

新疆研究丛书

新疆 和俄罗斯东部石油业发展的历史与现状

中国新疆
History and Status Quo of the Oil Industry in
China's Xinjiang and East Russia

段光达 马德义 宋涛 叶艳华/著

 中国社会科学院创新工程学术出版资助项目
新疆研究丛书

中国新疆和俄罗斯东部 石油业发展的历史与现状

History and Status Quo of
the Oil Industry in China's **Xinjiang**
and East Russia

段光达 马德义 / 著
宋 涛 叶艳华



社会科学文献出版社
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

图书在版编目(CIP)数据

中国新疆和俄罗斯东部石油业发展的历史与现状 / 段光达等著. —北京: 社会科学文献出版社, 2012. 9

(新疆研究丛书)

ISBN 978 - 7 - 5097 - 3271 - 7

I. ①中… II. ①段… III. ①石油工业 - 经济发展 - 研究 - 新疆 ②石油工业 - 经济发展 - 研究 - 俄罗斯 IV. ①F426. 22 ②F451. 262

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 066393 号

· 新疆研究丛书 ·

中国新疆和俄罗斯东部石油业发展的历史与现状

著 者 / 段光达 马德义 宋 涛 叶艳华

出 版 人 / 谢寿光

出 版 者 / 社会科学文献出版社

地 址 / 北京市西城区北三环中路甲 29 号院 3 号楼华龙大厦

邮政编码 / 100029

责任部门 / 人文分社 (010) 59367215 责任编辑 / 周志静 孙以年

电子信箱 / renwen@ssap.cn

责任校对 / 秦 晶

项目统筹 / 宋月华 范 迎

责任印制 / 岳 阳

经 销 / 社会科学文献出版社市场营销中心 (010) 59367081 59367089

读者服务 / 读者服务中心 (010) 59367028

印 装 / 三河市尚艺印装有限公司

开 本 / 787mm × 1092mm 1/16

印 张 / 21.25

版 次 / 2012 年 9 月第 1 版

字 数 / 420 千字

印 次 / 2012 年 9 月第 1 次印刷

书 号 / ISBN 978 - 7 - 5097 - 3271 - 7

定 价 / 69.00 元

本书如有破损、缺页、装订错误, 请与本社读者服务中心联系更换

▲ 版权所有 翻印必究

《新疆研究丛书》编委会

主 编：厉 声

副主编：马大正 邢广程 李国强 李 方

编辑委员会：（按姓氏笔画排序）

马大正 马品彦 王 正 王淑梅 乌依古尔·沙依然

厉 声 邢广程 成崇德 华 涛 李 方 李国强

李维青 杨圣敏 吴云贵 吴福环 何希泉 宋月华

孟 楠 郝时远 秦其明 贾合甫·米尔扎汗 谢寿光



总 序

厉 声

新疆维吾尔自治区地处祖国西北边疆、亚欧大陆的腹地,全区面积 160 多万平方千米,占国土面积的 1/6;周边与 8 个国家接壤,有长达 5700 千米的边界线。新疆古代时属于泛称的西域,历史上,这里是欧亚人口迁徙和东西方文明交流的孔道。数千年历史的发展和文明的沉淀,使今天的新疆成为一处有着深厚底蕴和丰富内涵的历史文化宝地。步入近代,孤悬塞外的新疆饱受列强和境外侵略势力的宰割与欺凌,成为一部近代中国边患史的缩影。民国时期,军阀割据,贫穷和战乱严重地制约了新疆社会经济的发展。新中国成立后,新疆各族人民翻身解放、当家做主,积极投身于各项建设事业中。半个多世纪后的今天,新疆已成为全国最有发展潜力的省区之一。

研究新疆历史的发展与变化,历来受到中外学术界的瞩目,今天,有关新疆研究的著述可谓硕果累累,十分丰富。与此同时,也应该看到,还有更多的研究领域等待着学者们去探讨;已有的研究内容也需要进一步深化和细化,有些需要做整体和系统的思考。此外,相关研究的基础资料和研究成果的出版也不尽如人意。而改革开放以来新疆社会经济发展的特定形势又迫切需要加强对其历史与现状的综合研究。有鉴于此,2004 年 5 月,全国哲学社会科学规划办公室批准“新疆历史与现状系列研究综合项目”(以下简称“新疆项目”)立项为国家哲学社会科学基金特别项目。项目为期 5 年,由中国社会科学院科研局牵头管理,项目专家委员会组织实施。

“新疆项目”分为专题研究、档案文献整理、重要外文著作文献翻译等几个大的子项目类别。按“新疆项目”规划,凡结项成果统一由项目办公室组织专家匿名评审,评审结果达到良好以上者,由项目基金资助出版。为此,拟定以《新疆研究丛书》、《新疆历史档案文献丛刊》、《新疆历史译丛》三种丛书形

式,分别出版上述几大类研究成果。由“新疆项目”专家委员会承担丛书编委会的责任。

我们深信,“新疆项目”的实施与各类研究成果的出版,必将有力地推动新疆历史和现状的研究,同时将造就一批这一研究领域的学者,他们将成为21世纪新疆研究的中坚。

目 录

第一章 世界油气资源生产及中国和俄罗斯石油生产概览	1
一 世界油气生产及供求状况	1
二 能源燃料的利用及国际能源危机	7
三 中国能源生产及供需状况	12
四 苏联及俄联邦的油气资源生产概况	17
第二章 中国新疆和苏联(俄)东部地区石油开发的历史与现状	24
一 新疆石油资源开发历史概览及现状	24
二 新世纪中国石油需求量激增背景下的新疆石油工业	30
三 苏联(俄)东部地区石油工业发展历史及现状	37
四 全俄能源生产中的东部地区油气资源开发	63
五 俄联邦东部地区石油资源开发与中俄石油合作	69
第三章 新疆石油主产区的社会人文环境	73
一 人民生活水平的提高	73
二 社会事业的发展	79
三 石油主产区主要城市的发展	87
四 人口发展与环境保护	101
五 多民族与多宗教和谐发展	106
六 特色区域文化与石油文化	118

第四章 中国新疆与苏联(俄)东部地区资源开发的对外合作	129
一 新疆石油资源开发中的对外合作	129
二 苏联(俄)东部资源开发中的对外合作	133
第五章 中国新疆与俄罗斯东部地区石油工业发展的比较	159
一 资源丰富且前景广阔	159
二 两个地区面临“二次开发”的共同任务	164
三 石油资源开发过程中所面临的自然条件类似	169
四 两地石油生产远离目标市场且基础设施薄弱	176
五 借助政策优势两地油气生产获得长足发展	184
第六章 俄罗斯东部地区石油资源开发对中国新疆石油工业发展的 借鉴意义	193
一 石油资源开发过程中的生态环境保护问题	193
二 正确理解石油资源开发与低碳经济之间的关系	202
三 正确处理石油资源开发与当地的关系	205
四 兼顾新疆石油资源开发的经济性和战略性	209
五 石油产品多样化及未来战略转型问题	212
六 科学地改进管理并提高开发利用效率	215
参考文献	223
附表	232
后记	332

世界油气资源生产及中国和 俄罗斯石油生产概览

人类已经向自己赖以生存的这个蔚蓝星球索要石油资源达一个多世纪之久了，石油资源开发在 20 世纪下半期逐渐达到生产极限，世界范围内的消费也在以近乎几何增长的方式上升。尽管石油产量不断达到新高，但与迅猛增长的需求量相比较则显得相形见绌。作为一种不可再生资源，油气资源必将耗尽，但在找到足以支撑世界经济发展的新能源或者替代能源之前，我们不得不继续依赖石油及天然气等自然资源。同时，多种国际政治因素与世界能源供求矛盾相互交织，最终促使世界能源危机局面逐渐显露并日趋严峻，有限的石油资源已然成为世界经济发展的主要制约因素。

一 世界油气生产及供求状况

（一）世界石油生产概览

世界能源人均产量在 1945 ~ 1973 年以每年 3.45% 的速度增长，20 世纪 70 年代国际政治局势的变化对世界石油生产产生极大影响，1973 ~ 1979 年人均产量增长速度同比降到 0.64%，1979 ~ 1999 年则降到 0.33%。据此测算，由于人口数量增加等因素，到 2030 年世界能源人均产量将与 20 世纪 30 年代的数量相当。1960 ~ 1973 年世界石油生产年平均增长率为 6.65%，1973 ~ 1979 年为 1.49%，1979 ~ 1999 年为 0.75%，这种增长速度远远落后于世界经济增长水平。就目前情况来看，21 世纪最初的 40 多年时间里世界石油生产将下降 58.8%，这就意味着在这 30 多年时间内世界石油生产将会

以年均 2.45% 的速度下降^①，这必将对世界经济产生重大影响。

目前，世界石油产量的确比以前增加许多。1973 年世界石油总产量为 28 亿吨左右，到 2009 年增加到 38 亿吨（见表 1-1）。这两个数字说明，世界石油生产增长幅度很大。但全球石油消耗量也在逐年攀升，且远远超出生产增长的速度。到 2005 年，世界油储为 6874.3 亿桶，日消耗量 6400 万桶。按目前消耗量计算，世界石油资源理论上可供开采 29.2 年，但这只是一种静态的考查，并未把需求增长等状况考虑在内，尤其是未把中国和印度这样的发展中大国对石油需求量猛增的状况计算在内。

表 1-1 世界石油地区生产份额（以 1973 年和 2009 年为例）^{*}

年份	总产量 (百万吨)	中东地区 (%)	OECD 国家 (%)	俄联邦 (%)	非洲 地区 (%)	拉美 地区 (%)	亚洲 (不含中 国, %)	中国 (%)	非 OECD 欧洲国家 (%)
1973	2867	36.9	23.6	15.0	10.1	8.6	3.2	1.9	0.7
2009	3843	30.0	22.3	16.7	12.4	8.9	4.4	5.1	0.2

* 该表由笔者根据国际能源署（IEA）有关图表资料总结制作。总比例中包括原油、液化气、石化原料、石油添加剂及其他碳氢化合物。

资料来源：Key World Energy Statistics 2010, International Energy Agency (IEA)。

沙特、伊朗、阿联酋等世界石油资源富集的中东国家有许多是世界石油净出口国，其中沙特 2008 年出口量达到 3.55 亿吨，同年石油出口量超过 1 亿吨的国家达到 5 个。尽管美国国内自然资源十分丰富，但其庞大的经济规模已然使之成为石油净进口国。1950 年美国石油产量约占世界的一半，而半个世纪后，美国自己的产量不足其自身需求量的一半。美国国会议员罗斯科·巴特莱特（Roscoe Bartlett）指出，美国拥有世界人口的 5%，其石油储藏量占世界 2% 左右，然而它却消耗着 25% 的世界石油——这其中约 2/3 需要进口。^② 美国以年均 5.64 亿吨的进口量位居石油净进口国家榜单之首，日本位列其次，作为最大发展中国家的中国和印度的进口量之和已经达到 3 亿吨左右。世界石油资源净进口国和净出口国在今后相当长时间内依然是既定的几个大国（见表 1-2），而且随着经济的发

① Richard C. Duncan, The Peak of World Oil Production and the Road to the Olduvai Gorge. *Geological Society of America, Reno, Nevada*, November 13, 2000, <http://dieoff.org/page 224.htm>.

② Roscoe Bartlett, Our Dependence on Foreign Oil, *House of Representatives, USA*, 2005-4-20.

展，净进口国的数量会快速增加。

表 1-2 世界石油净进（出）口国及进（出）口量（2008 年数据）

单位：百万吨

净进口国	美国	日本	中国	印度	韩国	德国	意大利	法国	西班牙	荷兰	其他	总计
进口量	564	199	175	128	116	105	88	83	61	57	514	2090
净出口国	沙特	俄罗斯	伊朗	阿联酋	尼日利亚	安哥拉	挪威	科威特	伊拉克	委内瑞拉	其他	总计
出口量	355	241	120	108	102	92	90	89	88	74	593	1952

资料来源：Key World Energy Statistics 2010, International Energy Agency (IEA), 2010, p. 11。

石油进出口状况反映出世界石油生产与消费所表现出来的不平衡性。石油资源富集且产量巨大的国家并非主要石油消费市场，这主要是由于其自身经济发展规模造成的，也是这些国家的“石油经济”的相关政策导致的，这个特点在中东地区国家表现明显。美国、中国和印度拥有较为丰富的石油资源，但由于其自身经济发展速度较快，本国石油资源难以完全满足生产发展的需要，因此需要大量进口。日本是典型的贫油国，在表 1-2 所列举的国家中很明显应被单独划为一个类别。

世界石油价格从 20 世纪 40 年代末一直到 60 年代末维持在每桶 2.5 ~ 3 美元之间，1948 年为 2.5 美元，1957 年上升到 3 美元。1958 ~ 1970 年，世界石油价格基本稳定在每桶 3 美元的价位，到 1974 年年末上涨到 12 美元。1978 年，世界原油价格从 12 美元左右上涨到每桶 13.55 美元。1978 年 11 月至 1979 年 6 月伊朗革命期间石油减产，并引发新一轮油价上涨。1980 年两伊战争爆发后，两国原油日产总量仅为 100 万桶，这与 1979 年 650 万桶相比大相径庭，这种情况使世界石油产量减少 10%。由于伊朗革命与两伊战争的影响，世界石油价格从 1978 年的每桶 14 美元上升到 1981 年的每桶 35 美元。30 年后，伊朗石油生产仅为巴列维政府时期的 2/3，伊拉克的生产保持在两伊战争以前的峰值之下，差额在 100 万桶左右。

从 1990 年到 1997 年，世界石油日消费量增加 620 万桶。1997 ~ 1998 年亚洲金融危机爆发，亚洲经济增长势头一度停滞，1998 年亚太地区石油消费量自 1982 年以来首次下降。消费量相对减少以及欧佩克成员国产量增加导致石油价格有所下降，欧佩克成员国在 1998 年 4 月和 7 月的原油产量分别削减 125 万桶/日和 133.5 万桶/日，价格下降趋势一直持续到 1998 年年底。石油价格在 1999 年年初重新开始走高，同年 4 月欧佩克减产 171.9 万桶/日，极大地推动了石油价格的上升。从 1998 年年初到 1999 年年中这段时

间欧佩克石油产量下降 300 万桶/日，又使石油价格恢复到 25 美元/桶的水平。1990~1997 年，世界石油消费量增加 620 万桶/日，亚洲地区消费占一半。

2009 年国际原油价格一路上扬，上涨幅度接近翻番水平，10 月下旬曾一度突破 80 美元/桶大关。此后又震荡回调，国际油价一直在 75 美元/桶以上波动。该时期国际石油价格表现出来的状况主要是由于同期世界经济整体回升速度较快，国际市场需求量膨胀是 2009~2010 年世界石油价格上涨的主要原因；另外，2008 年金融危机以来，石油输出国组织欧佩克多次推出限产政策，促使国际原油价格上涨。2009 年国际原油平均价格每桶为 61.5 美元，比 2008 年下跌 37.6%。^① 2010 年年初国际石油价格也 和 2009 年一样处于上涨的趋势。2010 年一季度西得克萨斯州轻质原油（WTI）最低价格为 71.19 美元/桶，最高价格为 83.18 美元/桶，一季度平均价格为 78.66 美元/桶，环比上升 2.53 美元/桶，升幅 3.32%，同比上升 35.35 美元/桶，升幅为 81.62%。总体上看，2010 年国际原油市场走势呈“W”型，油价在 71~83 美元/桶的区间波动。^② 2010 年世界石油探明储量为 2000 万吨左右。^③ 据《石油与天然气杂志》报道，世界已探明石油资源的 56% 蕴藏在中东地区，80% 的已探明储量集中在 8 个国家。^④ 沙特、伊朗以及阿联酋等中东地区国家依然是世界石油生产的主要力量，俄罗斯石油生产也位居世界前列。2009 年国际能源署（IEA）统计的 10 个世界主要的石油生产国的产量均超过 1 亿吨，具体见表 1-3。

表 1-3 世界主要石油生产国产量及比重（2009 年数据）

生产国	产量（百万吨）	占世界份额（%）
俄罗斯	494	12.9
沙特	452	11.8
美国	320	8.3
伊朗	206	5.4

① 《2009 年国际原油价格走势回顾及 2010 年价格展望》，国际石化咨询网，<http://www.intpec.com/fenxishig@ndian/1010EFG13.html>。

② 周颖光：《2010 年下半年国际原油价格走势分析》，<http://www.zgxxb.com.cn/tjdk/201009150058.shtml>（2010-09-16）。

③ 2010 年世界油气探明储量及石油产量估算值，《当代石油石化》2011 年第 1 期。

④ 数据来源于 International Energy Outlook 2010，美国能源信息局网站，http://www.eia.gov/oiaf/ieo/liquid_fuels.html#11。其中俄罗斯和加拿大为非欧佩克成员国。

续表

生产国	产量 (百万吨)	占世界份额 (%)
中 国	194	5.0
加 拿 大	152	4.0
墨 西 哥	146	3.8
委内瑞拉	126	3.3
科 威 特	124	3.2
阿 联 酋	120	3.1
其他国家和地区	1509	39.2
总 计	3843	100

资料来源: Key World Energy Statistics 2010, International Energy Agency (IEA), 2010, p. 11。

预计到 2030 年, 经合组织 (OCED)^① 成员国能源消费量将比现在的消费量增加 6% 左右, 2020 年这些国家的人均能源消费将出现缩小趋势。而非经合组织成员国到 2030 年的能源需求将增加 68%, 占全球能源增长总量的 93%。^② 根据 IEA 最新的报告, 2010 年全球原油需求是 8660 万桶/日, 比 2009 年增加 160 万桶/日, 约占 1.9%。2010 年全球原油供应量是 8660 万桶/日, 按年度口径计算自 2008 年 10 月以来首次同比增长 230 万桶/日。^③ 这种生产增长的局面可以持续一段时间, 到 2030 年以后, 世界石油生产将没有太大发展空间。

(二) 世界天然气生产概览

自从 20 世纪 70 年代以来, 世界天然气总产量不断上升。70 年代初“经济合作与发展组织”成员国天然气产量最大, 年产达到 713 亿立方米。由于世界其他地区的天然气生产增长迅速, 2000 年以后这种局面发生变化——经合组织成员国天然气产量下降到 370 亿立方米左右, 苏联地区的天然气生产则一直保持其主导地位, 1973 年产量不到 200 亿立方米, 到 2009 年则上升到 248 亿立方米。从 20 世纪 70 年代到 21 世纪初, 与天然气主要生产国相比, 中国的天然气产量绝对数量少, 但增长较为迅速, 30 多年时间里增长将近 5 倍 (见表 1-4)。

① 经济合作与发展组织, 简称“经合组织” (OCED), 由美日等 34 个市场经济国家组成的政府间国际经济组织。

② BP Energy Outlook 2030, BP Statistical Review, London, January, 2011, p. 17.

③ 《2010 年下半年国际原油价格走势分析》, 中国产业经济信息网, http://www.cinic.org.cn/site951/nypd/2010-09-20/432671_1.shtml (2009-09-20)。

表 1-4 世界天然气生产地区产量及份额

年 份	总产量 (十亿立 方米)	OCED (%)	苏联地区* (%)	中东 地区 (%)	拉美 (%)	亚洲 (不含中 国,%)	中国 (%)	非洲 (%)	欧洲非经合 组织国家 (%)
1973	1226	71.3	19.7	2.1	2.0	1.0	0.5	0.8	2.6
2009	3101	36.9	24.8	13.4	4.8	10.2	2.9	6.5	0.5

* “苏联地区”2009 年天然气产量统计数据主要涉及俄罗斯。——笔者注

资料来源: Key World Energy Statistics 2010, International Energy Agency (IEA), 2010, p. 12。

世界天然气生产集中在几个地区, 其中美国和俄罗斯的天然气产量均超过了 5500 亿立方米 (见表 1-5), 包括中国在内的几个主要天然气生产国的产量均接近 1000 亿立方米, 这几个主要国家的天然气产量占世界总产量的一半以上。

表 1-5 世界主要天然气生产国及其产量 (2009 年数据)

生产国	产量 (十亿立方米)	占世界份额 (%)
美国	594	19.2
俄罗斯	589	19.0
加拿大	159	5.1
伊朗	144	4.6
挪威	106	3.4
中国	90	2.9
卡塔尔	89	2.9
阿尔及利亚	81	2.6
荷兰	79	2.5
印尼	76	2.5
其他国家和地区	1094	35.3
总 计	3101	100.0

资料来源: Key World Energy Statistics 2010, International Energy Agency (IEA), 2010, p. 13。

世界天然气进出口总量很大, 主要集中在几个国家。在天然气出口方面, 俄罗斯位居世界首位, 其出口量在 2009 年达到 1600 亿立方米。挪威其次, 其出口量达到 1000 亿立方米, 这个数字与同年日本的进口量大致相当。

美国虽然天然气资源富集，但由于其庞大的经济规模，使它也成为最大的天然气净进口国之一，2009 年其进口量为 760 亿立方米。详见表 1-6。

表 1-6 世界天然气净进（出）口国及进（出）口量（2009 年数据）

单位：十亿立方米

净进口国	日本	德国	美国	意大利	法国	乌克兰	土耳其	西班牙	韩国	英国	其他	总计
进口量	93	83	76	69	45	38	35	34	33	29	214	749
净出口国	俄罗斯	挪威	加拿大	卡塔尔	阿尔及利亚	印尼	荷兰	土库曼斯坦	马来西亚	特立尼达和多巴哥	其他	总计
出口量	160	100	76	67	55	36	30	27	24	21	140	736

资料来源：Key World Energy Statistics 2010, International Energy Agency (IEA), 2010, p. 13。

从表 1-6 中可以看出，世界天然气和石油进出口情况存在诸多类似之处，突出地表现在以下两个方面：其一，由于石油资源在地质形成方面关系十分密切，所以石油资源富集的地区天然气资源也是同样的丰富。因此进出口状况也表现一致；其二，经济发达国家或经济发展迅速的国家均大量进口石油和天然气。这表明，石油与天然气资源将继续在今后的国际市场上处于供需两旺的状况。

二 能源燃料的利用及国际能源危机

200 多年前，世界经历了一场能源革命进而将人类带进了工业化时代。此间，发挥决定性催化作用的当属至今依然具有重要意义的碳氢化合物——煤炭。正是这种能源的利用为钢铁工业、交通运输业以及化学工业的飞速发展提供了可能。一个世纪以后，随着人类社会生产力的跨越式突进，经济的发展越来越受到能源的束缚。按照哲学理论来分析，新的问题出现则有新的解决办法相伴而来。这也是人类社会螺旋式上升的发展模式。这种新途径就是人们发现并开始充分利用新的碳氢化合物能源——石油和天然气，它们很快便成为工业化社会至关重要的一种能源。50 年以后，科学家们又开始利用核能为工业发展提供新的动力，但是从其在世界能源结构总比例中的位置可以看出，煤炭、石油和天然气这“老三样”依然占据绝对优势。

(一) 非油气能源的利用

煤炭资源是人类走向工业社会的一大“功臣”，它像巨人一样开启了人类动力革命的时代。在煤炭资源开发利用过程中，人们越来越发现其所生活的环境造成了极大的负面影响，然而在相当长时期内它依然不会退出能源领域。其理论使用年限相对较长，以目前消耗水平计算为215年，但如果考虑到人口增长、经济快速发展等因素，这个理论使用年限将大大缩短。目前，煤炭在世界主要能源需求中占24%，1999年美国发电量的57%来自火电。尽管煤炭蕴藏量较大，但是它并非再生资源，而且由于利用煤炭资源会产生众所周知的一系列健康及环境问题，每年全球二氧化碳释放量的43%来自燃煤。^① 所以，人们在惬意于煤炭对经济发展的推动作用的同时，又不得不更大程度地转向清洁能源。

一段时期里，各国还积极致力于研究如何开发和利用氢原料，但是成本不菲。1加仑汽油产生的能量需要3144加仑氢气来完成。氢气的贮存和运输都存在很大问题，由于氢气是质量最轻的气体，所以在防止其逃逸方面需要很复杂的阀门密封圈等技术及设备。而交通工具所使用的液态氢平均每天散失3%~4%。同时，氢的燃点在其他燃料中最低，只是汽油的1/20，即便有一点泄漏，也可能酿成火灾或爆炸。

作为清洁能源主要形式的太阳能和风能很受各国重视，尤其为环保主义者所推崇。但由于其具有诸多难以避免的不足之处，使其在世界能源结构中的比重非常微小。太阳能作为一种能源其弱点比较明显，突出之处主要在于能量密度^②低，能源间歇性、传输性差，规模受限等方面，这些都是制约这两种清洁能源开发的因素。比如，美国加利福尼亚州1.3万个风力涡轮机的发电量与一个555兆瓦的天然气电站的产量相当。如果将世界上所有运转的太阳能光电池的发电量加以累计，其产能约为2000兆瓦，这个数字仅仅是两个火电厂的产能。日产1.2万桶原油的一个钻井平台的产能，需要90多平方公里的太阳能面板或者需要1万个风力涡轮发电机。从居民住家角度以及村镇角度看，太阳能和风能是值得投资的，但是如果打算使之在

① Dohn Riley, The Coming Energy Crisis, November - December, 2000, Infinite Energy Magazine, Issus#34, <http://www.infinite-energy.com/iemagazine/issue34/comingenergycrisis.html>.

② 能量密度是指在一定的空间或质量物质中储存能量的大小。如果是按质量来判定一般被称为比能。