

大庆宋芳屯油田开发对周围草原羊草群落的影响

王洪涛 罗 剑 (清华大学环境科学与工程系, 北京 100084)

摘要 油田开发过程中, 由于污染物的排放, 对油田周围的生态系统将产生一定的影响。以大庆宋芳屯油田开发活动为例, 通过实地调研和实验, 分析了油田开发建设对草原羊草群落的影响和羊原群落的恢复规律。结果表明: 油田采油、贮存、运输及其他生产过程中产生大量的环境污染物, 对油井周围环境中的植物生长发育及作物品质有一定的影响; 黑钙土和风沙土上的钻井场可在 4~ 5 a 内恢复为羊草为优势种的群落。

关键词 油田开发 草原羊草群落 石油污染物 环境影响

Impact of the Development of Songfangtun Oil Field on *Aneurolepidium Chinensis* of Surrounding Pastures Wang Hongtao et al (Department of Environmental Science and Engineering, Tsinghua University, BEIJING 100084): *Rural Eco-Environment*, 2000, 16(2): 20- 23

Abstract Development of an oil field often causes pollution to its surrounding areas, negatively affecting the ecological environment therein. The development of Songfangtun Oil Field is cited as an example for the study to illustrate its impact on the surrounding pastures and the regularity of pasture restoration. Results show that during the processes of drilling, oil extraction, storage, conveyance and various other operations, large quantities of pollutants were generated, seriously polluting the pasture and affecting the growth of forage grasses. It takes 4- 5 years for the pasture to restore the dominance of *Aneurolepidium chinensis* in drilling sites of chernozem and aeolian sand soils.

Key words *Aneurolepidium chinensis*, development, environment, impact analysis, oil field, petroleum, pollutant

油田开发过程是一项包含有钻井工程、井下作业工程、采油工程以及油气集输、储运等多种工艺的系统工程, 因而不可避免地会对周围环境造成不同程度的污染和破坏。大庆宋芳屯油田地区以草原生态系统和农田生态系统为主, 油井呈网状布局, 单井以点状、群井以面状性质对开发区的多种自然生态系统造成干扰。结合大庆宋芳屯油田的实际情况, 本文就油田开发对草原羊草群落的影响做了初步的分析和讨论。

1 宋芳屯地区自然概况

宋芳屯地处松嫩平原盐碱土和沙土集中的松辽盆地中央的坳陷区, 区内只有老江身泡、日

新泡、新发泡、德胜泡等内陆封闭泡沼, 没有河流和湖泊。宋芳屯土地利用类型: 45% 左右为草场, 40% 左右为耕地, 10% 为水泡, 5% 左右为林地。土壤以黑钙土和草甸土为主; 盐碱土分布在这两种土壤中, 和各类土壤组成了复杂的土壤复区。^[1]

2 草原生态系统的结构和功能

大庆地区草原生态系统以羊草 (*Aneurolepidium chinenses*) 为主, 低地生长星星草 (*Eragrostis pilosa*), 退化草地生长碱蓬 (*Suaeda*

大庆石油管理局资助科研项目“大庆宋芳屯油田开发环境影响研究”部分内容

1999- 11- 18 收稿, 2000- 01- 19 修回

glauca), 水泡周围生长芦苇(*Phragmites communis*)。^[3]主要草本植物群落有以下 4 种。

2.1 羊草群落

羊草为多年生根茎疏丛地面芽中旱生禾草, 生态幅广, 主要分布于低平地的苏打草甸碱土上。羊草群落以羊草占绝对多数, 种饱和度很小, 一般不超过 10 种/m², 常见伴生种有苔草(*Carex*)、虎尾草(*Chloris virgata Swartz*)等。由于微地形差异, 伴生种有所差异: 稍低处, 中生杂类草侵入, 如柳叶蒿、箭头唐松、五脉山黧豆和东北牡蒿等; 在稍干旱处, 有兴安胡枝子、细叶胡枝子、黄芩和棉团铁线莲等。过度放牧或其他干扰使羊草群落退化, 种类组成增加, 一些耐盐碱植物如星星草、西伯利亚蓼和碱地风毛菊等增多。羊草群落盖度 40% ~ 90%, 结构简单, 一般只有一层, 高 30~ 70 cm。如降雨量充沛, 当年羊草生长旺盛, 植株较高。在某些地段上, 寸草苔、胡枝子和黄芩等种类在群落中占一定地位时, 形成第二层, 盖度在 15% 以下。碱斑在该群落中也占一定比例。

2.2 羊草—星星草群落

该群落分布在低湿的泡沼周围, 在羊草群落盐碱化演替时也可形成, 并与羊草群落相间分布。群落种类组成简单, 一般不超过 10 种/m², 多为耐盐碱植物。羊草和星星草为共建群种, 总盖度 30% ~ 50%。群落的垂直结构可分 2 层: 第 1 层高 30~ 40 cm, 盖度为 20% ~ 40%, 除共建群种外, 常伴有碱蒿(*Atriplex anethifolia*)和西伯利亚蓼(*Lactuca debilis Maxim*)等; 第 2 层高 5~ 15 cm, 盖度 10% 左右, 常见植物有虎尾草、狗尾草(*Setaria spp.*)、海乳草和碱地蒲公英(*Taraxacum sinicum*)等。

2.3 碱蓬群落

该群落分布于碱泡周围或退化草地的碱斑上, 该群落既是自然分布的原生群落类型, 又是退化演替的次生群落。在水分充足情况下, 碱蓬(*Suaeda glauca*)发育良好, 群落盖度可达 70% ~ 80%, 高 40~ 60 cm, 仅一层。常见伴生种有碱蒿、西伯利亚蓼、碱地肤、羊草和芦苇等, 个别

地段有隐花草(*Crypsis aculeata*)伴生。当土壤干旱时, 碱蓬生长发育不好, 高 5~ 10 cm, 盖度 10% ~ 40%。

2.4 芦苇群落

该群落分布在水泡周围和许多常年积水的低洼地上, 芦苇沼泽水深一般不超过 1 m, 水呈微碱性, pH 小于 8.5。芦苇常形成单优势群落, 高 1.2~ 2.5 m, 盖度 60% ~ 90%, 常见伴生种有香蒲群落(*Typha Spp.*)、眼子菜(*Potamogeton Spp.*)、狸藻(*Utricularia vulgaris L.*)等。

3 油田开发主要污染物对羊草群落的影响

油田开发对生态环境造成影响的主要污染物为落地原油、废泥浆和岩屑、洗井废水等。除石油污染物外还产生一些其他污染物, 如大气污染物烃类、SO₂、NO_x、悬浮微粒(飘尘)等, 对生态环境的影响主要表现在对土壤、植被等方面。从 NO_x 对生态环境的影响看, 主要是 NO₂、NO 和硝酸雾, 而以 NO₂ 对植物生长发育的影响为最大。NO₂ 危害植物, 表现为叶脉间或叶缘出现不规则水渍状伤害, 逐渐坏死, 变成白色、黄色或褐色斑点。NO₂ 毒性弱, 一般无毒性危害, 番茄是敏感植物, 也需要 2~ 3 mg/m³ 以上浓度才表现危害症状。^[2]通过模拟预测^[6]宋芳屯地区 NO_x 长期平均浓度 0.016 mg/m³, 远远低于危害植物发育的浓度值。因此, 在以下的分析中主要考虑石油类污染物对生态环境的影响。

3.1 石油类污染物的影响

油田开发产生以石油类为主的多种污染物, 且污染源具有分布广、排放复杂、影响的全方位性、综合性与双重性, 主要有以下影响途径。

(1) 污染物综合作用, 造成对环境的全方位影响。诸如烃类气体泄露, 污染大气环境; 含油污水等虽经处理, 但处理后剩余油泥、油砂、滤料等可能对土壤环境造成污染; 原油落到地面上而形成落地油, 落地油蒸发会污染大气, 下渗污染土壤, 甚至可能污染地下水, 通过地表径

流污染地表水;^[4]钻井泥浆虽然完钻后大部分回收,但少部分仍弃置于井场,经自然干化后填入井场,其内含的矿物质、无机盐、碱、有机聚合物等如同落地油一样会污染土壤、地表水、地下水。油田开发产生的各类污染物综合作用,造成对大气、水、土壤等各类介质的全方位影响。

(2) 各类介质的污染最终对生态环境造成影响。开发区植物生长于被污染的环境中,大气污染物通过沉降、呼吸作用等到达植物;土壤、地下水中的污染物更是易被其上的立地植物吸收;地表水与地下水有水力联系,使污染范围远远超出开发区,同时对生长于其间的水生动植物造成威胁。植物吸收污染物,影响个体的品质,改变生态系统中初级生产者的结构组成和初级生产量,继而进入食物链,影响其他营养级的动物、微生物,甚至影响人类。

(3) 对深部油层生态环境造成影响。含油污水是原油处理后一个比较严重的污染源,宋芳屯油田的含油污水一般都送至污水处理站净化后回注油层,仅在井、站附近有少量排放,对

地面生态环境的影响大大减少。但此措施可能对深层生态环境造成不可预见的影响,例如改变深部油层的氧化还原条件,影响深部油层中微生物的活性等。

3.2 对草原上羊草群落的影响分析

落地油对植物个体有致死作用,对植物种类、群落结构都有一定影响。野外调查发现,当井下作业完毕清理井场时,首先将大量落地油回收,然后将井场上的落地油连同表土层一起挖走,填埋到低处,再从附近取客土垫平井场,从而达到清理井场的要求。这样一来,导致井场周围形成了许多光板地,使植被覆盖率降低,在盐碱地和作业频率较高的井场尤为明显。这样既污染了低处的草原,又搬走了高处的地表土壤及植被,使之几年甚至十几年不能生长植物。这种挖上埋下的做法,对草原生态的破坏非常严重。

未无污染和有石油污染羊草和碱蓬体内污染物的分析结果(见表1)可以看出,落地油使草原植物体内重金属含量有所提高,挥发酚、总烃等石油类污染物含量则有显著增加。

表1 草原植物环境质量现状监测结果(mg/kg)

Table 1 The concentration of pollutants in grass vegetation

污染物	Cu	Pb	Zn	Hg	As	F	Cd	挥发酚	总烃
无污染羊草	2.30	1.0	17.3	< 0.002	2.16	5.92	0.022	0.32	23.3
污染羊草	11.30	2.7	36.5	0.012	1.98	5.25	0.043	4.83	76.3
无污染碱蓬	9.47	1.0	22.6	0.002	1.27	1.41	0.039	0.85	38.6
污染碱蓬	18.15	4.8	57.6	0.023	2.12	56.33	0.035	3.79	82.5

不同季节石油污染物对羊草群落影响的大小顺序是:春季>夏季>秋季,即在植物个体的各生长期对落地油污染的适应性由大到小顺序为:成熟期>旺盛生长期>幼苗期。这是因为在秋季羊草已进入成熟后期,其地上茎、叶的木质化程度较大,种子已经形成,越冬苗将要形成,此时石油污染物对羊草茎、叶的影响较小,由于天气转凉,落地油凝固,对将要形成的越冬苗影响也不大,因此翌年羊草群落地上植株的数量减少有限。

石油污染物对羊草株数及植株高度的影响不大,随落地油量的增加,羊草植株高度只略有降低,其中冬季影响最小。这是因为在大庆地区,对落地油污染抗性最强的草本植物种类是根茎型植物和长直根植物。羊草属于根茎型植物,它具有发达的地下横走根状茎,且根系多分布在地表10cm以下。实验室进行的土柱淋溶模拟实验证实,80%~90%的原油在土壤表层0~10cm内。这样,羊草的根系便能避开原油污染较重的土壤表层,通过其发达的地下根茎

从未受污染的土壤中吸收营养和水分, 从而继续生长。

4 羊草群落的自然恢复

羊草草原钻井场的植被恢复较农田快, 如采油一厂东区 J7- 14、J6- 108、J7- 13 油井均是 1973 年投产的, 经过 20 a 后都自然恢复为以羊草为主的羊草群落, 其种类组成、群落高度和生物量等与钻井场周围的羊草群落基本一致, 只是较钻井场周围的羊草群落盖度稍小一些, 光板地占一定比例(见表 2)。

表 2 黑钙土型钻井场恢复后羊草群落与原生羊草群落比较

Table 2 Comparison of *Aneurolepidium chinensis* grown on chernozem before and after the recovery of the drilling sites

群落类型	原生羊草群落	钻井场上羊草群落
总盖度(%)	80	60
羊草盖度(%)	60	45
群落高度(cm)	40	40
光板地数量	较少	较多
主要伴生种	阿尔泰紫苑、碱地 风毛菊、大籽蒿、大 蓟、黄蒿、甘草、平 车前、苍耳等	团状分布的蒿属、阿 尔泰紫苑等

黑钙土钻井场植被恢复模式如图 1。



图 1 黑钙土钻井场植被恢复规律

Fig 1 The rule of *Aneurolepidium chinensis* recovery on chernozem drilling sites

在不同立地条件下, 钻井场上羊草群落的恢复进行的快慢不同, 黑钙土和风沙土上的钻井场通过撒播草种都可在 4~ 5 a 内恢复为以羊草为优势种的群落; 而碱土和草甸土上的植被恢复则相对较难且与井距有较大关系, 当井距为 300 m 时, 经过较长时间的恢复可接近原生状态下的羊草群落, 但井距小于 100 m 时, 其破坏几乎是不可恢复的。钻井对植被的影响程度, 不仅取决于生产中对植被的破坏程度, 同

时也取决于植物对外界变化的适应性。植物在各不同生长发育期的适应性有所不同, 也就是说在不同季节钻井对植被的影响是不同的。植物体的生长发育大致可分为 4 个时期, 即幼苗期(春季)、旺盛生长期(夏季)、成熟期(秋季)和休眠期(冬季)。宋芳屯油田钻井在春夏季对植被的影响最大, 在秋冬季则影响最小。

5 结论

油田采油、贮存、运输及其他生产过程中产生大量的环境污染物, 对油井周围环境中的植物生长发育及作物品质有一定的影响。通过对不同立地条件下钻井场上羊草群落恢复过程的研究, 得知黑钙土和风沙土上的钻井场都可在 4~ 5 a 内恢复为以羊草为优势种的群落, 而碱土和草甸土上的植被恢复则相对较难且与井距有较大关系, 井距小于 100 m 时, 其破坏几乎是不可恢复的, 当井距为 300 m 时, 经过较长时间的恢复可接近原生状态下的羊草群落。施工完成后在暂时性占地上撒播羊草草种, 可以在较短时间内恢复羊草植被, 将对羊草草原的影响减至最小。

参考文献

- 1 田德新, 李长兴, 等. 大庆油田开发建设对环境影响研究 Z911309—02, 大庆: 大庆石油管理局, 1995
- 2 何士敏, 等. 大庆石化空气污染区树木叶片内蛋白质、核酸、游离氨基酸及过氧化物酶同工酶含量的变化. 环境科学, 1982, 13(2): 15- 18
- 3 Wendland SC, et al. The impact of man-made and natural NO_x emissions on upper tropospheric ozone: Two-dimensional model study. Atmospheric Environment, 1996, 30(2): 1291- 1303
- 4 Mearns JF, Zachara JM. Subsurface transport of contaminants. Environ Sci & Technol, 1989, 18(1): 41- 55

作者简介: 王洪涛(1960-), 博士, 清华大学环境科学与工程系副教授。主要研究方向为土壤地下水污染防治和固体废弃物处置与管理、环境生态影响。已发表论文 20 余篇。