

石油天然气工业 企业的环境保护

〔苏〕Г.В.帕诺夫 Л.Ф.彼得里亚申内
Г.Н.雷相内 等著



石油工业出版社

81.768

349

石油天然气工业企业的 环境保护

〔苏〕 Г.Е.帕诺夫 Л.Ф.彼得里亚申内
Г.Н.雷相内 等著

裴德禄 等译 高寿柏 校

21.768/27

81.768/27

石油工业出版社

(京) 新登字082号

内 容 简 介

本书分析了石油和天然气工业生产过程中产生的污染物。这些污染物可能进入大气层、水系和土壤而成为污染源。书中列举了污染物的数量、成分、结构和特性；评价了污染物的生态危险；确定了不同生产部门对环境污染的影响程度，研究了有害物质在空气和水中的化学变化以及产生的有毒物质对环境污染可能造成的后果，并介绍了一整套预防环境污染的手段和方法。

本书供从事钻井、修井、石油和天然气开采、集油集气、油气处理和油气输送工作的工程技术人员参考。

Г.Е.ПАНОВ Л.Ф.ПЕТРЯШИН Г.Н.ЛЫСЯНЫЙ
ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
МОСКВА "НЕДРА" 1986

*

石油天然气工业企业的环境保护
〔苏〕 Г.Е.帕诺夫 Л.Ф.彼得里亚申内
Г.Н.雷相内 等著
裴德祿 等译 高寿柏 校

*

石油工业出版社出版
(北京安定门外安华里二区一号楼)
北京计量印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所发行

*

787×1092毫米32开本9 5/8印张 208 千字 印1—4,000

1992年5月北京第1版 1992年5月北京第1次印刷

ISBN 7-5021-0663-4/TE·630

定价：2.90 元

译者的话

随着我国石油、天然气工业的蓬勃发展，伴随而来的环境保护工作就越来越艰巨地摆在我们面前。虽然我国在石油和天然气工业企业的环境保护工作方面，总结积累了许多行之有效的经验和方法，但是还远远不够，仍然需要不断借鉴外国的先进经验，而这方面的专著实在不多见。我们所译的这本苏联专著可以弥补这方面的不足。苏联政府对石油和天然气工业企业的环境保护给予了极大的关注，并在实践中总结了许多宝贵的经验。本书介绍了在石油天然气生产中产生的污染物，分析了它们的成分、特性、危害，介绍了苏联在治理污染方面的手段、方法，这对我们是很有用处的。

我们初次尝试翻译这类著作。一方面我们能为我国的石油和天然气工业企业的环境保护工作的发展尽微薄之力而感到欣慰；另一方面由于水平有限，书中难免有不当之处，恳切希望读者提出批评和指正。

本书翻译工作的分工情况如下：由裴德禄同志承担翻译的章节是：内容简介，前言，第一、三、四、六、八~十一章，第二章第二、三节。由靳曼同志承担翻译的章节是：第二章第一节，第五章第一、二、三节。由王祖庆同志承担翻译的章节是：第五章第四、五节，第七章。

另外，石油天然气总公司科技情报所高寿柏同志对本书进行了认真地校订，在此表示由衷地感谢。

译者 1990年11月

前 言

目前石油和天然气产量的迅速增长，及油气输送、加工、利用以及探井和生产井工作量，特别是海洋大陆架的工作量相应的迅速增长；新物理原理和高温、高压及高速过程在工艺中的广泛应用；油田建设采用单台大功率工艺设备；在生态易遭破坏的北极地区铺设洲际油气输送管道等所有这些原因，都极大地增加了油气生产的生态危险，增加了它们对空气、水、土壤、植物、动物和人的可能的和实际的影响。在许多情况下，石油、天然气和它们的伴生物及加工产品；大量的催化剂、酸类、碱类、抑制剂和其他危险的物质，以及废料和废物，是对周围的自然介质和它的基本成分的主要污染物。这些成分的结构和功能的变化，破坏了自然界物质和能量的循环，在许多情况下会明显地改变空气和水的成分；改变土壤的肥力和一切生物生存栖息的条件。人类建立起来的规模宏大的作为第二自然的“技术圈”，对地球的气候和地下资源起了消极的作用，降低了海洋净化大气层的保护作用。在技术圈的影响下，社会和自然界的相互关系以及以这种相互关系为基础的交换过程，均发生深刻的变化。

人类社会的创造自身生存所必需的、但自然界中缺乏的产品时，通过转换自然物质，改变自然物质的化学成分、结构和特点，利用了种种非闭合工艺过程。这些过程的最终产品和废料，在绝大多数情况下并没有成为其他工艺过程的原料，而是被损失掉了，并且污染了环境。例如，世界石油和天然气产量中，10%以上在运输和加工过程中变成了危险的污染物。目前，石油、石油产品和天然气的利用工艺是不完

13261

1

善的、多级的、低效率的。人类改造生物界和非生物界的速度要比它们的进化再生速度快得多。石油和天然气的需求量同它们的形成速度是不可比拟的。在这种条件下，自然环境来不及自动净化。自然环境的变化使生物种类（生物群落）的多样性发生了极大的变化，并改变了它们的本性和行为。这就是在科学技术革命时期，人类社会与自然界之间产生矛盾的根本原因。

综上所述，可以得出结论，所有石油、天然气工业的生产工艺过程和各种作业（石油勘探、试采、采油、处理、输送以及石油、石油产品、天然气和凝析油的利用，在生态因素方面的最佳化和全盘自动化，是油气生产的最紧迫最实际的工程生态问题。对这个紧迫问题进行科学的实际的研究，具有十分重要的预防意义。

本书第一次分析了污染物（多组分的毒性物质、腐蚀性物质、易燃易爆物质、液态和气态物质、气溶胶混合物，加工、转换和燃烧等产生的物质）的成分、结构、危险性和生态意义。作者在完成广泛研究的基础上，试图把一些生产单位和整个油田的污染源和污染物按结构分类，确定出每种污染源及其整体对空气、水和土壤以及动物群和植物群造成污染方面所处的地位和所占比例。研究表明，石油和天然气工业企业主要有害排放物的化学成分和毒性很复杂。

本书还第一次研究了大气层空气中的污染物质的变化，第一次研究了这种变化的动力学和特性反应、变化的速度和系数以及大气层中污染物的生存期限。

本书详尽地研究了水的净化和水的合理利用问题，研究了污水的生态危险，污水的收集、净化、利用和排除的合理方案以及分析方法等。书中强调了保护地下资源、土地和植物资源的重要性，肯定绘图方法是进行生态监测和生态控制

的有效方法。以天然气工业中运用此法的实际例子，详尽地说明了利用该法的良好效果。

在撰写此书时，利用了以И.М. 古勃金命名的莫斯科石油和天然气学院劳动和环境 保护教研室的 Г.В. 斯塔里科瓦娅、Е.В. 维什涅夫卡娅、Н.М. 阿努弗里耶瓦娅副教授、В.Т. 波洛兹科夫、В.А. 梅利尼科瓦娅、В.М. 切马基内、В.А. 格列奇申内、Т.В. 斯莫利科瓦娅在 F.E. 帕诺夫领导下所取得的科学成果。

书中第一、二章是由 Г.Е. 帕诺夫教授撰写的。其他的章节分别由帕诺夫与Л.Ф. 彼得里亚申内（第五章第一、二节，第九、十章），Г.Н. 雷相内（第八章第一～七节和第九章），Г.В. 斯塔里科瓦娅（第三章第三、四节，第四章，第十一章，不包括第二节），Н.М. 阿努弗里耶瓦娅（第三章第七节，第六章），Е.В. 维什涅夫卡娅（第三章第五节，第五章第五节和第七章），В.А. 格列奇申内（第七章第八节），В.П. 斯塔里科夫（第三章第四节）合作写成。

目 录

第一章 油气生产工程生态学概论	(1)
第一节 关于生态学、生态关系和生态平衡	(1)
第二节 油气综合体和居民点的生态问题	(3)
第三节 环境的变化和人对环境变化的适应能力	(6)
第四节 石油和天然气工业中的有害物质和对人的危险性	(12)
第二章 苏联自然保护法律和其他问题	(21)
第一节 苏联环境的法律保护	(21)
第二节 预防环境污染的标准及其重要意义	(26)
第三节 石油和天然气工业环境保护服务及管理机构	(31)
第三章 污染源和污染物质及其生态危险	(38)
第一节 周围自然环境的污染源	(38)
第二节 主要工艺过程的有害排放物和它们的危险性	(45)
第三节 在开采和加工含硫化氢天然气时析出的气体	(49)
第四节 含硫化氢天然气加工设施局部排放的危险性	(53)
第五节 硫化物是大气的污染物	(60)
第六节 污染对人和动物的影响	(62)
第七节 大气污染对植物的影响	(65)

第八节	酸雨的成因和危险性	(68)
第四章	天然气工业生产设备有害大气排放物的结 构和影响	(71)
第一节	有害大气排放物的特性	(71)
第二节	大气污染源按其生态作用的序列	(75)
第三节	天然气加工厂的大气污染源	(79)
第四节	天然气综合处理装置的大气有害排放物 的来源	(85)
第五节	在析出气体的总构成中污染物的生态作 用和比容	(88)
第六节	污染物的危险程度	(91)
第五章	消除油气生产对环境的人为污染	(95)
第一节	油气井钻探过程中的环境保护	(95)
第二节	含硫化氢天然气开采、加工设施的大气 保护	(101)
第三节	石油天然气运输贮存设施的大气保 护	(106)
第四节	保护大气免受锅炉燃烧气和重油所产生 的有毒物质的危害	(114)
第五节	无废工艺——一种防止环境污染的方 法	(124)
第六章	提高石油采收率新方法的生态问题	(129)
第一节	提高石油采收率方法的生态意义	(129)
第二节	火烧油层湿烧和超湿烧法的生态危险及 其实质	(140)
第三节	净化和清除大气污染物的方法	(142)
第四节	从气体中清除二氧化硫的有效净化方 法	(144)

第五节	从废气中清除硫化氢的技术	(147)
第七章	大气中污染物的化学变化及其对环境的危害	(151)
第一节	污染物化学转化问题的现实意义	(151)
第二节	大气污染物及其对自然环境的影响	(152)
第三节	含硫化氢天然气的生态学和毒理学意义	(154)
第四节	天然气和混合气的化学变化、性质和生态学意义	(156)
第五节	大气中污染物发生化学变化的典型反应	(160)
第六节	大气中污染物分布和叠加及形成危险的原因	(167)
第七节	大气污染物转化时所生成的有毒物质及其生态学危害	(169)
第八节	光化学烟雾及其危害	(175)
第八章	水域和保护水域免遭石油及石油产品的污染	(178)
第一节	清洁水问题	(178)
第二节	苏联水资源利用状况	(179)
第三节	污染物及其对水质的影响	(184)
第四节	水的物理化学特性及其质量	(195)
第五节	石油和天然气钻井、开采、输送和贮存时产生的水污染源	(203)
第六节	天然水污染的分析方法	(210)
第七节	污水净化方法	(222)
第八节	污水自动化净化和技术设备	(248)

第九章	地下资源的保护	(258)
第一节	紧迫性和主要的环境保护措施	(258)
第二节	苏联地下资源保护机构	(259)
第三节	在油气田勘探、开采、油气及油气加工 产品贮存中地下资源的保护	(261)
第十章	土地和植物资源的保护	(271)
第一节	土地法的几个问题	(271)
第二节	石油对土壤的污染、危险性和预防办 法	(273)
第三节	石油和天然气工业企业土地的再耕 种	(275)
第四节	北方地区油气田勘探和开发中地貌的保 护	(282)
第十一章	对大气污染程度进行有效监测的基本原 则	(285)
第一节	监测的基本任务	(285)
第二节	监测体系中的指标、术语、测量单 位	(285)
第三节	大气中有害物质排放源分类	(286)
第四节	生产设施的检查周期	(288)
参考文献		(290)

第一章 油气生产工程

生态学概论

第一节 关于生态学、生态关系 和生态平衡

生态学作为论述自然界的结构和功能的科学，是从20世纪初开始发展起来的。它研究人类和其他生物种类同周围环境的相互联系和相互依赖关系；研究自然资源的合理利用和生物资源的扩大再生产。生态学的范畴，也包括正在形成的、活动着的（活着的）和正被破坏的（正在死亡的）全部生命过程的生物系统（生物和非生物种类）；基因（遗传系统），细胞（细胞系统），器官（器官系统），有机物（有机物系统），群体（群体系统），生物社会（生态系统）。群体的定义是指人民、人群以及有机物的任何一种形体组成的群体。有机体、器官细胞和基因——这是生命构成的主要等级。生物社会包括所有群体和独立的生物种类，并且充满了丰富多采的生命活动。每个等级的生命同周围环境能量和物质的相互作用，会建立起功能生态系统——现代生态学研究的主要对象。使各个等级生命的生态系统以及地球的整体生态系统最佳化，乃是生态科学的主要任务^[1]。

自然界中的一切事物都相互联系和相互制约。在进行典型生态系统的研究中，在保障它们的自然状态以及保护和保持一切生态的重要功能的工作中，在任何情况下都十分需要采取综合方法。对生态关系和稳定平衡不进行系统的研究，就不可能解决任何一个生态问题。例如，假如森林中的鸟被

打光，那么接踵而来的将是森林害虫的大量繁殖和森林的毁坏。森林的毁坏将降低地下水的水位，使河水和井水变浅等等。众所周知，害虫的抗药能力较强，而益虫在农药作用下却容易死去。吃了中毒昆虫的鸟儿大批死亡。捕食了中毒动物的动物也难躲厄运，如此等等。如果我们消灭猫头鹰，牛奶产量就要受到损失（猫头鹰吃老鼠，老鼠破坏丸花蜂的窝巢，丸花蜂给三叶草授粉，奶牛食用三叶草）。狐狸主要吃田鼠。被一只狐狸一年吃掉的田鼠，要偷吃掉一吨粮食。打死一只狐狸，农民就要少收一吨粮食。

在太平洋的一座岛上，为了根治虐疾，用滴滴涕杀虫剂消灭了蚊子。蟑螂吃了滴滴涕，蜥蜴又吃了中毒的蟑螂，蜥蜴又成了猫牺牲品。其结果造成猫的死亡，使岛上啮齿类动物大量繁殖。为了拯救这座岛屿，不得不从其他地方运来必要数量的猫^{〔2〕}。

在澳大利亚，农业耕作以及家畜和家兔毁坏了粘固土壤的耐旱的草。未被草根粘固的干旱土地遭到了破坏，变成尘埃，被风刮进了海洋。人类的破坏活动把美丽的牧场变成了荒漠。

在美国发生了较为复杂的土地侵蚀。大平原上翻耕过的干燥泥土被风移动，大风把沙子刮进了橡树林。甲虫—小蠹虫毁坏了衰弱的病树，形成了广阔的多尘土的小丛林。在沙漠化的地区开始出现前缘延伸长度达 1500 km 的砂暴。砂暴遮天盖日，延伸距离往往达 1000 km 以上，并把磨碎的尘砂掀到 3000 m 的高度。从田野表面每年要带走将近 30 亿 t 的泥土。千百万公顷的肥沃土地被沙漠化。大量的雨水把这些地区剩下的泥土冲走，使土地的原生岩裸露出地面。有四分之一的适合于农业和畜牧业的土地，土质被破坏，或者成了不毛之地^{〔2〕}。

从上面叙述的事实就可看出，人只有认识自然规律，掌握现代生态学的理论基础，才能正确地利用自然资源。只要破坏地球上各种生命组织新陈代谢复杂过程的一个环节，就会在第十二个或者另外的不能预见到的环节上出现恶果。

环境保护作为一门科学揭示了生态过程的实质，帮助人们预见生态平衡可能要遭到的破坏，并做出正确的决策和采取有效的措施，以恢复生态平衡。

第二节 油气综合体和居民点的生态问题

石油和天然气工业的大型综合体和居民点，改变着自然界的几乎所有成分（空气、水、土壤、植物界和动物界等等）。每年世界上大约有 30 亿 t 的固体工业废物、500 km³ 的有害污水和将近 10 亿颗各种粒径及化学成分的气溶胶粒排入大气、水库和土壤内。有毒的污染物含有近 800 种物质，其中有影响遗传的诱变物；有对恶性肿瘤的形成和发展产生作用的致癌物质；有影响神经系统功能、血液成分和造血功能的神经毒物和血液毒物；有影响某些器官和机体的变态反应源等等。它们在空气中的含量时常超出了极限容许浓度的 2~9 倍。造成被烟尘、硫化物和其他毒气污染的浑浊空气缺氧。同清洁的空气比较，对所有生物和植物维持生命所必需的太阳光紫外线，如从浑浊空气通过要少 30%~50%。因为这个原因，大型工业中心和大城市的居民往往接连几周看不到太阳。太阳辐射的不足给有害细菌菌群的繁殖创造了有利的条件，而这种细菌菌群会导致人、动物和植物产生多种多样的疾病，破坏住房、工厂厂房和设施。被污染的空气会极大地缩短树木、植物、人和其他生物种类的寿命。

工业和建筑业一年里移动岩石和土方的数量，等于世界

所有河流一年中带进海洋的固体沉淀物的34%。农业生产一年搬运的土方要比同期内所有火山从地球深处喷出的岩浆多2倍。其中2%以上的物质在分解的过程中变成了尘埃，并进入大气层^[3,4]。因此，大气层上空充满了有毒的尘埃微粒，这种微粒可从它形成的地区被带到6000 km以外的地方去。因为这个原因，某些国家（如英国，联邦德国）的大型工业企业，常常危险地污染距它上千公里的另一个国家（例如挪威的南部地区）。

大气污染会加速破坏建筑材料、橡胶、金属、布料和其他制品。污染到了一定的程度，就会导致动植物的死亡。这些化学成分极为复杂的物质会严重地危害居民的身体健康，使发病率上升，工作能力下降，从而给国家的经济造成巨大的损失。现在大家公认，居住在城市和自然环境（空气，水和土壤）受到严重污染的生产区附近的居民中，癌症（肺癌）和呼吸系统疾病（慢性支气管炎、肺气肿等等）、皮肤病（湿疹、皮炎）和其他危险疾病的发病率是相当高的。发病率与污染源的数量成正比，还取决于污染源的成分、结构、聚集状态、化学性质变化（转换）特点，以及污染源在空气、水库和水中的存在期限和其他因素。根据英国科学家的资料，在近20年当中，英国患肺癌的病人增加了400%。癌症、慢性支气管炎、肺气肿和其他疾病的发病率和工业企业及城市污染空气的烟囱数量成正比。对现代化的东京，科学家们对10万个烟囱作了统计，从这些烟囱中一年内排放出170万 t 气态和其他形态的废物。漂浮在空气中的尘埃吸附有毒气体，形成了密度大的有毒尘雾（烟雾），使降水量比农村多20~30 mm。这些降水含有硫化物、氮化物和其他物质，形成了酸，变成侵蚀性的物质。由于这个原因，工业中心的机器和设备的腐蚀破坏速度比乡村地区大20倍。

在城市的现代工业综合体地区，以雨和雪的形式出现的降水，不能穿过不透水的被覆建筑材料、沥青路面和其他覆盖物而渗进土壤里，从而极大地减少了地下的水流，改变了地下水的流量和状态。工业区的地下形成了空穴，地表下沉。例如，在最近35年中，墨西哥的首都下沉了7m，东京一块面积为35 km²的地段已经下沉到海平面以下。

铺了沥青的工业场地和桥梁结构、楼房和工业设施等，在夏天被晒得灼热（例如，在苏联南方，沥青可以热到70℃）。这种热量在夜间大部分散发到大气中。因为这个原因，在工业综合体地区中午空气的温度，比起郊外乡村地区的温度要高1~2℃，夜间要高5~8℃。饱含各种气体和烟尘的灼热的空气，从郊区向城市流动并充满城市中心，造成了异常污浊的生态环境。

根据美国科学家的资料，有1.02亿美国人，其中包括华盛顿市的居民，生活和工作在有毒的空气中。生活在大型工业企业附近的稠密居民，情况更为严重。在这些街区里，树木和其他植物的寿命明显缩短^[2]。据科学家估算，如果美国大工业城市的空气污染程度降低50%，人的寿命平均会延长3~5岁，居民的死亡率会降低4.5%，支气管炎的发病率会降低25%，肺癌和心血管发病率会降低10%^[5]。

世界各国许多工业中心饮用水短缺程度日益严重。水源同时作为引水和排水的现象日益增多。含矿物质和有机物的污水往往被石油和石油产品以及汞、钾和铝的化合物污染。这种污水用现代方法不能完全净化，对人的生命和健康危害极大。排放到江河和沿海水域中的污水，会使鱼、动物和居民中毒。许多发达国家的饮用水水质很差，与典型的食物污染一样，饮用水污染也会影响人们的健康和工作能力。

噪音、电磁和放射辐射、激光和超声波，是影响人体的

危险的环境污染物。例如，在英国每四个男人和三个女人中，就各有一个因强烈的噪音而患神经官能症。澳大利亚科学家查明，如果城市居民对噪音，如同对体积空间中的能够破坏人和其他生物的生化代谢作用的最强烈的兴奋剂一样，毫无感觉，他们的寿命会缩短8~12岁。

在地球居民当中，今天找不出一个身上不带大量放射性物质的人。我们行星的放射性污染水平在不断上升。由此可见，石油和天然气工业排放到周围环境里的典型的废物，对现代人的劳动和生活条件起着很坏的影响。为了极大地改善这些条件，在油气田开发过程中，必须对油气钻井、开发、处理和油气及油气产品输送、储存的各种生产阶段，实施一整套有效的环境保护措施。

第三节 环境的变化和人对环境变化的适应能力

在最近的将来，石油和天然气仍将是满足当代人类社会能源需要的主要一次能源。在世界发达国家的燃料平衡中，天然碳氢化合物所占比例不断提高，就清楚地证明了这一点。

在世界可燃矿产的储量中，石油占10%，而煤占70%。当前人类社会能源消费中，石油占70%，煤占10%。人类一昼夜消耗的燃料，大自然要用一千年才能合成出来。

石油和天然气产量、深度加工规模以及消费部门的高速度发展，使得石油和天然气成了环境污染的危险根源（见表1）。根据联合国的资料^[7,8]，现在每年有25亿t尘埃、12亿t氮氧化物、2亿t碳氧化物、15亿t二氧化硫排放到我们行星的大气中。热电厂是最大的多组分污染源。由于工业生产