



“一带一路”绿色发展国际联盟  
2023年政策研究专题报告

---

# “一带一路”倡议下东盟国家绿色 低碳转型——潜力与机遇

---

10<sup>th</sup>



## 研究团队

蓝 艳	生态环境部对外合作与交流中心副处长、高级工程师
庞 骁	“一带一路”绿色发展国际联盟秘书处副主任专家
于晓龙	“一带一路”绿色发展国际联盟秘书处高级主管
徐佳敏	“一带一路”绿色发展国际联盟秘书处原项目助理
葛少童	“一带一路”绿色发展国际联盟秘书处项目助理
顾佰和	中国科学院科技战略咨询研究院研究员
刘 靖	中国科学院科技战略咨询研究院博士
盛煜辉	中国科学院科技战略咨询研究院博士
安迪·提尔塔	东盟能源中心能源建模和政策规划主管
里卡·萨夫林	东盟能源中心研究员
阿尔尼·德莫尔	东盟能源中心研究员
阿米拉·比尔基斯	东盟能源中心研究员
觉索温	缅甸环境专家



## 致 谢

本报告为“一带一路”绿色发展国际联盟与自然资源保护协会（NRDC）2021-2022年度合作项目成果。自然资源保护协会（NRDC）北京代表处首席代表张洁清女士、生态环境部对外合作与交流中心（FECO）副主任李永红先生、气候工作基金会（ClimateWorks Foundation）中国区主任张晓华先生对报告的编写给予了总体指导。

报告中外方主要编写人员包括生态环境部对外合作与交流中心蓝艳博士、庞骁先生、于晓龙女士、徐佳敏女士、葛少童女士，中国科学院科技战略咨询研究院顾佰和博士、刘靖博士、盛煜辉博士，东盟能源中心 Andy Tirta 博士、Rika Safrin 女士，Alnie Demoral 女士与 Amira Bilqis 女士，缅甸环境专家 Kyaw Soe Win 先生等。

此外，特别感谢自然资源保护协会（NRDC）气候与能源高级项目主管段锴先生、国家发改委能源研究所研究员姜克隽先生、中金研究院董事总经理吴慧敏女士、电力规划设计总院林祥东先生、印度尼西亚基本服务改革研究所（IESR）研究员 Deon Arinaldo 先生、国家发展改革委一带一路建设促进中心王一军副主任、国家应对气候变化战略研究和国际合作中心对外交流合作部主任张志强先生、商务部研究院国际发展合作所所长王涿女士、电力规划设计总院国际部处长张瑞卿先生、国家电投集团国际部副处长郭宇先生在报告编写中给予的建议和指导（排名不分先后）。



## 目 录

执行摘要.....	i
第一章 背景.....	1
第二章 东盟绿色低碳转型形势.....	3
一、应对气候变化基本情况.....	3
二、区域能源发展规划.....	16
三、经济发展.....	22
四、生态环境.....	27
第三章 东盟各国绿色低碳发展现状.....	33
一、印度尼西亚.....	33
二、菲律宾.....	42
三、越南.....	48
四、马来西亚.....	53
五、新加坡.....	60
六、文莱.....	64
七、缅甸.....	67
八、泰国.....	75
九、老挝.....	81
十、柬埔寨.....	88
第四章 东盟绿色低碳转型关键问题与合作机遇识别.....	95
一、“一带一路”能源绿色低碳转型合作形势.....	95
二、关键问题与合作机遇识别.....	97
参考文献.....	103







## 执行摘要

### 一、研究背景与目标

当前，绿色低碳转型已成全球共识，清洁能源等绿色产业发展将带来新的经济增长点，为全球经济复苏注入新动能。东南亚国家联盟（简称东盟）各国正处于经济发展与转型升级关键时期。东盟国家在 COP26 前发布联合声明，宣布实现了 21% 能源强度降低目标，超额完成 2018 年设定目标，同时呼吁发达国家加强国际合作。根据 2021-2025 东盟能源合作计划（APAEC 2016-2025 Phase II: 2021-2025），东盟国家将在 2025 年实现能源强度降低 32% 的整体减排目标（基于 2005 年水平），并使可再生能源在东盟一次能源供应总量中达到 23%，在发电装机总容量中达到 35%。而这一目标的实现面临着巨大的资金、技术和能源基础设施缺口。

中国是世界上最大的光伏和风电设备制造国，光伏产能占全球总产能的 76%，风机产量占全球一半以上，光伏和风电装机容量均居全球首位。中国与东盟在绿色低碳转型领域的合作进入新的历史机遇期。中国政府发布的《2030 年前碳达峰行动方案》中，阐述了中国碳达峰工作总体部署，提出推进绿色“一带一路”建设，加强与共建“一带一路”国家的绿色基建、绿色能源、绿色金融等领域合作，提高境外项目环境可持续性，打造绿色、包容的“一带一路”能源合作伙伴关系，扩大新能源技术和产品出口，发挥“一带一路”绿色发展国际联盟等合作平台作用，推动实施《“一带一路”绿色投资原则》，推进“一带一路”应对气候变化南南合作计划等举措。

中国和东盟国家是实现各自能源绿色低碳转型的天然合作伙伴。自 2009 年首个《中国-东盟环境保护合作战略》发布以来，中国与东盟在环境与气候领域建立了成熟的政策对话机制，在应对气候变化和生物多样性保护能力建设等方面开展了诸多务实合作。根据最新发布的《中国-东盟环境合作战略及行动框架 2021-2025》，双方未来在环境与气候领域合作将更加密切。

此外，中国国家主席习近平在第七十六届联合国大会上郑重宣布将大力支持发展中国家能源绿色低碳发展，不再新建境外煤电项目，表明中国的海外能源领域投融资重点领域将发生调整。中国和东盟已互为最大贸易伙伴，未来中国对东盟国家可再生能源领域投资合作必然将进一步得到加强。但是，东盟各国的资源禀赋、经济发展、产业结构各不相同，最优转型路径并不一致，关注重点也需有所区别，亟待开展相关研究，为双方下一阶段合



作研判重点领域、指明未来方向。

## 二、东盟国家绿色低碳发展现状

东盟位于亚洲东南部，处于亚洲与大洋洲、太平洋与印度洋的“十字路口”，地理位置十分优越。近年来，随着经济发展和人口增长，东盟十国碳排放量持续走高，能源部门的总碳排放量从2000年的693 MtCO<sub>2</sub>增加到了2019年的1,608 MtCO<sub>2</sub><sup>1</sup>，如果不尽早采取强有力的减排措施、启动经济发展的绿色低碳转型，随着未来东盟经济与人口总数的发展，温室气体排放量将大幅增加。当前在全球脱煤脱碳的总体趋势下，东盟各国根据共同但有区别责任原则与各自能力原则在2021年积极更新了自主贡献目标（NDC），但东盟国家提交的NDC仍有提升空间，接近一半的国家尚未提出碳中和目标，而2021年底全球能源短缺使许多东盟国家对退煤更加谨慎，东盟国家的绿色发展可能受到更多国际国内因素制约，因此因地制宜地加快推动东盟绿色低碳转型迫在眉睫。

表 东盟各国碳达峰碳中和承诺时间表

国家	碳达峰	碳中和
新加坡	2030年	2050年减排一半，并在本世纪下半叶尽快实现碳中和
越南		2050年
泰国	2030年	2065年
柬埔寨		
文莱		
菲律宾	2030年	
老挝		2050年
印度尼西亚	2030年	2060年
马来西亚		2050年
缅甸	2030年	

（来源：各国NDC、中长期减排发展战略（LEDS））

## 三、“一带一路”倡议下中国-东盟能源绿色低碳转型合作形势

随着中国宣布要大力支持发展中国家能源绿色低碳发展，不再新建海外煤电项目，能源绿色低碳合作将在共建“一带一路”合作中扮演更重要角色。世界经济论坛报告认为，通过加快低碳型基础设施建设，“一带一路”倡议可以在新兴及发展中经济体实现经济增

<sup>1</sup> 数据来源：IEA. 2020. Data and statistics. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=MASEAN&fuel=CO2%20emissions&indicator=CO2BySource>



长与碳排放脱钩方面发挥引领作用。

**中国与“一带一路”沿线国家有巨大的能源合作潜力。**近年来，中国电力企业对外投资稳步发展。2010年以来，随着“走出去”的稳步推进和“一带一路”倡议的实施，中国电力企业对外投资快速增长。根据国家统计局公报显示，2020年电力、热力、燃气、水生产和供水领域对外投资流量达到27.8亿美元，比上年增长10.3%。截至2020年底，我国电力、热力、燃气、水生产和供水对外直接投资存量达到390亿美元。2019年中资企业在“一带一路”沿线国家签约电力项目318个，在海外电力项目中占比56.5%，项目金额322.8亿美元<sup>2</sup>，占比68.4%。

**中国在与“一带一路”沿线国家开展可再生能源合作中有显著优势。**中国是全球最大的太阳能电池板、风力发电机、电池和电动汽车生产国，同时也与东南亚国家在绿色低碳合作方面有丰富合作经验和巨大合作潜力。国际能源署（IEA）报告称，中国可再生能源发电量预计将在2021-2026年期间增长近800万千瓦，占全球可再生能源产能增量的43%，继续引领全球能源市场。随着中国停止新建海外煤电项目，中国在可再生能源领域优势将进一步为共建“一带一路”国家的能源低碳转型提供重要支撑和驱动。目前，中国海外能源投资合作的主要方式是境外工程承包，而股权投资正在中国海外项目投资中占据越来越重要的地位。

#### 四、东盟国家绿色低碳转型关键问题

东盟国家的可再生能源转型问题受到各方长期关注。此前，有研究指出，东盟国家普遍存在化石能源依赖程度高、缺乏完全透明的可再生能源发展土地许可程序、项目许可过程繁琐，短期内政策多变及可再生能源发电并网指导方针不明确等问题。第六版《东盟能源展望》（以下简称《展望》）预测，到2040年，东盟能源需求将比2017年提升146%。在基线情景下，东盟成员国的一次能源供应总量（TPES）预计将比2017年增长2.5倍。在东盟能源合作行动计划目标情景（APS）下，到2040年东盟地区的TPES预计将达到1139 Mtoe（百万吨石油当量）。

---

<sup>2</sup> 数据来源：中国信保.《2021国家风险分析报告》.北京：中国财政经济出版社，2021.9



图 8

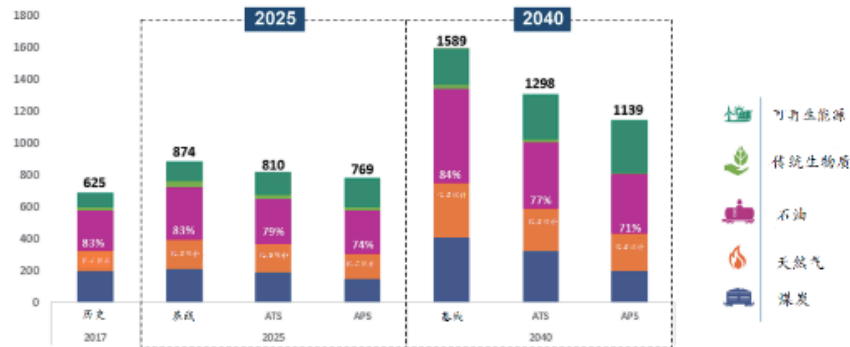


图 东盟一次能源供应量<sup>3</sup>

(来源：第六版《东盟能源展望》)

东盟地区在开展区域能源合作方面，存在资金、政策、技术、壁垒四大方面的问题与挑战。根据《东盟能源合作行动计划》，东盟提出了 7 个区域合作优先领域：建立东盟电网；跨东盟天然气管道；煤炭和清洁煤炭技术；能源效率和节能；可再生能源；区域能源政策和规划；民用核能。此外，东盟地区现阶段对煤电等化石能源仍有较高需求。

除常规的融资问题外，东盟地区崇山峻岭、江河丛林密布等独特地理条件，无论是在发电环节，还是输电环节，对电力技术均提出了较高要求。同时，各东盟成员国的电网智能化水平各不相同，薄弱的电力系统将影响到东盟电力互联的稳定运行及交易规模。此外，东盟多数国家仍然优先考虑填补电力基础设施的缺口，可再生能源如何有机地融入其发展规划，提升在一次能源增长中的比例，既需要政策制定者制订科学有力的扶持政策，也需要开展因地制宜的能源发展规划。

为此，本报告将针对东盟 10 国特点，将其分为四类进行分析。其中，印度尼西亚由于其远超其他国家的经济体量和排放规模单独归类；越南、泰国、马来西亚、菲律宾的经济发展情况相对较好，排放上升潜力大，同时国家重视可再生能源发展战略，可作为典型国家集中分析；缅甸、柬埔寨、老挝经济相对落后，但可再生能源发展潜力较大，可作为一类单独分析；新加坡、文莱面积较小，但经济相对发达，可在清洁能源技术、绿色金融

<sup>3</sup> 基线情景指没有任何政策干预的正常情景；ATS 情景指纳入了可再生能源和能源效率国家目标的情景；APS 情景指纳入了东盟能源合作行动计划（APAEC）区域目标的情景



等方面起到示范辐射作用。

## 1、印度尼西亚

印度尼西亚的经济体量、人口和排放总量都远超东盟其他国家，如能实现转型，减排潜力也最大。印尼能源绿色转型面临的最主要问题包括：**实现煤电退出仍存在大量资金缺口；现有电网的分散特点不利于可再生能源发电消纳。**

目前燃煤电厂的持续发展对印尼温室气体减排目标构成了重大挑战，**电力领域有序退煤的短、中、长期规划尚不明确**。此外，印尼各岛屿之间**暂未形成统一电网**，可再生资源丰富但消纳能力有限的地区无法为电力需求较大的地区输送清洁的电力，限制了可再生能源快速发展。2021年5月27日，印度尼西亚宣布将逐步淘汰本国煤电。**尽管印尼在减排方面展现了较强的政治决心和政策配套，但不可能一蹴而就**。下一步印尼需要进一步发挥市场机制，刺激可再生能源和低碳产业的发展。

**一是以探索建立碳市场等手段，加强能源转型领域融资规模**。2021年11月，印尼颁布总统条例，允许试点碳交易，并颁布税收调节法，于2022年4月1日起向电力与煤炭部门征收碳税（每公斤二氧化碳当量最低定价30000印尼盾，约合2美元<sup>4</sup>）。印尼的碳税制度一经实施，将对电力市场转型与可再生能源发展产生积极影响，为能源转型带来资金。同时碳税等市场手段也需根据实际实施情况不断进行完善与微调，避免间接提升居民生活成本，影响经济绿色复苏水平。碳税与中国的碳排放交易市场建设是2种不同的碳定价路径，但都需要对各行业的碳排放进行估算和核证，可以在此领域开展经验交流，推动各自机制的完善。

**二是强化电网基础设施联通，提升可再生能源消纳能力**。印尼可再生能源资源条件优越，具有丰富的地热能、生物质能、水能、太阳能等，但利用率不高。印尼智库 IESR 研究报告显示，印尼2050年实现电力系统脱碳从经济上、技术上均可行，但需大幅提升光伏发电装机容量。为此，印尼应加强电网基础设施建设，特别是迅速增加省级电网联通水平和储能水平，以提升可再生能源消纳能力，为提升可再生能源装机容量做好准备。

## 2、马来西亚、菲律宾、泰国、越南

**马来西亚、菲律宾、泰国和越南**都是东南亚经济发展较好、可再生能源发展有一定政策实践基础的国家，但都面临着跨越中等收入陷阱，实现可持续发展转型的挑战，在绿色低碳转型中面临共性问题。**一是有发展可再生能源的国家战略与较高雄心，但均存在煤电**

<sup>4</sup> 数据来源：<https://www.double-m.co/en/the-law-on-harmonization-of-tax-regulations-indonesia-uu-hpp/>





占比较大的现实情况；二是对外国参与能源行业投资有严格限制，为本国的可再生能源行业融资带来一定局限性。

其中，**越南** 2020 年光伏总装机量超过 16.5 吉瓦，已超过泰国成为东盟首位。越南即将发布的《第八版国家电力发展规划（PDP8）》可能设立 2030 年光伏达到更高目标，但受内部因素影响，几次推迟发布并传出将削减力度。**泰国**的光伏发展潜力巨大，汽车产业的优势有望转化为新能源车等终端电气化发展趋势。然而，泰国电力严重依赖于进口，亟需通过各种方式提升其光伏与生物质能等可再生能源本地组合。**马来西亚**可再生能源发电占比 17%左右，可再生能源资源丰富，以水电、太阳能发电、生物质发电为主。马来西亚 2019 年发布了《马来西亚电力改革 2.0 计划》蓝图，拟推动更多独立企业进入电力领域，但有外商投资电力项目持股不能超过 49%的限制。**菲律宾**地热能与光伏发电潜力较大，且推动可再生能源发展较为积极。

下一步，上述四国可在以下几个方面优先采取行动：

**一是进一步加强电力投资环境顶层设计，为有序退煤和能源转型吸引更多外部资金支持。**上述四国经济发展前景较好，吸引国际资金的基础条件出色，但电力系统脱碳所需资金量同样巨大。应通过引入或加强实施上网电价机制（FIT）、可再生能源配额（RPS）、净计量电价政策（Net Metering）、放宽电力项目股权投资比例限制、引入碳排放权交易与绿色债券金融工具等方式，进一步改善能源投资环境，提升和激发市场融资活力，弥补能源转型资金缺口。化石燃料补贴使可再生能源的经济性下降，也应考虑移除。同时，应鼓励区域内加强政策标准联通，提升电网覆盖规模与智能化水平，通过区域电力交易提升电网的韧性。

**二是加快发展光伏发电、风电等可再生能源项目及储能等配套，推动实现国家自主贡献目标。**上述四国有较清晰的可再生能源国家战略，且对光伏、风能发电均有不同程度的政策支持，光伏、风能发电潜力巨大。下一步，应提升光伏发电、风电发展规模与速度，并通过建设配套储能项目提升电网对可再生能源的消纳能力，逐步降低化石能源在一次能源中的比例，推动相关国家实现各自的国家自主贡献目标。

### 3、柬埔寨、老挝、缅甸

柬埔寨、老挝、缅甸三国均为湄公河下游国家，经济相对落后，产业结构相对简单，无高耗能、高排放特征。三国水力、风光资源均较为丰富。但上述三国在能源绿色低碳转型方面存在以下问题。一是经济欠发达且农村人口比例高，人口处于分散、偏远的农村地



区较多,城镇化率与用电气化普及率较低。二是环境法律法规尚不完善,资本市场不发达,地方金融市场较弱。三是民众应对气候变化意识薄弱,对可再生能源了解不足。

上述三国部分地区处于缺电或者无电状态,电气化普及率低会导致其使用木柴、木炭等燃料以满足日常生活需要。三国扩大可再生能源投资也面临着宏观经济、监管和融资方面的挑战。此外,老挝的水电站曾发生安全事故,使当地民众对水电接受度有所降低。

下一步,建议上述三国可在以下两个方面优先采取行动:

**一是推进电网基础设施建设,发展离网发电以提升电力可及性。**

缅甸当前电量供应不足,2019年通电率约68%<sup>5</sup>。三国占人口比例较大的农村地区距离本国电网过远难以输电,电力供应不足是最为关键的问题之一。比如,缅甸农村人口占70%。可通过扩大现有的电网,增加中等和低压配电网,为更多的城镇和家庭接入电网电力;二是发展包括太阳能系统和微型电网等离网电气化系统,为远离三个国家的农村社区供电。

**二是制定可再生能源政策,以较低成本实现能源绿色低碳转型。**

缅甸和老挝在水电和光伏的发展上拥有巨大潜力,然而水电易受干旱季节影响,存在波动性,且容易影响生态环境,需要稳妥开展。上述三国目前的光伏普及率低,缺少战略布局,发展方向暂不明朗。未来,可明确本国可再生能源发展目标,大力布局光伏、生物质能以及水利蓄能,加强国际合作并纳入区域能源网络,提高各部门的可再生能源渗透率,以期实现可再生能源的“弯道超车”,并利用可再生能源发展与区域国家开展能源交易,为经济发展和本国绿色低碳转型提供驱动力。

#### 4、文莱、新加坡

文莱与新加坡在绿色转型中的问题为可再生能源资源贫乏,但由于经济发达,可发挥示范作用与绿色金融中心作用,带动区域其他国家绿色转型。两国人口较少,国土面积小,经济发展水平高,人类发展指数极高,太阳能资源相对丰富,但水能、风能、地热能等可再生能源资源贫乏。两国虽然在可再生能源项目方面投资潜力较小,但可作为东盟重要的金融枢纽,发挥“小而美”的示范作用,并在推动区域绿色转型发展中扮演重要桥梁作用。

下一步,建议两国可在以下两个方面优先采取行动:

**一是发挥示范作用,建立可再生能源电力系统。**

新加坡和文莱目前发电结构均以天然气发电为主,占比均在95%以上。受到自身资源限制,两国缺乏其他诸如风能、水力、热能、潮汐能等可再生能源的禀赋条件。由于地处

<sup>5</sup> 数据来源: <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.ACCS.ZS?locations=MM>





热带地区，两国太阳能资源丰富，可以发展屋顶式光伏等节约土地利用形式。同时，新加坡的垃圾焚烧发电技术较为成熟，如建成光伏、垃圾焚烧发电等结合的可再生能源电力系统，将对东盟国家产生一定示范作用。

## **二是发挥金融中心优势，加强区域和国际绿色金融合作。**

加强区域和国际合作，是东盟未来可再生能源战略的重点领域之一。新加坡与文莱都是东盟地区金融业较发达国家，特别是新加坡的金融业发展较早，是亚洲金融中心之一，在区域绿色金融发展中占据重要角色。新加坡还是东盟地区实施碳税的先驱，为东盟国家提供了一个良好基准。应充分发挥两国金融行业作用，推动东盟整体逐步放宽可再生能源投资限制，吸纳更多国际资金加入东盟国家可再生能源市场，帮助东盟国家实现国家自主贡献目标与绿色低碳转型。



## 第一章 背景

当前，绿色低碳转型已成全球共识，清洁能源等绿色产业发展将带来新的经济增长点，为全球经济复苏注入新动能。东南亚国家联盟（简称东盟）各国正处于经济发展与转型升级关键时期，近年来经济发展受到疫情与气候变化影响，推进绿色低碳转型，走绿色、低碳、可持续发展道路，在经济发展中促进绿色转型，在绿色转型中实现更大发展，对东盟各国家而言变得越来越紧迫。东盟国家在 COP26 前发布联合声明，宣布实现了 21% 能源强度降低目标，超额完成 2018 年设定目标，同时呼吁发达国家加强国际合作。根据 2021-2025 东盟能源合作计划（APAEC 2016-2025 Phase II: 2021-2025），东盟国家将在 2025 年实现能源强度降低 32% 的整体减排目标。

中国是世界上最大的光伏和风电设备制造国，光伏产能占全球总产能的 76%，风机产量占全球一半以上，光伏和风电装机容量均居全球首位。随着低碳转型成为“一带一路”共建国家绿色发展的普遍趋势和合作纽带，中国与东盟在绿色低碳转型领域的合作迎来巨大历史新机遇期。中国政府发布的《2030 年前碳达峰行动方案》中，阐述了中国碳达峰工作总体部署其中要求推进绿色“一带一路”建设，加强与共建“一带一路”国家的绿色基建、绿色能源、绿色金融等领域合作，提高境外项目环境可持续性，打造绿色、包容的“一带一路”能源合作伙伴关系，扩大新能源技术和产品出口，发挥“一带一路”绿色发展国际联盟等合作平台作用，推动实施《“一带一路”绿色投资原则》等举措。

中国和东盟国家是实现各自能源绿色低碳转型的天然合作伙伴。自 2009 年首个《中国-东盟环境保护合作战略》发布以来，中国与东盟在促进环境政策对话，推动生态友好城市伙伴关系和环境信息共享平台建设，实施绿色使者计划，开展应对气候变化和生物多样性保护领域能力建设等方面开展了诸多务实合作取得了良好成效。根据最新发布的《中国-东盟环境合作战略及行动框架 2021-2025》，双方将在环境政策对话与交流、应对气候变化与空气质量改善、生物多样性保护和生态系统管理等战略方向开展合作。此外，中国国家主席习近平在第七十六届联合国大会上宣布将大力支持发展中国家能源绿色低碳发展，不再新建境外煤电项目，表明中国的海外能源领域投融资重点领域将发生调整。中国



和东盟已互为最大贸易伙伴，未来中国对东盟国家可再生能源领域投资合作必然将进一步得到加强。但是，东盟各国的资源禀赋、经济发展、产业结构各不相同，转型路径并不一致，合作重点也需有所区别，亟需开展相关研究，为双方下一阶段合作研判重点领域、指明未来方向。

为此，在自然资源保护协会（NRDC）的支持下，“一带一路”绿色发展国际联盟牵头开展了研究项目“中国和东盟国家绿色低碳转型关键问题和机遇识别”（Identifying Key Issues and Opportunities for Cooperation between China and ASEAN Countries in Pursuing Green and Low-carbon Transition），组织中国及东盟专家就东盟各国低碳转型的关键领域开展研究，根据东盟各国在资源禀赋、经济发展、产业结构等方面的特点，尝试为东盟各国低碳转型提供对策建议，为“一带一路”绿色低碳转型合作提供方向性指引。

报告结合东盟国家基本国情、政策环境、产业及经济发展水平、能源需求和新能源发展禀赋，广泛邀请各相关方共同分析东盟国家绿色低碳转型和碳中和愿景面临的挑战和关键问题，探讨和识别“一带一路”倡议下中国与东盟国家合作的潜力和机遇，为东盟低碳转型提供参考建议，为“一带一路”低碳投资合作提供方向，为“一带一路”倡议下中国与东盟国家在绿色低碳转型方面开展务实合作提供建议和支撑。



## 第二章 东盟绿色低碳转型形势

### 一、应对气候变化基本情况

东盟位于亚洲东南部，十国总面积 443.56 万平方公里。东濒太平洋，西临印度洋，处于亚洲与大洋洲、太平洋与印度洋的“十字路口”，而马六甲海峡是这个路口的“咽喉”。其中，老挝是东盟唯一的内陆国，越南、老挝、缅甸与中国陆上接壤。印度尼西亚是东盟第一大国，人口、面积和经济总量均占其 40% 左右，是全球最大的群岛国家。马来西亚地处东盟中心位置，扼守马六甲海峡，连接海上东盟和陆上东盟，区位优势明显。新加坡位于马来半岛南端、马六甲海峡出入口，处于“海上的十字路口”，地理位置十分优越。越南位于中南半岛东南端，三面环海，地形狭长，略呈 S 型，自然环境优越，资源矿产丰富。

#### （一）排放现状

**东盟碳排放量持续走高。**十国总碳排放量从 2000 年的 693 MtCO<sub>2</sub> 增加到了 2018 年的 1485 MtCO<sub>2</sub>，占世界总排放的比重也从 2000 年的 2.98% 增长到了 2018 年的 4.43%。根据 IEA 报告显示，随着化石燃料需求的持续增长，2040 年东盟的总排放量将达到 2400 MtCO<sub>2</sub><sup>6</sup>。**东盟各国的碳排放量也与各自经济体规模大小表现出了一致的趋同性。**如东盟经济体量最大的印尼是东盟最大的排放国，占了东盟总排放的 35.9%。排放量第二和第三的分别是东盟的两个中高收入国家——泰国和马来西亚。需要关注的是中低收入的缅甸、柬埔寨、越南、菲律宾和老挝等 5 国，该五国总排放仅占东盟总排放的 27%，相对而言存在较大的经济增长空间，未来这些国家的碳排放预计会持续走高。

**东盟各国主要排放部门由于各国国情不同而存在一定的差异，但均包含了电热生产部门。**2018 年，印度尼西亚的最大排放部门便来自电热生产、交通运输和工业生产。柬埔寨最大的排放部门是交通部门，该部门带来的排放甚至超过了电热生产所产生的排放。文莱由于其油气资源丰富，所以其主要排放是来自于电热生产、其他能源工业以及交通运输部

<sup>6</sup> 数据来源：IEA, 2019. Southeast Asia Energy Outlook 2019. <https://www.iea.org/reports/southeast-asia-energy-outlook-2019>



门。缅甸农业为主要的产业，从事农业的人口超过 60%，因此农业部门也是缅甸的主要排放部门之一，且缅甸的天然气资源相对较为丰富，故而其他能源工业也为缅甸产生了较多的排放。越南、菲律宾、马来西亚等国主要排放部门较为一致，均为电热生产、工业和交通部门。

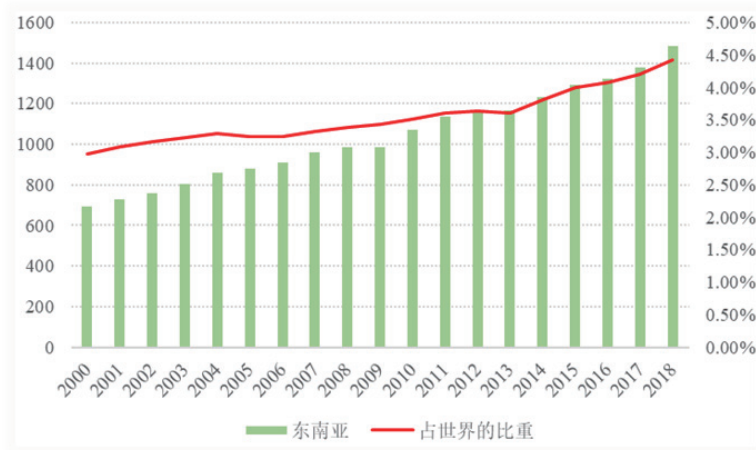


图 2-1 东盟整体碳排放量 (MtCO<sub>2</sub>)

(数据来源: IEA)

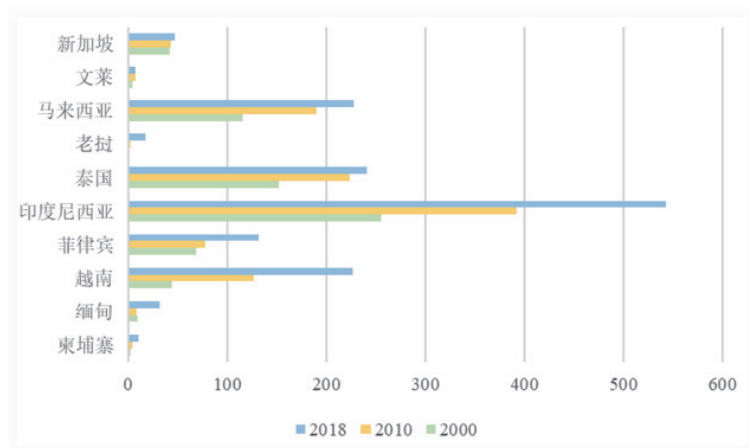


图 2-2 东盟各国碳排放量 (MtCO<sub>2</sub>)

(数据来源: IEA)

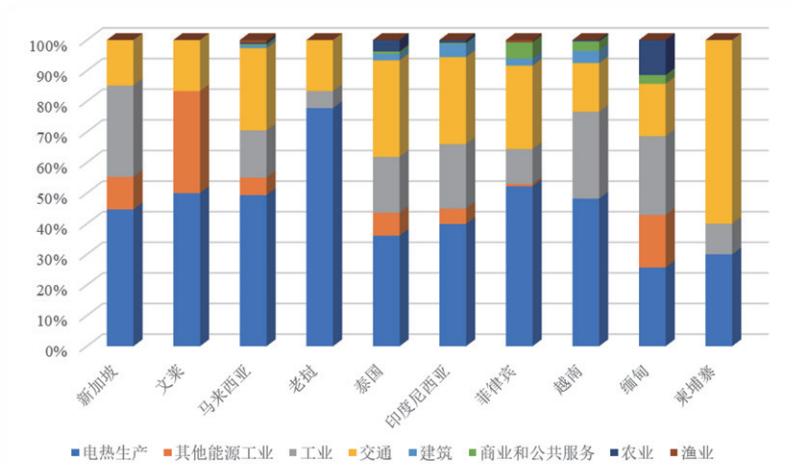


图 2-3 2018 年东盟各国分部门排放结构<sup>7</sup>

(数据来源: IEA)

## (二) 国家自主贡献

总的来说,东盟各国自主贡献承诺仍有提升空间。东盟各国的应对气候变化目标以及主要的能源应对措施和政策各有区别:新加坡和马来西亚使用排放强度减排指标;其他国家均采用相对减排目标,其中文莱、菲律宾、柬埔寨三国因极易受气候变化影响,减排积极性较高,相对基准情景的绝对量减排高达 60%~70%。新加坡首次 NDC 提出了到 2030 年将排放强度在 2005 年水平上减少 36%的目标,更新后的 NDC 增加了在 2030 年左右达到 65 MtCO<sub>2</sub>e 排放峰值的目标(见表 2-1)。越南更新 NDC 后,提高了减排目标和目标年份(表 2-2),但依然缺乏雄心。泰国更新后的目标没有明显提高,而重申了将应对气候变化纳入国家战略(表 2-3)。柬埔寨制定了严格 MRV 框架,提高了实现目标的透明度,增加了更多细节,但目标没有显著提高(表 2-4)。文莱方面增加了可再生能源份额、增加电动汽车份额、实行碳定价、减少整体工业排放,加强供应和需求两方面的电力管理等内容(表 2-5)。菲律宾承诺到 2030 年排放量减少约 75%,其中只有 2.71%是无条件的(表 2-6),老挝首次 NDC 目标在预案的基础上增加了各个部门的减排细节(表 2-7),印度尼西亚保持了其首次 NDC 中的气候承诺(表 2-8),马来西亚更新之后将首次 NDC 中有条件的减排

<sup>7</sup> 图中的其他能源工业包括自用石油精炼、固体燃料制造、煤矿开采、石油和天然气开采和其他能源生产行业的排放。



承诺调整为全部无条件减排（表 2-9），缅甸是最后提交 NDC 的东盟国家，只设定了减排量的绝对值（表 2-10）。

表 2-1 新加坡国家自主贡献

目录	首次 NDC	更新 NDC
<b>GHG 目标</b>	2030 年排放强度在 2005 年水平上减少 36%	2030 年达到 65MtCO <sub>2</sub> e 的排放峰值，排放强度在 2005 年的水平上减少 36%
<b>GHG 范围</b>	(1) CO <sub>2</sub> , (2) CH <sub>4</sub> , (3) N <sub>2</sub> O, (4) HFCs, (5) PFCs, (6) SF <sub>6</sub>	(1) CO <sub>2</sub> , (2) CH <sub>4</sub> , (3) N <sub>2</sub> O, (4) HFCs, (5) PFCs, (6) SF <sub>6</sub> , (7) NF <sub>3</sub>
<b>时间范围</b>	2021-2030 年	2021-2030 年
<b>限制条件</b>	无条件	无条件
<b>减缓部门目标</b>	增加可再生能源 (RE) 在高峰用电需求中的份额至 8%	能源：2020 年达到 350 MWp，到 2030 年至少达到 2 GWp； 交通：实行车辆配额制度，限制车辆增长，设定汽车和摩托车零增长
<b>覆盖部门</b>	(1) 能源, (2) 工业过程和产品使用, (3) 农业, (4) 土地利用, (5) 土地利用变化和林业, (6) 废弃物	(1) 能源, (2) 工业过程和产品使用, (3) 农业, (4) 土地利用, (5) 土地利用变化和林业, (6) 废弃物





表 2-2 越南国家自主贡献

	首次 NDC	更新 NDC
<b>GHG 目标</b>	与 BAU 相比，到 2030 年 GHG 无条件减排 8%，有条件减排 25%	与 BAU 相比，到 2025 年温室气体减少 7.3%（无条件），相当于 52.9 MtCO <sub>2</sub> e；到 2030 年温室气体减少 9%（无条件），相当于 83.9 MtCO <sub>2</sub> e，最高减少 27%（有条件），相当于 250.8 MtCO <sub>2</sub> e
<b>GHG 范围</b>	(1) CO <sub>2</sub> , (2) CH <sub>4</sub> , (3) N <sub>2</sub> O, (4) HFCs, (5) PFCs, (6) SF <sub>6</sub>	(1) CO <sub>2</sub> , (2) CH <sub>4</sub> , (3) N <sub>2</sub> O, (4) HFCs
<b>时间范围</b>	2021 年 1 月-2030 年 12 月	2021 年 1 月-2030 年 12 月
<b>限制条件</b>	有条件、无条件	有条件、无条件
<b>减缓部门目标</b>	林业：到 2030 年森林覆盖率达到 45%	<b>国内资源温室气体减排量：</b> 能源：5.5%或 51.5 MtCO <sub>2</sub> e 农业：0.7%或 6.8MtCO <sub>2</sub> e LULUCF：1%或 9.3MtCO <sub>2</sub> e 废弃物：1%或 9.1MtCO <sub>2</sub> e 工业过程：0.8%或 7.2 MtCO <sub>2</sub> e <b>国际援助温室气体减排量：</b> 能源：11.2%或 104.3 MtCO <sub>2</sub> e 农业：2.8% 或 25.8 MtCO <sub>2</sub> e LULUCF：1.3%或 11.9 MtCO <sub>2</sub> e 废弃物：2.6%或 24 MtCO <sub>2</sub> e 工业过程：0.1%或 0.8 MtCO <sub>2</sub> e
<b>覆盖部门</b>	(1) 能源, (2) 农业, (3) LULUCF, (4) 废弃物	(1) 能源, (2) 农业, (3) LULUCF, (4) 废弃物, (5) 工业过程





表 2-3 泰国国家自主贡献

目录	首次 NDC	更新 NDC
GHG 目标	与 BAU 相比，到 2030 年温室气体减少 20%（无条件）至 25%（有条件）	与 BAU 相比，到 2030 年温室气体减少 20%（无条件）至 25%（有条件）
GHG 范围	(1) CO <sub>2</sub> , (2) CH <sub>4</sub> , (3) N <sub>2</sub> O, (4) HFCs, (5) PFCs, (6) SF <sub>6</sub>	(1) CO <sub>2</sub> , (2) CH <sub>4</sub> , (3) N <sub>2</sub> O, (4) HFCs, (5) PFCs, (6) SF <sub>6</sub>
时间范围	2021-2030 年	2021-2030 年
限制条件	有条件、无条件	有条件、无条件
减缓部门目标	能源： (1) 到 2036 年，可再生能源在发电中占 20% (2) 到 2036 年，可再生能源在终端能源中占 30% (3) 到 2036 年，能源强度减少 30%（与 2010 年相比）	<b>以 NDC 路线图为准温室气体减排量：</b> 能源：72 MtCO <sub>2</sub> e 交通：41 MtCO <sub>2</sub> e 工业过程：0.6 MtCO <sub>2</sub> e 废弃物：2.0 MtCO <sub>2</sub> e <b>以 NDC 部门行动计划为准温室气体减排量：</b> 能源：117.56 MtCO <sub>2</sub> e 交通：35.42 MtCO <sub>2</sub> e 工业过程：2.25 MtCO <sub>2</sub> e 废弃物：1.53 MtCO <sub>2</sub> e
	全经济领域（是否包含 LULUCF 之后决定）	全经济领域（不包含 LULUCF）



表 2-4 柬埔寨国家自主贡献

目录	首次 NDC	更新 NDC
GHG 目标	(1) 与 BAU 相比, 到 2030 年温室气体减少 27%, 或相当于 3.1 MtCO <sub>2</sub> e; (2) LULUCF 贡献为 4.7 tCO <sub>2</sub> e /公顷/年	与 BAU 相比, 到 2030 年, 每年减少 64.6 MtCO <sub>2</sub> e 温室气体, 减排 41.7% (其中 59.1%来自 FOLU)
GHG 范围	(1) CO <sub>2</sub> , (2) CH <sub>4</sub> , (3) N <sub>2</sub> O	(1) CO <sub>2</sub> , (2) CH <sub>4</sub> , (3) N <sub>2</sub> O
时间范围	2020-2030 年	2020-2030 年
限制条件	有条件	有条件
减缓部门目标	<b>能源:</b> 到 2030 年, 与 BAU 相比, 减排 16%, 相当于 1.8MtCO <sub>2</sub> e; <b>制造业:</b> 到 2030 年, 与 BAU 相比, 排放量减少 7%, 相当于 0.727MtCO <sub>2</sub> e <b>运输业:</b> 到 2030 年, 与 BAU 相比, 排放量减少 3%, 相当于 0.39MtCO <sub>2</sub> e <b>其他:</b> 到 2030 年, 与 BAU 相比, 排放量减少 1%, 或相当于 0.155MtCO <sub>2</sub> e <b>LULUCF:</b> 森林覆盖率占土地总面积的 60%或相当于 4.7tCO <sub>2</sub> e/公顷/年	<b>到 2030 年, 与 BAU 相比:</b> <b>能源:</b> 减排 40%, 相当于 13.7MtCO <sub>2</sub> e <b>工业:</b> 减排 42%, 相当于 5.9MtCO <sub>2</sub> e <b>粮食与土地利用 (FOLU):</b> 减排 50%, 相当于 38.1MtCO <sub>2</sub> e。 <b>农业:</b> 减排 23%, 相当于 6.2MtCO <sub>2</sub> e <b>废弃物:</b> 减排 18%, 相当于 0.6MtCO <sub>2</sub> e
覆盖部门	(1)能源, (2)制造业, (3)交通, (4)其他, (5)LULUCF	(1)能源, (2)工业 (IPPU), (3)运输, (4)建筑, (5)FOLU, (6)农业, (7)废弃物



表 2-5 文莱国家自主贡献

目录	INDC	首次 NDC
GHG 目标	到 2035 年，与 BAU 相比，早高峰时段车辆使用产生的二氧化碳排放量减少 40%	与 BAU 相比，到 2030 年温室气体排放减少 20%，相当于 5.9MtCO <sub>2e</sub>
GHG 范围	CO <sub>2</sub>	(1) CO <sub>2</sub> , (2) CH <sub>4</sub> , (3) N <sub>2</sub> O
时间范围	2035 年	2021 年 1 月 1 日-2030 年 12 月 31 日
限制条件	无条件	无条件
减缓部门目标	能源： (1) 到 2035 年，总能源消耗比 BAU 减少 63% (2) 到 2035 年，可再生能源占总发电量的 10% (3) 以 2005 年为基准年，能源强度降低 45% 交通运输：到 2035 年，与 BAU 相比，早高峰时段的车辆 CO <sub>2</sub> 排放量减少 40%。 土地利用、土地利用的变化和林业 (LULUCF)：森林储备占土地总面积的 55%，而目前的水平是 41%	能源： (1) 到 2035 年，可再生能源发电占比至少 30% (2) 到 2035 年，通过提高能源效率和节约能源，在电力部门至少减少 10% 的温室气体排放 (3) 到 2025 年，对所有工业设施实行碳价 运输业：到 2035 年，电动汽车占年度汽车总销量的 60% 工业：采用“尽可能低” (ALARP) 原则，实现零排放燃烧，并减少其他工业排放 林业：通过植树造林增加碳汇，将森林储备从 41% 增加到 55%，目标是到 2035 年种植 50 万棵树 废弃物：到 2035 年，将城市垃圾填埋量减少到 1kg/人/天
覆盖部门	(1) 能源，(2) 道路交通，(3) 林业	(1) 能源，(2) IPPU，(3) 农业，(4) FOLU，(5) 废弃物

表 2-6 菲律宾国家自主贡献

目录	首次 NDC
GHG 目标	到 2030 年，与 BAU 相比，排放量减少约 75%，相当于 2414.7MtCO <sub>2e</sub> ，其中 2.71% 是无条件的，相当于 90.52MtCO <sub>2e</sub>
GHG 范围	(1) CO <sub>2</sub> , (2) CH <sub>4</sub> , (3) N <sub>2</sub> O, (4) HFCs, (5) PFCs
时间范围	2030 年
限制条件	有条件、无条件
减缓部门目标	/
覆盖部门	(1) 能源，(2) 交通，(3) 工业，(4) 农业，(5) 废弃物



表 2-7 老挝国家自主贡献

目录	INDC	首次 NDC
GHG 目标	/	与 BAU 相比，到 2030 年，减少 60% 的排放，或绝对减排量 62,000 ktCO <sub>2</sub> e
GHG 范围	/	(1) CO <sub>2</sub> , (2) CH <sub>4</sub> , (3) N <sub>2</sub> O, (4) HFCs, (5) PFCs, (6) SF <sub>6</sub>
时间范围	2015-2030 年	2020-2030 年
限制条件	有条件、无条件	有条件、无条件
减缓部门目标	<p><b>能源：</b></p> <p>(1) 到 2025 年，可再生能源发电占比提高到 30%（不包括大水电）</p> <p>(2) 生物质燃料满足运输燃料的 10%，相当于 1,468,000 ktCO<sub>2</sub>e</p> <p>(3) 到 2020 年，农村地区家庭电气化率达到 90%</p> <p>(4) 2020 年将大型水电扩大到 5500 兆瓦，2030 年到 20000 兆瓦，每年减排 16,284 ktCO<sub>2</sub>;</p> <p><b>交通：</b>发展路网，减少车辆行驶路程，发展公共交通</p> <p><b>LULUCF：</b>到 2020 年，提高森林覆盖率达到 70%，相当于 60,000-69,000 ktCO<sub>2</sub>e 减排量</p>	<p><b>能源：</b></p> <p>(1) 2030 年，全国水电总容量达到 13 吉瓦，实现减排 2500 ktCO<sub>2</sub>e/y（无条件）</p> <p>(2) 2030 年，引进 50,000 个节能炉灶实现减排 50 ktCO<sub>2</sub>e/y（无条件）</p> <p>(3) 2030 年，风电和太阳能装机 1 吉瓦实现减排 100 ktCO<sub>2</sub>e/y，生物质装机 300 兆瓦实现减排 84 ktCO<sub>2</sub>e/y，能耗降低 10% 实现 280 ktCO<sub>2</sub>e/y（有条件）</p> <p><b>交通：</b></p> <p>(1) 2030 年，首都万象新巴士快速交通系统和相关的非机动运输(NMT)实现减排 25 ktCO<sub>2</sub>e/y，中老铁路实现减排 300 ktCO<sub>2</sub>e/y（无条件）</p> <p>(2) 2030 年，电动车普及率达到 30% 实现减排 30 ktCO<sub>2</sub>e/y（有条件）</p> <p>(3) 2030 年，生物燃料占比达到 10% 实现减排 29 ktCO<sub>2</sub>e/y（有条件）</p> <p><b>LULUCF：</b>2030 年，减少因砍伐森林和森林退化而产生的排放，增加森林碳储量，相当于减排 1,100 ktCO<sub>2</sub>e/y（无条件）；森林覆盖率增加到 70%，相当于减排 45,000 ktCO<sub>2</sub>e/y（有条件）</p> <p><b>农业：</b>2030 年，5 万公顷低地水稻种植的水管理措施调整，实现减排 128 ktCO<sub>2</sub>e/y（有条件）</p> <p><b>废弃物：</b>2030 年，实施 500 吨/日可持续城市固体废物管理项目，实现减排 40 ktCO<sub>2</sub>e/y（有条件）</p>
覆盖部门	(1) 能源, (2) 交通, (3) 土地利用变化和林业 (LULUCF)	(1) 能源, (2) 交通, (3) 农业, (4) 土地利用变化和林业 (LULUCF), (5) 废弃物



表 2-8 印度尼西亚国家自主贡献

目录	首次 NDC	更新 NDC
GHG 目标	与 BAU 情景相比，到 2030 年减排 29%（无条件）和 41%（有条件）	与 BAU 情景相比，到 2030 年减排 29%，相当于 832.01 MtCO <sub>2</sub> e（无条件）和 41%，相当于 1,176.29MtCO <sub>2</sub> e（有条件）
GHG 范围	(1) CO <sub>2</sub> , (2) CH <sub>4</sub> , (3) N <sub>2</sub> O	(1) CO <sub>2</sub> , (2) CH <sub>4</sub> , (3) N <sub>2</sub> O
时间范围	2030 年	2030 年
限制条件	有条件、无条件	有条件、无条件
减缓部门目标	<p><b>能源：</b>提高终端能源消费效率；实施电力行业清洁煤炭技术；可再生电力占比提高到 19.6%（无条件），有条件下可持续电力生产 132,74 TWh；100%额外的天然气管道；100%压缩天然气燃料站（SPBG）</p> <p><b>AFOLU：</b>减小砍伐率、防止森林退化、土地复垦、恢复泥炭地</p> <p><b>农业：</b>低排放作物使用到 2030 年有条件、无条件分别达到 926,000 公顷、908,000 公顷；水资源管理的节水达 820,000 公顷；沼气的肥料管理占比 0.06%；牛饲料补给占比 2.5%</p> <p><b>废弃物：</b>固体废物、生活和工业废水</p> <p><b>IPPU：</b>水泥行业实行“熟料水泥比”（掺混水泥），由 2010 年的 80%提高到 2030 年的 75%；通过原料利用和回收提高效率；石化工业（特别是氨生产）的转化炉等</p>	<p><b>能源：</b>提高终端能源消费效率；实施电力行业清洁煤炭技术；可再生电力占比提高到 19.6%（无条件），有条件下可持续电力生产 132,74 TWh；100%额外的天然气管道；100%压缩天然气燃料站</p> <p><b>农业：</b>低排放作物使用到 2030 年有条件、无条件分别达到 926,000 公顷、908,000 公顷；水资源管理的节水达 820,000 公顷；沼气的肥料管理占比 0.06%；牛饲料补给占比 2.5%</p> <p><b>FOLU：</b>减小砍伐率、防止森林退化、土地复垦、恢复泥炭地</p> <p><b>废弃物：</b>固体废物、生活和工业废水</p> <p><b>IPPU：</b>水泥行业实行“熟料水泥比”（掺混水泥），由 2010 年的 80%提高到 2030 年的 75%；通过原料利用和回收提高效率；石化工业（特别是氨生产）的转化炉等</p>
覆盖部门	(1) 能源，(2) 农业、林业和其他土地用途（AFOLU），(3) 农业，(4) 废弃物，(5) 工业过程与产品使用（IPPU）	(1) 能源，(2) 农业，(3) 林业和其他土地用途（FOLU），(4) 废弃物，(5) 工业过程与产品使用（IPPU）



表 2-9 马来西亚国家自主贡献

目录	首次 NDC	更新 NDC
GHG 目标	到 2030 年，温室气体排放强度比 2005 年水平降低 45%（35%为无条件，10%为有条件）	到 2030 年，温室气体排放强度比 2005 年水平降低 45%
GHG 范围	(1) CO <sub>2</sub> , (2) CH <sub>4</sub> , (3) N <sub>2</sub> O	(1) CO <sub>2</sub> , (2) CH <sub>4</sub> , (3) N <sub>2</sub> O, (4) HFCs, (5) PFCs, (6) SF <sub>6</sub> , (7) NF <sub>3</sub>
时间范围	2021-2030 年	2021 年 1 月 1 日-2030 年 12 月 31 日
限制条件	有条件、无条件	无条件
减缓部门目标	/	/
覆盖部门	(1) 能源, (2) 工业过程与产品使用 (IPPU), (3) 农业, (4) 土地利用变化和林业 (LULUCF), (5) 废弃物	(1) 能源, (2) 工业过程与产品使用 (IPPU), (3) 农业, (4) 土地利用变化和林业 (LULUCF), (5) 废弃物

表 2-10 缅甸国家自主贡献

目录	INDC	首次 NDC
GHG 目标	/	到 2030 年, 无条件减排 244.52 MtCO <sub>2</sub> e, 有条件减排 414.75 MtCO <sub>2</sub> e
GHG 范围	/	CO <sub>2</sub>
时间范围	2030 年	2030 年
限制条件	有条件	有条件、无条件
减缓部门目标	<p><b>林业:</b> 到 2030 年, 保留森林 (RF) 和保护公共森林 (PPF) 占到土地总面积的 30%, 保护区系统 (PAS) 占到土地总面积的 10%</p> <p><b>能源:</b></p> <p>(1) 到 2030 年, 总水电装机容量达到约 9.4 吉瓦, 约占一次发电量的 38%</p> <p>(2) 农村地区至少 30% 电力来自可再生能源</p> <p>(3) 提高能源效率, 到 2030 年实现预测</p>	<p><b>能源:</b></p> <p>(1) 到 2030 年, 可再生能源 (太阳能和风能) 占比提高到 53.5% (从 2000 兆瓦提高到 3070 兆瓦), 将煤炭的份额降低 73.5% (从 7940 兆瓦到降低至 2120 兆瓦); 相比 BAU 情景, 实现 105.24 MtCO<sub>2</sub>e 减排 (无条件), 144 MtCO<sub>2</sub>e 减排 (有条件)</p> <p>(2) 分发 510 万台节能型炉灶, 2021-2030 年间累计减排约 12.99MtCO<sub>2</sub>e; 支</p>



<p>总耗电量 20%的节电潜力</p> <p>(4) 提高炊具能效, 2016-2016 年间分发约 260,000 个炉灶</p> <p>交通: 减少运输部门特别是公路运输造成的排放</p> <p>农业: 减少农业部门因燃烧农业残留物和种植水稻而产生的排放</p> <p><b>覆盖部门</b></p>	<p>持私营部门分配 100 万个液化石油气炉灶, 实现 2030 年前减排 14.94MtCO<sub>2</sub>e (无条件)</p> <p>(3) 提高能源效率, 到 2030 年, 住宅部门提高 7.8%, 工业部门提高 6.63%, 商业部门提高 4%, 其他部门提高 1.36% , 2030 年前减排 0.133 MtCO<sub>2</sub>e</p> <p>(4) 发展可再生能源, 通过微型电网, 2030 年前覆盖 360 万无电人口, 供电 88.82 兆瓦, 减排 0.874 MtCO<sub>2</sub>e (有条件), 或覆盖 270 万无电人口, 供电 66.62 兆瓦, 减排 0.719 MtCO<sub>2</sub>e (无条件)</p> <p><b>农业:</b> 通过植树造林在 2021-2030 年间封存 10.4 MtCO<sub>2</sub>e, 在 27.5 万公顷的农用地上提高平均树冠覆盖率, 每公顷树冠覆盖率小于 10%</p> <p><b>FOLD:</b> 到 2030 年将森林砍伐减少 50%, 累计减排 256.5 MtCO<sub>2</sub>e (以 2005-2015 年为基准) (有条件); 2030 年森林砍伐减少 25%, 累计净减排 123.6 MtCO<sub>2</sub>e (无条件)</p> <p><b>交通:</b> 提高车辆标准, 优先发展电动汽车、制定航运能源效率管理计划 (SEEMP) 和绿色航运战略</p> <p>(1) 能源, (2) 交通, (3) 农业, (4) 土地利用变化和林业 (LULUCF), (5) 废弃物</p>	<p>持私营部门分配 100 万个液化石油气炉灶, 实现 2030 年前减排 14.94MtCO<sub>2</sub>e (无条件)</p> <p>(3) 提高能源效率, 到 2030 年, 住宅部门提高 7.8%, 工业部门提高 6.63%, 商业部门提高 4%, 其他部门提高 1.36% , 2030 年前减排 0.133 MtCO<sub>2</sub>e</p> <p>(4) 发展可再生能源, 通过微型电网, 2030 年前覆盖 360 万无电人口, 供电 88.82 兆瓦, 减排 0.874 MtCO<sub>2</sub>e (有条件), 或覆盖 270 万无电人口, 供电 66.62 兆瓦, 减排 0.719 MtCO<sub>2</sub>e (无条件)</p> <p><b>农业:</b> 通过植树造林在 2021-2030 年间封存 10.4 MtCO<sub>2</sub>e, 在 27.5 万公顷的农用地上提高平均树冠覆盖率, 每公顷树冠覆盖率小于 10%</p> <p><b>FOLD:</b> 到 2030 年将森林砍伐减少 50%, 累计减排 256.5 MtCO<sub>2</sub>e (以 2005-2015 年为基准) (有条件); 2030 年森林砍伐减少 25%, 累计净减排 123.6 MtCO<sub>2</sub>e (无条件)</p> <p><b>交通:</b> 提高车辆标准, 优先发展电动汽车、制定航运能源效率管理计划 (SEEMP) 和绿色航运战略</p> <p>(1) 能源, (2) 交通, (3) 农业, (4) 土地利用变化和林业 (LULUCF)</p>
---	---	--

(来源: ASEAN Centre for Energy、各国 NDC)



综上所述，东盟国家经济发展水平相对较低但增速较快，东盟国家整体排放水平并不高，这意味着如果不采取强有力的减排措施，随着未来东盟各国经济的增长，将带来巨大的温室气体排放。当前在全球碳中和的大趋势下，东盟国家提交的 NDC 力度有限，因此东盟低碳转型迫在眉睫。在东盟十国中，老挝、马来西亚通过政策宣示的形式，确定了自己的碳中和目标（均为 2050 年），另外新加坡未承诺明确年份，提出在本世纪后半叶尽早实现碳中和。泰国、越南近期在 COP26 会议中均承诺分别在 2065 年和 2050 年实现碳中和，印度尼西亚承诺 2030 年碳达峰、探索于 2060 年或更早实现碳中和目标，但是具体细节还在商议中，菲律宾承诺到 2030 年实现碳达峰，缅甸承诺在 2030 年前尽早实现碳达峰，柬埔寨和文莱尚未提出碳中和目标（表 2-11）。

表 2-11 各国碳达峰碳中和承诺时间表

国家	碳达峰	碳中和
新加坡	2030 年	2050 年减排一半，并在本世纪下半叶尽快实现碳中和
越南		2050 年
泰国	2030 年	2065 年
柬埔寨		
文莱		
菲律宾	2030 年	
老挝		2050 年
印度尼西亚	2030 年	2060 年
马来西亚		2050 年
缅甸	2030 年前尽早实现	

（来源：各国 NDC、低排放发展战略 LEDS）





## 二、区域能源发展规划

### （一）能源现状

东盟地区经济增长势头在全球处于领先地位，到 2030 年预计将成为世界第四大经济体，国内生产总值预计到 2040 年将增加两倍<sup>8</sup>。如此快速的经济增长意味着东盟能源需求快速扩大。然而，能源部门发展深受新冠疫情影响，作为推进东盟经济共同体一体化的关键，能源行业亟待贸易、投资、人力和监管等方面的制度创新。

第六版《东盟能源展望》（以下简称《展望》）预测，到 2040 年，一次能源需求将是目前水平的近两倍。在基线情景下，东盟成员国的一次能源供应总量（TPES）预计将增长 2.5 倍，从 2017 年的 625 Mtoe 到 2040 年的 1589 Mtoe。到 2025 年，该地区的 TPES 将达到 874 Mtoe。APAEC 目标情景（APS）下，化石燃料预计在 2040 年将继续主导能源供应，约占总能源供应的 70%<sup>9</sup>。东盟的最终能源消费总量（TFEC）预计在 2025 年达到 518 Mtoe，在 2040 年达到 922 Mtoe。到 2025 年，在东盟成员国目标情景（ATS）下，该地区的 TFEC 预计为 474 Mtoe，在 APAEC 目标情景（APS）下为 450 Mtoe<sup>10</sup>。

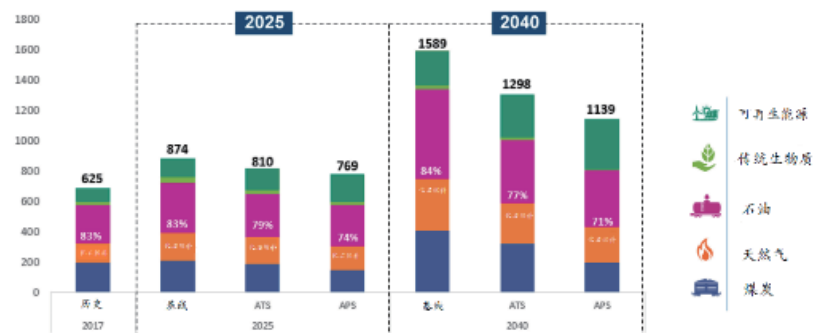


图 2-4 东盟一次能源供应量

（来源：第六版《东盟能源展望》）

<sup>8</sup> 数据来源：ASEAN Centre for Energy (ACE). 2021. ASEAN Power Updates 2021. Report. Available at <https://aseanenergy.org/asean-power-updates-2021/>

<sup>9</sup> 数据来源：ASEAN Centre for Energy (ACE). 2020. The 6th ASEAN Energy Outlook. Report. Available at <https://aseanenergy.org/the-6th-asean-energy-outlook/>

<sup>10</sup> 数据来源：ASEAN Centre for Energy (ACE). 2020. (2021-2025) ASEAN Plan of Action for Energy Cooperation (APAEC) 2016-2025 Phase II. Available at <https://aseanenergy.org/asean-plan-of-action-and-energy-cooperation-apaec-phase-ii-2021-2025/>

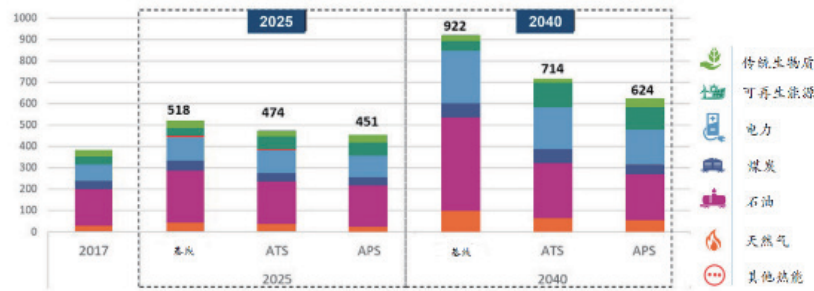


图 2-5 东盟最终能源消费总量

(来源：第六版《东盟能源展望》)

## (二) 区域能源合作行动计划

为实现能源发展与环境保护的协同增效，东盟开展了《2016-2025 年东盟能源合作行动计划》（以下简称《计划》）第一阶段（2016-2020）研究，并在 2018 年成功将能源强度较 2005 年降低 21%，超过了 2020 年的 20% 目标。东盟正在向低碳经济转型，并在建立家用电器的最低能源性能标准方面进展显著。第 35 届东盟能源部长会议批准了关于协调空调最低能源性能标准的区域政策路线图，第 37 届东盟能源部长会议批准了关于照明的最低能源性能标准。7 个东盟成员国已制定国家路线图，采用 ISO 5151: 2010 作为空调能效性能的测试标准。《计划》第二阶段将继续关注空调和照明行业，并且将考虑电机、变压器等的能源性能优化。2019 年第 37 届亚洲部长级会议上宣布了将能源效率纳入东盟电气和电子设备互认协议的指导方针。

《计划》第二阶段（2021-2025）建立在第一阶段的成功基础上，承诺到 2025 年将能源强度较 2005 年下降 32%。该阶段总主题为“加强东盟的能源连通性和市场一体化，以加强能源安全、提升可获得性、可负担性，并促进可持续发展”，副主题为“拓展创新合作，加快能源转型，提升能源恢复力”。该主题反映了第 35 届东盟峰会及东亚合作领导人系列会议中关于东盟自身以及东盟与国际社会关系中的互联互通和可持续发展等重要议题。



《计划》第二阶段期间，东盟将**扩大多边电力交易**，建设东盟电网，为能源转型提供更多可再生能源份额。通过区域战略行动，将重点放在建筑、交通和工业部门，同时加强私营部门、研究机构、金融机构等的参与。目前在加强跨境电力贸易方面已取得重大进展，并为利用可再生能源和液化天然气等可持续发电资源提供了机会。

东盟作为首选投资地，在市场、资源和效率方面为可再生能源的发展提供了许多机会，以吸引外商直接投资进入可再生能源领域。随着数字化发展，先进的可再生能源技术将不断得到拓展，如垃圾发电、氢气、能源储存、集中式太阳热能等。2018年，可再生能源在东盟一次能源供应总量中已达到了13.9%，并计划到2025年提升到23%，并在发电装机总容量中占35%。

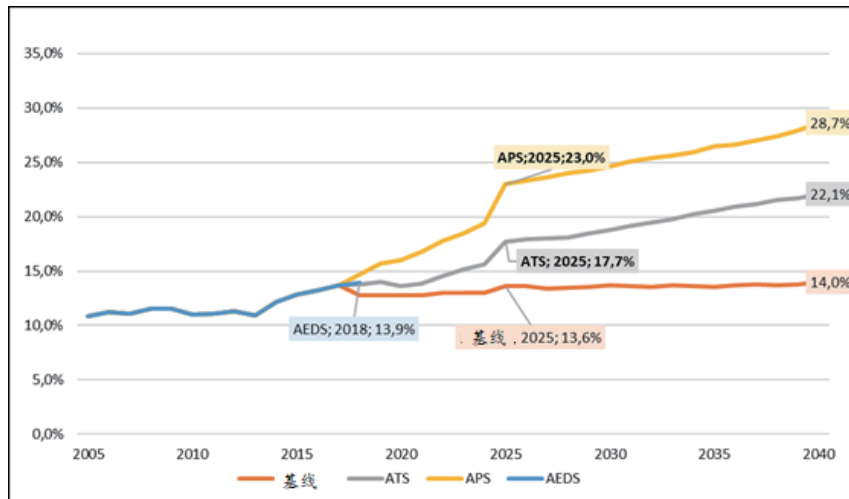


图 2-6 东盟可再生能源占一次能源供应总量份额

（来源：《2016-2025 年东盟能源合作行动计划》第二阶段）

2020 年东盟成员国的发电总装机容量已达到 285 吉瓦，印度尼西亚、越南和泰国占据了大约 2/3 的装机容量，当中煤炭、瓦斯、水电占超过 80%。2020 年约有 22 吉瓦的新增产能，值得注意的是，2020 年东盟新增产能中约 82%为可再生能源，老挝新增水力发电，越南大幅增加太阳能发电<sup>11</sup>。

<sup>11</sup> 数据来源：ASEAN Centre for Energy (ACE). 2021. ASEAN Power Updates 2021. Report. Available at <https://aseanenergy.org/asean-power-updates-2021/>

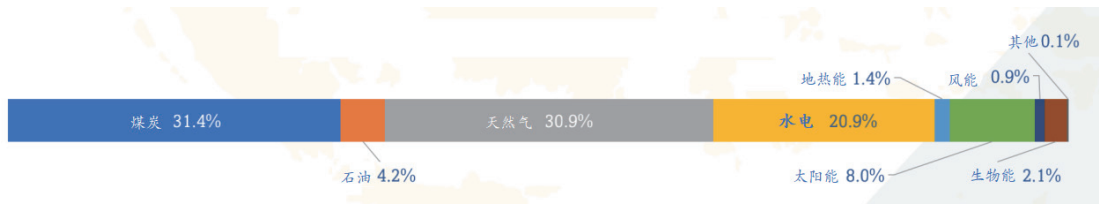


图 2-7 2020 年东盟发电装机容量-按来源

(来源: 《2021 年东盟电力情况更新》)

电力部门在刺激东盟地区的可再生能源发展方面发挥着重要作用。特别是自 2018 年以来,可再生能源的份额显著提升,在 2020 年达到 33.5%,离 2025 目标只有 1.5%的差距。大部分增长来自于水电和生物质能发电,光电和风电从 2015 年开始才有明显增长,尽管东盟各国可再生能源份额差异较大,总体仍呈上升趋势。

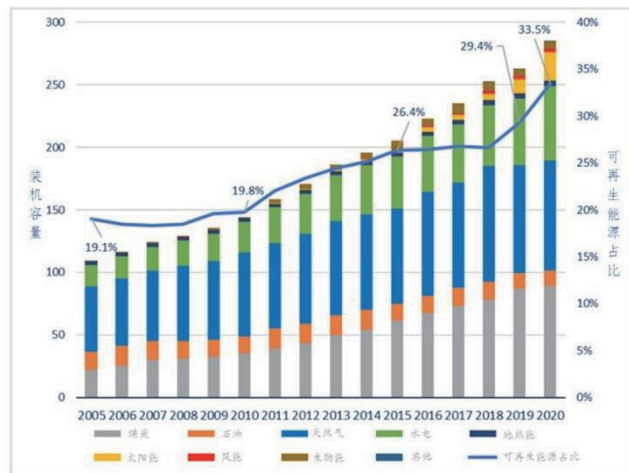


图 2-8 2005-2020 东盟成员国发电装机容量

(来源: 《2021 年东盟电力情况更新》)

到 2025 年,可再生能源在发电装机容量中的份额在 ATS 中为 33%,在 APS 中为 48%。可再生能源在装机容量中份额最大的是水电(19%),其次是 ATS 的太阳能发电(7%)。在 APS 中,2040 年太阳能发电装机容量将增加两倍,在装机总容量中的份额将增加到 20%。

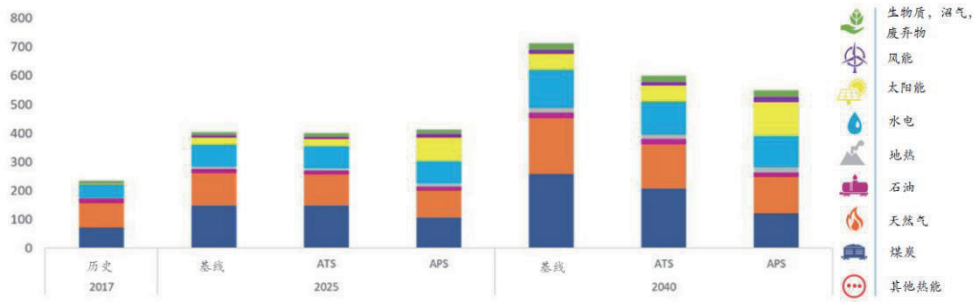


图 2-9 东盟发电装机总容量

(来源：第六版《东盟能源展望》)

目前太阳能和风电是东盟地区可再生能源发展的核心。通过燃料转换、提高能源效率、加快先进和可持续的技术部署，如液化天然气发电、煤炭升级、高效低排放（HELE）煤电、联合燃烧系统和碳捕获利用和储存（CCUS）技术等，预计到 2025 年，超过 60% 的新增发电装机容量将来自可再生能源，也就是说 2025 年可再生能源预计占比 37.6%，超过目标 2.6 个百分点。

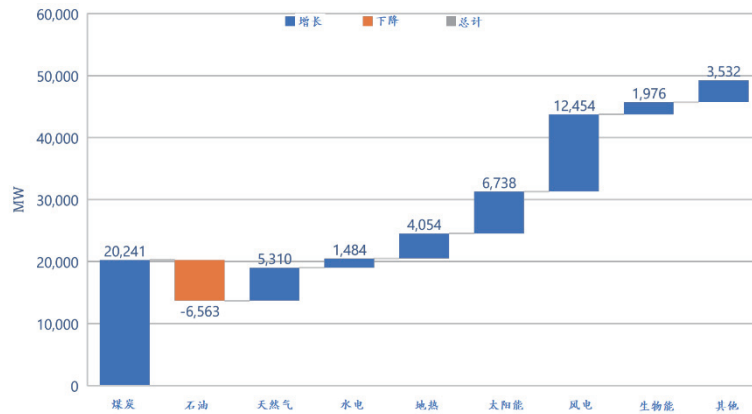


图 2-10 计划新增发电装机容量 2021-2025-按来源

(来源：《2021 年东盟电力情况更新》)



### （三）国际合作与能力建设

为了提高各成员国对可再生能源的认识，东盟开展了诸多研究和能力建设活动，以拓展可再生能源项目的技术分享和融资渠道。比如东盟能源中心（ACE）和德国国际合作组织（GIZ）的合作，包括东盟成员国部分可再生技术的平准化度电成本研究，以及东盟可再生能源的保险和担保计划研究。同时，可再生能源分部门网络致力于确保能源供应安全，减少东盟地区能源使用对环境的影响。在《计划》第二阶段，可再生能源分部门网络将牵头制定并推广东盟可再生能源长期路线图，该路线图旨在制定未来经济发展路径，并改变可再生能源的生产、交付和使用方式，构建可持续系统。该路线图将参考《东盟互联互通总体规划（三）》，《东盟可再生能源展望》第二版的结论和建议。

#### 专栏 1. 美国国际开发署亚洲清洁能源项目

美国国际开发署（USAID）亚洲清洁能源项目（Clean Power Asia Program）在 2017 年前后开始与湄公河下游国家（柬埔寨、老挝、泰国和越南）和其他东南亚国家联盟（ASEAN）成员国（包括菲律宾和印度尼西亚）开展合作，促进东南亚电力部门投资环保且并网发电的可再生能源项目。该项目已开展 5 年，总投资约 1630 万美元，支持将气候目标纳入能源规划，以确保政策和监管环境对低排放增长起支持作用。通过与项目开发商、投资界、政府和其他捐助机构合作，吸引公共和私营部门对现代并网可再生能源发电的投资。扩大可再生能源（如太阳能、风能、小水电和生物质残留物）的规模，带来显著的发展效益，在降低直接能源成本的同时使人们获得可靠能源，改善空气质量，保护人类健康，促进经济增长，缓解跨国冲突，提升食品安全。

该项目以加速区域能源领域高性能和低碳转型为目标，实现三个相关联成果：提高能源规划中可再生能源发展情景的比例；改善可再生能源部署的扶持性政策、监管和技术环境；增加对与并网发电的可再生能源项目的投资和部署。尽管受新冠疫情影响，国际旅行和与利益攸关方会晤受限，但该项目促进了多个国家的 16 项新政策和条例的提议、通过和实施。通过扩大 9000 多兆瓦的可再生能源发电装机容量，调动了 70 多亿美元投资于可再生能源项目。预计该项目在今后的 15 年中将预防超过 9300 万吨温室气体排放。到目前为止，项目帮助泰国 B. Grimm Power 和越南太阳能开发商 TTVN 完成了 2.83 亿美元的项目交易，建造了越南首批太阳能发电场，发电量为 257 兆瓦，足以为 5 万多户家庭供电。在泰国，该项目与六家泰国联合工厂合作，采购并安装了 7.6 兆瓦屋顶太阳能，价值超过 1000 万美元。美国国际开发署清洁能源亚洲公司还帮助零售巨头 Big C 完成了一项价值 480 万美元的交易，启动了 3.6 兆瓦的太阳能屋顶项目。





### 三、经济发展

#### （一）产业与经济发展

东盟经济增长态势整体良好，但是发展不平衡。东盟是全球经济发展最为活跃的区域之一。过去十年，东盟地区 GDP 年均增长率为 5.4%，远高于世界平均增长水平（3.3%）。在总量上，东盟十国的 GDP 从 2000 年的 6122 亿美元增长到了 2020 年的 30022 亿美元，东盟 GDP 于世界 GDP 总量占比也从 2000 年的 1.8% 提高至 2020 年的 3.5%。其中，除了文莱和泰国部分年份的 GDP 增速不及世界平均水平之外，东盟其余各国经济增长速度均领先于世界增速。但是需要注意的是，东盟整体虽然经济增速较快，但是其实际的经济发展水平与世界平均水平仍存在一定的差距。东盟各国的人均 GDP 除了新加坡和文莱之外，均不及世界平均水平。根据世界银行分类标准，除新加坡、文莱和马来西亚外，大部分国家还处于中低收入国家。其中新加坡人均 GDP 超过 6 万美元，高居榜首；文莱位居其次，人均 GDP 也接近发达国家之列；但是东盟其他国家人均 GDP 大多在 4000 美元以下，缅甸最低仅为 1330 美元，区域内发展不平衡。



图 2-11 东盟 GDP 总量及占比（亿美元）

（数据来源：世界银行）

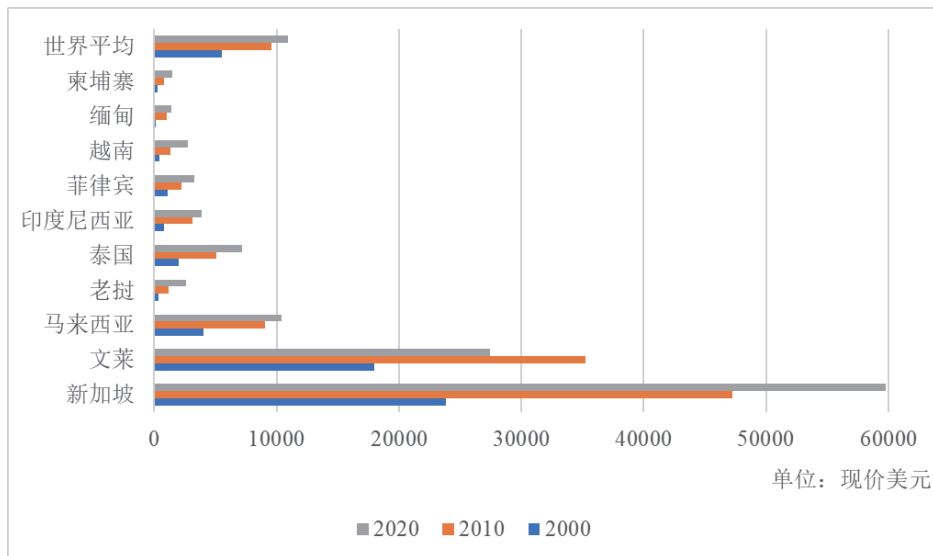


图 2-12 东盟各国人均 GDP（美元）

（数据来源：世界银行）

东盟经济发展情况参差不齐，人口增长趋于平缓。东盟国家人口增长处于放缓的态势，2015-2020 年的年均变化率均于 0.5%~1.5% 的范围内波动，与世界的同期年均人口增长水平 1.094% 差别不大。印度尼西亚是东盟十国中经济总量以及人口数量最大的国家。属于中高收入国家的泰国 GDP 总量仅次于印尼，但是其人口规模仅为其 1/4 左右。新加坡是东盟唯一的发达国家和高收入国家，拥有着较高的经济发展水平以及仅高于文莱的人口数量。文莱虽然经济体量非常小，但是其人均 GDP 仅仅次于新加坡。





图 2-13 东盟各国人口每五年的年均增长率 (%)

(数据来源: United Nations, World Population Prospects)

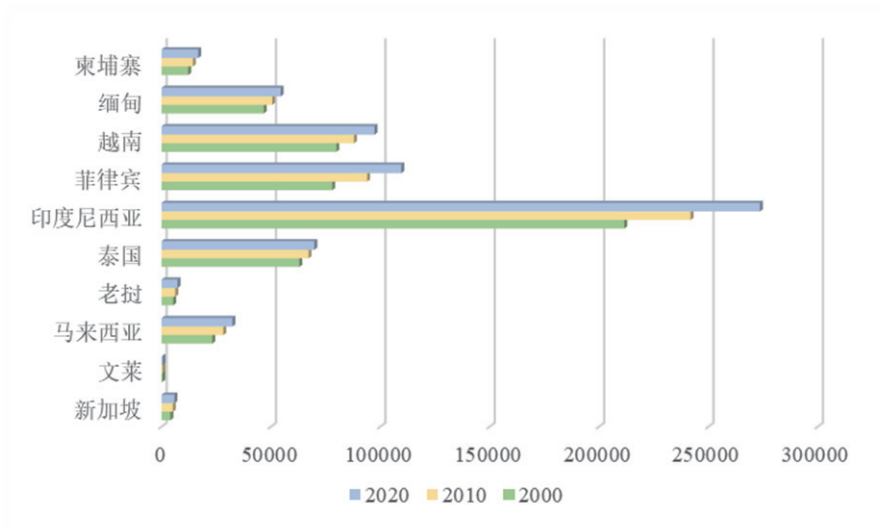


图 2-14. 东盟各国人口数量 (千人)

(数据来源: United Nations, World Population Prospects)

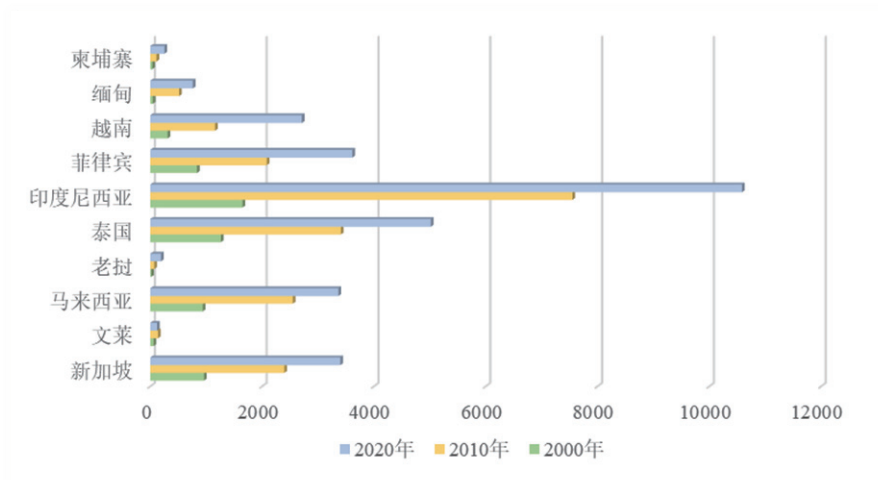


图 2-15 东盟各国 GDP 总量 (亿美元)

(数据来源: 世界银行)

## (二) 外商直接投资

东盟外商直接投资增长幅度大, 中国是东盟最大的贸易伙伴。2019 年东盟对外贸易总额为 2.82 万亿美元, 同比减少 0.34%。其中, 出口额为 1.42 万亿美元, 同比减少 0.9%; 进口额为 1.39 万亿美元, 同比增长 0.23%。中国、欧盟、美国、日本和韩国等长期处于东盟前五大贸易伙伴行列。2019 年, 东盟对中国和美国进出口总额增长, 对欧盟、日本和韩国进出口总额下降。东盟国家的外贸依存度较高, 多数国家对外货物贸易额占 GDP 比重的一半以上, 柬埔寨、马来西亚货物贸易额高于其 GDP, 新加坡、越南货物贸易额为其 GDP 的两倍左右。

表 2-12 2019 年东盟与主要贸易伙伴国贸易情况 (单位: 亿美元)

贸易伙伴	进出口额	占比%	进口额	占比%	出口额	占比%
中国	5078.6	18.0	3053.9	21.9	2024.6	21.9
欧盟	2805.5	10.0	1266.7	9.1	1538.9	10.8
美国	2945.9	10.5	1109.9	8.0	1836.0	12.9
日本	2259.2	8.0	1160.8	8.3	1098.3	7.7
韩国	1564.8	5.6	971.2	7.0	593.6	4.2
中国香港	1109.9	3.9	187.9	1.3	922.0	6.5
全球	28152.0	100	13920.5	100	14231.5	100

(来源: 对外投资合作国别(地区)指南)



受新冠疫情影响，7个国家的投资呈现下降趋势，其中，泰国、马来西亚下降幅度较大。总的来说，文莱、柬埔寨、老挝、缅甸和越南受影响较小。2020年外商直接投资三个最大接受国依次为新加坡、印度尼西亚和越南，占比在90%以上，FDI均出现下降。

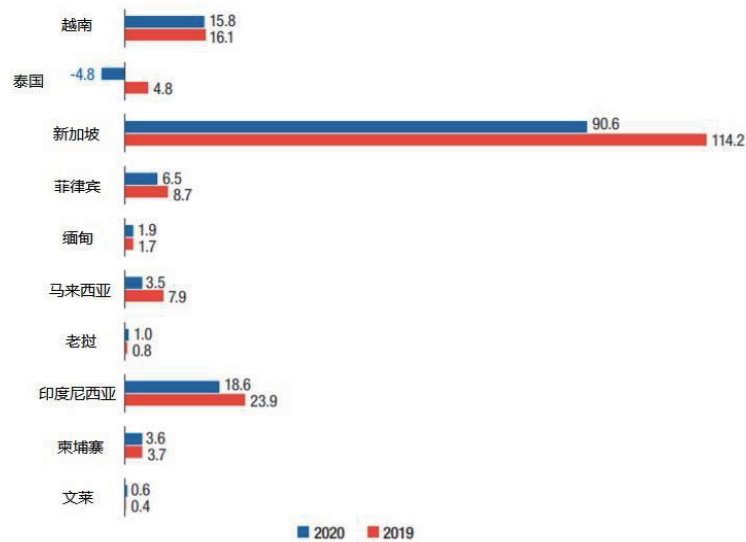


图 2-16 2019 年、2020 年东盟外商直接投资额（单位：10 亿美元）

（来源：东盟秘书处）

2009-2019 年间，中国对东盟国家的直接投资呈现快速增长的态势（表 2-13），2019 年对东盟投资占比中国对外投资总额的 9.4%，而存量占比变化较小。其中，与新加坡的合作度最高，其次为印度尼西亚及越南。



表 2-13 中国在东盟的对外直接投资额和存量（单位：十亿美元）

目标国家	对外直接投资额				存量	
	2009	2010	2018	2019	2010	2019
中国全球对外投资	57	69	143	137	317	2199
东盟	2.6	4.4	12.5	13.0	14.3	109.8
文莱	0.01	0.02	-0.01	-	0.04	0.4
柬埔寨				0.01		
印度尼西亚	0.2	0.2	1.9	2.2	1.1	15.1
老挝	0.2	0.3	1.2	1.1	0.8	8.2
马来西亚	0.05	0.2	1.7	1.1	0.7	7.9
缅甸	0.4	0.9	-0.2	-	1.9	4.1
菲律宾				0.04		
新加坡	0.04	0.2	0.06	-	0.4	0.7
泰国				0.01		
越南	1.4	1.1	6.4	4.8	6.1	52.6
东盟占中全球比重 OFDI (%)	0.05	0.7	0.7	1.4	1.1	7.2
越南	0.1	0.3	1.1	1.6	1.0	7.1
东盟占中全球比重 OFDI (%)	5	6	8.7	9.4	4.5	5.0

（来源：东盟秘书处）

## 四、生态环境

### （一）森林覆盖率

东盟地区森林覆盖率高，同时面临森林退化风险。光、温、水条件优越，光温生产潜力最高。中南半岛北部和马来群岛的森林覆盖率高，固碳能力最强（500gC/m<sup>2</sup>以上），生态环境状况最好；中南半岛大部分农田区域和农林混合区受人类活动影响较大，固碳能力较低（210gC/m<sup>2</sup>以下），需更加重视生态环境保护。

森林覆盖率的下降将极大加剧东盟国家实现 NDC 的难度与压力，而可再生能源的普及也将降低农村地区对砍伐木材作为燃料的需求。1990 年，马来西亚森林总面积 1880 万公顷，2008 年下降到 1768 万公顷。2009 年以来，马来西亚政府通过植树造林、森林保护等



活动,森林面积呈上升趋势。至今,马来西亚森林总面积 1911 万公顷,森林覆盖率 67.60%。**缅甸农业的发展,以及农村地区以木柴木炭作为燃料,以及盗砍盗伐等因素,导致缅甸森林面积流失飞速。**目前,70%的缅甸农村地区的燃料是基于木材柴火、木炭的燃料。2010 年缅甸森林覆盖面积为 314,410 平方公里,2020 年下降至 285,439 平方公里,年均下降约 3000 平方公里。**泰国森林覆盖率近年来呈现出下降的趋势,需要注意的是,泰当局拟将该目标于 2037 年提高至 55%。**根据世界银行数据可知,泰国从 2010 年至 2020 年期间,森林覆盖率虽然降幅不大,但是一直处于下降的趋势。从 2010 年的 200,730 平方公里下降至了 2020 年的 198,730 平方公里。

## (二) 生物多样性

**东盟地区生物多样性十分丰富,对水电等可再生能源开发利用提出更高要求。**尽管面积仅占地球总面积的 3%,但却囊括了全球 18%的动植物种类。全球十七个超级生物多样性国家中,有三个是东盟成员国,分别是印度尼西亚、马来西亚和菲律宾。从地区来看,东盟涵盖了巽他群岛、瓦拉西亚、中南半岛、以及菲律宾群岛等生物多样性的热点地区,这些地区孕育了大量的当地特有物种。在世界各个地区中,东盟诸国所拥有的特有植物、鸟类和哺乳类物种数量都是相对较多的。森林、海洋和淡水生态系统为东盟地区储存了大量的生物多样性资源。东盟森林生态系统是全球生物多样性的关键生境,保存着全世界 9%的鸟类特有物种,11%的哺乳类特有物种,和 25%的维管特有物种。受马来西亚、印度尼西亚和文莱三国管辖的加里曼丹岛是世界第三,亚洲最大岛屿,该岛的植物种类极为丰富,预计保存有 1175 个树种与约 6000 个特有植物品种。东盟地区的海洋也孕育了品目繁多的生物种类,位于印度尼西亚、马来西亚、菲律宾(三个东盟成员国)和所罗门群岛、巴布亚新几内亚、东帝汶这六国之间的海域,亦被称为“珊瑚三角区(Coral Triangle)”。在这片海域中,共生活着 600 多种石珊瑚目(Hard Coral)生物和超过 1300 种与珊瑚礁有密切关系的鱼类物种。除了森林与海洋之外,东盟还具有湖泊、河流、湿地等各种类型的生态系统,这些水生生态系统的面积一共约 200 万平方千米,相当于东盟十国国土总面积的 45%左右。亚洲—澳大利亚鸟类东部迁徙的通道经过了东盟地区,因此这些湿地与河流湖泊也作为鸟类的途经停歇地,发挥着重要的作用。跨越了中国、老挝、缅甸、泰国、柬埔寨和越南六国的大湄公河区域(The Greater Mekong Subregion),既是世界上生物物



种最丰富的地区之一，也是生物学研究和生物多样性保护的重要地区。

由于东盟国家生物多样性丰富、生态敏感脆弱，在开展水电等可再生能源的开发利用中要特别关注和加强对生物多样性的保护。东盟十国中除了新加坡以外均是发展中国家，在经济发展过程中，易于对生态环境造成负担。为了应对生态环境的破坏以及生物多样性的丧失，多国采取积极行动。例如，新加坡国家公园局（National Parks Board）推出了一项“自然保育总体规划（National Conservation Master Plan, NCMP）”，用以增强本国生物多样性保护行动计划的实施。马来西亚通过“国家绿色科技政策（National Green Technology Policy）”来促进生物多样性的主流化与可持续发展。东盟秘书处推动建立了东盟生物多样性中心，该中心设立了东盟的信息交换机制（Clearing House Mechanism, CHM），开展生物多样性信息、保护经验、最佳实践和相关决策的知识分享。

### （三）环境污染

东盟环境污染问题形势严峻。20世纪80年代以来，环境问题已成为影响东盟社会经济可持续发展的重要因素之一。为应对日益恶化的环境问题，东盟建立一批合作机制，签署了若干宣言、倡议和协定，并积极与域外国家和环境组织开展合作，然而治理成效仍然有限。总体上看，东盟环境面临的最大问题是污染与森林砍伐。



表 2-14 东盟环境问题、成因和后果

环境问题分类	成因	后果	
按环境要素	<b>大气污染</b>	区域跨界季节性雾霾；森林砍伐和森林火灾；车辆拥堵和尾气排放；为生产纸浆、木材和油棕而进行大规模清理土地和焚毁森林；二氧化碳排放严重。	引起呼吸道疾病，严重危害公众健康，影响日常生活和社会活动；给东盟国家间关系造成负面影响；生物多样性丧失。
	<b>水体污染</b>	淡水资源受到生活 / 工业废物和污水的污染，城市基础设施不足，工业和城市污水缺乏管理；过度开发沿海地区旅游景区，超出现有承载能力；（河流）流域的零星开发和破坏；大规模的水产养殖和过度捕捞；水产养殖缺乏管理；海洋污染。	地下水受到污染；水传播的疾病；水供应不足；海岸退化和红树林生长环境丧失；生物多样性丧失。
	<b>土壤污染</b>	大规模和过度采矿；水土流失，沉积物。	土壤受到侵蚀，土地退化
按人类活动	<b>工业环境污染</b>	固体废物污染；危险物质和危险废物；电子垃圾	废弃物增多，城市污染加剧
	<b>城市环境污染</b>	人口剧增、日益增长的城市化和基础设施不足，缺乏管理；排污设施缺乏，供水和卫生设施不足。	交通拥挤，热岛效应、生活质量下降。
	<b>农业环境污染</b>	毁林开荒，过度采伐，大规模清理土地；传统的刀耕火种和轮作。	土壤肥力下降，耕地面积减少，水旱灾害频发。

#### （四）自然灾害

东盟是世界上最容易遭受自然灾害的地区，对可再生能源的发展既带来机遇也带来挑战。一方面，气候变化带来的洪水、飓风等自然灾害加强了东盟国家应对气候变化、发展可再生能源的意识与关注度。另一方面，极端天气频发也可能对一些光伏、风电项目的选址产生影响。减少灾害风险是东盟确保该地区到 2030 年实现《仙台减少灾害风险框架》和可持续发展目标的最优先事项之一。2004 年至 2014 年期间，全球灾害死亡率的 50% 以上发生在此地区，因台风、风暴潮、洪水、干旱和地震遭受的经济损失达 910 亿美元<sup>12</sup>。

<sup>12</sup> 数据来源：The Asian Development Bank (ADB), 2021. Six ways Southeast Asia strengthened disaster risk management.





灾害发生的频率和强度还在不断增加，对公众进行灾害风险预防和管理教育依然存在不足。根据印尼政府 2017 年的数据，只有不到 3% 的印尼家庭知道如何应对自然灾害<sup>13</sup>。菲律宾平均每年都会发生 20 多场台风，其中 5 场具有较强破坏性，不仅造成基础设施的损失，还会造成人员伤亡。据估计，居住在越南沿海地区和低洼三角洲的人口中约有 70% 面临洪水风险<sup>14</sup>。

---

<sup>13</sup> 数据来源：<https://www.statista.com/statistics/920857/indonesia-risk-index-for-natural-disasters/>

<sup>14</sup> 数据来源：<https://www.who.int/vietnam/health-topics/disasters>





## 第三章 东盟各国绿色低碳发展现状

### 一、印度尼西亚

印度尼西亚位于亚洲东南部，别号“千岛之国”，实际拥有大小岛屿 17508 个。作为全球最大的群岛国家，印度尼西亚地跨南北两个半球、横卧两洋两洲（太平洋、印度洋；亚洲、大洋洲），扼守马六甲海峡、巽他海峡、龙目海峡等重要的国际贸易航道。印度尼西亚是东盟第一大国，人口、面积和经济总量均占其 40%左右，印度尼西亚陆地面积 190 万平方公里，海洋面积 317 万平方公里。印度尼西亚为东盟地区中低收入国家，2020 年 GDP 总量为 1.06 万亿美元，人均 GDP 3869 美元/人。印度尼西亚是东盟国家中人口最多的国家，也是全球人口最多的穆斯林国家，2020 年总人口达 2.73 亿，排名世界第四。

外国资本对印尼经济发展有重要促进作用。印尼政府重视改善投资环境，吸引外资。1997 年金融危机前每年吸引外资约 300 亿美元，金融危机后大幅下降。佐科政府重视改善投资环境，大力吸引外资。2017 年吸引外资 322.4 亿美元，同比增长 8.5%。2019 年吸引外资 423.1 万亿印尼盾（约合 300 亿美元）。主要投资来源地为新加坡、中国、日本、美国。

印度尼西亚 2018 年总排放 5.41 亿吨 CO<sub>2</sub>，碳排放部门中，占比最大的为电热生产占比 39.93%，其次交通、工业分别占比 28.47%、21.07%。另外，印尼建筑部门排放占比为东盟最大（4.25%）。

#### （一）产业结构

印度尼西亚是东盟最大的经济体，农业、工业和服务业均在国民经济中有着重要地位。2020 年，印度尼西亚第一产业占 GDP 的 13.7%，第二产业占比 38.26%，第三产业占比 44.4%。油气资源丰富，但近年来油气产量下降，石油勘探开发基本上依靠国外石油公司，矿业在印尼经济中占有重要地位，产值占 GDP 的 10%左右。是世界主要煤炭出口国，2017-2019 年连续 3 年煤炭出口量位居世界第一，煤炭出口为印尼煤炭工业较长时期内的主要任务。印尼煤炭开采主要以露天为主，煤炭生产主要依靠国外先进的煤炭开采技术及其装备，管理比较粗放。印尼制造业工业化水平相对不高，工业发展方向是强化外向型制造业。主要部



门有采矿、纺织、轻工等。锡、煤、镍、金、银等矿产产量居世界前列。。

印尼是一个农业大国，全国耕地面积约 8000 万公顷，从事农业人口约 4200 万人；森林覆盖率为 54.25%，达 1 亿公顷，是世界第三大热带森林国家，全国有 3000 万人依靠林业维持生计；作为世界上最大的群岛国家，渔业资源丰富，海洋鱼类多达 7000 种，政府估计潜在捕捞量超过 800 万吨/年，目前已开发的海洋渔业产量占总渔业产量的 77.7%。另外，旅游资源非常丰富，2018 年赴印尼旅游的国外游客为 1581 万人次，马来西亚、中国、新加坡、东帝汶和澳大利亚为印尼前 5 大游客来源地。

印度尼西亚工业产品以矿产、纺织、电子、钢铁、化工为主，农林产品包括棕榈油、橡胶、胶合板、纸浆、纸张、咖啡、可可等。印尼的工业化水平相对不高，制造业有 30 多个不同种类的部门，主要有纺织、电子、木材加工、钢铁、机械、汽车、纸浆、纸张、化工、橡胶加工、皮革、制鞋、食品、饮料等。其中纺织、电子、木材加工、钢铁、机械、汽车是出口创汇的重要门类。2020 年，印度尼西亚粗钢产量估计值 930 万吨，排名世界第 19，仅次于越南，为东盟第二。直接还原铁产量 20 万吨，是钢铁进口国，2020 年净进口量 420 万吨，排名世界第九。印尼自然条件得天独厚，气候湿润多雨，日照充足，农作物生长周期短，主要经济作物有棕榈油、橡胶、咖啡、可可。林业中，胶合板、纸浆、纸张出口在印尼的出口产品中占很大份额，其中藤条出口占世界 80~90% 的份额。2020 年，印尼的棕榈油产量世界第一，占全球的 59%。

## （二）能源结构

印度尼西亚资源禀赋条件好，拥有丰富的石油、天然气、煤炭资源。印度尼西亚具有十分丰富的油气资源，国内地质构造复杂，拥有 66 个沉积盆地，其中 36 个盆地已经完成勘探活动，15 个盆地正在生产石油天然气。1962 年加入石油输出国组织 OPEC，2004 年起印度尼西亚开始成为石油净进口国，2009 年 1 月被暂停 OPEC 成员国资格。2020 年印度尼西亚探明储量石油 24 亿桶（3.4 亿吨），产量为 74.3 万桶/天（3640 万吨），相比 2000 年（51 亿桶）、2010 年（42 亿桶），石油储量大幅度下降，产量也大量减少，2000 年产量为 145.6 万桶/天，2010 年产量为 100.3 万桶/天。天然气资源为东盟之最，2020 年印度尼西亚探明天然气储量 1.25 万亿立方米，占世界天然气总储量的 0.67%，但储量也在大幅减少，2010 年储量 3.01 万亿吨，至 2020 年减少了一半以上。产量在 2010 年达到峰值



870 亿立方米，之后几乎逐年下降，2020 年产量降到 632 亿立方米。另外，印度尼西亚也是东盟国家煤炭资源最多的国家，2020 年煤炭已探明储量 193 亿吨，潜在储量可达 900 亿吨以上，储存量占全世界的 3.2%，是全球第五大煤炭生产国和最大的煤炭出口国，约占全球出口量 26%，主要出口给中国、印度等国家。

印度尼西亚能源消费结构以石油为主，占比 42.02%，2000 年-2018 年间，石油占比逐渐降低；煤炭消费占比逐年增加，2018 年占比达到 29.50%，天然气占比 22.63%，非化石能源占比为 5.84%（图 3-1）。

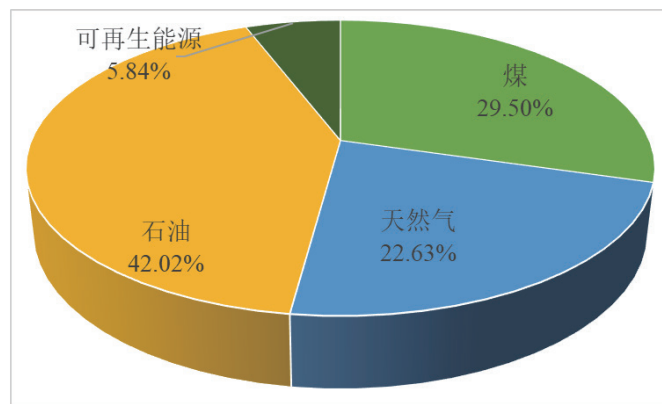


图 3-1 印度尼西亚 2018 年能源消费结构

（数据来源：IEA）

印度尼西亚发电结构以煤电为主，占比 50%左右。2021 年 5 月 27 日，印度尼西亚宣布将逐步淘汰本国煤电。印度尼西亚用电普及率已从 2012 年的 73.37%快速提升至 2019 年的 95.35%。2018 年印尼全国年度用电量约 2450 亿千瓦时，人均用电量约 897 千瓦时。根据印尼国家电力公司（PLN）编制的印尼国家电力规划（2021 年-2030 年），2030 年预计社会用电量需求为 40801 亿千瓦时，人均用电量达到 1396 千瓦时/人，2021-2030 年年用电量年平均增长率 5.53%。其中居民用电量 16455 亿千瓦时，占社会总用电量 40.33%，工业用电量 13001 亿千瓦时，占社会总用电量 31.86%，商业用电量 8594 亿千瓦时，占社会总用电量 21.06%。

截至 2020 年 6 月，印度尼西亚的装机容量约为 71 吉瓦，大部分生产使用煤炭和天然气，可再生能源的装机容量为 10.5 千兆瓦。印度尼西亚发电用能以煤炭为主，其次为天



然气。

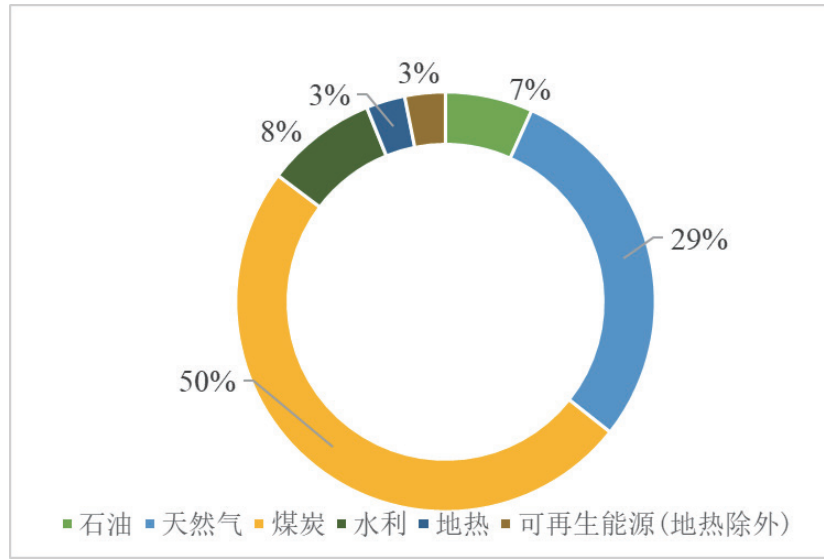


图 3-2 印尼 2020 年电源结构

(数据来源: IEA)

2019 年印尼发电总量约为 28.38 万吉瓦时, 占东盟国家的 25.77%, 人均发电量处于东盟国家中等水平。以煤电为主, 2019 年占比 56.39%, 其次天然气发电占比 20.94%, 石油发电占比 5.24%, 非化石能源发电占比 17.43%。

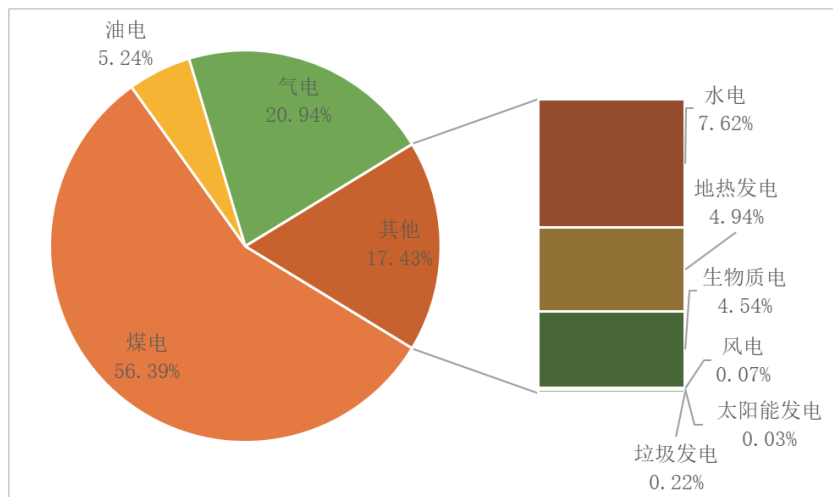


图 3-3 印度尼西亚发电结构

(数据来源: IEA)

2000 年至 2019 年印尼一次能源供给以每年 2.6% 的平均速度增长。目前, 印度尼西亚



一次能源供给中占比最大的为石油，其次为煤。根据印度尼西亚国家能源规划、政策，到 2025 年，可再生能源占一次能源结构比例至少 23%、燃油装机降至 25%以下、煤电装机比例占比 25%、燃气装机占比 22%；到 2050 年，可再生能源占一次能源结构比例至少 31%、燃油装机降至 20%以下、煤电装机 25%、燃气装机 24%。在生物燃料相关政策作用下，过去 5 年中，生物燃料（以棕榈油为主）占比显著增长。

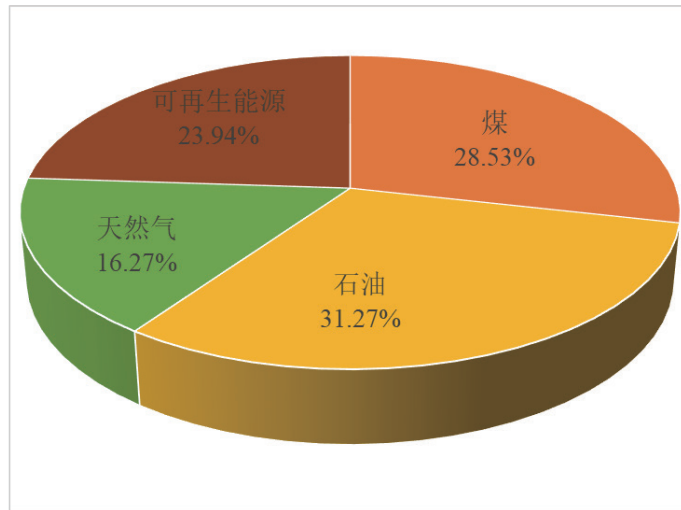


图 3-4 印度尼西亚 2019 年一次能源供给结构

（数据来源：IEA）

印度尼西亚基础设施建设需求大，目前，互联互通的设施尚不完善，电网互联项目面临实际问题。印尼地理环境特殊，是一个群岛国家，受地形限制和电网建设能力不足等因素的影响，全国尚未建有统一的电网系统，全国电力覆盖率仅为 65%。全国未形成统一电网，供电可靠性较差，印尼政府正积极寻求通过与周边国家电力互联满足电力负荷发展需求，提高供电可靠性。目前，印尼西加里曼丹通过 128 公里的 275 千伏高压线路向马来西亚进口 230 兆瓦电力。根据规划，未来将进一步加强与马来西亚和新加坡互联规模。

### （三）可再生能源

印尼可再生能源资源丰富。每年产水量约 3.9 万亿立方米，是世界上第五大水资源国，最丰富的岛屿为加里曼丹岛和巴布亚岛，而水电开发最多的却是居住人口较多的爪哇岛、苏门答腊岛和苏拉威西岛。印度尼西亚水电年理论蕴藏量约 7509.1 万千瓦时。另外印度尼西亚小水电资源也较为丰富技术可开发装机容量为 1938.5 万千瓦。陆上风能资源一般，





国土面积广阔，由众多岛屿组成，大部分地区风速在 4-5 米/秒，极少部分区域风速可达 7~8 米/秒，主要分布在苏拉威西岛的西南部、帝汶海北岸及阿拉弗拉海东北沿岸，呈现南高北低的趋势。依据中尺度数据平台分析，印尼风电可开发潜力约 1180 万千瓦。太阳能是印度尼西亚最具发展潜力的可再生能源，**太阳能**辐射资源日平均约为 4.8 千瓦时/平方米，潜在的光伏资源储量约 53600 万千瓦。印度尼西亚地处赤道，无冬夏之分，全年光照充足，每天日照时间达 15 小时，太阳能辐射能量日均 4.8 千瓦时/平方米。印度尼西亚**地热**储量非常丰富，该国约 17000 个岛屿均被火山覆盖，使其拥有世界上最大的地热潜力，地热资源约占全球总量的 40%。根据印尼能源和矿产资源部最新数据显示，印尼潜在的地热资源拥有约 29544 万千瓦的发电能力。生物质方面，据估计，印尼每年生产 14670 万吨生物质，其热量相当于约 470 吉焦，拥有 4950 万千瓦的生物质发电潜力，而目前的装机容量仅为 160 万千瓦。

**印度尼西亚政府通过立法对于可再生能源行业提供了更多支撑和激励。**印尼政府自 2009 年《电力法》，就有可再生能源的相关描述，规定私营企业可以参与供电活动，并且使用主要能源，应优先选择新能源和可再生能源，优先考虑国家电力的利益。《环境保护法》（1997）和 2020 年《创造就业综合法》的相关条款规定，环境可持续发展是指在经济发展中充分考虑到环境的有限容量和资源，使发展既满足现代人又满足后代人生存需要的发展模式。《创造就业法》对环保、林业方面进行了改革，简化了相关流程。当中要求对投资或承包工程进行环境影响评估（AMDAL），规定企业必须获得由环境部颁发的环境许可证，并详细规定了对于那些造成环境破坏的行为的处罚，包括监禁和罚款。

**印度尼西亚政府承诺到 2025 年可再生能源占比达到 23%（目前占比 11%）。**鼓励独立发电厂（IPP）项目，并决定 2023 年不再新建煤电项目，计划 2056 年前逐步退出所有煤电，并由清洁能源替代。2021 年至 2030 年期间，印尼计划新增电厂容量约 4090 万千瓦，相当于在目前装机容量的基础上再增加 58.7% 的容量。火电项目仍然是印尼政府建设的主要电厂类型，装机容量 1948 万千瓦（占比 47.63%），包括燃煤电厂 1249 万千瓦（占比 30.54%），燃气项目 348 万千瓦（占比 8.51%）；但政府迫于碳排放压力，决定 2023 年以后不再新建煤电，可见未来十年将是印尼向可再生能源转型的关键期，根据印尼十年电力规划，中微/小水电厂 112 万千瓦（占比 2.73%），水电厂 463 万千瓦（占比 11.31%），



光伏电厂 324 万千瓦（占比 7.93%），风、光、水、燃气等多能互补电厂（也可能考虑配置储能）约 111 万千瓦<sup>15</sup>。

为完成政府到 2025 年可再生能源占一次能源结构比例至少 23% 的目标，印度尼西亚国家电力公司（PLN）计划开发利用多种类型可再生能源，包括地热能、水力、风能、小型的分布式太阳能、生物质、生物燃料、沼气等新能源发电站。PLN 同时鼓励其他类型新能源的研究，如太阳热能、海洋能等。PLN 预测，2017-2026 年间，印尼将新建地热发电 4.4 吉瓦，水电 4.6 吉瓦，小水电 1.65 吉瓦。同时，到 2020 年新建煤电项目控制在 9 吉瓦以内<sup>16</sup>。2021 年 5 月 27 日，印度尼西亚宣布将逐步淘汰本国煤电，印尼国家电力公司（PLN）宣布在 2023 年后不再新建燃煤电厂。

**印度尼西亚可再生能源发电占比 18% 左右，以水电、地热发电、生物质发电为主。**印度尼西亚得益于自身丰富的地热、风能、太阳能、水能等资源，具有较大的发展潜力，但目前利用率还不高。水能资源开发率仅占理论蕴藏量的约 7.6%，光伏开发率仅占潜在资源储量的约 0.03%，风能开发率仅占潜在资源储量的约 0.1%。

2019 年，水电、地热发电、生物质电分别占总发电量的 7.62%、4.94%、4.54%，而垃圾发电、太阳能发电、风电占比均小于 1%。2020 年，印度尼西亚能源与矿产资源部宣布该年度节能和新可再生能源领域投资总额达 13.6 亿美元，其中，地热投资总额达 7.02 亿美元，生物质能投资总额达 1.08 亿美元，其他新能源和可再生能源投资总额为 5.40 亿美元。截至 2020 年底，新能源和可再生能源发电总装机容量达 1046.7 万千瓦，比去年增加 17.6 万千瓦。2021 年，印度尼西亚政府制定的新能源和可再生能源发电总装机容量目标为 1137.3 万千瓦，节能和可再生能源领域投资指标为 20.50 亿美元，其中地热能 7.30 亿美元、生物质能源 6800 万美元、其他新能源和可再生能源 12 亿美元、节能投资 1000 万美元。印度尼西亚能源和矿产资源部表示，从 2021 年起，未来五年新能源和可再生能源占一次能源供给的比例将分别增长至 14.5%、15.7%、17.9%、19.5% 和 23%。

<sup>15</sup> 数据来源：国家电投. 2021. 国别区域发展研究报告

<sup>16</sup> 数据来源：中国电力，2020. 印度尼西亚可再生能源储量及开发情况.



表 3-1 印尼可再生能源潜力和利用率

序号	可再生能源类别	资源 (MW)	已开发装机 (MW)	利用率
1	地热	29544	1808	6.12%
2	水能	75000	5124	6.83%
3	小水电	19385	206	1.06%
4	生物质能	32654	1840	5.63%
5	太阳能	207898	90	0.04%
6	风能	60647	1.1	0.00%
7	海洋能	17989		

(来源：中电传媒数据研发中心)

#### (四) 能源效率

印度尼西亚能效提升空间较大。印尼规定了在 2005 年至 2025 年期间每年将能源消费减少 1% 的目标，并将商业部门和家庭的能耗节约 15%。负责节能的机构是能源和矿产资源部，可再生能源和能源保护总局负责节能运营，能效和节能政策自 2009 年起生效。规定建筑物/工厂每年消耗 6,000 吨油当量及以上，必须定期向政府机构提交能源消耗报告。

清洁煤炭技术、清洁煤电技术在印尼仍有较大发挥空间。目前东盟煤电技术以亚临界为主，有较大的空间发展技术、提高能效。2019 年东盟能源中心发布了《东盟清洁煤炭利用路线图》，并积极推动清洁煤炭利用。《东盟 2016-2025 能源合作行动计划》提出其中一项关键目标是开展清洁煤技术的研究，推广清洁煤相关先进技术，如超临界、超超临界等。印度尼西亚是东盟排放第一大国，总统佐科在参加领导人气候峰会时指出，印尼将大力发展新能源，为实现气候目标，一方面要加快老旧燃煤电站淘汰速度，鼓励投资建设更多可再生能源发电站，另一方面要使用清洁煤技术，减少温室气体产生。通过提高煤电厂能效标准，推动煤电的转型升级，设置增量能效标准准入，加大存量机组灵活性改造。强化煤炭清洁高效利用领域科技创新，加大技术攻关力度，提高煤电机组能效、降低发电煤耗。并通过中长期发展战略，有序降低煤电比例。推动高能耗、高排放、低效率机组有序退出，推进大型煤电基地集约高效开发，对有条件的发达地区，不再新建煤电。

印度尼西亚工业能效提升空间较大，IE1 电机占据主要市场份额，但是仍然有大量 IE0 的电机。印尼作为东盟地区最大的经济体，其工业总能耗排名东盟第一位。7 大工业（造



纸、纺织、水泥、化肥、钢铁、陶瓷和棕榈油）消耗了 70% 的工业能源。虽然工业耗电在印尼工业总能耗占比不高，但是也有逐渐增加的趋势。印尼工业用电量持续增长，预计将在 2050 年超过 1500 亿千瓦时，其中电机将消耗超过 1150 亿千瓦时工业用电。但工业用电占比却持续下降，从 1990 年的 56% 持续稳步地下降到 2015 年的 33% 左右，根据工业用电和总用电增长预测，印尼的工业用电占比将在 2050 年下降到 27%。最低能效标准 (MEPS) 制定进展迟缓，直到 2019 年才完成第一版标准制定，该标准将印尼的 MEPS 确定为 IE1，具体实施时间尚待批准。据预测，印尼电机系统节能潜力在 2050 年可以达到 120 亿至 290 亿千瓦时每年。在水泥行业施行熟料与水泥的比例从 2010 年的 80% 减少到 2020 年的 75%，通过原料利用和 CO<sub>2</sub> 回收提高效率，例如钢铁行业实施 CO<sub>2</sub> 回收、冶炼厂和废料利用的改进过程。

**印度尼西亚建筑节能力度较小，未来建筑部门排放空间较大。**商业建筑强制性节能，但住宅建筑和工业建筑资源实施节能。根据印尼目前规划，将通过增加天然气的使用减少住宅、商业部门石油、煤炭能源消耗的方式减少排放。考虑到印度尼西亚是世界第四人口大国，目前空调使用率还处于较低水平，未来在空调节能领域具有较大潜力。印尼仅为空调机组和照明系统实施 MEPS，冰箱实施能效标签政策，能效标签分为 4 级；没有实施高能效标准 (HEPs)。

**印度尼西亚交通碳排放量较大，交通基础设施比较落后，交通能效提升具有一定空间。**印度尼西亚是一个群岛国家，与邻国直接接壤较少，外界互联互通主要通过海路、航空等方式，交通基础设施建设发展相对滞后。印尼公路全长 34 万公里，但公路质量不高，高速公路建设停滞不前，截至 2014 年底，高速公路总里程不到 1000 公里；全国铁路总长 6458 公里；窄轨铁路长 5961 公里，爪哇岛和苏门答腊岛铁路运输比较发达，其中，爪哇岛铁路长 4684 公里，占全国铁路总长的 73.6%；航空运输较发达，据 2008 年美国《世界概况》统计，印尼共有机场 652 个，且根据《2015-2019 年印尼中期发展规划》要新建 15 个机场；水路运输较发达，水运系统包括岛际运输、传统运输、远洋运输、特别船运，全国有水运航道 21579 公里，各类港口约 670 个。交通基础设施比较落后，首都雅加达拥堵现象严重，在世界拥堵城市中排名第 12 位。交通部门碳排放是印度尼西亚仅次于电热部门排放的第二大排放部门，近几年，排放量呈增加趋势，2018 年交通碳排放 1.54 亿吨，



占比 28%。能耗方面，道路交通部门石油消费占全国石油消费的 60%以上，也是全国终端用能最高的部门，且增长较快，2017 年消费 5.7 亿 BOE，占总能耗的 46.58%，而 2007 年消耗 2.7 亿 BOE，占比 28.74<sup>17</sup>。

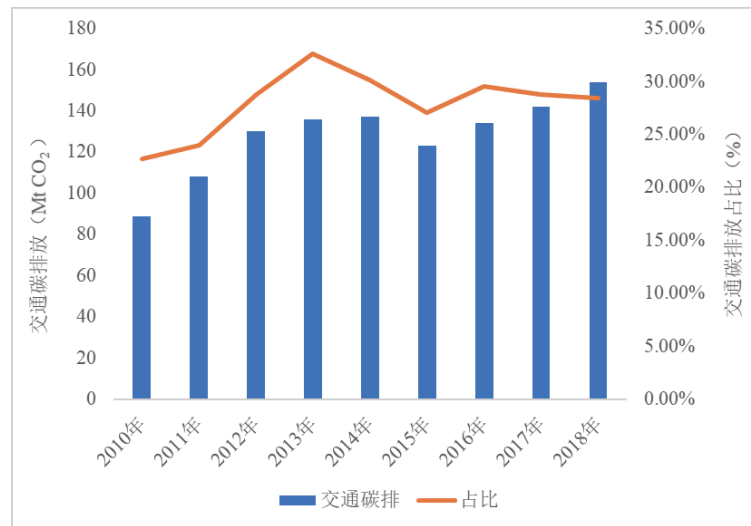


图 3-5 印度尼西亚交通排放与占比

(数据来源: IEA)

印尼公共工程和公共住房部 (PUPR) 表示，到 2024 年，将把收费公路从 2000 公里延长至 5000 公里。印尼总统佐科于 2019 年批准了一项计划，将斥资 700 亿美元修建收费公路，实现印尼与其他国家的互联互通。

## 二、菲律宾

菲律宾位于亚洲东南部，北隔巴士海峡与中国台湾遥遥相对，南和西南隔苏拉威西海、巴拉巴克海峡与印度尼西亚、马来西亚相望，西濒南中国海，东临太平洋。总面积 29.97 万平方公里，共有大小岛屿 7000 多个，其中吕宋岛、棉兰老岛、巴拉望岛、萨马岛等 11 个主要岛屿占全国总面积的 96%。海岸线长约 18533 公里。菲律宾是东盟中低收入国家，2020 年 GDP 总量 3615 亿美元，人均 GDP 为 3299 美元/人。2020 年菲律宾人口为 1.09 亿。

根据菲律宾中央银行公布的数据，2019 年菲律宾净吸收外商直接投资为 76.47 亿美

<sup>17</sup> 数据来源: Ministry of Energy and Mineral Resources, 2017. Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia, Indonesian Ministry of Energy and Mineral Resources.





元，同比下降 23.1%。这些投资主要来自新加坡、美国、日本、韩国、中国、泰国、中国台北、毛里求斯、中国香港和德国等，主要流向金融和保险业、电力燃气能源供应行业、制造业、房地产、运输和仓储、建筑、通信等行业。

2018 年菲律宾总排放 1.32 亿吨二氧化碳，电热生产占总碳排放的 52.27%，交通、工业分别占比 27.27%、11.36%；基本无农业排放。

### （一）产业结构

**菲律宾产业结构以第三产业为主**，服务业占到 GDP 的 60%以上，以劳务输出为主。2019 年，菲律宾 GDP 构成中，农业、工业和服务业占比分别为 8.3%、30.3%、61.4%<sup>18</sup>。工业产值为 5.63 万亿比索，同比增长 5.2%，矿业、制造业、建筑业和电气水资源供给产业产值分别占比 GDP 0.6%、15.3%、6.7%和 2.6%。制造业中产值最高的行业依次为电子元件、食品加工和化工产品。2019 年菲律宾化工产值约 260 亿美元，自 2010 年以来一直保持年均 7%的增长速度<sup>19</sup>。菲律宾是全球主要劳务输出国之一，据统计 2019 年菲海外劳工汇款达 335 亿美元，占 GDP 的 8.89%，同比增长 3.9%。旅游业方面 2019 年访菲游客量同比增长 15.24%，达到 826 万人次，旅游业产值占 GDP 的比重也在 2019 年达到 12.7%，较上年增加了 0.4%。2019 年，菲律宾交通、通讯及仓储业产值为 1.1 万亿比索，占 GDP 的 4.9%。

### （二）能源结构

**菲律宾化石能源相对匮乏，可再生能源中潮汐能、地热、生物质能资源较丰富**。菲律宾油气资源相对匮乏，截止 2010 年底，已探明石油、天然气分别为 1.385 亿桶、985 亿立方米，大部分储存在马兰帕亚气田。可再生资源方面，菲律宾潮汐能资源较多，开发潜力约 170 吉瓦；风能资源集中在菲律宾北部地区；地热资源也十分丰富，开发潜力为 4 吉瓦；菲律宾生物质发电的开发潜力为 0.24 吉瓦。

**菲律宾能源消费以石油为主**，2018 年占比 47.59%；其次为煤占比 34.82%，且煤消费量占比逐年增加；天然气只占到 6.84%；可再生能源消费占比 10.75%。

<sup>18</sup> 数据来源：商务部国际贸易经济合作研究院，2021. 对外投资合作国别（地区）指南 菲律宾（2020 年版）。

<sup>19</sup> 数据来源：中国化工信息中心，2020. 菲律宾。

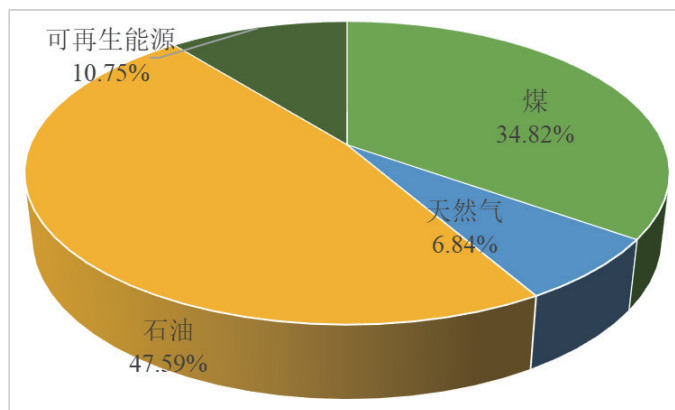


图 3-6 菲律宾 2018 年能源消费结构

(数据来源: IEA)

菲律宾目前发电结构以煤电为主, 占比 50%左右。菲律宾缺电现象严重, 电价高昂, 居民用电和工业用电价格居世界前列。截止 2019 年, 菲律宾通电率 98%。2018 年, 菲律宾全国总装机容量为 2381.5 万千瓦, 其中煤电装机容量 884.4 万千瓦, 占 37.14%, 地热、风电等清洁能源发电装机容量 722.7 万千瓦, 占 30.35%。为提高发电量, 菲律宾政府对菲律宾国家电力公司进行私有化改革并发展可再生能源, 也带来了电价高昂的后果。2019 年总发电量 9.9 万吉瓦时, 人均发电量处于较低水平。发电结构以煤电为主, 2019 年占比 52.35%, 其次为天然气发电(21.51%), 石油发电占比 3.2%, 非化石能源发电占比 22.94%。

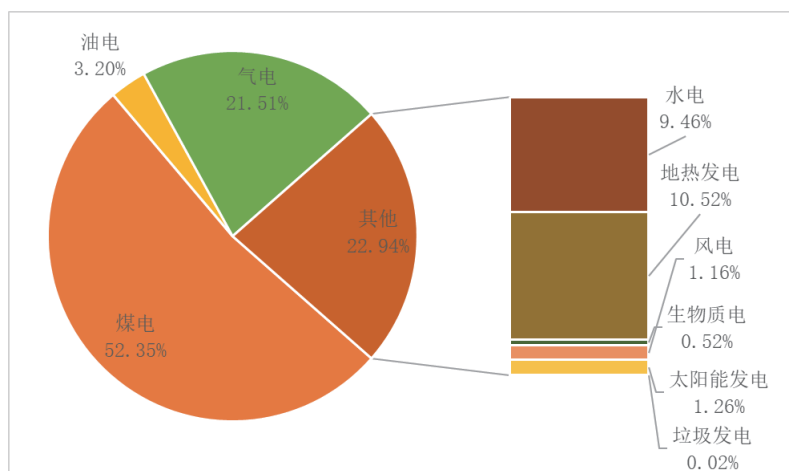


图 3-7 菲律宾发电结构

(数据来源: IEA)





**菲律宾基础设施较为不完善，未实现全国联网。**菲律宾电力系统由3个主要岛屿吕宋岛（Luzon）、维萨亚岛（Visayas）和棉兰老岛（Mindanao）形成3大电网。其中，吕宋岛电网最为发达，形成500千伏高压骨干网格局；其次为维萨亚岛电网，最高电压等级为230千伏，通过数条海底电缆与周边岛屿联网；棉兰老岛电网最为薄弱，目前最高电压等级为138千伏。菲律宾2015年重组了电力市场，市场参与者可以便捷地进行电力交易。此外，菲律宾还建立了可再生能源的电网规范和标准，以及对外投资立法，在跨境贸易方面具有很大优势。由于地理环境特殊，菲律宾国内电网发展较为缓慢，全国仍未实现联网，故电网发展重点仍在国内，并未优先考虑与外部联网。长期以来菲律宾一直计划将维萨亚群岛和棉兰老岛电网连接起来，目前菲律宾国家电网公司（NGCP）正在推进其价值520亿比索（约10亿美元）的棉兰岛-维萨亚高压直流联网工程项目（MVIP），输电规模约450兆瓦，送电距离约618公里。根据东盟电网互联规划，未来菲律宾将通过与马来西亚电力互联，加入东盟互联工程。

### （三）可再生能源

**菲律宾发展可再生能源积极性较高，可再生能源发电以地热发电、水电、太阳能发电、风电为主。**菲律宾一直较积极推动可再生能源发展，菲律宾2008年通过《可再生能源法》，2012年以来推行可再生能源上网电价，《2017—2040能源发展计划》表示未来电力以可再生能源为主，于2020年开始施行可再生能源配额标准（RPS），并建立了可再生能源证书交易市场平台。2020年6月菲律宾国会气候变化委员会通过决议表示此后不允许新建任何燃煤电厂。可再生能源下一步工作主要包括四个方面，包括：制定新版国家可再生能源规划NREP2021-2040、实施绿能自主选购计划（Green Energy Option Program）、全面推行可再生能源最低采购标准RPS和可再生能源的政策法规框架改革。目前，可再生能源发电量中，地热发电占比为东盟国家最高，达到10.52%，另外水电占比9.46%，太阳能、风电、生物质电、垃圾发电分别占比1.26%、1.16%、0.52%、0.02%。菲律宾推出一系列可再生能源激励政策，包括可再生能源最低上网比例、电力公司向安装了可再生能源发电设备（100KW及以下）的用户回购多余的电力、在开发商与能源部下属新能源管理局



(Renewable Energy Management Bureau) 签订服务合同后，可再生能源最低标准系统内不少于 12 年的价格担保等。规划一系列电池储能项目、屋顶光伏项目、电站级光伏项目。

表 3-2 菲律宾《可再生能源法案（2008）》下可再生能源项目统计

(截至 2021 年 9 月 30 日)

可再生能源 类别	项目数量		潜在容量 (MW)		装机容量 (MW)	
	商用	自用	商用	自用	商用	自用
水能	421	2	12,473.820	1.560	1,103.110	-
海洋能	8	-	24.000	-	-	-
地热	36	-	883.200	-	1,928.070	-
风能	92	1	6,954.400	1.000	442.900	0.010
太阳能*	250	40	16,531.751	9.990	1,168.597	6.640
生物质能	61	22	171.360	3.100	614.110	179.270
小计	868	65	37,038.53	15.65	5,256.79	185.92
合计	933		37,054.18		5,442.71	

#### (四) 能源效率

菲律宾能效提升空间大，节能标准还有较多的优化空间。与 2005 年相比，菲律宾确定了在 2035 年内降低能耗强度 45% 的目标。菲律宾节能负责机构为能源部和能源利用管理局，颁布了能效和节能政策 (EE&C)，并制定了节能法规。规定建筑/工厂在一季度中消耗能源 1,00ktoe 及以上，一年内 2,000ktoe 及以上，必须定期向政府机构提交能耗报告。

菲律宾工业用电节能潜力较大。菲律宾工业部门用电在 2016 年已达到 250 亿千瓦时，预计菲律宾工业部门电力消耗在 2050 年将达到 520 亿千瓦时。菲律宾工业部门的用电占比自 1990 年以来便不断下滑，从最高的超过 45% 下降到 2016 年的 32%，根据工业用电增长和总用电增长预测，菲律宾工业部门的供电将长期保持稳定在 32% 左右。菲律宾工业用电电价为每千瓦时 0.25 美元 (约合人民币 1.77 元)，是中国的工业电价两倍以上，是其他东盟地区国家 3 倍甚至更多。菲律宾实施《能效和节能 2017-2040 路线图》，旨在通过效率提升达到经济增长和发展降低能源强度以确保能源安全等目的，引入和制定电机 MEPS (同时还有其他诸如水泵等工业设备)，在诸如 (水泥、建筑和制糖行业等) 能源强



度高的行业实施专题项目，在这些专题项目中重点引入电机系统节能专业经验和建议。研究预测菲律宾工业电机系统节能潜力在 18.7 亿千瓦时至 47 亿千瓦时之间，而在 2050 年可望达到 39 亿千瓦时至 98 亿千瓦时之间。

**菲律宾积极提高建筑能效、节约能源**，仅对商业建筑有强制性，对住宅建筑和工业建筑没有要求。2007 年实施《建筑节能设计指南》，从建筑设计不同方面阐述节能，如照明、电力供应、空调和通风系统等。公共事业和高速公路部在 2015 年 6 月 22 日将菲律宾建筑绿色标准批准为国家建筑标准，此标准通过可接受的一套标准体系改进建筑能效水平。该标准有一系列设定最低要求的规范组成，而并非对建筑进行评级。此标准要求所有的电机：1) 所有大于 5 千瓦的电机应当安装变速调节设备和满足下表所规定的高效电机；2) 所有的冷却塔电机应当安装变速调节设备和满足下表所规定的高效电机；3) 所有的民用水泵系统应该满足下表所规定的高效电机。空调、冰箱、照明系统中推出了最低能效标准（MEPS），能效标签为 5 级（新标签正在设计中）；没有实施高能效标准（HEPs）。

**菲律宾交通排放占比较大，菲律宾计划实现公共交通现代化**。菲律宾交通以公路和海运为主，铁路不发达。菲律宾靠近东亚地理中心，是唯一能在 4 小时之内抵达东亚主要首都城市的国家，但基础设施相对落后。公路通里程约 20 万公里，共有桥梁 8166 座，总长 364 公里；铁路主要集中于吕宋岛，现有铁路线约 500 公里；菲律宾有近 300 个机场，国内航线遍及 40 多个城市；水运航线总长 3219 公里，共有 400 多个主要港口，大多数港口需要扩建和升级，以容纳大吨位轮船和货物。菲政府发布《公共车辆现代化计划》，积极发展公共交通。2010-2018 年，交通部门碳排放逐年增加，2018 年排放 3600 万吨，占比 27%，为菲律宾第二大排放部门。



图 3-8 菲律宾交通排放与占比

(数据来源: IEA)

### 三、越南

越南位于中南半岛东南端,三面环海。地形狭长,略呈 S 型,自然环境优越,资源矿产丰富,其中煤炭、铁矿、铝土矿、铜矿、稀土等储量丰富。目前,越南全国人口 9620 万人,15 岁以上劳动人口 5580 万人。

2019 年越南吸引外资协议金额 380 亿美元,同比增长 7.2%,实际到位资金 203.8 亿美元。比上年增长 6.7%。截至 2019 年底,越南吸收外国直接投资 30827 个项目,累计协议投资金额约为 3626 亿美元。2019 年共有 125 个国家和地区在越南投资。其中,韩国以 79.2 亿美元总投资额位居首位,占外资总额 20.8%;中国香港 78.7 亿美元排名第二,新加坡 45 亿美元排名第三。受中美贸易战影响,中国大陆和中国香港对越南投资额大幅增长,同比分别增长 65%和 143.5%。

2018 年越南总排放 2.26 亿吨二氧化碳,排放部门中,占比依次为电热生产占比 48.23%、工业占比 28.32%、交通占比 15.93%、建筑占比 4%、商业和公共服务占比 3%、农业占比小于 1%,其他部门均基本无排放。

#### (一) 产业结构

越南三产结构趋向协调,第一、二、三产业占比分别为 14%、34%左右、42%左右。2019 年越南农林水产业增长 2.01%,工业建筑业增长 8.9%,服务业增长 7.3%,分别为 GDP 增长



贡献 4.6%、50.4%和 45%，占 GDP 比重分别为 13.96%，34.49%和 41.64%。经济增长的主要驱动力是加工制造业（增长 11.29%）和市场服务业（运输和仓储增长 9.12%）；批发零售业增长 8.82%；金融、银行和保险业增长 8.62%。农林渔业方面，2019 年越南种植面积减少 10.22 万公顷，生产水稻 4345 万吨，同比减产近 60 万吨。其他主要物产包括玉米 476 万吨，甜薯 140 万吨，甘蔗 1527 万吨，木薯 1011 万吨，花生 43.88 万吨，黄豆 7.59 万吨，各种蔬菜 179.5 万吨，各种豆类 16.19 万吨。越南集中造林 27.36 万公顷，开采木材 1610 万立方米。水产总量 820 万吨，同比增长 5.6%，其中鱼类 592.5 万吨、虾类 103.5 万吨。2019 年越南加工制造业增长 8.86%，电力生产与输配电行业增长 9.14%，供水和污水、垃圾处理行业增长 7.72%，采矿业下降 1.29%。

## （二）能源结构

**越南化石能源资源丰富，同时拥有较好的可再生能源条件。**越南原油储量约 44 亿桶，居世界第 28 位；天然气储量 1 万亿立方米。越南原油开采规模排名世界第 36 位，石油出口在东南亚排名第 4 位。2019 年越南开采原油 1308 万吨，开采天然气 102.2 亿立方米。2019 年出口原油 410 万吨，同比增长 3.6%。泰国、中国、日本、澳大利亚是越南石油的主要买家。越南首家炼油厂容桔炼油厂已于 2010 年 5 月 30 日正式投产，投资总额超过 30 亿美元，年加工原油 650 万吨，能满足越南成品油需求量的 40%。据 BP 能源年鉴，2020 年越南已经探明的煤炭总量为 65 亿吨，占世界的 0.6%。越南可再生能源资源条件也比较优越，拥有丰富的太阳能、水能、风能等。太阳辐射为平均每天 4.6kWh/m<sup>2</sup>，太阳能发电潜力可达 13 吉瓦；风力方面，海上风力发展具有 3000 多公里的海岸线，风力资源相对集中，主要在中南部的中部海岸，中部高地以及南海岸，据估算，越南的风能潜力为 27.75 吉瓦。

**越南能源消费以煤炭为主，且有增长的趋势。**2018 年能源消费总量，煤炭、石油、天然气、可再生能源消费占比分别为 45%、26%、8%、21%。近年来，越南国内市场对煤炭的需求逐年稳步增长。五年来，国内煤炭需求从 2007 年的 1800 万吨增加到 2012 年的 2480 万吨。颁布《至 2020 年、展望 2030 年煤炭发展规划》。根据越南 2020 年煤炭工业发展总体规划，展望 2030 年，2015 年煤炭总产量将达到 5500 万吨，2020 年达到 6000 万吨，2025 年达到 6500~7000 万吨，2030 年达到 6500~7500 万吨。越南发布《关于至 2030 年面向 2045 年越南国家能源发展战略定向》的决议，目标到 2030 年一次能源供应将达到 1.75





亿至 1.95 亿吨油当量 (toe)，2045 年将达到 3.2 亿至 3.5 亿 toe。2030 年，终端能源总消费量达到 1.05 亿至 1.15 亿 toe，2045 年达到 1.6 亿至 1.9 亿 toe。2030 年一次能源消费强度达到 420~460kgoe/千美元 GDP 之间，2045 年下降到 375~410kgoe/千美元 GDP 之间<sup>20</sup>。另外，炼油厂至少满足国内 70%需求，确保有至少 90 天成品油战略储备。2030 年进口液化天然气 (LNG) 的能力约为 80 亿立方米，2045 年达到约 150 亿立方米。终端能源消耗的节能率 2030 年达到 7%左右，2045 年达到 14%左右。与正常发展情况比较，能源活动产生的温室气体排放量 2030 年下降 15%，2045 年下降 20%。

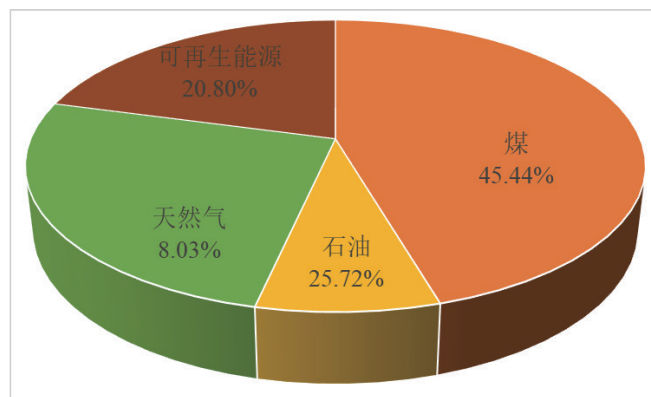


图 3-9 越南能源消费结构

(数据来源: IEA)

**发电结构以煤电、水电为主。**截至 2020 年底，越南电力总装机容量约为 69 吉瓦（包括屋顶太阳能），规模在东盟中排名第二（仅次于印度尼西亚）。其中，燃煤发电装机约 21 吉瓦；水力发电装机约 21 吉瓦；太阳能（包括屋顶太阳能）发电装机约 17 吉瓦；风能、生物质和进口电力每一类发电装机在 1 吉瓦以下。2011 年至 2020 年期间，越南电力总装机容量年均增长 12.9%。其中，燃煤发电增长最快，为 18%，其次是水电，年均增长 9.2%。可再生能源（风能和太阳能）占电力总装机容量的近 26%。天然气和石油发电几乎没有发展。2019 年越南总发电量 240 太瓦时，其中煤电占比最大（47%），其次为水电占比 34%，所有非化石能源发电量占比 35%。根据《关于至 2030 年面向 2045 年越南国家能源发展战略定向》，目标到 2030 年电力总装机容量将达到 125 吉瓦至 130 吉瓦，发电量

<sup>20</sup> 数据来源：驻越南经商参处，2020. 越南出台新的国家能源发展战略. <http://www.mofcom.gov.cn/article/i/jyjl/j/202002/20200202938776.shtml>



将达到 550 至 600 太瓦时。

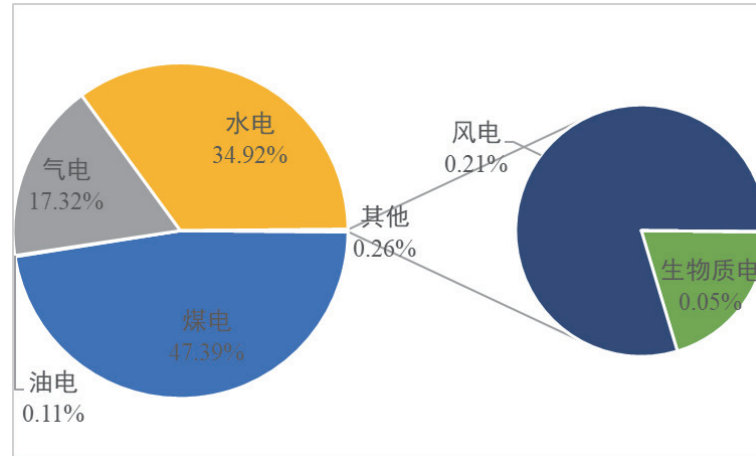


图 3-10 越南发电结构

（数据来源：IEA）

### （三）可再生能源

越南可再生能源发电目前以水电为主，其他可再生能源利用率较低。为了满足不断电力增长的需求，越南需要在 2030 年之前每年增加 6,000~7,000 兆瓦的容量，成本为 1,480 亿美元（表 3-3）。越南政府积极发展生物质能、太阳能和风能等可再生能源发电，增加可再生能源发电份额。目前，越南可再生能源利用率还不高。越南计划在 2030 年将可再生能源发电在总发电量中的占比提高到 10% 以上。根据越南可再生能源发展总体规划，政府计划的风电装机容量 2020 年提高到 800 兆瓦、2030 年达 6 吉瓦，太阳能发电装机 2020 年提高到 4 吉瓦、2030 达 12 吉瓦。并通过一些政策措施鼓励利用太阳能、生物质能和地热能等可再生能源发电。如上网电价（FiT）计划、新的公私伙伴关系（PPP）框架、购电协议框架、企业所得税减免或削减、为试点项目提供优惠的土地租赁政策与研究和技术资金等。越南 2017 年 4 月推出了 9.35 美分/ kWh 的上网电价补贴，引发了光伏安装热潮。2019 年 11 月，越南总理阮春福紧急叫停了光伏补贴政策，转向竞价上网。对风能、生物质能发电都有上网电价机制。但太阳能发电快速增长，加之光伏发电的不稳定性，造成越南国家电网时而出现过载的情况，并且越南尚不具备能保证稳定基荷电力的储能技术。为





了解决这一问题,越南第八版电力发展规划计划到 2030 年之前投入 329 亿美元,并在 2045 年之前再追加 521 亿美元用于电网升级。2018 年,美国贸易和发展署(USTDA)向越南国有电力公司越南电力公司(EVN)提供了一笔赠款,以研究在越南部署先进的储能技术的可行性,包括电池能量管理存储系统等,都将帮助 EVN 减少电力短缺和损耗,支持全国范围内增加的可再生能源发电。

表 3-3 越南可再生能源发电情况

可再生资源	潜在容量	安装容量
小水电	7,000 兆瓦(技术)	1,648 兆瓦(~23.5%)
风	27,763 兆瓦(技术)	189.2 兆瓦(~6.8%)
生物质	318,630 兆瓦(理论)	270 兆瓦(~0.84%)
太阳能	7140 兆瓦(商业)	8 兆瓦(0.1%)
地热	350 兆瓦	0
固体垃圾	400 兆瓦	2 兆瓦(0.5%)

(数据来源:越南能源报告 2018)

#### (四) 能源效率

越南在 2003 年通过并实施了节能和能源效率法,设置了高效能效标识。

工业能效提升空间较大。越南的工业用电自 2000 年起快速增长,到 2016 年已经达到 765 亿千瓦时。如果保持此增长速度,越南工业部门的耗电量在 2050 年可达到 2470 亿千瓦时,届时有可能成为东盟地区最大的工业用电国家。工业用电占比自 2000 年以来急速增长,到 2014 年占比超过 54%,其继续保持增长的趋势很明显,可望在 2050 年超过 57%,届时将是东盟地区唯一一个工业用电占比超过 50%的国家。越南是东盟地区最早实施电机最低能效标准(MEPS)的国家,其在 2014 年将电机 MEPS 设定在 IE1,可以推定现在越南市场上销售的绝大部分新电机能效水平为 IE1。存量电机将主要以 IE1 和 IE0 为主,可能少部分跨国公司的越南工厂会使用少量 IE2 和 IE3 电机。据估计,越南电机系统节能潜力在 2016 年在 57 亿千瓦时至 140 亿千瓦时,在东盟国家中排行前列。但是由于越南工业耗电总量和占比不断扩大,越南电机系统节能潜力十分巨大,在 2050 年可以达到 186 亿千



瓦时至 460 亿千瓦时。

**对于建筑部门而言，为 3 种设备建立了最低能源性能标准：空调，冰箱和照明系统。**

**越南交通运输以公路为主，其次是水运。**公路运输为越南主要运输方式，国道、省道和高速公路构成主要公路交通网。截至 2019 年底，上述三类已投入使用的公路总里程约 47000 公里，其中，国道 17300 公里、省道 27700 公里、高速公路 2000 公里。2019 年公路系统共运送旅客约 51.4 亿人次，同比增长 11.2%；运输货物约 16.84 亿吨，同比增长 9.7%。越南公路可与中国、老挝和柬埔寨联通。越南国家铁路网总长 3160 公里，包括 3 类轨宽，主要为 1 米轨（占 85%），其余为标准轨和 1435 级套轨。2019 年越南铁路共运送旅客 800 万人次，同比大幅下降 6.9%；运输货物 520 万吨，同比下降 9.1%。越南目前共有 22 个航空港正在运营，其中国际航空港 10 个。总运营能力为 9500 万人次/年。目前，越南管理、开拓内地水路总长 1.9 万公里，大部分为自然开拓，其中 6700 公里为国家级内运线。北部船驶深度保证 2-2.5 米，南部保证大于 3 米。越南内河运输的货运量与客运量仅次于公路运输，在全国运输业居第二位。出台交通运输规划包括《建设基础设施配套体系、使越南到 2020 年基本成为迈向现代化的工业国》决议、《到 2020 年公路建设规划》以及《到 2020 年、展望 2050 年交通运输发展战略规划》。

#### 四、马来西亚

马来西亚地处东南亚中心位置，扼守马六甲海峡，连接海上东盟和陆上东盟，区位优势明显。位于赤道附近，属于热带雨林气候和热带季风气候，终年高温多雨，无明显的四季之分。一年之中的温差变化极小，白天平均气温在 31~33℃ 之间，夜间平均气温在 23~28℃ 之间，高原地区的夜间气温可低至 16~18℃。全年雨量充沛，年均降雨量为 2000~2500 毫米。每年 10 月至次年 3 月刮东北季风，为雨季，降雨较多；4~9 月刮西南季风，为旱季，降雨较少。中马两国经贸战略依存度高，经贸合作规模大、基础深厚。在推进“一带一路”建设及国际产能合作过程中，马方率先响应，积极参与，成为“21 世纪海上丝绸之路”重要节点国家。马来西亚为东盟中等收入国家，2020 年 GDP 总量 3366 亿每元，人均 GDP 为 1.04 万美元，除 2020 年受疫情影响外，经济处于稳定增长状态。截止 2020 年，马来西亚人口为 3237 万。主要外资来源地为日本、欧盟、新加坡、中国、韩国和美国。2018 年，马来西亚吸引外国直接投资约 805 亿林吉特。



2018年，马来西亚总排放2.27亿吨二氧化碳，其中电热生产碳排放占总排放的49.34%，交通、工业占比分别为26.87%、15.42%，其他能源工业占比5.73%，建筑、商业与公共服务、渔业、农业排放占比均小于1%。

### （一）产业结构

马来西亚产业结构以第三产业为主，服务业占GDP的60%左右，其中旅游业占GDP的16%左右。2018年农业、采矿业、制造业、建筑业和服务业在GDP中所占比例分别是7.1%、7.1%、22.3%、4.7%和57.7%。马来西亚农业产值为1012.9亿马币，同比上升1.8%，占GDP的7.1%。制造业产值为3163.6亿马币，同比增长3.8%，占GDP的22.3%，政府鼓励以本国原料为主的加工工业，重点发展电子、汽车、钢铁、石油化工和纺织品等；2019年，马来西亚采矿业产值1015.7亿马币，同比下降1.5%，占GDP的7.1%，以开采石油、天然气为主。服务业产值为8192.2亿马币，同比增长6.1%，占GDP的57.7%。服务业是马来西亚经济中最大的产业部门，吸收就业人数占马来西亚雇用员工总数的60.3%。其中，**旅游业**是服务业的重要部门之一，2019年，马来西亚吸引游客2610万人次，2019年旅游业产值占GDP的**15.9%**，旅游业从业人员达360万，占马来西亚**就业人数24%**。2019年建筑业产值662.5亿马币，同比增长0.1%，占GDP的4.7%。发展绿色经济、绿色旅游成为马来西亚经济发展新常态。

### （二）能源结构

**马来西亚油气、可再生能源资源丰富。**马来西亚是东盟国家中的油气生产第二大国，2020年马来西亚探明储量石油、天然气分别为27亿桶（3.6亿吨）、0.91万亿立方米，产量分别为59.6万桶/天（2724万吨）、732亿立方米。目前，马来西亚石油储量仅次于越南，在东南亚地区排名第二。产量方面，呈现波动减少的趋势，2000年产量72.4万桶/天，2010年产量73.3万桶/天，2020年相比2019年减产10.1%。马来西亚的天然气资源仅次于印度尼西亚位于东盟第二，2000年以来，天然气储量减少15%左右，产量无明显减少趋势。

可再生资源方面，马来西亚**太阳能、水资源**较丰富，另外**生物质**发电的开发潜力为0.6吉瓦。马来西亚是世界第二大棕榈油及相关制品的生产国和出口国，伴随着其境内油棕榈



种植和配套产业蓬勃发展，产生了大量的棕榈废弃物，将这些生物质废料作为发电燃料，具有巨大的经济潜力和广阔的发展前景。

马来西亚能源结构以天然气、石油为主。2018 年消费占比分别为 37.43%和 36.28%，煤炭消费量从 2000 年的 4.09%上升到 2018 年的 19.67%。另外，可再生能源占比呈现趋势增加，2018 年占比达到 6.62%。

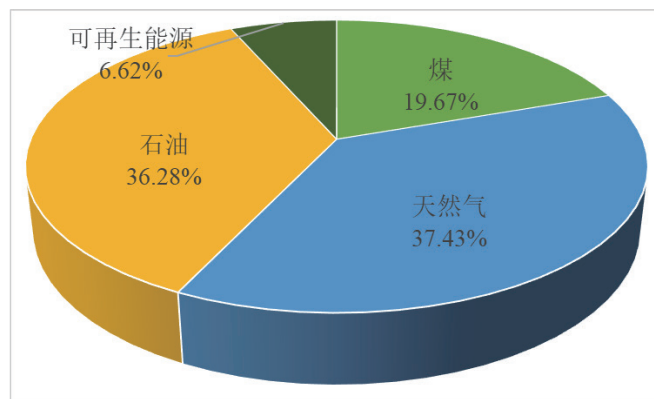


图 3-11 马来西亚 2018 年能源消费结构

(数据来源: IEA)

2019 年马来西亚总发电总量 17.05 万吉瓦时，占东盟十国的 15.48%，人均发电量位居第 3，发电结构以煤电为主，2019 年占比 45.34%，其次为天然气发电（37.48%），石油发电占比小于 1%，非化石能源发电占比 16.57%。马来西亚装机容量为 3376.3 万千瓦，全社会用电量 1560 亿千瓦时，用电覆盖率 99%，人均用电量 4971 千瓦时。装机结构中，煤电占比 31.1%，天然气占比 43.6%，水电占比 18.2%，柴油占比 3.8%，生物质占比 2.3%，光伏 0.8%。沼气 0.2%，清洁能源的比例 21.5%。

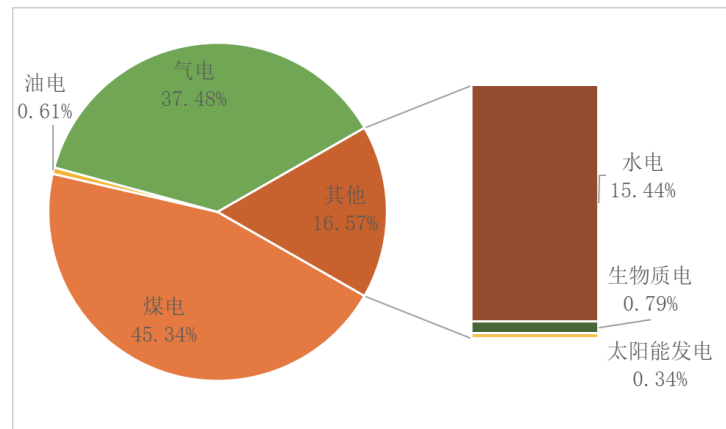


图 3-12 马来西亚发电结构

(数据来源: IEA)

### (三) 可再生能源

马来西亚可再生能源发电占比 17%左右, 可再生能源丰富, 以水电、太阳能发电、生物质发电为主。2019 年, 马来西亚公布了电力领域的十年蓝图规划——“马来西亚电力改革 2.0 计划”, 拟逐步开放马来西亚半岛电力燃料来源、发电、输电, 以及配电与零售市场, 从电力购买协议特许经营走向电力容量及能源市场, 允许更多独立企业进入电力领域。积极发展可再生能源, 在水电开发方面已经实现高度市场化, 2019 年水电在发电量中占比 15.44%, 生物质发电占总发电量的不到 1%。近期, 马来西亚新能源转型议程希望通过“生物质能源”帮助马来西亚实现绿色能源目标。同时通过净电能计量 (NEM)、上网电价机制 (FiT)、大规模太阳能 (LSS)、自我消费 (SELCO) 等可再生能源激励等措施, 促进可再生能源发展。可再生能源相关法律法规包括: 《1990 年电力供应法》《1994 年电力监管法》《1974 年环境质量法》和《1987 年环境质量法令》(指定活动的环境影响评估)。涉及投资环境影响评估的法规包括《1990 年马来西亚环境影响评估程序》和《1994 年环境影响评估准则》。

**水能资源**方面, 马来西亚年平均降雨量约 3000 毫米, 年地表径流的总量约 5660 亿立方米, 入渗到地下的地下水量约为 640 亿立方米, 每年可以获得的水资源总量约为 5800 亿立方米, 人均水供应量约为 22100 立方米。目前全马的水电装机约为 6073 兆瓦, 但大型水电项目基本都集中在沙捞越地区, 半岛都是小型项目。沙捞越目前已经投产的水电项



目已经近 5 吉瓦，整个区域约 70%的供电为水电，未来该地区仍有约 20 吉瓦以上的水电开发空间。**风能资源**方面，马来西亚处于赤道无风带，大部分地区的年平均风速都低于 5m/s，没有大规模开发的商业价值。只有沙巴州北部地区有少数场址具备 7m/s 左右的风速，具备一定开发条件。马来西亚**太阳能资源**丰富，平均日照水平约为 1400~1900 kWh/m<sup>2</sup>，潜在装机容量 6500 兆瓦。目前装机容量 282 兆瓦，大部分为 5 兆瓦以下小型项目。下一步马来西亚能源委员会（ST）会持续组织大型光伏地面站的招标，目前已经进行到了 3 期，1 期已经有部分项目投产。同时，马来西亚还鼓励大型屋顶项目，并对能源管理合同进行了一定的补贴。此外，马来西亚拥有大量的棕榈林，因此**生物质能源**发展潜力很大。据推算，马来西亚生物质在 2030 年可以达到 1340 兆瓦。马来西亚经济发达，因此**垃圾和沼气发电**也很有前景，其中垃圾发电预计规模为 360 兆瓦，沼气为 490 兆瓦。

截止 2020 年 6 月，马来西亚能源和自然资源部启动了第四轮大规模太阳能（LSS）项目招标。据统计，在马来西亚半岛上有超过 412 万个建筑物是具备安装屋顶太阳能设备潜力的，如若全部装配太阳能光伏设施，则一共可产生 34 吉瓦电力。马来西亚发布绿色技术总体规划（2017-2030 年），计划到 2025 年，可再生能源装机容量达到 23%，2030 年达到 30%<sup>21</sup>。可再生能源发电中，马来西亚水电占比最大，2019 年占总发电量的 15.44%。除去大型水电，太阳能发电占可再生能源的 68%，远远大于其他新能源如生物质（17%）、小型水力（5%）、固体废料（4%）及沼气（2%）。另外马来西亚国家石油公司表示要加大氢能产业投资。IEA 预测，马来西亚的可再生能源需求将在 2040 年增长一倍以上，大约占总发电量的 16%。

根据马来西亚能源委员会 ST 的预测，马来西亚全国用电量 2018-2025 年之间年均增长率为 1.8%，到 2035 年的年用电量年度平均增长 1.53%。因此，马来西亚政府未来将把主要精力放在可再生能源，主要是水电和光伏的发展上来，同时适度发展火电项目。根据目前马来西亚政府的规划，到 2025 年，预计还要有 10~13 吉瓦的新建项目安排，包括 7~10 吉瓦的火电项目，2 吉瓦左右的水电项目，以及 1 吉瓦的大型地面光伏项目 LSS。同时，大型企业和工业园仍然有大型自备电站的需求，垃圾发电未来也有一定的潜力。

<sup>21</sup> 数据来源：<https://www.mida.gov.my/zh-hans/industries/services/other-services/other-services-utilities/>





未来 5~10 年，马来西亚的电力结构将进一步清洁化，大型光伏及水电项目将成为重点，市场潜力超过 2 吉瓦。同时，马来西亚目前每天产生垃圾 21000 吨，而目前尚没有规模化垃圾发电站投运，潜力巨大。另外，由于马来西亚棕榈油产业庞大，利用副产品进行生物质电站的开发也具备很好的前景。

#### （四）能源效率

马来西亚制定了到 2025 年将住宅、商业和工业三个部门的能源消耗降低 8% 的节能目标。负责节能政策实施的机构是：MEGTW 和能源委员会，未制定能效和节能（EE&C）的法规、政策和计划。管理方面，规定能耗超过 3,000 千瓦时/6 个月的建筑物/工厂，需定时向政府机构提供能源报告。发布绿色技术总体规划（2017-2030 年），计划 2025 年，减少电力消耗 10%，2030 年减少电力消耗 15%。

马来西亚工业用电节能潜力较大，能效标准、政策不足。马来西亚工业用电占比自 1990 年起逐年上升，最高曾经达到 55%，但是在 1998 年之后又持续下降，虽然 2013 年后稍有回升，但是预计在未来将会持续下降。预计至 2050 年，马来西亚工业用电总量将达到 1570 亿千瓦时，占比可能降至 35%<sup>22</sup>。为促进工业发展，减轻工业企业成本，马来西亚实行了特殊工业电价，1996 年开始实施。由于工业电价长时间过低，导致马来西亚节能投资回报周期过长，对马来西亚推广高效电机和节能工作带来了不小的困难。从 2016 年开始，马来西亚将以每年 2% 的进度逐年降低电费补贴，直至 2020 年完全取消。马来西亚曾在 2014 年开展了一项工业高效电机推广研究项目，该项目调研了造纸、水泥、食品和饮品、石油化工和钢铁行业，共计 18 家企业，涉及的电机接近 5000 台。调研发现重点工业行业中 87% 的电机为 IE1 电机，而 13% 的电机为 IE2 电机。马来西亚能源、环境、科技和气候变化部（MESTECC）下属的能源委员会负责马来西亚用能产品的最低能效标准（MEPS）制定。目前马来西亚与能效相关的政策有：《电力能源系统高效管理规范 2008》，该管理规范涵盖了马来西亚 1800 家重点用能企业。但是能源委员会报告称只有 500 家企业（不足总数的 30%）的企业满足此规范的要求。另外和高效用电相关的法规则是在 1990 年就生效的“电力供应法案 1990”，提及设备及设备的安装均需满足高效用电的要求。上述两部法规均未特别

<sup>22</sup> 数据来源：瑞士 Top10 节能中心，2019. 东盟地区电机能效研究报告.





提及高效电机。根据预测，马来西亚电机系统在 2016 年节能潜力在 51 亿千瓦时至 130 亿千瓦时之间。随着工业用电总量持续增长，马来西亚电机系统在 2050 年节能潜力将达到 118 亿千瓦时至 294 亿千瓦时之间。

对于建筑部门而言，积极提高住宅建筑、商业建筑和工业建筑等各类建筑的能效和节能。于 2013 年开始推广最低能效标准（MEPS），涉及：空调、冰箱和照明系统；目前没有高能效标准（HEPS）。

交通碳排放进入平台期，马来西亚交通基础设施比较完善，马政府积极发展公共交通，达到减排目的。高速公路网络比较发达，截至 2017 年，马来西亚公路总长约为 23.7 万公里；铁路网贯穿半岛南北，北面连接泰国铁路，南端可通往新加坡，2018 年，马来西亚铁路共运载 352.7 万人次，货物 594.4 万吨；空运方面，马来西亚共有 8 个国际机场，2018 年空运旅客 1.02 亿人次，货物 96.6 万吨；水运方面，内河运输不发达，95% 的贸易通过海运完成，2018 年，海运总运量 5.7 亿吨。马来西亚的交通基础设施比较完善，计划 2030 年实现公共交通方式使用率**达到 40%**，目前为 20%。2013 年前后，交通碳排放增加较多，2014 年达到峰值，而后进入平台期，在 2018 年碳排放量为 6000 万吨，占总碳排放的 27%，仅次于电热部门排放是马来西亚的第二大排放部门。



图 3-13 马来西亚交通排放与占比

（数据来源：IEA）



## 五、新加坡

新加坡是一个美丽的花园城市国家，位于马来半岛南端、马六甲海峡出入口，处于“海上的十字路口”，地理位置优越。自1965年独立以来，国家建设取得了举世瞩目的成就，是全球经济最具活力、前景持续看好的新兴经济体之一。新加坡是东盟国家中的高等收入国家，2020年GDP总量为3400亿美元，人均GDP为6万美元/人，经济增长呈稳中有升。截止2020年年底，新加坡人口总数为585万人。截至2019年底，新加坡共吸引海外直接投资1.91万亿新元，多集中在金融服务业和制造业。主要直接投资来源国为美国、日本、英国、荷兰、中国。

2018年新加坡总碳排放4700万吨，其中电热生产占比44.68%，工业、交通占比分别为29.79%、14.89%；其他部门（建筑、商业与公共服务、农业等）排放较少。

### （一）产业结构

**新加坡产业结构以第三产业为主，工业以轻工业为主。**2019年，新加坡国内生产总值（GDP）为3721亿美元，人均GDP为65166美元。其中，制造业占24.5%，批发零售业占16.4%，商业服务业占14.1%，金融保险业占13.1%，运输仓储业占6.3%。2019年，新加坡出口占GDP比重为27.9%、消费占36.0%，投资占23.1%。电子工业是新加坡传统产业之一，2019年产值1352.3亿新元，占制造业总产值的41.88%。新加坡是世界第三大炼油中心和石油贸易枢纽之一，也是亚洲石油产品定价中心，2019年**精炼石油行业**产值382.62亿新元，占制造业总产值的**11.9%**。精密工程业2019年产值383.2亿新元，占制造业总产值的11.4%，就业人数9.34万人。生物医药业是新加坡近年重点培育的战略性新兴产业，2019年产值362.7亿新元，占制造业总产值的10.8%，就业人数2.44万人。海事工程业2019年产值111.1亿新元，占制造业总值的3.3%，就业人数5.53万人。

**新加坡工业产品以高附加值制造业产品为主。**新加坡被誉为高价值的制造中心，新加坡制造已从劳动密集型向知识研究型成功转型。主要产品包括：半导体、计算机设备、数据存储设备、工业设备、电信及消费电子产品、半导体引线焊接机和球焊机、自动卧式插件机等。



## （二）能源结构

新加坡自然资源相对匮乏，可再生能源中太阳能资源比较丰富。新加坡本土无油田、气田，能源依赖进口，但新加坡是石油贸易枢纽港，石油工业十分发达。受地理、环境因素影响，新加坡水力、潮汐、风能等可再生资源较少，而太阳能资源丰富，年平均太阳辐照度为  $1580\text{kWh}/\text{m}^2/\text{年}$ ，比温带国家的太阳辐射量高出约 50%。

新加坡能源消费结构以石油为主，2018 年占比 86.22%；其次为天然气，占比 13%；煤、可再生能源占比均低于 0.5%（图 3-14）。

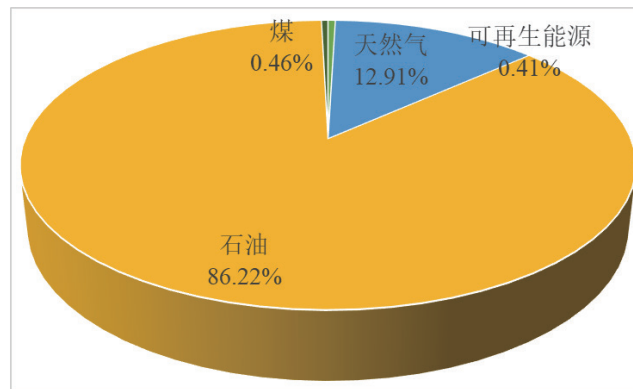


图 3-14 新加坡 2018 年能源消费结构

（数据来源：IEA）

新加坡发电结构主要为天然气发电，占比 95%左右。绝对值来看，2018 年新加坡发电量只占东盟十国的 4.78%，但人均发电量仅次于文莱，排名第二。2019 年总发电量为 5.3 吉瓦时，发电结构以天然气发电为主，气电占比达到 95%（图 3-15），非化石能源发电占比 3.14%（其中，垃圾发电占比 2.19%）。

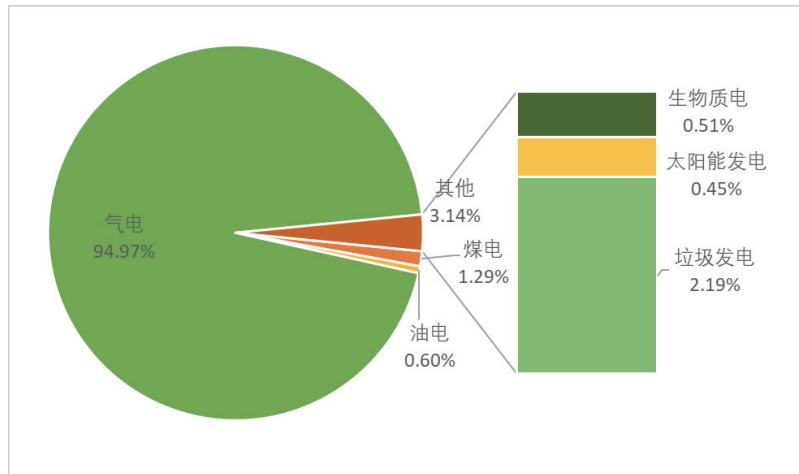


图 3-15 新加坡发电结构

(数据来源: IEA)

### (三) 可再生能源

可再生能源发电以垃圾发电、生物质发电、太阳能为主。新加坡位于赤道低压带，地势起伏缓和，风能和水力都不是理想的电力来源。然而，新加坡地处热带阳光地带，日照充足，太阳能资源丰富，是一种发展潜力巨大的可再生能源资源<sup>23</sup>。2008-2017 年，太阳能光伏发电在新加坡稳步增长。装机数量从 30 个增加到 2109 个，实现了跨越式发展。全岛有 50 个输电变电站都装有太阳辐照度传感器和光伏装置；大型工业和商业光伏发电的装机容量超过 1 兆瓦。2015 发布《可持续新加坡蓝图》，提出提升太阳能光伏部署，预计到 2030 年可再生能源发电量将达到新加坡电力需求峰值的 8%。2021 年发布《2030 年新加坡绿色蓝图》，在能源方面实施太阳能部署，计划到 2030 年太阳能储备将是今天的四倍，峰值功率至少为 20 亿瓦，每年可为超过 35 万个家庭供电，并通过广泛使用智能 LED 灯和太阳能等措施，新加坡预计可以减少城市建筑能源消耗的 15%。2019 年，新加坡太阳能发电只占总发电量的 0.45%，生物质发电占比 0.51%，未来发展潜力较大。

### (四) 能源效率

新加坡制定从 2005 年到 2030 年将能耗强度降低 36% 的节能目标。新加坡由能源市场管理局和国家环境局负责节能，制定有能效和节能 (EE&C) 的政策和计划以及节能法规，

<sup>23</sup> 数据来源：东亚峰会清洁能源论坛，2018。东盟十国可再生能源发展情况-新加坡。



从 2013 年起生效。在管理方面，规定建筑物或者工厂的能源消耗达到 1290 千吨油当量/年及以上，须向政府机构报告能源管理信息。对一年内 GHG 排放超过 25 ktCO<sub>2</sub>e 的主体征收碳税，涵盖了新加坡 80% 的排放单位，是第一个在东南亚征收碳税的国家。

**新加坡积极提高工业能源效率。**在提高工业能源效率方面也实施了较多措施，包括加大对工业企业节能的资助，并探索通过整合同类型行业寻求整个行业系统能效的提升，对工业设施征收碳税等方式。

**新加坡积极提高所有类型建筑物的能效**，包括商业建筑、住宅建筑和工业建筑。制定了最低能源性能标准和超低能耗建筑计划，提高家用电器的能效标准，支持研究和采用具有成本效益的、节能的和可再生能源解决方案。新加坡推动了最低能效标准（MEPS），涉及：空调、冰箱和照明系统，目前新加坡已经强制执行上述所有三种产品的能效标准；还未有高效能效标准（HEPS）。

**新加坡交通方式以公共交通为主，交通设施发达。**新加坡 15% 的土地面积用于建设道路，形成以 8 条快速路为主线的公路网络，截至 2018 年底，新加坡公路总里程数 3500 公里，其中高速路 164 公里，而 2011 年至今，机动车保有量均维持在 96 万辆左右。轨道交通发达，截至 2019 年，轨道交通线路总长 228.1 公里，其中地铁（MRT）199.3 公里，设 122 个站点（地铁转换站不重复计算），轻轨（LRT）28.8 公里，设 42 个站点。空运方面，新加坡是亚太地区重要的航空运输枢纽，2019 年樟宜国际机场客运量 6830 万人次，货运量 200 万吨，飞机起降超过 38.2 万架次，为全球最繁忙的机场之一。同时新加坡也是世界上最繁忙的港口和亚洲主要转口枢纽之一，是世界第一大燃油供应港。目前新加坡港已开通 200 多条航线，连接 123 个国家和地区的 600 多个港口，有 5 个集装箱码头，集装箱船泊位 54 个，为全球仅次于中国上海的第二大集装箱港口。2019 年新加坡港货运量 6.26 亿吨，集装箱吞吐量 3720 万标箱，占全球集装箱吞吐量的 5%。截至 2019 年底，新加坡注册船舶 4437 艘，总吨位 9732 万吨。新加坡的城市交通以公共交通为主，2013 年公共交通承担早高峰 63% 的运量，而且这一数字近年仍在提高。由于土地资源的限制，新加坡在目前的用地规划基础上再追加交通用地的余地已几乎不存在。新加坡在财政预算案中计划，到 2040 年新加坡公交车将全部替换为使用清洁能源。



## 六、文莱

文莱位于加里曼丹岛西北部，北临南中国海，东、西、南三面与东马来西亚沙巴、沙捞越相邻，国土面积 5765 平方公里。文莱属于伊斯兰教君主制国家，苏丹为国家元首、政府首脑和宗教领袖，拥有崇高威望，深受民众爱戴。文莱社会和谐，民风淳朴，政局长期保持稳定。文莱是东盟国家中的高等收入国家，2020 年 GDP 总量为 120 亿美元，人均 GDP 为 2.75 万美元/人，经济多年出现负增长趋势。截止 2020 年年底，文莱人口总数为 44 万人。联合国贸发会议《2020 年世界投资报告》显示，2019 年，文莱吸收外资流量为 2.75 亿美元；截至 2019 年底，文莱吸收外资存量为 71.27 亿美元。据中国商务部统计，2019 年中国对文莱直接投资流量 405 万美元。截至 2019 年末，中国对文莱直接投资存量 4.27 亿美元。

2018 年文莱总碳排放量为 600 万吨二氧化碳，电热生产占比 50%、其他能源工业占比 33.33%、交通占比 16.67%，其他部门均基本无排放。

### （一）产业结构

**文莱经济结构单一，高度依赖油气产业。**文莱制定了一项 30 年长期发展计划，又称《2035 年宏愿》。为减少对油气的过度依赖，文莱鼓励经济多元化发展，包括加速拓展油气下游产业链、加大吸引外资的力度、扶持中小企业发展、重视基础设施建设和互联互通、大力发展旅游业、努力将文莱建成地区国际金融中心、加大对农林渔业的投入、推行私有化。2019 年，文莱农业、工业和服务业占其 GDP 的比重分别为 1%、61.48%、37.55%。2019 年，石油和天然气仍然是文莱经济支柱，油气产值占 GDP 的 56%，与此同时，油气行业贡献了财政收入的 81%和外贸出口的 85%。非油气产业主要有政府服务、金融、批发与零售、房地产、教育等服务业以及建筑业。2019 年，非油气产业约贡献了 GDP 的 43.67%。文莱工业设备、农产品、日用品均依赖进口，工业政策鼓励发展进口替代和出口导向型工业。农业方面仅种植少量水稻、橡胶、胡椒和椰子、木瓜等热带水果，蔬菜、水果、装饰植物、鲜花可部分满足国内市场需求，而肉类、大米和新鲜牛奶的自给率还非常低，90%左右的食物仍需进口，牛肉及制品主要从澳大利亚、印度等地进口。近年来文政府致力于发展水稻种植，但收效甚微，距离发展目标较远。文莱有 162 公里的海岸线，200 海里渔业区内有丰富的渔业资源，水域没有污染，且无台风袭击，适宜养殖鱼虾。全国共有 50 个鱼虾





养殖场。目前国内 50%的渔产品消费依赖进口，渔业被列为重点发展领域，文莱政府推行保护海洋渔业资源政策，并大力发展水产养殖业。

## （二）能源结构

文莱油气资源丰富，可再生能源中太阳能资源丰富。文莱油气资源非常丰富，油气资源出口占据其主要收入来源。根据 2020 年《BP 世界能源统计年鉴》，文莱石油、天然气的探明储量分别为 11 亿桶（1.5 亿吨）、2223 亿立方米，产量分别为 11 万桶/天（540 万吨）、126 亿立方米。石油储量变化不大，产量明显减少，2000 年产量为 19.3 万桶/天，2010 年产量 17.2 万桶/天，相比 2020 年，产量下降趋势较大。天然气储量明显下降趋势，2000 年储量 3568 亿立方米，2010 年储量 2937 亿立方米，减少态势趋缓。天然气产量方面呈现趋势增加过程，2000 年、2010 年产量分别为 110 亿立方米、120 亿立方米，2015 年产量最高达 133 亿立方米。文莱石油和天然气资源非常丰富，但可再生能源相对匮乏，主要以太阳能为主。文莱太阳能年总辐射范围为 1550~1850 千瓦时/平方米，空间分布较为均匀，大部分地区属于太阳能资源最丰富区，具有较大的发展潜力<sup>24</sup>。文莱的陆上风力资源一般（陆上平均风速约为 3~5 米/秒，海上平均风速约为 10~12 米/秒）<sup>25</sup>。

文莱能源消费以天然气为主，2018 年占比 82.51%，其次为石油占比 17.84%，可再生能源消费占比只占不到 0.01%（图 3-16）。

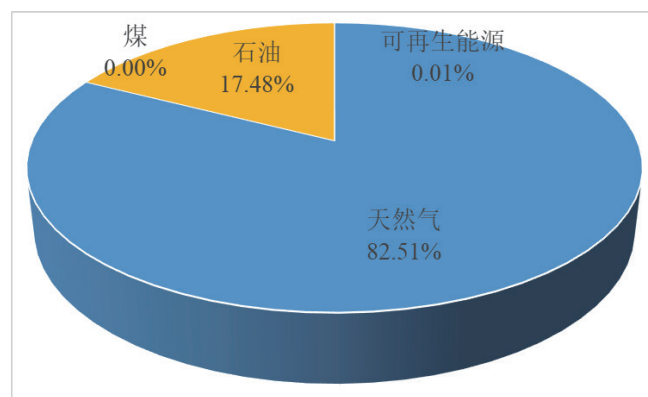


图 3-16 文莱 2018 年能源消费结构

（数据来源：IEA）

<sup>24</sup> 数据来源：东亚峰会清洁能源论坛，2019. 东盟能源转型系列专题-文莱.

<sup>25</sup> 数据来源：东亚峰会清洁能源论坛，2018. 东盟十国可再生能源发展情况-文莱.





文莱绝大部分以天然气发电为主，占比 98%左右。文莱总发电量值是东盟国家中最少的，2019 年总发电量 4296 吉瓦时，而人均发电量最大。2019 年天然气发电占比 98.86%；另外还有少量的石油发电，无煤电，非化石能源发电占比只有 0.05%，均为太阳能发电（图 3-17）。

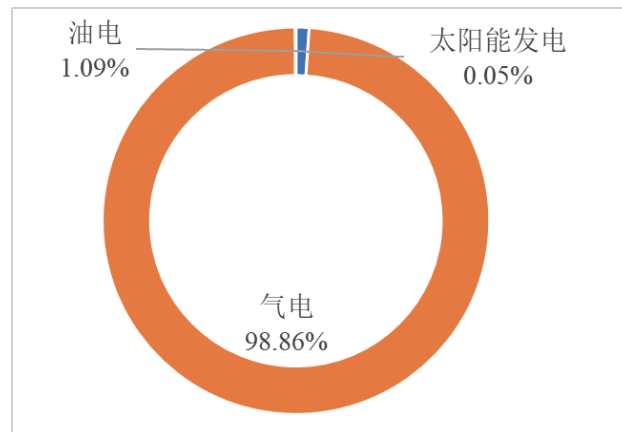


图 3-17 文莱发电结构

（数据来源：IEA）

### （三）可再生能源

目前文莱唯一的可再生能源来自 1.2 兆瓦的 Tenaga Suria 太阳能光伏电站。2014 年 8 月，文莱首相署能源局发表声明强调：到 2035 年，文莱可再生能源比重将提高到 10%，能源强度将在 2005 年的基础上降低 45%。文莱面积小，但太阳能辐射强度高，变化波动小，光伏发电平均利用小时数 1600~1950 小时/年。另外，文莱计划开发总容量在 18~20 兆瓦的海上风电项目。在生物质发电方面，将城市固体废物用于发电。

### （四）能源效率

**文莱积极提升能源效率，降低能耗强度。**文莱制定了到 2030 年（与 2005 年相比）将能耗强度降低 45%的目标。由总理办公室能源部负责节能工作，在 2004 年制定了能效和节能（EE&C）的政策和计划作为能源法。**文莱设置了电厂最低能效标准，积极提高发电效率。**文莱国家气候变化政策（BNCCP）在电力管理战略方面，计划通过更好的电力消费供需管理、提高能源效率，到 2035 年减少至少 10%的温室气体排放。要求所有新建电厂必须满



足最低效率为 48%，并通过可再生能源与替代能源的融合，降低天然气消耗，以满足国内电力需求。

**文莱努力减少工业部门的排放。**目标是通过实现世界银行标准规定的零排放来降低工业的碳强度，到 2035 年实现工业排放总体降低，包括陆上和海上的石油和天然气工业设施显著减少总挥发性有机物排放。另外还制定了工业部门的碳排放定价政策。到 2025 年，引入适用于所有排放超过限值的工业设施碳定价，并要求所有排放和吸收温室气体的设施和机构报告其温室气体数据。

**文莱设定了关于商业建筑和住宅建筑自愿性节能的政策。**推广了最低能源绩效标准（MEPS），涉及：空调、冰箱和照明系统，目前要求自愿使用上述三类能效标准；高能效标准（HEPS）尚未实施。

**文莱公共交通不发达，以私家车为主。**截至 2018 年底，文莱公路总长 3708.41 公里。文莱是东南亚地区拥有私车比例最高的国家之一，2018 年新登记各类车辆 11140 辆，而公共交通不发达，全国仅有 8 条公交线路，72 辆公交车辆，83 辆出租车。2016 年 6 月，中国公司在文莱承建的特里塞—鲁木高速公路建成通车，全长 18.6 公里。空运方面，2018 年，文莱国际机场飞机起降 14535 架次，进出港乘客 186.4 万人次，货运吞吐量 2.29 万吨。国内没有铺设铁路设施。水运是文莱重要的交通方式，2018 年共有各类注册船只 371 艘，主要为渔船、客运船只和政府公务船只。文莱海运主要目的地有新加坡、中国香港、吉隆坡和马尼拉等周边港口。2018 年海运货物吞吐量 181.7 万吨，其中到港货物 174.3 万吨，离港货物 7.4 万吨。

## 七、缅甸

缅甸位于亚洲中南半岛西北部，地处北纬  $9^{\circ} 58'$  至  $28^{\circ} 31'$  之间和东经  $92^{\circ} 20'$  至  $101^{\circ} 11'$  之间。北部和东北部与中国毗邻，东部和东南部与老挝和泰国相连，西南濒临印度洋的孟加拉湾和安达曼海，西部和西北部与孟加拉国和印度接壤，海岸线长 2832 公里。国土面积 67.66 万平方公里。

缅甸本国数据显示，截至 2020 年 4 月底，共有 51 个国家和地区在缅甸 12 个领域投资 1999 个项目，总投资额 851.67 亿美元。前五位累计直接投资来源地分别为：新加坡（230.13 亿美元）、中国（212.89 亿美元）、泰国（113.75 亿美元）、中国香港（96.67



亿美元)和英国(49.04 亿美元)。

缅甸经济发展水平与碳排放水平均为东盟倒数第四位，仅高于文莱、老挝和柬埔寨。根据世界银行和 IEA 的数据显示，缅甸 2020 年的 GDP 为 761.86 亿美元，占东盟总 GDP 的 3%；人均 GDP 为 1400.22 美元；缅甸 2017 年的排放量为 30.4MtCO<sub>2</sub>，占东盟十国总排放的 2%左右。

### (一) 产业结构

2017-2018 财年，缅甸第一、二、三产业占比分别为 23.3%、36.3%、40.4%，工业和服务业的重要性在不断提高。另外受经济和技术限制，缅甸高耗能行业尚未实现规模化发展，劳动密集型的纺织业是缅甸工业的主力军。近年来，缅甸劳动力资源丰富且成本较低的优势不断凸显，以纺织制衣业为代表的劳动密集型加工制造业在缅甸蓬勃发展，2018 年过渡财年，缅甸纺织品出口额达 22.25 亿美元，占缅甸同期出口总额的 25.2%，出口额位居首位。受经济及科技发展水平所限，缅甸钢铁、化工、汽车、工程机械、船舶和海洋工程等产业发展滞后，尚未实现规模化发展，其主要工业包括石油和天然气开采、小型机械制造、纺织、印染、碾米、木材加工、制糖、造纸、化肥和制药等，2020 年 2 月，缅甸发布 2020-2025 年第二个五年国家出口战略(NES)，将宝石和珠宝、基础农产品、纺织服装、机械电器设备、林渔业以及数字产品等 6 个行业列为优先行业，5 个服务行业——数字产品、物流、质量控制、贸易信息以及创新创业也将获得支持。虽然缅甸工业高耗能行业目前发展并不充分，但是工业部门带来的排放依旧处于逐年增高的态势，2018 年缅甸的排放结构中，工业(不加上能源开采等行业)的排放达到了 9MtCO<sub>2</sub>，是其最大的排放部门(图 3-18)。而根据缅甸投资和对外经济关系部下属的投资和公司管理局统计，截至 2020 年 4 月，缅甸累计吸引外资 851.67 亿美元，吸引外资的领域主要为油气、电力、制造和交通与通讯业等<sup>26</sup>。未来缅甸工业或将带来更多排放。

<sup>26</sup> 数据来源：商务部国际贸易经济合作研究院，2021. 对外投资合作国别(地区)指南 缅甸(2020 年版)。

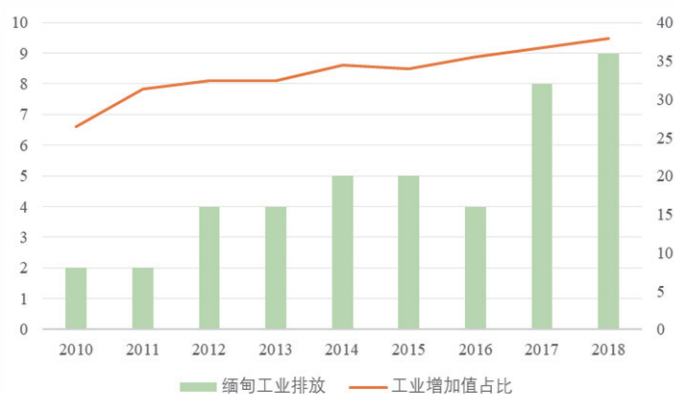


图 3-18 缅甸工业部门排放及 (MtCO<sub>2</sub>e) 工业增加值占比

(数据来源: IEA, World Bank)

表 3-4 缅甸外资投资情况 (截止至 2020 年 4 月 30 日)

排序	行业名称	项目数 (个)	批准外资额 (亿美元)	占比 (%)
1	石油天然气	154	227.73	26.74
2	电力	27	222.04	26.07
3	制造业	1282	120.56	14.16
4	制造业	62	111.20	13.06
5	房地产	63	63.63	7.47
6	酒店旅游业	85	31.51	3.70
7	矿业	71	29.05	3.41
8	畜牧及渔业	70	7.89	0.93
9	农业	35	4.27	0.50
10	工业园区	7	3.27	0.38
11	建筑业	2	0.38	0.04
12	其他行业	141	30.14	3.54
	总 额	1999	851.67	100.00

(资料来源: 对外投资合作国别 (地区) 指南 缅甸 (2020 年版))

农业是缅甸国民经济支柱, 近年来缅甸农业用地的扩张, 也带来了森林面积的减少。目前, 缅甸乡村人口约占总人口的 70%, 其中大多以农业和畜牧业为生。缅甸的主要农作物包括水稻、小麦、玉米、豆类等常规作物, 和橡胶、甘蔗、棉花、棕榈等工业用作物。近年来, 豆类已超过大米成为缅甸出口创汇的最主要农产品, 2018 年过渡财年, 缅甸农产品出口额为 5.34 亿美元, 其中豆类出口额 2.8 亿美元, 占到农产品出口额的一半以上, 大米出口额紧随其次, 约 1.64 亿美元。而需要注意的是, 由于农耕、滥伐和开荒, 缅甸



的森林面积正在逐年减少（图 3-19）。橡胶等产业种植林，甘蔗等经济作物的栽培，这些农园开发，不断把森林置换为农地。根据世界银行数据显示，从 2010 年至 2018 年，缅甸农业用地扩张了 3,630 平方公里，与此同时森林面积减少了 23,177 平方公里。

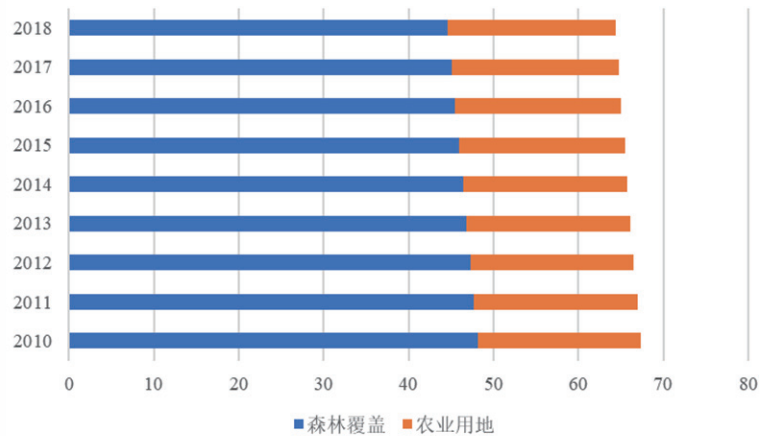


图 3-19 缅甸森林覆盖率与农业用地面积占比对比图

（数据来源：世界银行）

## （二）能源结构

缅甸油气资源储量丰富，当前能源消费结构也主要依赖于化石能源。缅甸石油和天然气在内陆及沿海均有较大蕴藏量。根据缅甸电力与能源部预测，缅甸石油储量达 2.069 亿桶。此外，缅甸天然气储量在区域内仍较为丰富。已探明的天然气储量为 3300 亿立方米，其余在未探明的近海地质沉积盆地中，天然气储量或达到 12.68 万亿立方米。根据 IEA 的 2018 年数据显示，缅甸最主要的能源消费是化石能源，共计 12.25 百万吨油当量，占总能源消费的 80%。其中最大的消费来自石油，占了总能源消费的 48%，其次是天然气，占比为 29%，缅甸煤炭消费占比并不高（图 3-20）。

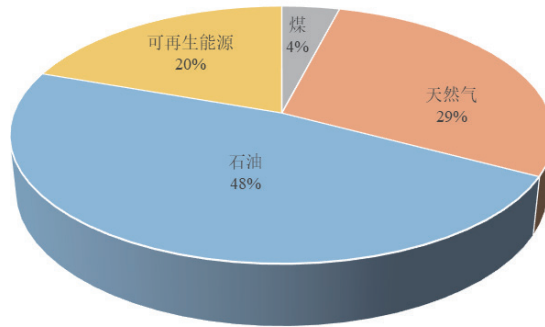


图 3-20 缅甸 2018 年能源消费结构

（数据来源：IEA）

缅甸电源结构是以水电为主，但是发电量较低，处于供不应求状态。根据 IEA 的 2019 年的数据显示，在缅甸的电力生产过程中，水电占据了主导地位，发电量达到了 14,126 吉瓦时，占比 58%。其次是天然气发电量是 8,798 吉瓦时，占比为 36%。煤电相对较少，仅占据了 6%（图 3-21）。截至 2019 年，缅甸共有水电、燃气和燃煤发电厂 57 座，水电装机占比到 57.7%，天然气占 36.6%。根据世界银行相关数据，截至 2019 年 6 月 26 日，缅甸已建或正在修缮的配电线路共 166.32 千米，已安装变电站数量为 11,350 个。缅甸电力的供给也与需求不匹配，2018 年电力供给为 3.36 吉瓦，需求达到了 3.587 吉瓦。预计从 2019 年到 2022 年，电力需求将保持 12% 的速度增长，到 2022 年电力需求将达到 5.723 吉瓦。缅甸政府拟在 2030 年前实现全民通电，而 2018 年缅甸通电率仅为 43%。且缅甸由于水电比例高，而旱季为电力需求高峰期，导致电力需求高峰期和低谷期差值大，旱季电力供应不足。通过观察每小时发电量，需求高峰期和低谷期相差 1 吉瓦。电力发展落后使得缅甸的通电率不高，也一定程度上阻碍了经济发展。虽然缅甸也参与了东南亚电力互联互通项目中，但是投资不足、采购延迟、项目设计缺乏人力资源是缅甸面临的主要挑战。此外，缅甸行政层面的问题也将影响与邻国电力互联互通的进程。



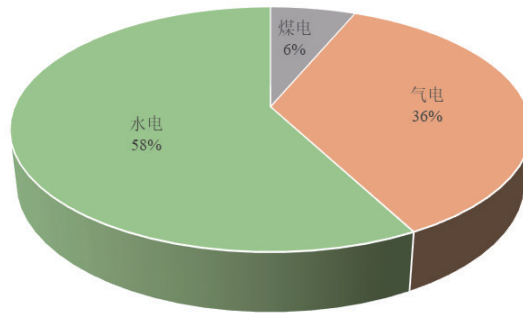


图 3-21 缅甸 2019 年电源结构

(数据来源: IEA)

目前,缅甸电力消费主要以居民用电和工业用电为主,电力消费中,居民用电占 49.3%、工业用电占 30.4%、商业用电占 18.5%、其它 1.8%。位于缅甸中部和南部地区的仰光—内比都—曼德勒沿线是全国主要的政治、经济、文化中心,也是重要的负荷中心,仰光省用电量约占全国总用电量的一半,曼德勒省约占总用电量的四分之一,其余省邦用电量较低,具有极大的电力消纳空间。缅甸境内大约三分之二的地区为无电地区,缅甸农村人口占全国人口比例约 70%,而农村人口中约 84%目前无电可用。而根据缅甸提出的全国电气化计划,计划在 2021 年将全国电力覆盖率提高至 55%、2026 年提高至 75%、2030 年提高至 100%<sup>27</sup>。而若以当前的电网建设进度,实现 2030 年前全通电需要 40 年。因此,不仅要建设成本最低的电网,与此同时微型电网和离网光伏能够很好地解决过多农村家庭,尤其是离电网远的家庭的用电需求,同时也有助于缅甸可再生能源的发展。

### (三) 可再生能源

缅甸清洁能源开发潜力巨大,且缅甸多为农村人口,微型电网以及离网光伏的建设能缓解缅甸农村用电需求的问题。缅甸水资源丰富,水力资源理论蕴藏量超过 1.5 亿千瓦,经济可开发装机容量约 5394 万千瓦,水能蕴藏量的 60%位于东部山区的克钦邦和掸邦,15%位于曼德勒省和实皆省,目前水力资源开发不超过 10%,水力发电潜力巨大。风能资源方面,缅甸全国平均风速 5.26 米/秒,风速最高地区可达 6.67 米/秒。全国风力平均功率

<sup>27</sup> Myanmar National Electrification Plan (NEP), 2014. [https://www.seforall.org/sites/default/files/Myanmar\\_IP\\_EN\\_Released.pdf](https://www.seforall.org/sites/default/files/Myanmar_IP_EN_Released.pdf)





密度 216.6 瓦/平方米, 平均功率密度最高的地区为 345 瓦/平方米, 全国无风电装机。光能资源充足, 其中一级光照占国土面积 21%, 光伏发电潜力巨大, 目前光伏电站正处于初步开发阶段, 市场前景广阔。缅甸已探明天然气储量 6372 亿立方米, 燃气电站工期短, 投产快, 效果立竿见影, 短期内解决缅甸供电压力问题, 缅甸电力部支持开发; 缅甸已探明煤炭储量 2.7 亿吨, 由于气候及其他限制因素, 缅甸煤炭开发前景弱。缅甸当前清洁能源开发程度不高, 其潜在太阳能发电量约为 5.2 万 TWh/年, 风能是 365.1TWh/年, 水电是 108 吉瓦。以水电为例, 缅甸水电技术可开发量为 46 吉瓦, 而目前国内水电装机仅 3.225 吉瓦, 仅占其技术可开发量的 7%左右, 这意味着缅甸清洁能源资源开发潜力巨大。

相关法律规定方面, 缅甸《电力法》规定, 经营电力业务的国内外投资者, 可依照规定向有批准权的政府部门申请, 有关政府部门可经联邦政府同意批准投资者经营联邦管理的大型电力项目 (30 兆瓦以上), 相关省邦政府可依法批准省邦管理的中小型电力项目 (30 兆瓦以下); 获得经营电力项目的国内外投资者, 如欲向国家电网出售电力, 须向相关政府部门申请, 相关政府部门有权批准或拒绝; 获批经营电力业务者, 如同其他企业或机构合营、将整个业务或部分业务抵押、销售、出租, 须向批准营业执照的机构提出申请, 批准营业执照的机构有权批准或拒绝; 在联邦政府的同意下, 相关政府部门有权规定各个地区的电费标准, 并可在适当时候更改; 省邦政府对于自己地区内生产的电力, 可同相关部门协商规定适当的电费标准, 并可以更改。缅甸目前环境保护立法仅出台《环境保护法》一部综合性法律, 除《环境影响评价程序》外, 尚缺乏相配套的单行法、实施细则、环境标准。根据缅甸投资委员会 (MIC) 对电力项目报批程序的规定, 投资者在缅甸开展投资项目, 在向 MIC 报批投资许可时, 项目环评报告将作为投资许可申报附件, 且环评报告需取得环保部批复。目前, 由于缅甸国内环保部门审批效率低、耗时长, MIC 仅要求投资者提供项目环评报告初稿, 可事后取得环保部的批复。

缅甸还在制定其国家可再生能源政策, 一旦得到认可和启动, 将提交联合国气候变化框架公约 (UNFCCC)。缅甸第 28 号气候变化政策、缅甸气候变化战略 (2018-2030 年) 和缅甸气候变化总计划 (2018-2030 年) 也与能源和电力行业的可持续发展低碳能源运输和工业系统相关。相关法律政策还包括: 可再生能源法、可再生能源条例、可再生能源奖励计划等。



缅甸急需大力开发电力项目以满足其用电需求。根据《缅甸国家电力规划》预测，2030年缅甸电力装机达到2878万千瓦，装机缺口达到约2300万千瓦。缅甸在更新国家自主贡献中承诺，到2030年可再生能源在装机容量中占比11%，相当于2000兆瓦。

表 3-5 缅甸正在开发的可再生能源和水电项目

序号	可再生能源项目	容量	备注
1.	敏布太阳能项目	170 MW	已完成40 MW
2.	苗妙混合太阳能项目	8.25 MW	持续中
3.	羌达风电项目	30.0 MW	预可行阶段
4.	<u>电力能源部太阳能招标</u>	<u>1060 MW</u>	<u>招标中</u>
<b><u>总计（风能，太阳能）</u></b>		<b><u>1268.25 MW</u></b>	
5.	瑞丽江三期水电项目	672MW	2020年三月完成11.69%
6.	Deedoke 水电项目	60 MW	2020年三月完成1.727%
7.	上耶涯游水电项目	280 MW	2020年三月完成44.41%
8.	中邦朗水电项目	152 MW	2020年三月完成5.17%
9.	上坑塘水电项目	51 MW	2020年三月完成57.85%
10.	上Balu Chaung水电项目	30.4 MW	2020年三月完成45.49%
11.	德铁水利发电项目	111 MW	2020年三月完成57.38%
12.	Nan Paw水利发电项目	20 MW	2020年三月完成10%
<b><u>总计水电</u></b>		<b><u>1376.4 MW</u></b>	

（来源：缅甸更新 NDC）

#### （四）能源效率

节能炉灶以及基于液化石油气（LPG）的炉灶推广，来取代农村地区燃烧木柴等，能够大大提高能源效率，既能降低森林砍伐的现象，亦能降低排放。2015年，缅甸的电网覆盖率仅为34%，而农村地区则仅为16%。几乎所有农村人口都靠木柴生火做饭，缅甸政府亦声称这是导致该国森林砍伐的主要原因。目前该国的森林砍伐率位列全球第三。缅甸拟



将在 2021-2030 年通过推广 510 万台节能炉灶，预计累计减排将达到 1,299 万吨二氧化碳。另一方面，缅甸私营部门以木头和木炭为燃料的传统炉灶也将逐步被 LPG 炉灶取代，缅甸政府拟为私营部门分配 100 万个液化石油气炉灶，到 2030 年预计能够减排 1,494 万吨二氧化碳。另外，缅甸还设定了一系列部门 2030 年能效提升的目标：建筑部门能效提高 7.8%、工业部门提高 6.63%、商业部门提高 4% 以及其他部门提高 1.36%。该系列能效提升目标，是为了支撑缅甸 2030 年有条件能效提升 20% 的目标，因此缅甸需要与可再生能源以及化石能源、供热和制冷标准以及这些部门涉及的相关技术，制定基线数据和缓解行动方面的帮助<sup>28</sup>。

## 八、泰国

泰国地处中南半岛中部，东南临太平洋泰国湾，西南临印度洋安达曼海。西部及西北部与缅甸交界，东北部与老挝毗邻，东连柬埔寨，南接马来西亚。泰国国土面积 51.3 万平方公里，在东南亚地区仅次于印度尼西亚、缅甸；50% 以上为平原和低地。泰国地势北高南低，由西北向东南倾斜。按地形分为肥沃广袤的中部平原，山峦起伏的东北部高原，丛林密布的北部山区，风光迷人的南部半岛。

联合国贸发会议发布的 2020 版《世界投资报告》显示，2019 年，泰国吸收外资流量为 41.46 亿美元；截至 2019 年底，泰国吸收外资存量为 2544.16 亿美元。日本是最大的投资来源国，其次是中国，第三是美国。据中国商务部统计，2019 年中国对泰国直接投资流量 13.7 亿美元。截至 2019 年末，中国对泰国直接投资存量 71.9 亿美元。2019 年，泰国企业对中国投资流量 1.06 亿美元；截至 2019 年末，泰国企业累计对华直接投资 43.75 亿美元。

**泰国经济体量与碳排放总量在东盟十国中均排名第二，仅次于印尼。**根据世界银行数据显示，泰国 2020 年 GDP 为 5017.95 亿美元，在东盟十国中仅次于印尼，占东盟总比重为 17%；2020 年，泰国人均 GDP 为 7189 美元。2017 年，泰国碳排放总量约为 244.3MtCO<sub>2</sub>，是东盟第二大排放国，也约占东盟总排放比重的 17%。

---

<sup>28</sup> 数据来源：The Republic of the Union of Myanmar, 2021. NATIONALLY DETERMINED CONTRIBUTIONS.  
<https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Myanmar%20First/Myanmar%20Updated%20%20NDC%20July%202021.pdf>



## （一）产业结构

工业对泰国经济拉动贡献最大，其中汽车工业更是泰国最大的支柱产业，其向新能源汽车产业的转变是泰国转型的重点。泰国工业（尤其是重工业）的兴起并取代农业成为其最大产业，是泰国近来 GDP 迅速增长的最大动因之一。2020 年，泰国工业增加值占 GDP 比重达到了 33%。其中汽车工业是泰国第一大支柱产业，泰国汽车出口量大于内销量，自 2012 年始，泰国最大出口商品为汽车，主要的五大出口目的地分别是澳大利亚、菲律宾、沙特阿拉伯、印度尼西亚和马来西亚。2018 年，泰国是世界第 12 大机动车生产国和第 5 大轻型商用车生产国，东盟最大的机动车生产地<sup>29</sup>。2019 年泰国汽车产量为 20 万辆，汽车销量达一百万辆，而泰国新能源汽车产销虽与以往相比有所增长，但是与传统汽车相比并不显著。在相关产业政策规划支持下，新能源汽车销量方面，2017 年达 1.12 万辆，2018 年超过 3 万辆，其中轻混和微混电动车销量占比超过 67%，插电式和纯电动汽车占比约为 33%。早前泰国也已制定了工业行业迈向高质量发展的计划——“泰国 4.0”，其中汽车工业的发展已经成为了泰国的首要目标，以新能源汽车为代表的新一代汽车被列为政府重点发展产业（表 3-6）。泰国能源部长表示，正就电动汽车产业发展制定能源推动政策，与相关政府部门合作进行，同时专门设立了国家电力设施基础发展以应对电力汽车产业的来临，根据国家 2015 年能源和环境发展计划（EEP 2015），初步支持目标是至 2036 年要为国内电动汽车保有量 120 万辆提供足够的充电站及电力系统使用支持。

表 3-6 “泰国 4.0”计划中的十大目标产业

传统产业	未来产业
新一代汽车制造	工业机器人
智能电子	航空与物流
高端旅游与医疗旅游	生物能源与生物化工
农业与生物技术	数字经济
食品深加工	医疗中心

（资料来源：安永，2020）

<sup>29</sup> 数据来源：商务部国际贸易经济合作研究院，2021. 对外投资合作国别（地区）指南 泰国（2020 年版）.  
<http://images.sh-itc.net/202106/20210603135530506.pdf>



泰国农业占 GDP 比重稳定在 10%左右，而其农业的发展取代森林资源也是泰国低碳发展的隐患。泰国虽然农业增加值占比从 20 世纪 70 年代的 36%下降到了现在的 10%左右，但是这并不影响泰国对于农业的依赖程度。农产品是泰国重要出口商品之一，主要农产品包括：稻米、天然橡胶、木薯、玉米、甘蔗、热带水果。泰国是世界第一大橡胶生产国和出口国，以及第一大木薯和大米出口国。橡胶年产量约 450 万吨，占全球总产量三分之一。所产橡胶绝大部分出口，年出口量占全球橡胶出口总量 40~45%。2018 年橡胶出口为泰国带来 46.02 亿美元收入。木薯产量世界第三，60%用于出口。2019 年泰国大米出口 758 万吨，比 2018 年 1100 万吨大幅减少，主要原因是泰铢升值约 40%。而根据联合国粮食及农业组织 2016 年报告显示，东南亚部分国家森林净减少了 10,562 千公顷，而农业用地净增加了 13,484 千公顷，泰国变化趋势明显（表 3-7）。

表 3-7 2000-2010 年农业用地面积净增加和森林面积净减少的国家

区域	国家	森林净减少 (千公顷)	农业用地净 增加 (千公顷)
非洲	安哥拉、贝宁、布基纳法索、喀麦隆、乍得、埃塞俄比亚、几内亚、利比里亚、马达加斯加、马拉维、马里、尼日尔、塞内加尔、塞拉利昂、乌干达、坦桑尼亚、赞比亚、津巴布韦	-19821	31190
亚洲	柬埔寨、印度尼西亚、缅甸、菲律宾、斯里兰卡、泰国	-10562	13484
欧洲	芬兰	-227	74
中美洲	萨尔瓦多、海地、洪都拉斯、巴拿马	-1421	545
南美洲	阿根廷、巴西、巴拉圭、秘鲁	-29834	32068
	合计	-61865	77287

（资料来源：联合国粮食及农业组织，2016）

## （二）能源结构

泰国的能源与电源结构严重依赖于化石能源，能源严重依赖于进口，可再生能源发电占比并不显著，光伏发展潜力巨大。根据 IEA 的 2019 年的数据显示，泰国最大的发电量





是来源于天然气（64%）和煤炭（20%），分别达到了 115640 吉瓦时和 36408 吉瓦时（图 3-22）。泰国发电装机也是以煤炭和天然气为主，其中 2017 年的煤炭装机量为 6059 兆瓦，在东盟各国中排名第四<sup>30</sup>。虽然泰国可再生能源装机量达到了 26%左右，但是其实际发电量仅占总发电量的 12%（除去水电）。尤其是其优势能源太阳能发电量仅为 4537 吉瓦时，在总发电量中仅占 2%。值得注意的是，由于泰国农业发达，故在生物质能上具有比较优势，2019 年生物质发电在可再生能源之中占比最高，达到了 9%。2019 年 4 月，泰国通过了《泰国电力发展规划 2018-2037（PDP2018）》，相比 PDP2015，本次计划适应了国内不断变化的电力需求，有助于提高国内可再生能源占比以及尽早达到减排目标，促进行业低碳可持续发展。根据新的规划，2037 年泰国电力装机将达到 77.211 吉瓦，其中 20.766 吉瓦来自于可再生能源发电；到 2037 年光伏装机容量约 15 吉瓦，其中包括家庭屋顶光伏计划的 12.7 吉瓦和由国营发电局运营的 9 个水坝上漂浮式光伏发电项目的 2.7 吉瓦。与此同时，可再生能源发电中将有约一半的电力来自于光伏发电。另外需要注意的是，泰国能源严重依赖于进口，根据世界银行 2014 年的数据，泰国有接近 42%的能源使用是来自于进口能源。另外，根据能源基金会的《东盟电力互联互通项目实施现状及前景分析》中的分析显示，在东盟区域电力的贸易中，泰国进口规模最大，2016 年电力进口量为 19,825 吉瓦时，远远高于排名第二的越南（2,396 吉瓦时）。

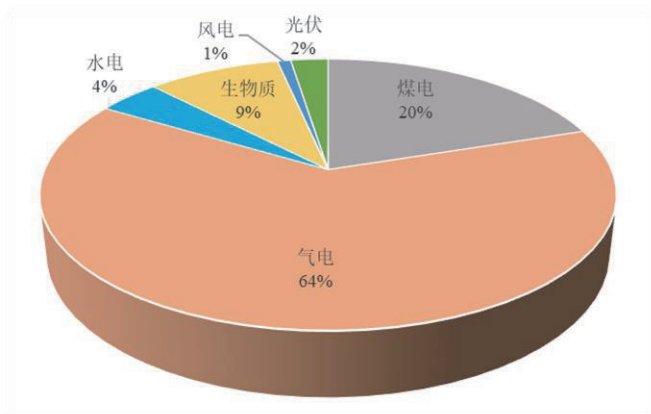


图 3-22 2019 年泰国电源结构

（数据来源：IEA）

<sup>30</sup> ACE, 2019. Cleaner Coal Utilization Roadmap in ASEAN. <https://aseanenergy.org/study-on-cleaner-coal-utilization-roadmap-in-asean/>



### （三）可再生能源

泰国太阳能资源相对较好，由于其农业发达使得其与生物质能也具有一定优势，而风能和水能资源均存在局限。泰国太阳能资源丰富，内陆中部年太阳能辐射总量大于 $1,750\text{kWh}/\text{m}^2$ ，年日照时数达 $1,800$ 个小时，属于太阳能资源丰富的地区，具有很强的太阳能资源优势。其光伏技术可开发量为 $1,560.5$ 吉瓦，位列东盟第三，仅次于缅甸和柬埔寨。根据《东盟国家光伏规模化发展创新模式研究》数据显示，泰国光伏开发可用土地面积为 $39,012\text{km}^2$ ，占泰国 $7.6\%$ 国土面积，光伏技术可开发量 $1,560.5$ 吉瓦，光伏发电潜力约 $2,040\text{TWh}/\text{a}$ ，光伏发电潜力巨大。泰国水能资源主要分布在湄南河和湄公河，据统计，湄公河大部分河段河槽深切，多峡谷，适宜建坝，其水能理论蕴藏量为 $58,000$ 兆瓦，可开发水能估计为 $37,000$ 兆瓦，年发电量为 $180,000$ 吉瓦 $\cdot\text{h}$ ，但其中的 $33\%$ 在柬埔寨、 $51\%$ 在老挝。由于湄公河水能分布于泰国的比重较小，且为国际河流、与老挝的界河，水能开发条件有限。而湄南河落差较小，不适宜建高坝大库，水力发电资源有限。风能资源方面，泰国风速最大区域基本位于泰国中部、西部的高山上，这些区域的平均风速在 $6.0$ 米/秒以上，但是存在地形复杂、地势陡峭等情况，建设难度较大。北部及南部平原区域平均风速在 $4.0\text{m}/\text{s}$ 以下，资源水平一般。中部、东部区域风能资源条件相对较好，风速在 $5.0\sim 5.5$ 米/秒之间，部分区域风速接近 $6.0$ 米/秒。

泰国相对发达的农业也为其生物经济产业提供了良好的发展空间。十多年来，泰国已将大量政府资源用于创建和参与可持续发展经济。这包括朝着生物燃料、生化和生物技术领域的方向前行。2004年，泰国制定了《国家生物技术框架》，该框架有助于为国家创造条件以及提升能力来实现其生物技术的发展目标。紧随其后的是2012-2021年《国家生物技术政策框架》，该框架旨在鼓励创新、增强整体竞争力和在整个生物经济中提高更大的生产力。其他后续政策包括2015年《可替代能源发展计划》（AEDP），以及自2015年以来关于泰国4.0经济的增长计划。由于2017年泰国消耗的超过 $55\%$ 的能源是从国外购买的，稳定的国内能源的生产供应仍然是政府的当务之急。

为了在2065年实现碳中和能源目标，泰国重点关注创新和研发，特别是低碳发电、碳捕捉和储存、使用碳捕捉和储存的生物能源和氢经济领域。运输部门将优先在公共交通





基础设施和网络采取降碳措施。加速改造发展公共电动汽车快速充电网络和加氢站的建设。泰国能源部制定的 2021 年实现碳中和目标的新能源政策框架包括：（1）政策方向：到 2030 年，提高可再生能源发电占比到至少 50%，电动汽车占比至少到 30%，到 2037 年通过降低能源强度将能源效率至少提高 30%，通过降碳、数字化、地方分权、放松管制和电气化促进能源系统转型。（2）制定电力领域能源系统转型框架：电网现代化，以支持智能能源管理和能源储存系统等颠覆性技术；通过智能微型电网支持 P2P 和净计量市场；低碳电气化，发展纯电动汽车和电动汽车基础设施建设。（3）制定可替代能源框架：到 2050 年将可再生能源发电量提高到 50%，并在长期内整合能源储存，以减轻能源价格上涨带来的影响。能源系统转型需要：增加国内可再生能源产量；推动分散式发电、微电网和基层经济；实现并网和非并网地区可再生能源控制中心平台的数字化；提供激励和政策支持可再生能源投资和市场；促进可再生能源技术投资、生物经济、氢能和生物喷气机的研发。

能源部门面临的一些主要障碍包括输电线路容量不足、缺乏金融机构投资支持、缺乏技术资源，以及公众接受度不高等。可再生能源开发也面临同样问题。泰国启动了上网电价、税收激励、政府拨款和风险投资等支持机制，但为了更快速的可再生能源部署，必须制定激励措施以鼓励技术开发者合作和技术分享，以便实现更大规模的技术转让。国际资金对清洁能源技术、知识产权购买和技术转让的支持也将对于发展中国家加速推广可再生能源技术提供宝贵支持。

#### （四）能源效率

泰国向低碳经济转型的关键是发展先进技术，用以支持泰国 4.0 战略。实施智能能源，特别是智能电网倡议，是能源部总体计划下的一项国策。在未来，泰国电力将与环境友好发展目标相适应，而要达成这一目标发展智能电网是尤为重要的，因为它能提升整个电力管理系统。根据该政策，到 2036 年前，国有企业对智能电网的投资要达到近 2000 亿泰铢（63.54 亿美元），以提高能源供应能力，提高能源利用效率，提升电网灵活度，减少碳排放量。近日，泰国国家电力局也启动未来 10 年全国输电网络升级改造发展总体规划，预计 17 个具体项目的投资总金额将不低于 2400 亿铢。按照总体发展规划，2021 年至 2030 年的未来 10 年间，泰国国家电力局将分两阶段推进落实电网升级改造计划。其中第一阶段前 5 年计划（2021 至 2025）安排的投资预算，合计 1364.05 亿铢，而第二阶段后



5 年计划（2026-2030）预算为 1061.62 亿铢。两阶段合计总预算 2425.67 亿铢。

## 九、老挝

老挝是中南半岛北部唯一的内陆国家，北邻中国，南接柬埔寨，东接越南，西北达缅甸，西南毗邻泰国。老挝境内湄公河长度为 1800 公里，国土面积 23.68 万平方公里，人口 691.4 万。老挝矿产资源丰富，属中国三江成矿带延伸部分，金、银、铜、铁、钾盐、铝土、铅、锌等矿藏储量可观；水电资源充沛，湄公河水能蕴藏量 60%以上在老挝境内，全国 200 公里以上河流 20 余条，有 60 多个水能丰富的水电站建站点；土地资源丰厚，日照时间长，雨水充足，农业开发条件较好。近年来，老挝政治保持稳定，经济快速发展。

根据联合国贸发会《2020 年世界投资报告》，2019 年老挝吸引外资 5.57 亿美元，截至 2019 年末，累计吸引外资 99.3 亿美元。中国是老挝外国直接投资最多的国家，此后依次是泰国、越南、韩国、法国、美国、日本、马来西亚、澳大利亚等。

**老挝经济体量在东盟十国中仅高于文莱；碳排放量较少，排倒数第三。**根据世界银行数据显示，2020 年老挝 GDP 为 191 亿美元，仅占东盟总体 GDP 的 1%；老挝 2020 年的人均 GDP 为 2630.2 美元。根据 IEA 的数据显示，2017 年老挝碳排放量为 18MtCO<sub>2</sub>，占东盟整体排放的 1.3%。

### （一）产业结构

**老挝产业结构无高耗能、高排放特征，主要支柱产业是能源矿产以及旅游业。**数据显示，2020 年，老挝三产占比为 16.20%：32.08%：40.64%（图 3-23）。对于旅游业而言，老挝琅勃拉邦市、巴色瓦普寺已被列入世界文化遗产名录，著名景点还有万象塔銮、玉佛寺，占巴塞孔埠瀑布、琅勃拉邦光西瀑布等。革新开放以来，旅游业成为老挝经济发展的新兴产业。近年来，老挝与超过 500 家国外旅游公司签署合作协议，开放 15 个国际旅游口岸，同时采取加大旅游基础设施投入、减少签证费、放宽边境旅游手续等措施，旅游业持续发展。根据世界经济论坛发布的旅游竞争力指数报告，老挝在 136 个经济体中排名第 94 位，2018 全年到老挝的游客达 400 多万人次。对于能源矿产业，截至目前，老挝能源矿产开发第八个五年规划（2016-2020 年）执行良好，能源矿产业发展总体顺利。在矿产领域，老挝政府共批准 193 家公司从事地质勘探和矿产开发，其中地质勘探公司 69 家、



项目咨询公司 43 家、矿产开发公司 81 家。过去五年，能源矿产业共计向政府纳税 17.54 亿美元，占 GDP16%，其中电力和矿产行业分别纳税 10.2 亿美元和 7.34 亿美元。

**老挝农业以水稻种植为主，水稻种植方式的改良既能提高产量保证其食品安全问题，也能带来排放的降低。**水稻是老挝的主要主食作物，对粮食安全和就业至关重要。该国 80% 以上的农民种植水稻，水稻种植面积约占该国耕地面积的 60%。然而，老挝的山区地形、季风频繁的热带气候、土壤侵蚀、合适水稻品种的缺乏加上肥料的使用不足限制了水稻产量，威胁着这个农业社会的生计。由于该国 72% 的水稻种植面积依赖自然降雨，预计气候变化状况下日益多变的降雨模式将对水稻生产产生破坏性影响。老挝也尝试了一系列水稻种植模式，如原子能机构与联合国粮食及农业组织（粮农组织）合作，通过使用稳定同位素技术确定的更佳土壤和养分管理做法，支持老挝农民将水稻产量提高了 60%。老挝政府也拟在有资金和技术支持下，对 7.5 万公顷的低地水稻种植中的水资源管理实践，包括：1) 提高缅甸农村社区的能力建设；2) 改造灌溉系统，通过以上该措施来减少水稻种植土壤中有机的厌氧分解，该措施拟于 2020 年至 2030 年平均每年减排 128kt 二氧化碳<sup>31</sup>。

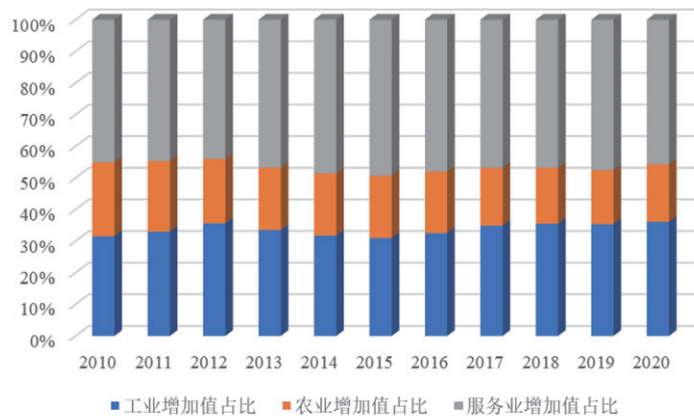


图 3-23 老挝历年各产业占比

（数据来源：世界银行（工业、农业数据），快易理财网（服务业数据））

<sup>31</sup> Lao People's Democratic Republic Peace Independence Democracy Unity Prosperity, 2021. Nationally Determined Contribution (NDC). [https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Lao%20People's%20Democratic%20Republic%20Fi rst/NDC %202020%20of%20Lao%20PDR%20\(English\),%2009%20April%202021%20\(1\).pdf](https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Lao%20People's%20Democratic%20Republic%20Fi rst/NDC%202020%20of%20Lao%20PDR%20(English),%2009%20April%202021%20(1).pdf)



## （二）能源结构

煤炭资源为老挝重要的能源资源，其能源消费也以煤炭为主，由于资金和技术限制，老挝油气资源储量不明。老挝的工业用煤炭主要有两种：褐煤和无烟煤，总储量约为 6.4 亿吨，主要分布在老挝的西北部。根据老挝煤炭资源分布情况，从煤炭供应可靠方面分析，老挝有条件建设上规模的煤电厂的省份主要有：沙耶武里省（Sayabuly）、沙拉湾省（Saravan）、丰沙里省（Phongsaly）、乌多姆塞省（Oudomxay）、琅南塔省（Luangnamtha）和川圹省（Xiengkhuang）。老挝褐煤占工业用煤炭总储量的绝大多数，储量约 5.76 亿吨，占总储量的 90%以上，主要分布在 Hongsa 盆地，Viengphoukha 盆地，Khangphaniang 盆地及 Mong phane 盆地，其中与泰国相邻的沙耶武里省 Hongsa 盆地的褐煤总储量约 5.1 亿吨，占老挝工业用煤炭总储量的 80%左右，是老挝的重要煤炭基地。目前老挝已在 Hongsa 地区建成装机 1800 兆瓦的大型火电厂，并将其大部分电力出口泰国。目前老挝燃油还全部依赖进口，天然气和煤气在老挝还是一个空白。90 年代初，英国石油公司对老挝南部的石油和天然气进行了勘探，论证认为老挝南部的沙湾拿吉平原和巴色平原存在有石油和天然气分布可能。但由于老挝没有海港，也没有炼油厂，更主要是没有资金和技术支持，因此至今未见进一步研究成果。根据 IEA 数据显示，2018 年老挝虽然可再生能源消费占比较高，达到了 26%，但是老挝主要能源消费还是来自煤炭，占总消费高达 63%（图 3-24）。

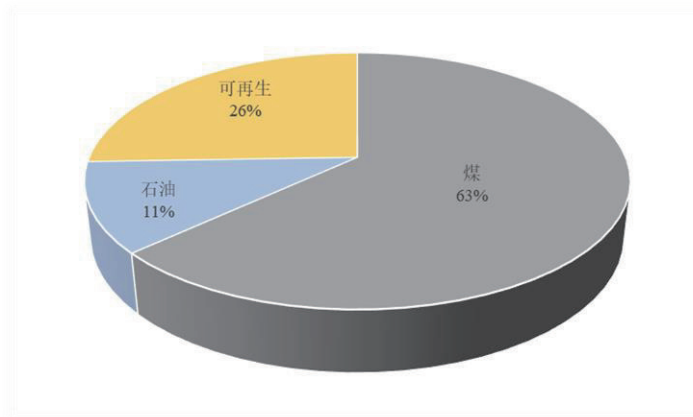


图 3-24 老挝 2018 年能源消费结构

（数据来源：IEA）

从具体的电力市场数据来看，2019 年，老挝电力行业装机容量 906.4 万千瓦，全国用



电覆盖率 90%，全社会用电量 65.9 亿千瓦时，人均用电量 941 千瓦时。**目前**老挝电力市场饱和，老挝能矿部政策司相关报告，老挝国内 2019 年、2020 年仅在 3 月用电负荷和电力供应达到供需平衡，电力负荷约 1200 兆瓦，其余月份均供大于求，其中 2019 年电力供应能力最大超出用电负荷约 550 兆瓦（8 月），2020 年电力供应能力超出用电负荷约 800 兆瓦（8 月），供过于求现象进一步加剧。2019 年、2020 年用电量全年供大于求，雨季尤其突出，其中 2019 年最大弃电月份（8 月）造成 450 吉瓦时的电量损失，2020 年最大弃电月份（8 月）造成 650 吉瓦时的电量损失。**在未来**，老挝仍有较多的在建电力项目在今后几年将逐步投产，同时用电负荷需求增长远低于供电能力增长，2025 年老挝旱季（1 月、2 月、3 月、4 月）国内用电负荷基本达到供电平衡，其余月份电力系统供电能力将超过实际电力负荷需求，在雨季（6 月、7 月、8 月、9 月）尤为突出，最高约 800 兆瓦。到 2030 年，随着老挝用电需求快速增长，同时老挝加大与周边国家进行电力互联互通，届时老挝国内电力供大于求的局面将得到解决，雨季电力系统负荷基本达到供需平衡，旱季出现一定的用电负荷缺口（约 700 兆瓦）需求从邻国进口。

老挝的电网布局分为北部、中部 1、中部 2 和南部四个区域，现有 1 个国家调度中心和 3 个区域调度中心。电网最高电压等级为 500 千伏，主要为向泰国送电通道；北部和中部区域现通过纳塞-朗勃拉邦-本代的 230 千伏链式网络相联；各区域内的电网以 115 千伏为主。其输电网络还未实现全国覆盖，输配电网络目前仅覆盖了 92.39% 的家庭，四个分区也尚未实现高压等级的主干网连通，部分农村和偏远山区仍无电力供应，需要从泰国、越南和中国进口电力。电网输送可靠性方面，老挝电网单回路和单环结构较多，电源中心和负荷中心之间送电距离长，导致供电电能损耗大、可靠性低。老挝电网线损率处于持续攀升状态，截至 2019 年年底线损率达到 12.10%，电网升级改造亟待推进。

### （三）可再生能源

老挝拥有丰富的水能和太阳能资源，水电也是老挝主要的发电来源。需要注意的是，老挝也是采取火电作为水电的补充电源，且未来仍存火电布局。对于水能而言，老挝境内河流众多，河网密集，主要河流有湄公河及其支流、朱江和马江的上游段。老挝湄公河委员会认为可开发装机容量为 35,000 兆瓦以上；根据中国电建昆明院对老挝境内 61 条主要河流与老挝境内湄公河干流的资源量进行了统计测算，老挝国内主要河流理论蕴藏量达





55,097.4 兆瓦，技术可开发量 25,323 兆瓦。对于太阳能而言，老挝为热带雨林气候，受强烈的季候风影响，阳光充足。老挝冬季较适宜太阳能发电，而夏季阴雨潮湿较多，发电能力略下降。老挝每年平均有 2420 小时光照时间，夏季每天有 4 个阳光小时；冬季每天有 8 个阳光小时，高于世界平均水平。老挝太阳辐射范围在 2.0~5.0 千瓦时/米/天，平均 4.0~4.5 千瓦时/米/天。据 Global Horizontal Irradiation 测算，老挝平均太阳辐射指数为 1700 kWh/m<sup>2</sup>。相比较而言，“最佳太阳能发电国”的平均太阳辐射指数在 1,800 千瓦时/平方米左右，可见老挝太阳能资源相对丰富。根据 IEA 的 2019 年数据显示，老挝主要发电是依靠水电，占比高达 65%，生物质和光伏发电也有些许应用，但是占比并不高，分别为 45 吉瓦时和 17 吉瓦时，占比均不及 1%。需要注意的是，老挝虽然目前只有一家火电站尚在运营，主要是向泰国出口电力，但是老挝未来仍存火电的布局，如老挝去年 5 月份，政府与两家公司签署了一项协议，为在该国南部省份 Sekong 开发拟议的 1000 兆瓦燃煤电厂的可行性研究开了绿灯，该电厂主要是以便宜而排放高的褐煤为燃料，计划于 2027 年上线，它将向邻国泰国、柬埔寨和越南出口电力。除了新批准的项目外，老挝还有更多的煤炭企业正在筹建中。去年 10 月，老挝与柬埔寨达成了一项协议，将另外两个新的燃煤电厂的电力出售给该国，该电厂的总装机容量为 2400 兆瓦。这些项目也将位于 Sekong 省，定于 2024 年至 2027 年分阶段投入使用。

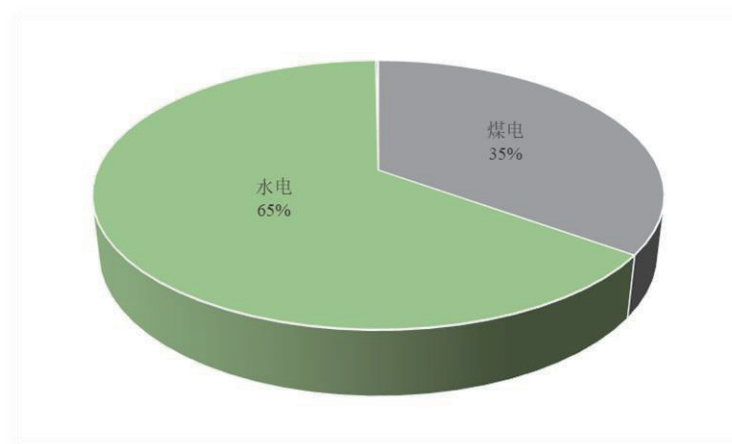


图 3-25 老挝 2019 年电源结构

(数据来源：IEA)

老挝已出台了一系列法律，支持推进能源行业的可持续发展。2017 年修订版《电力法》





鼓励一切市场主体投资于电力生产领域，以便满足城乡各族人民的用电需求，也可把电力资源作为出口商品出口创汇。相关政策规定，参与电力行业的外国投资者可以按照“协议联合经营”、与老挝投资者成立“混合企业”和“外国独资企业”等3种方式到老挝投资，电力行业无特殊规定，外资可控股。老挝《环保法》规定，个人或组织在实施项目中必须负责预防和控制水、土地、空气、垃圾、有毒化学物品、放射性物品、振动、声音、光线、颜色和气味等污染；禁止随意向沟渠、水源等倾倒、排放超标污水和废水；禁止排放超出空气质量指标的烟雾、气体、气味、有毒性化学品和尘土；生产、进口、使用、运输、储藏和处理有毒化学物品或放射性物品必须依照相关规定执行；禁止随意倒放垃圾，必须在扔弃、燃烧、埋藏或销毁前进行划定或区分垃圾倒放区域；禁止进口、运输、移动危险物品通过老挝水源区、境内或领空。2010年2月16日老挝对《环境评价条例》进行了修订。此次修订推出了严格的环评程序，进一步完善了公众参与制度。

政府也通过相关政策支持投资，提出2025年一次能源供应中非水可再生能源占比达到30%。其中生物质至2025年达到40兆瓦，2030年达到100兆瓦；太阳能2025年达到300兆瓦，2030年达到600兆瓦；风电2025年达到600兆瓦，2030年达到1,500兆瓦。老挝具有丰富的资源及较低的发电成本优势，也致力于将老挝打造成为“东南亚蓄电池”，经过几十年的发展，老挝与周边国家建立了紧密的电力互联互通关系，在政策、经济、基础设施等方面为电力互联互通奠定了基础。例如越南、柬埔寨经济正处于高速发展时期，用电需求快速增长，存在较大的供电缺口，需从周边国家进口电力满足自身用电需求；泰国受资源等因素制约，用电成本较高，需要从老挝进口廉价的电力降低自身用电成本。目前老挝与周边国家泰国、柬埔寨、越南分别签署了9,000兆瓦、2,900兆瓦、5,000兆瓦跨境售电谅解备忘录，分别使用6,676兆瓦、235兆瓦、627兆瓦，协议仍有装机规模缺口2,324兆瓦、2,665兆瓦、4,373兆瓦。老挝与缅甸、中国有少量的电力贸易，也在积极推进电力贸易谅解备忘录签订工作（与缅甸300~500兆瓦容量、与中国1,000~3,000兆瓦）。2020年，南方电网与老挝国家电力公司EDL组建成立老挝国家输电公司，将推进老挝国内和与周边国家230千伏及以上的线路建设，进一步促进老挝与周边国家互联互通。同时为解决老挝国内电力消纳问题，老挝政府不断推进与周边国家跨境电力贸易，届时老挝电力市场可进一步取得较大发展。



#### （四）能源效率

老挝当前烹饪所用锅炉燃料并不清洁，且效率低下；另外老挝也致力于交通部门的运输效率提升。根据 CEIC（环亚经济数据库）数据显示，当前老挝采取清洁高效烹饪技术的家庭虽然在增加，但是 2016 年该比例只有 5.62%。因此老挝推广节能高效的烹饪锅炉，能够大大节省烹饪过程中的能源消费，以显著降低排放（图 3-26）。老挝拟将于 Vientiane Capital、Savannakhet 以及 Champasack 三地先推广 50,000 个节能烹饪炉灶。另外，老挝交通部门是排放占比第二大部门，交通运输效率的提升也有助于节能减排（图 3-27）。一方面，积极推动中老铁路的建设和营运，2015 年底中老铁路举行开工奠基仪式，2016 年 12 月正式举行全面开工仪式，中老铁路计划于 2021 年 12 月正式通车，将带动磨丁—磨憨跨境经济合作区的发展。中老铁路是老挝第一条电气化铁路，蓬洪牵引变电所是第一座建成的牵引变电所，对后续牵引变电所的建设起着良好的示范作用，为中老铁路工程实现“电通”迈下坚实的一步，也正式开启老挝铁路电气化新时代。该铁路的建成将减少部分私人出行以及货运周转，预计 2020 年至 2030 年平均每年能够减排 300ktCO<sub>2</sub>；另一方面，老挝将致力于 BRT (Bus Rapid Transit system) 的建设和应用，预计将于 2020 年至 2030 年平均每年减排 25ktCO<sub>2</sub><sup>32</sup>。

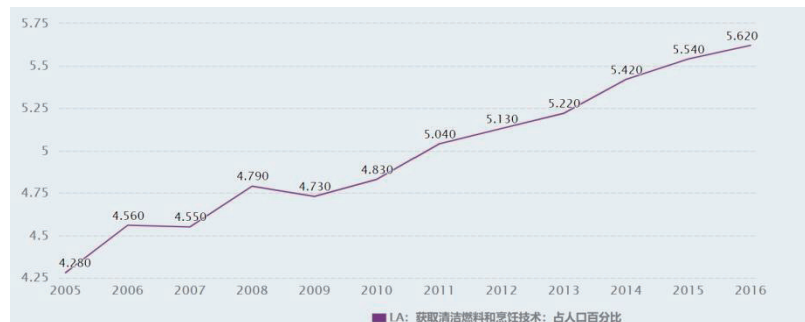


图 3-26 老挝采取清洁燃料和烹饪技术的人口占比

（数据来源：CEIC）

<sup>32</sup> Lao People's Democratic Republic, 2021. Nationally Determined Contribution (NDC).

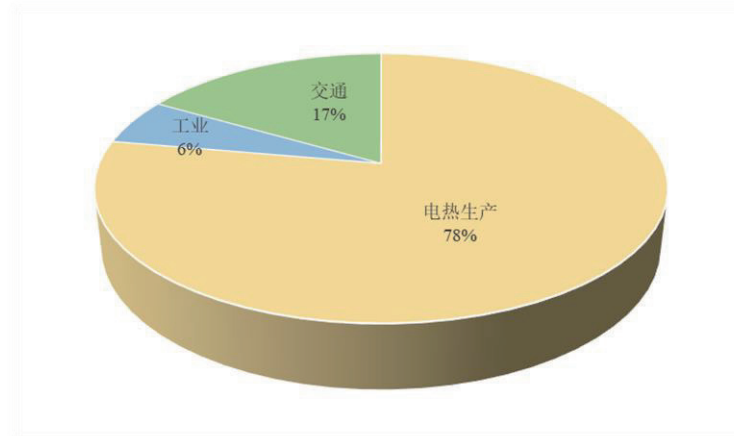


图 3-27 2019 年老挝主要排放部门占比

(数据来源: IEA)

## 十、柬埔寨

柬埔寨位于亚洲中南半岛南部，东部和东南部同越南接壤，北部与老挝交界，西部和西北部与泰国毗邻，西南濒临暹罗湾。湄公河自北向南横贯全境。国土面积 181,035 平方公里，海岸线长约 460 公里。首都金边（Phnom Penh），面积 678 平方公里，是全国的政治、经济、文化和教育中心和交通枢纽。柬埔寨盛产柚木、铁木、紫檀、黑檀等高级木材，并有多种竹类。木材储量约 11 亿多立方米。森林覆盖率 61.4%，主要分布在东、北和西部山区。矿藏主要有石油、天然气、磷酸盐、宝石、金、铁、铝土等。水资源丰富，洞里萨湖为东南亚最大的天然淡水湖，素有“鱼湖”之称。西南沿海也是重要渔场，多产鱼虾。

据柬埔寨发展理事会统计，2019 年柬埔寨吸收外国投资 47.48 亿美元。其中，中国是最大外资来源地，协议投资 37.16 亿美元，占柬埔寨吸引外资总额的 80%。2019 年柬埔寨前三大外资来源地分别是中国（37.16 亿美元）、英属维尔京群岛（4.63 亿美元）、日本（2.99 亿美元）。主要投资领域为基础设施、银行业、制造业、农业等。据《世界投资报告（2020）》显示，2019 年当年，柬埔寨吸收外国投资流量 37.06 亿美元，截至 2019 年底，柬埔寨吸收外国投资存量 340.3 亿美元。

中柬双边经贸规模不断扩大，中国已连续多年是柬埔寨最大外资来源国。中方统计，2019 年，中柬双边贸易额 94.3 亿美元，增长 27.7%；对柬埔寨非金融类直接投资 6.9 亿



美元，增长 7.2.%；在柬埔寨新签工程承包合同额 55.8 亿美元，增长 93.6%；完成营业额 27.8 亿美元，增长 54.1%。两国在电力、农业、旅游开发、经济特区、信息通信等领域的投资合作取得积极成果，为柬埔寨社会经济发展作出重要贡献。

**柬埔寨经济发展水平在东盟十国中排倒数第三，仅高于文莱和老挝；其碳排放水平也仅仅高于文莱，排在倒数第二。**根据世界银行的数据显示，柬埔寨 2020 年 GDP 为 253 亿美元，仅占东盟总 GDP 的 1%；根据 IEA 的数据显示，柬埔寨 2017 年碳排放为 10.8MtCO<sub>2</sub>，仅占东盟总排放的 0.78%。

### （一）产业结构

**旅游业是柬埔寨最大的支柱产业，制衣业和建筑业是柬埔寨另外两大核心产业。**据柬埔寨工业、科学、技术和创新部统计，2019 年全国共有工厂 1730 家，雇佣工人约 104 万人，其中 1069 家纺织、服装、制鞋和箱包厂，雇用工人 92.33 万，增长 5%。2019 年柬埔寨制衣制鞋业工人最低工资为 190 美元每月。工业手工业领域产值 148.75 亿美元，同比增长 13%，其中服务国内市场产业产值 36.9 亿美元，同比增长 11%；出口产业（服装、箱包和鞋类）产值 93.25 亿美元，同比增长 11%；其他出口产业如大米、白糖、饲料、轮胎、啤酒罐、啤酒、饮料、烟草、衣架、珠宝、运动器械、玩具、塑料产品、化妆品、家具和电力设备等产值 19.6 亿美元，同比增长 27%。据柬埔寨国土规划和建设部统计，2019 年全国共批准 4446 个建筑项目，同比增长 55%，投资额 93.5 亿美元，同比增长 79%。除了受疫情影响，导致柬埔寨 2020 年旅游业占比下降至 36%之外，其余年份均在 40%左右波动。柬埔寨是旅游资源丰富的国家，柬埔寨政府正在积极开发自身独具优势的旅游资源，促进当地经济发展。

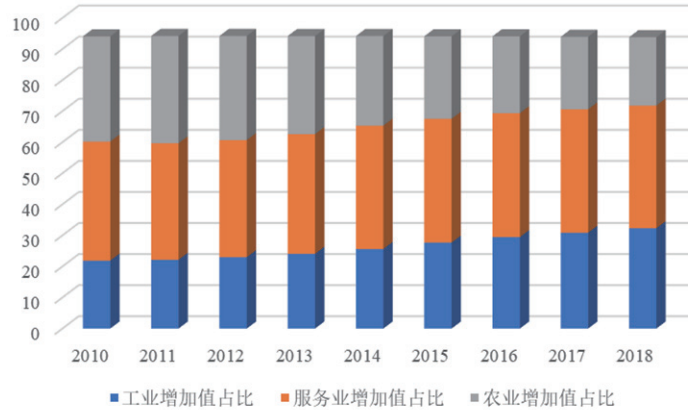


图 3-28 柬埔寨历年各产业占比

（数据来源：世界银行（工业、农业数据），快易理财网（服务业数据））

农业部门在柬埔寨地位举足轻重，但是农业用地与森林之间的不当使用将会为柬埔寨带来大量排放。农业在柬埔寨国民经济中具有举足轻重的地位，2020 年农业增加值占 GDP 比重超过 20%（图 3-28）。尽管存在基础设施和技术落后、资金和人才匮乏等制约因素，但柬埔寨农业资源丰富、自然条件优越、劳动力充足、市场潜力较大。柬埔寨政府将农业列为优先发展的领域，竭力改善农业生产及其投资环境，充分挖掘潜力，发挥优势，开拓市场。2018 年，柬埔寨农业国内生产总值达 54.78 亿美元，其中种植业占 58.1%，水产养殖业占 24.1%，畜牧业占 11.1%。2019 年全国水稻种植面积 333 万公顷，稻谷总产量近 1088 万吨，同比减少 0.9%。柬埔寨政府高度重视稻谷生产和大米出口，2019 年大米出口 62.1 万吨。2019 年橡胶种植面积 40.6 公顷，割胶面积 24 万公顷，产量 28 万吨，几乎全部出口，收入 3.7 亿美元。2019 年 5 月柬埔寨香蕉首次出口中国，全年共出口 15 万吨，种植面积近 5000 公顷，全部用于出口。据亚洲开发银行（亚行）柬埔寨驻地代表处国家主任 Sunniya Durrani-Jamal 表示，到 2030 年，树林和农业用地的不当使用（主要是指砍伐树林开荒）而导致的温室气体排放，将占柬埔寨年度温室气体排放的 49%。柬埔寨也在其更新后的 NDC 中提出了一些农业相关的规划，如通过堆肥制作工艺促进粪肥管理来减少碳排放，以及分发 1 亿棵幼苗分布给公众和当地社区等。





## （二）能源结构

柬埔寨油气资源相对丰富，主要能源消费来自石油，可再生能源消费比例相对较高。柬埔寨已查明有 6 个含石油的沉积盆地（2 个海上、4 个陆上），总面积为 116000 平方公里，其中 38000 平方公里或总面积的 1/3 属泰国湾附近，这些盆地具有油气资源潜力。两个海上盆地为古近纪的高棉（Khmer）盆地和磅逊（Kompong Som）中生代盆地向海区的延伸。海上的磅逊盆地也称为邦琼（Ponjong）盆地，横穿切断大陆架的东部。最近在磅逊海湾内大陆架区，查明石油储量 6 亿桶。根据已有的资料，柬埔寨工业、矿山和能源部估计柬埔寨具有商业性的大规模天然气矿床的潜力和中等规模的石油潜力。工业部估计柬埔寨天然气的潜在资源为  $(4740\sim 8520) \times 10^8$  立方米，潜在的石油储量估计在  $(220550) \times 10^6$  桶或  $(30\sim 75) \times 10^6$  吨，其中商业油田可能在柬埔寨海上含有超过  $\times 10^6$  桶或  $23 \times 10^6$  吨的储量。由于缺乏足够的勘查资料，妨碍了目前较大储量的估计，而陆上盆地的油气潜力更是推测出来的。根据 IEA 的数据显示，柬埔寨 2018 年主要的能源消费是来自石油，占比达到了 54%。柬埔寨可再生能源的消费比例在东盟各国中也相对较高，达到了 24%（图 3-29）。需要注意的是，柬埔寨煤炭储量并不丰富，且煤层较薄，工业开采价值不是很大。但是其煤炭消费也达到了 22%，这与其发电结构也有相当大的关系。

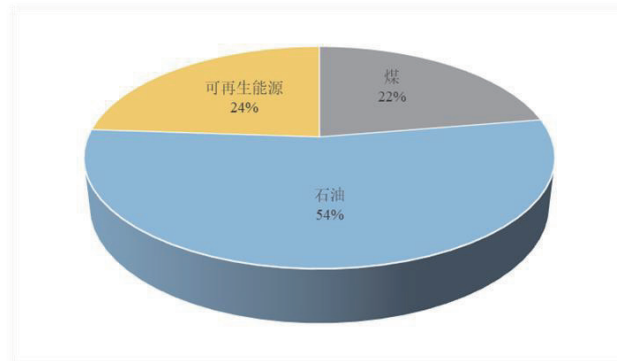


图 3-29 柬埔寨 2018 年能源消费结构

（数据来源：IEA）

## （三）可再生能源

柬埔寨水能资源丰富，水电占比较高，并以火电作为水电的互补电源。另外由于资源禀赋以及产业结构，柬埔寨还拥有丰富的太阳能以及生物质能。柬埔寨拥有巨大的水电潜





能,总蕴藏量高达1万兆瓦,目前建成及正在建设的水电站发电能力只占总蕴藏量的13%。柬埔寨太阳能资源丰富,全国18.1万平方千米的面积中,约有13.45万平方千米的土地适宜发展太阳能,平均日太阳辐射量为5千瓦时/平方米。2019年,柬埔寨太阳能发展出现了一次小飞跃,全年太阳能累计装机容量达到99兆瓦,较2018年年底增加70兆瓦,同比增长241.38%。柬埔寨生物质资源丰富,主要包括稻壳、甘蔗渣等农业剩余物、林业生产剩余物和畜禽粪便等。目前,柬埔寨政府正在积极寻求国外资金支持和先进技术,以发展本国的生物质能。但是,从2019年柬埔寨的发电结构来看,柬埔寨中有37%的发电是来自煤炭(图3-30)。水电易受旱季影响导致其发电供给并不稳定,而柬埔寨过去几年来将更多的布局放在了火电之上。2019年大规模停电后,柬埔寨政府决定迅速扩大电力供应,并选择火力发电。柬埔寨目前已经投入运营的火力发电站有三座,均位于西哈努克省,总发电能力达640兆瓦。另有两座总发电能力800兆瓦的电站正在建设。除了波东沙哥电站之外,政府还批准在奥多棉吉省新建另一座电站。

**柬埔寨正在加快光伏布局但是并未制定具体发展目标,电网基础设施落后也是柬埔寨亟待解决的问题。**尽管柬埔寨政府欲透过发展再生能源解决部分供电不足的问题,然而柬埔寨政府并未对再生能源甚至光伏拟订具体发展目标。过去外界对于柬埔寨发展光伏的潜能抱持乐观态度(图3-31),但碍于基础建设、财务状况以及缺乏具体目标和措施等因素下导致光伏发展迟迟未能起步,项目开发不如预期。近年柬埔寨政府较受人瞩目的是在2017年政府宣布将打造一座规模100兆瓦的国家级光伏电站,目前该座电站已在2019年完成60兆瓦的竞标,剩余的40兆瓦尚未有进一步的消息。除此之外2019年为满足电力普及化,柬埔寨政府也在当年陆续批准了规模140兆瓦及120兆瓦的光伏项目开发计划,据悉在这当中已有部分项目已相继在去年和今年陆续供货组件。2020年,柬埔寨能源机关曾对外表示将在未来10年内暂缓水电开发,转而朝向光伏、天然气等资源进行探勘研究,具体政策仍在研拟,目前柬埔寨光伏尚在起步阶段,在政策及配套措施未臻完善底下,市场成长幅度以及延续性预计将十分有限,然而若这些问题能顺利改善,政策能够更加明确下,柬埔寨光伏或将有获得巨幅成长的机会。

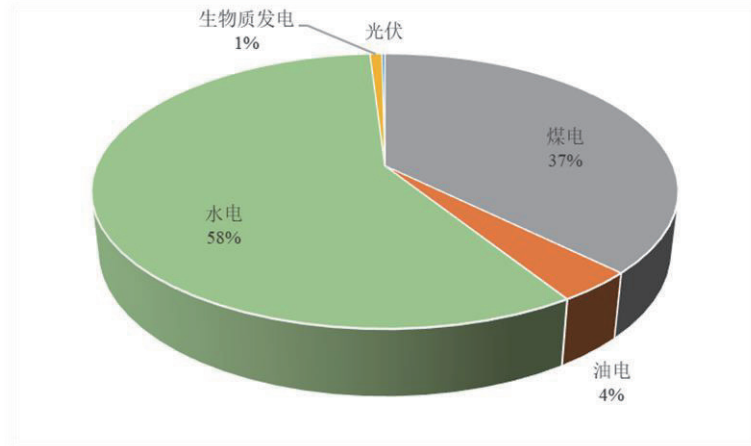


图 3-30 柬埔寨 2019 年电源结构

(数据来源: IEA)

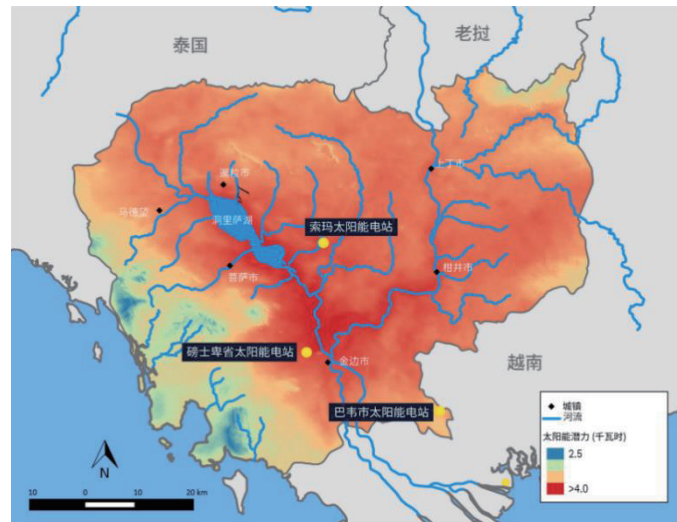


图 3-31 柬埔寨光伏潜力

(资料来源: 中外对话, 2019)

柬埔寨在气候变化政策方面已经取得了显著进展, 特别是将气候变化纳入国家和地区级规划的主体。柬埔寨政府已经制定并执行《柬埔寨 2014-2023 年气候变化战略计划》, 每个相关部委都制定了行动计划。柬埔寨第一份双年报告于 2020 年 8 月提交, 第三次国家信息通报的工作正在进行中。此外还制定了应对气候变化的国家监测和评价框架, 并定期进行气候公共支出审查。

柬埔寨已将可再生能源发展纳入国家自主贡献, 相关计划包括: 减少能源使用, 提高



能源效率，增加可再生能源的使用、碳补偿、废物管理和回收；在电力行业，通过可再生能源发电减少温室气体排放；在能源领域，利用好太阳能家用系统（SHS）、直流/交流电（AC/DC）微型电网和太阳能电池充电站等现有技术；将可再生能源（太阳能、风能、水能、生物质能）纳入能源结构，以减少进口能源，增加清洁能源。

#### （四）能源效率

柬埔寨能效提升主要还是集中在制衣业和建筑业的改造上，包括锅炉改造、制定节能标准以及使用高效的制冷技术等等。对于制衣业而言，节能提效措施在于：升级高效锅炉（26 台锅炉，可减排 0.03MtCO<sub>2</sub>e/年）、缝纫机（3500 台新电机的温室气体排放量估计为 0.002MtCO<sub>2</sub>e/年）、洗衣机（130 台新洗衣机的温室气体减排量估计为 0.0002MtCO<sub>2</sub>e/年）、烘干机（65 台新型干燥机的温室气体排放减少量估计为 0.0001MtCO<sub>2</sub>e/年）、压缩机（40 台新压缩机的温室气体排放减少量估计为 0.0007MtCO<sub>2</sub>e/年）以及照明（15 万台新型高效照明系统的温室气体减排量为 0.005MtCO<sub>2</sub>e/年）。对于建筑部门而言，包括对新建筑和那些正在进行重大改造的建筑规范和执行/认证（正在制定）、在公用电力/建筑物/工业中实施高效的变压器/电机，以及未来对于制冷需求的增长，柬埔寨拟采取通过对公共建筑的节能改造来减少温室气体的排放（能效）、所有公共部门建筑采用气候友好型冷却技术等等。相关节能提效政策还包括其他方面，如制定能耗标签和标准产品信息，以提高高档高效电器的市场份额，以及制砖业的回转窑替代传统船窑等。



## 第四章 东盟绿色低碳转型关键问题与合作机遇识别

### 一、“一带一路”能源绿色低碳转型合作形势

能源绿色低碳合作将在共建“一带一路”合作中扮演更重要角色。2021年9月，中国国家主席习近平宣布，中国要大力支持发展中国家能源绿色低碳发展，不再新建海外煤电项目。中国停止新建海外煤电项目，得到了国际社会的广泛认可。世界经济论坛与普华永道发布的报告认为，2030年之前，国际社会需要向新兴经济体投入66万亿美元全球基础设施投资；在此背景下，“一带一路”倡议提供了一种新的发展模式，通过加快低碳型基础设施建设，“一带一路”倡议可以在新兴及发展中经济体实现经济增长与碳排放脱钩方面发挥引领作用。中国可以在实施“一带一路”的倡议中，向新兴和发展中经济体提供低碳技术。

中国与“一带一路”沿线国家有巨大的能源合作潜力。近年来，中国电力企业对外投资稳步发展。2010年以来，随着“走出去”的稳步推进和“一带一路”倡议的实施，中国电力企业对外投资快速增长。根据国家统计局公报显示，2020年电力、热力、燃气、水生产和供水领域对外投资流量达到27.8亿美元，比上年增长10.3%。截至2020年底，我国电力、热力、燃气、水生产和供水对外直接投资存量达到390亿美元。随着城市化和人口增长，共建“一带一路”国家能源需求不断提升，成为中国海外能源合作与投资热点区域，煤电、核电、水电及非水电可再生能源领域均有显著合作进展。2019年中资企业在“一带一路”沿线国家签约电力项目318个，在海外电力项目中占比56.5%，项目金额322.8亿美元，占比68.4%。

中国在与“一带一路”沿线国家开展可再生能源合作中有显著优势。中国是全球最大的太阳能电池板、风力发电机、电池和电动汽车生产国，同时也与东南亚国家在绿色低碳合作方面有丰富合作经验和巨大合作潜力。中国能源类建设企业在中国及全球对外承包工程市场均占据主要地位。2020年对外承包工程完成了营业额的前100家企业中，电力企业上榜25家，与上年持平；新签合同数量排名前100的企业中，供25家电力企业上榜，比上年有所增加。中国在国际可再生能源市场的份额也逐年增长，并成为世界可再生能源需求解决方案和行业先进技术的主要供给方之一，中国大型企业在全球可再生能源价值链中



也处于领先地位。国际能源署报告称，中国可再生能源发电量预计将在 2021-2026 年期间增长近 800 万千瓦，占全球可再生能源产能增量的 43%，继续引领全球能源市场。随着中国停止海外煤电项目建设，中国在可再生能源领域优势将进一步为共建“一带一路”国家的能源低碳转型提供重要支撑和驱动。例如，埃塞俄比亚的阿达玛风电项目是中国首个国际风电 EPC 项目，是中国第一个标准、技术、设备、资金、承包整体走出去的新能源项目，在非洲取得了很好的示范效应。国家电投参与建设的莫祖拉风电项目是国家电投开展清洁能源第三方市场合作的首次成功尝试，为黑山实现新能源发展 33%战略目标提供了推动，每年可以实现二氧化碳减排 9.5 万吨。2014~2018 年，中国在“一带一路”沿线国家通过股权投资形式参与建成的风电项目中约 80%位于南亚和东南亚，装机总量为 397.5 兆瓦，在建设或规划中得装机总量 1362 兆瓦，总计为该区域贡献 1759.5 兆瓦的风电装机容量。除股权投资外，2014~2018 年中国企业在“一带一路”沿线国家通过设备出口的方式参与建成的光伏电站装机总量约为 8440 兆瓦。中国光伏设备出口规模排名前五的国家中有三个位于南亚和东南亚地区，分别为印度（5800 兆瓦）、泰国（1060 兆瓦）和菲律宾（250 兆瓦）。此外，中国光伏企业也将东南亚作为重要的海外光伏组件制造基地。在以越南、泰国等为代表的东南亚光伏基地群，共有 12 家中国光伏企业参与建设光伏组件工厂，公开信息显示，这些光伏组件工厂产能超过 7 吉瓦。

**境外工程承包是中国能源投资合作的重要方式。**中国海外投资项目合作经历了从项目援助，到工程总承包，再到现在的项目“一体化”建设的发展进程。中国能源企业在建设投资、施工设计、设备制造等方面积累了丰富的经验，以股权投资、金融支持、工程总承包（EPC）和设备出口等多种形式参与了东南亚电力基础设施市场建设，具备较强的海外投资出口动力和竞争实力，中国的设备、技术和资本由此也逐步深入拓展到海外电力市场中。总体来看，在 2009-2018 的十年里，工程总承包仍为中国参与海外煤电项目的主要方式，由于电力项目工期及成本回收周期长、大型化趋势明显，央企国企优势明显，中国电建集团国际工程有限公司、中国能建葛洲坝集团国际工程有限公司等为代表的中国企业在 2020 年新签合同额排名中位于前列。

**股权投资正在中国海外项目投资中占据越来越重要的地位。**传统 EPC 意味着中方企业对项目投资运营没有主导决策权，仅为施工方或设备提供方，对项目仅具有中短期的经济





收益。随后，中国海外煤电投资正逐步由工程总承包向股权投资转变。从 2012 年开始，中国首批以股权投资形式参与的海外煤电项目投入运营。据统计，2018 年中国企业以股权投资建成的项目装机容量首次超过工程总承包项目，未来发展前景良好。

## 二、关键问题与合作机遇识别

### （一）区域概述

根据《东盟能源合作行动计划》，东盟提出了 7 个区域合作优先领域：建立东盟电网（APG）；跨东盟天然气管道（TAGP）；煤炭和清洁煤炭技术（CCT）；能源效率和节能（EE&C）；可再生能源（RE）；区域能源政策和规划（REPP）；民用核能（CNE）。有报告指出，**东盟开展区域能源合作存在资金、政策、技术、壁垒四大方面的问题与挑战。**

东盟国家的可再生能源转型问题受到各方长期关注。此前，有研究指出东盟国家普遍存在化石能源依赖程度高、大多数东盟国家仍然缺乏完全透明的可再生能源发展土地许可程序等问题。很多东盟国家获取、保留和转让土地使用权的程序复杂，同时漫长的土地购置期和昂贵的购置费用也导致项目开发延误和成本超支。项目许可过程繁琐、漫长，短期内政策多变及可再生能源发电并网指导方针不明确，导致行业投资效率较低部分国家上网电价政策频繁变动或激励偏低导致其竞争力不足。而另一部分国家较高的上网电价导致特定类型的电源建设申请激增，而超额配置又导致相关激励政策被迫终止。

除常规的融资问题外，东盟区域崇山峻岭、江河丛林密布，地理条件特殊，无论是在发电环节，还是输电环节，对电力技术均提出了较高要求。同时，各东盟成员国的电网智能化水平各不相同，薄弱的电力系统将影响到东盟电力互联的稳定运行及交易规模。对东盟各国《电力发展规划》的评估表明，大部分东盟国家未将电网规划与东盟互联互通规划相结合，通常优先考虑各自国内的电源和电网规划。因而为了推进东盟互联互通项目进程，需要东盟国家另行建设电力基础设施，一方面额外增加了建设成本，另一方面面临项目建设及运维的技术挑战。

针对东盟 10 国特点，将其分为四大类进行分析。其中，印尼由于其远超其他国家的经济体量和排放规模单独归类；越南、泰国、马来西亚、菲律宾的经济发展情况较好，排放上升潜力大，同时国家重视可再生能源发展战略，可作为典型国家集中分析；缅甸、柬





埔寨、老挝经济相对落后，但可再生能源发展潜力较大；新加坡、文莱面积较小，但经济相对发达，可在清洁能源技术、绿色金融等方面起到示范辐射作用。

## （二）重点国别分析：印尼

印度尼西亚的经济体量、人口和排放总量都远超东盟其他国家，如能实现转型，减排潜力也最大。印尼能源绿色转型面临的最主要问题包括：**实现退煤仍存在大量资金缺口；现有电网的分散特点不利于消纳可再生能源发电。**

印尼煤炭储量丰富，是全球第五大煤炭生产国和最大的煤炭出口国，煤电在一次能源中占比较大。2019年煤电发电量占比56.39%，按照印尼国家电力商业计划（RUPTL2018-2027）规划，煤电的装机容量在2027年将达到57吉瓦，或占总装机容量的48.8%。燃煤电厂的持续发展对印度尼西亚温室气体减排目标构成了重大威胁，印度尼西亚亟需制定电力领域有序退煤的短、中、长期规划。此外，印尼各岛屿之间暂未形成统一电网，资源丰富但消纳能力有限的地区无法为电力需求较大的地区输送清洁的可再生能源电力，限制了可再生能源发展。

**印尼在减排方面展现了较强的政治决心和政策配套，但不可能一蹴而就。**2021年5月27日，印度尼西亚宣布将逐步淘汰本国煤电。印尼国家电力公司（PLN）宣布在2023年后不再新建燃煤电厂，显示了较强的减排决心和政策执行力。2021年底，印尼宣布探索设立碳市场，加速能源转型。然而，受到2021年底的全球能源供应危机影响，印尼实施了为期一个月的煤炭出口禁令以维护国内能源安全，凸显了印尼面临的能源转型挑战。

下一步印尼需要进一步发挥市场机制，刺激可再生能源和低碳产业的发展。

**一是以探索建立碳市场等手段，加强能源转型领域融资规模。**2021年11月，印尼颁布总统条例，允许试点碳交易，并颁布税收调节法，于2022年4月1日起向电力与煤炭部门征收碳税（每公斤二氧化碳当量最低定价30000印尼盾，约合2美元）。印尼的碳税制度一经实施，将对电力市场转型与可再生能源发展产生积极影响，为能源转型带来资金。同时碳税等市场手段也需根据实际实施情况不断进行完善与微调，避免间接提升居民生活成本，影响经济绿色复苏水平。碳税与中国的碳排放交易市场建设是2种不同的碳定价路径，但都需要对各行业的碳排放进行估算和核证，可以在此领域开展经验交流，推动各自机制的完善。



**二是强化电网基础设施联通，提升可再生能源消纳能力。**印度尼西亚可再生能源资源条件优越，具有丰富的地热能、生物质能、水能、太阳能等，但利用率不高。印尼智库 IESR 研究报告显示，印尼 2050 年实现电力系统脱碳从经济上、技术上均可行，但需大幅提升光伏发电装机容量。为此，印尼应加强电网基础设施建设，特别是迅速增加省级电网联通水平和储能水平，以提升可再生能源消纳能力，为提升可再生能源装机容量做好准备。

### （三）典型国家分析：越南、泰国、马来西亚、菲律宾

越南、泰国、马来西亚、菲律宾都是东南亚经济发展较好、可再生能源发展有一定政策实践基础与清晰的国家战略，但都面临着跨越中等收入陷阱，实现可持续发展转型的挑战，在实现能源绿色低碳转型中存在以下共性问题：**一是**有发展可再生能源的国家战略与较高雄心，但均存在煤电占比较大；**二是**对外国参与能源行业投资有严格限制，为本国的可再生能源行业融资带来一定局限性。

其中**越南** 2020 年光伏总装机量达到 16.5 吉瓦，已超过泰国成为东盟首位，而即将发布的《第八版国家电力发展规划（PDP8）》可能要求 2030 年光伏达到更高目标，但受各种因素影响，几次推迟发布并传出将削弱力度。在 COP26 上，越南还签署了《全球煤炭向清洁能源转型声明》（Global Coal to Clean Power Transition），承诺迅速扩大可再生能源规模，不再新建未加装碳捕集设施的燃煤电厂，展现了能源转型雄心。**泰国**的光伏发展潜力巨大，汽车产业的优势有望转化为新能源车等终端电气化发展趋势。然而，泰国其电力严重依赖于进口，亟需通过各种方式提升光伏与生物质能等能源组合。**马来西亚**可再生能源发电占比 17% 左右，可再生能源资源丰富，以水电、太阳能发电、生物质发电为主。IEA 预测，马来西亚的可再生能源需求将在 2040 年增长一倍以上，大约占总发电量的 16%。马来西亚 2019 年发布了“马来西亚电力改革 2.0 计划”蓝图，拟推动更多独立企业进入电力领域，但有外商投资电力项目持股不能超过 49% 的限制。**菲律宾**风能与光伏发电潜力较大，且推动可再生能源发展较为积极。菲律宾 2008 年 12 月颁布的《促进可再生能源开发、使用 and 商业化法》是东南亚国家中首部综合性的可再生能源立法，借鉴了发达国家发展可再生能源的先进经验，为可再生能源的开发利用提供了优厚的财税激励措施，搭建了较好的制度框架。

此外，菲律宾电价极高且供电很不稳定，一方面因为对化石能源依赖，对能源价格波



动的韧性不足，另一方面由于电力行业竞争不足，地方电力基础设施老化。越南在 COP26 期间宣布了雄心勃勃的战略目标，但融资缺口巨大，在全球能源危机下又在 2021 年底提升了《第八版国家电力发展规划》中的煤电目标。此外，各国跨境电力合作仍处于初级阶段，跨国联网薄弱，电压等级低，电力交易规模小中南半岛国家之间多以点对点送电或电网单带邻国部分负荷的方式进行双边跨境电力交换。马来群岛受海洋分割，各岛之间还没有电力通道，因而有限的电网调节能力也制约了可再生能源发展。

下一步，上述四国可在以下几个方面优先采取行动：

**一是进一步加强电力投资环境顶层设计，为有序退煤和能源转型吸引更多外部资金支持。**上述四国经济发展前景较好，吸引国际资金的基础条件出色，但电力系统脱碳所需资金量同样巨大。应通过引入或加强实施上网电价机制（FIT）、可再生能源配额（RPS）、净计量电价政策（Net Metering）、放宽电力项目股权投资比例限制、引入碳排放权交易与绿色债券金融工具等方式，进一步改善能源投资环境，提升和激发市场融资活力，弥补能源转型资金缺口。化石燃料补贴使可再生能源的经济性下降，也应考虑移除。同时，应鼓励区域内加强政策标准联通，提升电网覆盖规模与智能化水平，通过区域电力交易提升电网的韧性。

**二是加快发展光伏发电、风电等可再生能源项目及储能等配套，推动实现国家自主贡献目标。**上述四国有较清晰的可再生能源国家战略，且对光伏、风能发电均有不同程度的政策支持，光伏、风能发电潜力巨大。下一步，应提升光伏发电、风电发展规模与速度，并通过建设配套储能项目提升电网对可再生能源的消纳能力，逐步降低化石能源在一次能源中的比例，推动相关国家实现各自的国家自主贡献（NDC）目标。

#### （四）典型国家分析：缅甸、柬埔寨、老挝

缅甸、柬埔寨、老挝在能源绿色低碳转型方面存在的主要共性问题，一是经济欠发达且农村人口比例高，人口处于分散、偏远的农村地区较多，城镇化率与用电气化普及率极低。二是环境法律法规尚不完善，资本市场不发达，地方金融市场较弱。

三国经济欠发达，人均 GDP 分别为 1228 美元、1793 美元、1219 美元，产业结构无高耗能、高排放特征，且农村人口比例高，人口处于分散、偏远的农村地区较多，城镇化率与用电气化普及率极低。三国部分地区处于缺电或者无电状态，电气化普及率低会导致其



使用木柴、木炭等燃料以满足日常生活需要。政策法规方面，上述三国的环境法规尚不完善，资本市场不发达，地方金融市场较弱。未来，扩大可再生能源投资也面临着宏观经济、监管和融资方面的挑战。上述三国均为湄公河下游国家，三国的水力发电资源均较为丰富，且风光资源均较为丰富。

为提升合作互信，建议建立区域合作平台，以方便协调各类规划，促使东盟电网等合作领域影响力升级。在此基础之上，推动建立区域统一电力交易标准，以规定市场结构和电网规范与标准。在深入研究各地区的规划设计、系统运营与维护的规范标准基础上，以商业原则为根本，通过开展市场化试点由局部市场逐步扩展到区域电力市场的建立，打破壁垒，在东盟范围内建立和谐统一的双边跨境电力互联及贸易法律法规框架，应包括税务、关税和第三方准入方面以及过网费的制定等内容。

下一步，建议上述三国可在以下两个方面优先采取行动：

**一是推进电网基础设施建设，发展离网发电以提升电力可及性。**

缅甸当前电量供应不足，2019年通电率约68%<sup>33</sup>。三国占人口比例较大的农村地区距离本国电网过远难以输电，电力供应不足是最为关键的问题之一。比如，缅甸农村人口占70%。可通过扩大现有的电网，增加中等和低压配电网络，为更多的城镇和家庭接入电网电力；二是发展包括太阳能系统和微型电网等离网电气化系统，为远离三个国家的农村社区供电。

**二是制定可再生能源政策，以较低成本实现能源绿色低碳转型。**

缅甸和老挝在水电和光伏的发展上拥有巨大潜力，然而水电易受干旱季节影响，存在波动性，且容易影响生态环境，需要稳妥开展。上述三国目前的光伏普及率低，缺少战略布局，发展方向暂不明朗。未来，可明确本国可再生能源发展目标，大力布局光伏、生物质能以及水利蓄能，加强国际合作并纳入区域能源网络，提高各部门的可再生能源渗透率，以期实现可再生能源的“弯道超车”，并利用可再生能源发展与区域国家开展能源交易，为经济发展和本国绿色低碳转型提供驱动力。

<sup>33</sup> <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.ACCS.ZS?locations=MM>



### （五）典型国家分析：新加坡、文莱

新加坡、文莱国家人口较少，国土面积小，在绿色转型中的问题为可再生能源资源贫乏，但由于经济发达，可发挥示范作用与绿色金融中心作用，带动区域其他国家绿色转型。新加坡、文莱人均 GDP 分别约为 52099 美元、27955 美元，经济发展水平高，人类发展指数极高（指数/排名分别为 0.925/5、0.865/30，2015 年），水能、风能、地热能等可再生能源资源贫乏，太阳能资源相对丰富。新加坡、文莱虽然在能源项目方面投资潜力较小，但可作为东盟重要的金融枢纽，发挥“小而美”的示范作用，并在推动区域绿色转型发展中扮演重要桥梁作用。

下一步，建议两国可在以下两个方面优先采取行动：

#### 一是发挥示范作用，建立可再生能源电力系统。

新加坡和文莱目前发电结构均以天然气发电为主，占比均在 95%以上。受到自身资源限制，两国缺乏其他诸如风能、水力、热能、潮汐能等可再生能源的禀赋条件。由于地处热带地区，两国太阳能资源丰富，可以发展屋顶式光伏等节约土地利用形式。同时，新加坡的垃圾焚烧发电技术较为成熟，如建成光伏、垃圾焚烧发电等结合的可再生能源电力系统，将对东盟国家产生一定示范作用。

#### 二是发挥金融中心优势，加强区域和国际绿色金融合作。

加强区域和国际合作，是东盟未来可再生能源战略的重点领域之一。新加坡与文莱都是东盟地区金融业较发达国家，特别是新加坡的金融业发展较早，是亚洲金融中心之一，在区域绿色金融发展中占据重要角色。新加坡还是东盟地区实施碳税的先驱，为东盟国家提供了一个良好基准。应充分发挥两国金融行业作用，推动东盟整体逐步放宽可再生能源投资限制，吸纳更多国际资金加入东盟国家可再生能源市场，帮助东盟国家实现国家自主贡献目标与绿色低碳转型。





## 参考文献

- [1] IEA. 2020. Data and statistics. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=MASEAN&fuel=CO2%20emissions&indicator=CO2BySource>
- [2] 中国信保. 2021 国家风险分析报告[R]. 北京: 中国财政经济出版社. 2021.
- [3] The Law on Harmonization of Tax Regulations Indonesia(UU HPP) [EB/OL]. <https://www.double-m.co/en/the-law-on-harmonization-of-tax-regulations-indonesia-uu-hpp/>
- [4] IESR. Deep decarbonization of Indonesia's energy system: A pathway to zero emissions by 2050. [EB/OL][2021-05-28]. <https://iesr.or.id/en/pustaka/deep-decarbonization-of-indonesias-energy-system-a-pathway-to-zero-emissions-by-2050>.
- [5] THANG NAM DO, PAUL J. BURKE, HOANG NAM NGUYEN, INDRA OVERLAND, BENI SURYADI, AKBAR SWANDARU, ZULFIKAR YURNAIDI. Vietnam's solar and wind power success: Policy implications for other ASEAN countries (2022) [R]. Energy for Sustainable Development, 2021(65):1-11, <https://doi.org/10.1016/j.esd.2021.09.002>.
- [6] ZULFIKAR YURNAIDI, MONIKA MERDEKAWATI, BENI SURYADI, HAAKON FOSSUM SAGBAKKEN, INDRA OVERLAND AND ROMAN VAKULCHUK. ASEAN Climate Action: A Review of Nationally Determined Contributions Updated in 2020[EB/OL][2021-02-22]. <https://aseanenergy.org/asean-climate-action-a-review-of-nationally-determined-contributions-ndcs-updated-in-2020/>
- [7] IEA. Southeast Asia Energy Outlook 2019[R/OL]. Paris: IEA, 2020. <https://www.iea.org/reports/southeast-asia-energy-outlook-2019>.
- [8] ASEAN Centre for Energy. ASEAN Power Updates 2021 [R/OL]. Jakarta: ACE, 2021. <https://aseanenergy.org/asean-power-updates-2021/>
- [9] ASEAN Centre for Energy. (2021-2025) ASEAN Plan of Action for Energy Cooperation (APAEC) 2016-2025 Phase II [R/OL]. Jakarta: ACE, 2021. <https://aseanenergy.org/asean-plan-of-action-and-energy-cooperation-apaec-phase-ii-2021-2025/>
- [10] ASEAN Centre for Energy. The 6th ASEAN Energy Outlook[R/OL]. Jakarta: ACE, 2020. <https://aseanenergy.org/the-6th-asean-energy-outlook/>





- [11] USAID. Clean Power Asia Final Report [R/OL]. Maryland: USAID, 2021.  
<https://usaidcleanpowerasia.aseanenergy.org/resource/usaid-clean-power-asia-final-report/>
- [12] ASEAN. ASEAN Investment Report 2020 - 2021: Investing in Industry 4.0 [R/OL]. <https://asean.org/wp-content/uploads/2021/09/AIR-2020-2021.pdf>
- [13] RAWSHAN ARA BEGUM, ASIF RAIHAN, MOHD NIZAM MOHD SAID. Dynamic Impacts of Economic Growth and Forested Area on Carbon Dioxide Emissions in Malaysia [J]. Sustainability, 2020, 12(22):9375.  
<https://doi.org/10.3390/su12229375>
- [14] 创新研究院. 我们的生态共同体邻居 | 东盟的生物多样性资源与保护 [EB/OL]. [2021-12-23]. <https://www.ghub.org.cn/news/detail/review-seminar-asean-biodiversity-part02/>
- [15] 马银福. 区域治理视域下的东盟环境问题[J]. 南亚东南亚研究, 2021(1):42-60152.
- [16] The Asian Development Bank. Six ways Southeast Asia strengthened disaster risk management[EB/OL]. [2021-05-04].  
<https://www.adb.org/news/features/six-ways-southeast-asia-strengthened-disaster-risk-management>
- [17] 商务部国际贸易经济合作研究院. 对外投资合作国别(地区)指南: 印度尼西亚(2020年版) [EB/OL]. [2020-12-25].  
<https://www.yidaiyilu.gov.cn/wcm.files/upload/CMSydyllgw/202012/202012220429018.pdf>
- [18] Linklaters. Asia Pacific Renewable Energy Insights August 2022 [R/OL]. Linklaters-Asia-Pacific-Renewable-Energy-Insights-2022.pdf (britishchambershanghai.cn)
- [19] 东盟能源中心, 水电水利规划设计总院. 东盟电力互联互通项目实施现状及前景分析[R/OL]. 2020. <https://www.efchina.org/Reports-zh/report-cpp-20201127-zh>
- [20] 国家电投. 国别区域发展研究报告[R]. 2021.
- [21] 中国电力. 印度尼西亚可再生能源储量及开发情况[R]. 2020.
- [22] 商务部国际贸易经济合作研究院. 对外投资合作国别(地区)指南: 菲律宾(2020年版) [EB/OL]. [2020-12-25].



- <https://www.yidaiyilu.gov.cn/wcm.files/upload/CMSydyllgw/202012/202012220412000.pdf>
- [23] 海外电力. 菲律宾可再生能源发展历程简介[R]. 2021.
- [24] SOLARZOOM 光储亿家. 补贴取消后 越南光伏发展突破点——浮动电站及储能 [EB/OL]. [2020-01-08]. <https://news.solarbe.com/202001/08/319064.html>
- [25] 中外对话. 中国是太阳能在越南取得成功的关键[EB/OL]. [2021-06-30]  
<https://chinadialogue.net/zh/4/72329/>
- [26] 商务部国际贸易经济合作研究院. 对外投资合作国别（地区）指南：马来西亚（2020年版）[EB/OL]. [2020-12-25].  
<https://www.yidaiyilu.gov.cn/wcm.files/upload/CMSydyllgw/202012/202012220414028.pdf>
- [27] FATEMEH CHATRIA, MASOUD YAHOOB, JAMAL OTHMANA. The economic effects of renewable energy expansion in the electricity sector: a CGE analysis for Malaysia[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2018(95), pp. 203-216.
- [28] 搜狐新闻. 34GW 光伏市场！马来西亚市场未来 10 年如何开拓？[EB/OL]. [2020-12-25] [https://www.sohu.com/a/440553174\\_818114](https://www.sohu.com/a/440553174_818114)
- [29] 中国石化新闻网. 马来尼亚国家石油集团加大氢能源产业投资[EB/OL]. [2020-11-27]. <https://newenergy.in-en.com/html/newenergy-2396325.shtml>
- [30] 瑞士 Top10 节能中心. 东盟地区电机能效研究报告[R/OL]. [2020-03-20].  
<https://www.efchina.org/Attachments/Report/report-cip-20200320-2/%E4%B8%9C%E7%9B%9F%E5%9C%B0%E5%8C%BA%E7%94%B5%E6%9C%BA%E8%83%BD%E6%95%88%E7%A0%94%E7%A9%B6%E6%8A%A5%E5%91%8A.pdf>
- [31] 商务部国际贸易经济合作研究院. 对外投资合作国别（地区）指南：新加坡（2020年版）[EB/OL]. [2020-12-25].  
<https://www.yidaiyilu.gov.cn/wcm.files/upload/CMSydyllgw/202012/202012220426051.pdf>
- [32] IRENA. Renewable Energy Market Analysis: Southeast Asia[R]. IRENA, Abu Dhabi, 2018.
- [33] 瑞士 Top10 节能中心, 2019. 东盟能效现状及能效政策概述.
- [34] 国际城市规划, 2021. 新加坡最新的公共交通规划与管理经验借鉴.



- [35] 商务部国际贸易经济合作研究院. 对外投资合作国别（地区）指南：文莱（2020年版）[EB/OL]. [2020-12-25].  
<https://www.yidaiyilu.gov.cn/wcm.files/upload/CMSydylgw/202012/202012220425037.pdf>
- [36] 成功, 张浩天. 文莱：袖珍“油国”力求转型[J]. 能源评论, 2021(2): pp. 68-72.
- [37] 商务部国际贸易经济合作研究院. 对外投资合作国别（地区）指南：缅甸（2020年版）[EB/OL]. [2020-12-25]. <http://images.sh-itc.net/202106/20210603135328591.pdf>
- [38] 中国对外投资合作洽谈会. 行业解读-缅甸电力产业发展情况[EB/OL]. [2020-05-18]  
<http://www.codafair.org/index.php?m=content&c=index&a=show&catid=112&id=2063>
- [39] Myanmar National Electrification Plan (NEP) Roadmap and Investment Prospectus [R/OL]. 2014.  
[https://www.seforall.org/sites/default/files/Myanmar\\_IP\\_EN\\_Released.pdf](https://www.seforall.org/sites/default/files/Myanmar_IP_EN_Released.pdf)
- [40] 中外对话. 中国气候援助落地缅甸[EB/OL]. [2017-03-28]  
<https://chinadialogue.net/zh/4/43561/>
- [41] The Republic of the Union of Myanmar. NATIONALLY DETERMINED CONTRIBUTIONS [R].  
<https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Myanmar%20First/Myanmar%20Updated%20%20NDC%20July%202021.pdf>
- [42] 傅剑华, 刘佳仪, 董坤, 朱毅. 泰国汽车市场准入制度及技术法规介绍[J]. 汽车与配件, 2020(16), pp. 66-69.  
[http://tbt.cqis.cn/tbt/images/upFile/20201117/upfile\\_24993.pdf](http://tbt.cqis.cn/tbt/images/upFile/20201117/upfile_24993.pdf)
- [43] 商务部国际贸易经济合作研究院. 对外投资合作国别（地区）指南：泰国（2020年版）[EB/OL]. [2020-12-25]. <http://images.sh-itc.net/202106/20210603135530506.pdf>
- [44] 时点汽车. 抢占东南亚汽车市场，泰国电动汽车产业四年增长 81% [EB/OL]. [2020-03-18]. <https://www.automobiz.com/p/7104.html>
- [45] 安永. 东盟投资指南[R]. 2020 [https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en\\_cn/topics/coin/ey-asean-brochure.pdf](https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_cn/topics/coin/ey-asean-brochure.pdf)



- [46] ASEAN Centre for Energy. Study on Cleaner Coal Utilization Roadmap in ASEAN[R]. 2019. <https://aseanenergy.org/study-on-cleaner-coal-utilization-roadmap-in-asean/>
- [47] 见道. 泰国电力局启动 10 年 2400 亿泰铢电网投资计划[EB/OL]. [2021-08-19]. <https://www.seetao.com/details/105223.html>
- [48] 国际原子能机构. 改良土壤和养分管理实践提高老挝水稻产量[EB/OL]. [2021-06-30]. <https://www.iaea.org/zh/newscenter/news/gai-liang-tu-rang-he-yang-fen-guan-li-shi-jian-ti-gao-lao-zhua-shui-dao-chan-liang-ying-wen#infobox>
- [49] Lao People's Democratic Republic Peace Independence Democracy Unity Prosperity. Nationally Determined Contribution (NDC), 2021 [EB/OL]. [https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Lao%20People's%20Democratic%20Republic%20First/NDC%202020%20of%20Lao%20PDR%20\(English\),%2009%20April%202021%20\(1\).pdf](https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Lao%20People's%20Democratic%20Republic%20First/NDC%202020%20of%20Lao%20PDR%20(English),%2009%20April%202021%20(1).pdf)
- [50] 水电水利规划设计总院. 东盟国家可再生能源发展重点案例国研究[R]. 2020.
- [51] 煤炭研究网. 为什么煤炭在老挝的能源领域越来越受欢迎[EB/OL]. [2020-07-17]. <http://www.coalstudy.com/zixun/202007/15732.html>
- [52] Lao People's Democratic Republic. Nationally Determined Contribution (NDC) [R]. <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/NDC%202020%20of%20Lao%20PDR%20%28English%29%2C%2009%20April%202021%20%281%29.pdf>
- [53] 商务部国际贸易经济合作研究院. 对外投资合作国别（地区）指南：柬埔寨（2020 年版）[EB/OL]. [2020-12-25]. <http://images.sh-itc.net/202106/20210603135022151.pdf>
- [54] 亚太时报. 亚行：柬埔寨亟需绿色发展[EB/OL]. [2021-09-04]. <https://www.ap-times.com/home/news/0/100004/222.html>
- [55] Kingdom of Cambodia. CAMBODIA'S UPDATEDNATIONALLY DETERMINED CONTRIBUTION[R]. 2020. [https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Cambodia%20First/20201231\\_NDC\\_Update\\_Cambodia.pdf](https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Cambodia%20First/20201231_NDC_Update_Cambodia.pdf)
- [56] 中国-东盟矿业信息服务平台. 柬埔寨油气资源概况[EB/OL]. 2019. <http://camining.dnr.gxzf.gov.cn/ziliaoku/show.php?itemid=784>



- [57] 中外对话. 柬埔寨选择煤电的背后[EB/OL]. [2020-10-29].  
<https://chinadialogue.net/zh/4/68208/>
- [58] 中外对话. 柬埔寨太阳能发电迅速发展[EB/OL]. [2019-12-03]  
<https://chinadialogue.net/zh/4/44309/>
- [59] “一带一路”绿色发展国际联盟. “一带一路”绿色能源与环境分析报告——东南亚电力基础设施发展的现状和展望[R].
- [60] 驻越南经商参处. 越南出台新的国家能源发展战略 [EB/OL]. [2020-02-25]  
<http://www.mofcom.gov.cn/article/i/jyjl/j/202002/20200202938776.shtml>
- [61] 南方电网报. 越南能源研究院: 未来5年越南可再生能源开发利用水平或将下降 [EB/OL]. [2021-06-18].  
<http://www.solarpwr.cn/bencandy.php?fid=52&aid=57550>
- [62] 英国石油公司. BP 世界能源统计年鉴[R]. 2021.  
[https://www.bp.com.cn/content/dam/bp/country-sites/zh\\_cn/china/home/reports/statistical-review-of-world-energy/2021/BP\\_Stats\\_2021.pdf](https://www.bp.com.cn/content/dam/bp/country-sites/zh_cn/china/home/reports/statistical-review-of-world-energy/2021/BP_Stats_2021.pdf)
- [63] 东盟能源中心, 水电水利规划设计总院. 东盟国家光伏规模化发展创新模式研究 [R]. 2020. <https://max.book118.com/html/2021/0520/5114013303003231.shtml>
- [64] UNCTAD. World Investment Report 2020[R].  
<https://unctad.org/webflyer/world-investment-report-2020#tab-2>