

气候变化的驱动因素

核能与最新 IPCC 排放情景

VLADIMIR KAGRAMANIAN, SERGUEI KONONOV 和 HANS-HOLGER ROGNER

世界在下个 100 年将如何发展，这是一个带有许多不确定性的谜。但是，分析家们可以通过评估供选择的发展途径和各种各样的驱动因素，勾画出一幅未来的图画——实际上是根据他们所作的种种假设得出的一些图画。

几十年来，科学和研究界将相当多的注意力投入在研究与气候变化有关的各种问题，模拟这种变化未来可能的发展、影响，以及减少潜在效应的途径。这些研究十分复杂，涉及对不同领域内的社会、经济和技术发展的评估。

2000 年初，政府间气候变化小组 (IPCC) 核准了有关直至 2100 年期间的《排放情景专题报告》(SRES)。该报告载有用 6 种计算机模型模拟出的有关世界及其主要地区的 40 种情景，大部分以主要温室气体 (GHG) 以及二氧化硫为焦点。设计这些情景旨在为评估气候变化及

其影响提供依据 (见第 32 与 33 页方框)。

这些新的情景是关于气候变化的“非干预”情景——即它们不考虑旨在减少温室气体排放的措施。不过，考虑了有关其他环境因素的政策，例如，发展中国家减硫技术的发展，该技术能够使全球二氧化硫排放低于以往 IPCC 的评估值。

本文简要介绍最新的 IPCC 排放情景，密切审视核能的预计作用，以便能够为核发展提供一个宝贵的长期展望。这种展望特别有益，因为可能的“核未来”是在未考虑与气候变化特别有关因素的情景下模拟的。相反，这些情景着重考虑了不同能源供应方案之间的技术和经济竞争性，这些能源供应方案是确定能源系统中燃料成分比例的关键驱动力。

情景的基本特点

SRES 中所含的 40 种情景被分成 4 组 (称“情景系

列”)：A1 (17 种情景)；A2 (6 种情景)；B1 (9 种情景)；和 B2 (8 种情景)。每种情景系列都按一套定性的导则 (称“角本”) 拟订。选定一个代表性情景 (称“标志情景”或“标志”) 作为每个脚本的例证。不过，这并不意味着所选定的情景发生的可能性比别的情景更大 (见第 32 页方框)。

核份额和能源成分比例

SRES 用一种动态方法处理能源资源和工艺技术问题——换句话说，工艺技术的进步为相应的资源基数的扩大提供了更多机会。

4 种标志情景的一次能源成份比例，显示了下述情况：

■ 到 2100 年，一次能源将有大幅度增加——在 B1 情景中增涨了 40%，而在 A1

Kagramanian 先生和 Kononov 先生是 IAEA 核能司规划与经济研究科职员，Rogner 先生是该科科长。

IPCC 排放情景

10年前,世界气象组织和联合国环境规划署建立的政府间气候变化小组(IPCC)拟订了其第一批长期排放情景,以便用于分析气候变化这一复杂问题。2000年初,IPCC提出一套反映最新科学认识和知识的新情景。正如《决策者摘要》中所描述的,这些情景愿意接受各种解释,并且以已发表的研究报告和事态发展的广泛评估为基础。

未来的温室气体排放是诸多极复杂的动态系统的产物,是由人口的变化、社会经济发展,以及技术的变化等驱动因素决定的。这些因素的未来变化是非常不确定的,而且这些情景提供的是有关未来会如何发展的供选择的描绘。因此,它们是可用来分析驱动因素可能如何影响未来排放结果和评估相关的不确定性的适当工具。它们有助于进行气候变化分析,包括气候模拟,以及对影响、调整和缓解的评估。

最新的 IPCC 情景涵盖涉及温室气体和硫排放的多种主要驱动因素。每种情景都是每个脚本的具体的定量解释。每个脚本都假定未来人口、社会、经济、技术和环境有一个明显不同的发展方向。所有以同一脚本为基础的情景,构成一个情景“系列”。

利用多模型方法拟订了共 40 种情景。这些情景中有 13 种探索能源工艺技术假定中的变化。这 40 种情景中没有一种明确假定《联合国气候变化框架公约》或《京都议定书》的排放目标被达到。不过,在脚本和情景中广泛考虑了非气候变化政策对温室气体排放的影响。

■ **A1 脚本和情景系列**描述的未来世界是:经济飞速增长;全球人口于下世纪中叶达到峰值,随后下降;新的和更高效的技术很快被引入。主要主题为地区间的趋同共存;增强能力;增加文化和社会的相互作用;以及各地区之间的人均收入差别大幅度减小。A1 情景系列分为 3 部分,分别描述了能



源系统中的工艺技术变化的供选择方向。这 3 部分强调了不同的技术要点:化石燃料密集型、非化石燃料能源;或所有能源的平衡考虑。

■ **A2 脚本和情景系列**描述了一个很混杂的世界。基本主题是自力更生和地方特色的保持。各地区人口增长方式各不相同,全球人口不断增加。经济发展是地区的主要目标。人均经济增长和技术变化比在其他脚本中更缺乏连续性和更慢。

■ **B1 脚本和情景系列**描述一个趋同世界,其中全球人口虽然如在 A1 脚本中那样在下世纪中叶达到峰值和随后下降,但经济结构却向服务与信息经济方向迅速变化,材料供应紧张程度有所缓解,并且采用一些清洁和资源利用率高的技术。重点放在全球解决经济、社会和环境的可持续性办法上,包括提高平等性,但不增加影响气候变化的活动。

■ **B2 脚本和情景系列**描述一个以当地解决经济、社会和环境的可持续性办法为重点的世界。这个世界的情况是:全球人口以低于 A2 脚本的速度不断增长,经济发展保持中等水平,技术变化与 B1 和 A1 脚本相比较慢并更加多样化。虽然这种情景也注重环境保护和社会平等,但它着重于在地方一级和地区一级。

有关 IPCC 和排放情景的更多信息,可从因特网 IPCC 网页(<http://www.ipcc.ch>)获取。

IPCC “标志”脚本和情景系列的主要特点

情景系列	系列脚本	世界人口(十亿)			人均 GDP(×1000 以 1990 年美元不变价格计算)			一次能源 (人均吉焦)			CO ₂ (吉吨碳) (年度/累积)			一次能源来源	一次能源份额		
		1990	2050	2100	1990	2050	2100	1990	2050	2100	1990	2050	2100		1996	2050	2100
A1	高经济增长, 低人口增长, 迅速引入新技术; 随着地区差别的消失, 趋同到“均一世界”,	5.3	8.7	7.1	4.0	20.8	74.9	66	138	295	7.1	16.4	13.5	化石燃料	83.4%	59.9%	30.7%
														可再生能源*	14.3%	29.9%	65.5%
														核能(1)**	2.3%	10.2%	3.7%
														核能(2)	6.5%	25.6%	10.5%
														核能,GWe***	351	~5600	~3500
A2	发展成为“非均一世界”:人口增长模式不同,人口增长快,经济发展仍是地区割裂的	5.3	11.3	15.1	3.8	7.2	16.1	59	86	114	7.1	17.4	29.1	化石燃料	83.4%	82.0%	71.9%
														可再生能源	14.3%	11.6%	14.4%
														核能(1)	2.3%	6.4%	13.6%
														核能(2)	6.5%	17.1%	32.4%
														核能,GWe	351	~2800	~10600
B1	象 A1 中一样的“均一世界”,但经济“非物质化”(服务和信息占主导地位);模拟以全球可持续性为重点	5.3	8.7	7.0	4.0	15.6	46.6	70	93	73	7.1	11.3	4.2	化石燃料	83.4%	69.8%	47.7%
														核能+可再生能源	16.6%	30.2%	52.3%
														核能,GWe	351	未估算	
B2	象 A2 中一样的“非均一世界”,但更加注意可持续性;虽然找到有关的解决办法,但与 B1 不同,是地区性的办法	5.3	9.4	10.4	4.0	11.7	22.6	67	93	130	7.1	11.0	13.3	化石燃料	83.4%	70.2%	50.7%
														可再生能源	14.3%	24.4%	38.8%
														核能(1)	2.3%	5.5%	10.5%
														核能(2)	6.5%	14.9%	26.1%
														核能,GWe	351	~2200	~6400

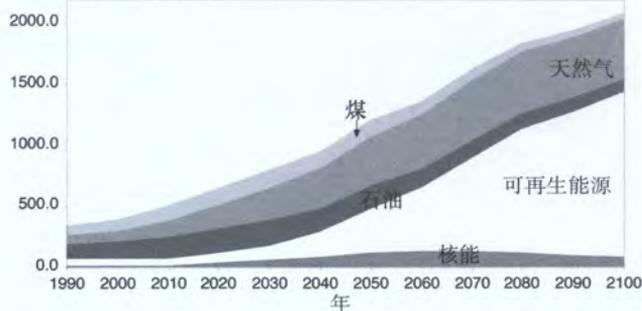
* 可再生能源包括水力、太阳能、风能、地热能和生物能源。

** 两套数据——核能(1)和核能(2)——反映了计算方法的不同。核能(1)为 SRES 对核能在一次能源供应中所占份额的重新计算结果。SRES 通过把单位从太瓦小时转换为艾克焦耳,把核电重新计算成——次能源,结果是核份额在 1996 年约为 2%,这与考虑核电机组的热效率计算得到的更常用的数字 7%有所不同。核能(2)是用经合组织核能机构所用的方法得到的,以斜体表示以反映这些差别。

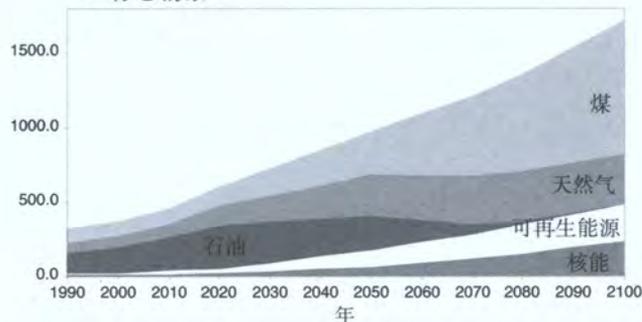
*** 容量是根据 SRES 的一次能源结果计算得到的: $E(\text{以艾克焦耳为单位的能量}) \times 31.71(\text{吉瓦每年的单位转换系数}) \div 0.7(\text{假定的平均容量因子})$ 。

IPCC 标志情景中的能源供应结构 (艾焦)

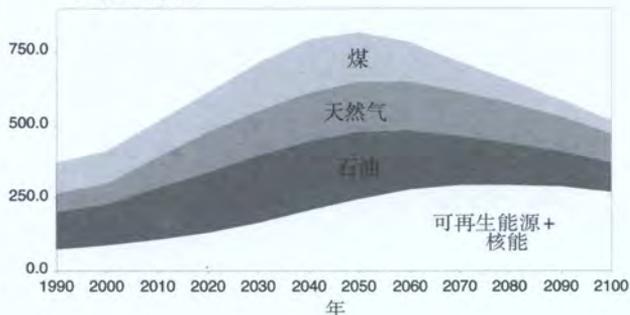
A1标志情景



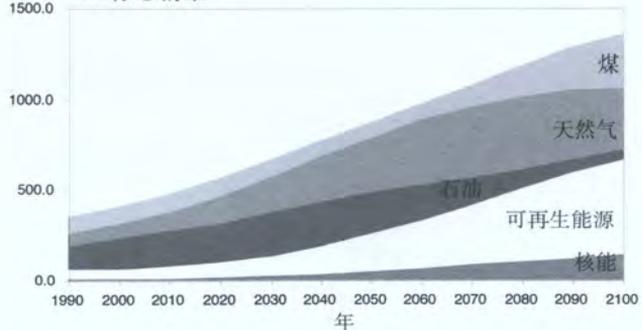
A2标志情景



B1标志情景



B2标志情景



情景中增涨了5倍；

- 所有情景中化石燃料的份额都有明显的降低；

- 到2100年，可再生能源和核能的总份额将增加2—3倍；

- 在这个日益增长的非化石能源结构中，核能份额在不断发生变化。核能在一次能源中的份额可能会从目前的6%—7%增加到2100年的10%—30%，相当于3500—10600吉瓦电(GWe)的总核发电能力。

在评估这个预测情况时，重要的是要记住这些情景是依据对技术和经济发展的不同假设拟订的。这已导致下述结果：

- 在A1标志情景中，可再生能源的经济实绩好于化石燃料和核能。虽然在2050年以前核份额会有显著增加，但经济因素将导致它随后会从2050年的最大值约5500 GWe下降到2100年的3500 GWe。

- A2标志情景假定煤工艺技术的发展十分迅速，而可再生能源的发展较缓慢。核能仍具有竞争力，而且其容量将增加到10600 GWe。

- 在B1标志情景中，非化石能源的份额在2100年将达到约50%。核能和可再生能源的各自份额在这个标志情景中未被计算。可能性

范围是通过取自 B1 系列的两个极端“非标志”情况加以说明的。在这两种情景中,核份额在 2100 年各为 340 GWe 和 4200 GWe。这表明,核未来可能的变化幅度很大,这取决于对可再生能源的竞争性因素。

■ 在 B2 标志情景中,核容量在 2100 年增加到 6400 GWe。这反映预计可再生能源的发展较慢和在核能被证明有生命力的地方保持这种能源的地区发展模式。

情景的地区特点

SRES 将世界分为 4 个地区来进行分析,并介绍了对各地区的分析结果。这 4 个地区被标明为 OECD90 (1990 年时经合组织所有成员国)、REF(中、东欧国家和从前苏联产生的新独立国家)、ASTA(亚洲所有发展中国家)和 ALM(世界其他国家)。

情景表明,核发展在地区间甚至全球都可能不同。例如,在 A1 和 A2 情景中,对于 OECD90,预计 2100 年的核容量分别为 680 GWe 和 3300 GWe;而在 ASIA,相应的预测值为 1400 GWe 和 4100 GWe。

这表明,核发展明显地从 OECD90 转移到 ASIA,并在较小的程度上转移到 ALM。例如,A1 和 A2 两种

情景都预测,到 2050 年,ASIA 将比 OECD90 有更大的核容量。

情况概述

总之,新的 IPCC 排放情景表明,核能的发展情况如下:

■ 在大多数情景设想中,核能将保持其在世界能源供应中的重要地位。对于 4 种代表性情景中的 3 种而言,预计 2100 年全球核容量在 3500 GWe 到 10600 GWe 之间变化,这取决于核能如何成功地与化石燃料及可再生能源相竞争。这可与今天的约 350 GWe 核容量相比较。

■ 与此同时,一些情景表明,可再生能源方案(相对于核工艺技术)的迅速改善,也许导致核停滞或核下滑。

在这样一种情景下,总的核容量虽然在世纪中期达到峰值 5500 GWe,但到 2100 年便下降到 3500 GWe。其他一些情景表明,核容量将停滞在目前水平。这样,SRES 证实核能的长期作用是非常不确定的,尤其是因为各种能源工艺技术的预期竞争性不确定。

■ 从地区来说,预期亚洲国家将明显增加其核能应用;其他地区的核增长率较低。与目前情况相反,到

2050 年,亚洲的核容量可能比 OECD 国家多。

■ 为达到更高的核电份额,将需要对核电机组做重大技术改进,以便保持与最好的替代技术的竞争性。广泛的增长将对铀在反应堆中的利用效率以及废物管理方法提出更严格的要求。

在所拟订的大多数情景中,SRES 均假设与现有设计相比,核技术将有显著的改进(各情景程度不同)。不过,与在 SRES 中提到的非核技术相似,这些改进一般是在具体设计的解决办法未被考虑的情况下作为一些假设的成本降低措施而引入的。这种解决办法的可获得性非常重要,对待核能的积极的社会态度(SRES 中未对此进行明确地分析)也是一样。

■ SRES 的工作范围使 SRES 情景中未能包括温室气体排放的缓解政策。这类政策如被实施,也许对包括核能在内的非化石能源方案产生额外的积极影响。

总之,IPCC 研究报告表明,核能的未来发展不一定取决于对气候变化的考虑;核方案仍被看成是能源混合体中一个值得注意的部分,而不论温室气体排放缓解政策如何。这些是涵盖直到 21 世纪末时期的全面长期研究中给出的重要信息。 □