

国外油气勘探开发新进展

GUOWAIYOUQIKANTANKAIFAXINJINZHANCONGSHU



**THE PETROLEUM ENGINEERING HANDBOOK:  
SUSTAINABLE OPERATIONS**

# 石油工程手册 ——可持續开发

[加] M. I. Khan [加] M. R. Islam 著  
陆长东 董旭 郭昊 译



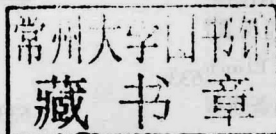
国外油气勘探开发新进展丛书(十三)

# 石油工程手册

——可持续发展

[加] M. I. Khan [加] M. R. Islam 著

陆长东 董旭 郭昊 译



石油工业出版社

## 内 容 提 要

本书从油气田可持续发展的角度,介绍了石油行业的勘探、钻井、生产、测试、二次采油、三次采油、运输、炼制、废弃物管理以及设备退役等各环节的现行管理方法和现有技术,分析了现行管理方法和现有技术在环境可持续及经济可持续方面存在的问题,并提出了切实可行的整改措施。为石油行业实现“绿色生产”和“高效生产”提供了很好的借鉴。

本书可供油田开发技术人员、现场生产管理人员及石油院校相关专业师生参考阅读。

### 图书在版编目(CIP)数据

石油工程手册:可持续发展/(加)M. I. 卡恩,  
(加)M. R. 伊思阑著;陆长东,董旭,郭昊译. —北京:  
石油工业出版社,2017. 6

(国外油气勘探开发新进展丛书;13)

书名原文:The Petroleum Engineering Handbook:  
Sustainable Operations

ISBN 978-7-5183-1875-9

I. 石… II. ① M… ② M… ③ 陆… ④ 董… ⑤ 郭…  
III. ① 石油工程-手册 IV. ① TE-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 082420 号

*The Petroleum Engineering Handbook: Sustainable Operations*

*M. I. Khan, PhD and M. R. Islam, PhD*

ISBN:978-1-933762-12-8

Copyright © 2007 by Elsevier. All rights reserved.

Authorized Simplified Chinese translation edition published by Elsevier (Singapore) Pte Ltd and Petroleum Industry Press.

Copyright © 2017 by Elsevier (Singapore) Pte Ltd.

All rights reserved.

Published in China by Petroleum Industry Press under special arrangement with Elsevier (Singapore) Pte Ltd. This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong, Macau and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书简体中文版由 Elsevier(Singapore)Pte Ltd. 授予石油工业出版社有限公司在中国大陆地区(不包括香港、澳门特别行政区以及台湾地区)出版与发行。未经许可之出口,视为违反著作权法,将受法律之制裁。

本书封底贴有 Elsevier 防伪标签,无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记号:01-2015-6814

---

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

编辑部:(010)64523541 图书营销中心:(010)64523633

经 销:全国新华书店

印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

---

2017 年 6 月第 1 版 2017 年 6 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:26.25

字数:650 千字

---

定价:158.00 元

(如出现印装质量问题,我社图书营销中心负责调换)

版权所有,翻印必究

# 《国外油气勘探开发新进展丛书(十三)》

## 编 委 会

主 任：赵政璋

副主任：赵文智 张卫国

编 委：(按姓氏笔画排序)

刘德来 杨 帆 单彤文 周家尧

赵章明 侯玉芳 贾 旭 曹砚锋

章卫兵

# 原 书 序

《石油工程手册——可持续发展》是一本与时俱进的书,它不仅总结了石油工程开发的各种可持续做法,而且还在某种意义上,对环境可持续性有了更清晰的认识。

本书不是人们为了解决某一工程问题而赖以寻求技术信息的传统的“技术手册”,而是一本致力于整个石油系统管理决策的书。因此,它把重点从寻求“技术解决方案”转移到能够实现可持续发展的“管理决策”上来。本书的第2章对可持续发展实践提供了循序渐进的指导方针。

后面的章节,在介绍石油行业的勘探、钻井、生产、油藏工程、三次采油、运输、炼油和废物管理等各环节的可持续管理决策和运营实践时,也始终坚持同样的做法。

总之,本书从“环境可持续性”的角度,对石油工业各重要环节的现行做法进行了调查。为那些有志于引导石油工业从它的现行做法、沿着漫长的道路向实现真正意义的环境可持续和经济可持续方向发展的人们,提供了一个宝贵的资源。

Amit Chakma 教授,哲学博士,职业工程师

加拿大滑铁卢大学学术副校长和教务长

## 译者前言

《石油工程手册——可持续开发》一书,内容涵盖了石油行业的勘探、钻井、生产、测试、二次采油、三次采油、运输、炼制、废物管理以及设备退役等各环节的现行管理方法和现有技术,并从环境可持续及经济可持续的角度,对现行管理方法和现有技术存在的问题进行了分析,还提出了切实可行的整改措施。本书共 10 章,对实现可持续开发的管理决策和生产实践提供了循序渐进的指导。

本书的第 1 章至第 6 章由密歇根州立大学董旭翻译,第 7 章至第 10 章由中国石油技术开发公司郭昊翻译,全书由大庆油田第二采油厂陆长东审校。另外,在本书的翻译过程中,得到了第二采油厂总工程师张玉生的指导和帮助,在此表示诚挚的感谢。

由于翻译人员的专业知识和现场经验的限制,书中难免存在不足和不当之处,欢迎读者批评指正。

## 前言

无论在空间和时间上,自然界都是完美的。为了解自然界的完美,我们必须借助于无形的科学。这一主张的前提是自然界正常运转,而且人类能够发现有形的影响并做出相应的反应。然而,这些反应必须考虑自然过程的作用,但到目前为止,我们的检测或测量能力仍然无法完全了解自然过程,因此认为是“无法确定的”——要么是因为我们的着眼点不对,要么是因为我们只关注可以在最短的时间内获得最大的经济回报的某一有形方面。当代科学和工程企业的自恃源于它的基本信念,即我们一旦确定了所有的有形特征,就能够解决一切重要的事情和完成所有繁重的、必要的工作。然而,稍作反思就会发现,任何事情的有形方面都不能超出很小的空间单元,即  $\Delta s$  趋于零;甚至更小的时间单元,即  $\Delta t = 0$  (意思是时间等于“现在”)。因此,人类详细阐述无形科学的紧迫性是前所未有的。从水、空气、土壤和火被确定为人类可持续生存不可或缺的成分的那一刻起,直到最近,人类才不得不对和被迫承认不能持续生存的危机。现在,由来已久的信念,即“自然界是无限的”受到了质疑,因为我们突然发现,尽管工业化国家的人口在减少,但自然资源日渐枯竭。我们发现自然资源不足以维持人类文明,这是一个感觉还是现实?

一些人似乎把我们今天的困境归因于企业的无限贪婪。倒不是说,企业的贪婪不具损害性,而是说,即便企业的贪婪是无限的,而宇宙也是无限的,因此,我们还没有找到问题的答案:为什么会出现这种可持续性危机呢? 这里有足够的水、空气、土壤和火供人类消耗,而且,这些元素可通过自然生态系统再生,这些元素都是可循环的,而且在这些循环过程中,每种元素都使自己更加富足,以便更适宜自然界的某些部分或方面,而所有这些最终都将有助于人类的福祉。这种益处不是源于人类是“高级物种”或处于“食物链顶端”,只是源于这样一种状态,即在一定程度上,人类具有思考和利用自然过程的能力。这种思考行为,如果受道德支配(无形科学),将有助于我们免受有害的天然产品的伤害。同时,还应该认识到,要实现更高质量的生活,必须借助工艺技术来完善自然过程。因此,基于这一点的科技创新和解决问题的工程方案,开辟了一些激动人心的和令人信服的前景。在许多工业化国家,现代企业管理中存在的一些障碍,可以被攻克,甚至被清除。因此,人类也将能够攻克和清除全球所有国家建立的现代政治和经济管理体系中存在的一些其他障碍。这让那些对这势不可挡的力量仍持怀疑态度或缺乏信心的人,认识到“必须掌握可靠的科学知识的时代已经到来”。让我们想一想,自350年前伽利略坚持地球围绕太阳运转以来,发生了什么。如果没有这一断言,今天每个人都接受的科学就不会出现。尽管,没有人,甚至是伽利略本人,也没有真正“看到”地球绕着太阳转。

即使借助于现代太空探索,也没有人能够记录地球围绕太阳 365 天的实际运转,但是,如果不接受伽利略无可争辩的结论,就不会有现代太空探险。

在一个封闭的系统内,自然界是无限的。因为它是封闭的,即完整的系统。由于这种无限维度,自然界也是完美的(平衡的)。那么,大气、土壤和海洋中无所不在的不平衡、不可持续的根源是什么呢?作为“自然界最聪明的造物”,人类至少应该保持自然生态系统。爱因斯坦可能一直对人类智能或宇宙的无限本质持怀疑态度(正如他经常被引用的话:世界上有两样东西是无限的:一个是人类的愚昧,一个是宇宙,我所不能肯定的乃是宇宙),但是人类历史告诉我们,人类总是设法与自然界的无限本质相协调。从北美洲的玛雅人到埃及法老,从中国的汉族人到波斯的曼努亚人,从佩特拉谷的以东人到印度河流域的文明帝国,都设法保持与自然界的和谐共处。他们不一定是“仁义”之人,他们也没有摒弃我们一直不赞同的做法(为了复活的一天的到来,法老牺牲别人为皇家死者陪葬),但他们没有产生一点本质上违背自然的产品,如双对氯苯基三氯乙烷。而在现代社会,我们竟设法为这一“发明”颁发诺贝尔奖(医学)。逐渐清晰明了的是:我们祖先所采取的一些技术,仍然是今天我们所无法企及的。

想一想在佩特拉水晶谷进行石雕的人们创造的奇迹。这些人使用什么切割岩石呢?肯定不是激光或核一热装置,更不是炸药。金字塔的建造者使用什么精确计算金字塔的形状呢?这是今天的数学家、电脑设计师和建筑师都无法解释的。它肯定不是线性代数、有限元素,更不是数字运算专用的超级计算机。泰姬陵的建造者利用什么来确保喷泉的连续喷射、建筑内的空气调节以及树木常青呢?绝不是电泵、氟利昂或合成肥料。埃及的化学工程师使用什么保存了木乃伊数千年呢?不是我们称之为“防腐剂”的福尔马林、苯甲酸或大量其他毒素。

今天,我们吹嘘如何做得更好、更快、更便宜。然而,与石匠们用固体岩石建造出那些惊人的水晶峡谷所需的时间相比,我们在拉什莫尔山上凿出四个面花费了更长的时间。与泰姬陵的建造者相比,我们花了更长的时间来雕刻疯马纪念碑。我们不仅花费了更长的时间,还因为使用了 TNT 和其他本质上违背自然的爆炸,而产生了不可估量的混乱。我们吹嘘在科学的各个分支都取得了飞跃,然而,最近我们才发现,我们的知识远远不及我们的祖先很多年前所拥有的知识。我们不得不思考,Harrapan 数学、Jain 和 Tamil 数学或 Babylonian 和 Sumerian 数学的基础是什么。只是在最近,我们发现,伊斯兰学者大约 1000 年前做数学的顺序,与我们自认为在 19 世纪 70 年代发现的顺序相同,唯一不同的是我们的数学能对称追踪自然界中不存在的东西。最近,正电子发射断层三维扫描装置的残骸,就是所说的安提凯希拉装置,已被证明,它实际上是一个通用的导航计算设备。所不同的是我们今天的装置依靠全球定位系统,通过卫星跟踪和维护。我们也会惊奇地发现,伊本·西拿(阿维森纳)所说的“自然界是一切治愈的源泉”仍然适用。但前提是,在原材料的取材过程中,没有一种物质是自然界所提供的,例如,一些用于“治疗”癌症的最先进的药品,在经过大批量生产以及削弱了治愈而不仅仅是“治

疗”(即延迟症状的发生或进展)的功效后,仍然完好无损。我们失去了什么?

本书认为,文明是受能源的需求和使用所驱动,因此,把当前能源需求的供应方,即石油工程,作为本书研究的案例。本书对读者提出了尖锐的问题,“既然我们已经取得了人类的进步,为什么我们维持人类文明的效率在降低?”对于石油作业的每个阶段,从勘探到炼制,作者探讨了可持续发展失败的根本原因。一旦明确了原因,确定可持续发展的做法就变得相当简单了。一旦这些可持续发展的做法付诸实施,石油作业将不再等同于污染环境。尽管本书被称为“手册”,但它可以作为一本有关可持续能源管理的基本原理的教科书。之所以这么说,是因为它越过了“蓝天”的烟幕,也就是说,它超越了基础科学,立足于探寻各种工程实践的合理性,以便明确哪种做法应该为哪种影响来负责,从而,补救这些做法以及拿出与之前做法完全不同的解决方案,这将非常简单。本书无意吓唬读者,它既不宣教,也不灌输。它阐明了可持续发展的基本原理,这些原理能够在使人们生活舒适的同时,也使自然环境得到改善。本书表明,以长期不可持续发展为代价的舒适生活,就没有必要拥有。事实上,本书认为,即使是短期内的最好的生活方式,也只能靠长期的方法来保障。令人欣慰的是,本书作者详细追踪记录了可持续发展技术的研发,担起了“绿色石油作业”的重任。回归自然的方法早该进行了,作者提出了令人信服的方法,他们从可持续发展的定义开始,围绕可持续发展的定义,提出了零废物产生的发展策略。这种谋划本质上就是可持续的。另外,根据作者提出的可持续发展的定义,作业中的每个做法和每种添加剂也必须符合可持续发展的要求。这是扭转全球变暖局面的较好方法。总之,本书可以作为绿色石油作业的参考。研究人员利用基础科学完成了上述研究,并用浅显易懂的语言加以表述。他们提出的第一个观点“自然界是完美的”,没有哲学的修辞,甚至没有宗教的教条。谁会对此有争议呢?

Hans Vaziri(英国石油公司 美国),美国休斯敦

Gary Zatzman(欧洲经济共同体研究组织),加拿大哈利法克斯

M. Rafiqul Islam(戴尔豪斯大学,在阿曼马斯喀特的苏丹卡布斯大学学术休假)

## 致 谢

本书的编著耗时多年。最初的工作在1999年初就开始了,当时,R. Islam的灵感来自于加拿大自然资源部部长 Hon. Ralph Goodale 的就职陈述,他经常提及研发标新立异的、经济上有吸引力的、环境上可接受的和对社会负责的技术。值得一提的是,不久前,这一论述还被那些“蓝天”族们看作是荒谬的。在过去的7年当中,这一论述成了我们小组研究的基础,而且,本书在石油工程的标题中体现了这一论述。

这本书是在许多政府或行业部门建立的研究补助金的资助下完成的,在过去的7年里,花费了约400万美元。在此期间,我们也收到了许多研究人员和行业人员的宝贵建议。在本书的研究期间,大约是6年的时间,英国石油公司的 Hans Vaziri 博士,一直和我们保持联系,并在许多方面提出了非常有用的建议。在这本书的早期写作过程中,壳牌公司的 Scott Wellington 博士给了我们很多启示。Parvez Akmal 少将[巴基斯坦石油天然气开发公司(OGDC)前常务董事]关于这项研究,也提出了一些想法。Jadoon 博士(石油天然气开发公司的总工程师)是科学的真正信仰者,他的意见和建议是最有帮助的,也包含在这本书中。蒙克顿大学的 Lakhal 教授为我们提供了这样的观点,任何作业都可以是“绿色环保的”,包括最难的石油工程作业。欧洲经济共同体研究组织的 Gary Zatzman,针对本书的许多基本观点,提出了关键的建议,形成了这本书的核心。Mysore Satish 教授提供了许多有用的观点,针对石油生产作业可持续发展的拟建技术,提出了许多有价值的建议。Farouq Ali 教授持续关注我们小组的研究进展,多次亲自登门拜访或派他的同事 Sara Thomas 博士过来,对我们的研究起到了至关重要的作用,Sara Thomas 博士本身对我们的帮助也很大。David 院长帮助我们将许多想法开发成可用的工具。我们研究小组也得到了加拿大和世界各地研究人员的帮助。在本书的构思过程中,Omar Chaalal 博士,Ronal Moberg 先生,Serperi Sevcur 女士, Frank Proto 先生, David Bernard 博士, Amit Chakma 博士和许多其他人,提出了许多不同的观点。

整个研究小组,近40名成员,为完成这一成果,尽了最大努力。尤其是, M. E. Hossain, A. B. Chhetri, Ketata 博士, Agha 博士, Y. Mehedi, S. Rahman, E. Smit, Belhaj 博士, Basu 博士, Tango 博士, Satish 博士和 Butt 博士等人,所做的努力更值得关注。

# 术 语

$C_p$ : 热容

$C_g$ : 气体压缩系数

$C_o$ : 原油压缩系数

$C_r$ : 岩石压缩系数

$C_t$ : 总(岩石 + 流体)压缩系数

$C_w$ : 水压缩系数

$D$ : 井直径

$E_e$ : 有效总能量

$E_r$ : 有效总能量

$H$ : 厚度

$h$ : 焓

$I_s$ : 不稳定系数

$K$ : 渗透率

$K_r$ : 相对渗透率

$k$ : 导热系数

$L_w$ : 井的深度或长度

$M$ : 流度比

$N$ : 转速

$p$ : 压力

$p_c$ : 毛细管压力

$p_g$ : 气相压力

$p_w$ : 水相压力

$p_o$ : 油相压力

$q$ : 流量

$q_{\text{laser}}$ : 激光源能量

$R$ : 岩石穿透比

$R_{wi}$ : 指示剂相对重量

$r$ : 半径

$S_{SL}$ : 固体/液体能量转换

$S_{LV}$ : 液体/蒸汽能量转换

$S_{wi}$ : 初始含水饱和度

$S_{or}$ : 残余油饱和度

$\Delta t$ : 时间间隔

$\Delta t_F$ : 流体内时间间隔

$\Delta t_S$ : 固体内时间间隔

$T$ : 温度

$T_m$ : 平均温度

$T_{sat}$ : 饱和温度

$t_d$ : 钻井时间

$V_F$ : 总孔隙体积

$V_{EP}$ : 有效孔隙体积

$V_{NP}$ : 无效孔隙体积

$V_P$ : 总孔隙体积

$V_S$ : 固体体积

$V_T$ : 总体积

$W$ : 钻头重量

$x, y, z$ : 坐标系

希腊字母:

$\delta$ : 热穿透深度

$\phi$ : 孔隙度

$\gamma$ : 表面张力

$\mu$ : 动力黏滞系数

$\eta_E$ : 机械能效率

$\rho$ : 密度

$\sigma$ : 表面张力

$\sigma_e$ : 拟有效表面张力

下标:

D: 无量纲

g: 气体

o: 油

w: 水

# 目 录

第1章 总论 .....	(1)
第2章 新管理准则 .....	(4)
2.1 简介 .....	(4)
2.2 石油作业的现行做法 .....	(5)
2.3 目前石油开发存在的问题 .....	(7)
2.4 石油开发的可持续性 .....	(11)
2.5 可持续性石油开发需要的工具 .....	(16)
2.6 绿色供应链模型如何实现可持续发展 .....	(23)
2.7 新模型的效益 .....	(27)
第3章 勘探作业 .....	(30)
3.1 简介 .....	(30)
3.2 勘探作业的现行方法 .....	(31)
3.3 勘探技术 .....	(36)
3.4 目前勘探技术存在的问题 .....	(43)
3.5 目前勘探技术的可持续性 .....	(49)
3.6 勘探的准确性和不确定性 .....	(57)
3.7 可持续勘探技术的特殊措施 .....	(57)
第4章 钻井和生产作业 .....	(63)
4.1 简介 .....	(63)
4.2 钻井和生产的现行做法 .....	(64)
4.3 生产过程 .....	(67)
4.4 目前做法存在的问题 .....	(69)
4.5 生态敏感地区的作业 .....	(80)
4.6 新兴技术和未来潜力 .....	(88)
4.7 随钻声波测井 .....	(102)
4.8 油气行业旋转钻井系统的智能优化 .....	(106)
4.9 生产作业的进一步研究 .....	(109)
4.10 可持续钻井和生产的效益 .....	(111)
第5章 可持续废弃物管理 .....	(112)
5.1 简介 .....	(112)
5.2 钻井和生产过程中产生的废弃物 .....	(112)

5.3	废弃物估算 .....	(117)
5.4	石油废弃物的环境归宿 .....	(123)
5.5	废弃物管理的现行做法 .....	(132)
5.6	现有废弃物管理技术的评价 .....	(135)
5.7	废弃物管理备选方案 .....	(146)
5.8	废弃物管理的可持续性 .....	(153)
<b>第6章</b>	<b>油藏工程和二次采油 .....</b>	<b>(159)</b>
6.1	简介 .....	(159)
6.2	试井分析 .....	(159)
6.3	测井的现用方法 .....	(171)
6.4	现用岩心分析方法 .....	(176)
6.5	实用指南 .....	(191)
<b>第7章</b>	<b>三次采油作业 .....</b>	<b>(203)</b>
7.1	简介 .....	(203)
7.2	不同学科的贡献 .....	(207)
7.3	不同的三次采油技术 .....	(209)
7.4	注气 .....	(214)
7.5	化学采油 .....	(216)
7.6	微生物采油 .....	(217)
7.7	边际油藏的三次采油 .....	(222)
7.8	三次采油方法的相似模拟 .....	(223)
7.9	三次采油作用中的环境考虑 .....	(227)
7.10	三次采油的替代技术 .....	(231)
7.11	二氧化碳采油技术 .....	(237)
7.12	电磁加热采油技术 .....	(243)
<b>第8章</b>	<b>运输、加工和炼制作业 .....</b>	<b>(250)</b>
8.1	简介 .....	(250)
8.2	管道和风险管理 .....	(251)
8.3	天然气的供应和加工 .....	(263)
8.4	石油炼制 .....	(287)
8.5	可持续发展的炼油模型 .....	(298)
8.6	石油设备的腐蚀 .....	(303)
8.7	水合物问题及一些建议 .....	(307)
<b>第9章</b>	<b>钻井和生产设备的退役 .....</b>	<b>(311)</b>
9.1	简介 .....	(311)
9.2	历史分析 .....	(312)

9.3 石油平台类型/平台结构 .....	(312)
9.4 退役的环境问题 .....	(313)
9.5 产生的废物的毒性和降解 .....	(316)
9.6 退役规定 .....	(322)
9.7 退役的现行做法 .....	(324)
9.8 案例研究 .....	(329)
9.9 海洋平台退役的可持续性 .....	(331)
9.10 替代方法 .....	(335)
9.11 可持续管理指南 .....	(338)
9.12 利用石油钻井平台作人工礁的生态和经济效益 .....	(340)
<b>第10章 总结和结论</b> .....	<b>(343)</b>
10.1 总结 .....	(343)
10.2 技术开发的主要误解 .....	(344)
10.3 认识自然和可持续发展 .....	(346)
10.4 扭转闭塞过程的解决办法 .....	(347)
10.5 结论与建议 .....	(349)
<b>参考文献</b> .....	<b>(351)</b>
<b>附录 单位换算表</b> .....	<b>(397)</b>

“使你陷入困境的想法，不会再把你带出来”。在安然公司破产时，每个人似乎更倾向于使用导致公司破产的相同的管理方案来恢复公司的运转。本书提出了一种新的管理方法，它侧重于从根本上解决油气资源问题，并制定了一个从根本上具有可持续性的解决方案。有了这个管理方案，我们不仅能够解决原油增产问题，还能够解决油气枯竭问题。如果是这样，能源的生活方式将指日可待。

本书介绍了经营管理的指导方针，可以概括地说：“有了它，安然公司这种状况再也不会发生。”它打破了通常的短期措施为“危机管理”的管理模式，提供了实现可持续发展的分步指导方针。一个服务公司的管理着重于：“我们增长更快、更安全、更便宜地做事情。”当然了，如果需要违反某一特定时间周期或效率事件，并不意味着任何事情都是特别有益的（设备愿意只用几个小时就照出的奇观）。如果安全就是（志）是目标，那么一个例举甚至都是安全的。如果没有考虑真实成本，那么任何事都有可能地便宜的。当管理人员后来承认这种更安全、更快、更便宜的做法也只是延续短期做法的无稽之谈，正如刚刚破产的安然公司。然而，对于这种方法，管理者把责任归咎于相互石油的争辩和争论。在第2章中，我们认为批评（尤其是这种责任转移）是很容易做到的，但既没有必要，也不是以解决问题。本书内提供了原有的管理模式，介绍了长期以来的经营管理理念，并赋予其新的内容。这可以被称为一种经济方法，众所周知，这方法可以解决长期和短期的问题。它与在安然公司盛行了几十年的传统的补救方法正好相反。

本书承诺，在石油工业的每个环节，从管理模式到上游及下游部门，都能实现“绿色生产”。在过去，石油工业倾向于致力于钻井、生产、运输和油藏工程，而不是开发管理。

# 第1章 总 论

人类文明在不断进步,随之带来了这种进步如何满足人类对能源持续增长的需求问题。在人类历史的早期,就出现过全球能源危机,使人类文明自身的可持续性发展遇到了问题。如果有任何的事实依据,能够证明人类作为一个物种已经得到了长足发展这一主张,那么,作为其基础的一部分,必须提供一些证据来证明能量消耗的总效率得到了改善。也就是说,如果用能量消耗来表示,那么目前维持生活的人均能量需求应该低于50年前或更早时候的人均能量需求。然而,不幸的是,恰恰出现了相反的情况。

我们过去常说能源是无限的,而人类的需求是有限的。毕竟,维持个体生命需要的能量相对很少。然而,事情已经发生了改变,今天我们不断地被告知:能源是有限的,而人类的需求是无限的。为什么会这样呢?

一些诺贝尔奖获得者(如 Robert Curl)或环境保护主义者(如 David Suzuki)把这归因于技术的整体发展状况,而其他一些人则将其归因于石油的开发和石油工业的发展。当然,在原油价格日益增长的情况下,石油业成了一个竞争特别激烈的行业。因此,美国总统 George W. Bush 大谈“石油的依赖”,即使他的最热情的诽谤者也接受了这一观点,并且这一观点也正成为一些深度思考的信号。大量替代燃料研发项目已经展开——但是他们能得到什么呢?相同的效率低下且污染严重的过程使我们陷入化石燃料的麻烦! Albert Einstein 曾风趣地说:“使你陷入困境的想法,不会再把 you 带出来”。在安然公司瓦解时,每个人都似乎更忙于试图使用导致公司破产的相同的管理方案来恢复公司的运营。本书提出了一个新的管理方法,它侧重于从根源上解决油气资源问题,并制定了一个本质上具有可持续性的解决方案。有了这个管理方案,我们不仅能够解决原油增产问题,还能够解决油气枯竭问题。如果是这样,健康的生活方式将指日可待。

第2章介绍了经营管理的指导方针,可以真诚地说:“有了它,安然公司这种情况再也不会发生。”它打破了原有的只能描述为“恐惧管理”的管理模式,提供了实现可持续发展的分步指导方针。一个服务公司的管理者曾经说:“我们擅长更快、更安全、更便宜地做事情。”当然了,如果需要违反某一特定时间而更快地做事情,并不意味着任何事情都是特别有益的(谁会想要只用几个小时就孵出的鸡呢?)。如果安全期限( $\Delta t$ )足够短,那么一个核弹甚至都是安全的。如果没有考虑真实成本,那么任何事情都有可能是便宜的。该管理人员后来承认这种更安全、更快、更便宜的做法也只是延续短期做法的无奈之举,诸如刚刚倒闭的安然公司。然而,对于这种方法,管理者把责任归咎于担任石油管理的律师和业务经理。在第2章中,我们认为批评(尤其是这种责任转移)是很容易做到的,但既没有必要,也不足以解决问题。本章内容修正了原有的管理模式,介绍了长期以来的经营管理理念,并赋予其新的内容。这可以定性为一种迂回方法,众所周知,该方法可以解决长期和短期的问题。它与在安然公司盛行了几十年的传统的补救方法正好相反。

本书承诺,在石油工业的每个环节,从管理模式到上游及下游部门,都能实现“绿色生产”。在过去,石油工程师只致力于钻井、生产、运输和油藏工程。而本书从管理方法入手,详

详细介绍了勘探直至炼制和天然气加工的全过程。在过去,勘探意味着增加生产的机会。在以往的 GDP 与消耗的关系研究中,忽略了由于浪费导致的消耗与由于重建导致的消耗之间的差别。长期以来,石油勘探只被看作是增加有形利益的一种方式,无论是实际的油气产量,还是经济效益,或二者兼有。最后,这些案例的结果多数造成了环境的破坏而浪费更多的人类资源,正如第 2 章中指出的,这一部分消耗永远不会列入能源管理方程式中。

第 3 章介绍了怎样使目前的勘探方法能够满足环境保护的要求。本章论证了一些目前做法的长期影响,并对勘探方法提出了一些指导性建议,使得我们甚至可以在地球最敏感的区域进行勘探。它告诉我们如何与受勘探影响最严重的群体协作,并介绍了如何使包括所有物种在内的环境更人性化。

第 4 章讨论了目前的钻井和生产作业。也介绍了射流钻井、激光钻井以及利用非化学方法的生产作业。同时,还讨论了零废物的石油开采方法。这些先进的论点清晰地展示了替换现行做法将如何在短期和长期内受益。借助于这种方法,成本效益分析不必每季度调整一次,管理者可以提前做好计划,在将来的运行中几乎不会有变化。

第 5 章讨论了废料管理的一些做法,并对“废物就是废物”的隐式假设进行了挑战,大胆提出应该将“废物转化为资产”作为废物管理的总体原则,而不仅仅是何时何地它能在短期内产生最大的利润。灵感来源于自然界,该废物管理方法能够真正地 will 将每一个废物转化为对其他人有用的东西。结果,经过时间的检验,直到最近还被说成是荒谬的观点的“零废物”方法已经实现了。

第 6 章介绍了油藏工程的基本理论,提出了在不对油藏条件进行线性化的情况下,解决非线性问题的方法。通过阅读本章,每个人都能从理论和实践的角度来了解油藏工程的所有现行方法,并能看出现行方法的所有缺点。不要对目前的情况感到绝望,因为从井筒监测到试井各环节的所有问题都会在本书中找到答案,并一步一步地指引我们来解决油藏工程实践中遇到的一些最困难的问题。

第 7 章详细阐述了如何提高三次采油方案的可持续性,以及如何利用废弃物再次开发出更多的石油。该方法包括 3 部分:将废物转换成资产、利用亲自然的方法来强化环境保护以及利用本地可用的材料。正如第 2 章中所指出的,这种自下而上的管理方法长期以来一直被认为是正确的,但直到现在,一直没有转化为油藏工程实践。本章解释了为什么那么多三次采油项目在经济和技术方面都失败了。接下来介绍了如何实施开采方案,才能大幅度增加成功的概率。本章提出了一个 15 点方法,任何公司在使环境更具人性化的同时,都可以找到满足他们需求的唯一的最佳三次采油的解决方案。书中列举了一些现实生活中的例子,用于说明人们在大幅度减少环境负债的同时,如何能提高效率 and 生产能力。

第 8 章介绍了运输、炼油和加工等领域的内容。长期以来的看法是这部分投资一定要尽可能地高、技术一定要尽可能地复杂,但是为了盈利,就不得不放松一些要求。某些方法[例如处理管线内产生水合物问题使用细菌而不是用乙醇,炼油用太阳能加热而不是用热裂解,加工处理使用天然吸附剂等]已被采取。当然,所有这些解决方案是在指出现行方法的长期影响后提出的。结果表明,石油产品不是环境影响的罪魁祸首(即使塑料制品也不是),而是石油产品的加工过程负有一定的责任。为了真正解决当前的困境,建议使用一些替代物代替目前在用的大量的有毒化学物质。考虑到被排放到环境中的毒素有 4000 多种(大多数来源于石

油),所以用替代物的做法是比较适宜的。

第9章重新评价了比较棘手的海上钻井和生产装置的退役问题。抛开这些一直在掩盖的石油工业的肮脏的小秘密,就像核电站的管理者面临的废物处理问题一样,为了发展和完善一些亲自然的做法和可能性,应用了本书其他章节提出的本质上可持续的标准。

第10章给出了基本结论:用于处理能源生产和开发的方法可以是顺应自然的,也可以是违背自然的。任何基于短期考虑的做法,必然导致自然环境中的短期剩余或不足,从而扰乱质量和能量守恒定律的正常运行。因此,这种短期的行为,将危害环境,随之,作为一个整体,将损害人性化的可能性和前景。相反,基于长远考虑的任何行为,一定会在自然环境自身的特征边界条件内运行。因此,从长远来看,自然界就不会有所谓的剩余或不足,依据这些边界条件规划的成本和收益,永远不会违背自然规律,而且还能确保这种介入真正的可持续发展。

本书还提供了完整的参考文献列表,确保本书中保护自然、保护环境的技术专列永远不会停止运动。