



可持续投资项目系列

中国能源对外援助赋能 非洲的多重路径：观点纪要

报告编写单位：
商务部国际贸易经济合作研究院国际发展合作研究所

2022年5月

致谢

本系列研讨会力图提升各方对中国与非洲能源气候领域契合点和增长点的理解。来自能源电力、科技创新、气候变化、金融等各个领域专家在系列研讨会过程中贡献了宝贵见解（发言专家完整名单见附件）。上述观点也将被用于启发后续的研究活动及知识产品。

在此特向拨冗参加研讨会并分享知识和观点的各位专家表示衷心的感谢！

报告制作

孙天舒，商务部国际贸易经济合作研究院国际发展合作所，助理研究员
宋婧，世界资源研究所可持续投资部，研究员

（实习生李思远对本报告亦有贡献）

免责声明

本纪要遵循会议所设的主题讨论，系对研讨会当天各方专家观点的总结与汇总，不代表任何政府或组织的观点。

商务部研究院和世界资源研究所不对报告引用数据的准确性作任何保证，也不为因数据引用所导致的任何后果承担责任。本出版物内提到的具体企业和产品名称不代表其相对其他没有提及的类似企业和产品受到了会议主办方的支持或推荐。本出版物中提及的地理区域或使用“国家”一词，非对任何国家、领土、城市或地区或其当局的法律地位，或其疆界或边界划定的任何观点表达。

如果您对本出版物内容有任何建议或者疑问，请联系 suntianshu@caitec.org.cn 或 jsong@wri.org。

目录

一、中国能源援助与非洲能源可及性	3	四、总结和共识	12
(一). 研讨背景	3	(一). 欠发达国家和贫困人群面临多重脆弱性的挑战	12
(二). 发展中国家提升能源可及性的需求	3	(二). 发展援助仍是重要支柱，中国角色承载更多期待	13
(三). 设计符合用户需求及支付能力的离网、微网可再生能源项目	3	(三). 可再生能源应用和转型无法一蹴而就，需客观认识其困难和挑战	13
(四). 普惠型能源设备和创新型金融产品	4	(四). 可再生能源产品、方案、金融工具创新和普及将为发展赋能	13
(五). 开发和利用非洲能源可及性数据库	4	(五). 提升能源援助的发展效益，制定需求侧导向的援助规划	14
(六). 建议	4	(六). 建立对接国际话语、具有前瞻性的项目环境和社会影响评估体系	14
二、中国能源援助与非洲疫情防控	6	附录 发言专家名单	15
(一). 研讨背景	6		
(二). 从中国抗疫援助看医疗卫生与可再生能源发展合作的耦合	6		
(三). 能源可及依然困扰低收入国家疫苗分配接种	6		
(四). 可再生能源适配非洲医疗卫生系统能源电力需求	7		
(五). 中国对非能源电力与医疗卫生援助相互叠加、提升效益	7		
三、中国能源援助与非洲绿色复苏	9		
(一). 发展需求	9		
(二). 能源转型仍然面临严峻挑战	9		
(三). 如何论证可再生能源国际合作项目的经济可行性	10		

经过多年发展，中国在能源对外援助方面已积累了丰富的经验，形成了较为成熟的模式。面对气候变化与新冠疫情的双重挑战，在可再生能源领域，如何更好地利用已有的经验与模式，结合非洲地区多元化的具体需求，探索更有效的公共投资路线，便成为了中国对非援助面临的全新课题。根据2021年中非合作论坛发布的《中非合作论坛-达喀尔行动计划》，中国将同非方在中国-非盟能源伙伴关系框架下，在包括能源可及、清洁能源、资源规划、绿色发展在内的多个领域加强务实合作。虽然中非能源气候合作蓝图已经铺开，但关于如何建立有活力的伙伴关系、如何合力提升发展中国家在能源气候国际讨论中的话语权、如何分享清洁能源技术和产品的创新成果，还有诸多亟待解答的问题。

为进一步讨论中非洲能源发展合作中基础性、关键性、即时性的问题，邀请跨领域、跨学科的专家进行务实、深入的探讨，加深各方对问题的理解，2021年底，商务部研究院国际合作所和世界资源研究所携手在京开展“中非可再生能源发展合作”系列研讨会，探讨中国能源对外援助赋能非洲的多重路径，以期提升各方对中国能源发展援助的共识、形成有前瞻性和实践意义的建议和路线图。

一、中国能源援助与非洲能源可及性

（一）研讨背景

国际能源署、联合国等机构发布的《2021年可持续发展目标7进展报告》指出尽管当前全球能源可及率已达到90%，但仍有7.6亿人生活在无电地区，其中75%生活在撒哈拉以南非洲、84%生活在农村地区。在2021年9月召开的联合国能源高级别对话峰会上，中方代表呼吁将解决“能源可及”问题列为与气候变化和能源转型同样紧迫的优先事项，加快制定具有可操作性的实施方案。

中国已于2015年实现了全国100%电力可及的目标，并创造性的将能源服务普惠与扶贫工作结合，推动共同富裕。作为全球能源可及的领军者，中国可为全球能源可及工作贡献和分享中国方案与智慧。在本月（2021年11月）即将召开的中非合作论坛前夕，探讨如何整合发展援助、商业合作与多边平台，开展政策对话、基础设施、低碳项目合作，与非洲地区合作伙伴共同推动“人人获得可靠、可负担、可持续的现代能源”议程的落实实属必要。

（二）发展中国家提升能源可及性的需求

当前发展中国家能源贫困依然存在，在非洲尤为突出。全球7.6亿无电人口中75%生活在撒哈拉以南非洲，80%的上述无电人口为农村人口。

由于无电地区往往地处偏远、交通阻塞、人口分散，依靠主网延伸解决用电问题投资巨大但收益微薄，因此当前出现了越来越多的聚焦用离网或微网系统提供可再生能源发电的方案。世界资源研究所开展的《“一带一路”国家分布式光伏潜力评估》计算了一带一路国家城乡无电人口数、家庭规模及户均用电水平，结合电网延伸率等因素，评估了需求侧的电力需求，认为分布式光伏在一带一路国家无电地区的装机潜力约为3.5-7.7GW。这个潜力如果实现，将会对包括部分非洲国家在内的低收入国家社会、经济发展产生深远的影响。

（三）设计符合用户需求及支付能力的离网、微网可再生能源项目

离网可再生能源方案在技术层面已经较为成熟，但在经济模型方面尚需论证。与主网延伸相比，离网可再生能源供电总投资小，但用户侧分摊电费较高，再考虑到无电用户的支付能力，这种方案要达到可持续的运营关键是确保其经济可行性，合理确定售电电价、补贴范围和方式，确保项目全生命周期成本在政府和用户间合理分摊。

离网新能源项目成本包括开发商的资本成本（含投资回报）和运营服务成本两部分。根据电费对成本的回收关系，离网项目可分为三类，第一类是盈利模式，即电费可以完全覆盖开发商的资本成本和运营服务成本；第二类是部分补贴模式，即电费原则上应覆盖运营服务成本，资本成本全部或大部分依靠外部补贴；第三类是全补贴模式，即电费无法回收运营服务成本，此类项目可持续运营需要依靠外部长期补贴。

在开展离网新能源开发或援助时，应做好项目遴选甄别，优先支持电费至少可以覆盖运营服务成本的项目，确保项目通过电费回收自身造血，维持项目的可持续运营。建议优先考虑在新能源资源条件较好、距离主网较远（10km+）、人口相对集中、用能需求相对稳定且相对较大，中高收入人口占比相对较大的地区建设离网系统。此外，在项目建设阶段由承包商派遣专家和当地技术人员共同工作，帮助当地提升运维服务能力，依靠当地实现后续运维服务，从而在带动就业的同时，减少后期运维成本。

（四）普惠型能源设备和创新型金融产品。



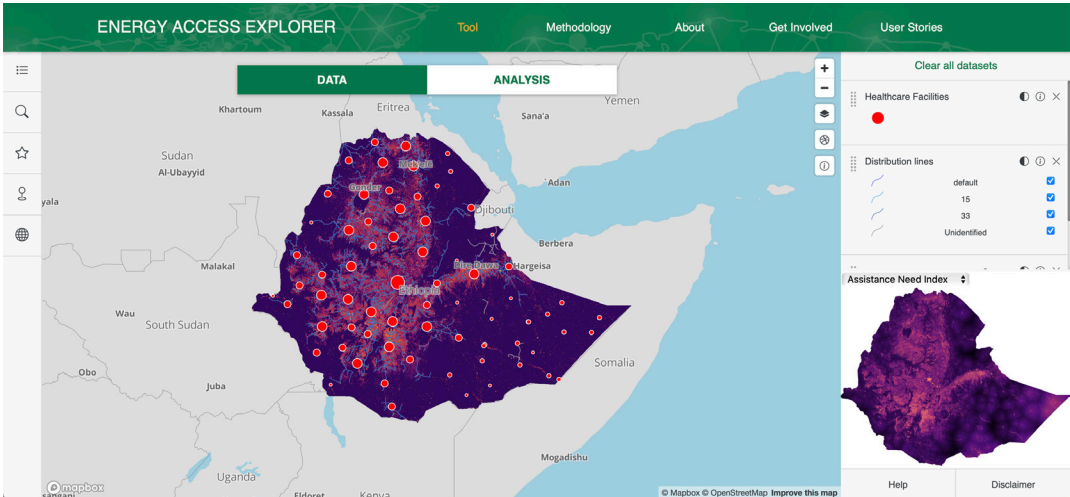
每年全球有530万人因呼吸道疾病死亡，其中无电地区居民使用煤油灯照明是重要原因之一；同时，无电人口每年要花费270亿美元用于购买煤油、蜡烛和电池。为了解决上述缺电、健康和环境污染问题，提高金字塔底端人群的生活质量，同时兼顾商业可持续性，许多创新企业致力于研发和推广普惠型的户用可再生能源设施。例如，总部位于深圳的诚信诺（PowerSolution）公司开发了“蜡烛消灭者”，这是一种便携式太阳能电灯。它的价格相当于无电家庭购买三个月煤油的价格，但可供家庭使用三年，同时减少一吨的碳排放，兼具经济和环境价值。

当前在非洲迅速推广的创新金融支付模式也有助于提升对此类产品的支付能力，通过测算采用PAY AS YOU Go（类似移动支付）投资小型太阳能的微网系统，肯尼亚经销商反馈4年内可以帮助一个家庭节省750美金的能源花费。手机和移动支付平台的普及使得越来越多的人可以用分期付款的模式购买或租赁此类产品。中国品牌的手机在非洲的市场占有率很高（仅“传音”一个品牌的手机出货量便占到非洲市场的40%）。因此推动能源贫困问题的解决不一定只能专注能源电力行业，通过电信、数字化平台为低收入人群赋能，也能有力推动离网电力产品的普及。

（五）开发和利用非洲能源可及性数据库

上述方案和产品的落地需依靠精细准确的能源可及性数据，以盘点用户需求，推演产品的可行性和可持续性。世界资源研究所开发了Energy Access Explorer（EAE）在线交互式数据平台，旨在反映发展中国家能源供需现状，目前涵盖

图 1 | Energy Access Explorer（EAE）在线交互式数据平台



坦桑尼亚、乌干达、肯尼亚和赞比亚四个非洲国家，精确度达到1平方公里。数据库主要包括能源需求侧和供给侧信息，其中需求侧包括人口数据和社会活动数据；供给侧包括可再生能源数据和基础设施数据。针对不同类型的用户，数据库可定制化发挥如下功能：第一，为当地政府能源主管部门进行能源综合规划提供技术支撑；第二，帮助清洁能源开发企业和技术提供商了解市场需求以及当地支付能力；第三，支持金融机构评估项目影响；第四，支持自下而上的能源需求评估。

（六）建议

非洲实现能源可及性还有很长的路要走。考虑到无电地区通电的成本和部分最不发达国家的财政和治理情况，国际发展援助依然是支持无电地区通电的重要资金和技术来源。

中国于2015年全面解决了273万无电人口的用电问题，其中约56%通过电网延伸供电，44%通过光伏独立系统供电，同时依托城镇化基础设施、农网改造、扶贫等国家项目实现，总结这一进程的经验，中国有很多可以分享、贡献的内容。

同时也应意识到，中国实现全民通电得益于其制度特点和优势。因此在开展援助和合作时依然需要从东道国需求侧出发，综合评估其资源禀赋、经济发展和基础设施水平、终端用户支付能力等，考察产品和方案落地可能性和可持续性。从国际实践和中国能源电力企业走出去的经验看，合作项目要能兼具扶贫和经济发展效益，始终需要政策性的援助和商业性的开发运营相结合，甚至在评估当地条件的基础上灵活调整政策成分和商业成分的配比。

这对中国国际发展合作的灵活性提出了很高的要求。无论是从中国深入参与全球治理的角度，还是从“全球发展倡议”推出和落地的角度，中国都需要对全球重大议题有所回应。以消除能源电力贫困的角度为例，这既是全球共同关注的可持续发展问题，又是中国有丰富经验和值得推广的方案领域，对此应尽快形成国际发展合作的体系化思路，结合发展需求和供给优势，适应“双循环”发展的产业布局需要，明确发展合作重点方向，有效配置对外援助资源，将援助中的基础设施、物资、技术培训和能力建设，与商业项目、产业园区开发、进出口贸易结合起来，强化系统集成，软硬搭配，多轨并举，形成合力。与此同时，除狭义的对外援助之外，应该从大国财政的角度思考如何塑造更加适合全球化发展的国际合作体制机制。

二、中国能源援助与非洲疫情防控

（一）研讨背景

2021年9月21日，习近平主席在第76届联合国大会发表重要讲话，申明全球必须推动实现更加强劲、绿色、健康的全球发展，并提出“全球发展倡议”。倡议明确提出中国将“大力支持发展中国家能源绿色低碳发展”及帮助发展中国家应对新冠疫情。

中国已在可再生能源和医疗卫生领域开展形式多样的对外援助。在当前新冠疫情扩大发展鸿沟、发展中国家亟待增强应对疫情能力的背景下，可探讨将绿色低碳发展和抗击新冠疫情方面的援助政策与举措结合，提升中国可再生能源援助在公共卫生和应对新冠疫情方面的协同效益、帮助发展中国家提升应对新冠疫情和其他公共卫生危机所需的社会基础设施、夯实疫情防控和诊治的关键环节。

（二）从中国抗疫援助看医疗卫生与可再生能源发展合作的耦合

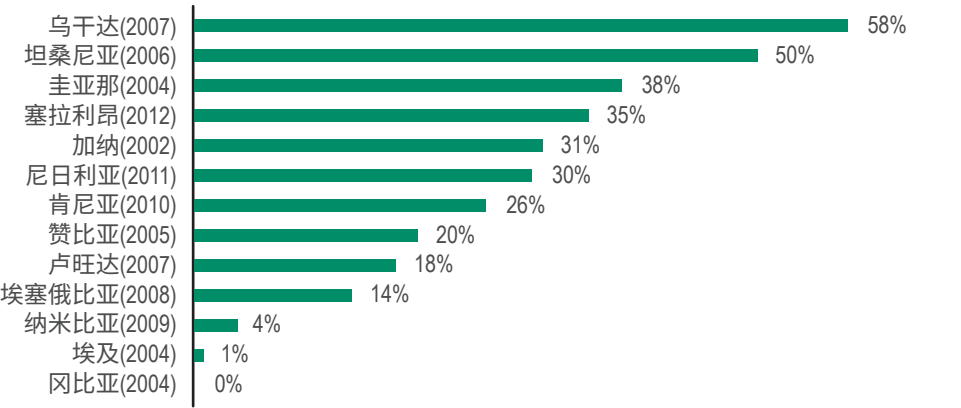
疫情爆发以来，中国在为其他发展中国家提供的抗疫援助中拓展了许多新的实践，呈现诸多闪光点。例如，开展远程会诊，中非医疗专家通过视频就新冠肺炎影像诊断做远程交流，分享新冠肺炎初期诊断标准；又例如，中国在70年代援助阿富汗坎大哈省的米尔瓦伊斯医院，虽然几十年来饱受战火侵扰，但在中国和国际组织的物资和技术支持下，如今已成为当地重要的医疗中心，也在新冠疫情防控中发挥了重要作用。

上述医疗卫生援助要发挥发展效益、惠及更广泛人群，都需要能源和电力的支持；包括远程诊治、远程培训在内的援助创新，也离不开电力供给——就未来援助项目增量来说，如果将能源电力援助和医疗卫生援助关联起来，有机会释放更大的发展效益；就当前援助项目存量来说，中国已提供的医疗卫生援助若缺乏能源电力支持，或有援助效益打折扣的风险。

（三）能源可及依然困扰低收入国家疫苗分配接种

发展中国家医疗卫生系统是否有提升能源电力供给的需求？早在新冠疫情流行前，电力匮乏就已经成为影响欠发达国家医疗质量的要素之一。当前全球还有10亿人由无电的卫生设施提供服务，46个低收入和中等收入国家的近60%的医疗设施缺乏可靠的电力；截至2014年，在11个撒哈拉以南非洲国家，约25%的医疗设施没有任何电力供应。妇女和儿童的健康首先受到初级卫生保健服务

图 2 | 没有电力供应的医疗设施



Source: Compiled from (Adair-Rohani et al., 2013) for sub-Saharan Africa; data for Guyana and Egypt is from the Service Provision Assessment (SPA) of USAID's Measure Health initiative (United States Agency for International Development, 2013).

缺失的威胁——全球每年有超过28.9万名妇女死于与怀孕和分娩有关的并发症，如果提供更好的照明和其他依赖电力的医疗服务，其中许多死亡是可以避免的。

新冠疫情爆发以来，全球聚焦公共卫生危机应对，发展中国家医疗卫生基础设施的脆弱性进一步凸显。根据WHO统计，非洲54个国家中有42个无法如期达成新冠疫苗接种目标，只有3%的非洲人口完全接种——相比起来，美国接种率为52%、欧盟接种率为57%。

疫苗要起作用，首先要能打到人身上。相比起疫苗的供给，疫苗的分配——尤其是如何分配给中心城市以外的人群，是更加棘手的问题。到目前为止，有26个国家只使用了其接收到的疫苗中的不到一半。虽然疫苗分配和接种效果取决于多种变量，但包括医疗系统电力供给、冷链设施在内的基础设施条件无疑是其中薄弱环节。疫苗是生物制品，对温度敏感，必须储存在合理温度范围内；一些特定种类的疫苗需要超低温（例如零下70度）冷藏，对冷链要求更高。目前低收入国家医疗冷链系统多为常规儿童免疫项目开发，尚不具备超低温冷链的设备和输送能力，无法满足疫情下大面积接种的需求。

针对发展中国家医疗卫生系统的能源电力缺口问题，近年国际上已形成一些多边倡议。2019年，包括世界卫生组织在内的多家机构成立了“健康与能源行动平台（HEPA）”，关注清洁炉灶和医疗卫生设施电气化，主要通过高层凝聚共识推动政策议程，主要参与方包括WHO、UNDP、联合国经社部、世界银行、国际可再生能源署等。HEPA侧重全球范围内国家之间的协调。2020年，联合国下设的人人享有可再生能源倡议（SEforALL）牵头提出《卫生设施电气化多边能源契约》（HEF Compact），目的是提升发展中国家医疗设施电气化协同行动。这个倡议比HEPA更注重行动，提出两个具体目标，即2020到2025年间保证有25000家医疗设施能够获得清洁和可靠电力供给；以及为20个国家级医疗系统提供全国医疗系统电力服务的数据和解决方案。该倡议预计将改善1-2亿人的医疗服务，其中包括难民、流离失所人群

（四）可再生能源适配非洲医疗卫生系统能源电力需求

能源的重要作用之一是为终端用户提供电力供应。医疗卫生系统的供电方式可以大致分为两类。第一类，针对大中型医院、卫生院，解决城镇等人居相对密集地区的医疗需求，通常是由主网提供电力供应。

第二类，由于非洲农村人口众多，地处偏远，交通不便，针对这些人的医疗需求，可以考虑采用离网或微网的供电方式。可再生能源被认为是适应发展中国家资源禀赋、发展议程、支付能力和医疗服务需求的能源种类。其中，光伏援助在当前国际援助中适用范围最广，且最适用于离网诊治环境。柴油等化石燃料也被用于备用能源（如医院柴油发电机等），但也有研究证明，只有不到30%的非洲国家医疗设备可以在调查当天找到可用的柴油。另外，柴油煤炭燃烧带来的健康影响也与医疗系统的目的背道而驰。

目前，加纳已经建成了为偏远医院供电的光储离网项目，资料显示可以节省近60%电费，在一定程度上降低了医疗成本，也因为医院建设在偏远地区，为周边患者争取了宝贵救治时间。随着离网技术的不断成熟，建设成本降低，通过可再生能源离网系统为非洲偏远地区医院提供电力供应是今后的发展趋势。

（五）中国对非能源电力与医疗卫生援助相互叠加、提升效益

提升医疗卫生系统能源电力服务的需求是客观存在的，并且得到普遍承认。当前国际发展援助主要提供三种解决路径，即微观层面解决方案、电力系统层面解决方案和国际政策协调方面的解决方案。基于两个议题双向促进的前

景，可考虑开展“医疗卫生x清洁能源”的、“小而美”的援助项目。

从现行对外援助制度出发，对中国能源领域对外援助提出以下建议：

- (1) 重点关注金字塔底端人群、缺电少电地区和离网电力产品。**需要识别和推广适用于低支付能力地区和脆弱人群的创新性产品：从受援方的需求出发，更好地定义设备电力需求，以帮助推动能源供应方解决方案的适当设计，做精细化管理。建议可探讨的项目类型包括向大医院提供太阳能备用电源、向小诊所配备太阳能疫苗冰箱或者供电设备等可再生能源设备、开展跨领域的人力资源开发合作项目。
- (2) 中国产品对接国际产品认证体系。**例如世界银行的“点亮全球”产品质量认证保证了发展中国家采购电力设备的质量；企业如获得认证，也可以得到世界银行补贴等优惠。中国企业应尝试与这种国际认证体系接轨。需要更好的调动和利用企业——尤其是民用企业的创造力和积极性，支持优秀的民营企业既参与到援外项目的承包、分包、实施和项目开发中，又参与到世行、联合国等国际发展组织的项目招标或短名单中。支持民营企业借船出海、提高国际竞争力。
- (3) 向创新型、普惠型金融工具借力。**当前，包括移动支付（Pay as You go）在内的普惠型金融为打开更多发展中国家市场提供了条件，增强了分布式可再生能源发电设备产品的可行性。同时，中国的政策性金融机构也应考虑向此类可发挥民生效益、提升中国产品形象、符合中国国际发展合作定位的产品和方案倾斜，提供切实支持。

此外，为医疗卫生服务提供能源电力支持，最难的在于跨部门协调合作。包括能源、卫生和发展援助部门协调；政府部门和商业部门（发电、输电、售电、离网电力解决方案提供方）的协调，援助提供方和援助协调方的协调。因此关于国际发展合作的讨论需要“跨圈”，讨论出更多值得试行的方案。同时，建议非官方国际发展机构先行开展项目试点，调研需求、积累经验、归纳模式，为官方对外援助的项目开发和设计提供有益参考。

三、中国能源援助与非洲绿色复苏

2021年11月29日，中非合作论坛第八届部长级会议在塞内加尔召开。会议通过《中非合作论坛-达喀尔行动计划》和《中非应对气候变化合作宣言》，可再生能源国际发展合作将成为中非合作重点与亮点。根据《行动计划》，中国将同非方在中国-非盟能源伙伴关系框架下，在包括能源可及、清洁能源、资源规划、绿色发展在内的多个领域加强务实合作。

中非可再生能源合作行稳致远，需从“输血”到“造血”，从“授人以鱼”到“授人以渔”，为东道国可持续发展赋能。合作不仅要取得发展和民生效益，也要取得财务和经济效益，才能激发多方参与发展合作的积极性，实现中非互利双赢。为此，需创新可再生能源发展合作模式，为优质产品和方案“走出去”提供政策、制度、资金支持。

当前国内和国际都开展了对“可再生能源+”模式的探索，将可再生能源与经济发展、民生改善相结合。其中有哪些项目或模式值得中非可再生能源发展合作参考借鉴？在欠发达国家开展可再生能源合作往往难以实现发展效益和经济效益的双赢；要使发展合作项目从为金字塔底层人群“输血”、到项目自主运转“造血”，应如何创新合作形式、建立支持合作运行的政策和制度？发展金融机构如何评估此类项目的风险与收益，如何为此类项目提供金融支持？在中非能源气候合作的蓝图下，许多关键问题亟待解答。

（一）发展需求

能源结构转型是SDG7的三大目标之一。2021年7月，非盟启动了非洲大陆绿色复苏行动5年计划，计划包括提高气候融资、支持可再生能源发展等五个优先行动领域。该计划旨在帮助非洲探索不以牺牲环境为代价的绿色发展道路，加强对非洲国家可再生能源的投资开发和技术转移是重要突破点。非洲排放最高的国家——包括南非、埃及、阿尔及利亚、摩洛哥、突尼斯、肯尼亚等——同时也是发展最快、营商环境相对稳定的国家。如能提升对这些国家的支持，加速其减排和清洁能源转型，将帮助非洲大陆显著降低温室气体排放水平，且有望带动区域内国家协同发展。

当前，许多发展融资机构开始调动私营部门资本，为非洲国家绿色转型提供资金。在COP26格拉斯哥气候大会上，包括中国在内的40余个国家签署了《格拉斯哥世界领导人突破性议程》。该协议将促使各国和企业共同努力，在未来10年共同加速开发和部署实现《巴黎协定》目标所需要的清洁能源技术和可持续发展解决方案，助力更多国家公正、包容的清洁转型。会上，美、英、法、德和欧盟还宣布与南非达成清洁能源转型伙伴关系，在未来3-5年为南非提供约85亿美元的赠款和优惠贷款，帮助其实现绿色转型潜力。联合国非洲经济委员会牵头发布了绿色和蓝色债券；南非最近发行了30亿兰特（1.96亿美元）的绿色债券，为其能源部门再融资。

（二）能源转型仍然面临严峻挑战

虽然各方都表达了对支持能源绿色转型的政治意愿，但向可再生能源转型并非一蹴而就。可再生能源始终存在能量密度低、间歇性、资源的分布时效性等特征/弱点，其大规模应用需要满足安全性、可靠性、经济性的要求。此外，除可再生能源本身特性外，在非洲推进能源转型还需面对大部分国家发展落后、信用记录差、电力用户支付能力弱、电力项目收款难的问题。这使得可再生能源项目坏账率高，面向偏远地区的电力服务项目更是融资困难：一是融不到，二是融得慢，三是融资贵，贷款利率非常之高。

另一方面，即便能从双边债权人、开发性金融机构、债权人处获得公共资金或者优惠贷款的支持，但又有可能给发展中国家带来新的债务负担和财政赤字，也会导致债务国在一定程度上向债权国让渡话语权和规划权，加大南北方的不平等。

（三）如何论证可再生能源国际合作项目的经济可行性

在经济角度上，可再生能源项目要想站得住脚，首先要考虑盈利性（商业运作潜力）和抗风险性，这两点对于面向低收入地区、低收入人群的普惠型能源项目更加重要。

（1）盈利性

在盈利性方面，需要建设有可持续性的商业模式，保证能源服务与产业结合、商业机构参与项目运作。例如，光伏可与当地农业相结合，开发光伏水泵、太阳能杀虫灯、光伏脱粒机、光伏冷库等。光伏也可以与下游产业相结合，比如光伏冷库可以与跨境电子商务相结合，将非洲农产品提供给全球的消费者，形成完整的生产销售产业链。

案例 1

赞比亚太阳能磨坊厂项目是中国政策性银行贷款支持的项目，项目在赞各村镇共建立 1583 个由太阳能驱动的磨坊，为村民提供就近加工粮食的场所。由于大大降低了加工成本，粮食供应显著提升，国家主粮价格下降了近 1/3，并且培养了很多当地的加工工人，带动了赞比亚农业部门就业。该项目的特点是可持续性强，项目建设快，建设的每个磨坊每天都有现金流，投资回收期短，可以自我供血、自主运营。项目贷款方国开行在这个项目里秉承绿色金融的思路，注重可持续发展目标，经济效益与社会、环境效益相结合。当前受疫情影响各国财政预算严重缩水，大型项目往往难以实现；而这种分布式的、跟生产性用途相结合的项目能更好地实现自发展价值和商业价值的平衡，有很强的借鉴意义。

案例 2

山东即墨光伏农业项目采用不同透光性的光伏组件来满足不同农作物对于采光的需求，实现棚上发电，棚下种植双收益的模式。该项目的商业模式将四大直接利益相关方进行了很好的组织，在强化地方政府引导责任的同时，调动当地农民参与该项目的积极性。另一方面采用多渠道融资模式，集合企业自有资金、银行贷款、青岛光伏产业基金、政府产业引导基金、采用项目融资租赁模式开发的权益融资以及相关政府补贴。新疆光伏牧业研究基于当时国家大力推动光伏扶贫的政策背景，扶贫效益显著，220 户贫困户可以直接从项目中受益脱贫，实现家庭人均收入超过当时贫困标准的 3 倍，同时通过创造就业岗位的形式带动整个畜牧业产业链和周边牧民的间接收益。

案例 3

光伏水泵是利用太阳能解决农村地区用水问题创新方案，即利用太阳能光伏发电直接启动水泵，将水提到地势高、水源少的地区。该模式具有诸多优势。首先是后期维护简单，不用蓄电池，不存在电池更换问题；其次是项目投资低，回报高，例如2013年在昆明市寻甸县水冒天村的提水项目原计划投资120万元，改用光伏水泵的初始投资只要60万，最终解决了全村生产生活用水问题，年直接经济效益达1000万元。光伏水泵对未来自在非洲实现“可再生能源+”的项目有重大借鉴意义。通过光伏发电提水，可以解决偏远地区饮用水、灌溉用水靠天吃饭的局面，保护生态环境，特别是有水以后老百姓可以自力更生脱贫致富。

中国在可再生能源领域已形成较为成熟的模式。比如，在太阳能水泵解决当地居民供水及农业灌溉需求方面的实践，以及光伏+农业种植及加工、光伏渔业等项目已经积累了丰富的经验，形成了具备示范效应的诸多案例。更可持续地将这种模式应用到非洲，有助于提升对非援助的质量和效益，实现从“输血”到“造血”的转型。

上述项目兼具民生和经济价值，具有良好的示范性，宜考虑以对外援助为主的政策性资金给予支持，尤其应与中国民生领域援助项目叠加。例如渔光互补、光伏提水等技术都可以考虑与中国援非农业示范中心相嫁接。

(2) 风险管控

在管控风险方面，投资人关心的是风险对冲后的收益，因此往往不愿意在市场不成熟的欠发达国家开展项目，因此项目的风险评估关系到融资能力。

能源项目的风险管控往往需跟政府“要政策”，即无论是投资方所在国、还是投资标的所在国政府都应起到支撑作用，做好需求匹配和政策性金融架构。例如，银行对符合国家发展规划的部门能够提供低息贷款、可再生能源制造和销售能够享受税收优惠，让成本逐步下降。可再生能源上网电价要优惠，投资者收益要得到公平合理的对待，企业能够回收资本来进一步加强可再生能源开发。

中国的国际工程企业最初以承包工程（EPC）的模式参与到与非洲国家的电力项目合作中，后来增加了融资部分（EPC+F），近些年逐渐以独立发电商（IPP）身份参与项目。当前国家对清洁能源国际合作的政策激励很强，传统工程承包领域也在顺应政策引导的方向，电力能源企业正在转型开展独立投资和可再生能源项目。IPP项目更加重视上述盈利性和风险管控因素，主要考虑因素是所在国是否有足够的财政能够支持项目后续运营，以及终端电费能否覆盖前期电力投资。在此基础上，还会考虑结合其他多种经营模式，重点关注对当地经济增长有明显带动作用，影响力和显现度高的项目，如林下作业、渔光互补等。但考虑到部分非洲国家存在主权信用评级不高、营商环境较差、政权更迭频繁等问题，针对不同国家会采取不同的商业模式实施项目。

在这一过程中，国际发展机构（包括双边援助机构、双边发展融资机构、多边开发银行、国际组织等）通常的做法是通过项目开发和可行性研究、及对东道国能源电力部门的技术援助提高项目的盈利能力和电价政策的稳定性。对市场条件还比较落后的国家，援助机构的工作往往是加强东道国的能力建设，完善融资和法律法规，给各种商业模式创造更好的条件，吸引企业做项目开发和运营。

四、总结和共识

本系列研讨会探讨了中国在能源领域国际发展合作与以非洲为代表的发展中国家和地区发展需求的多重耦合，既有对解决缺电少电的沉痾顽疾的努力，也有对当前新冠疫情大流行的应对、以及对未来推动能源绿色、公正转型的展望。对于在国际发展合作中如何认识东道国需求、及如何调动多种资源提升合作效益，与会专家在讨论中形成了诸多共识，对未来政策研究和合作活动的开展也有重要的指导意义。总结如下：

（一）欠发达国家和贫困人群面临多重脆弱性的挑战

对于具有世界上最多最不发达国家和发展中国家的大洲而言，减少贫困一直是非洲各国共同努力的目标，2020非洲的极端贫困率为34.5%（图3），这意味着非洲有三分之一的人口生活在贫困线以下。而新冠疫情带来的不利影响将逆转非洲来之不易的减贫成果：受新冠疫情的影响，2020年非洲经济收缩了2.1%(图4)。相比疫情之前的经济增长预测下降了5.6至7.3个百分点，成为了半个世纪以来最严重的经济衰退。各国财政赤字激增，偿债能力下降。

在能源电力领域，脆弱性体现在宏观的难以为能源电力基础设施融资和微观的难以为偏远贫困地区提供能源电力基础服务上。当前在非洲国家偿债压力大、包括能源电力设施在内的大型基础设施项目融资难，和新冠疫情反映出的

图 3 | 非洲极端贫困率（2018-2021）

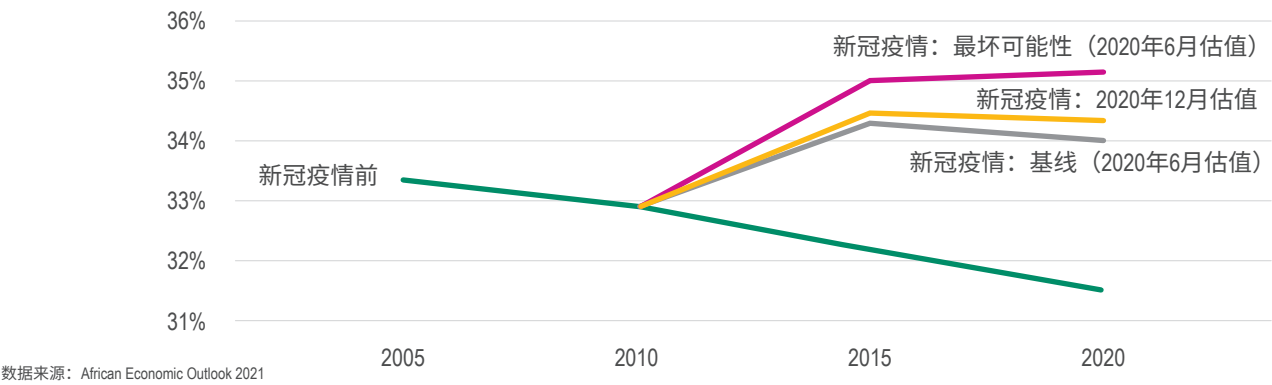


图 4 | 非洲及分区域GDP分析

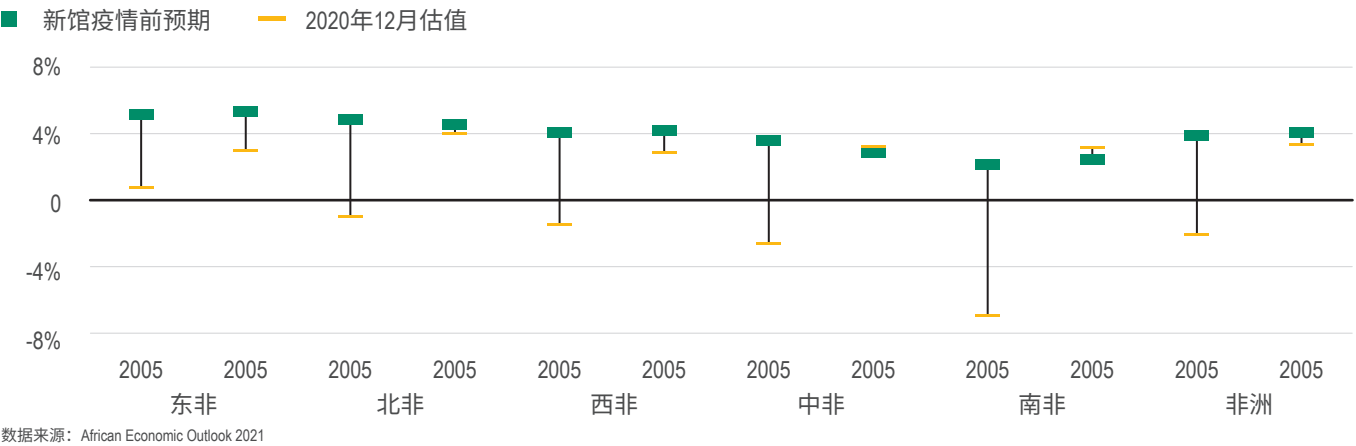


图 5 | 可获得电力供给的人口占比

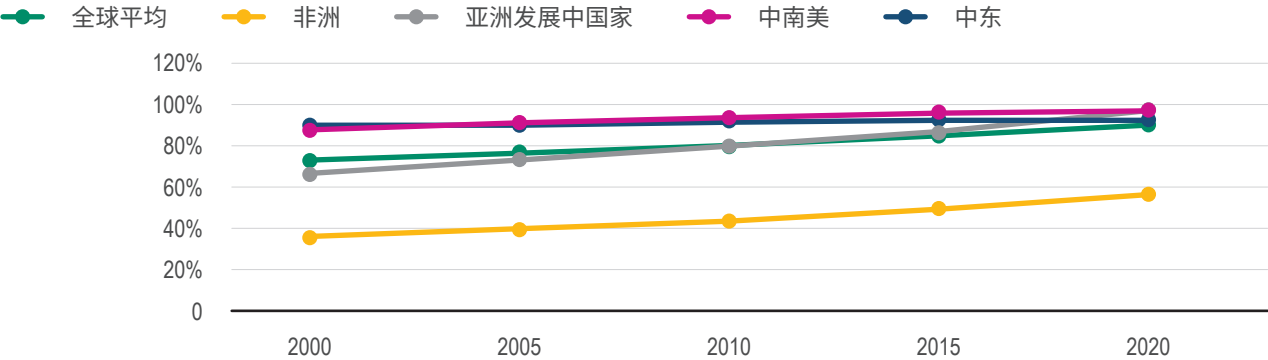
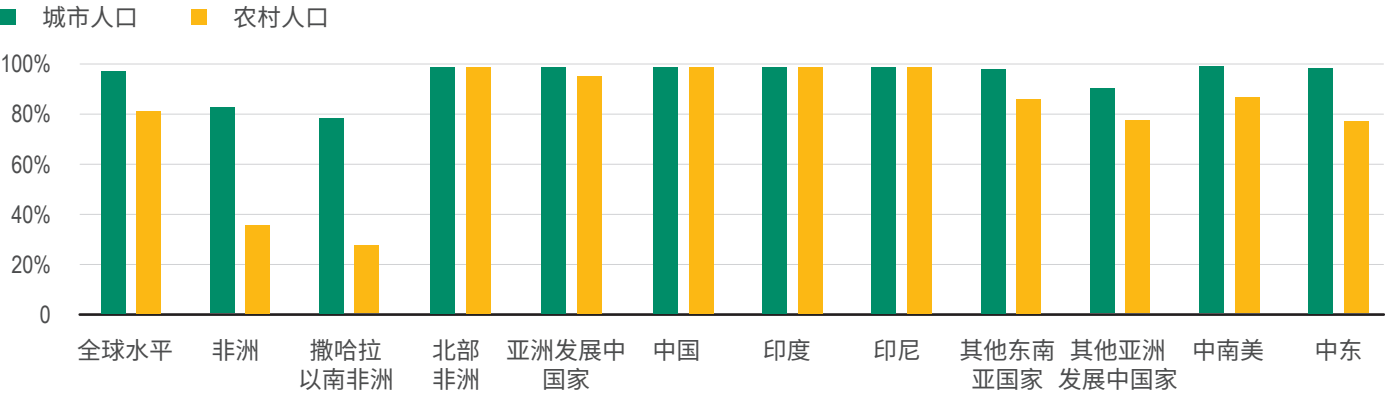


图 6 | 各地区城市和乡村可获得电力供给的人口占比



数据来源：IEA SDG7 进展数据和预测 <https://www.iea.org/reports/sdg7-data-and-projections>

基层卫生系统和冷链设施电力供给不足，便是上述脆弱性的表现。上述脆弱性相互叠加造成恶性循环。预计到 2030 年，撒哈拉以南非洲仍将有 5.6 亿无电人口。

（二）发展援助仍是重要支柱，中国角色承载更多期待

考虑到无电地区通电的成本和部分最不发达国家的财政和治理情况，国际发展援助依然是支持无电地区通电的重要资金和技术来源。帮助非洲地区提升韧性、消除能源贫困、实现绿色转型，都离不开大量财政和援助资金支持。然而，发达国家在 2009 年哥本哈根气候大会上做出的“到 2020 年将向发展中国家提供每年 1000 亿美元的气候援助”的承诺迟迟没有兑现。根据 OECD 的最新统计，2019 年发达国家动员的气候资金总量仅为 796 亿美元。发展中国家的脆弱性和援助的乏力折射全球公共危机与治理赤字。

在这种背景下，中国与其他发展中国家在南南合作框架下开展的能源气候合作既承载了国际社会的期待，又是中国深入参与全球治理、贡献全球公共问题解决的应有之义。中国能源领域对外援助可成为联结中国产业优势、发展中国家民生需求和全球“人人享有可持续能源”议程三者的桥梁，一方面通过分享中国产品、技术和经验，助力发展中国家突破能源可及性瓶颈，另一方面为商业合作树立最佳实践示范，明确中国参与发展和气候全球治理的立场和目标，撬动开发性和商业性的生产要素更活跃和可持续地投入到发展中国家能源领域。

（三）可再生能源应用和转型无法一蹴而就，需客观认识其困难和挑战

虽然无论是国际多双边合作还是国内“双碳目标”都为可再生能源发展和能源结构转型勾勒光明前景，但可再生能源开发和利用始终需突破其物理特性带来的瓶颈、满足项目开发对盈利性和可持续性的要求。而在非洲推动可再生能源合作还需营商条件、偿债能力、支付能力等多方挑战。同时也应清楚认识到，中国虽在实现全民通电和做出“3060”承诺的过程中积累了成熟的产品、技术和方案，但“中国经验”部分亦得益于其制度特点，无法完全被复制。因此在国际发展合作中仍需要从东道国需求侧出发循序渐进，中非能源合作“蓝图”落地实际仍有诸多掣肘。

（四）可再生能源产品、方案、金融工具创新和普及将为发展赋能

在近期发布的《SDG7进展报告》中，IEA和IRENA都强调了利用分布式可再生能源系统（包括小型电网和独立式系统）解决无电地区电力供给的潜力，及为企业和用户提供资金和政策支持的重要性。本次系列研讨会的与会专家也强调了分布式（离网、微网）可再生能源在消除电力贫困、提升生活质量、降低健康和环境危害方面的潜力。无论是“光伏+”的多产业叠加模式，还是面向“金字塔底端”人群的蜡烛消灭者、太阳能收音机，中国都已具备完善的解决方案和产能。上述产品和方案的推广和可持续性也将得益于对接包括“点亮全球”在内的国际产品认证体系，获得开发性金融机构支持、提升国际竞争力。

与会专家普遍提到以Pay as you Go移动支付服务为代表的普惠型金融创新为提升终端用户对电力设备的购买力和电价支付能力起到了显著的推动作用。而中国企业深耕的手机产业又扩大了Pay-Go的使用范围。伴随着越来越多的终端用户支付能力的提高，分布式可再生能源的使用成本有望降低、融资能力有望提高，将为消除能源贫困起到巨大的赋能作用。

（五）提升能源援助的发展效益，制定需求侧导向的援助规划

需认识到，在SDG7“人人享有可持续能源”的框架下，不同的发展需求要求设计不同的合作模式。例如，为无电人口提供满足有尊严生活的基础能源服务、为各层级医疗设施提供重大公共卫生危机防范系统电力保障、为各经济部门提供清洁能源供给并奠定未来能源转型基础，所要求的能源电力国际合作的维度、尺度和模式是截然不同的。

为此，需根据受援国需求、发展议程和市场条件设计合作规划，做好项目甄别和遴选，根据项目的盈利性、发展效益和风险预期匹配适宜的资金类型，或调整政策性资金和商业资金的配比。以优化能源发展合作形式为抓手，形成“物资/技术合作-成套-能力建设-产业园区-综合规划”、“点线面结合”的援助体系，将分散式的成套项目与物资援助，通过低碳规划计划的方式整合起来，撬动和深耕现有项目，也可实现援助标的从“交钥匙”工程到“菜单式”合作的优化和完善。

（六）建立对接国际话语、具有前瞻性的项目环境和社会影响评估体系

可再生能源发展合作项目往往具备包括发展、经济、健康、环境在内的多重因素，在碳排放交易体系、生态系统服务定价系统逐步建立的过程中，上述合作项目的价值更有可能被转化为货币价值，从而增强项目的可融资性和可持续性。这种可能性的基础是对项目的环境、社会、气候影响做监督和评估，以可持续发展效益为导向，建立项目检测和评估体系。评估指标既要体现对受援国国民经济和社会发展的推动力，也要反映对受援地区居民生活、气候变化、环境和健康的影响，对接可持续发展目标等国际普遍认可的标准。

附录：发言专家名单（按发言先后顺序排序）

苗 红	世界资源研究所可持续投资部，主任	沈一扬	北京包容性发展研究所，所长
王 冻	商务部国际贸易经济合作研究院国际发展合作研究所，所长	赵莉雅	通威股份光伏事业部，投资经理
孙天舒	商务部国际贸易经济合作研究院国际发展合作研究所助理研究员	刘祖明	云南师范大学教授/博导，云南卓业能源有限公司董事长
滕爱华	保利新能源科技有限公司，原董事长	杨富强	北京大学能源研究院，特聘研究员
沈迪济	播锐智咨询创始人/CEO，流行病防范创新联盟（CEPI）顾问	郝 睿	中非发展基金研究发展部总经理，高级经济师
姜 灏	中非可再生能源创新联盟，秘书长	谢文泓	气候债券倡议组织，中国区总经理
李博伦	发展创新洞见（Diinsider），创始人	姚 帅	商务部国际贸易经济合作研究院国际发展合作研究所副研究员
李 丹	中国循环经济协会可再生能源专业委员会，执行秘书长		
陈 长	水电水利规划设计总院国际业务部非洲处，副处长		
沈一扬	北京包容性发展研究所，所长		
袁 敏	世界资源研究所可持续投资部，研究员		
李 霞	深圳太阳能学会副秘书长/深圳诚信诺科技有限公司创始人		
胡 根	中国建筑股份有限公司国际工程分公司国际合作事业部，高级经理		
张 锐	全球能源互联网发展合作组织经济技术研究院，研究员		
彭 澎	新能源电力投融资联盟，秘书长		
何继江	清华大学社会科学学院能源转型研究中心，常务副主任		

世界资源研究所介绍

世界资源研究所成立于1982年，总部位于美国华盛顿，是一家独立的全球性智库和行库。近40年来，研究所一直通过开拓性的研究方式和工具、庞大多元的数据平台和敏锐客观的分析观点为科学决策提供参考和支持，并产生实际影响。

世界资源研究所在12个国家和地区拥有办公室，汇聚1400多名专家和工作人员，工作范围辐射50多个国家。2008年，世界资源研究所在中国北京开设了首个国际办公室。

可持续投资项目介绍

世界资源研究所可持续投资项目立足中国，放眼国际，与可再生能源和绿色金融领域的中外权威智库及研究机构合作，提供绿色金融解决方案，支持对外投资领域从传统能源（尤其是化石能源）向可再生能源转变，助力中国实现能源转型与高质量发展，推动全球可持续发展与低碳目标。

世界资源研究所（美国）北京代表处

地址：北京市东城区东中街9号东环广场写字楼A座7层K-M室
邮编：100027
电话：86 10 6416 5697
传真：86 10 6416 7567

WRI.ORG.CN





商务部国际贸易经济合作研究院
Chinese Academy of International Trade and Economic Cooperation

商务部国际贸易经济合作研究院国际发展合作研究所

地址：中国 北京 东城区安定门外大街东后巷28号
邮政编码：100710