

污染清除作业方案

编制：2020年5月

修改：2024年10月

上海宏濠船舶工程服务有限公司

总体应急策略描述

1.1 目标

为规范船舶污染清除作业的工作程序 and 操作要求,提高公司应对突发事件的应急处置能力,充分考虑港口、水域、地理和资源环境等因素,利用现有设备、器材及人员,对来自船舶、海上设施发生的污染事件,迅速、有序、高效组织力量控制污染,并尽可能回收、清除污染物,最大程度地控制、减轻和消除事故造成的污染损害,保护海洋环境和资源,保障人体健康和社会公共利益。结合本公司的服务范围内的船舶污染风险以有本公司的实际情况,依据国家有关安全生产法律法规、标准,制定本污染清除作业方案,用于指导船舶污染应急行动。

本方案作为本公司制定的应急预案的有效补充,应当与应急预案以及污染物处理方案结合使用。本方案作为指导性的方案,其制定和发布不排除本公司根据具体船舶污染事故情形采取与本方案不完全一致的措施。

1.2 适用范围

本方案适用于上海宏濠船舶工程服务有限公司在上海港黄浦江、长江上海段、杭州湾北岸和洋山深水港等及其近海水域范围内发生的船舶和设施污染事故的应急处置和清污行动中的采取的污染清除作业策略和方法。

1.3 污染清除策略描述

本公司采取的污染清除策略如下:

(1) 根据事故的需要,对事故船舶采取紧急堵漏、卸载等应急处置措施。根据不同的事故情形,在开展海上清污前,可优先采取堵住船舱漏洞等应急措施,防止油类及化学品进一步泄漏。

(2) 优先保护敏感资源；

结合漂移预测方法，对可能威胁的敏感资源，按照应急预案中确定的优先保护顺序，对敏感资源实施围油栏布控。

(3) 尽可能地防止溢油、化学品漂移到岸线；

为防止溢油、化学品漂移到岸线，尽可能采取布控围油栏等措施围控，使用船舶、清污设备清除海上溢油。

(4) 海上清污采取围控、回收和清除相结合的方式；

应根据具体情况，制定有针对性的清除作业方法，选择使用适当的设备、器材。

(5) 清污中尽可能地防止二次污染；

确保设备、设施完好，按程序作业，严格控制溢油分散剂使用，防止或减少二次污染。

(6) 作业过程中人员安全优先。

二、应急组织机构

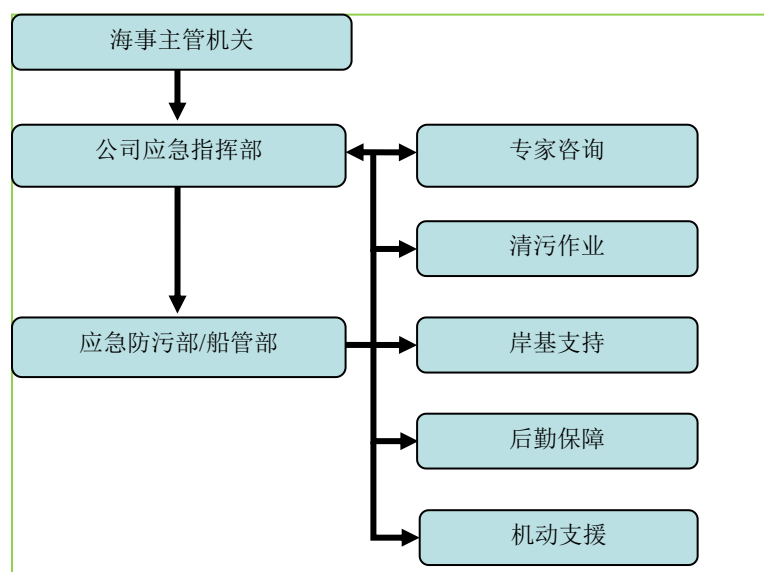
2.1 应急组织机构的组成

应急组织机构是从组织方面对船舶溢油应急处置的重要支持系统，对有效启动船舶溢油清污应急预案起到重要的组织保证作用。

鉴于防治船舶及其相关作业活动污染海洋环境应急处置行动的专业性和特殊性，海事主管机关作为水上应急响应的指挥平台，负责应急处置行动的组织、指挥和协调；本公司按照海事主管机关的应急指令，作业负责船舶污染事故的应急防备和应急处置。

公司应急组织机构以公司应急指挥部为中心，由现场应急指挥部通过

对各项目部应急清污作业队的现场指挥,对船舶应急清污行动实施全过程指挥(见下图):



(1) 公司应急指挥部由公司总经理, 办公室, 以及业务部、船管部和各项目部负责人等组成(应急指挥部成员名册见附件)。应急指挥部总指挥由公司总经理晁元真担任, 副总指挥由周红胜担任。

(2) 本应急预案一经启动, 事故清污现场立即成立应急指挥部。应急指挥部由公司总经理、应急防污部、船管部、后勤保障部和财务部负责人等组成。

(3) 在节假日和夜间, 由各项目部负责人先行组织应急清污行动, 并迅速向公司应急指挥部报告。当事故清污现场成立应急指挥部后, 先期处置负责人应将指挥权移交应急指挥部现场指挥。

2.2 应急组织机构及相关部门职责

2.2.1 应急指挥部

- (1) 负责应急预案中本公司各项应急处置行动的全局指挥和协调;
- (2) 根据污染规模和发展态势, 批准应急清污抢险方案的实施;

- (3) 负责应急清污抢险方案和清污信息等重大事项的签署和上报；
- (4) 协调与上级（海事等主管机关）的信息沟通与协同配合工作；
- (5) 根据现场清污情况，必要时联系和取得其他社会力量的支援；
- (6) 根据事态发展和需要，召集专家咨询组研究应急清污方案等。
- (7) 接受海事机关和指挥部指令，组织指挥污染围控和清污工作；
- (8) 及时掌握清污现场情况，评估应急清污抢险方案的有效性；
- (9) 与应急指挥部保持有效通讯联系，做好现场信息反馈和记录；
- (10) 督察现场应急清污作业，配合解决清污现场的各类具体问题；
- (11) 负责清污抢险行动的后勤保障、人员防护和力量调配工作；
- (12) 负责应急清污抢险行动的总结评估和清污费用的清算工作。

2.2.2 相关部门职责

(1) 应急防污部

- a. 负责应急预案的发放，应急清污行动相关资料归档和调用；
- b. 负责应急清污行动中通讯器材、车辆调配等后勤保障工作；
- c. 负责应急清污行动中医疗救护、膳食住宿、人员接待工作。
- d. 根据公司应急清污方案组织实施污染现场的应急清污行动；
- e. 及时向应急指挥部报告事故现场应急清污的紧急重要情况；
- f. 负责做好应急行动的信息记录、总结评估和费用清算工作。

(3) 船管部

- a. 配合业务部组织污染清污现场的先期处置和应急抢险工作；
- b. 负责应急清污行动中清污物资和设备的调拨运输及补充；
- c. 负责应急船舶船员安全培训和船机设备的安全管理等工作。

(4) 财务部

- a. 负责提供船舶污染应急清污行动的资金保障和支持工作；
- b. 协助业务部做好船舶污染应急清污行动的费用清算等工作。

(5) 后勤保障部

- a. 负责应急清污行动中清污人员和工程设备等应急力量支持；
- b. 根据公司应急清污方案开展污染现场的应急清污抢险工作；
- c. 负责本项目部应急清污人员的日常管理和培训、考核工作。

(6) 船长和船员

- a. 配合参加溢油应急培训和演习；
- b. 负责存放在应急船上的应急物资的管理；
- c. 服从应急指挥部和应急指挥部的指挥和调拨。

三、污染控制回收和清除方案

3.1 应急堵漏卸载污染控制方案

船舶因碰撞、搁浅或其它原因导致船舶污染威胁，需要采取堵漏或紧急卸载等应急处置措施。根据油品的不同，结合本公司应急资源特点如下：

(一) 堵漏

船舶进水的原因大部是由于搁浅、触礁、碰撞、船舶老旧、水密失灵、造船缺陷、严重横倾等原因引起；作业过程中泵、管接口、软管由于密封及软管老化等原因，极易造成管头脱落、软管爆裂造成溢油污染。

船体破损进水后，如果进水速度大于本船排水速度，船舶安全会受到威胁。因此，船舶一旦进水，制止进水的方法就是堵漏，以及与其相应的排水、堵漏及应变过程中的伤员救护。船舶一旦进水及溢油事故，就应

启动下列程序应急：

1) 发现船舶漏损进水，应立即发出堵漏警报（警铃或汽笛二短一长，连放一分钟）召集船员，报告船长并通知机舱。全体船员听到警报信号后，按应急计划分工，携带规定携带的堵漏器材，迅速赶赴现场，做好堵漏准备。

2) 立即报告公司负责人或公司调度值班员，并根据所处位置报告附近港口海事或海上搜救中心。

3) 进水堵漏应急计划中，大副为甲板现场指挥，轮机长为机舱现场指挥。堵漏队长为大管轮，隔离、排水队长为轮机长。

4) 现场指挥：大副率领堵漏队和隔离队的队长迅速查明漏损部位、损坏情况和进水量等，并立即报告船长确定施救方案，命令各队人员投入施救。

5) 船舶发生漏损后，船长应通知机舱备车，立即采取停车或减速措施，以减少水流和波浪对船体冲击。

6) 一经发现进水部位，应立即通知机舱排水，机舱应积极响应。同时，轮机长率领隔离队紧闭进水舱四周的水密门和隔舱阀等，使进水舱与其他舱室隔离，考虑临近舱壁强度，必要时予以加固。

7) 堵漏队在队长率领下，直接担负堵漏和抢修任务，实施行之有效的堵漏措施。船长和大副根据漏损情况发展，及时调整部署。

8) 轮机长率领排水队员使用所有水泵（包括便携式水泵）合力排水，并根据情况注入、排出和转移压载水，保持船体平衡。

9) 指派专人定时量水（并派专人不断观察和记录船首、尾吃水）和干

舷高度变化，估计进水量和排水量之差，判断险情的发展和大量进水对船舶稳定性及浮力的影响。

10) 若进水严重和情况紧急，船长应请求第三方援助，条件允许，择地抢滩。如船长确认堵漏无效，船舶面临沉没时，有权宣布弃船。

11) 船长应指示值班驾驶员做好详细记录，向公司和有关当局报告。

12) 将事故发生过程，向公司负责人或公司调度值班员报告；

13) 当船舶堵漏过程，为防止潜在溢油，应采取布放围油栏围控事故船体

14) 若堵漏情况不容乐观，溢油仍无法停止时，应即采取溢油应急预案。

(二) 油类和其它散装化学品的紧急卸载

将接驳油船，安全靠好需紧急卸载油船（或是储油目标），驳油船船舱容量应大于紧急卸载船（或是储油目标），做好通风工作，接好设备，检查设备链接管口、管路是否安全，开始卸载。

3.2 根据不同的船舶载货种类进行核实信息

3.2.1 油船要了解 and 核实的信息

(1) 所装油品种类和数量(油品的正确技术名称或联合国编号,货物数量,货油空档高度或油位深度,船舶货物积载情况)；

(2) 油船的结构和总体布置情况(是否双层底,货油舱的数量和载货情况,货泵舱的位置和数量,隔离舱的位置和数量,压载水舱的位置和数量,货油管系图等)；

(3) 油品的理化特性,包括闪点、挥发性、爆炸极限等(详细情况应参阅《国际海运危险货物规则》等技术资料)；

(4) 货主、托运人或收货人及其联系方式方法、防护措施、应急处理措施，等等。

3.2.2 化学品船要了解 and 核实的信息

(1) 所装化学品种类和数量（化学品的正确技术名称或联合国编号，货物数量，货物积载情况）；

(2) 船舶配备的防护用品情况（船上防护用品的可用数量，发放的情况）；

(3) 化学品的理化特性，包括闪点，爆炸极限，危害性等（详细情况应参阅《国际海运危险货物规则》等技术资料）；

(4) 货主、托运人或收货人及其联系方式方法、防护措施、应急处理措施，等等。

3.2.3 液化气船要了解 and 核实的信息

(1) 液化气种类和数量

(2) 液化气船的水雾喷淋系统的可用情况；

(3) 液化气的货物成分，密度，货物温度，爆炸极限，饱和蒸汽压力，液体比重等特性（详细情况应参阅《国际海运危险货物规则》等技术资料）；

(4) 液化气船的结构和总布置情况（液化气船的类型，管线的损坏情况，货舱区域的应急截止阀的数量、位置及可用情况）；

(5) 货主、托运人或收货人及其联系方式方法、防护措施、应急处理措施，等等。

3.3 各类载货船应急方案的特别说明

3.3.1 对油船的指导还包括但不限于：

(1) 船上干粉系统储存量的掌握和使用；

(2) 启用油船的专用消防设备和设施，包括喷淋装置和惰性气体装置。

3.3.2 化学品船的指导还包括但不限于：

(1) 妥善处理隐含危害性的货物；

(2) 船舶所配备的防护用品的发放和正确使用。

3.3.3 液化气船的指导还包括但不限于：

(1) 启动液化气船的水雾喷淋装置，货舱区域应急切断；

(2) 密切关注火情，随时测氧、测爆和测毒，及时疏散和撤离人员；

(3) 船上干粉系统储存量的掌握和使用。

3.4 溢油的控制、清除和处置

3.4.1 切断溢油源

船舶溢油事故发生后，首先以果断的措施切断溢油源，关闭产生溢油事故的各种阀门，堵漏或将破损油舱内剩下的油转移到该船其它舱内或过驳到其他船上。

3.4.2 溢油的围控

对于非持久性油类，如航空煤油、汽油、柴油及某些轻质原油蒸发速率极大，一般不采取回收方式。因为这种油经过一定时间，大部分会挥发掉。但为防止其向附近的敏感区扩散，可利用围油栏拦截和导向，并根据《消油剂使用规则》向主管机关报告，做出是否使用消油剂的决定。若经预测和实际观察，溢油总的趋向是向外海扩散时，可不采取防治行动，但需要严格监视溢油的动向。

对持久性油类，只要海况允许，根据具体情况立即布放一道或数道围油栏进行围控，防止溢油继续漂移扩散。布放时应：

(1)将船上继续可能外溢的油围控住，在船一侧设置围油栏，并密切注意溢油是否有可能因破口不明、或潮流变化而导致另一侧也出现溢油，迅速调整围油的方向与位置。

(2)溢流到海上的油，对厚度较大、成片的溢油尽可能围控，并尽快回收。

(3)对已经漂移扩散的碎片油污，在下风向设置围油栏，使用多艘作业船，拉住围油栏的两端边航行边进行围控。

(4)若天气恶劣，无法布放围油栏，此时应做好溢油监视监测预报，掌握溢油的去向。当天气变好、海流变小时在下游方向再布放围油栏，最大限度地减少漂移到岸线的溢油量。

3.4.3 海面溢油的处理

尽可能依靠机械的方法将围控的浮油回收，回收时可用浮油回收船、收油机、撇油器、油拖网、油拖把、吸渍材料以及人工捞取等。对于不同情况采用不同的方法回收：

(1)对类似大庆、胜利等产地的含腊高的原油的清污作业，优先考虑采用收油网进行回收。用两艘小拖船（拖轮）分别拖收油网的收油臂收集海上油块，或是将围油栏围着的油块往油网里赶；油网收满后，拖到浅海风浪小的海域集中，用船吊吊起倒入敞口驳（泥驳）；如还有流动性，可考虑用强力潜水泵打入驳船。

(2)对类似中东原油或成品油类，则用常规的撇油器或回收船进行回收，装入油船。

(3)对于已经飘散，围控困难且威胁到环境敏感区域的油污，可使用消油剂，但必须经总指挥部或现场指挥部的批准。在环流小的浅水区域、潮间带、电厂冷却水吸水口和对于溢出超过三天的溢油，不能使用消油剂。

(4)在天气良好，海面较平静情况下，如溢出的大片油污离海岸及设施、生态敏感区等较远，可采用现场点火燃烧的方式消除溢油，但需要在溢出后 1-2 天内，油包水状液含水量小于 30%时进行。现场燃烧时必须加强安全警戒，防止船舶进入燃烧现场。

3.4.4 岸线清除作业

清除重度污染物及浮油，可用围捞浮油的人工方法收集浮油，也可用吸附材料吸收；重度污染物、沙石等可先集中堆放再做进一步处理。

清除中、轻度污染物，搁浅于岸线的油及被油污染的海滩泥沙，可用收集污染沙石及污染物进行集中填埋或对沙滩、岸边用分散剂或热水清洗，并围控回收污水的方法。

3.5 化学品的控制和清除

参照《国际危规》、《MARPOL73/78 公约》及相关化学品数据库中化学品的理化特性和船舶的液货舱舱室分布情况，采取相应的措施。对于化学新产品可根据货主或船方提供的货物理化性质的信息材料进行处理。

3.5.1 做好人员防护工作

(1)做好受污染区域内人员（除与抢救行动相关人员外）的安全防护，其余人员应尽快撤离现场，

(2)行动小组人员穿着防护服，戴正压式呼吸器，戴抗渗手套，并尽可能处于上风位。

(3)视情做好将受污染物影响区域的人员的撤离工作。

3.5.2 切断污染源

(1)根据事故船舶货舱的分布及同一船舶所载货物的不同，关闭相关阀门、堵住破损处、船内转驳、驳往他船或岸上储罐；

(2)视情况将事故船拖至合适水域等措施。

3.5.3 围控回收

(1)据现场情况，尽可能用围油栏控制水域污染物，迅速利用机械回收设备进行回收。

(2)若因各种原因，无法布设围油栏，应利用船舶等对污染物进行导向，以避免对敏感区及岸线的影响。

(3)若无法对污染物进行导向，应按优先次序对敏感区域进行保护。

3.5.4 污染物的处理

(1)对无法回收的污染物，可考虑使用相应的化学处理剂进行稀释、分散、中和处理。

(2)对易挥发及产生化学反应的化学品，可用相应的抑制剂处理或用化学泡沫覆盖。

3.5.5 岸线的处理

对于漂移到岸线的污染物，根据岸线的地理环境和化学品的理化性质，可采取铲刮、清扫、冲洗、焚烧等方法进行处理。

3.6 针对几种常见危害性的化学品的处理

3.6.1 对于有毒化学品

(1)因毒性气体会经呼吸道、消化道、皮肤等进入人体，行动小组人员应穿着全封闭防护服，戴相应防毒面具或正压式呼吸器，戴抗渗手套，并尽可能处于上风位。

(2)随时监测空气中的氧气和毒气含量，并用雾状的消防水向大气喷洒，以稀释大气中毒气浓度。且应据风向，判断含毒气空气的扩散方向，及时将信息通报相关单位和居民，做好防范工作及撤离准备，限制工农业和居民用水。

(3)根据化学品的特性和流动方向，布设围油栏围控，监测水中毒性物质的含量，并随时将污染信息对周围相关单位（养殖区、农业、工业取水口、游乐场所等）通报，直至经评估小组评估、判断后，认为无危险性止。

3.6.2 对于易燃性化学品

(1)切断事故船舶电源，严防静电的产生，使用防爆型的器材和设备。

(2)监测现场空气中可燃气体和氧气的含量，用消防水喷洒事故现场空气及对泄漏的化学品喷洒抑制剂或用相应的化学泡沫覆盖，以减少可燃气体的挥发量，并作好随时启动火灾应急方案的准备。如果存在发生火灾、爆炸的可能，且采取措施后，仍未能消除隐患，则应考虑将船舶拖离至安全水域。

(3)如果采取施救措施后，经评估和判断，无火灾、爆炸的可能，则立即投入清理、消除污染物的工作。

(4)在事故船拖离现场后，对于水面污染物，根据当时的气象、周围环境，也可考虑采用定点焚烧的方法，清除污染物。

3.6.3 对于污染性化学品

(1) 根据化学品的理化特性，泄漏物若是类油物质，则可按油类物质采取措施。

(2) 如果泄漏的化学品比水重，污染物将会沉降或溶于水中，无法采取围控打捞的方法回收，则需采用处理剂喷洒处理使其沉降、分散、中和，或采用水底打捞沉降物的方法，进行清理。

(3) 回收的化学品及含水、杂质的化学品废弃物等，应考虑其运输、储存、处理和处置的方法，以防止发生二次污染岸线。

3.7 应急行动中的注意事项

3.7.1 不同的化学品尽管有其独特性，但大多数都同时具有毒性、易燃性和污染性等特性，在采取措施时应综合考虑。

3.7.2 根据污染物的理化特性，现场作业人员必须配备相应的防护器材。

3.7.3 现场应落实各项防火防爆措施，所有船艇及动力工具必须具备火星消除装置，防止火灾和爆炸事故的发生。

3.7.4 在污染物溢漏的初期，是油气或化学污染物蒸发量最大的阶段，所有船舶、清污和救护人员应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。

3.7.5 在大规模溢油/化学品溢漏的初期，禁止任何人和船舶进入漂浮污染物区域内，清污工作在漂浮污染物的边缘地区，在污染物经过一定时间的自然挥发后，方可进入漂浮污染物区域内进行清污作业。

3.7.6 指挥人员应密切注意污染物和清污作业的动态，严禁在危险的条件下进行清污作业。

3.7.7 本方案实施过程中如伴有其他险情发生，参照相关应急方案采取行动。

四、敏感资源的围护方案

4.1 上海港水域环境敏感区

序号	环境敏感区
1	黄浦江上游水源保护区
2	陈行饮用水源保护区
3	青草沙饮用水源保护区
4	九段沙湿地自然保护区
5	崇明东滩鸟类自然保护区
6	长江口中华鲟自然保护区
7	金山三岛海洋生态自然保护区
8	嵎泗列岛风景名胜区
9	马鞍列岛海洋特别保护区

4.2. 环境敏感区保护次序

一旦发生船舶污染事故，首要目标是人命和财产的安全、重要敏感资源的保护和污染源的控制，防止和减轻污染影响和损害程度，其次才是污染物的清除。

(1) 如果拥有的应急设备、器材和清污力量不足以对所有敏感区域提供全面、有力的保护，则必须按优先顺序对最重要区域作出保护。

确定优先保护顺序时，应考虑以下各种因素：

① 该区域对污染物的敏感性、易受损害的程度；

- ② 保护环境敏感资源的实际效果；
- ③ 清除作业的能力和可能性；
- ④ 季节性因素影响的程度。

现场应急指挥部必须综合以上有关因素，依据本公司应急设备、器材和清污力量情况，确定敏感资源的优先保护顺序。

(2) 本应急预案对环境敏感资源优先保护的基本顺序为：

- ① 饮用水源保护区；
- ② 生态自然保护区；
- ③ 渔业资源和水产养殖区；
- ④ 工业用水取水口；
- ⑤ 风景游览区；
- ⑥ 其它岸线。

五、主要溢油处置方法

5.1 溢油围控

当油溢至海面时，必须采取措施使溢油对海洋资源和环境的污染损害减至最小。最常用的方法是使用围油栏防止溢油扩散并将溢油集中后进行回收或将溢油转向以保护环境敏感资源。

围油栏在敏感资源保护中的用途包括：

- (1) 包围水面溢油，防止溢油扩散，为溢油回收争取时间。
- (2) 拦截水面溢油，防止溢油进入敏感水域，减少污染面积，降低污染损失。
- (3) 改变溢油漂移方向，使其向相对不敏感水域方向漂移。
- (4) 转移水面溢油，使溢油集中到相对不敏感水域进行回收作业。

(5) 保护工业用水和饮用水取水口等，避免污染。

5.2 机械回收

机械回收是指在不改变溢油形态的情况下利用围油栏将溢油进行水面围控并利用收油机将油从水面分离出来，以清除水面的溢油。

使用机械回收的优点：

- (1) 将溢油影响区域化以减少污染。
- (2) 可使溢油逐渐集中，增加油层的厚度以简化溢油回收。
- (3) 将溢油从海面上回收以便进一步的处理。

机械回收的主要设备为收油机，一般需要围油栏进行配合。

5.3 使用吸油材料

吸油材料是一种通过吸收油（油渗入吸油材料）或吸附油（油粘附在吸油材料表面）来回收溢油的材料。使用吸油材料是回收溢油普遍使用的手段。吸油材料还用在清除机械回收装置不能进入或限制进入的地区。采用吸油材料制成的吸油栅栏还用来保护岸边溢油环境敏感资源。

5.4 喷洒溢油分散剂

溢油分散剂是由多种表面活性剂和强渗透性的溶剂组成，主要用于处理海上溢油及清洗油污。消油剂的作用机理是将水面浮油乳化，形成细小粒子分散于水中，主要适用于开阔海域的溢油处理。

5.5 现场焚烧

现场焚烧是一种考虑用于开阔海域的反应对策，所产生的巨大的油烟会影响到人员、设施、船舶和飞机的安全。

现场焚烧技术的受制条件很多，既要有一定的油膜厚度、油膜面积，还要有与燃烧速率相适应的集油速度以及适宜的现场气候、海况和溢油的乳化程度等，同时还应有相应的设备。

5.6 物理消散

浮油表面有自然分解和损耗的趋势。在某种情况下，这种趋势可能会加速。这种分解的可能性和速率取决于以下几点：

- (1) 油的类型（轻油、低蜡油分解的更快）
- (2) 海况（运动剧烈的海况会帮助分解）
- (3) 风（大风有助于分解）

如果发生的溢油对重要海区、浅海或近岸海环境不发生威胁，这种选择是可行的。

5.7 岸线溢油清除

溢油事故应急处置后，对于被溢油污染的岸线，需进行溢油的清除以恢复岸线的使用功能。根据岸线类型的不同，可采取的岸线清除技术包括使用吸油材料、喷洒消油剂、使用岸线清除设备、人工清除等。

5.8 生化补救

生化补救包括向溢油增加肥料助长和激活噬油细菌和真菌。这种对策还指使用人工合成，培养或移植的微生物，把他们放置在浮油和浸油的海岸线上。

六、岸线溢油清除

6.1 岸线溢油清除步骤

典型的岸线清除分三个阶段进行：清除大片溢油、清除岸滩溢油和最后清洁。

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。清除作业需要使用撇油器、泵、真空罐车、铁锹和桶等机械设备和工具。此阶段的作业，选择使用真空罐车吸取岸线溢油是最适宜的方法。

第二阶段——清除滩涂溢油。清除渗入岸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，需要投入撇油器、泵、真空罐车和桶等设备。

第三阶段-----最后清洁。将残存的各种污油比较彻底地清除掉，这一阶段的作业需要使用吸油材料，也可使用分散剂。

6.2 岸线溢油清除技术

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，有时也可使岸线自然恢复。

1) 利用泵/撇油器回收岸线上的溢油是最简便的方法。由于岸线上的溢油含有一些沙粒和垃圾，应使用对垃圾沙粒不敏感的真空泵、真空罐车或真空式撇油器回收溢油，并将溢油泵送到储油设施。

2) 使用平地机、推土机、铲土机和装载机机械设备回收溢油和油污染的沙子。这种回收技术适用于沙滩渗透程度和敏感程度低的岸线。作业时，机械设备应沿着岸线方向自岸上向水边逐步工作，将受油污染的沙子集中起来统一处理。

3) 使用附着机粘附溢油，用推土机将溢油污染的沙层推到一起，还可利用扶梯式挖斗机清除溢油。这些设备适用于回收刚着岸的油和重油。

4) 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。

5) 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。

6) 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，确定自己恢复程序。

7) 使用岸线清洁机清洁岸线：

(1) 岸线清洁有时需要使用沙滩清洁机，沙滩清洁机是通过筛子回收沙滩油球块和污染的石块的机械装置。使用时，应沿着岸线方向自岸上向水边一排一排逐步进行，最后清洁到水边。设备运行速度 3~10 km/h，每小时可清洁 5000~15000 km²。

(2) 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，并用围油栏和撇油器配合作业。操作时应先从污染严重的区域开始，最后清洁到水边。

(3) 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，并配合围油栏和撇油器一起工作。这种清洁方法容易损害海洋表面的微生物。

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。使用吸附材料吸附别冲入水边的溢油，以避免进一步污染岸线。

8) 犁耙岸滩。这种技术使用于轻微污染的、没有旅游娱乐价值的岸线，将沙砾犁耙起来使其充分通风，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，例如有大浪迁徙的动物到来，或旅游季节即将开始，或正处于旅游旺季。

6.3 岸线清除作业应考虑的因素

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（小鹅卵石、沙、湿地）及应考虑的其他特殊因素。

在考虑油的特性方面时，应在岸线清洁作业前，一定要对溢油进行取样分析，来确定溢油是否具有毒性，并判定：

- （1）岸线生物及环境受到损害的级别；
- （2）清污人员可能遇到的危险；
- （3）溢油在岸线上的状态；
- （4）为确定岸线清洁措施提供溢油的基础信息。

在考虑现场情况方面，应主要掌握现场的风、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、低潮和潮位，以便制定有效的初始计划。

6.4 不同类型岸线的溢油清除

岸线溢油清除技术的应用与岸线类型有密切的关系。前面介绍的四种类型的岸线（岩石和人造结构，圆石、小鹅卵石、鹅卵石、沙滩和沉积物），在受到溢油污染时，所需采取的清除方法是不同的。

6.4.1. 岩石和人造结构

裸露在浪潮中的岩石一般具有较高的自洁能力，建议不对其进行清除

作业。但是，对浪潮冲击较弱或人们经常活动的人造建筑(海港、码头)，应进行清除。这种情况的作业分三个阶段：

第一阶段，使用撇油器、泵等设备回收被围控的水面漂浮溢油。在潮汐地带，油被潮汐从岩石上冲洗下来流向围油栏与撇油器结合使用的围控区域。采用这种方案时，必须使用围油栏将作业区域尽可能地围成封闭形，在围油栏围控的区域内回收冲洗下来的溢油。

第二阶段，使用高压清洗设备清洗岩石/混凝土结构物。清洗时可使用海水，使用热水清洗时，应考虑环境中的微生物是否会因高温而遭受破坏。这些微生物群体是其他更复杂生物生存的基础，使用热水清除会造成比微生物生活在油中或比冷水清洗更严重的问题。使用围油栏和撇油器回收冲洗下来的溢油。

第三阶段，在涨潮前将分散剂喷洒在潮汐带上，但这种作业需要得到批准。这种情况也推荐使用吸油材料回收油膜。

6.4.2. 圆石、小鹅卵石、鹅卵石

由于大量溢油会渗透到石头缝隙中，所以清洁这些类型的岸线是非常困难的。这些石头通常被重要的植物群体覆盖，因此，应细心清洁。清洁作业包括下列几个阶段：

第一阶段，使用的技术与岩石、人造建筑的清洁技术相同。但是，由于这种岸线承载能力差，会损害植物群体，不能使用重型机械。

第二阶段，使用海水高压清洗设备，将石头表面溢油冲入布放有围油栏和撇油器的水中。在这种操作过程中，有些溢油会渗透到更深的岸线中，溢油会在几周或几个月后慢慢地渗出。只有在移开石头后才能进行清洁的

地方，应考虑海岸线受到侵蚀的影响。

第三阶段，将清洗过但仍粘有油的石头推入海中，这些石头将被海浪冲刷干净。这一过程应考虑海岸线可能受到的侵蚀。应使用围油栏将需要清洁的区域围起来，不推荐使用分散剂，因为溢油会渗透到沙滩的深处。

6.4.3. 沙滩

沙滩往往受到强烈的海浪和潮流作用，具有较高的自洁能力。沙滩具有较高的娱乐价值。在夏季，通常采取立即清除措施，并尽可能地回收污染的沙子，防止进一步侵蚀沙滩。垃圾回收量可能达到回收溢油的 20 倍。回收沙子应慎重考虑，进入娱乐性沙滩的通道要求路况良好，并用石头铺好，以使重型设备能够进入，其清除作业应按以下几个阶段进行：

第一阶段，回收污染的表面沙子。这种操作既可以使用重型机械设备也可以使用铁锹和塑料袋。使用机械设备的缺点是回收溢油中的沙子量很多，就可能会给后续处理带来很多问题。

第二阶段，人力收集油污沙子，直接装入车辆，运送到临时存储场地。如果车辆不能进入沙滩，收集的沙子应装在塑料袋里。但不要把袋子装得过满，并应防止直接在太阳下暴晒，以免塑料袋快速老化。

溢油渗透深度一般为 30 cm（主要由粘度决定），如果将所有有污染的沙子都移走，那工作量会很大。

将整个沙滩一次性彻底清洁是不可能的，必须将沙滩分成一定长度的小段（如 100m 为一段），这主要取决于作业人数。

在涨潮前，应用岸滩围油栏将一段沙滩围控起来，围油栏距离沙滩约 20m。这些围油栏正好布放在高于涨潮区并横穿整个海岸线前沿，岸滩围

油栏应与围控围油栏相连。在高潮时，犁起或搅拌被潮淹没的污染沙滩。由于搅拌的区域在水面以下，溢油会再浮到水面上来，可用喷水装置直接向搅拌起来的区域喷射水流，以使油与沙子分开。

利用小型真空式撇油器或绳式撇油器将搅拌后漂浮起来的油收集起来，在围控区内用小型围油栏围油控释放出来的溢油，并向岸线方向围拢。

为了有一个清洁的岸线应提前清除所有像海草这类的东西，回收的含沙量很低的油，可临时存放在存储罐中，这些罐最好有放水阀，可定期地将这些罐中的油抽走。

第三阶段，对于残存的油，可在涨潮前 30 分钟喷洒分散剂。用海水清洗没有潮汐的岸线，收集焦油球；清除变色的沙子后，覆盖上一层新沙。

6.4.4 有沉积物的岸线

在多数遮蔽区域，沉积物中含有少量泥和大量的海洋生物。这些区域还通常是鸟类的主要觅食地，生物对油污非常敏感，泥泞区域和遮蔽区域不易接近，这些特点都会给清污工作带来不便。如果进行溢油清除作业，对其造成的损害可能比溢油本身造成的污染损害还要大，任何清除污染的决定都应经过细致的讨论。

如在这些区域进行清除作业，要挖排泄沟以使低压海水冲洗出来的油流入收集池中，然后将油泵移走。人工对上层油污的清除仅仅适用于非常柔软的泥沙岸线。盐沼泽和红树林是两个非常特殊的生物种群，对油污染和机械清除非常敏感。经验表明，一般情况下不采取行动就是最好的处理措施，即便油污损害的恢复时间需要 10 年，甚至更长。

七、安全与防护

油不仅具有易燃易爆的危险性，还具有一定的毒性，当其溢出后，涉及的安全问题是多方面的，既可能影响到个人，也有可能影响到公共场所和社会群体，一旦处理不当，对应急作业人员的健康和公共安全都可能造成威胁。因此，在溢油应急作业中注意安全防护、采取相应的作业安全措施以及提供必要的安全保障是十分重要的。

7.1 个人安全

对于溢油应急作业人员来说，必须保证好如下几个方面的保护：

(1) 听力保护，长时间在产生噪声的机器旁工作时应戴耳朵保护装置。

(2) 头部保护，在作业的全过程都应戴安全帽，以防坠落物件砸伤头部或因头部撞到硬物上造成伤害。

(3) 眼睛保护，在所有的工作场所都要带上合适的防护眼镜，防止各种作业对眼睛造成伤害。有时，一般性的防护镜还达不到安全要求，可根据实际危险配戴特殊防护镜。

(4) 配戴呼吸器或口罩，防止油蒸气的吸入。

配戴防油手套，防止溢油的接触危害，减少皮肤的暴露和磨损（不推荐棉线或橡胶手套）。

(5) 保护靴，通常以带有纹理底并在足趾处带有钢性支撑的橡胶靴为宜，可以防滑、耐油，防止砸伤。

(6) 穿着带有阻油层的衣服，防止油渗透污染。

(7) 在近海、近岸、码头或在船舶甲板上操作，作业人员都要穿上救生衣。

(8) 在寒冷、恶劣天气下工作，应穿着保温服。

作业时，尽管注重采取安全防护措施，但也难免出现意外伤害情况。因此，在作业前应对现场可能出现的伤害事故制定相应的应急措施，如工作人员出现油蒸气中毒症状，应立即撤离作业区，严重的应送到医院急救；如油滴溅入眼睛内，应立即用洗眼器清洗；如发生皮肤擦伤，应立即包扎，避免接触到油污引起感染。

7.2 作业安全

溢油应急作业安全是多方面的，它既有溢油带来的自然危害，也有在作业中产生的危害，以下是防止溢油对人体健康的危害及处置措施。

溢油对人体的危害途径有油蒸气的吸入、皮肤接触和摄取，当出现味觉迟钝、昏迷、丧失知觉、反应迟缓、头痛或眼睛流泪时，就要意识到可能发生了溢油中毒，为了避免这一问题，应注意如下几点：

(1) 在初始反应期间，作业人员接触的是新鲜油，油气浓度较高，应尽量在上风处工作，以减少对油蒸气的吸入。如果存在溢油蒸气吸入可能有必要使用带有过滤功能的呼吸器，来阻止油气的吸入。对此还应注意的是，不要因为那些气体没有气味，或气味并不讨厌就认为它们是无害的。在作业现场不得吸烟。在岸线清除作业中，通常不需要呼吸保护装置。

(2) 石油蒸气通常比空气重，油蒸气会流动并聚集在低洼的地方，如码头岸壁附近和防护堤附近。因此，在油蒸气浓度较高的区域作业时，要待蒸气彻底消散后，再进入现场。

(3) 不能用汽油做清洗剂。如果皮肤沾上油，要尽快的擦掉，并用肥皂或特殊清洗液清洗。

(4) 应急作业人员应在饭前洗手，减少对油的摄取量。

(5) 作业人员在处理风化油时应采取特殊的预防措施，因为这时毒性和毒性影响会增大。

(6) 如果采用化学剂或其他清洁品，如清洁剂、分散剂以及生物制剂等溢油处理措施，应使用保护装置，减少皮肤接触和蒸气的吸入，并严格按照生产厂家使用说明进行操作。

(7) 溢油应急作业期间，要着防护服，并保持完好，以保证对人体的防护。

7.3 公共安全

公共安全是溢油清除作业涉及到的一个重要方面，应加以重视，因为这最容易引起公众的关注，即使很小的岸线清除活动也要处理好这一问题。应注意的安全事项有：

(1) 作业时应划定作业区，并设立警示标志。应有专门人员对作业区进行警戒，无关船只和人员不得进入。公众应与作业区保持一定的安全距离，不妨碍有关人员、材料、设备的调动。

(2) 对易燃气体或有毒气体可能扩散到的地方进行监测，并设置警示标志。

(3) 不允许志愿者参与清除活动，他们没有经过专业训练，容易受到伤害。他们可在溢油应急部门的组织下，进行简短的培训后，参与一些简单的作业。

(4) 如果记者和摄影者到溢油现场，应告知他们要采取的安全措施。

7.4 火灾和爆炸危险的防范措施

在原油、汽油或其他轻质燃料油溢出的初始阶段（未风化），由于其轻组分的蒸发，在油膜附近存在易燃气体，火灾和爆炸危险很大。油风化后轻组分已挥发掉，危险程度减小。风也能减少火灾的爆炸危险，它能分散易燃气体，降低易燃气体浓度。进行溢油应急作业时应事先采取相应的防范措施。

（1）作业前，应查阅或测定溢油的相关参数，对火灾和爆炸的潜在危险进行评估。

（2）如果一定要在具有可燃气体的区域进行作业，应推迟反应时间，知道可燃气体已经消散，或用测爆仪进行检测，确认无火灾、爆炸危险时，才可以进行作业。作业时，应在溢油区域的上风向进行。

当作业区域内存在易燃气体时，应注意一下事项：

- （1）不得使用明火，不得吸烟。
- （2）不得使用非防爆电器，不得进行摄录像。
- （3）不得使用非防爆无线电通信设备。
- （4）不得使用内燃机械，如汽油机。
- （5）作业人员应穿着防静电服装，不得穿带钉子的鞋。
- （6）对所有的螺丝刀、锤子、扳手等普通工具应进行特殊处理，以防止产生火花。
- （7）在此区域作业的船舶，应装有火星熄灭器，或带防火帽。
- （8）作业船舶要关闭门窗，不得在甲板进行无关作业。
- （9）进出作业区域的车辆应加防火帽。

7.5 溢油围栏与回收作业的注意事项

- (1) 作业人员应严格按照操作规程进行作业。
- (2) 应穿戴安全防护装备，如手套、防护镜、呼吸面具等。如果有人没有或拒绝穿戴安全装备，不得让其进入现场。
- (3) 作业人员应保持有良好的通信。
- (4) 在甲板上操作围油栏时，卷轴应事先加固，防止将作业人员拖入海中。
- (5) 布放和回收撇油器时，要注意不要被撇油器碰伤。
- (6) 作业人员应与泵浦保持一定的安全距离。
- (7) 不要在场地上乱扔工具、软管、绳子等。
- (8) 船舶甲板上应备有适量的吸油毡，以擦净洒落的油污。

7.6 喷洒分散剂时的危害防范

溢油分散剂是化学制剂，对人体有一定的危害，因此，使用时要注意个人安全，穿戴相应的安全防护用品，如 PVC 防护手套、防护眼镜，为防止吸入分散剂雾滴，还要戴上呼吸面罩。

喷洒作业后，要用肥皂洗净手和脸，特别是饭前一定要洗手。

使用存放时间长（储存时间多于 10 年）的分散剂时，要特别注意安全。因为分散剂会分解成很多有害成分。

7.7 岸线作业注意事项

岸线类型随海岸的延伸而变化，有些岸线具有一定的潜在危害，初始应急人员熟悉工作环境是很重要的。进入这些岸线前，应考虑所有危险因素，以便确认潜在的危害，如：野生动物、岸线类型、在水中工作、不利的气象条件。

在岸线作业时应注意如下事项：

(1) 小鹅卵石或鹅卵石海滨凹凸不平，而且光滑，在这样区域工作的人员应穿着防滑水靴。

(2) 在悬崖、沼泽地和泥泞的海岸线工作，应急人员活动不便，作业困难，稍有不慎就有可能带来危险，应格外小心。

(3) 从水上清除悬崖区域溢油时，船长要考虑船舶的可操作性，确定船舶能否安全接近悬崖。

(4) 如果作业人员从悬崖顶部开始清除作业，应系牢安全绳。

(5) 在水中作业时，作业人员一定要穿着救生衣，保持警惕，不得单独行动。在又急流、涨潮、回头浪和潮汐的水域作业，应格外小心。

(6) 在岸线清除作业中，安全与健康最为重要，指挥人员必须向工作人员讲明安全规定，对那些不能遵守操作程序的人员，应劝其离开工作区域，因为不遵守安全操作程序会损害他人安全。

7.8 驳载和运输的安全措施

大型车辆的进入，作业人员的增多，或很滑的油污地面，都可能对人员和设备安全带来影响，因此应注意如下事项：

(1) 任何进入现场的车辆应熟知行车路线和目的地，司机应有相应的地图或说明。

(2) 应有专门人员负责与司机联系。

(3) 应在清除作业区域标明汽车进出路线，即使在夜间，标志也应明显可见。

(4) 为使汽车能有效刹车，汽车行驶区域不能被油污染。

- (5) 为防止汽车驶入坑中，储油的坑应设置围堰。
- (6) 如果夜间工作，工作区域应有足够的照明。
- (7) 在夜间工作，所有工作人员应配戴可视反光标志物，以使司机能够辨认。
- (8) 在发生人员受伤的情况下，负责人员应知道如何寻求帮助。

7.9 不利天气条件下的作业安全

恶劣的天气条件对作业人员的健康和安全感会产生很大的影响，如长期在炎热或寒冷的天气下作业，会对作业人员造成生理上和心理上的不利影响，继续工作可能造成身体不适，效率低下，神智发生意外事故和伤害。为保证作业安全，应做好以下工作：

- (1) 合理安排任务。
- (2) 安排休息时间，准备休息场所。
- (3) 准备充足的饮料和食品、药品。
- (4) 恶劣天气下的防护装备。
- (5) 指挥人员与现场工作人员保持无线电联系。
- (6) 注意最新天气预报。

7.10 安全保障

在溢油事故应急处理中，为了避免对作业人员造成伤害或对公共安全造成危害，做好安全保障工作是非常必要的，应至少包括以下几个方面：

- 1) 指挥人员应在应急作业前向作业人员宣布作业计划、作业方案和注意事项；应急作业人员应听从指挥，严格按照作业程序和设备操作规程进行作业。

2) 海上交通保障。对海上溢油区域进行警戒，发布航行警告，以保证应急作业的正常进行。

3) 现场管制。应有专人负责现场人员和秩序的管理，无关人员不得进入作业现场。

4) 后勤保障，这对溢油应急作业的顺利进行是十分重要的。后勤保障应包括人事和设备支持的所有方面：

(1) 提供必要的安全设备，包括安全防护装备、通讯设备、必备的药品食物、临时休息的帐篷、必要的灭火设施、清洁眼镜和身体的洗浴设施。

(2) 建立与医疗急救部门的联系，一旦发生事故，能立即得到支援。

5) 规定指挥人员与现场操作人员在安全方面的互相责任。

保障作业安全是指挥人员与现场操作人员的共同责任，现场监督人员有权阻止不安全的操作行动。应急作业机构与雇佣作业人员之间应明确安全责任。

(1) 指挥人员应识别清除行动和有关行动的危险性，提供安全防护装备以减少危险性，提供安全知识培训。

(2) 现场操作人员应使用提供的安全装备，遵守操作程序和指挥人员的指令，报告不安全的情况，如能自行进行处置的，及时采取措施。

溢油应急安全问题事关重大，应急人员必须对此引起足够的重视，了解安全作业常识，掌握相关的防范措施，避免事故发生，对个人和公共安全带来危害。