

中国石油海外项目含油污泥处理标准探讨

张 爽¹ 王琳珲² 赵泽雨¹ 熊中浩¹

(1. 中国石油集团安全环保技术研究院有限公司; 2. 中国石油国际勘探开发有限公司海外 HSSE 技术支持中心)

摘 要 含油污泥是石油工业生产过程中不可避免产生的一种危险废物。许多不发达国家缺乏含油污泥处置标准是中国石油集团海外项目选择和制订相关标准时面临的普遍问题之一,也给海外项目的环境合规化管理带来很多隐患。通过分析对比中国、美国、欧盟、加拿大等国的含油污泥处理处置方式和标准,并借鉴某海外项目土壤修复典型案例,针对中国石油海外项目含油污泥处置提出依据含油污泥危险性划分进行区别处理的建议,进一步完善海外项目含油污泥处理标准。

关键词 含油污泥; 处理标准; 海外项目

DOI:10.3969/j.issn.1005-3158.2022.02.003

文章编号: 1005-3158(2022)02-0011-05

Discussion on Oily Sludge Treatment Standard of CNPC Overseas Projects

Zhang Shuang¹ Wang Linhui² Zhao Zeyu¹ Xiong Zhonghao¹

(1. CNPC Research Institute of Safety & Environment Technology;

2. Overseas HSSE Technical Support Center of PetroChina International Exploration and Development Co., Ltd.)

ABSTRACT Oily sludge is an unavoidable hazardous waste in the production of petroleum industry. The lack of disposal standards for oily sludge in many underdeveloped countries is one of the common problems faced by CNPC in the selection and formulation of relevant standards for overseas projects, which also brings many hidden dangers to the environmental compliance management of overseas projects. Through analysis contrast to China, the United States, European Union, Canada and other countries of the oily sludge disposal methods and standards, and reference to some overseas project soil repair typical cases, for China's overseas oil project oily sludge disposal according to the risk classification of the difference between oily sludge treatment advice, further perfect the overseas projects oily sludge treatment standards.

KEY WORDS oily sludge; treatment standard; overseas projects

0 引 言

随着石油需求量的增加,开展海外石油投资,建立海外石油基地已成为未来石油公司发展的一个重要方向。当资源国相关环境法律法规不健全时,如何避免在环境污染问题上造成经济损失和产生负面影响,就显得尤为重要。如 2015 年,中国某海外石油项目公司因临时储存了大量未处理的石油污染土壤,成为当地环境和工作人员健康的潜在隐患,受到资源国巨额索赔^[1]。该项目公司结合资源国当地现有环境法和土壤情况,制定出符合石油行业要求的土壤污染控制标准,填补了资源国土壤污染控制标准的空白,借鉴加拿大石油污染土壤处理导则《关于钻井废弃物

管理的 050 号令》,因地制宜制定了低含油污染土壤生物修复方案,为项目公司节约土壤处理费和取土税,创造了可观的经济效益。因此,为了更好地开展海外项目,对海外项目进行环境合规化管理,选择或制订相关环境法规标准对环境合规化管理尤为重要。

油气田在开发过程中不可避免地会产生含油污泥,含油污泥中含有石油类物质、水、重金属,是石油生产过程中产生的主要污染物之一。很多发达国家从 20 世纪 80 年代开始关注含油污泥污染问题,对其进行系统的研究,到 90 年代已成功制定相关的法律法规^[2],积累了丰富的经验和成功的案例,并在此基础上提出更详细的废物管理法规,如美国的《危险和固体

张爽,2006 年毕业于北京大学环境学院环境科学专业,硕士,高级工程师,现在中国石油集团安全环保技术研究院有限公司从事环境保护管理相关研究工作。通信地址:北京市昌平区黄河北街 1 号院 1 号楼 807,102206。E-mail:zhang-shuang@cnpc.com.cn。

废物修正案》(Hazardous and Solid Waste Amendment)和《资源保护和回收法》(Resource Conservation and Recovery Act)^[3]。但对于很多欠发达国家来说,大部分还没有建立相应的含油污泥处理排放标准,这不仅给中国石油集团海外项目含油污泥处理带来了挑战,也对项目的环境合规性管理带来了风险。

目前,含油污泥处理后的最终去向主要有土地利用、筑路、填埋和水泥窑协同处置(焚烧)等,中国石油公司对处理后含油污泥中的重金属含量和含油量提出排放要求,其排放标准主要依据当地环境法律标准。由于许多欠发达国家的法律和标准体系大多不健全,难以对含油污泥处理进行有效的指导。当地政府往往会要求中国石油公司执行被视为行业最佳实践标准的欧盟、美国和加拿大标准。鉴于含油量和重金属含量对含油污泥处理方式的选择至关重要,本文基于此两项指标,通过对比中国、美国、欧盟和加拿大的含油污泥处理标准,对国内外含油污泥处理标准进行探讨,并借鉴某海外项目土壤修复典型案例,以期海外项目含油污泥处理标准的制定和选择提供参考。

1 国内外含油污泥处理标准对比

1.1 中国

根据《国家危险废物名录》(2021年版),石油在开采和生产中产生的含油污泥都属于危险废物^[4]。按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020)第七十九条规定,制造危险废物的单位应该依据国家相关环保法律法规和标准的要求对危险废物进行储存、利用和处理,不能擅自决定处理方式^[5]。

目前,中国尚未制定统一的含油污泥处理标准或行业公认的标准。大部分含油污泥处理标准依据处置后的土地利用方式,分为农业用地标准和建筑用地标准。含油污泥处理后用于农业用地应符合 GB 4284—2018《农用污泥污染物控制标准》^[6],处理后用于建设用地应符合 GB 36600—2018《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》^[7]。石油行业一般在 GB 4284—2018《农用污泥污染物控制标准》的基础上,根据不同省份油田生产环境和含油污泥处理技术的要求,采用不同的地方法规,如新疆维吾尔自治区用于井场建设的含油污泥只限制处理后其砷含量、含油率和含水率。

1.2 美国

1976年颁布的《Resource Conservation and Recovery

Act》(简称《资源保护和回收法》(RCRA))是美国废物管理的核心法案^[8]。RCRA中的标准随着美国法令的改变而实时修改,目前将石油生产中产生的含油污泥归为危险废物,并在联邦法规(Title 40, the Code of Federal Regulations)中环境保护项目的239至282部分中具体规定了对于这类危险废物的处理方式和适用标准。

1984年美国环保署(US EPA)颁布的《危险和固体废物修正案》(HSWA),是在RCRA法案的基础上进一步建立的废物处理标准,主要包含9个部分,其中每一部分都能和RCRA法案条例相对应^[9]。所以,RCRA和HSWA都是美国进行危险废物管理和处理的法规标准。HSWA法案提出“土地处置禁令(LDR)”计划,该计划是基于EPA的要求对特殊废物的土地处理进行相关的限制,其原则是减少或最小化有害废物对人体或环境健康的危害,避免有毒废物在环境中迁移^[8]。依据此计划,美国政府在1994年发布了《Universal Treatment Standards》(简称《通用处理标准》)用来统一对危险废物的处理要求。对于石油类炼制废物,如含油污泥,若其中的污染物成分超过RCRA法案中268.48条规定的通用处理标准,则禁止对其进行土地处置。《通用处理标准》用TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Procedure)方法检测和记录^[10],具体浓度转换见式(1)。

$$\text{浓度}(\text{mg/kg}) = CV/W \quad (1)$$

式中: C 为提取液中待测物浓度,mg/L; V 为提取液体积,L; W 为被提取样品的质量,kg。

美国石油协会(API)在《勘探和开发中废物管理设施指南》中指出石油行业勘探和生产中的废物管理必须遵守联邦法规,对于勘探开发作业,废物和地下水的保护要求通常执行联邦法令^[11]。美国各州在此基础上针对不同地区的石油污染情况提出不同的处理标准,如美国怀俄明州发布的《溢油清洁度等级的指导原则》^[12]。

1.3 欧盟

欧盟各国在含油污泥处理方面并没有统一的标准,对于含油污泥的安全处置主要依赖于《废弃物指令(EU)2018/851》和当地的政策法规,但在欧洲可生物降解的含油固体废物不允许填埋处置^[13]。

欧盟关于危险废物的辨别主要依据法规《危险废弃物指令(91/689/EEC)》^[14]和《废物清单(2001/118/EC)》^[15]。《危险废弃物指令(91/689/EEC)》主要对欧盟成员国提出要在其指令管理下进行危险废物管理的要求。《废物清单(2001/118/EC)》指所需管理的

废物名单,包括危险废物和普通的固体废物。石油勘探产生的含油污泥在名单中被归为 05 01 06 * 类,属于危险废物,所以在处理时遵从危险废物处理要求。

对于废物的处理方法,欧盟提出了《废弃物填埋指令(1999/31/EC)》^[16]和《工业排放指令(综合污染预防和控制)(2010/75/EU)》^[17]进行具体管理。因此,对于含油污泥这类危险废物依据处理方式的不同,遵循的标准也不同。直接对含油污泥进行填埋处理时应遵守《废弃物填埋指令(1999/31/EC)》,通过浸出试验液固比(L/S)的计算方式对含油污泥中的重金属含量和含油量进行标准限定。先焚烧处理含油污泥则依据《工业排放指令(综合污染预防和控制)(2010/75/EU)》^[17],实施监测废物燃烧时排放到大气中的污染物浓度,确保不会对环境和人体健康造成危害和影响。

1.4 加拿大

加拿大在 1991 年公布的《有害废物安全填埋导则》对用于含油污泥的填埋处置进行了规定。各州和省根据本地实际情况制定了相关标准^[18],如阿尔伯达能源利用委员会颁布的含油污泥填埋要求和阿尔伯达能源监管局在 2019 年发布的《关于钻井废弃物管理的 050 号令》等^[19]。加拿大环境委员会(CCEM)最近根据土地用途和石油烃组分制定了严格的土地利用标准。

1.5 某海外项目土壤修复典型案例

2015 年,中国石油集团某海外石油项目公司为了处理生产过程中的溢油和含油污泥,在某欠发达地

区环境法规大量空白的情况下,通过对比分析中国、欧盟、美国和加拿大的污染土壤处理、排放标准,结合资源国当地现有环境法和土壤污染情况,制定出符合石油行业要求的土壤污染处理控制标准,填补了资源国土壤污染控制标准的空白,该标准主要限制总石油烃(TPH)、pH 值、总有机碳(TOC)、砷、镉、铬、铜、铅、汞、镍、锌的含量。该案例的成功为中国石油集团其他海外项目含油污泥处理标准的建立提供了经验。

某海外项目土壤污染处理标准见表 1^[1]。

表 1 某海外项目土壤污染处理标准 mg/kg(pH 值除外)

参数	筑路、垫井场	回填	农用
	干污泥 (含水率≤40%)	干污泥 (含水率≤40%)	土壤 (pH>6.5)
pH 值	6~10.5	6~10.5	6.5~10.5
TPH	20 000	20 000	3 000
砷	75	75	75
镉	3	20	20
总铬	600	1 000	1 000
铜	150	500	500
铅	375	1 000	1 000
汞	0.8	15	15
镍	150	200	200
锌	600	1 000	1 000

国内外含油污泥土地利用重金属含量限值见表 2。
国内外含油污泥处理有机物和含油量限值见表 3。

表 2 国内外含油污泥土地利用重金属含量限值

标准				砷	钡	镉	铬	铜	铅	汞	钼	镍	硒	锌
中国	GB 4284—2018《农用污泥污染物控制标准》	农用/ (mg·kg ⁻¹)	A 级污泥产物	30	—	3	500	500	300	3	—	100	—	1 200
			B 级污泥产物	75	—	15	1 000	1 500	1 000	15	—	200	—	3 000
美国	《资源保护和回收法》(RCRA 法案中通用处理标准)	土地处置/(mg·L ⁻¹)		5	21	0.11	0.6	—	4.3	0.75	—	0.025	11	1.6
欧盟	欧盟《废弃物填埋指令(1999/31/EC)》中危险废物填埋要求(2003 年修订)	L/S=2 L/kg		6	0	3	25	50	25	0.5	20	20	4	90
		L/S=10 L/kg		25	300	5	70	100	50	2	30	40	7	200
		C ₀ (渗透试验)/(L·kg ⁻¹)		3	60	1.7	15	60	15	0.3	10	12	3	60
加拿大	阿尔伯达能源监管局《关于钻井废弃物管理的 050 号令》	农业用地(细沙土)/(mg·kg ⁻¹)		17	750	1.4	64	63	70	6.6	4	45	1	250
		自然区域用地(细沙土)/(mg·kg ⁻¹)		17	750	3.8	64	63	70	12	4	45	1	250

表3 国内外含油污泥处理有机物和含油量限值

标准		项目	
中国	GB 4284—2018《农用污泥污染物控制标准》	农用	A 级污泥产物/($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) TPH<500(矿物油)
			B 级污泥产物/($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) TPH<3 000(矿物油)
美国	《资源保护和回收法》(RCRA 法案中通用处理标准)	土地处置	—
欧盟	欧盟《废弃物填埋指令(1999/31/EC)》中危险废物填埋要求(2003 年修订)	L/S=2 L/kg	TOC≤30 000 L/kg
		L/S=10 L/kg	TOC≤30 001 L/kg
		C ₀ (渗透试验)	TOC≤30 002 L/kg
加拿大	阿尔伯达能源监管局《关于钻井废弃物管理的 050 号令》	农业用地(细沙土)/($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	TPH≤7 260
		自然区域用地(细沙土)/($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	TPH≤7 260

2 海外项目含油污泥处理标准存在的问题及建议

目前,海外项目含油污泥处理面临的问题主要来自两个方面:一方面,国外不发达国家对于含油污泥的处理标准缺乏明确的规定,很多地区甚至没有制定含油污泥处理标准,同时,长时间堆存未处理的含油污泥造成了很大的环境污染,没有及时处理和回收利用油污土,造成了资源损失和浪费。另一方面,由于石油开采地层和各地区生产工艺流程的不同,所产生的含油污泥中的有害物质种类也不同。因此,在标准制定中需要控制的污染物项目选择性太多,而且对于含油污泥具体的危险特性,并未进行相关的实验证明,缺乏科学依据。

因此,海外项目在制定相应的含油污泥处理标准时,应先对含油污泥进行检测,明确其中的污染物种类,对于无危险特性的含油污泥降低处理要求,减少海外项目对含油污泥的管理和处理成本。已明确具有危险特性的含油污泥,应通过与政府的沟通,决定含油污泥处理后的最终用途。依据其处理用途制定不同的重金属含量和含油量的标准,制定出满足行业认可、符合当地国情的含油污泥处理控制标准,填补欠发达地区含油污泥处理控制标准、土壤污染标准的空白,并根据当地自然条件和技术条件,编制可行的含油污泥处理方案,引导当地相关政府部门接受项目含油污泥处理方案,并签发相关许可。

随着各国对环境问题的重视,环境保护法规的要求越来越严格,对于中国石油集团的海外项目来说,制定含油污泥处理标准不仅可以规范项目操作方案,避免造成不必要的经济损失,还可以弥补欠发达国家在环境法规方面的不足,减少海外项目环境违规的风险,为石油行业的相关环境标准制定提供宝贵经验和

依据,树立企业环保形象,提升中国石油集团在海外市场的影响力。

参考文献

- [1] 文光耀,赵奇志,马洪刚,等.石油污染土壤高效、低成本生物修复技术研究与应用[J].中国安全生产科学技术,2017,13(增刊):5-9.
- [2] 王仙鹤,张庆冬,乔茹霞.国内外含油污泥处置标准现状及建议[J].环保科技,2019,25(4):53-59.
- [3] 赵敏,张海玲,杨琴.国内外含油污泥处理处置的标准研究:2014 中国环境科学学会学术年会(第三章)[C].北京:中国环境科学学会,2014.
- [4] 生态环境部.国家危险废物名录(2021 年版)[S/OL].(2020-11-27)[2021-09-22].https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk02/202011/t20201127_810202.html.
- [5] 全国人民代表大会常务委员会.中华人民共和国固体废物污染环境防治法(2020 修订)[S/OL].(2020-08-28)[2021-09-22].<http://www.aimin.gov.cn/web/zwgk/article/cbb0f64e96eb4e61a0df444a034d5683>.
- [6] 中华人民共和国住房和城乡建设部.农用污泥污染物控制标准:GB 4284—2018[S].北京:中国标准出版社,2018.
- [7] 生态环境部.土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准(试行):GB 36600—2018[S].北京:中国环境出版集团,2018.
- [8] United States Environmental Protection Agency. Highlights of the hazardous and solid waste amendments of 1984 the new rcra requirements[EB/OL].(1986-03-28)[2020-09-22].<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/2000EFXN.TXT?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=1981+Thru+1985&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&IntQFieldOp=>

- 0&.ExtQFieldOp = 0&.XmlQuery = &.File = D% 3A% 5Czyfiles% 5CIndex% 20Data% 5C81thru85% 5CTxt% 5C00000003% 5C2000EFXN. txt&.User = ANONYMOUS &.Password=anonymous&.SortMethod=h%7C-&.Maximum Documents = 1&.FuzzyDegree = 0&.ImageQuality = r75g8/ r75g8/x150y150g16/i425&.Display = hpfr&.DefSeekPage = x&.SearchBack = ZyActionL&.Back = ZyActionS&.BackDesc = Results% 20page&.MaximumPages = 1&.ZyEntry = 1&.SeekPage = x&.ZyPURL.
- [9] United States Environmental Protection Agency. Resource conservation and recovery act (RCRA)[EB/OL]. (1976-10-21) [2020-09-22]. <https://www.epa.gov/rcra>.
- [10] 国家环境保护总局. 危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别: GB 5085.3—2007[S]. 2007.
- [11] American Petroleum Institute. Waste management facilities [EB/OL]. (2009-02-27) [2020-09-22]. <https://www.api.org/oil-and-natural-gas/environment/environmental-performance/environmental-stewardship/waste-management-facilities>.
- [12] 任硕仪, 管硕, 史军, 等. 国内外含油污泥处理现状与建议[J]. 油气田环境保护, 2019, 29(4): 4-7.
- [13] The European Parliament and of the Council of the European Union. Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste (Text with EEA relevance) [EB/OL]. (2018-06-14) [2020-09-22]. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/851/oj>.
- [14] The European Parliament and the Council of the European Union. Regulation (EC) No 166/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 January 2006 concerning the establishment of a European pollutant release and transfer register and amending council directives 91/689/EEC and 96/61/EC [EB/OL]. (2006-01-18) [2020-09-22]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1602315546528&.uri=CELEX:32001D0118>.
- [15] The European Parliament and the Council of the European Union. 2001/118/EC: Commission decision of 16 January 2001 amending decision 2000/532/EC as regards the list of wastes [EB/OL]. (2001-02-16) [2020-09-22]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32001D0118&.qid=1645411879249>.
- [16] The European Parliament and the Council of the European Union. Directive (EU) 2018/850 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending directive 1999/31/EC on the landfill of waste [EB/OL]. (2018-06-14) [2020-09-22]. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/850/oj>.
- [17] The European Parliament and the Council of the European Union. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) [EB/OL]. (2010-11-24) [2020-09-22]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32010L0075&.qid=1645410471032>.
- [18] 薛广海, 李强, 刘庆, 等. 当前国内外含油污泥处理标准及石油烃检测方法的深度剖析和对比[J]. 石油化工应用, 2019, 38(1): 1-6.
- [19] Alberta Energy Regulator. Directive 050: Drilling waste management [EB/OL]. (2019-08-01) [2020-09-22]. <https://www.aer.ca/regulating-development/rules-and-directives/directives/directive-050>.

(收稿日期 2021-11-10)

(编辑 王薇)

(上接第 10 页)

- [3] 丁海玲, 黄山红, 宋嘉庚, 等. 油气田绿色矿山建设管理要求与实践[J]. 油气田环境保护, 2022, 32(1): 13-16.
- [4] 中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会. 中华人民共和国环境影响评价法: 中华人民共和国主席令第二十四号 [EB/OL]. (2018-12-29) [2022-02-21]. http://www.gov.cn/gongbao/content/2002/content_61822.htm.
- [5] 环境保护部办公厅, 国家发展和改革委员会办公厅. 生态保护红线划定指南: 环办生态[2017]48号 [EB/OL]. (2017-07-20) [2022-02-21]. <http://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgt/201707/W020170728397753220005.pdf>.
- [6] 熊运实, 丁海玲, 邱雪. 我国生态保护红线制度与管理要求[J]. 油气田环境保护, 2021, 31(5): 1-5.

(收稿日期 2022-03-04)

(编辑 王薇)