

全球发展倡议下非洲海洋 能源开发与中非合作

王 涛 王 泽 宇

内容提要 非洲海洋油气与可再生能源储量可观。西非几内亚湾、北非东地中海、东非莫桑比克海域的油气资源逐步得到勘探与开发。除几内亚湾、红海外，非洲其他海域风能丰富。北非、东非是浮动太阳能开发高潜力地区。南非波浪能开发潜力巨大，非洲河流入海口潮汐能潜力可观，索马里洋流、加那利洋流、厄加勒斯洋流都蕴含丰富的洋流能。几内亚湾与东非印度洋沿海热能转换潜力巨大。国际合作是非洲海洋能源开发最主要的形式，实现了非洲能源与外部世界资金、技术、管理经验的互补。为了进一步勘探开发海洋能源，非洲国家与国际组织制定了一系列战略与政策，但是技术、人才、资金、基础设施等方面的短板制约了非洲海洋能源的开发利用，如何平衡能源开发自主权决定了非洲海洋能源国际合作的深度与广度。中非海洋能源合作方兴未艾，在海洋油气、可再生能源、海洋能源通道安全等方面的合作都取得一系列进展。非洲拥有丰富的海洋能源潜力，中国拥有海洋能源开发的先进技术、经验与资金，双方合作互补性强。在全球发展倡议下，未来中非在海洋能源投资与基建、海洋能源技术转移与人员培训、海洋能源产业链与价值链拓展等方面的合作具有广阔前景。

关 键 词 全球发展倡议 非洲海洋能源 中非海洋能源合作
海洋命运共同体

作者简介 王涛，浙江师范大学非洲研究院教授（金华 321004）；
王泽宇，云南大学非洲研究中心硕士生（昆明 650091）。

海洋在人类社会发展中的作用日益凸显。全球40%人口居住在距海岸100公里以内的地区，超过4/5的特大城市分布在沿海，同时内陆人口还在不断向沿海

集中。^① 非洲海岸线达 3.05 万公里,海域面积是陆地的 3 倍,有 38 国是沿海国或岛国,90% 以上的进出口贸易依赖海运,^② 海洋资源与能源的开发利用在非洲经济社会发展中发挥着越来越重要的作用。据国际可再生能源机构 (IRENA) 评估,若充分开发世界海洋能源,每年有望多生产 45 万亿—130 万亿千瓦时电力,是当前全球电力需求的 2 至 5 倍。^③ 把握海洋能源开发先机,将有助于非洲各国应对能源短缺难题。

当前,非洲国家、国际组织日益重视海洋能源开发与国际合作。开发海洋能源,挖掘经济增长新动能,成为非洲国家联合自强与国际合作的新兴领域。中国是非洲发展的同行者与支持者,双方在海洋能源领域的合作空间广阔。随着 2021 年 9 月习近平主席提出全球发展倡议,深化中非海洋能源合作,开拓非洲蓝色经济新边疆,成为中非合作的重要方向。鉴于海洋能源合作在中非合作中日益重要的地位,本文将以非洲海洋能源勘探开发为研究对象,探讨全球发展倡议下的中非海洋能源合作。

非洲海洋能源的开发潜力

当前,世界步入后疫情时代新的动荡变革期。为确保全球能源生产与供应安全,能源绿色转型将持续深化。海洋能源作为绿色能源组成部分,日益成为稳定国际能源市场、推动能源发展转型的新选项。海洋能源一般指蕴藏于海洋中的可再生能源,包括波浪能 (wave energy)、潮汐能 (tidal energy)、洋流能 (ocean current energy)、海洋热能转换等形式,在更广范畴上还包括海上风能、太阳能、海洋生物质能。^④ 另外,鉴于海洋油气同属海洋空间中的能源,而且与海洋可再生能源开发呈互补态势,本文将其也纳入海洋能源范畴。无论油气资源还是可再生能源,非洲海域的探明储量都十分可观,开发前景广阔。

(一) 海洋油气

海洋油气是指蕴藏在海下沉积岩与基岩中的石油与天然气资源,是重要的海

① Juan Manuel Barragán and María de Andrés, "Analysis and Trends of the World's Coastal Cities and Agglomerations," *Ocean & Coastal Management*, Vol. 114, 2015, p. 11.

② 郑海琦、张春宇:《非洲参与海洋治理:领域、路径与困境》,《国际问题研究》2018 年第 6 期,第 105 页。

③ *Innovation Outlook: Ocean Energy Technologies*, Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2020, p. 24.

④ 《什么是海洋能》,国家能源局网站,2011 年 10 月 10 日, https://www.nea.gov.cn/2011-10/10/c_131182320.htm, 访问日期:2023 年 11 月 10 日。

洋能源之一。随着陆地常规油气资源开采逐步减少,海洋油气成为油气开发的重要对象,2013 年以来全球 70% 的重大油气资源发现都来自深海。在排名前 50 的超大型油气开发项目中,深海油气项目占 3/4。西非几内亚湾、东非印度洋都是潜力巨大的海域。2017 年全球海洋油气资源技术可采储量分别为 1.097 万亿桶与 311 万亿立方米,分别占全球油气可采量的 32.81% 与 57.06%。^① 2018 年全球约有 6500 个海洋油气开发项目,生产了世界 1/4 以上的油气资源。^② 2022 年欧佩克国家海洋石油产量占比更是高达 65%。^③

非洲海洋油气资源丰富。西非几内亚湾是世界最重要的海洋油气产区之一。安哥拉卡宾达 (Kabinda) 沿海、下刚果 (Lower Congo) 以及宽扎盆地 (Kwanza) 分布有不少潜力巨大的海洋石油区块。圣多美和普林西比 (简称“圣普”) 与尼日利亚交界海域的联合开发区、圣普与加蓬的交界海域都具有可观的油气资源潜力。此外,近年来北非东地中海地区、东非莫桑比克海域的天然气资源也得到开发。

鉴于海洋油气开发日益重要的地位,非洲各国都加大了对海洋油气开发的投入。早在 1969 年,埃及就在尼罗河三角洲西北近海发现了第一个海洋气田阿布齐尔 (Abu Qir),储量约 150 亿立方米,^④ 这也为 1972 年埃及加入阿拉伯石油输出国组织提供了条件。2015 年,在埃及地中海沿岸发现了该海域有史以来最大的海洋气田佐尔 (Zohr),储量约 8500 亿立方米,对该气田的开发有望扭转埃及天然气净进口国的地位。^⑤ 依托对海洋天然气资源的勘探,2022 年莫桑比克天然气储量跻身非洲前三,成为天然气开发“新贵”,^⑥ 吸引了亚太国家与海湾国家的投资。2014 年南非政府推出全面勘探海洋油气资源、发展蓝色经济的“费吉

① 谢玉洪等:《深水油气钻探技术装备发展现状与趋势》,《前瞻科技》2023 年第 2 期,第 23 页。

② “Energy and Resources from the Ocean,” *World Ocean Review*, Vol. 7, 2021, p. 175.

③ 《2022 年阿尔及利亚成为非洲第三大产油国》,中国商务部网站,2022 年 6 月 12 日, <http://dz.mofcom.gov.cn/article/jmxw/202206/20220603318141.shtml>, 访问日期: 2023 年 11 月 12 日。

④ “Natural Gas,” Ministry of Petroleum & Mineral Resources, Arab Republic of Egypt, <https://www.petroleum.gov.eg/en/gas-and-petrol/discovery-search-production/Pages/gas.aspx>, accessed November 12, 2023.

⑤ Siva Krishnan, “Egypt’s Offshore Prospects Are Even Greater with the Right Technologies,” *Siemens Energy*, March 10, 2020, <https://www.siemens-energy.com/emea/en/news/magazine/egypt-offshore-prospects-are-even-greater-with-the-right-technologies.html>, accessed November 12, 2023.

⑥ Carole Nakhle, “East Africa’s Natural Gas Outlook,” *Geopolitical Intelligence Services*, September 1, 2022, <https://www.gisreportsonline.com/r/east-africa-natural-gas/>, accessed November 12, 2023.

萨计划”(Operation Phakisa)。该计划指出,南非近海海域约有 90 亿桶石油储量、110 亿桶石油当量的天然气储量,若得到充分开发,有望满足南非至少 40 年能源消耗。^①但是,由于南非海洋油气多分布在深海,开发难度大、成本高,目前多处于勘探阶段。2023 年欧美企业在纳米比亚沿海发现储量约 110 亿桶的海洋石油,直追其邻国安哥拉 130 亿桶的海洋石油储量,纳米比亚有望跻身世界前 15 的石油生产国。^②

(二) 海上风能与太阳能

海上风能是指利用海洋风产生的能量。由于海面风力强、摩擦力小且较为空旷,因而可利用风能潜力较大,单位面积与时间里海上风电场产生的能量是陆地风电场的两倍。^③海面上空 100 米左右平均风速达到 8~10 米/秒或更大的近海海域(水深 50 米以上)属于海上风能高潜力区。在非洲,海上风能装机容量预计 6 亿千瓦,每年有望生产 2.36 万亿千瓦时电力。1/3 的非洲沿海国家都具有良好的海上风能开发潜力,其中超过 90% 的海上风能资源集中于南部非洲电力联盟(Southern African Power Pool)、东非电力联盟(Eastern African Power Pool)、马格里布电力委员会(Comité Maghrébin de l'Electricité)成员国海域。南部非洲沿海、非洲之角东岸、马达加斯加南北海岸年均风速都超过 11 米/秒,西北非与东非中部海岸年均风速为 9 米/秒。^④其中,摩洛哥海上风能技术潜力达到 2.5 亿千瓦,是陆上风能潜力的 10 倍。^⑤南非从德班(Durban)到西开普斯特拉斯拜伊(Struisbaai)一线海域浅海风能若能充分开发,有望满足全国 15% 的电力需求。而随着浮动式海上风电技术发展,深海海上风能开发在效益上更加可行,将

-
- ① “Offshore Oil and Gas Exploration,” Operation Phakisa, <https://www.operationphakisa.gov.za/operations/oel/oilgas/pages/default.aspx>, accessed January 3, 2024.
- ② “Namibia’s Offshore Oil Discoveries Estimated at 11 Bln Barrels – NAMCOR,” Reuters, August 23, 2023, <https://www.reuters.com/article/idUSL8N3A41HS/>, accessed January 3, 2024.
- ③ [德] 克里斯蒂安·霍勒等:《未来能源:我们能做些什么》,周婷译,北京联合出版公司 2023 年版,第 61 页。
- ④ Paul Elsner, “Continental – scale Assessment of the African Offshore Wind Energy Potential: Spatial Analysis of an Under – appreciated Renewable Energy Resource,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 104, 2019, pp. 394 – 407.
- ⑤ Aïssa Benazzouz et al., “Offshore Wind Energy Resource in the Kingdom of Morocco: Assessment of the Seasonal Potential Variability Based on Satellite Data,” *Journal of Marine Science and Engineering*, Vol. 9, No. 31, 2021, pp. 2, 18.

能提供南非当前需求 8 倍以上的电力。^① 几内亚湾、红海则是非洲海上风能较为匮乏的地区。

海上浮动太阳能是指在海面上利用漂浮式太阳能板吸收的太阳热辐射能。为了防止太阳能板阻碍海下生物光合作用,影响浅海区生态,多将其安装在水深超 50 米的深海区。浮动太阳能发电主要受制于昼夜、阴晴等自然因素,相较陆基太阳能,海上太阳能板在海水运动导致额外电池损耗的同时,也受惠于下方水体冷却作用,在一定程度上提高了电池效率。^② 北非、东非是浮动太阳能开发高潜力地区。据国际卫星云气候学项目(International Satellite Cloud Climatology Project)测算,北非地中海太阳辐射达 2000 千瓦时/平方米,尽管不及撒哈拉沙漠地区(2500 千瓦时/平方米),但仍高于欧洲地中海 1500 千瓦时/平方米的水平。^③ 东非岛国塞舌尔、马达加斯加、科摩罗沿海太阳辐射也达 1800~2100 千瓦时/平方米。^④ 对土地稀缺、陆地资源贫乏的非洲小岛屿国家而言,浮动太阳能发电还具有节约土地的优势。

(三) 海洋机械能与热能

海洋机械能包括波浪能、潮汐能、洋流能。其中,波浪能是指在风力作用下海面海水流动产生的能量,其大小取决于风速、风持续时间、风覆盖面、海水深度。但波浪能不同于风能,即使在风停后,波浪能仍会存在,持续时间更长。^⑤ 非洲波浪能蕴藏量大,据世界能源委员会(World Energy Council)估算,非洲波浪能理论发电量潜力可达每年 3.5 万亿千瓦时,^⑥ 而 2019 年非洲年耗电量仅 7000 亿千瓦时。^⑦ 非洲波浪能高潜力地区主要分布在南部非洲。基于影响波浪能的 4 个要素,长距离强风末端区域波浪能最丰富。盛行西风的莫桑比克、马达加

① “Offshore Wind Farms in 3 Spots Could Supply All of SA’s Electricity – 8 Times Over, Academics Find,” News 24, March 10, 2021, <https://www.news24.com/news24/bi-archive/sa-offshore-wind-farms-could-deliver-all-of-sas-electricity-2021-3>, accessed November 20, 2023.

② African Natural Resources Center, *Assessing the Potential of Offshore Renewable Energy in Africa*, Abidjan: African Development Bank, 2021, p. 29.

③ C. Diendorfer, M. Haider and M. Lauermann, “Performance Analysis of Offshore Solar Power Plants,” *Energy Procedia*, Vol. 49, 2014, p. 2462.

④ “Global Solar Atlas,” Energy Data Info, 2023, <https://globalsolaratlas.info/map?c=-10.401378,41.088867,5&s=-11.005904,46.625977&m=site>, accessed November 20, 2023.

⑤ Arthur Pecher and Jens Peter Kofoed (eds.), *Handbook of Ocean Wave Energy*, Cham: Springer Nature, 2017, p. 51.

⑥ African Natural Resources Center, *Assessing the Potential of Offshore Renewable Energy in Africa*, p. 30.

⑦ *Africa Energy Outlook 2019*, Paris: International Energy Agency, 2019, p. 15.

斯加南部以及南非沿海波浪能常年稳定,开发前景好。南非海岸每公里可产生 2.5 万~5 万千瓦波浪能,^①波浪能理论装机容量可达 1.78 亿千瓦,占全非近 1/4。^②西非、中部非洲波浪能估计有 0.77 亿千瓦,北非有 0.4 亿千瓦。^③相比地中海波浪能 70%~80% 的年波动幅度,南非波浪能年波动幅度小于 50%,稳定性更好。^④

潮汐能是指日月地相互作用产生的海水涨退潮动力,其丰富程度与潮差(海平面周期性垂直涨落)、流速、潮汐持续时间以及潮汐频率有关。相比其他海洋能源,潮汐能理论潜力最小,但每年仍有望制造 1.2 万亿千瓦时发电量。值得注意的是,在所有海洋机械能中潮汐能开发技术最成熟。当前全球海洋机械能与热能开发超过 3/4 的装机量都集中在潮汐能。^⑤它对天气条件的依赖度小于波浪能,开发设施可建于水下或依托现有建筑,对沿海景观影响也较小。非洲沿海各地潮汐能分布不均,东非平均潮差为 1.2~1.6 米,不过河流入海口处潮差可达到高值。例如几内亚比绍北部盖巴河口(Geba estuary)平均潮差 5.1 米,格勒港(Gole)为 6.4 米,而几内亚湾平均潮差仅 2.8 米;赞比西河口(Zambezi estuary)平均潮差 5.6 米,而莫桑比克沿海平均潮差只有 3.5~4.5 米,毛里求斯与留尼旺沿海平均潮差更是仅有 0.3~1.0 米。^⑥在南非德班沿海,每日有 4 次潮汐运动,平均流速 1.5 米/秒,具有良好的潮汐能开发前景。^⑦不过也有观点

-
- ① Stoffel Fourie and David Johnson, "The Wave Power Potential of South Africa," Johannesburg: Power – Gen Africa 2017, 2017, p. 3.
- ② Gunnar Mørk et al., "Assessing the Global Wave Energy Potential," Shanghai: 29th International Conference on Ocean, Offshore Mechanics and Arctic Engineering, 2010, p. 6.
- ③ African Natural Resources Center, *Assessing the Potential of Offshore Renewable Energy in Africa*, p. 30.
- ④ Gunnar Mørk et al., "Assessing the Global Wave Energy Potential," p. 5.
- ⑤ IRENA, *Innovation Outlook: Ocean Energy Technologies*, pp. 26, 30.
- ⑥ Alberto Filimão Siteo et al., "The Ocean As a Source of Renewable Energy in Sub – Saharan Africa: Sources, Potential, Sustainability and Challenges," *International Journal of Sustainable Energy*, Vol. 42, No. 1, 2023, p. 444.
- ⑦ Shikhar Sewnarain, *Harnessing Tidal Energy for Power Generation in South Africa*, Durban: Durban University of Technology, 2020, p. 27. 对比目前已建成的潮汐电站,如法国朗斯潮汐电站(La Rance)平均潮差 8.2 米,装机容量 24 万千瓦,韩国始华湖潮汐电站(Lake Sihwa)平均潮差 5.6 米,装机容量 25.4 万千瓦,也可发现非洲潮汐能具有良好的开发前景。IRENA, *Innovation Outlook: Ocean Energy Technologies*, p. 33; Simon P. Neill et al., "A Review of Tidal Energy—Resource, Feedbacks, and Environmental Interactions," *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, Vol. 13, 2021, p. 3.

认为，非洲沿海潮汐能商业开发价值不大。^①

洋流能是指在水深 800 米以上的开阔洋面下，由长时间稳定持续流动的洋流产生的能量。与潮汐相比，洋流流速慢、流体大、流向单一、流动稳定。洋流能可提供 24 小时不间断稳定电力供应，是基荷发电的重要补充。洋流能大小取决于流速、流量体积。索马里洋流（Somali Current）影响下的基斯马尤（Kismayo）到邦特兰（Puntland）沿海，加那利洋流（Canary Current）影响下的摩洛哥沿海，以及厄加勒斯洋流（Agulhas Current）影响下的南非德班沿海，洋流能开发潜力都很大。^② 相对本格拉洋流（Benguela Current）每秒 0.2 ~ 0.5 米流速，加那利洋流可达每秒 1.5 ~ 1.9 米，厄加勒斯洋流则为每秒 1.5 ~ 2.5 米，都可有效带动海洋涡轮机。^③ 厄加勒斯洋流流量体积还特别巨大，被称为“海洋中的河流”，每秒流体达 1 亿立方米，宽度超 100 公里，深度大于 2000 米。^④

与利用海水运动的能源不同，海洋热能转换是利用海水温差进行发电。表层海水接收太阳辐射，水温相对深层海水高，形成上下温差（至少 20℃ 以上），以此驱动涡轮机发电。由于相关设备多安置于海下，可避免恶劣天气与季节变换影响，能源稳定性与可持续性较好，因而海洋热能转换理论潜力巨大，全球可达每年 120 万亿千瓦时。^⑤ 北纬 23 度到南纬 23 度间的热带海域是热能转换高潜力地区。^⑥ 其中，西非几内亚湾沿海热能转换潜力巨大，东非坦桑尼亚、肯尼亚、塞舌尔也具有可观的热能转换潜力。^⑦ 值得一提的是，北非、西非干旱地区国家以及毛里求斯、塞舌尔等岛国都面临巨大的淡水需求，而海洋热能转换过程能够制

- ① African Natural Resources Center, *Assessing the Potential of Offshore Renewable Energy in Africa*, p. 33. 有人对比了英国与肯尼亚的潮汐能年发电潜力，发现后者仅有前者的 1/3。Lucy Patricia Onundo, *Estimating Tidal Energy Resource Potential for Power Production Along Kenyan Coast – Line*, Nairobi: University of Nairobi, School of Engineering, 2017, p. viii.
- ② African Natural Resources Center, *Assessing the Potential of Offshore Renewable Energy in Africa*, p. 38.
- ③ Salma Hazim et al., “Marine Currents Energy Resource Characterization for Morocco,” *Energy Procedia*, Vol. 157, 2019, p. 1045; “Major Ocean Currents,” SADC, <http://app01.saeon.ac.za/sadcofunstuff/MajorOceanCurrents.htm>, accessed November 25, 2023; I. Meyer, J. Reinecke, M. Roberts and J. Van Niekerk, *Assessment of the Ocean Energy Resources off the South African Coast*, Matieland: Centre for Renewable and Sustainable Energy Studies, 2013, p. 4.
- ④ Eckart Schumann, *Renewable Ocean Energy in South Africa*, Port Elizabeth: Nelson Mandela Metropolitan University, 2013, p. 5.
- ⑤ African Natural Resources Center, *Assessing the Potential of Offshore Renewable Energy in Africa*, p. 41.
- ⑥ *White Paper Ocean Thermal Energy Conversion OTEC 2021*, Paris: IEA Ocean Energy Systems, 2021, p. 10.
- ⑦ Albert S. Kim and Hyeon – Ju Kim (eds.), *Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC): Past, Present, and Progress*, London: IntechOpen Limited, 2020, p. 19.

造淡水副产品,一个10万千瓦的海洋热能转换工厂每天可生产10万吨淡水,因而具有多重社会经济效益。^①

非洲海洋能源的国际开发合作

非洲国家限于自身经济与技术能力,在开发海洋能源上有赖于国际合作。这已成为非洲海洋能源开发的最主要形式,实现了非洲资源与外部世界资金、技术、管理经验的互补。

(一) 海洋油气领域国际开发合作

在当前尼日利亚、安哥拉等产油国石油日产量下降(相较峰值下降30%)情况下,^②海洋油气国际合作有望弥补非洲油气生产缺口,其进展也最为显著。

安哥拉沿海国际油气开发合作。1999年美国雪佛龙(Chevron)开发的安哥拉中部奎托油田(Kuito)是该国投产的首个深海油田。法国道达尔(Total)、英国石油公司(BP)随后也参与安哥拉沿海油气勘探中。2002—2008年,深海油田相继投产带动了安哥拉第一次石油繁荣,石油日产量从2000年的75万桶增至2008年的200万桶,2007年安哥拉还成为欧佩克成员国(2024年1月1日退出欧佩克)。到2014年底,安哥拉共开发20个海洋油气项目,其中19个由欧美能源企业主导或参与运营。^③到2019年,安哥拉政府划定的42个石油区块中,其中34个属于海洋区块,海洋石油已占其石油总产量的75%。^④2022年,安哥拉政府又在下刚果、宽扎盆地划出8个海洋区块,以吸引国际能源企业投资。^⑤

尼日利亚沿海国际油气开发合作。尼日利亚海洋油气开发集中在尼日尔河三角洲沿海海域。早在1977年尼日利亚国家石油公司(Nigerian National Petroleum Corporation, NNPC)成立之初,就确立了吸引国际能源企业合作以促进海洋油气

① Eckart Schumann, *Renewable Ocean Energy in South Africa*, Port Elizabeth: Nelson Mandela Metropolitan University, 2013, p. 44.

② *BP Statistical Review of World Energy 2022*, London: British Petroleum, 2022, p. 15; 刘冬:《国际油价长周期波动下的非洲石油资源开发》,《中国非洲学刊》2023年第3期,第97页。

③ *Country Analysis Brief: Angola*, Washington D. C.: U. S. Energy Information Administration, 2015, pp. 6-7.

④ *Oil & Gas Report Angola*, London: Flanders Investment & Trade, 2021, p. 11; “Angola—Oil and Gas,” U. S. Department of Commerce, 2019, <https://www.privacyshield.gov/article?id=Angola-Oil-and-Gas>, accessed November 25, 2024.

⑤ EIA, *Country Analysis Brief: Angola*, p. 4.

开发的战略。^① 尼日利亚政府不断优化能源投资法律，在产品分成合同上探索更吸引国际企业的规定，促成 20 世纪 90 年代以来英荷壳牌（Shell）、美国埃克森美孚（Exxon Mobil Corporation）等国际能源企业对邦加（Bonga）、埃尔哈（Erha）、阿格巴米（Agbami）等深海油气田的开发。2003 年道达尔公司在距哈尔科特港（Port Harcourt）约 200 公里的海域发现超深水油田埃吉纳（Egina），该油田于 2018 年 12 月投产后日产 20 万桶原油，接近尼日利亚石油日产量的 1/10，成为非洲最大的海洋油气项目之一。^② 2005 年，尼日利亚原油日产量达到 244 万桶的峰值，但陆地油田因遭受反政府武装袭击导致国际能源企业撤离，2005—2009 年间原油产量下降 25% 以上；与 2006 年相比，2009 年油气出口量下降 38.5%。^③ 为摆脱困境，尼日利亚政府大力推进深水油田勘探与国际开发。随着 2012 年乌桑深水油田（Usan）投产，尼日利亚原油产量开始恢复，2015 年日产量已达 190 万桶。^④ 截至 2021 年，尼日利亚政府划定的 113 个石油区块中，海洋区块占 56 个。而 2000—2021 年国际能源企业撤资的 26 个尼日利亚石油区块中，77% 都是陆上区块，^⑤ 2022 年新招标的 7 个区块也都是海洋区块。^⑥

圣普、赤道几内亚海域国际油气开发合作。圣普海洋油气勘探长期集中在靠近尼日利亚海域的边境区。1974 年葡萄牙殖民当局就注意到圣普油气开发前景。1998 年圣普政府与美国环境修复控股公司（Environmental Remediation Holding）合作成立圣普国家石油公司，前者持股 51%。同年圣普国家石油公司与美国美孚公司签订勘探 22 个海洋区块的协议。^⑦ 因与尼日利亚海洋边界争端，2001 年圣普与尼日利亚建立“尼日利亚—圣普联合开发区”（Nigeria – São Tomé Joint Development Zone），由联合开发管理局（Joint Development Authority）负责跨境海域油气勘探与开发，圣普将得到联合开发区油气收入的 40%。2003 年 4 月联合开发管理局发放第一轮海洋油气开发许可证，覆盖联合开发区 9 个区块，次年

① *Country Analysis Brief: Nigeria*, Washington D. C.: U. S. Energy Information Administration, 2016, p. 3.

② “Egina: A Flagship Offshore Project Driving Local Development and Expertise,” Total Energies, 2018, <https://totalenergies.com/energy-expertise/projects/oil-gas/deep-offshore/egina-nigeria>, accessed November 28, 2023.

③ 王涛：《尼日利亚“油气寄生型”反政府武装探析》，《西亚非洲》2017 年第 3 期，第 149 页。

④ EIA, *Country Analysis Brief: Nigeria*, pp. 4 – 5.

⑤ *Divesting from the Delta: Implications for Communities in the Niger Delta as International Oil Companies Exit*, Port Harcourt: Stakeholder Democracy Network, 2021, p. 2.

⑥ *Country Analysis Brief: Nigeria*, Washington D. C.: U. S. Energy Information Administration, 2023, p. 3.

⑦ Philip M. Mobbs, *Minerals Yearbook, Volume III, Area Reports—International—Africa and the Middle East*, Reston: U. S. Geological Survey, 1999, p. 38.

发放了第二轮许可证。2006 年雪佛龙在圣普海域发现石油,但不具商业开发价值。2010 年圣普进一步开放 7 个新区块,吸引国际能源企业参与。^① 不过直到 2022 年 4 月,圣普才建成首个专属经济区海上油井,但储量仍不乐观。赤道几内亚石油主要产自扎菲罗(Zafiro)、阿尔巴(Alba)、塞巴(Ceiba)3 个海洋油气田。2008 年该国石油日产量达 38 万桶峰值,之后逐渐下降。基于对该国沿海油气资源潜力的乐观估计,国际能源企业陆续进驻。^② 2023 年 3 月,赤道几内亚与喀麦隆签署油气联合开发协议,共同开发两国边境海域油气。^③

加蓬沿海国际油气开发合作。加蓬首都利伯维尔(Libreville)沿海 1931 年就发现了石油资源,独立后陆续有新发现。1996 年加蓬石油日产量达到 36.5 万桶的峰值,2011 年成立了国家石油公司。^④ 随着成熟油田开发耗竭以及缺乏新发现油田(2014—2019 年),加蓬石油日产量降至 2018 年的 19.3 万桶。^⑤ 2019 年,阿萨拉加蓬公司(Assala Gabon SA)、佩伦斯石油天然气加蓬有限公司(Perence Oil & Gas Gabon Limited)等签署 7 项新油气勘探与生产分成协议,2022—2023 年共钻探 18 口海上勘探与评估井,加蓬石油日产量恢复至 20 万桶。^⑥

地中海国际油气开发合作。北非天然气产量占全非 70%,相当一部分都来自地中海天然气田。为促进海洋油气资源开发,1999—2010 年埃及签发超过 176 项油气协议与法律,在包括地中海、苏伊士湾等在内的海陆各地发现了 489 个油气点。^⑦ 2017 年佐尔气田投产,初期日产量为 0.099 亿立方米,2019 年满负荷状态下日产量预计达 0.765 亿立方米,^⑧ 而 2022 年埃及天然气日均产量仅为 1.76

-
- ① Alex Vines, *An Uncertain Future Oil Contracts and Stalled Reform in São Tomé e Príncipe*, New York: Human Rights Watch, 2010, pp. 10 - 11.
- ② “Equatorial Guinea: Oil and Gas,” *African Business*, February 19, 2014, <https://african.business/2014/02/economy/equatorial-guinea-oil-and-gas>, accessed November 28, 2023.
- ③ “Equatorial Guinea Signs Oil and Gas Exploration Deal with Cameroon,” *Offshore Technology*, March 21, 2023, <https://www.offshore-technology.com/news/equatorial-guinea-exploration-cameroon/>, accessed November 28, 2023.
- ④ “Gabon: Deepwater Potential,” *The Energy Year*, 2023, <https://theenergyyear.com/market/gabons-energy-industry/>, accessed November 28, 2023.
- ⑤ *BP Statistical Review of World Energy 2021*, London: British Petroleum, 2021, p. 18.
- ⑥ “Gabon’s Oil and Gas Industry: Exploring Opportunities in Mature Fields,” *Energy Capital & Power*, April 17, 2023, <https://energycapitalpower.com/gabon-oil-gas-opportunities-mature-fields/>, accessed November 30, 2023.
- ⑦ “More than a 100-year Journey,” *Egypt Oil & Gas*, December 29, 2014, <https://egyptoil-gas.com/features/more-than-a-100-year-journey/>, accessed November 30, 2023.
- ⑧ Molly Lempriere, “Zohr Gas Field: Egypt’s Megaproject Holds A Lot of Promise,” *Offshore Technology*, March 28, 2018, <https://www.offshore-technology.com/features/zohr-gas-field-egypts-megaproject-holds-lot-promise/?cf-view>, accessed November 30, 2023.

亿立方米。^① 2018 年,埃及倡议创设东地中海天然气论坛(Eastern Mediterranean Gas Forum)以加强地区协作,推进有序的海洋能源开发,以色列、法国、意大利、塞浦路斯等国都参与其中。^② 2022 年,在埃及地中海纳尔吉斯区块 1(Nargis-1)发现了新天然气田,储量约 990 亿立方米。^③ 同年,埃及还进一步开放东地中海、尼罗河三角洲 12 个区块,邀请国际能源企业竞标。^④ 基于对西部地中海油气资源潜力的乐观估计,2023 年雪佛龙也启动了阿尔及利亚海域的能源勘探项目。^⑤

印度洋国际油气开发合作。随着东非印度洋沿海油气资源勘探不断取得进展,国际开发合作也快速推进。^⑥ 2010 年,阿纳达科(Anadarko)在莫桑比克北部沿海鲁伍马盆地(Rovuma Basin)发现储量巨大的海洋天然气田,吸引了道达尔、埃克森美孚等国际能源企业投资。2019 年,道达尔接管了储量约 1.8 万亿立方米的鲁伍马 1 区气田(Rovuma Basin Area 1),年产量约 4300 万吨液化气。^⑦ 鲁伍马 4 区气田(Rovuma Basin Area 4)预计储量约 2.4 万亿立方米,由埃克森美孚、埃尼、中石油共同开发,每年可生产约 1520 万吨液化气。^⑧ 作为世界首个超深水浮动液化天然气项目,4 区气田南科罗(Coral South Floating Liquefied Natural Gas)年产量约 340 万吨液化气。^⑨ 由于莫桑比克北部恐怖组织袭扰,多个沿海天然气项目开发进度都受到影响;而天然气开发失当又进一步刺激了暴恐

-
- ① Sarah Samir, "Egypt's Natural Gas Production Reaches 6.2 bcf/d in 2022/23," Egypt Oil & Gas, October 1, 2023, <https://egyptoil-gas.com/news/egypts-natural-gas-production-reaches-6-2-bcf-d-in-2022-23/>, accessed December 1, 2023.
- ② 王晋:《能源撬动政治:博弈东地中海天然气开发》,《西亚非洲》2020 年第 5 期,第 22 页。
- ③ "Egypt Announces Discovery of a Gas Field with 99 Bcm of Estimated Reserves," EnerData, December 19, 2022, <https://www.enerdata.net/publications/daily-energy-news/egypt-gas-reserve-discovery.html>, accessed December 1, 2023.
- ④ "Eni Makes 'Significant' Natural Gas Discovery Offshore of Egypt," S&P Global Commodity Insights, January 15, 2023, <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/natural-gas/011523-eni-makes-significant-natural-gas-discovery-offshore-of-egypt#>, accessed December 1, 2023.
- ⑤ Mrinalika Roy, "Chevron in Talks with Algeria for Energy Exploration Deal," Zawya, February 6, 2023, <https://www.zawya.com/en/projects/oil-and-gas/chevron-in-talks-with-algeria-for-energy-exploration-deal-wsj-ozhajdv9>, accessed December 3, 2023.
- ⑥ 王涛、曹峰毓:《东非油气资源开发的历史透视与现状解析》,《世界地理研究》2016 年第 2 期,第 9—20 页。
- ⑦ *Oil & Gas Industry in Mozambique*, Brussels: Flanders Investment & Trade, 2021, pp. 3-9.
- ⑧ "Rovuma Basin, Area 4," Energy Capital & Power, October 14, 2020, <https://energycapitalpower.com/rovuma-basin-area-4/>, accessed December 3, 2023.
- ⑨ *Oil & Gas Industry in Mozambique*, p. 11.

行为的蔓延。^① 2017—2021 年断断续续的恐怖袭击甚至迫使道达尔搁置总投资 200 亿美元的鲁伍马 1 区气田项目。^② 另外,自 2011 年以来,挪威伊科诺 (Equinor) 在坦桑尼亚近海 2 号区块共钻探 15 口勘探井,估计海洋天然气储量超过 0.56 万亿立方米。^③ 在目前坦桑尼亚高潜力油气产区仅 30% 得到勘探的背景下,其海洋天然气探明储量已达 1.3 万亿立方米,占全国总储量的 80% 以上。^④ 2012 年,肯尼亚拉穆盆地 (Lamu Basin) 发现天然气,不过勘探情况未能达到国际能源企业预期,它们逐步撤资并放弃在肯尼亚沿海区块的股份。^⑤ 2022 年埃尼重新在拉穆盆地沿海进行勘探,但探明天然气储量仍未达预期。^⑥ 索马里在 1991 年内战前就钻探了近 20 口海洋油气井,^⑦ 随着索马里联邦政府组建与国内局势趋缓,2016 年发放首轮海洋油气勘探许可。2020 年 3 月,索马里政府与英荷壳牌、埃克森美孚达成协议,制定勘探开发海洋油气资源的路线图。2022 年 2 月,美国海岸线公司 (Coastline Exploration) 与索马里政府签订 7 项海洋深水区块分成合同。^⑧ 北部处于分离状态的索马里兰 (Somaliland) 也单独划出 24 个勘探区块以吸引国际能源企业投资。^⑨

南非国际油气开发合作。南非对海洋油气资源的勘探始于种族隔离时期,白

- ① 安春英、沈晓雷:《莫桑比克北部暴恐势力的兴起、演化与治理》,载张宏明主编:《非洲发展报告 (2022—2023)》,社会科学文献出版社 2023 年版,第 191—192 页。
- ② 陆如泉:《莫桑比克特大天然气项目因恐袭搁浅》,《中国石油和化工产业观察》2021 年第 6 期,第 82 页。
- ③ “Tanzania,” Equinor, <https://www.equinor.com/where-we-are/tanzania>, accessed December 5, 2023.
- ④ Natalie Cowling, “Natural Gas Reserves in Tanzania as of 2020, by Type of Field,” Statista, January 30, 2024, <https://www.statista.com/statistics/1294461/natural-gas-reserves-in-tanzania-by-type-of-field/#statisticContainer>, accessed February 6, 2024.
- ⑤ Chris Lo, “Offshore Kenya: Keeping up with the Neighbors,” Offshore Technology, January 12, 2014, <https://www.offshore-technology.com/features/featureoffshore-kenya-keeping-up-with-the-neighbours-4147834/>, accessed December 5, 2023.
- ⑥ Brian Ngugi, “Kenya’s Indian Ocean Oil Dream Fades as Test Drilling Gives Negative Results,” *The East African*, March 29, 2022, <https://www.theeastafrican.co.ke/tea/business/kenya-indian-ocean-oil-dream-test-drilling-negative-results-3763894>, accessed December 8, 2023.
- ⑦ Charlie Mitchell, “Coastline Exploration Leads New Charge on Somalia Oil and Gas,” S&P Global Commodity Insights, May 9, 2023, <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/oil/050923-coastline-exploration-leads-new-charge-on-somalia-oil-and-gas#>, accessed December 8, 2023.
- ⑧ Heidi Vella, “Sizing up Somalia: A New Offshore Oil Frontier in the Making,” Offshore Technology, July 6, 2020, <https://www.offshore-technology.com/features/sizing-up-somalia-a-new-offshore-oil-frontier-in-the-making/#catfish>, accessed December 8, 2023.
- ⑨ “Gas and Oil,” Somaliland Ministry of Investment and Industrial Development, <https://moiid.govsomaliland.org/article/gas-and-oil>, accessed December 10, 2023.

人政权为了摆脱国际封锁，依托 1965 年组建的国家石油公司面向国际能源企业招标。在此背景下，1969 年美国苏必利尔公司（Superior）在南开普沿海皮特莫斯盆地（Pietmos）发现南非第一个海洋天然气田。不过，围绕布雷达斯多普（Bredasdorp）、皮特莫斯、奥兰治（Orange）等海盆的勘探都仅发现一些小型油气田，缺乏商业开发价值。^① 1994 年新南非成立后，油气资源仍严重依赖进口。在“费吉萨计划”推动下，2019—2020 年道达尔相继在南非南部沿海发现布鲁帕达（Brulpadda）、卢佩德（Luiperd Field）两个海洋油气田，预计共 1.92 亿桶石油储量、962 亿立方米天然气储量，^② 年生产峰值有望共达 963 万立方米天然气与 849 万立方米液体燃料。^③ 两个油气田投产后将满足当前南非国内天然气消费，降低对莫桑比克天然气的依赖。值得注意的是，南非还积极探索海洋页岩油气开发与国际合作。2012 年，南非国家电力公司宣布从西海岸布贝西油田（Lbubesi）提取页岩气发电的计划。^④

（二）海上风能与太阳能领域国际开发合作

非洲在海上风能与太阳能领域的国际合作也有不少亮点。随着海上风电安装成本与发电成本降低，沿海用于补充城市电力的风电项目试点已经铺开。^⑤ 2016 年以来毛里求斯大力推动海上风能评估，将其作为提升国家可再生能源发电量的重要手段。^⑥ 2017 年肯尼亚也向瑞典企业提出一个 5 万千瓦的小规模海上风电试点项目，以替代后者拟建的 60 万千瓦项目。^⑦ 2021 年，突尼斯在荷兰支持下对

-
- ① Jeremy Beckman, "Majors Mass to Reassess South Africa's Offshore Plays," *Offshore*, April 10, 2014, <https://www.offshore-mag.com/home/article/16804661/majors-mass-to-reassess-south-africas-offshore-plays>, accessed December 10, 2023.
- ② "Luiperd - Brulpadda Gas Condensate Fields Development, South Africa," *Offshore Technology*, July 26, 2022, <https://www.offshore-technology.com/projects/luiperd-brulpadda-gas-condensate-fields-development-south-africa/?cf-view>, accessed December 10, 2023.
- ③ *Country Analysis Executive Summary: South Africa*, Washington D. C.: U. S. Energy Information Administration, August 2, 2022, p. 6.
- ④ DTTL, *Localisation in Africa's Oil and Gas Industry*, London: Deloitte & Touche, 2015, p. 4.
- ⑤ 2021 年海上风电安装成本为 2858 美元/千瓦，平均生产成本为 0.075 美元/千瓦时，分别高于陆上风电 1325 美元/千瓦、0.033 美元/千瓦时的安装与生产成本，但相比欧洲化石能源 0.1644 美元/千瓦时的平均生产成本要低。Renewable Power Generation Costs in 2021, Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2021, p. 4.
- ⑥ "Mauritius Looking into Offshore Wind Potential," *Offshore Wind*, October 27, 2016, <https://www.offshorewind.biz/2016/10/27/mauritius-looking-into-offshore-wind-potential/>, accessed December 10, 2023.
- ⑦ Babalwa Bungane, "Kenya Loses Offshore Wind Farm to Tanzania," *ESI Africa*, October 13, 2017, <https://www.esi-africa.com/renewable-energy/kenya-loses-offshore-wind-farm-tanzania/>, accessed December 12, 2023.

国家能源部门人员开展海上风能知识与技能培训, 为未来制定海上风能开发政策与招标流程做准备。^① 2021 年以来, 南非矿产与能源部支持的南非海洋能源研究小组与世界银行分别对南非海上风能潜力进行评估。^② 2023 年 10 月, 世界银行下属的国际金融公司宣布将为南非制定一份海上风能开发路线图。^③ 2022 年以来, 摩洛哥可持续能源署也在欧洲投资银行资助下对大西洋海上风能潜力展开评估, 推进小型海上风能试点。^④ 埃及天然气控股公司则在美国等资助下对苏伊士湾海上风能进行评估, 推进港口油气脱碳化生产。^⑤ 随着浮动式海上风电技术发展, 离岸 80 公里以上、水深 50 米以下海域的风能开发也有望取得进展。在浮动太阳能开发领域, 非洲当前更多聚焦淡水湖区 (包括水库) 与水电站联合发电的太阳能利用项目, 不过沿海潟湖的海上浮动太阳能项目也实现了突破。2023 年 4 月, 法国凯尔公司 (Qair) 与塞舌尔公用事业公司签订购电协议, 计划在塞舌尔马埃岛 (Mahe) 普罗维登斯 (Providence) 海洋潟湖区建设一座由 1.35 万块电池板组成的浮动太阳能发电厂 (装机容量 5800 千瓦), 预计发电量可达塞舌尔发电总量的 2%。^⑥

(三) 海洋机械能与热能国际开发合作

在海洋机械能与热能国际开发合作上, 非洲也取得进展。早在 2012 年南非

-
- ① Nadjia Skopljak, "Tunisia Takes First Offshore Wind Steps," *Offshore Wind*, March 16, 2021, <https://www.offshorewind.biz/2021/03/16/tunisia-takes-first-offshore-wind-steps/>, accessed December 12, 2023.
 - ② "Offshore Wind Farms in 3 Spots Could Supply All of SA's Electricity - 8 Times Over, Academics Find," *News 24*, March 10, 2021; *Offshore Wind Technical Potential in South Africa*, Washington D. C.: The World Bank, 2021, p. 1.
 - ③ Rebecca Campbell, "International Finance Corporation to Develop Offshore Wind Power Road Map for South Africa," *Engineering News*, October 6, 2023, <https://www.engineeringnews.co.za/article/international-finance-corporation-to-develop-offshore-wind-power-road-map-for-south-africa-2023-10-06>, accessed December 12, 2023.
 - ④ "Morocco: EIB Supports Masen in Assessing Morocco's Offshore Wind Energy Potential," *European Investment Bank*, September 30, 2022, <https://www.eib.org/en/press/all/2022-387-la-bei-soutient-masen-pour-l-evaluation-du-potentiel-eolien-offshore-du-maroc>, accessed December 15, 2023.
 - ⑤ "COP 27 GE and Egypt Eye Gigascale Offshore Wind to Power Gulf of Suez Oil & Gas," *Recharge*, November 15, 2022, <https://www.rechargenews.com/wind/cop-27-ge-and-egypt-eye-gigascale-offshore-wind-to-power-gulf-of-suez-oil-gas/2-1-1354576>, accessed December 15, 2023.
 - ⑥ *Fostering a Blue Economy: Offshore Renewable Energy*, Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2020, p. 22; Brian Publicover, "Seychelles to Host 5.8 MW of Floating PV," *PV Magazine*, April 2, 2020, <https://www.pv-magazine.com/2020/04/02/seychelles-to-host-5-8-mw-of-floating-pv/>, accessed December 15, 2023.

政府就计划与美国企业合作，在夸祖鲁—纳塔尔省（KwaZulu – Natal）推进包括波浪能在内的海洋能源开发项目。当前，该项目已转型为融合政府、非政府组织、私营企业等各类行为体参与的海洋综合管理与能源开发项目。^① 2015 年瑞典海基公司（Seabased）与美国 TC 能源（TC’s Energy）合作在加纳阿达（Ada）海岸建设一个 1.4 万千瓦的波浪能发电厂，并与加纳电力公司签署购电协议。^② 2019 年，欧盟资助南非海平面公司（Mean Sea Level）投资 1000 千瓦波浪能试点项目，为西开普赫曼努斯（Hermanus）鲍鱼养殖场提供清洁电力。在波浪能开发试点基础上，海平面公司还计划建造装机容量更大（3500 千瓦）的商业化波浪能发电厂。^③ 非洲潮汐能开发主要集中在东非地区。2011 年以色列能源公司（SDE Energy）曾与肯尼亚海浪公司（Sea Wave Gen）合作，计划投资 8000 万美元在肯尼亚东南沿海建设一座 10 万千瓦的潮汐能发电站。^④ 2018 年法国蓝鲨公司（Blue Shark）为吉布提提供 495 台 240 千瓦的潮汐涡轮机，计划建设一个总装机容量 12 万千瓦的潮汐能电站，助力吉布提达成全部使用绿色电力的目标。^⑤ 海洋热能转换技术近年来不断进步，能源转换效率逐步提高，同时随着装机容量扩大，电力生产成本最高下降 50% 以上，^⑥ 当前为 0.15 ~ 0.65 美元/千瓦时。^⑦ 这为相关项目在非洲推广提供了空间。作为小岛屿发展中国家（SIDS）一员，

- ① “Land – Sea Integration Projects in KwaZulu – Natal Launched,” Nairobi Convention, July 28, 2022, <https://www.nairobiconvention.org/land-sea-integration-projects-in-kwazulu-natal-east-coast-launched/>, accessed December 17, 2023.
- ② “Ghana Connects Wave Energy Plant to Its Grid,” Offshore Energy, May 8, 2015, <https://www.offshore-energy.biz/ghana-connects-wave-energy-plant-to-its-grid/>, accessed December 17, 2023.
- ③ “Pioneering 1 MW Wave – Energy Pilot Project Being Built in Hermanus,” Engineering News, June 13, 2019, https://www.engineeringnews.co.za/article/pioneering-1-mw-wave-energy-pilot-project-being-built-in-hermanus-2019-06-13/rep_id:4136, accessed December 17, 2023.
- ④ “Energy Ministry Approves 100 MW Sea Power Plant,” Kenya Engineer, July 23, 2011, <https://www.kenyaengineer.co.ke/energy-ministry-approves-100-mw-sea-power-plant/>, accessed December 20, 2023, “Questions about Plans in Kenya to Harness Renewables from the Indian Ocean,” Kenya Engineer, October 26, 2015, <https://www.kenyaengineer.co.ke/questions-about-plans-in-kenya-to-harness-renewables-from-the-indian-ocean/>, accessed December 20, 2023.
- ⑤ “Blue Shark Inks Djibouti Tidal Power Deal,” Offshore Energy, November 20, 2018, <https://www.offshore-energy.biz/blue-shark-inks-djibouti-tidal-power-deal/>, accessed December 20, 2023.
- ⑥ Jannis Langer, Jaco Quist and Kornelis Blok, “Recent Progress in the Economics of Ocean Thermal Energy Conversion: Critical Review and Research Agenda,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 130, 2020, p. 4.
- ⑦ Albert S. Kim and Hyeon – Ju Kim (eds.), *Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC): Past, Present, and Progress*, London: IntechOpen Limited, 2020, p. 23.

圣普在联合国工业发展组织（UNIDO）优惠融资支持下，于2023年同英国全球海洋热能转换公司（Global OTEC）、法国宜能洁公司（Enogia）签署备忘录，合作开发一个1500千瓦的浮动海洋热能转换试点平台，还计划未来将装机容量扩充至1万千瓦。^① 该项目有助于降低发电成本并推动能源转型，为全球小岛屿国家发展离网绿色发电开辟了道路。不过洋流能商业化开发起步较晚，日本IHI株式会社（IHI Corporation）与新能源和工业技术开发组织（New Energy and Industrial Technology Development Organization, NEDO）2017年才在鹿儿岛（Kagoshima）进行了世界首次100千瓦级洋流涡轮机实验，^② 在非洲的商业化开发还有待时日。

综上，围绕海洋能源的国际开发合作超越了非碳能源与含碳能源的二元对立。在海洋能源开发中，不仅分布式、分散化的可再生能源与集中开发的油气资源能够并行不悖，而且可再生能源有着服务于海洋油气脱碳化生产的广阔前景。未来，推进能源产业链、供应链、价值链深度融合，依托国际合作开发清洁能源分担能源供给压力，提升能源全价值链经济性，加快非洲能源技术迭代与产业升级，打造高比例可再生能源系统，将是保障非洲能源安全，实现强劲、绿色、健康发展的重要环节。

非洲海洋能源开发面临的挑战

非洲海洋能源种类齐全、储量丰富，具有良好的开发前景。海洋能源不占用土地，不破坏陆地景观，避免了土地所有权与使用权纠纷。更重要的是，它避免了相当一部分非洲陆地能源开发中潜在的政治安全风险，降低了安保成本。非盟与非洲国家注意到海洋能源开发前景，制定了相应战略与政策，力图抓住先机。除了非盟在《2063年议程》和《2050年非洲海洋整体战略》中强调海洋能源开发的意义外，非洲国家也提出包含海洋能源开发的经济战略，例如南非“费吉萨计划”、南非《2050年低排放发展战略》、肯尼亚《2030年愿景》、埃及《2035年综合可持续能源战略》等。非洲小岛屿国家的相关战略同样值得关注，例如塞舌尔的《蓝色经济战略政策框架和路线图：规划未来（2018—2030）》。^③ 随着非

① Amir Garanovic, “First OTEC Project in São Tomé and Príncipe Moves Forward,” Offshore Energy, July 18, 2023, <https://www.offshore-energy.biz/first-otec-project-in-sao-tome-and-principe-moves-forward/>, accessed December 22, 2023.

② “IHI Demonstrated the World’s Largest Ocean Current Turbine for the First Time in the World,” IHI Engineering Review, Vol. 52, No. 1, 2019, p. 6.

③ 黄培昭：《非洲国家积极发展蓝色经济》，《人民日报》2023年4月10日，第16版。

洲区域电力联盟建设深入推进，区域内合作也将助力海洋能源开发，促进海洋间歇性能源更有效利用，增强区域电力协调。^① 不过，考虑到非洲社会经济发展水平与政治安全态势，海洋能源开发面临的挑战同样巨大。^②

（一）技术与信息本土化程度不足

海洋能源勘探开发属于能源新领域，对技术要求更高。海洋能源发电的电力储存与并网技术在非洲属于一项难题。^③ 就海洋能源本身来说，无论是深海油田钻井与平台建设，还是海上浮动太阳能电池板铺设与电力联网，抑或海洋机械能与热能的能源转换效率提升与能源间歇性问题解决，在技术上都有不小难度甚至有待进一步攻关。特别是某些海洋机械能与热能开发技术，距离商业运用仍有不小距离，非洲不具备自主研发能力，更多依仗外部技术援助与支持。^④ 值得注意的是，与陆地能源相比，海洋能源对先进技术与设备的需求更高，而非洲由于进口技术与设备本土化程度不足、保养与维修依赖外国公司，所以长期困扰于越是先进的设备淘汰率越高、推广难度越大的问题。另外，非洲海洋能源的勘探与数据库建设尚处于起步阶段，这意味着外国投资者在进入非洲海洋能源领域时面对的是“信息黑箱”。当政府不能提供充足能源数据时，企业就要担负相关工作并承担相应风险，投资一回报周期也会相应延长。^⑤

（二）本土与外来人才匮乏

在非洲，技术短板与人才短板问题相互交织，互为因果。非洲初等、中等教育普及不足，职业教育发展空间巨大，接受职业技术教育的人口仅占适龄人口的 2.4%，占中等教育学生总数的 6%，^⑥ 这无形中削弱了技术与管理人才的后备潜力。具体到海洋能源勘探与开发上，没有高等教育的规范训练，仅凭短期职业培

① African Natural Resources Center, *Assessing the Potential of Offshore Renewable Energy in Africa*, p. 69.

② 无论在几内亚湾还是印度洋沿海，海盗、恐怖组织对海洋能源开发的威胁同样不容忽视。参见曹峰毓：《西非海上通道的安全治理：困境评估与对策建议》，《四川省社会主义学院学报》2022 年第 4 期，第 3—18 页。

③ Angélica Felix et al., “Wave Energy in Tropical Regions: Deployment Challenges, Environmental and Social Perspectives,” *Marine Science and Engineering*, Vol. 219, No. 7, 2019, p. 8.

④ Alberto Filimão Siteo et al., “The Ocean as a Source of Renewable Energy in Sub-Saharan Africa: Sources, Potential, Sustainability and Challenges,” *International Journal of Sustainable Energy*, Vol. 42, No. 1, 2023, p. 448.

⑤ 王涛、赵跃晨：《非洲太阳能开发利用与中非合作》，《国际展望》2016 年第 6 期，第 123—124 页。

⑥ African Union, *Africa's Future—Youth and the Data Defining Their Lives*, Addis Ababa: African Union Headquarters, 2019, p. 6.

训远远无法满足非洲长远所需。^① 非洲高校学生仅占全球高校生总数的 6% 左右,而且其中相当一部分都选择人文社会科学专业。仅有两所非洲高校的地球与海洋科学专业进入全球前 200 名,它们都是南非高校。^② 这种教育状况限制了海洋能源领域的高级人才培养。在专业设置不足的情况下,研发资金投入少,就学人数更少,未来一个时期都难以满足非洲海洋能源勘探与开发对人力资源的需求。另外,非洲内部盛行的官僚主义与资金匮乏也会对人力资源产生“钝化”作用。^③ 学成回国的技术人才仍然依赖外企、外国基金会等的资助,本土项目与资金支持力度小。同时,非洲培养的技术人才又会因为对更好科研平台与生活待遇的追求而选择在毕业后流向发达国家。人力资源的重复配置与机构冗余同样加剧了人才短板问题,例如 2020 年以来,为了勘测加那利洋流能潜力,摩洛哥新成立洋流能委员会,但此前该国可持续能源局、太阳能与新能源研究所、国家电力与饮用水办公室就已介入洋流能勘测工作,因而当前工作重心集中在协调各机构分工与配合上,降低了工作效率。^④

(三) 融资短板与开发成本高企

海洋能源开发对技术与人才的要求很高,势必对资金投入也有更高的要求,这对面临资金严重不足挑战的非洲而言是一大难题。2000—2020 年,全球可再生能源领域融资累计 2.84 万亿美元,非洲仅得到 600 亿美元,占总投资的 2.1%。^⑤ 2021 年非洲能源领域融资 900 亿美元,仅占当年全球融资总额的 3%。^⑥ 2030 年非洲电力部门每年预计需求 510 亿美元,而 2021 年仅投入 220 亿

① 王涛、崔媛媛:《非洲风能开发利用的潜能、现状及前景》,《中国非洲学刊》2020 年第 2 期,第 131—132 页。

② “QS World University Rankings by Subject 2023: Earth & Marine Sciences,” TOP Universities, 2023, <https://www.topuniversities.com/university-rankings/university-subject-rankings/2023/earth-marine-sciences?®ion=Africa>, accessed December 23, 2023.

③ [肯尼亚] 霍维克·奥蒂诺、约瑟夫·阿旺:《东非能源资源——机遇与挑战》,解淑青等译,经济管理出版社 2014 年版,第 181 页。

④ Safaa Kasraoui, “Morocco Establishes Commission to Develop Marine Current Energy,” Morocco World News, November 11, 2020, <https://www.moroccoworldnews.com/2020/11/325479/morocco-establishes-commission-to-develop-marine-current-energy>, accessed December 23, 2023.

⑤ *Renewable Energy Market Analysis: Africa and Its Regions*, Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2022, p. 90.

⑥ Ben Chandler, *Addressing Africa's Energy Deficit: Climate Change, Renewables, and Gas*, London: Mo Ibrahim Foundation, 2022, p. 8; *Financing Clean Energy in Africa*, Paris: International Energy Agency, 2023, p. 3.

美元,资金缺口超过 50%。^① 其中海洋能源勘探不足、开发滞后,融资前景并不乐观。而据世界经济论坛估计,非洲若充分发掘海洋能源潜力,培育蓝色经济增长点,资金缺口至少达 1750 亿美元。^② 另外,非洲国家负债率高,2011—2021 年平均负债率达 31%,2011 年非洲政府开支仅 5% 用于偿债,2021 年已升至 11%,政府对能源投资相应减少,同样不利于吸引外部投融资。^③ 同时,由于 0.033 美元/千瓦时的陆地风电成本比 0.075 美元/千瓦时的海上风电成本低得多,陆地能源可能会挤占对海洋能源的投资。^④ 种类多样的海洋能源开发之间也存在资金竞争关系,例如 0.17~0.23 欧元/千瓦时的潮汐能发电相比海上风能就不占优势。^⑤ 海洋能源在规避陆地上的一系列生态环境问题时,建设成本也相应提高,还可能引发新的海洋生态问题。

(四) 能源基础设施建设滞后

能源基础设施短板是非洲海洋能源开发面临的一大挑战。基础设施配套水平决定了海洋能源开发的深度与广度。以电网为例,非洲绝大多数国家存在电网覆盖率低、输送能力弱、设施老化、输配电损耗大等严重问题。^⑥ 2014 年撒哈拉以南非洲(除南非外)输配电损耗率达 18%,同期世界平均水平仅为 8%。^⑦ 2021 年非洲电网覆盖率为 68%,农村电网覆盖率仅为 45%,^⑧ 安哥拉、马达加斯加、莫桑比克农村电网覆盖率甚至不到 20%。^⑨ 为推进跨境电力交易,非洲已建设 4

-
- ① Ben Chandler, *Addressing Africa's Energy Deficit: Climate Change, Renewables, and Gas*, p. 8; Bruno Michoud and Manfred Hafner (eds.), *Financing Clean Energy Access in Sub-Saharan Africa: Risk Mitigation Strategies and Innovative Financing Structures*, Cham: Springer Nature, 2021, p. 18.
- ② Maram Ahmed, "Boosting Africa's Blue Economy by Tapping into Blue Finance," CNBC Africa, June 9, 2023, <https://www.cnbc.com/africa/2023/boosting-africas-blue-economy-by-tapping-into-blue-finance/>, accessed December 25, 2023.
- ③ *Financing Clean Energy in Africa*, Paris: International Energy Agency, 2023, pp. 31–32.
- ④ *Renewable Power Generation Costs in 2021*, Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2021, p. 15.
- ⑤ *Tidal Energy Technology Brief*, Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2014, p. 5.
- ⑥ 张锐、孙天舒:《全球发展倡议下的中非清洁能源合作》,《中国非洲学刊》2023 年第 1 期,第 71 页。
- ⑦ Nkiruka Avila et al., *The Energy Challenge in Sub-Saharan Africa: A Guide for Advocates and Policy Makers*, Oxford: Oxfam, 2017, p. 33.
- ⑧ Carolyn Logan and Kangwook Han, "Can Africa 'Leapfrog' the Traditional Electricity Model?" *The Washington Post*, April 22, 2022, <https://www.washingtonpost.com/politics/2022/04/22/africa-electricity-grid-solar-afrobarometer/>, accessed December 25, 2023.
- ⑨ Alberto Filimão Siteo et al., "The Ocean as a Source of Renewable Energy in Sub-Saharan Africa: Sources, Potential, Sustainability and Challenges," *International Journal of Sustainable Energy*, Vol. 42, No. 1, 2023, p. 438.

个区域性电力联盟，但跨境电力消费仅占电力总消费的7%，而且主要集中于南部非洲，非洲电力协调同样面临巨大挑战。^①就海洋能源发电而言，从启动期分布式离网发电到成熟期联网集中供电还有很长的路要走。除了对电网的潜在需求，还存在对海洋能源开发设施的需求。以海洋石油开发为例，它严重依赖海上石油钻井平台的数量。非洲海域油气开发钻井平台仅占全球海上石油钻井平台总数的6%。^②为数不多的钻井平台还全都依赖外国企业运营，本土生产与运营能力缺失。2023年非洲新签约36个海上钻井平台合同，也都是由外国公司承建。^③

（五）制度与部门设置低效

基于对海洋能源开发乐观前景的预期，非洲国家建立了相应制度与部门加以推进，如2007年肯尼亚组建的勘测洋流能的外大陆架工作组（Task Force on Kenya's Outer Continental Shelf）、2009年莫桑比克组建的绘制海洋能源地图的专门机构、2015年南非国家电力公司设置的专门勘测海洋能源的独立部门。不过，《非洲蓝色经济战略》还是承认非洲国家制度设计不足、监管框架不完备。^④据非洲开发银行2023年报告，在其考察的43国中，23个国家处于低水平监管状态，30个国家的电价无法反映成本变化，16个国家输电网规则缺失。^⑤这些都无法有效保障海洋能源开发商的利益，损害了盈利预期。另外如上文所述，机制重叠同样降低了效率，打击了投资者积极性。例如肯尼亚海洋能源开发项目审批，至少要与5个不同部门打交道，包括能源与石油部、能源管理委员会、肯尼亚发电公司、肯尼亚输电公司、肯尼亚电力和照明公司。^⑥烦琐流程背后潜藏着寻租与腐败的风险，无形中增加了海洋能源开发成本，给项目推进带来更多不确定性。

-
- ① Nkiruka Avila et al., *The Energy Challenge in Sub-Saharan Africa: A Guide for Advocates and Policy Makers*, p. 34.
- ② Tiago Fazerres Ferradosa et al., "Editorial: Advanced Research on Offshore Structures and Foundation Design: Part 1," *Maritime Engineering*, Vol. 172, 2019, p. 119.
- ③ COSG, "Africa's Offshore Rigs Count Climbs to New Highs Amidst Drilling Frenzy," *Energy Connects*, July 3, 2023, <https://www.energyconnects.com/opinion/features/2023/june/africa-s-offshore-rigs-count-climbs-to-new-highs-amidst-drilling-frenzy/>, accessed December 25, 2023.
- ④ African Natural Resources Center, *Assessing the Potential of Offshore Renewable Energy in Africa*, Abidjan: African Development Bank, 2021, p. 74.
- ⑤ 张锐、孙天舒：《全球发展倡议下的中非清洁能源合作》，第70页。
- ⑥ Emma Gordon, *The Politics of Renewable Energy in East Africa*, Oxford: Oxford Institute for Energy Studies, 2018, pp. 7, 19.

（六）能源开发自主权旁落

海洋能源国际合作面临非洲能源开发的一般性问题，即能源行业被欧美企业主导与利益流失。截至 2022 年，非洲海洋油气吸引投资 1090 亿美元，在投资前 23 名的企业中，21 家都是欧美企业。^① 投资的外部主导性使非洲国家处于海洋能源开发产业链末端，只是扮演了简单资源供给者的角色，享受小比例利益分成。^② 资源—资金互换模式甚至未能使非洲实现技术转移与产业链深化。安哥拉、尼日利亚等非洲产油国 85% 以上原油都外销至欧美与亚洲，而其油气产品却几乎完全依赖进口。^③ 作为非洲最大产油国，尼日利亚海洋能源国际合作也处于非洲前列，但本土石化工业长期得不到发展，70% ~ 80% 石油产品依赖进口，而全国一半人口无法获得电力，缺电人口还在不断增加。^④ 另外，非洲全部海上钻井平台都是进口的，海洋能源合作未能培育和提升非洲自主发展能力，这也是非洲难以摆脱“资源诅咒”陷阱的一个原因。可以说，能源开发与非洲社会经济进步脱节甚至起到反作用，归根结底是由于无法破除欧美企业垄断而导致非洲能源开发所有权旁落。

海洋能源勘探与开发对非洲国家的管理、运营与国际合作都提出了更高要求。^⑤ 由此，非洲技术短板、人才短板、资金短板与基础设施短板进一步暴露，并反映了深层制度问题，特别是如何更好地实现与平衡能源开发自主权问题。

全球发展倡议下中非海洋能源合作

非洲海洋能源开发不单纯是经济议题，它事关非洲能否摆脱欧美能源霸权、实现能源战略自主与联合自强，也关系到中非能否在双碳时代携手构建持续、环保的能源纽带，发展蓝色经济，协同推进全球南方能源转型，弥合南北发展鸿

-
- ① Melisa Cavcic, “Africa Turning into Hotspot for Oil & Gas Exploration as Investments Reach \$ 5.1 Bln in 2022,” Offshore Energy, December 2, 2022, <https://www.offshore-energy.biz/africa-turning-into-hotspot-for-oil-gas-exploration-as-investments-reach-5-1-bln-in-2022/>, accessed December 28, 2023.
 - ② 张春宇：《蓝色经济赋能中非“海上丝路”高质量发展：内在机理与实践路径》，《西亚非洲》2021 年第 1 期，第 85 页。
 - ③ Manfred Hafner, Simone Tagliapietra and Lucia de Strasser (eds.), *Energy in Africa: Challenges and Opportunities*, Cham: Springer Nature, 2018, p. 34.
 - ④ Anthony Ogbuigwe, “Refining in Nigeria: History, Challenges and Prospects,” *Petrochemical Research*, No. 8, 2018, p. 181.
 - ⑤ African Natural Resources Center, *Assessing the Potential of Offshore Renewable Energy in Africa*, p. 68.

沟。2019年4月,习近平提出海洋命运共同体理念,从全新视角阐释了人类与海洋和谐共生关系,为全球海洋治理提供了中国方案,贡献了中国智慧。作为构建海洋命运共同体的有机组成,中非海洋能源开发合作正是在平等、互利、相互尊重基础上,以海洋环境共同保护、海洋资源共同享用、海洋事务共同管理为原则,开拓中非合作新领域、挖掘中非合作新动能的重要实践。^①

(一) 中非海洋能源合作的政策与理念

中国日益重视与非洲海洋能源合作。2003年《中非合作论坛——亚的斯亚贝巴行动计划(2004至2006年)》就注意到中非在能源领域有很强的互补性,提出要扩大能源交流合作。2015年《中国对非洲政策文件》提出加强海洋油气勘探开发合作的倡议,致力于帮助非洲国家因地制宜发展海洋经济。^②2018年中非合作论坛北京峰会提出共建中非海洋科学与蓝色经济合作中心,强调推进在海上风电等领域的合作。2021年《中非合作2035年愿景》指出,中国将持续助力非洲海上风能、潮汐能、波浪能开发,探索中非海洋能源合作新增长点。

当前,中非海洋能源合作围绕加快落实联合国2030年可持续发展议程和全球发展倡议,坚持发展优先,以人民为中心,普惠包容,创新驱动,人与自然和谐共生,坚持行动导向,推动构建人类命运共同体。具体到海洋能源合作,中国尊重非洲主导地位,支持非洲培育自主发展能力,坚持“非洲提出、非洲同意、非洲主导”原则,在非洲海洋能源投资与基建、海洋能源技术转移与人员培训、海洋能源产业链与价值链拓展等方面积极探索“鱼渔兼顾”的合作。中国还秉持开放、包容态度,愿与世界各国、国际组织一道,在开发非洲海洋能源过程中推动全球能源转型。其一,推动海洋油气开发的清洁低碳化;其二,推动海洋可再生能源开发的市场化与可及性;其三,推动海洋油气与可再生能源融合互补,保障海洋能源开发安全性与可持续;其四,扩大海洋能源投资、引领能源结构转型,带动经济复苏增长,更好应对气候变化挑战。^③

(二) 中非海洋能源合作的现状与特点

进入21世纪后,中非开始探索海洋能源领域合作。经过二十多年发展,中非海洋能源合作有了长足进步,并呈现出3个主要特征:其一,在海洋油气勘探

① 宗海平:《推动构建海洋命运共同体》,《人民日报》2023年2月15日,第3版。

② 《中国对非洲政策文件》,《人民日报》2015年12月5日,第4、6版。

③ 《全球清洁能源合作伙伴关系概念文件》,中国外交部,2022年9月28日, http://new.fmprc.gov.cn/web/ziliao_674904/zt_674979/dnzt_674981/qtzt/qzfzcy/zywj/202209/P020220928604657820389.pdf, 访问日期:2024年1月5日。

开发领域，相较于欧美，中国参与较晚，但进展很快，拓展了作业者权益与能源控股权。其二，在海洋可再生能源领域，中国主要是以出口设备为主，项目合作有待拓展。其三，在海洋能源通道安全领域，以亚丁湾护航为契机，中国逐步拓展与非洲的合作。

中非海上油气资源勘探开发领域。2006 年中海油投资 23 亿美元收购了尼日利亚 OML130 深水区块许可证 45% 的股份，大型深水油田阿克颇（Akpo）、埃吉纳都分布在该区块。^① 同年，中石化控股的中安国际石油有限公司（SSI）以 22 亿美元收购了安哥拉海上 15、17、18 区块部分股权，这 3 个区块当年探明石油储量达 32 亿桶。^② 2013 年 3 月，中石油收购埃尼东非公司（Eni East Africa）部分股份，参与莫桑比克鲁伍马 4 区气田开发，产气量预期达 1.2 万亿立方米，这是中石油全程参与（勘探、开发、生产、销售）的首个超深海大型浮动液化天然气项目。^③ 2013 年中海油在拥有 45% 股权的刚果（布）Haute Mer A 区块探明可观的油气资源，次年则在拥有 100% 股权的加蓬近海 BCD10 区块发现储量巨大的天然气资源。^④ 2017 年中海油还取得塞内加尔、几内亚比绍海上联合开发区 AGC Profond 区块 65% 的作业者权益。^⑤ 2018 年，中海油计划继续投资 30 亿美元扩大在尼日利亚的海洋油气勘探开发。^⑥ 2021 年 5 月，中国石化胜利石油工程公司完成海洋钻井公司壳牌尼日利亚项目，中国能源企业在拓展非洲海洋高端石油工程市场领域取得又一突破性进展。^⑦ 2023 年 6 月，中海油还计划与坦桑尼亚石

-
- ① “Understanding Chinese Investment in Africa Oil and Gas,” Africa Oil Week, 2023, <https://africa-oilweek.com/articles/understanding-chinese-investment-in-african-o>, accessed January 5, 2024.
- ② *China in Africa a Strategic Overview*, Maputo: Executive Research Associates, 2009, p. 39.
- ③ 《这些年，中国石油在非洲干成哪些大项目？》，《中国石油报》2023 年 3 月 22 日。
- ④ “Other Opportunities in Africa,” China National Offshore Oil Corporation, 2023, <https://cnoocinternational.com/en/operations/middle-east-and-africa/other-opportunities-in-africa#senegal>, accessed January 8, 2024.
- ⑤ 《中国海油深耕“一带一路”》，国务院国有资产监督管理委员会，2020 年 5 月 10 日。
<http://www.sasac.gov.cn/n4470048/n13461446/n14398052/n14556027/n14556095/c14557497/content.html>, 访问日期：2024 年 1 月 8 日。
- ⑥ “China National Offshore Oil Corporation Plans to Invest \$3bn in Nigeria,” Offshore Technology, July 18, 2018, <https://www.offshore-technology.com/news/chinas-cnooc-plans-invest-3bn-nigeria/>, accessed January 8, 2024.
- ⑦ 张艳茹、特木尔：《推动中非蓝色经济合作行稳致远》，中国社会科学网，2023 年 9 月 6 日，https://www.cssn.cn/skgz/bwyc/202309/t20230906_5683611.shtml, 访问日期：2024 年 1 月 8 日。

油开发公司合作勘探海洋油气资源。^①

中非海洋可再生能源领域。2020 年, 中国电建华东公司与瑞典海平面公司、美国 TC 能源公司合作, 重启加纳阿达海岸因资金紧张而停滞多年的波浪能开发项目, 计划将装机容量扩大至 10 万千瓦, 中方提供 85% 的资金, 建成后的波浪能发电厂有望将平均生产成本降至水电的一半。^② 中国企业向非洲海洋能源项目的供货合作更为成熟。以远景能源为例, 该企业在 2022 年底至 2023 年上半年分别向埃及红海风电场、摩洛哥风能驱动海水淡化项目出口风力涡轮机, 在非洲市场打响了中非可再生能源品牌。^③

中非海洋能源通道安全领域。中国进口石油 (90%) 与液化天然气 (60%) 有赖海洋能源通道安全,^④ 而非洲沿海几内亚湾、亚丁湾都面临海盗、恐袭等安全威胁。在海上军事力量合作、港口建设、安全合作沟通平台构建等方面, 中非进行了卓有成效的合作。2008 年以来, 中国海军赴亚丁湾护航, 完成 7000 余艘中外船舶护航任务。^⑤ 中国护航编队还与几内亚湾各国开展联合演习, 提高当地反海盗能力。2019 年以来, 中非在各类高层论坛上积极探讨加强海上联演联训, 促进能源通道安全机制与平台建设。^⑥

- ① “CNOOC to Explore Oil and Gas Offshore Tanzania,” Offshore Technology, June 22, 2023, <https://www.offshore-technology.com/news/cnooc-tanzania-oil-and-gas/>, accessed January 8, 2024.
- ② “Ghana: TC’s Energy, Power China Sign Agreement to Revive Ada Foah Wave Energy Project,” Africa Energy Portal, August 3, 2020, <https://africa-energy-portal.org/news/ghana-tcs-energy-power-china-sign-agreement-revive-ada-foah-wave-energy-project>, accessed January 10, 2024.
- ③ “Africa’s Cheapest Green Power as China’s Envision and JA Picked for Gigascale Egypt Wind and Solar,” Recharge, December 1, 2022, <https://www.rechargenews.com/energy-transition/africas-cheapest-green-power-as-chinas-envision-and-ja-picked-for-gigascale-egypt-wind-and-solar/2-1-1365000>, accessed January 10, 2024; “China’s Envision to Supply Turbines for Morocco’s First Wind-Powered Desalination Project,” ZAWYA, May 11, 2023, <https://www.zawya.com/en/projects/utilities/chinas-envision-to-supply-turbines-for-morocco-first-wind-powered-desalination-project-swnl453g>, accessed January 10, 2024.
- ④ 杨永明:《拓宽天然气进口渠道, 保障能源供应安全》,《中国电力报》2023 年 6 月 26 日, 第 3 版。
- ⑤ 孙飞、张元虎:《中国海军第 44 批护航编队圆满完成第 1568 批船舶护航任务》, 中国军网, 2023 年 6 月 8 日, http://www.81.cn/xxqj_207719/tsysb_207739/qjcjd_207746/16231683.html, 访问日期: 2024 年 1 月 10 日。
- ⑥ 朱宛玲、熊慧中:《首届中非和平安全论坛在京开幕, 中非携手合作共筑安全》, 国际在线, 2019 年 7 月 16 日; 梅常伟:《第二届中非和平安全论坛部长会议召开》, 中国政府网, 2022 年 7 月 26 日, https://www.gov.cn/xinwen/2022-07/26/content_5702799.htm, 访问日期: 2024 年 1 月 10 日。

(三) 中非海洋能源合作的路径展望与重点领域

当前,中非海洋能源合作依托全球发展倡议与“一带一路”倡议,顺应全球能源绿色低碳转型大趋势,落实中国的国际发展承诺,提升中非合作效率,致力于全球共同发展的长远目标和现实需要,凝聚促进发展的国际共识。一是通过“资金注入+机制创新”改善中非海洋能源合作投融资环境。中国正逐步将全球发展倡议资金与以“一带一路”倡议为中心的市场合作紧密结合,促进“发展+合作”并行的新型发展,创新面向非洲海洋开发的蓝色经济金融平台、产品、标准和服务体系,发挥蓝色债券、保险、基金等工具的作用,激活“一带一路”蓝色合作倡议、“一带一路”绿色发展国际联盟、光伏产业对话交流机制、绿色低碳专家网络,提升中非海洋能源合作机制化水平,改善海洋能源合作投融资环境。二是通过“技术转移+标准对接”助力中非海洋能源合作在地化发展。以全球发展倡议为中心,中国正逐步与非洲共享海洋可持续发展知识与成果,促进对非海洋技术标准体系对接与技术转让,提供海洋公共服务与基础设施,围绕清洁生产、绿色技术、循环经济,推动非洲海洋产业发展与转型升级,平衡化石能源消费与可再生能源转型,充实中非海洋能源合作内涵,推进合作在地化发展。特别是,鉴于现阶段海洋能源分布与开发的分散性,较适合因地制宜孵化更多“小而美”的能源合作项目,提升沿海与岛屿非城市地区民众的电力可及性。总之,中国深化与非洲海洋能源合作,不仅有助于开拓中非合作新领域、激发中非发展新动能,也将在科学有序开发利用海洋能源的同时,改善非洲经济与民生,助力实现联合国 2030 年可持续发展议程。

值得强调的是,中国先进的海洋能源勘探开发技术将为中非海洋能源合作提供强有力的支撑。在海洋油气领域,中国具备一定的深海钻探设计能力。2023 年 10 月,自研海洋地震勘探拖缆采集装备“海经”系统首次完成水深 3000 米采集工作,精细刻画超深海地层的复杂地质结构,使中国成为全球第三个拥有全套海洋地震勘探拖缆采集装备的国家。^①中国还建设了“海洋石油 981”“蓝鲸 II”等半潜式平台,组建自主开发建设深海油气田的“深水舰队”。^②深海油气勘探开发是非洲海洋油气发展的重要方向,中国在深海油气勘探开发领域的先进技术将为非洲海洋油气发展提供助力。

① 《挺进深海 3000 米!我国自研海洋地震勘探装备首次实现超深水作业》,国务院国有资产监督管理委员会,2023 年 10 月 8 日, <http://www.sasac.gov.cn/n2588025/n2588124/c29038408/content.html>, 访问日期:2024 年 1 月 15 日。

② 谢玉洪等:《深水油气钻探技术装备发展现状与趋势》,《前瞻科技》2023 年第 2 期,第 24 页。

海洋可再生能源作为可再生能源的有机组成部分,近年来开始受到非洲国家的广泛关注。中国海洋可再生能源技术处于全球领先地位,能够为非洲海洋可再生能源开发提供有力支持。在海洋机械能与热能转换领域,中国已研建出世界首台 1000 千瓦波浪能发电装置;^① 具备建设百万千瓦级潮汐能电站的技术条件与能力;^② 洋流能技术也已从实验室研发走向预商业化阶段,在运行时间、并网发电方面均处于世界领先行列;对海洋热能转换发电装置的研发也已突破至 1000 千瓦装机容量;^③ 海上风能与太阳能技术同样处于世界前列。非洲各类海洋可再生能源潜力巨大,但当地社会经济发展滞后,因而围绕海洋可再生能源开发的本土市场有待进一步培育,如何在中非现有合作基础上,拓展非洲海洋能源开发需求,开辟更多对非海洋能源合作新领域,是未来中非海洋合作需要考虑的重要问题。

中非海洋能源合作前景广阔,非洲蓝色经济未来可期。未来,中国可进一步增加在非洲海洋油气开发中的参与度,加强在海洋可再生能源领域的对非合作,以海洋油气合作项目为抓手,推进多种海洋可再生能源组合开发、协同发展。同时依托全球发展倡议与“一带一路”倡议,积极搭建对非海洋合作平台,支持非洲在保护海洋生态基础上合理开发海洋能源,将海洋能源合作培育为中非合作新的增长点,与非洲建立起更加紧密的蓝色经济伙伴关系。

(责任编辑:李若杨)

-
- ① 陈静:《开发海洋新能源,抢占海洋能源研用新高地》,《舟山日报》2023 年 7 月 18 日,第 3 版。
- ② 赵媛、王海峰:《“双碳”背景下中国海洋可再生能源产业化路径探析》,《能源与节能》2023 年第 5 期,第 24 页。
- ③ 郑洁等:《海洋可再生能源装备技术发展研究》,《中国工程科学》2023 年第 3 期,第 27—28 页;王项南、麻常雷:《“双碳”目标下海洋可再生能源资源开发利用》,《华电技术》2021 年第 11 期,第 94 页。

Development of Africa's Marine Energy and China–Africa Cooperation from the Perspective of the Global Development Initiative

Wang Tao and Wang Zeyu

Abstract: Africa has considerable reserves of marine hydrocarbons and renewable energy. The oil and gas resources in the Gulf of Guinea, the Eastern Mediterranean and the Mozambique Sea are gradually being explored. In addition to the Gulf of Guinea and the Red Sea, other African seas are rich in wind energy. North Africa and East Africa are high potential areas for floating solar energy. South Africa's wave energy potential is huge. The potential of tidal energy at the mouth of African rivers is considerable. The Somali Current, the Canary Current and the Ecclesiastical Current are rich in ocean current energy. The Gulf of Guinea and the Indian Ocean coast have great potential for thermal energy conversion. International cooperation is the most important form of the marine energy development, which realises the complementarity between African energy and the outside's capital, technology and management experience. In order to explore marine energy, African countries and international organisations have formulated a series of strategies and policies. However, shortcomings in technology, human resource, capital and infrastructure have constrained the development of marine energy in Africa. How to balance the autonomy and the cooperation determines levels of the marine energy development. China–Africa marine energy cooperation has made a series of progress in marine oil and gas, renewable energy, marine energy corridor security. Africa has rich energy potential, and China has technology, experience and capital, both sharing complementary interests. In the future, China and Africa have broad prospects for cooperation in marine energy investment and infrastructure, marine energy technology transfer and personnel training, and the expansion of the marine energy value chain.

Keywords: Global Development Initiative, African marine energy, China – Africa marine energy cooperation, maritime community with a shared future

Authors: Wang Tao, Professor of Institute of African Studies, Zhejiang Normal University (Jinhua 321004); Wang Zeyu, Postgraduate student of Center for African Studies, Yunnan University (Kunming 650091).