舟山海安溢油应急处理有限公司

ZSHA-FA01-V2.0

污染清除作业方案

（修订版）



编制：

审核：

批准：

2026 年 7 月 1 日发布　　2026 年 7 月 1 日实施

修 订 记 录

版　号	生效日期	修改页次	修改标识	审　核	审　批
V2.0	2026.07.01	/	改版	谢伟伟	张永龙

目　录

1 目的范围与职责 1

1.1 目的 1

1.2 适用范围 1

1.3 术语和定义 1

1.4 职责 1

1.5 发放范围 2

2 总体应急策略 3

2.1 策略描述 3

2.2 应急反应程序策略 4

2.3 清污方案选择策略 5

2.4 典型场景清污策略 5

3 应急堵漏、卸载等污染控制方案 11

3.1 应急堵漏方案 11

3.2 应急卸载方案 13

3.2.1 本公司应急卸载泵的配备情况 13

3.2.2 卸载泵的准备及装运 13

4 主要敏感资源的围护和清除方案 15

4.1 主要敏感资源围护方案 15

4.2 生态敏感区的污染清除方案 21

5 海上污染物回收和清除方案 22

5.1 溢油围控方案 22

5.2 海上回收和溢油清除方案 33

6 岸线清污方案 50

6.1 油在不同类型海岸线的状态及影响 50

6.2 岸线的物理清除方法 50

6.3 不同类型岸线污染清除方法 52

7 污染清除作业安全方案 54

7.1 本公司配备的安全防护设备设施情况 54

7.2 建议安全方案 55

8 相关文件 58

9 记录文件 58

9.1 污染清除船靠船作业安全检查表 59

9.2 围控失效报告信息表 590

1 目的范围与职责

1.1 目的

舟山海安溢油应急处理有限公司（以下简称“本公司”或“公司”）为确保船舶污染物清除作业过程中的应急策略和具体操作方案能准确、快速制订，在海上污染物回收和清除、主要敏感资源围护、岸线清污、应急堵漏和卸载等作业过程中有章可循，保障清污作业的有序和有效开展，确保清污作业人员的安全，同时为防止清污过程发生二次污染，制定本方案。

本方案可用于具体清污作业的操作方案，也可用于本公司高级指挥人员、现场指挥人员与应急操作人员的日常培训教材。

1.2 适用范围

本方案适用于船舶污染物清除作业涉及的海上、河口的污染物回收和清除、主要敏感资源围护、岸线清污、应急堵漏和卸载、作业安全等内容。

1.3 术语和定义

1.3.1 油类

任何类型的油及其炼制品。

1.3.2 持久性油类

任何持久性烃类矿物油，例如原油、燃油、重柴油和润滑油等。持久性油类一经流入水域，即能形成一层油膜长期地存留在水面上，且能被风及水流所形成的表层流带到远处，在海岸造成集积，不易分解及氧化。

1.3.3 非持久性油类

是指持久性油类以外的任何油类，例如汽油、轻质柴油、航空煤油、轻质原油等。

1.4 职责

公司安全营运与防治污染管理委员会负责制定和修改《污染清除作业方案》，具体由应急处置部负责实施。

公司安全营运与防治污染管理委员会负责《污染清除作业方案》的审定，具体由副总经理（主管应急）审核，总经理审批同意后发布实施。

公司应急现场污染物清除作业组负责《污染清除作业方案》的具体实施。

1.5 发放范围

本作业方案为公司受控文件，发放范围包括公司领导、各部门（单位）。

2 总体应急策略

2.1 策略描述

本公司污染清除作业方案总体策略为：

全天候待命、应急迅速、服从命令、防治污染、安全第一。

（1）全天候待命

本公司具备海上船舶清污企业“一级单位”的能力要求，船舶污染清除业务实行 24 小时待命制度，由本公司应急处置部和安全环保（船舶）管理部负责日常值班，时刻准备进行船舶污染事故的应急清防污作业。

（2）应急迅速

船舶污染事故是突发性环境污染事故，任何堵漏、围控及污染清除应急行动，应急反应时效性是衡量公司应急清污能力的重要指标；公司的应急处置船在 24 小时待命的前提下，接到签订污染清除协议的船舶经营人的应急清污通知、发现服务区域内船舶或其有关活动造成或可能造成海洋环境污染、接到当地海事管理机构的应急清污指令，将立即启动本公司《防治船舶及其有关作业活动污染海洋环境应急预案》（以下简称“《应急预案》”），立即出动辖区清污分队到达事故现场。

（3）服从命令

本公司在应急清污过程中，服从海事管理机构的统一调度指挥，在大型清污作业过程中发挥公司优势，与海事管理机构及码头、其他船舶清污力量协同作业。

（4）防治污染

船舶污染事故的源头是船舶，本公司清污力量到达现场后，首先从源头上控制污染事故，采取应急堵漏和围控措施，防止污染事故扩大化。污染清除作业的目的是为了减少污染物对环境的污染危害，并减少污染物清除和转运处理过程中的二次污染。因此，防治污染策略贯彻本公司整个污染物清除应急作业全过程。

（5）安全第一

化学品、油类物质及其炼制品有其易燃、易爆的危险性，同时还具有毒性。船舶污染清除作业过程中，保障作业人员的安全是第一要务。

2.2 应急反应程序策略

（1）本公司在接到船方船舶污染事故报告后，立即启动公司《应急预案》：

①当天气、海况条件恶劣时，命令公司的部分或所有清污设备及人员紧急待命，并密切监视船舶污染情况的发展。

②当天气、海况条件许可时，即刻开始应急行动。

（2）根据污染物性质及规模，决定清污行动的规模和设备及人员的调用。

（3）到达事故现场时，应根据污染物性质和现场具体情况，采取必要的防火防爆措施。例如：将现场指挥船舶及应急船舶处在上风向，防止污染物逸散对人员造成伤害。

（4）按能够独立进行清污操作的最小单元形成设备及人员的合理组配，以形成高效的清污能力，具体方案见表 2-1。

（5）清污工作结束后，必须将设备清洗入库，并填写设备使用记录以备索赔。

表 2-1 最小单元清污操作设备及人员组配方案

操作类型	清污作业组配方案	
	设备	人员
收油作业	◆ 专业清污船 1 艘 ◆ 围油栏布设船 2 艘 ◆ 回收污油转运船 1 艘（自带油舱） ◆ 充气式围油栏 2 段共 400m，充吸气动力设备和动力站（每段 200m 充气式围油栏，设备船上固定） ◆ 收油机 1 台，岸上转运车辆 1 辆 ◆ 便携式柴油发电机或其他移动电源 ◆ 转运泵及管道系统 2 套 ◆ 液态废物的岸上处理委托舟山港海通船舶工程有限责任公司	◆ 专业清污船 4 人/艘 ◆ 围油栏布设船 2 人/艘 ◆ 转运船 3 人/艘 ◆ 其他辅助作业人员 x 人 ◆ 共需 11+x 人
吸油拖栏	◆ 吸油拖栏拖带工作船 2 艘 ◆ 吸油拖栏 1 套	◆ 工作船 2 人/艘 ◆ 其他辅助作业人员 x 人 ◆ 共需 4+x 人
喷洒溢油分散剂	◆ 专业清污船舶 1 艘或配有船携式消油剂喷洒装置的辅助船舶 ◆ 消油剂若干 ◆ 消油剂喷洒装置 2 套，防护用具 3 套（含手套、防护衣、防护眼镜、塑料面罩）	◆ 船舶 3 人/艘 ◆ 其他辅助作业人员 x 人 ◆ 共需 3+x 人
吸油材料吸附	◆ 辅助船舶 4 艘 ◆ 油拖网 1 套、抛放及回收器具 2 套 ◆ 吸油材料若干 ◆ 陆上接收转运设备	◆ 船舶 3 人/艘 ◆ 其他辅助作业人员 x 人 ◆ 共需 12+x 人

2.3 清污方案选择策略

本公司在进行清防污作业前，将根据不同情景选择清污作业方案，包括：

（1）应急堵漏、卸载

即对船舶泄漏破口进行堵漏，将船舶内油品转驳到其他船舶，阻止油品泄漏和防止事态扩大。

（2）敏感资源的维护和污染清除

生态自然保护区、渔业捕捞和养殖水域、工业用水取水口、公众娱乐场所、岸线等敏感资源，根据监视和溢油迁移扩散预测，对将受到溢油威胁的岸线及敏感资源采取保护措施，以免溢油上岸后污染岸线及敏感资源。对于已经遭受污染的敏感资源，则采取围控、回收、化学分散、冲洗等方法清除。

（3）海上污染物回收和清除

采用本公司专业清污船和辅助船舶、围油栏、收油机、溢油分散剂和吸油材料进行回收或清除。

（4）岸线污染物清除

根据海岸线的不同类型和污染程度，采取岸线污染清除措施。

在大规模的溢油事故时，通常需要采用几种方案联合反应。当遇到本公司应急力量难以独立应对的溢油事故时，本公司上报并服从当地海事管理机构的统一指挥协调，进行清污作业。

2.4 典型场景清污策略

2.4.1 分船型和油种的清污策略

船舶污染风险分为海难性事故和操作性事故，根据事故发生类型及地点的不同，本方案将作业地点分为外海区域和近岸（港池）区域。本方案将船舶类型按载运货种进行分类，分为载运“持久性油类”的船舶、载运“非持久性油类”的船舶及普通船舶。

典型场景的清污方案见表 2-2。

表 2-2 典型场景的清污方案

区域	船型及污染物		清污方案
外海	载运散装“持久性油类”的船舶	1、持久性油类，如原油、燃油、重柴油和润滑油等； 2、船舶燃料油。	在气象海况条件允许的情况下，采取如下应急反应和污染物清除措施： 1、切断溢油源 （1）应急堵漏，见 3.1； （2）应急卸载，见 3.2。 2、溢油围控（见 5.1） 3、海面溢油的回收 （1）机械清除，见 5.2.1； （2）使用溢油分散剂，见 5.2.2； （3）吸油材料的使用，见 5.2.3； （4）人工捞取。 4、如果溢油最终污染岸线，则需采取主要敏感资源的围护措施（见 4.1）和岸线清除措施（见 4.2、6.2 和 6.3）。 5、作业安全方案见本方案第 7 部分 6、回收的污染物处理方案，见《污染物处理方案》。
	普通船舶	船舶燃料油	
	载运散装“非持久性油类”的船舶	非持久性油类，如汽油、轻质柴油、航空煤油、轻质原油等。	1、切断溢油源，评估应急堵漏和应急卸载的必要性和可能性（见 3.1 和 3.2）。 2、一般不采取回收方式，让其挥发。 （1）持续监视，密切关注其动向； （2）同时采取安全监护措施，防止船舶进入危险区域而发生火灾爆炸事故。 3、当有可能向附近敏感区域迁移时，可使用防火围油栏拦截和导向。 4、在有可能引起火灾的情况下，可使用化学消油剂，见 5.2.2。 5、作业安全方案见本方案第 7 部分。
近岸（港池）	载运散装“持久性油类”的船舶	1、持久性油类，如原油、燃油、重柴油和润滑油等； 2、船舶燃料油。	采取如下应急反应和污染物清除措施 1、切断溢油源 （1）应急围控，见 5.1； （2）应急堵漏，见 3.1； （3）应急卸载，见 3.2； （4）同时采取周边水域、码头的隔离措施，防止无关的船舶、人员进入事故影响区域。 2、溢油围控（见 5.1） 3、港池水面溢油的回收 （1）机械清除，见 5.2.1； （2）吸油材料的使用，见 5.2.3； （3）人工捞取； （4）使用溢油分散剂，见 5.2.2。 4、码头岸壁/沾染油污船壁清除（见 2.3.3） 5、作业安全方案见本方案第 7 部分 6、回收的污染物处理方案，见《污染物处理方案》。
	普通船舶	船舶燃料油	
	载运散装“非持久性油类”的船舶	非持久性油类，如汽油、轻质柴油、航空煤油、轻质原油等。	1、切断溢油源，评估应急堵漏和应急卸载的必要性和可能性（见 3.1 和 3.2）。 2、一般不采取回收方式，让其挥发。 （1）持续监视，密切关注其动向；

区域	船型及污染物		清污方案
			（2）同时采取安全监护措施，对周边区域的码头、船舶及相关单位发出危险警告，防止因发生火灾爆炸、人员中毒事故。 3、当有可能向附近敏感区域迁移时，可使用围油栏拦截和导向。 4、在有可能引起火灾的情况下，可使用化学消油剂，见 5.2.2。 5、作业安全方案见本方案第 7 部分

2.4.2 码头岸壁和船壁清污策略

① 物理方法

（1）人工使用吸油材料

方法简介：人工操作使用吸油材料吸收油污

适用范围：低粘性油

（2）低压水冲洗（环境温度）

方法简介：用低压水冲洗面层上的油污，冲洗水经排水沟流至回收区。

适用范围：码头水平面层上的污油

（3）高压热水冲洗

方法简介：用高压热水冲洗面层上的油污，冲洗水经排水沟流至回收区。

适用范围：码头水平面层上的污油

（4）人工刮除

方法简介：用手工工具将油污从岸壁上刮除

适用范围：用于其他清除技术不能清除的重质油污

② 化学方法

在用水冲洗清除人工构筑物上的油污时，用化学清除剂可以增加冲洗效果，但所用的化学清除剂必须经过海事管理机构的批准。

常规型和浓缩型溢油分散剂可用于岸线清除作业，常规型溢油分散剂的烃溶剂有较大的渗透力，适用于粘稠或风化油的处理。

对于人工构筑物上的粘稠油可先用常规型分散剂将油浸渍，一般每平方米适用 20 至 40 升，浸渍 15～30 分钟，然后用水冲洗。对于未风化油，可用含 1～5%水溶性分散剂的海水冲洗。如需要回收冲洗水中的油时，可用围油栏围拦含油冲洗水，并用收油机或吸油材料回收油。也可用吸附材料制成的栅栏围拦含油冲洗水并吸附油。

2.4.3 散装液体化学品清污策略

2.4.3.1 化学品类型及清污策略

散装液体化学品按照比重、溶解性可分为如下四类：

（1）沉降型化学品——比重大于水，且不溶于水的物质。

（2）溶于水型化学品——溶解于水中，而且在它们溶解之前不易挥发、不易蒸发。

（3）漂浮型化学品——比重小于水，不溶于水且不易挥发的液体物质。

（4）挥发型化学品——比重小于水，且易挥发的液体。

针对每种化学品泄漏类型的应急行动策略如下：

（1）沉降于水中的化学品

对于凝点低于环境温度的也考虑人工捞取的措施，但首先要保证清污人员安全。利用机械疏浚设备或泵真空等各种适于在浅水区域的接收设备，清污措施要根据现场的实际情况而定，通过现场指挥协同各方面开展应急行动。

（2）溶于水型化学品

在理论上可以采取应急行动，但是在实践中却很少这样做，因为应急行动有可能增加对周围人群健康及环境风险。通常更可取更现实的应急手段是对水体的稀释搅拌，这样会减少对人类造成的风险，对污染水域反复进行机械搅拌分散措施有助于促进这一过程。

（3）漂浮于水上的化学品

类油类化学品泄漏应急行动参照溢油事故应急措施开展应急行动。

对于溢油及类油物质溢出的应急措施适用于这类污染物，利用围油栏限制漂浮物质的扩散以保护易受损区域，根据不同的环境条件和预期目的可以选择不同类型的设备，此外还要选择相适宜的围油栏材料（如：PVC 围油栏不适用于液体化学品围控）。同时还要考虑应用收油机器（如：隔膜泵等）、吸油材料、化学吸附颗粒将水面的物质回收，如对二甲苯可使用活性炭或其他惰性材料进行吸附。

类油液体化学品，当厚度在 0.1mm 左右时，可用消油剂、吸油材料、燃烧等方法。

如果污染物扩散到岸线，本公司将根据不同情况采用热水冲洗、浇洒石灰粉末、稻草清刷等，但必须注意清除后的材料回收，避免二次污染。

（4）挥发性化学物质

对挥发性化学物质泄漏事故的应急行动是非常有限的，在理论上灭火泡沫（需采用抗溶性，由船方或码头方的消防设施提供并由其采取相应措施）可以用来覆盖化学物质以减少它的挥发速率。通常低闪点的物质在数分钟内基本就挥发掉，在实践中尽快向下风向区域发出警报是最佳选择。

挥发性化学物质的泄漏回收设备必须考虑到防火防爆的要求，部分化学品蒸气较空气重，容易聚集在水面上并扩散到较远的地方，应急处置必须考虑遇明火时回燃的危险因素。

注意事项：具体的回收处理方法必须向签订协议的船方或码头方索取泄漏化学品的MSDS，以取得正确的个体防护、环境保护、处置、临时储存及运输方式，防止次生事故的发生。

2.4.3.2 化学品泄漏事故应急特别注意事项

在化学品污染事故的应急反应行动中，首先要开展事故现场安全风险研判，做好人员防护部署，现场作业和救护人员应优先考虑清污人员的安全，采取适当的措施防止事故升级。因此，在采取应急措施时要特别注意：

（1）听从政府管理部门的指挥，在保障人员安全的前提下进行污染清除作业。

（2）防止火灾和爆炸事故的发生，特别是有些化学品发生泄漏后，在空气中的挥发性很大，极易引发火灾。

（3）泄漏发生初期，是化学品蒸发最大的阶段，所有船舶、清污和救护的人员尽量处于污染物的上风，关闭船上不必要的进风口，消除所有可能的火源，采取措施防止易燃气体进入居住舱室和机舱处所；禁止任何人和船舶进入污染物区域内，清污工作应在污染物的边缘地区，在污染物经过一定时间的自然挥发后，方可进入进行清污作业；在清污作业时，应确保有足够的水上和陆上消防力量监护，一旦发生火灾，即可实施灭火救援。

（4）所有参加清污的船艇及动力设备工具必须具备火星熄灭器，防止清污作业产生火花。

（5）现场指挥人员应密切注意污染物的漂移和清污作业的动态，不要在危险条件下进行清污作业。

（6）化学品泄漏事故发生后，考虑其挥发毒性和可燃性以及天气海况，以泄漏地点为中心，分别划定内层处置区、警戒区和外围疏散区。内层应急处置区内主要留有一线处置人员、环境监测人员，在防护上应该满足最高级防护要求，如自给正压式呼吸器、穿防毒物渗透工作服等；警戒区内设置应急物资集合点、消防器材集合点、残液回收设备停放点，所以应留有应急器材输送人员、消防待命人员、环境监测人员、二线处置人员应配备佩戴过滤式防毒面具、防静电工作服等；外围疏散区内应留有前线指挥人员、警戒人员、环境监测人员。应准备相应个人防护设备。上述各种防护装备根据具体化学品特性情况进行配备。

3 应急堵漏、卸载等污染控制方案

3.1 应急堵漏方案

由于每艘船舶自备一定量的堵漏器材，如堵漏毯、堵漏板、堵漏箱、堵漏螺杆、堵漏柱、木塞、木楔、橡皮、毡子、水泥、沙子等等；因此当船体发生破损，第一时间由船方采取应急堵漏措施。

本公司应急人员到达现场后，首先考虑就地取材，使用船舶本身的堵漏器材。特殊情况时，在破口范围超过船舶自备的堵漏器材能力时，本公司将依据现场勘验情况，立即定制并准备其他堵漏器材，同时在泄漏点四周布设围油栏。破口较大时，在堵漏同时采取应急卸载和转驳。

应急堵漏处理原则：安全、快捷。

3.1.1 破口在水线以上的应急堵漏方案

破口在船舶水线以上的应急堵漏不考虑甲板和甲板管路应急堵漏以及船壳小裂缝的情况。水线上出现破洞，船舶首先考虑在不影响船舶自身安全（密切关注稳性、浮性）的前提下，转载破损舱的污染物，对称灌注（应急卸载部分见 3.2 部分）。

小的破口主要考虑木塞、木楔，大的破口主要考虑钩头螺杆（一个或多个）。破洞的卷口通常有向外和向内 2 种情形，考虑到卷口向外时，堵漏箱在实际应用中难以固定（特别是船壳）。为了避免事故船舶的二次污染，本公司主要考虑是冷工（打孔）作业处理。

参考处理办法示意图见图 3-1。

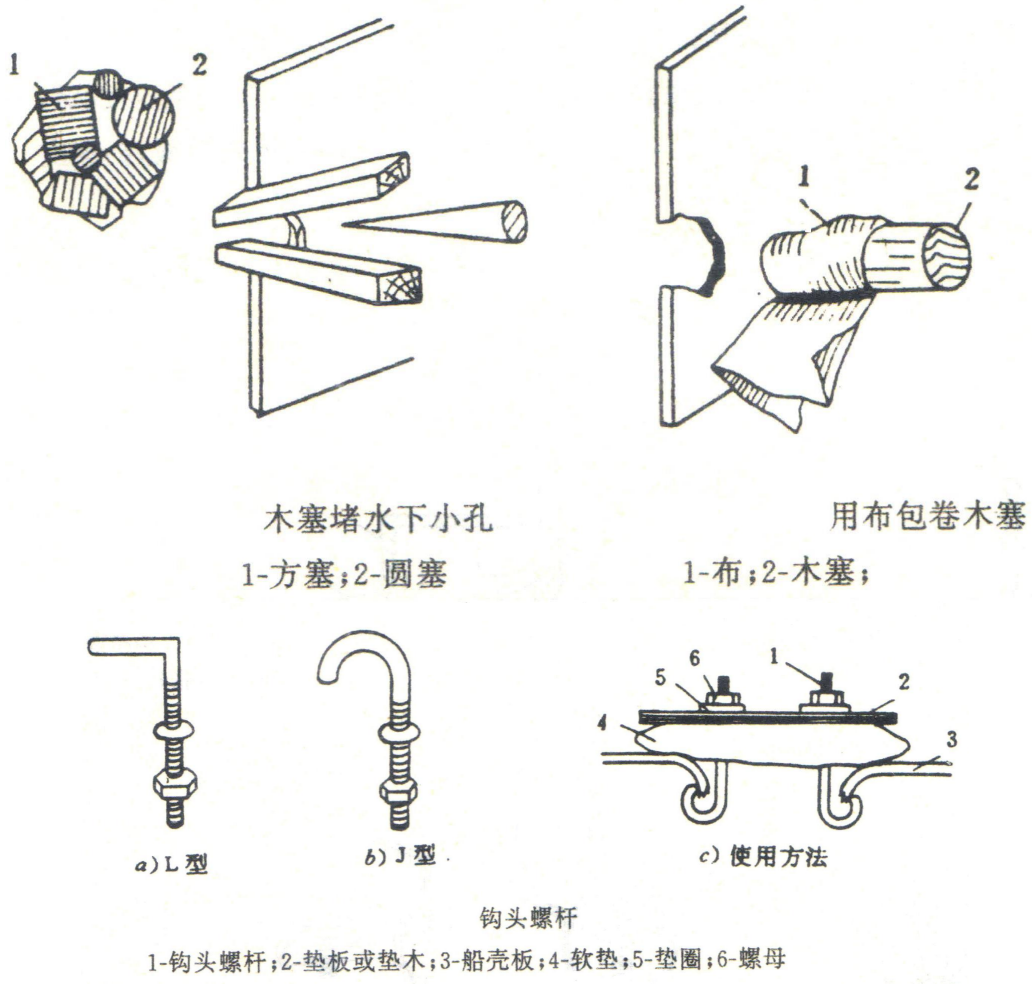


图 3-1 水线以上破口应急堵漏示意图

3.1.2 破口在水线以下的应急堵漏

在这种情况下，首先考虑应急卸载，使得破损舱污染物液面下降到水线附近（最好是船体外部海水产生的压力略大于舱内污染物产生的压力）。这时，依据破口大小，按照上述的方法，由现场海事管理机构协调，由外来协助单位派潜水员予以处理。

堵漏作业注意事项：

（1） 首先从船方获得油品火灾爆炸危险性、毒害性等安全及应急措施信息，必须采取防爆措施，采用防爆堵漏用具；作业人员应穿上防护衣、防护鞋、戴上防护眼镜和防护手套；

（2） 船体破损的情况（破口形状、大小、液体压力等），评估本公司堵漏用具的适用性及堵漏作业的可行性和安全性；

（3） 事故现场的风、浪、流情况，需符合安全作业条件；

（4） 进行堵漏作业时，必须有安全监护；

（5）一旦出现危险情景，应立即停止堵漏作业。

3.2 应急卸载方案

当船舶发生碰撞、搁浅或沉没时，将油舱或燃料舱中的油品转移到其他油驳，从而在事故第一时间在源头上控制溢油事故规模。

（1）事故船舶采取转载行动之前，务必对剩余稳性、船体强度、破船稳性等等进行计算；并在海事管理机构确认同意的情况下，本公司依据事故船舶提供的信息（包括泄漏污染物的名称、安全数据 MSDS、计划卸载数量等），调集本公司相匹配的船舶（作业船舶的承载能力必须不小于事故船计划转载量）对污染物进行接收转载。

（2）事故船本身的装卸能力不受影响，则可近似为船靠船过驳作业。相关作业注意事项，参照本公司船舶污油接收和清舱作业的安全规程。

（3）事故船舶丧失装卸能力，由本公司提供便携式卸载泵，进行应急卸载作业处理。必要时，可酌情考虑对事故船舶的船体冷工开口处理。

（4）应急卸载作业前应进行安全检查，见记录文件附表 9.1。

应急卸载方案包括卸载泵的准备及装运、现场使用及应急结束后的处理。

3.2.1 本公司应急卸载泵的配备情况

本公司共配有应急卸载泵四套，卸载排量可自行调节，总卸载能力达到 870m^3/h，详见表 3-1。

表 3-1 应急卸载泵配备情况表

序号	型号	数量	厂家	性能描述
1	2HN2000 固定式	2 套	黄工机械	输油泵抽排量 250m^3/h，压力 8 公斤，气化 4.0m。
2	DOP250 便携式	1 套	天津汉海	输油泵抽排量 250m^3/h。
3	QGHB120 便携式	1 套	青岛光明	输油泵抽排量 120m^3/h。

3.2.2 卸载泵的准备及装运

单台卸载泵辅助物资需求

- 柴油需要量：80 升（-10#柴油）
- 液压油用量：150 升（美孚 MP46 或者同等级别）
- 防冻液用量：20 升 （要求在-25°以下）
- 机油用量：5.5 升（美孚 15W-40 或者同等级别以上）

除了以上油品的准备，还要准备相应的吊索吊具、叉车、相对宽敞的场地和运输车辆。

4 主要敏感资源的围护和清除方案

4.1 主要敏感资源围护方案

宁波—舟山海域的敏感资源详见本公司《应急预案》第 2.5、2.6 节。敏感资源主要集中在岸线附近，包括旅游区、沙滩、养殖区等；根据监视和溢油运移扩散预测，对将受到溢油威胁的岸线及敏感资源采取保护措施，以免溢油上岸后不仅会污染岸线及敏感资源，尽量避免进行岸线清除油污染。

综合考虑各种有关因素，如敏感区域和资源对污染物的敏感程度、现有应急措施的可行性和有效性、被污染后清理的难易程度以及可能造成的经济损失等，确定优先保护次序。本方案对敏感区域和资源的优先保护参照《应急预案》第6.2.1节，基本次序建议如下：

①生态自然保护区；

②工业用水取水口；

③水产捕捞及养殖资源；

④盐田区；

⑤公共旅游资源；

⑥港口岸线。

4.1.1 不同类型岸线的相对敏感性

本公司可用于敏感资源围护的围油栏主要包括岸线防护围油栏和岸滩围油栏等，详见表 4-1。

表 4-1 用于敏感资源围护的围油栏情况表

序号	名称	型号	采购数量	厂家名称	主要技术参数
1	岸线防护围油栏	WGV-600	3400 米	湖州富朗	● 主要用于非开阔水域 ● 耐最大波高 0.5m ● 耐最大风速 8m/s ● 耐最大流速 1Knot
2	岸滩围油栏	WQV-750 T	600 米	青岛华海	● 主要防止溢油在岸滩上外溢，可用于应急性布放 ● 总抗拉强度 30kn



图 4-1 岸线防护围油栏



图 4-2 岸滩围油栏

4.1.2 不同类型岸线的相对敏感性

当受溢油威胁的岸线范围较大，则很难对受威胁的岸线全部保护，需要根据岸线的敏感指数（ESI）来考虑优先保护次序。表 4-2 为不同类型岸线的相对敏感性。

表 4-2 不同类型岸线的相对敏感性

相对敏感性		岸线类型	说明
等级	敏感指数（ESI）		
低	1	暴露的岩石海岸和垂直坚硬的人工构筑物	●波浪反射作用有助于油离岸 ●不需要清除
	2	暴露的岩石平台	●波浪掠过，浸蚀 ●在几周内油可自然地除去
中	3	细沙滩	●低生物量受影响 ●油不渗入海滩 ●用机械方法清除有效 ●在 1～2 个月内油可自然地除去
	4	中、粗粒沙滩	●低生物量受影响 ●油可能渗入海滩或迅速地被掩埋，不易清除 ●大多数油需经数个月后才自然地除去

相对敏感性		岸线类型	说明
等级	敏感指数（ESI）		
	5A	沙和砾石混合滩	●低生物量受影响 ●易移动的沉积物 ●大部分油不渗入沉积物 ●大约一年油可自然地除去
	5B	人工充填海岸	
	6A	砾石滩	●油迅速地渗入海滩、不易清除 ●清除应集中在高潮汐冲溅区 ●在掩蔽处油可能要存留数年
	6B	防冲乱石砌岸线	
	7	暴露的潮间带	●中等生物量受影响 ●沉积物较少移动 ●大部分油不渗入沉积物 ●油可能存留约一年
	8	掩蔽的岩石海岸和沿岸人工构筑物	●中等到高生物量受影响 ●该地区波浪作用较少 ●油可能损害中间潮汐地带 ●油可能存留多年 ●必须除去聚集的重质油 ●需优先保护和清除
高	9	掩蔽的潮间带	●高生物量受影响 ●波浪作用极少 ●油可能存留多年 ●必须除去累积的重质油；不推荐清除 ●需优先保护
	10	沼泽地、红树林	●肥沃的水栖息动植物环境 ●非常低的潮汐能量 ●高沉降速度将油带入沉积物中 ●油可能存留多年 ●清除的损害可能要比让油留下自然降解的损害大 ●用分散剂或清洁剂比用机械清除更有益 ●该地区应接受最优先保护

注意：

- 对于敏感性高需要优先保护的岸线，可预先采取保护措施以尽量减轻溢油对它的污染。
- 由于岸线清除工作量很大，在一时人力物力不足的情况下，可按岸线的相对敏感性排列一下清除作业的先后次序，对敏感性高的岸线优先清除。
- 沙滩为中敏感性岸线，在夏天旅游季节则为高敏感性，应最优先保护；
- 在 ESI 为 1 的低敏感性岸线，在海鸟孵卵季节就为高敏感性，应优先保护。

4.1.3 岸线围护方案

为保护岸线应在溢油事故发生后立即进行海上清除作业以防止溢油扩散污染岸线，并根据溢油运移动向对可能会受到溢油威胁的岸线和敏感区采取保护措施。岸线围护方案如下：

（1）隔离围栏

隔离围栏见图 4-3，围油栏横跨或围绕敏感区并用锚将围油栏固定，逼近的油被围油栏转移并聚集后用撇油器或吸油材料等将油污回收。隔离围栏用来保护水流小于 1 节、破碎浪小于 0.5 m 的小海湾、港湾入口、河流或支流出入口。

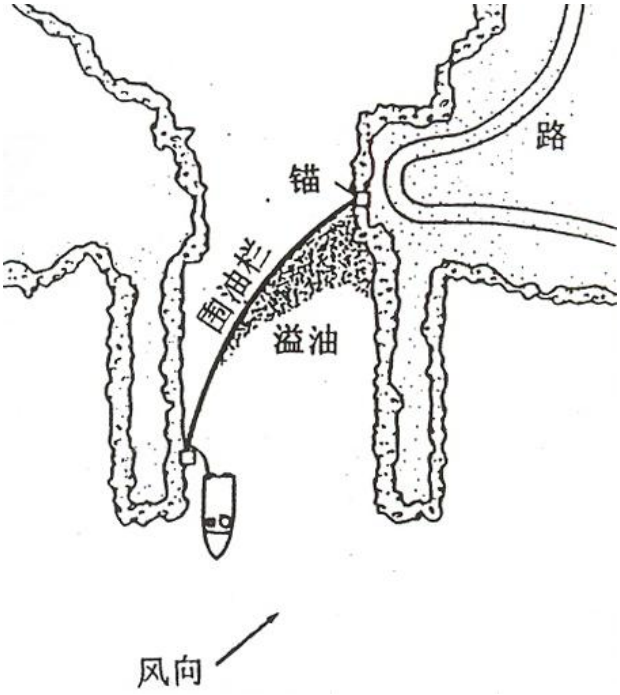


图 4-3 隔离围栏

（2）转移围栏

转移围栏见图 4-4，围油栏的铺设与逼近的油膜成一定的角度。油污被围油栏从敏感区转移至低敏感区，并将油污聚集后用撇油器回收。转移围栏主要用来保护连续岸线的特定地点，破碎浪小于 0.5 m。也可用来保护流速大于 1 节的小海湾、港湾入口、河流或支流的出入口。

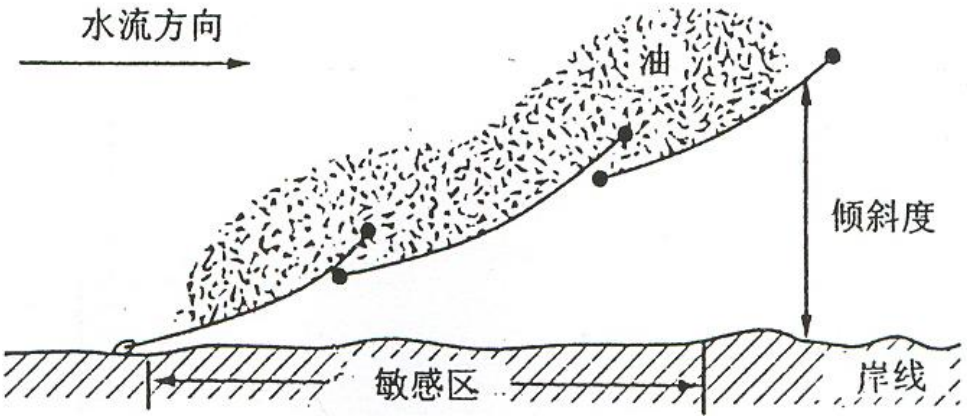


图 4-4 转移围栏

（3）拦截围栏

拦截围栏（岸线栅栏）是专为保护岸线的围油栏，以保护潮汐区泥砂洼地的岸线，见图 4-5。岸线栅栏通常由三个软管结合在一起组成，铺设时下部两个软管满水，上部第三根软管则充满空气以提供足够的浮力。岸线栅栏随潮汐涨落浮在水中或紧密地搁置在岸滩上，不适用于岩石岸线。

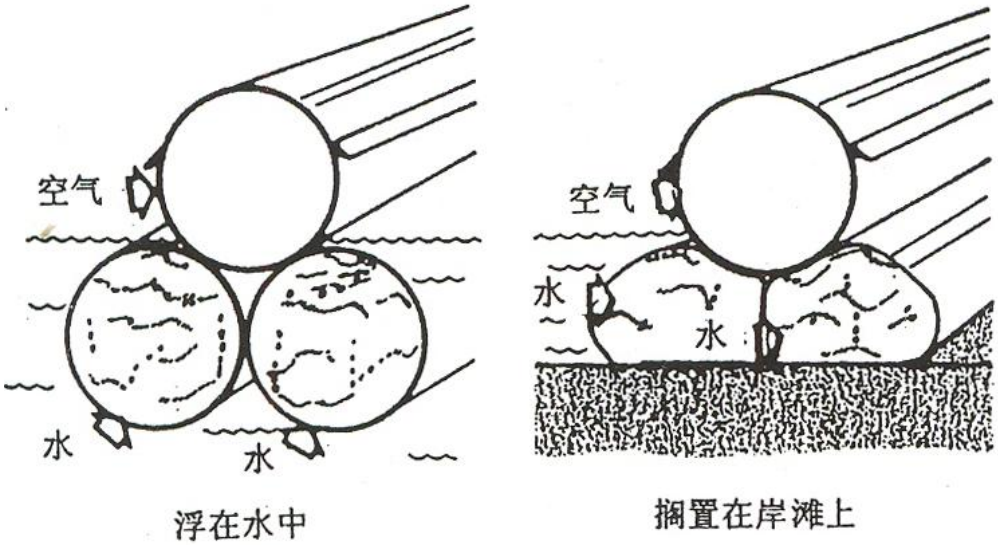


图 4-5 拦截围栏

（4）吸附围栏

吸附围栏是栅栏形吸油材料沿着岸线或敏感区围栏，以吸附逼近岸线或敏感区的油膜，见图 4-6。用于水流速度低的地方收集薄层油，一旦吸油材料浸透了油需要更换并回收处理。也可采用木头、竹子、渔网、稻草、麦秸、椰子壳等材料做成的简易围油栏保护沼泽地和养殖区。

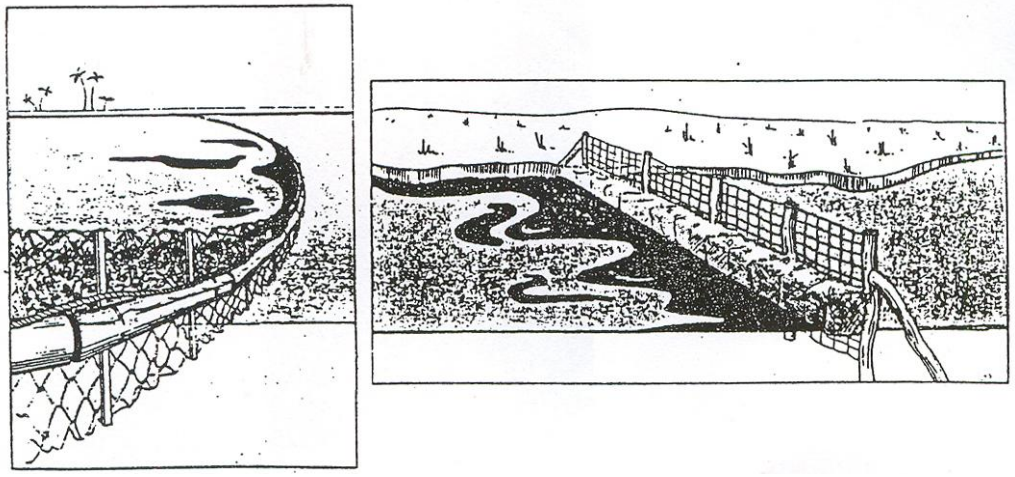


图 4-6 吸附围栏

（5）滩肩围栏

滩肩围栏见图 4-7。在砂质或砾石海滩，沿上潮间区构筑海沟或滩肩以防止沉积或附着在海滩上的油在涨潮时被冲至后海岸。滩肩的构筑可用人工方法，必要时紧急租用推土机或压路机。

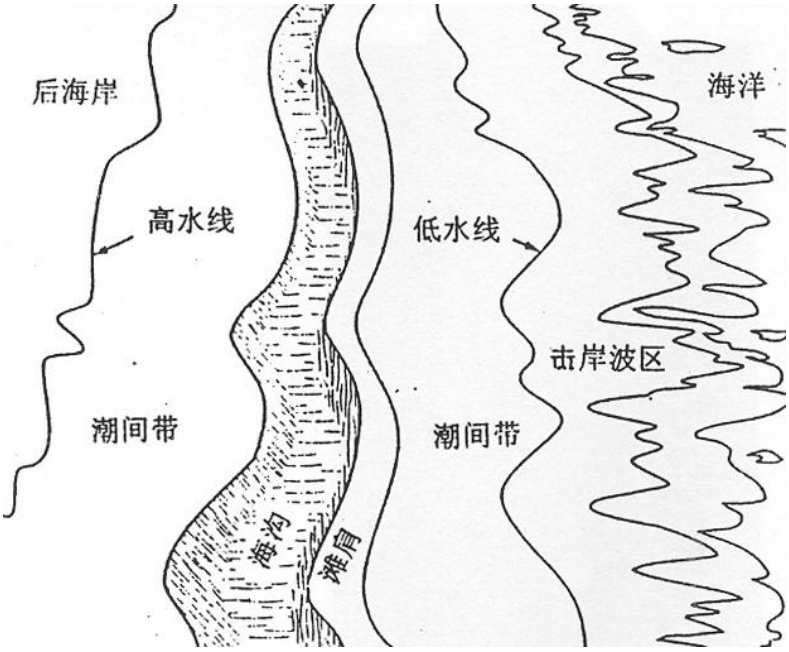


图 4-7 滩肩围栏

4.2 生态敏感区的污染清除方案

对于生态敏感区，污染清除分为优先采用的、可采用的、不可行的和避免采用的几种方案（见表 4-3），分别说明如下：

- 优先采用的——引起最小的生态影响；
- 可采用的——可以采用，但能引起某些生态影响；
- 不可行的——可能会引起严重有害的生态影响；
- 避免采用的——生态上不能接受的，通常会引起严重有害的生态影响。

表 4-3 生态敏感区的污染清除技术方案

敏感资源	清除技术			
	优先采用的	可采用的	不建议采用的	避免采用的
岩石潮间带	自然恢复	围油栏、撇油器 低压冲洗 吸油材料 人工割除 分散剂	高压冲洗	焚烧 沉降剂
软底潮间带	自然恢复	人工清除	清除底质	沉降剂
潮间带海草床	自然恢复	低压冲洗 生物挽救 分散剂	人工清除 吸油材料	沉降剂 清除底质 高压冲洗 真空/泵吸 人工割除
盐碱沼泽地	围油栏、撇油器 低压冲水 加强排水 自然恢复	分散剂 吸油材料 生物挽救	人工割除	焚烧 高压冲洗 人工清除 沉降剂 清除底质

5 海上污染物回收和清除方案

5.1 溢油围控方案

5.1.1 本公司各类围油栏的配备情况

本公司用于溢油围控的围油栏包括用于开阔水域的 WGV-1500 围油栏和 WQJ1500 充气围油栏、用于非开阔水域的 WGV-900 围油栏、用于岸线防护的 WGV-600 围油栏、用于岸滩围护的 WQV750T 围油栏，以及 WGJ900H 防火围油栏，详见表 5-1。

表 5-1 本公司围油栏汇总表

序号	名称	型号	采购数量	厂家名称	主要技术参数
1	开阔水域围油栏	WGV-1500	1200 米	湖州富朗	主要用于开阔水域,耐最大波高 3m,耐最大风速 20m/s,耐最大流速 3Knot.
2	非开阔水域围油栏	WGV-900	2660 米	湖州富朗	主要用于非开阔水域,耐最大波高 1.8m,耐最大风速 15m/s,耐最大流速 2Knot.
3	岸线防护围油栏	WGV-600	3400 米	湖州富朗	主要用于非开阔水域,耐最大波高 0.5m,耐最大风速 8m/s,耐最大流速 1Knot.
4	岸滩围油栏	WQV750T	600 米	青岛华海	主要防止溢油在岸滩和陆地上外溢，可用于应急性布放。总抗拉强度 30kn.
5	充气式围油栏	WQJ1500	1200 米	青岛华海	适用于大型油码头及作业频繁需长期固定布栏的水域。抗风速 20m/s，耐潮流 3-4kn,耐波高 3m.
6	防火围油栏	FW900（WGJ900H）	400 米	青岛华海	适用于溢油燃烧处理，拦截防止水面溢油和流淌火，可抵挡已有燃烧的表面温度和应力，减小火灾.抗风速 15m/s,抗流速 2knot,抗波高 1m。



图 5-1 开阔水域围油栏



图 5-2 非开阔水域围油栏



图 5-3 岸线防护围油栏



图 5-4 岸滩围油栏



图 5-5 充气式围油栏



图 5-6 防火围油栏

5.1.2 各种环境对围油栏的性能要求

在 GB/T 34621-2017《围油栏》中，将使用围油栏的水域划分为平静水域、平静急流水域、遮蔽水域和开阔水域四种类型。平静水域是指波高在 0～0.3m，水流速度在 0.4m/s 以下的水域。平静急流水域是指波高在 0～0.3m，水流速度在 0.4m/s 或以上的水域。遮蔽水域是指波高在 0～1m 的水域。开阔水域是指波高在 0～2m 或 2m 以上的水域。由于水域环境不同，对围油栏的性能要求也不同，任何一种围油栏都不可能适用各种水域环境。不同水域环境对围油栏的性能要求见表 5-2。实际作业中，本公司将根据水域环境选择适当的围油栏使用。

表 5-2 不同水域对围油栏的性能要求

	小于 0.3m 波高的平静水面湖泊港湾	**有潮流的河流水面**	**波高小于 1.5m 的遮蔽水域近岸水域**	**波高大于 1.0m 的开阔水域**
干舷	0.2～0.5 m	0.3～0.5 m	0.4～0.6 m	0.5～1.O m
吃水	0.2～0.5 m	0.3～0.7 m	0.4～0.8 m	0.6～1.5 m
浮力重量比	3：1～10：1	3：1～10：1	5：1～12：1	8：1～15：1
总张力强度	不小于 10 kn	不小于 30 kn	不小于 50 kn	不小于 150 kn

5.1.3 选用围油栏的一般原则

围油栏的选用，本公司首先考虑水域环境对围油栏的性能要求和围油栏的基本性能参数，然后考虑现场环境和围油栏的操作性能。

（1）水域环境有下列几种情况：

- 浪高为 0.3m 的平静水面（湖泊、港口等）
- 有水流的平静水面（江、河等）
- 波浪高于 1.0m 的遮蔽水域
- 波浪高于 1.0m 的开阔水域

（2）围油栏的性能参数包括：

- 干舷
- 吃水
- 浮重比
- 总拉力强度

（3）围油栏的操作性能包括：

- 围油栏的耐用性
- 易布放
- 具有良好的随波性
- 布放速度快
- 较好的岸线密封性
- 容易维护保养
- 便于储存以及适用性

在考虑上述因素的同时，根据布放的目的，按照围控、导流、保护目的来选用围油栏。本公司围油栏总体可分为固体浮子型和充气型，围油栏选用可参考表 5-3。

表 5-3 围油栏选用指南

符号说明：1.好；2.中等；3.差		**围油栏型号**	
		固体浮子型	**充气型**
环境状况	近海、Hs>3ft、V<lkn	2	1
	港口、Hs>3ft、V<lkn	1	1
	平静水、Hs>3ft、V<0.5kn	1	1
	高流速、V>lkn	2	2
	浅水水深<1m	1	2
性能特征	在有粗糙物体情况下使用	1	2
	富余浮力	2	1
	随波性	2	1
	强度	2	1
操作特性	易搬运	2	2
	易清洗	1	1
	可压缩性	3	1

5.1.4 围油栏的选用

（1）开阔水域围油栏的选用

在开阔水域选择围油栏，应主要考虑下列因素：

- 围油栏的强度：所选择围油栏强度应能够承受波浪和潮流产生的作用力；
- 容易布放：所选择的围油栏应能够非常方便地从船舶上布放到水面，并形成理想的形状；

- 存储空间：在发生溢油时，经常使用船舶将围油栏运到溢油现场进行布放，应考虑船舶甲板是否具有足够的空间。
- 浮重比：经验表明，浮重比应在 8：1 以上。
- 干舷和吃水：干舷和吃水的尺寸应由使用水域的波高和潮流情况而定。

根据上述因素，在开阔水域，本公司选用充气式帘式围油栏。

（2）近岸水域围油栏的选用

在近岸水域布放围油栏的目的一般是为了导流溢油，需要广泛或永久的布放，应选用固体浮子式围油栏或充气式围油栏。

（3）码头水域围油栏的选用

用于保护码头水域的围油栏，首先要考虑的是容易快速布放。充气式围油栏适用于这一用途。如果码头水域流急，则应选择固体浮子式围油栏。如果在波浪大的泊位布放固定式或半固定式围油栏，应选择强度大和浮重比高的围油栏。

5.1.5 围油栏的布放形式

围油栏对溢油的围控、导流和防范作用，要通过适当的布放形式来实现。按照不同的水域类型，围油栏的布放形式分为三种情况，即开阔水域的布放形式和近岸、河流的布放形式。

（1）开阔水域围油栏的布放形式

在开阔水域布放围油栏，其形式主要取决于布放围油栏的目的和参与布放围油栏的船舶数量。本公司围控布放形式有两船布放和三船布放。

1）两船布放式

两船布放围油栏通常以 J 形布放，也称作 J 形拖带，见图 5-7。

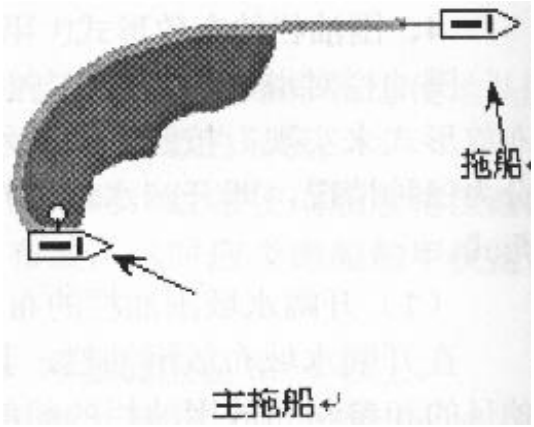


图 5-7 两船 J 形布放围油栏

J 形布放形式需要两艘船，一艘作为主拖船，用于存放围油栏和回收设备；一艘作为拖船，拖带围油栏：围油栏的长度需要 200-400 m。从主拖船至 J 形底部之间围油栏的长度为 20-40 m，收油机放置在 J 形底部。围油栏要紧靠在主拖船的一侧（10-20 m），便于操作收油机。

为了获得并保持理想的围油栏底部形状，经常采用绳子连接在围油栏和船舶之间，并可以通过绳子调整围油栏的形状。

两船布放形式用于溢油导向作用时，围油栏的长度一般为 100-400 m。如果围油栏过长，辅助船舶难以保持理想的位置，作业效能就会下降。

3）三船布放形式

使用三艘船舶进行布放，围控形状通常为 U 形（见图 5-8）或开口 U 形围控（见图 5-9）。

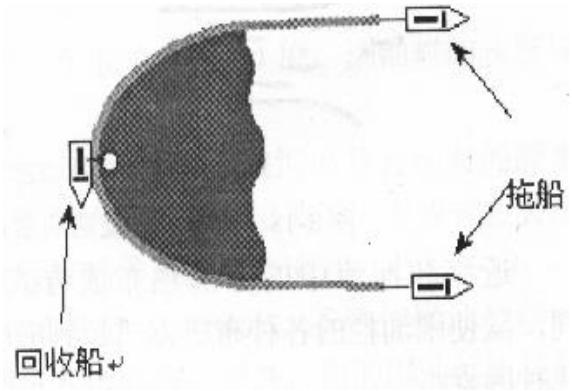


图 5-8 三船 U 型布放围油栏

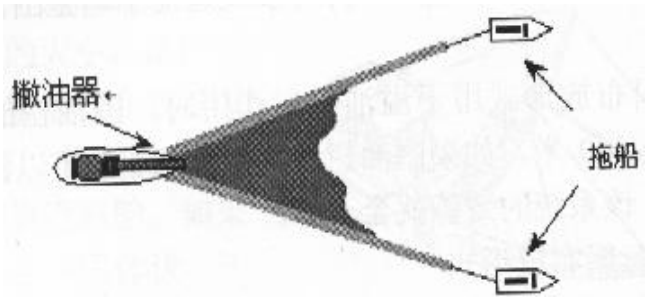


图 5-9 三船开口 U 形布放围油栏

U 形围控是用两艘船舶并行拖带围油栏而成，围油栏的长度一般需要 600m。与 J 形拖带相比，两艘船舶并行更容易保持正确的位置，第三艘船舶应置于 U 形的底部外侧，操作收油机。由于需要储存大量的回收油，因此，该船应有较大的舱容，避免经常更换回收船舶。

开口的 U 形围控是由 U 形围控进一步发展而成的，两段围油栏在开口处分别向两侧伸展 3-10 m，形成一个漏斗，利用绳索调整 U-形底部，使其开口宽度为 5-10 m，以减少湍流对浮油的影响。该形式能够控制溢油的流动，使回收工作更加容易，然后利用单侧围扫或双侧围扫进行回收。

（2）近岸围油栏的布放形式

近岸水域围油栏的布放形式取决于布放目的。如果用于围控，应采用岸滩围油栏与其他围油栏连接的形式；如果用于导流，应采用多层围油栏重叠布放形式。

近岸围油栏布放方式与开阔水域有所不同，欲使围油栏的各布放方式起到应有作用，应考虑下面几种因素：

1）所保护的水域环境情况，特别是布放水域的流向和流速，以便决定正确的布放角度。经验证明，在相对围油栏垂直方向的流速超过 0.7 kn 时，溢油将从围油栏下面逃逸，围控围油栏达不到围控溢油的目的。因此，在急流的沿海水域，布放围油栏应与流向有一定角度，以减小溢油相对围油栏的运动速度。流速越大，围油栏相对流速的夹角应越小。

2）考虑当地水域的潮差和水深。在近岸、浅水区布放围油栏应考虑当地水域的潮差和水深是否满足围油栏的吃水要求，水深至少应是围油栏吃水的 3 倍深度。否则，围油栏将会失去作用。为防止溢油对河岸和潮间带的污染，应考虑使用岸滩式围油栏。

5.1.6 围油栏的布放

根据围油栏的种类和使用区域，本公司布放围油栏的方法主要有从船舶上布放和从岸上布放两种。

（1）从船舶上布放

本公司的“海安清 1”和“海安清 2”两艘溢油应急处置船，以及 8 条辅助船舶中的 6 条具有围油栏布放功能，详见表 5-4。

表 5-4 本公司可用于围油栏布放的船舶情况表

编号	船 名	船长度（m）	满载吃水（m）	舱容（m³）	最高航速	最低航速	功能/作用
1	海安清 1	46.5	2.95	554.7	12 节	2 节	溢油应急处置船
2	海安清 2	46.5	2.95	554.7	12 节	2 节	溢油应急处置船
3	海安清 5	49.22	3.20	488	11.2 节	2 节	溢油应急辅助船
4	海安清 6	27.70	1.60	63	10 节	2 节	围油栏布控及污染物处置船
5	海安清 8	27.36	1.80	71	10 节	2 节	围油栏布控及污染物处置船
6	海安清 7	22.9	1.30	20	12 节	2 节	吸附材料布放和回收船、辅助布放围油栏
7	海安清 9	22.9	1.30	20	12 节	2 节	吸附材料布放和回收船、辅助布放围油栏
8	海安清 10	19.90	1.40	10	10 节	2 节	应急人员、物资运输
9	浙舟海源 98	17.78	1.20	0	10 节	2 节	围油栏布放拖带船
10	海安清 11	22.50	1.60	46	10 节	2 节	围油栏布控及污染物处置船

从船舶上布放时，围油栏存放并固定在船舶甲板上。使用船舶布放围油栏应遵循下列几个步骤：

1）拖带船舶的选择。布放围油栏时，正确选择拖带船舶，也是实现有效围控的关键。拖带船的选择，一般可按每 200（牛顿）拖带力相当于船内发动机 1 个标注额定马力来计算。例如单船拖带具有 20000（牛顿）阻力的围油栏，必须选用一艘具有 100 马力以上的拖带船。如采用双船进行 U 形拖带具有 40000（牛顿）阻力的围油栏，必须选用两艘都具有 1000 马力以上的拖带船。

2）布放方案的确定。主拖船负责围油栏的具体布放和操作，其它辅助船服从主拖船的统一指挥。主、辅助拖船上的作业人员一定要事先确定，具有布放围油栏的实践经验和操作能力，并保持通讯畅通。

3）布放前的准备。将围油栏等相关设备系固在船舶的甲板上，如果布放船甲板上没有围油栏加固点，应设置加固设备，以防围油栏操作过程中被意外拖进水中。

使用栅栏式围油栏和固体浮子式围油栏，围油栏储存装置可以放在船舶尾部。

使用充气式围油栏，其储存装置和船尾之间通常需要较大的甲板空间，便于布放操作。所需甲板空间取决于围油栏单个气室的长度，通常为 5-6 m。

最后将拖带设备与围油栏本体系牢，布放带有配重链的围油栏时，应将拖带设备与配重链连接，在布放前一定要检查这种连接。

4）布放作业。在开始布放围油栏过程中，布放船应慢速航行。待围油栏放出 10 至 20 m 后，再稍微加大船速，通过水对围油栏的阻力作用将剩余的围油栏拖出。在不围油的情况下，围油栏的直线拖带速度，一般为 5 kn 左右，破断拉力强的围油栏直线拖带速度可达 7-8 kn，但不超过 10 kn，曲线拖带速度为 3-4 kn，U 形拖带速度小于 2 kn。拖带时，应防止将围油栏和拖带设备缠入螺旋桨内。

布放可不需要辅助船，使用辅助船舶可以使布放操作更加容易和安全。使用辅助船舶时，两船应保持通讯联系，以避免发生事故。

如果布放固体浮子式围油栏，不需要做任何其它操作，可以立即布放。

当甲板上储有多个围油栏，应放在船舶的一侧，以便于围油栏间的相互连接；布放时先从船舶尾部的围油栏开始，然后布放紧连在一起的围油栏。

如果布放充气式围油栏，要使用充气机充气，绞车应慢速转动。当围油栏布放到最后几节时，应谨慎操作，避免围油栏船上的一端落入水中。

围油栏的拖绳一定要事先与船舶甲板连接牢固。当布放围油栏最后一节时，先布放自由漂浮的拖绳，然后将围油栏的拖绳系固在缆桩上或类似物体上，并系牢在辅助拖船上。这时布放成型的围油栏便可开始围控作业。

（2）从岸上布放

从岸上布放围油栏与从船舶上布放围油栏相比更为复杂，事先选择好布放围油栏的地点，利用船舶将围油栏逆流从岸上拖入水中，并围控成需要的形状。

布放围油栏的程序基本与从船舶布放围油栏的程序相同，不同的是需要一艘辅助船舶。岸线上有一人进行指挥并与船舶保持联系。

当围油栏的一端固定在岸上时，辅助船舶拖带围油栏并保持围油栏处于正确的位置。在流速非常急（3-6 kn）的近岸区域，布放 200 m 的围油栏需要动力大的船舶来保持围油栏的正确位置。

在具有潮汐变化大的码头区域，还应考虑潮差。

5.1.7 围油栏用锚

在围油栏的各种布放形式中，由于风、流等诸多因素的影响，围油栏很难保持预定的形状，实现围控溢油的作用。考虑到用船舶保持围油栏的布放形状费用很高，本公司使用锚固定围油栏。因此，在围控比较固定的溢油源情况下，用锚来保持围油栏的围控形状。本公司与围油栏配套的锚共有 40 个，另有浮球、锚绳等配件，详见表 5-5。

表 5-5 本公司围油栏配套的锚情况表

序号	备件名称	数量	备注
1	锚 25kg	40 个	
2	锚 50kg	10 个	
3	锚 70kg	20 个	
4	浮球	90 个	
5	锚链	180m	2m/根



图 5-10　50kg 锚



图 5-11　70kg 锚



图 5-12　锚链



图 5-13　浮球

用锚时，首先掌握海底结构（沙、石或岩石）、流向、流速和水深等有关情况，以保证锚的效用和安全。锚的使用有两种情况：

（1）如果围油栏布放水域的流向为单向，锚必须放在围油栏面向流向的一侧；

（2）如果流向变化，如潮间带，围油栏两侧都要设锚。多数围油栏都有挂锚座或可供连接锚的围油栏接头。

锚的使用数量和大小取决于作用在围油栏上的力（风、流、波浪）、流向、围油栏的长度、船舶大小等因素。一般情况下，浮子式围油栏（高度为 1.2 m 左右）40-80 m 抛一个或两个锚，充气式围油栏（高度为 2 m）100 m 可以抛 2-4 个锚。

按照 JT/T465-2001《围油栏》对围油栏用锚的要求，使用人工投放和回收锚，其单锚重量不宜超过 150 kg。锚的类型可以是大抓力锚、渔具锚或燕尾锚、海军锚、丹福斯锚、四爪锚、单臂锚，通常使用 20-100 kg 的有提升装置的锚。

锚的抓力主要取决于锚杆与海底的角度，最适宜的角度为 0 度，如果锚杆被提起超过 10%，锚的抓力明显减少。用锚链与锚杆连接可以减少锚杆的移动，同样，使用系锚球可以防止锚杆被提起。系锚球能够在围油栏与锚绳之间形成一定角度，这个角度能够减少围油栏系统移动对锚系统造成的影响，如图 5-14 所示。

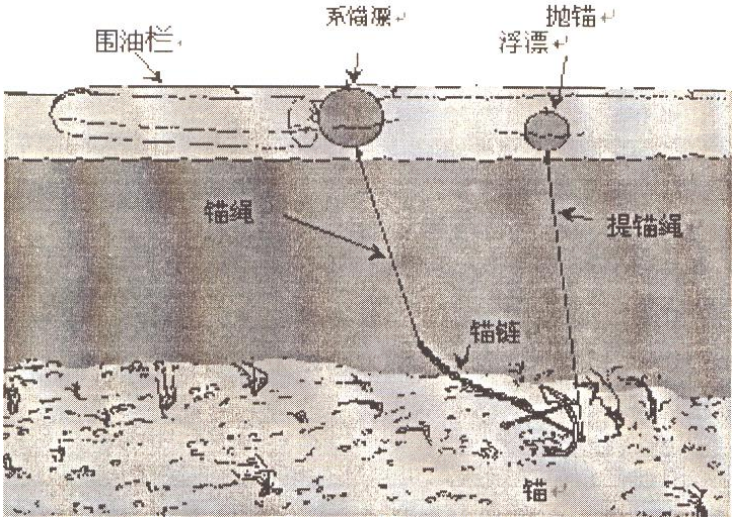


图 5-14 围油栏用锚的布放形式

为防止因波浪作用将锚提起，连接锚和系锚球的绳子长度至少应是水深的 3 倍，不同海况下的锚绳长度：

- 一般海况，锚绳长度是水深的 5 倍；
- 平静水域，锚绳长度是水深的 3 倍；
- 恶劣海况下，锚绳长度是水深的 7 倍。

系锚球的大小由锚的重量决定，通常系锚球的体积为 60 至 250 L。从安全角度考虑，为防止回收锚时间过长而影响围油栏的快速移动，通常在系锚球与围油栏之间使用快速释放装置，如卸扣。

在锚的使用过程中，有可能出现锚绳断开或被卡住的情况。为了便于回收锚，通常用抛锚浮子标示锚的位置；当锚被卡住时，借助抛锚浮子通过提锚绳从相反方向回收锚。锚与抛锚浮子之间的绳子长度应至少是水深的 2 倍。

5.1.8 围油栏失效

本公司依照应急领导小组的决策，迅速到达围控点采取围控行动，并密切关注围控的有效性。

围控失效主要表现为：携带逃逸、泄漏、飞溅、围油栏倾倒、围油栏沉没、围油栏结构损坏等。

一旦发生围控失效，现场作业小组马上报告应急领导小组，填报围控失效报告信息表（见附表 2），同时分析、查找围控失效原因。由应急小组决定如何采取进一步的措施。现场围控小组和应急领导组之间，要保持通信、交流合作，为进一步围控的有效性提供重要依据。

5.2 海上回收和溢油清除方案

5.2.1 机械清除海上溢油

5.2.1.1 本公司收油机配备情况

本公司机械清除海上溢油的设备主要为收油机，包括转盘式收油机 2 台和动态斜面收油机 2 台，刷式收油机 1 台，详见表 5-6。

表 5-6 本公司收油机情况表

序号	名称	型号	数量	生产厂家	性能
1	转盘式收油机	ZSJ50	2 台	青岛华海	可回收燃油、润滑油、原油、植物油等流动油，回收率高，收回油中游离水含量低，收油机吃浅水，具有良好的乘波型，重量轻，易调动。溢油回收能力 50m³/h。
2	动态斜面收油机	DXS150	2 台	青岛华海	适用于任何黏度的溢油回收。最大溢油回收率 150m³/h，有效溢油回收速度 1-3 节，溢油回收效率接近 99%，彻底性效率 74~94%
3	刷式收油机	ZS-180	1 台	青岛华海	适用于任何黏度的溢油回收。最大溢油回收率 180m³/h，有效溢油回收速度 1-3 节，溢油回收效率接近 99%，彻底性效率 74~94%

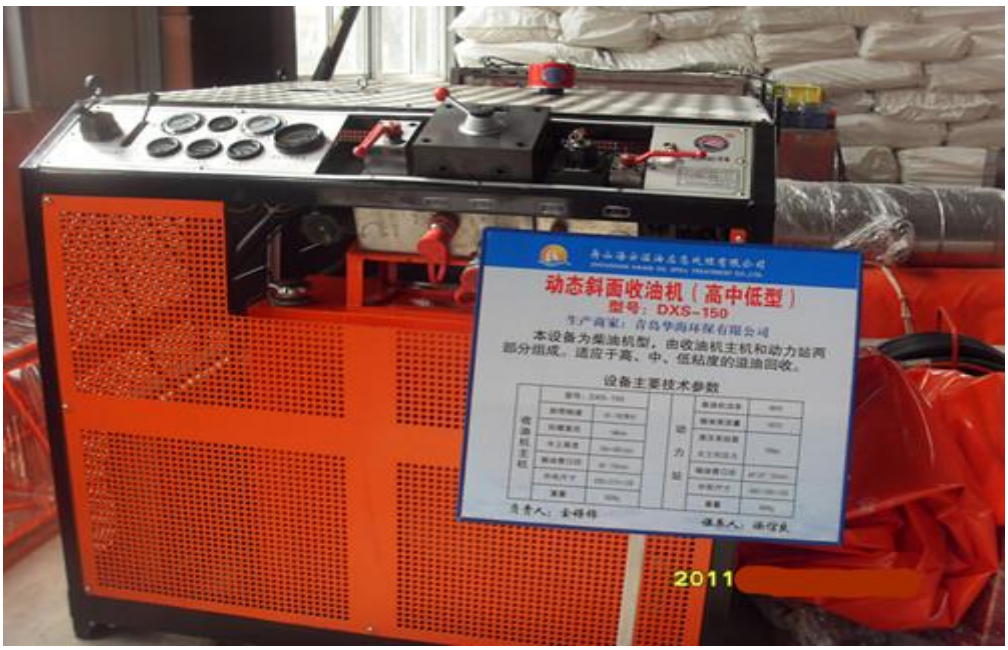


图 5-15 动态斜面收油机 DXS—150

5.2.1.2 溢油回收设备的选用

选用回收设备首先要考虑水域环境，然后再考虑溢油种类。水域可分为开阔水域、浅水水域和沼泽水域三类。

（1）开阔水域溢油回收设备的选用

用于开阔水域的溢油回收设备应具有较好的随波性，便于在船舶等工作平台上操作，以调整溢油回收设备的位置。在开阔水域，本公司选择 DXS150 动态斜面式收油机进行机械回收作业。收油机 2～3 小时的回收容量为 400～600m^3，应配套舱容在 400 m^3 以上的溢油应急处置船，如“海安清 1”、“海安清 2”两艘溢油应急处置船。

（2）浅水区域溢油回收设备的选用

浅水区域是指近岸、港口、湖泊或河流等水域。用于浅水区域的溢油回收设备应结构简单、操作便利，大型的回收设备是不适用的。选用原则：收油机的尺寸小、吃水浅，结构简单、操作方便，对浅水中的沉积物如沙子、泥沙、淤泥、石头不敏感，适应一定的水流速等布放容易。但是，相对开阔水域的溢油回收设备，回收效率较低。

本公司在浅水区域选用 ZSJ50 转盘式收油机。

（3）岸上溢油回收设备的选用

处理岸滩上的溢油，应利用岸滩的高度差（斜面）；最好的办法是在斜坡的底部挖坑，将溢油导入坑中，再回收溢油，必要时可租用挖掘机或铲斗挖去上层土或沙。为了

避免溢油进一步扩散，铺设吸油式围油栏围控溢油，如果溢油不是新鲜的（固化），就要考虑使用高压清洁装置。

处理沼泽、湿地或泻湖等浅水区域的溢油，采用吸油式围油栏将溢油引导流向收油机，利用 ZSJ50 盘式收油机回收溢油。选择溢油回收设备应考虑设备对环境的影响，重的设备可能破坏某些敏感区域，如沼泽或浅水区域，就应避免使用机械式收油机。

在溢油应急行动中，不论溢油种类和发生地点，溢油吸附材料都应经常使用。

各种收油机适用的水域、油类以及特点，见表 5-7 与 5-8。

表 5-7 收油机适用区域、油类情况表

	盘式	动态斜面式	收油网
开阔水域	√	√	√
浅水水域	√	√	√
高粘度油		√	√
低粘度油	√	√	
中粘度油	√	√	

（注：表中“√”为适合。）

表 5-8 收油机特点一览表

性　能	盘　式	动态斜面式	收油网
回收效率	高	高	高
行进速度	0	0-5 节	1 节
油敏感度	中	低	高
垃圾敏感度	中	低	低
油层敏感度	高	低	高
适波性	中	高	低
操作简易度	中	高	低
维护简易	中	高	中
布放简单程度	中	中	中
耐用性	中	高	低
储存简易程度	高	中	低

5.2.1.3 海上溢油的机械清除方案

（1）有围油栏配合的机械清除海上溢油

机械清除海上溢油采用由围油栏和收油机等组合的收油系统，也可用吸油材料和溢油回收船。本节对围油栏和收油机组合的扫油系统的技术方案，将作业时所用船数分为单船、二船和三船扫油作业方案。

● 单船收油系统

在单船的一侧用刚性支架和绳索固定围油栏，并在围油栏靠船一端放置一台与船上动力源相连的收油机，聚集在靠船一端围油栏内的油通过收油机被泵入船上储油舱。如图 5-16。

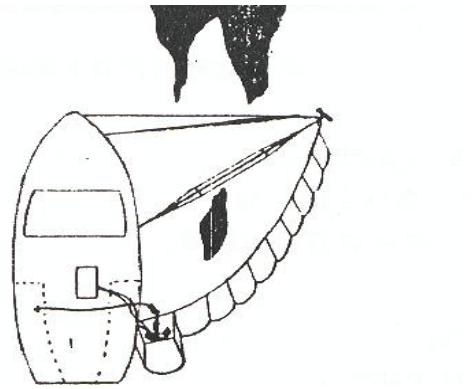


图 5-16 单船收油系统

单船收油系统主要考虑使用本公司的两艘溢油应急处置船，如“海安清 1”和“海安清 2”轮应急处置船。

● 二船收油系统

由二艘船和一个专用围油栏和收油机组成。围油栏由二艘船拖曳成"J”形，油被置于围油栏顶端的收油机回收，并泵入靠近收油机一边的船上的储油舱中，见图 5-17。

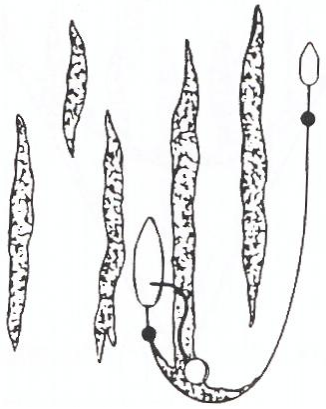


图 5-17 二船拖曳围油栏布设为"J”形，其中一船布放收油机

另一种二船收油系统为单船收油系统再另加一小船，小船与单船收油系统通过一截较短的围油栏相连并拉紧，二船按下图 5-18 排列，以增加围油率。



图 5-18 单船收油系统另加一船拖曳围油栏，以增加围油率

二船收油系统主要考虑本公司带有收油功能的溢油应急处置船与其中一条具备围油栏拖带能力的辅助船配合作业。

● **三船收油系统**

由三艘船、围油栏和收油机组成，主要考虑本公司带有收油功能的溢油应急处置船与两艘具备围油栏拖带能力的辅助船配合作业。三船收油系统可按下列三种方式布设：

①二艘船将围油栏拖曳成"V"形，油被置于"V"形围油栏顶端的收油机回收，并被泵入第三艘船上储油舱中。见图 5-19。

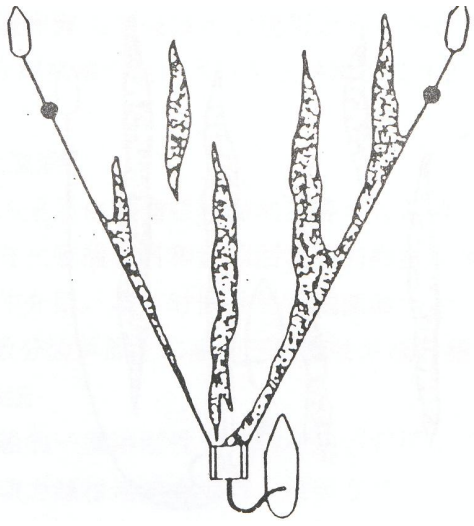


图 5-19 二船拖曳围油栏成"V"形，收油机设置在"V"形顶端，油被转移到第三艘船上

②二艘船将围油栏拖曳成"U"形，油被聚集在围油栏顶端，通过收油机软管和泵，被泵至第三艘船上储油舱或油囊中。见图 5-20。

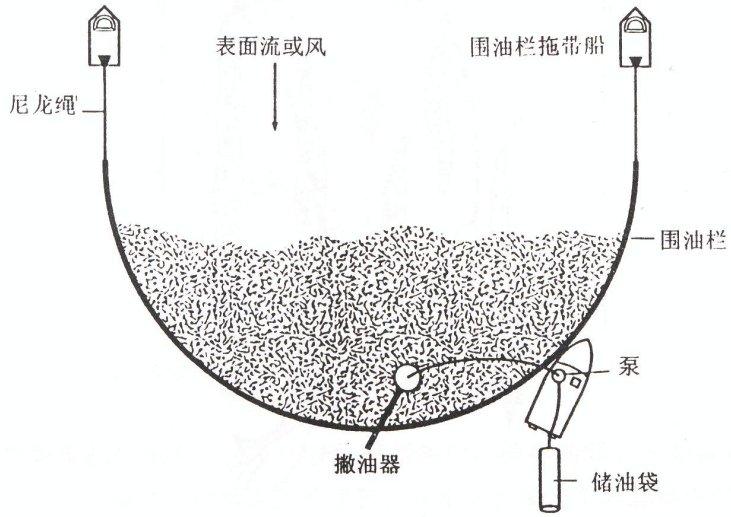


图 5-20 二船拖曳围油栏成"U"形

③二艘船以 1-2 节航速将围油栏拖曳成“U”形，油被聚集在围油栏顶端，并允许油在围油栏"U"形顶端逃逸。逃逸的油用单船扫油系统回收。见图 5-21。在这种情况下，使用 DIP 式收油机，它能够在围油栏失效情况下，工作良好。

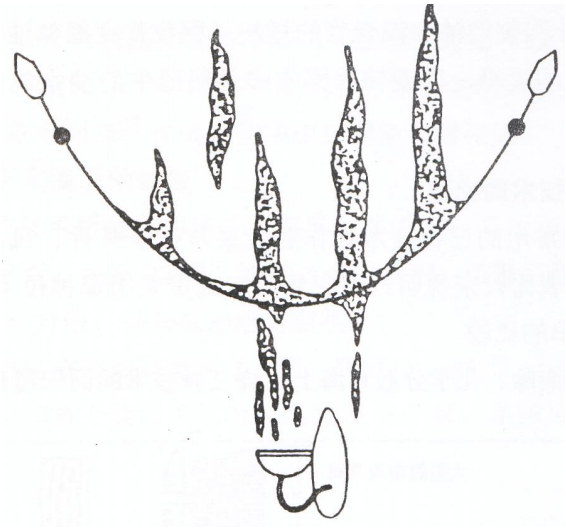


图 5-21 二船拖曳围油栏成"U"形，逃逸的油用单船收油系统回收

（2）收油系统作业时注意事项

◆波高、风浪以及流速将限制收油系统的性能，有一些收油机有可能失效，此时使用抗风浪、抗水流性能良好的 DIP 式收油机。

◆在多船作业时需要在 1-2 节航速下联合操作，几艘船和围油栏拖曳的协调非常困难的，本公司将选择优秀的船员和操作人员进行，并注重日常训练。

◆为了以最快的速度与油膜会合，二艘船拖曳围油栏的适宜长度为 400 m 至 600 m。拖曳时防止在高速拖曳时，围油栏被扭成螺旋状。为避免被拖曳的围油栏突然受力，围油栏与拖曳船之间的绳索必须有足够的长度，60 m 或更长些适合于拖曳 400 m 围油栏。在低速拖曳时，围油栏的最佳拖曳点需要根据风向和拖曳方向来改变。

◆当拖曳"U"形围油栏时，围油栏的节数一般取为奇数，以避免围油栏每节之间的连接处处于"U"形的顶端，使油从围油栏的连接处逃逸。布栏成形后，以低速（小于 0.5 m/s）在海上拖曳，油膜可缓慢地聚集在拖曳的围油栏中，聚集的油可用收油机回收。

◆围油栏的围拦效果可以通过眼睛观察"U"形或"V"形顶端来判断。如果观察到有油滴在围油栏后部上升，说明有油从围油栏下部逸出。若在围油栏后部出现漩涡则说明围油栏拖曳太快。但是即使围油栏发挥的性能很好，其后也会出现带光泽的油膜。

◆在实际作业时，从拖带船的船舱中是看不到油膜的，也看不到围油栏的顶端。因此需要有电台进行通讯的船舶来指挥拖带船的行动，从而可有效地围栏和聚集漂浮的油膜。

◆如果预计回收的油水混合物的量超过回收作业船储油舱的容量时，则需另外配备船舶或油囊等，以便转移回收作业船舱中的油水混合物，并输送至近岸设施。选择回收效率最高的动态斜面收油机，可以节省溢油现场宝贵的储油空间。

5.2.2 溢油分散剂使用

5.2.2.1 本公司溢油分散剂的配备情况

本公司配有常规性溢油分散剂 17.35 吨，生物降解消油剂 1.235 吨，具体见表 5-9。

表 5-9 本公司溢油分散剂配备情况表

序号	名　称	型　号	数量	厂家名称	主要技术参数
1	消油剂（常规型）	MD-99 FK3	17.35 吨	大连英达富肯	外观：清澈、透明、不分层，PH：7-7.5，燃点＞70℃黏度，50mm²/s，生物降解率＞30%
2	生物降解消油剂	WP	1.235 吨	北京威业	外观：棕黄色、透明、不分层，PH：7.0，燃点：108℃，黏度：9㎜²/s，生物降解率;52%。



图 5-22 消油剂（大连英达）

5.2.2.2 分散效率影响因素及使用比率

（1）影响分散效能的因素

◆油的粘度和倾点

分散剂不适用高粘性的油。油的粘度越低，分散效能越高，如果油的粘度很大，分散剂就会失效。一般情况下，油的动力粘度低于 2000 厘泊时，分散剂的分散效能较高。一旦油的粘度超过了 2000 厘泊，分散剂的分散效能降低。当油的粘度达到 5000～10000 厘泊时，分散剂基本失去作用。

油的倾点也影响分散剂的分散效能。当油的倾点大于或接近于环境温度时，分散剂的分散效能较低。一般情况下，油的倾点低于环境温度 5℃左右，可以使用分散剂。

◆油的风化程度

溢油经过一定时间后，会蒸发、乳化，致使粘度增大，形成“油包水”型乳化物，使分散剂对其失去了分散作用。即使是粘度和倾点较低的油，在溢出两天之后使用分散剂，分散效能也会下降，甚至难以分散。

◆盐度及温度

大多数分散剂在海水中的分散效能比在淡水中好，并且水温越高，分散作用越好，原因是温度升高，则油的粘度降低。

◆分散剂本身的特性

由于分散剂的组成不完全相同，所用的溶剂也不同，因此对溢油的分散能力也不同。如常规型分散剂更适用于高粘度油，这是因为常规型分散剂的溶剂是烃类化合物，对油有着较好的溶解性，使分散剂容易渗入油层中。

◆混合搅拌

搅拌可以使分散剂与油充分混合，以利于分散剂的溶剂进入油层中。当海况较差时，会增强分散剂的分散效果。如果在平静海面喷洒分散剂，应人为地加以搅拌。

（2）分散剂的使用比率

分散剂/油的使用比率在 1/100～1/10 之间，视油的类型、油膜厚度而定。相同规模的溢油，比重大、粘度高、倾点高、油层厚，分散剂的使用比率大；同一规模、同一类型的溢油，油膜越厚，分散剂中的表面活性剂越不容易进入油层，分散剂的使用比率越大。因此，通常对厚油层进行回收之后，对海面的漂浮油膜使用分散剂进行处理，这样，表面活性剂容易进入油层，使分散剂保持正常的使用比率。

常规型分散剂溶解溢油能力强，处理高粘度油及风化油的效果好，使用时应直接喷洒，但喷洒后要搅拌。该类分散剂使用前不能用水稀释，使用比率（分散剂/油）在 1：1 至 1：3 之间为宜。

5.2.2.3 分散剂的使用管理

使用分散剂处理海面溢油只是改变油在海水中的存在形态，不改变溢油的化学性质，并且使用不当还会造成水体的二次污染，溢油分散剂的使用，应符合法律法规和使用准则的要求。

（1）《中华人民共和国海洋环境保护法》第七十条（三）规定：船舶、码头、设施使用化学分散剂应事先按照有关规定报经有关部门批准或者核准。

（2）《中华人民共和国防止船舶污染海域管理条例》第十一条规定：船舶在发生油污事故或违章排油后，不得擅自使用化学消油剂。如必需使用时，应事先用电话或书面向港务监督申请，说明消油剂的牌号、计划用量和使用地点，经批准后，方可使用。

（3）GB18188.1-2021《溢油分散剂 使用准则》规定了溢油分散剂的使用原则和限制使用原则。

A.在下述情况下可以考虑使用溢油分散剂处理水面漂浮油或事故溢油：

- 水面漂浮油或事故溢油可能向海岸、水产养殖地以及其他对溢油敏感的水域移动，威胁着商业、环境或舒适性的利益，并且在到达上述敏感区域之前既不能通过自然蒸发或者风、浪、流的作用而自行消散，也不能用物理方法围堵或回收处理；
- 对于物理的机械的方法难于处理的溢油，采用溢油分散剂促使其向水体分散所造成的总的损害比把油留在水面上不处理的损害小；
- 溢油发生在水深大于 20m 的非港区水域，可以先使用，然后向主管部门报告；
- 水面漂浮油或事故溢油的类型及水温适合于化学分散（一般来说，水温需高于拟处理油的倾点 5℃以上），气象、海况等环境条件宜于分散油扩散；
- 在已经发生或可能发生油火灾、爆炸等危及人命或设施安全的不可抗拒情况下。

B.下述情况不宜使用溢油分散剂但发生或可能发生危及人命或设施安全的不可抗拒的情况除外：

- 溢油为汽油、煤油等易挥发的轻质油，或呈现彩虹特征的薄油膜；
- 溢油为高蜡含量、高倾点的难于化学分散的油；
- 溢油在环境水温下不呈流态或经过几天风蚀后形成具有清晰边缘的油包水乳化物的厚碎片；
- 溢油发生在封闭的浅水区或平静的水域；
- 溢油发生在淡水水源或对水产资源有重大影响的区域。

5.2.2.4 分散剂使用及限制

使用分散剂处理海面溢油具有许多优点，在分散剂使用过程中，应注意允许使用分散剂的区域、使用量以及其它应考虑问题和使用比率。

（1）不同水域对分散剂的使用

不同水域对分散剂的使用要求也不同，根据水域的水深、水体交换能力以及海洋生物等情况将使用分散剂的水域分成三种情况，见表 5-10。

表 5-10 使用或不使用分散剂的建议

水域或敏感区	建议
开阔的海洋，水深在 20 m 以上	A．可以使用分散剂，并且可能是较好的方法
封闭的海湾和海港； 与不稳定的潮间带的相临水域； 与海滨相临的水域； 近岸沙滩、卵石、沙砾区	B．使用分散剂是减轻溢油的一种可行的方法，但有水体交换能力和水深的限制：还可以优先采用其它方法，有时可以几种方法同时使用。
沼泽地 红树林 鸟和海洋哺乳动物的栖息地 盐滩 海草床 潮间带海草床 掩蔽的岩石性潮间带 掩蔽的卵石海滩 卵石　　流砂	C．原则上不宜使用或避免使用分散剂。 但在某些情况下允许使用，如在那里使用分散剂可被潮和流充分地冲洗，为了避免油对环境的长期影响，使用分散剂可能被批准。 D．如果溢油的威胁对一处或几处敏感区有长期的影响时，可以考虑使用分散剂。

a）允许使用分散剂。当被分散的油能均匀地混合进入水体，并能发生大范围的混合稀释，使得分散油的浓度很低，对该水域的任何生物都不会造成影响，这种水域对分散剂的使用可不作任何限制，使用量根据油量确定。如水深在 20 m 以上的开阔海洋属于这一类。

b）允许使用分散剂，但使用时间受限或使用量受限。像封闭的海湾和港湾，如这类水域具有较强的水体交换能力，一天内可以交换 90％以上，就允许使用。在使用时还要考虑季节、水深和潮汐特点，如在敏感生物产卵季节就要限制使用或限量使用。

c）通常情况下不允许使用分散剂，如敏感岸线不宜使用分散剂。但当油的影响周期很长的话，也可以考虑使用。

（2）分散剂的用量

对水深不到 20 m 的水域，在海洋生态可接受的情况下，分散剂的允许用量应根据水深来确定。允许用量应以水域的各个水层（从表层到底层）均匀混合的油分散剂的混合浓度不超过 10ppm 的计算。使用量见表 5-11。

表 5-11 分散剂在不同水深水域的使用量

水域的水深（m）	<1	1～2	2～5	5～10	10～20	>20
分散剂使用量（升/亩）	<3.785	3.785	7.57	18.925	37.8	允许使用分散剂，用量按水面油量定

对某一特定水域，如何判断可否使用分散剂，可以根据表 5-10 提出的建议，按照水域的实际情况先决定能否使用；若允许使用，再参考表 5-11 所提出的建议，根据实际水深和海洋生物的情况确定用量。

5.2.2.5 分散剂的喷洒

分散剂可通过船舶喷洒和人工喷洒。选用何种喷洒方法，主要取决于分散剂的类型、溢油的位置、面积大小以及喷洒分散剂的船舶的有效利用率。本公司配套了船携式的喷洒装置 7 套，便携式喷洒装置 8 套，具体型号和性能见表 5-12。

表 5-12 本公司喷洒装置配备情况表

序号	名　称	型　号	数量	厂家名称	主要技术参数
1	船用喷洒装置	PS140B	7 套	青岛华海	主要用于处理分散各种水域溢油 最大喷洒射程 12m
2	便携式喷洒装置	PS/C40	8 台	华海/富朗	最大流量 2.4 吨/小时



图 5-23 船用喷洒装置



图 5-24 便携式喷洒装置

（1）船舶喷洒

本公司的 2 艘溢油应急处置船具备溢油分散剂的喷洒功能，可独立进行溢油分散剂的船舶喷洒功能。

专用的船舶喷洒装置由耐腐蚀的分散剂储存柜、分散剂泵/水泵、计量表、带有喷嘴的喷管及软管组成。喷洒作业时，船舶可通过船舶的螺旋桨自然搅拌，使分散剂、油、海水充分地混合。

船舶使用专用喷洒装置的优点：

- 通过螺旋桨或其它搅拌装置搅拌被处理的油膜，使分散剂和油得到必要的混合提高分散效果。

- 8-10 m 的喷洒臂实现大面积喷洒，速度快，效率高。
- 既可以喷洒常规型分散剂又可以喷洒浓缩型分散剂。

为了保证水面的最佳搅拌作用，船舶航速应维持在 4-10 海里/小时。

如果喷洒臂装在船艏，则可解决顶艏波浪带来的问题，船舶也能以较高的航速进行喷洒作业。这种方式所需搅拌较小，适应性较大，油的处理能力也较大。此外，顶艏波浪本身还起着搅拌作用。由于大部分船舶干舷高于船艏，因而喷洒臂可以做得更长一些，喷洒宽度可以增加，进而改善潜在的处理能力。

（2）喷洒率

喷洒率的大小取决于溢油类型、油膜厚度以及油的流动状态。控制喷洒率可采用两种方法，即改变泵的速率，或者保持泵的速率而改变船舶的航速。泵排放率计算式如下：

泵排放率（L/min）=0.003×喷洒率（L/ha）×航速（knots）×喷洒宽度（m）

（3）喷洒作业注意事项

- 通常，喷洒次序要从油膜的较厚部分以及油膜的外部边缘开始，不要从中间或油膜较薄的地方开始。
- 如果油膜在近岸海域，最好的作业方式是尽可能与岸线平行作业。
- 船舶顺着风向作业以避免分散剂被吹到甲板上。
- 如果油带为一窄条，与风向垂直，则船舶应在油膜的上风向沿着油带喷洒。鉴于分散剂喷雾受风的影响而横向偏移，船舶只能用下风侧单臂喷洒。
- 分散剂的喷洒作业应尽可能在溢油事故发生后的短时间内进行，因为时间过长，油的风化会造成“乳化”，降低分散效果。

（4）分散剂在岸线的应用

分散剂在岸线的应用要视具体情况具体分析，并没有通用的方法，但对于海滩上的溢油并不是直接喷洒分散剂，而是在海水冲刷之后的较短时间内（30 min）进行喷洒。在有潮汛的岸线应在涨潮前进行喷洒，避免将油带入底层。对于岩石、护岸和其他人造构筑物的清洗，通常要借助于人工刷擦，再用高压水冲洗。

分散剂在岸线应用时应注意的是，对工业的取水口、盐场等敏感区严禁使用。

5.2.3 吸油材料作业方案

吸油材料作为一种补充手段用于控制和回收溢油，通常被用于吸附少量的油膜。主要通过两种形式，一种是利用吸油材料表面粘附溢油，另一种是通过吸油材料吸收溢油。

一般在溢油清除行动的最后阶段使用吸油材料，以清除哪些清污设施无法进出地区的薄油膜。吸油材料同样可用于保护或清除某些环境敏感地区，如产卵区、沼泽地带，而这些地区采用其他清除方法如分散剂会带来损害。

5.2.3.1 本公司吸油材料的配备情况

本公司配备了吸油拖栏、吸油毡和化学吸收剂，详见表 5-13。

表 5-13 本公司吸油材料配备情况

序号	名称	型号	数量	厂家名称	主要技术参数
1	吸油拖栏	XTL-R/220	3348 米	湖州富朗、青岛	吸油能力 22kg/m,最大拖曳能力
2	吸油毡	PP-2	11.02 吨	湖州富朗、青岛	达到执行标准：JT-T560-2004



图 5-25 吸油拖栏



图 5-26 吸油毡

5.2.3.2 吸油材料的类型

吸附材料按其原料属性分为天然吸附材料与合成吸附材料。除了本公司配备的吸油材料外，在溢油应急过程中，可就地取材的天然吸附材料也是重要的应急物资。

（1）天然吸附材料

天然吸附材料主要有稻草、泥煤、锯末、鸡毛、玉米秸、碳灰块、树皮、珍珠岩、蛭石和火山岩等。这些材料容易得到且数量多，吸油能力较好，但有的也吸附水分并会沉入水中，回收起来比较困难。

（2）合成吸附材料

合成吸附材料主要包括聚氨酯、聚乙烯、聚丙烯、尼龙纤维和尿素甲醛泡沫等材料。合成吸附材料具有较高的亲油性和疏水性，吸油量是其自身重量的 10-25 倍，有些合成吸附材料可以重复使用 3-5 次。

常用的合成吸附材料有多种形状，如带状、片状、毯子、垫状，松散的粒状，绑扎成枕头、围油栏形状的，集聚装置（开口网、有孔泡沫-高粘度油）等。根据使用习惯，合成吸附材料可分为吸油毡、吸油栏和吸油颗粒。

通常有必要回收浸油材料，以防止加重溢油造成的不良影响。收油机会被吸油材料阻塞，所以使用吸附材料回收油时，人工回收常常是唯一的方法。

5.2.3.3 吸油材料的使用

（1）吸油毡

吸油毡是最常见、也是最常用的合成吸附材料。吸油毡一般围在机械周围，吸收机械泄漏的油，也可以吸附水面溢油。

如果选择较长的吸油毡（50 m）吸附油，应首先确定其断裂负荷。因为 50 m 长的吸油毡，吸满油后是重量增加很多，很难将其完好地回收起来。

如果使用片状吸油材料，其回收困难，而且耗时。

（2）吸油围栏

吸油围栏是将吸油毡加工成直径一般为 10～30 cm，每节长 3～5 m，可以用具有相应强度的绳子制成上百米，甚至更长，两端有快速释放接头。吸油栏也可以做成宽 30～40 cm 的带状吸油栏。

a）用于排水口／取水口的吸油栏：一般长 3-5 m，直径 10-30 cm，这种吸油栏也可与其它围油栏连接，形成 15～20 m 长的吸油围油栏。但是，这种围油栏很难处理并易造成破损。

b）导向吸油栏：是附带吸油材料的长绳，类似缆绳，可以将其布放在流速大的水域回收较高粘度的油，对粘度较低的油只起导向作用。

c）围控吸油栏：浮子就是吸油材料，起着吸油作用，吸油材料的下面有裙体，可以起到溢油围控作用。

吸油毡或吸油栏可以通过专用挤压设备将溢油从吸油毡或吸油栏中挤出来，挤压后能重复使用。

优点：

- 能够吸附油层很薄的油膜
- 回收油含水量较少
- 轻便、容易操作

缺点：

- 当浸油后，吸附材料很重，回收和运输困难
- 回收片状材料困难
- 自由漂浮的吸附材料可能影响收油机的工作

（3）吸附颗粒

吸附颗粒是松散型的，易撒到水面，但在风和流的影响下很难全部回收。有时使用孔径比吸附颗粒小的长网与吹风机一起使用，将吸附颗粒吹进网里，形成一个长而移动的吸油栏。

在溢油应急行动中，天然吸附材料不便使用时，应考虑使用吸油毡或吸油栏。

使用片状吸油毡回收收油机不能到达区域内的溢油和收油机不能回收的油膜，吸油毡吸附溢油后，再使用收油网回收吸油毡。

使用吸油栏可以回收大面积的薄油层，也可以围控溢油。

在开阔水域将吸油栏布放在围油栏的内侧，可以起到防浪作用，防止波浪造成溢油的逃逸，提高围油栏的围控效果。

天然吸附材料与合成吸附材料的性能及其使用归纳为表 5-14 与表 5-15。

表 5-14 吸油材料的吸油能力对比表

吸油材料	最大吸油能力（比率）		吸油后是否浮于水面
	高粘度油（25℃时 3000 厘拖）	低粘度油（25℃时 5 厘拖）	
蛭石	4	3	沉
火山灰	20	6	浮
玉米秸	6	5	沉
花生壳	5	2	沉
红木皮	12	6	沉
稻草	6	2	沉
泥煤	4	7	沉
聚氨酯泡沫	70	60	浮
尿素甲醛泡沫	60	50	浮
聚乙烯纤维	35	30	浮
聚丙烯纤维	20	7	浮
聚苯乙烯粉	20	20	浮

表 5-15 合成吸油材料的应用技术

吸油材料形式	技术应用
1.方型和条型（片状）	用于吸附控制区域的少量溢油； 为了充分吸附溢油需要将吸油材料在溢油中多停留一段时间。
2.圆滚状	与方型和条型的使用方法相同，但操作更加容易， 可以切割成任意长度的一段； 使用其保护人行道路、船舶甲板、工作场所、围控 临时储油场所等； 布放和回收操作方便。
3.吸油栏	在平静水域起到吸油和围控溢油的双重作用；将吸油材料压缩装进网内，限制了溢油的穿透能力，要求吸油栏可以在溢油中滚动使用，也可以使用吸油栏向围油栏内驱赶溢油。可以用来保护遮蔽水域，还可以布放在围油栏的后面吸附逃逸的溢油：可以装在袋子里运输。
4.松散材料	在处理开阔水域溢油事故时，不建议使用这种材料。 可以用来处理岸滩上或难以进入区域的溢油。

5.2.3.4 吸油材料使用的注意事项

（1）吸油材料在浸满的情况下必须能漂浮在水面数天或数周，否则无法回收。

（2）如果回收较为困难，在使用吸油片之前，要经过政府有关部门批准。

（3）通常选择使用吸油材料时应考虑吸附油后的废弃物处置计划。

（4）使用时常采用人工作业方式，如果大量使用松散的吸油材料，则要借助于鼓风机。

（5）力争回收所有的吸附油的吸油材料，以使单纯因溢油造成的后果不致更为严重。

（6）在风大的海域单片吸油片因重量较轻，不能停留在油的表面，两片或三片重叠在一起效果可能更好。

（7）如果油膜变得越来越薄，吸油材料的回收效率会越来越低，需要有围油栏将油围住以保持油膜厚度。

（8）当决定使用吸油材料时，要确保回收处置设备能够使用，处理效果能够达到有关主管机关的规定。

6 岸线清污方案

6.1 油在不同类型海岸线的状态及影响

油在不同类型海岸线的状态见表 6-1。

表 6-1 油在不同类型海岸线的状态

岸线类型	砂石粒度范围	说明
岩石、砾石、人工结构物	>250mm	油往往被反射的波浪从露头的岩石和悬崖处冲走，但也可能被抛掷到粗糙或多孔的岩石表面聚集起来。在潮汐冲刷地区，油集于岩石潭中，也可能附在潮汐区岩石的表面。
鹅卵石、卵石、扁卵石	2～250mm	油的渗透性随石块的尺度增大而增加。在强浪冲激区，岸面石块由于冲蚀会很快干净，而渗入沙石里的油会存留。低粘度油随自然界水的运动被冲出沙石。
沙	0.1～2mm	油在沙滩上的渗透性取决于沙粒大小、地下水深度及排水性能。粗沙粒海滩往往是陡峭的斜坡，在低水位时枯干，使低粘度油的渗透程度显著。细粒沙滩由于潮水的周期作用总是湿而平坦，因此只会渗透少量的油。但在风暴期间，油可能被埋入沙滩。
泥地（泥滩、湿地）	<0.1mm	泥地具有低能环境的特征，且被水浸泡，所以油很少渗入泥地而长期停留在泥地表面。如果溢油与风暴同时发生，则油能与沉积物相混并长期存在下去。泥地上动物的洞穴和植须的根须可能造成油的渗透。

6.2 岸线的物理清除方法

6.2.1 岸线溢油清除步骤

岸线清除分三个阶段进行：清除大片溢油、清除沙滩溢油和最后清洁。

- **第一阶段：清除大片溢油**

回收岸线水边的漂浮溢油和清除岸线上厚的油层。清除作业需要使用收油机、泵、铁锹和桶等机械设备和工具。

- **第二阶段：清除滩涂溢油**

清除渗入沙滩的溢油和被溢油污染的沙滩。如果溢油量很少或溢油在岸线上已有一段时间并且已经渗透到沙滩上层，清除操作经常从这时开始，需要投入收油机、泵、真空罐车和桶等设备。

- **第三阶段：最后清洁**

将残存的各种油污比较彻底地清除掉，这一阶段的作业需要使用吸油材料，如果海事管理机构许可，也可使用分散剂。

6.2.2 清除技术方案

岸线溢油的清除主要使用泵、机械设备、人工回收或岸线清洁机等特殊设备，有时也可让它自然恢复。

（1）人工使用铲、镐、筐和塑料袋清除溢油，适用于任何类型的岸线，特别适用于敏感性高的岸线和机械设备不能进入的岸线。虽然这种清除方式效率低，但清洁后的岸线资源恢复快。

（2）冲刷污染岸线的表面。这种措施适用于清洁污染轻微的大圆石、鹅卵石、沙砾、码头岸壁等类型的岸线。

（3）自然恢复，适用于敏感程度比较高和进入非常困难的岸线或偏远地区岸线。有时进行岸线清除会造成比不清除更大的损害。若这些岸线经常暴露在汹涌的波浪中，自然清洁则更加快速有效。对采取自然恢复的岸线应进行定期监视监测，确定自然恢复程度。

（4）使用清洗装置

（a）使用低压清洁装置清洁岸线溢油。低压清洁装置是用周围水源来冲洗岸线油污，这种装置适用于清洁高敏感性的岸线，并用围油栏和收油机配合作业。操作时应先从污染严重的区域开始，最后清洁到水边。

（b）使用高压热水清洁装置清洁岸线溢油。高压热水清洁装置是用来从坚硬表面上清洗风化的溢油的装置。使用该装置时，应提供足够的淡水，不能使用海水。清洁作业时应自上而下进行，并配合围油栏和收油机一起工作。这种清洁方法容易损害海洋表面的微生物。

（5）喷洒分散剂清除岸线表面余油。在岸线上使用分散剂需要得到许可，喷洒后应用海水冲洗或等待潮汐的冲刷。

（6）使用吸附材料吸附被冲入水边的溢油，以避免进一步污染岸线。

（7）犁耙岸滩。这种技术适用于轻微污染的、没有旅游娱乐价值的岸线，将沙砾犁耙起来以充分通风，加快溢油风化。

岸线清除是伴随着开阔水域发生溢油的处理一起进行的，不属于应急反应，这种作业可能持续几周时间或更长。清除作业时可能会发生意外情况，例如有大量迁徙的动物到来，或旅游季节即将开始，或正处于旅游旺季。

6.2.3 岸线清除作业影响因素

在决定岸线清除作业或选择清除技术时，应考虑溢油量、溢油特性（如毒性和粘度）、现场条件（气象、季节、潮汐、温度）、岸线类型（悬崖、小鹅卵石、沙、沼泽）及应考虑的其他特殊因素。

（1）油的特性

在岸线清洁作业前，一定要对溢油进行取样分析，来确定溢油是否具有毒性，可以用来判定：

（a）岸线生物及环境受到损害的级别；

（b）清污人员可能遇到的危险；

（c）溢油在岸线上的状态；

（d）为确定岸线清洁措施提供溢油的基础信息。

（2）现场情况

主要应掌握现场的风、流、波浪、气温等情况。这些因素影响着溢油的漂移，溢油的漂移又影响清除设备的应用。另外，还要掌握当时的高潮、低潮时间和潮位，以便制定有效的初始计划。

（3）岸线类型

不同类型的岸线所适用的清除技术不同。

（4）特殊考虑

有些岸线对溢油的敏感程度有季节性，这直接影响到是否采取岸线清除作业。在特定的时间内野生动物会在该区域觅食或在该区域筑巢孵卵，或聚集着成千上万的迁息鸟类；滨海沙滩具有旅游观光、作为浴场等很高的经济价值和社会价值，在旅游季节或有特殊用途时，应考虑公众的关注程度。

6.3 不同类型岸线污染清除方法

根据不同岸线的特点和不同清除技术的适用范围，表 6-2 总结了不同岸线初始清除和最终清除的清除方法。

表 6-2 不同类型岸线的清除方法

	初始清除					最终清除						
	撇除	机械清除	人工清除	自然复原	说明	低压冲刷	高压冲洗	分散剂	自然有机吸附	分批冲洗	自然复原	说明
岩石、砾石、人工构筑物	推荐	不适用	推荐	可能有用	不易进出的不采用泵吸/撇除方法。暴露的和人迹罕至的岸线最好用自然复原方法	不适用	推荐	可能有用	可能有用	不适用	推荐	避免损伤岩石/人工构筑物。巨大的岩石不易清除通常清除效果差
卵石、砾石、扁砾石	推荐	不推荐	推荐	可能有用	暴露/人迹罕至的岸线最好用自然复原方法	推荐	不推荐	可能有用	可能有用	可能有用	可能有用	如果有较好的承受特性，通过海浪冲击可提高自然复原效果
沙滩	推荐	可能有用	推荐	可能有用	重型设备只适用于坚硬的海滩	推荐	不推荐	推荐	不适用	可能有用	可能有用	可用通用的海滩清除机械清除固体状油。耕耙可提高自然复原效果
淤泥滩、沼泽	可能有用	不推荐	可能有用	推荐	最好用浅吃水的小船进行作业	可能有用	不推荐	不推荐	可能有用	不适用	推荐	最好用浅吃水的小船进行作业

7 污染清除作业安全方案

7.1 本公司配备的安全防护设备设施情况

本公司为溢油应急作业人员配备有防化服、安全帽、正压式呼吸器、防护眼罩等防护用品，详见表 7-1。

表 7-1 本公司配备的安全防护设备设施情况

序号	名称	规格型号	数量
1	二级防护服	B 级	8 套
2	安全帽	MSA	54 顶
3	防护眼镜	MSA	54 个
4	防噪耳罩		54 个
5	防毒面具		54 个
6	口罩		54 个
7	分体雨衣		54 件
8	防油手套		54 付
9	耐油防护鞋		54 双
10	防滑水靴		54 双
11	正压式呼吸器		2 套
12	防化服	C 级	54 套
13	气体检测仪	BH-4A	2 台



图 7-1 个人防护用品

7.2 建议安全方案

污染清除作业过程中的安全方案见表 7-2。

表 7-2　污染清除作业过程中的安全方案

事故类别	安全方案
石油及其制品泄漏事故	● 不要回收容易被点燃的挥发性液体 ● 穿上防护衣、防护鞋、戴上防护眼镜和防护手套 ● 使用喷洒水冷却存储舱和促进蒸气扩散 ● 详细注意事项见表 7-3—典型油品安全措施及应急对策
船舶事故	● 特别注意可能发生的火灾、爆炸以及有毒物质泄漏 ● 确保拖绳方便解开，以便能快速离开 ● 不要单独行动或做超出个人能力的事情 ● 穿上防护衣、防护鞋、戴上防护眼镜和防护手套 ● 如果船舶着火，尽量从着火船舶的上风向靠近
火灾爆炸、自然灾害	● 咨询有关专家，以得到必要的帮助和建议 ● 不要单独行动或做超出个人能力的事情 ● 处在火灾现场和有毒物质散发上风向 ● 穿上防护衣、防护鞋、戴上防护眼镜和防护手套 ● 确保人员离开现场，直到危险确实已经消除
化学品泄漏事故	● 首先要开展事故现场安全风险研判，做好人员防护部署，现场作业和救护人员应优先考虑清污人员的安全；听从政府管理部门的指挥，采取适当的措施防止事故升级。 ● 泄漏发生初期，所有船舶、清污的人员尽量处于污染物的上风，禁止船舶进入污染物区域内清污工作，应在污染物的边缘地区，关闭船上不必要的进风口； ● 消除所有可能的火源，采取措施防止易燃气体进入居住舱室和机舱处所； ● 在污染物经过一定时间自然挥发后，进入前要先检测，确认安全后方可进入进行清污作业，作业过程中要保持阶段性连续检测，确保安全，发现异常，及时撤离作业区； ● 现场指挥人员应密切注意污染物的漂移和清污作业的动态，不要在危险条件下进行清污作业。

表 7-3.1 安全措施及应急对策（汽油）

<table>
<tr><th>油品名称</th><th colspan="3">汽油</th></tr>
<tr><td colspan="4">警告</td></tr>
<tr><td colspan="4">● 容易形成爆炸性油气混合物
● 蒸气可将一定距离内的火源点燃并沿着蒸气经过的地方形成火龙
● 接触到眼睛可产生刺激性
● 吸入蒸气可引起对呼吸道的刺激、头痛、呕吐、意识模糊</td></tr>
<tr><td colspan="4">人员防护</td></tr>
<tr><td colspan="4">● 一定穿上防水、防化学腐蚀的工作服、手套、靴子以及护目镜，最好用氰化、氟化橡胶材质的（不要用天然橡胶或氯丁橡胶）
● 戴上过滤有机蒸气的防护呼吸罩</td></tr>
<tr><td colspan="4">预防措施、方法</td></tr>
<tr><td colspan="4">● 使汽油蒸发以免发生爆炸
● 避免与强氧化剂接触，入硝酸、硫酸、氯气、臭氧、过氧化物
● 限制火源
● 防止无关人员进入事故现场，必须从上风向接近溢出点</td></tr>
<tr><td colspan="4">火灾事故应急措施</td></tr>
<tr><td colspan="4">● 仅仅在安全条件允许的条件下方可采取行动
● 自戴氧气瓶、切断燃料供给，采用 CO_2、干粉、泡沫灭火器，用水冷却可能发生火灾的容器</td></tr>
<tr><td colspan="4">急救</td></tr>
<tr><td>眼睛</td><td>皮肤</td><td>呼吸</td><td>吸入液体</td></tr>
<tr><td>● 立即用干净的温水（不要用热水）洗涤 20 分钟（掀开眼皮）
● 迅速进行药物治疗</td><td>● 脱掉被沾染的衣服
● 用肥皂、水彻底清洗皮肤
● 迅速进行药物治疗</td><td>● 将受伤人员迅速转移至空气新鲜的地方
● 若受伤人员已不能呼吸，立即进行人工呼吸
● 若受伤人员可进行微弱呼吸，马上提供氧气
● 迅速进行药物治疗</td><td>● 不要令其呕吐，如果神志清醒，给一些牛奶
● 如果受伤者开始呕吐，要防止倒呛
● 迅速进行药物治疗</td></tr>
</table>

表 7-3.2 安全措施及应急对策（柴油、润滑油、液压油、重油、原油）

<table>
<tr><th>油品名称</th><th colspan="3">柴油、润滑油、液压油、重油、原油</th></tr>
<tr><td colspan="4">警告</td></tr>
<tr><td colspan="4">● 在空气温度较高时可形成蒸气
● 燃烧时可产生有毒气体
● 接触到眼睛可产生刺激性
● 吸入蒸气可引起对呼吸道的刺激、头痛、呕吐、意识模糊</td></tr>
<tr><td colspan="4">人员防护</td></tr>
<tr><td colspan="4">● 一定穿上防水、防化学腐蚀的工作服、手套、靴子以及护目镜，最好用氰化、氟化橡胶材质的（不要用天然橡胶或氯丁橡胶）
● 戴上过滤有机蒸气的防护呼吸罩</td></tr>
<tr><td colspan="4">预防措施、方法</td></tr>
<tr><td colspan="4">● 促使油气蒸发以免发生爆炸
● 避免与强氧化剂接触，入硝酸、硫酸、氯气、臭氧、过氧化物
● 限制火源
● 防止无关人员进入事故现场，必须从上风向接近溢出点</td></tr>
<tr><td colspan="4">火灾事故应急措施</td></tr>
<tr><td colspan="4">● 仅仅在安全条件允许的条件下方可采取行动
● 自戴氧气瓶、切断燃料供给，采用 CO_2、干粉、泡沫灭火器，用水冷却可能发生火灾的容器</td></tr>
<tr><td colspan="4">急救</td></tr>
<tr><td>眼睛</td><td>皮肤</td><td>呼吸</td><td>吸入液体</td></tr>
<tr><td>● 立即用干净的温水（不要用热水）洗涤 20 分钟（掀开眼皮）
● 迅速进行药物治疗</td><td>● 脱掉被沾染的衣服
● 用肥皂、水彻底清洗皮肤
● 迅速进行药物治疗</td><td>● 将受伤人员迅速转移至空气新鲜的地方
● 若受伤人员已不能呼吸，立即进行人工呼吸
● 若受伤人员可进行微弱呼吸，马上提供氧气
● 迅速进行药物治疗</td><td>● 不要令其呕吐，如果神志清醒，给一些牛奶
● 如果受伤者开始呕吐，要防止倒呛
● 迅速进行药物治疗</td></tr>
</table>

8 相关文件

ZSHA-YA01-V2.0　《防治船舶及其有关作业活动污染海洋环境应急预案》

ZSHA-FA02-V2.0　《污染物处理方案》

ZSHA-FA03-V2.0　《溢油应急设备实操训练指导书》

ZSHA-FA04-V2.0　《化学品 MSDS 工作应急手册》

9 记录表

ZSHA-FA01-01　《污染清除船靠船作业安全检查表》

ZSHA-FA01-02　《围控失效报告信息表》

9.1-污染清除船靠船作业安全检查表

日期：　　年　　月　　日

事故船船名		接收船船名	
污染物种类		计划转载数量（m^3或 t）	
作业时间		作业地点	
作业地点风力		作业地点海浪	

事故船舶丧失自卸能力	是	否
两船作业管路完好	是	否
确认接好后，结合处放置防污容器	是	否
正确设置管路、阀门	是	否
甲板排水孔全部堵塞	是	否
双方约定的联络方法和信号（　　）	是	否
双方安排专门值守人员	是	否
操作程序、步骤已经商定	是	否
备妥应急防污设备、器材	是	否
事故船提供污染物安全数据（MSDS）	是	否

其他：

事故船负责人（签字）：	接收船负责人（签字）：

9.2-围控失效报告信息表

日期：　　年　　月　　日

报告船的船名	
发现失效第一时间	
围控失效表现	
现场风向	
现场流向	
现场浪高	
失效产生的游离数量（m^3）	
游离污染源的运动状态	
其他相关信息：	