

李小地 张永峰 著

中美石油 生产与消费历史 对比研究

地质出版社

《中美化石能技术开发与利用议定书》附件Ⅲ研究项目

中美石油生产与消费历史对比研究

李小地 张永峰 著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书系统地介绍了中国和美国石油生产与消费的历史。美国石油工业发展历史悠久,其石油储量、产量和消费量的发展历史为我国提供了宝贵的经验。资源量与地质背景、市场油价、勘探开发工作量、理论发展与技术进步、政府的能源政策法规等因素对美国的石油储产量产生综合影响;经济增长、汽车保有量、石油节约、能源替代、市场油价等因素则综合地影响着美国的石油消费量。全书结合美国石油生产与消费历史,对比我国石油工业的现状,建立了中美石油生产与消费类比预测模型,对未来中长期我国的石油储量、产量和消费量增长趋势进行了预测研究。

本书可供从事油气资源评价、战略规划和中长期预测的人员和大专院校相关专业的教师、学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

中美石油生产与消费历史对比研究 / 李小地, 张永峰著.
北京: 地质出版社, 2007. 10
ISBN 978-7-116-05503-2

I. 中… II. ①李…②张 III. ①石油工业 - 经济发展 - 对比研究 - 中国、美国②石油消费 - 对比研究 - 中国、美国 IV. F426.22 F471.262

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 156927 号

责任编辑: 蔡莹 何蔓

责任校对: 王素荣

出版发行: 地质出版社

社址邮编: 北京海淀区学院路 31 号, 100083

咨询电话: (010) 82324508 (邮购部); (010) 82324502 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zbs@gph.com.cn

传 真: (010) 82310759

印 刷: 北京地大彩印厂

开 本: 889mm × 1194mm 1/16

印 张: 9.75

字 数: 300 千字

印 数: 1—2100 册

版 次: 2007 年 10 月北京第 1 版 · 第 1 次印刷

定 价: 68.00 元

书 号: ISBN 978-7-116-05503-2

(如对本书有建议或意见, 敬请致电本社; 如本书有印装问题, 本社负责调换)



李小地简介

李小地，陕西岐山人，1960年3月出生，博士，教授级高级工程师。1985年7月毕业于江汉石油学院石油地质勘查专业，获工学学士学位；1988年7月毕业于中国石油勘探开发研究院，获得石油地质与勘探专业硕士学位；2001年8月参加国家人事部和国土资源部举办的国土资源可持续发展高级研修班，获得结业证书；2005年7月毕业于中国石油勘探开发研究院，获得矿产普查与勘探专业博士学位，师从中国工程院胡见义院士。2006年在美国能源部国家能源技术实验室和塔尔萨大学做访问学者。现在中国石油勘探开发研究院从事石油勘探战略、石油安全与可持续发展和能源供需等方面的研究工作。曾承担多项国家级研究课题，出版专著2部，发表论文30余篇。



张永峰简介

张永峰，黑龙江大庆人，1978年4月出生。1996年9月至2005年3月在浙江大学地球科学系学习，获得地质学博士学位，研究方向为石油勘探项目战略经济评价与风险分析，师从杨树锋、陈汉林教授；2005年7月至2007年7月，在中国石油勘探开发研究院博士后流动站进行博士后研究，师从中国科学院贾承造院士，其间，2006年3月至11月赴美国能源部国家能源技术实验室和塔尔萨大学做访问学者；博士后出站后，在中国石油勘探开发研究院油气资源规划研究所工作至今。出版著作1部，发表论文6篇。

序

进入 21 世纪初,中国石油工业进入了一个新的历史发展阶段,国民经济快速增长,石油消费量也随之急速增长。中国已经成为世界第二大石油消费国。与此同时,中国的石油产量和储量的增长在最近几年逐渐变缓,石油供需矛盾日益突出,已经成为经济发展的制约因素。石油资源的现状与未来发展已经引起了中国政府的高度重视。综合地、科学地分析和预测中国未来的石油供需状况将对中国石油工业的可持续发展提供必要的决策支持。

对中国和美国的石油生产与消费历史展开对比研究具有重要的理论和现实意义。在世界名列前茅的产油国中,只有美国和中国同时又是石油进口大国。美国的石油生产以 1859 年的“德雷克井”为标志,已经经历了近一个半世纪的历程,石油储量和产量的增长已经经历了增长期和高峰期,目前已经进入了递减期。中国的石油生产历史与美国相比相对较短,但中国作为大油气区,其未来中长期的发展与储产量预测是个重大课题。详细研究美国油气区的发展规律,分析影响美国石油储产量和消费量增长的诸多影响因素,进而在石油生产与消费的中长期预测理论与方法方面取得新的进展,是当前研究的科学前沿。从油气区的角度对中国和美国的石油生产与消费历史进行类比并总结发展的规律,将为认识中国未来中长期的石油供需状况提供一个新的视角。

在美国的石油生产与消费历史中,石油行业和政府部门相继通过了许多行业规定、政策、法律法规来规范并指导石油生产与消费。这无疑已经形成了宝贵的历史经验。只有从石油工业发展史中去借鉴这些历史经验,中国的石油工业发展才能少走弯路,减少阻力。李小地教授和张永峰博士通过与美国能源部国家能源技术实验室(National Energy Technology Laboratory, U. S. Department of Energy)、美国塔尔萨大学(The University of Tulsa)开展合作研究,广泛地收集了美国石油生产与消费的历史资料,较为全面地阐述了美国石油生产与消费历史,围绕地质条件、市场条件、勘探开发的理论与技术条件、勘探开发工作量和国家政策法规等重要因素分析了它们对美国本土 48 州(不含墨西哥湾深水区域)石油储产量增长的影响;围绕经济增长、汽车保有量、石油节约、能源替代、市场油价等因素分析了它们对美国石油消费量增长的影响。两位学者以美国的石油生产与消费历史为借鉴,预测了中国未来中长期的石油储产量与消费量变化趋势。

《中美石油生产与消费历史对比研究》作为中国科技部与美国能源部签署的《中美化石能技术开发与利用议定书》附件Ⅲ下的一个研究成果,集合了翔实的中美石油生产与消费历史数据,能够有助于中国更好地理解影响石油储量、产量和消费量增长的因素,从而为中国能源政策的制定提供科学依据。好的能源政策将有助于稳定世界能源市场。

中国科学院院士



2007 年 9 月

前言

近十年来,随着中国经济的迅速发展,石油消费量不断攀升,但国内原油产量的增长速度却逐渐减缓。1993年起,中国开始成为石油净进口国,之后,中国的石油需求与国内原油产量之间的缺口逐渐增加。2004年,随着全球对石油需求的激增,中国的石油消费也有显著的增长。与此同时,世界油价不断攀升,一些国外的能源分析学家认为2004年油价的上涨与中国对石油需求的增长有着密切的联系,世界石油市场也关注着中国石油需求的快速增长,为健康发展国内经济,维护稳定的国际石油市场环境,中国政府同样也需要知道。中国快速增长的石油需求将持续多久,中国的原油产量将在何时达到高峰。

美国在石油开采和消费方面有一个多世纪的历史,其石油生产与消费历史可以为中国提供许多有价值的经验。从美国的石油储量增长和产量来看,都已经历了增长阶段和高峰阶段,现在正处于递减阶段。那么能否把美国的原油储量和产量增长历史建立一个旋回模型,并与之进行类比分析来预测中国未来的储量和产量增长趋势呢?与美国石油消费强度改进历程相对比,如果中国的石油消费强度经历同样的过程,中国的石油需求将会如何增长呢?

中国石油勘探开发研究院专门立项对中国与美国的石油工业发展历史进行对比研究,相关的建议与设计于2005年3月1日提交。2005年4月5日,美国能源部化石能源局油气资源研究与开发办公室主任 Guido Dehoratiis 先生和中国石油和化工协会副主席潘德润先生签署了《中美化石能技术开发与利用议定书》附件Ⅲ下的项目合作协议。2005年4月6日,美国能源部负责化石能源的部长助理 Mark Maddox 先生访问了中国石油勘探开发研究院,并邀请两位学者赴美进行项目研究。2005年12月12日,中国石油勘探开发研究院与美国塔尔萨大学(TU)签署了《中美石油工业发展历史对比研究》项目的相关支持协议。2006年3月1日,中国石油勘探开发研究院的两位学者抵达美国塔尔萨大学,并与美国能源部国家能源技术实验室(NETL)和美国塔尔萨大学合作开始本项目的研究工作。

两位访问学者在与 NETL 和 TU 的专家经过 8 个月的合作研究后提交了项目研究报告。作者希望,就像《中美化石能技术开发与利用议定书》附件Ⅲ下的项目合作研究协议中所说的,本书能够有助于中国更好地理解影响储量、产量和消费量增长的因素,从而为中国能源政策的制定提供科学依据。好的能源政策将有助于稳定世界能源市场,这也符合中美双方的利益。

全书共分为七章。第一章简单介绍了本次开展中国与美国石油生产与消费历史对比研究的背景与意义;第二章首先从油气资源地质背景与分布、石油地质理论发展与技术进步历程,以及油气资源的相关政策等方面对美国石油工业的发展历史进行综述,之后简要回顾了美国预测油气储量和产量的经典模型;第三章在大量的美国石油工业数据资料基础上,对美国的石油储量和产量增长历史进行了详细分析,并着重分析了影响美国石油储量和产量增长的重要因素,初步阐述了美国石油储

量与产量的增长模式与历史阶段；第四章在介绍中国的石油储量与产量增长历史和影响因素的基础上，对中国与美国的石油储量与产量增长历史进行了详细的对比分析；以前面的资料分析为基础，第五章首先建立了以美国的石油储量和产量增长历史为类比对象，预测中国石油储量和产量的模型，并以此模型为基础，预测了中国未来的石油储量和产量变化趋势；在第六章中，首先回顾了美国的石油消费历史，之后对影响美国石油消费的重要因素进行了阐述。在对比中国与美国石油消费历史和模式的基础上，对中国未来的石油消费进行了预测分析，并为中国未来的能源管理政策提出了一些建议。

本书中，有关美国石油工业的历史数据主要来源于：

- 美国能源部能源信息署（Energy Information Administration, EIA）
- 美国地质调查局（U. S. Geological Survey, USGS）
- 美国矿产管理局（Mineral Management Service, MMS）
- 美国石油学会（American Petroleum Institute, API）
- 美国独立石油协会（Independent Petroleum Association of America, IPAA）
- 俄克拉何马州地质调查局（Oklahoma Geological Survey, OGS）
- 堪萨斯州地质调查局（Kansas Geological Survey, KGS）
- BP 石油公司《世界能源统计回顾》（BP Statistics Review of World Energy）
- 《油气杂志》（Oil and Gas Journal）
- DeGolyer and MacNaughton 公司（DeGolyer and MacNaughton, Inc. ）
- NRG 公司（NRG Associates）

本书中，有关中国石油工业的历史数据主要来源于：

- 中国国家统计局
- 中国国土资源部

由于作者水平有限，书中难免出现错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

综 述

美国的石油工业历史悠久，石油的储量和产量增长经历了增长阶段与高峰阶段，目前正处于递减阶段。随着中国的原油新增可采储量和产量逐渐接近顶峰，美国本土 48 州石油的储量与产量增长历史将为中国石油的储量与产量增长提供一个较为完整的模型，并可进行对比分析。

美国本土 48 州（不含深水区域）的原油可采资源量为 333.40 亿吨，到 2004 年已累计探明原油储量 253.34 亿吨，累计资源探明率达到 75.99%（表 1）。1945 年，美国本土 48 州的累计资源探明率达到 21.40%；此后储量开始稳定增长，在 1970 年累计资源探明率达到 50.79% 以后，新增可采储量开始逐渐减少。中国（不含南海深水区域与青藏高原地区）的原油可采资源量为 198.00 亿吨，到 2005 年已累计探明原油储量 69.16 亿吨，累计资源探明率为 34.93%。在 1985 年累计资源探明率达到 19.16% 之后，储量进入了稳定增长的阶段。与美国本土 48 州对比，如果中国的新增可采储量在累计资源探明率达到 50% 后开始进入递减阶段，则中国的新增可采储量稳定增长阶段将持续至 2021 年。在此之后，中国的新增可采储量将进入递减阶段。

表 1 中国与美国本土 48 州原油资源勘探与开发状况对比

	美国本土 48 州 (不含深水区域, 截至 2004 年)	中国 (不含南海深水区域 与青藏高原地区, 截至 2005 年)
原油资源量/亿吨	333.40	198.00
累计探明储量/亿吨	253.34	69.16
累计产量/亿吨	234.57	44.88
累计资源探明率/%	75.99	34.93
累计采出率/%	70.36	22.67
新增可采储量开始下降时的累计采出率/%	50.79	
产量达到峰值时的累计采出率/%	38.98	

到 2004 年，美国本土 48 州的累计原油产量已达 234.57 亿吨，累计采出率为 70.36%。美国本土 48 州的原油年产量在 1970 年累计采出率达到 38.98% 后开始递减。2005 年，中国的原油年产量为 1.81 亿吨，累计产量为 44.88 亿吨，累计采出率为 22.67%。如果采用不同概率条件下的资源量预测值，并设定中国的原油储采比以每年 2% 的速度从 2005 年的 13.40 逐渐降至 10，则中国的原油产量高峰将出现在 2017 年、2020 年或 2039 年，产量峰值将分别为 2.03 亿吨、2.20 亿吨或 2.42 亿吨（表 2）。

原油新增可采储量和产量的增长受到多种因素共同影响。资源量是维持新增可采储量和产量持续增长的资源基础；原油市场价格对勘探开发工作量产生直接影响，从而影响新增可采储量和产量的增长；油气勘探开发理论发展与技术进步提高了钻井的成功率，是储量与产量增长的促进因素；

表 2 不同可采资源量条件下的中国产量预测值

可采资源量/亿吨	产量高峰年	产量峰值/亿吨
157.50	2017	2.03
198.00	2020	2.20
263.70	2039	2.42

政策与法规指导着石油工业实现国家利益的最大化。

美国是世界上最大的石油消费国，其石油消费历史悠久。2005 年美国的石油消费量达到 9.49 亿吨，占世界原油总消费量的 25%。在美国的石油消费量中，交通运输部门所占比例最大，达到 66%；工业部门的石油消费比例为 24%。在中国，工业部门的石油消费比例最大，达到 67%；交通运输部门的石油消费虽然目前排在第二位，但其增长迅速，从 1993 ~ 2003 年，交通运输部门的原油消费以年均 18% 的速度增长，未来的增长速度可能更快。

1978 年以前，美国的石油消费强度水平较高，平均为 0.2 吨/千美国 GDP。在 20 世纪 70 年代的两次石油危机之后，美国的石油消费强度以年均 1.9% 的速度下降。到 2000 年，美国的石油消费强度已降至 0.10 吨/千美国实际 GDP。近 20 年来，中国的原油利用效率也逐渐提高，每千美国 GDP 消耗的石油从 1978 年的 0.6 吨降至 2004 年的 0.18 吨。与美国相比，中国的石油消费强度比美国高 80%，这相当于美国 1980 年的水平。

在未来的 15 年内，中国的经济必将持续快速发展，中国的石油消费量也将随之增长。如果中国未来的石油利用效率的改进沿着美国过去 25 年石油利用效率的改进之路进行，则到 2010 年，中国的石油需求将介于 3.70 亿 ~ 3.92 亿吨之间；到 2020 年，中国的石油需求将介于 4.97 亿 ~ 5.99 亿吨之间（表 3）。增长的石油需求主要来自于交通运输部门。

表 3 中国未来的石油供给与需求

单位：亿吨

年份	国内产量			需求量	
	低	中	高	低	高
2010	1.93	1.93	1.93	3.70	3.92
2020	1.99	2.20	2.20	4.97	5.99

影响美国石油消费的主要因素有经济活动、汽车保有量、原油价格、石油节约与能源替代。政府的政策通过上述因素对石油消费产生巨大影响。20 世纪 70 年代之后，联邦政府实施的多项政策提高了美国的燃油效率，从而降低了美国经济对石油的依赖程度。

中国应建立独立的中央直属能源管理机构，制定中长期的能源发展计划，并制定综合性的能源法规来鼓励发展新能源与替代能源技术，逐步取消成品油价格控制。中国应推出更为严格的新的汽车燃油标准，并征收燃油税。这些措施将直接降低石油消费量。

本书对中国石油储量、产量和消费量的预测值均是基于与美国石油的储量、产量和消费量增长模式类比之后获得的预测结果。本研究将为讨论中国石油的产量和需求的未来发展趋势提供一些新的视角。

目次

1 绪论	(1)
2 美国石油工业概述	(4)
2.1 美国石油工业的诞生与发展	(4)
2.2 美国油气资源地质背景及分布	(5)
2.2.1 美国油气地质背景	(5)
2.2.2 美国油气资源分布	(7)
2.3 美国石油地质理论发展与技术进步历程	(9)
2.3.1 美国石油地质理论的发展历程	(9)
2.3.2 美国石油勘探开发技术进步历程	(11)
2.4 美国油气政策回顾	(15)
2.4.1 美国油气政策发展历史	(15)
2.4.2 美国联邦政府制定石油政策的作用	(17)
2.5 美国油气储量与产量预测模型	(19)
2.5.1 储量预测模型	(19)
2.5.2 产量预测模型	(21)
2.5.3 国家能源模拟系统 (NEMS)	(26)
3 美国石油储量和产量增长历史与模式	(29)
3.1 美国原油储量历史	(29)
3.1.1 美国原油剩余探明储量	(29)
3.1.2 原油储量增长	(31)
3.2 美国原油产量历史	(36)
3.2.1 美国原油产量	(36)
3.2.2 美国本土 48 州原油产量	(39)
3.2.3 阿拉斯加原油产量	(41)
3.3 美国原油储量增长模式	(41)
3.3.1 储量增长影响因素	(41)
3.3.2 储量增长阶段	(54)

3.4	美国原油产量增长模式	(57)
3.4.1	产量增长影响因素	(57)
3.4.2	产量增长阶段	(66)
4	中美石油储量与产量历史对比	(69)
4.1	中国石油储量与产量历史	(69)
4.1.1	中国石油储量历史	(69)
4.1.2	中国石油产量历史	(79)
4.2	中美石油储量与产量历史对比	(83)
4.2.1	中美石油储量历史对比	(83)
4.2.2	中美石油产量历史对比	(87)
5	中国石油储量与产量增长趋势预测	(89)
5.1	中国石油储量与产量增长趋势类比预测模型	(89)
5.1.1	类比预测模型原理	(89)
5.1.2	预测模型流程	(90)
5.1.3	预测模型参数界定	(91)
5.2	中国油气储量与产量增长趋势预测	(93)
5.2.1	中国原油储量增长趋势预测	(93)
5.2.2	中国原油产量增长趋势预测	(96)
5.2.3	中国原油储量与产量增长趋势分析	(99)
6	石油消费影响因素与未来石油需求预测	(106)
6.1	美国石油消费历史回顾	(106)
6.2	影响美国石油消费的因素分析	(107)
6.2.1	经济活动	(107)
6.2.2	汽车保有量	(110)
6.2.3	石油节约	(111)
6.2.4	能源替代	(112)
6.2.5	油价	(114)
6.3	美国石油效率的改进与政府政策	(115)
6.3.1	石油效率改进	(115)
6.3.2	政府的政策	(117)
6.4	中国石油消费	(120)
6.4.1	中国石油消费与经济发展	(120)
6.4.2	中国各经济部门的石油消费	(121)
6.4.3	中国石油消费与汽车保有量的增长	(122)

6.4.4	中国的石油消费强度的变化	(123)
6.5	中国与美国石油消费对比	(124)
6.5.1	石油消费强度对比	(124)
6.5.2	石油消费收入弹性系数对比	(126)
6.5.3	不同经济部门的石油消费对比	(126)
6.5.4	石油政策和管理体制对比	(127)
6.6	未来中国石油消费与政策选择	(128)
6.6.1	未来中国经济与能源工业发展前景	(128)
6.6.2	未来中国石油需求预测	(129)
6.6.3	中国未来能源管理与政策建议	(131)
7	结论	(134)
参考文献		(136)
后记		(141)

1 绪 论

石油是当今世界的主要能源,石油是国家政治、经济、军事安全的重要战略物质,在世界能源结构中占据主导地位,被誉为“黑色的金子”、“工业的血液”。一个多世纪以来,石油的发展影响着全球经济,推动着人类社会的发展进程。天然气作为一种优质、高效的清洁能源和化工原料,对于改善能源结构,保护大气环境,提高能源利用效率,进而实现国民经济的可持续发展具有重要的促进和保障作用。

20 世纪 90 年代以来,世界的石油产量较为稳定,中国的石油产量也呈现高基值增长的态势。据《油气杂志》统计,2004 年原油产量排名前 5 位的国家依次为俄罗斯、沙特阿拉伯、美国、伊朗和中国^①。2004 年,美国由于受到飓风袭击,其原油产量下降了 5%,为 2.7 亿吨^[1];中国的原油产量为 1.75 亿吨^[2]。但是在名列前茅的产油国中,只有美国和中国同时又是石油进口大国,到 2005 年,美国进口原油已达到 5 亿吨,中国原油的净进口量也已达到 1.3 亿吨^[3~5]。

随着中国经济的迅速增长,中国的能源资源消费进入快速增长时期。对能源的需求,特别是对油气资源的需求越来越旺盛,石油消费量急速增长,中国已经成为世界上第二大石油消费国。预计到 2020 年,中国石油年消费量将达到 4.5 亿吨左右,油气的需求量有可能占一次能源总量的 36% 左右^[6~11]。与此同时,中国的石油产量和储量的增长在最近几年逐渐变缓,油气供需矛盾日益突出,这已经成为中国经济社会发展的重要制约因素。

油气资源的现状和发展已经引起了国家的高度重视,中国政府组织国内三大石油公司对未来 50 年中国油气储量与产量进行预测。但是目前已有的数学模型和预测方法都无法将地质条件、市场条件、技术条件和国家政策法规等诸多对石油工业可能产生重要影响的因素综合地考虑在内,也就不能够准确地把握未来油气储量、产量和消费量的增长趋势^[12,13]。因此,需要选择一个油气工业发展历史悠久,并且已经基本经历了整个油气工业发展旋回的国家来研究其石油工业发展历史,建立发展类比模型和阶段控制参数,对照国内的现状,判断目前所处的阶段,从而对未来的发展趋势进行预测。

在一百多年的世界石油工业中,美国一直处在十分重要的地位。美国是世界上第一个工业化开采石油的国家,是世界上第一个炼制石油的国家,是世界上第一个使用汽车的国家,也是世界上汽车普及率最高的国家,可以说美国是一个高度依赖石油的国家。石油工业在美国经过近 150 年的发展已经趋于成熟,美国存在的巨大油气资源量是通过反复实践才认识到的。美国石油和天然气的产储量

① 本书中原油储量与产量数据均包括凝析油的数据。

在全世界均名列前茅，虽然经过了近一个世纪的大量勘探开发，美国仍有相当丰富的油气资源。

美国的石油工业的特点^[14]

(1) 油气勘探开发工作量大，信息丰富。美国的油气产量多年来一直维持相当高的水平，除了资源条件的原因外，庞大的勘探和开发工作量也是重要原因之一。美国一直是世界上油气勘探工作量最大的国家，以人工地震勘探和钻探为例，在 20 世纪 50 年代初，其地震勘探工作量均在 500 队月以上，而且由于其技术和管理水平处于世界领先地位，因而每地震队月所完成的实际工作量大大地超过了其他很多国家。美国每年完成的钻探工作量，也一直居于世界首位。它用于油气勘探的旋转钻机台数，一般年均在 1500 台以上，1981 年最高时达到 3974 台^[15]。

(2) 油藏类型丰富，参考价值大。在美国重要的油气田中，构造圈闭占全部圈闭的 55%，居主导地位，特别是在路易斯安那沿岸、得克萨斯、墨西哥湾沿岸，构造圈闭占绝对优势。在东南部地区和太平洋沿岸，构造圈闭也占 50% 以上。复合型圈闭占全部圈闭的 30%，中陆地区的比例最高，其次是东得克萨斯/阿肯色-路易斯安那油气区，以及太平洋沿岸油气区。地层圈闭在美国重要油气田中仅占 14%，它们主要分布在中陆地区和落基山油气区。中国的油气藏类型同样也很丰富，因此美国的情况对中国具有较大的参考价值^[15]。

(3) 有先进的非常规油气勘探开发技术。美国的油气勘探开发技术一直以来在世界上处于领先地位，非常规油气资源的储量与产量对技术进步非常敏感，因为技术进步能够明显地提高非常规油气资源的采收率，并提高经济可采量^[16]。

(4) 科研力量雄厚，设备先进，各项技术均居世界领先水平。美国勘探井成功率一直在稳步增长，从 1990 年的 26.6% 提高到 2004 年的 44.5%。美国是钻深井历史最长、工作量最大和效果最好的国家。1989~1993 年间，美国的深井成功率为 42%~46%，其中深井探井成功率为 22%~33%。美国的深井平均单井成本要比世界其他地区少 40%~50%。

为满足独立石油公司对新技术的需求，最大限度地开发利用美国国内油气资源，同时重视保护生态环境，1999 年 2 月美国能源部天然气与石油技术办公室公布了第二版石油天然气研究开发与推广计划。该计划具体内容包括 9 个方面：现代钻井、完井与增产系统；先进的诊断与成像系统；油藏提高采收率；油藏延长寿命；天然气储存；石油天然气环境研究与分析；石油加工；天然气加工；石油天然气模拟与分析^[17~22]。

(5) 发展历史悠久，市场化程度高。美国的石油勘探和开发工作从 19 世纪 50 年代开始，由于采油行业的高额利润和一系列新油田的发现，促使勘探和采油工作获得飞速的发展。至今美国的石油工业已经发展了近 150 年，经历了起步期、快速发展期、繁荣稳定期，以及目前的下降期，石油工业已经基本经历了一个完整的旋回。美国是一个市场化程度很高的国家，在油气资源供求关系的变化过程中，市场在决定能源价格、消费模式以及资源分配方面都起到了很重要的调节作用。因此，美国的石油工业发展历史相对完整、客观，可以为中国的石油工业发展提供较为理想的对比模型。

表 1.1 对比了中美石油资源状况。从控制油气藏的沉积岩分布来看，美国陆上含油气区的沉积岩面积与中国的沉积岩分布面积相近^[23]；从构造条件来看，美国有多种类型不同的构造发展史的含油气田，而中国的含油气盆地地质背景更是丰富多彩。

表 1.1 中美油气资源状况对比

	项 目	单 位	中国 ^①	美国	美国与中国比较
原油	陆地面积	万平方千米	960	963	相近
	海陆沉积岩面积	万平方千米	668	830	美国多 24%
	预测可采资源量	亿吨	198 ^②	494 ^③	美国多 1.5 倍
	累计产量 (截至 2004 年)	亿吨	43	260	美国多 5 倍
	剩余可采储量 (截至 2004 年)	亿吨	24.5	29.1	美国多近 19%
天然气	预测可采资源量	万亿立方米	22 ^②	53 ^③	美国多 1.4 倍
	累计产量 (截至 2004 年)	万亿立方米	0.58	28.6	美国多 48 倍
	剩余可采储量 (截至 2004 年)	万亿立方米	2.4	5.4	美国多 1.25 倍

① 中国的油气资源量、储量与产量数据不包括南海深水区域和青藏高原地区；② 国土资源部于 2005 年公布的原油资源量数据；

③ USGS 于 2000 年公布的原油资源量数据。

因此，不论是从油气分布规律，还是从资源量、储量和产量的增长过程来看，都可以从美国找到许多值得借鉴的地方。

中国对影响油气储量和产量增长因素的研究较为薄弱，因此在预测油气储量和产量中长期增长趋势的方法、理论和观点上与世界先进水平还有一定的差距。本书将对美国的油气储量、产量增长历史和石油消费历史进行系统的对比研究，重点将放在未来储量、产量和消费量增长趋势的研究上。同时为做好中国未来的油气储量、产量增长趋势的预测，有必要分析勘探历史悠久的美国的油气储量、产量增长规律和勘探阶段划分，并与中国的石油储量增长规律进行对比，确定中国目前所处的勘探阶段。



美国石油工业概述

2.1 美国石油工业的诞生与发展

美国的石油勘探和开发工作从 19 世纪 50 年代萌芽，由于采油行业的高额利润和一系列新油田的发现，促使石油工业获得了飞速的发展。在这一过程中，通过大量的实践，诞生了石油地质科学，它逐步地阐明了石油分布和聚集的规律，石油地质科学的成长进一步促进了石油勘探工作的进展，导致了更多类型油田的发现^[15]。

19 世纪早期，美国在一些盐井中，曾经钻到过石油，但当时石油的用途没有得到认识和开发，经济价值不高。1854 年，耶鲁大学著名的席里曼教授（B. Silliman, Jr.）对石油的用途进行了研究。1855 年，他提交的报告说明，从石油中蒸馏出来的物质不仅完全可以用作灯油，而且还有其他用途，有很高的经济价值。从此，石油的价值得到了肯定，石油行业很快也风靡美国。

1859 年，美国第一口油井在宾夕法尼亚州的泰特斯维尔（Titusville）村开钻，同年 8 月在井深 21.2 米处发现了石油，下泵后，日产原油 4.1 吨^①，当时售价每桶 20 美圆。这被认为是美国石油工业的诞生。

1862 年，宾夕法尼亚州的原油产量超过 41 万吨，价格降至每桶 2.25 ~ 10 美圆至 2.25 美圆之间。美国内战开始后，油价又上升到每桶 14 美圆。内战结束后，大批美国人拥向西部，石油工业也扩展到了西部，在肯塔基州、田纳西州、伊利诺伊州、堪萨斯州、得克萨斯州、科罗拉多州和加利福尼亚州均先后发现了不少油田。1901 年，在得克萨斯州的 Beaumont 以南 6.4 千米处发现了纺锤顶油田（Spindletop），于井深 347 米处，获得了日产 1 万吨的原油，这口井的发现成为美国现代石油工业的开始。几年以后，俄亥俄州、加利福尼亚州、俄克拉何马州都先后成为重要的石油产地。

在美国，通常将 1859 ~ 1900 年称为煤油时代，灯用煤油促进了石油工业早期的发展；1900 年以后称为汽油时代，内燃机的兴起，促进了石油工业因需求急剧增长而带来的大发展（表 2.1）。

1954 年以前，美国的原油年产量占世界原油年产量的 60% 以上，1963 年还占一半以上，之后，美国原油产量在世界总产量中所占的比例逐渐降低^[24]。美国的原油产量高峰出现在 1970 年，为 4.8 亿吨。然后开始缓慢下降，这个缓慢下降的过程持续了 7 年。1977 ~ 1985 年期间，由于油价的上升，美国国内原油产量下降速度减缓，并有所回升，至 1985 年已接近 4.5 亿吨。但 1986 年油价骤降，产

① 1 吨约合 7.33 桶。

量也随之下滑,到1992年,美国的原油产量已经比1985年下降了20%。

多方面的情况表明,由于油气资源情况的限制,美国石油工业的上游领域,已经渡过了它的鼎盛时期,正在逐步衰减的路途上前进。虽然油气勘探和开发技术不断发展,但仍不能阻止油气储量和产量不断降低的趋势。2004年,美国的原油剩余探明储量为29亿吨,产量为2.7亿吨^[25];与1970年的原油剩余探明储量和产量高峰相比,储量下降了45%,产量下降了44%。

表 2.1 美国油气勘探史上的重大事件^[15]

年份	事 件
1859	德雷克 (Drake) 根据油苗成功地钻了第一口油井
1862	落基山发现的第一个油田——Florence - Canon City 油田, 储层为裂缝性页岩
1894	得克萨斯州发现第一个沿断层带分布的油田——Corsicana
1896	圣华金盆地发现第一个油田——Coalinga, 以后陆续发现了 Kern River, Midway Sunset 等一系列大油田
1901	发现了第一个盐丘油田——纺锤顶油田, 也是第一个自喷油田
1905	在中陆区发现了第一个重要的地层圈闭油田——Glenn Pool
1906	在路易斯安那州北部发现了美国当时最大的油田——Pine Island, 年产原油 68 万吨
1909	怀俄明州发现第一个大油田——Salt Lake, 促进了该区勘探的发展
1910	在得克萨斯州北部红河凸起上发现了第一个重要油田, 刺激了勘探的迅速发展
1912	俄克拉何马州发现了 Cushing 背斜油田, 再一次证明了背斜理论的正确, 说明石油地质理论确实能指导发现新油田
1917	以地面地质工作为主, 在得克萨斯州发现了 Ranger 油田, 以后又发现了不少类似的油田
1918	发现了美国最大的潘汉德 - 胡果顿气田
1921	洛杉矶盆地发现了一系列大油田, 如: Signal Hill、Huntington Beach、Santa Fe Springs 等
1922	阿肯色州发现最大的油田——Smackover, 一年之内完井 1000 口
1925	在纺锤顶老油田上加深钻进至 788.8 米, 发现新油层, 使老油田复活
1928	发现了当时最大的俄克拉何马城油田
1930	发现了储量超过 6.8 亿吨的东得克萨斯油田
1934	在墨西哥湾北岸发现 Old Ocean 油田, 使地球物理方法大为盛行
1938	在路易斯安那州发现第一个海上油田——Creole
1943	在俄克拉何马州发现地层圈闭大油田——West Edmond 油田
1948	在得克萨斯州西部发现 Scurry Reef 礁灰岩油田, 刺激了世界各地寻找类似油田
1951	在美国的能源统计表上, 石油已经与煤相当; 在阿拉斯加州的库克湾发现了 Swanson River 油田
1968	在阿拉斯加州北坡发现了美国最大的普拉德霍湾油田, 可采储量达 13.6 亿桶
1976	在落基山逆掩断层带中发现油田, 开辟了一个新的领域
1995	开始大力开发墨西哥湾的深水油气资源

2.2 美国油气资源地质背景及分布

2.2.1 美国油气地质背景

美国油气资源的分布是受北美石油地质条件所控制的。按照板块学说的观点, 美国在大地构造上位于北美板块的南部, 其西部大陆边界为北美板块边缘, 由于北美板块和太平洋板块碰撞, 北美西