



2020 年届会

2019 年 7 月 25 日至 2020 年 7 月 22 日

议程项目 5(b)

高级别部分：关于未来趋势和前景以及当前趋势对实现《2030 年可持续发展议程》的长期影响的高级别政策对话

未来长期情景以及当前趋势对实现可持续发展目标的影响

秘书长的报告

摘要

本报告旨在为定于 2020 年 7 月举行的经济及社会理事会高级别部分提供信息，并补充秘书长题为“加速行动，踏上变革之路：把采取行动落实可持续发展十年变成现实”的报告(E/2020/59)。当前在冠状病毒病(COVID-19)大流行背景下作出的决策，以及在新的互联网应用程序和人工智能方面作出的决策，可能会对人类应对重大全球挑战的能力产生长远影响。根据这些趋势，本报告审视了实现可持续发展目标和到 2050 年推进可持续发展的全球变革路径最佳情景，并将其与一切照旧情景和最坏情景进行了对比。



一. 引言

1. 依照大会第 72/305 号决议，高级别政治论坛部长级会议结束后，将根据联合国和其他区域与国际组织和机构以及其他利益攸关方的工作，在经济及社会理事会高级别部分的最后一天重点讨论与经社理事会主题有关的未来趋势和情况，以及经济、社会和环境领域的当前趋势(例如新技术的促进作用)对实现可持续发展目标的长期影响。高级别部分应着眼于加强知识共享以及区域和国际合作。本报告为关于未来趋势和前景以及当前趋势对实现《2030 年可持续发展议程》的长期影响的高级别政策对话提供信息，该对话将于 2020 年 7 月 17 日举行。本报告补充并发展了秘书长题为“加速行动，踏上变革之路：把采取行动落实可持续发展十年变成现实”的报告(E/2020/59)。

2. 本报告结合可持续发展目标提出了一套最佳、理想的长期情景，并将其与一切照旧情景和最坏情景到 2030 年和 2050 年的结果进行了对比。还探讨了冠状病毒病(COVID-19)大流行的后果，以及新的互联网技术和人工智能的影响。预计这两个领域的当前和近期决策将对我们应对人类长期面临的其他重大可持续性挑战的能力和现有选择产生重大影响。

3. 《2030 年议程》概述了关于人类、地球和繁荣的广阔和理想愿景(见大会第 70/1 号决议，序言)。可持续发展目标和具体目标对世界希望到 2030 年实现的理想勾勒了一幅定量和定性写照。该议程还列出了其他年份的特定具体目标，并概述了政策建议和行动，但没有就如何随时间推移现实可行地开展协调行动以实现可持续发展目标提供精确的指导。各种情景的设计正是为了这方面的探索。情景是描述未来动向的内在一致且合乎情理的路径。它将来自所有相关学科和来源的科学和技术知识彼此相通地结合在一起，以提高我们对未来动向的理解，并支持关于未来的决策和规划。政策制定者常常将情景称为路径，与本报告中使用的术语同义。

4. 然而，情景既不是预测，也不是预告。¹ 未来是不确定的，因此情景分析人员需要对潜在的系统动态和情景驱动因素、不确定的科学关系以及技术、政策和行为变化作出假设。在提出“如果……那么……”这样的问题时，他们使用各种技术来处理各种复杂的系统，以便对合乎情理的未来动向得出一致的说法。因此，情景分析有时被认为艺术性多于科学性。它集中注意找出和测试应对世界未来面临的主要挑战的可行解决办法。这些解决办法并不超越物理、技术、经济或社会政治边界，但它们确实合乎情理并以现有最佳科学和证据为依据。

5. 这里提出的情景是最佳情景，也称为低能源需求(低能需)情景或更好的未来情景。² 它是由最新技术发展、行为变化和高影响力商业创新所激发的一个相应和高度理想的情景。这一情景探索了现在和未来几年需要何种条件，才能到 2030

¹ Nebojša Nakićenović 等人，Special Report on Emission Scenarios (Cambridge, United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, Cambridge University Press, 2000)。

² Arnulf Gruebler 等人，“A low energy demand scenario for meeting the 1.5°C target and Sustainable Development Goals without negative emission technologies”，Nature Energy, 第 3 卷，第 6 号(2018 年 6 月)。

年实现可持续发展目标，并且到 2050 年推进可持续发展。此外突出列举了几个情景变体，以表明替代路径和决策的可能性。将最佳情景与一切照旧情景和最坏情景进行了比较。一切照旧情景是基于未来延续当前的趋势和政策，最坏情景则突出主要风险和重大决策分岔点。这些情景的实质范围与可持续发展目标的范围相同，但没有考虑一些难以量化的体制、治理和社会问题，而这些问题仍然是总体情节的一部分。表 1 概要列示一些世界领先情景建模人员开发的情景。³

表 1
情景概览

	情景 1: 最佳情景	情景 2: 一切照旧情景	情景 3: 最坏情景
本报告中描述的情景	低能源需求(低能需)和更好的未来情景。	共享社会经济路径情景(SSP2-4.5)中辐射强迫水平名义值为 4.5 瓦/平方米的中间路线情景，以及粮食与土地利用联盟的当前趋势情景。	依靠化石燃料的发展情景(SSP5)，以及共享社会经济路径情景中的区域竞争情景(SSP3)。
相关变体	荷兰环境评估局的关联情景；1.5 摄氏度和从里约出发之路情景；国际能源署《世界能源展望》的可持续发展情景。	国际能源署《世界能源展望》提出的可持续发展情景。	
情景原理	借助新的信息和通信技术(信通技术)，能源、水和土地利用方面极高的最终使用效率、行为变化和商业模式驱动快速转型。	延续当前的趋势、做法和技术变革，执行既定政策(例如根据国家自主贡献采取的温室气体减排措施)。	支离割裂的世界无法应对大范围的全球挑战。
假设	注重科技和教育的互联互通的世界；技术的全球传播、开放科学和实现可持续发展的共同志向。	延续现今治理体系，继续取得快速技术进步，同时出现巨大的社会经济和技术鸿沟。	多边体系破碎瓦解，获取知识和技术面临重重障碍。
COVID-19 相关方面	全球合作加强，科学技术领域互动协作，大流行迅速结束并恢复正常。	主要依靠国家应对，挥之不去的影响持续到 2021 年。	旷日持久的重大卫生灾难和经济萧条。
人工智能相关方面	许多高效率应用程序与能源知足考虑之间取得平衡。	拥有许多有益的应用程序，但人工智能的能源需求和环境影响不断增加。人工智能的能源使用与其他能源用途竞争。	出现的人工智能解决办法较少，并迅速达到能源限制。人工智能高度集中在少数国家。能源和材料方面没有显著的效率改进。

³ 更多细节见分别发表这些情景的学术期刊。这些情景还借鉴了知名评估报告并(或)在这些报告中得到推介，例如《全球能源评估：走向可持续的未来》以及政府间气候变化专门委员会、生物多样性和生态系统服务政府间科学与政策平台、国际资源委员会和 2050 年世界倡议的报告。

	情景 1: 最佳情景	情景 2: 一切照旧情景	情景 3: 最坏情景
2030 年结果	实现可持续发展目标。	在实现可持续发展目标方面取得进展, 但仍然存在重大差距。	少数领域取得进展, 其他领域出现倒退。
2050 年结果	高科技和互联互通的世界具有可持续性。	显著。	可持续发展面临重大灾难。

资料来源: Gruebler 等人, “A low energy demand scenario” (低能源需求情景), 包括大量补充资料, 见 <https://doi.org/10.1038/s41560-018-0172-6>; Riahi 等人, “The shared socioeconomic pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: an overview”, *Global Environmental Change*, 第 42 卷(2017 年 1 月); 粮食和土地利用联盟, 《更好的增长: 粮食和土地利用的十大关键转型》(2019 年); Detlef P. van Vuuren 等人, “Pathways to achieve a set of ambitious global sustainability objectives by 2050: explorations using the IMAGE integrated assessment model”, *Technological Forecasting and Social Change*, 第 98 卷(2015 年 9 月); Detlef P. van Vuuren 等人, “Alternative pathways to the 1.5°C target reduce the need for negative emission technologies”, *Nature Climate Change*, 第 8 卷, 第 5 号(2018 年 5 月); Detlef P. van Vuuren 等人, “Integrated scenarios to support analysis of the food-energy-water nexus”, *Nature Sustainability*, 第 2 卷, 第 12 号(2019 年 12 月); 国际能源署, 《2019 年世界能源模型》(2019 年, 巴黎)。其数据可查阅: 国际应用系统分析研究所, 低能需数据库, 见 <https://db1.ene.iiasa.ac.at/LEDDB> (提供 Gruebler 等人 “A low energy demand scenario” (低能源需求情景)一文中发表的数据); 国际应用系统分析研究所的共享社会经济路径数据库(见 <https://tmtcat.iiasa.ac.at/SspDb>)、荷兰环境评估局和国际能源署。

二. 当前趋势和无法预料情景

6. 当前和普遍存在的若干长期趋势将在很大程度上塑造未来。情景驱动因素包括: 人口和人口结构趋势; 不断提高的繁荣程度、健康水平和生活质量; 发展中国家的快速城市化(特别是中等城市); 新型基础设施服务; 分权产生新的最终用户角色(从消费者到生产者、创新者和贸易商); 以及信通技术创新。秘书长关于“加速行动, 踏上变革之路: 把采取行动落实可持续发展十年变成现实”的报告(E/2020/59)提出与此相似的思路, 就《2019 年全球可持续发展报告》提议的一些行动切入点阐述了各种变革路径的选定趋势和要素。⁴ 这些都是理解可持续发展目标长远情景的极其重要的因素。然而, 在两个领域, 短期内作出的决策可能对长期未来路径的可行性产生决定性影响: COVID-19 大流行方面以及新的互联网应用程序和人工智能方面。

冠状病毒病大流行

7. 2020 年 3 月 11 日, 世界卫生组织宣布 COVID-19 疫情为大流行。截至撰写本报告之时即 2020 年 4 月 22 日, 事态迅速发展, 大流行已影响到全球每一个国家。260 多万人的病毒检测呈阳性, 至少 18 万人死亡, 72 万人康复。由于检测和报告不足, 感染和死亡的确切数字可能要高得多——根据统计估计, 全世界感染人数可能会高出一到两个数量级。这意味着可能已有 2 000 万到 2 亿人感染。根据流行病学模型结果, 未来几个月可能会有数百万人死亡——取决于所采取的

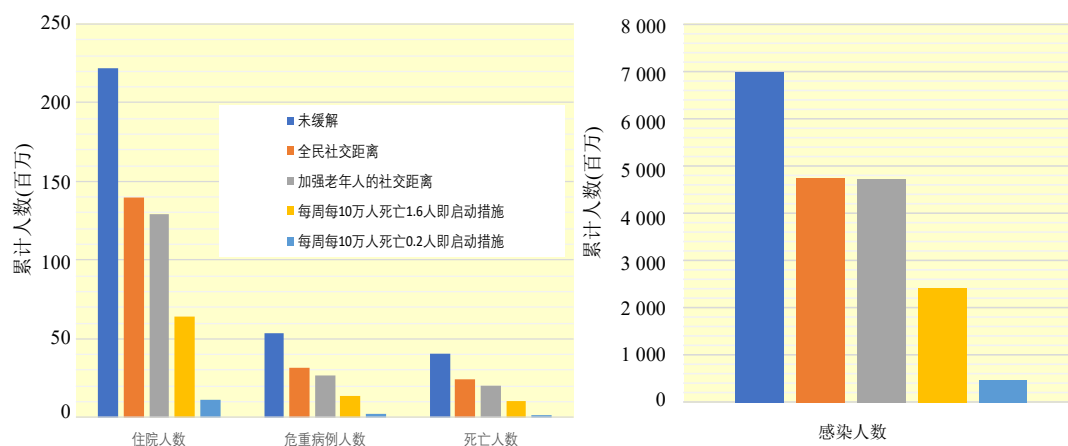
⁴ 秘书长任命的独立科学家小组, 《2019 年全球可持续发展报告: 未来就是现在——实现可持续发展的科学》(纽约, 联合国, 2019 年)。

政策措施，到大流行结束时，死亡人数会在 190 万至 4 000 万之间(见图一)。在提供大规模疫苗接种或实现群体免疫之前，可能会发生几波感染。⁵

8. 截至 2020 年 4 月初，约有 26 亿人——即全球人口的三分之一——处于封锁状态，100 多个国家关闭了边境，对这些国家造成了严重的经济影响。数以千万计的工作岗位已经丧失，预计世界经济将进入深度衰退(见经济和社会事务部政策简报系列和秘书长题为“加速行动，踏上变革之路：把采取行动落实可持续发展十年变成现实”的报告(E/2020/59))。科学技术能力意味着人类最终将击败这种新型冠状病毒，这是毫无疑问的。但是，这场大流行病本身及其社会经济影响在未来几个月将会如何发展，在这场危机中采取的史无前例的社会经济和政策举措会在多大程度上决定世界未来的长远路径，可能在多大程度上限制我们应对未来可持续性风险的能力，尚不清楚。实际上，对这场大流行病的反应似乎是一张任意牌。人类处在一个分叉点，要么选择更紧密的国际协作，要么选择弱化目前的国际合作体系。图一显示有关 COVID-19 的五个短期抉择导致的感染、住院、危重病例和死亡累计人数，这些结果进而导致下文进一步描述的三种长期情景。

图一

到冠状病毒病大流行结束时全球感染、住院、危重病例和死亡累计人数



资料来源：经济和社会事务部，图解 Walker 等人“*The global impact of COVID-19*”一文报告的估计数。

注：该图显示与到大流行结束时感染、住院、需要在重症监护病房接受治疗的危重病例以及死亡累计人数，这些数字反映的五种流行病情景与以下社交距离政策措施相应：

- (1) 未缓解：不采取任何行动；
- (2) 全民社交距离：采取措施一致降低个人之间的接触率(降低约 45%)，不完全抑制大流行病传播；
- (3) 加强老年人的社交距离：与情景(2)相同，但 70 岁或以上个人的社交接触率降低 60%；

⁵ Patrick G.T. Walker 等人，“*The global impact of COVID-19 and strategies for mitigation and suppression*”，2020 年 3 月 26 日。

(4)和(5) 抑制大流行病的传播：一旦每周每 10 万人中分别有 1.6 人和 0.2 人死亡，即采取大范围的强力社交距离措施(模型为人际接触率降低 75%)，以期迅速抑制传播，并将近期病例和死亡人数降至最低。

关于这种病毒的传染性，科学上仍然存在相当大的不确定性，以基本繁殖率衡量，在计算中使用了最佳猜测估计值 3，即在没有政策干预的情况下，每个已感染者另外感染 3 个人。基本繁殖率估计数为 2.4 至 3.3 不等，根据这一数字，情景(1)的死亡人数为 3 500 万至 4 200 万，情景(2)的死亡人数为 2 000 万至 2 600 万，情景(3)的死亡人数为 1 200 万至 2 200 万。

9. COVID-19 情景 1(最佳情景)：在这一情景中，这场危机将被视为一个警钟，促使科技界为战胜病毒而进行更有效的全球合作和更好的互动协作，联合利用科学知识和经济资源，应对人类的共同敌人。因此，到 2020 年 9 月，第一种疫苗将可供使用、迅速制造并在全球范围分发给世界大多数人口。借助强化的全球合作和有效的科技咨询体系，2020 年下半年经济加快恢复，全球合作和科技咨询体系越来越多地用于应对其他关键的全球卫生和可持续性挑战。科学受到高度信任，绩效一流的技术在世界范围普及。

10. COVID-19 情景 2(一切照旧情景)：在这一情景中，现有机构继续开展全球合作，但在危机时期，重点放在国家应对措施，而大部分国家措施彼此仍不协调。政策制定者继续考虑科学证据和技术可能性，但各国政府和不同社会之间政策差异很大，政策范围往往有限。科技界的其他合作相应增加，有望在未来加强合作，但其中许多合作仍然资源不足且规模较小。到 2021 年上半年或下半年，COVID-19 疫苗可供使用。一项全球疫苗接种计划在 2021 年最终击败这一病毒，为经济恢复铺平道路。然而，各种交通限制仍然持续，企业和政府对全球供应链的复原力越来越谨慎，可能导致世界全球化程度降低，公共和共享交通以及密集居住变成可接受程度较低的选择。

11. COVID-19 情景 3(最坏情景)：在这一情景中，当前的危机导致人们认为多边体系越来越无关紧要。应对措施在国家一级实行，彼此缺乏协调，各国政府争夺卫生设备和经济资源。到 2021 年，疫苗在一些国家可供使用，但许多国家可能无法获得疫苗。交通和旅行限制只能缓慢解除，一些措施仍在实行。因缺乏有效刺激全球协调经济恢复的行动，可能会出现全球经济萧条，导致国际社会缺乏共同应对人类未来面临的巨大全球挑战的能力和意愿。

新技术、互联网应用程序和人工智能

12. 近年来，机器人技术、人工智能、生物技术、纳米技术以及大数据等相关领域的技术变革步伐迅猛，对经济、社会和环境产生了广泛影响。这些趋势的核心是电信和信通技术。一方面，这些新兴技术为高效能源和供水系统的发展带来了巨大希望，这些系统可以在所有国家部署，促进全球可持续发展。另一方面，尽管效率提高了，但这些技术，尤其是人工智能，将需要不断增加的电力和矿产资源，并产生相关的污染和废物(例如电子废物、纳米废物和化学废物)，同时也会激发许多全新的服务。如果同时考虑到硅基计算的能效增加的基本限制，很显然，更多的非增效应用程序将继续增加能量需求，除非实行严格的知足考虑或能源使用限制。

13. 2019 年全球互联网总能耗的最佳猜测估计数为 2 000 太瓦时或 7.2 艾焦，相当于全球用电总量的 9% 左右。总能耗的大约一半，即 966 太瓦时，来自各种消费设备，如电脑、手机、笔记本电脑和电视。其余 1 022 太瓦时来自本地、固定和移动网络、数据中心以及各种组件的制造。将消费设备除外，仅后一类在 2019 年就造成了约 9.49 亿吨二氧化碳的排放。特别是，随着第五代移动电话网络技术标准(5G)的到来和移动视频流服务越来越多的使用，移动网络组件预计将迅速增长。仅视频流每年的碳排放量就相当于整个西班牙的排放量。⁶ 智能手机和电脑之类电子产品的产品生命周期短，这是世界每年产生大量电子和电气废物的原因。2017 年，全世界所有智能手机的能源生产足迹比所有乘用车多出约 30%。⁷ 目前，每年产生的电子垃圾多达 5 000 万吨，其重量超过了曾经建造的所有商用飞机，而这些垃圾只有 20% 被正式回收。

14. 摩尔定律是指 1965 年提出的一个表述，即密集集成电路中的晶体管数量大约每两年翻一番。这一关系持续适用了 50 年，推动了电子产品性能的指数级提高。登纳德缩放比例定律是 1974 年提出的，根据该定律，当晶体管变小时，其功率密度保持不变，所以晶体管的耗电与面积成正比。摩尔定律和登纳德缩放比例定律使中央处理器制造商能够一代一代地提高时钟频率而不显著增加整体电路耗电。大约自 2012 年以后，摩尔定律和登纳德缩放比例定律的适用性开始降低，因此通用微处理器并未以同等速度变得不仅更快而且更节能。⁸ 然而，通过巧妙的设计，超级计算机的性能继续呈指数增长。到 2014 年，最快的超级计算机首次超过了每秒 2 万兆次的计算速度，成为大致相当于人类大脑的硬件。⁹ 2019 年底，超级计算机达到了每秒 20.1 万兆次(大约相当于 10 个大脑)的性能峰值，到 2025 年可能相当于 500 个大脑，到 2030 年可能相当于 1 万个大脑，到 2040 年可能相当于 70 万个大脑。最快的超级计算机每年总耗电量从 2006 年的 12.6 吉瓦时迅速增加到 2019 年的 88.4 吉瓦时，尽管能效每 5 年提高了 10 倍。正因如此，超级计算机迅速成为世界能源消耗的重大影响因素。¹⁰

15. 深度学习神经网络——目前已在使用的最成功的人工智能技术——具有高密度数据和计算性能。2019 年，一个最先进的面部识别深度学习神经网络模型在训练阶段估计需要耗电 656 兆瓦时，造成 313 吨二氧化碳排放。¹¹

⁶ Maxime Efoui-Hess, “Climate crisis: the unsustainable use of online video – the practical case for digital sobriety”, 2019 年 7 月。

⁷ Vaclav Smil, *Energy and Civilization: a History* (Cambridge, Massachusetts, the MIT Press, 2018)。

⁸ Vivian Sze, “Efficient computing for AI and robotics”, 麻省理工学院讲座, 2019 年 5 月。

⁹ 据流动基因组项目创始人 Steven Kotler 所述。见 Peter H. Diamandis 和 Steven Kotler, “*Bold: How to Go Big, Create Wealth and Impact the World* (New York, Simon and Schuster, 2015)。

¹⁰ R. Roehrl, “Exploring the impacts of ICT, new Internet applications and artificial intelligence on the global energy system”, 技术促进机制研究论文, 2019 年 12 月。

¹¹ Emma Strubell、Ananya Ganesh 和 Andrew McCallum, “Energy and policy considerations for deep learning in NLP”, 2019 年 6 月 5 日。

16. 当前决策可能对未来长期可能性产生巨大影响的其他领域涉及新的互联网应用程序和人工智能。所有可持续发展情景都必然有赖于控制能源和材料的总体使用，为此必须迅速提高生产和能源使用效率并推动有利于能效的行为改变。然而，最近的趋势令人对长远实现这种平衡的条件产生疑问。互联网应用程序和人工智能的能源需求量以及相关的温室气体排放量在过去相对较小，现已变得很大，并且继续有增无减。这些技术是智能能源系统的关键，也是提高总体能效的关键。但是，新技术也将继续带来全新的服务，而其中大部分服务并非面向提高效率，因此会进一步增加全球能源需求。信通技术的能效已达到基本极限，而总体计算性能和使用继续有增无减。目前硅基计算的能效估计比人脑至少低 4 到 5 个数量级。这些趋势最有可能的结果将是互联网应用程序和人工智能的能源需求加速增长，除非知足考虑从根本上改变目前的方向。

17. 互联网和人工智能技术在未来几年对全球能源和材料的总体影响仍然高度不确定，将取决于技术选择、标准以及效率和知足政策抉择。不足为奇的是，2030 年信通技术能耗总量的最佳猜测估计值在 2 067 太瓦时至 8 265 太瓦时之间，可变范围非常大。¹² 这种不确定性也反映在最近的一项专家调查中，该调查显示，大多数专家和情景分析人员预计，到 2030 年，全球能源需求的增长将超过通常的动态趋势。少数答复者(20%)预期会减少，近三分之一(30%)的答复者强调不确定性因素。¹³

18. 人工智能情景 1(最佳情景)：在最佳情景下，全方位的新技术和人工智能可供使用，带来总体能源和材料效率的提高，并提供新的解决办法来应对各种挑战，其代价仅是适度增加能耗。这将依靠通过颠覆性创新继续快速提高人工智能和计算能效，尽管摩尔定律已不再适用。

19. 人工智能情景 2(一切照旧情景)：与情景 1 相似，将会出现多种新的解决办法可供使用，但代价是信通技术的能耗迅速增加，带来相应的环境后果，并且获得新技术的机会广泛不平等。人工智能的能源使用开始与其他用途日益竞争。

20. 人工智能情景 3(最坏情景)：在这一情景下，人工智能解决办法较少出现，即使出现也很快达到其能源极限。人工智能高度集中在少数国家。因此，只有少数几个国家从人工智能中显著受益，全球能源和材料使用效率也没有急剧变化。

三. 实现可持续发展目标及以后的长期情景

21. 自 2012 年联合国可持续发展大会以来，许多情景建模人员开发了全球可持续发展情景，自 2015 年以来，专门针对可持续发展目标进行了情景建模。他们侧重于经济、技术或政治方法。然而，在过去八年之中，全球能源、材料和土地使用有增无减，再加上随之而来的环境、社会和健康后果，要求分析人员就如何

¹² Anders S.G. Andrae, “Drawing the fresco of electricity use of information technology in 2030: part II”, 2019 年 2 月。

¹³ R. Roehrl, “Exploring the impacts of ICT, new Internet applications and artificial intelligence on the global energy system”。

在 2030 年以前越来越少的剩余年月里实现可持续发展目标探索越来越雄心勃勃的情景假设。

22. 以目标 13(气候行动)为例,在 2030 年之前,温室气体排放需要每年减少 7.6%,而相比之下,如果 10 年前就已经采取果断行动,则每年只需减少 3.3%。¹⁴ 为实现这一雄心壮志,许多情景分析人员在假设中纳入了尚未经过验证的技术解决方案,如生物能源与碳捕获和储存,认为这些方案会促成大规模减少排放,特别是在今后 30 年。这不仅涉及每年安全储存数十亿吨二氧化碳的统筹协调问题,还涉及大规模使用土地生产生物作物的相关问题。

最佳情景:“低能需、更好的未来”

23. 在此背景下,2018 年,几位知名的情景分析人员和科学家采取了不同的方法,设计了一个情景,旨在通过快速转型,减少能源、水、土地和材料的一次使用,并采用高效的终端使用技术和做法,在有关可持续消费和生产的目标 12 方面取得非凡进展。根据全球低能源需求或低能需情景,¹⁵ 为土地使用和粮食(更好的未来情景)、¹⁶ 水¹⁷ 和其他目标部门制定了一致、详细的情景落实方案。由此产生的“低能需、更好的未来”情景可为所有可持续发展目标带来重大效益。

24. 在低能需情景中,1.5° 摄氏度气候目标和可持续发展目标在不依赖生物能源与碳捕获和储存等负排放技术的情况下得以实现,从而节省数亿公顷耕地。最重要的是,到 2050 年,尽管人口、收入和经济活动增加,但全球终端能源需求仅为 245,¹⁸ 比现在低 40%。事实上,这在经同行审议的文献中被认为是长期终端能源需求最低的情景。但降低最终需求并不是以牺牲能源服务为代价,而是继续增加服务,确保人人享有“体面生活水平”。通过大幅提高效率,这一情景中的服务在全球范围内将远远超过获取和贫困门槛,也远远高于许多其他情景。换句话说,在接下来的 10 年中,服务和终端设备的效率将大大提高。其结果是到 2020 年将达到能源峰值和快速电气化(见图二)。按照当前的可再生能源部署速度,将完全能够满足未来的能源需求。终端转型会推动上游脱碳,因为全球能源系统规模将会大幅减小,实现供给侧低碳转型因此也会变得更为容易。表 2 总结了关键的情景参数。

¹⁴ 联合国环境规划署(环境署),《2019 年排放差距报告》(内罗毕,2019 年)。

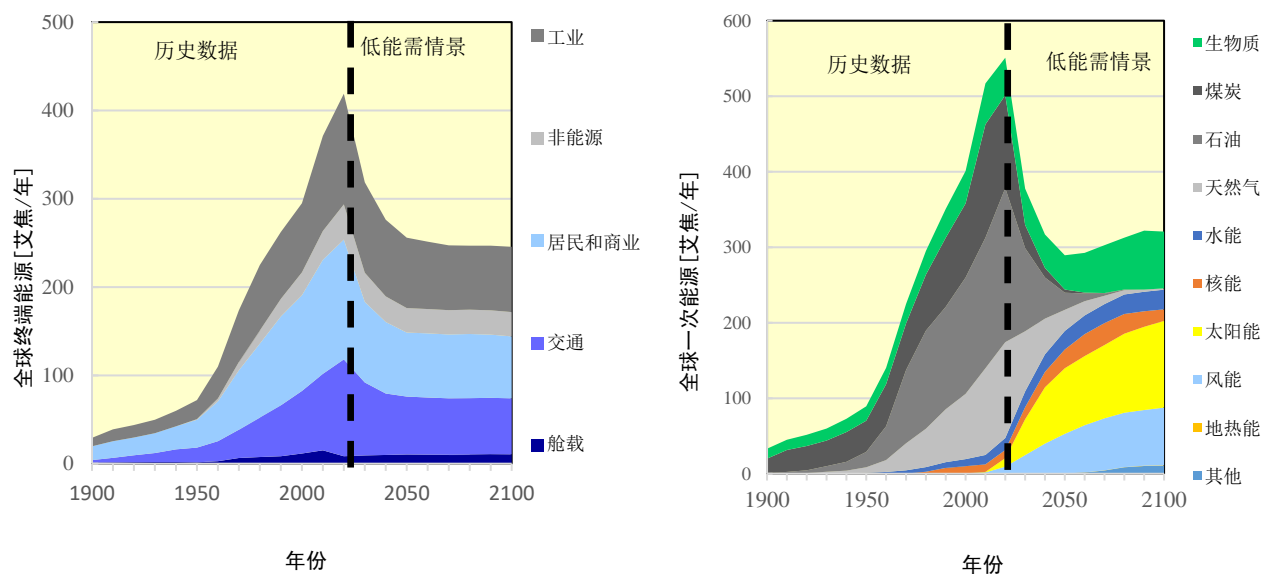
¹⁵ Gruebler 等人,“A low energy demand scenario”。

¹⁶ 粮食和土地利用联盟,《更好的增长》。

¹⁷ Simon Parkinson 等人,“Balancing clean water-climate change mitigation trade-offs”,2018 年 5 月。

¹⁸ 不包括另外 10.5 艾焦的国际舱载燃料(用于国际海运和空运)。

图二
低能需情景中的全球一次能源和终端能源需求



资料来源：Grubler 等人，“A low energy demand scenario”（低能源需求情景）。历史数据来自国际应用系统分析研究所的一次、最终和有用能源数据库(Simon De Stercke, “2014 Dynamics of energy systems: a useful perspective”, IR-14-013, 2014 年 7 月)。

25. 在低能需情景中，到 2050 年，能源需求的减少几乎有一半是得益于采用技术的决策，¹⁹ 而另一半则是行为改变所致。²⁰ 在 2019 至 2030 年期间，为实现人人享有能源，每年需要约 450 亿美元全球投资(是一切照旧情景的两倍)，其中大部分用于供电。这还不到每年能源部门总投资的 2%。在低能需情景中，到 2030 年，燃料系统、电厂和电网的总体能源供应投资需求只会略有增加，之后将会减少。这是因为，未来 10 年，电力供应投资所需增幅与燃料系统投资的预期降幅大致相当。然而，在能源终端使用(例如电器)和服务以及相关商机方面的投资将迅速扩大。虽然低能需情景的问世并没有提供终端使用和服务的总体投资数字，但国际能源署发表的《世界能源展望》重点关注的可持续发展情景中的终端使用与之类似，可进一步提供参照：与 2014-2018 年期间相比，在 2019-2050 年期间，燃料和电力系统的年度投资预计将从 1.71 万亿美元增至 1.92 万亿美元，能源终端使用的年度投资将从 0.37 万亿美元增至 1.64 万亿美元，使得能源投资总额从每年 2.08 万亿美元增至 3.56 万亿美元。不过，在终端使用效率方面的大部分投资，最终都将通过降低电力和燃料成本而使消费者受益。²¹

¹⁹ 例如高效车辆和电器。

²⁰ 例如共享出行、公共交通和建筑保温。

²¹ 国际能源署，“摘要”，载于国际能源署《世界能源模型》。

表 2
低能需、更好的未来情景与一切照旧情景的比较

	现在	低能需情景		一切照旧(SSP2-4.5)		单位
	2020 年	2030 年	2050 年	2030 年	2050 年	
人口	7.6	8.3	9.2	8.3	9.2	十亿
GDP(购买力平价)	101	143	231	143	231	万亿美元/年(2010)
GDP(市场汇率)	71	109	197	不适用	不适用	万亿美元/年(2010)
能源供给投资	1.17	1.25	1.05	不适用	不适用	万亿美元/年(2010)
终端能源	410	309	245	509	618	艾焦/年
一次能源	551	378	289	645	771	艾焦/年
农业生产	4.1	4.7	5.9	5.4	6.9	十亿吨干重/年
粮食需求	2 905	2 985	3 130	不适用	不适用	千卡路里/人/年
二氧化碳排放	39.6	16.2	2.7	43.5	43.5	吉吨二氧化碳/年
辐射效应	2.7	2.9	2.7	3.0	3.7	瓦/平方米
水耗	2.4	2.4	2.3	不适用	不适用	1 000 立方千米/年

资料来源：国际应用系统分析研究所，低能需情景和共享社会经济路径数据库。

注：一次能源是用物理能源含量法计算所得。

26. 低能需情景探索了社会、行为和技术领域的新创新，包括当前处于市场边缘的高性能创新。该情景显示了通过提高建筑、交通运输和消费品制造的能效能够取得的可行成果，这将使生态效率增加两到四倍。²²

²² 联合国，“清洁能源技术变革”，载于《2011 年世界经济和社会概览：绿色技术大变革》(联合国出版物，出售品编号：E.11.II.C.1)。

表 3
2020-2050 年期间低能需情景中终端服务和上游部门的转型

		活动水平	能源强度
终端服务	热舒适性	全球北方大致保持不变，全球南方增长 35%，全球平均水平为人均 30 平方米。	使用高服务效率的终端保温技术，再加上改造速度翻倍(全球北方)和新建筑标准(全球南方)，使得全球北方的能源强度降低 75%，降至约每平方米 160-170 兆焦，全球南方的能源强度降低 86%，降至每平方米 40 兆焦。
	消费品	设备数量在全球北方翻一番，达到人均 42 台；设备数量在全球南方增加两倍，达到人均 24 台。	按设备总数份额加权所得的全球平均电力强度从每台设备 93 千瓦时下降至每台设备 82 千瓦时，其中照明和电器降幅最大。
	出行	在全球南方，所有交通模式(特别是灵活路线共享车辆)均翻一番；全球北方下降 20%，道路交通模式降幅较大，抵消了铁路和航空交通使用的增幅。	按交通模式份额加权所得的全球平均能源强度下降 70%，其中道路交通模式因电气化、共享车队、灵活公共交通和自行模式而降幅最大。
	粮食	全球粮食需求增长 70% 至 100%，同时饮食结构继续转型。粮食供应在全球南方得到解决，民众实现适当的卡路里摄入量。	不适用。
中上游部门	商业和公共建筑	全球北方增长 43%，达到人均 23 平方米，全球南方增长 50%，达到人均 9 平方米。	全球北方下降 76%，降至平均每平方米 139 兆焦，全球南方下降 90%，降至平均每平方米 44 兆焦。
	工业	由于去物质化(三分之一原因)和物质效率提高(三分之二原因)，全球大宗商品(钢铁、铝、水泥、纸、石化和原料)需求下降约 15%，降至 6.4 吉吨。	按具体制造和建设过程的活动份额加权的全球平均能源强度下降五分之一，降至每吨 16.7 吉焦。
	货运	全球北方增长约 20%，增至 64 万亿吨公里，全球南方增长约 70%，增至 58 万亿吨公里，铁路货运和水运增长更为强劲，而卡车活动有所减少。	全球卡车货运平均强度下降 50%，降至每吨公里 0.5-0.7 兆焦，铁路货运下降 10%，降至每吨公里 0.2 兆焦。水运和空运电气化潜力有限，因此强度无显著变化。

资料来源：Grubler 等人，“A low energy demand scenario” (低能源需求情景)。

27. 在这一情景中，信通技术，特别是人工智能，将在全球能源系统，的的几乎所有方面，包括供应(采掘和生产)、电厂和公用事业、终端配电和终端用户设备方面产生应用和影响，从而加快技术进步。表 3 对终端服务和上游部门的主要变革进行了量化总结。所有部门实现的能源需求减少量之巨大，将远远超过人工智能能源需求的相关增长量。例如，共享和按需使用更为节能的电动汽车的乘客增加，到 2050 年可将全球交通能源需求减少 60%。这远远超过了典型自动驾驶乘用车原型因计算增加的 3% 的电力。²³ 智能手机可推动人们改变喜好，增加对服务的使用，而减少拥有。到 2050 年，建筑能效标准可将供暖和制冷能源需求减少 75%。人工智能可支持风能和太阳能等间歇性现代可再生能源的整合，并减少

²³ 自动驾驶汽车原型通常使用 2.5 千瓦的计算功率，而相比之下，配备一台 100 马力发动机的典型汽车使用的计算功率为 75 千瓦。仅相机和雷达每分钟就产生大约 12 吉字节数据。一些原型需要用水冷却(*Wired Magazine*, 2018 年 2 月)。

储能需要。低肉饮食可减少农业排放，同时增加森林覆盖率。该情景还隐含一个假设，即尽管摩尔定律不再适用，但人工智能芯片和机器人领域的硬件设计创新将继续显著提高能效。该情景的开发人员详细介绍了能源、交通、粮食、建筑和城市等领域 99 项创新的节能减排潜力。²⁴

28. 在研发、技术推广和基础设施投资方面的新努力可促成增加产量，提高资源生产率。结合再生农业实践，减少粮食损失和浪费，饮食结构转向资源投入较少的蛋白质，对森林、海洋、土壤和粮食系统所提供生态系统服务的保护和付费，将极大地造福环境、生物多样性、海洋和当地生计并帮助农村减贫。2030 年生产的粮食将足以实现可持续发展目标 2，即消除饥饿，实现粮食安全，改善营养状况和促进可持续农业。低能需、更好的未来情景表现远优于一切照旧情景(见表 4)。

表 4

低能需、更好的未来情景与一切照旧情景中的土地、粮食、生物多样性和海洋情况比较

	低能需、更好的未来		一切照旧		
	2030 年	2050 年	2030 年	2050 年	
森林砍伐	0.2	0.2	7.6	6.7	百万公顷/年
农地变化	(475)	(1 200)	200	400	百万公顷(与 2010 年相比)
恢复自然土地	450	1 300	100	225	百万公顷(与 2010 年相比)
粮食无保障人口	0	不适用	475	不适用	百万
生物多样性完整性指数	(0.6)	0.2%	(1.8)	(3.2)	与 2010 年相比百分比
身体质量指数过高致死	4.0	5.6	6.4	10.1	百万人/年
粮食和土地使用排放	4.7	0	12	13	吉吨二氧化碳当量/年
海洋-双壳类海水养殖	不适用	80	不适用	3	百万公吨
海洋-野外捕捞	不适用	24%	不适用	(15%)	与 2010 年相比增加

资料来源：粮食和土地利用联盟，《更好的增长》。

29. 与一切照旧情景相比，农业综合生产率提高(每年增加 1.1%)、减少粮食损失和浪费(到 2050 年减少 25%)和饮食结构转型(到 2050 年，来自海洋的蛋白质增加 40%)，将会使农业用地减少超过 15 亿公顷。未来十年，原则上几乎可以不对森林和其他自然生态系统进行大的改造，但需要在 2025 年之前立即采取行动。在该情景中，温室气体减排带来的额外社会效益估计每年高达 1.3 万亿美元，主要与保护和恢复热带雨林有关。到 2020 年代结束时，生物多样性的下降将已扭转。随着需求和生产方式在未来几年发生变化，高强度农业的优势逐渐丧失，化肥和除草剂/杀虫剂的过度使用因此下降。饮食健康水平提高，可减少因饮食相关超重和肥胖问题过早死亡的人数，到 2050 年，将从超过 1 000 万人下降至不到 600 万人。

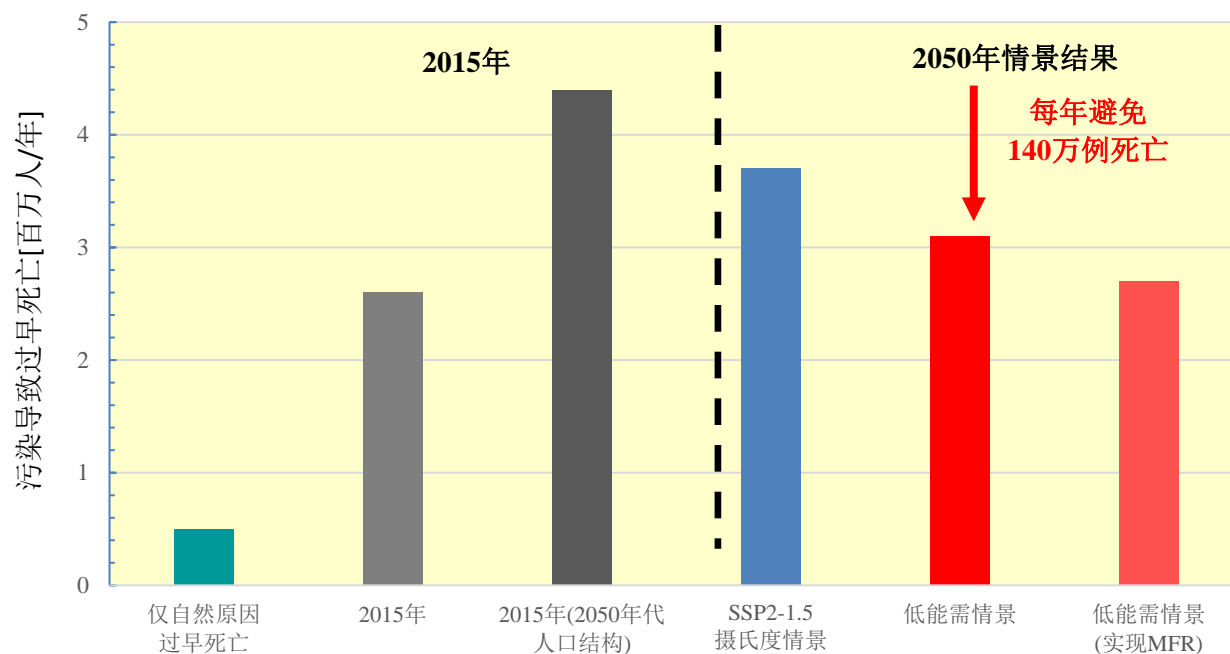
²⁴ Charlie Wilson 等人，“The potential contribution of disruptive low-carbon innovations to 1.5°C climate mitigation”，*Energy Efficiency*，第 12 卷，第 2 号(2019 年 2 月)。

30. 相关利害重大，因为 2018 年全球粮食和土地利用系统的隐性健康、环境和经济成本总计 11.9 万亿美元，比全球粮食系统的总市值 10 万亿美元高出 1.9 万亿美元。低能需、更好的未来情景将在 2050 年将该成本降至 5.5 万亿美元，而相比之下，一切照旧情景会将该成本增至 16.1 万亿美元。²¹ 每年在人力资本、技术、粮食和土地系统方面增加 3 500 亿美元投资，即全球国内生产总值的 0.3%，到 2030 年便可每年产生 5.7 万亿美元的健康、环境和经济效益，到 2050 年可每年产生 10.5 万亿美元效益。与当前趋势相比，这可以使农村收入增长翻一番，并额外创造 1.2 亿个体面就业机会。

31. 与持续目前的做法相比，到 2050 年，减少环境空气污染浓度(直径 2.5 微米以下的微粒数量)可每年防止 140 万人过早死亡，与同样实现 1.5 摄氏度气候目标但在其他方面遵循本报告所述一切照旧假设的中间道路情景变体(SSP2)相比，每年可避免约 100 万人过早死亡(见图三)。这种重大削减将尤其造福最易遭受空气污染影响的穷人。

图三

2015 年以及特定情景中 2050 年环境空气污染(直径 2.5 微米以下微粒)导致的过早死亡



资料来源：Gruebler 等人，“A low energy demand scenario” (低能源需求情景)。

缩写：MFR=利用近期技术实现的最大可行减排量；SSP2-1.5 摄氏度，一切照旧情景，但会采取雄心勃勃的气候政策，以实现 1.5 摄氏度的控温目标。

32. 如果某个雄心勃勃的假设不能实现，低能需、更好的未来情景中密切相关的变体则为实现可持续发展目标提供了替代路径设想。例如，荷兰环境评估局等机构的研究人员提出了实现可持续发展目标情景，与低能需情景类似，在该情景中，

1.5 摄氏度得以实现，包括在终端使用部门快速实现电气化，但也包括使用生物能源与碳捕获和储存，并更倾向于通过改变生活方式而非利用技术来实现可持续性转型。²⁵ 他们最新提出的关联情景是完全综合性的，探索了饮食结构变化、农业效率、气候政策、生物多样性和供水，并说明了能源和资源系统的大幅缩减。²⁶ 他们提出的从里约出发之路情景可以追溯到联合国可持续发展大会，但详细量化了许多后来成为可持续发展目标的目标。²⁷ 另一情景探讨了高产农业最大限度节约全球耕地的潜力。结果表明，即使释放 20% 的耕地用于景观，并且不占用生物多样性热点地区的耕地，仍可减少近 40% 的耕地需求。²⁸

与一切照旧情景的比较

33. 通过与低能需、更好的未来情景相对照，上文已经介绍了一切照旧情景的许多要素。在一切照旧情景中，在实现可持续发展目标方面有显著进步，但 2030 年仍将存在重大差距。该情景的基础假设是延续当前趋势、做法和技术变化，并落实既定政策。

34. 对于能源部门，一切照旧情景类似于国际能源署《世界能源展望》中提出的政策情景。本报告选择的典型的一切照旧情景是 SSP2 情景，这是政府间气候变化专门委员会使用的一组中间路线情景。所列数据来自 SSP2-4.5 综合情景变体，该情景变体假设，《巴黎协定》国家自主贡献中包含的所有温室气体减排措施，无论有条件还是无条件，都在未来得到落实。SSP2-4.5 情景大致对应环境署《2019 年排放差距报告》中的有条件国家自主贡献情景，该情景中的平均气温预计将比工业化前水平高 3.2 摄氏度，这主要是全球能源系统规模巨大所致。

35. 总体平均农业生产率继续以每年 0.9% 的速度增长，这将不足以控制生物多样性的持续丧失(根据生物多样性完整性指数，2050 年以前将减少 3.2%)，也不足以根除粮食不安全问题。但是，快速的技术进步仍在继续，而重大社会经济和技术鸿沟继续存在，技术进步会在一些领域加剧鸿沟，在另一些领域则缩小鸿沟。

36. 人类的聪明才智将推动全新技术和人工智能服务的供需，其中许多技术和服 务将不会提高能源效率，而是进一步扩大全球能源系统的规模。例如，移动视频流媒体技术需要大量能源(例如 YouTube 视频播放系统 2019 年耗电 21 太瓦时)，下一代 5G 移动网络将大幅增加在线视频流媒体技术的能源和气候足迹，新的视频游戏流媒体技术也是如此。²⁹

²⁵ Van Vuuren 等人，“Alternative pathways to the 1.5°C”。

²⁶ 同上，“Integrated scenarios to support analysis of the food-energy-water Nexus”。

²⁷ 同上，“Pathways to achieve a set of ambitious global sustainability objectives by 2050”。

²⁸ Christian Folberth 等人，“The global cropland-sparing potential of high-yield farming”，*Nature Sustainability*，第 3 卷，第 4 号(2020 年 4 月)。

²⁹ Chris Preist、Daniel Schien 和 Paul Shabajee，“Evaluating sustainable interaction design of digital services: the case of YouTube”，载于计算机协会，Proceedings of 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems(2019)。

与最坏情景的比较

37. 领先的环境评估报告，包括政府间气候变化专门委员会和生物多样性和生态系统服务政府间科学与政策平台的报告以及环境署《全球环境展望》，详细描述了最坏情景及其对环境和社会经济的影响。政府间气候变化专门委员会报告中描述的依靠化石燃料的发展情景(SSP5-8.5)，³⁰可能会导致灾难性的气候变化，从而波及所有部门和社会经济领域。区域竞争情景(SSP3)³¹所设想的是一个经济发展缓慢、物质消耗强度高、不平等加剧、人口众多的碎片化贫困世界。这两种情景哪个更糟，则是见仁见智。两种情景的共同之处在于，都描绘了一个缺乏有效合作、无法应对全球大挑战的世界。在其中一个情景中，多边体系无关紧要，而在另一个情景中，多边体系则功能失调。两种情景中都会发生冲突。虽然技术进步显著，但获取知识和技术的障碍持续存在或出现恶化。结果，少数领域取得的可持续发展进展很快就会因其他领域的倒退而付诸东流，可能导致重大的可持续性灾难。

四. 供审议的问题

38. 为支持有利于成功落实十年行动的决策，可审议以下问题。这些问题补充秘书长题为“加速行动，踏上变革之路：把采取行动落实可持续发展十年变成现实”的报告(E/2020/59)所提出的供审议政策问题：

(a) 审议当前为应对 COVID-19 大流行和支持从中恢复所采取的决策对可持续发展产生的长期影响，优先审议那些能够提高抵御今后危机的能力的决策；

(b) 审议新兴互联网应用和人工智能相关政策、计划和方案对可持续发展产生的长期影响，以期平衡能源效率与能源保障考虑；

(c) 根据低能需、更好的未来情景的启示，促进并优先开展技术效率、业务创新和行为改变方面的投资和协调行动，以快速提高终端使用效率；

(d) 加强可持续发展目标领域的科技解决方案国际合作；

(e) 促进与城市居民和农民的行动者联盟，并考虑系统性激励措施，特别是与土地使用、交通和基础设施有关的激励措施；

(f) 鼓励企业探索服务型商业模式、建筑效率、精细化终端使用和技术创新的新机遇；

(g) 励联合国系统提供协调一致的能力建设支持，帮助制定国家可持续发展目标情景，并动员科技人员参与其中，包括支持编制自愿国别评估；

³⁰ Elmar Kriegler 等人，“Fossil-fuelled development (SSP5): an energy and resource intensive scenario for the 21st century”，Global Environmental Change，第 42 卷(2017 年 1 月)。

³¹ Riahi 等人，“The shared socioeconomic pathways”。

(h) 技术促进机制下召集情景分析人员、科学家和前沿技术专家分享经验和
技术展望，总结可持续发展最新知识和新兴技术对可持续发展目标的影响；

(i) 组织情景分析人员、政府科学顾问和决策者围绕可持续发展高影响力行
动开展定期交流。
