

中国NDC进程及展望2021： 迈向全球碳中性的未来

关于iGDP

绿色创新发展中心是专注绿色低碳发展的战略咨询机构，通过跨学科、系统性、实证性的政策研究、梳理、比较和评估，推动低碳环境政策的精细化，可实施度。我们和所有利益相关方合作，共同推动中国实现零排放的未来；立足本土，讲述中国绿色低碳发展故事。

绿色创新发展中心由能源基金会发起，是绿色低碳发展智库伙伴秘书处的执行机构、中国金融学会绿色金融专业委员会的理事单位和联合国亚太经济与社会委员会东北亚环境合作机制东北亚低碳城市平台的专家机构。

绿色创新发展中心关注以下领域的研究、咨询和交流：

- 宏观气候政策
- 城市绿色低碳转型
- 绿色经济政策
- 行为减排

关于作者

陈美安

博士，高级分析师
chenmeian@igdp.cn

杨鹏

博士，项目主任/高级分析师
yangli@igdp.cn

胡敏

执行理事
humin@igdp.cn

研究团队同时感谢iGDP同事Diego Montero、Pieter Velghe和实习生马越为报告更新提供的重要支持。

免责声明：本报告内容均基于公开、可得、可靠的信息来源，旨在反映进展、增进讨论；本研究报告中包含的内容及观点仅代表作者迄今为止的认识和判断，不反映作者所属机构以及支持方的立场。

引用建议：陈美安，杨鹏，&胡敏。（2021）. 中国NDC进程及展望2021：迈向全球碳中和的未来. 北京：绿色创新发展中心

目录

执行摘要.....	3
URGENCY 时不我待	5
PROGRESS 进程	8
一、《巴黎协定》达成以后的国际国内可持续发展大势	8
二、中国已经提前完成了NDC承诺的诸多目标	10
三、十四五规划和2035远景目标纲要的气候目标	12
四、重点部门2020后中长期低碳行动目标逐步清晰	12
五、面向2050年长期排放路径的研究基础不断加强.....	17
PROSPECT 展望	21
一、愿景：建立温室气体减排长期战略路线图	21
二、目标：增设碳总量控制目标、强化非二温室气体控制目标	23
1. 能源相关二氧化碳排放总量控制目标	23
2. 非二温室气体减排目标	26
三、行动：根据最新部门战略措施更新强化具体减排行动	30
四、地区、企业和行业的减排行动	30
参考文献.....	37

执行摘要

全球应对气候变化的紧迫性已毋庸置疑。依据《巴黎协定》框架及近年的气候谈判成果，各国应在2020年提交第二次更具雄心的国家自主贡献（nationally determined contribution, 以下简称NDC），并在此之后每五年对气候行动做一次评估，对NDC做相应的更新。受新冠疫情影响，截止到2020年底，只有44个国家提交了第二次NDC¹。其他国家仍在抓紧制定和更新各自的NDC。

中国作为温室气体排放大国，第二次NDC有可能的目标和内容也备受瞩目。秉承“建设生态文明”和“引导应对气候变化国际合作”的战略思想，中国进一步强化应对气候变化行动责无旁贷。中国“碳达峰碳中和30/60目标”的提出，也为NDC的阶段性更新提供了具体的方向和目标。在2020年9月第七十五届联合国大会一般性辩论上，习近平主席提到“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”。

为跟进中国NDC进程，课题组2019年底发布了《中国NDC进程及展望2021:迈向全球碳中性的未来》报告；本文是该报告的2021修订版。报告分析了《巴黎协定》达成以来，国际国内可持续发展大势，中国NDC的落实进程，梳理“十三五”期间国内新出台的战略规划和政策；补充了中国“碳达峰碳中和30/60目标”提出之后，以及开启“十四五”以来新的战略方向，在此基础上指出未来中国NDC值得关注的调整，及其对全球应对气候变化的贡献。

PROGRESS 进程

《巴黎协定》达成以后的国际国内可持续发展大势：《巴黎协定》达成后，全球气候治理进入“自下而上”的行动新模式，各国的行动均力图平衡国家利益和人类共同利益，兼顾本国和本地区的经济社会现实状况。协定达成后的国际国内大势主要包括如下三个方面：2016年初，联合国可持续发展目标（Sustainable Development Goals, 以下简称SDGs）开始生效。2016年10月，关于管制消耗臭氧层物质的《蒙特利尔议定书》缔约方，以协商一致的方式达成了《基加利修正案》，决定将逐步减少温室气体氢氟碳化物（以下简称HFCs）的生产和使用。2017年10月，中国共产党第十九次全国代表大会召开，提出中国近中远期的经济社会发展目标，做出“两个阶段”和“两步走”的总体战略安排。与此同时，中国经济发展进入到新的阶段。2020年我国人均国内生产总值预计72447元（10450美元），超出中等收入国家平均水平²。

中国已经提前完成了NDC承诺的诸多目标：根据最新统计数据，2015年中国NDC明确提出的15个量化指标中，绝大多数指标的进展顺利。9个指标已经提前完成了NDC中设定的2020年目标。例如，2019年中国单位国内生产总值二氧化碳排放（以下简称：碳强度）比2005年下降约48.1%，提前完成了2020年碳强度下降40%~45%的上限目标；2019年光伏装机容量达到2.04亿千瓦，风电装机容量达到2.1亿千瓦，都已经超过原设定的2020目标。非化石能源占一次能源的比重、城镇新建建筑中绿色建筑占比2个指标在2019年的完成情况也超过2020年目标。2个指标完成情况符合规划预期。天然气占一次能源消费比重和战略性新兴产业增加值占国内生产总值比重目前完成情况符合规划预期。煤层气产量和地热能年利用规模2个指标从2017、2018年的数据情况与2020规划目标还有一段距离。

重点部门2020后中长期低碳行动目标逐步清晰：2015年第一次NDC提交以后，中国在“十三五”期间以及开启“十四五”以来出台的战略规划和政策部署，一方面是中国为实现2030年左右二氧化碳排放达峰所采取的具体措施，另一方面也是中国更新NDC的重要依据。比如各部门所制定的行业发展规划，以及又陆续提出了更新、更详细、更有力度和更长期的节能降碳目标及政策措施。重点领域制定了面向2025年及2030年的中长期战略安排，包括《能源生产和消费革命战略（2016-2030）》、《绿色高效制冷行动方案》、《绿色建筑创新行动方案》、《绿色出行创建行动方案》、《汽车产业中长期发展战略》、《工业绿色发展规划》和《新能源汽车产业规划（2021-2035年）》等。

¹ (Josh Gabbatiss, 2021)

² (国家统计局, 2021)

面向2050年长期排放路径的研究基础不断加强：近些年，国内外研究机构合作开展了多个中国长期绿色低碳发展战略的模型开发和情景分析工作，大部分研究对2030年前的排放趋势基本形成共识，若现有减排政策能充分落实，中国极有可能比预定目标提前实现碳排放达峰和强度目标³；但为了满足全球温控2度目标，还需要碳排在2030年左右达峰后以更快速度下降⁴。相关的模型分析显示，基于实现全球控制升温2度为目标的“2度情景”下，一次能源消费总量的二氧化碳排放需要从2030年的94.2亿吨CO₂e降低到2050年的29.2亿吨CO₂e⁵。中国2019年6月向《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）秘书处提交的《中华人民共和国气候变化第三次国家信息通报》中，专设了一节综述中国未来二氧化碳排放趋势。对于非二氧化碳温室气体（以下简称非二温室气体）排放趋势和减排行动的分析也在深化，不同机构估算了加强管控可以带来的减排潜力并提出了可行的减排目标。

PROSPECT 展望

展望未来，中国将在第二次NDC中调整的目标和内容，值得期待。基于对国际国内发展新局势、温室气体长期排放趋势分析，更重要的是，根据过去五年间新出台的战略规划和政策措施，本文从愿景、目标、和行动三个方面阐述第二次NDC值得关注的内容。

愿景：建立温室气体减排长期战略路线图。随着3060双碳目标的提出，中国将如何通过具体的政策措施来落实这些目标值得期待。秉承共同但有区别的责任原则，参考已有其他国家战略目标，这个路线图将为碳中和目标的实现设立阶段性的目标、减排措施和定期评估调整的机制。这些都需要基于长期绿色低碳发展战略的研究基础和中国发展的战略定位来慎重确定，并将此愿景纳入到未来的国民经济和社会发展中长期规划中，与不同部门（行业）中长期发展规划进行融合，为不断评估和强化温室气体控制目标、行动和政策提供稳定的和连贯的制度保障。

目标：增设碳总量控制目标、强化非二温室气体控制目标。设立2025和2030年能源相关二氧化碳排放的总量控制目标，是实现“2030年左右达到二氧化碳排放峰值”的必然趋势，也将会有利于提前达峰，并对控制温室气体排放的长期排放趋势带来积极影响；根据不同研究和报告的建议⁶，总量目标可以自上而下的方式制定国家和区域目标，或以自下而上的方式制定行业目标。碳总量目标并非一定会在现有NDC承诺之外，带来额外的温室气体减排贡献，但中国新的环境和气候变化监管机制下，制定总量目标会对政策实施力度带来极大推动作用，是中国进一步加强温室气体减排行动最值得期待的内容之一。制定非二温室气体减排目标，现有研究建议⁷，可以包括非二温室气体总体达峰目标，HFCs减排目标和行业甲烷减排目标等。中国承诺在2030年左右实现达峰的温室气体排放针对的是能源相关的二氧化碳，并不包括其他温室气体；若在第二次NDC中提出对非二温室气体的减排目标，加强监管政策，将是中国在现有NDC行动基础上，对全球应对气候变化的额外贡献，也有助于中国提出全经济领域全温室气体口径的2050长期减排愿景。

行动：如前所述，中国2015年以来制定的一系列相关规划战略和政策行动中提出了具体的目标和措施，将对中国未来温室气体排放趋势产生直接影响，是中国新一轮NDC内容更新的重要依据。报告梳理这些战略规划、行业政策、行动方案等，对比2015年NDC不同章节的内容，就如何将这些目标和措施反映在未来第二次NDC中，提出了供讨论的思路。

³ (den Elzen et al., 2019; Gallagher, Zhang, Orvis, Rissman, & Liu, 2019; Liu, Gu, Teng, Song, & Chen, 2017; 葛全胜, 刘洋, 王芳, & 郑景云, 2018)

⁴ (傅莎, 邹骥, & 刘林蔚, 2018)

⁵ (项目综合报告编写组, 2020)

⁶ (朱妍, 2019; 柴麒敏, 郑晓奇, 赵旭晨, & 徐华清, 2016; 熊小平, 康艳兵, 冯升波, & 赵盟, 2015; 王金南, 蔡博峰, 曹东, 周颖, & 刘兰翠, 2011; 田丹宇, 2019)

⁷ (Lin, Khanna, & Liu, 2018; 宋然平, 2019; 苏明山, 李湘, & 徐华清, 2016)

URGENCY 时不我待

全球应对气候变化的紧迫性已毋庸置疑。《巴黎协定》的行动目标是“到本世纪末将全球温升控制在工业化前水平的2度以内”，其科学依据在于，唯有此才可能有较大机会避免全球变暖导致的各种灾难性事件(Catastrophic Events)。2018年10月，政府间气候变化专门委员会（IPCC）发布的《全球温升1.5度特别报告》再次强调了全球平均温度已经比工业化前时代高出了1度以上。与此同时，频发的极端气候现象和自然灾害正在警示我们，灾难性事件已经在发生，并影响所有人的日常生活。应对气候变化行动不力导致的后果，人类将无力挽回，立即采取大幅度减少温室气体排放的行动，已刻不容缓！

2015年底由196个国家和地区通过的《巴黎协定》（简称：协定），是全球气候治理的一个重要里程碑。这一协定凝聚人类保护地球家园共识，也兼顾各国经济社会差异，是指导2020年后应对气候变化国际行动的基本纲领。《巴黎协定》达成后，全球气候治理进入“自下而上”的新模式。缔约各方根据承诺，已经陆续有184个国家提交了第一次《国家自主贡献》（简称：NDC）(UNFCCC,2019)。依据协定的框架及近年的气候谈判成果，缔约方将在2020年重新提交或者更新已有的国家自主贡献，并在以后的每5年提交一次国家自主贡献。

中国是《巴黎协定》达成的重要推动者，习近平主席亲自出席巴黎气候大会，为协定的快速签署和生效提供了重要的推动力。作为世界瞩目的人口、经济总量、温室气体排放大国，中国一直是维护《联合国气候变化框架公约》、达成《巴黎协定》实施细则、落实强化应对气候变化行动的重要力量；尤其在美国宣布退出巴黎协定后，中国继续践行承诺“引导应对气候变化国际合作，成为全球生态文明建设的重要参与者、贡献者、引领者”的思想。

中国于2015年6月30日正式向联合国气候变化框架公约（UNFCCC）秘书处提交了第一次《强化应对气候变化行动-中国国家自主贡献》（简称：2015年NDC），承诺到2030年应对气候变化的中国自主行动目标。二氧化碳排放2030年左右达到峰值并争取尽早达峰，单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降60% - 65%，非化石能源占一次能源消费比重达到20%左右，森林蓄积量比2005年增加45亿立方米左右。

中国2015年NDC共14页7110字（英文文件21页4645字）。相对于欧盟和美国分别为5页的文件，彰显诚意。文件不仅确定了到2030年的总体自主行动目标，还从15个方面全面陈述如何进一步强化各项行业政策和措施，列举诸多翔实量化的目标。绿色创新发展中心（以下简称：iGDP）梳理基于众多研究成果的总结和提炼，发现各个研究对中国二氧化碳排放趋势及峰值路径的基本特征存在共识：尽管实现2030年左右达到排放峰值不仅需要延续并强化现有的政策，而且在2020年到2030年十年间，要需不懈努力和更多措施创新（杨鹏, 2015）。

尽管如此，不容忽视的事实是，《巴黎协定》下各缔约方现已提出的国家自主贡献的所有行动仍然不能实现控制全球升温2度的目标。联合国环境署（UNEP）的研究表明，尽管当前缔约方的国家自主贡献提出的减排行动可以将全球排放控制在2030年控制到530-560亿吨二氧化碳当量，但是实现2度温升目标则需要控制在400亿吨二氧化碳当量的排放（Levin, Fransen, & Ge, 2015）。

提高各国行动雄心是从《巴黎协定》生效之初就不断讨论的话题。在2019年6月的G20峰会上，中国外长、法国外长及联合国秘书长发布了气候变化会议新闻公报，其中提到：（三方重申）“在可持续发展背景下，更新国家自主贡献，确保其较此前更具进步性，体现各自最高雄心水平，2020年前发布本世纪中叶长期温室气体低排放发展战略”。2021年4月，中国气候变化事务特使解振华与美国总统气候问题特使约翰·克里在上海举行会谈，并在会后发布中美应对气候变化危机声明，声明中指出“双方回顾巴黎协定第二条的目的在于将全球平均气温上升控制在低于2℃之内，并努力限制在1.5℃之内。为此，双方承诺继续作出努

力，包括在巴黎协定框架下21世纪20年代采取提高力度的强化行动，以使上述温升限制目标可以实现，并合作识别和应对相关挑战与机遇”。

积极应对气候变化，减少温室气体排放符合中国建设生态文明的诉求，是促进国内能源和经济结构的转型，形成高质量绿色低碳经济发展模式的历史机遇。中国在党的十九大报告中也进一步明确提出在绿色低碳等领域培育新增长点，形成新动能，进而增强经济质量优势。自2015年提交第一次NDC后至今，中国已经落实并提前实现了其中的诸多承诺。面临即将提交的第二次NDC，继续强化行动，中国责无旁贷。2020年9月，国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上发表重要讲话，提出“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”。

《巴黎协定》达成以来，国际国内局势将如何影响未来中国应对气候变化行动，中国NDC的落实进程如何，国内战略规划和政策已经对未来更长期的行动做出了哪些实质性准备；未来中国的NDC有可能会有哪些内容调整，都将对全球应对气候变化的严峻形势产生深远影响，值得期待！



图片摄影: Diego Montero

图1 近5年国际应对气候变化行动及中国的作用



PROGRESS 进程

一、《巴黎协定》达成以后的国际国内可持续发展大势

国际

《巴黎协定》达成后，全球气候治理进入“自下而上”的行动新模式，各国的行动均力图平衡国家利益和人类共同利益，兼顾本国和本地区的经济社会现实状况，中国同样秉承此原则。协定达成后至今，国际国内形势也一直在变化中，必将对中国2021年即将提交的第二次国家自主贡献产生影响。

2016年初，联合国可持续发展目标（SDGs）开始生效。这17个目标在2015年9月的联合国可持续发展峰会上由193个国家通过，将指导2015年末到2030年的全球发展工作，替换已经到期的千年发展目标，旨在以综合方式彻底解决全球社会、经济和环境三个维度的发展问题。应对气候变化作为目标之一，需要和其他发展目标实现兼顾平衡，比如兼顾和能源普惠的关系等。

2016年10月，关于管制消耗臭氧层物质的《蒙特利尔议定书》缔约方，以协商一致的方式达成了《基加利修正案》（简称：修正案），决定将逐步减少氢氟碳化物（HFCs）的生产和使用。HFCs是替换消耗臭氧层制冷剂的替换物质，但却是强效温室气体。因此修正案的达成是继巴黎协定以后应对气候变化的又一里程碑。中国作为最大的制冷产品生产和使用国在修正案达成过程中做出了巨大贡献。根据规定，中国应在2024年将HFCs的消费冻结在基准水平，并持续削减HFCs的生产和消费。

2020年，面对新冠肺炎疫情对全球经济和公共健康的冲击，以绿色低碳发展为主的经济复苏方案日益成为全球共识。包括联合国秘书长以及德国、奥地利和瑞士的领导人纷纷呼吁将应对气候变化纳入到经济复苏方案当中⁸。各国也陆续发布了碳中和目标。到2021年6月，已经有137个国家提出了碳中和目标，其中124个国家将目标设定在2050年⁹。

国内

2017年10月，中国共产党第十九次全国代表大会召开，提出中国近中远期的经济社会发展目标，做出“两个阶段”和“两步走”的总体战略安排。“从现在到2020年全面建成小康社会，实现第一个百年奋斗目标；到2035年基本实现社会主义现代化；到本世纪中叶全面建成富强民主文明和谐美丽的社会主义现代化强国”。2020年9月，习近平主席在第七十五届联合国大会宣布了中国“30/60碳达峰碳中和”（双碳）目标。这不仅进一步明确了中国社会经济的绿色低碳转型的目标和方向，同时也推动了各个行业和地方政府制定碳达峰、碳中和行动方向和路线图。

与此同时，中国经济发展进入到新的阶段。2020年我国人均国内生产总值预计72447元（10450美元）（国家统计局，2021），超出中等收入国家平均水平，而随着中国经济总规模的不断加大，中国的平均经济增速也从两位数到“十三五”期间6.5%的同比增长率目标，而经济学家对未来经济增速的预判也在调整（详见专栏1）。中国中等收入群体正在壮大，面对经济增速下滑的局势，政府在一方面避免采用大规模刺激投资政策，一方面大力出台促进国内消费政策，这些都直接影响未来消费领域的温室气体排放。

⁸ (Simon Evans & Josh Gabbatiss, 2020)

⁹ 数据信息来自visual capitalist 网站：<https://www.visualcapitalist.com/race-to-net-zero-carbon-neutral-goals-by-country/>

专栏1 中国未来30年社会经济战略目标及发展前瞻

2017年10月召开的党的十九大全国代表大会上，习近平总书记提出了新时代中国特色社会主义现代化建设的战略目标：

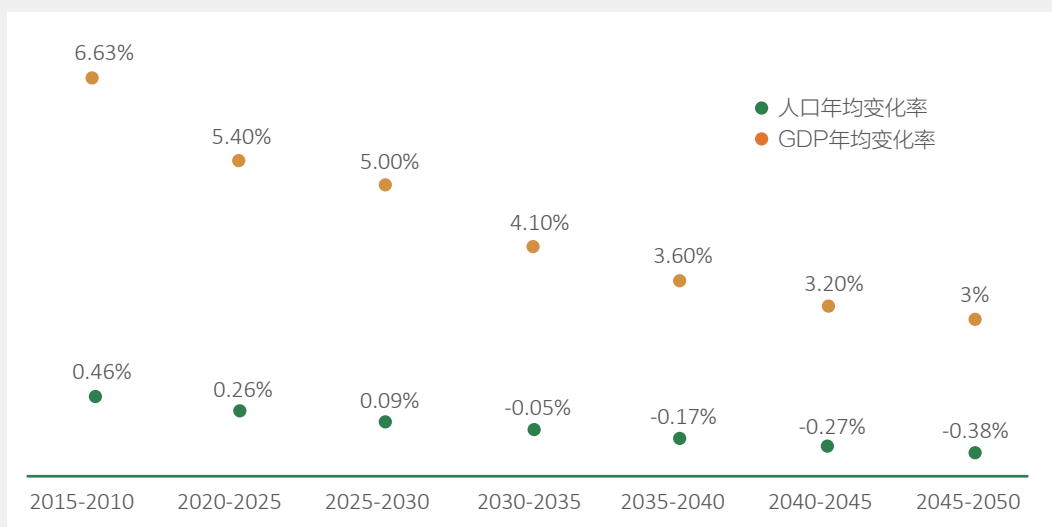
从2020年到2035年，在全面建成小康社会的基础上，再奋斗十五年，基本实现社会主义现代化。到那时，中等收入群体比例明显提高，城乡区域发展差距和居民生活水平差距显著缩小，基本公共服务均等化基本实现；生态环境根本好转，美丽中国目标基本实现。在2035年基本实现现代化的基础上，再奋斗十五年（2035-2050），把我国建成富强民主文明和谐美丽的社会主义现代化强国。

对于这一战略目标的社会经济发展背景和含义，国内外研究机构有不同的分析，基本预判如下：

人口：中国人口2020-2030年人口增速会逐渐放缓，2030年左右达到人口峰值，约在14.6亿人左右；随后，中国人口呈现负增长，2031-2050年间，中国人口预计减少6000万人以上。中国将逐渐面临日益明显的老龄化趋势，2030年老龄人口比例约为16.87%人。【此趋势预测为2019年6月联合国经社理事会人口机构发布了最新《世界人口展望-2019年修订版》（简称：《展望》）中的方案(United Nations, 2019)。各国低碳发展趋势研究通常都会以此《展望》为重要人口参数来源。】

经济增长：未来30年中国经济增长速度趋缓符合大多数国家的发展规律，2020-2030年间，GDP增速可能会6%左右逐渐下降到5%左右。发表于2016-2018年期间的9个研究机构或学者对2020-2030年GDP增速的预测认为2020-2025年和2025-2030年GDP增速预测分别可能落在4.60%-5.77%（中位值5.4%）以及4.28%-5.5%（中位值4.95%）。【所梳理研究包括：(Li, Lou, & Wang, 2017; 中国银行“中国经济发展新模式研究”课题组, 2016; 刘世锦, 2018; 张长春 & 郑征, 2018; 王小鲁 & 周伊晓, 2017; 白重恩 & 张琼, 2016; 盛来运 & 郑鑫, 2017; 肖宏伟 & 王涛, 2018; 蔡昉, 2017; 连平, 周昆平, 唐建伟, & 刘学智, 2018)】

图2 人口和GDP年均变化率预测（2020-2050）注：人口取《展望》的中方案，GDP取相关预测研究的中位值



发展指标：2030年，人均收入水平、人类发展指数、主要现代化指标达到世界中高收入国家水平；2040年，主要社会经济发展指标接近或达到中等发达国家水平（胡鞍钢 & 张新, 2017）。中等收入群体倍增，达到总人口60%以上（张若婷, 2019）。

二、中国已经提前完成了NDC承诺的诸多目标

根据最新统计数据，中国NDC绝大多数指标的进展顺利，其中大多数指标的完成情况甚至超出2020年预期目标。这为实现2030年目标实现奠定了坚实的基础。本文整理了2015年中国NDC明确提出的15个量化指标的最新完成情况。

9个指标已经提前完成了2020年规划目标。2019年中国单位国内生产总值二氧化碳排放（碳强度）比2005年下降约48.1%，提前完成了2020年碳强度下降40%~45%的上限目标。2019年光伏装机容量达到2.04亿千瓦，超过2020年的规划目标。此外，风电装机、非化石能源占一次能源的比重、城镇新建建筑中绿色建筑占比3个指标在2019年的完成情况也超过2020年目标。“十三五”期间，交通运输部的公交都市示范城市示范项目推动了公共交通发展，大中城市城区公共交通占机动车出行比例2020比例要求达到60%以上。

2个指标完成情况符合规划预期。天然气占一次能源消费比重和战略性新兴产业增加值占国内生产总值比重目前完成情况符合规划预期。煤层气产量和地热能年利用规模2个指标从2017、2018年的数据情况与2020规划目标还有一段距离。

另外，2个含氟气体指标由于缺乏公开统计数据，无法衡量目前的进展及与2020目标的距离。



图片摄影: Diego Montero

图3 《强化应对气候变化行动——中国国家自主贡献》(NDC) 关键目标进展超预期

《强化应对气候变化行动——中国国家自主贡献》（NDC）关键目标进展超预期								
行动目标	2016	2017	2018	2019	2020 目标	2025 目标	2030 目标	国内规划体系下所属类型
单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降	46%				40%-45%		60%－65%	约束性
非化石能源占一次能源消费比重	13.0%	13.6%	14.5%	15.3%	15%		20%	约束性
森林蓄积量比2005年增加（亿立方米）	2013年实现2020目标				13	53	45	约束性
新建燃煤发电机组平均供电煤耗（克标准煤/千瓦时）	<300				300			约束性
天然气占一次能源消费比重	7.8% 8.1%				10%以上			预期性
煤层气产量（亿立方米）	183.6				300			预期性
风电装机（亿千瓦）	1.5	1.64	1.84	2.1	2			预期性
光伏装机（亿千瓦）	1.3 1.74 2.04				1左右			预期性
地热能年利用规模（万吨标准煤）	1900				5000			预期性
战略性新兴产业增加值占国内生产总值比重	8.90%				15%	>17%		预期性
二氟一氯甲烷在基准线水平（2010年产量）上减少					35%	67.5%		约束性
三氟甲烷排放					有效控制			约束性
化肥农药使用量	零增长				零增长			预期性
城镇新建建筑中绿色建筑占比	40% 65%				50%			预期性
大中城市公共交通占机动化出行比例					30%			预期性
数据来源：国家统计局、生态环境部、住建部、中电联网站及新闻发言等；《国家应对气候变化白皮书》《统计年鉴》《十三五电力规划》《十三五能源发展规划》等国家和地方相关规划。 注：目标类型是依据“十三五”规划纲要以及相关行业规划的要求。								
	超额完成		符合预期		低于预期		不清楚	

三、十四五规划和2035远景目标纲要的气候目标

在2021年最新发布的“十四五”规划和2035年远景目标纲要（以下简称“规划纲要”）中对双碳目标的落实以及应对气候变化做了全面部署，为锚定碳中和提供了有力支撑。

规划纲要中提出“落实2030年应对气候变化国家自主贡献目标，制定2030年前碳排放达峰行动方案”，“实施以碳强度控制为主、碳排放总量控制为辅的制度，支持有条件的地方和重点行业、重点企业率先达到碳排放峰值”。并且“锚定努力争取2060年前实现碳中和，采取更加有力的政策和措施”。同时设定了具体的目标和一系列的减排措施（见下表）。

应对气候变化目标		2025年单位GDP二氧化碳消耗降低18%
跨行业政策		• 加大甲烷、氢氟碳化物、全氟化碳等其他温室气体控制力度。 • 推进排污权、用能权、用水权、碳排放权市场化交易。
分行业政策	能源	• 非化石能源占能源消费总量比重提高到20%左右。 • 大力提升风电、光伏发电规模, 发展海上风电, 推动核电建设。 • 重点控制化石能源消费, 控制煤电建设规模和发展节奏, 推进以电代煤。 • 谋划布局包括氢能和储能在内的未来产业。
	工业	加快能耗限额、产品设备能效强制性国家标准制修订。
	交通	优先发展城市公共交通, 建设自行车道、步行道等慢行网络, 长途货物运输“公转铁”、“公转水”。推动城市公交和物流配送车辆电动化。
	建筑	发展智能建造, 推广绿色建材、装配式建筑和钢结构住宅, 开展近零能耗建筑项目示范。
	农林	• 2025年森林覆盖率达到24.1%。提升生态系统碳汇能力。 • 发展节水农业和旱作农业, 深入实施农药化肥减量行动, 治理农膜污染, 提升农膜回收利用率, 推进秸秆综合利用和畜禽粪污资源化利用。
	废弃物	推广污泥集中焚烧无害化处理, 城市污泥无害化处置率达到90%。

四、重点部门2020后中长期低碳行动目标逐步清晰

2015年第一次NDC提交以后, 中国在“十三五”期间以及开启“十四五”以来出台的战略规划和政策部署, 一方面是中国为实现2030年左右二氧化碳排放达峰所采取的具体措施, 另一方面也是中国更新NDC的重要依据。比如各部门制定出台了部门规划, 陆续更新或提出更多、更详细、更有力度和更长期的节能降碳目标及政策措施, 甚至有面向2025年及2030年的中长期战略规划。图4和图5分别给出了2020后中长期目标和行动的重要相关战略规划, 主要目标和重要政策措施。

图4 提出2020后中长期目标和行动的主要相关战略规划

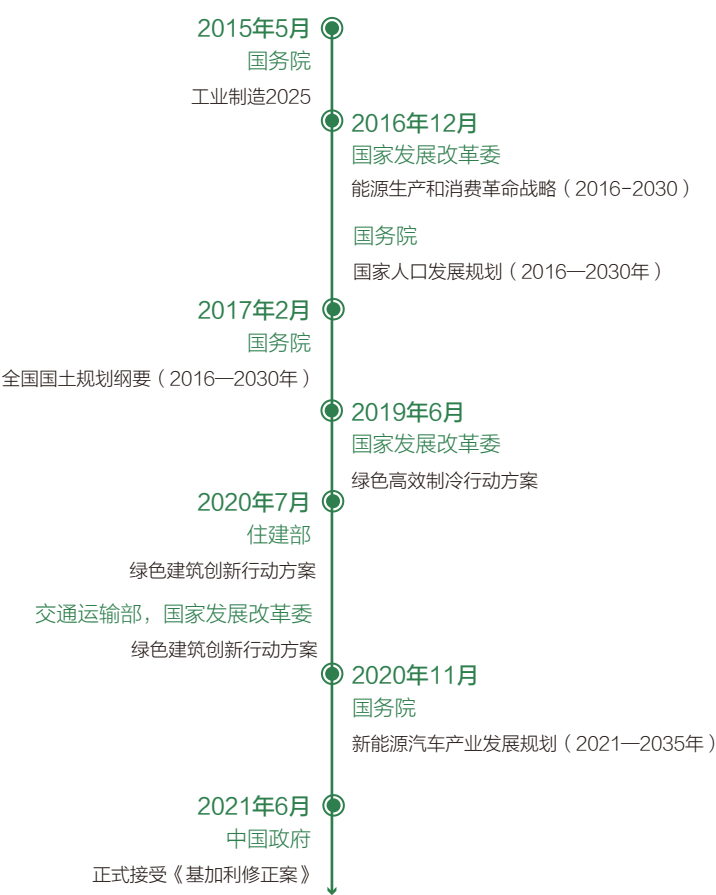


图5 “十四五”及更远期的分行业主要目标和政策部署

能源及电力	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
能源消费总量控制（亿吨标准煤）	49.8		60以内				基本稳定
非化石能源占比（%）	>15.30%		25%				超过50%
天然气占一次能源总消费量（%）	>8.1%		15%左右				
单位国内生产总值能耗（吨标准煤/万元 2005年价）	0.81		目前世界平均水平				
煤炭消费总量（亿吨标准煤）	28.3	29.4 ¹⁰					
超低污染物排放煤电机组占全国比重			80%以上				

¹⁰ 《煤炭工业“十四五”高质量发展指导意见》提出到“十四五”末，全国煤炭消费量控制在42亿吨左右。这里采用0.7作为折算系数，将42亿吨煤转换为29.4亿吨标准煤。

重要政策部署	- 对能源消费总量控制和煤炭消费总量控制 - 《能源发展十三五规划》《煤炭工业“十四五”高质量发展指导意见》 - 电力行业全国碳交易市场 - 《全国碳排放权交易市场建设方案（发电行业）》发改气候规〔2017〕2191号 - 对电力消费设定可再生能源配额 - 《国家发展改革委 国家能源局关于实行可再生能源电力配额制的通知（征求意见稿）》2018年11月发布；《清洁能源消纳行动计划（2018-2020年）》（发改能源规〔2018〕1575号）；《关于积极推进风电、光伏发电无补贴平价上网有关工作的通知》（发改能源〔2019〕19号）；《关于公布2019年第一批风电、光伏发电平价上网项目的通知》（发改办能源〔2019〕594号） - 对省级行政区域设定可再生能源电力总量消纳责任权重 - 《国家发展改革委 国家能源局关于建立健全可再生能源电力消纳保障机制的通知》（发改能源〔2019〕807号） - 更加严格的煤电节能以及超低排放标准 - 《全面实施燃煤电厂超低排放和节能改造工作方案》环发〔2015〕164号 - 煤层气开发利用的财政激励等 - 《关于“十三五”期间煤层气（瓦斯）开发利用补贴标准的通知》（财建〔2016〕31号） - 提高非化石能源占一次能源比重 - 2020年12月习近平主席在气候雄心峰会上发表重要讲话						
工业	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
单位工业增加值二氧化碳排放量下降幅度比2015年下降（%）	-	40%					
规模以上单位工业增加值能耗比2015年下降（%）	-	34%					
对比基线水平，HFCs的生产和消费控制	-	冻结在基线水平 (2024年)	削减10% (2029年)	削减30%	削减50%	削减80%	
重要政策部署	- 高耗能行业能效领跑者制度 - 关于印发《高耗能行业能效“领跑者”制度实施细则》的通知 工信部联节〔2015〕407号 - 工业调整升级，化解过剩产能 - 《中国制造》2025；《工业绿色发展规划（2016-2020年）》（工信部规〔2016〕225号） - 高耗能行业超低排放改造 - 《工业绿色发展规划（2016-2020年）》（工信部规〔2016〕225号） - 提高和实施强制性能耗和能效限额标准 - 关于印发《工业节能与绿色标准化行动计划（2017-2019年）》工信部节〔2017〕110号 - 控制HFCs的生产和消费 - 《基加利修正案》						

建筑	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
大型公共建筑制冷能效提升	-		30%				
制冷总体能效水平提升	-		25%				
绿色高效制冷产品市场占有率提高	-	20%以上 (2022年)	40%				
家用空调、多联机等制冷产品的市场能效水平提升	-	30%以上 (2022年)					
北方地区清洁取暖率	-	70% (2021年)					
重要政策部署	• 提高新建建筑节能设计标准,绿色建筑和可再生能源建筑比例 - 关于印发建筑节能与绿色建筑发展“十三五”规划的通知 建科〔2017〕53号 • 提高绿色建筑性能要求 - 《绿色建筑评价标准》(GB/T50378-2019) • 推广装配式建筑 - 关于印发《“十三五”装配式建筑行动方案》《装配式建筑示范城市管理办法》《装配式建筑产业基地管理办法》的通知 建科〔2017〕77号 • 加快推进北京采暖地区城镇清洁取暖 - 关于推进北方采暖地区城镇清洁供暖的指导意见 建城〔2017〕196号 • 加大既有建筑节能改造、延长建筑使用寿命 - 《住房城乡建设部关于进一步做好城市既有建筑保留利用和更新改造工作的通知》建城〔2018〕96号 • 鼓励绿色高效制冷产品消费的财政政策等 - 关于印发《绿色高效制冷行动方案》的通知 发改环资〔2019〕1054号						
交通	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
新乘用车平均燃料消耗量 (升/百公里)	-	4					
新能源汽车占汽车产销占比 (%)	-	20%以上					
动力电池系统比能量 (瓦时/公斤)	-	350					

重要政策部署	- 提高汽车燃油经济性 - 《乘用车企业平均燃料消耗量与新能源汽车积分并行管理办法》、《重型商用车燃料消耗量限值》GB 30510-2018、以及2021年开始实施的GB19578-2021《乘用车燃料消耗量限值》 - 加快车用乙醇汽油推广 - 关于建立扩大生物燃料乙醇生产和推广使用车用乙醇汽油工作信息月报制度的通知 国能综通科技〔2019〕20号 - 提高新能源汽车产销比例 - 关于印发《汽车产业中长期发展规划》的通知 工信部联装〔2017〕53号; 关于印发新能源汽车产业规划（2021—2035年）的通知 国办发〔2020〕39号 - 提高城市公共交通和绿色出行比例 - 关于印发绿色出行行动计划（2019—2022年）的通知 交运发〔2019〕70号						
农业、林业及废弃物管理等	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
森林覆盖率（%）	23.2%	24.1%	> 24				
重要政策部署	- 提高森林覆盖率 - 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要; 全国森林经营规划（2016-2050）林规发〔2016〕88号 - 大规模国土绿化行动 - 全国绿化委员会 国家林业和草原局关于积极推进大规模国土绿化行动的意见 全绿字〔2018〕5号 - 推进畜禽养殖废弃物资源化利用 - 国务院办公厅关于加快推进畜禽养殖废弃物资源化利用的意见 国办发〔2017〕48号 - 推进污泥统筹集中处理处置 - 关于印发《“十三五”全国城镇污水处理、及再生利用设施建设规划》的通知. 发改环资〔2016〕2849号						

注：* 目标来自于《基加利修订案》（中国在批约过程）；来源：生态环境部、城乡建设部、发改委、交通部、农业部等政府部门网站；“-”代表未查到



图片摄影: Diego Montero

五、面向2050年长期排放路径的研究基础不断加强

近些年，国内外研究机构合作开展了多个中国长期绿色低碳发展战略的模型开发和情景分析工作，为中国提出长期温室气体排放控制目标提供了坚实的技术研究基础（见表1）。特别是，在党的“十九大”提出“新三步走战略”背景下，清华大学气候变化与可持续发展研究院和能源基金会2018年联合启动《中国低碳发展转型战略及路径研究》。这个研究课题由18个子课题组成，集中了国内最具有实力和影响力的研究机构，对中国中长期可持续发展和低碳转型的路径、必须突破的技术，以及可能的成本和代价进行系统性研究，为国内外新形势下制定中长期温室气体排放控制目标和政策提供科学基础（能源基金会，2019）。

表1 2015年后发布或启动的部分有关中国中长期能源和低碳发展战略研究列表

机构	项目名称	发布期
清华大学气候变化与可持续发展研究院 能源基金会	中国低碳发展转型战略及路径研究	2020
世界资源研究所	愿景2050项目	进行中
落基山研究所	中国2050：一个全面实现现代化国家的零碳图景	2019
国际能源署	世界能源展望2018	2018
国家气候变化战略研究和国际合作中心 国家发展和改革委员会能源研究所 美国能源创新	中国气候与能源政策方案	2017
中国环境与发展国际合作委员会绿色转型课题组	中国绿色转型展望2020-2050	2017
国家气候变化战略研究和国际合作中心 国家发改委能源所 国家信息中心	中国低碳发展宏观战略研究	2016
国家发展和改革委员会能源研究所 落基山研究所 美国劳伦斯伯克利国家实验室(LBNL) 能源基金会	重塑能源：中国面向2050年能源消费和生产革命路线图研究	2016
中国工程院	中国能源战略研究	2016
国家发展和改革委员会能源研究所 能源基金会等	中国2050 高比例可再生能源发展情景暨路径研究	2015

来源：iGDP基于公开资料整理

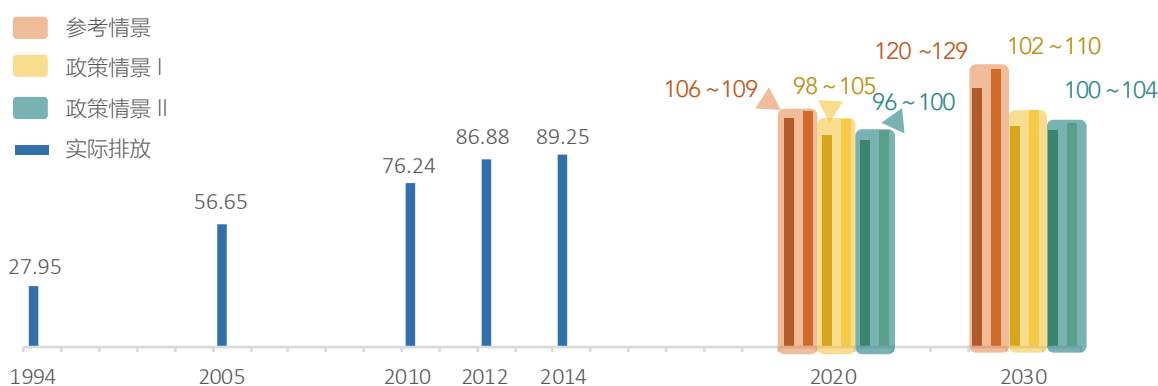
梳理已有研究工作, 绝大部分对2030年碳排放趋势已基本形成共识, 若现有减排政策能充分落实, 中国极有可能在2030年前实现碳排放达峰和强度目标 (den Elzen et al., 2019; Gallagher, Zhang, Orvis, Rissman, & Liu, 2019; Liu, Gu, Teng, Song, & Chen, 2017; 葛全胜, 刘洋, 王芳, & 郑景云, 2018)。但是, 为满足全球温控2度目标, 还需要碳排放在2030年左右达峰后以更快速度下降 (傅莎, 邹骥, & 刘林蔚, 2018)。关于2030年后至2050年的能源发展和温室气体排放情景, 来自《中国长期低碳发展战略与转型路径研究》的模型分析显示, 基于实现全球控制温升2度为目标的“2度情景”下, 一次能源消费总量的二氧化碳排放将在2030年达到94.2亿吨二氧化碳当量, 到2050年将降低到29.2亿吨二氧化碳当量 (项目综合报告编写组, 2020)。其中提高终端用能部门的电气化水平和采用二氧化碳捕集和储存技术等发挥重要作用。

另外值得关注的是, 中国2019年6月提交UNFCCC的《中华人民共和国气候变化第三次国家信息通报》中, 专设了一节综述中国未来二氧化碳排放趋势, 根据国内外研究进展设定了三个未来排放情景 (见图6)。政策情景I和政策情景II考虑了继续推动经济转型升级的经济政策和碳排放强约束政策。这两个政策情景下, 中国2020-2030年能源相关二氧化碳排放增长缓慢, 期间会出现峰值。

图6 我国官方公布能源相关二氧化碳排放数据和2020、2030预测

我国官方公布能源相关二氧化碳排放数据和2020、2030预测

单位: 亿吨二氧化碳



来源:

《中华人民共和国气候变化初始国家信息通报》《中华人民共和国气候变化第三次国家信息通报》
《中华人民共和国气候变化第一次两年更新报告》《中华人民共和国气候变化第二次两年更新报告》
注: 2050年数据取自第三次国家信息通报回算数据

专栏2 国际能源署《2018能源展望》中关于中国排放情景的分析

国际能源署 (IEA) 《2018能源展望》根据《巴黎协定》后的全球局势, 对各国的碳排放分析提出新政策情景 (实施所有NDC措施行动的情景) 和SDG情景 (实现联合国2030年可持续发展目标所需要达到的情景) (IEA, 2019)。

在新政策情景下, 若中国经济社会在实现2020年战略规划目标基础上, 继续实施更严格的节能减排标准, 大幅度提高清洁能源利用比例以及低碳技术推广, 全国碳排放交易体系逐渐扩大行业范围, 增强大气污染防治与碳排放减排的协同效应, 中国将在2030年前碳排放实现达峰, 峰值水平低于NDC强度目标实现的水平 (见表1)。

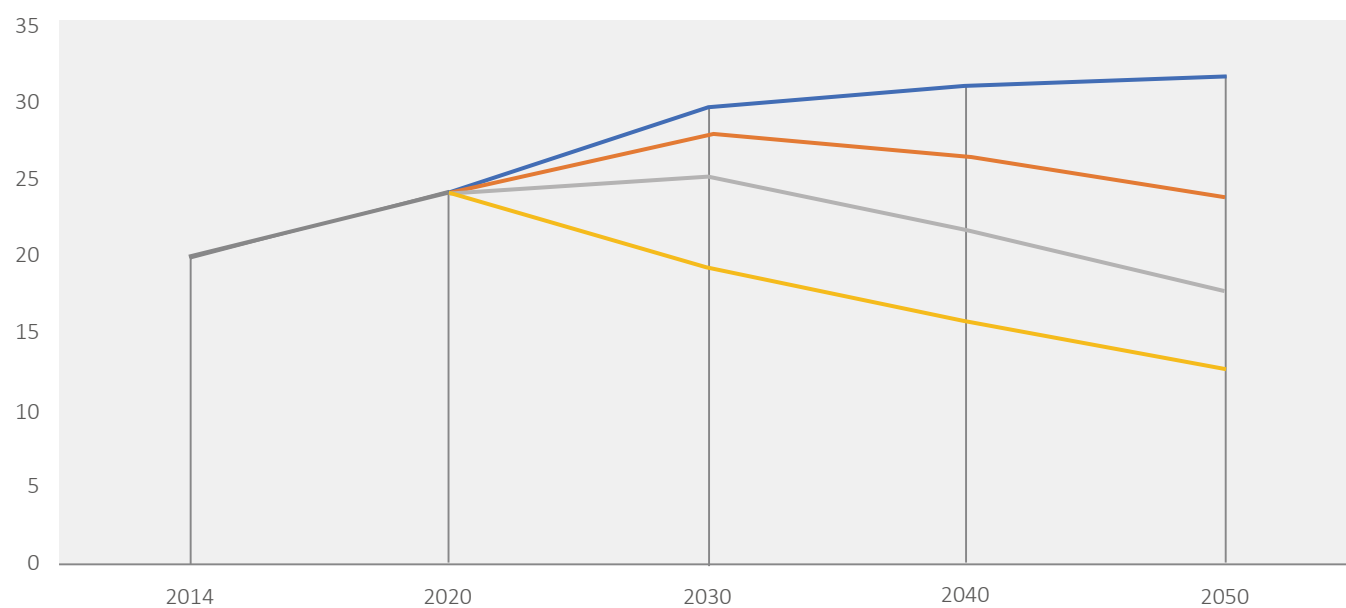
在SDG情景下, 若中国以实现联合国《2030年可持续发展议程》(简称: 2030SDG) 目标为, 中国2025年左右就可以实现碳排放峰值, 并迅速下降。

情景	2020	2025	2030	2040
实现NDC2020年(40%-45%)和2030年强度目标(60%-65%)的排放水平				
NDC_40%+60%强度目标	116		128	
NDC_45%+65%强度目标	107		117	
IEA情景预测的排放水平				
IEA_新政策情景		97	96	91
IEA_SDG情景		84	98	32

注: 根据NDC强度目标估算排放水平,假定GDP年均增长率2019和2020为 6.3%和6.1%, 2021-2025年和2026-2030年取相关预测研究的中位值5.5%和5.0%。

此外,很多研究机构已经展开了对非二温室气体排放趋势和减排行动的分析,并估算了加强管控可以带来的减排潜力。针对非二整体排放的研究中,来自清华大学《中国长期低碳发展战略与转型路径研究》的分析显示,基于目前中国NDC目标、行动计划和政策并且延续当前政策的情况下(政策情景),非二温室气体排放将持续上升,到2050年达到31.7亿吨二氧化碳当量。但是在采取成本有效的减排措施下,非二温室气体可在2030年前或2025年左右达到峰值,并且在2050年排放下降到17.61亿吨二氧化碳当量(2度温控目标情景)(项目综合报告编写组,2020)。世界资源研究所发布也对中国非二温室气体基于不同政策推动下的排放趋势进行了分析(图7所示)。在参考情景下(基于中国仅实施2015年年底宣布的有关政策),在2012到2030年间,来自工业过程中的排可能会增加三倍,而其他部门的排放也将保持稳定或趋于平稳。在现有政策情景下(基于到2018年年底的现行政策),到2030年非二排放将比参考情景下减少3.83亿吨二氧化碳当量。而在强化情景下(基于超越现有政策情景的减排方案),若采取有力措施,可将2030年非二排放维持在2012年水平(宋然平,2019)。此外,来自中科院的研究表明,在非二减排控制力度薄弱的情景下,化石能源排放的二氧化碳和总温室气体达峰时间可能并不一致(刘洋,郑景云,葛全胜, & 王芳, 2017)。美国劳伦斯伯克利实验室(LBNL)的研究显示,若加强管控政策,中国有可能在2023年实现温室气体达峰(Lin, Khanna, & Liu, 2018)。

针对具体非二温室气体排放的研究中,其中有通过不同的情景分析来预测来自垃圾填埋产生甲烷的减排潜力。以2012年为基准年,预测到2030年在考虑到针对甲烷排放管控进一步加强的情况下,将比基准情景下减少53.89%的排放,减排量达到97万吨甲烷(合2037万吨二氧化碳当量)(Cai et al., 2018)。同时也有针对HFCs排放的预测,在强化HFCs管控情境下(从2024年开始将排放冻结在基线上),中国HFCs的排放可以在2030年达峰,峰值大概在10-12亿吨(Fang et al., 2016)。而若不对HFCs的消费进行控制,HFCs的排放量将一直抬升到2050,且2018到2050年累积排放量约为196亿吨二氧化碳当量。若我国履行《基加利修正案》将在HFCs排放量达峰后的短期实现巨大的气候效益(胡建信,2018)。另外,研究机构也针对具体的HFCs,例如HFC-134a进行了研究。在对低全球升温潜势(GWP, Global Warming Potential)值汽车空调制冷剂替代对HFC-134a的减排研究表明,中国如果按照《基加利修正案》所设定的时间表来管控HFC-134a的消费量,在2024-2050年之间,平均每年可以减少4100万吨二氧化碳当量(北京大学环境科学与工程学院,2019)。这一系列的研究为增设非二温室气体目标提供了研究的可行性。

图7 不同情景下非二排放趋势(亿吨CO₂e)

数据来源: (中国长期低碳发展战略与转型路径研究综合报告, 2020)

政策情景 强化政策情景 2度温控情景 1.5度温控情景



PROSPECT 展望

全球提高气候行动雄心的呼声不断提高，中国作为负责任的排放大国责无旁贷，应发挥十九大报告中提出的“引导应对气候变化国际合作，成为全球生态文明建设的重要参与者、贡献者、引领者”的作用。中国已经提前实现了诸多对《巴黎协定》的承诺，也在为实现2030年左右碳排放达峰付出更多的努力。展望未来，依据协定的框架及近年的气候谈判成果，缔约方将在2020年左右重新提交或者更新已有的国家自主贡献，并在以后的每5年提交一次国家自主贡献，中国也有可能“发布本世纪中叶长期温室气体低排放发展战略”¹¹。

通过以上对中国应对气候变化的政策发展以及模型研究分析的回顾，梳理过去五年制定的措施重点部门低碳战略和政策，2020年NDC中有如下几个方面的内容值得关注。

- 1、愿景：提出2050年温室气体减排长期愿景
- 2、目标：增设2025年碳总量控制目标、强化非二氧化碳温室气体控制目标
- 3、行动：根据最新部门战略措施更新强化具体减排措施

一、愿景：建立温室气体减排长期战略路线图

根据《巴黎协定》要求，缔约方需要在2020年前承诺应对气候变化长期目标，实现全球温升控制低于2度，同时努力实现1.5℃的目标，在本世纪下半叶实现温室气体“碳中和”目标。截至到2021年2月，已经有29个国家和地区正式通过公约秘书处通报了长期低排放战略，分别提出2050年的温室气体减排目标及路径。其中，法国对其低碳战略进行了更新。还有一批国家正处于制定长期低排放战略的最后阶段，并将在今年内提交其战略。

图8 正式提交长期排放战略国家（注：2021年2月）

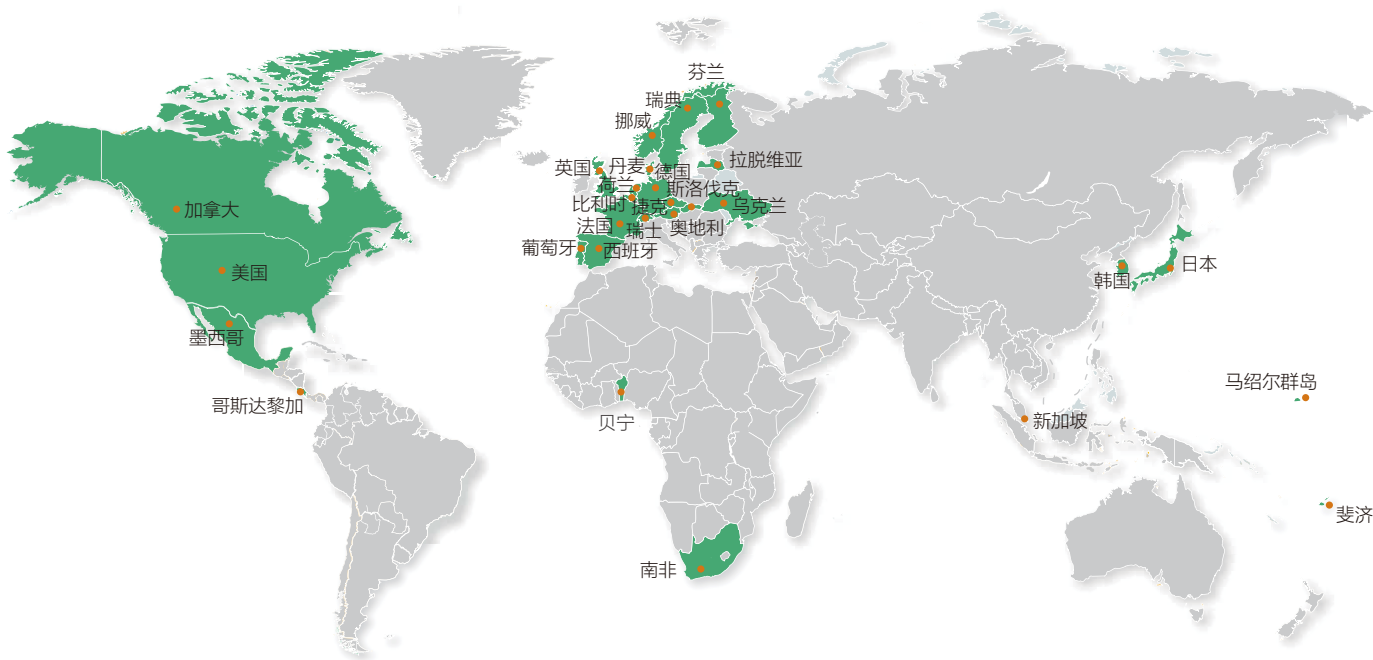
国家	最新提交日期	长期目标	国内法律效力
加拿大	2016-11-17	2050年全经济范围内温室气体排放相对2005年下降80%	/
墨西哥	2016-11-16	2050年全经济范围内温室气体排放相对于2000年下降50%	《气候变化法》2012年
美国	2016-11-16	2050年全经济范围内温室气体排放相对2005年下降80%	/
贝宁	2016-12-12	没有2050年目标，2025年目标	/
德国	2017-4-5	2050年实现碳中和，全经济范围内温室气体排放相对1990年下降80-95%，以及分行业分解目标	联邦政府内阁通过《气候保护规划2050》，2019年成立气候内阁
捷克	2018-01-15	争取2050年全经济范围内温室气体排放3900万吨CO ₂ eq（相当于相对于1990年下降80%）	《气候保护政策》
英国	2016-04-17	2050年全经济范围内温室气体排放相对于1990年水平至少下降80%	《英国应对气候变化法案》

¹¹ 2019年6月G20峰会上，中国外长、法国外长及联合国秘书长发布了气候变化会议新闻公报，（三方重申）“在可持续发展背景下，更新国家自主贡献，确保其较此前更具进步性，体现各自最高雄心水平。”

乌克兰	2018-07-30	2050年全经济范围内温室气体排放相对1990年水平下降31-34%	/
马绍尔群岛	2018-09-25	2050年全经济范围内温室气体净零排放以及100%可再生能源目标	/
斐济	2019-02-25	2050年全经济范围内温室气体净零排放	拟纳入正在制定的《应对气候变化法案》中
日本	2019-06-26	2050年全经济范围内温室气体排放相对于1990年水平下降80%	2016年5月内阁决议：地球变暖对策计划
葡萄牙	2019-09-20	2050年底实现碳中和，全经济范围内温室气体排放相对1990年下降50-60%	/
哥斯达黎加	2019-12-12	2050年实现全境及范围内温室气体净零排放	/
欧盟	2020-03-06	2050年实现欧盟气候中和	《欧洲绿色协议》，《欧洲气候法》，《能源联盟和气候行动治理条例》
斯洛伐克	2020-03-30	力争2050年实现气候中和	提议建立斯洛伐克共和国政府欧洲绿色协议和低碳转型委员会
新加坡	2020-03-31	2050年实现排放量下降至33 MtCO ₂ e，在本世纪下半叶实现净零排放	/
南非	2020-09-23	2050年实现净零经济体目标	《气候变化法案》（即将出台）
芬兰	2020-10-06	2035年实现碳中和，温室气体排放量相比1990年至少下降80%	成立气候与能源问题部长级工作组
挪威	2020-11-25	2050年实现全经济范围内温室气体排放量相比1990年下降80-95%	《气候变化法案》
拉脱维亚	2020-12-09	2050年实现气候中和	/
比利时	2020-12-10	无总体减排目标，有各个区域减排目标。瓦隆地区要求2050年实现碳中和，温室气体排放相比1990年下降95%；法兰德斯要求2050年实现气候中和；布鲁塞尔-首都大区要求2050年实现碳中和	/
西班牙	2020-12-10	2050年实现碳中和	《气候变化与能源转型法》
瑞典	2020-12-11	2045年实现温室气体净零排放目标，排放量与1990年相比至少下降85%	《气候法》，建立气候政策委员会
荷兰	2020-12-11	2050年实现温室气体排放相比于1990年下降95%	《气候变化法案》

奥地利	2020-12-11	2050年实现气候中和，并且不使用核电	《气候变化法案》
韩国	2020-12-30	2050年实现碳中和	/
丹麦	2020-12-30	2050年实现气候中和	《丹麦气候法案》
瑞士	2020-01-28	2050年实现温室气体排放净零排放	《二氧化碳法案》
法国	2020-02-08	2050年实现碳中和，全经济范围内温室气体排放相对1990年下降75%，以及分行业分解目标	《能源和气候法案》

图8 正式提交长期排放战略国家（注：2021年2月前）



随着3060双碳目标的提出，中国将如何通过具体的政策措施来落实这些目标值得期待。考虑到新的社会经济发展形势，温室气体减排长期战略和目标的确定会非常慎重。同时，应对气候变化的全球共同目标是既定的，中国应该承担的什么角色和作用，有必要提出一个具体的路线图，以指导不同阶段具体的目标设定和行动规划。秉承共同但有区别的责任原则，参考已有的其他国家战略，这个路线图将为碳中和目标的实现设立阶段性的目标、减排措施和定期评估调整的机制。这些都需要基于低碳发展战略的研究基础和中国发展的战略定位来确定，并将此愿景纳入到未来的国民经济和社会发展中长期规划中，与不同部门（行业）中长期发展规划进行融合，为不断评估和强化温室气体控制目标、行动和政策提供稳定和连贯的制度保障。

二、目标：增设碳总量控制目标、强化非二温室气体控制目标

1. 能源相关二氧化碳排放总量控制目标

设立2025和2030年能源相关二氧化碳排放的总量控制目标（以下简称碳总量控制），是实现“2030年左右达到二氧化碳排放峰值”的必然趋势，也将会有利于提前达峰，并对控制温室气体排放的长期排放趋势带来积极影响。总量控制目标的量化，可

以根据前文提到的《中华人民共和国气候变化第三次国家信息通报》中,有关中国2020-2030年能源相关二氧化碳排放的趋势确定。碳总量目标并非一定会在现有NDC承诺之外,带来额外的温室气体减排贡献,但中国的环境和气候变化监管机制下,制定总量目标会对政策实施力度带来极大推动作用,是中国进一步加强温室气体减排行动最值得期待的内容之一。

碳总量控制并非全新的政策,而是在二氧化碳达峰目标、碳强度下降目标、煤炭总量目标、能源总量目标等已有的一系列约束性和预期性政策基础上产生的。尽管中国在提出峰值年份承诺的同时并未明确峰值总量目标,然而为实现碳排放,2030年左右见顶,未来的经济能源发展路径已经基本清晰,结合十三五、十四五期间规划的GDP增速目标和碳强度降低目标可以比较容易估算一个目标区域。2016年发布的《能源生产和消费革命战略(2016-2030)》指出“2021—2030年,可再生能源、天然气和核能利用持续增长,高化石能源利用大幅减少;能源消费总量控制在60亿吨标准煤以内,非化石能源占能源消费总量比重达到20%左右,天然气占比达到15%左右”的战略目标;也基本指出了未来能源相关二氧化碳排放的趋势。

碳总量控制将是个突破性的政策举措,将有利于长期能源转型和绿色发展,有利于提高政策执行力度。相对于煤炭总量和能源总量,碳总量控制给地方政府更多的弹性机制,避免一刀切,在控煤和发展可再生能源之间进行平衡,激励地方政府想法设法提高可再生能源消费比重,扩展经济发展空间,不仅调整能源结构也利于绿色产业结构转型。体制机制方面,“应对气候变化的职能划转到了新组建的生态环境部,这是党中央、国务院对于进一步增强应对气候变化与污染防治工作的协同性,增强生态环境保护整体性的重大制度安排”;我国现有的环境监管机制,尤其是大气和水,主要延续总量、规划、标准、许可、监测、执法这一体系展开,制定碳总量目标是进行体制融合的重要一步。“将来应对气候变化的工作,从监测到目标制定、政策制定、规划制定,再到相关监督实施的工作,都要更好地跟环境污染治理、生态保护的工作协调起来”。

地方层面上已经开始尝试设定能源相关二氧化碳排放的绝对总量控制指标及目标。北京市早在“十二五”期间就以市人大立法形式出台了《关于北京市在严格控制碳排放总量前提下开展碳排放权交易试点工作的决定》,实施能源消费总量和强度,碳排放总量和强度的双控双降机制。上海市将中长期碳减排纳入了国民经济和社会发展规划以及城市总体规划。“十三五”期间,上海设定了2020年及每年碳排放总量控制目标,并分解到工业和交通运输业两个重要部门。武汉公布了《武汉市碳排放达峰行动方案(2017-2022年)》,设定了达峰年份和总量水平,并实行分区和重点部门控制目标责任制。这些试点工作可以给国家层面政策制定提供一手经验和实施基础。

专栏3 制定碳排放总量控制目标建议

背景

在“十二五”期间,GDP年均增速为7.8%的背景下,GDP二氧化碳排放下降了21.8%,比“十二五”规划目标(20%)高出1.8%,年均单位GDP二氧化碳排放下降为5%。“十三五”期间,单位GDP二氧化碳排放降低率的目标是18%,相当于年均下降率为3.9%。实际情况来看,中国GDP增速明显放缓,2016-2018年GDP增速分别为6.7%,7.1%和6.3%,2017年和2018年GDP单位GDP二氧化碳排放下降分别为5.1%和4%。尽管未来国内国际政经局势有诸多不确定性,但中国经济增速将从高速增长转向中高速的高质量发展阶段。

总量目标设定

中国碳排放绝对总量设定需要综合考虑中国现有能力和制度基础,以及未来碳排放可能轨迹。碳总量目标确定应参考《中华人民共和国气候变化第三次国家信息通报》中,有关中国2020-2030年能源相关二氧化碳排放的趋势确定。另

可根据“十一五”、“十二五”、“十三五”碳强度完成情况以及2030年碳强度下降承诺,结合历年碳排放增长情况以及基于相对达成共识的社会经济发展趋势预测进行各种有关能源温室气体排放的情景分析结果,基本上可以估算出某一个区域或者行业比较客观的温室气体排放总量控制范围。目标设定方法上,采用覆盖经济范围各部门碳排放预测的量化建模和情景分析方法,并辅以反映宏观社会、经济、能源和环境宏观变化趋势的碳排放预测模型,共同确定目标总量设定的可行区间。

碳总量分解

可采取自上而下和自下而上相结合,通过中央和地方协商制定,根据区域经济发展情况,分地区实施“碳排放增量总量控制”和“碳排放减量总量控制”相结合的方式。特定区域和行业具体采用哪种方式,需要按照经济发展阶段、结构调整、技术升级、能源替代潜力、空气质量和大气污染总量控制要求等因素变化趋势走向分阶段逐渐趋严方式进行部署。对于处于后工业化发展阶段,提出2020前后率先达到碳排放峰值,以及力争实现煤炭消费总量负增长以及要求执行大气污染物特别排放限值的区域和行业,可以优先考虑实施碳排放减量总量控制。如,京津冀、长三角、珠三角等区域内的优化开发区域以及钢铁、水泥等行业。对于中西部欠发达区域以及“十四五”规划期无法实现碳达峰值的行业,排放总量仍会继续增长,可采取碳排放增量总量控制。然后将排放总量或者增量作为可实施的约束性指标纳入社会经济发展五年规划和年度计划。考核周期按照国家五年规划体系进行,增加期间年份指标完成的弹性,允许年间调配,降低GDP年实际增长率高于或低于预期产生的影响。

碳排放总量控制目标考核和现有污染减排考核体系相结合

碳排放总量控制目标的考核可充分结合市场和法律手段,转变政府职能。首先要坚持行政考核为主,依托已有的碳排放强度、大气污染物总量控制考核体系,加强排放基础数据统计、报告和核算制度;此外,还需要大力强化法律约束,严肃实施各种节能法律法规和标准,对于违反行业能耗约束性标准,不能够如实准确报送碳数据的行为等加大法律处罚力度。这样形成一个初期末期依托行政考核,日常监督加强法律监督,同时充分发挥市场长效调控手段的碳总量目标实施考核体系。

碳排放总量控制目标和国家碳市场配额总量的有机结合

国家碳市场目前由下而上的方式确立市场覆盖范围内的排放配额总量,然后按照行业纵向分配到排放源。而国家分解给地方的碳排放总量指标是以由上而下的方式,按照地区碳强度目标和GDP增速由上而下核算。这两种方式可以有机结合,行业目标和地区目标互洽,形成双重约束,体现针对企业的排放者付费原则,和地方政府对本地环境效益负责的法律责任。

专栏4 地方碳排放总量控制实践案例——上海长期碳减排目标下的碳总量绝对控制

上海是全国率先提出全市范围内能源相关的二氧化碳排放绝对量控制中长期目标的城市。2018年1月公布的《上海市城市总体规划(2017-2035年)》提出:

- 全市碳排放总量与人均碳排放预计于2025年前达到峰值
- 至2035年,控制碳排放总量较峰值降低5%左右,万元地区生产总值能耗控制在0.22吨标准煤以下

2018年4月公布的《上海市“十三五”节能减排和控制温室气体排放综合性工作方案》，首次正式提出2020年二氧化碳排放量控制在2.5亿吨以内的目标。

上海市中长期能源相关二氧化碳排放绝对总量目标设定是一个循序渐进的过程。总量目标的雏形可以追溯到“十二五”期末，从2015年开始上海就其年度公布《节能减排和应对气候变化重点工作安排》中就明确提出全市年度二氧化碳碳排放增量控制目标。2016-2019年二氧化碳排放增量空间为2640万吨。

上海“十三五”期间二氧化碳排放增量控制目标（2015-2019）

2015	控制在870万吨以内，力争控制在780万吨左右
2016	控制在645万吨以内，力争控制在600万吨
2017	控制在580万吨以内
2018	控制在515万吨以内
2019	控制在900万吨左右

“十二五”和“十三五”期间，依托于较为完善和成熟的节能指标及其管理组织架构和管理制度体系，上海市设定了单位GDP二氧化碳排放下降指标并分解到各区，并对完成情况进行评估和考核。但是，相比节能指标，上海市碳指标对地方政府以及重点部门和行业的约束力还是很弱的。上海市节能采取“部门联动、条块结合”的工作管理模式，每年都将节能目标任务分解到各相关部门和各区县。而碳强度指标只分解到各区，并为进行部门分解，碳总量增量控制指标只分解到工业和交通运输业两个重点部门。例如，上海2019年全市碳排放增量控制900万吨以内，工业和交通运输业分别控制目标为350吨和250吨，占全市比重的78%左右。

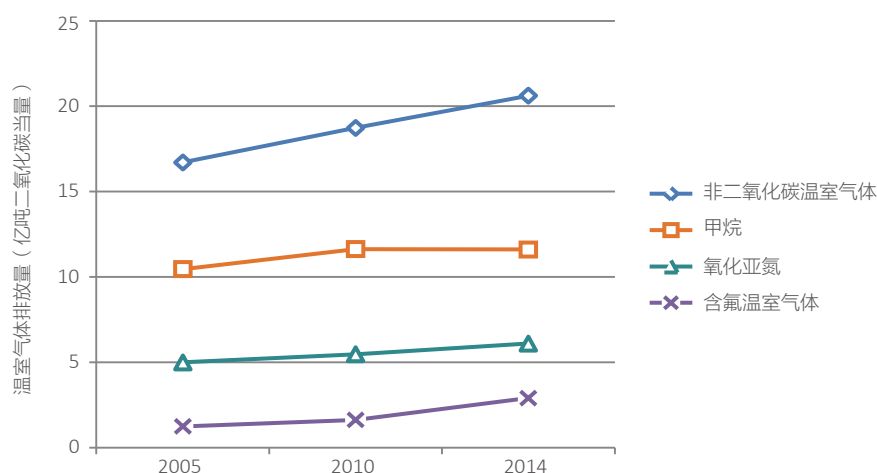
碳排放总量绝对量目标的提出是上海碳排放总量控制制度体系建设的起点，如何进一步提升碳排放控制在上海社会经济发展目标体系中的优先序和统领作用，还需要更完善和有力的制度支撑，如碳总量控制的立法体系，以及构建碳指标为考核体系的统计、检测、考核体系和组织管理构架。

来源：iGDP整理

2. 非二温室气体减排目标

中国的非二温室气体（以下简称“非二”）排放占中国总温室气体排放的18%。中国承诺在2030年左右实现达峰的温室气体排放是限定在能源相关的二氧化碳，关于非二温室气体，尽管提出了一系列减排的政策措施，但并未提出整体目标。若在新一轮NDC中提出对非二温室气体的减排目标，加强监管政策，将是中国在现有NDC行动基础上，对全球应对气候变化的额外贡献，也有助于中国提出全经济领域全温室气体口径的2050长期减排愿景。根据2015年以来的国际公约和国内政策行动，以及最新研究成果，增设非二温室气体控排目标可以包括如下几种形式：非二温室气体达峰目标，HFCs总量减排目标和能源行业甲烷减排目标的制定，以及相关行业减排行动的加强和细化。

图9 中国非二温室气体排放 (2005, 2010和2014)



数据来源: (生态环境部, 2019a, 2019b)

非二温室气体达峰目标: 中国非二温室气体的排放, 绝大多数来自甲烷、氧化亚氮和含氟温室气体 (主要为HFCs) 的排放, 非二总体增长趋势明显。根据《中国气候变化第三次国家信息通报》和世界资源研究所的研究, 甲烷排放已趋于稳定; 氧化亚氮的排放根据2015年NDC中要求应该很快达峰¹²; 工业过程的含氟温室气体是非二温室气体总体增长的主要因素。而在2016年《基加利修正案》, 按照要求, 中国有义务从2024年开始将HFCs的生产和消费冻结在基线水平, 并且逐步开始削减HFCs的生产和消费, 这基本锁定了中国含氟温室气体的排放路径。世界资源研究所认为, 中国现有的政策措施, 可以实现“非二温室气体在2020年到2030年温和增长, 在2030年至2040年间保持稳定, 之后将开始比较显著的降低”; 而在采取强化措施的背景下, 非二温室气体有望在2020年之后即可进入平稳期。因此, 建议中国可以考虑制定“自2020年起非二温室气体排放达到稳定, 并努力促成相关排放在十年内尽早降低”的目标。

HFCs总量减排目标: HFCs减排是未来中国非二温室气体减排潜力最大的领域, 其减排目标可主要依据2016年达成的《基加利修正案》确定的减排路线图估算; 按照修正案的要求, 以2020、2021和2022年的平均水平作为基线, 中国将从2024年开始将HFCs的生产和消费冻结在基线水平, 并且在2029、2035、2040和2045年将HFCs的生产和消费在基线水平上削减10%、30%、50%和80%。随着中国正式接受《基加利修正案》, 许多行业政策已经开始为此准备。新颁布的《绿色高效制冷行动方案》中提出要“引导企业加快转换为采用低GWP 制冷剂的空调生产线, 限控HFCs的使用”。

甲烷行业减排目标: 考虑制定甲烷整体减排目标或者行业减排目标, 行业减排目标可以包括能源领域甲烷减排目标及市政固体废物管理相关的甲烷减排目标。煤炭开采和矿后活动中的甲烷逃逸是减排潜力第二的非二温室气体控制领域, 也是能源部门最大的非二温室气体减排措施。《煤层气 (煤矿瓦斯) 开发利用“十三五”规划》在提出一系列行业发展目标的同时, 指出到2020年, 煤层气和煤矿瓦斯的利用率将比2015分别提高3.6%和14.7%。这些目标和行动的实施将可以减少来自煤炭开采的甲烷排放。市政固体废物管理相关的甲烷减排尽管只占中国甲烷排放的不到12%, 但是减排措施成本效益很高。根据《“无废城市”建设试点工作方案》开展的固体废物管理措施, 将是进一步降低固废相关甲烷减排的新推动力, 其减排潜力不容忽视。

¹² 2015国家自主贡献承诺, 2020年前与化肥相关的排放实现零增长。

专栏5 中国《绿色高效制冷行动方案》对强化温室气体减排的贡献

制冷技术给人们能够在炎热的季节生活在适宜的空间、可以长久保持食品品质、更是医疗等行业不可缺少的技术条件；同时制冷技术所需电力可能来自化石能源，导致大量二氧化碳排放，其必需的制冷剂有很多也是有强效升温潜力（高GWP值：global warming potential）的氢氟碳化物类温室气体。发展和推广绿色高效的制冷技术和措施，提高其能源使用效率，并向低GWP的制冷剂过渡，是应对气候变化、实现可持续发展目标的重要途径。

2016年10月，关于管制消耗臭氧层物质的《蒙特利尔议定书》缔约方，以协商一致的方式达成了《基加利修正案》，决定在全球范围内逐步减少氢氟碳化物的生产和使用。此举被认为“能够避免到本世纪末全球升温0.5℃，对于《巴黎协定》所追求的将全球气温上升幅度在本世纪末之前控制在2℃之内的目标进行提供强有力的支持”。而在对制冷技术进行制冷剂替代的同时，大幅度提高能源使用效率，将使得这一减排效应至少增加一倍。

中国是全球最大的制冷技术生产国、消费国和出口国，作为《巴黎协定》和《基加利修正案》达成的重要促成国，中国的制冷领域的绿色高效发展对全球应对气候变化的贡献，影响极为深远。为此，2019年6月，中国国家发改委颁布了《绿色高效制冷行动方案》。方案分重大意义、总体要求、主要任务、保障措施四个部分，提出了强化标准引领、提高产品供给、促进绿色高效制冷消费、推进节能改造、深化国际合作等主要任务和一系列政策目标和措施，这些行动应作为中国进一步强化应对气候变化国家贡献的重要组成部分。

方案提出“到2022年，家用空调、多联机等制冷产品的市场能效水平提升30%以上，绿色高效制冷产品市场占有率提高20%，实现年节电约1000亿千瓦时。到2030年，大型公共建筑制冷能效提升30%，制冷总体能效水平提升25%以上，绿色高效制冷产品市场占有率提高40%以上，实现年节电4000亿千瓦时左右。”方案要求在未来新制定或修订十个以上制冷产品和技术的强制性最低能效标准，并开展一系列制冷系统的节能改造。方案还要求“严格落实《消耗臭氧层物质管理条例》和《蒙特利尔议定书》，引导企业加快转换为采用低GWP制冷剂的空调生产线，加速淘汰氢氯氟碳化物（HCFCs）制冷剂，严控氢氟碳化物（HFCs）的使用。”

绿色高效制冷是跨工业、建筑、交通等多行业的重要新减排领域，也是在未来生活质量不断提升，全球变暖不断加剧，中国中等收入全体不断增加的背景下，排放增速较大的领域，有必要将此作为一个新增领域反映在新的NDC中。有分析认为，《绿色高效制冷行动方案》的成功实施，将会在现有政策基础上使得2030年至少多减排2亿吨以上二氧化碳当量的温室气体。

专栏6 中国废弃物新规对温室气体减排的贡献

2017年，住建部先后发布了《关于加快推进部分重点城市生活垃圾分类工作的通知》和《生活垃圾分类制度实施方案》等文件，推动包括直辖市、省会城市、计划单列市和第一批生活垃圾分类示范城市在内的46个城市先行实施生活垃圾强制分类。而中国也由此进入一个垃圾分类的新时代。2019年1月国务院印发《“无废城市”建设试点工作方案》，将大

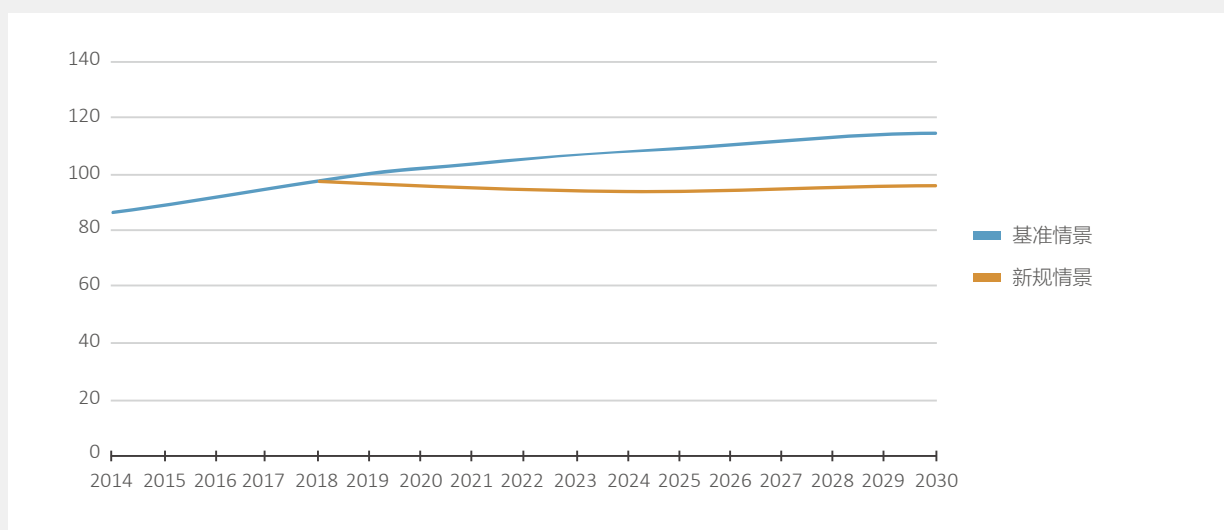
力推进源头减量、资源化利用和无害化处置。这些政策的推行也将进一步推动温室气体减排，尤其是在控制非二氧化碳温室气体——甲烷排放中贡献显著。

2019年中国提交的气候变化第二次两年更新报告显示，2014年来自固体废弃物处理的甲烷排放已经达到8068万吨二氧化碳当量，其中主要来自易腐垃圾（餐厨垃圾和厨余垃圾）的排放。大量易腐垃圾由于未能单独分类，长期以来一直和其他生活垃圾直接混合进行处理处置，其中以填埋和焚烧为主。据估算，易腐垃圾占生活垃圾的60%左右。在不分类的情况下进行处理处置将使得大量可以被回收利用的甲烷排入环境中。一方面，混合垃圾的填埋处置中，填埋气的收集利用难度仍然不低。另一方面，由于易腐垃圾的含水率较高，在进行焚烧处置的时候也会影响垃圾的有效焚烧，因此增加温室气体的排放。

在新规的推行下，46个城市相继制定垃圾分类实施方案，逐步逐步和完善建立“四分法”为基础的垃圾分类体系。与以往垃圾分类中的“三分法”（即有害垃圾、可回收垃圾和其他垃圾）不同的是，现推行的“四分法”下新增了易腐垃圾。通过对易腐垃圾的单独收运和处理处置将带来显著减排效应。首先，在新规下，通过将易腐垃圾有效分类和处理处置，将减少最终需要进行填埋和焚烧的混合垃圾。

其次，分类出来的易腐垃圾可以运送到餐厨/厨余垃圾处理厂，通过厌氧发酵等技术转变为沼气。沼气提纯后的天然气可以用于上网发电或者进入城市天然气官网。而沼渣可以用于土地利用，沼液则回到污水处理厂进行处理。

在此基础上，iGDP简单测算了垃圾分类政策将带来的减排潜力。基准情景下考虑的是在没有垃圾强制分类政策情景下对来自生活垃圾温室气体排放的预测。而新规情景下考虑了新推出的垃圾分类政策，以及其未来从46个城市推广到294个地级以上的城市下的情境下的排放。其中，生活垃圾清运量的增长依据GDP进行了推算，而焚烧和填埋的比例参考了《“十三五”全国城镇生活垃圾无害化处理设施建设规划》和各省新出台的《生活垃圾焚烧发电中长期专项规划》。由下图可见，由下图可见，新规推行的情景下，到2030年，垃圾分类的政策新规可以减少1085万吨二氧化碳当量的年排放。而在2020-2030年间由垃圾强制分类政策所带来的累计减排量将达到8082万吨二氧化碳当量的排放，接近2014年来自废弃物领域的全部甲烷排放。



数据来源：iGDP 整理计算

三、行动：根据最新部门战略措施更新强化具体减排行动

“十三五”和“十四五”期间，中国为实施规划纲要中确定的社会经济发展目标，建设生态文明，深化经济结构转型升级等，制定了一系列部门战略规划和政策行动，其中有些提出了更新、更详细、更有力度和更长期的节能降碳目标及政策措施，将对中国未来温室气体排放趋势产生直接影响，是中国新一轮NDC内容更新的重要依据。报告梳理这些战略规划、行业政策、行动方案等，对比2015年NDC不同章节的内容，就如何将这些目标和措施反映在未来第二次NDC中，提出了供讨论的思路。

2016年以来，中国各部门出台了一系列战略规划计划和行动方案，其中，一些战略设计和政策部署不仅着眼于2020年，也为2025年，2030年甚至更长时期的行动提供了方向，而这些将为中国强化国家自主贡献提供政策基础。如附件：表3所示，中国在2016年已提交的国家自主贡献下，设立了相应的强化应对气候变化行动目标，制定了跨部门的行业政策和分行业的部门政策。而“十三五”和“十四五”期间中国出台的一系列新的应对气候变化政策，或可成为中国在提交下一轮国家自主贡献中可考虑或更新的政策选项。

国际合作方面，2018年10月，全球领导人在荷兰海牙正式启动了全球气候适应委员会（Global Commission on Adaptation），生态环境部部长李干杰任委员。中国先后发布了《关于推进绿色“一带一路”建设的指导意见》和《“一带一路”生态环境保护合作规划》等文件，引导企业加大应对气候变化领域重大技术的研发和应用，并倡议成立“一带一路”绿色发展国际联盟，建立政府、企业、智库、社会组织和公众共同参与的多元合作平台。在此背景下，来自国内外的政府和非政府的机构先后发起了“一带一路”绿色高效制冷行动倡议和“一带一路”绿色照明行动倡议，推动与一带一路国家在绿色低碳领域的发展与合作。2019年，中国牵头“基于自然的解决方案”（Nature-based Solution, NBS）领域工作，深度参与联合国气候行动峰会，并与各方共同发布了《基于自然的气候解决方案政策主张》。

在跨部门政策中，可以新增中国在全国碳市场进程的发展。2017年，中国发布了《全国碳排放权交易市场建设方案(发电行业)》，以发电行业为突破口，并在未来逐步从发电行业扩展到其他重点排放行业。2021年，中国陆续公布并实施了一系列支持全国碳市场建设的配套政策文件，包括《碳排放权交易管理办法（试行）》、《碳排放权登记管理规则（试行）》和《碳排放权结算管理规则（试行）》。并对《碳排放权交易管理暂行条例（草案修改稿）》公开征求意见。

能源利用领域：“十三五”期间，中国相继出台或正在制订一系列文件包括：《能源生产和消费革命战略（2016-2030）》、《关于实行可再生能源电力配额制的通知（征求意见稿）》、《煤层气（煤矿瓦斯）开发利用“十三五”规划》、《建立健全可再生能源电力消纳保障机制的通知》等。提出到2030年，能源消费总量控制在60亿吨标准煤以内，燃煤电厂平均供电煤耗进一步降低，超低污染物排放煤电机组占全国80%以上，非化石能源占能源消费总量比重达到20%左右，天然气占比达到15%左右，非化石能源发电量占全部发电量的比重力争达到50%，新增能源需求主要依靠清洁能源满足。政策措施上将进一步加强对煤电节能和超低排放、可再生能源电力配额制，可再生能源电力总量消纳责任权重，提高煤层气开采利用补贴标准等相关政策部署，加快调整能源供应结构，促进可再生能源利用，推动能源绿色低碳转型。迈入“十四五”，在能源局征求2021年可再生能源电力消纳责任权重和2022—2030年预期目标建议中，提出2030年全国统一可再生能源电力消纳责任权重为40%，其中非水电电力消纳责任权重为25.9%。

工业领域：《工业制造2025》提出了2025年单位工业增加值二氧化碳排放量比2015年下降40%以及单位工业增加值能耗下降34%的目标。先后印发《关于做好2017年钢铁煤炭行业化解过剩产能实现脱困发展工作的意见》、《关于做好2018年重点领域化解过剩产能工作的通知》等文件，不断深化供给侧结构性改革。“十三五”期间，工业行业通过实施更加严格的强制性性能

耗限额标准和设备能效标准、超低排放改造、能效领跑者等政策推动钢铁、建材、水泥等高耗能行业调整升级、化解落实产能，推动制造业绿色转型。“十四五”期间，将加快推进高耗能行业绿色改造和智能制造。工信部发布的《“十四五”智能制造发展规划》（征求意见稿）中，设立了到2025年，规模以上制造业企业基本普及数字化，重点行业骨干企业初步实现智能转型。到2035年，规模以上制造业企业全面普及数字化，骨干企业基本实现智能转型等目标。

2016年，中国与其他近200多个国家共同努力在《蒙特利尔议定书》基础上通过了《基加利修正案》，将温室气体HFCs纳入管控。修正案从2019年开始生效，按照修正案的要求，以2020、2021和2022年的平均水平作为基线，中国将从2024年开始将逐步削减HFCs的生产和消费。2020年，生态环境部办公厅制定并公布了《消耗臭氧层物质和氢氟碳化物管理条例》（修订草案征求意见稿），将HFCs纳入管控范围。此外，发布了行业标准QB/T 4975-2016《使用可燃性制冷剂生产家用和类似用途房间空调器安全技术规范》和QB/T 4976-2016《使用可燃性制冷剂房间空调器产品运输的特殊要求》对可燃性但具有低GWP值的制冷剂的安全操作和管理都进行规范。并组织编制《汽车空调制冷软管》新标准，将首次增加新低GWP制冷剂HFO-1234yf的应用要求等。

交通领域：2017年发布的《汽车产业中长期发展规划》提出，到2025年，乘用车新车平均燃料消耗量水平降到4升/百公里的目标，新能源汽车占汽车产销20%，动力电池系统比能量达到350瓦时/公斤。2021年印发的《新能源汽车产业发展规划（2021-2035年）》中提到，到2025年，纯电动乘用车新车平均电耗降至12.0千瓦时/百公里。规划同时提出，从2021年起，国家生态文明试验区、大气污染防治重点区域的公共领域新增或更新公交、出租、物流配送等车辆中新能源汽车比例不低于80%。此外，继续推广使用车用乙醇汽油，建立了工作信息月报制度。相继出台《乘用车企业平均燃料消耗量与新能源汽车积分并行管理办法》、《重型商用车燃料消耗量限值》GB 30510-2018、以及发布了于2021年开始实施的GB19578《乘用车燃料消耗量限值》（征求意见稿）等。

建筑领域：2019年，住房和城乡建设部颁布了新的《绿色建筑评价标准》，进一步提高建筑节能设计标准。2017年国家发展改革委发布《北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021年）》提出，到2019年和2021年，北方地区清洁取暖率分别达到50%和70%，其中“2+26”重点城市城区取暖率2019年要达到90%以上。2020年新发布的《绿色建筑创建行动方案》中提出，到2022年，当年城镇新建建筑中绿色建筑面积占比达到70%。2019年国家发展和改革委员会、工业和信息化部、住房和城乡建设部等7部门近日联合发布《绿色高效制冷行动方案》是跨建筑、工业、交通多领域的综合性工作规划；方案提出，到2030年，大型公共建筑制冷能效提升30%，制冷总体能效提升25%等目标（参见专栏5）。

农业领域：中国在2017年先后发布了《国务院办公厅关于加快推进畜禽养殖废弃物资源化利用的意见》和《全国畜禽粪污资源化利用整县推进项目工作方案（2018-2020年）》，提出到2020年，全国畜禽粪污综合利用率达到75%以上，规模以上规模养殖场粪污处理设施装备配套率达到95%以上，大型规模养殖场粪污处理设施装备配套率提前一年达到100%。同时启动中央财政畜禽粪污资源化利用试点，对畜牧大县畜禽粪污资源化利用提供财政支持。在2018到2020年之间，重点选择200个以上畜牧大县开展畜禽粪污处理和资源化利用设施建设，重点对畜禽粪污收集、贮存、处理、利用等环节的基础设施建设提供补助资金。

林业领域：可以新增森林覆盖率到2030年目标。2017年国务院发布的《全国国土规划纲要（2016-2020）》中，提出了到2030年，森林覆盖率大于24%的目标。2018年，在全国绿化委员会、国家林业和草原局《关于积极推进大规模国土绿化行动的意见》中提出到2020年，生态环境总体改善，生态安全屏障基本形成。森林覆盖率达到23.04%，森林蓄积量达到165亿立方米等目标，到2035年，国土生态安全骨架基本形成，生态服务功能和生态承载力明显提升，生态状况根本好转，美丽中国目标基本实现。国家林草局已经确立了“十四五”生态建设基本目标，包括到2025年，全国森林覆盖率达到24.1%，森林蓄积量达到190亿立方米，草原综合植被盖度达到57%，湿地保护率达到55%，60%可治理沙化土地得到治理。

废弃物管理领域：“十三五”期间，国家发展改革委制定发布了《循环发展引领行动》，推动建立绿色循环低碳产业体系，提高城市典型废弃物资源化利用水平。2017年住房和城乡建设部发布《关于加快推进部分重点城市生活垃圾分类工作中的通知》以及《生活垃圾分类制度实施方案》，提出2020年底，基本建立垃圾分类相关法律法规和标准体系，形成可复制、可推广的生活垃圾分类模式，在实施生活垃圾强制分类的城市，生活垃圾回收利用率达到35%以上。2019年1月国务院印发《“无废城市”建设试点工作方案》，提出《“无废城市”建设试点防范编制技术指南》。2021年中国通过《中华人民共和国反食品浪费法》，新法将对食品浪费系列标准的制定和出台提供法律支持，同时也有利于从源头减少易腐有机垃圾的产生。以上对减少城市固废相关的甲烷排放贡献巨大。

适应气候变化方面：中国主要在水资源管理、海洋生态环境保护和对气候灾害预警上采取了许多措施，以及海绵城市和适应气候变化试点城市等试点工作的开展。中国相继发布了《“十三五”水资源消耗总量和强度双控行动方案》、《城市适应气候变化行动方案》等文件，推动水资源消耗总量和强度双控行动。同时要求城市在城市规划中将适应气候变化相关指标纳入城乡规划体系，并在城市开发建设中减少对生态环境的影响。

具体建议一表见附件。



四、地区、企业和行业的减排行动

随着双碳目标的设定，地区、行业 and 不同的企业在结合自身情况的基础上，也在积极制定碳达峰行动方案同时探索开展碳中和研究。下表对此进行了简单梳理。

表2 地区、行业企业减排行动一览表

地区	各省市也在积极为双碳目标的实现展开工作，截止到2021年4月，已经有19个省市明确提出编制碳达峰碳中和行动方案(中国清洁发展机制基金, 2021)。例如河北提出制定实施碳达峰、碳中和中长期规划，陕西省开展碳达峰和碳中和研究，海南省提出全面推动建设清洁能源岛建设并研究开展碳达峰和碳中和的能源实施路线等。以及2021年6月浙江省发布了《浙江省碳达峰碳中和科技创新行动方案》。
企业	很多企业响应双碳目标，提出了碳中和战略。例如通威集团、华能、腾讯、比亚迪、国家能源集团、京东物流等已经开启碳中和研究(江晓蓓, 2021)。17家石油和化工企业、化工园区以及我国石油和化学工业联合会共同发布了《我国石油和化工碳达峰与碳中和宣言》，宣示了碳达峰和碳中和的决心和行动加计划。此外，中国已经有33家企业加入了关注企业减排气候目标设立的国际倡议“科学碳目标倡议 (SBTi)” ¹³ 。
金融机构	2021年2月，包括南方电网、国家电力投资集团有限公司在内的6家公司完成首批碳中和债券发行登记(段思宇, 2021)。随后，天风证券、证券时报社与中央财经大学绿色金融国际研究院共同发布证券期货行业首份《促进“碳达峰 碳中和”行动倡议书》(胡飞军, 2021)。
行业协会	钢铁、有色金属等行业协会已就推动碳达峰及减碳提出初步考虑，多个行业协会也在推动碳达峰相关举措的研究(孙秀艳 & 寇江泽, 2021)。



¹³ 数据信息来自Science Based Targets网站: <https://sciencebasedtargets.org/companies-taking-action?country=China#table>

表3 具体建议一览表

2015国家自主贡献 章节		2015国家自主贡献 原内容	2020国家自主贡献 可考虑增加或更新的行动内容	政策来源
国际合作		建立应对气候变化南南合作基金	“一带一路”绿色发展国际联盟 基于自然的气候解决方案	《“一带一路”生态环境 保护合作规划》、 《基于自然的气候解决 方案政策主张》
强化应对气候 变化行动目标		到 2020 年单位国内生产总值二 氧化碳排 放比 2005 年下 降 40%-45%，非化石能源占一次 能源消费比重达到 15%左右。	增设能源相关二氧化碳总量控制目标	
			增设非二氧化碳温室气体目标	
跨部门政策		逐步建立碳排放权交易制度	在发电行业碳市场稳定运行的前提 下，逐步扩大市场覆盖范围，丰富交 易品种和交易方式。	《全国碳排放权交易市场 建设方案(发电行业)》、 《碳排放权交易管理办法 (试行)》
分行业 政策	能源	控制煤炭消费总量，加强煤炭清 洁利用，提高煤炭集中高效发电 比例，新建燃煤发电机组平均供 电煤耗要降至每千瓦时300克标 准煤左右。	2030，能源消费总量控制在60亿吨 标准煤以内。到2030年，燃煤电厂平 均供电煤耗进一步降低，超低污染物 排放煤电机组占全国 80%以上。	《能源生产和消费革命 战略（2016—2030）》
		扩大天然气利用规模，到2020年 天然气占一次能源消费比重达到 10%以上，煤层气产量力争达到 300亿立方米。	2030，非化石能源占能源消费总量比 重达到 20%左右，天然气占比达到 15%左右。 2030年全国统一可再生能源电力消纳 责任权重为40%，其中非水电电力消纳 责任权重为25.9%。	《能源生产和消费革命战 略（2016—2030）》、 《关于征求2021年可再 生能源电力消纳责任权 重和2022-2030年预期 目标建议的函》
	工业	到 2020 年，力争使战略性新兴产业 增加值占国内生产总值比重达到 15%。	到2025年，规模以上单位工业增加值 能耗比2015年下降34%，单位工业增 加值二氧化碳排放量比2015年下降 40%	《工业制造2025》

	工业	逐渐减少二氟一氯甲烷（HCFC-22）受控用途的生产和使用，到2020年在基准线水平（2010年产量）上产量减少35%，2025年减少67.5%，三氟甲烷(HFC-23)排放到2020年得到有效控制。	以2020、2021和2022年的平均水平作为基线，中国将从2024年开始将HFCs的生产和消费冻结在基线水平，在2029年将HFCs的生产和消费在基线水平上削减10%。	《基加利修正案》
		制定重点行业碳排放控制目标和行动方案，研究制定重点行业温室气体排放标准。	实施“节能补贴”、“以旧换绿”等措施，采用补贴、奖励等方式，支持居民购买绿色高效制冷产品。	《绿色高效制冷行动方案》
		加强新建项目碳排放管理，积极控制工业生产过程温室气体排放。	改进己二酸和硝酸的生产工艺。	《工业绿色发展规划（2016-2020年）》
	交通	构建绿色低碳交通运输体系，优化运输方式，优先发展公共交通。	到2025年，新车平均燃料消耗量乘用车降到4.0升/百公里 从2021年起，国家生态文明试验区、大气污染防治重点区域的公共领域新增或更新公交、出租、物流配送等车辆中新能源汽车比例不低于80%。	《汽车产业中长期发展规划》、 《新能源汽车产业发展规划（2021-2035年）》
		鼓励开发使用新能源车船等低碳环保交通工具。	到2025年，新能源汽车占汽车产销20%以上。 到2025年，纯电动乘用车新车平均电耗降至12.0千瓦时/百公里。	
	建筑	到2020年，城镇新建建筑中绿色建筑占比达到50%。	实施新的绿色建筑标准 到2022年，当年城镇新建建筑中绿色建筑面积占比达到70%。	2019《绿色建筑评估标准》
		提高建筑能效水平。	到2030年，大型公共建筑制冷能效提升30%。	《绿色高效制冷行动方案》、《绿色建筑创建行动方案》
	林业	森林面积比2005年增加4000万公顷，森林蓄积量比2005年增加13亿立方米。	到2030年，森林覆盖率大于24%，森林蓄积量将比2005年增加60亿立方米。	《全国国土规划纲要（2016-2020）》、 习近平主席在气候雄心峰会上重要讲话

	制冷		建议增加“制冷”分领域政策，到2030年，主要制冷产品整体能效提升30%。	《绿色高效制冷行动方案》
	废弃物	强化垃圾填埋场甲烷收集利用。	建立垃圾分类相关法律法规和标准体系。推动生活垃圾源头减量和资源化利用。	《关于加快推进部分重点城市生活垃圾分类工作中的通知》《“无废城市”建设试点工作方案》
		推动秸秆综合利用、农林废弃物资源化利用和畜禽粪便综合利用。	启动中央财政畜禽粪污资源化利用试点。	《国务院办公厅关于加快推进畜禽养殖废弃物资源化利用的意见》
			加强城镇污泥无害化处置与资源化利用。	《“十三五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划》
提高适应气候变化能力		提高水利、交通、能源等基础设施在气候变化条件下的安全运营能力。	最大限度地减少城市开发建设对生态环境的影响，将70%的降雨就地消纳和利用，到2030年，城市建成区80%以上的面积达到目标要求。	《关于推进海绵城市建设的指导意见》
		实行最严格的水资源管理制度。加强中水、淡化海水、雨洪等非传统水源开发利用。	推动落实水资源消耗总量和强度双控行动。	《“十三五”水资源消耗总量和强度双控行动方案》
		加强海洋灾害防护能力建设和海岸带综合管理。	进一步强化海洋生态环境保护措施，启动“湾长制”试点。	《关于开展“湾长制”试点工作的指导意见》
		合理布局城市功能区，统筹安排基础设施建设。	普遍实现将适应气候变化相关指标纳入城乡规划体系、建设标准和产业发展规划，建设30个适应气候变化试点城市。	《城市适应气候变化行动方案》
		完善国家气候变化监测预警信息发布体系，健全极端天气气候事件应急响应机制。	到2035年，气象灾害监测、预报、预警能力和水平将大幅跃升，防灾减灾救灾工作法治化、规范化、现代化水平显著提高。	《关于加强气象防灾减灾救灾工作的意见》

参考文献

- Cai, B., Lou, Z., Wang, J., Geng, Y., Sarkis, J., Liu, J., & Gao, Q. (2018). CH₄ mitigation potentials from China landfills and related environmental co-benefits. *Science Advances*, 4(7), eaar8400.
- Den Elzen, M., Kuramochi, T., Höhne, N., Cantzler, J., Esmeijer, K., Fekete, H., ... Sha, F. (2019). Are the G20 economies making enough progress to meet their NDC targets? *Energy Policy*, 126, 238 – 250.
- Fang, X., Velders, G. J., Ravishankara, A. R., Molina, M. J., Hu, J., & Prinn, R. G. (2016). Hydrofluorocarbon (HFC) emissions in China: an inventory for 2005 – 2013 and projections to 2050. *Environmental Science & Technology*, 50(4), 2027 – 2034.
- Gallagher, K. S., Zhang, F., Orvis, R., Rissman, J., & Liu, Q. (2019). Assessing the Policy gaps for achieving China's climate targets in the Paris Agreement. *Nature Communications*, 10(1), 1256.
- IEA. (2019). *World Energy Outlook 2018*. Paris, France: International Energy Agency.
- Josh Gabbatiss. (2021). Analysis: Which countries met the UN's 2020 deadline to raise "climate ambition"? Carbon Brief. <https://www.carbonbrief.org/analysis-which-countries-met-the-uns-2020-deadline-to-raise-climate-ambition>
- Levin, K., Fransen, T., & Ge, M. (2015). 5 Things You Need to Know About the UN Emissions Gap Report. Retrieved from <https://www.wri.org/blog/2018/11/5-things-you-need-know-about-un-emissions-gap-report>
- Lin, J., Khanna, N., & Liu, X. (2018). China's Non-CO₂ Greenhouse Gas Emissions: Future Trajectories, and Mitigation Options and Potential. Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory.
- Li, P., Lou, F., & Wang, H. (2017). Analysis and Forecast of China's Total Economy and Its Structure from 2016 – 2035. *Strategic Study of Chinese Academy of Engineering*, 19(1), 13 – 20.
- Liu, Q., Gu, A., Teng, F., Song, R., & Chen, Y. (2017). Peaking China's CO₂ emissions: Trends to 2030 and mitigation potential. *Energies*, 10(2), 209.
- Simon Evans, & Josh Gabbatiss. (2020). Coronavirus: Tracking how the world's "green recovery" plans aim to cut emissions. Carbon Brief. <https://www.carbonbrief.org/coronavirus-tracking-how-the-worlds-green-recovery-plans-aim-to-cut-emissions>
- UNEP. (2017). FAQs Kigali Amendment. Retrieved from 联合国环境规划署 (UNEP) website: https://ozone.unep.org/sites/default/files/FAQs_Kigali_Amendment.pdf
- UNFCCC. (2019). NDC Registry. Retrieved from <https://www4.unfccc.int/sites/NDCStaging/pages/All.aspx>
- United Nations. (2019). *World Population Prospects 2019 Highlights*. Retrieved from United Nations website: https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf
- 中国银行“中国经济发展新模式研究”课题组. (2016). 中国经济潜在增长率的估算与预测——新常态新在哪儿. *金融监管研究*, (8), 41 – 66.
- 傅莎, 邹骥, & 刘林蔚. (2018). 对中国国家自主贡献的几点评论. Retrieved from 国家气候战略中心 website: <http://www.ncsc.org.cn/yjcg/zlyj/201506/W020180920484693490826.pdf>
- 刘世锦. (2018). *中国经济增长十年展望 (2013-2022): 寻找新的动力和平衡*. 北京: 中信出版社.
- 刘强, 田川, 郑晓奇, 姜克隽, 贺晨旻, Hal Harvey, ... Hallie Kennan. (2016). *中国气候与能源政策方案: 定量分析及与“十三五”规划期的政策建议*. 北京: 国家应对气候变化战略研究和国际合作中心.
- 刘洋, 郑景云, 葛全胜, & 王芳. (2017). 低碳发展背景下中国温室气体排放变化及其对全球减排的贡献. *Resources Science*, 39(12).
- 北京大学环境科学与工程学院. (2019). *中国汽车空调HFCs制冷剂减排绿皮书*. 北京.
- 国家统计局. (2021). 2020年国民经济和社会发展统计公报. Retrieved from 国家统计局 website: http://www.gov.cn/xinwen/2021-02/28/content_5589283.htm
- 宋然平. (2019). 中国减缓气候变化的机遇: 非二氧化碳类温室气体. Retrieved from WRI website: <https://www.wri.org/publication/china-opportunities-mitigation-ambition>
- 张若婷. (2019). 刘世锦: 让中等收入群体倍增, 低收入群体是中国经济新动力. 澎湃新闻. Retrieved from https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_4357345
- 张长春, & 郑征. (2018). *促进经济中高速增长的路径与政策*. 北京: 社会科学文献出版社.

- 杨鹏. (2015). iGDP数说、图说和假说中国INDC. Retrieved from 绿色创新发展中心 website: <http://www.igdp.cn/igdp%E6%95%B0%E8%AF%B4%E3%80%81%E5%9B%BE%E8%AF%B4%E5%92%8C%E5%81%87%E8%AF%B4%E4%B8%AD%E5%9B%BDindc/>
- 王小鲁, & 周伊晓. (2017). 中国经济增长预测 2020~2030年. In 中国经济增长的新源泉: (第1卷): 改革、资源能源与气候变化 (pp. 58 - 77). Retrieved from <http://press-files.anu.edu.au/downloads/press/n4153/pdf/ch04.pdf>
- 生态环境部. (2019a). 中华人民共和国气候变化第三次国家信息通报. Retrieved from 生态环境部 website: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/China_NC3_Chinese_0.pdf
- 生态环境部. (2019b). 中华人民共和国气候变化第二次国家信息通报. Retrieved from 生态环境部 website: <http://qhs.mee.gov.cn/kzwsqtpf/201904/P020190419524738708928.pdf>
- 白重恩, & 张琼. (2016). 中国经济增长潜力研究. 新金融评论, (5), 4.
- 盛来运, & 郑鑫. (2017). 实现第二个“一百年”目标需要多高速增长? 管理世界, (10), 1 - 7.
- 肖宏伟, & 王涛. (2018). 新时代“两阶段”战略目标下的我国经济潜在增长率预测. 中国物价, (9), 1.
- 胡鞍钢, & 张新. (2017). 胡鞍钢: 社会主义初级阶段进入新时代 新在哪里. 参考消息. Retrieved from <http://opinion.jrj.com.cn/2017/10/11150323215731.shtml>
- 能源基金会. (2019). 能源基金会工作简报 2019年第二季度. Retrieved from 能源基金会 website: <http://www.efchina.org/Attachments/Publication%28%E5%88%8A%E7%89%A9%29/publication-efchina-20190820/%E8%83%BD%E6%BA%90%E5%9F%BA%E9%87%91%E4%BC%9A%E5%B7%A5%E4%BD%9C%E7%AE%80%E6%8A%A5-2019-Q2.pdf>
- 苏明山, 李湘, & 徐华清. (2016). “十三五”非二氧化碳温室气体排放控制行动方案建议. Retrieved from 国家应对气候变化战略研究和国际合作中心 website: <http://www.ncsc.org.cn/yjcg/fxgc/201801/P020180920510029092762.pdf>
- 葛全胜, 刘洋, 王芳, & 郑景云. (2018). 2016-2060 年欧美中印 CO₂ 排放变化模拟及其与INDCs 的比较. 地理学报, 73(1), 3 - 12.
- 蔡昉. (2017). 两个“L”型轨迹——中国经济增长中期和长期展望. 财经智库, 2(2), 5 - 16.
- 连平, 周昆平, 唐建伟, & 刘学智. (2018). 新时代中国经济发展趋势展望. 科学发展, (1), 14 - 20.
- 项目综合报告编写组. (2021). 中国长期低碳发展战略与转型路径研究. 中国人口.资源与环境, 30(11), 1 - 25.
- 孙秀艳, & 寇江泽. (2021). 打好实现碳达峰碳中和这场硬仗. 人民网. <http://politics.people.com.cn/n1/2021/0604/c1001-32121957.html>
- 段思宇. (2021). 首批碳中和债券发行, 南方电网等6家公司参与. 第一财经. <https://www.yicai.com/news/100948021.html>
- 江晓蓓. (2021). 部分地区和企业碳中和最新进展: 率先达峰成为关键词. 中国能源网. <https://www.china5e.com/news/news-1110397-1.html>
- 胡飞军. (2021). 证券业首份! 三大机构宣布碳中和行动倡议书, 加大绿色投资、参与低碳交易. 证券时报网. https://news.stcn.com/sd/202103/t20210328_2964061.html
- 中国清洁发展机制基金. (2021). 十九省(市)明确提出编制碳达峰碳中和行动方案. 中国清洁发展机制基金. <http://www.cdmfund.org/28323.html>

图片摄影: Diego Montero



绿色创新发展中心(IGDP)

地址: 中国北京市朝阳区秀水街1号建外外交公寓7-1-51 100600

电话: 86-10-8532 3096

传真: 86-10-8532 2632

邮箱: igdpoffice@igdp.cn

网站: www.igdp.cn