

让各种方案保持开放

能源、技术与可持续发展

HANS-HOLGER ROGNER, LUCILLE LANGLOIS 和 ALAN MCDONALD

可持续发展的核心,是改善人们,尤其是世界穷人的社会—经济福利。在1987年提交给联合国的《布伦特兰报告》中提出的可持续发展原定义,优先考虑了这一点。这份报告为1992年联合国环境与发展大会即地球峰会上通过的文件——《21世纪议程》作好了准备。

《布伦特兰报告》说:“可持续发展为既满足当代人的需要,又不损害后代人满足其需要的能力。这种发展本身包括两个关键概念:

- “需要”,尤其是世界穷人的基本需要的概念,对这种需要应给予最优先考虑;以及

- 技术和社会组织状况对环境满足现在与未来需要的能力施加的种种限制的概念。”

这两种概念仍在指导有关如何实现可持续发展的讨论。在诸如可持续发展委员会(CSD)和世界能源理事会

(WEC)等许多国际政府组织和非政府组织中引起共鸣:它们承认世界上有20亿穷人——大部分生活在发展中国家,占世界人口的1/3——得不到买得起的现代能源和运输服务。同时他们认识到,如果以一种不破坏自然环境的承受能力的方式向这20亿人提供使用这些基本服务的机会,将需要技术、生活方式和社会组织发生前所未有的变化。

2001年4月,可持续发展委员会第9次会议(CSD-9)——第1次聚焦于能源问题的CSD会议——特别注意到,“能源是实现可持续发展目标的核心”。

需要多少能源?

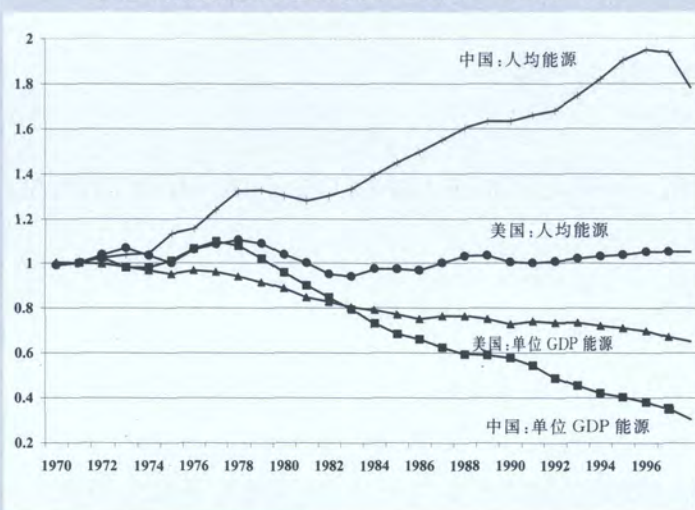
就那些似乎合理的可持续发展情景而论,未来的全球能源使用量必须增长多少呢?联合国开发计划署、联合国经济社会事务部和WEC作为对CSD-9的一种投入

而编写的《世界能源评估报告》(WEA),援引了WEC和国际应用系统分析研究所(IIASA)拟订的那些情景。这些情景假定,按照可持续性,能源使用量到2050年将有60%到180%的增长。甚至在这些范围的底端,即在设想经济合作与发展组织(OECD)国家人均和绝对能源使用量下降的情景中,全球能源使用量也将大幅增加。无论如何,可持续发展的最重要前提,即经济发展,将需要比我们今天所用的多得多的能源,对穷国尤其如此。

能源的高效使用 幸运的是,由于技术的进步,未来的能源供应和使用的扩展能够比其过去清洁得多,并且效率更高。在地球科学、勘

Rogner 先生是 IAEA 核能司计划与经济研究科科长。Langlois 女士和 McDonald 先生是该科职员。本文有关资料可向作者索取。

中国和美国能源密度与
人均能源使用量比较, 1971—1998 年



来源: 根据国际能源机构资料、《OECD 国家能源平衡表》和世界银行的《世界发展指标(2001 年)》绘制。

探、钻探和(较低质能源资源的)质量提升技术的上游进展不断扩大资源基数的同时,革新和技术变化提高了能源转化和最终使用技术以及基础设施的效率。

对美国和中国在能源密度,即生产单位国内生产总值(GDP)所需要的能源量方面的近期改善进行了跟踪(见本页图)。能源密度是能源生产和使用的总体效率和有效性以及结构上从高能源密度型工业过程和小部门向低能源密度型工业过程和小部门转变的一个综合指标。

1970 年以来,美国的能源密度已经下降 32%,即每年有 1.4% 的改善。虽然有数字表明能源密度改善

在 20 世纪 70 年代和 80 年代初石油冲击时期快于最近几年,但是,即使是长期的美国数据也表明每年平均有约 5% 的改善。

西欧和日本的现在能源密度甚至低于美国,因此没有理由预期向更低能源密度发展的历史趋势会突然停止或逆转。WEA 评估报告中援引的那些 IIASA-WEC 情景假定,全球长期每年平均改善在 1% 到 1.4% 之间。

发展中国家的机会 正如中国的数字所表明的,发展中国家的改善机会甚至大于工业化国家。在发展中国家中,能源密度一直在以每年 4% 的惊人速率改善。其理由如下。

第一,像工业化国家一样,鉴于商业能源使用和非商业能源使用(例如农业残留物或燃料木材),发展中国家的总体能源密度随着经济的发展而下降。局限于商业能源使用的统计数字会干扰人们对这个问题的认识,因为它们一般表明,能源密度开始时会随着经济的发展有所增加。原因是从用非商业木材燃料做饭转变成用商业电力或液化石油天然气(LPG)等做饭,即从某些非商业类能源消费转变成商业类能源消费。虽然其他事情没有变化,商业能源密度却增加了。但是实际上,因为用电力或液化石油天然气做饭比用明火效率更高,总的能源密度必将下降。

随着高效的工业生产过程取代传统的过程,甚至更大的效果也会成为现实。因为发展中国家和经济转型国家的总体能源密度一般高于 OECD 国家,所以它们的改善机会也多于 OECD 国家。

第二,改善的机会比过去更多,这是因为今天可供发展中国家使用的技术比今日的工业化国家在处于类似发展阶段时可获得的技术要好。

发展中国家不需要而且也没有走今日的工业化国家走过的路。有关商业能源密

度的数据表明,后来发展起来的国家商业能源密度高峰较低,并且是在发展初期达到这些高峰。技术的进步为技术和工业的飞跃创造了机会。数据显示,发展中国家和在这些国家的投资者至少会利用其中的一些机会,无疑能取得更大的成就。

正如前面提到的,即使能源密度不断改善,并且是在被认为与可持续发展相一致的那些情景下,预计全球能源需要仍将大幅增加。这是因为已有的众多穷人和未来的穷人对发展需求巨大。不过好的消息是,由于技术的进步,所需要的能源使用量的增加,将比一个世纪或半个世纪前理应发生的情形更小、更便宜和更高效。

不过,《21世纪议程》第9.9章说,“要是技术保持不变和总体数量大幅增加的话,世界许多能源现在的生产和消费方式便不可持续”。

多少污染?

如果其他情况保持不变,能源使用量大幅增加,那么污染势必大幅增加。幸运的是,和其他系统一样,在能源系统中,其他情况也在改变。一个理由是:一个人变得愈富裕,他或她的能源混合体便愈清洁,这个事实有目共睹。

这并不令人惊奇。随着可支配收入的增多和集中于生计的需要减少,一个人就会开始花钱来满足其他的需要和愿望,包括对更清洁和更健康的环境的追求。这对工业化国家和未来能源使用量大幅增加的发展中国家均是如此。例如,有关巴西能源使用的一份研究报告表明,高污染的木柴使用,几乎占穷人能源消费的全部。另一方面,生活富裕的人在不断从使用木柴转向更清洁的燃料——电力、天然气和液体燃料。

另外一个原因是,经济的发展改变着环境污染的性质和分布,例如从当地空气污染转变为地区酸化,以至大气中高浓度温室气体。经济发展还包括工业化和城市化,后两者很容易增加至少是城市及其周围的污染。

若干研究表明,很穷的国家往往家庭污染水平高,例如用明火做饭造成的污染。虽然家庭污染水平随经济的发展而降低,但是工业化和城市化却使城市污染(例如来自发电和运输的污染)开始增加。最后,在经济发展后期,城市空气污染达到高峰,然后随着环境保护努力变得可以承受而开始下降。

在我们前面的这个世纪

中,城市空气污染和地区酸化的这些高峰,对于今日的发展中国家来说,很可能会比今日的工业化国家使用昨日的技术时所经历的那些高峰来得更早,峰值更低。

今日的发展中国家的确有甚至20年以前也不可能得到的机会,而且这些机会的成本甚至也比10年前低得多。这些机会肯定是1953年伦敦大雾期间一个工业化程度最高的国家也不可能得到的。许多今日的发展中国家,已在很好地利用消除二氧化硫机会(见第38页图)。

最后,降低污染(通过减少疾病和保健费用或对基础设施的损害)对经济发展有正面反馈效应。在经济发展初期阶段降低污染则意味着,相关的正面经济反馈因此能够更早地产生,从而加速经济的发展。

全球变暖

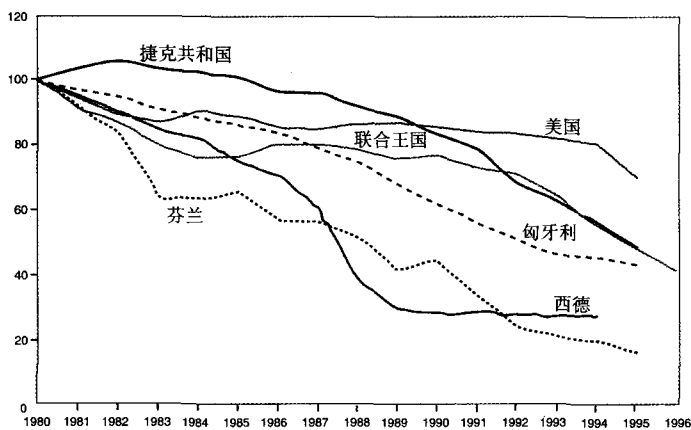
一些研究已经显示,温室气体(GHG)排放即使在空气污染水平下降的情况下,也在随财富的增加而不断增加。

我们似乎只是在用一种污染换取另一种污染,一种带有潜在深远影响的污染。而这种趋势表明了革新与技术进步对于污染控制的潜在影响。当一种形式的污染变

二氧化硫排放

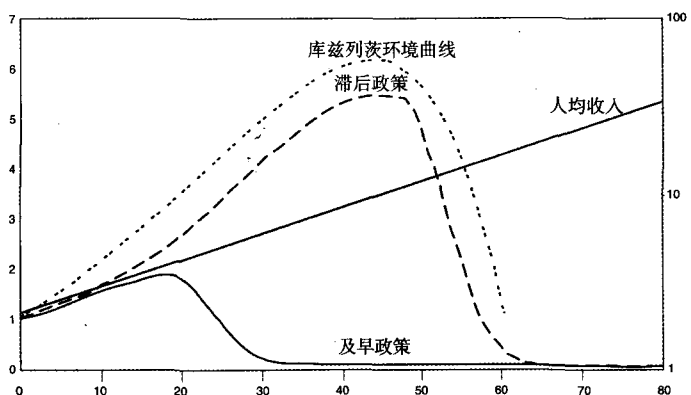
上图所示为美国和一些欧洲国家的 SO_2 排放一般趋势。下图所示为亚洲的 SO_2 预测排放结果。在下图中,虚线表示下述情况下的 SO_2 排放增加:亚洲当其人收入达到今日的工业化国家(上图中的那些国家)开始减少其 SO_2 排放的水平时,开始减少排放量。标有“及早政策”的实线显示,如果亚洲今天能够利用上图的工业化国家开始减少其排放量时不能得到的最新技术, SO_2 排放量将会低得多。许多今日的发展中国家已在很好地利用这些 SO_2 消除机会。

一些工业化国家 SO_2 排放趋势



来源:《世界能源评估:能源与可持续性挑战》,UNDP UNDESA 和 WEC, 纽约(2000年)。

及早和滞后环境政策对亚洲的 SO_2 排放的模拟影响



来源: Summer, R., and A. Heston, 1991. "The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Data Set of International Comparisons, 1950—1988". Quarterly Journal of Economics 56:327-69.

得不可接受时,便会制订出若干种排放控制方案。这虽然不会阻止新污染形式的发生,也不会使旧污染形式变得不可接受,但这的确表明在能源使用量增加的情况下环境改善的可能性继续存在。

21 世纪,可供能源服务供应选择的方案将比 20 世纪可选择的多得多(见表)。对几种发电技术而言,最近发电成本已有所改善,并且有理由预期将来还会改善。迄今的技术发展历史,为这方面的乐观判断提供了坚实的基础。

如果不去充分地考虑技术进步,只在今日的价格、消费模式和工艺技术再继续的基础上外推今日的污染趋势,便会使人对 21 世纪的环境状况产生虚假的印象。而这种虚假印象会成为就能源技术和基础设施投资做出未来决定的一个虚假基础。

选用哪些资源和技术

自然资源是可持续发展所必不可少的,而可持续发展本身则要避免可供子孙后代使用的环境资产和资源资产的过分损失。

不过,各种资源只有在被需要时才被认为是宝贵的资产。这也包含用于开发它们和使用它们生产社会经

非化石技术和低碳排放技术发电成本估计比较

技 术	目前平均成本 (美分/千瓦时)	未来平均成本 (美分/千瓦时)	说 明
风能	5—13	3—8 3—8	从 1985 年到 2000 年成本下降 5/6。 成本适合于从好到极好的风场。
生物能	5—15		20 世纪 80 年代以来,巴西 25 MW 蒸汽循环发电设备减少 2/3。
光电系统 日照,2500 kWh/m ² 日照,1500 kWh/m ² 日照,1000 kWh/m ²	20—40 35—70 50—100		基于 5—10 美元/峰瓦的成本。成本 1975 年以来下降 49/50,1980 年以 来下降 4/5,1990 年以来下降 1/2。 网外即独立应用增加 8—40 美元/ 峰瓦作为贮存成本。
热太阳能	10—18		只论高日照地区抛物面板。1990 年 前后的一批最新产品。
地热能	3—10		成本很大程度上随地点变化。
燃气复合循环发电设备 2 美元/GJ 燃料成本 5 美元/GJ 燃料成本	 3±20% 5±10%	 3±15% 4—5 5±8% 7—8	无碳减少。 包括碳去除和处置。 无碳减少。 包括碳去除和处置。
一体化气化燃烧循环 1 美元/GJ 燃料成本 3 美元/GJ 燃料成本	 4—5 5—8	 3—5 5—7 5—7 7—9	无碳减少。 包括碳去除和处置。 无碳减少。 包括碳去除和处置。
核能	4—8	2—5	未来成本范围涉及渐进设计改进和 新的革新设计。
电网供应 峰外 峰 平均,城市地区 平均,乡村地区	 2—3 15—25 8—10 15—70 以上		取决于高峰。 发展中国家乡村地区。

注:所有数字均四舍五入,且基于 10%贴现率。

来源:《世界能源评估:能源与可持续性挑战》,联合国发展计划署(UNDP),联合国经济与社会事务部(UNDESA)和世界能源理事会(WEC),纽约,2000 年。《IPCC 2001:气候变化 2001:缓解》。联合国政府间气候变化小组第三工作组第 3 份评估报告,第 3 章,剑桥大学出版社,联合王国剑桥。

济上宝贵的产品与服务的各种技术的可获得性或开发。因此,随着人们生活方式愿望的改变和技术的可供利用,资源正在不断地变化。

通常称为“强可持续性”

的概念认识到,某些环境损失也许是永久的,化石能源资源是有限的,或气候变化的潜在影响也许是不可逆的。比较严格来讲,这种概念可以包括一种阻挡技术改变

和演化的愿望。它认为,应对我们利用或降解自然和环境资源的能力加以限制,这当然要冒损害社会经济发展的危险。但是,这种概念忽视了资源和生活方式不断变化的

性质。随着时间的推移,这种性质也许能很好地消除对强可持续性提出的某些限制的需要或渴望。人造资产也许会取代贫化的自然资源。

例如,人造资产包括技术和人力资本的世界库存,包括因人的革新以及耕种农业土地的本领而产生的无穷能力。因此通过开发不可穷尽的能源基础设施和更大的知识基础来扩大总的人造资产,便可以弥补有限的化石资源的消耗。

同样,改善农业技术和重新造林可以弥补土地使用变化,如为农业目的而进行的森林砍伐。这种容许在资产类别之内和之间进行替换的概念被称为“弱可持续性”。

许多环保主义集团的观点是,提高效率、开发可再生能源和使生产与消费过程非物质化是惟一可取代化石燃料使用的有效方法。在不能通过这些措施实现弱可持续性的情况下,它们建议改变生活方式。核动力虽然被承认是实际上零排放的技术,但它们并不认为它是一种可持续的技术。虽然这种被大力宣扬的观点已在《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)支持下的国际气候变化讨论和《京都议定书》辩论中占据上风,但是这并

不是惟一可行的观点。

核动力的作用 2001年4月召开的可持续发展委员会第9次会议(CSD-9)为充分讨论核动力在可持续发展中的作用提供了一个极好机会。此次讨论是能源、运输和大气变化问题总体讨论的一部分。

关于核动力,有两个重要结论。第一,各国认为对核动力在可持续发展中的作用存在不同看法是正常的。CSD-9的最后文本认识到,一些国家认为核动力与可持续发展是不相容的,而另一些国家则认为核动力是可持续发展的一个重要贡献者。对于每种情形,文本都列出了理由。第二个结论是,“选择核能与否在于各国”,这是各国的共同意见。

赞成核动力在可持续发展中有重要作用的论点是:通过将铀投入生产性应用,核动力能够扩大资源基数;它能够减少有害排放;它能够扩大电力供应;以及它能够增加世界的技术和人力资本的库存。在从安全到废物处置到退役的所有外部因素的内部化方面,核动力走在其他能源技术的前面——所有上述这些成本都已包括在大多数国家的核电价格中。

在从资源提取到废物处置(包括反应堆和设施建造)

的整个核动力链中,每千瓦时只释放2—6克碳——与风能和太阳能不相上下,比煤、石油、甚至天然气低两个数量级。此外,核动力还能够避免许多其他空气污染物(例如SO₂、氮氧化物以及颗粒物)的释放。

政策考虑

我们有多种理由可以乐观地认为,在完成可持续发展的两个目标,即优先进行世界穷人的经济发展和负责任地管理自然与环境资源方面,我们能够取得良好进展。

但是,我们目前前进的方向并非如此。诸多研究中设想的所有正常情景,例如本文提到的那些情景,都暗示未来有更大的污染、更多的资源消费,以及对于世界穷人的有限发展。缺乏前瞻性的政策措施,现在的趋势会使我们离今日的难题更近,离明天的可持续发展希望更远。

不可能有完美的方案保证人们成功地转移到一个可持续的路线。但是,我们可以阐明两条重要的原理,并提出一些相关的政策考虑。

第一,我们重申优先进行穷人的经济发展,将需要大幅增加能源的使用量。第二,能源生产、能源消费和污染控制方面的技术进步,对

于降低能源密度、减少污染和在增加能源使用的同时扩大能源资源基数来说是必不可少的。

超前的技术政策 首先要考虑那些能够推动技术进步的政策的特点。这样的政策应该鼓励技术革新与扩散。在能源领域,这种技术政策会强调降低能源密度、减少污染和温室气体排放,以及在“弱可持续性”概念指导下高效地使用新的和现有的资源。

自由化的能源市场,包括以市场为基础的能源价格,在推动这种革新与扩散方面有许多优点。早已发生的情况是,世界各地不同市场中的自由化与竞争,提高了效率,这往往也意味着成本的降低。不过,自由化过程也存在着隐患。这就要求政府在政策上予以不断的和仔细的关注。一些相关的经济政策考虑包括:

正如美国加利福尼亚州所显示的,第一个隐患是坏的自由化政策带来的危险。一些政治上虽然有吸引力但是经济上不明智的限制,例如封顶电力零售价格和对长期合同的限制,会带来失败。公众是吃一堑长一智。因此,即使决策者能够从错误中汲取教训,他们也很可能更难说服选民允许他们再次尝试

自由化。

正如许多研发活动所显示的,能源研发活动的私人回报会比社会回报低。因为能源投资者不可能把他们的创造成果所产生的全部社会效益转变成个人利润,私人的研发投资很可能低于社会最理想的期望值。这样,各国政府要在私有部门提供的资金范围之外,在提供额外研发资金中发挥明确作用。

几乎没有什么鼓励减少能源排放的政策,能源排放者无须为排放花一分钱。二氧化碳就是明显的实例。在大多数国家中,二氧化碳排放是不受监管的和自由的。这样,便没有经济动力促使开发能降低这种排放的技术与管理革新。正确的解决办法是制订能够把碳排放减少变为有利可图活动的政策。不同国家也许适于采取不同的政策(课税、补贴、许可证等),而在国际上则总是有改进《京都议定书》规定的排放贸易制度的余地。

但是无论不同的人偏好什么机制,肯定的一点是,如果没有使碳排放的避免变得直接有利可图的政策,降低排放的经济动力便等于零。请注意,惩罚能源使用的政策方向是错误的。威胁人类健康和环境完整性的污染是人们所不希望的,应该受到

惩罚。能源使用本身是好的,是提高生活标准所必需的。甚至在工业化国家中,能源税也只能约束穷人而不是能源使用,同时不产生减少其所针对问题即污染的任何动力。

自由化市场虽然不赞成政府补贴,但是补贴在克服新技术与地位牢固的老技术开始竞争时所遇到的障碍中有着合法的作用。有些人会主张,可持续发展要求取消所有的补贴。但是我们认为,带有明确的“日落”条款的精明补贴存在着作用,有助于新技术从实验室进入能源市场,并能够在能源市场中根据其自身价值兴旺起来(或衰落下去)。

面向穷人的超前能源政策 虽然解放能源市场、将污染损害成本之类的负面外部因素内部化和一般的“合理定价”都是重要的,但是在很穷的场合,它们是不够的。对于那些无力支付任何价格的人来说,“合理定价”不是一种解决办法。如果这些穷人想要得到经济发展,并成为自由化的能源市场中的积极的消费者,他们将需要全世界的特别帮助,例如教育和保健、革新的小企业财务方案、技术转让,以及稳定的体制的建立。

技术的发展也许促进经

济的发展和有助于指导其可持续地发展,而政府的社会和基础设施政策决定广泛影响着技术的发展。例如,电力供应网和天然气管线网在农村地区的扩展,在自由化的市场中往往被认为是经济上不正当的。在这些情况下,新的网外的可再生技术可为农村穷人提供现代能源服务带来最好希望。对于发展中农村能源市场中的消费者来说,沿这些路线实施的项目是引入适当技术,以满足其需要。对于这类新技术而言,这些市场是获取经验和为长期的成本降低和扩散而做必要调整的适当场所。而且从全球角度看,它们将促进技术的蛙跳式发展,使未来的经济和能源增长比工业革命时期的效率更高、更快和更清洁。

3 个能够说明问题的实例是:

- 一个由美国国际开发署提供资金的印度农村项目,促进了太阳光电(PV)系统的建立,支持了当地妇女的编篮创收。

- 墨西哥缺少电力的 88 000 个农村间的 200 个 PV 和风能项目,有助于用泵抽取饮用水、灌溉用水和牲畜放牧用水。

- 为墨西哥恰帕斯州高原地区的偏远咖啡种植合作

社建立的太阳能无线电通信系统。无线电通信系统使合作社成员能够更好地安排和协调收获、运输与其他生产活动,以适应市场情况的变化。无线电通信也有助于减少森林火灾期间的损失和危险。

可持续发展还必须注意城市穷人和日益扩大的大城市的需要。城市化产生了对集中化动力的巨大需求,意味着需不断增加大的集中化动力生产。预计 21 世纪的能源增长的大部分将发生在城市,因此,适合于农村发展的网外可再生能源的进展必须用适合于大城市和大的城市地区的集中化动力生产的改进来补充,例如采用核动力或洁净的化石动力(提高转化效率、减少污染和杜绝碳排放)。

自由化的市场、适当的征税办法辅以限制污染和温室气体排放的政策,能够极大促进新的高效和洁净集中动力生产技术的发展。但是,也许还需要更积极的政府政策,以便将新技术初步引入竞争性的城市市场。

超前的和灵活的政策混合体 政策和政策执行结果,各国将各不相同。可持续发展将要求一个能源技术的混合体,这些技术在不同国家的相对吸引力将取决于资

源、经济、地理、人口和社会偏爱。太阳能在日照时间长的地方比日照时间短的地方更有吸引力,风能有多风的地方更有吸引力,就像煤、石油和水力在其丰富的地方有吸引力一样。服务经济比制造经济的能源密度低。在距离大的地方,运输部门将使用更多的能源。缺少资源的国家要比能源资源丰富的国家更关心能源的安全和供应的多样性。

因此,虽然所有的政策都应该促进发展,尤其是世界穷人的发展,并且助长采用效率更高和更清洁的技术的机会,但是,没有一套“人人合身”的专门政策。各国必须灵活地适应自己的情况。

正如本文开头引用的《布伦特兰》报告中所述,可持续发展的主要动力,是要维持宝贵的资产,并且使各种方案保持开放。说到核动力,并且鉴于 CSD-9 的结论,那些能够并且愿意使核动力方案保持开放的国家要起到一种特别重要的作用。它们的挑战是鼓励核部门中的革新和适应性,以便核技术能够在最需要相对无排放的能源的地方,包括主要城市和在发展中国家做出贡献。核动力技术的继续发展必将给选择使用这种技术的国家做出许多贡献。 □