

海上溢油回收技术研究

周李鑫 濮文虹 杨帆

(华中科技大学环境学院)

摘要 论述了厌氧-好氧(A/O)工艺的基本原理及工艺参数。该工艺在冀东油田两座废水处理站的应用结果表明,对废水中石油类物质、COD、硫化物去除效果明显。高一联合站及柳一联合站污水经处理后,石油类物质去除率分别为 90.6%和 96.0%;COD 去除率分别为 86.0%和 91.6%;硫化物去除率分别为 94.8%和 98.2%,处理后的污水均达到一级排放标准。另外,采用厌氧-好氧工艺的成本相对较低,处理费用低于 0.5 元/m³。处理后的污水若回注地下,平均费用为 4.7 元/m³。

关键词 冀东油田 含油废水 污水处理 厌氧-好氧工艺

0 引言

随着对海洋资源的不断开发利用,接踵而来的海洋水体油污染问题日趋严重,对人们的生产生活造成严重的危害。某海洋污染科学研究组织对海洋污染进行了调查和评估,证明石油是海洋污染中常见的污染物^[1]。据统计,目前每年因突发性溢油事故而流入大海江河的石油约为 300~500 万吨^[2]。目前我国海上石油运输量仅次于美国、日本居第三位,海上船舶溢油事故呈上升趋势。由此看来,解决溢油污染的防治问题已刻不容缓。

1 海洋油污染

1.1 来源

海洋油污染主要来自于工业、农业、运输业及生活污水的排放、油泄漏,逸入大气的石油烃的沉降及海底自然溢油。在海洋运输的油污染中,最引人注目的是油轮事故造成的^[1,3]。表 1 中介绍了各种污染物

表 1 各种污染物来源

污染物来源	百分比 (%)	石油 (10 ⁵ t/a)
工、农、运输及生活污水	36.3	1.18
油泄漏	45.2	1.47
大气中的石油烃	9.2	0.30
自然溢油	7.7	0.25
其它	1.6	0.05
合计	1	3.25

的来源。

1.2 危害

溢油在海面迅速散开,形成油膜,由于油膜隔绝空气中的氧气,使深海中大量的浮游生物窒息而死^[4]。油膜和油块能粘住大量的鱼卵和幼鱼,使其死亡;使鱼虾产生石油臭味,降低海产品的使用价值^[5]。

有些鸟类误食油块而导致消化系统阻塞,造成水生生物的畸变,甚至可通过食物链进入人体,使人体内脏发生病变,有些危害性后果延续多年,给海洋生物带来包括进食,生殖规律的变化^[1,6]。此外,油污还会破坏海滩休养地、风景区及景观。

2 海洋溢油的处理技术

海洋溢油的治理方法按其性质可分为三种:物理法、化学法和生物法。

2.1 物理法

物理法借助于物理性质和机械装置,消除海面和海岸的油污染。这是目前国内处理溢油的主要方法,适用于较厚油层的回收处理。但是其缺点是受风浪、粘度等因素的影响较大。

2.1.1 围油栏

当发生溢油事故时,可将这些油包围起来,缩小面积,防止其扩散。所以优质的围油栏必须具备易于展开和收回,易于水洗,耐磨,具有一定的强度以及抗风浪等性能^[7]。围油栏的材料一般有耐油的聚乙烯、氯丁橡胶等。近几年,围油栏向快速、轻便、便于操作方向发展。英国 Vikoma 公司生产的围油栏应用于安

特卫普港,减轻 35000 t 漏油事故造成的污染^[8]。

Boom Vane 是获得瑞典专利的新型围油栏,曾在 1999 年成功地处理美国哥伦比亚海岸的漏油事故^[9]。青岛华海环保公司研制开发的橡胶防火围油栏,在“灾害性污染防危反应论坛”会议上演示,获得专家的一致好评^[10]。

2.1.2 吸附法

利用吸油材料吸附海面溢油,是一种简单有效的治理溢油的装置,适用于浅海和海岸边及比较平静的场所。其优点为:使用安全,原料丰富,价格低;缺点为:吸油量较小。目前,国内外的吸油材料主要有聚乙烯、聚胺酯泡沫、聚苯乙烯纤维等人工合成的材料,以及锯末、麦杆、等天然吸油材料^[11]。加拿大 Cooper^[12]针对聚胺酯吸油材料对不同粘度的原油吸油效果进行试验,得出对于粘度较大原油达到半数饱和度的时间短,吸油量是小粘度的几十倍;在粘度 3000 cp 时,吸油率可达 47 g/g。日本^[13]1999 年研究发现雪松树皮具有很大的潜在吸油能力,试验表明随着树皮纤维组织尺寸的增大吸油量也随之增加,当纤维尺寸为 600 μm 其吸油率达 10.3g/g;干燥的树皮吸油率是湿的两倍,针对低、高粘度的原油其吸油率分别为 10~15 g/g 和 15~20 g/g。2001 年日本已经开始投入生产。路建美^[14]等在对多孔性高吸油型树脂的合成、改进工作中取得了阶段性进展。

2.2 机械法

油回收船和撇油器是机械回收溢油的主要方法。一般说来,绝大多数油回收器在风速小于 10m/s,波高小于 0.5 m 时可正常使用^[15]。

这些年来已经有几十种撇油器相继研制诞生,而且许多产品已经在设备市场上站住了脚,特别是适于隐蔽浅水处运用。但对开放海域只有少数几种类型应用最为广泛^[16,17]。

2.2.1 亲油-吸附式撇油器^[18~20]

该撇油器工作原理是利用油粘附在某些物质上的能力(如聚丙烯、PVC 和铝便是很好的吸附物质)让浮油吸附在一个运动的表面上,然后被带出水面,通过刮擦或挤压转移至贮油槽或输油泵中。这种形式的撇油器可是旋转的盘片、鼓或刷子,也可是吸油带、拖绳或硬毛刷。

适用粘度范围 最大粘度值为 10^4 cSt,但最佳值在 100~1000 cSt,若高于 5000 cSt,效果就很低了。

运行条件 盘式、带式 and 转鼓撇油器用于相对平静的水面,拖绳式和刷式在含有碎冰的水中也取得良好的效果,小型盘式和拖布式撇油器已在全球的近岸、港口和湖泊溢油处理中广泛应用。

运行效果 当盘、带、鼓、拖绳、刷的速度低且油粘度低时,回收油的含水率少,但会随速度和粘度的增加而急剧增加。

2.2.2 带式撇油器^[21,22]

带式撇油器结合了过滤、吸附和机械传输原理。带从油水中划过,若在带的后面有一个泵则可以增加流向带的水流。通过过滤作用分离了油和浮渣,并让水通过了带。吸附使油和含油的浮渣从海面黏附上来。

适用粘度范围 可回收非常粘的油,理想的粘度值在 $10 \sim 10^5$ cSt。

运行条件 适应从平静浅水和近岸到 8 m/s 风速、1.5 m 的浪。更大的浪将会将油推离撇油器或是推到撇油器底部。

运行效果 在静水中回收油的含水率低,但会随着波幅、带速和油粘度的增加而增加。

2.2.3 空气传输式撇油器^[23]

这类撇油器工作原理是运用真空油槽车或小型真空设备,通过吸管连接一个撇油头,吸油的同时吸入空气,吸管口及管内空气高速流动,高速空气从水面上将油带走,然后转移到回收槽。由于吸管内的摩擦损耗,真空抽吸只是对非常轻的油有效,对于粘度高的油品几乎是无效的。

适用粘度范围 油品结成的小块如果可以进入吸口时甚至能回收固体油。粘度范围可高达约 10^6 cSt。

运行条件 更适于静水中。按重量和大小可以自由漂浮于水面上的设备能随着波浪运动而抛出水相,因此会降低效率。如果只有吸入口是浮于水面的,则波浪的作用会好一点。

运行效果 平静水面下回收油的含水率低,但有波浪时含水率大。

2.2.4 过滤式撇油器^[3]

过滤式撇油器工作是利用网袋等过滤、机械截留传输以及吸附的原理,从而可以随着水的流动,油水一起进入网袋中,由于油的粘滞性等,水又通过网眼流出,而油则被留下来。

适用粘度范围 可以很好的回收粘度超过 10^5 cSt 的油,主要是回收大块的重油,如:沥青、重油、焦

油球等。

运行条件 对于波浪不太敏感,可连续回收溢油。

运行效果 油粘度的增加将会增加含水率,一般情况下回收的水很少。

2.2.5 堰式撇油器^[24, 25]

堰式撇油器的工作原理就像用汤勺将油从汤中撇出来一样。堰缘可以根据油水界面的变化在水的作用下在垂直方向上调整,溢油通过堰缘不断进入收油腔体,大多数堰式撇油器是通过自调节型的堰缘来完成的,它可随泵流量高或低。

适用粘度范围 根据堰缘的设计不同,大约粘度在 30 ~ 40000 cSt 的油都可有效地回收,如果附加机械传输后,回收油粘度范围可达 50 ~ 10⁵ cSt。

运行条件 由于体积小且重量轻,堰式撇油可承受 12 m/s 的风和高达 2 ~ 2.5 m 的大浪,在开放海域或近海,堰式撇油器应用分布最广。

运行效果 较大多数撇油器回收的水和油多,特别是在开放海域,且简单可靠。

2.3 化学法

2.3.1 燃烧法

用火点燃溢油使其自行消失,优点是:需后勤支持少,高效、快速;缺点是:可能对生态平衡造成不良影响;浪费能源^[26]。在美国,就地燃烧法多次应用于湿地、浅湖、内河以及其他处理方法不适用的场合,结果证明在含水率、油层厚度等适合的情况下就地燃烧是一种潜在的、有效的处理溢油的方式^[26-28]。

2.3.2 化学试剂法

消油剂 0.3cm 以下的薄油层,通过喷洒消油剂,改变油水界面的表面张力,使溢油分散,油膜消失^[29]。从第一次使用消油剂至今已有 30 多年的历史,其发展历程三代^[30]:第一代是毒性很大的阴离子表面活性剂;第二代是非离子表面活性剂,醚型变为酯型,毒性变小;第三代是浓缩型,有效成分为乳化剂、润湿剂和氧化剂等,活性、效率高。

消油剂的优点是:见效快,在恶劣的气候下,可以在短时间内处理大面积溢油。但另一方面,在低于 5 的水中几乎不能应用^[31];且由于其可能产生二次污染;只对中低粘度的油有效。所以各个国家对其使用都有专门的条例限制。研究表明,天气、温度、盐度都是影响消油剂使用效果的主要因素^[32]。Corexit 足,抑制细菌的生长。李进道^[49]等向海水中添加一定

9500 和 9527^[33]、HSP60^[34]是目前国外主要使用的消油剂,经过一系列的试验证明其作为溢油事件的保护手段是有效的,并针对不同的温度、天气等因素得出最佳适用条件。消油剂通过食物链会影响海洋动植物生态环境。美国、德国、挪威等国家一直跟踪观察使用消油剂后的毒性影响^[35]。

凝油剂 凝油剂的作用是将溢油包凝起来。近几年国外报道的凝油剂有聚丙烯醇醚和聚氧烷基乙二醇醚^[36]、皮革纤维^[37]等,但尚未在实际中得到应用,仍处于实验阶段。在国内,从 90 年代后期才将溢油凝油剂的研究列入国家级研究项目,如大连理工大学李忠义^[38]研制的氨基酸型凝油剂、复旦大学姚重华^[39]研制的山梨糖醇型凝油剂,青岛海洋大学陈国华等系统研究并合成了聚乙烯醇型^[40]、大豆蛋白^[41]及淀粉系列^[40]凝油剂,但离实际应用还有一段距离。目前使用较多的酵母蛋白凝油剂,生产工艺复杂,成本偏高,价格昂贵、不利推广、凝油性较低而难以在实际中得到应用。以后主要研究开发起效快、低污染、低用量、低毒性、易于回收,不易受周围环境影响的新型凝油剂。

集油剂 向海面溢油喷洒集油剂,改变油、水的表面张力,油聚集后再用其他方法回收,可以说集油剂是一种化学围栏,适合用在港湾,海域内,作未铺设围油栏以前的辅助手段^[42]。凝油剂是使溢油变成胶凝状凝固,而集油剂是将扩散的油聚集起来但不使其胶凝^[40]。集油剂的扩散速度,决定了其集油效果,而扩散速度取决于温度、集油剂的活性成份及溶剂的性质。聚丙烯酰胺系列^[43]、丙烯酸胺系列^[44]、聚乙烯醇系列^[45]以及早期的间苯二酚^[46]、木素磺化盐是目前国外主要的产品。可在不同环境毒性及其他情况下使用,并取得良好效果。目前国产 QS 系列集油剂^[47],是由 N, N-二烷基胺类表面活性剂等配制而成。

2.4 生物法

生物法是通过微生物用油类作为其新陈代谢的营养物质,而达到去除溢油污染。目前,至少已知有九十多种细菌和真菌能够降解部分石油成份^[48]。其优点是:高效、经济、安全、无二次污染,特别是对机械装置无法清除的薄油层,同时又限制使用化学药剂时,更显出其无可比拟的优越性。缺点是:一旦出现大规模的溢油或是油层比较厚时,营养和氧气供应不的亲油性肥料来补充海水中缺乏的 P、N 促进微生物

降解,取得良好的效果。Chakrabay^[50]将三种降解烃类 DNA 片段转移并合成一个含多种 DNA 的假单细胞菌,从而提高其降解能力。1992 年日本海洋技术研究所制成由四种菌合成的混合“M 菌”,处理溢油收到较好效果,它利用石油成份烃作唯一营养源,专门吞噬海面浮油,清除浮油的过程中可回收大量菌体。

3 结束语

根据现代灰色系统理论预测,未来溢油将以大溢油事件为主 海洋石油污染会日益严重。目前我国渤海、黄海的石油污染比较严重,随着海上油田的不断开发,运输量将会大幅度增加,海上溢油事故及开采过程中的跑冒滴漏将会有增无减,这对我国的海洋生态环境治理技术有很大的挑战。

挑战带来发展 21 世纪海面溢油污染防治的主旨是:在不牺牲环境资源的情况下,实现经济的可持续发展。未来的一段时间内,我们的首要任务是:结合我国资金短缺、设备不足的实际情况,紧跟国际最新动态,集思广益,应用和发展回收率高,结构简单方便,操作灵活,维修保养费用低的回收装置;在现有技术的基础上提出改进性建议,不断开发新技术新工艺。

未来海面溢油防治技术是综合的,多种技术相结合,会使技术更为完善 结合模糊数学理论模型,针对不同的气象、海况等实际情况,综合评价各种影响因素,选择最佳的溢油回收手段。

参 考 文 献

- [1] 陈贵峰,杜铭华等.海洋浮油污染及处理技术[J].环境保护,1997,1:10~13
- [2] 刘天齐.环境保护概论[M].北京:高等教育出版社,1997
- [3] 陈国华.水体油污染治理[M].北京:化学工业出版社,2002
- [4] Bucas G., Saliot A. Sea Transport of Animal and Vegetable Oils and its Environmental Consequences[J].Marine Pollution Bulletin,2002,44(12):388~1396
- [5] 张国乐.环境保护概论[M].北京:中国轻工业出版社,1999
- [6] Goof L., Marchand G. Observation of Palm Kernal Oil Spillage in the English channel[J].Proceeding of the 15th Technical Seminar on Chemical Spill 1998,75~82
- [7] 林建,朱跃姿,蔡俊清等.海上溢油的回收及处理[J].福建能源开发与节约,2001,1:6~8
- [8] 王忠贤.国外水面浮油污染处理介绍[J].船舶,1994(1):26~36
- [9] BoomVane-a River/Sweep Boom Deployment Device.Fast Water Oil Spill Control Technology for Rivers and Vessel Sweep Systems[J].Spill Science & Technology Bulletin.2001,6(5-6):363~364
- [10] 丁立荣.新型围油栏和水面溢油回收设备演示获得圆满成功[J].交通环保,2001,22(3):36
- [11] 白景峰,周斌,杨秀研等.DX 型高效天然吸油材料对海上溢油治理的研究[J].交通环保,2002,23(3):8~11
- [12] Nordvik, A.B. The Technology Window-of-Opportunity for Marine Oil Spill Response as Related to Oil Weathering and Operations[J].Spill Science & Technology Bulletin,1995,2(1):17~46
- [13] Saito M, Ishil S. et al. Development and Water Tank Tests of Suig Bark Sorbent(SBS)[J]. Spill Science & Technology Bulletin,2003,8(5-6):475~482
- [14] 纪顺俊,狄海生,朱秀林等.丙烯酸 2-乙基己酯与丙烯酸羟乙酯共聚合成高吸油性树脂的研究[J].高校化学工程学报,2002,16(4):446~449
- [15] 程东,蒋延虎.溢油应急处理的优化决策[J].海洋环境科学,2000,19(1):35~39
- [16] <http://www.oil-spill-web.com/oilspill/handbook2.htm> # Skimmers
- [17] Chapter 2 Mechanical Containment and Recovery of Oil Following a Spill, <http://www.epa.gov/oilspill/pdfs/chap2.pdf>
- [18] Buist S.G. Offshore Testing of Booms and Skimmers[A].Proceedings of the 11th Arctic and Marine Oil Spill Program Technical Seminar[C], p229~265
- [19] Solsberg L.B., McGrath M. Mechanical Recovery of Oil in Ice[A]. Proceedings of The 15th Arctic and Marine Oil Spill Program Technical Seminar[C],1992.p427~437
- [20] Nick V, Bruce M. 1992 Evaluation of the Foxtail Skimmer in Broken Ice. Technical Report No.92-01 Canadian Petroleum Association
- [21] Horst U. Physical Properties and Processes that Influence the Clean up of Oil Spills in the Marine Environment [J].Spill Science & Technology Bulletin,1999,5(3-4):177~289
- [22] Preparedness for Heavy Oil Spills, More Focus on Mechanical Feeder Skimmers. <http://www.oil-spill-web.com/flemingco/papers.htm>
- [23] The Development and Test of Equipment for Rapid Reflotation of Spilled Orimulsion, <http://www.oil-spill-web.com/flemingco/papers.htm>

- [24] Nordvik A.B. Summary of Development and Field Testing of the Transrec Oil Recovery System[J]. Spill Science and Technology Bulletin, 1999, 5(5-6): 309 ~ 322
- [25] Recovery Devices and Pumping Techniques for High Viscosity Oil Spills, <http://www.oil-spill-web.com/flemingco/papers.htm>
- [26] Mullin J.V., Champ M.A. Introduction/Overview to In Situ Burning of Oil Spills[J]. Spill Science & Technology Bulletin, 2003, 8(4):232 ~ 330
- [27] Zengel S.A., Michel J. Environmental Effects of In Situ Burning of Oil Spills in Inland and Upland Habitat[J]. Spill Science & Technology Bulletin, 2003, 8(4):373 ~ 377,
- [28] Torero, J.L., Olenick, J.P. et al. Determination of the Burning Characteristics of a Slick of Oil on Water[J]. Spill Science & Technology Bulletin, 2003, 8(4):379 ~ 390
- [29] IMO/AO/UNESCO/WMO/IAEA/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (1993). Impacts of Oil and Related Chemicals and Wastes on the Marine Environment [C], GESAMP pp.180
- [30] 李品芳, 陈鸞玲. 关于化学消油剂的几点思考. 交通环保 [J], 2002, 23 (3): 30 ~ 32
- [31] 于沉鱼, 曹立新. 消油剂乳化率影响因素的研究[J]. 交通环保, 2000, 21 (1): 18 ~ 23
- [32] Wolfe M.F., Schwartz G.T., Singarram S. et al. Influence of Dispersants on Trophic Transfer of Petroleum Hydrocarbons in Marine Food Chain[J]. Spill Science & Technology Bulletin, 1996, 3(4):255 ~ 258
- [33] Adam M.H., Larry S.J. Effectiveness in the Laboratory of Corexit 9500 and 9527 in Dispersing Fresh, Weathered, and Emulsion of Alaska North Slope Grude Oil under Subarctic Conditions[J]. Spill Science & Technology Bulletin, 2002, 7(5-6):241 ~ 247
- [34] Wolfe M.F., Olsen H.E., Gasuad K.A. et al. Induction of Heat Shock Protein(hsp)60 in Isochysis Galbana Exposed to sublethal preparations of dispersant and Prudhoe Bay Crude Oil[J]. Marine Environmental Research. Marine Environmental Research, 1999, 47(5): 473 ~ 489
- [35] H. Laux, I. Rahimian, T. Butz. Theoretical and Practical Approach to the Selection of Asphaltence Dispersing Agents[J]. Fuel Processing Technology 2000, 231(2): 79 ~ 89
- [36] Burlew J.O. Oil Congealing Composition. U.S. Patent 6 054 055, 2000
- [37] Wiss M., Wuestenberg D. Removing Oil Spill from Water and other Surface Using Leatherfibers. Ger. Offen, DE19 849 427, 2000
- [38] 李忠义. 油凝胶剂-G1 的合成[J]. 大连理工大学学报, 1996, 36(1):120 ~ 122
- [39] 姚重华. 山梨醇型凝油剂的制备与性能[J]. 上海环境科学, 1993, 12 (11): 24 ~ 25
- [40] 陈国华, 宋金明, 孙云明. 淀粉系列海上溢油凝油剂的制备与凝油性能[J]. 海洋科学, 25 (8): 37 ~ 41, 2001
- [41] 陈国华, 宋金明, 孙云明. 改性大豆蛋白海上溢油凝油剂的制备与性能[J]. 海洋环境科学, 2001, 20 (4): 9 ~ 12
- [42] 金跃波. 消油剂在海上油污处理上的应用[J]. 渔业现代化, 1998, 4: 38 ~ 42
- [43] Morgan J.C., Smith P.L. Stevens. Chemical Adaption and Development Strategies for Water and Gas Shut-off Gel Systems[J]. Presented at Rsc Chemistry in the Oil Industry 6th International Symposium. Charlotte Mason College Aruble Side UK, April, 1997, 14 ~ 17
- [44] Moradi-Araghi A. A Review of Thermally Stable Gels for Fluid Diversion in Petroleum Production[J]. Journal of Petroleum Science and Engineer, 2000, 26: 1 ~ 10
- [45] Goldman P. Laboratory-temperature and Profile Modification. Paper SPE 14235[J]. Presented at Goth Annual SPE Tech. Conf. Las Vegas
- [46] Nagra, S.S. Stability of Waterflood Diverting Agents Ait Elevated Temperature in Reservoir Brines. Paper SPE 15548[J]. Presented at the 61st Ann. SPE Tech Conf., New Orleane LA, 1986, Oct. 5 ~ 8
- [47] 李世珍, 侯正田. 沿海地区溢油污染防治技术研究[J]. 海洋技术, 1995, 14 (3): 105 ~ 114
- [48] 易少金, 向兴发, 肖稳发. 海面浮油的生物处理技术[J]. 油气田环境保护, 2002, 12 (2): 4 ~ 6
- [49] 季进道等. 用长效肥料提高微生物分解海面油膜的试验 [J]. 青岛海洋 大学学报, 1990, 20 (3): 84 ~ 88
- [50] 刘晓春等. 面向 21 世纪的环境生物技术[J]. 重庆环境科学, 1995, 17 (3): 34 ~ 37

(收稿日期 2004-10-12)

(编辑 李娟)

solidified waste products can be broken and burned with coal proportionally. The ash and slag produced from burned waste products can be taken as fuel of cement. This technology for treating solid waste products is suitable for environmental protection. The feasibility of industrial solidification of waste products should be further proved.

KEY WORDS oily wastewater; solid waste product; solidification technology; compound burning; innocuous treatment

Research Status and Prospect of Biodegradable Polymers(40)

Wu Weixia¹ Tu Apeng² Xiao Junxia¹ Duan Mingfeng¹

(1.Department of Chemical Engineering, Yangtze University; 2.Drilling Company of Tuha Oil Field)

ABSTRACT The biodegradable polymers are available for environment protection. The valid application of biodegradable polymers dominated again in various fields. The research status of biodegradable polymers is summarized. The degradation mechanism and affecting factors for degradation of biodegradable polymers are discussed. The potential application of biodegradable polymers in the fields of biomedical implantation and drug release, packaging and agriculture are also researched primarily.

KEY WORDS biodegradable polymers; degradation mechanism; affecting factor; research status; application potential

Comprehensive Utilization of Fly Ash in Daqing Petroleum Administrative Bureau(44)

Wang Xiaohua¹ Li Xingchun¹ Mao Guocheng²

(1.Environmental Engineering Technique Centre of CNPC ; 2.Daqing Petroleum Administrative Bureau)

ABSTRACT The utilization of fly ash at home and abroad is reviewed. The usage factor of fly ash in Daqing Petroleum Administrative Bureau is about 70 percent. The fly ash produced in Daqing Oil Field is mainly used to build road, produce cement and make pottery grains and sidewalk bricks. However, there are some problems in above comprehensive utilization of fly ash. The problems of fly ash for producing cement and sidewalk bricks are analyzed. Some suggestions for utilizing fly ash with other practical methods in the case of Daqing Petroleum Administrative Bureau are put forward.

KEY WORDS fly ash; comprehensive utilization; Daqing Petroleum Administrative Bureau

Study on Sea Oil Spill Recovery Technology(46)

Zhou Lixin Pu Wenhong Yang Fan

(College of Environmental Science and Engineering, Huazhong University of Science and Technology)

ABSTRACT Efficient usage of oil recovery devices on sea is important for reducing marine pollution of oil spill. The development of oil spill recovery technologies in the world is reviewed briefly in this article. Much attention is paid to the application of four kinds of oil spill recovery technologies including physical, mechanical, chemical and biological methods. In practice , these technologies should be selected and applied according to the influencing factors on the sea.

KEY WORDS oil overflow on ship; recovery technology ; marine pollution; treatment technique

Knowledge about Safety and Protection in Drilling Process of Oil-Gas Field with Sulfur(51)

Li Zhenlong Song Guobo Dong Zejun Tao Xuefu

(No. 4 Drilling Company, Zhongyuan Oil Field)