

# 航道整治工程溢油污染对水生生态影响及防范

蒋海燕

长江重庆航运工程勘察设计院

DOI:10.12238/eep.v7i3.1995

**[摘要]** 本文以长江涪陵到丰都段航道整治工程为例,在分析航道整治工程施工可能发生的船舶碰撞、搁浅等事故造成溢油污染对水生生态影响的基础上,提出溢油污染的防范和应急处理措施。

**[关键词]** 航道整治; 溢油污染; 水生生态; 防范措施

**中图分类号:** X171.5 **文献标识码:** A

The impact of oil spill pollution from waterway improvement projects on aquatic ecology and its prevention

Haiyan Jiang

Yangtze River Chongqing Shipping Engineering Survey and Design Institute

**[Abstract]** This article takes the Fuling to Fengdu section of the Yangtze River waterway regulation project as an example. Based on the impact of oil spill pollution on aquatic ecology caused by ship collision and grounding accidents that may occur during the waterway regulation project construction, the Prevention and emergency treatment measures of oil spill pollution are put forward.

**[Key words]** Waterway regulation; oil spill pollution; aquatic ecology; preventive measures

## 引言

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分析结论,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。油品中低沸点的芳香烃对所有生物具有毒性,高沸点的芳香烃会对水生生物造成长效毒性。评价溢油污染对水生生态的影响,采取对应防范措施,以达到保护长江生态环境目的。

## 1 工程概况

为解决长江涪陵至丰都江段的礁石碍航问题,长江航道局提出需进行整治的礁石共有7处,并将其纳入水运“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。经环境影响评价论证,和尚滩、大梁、大渡口和老虎梁4个滩险实施航道整治,菜籽梁、头外梁和佛面滩3个滩险的航行安全问题可以通过加强航行管理方式解决,仅对剩下的工程江段由48km调整为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121.5万方,生态补偿措施也得到了进一步加强。

## 2 溢油污染对工程河段水生生态影响分析

若长江涪陵到丰都河段整治工程施工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,且工程18km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试验区,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影响。

### 2.1 溢油污染对鱼类的影响

#### 2.1.1 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半致死浓度为0.5~3.0mg/L,污染带事故性瞬时高浓度排放可致急性中毒事故。

#### 2.1.2 石油类在鱼体内的蓄积残留分析

石油类在鱼体中蓄积残留可带来长期影响效应,引起鱼类慢性中毒,导致鱼类资源变动,甚至种质变异。鱼类接触到油分子会很快发生油臭,影响食用。以20号燃料油为例,石油类浓度为0.01mg/L时,7天之内大部分鱼、虾会有油的气味,30天内会使绝大多数鱼类产生异味。

#### 2.1.3 石油类对鱼的致突变性分析

微核的产生是诱变物质作用下造成染色体损伤而发生变异的一种形式<sup>[1]</sup>,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,微核的高检出率是由以石油类污染物为主要诱变源的高浓度水环境污染物的诱发作用引起的。

### 2.2 对浮游植物的影响

对浮游植物的影响主要为破坏细胞, 损坏叶绿素、干扰气体交换等形式妨碍光合作用。根据国内外试验, 一般浮游植物: 浓度0.1~10.0mg/L会急性中毒致死; 更敏感的种类: 浓度低于0.1mg/L妨碍细胞分裂、生长速率。

### 2.3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0.1~15mg/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)底栖生物幼体, 而其幼体的敏感性又大于成体<sup>[2]</sup>。

### 2.4对底栖生物的影响

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。

## 3 船舶溢油污染的防范措施

为保护水生生态, 避免船舶发生碰撞、搁浅等溢油事故, 减小溢油泄漏事故对工程江段水生生态环境的不利影响, 应采取船舶交通事故、溢油防范措施和溢油污染应急处置措施。

### 3.1防范船舶交通事故

船舶交通事故发生影响因素较多, 包括停泊和航行地理因素、天气气象因素、货物种类、船舶密度、导/助航条件及驾驶因素等。

施工单位要提前在船舶航行水域和工程施工区设置助航安全设施; 加强对航道内船舶交通秩序的管理, 掌握进出航道船舶动态, 危险品船优先通过, 其它船舶避让; 建设船舶交通管理系统(VTS), 保障船舶安全航行, 避免船舶碰撞事故发生; 加强溢油防体体系的建设, 建立监视和预警网络, 采取有效技术手段和强有力管理措施, 保障和维护大型运输船舶尤其是大型油船的安全<sup>[3]</sup>。

### 3.2工程施工期溢油防范措施

加强各级施工人员教育培训, 提高溢油防范意识和应急处理能力; 制订详细施工专项方案, 划分施工水域和航行水域, 在施工区域设置施工专用标志, 严禁无关船舶进入施工作业水域; 过往船舶加强相互联系, 避免发生碰撞、搁浅事故造成溢油污染; 取水口附近水域设置警示牌; 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收集后送有资质单位集中处理。

### 3.3溢油污染应急处置措施

#### 3.3.1建立健全溢油污染应急体系

根据不同规模溢油污染原因采取针对性应急解决方案, 分析溢油污染原因与规模之间关系, 熟练掌握应急方案, 制定符合实际的溢油污染应急预案, 储备应急物资, 建立统一的溢油污染

应急响应机制, 指挥统一, 分工明确, 以便及时有效地开展事故溢油控制与处理工作, 将溢油污染对环境的影响降至最低。

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》, 主要包括: (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。

长江海事局制定完善的应急预案, 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。应急物资含围油栏、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。

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》。

工程项目部建立健全施工期应急预案, 按照优先保护次序对敏感资源区域进行优先保护, 及时提出长江重庆段四大家鱼水产种质资源保护区的保护方案。配备收油机、围油栏、吸油毡等应急物资, 同时配备报警系统和通信器材, 以便及时与各海事局、港区海事处溢油应急指挥中心建立联系, 及时采取应急措施, 减小溢油事故对长江水环境的不利影响。

#### 3.3.2配备足够应急物资

(1) 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》, 在重庆市渝北区洛碛镇建设船舶溢油应急设备库, 其综合清除控制能力为50t, 应急服务半径为100km。

(2) 沿江社会溢油应急资源。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, 以上社会资源应急资源的应急能力合计约50t。

(3) 施工应急设备配备方案。工程施工期船舶污染事故柴油最大泄漏量预计为15t, 重庆溢油应急设备库应急能力为50t, 沿江社会溢油应急资源应急能力约为50t, 完全满足本项目的应急需求, 但由于溢油的偶发性和保护下游水厂取水口, 施工期应配置应急设备。

(4) 溢油围控设备设施。①围油栏(没有“②”)。施工期采用1000t级施工船舶, 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。

a. 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。

b. 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。

c. 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。

d. 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,  $L=(246+100+100)+(246+100+100) \times 20\%=535m$ , 取值600m。

围油栏布放艇。最低应配备1艘围油栏布放艇, 可以借用沿江各航道处、海事处的快艇。

(5)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:

$$E=T \times P_1 \div (\rho \times a \times Y \times 6 \times (1-20\%))$$

式中: T——总溢油量, 取15t;  $P_1$ ——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);  $\rho$ ——油品密度, 取 $0.29t/m^3$ 。

核算收油机回收能力为 $2.4m^3/h$ , 建议配备收油设备收油能力 $3.0m^3/h$ 。

(4)清除设备设施。常规的吸附材料为吸油毡, 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, 按行业标准, 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:

$$I=T \times P_3 \div (J \times K \times P_1)$$

式中: I——吸油毡需配备数量; T——总溢油量, 取15t;  $P_3$ ——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%;  $P_1$ ——吸收吸附加权系数, 取0.3。

核算需配备吸油毡1.3t, 高于《港口码头溢油应急设备配备要求》(JT/T451-2017)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。

### 3.3.3溢油污染应急响应

当发生溢油污染时, 需要立即组织应急处置力量进行快速

响应。具体操作包括: 搭建应急指挥中心, 指挥、协调各项处置工作; 确定污染情况, 评估污染程度, 启动应急响应。设立应急区域, 加强作业区安全管控; 集中力量赶赴现场, 保护现场安全, 设立隔离带, 并进行应急处置。

### 3.3.4溢油污染处置措施

发生溢油事故后, 立即对现场进行清理, 控制溢油范围, 减轻污染程度, 采用围油栏对河面油污进行拦截, 阻止污染物继续扩散, 同时向受污染水体投放大量吸油毡、播散凝油剂, 将油污吸附固定。再采用回收清除溢油设备将围截住的油迅速回收; 对河道内沾染油污的草木与泥土进行清理, 彻底清除河道内油污污染物, 并处置废物妥善处理, 避免对河道造成二次污染。

利用油水分离器、沉淀池等设备设施将溢油废水和固体、液体物质进行分离处理。回收的溢油污染物和因清除回收工作产生的污染物临时储存后由指定单位负责接收和处置。

溢油污染处理完后, 还需进行后续处理, 以防止再次影响环境。具体操作包括: 对污染区域进行监测, 定期检查污染情况, 及时发现和处理隐患; 对污染区域进行生态修复, 恢复受损地区的生态环境; 加强对作业场所的管理, 规范化作业行为, 避免再次发生溢油事故发生。

## 4 结束语

综上所述, 溢油污染一旦发生, 将对一定范围内水域及生态环境形成不同程度的污染。因此在航道整治工程施工期间要采取对应的溢油污染防治措施, 并且在溢油事故发生前, 应建立完善溢油污染应急体系和应急响应措施, 若发生溢油污染事故, 需立即采取污染处置措施妥善处理, 将溢油污染影响控制在最小范围, 以保护生态环境。

### [参考文献]

[1]蒋艾青, 肖克宇, 郑陶生. 潇湘平湖水水质污染及其对鱼类影响的研究[J]. 水产科学, 2006, 25(11): 553.

[2]李霞. 大连新港三十万吨原油码头溢油风险分析及防范对策研究[D]. 大连: 大连海事大学, 2007.

[3]梁宪先. 广西船舶污染风险分析及对策[J]. 中国水运, 2009, 09(9): 64.

### 作者简介:

蒋海燕(1982--), 女, 汉族, 重庆人, 本科, 长江重庆航运工程勘察设计院, 工程师, 从事港航类环境保护工作。