

“后巴黎”时代中国应对气候变化能力建设方向

黄磊¹, 张永香^{1*}, 巢清尘¹, 袁佳双², 胡婷¹

1. 中国气象局国家气候中心, 北京 100081;

2. 中国气象局科技与气候变化司, 北京 100081

* 联系人, E-mail: helen.zyx@hotmail.com

随着国际社会对气候变化认识的不断深入, 全球气候治理也进入新的时代。近几年来, 中国在应对气候变化国际合作领域, 也由过去的被动防御逐渐成为全球生态文明建设的重要参与者、贡献者、引领者^[1]。中国在气候变化基础科学研究、气候变化适应、气候资源开发利用、气候变化决策支撑和保障、气候变化国际合作和科普宣传等多个领域开展了一系列工作, 也取得了良好的成绩^[2]。《巴黎协定》达成后, 全球应对气候变化的模式也发生了机制上的转变。全球气候治理由《京都议定书》设立的自上而下减排模式开始转变为广泛参与的自下而上全球合作减排模式^[3]。随着《巴黎协定》后续实施细则的逐渐落实, “后巴黎”时代作为与之前全球气候治理不同的新时代逐渐开启^[4]。对中国而言, 如何参与这一时期的全球气候治理既是机遇也充满了挑战。当前, 中国经济社会发展步入一个新的历史时期, 应对气候变化工作面临的形势更为严峻、任务更加艰巨。

能力建设对于有效应对气候变化至关重要。《联合国气候变化框架公约》(以下简称公约)在第五次缔约方大会上通过的“关于发展中国家能力建设的决定”中强调, 发展中国家能力建设必须要反映其优先需求。并在 2001 年第七次缔约方大会上通过的《马拉喀什协定》中提出了比较详细的发展中国家能力建设框架, 包括国家温室气体清单编制、建立温室气体排放统计制度、增强对气候变化的适应、气候变化科学研究与气候系统观测、教育宣传与培训等十几个领域。全球气候治理的进程不断深入, 各国尤其是发展中国家在应对气候变化能力建设上需求剧增^[5]。本文在综合分析中国应对气候变化的形势与挑战、当前应对气候变化能力建设的需求与差距的基础上, 提出了中国加强应对气候变化能力建设的相关建议。

1 “后巴黎”时代中国应对气候变化的形势与挑战

1.1 气候变暖的影响日益严重

工业化革命以来, 全球正经历着以气候变暖为突出标志的气候变化。政府间气候变化专门委员会(IPCC)发布的



张永香 理学博士, 国家气候中心副研究员, 联合国气候变化框架公约巴黎能力建设委员会委员。主要从事历史气候与气候变化政策研究, 主持和参与多项国家自然科学基金、国家重点研发计划等多项课题研究, 长期参与联合国气候变化框架公约和政府间气候变化专门委员会等相关科技工作。

第五次评估报告指出, 过去 130 多年(1880~2012 年)来全球地表平均温度上升了约 0.85℃, 最近的 3 个 10 年全球气温都比 1850 年以来任何 1 个 10 年都高; 1901~2010 年全球平均海平面以每年平均 1.7 mm 的速率上升; 1971 年以来全球冰川普遍退缩; 大气中二氧化碳等温室气体的浓度持续增加, 海洋碳吸收增加, 海洋酸化加剧^[6]。人类活动和全球变暖之间的因果关系进一步得到明确, 预估 21 世纪末全球地表气温将在 21 世纪初的基础上升高 0.3~4.8℃。气候变暖已经对全球和区域水资源、生态系统、粮食生产和人类健康等自然系统和人类社会的影响产生了重要影响, 未来的气候变化将可能导致更广泛的风险。中国气候变暖趋势与全球基本一致^[7], 近百年来中国地表平均温度上升了 0.91℃。最近 60 年气温上升尤其明显, 平均每 10 年约升高 0.23℃, 几乎是全球的两倍, 气候变化对中国国家安全提出了严峻挑战; 21 世纪以来, 气象灾害造成的年均直接经济损失与国内生产总值(GDP)的比值为 1.07%, 是同期全球平均(0.14%)的 7 倍多。预估的结果表明, 未来我国平均气温增幅将高于全球平均增暖, 各类极端事件均有不同程度的增加^[8]。气候变化和气象灾害对中国经济安全全局造成的风险将日益增加, 也将给中国粮食安全、水资源安全和防灾减灾带来更为严峻的挑战, 严重影响国内经济社会的安全运行。

1.2 全球气候治理进程曲折、但国家层面的应对积极

随着对气候变化问题的认识逐渐深入, 气候变化已逐渐由最初的气候科学问题转变为环境、科技、经济、政治

和外交等多学科领域交叉的综合性重大战略问题。在全球气候治理层面上,《巴黎协定》以牺牲减排力度为代价,采取了广泛参与的自下而上模式,并希望通过“承诺+审评”的模式来逐步提高减排力度^[3,4]。发展中国家与发达国家虽然在减排力度上有所差异,但作为共同参与主体,全部被纳入到具有法律约束力的全球气候治理的行动中。新兴发展中大国作为其中一份子,尽管没有强制要求,但也开始承诺减排。《巴黎协定》基本明确了全球实现温室气体低排放和气候适应型发展的目标^[4],2018年底达成的卡托维兹一揽子气候决定使执行《巴黎协定》的相关行动细节进一步明确,为当前全球应对气候变化指明了方向。然而美国特朗普政府宣布退出《巴黎协定》给“后巴黎”时代的全球气候治理进程蒙上了阴影^[9]。首先,美国的退约严重影响了国际应对气候变化多边机制,目前美国这种负面的示范效应已初见端倪;其次,美国借此停止向多边环境基金提供资金援助直接影响到了全球治理的有效性^[10];另外,美国以要求发展中大国的提高减排力度作为后续要价,进一步向新兴发展中大国施压,无疑破坏了政治空前高涨的全球气候治理势头^[11]。当前,全球气候治理发展的总体进程虽不会中断,但具体落实的路径却困难重重。

随着可持续发展和低碳转型在全世界范围得到认可,清洁能源、循环经济、绿色经济等议程愈发得到重视^[12]。与全球曲折前行的多边治理进程不同,国家层面的应对气候变化一直在快速发展。美国、欧洲联盟(简称欧盟)等主要经济体一直都在积极采取行动,推动能源转型,打造新的经济增长点。欧盟各国尤其是德国,以及亚洲的日本,绿色技术一直处于绝对领先地位。欧盟的碳市场目前仍是全球最为重要和稳固的碳交易市场^[13]。美国尽管在国际治理和承诺中日益倒退,但其国内的应对气候变化行动一直在积极开展。美国先后通过应对气候变化的《美国电力法案》、《美国清洁能源与安全法案》等重要的基础性法律,同时大力发展气候应对技术、绿色建筑、污染治理、清洁能源、碳封存与碳捕获等技术都处于全球领先地位^[14]。在美国政府宣布退出《巴黎协定》之后,包括加利福尼亚州在内的多个地方政府表达了继续推动减排的决心。美国的区域性减排市场,也在正常运行^[13]。总之,尽管全球层面的气候治理进展缓慢,但国家层面的气候治理行动却非常活跃。

1.3 新形势下中国应对气候变化挑战严峻,应对能力亟待提高

当前中国的社会经济发展步入了一个新的历史时期,应对气候变化工作面临的形势更为严峻,任务更加艰巨。第一,长期高耗能低环保发展带来的环境代价日趋严重,发展转型迫在眉睫。2013年以来中国反复、多次出现的大范围持续性雾霾天气引起了全社会高度关注,环境代价日趋严重,推进绿色低碳发展任务十分紧迫^[15]。2018年中国

能源消耗占世界总消耗量的24%,GDP不到美国的2/3,粗放发展模式已经难以为继。第二,全球新一轮的科技革命和产业变革正在加速发展,机遇不可错失。以信息技术深度和全面应用为主线,新能源、材料和生物技术为翼的绿色产业创新是当前全球新一轮发展的特点。技术革命、绿色发展和全球价值链正在快速深入发展^[16]。以中国为代表的新兴大国要崛起就必须紧抓时代机遇迎头赶上。第三,中国是个气候灾害频发的国家,识别机制科学应对是关键。但当前中国在气候变化科学认知上仍距世界领先水平有一定的差距。尽管在近些年,中国在气候变化基础研究大力投入并取得了一定成绩,但在诸多领域仍亟待加强。第四,当前国际形势不容乐观。从温室气体减排来看,中国是世界上温室气体排放总量最大的国家,也是世界上能源消耗总量最大的国家,长期以来减排压力巨大。在《巴黎协定》框架下,中国已经提出了很高的自主贡献目标,实现该目标存在一定的压力。“后巴黎”时代,美国宣布退出《巴黎协定》并点名要求以中国为首的新兴发展中国家提高减排力度^[11]。这些无形为我国参与国际气候治理带来更多的压力。另外,随着中国经济体量和产业转型升级的加快,与发达国家的正面竞争和博弈将加剧,国际形势更趋复杂多变。另外,更多国家希望中国分享新兴经济体的发展机遇,期待中国等新兴大国在解决全球性议题、应对全球危机、促进世界经济复苏中分担更多国际责任^[16]。第五,当前的国家定位与利益诉求同未来长期国际战略之间存在协调问题。现阶段中国正处于经济和综合国力的快速上升期。尽管在集团划分上仍属于发展中国家,但在实际的谈判角力中,发达国家和发展中国家对我们无论在减排力度还是在出资上均有较高的要求^[17,18]。而从规则的制定上,长远来看中国不仅需要考虑国家的当前的国际定位,还需要考虑未来可能面临的角色转换问题。总之,新形势下中国应对气候变化面临着比以往更为严峻的挑战。为在新形势下更好的全面应对气候变化,应对气候变化的能力建设亟须进一步加强。

2 “后巴黎”时代中国应对气候变化能力建设的需求与差距

作为一个发展中国家,中国政府一直在努力提高国内应对气候变化能力,以期在气候变化减缓、适应以及基础科学研究及服务等方面努力提升,服务其应对气候变化的内政外交工作。总体来看新形势下,中国应对气候变化能力尚不能充分满足社会各界各行业不断增长的服务需求,在科学研究、气候变化适应以及减缓、国家和全球层面气候治理的相关能力建设方面均与世界先进水平存在差异。

2.1 应对气候变化基础研究和支撑能力有待进一步提高

扎实的科学研究是应对气候变化的基础。作为当前气

候变化研究最权威的综合阶段性报告, IPCC 已发布了 5 次阶段性评估报告, 第六次评估报告正在进行中. 参与 IPCC 历次评估报告的撰作者数及我国科研成果在其中的贡献(即引文量)等指标均可反映我国科学家在气候变化领域的研究现状和影响力. 在 IPCC 的 6 次评估报告中, 我国作者的参与人数在不断增加, 从第一次评估报告中的 3 人次增加至第五次评估报告 44 人次^[19]. 以第六次评估报告为例, 本次评估报告共遴选出 721 名作者, 其中中国作者 37 名, 中国科学家入选人数仅次于美国(74 位)、英国(45 位), 与澳大利亚并列第三. 尽管我国的作者数居发展中国家首位, 但与美国相比实力仍有很大的差距. 从我国科研成果被历次 IPCC 评估报告的引用情况来看, AR5 在气候变化科学、影响适应和减缓 3 个领域被引用的中国文献占总引文数分别为 2.8%、1.7% 和 1.6%^[20-22]. 与前 4 次评估相比有较大进步, 其中第五次评估报告第一工作组的引文是第四次的 2 倍. 总体来看我国科学界在气候变化自然科学、影响适应和减缓方面均有优劣势领域. 中国在气候变化自然科学基础领域的声音不断增强, 但在适应和减缓等实践性领域的研究实力相对薄弱. 具体到各个学科门类差别也各不相同, 如相对弱势的领域有海洋气候变化、气候变化检测归因、气候风险适应等.

另外, 应对气候变化能力建设是国际层面上处理气候变化外交事务的迫切需求. 美国、欧洲各国等发达国家长期处于气候变化认知的最前沿, 设计气候治理路径, 主导国际气候变化谈判^[23]; 中国要在气候变化国际事务中获得主动, 最大限度地维护和保障自身权益, 就需要对气候变化关键科学问题有深入认识和理解, 提出或设计对中国有利的科学的全球治理模式, 以科学求实的态度、及时权威的方式向国际社会及政府传递清晰的信息.

2.2 适应气候变化的综合能力有待提高

适应气候变化多与各国及区域政策密切相关. 随着气候变化全球治理的不断深入, 各国对适应气候变化的认识也在不断深入, 适应气候变化逐渐成为各个国家的重要战略. 21 世纪以来, 主要发达国家与发展中国家相继发布了其国家适应气候变化战略和适应行动计划. 面对气候变化带来的巨大影响, 中国于 2013 年底发布了《国家适应气候变化战略》, 并在省级层面开展示范项目与试点工程, 逐步推动全国范围适应行动. 但总体来看, 对适应的重视程度仍不够, 政策比较滞后, 行动执行不力, 决策比较分散, 各部门之间、各级政府之间缺乏统一协调的行动等问题^[24]. 在适应气候变化的基础机制与理论研究上中国取得了一定进展. 截至目前, 在观测到的气候变化影响、区域影响等方面具有一定的优势, 但是在影响评估、脆弱性分析的理论方法以及政策制度等方面的研究明显不足, 交叉研究方向如脆弱性、影响、适应和发展的综合评估, 适应与减排的相互联系、成本和协同作用以及适应气候变化经

济学评估等方面比较落后. 社会公众对气候风险和适应的意识不强, 参与适应决策不够, 企业、社区和家庭自下而上的自主适应行动不足. 未来需要进一步提高适应研究能力, 推进不同层级的适应行动.

2.3 减缓相关机制和管理能力亟待完善

减缓相关的能力建设一直是国家应对气候变化的重要方面. 中国 2030 年目标的确立和碳市场的全面开展, 使得国内在应对气候变化的技术挑战和相应政策法规的需求日益迫切^[25,26]. 虽然中国在目前的法律法规体系中有一些针对应对气候变化工作的内容, 但尚没有建立针对气候变化问题的专门立法. 应进一步构建气候变化立法体系, 制定专门性的气候变化法, 并针对气候变化的具体事项制定专项的法规. 另外, 地方政府应对气候变化的工作能力还比较薄弱, 未来需进一步提高地方编制温室气体清单、气候变化科技研发能力, 加强对地方干部队伍气候变化领域的教育与培训. 中国自 2017 年起建立了全国碳市场, 但相关的碳排放交易市场制度能力亟须提高, 未来需与碳市场相关的气候、规划、能源、财税、产业、金融、农林等部门协同发挥作用, 提高碳市场建设的能力和效率.

3 “后巴黎”时代中国应对气候变化能力建设建议

应对气候变化能力建设问题涉及减缓、适应等诸多方面. 事实表明当前我国应对气候变化的能力建设尚存在差距和不足. “后巴黎”时代, 中国应对气候变化能力亟待从各个方面提高.

3.1 加强气候变化基础科学研究, 提高科学研究水平

气候变化问题归根结底是人类认识气候变化规律, 合理管理人类活动, 科学应对未来风险的科学与政治相结合的议题. 准确认知气候变化规律与机理对于科学应对气候变化具有决定性的作用. 因此, 应加强气候变化基础科学研究, 提高应对气候变化能力.

(i) 加强气候变化检测归因、预测预估与影响评估等科学研究. 中国在气候变化基础科学研究领域整体上虽然已经取得了很多成果, 但在气候变化检测归因、预测预估与影响评估等气候动力学机理及气候变化原因方面的研究领域尚存在较大不足, 需进一步加强对气候变化检测归因、预测预估与影响评估的科学研究力度. 以气候变化检测归因为例, 中国需要针对一些重要的科学问题, 如人为和自然因子对中国区域气候变化的不同贡献做出研究, 尤其是对一些关键变量, 如温度、降水、极端事件以及对东亚地区有着重要影响的季风等大尺度环流的变化归因等加强研究, 深化对东亚地区人为或自然气候变化的机理认识, 为中国参与气候变化国际合作和国际谈判提供科学支撑.

(ii) 加强气候系统模式的发展. 中国的气候系统模式不论从模式分辨率、模式综合性还是模式的总体性能方面与国际先进模式相比仍存在一定差距. 需重点研发高分辨率气候系统模式, 推进季节内到季节尺度预测模式研发, 改进完善气候系统模式水平, 开展对气候模式敏感性、反馈过程、资料同化等一系列与模式发展有关的重要科学问题的研究, 缩小与国际水平的差距.

(iii) 完善气候综合观测系统, 加强气候变化基础资料建设. 中国气候综合观测系统的顶层设计尚未十分完善, 站网布局的科学性有待增强, 气候系统多圈层相互作用监测能力薄弱, 卫星遥感等多种观测数据综合应用水平亟待提高. 需完善气候综合观测系统建设, 提高关键气候变量监测的时空分辨率, 丰富气候系统监测内容和产品; 加强气候系统关键区和敏感区观测系统建设, 提高对冰川、积雪、湖泊、植被等地表特征变量的观测能力; 增强风云系列卫星对气候要素、北极海冰和植被等陆面变量、温室气体和气溶胶的观测能力, 加强温室气体本底浓度观测网建设. 加强气候变化基础资料系统的建设, 进一步推进卫星遥感数据的气候应用, 建立以卫星遥感为主、多源数据融合的自主气候监测诊断业务, 研发高分辨率陆面和海洋再分析资料数据.

3.2 以气候服务为抓手, 切实提高气候变化适应能力

以区域性气候、资源、环境的演变规律和承载能力为依据, 加强气候变化综合影响评估, 制定人口、经济分布与气候、资源、环境相协调的区域可持续发展战略, 为农业、水资源、能源等重点行业和沿海及生态脆弱地区适应气候变化提供气候服务; 高度重视城市化建设中的气候容量评价和气候灾害风险评估, 强化气候可行性论证, 以气候服务为抓手, 切实提高气候变化适应能力.

(i) 提高农业适应气候变化能力. 深化气候变化背景下全国和区域农业气象灾害风险分析和区划, 利用气候变暖增加的热量资源, 适度调整种植北界、作物品种布局和种植制度; 推进气候变化对全国和区域主要粮食和经济作物种植制度、播种期、病虫害、品种适应性、产量和品质的综合影响评估; 加强对农业气象灾害的监测预警, 建立不同极端天气气候事件与农作物产量评估的定量关系模型, 发展全国和区域极端天气气候事件的农业损失评估模型, 提升气候变化对农业影响综合评估和农业适应气候变化的科技支撑能力.

(ii) 提高城市化地区适应气候变化能力. 随着中国经济社会的快速发展和人员财富的更加集中, 城市化地区对气象灾害的暴露度、脆弱性和敏感性越来越大, 气象灾害的风险越来越高; 需结合不同城市的特征, 强化气候变化尤其是极端天气气候事件对城市影响的评估, 推进城市化地区的气候承载力分析, 为优化城市运行、建设规划以及重大基础设施建设方案提供气候服务和技术支持; 分析

气候变化背景下各类疾病在城市的发生规律, 围绕暴雨、高温热浪、雾霾等极端事件对人体健康的影响提出适应策略; 加强城镇化和区域开发建设的气候容量分析和极端天气气候事件风险评估等.

(iii) 加强气象灾害风险管理. 气象灾害风险管理在适应气候变化中至关重要. 未来需要充分认识气象灾害风险管理与适应气候变化的内在一致性, 尽快组织编制和实施气象灾害风险管理办法, 从机构设置、决策协调、政策立法、资金保障、科技研发等方面推动气象灾害风险管理机制创新, 逐步建立集气象灾害风险普查、风险识别、风险预警和风险评估于一体的气象灾害风险管理体系, 开展气候变化对不同行业影响的定量化评估.

3.3 全面统筹, 综合研判, 提高决策支撑能力

随着中国经济体量的增加, 国际关注度不断提高, 中国在应对气候变化全球治理中将发挥越来越重要的作用. 围绕生态文明建设的总体需求和国家经济社会发展, 未来应将应对气候变化与中国主要内政外交政策相结合. 应对气候变化需要紧扣“一带一路”、京津冀协同发展、长江经济带等经济战略等一系列国家战略布局, 与全球应对气候变化治理相结合, 整体布局国家气候变化内政外交策略, 为以国家主体参与全球治理和开展国内应对提供战略设计, 理清气候变化外交政策主张与诉求, 有效完成气候变化综合治理. 同时, 总体协调参与IPCC科学进程与公约框架下的国际谈判进程, 为参与国际气候制度治理提供科学支撑. 紧密围绕中国在全球气候治理中的主张和立场做好科技支撑, 围绕应对气候变化国际机制的热点问题、焦点问题开展科学分析, 为国家制定中国应对气候变化外交政策及时提出决策建议.

3.4 加强法制规范, 提高系统应对能力

气候变化是环境问题, 也是经济问题, 但归根到底是发展问题. 应对气候变化是一个系统工程, 涉及经济、政治、文化、社会各个方面, 需要加强领导、完善规划、搞好协调、落实措施, 切实增强应对气候变化工作的组织和实施能力^[27]. 未来应继续加强组织领导, 坚持政府引导作用, 将应对气候变化能力建设纳入有关部门规划编制、方案实施中, 明确目标、任务、责任主体和评价考核体系, 建立行之有效的监督管理机制, 实现应对气候变化能力建设工作的科学性、针对性、规范化. 同时, 应建立健全协调机制, 统筹规划, 加强地方能力建设与国家总体方针的衔接, 做好气候变化主管部门与其他有关部门相关领域能力建设方案之间的衔接; 自上而下加强有关部门的分工协作, 共同推动方案各项任务落实.

针对应对气候变化立法及相关体制机制建设、适应气候变化的政策与措施等方面为决策层提供科学可靠的咨询服务. 围绕大力发展应对气候变化领域市场主体专业服

务的工作重点,通过开展低碳资质管理和培训机构、金融、检测、评级、核查、技术成果转化等方面的能力建设,发挥行业协会和专业服务机构在应对气候变化工作中的作用;通过加强地方机构及培训者工作能力、建设培训、宣传、教育及国际交流基地、提升网络信息化建设等方式,提升应对气候变化系统决策实施能力。

3.5 加强人才队伍建设,增强公众意识培养

人才是应对气候变化的核心竞争力,而气候变化问题涉及的学科和专业十分广泛。未来,中国应继续加强应对气候变化人才建设,除了对不同专业领域,如基础学科、社会经济、知识传播、高端智库等人才的培养外,还需要培养一批具有气候变化相关专业领域实力的能力建设人才队伍,从而有效支撑,实现气候变化能力建设的针对性、专业化、精细化。气候变化涉及全人类的福祉,有效的科学知识和低碳发展理念传播,将有助于气候变化问题的解决。持续的应对气候变化教育,公众意识传播将有助于公众在日常生活和工作中自觉践行绿色低碳的理念。“后巴黎”时代,应对气候变化对公众参与的需求越来越高。未来,不仅应加强大中小学教育中该部分内容的比重,还应通过组织各类应对气候变化主题活动传播未来经济发展朝着绿色低碳方式转变的理念;通过各类新闻媒体宣传和推广气候变化知识、传播绿色低碳理念和行动;发挥各类

社会组织在参与各类低碳城市、社区、乡村、学校建设过程中的作用。

4 结语

党的十九大报告指出,我国应加快推进绿色发展,建立健全绿色低碳循环发展的经济体系,构建清洁低碳的能源体系,倡导绿色低碳的生活方式,落实减排承诺,与各方合作应对气候变化,保护好人类赖以生存的地球家园,构建人类命运共同体。应对气候变化能力建设既是国内实现生态文明建设和可持续发展的需求,也是实现中国社会经济可持续发展的迫切需要。“后巴黎”时代中国在应对气候变化能力建设还面临着多方面的需求,这涉及气候变化基础科学研究、减缓和适应气候变化、气候服务、气候外交等诸多方面。新形势下,中国应发挥应对气候变化基础性科技部门的作用,为应对气候变化全链条提供科技支撑,在气候变化影响和适应领域发挥关键作用。以提高适应气候变化能力为抓手,以气候安全和灾害风险管理为切入点,全面提高应对气候变化决策支撑保障能力、气候变化科学研究水平和气候变化人才队伍素质,满足国家和区域对气候变化评估、极端事件风险分析、气候资源评估及气候可行性论证等工作的需求,提高气候服务能力,加强法制建设,系统应对气候变化,为全面应对气候变化的内政外交提供支撑。

致谢 感谢国家重点研发计划(2018YFC1509008)和中国气象局气候变化专项(CCSF201925, CCSF202043)的支持。感谢宾夕法尼亚州立大学 Kevin Bowley 副教授对英文摘要的修改。

推荐阅读文献

- 1 He J K. Situation of global climate governance and China's leading role after the Paris Agreement (in Chinese). Chin J Environ Manag, 2018, (1): 9-14 [何建坤.《巴黎协定》后全球气候治理的形势与中国的引领作用.中国环境管理,2018,(1):9-14]
- 2 He J K, Chen W Y, Wang Z Y, et al. Climate change mitigation in China (in Chinese). Chin Sci Bull, 2016, 61: 1055-1062 [何建坤,陈文颖,王仲颖,等.中国减缓气候变化评估.科学通报,2016,61:1055-1062]
- 3 Gao X. Paris Agreement and the transformation of international climate mitigation cooperation (in Chinese). Adv Clim Change Res, 2016, 12: 83-91 [高翔.《巴黎协定》与国际减缓气候变化合作模式的变迁.气候变化研究进展,2016,12:83-91]
- 4 Chao Q C, Zhang Y X, Gao X, et al. Paris Agreement: A new start for global governance on climate (in Chinese). Adv Clim Change Res, 2016, 12: 61-67 [巢清尘,张永香,高翔,等.巴黎协定:全球气候治理的新起点.气候变化研究进展,2016,12:61-67]
- 5 Zhang Y X, Huang L, Yuan J S. The review on Capacity-Building Negotiation of developing countries under the convention (in Chinese). Adv Clim Change Res, 2017, 13: 292-298 [张永香,黄磊,袁佳双.联合国气候变化框架公约下发展中国家的能力建设谈判回顾.气候变化研究进展,2017,13:292-298]
- 6 Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2014: Synthesis Report. Cambridge: Cambridge University Press, 2014
- 7 National Climate Change Center, China Meteorological Administration. China Blue Book on Climate Change, 2019. Beijing: National Climate Change Center, China Meteorological Administration, 2019 [中国气象局国家气候变化中心.中国气候变化蓝皮书(2019).北京:中国气象局国家气候变化中心,2019]
- 8 Chen X C, Xu Y, Yao Y. Changes in climate extremes over China in a 2°C, 3°C, and 4°C warmer world (in Chinese). Chin J Atmos Sci, 2015, 39: 1123-1135 [陈晓晨,徐影,姚遥.不同升温阈值下中国地区极端气候事件变化预估.大气科学,2015,39:1123-1135]
- 9 Zhang H B, Dai H C, Lai H X, et al. U.S. withdrawal from the Paris Agreement: Reasons, impacts and China's response (in Chinese). Adv Clim Change Res, 2017, (5): 439-447 [张海滨,戴瀚程,赖华夏,等.美国退出《巴黎协定》的原因、影响及中国的对策.气候

变化研究进展, 2017, (5): 439–447]

- 10 Fu S, Chai Q M, Xu H Q. Global climate change, finance, governance deficits due to the United States declared its withdrawal from the Paris Agreement (in Chinese). *Adv Clim Change Res*, 2017, (5): 415–427 [傅莎, 柴麒敏, 徐华清. 美国宣布退出《巴黎协定》后全球气候减缓、资金和治理差距分析. 气候变化研究进展, 2017, (5): 415–427]
- 11 Zhang Y X, Chao Q C, Zhen Q H, et al. The withdrawal of the U.S. from the Paris Agreement and its impact on global climate change governance. *Adv Clim Change Res*, 2017, 8: 213–219
- 12 Meckling J, Sterner T, Wagner G. Policy sequencing toward decarbonization. *Nat Energy*, 2017, 2: 918–922
- 13 World Bank. State and Trends of Carbon Pricing 2014. Washington DC: World Bank, 2014
- 14 Zhong P, Li X. Governmental science and technology policies, programs and investment in addressing climate change in the US (in Chinese). *Glob Sci Technol Econ Outl*, 2016, (4): 42–50 [仲平, 李昕. 美国应对气候变化的科技政策、计划与投入. 全球科技经济瞭望, 2016, (4): 42–50]
- 15 Du X W. The 13th five-year period: A key period of China's energy low-carbon transition (in Chinese). *Electr Power*, 2017, (2): 1–4 [杜祥琬. “十三五”中国能源低碳转型的关键期. 中国电力, 2017, (2): 1–4]
- 16 Li W, Long G Q, Zhang Q, et al. Changes in the layout of international economic and China's strategic choice in the next 15 years (in Chinese). *Manag World*, 2018, (12): 1–12 [李伟, 隆国强, 张琦, 等. 未来15年国际经济格局变化和中国战略选择. 管理世界, 2018, (12): 1–12]
- 17 Zeng W G, Dang S F. Analysis on new market mechanism under intended nationally determined contributions of Paris Agreement (in Chinese). *Chin Popul Resour Environ*, 2017, 27: 112–119 [曾文革, 党庶枫. 《巴黎协定》国家自主贡献下的新市场机制探析. 中国人口·资源与环境, 2017, 27: 112–119]
- 18 Song Y M, Yu H Y. Global climate governance under the framework of Sino-American Joint Leadership: Origin, deadlock and recasting (in Chinese). *J Int Relat*, 2018, (2): 137–158 [宋亦明, 于宏源. 全球气候治理的中美合作领导结构: 源起、搁浅与重铸. 国际关系研究, 2018, (2): 137–158]
- 19 Gao Y. China's participation in and contribution to IPCC. *Sci Bull*, 2019, 64: 213–215
- 20 Wu C, Jia P Q. China's increasing impact on the climate change research—A result from a citation analysis on IPCC AR5 WGI Report (in Chinese). *Adv Clim Change Res*, 2014, 10: 65–66 [吴灿, 贾朋群. 中国的声音在提高: 基于IPCC第五次评估第一工作组报告的文献计量分析. 气候变化研究进展, 2014, 10: 65–66]
- 21 Zheng Q H, Wang X L, Wu C, et al. Chinese citation analysis of IPCC WGII AR5 Report (in Chinese). *Adv Clim Change Res*, 2014, 10: 208–210 [郑秋红, 王小玲, 吴灿, 等. IPCC第五次评估报告第二工作组报告中国引文计量分析. 气候变化研究进展, 2014, 10: 208–210]
- 22 Li J H, Zheng Q H, Wu C. Chinese citation analysis on IPCC WGIII AR5 (in Chinese). *Adv Clim Change Res*, 2014, 10: 355–357 [李靖华, 郑秋红, 吴灿. IPCC第五次评估报告第三工作组报告中国引文计量分析. 气候变化研究进展, 2014, 10: 355–357]
- 23 Zhang Y X, Chao Q C, Li J H, et al. Lessons China can learn from the interactions between climate change research and governance (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2018, 63: 2313–2319 [张永香, 巢清尘, 李婧华, 等. 气候变化科学评估与全球治理博弈的中国启示. 科学通报, 2018, 63: 2313–2319]
- 24 Chao Q C, Yuan J S, Liu C Y. The evolvement of impact and adaptation on climate change and their implications on climate policies (in Chinese). *Adv Clim Change Res*, 2014, 10: 163–174 [巢清尘, 袁佳双, 刘昌义. 气候变化影响和适应认知的演进与对气候政策的影响. 气候变化研究进展, 2014, 10: 163–174]
- 25 Mo J L, Duan H B, Fan Y, et al. China's energy and climate targets in the Paris Agreement: Integrated assessment and policy options (in Chinese). *Econ Res J*, 2018, (9): 168–181 [莫建雷, 段宏波, 范英, 等. 《巴黎协定》中我国能源和气候政策目标: 综合评估与政策选择. 经济研究, 2018, (9): 168–181]
- 26 Xie X W, Fang Y, Li S L. The study on the intergration degree in China's carbon market: Analysis based on the sample of pilote provinces and cities (in Chinese). *J Financ Econ*, 2017, (2): 85–97 [谢晓闻, 方意, 李胜兰. 中国碳市场一体化程度研究——基于中国试点省市样本数据的分析. 财经研究, 2017, (2): 85–97]
- 27 Zhang Z Q. Reflections on capacity building of coping with climate change (in Chinese). *Envir Prot*, 2019, (1): 15–19 [张志强. 加强应对气候变化能力建设的思考. 环境保护, 2019, (1): 15–19]

Summary for “‘后巴黎’时代中国应对气候变化能力建设方向”

Suggestions on China's capacity building in response to climate change in the “post-Paris” era

Lei Huang¹, Yongxiang Zhang^{1*}, Qingchen Chao¹, Jiashuang Yuan² & Ting Hu¹

¹ National Climate Center, China Meteorological Administration, Beijing 100081, China;

² Department of Science & Technology and Climate Change, China Meteorological Administration, Beijing 100081, China

* Corresponding author, E-mail: helen.zyx@hotmail.com

Climate change presents an important environmental challenge that is being addressed by the global community. The socio-economic efforts to address climate change involve both international and domestic economic transformation, industrial upgrading, infrastructure protection, and disaster prevention and mitigation, amongst other considerations. In particular, capacity-building is a prerequisite for both participating in global climate governance and for targeting domestic response measures. After the Paris Agreement, global climate governance has entered the new so-called “post-Paris” era. Changes to the United States’ global climate policy have exacerbated the complexity of global climate governance, but domestic actions by stakeholders at the national or sub-national level are still striving toward the goals agreed to in the Paris Agreement. In particular, China faces significant challenges in addressing climate change impacts in both global mitigation efforts and domestic adaptation needs. Here, we identify areas shortcoming in capacity building for China that are targeted for improvement in the “post-Paris” era. Firstly, advances in the basic scientific research capacity of China to study climate change should focus on climate change detection attribution, prediction and impact assessment. One specific approach includes the development of climate system models along with the improvement of the comprehensive climate observation system should be implemented to improve fundamental research on climate related topics. Secondly, it is necessary to further enhance China’s climate adaptation capacity, particularly targeting adaptation goals for agriculture and urbanized areas as well as improving risk assessment and management of for already-occurring disasters. Thirdly, the development of a comprehensive understanding and support system for policy makers that can be used to integrate climate change responses into China’s international and domestic policies is critical for formulating effective mitigation and adaptation efforts. Fourthly, efforts should also be taken in building and enhancing a clear legal system that addresses emerging challenges in mitigation and adaptation. To address many of the above challenges, improvements and expansions also need to be made to strengthen the national expertise in relevant professional fields of climate change, so as to effectively support the pertinence, specialization, refinement, and aptitude in developing strategies for the many climate change-related challenges facing China. Lastly, enhancements in public outreach, awareness and education on climate change will help the public to consciously practice many of the capacity-building efforts being developed, including adopting the concept of green and low carbon in their daily life.

the post-Paris era, climate change, climate governance, capacity building

doi: 10.1360/TB-2019-0266