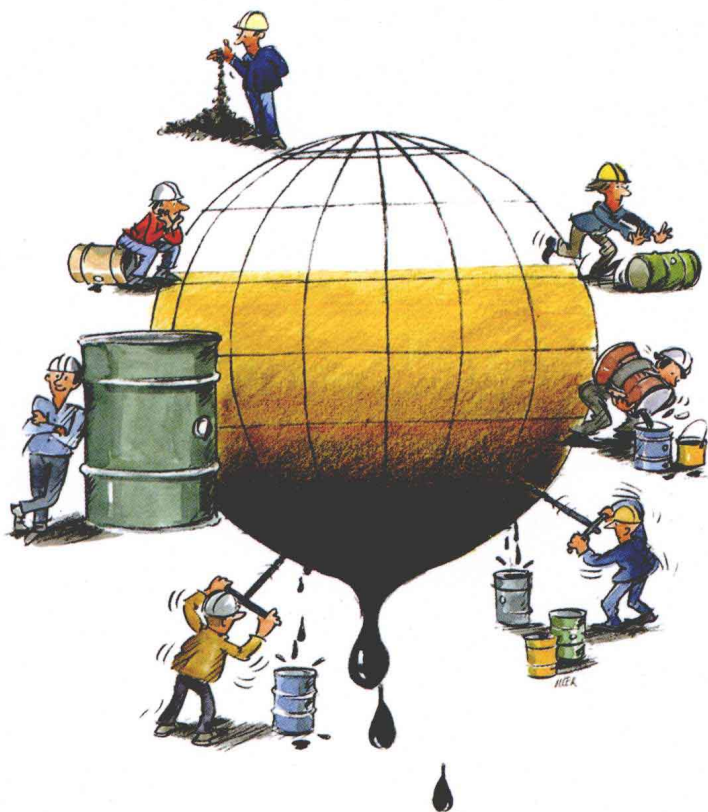




POST OIL AGE 后石油时代

冯连勇 胡 燕 著

走进



科学出版社

走进后石油时代

冯连勇 胡 燕 著

国家自然科学基金资助 (71073173)

科学出版社

北 京

内 容 简 介

后石油时代的来临,正影响着世界,改变着世界。后石油时代的来临时间远比世人想象得早,全球巨型油田产量不断递减,全球油气产出投入值快速下降,非常规油气资源作用有限,无机生油论无力扭转后石油时代的困境,这些都是严峻的现实。本书对后石油时代下的高油价、中国及世界石油产量的变动、对外依存度、高油价对经济及产业的影响等作了深入分析后指出,石油峰值是一场巨大的自然灾害,将会逆转全球化,将会对世界经济、政治、军事乃至人类文明产生前所未有的冲击。本书提出了应对后石油时代的对策,回答了中国应如何应对后石油时代带来的挑战的问题。

本书可供普通民众、能源领域的研究人员、相关公司人员,以及所有关心石油工业与石油安全的人士阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

走进后石油时代/冯连勇,胡燕著. —北京:科学出版社,2011.2

ISBN 978-7-03-029960-4

I. ①走… II. ①冯…②胡… III. ①石油经济-研究-世界
IV. ①F416.22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 005058 号

责任编辑:张 宁/责任校对:陈玉凤

责任印制:张克忠/封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

装 订 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 2 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2011 年 2 月第一次印刷 印张: 15 1/2

印数: 1—2 500 字数: 300 000

定价: 38.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

作者简介



冯连勇，男，祖籍山东，生于1966年，中国石油大学（北京）工商管理学院教授、博士生导师、经济与贸易系主任。1997年，于莫斯科石油大学获得经济学博士学位后，先后在哈萨克斯坦油田项目、中国石油天然气集团公司（简称中国石油集团）总部工作。2003年9月，返回中国石油大学（北京），从事能源经济学、国际石油经济学和技术经济学的教学与科研工作。

目前，研究方向为能源经济、石油峰值与预测、石油技术经济等，发表相关论文50余篇，主持参与课题研究10余项。自2004年，在*Oil & Gas Journal*、*Energy Policy*及《石油学报》、《石油勘探与开发》、《系统工程理论与实践》等杂志上发表一系列石油峰值方面的文章，开通了石油峰值网站 [www. cup. edu. cn/peakoil](http://www.cup.edu.cn/peakoil)，并与美国纽约州立大学、瑞典乌普萨拉大学、英国利物浦大学等国外院校建立了深厚的合作关系。



胡燕，女，天津人，博士在读。本科就读于中国石油大学（北京）市场营销专业（国家级特色专业），大学三年级开始对能源经济、石油峰值等相关问题有了认识和思考。此后，由于对该领域的热爱，决定继续留校深造，攻读硕士研究生和博士研究生学位，目前专业为石油工程管理，研究方向为管理系统工程。期间，发表论文近10篇，参与课题研究4项，获得第十一届“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛北京市特等奖、全国三等奖等荣誉。



尽管人类早就发现地球上有石油，但是真正实现石油的商业开发和利用仅有100多年的历史。100多年来，石油改变了世界，创造了人类新的文明，促进了社会发展，石油已成为现代社会不可或缺的基本能源。为了延续和发展文明，石油地质科学家和工程师们始终苦苦探索，创新石油地质理论，开发新的技术，希望从地球上找到并开发出更多的石油。然而石油是在特定地质条件下形成的矿藏，作为不可再生的重要能源资源，随着产量的逐年增加和开采程度的逐步提高，当达到一定的产量高峰后，必将开始递减直至走向枯竭，这是矿产资源及其开发利用的基本规律。石油峰值（peak oil）是指某一区域（全球、地区、国家、油区等）石油产量的最大值及其来临的时间。石油峰值研究的根本目的在于探索和揭示石油产量变化的客观规律，告知人们要尊重客观规律，及早认识到世界将面临着石油资源长期短缺的危机，及早制定对策，延缓石油峰值的到来，即使石油峰值来临，也能从容应对。世界石油产量到达峰值并不意味着全世界的石油即将消耗殆尽，也不意味着人类不可能在地球上再发现新的油田，只是新发现油田的产量越来越无法弥补已开发油田下降的产量，世界石油供应量不可能再增加，不能满足人类日益增长的需求。如果石油需求量没有停止增长或者没有下降，那么这种变化可能会通过更高的油价反映出来。目前，世界正在进入一个原油供需比以往更加紧张的新时代。近几年持续升高的油价敲响了石油峰值即将到来的警钟，高油价对世界经济的影响逐渐凸显出来，而在即将到来的石油峰值时代，石油价格仍将继续走高，其对世界经济发展的影响不可低估。随着我国经济的快速发展，我国石油消费量迅速增长，对国际石油的依存度接近50%，而且还将继续升高。因此，在我国开展石油峰值研究具有极为重要的现实意义和深远的历史意义。一是石油峰值问题及其对中国经济的影响分析可以为国家制定能源战略和

经济发展规划提供决策参考；二是石油峰值问题是制定产业政策的重要依据；三是石油峰值问题是人们深化节能理念和转变生活方式的主要驱动力；四是对石油峰值问题的探究有利于科学判断未来石油工业的发展趋势，有利于实现石油公司、石油工业的可持续发展。因此，应把石油峰值问题放在国家战略的高度给予充分的重视。不仅是预测石油峰值何时到来、峰值是多少，更重要的是研究其对经济发展和社会进步带来的巨大影响，以及提出延缓峰值到来及来临之后的应对措施，以促进人类社会与经济的可持续发展。

中国石油大学（北京）石油峰值研究小组在石油峰值领域的研究一直处于国内领先水平。自2004年以来，他们认真研读国内外文献，密切关注国内外研究进展，不断深化自己的认识，为了进一步开展研究，先后召开四届“能源及石油峰值问题学术研讨会”，编有内部文集，并在学术期刊上发表了一些文章。此外，该小组积极参与国际石油峰值研究的交流与合作，曾多次参加世界石油峰值研究会（The Association for the Study of Peak Oil & Gas, ASPO）在葡萄牙、意大利、爱尔兰和美国等国家召开的国际会议，与国外专家、学者共同致力于石油峰值问题的研究。他们心系事关我国经济发展的重大问题——石油峰值问题，高度关注世界及我国未来石油资源供应趋势，组织人员认真从事石油峰值研究的精神是值得称赞的。

本书介绍了石油峰值的概念、国内外研究概况，分析了石油峰值的来源与成因，阐述了石油峰值带来的挑战及研究意义，进而提出应对石油峰值的策略。尽管本书现有的内容还可能需要充实，有的部分还可能需要提高，有的观点还可能完善，但绝不能因此而否认其重要的学术价值和现实指导意义。我衷心希望有更多的人能够抽出时间耐心阅读本书，认识到石油峰值问题的重要性，增强能源安全意识和危机意识，或关心支持或积极参与石油峰值问题的研究；同时，大声呼吁政府主管部门及决策者高度重视我国面临的石油危机和潜在的能源危机，认真落实科学发展观，未雨绸缪，提早采取应对策略，制定切实可行的能源可持续发展战略，调整国家长远发展规划，应对未来可能出现的危机，实现我国经济社会的可持续发展。

曹湘洪

中国工程院院士

2008年11月9日

前言

2008年，百年一遇的金融危机席卷全球。两年后的今天，全球经济形势似乎已不再像之前那么险恶了，这时的人们则将更多的目光投向了“后危机时代”，尤其是这场金融风暴到底给全球经济带来了多大的冲击、我们如何才能避免下次危机的爆发等问题都成为当下的热点话题。在这里，我们十分肯定“后危机时代”这一概念的提法，但我们必须深究下去，透过层层迷雾看清事物内在的本质。

为什么说石油危机是此次金融危机的“幕后黑手”？为什么油价维持在较高价位但石油供应却难以显著增长？为什么石油价格与世界经济联系得如此紧密？这就需要我们探讨一个涉及政治、经济、外交、军事及国家安全的重大问题——后石油时代（post oil age）。然而，在探讨后石油时代之前，我们首先要预测出石油峰值何时来临，因为这两个概念是密不可分的。石油峰值是指某一区域（全球、地区、国家、油区等）石油产量的最大值及其来临的时间。后石油时代是指石油产量不再增长甚至是开始下降的时期。只有确认了石油峰值何时来临，才能确定后石油时代何时开始。

在国外，有关石油峰值的研究已有近50年的历史了。随着石油战略地位的不断提高，从资源国到消费国、从国家石油公司到国际大石油公司都密切关注着石油峰值的最新动态。美国、法国、瑞典等国政府都作好了应对石油短缺所带来的消极影响的准备，而国际大石油公司对石油峰值的态度却十分微妙，在承认与否定间徘徊，在推动与阻碍间摇摆。以石油资源预测和石油危机为内容的科研组织也方兴未艾，最具代表性的是世界石油峰值研究会。此外，世界范围内以石油峰值为主题的网站已多达200个，很多学者都在积极开展这方面的研究。

十分巧合的是，在编写本书时，美国联合部队司令部（US Joint Forces

Command) 在 2010 年 2 月发布的《联合作战环境 2010》(*Joint Operating Environment 2010*) 中指出, 2012~2015 年将出现石油峰值, 随后世界石油产量日益下降, 能源缺口逐渐增加, 油价将重回 100 美元/桶的位置, 2012 年或许不是人们所说的“世界末日”, 而是“石油末日”。同时, 奥巴马总统的能源顾问、美国能源部信息情报署 (Energy Information Administration, EIA) 负责编辑《国际能源展望》(*International Energy Outlook, IEO*) 的专家 Glen Sweetnam, 认为世界原油产量将在 2011~2015 年下降。由此可看出, 国外对待石油峰值的态度不只停留在能源层面, 更上升到经济、政治层面, 甚至是军事层面。可以说, 石油峰值已进入了社会的各个领域, 在全世界都得到了广泛传播。

作为中国石油大学 (北京) 的师生和探求真理的石油工作者, 我们义不容辞地参与到这个世界性的石油科学问题的探讨中来。2004 年 11 月, 在参加完被誉为“当代预测宗师”翁文波院士逝世 10 周年的纪念大会后, 我们立志要为中国石油工业贡献出自己的一份力量, 从此开始了石油峰值的研究。在研究中我们发现, 虽然国外对该领域研究较早、成果较多, 但中国学者在这方面的贡献也很突出, 只是由于语言原因没有被世界同行所重视。例如, 翁文波院士在石油峰值理论方面就做出了开创性的工作, 提出了泊松旋回 (poisson cycle) 模型, 后更名为生命旋回 (life cycle) 模型; 之后, 以陈元千教授为代表的中国学者又在翁院士的研究基础上提出了一系列预测模型, 这些模型在油气田储量、产量预测及中长期规划方面都已得到了广泛应用。

为了将我国的石油峰值研究推向世界, 多年来我们与国外专家学者一直保持着密切的联系, 先后与瑞典乌普萨拉大学、美国纽约州立大学等国外大学建立合作, 多次参加了各种世界级石油峰值会议, 交流彼此的研究方法和研究心得。2005 年 5 月、2006 年 7 月、2007 年 9 月本小组成员分别赴葡萄牙、意大利、爱尔兰参加了 ASPO 第四、五、六届国际学术年会, 2009 年 10 月赴美国丹佛参加了 ASPO 第八届国际学术年会并作学术报告, 同月又参加了美国 Syracuse 举办的第二届国际生态物理经济学年会, 2010 年 10 月赴美国华盛顿参加 ASPO-USA 的年度学术会议。

当然, 我们还邀请了众多国外峰值研究领域的专家学者到北京讲学。2006 年 4 月, ASPO 秘书长 Roger Bentley 教授访问了我校。继而, ASPO 澳大利亚的主席 Bruce Robinson, ASPO 主席 Kjell Aleklett, ASPO 组织成员、法国道达尔公司教授协会成员、道达尔石油公司前副总裁 Pierre Rene Bauquis, 英国利物浦大学副教授 Simon Snowden 在 2006~2010 年分别受邀访问了我校, 与本小组成员共同探讨石油峰值问题及研究进展。此外, 国外专家也与我们一起走访了我国有关研究部门, 如中国社会科学院数量经济与技术经济研究所、中国石油化工集团公司、国家能源局、国家发展和改革委员会 (简称国家发改委) 能源研究所

和大庆油田等单位。

在与国外进行学术交流的同时,本小组也在国内积极搭建石油峰值研究学术平台。2005年5月15日、2006年5月14日、2007年5月20日分别召开了第一届、第二届和第三届能源及石油问题学术研讨会,并汇编成三本内部文集。2007年10月,在国内外相关研究机构、专家学者的支持下,本小组成为ASPO的第27个成员,随之ASPO-China也正式在中国石油大学(北京)成立。2008年5月18日、2009年3月27日,本小组又分别召开了第四、五届研讨会,邀请国内有关知名能源专家学者、院士与政府官员就能源和石油问题进行了讨论。2010年3月19日,第六届研讨会在北京钓鱼台国宾馆召开,来自不同领域的专家就峰值主义思潮和后石油时代发表了独到的见解。

通过对石油峰值的不断研究,我们研究小组除了建立自己的中文网站(www.cup.edu.cn/peakoil)外,还在国内外的刊物和报纸,如*Oil & Gas Journal*、*Energy Policy*、《石油学报》、《石油勘探与开发》,以及《人民日报》、《环球时报》等上发表了一系列文章,对中国和世界的石油峰值进行预测,就其影响和对策进行学术上的探讨。我们将这些年的研究汇编成书。因此,本书的完成不是个人的功劳,而是研究小组共同努力的结果,是大家智慧的结晶。本书不仅包括我们研究小组的研究成果,也包括一部分与我们经常往来的国外学者的研究成果,如瑞典乌普萨拉大学研究小组Kjell Aleklett教授及Mikael Höök等合作的《巨型油田递减率及对世界石油产量的影响》、意大利佛罗伦萨大学教授Ugo Bardi的《石油峰值的四个阶段》,以及Kjell Aleklett等与英国利物浦大学副教授Simon Snowden合作的《石油峰值时代》。由于他们的文章在国外引起了很大反响,所以我们也将其收入本书,向中国的读者介绍这些研究成果。

目前为止,虽说石油峰值理论还未得到完全的验证,很多专家的批评也有一定的道理,但是从能源安全及国家安全的高度来看,我国必须重视石油峰值问题,必须关注发达国家对石油峰值的应对策略和动态。我们希望通过本书向人们普及“石油峰值”这一概念,告诉大家石油时代是会终结的,后石油时代正在来临。我们应该从现在起就做好准备,积极化解后石油时代可能出现的各种危机。这不仅可以增强人们的能源安全意识,而且对制定国家能源战略、石油战略、油田开发规划及油价趋势预测等方面都有着迫切的现实意义。更令人高兴的是,2010年8月底,我们接到国家自然科学基金委员会的通知,我们申请的2011年面上项目“化石能源峰值预测及对中国经济的影响研究”(项目批准号:71073173)得到批准。我们一定会集中精力将研究做好,为国民经济建设服务。

回顾这几年的历程,我们感触颇多,虽然自己的研究水平有限,但是我们不断在探索、一直在进步;虽然我们产生的影响力有限,但是我们也得到了国内一些老专家的帮助和支持,我们对此感激不尽。产量预测领域的知名专家陈元千老

先生虽已进入古稀之年，但仍受邀多次给我们讲课答疑，“拨开云雾见青天”，我们被他扎实的学术功底和严谨的治学态度深深感染。还有中国中化集团公司原总地质师曾兴球教授常常不辞辛苦来学校与我们讨论，给我们以方向性的、前瞻性的指导，尤其是他敏锐的思维和踏实的精神是值得我们永远学习的。我们要特别感谢中国石油化工集团公司原副总经理曹湘洪院士在百忙中于2008年年底就为本书写了序，但因为那时本书还不成熟，没有出版。曹院士是石油领域的老专家，他对后石油时代的研究较早，此书能得到他的指导是我们莫大的荣幸。此外，我们还要十分感谢中国石油天然气集团公司政策研究室的专家郝鸿毅，他对我们的研究给予鼎力支持，尤其是他高效率的做事方式、对能源战略的高度把握让我们十分敬佩。当然，我们也要感谢张抗等持不同意见的专家学者，正是他们的批评激励着我们不断前进。我们还要感谢西南石油大学的齐超同学，他在本书的编辑和文字的修改上做了大量工作。最后，还要衷心感谢默默关心我们的中国石油大学（北京）党委书记蒋庆哲教授、副校长庞雄奇教授、中国经济体制改革研究会特约研究员李晓宁等专家和领导。

由于我们研究水平有限，加之时间仓促、资料繁多，书中难免有疏漏之处，敬请专家学者和读者不吝赐教，多多指正。联系方式：fengly@yahoo.cn；huyan_cup@yahoo.cn

冯连勇 胡 燕

2010年12月于北京昌平

目 录

序 前言

第一篇 峰值主义思潮篇

世界万物都有发生、发展、兴盛、衰减直至消亡的过程，石油资源也不例外。石油资源的不可再生性和有限性必然使它经历产量的最高峰，石油峰值由此而生，化石能源峰值的研究也不断发展。峰值主义思潮正在兴起，已成为世界关注的热点之一。面对这一严峻挑战，有关国家和地区已在不同程度上采取积极的应对措施，以减少本国对石油的依赖。

第一章 峰值主义思潮	/ 3 /
第二章 对石油峰值的认知过程	/ 10 /
第三章 应对石油峰值的行动	/ 16 /
第四章 峰值研究的扩展	/ 26 /

第二篇 后石油时代篇

世界石油产量峰值的出现意味着全球进入了后石油时代,原油产量和质量下降、油价高位震荡,世界经济将面临重大挑战。虽然技术进步和替代能源可以缓解石油产量的下降,但这对于巨大的能源缺口来说是杯水车薪。面对这样的问题,不同能源研究组织和国际大石油公司态度不一,或是保持沉默,或是故作乐观,抑或是“真相”与“谎言”并存。

第五章	后石油时代已经来临	/ 33 /
第六章	后石油时代与石油峰值	/ 38 /
第七章	对有关方面针对石油峰值态度的评价	/ 47 /
第八章	巨型油田加速递减	/ 66 /
第九章	全球油气产出投入比值快速降低	/ 86 /
第十章	无机生油论无力延缓石油峰值的到来	/ 97 /
第十一章	非常规石油作用有限	/ 102 /

第三篇 峰值预测及分析篇

石油和化石能源产量峰值的预测可以确定峰值来临时间和高峰产量。我们的预测是,世界石油峰值产量为40.3亿吨,峰值时间在2010~2020年;天然气产量峰值将于2020~2031年到来,峰值产量约为4.04万亿米³。我国石油产量已经进入高峰平台期,产量高峰将在2015年左右到来,峰值产量在1.92亿吨左右,2015年以后产量将持续下降,2050年将低于1亿吨。

第十二章	世界石油峰值的预测	/ 113 /
第十三章	未来世界石油需求远大于供给	/ 118 /
第十四章	世界能出口多少石油	/ 125 /
第十五章	中国能生产并消费多少石油	/ 136 /
第十六章	预测天然气产量的多循环模型	/ 147 /
第十七章	改进广义翁氏模型线性试差法	/ 156 /
第十八章	石油储产量数据的纷争影响了峰值的预测	/ 168 /

第四篇 峰值影响篇

国际油价的快速攀升和剧烈震荡牵一发而动全身，对我国经济和相关产业部门产生的影响更是不可估量。产生高油价的原因很多，如美元疲软、地缘政治、投机资金等，但这些仅仅是助推因素，石油峰值的到来才是真正的“幕后推手”。因此，要将后石油时代下的危机意识传递到各领域，更要将其列为我国亟待解决的重大问题之一，以便能够从容应对，实现经济社会的可持续发展。

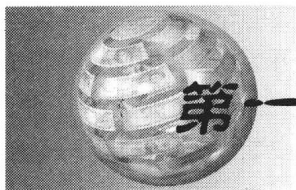
第十九章	石油峰值是一场巨大的“社会灾害”	/ 179 /
第二十章	石油峰值是高油价的“幕后推手”	/ 192 /
第二十一章	油价波动对我国经济及产业的影响	/ 203 /
第二十二章	关于石油对外依存度的思考	/ 214 /
第二十三章	石油峰值与全球化	/ 222 /
第二十四章	中国亟待解决石油峰值这一重大问题	/ 226 /

参考文献	/ 230 /
------	---------

第一篇

峰值主义思潮篇

世界万物都有发生、发展、兴盛、衰减直至消亡的过程，石油资源也不例外。石油资源的不可再生性和有限性必然使它经历产量的最高峰，石油峰值由此而生，化石能源峰值的研究也不断发展。峰值主义思潮正在兴起，已成为世界关注的热点之一。面对这一严峻挑战，有关国家和地区已在不同程度上采取积极的应对措施，以减少本国对石油的依赖。



第一章

峰值主义思潮

■ 一、峰值主义将成为 21 世纪的主流思想之一

在人类历史进程中，曾涌现出众多的思潮。例如，20 世纪初，被主要资本主义国家奉为国策、在西方经济学中一直居于“主流”地位的凯恩斯主义^①就是其中的代表。2008 年，金融危机爆发后，在各大媒体的报道中，“银行崩溃”、“失业率增加”、“通货膨胀”和“经济紧缩”等字眼频频出现。但我们认为这仅是事件的表面现象，究其根源是峰值问题。由于峰值思想一针见血地揭示了不可再生资源的枯竭规律，所以在当今这个危机四伏的社会它很有可能演变成峰值主义思潮，进而成为 21 世纪的主流思想之一。

“峰值”一词最先出现在峰值功率、峰值信噪比和峰值感应模式等电子专业术语中。而现在，“峰值”的范畴已大大拓宽，从能源、农业延伸到了人口、经济、生活等各个领域，出现了“石油峰值”、“天然气峰值”、“煤炭峰值”、“粮食峰值”、“人口峰值”、“价格峰值”、“旅游峰值”、“股市峰值”等，甚至发展出了“万物峰值”（peak everything）^②。

本书将“峰值”（peak）定义为在某个时间内一种事物所处的最高值点，这

^① 凯恩斯主义主张国家采用扩张性的经济政策，通过增加需求促进经济增长，即扩大政府开支，利用财政赤字来刺激经济、维持社会繁荣。

^② Heinberg R. 2007. Peak Everything: Waking Up to the Century of Declines. New Society Publishers. 10.

个最高值点将成为事物的转折点。我们将推崇并研究峰值的学者称为“峰值学派”(peakist),其中很多人属于能源领域,如石油勘探开发、石油炼制、新能源开发等领域的学者;也有很多人属于非能源领域,如金融学、经济学、生态学等领域的研究学者。“峰值”这个概念不是某个人或者某个组织臆造的,而是整个学术界共同努力的结晶,它正在形成一种“峰值主义”(peakism),影响着人们的思想和行为。

“峰值”不单单是科学判断事物发展规律的理论,而且通过严酷的现实预测未来世界可能发生的危机来引起人们的警觉和重视。这并不是“危机论”。从峰值时间、峰值高度到峰值产生的影响,再到制定相应的战略,峰值学派一直在反对声中不断前行。现在,越来越多的现象和数据证实了他们的观点。与此同时,峰值研究也得到了升华,从独立的系统上升到多系统、多层面的动态研究。

■ 二、石油峰值是一个无法否定的客观规律

虽说世界上所有事物或事件的发生、发展和变化都有其自身的主、客观因素,但都会经历发生—发展—兴盛—衰减—消亡的演变过程;虽说人类的活动可以改变这个演变过程的时间进程,但无法改变其过程本身,这是不随人的主观意志而改变的基本规律。石油的形成经历了非常特殊的地质过程,石油地质学家们为弄清这一过程进行了大量的研究和探索,尽管有人提出了无机成因^①的观点并进行了理论分析,但迄今为止,为石油地质界普遍接受的还是有机成因说。数百万年前,地球上的有生命的有机体在经历了地球的地质变化后被深埋于地下,在隔氧和适宜的温度、压力条件下,发生物理化学作用,逐渐变成石油。这些石油可以穿透上部地层的裂缝或孔隙运移,慢慢逸散到大气中。如果遭遇高度致密、无法穿透的黏土或岩盐地层,石油将被储存下来,形成今天可以被找到的油田。足够的有生命的有机体在地质条件适合的地层——烃源岩^②中才能形成石油。形成的石油必须在具有阻挡功能的盖层^③保护下才能在储油层保存,也就是说必须有良好的生、储、盖组合。将今论古,尽管有数百万、数千万年乃至数亿年的累积,但有生命的有机体的总量是有限的,这一总量中只能有一部分能够通过地质变化被埋藏在地下,其在地下的空间分布是高度不均匀的。地质研究表明,具有生油条件的烃源岩在地下空间的分布也是有限的,盖层的地下空间分布更是有限

① 与石油的有机成因相对,其认为石油是通过非生物的演变而形成的。详见第十章无机生油论无力延缓石油峰值的到来。

② 烃源岩也叫生油岩或母岩,是在天然条件下已经产生或可能产生石油的岩石。

③ 盖层是指位于储集层之上能够封隔储集层,使其中的油气免于向上逸散的保护层。