

图1. 1850—2016年全球年平均气温异常距平变化（与1961—1990年比较）（单位： $^{\circ}\text{C}$ ；资料来源：世界气象组织，2017）。UK-Had：英国气象局哈德莱中心科学和服务办公室；NOAA：美国国家海洋和大气管理局；NASA：美国航空航天局。

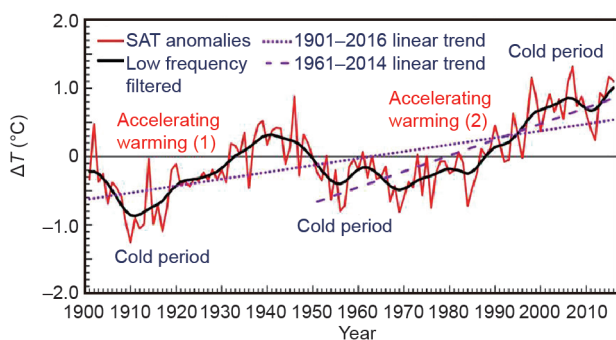


图2. 1901—2016年中国的年平均地表温度异常距平（单位： $^{\circ}\text{C}$ ；资料来源：国家气候中心，2017）。SAT：地表气温。

3. 从《联合国气候变化框架公约》中的危险水平到《巴黎协定》规定的 2°C 目标阈值

在气候变化研究中，主要风险和潜在的重大影响都是由“对气候系统具有危险的人为干扰”造成的。如果一种风险具有极大危害性或在社会和（或）生态系统中表现出高脆弱性，那么这种风险就被认定为主要风险。因而可以说，超出工业前水平 1°C 或 2°C 的气候变化带来的风险将会相当大。

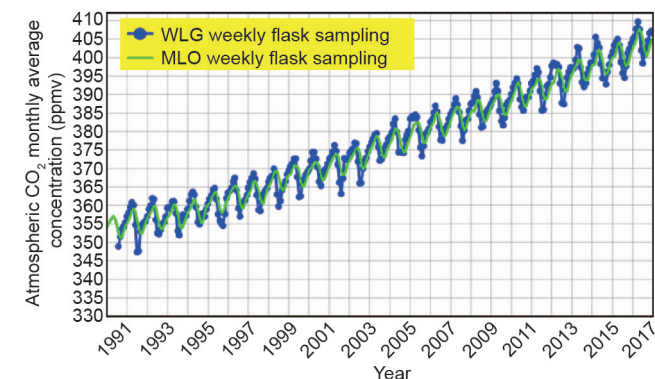
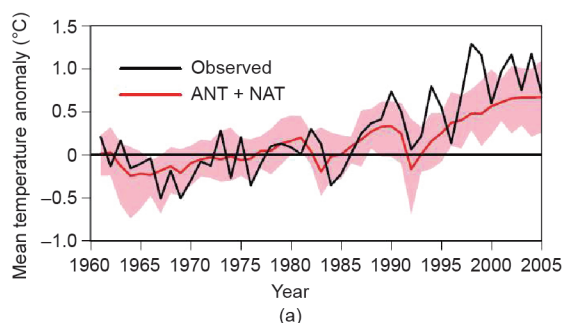


图3. 近期在中国瓦里关（WLG）大气本底基准观象台（北纬 $36^{\circ}17'$ ，东经 $180^{\circ}54'$ ，海拔3816 m）和美国夏威夷州冒纳罗亚（MLO）大气本底基准观象台检测到的大气中的二氧化碳浓度（单位：ppmv；资料来源：中国气象局，2017）。大气中二氧化碳的月平均数据来源于全球大气监测网的31个全球基准站之一。

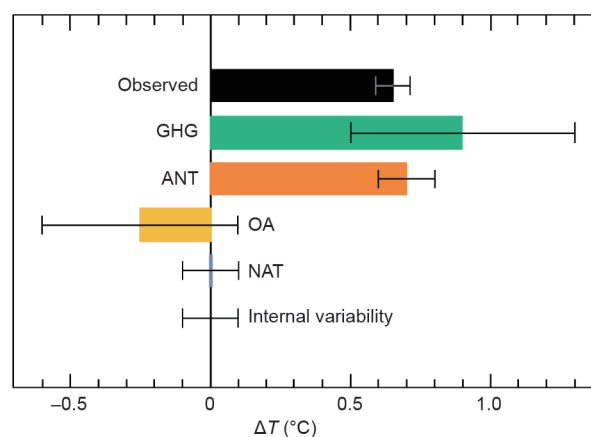


图4. 1951—2010年全球变暖的趋势可以归因于温室气体（GHG）、人类活动（ANT）、气溶胶（OA）、自然因子（NAT）以及内部变化。

但是，全球平均气温上升了至少 4°C 以上，因此全球气候变化带来的风险可以说是“高到很高”[5]。

《联合国气候变化框架公约》(FCCC)于1992年生效，其最终目标是为了“将大气中的温室气体浓度稳定在防止气候系统受到危险的人为干扰的水平上。温室气体稳定到该水平所需的时间足以使生态系统自然地适应气候变化，从而保证粮食产量不受影响，经济平稳可

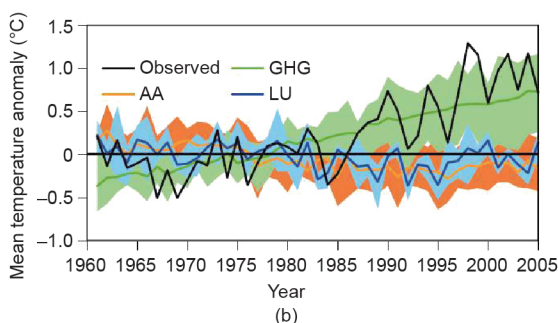


图5. 1961—2005年中国平均温度异常距平的变化可归因于温室气体（GHG）。(a) 观测平均温度异常距平（黑线）和模拟平均温度异常距平（红线）的对比；(b) 大气气溶胶（AA）、土地利用（LU）和自然因子（NAT）对平均温度异常距平的影响[4]。

持续发展。”

然而，FCCC问世之初，对危险的人为温室气体水平并没有做出明确界定。17年后，哥本哈根气候变化会议在丹麦召开。在此次会议上，人们达成了共识，将气温上升量控制在 2°C 以内。几年后，这一共识于2015年被正式认定为全球共同目标。换言之，由人为温室气体排放造成的气温变化应保持在 2°C 以内，或者最好是比工业化前水平低 1.5°C 。图6[6,7]展示了1861—2005年间中国年平均地表气温异常距平的时间序列，同时还有在IPCC的代表性浓度路径（RCP）2.6情景下，中国的年平均地表气温异常距平的时间序列（相较于1870—1900年）[6]。事实上，在最近的100年中，中国的年均气温升幅不到 1°C [图6（a）]。然而，在RCP2.6情景下，21世纪的气温升幅将超过 1.5°C ，RCP2.6代表温室气体排放量最低的情景。因此，为了将气温的升幅控制在 2°C 以内 [图6（b）]，未来中国的排放路径至少应保持在RCP2.6情景内。图7[7,8]展示了1990—2100年间全球气候变化

在不同情景下的排放路径。中国将于2030年或更早达到其排放峰值。在其他的排放路径下，全球气温的升幅都超过了 2°C 。

4. 在中国实施《巴黎协定》所采取的减缓和适应措施

为了在中国实施《巴黎协定》的总目标，中国将：
①在2030年前达到碳排放峰值；②转型进入低碳能源和绿色能源开发时代；③追求可持续发展，并通过大力改善环境、生态系统、人类健康、水资源供应和安全问题等实现对社会和经济的可持续性管理。在该目标的指引下，中国必须走以低碳能源、绿色能源、清洁能源开发为特征的不可逆转的道路(图8[8])。为了实现这一目标，中国将大力发展可再生能源和地球工程。

目前，许多国家已经采取措施开发新型可再生能源。中国的低碳能源占2015年总能耗的17.9%。可再生

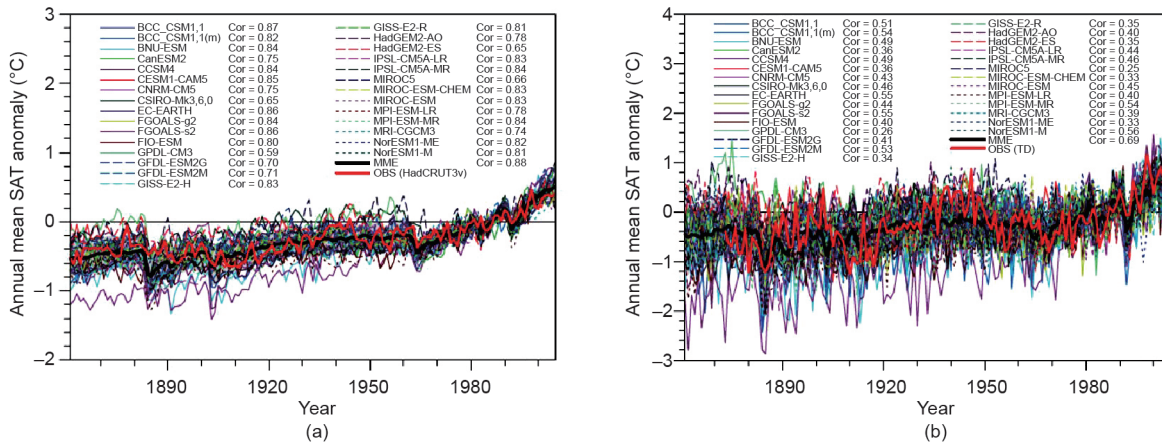


图6. (a) 1861—2005年间中国年平均地表气温异常距平的时间序列。黑色实线表示CMIP5（第五次耦合模式比较计划）的29个全球气候模式的多模式集合（MME）时间序列，红线表示观测值（OBS）。模型模拟值和观测值之间的相关系数（Cor）为0.69。(b) 在RCP2.6情景下，中国年平均地表气温异常距平的时间序列（与1871—1900年相比）[6,7]。

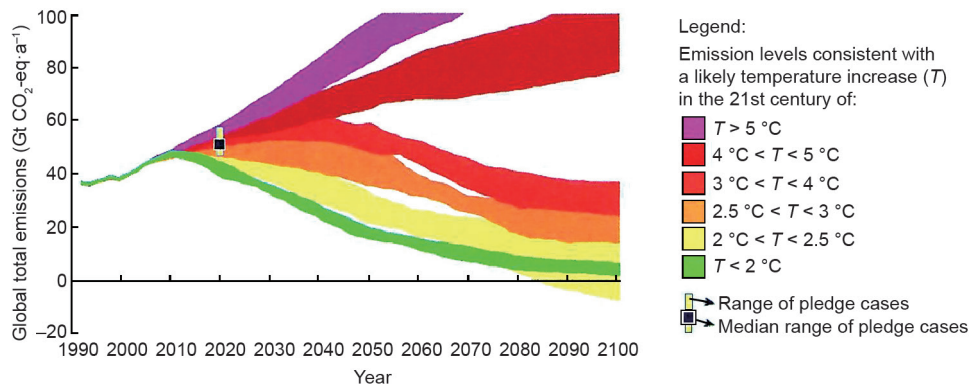


图7. 1990—2100年不同全球气候变化情景下的排放路径[8]。可能避免温度上升的综合评估模型（IAM）情景。图中2020年叠加上的条形图表示预计排放量。 $\text{CO}_2\text{-eq}$ ：二氧化碳当量。

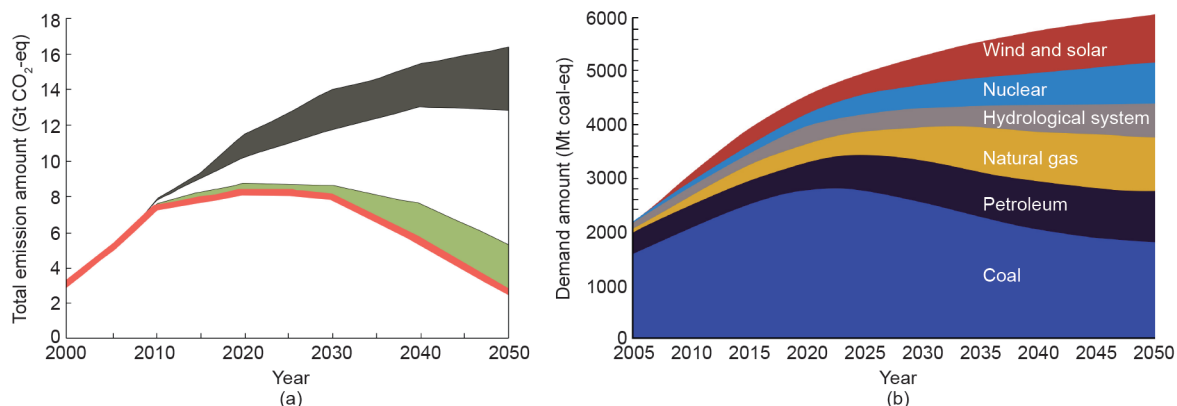


图8.《巴黎协定》后,中国采取的减缓气候变化的行动。(a) 2000—2050年间的总排放趋势(单位: Gt CO₂-eq);(b) 未来中国的能源类型变化(单位: Mt coal-eq)。在中国, 低碳能源和绿色能源呈上升趋势[8]。Coal-eq: 煤当量。

能源产量占中国总能源产量的25%, 这使中国成为世界领先的可再生能源生产国[9-13]。

5. 为子孙后代保护地球

地球的未来取决于全人类为减少温室气体排放做出的努力, 以及我们采取的适应政策。我们子孙后代的未来有两种可能: 一种是和平、安全、可持续的未来; 另一种是不可逆的、退化的、灾难性的未来。可持续的未来意味着我们的子孙后代可以享受到清洁的空气、舒适的气候(图9和图10[1])。

如IPCC指出(图10[1]): “①我们的世界受到来自多重胁迫源的威胁, 这些应激源从不同角度对地球的恢复能力造成冲击, 在这里我们仅指生物物理胁迫源和社会的压力。胁迫源包括气候变化、气候变异、土地利用

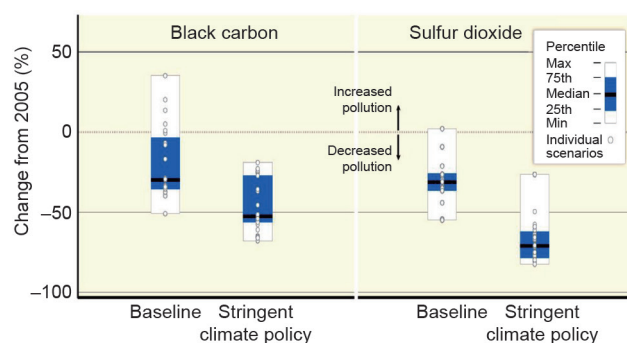


图9. 与2005年相比, 2050年黑碳和二氧化硫的空气污染物排放水平。在基线情景下, 代表没有做过任何减少温室气体排放的努力, 而在严格情景中, 则采取了严格的减排政策, 旨在到2100年实现二氧化碳当量浓度达到450~500 (430~530) ppmv的目标[1]。

变化、生态系统退化、贫困、不平等和文化因素。②机会空间是指决策点和路径。③这些决策点和路径能够催生具有不同恢复能力和仍具风险的未来。④决策点决定

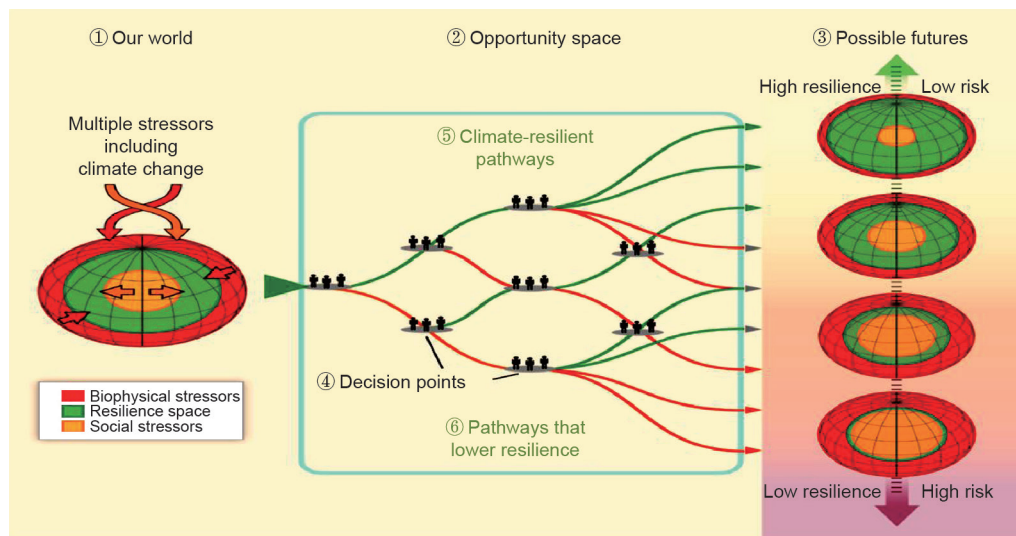


图10. 机会空间、地球气候的未来走向以及恢复气候的路径[1]。

了整个机会空间中是否作为，这与是否对气候变化带来的风险进行管控相一致。⑤通过适应性学习、增加科学知识、采取有效的适应和减缓措施，在机会空间内恢复气候的路径（绿线）可以帮助我们建设一个恢复能力强的世界。⑥降低地球恢复能力的路径（红线）可能包括减缓措施实施不力、适应不良、未能学习和应用知识……就地球气候未来的走向而言，这些都是不可逆转的。”[1]

Reference

- [1] Stocker TF, Qin D, Plattner G-K, Tignor MMB, Allen SK, Boschung J, editors. Climate change 2013: the physical science basis. Working Group I contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Report. New York: Cambridge University Press; 2013.
- [2] Wahl T, Jain S, Bender J, Meyers S, Luther M. Increasing risk of compound flooding from storm surge and rainfall for major US cities. *Nat Clim Change* 2015;5(12):1093-7.
- [3] Ding YH, editor. The climate change in China and its prediction. Beijing: China Meteorological Press; 2016. Chinese.
- [4] Xu Y, Gao XJ, Shi Y, Zhou BT. Detection and attribution analysis of annual mean temperature changes in China. *Clim Res* 2015;63(1): 61-71.
- [5] Regel J, Elzen M, Hohne N, Fransen T, Winkler H, Schaeffer R, et al. Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2 C. *Nature* 2016;534:631-9.
- [6] Zhang L, Ding YH, Wu TW, Xin XG, Zhang YW, Xu Y. The 21st century annual mean surface temperature change and 2 C warming threshold over global and China as projected by CMIP5 models. *Acta Meteorol Sin* 2013;71(b):1047-60. Chinese.
- [7] Jiang DB, Sui Y, Lang XM. Timing and associated climate change of a 2 C global warming. *Int J Climat* 2016;36:4512-22.
- [8] Task Research Group to Address the Climate Change, Chinese Academy of Engineering. Scientific and technical research in response to climate change problems. Beijing: Science Press; 2015. Chinese.
- [9] Du XW. Responding to global changes as a community of common destiny. *Engineering* 2016;2(1):52-4.
- [10] King D. Global clean energy in 2017. *Science* 2017;355(6321):111.
- [11] Charles FK, Briggs S, Victor DG. Making climate science more relevant. *Science* 2016;354(6311):421-3.
- [12] Obama B. The irreversible momentum of clean energy. *Science* 2017;355(6321):126-9.
- [13] Zheng N, Ding YH, Pan JH, Wang HJ. Climate change—the Chinese challenge. *Science* 2008;319(5864):730-1.