



破解气候环境危机

□ 刘振亚

世界各国休戚与共、紧密相连，在气候环境危机中，只有加强团结协作、合力应对，共同保护好地球家园，才能赢得可持续未来。习近平主席高度重视全球合作和人类可持续发展，2015年9月在联合国发展峰会提出全球能源互联网中国倡议；2017年5月在首届“一带一路”国际合作高峰论坛再次强调建设全球能源互联网，实现绿色低碳发展；今年9月在第75届联合国大会指出，应对气候变化《巴黎协定》代表了全球绿色低碳转型的大方向，并提出我国碳达峰和碳中和目标。这些重要讲话为推动世界能源转型与可持续发展指明了方向。深入学习贯彻习近平主席重要讲话精神，推动落实《巴黎协定》和我国碳减排目标，要深刻认识和准确把握气候环境危机的机理、形势、危害以及困难挑战，找到破解危机的创新之道。

全球气候环境危机严峻紧迫

工业革命以来，人类向自然界排放量二氧化碳等温室气体，超出地球承载与调节能力，导致海洋——陆地——大气碳循环失衡，温室气体浓度和地球温度“双升”，并通过地球系统大气圈、水圈、岩石圈、冰冻圈、生物圈五大圈层相互作用，产生复合连锁效应，严重破坏地球生态环境。气候变化与生态环境问题紧密关联、相互作用，对人类生存和发展产生重大影响。

地球系统正在发生重大变化。气候环境危机正以前所未有的速度和幅度改变地球系统。2019年大气二氧化碳浓度达到创记录的415ppm，是工业革命前的1.5倍。在大气圈，极端天气气候事件如干旱、洪水、飓风、山火、极热、极寒等灾害的发生频率和强度明显增加；2015—2019年是有记录以来最热的5年，全球变暖已转变为全球变热。在冰冻圈，北极夏季海冰面积以每10年13%的速度下降，南极海冰2019年创历史新低；青藏高原雪线上升，10年间冰川面积减少1300多平方公里；积雪减少，导致北极永久冻土加快融化，将释放大量甲烷等温室气体，加剧气候变化。在水圈，海平面上升速度超过4毫米/年，是上个世纪的2.5倍，20世纪以来海平面已升高0.19米；温室气体造成海洋热含量和酸度持续增加，工业革命以来表层海水酸度增加了30%。在生物圈，由于大气、海洋、陆地等自然系统失衡，地球生物生存压力剧增，珊瑚礁大量消失，森林大面积退化，超过3万个物种存在灭绝风险，生物多样性受到严重损害。

气候环境危机对人类社会危害日益增大。气候变化对粮食安全、公众健康、经济增长、社会稳定等领域产生广泛影响，给人类生存与发展带来全面挑战。全球农作物损失的三分之一与洪水有关，畜牧业损失90%与干旱有关。气候变化导致全球经济每年损失超过2500亿美元，对发展中国家的影响更为严重。当前，发展中国家灾害损失占GDP比重可达2%—5%，部分小岛屿国家甚至达到8%—20%；灾害造成的生命损失中，95%以上都在中低收入的发展中国家。经济放缓、极端灾害、气候移民等问题也引起越来越多的社会矛盾与冲突，日益影响国家安全、国际关系与地缘政治格局。

气候环境危机将导致难以承受的灾难。对危机演化趋势的研究显示，气候环境危机的发展很有可能呈现风险可控、突破阈值、温升加速、全面危机四个阶段。当前，全球平均气温较工业革命前已升高11℃，如果温升控制在1.5℃以内，对地球与人类的影响和风险是可控的；一旦温升突破2℃安全阈值，极地、海洋等关键生态系统损害将不可逆转，生物多样性迅速恶化，天气气候灾害更加严重，全球气候风险将急剧增加。按照目前趋势，到本世纪末全球气温将比工业革命前升高32—54℃，远超安全阈值，将使排放和温升大幅加速，很可能导致地球系统进入失稳状态，由“温室地球”进入“热室地球”，爆发全面灾难。极端情况下，地球冰川将完全融化，海平面上升可能达到60米，大量城市和国家被淹

没，一半以上的人口失去家园，粮食大幅减产，淡水和土地资源紧缺，经济濒临崩溃，社会动荡不安，人类文明将严重倒退。

破解危机形势紧迫、刻不容缓。目前各国2030年自主贡献减排承诺远远不能满足要求，必须进一步提高减排贡献，确保2030年全球二氧化碳排放量较当前水平下降26%以上，才可能实现《巴黎协定》目标。如果不能在2030年前采取有力措施，取得重大突破，全球将无法实现《巴黎协定》目标。世界已处于应对危机的十字路口，行动越晚，人类付出的代价将越大。

破解危机面临巨大困难和挑战

面对全球性气候环境危机，国际社会努力寻求解决方案，经过几十年艰苦谈判协商，先后形成《联合国气候变化框架公约》《京都议定书》《巴黎协定》等重要成果，并通过技术和资金援助、发展碳交易市场等方式推进减排，取得了一些成效。但全球碳排放不降反升，气温加速上升，应对气候变化面临重大难题。

破除思想痼疾。错误观念是造成危机的思想根源，而主观忽视危机、心存侥幸让危机不断加剧，甚至个别国家拒绝承认气候变化事实，单方面“退群”，使全球气候合作出现倒退。

摆脱路径依赖。工业革命以来，人类经济社会发展消耗大量化石能源，形成了严重依赖煤、油、气的高碳发展方式。化石能源为主的能源格局和基础设施体系具有较大的发展惯性，导致严重“碳锁定”和路径依赖。实现《巴黎协定》目标，有1万亿—4万亿美元的化石能源资产面临“搁浅”风险。

创新可行方案。《巴黎协定》等文件确立了各国共同应对气候变化的基本框架，不同机构提出的减排方案多数针对市场机制、单一技术、特定行业，缺少全面考虑各国实际情况、各行业协同作用，缺少统筹技术、机制、模式的系统方案，难以兼顾经济发展和碳减排，无法在全球和各国推广实施。

推动共同行动。气候环境危机具有全球性、全局性和长期性特点，需要世界各国共同行动，但现有全球气候环境治理框架约束力不强，处于碎片化、分散化状态，缺少行之有效的抓手和协同机制。有的国家只考虑本国利益，难以形成合力，成效有限，急需建立综合、协调、高效的全球治理体系和平台。

总体看，面对日益严峻的气候环境危机，人类尚未做好准备，仍面临诸多难题。这些问题相互交织、相互影响，使破解危机更加复杂和艰难。这决定了局部、单一化的方案无法实现《巴黎协定》目标，急需创新理念，以大格局和大思路开辟破解危机的新道路。

破解危机需要走绿色低碳可持续发展之路

气候环境危机的本质是可持续发展危机，根源是化石能源的大量开发和使用。工业革命以来，全球已累积排放22亿吨二氧化碳，70%以上来源于化石能源燃烧和使用。只有转变发展方式，走绿色低碳的可持续发展之路，彻底摆脱化石能源依赖，才能从源头上消除温室气体和污染物排放，化解气候环境危机。破解危机，关键是要以“两个替代”（清洁替代和电能替代）推动清洁化和电气化，以特高压输电打造全球能源配置平台，形成绿色低碳、清洁高效的现代能源体系，加快能源转型，推动人类社会可持续发展。

以“两个替代”推动清洁化和电气化，是实现碳减排的根本途径。碳排放受人口、经济、能源结构等诸多因素影响。未来人口和经济仍将快速增长，带动能源消费需求大幅增加。降低能源系统碳排放，最具潜力的途径是优化能源结构，加快清洁化和电气化进程。在能源供应侧，以太阳能、风能、水能等清洁能源替代化石能源发电，加快形成清洁能源为主导的能源供应体系，从能源生产源头减少碳排放。

2018年，全球清洁能源在一次能源消费比重仅为19%，还有很大提升空间。当前清洁能源发展速度和发展规模，远没有达到破解气候环境危机要求。要实现《巴黎协定》目标，全球清洁能源占一次能源比重需要大幅提升。在能源消费侧，以电代煤、以电代油、以电代气、以电代柴，加快形成以电为中心的能源消费体系，实现更加清洁、便捷、普惠的能源利用。电能是清洁、高效、零排放的能源，产生的经济价值相当于等当量煤炭的17.3倍、石油的3.2倍。推动电能替代，提高电气化水平是降低能源消费总量和碳排放的关键。目前，全球每年约有90亿吨标准煤的化石能源在工业、建筑、交通等部门直接燃烧使用，排放大量温室气体，还有约30亿人使用木柴等烹饪和取暖，急需大力实施电能替代，大幅提高电能占终端能源消费比重。

互联互通是实现绿色低碳发展的重要基础。这既是清洁能源自身特点和资源禀赋决定的，也是提高资源利用效率、实现碳减排目标的紧迫需求。从资源禀赋看，全球清洁能源资源十分丰富，仅开发万分之一五就可满足全球能源需求，但全球清洁能源分布不均衡，需就地转化为电能、远距离输送才能实现清洁资源高效开发和优化配置。从资源利用看，太阳能、风能、水能等清洁能源具有波动性、随机性、间歇性和跨时空互补特性，通过跨国跨洲电网互联，能够充分利用南北半球的季节差、各大洲间的时区差以及全球各地的资源差和电价差，实现多种清洁能源的互补互济和高效利用，提高能源供给的可靠性与经济性。从碳减排看，落实《巴黎协定》的窗口期非常有限，需要以互联大电网作为优化配置平台，加快清洁能源开发和外送，大幅提升全球清洁发展的速度和规模，有效降低全社会减排成本，加快实现碳中和目标。

特高压输电技术深刻改变全球碳减排路径。特高压输电技术是指交流电压等级1000千伏及以上、直流电压等级±800千伏及以上的输电技术，具备输电容量大、距离远、损耗低、安全性高等显著优势。±1100千伏特高压输送容量达到千万千瓦级、输电距离达6000公里以上，能够实现清洁能源基地与负荷中心全球覆盖，保障清洁能源大范围优化配置。我国率先实现特高压技术的全面突破，建设了以特高压为骨干网架的交直流混合电网，并在巴西等国推广应用。特高压输电的历史性突破使得清洁能源大规模开发、全球配置的趋势加速到来，进入全球电网互联新时代，推动世界实现绿色低碳发展。

全球能源互联网为破解气候环境危机提供治本良方

全球能源互联网是清洁主导、电为中心、互联互通的现代能源体系，是清洁能源大规模开发、大范围配置和高效率利用的基础平台，是实现能源转型升级、减排提效的重要载体。建设全球能源互联网，将有效解决各国长期面临的发展与减排的矛盾，实现“双主导”和“双脱钩”，即能源生产清洁主导、能源消费电能主导，能源发展与碳脱钩、经济发展与碳排放脱钩。全球能源互联网总体可按国内互联、洲内互联和全球互联3个阶段推进。到2025年，全面加强各国清洁能源开发和国内电网互联；到2035年，基本实现各大洲洲内电网互联，清洁能源超过化石能源成为能源供应主体；到2050年，实现全球电网互联，清洁能源发电装机达到280亿千瓦，清洁能源占一次能源消费的比重达75%，全球能源互联网基本建成。届时，全球总用电量达到70万亿千瓦时，每年减少全社会用电成本2万亿美元。

联合国气候变化框架公约秘书处评价，全球能源互联网是实现《巴黎协定》目标的极佳工具。构建全球能源互联网将为全球碳减排提供更优路径和高效方式。从减排路径看，能源系统二氧化碳排放放在2025年左右实现达峰，2030年下降至170亿吨，比当前各国自主贡献多减排180亿

吨，并在2050年左右实现能源系统净零排放，确保实现《巴黎协定》目标。从减排方式看，全球能源互联网综合多种技术手段，实现减排路径与成本的最优化。其中，“两个替代”作为主要手段，累积减排贡献接近80%；能效提升、碳捕集与封存、负排放等作为补充手段，累积减排贡献约20%；互联互通作为支撑手段，为实现“两个替代”，降低减排成本，提高减排速度发挥关键作用。以全球能源互联网推动碳减排，在思想理念、技术经济、发展模式、合作平台方面具有独特而显著的优势。

秉承绿色永续发展理念。全球能源互联网蕴含着绿色低碳、创新发展、自然和谐、命运与共的发展理念，为凝聚全球共识、破除思想藩篱提供引领和启示。绿色低碳，就是顺应世界能源变革大趋势，通过“两个替代”、互联互通，推动以清洁和绿色方式满足经济社会发展和人民美好生活需要。创新发展，就是以新方案、新技术、新模式、新平台解决全球应对气候变化中的各种问题与矛盾，依靠创新发展发展不平衡、不协调、不可持续的问题，推动人类社会不断前进。自然和谐，就是秉持绿水青山就是金山银山理念，建立环境友好、资源循环的生产生活方式，不以牺牲生态环境为代价谋取发展，实现人与自然和谐共生。命运与共，就是以能源互联互通为纽带推动构建人类命运共同体，打造开放合作、互利共赢的能源与气候治理新体系，凝聚应对挑战、破解危机的强大力量。

提供先进高效的综合方案。以全球能源互联网推进碳减排具有技术经济优势，是落实《巴黎协定》的极佳工具。技术方面，集成了清洁替代、电能替代、互联互通、能效提升、碳捕集与封存、森林碳汇等领域，清洁能源、特高压、智能电网、电动汽车、电制氢、节能等诸多技术，能够克服单一技术的局限性，发挥不同减排技术特点，相互协同、各有侧重，形成系统性的零碳解决方案。经济性方面，以集中式清洁能源基地开发为主、分布式开发为补充，统筹全球资源差、季节差、时间差、价格差，将最大限度降低清洁能源成本，提高投资收益，让经济性成为加速碳减排的内生动力。全球能源互联网可将清洁能源发展速度提高3倍，每投资1美元就能获得9美元的综合效益，全社会碳减排边际成本仅为15美元/吨，远低于其他方案，经济性优势十分显著。

开创行之有效的发展模式。针对不同地区、不同国家特点，全球能源互联网提供一揽子可操作、可复制、可推广的发展模式，助力各国特别是发展中国家走上绿色低碳发展新道路。创新“电—矿—冶—工—贸”联动发展模式，打造清洁电力、采矿、冶金、工业、贸易协同发展的产业链，为破解非洲、东南亚、拉美等地区重大项目建设长期面临的有资源、无市场、融资难、启动难困局，实现经济社会可持续发展提供综合解决方案。创新“电—水—土—林—汇”生态修复模式，利用清洁电力淡化海水，解决生物质发展和植树造林所需的水资源缺口，促进生态修复、增加森林碳汇，加快实现全社会净零排放。创新普惠共享的电力普及模式，通过电力互联互通、分布式能源开发等措施，为发展中国家特别是小岛屿国家提供充足电力，减少无电人口和贫困人口，增强减缓和适应气候变化的能力。预计到2050年，全球电力普及率达98%以上，让广大发展中国家用上经济可靠的清洁电力。

打造合作共赢的全球平台。目前，涵盖全球、各大洲和主要区域与有关国家的能源互联网规划体系已经完成，能够与联合国、区域组织、有关国家战略规划紧密对接，促进各方加强能源转型与碳减排合作。对接联合国重大倡议。全球能源互联网已纳入联合国“2030年议程”、促进《巴黎协定》实施、推动全球环境治理、解决无电贫困健康问题等工作框架，为联合国推动可持续发展相关工作提供载体。对接区域发展目标。各大洲和区域能源互联网规划为有关地区能源转型和经济发展提供决策参考，推动能效共赢的减排行动。对接各国战略规划。充分考虑各国经

济社会发展需求，与各国能源电力规划有效对接，加快实施清洁低碳项目，增强发展中国家应对气候变化的能力，助力经济社会可持续发展。

携手开创气候环境治理新局面

建设全球能源互联网，破解气候环境危机涉及世界各国和众多领域，是极具开创性的系统工程，需要秉持创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，凝聚各方智慧和力量，团结协作、共同行动，尽快取得气候环境治理新成效，打造清洁美丽、共同繁荣、持久和平的新世界。

坚持解放思想，为破解危机奠定牢固基础。转变依赖化石能源的发展观念，坚持走绿色、低碳、可持续的创新之路，打破破惯性，解除碳锁定，加快形成绿色发展方式，建设生态文明和美丽地球。增进全球共识，将应对气候环境危机作为共同任务，消除分歧、汇聚力、加快行动，共同推动《巴黎协定》实施。

坚持创新驱动，为破解危机提供强大支撑。强化技术创新，推动一批低碳零碳技术加快突破，大幅提高气候环境治理的质量和效益。强化模式创新，引导资金加速流向绿色产业，实现碳减排与经济增长协同发展。强化机制创新，建立开放、灵活、高效的全球电-碳市场，更好地推动能源转型与碳减排。

坚持开放合作，为破解危机凝聚广泛合力。以能源互联互通为纽带，搭建开放包容、共促碳减排的国际合作平台。加强各国政府合作，推动政策协同、规划衔接、标准对接，共促清洁发展；加强跨机构、跨学科、跨行业联合攻关，共促技术进步和产业升级。

坚持互利共赢，构建气候环境治理新格局。发挥国际组织作用，搭建各方广泛参与的气候环境治理平台，积极推动全球气候环境多边合作，加强各国在气候变化、环境保护等领域的行动协同。以能源和气候环境协同治理为抓手，形成涵盖应对气候环境危机、产业发展、贫困健康等多个领域的综合治理框架和协调机制，有效应对全球各类重大系统性危机。

为推进全球能源互联网中国倡议，全球能源互联网发展合作组织于2016年3月在北京成立。合作组织认真学习贯彻习近平主席重要讲话和指示精神，以推动人类可持续发展为使命，大力推进全球能源互联网各项工作，取得重要成效和突破。在全球举办近40场大型国际会议和400多场宣讲，深入宣介中国倡议，推动形成全球共识。合作组织会员达到1053家，覆盖130个国家，与联合国及其五大区域机构，有关国际组织，五大洲100多个国家的政府和有关企业、机构建立合作关系，构建多层次的全球合作网络与平台。围绕能源、气候、环境等重点领域开展深入研究，形成和发布全球及各大洲能源互联网研究与展望（1+6）系列报告、全球及各大洲清洁能源开发与投资研究（1+6）系列报告，全球电-碳市场研究报告、新发展理念的中国能源变革转型研究报告等几十项新成果，为中国倡议落地实施提供系统方案和行动路线。

今年3月以来，针对日益严峻的气候环境问题，研究形成了《破解危机》《危机宣言》和《可持续发展之路》等成果，并在中国倡议五周年之际，举办破解气候环境危机国际论坛，出版发行并发布上述成果，为破解危机提供治本良方，提升我国在气候环境领域的影响力。目前，合作组织正在围绕我国2030年前碳达峰和2060年前碳中和目标，加紧研究实现路径与方案。初步研究显示，加快建设能源互联网，能够实现我国碳减排目标。

今后，合作组织将进一步深入学习贯彻习近平主席重要讲话和指示精神，在社会各界关心支持下，不断开创全球能源互联网发展新局面，为推动世界能源转型、破解气候环境危机、建设人类命运共同体作出新的更大贡献。

（作者系全球能源互联网发展合作组织主席，中国电力企业联合会理事长）