

2. 能源供应与需求：趋势和前景

在未来几年里，人口增长和经济发展预计将促使对能源的需求大大增加（环境影响评估，2007年）。世界上许多人目前正经历着生活方式的巨大变化，因为其经济正在从生计向产业或服务基地转变。能源需求增长幅度最大的是发展中国家，预计在2004年到2030年期间，其占全球能源消耗量的比例将从46%增至58%（环境影响评估，2007年）。然而，人均消费量可能仍远远低于经济合作与发展组织（经合组织）国家的水平。

从2004年至2020年，发展中国家能源消费量的年平均增长率预计将达到3%。在国家经济较成熟和预期人口增长率较低的工业化国家，能源需求的增长率尽管起点较高，但预计将会以每年0.9%的低速增长。到2010年，发展中地区的能源消费量预计将超过工业化地区的消费量。到2030年，全球能源需求增长的大约一半将是对动力的需求，五分之一来自运输的需求，其中大部分是以石油为基础的燃料（环境影响评估，2007年）。

导致能源需求增加的很大一部分原因将是亚洲某些经济体，特别是中国和印度的经济快速增长。亚洲发展中国家对能源的需求预计每年平均增长3.7%，远远高于其他任何地区（图1）。在未来20年间，亚洲的能源消费量将增加一倍以上，预计占有所有发展中国家能源需求增长的约65%。虽然与亚洲相比，其他地区发展中国家的能源消费增速预计较低，但仍可望超过全球平均水平（见表1）。各地区都将在未来的能源供应和需求方面发挥作用，然而亚洲消费量的预期巨大的增长将促使该地区重视未来能源的开发。

世界绝大多数能源产自不可再生资源，特别是石油、煤和天然气（图2）。刚刚超过13%的全球能源来自可再生能源，其中10.6%来自可燃再生生物质和可再利用的城市废物。其余的可再生能源来自水、地热、太阳能、风能、潮汐和海浪。

对全球总能源消耗量的预测显示，2004年至2030年，矿物燃料将占增长的大部分，而从绝对值来看，核能及其他来源所占比例较小（图3和表1）。按百分比计算，天然气和煤的变化可能最大，将分别增加65%和74%。石油消费量预计将增加42%，而起点很低的核能和可再生能源则

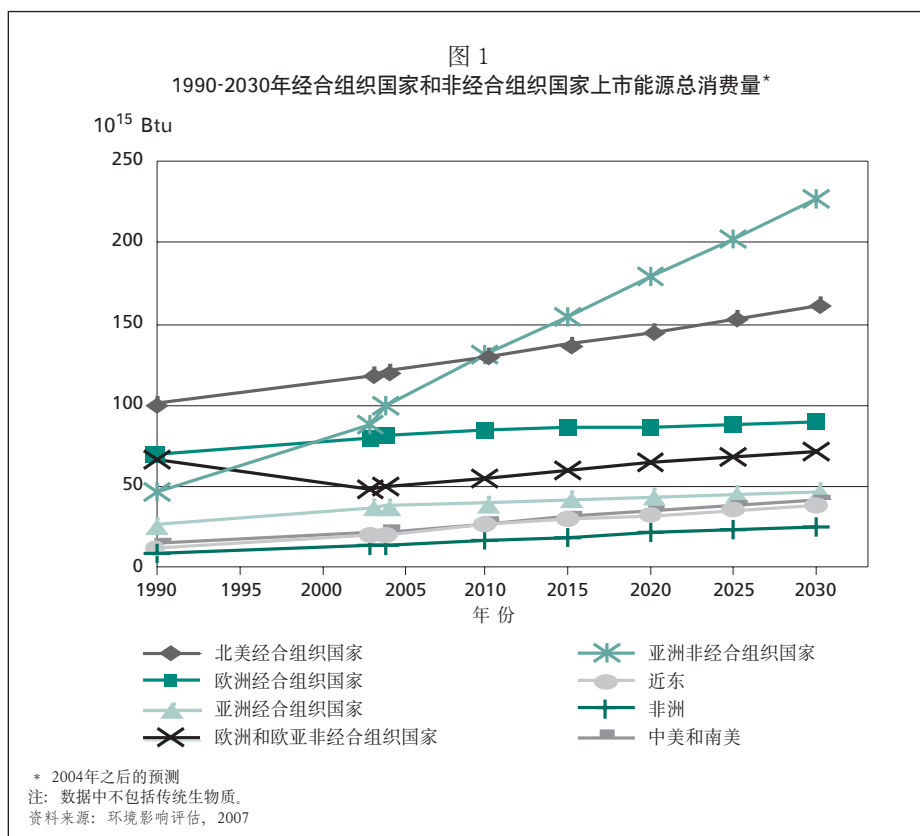
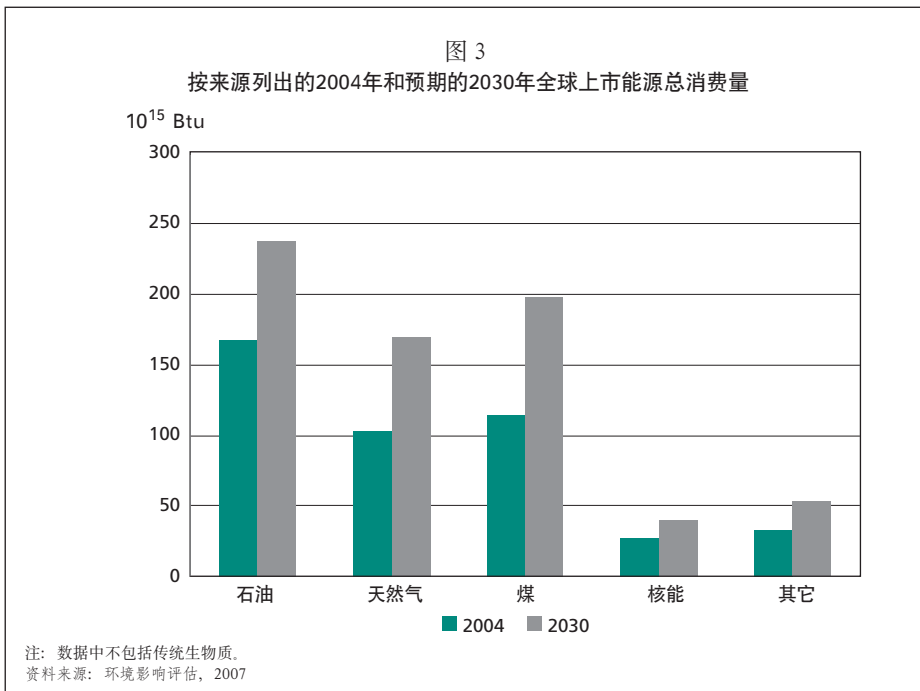
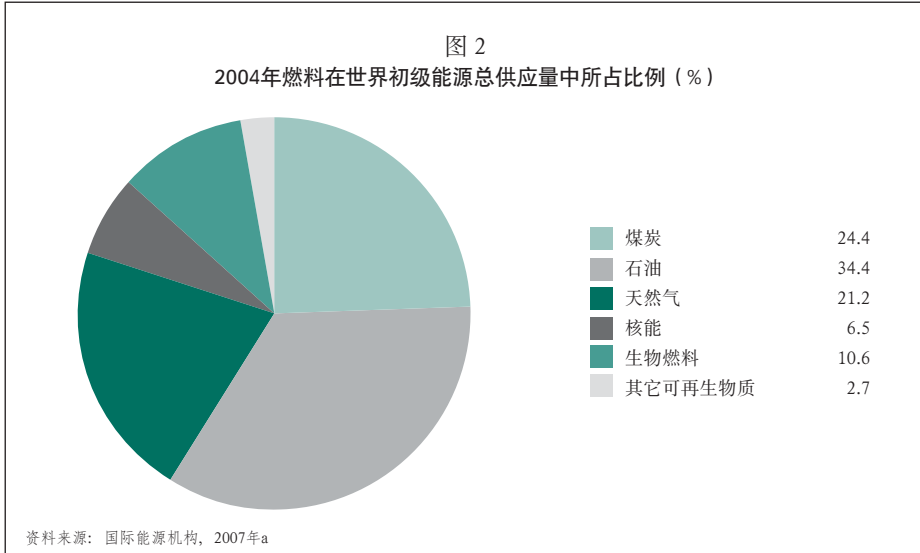


表 1
按区域和燃料列出的1990-2030年世界上市能源的总消费量 (10¹⁵ Btu)

区域/来源	年份					增长率
	1990	2004	2010	2020	2030	年增长 % 2004-2030
北美经合组织国家	100.8	120.9	130.3	145.1	161.6	1.1
欧洲经合组织国家	69.9	81.1	84.1	86.1	89.2	0.4
亚洲经合组织国家	26.6	37.8	39.9	43.9	47.2	0.9
欧洲和欧亚非经合组织国家	67.2	49.7	54.7	64.4	71.5	1.4
亚洲非经合组织国家	47.5	99.9	131.0	178.8	227.6	3.2
近东	11.3	21.1	26.3	32.6	38.2	2.3
非洲	9.5	13.7	16.9	21.2	24.9	2.3
中美洲和南美洲	14.5	22.5	27.7	34.8	41.4	2.4
经合组织国家总计	197.4	239.8	254.4	275.1	298.0	0.8
非经合组织国家总计	150.0	206.9	256.6	331.9	403.5	2.6
来源						
石油	136.2	168.2	183.9	210.6	238.9	1.4
天然气	75.2	103.4	120.6	147.0	170.4	1.9
煤	89.4	114.5	136.4	167.2	199.1	2.2
核能	20.4	27.5	29.8	35.7	39.7	1.4
其他	26.2	33.2	40.4	46.5	53.5	1.9
世界总计	347.3	446.7	511.1	607.0	701.6	1.8

注：数据中不包括传统生物质。
资料来源：环境影响评估，2007



预计分别增加44%和61%。不同能源来源的最终增长比例在很大程度上将取决于政策走向。因此，所作的预测应主要被视为开展深入讨论的一个起点。

可再生能源

可再生能源包括由可以无限制再生来源所生产和/或衍生的能源，如水能、太阳能和风能，或可持续生产的能源，如生物质等。尽管对能源的预测以矿物燃料为主，但可再生能源来源的利用将会扩大。根据美国能源信息管理局的预测，在未来数十年里，可再生能源（不包括传统生物质）的销售将以每年1.9%的速度增长。最大的绝对增长预计将出现在北美，亚洲发展中国家和中美洲及南美洲，如图4所示。可再生能源消费量年增长率最高的地区预计在近东，亚洲发展中国家和中美洲及南美洲（表2）。在亚洲发展中国家，目前的趋势更多的是由能源消费所推动，而这与中美洲和南美洲以可再生能源为特别重点的情况不同。

在未来几年里，世界大部分地区所销售的由可再生来源生产的能源比例预计将增加（图5）。到目前为止，占可再生能源的消费量最大份额的是中美洲和南美洲，在那里，具有经济竞争力的非矿物燃料的能源来源已经得到较好的开发（插文2）。这些数字并不涉及欧洲联盟（欧盟）

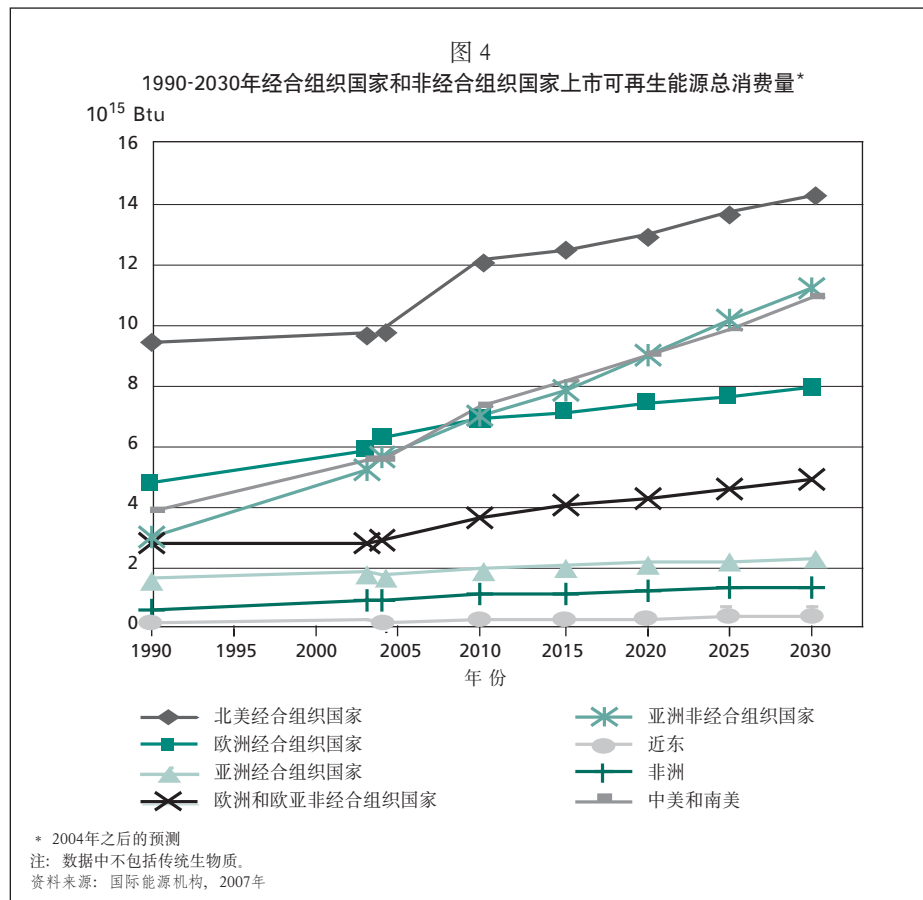
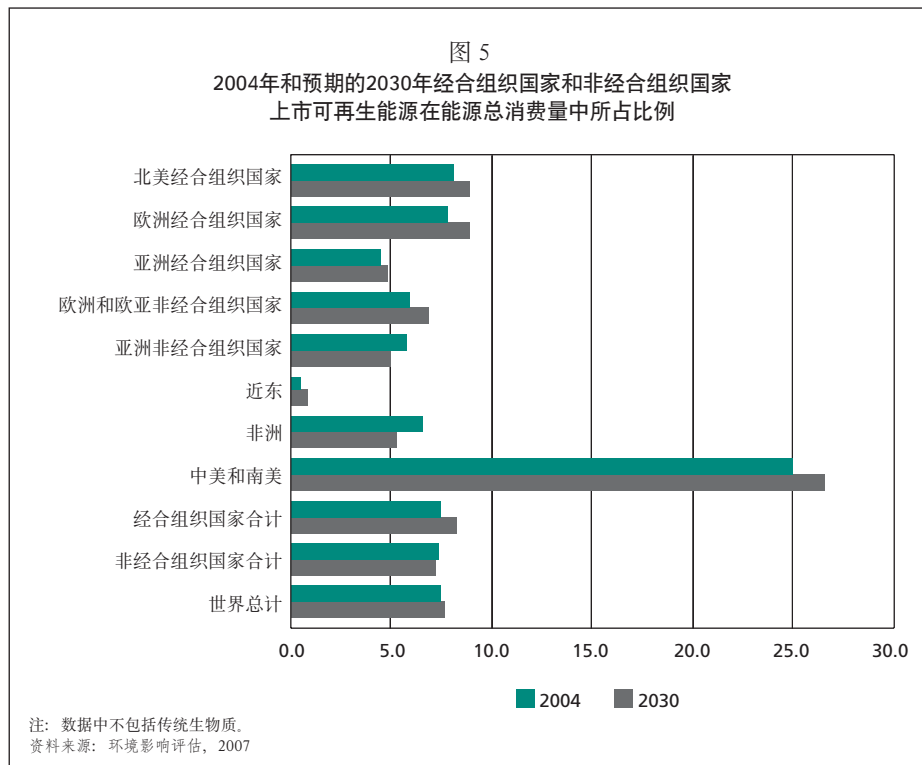


表 2
按区域列出的1990-2030年世界水电和其他上市的可再生能源消费量 (10¹⁵ Btu)

区域	1990	2004	2010	2020	2030	年增长 % 2004-2030
北美经合组织国家	9.5	9.9	12.2	13.1	14.4	1.5
欧洲经合组织国家	4.8	6.3	6.9	7.5	8.0	0.9
亚洲经合组织国家	1.6	1.7	1.9	2.1	2.3	1.2
欧洲和欧亚非经合组织国家	2.8	2.9	3.6	4.3	4.9	2.0
亚洲非经合组织国家	3.0	5.7	7.0	9.1	11.3	2.7
近东	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	4.3
非洲	0.6	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4
中美洲和南美洲	3.9	5.6	7.4	9.1	11.0	2.6
经合组织国家合计	15.9	17.9	21.1	22.7	24.7	1.2
非经合组织国家合计	10.3	15.3	19.3	23.9	28.8	2.5
世界总计	26.2	33.2	40.4	46.5	53.5	2.5

注：数据中不包括传统生物质。
资料来源：环境影响评估，2007



近期制定的长期能源战略，其中计划将2020年欧盟可再生能源的消费量提高到能源使用总量的20%；用于运输的生物燃料使用量的比例将增至10%；并将欧盟的温室气体排放量减少到低于1990年水平的20%（欧洲联盟，2007年）。

插文 2

巴西的运输用生物能源

在全世界的交通运输燃料消费中只有约1%来自液体生物燃料。巴西却是该平均水平的一个明显的例外。在1975年第一次全球石油危机期间，巴西发起了国家生物燃料计划，导致利用国内糖料供应大规模生产乙醇。在巴西生产和销售的所有汽车中，有90%以上采用“flex”系统，即配备了可以使用生物乙醇、汽油或混合燃料的引擎。巴西最近发起了一项全球运动，旨在推动将生物燃料作为一个可行的运输用矿物燃料替代品。

在巴西，当石油价格超过每桶35美元时，从蔗糖提炼的生物燃料比汽油更具竞争性。相比之下，美国利用玉米生产的生物乙醇则在油价达到每桶55美元时便体现出竞争力，而欧盟的生物乙醇则需要石油价格达到每桶75至100美元时才具有竞争力（世界观察研究所，2007年）。

巴西在生物燃料方面取得的成功主要来自蔗糖的高生产力和该原料有效转化乙醇的适宜性。每年建立大约19万公顷甘蔗种植园，主要集中在该国南部地区（粮农组织，2007年c）。预计巴西将继续作为世界主要生物燃料出口国（Global Insight，2007年）。

矿物燃料的较高价格以及政府支持开发替代能源的政策和计划将成为促进可再生能源来源竞争力的因素。然而，国家和国际社会虽然作出努力，但预测显示全球可再生能源所占比例不会大幅度增加。预测到2030年增幅将很小，从7.4%提高到7.6%（环境影响评估，2007年）。

2006年世界能源展望（国际能源机构，2006年）中阐述的世界替代政策情景显示了在世界各国采取目前正在审议的有关减少二氧化碳排放和改善能源供应安全的政策和措施，全球能源市场将会怎样发展变化（表3）。根据该情景，可再生能源在全球能源消费中所占比例基本保持不变，而传统生物质所占的份额将下降。水力发电量将会增长，但其份额将保持稳定，其他可再生能源（包括地热、太阳能和风能）的比例增加最为迅速，但是鉴于其起点较低，到2030年它们在可再生能源中所占的比例仍然是最小的。

由于纳入了传统的生物质，在未来的25年里，取暖和烹饪仍将是可再生燃料主要用途。但电力部门预计将引领全球可再生能源消耗增长趋势（国际能源机构，2004年）。该部门占2002年全球可再生能源消费量的四分之一，但到2030年其市场份额预计将增至38%。目前，不到1%的运输燃料是可再生的。根据预测，在未来的25年中，这一份额将上升到

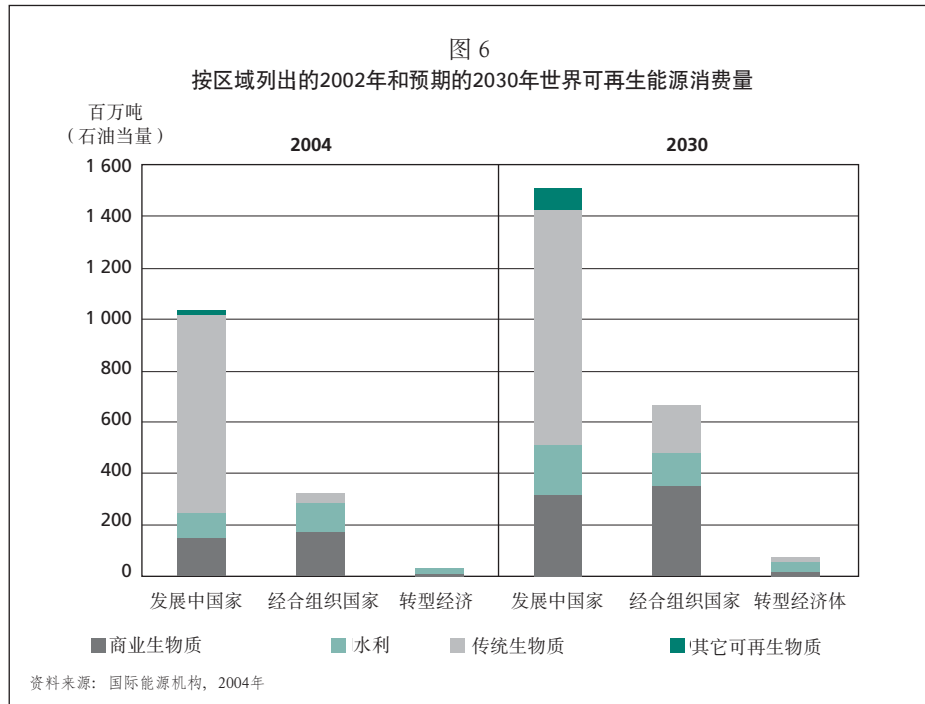
3%。这些变化对全球能源消耗量的总体影响相对较小，但对森林砍伐和粮食安全造成的影响可能会相当大。

在能源供应总量中，发展中国家包括传统生物质在内的可再生能源比例超过发达国家。约四分之三的可再生能源由发展中国家消费，那里大部分可再生能源的生产以使用传统的生物质和水电为基础。工业化国家占全球可再生能源消耗量的23%，转型经济体占3%（图6）。

表 3
全球可再生能源增长量

能源来源	2004	2030	大约增长（倍数）
发电 (TWh)	3 179	7 775	>2
水利发电	2 810	4 903	<2
生物质	227	983	>4
风能	82	1 440	18
太阳能	4	238	60
地热	56	185	>3
潮汐能和波浪能	<1	25	46
生物燃料 (Mtoe)	15	147	10
工业和建筑 (Mtoe)	272	539	2
商业生物质	261	450	<2
太阳能	6.6	64	10
地源热	4.4	25	6

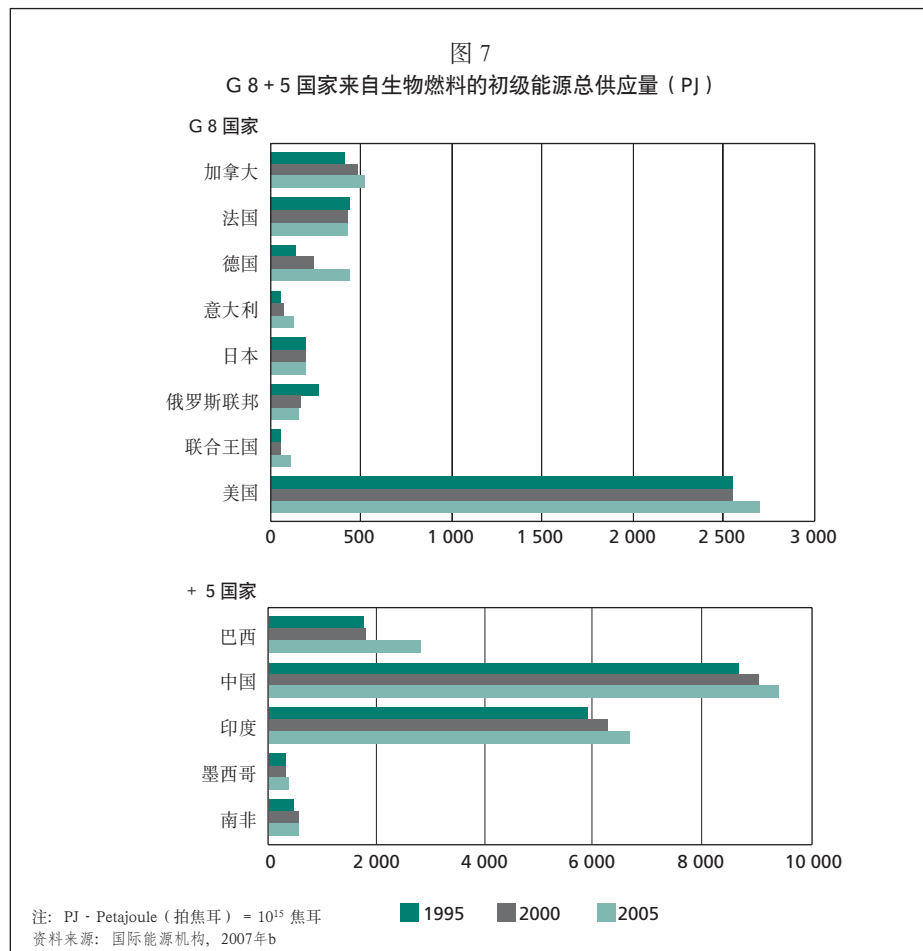
注：TWh = 太瓦小时；Mtoe = 百万吨石油当量
资料来源：国际能源机构，2006年；经合组织 / 国际能源机构，2006年，引自国际能源机构，2007年a

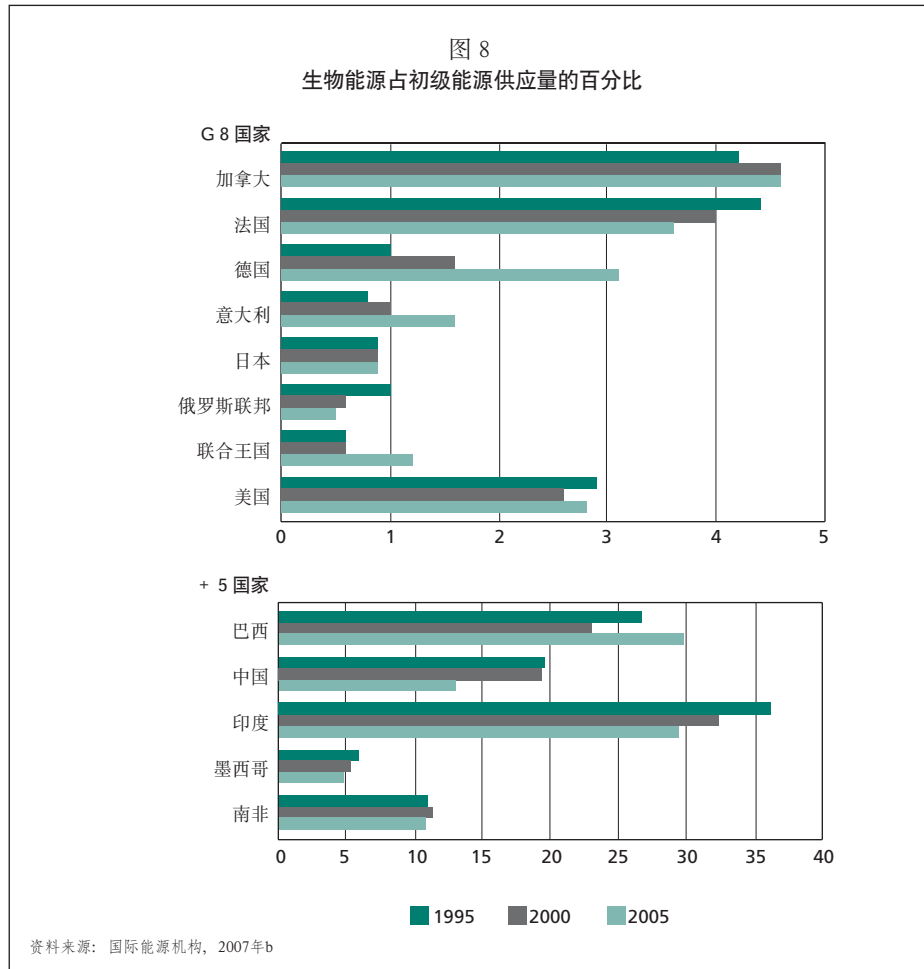


可再生能源具有最重要意义的两个地区是非洲和拉丁美洲。在非洲，这主要是由于取暖和烹饪均使用木质燃料。在拉丁美洲，主要原因则是巴西的可再生能源消费量高，所有能源消耗量的45%是可再生能源 - 水电、木材和甘蔗乙醇。

大部分G8 + 5（八国集团+ 5个发展中）国家的生物燃料使用在不断增加，是世界能源的最大消费者，其中明显的一个例外是俄罗斯联邦，那里的矿物燃料可供量不断增加。按绝对值计算，美国、中国和印度迄今消费的生物燃料数量最大（图7）。

通过对1995年至2005年期间G8 + 5国家生物能源使用量占能源消费总量的份额进行比较，图8清楚地显示出政府政策的影响。德国、意大利、英国、美国和巴西2000年和2005年生物能源占能源使用量比例增加，从经济上促进了生物能源的消费。然而，中国和印度生物燃料的使用量分别下降，因为两国较高的经济增长速度超过了矿物燃料价格上涨的影响。

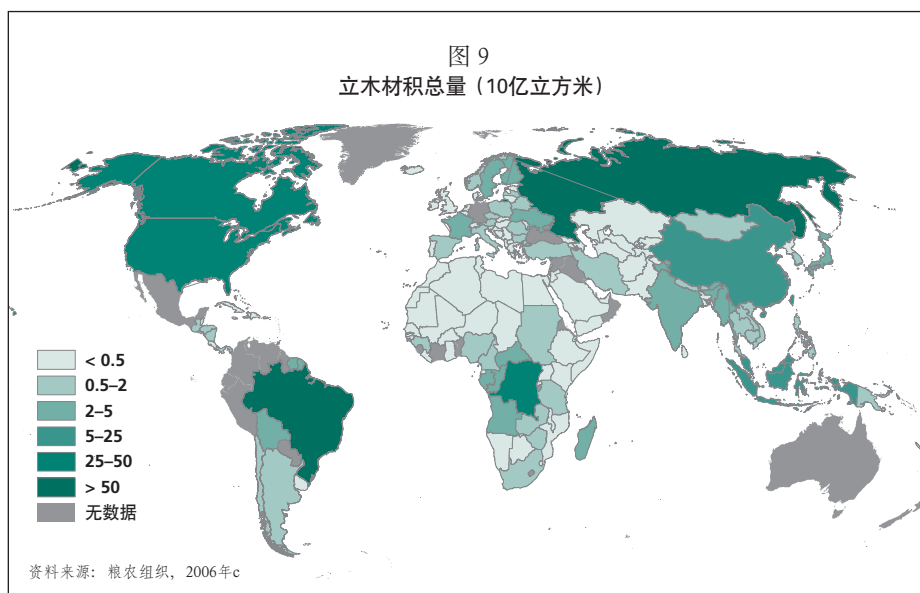




木质能源

木材可供量及木材作为未来替代石油的生物燃料的潜力在世界各地的分布不尽相同（图9）。2005年全球工业原木的产量约为17亿立方米，而薪材的产量大约是18亿立方米（粮农组织，2007年c）。全球工业原木的大约65%产自工业化国家，但薪材的产量只有13%左右。最大的薪材生产国是印度（3.06亿立方米）、中国（1.91亿立方米）和巴西（1.38亿立方米）。薪材产量较高的少数工业化国家包括美国、墨西哥、芬兰、瑞典和奥地利等。但是在获得数据方面存在着困难，而且家庭薪材使用调查已显示出其他几个工业化国家的消费量相当大（Steierer等，2007年）。

绝大多数的薪材仍是在当地生产和消费。由于薪材主要用于家庭，而且往往通过非正式的方式进行交易，因此很难收集到国家一级的准确数据。许多其他因素亦决定了薪材统计数字的准确性和可获得性（插文3）。



从历史上看, 木材一直是最重要生物能源的来源。自从发现了火, 木材便一直被用于烹饪和取暖。在发展中国家, 木材还被用于商业活动, 如鱼类的烘干, 烟草加工和砖块烧制。在发达国家, 木材主要被森林工业用于发电。

近年来, 作为矿物能源的一种环保型替代品, 木质能源已引起人们的注意, 而且已经为提高供热和发电, 尤其是有关工业应用方面的效率进行了投资。世界一些地区能源政策的变化有利于发展以木质能源为基础的系统。新技术正在改善利用木材生产能源的经济可行性, 特别是在那些拥有大量森林和完备的木材加工产业的国家。

就绝对数而言, 经合组织国家的工业生物能源中木材的最大用户是美国、加拿大、瑞典和芬兰。在这些国家, 大部分用于能源的森林生物质是从间接来源回收的, 其中包括木材制浆产生的黑液和其它废木 (Steierer等, 2007年)。在上述每个国家, 工业应用刚刚超过生物能源总使用量的50%。

薪材是大多数发展中国家农村地区主要的木质能源形式, 而对于许多非洲、亚洲和拉丁美洲的城市家庭而言, 木炭仍是一个重要的能源来源。发展中国家占世界木质燃料 (薪材和木炭) 消费量的近90%, 而且在发展中国家, 木材仍是烹饪和取暖的主要能源来源 (Broadhead、Bahdon和Whiteman, 2001年)。过去15年来, 全球木质燃料的消费量一直相对稳定地保持在18到19亿立方米之间。

插文 3

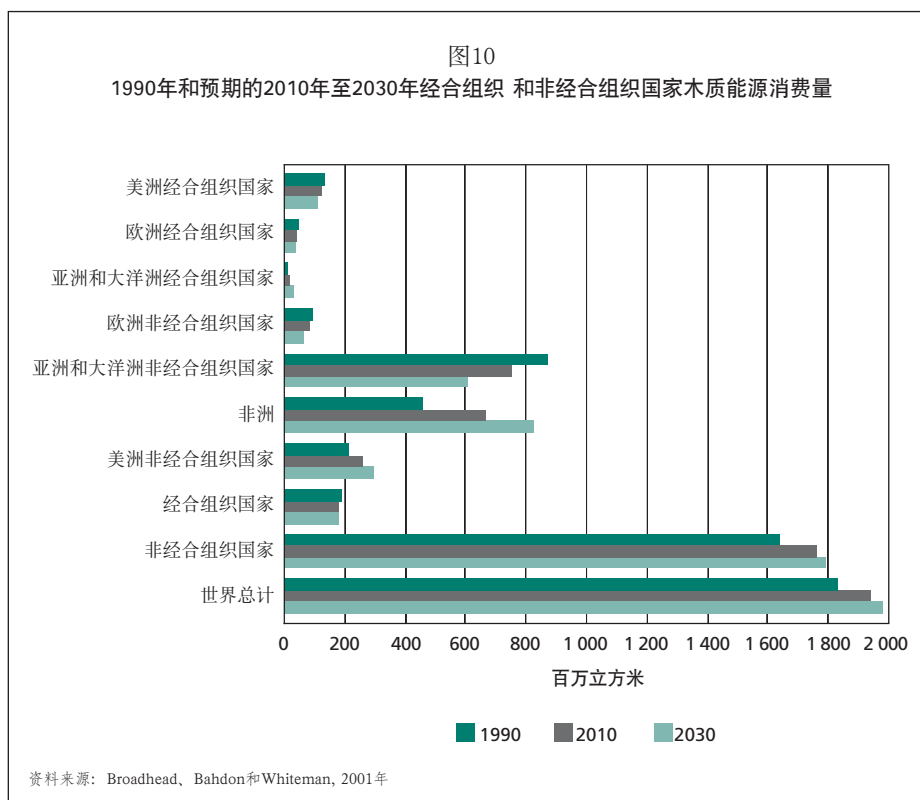
收集准确木质燃料信息的制约因素

一直很难获得有关木质燃料消费量的统计资料。主要原因是：

- 需要开展高强度的调查工作来收集准确的信息，因为在不同的地点和一年里不同时间，木质燃料的生产和消费情况会有很大的差异。
- 木质燃料主要是供采集者自用，而不是在有助于信息的收集的特定地点，如市场、商店或工厂进行销售。
- 由于大多数国家木质燃料的价格低廉，该部门在经济中无足轻重，因此对统计资料收集工作进行投资被认为无价值。
- 许多国家缺少收集薪材信息所需的财力和人力资源，特别是由于那些木质燃料最为重要的国家通常也是最贫困的国家。
- 在与该部门有关机构（如负责农业、林业、能源和农村发展方面事务的政府机构）之间往往缺乏协调，而且信息收集的好处可能对任何一个机构都不明显。
- 许多政府林业机构集中精力开展商业木材生产，忽视了非商业林业产出。
- 薪材方面的信息缺乏明确的定义、计量规范和转换因数，因此很难对各地区和不同时期的统计数据进行比较。
- 由于普遍存在非法采伐现象，生产数字有可能申报不足，因此可作为能源使用的废木数量可能被低估。

资料来源：Broadhead、Bahdon和Whiteman，2001年

图10显示了1990年和2030年期间经合组织和非经合组织国家木质燃料的消费量。全球趋势表明，木质燃料的消费日益增加，主要反映了非洲的消费量不断提高。与此相反，亚洲和大洋洲的非经合组织国家则呈现下降的趋势，其原因是收入迅速增加和城市化。经合组织欧洲国家未来的消费量预计将高于图11所显示的水平，因为最近欧盟计划到2020年将可再生能源在能源总使用量中所占比例增加到20%（欧洲联盟，2007年）。

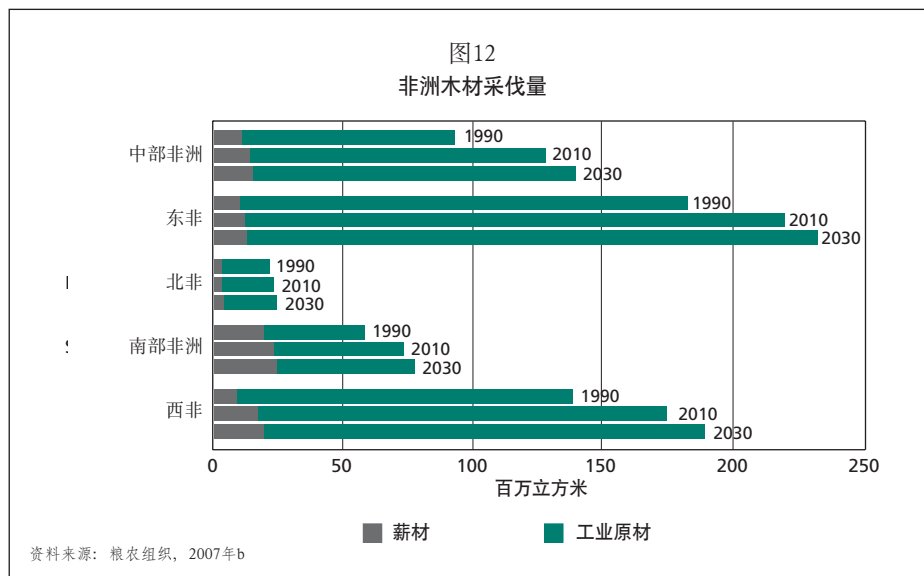
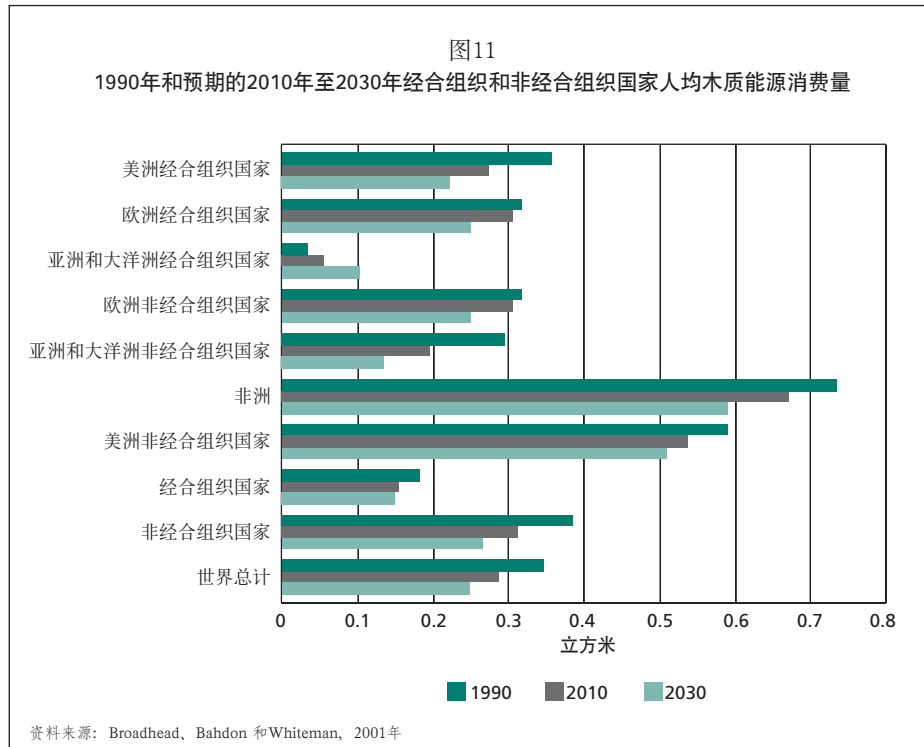


最近开展的调查还发现，几个工业化国家木质燃料的消费量大大高于先前的估计（Steierer等，2007年）。数字显示，经合组织国家可能因此处于可能消费范围的低端。

人均木质燃料消费量（图11）显示出总消费量的不同趋势。除亚洲经合组织国家和大洋洲之外，世界所有区域的人均消费量正在下降，其原因是收入增长，城市化，供应木材的来源减少，以及首选的木质能源等替代能源来源可用性提高。尽管如此，在非洲国家和美洲的非经合组织国家，人口的增长促使木质燃料的总消费量不断提高。

非洲木材使用量的估计数表明，采伐量的绝大部分是薪材，而且除南部非洲以外，其他地区工业用途的消费量相对很小（图12）。非洲所有地区薪材的使用量日益增加，虽然速度有所下降。

根据国际能源机构（2006年）核准的数据，使用生物质资源作为主要烹饪用燃料的人数将增加（表4）。预计非洲和除中国以外的其他亚洲国家的使用量将有大幅增长。总的来讲，如果没有新政策出台，到2030年，依赖生物质的人数将从25亿增加到27亿。



由于很难收集准确的木质燃料数据（插文3），需要很谨慎地对数据进行分析。例如，最近国际能源价格的上涨导致木质燃料用户向更清洁和更有效的烹饪和取暖燃料转变的速度减缓（国际能源机构，2006年）。

表 4
使用传统生物质的人数（百万）

区域 / 国家	2004	2015	2030
非洲撒哈拉以南地区	575	627	720
北非	4	5	5
印度	740	777	782
中国	480	453	394
印度尼西亚	156	171	180
亚洲其他国家	489	521	561
巴西	23	26	27
拉丁美洲其他国家	60	60	58
总计	2 528	2 640	2 727

资料来源：国际能源机构，2006年

未来能源的选择 - 主要问题

对未来能源的选择将取决于多种因素。不同能源来源的重要性根据能源政策中确立的主要目标而不同。碳排放量的多少对于气候变化至关重要，而供应地点对于能源的依存度则是关键性的。同样重要的是未来矿物燃料的价格和提供替代能源的力度。对上述每个因素的重视程度和不同政策目标之间的竞争将在很大程度上决定着未来能源的消耗。

石油价格

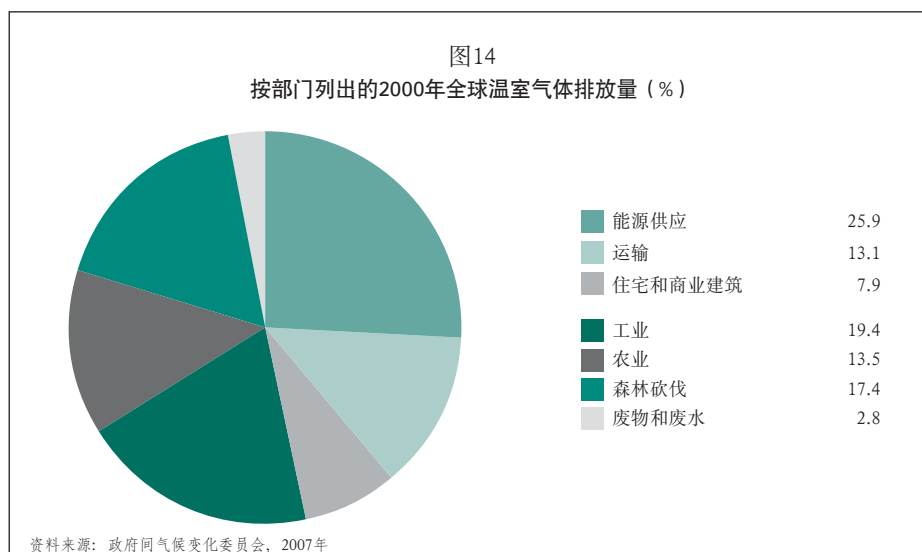
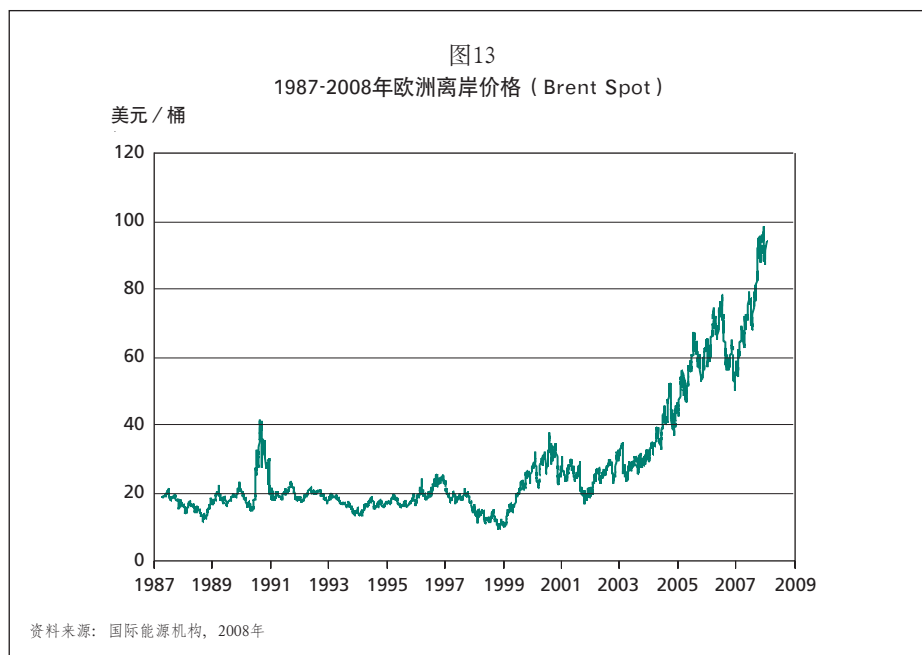
继石油的售价从1999年的每桶不足20美元大幅上涨之后，在2008年5月初，每桶油卖到126美元（图13）。尽管国际能源机构预测在未来20年的大部分时间里价格将会大大低于这一水平，但新的生产能力是否可以弥补现有油田产量减少的不确定性可能意味着2015年之前石油价格将会提高（国际能源机构，2007年a）。

石油和其他矿物燃料的价格会对可再生能源的采用产生重大影响。特别是在发展中国家，石油价格的上涨也可能会抑制经济增长，从而阻碍对在可再生能源的投资，但是价格下降不太可能促使决策者去推动可再生能源的使用。

在这方面，发展中经济体对全球能源供求的波动尤为敏感。国际能源机构估计，若石油价格上涨10美元，将使亚洲的国内生产总值增长率平均下降0.8%，而该区域重债穷国的下降幅度则高达1.6%。非洲撒哈拉以南地区GDP增长率的损失甚至更大，一些国家达到3%（国际能源机构，2004年）。石油价格对可再生能源的发展和全球消费量分布的影响会是很复杂的，而且贸易和技术转让等问题将具有十分重要的意义。

温室气体排放

全球温室气体排放主要来自能源生产（图14）。其他来源，包括土地利用变化、林业和农业占排放量的大约三分之一。但是矿物燃料的使用却是人类给气候造成的最大单一影响，估计占温室气体排放量的56.6%（政府间气候变化专门委员会，2007年）。交通运输虽然只占排放量的八分之一，但它的碳密集性质、公众对石油价格的高度关注和对生产国的依赖，已经使其成为生物能源辩论的焦点。



尽管近年来关注的焦点是石油和运输，煤炭在未来能源利用中的意义以及它在气候变化方面的作用却不容忽视，尤其是如果煤炭气化的过程被广泛用于运输燃料的生产（Perley，2008年）。煤炭是迄今污染最大但也是越来越重要的矿物燃料，特别是在能源需求预期增长量最高的亚洲。在所有矿物燃料中，煤炭是导致气候变化气体的最主要因素，在2003年超过了石油。尽管它在世界能源总量中所占比例与天然气相同，但其二氧化碳的排放量则是天然气的两倍（国际能源机构，2006年）。

鉴于煤炭的供应不像石油那样受到限制，因此尽管制定了环境法规，由煤提供的能源比例的增长似乎是不可避免的。与石油和天然气相比，煤炭储量的分布更广。大部分适合发电的煤储量位于澳大利亚、中国、哥伦比亚、印度、印度尼西亚、俄罗斯联邦、南非和美国。预测显示，亚洲和太平洋地区煤炭使用量的增长幅度最大。据估计，中国和印度共占发展中国家煤炭需求增长的近四分之三，占世界煤炭需求增长的三分之二（国际能源机构，2003年）。

此外，还必须注意到，温室气体排放量的很大一部分来自森林砍伐，每年为17.4%。非常重要的一点是，若要实现气候变化的目标就必须努力确保生物能源的生产不会因森林皆伐而造成陆地碳的损失。最近的研究表明，为生产生物燃料而进行的草原或森林皆伐可能会导致碳损失，而这种损失将需要数百年的时间才能恢复（Searchinger等，2008年；Fargione等，2008年）。

能源依存度

决定可再生能源和生物能源推广力度的另一个关键因素是对能源进口的依存度。表5显示了世界不同地区对燃料进口的依赖程度和出口在商品贸易总量中所占的比例。除近东以外，所有区域的进口量都很高，而且许多区域的出口量高于进口量，这表明有可能会采取一些替代办法。亚洲的进口大大超过出口。欧洲和北美进出口之间的差异较小，其部分原因是目前开展了推广生物燃料的活动。

表 5

按区域列出的总贸易量中燃料所占比例

区域	出口 %	进口 %
北美洲	7.1	11.7
中美洲和南美洲	20.2	15.6
欧洲	5	8.5
独立国家联合体	43.9	9.8
非洲	51.9	10.2
近东	73	4.3
亚洲	5.1	14.7
世界	11.1	11.1

资料来源：世贸组织，2004年