

对 2000~2020 年能源的预测及其方法

THE ENERGY FORECAST AND ITS MEASURES OF 2000~2020

宋得生

由世界能源保护委员会的 J. R. Frisch 领导的地区能源平衡小组, 采用非中心化的方法, 对世界 10 个能源区域同时进行上万个相同项目的调查和测算, 经汇总得到 2000~2020 年世界能源的消费、生产和贸易的总趋势。现在看来, 虽其预测结果因受第一次和第二次能源危机的影响而显得有些保守, 但其预测方法是科学的, 所推出的一些主要结论基本上是可信的。例如, 能源世界不是南、北两极均衡而是三极分化; 进入 21 世纪后煤将作为石油的第一个替代, 核能是第二个替代; 如果石油储量仍是现在所探明的 850 亿吨石油当量 (TOE) 的话, 人类在未到 2020 年时世界石油就会告罄。本文拟对这次世界能源预测的方法和结果作一次综合分析, 并提供一系列重要数据。

一、能源地区的划分和“非中心化”调查方法

世界能源保护委员会主席 M. Boiteux 认为, 对世界能源的大规模预测是从 1977 年在伊士坦布尔召开的世界能源会议第 10 次大会开始的。世界能源保护委员会向这个会议提交了第一个对 2020 年世界能源平衡的预测报告。此后, 世界能源委员会在 1980 年于慕尼黑举行的世界能源会议第 11 次大会上又提交了一份关于第三世界的能源预测。这两次预测提供的数据都很有价值。但是, 这两次预测都采用“中心化”方法, 即首先建立中心能源地区的模型, 再去探索它对其他能源地区可能的影响, 来得到对世界

能源的预测。而 J. R. Frisch 小组一反中心建模方法, 采用“非中心化”方法, 按地理位置和历史遗留下来的某种关系将全世界区分为 10 个能源地区, 在预测中给予同样的权重, 按预先制订好的方案同时进行统一调查, 并以同样的原则进行同步预测, 然后将所得结果汇总、分析和提炼, 得到对世界能源在 2000 年和 2020 年两个地平线上的消费、生产和贸易的预测结果。与水平线对应的“起跑线”选择在 1960 年和 1978 年。

对能源地区的分解, 首先考虑地理上的接近, 在这个基本前提下再依据下面两个条件进行适当调整: (1) 社会和文化的历史传统; (2) 经济体制的异同。10 个经济地区采用了如下命名:

- R1: 北美洲 (加拿大、美国和波多黎各);
- R2: 西欧 (含南斯拉夫、土耳其);
- R3: 太平洋工业化国家 (日本、澳大利亚和新西兰);
- R4: 东欧 (含苏联);
- R5: 北非 / 中东;
- R6: 次撒哈拉非洲 (含南非);
- R7: 南亚;
- R8: 东南亚;
- R9: 中央计划亚洲大陆 (中国等);
- R10: 拉丁美洲。

Frisch 工作组由 50 名专家组成, 各地区分派 2 名至 10 名不等, 平均每地区为 5 名。其中有 40 名来自联合国和有关国家的官方组织。

二、建立人口-GNP-能源 的总体关系

这次预测把能源消费、需求、生产和贸易的增长速度建立在人口和经济增长速度的预测上面，因此对人口和国民生产总值（GNP）的测定至关重要。人口方面的数据取自世界银行对1960~1978年间世界人口的统计和联合国人口署关于2020年前世界人口的预测报告。在1960~1978年间，世界人口的实际平均年增长率为1.94%，其中工业化国家为1.02%，第三世界为2.35%，R9为2.50%。根据联合国人口署对世界人口的预测，在2000年前世界人口年平均增长率为1.6%，工业化国家为0.65%，第三世界为1.90%，R9为2.2%；在2000~2020年间，上述增长率分别为1.2%，0.5%，1.4%和1.7%。而世界人口绝对数在1960年实际是30亿，1978年实际是42.3亿，2000年和2020年将分别达到60亿和77亿。各能源地区国民生产总值，在1960~1978年间的数数据系取自世界银行的统计，而对于1978~2000年和2000~2020年的测算则是由Frisch小组提出的。他们制订了两个方案，即方案I（高速发展方案）和方案II（低速发展方案）。根据方案I，在1978~2000年和2000~2020年，世界GNP的平均年增长率分别为3.9%和2.9%；根据方案II，则分别为2.9%和2.0%。世界银行提供的1978年世界GNP为84 460亿美元（1960年为37 070亿美元）。若以1978年作不变价，按照方案I预测的全世界GNP在2000年和2020年将分别达到195 920亿美元和348 750亿美元；按照方案2的预测数则分别为158 590亿美元和237 650亿美元。即是说，2020年相对于1978年，按方案I，GNP要翻两番；按方案II，也要翻一番多。

Frisch小组的作法是，从人均GNP增长率和能源弹性着手，测算各能源地区的人均能源消费增长速度，经汇总得到世界能源人均消费的增长速度，以至最后确定在2000年和2020年世界能源的消费水平，进而测算世界能源的生产规模。

根据方案I，世界人均GNP在1978年为1 982美元，在2000年和2020年将分别上升为3 244美元和4 516美元（工业化国家和第三世界在2020年分别为15 356美元和1 831美元，相差8倍）。根据方案II，世界人均GNP在2000年和2020年将分别是2 626美元和3 078美元（工业化国家和第三世界2020年分别是11 185美元和1 069美元，相差10倍）。摆在眼前的情况是，一方面人

口增长，另一方面人均GNP也在增长，结果规定了人均能源消费取增长的趋势。这是人类进步的必然。但是，这个增长速度过大，会造成地球的压力，过小又会影响生产力发展。它取什么样的值决定于各地区的资源和经济现状，也与各地区经济发展前景有关。人均能源消费增长率与人均GNP增长率的关系表示为能源弹性。二者之比值称为能源弹性系数。

在1960~1978年间，能源弹性系数世界平均数为0.90，其中工业化国家和第三世界分别为0.85和1.14。这就是说，工业化国家能源消费增长速度慢于国民经济增长速度，而第三世界正好相反。根据Frisch小组测算，在1978~2000年和2000~2020年两个区间，若按方案I，能源弹性系数世界平均数分别为0.74和0.79；若按方案II，则分别为0.68和0.85。第三世界能源弹性也将小于1，但与工业化国家仍有很大差距（见表1）。

表1 一次能源弹性系数

	1960~1978	1978~2000		2000~2020	
		方案 I	方案 II	方案 I	方案 II
R1	0.80	0.44	0.35	0.75	0.80
R2	0.95	0.63	0.70	0.70	0.73
R3	0.81	0.64	0.67	0.60	0.67
R4	0.89	0.65	0.67	0.57	0.63
R5	1.07	1.20	1.13	0.88	0.89
R6	1.02	1.18	0.98	1.49	1.50
R7	1.34	1.24	1.16	1.00	0.96
R8	1.22	1.05	1.00	0.81	0.80
R9	1.17	0.87	1.04	0.58	0.85
R10	1.18	0.97	1.00	0.89	0.94
西方工业化国家	0.82	0.53	0.54	0.74	0.77
工业化国家	0.85	0.59	0.58	0.68	0.79
第三世界	1.14	0.96	0.87	0.82	0.88
全 世 界	0.90	0.74	0.68	0.79	0.85

有了能源弹性，便可以计算人均能源消费的增长率并进而推算出2000年和2020年世界能源消费的绝对值和世界能源生产的规模。Frisch小组预测结果见表2。根据预测，从人口-GNP-能源的关系中可以推出如下几个结论：

(1) 在人口、GNP和能源三者中，人口增长率最低，GNP增长率最高，而能源消费和生产的增长率居中。1978年世界人口是1960年的1.41倍，此间仅有18年，而2000年相对于1978年也是1.41倍，但此间有22年；2020年的人口则仅为

表 2 世界一次能源的消费和生产

单位: 亿 TOE

	世 界 区 分	1960 年	1978 年	2000 年		2020 年	
				方案 I	方案 II	方案 I	方案 II
能 源 消 费	西方工业国家(R1 R2 R3)	19.67	37.21	53.46	48.79	73.48	61.87
	工业化国家(R1 R2 R3 R4)	25.45	51.34	77.86	70.04	107.48	89.62
	第三世界(R5~R10)	7.63	16.84	39.58	31.00	72.09	48.04
	R9 地区	2.90	6.38	10.63	8.38	14.42	10.06
	全世界	33.08	68.18	117.44	101.04	179.57	137.66
能 源 生 产	西方工业国家(R1 R2 R3)		25.57	44.80	41.80	67.21	57.56
	工业化国家(R1 R2 R3 R4)		41.75	70.70	63.90	102.81	85.91
	第三世界(R5~R10)		30.06	53.17	42.21	82.53	58.02
	R9 地区		6.57	12.00	8.82	17.70	10.50
	全世界		71.81	123.84	106.11	185.34	143.93

2000 年的 1.27 倍。在这三个区间, 按照高速发展方案, 世界 GNP 和世界能源消费的增长倍数分别为 2.27 倍, 2.2 倍, 1.78 倍和 2.06 倍, 1.72 倍, 1.52 倍。按照低速发展方案, 世界 GNP 和世界能源消费的增长倍数分别为 2.27 倍, 1.87 倍, 1.49 倍和 2.06 倍, 1.48 倍, 1.36 倍。

(2) 在今后长时间内, 人均能源消费仍将呈上升趋势, 若采取经济高速发展方案, 上升会更快。在 1960 年, 1978 年, 2000 年和 2020 年, 世界人均能源消费的当量石油吨位分别是: 1.10、1.60、1.94、2.33 TOE (方案 I) 和 1.10、1.60、1.67、1.78 TOE (方案 II)。

(3) 世界能源消费增长速度低于世界 GNP 增长速度, 是以降低能源弹性为前提的; 而能源弹性的降低是调节世界能源平衡的总体努力的结果, 其中包括科技进步和信息革命的作用。我们习惯于认为能源弹性系数小于 1 是能源弹性不足, 而且往往把能源弹性不足当作影响国民经济发展的主要原因。但是, 根据 Frisch 小组的测算, 第三世界的能源弹性远远大于工业化国家的能源弹性 (详见表 1), 而至 2020 年这两大世界的 GNP 仍有 8~10 倍的差距。这就说明, 能源弹性在不同的能源地区之间不存在可比性, 而只能在经济、社会、文化、科技和政治综合国力相当的国家之间进行比较。第三世界 (R5~R10) 的能源弹性高, 至少在未来半个世纪中是必要的。而工业化国家 (R1~R4) 的能源弹性低, 未必不是好事。由于大规模采用高技术, 推广信息技术以及采用各种高效节能手段, 工业化国家得以用相对低的能源弹性维持相对稳定的经济增长。从 1960 年到 1978 年, 工业化国家每消费 1 公斤当量石油 (KOE) 所带来的产值由 1.25 美元上升到 1.43 美元, 到 2020 年就会上升到 2.17

美元 (方案 I) 或 1.92 美元 (方案 II)。而第三世界国家则由 1960 年 0.72 美元的低水平上升到 0.90 美元, 到 2020 年才上升到工业化国家的 1978 年的水平, 即 1.62 美元 (方案 I) 或 1.36 美元 (方案 II)。

(4) 由上述分析可知, 坚持经济高速发展方案, 一方面要以消费更大量的一次能源作为代价, 但是, 另一方面相对于低速发展方案来说会取得更大的能源强度, 即单位能源的消费会带来更大的产值。如果说能源弹性在不同的能源地区缺乏可比性的话, 那末能源强度由于直接反映投入产出的关系则可用来比较不同地区能源使用的效率。

三、能源消费和生产结构的现状和未来

关于能源结构的剖析, Frisch 小组将研究范围限定于一次能源, 目的在于便于计算。根据该小组的规定, 一次能源包括 8 类: 固体矿石燃料 (煤占首位)、石油、天然气、核能 (铀等)、水能、新能源 (太阳能、地热能、风能、海潮能等等)、木柴和动植物废料 (如牛粪、干禾、谷壳等)。前 6 类是商业性能源, 石油和天然气属于碳氢化合物大类。最后两类是非商业性能源, 尽管它们当中一些品种 (如木材和木炭) 在不少地区已经成为商品。

Frisch 小组得到的一个重要结论是: 世界能源的消费和生产将由以石油为主体向依赖多种能源的多元化方向发展; 煤将作为石油的第一个替代, 核能将是第二个替代。现在世界石油的开发和消费仍处于上升之势, Frisch 小组冲破表象, 预言能源消费多元结构的时代即将到来, 不能不说是大胆的猜测, 但不乏其科学根据。首先, 两次石油危机和石

油价格波动已对石油生产和贸易造成很大影响，其阴影至今未能完全消失，石油生产和供给必将受到压抑。其次，石油生产中心和石油消费中心的不一致性，已经成为触发政治冲突的导火线，而这种政治冲突又会加深南北对立。最后，根据已探明的储量，石油仅有 850 亿 TOE，而以煤为主体的固体矿石燃料高达 4 600 亿 TOE（详见表 3）。即便按照低速发展方案，从 1978 年到 2020 年 42 年中世界石油的累计消费将达 1 100 亿 TOE。显然，不到 2020 年石油就会烧光，除非另有大面积油田被发现。如此种种制约都会强迫减缓石油消费的速度。

表 3 世界商业能源储量 单位：亿 TOE

能 源	已探明储量	可能新增量	总 计
固体矿石燃料	4 600	6 700	11 300
石 油	850	500	1 350
天 燃 气	600	1 200	1 800
核 能 (铀) ¹	450	600	1 050
小 计	6 500	9 000	15 500
油 沙	400	700	1 100
油 岩	400	2 800	3 200
小 计	800	3 500	4 300

¹ 1 吨铀 = 15 000 吨当量石油

我们将各种一次能源在 1960 年和 1978 年的消费和生产情况，以及 Frisch 小组提出的对 2000 年和 2020 年的预测结果列入表 4，从中可以看到各种能源消费和生产比重的变化。

(1) 石油：石油消费占一次能源消费的比例，由 1960 年的 29% 上升到 1978 年的 40%，但到 2000 年将下降到约 30%，到 2020 年再下降到 20% 左右。这里有一明显升降转折。若按高速发展方案，石油消费的绝对量将有所增加，由 1978 年的 26.7 亿 TOE 上升为 2020 年的 35.7 亿 TOE，年消费净增 9 亿 TOE。若按低速发展方案，到 2020 年则要下降为 24.2 亿 TOE，其中 2000 年可能达到最大极限 27.6 亿 TOE。

(2) 煤：煤的需求趋势恰与石油相反，占一次能源需求的比例由 1960 的 36% 锐减为 1978 年的 25%。此后出现了转折，到 2000 年回升为 28% (28.8~32.4 亿 TOE)，这时已经与石油持平，到 2020 年再上升为 32% (约 44~57 亿 TOE)。从绝对数上看，2020 年煤的消费将接近于石油的两倍。

(3) 核能：很可能作为石油的第二个替代，据

测算，核能占一次能源需求由 1978 年的 2% 会缓慢上升到 2000 年的 8% (8~10 TOE)，继而在 2020 年上升为 12~13% (17~23 TOE)。核能能否以更高的速度发展，还有赖于从经济、社会和技术各个方面进行综合分析。另外，铀资源储量不算丰富 (见表 3)，但可以采用快速增殖反应堆等技术使核能增殖 100 倍。科技进步可以使铀这类不可再生的能源成为可增殖的能源，因此铀的蕴藏足可满足长期发展的需求；况且，热核聚变技术还可以向轻元素挖掘核能。

(4) 水能：至今水能资源开发还相对缓慢，因为水能储量绝大部分在发展中国家，而且水能资源不可运输，限制了它的贸易。预测表明，水能开发从 1978 年的 4 亿 TOE 将缓慢上升到 2000 年的 6~7 亿 TOE 和 2020 年的 10~13 亿 TOE。不可忽视的是，水能在第三世界一些地区 (如拉美) 的经济中占重要位置。

(5) 新能源：这里的“新能源”是指那些不曾具备商业价值的能源的新开发，如风能、地热、潮汐和太阳能。这些能源的供给占总能源的比例在 2000 年将达 3% (3 亿 TOE)，到 2020 年将达 6% (8~10 亿 TOE)。

(6) 天然气：天然气的生产将长期保持稳定，1978 年占一次能源总产出的 16.4% (11.8 亿 TOE)，至 2020 年仍保持在 16.9%~17.7% 的水平。

(7) 非商业性能源：这里包括木柴和动植物废料两类。随着科技进步，这类能源的需求占一次能源的比例呈连续递减的趋势，由 1960 年的 17% 下降到 1978 年的 11%，到 2020 年还要降到 5%，至多不超过 8%。然而，这类能源消费的绝对数仍在缓慢增长，由 1960 年的 5.55 亿 TOE 上升到 1978 年 7.35 亿 TOE。

四、世界能源的平衡

关于世界能源平衡，这里仅讨论能源敏感地区，即所谓能源消费和能源生产的中心。

按照广义的南北关系，R1 至 R4 的 4 个地区属于“北国”，而 R5 至 R10 的 6 个地区属于“南国”，这就是所谓工业化国家和第三世界的两极。Frisch 小组运用非中心方法，对世界能源区位结构形成了一种新的透视，将 10 个能源地区归纳为三大区域：工业化国家 (Zone 1, R1、R2、R3 和 R4)；发展

表 4 世界能源结构的现状和预测

单位: 亿 TOE

		固体矿 石燃料	石 油	天然气	水 能	核 能	新能源	木 柴	动 植 物废料	总 计
能源 消费 结构	1960	12.03	9.63	4.18	1.64	—	—	4.05	1.55	33.08
	1978	17.01	26.76	11.61	3.91	1.46	0.08	4.86	2.49	68.18
	2000(I)	32.41	34.03	21.55	7.08	9.77	3.36	6.08	3.16	117.44
	2000(II)	27.88	27.88	17.81	6.22	8.04	2.70	7.11	3.40	101.04
	2020(I)	56.79	35.76	31.51	13.59	22.98	9.98	5.45	3.45	179.57
	2020(II)	43.89	24.28	24.01	10.03	16.53	8.00	6.85	4.07	137.66
能源 生产 结构	1960									
	1978	17.00	30.18	11.82	3.91	1.46	0.08	4.86	2.50	71.81
	2000(I)	33.22	39.39	21.73	7.08	9.77	3.41	6.08	3.16	123.84
	2000(II)	28.54	31.94	18.13	6.22	8.04	2.73	7.11	3.40	106.11
	2020(I)	55.38	41.56	32.83	13.59	22.98	10.10	5.45	3.45	185.34
	2020(II)	43.40	30.52	24.45	10.03	16.53	8.08	6.85	4.07	143.93

较快的第三世界 (Zone 2, R5、R8 和 R10); 欠发展的第三世界 (Zone 3, R6、R7 和 R9)。这就是能源“三级世界”。他们还发现,除原有的“三大能源消费中心”和“三大能源生产中心”外,还有“新三大能源消费中心”、“第四能源生产中心”和“三大能源贸易赤字区”。

先看看能源“三级世界”从 1960 年到 2020 间的人口-GNP-能源的动态关系。

人口: Zone 1 占世界人口的比例将由 33% 降至 20%, 达 14.52 亿。Zone 2 和 Zone 3 则将分别达到 18.98 亿和 43.72 亿。

GNP: Zone 1 的 GNP 占世界的比例将由 86% 下降到 67~72%。从中获利最多的是 Zone 2, 将新增 13~17 个百分点, 而 Zone 3 只增长 1~2 个百分点。这三个地区在 2020 年 GNP 的比例, 若按高速发展方案将达 13: 5: 1。

能源: Zone 1 中的大多数国家是已成熟的工业化国家, 它们的经济都将取中低速度, 再加上科技进步, 它们可以低能源弹性来获得较高的单位能源消费的产值, 因而其能源消费占世界消费的比例也将大幅度下降, 从 1960 年的 77% 下降到 2020 年的 60~65%, 即减少 12~17 个百分点。以较大步伐发展的 Zone 2 将从 Zone 1 让出的份额中获利匪浅, 新增 13~17 个百分点。而 Zone 3 将在 60 年中保持不变, 或许还会减少 1 个百分点。

从人均 GNP 和人均能源消费方面看, 我们发现 Zone 1 和 Zone 3 的差距不但没有缩小, 反而还会加大, 而 Zone 2 勉强达到世界平均水平。

从能源消费的绝对数也可把握“三级世界”的能源平衡情况。在 2020 年, Zone 1 的能源消费将达 89.6~107 亿 TOE (下限为方案 2, 上限为方案

1), 而 Zone 2 和 Zone 3 分别为 28~45 亿 TOE 和 22.58~30.9 亿 TOE。按照方案 1, 三大区域的比例为 3.45: 1.45: 1, 若按方案 2, 则为 3.96: 1.24: 1。显然, 采取高速发展方案, 对于第三世界稍微有利, 但不能根本改善“三级世界”的能源平衡。

如果按能源地区看, 世界三大能源消费中心都在 Zone 1, 即北美 (R1)、西欧 (R2) 和东欧 (R4)。它们在 1960 年消费能源占世界比例分别为 35%、20% 和 17%, 总计占 72%。但是, 正如这些地区经济发展出现减速一样, 它们在 2020 年消费能源的比例将减少 15~19 个百分点; 其中减少最多的是北美, 将减少 13~15 个百分点, 由在 1960 年占世界的 1/3 下降为 2020 年的 1/5。从中获利最多的也是 Zone 2, 而且它的三个能源地区 (R10, 拉美; R5, 中东/北非; R8, 东南亚) 将有可能形成“新三大能源消费中心”。它们消费能源占世界的比例将从 1978 年的 10% 上升到 2020 年的 21~25%, 届时要超过北美, 至少与北美持平。其中拉美将新增 6~7 个百分点, 中东/北非将新增 3~5 个百分点, 东南亚亦将增加 2~3 个百分点。

现在的世界“三大能源生产中心”有两个在 Zone 1, 即北美和东欧, 它们在 1978 年的能源产出占世界的 46%, 但在 2020 年会下降为 41~44%。另一个能源中心在 Zone 2, 即中东/北非, 它在 1978 年的能源产出占世界的 18%。Frisch 小组在进行预测时前后两次中东石油危机的阴影尚未消除, 且正处于“北国”施加压力强迫石油输出国减价的前夕, 因此预测结果是该地区至 2020 年的产出将锐减为占世界的 10~11%, 要失掉 7~8 个百分点。如果这个论点成立的话, “三大能源生产中心”在 42 年中将

会总共丧失 10~12 个百分点, 由 1978 年占世界能源产出的 64% 下降到 2020 年的 52~54%。谁来填补这一失缺?“第四能源生产中心”无疑首推经济发展极速而又具有丰富能源蕴藏的拉美 (R10)。据预测, 拉美将在同期新增 5~6 个百分点的能源产出能力。其次, 太平洋工业化地区 (R3) 和次撒哈拉非洲将各新增两个百分点。R3 的能源主要贡献者是澳大利亚, 但由于有日本, 该能源地区仍将长期是能源贸易赤字地区。

一般说, 世界能源生产只能稍大于世界能源消费, 微小的结存仅限于便于运输和存贮的能源, 主要是煤和石油。各能源地区的能源消费与生产之差额, 可以反映地区之间的能源贸易的情况。1978 年, 能源在地区之间的贸易额(不包括同一地区的国家之间的贸易) 占世界能源消费的 22~23%(15~16 亿 TOE), 其中原油贸易占能源总贸易的 92%, 煤和天然气各占 5% 和 3%。至 2020 年, 能源贸易比例将降至 10~11%。石油贸易占地区间能源总贸易的比例将下降为 50%, 贸易绝对量亦将从 15 亿 TOE 减少到 7~10 亿 TOE。煤作为石油的第一个替代, 它的贸易额将由 0.7 亿 TOE 上升到 4.4~7 亿 TOE, 占总能源贸易之比例亦将达到 33%。天然气贸易也将大幅度提高, 达 16% (2.3~3.2 亿 TOE)。我们从能源贸易方面又一次看到了能源向多元化方向发展的趋势。

在 1978 年, 除中东/北非地区和东欧外, 其他能源地区基本上都出现了能源赤字。如果以能源生产减去能源消费再除以能源消费所得百分数表示能源贸易平衡情况, 那三个最大的能源贸易赤字地区——北美、西欧和太平洋工业化国家的逆差程度分别为 4%, 9% 和 4%。西欧情况最为严重。而中东/北非在同年的能源贸易顺差程度为 16%, 实际起到了减缓世界能源危机的作用。但是, 这仅仅是一个过渡时期, 世界能源结构在生产 and 消费领域的改变, 各能源“中心”在生产 and 消费方面的调整, 对于改善能源供应进而减少地区间能源贸易赤字将产生长期作用。拿北美来说, 它既是最大的能源消费地区, 又是最大的能源生产地区。它在 1978 年净输入能源 3.2 亿 TOE (消费 20.4 亿 TOE, 生产 17.2 亿 TOE), 基本上都是原油。但是由于它致力于改造能源消费和生产结构, 发展多元化能源, 特别是煤对石油的替代, 它就有可能在将来消除能源贸易赤字而成为能源净输出地区。该地区丰富的煤蕴藏量有可能保证这一战略转变。预计到 2020 年北美煤的消费将占其一次能源消费的 50%, 相当于 1978 年

世界耗煤总量, 煤的出口将达 1.6~1.8 亿 TOE, 而原油进口会限制在 0.4~0.5 亿 TOE 的水平。

东欧 (含苏联) 是世界第二位能源消费者, 也是世界第二位能源产出者。1978 年它消费能源 14 亿 TOE, 而能源产出达 16 亿 TOE, 能源输出 1 亿 TOE, 输入才 3 500 万 TOE。东欧优势在于煤、石油、天然气和核能, 煤的产量占世界 35%, 列世界第一, 石油和天然气产量各占世界 19% 和 29%, 都列世界第二。进入 21 世纪后, 其能源生产结构将有所改变。到 2020 年天然气产量将达世界 40%, 名列第一, 核能产量将占世界 27%, 列第二, 而煤和石油将下降为第三位和第四位。如果东欧各国改革方案得以成功, 与世界取得广泛联系, 其能源输出还会大幅度增加, 预计在 2020 年会达到 1.1 亿 TOE 的顺差。再看太平洋工业化国家的情况。由于日本的存在, 该能源地区很难克服能源贸易赤字。在 1978 年, 它输入 2.85 亿 TOE 一次能源, 占世界各地区间总输入的 18%, 基本上是原油。但从两个方面看, 它在下一世纪也有可能改善赤字状况。一方面, 澳大利亚盛产煤, 将有可能使该地区成为煤的净输出地区。预计, 它的煤输出量将从 1978 年的 700 万 TOE 上升到 2020 年的 1~1.2 亿 TOE。另一方面, 日本大力发展核能将有助于减少能源输入。预计, 日本核能产出将由 1978 年 1 400 万 TOE 上升到 2020 年的 1.3~2 亿 TOE。剩下唯一困难的是西欧, 它在 1978 年输入能源占世界各地区间输入的 45%, 计 6.6 亿 TOE, 原油占 90%。到 2020 年西欧能源消费将达 20.4~24.4 亿 TOE (下限等于北美 1978 年的水平), 而其优势只有核能, 那时预计可产 6.15 亿 TOE (世界第一), 占其能源消费不到 1/4。加上其他能源生产, 自给量约为 14~15.5 亿 TOE, 还得输入 6.4~9 亿 TOE, 这一输入量占各地区能源输入总数的 50%。因此, 西欧在下一世纪仍将是最大的能源贸易赤字地区。

综上所述, 21 世纪世界能源在地区间的贸易是下降趋势。但是, 这不等于各地区内能源贸易的减少。世界能源平衡在各地区之间的改善, 将有助于地区内国家之间的能源贸易。这就是说, 能源地区内的能源贸易替代地区之间的能源贸易, 可能是下一世纪能源发展的又一特点。

本文作者宋得生 (Song Desheng) 系广西经济社会技术发展研究所副所长, 中国管理科学研究院潜科学研究所副研究员。