



世界

能源形势分析

Analysis of the World's Energy Situation

张永胜 / 著



经济科学出版社
Economic Science Press

世界能源形势分析

Analysis of the World's Energy Situation

张永胜 著

经济科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

世界能源形势分析/ 张永胜著. —北京: 经济科学出版社, 2010

ISBN 978 - 7 - 5058 - 9099 - 2

I. ①世… II. ①张… III. ①能源 - 预测 - 世界
IV. ①TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 029106 号

责任编辑: 宋艳波

责任校对: 曹 力

版式设计: 代小卫

技术编辑: 潘泽新

世界能源形势分析

Analysis of World's Energy Situation

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

总编部电话: 88191217 发行部电话: 88191540

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子信箱: [esp@ esp. com. cn](mailto:esp@esp.com.cn)

北京汉德鼎印刷有限公司印刷

华丰装订厂装订

787 × 1092 16 开 12.75 印张 270000 字

2010 年 3 月第 1 版 2010 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5058 - 9099 - 2 定价: 28.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

(版权所有 翻印必究)

目 录

第一章 能源概论	(1)
一、能源发展简史	(1)
二、能源的分类	(4)
三、世界能源消费状况	(5)
四、未来能源供需前景展望	(12)
第二章 世界石油形势	(16)
一、石油概论	(16)
二、世界石油生产形势	(17)
三、世界石油需求形势	(20)
四、世界石油贸易形势	(23)
五、世界石油储量问题	(27)
六、非常规石油问题	(40)
七、石油高峰问题	(45)
第三章 世界天然气形势	(59)
一、天然气概论	(59)
二、世界天然气生产形势	(60)
三、世界天然气需求形势	(63)
四、世界天然气贸易形势	(66)
五、世界天然气储量	(71)
六、非常规天然气	(74)
七、天然气生产高峰问题	(75)

第四章 世界煤炭形势	(81)
一、煤炭概论	(81)
二、世界煤炭生产形势	(84)
三、世界煤炭消费形势	(87)
四、世界煤炭贸易形势	(89)
五、世界煤炭储量问题	(95)
六、世界煤炭高峰问题	(100)
七、煤炭的清洁化利用	(105)
第五章 核能和水能	(109)
一、核能概况	(109)
二、核能的利用现状及发展前景	(112)
三、铀资源的供需、生产形势	(125)
四、世界水能利用现状与发展前景	(135)
第六章 世界可再生能源利用形势	(144)
一、可再生能源概论	(144)
二、世界风能利用状况	(146)
三、世界太阳能利用状况	(151)
四、世界地热能利用状况	(158)
五、世界潮汐能和波浪能利用状况	(165)
六、世界生物能利用状况	(170)
第七章 新概念能源	(177)
一、可控核聚变能	(177)
二、天然气水合物	(179)
三、氢经济	(180)
四、甲醇经济和太阳能时代	(182)
第八章 结论	(184)
一、世界能源形势进入相对紧张时期	(184)
二、经济危机并未从根本上改变世界能源形势	(187)

参考文献	(191)
后记	(195)

第一章 能源概论

一、能源发展简史

能源是指各种能够提供能量的物质。社会的存在、经济的发展乃至一个人的生命都须臾离不开能量的消耗，一部人类文明史，同时也是能源消费形态不断变化的历史。

人类的能源利用形态经历了三个历史时期：薪柴时代、煤炭时代和石油时代，现在正处于从石油时代向后石油时代、从传统化石能源时代向后化石能源时代的过渡时期。

1. 薪柴时代。人类最初利用的能量是从野生动植物中获得的。大约在距今 100 万年前，人类学会了使用火，从此人类开始了自觉利用和消费能源的时代，原始人用火烧煮食物、取暖、照明、狩猎和防御以及制造工具等。在这一时期，人类利用的主要能源形式是薪柴。此外，水力也是这一时期的重要能源，人们在生产实践中学会了利用水的落差来推动水轮或水车转动、提水灌溉、碾磨谷物以及推动小船或木筏在水中航行等。这一时期人类利用的能源还有畜力和风力，用畜力代替人力进行各种农业生产活动，用风力驱动船行驶或推动风车转动。而薪柴则是这一时期的主要能源，直到 1860 年，薪柴在世界能源消费总量中仍占 57.1%，当时煤炭只占 24.7%。这一时期人类对能源的利用主要是对自然力的控制与使用，而自然力的数量少且使用受到很大限制，这是这一时期人类社会缓慢的重要原因。

2. 煤炭时代。17 世纪中叶英国发生了工业革命，资本主义经济的发展、市场的扩大要求突破能源的限制，煤作为能够提供更多能量的物质被开采出来。这一时期，煤炭的大规模开发是以两项技术进步为前提的：（1）亚伯罕·德比父子发明焦煤混合生石灰熔炼铁矿石，从而促成焦炭代替木炭成为冶金工业的主要燃料。此外，炼焦过程中产生的副产品，如煤气、焦油等，作为燃料和化工原料得到利用，从而推动了其他产业的发展。（2）蒸汽机的发明和使用，使煤炭成为现实的生产动力源泉。人们用煤推动蒸汽机的运转，用蒸汽机驱动机器、船舶和火车的运转，蒸汽机由此成为工业革命的基本动力来源。自此，人类对能源的利用突破了自然力的限制，开始了大规模利用能源的时期，而人类大规模利用能源的第一个时代

就是煤炭时代。据能源经济学家推测,1860年世界能源总消费量大约为5.56亿吨标准煤,到1920年,世界能源总消费量已经达到21.48亿吨标煤。在进入工业文明时代以后,一个国家经济的发展与能源消费之间建立起了密切的联系。以最早发生工业革命的英国为例,作为当时最发达的工业国,英国同时也是能源消费量增长最多最快的国家,1700年英国煤炭的需求量是300万吨,1800年迅速增加到1000万吨,从1800年到1900年的100年间,英国煤炭消费又增加了18倍,到1900年,英国人均年消费煤炭达4吨。到19世纪末20世纪初,煤炭最终取代了薪柴在能源消费结构中的地位,人类社会进入以煤炭为主的能源消费时代,1920年煤炭在世界能源消费结构中占到62.4%。

3. 石油时代。1859年现代石油工业在美国出现,但在1900年之前石油只是用作生产煤油的原料,最初的发展速度非常缓慢,到1900年世界石油的消费量也只有50万桶/日。石油的大规模推广是以内燃机的发明为契机的。1876年德国工程师奥托根据法国人罗查斯的设计成功制造出第一台内燃机,1896年另一名德国工程师狄塞尔发明柴油机。这些以石油为燃料的引擎,因其体积小、输出功率大,而渐渐在车辆和轮船上代替了庞大笨重而效率又低的蒸汽机。随着内燃机的使用和逐步推广,石油消费也大幅上升,从1900年的每日50万桶,猛增至1915年的125万桶和1929年的400万桶,人类开始进入“石油时代”。第二次世界大战以后,世界原油生产直线上升,1950年世界石油总产量约为5.2亿吨,1960年接近10.5亿吨,1976年达到27.6亿吨,1979年达到31.2亿吨,2007年世界石油总产量为39.5亿吨。这一时期,石油消费也加速增长,1950~1960年年增长率为7.2%,1960~1970年又增至9%。1979年,石油在世界能源消费结构的比重达到最高,占54%,其他如天然气占18%,煤炭占18%,水力、太阳能和地热共占7%,核能占2.8%,合成燃料占0.2%。西方资本主义国家经济发展的战后“黄金”时期的出现是以廉价而大量的石油供应为基础的,如今,石油仍是世界经济发展的“血液”,是世界经济须臾不能离开的动力之源。

能源消费的增长与经济的发展、人民生活水平的提高也是同步的,根据有关统计,1925~1950年的25年内,全世界一次商品能源的总消费量由15亿吨标煤增加到25亿吨标煤,年平均增长率为2.1%;1950~1975年的25年内,年均增长率为4.8%,比前一个25年增加了1倍多,消费量由25亿吨标煤增加到80亿吨标煤,上升了220%。按人均计算,1925~1950年全世界每人每年能源消费量由0.785吨标煤增加到1.00吨标煤,年平均增长率为1%;1950~1975年人均年消费量由1.00吨标煤增加到2.03吨标煤,年均增长率为2.9%,增长速度比前一个25年高出近2倍。

目前,石油在人类能源消费中所占比重正在逐渐降低,我们正处于一个新的能源体系转换的时期,也就是从石油时代向后石油时代,同时也是从化石能源时代向后化石能源时代过渡的时期,这一时期的一大特点是常规化石能源煤炭、石油、天然气在人类能源利用中地位的下降和各种新能源的大规模开发利用,这些新能源包

括：核能、水能、太阳能、风能、地热能、潮汐能等。这一过渡出现的原因一方面是由于石油等化石能源都是非再生性能源，随着能源消费的不断上升，化石能源的储量和产量面临着日益下降的前景；另一方面，随着矿物燃料的大量使用，对人类的生存环境造成严重破坏，人们也渴望寻求清洁的新能源能够代替化石能源，这两种需要是人类开发和使用新能源的动力。这一过程早在 20 世纪 70 年代就已经开始，目前仍然在进行之中。

人类能源利用形态的变化过程见表 1-1，不同时期各种能源在能源消费结构中所占比重见表 1-2。

表 1-1 人类能源利用形态的变化

转变时期	1860 年以前	1860 ~ 1920 年	1920 ~ 1964 年	1965 ~ 1979 年	1980 ~ 1989 年
特点	以薪柴为主	以煤炭为主	逐渐转向石油、天然气	以石油为主	逐渐转向石油、天然气、太阳能、核能、煤炭等
时间	1860 年	1920 年	1960 年	1979 年	1989 年
世界能源总消费量（亿吨标准煤）	5.56	21.48	42.48		114.47
世界人均能源消费量（吨标准煤）	0.45	1.00	1.40		2.08

资料来源：吴德春、董继斌主编：《能源经济学》，中国工人出版社 1991 年版，第 228 ~ 229 页。

表 1-2 不同时期能源消费结构

时间		1860 年	1920 年	1960 年	1979 年	1989 年
能源消费结构	煤炭	24.7	62.4	52.2	18.0	27.8
	石油	—	6.7	31.2	54.0	38.3
	天然气	0.9	1.4	14.6	18.0	21.3
	柴薪	73.7	28.1	—	—	—
	水力	0.7	1.4	2.0	7.0 *	7.0
	核电	—	—	—	2.8	5.6

注：* 包括太阳能、地热。

二、能源的分类

能源的种类有许多，我们所使用的煤炭、石油、天然气以及水力、风力、原子能、太阳能和地热能等均属于能源，根据不同的标准，可以把能源分为不同的种类。

1. 根据能源的表现形式可以把能源分为动能、势能、热能、光能、电能等。动能是指物体由于作机械运动而具有的能，势能是指物体由于位置或位形的变化而具有的能，热能、光能、电能分别是由燃料燃烧、光和电所具有的能量。各种能量之间是可以相互转换的。

2. 根据能源的性质可分为一次能源和二次能源。一次能源是可直接利用的自然界的能源，如煤、石油、天然气等；二次能源是指由一次能源经过加工转换以后得到的能源，包括电能、汽油、柴油、液化石油气及氢能等。

3. 根据能否再生可以把一次能源分为再生能源和非再生能源。再生能源是指不需要经过人工方法再生就能够重复取得的能源。非再生能源有两重意义，一是指消耗后短期内不能再生的能源，如煤、石油和天然气等；二是指除非用人工方法再生，否则消耗后也不能再生的能源，如原子能。

4. 如果按科学技术发展水平来划分，则可分为常规能源和新能源。在不同历史时期的科学技术水平下，已经被人们广泛应用的能源，称为常规能源。现阶段常规能源包括煤、石油、天然气，以及核裂变能和水能五种。其他正处在研究阶段、尚未大规模利用的能源，如太阳能、风能、海洋能、潮汐能、生物质能、核聚变能等称为新能源。在我国，由于核裂变能尚处于起步阶段，故把核裂变能也称为新能源。

在一次能源的再生能源中，有一类、二类 and 四类三种不同的可再生能源。第一类是太阳能及由太阳能间接形成的再生能源，第二类是地热能，第四类是潮汐能（见表1-3）。

表 1-3

能源分类表

能源类别		一	二	三	四
一次能源	再生能源	太阳能、风能、水能、生物质能、海洋能	地热能		潮汐能
	非再生能源	煤炭、石油、天然气、油页岩		原子能	
二次能源		焦煤、煤气、电力、蒸汽、沼气、酒精、汽油、柴油、炼油、重油液化气			

资料来源：林伯强主编《现代能源经济学》，中国财政经济出版社 2007 年版。

由于各种能源的单位质量所含热量不同,在计算各种能源的消耗时,均须换算成同一单位,国际上通行的是换算成“吨石油当量”(Tons of Oil Equivalent)或“英国热量单位”(British thermal unit: Btu),在我国一般是折算成标准煤。各种换算标准见表1-4、表1-5、表1-6。

表 1-4 吨油当量的换算标准

一吨油当量等于	热量单位	固体燃料	气体燃料	电
	一千万千卡	1.5 吨硬煤	1111 立方米天然气	12 兆瓦时
	42 千兆焦	3 吨褐煤	0.805 吨 LNG	
	四千万 Btu			

资料来源: Approximate conversion factors, BP Statistical Review of World Energy June 2008。

表 1-5 英国热量单位的换算标准

1Btu 等于	0.252 千卡	1.055 千焦
---------	----------	----------

表 1-6 标准煤的换算标准

	1 吨石油	1000 立方米天然气	1 吨干柴
相当于标准煤	1.42 吨	1.33 吨	0.60 吨

三、世界能源消费状况

进入 21 世纪以来,随着世界经济的快速发展,能源消费也迅速增长,近年来世界能源消费变化情况见表 1-7。

表 1-7 世界能源消费量

年份	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
世界	9341.7	9524.2	9828.9	10 289.4	10 557.6	10 843.0	11 099.3
欧盟	1737.5	1724.0	1756.2	1778.1	1780.0	1783.4	1744.5
前苏联	5324.7	5362.2	5420.9	5519.2	5556.3	5552.4	5566.4
其他新兴市场 经济体	941.8	958.8	968.4	989.1	989.5	1027.1	1035.2
北美	2685.6	2724.8	2746.4	2798.0	2813.1	2794.0	2838.6
中南美	461.8	465.4	469.6	491.1	513.3	533.0	552.9

续表

年份	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
欧洲和欧亚	2849.3	2858.0	2901.2	2950.7	2963.2	3009.7	2987.5
中东	419.0	443.6	463.9	501.6	533.7	557.3	574.1
非洲	279.8	286.8	299.5	315.1	320.5	328.3	344.4
亚太	2646.2	2745.6	2948.3	3232.9	3413.7	3620.7	3801.8
美国	2254.9	2289.2	2296.7	2341.9	2342.7	2322.3	2361.4
中国	967.3	1000.6	1058.3	1229.3	1429.0	1560.5	1729.8
俄罗斯	635.2	630.9	645.8	650.2	658.0	653.7	687.7
日本	512.4	510.9	507.9	508.3	519.0	521.9	522.3
印度	296.5	307.8	316.2	343.9	362.2	378.5	404.4
加拿大	296.7	301.4	310.5	313.7	323.4	320.2	321.7
德国	336.2	330.1	332.1	330.7	325.2	329.5	311.0
法国	258.4	256.7	259.8	263.4	262.8	260.6	255.1
韩国	195.9	205.0	211.8	217.3	224.9	227.2	234.0
巴西	179.5	183.6	186.0	193.2	198.8	204.3	216.8
英国	226.8	221.8	225.6	227.0	227.3	224.4	215.9

资料来源：BP, statistical review full report workbook 2008。

从表 1-7 中可知,近年来世界能源消费增长强劲,2007 年比 2006 年增长了 2.4%,其中新兴经济体增长最快,达到 5.5%,前苏联地区和 OECD 国家增长缓慢,只增长了 0.8% 和 0.3%,而欧盟作为一个整体,在 2007 年出现了 2.2% 的负增长。在世界所有地区中,发展中国家和地区的能源消费速度普遍快于发达国家,最快的是亚太和中东,整个亚太地区的增长速度为 5.0%,中东为 4.9%,如果把日本、澳大利亚、新西兰等发达国家排除在外,亚太地区的增长速度会更快。从单个国家的能源来看,美国是当之无愧的世界第一能源消费大国,其消费了世界 21.3% 的能源,远远高于位于世界第二位的中国;而中国则是能源消费增长速度最快的大国,2004 年的消费增速曾高达 16%,并且中国这一年能源消费的增长量占了当年世界能源消费总增量的 56%,2007 年中国占世界能源消费总量的 16.8%,是位于世界第三位的俄罗斯能源消费量的 2 倍以上;而整个 BRIC 四个国家,尽管其 GDP 只有世界总量的 9%,却消耗了 27% 的世界一次能源,包括 17% 的石油、19% 的天然气和一半左右的煤炭;而加拿大、德国等发达国家,能源消费增长缓慢甚至出现负增长。

世界能源消费结构在这一时期也出现一些变化。据世界能源理事会(WEC)统计,2002 年世界一次能源中,化石能源占 87%,水力能源占 6%,核能占 6%,

除了水力之外的其他再生能源占 1%。^① 而到 2007 年,世界能源消费中化石能源共占 88%,核能占 5.6%,水电占 6.39%。^②

在化石能源中,这些年煤、石油、天然气所占的比重有所变化,2001 年全世界消费石油、天然气和煤分别为 3572.6、2214.1、2384.8 百万吨油当量,在化石能源消费总量中所占比重分别为:43.7%、27.1% 和 29.2%;2007 年全世界消费的石油、天然气和煤分别为 3952.8、2637.7、3177.5 百万吨油当量,所占比例为 40.5%、27% 和 32.5%,煤炭所占比例上升非常明显,而石油和天然气均出现下降,尤其是石油消费所占比重下降极其明显,其中的原因与含义后面的章节将会说明。图 1-1 所示为世界能源消费结构的变化情况,从图中可以清楚地看出近年来煤炭在能源消费结构中比重上升的情况。

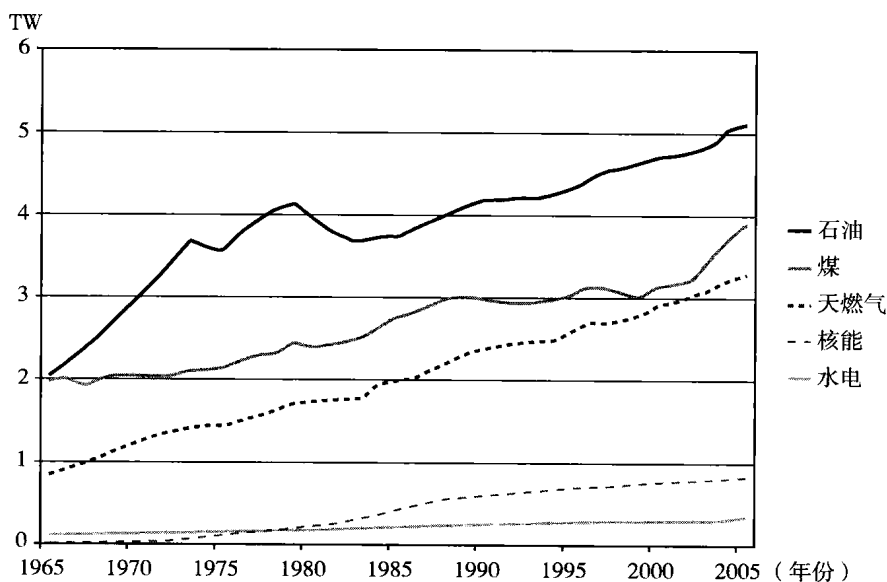


图 1-1 1965 ~ 2005 年世界能源消费结构变化情况

资料来源: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a0/World_Energy_consumption.png。

在世界不同国家中,人均能源消费量差别非常大,一般来讲,人均能源消费量与一个国家的经济发展水平成正比,经济越发达,人均能源消费量越高;经济越落后,人均能源消费量越低。不同国家的能源消费强度也是不一样的,一般来说,经济越粗放,能源强度越大,经济越集约,能源强度越小。表 1-8 所示是 2003 年世界各国和地区人均能源消费量及能源消费强度。

① 《现代能源经济学》,第 204 页。

② BP: statistical review full report workbook 2008.

表 1-8 2003 年世界各国和地区人均能源消费量及能源消费强度

国家/地区	人均能源消费量 (千克油当量)	能源消费强度 (吨油当量/1 百万美元)
阿尔巴尼亚	673.5	158.2
阿尔及利亚	1037.7	176.8
安哥拉	606.1	322.6
阿根廷	1574.8	138.6
亚美尼亚	659.7	191.1
澳大利亚	5723.3	208.3
奥地利	4053.2	139.1
阿塞拜疆	1480.3	437.2
巴林	10 250.5	559.4
孟加拉国	160.9	97.9
白俄罗斯	2630.9	458.9
比利时	5703.4	205.5
贝宁	301.4	301.3
玻利维亚	503.8	205.8
波斯尼亚和黑塞哥维那	1135.1	189
博茨瓦纳	1049.2	120.3
巴西	1067.6	146.1
文莱	7485.1	—
保加利亚	2508	354.7
喀麦隆	434.1	222.8
加拿大	8300.7	293.2
科特迪瓦	378.8	265.3
智利	1652.2	166.7
中国	1138.3	231.3
哥伦比亚	636.9	98.1
刚果	272.7	30.5
刚果民主共和国	296.2	4746.3
哥斯达黎加	879.9	101.2
克罗地亚	1941.5	179.3

续表

国家/地区	人均能源消费量 (千克油当量)	能源消费强度 (吨油当量/1 百万美元)
古巴	935.1	—
塞浦路斯	3281.1	159.6
捷克共和国	4319.3	254.4
丹麦	3832.8	133.2
多米尼加共和国	922.4	136.2
厄瓜多尔	781.5	221.4
埃及	761.3	201.4
萨尔瓦多	683.2	146.4
厄立特里亚	199.3	215
爱沙尼亚	3672.4	295.9
埃塞俄比亚	277.9	389.9
芬兰	7218.1	269.1
法国	4518.4	170.5
加蓬	1248.7	204.5
格鲁吉亚	600.7	244.3
德国	4203.1	163.9
加纳	400.2	198.7
直布罗陀	5104.6	—
希腊	2698.6	137.8
危地马拉	607.9	153.3
海地	270	159.4
洪都拉斯	521.9	202.3
中国香港	2398.9	91.4
匈牙利	2595.2	178.4
冰岛	11 718.1	401.4
印度	512.4	189.5
印度尼西亚	757.4	239.3
伊朗	2034.1	316.1
伊拉克	950.6	—
爱尔兰	3761.3	107.6

续表

国家/地区	人均能源消费量 (千克油当量)	能源消费强度 (吨油当量/1 百万美元)
以色列	3187.9	141.3
意大利	3127.2	122.8
牙买加	1545.1	401.1
日本	4040.4	154
约旦	1022.4	253.1
哈萨克斯坦	3359	539
肯尼亚	481.2	467.6
朝鲜	894.1	—
韩国	4346.5	238.2
科威特	9076	481
吉尔吉斯斯坦	520.5	319.3
拉脱维亚	1888.7	189.6
黎巴嫩	1700.1	327
利比亚	3203.2	—
立陶宛	2629.2	233.7
卢森堡	9408.8	153.7
马其顿	1313.9	222.1
马来西亚	2318.4	257.5
马耳他	2242	130.7
墨西哥	1533.2	180.3
摩尔多瓦	787.5	528
摩洛哥	357.3	96.4
莫桑比克	435.8	409
缅甸	276.5	—
纳米比亚	640	102
尼泊尔	335.9	248.1
荷兰	5012.2	172.4
荷属安的列斯	9198.5	—
新西兰	4378.6	206.4
尼加拉瓜	593.8	181.9

续表

国家/地区	人均能源消费量 (千克油当量)	能源消费强度 (吨油当量/1 百万美元)
尼日利亚	776.9	776.6
挪威	5933.6	172.2
阿曼	4975	361.6
巴基斯坦	456.7	236.1
巴拿马	835.9	132.3
巴拉圭	678.7	155.9
秘鲁	431.5	86.7
菲律宾	1524.9	127.4
波兰	2369.7	212.2
葡萄牙	2482	138.2
卡塔尔	21 395.8	—
罗马尼亚	1784	248.7
俄罗斯	4423.2	519
沙特阿拉伯	5582.2	448
塞内加尔	233.2	155.1
塞尔维亚和黑山	1538.8	—
新加坡	5158.7	213.8
斯洛伐克	3448.6	273.4
斯洛文尼亚	3561.7	190.2
南非	2596.9	265.1
西班牙	3228.4	142.5
斯里兰卡	423.8	120.8
苏丹	475.9	266.7
瑞典	5764.8	216.9
瑞士	3718.6	122.3
叙利亚	981.7	294.3
塔吉克斯坦	501.2	486.3
坦桑尼亚	464.9	783.5
泰国	1405.7	199.1
多哥	445.3	318.2