

李 巍 张 震 闫毓霞 编著

油田生产环境安全评价与管理



Chemical Industry Press



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

油田生产环境安全评价与管理

李巍 张震 闫毓霞 编著



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

油田生产环境安全评价与管理/李巍,张震,闫毓霞
编著. —北京: 化学工业出版社, 2005. 2
ISBN 7-5025-6651-1

I. 油… II. ①李…②张…③闫… III. ①石油
开采-环境影响-评价 ②石油开采-环境-风险分析
IV. X322

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 011157 号

油田生产环境安全评价与管理

李 巍 张 震 闫毓霞 编著

责任编辑: 刘兴春

责任校对: 吴 静

封面设计: 于剑凝

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
环境科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 15¼ 字数 284 千字

2005 年 3 月第 1 版 2005 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6651-1/X·583

定 价: 32.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前言

石油素有“工业的血液”之称，是当今世界最重要的能源，是推动国家社会经济可持续发展的能源基础。

石油之所以在国民经济中具有举足轻重的地位，主要是因为石油产品及其合成材料被广泛地作为工业的能源和原料，而且很多情况下发挥着不可替代的作用。石油的主要产品如汽油、航油、柴油、润滑油、商品重油、食品蜡、全炼蜡、乳化蜡和三大合成材料包括合成树脂、合成纤维、合成橡胶，这些产品直接关系到交通运输、包装、汽车制造、建筑、电子、家电制造等行业的生存与发展。然而，我们在享受石油工业产品带给我们便利的同时，却不得不同时忍受油气田勘探、开发和石油化工生产所带来的环境污染与生态破坏。例如，大量的含油废水、挥发酚、化学耗氧量（COD）、硫化物、悬浮颗粒物（SS）、烃类、放射性同位素、噪声等污染物正在破坏人类赖以生存的生态环境，侵蚀人们的健康。而且，油田生产过程中可能发生各种突发性的事故并由此带来多种环境风险，如井喷、爆炸、火灾以及油气泄漏等。这些环境污染危害和近年来屡次发生的油气田事故提醒我们，必须不断加强油田生产的环境保护和安全管理。

另一方面，随着国家能源需求的飞速增长，油田的开采和生产规模不断扩大。与此同时，由于城市发展和建设的要求以及环境保护标准的提高，使得在原本依托油田建成的城市中，城市规划建设与油田开发和生产之间的矛盾日益突出。例如，在某些城市的规划和建设过程中，地方政府有时会勒令油田企业搬迁生产设施或忽视油气设施的潜在危险而紧邻建设，由此造成油田企业蒙受巨大经济损失，同时也给市政建设埋下事故祸根。对此，为了保护油田生产设施周围的环境安全、居民的人身财产安全和协调城市规划与油田生产之间的矛盾，必须识别各种油田生产设施的环境影响、风险及其可能性、影响程度和范围，在此基础上开展油田生产环境影响评价和环境风险评价，并在油田设施和周围不同环境功能区之间设置科学、合理的环境安全距离，同时不断加强和改进以健康、安全和环境（HSE）管理体系为核心的油田生产环境与安全综合管理，实现油田生产与环境保护的协调发展。

本书结合新近颁布实施的国家《环境影响评价法》和《清洁生产促进法》的规定和要求，在全面分析和识别油田生产过程中主要环境影响和环境风险因子的基础上，系统论述了油田生产环境影响评价和环境风险评价的理论、方法、标

准、技术要求和工作程序,提出和建立了油田生产环境安全距离理论和估算模型,并结合胜利油田东辛采油厂主要生产设施的环境影响评价与风险管理,系统应用和检验了油田主要生产设施(包括井场、站库、管线)环境安全距离的估算方法。在此基础上,针对油田生产过程中的污染防治、清洁生产、健康、安全、环境综合管理等内容,提出了油田生产环境安全管理的对策和方法。

全书由李巍和张震组织撰写,闫毓霞负责统稿。参加本书编写的还有李娜、刘艳菊、冷飞、姚长青、程红光、鱼京善、徐琳瑜、赵彦伟、张妍、赵伟、沈一青、赵青、尹心安、毛建素、祝贺、刘桂友等。王志强、郭霁、朱朝辉、刘真楷等为本书的编写提供了参考资料。在本书的编写过程中,自始至终得到了中国石化胜利油田有限公司安全与环保处领导的关心和技术检测中心的大力支持,在此表示深深的感谢。

由于油田生产环境安全是一个全新的研究课题,再加上编写时间紧迫,作者水平和经验有限,书中难免会有疏漏乃至不当之处,敬请读者批评指正。

编著者

2005年1月

内 容 提 要

本书在全面分析和识别油田生产过程中主要环境影响和环境风险因子的基础上,系统论述了油田生产环境影响评价和环境风险评价的理论、方法、标准、技术要求和工作程序,提出和建立了油田生产环境安全距离理论和估算模型,并结合胜利油田东辛采油厂主要生产设施的环境影响评价与风险管理,系统应用和检验了油田主要生产设施(包括井场、站库、管线)环境安全距离的估算方法及技术程序。在此基础上,针对油田生产过程中的污染防治、清洁生产、“健康、安全、环境(HSE)”管理体系等内容,提出了油田生产环境安全管理的对策和方法。

本书可供环境科学、安全科学、环境工程、油气开发工程及应用地球科学等领域的科技人员和管理人员参阅,也可供高等院校相关专业师生参考。

目 录

1 油田生产与环境保护	1
1.1 石油与油田生产	1
1.1.1 石油的基本性质和特征	1
1.1.2 油田生产的主要环节	2
1.1.3 世界石油的生产和消费现状	3
1.2 我国的石油生产与消费概况	5
1.2.1 我国的石油生产概况	5
1.2.2 我国的石油消费概况	6
1.2.3 我国的石油需求预测	7
1.3 油田生产环境保护相关规定	8
1.3.1 我国石油化工环境保护的发展	8
1.3.2 相关国家法规	9
1.3.3 相关行业法规	11
1.3.4 相关地方法规	13
1.4 油田生产环境保护现状	13
1.4.1 国外油田生产的环境保护	13
1.4.2 国内油田生产的环境保护	16
2 油田生产过程中的主要环境影响	20
2.1 主要油田分布及污染源总体特征	20
2.1.1 主要油田概况及其分布	20
2.1.2 油田污染源总体特征	23
2.2 油田生产过程中的主要污染源和污染物	24
2.2.1 物探过程的主要污染源和污染物	25
2.2.2 钻井过程的主要污染源和污染物	26
2.2.3 测井过程的主要污染源和污染物	28
2.2.4 井下作业过程的主要污染源和污染物	29
2.2.5 采油过程的主要污染源和污染物	31
2.2.6 集输过程的主要污染源和污染物	32
2.3 油田生产过程的非污染生态影响	34

2.3.1	非污染生态影响的概念与特点	34
2.3.2	油田生产过程的非污染生态影响分析	35
3	油田生产环境影响评价	39
3.1	环境影响评价概述	39
3.1.1	我国环境影响评价的发展	39
3.1.2	环境影响评价的分类	41
3.1.3	环境影响评价的一般工作程序	42
3.1.4	环境影响评价工作的等级划分	43
3.2	油田生产建设项目工程分析	44
3.2.1	工程分析的主要任务	44
3.2.2	工程分析的原则	44
3.2.3	工程分析的对象及重点	45
3.2.4	工程分析的方法	46
3.2.5	工程分析专题报告编写要点	47
3.3	区域环境现状调查与评价	52
3.3.1	自然环境与社会环境调查	52
3.3.2	评价区污染源现状调查与评价	52
3.3.3	大气环境质量现状调查、监测与评价	52
3.3.4	地表水环境质量现状调查与评价	54
3.3.5	地下水环境质量现状调查与评价	56
3.3.6	土壤环境质量现状调查与评价	57
3.3.7	声环境现状调查与评价	58
3.3.8	生态环境质量现状调查与评价	58
3.3.9	人群健康现状调查	58
3.4	环境影响预测分析与评价	58
3.4.1	大气环境影响预测与评价	58
3.4.2	地表水环境影响预测与评价	62
3.4.3	地下水环境影响预测与评价	65
3.4.4	声环境影响预测与评价	67
3.4.5	土壤环境影响预测与评价	68
3.4.6	固体废物污染环境的影响分析	70
3.4.7	非污染生态影响分析与评价	71
3.5	环境影响评价结论	73
4	油田生产环境风险评价	75
4.1	环境风险评价概述	75

4.1.2	环境风险评价的基本概念和评价内容	75
4.1.3	环境风险管理	78
4.2	环境风险评价的指标和标准	79
4.2.1	环境风险评价指标	79
4.2.2	环境风险评价的标准	84
4.3	油田生产环境风险评价等级划分	86
4.4	油田生产环境风险评价工作程序	88
4.5	油田生产环境风险评价内容与方法	89
4.5.1	环境风险识别	89
4.5.2	环境风险分析	94
4.5.3	风险后果估算	96
4.5.4	环境风险综合评价	105
4.5.5	环境风险管理	106
4.5.6	应急措施预案	107
5	油田生产环境安全距离	111
5.1	研究意义与现状分析	111
5.1.1	研究意义	111
5.1.2	现状分析	111
5.2	环境安全距离的概念	112
5.2.1	环境安全	112
5.2.2	环境安全距离概念和分类	114
5.2.3	油田生产环境安全距离	115
5.3	油田生产环境安全距离的影响因素	116
5.3.1	源强及其确定	116
5.3.2	介质条件及特征	119
5.3.3	受体环境及其特征	123
5.4	油田生产环境安全距离估算模式	130
5.4.1	有害气体排放环境安全距离估算模式	131
5.4.2	噪声影响环境安全距离估算模式	135
5.4.3	火灾风险环境安全距离估算模式	137
5.4.4	爆炸风险环境安全距离估算模式	138
5.4.5	管线泄漏环境安全距离估算模式	139
5.5	油田生产设施环境安全距离估算方法	140
5.5.1	井场设施环境安全距离估算方法	140
5.5.2	站库设施环境安全距离估算方法	141

5.5.3	管线设施环境安全距离估算方法	141
6	油田生产环境安全距离研究案例——以胜利油田东辛采油厂为例	143
6.1	问题的由来及东辛采油厂概况	143
6.1.1	问题的由来	143
6.1.2	胜利油田东辛采油厂概况	143
6.2	区域自然环境条件与功能分析	144
6.2.1	气象条件分析	144
6.2.2	地下水、土壤和植被	150
6.2.3	环境功能区划	150
6.3	管线设施的环境安全距离	151
6.3.1	管线设施概况	151
6.3.2	管线泄漏环境风险安全距离	151
6.4	联合站设施的环境安全距离	160
6.4.1	联合站污染分析	160
6.4.2	联合站环境影响安全距离	165
6.4.3	联合站环境风险安全距离	166
6.5	计量站、注水站、配水间环境安全距离	167
6.5.1	计量站环境影响分析	167
6.5.2	注水站环境影响分析	168
6.5.3	配水间环境影响分析	168
6.5.4	计量站、注水站、配水间环境影响安全距离	169
6.6	采油井场环境安全距离	169
6.6.1	采油井场污染物分析	169
6.6.2	采油井场环境影响安全距离	170
6.6.3	采油井场环境风险安全距离	171
6.7	钻井井场环境安全距离	175
6.7.1	钻井井场污染物分析	175
6.7.2	钻井井场环境影响安全距离	175
6.7.3	钻井井场环境风险安全距离	176
6.8	作业井场设施环境安全距离	181
6.8.1	作业井场污染物分析	181
6.8.2	作业井场设施环境影响安全距离	182
6.8.3	作业井场环境风险安全距离	182
6.9	结论	183
6.9.1	设施分类结论	183

6.9.2	管线设施环境风险安全距离结论	183
6.9.3	站库设施环境安全距离结论	184
6.9.4	井场设施环境安全距离结论	184
6.10	对策和建议	190
6.10.1	针对已建生产设施噪声影响的建议	190
6.10.2	针对管道泄漏问题的建议	191
6.10.3	针对已建生产设施环境风险的建议	191
6.10.4	针对后建生产设施环境风险的建议	191
6.10.5	针对气态污染物排放的建议	191
7	油田生产环境安全管理	193
7.1	油田生产中的污染防治	193
7.1.1	物探过程中的污染防治	193
7.1.2	钻井过程中的污染防治	193
7.1.3	测井过程中的污染防治	196
7.1.4	井下作业过程的污染防治	196
7.1.5	采油过程中的污染防治	197
7.1.6	集输过程中的污染防治	200
7.1.7	非污染生态影响的减缓措施	202
7.2	全面实施清洁生产	202
7.2.1	石油企业实施清洁生产现状	202
7.2.2	石油企业实施清洁生产的技术和措施	203
7.3	大力加强健康、安全与环境综合管理	206
7.3.1	我国石油企业安全管理现状	206
7.3.2	建立 HSE 管理体系, 加强环境安全管理	207
附录 1	相关名词和术语集释	211
附录 2	常用石油单位换算	227
参考文献		231

1 油田生产与环境保护

石油泛指各种天然形成的可燃性液态碳氢化合物，常含有氧、氮、石蜡及硫等组分。石油素有“工业的血液”之称，是当今世界最重要的能源，又是近代有机化工的重要原料，是推动国家社会经济可持续发展的能源基础。然而，石油生产会带来多种不利的环境影响，并且存在较大的环境风险。例如，油田生产过程中存在许多污染源，会产生各种污染物，可能对各种环境要素如大气、水体、土壤和声环境等造成不利影响，并且可能发生突发式、灾难性的事故，如井喷、爆炸、火灾以及油气泄漏等，不仅会造成人民生命、财产等的巨大损失，还可能对生态环境造成灾难性的后果。因此，做好油田生产的环境保护和安全管理工至关重要。

1.1 石油与油田生产

1.1.1 石油的基本性质和特征

石油又称原油，是从地下深处开采的棕黑色可燃黏稠液体。石油一词最早见于公元 977 年中国北宋编著的《太平广记》，而其正式命名为“石油”是中国北宋杰出的科学家沈括（公元 1031~1095 年）在所著《梦溪笔谈》中，根据这种油“生于水际砂石，与泉水相杂，惘惘而出”而命名的。在石油一词出现之前，国外称石油为“魔鬼的汗珠”、“发光的水”等，中国称“石脂水”、“猛火油”、“石漆”等。

目前关于石油的成因有两种说法：一种是无机论，即石油是在基性岩浆中形成的；另一种是有机论，即各种有机物如动物、植物特别是低等的动植物如藻类、细菌、蚌壳、鱼类等死后埋藏在不断下沉缺氧的海湾、泻湖、三角洲、湖泊等地，经过复杂、漫长的物理化学过程，最后逐渐形成为石油。

石油是由碳氢化合物为主混合而成的，具有特殊气味的、有色的可燃性油质液体；天然气是以气态的碳氢化合物为主的各种气体组成的，具有特殊气味的、无色的易燃性混合气体。原油的颜色非常丰富，红、金黄、墨绿、黑、褐红，甚至透明。原油的颜色决定于它本身所含的胶质、沥青质的含量，含量越高颜色越深。原油的颜色越浅其油质越好，透明的原油可直接加在汽车油箱中代替汽油。原油的成分主要有油质（主要成分）、胶质（一种黏性的半固体物质）、沥青质

(暗褐色或黑色脆性固体物质)、碳质(一种非碳氢化合物)。

石油的性质因产地而异,密度为 $0.8\sim 1.0\text{g/cm}^3$,黏度范围很宽,凝固点差别很大($30\sim 60^\circ\text{C}$),沸点范围为常温到 500°C 以上,可溶于多种有机溶剂,不溶于水,但可与水形成乳状液。组成石油的化学元素主要是碳($83\%\sim 87\%$)、氢($11\%\sim 14\%$),其余为硫($0.06\%\sim 0.8\%$)、氮($0.02\%\sim 1.7\%$)、氧($0.08\%\sim 1.82\%$)及微量金属元素(镍、钒、铁等)。由碳和氢化合形成的烃类构成石油的主要组成部分,约占 $95\%\sim 99\%$ 。含硫、氧、氮的化合物对石油产品有害,在石油加工中应尽量除去。

不同产地的石油中各种烃类的结构和所占比例相差很大,但主要属于烷烃、环烷烃、芳香烃三类。通常以烷烃为主的石油称为石蜡基石油;以环烷烃、芳香烃为主的称环烷基石油;介于二者之间的称中间基石油。我国主要原油的特点是含蜡较多,凝固点高,硫含量低,镍、氮含量中等,钒含量极少。除个别油田外,原油中汽油馏分较少,渣油占 $1/3$ 。不同组成类别的石油,其加工方法也存在差别,产品的性能也不同,应当物尽其用。例如,大庆原油的主要特点是含蜡量高,凝固点高,硫含量低,属低硫石蜡基原油。

1.1.2 油田生产的主要环节

从大的方面来讲,从寻找石油到利用石油大致要经过4个主要环节,即寻找、开采、输送和加工,这4个环节一般又分别称为“石油勘探”、“油田开发”、“油气集输”和“石油炼制”。下面就这4个环节简单地追溯一下石油工业的发展历史。

“石油勘探”有许多方法,但地下是否有油最终要靠钻井来证实。一个国家在钻井技术上的进步程度往往反映了这个国家石油工业的发展状况,因此,有的国家竞相宣布本国钻出了世界上第一口油井,以表示他们在石油工业发展上迈出了最早的一步。

“油田开发”指的是用钻井的办法证实了油气的分布范围,并且油井可以投入生产而形成一定的生产规模。从这个意义上说,1821年四川富顺县自流井气田的开发是世界上最早的天然气田。

“油气集输”技术也随着油气的开发应运而生,公元1875年左右,自流井气田采用当地盛产的竹子为原料,去节打通,外用麻布缠绕涂以桐油,连接成我们现在称呼的“输气管道”,总长 $100\sim 150\text{km}$,在当时的自流井地区,绵延交织的管线翻越丘陵,穿过沟涧,形成输气网络,使天然气的应用从井的附近延伸到远距离的盐灶,推动了气田的开发,使当时的天然气达到年产7000多万立方米。

至于“石油炼制”,起始的年代还要更早一些,北魏时所著的《水经注》,成书年代大约是公元512~518年,书中介绍了从石油中提炼润滑油的情况。英国

科学家李约瑟在有关论文中指出：“在公元十世纪，中国就已经有石油而且大量使用。由此可见，在这以前中国人就对石油进行蒸馏加工了”。说明早在公元6世纪我国就萌发了石油炼制工艺。

在整个的石油生产系统中，分工是非常细的。“物探”专门负责利用各种物探设备并结合地质资料在可能含油气的区域内确定油气层的位置；“钻井”利用各种钻井机械设备在含油气的区域钻探出1口油井并录取该地区的地质资料；“井下作业”利用井下作业设备在地面向井内下入各种井下工具或生产管柱以录取该井的各项生产资料，或使该井正常产出原油或天然气并负责日后石油井的维护作业；“采油”在石油井的正常生产过程中录取石油井的各项生产资料并对石油井的生产设备进行日常维护；“集输”负责原油的对外输送工作；“炼油”将输送到炼油厂的原油按要求炼制出不同的石油产品如汽油、柴油、煤油等。

除炼油之外的其他几个环节一起共同构成了“油田生产”的全部主要内容。

1.1.3 世界石油的生产和消费现状

世界石油资源十分丰富。在过去的20多年中，尽管主要石油生产国和国际大石油公司的储量替代率都超过了100%，但同期产出仍达60Gt原油。近年来，随着勘探技术进步、浅海和大陆架等新区的发现，世界剩余的探明可开采储量不仅没有减少，反而从1979年末的88.3Gt增加到1999年末的140.4Gt。2002年全球石油探明储量为142.7Gt，比2001年减少0.3Gt，储采比由2001年40.3增加到2002年40.6。按照2001年的产量水平还可以延续开采40多年。但世界石油资源分布及消费极不平衡，其主要集中在中东、北非、中亚、俄罗斯和北美4个地区，其剩余石油可采储量占世界的82.3%，待探明可开采石油资源占世界的72%；其中，中东和前苏联地区剩余石油可采储量占世界的72%，待探明可采石油资源占世界的28.7%（刘仕华等，2003）。表1-1为2002年世界主要国家和地区石油储量分布情况。

2002年全世界合计生产原油3556.8Mt，比2001年减少28.1Mt。北美664.4Mt（占18.7%），中南美335.7Mt（占9.4%），欧洲（包括独联体的亚洲部分）784.2Mt（占22.0%），中东1014.6Mt（占28.5%），非洲376.4Mt（占10.6%），亚太地区381.4Mt（占10.7%）；其中，中国石油总产量为168.9Mt，占世界总产量的4.75%。

在过去10多年中，亚太地区石油消费量年均增长5.4%，远远高于世界1.6%的平均水平，1992年更超过欧洲跃居世界第二大石油消费区。目前亚太地区剩余探明可采储量仅占世界总量的4.2%，石油产量占世界总量的10.4%，消费占世界的26.4%。北美洲作为世界第一大石油消费区，其消费量在世界石油消费总量中所占比重在1989~1999年间下降了0.2%，而此间亚太地区的石油

表 1-1 2002 年世界主要国家和地区石油探明储量分布

排 名	国家和地区	储量/Gt	占世界比例/%
1	沙特阿拉伯	36.0	25.0
2	伊拉克	15.2	10.7
3	科威特	13.3	9.2
4	阿联酋	13.0	9.2
5	伊朗	12.3	8.6
6	委内瑞拉	11.2	7.4
7	俄罗斯	8.2	5.7
8	美国	3.8	2.9
9	利比亚	3.8	2.8
10	尼日利亚	3.2	2.3
11	中国	2.5	1.7
12	墨西哥	1.8	1.2
世界石油储量		142.7	100

资料来源：马凤良．中国石油安全问题的研究．石油化工技术经济，2004，20（2）：1~7。

消费量却由 19.9% 增加到 26.9%，猛增了 7 个百分点，成为世界石油消费第一增长大户。美国、中国、日本、韩国、印度等作为世界经济中的经济强国、大国或增长潜力巨大的发展中国家，都是石油消费大国和净进口国，其国内生产的石油和天然气远远赶不上需求的巨大增长，石油需求和消费的自给能力很低，对外依存度不断增高。目前，北美消费的石油约为每天 2400 万桶，亚太 2000 万桶。美国、日本进口石油占石油消费总量的比重分别为 60% 和 80%。其中中东原油占进口比重为：美国 22%、日本 98%、中国 44%，其他亚太国家 73%。据专家预测，2005 年，亚太地区将超过北美成为世界第一大消费区。2002 年全球能源消费总量为 9405Mt 油当量，在能源消费结构中，石油占 37.45%、天然气占 24.26%，煤炭占 25.49%，核能占 6.49%，水力占 6.30%。2002 年世界石油消费总量为 3522.5Mt，比 2001 年增加 12Mt；其中，北美 1064.9Mt（占 30.2%），中南美 214.8Mt（占 6.1%），欧洲（包括独联体的亚洲部分）925.2Mt（占 26.3%），中东 207.4Mt（占 5.9%），非洲 118.6Mt（占 3.4%），亚太地区 991.6Mt（占 28.1%）。表 1-2 为 2002 年世界前 12 个国家石油消费量。

表 1-2 2002 年世界主要国家的石油消费量

排 序	国 家	石油消费量/Mt	占世界比例/%
1	美国	894.3	25.4
2	中国	245.7	7.0
3	日本	242.6	6.9
4	德国	127.2	3.6
5	俄罗斯	122.9	3.5
6	韩国	105.0	3.0
7	印度	97.7	2.8
8	意大利	92.9	2.6
9	法国	92.8	2.6
10	加拿大	89.7	2.5
11	巴西	85.4	2.4
12	墨西哥	80.9	2.3
世界石油消费总量		3522.5	

资料来源：马凤良，中国石油安全问题的研究，石油化工技术经济，2004，20（2）：1~7。

1.2 我国的石油生产与消费概况

在中国石油工业史上，有三个极具指标意义的“历史拐点”：第一个是 1963 年，大庆油田开始量产，《人民日报》上欢呼中国从此“把贫油的帽子丢进了太平洋”；第二个是 1978 年，原油产量首次突破亿吨大关，并连续 20 多年产量都保持在亿吨以上；第三个是 1993 年，中国开始成为石油净进口国。

1.2.1 我国的石油生产概况

中国目前石油最终可采储量较低，人均占有量只有 10t，居世界第 41 位，仅相当于世界平均水平的 11%；油气剩余可采储量多年没有较大的提高，占世界比重很低，而且储采比大大低于世界平均水平（见表 1-3）。

表 1-3 中国石油天然气探明储量

年份	1981	1991	2001	2002		
				储 量	份额/%	储采比(中国/世界)
石油/10 ⁹ 桶	19.9	24.0	24.0	18.3	1.7	14.8/40.6
天然气/10 ⁹ m ³	0.69	1.00	1.37	1.51	1.0	46.3/60.7

资料来源：BP Statistical Review of World Energy (June, 2002; June, 2003)。

我国的石油生产发展迅速。近 10 年产量稳定在 $(1.3 \sim 1.6) \times 10^8 \text{t}$ ，居世界第五位。2000 年我国石油产量达 $1.576 \times 10^8 \text{t}$ ，东部老油区石油产量占 72.05%，主要集中在松辽和渤海湾两个大型盆地内，分别占全国总产量的 35.99% 和 32.81%。西部油区产油占全国的 13.09%，超过 $2000 \times 10^4 \text{t}$ 大关，其中准噶尔、柴达木、塔里木和吐哈分别占全国产量的 5.78%、1.26%、3.87% 和 1.77%。海上石油产量占全国产量的 11.28%，达 $1777 \times 10^4 \text{t}$ ，略低于西部区，其中珠海口最高，占 7.39%；渤海其次，占 2.23%，但潜力较大。中部区产量占全国石油总产量的比重很低，仅为 3.54%，其中绝大部分产自鄂尔多斯盆地。目前，东部主力油田占全国石油产量 90%，但这些油田如大庆、胜利等已经开始老化，油质下降，产量递减。西部石油勘探尚未发现整装大型油田，虽然塔里木盆地预估储量甚丰，但采油成本太高，运输成本高昂，无法形成量产。其他地区每年新增原油探明储量不足，而且多数新探明的储油区埋藏深、油层薄、产量低。因此，中国的石油产量在未来 10 年左右不可能实现大幅度增长。

我国石油勘探的难度近年不断增大，石油产量增长缓慢，而且后备储量不足。在 1990~2000 年的 10 年间，我国石油产量年均增长率仅为 1.34%。包括松辽、渤海湾、二连、南华北、苏北等产油区的东部地区石油生产普遍出现递减，占全国的比例下降，并且递减趋势将进一步加大；鄂尔多斯盆地等中部产油区石油生产比较稳定，而且有上升趋势；西部产油区油气资源丰富，且勘探开发程度较低，油气储量和产量有望大幅度增加，将具有重大战略意义；海域石油生产发展迅速，产量增幅大。今后，国际油价的高低、未来石油探明储量增长的规模和国家宏观经济政策是影响石油生产的关键因素。

1.2.2 我国的石油消费概况

20 世纪 80 年代末，中国还是欧佩克之外最大的石油出口国，可是从 90 年代开始，经济的持续高速发展带动了石油消费量的急剧上升。1993 年石油进口量超过了石油出口量，在数量上成为净进口国；1995 年石油进口的金额超过了石油出口的金额，在石油贸易金额上成为石油净进口国。1996 年中国的石油产量居世界第 5 位，为 $1.56 \times 10^8 \text{t}$ ，原油加工能力达到 $2.3 \times 10^8 \text{t}$ ，石油与石油产品的进口量为 $1393 \times 10^4 \text{t}$ ，相当于当年石油消费总量的 8%；1997 年原油进口量达到 $3547 \times 10^4 \text{t}$ ；1998 年进口原油 $2732 \times 10^4 \text{t}$ ，成品油 $2174 \times 10^4 \text{t}$ ；1999 年原油和成品油净进口额为 $4680 \times 10^4 \text{t}$ 。2002 年中国进口原油和油品总量为 $8975 \times 10^4 \text{t}$ ，其中原油进口 $6491 \times 10^4 \text{t}$ ，比 2001 年增长了 15.2%，进口额达到了 127.57 亿美元；油品进口 $2034 \times 10^4 \text{t}$ ，进口额为 37.99 亿美元。

2003 年中国的石油形势发生了又一个重大的转折，石油年消费量、进口量超过了日本，成为仅次于美国的世界第二大石油消费国和进口国。中国的石油日