

技术方法

胜利油田土壤污染范围分析及复垦技术研究

张宝民¹,王霖琳²,薄瑞³,宋福贵¹,李乐¹

(1. 东营市国土资源局,山东 东营 257200;2. 首都经济贸易大学城市经济与公共管理学院,北京 100070;3. 东营市国土资源局东营分局,山东 东营 257100)

摘要:通过实地采样和室内分析,对石油污染土壤的范围进行了研究。对土壤含油量指标与距离进行指数函数的拟合,经计算得到距油井周边 160 m 范围内是受石油污染的区域,160 m 之外的土壤含油量可以认为低于临界值。并根据该数值,对东营市胜利油田 10 个采油厂的废弃工矿区进行计算,周边污染土壤可达到 2025.67 hm²;此外,还对石油污染土壤的复垦技术进行了探讨;可以为东营市及其他类似区域土地整治过程中污染土壤的治理提供参考。

关键词:石油污染土壤,污染范围,复垦技术;胜利油田;东营

中图分类号:X53

文献标识码:B

土壤为所有污染物的最终承载体,石油污染物进入土壤后,会破坏土壤结构,影响土壤的通透性。油污粘着物在植物根系上,阻碍植物根系的呼吸与吸收影响植物生长。被污染的土壤还可能对地表水和地下水含水层造成二次污染,石油污染物在粮食中积累,给人类带来致癌、致畸、致突变的“三致”作用^[1],因此积极探索石油污染土壤的复垦技术对工矿废弃地的复垦非常关键。

1 胜利油田土壤污染采样测试分析

为工矿废弃地复垦需要,对石油污染土壤的现状进行了实地调查与分析,主要分析了胜利油田污染源对土壤的污染,以期确定污染对土壤的影响程度及影响范围,为污染废弃地复垦提供依据。

油田废弃地土壤污染研究采用现有研究支持下的土壤取样分析方法进行。油田区落地石油对土壤的污染多集中与 20 cm 左右的表层,这是因为石油密度比较小(829~896 kg/m³),粘着力强且乳化能力低,所以粘附在土壤表层的石油大部分不会随着土壤上下移动^[2]。依据前人研究的经验^[3],在胜利油田随机选取了 5 个油井,以放射状的方式在东、

南、西、北 4 个方位距井口依次为 5,10,20,50,100 m 处分别采集 0~20 cm 土层土样,对其基本理化性质采用常规方法分析,分析结果如表 1 及图 1 所示。

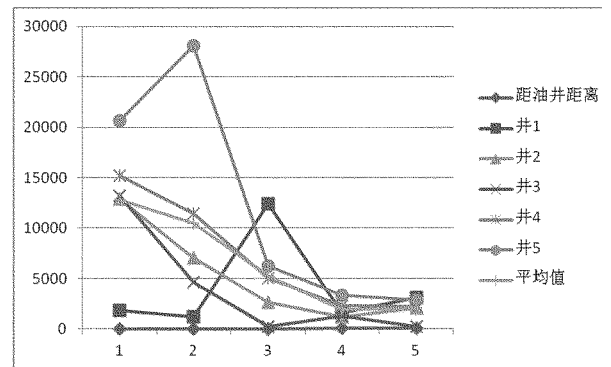


图 1 胜利油田油井周边土壤中含油量折线图

表 1 胜利油田油井周边土壤中含油量(mg/kg,干土)

距油井 距离(m)	井 1	井 2	井 3	井 4	井 5	平均值
5	1810	12860	13230	15230	20680	12762
10	1220	7040	4620	11420	28060	10472
20	12430	2630	260	5020	6200	5308
50	1620	1150	1250	2310	3380	1942
100	3100	2030	240	2230	2860	2092

收稿日期:2013-10-24;修订日期:2013-11-25;编辑:陶卫卫

项目资助:山东省胜利油田工矿废弃地复垦及未利用土地开发利用专项研究项目

作者简介:张宝民(1962—),男,山东东营人,主要从事土地综合整治工作;E-mail:wanglinlin_78@163.com。

由表 1 及图 1 可以看出,在胜利油田所调查的油井周围土壤中的含油量基本规律是距油井越远土壤中油含量越低。在胜利油田的 5 个油井周围所采的 25 个土样中,仅井 3 的 20 m 和 100 m 两处的土壤中油含量低于临界值(500 mg/kg)。

2 胜利油田土壤污染辐射范围分析

由于油井周围土壤含油量表现出明显的随距离油井越远,含油量越低的趋势,且土壤中其他元素也多表现出与含油量正相关的特征。因此,通过以上实测数据拟合了土壤含油量与距离之间的拟合函数,通过该拟合函数可以初步确定距离油井多远时土壤中的含油量即低于临界值(500 mg/kg)^[3],从而确定油井开采对周围土壤的影响范围。

2.1 土壤含油量随距离变化函数的构建

以上实测数据中井 1 和井 3 的数据与一般规律存在不一致性,所以在拟合函数构建时舍弃了这 2 组分析数据。然后分别就距油井距离和井 2、井 4、井 5、平均值 4 组数据在 Excel 支持下构建了各自拟合函数关系。经比较,几种拟合关系中,指数函数是比较符合数据分布规律的,而且也与实地调查的情况比较吻合,因此,针对 3 口井周边数据及平均值数据系列均采用了指数函数进行拟合,分别如图 2 至图 5 所示:

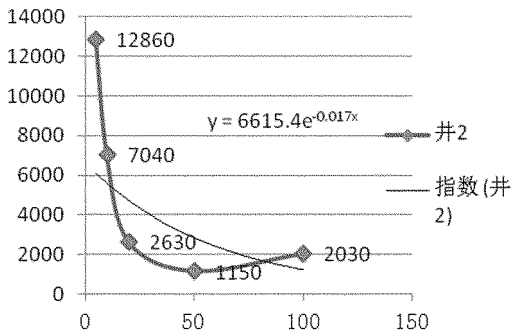


图 2 井 2 周边土壤含油量随距离拟合函数

2.2 油田污染土壤临界范围计算

为尽可能保证数据的准确性,该文分别以井 2、4、5 和平均值各自的函数,计算当含油量达到临界值时距油井的距离 x 。即根据以上公式计算当 y 取值为 500 时的 x 取值。

具体计算过程以井 2 公式为例:

已知井 2 数据拟合函数: $y = 6615.4e^{-0.017x}$

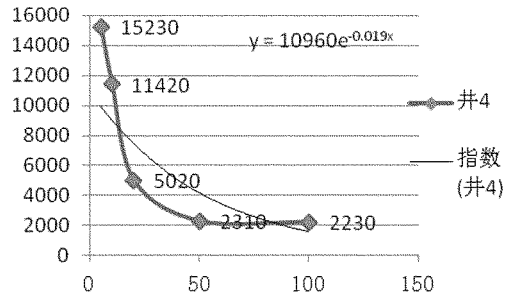


图 3 井 4 周边土壤含油量随距离拟合函数

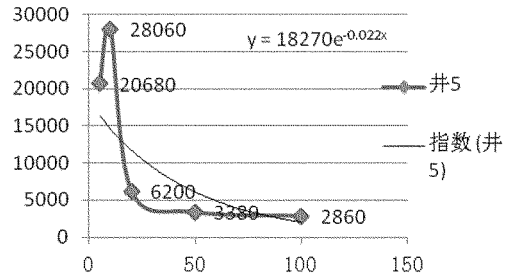


图 4 井 5 周边土壤含油量随距离拟合函数

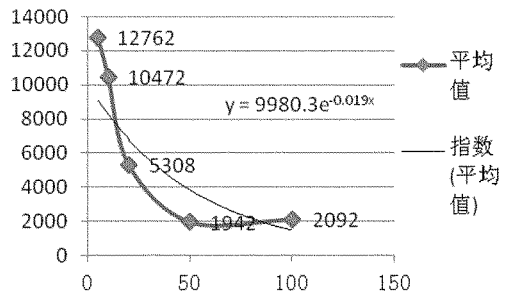


图 5 以上各井周边土壤含油量平均值随距离拟合函数

当 y 取值为 500 时, $e^{-0.017x} = 500/6615.4 = 0.075581$

然后在 Excel 软件支持下分别对两侧取以 e 为底的对数,则:

$$-0.017x = -2.58255$$

$$x = 151.915 \text{ m}$$

然后依次计算井 4、井 5 和平均值系列的 x 值,计算结果如表 2 所示:

表 2 依据拟合函数计算的各油井污染辐射范围

井号	井 2	井 4	井 5	平均值
y 取值为 500 时的 x 值(m)	151.915	162.495	163.564	157.566

对井 2、4、5 的 x 值取平均数得到 3 个井的污染土壤范围,平均值为 159.3247 m,与平均值数据系

列直接计算出的距离 157.566 m 非常接近,因此,为计算方便,认为对胜利油田来说,油井周边 160 m 范围内土壤都有受到石油污染的风险,当然此范围可能会因为油井周围地形坡度、风向、周边地物不同而有所变化,但一般意义上认为是可接受的,因此虽然油田对每一油井的征地范围仅有 0.20~0.67 hm² (3~10 亩),但实际上受到影响的区域不仅这些,因此建议废弃地复垦范围要大于油田征地范围,建议为油井周边 160 m 范围。在此基础上,对东营市境内胜利油田 10 个采油厂的废弃工矿用地周边的污染辐射范围进行了计算,结果显示总污染辐射面积可达 2 025.67 hm² (表 3)。

表 3 胜利油田工矿废弃地石油污染辐射范围汇总

序号	权属	工矿废弃地面积 (hm ²)	污染辐射面积 (hm ²)
1	胜利采油厂	1.60	32.15
2	现河采油厂	21.36	538.57
3	河口采油厂	0.40	16.08
4	孤岛采油厂	7.64	168.81
5	孤东采油厂	0.00	0.00
6	油气集输公司	7.61	184.88
7	东胜油公司	1.07	24.12
8	鲁胜油公司	0.83	16.08
9	鲁明油公司	0.36	8.04
10	滨南采油厂	46.58	1036.95
总计		87.46	2025.67

3 石油污染土壤复垦技术

从以上分析来看,对山东省东营市境内因石油开采破坏的大面积废弃工矿用地进行复垦利用是土地整治中的重要工作。而通过以上计算可以发现,大面积污染土壤的修复又是复垦工作的难点。当前我国治理土壤石油污染的技术有很多,主要包括物理、化学和微生物修复技术等,但都不同程度地存在一些难以克服的技术问题或处理成本高的问题^[4]。物理修复技术是充分利用土壤和石油污染物的各自特性,不外加其他药剂或生物来进行处理,但存在着处理成本高,工作量大,只能处理小面积污染的土壤的局限性。化学修复技术清除效率高,处理时间短,但处理成本高,可能存在二次污染的风险。微生物修复技术主要是利用生物本身对土壤中的石油污染物有降解、吸收作用,或结合现代基因工程技术的应

用,通过育种和基因工程改良生物使其更好地适用于土壤的修复。

东营市土壤本身存在着土壤年轻、盐碱化程度高等特点,加之石油污染土壤面积较大,因此大面积的土壤换土、客土以及化学修复技术均不适宜,同时进一步结合该文依托项目的其他相关研究及采样数据,初步认为采用微生物修复技术进行石油污染土壤的治理比较合适。当然,在具体实施过程中,一方面要进一步完善生物修复技术,使其成熟化和系统化;另一方面,也要注意将传统方法、生物修复方法和现代基因工程技术相结合,发挥各自优点,使环境修复的过程成为一个有机的整体,达到系统化和最优化,同时要综合考虑经济效益、社会效益和环境效益的和谐统一。

4 结语

通过实地采样和室内分析,对石油污染土壤的范围进行了研究。经过采样分析,发现石油污染土壤的程度具有明显的随距离增加而降低的趋势,因此,在此基础上,对土壤含油指标与距离进行指数函数的拟合,通过对胜利油田 5 个油井周边土壤含油量随距离变化的函数分析,得到距油井周边 160 m 范围内是受石油污染区域,160 m 之外的土壤含油量可以认为低于临界值。根据该数值,对东营市胜利油田 10 个采油厂的废弃工矿地进行计算,周边污染土壤可达到 2 025.67 hm²。对石油污染土壤的复垦技术,应根据实际情况需要,将多种技术有机地结合在一起,发挥其各自优势,达到低成本、无污染、高效率的目的,而这也将成为今后治理土壤石油污染的主要研究方向。

参考文献:

- [1] 汪洋,史典义,聂春雨,等. 石油污染土壤的微生物修复技术[J]. 生物技术,2009,19(2):94-96.
- [2] 苑丹丹. 油田典型石油污染源分析及其对生态影响评价[D]. 东北石油大学,2011:36-42.
- [3] 刘五星,骆永明,滕应. 我国部分油田土壤及油泥的石油污染初步研究[J]. 土壤 (Soils),2007,39(2): 247-251.
- [4] 程国玲,李培军. 石油污染土壤的植物与微生物修复技术[J]. 环境工程学报,2007,1(6):91-96.

Study on Soil Scope Polluted by Oil and Reclamation Technology in Shengli Oilfield

ZHANG Baomin¹, WANG Linlin², BO Rui³, SONG Fugui¹, LI Le¹

(1. Dongying Bureau of Land and Resource, Shandong Dongying 257300, China; 2. Urban Economic and Public Administration College of Capital University of Economics and Business, Beijing 100070, China; 3. Dongying Branch Bureau of Dongying Bureau of Land and Resources, Shandong Dongying 257100, China)

Abstract: In this paper, through field sampling and indoor analysis, the soil scope which have been polluted by oil has been studied. Based on the fitting function of oil content in sampling spots and the distance to the oil well, the oil pollution area has been calculated. As showed by the result, the region within the scope of 160m around the oil well is oil polluted area, while the region beyond the scope of 160m can be regarded as less than critical value. Based on this result, 10 abandoned industrial and mining waste oil plants of Shengli Oilfield in Dongying City have been calculated. The surrounding polluted soil can reach 2025.67hm². Polluted land reclamation technology has been studied in this paper as well, which can provide some references for land reclamation work in Dongying city and other places.

Key words: Oil polluted soil; area of polluted soil; land reclamation technology