

科学技术

对石油工业的作用及发展对策

傅诚德 著



北京)

石油工业出版社

PETROLEUM INDUSTRY PRESS

37256/10
内 容 提 要

石油天然气是当今世界的重要能源和战略资源,作为第一生产力的科学技术,对世界油气工业的生产、开发、利用起着特殊的作用。本书简要分析了科学技术发展对人类文明进步的作用和影响,从不同角度论述了科学技术对石油工业的作用,同时提出了发展对策和目标。

本书可供石油石化企业各级领导、管理人员、科技干部阅读,也是一本综合性的石油科普教材。

图书在版编目(CIP)数据

科学技术对石油工业的作用及发展对策/傅诚德著.
北京:石油工业出版社,1999.9

ISBN 7-5021-2812-3

I.科…

II.傅…

III.①技术发展-作用-石油工业

②石油工业-经济发展战略-研究-中国

IV.F426.22

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第62009号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

石油工业出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

850×1168毫米 32开本 5印张 13插页 100千字 印1—5000

1999年9月北京第1版 1999年9月北京第1次印刷

ISBN 7-5021-2812-3/TE·2200

定价:20.00元

前 言

石油和天然气作为世界上的主要能源和优质化工原料，是当今社会经济发展中重要的生产力要素之一。目前，世界能源消费的结构比例为：石油 40%，煤炭 27.4%，水电 2.5%，天然气 22.9%，核能 7.1%，石油和天然气的比例占到世界能源消费的 62.9%，份额接近 2/3。一个国家对石油和天然气的拥有量和占有量已成为综合国力的重要标志。近几十年来，石油问题表现出了更为强烈的战略性和政治特性，由此而引起的政治变幻和战争风云众所周知。石油的供需状况不仅在相当大的程度上直接影响着一个国家的经济稳定和安危，而且往往成为影响一个地区，以至全球政治、经济秩序的重要因素。正因如此，世界各国都把发展石油和天然气，保持和增加对其的拥有量和占有量作为重大战略问题，倾注了大量的人力、物力（甚至军力）和资金，以保持国家机器的正常运转。

作为一次能源的石油和天然气，它的发展前景如何，是世人关注的一个重要问题。据 1994 年第 14 届世界石油大会公布的数字，全球石油资源量为 3113 亿吨，天然气为 328 万亿立方米，迄今为止，探明程度已分别达到 80% 和 60%。七八十年代，石油和天然气已渡过了高峰发现期，随着探明程度和发现难度的增加，油气

勘探正向着深层、沙漠、海洋和极地进军，油藏类型也向着中小型为主的隐蔽油藏发展。为了降低生产成本，提高经济效益，科学技术越来越受到重视。世界各大石油公司竞相集中一流人才，注入大量资金，攻克技术难关。近 10 年内，世界各大石油公司在勘探方面，发展了先进的地震技术、钻井技术、综合勘探技术，以及投资科学决策技术；在开发方面，推出了四维地震、过套管测井、三维精细建模、地质导向钻井、大位移水平井、多底井钻井和先进的三次采油等战略性技术，使油气发现成本和生产成本平均下降了 40%；在炼油化工方面，不断开发高效催化剂，提高工艺技术和管理水平，使炼油化工成本大幅度下降。1990 年以来，美国采用新型催化剂等高技术，虽然关闭了 29 座炼厂，但日加工量仍然增加 10.5 万桶。

新中国成立以来，中国石油工业就有重视科学技术的好传统，特别是改革开放以来，一方面大力引进国外先进的科学技术成果，同时针对自己的情况不断加大研究与攻关力度。1998 年科技进步贡献率已达 48%，对推动生产、提高效益发挥了十分重大的作用。“科技兴油”是原中国石油天然气总公司 1993 年提出的重要发展战略。它全面体现了邓小平同志关于“科学技术是第一生产力”的思想，是石油工业持续发展的根本保证，也是振兴中国石油工业的必然抉择和必由之路。

本书第一部分从世界科学技术发展对人类文明进步的作用和影响入手，回顾了人类社会几次科学革命和技术革命的历程，介绍了知识经济新时代的特点，又以不

同类型国家发展的案例证明必须坚持“科教兴国”的正确性；第二部分通过近代石油科技发展史上三次大的技术革命，看到石油科技从初级到高级，从分散到集成，不断进步成熟的过程，以及带来人们认识观念上的许多转变，油公司的经营战略也相应地发生嬗变；第三部分具体介绍了当前世界石油科技的热点、难点和突破点的几份调查，其中美国国家石油委员会的预测既详尽，又对每一领域的技术在其影响程度和转化前景两方面作出“定位”的估计，极具参考价值；第四部分从三大领域九大专业全面地阐述了各学科的现状、发展趋势与国内外对比；第五、六部分是对中国 50 年来石油科技发展历程的回顾与水平的评价分析，在此基础上提出“十五”及 2015 年科技工作的目标和对策建议。

本书在编写过程中，引用了赵澄林、宋建国、钱凯、牛毓荃、乐金、谭廷栋、郭荣坤、葛家理、禹长安、王同良、高德利、王秀明、陈茂祥、杨士莱、林世雄、徐春明、王开岳、吴芳云、刘炳义、胡杰等同志提供的资料，方朝亮同志帮助修改、完善、整理，特别是蒋其垠同志从整体构思、材料提供和协助审核等方面给予了大力支持。对所有鼓励、支持和帮助本书编写出版的同志表示深切感谢！

目 录

一、世界科学技术发展史的启迪·····	(1)
(一) 科学革命和技术革命对人类文明 进步的作用和影响·····	(1)
(二) 知识经济开创了人类社会的新时代 ····	(18)
(三) 世界科技发展史的几点启示 ·····	(27)
二、近代石油科学技术发展史及对我们的启示 ···	(41)
三、当前和近期世界石油科学技术的热点、 难点和突破点 ·····	(54)
(一) 美国国家石油委员会 (NPC) 预测的热点、难点和突破点 ·····	(54)
(二) SPE (国际石油工程师协会) 主席杰克·布休提出 6 个技术前沿 领域的目标与采取的方法和技术 ·····	(55)
(三) 斯仑贝谢公司主席 Euan Baird 展望 90 年代上游技术的进展·····	(64)
(四) 美国能源部 1999 年和近期 资助的重大项目 ·····	(65)
四、主要学科专业的现状、发展趋势及对比 ·····	(67)
(一) 油气勘探 ·····	(68)
(二) 油气田开发 ·····	(91)
(三) 地面工程 ·····	(96)

(四) 石油天然气下游技术	(97)
五、50 年石油科技的发展历程及思考	(102)
(一) 石油、天然气地质理论方面的优势.....	(106)
(二) 油气勘探技术方面的优势.....	(107)
(三) 油气田开发技术方面的优势.....	(108)
(四) 炼油化工技术方面的优势.....	(109)
(五) 天然气化工利用方面的优势.....	(110)
(六) 轻烃化工利用方面的优势.....	(110)
六、对策和目标.....	(138)
(一) 目标.....	(138)
(二) 重点技术创新和技术改造任务.....	(140)
(三) 对策.....	(145)
附录 几个基本概念.....	(148)
主要参考文献.....	(152)

一、世界科学技术发展史的启迪

人类从一万年之前就进入刀耕火种的早期文明时代，纵观漫长的人类文明发展史，科学技术对推动生产、经济的发展和人类文明的进展起到了至关重要的作用。我们清楚的看到，科学技术的每一次重大突破，都使人类社会产生深刻的变革，带来了巨大的进步。诚如马克思所言：科学是最高意义上的革命力量，生产力也包括科学，另一种不需要资本家花钱的力量是科学力量。邓小平同志提出科学技术是第一生产力。在某种意义上说，一部人类文明史也是一部科学技术发展史。

（一）科学革命和技术革命对人类文明进步的作用和影响

科学是人类在认识世界、改造世界过程中形成的正确反映客观世界的现象、本质和运动规律的系统的理论知识，是指对各种事实和现象进行观察、分类、归纳、演绎、分析、推理和实验，从而发现规律，并对各种定量规律予以验证和公式化的知识体系。技术是基于自然科学成果所提供的理论和方法，以及人类在控制自然力、转化自然界的物质和能量、改善生态环境的过程中积累起来的实践经验而发展成的各种工艺方法、操作技能和信息手段以及作为劳动对象的产品效能的总和。简言之，科学的任务是揭示事物发展的客观规律，探求真

理，是属于“认识世界的范畴”；技术的任务是人类改变或控制周围环境的手段或活动，是属于“改造世界”的范畴。1994年美国发表科学的白皮书有段话“科学是技术的基本燃料、技术是经济增长的发动机”，充分体现了科学、技术与经济三者的关系。

在人类文明史上，曾有很长一段时期由社会生产需求刺激技术的发展，进而呼唤着科学。这种发展模式表现为：生产（P）→技术（T）→科学（S），即社会生产实践对技术的需求，为相关科学理论的形成奠定了基础。20世纪的新科技革命浪潮及其深远影响，使上述科学、技术和生产的关系模式发生逆转，形成了新的发展模式：科学（S）→技术（T）→生产（P），即科学走到了技术和社会生产的前面，技术创新和生产实践日益取决于基础科学的突破。以现代社会不可缺少的电脑为例，其硬件的核心部分是微处理器，而微处理器的制造得力于微电子技术，微电子技术又以半导体能带理论为基础，最终则可以溯源到量子力学和量子理论的创立。1998年，三位任职美国的科学家因“发现电子在强磁场中的分数量子化的霍尔效应”荣获年度诺贝尔物理学奖。瑞典科学家安德斯·巴拉尼评述道：“这项发现在计算机、电视机和移动电话小型化发展方面是一个重大突破，它可以成为下个世纪的微电子学。”显然，在“S→T→P模式”中，基础研究构成了技术和生产的知识基础，也决定了新技术和社会生产的发展取向。

科学革命是认识世界的方式的根本改革，是质的改变，因此也是“最高意义上的革命”。人类历史上科学

革命大体可分为三个阶段。第一阶段为古代科学革命阶段，人们对自然的认识是朴素的、肤浅的，主要来自生产和生活中的直接经验总结，产生了古代数学、医学、天文学和地理学，这个阶段科学对生产发展的促进作用还比较小。第二阶段为近代科学革命，人对自然的认识突破了宗教迷信的桎梏。哥伦布和麦哲伦完成了环球航行，发现了美洲大陆；欧洲文艺复兴带来了学术繁荣和思想的解放；哥白尼（1473~1543）的新宇宙学说；伽利略（1564~1642）开创的实验观察与数学分析相结合的科学方法以及牛顿（1642~1727）奠定的近代力学基础，形成了近代自然科学的理论体系和以系统的观察、实验与严密的数学方法相结合的科学方法。第三阶段为现代科学革命，1931年英国科学家法拉第（1791~1867）发现电磁感应定律，1864年麦克斯韦（1831~1879）将电磁现象归纳为一组数学方程。人类对于电磁现象的知识，不但为19世纪电气技术革命奠定了科学基础，使人类进入了电气化时代，而且由于对电磁波本质的认识揭示了光、电、磁等物质运动及相互作用本质的统一，在人类对物质本质认识的知识综合上实现了又一次飞跃。它与20世纪的量子理论和相对论一起成为以核技术、半导体以及计算机技术为核心的第三次技术革命的科学知识基础。人类迈入了原子、电子、空间和计算机时代。近30年来，由于物质科学、生命科学和信息科学的进展，在材料、信息和生物技术方面的不断取得突破，“现代科学技术正在经历着一场伟大的革命”，“现代科学技术……也不只是有了一般意义上的进

步和改革，而是几乎各门科学技术领域都发生了深刻的变化，出现了新的飞跃，产生了并且正在继续产生一系列新兴科学技术”，同时还以空前的规模和速度，应用于生产，影响着日常生活，改变着人类社会的生产方式、流通方式、生活方式、思维方式和社会结构。

人类文明的发展史昭示，知识的价值不仅是人类对客观世界认识的系统积累和科学归纳，而且是社会生产力发展的基础和动力，是人类文明进步的基石。

技术革命是指改造世界的方式发生了根本改变。特别是近代和现代的技术革命是一场新的改造世界的方法和方式的革命，对整个人类社会的生产和生活产生了深远影响和大的变革（图 1、图 2）。这种变革，是多方面的改变。首先是工作对象改变。封建社会，农业社会时期，人们的主要工作对象是土地，耕作利用土地则生长出粮食。在工业社会阶段，主要是用大机器作手段，来提高效率、效能。今后的工作对象，主要是信息和知识，把重点放在知识上面，这样才真正抓住战略的要点。第二是生活环境改变。经过工业革命，周围都是工业产品。这次信息革命，周围更多的是信息设施，尤其是网络，几乎无处不在。第三是活动范围发生变化。随着物质文明、精神文明建设的发展，人类的活动范围将不断扩大。从宏观世界到微观世界，都是人类涉足的领域。第四是人们的生活节律加快。生活节律跟生产方式是紧密相连的，工业化大机器生产，使人们的生活节律加快了。经过一次新技术革命，生产方式发生转变，人们的生活节律也随之变快，计量时间的单位趋向缩小。

第五是价值观念转变。价值观具有时代特征和不同尺度。一次技术革命后，价值观念就发生质的飞跃。西方报刊议论 60 年代以来，人们对工业产品有一种厌倦和反感情绪，希望得到的是自然产品，天生的艺术性的东西，而反对大机器生产的、大规模的、单一的产品。当然还有伦理道德观念也在起变化。伦理道德观念，是以一定生产力为基础的，与生产力水平、社会文化传统有密切关系。

如果按照上述标准来衡量技术革命，那么它已经发生过四次。现在正要发生的，在本纪世末可能达到高潮的，是第五次技术革命。

第一次技术革命，是史前期一万年 before 发明了制火技术。它使人们生活面貌改变了。火可以照明、取暖、驱寒，可以娱乐（围着火跳舞），也可以炼铜、炼铁，改变了生产面貌，使人类社会结束了石器时代，进入金属时代。所以社会发展史都从这儿谈起。有了制火技术，进入人类最早的文明时期。

第二次技术革命，是三千年前耕种技术自成体系。农业技术一万年 before 就有了，但形成体系，有吃有穿建立完全自给的农业技术，是在三千年前，首先是中国。封建社会比较稳定，是靠小农经济、自给经济结构决定的。一个农户破产所造成的影响很小，而工业就不一样，一个工厂倒闭，影响一大片。

世界历史进入近代后，由于生产规模的不断扩大，产品竞争的加剧，新市场的开拓以及科学技术的高速发展，至今已至少又经历了三次由技术发展引起的产业革

命。

第一次产业革命是 18 世纪 60 年代至 19 世纪 40 年代。其重要标志是发明了进入实用阶段的蒸汽机。蒸汽机的广泛应用，大大推动了纺织、采矿、冶炼、机械加工等工业的迅速发展。英国 1820 年的采煤总量占世界 75%，生铁产量是世界的 40%，成为当时最为强大的工业国家，享有“世界工厂”的称号，靠的就是这种能源动力革命的成果。

第二次产业革命是 19 世纪 50 年代到二次世界大战前。它标志着以石油和电力为新能源的电气时代的到来。一系列的重大发明，如发电机、电动机、电话及无线电通讯、内燃机、汽车、飞机、有机化工和转炉炼钢等新技术产品成为经济发展和社会前进的强大驱动力，经过第二次产业革命，世界工业总产值在 19 世纪最后 30 年中增长了两倍，其中钢铁产量猛增 55 倍，石油产量增加 25 倍。

第三次产业革命是二战以后延续至今的一次，也称为“第三次浪潮”。核能的利用、电子计算机的诞生及外层空间的探索和合成材料的广泛应用是其主要标志。第三次产业革命对人类生产能力，社会进步提高的幅度难以用一般方法进行测算。

这次技术革命以信息技术的发展作为主要特征。信息技术的核心内容主要有三个方面：一是微电子，二是网络，三是光电子。此外人们公认，影响 21 世纪人类进程的还有生物工程、极限技术和环保技术。

(1) 从微电子技术发展的历史来看，70 年代，有

了数字运算主机，这是微电子技术的幼年时期；到了80年代，PC个人机登台，微电子技术进入了一个青少年时期；90年代微电子技术进入成长时期，出现了巨型机、超巨型机、工作站等等，而且与科技的其它方面相结合，渗透到经济的各个领域。著名科学家戈登·摩尔发现了一个十分警人的定律：计算机微处理器的能力每18个月就要翻一番（图3）。近年来全球电脑销量平均每年增长15%：1996年售出7100万台，1997年是8100万台，1998年则升至9300万台，到1998年底，估计全球共有电脑5亿台。现在，世界上巨型机的处理速度平均都在10亿次/秒（浮点）以上并且正从办公室进入家庭；日本科学技术厅于1999年开始研制的“地球模拟器”，将是世界上运算速度最快的超大型计算机，是由5120台处理机构成的并行计算机系统；计算机运转速度的大幅度增长使得石油勘探开发梦寐以求的三维可视化成为可能，目前美国7.62米乘以2.74米的大球面屏幕有160度的视野，可形成地下三维全景，显示和立体声通过触摸屏幕控制。勘探专家可以通过人机联作环境，移动、切片和进行虚拟开发，可以更快速、更有效地进行钻井决策。据称，以往需要三四个月进行的分析工作，如今可以在一天内完成，而且精度提高。据报道，美国阿科石油公司安装一种“沉浸”式的虚拟现实房间，由四个投影面构成：三个垂直的墙和一个地面。图像从墙的背后投影，地面图像则从顶部向下投影。在这样的环境中，数据不仅围绕用户，而且看起来像是填充了整个空间。1998年5月，雪佛龙石油技术公司的

一个研究实验室也建立了类似的系统。该系统利用高性能并行计算机处理地震数据，利用可视化超级计算机把结果显示在长 6610 米、宽 2.44 米的大型屏幕上，用户戴上立体眼镜，在虚拟现实环境中分析油藏和勘探区。

现在整个信息技术的组成结构也在发生变化。以前都是硬件大大超过软件，现在软件飞快发展，基本可以达到 1:1，估计将来软件的发展比硬件还要快。正是由于软件的发展才使得硬件更好地发挥作用。但是软件的生产主要是靠人的智力的，现在也正在进行自动化的软件生产。只要求设计者定出具体应用所要求的逻辑，实际的编辑过程都可以由智能机自动完成。所谓的自生软件，就是这种软件，它不需要重写，也不会被电脑科技的进展所淘汰，电脑将它们自动地修正或改进。目前这种软件的雏型已经研制出来。智能化不仅体现在这些方面，它同样也体现在我们日常生活中。比如说现在日本的“智能厕所”，你在使用厕所的过程中，电子传感器能够测定你尿里的蛋白质、糖、红血球、白血球等参数，并显示在荧光屏上；你把手伸进扶手，马上就能够测量你的血压、脉搏和体温。你的身体若有问题就可以通过传感器马上传到医生办公室，及时进行治疗。

还有智能材料，这种材料就像人一样，能对变化的环境产生反应。大家都知道修高速公路和桥梁都需要混凝土，现在有种能够感知的混凝土。用这种智能混凝土，假如哪儿压力大了，有裂缝，它可以通过自身结构传感器进行弥补，假如海底桥墩受海水侵蚀，它就可以释放出一种材料来中和海水的侵蚀。

(2) 网络技术，当前，计算机和网络技术日益渗入知识活动的全过程——知识的生产、流通和使用，促使人类的知识活动达到高速度、大范围、高效率，极大地改变了知识活动全过程和国家知识系统各部门的时间关系和空间关系。于是，出现了许多过去难以想象、令人惊愕的法则，如梅特卡夫法则——计算机网络的价值等于其节点数目的平方。现在可以说进入了全球网络化的新时代。最大的特点就是计算机和通信联盟，有人称这为“空中联姻”。就是由于计算机和通信联盟以后，通过卫星等使得我们的整个空间、全球都成为一个统一的体系，从而消降了时间和空间的障碍。这也是全球经济一体化的基础。由于速度加快，金融和整个流通在某种程度上可以光速来进行。计算机和通信的联盟，再加上电话、电视、电脑相结合引发了一场数字化的技术革命。声音、图像、文字都可以通过一体化的数字表达的多媒体技术。因此，电脑、电视、电话可以结合在一起，这将彻底改变人们生活、工作和活动的方式。有人估计，由于电脑、电话、电视可以融合，将来“个人通信机”（它集成手持电话、计算机和传真机的功能于一体，使信息获取和传输费用相对低廉）可能会引起世界范围内的企业革命，个人通信机将要和个人计算机形成一种革命性的抗衡。同时，由于全球性的网络或局部性的网络产生，使很多活动和工作方式都发生改变。比如电子邮件、电子信箱不但代替邮递员和信件分拣员完成信息处理和传递工作，而且内容广泛得多，可以包括文字、图像、语言等各种信息，同时操作起来很方便，质

量又可靠，价格又便宜。这种电子邮件，电子信箱已在我国快速普及。还有电子市场，你要买东西，可以开通24小时服务的家庭采购有线网络，只要打开计算机，马上可以看到哪个商店有哪些东西，你要买什么也可以通过这个网络进行。还有办公的方式也可以改变，在家里可以通过这个网络联系，不一定非要到单位去，现在美国已有3000多万人在家上班。同时，开会可通过卫星电视、电话会议。以后国际会议也可以这样开。包括电子旅行，你可以坐在家里周游世界，虚拟学校——远程教学从根本上改变着我们的教学，使学生不只是单纯地听老师讲课，对课程的内容是怎么研究的整个过程都可以看到。有了这种技术，将来大学的老师也要转换角色，不只是单纯传授知识，而是变成教育咨询者，其作用是指导学生怎么去获取信息和怎么去利用信息。

在全球网络化新的时代里，还有一个新的发展就是无线通讯时代的到来。10年以前对它的发展未充分认识，当时预测，本世纪末美国将有90万个移动电话，但实际上现在移动电话已经超过原来预测的10倍以上，到1998年底，全世界的移动电话用户从前一年的2亿猛增到3.05亿。美国的摩托罗拉通过国际合作，花38亿美元初步开发了一个“铍金”卫星通信系统。通过低轨道的运行小卫星系统，向全世界提供全球的个人通信服务，使地球上任何地方都可以使用无线电话。估计到2005年，全球使用因特网的网民将达到3.5亿（1998年1月为9000万），其中北美洲占1.53亿、亚洲和大洋洲1亿、欧洲7700万、南美洲800万、非洲300万。