ENERGY FOUNDATION
能源基金会

水电水利规划设计总院
China Renewable Energy Engineering Institute

东盟能源中心
ASEAN CENTRE FOR ENERGY

东盟电力互联互通
项目实施现状及前景分析

Analysis of Implementation and Prospects of ASEAN Power Interconnection Projects

东盟能源中心与水电水利规划设计总院联合编制

A Joint Publication of ASEAN Centre for Energy and

China Renewable Energy Engineering Institute

本报告由能源基金会资助。
报告内容不代表能源基金会观点。

目录

执行摘要 01

本报告重点研究内容 02

1 电力发展概况 03

- 东盟经济发展现状 3
- 能源生产和消费情况 4
- 东盟电力发展综述 5
- 电力生产现状 6
- 跨区域电力交易情况 8
- 能源转型目标 9
- 加强互联项目的作用 12

2 东盟互联项目进展情况 13

- 东盟互联必要性 13
- 总体规划介绍 13
- 规划实施情况 17

3 典型国家电力互联的进展及规划 21

- 柬埔寨 22
- 泰国 23
- 印度尼西亚 24
- 菲律宾 25
- 老挝 26
- 缅甸 27
- 越南 28

4 问题和挑战 29

- 概述 29
- 资金 30
- 壁垒 30
- 技术 30
- 政策 30

5 下一步建议 31

执行摘要

东南亚国家联盟（简称东盟）是全球经济发展最活跃的区域之一，也是能源需求最旺盛的区域之一，区域内电源结构以煤、气等化石能源为主。在过去的17年里，东盟十国能源需求增长了73%，随着社会经济持续快速增长，东盟国家能源需求将持续保持高于世界平均水平的速度增长。另一方面，在全球应对气候变化和加速能源转型的大背景下，东盟国家也在积极发展清洁能源。在《2016-2025年东盟合作行动计划第一阶段：2016-2020年》中，东盟设定了到2025年在一次能源结构中可再生能源占比达到23%的总体区域目标，东盟各国也根据本国国情制定了相应的可再生能源发展中长期目标。东盟区域内能源资源种类丰富，各国资源禀赋及开发条件差异较大。近年来，东盟以水能为主的可再生能源资源开发增长较快，但由于资源分布不均，电力生产和消费区域不匹配，加强区域内的电力互联互通、统筹区域能源电力资源，成为推动东盟区域能源可持续发展的关键因素之一。

为了更好地了解东盟区域的电力互联互通现状及存在问题，东盟能源中心和水电水利规划设计总院合作编制该研究报告。报告在总结东盟各国电力发展概况的基础上，重点梳理东盟已规划的16个电力互联互通双边项目的进展和实施情况，结合东盟区域内电力负荷需求预测，总结互联项目所获得的效益，分析进一步推进互联所面临的问题和挑战。

EXECUTIVE SUMMARY

The Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) is one of the regions with the most dynamic economic development and energy demand. Within the Region the energy mix focuses on coal, gas and other fossil energies. Over the past 17 years, energy demand in 10 ASEAN Member States (AMS) has grown by 73%, and along with rapid social and economic development, it will continue to maintain a growth rate higher than the world's average level. On the other hand, in the context of global combat against climate change and accelerated energy transition, ASEAN countries are also actively developing clean energy.

In the ASEAN Plan of Action for Energy Cooperation (APAEC) 2016-2025 Phase 1: 2016-2020, the ASEAN has set a regional target of reaching 23% of Renewable Energy (RE) in the primary energy mix by 2025, and AMS also have set the corresponding target for medium or long-term renewable energy development targets in accordance with national conditions. In the ASEAN region there are a variety of energy resources. However, AMS vary greatly in terms of the resources endowment and development conditions. In recent years, the ASEAN has made substantial progress in renewable energy development, in particular water resources utilization. Due to uneven energy distribution and mismatch between power supply and consumption, a key factor for promoting sustainable regional energy development is to strengthen power interconnection and coordinate energy and power resources within the Region.

This Report is prepared by the ACE and the CREEI for the purpose of a better knowledge of the status and issues relevant to ASEAN power interconnection. Based on an overview of power development in AMS, the report focuses on the progress and implementation of 16 bilateral power interconnection projects as planned by ASEAN, identify the benefits from interconnection projects, and examine the issues and challenges for further promoting power interconnection.

缩写表 //

ACE	东盟能源中心
AERN	东盟能源监管网络
AMS	东盟成员国
APAEC	东盟能源合作行动计划
APG	东盟电网
ASEAN	东南亚国家联盟
BOT	建设－运营－移交
COD	商业运营日期
CREEI	水电水利规划设计总院
DOE	能源部
DTA	双重征税协定
EE	市场交易
ETI	能源转型指数
FiT	上网电价
GDP	国民生产总值
HAPUA	东盟国家电力企业领导小组
HVAC	高压交流
HVDC	高压直流
LNG	液化天然气
MEMR	能源和矿产资源部
MOEE	缅甸电力能源部
MoU	谅解备忘录
NGCP	菲律宾国家电网公司
PDP	电力发展规划
PP	电力购买
PPA	能源购买协议
RE	可再生能源
TPES	一次能源生产量
TFEC	终端能源消费量
UHVDC	特高压直流
vRE	波动性较大的可再生能源

单位

GW	吉瓦，百万千瓦
GWh	吉瓦时，百万千瓦时
ktoe	千吨油当量
kWh	千瓦时
kV	千伏
TWh	太瓦时，十亿千瓦时
MW	兆瓦，一千千瓦
MWh	兆瓦时，一千千瓦时
Mtoe	百万油当量

货币

PHP	菲律宾比索
THB	泰铢
USD	美元

本报告重点研究内容

1 电力发展概况

总体概括东盟经济产业现状，能源生产和消费现状，东盟电力发展综述，跨区域电力交易情况，能源转型目标和电力供需平衡情况，并概括出电力互联互通的社会效益，经济效益及对能源转型和能源安全的支撑。

2 东盟互联项目进展情况

通过东盟互联项目的必要性引出总体规划介绍，介绍东盟电网发展的理念，发展目标，项目规划和实施等情况。目前东盟区域的主要电力交易主体为老挝和泰国间的双边电力贸易，约占东盟电力交易总量的65%。

3 典型国家电力互联的进展及规划

柬埔寨、泰国、印尼、菲律宾、老挝、缅甸和越南在地理位置、资源禀赋、电力供需情况等方面具有一定代表性，通过国家社会经济发展、电源能源结构特点以及目前电力供应存在的问题等方面的梳理，总结典型国家的电力互联进展及规划特性。

4 问题与挑战

实施东盟互联互通项目的问题与挑战主要表现为以下方面：
可承受的贷款偿还水平；应对多岛屿、多山等地理条件以及各国发展不一的电力化水平所需要的技术能力；各国不同的政策、税收、法律体系与一体化进程的矛盾。

5 下一步建议

东盟推动区域内电力互联互通需要各方共同努力和行动，针对目前存在的问题和面临的挑战，从互联机制建立、电力市场统一、关键技术突破等方面提出下一步建议，具体涉及建立区域合作平台、统一电力交易标准、促进跨境电力贸易、加强东盟能源监管网络（AERN）、电力互联和多能互补本地消纳结合发展等方面。

1 电力发展概况

东盟经济发展现状

作为世界上新兴经济体，东盟2018年的国内生产总值达27,660亿美元，各产业结构如图1-1所示。东盟各国产业结构各不相同，人均GDP最高的新加坡基本无农业，主要依靠服务业；人均GDP次高的文莱，拥有相对丰富油气资源，工业作为其主要产业对GDP的贡献超过50%；其他东盟国家均以服务业为主要产业，服务业占比在40%以上，农业占比偏低。

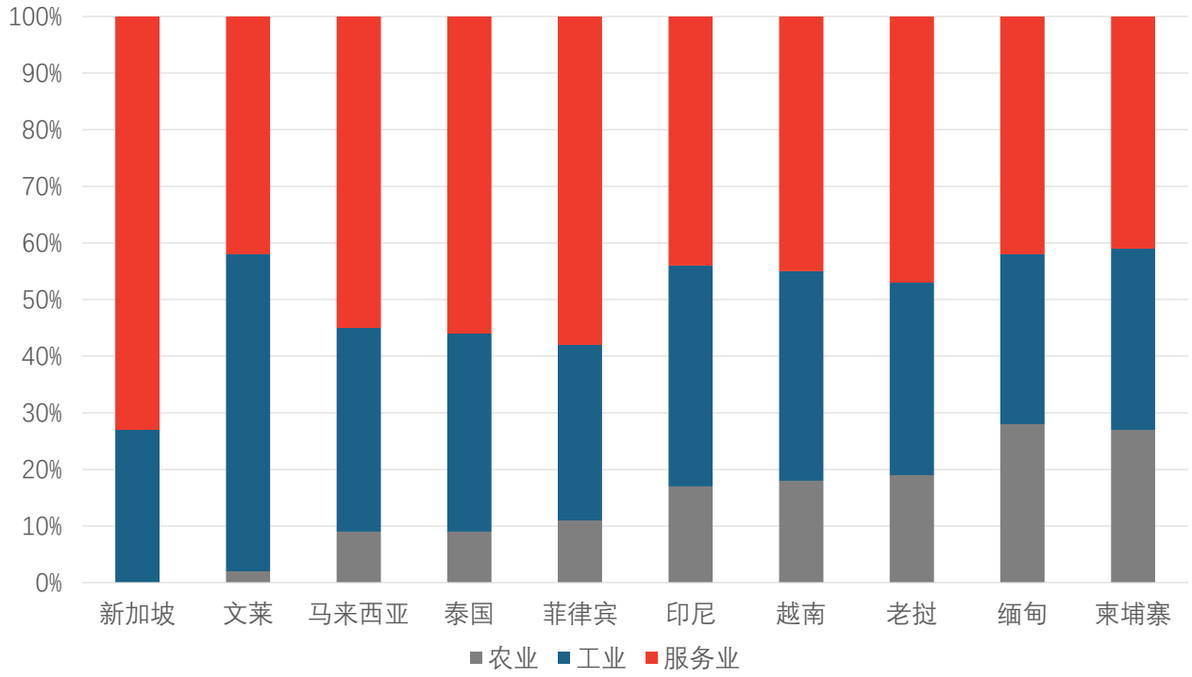


图1-1 东盟各国产业结构

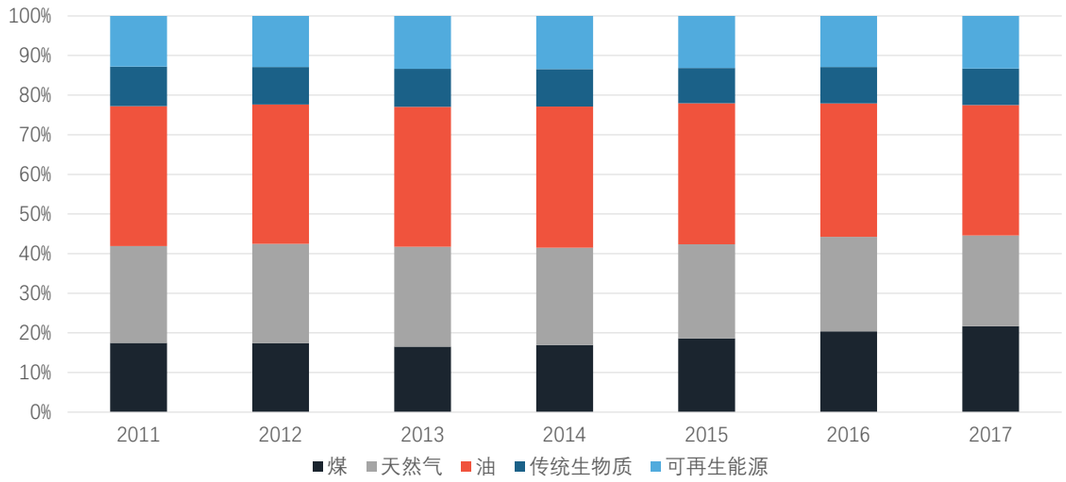


图1-2 东盟一次能源历年供应总量统计图（TPES）

2017年，东盟的终端能源消费（TFEC）中，化石能源占比最大，其次是电力，占TFEC的17%，而现代生物质能（非电力行业的可再生能源）的占比为9%。此外，2011~2017年期间，传统生物质能占终端能源消费的比重呈略微下降趋势。

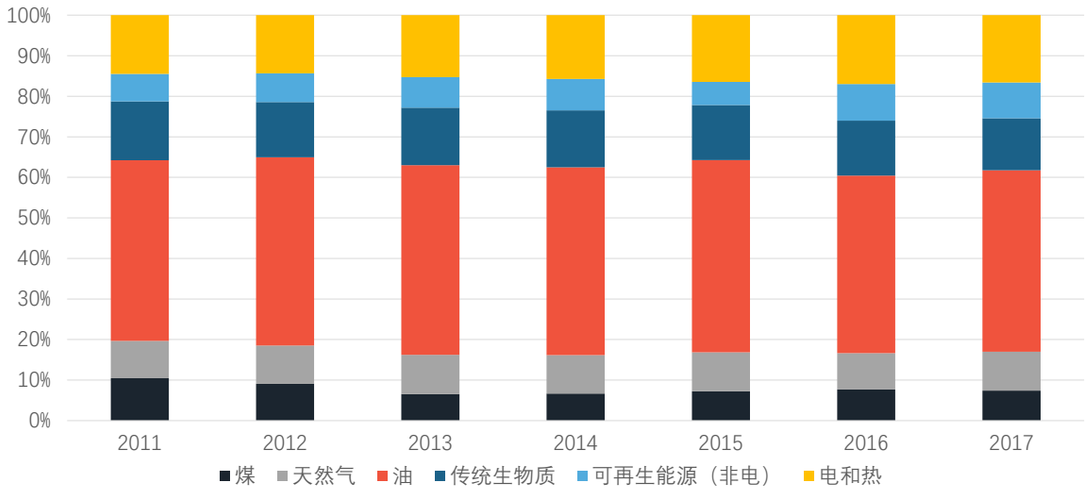


图1-3 东盟各类能源历年终端消费占比（TFEC）

东盟电力发展综述

从通电率来看，新加坡、泰国、文莱通电率较高，已达到（或接近）100%，基本全面实现电力可及。而缅甸、柬埔寨通电率相对较低，电力可及率有待进一步提高。电力市场方面，菲律宾和新加坡已通过零售模式完全重组电力市场，其余大部分东盟成员国仍然实施垂直一体化的单一买方模式。

表1-1 2018年东盟电力相关的统计表

国家	通电率	人口（10^3人）	人均GDP（USD）	电力市场模式	最大负荷（MW）	装机容量（MW）
文莱	99.90%	421	28 986	单一买方模式	604	903.2
柬埔寨	68.60%	15 718	1 421	单一买方模式	919	2210
印尼	98.50%	261 891	3 872	单一买方模式	35 044	61 007.6
老挝	94.00%	6 753	2 531	单一买方模式	1 056	7187.6
马来西亚	99.00%	32 050	9 899	单一买方模式	21 773	34 392
缅甸	44%	53 388	1 229	单一买方模式	3 585	5 486.9
菲律宾	90.70%	104 921	2 992	重组电力市场	14 782	22 735.1
新加坡	100%	5 612	57 722	重组电力市场	7 082	13 702.8
泰国	100%	67 653	6 736	单一买方模式	28 578	43 965
越南	98.90%	93 672	2 390	单一买方模式	27 830	48 839

表1-2 东盟国家电力市场模式

	文莱	柬埔寨	印度尼西亚	老挝	马来西亚	缅甸	菲律宾	新加坡	泰国	越南
垂直一体化模式										
单一买方模式	✔	✔	✔	✔	✔	✔			✔	✔
现货批发市场模式										✔
零售竞争模式							✔	✔		
电力期货市场模式								✔		

电力生产现状

东盟电力装机容量已从2005年的106 GW增加到2018年的237 GW。从电力生产结构来看，化石燃料发电厂仍占据主导地位，但随着可再生能源的发展，化石燃料装机比例已从2010年的78%降低至2018年的73%。在东盟十国中，越南、印尼及菲律宾可再生能源增长速度及规模位居东盟前列。

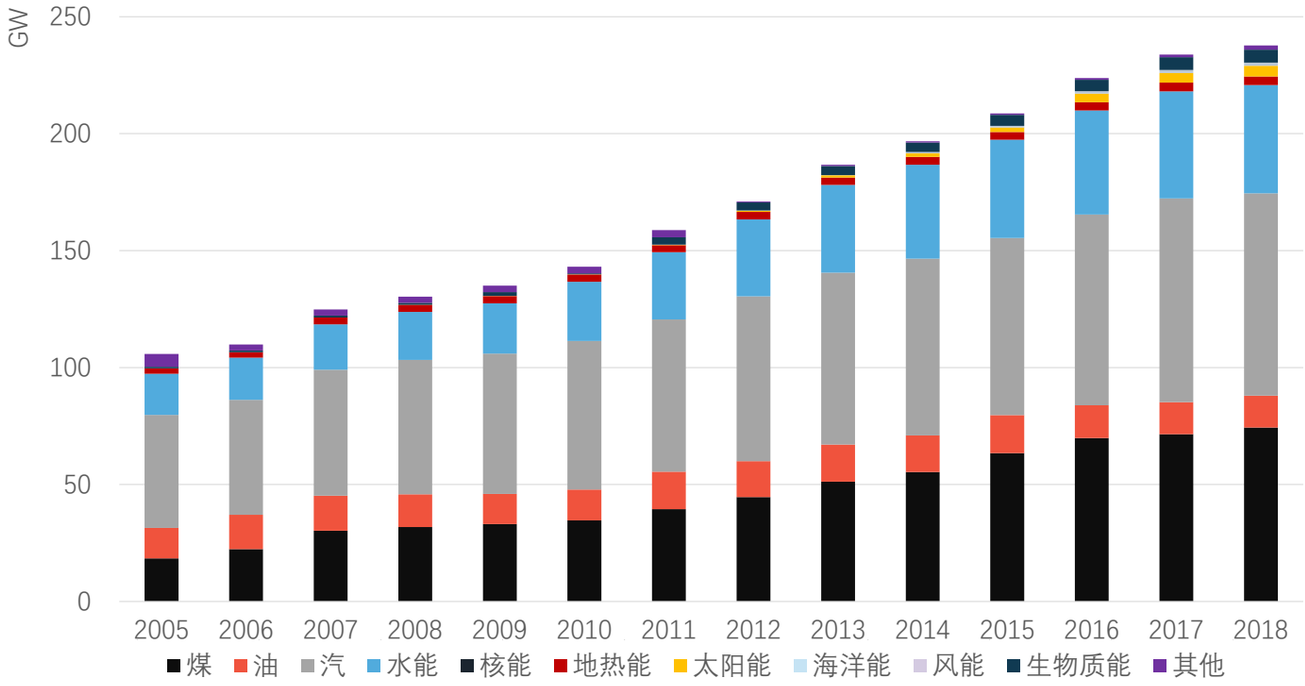


图1-4 2005年-2018年东盟历年装机变化图

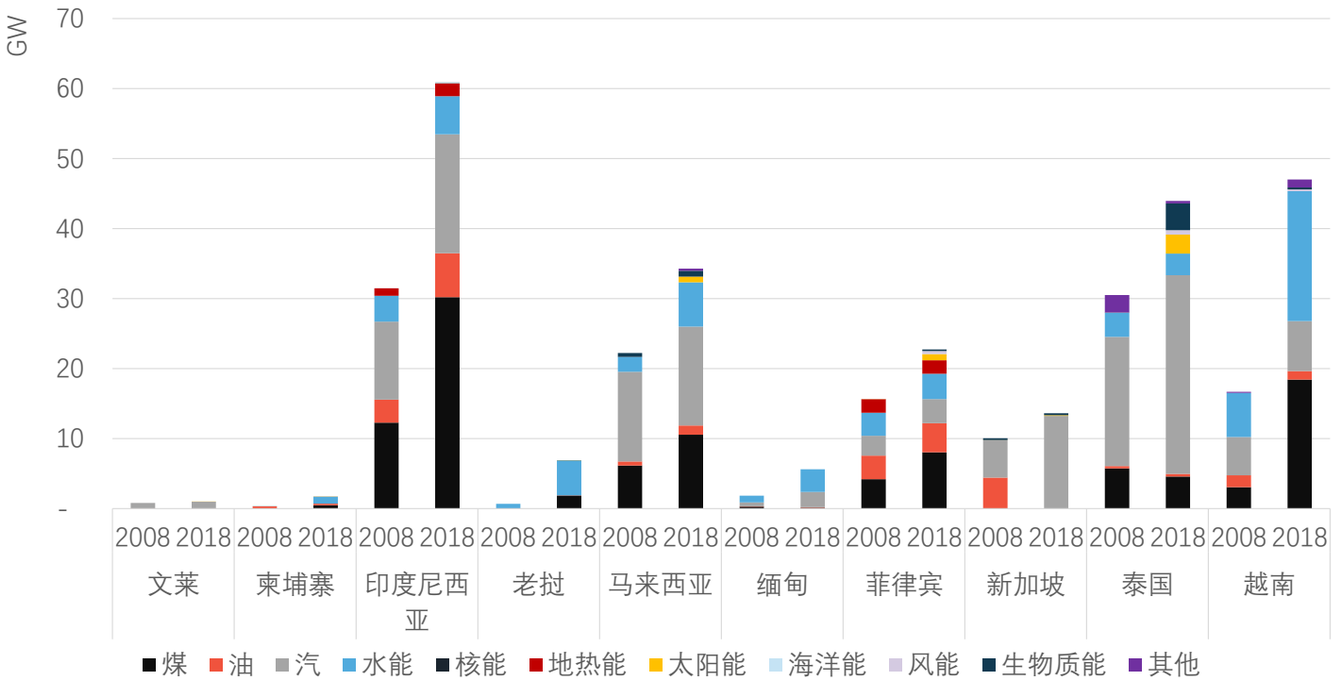


图1-5 东盟各国2008年与2018年电源规模及结构对比图

2018年东盟区域总发电量达到1,057 TWh，与2005年的514 TWh相比增长近一倍。从发电量结构来看，煤电占比最大，其次为气电和水电。与2005年相比，2018年石油发电量由45 TWh下降至25 TWh，煤电和气电发电量有一定的增加，化石能源发电量占比由85%下降至74%；可再生能源发电量增长显著，占比从2005年的0.2%增加至2018年的3.2%。

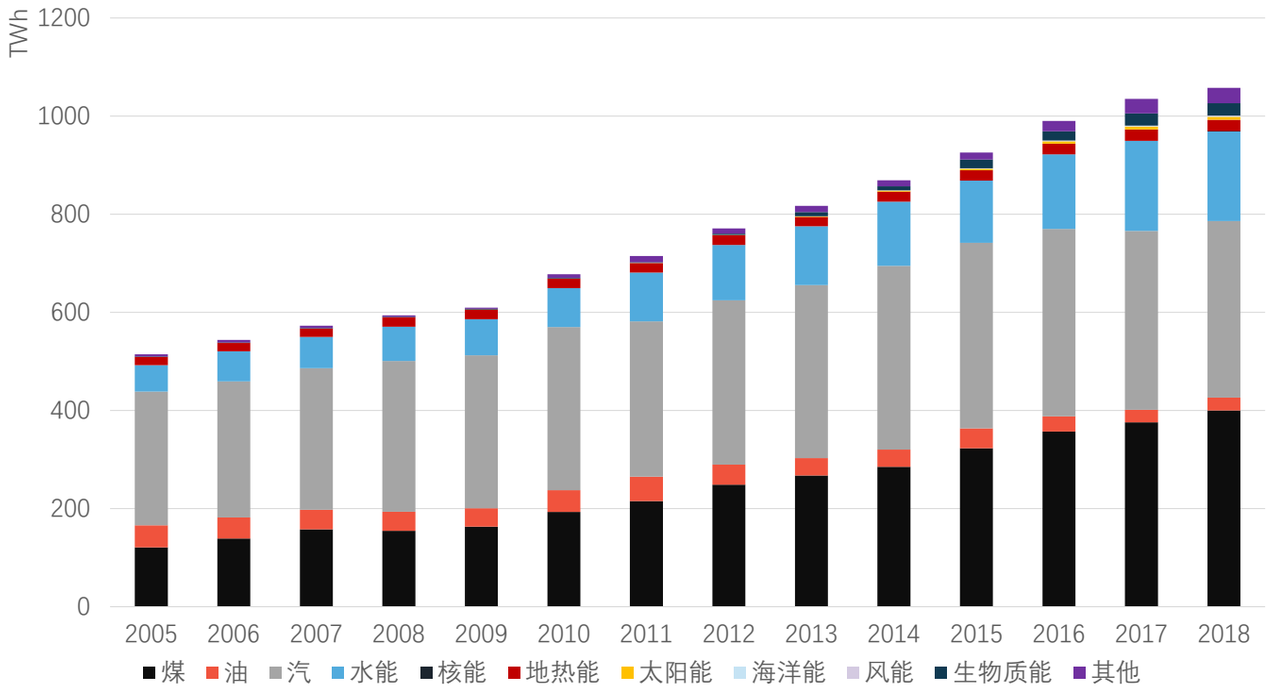


图1-6 2005年至2018年东盟历年发电量

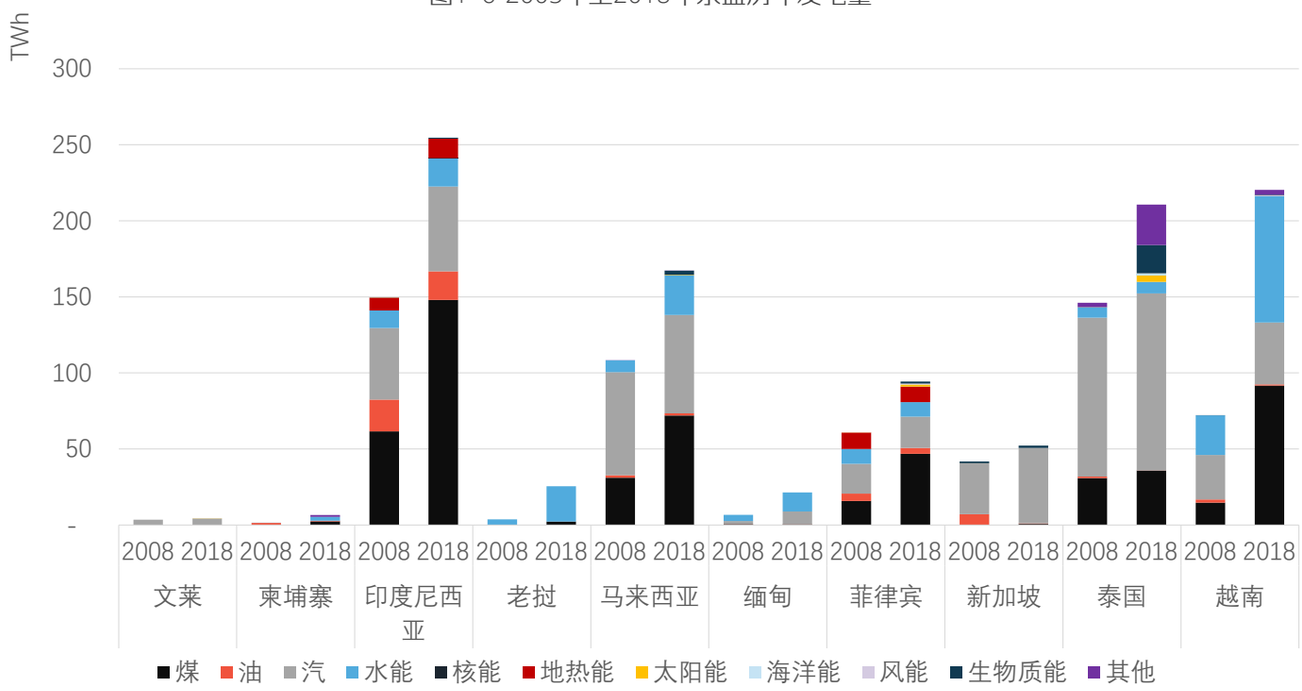


图1-7 东盟各国2008年与2018年发电量规模及结构对比图

从可再生能源发电量增量贡献来看，水电仍占据主导地位；但从增速来看，光伏、风电等波动性较大的可再生能源（vRE）发电量增速较快。特别是在2010~2016年间，波动性较大的可再生能源发电量占可再生能源总发电量比例由0.09%迅速增加至2.90%，**而2017年波动性较大的可再生能源发电量占比增速有所变缓，但2018年占比增速有所回升。**

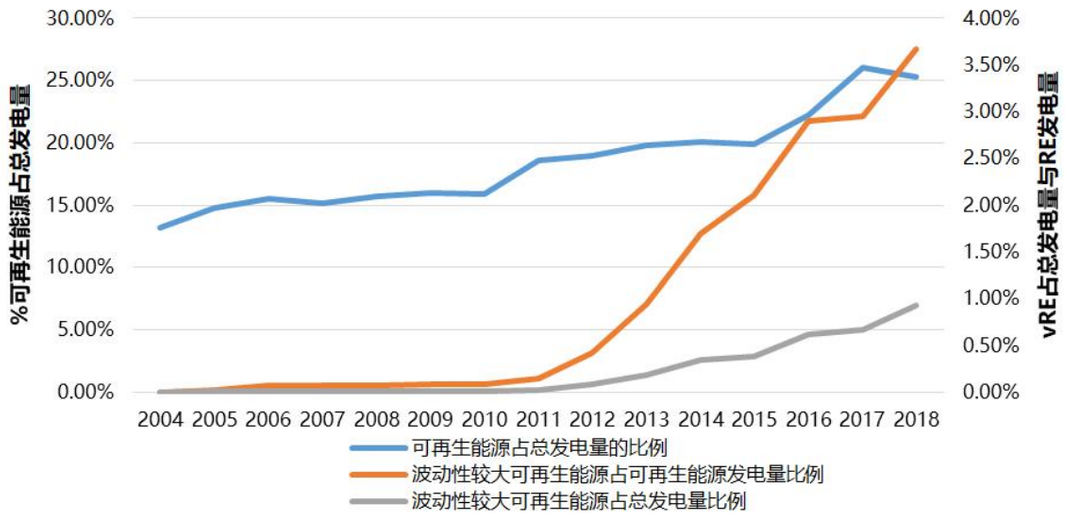


图1-8 可再生能源发电量以及风电光伏的增长情况

跨区域电力交易情况

在东盟区域电力进口贸易中，泰国进口规模最大，2016年电力进口量为19825 GWh，远远高于排名第二的越南（2396 GWh），印尼2016年电力进口量有大幅度增长，较2015年增长了53倍，但总量为692.7GWh，远低于泰国和越南；在电力出口中，老挝以其丰沛的水力资源成为东盟最大的电力出口国，2016年老挝电力出口量为18054 GWh，是位列东盟电力出口第二的泰国的13倍。

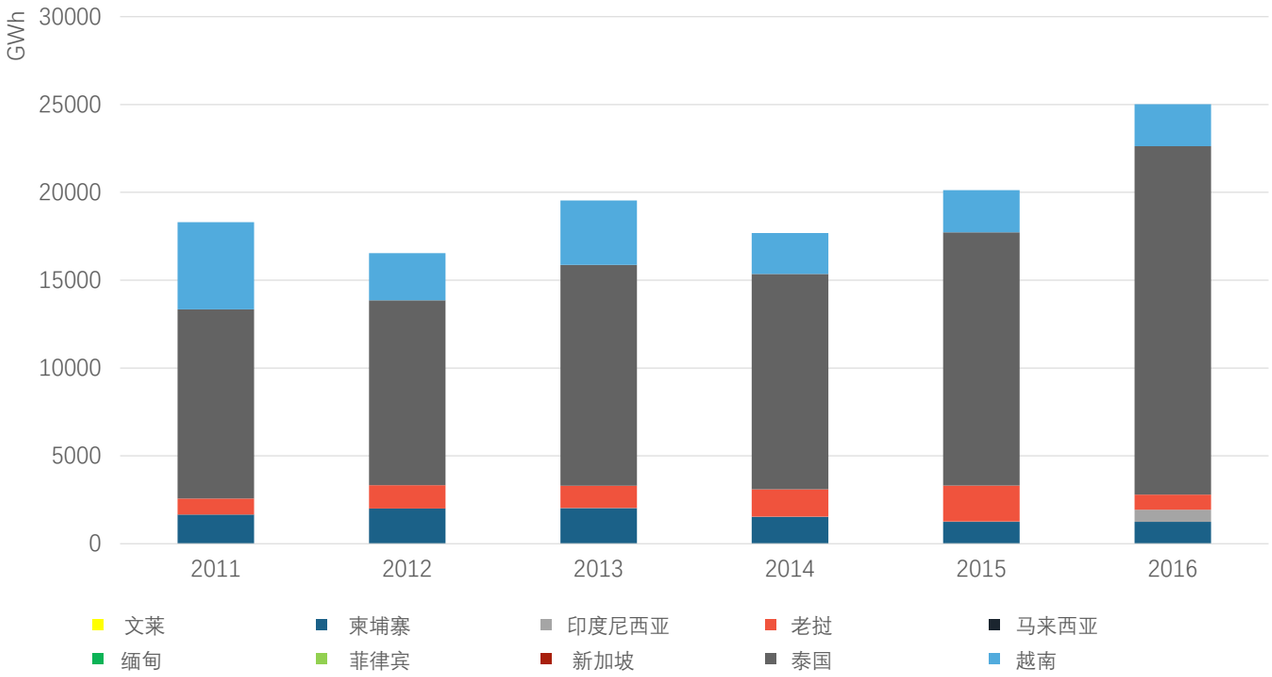


图1-9 东盟国家的电力进口情况

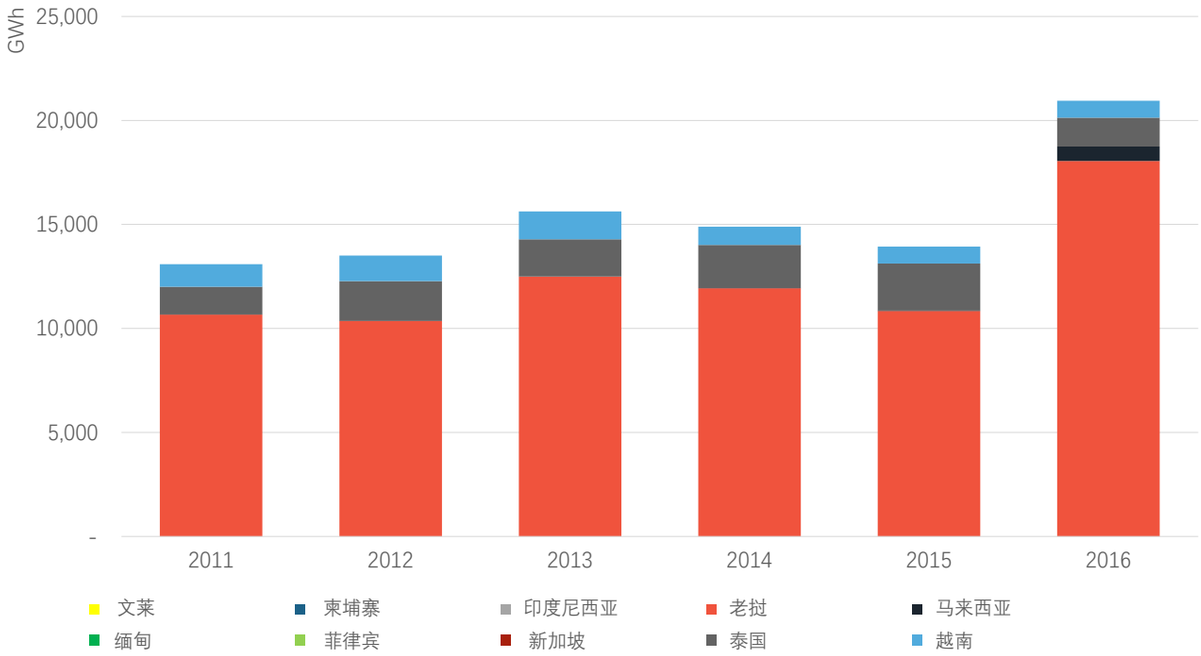


图1-10 东盟国家电力出口情况

能源转型目标

2015年东盟制定了《2016-2025年东盟合作行动计划（APAEC）第一阶段：2016-2020年》，作为指导能源合作的蓝图。东盟承诺将致力于实现能源安全、可及性、可供应能力及可持续性，并设定区域目标：到2025年，东盟国家在一次能源结构中可再生能源（RE）占比达到23%，能源强度比2005年降低30%。东盟成员国将致力于实现地区性可再生能源目标。其中印尼、老挝、马来西亚、菲律宾和越南提出了近期及2025年可再生能源发展计划，文莱、缅甸、新加坡、泰国则对中远期可再生能源发展制定了相应计划。

表1-3 东盟成员国可再生能源目标

东盟成员国	官方目标
东盟	● 至2025年：可再生能源占一次能源结构的23% ● 至2025年：将能源强度降低30%（相对于2005年的水平）
文莱	● 可再生能源装机占电力总装机的10%
柬埔寨	● 除水电外无具体可再生能源目标 ● 至2020年：2,241 MW大型水电站（约占总装机容量的80%） ● 至2035年：3%的家庭由太阳能屋顶供电
印度尼西亚	● 至2025年：一次能源生产量中可再生能源达到92.2 Mtoe ● 至2025年：可再生能源占一次能源结构的23% ● 至2025年：电力69.2 Mtoe（45.2 GW） ● 至2025年：非电力23 Mtoe ● 至2030年：可再生能源占一次能源结构的31%

东盟成员国	官方目标
老挝	● 至2025年：可再生能源终端能源消费量达1,479 ktoe; ● 至2025年：可再生能源占终端能量消费的30%（不包括水电） ● 至2025年：5%–10%化石燃料进口被取代 ● 至2030年：可再生能源占5%（不包括水电） ● 可再生能源总装机容量： ◇ 生物质：至2025年40MW；至2030年100MW ◇ 太阳能：至2025年300MW；至2030年600MW ◇ 风　电：至2025年600MW；至2030年1,500MW
马来西亚	● 至2020年：2080MW可再生能源装机容量，包括 ◇ 800 MW生物质能 ◇ 240 MW沼气 ◇ 490 MW小型水电 ◇ 455 MW太阳能光伏 ◇ 380 MW城市固体废物 ● 至2025年：可再生能源装机占电力总装机的20%，新增可再生能源发电装机3991 MW，380 MW城市固体废物发电装机
缅甸	● 至2030年：可再生能源占能源结构的27%，包括 ◇ 1%生物质能 ◇ 1.3%水力（9.4GW） ◇ 17.8%并网和3.7%离网太阳能 ◇ 0.02%生物气化 ◇ 5%生物燃料 ● 至2030–2031年： ◇ 38%的（8896 MW）水力装机 ◇ 20%(4758 MW)天然气装机 ◇ 33%(7940 MW)燃煤装机 ◇ 9%(2000 MW)可再生能源装机

东盟成员国	官方目标
菲律宾	● 至2022年：新增2345 MW风电装机 ● 至2023年：新增5398 MW水电装机 ● 至2025年：新增75 MW海洋能装机 ● 至2030年：新增284 MW太阳能装机 ● 至2030年：新增1495 MW地热能装机 ● 至2030年：15.2 GW可再生能源装机容量 ● 至2030年：可再生能源占一次能源结构的28.2%（26.3Mtoe），包括 ◇ 43.4%地热 ◇ 10.8%水力 ◇ 40.2%生物质能 ◇ 1.3%太阳能和风能 ◇ 4.2%生物燃料 ● 至2040年：可再生能源占一次能源结构的21.1%（29.1Mtoe）包括： ◇ 40.1%地热 ◇ 10%水力 ◇ 42.3%生物质能 ◇ 1.4%太阳能和风能 ◇ 6.3%生物燃料
新加坡	● 至接下来两年：新的太阳能电站和垃圾焚烧电站将取代2600 MW现有电厂 ● 至2020年：350 MWp太阳能
泰国	● 至2036年：可再生能源占TFEC的30%，形式为 ◇ 电力（发电量20.11%，约19,684 MW） ◇ 热（产热量36.67%，约25,088 ktoe） ◇ 生物燃料（运输部门25.04%，约8,712.43 ktoe）
越南	● 至2020年：电力装机达到60GW，可再生能源占21% ● 至2025年：电力装机达到96GW，可再生能源占13% ● 至2030年：电力装机达到130 GW，可再生能源占21%，包括： ◇ 2.1%风电 ◇ 15.5%水电 ◇ 2.1%生物质能 ◇ 3.3%太阳能 ● 至2050年：可再生能源占70%-80%

加强互联项目的作用

电力互联互通项目在实现东盟区域能源资源优化配置、加快区域能源低碳转型等方面发挥着重要作用。东盟国家根据自身资源禀赋和经济发展阶段特点，将资源优势转化为经济优势，或者以更好的经济性获取更多的电力资源，电力输出和输入方均能成为电力互联互通的受益者。以下从社会效益、经济效益、对能源转型/区域能源安全的支撑三个方面分析东盟加强电力互联的作用。

社会效益

电力供应增加可显著提升社会效益，通过电力互联互通可帮助偏远地区或孤岛上的人们获得更多电力，在农村家庭为孩子的学习提供照明并减少烹饪中的薪柴使用等，从而有效提高能源可及性，改善人们的健康和生活水平。互联项目的建设和推进极大带动了相关产业发展，增加就业机会，对社会安定起到重要作用。

经济效益

互联项目将推动电力供应扩展到东盟更偏远和孤立的地区，促进当地工业发展，保障能源资源的利用率实现最大化；互联项目将最小化国家和区域的发电成本，促进东盟成员国（AMS）的电力交易，从而推动国家整体产业的发展，将资源优势转换为经济优势。

对能源转型/区域能源安全的支撑

东盟区域丰富的能源资源为整个地区提供了充足的电力储备，东盟各国之间依托互联项目，充分利用东盟区域内的能源电力资源，从而减少能源的对外依存度，保障区域能源安全。此外，依托东盟电力互联互通项目，各成员国可实现更为清洁的电力供应，减少火力发电厂（特别是煤电厂）的建设，减少污染物的排放，促进区域内能源供给的清洁化转变，从而加快能源转型进程。

2 东盟互联项目进展情况

东盟互联必要性

具备地域毗邻地理区位优势

各国之间相互毗邻，电力互联互通有着天然的地理区位优势，有助于加快形成优势互补、区域分工、联动开发、共同发展的区域经济体，开拓新的战略通道和战略空间。

满足大范围内电力能源的优化配置及环保要求

东盟有60%的能源消费依赖进口，域内各国间资源禀赋、开发条件的差异化以及高度的互补性，为电力互联互通的实现提供了良好的外部环境：一方面电力能源得到优化配置，增强电力供应保障程度，另一方面能源结构得到优化，助力实现2025年东盟清洁能源占比23%的相关要求。

化解社会经济与电力发展的内在矛盾

电力为经济社会发展提供了最基础支撑作用。东盟国家经济发展水平及电力工业发展条件差异很大，部分国家仍然存在电力缺口，电力可及率有待进一步提高。电力互联互通项目一方面有助于缓解部分地区经济社会发展和电力供应不足之间的矛盾，另一方面有助于能源资源的统筹开发利用，促进能源资源储量丰富地区将能源资源优势转化为经济优势。

符合“能源互联、电力先行，电力互济、电网先行”的发展思路

当前，世界各国普遍正面临着资源紧缺、环境污染、气候变化和需求增长等难题，为了实现经济与环境的可持续发展，需要逐渐改变现有的能源生产与消费模式，大力推广清洁可再生能源的开发建设，做好“清洁替代”和“电能替代”。只有依托互联电网，才能进一步刺激能源资源，尤其是清洁可再生能源的高效开发利用，实现区域资源的优化配置，促进区域经济的持续健康发展。

总体规划介绍

01 12.15.1997

东盟国家领导人在第二届东盟非正式峰会（吉隆坡）提出了东盟电网（ASEAN Power Grid，APG）的倡议。

02 8.23.2007

东盟能源部长在新加坡签署关于东盟电网的谅解备忘录。

03 12.2008

谅解备忘录得到东盟所有成员国的批准。东盟电力共享总部(HAPUA)理事会成立，负责推动东盟电网的实施，促进成员国之间开展电力合作。

04 2015

东盟通过了《2016—2025东盟能源合作行动计划（APAEC）阶段I：2016-2020》，首次提出了建设东盟电网的具体方案。

东盟电网的主要目标

1. 通过东盟成员国电网的区域互联，促进东盟国家电力系统运行更加高效、经济和安全，并推动各成员国国家电网稳步发展；
2. 通过利益共享，优化或最大限度地利用本区域的能源资源；
3. 减轻电站扩容可能带来的财务负担；
4. 在成员国之间分享经验；
5. 在该地区内建立起密切的电力合作关系。

东盟电网的基本发展理念

1. 最大限度地利用该地区的资源，实现资源的最大利益化；
2. 鼓励发展商业化、大规模的电力生产模式；
3. 促进东盟在发电和用电方面的合作。

东盟电网的具体方案

首先是通过制定跨境双边条款实现双边互联，然后逐步延伸到次区域互联互通，即建设北部电网、南部电网和东部电网，逐步形成区域互联互通，最终建立完全一体化的东盟电网系统，通过双边、次区域、东盟整体三个层面，实现区域能源电力全方位合作的愿景。具体实施方案为推进16个双边电力联网项目的建设，**具体包含17条已建项目（16条投入商业运营），22条规划中项目，5条待定项目，以及1条延期项目。**

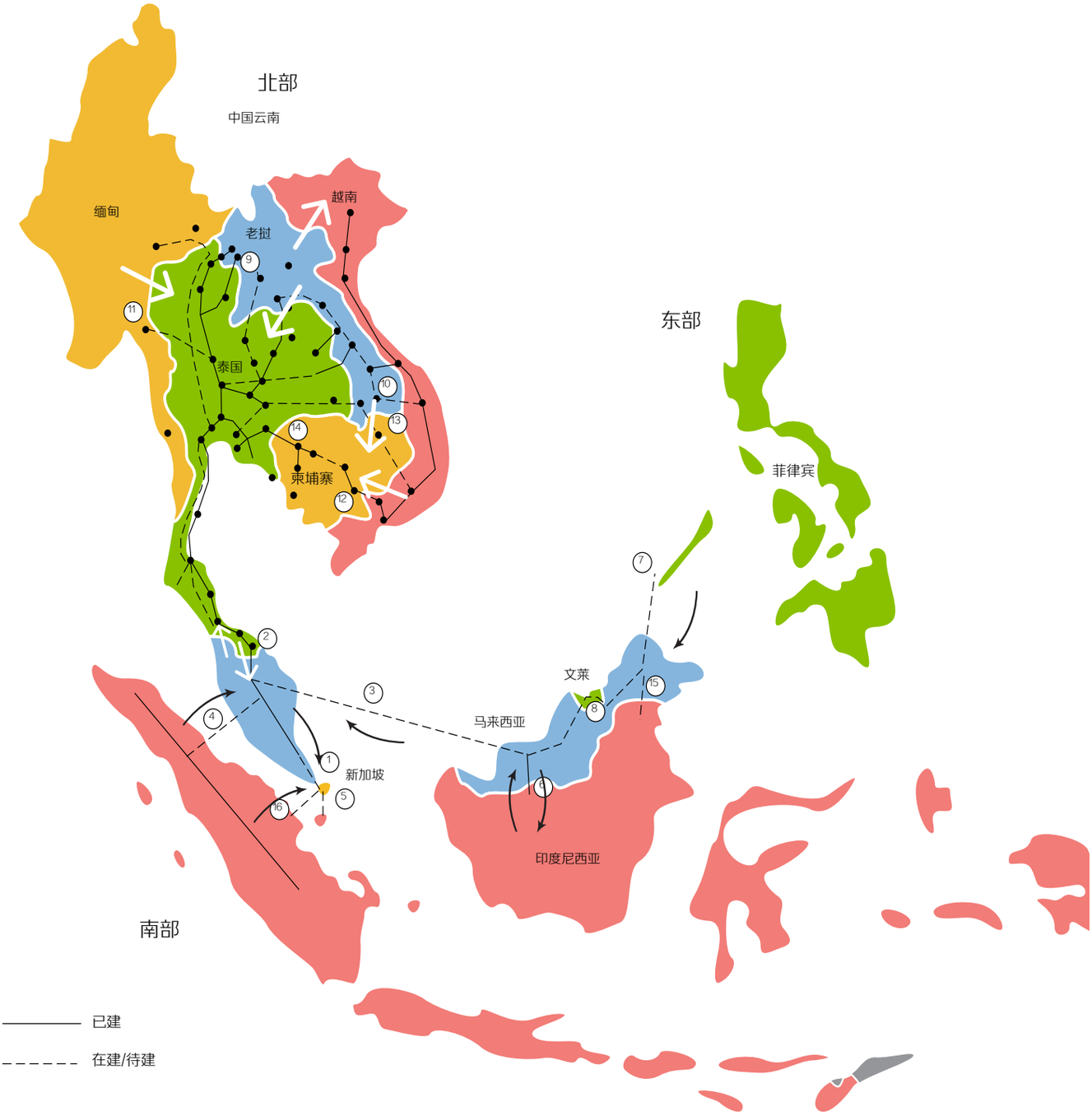


图2-1 东盟电网互联项目示意图（2019年1月更新）

表2-1 东盟具体电网互联项目统计表

1	西马来西亚→新加坡					
序号	项目	送电方式	交易类型	投运时间	送电规模（MW）	备注
(1)	Plentong - Woodlands	HVAC-230 kV	双向交易	1985	450	已建
小计					450	
(2)	Plentong - Woodlands (延长)	HVAC-230 kV	单向购买	2020	600	待定
小计					600	
总计					1050	
2	西马来西亚↔泰国					
序号	项目	送电方式	交易类型	投运时间	送电规模（MW）	备注
(1)	Sadao - Chuping	HVAC-132/ 115 kV	双向交易	1980	80	已建
(2)	Khlong Ngae - Gurun	HVDC-300 kV	双向交易	2002	300	
小计					380	
(3)	Khlong Ngae – Gurun (第二条)	HVDC-300 kV	双向交易	待定	300	待定
(4)	Su Ngai Kolok - Rantau Panjang	HVAC-132/ 115 kV	双向交易	待定	100	
小计					400	
总计					780	
3	东马来西亚（沙捞越）→西马来西亚					
序号	项目	送电方式	交易类型	投运时间	送电规模（MW）	备注
(1)	Sarawak - Peninsular Malaysia	HVDC-500 kV	单向购买	待定	2x800	规划中
小计					1600	
总计					1600	
4	印度尼西亚（苏门答腊）→西马来西亚					
序号	项目	送电方式	交易类型	投运时间	送电规模（MW）	备注
(1)	Melaka - Pekan Baru	HVDC-250 kV	单向购买	待定	600	规划中
小计					600	
总计					600	
5	印尼巴淡→新加坡（单向购买 规划中）					
6	东马来西亚↔印度尼西亚					
序号	项目	送电方式	交易类型	投运时间	送电规模（MW）	备注
(1)	Sarawak - West Kalimantan	HVAC-275 kV	双向交易	2015	230	已建
小计					230	
总计					230	
7	菲律宾→马来西亚沙巴（交易类型待定 规划中）					
8	东马来西亚沙捞越→沙巴 沙捞越↔文莱					
序号	项目	送电方式	交易类型	投运时间	送电规模（MW）	备注
(1)	Sarawak - Brunei	HVAC-275 kV	双向交易	2021	100	规划中
小计					100	
(2)	Sarawak - Sabah	HVAC-275 kV	单向购买	2022	50 – 300	规划中

9	老挝→泰国					
序号	项目	送电方式	交易类型	投运时间	送电规模（MW）	备注
(1)	Nakon Phanom - Thakhek - Theun Hinboun	HVAC-230 kV	单向购买	1998	220	已建
(2)	Ubon Ratchathani 2 - Houay Ho	HVAC-230 kV	单向购买	1999	126	
(3)	Roi Et 2 - Suvannakhet - Nam Theun 2	HVAC-500 kV	单向购买	2010	948	
(4)	Udon Thani 3 - Na Bong - Nam Ngum 2	HVAC- 500/230 kV	单向购买	2011	597	
(5)	Nakhon Phanom 2 - Thakhek - Theun Hinboun (Expansion)	HVAC-230 kV	单向购买	2012	220	
(6)	Mae Moh 3 - Nan 2 - Hong Sa (3 Units)	HVAC-500 kV	单向购买	2016	1,473	
(7)	Udon Thani 3 - Na Bong - Nam Ngiep 1	HVAC-500/ 230 kV	单向购买	2019	269	
(8)	Khon Kaen 4 - Loei 2 - Xayaburi	HVAC-500 kV	单向购买	2019	1220	
小计					5073	
(9)	Ubon Ratchathani 3 - Pakse - Xe Pien Xe Namnoi	HVAC-500/ 230 kV	单向购买	2019	390	延期
小计					390	
(10)	Nong Khai – Khoksa-at	HVAC- 115 kV	双向交易	待定	待定	规划中
(11)	Thoeng – Bo Keo	HVAC- 115 kV	双向交易	待定	待定	
(12)	Udon Thani 3 - Na Bong	HVAC-500 kV	单向购买	待定	510	
(13)	Ubon Ratchathani 3 - Pakse	HVAC-500 kV	单向购买	待定	待定	
(14)	Nan 2 - Tha Wang Pha - Nam Ou	HVAC-500 kV	单向购买	待定	800	
小计					1310	
总计					6773	
10	老挝→越南					
序号	项目	送电方式	交易类型	投运时间	送电规模（MW）	备注
(1)	Xekaman 3 - Thanhmy	HVAC-230 kV	单向购买	2013	248	已建
(2)	Xekaman 1 - Pleiku 2	HVAC-220 kV	单向购买	2016	290	
小计					538	
(3)	Nam Mo - Ban Ve	HVAC-230 kV	单向购买	待定	待定	待定
(4)	Luang Prabang - Nho Quan	HVAC-500 kV	单向购买	待定	待定	
11	缅甸→泰国					
序号	项目	送电方式	交易类型	投运时间	送电规模（MW）	备注
(1)	Mai Khot - Mae Chan - Chiang Rai	HVAC-230 kV	单向购买	待定	369	规划中
(2)	Hutgyi - Phitsanulok 3	HVAC-500 kV	单向购买	待定	1,190	
(3)	Mong Ton - Sai Noi 2	HVDC-500/800 kV	单向购买	待定	3,150 – 6,300	
(4)	Myanmar - Thailand	HVAC-500 kV	单向购买	待定	7,000	

12	越南→柬埔寨					
序号	项目	送电方式	交易类型	投运时间	送电规模（MW）	备注
(1)	Chau Doc - Takeo - Phnom Penh	HVAC-230 kV	单向购买	2009	200	已建
总计					200	
(2)	Tay Ninh - Strung Treng	HVAC- 230 kV	单向购买	待定	待定	规划中
13	老挝→柬埔寨					
序号	项目	送电方式	交易类型	投运时间	送电规模（MW）	备注
(1)	BanHat–Kampong Sralao		双向交易			已建
(2)	Ban Hat – Stung Treng	HVAC-230/ 500 kV	单向购买	2019	300	规划中
14	泰国→柬埔寨					
序号	项目	送电方式	交易类型	投运时间	送电规模（MW）	备注
(1)	Watthana Nakhon - Aranyaprathet - Banteay Meanchey	HVAC-115 kV	单向购买	2007	120	已建
小计					120	
	柬埔寨→泰国					规划中
(2)	Battambang - Prachin Buri 2	HVAC- 230 kV	双向交易	TBC	300	
(3)	Stung Meteuk (Mnum) - Trat 2	HVAC-115 kV	单向购买	TBC	100	
(4)	Koh Kong - Thailand	HVAC- 500 kV	单向购买	TBC	1,800	
小计					2200	
总计					2320	
15	东马来西亚→印度尼西亚					
序号	项目	送电方式	交易类型	投运时间	送电规模（MW）	备注
(1)	Eastern Sabah - N.Kalimantan	待定	双向交易	待定	待定	规划中
16	印度尼西亚→新加坡					
序号	项目	送电方式	交易类型	投运时间	送电规模（MW）	备注
(1)	Sumatera - Singapore	待定	单向购买	待定	待定	规划中
总计已建（MW）					6991	

注：2019 年数据

规划实施情况

已投入商业运营项目情况

22019年，17条已建互联项目中已有16条互联子项目投入商业运营，送电规模达6,991 MW。从2018年东盟电力交易统计来看，主要电力交易主体为老挝和泰国间的双边电力贸易，约占东盟电力交易总量的65%。目前，老挝为东盟最大的电力出口国，电力出口4,122 MW；泰国为东盟最大的电力进口国，进口电力3,964 MW。

以下通过实际案例，展示电网互联项目带来的效益：

马来西亚至印尼的Sarawak— West Kalimantan的互联互通项目

马来西亚向印尼送电230 MW。自2015年运营以来，通过进口水电，为印尼带来显著的环保及经济效益，每年减少约40万吨二氧化碳排放；印尼西加里曼丹石油发电成本高达0.25美元/千瓦时，进口水电电价0.10美元/千瓦时，每千瓦时直接节约0.15美元。

泰国和老挝的Roi Et 2 – Suvannakhet – Nam Theun 2互联互通项目

老挝向泰国送电948 MW。自2010年投入商业运营以来，给双方均带来显著效益。对于老挝来说，（1）至2017年，老挝财政部从该项目中累计获得超过1.7亿美元收入，其中39%用于教育，14%用于卫生部门，其他主要用于道路建设、维修和保养，以及农村电气化建设。（2）Nam Theun 2水电站建设过程中，通过移民搬迁，为6300人改善生活条件，提供就业机会，小学入学率由31%提升至94%，97%的家庭收入比水电站建设前翻了一番，家庭经济储备由2006年21%提升至99.6%。（3）交通条件改善，从Nakai区到省城Thakhek的时间，由以前的半天缩短到一小时。

对于泰国而言，一方面，减少火电开发，顺应了社会公众反对火电开发的诉求；另一方面，减少了泰国对煤和天然气的依赖，节约了土地征用和建设火电厂所带来的较大投资成本。

此外，老挝至泰国的Khon Kaen 4 - Loei 2 – Xayaburi互联互通项目，根据泰国政府和老挝政府签订的谅解备忘录，每年老挝向泰国送电1220 MW，为期29年，期间电价为固定电价（2.16泰铢/千瓦时），相比泰国国内煤电和气电的平均电价水平2.90~4.30泰铢/千瓦时，经济优势明显。考虑到未来全球燃料价格上涨趋势，进口电力的经济性将具备更强大竞争力。

老挝至越南的Xekaman 3 – Thanhmy互联互通项目

老挝向越南送电248 MW。与越南火电单位容量碳排放率0.6465 t CO_2/MWh相比，老挝水电单位容量碳排放率仅为0.5064 t CO_2/MWh，即越南通过进口水电，可减少二氧化碳排放量高达200万吨。

优先互联项目

根据《东盟能源合作行动计划》2016-2025，3个电力互联项目被确定为优先项目，需要加快修建进程。第一个项目是印度尼西亚苏门答腊岛→西马来西亚互联。按规划，该项目为250 kV 高压直流等级，将于2028年实施。第二个项目是马来西亚沙捞越→文莱，275 kV互联线路，规模为30-100 MW。该项目需要文莱能源部的批准。第三个项目是老挝与柬埔寨之间的Ban Hat→Stung Treng电力互联，将通过230/500 kV高压交流线路保证老挝与柬埔寨之间的电力购买。装机容量为300MW，将为柬埔寨输送便宜的电力。2021年文莱将通过与马来西亚沙捞越州的互联项目加入东盟电网，这是在1997年首次提出东盟电网后文莱的首次参与。

待建电网互联项目

根据相关研究统计，共有23条待建项目，针对项目何时投入商业运营，将定期在东盟电力领导小组系列会议和东盟电网的相关活动中讨论确定。

在待建项目中，不同国家面临着不同的问题。如印度尼西亚–马来西亚半岛联网，由于印尼将重点满足国内需求并扩大国内电网以追求更高的通电率，相较于电网互联项目，印尼优先选择国内电网发展；电网互联项目所在地，当地居民提出的过高的补偿价格，也阻碍工程征地相关工作，进而影响到整个联网项目工程实施进度。在老挝，国内水电站的进一步开发，受到渔业、农业等方面的环境保护影响。

以下通过16个互联项目面临的实际问题，梳理东盟电力互联互通的具体挑战：

1. 西马来西亚→新加坡

马来西亚-新加坡互联项目与老挝-泰国-马来西亚-新加坡（LTMS）四国互联计划相关。根据原定多边互联计划，将对马来西亚与新加坡之间已建的Plentong-Woodlands线路进行升级。然而，由于新加坡已重组电力市场，市场结构的差异导致互联计划不能如期推进。不过新加坡表示将继续推动老泰马新互联项目，并且正在探索兼容各种市场结构的互联方案。

2. 西马来西亚↔泰国

泰国与马来西亚已有电力交换项目，并且未来还会不断扩大规模。现有的马来西亚-泰国高压直流输电线路和132/115 kV低电压等级线路还计划进一步延伸。项目目前尚未遇到实质性问题，可在高压交流和高压直流的稳定性分析上提高关注度。

3. 东马来西亚→西马来西亚

电力互联互通不仅涉及项目所在地的基础设施建设，还是各国面临的主要基建工程。鉴于马来西亚的地理位置，从东马来西亚向西马来西亚输电在实施过程中存在技术和运营风险。虽然之前曾开展过相关研究，如2006年开始的设计审查和招标，但2010年后全部取消。电力互联的空缺在一定程度上会影响沙捞越工业走廊开发的可能性和成本，也限制了对婆罗洲电力出口的可行性。

4. 印度尼西亚→西马来西亚

在印度尼西亚，印尼电力公司必须首先满足国内供电需求然后才能考虑出口电力。因此，苏门答腊岛与西马来西亚的互联项目进度从2015年推后至2028年。目前，印尼电力公司和马来西亚电力公司正在开展一系列研究，包括项目可行性、技术和设计、时间进度安排、业务规模、融资、法律法规问题，以及风险管理等。项目预计于2028年投入运营，规模为600 MW。

5. 印度尼西亚巴淡→新加坡

印尼与新加坡电力互联的设想最初于1978年提出。根据规划，电力交易是异步的，除非有紧急情况。在东盟互联互通总体规划研究中，这种交易方式是根据新加坡国情进行的优化。目前，印尼与新加坡仍在考量这条项目，两国也都分别做了一些调整，如取消高压直流的规划、暂不明确投运时间、暂不确定规模等。

6. 东马来西亚↔印度尼西亚

沙捞越-西加里曼丹互联项目已经建成投运，为两国带来了效益。但在实施过程中，项目遇到了征地受阻和路权限制（ROW）等问题。由于与土地所有者存在纠纷，或者土地所有者提出需要更多的征地、征树赔偿，征地进度大大延缓，土地所有者不允许承包商施工，给施工造成了障碍。对此，印尼国家电力公司与当地社区、村长和街道负责人进行了深入的沟通，帮助重新协商土地补偿和树木补偿。

7. 菲律宾-马来西亚沙巴

菲律宾同新加坡一样，也进行了电力市场重组，因此与菲律宾进行电力贸易需要考虑其电力市场结构。如果没有长期的电力购买协议，可能难以为输电线路建设安排融资。目前，菲律宾与马来西亚都未将此互联项目列入各自的国家计划。此外，项目的大部分成本费用将分摊给棉兰老岛或吕宋岛政府，对菲律宾来说也是不小的负担。电力价格方面，对于菲律宾这样的竞争性市场来说，文莱或沙巴的IPP所出口的电力价格需要涵盖菲律宾政府建造海底电缆的费用，但实际操作起来难度较大。

8. 东马来西亚沙捞越→沙巴 沙捞越↔文莱

沙捞越-沙巴与沙捞越-文莱互联项目可以减少对柴油发电厂的依赖，提高电力供应的可靠性，具有很高效益。虽然沙捞越-文莱是“东盟能源合作行动计划2016-2020”的优先项目，但沙捞越-沙巴线路作为基础项目预计将在2021年开始，先于沙捞越-文莱项目。目前两个项目正在等待文莱能源部长和沙巴内阁的最终批准。此外，发电厂的选址也会影响高层决策。马来西亚沙捞越能源公司最初提的设计方案和位置，由于涉及搬迁、遭到抗议，受到了阻碍。新的提议不涉及移民安置，已经被接受。

9. 老挝→泰国

老挝与泰国互联项目遇到的问题主要在于2018年Ubon Ratchathani 3 - Pakse - Xe Pien Xe Namnoi互联项目中的老挝水电大坝发生溃坝。由此看出，设计、规划、研究以及严谨的施工对于以大坝为基础的水电站至关重要。事故目前仍在进一步调查，老挝表示将保证其他水电项目按计划开展。此外，由于尚未进行高层规划，一些“规划中”的电力互联现已调整为“待定”状态。高层规划应将电力互联纳入国家电力发展计划中，以推进行政层面的进展。

10. 老挝→越南

Xekaman 3曾面临一些技术问题，但已在2019年得到解决。

11. 缅甸→泰国

截至2019年，泰国与缅甸之间尚无电力贸易基础设施，新建互联项目缺乏基础。缅甸政府的行政作风和现行制度也会带来一定阻碍。目前，泰国正在鼓励其电力公司与缅甸进行电力贸易，但是仍在考虑项目投运时间。

12. 越南→柬埔寨

目前尚未遇到具体的问题和障碍。但是，考虑到柬埔寨先前多次出现采购延迟的问题，需要提前做好相关准备。

13. 老挝→柬埔寨

老挝与柬埔寨之前的互联项目，遇到了柬埔寨延迟采购的情况。在世界银行的支持下，两国的电力公司进行了再次规划和商谈。因此，设计变更和取消也是项目实施中会遇到的挑战。

14. 泰国↔柬埔寨

在已有项目基础上，泰国和柬埔寨计划再建设两条互联线路用于单方面采购，另建设一条线路用于电力交换。泰国提议将输电线路从230 kV更改为115 kV，并将投入运行的时间推后至2020年。

15. 东马来西亚↔印度尼西亚

由于2012年印度尼西亚新设北加里曼丹省，该项目的名称从斗湖-东加里曼丹调整为斗湖-北加里曼丹。目前，项目仍处于可行性研究阶段，项目的规划也在不断适应新的需求状况，因此该项目一直处于未开始状态。

16. 印度尼西亚→新加坡

按原定计划，该项目预计在2020年之后投入运行，规模为600 MW。不过目前新加坡和印度尼西亚均决定推后这一时间。

3 典型国家电力互联的进展及规划

互联背景

东盟区域内能源资源种类丰富，但各国资源禀赋及开发条件差异较大，各国电力发展水平也存在较大差异。加强互联互通，能够促使东盟各国发挥各自资源禀赋优势，满足各国电力发展诉求，促进东盟区域能源清洁化发展进程。

从资源禀赋和电力消纳情况来看，东盟地区电力主要消费市场为泰国，近期主要电源国为老挝、缅甸，中长期马来西亚和印度尼西亚将增加电力出口，越南将主要发挥调解作用。东盟互联互通的整体电力流向大致为，由西向东，从北向南。

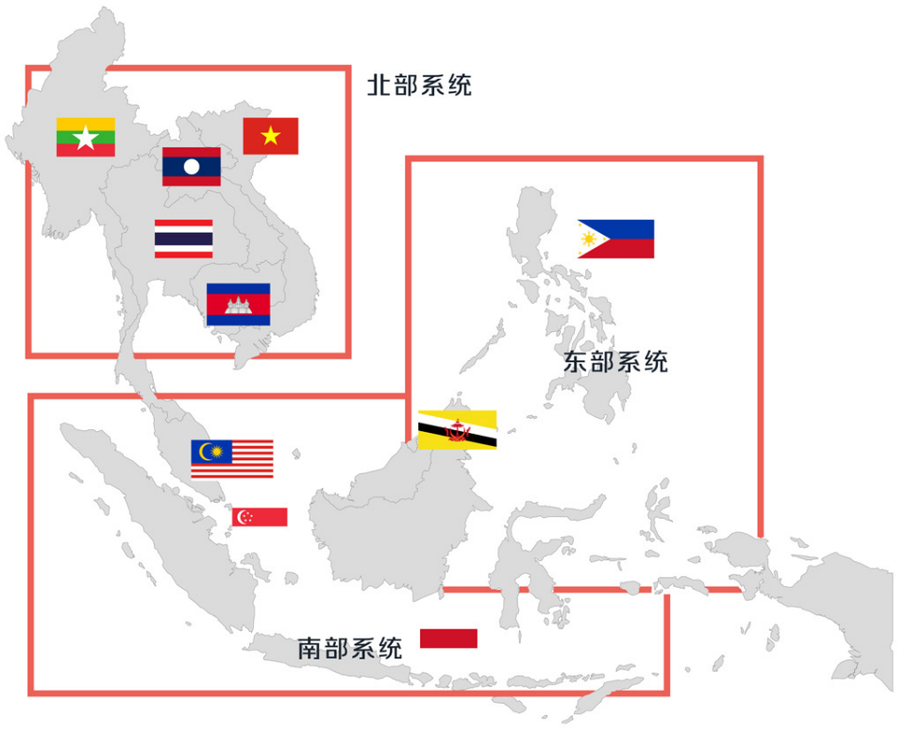


图3-1 东盟电网互联示意图

柬埔寨

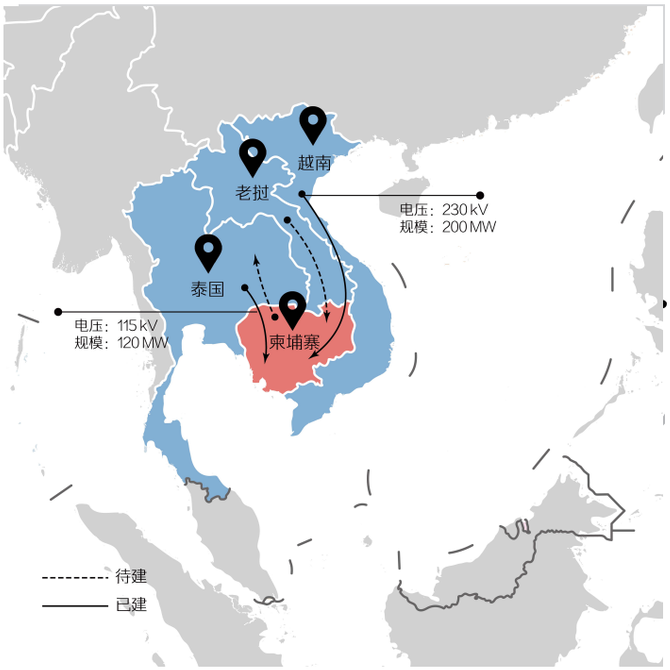
互联背景

柬埔寨的电力严重依赖进口。区域电力市场一体化已列入柬埔寨优先发展事项。尽管水电可以满足不断增长的电力需求，但柬埔寨将依靠区域电力互联互通来保证电力系统的可靠性。电力互联还将帮助柬埔寨提高通电率，当前全国通电率为68.6%。

柬埔寨拥有两大优势，一是柬埔寨水电、太阳能和风能资源丰富，二是柬埔寨对该国允许的外国投资金额没有限制。然而，复杂的土地所有权和环境评估程序可能会打击外国投资者的兴趣。再加上国内市场仍处于新生阶段，情况可能不会非常乐观。此外，柬埔寨电力成本相对较高，与邻国在出口竞争方面存在劣势。不过从另一方面来说，柬埔寨可以通过进口更便宜的电力为消费者降低成本。

互联进展及规划

截至2018年，柬埔寨全国总装机为2,210兆瓦。为了满足国内电力需求，柬埔寨分别从邻国（柬埔寨和越南）通过230kV高压交流工程（200 MW）和115kV高压交流工程（120 MW）进口电力。柬埔寨与老挝有多个低压等级互联工程，位于老挝Ban Hat和柬埔寨Kampong Sralao之间。互联互通项目总装机为442.5兆瓦。到2021年，预计300MW的互联项目将投运，以此进一步加强老挝与柬埔寨互联规模。未来，越南和泰国也将会加强与柬埔寨的电力互联，预计总装机容量将超过2,200兆瓦。



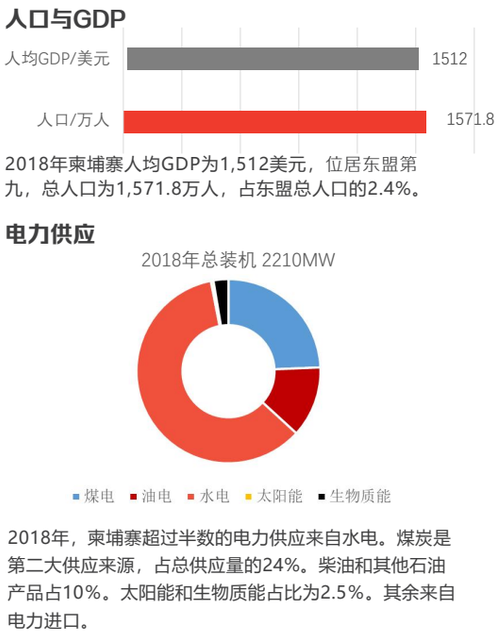


图3-2 柬埔寨电网互联及进展示意图

泰国

互联背景

根据泰国能源部资料显示，泰国国内天然气和石油储量不断下降，按照国际能源署测算，全国化石能源已无法应对未来8到12年的能源需求。加之化石能源的不断消耗及进口燃料价格上涨等因素，火电能源供给将出现严重瓶颈。同时，泰国社会经济发展稳步前进，电力发展需求也将逐步加大，国内电源将无法满足未来的电力需求。为此，泰国无论从供电可靠性，还是满足社会经济发展需要，未来必须从周边国家进口电力，在东盟中的定位为电力进口国。

互联进展及规划

目前，在跨境互联互通方面，泰国与除缅甸外的所有邻国均实现了互联互通，主要有老挝、马来西亚及柬埔寨。其中通过300 kV高压直流输电工程向马来西亚出口电力，通过230 kV及500 kV高压交流工程从老挝进口电力，通过115 kV交流工程从柬埔寨进口电力。根据规划，未来将进一步扩大与周边国家互联规模。

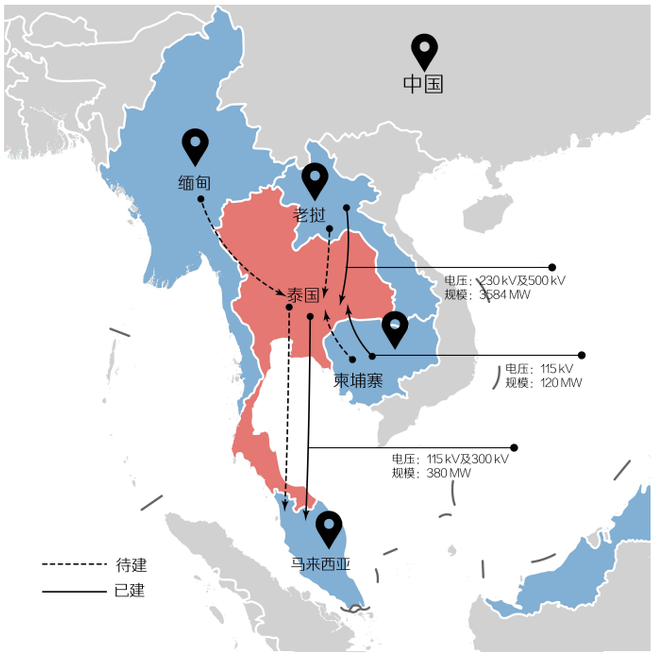
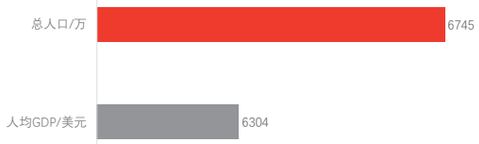


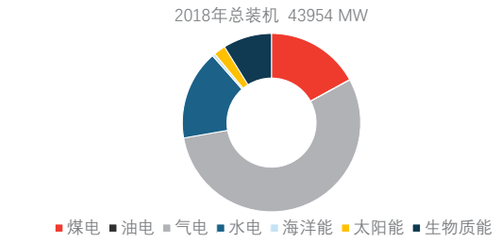
图3-3 泰国电网互联及进展示意图

人口与GDP



2018年泰国人均GDP为6304美元，位居东盟第四。总人口达6745万，位列东盟第四，占东盟总人口的10.5%。

电力供应



2018年，泰国全国电力供应中，火力发电占比达72%（燃气发电占55%，燃煤发电占17%），水电占16%，可再生能源占12%（生物质能占9%，太阳能占2%，海洋能占1%）。

印度尼西亚

互联背景

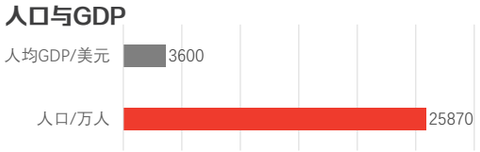
印尼地理环境特殊，是一个群岛国家，受地形限制和电网建设能力不足等因素的影响，全国尚未建有统一的电网系统，全国电力覆盖率仅为65%。近年来，随着经济形势好转，印尼GDP增速保持在7%以上，电力需求增速在8%左右，环保要求致使火电发展步伐减缓，电力供应不足的现象尤为突出，且全国未形成统一电网，供电可靠性较差，印尼政府正积极寻求通过与周边国家电力互联满足电力负荷发展需求，提高供电可靠性。

互联进展及规划

目前，印尼西加里曼丹通过128 km的275 kV高压线路向马来西亚进口230 MW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。

图3-4 印度尼西亚电网互联及进展示意图

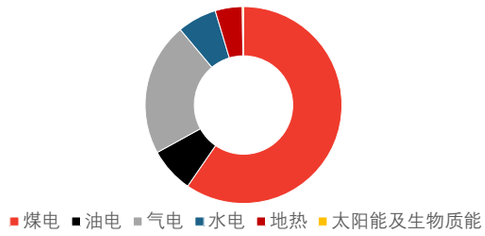
人口与GDP



2018年印度尼西亚人均GDP为3600美元，位居东盟第五，总人口为2.587亿人，占东盟总人口的40.8%。

电力供应

2018年总装机 60868MW



2018年印尼全国火电占比高达88.9%，其中以煤电为主，占比59.6%，其次为气电占比21.9%，最小为油电占比7.4%。而可再生能源的比重则停滞不前，甚至略有下降，从2008年的13%降至2018年的11.1%，其中，可再生能源以水电为主，占58.2%，其次是地热能，占40%，其他太阳能及生物质能占1.8%。

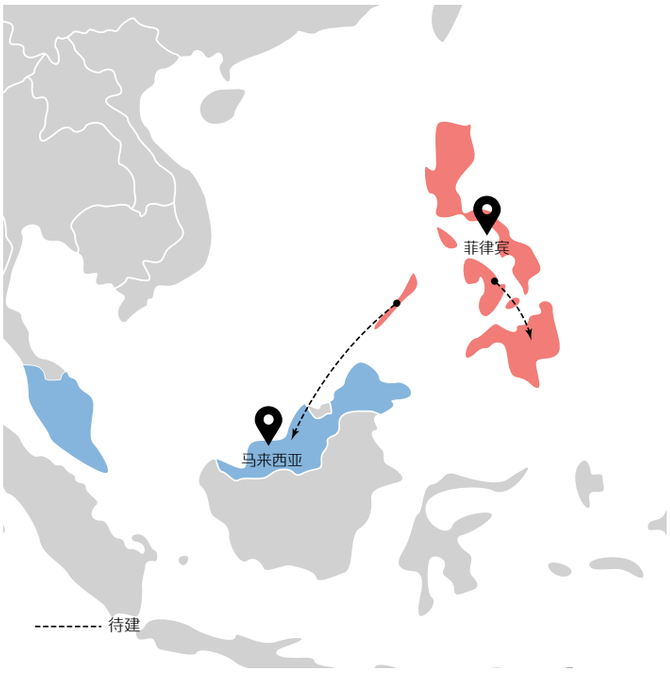
菲律宾

互联背景

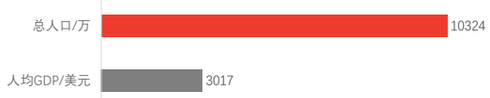
菲律宾国内能源资源较为匮乏，根据相关资料预测，国内天然气供应将在10年内枯竭，发电燃料不得不依赖于进口，故菲律宾在2018年首次提出寻求液化天然气进口。菲律宾电力系统由3个主要岛屿吕宋岛（Luzon）、维萨亚岛（Visayas）和棉兰老岛（Mindanao）形成3大电网。其中，吕宋岛电网最为发达，形成500 kV高压骨干网格局；其次为维萨亚岛电网，最高电压等级为230 kV，通过数条海底电缆与周边岛屿联网；棉兰老岛电网最为薄弱，目前最高电压等级为138 kV。**菲律宾2015年重组了电力市场，市场参与者可以便捷地进行电力交易。此外，菲律宾还建立了可再生能源的电网规范和标准，以及对外投资立法，在跨境贸易方面具有很大优势。**

互联进展及规划

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 MW，送电距离约618 km。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。



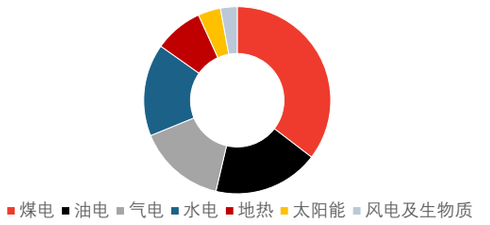
人口与GDP



2018年菲律宾人均GDP为3017美元，位居东盟第六。总人口为1.03亿，占东盟总人口的16.43%。

电力供应

2018年总装机 22735 MW



菲律宾的电源结构以火电为主，截止2018年底，火电占比高达68.8%，其中煤电占比35.4%；水电占比16.0%，其他可再生能源占比15.2%。

图3-5 菲律宾电网互联及进展示意图

老挝

互联背景

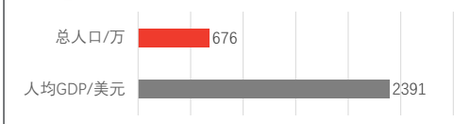
老挝政府依据本国水电资源丰富、开发条件较好、开发利用率低等实际情况，制定相关政策：依靠外援和贷款建设电源，依靠出口电力换取外汇，带动本国经济发展。随着老挝水电资源的进一步开发及电源规划项目的逐步明确，老挝在满足国内用电需求的同时，将具有更大外送潜力，成为东盟重要的水电能源基地。

互联进展及规划

目前，老挝主要与中国、泰国和越南存在电力联网。其中，电力外送主要方向为泰国，以230 kV及500 kV高压交流等级送电，其余国家主要以230 kV及以下电压等级实现少量电力交换。根据老挝国家电力发展规划，老挝已签订协议将大约6 ~18 GW的电力出口至邻国。其中包括将7 ~9 GW电力出口至泰国，将1 ~5 GW电力出口至越南，将1~3 GW电力出口至中国，将300~500 MW电力出口至缅甸。

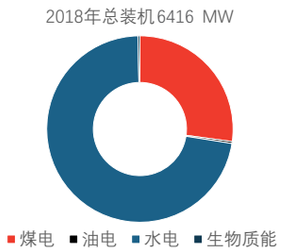
图3-6 老挝电网互联及进展示意图

人口与GDP



2018年老挝人均GDP为2391美元，位居东盟第五。总人口为676万，占东盟人口的1.05%。

电力供应



2018年老挝电源结构以水电为主，其中水电占总装机约72%，煤电占比27%，其他油电及生物质能发电约占1%。

缅甸

互联背景

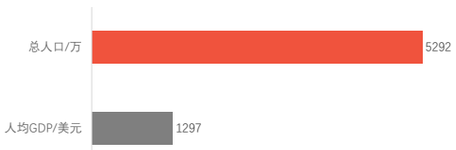
缅甸水能资源丰富，河流众多。大型水电站分布相对集中，主要位于伊洛瓦底江、丹伦江干流上，两流域可开发量占全国的比例分别为59.2%和32.3%，并且其中绝大部分的大、中型水电站具备单独或打捆外送的规模优势。缅甸依托自身水能资源优势和区位优势，在东盟成员国中的定位为电力出口国。

互联进展及规划

目前，缅甸除瑞丽江一级部分机组（总装机600 MW，200 MW送中国）和太平江电站（装机240 MW）供电中国外，还通过22 kV低压线路向老挝进口电力2 MW，主要用于满足边境地区部分村庄用电需求，同时缅甸电力能源部（MOEE）与老挝能矿部签署进口约300-500 MW电力的谅解备忘录，进一步拓展缅老电力贸易规模。

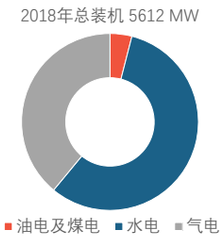
图3-7 缅甸电网互联及进展示意图

人口与GDP



2018年缅甸人均GDP为5612美元，位居东盟第九，缅甸作为东南亚第五人口大国，2018年总人口为5290万，占东南亚总人口的8.31%。

电力供应



2018年缅甸电源结构以水电为主，其中水电占总装机约57%，气电占比39%，其他油电及煤电约占4%。

越南

互联背景

越南煤炭、水力资源均较丰富，根据越南电力相关规划，越南未来可以实现自给自足。但随着后期煤电、气电、核电等持续发展，尤其是煤电的发展，越南水电比重将逐渐缩小，火电占比将增加，具有与周边国家水火互济潜能。未来，越南在东盟电力互联中将扮演水火互济的角色，尤其在汛枯期将发挥更大作用。

互联进展及规划

目前，越南从中国与老挝进口电力，向柬埔寨出口电力，均以220 kV及以下电压等级实现电力联网。根据规划，未来将进一步加强与周边国家互联规模。

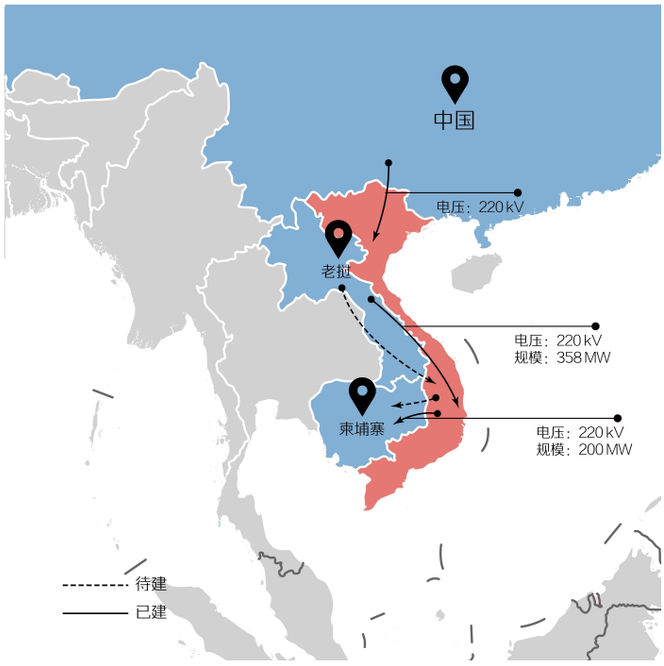
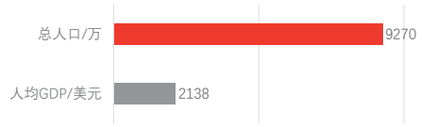


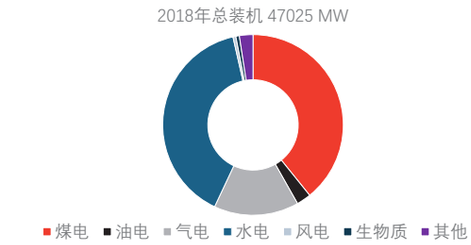
图3-8 越南电网互联及进展示意图

人口与GDP



2018年越南人均GDP为2138美元，位居东盟第八，总人口9270万，为东南亚第三人口大国，占东南亚国家总人口的14.6%。

电力供应



2018年越南电源结构以火电为主，占总装机约57%，水电占总装机约39%，其他风电及生物质能发电约占4%。

4 问题和挑战

概述

尽管东盟电力互联互通项目已经取得了不错进展，但仍面临着从行政决策到项目设计等多方面的问题，各国面临的问题与挑战也有所差异。

马来西亚与文莱的互联项目在实施过程中主要遇到了政府决策方面的阻碍，目前马来西亚沙捞越能源公司所提的互联计划尚未得到文莱政府的许可。对于东马来西亚（沙捞越）和西马来西亚之间的长海底电缆互联线路，解决技术方面上的风险至关重要。

在柬埔寨，电力互联项目面临的最大问题是采购延迟。这个问题自柬埔寨第一个项目起就一直存在，其他还有诸如设计、过程中断等问题。

印度尼西亚的法规规定印尼国家电力公司必须要首先满足国内用电需求，其次才能考虑电力出口。在互联项目实施过程中，人口搬迁安置也是矛盾焦点，迫使电力互联互通的时间进度不能如期推进。

老挝由于2018年大坝溃坝问题，引发国内对水坝发展的争议，安抚安置村民是一大挑战。同时，溃坝问题也对项目的设计和构造评估标准提出了新的要求。

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。

新加坡的电力市场结构导致电力互联项目或电力购买方进入受到阻碍。由于市场结构差异，新加坡-马来西亚-泰国-老挝四国输电计划延迟。但是，新加坡仍在考虑将新马泰老项目作为其2020年以后的计划。

作为东盟电力贸易的主要参与者，泰国在电力互联方面主要面临一些技术问题。

越南情况与泰国相似，在电力互联方面主要面临技术问题。

表4-1 东盟国家互联互通问题汇总

国家	政府层面或级别的许可	法规或市因素	重大事故(溃坝)	尚无规划	移民/民众反对	采购推迟	项目设计	细节问题(技术)
文莱	●							
柬埔寨						●	●	
印度尼西亚		●			●			
老挝			●		●			
马来西亚	●							
缅甸	●					●	●	●
菲律宾				●				
新加坡		●		●				
泰国								●
越南								●

总体来看，实施东盟互联互通项目的问题与挑战主要集中在资金、政策、技术、壁垒四大方面：

资金

目前大多数电网互联项目资金主要来源于2个渠道，一是通过各国国家银行贷款，二是从亚洲开发银行、世界银行等国际机构或中国、德国、挪威、韩国、日本等国家获取资助。

现阶段，主要面临的资金挑战为贷款国家的偿还能力。结合东盟经济发展现状，今后需要对互联项目采用低利率或建立新机制。

壁垒

从壁垒方面来看，东盟电力互联互通项目推进面临着如下挑战：

区域电力合作的管理和商业化问题仍需进一步解决

例如在区域购电中存在一些管理问题，主要包括许可制度不同、缺少自由流动资金和缺少东盟成员国内的《双重征税协定（DTA）》。

涉密资料获取困难

在电网互联项目推进中，难免会涉及一些国家级资料、合同或其它涉密资料，由于资料属性的特殊性，往往很难获取，因此，仍需鼓励项目各利益攸关方达成相关合作机制，为项目的推动实施提供技术支撑。

缺乏统一法律框架

东盟电网互联项目在推进过程中所涉及法律、专业技术和融资模式等方面时，均要面临相关法律问题，但由于各国法律不同，且缺乏适宜解决东盟问题的统一法律框架，无法对上述问题进行有效解决，进而制约项目进程。

能源转型不足

根据能源转型指数调查资料显示，在调查的114国家中，有93个国家进行了整体能源转型指数（ETI）调查，其中新加坡排在第12位，在东南亚国家中排名最高，马来西亚排在第15位。可以看出，东盟整体能源转型指数较低，仍处于早期发展阶段，预计短期内无法改变，仍将很大程度上继续依赖化石能源。

技术

东盟区域崇山峻岭、江河丛林密布，地理条件特殊，为基础设施的建设带来了一定难度，也导致东盟电力互联互通项目推进中带来诸多挑战，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。

政策

从政策方面来看，东盟电力互联互通项目推进面临着如下挑战：

1
各国政府将发挥主要作用，政府支持和承诺关系到项目成败。

2
涉及多方利益。目前，面对各方利益诉求不尽相同，如何有效协调多方利益，确保各方利益最大化也成为重要挑战之一。

3
各国审批流程不同。审批流程直接关乎电网互联项目推进的总体时间进度。

5 下一步建议

切实加强电力互联互通

推进东盟区域内可再生能源的开发和利用，为尽早实现东盟可再生能源目标提供动力。

建立区域合作平台

该平台的主要目标为在东盟范围内协调各类规划，促使东盟成员国的APG承诺落地。

建立区域统一电力交易标准

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。

建立区域互联专业管理机构

该机构专门负责管理跨境互联项目贸易与技术流程，同时负责签约项目的募集资金。

加强东盟能源监管网络（AERN）的功能

加强东盟能源监管网络（AERN）的功能，工作推动包括跨境交易税务和关税以及公私合作领域的研究。

积极推动输电技术研究

交流输电方式具备多种优势，低传输损耗、灵活性、运行相对简单，投资较少，但输送容量及距离不及直流输电方式；此外，交流输电方式要求输电两端电力系统同步，而直流可以要求两端异步，并不与主网发生直接电气联系，确保两端电气安全。因此，在研究东盟电网互联互通时，应结合实际情况及电网需求，推动研究超高压及特高压输电技术研究，最终提出技术经济均合理的送电方式。

电力互联和多能互补本地消纳结合发展

电网互联互通工作推进中应根据各国经济电力发展情况，因地制宜，逐步推进满足各国实际需求、经济性较高的电网互联项目；对于特殊农村及偏远地区，应首先充分考虑当地可再生能源情况，建议以分布式能源系统及智能微网建设为主，实现当地可再生能源就地消纳，提升通电覆盖率。

发展多边互联互通

目前东盟区域电力互联互通项目主要是双边互联互通项目，在统筹区域能源电力资源方面存在一定局限性。新战略可以尝试规划多边互联互通项目，进一步扩大互联规模，加强跨境电力贸易，同时有助于满足东盟地区日益增长的电力需求，保障区域能源安全。