

# 油田固废处理工艺创新研究

刘震 (冀东油田井下作业公司环保综合处理厂, 河北 唐山 063000)

**摘要:** 油田在生产过程中不可避免地会产生大量固体废弃物, 其成分复杂、处置较为不便, 未经有效处理会对环境造成极大危害。随着社会经济快速发展, 人们环保意识不断增强, 石油勘探和开采量不断增加, 油田固体废弃物处理问题逐渐引起企业和社会的广泛关注。本文对油田固体废弃物处理工艺创新进行了简要探讨, 对相关研究人员提供参考。

**关键词:** 固体废弃物; 固废处理; 工艺创新

## 0 引言

当前, 石油化工开发过程中产生的固体废弃物数量不断增加, 其中诸如油泥等固废物依照国家相关规定属于危险废弃物, 因此其处理工作应被企业予以格外重视。部分企业由于对油田固废物缺乏足够认识, 往往将其进行简单堆放或掩埋处理, 会对土壤和地下水造成严重污染。因此, 引入油田固体废弃物处理新技术, 减轻其对周围环境产生的负面影响, 探索处理工艺创新研究, 成为当前石油工业面临的首要选择。

## 1 油田固废物处理工艺

### 1.1 油田固废物处理阐述

#### 1.1.1 油田固体废弃物已成为石油化工产业中不可忽视的主要污染物

由于油气勘探作业的特殊性, 其开采过程中会产生大量固体废弃物, 直接排放会对生态造成严重影响<sup>[1]</sup>。在对油田固体废弃物的处理技术上, 我国同西方发达国家之间仍存在较大差距。发达国家在此项领域已大规模采取包括物理、化学和生物等多种方法, 应用技术先进且实用性较强的设备进行固废物的回收处理利用, 虽需承担较高运行成本, 但其回收效率较高, 清洁效果也十分可观。随着我国不断提高对生态环保问题的重视, 对石化企业来说, 处理固体废弃物成为其生产过程中的首要问题<sup>[2]</sup>。

#### 1.1.2 石化工业领域对油田固废物重视程度逐步提升

近年来, 随着我国逐步建立和完善环保法律法规制度, 并对企业在相关技术层面提出更高要求, 油田固废物处理正得到各方面广泛重视。当前, 我国已经开展的固废物处理研究包括油砂、油泥综合处理研究, 采取包含焚烧处理、化学固化处理、固液分离处理、溶液萃取处理、调剖处理和微生物分解处理等方式进行处置实验, 但整体工作流程仍需不断完善, 实验成果有待进一步检验。

## 1.2 油田固废物调剖技术

第一, 油田固废物调剖技术具有费用低下、效率较高等特征, 已经成为当前世界上大多数国家解决油田固体废弃物问题的主要措施。油田固体废弃物调剖技术主要采用含油固体废弃物调剖溶剂进行处理工作, 因其溶液具有与油层良好的适配特点, 可采用对固废物进行化学处理的方式使其转化为活性稠化调剖溶剂, 以此实现对地层孔道有效封堵并显著提升注水系数。调剖技术具有较为明显的优点, 其能够解决油田固废物污染问题, 并以其相对低廉的价格获得广泛青睐。此外, 调剖溶剂受矿化度和温度等方面因素影响较弱, 适用于绝大多数石化工业固废物处理领域, 容易进行推广应用, 其自身含有的耐冲刷和抗高温等主要优势可使钻井平台中的注水井吸水剖面得到可观改善, 加强对油田固废物的回收利用。

第二, 油田固废物调剖技术具有更为复杂机理。油田固体废弃物主要源于地层中蕴含的胶状结构物, 多在原油脱水作业过程中于污水沉降罐中产生, 主要成分包括水、泥质、蜡质和胶质, 其中以水分占比最多。因此, 固体废弃物与稠油性质较为接近, 其可作为制作调剖剂的基础材料, 通过化学方法加入其他相关试剂后, 可实现对油泥的高效处理, 使之成为微米颗粒大小的悬浮溶液, 并应用于油藏调驱过程中。微米直径颗粒可轻易穿过地层中的孔道, 当其渗透密度达到一定程度后, 悬浮溶液会因地层中水分的影响而发生分解, 蜡质将被泥质吸收形成更大团粒沉降于孔道中, 从而实现增加水的体积、改善注入水情况的效果。由于调剖溶剂在地层中移动速度缓慢, 难以对地层通道进行有效堵塞, 因此应当通过增加高渗透层压力、增加注入水体积的方式, 减小高渗透吸水层调剖后的吸水量, 当吸水剖面改变时, 产油量和油田开采效率会得到显著提升。

## 2 油田固体废物处理研究

### 2.1 油田固体废物制度化处置

第一，建立健全固体废物管理制度，通过采用转化新固体废物法、水污染防治法、大气污染防治法等手段，严格开展固体废物污染排查工作。固体废物处理部门应切实理清自身管理责任，建立固体废物管制的类别和任务清单，不断强化周期管理，有效提升执行力度，确保治理依法合规<sup>[3]</sup>。依照固体废弃物及危险废弃物监管清单，企业可明确建设、施工和监督单位责任界限和监管内容，以定期分级检查工作来降低固体废物污染风险。针对固废污染物“跑冒滴漏”等问题，企业应着力实施清废行动，重点清理报废滞留物资和生产垃圾等，组织包括人力和智能设备在内的督查力量对油井、集输站库等施工现场进行责任考核检查。

第二，石化企业应围绕节能减耗、减污增效的固体废物防治方针，编制好清洁生产计划，有序推进勘探开发领域清洁生产建设。清洁生产可通过实施微生物驱油的方式，既提高原油产量和采收效率，又能降低化学试剂使用量，实现源头上的清洁生产。通过引入包括绿色修井作业系统、环保船型围堰、密闭循环罐体和高饱和度填充砂等新式工艺技术，钻井井口、井筒在内的地面全生产流程的绿色环保生产能够得到切实有效保障。对老旧设备及时予以改建更换，可从侧面降低固体废弃物排放量。

第三，应从源头开展固体废物专项治理减量工作。此项工作可从地面系统优化和现场标准革新两方面开展。地面系统优化应当采取建立并联、短流程和近注等简化措施，一方面淘汰大量冗余设备，另一方面通过优化输送管线、降低现场穿孔数量等手段支持固体废物源头减量工作。现场标准化变革应牢固树立安全周期价值理念，突出质量标准对固体废物处理的基础性引领作用，持续推进标准化现场建设，以达到大幅减少固体废物产生的目的。

第四，开展物资回收可提升固体废物资源利用率，降低危险废弃物产生强度。通过实施区域互联措施，人员、技术、生产设备等实现共享，便于企业开展物资再制造再利用工作，建立配套垃圾集中处理设施并推进标准化设计，工业固体废弃物资源化利用率最高可达到90%，接近实现零排放和零污染目标。针对油泥沙堆积过多问题，可建立日产日清机制，将钻井平台新产生的油泥沙等固体废物跳过中间贮存步骤，直接输送入处理单元，实现油泥沙贮存池当日清空目标。

对各类危险固废产物，应构建完整有效的信息管理数据库，全面掌握其产生量、贮存量、处理措施和输送流向等关键信息，实现对风险的有效把控。

### 2.2 油田固体废物资源化利用

第一，从采购环节开始，企业即可围绕绿色环保和可循环利用的目标开展从源头减少固体废物产生量这一工作。在采购环节，采购人员应对油气开发过程中使用到的化学药剂和原辅料等材料列出详细清单，并尽可能选用绿色材料，降低高污染性材料的应用率和包装用量。在处理原油及其成品在开采、运输和贮存过程中产生的含油污泥等固体废物时，铺设修井环保围堰、建设一体化油泥量化设施等可从源头上减少油污泥产生量。

第二，针对含油污泥的资源化利用能够实现固体废物高效回收处理。通过在含油污泥中加入高温颗粒调剖剂，使二者进行充分混合即得到水泥状的“含油污泥抑水剂”，其不仅能有效封堵油井的水、汽窜通道，还能显著提高产量，降低处理费用和采购成本。含油污泥除可进行资源化利用转变为抑水剂外，对其进行无害化处理剔除其中有害物质，可使之转变为洁净材料。达到农用污泥污染控制标准的洁净油泥可应用于井场填垫、砖瓦烧制和水泥生产等方面。另外，除油泥外的固体废弃物，例如白土渣和煤灰等，可将之交付相关生产企业进行利用处理，将其转化为建筑材料进行二次应用。

### 2.3 含油固体废物多重化处理

#### 2.3.1 溶剂萃取技术

溶剂萃取技术的基本原理即“相似相溶”原则，通过将适当有机溶剂作为萃取剂的方式，将含油污泥中的原油成分转移到萃取剂当中，最终实现油、水和泥之间相互分离。溶剂萃取技术具有工艺流程简单、对固体废物处理较为彻底等优点，既减少了含油污泥产生量和原油浪费率，又可通过将水、泥二次应用提高循环利用率。当前，我国较为先进的溶剂萃取技术采用低压蒸汽萃取方式，选用200-300℃的馏分溶剂油作为萃取剂。研究发现，在最优操作条件下，单位质量的含油污泥所消耗的萃取剂质量可低于其质量的20%，萃取效果明显提高<sup>[4]</sup>。另外，溶剂萃取技术不但能够完整分离固体废物中的水与泥，而且为原油成分的回收利用打下了良好基础。当前，此项技术因缺乏高效安全的萃取剂，且成本较为高昂等缘故，尚未能广泛应用于固体废物处理领域。

### 2.3.2 化学热洗技术

化学热洗技术的基本原理是在固体废物中加入水和相应化学试剂,通过加热和搅拌等操作促使固体废物中的原油成分和化学试剂发生反应,以化学手段改变油与泥、油与混合溶液之间的界面性质,便于原油成分脱离泥沙表面,最后以沉降、旋流和离心等手段分离水、油、泥,从而实现固体废物中原油成分的回收利用。化学热洗技术具有设备操作简单、成本低廉等优点,在固体废物预处理工序中前景较为广阔。采用化学热洗——生物处理技术对石化工业中产生的含油污泥等固体废物进行处理,并将污泥用 OST- II 型清洗剂全面洗涤后,原油成分回收效率可达 90%,污泥减少量可提高 15%。化学热洗工序完成后,利用微生物分解技术将固体废物残渣中的原油成分进行分解,其油分去除率接近 95%。研究发现在最优操作条件下,采用复配絮凝剂和破乳剂在以 1:4 的固液比、50℃ 和 pH 至少为 8 的环境条件下,将固体废物先搅拌后化学热洗,可使其脱油率达到 80% 左右。在此基础上若添加 0.5% 剂量且将温度提升至 70℃,pH 酸碱度提高到 9,脱油率能够进一步提升到 95%。但就目前技术应用水平而言,化学热洗法对固体废物处理深度过浅,应对需深层处理的固体废物较为困难。

### 2.3.3 固体废物焚烧技术

固体废物焚烧技术即对含油污泥等固体废物进行燃烧处理,通过高温环境下的有氧燃烧分离其中的原油成分和其他有机化合物,使其转变为包括水、二氧化碳和其他物质在内的混合物。固体废物焚烧法具有原材料适应性较强、处理效率较高等显著优点,由于其燃烧热能较为方便收集利用,因此广受油田青睐。在实际操作过程中,油田多使用回转焚烧炉或流化床处理固体废物,首先对固体废物进行预脱水处理,当其含水量低于 40% 时可进行焚烧作业。固体废物焚烧技术的显著缺点是资源利用率较低,且其燃烧会对大气造成明显污染。

### 2.3.4 固化技术

固化技术通过将包括含油污泥在内的固体废弃物固定在惰性固化基材中,从而得到抗浸出、抗渗透性较强的固化产物,实现固体废弃物的有效利用。固化技术因其可较好对固体废物进行彻底密封,因而多用于处理具有放射性的危险废弃物。其中,石化工业常见的固化技术包括石灰固化技术、水玻璃固化技术和水泥固化技术。含油污泥成分复杂,其中还有包括锌、镉、

钡、锰、铅、铜等重金属离子<sup>[5]</sup>。水泥固化技术借助水泥自身具有的水合及水硬凝胶特点,对固体废弃物进行处理,可使重金属离子在高酸碱度环境下转变为氢氧化物,因此可有效处置重金属含量超标的固体废物。由于完成固化后,固化物的体积不但远大于原有固体废弃物的体积,且其仍存在一定概率的污染渗透问题,因此该项技术目前并不完善,在处理固体废物上仍存在一定缺陷。

### 2.3.5 高级氧化技术

高级氧化技术通过大规模应用氧化药剂的方式,将固化物中的大分子有机污染物逐步分解为具有较大溶解度的小分子物质,从而使其便于被微生物降解,达到对固体废弃物的处理目的。此项技术多用于处理诸如环芳烃等较难降解的有机固体废物。通常而言,高级氧化技术选取的氧化药剂包括芬顿试剂、过硫酸盐、高锰酸钾和臭氧等。含油固体废弃物的油基含有正构烷烃、多环芳烃和异构烷烃等成分,氧化药剂与其反应速率各不相同,但均可有效使其逐步分解。其中,臭氧针对多环芳烃具有最佳分解效果,而正构烷烃在氧化剂的作用下可以最快的速度完成分解。高级氧化技术因其氧化处理完成后产生的副产物存在溶出等问题,使其仍未能大规模广泛应用于固体废物处理操作。

## 3 结论

综上所述,油田固体废弃物处理新工艺旨在提升石化工业技术的适应性,同时全面实现对固体废物中包含油分在内的资源的有效回收利用。因此,相关企业应积极响应号召,加强对其处理技术的研发和应用,切实落实监督检查制度,明确废弃物排放要求,促进自身长远发展。

### 参考文献:

- [1] 牛亚斌,方健,梅波,等.海洋油田钻完井废弃物全过程管理信息系统的开发[J].天津科技,2023,50(04):43-46.
- [2] 周立松.探究油田含油固体废弃物调剖技术[J].清洗世界,2021,37(06):71-72.
- [3] 李增强.胜利油田“无废油田”建设路径与实践[J].中国环境监察,2023(07):79-81.
- [4] 李琦,纵瑞耘.含油固废处理技术的研究进展[J].山东化工,2021,50(15):84+101.
- [5] 闫攀登,塔勒哈尔·库尔曼别克,谢芳,等.油田含油污泥中重金属元素测定的前处理方法研究[J].新疆环境保护,2023,45(01):39-47.