

沾化县采油区土壤环境污染机理探讨

蒙永辉¹, 于得芹², 张永伟¹

(1. 山东省地质环境监测总站, 山东 济南 250014; 2. 山东省地质调查院, 山东 济南 250013)

摘要:在石油的开采过程中,会产生大量含油废水、有害的废泥浆以及其他一些污染物,如果处理不好就会严重污染周边土壤环境。本次调查以沾化县境采油区为重点,采用了专项地质环境调查、人力浅钻、渗水试验、淋滤试验及土壤监测等方法;查明了油气污染物的污染类型、污染机理、污染程度和迁移变化趋势,并提出治理与保护对策。

关键词:石油污染;土壤环境;污染模型;采油区,沾化县

中图分类号:X144

文献标识码:A

石油开采过程中产生的落地油、含油废水、有害的废泥浆以及其他一些污染物,处理不好就会污染较为脆弱的土壤环境,石油类污染后的土壤生态环境将很难恢复。该文以胜利油田沾化采油区为例,通过调查和室内化验、分析研究,分析了石油污染物在土壤中的污染机理和迁移规律,并在此基础上提出了相应的治理保护对策,对石油开采区土壤生态环境保护与治理具有一定的借鉴作用^①。

1 采油区土壤环境污染源

石油的主要成分是碳氢化合物,化学组分有4类:饱和烃,芳香烃,氮硫氧化合物及沥青质。由于石油类物质的水溶性一般很小,土壤颗粒吸附石油类物质后不易被水浸润,形不成有效的导水通路,透水性降低,透水量下降。

1.1 钻井污染源

钻井液污染源:指钻井过程中和完井后以各种方式进入土壤环境的废钻井液。据统计,沾化采油区每口油井的平均钻井废液为200~300 m³,虽然尽力回收,但仍有较大数量的废液进入土壤中。

钻井岩屑污染源:指经过钻头破碎、随钻井液返至地面的岩石碎屑,经振动筛与钻井液分离后进入沉砂池,每口井因井深不同岩屑产量为50~300 m³不等。

1.2 采油污染源

落地原油污染:指在试油、修井、洗井过程中进入土壤环境及油井喷溢管道泄漏等落地之原油。野外调查发现,原油外泄或散落到地面以后,在自然条件下残留到地表的原油经过风吹日晒,往往呈现出片状的黑色块状油污,不易清理。

含油污泥(油砂)污染源:指原油采出液带到地面的固体颗粒;据沾化油气田滨南采油厂的统计,每万吨采出液含砂4.84 t,每万吨原油含砂23.9 t。

作业废弃泥浆污染源:指油井在试油、大修、酸化压裂等施工过程中、完工后废弃于现场的泥浆池、储油池中的废液。

1.3 采油废水污染源

指石油开采过程中,采出原油含水经过一系列工业流程油水分离后,进污水站除油处理并回收污水中油。大部分处理后输送至注水站回注地下驱油和平衡地层压力,但仍有一小部分外排,经油区河流水系进入莱州湾或渤海湾,因取水污灌影响农田质量,或对滩涂、潮间带土壤构成污染。

2 油气对土壤的影响

2.1 土壤污染现状及分布规律

胜利油田的开发建设对区内土壤环境造成了一

* 收稿日期:2009-04-14;修订日期:2009-06-12;编辑:陶卫卫

作者简介:蒙永辉(1980—),男,甘肃镇原人,助理工程师,主要从事水工环地质勘查与研究工作。

①山东省地质环境监测总站,沾化县境采油区及主要交通干线地质环境勘查治理与保护研究报告,2007年。

定的影响。本次对油井分布区的土壤进行石油类含量监测(图 1),监测 0~30 cm 深度内土壤的石油类

含量(表 1),最大石油类含量为 2.68 mg/100 g 土,分布于下河油田一带。

表 1 沾化县采油区浅层土壤石油类含量(mg/100g 土)

代号	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀
含量	0.270	0.145	0.170	0.155	1.315	0.135	1.495	0.030	2.680	<0.025

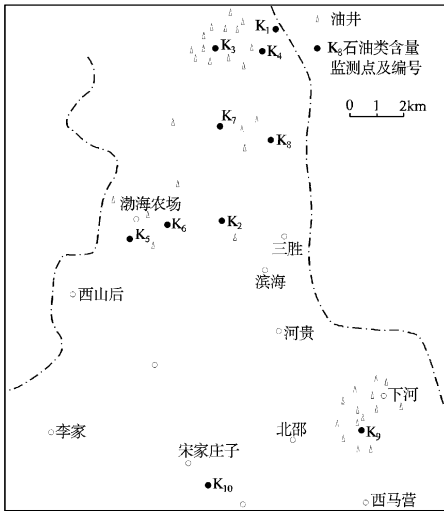


图 1 沾化县采油区土壤石油类含量监测点分布图

从区域上看,工作区大部分区域土壤中石油类含量小于 1 mg/100 g 土,大于 1 mg/100 g 土区域呈不连续片状分布或点状分布,其中下河一带土壤中石油类含量普遍较高,呈点状分布。

2.2 土壤污染特征及迁移过程

从各油田土壤含油量看,早期设立的油井附近石油类含量偏高,污染程度相对较重;而新近设立的油井,由于开发时间较晚且注重环境保护,土壤中石油类含量相对较低,一般低于 1 mg/100 g 土。

从土壤类型看,潮土和盐土中石油类含量略高,而褐土中含量则相对较低。本次调查以废弃采油场地为主,4 个废弃采油场地内不同深度土壤石油含量见表 2。

表 2 各采油井场地不同深度土壤石油含量(mg/100 g 土)

深度(m)	0~0.2	0.2~0.4	0.4~1.0
A ₁	0.095	0.065	0.060
A ₂	1.235	1.045	0.100
A ₃	2.350	1.060	0.090
A ₄	0.425	0.205	0.030
平均值	1.026	0.594	0.07

由表 2 可知,各废弃采油井场地在 0~20 cm 深度范围内污染最为严重,土壤石油含量一般在 1.026 mg/100 g 土左右;其次为 20~40 cm 土壤污染较重,土壤石油含量一般在 0.594 mg/100 g 土左右;在 40~100 cm 土壤污染较轻,石油类含量一般在 0.07 mg/100 g 土左右。这是由于石油类在向土壤运移的过程中,在土壤的自净吸附作用下,含量随深度递增而呈减小的趋势。因此,石油类含量集中分布在 0~40 cm 深度内,40 cm 以下土壤受污染较轻微。

2.3 土壤石油污染的空间立体变化

土壤石油类含量变化与污染源、石油种类以及在土壤中的降解与迁移等因素有关。为了研究石油类含量在土壤中的空间分布和变化规律,故在下河油田取土壤立体样,纵向取样深度为 0~20 cm,20~40 cm,40~100 cm,横向取样点距离油井依次为 5 m,15 m,30 m,由土壤污染样化验结果显示(图 2),纵向上的污染物主要集中在 40 cm 以上,横向上的污染物主要集中在 15 m 范围以内。

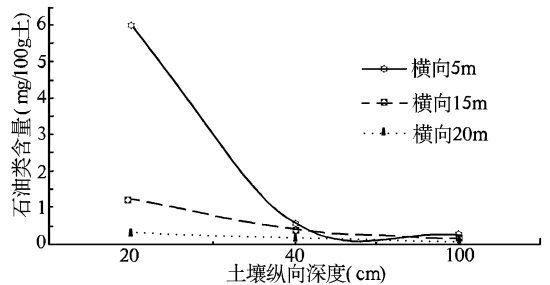


图 2 土壤中石油类含量空间变化曲线图

3 污染模型

根据研究区土壤结构特征,利用土柱进行模拟研究,土柱内的土体取自研究区典型的观测点,按照天然土层的顺序及颗粒物特征,在土柱上面定浓度情况下,监测石油在各个土层出口时的浓度变化。

实验选取 3 个土柱进行模拟研究,分别为土柱 a, b, c, 土柱 a 装表层土壤 20 cm, 土柱 b 装下层土壤

50 cm, 土柱 c 按顺序分别装 a、b 土壤 20 cm 和 50 cm。然后在 3 个土柱表层加上定量的石油, 待石油从出口出来, 测定石油的质量, 相减即为土柱对石油的吸附量。经计算, 土柱 a 对石油的吸附比分别为 80%, 土柱 b 为 40%, 土柱 c 为 90%。

根据非饱和土水流运动的 Richard 方程和对流扩散方程^[1], 可以建立其溶质在土壤中扩散迁移确定性的传统微分方程, 对该模型的求解即可确定石油污染物在土柱中的分布, 该方程是由一个描述污染物在土柱中的质量守恒方程式构成的, 其中应用最多的是对流—扩散迁移微分方程式, 在孔隙质中又增加了一个吸附、降解和一个源汇项, 即:

$$\frac{d(\theta C)}{dt} = \frac{d(\theta_x k d_c / dz)}{dz} - \frac{d(\nu C)}{dz} - \rho \frac{d(s)}{dt} \pm \sum_p$$

式中: θ —土壤含水量; C —溶质浓度; k —扩散系数; ρ —土壤密度; z —深度; ν —土壤水分的达西速率; s —吸附土壤颗粒上的污染物浓度; \sum_p —土壤中污染物源汇项的总和。

4 治理与保护对策

通过区内油井周围土壤调查及取样分析表明, 土壤中石油类污染物在纵向上主要集中在 40 cm 以内, 横向上主要集中在 15 m 范围以内。结合区内的污染物分布特征、类型和目前国内外成熟的治理方法, 区内土壤污染治理可采用土壤置换和翻土及生

物治理法。

(1) 置换治理法是较早运用于治理土壤石油污染的方法之一, 也是治理土壤石油污染最直接、最快速、最彻底、最简单的方法, 通过土壤置换治理后, 能使土壤中污染物含量迅速降低。

(2) 翻土治理法是根据土壤石油污染深度, 首先需对土壤进行深翻或浅翻。一般当土壤石油类含量大于 1 mg/100 g 土时, 采用深翻方式; 当土壤中石油类含量小于 1 mg/100 g 土时, 采用浅翻方式。翻土的目的—是增大土壤孔隙, 使土壤与空气充分接触, 保持好氧状态, 有利于石油类污染物的氧化分解, 二是使聚集在土壤表层的污染物分散土壤深层, 降低表层土壤的污染物浓度; 其次, 进行灌溉, 增加土壤湿度, 有利于微生物的生长与繁殖; 并施用有机肥或复合肥, 施肥的目的是增加土壤营养物质, 促进微生物的生长; 最后, 进行农作物的种植。

(3) 在油气开采过程中应尽量减少石油污染物的随意排放, 加强保护工作。更换新的、先进的采油设备; 废除油罐储油方式, 采用地下管道输送方式; 对采油过程中产生的落地油在第一时间予以清除。

参考文献:

[1] 薛禹群. 地下水动力学[M]. 北京: 地质出版社, 1997.

Study on Pollution Mechanism of Soil Environment in Oil Mining Area in Zhanhua County

MENG Yong-hui¹, YU De-qing², ZHANG Yong-wei¹

(1. Shandong Monitoring Center of Geological Environment, Shandong Jinan 250014, China; 2. Shandong Geological Survey Institute, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: As we all know, massive oil-bearing waste water, harmful waste mud and other polluted materials can be produced in the oil gas mining process. If these polluted materials can not be conducted well, it will pollute the surrounding environment seriously. In this survey, regarding oil mining spots in Zhanhua county as an important area, by using special geological method, manpower swallow drilling, seep experiment, leaching experiment and soil monitoring method, pollution types, pollution mechanism, pollution degree and the migration change tendency of oil and gas polluted materials are identified, and management and protection countermeasures are studied as well. It will provide experiences for managing similar oil pollution in similar areas.

Key words: Oil pollution; three-dimensional pollution; pollution model; Zhanhua in Shandong province