 5.6 mg/L; 其中蚤状幼体为最敏感发育阶段。胜利原油对对虾幼体的 LC₅₀ (96h) 为 11.1 mg/L。

综上所述, 工程施工期或营运期内一旦发生溢油事故, 污染因子石油类将会对航道区域内鱼类的急性中毒、在鱼体内的蓄积残留和对鱼的致突变性产生较大的负面影响, 而且对浮游植物和动物也会产生一定的影响, 且本工程 48km 的江段有 15km 江段位于长江重庆段四大家鱼水产种质资源保护区的实验区, 其中和尚滩、大梁、大渡口、老虎梁 4 个滩段的航道整治涉及保护区试验区内, 若发生溢油事故, 将会对保护区一定范围内的水质、产卵场等生境以及工程江段的珍稀保护鱼类造成一定的污染影响, 故建设单位必须严格落实本报告书提出的各项风险防范措施和事故应急预案。

7.8 区域应急能力现状

7.8.1 突发公共事件应急处理程序的建立(国家层面)

根据国务院《国家突发公共事件总体应急预案》(2006.1.8)确定的全国突发公共事件应急预案体系的划分原则, 规划定位为突发公共事件地方应急预案和突发公共事件部门应急预案。突发公共事件的应急处理程序主要包括以下 4 个方面:

- (1) 信息报告

特别重大或者重大突发公共事件发生后，要立即报告上级应急指挥机构并通报有关地区和部门。应急处置过程中，要及时续报有关情况。

〔事故等级的确定〕：

参考《防治船舶污染海洋环境管理条例》船舶污染事故分为以下等级：

特别重大船舶污染事故，是指船舶溢油 1000 吨以上，或者造成直接经济损失 2 亿元以上的船舶污染事故；

重大船舶污染事故，是指船舶溢油 500 吨以上不足 1000 吨，或者造成直接经济损失 1 亿元以上不足 2 亿元的船舶污染事故；

较大船舶污染事故，是指船舶溢油 100 吨以上不足 500 吨，或者造成直接经济损失 5000 万元以上不足 1 亿元的船舶污染事故；

一般船舶污染事故，是指船舶溢油不足 100 吨，或者造成直接经济损失不足 5000 万元的船舶污染事故。

船舶发生污染事故，应当立即启动相应的应急预案，采取措施控制和消除污染，并就近向有关海事管理机构报告。

(2) 先期处置

突发公共事件发生后，在报告特别重大、重大突发公共事件信息的同时，要根据职责和规定的权限启动相关应急预案，及时、有效地进行处置，控制事态。

(3) 应急响应

对于先期处置未能有效控制事态的特别重大突发公共事件，要及时启动相关预案，由上一级应急指挥机构统一指挥或指导有关地区、部门开展处置工作。现场应急指挥机构负责现场的应急处置工作。需要多个相关部门共同参与处置的突发公共事件，由该类突发公共事件的业务主管部门牵头，其他部门予以协助。

(4) 应急结束

特别重大突发公共事件应急处置工作结束，或者相关危险因素消除后，现场应急指挥机构予以撤销。

7.8.2 流域环境风险应急预案的有效性分析

(一) 重庆市水上应急体系

重庆市政府组织编制《重庆市突发事件总体应急预案》和《重庆市水上危险货物运输事故应急预案》，根据市政府统一部署，区、县级人民政府相应的水上搜救应急预案也全面完成。长江水上搜救协调中心制定了《长江水上搜救应急预案》和 18 套搜救分

预案，组建了搜救专家库，推行救助专家制度，建立并实施了以“接警后值班船艇港区 15 分钟，库区和重点水域 30 分钟，其他水域 40 分钟到达现场”为快速反应建设目标的“153040”应急救助定期演练制度。

重庆水上应急救援中心已建立，并在市交通委和长江海事局分别设立“水上应急搜救办公室”，重点水域搜救网络基本建立。

（二）长江流域行业系统性的应急预案

交通运输部长江航务管理局已经编制了《长江航运突发事件应急预案》，体系包括①长江航运突发事件应急预案，②长航局及局属单位突发事件专项预案；③局属单位分支机构和港航企业突发事件应急预案；④地方的水路交通突发事件应急预案及各专项预案。

目前已经建立的长江航运应急系统见图 7.2.8-1。

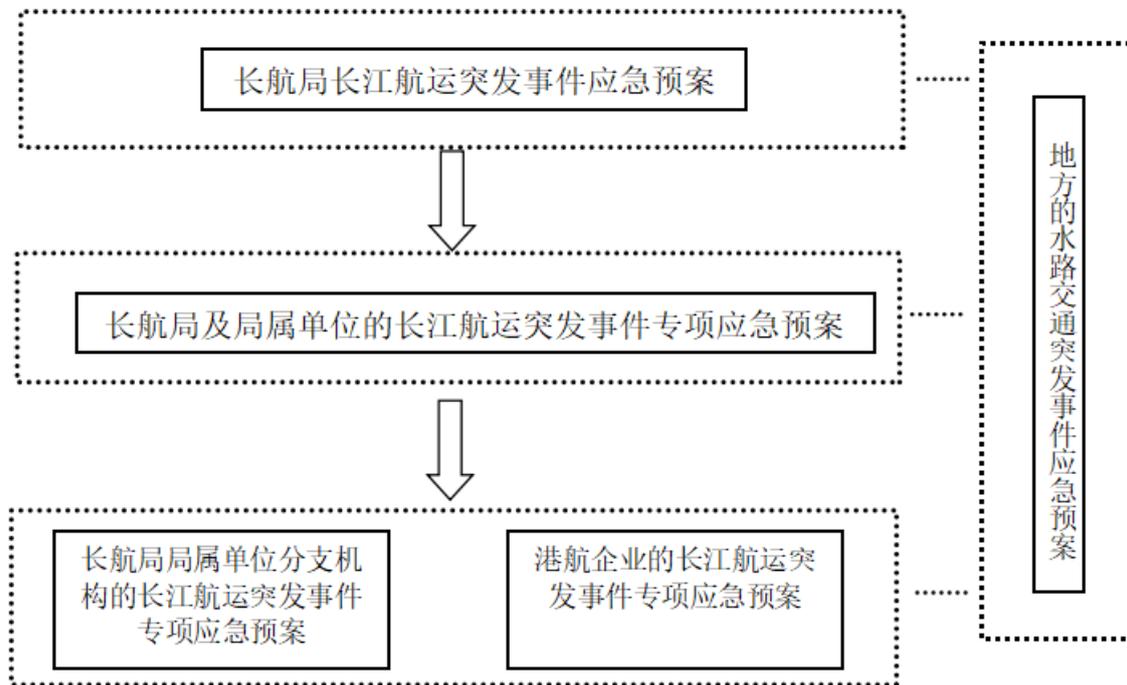


图 7.2.8-1 长江干线水路交通突发公共事件应急预案体系

（三）长江海事局应急体系

长江干线水上搜救协调中心是长江海事局辖区范围内的常设搜救指导协调机构，其任务主要是指导协调辖区内各水上搜救中心的搜救活动，和跨区域搜救工作，指挥调动管辖区水域港口城市拥有的水上搜救力量及驶经该水域的力量，对水域内发生的水上险情实施救助。

长江海事局制定有完善的应急预案，对于发生重大污染事故后防止污染扩散制定了

完善的操作要领。

应急物质含围油栏、吸油毡、消油剂、收油机等分散在各海事局所辖区的救助站、一旦发生事故，统一调配。长江海事局应急指挥体系见下图 7.8.2-2。

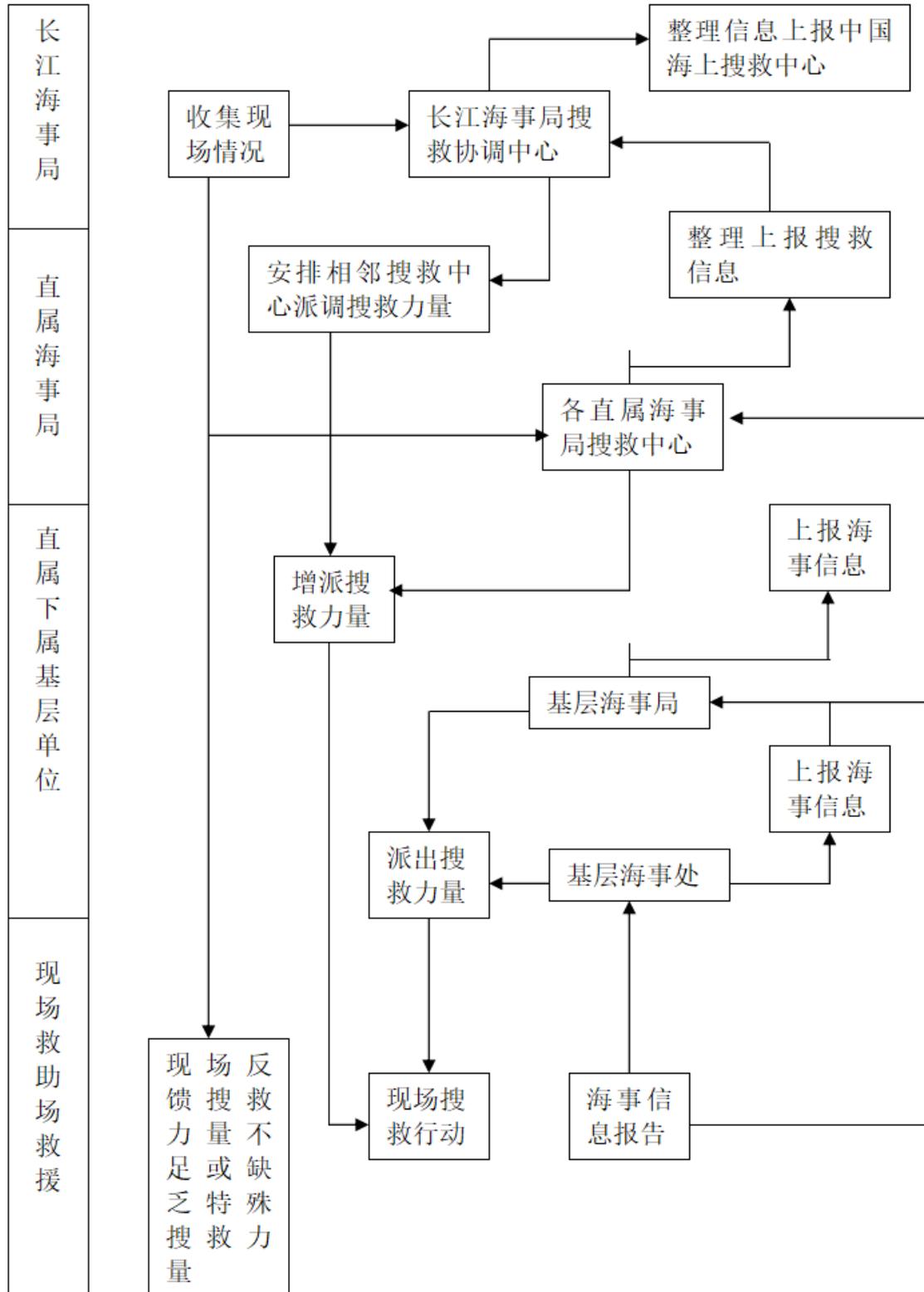


图 7.8.2-2 长江海事局应急体系

（四）三峡库区流域水环境突发公共事件应急预案

重庆市人民政府办公厅 2017 年 1 月以渝府办发〔2017〕9 号《关于印发长江三峡库区重庆流域突发水环境污染事件应急预案的通知》发布了重庆市三峡库区流域水环境突发公共事件应急预案。

三峡库区重庆流域水环境保护范围包括核心区、影响区。核心区包括：江津、渝北、巴南、长寿、涪陵、武隆、丰都、石柱、忠县、万州、开县、云阳、奉节、巫山、巫溪 15 个区县（自治县）以及主城区（渝中区、大渡口区、江北区、沙坪坝区、九龙坡区、南岸区、北碚区、经开区、高新区）；影响区包括：合川、永川、璧山、铜梁、潼南、大足、荣昌、綦江、万盛、南川、梁平、垫江、彭水、双桥、黔江 15 个区县（自治县）。

在重庆市人民政府突发公共事件应急委员会（以下简称市政府应急委）统一领导下，在重庆市人民政府应急管理办公室（以下简称市政府应急办）统筹协调下，重庆市三峡库区流域水环境突发公共事件应急指挥组织机构分为三级：

重庆市三峡库区水环境应急指挥部（以下简称市应急指挥部）：统一组织指挥三峡库区重庆流域水环境突发公共事件预测、预防、应急准备和处置工作。指挥部指挥长由市政府分管副市长担任，副指挥长由市政府副秘书长、市环保局局长担任。指挥部成员由市安监局、市环保局、市发展改革委、市经委、市国资委、市市政委、市交委、市商委、市卫生局、市公安局、重庆海事局、市港航管理局、重庆海关、市财政局、市水利局、市气象局、市民政局、市政府应急办、重庆警备区、市监察局、长江上游水文局、市农业局、有关区县（自治县，以下简称区县）人民政府负责人组成。指挥部下设办公室，办公室设在市环保局，负责日常工作，应急指挥体系见图 7.8.2-3。

有关区县三峡库区水环境应急指挥部（以下简称区县应急指挥部）：有关区县人民政府应参照市应急指挥机构设立相应的区县级应急指挥机构，制订区县水环境突发公共事件应急预案，统一领导本行政区域水环境突发公共事件应对工作，确保三峡库区流域水环境安全。

市政府有关部门三峡库区水环境应急指挥机构：市、区县两级的指挥部成员单位应按照职责规定，成立部门应急指挥机构，会同其他部门对三峡库区水环境突发公共事件进行预防和应急管理。



图 7.8.2-3 重庆市三峡库区水环境应急体系

（五）项目所在水域应急预案

（1）重庆市水上危险货物运输事故应急预案

为做好全市水上危险货物运输事故的应急救援工作，快速、科学、有序地开展应急救援和处置，最大限度减少人员伤亡、财产损失和环境破坏。重庆市交通委员会编制了《重庆市水上危险货物运输事故应急预案》，重庆市人民政府办公厅以渝府办发〔2016〕185号发布。

水上货物突发环境事件的应急处理程序主要包括以下6个方面：

① 应急组织指挥体系与职责

市指挥部由市政府分管副市长任指挥长，市政府分管副秘书长和市政府应急办、市安监局、市交委、重庆海事局、市环保局主要负责人为副指挥长，市港航管理局、市卫计委、市公安局、市监察局、市总工会、市民政局、重庆保监局、市政府新闻办、市台办、市外事侨务办、市公安消防总队、重庆市公安局水警总队、武警重庆市总队船艇支队、长江航运公安局（重庆分局、万州分局）、市交通行政执法总队、市气象局、市农委、市旅游局、市通信管理局、重庆长航中山舰救助打捞工程部、事发地区县人民政府等部门、单位为成员单位。

涉密删除

② 预防与预警机制

按照污染事件严重性和紧急程度，污染事件和预警分四级。初判发生特别重大、重大事故，分别启动Ⅰ级、Ⅱ级应急响应，由市应急指挥部组建现场指挥部，组织实施应对处置工作。市政府分管副市长任现场指挥长，市政府相关副秘书长和市政府应急办、市交委、重庆海事局、市公安局、市安监局等部门主要负责人任现场副指挥长。

初判发生较大、一般事故，分别启动Ⅲ级、Ⅳ级应急响应，由属地政府牵头组建现场指挥部，组织实施应对处置工作。根据需要，市政府应急委指派相关市级部门和海事、港航、公安等单位赴现场指导、督导应急处置工作。

③ 应急处置

突发环境事件负责单位和负责人以及负有监管责任的单位在发现突发环境事件后，应立即向应急领导小组办公室报告，并立即组织现场调查。

应急领导小组办公室接报后，立即报告应急领导小组，通知现场应急指挥组。现场

应急指挥部申请启动应急预案，指挥各应急工作小组开展工作。

工作内容主要包括人员救助、险情控制、现场管控、应急监测、专家会商、信息发布和舆论引导和其他有利于控制态势的措施共 7 个方面。

④后期处置

在应急领导小组统一领导下，由应急领导小组办公室和相关县区负责组织实施善后处置工作。主要工作内容有环境恢复和调查评估两项工作。

⑤应急保障

应急保障内容主要有通信保障、应急队伍保障、物资装备资金保障、交通运输保障 4 个方面。

⑥ 宣传、培训和演练

各单位要利用大众传媒、互联网宣传水上危险货物运输安全的法律、法规和预防、避险、自救、互救等常识，提高船员、公众的安全自救防护能力；加强危险货物水路运输从业人员的安全培训，各相关部门应急管理工作人员根据职责范围进行在职培训、安全知识培训以及相关应急预案学习。

应急领导小组办公室定期开展水上交通突发环境事件应急处置演练，每年不少于 1 次。各成员单位应积极参与演练。演练结束后应及时进行总结。

7.8.3 区域应急资源

（一）重庆船舶溢油应急设备库

根据《国家水上交通安全监管和救助系统布局规划》，在重庆市、万州区和巫山县建设船舶溢油应急设备库（但万州和巫山库距离工程较远，不考虑其溢油应急设备），重庆溢油设备库综合清除控制能力为 50t，应急服务半径为 100km。重庆设备库配置点主要放置在渝北区洛碛镇。

表 7.8.3-1 长江海事局重庆船舶溢油应急设备库工程主要设备配置表

序号	设备名称	单位	数量	主要技术规格
1	溢油围控设备			
1.1	江河型充气式围油栏	米	400	总高度 $\geq 1100\text{mm}$
1.2	快速布放式围油栏	米	200	总高度 $\geq 800\text{mm}$
1.3	防火围油栏	米	200	总高度 $\geq 800\text{mm}$
1.4	围油栏清洗装置	套	1	
1.5	岸滩围油栏	米	200	总高度 $\geq 800\text{mm}$ ，独立水室和气室
2	溢油回收设备			

2.1	小型收油机	套	2	收油效率 15~30m ³ /h
2.2	中型多功能收油机	套	2	收油效率 30~50m ³ /h
2.3	小型自航式收油机	套	1	长度≥9m, 收油效率≥20m ³ /h, 自带动力, 自身舱容≥3m ³ , 可外挂油囊
2.4	岩石收油机	套	1	收油效率≥15m ³ /h
3	应急卸载设备			
3.1	螺杆式应急卸载泵	套	1	卸载能力≥120m ³ /h
3.2	离心式应急卸载泵	套	2	卸载能力≥120m ³ /h
4	溢油清除设备与材料			
4.1	吸油材料	吨	2	吸油倍数≥10 倍自重
4.2	吸油拖栏	米	500	最大允许拉力≥10kN
4.3	环保型消油剂	吨	1.5	无毒无味
4.4	手持消油剂喷洒装置	套	2	喷洒速率≥30l/min
4.5	船用消油剂喷洒装置	套	2	喷洒速率≥60l/min
4.6	轻便储油罐	套	2	有效容积≥5m ³
4.7	浮动油囊	套	3	可重复使用, 容积≥15m ³
4.8	收油网	套	3	有效容积≥5m ³
5	岸线清污设备			
5.1	高压温水冲洗机	套	2	出水温度 30~150°C
5.2	岸线清污简易工具	套	1	

(二) 沿江社会溢油应急资源情况

目前, 长江干线重庆段各散装成品油和化学品装卸作业单位共计配备各类型围油栏 9530 米, 吸油材料 21 吨。主要是长寿区川维化工码头、两江新区果园港伏牛溪油库码头、江北区朝阳河码头等危化品码头内布置。

重庆长江干线工程江段内社会资源应急能力约 50t。

7.9 环境风险管理

为减少航道内船舶污染事故发生的概率, 避免发生事故后对环境造成污染影响, 在工程施工、运行阶段都应采取事故风险防范措施, 还应制定事故应急预案, 在事故发生时将污染控制在最低程度。

7.9.1 船舶污染事故防范措施

航道整治工程风险事故主要是施工船舶搁浅、碰撞等过程发生的柴油泄露, 事故概率低。航道整治后能有效改善通航条件。

整治江段范围内重庆海事局应加强对工程江段航道及通航船舶的管制, 杜绝事故隐患, 避免船舶发生碰撞、事故溢油的污染影响, 特别是对位于本航道段的生活用水取水口的污染。

(一) 船舶交通事故防范对策

船舶交通事故的发生与船舶航行和停泊的地理条件、气象条件、运输装载的货种、船舶密度、导/助航条件以及船舶驾驶等因素有关。施工期航道内船舶交通事故造成环境污染的可能性是存在的，一旦发生船舶交通事故，将会造成事故区域环境资源的严重损失，且其应急反应的人力物力财力消耗大，因此采取有效的措施预防船舶交通事故的发生意义重大。

船舶交通事故预防措施包括：

(1) 工程航道内已经考虑的必要导助航等安全保障设施

为了保障施工期航道内船舶的航行安全，施工方要接受该辖区内重庆海事局对船舶交通和船舶报告等方面的协调、监督和管理，在船舶航行水域和船舶施工区设置必要的助航等安全保障设施。工程建设过程中已经根据本项目的工程和项目区域环境特点在船舶航行水域配备了必要的导助航等安全保障设施，下一步根据施工地点进一步调整安全保障设施。

(2) 推进船舶交通管理系统(VTS)建设

建设 VTS 是为了保障船舶安全航行，避免船舶碰撞事故的发生，辅助大型船舶在单向航道内安全航行，避免大型船舶过于靠近航道边缘或其他浅水区域而发生搁浅或触礁事故，此外还可以提高港口效率，方便组织有效江上搜救行动和事故应急反应等。

(3) 加强航道内船舶交通秩序的管理

为避免航道内船舶发生碰撞事故而造成污染，重庆海事局应加强对航道内船舶交通秩序的管理，及时掌握进出航道船舶的动态，在危险品船通过时，其它船舶尽量采取避让措施等。

(二) 风险防范措施

(1) 施工单位在施工组织安排时应详细考虑施工过程对过往船舶可能造成的影响，制定周密的施工计划，尽量减少不利影响。

(2) 在施工前将施工水域及作业计划呈报当地海事和航道维护部门批准，并会同航道、海事、船舶等相关单位商讨施工期间的通行处理措施。比如临时移动航标改变通行路线，或者确定临时断航时间、地点等，并由各自主管部门发布航行通告和航道通告，以引起各有船单位的重视。

(3) 施工过程中，施工单位应加强内部管理，严格将施工船舶限制在划定的施工水域内，不得随意穿越航道，在主航道内抛锚应做好标记。

(4) 各施工船舶应重视船机性能的检查，加强与过往船舶的联系，避免发生碰撞事

故，同时加强施工期航道维护管理，增加航标设置，合理划分施工水域和航行水域。

(5) 在施工区域设置专用标志，警示通往船舶已进入施工区域，以便加强注意力。必要时在距离施工区域外 3km 左右设置临时信号台，控制船舶的通航秩序。

(6) 严禁施工船舶在施工水域排放船舶底油污水和生活污水，船舶底油污水和生活污水经收集后分别送有资质单位接收处理。

(7) 施工期遇到长江鲟、胭脂鱼等珍稀水生动物靠近施工区域时，要停止施工或采取善意驱赶方式，防止对长江鲟等伤害。

(8) 严禁施工期施工人员对长江鲟等珍稀保护动物进行捕杀。

(9) 严禁施工作业单位擅自扩大施工作业安全区，严禁无关船舶进入施工作业水域。

(10) 施工水域一旦发生险情及时通知下游各级水厂、水务部门、保护区管理部门及环保部门等。

(11) 建议工程施工时均配备应急物资：收油机 1 台、围油栏 600 米、吸油毡 0.2 吨，主要存放在整治范围内的各海事局办事处，部分吸油毡和吸油拖拦存放在施工船舶上，同时配备报警系统及必要的通信器材，以便及时与各海事局及港区海事处溢油应急指挥中心和下游水厂建立联系，及时采取应急措施。

(12) 装药前 1~3 天应发布爆破通告，爆破通告除以书面形式通知当地有关部门、周围单位和居民外，还应以布告形式进行张贴。爆破施工时，距清礁点 250m 范围内禁止人类活动，对 250m 范围内的航道进行封航，严禁过往船舶进入警戒区。

7.9.2 应急设备配备方案

工程施工期船舶污染事故柴油最大泄漏量为 15t，重庆市市国家溢油应急设备库应急能力分别为 50t，长江干线沿江各区海事局社会资源应急能力约为 50t、完全满足本项目的应急控制能力，但是由于溢油的偶发性和保护下游水厂取水口，施工期应配置以下应急设备。

(一) 溢油围控设备设施

(1) 围油栏

施工期采用 1000t 级施工船舶，保守估算其长 70m、宽 12m。围油栏配备数量计算公式如下：

$$L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4$$

式中， L —围油栏的总数量； L_1 —溢油源围控所需围油栏数量； L_2 —收油作业配套围油栏总数量； L_3 —导流配套围油栏数量； L_4 —防护配套的围油栏数量。

①溢油源围控的围油栏数量 $L_1=3 \times (B+W) \times N_1$

式中, B ——最大尺寸船舶船长, 取 60m; W ——最大尺寸船舶船宽, 取 12m; N_1 ——布设围控的围油栏层数, 取 1。

②收油作业配套围油栏总数量: $L_2=D \times 100$

式中, D ——“收油系统”数, 取 1。

③导流配套的围油栏数量 $L_3: L_3=U \times N_2$

式中, U ——一组围油栏的长度, 取 100m; N_2 ——所需导流的围油栏的组数, 取 1。

④防护配套的围油栏数量 L_4 : 开阔水域作业选择总数量的 20%。

因此, $L = (246+100+100) + (246+100+100) \times 20\% = 535\text{m}$, 取值 600m。

(2) 围油栏布放艇

最低应配备 1 艘围油栏布放艇, 可以利用沿江各航道处、海事处的快艇。

(二) 回收设备设施

收油机回收能力采用“日有效回收能力”表达, 计算公式如下:

$$E = T \times P1 \div (\rho \times a \times Y \times 6 \times (1-20\%))$$

式中: T ——总溢油量, 取 15t; $P1$ ——机械回收占总溢油量的比例, 取 80%; a ——收油机的收油效率, 根据经验值取 15%; 6——每天工作时间 (小时); Y ——作业天数 (天); ρ ——油品密度, 取 0.29t/m³。

核算收油机回收能力为 2.4m³/h, 建议配备收油设备收油能力 3.0m³/h。

(三) 清除设备设施

常规的吸附材料为吸油毡, 也是目前处理溢油污染事故的主要材料之一, 它主要将水面溢油直接渗透到材料内部或吸附于表面, 以便于回收溢油, 通常有聚氨酯、聚乙烯、聚丙烯、尼龙纤维和尿素甲醛泡沫等材料。我国行业标准规定, 其吸油性应达到本身重量 10 倍以上, 吸水性为本身重量 10% 以下, 持油性保持率 80% 以上。吸油毡所需数量计算公式为:

$$I = T \times P3 \div (J \times K \times P1)$$

式中: I ——吸油毡需配备数量; T ——总溢油量, 取 15t; $P3$ ——吸附回收量占总溢油量的比例, 取 20%; J ——实际吸附倍数, 取 10; K ——油保持率, 取 80%; $P1$ ——吸收吸附加权系数, 取 0.3。

核算需配备吸油毡 1.3t, 高于 JT/T451-2016 最低配备要求 (0.2t), 由于溢油吸附物资占用面积大, 可采用实际储备一定数量, 其他依靠社会应急资源。建议储备吸油毡

0.2t, 保证应急反应需要。**(四) 后勤保障设备**

后勤保障设备主要包括应急通信设备、安全防护用品、交通工具、应急设备装运设备, 以及应急人员食宿、医疗救护等。

(1) 应急通信设备

船舶中配有无线通信系统, 可以满足应急通信需要。

(2) 应急人员防护设备

事故应急现场作业人员不可避免地要暴露于泄漏油品及其蒸汽中, 必须配备应急人员个体防护装备, 以保障应急人员安全, 保证应急行动的顺利开展。根据航道整治特点, 本报告建议配备各类人员防护设备见表 7.9.2-1。

表 7.9.2-1 应急人员防护设备配备表

项目	名称	数量	单价	费用(元)
1	防护衣	5 套	1000	5000
2	护目罩	5 个	400	2000
3	耐酸碱手套	5 双	80	400
4	安全鞋	5 双	60	300
5	吸收材料(消防砂)	2 套	—	2000
6	泄漏处理桶	5 个	40	200
7	塑料簸箕	5 个	10	50
8	肥皂	10 块	5	50
合计				10000

(五) 应急设备配置方案

考虑到溢油事故的突发性及可调配的溢油应急资源较工程位置有一定的距离, 本工程应自备必要的应急设施和应急行动计划工作人员, 以便在突发事件的第一时间采取行动, 将事故影响的范围和程度降低到最小。事故发生时, 采取区域溢油应急计划联动机制, 立即与各海事局联系, 启动溢油应急预案。

本项目施工期风险事故应急配备一定的应急设施, 大部分设备可存放在各海事局辖区海事处, 部分吸油毡和吸油拖拦存放在施工船舶上, 应对施工期的突发风险事故是非常必要的, 如图 7.9.2-1。

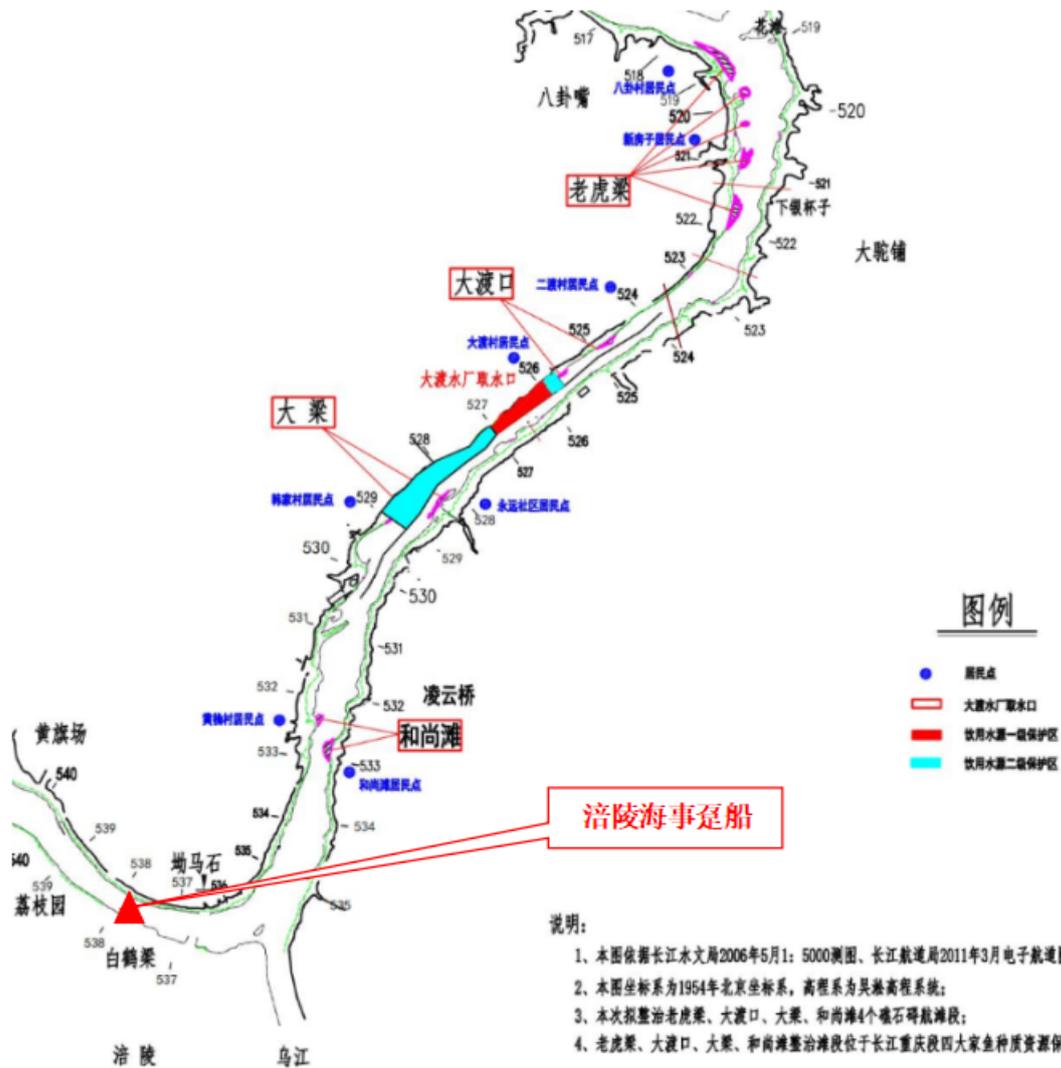


图 7.9.2-1 应急设备配置存放位置

建议本项目配置以下设备（见表 7.9.2-2）以满足本项目事故应急需求，同时配备报警系统及必要的通信器材，以便及时与各海事处溢油应急指挥中心及水厂建立联系，及时采取应急措施。

表 7.9.2-2 本项目溢油应急需要增加的设备

设备名称	单个水道数量	费用（万元）
围油栏	600m	20
收油机	1台(3m ³ /h)	4.0
吸油毡	0.2吨	0.5
应急人员防护设备	见表 7.9.2-1	1.0
总计		25.5

大渡水厂取水口距离工程点较近，事故溢油时，油膜很快到达取水口，评价要求施工前在该 2 个取水口周围各配置 200m 围油栏，邻近取水口的工点施工前告知自来水公

司。可以有效减少事故溢油对其污染影响。同时紧急调用周边应急设备，对油膜进行围控、导流及吸附，减小溢油对下游水体及生态环境的影响。

7.9.3 船舶污染事故应急预案制定要求

针对施工期可能发生的船舶溢油事故，本报告提出了应急预案编制要求，该预案纳入区域突发环境事件应急预案体系。

(1) 应急组织及联络机构

由重庆市政府牵头，组织市环保局、市环境监测站、海事局等相关部门，成立事故应急机构，制定船舶污染事故应急计划。

设置事故应急中心，配备事故急救设备和器材，设专门的应急电话号码，专人负责24小时接听，一旦发生情况立即通知应急中心，由其参照应急计划，启动事故应急程序联络事故应急领导小组，组织调动人员、车辆、设备，联合采取应急行动，将船舶污染事故对环境的影响减少到最低程度。

应急组织及联络机构见图 7.9.3-1。

水上搜救中心办公室报告电话：12395。

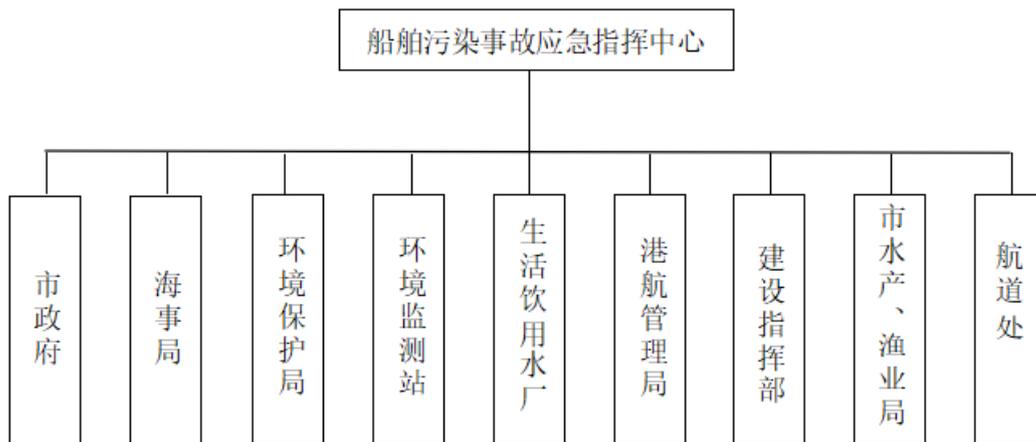


图 7.9.3-1 应急组织及联络机构

(2) 事故应急队伍

事故应急队伍由航道建设指挥部、海事局和航道处作支援队伍组成，其中外部协作支援队伍由各海事监管中心视事故影响程度就近调配。应急反应队伍包括指挥和控制人员、应急服务部门、工程承包商及其它可能的受影响方。除报警、通讯系统外，应设立事故处置领导指挥体系。

(3) 船舶污染事故应急设施

利用海事、港口部门应急设施，对船舶事故溢油进行吸附拦截。沿线应急设备库、港口溢油应急设施基本可以满足本工程事故泄漏应急救援要求。本工程主要利用区域应急设备，由于溢油的突发性，本项目相应配备一定设备（见表 7.9.2-2），基本可以满足工程溢油应急设备配备要求。

船舶溢油事故发生后，最快到达的区域应急资源基本能够满足截污和清污的要求。

(4) 船舶污染事故应急反应

船舶发生污染水域事故，应当立即向最近海事管理机构如实报告，同时按照污染事故应急计划的程序和要求，采取相应措施。在初始报告以后，船舶还应当根据事故的进展情况进一步作出补充报告。海事管理机构接到船舶污染事故的报告后，预计溢油漂移趋势及对长江水质可能造成的影响，由其确认核实后按照污染事故应急计划的程序作出反应。

反应内容包括：向上级主管部门以及与事故相关的货主、保险公司、海事、环保等部门报告(报告内容包括：时间、地点、船名、位置、水文情况、已经采取的措施、需要的援助等)；采取应急措施，利用工作船进行围油栏敷设、吸油毡收油作业，当溢油经过围控和回收仍有部分漂移至航道岸边时，组织附近码头人员、外部协作单位并召集附近民众进行岸滩油污清除工作；同步进行溢油的监测和监视，控制其扩散面积。

溢油事故发生时，立即通知大渡口水厂，组织有关监测单位人员对取水口水域水质进行密集监测，一旦发现污染超标现象，立即停止取水。

事故处理完毕后，肇事单位或船主应将事故原因、溢油量、污染清除处理过程、污染范围和影响程度，书面报告地方海事局、环保局，由海事局、环保局等部门组织调查，按实际情况确定由事故溢油造成受损失的赔偿费用，经法院最终裁决后，给予经济赔偿。

(5) 人员培训

应急反应管理人员、设施操作人员、应急清污人员应参加相关业务培训，逐步实现应急反应人员持证上岗，使应急人员具备应急反应理论和溢油控制及清污的实践经验。

(6) 定期检查

每年进行一次计划检查，及时对应急组织指挥机构成员及其联系方式进行修改。

7.9.4 水生保护动物事故风险应急预案

(1) 加强施工区域内的水生动物现场监测工作

加强对保护区的保护工作，制定水生生物保护规程，使施工人员在施工中能自觉保护珍稀特有鱼类，并遵守相关的生态保护规定。严禁施工人员在施工江段进行捕鱼或从

事其它有碍生态环境及鱼类保护的活動。

加强对工程江段周围水体的巡查，采用电子驱鱼设施，将长江鲟、胭脂鱼等珍稀特有鱼类提前驱离施工范围。

(2)制定并落实水生动物紧急救护预案

施工过程中，若发生直接伤害长江鲟、胭脂鱼等珍稀特有鱼类及其它保护水生动物的事件，施工方应及时向保护区管理部门报告，以便采取有效措施，对受伤珍稀特有鱼类进行救治救护，受伤珍稀特有鱼类鱼体恢复后，视具体情况确定被救护的鱼类在救护中心迁地保护，还是放回保护区水域。施工方应配备必要的救护设备，如：运输设备、增氧设备、药品等医疗卫生设备和各种网具等。

(3)建立事故报告制度

在开展水生动物救护的同时，应及时向各级渔政、环保部门报告备案，报告的内容应主要包括发生水生动物意外伤害事故的位置、动物种类、受伤情况、救护措施等。

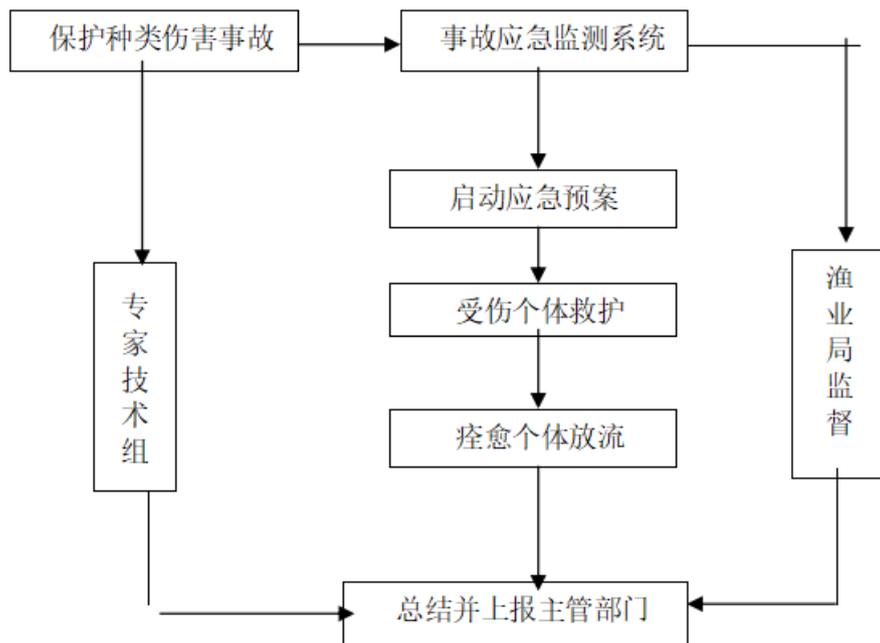


图 7.9.4-1 保护动物和鱼类事故应急预案图

7.9.5 应急预案及联动机制的建设

本项目应急联动机制建设在以下几个方面做好工作：

(1) 建立健全应急反应的组织指挥系统

为确保应急反应的有序、高效，应根据项目自身特点建立应急反应的组织指挥系统，并明确不同级别污染事故应急组织指挥人员组成、人员职责及其有效联系方式。

(2) 应急反应设施、设备的配备

加强与海事管理部门、两岸港口码头及社会防污单位的联系，保证应急资源的有效利用。

(3) 应急防治队伍及演习

根据航道、敏感资源分布的特点，为减少人员及日常开支，除充分依靠现有的应急力量外，可考虑充分利用港区工作人员、消防人员共同参与形成应急防治队伍。对应急救援及清污队伍作定期强化培训和演练的计划，加强了解应急防治操作规程，掌握应急防治设备器材的操作使用，一旦发生应急事故，防治队伍能迅速投入防治活动，从而增强应付突发性溢油事故的处置能力。

(4) 应急通信联络

为确保船舶突发性溢油污染事故的报告、报警和通报，以及应急反应各种信息能及时、准确、可靠的传输，必须建立通畅有效、快速灵敏的报警系统和指挥通讯网络，包括与海事局应急反应指挥系统、周围附近码头的联络，因为往往在应急反应过程中，能否及时对事故进行通报是决定整个反应过程和消除污染效果成败的关键。

(5) 与各应急力量联动、应急资源共享

码头应急资源充分就近利用应急资源，必要时上报相关海事局，由海事局统一指挥应急行动。

(6) 与政府级相关应急预案的衔接

预案的编制过程中应充分考虑与市政府级相关应急预案的衔接，将本项目的溢油应急反应体系纳入重庆水上应急体系及长江海事局应急体系，建立区域应急联动机制。

8.0 环境保护措施

8.1 水环境保护措施

8.1.1 施工期环境保护措施

(1) 爆破施工之前, 采用水下设防污帘措施控制悬浮物影响范围, 施工结束后再拆除防污帘, 将施工对固体悬浮物的影响局限在尽可能小的范围内。航道清礁时, 采取导爆索串并联的传爆网络和毫秒延期爆破方法并降低爆破频率和每次爆破炸药用量, 使用先进、环保的疏浚机械等, 尽量减轻悬浮物对水质的污染。

(2) 施工船舶舱底油污水应遵守交通部 2015 年 25 号令《中华人民共和国防治船舶污染内河水域环境管理规定》, 船舶含油污水必须向重庆海事局提出申请, 经海事部门同意后, 到指定位置统一收集处理。

施工船舶应配备有盖、不渗漏、不外溢的垃圾储存容器或垃圾袋收集生活垃圾和生产废物, 由有资质船舶单位接受处理, 严禁将船舶垃圾投入航道中。

施工期船舶上施工人员生活污水不得在本江段水域排放, 生活污水可经有资质的污染物接收船接收统一处理。

依据重庆市交通委员会 2017 年 6 月编制的《重庆港船舶污染物接收、转运和处置建设方案(2017-2020 年)》, 重庆市全市共有 11 艘多功能船舶污染物接收船(具有收集生活污水、油污水及船舶垃圾功能), 其中主城区 4 艘、远郊区县 7 艘, 现建成重庆择胜船舶洗舱有限公司(涪陵区)和重庆川维有限公司洗船中心(长寿区)2 处三峡库区危化品船舶洗舱基地。2020 年, 重庆港实现年度生活污水、油污水、船舶垃圾、洗舱水接收转运能力分别达到 397.92 万吨/年、67.43 万吨/年、27.68 万吨/年和 4.0 万吨/年, 占地面积约 15 公顷。重庆港沿江各港区现有船舶接受处理能力均能满足本工程船舶垃圾、生活污水和油污水接受、处置要求。

工程江段上下游长江干线上共建设船舶污染物接收转运点 4 处, 建设情况见表 8.2.1-1。

表 8.2.1-1 重庆市表分区县船舶污染物接收转运点建设一览表

序号	所在区县	拟建位置	建设形式	建设内容	建成时间	覆盖范围
1	丰都县	湛普镇白水村	专用码头	船舶垃圾、生活污水、油污水转运上岸	2017 年	长江干线
2	涪陵区	江东办事处		船舶垃圾、生活污水、油污水转运上岸	2018 年	长江干线

3	长寿区	复元村	专用码头	船舶垃圾、生活污水、油污水 转运上岸	2018 年	长江干线
4	渝北区	洛碛	租借或建设港口	船舶垃圾、生活污水、油污水 转运上岸	2019 年	长江干线

(3) 取水口水质保护措施

工程江段大梁滩段清礁工程下游、大渡口清礁工程上游较近距离分布有大岩口取水口、大渡水厂取水口，且大梁、大渡口清礁工程位于大渡水厂二级水源保护区内。清礁作业如处理不当，会对水源保护区水质产生污染影响。施工前应告知水厂，并在水厂取水口周围布设防污帘，保证取水口水质。

布放防污屏是目前防治泥沙扩散而广泛采用的有效手段，防污屏由浮体和裙体组成，浮体包布为 PVC 双面涂覆增强塑料布。浮体为聚苯乙烯泡沫，并用耐油塑料膜密封，裙体的下端包有配重链，保持垂直稳定性。脊绳、加强带和配重链为纵向受力元件。防污屏两端及中间有锚座便于布放时连接锚绳。裙体可根据需要选择 PET 针刺土工布或者涤纶布，高度 0.5~10m，裙体高度可根据要求制作。防污屏的应用见图 8.1.1-1。



图 8.1.1-1 防污屏照片

工程在取水口水域施工期间，为确保居民用水水质，施工期间取水口应加大水质监测力度，视情况增加水质净化投药量及沉淀时间，避免疏浚或抛石护岸加固作业产生悬浮物引起居民生活用水水质下降。

(4) 施工时可租用建设涪陵城区或者清溪镇居民的住房作为施工营地，施工人员生活污水由市政设施处理，不外排。

(5) 清渣及运输环节保护措施

① 泥驳必须在清渣施工水域溢流完成后才能启航运输，防止运输环节发生溢流污染。

② 在泥驳从清渣点到指定的转运点运输过程中，泥舱不能过于装满，避免溢舱泥

浆对航行过程中的水污染，避免大风期的作业，保障船只安全和减少泥浆洒落对水环境的影响。泥驳需安装 GPS 系统，确保运泥路线正确以及便于对运泥船进行监督。

③ 清渣运输过程中，应保证泥舱处于密封状态。

施工单位应加强泥驳日常维护与保养，确保其良好性能，尤其是泥舱密封条的严密性能和控制泥门开启与关闭的传动部分，及时更换泥门封条和液压杆上的密封圈，以免液压系统失控或密封条失灵而导致泥门关闭不严的现象发生。

(6) 按照航运部门的有关规定，办理水上作业公告，施工船舶悬挂信号标志，保证航运船舶安全及施工船舶作业安全，避免碰撞等交通安全事故发生。

8.2.2 营运期环境保护措施

(1) 航道管理部门和当地环保部门应督促航道沿线的港口码头配备合格的生活污水和含油污水处理装置以及船舶垃圾接收设施。

(2) 营运船舶舱底油污水严格执行交通部 2015 年 25 号令《中华人民共和国防治船舶污染内河水域环境管理规定》，船舶舱底油污水不得在本江段水域排放，舱底油污水送船舶污水接收船或岸上的油污水接收单位接收处理。

(3) 根据交通部 2015 年 25 号令《中华人民共和国防治船舶污染内河水域环境管理规定》，船舶生活污水不得在本江段水域排放。

(4) 海事部门应加强对航道内营运船舶的监督和检查，确保没有船舶污水偷排现象发生。

(5) 加强航道内的船舶管理，尽量避免水污染事件或水上交通事故的发生。

(6) 交通部门要针对船舶污染，加大防治力度，切实解决船舶的垃圾、废水的污染问题。

8.2 环境空气保护措施

8.2.1 施工期环境保护措施

加强对施工机械及船舶的维修保养，禁止以柴油为燃料的施工机械超负荷工作，减少燃油废气的排放。

8.2.2 营运期环境保护措施

(1) 航道管理部门应加强对船舶的管理，对船机设备大气污染物排放状况不良的船舶应禁止其进入航道从事运输活动，以便尽量减少船舶废气的污染。

(2) 对运输船舶进行升级改造，逐步实现船舶大型化和现代化，同时船舶使用清

洁能源，减少废气排放。

(3) 长江沿线船舶合理配载、制订航线，船用发动机采用硫含量小的燃料油。

(4) 根据《船舶大气污染物排放控制区实施方案》中相关要求，海船进入排放控制区，应使用硫含量不大于 0.1% m/m 的船用燃油，大型内河船和江海直达船舶应使用符合新修订的船用燃料油国家标准要求的燃油；其他内河船应使用符合国家标准的柴油。

8.3 声环境保护措施

8.3.1 施工期环境保护措施

(1) 施工船舶和施工机械

施工期噪声的治理以控制噪声源为主，选用低噪声的施工机械，并加强设备、施工船舶和机械的维护、保养和管理，使其保持良好状态。

(2) 施工爆破工艺

施工爆破工艺选取对环境影响较小的微噪爆破。采用设置减震孔、深孔松动爆破和微差爆破；采用导爆索串并联的传爆网络和毫秒延期爆破方法；控制一次爆破的最大用药量，有效降低爆破产生的瞬间噪声和振动冲击波。在工程区内不良地质构造和沿河敏感设施附近实施爆破作业时，应设置安全警戒距离，严格控制用药量及用药型号，避免发生损坏沿河建筑或引发地质灾害。

(3) 严格控制夜间施工噪声

禁止夜间施工，其中爆破等作业时段定为每天 9:00~12:00、15:00~17:30。

8.3.2 营运期环境保护措施

(1) 航道管理部门应加强船舶的管理，禁止船机设备噪声达不到船检要求的船舶进入航道从事运输活动，以尽量减少船舶交通噪声对航道沿线居民正常生产、生活的影响。

(2) 根据《声环境质量标准》(GB3096-2008)，夜间突发噪声，其最大值不得超过标准值 15dB(A)，而船舶鸣笛的瞬间噪声一般在 100dB(A)以上。在居民集中居住区航道段禁止夜间鸣笛，以减少船舶交通噪声对航道沿线居民正常生活、休息的干扰。

(3) 随着船舶流量的增加，船舶噪声超标影响将逐步加重。在航道营运期间，应通过实地监测并听取公众意见，采取适宜的措施减缓船舶噪声扰民。

8.4 固体废物处理

(1) 施工时可租用建设涪陵城区或者清溪镇居民的居住房作为施工营地，施工人员生活垃圾由环卫部门处理，不外排。

(2) 施工人员在生活船提供生活设施，通过加强管理，设置垃圾桶收集施工船舶上的生活垃圾和固体垃圾，船舶垃圾严格按照交通部 2015 年 25 号令《中华人民共和国防治船舶污染内河水域环境管理规定》执行。运营期船舶垃圾由有资质的船舶污染物接收船接收处理，严禁将船舶垃圾投入航道中。

(3) 对炸除的礁石进行资源综合利用，礁石用于生境异地重建和工程改善流态。

(4) 营运期固体废物主要来源于船舶。船舶固体废物包括生活垃圾和废物，以有机污染物为主，由船舶设置容器收集后送交重庆市地方海事局指定单位接收处置。

采取上述措施后，固体废物对环境的污染影响很小。

8.5 生态保护措施

8.5.1 工程方案优化措施

(1) 调整整治方案，避让敏感生境

清礁点位对水生生境的避让：“长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程”项目需进行整治的礁石共有 7 处（和尚滩、菜籽梁、大梁、大渡口、老虎梁、头外梁和佛面滩），经环境影响评价论证：3 个滩险（菜籽梁、头外梁和佛面滩）的航行安全问题将通过加强航行管理方式的解决，仅对剩下的 4 个滩险（和尚滩、大梁、大渡口、老虎梁）实施航道整治。

清礁基线对生态红线避让：2019 年 3 月工可设计单位提出了初步整治方案。优化之前，和尚滩的清礁基线离航槽约 120m，涉及重庆市水土保持生态保护红线中的三峡水库消落区类型生态保护红线，按照“一条红线管控重要生态空间，确保生态功能不降低、面积不减少、性质不改变”的原则，对和尚滩的清礁基线进行调整，调整后的基线离航槽约 110m，使得工程区域在生态红线之外。

礁石处理区对鱼类生境避让：2019 年 5-8 月，专题研究单位经详细调研后发现，涪丰段的鱼类生境类型为礁石-深沱型生境。工程礁石处理区与鱼类聚集的深潭相重叠。2019 年 10 月，研究单位针对工可设计单位提出的初步整治方案召开专家咨询会，要求充分论证礁石处理方案对保护区的生态影响，以优化整治方案、降低生态影响。优化之后的弃渣区已避开鱼类聚集的深潭，选择生境的非敏感区域。

(2) 优化工程方案，持续减少工程量

在保证航道整治效果的前提下进一步减小工程量，进一步减轻了航道整治工程对保护区水生生态的影响。优化后的工程滩险数量从原来的7个优化为现在的4个，同时，总工程量从最初方案217.4万方削减为中间方案170万方，进一步削减为现有推荐方案125.9万方，削减量91.5万方，削减约42%的清礁工程量。

(3) 优化施工期，避开产卵期和鱼类主要繁殖季节

《国务院关于加强长江水生生物保护工作的意见》（国办发〔2018〕95号）要求到2020年，长江流域重点水域实现常年禁捕。而当前，长江上游鱼类的主要繁殖季节是4-6月，四大家鱼的繁殖高峰期是6-7月。由于航道建设导致的对鱼类的直接伤害、增加水体悬浮物、噪音干扰等，影响工程江段鱼类的分布、洄游、繁殖和索饵。因此，航道整治工程在需避开鱼类主要繁殖季节（4月至7月）。根据工程建设进度安排，涪陵至丰都江段航道整治工程拟在较高水位进行。施工安排在水位较高、航道条件较好的时候，航道调整空间较大，有利于消落期泥沙顺利输移，减小由于上冲下淤造成的碍航问题。

建议优化施工时间安排，在鱼类主要繁殖季节（4月至7月）加强水文和卵苗的监测，按照产卵和卵苗过境情况严格控制涉水施工；影响较大的清礁等施工主要安排在冬季高水位时期。尤其是老虎滩清礁区域，因靠近本次监测的鱼类产卵场花滩和历史产卵场牛口上沱和牛口下沱，整治工程施工实践应进一步优化，需避开鱼类主要繁殖季节（4月至7月）。

(4) 优化施工管理

涪陵至丰都江段航道整治工程由于工程量较大，拟多工作位点同时施工。这样的施工计划无疑会在短时间内加大工程建设的影响强度，特别是在重要水域的施工。

建议优化施工计划和管理，在时间和空间上合理间隔的安排施工。如在空间上，同时施工的两个工程滩段至少间隔较长江段；在时间上，相邻整治滩段的施工安排在不同年度，同一滩段不同建设内容也可以考虑安排在不同年度。

(5) 礁石处理方式优化

传统的礁石处理方式为将礁石抛于航道外的深水区。编制单位经详细调研后发现，涪丰段的鱼类生境类型为浅滩-深潭型生境，工程礁石处理区与鱼类聚集的深潭相重叠。优化之后的弃渣区已避开鱼类聚集的深潭，选择生境的非敏感区域。本工程选择了老虎滩对岸作为生境异地重建水域，主要针对四大家鱼和长江上游的珍稀特有鱼类建立水生生态生境。生境主要判别指标为产卵期（约 $12000\text{m}^3/\text{s}$ ）流速 $<1.4\text{m/s}$ ，汛期（约 $35000\text{m}^3/\text{s}$ ）

流速 $>0.6\text{m/s}$ 。

生境异地重建区选择在清礁区对岸三堆子至花滩石梁沿岸深潭，上游航道里程519.0-520.0km，顶部高程控制在135m以下消耗礁石量55万方。通过抛石营造阶梯型的浅滩-深潭形成适宜的流速空间供鱼类栖息，块石尽量选择有棱角不规则的大块石，有利于藻类着生、底栖动物附着生长，顶部铺设生态鱼礁。

(6) 施工方式优化

老虎滩、大渡口、大梁、和尚滩因工程量大，不宜采用机械清礁方式。针对爆破施工，通过采取适当措施，减少爆炸产生的压强、冲量和能量向水域中的传播。具体包括：**深孔松动控制爆破**：只允许爆破的岩石松动破碎，而绝不允许出现抛散现象和爆破飞石。深孔松动控制爆破即使在复杂的环境条件下实施，也能确保安全，这是常规深孔爆破无法比拟的。**微差爆破**：改善爆破效果和破碎质量，降低炸药单耗，降低爆破地震波，减少后冲，且爆堆集中适于快速挖装等。**预裂爆破**：预先沿设计轮廓线用爆破的方法形成一条裂缝，用以将爆破区从周围环境分离出来。**开挖减震沟**：开挖减震沟能有效减少地震波对隔离带外建筑物的影响。根据实际情况不同，工程中通常采用两排孔排列的型式，减震效果很好。**实施气泡帷幕措施**：加装气泡帷幕以后可将冲击波峰值压力削减90%左右，可以进一步保证工程的生态安全。

8.5.2 减缓生态破坏的措施

(1) 驱鱼措施

鱼类对光信号、电信号、流场、声音等都比较敏感，可以利用这些外界因素来实现导鱼或驱鱼，目前国内外已知的驱鱼技术有拦鱼栅网、电驱鱼、声音驱鱼、光驱鱼、气泡幕驱鱼、热驱鱼、诱鱼剂驱鱼和水流驱鱼。

拦鱼栅网驱鱼是一种传统的驱鱼方法，栅条和网格的材料、形状及布置间距等可根据目标鱼种类进行调整。电驱鱼的原理比较明确，在水利工程中应用也较多，但其对鱼类同样会造成一定的物理损伤，且其电极结构易损坏。声音驱鱼的原理是利用鱼类能够依靠内耳和侧线对各种声音刺激产生相应的感觉，并由此出现各种各样的行为反应——趋音性。光驱鱼国外的研究相对较多，主要集中在光照强度、光照颜色、闪光对鱼类行为的影响。鱼类的趋光性与其视力有关，不同种类的鱼对光照强度的趋光性表现出差异性。气泡幕驱鱼，国内外的一些研究表明一般气泡幕对鱼有视觉、听觉、机械压力振动3种刺激作用，研究证明其是一种有效的驱鱼措施。热驱鱼，是基于各种鱼类都有适宜生存的水温范围，局部水温上升至鱼类感觉不适的温度时，其自然会表现出逃离行

为。诱鱼剂驱鱼是利用食物及气味来实现导鱼的目的，一般以诱为主。水流驱鱼是利用鱼类有顶流而游的特性，水流诱鱼是目前国内外过鱼建筑物中较多采用的诱鱼方法。

上述驱鱼技术中，由于光信号在水中衰减严重，而大范围水域下光照、流场的控制难度较大，光技术一般用于短距离、小范围内的行为控制。热驱鱼易出现气体被加热后形成的温度差与加热前差别微小，不能达到利用升高水温驱鱼的目的。气泡幕驱鱼技术在江河中使用，欲使气泡幕区水气流产生翻滚，并对鱼类的视觉、听觉等产生刺激，尚需要进行大量的现场试验研究。声驱鱼需要对工程江段鱼类能感受到的声音的大小、频率进行深入研究方可实施，并且操作时间长、效果不稳定。

综合以上，对于本项目，建议采用电驱鱼+拦鱼栅网结合的方式进行驱鱼，为避免爆破伤及水中鱼类，即采用高压脉冲电进行的驱鱼作业。

本方法需要的船只和渔具：动力船和非动力船多艘、张网 1 部（高 10 米、宽 20 米、长 25 米，网目 8 厘米）、大拉网 1 部（长 200 米，高 20 米、网目 20 厘米）、拦网 2 片（长 400 米、高 25 米、网目 10 厘米）。机电设备：柴油机 4 台（195-S12 马力）、交流发电机 3 部、交流电压表 3 只、交流电流表 3 只、电导仪 1 只、电极 4 组每组 3 条，动力部分是使用柴油机，电极是将包皮铜芯（铝芯）线，每隔一段距离裸露出一定长度铜芯（铝芯），使其直接与水体接触，一部机组配备 3 条电极，作业时，三条电极用竿子撑开，电极间距 1.5 米，撑杆间距 2 米。

驱鱼方法为清礁前及抛填前，由清礁或抛填区域的岸边向江中驱集鱼类，电船拉开一定距离，进行驱赶，赶至一段距离后，用拦网拦住，再继续驱赶，直至清礁区或抛填区用拦网围住，使鱼在施工作业时不再返回施工区域。赶鱼设备购买及安装费用 15 万元、赶鱼及拦截作业费用 2 人*30 次*4000 元/次=24 万元，共计 39 万元。

（2）切实做好安全爆破作业

（1）装药前 1~3 天应发布爆破通告，内容包括爆破地点、每次爆破起爆时间、安全警戒范围、警戒标志、起爆信号等。爆破通告除以书面形式通知当地有关部门、周围单位和居民外，还应以布告形式进行张贴。

（2）在水下爆破前安置无损伤小炮或成组的没有装炸药的雷管进行鱼类驱赶，利用少量炸药的爆炸所产生的惊吓作用将鱼类驱赶出爆炸区域，减少对渔业资源的影响。同时，爆破时，先用小药量进行爆破，爆破完要仔细观察爆破周围是否造成鱼类死亡，如果没有，可以逐渐加大药量，从而减少爆破对鱼类的伤害。

（3）尽量避免对鱼类产生影响，建议正式施工前应先以少量炸药进行试爆，对需

清礁的江段分段进行，实行点炸，起到在施工区域内驱赶鱼类作用，尽可能将鱼类伤亡量减少到最低程度。

(4) 在通航水域进行水下爆破时，应在三天之前由航道、海事部门会同公安部门发布爆破施工通告。爆破需进行临时交通管制时，应预先申请并至少提前3天由交管部门会同公安部门发布。爆破施工时，距清礁点250m范围内禁止人类活动。施工过程应注意观察、了望，对位于距清礁点250m范围内的上、下游航道进行封航，严禁过往船舶进入警戒区。

8.5.3 鱼类救护与监测措施

(1) 珍稀特有鱼类救护

针对因航道整治工程建设和运营造成的长江保护动物意外伤害事件，特别是对中华鲟、白鲟、胭脂鱼等珍稀鱼类造成的意外伤害事件，制定相应应急预案。对意外伤害事件及时报告，并对其采取紧急救护措施。拟定救护预案，为使救护预案在发生珍稀鱼类意外伤害事故时能够顺利启动，业主方应为配备必要的救护设备和巡视，如：运输设备、增氧设备、药品等医疗卫生设备和各种网具等提供工作经费；并委托保护区管理机构负责紧急救护预案的实施。

需要配备的保护鱼类救护设备，费用总计12万元；施工期巡视江段按15公里计，施工期42个月，共计该项经费约18.8万元；总计保护鱼类的救护措施费用30.8万元。(2) 施工过程的水生生物资源实时监测

施工过程实时监测，需对清礁震动、炸除礁石处理等引起的鱼类、底栖动物、浮游生物等水生生物资源变化进行监测，重点监测水下爆破施工时对鱼类的影响，实时监测内容包括水中冲击波、涌浪、爆破震动、鱼类的水生生物损失量等，分析不同爆破当量、冲击波与鱼类等损失量之间的关系，据此实时监测结果适时地调整炸药使用量、驱鱼措施的实施、以及施工进度，尽量减少工程施工对水生生物的影响。另外也应关注驱鱼效果及炸除礁石处理过程对鱼类资源的影响。同时建立施工方、项目业主、检测方和渔业管理部门之间有效的沟通协调机制，保证监测结果能有效的指导工程施工合理进行。

施工过程的水生生物资源实时监测专业性很强，业主可委托相关具有专业技术人员和监测手段的单位承担。监测费用预计40万元/年，共计140万元。

(3) 施工过程的卵苗漂流预警

同时，鱼类卵苗发生的高峰时期（工程施工期7月份）在上游（陵城区下游江段）设置一个预警监测点，为下游清礁点施工提供预警信息，卵苗漂流高峰期禁止爆破作业。

在施工过程中，必须开展全程生态环境监测工作，及时掌握清礁、抛投对水环境、水生生态环境的影响状况，并在施工方、监测和预警单位及管理部门之间建立有效的沟通机制，以便能依据监测和预警结果能及时调整作业方案，防止对生态环境造成破坏。

卵苗漂流预警可委托相关具有专业技术人员和监测手段的单位承担。监测费用预计8万元/年，共计32万元。

（4）区域鱼类资源监测

工程施工期（42个月）和建成后3年内应监测工程水域的鱼类资源变动情况，监测应涵盖全部工程江段，调查内容包括鱼类生境调查、渔获物、鱼类早期资源监测。

鱼类生境调查建议每年度监测3次，涵盖工程影响区，分别在鱼类产卵期（3-6月份）、洪水期（8-10月份）和三峡水库高水位（11-次年3月份）进行，主要调查鱼类分布位置、鱼类数量及鱼群规模。渔获物调查建议每年度监测2次，进行区域调查；分别在产卵期结束（7月份）和三峡水库高水位（11-次年3月份）进行，和调查渔民渔获物的种类组成、优势种的生长状况和资源量。早期资源调查建议集中在鱼类繁殖期（4月至7月），采用逐月调查，调查样点设置在工程水域下游，调查早期资源种类、繁殖时间、产卵场分布等。

监测年限内，业主每年应编制《鱼类资源监测年度报告》，报保护区管理部门备案。鱼类生态监测工作的专业性很强，业主可委托相关具有专业技术人员和监测手段的单位承担。监测费用预计20万元/年，共计130万元。

（5）区域水生生境监测

为了及时掌握和有效减少施工期和运营期污染物的排放和对水生生物的影响，在工程施工期（42个月）和建成后3年内进行监测。监测内容包括水质和其它水生生物；监测指标包括：pH、悬浮物、氮、磷等理化性状、浮游生物种类和生物量、底栖生物种类和现存量、水生维管束植物种类和覆盖率等。水生生态环境监测工作的专业性很强，业主可委托相关具有专业技术人员和监测手段的单位承担。监测费用预计20万元/年，共计130万元。

8.5.4 鱼类增殖放流

人工增殖放流是恢复鱼类资源的重要手段，通过有计划的开展人工放流鱼类种苗，可以增加鱼类资源中低、幼龄鱼类数量，扩大群体规模，补偿工程建设和运行带来的鱼类资源损失。航道整治工程不可避免的将会对鱼类资源造成影响，根据《中华人民共和国渔业法》、《中华人民共和国自然保护区条例》等法律、法规的规定，应对受损的鱼

类资源采取必要的补救措施。

建议对四大家鱼、特有鱼类等鱼类实施人工增殖放流，此后应根据监测情况作适当的调整。增殖放流工作应根据《中国水生生物资源养护行动纲要》、《水生生物增殖放流管理规定》等规范性文件执行。放流种苗供应单位应选择信誉良好、管理规范、具备相应的技术力量的国家级或省级水产原良种场和良种繁育场、鱼类资源增殖站、野生动物驯养繁殖基地或救护中心以及其它具备相关资质的种苗生产单位，可通过招标的形式让专业团队来完成增殖放流的工作。放流的幼鱼必须是由野生亲本人工繁殖的子一代。放流苗种必须是无伤残和病害、体格健壮，符合鱼类行政主管部门制定的放流苗种种质技术规范。放流前，种苗供应单位应提供放流种苗种质鉴定和疫病检验检疫报告，以保证种苗质量，避免对增殖水域生态环境造成不良影响。鱼类放流活动建议业主委托保护区管理机构负责实施。

根据鱼卵、仔稚鱼经济价值的计算结果，项目共需补偿鱼苗27.1万尾。在项目实施期间长江流域已完全禁渔，四大家鱼数量将很快得到恢复。增殖放流特有鱼类和经济型鱼类鱼苗37.55万尾，总金额145.7万元不变，如表6.4.5-1。为方便增殖放流工作实施，拟于工程施工期开展鱼类放流任务3次。

8.5.5 监督管理与协调

航道建设部门应与保护区管理部门组建协调小组，加强施工期和运营期对工程江段的管理。

(1) 工程建设单位应配合保护区管部门进行宣传教育工作，印刷保护区及主要保护对象图册及相关介绍材料，发放给全体施工人员，提高施工人员的环境保护意识。

(2) 保护区管理部门应指导施工方在施工过程中如何对保护区及主要保护对象进行保护，并与上述部门一道加强对工程施工行为的监督和管理。保护区管理部门监控的主要内容包括：施工江段施工期的水生生物保护，船舶航行速度的限制，有利于减缓工程影响的各项水生生物保护措施的落实等。

(3) 加强工程施工区的渔政管理，打击非法捕捞，加强长江保护法等相关法律法规的宣传，开展科普教育，提高周边群众的鱼类资源保护意识，增加环境保护的宣传力度。

(4) 航道运营期间施工方可委托保护区管理部门定期巡视工程影响区域，对出现和可能出现的问题进行及时处理和预先排除。

(5) 针对工程建设运营可能对保护对象产生的影响开展相应的科学研究活动，尤其是在清礁、航运等因素对水生生物资源的影响等目前科学研究实施相对不足的方面开

展必要的研究。

(6) 针对本工程施工会对保护区江段的鱼类资源带来的影响，应设置专项补偿费用于保护区及主要保护对象的保护，根据保护的实际情况进行使用，经费使用接受保护区管理部门的监督。

(7) 建立实时监控系統，布置于每个施工江段（同时监控监控点上下游 1km 范围内施工活动），并接入保护区管理机构的监管平台。

预算监管费用按50万元；并购买实时监控设备8套，每台设备的材料安装、视频采集维护、网络服务等费用按5万元计；共计为90万元。

8.5.6 生境异地重建及效果评估

基于整治工程的生态影响分析，鱼类生境是长江上游涪陵至丰都江段航道影响的主要对象；重要的影响内容包括施工期和运行期工程建设改变了鱼类育幼生境条件和鱼类的索饵条件。基于上述影响分析和工程江段生境现状，专题报告重点提出生境异地重建的保护措施补偿工程建设对鱼类生境的影响。生境异地重建措施主要是：充分利用工程清礁产生的块石石料，在受影响的关键生境附近水域进行改造，塑造适合鱼类生长繁殖的水流条件，并结合人工鱼礁的投放，达到生境修复和营造的目的。

(1) 生境异地重建区选址

工程措施与非工程措施相结合，开展工程江段局部生境修复和重建、建设较大范围的生境异地重建，系统实施生态补偿、生态监测及科研，实现修复与补偿一体、工程实践与监测科研并举，不仅着眼于解决本工程的实际问题，也着眼于长远，为生态航道、绿色航道的建设奠定基础。

根据前期研究结果，以流速作为生境异地重建区的主要判别指标，具体为产卵期（约 $12000\text{m}^3/\text{s}$ ）流速 $<0.8\text{m/s}$ ，汛期（约 $35000\text{m}^3/\text{s}$ ）流速 $>0.6\text{m/s}$ 。前者保证生境异地重建区的流速适应鱼类栖息，后者保证生境异地重建区能长效运行而不会被淤积。选址如图8.5.6-1。

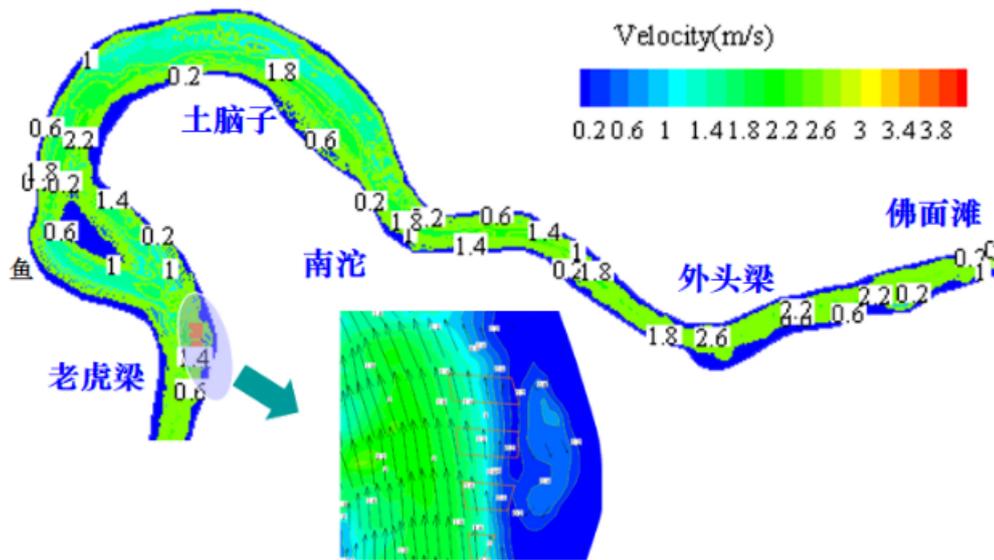


图 8.5.6-1 工程江段流速 ($Q=35000m^3/s$)

因老虎滩上游江段为典型的峡谷江段，不存在营造生境的可能；土脑子至南沱江段为四大家鱼保护区核心区；南沱以下江段距离较远，且在试验区之外。故仅在老虎滩对岸存在生境营造的可能。生境异地重建区选择在老虎滩清礁区对岸三堆子至花滩石梁沿岸深水区域，上游航道里程519.0-520.0km。

(2) 生境异地重建区布置形式

从生态环保或修复的角度考虑，拟利用50.4万方礁石块用于鱼类生境的异地重建。按顶高135.0m要求深水弃石，构建连续的浅滩-深潭，以利于鱼类以及其他底栖生物的生存和庇护。如图8.5.6-2和图8.5.6-2：

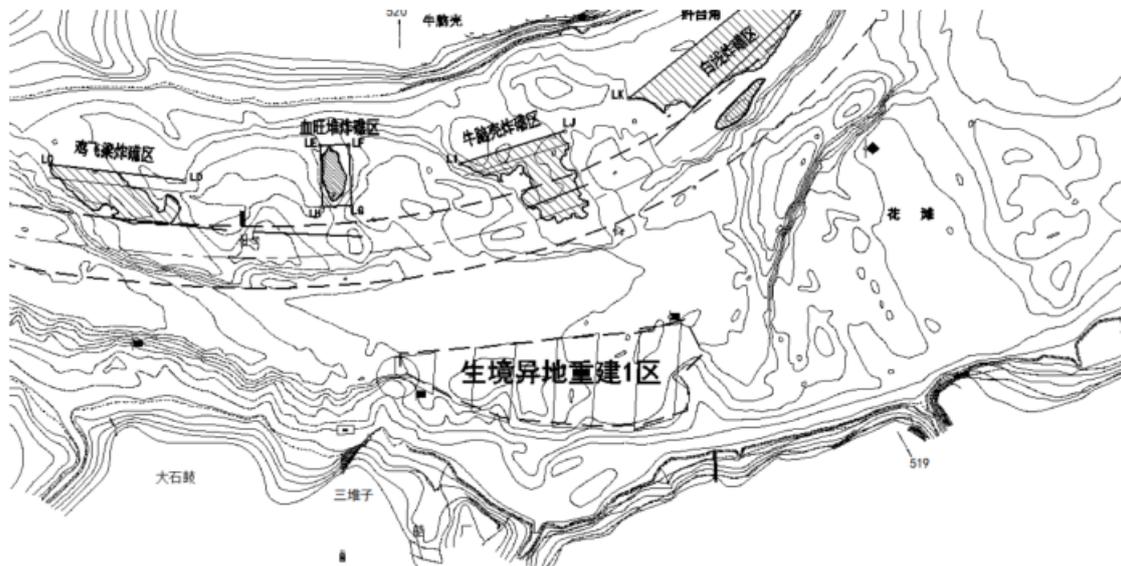


图 8.5.6-2 生境异地重建区布置平面示意图

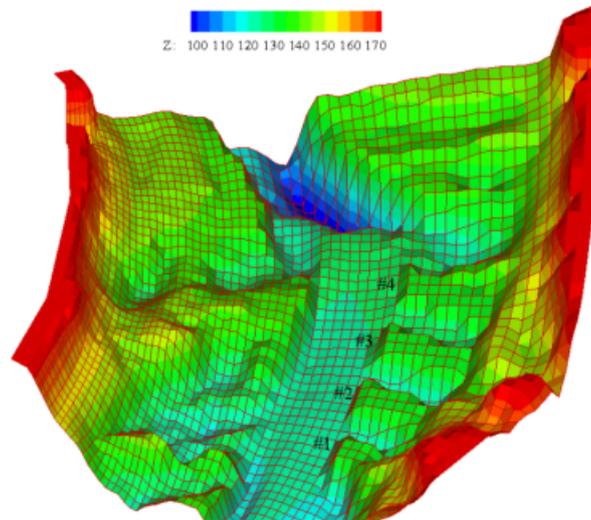


图 8.5.6-3 生境异地重建区三维布置图

(3) 生境异地重建区环境本底

生境异地重建区周边的鱼类分布如图8.5.6-4。由图可知，该区域5月和8月，因流速较大，不适宜鱼类生存；冬季库区蓄水以后，该区域可发现小型鱼群。

流速是影响变动回水区鱼类栖居的关键因子之一。鱼类在适宜江段中栖息并进行长时间的持续低速游动而不产生肌肉疲劳，则该栖息地的流速应小于目标鱼类的临界游泳速度（最大可持续游泳速度）。水声学方法监测得鱼群的平均体长为 $15.5\pm 4.3\text{cm}$ ，根据鱼类临界游泳速度和体长的相互关系结论，可初步估算得目标鱼类的临界游泳速度约为 $0.8\sim 1.1\text{m/s}$ 。这与实际监测结果相吻合，即流速超过 1.4m/s 的区域鲜有鱼类分布。事实上，80%以上的鱼类聚集于流速小于 0.8m/s 的缓流区，鱼类除非采用爆发式的游泳方式，否则不可能较长时间停留于高流速区。

该生境重建区流速约 $1.2\sim 1.4\text{m/s}$ ，存在改造的可能。

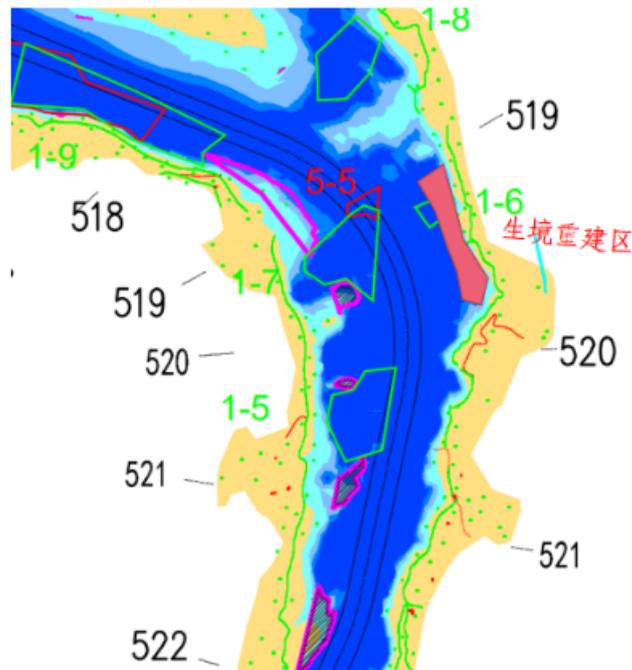


图 8.5.6-4 生境重建区周边鱼类分布情况

根据 2019 年 5 月采样结果，涪陵至丰都段底层大型底栖动物密度和生物量均不高。密度在 $31.75-185.71 \text{ ind/m}^2$ ，平均值为 75.63 ind/m^2 ；生物量在 $0.537-13.671 \text{ g/m}^2$ ，平均值为 2.310 g/m^2 。

2020 年 6 月，编制单位对该生境营造区进行了底栖动物采样，结果显示底栖动物密度和生物量均不高，密度为 45.1 ind/m^2 ，生物量 1.23 g/m^2 。

该区域底栖动物分布不高，可能与水深与流速有关。受水深和含沙量影响，区域水下光照衰减严重，在洛碛的监测结果表明在水下 1m 光照即衰减 95% 以上，河床底层缺乏足够的光照进行光合作用，初级生产力不足，物质和能量输入以碎屑能源为主。生境重建区流速相对于底栖动物而言较大，在急流的冲刷之下，理论上不适应刮食型底栖动物的生存。

因此，可以认为，生境营造区域并没有破坏现有的底栖动物适宜栖息地。

(4) 生境异地重建区有效性分析

通过数值模拟，生境异地重建区完成以后基本不影响沿程水位变化，如图

8.5.6-4：

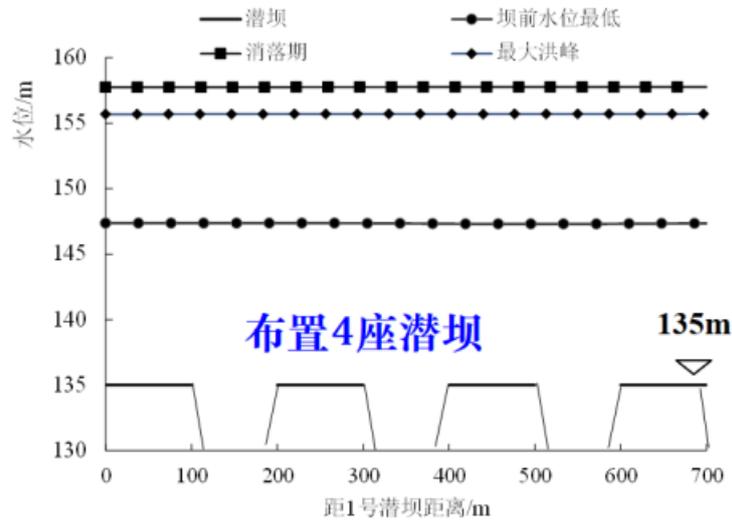


图 8.5.6-4 生境异地重建区建成后的沿程水位变化

生境异地重建区完成以后形成连续的浅滩-深潭，示意如图8.5.6-5：

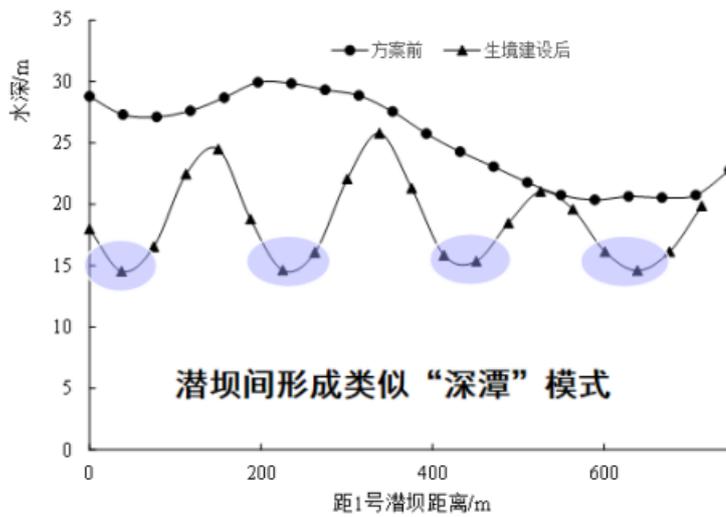


图 8.5.6-5 生境异地重建区建成后的连续深潭

通过数值模拟，生境异地重建区完成的流场变化，如图8.5.6-6：

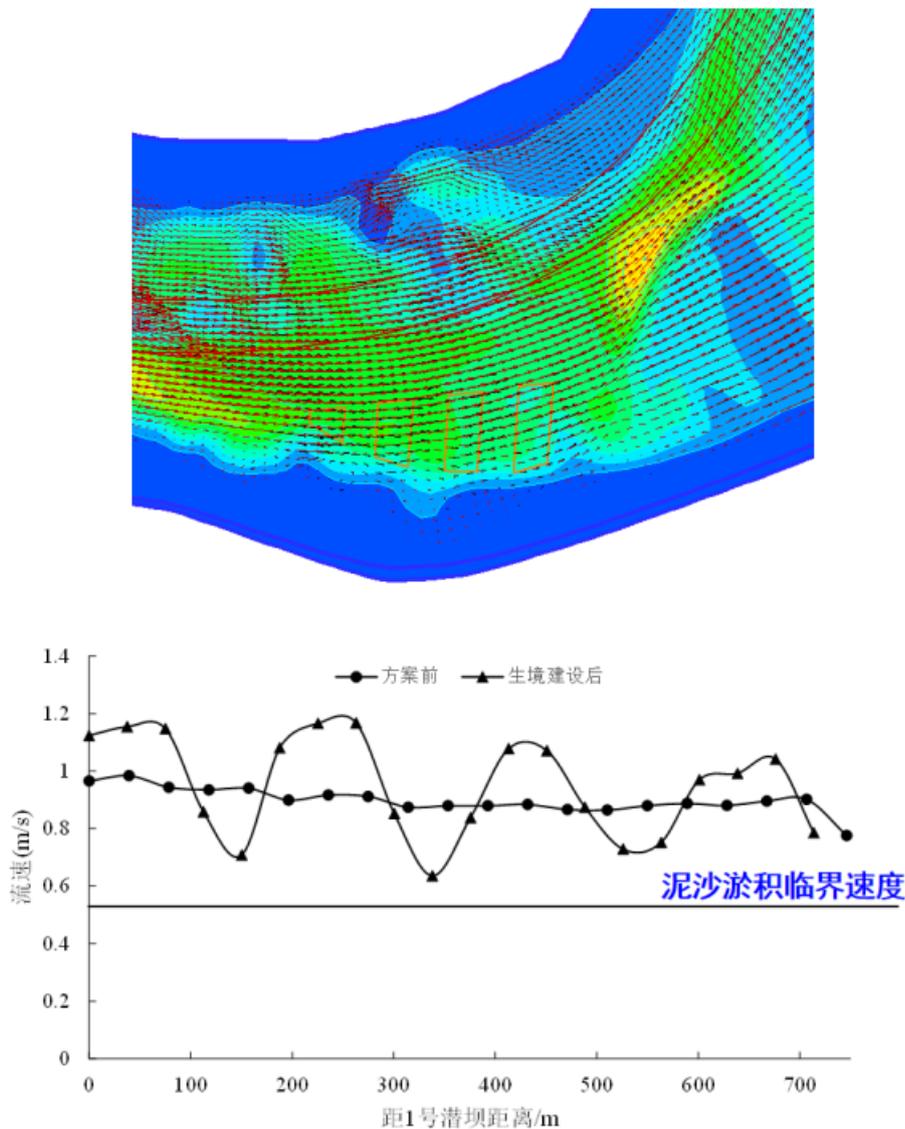


图 8.5.6-6 生境异地重建区建成后的流速变化

根据水声学调查结果，80%以上的鱼类聚集于流速小于 0.8m/s 的缓流区。生境异地重建区建设完成后，新增了部分流速小于 0.8m/s 的区域，且大于泥沙淤积流速，存在鱼类栖居可能。

(5) 生态鱼礁强化措施

研究区域的鱼类，瓦氏黄颡鱼白天栖息于水体底层；蛇鮈和宜昌鳅鲇属于喜缓流沙底的中下层小型鱼类；铜鱼习惯集群游弋于江河水环境的下层。鱼礁推荐使用最新研究成果，适应长江上游的生态软体鱼礁。投放后，主要产生流场效果，生物效应和遮蔽效应。

流场效应：人工鱼礁投放后，首先在其周边及内部形成上升流、加速流、滞缓流等流态，一方面不仅可扰动底层、近底层水体，提高各水层间的垂直交换效率，形成理想

的营养盐转运环境，为礁体表面附着的微生物提供丰富的营养物质，而且还可以提供缓变的流速条件供生物选择栖息，这是其流场效应。

生物效应：礁体裸露的表面会逐渐吸附生物和沉积物，并开始生物群落的演替过程，根据条件的不同，几个月至数年后，礁体会附着大量的藻类、贝类、等固着和半固着生物。同时沉积物可能形成底栖动物适宜的环境，为鱼类提供饵料，这是其生物效应。

遮蔽效应：人工鱼礁的设置鱼类建造了良好的“居室”。许多鱼类选择礁体及其附近作为暂时停留或长久栖息的地点，礁区就成了这些种类的鱼群密集区。由于有礁体作为隐蔽庇护场所，可以使幼鱼大大减少被凶猛鱼类捕食的厄运，从而提高幼鱼的存活率，这是其避敌效应。

人工鱼礁构件结构如图8.5.6-6，水流会在构件后方形成较复杂水流形态，如图8.5.6-7。为满足鱼类栖息需求。



图 8.5.6-6 人工鱼礁结构示意图



图 8.5.6-7 礁体周围流态分布示意图

（6）生境异地重建投资与效果评估

根据工可单位对生境异地重建措施工程量的测算，建设费用约 3000 万元。由于生境重建的石料全部来源于临近滩段清礁产生的石料，生境重建的建设过程与整治工程施工密切联系；因此，本保护措施的实施由整治建设单位同时开展，重建工程费用列入整治工程预算计划，不列入生态补偿经费。

同时，由于异地生境重建是针对长江上游鱼类区系新的保护措施，没有现存的方案可以借鉴。因此，该保护措施生态效果必须开展科学评估。重建生境主要是补偿工程建设对鱼类生境，特别是鱼类索饵和产黏性卵生境的影响。因此，效果评估的主要对象应该是重建水域的幼鱼分布与资源量、产粘性卵鱼类的繁殖过程监测。建议在施工期最后 1 年开始重建生境的效果监测与评估，持续开展 3 年，监测鱼类繁殖和育幼高峰期（3 月-10 月）重建生境水域的幼鱼组成和丰度动态和产粘性卵鱼类卵和仔鱼的组成、分布和丰度；监测逐月开展，每月 1 次。生境重建措施效果评估的专业性很强，业主可委托相关具有专业技术人员和监测手段的单位承担；预计每个重建水域每年监测评估费用约

25 万元，1 个水域监测 3 年，共计费用 75 万元。生境重建措施效果评估应列入生态补偿经费。

8.5.7 科学研究

针对本项目，初步拟定了 3 个研究课题，分别为：①清礁前后“礁石-深沱”生境的变化研究（经费 100 万元）、②航道营运噪声对鱼类的影响研究（经费 100 万元）和③生境异地重建区的生态恢复效果评估（研究经费 75 万元）。其中研究课题 3 的内容主要为对监测结果的分析评估与论证，已于 8.5.6 节中列入。课题①和②的研究经费共计 200 万元。

8.6 环保投资费用估算

工程方案总投资估算费用为 5.14 亿元。环保投资 1348 万元，环保投资占总投资的 2.62%。

环保投资费用由保护区专题生态保护措施费用、生态工程费用、其它污染防治费用、事故应急设施费用、施工期环境监测费用和环保竣工环保验收费用等组成。如表 8.6-1：

表8.6-1 环境保护措施及投资估算

环保投资类别	具体内容	设置地点、功能及效果		环保投资 (万元)	备注	
水环境	施工船舶污水收集桶、船舶油污水处理	40 个，设于施工船舶内，收集船舶含油污水和生活污水，送有资质的单位接受处理		20	禁止废水排入长江	
	取水口防护	大渡水厂取水口设置防污帘，并对取水口水质进行监测。		20	避免影响水厂正常生产	
生态环境	长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区补偿费	鱼类救护	长江鲟、胭脂鱼等珍稀保护鱼类的救护	30.8	委托专业机构	
		生态环境监测经费	施工期水环境与水生生物	140		
			施工期鱼卵和幼鱼预警	32		
			区域鱼类资源	130		
			区域水环境与水生生物	130		
		鱼类增殖放流	鱼苗的购买及运输费用	145.7		
		生境异地重建效果	生境异地重建区的生态恢复效果评估	75		
保护区监管与	保护区管理部门对工程施工期的强化	90				

	实时监控系統	監督，实时监控系統 8 套		
	施工前驱鱼作业	赶鱼设备购买及安装费用 15 万元、赶鱼及拦截作业费用 2 人*30 次*4000 元/次=24 万元	39	
	生境异地重建区	生境异地重建区的建设，人工鱼礁的投放，提示牌等措施完善	/	列入工程费用
	科学研究	清礁前后“礁石-深沱”生境的变化研究（经费 100 万元）；航道营运噪声对鱼类的影响研究（经费 100 万元）	200	
声环境	限速、禁鸣标志	过往船舶限速、禁鸣，减缓船舶噪声干扰	10	
固体废物	垃圾桶、船舶垃圾委托处置	40 个，设于施工船舶内，统一收集，送有资质的单位接受处理	20	
事故应急	事故应急设施	施工船舶上、涪陵海事处等	25.5	以租借为主，部分购买
施工期环境监测	监测费	4.5 年，为各项环保措施提供依据	80	
施工期环境管理		4.5 年，各项环保措施的落实	80	
环保竣工验收		报告编制费，各项环保措施的落实	80	
合计			1348	

9.0 环境保护管理和环境监控

9.1 环境保护管理计划

9.1.1 环境保护管理体系

本项目各时段环境保护管理机构与监督机构的组成见图 9.1.1-1。

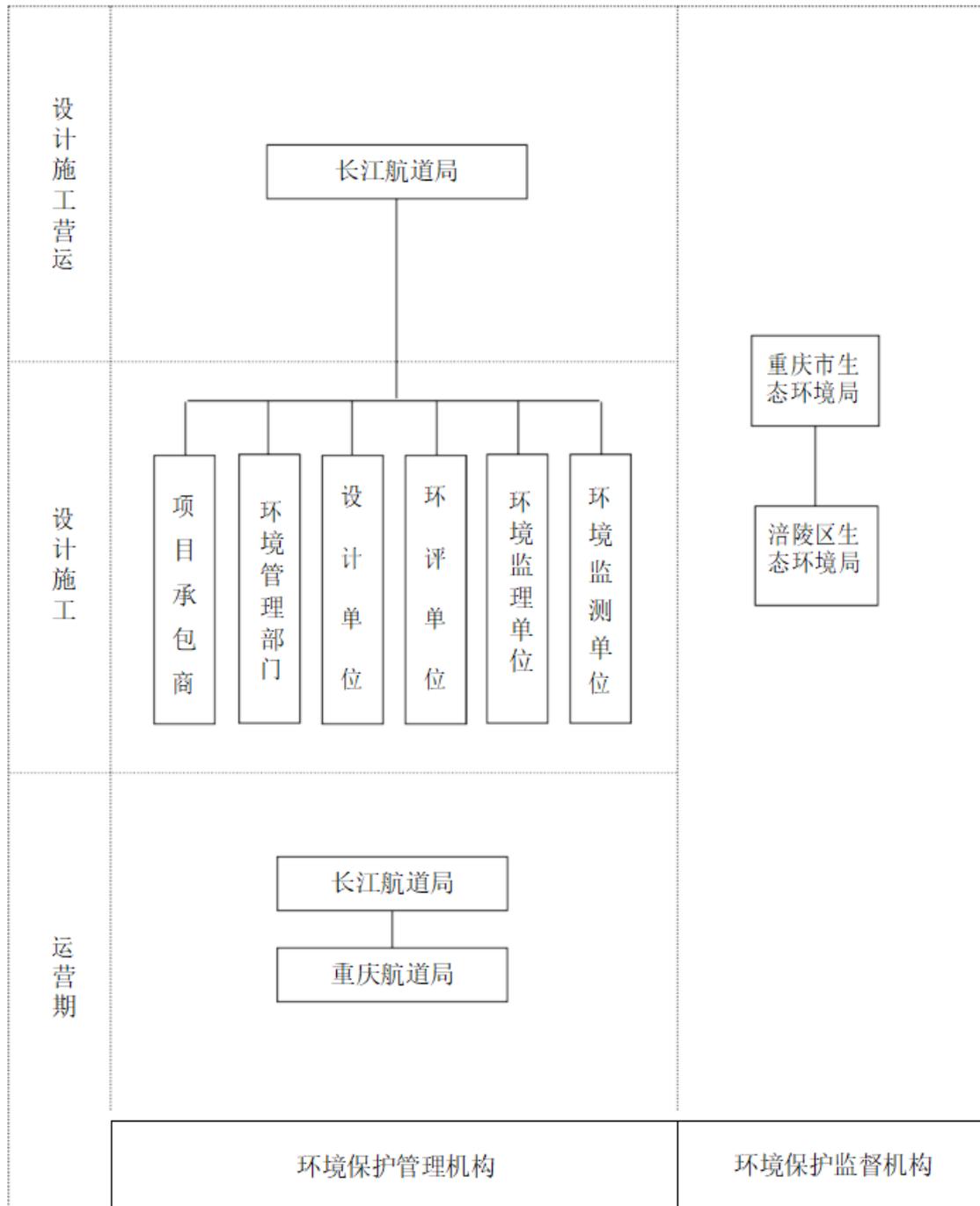


图 9.1.1-1 环境保护管理与监督机构体系示意图

9.1.2 环境管理计划

长江航道局应遵照国家和交通部各项环境保护政策、法规，统一协调本项目与重庆市及下辖区县环保局等各部门的工作，制定本项目环境保护管理办法和实施细则，制定环保工作计划，负责航道施工期和营运期期环境保护计划的监督管理和实施，加强落实各项环保措施。

施工期设 2 名中级技术职称以上的环保人员，负责施工期的环保工作。

评价建议的环境管理计划见表 9.1.2-1。

表 9.1.2-1 项目环境管理计划

环境单元	管理目标	实施机构	管理机构
施工期	水环境	施工单位	长江航道局
	生态环境		
	声环境		
	环境空气		
	固体废物		
验收阶段	参加项目竣工环保验收，对达不到要求的部分立即整改。		
营运期	水环境	船舶管理部门	长江航道局
	声环境		
	环境空气		

固体废物	船舶垃圾由有资质的接收船舶接收处理，禁止向内河水域排放生活垃圾，	
环境监测	按环境监测技术规范及国家环保部颁布的监测标准、方法执行。	监测单位

9.1.3 环境保护规章制度

(一) 施工期制定的主要规章制度

《环保设备订货验收及环保设施施工和竣工验收办法》

《施工现场环境保护管理办法》

(二) 营运期主要规章制度

《中华人民共和国外国籍船舶航行长江水域管理规定》（执行）

《中华人民共和国防治船舶污染内河水域环境管理规定》（执行）

《防治环境污染管理制度》(自行制定)

《安全生产管理制度》(自行制定)

《船舶航道溢油事故应急预案》(自行制定)

9.2 环境监测计划

9.2.1 环境监测的目的

为保证本评价提出的环保措施在施工期和营运期能有效减少污染物的排放，使整个受工程建设影响的区域符合本报告提出的环境质量标准，工程施工期和营运期必须执行本监测计划。通过实施环境监测计划，全面及时地掌握工程施工期和营运期环境状况，对可能发生的污染进行监测，为制定必要的污染控制措施提供依据。

9.2.2 环境监测计划

采取定时和不定时抽检相结合的方式进行定点和流动监测，监测重点为生态、水、声环境，监测计划见表 9.2.2-1。

监测计划由符合国家环境质量监测认证资质的单位承担。

表 9.2.2-1 环境监测计划

时段	类别	测点位置	监测项目	监测频次及历时
施工期	水环境	清礁、及抛填点下游 50m、100m、200m、300m	COD、SS、氨氮、石油类	施工期 1 次/月
		大岩口、大渡水厂取水口		施工高峰期间 2-3 次/天，监测 1 天，根据工程强度适时调整。
		每个滩险设置至少 2 个		施工期至少 1 次/月，根据工程

		断面		强度适时调整。
	声环境	和尚滩、黄桷村、永柱社区、韩家村、二渡村、大渡村、新房子、八卦村	LeqA、等效连续 Z 振级	施工期间 1 次/月，每次监测 1 天，昼间、夜间各一次
	生态	工程江段	保护鱼类特别是珍稀特有鱼类组成变化、资源量变动监测；浮游植物、浮游动物、底栖动物的种类和数量、水生维管束植物种类和生物量；鱼类早期资源变化监测。	施工年度每年 4-5 月和 9-10 月各监测 1 次。 早期资源调查 5 月至 7 月，采用逐月调查。
营运期	生态	工程江段	保护鱼类特别是珍稀特有鱼类组成变化、资源量变动监测；浮游植物、浮游动物、底栖动物的种类和数量、水生维管束植物种类和生物量；鱼类早期资源变化监测。	建成后 3 年，每年 6-7 月和 10-11 月各监测 1 次。 早期资源调查 5 月至 7 月，采用逐月调查。

注：施工、运行期水生态监测方案具体以种质资源保护区的水生态监测方案为准，本工程不再列水生态监测费用。

9.2.3 监测设备、费用及监测报告

本工程不再添置新的监测仪器设备，由监测单位自备。

施工期 42 个月，试运营期环境监测纳入工程环保验收监测中。

监测单位根据工程施工期和营运期的环境监测结果编制年度监测报告，送重庆市及其相关区环保局，报送长江航道局等有关管理部门备案。

10.0 环境影响经济损益分析

10.1 经济效益分析

本项目的国民经济效益包括直接经济效益和社会效益。直接经济效益主要反映在运输成本节约等，社会效益包括改善沿线环境、提供劳动就业机会、促进航运业的发展等。

10.1.1 项目直接经济效益分析

(1) 行业影响分析

目前，长江航运在能源、原材料运输中发挥着相当重要的作用，未来必将面临更大量的大宗货物运输需求。项目的实施将改善长江上游涪陵至丰都江段通航条件，提高航道通过能力，同时减少因水浅阻航、碍航事件的发生，航行事故率将大大降低。

项目的实施将有利于综合运输体系的完善。航道作为交通运输的基础设施，是一个地区经济发展水平的象征，是带动区域经济发展的核心战略资源。国内外的经验证明，航道和港口的功能和等级，影响乃至决定区域经济的发展方向和速度。各种运输方式之间既相互协作，又相互竞争。随着综合运输体系的完善，长江航运既要面临其它运输方式快速发展带来的挑战，也将迎来新的发展机遇。为了加快推进沿江开发战略，依托长江优势，打造与现代制造业基地配套的物流基地，完善综合运输体系，必需加快航道的现代化建设。

(2) 间接经济效益。

目前拟建工程所在长江江段多处于自然状态，长江岸线资源没有得到有效利用。工程附近江段左右两岸相应分布有重庆港港区作业区，《重庆港总体规划》均在工程附近江段规划实施港口建设，本工程实施后，航道条件改善，有利于促进附近港口的快速发展，使该区域水运通航能力大幅提高，带动长江重庆两岸地区经济的新飞跃。

10.1.2 项目社会效益分析

长江流域经济在整个国民经济中占有举足轻重的地位，长江航运在沟通东、中、西部经济交往中起着不可替代的作用，而长江航道的畅通对于确保长江航运作用的发挥具有十分重要的意义因此，本工程的实施对于保障长江上游航道的畅通和航运的发展是非常必要的。长江流域作为我国区域经济发展最快和最具潜力的地区之一，不仅拥有雄厚的工业基础，而且是我国最主要农业基地，但由于长江流域各经济区的自然资源和产业布局的特点决定了上、中、下游各经济区既具有一定的完整性，又具有很强的依赖性和

互补性，而长江航道作为连接东西的水上大动脉，其在运输方面特有的“大运量、低能耗”的优势是其他运输方式无法替代的，像矿石、煤炭、石油、矿建材料等这些国家建设和国民经济不可缺少的物资，水运能充分体现出其运量大、成本低的优势，长江航运不仅能够满足沿江一批大耗能、大耗水的生产企业的运输需要，而且能够利用沿江已有的众多的港口设施，充分发挥港口的效益，而且可以通过“以港兴市”，带动沿江城市乃至整个长江流域经济的可持续发展。同时，水运交通占地少的特点，决定了利用长江，发展航运对于土地资源十分宝贵而又比较匮乏的中国其社会效益是非常显著的。

10.2 环境经济损益分析

10.2.1 工程造成的环境损失和达到的环境质量分析

本项目建设期带来的环境损失主要表现在清礁、抛填施工对渔业资源的损失、长江重庆四大家鱼水产种质保护的影响和长江水质影响；营运期船舶噪声、船舶污水和船舶垃圾、船舶污染事故以及工程建设带来的其它环境变化。

本项目建设产生的环境有利变化主要表现：航道条件改善后，在年通过货运总量相同的情况下，船舶吨位提高、通航时间缩短所引起的各类污染物的减少，以及生态保护效益。

（一）施工期

（1）爆破施工产生的冲击波对鱼类的影响，造成一定的渔业资源损失。

（2）清礁清渣、抛填作业将造成局部水域悬浮物浓度增加，对水环境的污染影响，对浮游动植物、底栖动物和鱼类生境的影响；悬浮物增加将造成底栖生物量损失，对渔业资源有一定影响。

（3）清礁、抛填施工对鱼类三场产生一定影响。

（4）施工船舶舱底油污水、施工人员生活污水、施工船舶废气、施工机械噪声、爆破噪声、施工产生的固体废物都将对施工区域造成一定程度的污染影响。

（5）清渣、抛填将造成底栖生物量损失 1.395 吨，鱼卵石折算鱼苗总损失量 27.1 万尾，对区域生态环境产生一定程度影响。

（6）工程水下清礁采用水上钻孔微差延时松动爆破，而且爆破界面有一定深度的水体覆盖，由此产生的冲击波及飞石影响可降低至最小限度。

（7）施工期对长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区影响

对保护对象的主要影响因素为施工期的悬浮泥沙，施工船舶、爆破噪音及抛石等对鱼类的惊扰。

工程施工期噪音和悬浮物对工程区域水生态环境有一定影响，保护区主要保护对象的空间分布有一定的改变。但合理安排施工计划，施工期避开保护区主要保护期，可最大程度减缓对保护区功能的影响。

（二）营运期

（1）工程后，整治范围内河床地形变化，对鱼类的生境有影响，通过增殖放流等生态补偿措施可以减小工程对渔业资源的损失。

（2）航道条件改善后，在年通过货运总量相同的情况下，船舶通过航道的时间及船舶数量缩短，船舶在航道内发生的舱底油污水、生活污水及船舶垃圾将明显减少。

（3）航道条件改善后，大吨位船舶的比例将逐步提高，大吨位船舶的防污设施明显好于小型船舶。

（4）航道管理部门配备船舶油污水及船舶垃圾接收船将对发生在航道内含油污水、船舶垃圾接收后进行集中处理，避免了营运船只特别是小型船舶偷排污染物。

10.2.2 环保措施的环境经济效益分析

本工程将采取相应措施，以减缓或治理施工期、营运期对评价区域环境产生的影响。

（1）工程施工对居民集中居住区有短期的影响，通过控制采取适当的方法、文明施工，加强施工监理，可避免施工对环境保护目标的影响，保证沿线居民正常的生活秩序。

（2）根据《中华人民共和国防治船舶污染内河水域环境管理规定》：船舶舱底油污水不得在本江段水域排放，舱底油污水送船舶污水接收船或岸上的油污水接收单位接收处理；施工船舶配备垃圾储存容器或垃圾袋收集生活垃圾和生产废物，由有资质的单位收集后送岸上处理，可有效杜绝上述污染物对航道的污染影响。

（3）为避免船舶污染事故影响，制定事故应急预案，保护航道内水质不受到污染影响。

（4）对鱼类破坏采取增殖放流、建立生态试验区及生境异地重建等方式进行资源恢复。

结合本项目带来的环境损失、产生的经济效益和社会效益以及工程的环保投资和产生的环境经济效益进行综合分析和比较，本项目的建设在创造良好经济效益和社会效益的同时，经采取污染防治措施后，能够将工程带来的环境损失降到很低程度。

11.0 评价结论

11.1 工程概况

涪陵至丰都江段位于川江中段，长江上游航道里程 536km~488km，全长 48km。该段礁石碍航问题严重，主要因石梁突嘴存在，汛期流态紊乱、横流发育，滑梁水显著，威胁船舶安全航行，急需进行整治。十三五水运规划拟实施 7 个水道的滩险整治工程。经方案优化后，本工程拟优先实施和尚滩、大梁、大渡口、老虎梁共 4 处。工程主要通过清礁措施改善航道条件，增加可安全通航的水域宽度，实现现行航道维护尺度 4.5m×150m×1000m 和安全通航水流条件，保障船舶通航安全。其中，本项目涉及工程江段 18km（和尚滩至老虎滩），共有清礁量 125.9 万方，工程总工期 54 个月，总投资 5.14 亿元。

本项目为内河航道整治项目；不提升航道等级，仅从保障人民生命财产安全的角度清除海损风险；项目为非污染型生态项目，航道自身不向环境排放污染物，工程建设对环境的影响主要体现为水环境、生态影响。碍航礁石清除后，将有利于减少环境风险。

11.2 项目建设与相关政策、规划及规划环评的相容性

项目建设符合国家产业政策，不涉及生态红线，符合《国务院关于加快长江等内河水运发展的意见》，工程建设地点、通航宽度和弯曲半径均以及主要的整治滩险与《长江干线“十三五”航道治理建设规划》、《交通运输支持系统“十三五”建设规划中期评估调整方案》中的规划目标一致。基本落实了《长江干线“十三五”航道治理建设规划环境影响报告书》及其审查意见有关要求，项目建设从环保角度上论证具有可行性。

11.3 环境质量现状与影响评价

11.3.1 生态影响评价

11.3.1.1 生态现状调查

(1) 水生生态系统

评价江段共检测出浮游植物 46 种，优势种为硅藻门、绿藻门，调查水域平水期硅藻细胞平均生物量为 $51 \times 10^{-3} \text{mg/L}$ ；绿藻细胞平均生物量为 $0.8 \times 10^{-3} \text{mg/L}$ 。浮游动物 27 种，优势种为轮虫类、桡足类。漂流型底栖动物 11 种，其整体密度和生物量均不高，密度平均值为 $63.43 \text{ ind}/1000 \text{ m}^3$ ；生物量平均值为 $1.742 \text{ g}/1000 \text{ m}^3$ ；采集到大型底栖动

物 13 种，其密度和生物量均不高，密度平均值为 75.63 ind/m^2 ；生物量平均值为 2.310 g/m^2 。该区域共发现水生（湿生）植物 14 种，隶属于 6 科 13 属。从生活型角度看，植物全部为挺水型；从群落优势种角度考虑，调查区域植物优势科为禾本科，其次为蓼科。

评价江段渔获物调查中采集到鱼类 49 种，隶属于 4 目 10 科 35 属。优势种类按相对重要性指标排序前 10 种鱼类依次为：瓦氏黄颡鱼、鲢、蛇鮈、鲤、鳊、宜昌鳅鲃、鳊、铜鱼；10 个优势种占总渔获物数量和总生物量的 40.8%。

评价江段鱼类早期资源调查共采集到的鱼卵苗种类有 23 种，隶属于 5 目 7 科，包括鲤形目 2 科 6 属 13 种，种数占种类总数的 56.5%；鲈形目 3 科 2 属 34 种，种数占种类总数的 17.3%。鱼卵鉴定种类共有 8 种，仔鱼鉴定种类共有 21 种。

2019 年 6 月 24 日采集到了最多的鱼卵，即该时间段为鱼卵监测断面上游漂流性鱼卵的产卵高峰期，推算得该江段产卵量约 8.1×10^7 粒。在 5 月中旬前长江上游流量很小，水位较平稳，家鱼产卵活动小；到 5 月下旬到六月中旬，此时长江上游流量开始变大，为涨水季节，家鱼产卵活动达到高峰；在随后的 6 月下旬至 7 月份，长江上游流量继续变大时家鱼的产卵活动仍然维持在一定的规模；7 月后，家鱼的产卵活动仍少量持续。所以表现出整个调查期间家鱼的早期资源密度与流量、水位显著性相关。

在三峡水库蓄水后，长江上游四大家鱼产卵场发生了明显变化，库区上游江段成为长江上游四大家鱼主要产卵江段，繁殖规模较大，而库尾江段的产卵场繁殖规模较小；鱼类表现出上溯至库区上游繁殖的趋势。早期资源调查确定的工程江段产卵场位置及航道里程为花滩（520），鉴定出 6 种产漂流性卵鱼类，分别是红唇薄鳅、铜鱼、长蛇鮈、吻鮈、中华沙鳅、宜昌鳅鲃。

对工程江段生境的现场调查显示，涪陵的和尚滩至丰都的佛面滩江段随着航道建设及运行，受人类活动影响较为严重，岸线基本固化，尤其是沿江人口集中的城镇，大多数江段河岸陡峭，水流湍急，基本没有大面积的沿岸漫滩。工程江段仅在老虎滩下游存在典型的河道急弯和分汊型河道，存在一定区域的浅水漫滩，如珍溪浩和平绥坝，是产粘性鱼类产卵的适宜水域。现场调查初步判断，该江段分布的产粘性鱼类产卵场主要有珍溪浩和平绥坝。

根据涪陵至丰都段的鱼类资源调查结果，鱼类富集于以上两种生境：礁石-深潭生境、河道交叉型生境，这两种生境都将是鱼类的索饵场。洪水期后（10 月至来年 4 月）是鱼类重要的育幼阶段。此时库尾江段总体呈上升或稳定的高水位环境，形成环境相对多样，淹没大面积的消落带，且有弯道、汊道等复杂生境供四大家鱼及其它经济鱼类栖息与育

幼，是长江上游重要的鱼类育幼场水域。

鱼类越冬场一般处于水体的深水水域。在长江干流，流速较缓的深水潭、沱是鱼类的主要越冬场。三峡水库蓄水后，根据水库运行调度规律，冬季库尾江段基本保持高水位（175m）蓄水，库区水体容量及水深大大增加，为鱼类进入深水层越冬创造了良好的条件。

长江鲟为国家Ⅰ级保护水生野生动物，主要栖息在长江泸州至宜宾江段的 200km 水域内，重庆以下江段也少量分布；目前，长江鲟的资源下降严重，野外水域已基本捕捞不到长江鲟个体。胭脂鱼为国家Ⅱ级保护水生野生动物，葛洲坝水电站截流后，胭脂鱼被分为坝上和坝下 2 个群体；胭脂鱼在宜昌上、下游江段都可以自然繁殖，以上游的繁殖规模大一些，但总的来说繁殖规模很小；长江上游江段没有胭脂鱼幼鱼明显的集中分布区域，说明其幼鱼资源很少，难以对繁殖群体形成有效的补充。

工程江段连接三峡水库和长江上游江段，是鱼类洄游通道。文献记录，工程江段涉及至少 35 种鱼类的洄游通道，如长江鲟、四大家鱼、铜鱼、鳊等。

(2) 陆生生态系统

根据调查，评价区内的现状植被以陆生植被和农业植被为主。农业植被主要有以小麦、玉米和水稻为主的粮食作物，蔬菜和柑橘为主的经济作物；陆生植被多为人工栽培的防护林、速生用材林，马尾松林、杉木林、大叶桉林最为常见。消落带顶部少量乔木和中下部耐季节性淹水的少量灌、草丛，构成密度稀疏、零星块状散布的湿地植被。

根据调查，评价区野生动物主要有常见的鸟类和小型兽类，没有国家重点保护陆生野生动物，也没有发现大型陆生野生动物。

(二) 生态影响及拟采取的保护措施

(1) 水生生态系统

① 对水生生境的影响

本工程实施后，礁石水域前方的雍水消失，礁石后方水位略有抬升。总体而言，工程引起的水文情势变化较小，影响范围有限，不会造成水文情势变化的叠加和累积性影响，对水生生境无明显影响。

② 礁石抛填为工程区生态恢复创造了条件

工程施工将破坏河床自然条件，礁石抛填在运营初期为硬质河床条件，造成一定时期的生境改变和生物量损失；礁石抛填增加了水底生境的异质性，对鱼类生存和庇护有利，经过 2 至 3 个水文年后底栖生境将逐渐得以恢复，同时辅助人工鱼礁，有利于形

成新的产粘性卵产卵场。礁石抛填将挤占鱼类活动空间，但本工程礁石抛填枯水期水深在 5 米以上，对中上层鱼类（四大家鱼等）活动的影响较小。本工程无截流构筑物，不会形成水生生态阻隔和造成生境破碎化。总之，清礁、礁石抛填将短暂破坏疏底栖生境，但自然河床条件仍然得以保持，生境将逐渐恢复，不会造成生态的累积性不利影响。

航道整治工程对水生生境的影响主要为对工程区小生境类型的影响，整治江段总体上仍能保留天然江段的自然特性，工程建设对河道生态系统的整体性和完整性、对区域生物组成及生态系统结构的影响较小。

③ 长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区

和尚滩、大梁、大渡口、老虎梁等 4 个滩段位于保护区实验区。

整治工程对四大家鱼的影响主要发生在施工期。清礁和弃渣将会对工程局部水文及底质和地貌造成局部影响；施工期悬浮物将会对四大家鱼育幼、栖息和仔鱼漂流产生影响。工程建设后对工程江段水位和流速的影响较小，对工程江段鱼类生境功能的影响较小。施工水域悬浮物浓度升高将会增加四大家鱼仔鱼的死亡率，但这种影响是暂时的，随着施工结束，其影响随之消失。工程涉水作业避开鱼类繁殖高峰期，能有效降低对漂流仔鱼的影响。施工完成后，工程区的生态环境将逐渐修复，不会明显改变保护区结构和功能。

专题报告提出了繁殖期避让、增殖放流、生态修复、生态环境监测、生态环境监管等工程及管理措施，可以减轻工程建设对种质资源保护区产生的不利影响，有助于补偿和恢复保护区水域生态系统健康，保护经费总投资预算为 683.5 万元。

③ 鱼类“三场一通道”和珍稀水生动物

本工程施工阶段采用(1)深孔松动控制爆破；(2)微差爆破；(3)预裂爆破；(4)设置减震孔；(5)限制一次爆破最大用药量等措施减小爆破地震波。爆破点上下游各 350m 范围内水域断面分布的鱼卵和鱼苗均将受到爆破振动的不利影响。水下爆破避开鱼类主要繁殖期可将鱼卵和仔稚鱼的影响降至最低。

工程江段四大家鱼产卵场数量明显减少，其它 6 种产漂流性卵鱼类分别是红唇薄鳅、铜鱼、长蛇鮈、吻鮈、中华沙鳅、宜昌鳅鲃，其产卵场主要分布在花滩。施工期为每年的 8 月至次年 2 月，避开产卵季节，并在产卵高峰期预警时停止施工，施工活动对其洄游、产卵活动和鱼卵的发育影响小。工程实施后，产卵场江段的水文特性没有发生根本性改变，不会明显改变适宜产漂流卵鱼类产卵的水流条件。工程江段分布的产粘性鱼类产卵场主要有珍溪浩和平绥坝，涉水施工避开产粘沉性卵鱼类繁殖期，工程建设对产沉

（粘）性卵鱼类产卵场影响不显著。

施工噪音及施工扰动引起悬浮物升高会影响仔鱼漂流进入三峡库区索饵，工程施工期避开了仔鱼漂流索饵期，施工对仔鱼漂流索饵没有明显影响。本工程江段适合鱼类越冬的区域数量较多且分散，鱼类可规避至施工区域之外的其他越冬场进行越冬，施工对鱼类越冬的影响较小。

工程水域是国家保护鱼类长江鲟、胭脂鱼的分布水域，分布的重庆市重点保护鱼类有 12 种。工程建设和运营不影响长江鲟的产卵繁殖，工程建设对其越冬、摄食、洄游等影响也较小；工程建设和运营不会对胭脂鱼的产卵繁殖造成影响，但对工程江段下游胭脂鱼的索饵、越冬和繁殖洄游有一定影响。

④其他生态影响

施工期整治工程附近悬浮物增加，水体透明度下降，浮游动植物数量将有所减少，但不会影响种类组成和结构。工程施工噪声及废渣、废水等产生的临时性水质污染对鱼类活动有一定影响，浮游生物、底栖动物生物量减少将影响施工区鱼类索饵和觅食，工程抛石、船舶航行等将增加鱼类伤亡几率。

报告书估算，工程施工将造成鱼卵仔鱼损失 27.1 万尾，采取生态补偿措施后其影响可得到一定减缓。

⑤水生生态保护措施

工程方案优化：经充分论证工程滩段的整治必要性，在保证航道整治效果的前提下进一步减小工程量。：调整后的工程方案从 7 个滩险的整治调整为 4 个，将清礁工程量从 217 万方调整为 125.9 万方，进一步减轻了航道整治工程对保护区水生生境的影响。

生境异地重建区：充分利用工程清礁产生的块石石料，在受影响的关键生境附近水域进行改造，结合人工鱼礁的建设，选择在老虎滩清礁区对岸三堆子至花滩石梁沿岸深水区域（上游航道里程 519.0-520.0km）开展生境异地重建，同时在生境异地重建区设置提示标牌。达到生境修复和营造的目的。

水生生态保护措施：建议优化施工时间安排，在鱼类主要繁殖季节（3-6月）加强水文和卵苗的监测，按照产卵和卵苗过境情况严格控制涉水施工；影响较大的清礁等施工主要安排在冬季高水位时期。尤其是老虎滩清礁区域，因靠近本次监测的鱼类产卵场花滩和历史产卵场牛口上沱和牛口下沱，整治工程施工实践应进一步优化，需避开鱼类主要繁殖季节（4月至7月）。建议优化施工计划和管理，在时间和空间上合理间隔的安排施工。如在空间上，同时施工的两个工程滩段至少间隔较长江段；在时间上，相邻整

治滩段的施工安排在不同年度，同一滩段不同建设内容也可以考虑安排在不同年度。

涉水施工作业安排在 8 月至次年 2 月，避开鱼类产卵期及珍稀水生保护动物的活动高峰期。为避免爆破伤及水中鱼类，施工前委托专业机构采用电驱鱼+拦鱼栅网结合的方式进行驱鱼；同时也可采用少量炸药或无损伤小炮进行试爆，对施工区域内鱼类进行驱赶。委托专业机构定期监控长江鲟等活动，加强周边水域巡查，一旦发现施工江段有长江鲟珍稀水生保护动物出现，立即停止施工，如发现受伤动物，打捞并采取保护措施之后，立即实施专业救护。采用利于生境恢复的整治构筑物结构，在护岸区域利用生态护坡工程营造利于水生生物附着的亲水护坡、护岸等。

(2) 陆生生态系统

本工程所用砼块均商购预制构件，拟租用靠近该区的右岸码头作为堆场和临时转运码头；项目施工人员住宿依托由生活船提供生活设施，不需另外单独征地；工程无弃土，无需设置弃土场；工程没有占用任何陆生植被，工程建设和运营不会对周边植被造成影响，对陆生动物和鸟类的影响较小。

陆生生态系统保护措施主要有：不得在长江河道滩地上布置施工场地，不得破坏洲滩和岸坡植被，严禁随意砍伐工程附近区域的树木或破坏植被。

11.3.2 水环境影响评价

11.3.2.1 环境质量和保护目标

整治江段执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II、III类水质标准。现状监测结果表明，pH、石油类、高锰酸盐指数、氨氮、DO、BOD₅、总磷等 7 项水环境监测指标和铜、铅、镉等 7 项底泥监测指标均满足相应标准。

水环境保护目标主要为大岩口取水口、大渡水厂取水口等 2 个生活用水取水口及 1 个饮用水源保护区。

11.3.2.2 环境影响及拟采取的保护措施

(1) 水文情势

工程对礁石水域水位影响小于 0.3m、流速变化小于 0.2m/s，工程区外的水位变化可忽略、流速变化小于 0.1m/s，且水文变化的影响范围在工程区上下游 1.5 公里范围内，航道整治工程实施后，工程引起的水位变化较小，水位变化幅度在 0.05m 内。

工程实施后，取水口冲淤变化不明显，取水口 30 年后较自然条件下取水口冲淤基本不改变，不会影响取水口正常取水。

(2) 水质

施工期废水主要来源于清礁清渣、抛石施工悬浮物、施工人员生活污水及施工船舶产生的含油废水等。报告书经类比长江涪陵至铜锣峡江段航道清礁工程，清渣、抛石施工产生的悬浮泥沙影响范围在其下游 300m 范围，本工程距离下游最近生活饮用取水口（大渡水厂）2.4km，施工产生的悬浮物不会对取水口水质产生污染影响；生活污水产生量约 19.2t/d，施工营地生活污水排入市政管网或用作农肥，船舶生活污水应由船舶自身安装配置的处理设备处理达标后排放，无条件时应由接收工作船统一回收后交由陆上达标处理，不得直接向江域排放污水，对该江段水体影响较小。

施工期水环境保护措施主要有：施工期利用 GPS 定位，严格控制施工范围，减少悬浮物发生量；大梁、大渡口施工前应告知大渡水厂，并在水厂取水口周围布设防污帘，保证取水口水质；在爆破方式上进行优化，航道清礁时，采取导爆索串并联的传爆网络和毫秒延期爆破方法并降低爆破频率和每次爆破炸药用量，使用先进、环保的疏浚机械等，尽量减轻悬浮物对水质的污染；泥驳从清渣点到指定的弃渣区运输过程中，泥舱不能过于装满，避免溢舱泥浆对航行过程中的水污染；施工船舶悬挂信号标志，保证航运船舶安全及施工船舶作业安全；加强对施工期的环境管理，船舶生活污水、船舶含油污水和船舶垃圾均交由有资质的接收单位接收处理不得直接向江域排放污水。

营运期主要环境影响来源于过往船舶含油废水和生活污水等对该江段水体的影响。2030 年过往船舶含油废水产生量为 5.95 万吨/年，生活污水产生量为 0.76 万吨/年。航道条件改善后，大吨位船舶比例逐步提高，防污设施好于小型船舶，有利于改善工程江段水质。营运期海事部门加强对航道内船舶污水的管理，船舶污水对航道内水环境造成污染影响较小。

营运期水环境保护措施主要有：建议航道管理部门和当地环保部门督促航道沿线港口码头配备生活污水、含油废水处理装置，舱底含油废水送船舶污水接收船或岸上油污水接收单位处理，禁止含油废水和生活污水排入长江；加强航道内的船舶监管，防止出现偷排漏排现象，尽量避免船舶碰撞造成水体污染。

11.3.3 声影响评价

11.3.3.1 环境质量和保护目标

航道两侧 35m 以内区域声环境影响评价执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)4a 类标准〔昼间 70dB(A)、夜间 55dB(A)〕，其余区域执行 2 类标准〔昼间 60dB(A)、夜间 50dB(A)〕。现状监测结果表明，评价区声环境质量满足 2 类标准要求。

评价范围内位于长江峡谷江段，两岸人烟稀少，但工程江段长江两岸存在零星居民

分布，和尚滩居民点、黄桷村、永柱社区、韩家村、二渡村、大渡村、新房子、八卦村等，列为本项目环境保护目标，与工程最近距离为 150 米。

11.3.3.2 环境影响及拟采取的保护措施

施工期噪声主要源自施工爆破和船舶作业。钻孔清礁船、泥驳、铁驳和挖泥船施工，泥驳或铁驳及挖泥船施工机械同时作业噪声最大影响范围昼间 51m、夜间 285m，与工程最近的二渡村为 150 米，本工程夜间（22：00 至次日凌晨 06:00）不施工，施工作业昼、夜间噪声不会对居民产生干扰影响；昼间爆破噪声不会对居民点产生干扰影响，夜间无影响。施工期噪声影响面相对较窄，具有暂时性和间歇性的特点，随着施工活动的结束，影响即消失。

本工程爆破振动安全允许距离为 85.5m，而清礁工程最近居民建筑物 150m，最近大渡水厂取水口为 200m 且采用泵船取水，因此，本工程对清礁点周围居民房屋和泵船取水口建筑无明显振动影响。

营运期工程本身不产生噪声，间接影响主要表现在过往船舶产生的噪声对周围环境的影响。

施工期声环境保护措施主要有：控制一次爆破的最大用药量，炸药类型选择低威力、低爆速的无毒、防水乳化炸药；设置爆破作业安全警戒距离，加强施工设备维护保养，禁止夜间施工；营运期航道管理部门应加强船舶的管理，禁止噪声排放超标船舶进入航道，沿线居民集中区江段禁止船舶夜间鸣笛。

11.3.4 环境空气影响评价

11.3.4.1 环境质量和保护目标

环境空气质量执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准。现状监测结果表明，评价区环境空气质量满足二级标准要求。工程江段长江两岸存在零星居民分布，和尚滩居民点、黄桷村、永柱社区、韩家村、二渡村、大渡村、新房子、八卦村等，列为本项目环境保护目标，与工程最近距离为 150 米。

11.3.4.2 环境影响及拟采取的保护措施

施工船舶主机及其它施工机械产生的燃油废气对环境的污染影响很小，施工期对附近居民不会产生污染影响。

营运期工程本身不产生大气污染物，间接影响主要表现在过往船舶产生的废气对周围环境的影响。

环境空气保护措施主要有：施工期加强对施工机械、车辆及船舶的维修保养，禁止

以柴油为燃料的施工机械超负荷工作；营运期航道管理部门应加强船舶管理，禁止废气排放不符合有关要求的船舶进入航道。

11.3.5 固体废物影响评价

施工期生活垃圾 120 吨，清礁弃渣量约 131.77 万 m³。营运期固体废物主要为船舶垃圾。

固体废物处理措施主要有：施工营地设置垃圾桶分类收集后送城市垃圾填埋场处理；施工船舶配置垃圾桶，收集后有资质的船舶污染物接收船有偿接收处理；对炸除的礁石进行资源综合利用，用于生境异地重建和工程改善流态。

11.4 环境风险评价

施工期事故风险主要源自施工船舶碰撞、搁浅、倾斜等过程发生燃料油泄露。环境保护目标为大渡水厂取水口、大岩口取水口等 2 个取水口及 1 个生活饮用水源保护区，长江重庆段四大家鱼国家级水产种质资源保护区及本江段水生生物。

施工期在清礁工程附近水域发生船舶碰撞事故概率相对较高。按照挖泥船发生事故导致柴油泄漏 15t，选取枯水期水文条件、枯季不利风向，预测结果表明油膜可能对下游水厂取水口水质和水产种质资源保护区产生污染。

船舶溢油对本江段鱼类影响较大，石油类易在鱼体内的累积、残留，引起鱼类资源变化，甚至引起鱼类种质变异；对浮游植物、浮游动物、长江鲟等珍稀保护动物有一定影响。

环境风险防范与应急措施主要有：重庆海事局加强对本江段航道及通航船舶的管制，杜绝事故隐患；推进船舶交通管理系统(VTS)建设，加强航道内船舶交通秩序的管理，过往船舶和施工船舶配置必要的导航、助航等安全保障设施，按照交通部信号管理规定显示信号，保持足够的安全间距；施工前制定周密的施工计划，合理划分施工水域和航行水域，施工区域设置施工专用标志，并加强施工人员管理和安全意识培训，提高环境风险防范意识；取水口附近水域设置警示牌，禁止通航船舶锚泊、过驳或排放污染物。装药前 1~3 天应发布爆破通告，爆破通告除以书面形式通知当地有关部门、周围单位和居民外，还应以布告形式进行张贴。爆破施工时，距清礁点 250m 范围内禁止人类活动，对 250m 范围内的航道进行封航，严禁过往船舶进入警戒区。

长江航务管理局编制了《长江航运突发事件应急预案》，重庆市人民政府制订了《重庆市突发事件总体应急预案》和《重庆市水上危险货物运输事故应急预案》、《重庆市三峡库区流域水环境突发公共事件应急预案》。本工程可依托该水域相关应急预案，利

用海事、港口部门应急设施，对船舶事故溢油进行吸附拦截，发生溢油事故应立即通知相关水厂及有关部门，并启动事故应急预案，减小溢油事故对长江水环境的不利影响；施工期风险应急配置 2400 米围油栏、4 台吸油机（3 立方米/小时）、0.8 吨吸油毡，主要存放于长寿海事处内；报告提出了施工期事故风险应急预案，并要求建设单位在施工前编制完善。与相关部门、单位建立事故应急联动机制，发生溢油事故时立即通知相关水厂，加强对取水口水域水质监测，一旦发现水质超标立即停止取水，减小溢油泄露事故对长江水环境的不利影响。制定并落实水生保护动物紧急救护预案，建立事故报告制度，对误伤、搁浅的珍稀水生动物及时救护和报告。

综合分析，在落实本评价提出的事故风险防范措施和应急预案的前提下，本工程环境风险可以防控。

11.5 公众参与

首次环境影响评价信息公开：2019 年 11 月 29 日，在长江航道局网站上进行公示，公示期间，未收到反馈意见。

征求意见稿公示：环境影响报告书征求意见稿完成后，2021 年 4 月 7 日建设单位在长江航道局、重庆市交通局网站和重庆法制报对环境影响报告书征求意见稿进行了公示。公示期间公众未提出环境影响相关的意见或建议。

报批前公开：2021 年 4 月 24 日建设单位在长江航道局、重庆市交通局网站对环境影响报告书全本和及公众参与说明公开进行了公示。

11.6 工程竣工环保验收

根据环境保护部国环规环评〔2017〕.04 号《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》（2017.11.20 实施）要求，项目建设与环境保护应实行“三同时”。

环境保护“三同时”验收表见表 11.6-1。

表 11.6 环境保护“三同时”验收表

序号	分 项		验收主要内容			备 注
一	组织机构设置		按照环评报告书和管理要求成立了相应的环评组织机构			由项目业主在提交验收申请报告时提供
二	招投标文件		在工程施工及设施采购合同中应有环境保护的规定条款			
三	动态监测资料		施工期环境监测报告			
四	环保设施效果检验		试运营期间对环保设施效果的检验报告			
五	环保设施一览表		工程设计及环评确定的环保设施			
	环保措施		单位	数量	投资费用 (万元)	备 注
1	水生生态	施工前驱鱼作业	项	1	39	保护工程江段鱼类
		四大家鱼种质资源保护区	项	1	683.5	增殖放流、水生生态监测及保护区渔政管理。
		保护区监管	项	1	90	保护区管理部门对工程施工期的强化监督,预计实时监控系統4套
		科学研究	项	2	200	加强水生保护的理論支持
2	水污染防治	施工船舶污水收集	个	1	20	生活污水收集后送有资质单位接受处理,禁止排入长江
		取水口防护	项	1	20	保护大渡水厂取水口水质
3	固废	生活垃圾收集	项	1	20	40个垃圾桶收集及处置
4	声环境	限速、禁鸣标志	项	1	10	过往船舶限速、禁鸣
5	事故应急		项	1	25.5	围油栏(600m)吸油机(1台)、吸油毡(0.2t)
6	环境管理		项	1	80	/
7	施工期环境监测		项	1	80	
8	环保竣工验收		项	1	80	
	合 计				1348	/

11.7 评价总结论

工程的实施具有广泛的经济效益和社会效益。工程实施后,工程所在江段通航条件将得到一定的改善,航行安全将显著提高,对促进长江上游和重庆水运事业的发展、区域国民经济的持续发展提供基础和保障作用具有现实而深远的意义。

工程施工期对环境有短暂的污染影响,但采取适当的措施,加强管理,是可以避免或减缓的,施工期的环境影响是暂时的,随着施工的结束,污染也随之消失。

公众参与调查表明,航道沿线企事业单位、社会团体、普通群众、受影响居民均支持本项目建设。

项目建设符合国家产业政策和《国务院关于加快长江等内河水运发展的意见》、《长江干线“十三五”航道治理建设规划》规划目标，基本落实了《长江干线“十三五”航道治理建设规划环境影响报告书》等相关文件有关要求。工程实施不会造成水文情势重大变化，生态影响有限，通过合理的生态恢复、补偿措施减缓对生态环境影响，可使工程对环境的不利影响可以得到有效控制和缓解，并能够做到污染物达标排放。

因此，从环境保护角度分析，在严格落实报告书提出的各项环保措施和要求后，长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程从环保上论证具有环境可行性。

附表1 涪陵至丰都江段蓄水以来部分海损事故统计表

序号	事故滩段	时间	清溪场		船舶	航向	出事点	事故概况
			水位	流量				
1	佛面滩 (488.0km)	2007.9.6	148.87	22400	大机驳“利洋1号”	上水	佛面滩	没有及时过河至右岸上行,在佛面滩搁浅。
2		2007.9.25	147.28	18600	机驳“航远969”	上水	佛面滩	没有过河至右岸上行,在佛面滩搁浅。
3		2007.9.26	146.95	17300	客轮“金梦606轮”	上水	佛面滩	没有过河至右岸上行,在佛面滩搁浅。
5	头外梁	2007.9.22	151.27	24000	宏富5号	下水	二外梁	船体在二外梁发生触礁后沉没
6		2013.6.12	151.06	18000	联顺1688		二外梁	由于操作不当导致搁浅
7	老虎滩 (519.0-522.0km)	2010.6.18	147.23	12800	“山峡816”	下水	花滩	在花滩石梁上触礁搁浅。
8		2013.7.5	153.93	25900	“中海86”	上水	花滩	过河过早,在滑梁水侧推力的作用下,船舶在花滩石梁上搁浅。
9		2004.6.20	146.59	24400	客轮“三峡观光1号”	下水	下银杯子	受老虎滩挑流影响,船舶在对岸下银杯子搁浅。
10		2005.7.9	148.76	31700	滚装船“鸿发6号轮”	上水	老虎滩	受强大滑梁水的影响,在老虎滩上搁浅。
11		2005.8.3	147.05	25500	船队“合众509轮”	上水	老虎滩	受强大滑梁水的影响,在老虎滩上搁浅。
12		2005.10.8	145.78	20800	大机驳“人航007”	上水	鸡飞梁	在老虎滩强大滑梁水的作用下,将其推向鸡飞梁划舱,险些沉没。
13		2005.12.28	140.13	4730	国平5号、江北98		下银杯子	受老虎滩滩险影响,两船在此发生碰撞
14		2006.6.25	141.55	12700	船队“长江2519”	上水	鸡飞梁	在鸡飞梁水域,受强大滑梁水影响而搁浅。
15		2006.7.7	146.15	23900	集装箱“三通二号”	上水	鸡飞梁	在鸡飞梁水域,雾大让下水船,且受滑梁水影响,在鸡飞梁搁浅。
16		2007.5.19	146.40	5970	腾龙998	下水	花滩	浓雾后临危措施不当,未能及早发现船位偏南落弯输向,在花滩搁浅
17		2007.8.23	146.18	15800	机驳“远东608”	上水	鸡飞梁	受滑梁水影响,在鸡飞梁搁浅。
18		2008.5.21	149.62	9890	国平1号	上水	牛脑壳	因操作不当,致使在此搁浅
19		2008.6.5	147.45	11800	金江858	下	花	在花滩石梁上触礁搁浅。

						水	滩	
20		2009.6.25	148.20	14700	长江 2519	上水	鸡飞梁	触礁
21		2009.7.7	148.54	15800	三通集 2	上水	鸡飞梁	触礁, 首尖舱散漏, 船首搁置在礁石上
22		2010.6.16	147.63	12700	全顺	上水	花滩	触礁, 船体左前部划舱进水
23		2010.6.18	147.23	12800	三峡 816	下水	花滩	搁浅
24		2010.7.13	153.99	25500	船队“联顺 916”	上水	老虎滩	遇浓雾, 在老虎滩遇滑梁水操作不当搁浅。
25		2011.5.20	154.28	7800	永鑫号	上水	老虎滩	触礁搁浅
26		2011.8.6	156.04	29100	“乔泰 9 号”	上水	老虎滩	受强大滑梁水影响, 搁浅在老虎滩水域。
27		2014.6.17	148.01	13000	金江 17	下水	花滩	触礁。船舶底部破损, 密封舱大量进水
28		2015.6.21	147.97	14220	机驳“宜昌中天 1 号”	上水	鸡飞梁	对滑梁水估计不当, 操作失误, 在鸡飞梁搁浅。
29		2015.7.26	150.03	15790	“川集 32”多用途船	上水	大石鼓	在鸡飞梁过河至对岸的大石鼓触礁。
30		2015.8.19	154.24	29410	机驳“中远 08”	上水	老虎滩	受强大滑梁水影响, 在老虎滩上触礁。
31		2015.8.22	155.14	18920	机驳“盟运 3”	上水	老虎滩	
32		2018.7.2	152.71	28000	江集运 1216、南海祥瑞		老虎滩	上行集装箱船与下行散货船发生碰撞, 两船右舷局部凹陷变形
33	大渡口 (526.0-524.5km)	2008.8.24	151.77	25000	政涛中华 988	上水	达牛皮	搁浅, 首尖舱进水
34		2011.8.18	149.86	14800	江集运 1212/抽水船	下水	二腾岩	江集运 1212 下行至二腾岩水域, 因操作不当, 致使船舶过于靠近北岸下行, 与抽水船发生碰撞
35	大梁滩 (528.0-529.0km)	2011.4.14	160.75	5990	豫神州 8888	上水	大梁滩	至大梁滩尾触礁
36		2011.4.26	157.91	5800	鄂荆州货 尧顺	上水	大梁滩	至大梁滩尾搁浅
37		2012.4.20	163.80	5300	民康 88/豫乾坤 1097		斑鸠滩	由于操作不当, 致使两船碰撞。造成“豫乾坤 10977”轮及货物沉没, 4 人失踪; “民康 88”轮船首不同程度受损。
38		2014.5.20	153.91	5500	荆港 518	上水	大梁滩	搁浅

39		2014.5.30	150.71	9000	宏声 37	下水	斑鸠滩	搁浅
40		2017.5.31	150.1	8710	江集运 1205		斑鸠滩	搁浅
41		2018.5.13	158.0	8960	宏源 688	上水	大梁滩	受大梁滩回水影响，触礁、搁置在礁石上
42	菜子梁 (531.0km)	2006.6.24	143.24	13000	顺昌 66	下水	菜子梁	触礁划船进水，造成船首前3船进水。
43	和尚滩 (532.5-533.0km)	2008.1.29	154.30	4270	鸿鹄 1 号、武汉元通 8 号	上水	和尚滩	未保持正规了望及联系，未采取安全航速，致使两船发生碰撞
44		2008.6.24	148.58	16800	黔河 139	下水	和尚滩	因操作不当，造成船舶翻沉
45		2010.7.11	154.90	31800	江航 18/民联		和尚滩	两船发生碰撞，民联轮右前船首水线上部分受损
46		2013.6.7	149.00	11000	联盟 518/渝东 809		和尚滩	“联盟 518”上行至涪陵和尚滩与下行“渝东 809”发生碰撞。
47		2014.7.26	152.64	21000	鸿发 3/江运 805		和尚滩	两船发生碰撞
48		2017.7.2	152.24	24900	和济 612 锦龙 252		和尚滩	两船发生碰撞

附表2 涪陵至丰都江段鱼类名录

目	科	亚科	属	种	学名	渔获物	仔鱼	鱼卵
鲟形目	鲟科		鲟属	达氏鲟 *	<i>Acipenser dabryanus</i> *			
	匙吻鲟科		白鲟属	白鲟 *	<i>Psephurus gladius</i> *			
鲑形目	银鱼科	银鱼亚科	新银鱼	太湖新银鱼 [§]	<i>Neosalanx taihuensis</i>		§	
			大银鱼属	大银鱼	<i>Protosalanx hyalocranius</i>	#		
鲤形目	胭脂鱼科		胭脂鱼属	胭脂鱼 *	<i>Myxocyprinus asiaticus</i> *	#		
	鲤科	丹亚科	鱮属	宽鳍鱮	<i>Zacco platypus</i>	#	§	
			马口鱼属	马口鱼	<i>Opsariichthys bidens</i>	#		
			细鲫属	中华细鲫	<i>Aphyocypris chinensis</i>			
			青鱼属	青鱼	<i>Mylopharyngodon piceus</i>			
			草鱼属	草鱼	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	#	§	
		雅罗鱼亚科	赤眼鲮属	赤眼鲮	<i>Squaliobarbus curriculus</i>			
			鲮属	鲮 *†	<i>Luciobrama macrocephalus</i> *†			
			鳊属	鳊 †	<i>Ochetobius elongates</i> †			
			鳊属	鳊	<i>Elopiichthys bambusa</i>			
			鲴属	银鲴	<i>Xenocypris argentea</i>	#	§	
		鲴亚科		黄尾鲴	<i>Xenocypris davidi</i>			
				云南鲴 *	<i>Xenocypris yunnanensis</i> *			
				宜宾鲴	<i>Xenocypris fangi</i>			
			圆吻鲴属	圆吻鲴	<i>Distoechodon tumirostris</i>			
			似鳊属	似鳊	<i>Pseudobrama simony</i>	#	§	
		鲢亚科	鲢属	鲢	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	#	§	
			鳙属	鳙	<i>Aristichthys nobilis</i>	#	§	
		鲮亚科	鲮属	无须鲮	<i>Acheilognathus gracilis</i>			
				大鳍鲮	<i>Acheilognathus macropterus</i>	#		
				峨眉鲮	<i>Acheilognathus omeiensis</i>			
				短须鲮	<i>Acheilognathus barbatus</i>			
				寡鳞鲮	<i>Acheilognathus hypselonotus</i>			
				兴凯鲮	<i>Acheilognathus chankaensis</i>	#	§	
			鲮属	高体鲮	<i>Rhodeus ocellatus</i>	#	§	
				中华鲮	<i>Rhodeus sinensis</i>		§	

鮠亚科	副鳞属	彩副鳞	<i>Paracheilognathus imberbis</i>	#		
	飘鱼属	飘鱼	<i>Pseudoleubuca sinensis</i>	#	§	
		寡鳞飘鱼	<i>Pseudoleubuca engraulis</i>	#	§	£
	华鲊属	华鲊	<i>Sinibrama wui</i>			
		四川华鲊	<i>Sinibrama taeniatus</i>			
	近红鲊属	高体近红鲊	<i>Ancherythroculter kurematsui</i>		§	
		汪氏近红鲊	<i>Ancherythroculter wangi</i>			
		黑尾近红鲊	<i>Ancherythroculter nigrocauda</i>			
	半鲮属	半鲮	<i>Hemiculterella sauvagei</i>		§	
	鲮属	鲮	<i>Hemiculter leucisculus</i>	#	§	
		张氏鲮	<i>Hemiculter tchangi</i>	#		
		贝氏鲮	<i>Hemiculter bleekeri</i>	#		
		红鳍原鲮	<i>Cultrichthys erythropterus</i>	#		
	原鲮属	翘嘴鲮	<i>Culter alburnus</i>	#	§	
蒙古鲮		<i>Culter mongolicus</i>				
尖头鲮		<i>Culter oxycephaloides</i>				
达氏鲮		<i>Culter dabryi</i>				
拟尖头鲮		<i>Culter oxycephalus</i>				
鲊属		鲊	<i>Parabramis pekinensis</i>	#	§	£
鲊属		厚颌鲊	<i>Megalobrama pellegrini</i>		§	
	长体鲊 †	<i>Megalobrama elongata †</i>				
	鲊	<i>Megalobrama skolkovii</i>		§		
	唇鲮	<i>Hemibarbus labeo</i>				
	花鲮	<i>Hemibarbus maculatus</i>				
鲮亚科	似鲮	<i>Belligobio nummifer</i>				
	麦穗鱼属	麦穗鱼	<i>Pseudorasbora parva</i>	#	§	
		华鲮	<i>Sarcocheilichthys sinensis</i>			
	鲮属	黑鳍鲮	<i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i>			
		短须颌须鲮	<i>Gnathopogon imberbis</i>			
	颌须鲮属					
	银鲮属	银鲮	<i>Squalidus argentatus</i>	#	§	
		点纹银鲮	<i>Squalidus wolterstorffi</i>	#		
	铜鱼属	铜鱼	<i>Corieus heterodon</i>	#	§	£

			圆口铜鱼	<i>Corieus guichenoti</i>			
		吻鮡属	吻鮡	<i>Rhinogobio typus</i>	#	§	£
			圆筒吻鮡	<i>Rhinogobio cylindricus</i>	#		
			长鳍吻鮡	<i>Rhinogobio ventralis</i>	#		
		片唇鮡属	裸腹片唇鮡	<i>Platysmacheilus nudiventris</i>		§	
		棒花鱼属	棒花鱼	<i>Abbottina rivularis</i>	#	§	
			钝吻棒花鱼	<i>Abbottina obtusirostris</i>			
		小鰾鮡属	乐山小鰾鮡	<i>Microphysogobio kiatingensis</i>			
		蛇鮡属	长蛇鮡	<i>Saurogobio dumerili</i>		§	£
			蛇鮡	<i>Saurogobio dabryi</i>	#	§	
			尖唇蛇鮡	<i>Saurogobio gymnocheilus</i>			
		鳅鮡属	短身鳅鮡	<i>Gobiobotia abbreviatea</i>	#		
			宜昌鳅鮡	<i>Gobiobotia filifer</i>	#		£
	鳅鮡亚科	异鰾鳅鮡属	异鰾鳅鮡	<i>Xenophysogobio boulengeri</i>	#	§	
			裸体异鰾鳅鮡	<i>Xenophysogobio nudicorpa</i>			£
	鲃亚科	倒刺鲃属	中华倒刺鲃	<i>Spinibarbus sinensis</i>		§	
		鲈鲤属	鲈鲤 †	<i>Percocypris pingi</i>			
		光唇鱼属	宽口光唇鱼	<i>Acrossochilus monticola</i>			
		白甲鱼属	多鳞白甲鱼	<i>Onychostoma macrolepis</i>			
			短身白甲鱼	<i>Onychostoma brevis</i>			
			白甲鱼	<i>Onychostoma sima</i>			
			四川白甲鱼	<i>Onychostoma angustistomata</i>			
		结鱼属	瓣结鱼	<i>Tor brevifilis</i>			
		华鲮属	华鲮	<i>Similabeo rendahli</i>			
	野鲮亚科	泉水鱼属	泉水鱼	<i>Pseudogyrincheilus procheilus</i>			
		墨头鱼属	墨头鱼	<i>Garra pingi</i>			
	裂腹鱼亚科	裂腹鱼属	齐口裂腹鱼	<i>Schizothorax prenanti</i>			
			重口裂腹鱼	<i>Schizothorax davidi</i>			
		原鲤属	岩原鲤 * †	<i>Procypris rabaudi</i> * †			
	鲤亚科	鲤属	鲤	<i>Cyprinus carpio</i>	#	§	
		鲫属	鲫	<i>Carassius auratus</i>	#	§	
平鳍鳅科	腹吸鳅亚科	似原吸鳅属	似原吸鳅	<i>Paraprotomyzon multifasciatus</i>			

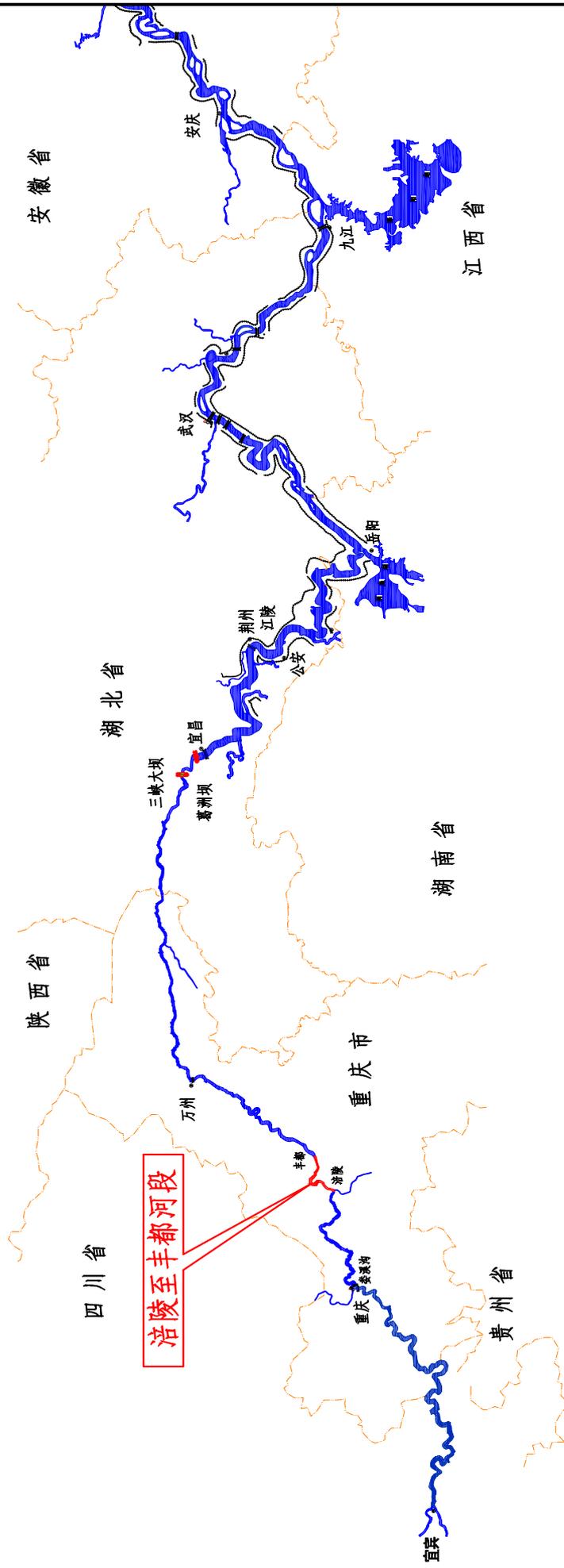
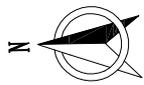
		爬岩鳅属	四川爬岩鳅	<i>Beaufortia szechuanensis</i>			
		犁头鳅属	犁头鳅	<i>Lepturichthys fimbriata</i>	#	§	£
		间吸鳅属	窑滩间吸鳅 †	<i>Hemimyzon yaotianensis</i> †			
	平鳍鳅亚科	金沙鳅属	短身金沙鳅	<i>Jinshaia abbreviata</i>			
			中华金沙鳅 †	<i>Jinshaia sinensis</i> †			
		华吸鳅属	四川华吸鳅 †	<i>Sinogastromyzon szechuanensis</i> †			
		后平鳅属	峨嵋后平鳅 †	<i>Metahomaloptera omeiensis</i> †			
鳅科	条鳅亚科	高原鳅属	贝氏高原鳅	<i>Triplophysa bleekeri</i>			
		副鳅属	红尾副鳅	<i>Paracobitis variegates</i>			
			短体副鳅	<i>Paracobitis potanini</i>			
		沙鳅属	中华沙鳅	<i>Botia supercilialis</i>	#	§	£
			宽体沙鳅	<i>Botia reevesae</i>			
		副沙鳅属	花斑副沙鳅	<i>Parabotia fasciata</i>	#		
	沙鳅亚科		双斑副沙鳅	<i>Parabotia bimaculata</i>			
			点面副沙鳅	<i>Parabotia maculosa</i>			
		薄鳅属	长薄鳅 * †	<i>Leptobotia elongate</i> * †	#	§	
			紫薄鳅	<i>Leptobotia taeniops</i>	#	§	
			薄鳅	<i>Leptobotia pellegrini</i>			
			红唇薄鳅 †	<i>Leptobotia rubrilabris</i> †			
			小眼薄鳅	<i>Leptobotia microphthalmia</i>		§	
	花鳅亚科	花鳅属	中华花鳅	<i>Cobitis sinensis</i>			
		泥鳅属	泥鳅	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	#		
		副泥鳅属	大鳞副泥鳅	<i>Paramisgurnus dabrynus</i>			
鲇形目	鲇科	鲇属	鲇	<i>Silurus asotus</i>	#	§	
			大口鲇	<i>Silurus meridionalis</i>			
	胡子鲇科	胡子鲇属	胡子鲇	<i>Clarias fusus</i>			
	鲮科		黄颡鱼	<i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	#	§	
		黄颡鱼属	长须黄颡鱼	<i>Pelteobagrus eupogon</i>			
			瓦氏黄颡鱼	<i>Pelteobagrus vachelli</i>		§	
			光泽黄颡鱼	<i>Pelteobagrus nitidus</i>	#		
		鲮属	长吻鲮	<i>Leiocassis longirostris</i>	#		
			粗唇鲮	<i>Leiocassis crassilabris</i>	#		

		拟鲮属	细体拟鲮	<i>Pseudobagrus pratti</i>		
			切尾拟鲮	<i>Pseudobagrus truncatus</i>		
			中臀拟鲮 *	<i>Pseudobagrus medianalis</i> *		
			凹尾拟鲮	<i>Pseudobagrus emarginatus</i>		
			短尾拟鲮	<i>Pseudobagrus brevicaudatus</i>		
		鲮属	大鳍鲮	<i>Mystus macropterus</i>	#	§
		央属	白缘央	<i>Liobagrus marginatus</i>		
			黑尾央	<i>Liobagrus nigricauda</i>		
	钝头鲮科	纹胸鲮属	宽鳍纹胸鲮	<i>Glyptothorax fukiensis</i>		
	鲮科		中华纹胸鲮	<i>Glyptothorax sinense</i>		
		石爬鲮属	黄石爬鲮	<i>Euchiloglanis kishinouyei Kimura</i>		
			青石爬鲮	<i>Euchiloglanis davidi</i>		
鲮形目	青鲮科	青鲮属	青鲮	<i>Oryzias latipes</i>		
颌针鱼目	鱮科	鱮属	间下鱮	<i>Hyporhamphus intermedius</i>		
合鳃鱼目	合鳃鱼科	黄鲢属	黄鲢	<i>Monopterus albus</i>		
鲈形目	鲈科	鳊属	鳊	<i>Siniperca chuatsi</i>		§
			大眼鳊	<i>Siniperca kneri</i>		
			斑鳊	<i>Siniperca scherzeri</i>		
	塘鳢科	黄魮属	小黄魮	<i>Micropercops swinhonis</i>	#	§
	鰕虎鱼科	吻鰕虎鱼属	子陵吻鰕虎鱼	<i>Rhinogobius giurinus</i>	#	§
			波氏吻鰕虎鱼	<i>Rhinogobius cliffordpopei</i>		§
			褐吻鰕虎鱼	<i>Rhinogobius brunneus</i>		§
			刘氏吻鰕虎鱼 †	<i>Rhinogobius liui</i> †		
		鲮鰕虎鱼属	黏皮鲮鰕虎鱼	<i>Mugilogobius myxodermus</i>		§
	刺鲃科	刺鲃属	刺鲃	<i>Mastacembelus sinensis</i>		
	斗鱼科	斗鱼属	圆尾斗鱼	<i>Macropodus chinensis</i>		
			叉尾斗鱼	<i>Macropodus opercularis</i>		
	鳢科	鳢属	乌鳢	<i>Channa argus</i>		

* 濒危物种;

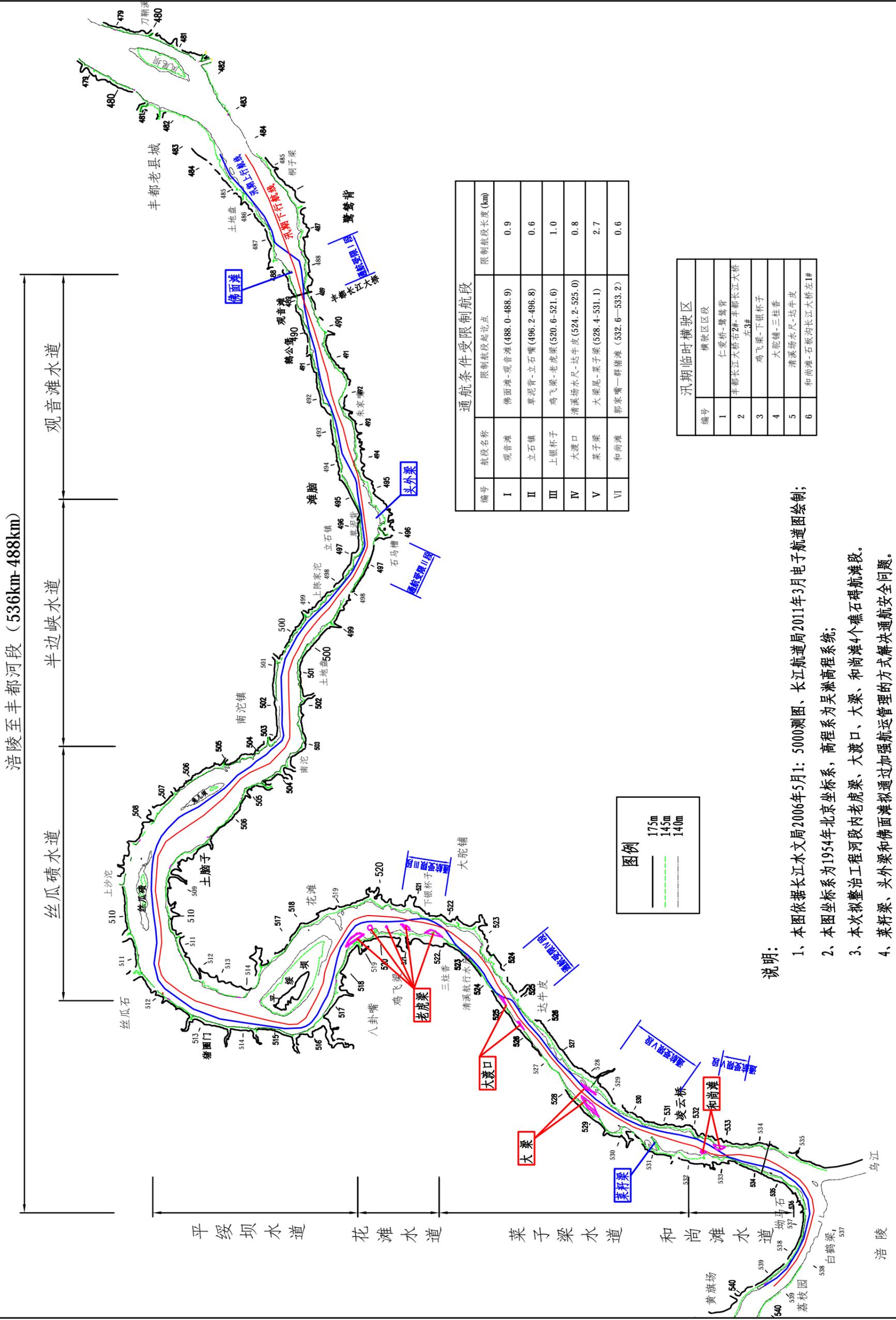
† 重庆市重点保护鱼类;

§ 历史无记录鱼类。



附图 1 工程河段地理位置示意图

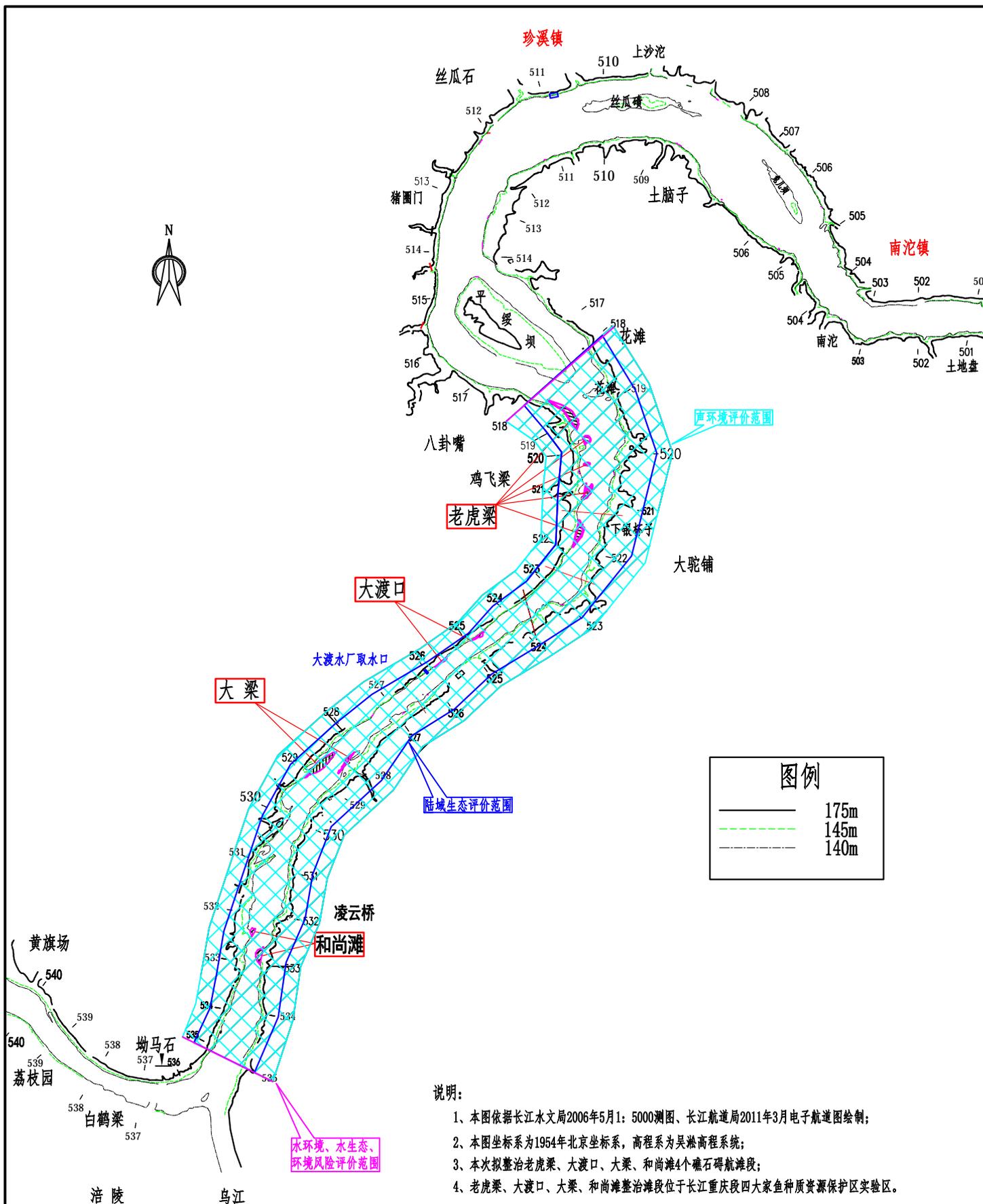
附图2 涪陵至丰都河段碍航特性图



编号	航段名称	限制航段起迄点	限制航段长度(km)
I	观音滩	佛面滩-观音滩(488.0-488.9)	0.9
II	立石镇	单泥背-立石嘴(496.2-496.8)	0.6
III	上银杯子	鸡飞梁-老虎梁(520.6-521.6)	1.0
IV	大渡口	清溪场水尺-达牛皮(524.2-525.0)	0.8
V	菜子梁	大梁尾-菜子梁(528.4-531.1)	2.7
VI	和尚滩	郭家嘴-群猪滩(532.6-533.2)	0.6

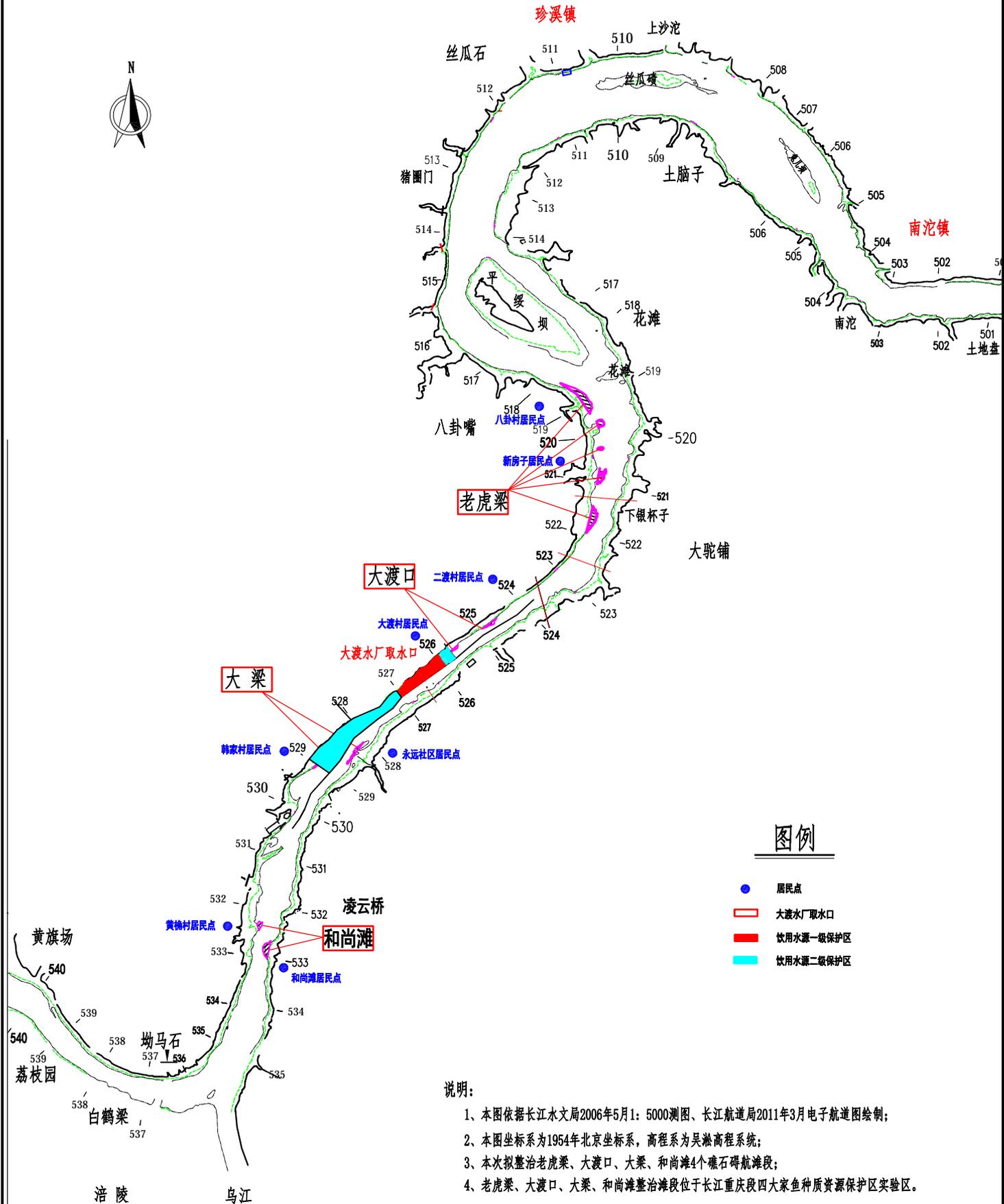
编号	横驳区区段
1	仁爱桥-鹭鸶背
2	丰都长江大桥右2#-丰都长江大桥左3#
3	鸡飞梁-下银杯子
4	大舵铺-三柱香
5	清溪场水尺-达牛皮
6	和尚滩-石板沟长江大桥左1#

- 说明:
- 1、本图依据长江水文局2006年5月1: 5000测图、长江航政局2011年3月电子航道图绘制;
 - 2、本图坐标系为1954年北京坐标系, 高程系为吴淞高程系统;
 - 3、本次拟整治工程河段内老虎梁、大渡口、大梁、和尚滩4个礁石碍航滩段。
 - 4、菜子梁、头外梁和佛面滩拟通过加强航运管理的方式解决通航安全问题。



附图 3

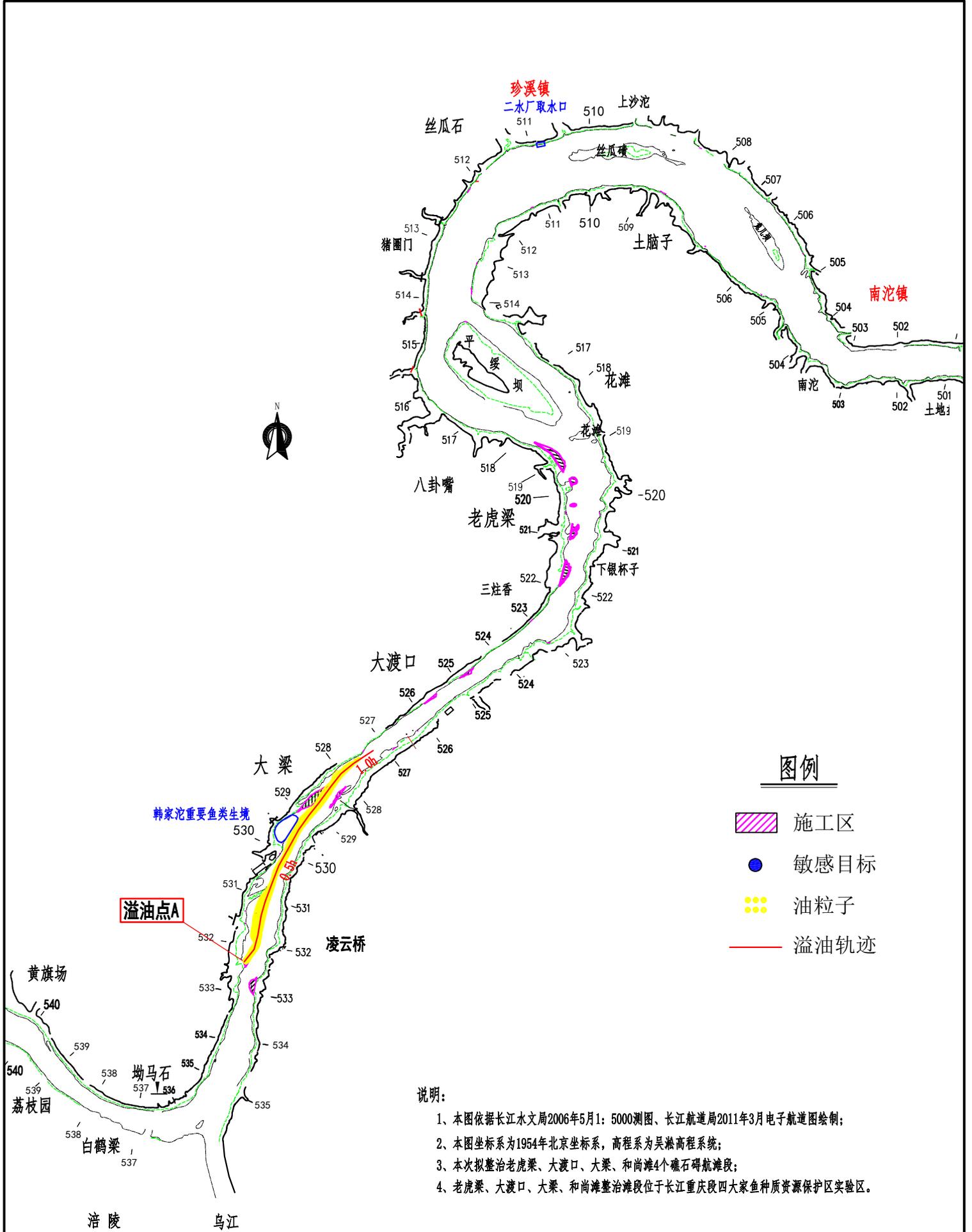
环境影响评价范围示意图



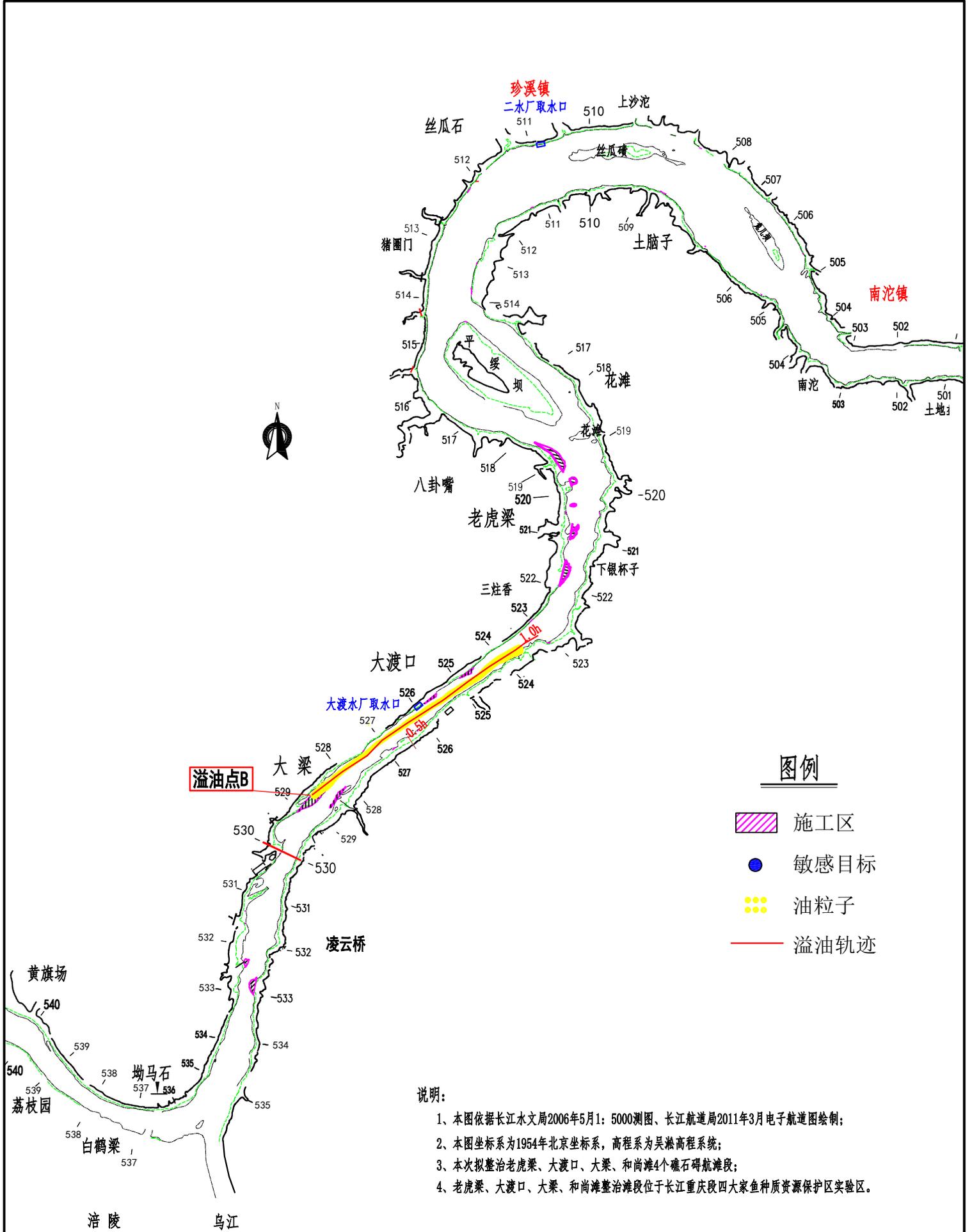
附图 4 环境保护目标分布图

说明:

- 1、本图依据长江水文局2006年5月1:5000测图、长江航道局2011年3月电子航道图绘制;
- 2、本图坐标系为1954年北京坐标系,高程系为吴淞高程系统;
- 3、本次拟整治老虎梁、大渡口、大梁、和尚滩4个礁石碍航滩段;
- 4、老虎梁、大渡口、大梁、和尚滩整治滩段位于长江重庆段四大家鱼种质资源保护区实验区。



附图 8-1 溢油点A (和尚滩, 532) 风险评价



附图8-2 溢油点B（大梁，529）风险评价

附件1：环境影响评价委托书

委 托 书

长江重庆航运工程勘察设计院：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》，国务院令第 682 号《建设项目环境保护管理条例》等有关法律和规定，我局委托贵公司进行长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程环境影响评价工作，有关工作费用和时间要求在合同中明确。

特此委托。



建设项目环境影响报告书审批基础信息表

填表单位(盖章):



长江航道局

填表人(签字):

(Handwritten signature)

项目经办人(签字):

(Handwritten signature)

建设项目	项目名称	长江上游涪陵至丰都河段航道整治工程				建设内容	通过清礁工程措施对涪陵至丰都河段内的和尚滩、大梁、大渡口、老虎梁共4个碍航滩段进行整治							
	项目代码	2019-000052-55-01-001786				建设规模	清礁工程量152.9万方							
	环评信用平台项目编号	gm0dy7				计划开工时间	2021年12月							
	建设地点	重庆市涪陵至丰都河段				预计投产时间	2026年6月							
	项目建设期(月)	54.0				国民经济行业类别及代码	G5539 其他水上运输辅助活动							
	环境影响评价行业类别	143 航道工程、水运辅助工程				项目申请类别	新申报项目							
	建设性质	新建(迁建)				规划环评文件名称	关于长江干线十三五航道治理建设规划环境影响报告书的审查意见							
	现有工程排污许可证或排污登记表编号(改、扩建项目)	无				规划环评审查意见文号	环审[2017]27号							
	规划环评开展情况	有				环评文件类别	环境影响报告书							
	规划环评审查机关	环境保护部办公厅				占地面积(平方米)								
建设地点中心坐标(非线性工程)	经度		纬度		起点经度	107.393932	起点纬度	29.721880	终点经度	107.679899	终点纬度	29.863672	工程长度(千米)	48.00
建设地点坐标(线性工程)	起点经度	107.393932	起点纬度	29.721880	终点经度	107.679899	终点纬度	29.863672	所占比例(%)	2.40				
总投资(万元)	51472				环保投资(万元)	1348								
建设单位	单位名称	长江航道局		法定代表人	曹江洪		单位名称	长江重庆航运工程勘察设计院		统一社会信用代码	915001127339551111			
	统一社会信用代码(组织机构代码)	121000004200083830		联系电话	136 6126 0011		编制主持人	蒋海燕		联系电话	02386076510			
	统一社会信用代码(组织机构代码)	121000004200083830		联系电话	136 6126 0011		姓名	蒋海燕		信用编号	BH004694			
	统一社会信用代码(组织机构代码)	121000004200083830		联系电话	136 6126 0011		职业资格管理号	20180503555000011						
	通讯地址	湖北省武汉市江岸区解放公园路20号				通讯地址	重庆市渝北区紫园路116号							
污染物排放量	废水	污染物	现有工程(已建+在建)	本工程(拟建或改建)	总体工程(已建+在建+拟建或改建)			区域削减来源(国家、省级审批项目)						
			①排放量(吨/年)	②许可排放量(吨/年)	③预测排放量(吨/年)	④“以新带老”削减量(吨/年)	⑤区域平衡替代本工程削减量(吨/年)	⑥预测排放总量(吨/年)	⑦排放增减量(吨/年)					
		废水量(万吨/年)						0.000	0.000					
		COD						0.000	0.000					
		氨氮						0.000	0.000					
		总磷						0.000	0.000					
		总氮						0.000	0.000					
		铅						0.000	0.000					
		汞						0.000	0.000					
		镉						0.000	0.000					
	铬						0.000	0.000						
	铜						0.000	0.000						
	锌						0.000	0.000						
	其他特征污染物						0.000	0.000						
	废气	废气量(万标立方米/年)						0.000	0.000					
		二氧化硫						0.000	0.000					
		氮氧化物						0.000	0.000					
		颗粒物						0.000	0.000					
		挥发性有机物						0.000	0.000					
铅							0.000	0.000						
汞							0.000	0.000						
镉							0.000	0.000						
铬							0.000	0.000						
其他特征污染物						0.000	0.000							
项目涉及法律法规规定的保护区情况	影响及主要措施		名称	级别	主要保护对象(目标)	工程影响情况	是否占用	占用面积(公顷)	生态防护措施					
	生态保护区						否		<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)					
	自然保护区					核心区、缓冲区、实验区	否		<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)					
	饮用水水源保护区(地表)		涪陵大渡口水厂	二级保护区	/	一级保护区、二级保护区、准保护区	是	6.46	<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input checked="" type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)					
	饮用水水源保护区(地下)				/	一级保护区、二级保护区、准保护区	否		<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)					
	风景名胜保护区				/	核心区、一般景区	否		<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)					
其他		长江上游重庆段四大家鱼种质资源保护区	实验区	四大家鱼	实验区	是	27.40	<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)						
主要原料及燃料信息	主要原料					主要燃料								
	序号	名称	年最大使用量	计量单位	有毒有害物质及含量(%)	序号	名称	灰分(%)	硫分(%)	年最大使用量	计量单位			
大气污染治理与排放信息	有组织排放(主要排放口)	序号(编号)	排放口名称	排气筒高度(米)	污染防治设施工艺		生产设施		污染物排放					
					序号(编号)	名称	污染防治设施处理效率	序号(编号)	名称	污染物种类	排放浓度(毫克/立方米)	排放速率(千克/小时)	排放量(吨/年)	排放标准名称
	无组织排放	序号	无组织排放源名称			污染防治设施工艺		生产设施		污染物排放				
						序号(编号)	名称	污染防治设施处理效率	序号(编号)	名称	污染物种类	排放浓度(毫克/立方米)	排放量(吨/年)	排放标准名称
水污染治理与排放信息(主要排放口)	车间或生产设施排放口	序号(编号)	排放口名称	废水类别	污染防治设施工艺		生产设施		污染物排放					
					序号(编号)	名称	污染防治设施处理效率	序号(编号)	名称	排放去向	污染物种类	排放浓度(毫克/升)	排放量(吨/年)	排放标准名称
	总排放口(间接排放)	序号(编号)	排放口名称	污染防治设施工艺	污染防治设施处理水量(吨/小时)	受纳污水处理厂		受纳污水处理厂		污染物排放				
						名称	编号	排放标准名称	污染物种类	排放浓度(毫克/升)	排放量(吨/年)	排放标准名称		
总排放口(直接排放)	序号(编号)	排放口名称	污染防治设施工艺	污染防治设施处理水量(吨/小时)	受纳水体		受纳水体		污染物排放					
					名称	功能类别	污染物种类	排放浓度(毫克/升)	排放量(吨/年)	排放标准名称				
固体废物信息	废物类型	序号	名称	产生环节及装置	危险废物特性	危险废物代码	产生量(吨/年)	贮存设施名称	贮存能力(吨/年)	自行利用工艺	自行处置工艺	是否外委处置		
	一般工业固体废物				/	/	/	/	/	/	/	/		
	危险废物				/	/	/	/	/	/	/	/		