



贸易和发展理事会

贸易和发展委员会

初级商品与发展问题多年度专家会议

第二届会议

2010年3月24日至25日，日内瓦

临时议程项目4

审查和确认实现能源组合多样化的机会，包括使用可再生能源，同时意识到各国需要确保在粮食安全与能源问题之间达到适当平衡

未来的能源布局与可再生能源：能源和食品安全问题**贸发会议秘书处的说明****内容摘要**

全球能源需求不断增加，主要的发展中国家是驱动这种增长的主要力量。然而，化石燃料在世界能源平衡结构中居支配地位。这种情况提出了一个重大问题：如何改变未来的能源组合，使之采用更多的可持续能源和可再生能源。

本背景说明审视了未来能源组合的状态和前景，尤其是可再生能源的潜在作用。本说明还从生物燃料生产对能源和粮食安全影响的角度审视了这一问题。本说明强调指出，必须在考虑到国家和全球经济发展挑战的情况下认真评估权衡取舍之后，采用综合的办法应对能源安全问题。

导言

1. 多年来，包括煤炭、原油和天然气的化石燃料一直是工业生产、供暖和交通运输的主要商业能源。¹ 碳氢化合物尤其是石油还用于制药、建筑和服装行业以及化肥、食品、塑料器皿和油漆等方面。至于核能以及风能、太阳能、地热能、水能和生物质能等可再生能源的其他能源，它们在能源组合中一直处于边际地位，这是因为这些能源成本高昂，技术发展也不完善。核能则还涉及其它的安全考虑因素，包括长期处置放射性废物的问题。

2. 但是，人们认识到过度依赖化石燃料会产生有害环境的影响，同时日益担忧某些化石燃料的供应量能否满足不断增长的全球能源需求。这种情况使采用更清洁和更多元化的能源组合的重要性变得更为明显。因此，包括生物燃料的可再生能源已日益受到重视。此外，始于 1973 年石油危机的能源供应冲击，已经使发达国家和发展中国家的决策者都警觉到必须摆脱对单一能源的依赖。最近的一次冲击导致油价在 2008 年 7 月上涨到了最高点，达到每桶近 150 美元。这再次提醒人们记得更多元化的能源组合的效益。

3. 扩大全球能源组合范围的努力提出了严峻的挑战，因为这将要求采用战略性政策措施，并进行大量投资包括在公营部门投资，据以支持发展新的能源，这些新能源或是目前的成本过于昂贵，或是本身带有不利的外在因素，生物燃料就是一例。在应对这些挑战时，决策者必须制定全面和综合的办法来处理能源安全问题，使它们得以实事求是地评估能源安全与其他发展政策目标之间的种种权衡取舍问题。

4. 本文结构如下。第一章概述全球能源状况，重点是目前的能源组合及其今后可能出现的动态。第二章着重阐述发展可再生能源的主要推动因素和对采用此种能源的障碍，尤其是对发展中国家而言。第三章审视不断变化的能源组合对能源安全的影响问题。第四章讨论一些政策影响问题。第五章提出了一些结论性意见，包括可能供专家重点审议的一些问题。

一. 全球能源状况——历来和当前的能源组合以及今后的挑战

5. 温室气体排放量很高的燃料历来在全球能源系统中占支配地位。最初，木柴是主要的工业燃料，但发现煤炭后，木柴的使用量有所减少，² 因为煤炭燃烧较慢，热值大幅高于木柴。自 19 世纪后期起，煤炭成为为工业革命提供动力的首选燃料。但在 1945 年后，由于对运输燃料的需求有所增加，石油的使用范围迅速扩大，在 1960 年代取代了煤炭。今天，全球能源系统比以前复杂得多，许多能源相互竞争，并出现了许多优质和易用的能源载体。化石燃料提供的能源共计约占全球所需能源的 80%，其余的则由木柴、水电和核能提供。

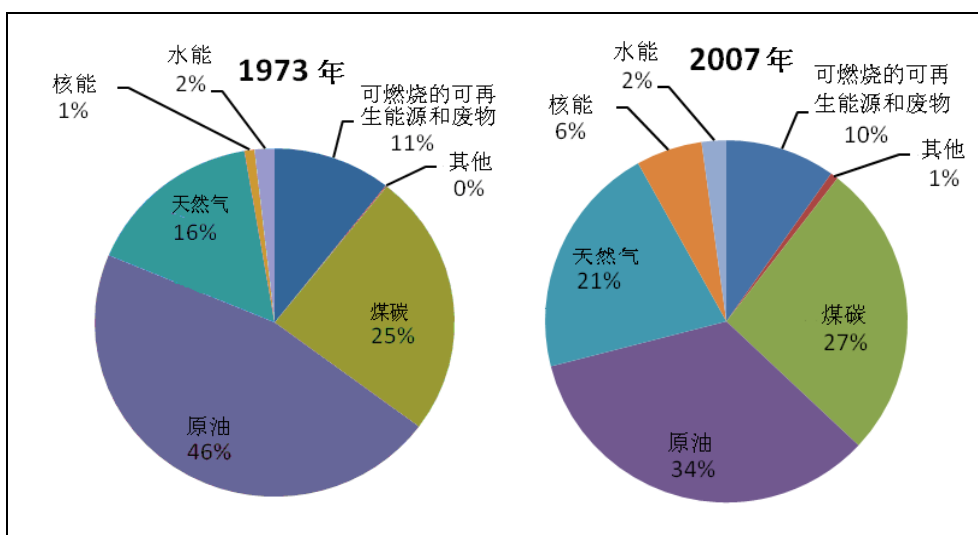
¹ 将这些能源称为商业能源，是鉴于它们要求定出价格，其用户则必须为之支付费用。

² 许多发展中国家仍在使用木柴，20 多亿人依然要依靠此种燃料。

6. 过去 35 年期间,天然气的市场占有率有所提高,达到了五分之一以上(图 1),因为天然气藏量丰富、能效较高,具有多种用途,而且温室气体排放量远远低于煤炭和石油。³ 在这一时期,可再生能源的市场占有率也出现了类似的增长(5%)。然而,尽管煤炭是高污染燃料,但现在却卷土重来,而且如果清洁煤炭技术趋向成熟,对煤炭的需求量还可能增加。⁴

7. 虽然常规原油储量正在不断减少,但现已成为原油总产量组成部分的油砂以及煤炭都具有很大的潜力,因此可以使化石燃料产业继续维持一段时间,但这将取决于技术发展的快慢,因为技术发展将影响从油砂提炼石油的成本。图 1 还显示,石油在能源总供应量中所占的比例在 30 多年(1973 至 2007 年)期间下降了 10%以上,但有关 1990 至 2007 年世界能源需求的新数据显示,这种下降很大部分发生在 1973 至 1990 年期间,因此十分可能是两次石油危机所致。其实,1990 至 2007 年期间,石油在全球能源需求所占的比例只下降了 2.6%,从 36.7%下降到 34.1%。⁵

图 1
1973 年和 2007 年一次能源总供应量



资料来源:国际能源机构。⁶

³ http://www.davidsuzuki.org/climate_change/energy/fossilfuels/naturalgas.asp。

⁴ 此种技术中有些是在煤炭燃烧前将之净化,有些则是控制煤炭的燃烧,尽量降低二氧化硫、氮氧化物及微粒物质的排放量。

⁵ 国际能源机构(2009 年)。世界能源展望。

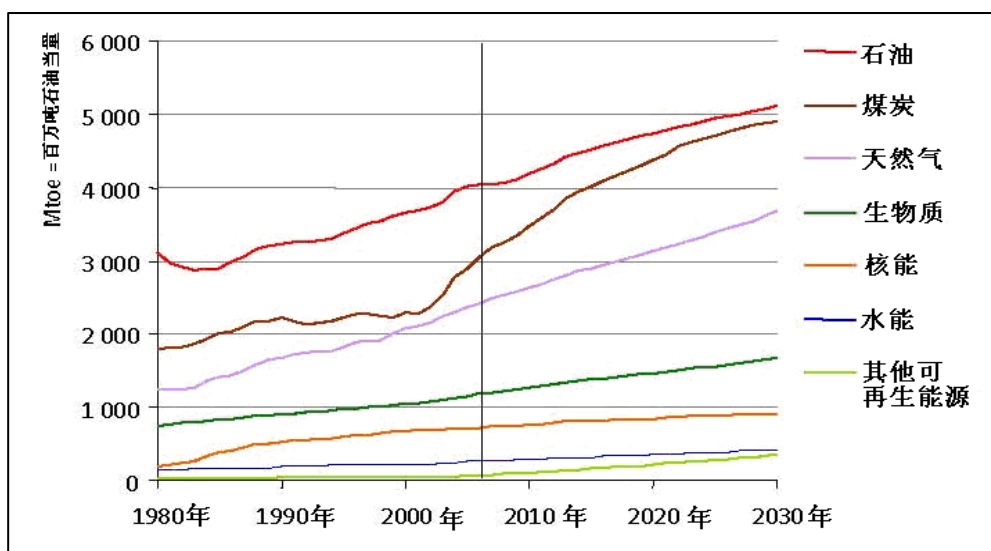
⁶ 可燃烧的可再生能源和废物包括固态生物质、液态生物质、生物气、工业废物和城市垃圾。生物质是指直接用作燃料或转化为燃料(如木炭)或电力和(或)热能的任何植物物质。其中包括木材、废弃的植物物质(包括废弃的木材和用于生产能源的作物)、乙醇,动物物质/废料和亚硫酸盐废液。城市废物包括由地方当局为生产热能和(或)发电集中处理而收集的住宅、商业和公共服务部门产生的废物;其他的能源包括地热能、太阳能、风能、潮汐/波浪/海洋能,电力和热能。

8. 预计到 2030 年时，世界能源包括可再生能源的总消费量将增加 45%。从目前的消费量增加到如此高的数量(图 2)，将需要 25 兆至 30 兆美元的投资，即在今后 20 年内每年投资逾 1 兆美元。⁷ 国际能源协会的预测显示，原油将依然在世界能源中居支配地位，占 2007 至 2030 年需求增长的 77%。这就是说将从 2008 年的大约每日 8,500 万桶增加到 2030 年的每日 10,500 桶。此外预测还表明，2007 至 2030 年对煤炭的需求量将增长 53%，同期天然气将增长 42%。⁸

9. 这些预测提出的严峻挑战是，能源部门占全球温室气体排放量的 60%，因此是全球变暖的主要因素之一。同时，廉价和可靠的能源，是发展中国家持续经济增长、提高生活水平和消除贫困必不可少的因素。其实，今后几十年对能源部门的新投资将有很大部分用于发展中世界。因此，能源是气候变化和发展挑战两者之间互动界面中的关键问题。

图 2

世界一次能源需求



资料来源：参考资料，《2008 年世界能源展望》。

低碳能源组合中可有有哪些可选用的能源？

10. 在假设出现超赶式增长率以及城市化和工业化持续加快的情况下，要缩小发展中国家的能源供需差距，即使是在采用煤炭等低成本的选项时，也要求进行大约数兆美元的投资，因此必将远远超过许多发展中国家目前的能源投资量。发展中国家的能源基础设施大部分尚待建设，从而使发展中世界许多地区的能源服务供不应求而且价格昂贵。在这种情况下，转向采用可再生能源的途径，可能比

⁷ Hayward T (2009 年)。“增长的经济需要更多的能量”。《石油和天然气杂志》。11 月 25 日。

⁸ 国际能源机构(2009 年)，《2009 年世界能源展望》，概况介绍。

改造现有基础设施花费较少也更容易办到。⁹ 然而，大力推动采用低排放能源的任何行动，都很可能涉及大规模投资，其投资量将高于高排放能源。因此，获得负担得起和可预测的资金，依然是许多国家在转向低排放、高增长发展途径时遇到的最严重的制约因素。

11. 低排放能源组合可由一系列能源组成。这些能源包括可再生能源如风能、地热能、太阳能、水能、生物质能。目前，这些能源中有些正在迅速变成传统能源，但技术发展水平以及涉及其中多数能源的昂贵成本，限制了它们可在可预见的未来在全球能源组合中所占的比例。

12. 风能是目前广泛利用的可再生能源之一。装机容量平均年增长率为17.1%。¹⁰ 2008年，70多个国家的风力发电量为逾260兆瓦小时清洁电力(相当于全球电力消费量的1.5%有余)。¹¹

13. 地热能源自地表之下，仅有少数地方能开发利用。地热井坑喷出的蒸汽可用于发电和供暖。地热是快速增长的可再生能源(年增长率为20%)。分析表明，到2010年，可能有多达46个国家会利用地热能，产生的能量与27个火力发电厂相当。¹² 发展中国家是主要的地热能生产国，其中10国名列世界前15位。2007年，地热提供的能量仅占全球能源总供应量的0.4%。¹³

14. 太阳能的利用途径是使用光电池产生电力，或通过太阳集热器加热水温。太阳能是适用于许多农村居民的能源，这些人往往因输电网电力费用昂贵而无法使用电力。光伏产业的发展得益于一些国家提供的补贴，这些国家主要是德国和日本等有所自我克制的发达国家。德国和日本的装机容量分别占世界总装机容量的42%和21%。¹⁴ 预测表明，到2015年，太阳能电力的成本可能会低于以传统能源生产的电力，这将归结于两大因素：光伏发电技术不断发展和化石燃料价格不断上涨。

15. 水能的潜力很巨大，但已经开发利用的世界水力资源尚不足三分之一，原因是这涉及对环境的敏感考虑因素，而且对受河流筑坝工程影响的社区进行安置是很艰巨的任务。2007年，水能仅占全球能源供应量的2%，与1973年相差无

⁹ 全球推动发展可再生能源的努力必须由发达国家主导开展。对这一挑战的评估，见 Jacobson M 和 Delucchi A (2009年)。《以可再生能源供应百分之百的地球所需能量的计划》。《美国科学杂志》。11月。

¹⁰ 全球风能理事会: [http://www.gwec.net/index.php?id=30&no_cache=1&tx_ttnews\[tt_news\]=232&tx_ttnews\[backPid\]=4&cHash=c11503e4d8](http://www.gwec.net/index.php?id=30&no_cache=1&tx_ttnews[tt_news]=232&tx_ttnews[backPid]=4&cHash=c11503e4d8)。

¹¹ 2008年世界风能协会报告: http://www.wwindea.org/home/images/stories/worldwindenergyreport2008_s.pdf。

¹² 这几乎为2008年上半年利用地球热能的国家数目的两倍。Dorn JG (2008年)。《即将爆发地热发电之势》。球政策研究所，8月19日。

¹³ <http://kn.theiet.org/sustainability/renewable-energy.cfm>。

¹⁴ Keller A 和 Ploss T (2009年)，《步入十字路口的太阳能》。国际工业研究中心，《化学业务》，8月3日至16日。

几(图 2)。其他形式的动能包括波浪发电和潮汐发电正处于初期开发阶段，因此没有包括在全球能源组合之中。

16. 生物质能大多产生于植物物质。发展中国家是生物质的最大消费群体，木材等传统生物燃料的消费量约占这些国家能源总消费量的三分之一。但生物质不是高效能源。撒南非洲许多国家对生物质的依赖程度高达其一次能源消费量的 90%。

17. 用于运输的生物燃料包括乙醇和生物柴油。¹⁵ 乙醇可从玉米、高粱、大麦和甘蔗等农作物中提炼，生物柴油则从植物油和动物脂肪中提炼。这些燃料高度集中在少数几个国家生产。巴西和美国两国占 2008 年乙醇产量的 87%有余(表 1)。美国生产的乙醇多数以玉米为原料，巴西则依靠廉价的甘蔗。在德国、法国和意大利等一些欧洲联盟(欧盟)国家，主导产品是生物柴油。这些国家合计的产量占 2008 年全球生物柴油的 35%有余。从棕榈油和麻风树提炼的燃料以及其他纤维素生物燃料也已经商业化，但由于所涉成本昂贵、技术新型且研发不足，此种燃料进入市场的速度缓慢。这两种因素也限制了纤维素生物燃料在全球能源组合中的比例。例如，研究表明，以纤维素物质为原料生产一加仑乙醇，需要用 3.3 加仑石油。¹⁶ 大致而言，产量最高的 5 个国家生产的生物燃料占全球产量的 85%以上。然而，生物燃料没有对能源组合产生重大影响，因为这种燃料的全球产量仍然过低，对土地的需求又太高。2008 年世界生物燃料总产量达 1.5 百万桶/天(原油为 85 百万桶/天)。

表 1
世界生物液体燃料产量，2008 年

乙醇		生物柴油		生物燃料总产量	
所占比例(%)		所占比例(%)		所占比例(%)	
美国	50.1	德国	19.1	美国	43.8
巴西	37.5	美国	17.5	巴西	31.6
中国	2.7	法国	12.3	德国	4.3
法国	1.2	巴西	7.0	法国	3.3
德国	0.8	意大利	4.5	中国	2.5
产量最高 5 国的总产量	92.3	产量最高 5 国的总产量	60.4	产量最高 5 国的总产量	85.5
其他国家	7.7	其他国家	39.6	其他国家	14.5
世界共计	100.0	世界共计	100.0	世界共计	100.0

资料来源：美国能源部，国际能源数据库。

¹⁵ 生物燃料的定义通常包括从垃圾填埋场、污水污泥、动物粪便和其他农业废料产生的生物气(甲烷)。本文的重点仅指主要用作运输燃料的液体生物燃料。

¹⁶ Pimentel D (2009 年)。《用作能源的玉米乙醇：对美国生产补贴制度的异义》。《哈佛国际评论》。剑桥：夏季版。第 31 卷，第 2:50 号。

二. 驱动今后能源组合发展的因素和发展中国家面临的挑战

18. 各种因素正在驱动未来的能源组合发生演变。这些因素通常涉及资源供应、生产成本、环境效益(和代价)、能源安全以及技术发展。由于化石燃料是不可再生能源，它们对今后能源组合的贡献将部分取决于探明的储量消耗殆尽的速度，也取决于开采成本的高低。许多专家认为，某些地区的产量已达到顶峰并已开始下降。英国石油公司的估计表明，按目前的生产进度计算，石油、天然气和煤炭的储量将分别在不到 50 年、60 年和 122 年后耗尽殆尽(表 2)。尽管正在发现一些新的储量，但这些储量落后于增长的需求，而且往往会产生一些技术性的挑战，从而促成生产成本上升。

表 2
全球碳氢化合物储量和产量，2008 年

	储量	产量	储产比(年)
石油 ^a	195.3 x 10 ⁹ 吨	3.928 x 10 ⁹ 吨	49.7
天然气	185.0 x 10 ¹² 米 ³	3.066 x 10 ¹² 米 ³	60.3
煤炭	826.0 x 10 ⁹ 吨	6.770 x 10 ⁹ 吨	122.0

^a 包括加拿大油砂储量。

资料来源：英国石油公司《世界能源统计审查》，2009 年 6 月。

19. 驱动今后能源组合中其他燃料发展的因素在很大程度上是化石燃料成本的上升。以发电为例，在价格不过度上涨的情况下维持电力供应最具潜力的办法是使用核燃料。¹⁷ 不过，如果考虑到核废料处理问题，从成本角度来看，水能或许是最好的选择，不过如上文讨论所述，这方面也存在一些制约因素。

20. 因燃烧化石燃料造成的对环境的影响，也是驱动从使用化石燃料转向使用可再生能源的因素。温室气体排放与气候变化的关联，已引起人们关注一个问题，即将迅速增高的二氧化碳含量稳定在百万分之 180 至百万分之 300 这一自然范围之内，而目前的含量已超过百万分之 400。

21. 通过更大程度地转用本地电力资源加强能源安全和国家安全，也在可再生能源崛起方面发挥了重要作用。世界近 80% 的石油储量和全球逾 40% 的石油产量为 12 个国家所控制。¹⁸ 这种情况已证明会在发生供应冲击时对世界市场产生不利影响，从而使谋求替代能源成为更必要之举。大部分原油为运输部门所消费。因此在这一部门，从生物燃料到燃料电池和电动汽车用的燃料等一系列可供

¹⁷ 《核电经济学》：<http://www.world-nuclear.org/info/inf02.html>。

¹⁸ <http://www.opec.org/home/PowerPoint/Reserves/OPECshareWorldcrude.htm>。

选用的多种燃料，一直在逐步成为能源组合的组成部分，其理由是促使其他的国内燃料种类多样化，从而稳定成品油价，同时达到对二氧化碳排放量的限制要求。

22. 诸如碳捕集与封存等新技术¹⁹将延长今后继续使用一些高污染燃料的时限，这些燃料包括煤炭，而煤炭的供应量丰富，价格低廉，世界各地都可普遍开采。可再生能源部门的其他技术包括有关风能、太阳能、先进的电力网和氢能的技术。更广泛地采用这些技术可降低清洁能源的成本，不过这种情况的进展依然过于缓慢，难以很快达到有关气候变化的目标。在不断发展的可再生能源项目产业，在从制造、安装到维护的进程中对提供绿色就业机会所作的承诺，也很可能在调整未来的能源组合方面发挥作用。据估计，要生产每一单位的电力，可再生能源产业创造的就业机会多于化石燃料产业；预计这也将为农业部门和生产部门创造很多就业机会。²⁰

妨碍可再生能源进一步融入全球能源组合的因素

1. 成本及融资

23. 大力推广使用可再生能源，会对发达国家特别是发展中国家的决策者提出严峻的挑战。人均用电量是否达到日均 100 千瓦小时，可作为能源贫穷与和能源充裕两者的界线。达到这一平时，增加能量消费与实现发展目标之间就存在着很强的相关性。但除非能源服务的价格大幅度低于目前的价位，多数穷国将无法达到这一能源消费水平。如果能源价格为每千瓦小时 10 美分，每天就必须有 10 美元才能达到所需的能源服务消费水平。这不仅是涉及最底层 10 亿人的问题。每天 10 美元的能源服务费还将耗尽安哥拉、厄瓜多尔和前南斯拉夫的马其顿共和国等好几个国家的人均收入。

24. 今天，煤炭和大型水力资源或许是唯一可以以足够低的成本产生能量的能源。因此，虽然看来很显然的是，实现发展和气候目标的唯一途径是建立一种以可再生能源、清洁煤炭、碳捕集与封存技术为主要基础的能源基础设施，但目前这些可选用能源的成本都很昂贵。一些专家建议，全世界将必须每年至少为这些清洁能源追加投资 5,000 亿美元，这要比在“一切照旧”的情况下对能源产业的投资高出 40% 有余。²¹

25. 现在需要制定一项战略，大幅度和及时地降低可再生能源服务的成本。这种战略的核心内容很可能是大力推动公共投资，同时在短期内提供适当的补贴，用以抵减最初昂贵的价格。如果以最有发展前途的技术选项(如太阳能和风能)为

¹⁹ 这一广义术语用于说明下述技术：从发电厂和其他工业设施等点污染源捕集二氧化碳，予以压缩，主要通过管道将之运往适当地点，注入地下深层地质结构，使之与大气永远隔绝。

²⁰ Kammen D、Kapadia K 和 Fripp M (2004 年)。《采用可再生能源：清洁能源产业可创造多少就业机会？》。4 月 13 日。http://www.unep.org/civil_society/GCSF9/pdfs/karmen-energy-jobs.pdf。

²¹ 联合国经社部(2009 年)。《世界经济和社会概览》，2009 年：“促进发展，拯救地球”。联合国，纽约；Crooks E，《着手认真办事》，《金融时报》，12 月 3 日。

目标，这种战略可能会通过创新和规模经济早日促成降低成本，据此向私人部门发出明确可信的信号，并鼓励提高效率。

26. 对许多发展中国家实施这种大力推广政策的主要障碍，是能否获得可预测和负担得起的信贷资金。根据它们的历史责任及其在京都和巴厘作出的承诺，先进国家的政府应责无旁贷地资助发展中世界大力推广清洁能源。迄今为止，发展中国家专用于减缓气候变化的资源微不足道，针对性也不强。现在迫切需要进一步研究所需的资源规模以及筹集此种资源的最佳机制和渠道。

2. 技术和技术能力

27. 要利用可再生能源的潜力，还必须消除若干技术障碍。例如，在风能和太阳能得以更普遍使用之前，必须设计更有效的电力存储设备，在风力和阳光充足之时储存能量，在夜间或阴天或无风时予以释放。此外还必须建立更高效的输能系统，将风力和阳光最有保障地区的电力输送到需电量最大的地区。同样还必须采用新的方法，将废弃的植物物质转化为乙醇。其他的能源也需要有迅速发展的技术予以推广。

28. 清洁燃料需要采用新的技术，但其中许多新技术依然受到知识产权法的保护。这种情况往往成为向发展中国家转让技术的障碍。查塔姆研究所的研究报告指出，要实现有关气候变化的目标，就必须在到 2025 年时将通常需要二、三十年在全球推广清洁技术的时间减半。²² 但问题仍然与发明这些技术的公司的竞争力相关，例如，如果转让这些技术，它们在这些技术中的投资将如何得到补偿？此外，缺乏适当的维护可再生能源系统的技术能力，也阻碍了发展中国家采用可再生能源技术的进展。

29. 现在必须制定一项可行的气候技术方案，并设立得到一个秘书处和若干专家小组支助的相关的全球研究与发展基金，据以审视与可再生能源特别是发展中国家可再生能源相关的技术挑战各层面的问题。除了知识产权问题外，还必须探讨发展中国家的公司获取由政府资助的技术的模式问题。

3. 粮食安全相关问题

30. 直到 2000 年为止，粮价一路下跌，同时农业空前丰收，粮食库存减少。同一期间，对农业(特别是主粮生产)的公共和私人投资量一直下降，对许多发展中国家农业部门生产力的增长产生了不利影响。2007 年，暴涨的油价不仅提高了化肥生产和其他粮食生产的成本，还为扩大主要以粗粮和植物油作物为原料的生物燃料作物的生产提供了有利环境。昂贵的油价与其他因素加在一起，导致粮价

²² Lee B、Ilev I 和 Preston F (2009 年)。“谁拥有我们低碳的未来？知识产权和能源技术”，查塔姆研究所报告。9 月。

急剧攀升。联合国粮食及农业组织称，粮食危机已经使粮食无保障者的人数增加了约一亿人。²³

31. 粮价上涨以及粮食无保障程度加深的现象，也与推广使用生物燃料的政策措施相关。欧盟、美国、印度、巴西和中国都提出了增加生物燃料的目标。例如欧盟已经宣布，到 2010 年，在欧洲向驾车者出售的所有汽油中，以生物燃料生产的汽油必须占 5.75%。讨论中的新法律将旨在到 2020 年时使汽油混合率提高到 10%。²⁴ 2007 年开始实施的《美国能源法案》规定的目标是使 2008 年生物燃料的使用量比上一年几近翻一番，并到 2022 年时增加到 360 亿加仑。²⁵ 这些政策促成美国 2008 年的乙醇产量提高了 41.3%，也促成欧盟的生物柴油产量提高了 35.7%。²⁶ 欧洲联盟目前在全球生物柴油产量中所占的比例为 50% 有余，其主要原料是油菜籽，同时进口棕榈油以弥补油菜籽的短缺。为了满足这种日益增长的需求，棕榈油出口国正在扩大需占用大量土地的油棕种植业，以便迅速获得大量的经济利益，但往往要以丧失可耕粮田为代价。

32. 乙醇和生物柴油生产对粮食安全具有深远影响。这种影响首先涉及能否切实供应粮食的问题。据估计，每生产 1 加仑乙醇需用 22 磅玉米。因此，灌满一辆特殊多功能车油箱所需的燃料，将相当于 660 磅玉米或粮食，这足够发展中国家两个人吃上一整年。²⁷ 发达国家为生物燃料生产提供补贴的政策则鼓励农民从种植小麦和其它谷物转为种植生物燃料作物，从而助长粮食短缺和世界粮食市场粮价扭曲现象。

33. 第二，粮食来源一直在减少，因为对生物燃料作物提供补贴，就是对穷人最赖以为主粮的隐性征税。对农业投入、能源和劳力需求更激烈的竞争，也已导致其他粮食作物全球价格攀升。农民注重生产玉米的行为，也已增加了对替代玉米消费的其他作物的需求。而这一进程又对物价造成了上涨的压力。

34. 第三，乙醇生产除了对许多发展中国家对土地和水的竞争产生影响外，还会产生对环境影响的关切问题。一些估计表明，到 2020 年，发展中国家将另外需要用 2 200 万公顷可耕地，来应对生物燃料产生的更多的需求。²⁸ 在环境方面，生物燃料生产对玉米需求量的增加以及种植玉米带来的经济利益，已迫使农民全年连续种植玉米，而是不轮作其他作物。专家认为，这种现象已严重加剧了

²³ 另见联合国(2009 年)，《世界经济概览和展望》：26。

²⁴ 贸发会议(2008 年)。“应对全球粮食危机：实施关键的贸易、投资和商品政策，确保可持续粮食安全和减贫：9”。

²⁵ http://frwebgate.access.gpo.gov/cgi-bin/getdoc.cgi?dbname=110_cong_bills&docid=f:h6eah.txt.pdf。

²⁶ <http://www.ebb-eu.org/stats.php>。

²⁷ Pimentel D (2009 年)。《用作能源的玉米乙醇：对美国生产补贴制度的异义》。《哈佛国际评论》。剑桥：夏季版。第 31 卷，第 2:50 号，3。

²⁸ 国际应用系统研究所分析报告(2009 年)。《生物燃料与粮食安全：加速生物燃料生产造成的影响》。维也纳。

可耕地土壤流失，使每公顷的土壤年流失量从 5 吨增加到 17 吨，使宝贵的农田退化。放弃与其他作物轮作的方式也加剧了杂草和病虫害问题，导致大量使用杀虫剂。专家指出，如果农民以与小麦等其他作物轮作的方式种植玉米，他们可不必使用杀虫剂也能提高玉米产量。²⁹ 此外，玉米地的氮肥和农药渗入水体，也会致使鱼类和虾类产量严重减少。³⁰

三. 不断变化的能源组合对能源安全的影响

35. 获得可持续的廉价能源，对现代经济的运作至关重要。然而，不可再生能源的供应量有限以及国家间储量分配不均的现象，都促使对能源资源尤其是化石燃料进行竞争。因此，化石燃料成本的提高以及对环境的关切问题，已经更有必要多元化地使用从化石燃料到替代能源的不同能源，据以保障能源供应。

36. “能源安全”涉及一系列广泛的问题，从不间断地供应石油、天然气和液化天然气，直到保护能源基础设施免受恐怖袭击。这一概念历来适用于消费国，但近年来已发展到包括消费方和生产方的责任问题。举例而言，下述一些因素，包括一些产油国的政治动乱和暴力事件、产油国和石油消费国之间加强合作、多国石油公司在产油国的投资、现有储量的不确定性，以及某些产油国可能出现产油高峰期，都引起人们对廉价能源能否不间断地流向消费者的问题感到担忧。³¹ 此外还有人强调指出，维持需求保障是促进能源供应的必要因素。因此，必须既应对供应保障问题又应对需求保障问题，以此作为实现能源安全的手段。在衡量能源安全方面普遍接受的一种简单的办法涉及评估是否存在能随时提供、可以获得、负担得起和可以接受的能源供应。现在尚未制定精确的指标，因为能源安全的概念在很大程度上要视各种具体情况而定。

能源安全的一些重要特征³²

1. 能源价格

37. 能源安全具有与价格水平和市场行为相关的经济层面。能否向消费者提供负担得起的能源，这取决于生产/发电、运输/传输和分配的成本。不间断的供应网络可能对价格产生负面影响，并对过度依赖某种能源的国家的经济造成挑战。石油、天然气或电力价格持续上涨和短期暴涨，都可能引发通货膨胀或经济衰退。能源(特别是石油³³和天然气)的价格在所有商品中最不稳定。

²⁹ 同上。

³⁰ 同上。

³¹ Alhaji AF (2007 年)。《什么是能源安全? 定义和概念》。《中东经济概览》，L 卷，第 45 号。11 月 5 日。

³² 因篇幅有限，本文仅从供应安全的角度审视全球能源安全问题。

³³ Murphy C (2009 年)。“为什么油价动荡失控?” MoneyWatch.com。9 月 1 日。

38. 最近油价波动，并在 2008 年 7 月达到每桶 147 美元的历史最高价位，这些都严肃地提醒我们注意替代能源在未来能源组合中的重要性。现已将发展可再生能源视为应对价格波动以及因依赖化石燃料而造成的经济不稳定的必要步骤。鉴于人们在需求日增的情况下对供应感到担忧，预计油价将继续波动不定。国际能源机构表示，从现在到 2015 年期间，油价可能会回升到平均每桶 100 美元，并可能到 2030 年时平均高于每桶 120 美元。持续的高油价是驱动替代能源发展的因素，因为一些分析家认为，高于每桶 90 美元的石油贸易，是使可再生能源的发展具有成本效益的临界点。

2. 能源独立

39. 要制订有效的能源安全政策，就必须理解能源独立的概念。一个国家要实现“石油独立”，就必须达到一种状态，使该国的经济、军事或外交政策不会为产油国的制约性或引导性影响所左右。这一定义提出了基本的概念，但无法予以衡量。可衡量的定义必须反映出今后石油市场状况的不确定性，并以数量说明³⁴必须将依赖石油的潜在代价降低到何种程度。

40. 为实现能源独立采取的措施包括：使用替代燃料，使使用的燃料多样化，建立即使在传统的供应可能受到影响时也能满足能源需求的燃料输送系统，以及提高能效。(见方框 1)。

41. 对过度依赖某一能源的国家而言，提高能效已被用作降低对该单一能源依赖程度的手段。本文对“能效”的定义是提供的能源服务量与能耗量的比率。³⁵因此，使用较少的能源提供等量的能源服务或获得相同的能量投入，就是提高能效。降低能耗可提高能效。许多发达国家已开始出现这种趋势，致使这些国家的经济越发具有弹性，能效有所提高(包括在工业价值链中采取节能措施)，从而降低了能耗与国内生产总值的比率。结果，相对于国内生产总值而言，石油在这些国家能源组合中的比例有所下降。

³⁴ 例如，“95%的可能性是，到 2030 年，美国每年因依赖石油付出的经济代价将低于国内生产总值的 1%”。资料来源：Greene DL 和 Leiby PN (2007 年)。“石油独立：是现实的目标，还是空洞的口号？”。Oak Ridge 国家实验室，3 月。

³⁵ 美国经济日益灵活性以及能效的提高，是能耗与国内生产总值比率下降的原因。目前世界总产出的能耗率低于 1970 年代；1980 年，美国每产出价值 45.2 兆美元的国内生产总值(按 2000 年价格计)的石油消耗量为 17 百万桶/天。到了 2005 年，石油消耗量达 20.7 百万桶/天，但国内生产总值翻了一番有余，达到 110.1 兆美元。

方框 1. 实现能源独立的政策措施：世界两大石油消费国美国和中国的情况

美国

美国能源安全的主要基础是将已探明的石油和天然气资源封存地下，同时依赖进口，以此增加石油和天然气供应量，并建立战略石油储备和使产品和地理来源多样化。(截至 2009 年 8 月，美国战略石油储备储存了 7.24 亿桶原油，由政府控制的在经合组织国家的石油库存达 15.6 亿桶。)在这方面，政府还鼓励发展生物乙醇和风能等当地可再生能源。现已采用清洁煤炭技术和太阳能储存等突破性技术，作为促进产品来源多样化的手段。从不稳定地区以外获得供应的地理多样化有利于实施美国的战略。非洲国家尤其是西非产油国已被确认为美国进口石油的理想来源地(预计从非洲进口的石油在总进口量中的比例，将从 2007 年的 18% 提高到 2015 年的 25%)，因为从非洲运输石油的运费比从中东运输低廉，而且更易于保护陆上和海上的设施和储存。此外，非洲还为私人投资者提供了创建乙醇产业的良好环境，以此向美国供应替代能源，同时使非洲的经济实现多样化。

中国

为推动经济增长和满足其众多人口的需求并维持经济稳定，中国的能源消费量急剧增长。这种增长促使中国需要与能源生产国建立更密切的关系，其中包括在这些国家的能源勘探和生产中获得权益。中国旨在降低今后对石油进口依赖程度的战略还包括促进发展清洁煤炭技术，充分利用其庞大的煤炭储量。为这种储量估计约占世界总储量的 12%。

中国在 1993 年成为石油净进口国，十年后则成为第二大消费国和第三大进口国。国际能源机构估计，到 2020 年，中国的石油进口量可能会比现在翻一番。而满足这种新需求的主要方式将从海上运送石油，从而加深了人们对石油安全问题的关切。

为实现政府关于能源安全和能效的目标所采取的措施还包括设立特别基金，用以鼓励国营石油公司扩大海外上游和下游投资(途径是收购和兼并海外资源公司)，并扩大原油和石油产品库存。

3. 能源合作和跨国投资

能源合作体制安排

42. 现已设立了诸如国际能源机构和国际可再生能源机构等若干机构，并制定了各种文书，据以通过区域和国际合作处理能源安全问题。这方面的两个实例是《加勒比石油倡议》³⁶ 和《能源宪章条约》。该《条约》是 1990 年代初在欧洲

³⁶ 关于《加勒比石油倡议》的讨论见 TD/B/C.I/MEM.2/4。

发起的旨在发展欧亚国家间互惠能源合作的政治倡议。这是具有法律约束力的多边文书，目的是为国际合作提供一种框架，而这种框架要比由双边协定单独提供或通过非法律手段提供的框架更为平衡和更为有效。因此，该《条约》发挥了重要作用，成为根据公开、竞争性市场和可持续发展的原则为能源安全奠定法律基础的国际努力的组成部分。突出表明这一点的是三大相互关联的目标：加强全欧洲能源安全，增强可持续性，以及促进欧洲内部能源市场的竞争。

43. 《能源宪章条约》以及欧盟-俄罗斯联邦能源对话，是欧盟集体采用的处理与供应商的能源关系的体制机制。然而，该机制的效益尚待观察，欧洲联盟委员会则正在努力加强包括《能源宪章》的多边机制，以更好地在消费国、过境国和生产国之间协调实施全球能源政策。

通过跨境投资实现能源安全

44. 欧盟³⁷使用的全部天然气目前有四分之一依靠俄罗斯联邦供应，其中80%通过乌克兰的管道输送。在欧盟的27个成员国中，有7国几乎完全依靠俄罗斯联邦的天然气。不过，俄罗斯联邦与其邻国之间就天然气价格发生的纠纷，曾偶尔造成欧洲大部分地区天然气供应中断长达数周之久的情况，致使企业和数百万住户天然气严重短缺。俄罗斯联邦国内天然气需求急剧增长，又加深了对俄罗斯联邦作为进口来源的可靠性的关切程度。

45. 为了应对进口依赖性问题，欧洲的决策者正在考虑实施若干重大基础设施项目，目的是通过降低过境风险，使天然气供应路线和来源多样化，从而加强整个欧洲大陆的能源安全。有三个项目可说明欧盟的这项战略。前两个是为俄罗斯联邦天然气提供新出口路线的南溪和北溪管道项目，第三个是纳布科项目，其目的是成为俄罗斯联邦天然气的重要替代来源(见方框2)。

³⁷ 欧盟目前的天然气需求逾40%需依靠进口供应，主要供应国为俄罗斯联邦、挪威和阿尔及利亚。欧洲联盟委员会预计，欧盟的这种依赖程度将在今后几十年内迅速提高。根据《2020年欧洲能源展望》，这种依赖进口的程度到2010年、2020年和2030年时，将分别上升到40%、55%、67%和81%。资料来源：http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/figures_archive/energy_outlook_2020/index_en.htm。

方框 2. 欧洲加强能源安全的基础设施项目

南溪项目的天然气管道将从俄罗斯联邦南部海岸通过黑海海底通往保加利亚并最终抵达意大利。项目的主要目标是每年向欧洲输送 630 亿立方米天然气，以满足欧洲对天然气的额外需求。

北溪项目旨在通过经由波罗的海海底的 1,200 公里的管道，每年从俄罗斯联邦维堡港向德国北部海岸输送 550 亿立方米天然气。这些天然气足以供应 2,600 余万户使用，海上管道总投资额预计为 74 亿欧元。北溪项目旨在采用不经过过境国的方式避开区域政治问题。这可能标志着欧洲能源安全的重大变化，也标志着欧盟与俄罗斯联邦合作的新基准。

纳布科管道项目将把中亚和中东的天然气完全绕过俄罗斯联邦输往欧洲。计划将利用穿越土耳其、保加利亚、罗马尼亚、匈牙利和奥地利的全长 3,300 公里的陆运路线，每年向欧洲供应 310 亿立方米的天然气。投资费用估计约为 100 亿欧元。这方面遇到了杂乱无绪的复杂的政治难题，因为涉及的国家很多，而且无法确定能有多少气源可注入输气管道(即无法确定是否有适当的资源基础)。

除了路线多样化和实施建设新的海上管道系统的联合项目外，欧洲能源安全新结构另一个极为关键的组成部分是建立跨欧洲能源网络，其重点是建立区域结构和采取其他举措，包括实施大西洋能源安全倡议，该倡议力求建立参与在大西洋盆地及以远地区开发和支助能源发展的政府和私人行动者的合作网络。

资料来源：<http://south-stream.info/>；<http://www.nord-stream.com/en/>；和
<http://www.nabucco-pipeline.com/company/about-us/index.html>。

46. 就能源类型和地域来源而言，能源供应结构在未来几年内将难免发生变化。驱动这种变化的将是旨在减缓气候变化和加强能源安全的政策。影响这种变化速度的因素还有宏观经济发展的情况、有关能源终端使用效率、碳捕集与封存技术的进步、替代能源以及探明和生产碳氢化合物的情况。此外，这种变化的速度还将受到政府在国际贸易和跨国投资领域的政策的影响。

47. 多数预测估计，未来 20 年内，碳氢化合物在能源组合中的比例将有所下降，但仍将居支配地位，可再生能源在能源组合中的比例则将高于目前相对低的水平。这些变化将对能源出口国和能源进口国都产生重大的影响。

四. 为发展今后低碳能源组合可选用的政策

48. 现在可采用一系列手段支持可再生能源市场发展，并提高再生能源在世界能源组合中的比例。不过，只有大力推动投资，才能承担建设可再生能源生产能力的费用。这种投资最终将在很大程度上必须由私营部门进行，但在初始阶段，公共部门很可能将在国际社会的财政支持下发挥十分重要的作用。此外，还可能必须采用适当的政策，提高可再生能源技术的效益，使它们进一步进入市场。

49. 一些国家采用了财政和金融奖励措施，据以减轻可再生能源项目巨额资本费用的负担。这类措施不仅限于奖励企业，还旨在促进消费者购置可再生能源系统。其他类型的奖励措施包括融资安排，政府通过此种安排承担风险或提供低息贷款以及免税优惠，抵免生产税则有助于开发和生产可再生能源。发展中国家还制定了一揽子优惠措施，包括减税和其他财政和金融奖励措施，据以吸引外国对它们的可再生能源部门进行直接投资。³⁸

50. 利用可再生资源生产能源也可具有针对性。例如，政府可保障使用可再生能源的发电机的价位。若干经合组织国家已采用了首先在美国采用的这项原则。公用服务事业公司必须按溢价向这些可再生能源开发商购买电力，政府则向这些公司支付本来由它们自己发电或以其他方式供电所需的成本与现在购电费用的差额。然而，公用服务事业公司和国家监管委员会确定的价格有时太低，不足以支助发展新的项目。³⁹ 如果实施一项全球并网补贴方案，就可使发展中国家可再生能源生产商的进货价在今后 20 年内有所保障。⁴⁰

51. 鼓励采用替代能源技术的政策，通常忽略了涉及有效利用此种技术的挑战。一方面，政府的政策支持研发工作和建设中试工厂。另一方面，公共部门或私人往往可为建设商业设施提供资金。但在这两者之间，替代能源基础设施的私营发展机构必须提供申请建造许可证的经费，而这种申请可能是漫长和费用昂贵的过程，并且会涉及相当大的风险。政府的政策可以通过减少和规范所需的审批手续来缓解这一进程。

52. 发达国家普遍采用的另一项政策工具是实行配额制度。这种制度规定，在电力或液体燃料供应商供应的能源中，来自可再生能源的供应量必须达到一定的数量或比例。2002 年，联合王国开始实施“使用可再生能源义务”政策，要求供电商以可再生能源生产 3% 的供电量。该政策自实施以来已促进了可再生能源发电部门的生长，使其发电量翻了一番有余，此外还在联合王国各地计划实施一项发电量为 11 余万千瓦的项目。⁴¹ 政府还根据“可再生运输能源义务”确定了若干指标，要求道路运输燃料供应商确保到 2010/2011 年时，联合王国公路运输

³⁸ http://www.nri.org/projects/biomass/conference_papers/policy_material_section_3.pdf.

³⁹ 国际能源机构。

⁴⁰ 见联合国经社部(2009 年)，同前。

⁴¹ 能源和气候变化事务局，联合王国：http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/what_we_do/uk_supply/energy_mix/renewable/policy/renew_obs/renew_obs.aspx。

燃料总供应量中必须有 5% 为可再生燃料。许多国家已制定逐步采用可再生能源的目标，有时还规定了对不遵守行为的处罚。

53. 在将新能源纳入全球能源组合时，可采用《京都议定书》第 12 条确定的清洁发展机制等减少温室气体排放多边合作方式。该机制提供了切实的可能性，使发展中国家的能源组合能按照今后能源生产和消费的趋势转向，同时使工业化国家在实现减排目标时可采用某种程度的灵活性。然而，如果该机制要大幅度提高转向程度，就必须予以改革，具体而言，该机制现行的基于项目的办法，必须让位于具有更明确的方案和政策重点的办法。

54. 受到鼓励而购买可再生能源的客户的稳定需求，可促进提高可再生能源在今后能源组合中的比例。做到这一点的途径可以是提供消费补助或回扣，向供应商提供税收优惠以提高其供应能力，以及向消费者提供税收优惠以改变其能源消费形式。

55. 不过，这些政策之中有些引起了人们的关注。促进发展某些具体技术的政策通常会确定过于狭隘的目标。要以最有效的方式达到预期提高环境或供应多样化程度的目的，就必须灵活地选用技术。规定强制性排放量(例如规定公司车队必须达到的平均燃料能效)而不指定使用哪种技术的政策，也许最有可能以最低的成本实现其各项目标。强制规定制造商采用尚不成熟的技术达到排放量要求的做法，会提高研究、开发和商业化的成本，而如果利用现有技术，则可按照示范技术达到排放量要求。因此，在采用成熟的技术时，可大幅度降低技术和金融风险。

56. 尤其在生物燃料方面，政府在采取仅仅是鼓励将粮食作物转用于生产第一代生物燃料的措施时应审慎行事。⁴² 国际能源机构最近关于生物燃料从第一代向第二代过渡的报告表明，以非粮食生物质生产的生物燃料，可避免造成与以粮食作物生产的生物燃料相关的问题，而且从长远的观点来看，可能会证明是一种成本较低的替代能源。⁴³

57. 决策者还必须更认真地了解能源政策与发展政策之间的关系，并确定能源安全如何与经济、环境、外交和社会目标相关联。十分显然，每个国家都必须采取综合的办法应对其能源需求和能源安全问题，这是因为棘手的政策取舍和矛盾日渐增多，而这种情况在发展气候目标越发变得相互依存时更为明显。

五. 结论性意见

58. 获得商业能源对发展中国家实现发展和消除贫穷至关重要。然而，这种形式的能源尤其是化石燃料，也是产生温室气体排放的原因，对气候系统的稳定性造成了威胁。因此，当务之急是在国家和全球能源组合中采用低碳能

⁴² 经合组织-粮农组织《2008-2017 年农业展望》：30。

⁴³ 经合组织—国际能源机构(2008 年)。《从第一代生物燃料技术到第二代生物燃料技术：目前工业和研发活动概述》。11 月。

源，同时摆脱对化石燃料的依赖，使各国能在不致危及实现粮食安全努力的情况下实现能源安全。与用于发电的化石燃料能源相比，可再生能源项目、尤其是风能和太阳能项目具有无可比拟的环境优势，包括极少或全然没有常规污染物和温室气体排放。不过，这种可再生能源项目面临着来自传统化石燃料发电项目的严峻挑战和激烈竞争，这是由于相关的技术仍处于发展阶段，成本也仍然较高。

59. 专家会议不妨按照《阿克拉协定》第 91 段和 98 条所述，考虑有哪些机会可促进能源组合包括可再生能源的多样化，同时认识到国家必须确保使粮食安全与能源关切问题之间达成适当的平衡；专家会议还不妨提出建议，说明必须立即采取哪些行动，在能源价格上涨之时应对能源发展面临的挑战。

60. 因此，专家会议不妨考虑以下问题：

(a) 在协助发展中国家利用各种机会促进能源供应多样化方面，哪类措施和支助已获得成效？

(b) 需要在区域和国际两级采取哪些支助措施，协助这些国家拓宽利用可再生能源的渠道？

(c) 如果必须采用补贴制度推动发展替代能源，应如何逐步实行这种制度？

(d) 如何采用区域粮食储备等区域举措和国家安全网在国家、区域和国际三级应对粮食安全问题，包括为满足此种需求必须提供多少援助？

(e) 如何应对发展中国家的能源安全问题？必须采取哪些措施协助发展中国家缓冲能源价格冲击？

(f) 可实施哪些可行的能源多样化备选方案来实现能源安全？
