



刘东升 曹云森 编著

环境**保护技术综述**



石油工业出版社

油田环境保护技术综述

刘东升 曹云森 编著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书在系统地介绍了国内外油田环境保护的法律法规和标准、国内外油田环境影响评价技术对比的基础上,分析了我国油田环境评价技术的不足,同时对国内外油田开发的主要环境保护技术进行了综述。

本书可供从事油田环境保护技术研究的技术人员和相关专业管理人员参考、借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

油田环境保护技术综述/刘东升,曹云森编著.
北京:石油工业出版社,2006.8
ISBN 7-5021-5708-5

I. 油…

II. ①刘…②曹…

III. ①油田开发-环境保护法-研究-世界

②油田开发-环境保护-研究-中国

IV. ①D912.29②X741

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第104704号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里2区1号楼 100011)

网 址:www.petropub.com.cn

发行部:(010) 64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:河北天普润印刷厂

2006年8月第1版 2006年8月第1次印刷

850×1168毫米 开本:1/32 印张:4.625

字数:123千字 印数:1-1500册

定价:20.00元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

《油田环境保护技术》编委会

主 编：刘东升

副主编：曹云森 杨 伟 张宏奇 高学良
王修利

编 委：范成勇 梁梅芳 谢成君 李宇晶
佟 军 孟凡瑞 张宝成 王 玮
王 艳 王建智 郑福森 张广福
王明光 袁 林

目 录

第一章 国内外油田开发环境保护的法律法规和标准	(1)
第一节 国内油田开发环境保护法律法规和标准.....	(1)
第二节 国外油田环境管理法律法规和标准.....	(3)
第二章 国内外环境影响评价技术	(12)
第一节 西方工业国家的环境影响评价技术.....	(12)
第二节 发展中国家 EIA 程序及存在问题.....	(29)
第三节 我国 EIA 体系的缺陷.....	(31)
第四节 完善油田环境影响评价工作的对策与建议.....	(33)
第三章 国内外油田开发的环境保护技术	(36)
第一节 国内外污水处理技术.....	(36)
第二节 国内外固体废物处理技术.....	(82)
第三节 大庆油田几项环境保护技术的进展.....	(101)
第四章 我国油田环境保护存在的主要问题与治理措施	(130)
第一节 含油污水的治理.....	(130)
第二节 废弃钻井液处理现状和建议.....	(136)
第三节 废弃滤料的现状与治理措施.....	(137)
第四节 落地油与含油污泥.....	(138)
第五节 其他固体、液体废弃物.....	(139)
第六节 放空天然气现状与治理措施.....	(140)
参考文献	(142)

第一章 国内外油田开发环境保护的 法律法规和标准

第一节 国内油田开发环境保护 法律法规和标准

一、我国环境保护法律体系的构成

从 20 世纪 70 年代至今，我国已经制定了为数众多的环境保护法律，其表现形式多种多样，内容和任务各不相同，制定机关以及法律效力也不尽一致。从整体看，它们共同构成了一个相互联系、比较协调的环境保护法律体系。这是由宪法关于环境保护的规定、环境保护基本法、以保护自然资源和防治环境污染为宗旨的一系列单行法律、法规、规章、标准以及国际条约所组成的一个完整而又相对独立的法律体系。我国的环境保护法律主要包括四部分。

(1) 《中华人民共和国宪法》中有关环保条款。宪法是我国环境保护法律的基础，其中的环保条款表述为：国家保护和改善生活环境和生态环境，防治污染和其他公害。

(2) 《中华人民共和国环境保护法》。该法是我国环境保护的基本法。在环境保护法律体系中占有核心地位，它对环境保护的重大问题做出了全面的原则性规定，是构成其他单项环境立法的依据。该法不仅明确了环境保护的任务和对象，而且对环境监督管理体制、环境保护基本原则和制度、保护自然环境和防治污染的基本要求和法律责任作了相应规定。

我国环境法的基本制度有：环境影响评价制度、三同时制度、排

污收费制度、排污许可制度、污染源限期治理制度、污染物排放总量控制制度等 8 项制度。

(3) 环境保护单行法。主要有《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国大气污染防治法》、《中华人民共和国固体废物污染防治法》、《中华人民共和国环境噪声污染防治法》。

(4) 我国加入的与石油工业开发相关的国际公约和条约，主要有《防止海洋石油污染的国际公约》、《1969 年国际干预公海石油污染事故公约》等 28 项。

二、我国环境标准的分类

我国环境标准主要分为两类，即环境质量和污染物排放标准。

(1) 环境质量标准：环境标准是环境政策的具体体现，是贯彻环境法的依据。它们主要有：《地面水环境质量标准》GB 3038—2002、《地下水质量标准》GB/T 14848—1993、《土壤环境质量标准》GB 15618—1995、《环境空气质量标准》GB/T 14848—1996、《工业企业厂界噪声标准》GB 12348—1990、《农田灌溉水标准、城市区域噪声标准》GB 3096—1996 等。

(2) 污染物排放标准：石油企业依据的主要排放标准包括：《污水综合排放标准》GB 8978—1996、《大气污染物综合排放标准》GB 16290—1996、《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271—2001。

国内石油企业污染物排放执行的核心标准是《污水综合排放标准》GB 8979—1996 二级标准。

三、我国油田开发相关的法律法规及管理办法

油田在生产过程中要产生大量有毒有害物质，包括油气钻探、石油开采、油水井作业、含油污水处理等过程。这些有毒有害的物质有：各种絮凝剂、杀菌剂、固化剂、压裂液、酸化液、调剖剂、解堵剂、放射性物质等，这些药剂和物质存在不同的毒性和腐蚀性，对环

境和生物有一定的危害，必须按照有关规定做适当处理。国家针对这些有毒有害化学药剂和物质出台了一些相应的法规和管理办法。

(1) 国家和相关部委颁布的法规：国务院颁布的《化学危险物品安全管理条例》、国家环保总局颁布的《危险废物转移联单管理办法》、《城市放射性废物管理办法》、《污水处理设施环境保护监督管理办法》、《固体废物污染环境防治法》等。

(2) 国家颁布的相关标准：《常用化学危险品储存通则》、《化学品安全标签规定》、《危险废弃物鉴别标准》、国家新近颁布的《危险废物名录表》等。

(3) 相关环境保护法规文件：《建设项目环境保护条例》、《征收排污费暂行办法》、《排污口规范化整治管理办法》、《污染物排污申报登记管理办法》等。

(4) 石油企业环境保护规章制度及石油企业行业标准：《中国石油天然气股份有限公司环境保护管理办法》[2000]、《中国石油天然气股份有限公司勘探与生产分公司环境保护管理暂行办法》[2000]、《油气田环境监测工作暂行办法》、《石油工业建设项目环境保护管理规定》、《石油工业部清洁无害化矿区验收标准和验收方法》、《油气田和长输管道建设项目环境保护设计规范》、《石油天然气工业健康、安全与环境管理体系》SY/T 6276—1997 等。

第二节 国外油田环境管理法律法规和标准

一、美国与油田生产相关的环境保护法律

美国是世界上在环境保护领域处于领先地位的国家，在环境保护的立法方面也走在了各国的前列。美国有一套健全的环境法律体系，从 1970 年美国国家环保局成立至今，已经制定了 27 部联邦环境保护法律，以保护公众的健康和环境。由这些法律又衍生了数千页的联邦和州级的环境保护法规。

在这些法律中，对石油天然气工业产生重大影响的法律主要有以下七个法。

1. 《清洁空气法》

《清洁空气法》是控制面源、固定源和移动源向空气排放的综合联邦法律。该法律授权美国国家环保局建立国家环境空气质量标准，保护公众健康和环境。该法的目标是到 1975 年，在美国的每一个州建立并完成环境空气质量标准。最大污染物排放标准的建立用于指导各州制定适用于州内的工业污染源的州执行计划。由于这个国家的很多地区在最后期限内没能实现上述目标，该法首先在 1977 年进行了修正，以建立达到国家环境空气质量标准的新目标。1990 年又对《清洁空气法》进行了大幅度修正以适合那些没有充分论述的问题，例如酸雨、臭氧损耗和空气中的有毒物质。

2. 《清洁水法》

随着公众对控制水污染的认识和关注的日益增强，1972 年美国国家环保局颁布了《联邦水污染控制法修正案》。1977 年，该法又得以修正，成为众所周知的《清洁水法》。该法建立了控制污染物向美国的水体排放的基本结构。它授权美国国家环保局贯彻污染控制计划，例如建立工业污水排放标准。《清洁水法》也继续要求对地表水的所有污染物建立水的质量标准。该法规定任何人从一个点源向可通航的水体排放任何污染物都是非法的，除非在该法的条款内得到许可。该法在建设许可计划的范围内，也资助污水处理厂的建设，并且认识到论述非点源污染带来的危险问题的必要性。

后来《清洁水法》修改了以前该法的某些条款。1981 年的修订本精简了市政建设许可过程，改变了在许可计划内污水处理厂的建设规模。1987 年该法的变化是逐渐停止该建设许可计划，取而代之的是《州水污染控制循环基金》，即众所周知的《清洁水州水污染控制循环基金》。这项新的基金战略通过建立国家环保局与州的合作关系，论述了水的质量要求。《清洁水法》中第 40 条、第 435 条第 30 款规

定了采油废水、钻井废水、完井废水和修井废水的排放要求，并规定外排采油废水中污染物的含量不得高于标准要求，外排废水要用于农田灌溉或有利于野生动物的生长。

3. 《安全饮用水法》

《安全饮用水法》的建立是为了保护美国国内的饮用水的质量。该法针对的是实际或潜在用于饮用的水，无论其来自地面还是来自地下。该法授权美国国家环保局建立纯净饮用水的安全标准，并要求公共水系统的所有业主或生产者遵守最基本的标准。州政府从国家环保局获得授权，也鼓励达到次要标准。

《安全饮用水法》中对采油废水回注和回灌处理提出了明确的要求。美国境内大约有 400000 口井专门处理工业废水、废渣。其中，石油天然气勘探开发过程中，有 167000 口油气井，每天回注采油废水达 $20 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。由于采油废水矿化度普遍比较高，回注或回灌到地层中会对地下水层造成污染，美国环保局为保护地下水源不受污染，针对美国境内的这 400000 口专用于废弃液体注入井，在《安全饮用水法》第 146 条第 30 款特别制定相关的要求。该款对美国污染物处理的井下注入方法进行了分类（见表 1-1），并根据不同的类别规定了污水注入层的结构及封闭标准的最低标准要求。

表 1-1 美国各类污染物处理的井下注入方法分类

类别	最低要求
第 1 类：有毒和无毒废弃物地下注入处理，应注入到地下水源层以下，注入层位于地下深处的不渗透层。该类注入方法技术性较强	废水注入层要求无裂缝和地质断层
第 2 类：油气生产过程中所产生的盐水的回注	废水注入层要求无含水层、或对水层有潜在影响的层位
第 3 类：采矿过程中向井下注入超热蒸汽、水、其他液体的井下注入	废弃物的注入要通过套管注入，而套管和井眼之间环空要进行固井，以防止层间窜流；定期或每 5 年监测一次固井的质量，对于有毒物质的注入井应增加测试的频率

续表

类别	最低要求
第4类：在水源层之上注入有害和放射性物质	对注入井的封闭性进行连续监测
第5类：上述四类没有包括的类型	对于第1类注入井要求在10000年内污染物不得返回到地表或对地下水源有污染，污染物必须注入到地表4000ft [●] 以下

其中，对第二类油气生产过程中所产生的采油废水的回注和回灌处理的要求有如下几点：

(1) 采油废水回注（灌）井的结构要求。

①回注井所在的地质层位应与水层相隔离，没有裂缝和断层。

②回注井应下套管并注水泥固井，防止废水与地下水源层之间形成窜流，在进行套管设计和注水泥设计时，应考虑废水注入的深度、地下水底界深度、废水注入的最大注入压力及平均注入压力。

③建立回注井的档案，收集如下的资料：地层流体的性质；回注层和盖层的岩性；地层压力、孔隙压力、径向压力；井眼尺寸；套管的尺寸和钢级；水泥级别等。

④回注和回灌井要进行测井或测试，要求收集如下参数：地下水源层的岩性；水泥胶结强度、温度、密度；裂缝数量、大小；液体压力；地层压力梯度；注入层地层的物理和化学性质等。

(2) 对采油废水回注的施工要求。

①井口的回注压力不能超过地层破裂压力的最低值，以防产生新的裂缝，导致与地下水源层的窜流；

②禁止套管外回注。

(3) 监测要求。

①要求按频率监测注入液的性质、注水压力、流量和累积注入

● 1ft=0.3048m，下同。

量；

②对回灌处理的液体每星期测定一次；

③对回注处理的液体每月测定一次；

④每五年测定一次回注井的固井质量，以保证注入井的封闭完整性。

4. 《环境反应、补偿与责任综合法》

《环境反应、补偿与责任综合法》通常称为《超级基金法》，1980年12月11日由国会颁布。该法对石油工业和化学工业征税，并提供联邦政府广泛的权力，对可能危害公众健康和环境的危险废物的排放或可能排放直接做出反应。过了5年，税收达到16亿美元，用这笔钱成立了一个信托基金，用于清理废弃的或者无人管理的危险废物场所。

《环境反应、补偿与责任综合法》的职能：

(1) 对关闭和废弃的危险废物场所，规定了必备的条件；

(2) 明确了在这些场所排放危险废物个人应负的责任；

(3) 建立了一个信托基金，在无当事人可以确认时对危险废物场所提供清理。

《环境反应、补偿与责任综合法》授权了两种反应行动：一种是短期清除反应行动，对排放或可能排放危险废物的场所需要迅速做出反应；另一种是长期补救反应行动，永久减少与排放或可能排放危险废物有关的威胁，这些废物的危害性很大，但不会立即有生命危险。这些行动只能在美国环保局的《国家优先目录》上所列的场所进行。

《环境反应、补偿与责任综合法》也启动了《国家突发事件计划》的修订。该计划提供了对危险物质、污染物的排放和可能排放做出反应必需的导则和程序。

《环境反应、补偿与责任综合法》在1986年10月17日被修正为《超级基金修正案和再授权法》。

5. 《超级基金修正案和再授权法》

《超级基金修正案和再授权法》反映了美国环保局在头六年里执行复杂的超级基金计划的经验，并对该计划做出了几个重要的改变和增加。

(1) 强调了在清理危险废物场所方面永久补救和创新处理技术的重要性；

(2) 要求超级基金行动考虑以其他州和联邦环境法律和法规建立的标准和要求；

(3) 提供新的强制执行权和解决手段；

(4) 加强了州在超级基金计划的每一个阶段的介入；

(5) 增加了对由危险废物场所引起的人类健康问题的关注；

(6) 鼓励市民更多的参与决定如何清理危险废物场；

(7) 把信托基金增加到 85 亿美元。

《超级基金修正案和再授权法》也要求美国环保局修订《危险场所排序系统》，以确保其精确地评估可能排在《国家优先目录》上的无人管理的危险废物场所对人类健康和环境引起的相对危险程度。

6. 《资源保护和回收法》

《资源保护和回收法》授权美国环保局控制危险废物，从“摇篮到坟墓”。这包括危险废物的产生、运输、处理、储存和处置。《资源保护和回收法》也为非危险废物的管理建立了一个框架。

1986 年，《资源保护和回收法》的修正案使美国环保局能够着手解决由储存石油和其他危险物质的地下储槽引起的环境问题。该法只把焦点放在现行的和未来的设施上，而不涉及废弃的或历史的场所。

《联邦危险固体废物修正案》是 1984 年对《资源保护和回收法》的修正，逐渐停止陆地处置危险废物。这部严格法律的其他一些要求包括增强美国国家环保局的强制执行权，更严厉的危险废物管理标准和一项综合的地下储槽管理计划。

《联邦危险固体废物修正案》把固体废物分为“危险废物”和

“非危险废物”两大类，并为之分别规定了管理制度。

(1) 危险废物的管理制度。

由于危险废物的广泛存在和它对人类环境的巨大威胁，《固体废物处置法》对危险废物规定了所谓“从摇篮到坟墓”的全过程管理，该法把管理危险废物的权力授予联邦环保局；如果州政府想管理本州的危险废物，它必须制定一项危险废物管理计划，并报联邦环保局审批。但联邦环保局仍然保留监督和收回此项授权的权力。联邦危险废物管理制度包括以下几种：①危险废物的识别制度，也就是《固体废物处置法》要求联邦环保局编制“危险废物名录”。②危险废物经营活动的报告制度。③对危险废物产生者的管理制度。根据《固体废物处置法》的规定，联邦环保局于1980年2月颁布了《危险废物产生者条例》。该条例经多次修订，沿用至今。该条例规定了危险废物产生者的定义，以及危险废物产生者的义务。④对危险废物运输者的管理制度。联邦环保局于1980年2月颁布了《危险废物运输者条例》。⑤对危险废物的处理、储存，处置者的管理制度。联邦环保局根据《固体废物处置法》的授权，于1980年2月颁布《危险废物设施所有者和营运人条例》。⑥监测、检查和联邦执行制度。为了保证关于危险废物管理的法律规定得到遵守，《固体废物处置法》规定了一系列法律强制措施（联邦执行），其中主要有：a 守法令、罚款和民事诉讼，当联邦环保局发现有人违反关于危险废物管理的法律规定时，可对违法者发布守法令，要求其立即或在期限内矫正其违法行为。在发布守法令的同时，联邦环保局可对违法者处以每违法日2.5万美元以下的罚款；b 民事制裁；c 刑事制裁。

(2) 非危险废物管理制度。

除危险废物以外的其他固体废物的管理，由各州负责。非危险固体废物管理通过州制定的固定废物管理计划进行。州的固体废物管理计划必须遵守联邦环保局制定的准则，并且得到联邦环保局的批准。

(3) 地下储存管理制度。

法律要求地下储存罐的所有者必须在限期内向州和地方政府履行报告和名录制度。各州可制定地下储存罐管理计划，但州的管理计划须经联邦环保局的批准。法律要求联邦环保局制定关于地下储存罐的泄漏、检测、事故预防和补救条例，若发现地下储存罐所有者或营运人违反有关管理条例的情形，可对违法者发布守法令或起诉，违法者如不遵守法令，将被处以每日 2.5 万美元以下的罚款。

7. 《石油污染法》

1990 年出台的《石油污染法》加强了国家环保局对灾难性的石油泄漏的预防和反应能力。当当事人无能力或不愿意这样做时，一个通过对石油征税筹措资金的信托基金可用于清理石油泄漏。《石油污染法》要求石油储存设施和容器按照联邦政府计划，详细设计他们将如何对大的泄漏事故做出反应。国家环保局公布了适用于地上储存设施的法规，海岸巡逻队员已经根据法规对石油储槽这么做了。《石油污染法》还要求制定《区域突发事件计划》，为一个区域内的石油泄漏的反应做准备。

以上法律是美国环境保护法律中与石油工业关系最为密切的法律，直接影响到美国石油工业的发展。

二、美国与油田生产相关的环境标准

目前美国等发达国家都采用更经济的污染物综合治理技术，采用最佳实用技术和最佳可行技术的方法来制定排放标准，排放标准可以随着国家经济技术条件而改变。在美国，各个州、不同区域、不同流域以及不同的工业企业的环境标准都不相同。下面几个例子都与石油天然气开采业有关。

1. 水污染物的外排标准

美国禁止含油废水外排。对处理后外排的废水要求也是相当严格的。德克萨斯州是美国石油天然气生产的重要基地，该州对处理后外排的石油废水的标准要求见表 1-2。

表 1-2 美国德克萨斯州石油污水的外排水标准

参数	每日最高排放限值 (mg/L)	采样类型	监测频率
流速	—	—	每日
总石油含量	15	取样器	每星期三次
苯	0.05	取样器	每星期三次
苯系物	0.5	取样器	每星期三次
总铅	0.25	取样器	每星期三次
pH	6.0~9.0	取样器	每星期三次

2. 废气排放标准

1999 年 6 月, 美国国家环保局专门为石油天然气工业制定了《国家有毒气体排放标准: 石油天然气生产和储运》。该标准对石油生产的专用设备的废气排放制定了严格的标准。

三、美国的环境处罚

美国环保执法力度非常严格, 一旦违反了环境法律的要求, 赔偿罚款数额非常巨大, 严重者会使公司破产倒闭。

表 1-3 是近年来石油公司污染环境受到美国法律罚款的情况。

表 1-3 近年来石油公司污染环境受到美国法律罚款的情况

公司	日期	罚款地点	罚款原因	罚款数额 (美元)
CHEVRON	2000.8	海上装载集输站废气泄露	违反清洁大气法	700 万
BP/AMOCO	2000.7	炼油厂废气排放不达标	违反清洁大气法	6 亿
GOODMAN	2000.6	地下储存罐泄露	违反清洁水法	736 万
PHILLIPS	—	炼油厂废气不达标	违反清洁大气法	350 万
TESORO	2000.4	炼油厂废气不达标	违反清洁大气法	681 万
TEXACO	1998.4	管道泄露污染土壤	违反清洁水法、油污染法	925 万

第二章 国内外环境影响评价技术

环境影响评价（EIA，又称环境预评价）是针对计划开发项目对环境可能产生的影响进行评价，即在资源开发利用和工程建设的设计中，预测和评估有关项目在建设和投产后对环境造成的影响，进行各种替代方案的比较，提出各种减缓措施，把对环境的不利影响减少到最低程度的活动。目的是在保证国民经济不断增长的前提下，控制和减少新建和扩建工程项目对环境的污染。1969年环境影响评价制度在美国以法律形式确定下来之后，作为防治污染、协调经济发展和保护环境的有效手段，被世界各国纷纷引入，迄今为止已有瑞典（1970年）、新西兰（1973年）、加拿大（1973年）等100多个国家相继建立了环境影响评价制度。经过了40多年的发展，环境影响评价已成为一项重要的环境管理手段，成为保证人类活动与自然相协调，实现可持续发展的一项重要政策措施。了解国外的环境影响评价制度、程序和方法，同我国的环境影响评价工作进行对比，对加强我们的环境影响评价工作，提高报告书的质量，具有重要的意义。

第一节 西方工业国家的环境影响评价技术

以美国和日本为例介绍西方发达国家 EIA 的制度、工作程序和特点。

一、美国、日本的 EIA 制度及工作程序

一个国家环境影响评价的工作程序和该国的 EIA 制度有着非常密切的关系，下面是美国、日本的 EIA 制度及评价程序，具体见图 2-1、图 2-2。