

执行摘要

这是联合国环境规划署发布的第九份《排放差距报告》。本报告评估了有关当前温室气体排放量和估计的未来温室气体排放量的最新科学研究,并将它们与全世界通过最低成本路径实现《巴黎协定》目标所允许的排放水平进行比较。“我们可能实现的排放水平和我们需要实现的排放水平”之间的差距被称为“排放差距”。和往年一样,本报告探讨了各国弥补差距的一些最重要的举措选择。

若干进程和重大会议提供了今年的政治背景:

- 塔拉诺阿对话——在《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)支持下进行的关于决心和行动的富有包容性、广泛参与和高度透明的对话,目的是帮助即将于2020年提交的新的或更新后的国家自主贡献(NDC)打造势头。
- 2018年9月举行的全球气候行动峰会——许多积极参与气候问题的非国家和地方行动主体(NSA)汇聚一堂。
- 政府间气候变化专门委员会(IPCC)发布的《关于将全球升温控制在1.5°C以内的特别报告》——核心内容是:“在全球加强应对气候变化威胁、可持续发展和努力消除贫困的背景下,全球相对于工业化前水平升温1.5°C的各种影响以及相关全球温室气体排放路径。”本《排放差距报告》从政府间气候变化专门委员会的上述特别报告及其基础研究中获益匪浅。

本《排放差距报告》由杰出科学家组成的国际团队撰写,他们对所有可用信息进行了评估,包括在《政府间气候变化专门委员会特别报告》背景下发布的信息,

以及其他最新科研成果。整个评估过程始终保持透明,并强调广泛参与。评估方法和初步结果已提供给报告中具体提到的各国的政府,以便它们有机会对评估结果提供反馈。

1. 在国家自主贡献中表达的现有承诺不足以弥补2030年的排放差距。从技术角度讲,仍有可能弥补差距,以确保全球升温远低于2°C和1.5°C。但如果在2030年之前不大幅提高国家自主贡献的减排幅度,避免升温超过1.5°C的目标将再也无法实现。现在比以往任何时候都更迫切需要所有国家采取前所未有的紧急行动,实现大幅度减排。对二十国集团(G20)国家的减排行动的评估表明,上述变化尚未发生;事实上,全球二氧化碳排放量在经过三年的停滞期后,2017年有所增加。

今年的报告测算了全面实施无条件的国家自主贡献和全面实施有条件的国家自主贡献在2030年产生的排放水平,以及将全球温度升幅分别保持在2°C和1.5°C以内排放水平的最低成本路径,并对二者之间的排放差距做出了最新评估。

- 为了准备IPCC的1.5°C特别评估报告,开展和出版的一些全球研究结果,有关排放差距——尤其是将温度升幅控制在1.5°C以下的排放差距,较以前的估算明显扩大。原因是新的研究考虑了更多的变化,并对全球落实二氧化碳清除的可能性做出了更为谨慎的假设。
- 反映当前各国自主贡献的排放路径,意味着到2100年全球升温幅度约为3°C,随后升温还将继续下去。如果不在2030年之前消除排放差

距,那么升温幅度远低于2°C的目标也很可能变得遥不可及。

- 为本次《排放差距报告》开展的国家行动评估得出结论是:虽然大多数二十国集团国家有望实现其2020年坎昆承诺,但大多数国家的现有行动尚不足以保证实现其2030年国家自主贡献。
- 与之前的《排放差距报告》相比,本次报告对现有减排决心和行动水平更为担忧。根据目前的政策和国家自主贡献情景,估计到2030年全球排放量都不会达峰,更不用说到2020年达峰了。与继续现有政策这一基准情景相比,估计现有国家自主贡献能够将2030年的全球排放量最多降低60亿吨二氧化碳当量。如排放差距评估所示,要实现将升温控制在2°C以内的目标,上述初始减排幅度目标需要大致提高两倍,而对于实现将升温控制在1.5°C以内的目标,则需要将减排幅度增加大约四倍。
- 非国家和地方行动主体(NSA)(包括区域和地方政府及企业)采取的减排行动,是实施国家自主贡献的关键因素。非国家和地方行动主体在最近的全球气候行动峰会上表现积极,有望其积极参与减排,能帮助各国政府实现其国家自主贡献。但目前单个非国家和地方行动主体的减排承诺,对缩小差距的贡献非常有限。本报告第五章已在峰会上预先发布,指出如果国际合作举措能成功增加其成员数量并提升减排目标,则可释放更大的减排潜力。第五章强调,加强对减排行动以及由此产生的减排的监测和报告,对于保证非国家和地方行动主体减排行动的可信度至关重要。
- 因此,各国需要迅速采取行动,落实其现有的国家自主贡献;同时,需要在2020年,提交更加富有决心的国家自主贡献,以实现全球共同商定的气候目标。本报告总结了各国可采取的不同方法,以提高其减排幅度目标、提升其国内政策的规模、范围和有效性。
- 今年报告中的政策和措施章节,围绕向零排放经济和社会长期过渡的两个关键方面展开。财政政策是减少未来的排放的重要手段,适当的财政政策设计方案,能够使其在不造成经济和社会问题的情况下,实现预期的减排效果。一些国家经验证明有可能克服社会阻力,但很少国家的财政政策走得足够远,真正达到必要的减排效果。创新政策和市场打造也提供了重大的减缓潜力,各国政府应在确保新的和新兴的低碳技术和做法的发展和引入方面发挥关键作用。

2018年《排放差距报告》的关键讯息,给各国政府和缔约方大会第二十四次会议(COP 24)的塔拉诺阿对话的政治部分发出了强烈信号。这些讯息和最近出版的IPCC 1.5°C特别报告一起为2019年的联合国气候峰会提供了科学基础,该峰会的主旨是“一场我们能赢、而且必须赢的比赛”。通过这次峰会,联合国秘书长将设法挑战各个国家、地区、城市、企业、投资者和公民,促使他们在以下六个关键领域加强行动:能源转型、气候融资和碳定价、产业转型、基于自然的解决方案、城市和地方行动以及复原力。

2. 全球温室气体排放没有出现达峰的迹象。经过三年的稳定期,来自能源和工业的全球二氧化碳排放量在2017年恢复增长。包括土地利用变化在内的年度温室气体排放总量在2017年再创新高,达535亿吨二氧化碳当量,比2016年增加了7亿吨二氧化碳当量。相比之下,2030年的全球温室气体排放量需要在2017的水平上,分别下降约25%和55%,才能有望通过最低成本路径把全球温度升幅分别限制在2°C和1.5°C以内。

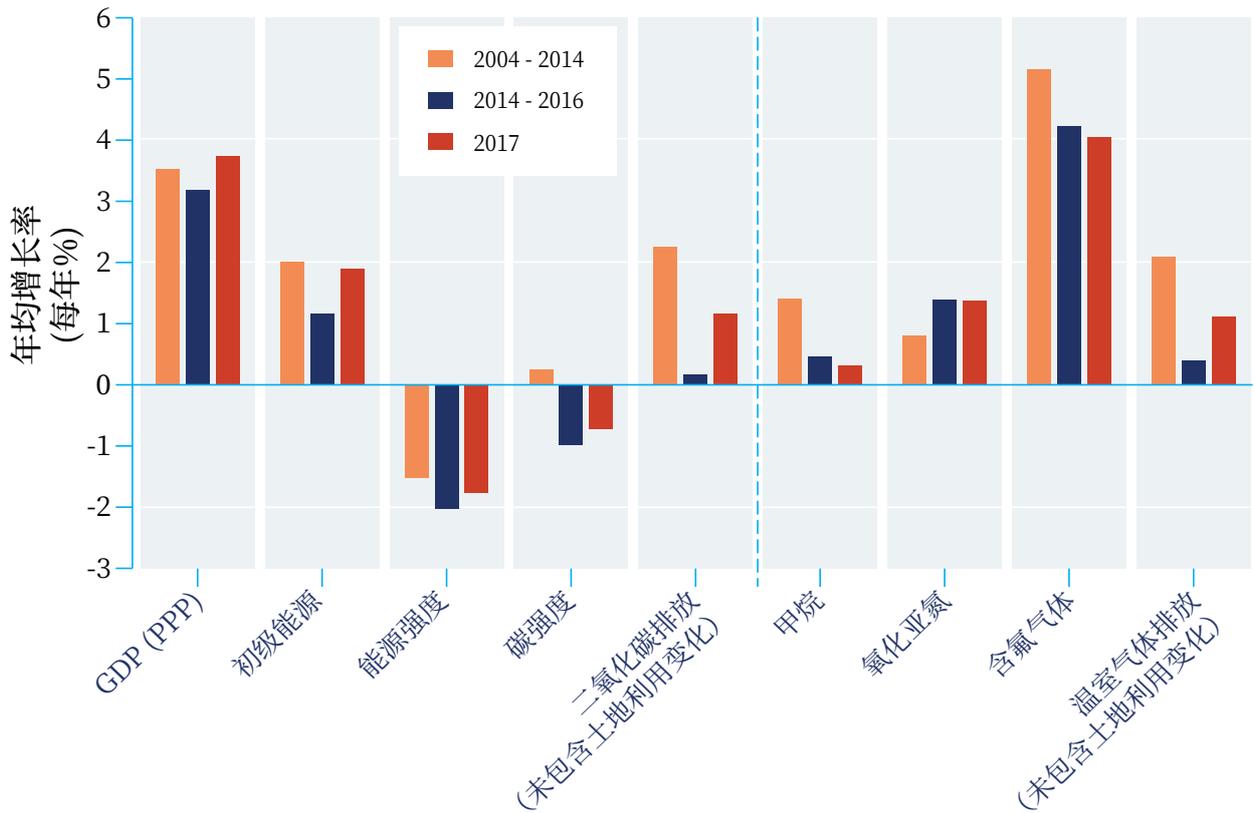
2017年的温室气体(GHG)排放——不包括土地利用变化排放——达到创纪录的492亿吨二氧化碳当量。比上一年增加了1.1%。土地利用变化产生的排放(很大程度上受天气条件左右)增加了42亿吨二氧化碳当量,使总排放量达到535亿吨二氧化碳当量。

从2014到2016这三年中,尽管世界经济略有增长,但化石燃料燃烧、水泥生产和其他工业过程产生的二氧化碳排放量保持相对稳定。这为气候政策讨论带来了乐观情绪,预示全球温室气体排放可能出现了达峰迹象。然而,对2017年化石燃料、工业和水泥产生的全球二氧化碳排放量的初步估计显示这些行业的排放量增加了1.2%(见图ES.1)。增长的主要驱动因素是较高的国内生产总值(GDP)增长(约3.7%),而且能源强度特别是碳强度的下降速度,与2014-2016年期间相比有所放慢。2017年的排放增长,为2014-2016年的排放增长放缓是否主要由短期经济因素驱动留下了较大不确定性。

由于化石燃料、工业和水泥产生的二氧化碳排放量在全球温室气体总排放量中占主导地位,二氧化碳排放量的变化是影响2014年至2017年全球温室气体排放量变化的最重要因素。尽管天气情况和输入数据的不确定性导致每年变化很大,但土地利用变化的排放仍保持相对平稳。

到2020年全球排放达峰对于实现《巴黎协定》下的升温控制目标至关重要,但目前减缓行动的规模和速度仍然不足。塔拉诺阿对话增强了对实施工作的信心,并表明有可能增强减缓目标。在论坛举行后,各国政

图ES.1:全球二氧化碳排放关键驱动因素年均增长率(虚线左侧)和温室气体排放组成部分(虚线右侧)



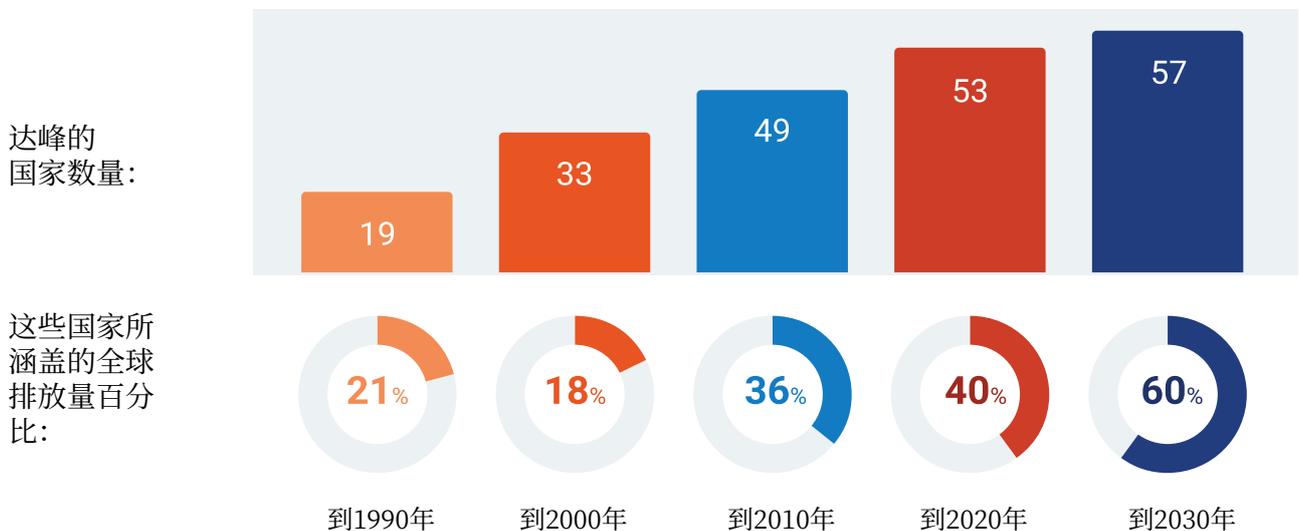
注:由于土地利用变化产生的排放在不同年度波动较大,未包括在内。增长率未做闰年调整。

府有机会在2020年之前巩固其现行政策,并提出更加雄心勃勃的国家自主贡献。

温室气体排放的全球达峰取决于所有国家的总排放量。尽管温室气体排放量达峰或已承诺在未来达峰的国家数量稳步增长(图ES.2),但迄今为止已经达峰的

49个国家,仅占全球排放量的36%,这一比例尚不足以使全球排放量在短期内达峰。如果所有国家切实履行承诺,到2030年,排放达峰的国家总数将增加到57个,占全球排放量60%。

图ES.2:排放量已经达峰或承诺即将达峰的国家数量,按十年分列(总计)和涵盖的全球排放量百分比(总计)



资料来源:Levin and Rich (2017)

由于每个国家在达峰后的脱碳速率,是影响全球累积排放量的决定性因素,排放量已经达峰的国家,对全球排放达峰的时间和水平,影响重大。然而,显而易见的是,温室气体排放已经达峰的国家,自达峰年以后,排放量并没有以足够快的速度下降。

预计到2020年,二十国集团成员国将集体实现其坎昆承诺,但现有政策不足以保证其实现2030年的国家自主贡献。本报告发现,除非在未来几年内迅速提高减排目标和行动,否则作为一个整体,二十国集团国家的温室气体排放量将无法在2030年达峰,这一结论与往年的排放差距报告一致。

虽然二十国集团成员国有望在2020年集体实现坎昆承诺所暗示的目标排放水平,但一些国家(加拿大、印度尼西亚、墨西哥、韩国、南非、美国),或者根据预测不会实现坎昆会议的承诺,或者尚不确定是否会实现这些目标。

目前,二十国集团国家作为一个整体,并没有踏上实现其2030年的无条件国家自主贡献目标的轨道。大约一半的二十国集团成员(阿根廷、澳大利亚、加拿大、欧盟28国、韩国、沙特阿拉伯、南非、美国)的温室气体排放轨迹,无法实现其无条件的国家自主贡献。根据现行政策,二十国集团的三个成员(巴西、中国、日本)有望实现其国家自主贡献目标,而另外三个国家(印度、俄罗斯、土耳其)在现行政策下的2030年排放量,预计将比其无条件的国家自主贡献目标低10%以上。在某些情况下,这可能反映相对较低的国家自主贡献减排幅度。根据现行政策,尚不确定两个国家(印度尼西亚、墨西哥)是否有望在2030年实现其国家自主贡献目标。

二十国集团成员国将需要实施额外政策,将其年度温室气体排放量进一步减少约25亿吨二氧化碳当量才能在2030年之前实现其无条件的国家自主贡献,进一

表ES.1:不同情景下的2030年全球温室气体排放总量(中位数和第十至第九十百分位数范围)、升温影响和由此产生的排放差距

| 情景 (四舍五入至最近的10亿吨) | 设定了情景的数量 | 2030年的全球总排放量 [10亿吨二氧化碳当量] | 估计的温度结果 | | | 2030年的排放差距 [10亿吨二氧化碳当量] | | |
|-----------------------------|----------|------------------------------|---|---|---|----------------------------|-------------|------------------|
| | | | 50% 几率 | 66% 几率 | 90% 几率 | 2°C 以下 | 1.8°C 以下 | 2100年1.5°C 以下 |
| 无政策基线 | 179 | 65 (60-70) | | | | | | |
| 当前政策 | 4 | 59 (56-60) | | | | 18 (16-20) | 24 (22-25) | 35 (32-36) |
| 无条件的国家自主贡献 | 12 | 56 (52-58) | | | | 15 (12-17) | 21 (17-23) | 32 (28-34) |
| 有条件的国家自主贡献 | 10 | 53 (49-55) | | | | 13 (9-15) | 19 (15-20) | 29 (26-31) |
| 2.0°C以下 (66%几率) | 29 | 40 (38-45) | 峰值: 1.7-1.8°C 2100年: 1.6-1.7°C | 峰值: 1.9-2.0°C 2100年: 1.8-1.9°C | 峰值: 2.4-2.6°C 2100年: 2.3-2.5°C | | | |
| 1.8°C以下 (66%几率) | 43 | 34 (30-40) | 峰值: 1.6-1.7°C 2100年: 1.3-1.6°C | 峰值: 1.7-1.8°C 2100年: 1.5-1.7°C | 峰值: 2.1-2.3°C 2100年: 1.9-2.2°C | | | |
| 2100年1.5°C 以下 (66%几率) | 13 | 24 (22-30) | 峰值: 1.5-1.6°C 2100年: 1.2-1.3°C | 峰值: 1.6-1.7°C 2100年: 1.4-1.5°C | 峰值: 2.0-2.1°C 2100年: 1.8-1.9°C | | | |

注:差距数字和范围根据原始数字(没有四舍五入)计算,这可能与表中的取整数字(第三列)有差异。数字四舍五入为完整的10亿吨二氧化碳当量。温室气体排放量与IPCC第二次评估报告的100年全球变暖潜能值(GWP)汇总在一起。国家自主贡献和当前的政策排放预测可能与IPCC1.5°C 特别报告(Bertoldi等, 2018)交叉章节方框11中的数字略有不同,因为本报告纳入了IPCC规定的文献截止日期之后出版的一些最新研究。根据从2018年开始至达到净零二氧化碳排放,或直到本世纪末(如果之前没有达到净零排放)期间的最大累积二氧化碳排放量小于6000亿吨二氧化碳当量、处于6000至9000亿吨二氧化碳当量之间,或者处于9000至13000亿吨二氧化碳当量之间,把路径分为了三类。路径假设在2020年之前采取有限行动,之后采取成本优化的减缓措施。估计的温度结果基于IPCC第五次评估报告使用的方法。

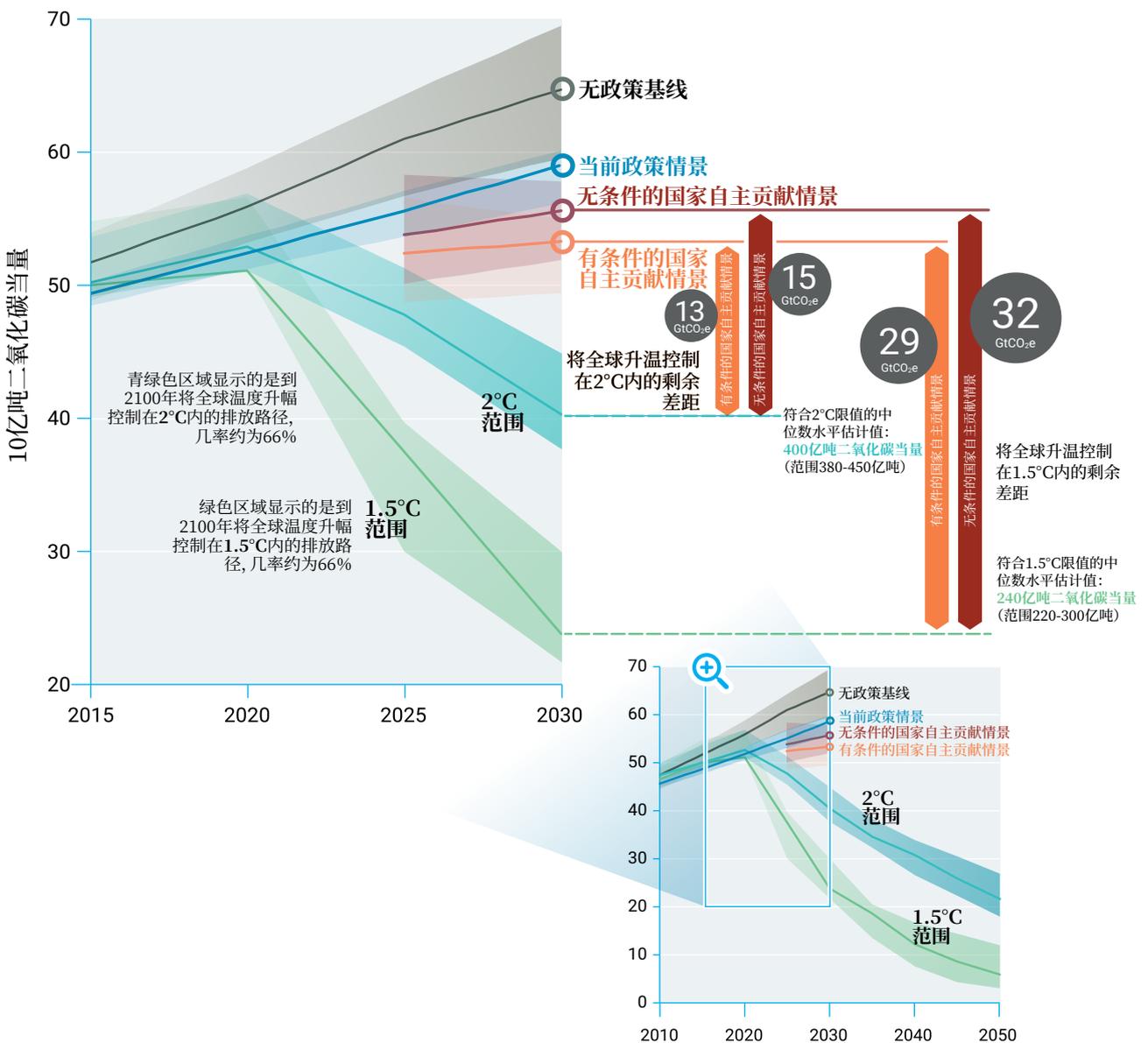
步减少约35亿吨二氧化碳当量才能在2030年之前实现其有条件的国家自主贡献。由于中国、欧盟28国和美国在现行政策下的预期排放下调,因此所需的额外减排量比2017年差距报告的预测结果减少了约10亿吨二氧化碳当量。

3. 2030年全面实施有条件的国家自主贡献的排放水平与符合2°C目标的最低成本路径的排放水平之间的差距为130亿吨二氧化碳当量。如果仅落实无条件的国家自主贡献,则差距将增加至150亿吨二氧化碳当量。与1.5°C目标间的差距分别为290亿吨二氧化碳当量和320亿吨二氧化碳当量。由于为

IPCC特别报告准备的1.5°C和2°C路径的文献有所扩展,更为多样,今年的测算结果与2017年的差距报告测算结果相比,这一差距有所扩大。

2018年《排放差距报告》利用了大量新的、最低成本方案来实现2°C和1.5°C的升温限制目标。去年,1.5°C和2°C路径类别共有16个情景;今年共有85个情景。这些新情景更加多样,并且往往把二氧化碳清除的最大潜力估计得较低,这反过来导致未来几十年需要实现更加严格的减排,方能将排放量保持在相同的总碳预算范围内。每个情景都考虑了从2020年开始的最低成本气候变化减缓路径,并以IPCC第五次评估报告中使用的气候模型和设置为基础。

图ES.3: 不同情景下的全球温室气体排放量和2030年的排放差距(中位数估计值和第十至第九十分位数范围)



本《排放差距》报告,选择了三个升温幅度(2°C、1.8°C和1.5°C),以便对实现在2°C至1.5°C范围内的升温控制目标提供更加细微的路径概览,其中包括峰值概览和与不同可能性有关的2100年的温度结果(表ES.1)。纳入1.8°C水平可以更加细致地解释和讨论《巴黎协定》下的升温控制目标。

与无政策情景相比,估计目前的政策将在2030年把全球排放量减少约60亿吨二氧化碳当量(表ES.1)。这与2017年的差距报告的评估结果一致,意味着在推动实现2030年国家自主贡献目标的政策实施上,最新研究尚未发现重大和明确的进展。

为了实现全球温度升幅控制在2°C或更低的长远目标,必须限制2030年的排放水平。与2017年《排放差距报告》相比,今年的最新评估对所需的2030年全球温室气体排放水平的估测有所变化。根据新的情景估算,如果要想实现2°C目标(几率约为66%),2030年所有温室气体排放量不应超过400(380-450)亿吨二氧化碳当量。为了把温度升幅控制在1.8°C以下(几率约为66%),2030年的全球温室气体排放量不应超过340(300-400)亿吨二氧化碳当量。为了在2100年把温度升幅控制在1.5°C以下(几率为66%)(与不出现超量或较低的超量有关),2030年的全球温室气体排放量不应超过240(220-300)亿吨二氧化碳当量。

估计与2°C情景相比,即使全球完全实施无条件的国家自主贡献,2030年将存在150(范围120至170)亿吨二氧化碳当量的差距。这比上一年差距报告中评估的差距高出约20亿吨二氧化碳当量。原因是最近的2°C情景采用的2030年排放水平基准较低。此外,如果完全实施有条件的国家自主贡献,则差距将缩小约20亿吨二氧化碳当量。无条件的国家自主贡献和1.5°C路径之间的排放差距约为320(范围280-340)亿吨二氧化碳当量。这比2017年报告的评估高出约130亿吨二氧化碳当量,原因是许多最新情景研究减少了对大量清除二氧化碳的依赖,从而显示出较低的2030年排放水平基准值。考虑到完全实施无条件的国家自主贡献和有条件的国家自主贡献将把这一差距缩小约30亿吨二氧化碳当量。

实施无条件的国家自主贡献,并假设气候行动继续始终如一地贯穿整个21世纪,将导致2100年全球平均温度比工业化前水平上升约3.2°C(2.9-3.4°C之间),此后温度还将继续上升。实施有条件的国家自主贡献将在2100年把升温估计数下调0.2°C。这些预测结果与2017年《差距报告》的预测结果类似。

4. 各国需要提升国家自主贡献的减排幅度,扩大国内政策的实施范围和提高其有效性,以实现《巴黎协定》的温度目标。为了弥补2030年的排放差距并确保长期脱碳进程与《巴黎协定》目标一致,各国必须提升减缓目标。强化国家自主贡献的抱负,能够在国际和国内发出了关于减缓承诺的重要信号。但是,国内政策对于将减缓目标转化为行动至关重要。

在这种情况下,决心可被视为目标设定、实施准备和随着时间推移保持进一步减排的能力的组合。

一个国家可以通过多种方式在国家自主贡献中反映其强化减缓的决心(图ES.4)这些方案并不相互排斥,对国家自主贡献的修订是否提升决心取决于修订的规模而非形式。各国必须考虑各种方案,以确定那些对于其独特国情最有意义和最实际的选择,实现缩小差距所需的深度减排。

在国内政策的覆盖面和严格性方面依然存在重大差距,这种情况也出现在二十国集团成员,如减少化石燃料补贴、提高工业中的材料效率措施、石油和天然气行业的甲烷排放、可再生能源供暖和制冷的支持计划、重型车辆排放标准和电动交通方案。即使在政策覆盖率较高的领域,这些政策也可以更加严格。例如,虽然二十国集团所有国家的电力部门都有支持可再生能源的政策,但这些政策的严格性仍可进一步提高。

减少温室气体排放的技术潜力巨大,足以弥补2030年的排放差距。其中很大一部分技术潜力,可以通过扩大和复制现有的、经过实践充分检验的政策实现,这些政策同时有助于实现多个关键的可持续发展目标。

2017年《排放差距报告》提供了2030年在技术和经济上可行的部门减排潜力最新评估,考虑的碳排放价格高达100美元/吨二氧化碳当量。该报告发现,与现有政策情景下每年排放590亿吨二氧化碳当量(第三章)相比,2030年的年全球排放量可减少330(300-360)亿吨二氧化碳当量。此外,如果纳入一些较新的、不太确定的减缓方案,那么减缓潜力将进一步提高到380(350-410)亿吨二氧化碳当量。因此,减排潜力足以弥补2030年的排放差距。如2017年《排放差距报告》所示,很大一部分减排技术潜力存在于三大领域:来自风能和太阳能的可再生能源,节能电器和汽车,以及植树造林和停止森林砍伐。

在上述领域和许多其他领域——以及在所有国家——通过复制经过实践充分检验的良好做法政策,能实现

图ES.4:加强国家自主贡献减缓目标的类型



资料来源:改编自Franzen等(2017)

大部分技术减缓潜力。这些政策还能同时促进关键的可持续发展目标的实现。实现这种潜力将在2030年以前大幅缩小排放差距,超越目前的国家自主贡献。

5. 非国家和地方行动在履行国家承诺方面发挥着重要作用。非国家和地方行动的减排潜力最终可能很大,为各国提升决心创造条件,但目前它们的影响极其有限,并且缺乏翔实记录。

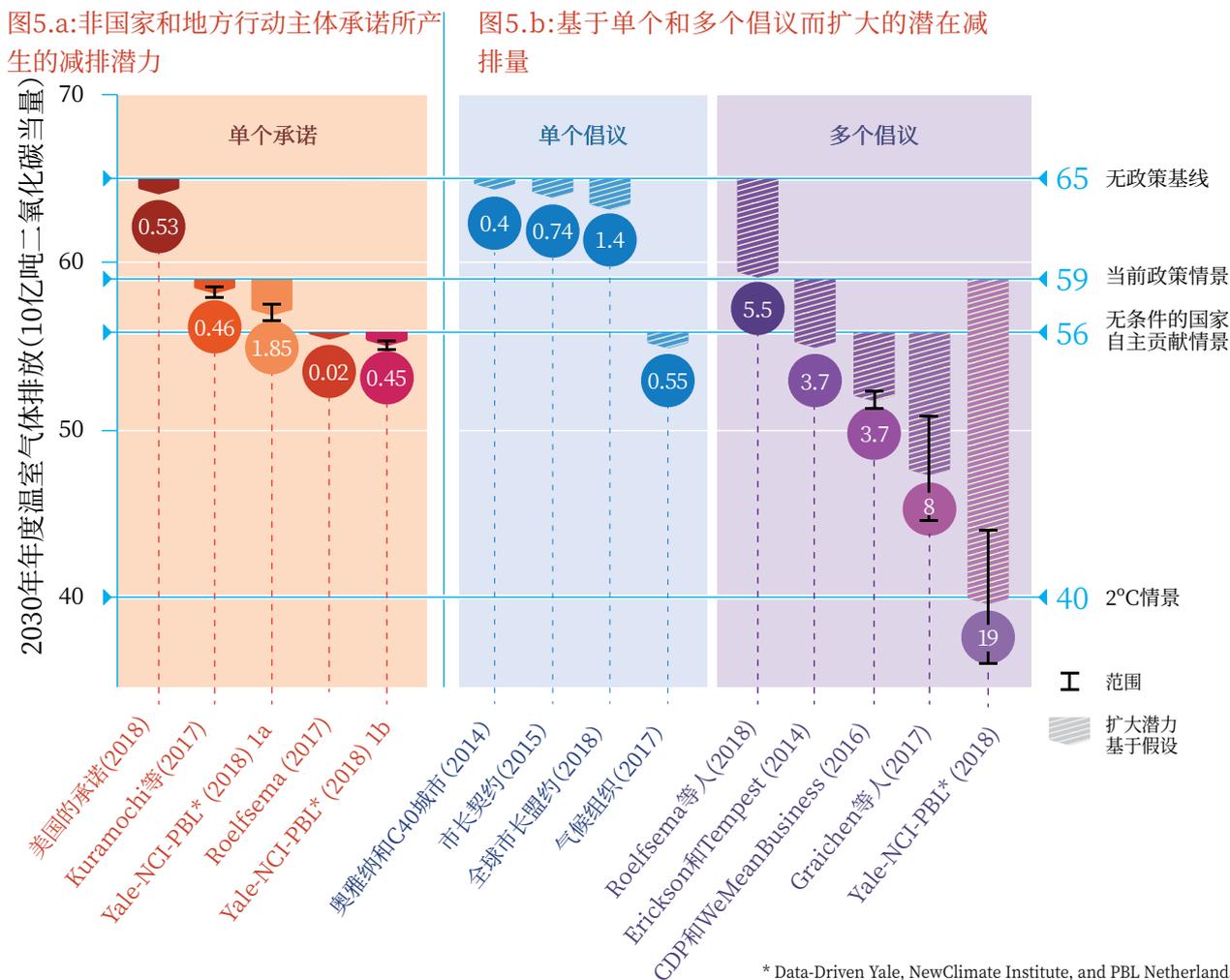
除了实现具体减排量外,非国家和地方行动还能从其他方面对气候行动发挥重大推动作用。它们有助于提升政府对气候政策的信心,推动政府制定更加雄心勃勃的国家减缓目标。它们为实验提供空间或充当协调者,与各国政府就气候政策的实施进行协调。各类举

措和各种行动主体还通过交流知识和良好做法,参与宣传和政策对话,协助制定行动计划以及奖励和承认气候行动,来激励、支持和鼓舞其他气候行动。

参与气候行动的各类非国家主体数量迅速增加:来自133个国家的7000多个城市、来自42个国家的245个地区,以及年度总营业额至少达36万亿美元的6000多家公司,已承诺采取减缓行动。承诺涵盖经济的许多领域,且区域覆盖范围也在逐步扩大。许多参与的行动主体正在参与所谓的“国际合作举措”,其特点是多国和多行动主体共同参与。

这些数字似乎令人印象深刻,但仍有巨大的扩张潜力。根据现有数据,现有的国内和国际非国家主体举措所代表的世界人口比例还不到20%,全球超过50

图ES.5:各种研究对非国家和地方行动主体减排潜力估算范围



万家上市公司中,还有许多仍然能够而且必须采取行动。在资金方面,2018年上半年,全球发行绿色债券超过740亿美元,但这仍然只占全球资本市场的一小部分。

非国家和地方行动的减排潜力巨大,但不同研究的估算结果差异很大(图ES.5)。如果扩大国际合作举措,使之释放最大潜力,那么与现行政策相比,影响可能相当可观:根据一项研究,到2030年非国家行动每年能够实现多达190亿吨二氧化碳当量(150-230亿吨二氧化碳当量之间)的减排。如果能够实现,这将有助于弥补与2°C路径之间的排放差距。

然而,迄今为止,个别非国家行动主体全面履行承诺所产生的额外减排量仍然非常有限:与全面实施无条件的国家自主贡献相比,到2030年,额外减排量最高达到4.5亿吨二氧化碳当量/年(2-7亿吨二氧化碳当量/年);与现行政策情景相比,减排最高可达18.5亿吨二氧化碳当量/年(15-22亿吨二氧化碳当量/年)。当前,可用数据有限、水平较低,而且非国家和地方气候行动缺乏连贯的报告,这有助于对全球所有非国家和地方气候行动进行更全面的评估。

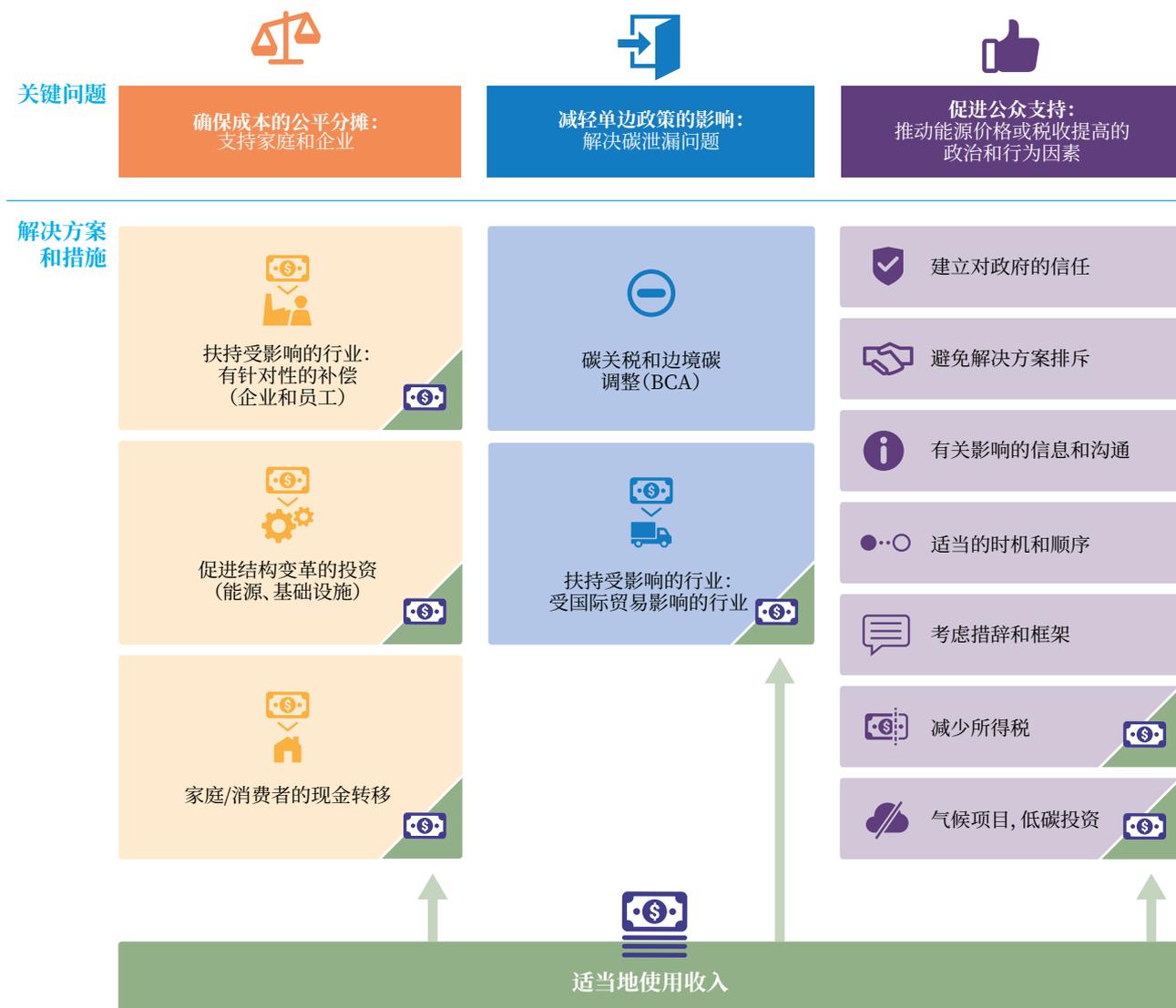
非国家行动主体在宣布和报告减缓行动时,需要采用共同的格式。这些格式应包括明确、可量化的、基于相关基准的减排目标,行动主体的技术能力、以及是否提供资金激励和监管支持。

6. 财政政策改革可以在为低碳投资和减少温室气体排放提供强有力的激励措施方面发挥关键作用。来自碳排放定价的收入可用于减少其他税收,增加社会问题支出或为低收入家庭提供补贴。精心设计的财政改革方案可降低减排成本,从而使财政改革更容易为社会所接受。在许多国家,使用碳排放定价来减少温室气体排放仍然只是新兴手段,且应用的水平一般不足以促进向低碳社会的切实转变。

财政政策是政府管理和影响国民经济的重要工具,可以通过对化石燃料征税或补贴低排放替代能源或产品,影响碳排放和对能源部门的最终投资。

在许多国家,通过税收或国内碳排放交易体系进行的碳排放定价是国家气候政策的构成部分,许多国家自

图ES.6:使财政改革在政治上可行的关键问题(上部)以及解决这些问题的方案和措施(下部)



注:绿色箭头显示了碳排放定价收入的不同使用方式。与资金流动相关的措施带有绿色标记

主贡献都将其作为可供采用的政策工具之一。在《京都议定书》于2005生效之前，碳税或碳排放交易体系几乎没有覆盖任何排放。从2005年至2010年期间，明确的碳定价政策覆盖范围增加到全球温室气体排放量约5%左右，这主要是因为欧盟的碳排放交易体系的建立和扩大。2010年至2018年期间，碳价的覆盖范围进一步上升至约占全球排放量的15%，目前已有51个碳定价举措正在运行或计划实施。如果中国按照公布的计划实施碳定价，碳价的覆盖范围将上升至全球温室气体排放量的20%左右。

但在大多数国家，财政政策目前尚未向实现低碳经济所需的转型倾斜。有效的碳价格往往太低而且反复无常，而更广泛的财政政策框架往往与气候政策目标很

不一致。除碳定价外，许多国家的政府对能源使用征收特定税——部分原因是为了增加财政收入。即使把明确的碳定价政策和能源特定税加起来，也有一半的化石燃料排放未覆盖到，估计全球化石燃料排放量中，仅有10%的排放定价达到把全球温度升幅控制在2°C以内所需的水平。

研究表明，除现有措施外，70美元/吨二氧化碳的碳税，带来的使各国排放量下降幅度从略高于10%到40%以上不等。此外，在发展中国家和新兴经济体，这种量级的额外碳税，带来的政府财税收入提高相当于国内生产总值(GDP)的2%。

财政政策可用于不同目的，许多国家实际上出于各种经济和社会原因，补贴化石燃料。如果逐步淘汰所有

太阳能光伏(PV)技术的创新既说明了创新的非线性特性,又说明了考查的各种创新政策如何推动和塑造了这种技术。1998年到2015年,部署太阳能光伏的复合年增长率约为38%,不断超越人们的预测。太阳能光伏的推广通过“边做边学”降低了成本,不断扩大规模效益和研发,还并通过加强竞争降低了利润率,进而刺激了更经济的系统的进一步推广。1975年到2016年,太阳能光伏组件的价格下降了约99.5%,装机容量每增加一倍就会使成本下降20%。公共创新政策对于维持整个创新链的良性循环而言至关重要,并将继续保持其重要地位。

化石燃料补贴,将导致2030年全球碳排放量减少高达10%左右。

在引入碳定价和逐步淘汰化石能源补贴、从而减少碳排放方面,需要考虑几个关键问题。这些问题以及解决这些问题的可能办法如上图ES.6所示。将碳排放定价纳入渐进、公平和能够为社会所接受的财政改革方案,并鼓励对新的、创造就业的行业进行投资,意义重大。政策制定者需要借鉴其他环境财政改革的经验,积极的宣传、透明的沟通、与利益攸关方密切合作、适当的补偿,往往有助于克服不同政治力量和民众对提高化石能源价格的政策的抵制。

7. 加快创新是任何弥补排放差距举措的关键组成部分,但它不会自行发生。将现有技术使用和行为的创新与促进对新技术投资和市场创造相结合,有可能从根本上改变社会并减少其温室气体排放。

根据对行之有效的做法的现有研究进行的评估,政策制定者在制定政策和计划时,应考虑五个关键原则或“成功因素”:

1. 公共部门必须愿意承担私人机构回避的早期阶段的高风险。
2. 在创新链的中期阶段,公共部门必须能够在创新领域的不同部分之间培养反馈效应,并帮助降低私人在商业规模项目中的投资风险。
3. 绿色政策必须为整个经济设定方向,而不是为每个部门单独设定方向。
4. 以目标为导向的创新有助于促进不同经济部门的投资和创新,以达到具体的、针对特定指标的目标,例如在某个具体日期前把特定的低碳技术成本降低X%。
5. 需要通过恰当的政策组合,以通过自下而上的探索和参与动员各种行动主体。所有这些政策都受益于长期的设计视野,这样的设计会带来一种确定性,从而使私人融资争相进入该领域。

虽然这些原则适用于处于任何经济发展阶段的国家,但一个国家的金融资源和技术能力决定了何种类型的具体政策最为合适。

为了说明这些比较抽象的概念,将全球太阳能光伏(PV)技术的发展作为一个案例,说明各种创新政策如何联合推动和塑造了太阳能光伏技术和市场发展,在此过程中不同国家在不同时期处于领先地位。

太阳能光伏的经验不能作为通用模式加以复制,但它说明了各种创新成功因素以及发展技术创新经常需要的远见、耐心和长期思维。实际上,在考虑如何实现新目标,反思商业上可行的低碳技术(如太阳能光伏和陆上风力涡轮机)如何发展到目前的状态是有益的。例如,我们如何能够满足对商业上可行和可持续的电池及其他电力存储技术的需求,以便在2030年之前迅速减少全球运输部门的排放?为实现这一目标,应该达成并致力于什么样的政治愿景和何种规模的公共和私人资源的组合?