



东盟能源2026

关键洞察与前瞻性观点关于区域 ASEAN Energy in 2026

能源景观

Key Insights and Forward-Looking Perspectives
on the Regional Energy Landscape

版权所有©2026

版权所有。未经ACE事先书面通知和许可，本书的任何部分不得以任何方式或手段进行复制、存储在检索系统中或通过电子或机械方式传输。

由中国出版社发布：

东盟能源中心苏玛特里·布罗佐内戈罗II楼，6号
Jl. HR. Rasuna Said Block X-
2, Kav. 07-08, 雅加达 12950 印度尼西亚
[东盟能源网](#)





ASEAN Energy in 2026

Key Insights and Forward-Looking Perspectives
on the Regional Energy Landscape

承认

《2026年东盟能源》是东盟能源中心（ACE）旗舰报告的最新版。自2022年起，东盟能源系列年度报告每年分析东南亚能源格局的关键洞察。

作者：主编为Rika Safrina，各篇洞见的作者如下：

1. 制图东盟能源优先事项2025-2026 = Auliya Febriyanti, Rhea Oktaqiara, Indira Pradnyaswari
2. 绘制追求型能源目标进展图 = Silvira Ayu Rosalia, Muhammad Ilham Rizaldi, Lazuwardi Imani
3. 跟踪国家能源政策 = Yudiandra Yuwono, Flavia Domitilla Frederick, Fadel Maulana
4. 加强东盟电网规划与实施，提升区域能源互联互通 = Akbar Dwi Wahyono, Nadhilah Shani
5. 把握全球油气市场逆风、区域能源安全及脱碳紧迫性 = Dania Paramita, Shania Esmeralda Manaloe, Raysieo Duakin
6. 推动负责任且清洁的煤炭价值链 = Lintang Ambar Pramesti, Tubagus Aryandi Gunawan, Anis Zhafran
7. 提高能源效率与节约的采用率 = Rizky Aditya Putra, Naing Naing Linn
8. 在电力系统转型、能源供应和终端使用领域扩大可再生能源部署 = Zahrah Zafira, Veronica Ayu Pangestika
9. 通过区域政策和规划加速公正包容的低碳能源转型 = Aldilla Noor Rakhiemah, Muhammad Rizki Kresnawan, Ambiyah Abdullah, Afham Kilmi
10. 将民用核能定位为低碳燃料选项 = Rully Hidayatullah, Nadhilah Shani

指导与监督 对Dato' Razib Dawood、Zulfikar Yurnaidi、Beni Suryadi、Nadhilah Shani、Naing Naing Linn、Suwanto、Tharinya Supasa表示特别表彰，他们在提供指导和监督，确保这本出版物成功方面发挥了关键作用。

沟通 对Firdaus Fadhlullah、Designerindy和Amara Zahra Djamil在准备沟通策略及本出版物分发阶段的准备工作中的努力，给予特殊认可。

设计和布局：感谢Muhammad Bayu Pradana Effendy和Fadhriel Handira Ishaq对本书设计和版式方面做出的创意贡献。

这次合作努力体现了众多专家的奉献精神，他们宝贵的贡献真正得到了认可。

联系人：secretariat@aseanenergy.org

二〇二六年二月

iii（注：由于“iii”在中文中没有直接对应的表达，这里直接保留了原样。）

执行摘要——呼唤团结与互联

该区域在2026年开始的形势下迈进，实施了APAEC 2026-2030的第一个年头，正值全球不确定性逐渐增加之际。本年度见证了东盟电网（APG）的进展，正处于从战略规划过渡到协同基础设施建设及运行行动的转折点上。双边跨境电力贸易继续保持为实用性基础，逐步铺设通往深化多边市场一体化之路。同时，海底连接和新能源走廊成为区域联通的下一物理前沿，受到加强制度和区域机制的支撑，以将加强后的APG谅解备忘录具体实施。

区域互联的扩展与整合更高比例的可变可再生能源的需求紧密相连。加强电网灵活性、系统规划和运营协调对于维护系统稳定性和安全性、随着太阳能和风能规模的扩大至关重要。同时，推进可再生能源证书框架对于提高市场透明度、实现企业可再生采购和支持跨境电力贸易至关重要。东盟成员国（AMS）也被呼吁提高标准、规范和能力建设努力，以确保可再生能源系统从设计、安装到运营的电气安全。在电力行业之外，扩大生物燃料和可持续航空燃料的生产对于脱碳运输、保障供应链可持续性和区域政策协调变得越来越重要。

与此同时，东盟的能源转型必须与能源安全担忧谨慎平衡。全球石油和天然气供应过剩以及需求增长放缓限制了区域生产，老龄化油田、地缘政治风险和有限的新发现增加了对进口的依赖。尽管石油和天然气在运输、工业和发电领域的需求持续增长，但2026年是加速甲烷减排以保持与2030年气候目标一致的关键年份。尽管面临监管、成本和部署挑战，区域内的碳捕集与储存技术正在取得进展。在煤炭领域，生产调整与持续的本地需求以及煤炭化工途径的持续探索并存，而一些东盟成员国正在重新审视核能作为长期选择。

跨部门效率和包容性也为东盟2026年能源展望做出了贡献。更严格的监管协调、更广泛的部门覆盖和投资动员反映了能源效率在能源安全和脱碳中的作用日益增强。建筑、交通电气化、工业碳定价、数字化和混合融资机制都汇聚起来，支持公平包容的能源转型。最终，2026年的导航需要区域、机构间以及各行业间的团结和互联互通，将雄心转化为可信和可实施的成果。

目录

承认	iii
执行摘要	iv
洞见1 ——东盟能源优先事项2025-2026映射	8
更新：APAEC 2016–2025第二阶段成果（2021–2025）	1
1 APAEC 2026–2030的启动	
2 阐述马来西亚2025年主席国成就	
3 欢迎菲律宾担任2026年东盟轮值主席国	
4	
洞见2——绘制雄心能源目标进展图	1
东盟能源需求	6
6 东盟能源供应	
7 东盟电力行业	
8 东盟能源目标评估	
9	
洞见3 跟踪国家能源政策	10
文莱达鲁萨兰国	11
柬埔寨	11
印度尼西亚	11
老挝人民民主共和国	12
马来西亚	12
缅甸	13
菲律宾	13
新加坡	13
泰国	14

东帝汶	14
越南	14
洞察4——加强东盟电网规划与实施，提升区域能源互联互通	15
洞察5——应对全球油气市场逆风，区域能源安全及脱碳必要性	16
洞察6——愿景驱动责任和清洁的煤换桥价值链	17
洞察7——提高能源效率和节约的采用率	17
海底互联和新的电力走廊：APG的下一个物理前沿	18
机构与区域机制：增强型APG备忘录的体制支柱和实施	19
.....	20
全球石油天然气供应过剩及东盟2026年油气产量前景疲弱	21
东盟经济增长对油气需求的日益增长以及能源安全	22
2026年：对东盟油气甲烷排放努力的关键之年	23
在实施挑战面前，东盟碳捕集与封存（CCS）获得动力	24
.....	25
《应对全球煤炭过剩的艺术》	26
Southeast Asia煤炭船队共烧：生物质燃料领先，氨随后	27
东南亚煤炭化工：选项有限，排放高	28
争议中减少东盟煤炭的路径	29
.....	30
加强终端用能领域的能源效率措施	31
和数据中心能源需求	32
3 工业脱碳的竞争力战略	34
澳大利亚联盟电动车普及加速，推动区域供应链发展转型	3
洞见8——在电力系统转型中扩大可再生能源部署，能源供应和终端使用部门	35

为东盟电力系统应对可变可再生能源 (vRE) 快速扩容做准备	36
可再生能源证书 (RECs)	37
RE 电气安全	38
生物燃料和可持续航空燃料	39
洞察9——通过区域政策和规划加速公正包容的低碳能源转型	40
洞察10——将民用核能定位为低碳燃料选择	40
公正包容的能源转型	
COP30与东盟：为何区域合作不再可选	
将担保计划作为推动东盟公正包容能源转型的催化剂	
朝着包容低碳的东盟能源体系推进能源数字化转型	
44	45
核选项在东盟国家重返桌面	46
区域核能合作：APAEC 2026–2030 年民用核能	47
多边发展银行对核能融资的支持：东盟如何受益？	48
核能加速能源转型：从煤到核能潜力	49
.....	50
缩写	65



洞察1——绘制2025-2026年东盟能源优先事项

由Auliya Febriyanti , Rhea Oktaqiara , Indira Pradnyaswari执笔

Insight 1

Mapping ASEAN Energy Priorities 2025–2026

Written by Auliya Febriyanti, Rhea Oktaqiara, Indira Pradnyaswari

APAEC 2016–2025第二阶段进展更新：2021–2025

东盟能源合作行动计划 (APAEC) 是该地区蓝图，为区域能源优先事项和东盟成员国 (AMS) 在能源三重困境 (安全、可负担性和可持续性) 中的合作框架提供指导。[1] APAEC 2016-2025第二阶段：2021–2025是自1999年启动以来APAEC的第五个周期，重点关注的子主题是“*加快能源转型，通过更大的创新与合作增强能源韧性*”。这个周期确保了从上一周期 (APAEC 2016-2025第一阶段：2016-2020) 短期至中期目标的连续性，该阶段考虑了多个全球经济和能源趋势，尤其是与该地区后疫情恢复相关的趋势。在其五年的周期结束时，APAEC在七个项目领域 (PAs) 取得了显著进展，如下所示：

东盟电网 (APG)	<ul style="list-style-type: none"> • 已完成 九项中的十八项重点互联互通工程，总计约10.2吉瓦。 • The signing of the APG增强版谅解备忘录 (MoU) • 承认 参考范围 (ToR) ——东南亚海底电力电缆开发框架 • 承认 APG融资倡议 (APGF) • 完成3个工作包下的 东盟互联互通总体规划研究 (Aims III Phase 3)
跨东盟天然气管线 (TAGP)	<ul style="list-style-type: none"> • 建立了总共 3,631公里管道长度 从13条双边管道，连接六个大洲市场。 • 开发了总共 58.76百万吨/年的液化天然气再气化能力 涵盖七个机场的14个航站楼。 • 已经更新 东南亚石油安全协定 (APSA)
煤炭和清洁煤炭技术 (CCT)	<ul style="list-style-type: none"> • 部署 29.7吉瓦的清洁煤技术 (CCT) 装机容量 • 举行了 东盟甲烷能源高级政策对话
能源效率与生态环保与能源 (EE&C)	<ul style="list-style-type: none"> • 已实现 到2023年将降低能源强度25.5% 自2005级起，有 预计到2025年减少32% • 启动了 东盟能效数据库和投资平台 (对于建筑)
可再生能源 (重)	<ul style="list-style-type: none"> • 已实现 14% 的可再生能源在总初级能源供应 (TPES) 中 并且 33.5% 的可再生能源在装机容量中 在2023年。 • 启动了 东盟可再生能源长期路线图 (RE-LTRM)
区域能源政策和规划 (REPP)	<ul style="list-style-type: none"> • 发布于 7th 东盟能源展望 (AEO7) 在2022年及 8th 东盟能源展望 (AEO8) 在2024年。 • 发布于 东盟能源投资报告 在2024年和2025年。 • 通过加强区域能源政策和规划 合作与DPs/IOs，跨文化对话平台 处理问题 (e.g., finance, climate, and gender), 东盟能源数据库系统 (AEDS) 更新。
平民核能能源 (CNE)	<ul style="list-style-type: none"> • 涉及 政策制定者 在地区核能力建设项目 • 启动了 东盟核能门户 并且启动了 东盟核电站 (NPP) 发展 框架。

APAEC 2026–2030的启动

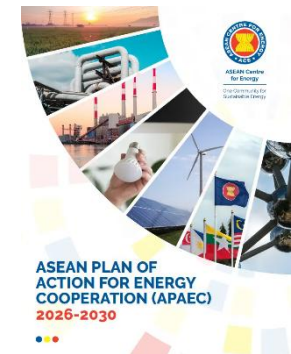
APAEC 2026–2030于第43届大会上正式启动。rd东盟能源部长会议 (AMEM) 于2025年10月17日在吉隆坡举行，由马来西亚担任东盟轮值主席国[2]。本次亚太能源俱乐部 (APAEC) 周期的主题为“**推动确保能源安全和加速实现公正包容的能源转型的区域合作**”，是在一年前^{42nd} AMEM在老挝人民民主共和国于2024年9月26日举行[3]。本次会议的主题借鉴了区域优先事项和潜力，以支持在能源转型期间构建可靠的能源系统。除了以往APAEC的经验教训，它还认识到影响东盟未来能源的全球重大趋势，包括气候变化、数字化、地缘政治不确定性、社会经济发展和健康危机[4]。该指南还考虑了加强与私营部门、学术界、民间社会组织和青年的合作的价值观。

在APAEC 2026-2030期间，该地区承诺致力于 **新的目标** 截至2030年和项目领域 (PDs)：

30% RE在TPES中	 东盟电力网 (APG)
45% RE in Installed Capacity装机容量中的	 石油和天然气互联互通、安全与可持续性 (OGCSS)
	 清洁煤转化 (CCTR)
40% EI 减量 (从2005年基线)	 能源效率与节约 (EE&C)
	 可再生能源 (RE)
	 区域能源政策与规划 (REPP)
	 民用电能 (CNE)

这些目标通过基于成果的策略和行动计划嵌入到每个PA中。自1999年框架启动以来，这些PA经历了重大演变。上一系列APAEC (2021-2025) 是应对新兴全球危机 (特别是COVID-19大流行和气候变化) 的先决条件，探讨了提高安全性的紧迫性。新的APAEC进行了几项调整，考虑到全球挑战、区域愿景和AMS的国家背景。

PA 2：**油气互联互通、安全与可持续性** 从“泛亚管道”更改为，扩大范围以促进该行业的绿色多元化和脱碳，旨在通过发展跨境天然气管道和液化天然气再气化终端，实现一个更具包容性和一体化的天然气市场。同时，PA 3：的转向为…… **清洁煤炭转型** 从之前的煤炭和清洁煤技术，代表了对煤炭行业的更广泛方法，重点在于负责任、有序的转型，以支持实现碳中和目标。最后，采用 **公正包容的能源转型** 理念确保能源未来始终保持对社会变化中的全球动态的敏感响应 (详见下文讨论) 洞见9) [5]。



Malaysia在2025年的主席成就解析

在2025年马来西亚的主持下，东盟实现了向一个全面区域社区迈进的历史性里程碑。现在，东盟已涵盖东南亚所有国家的全面代表。2025年10月26日，东帝汶正式加入该社区，成为第11个成员国。¹⁰ 成员国，为加强东南亚的能源一体化带来更多前景。在东帝汶在区域战略框架中的巨大潜力下，东盟获得加强其能源安全集体能力的机会。

2025年东盟主席任期以“包容性和可持续性”为主题，在能源领域特别关注“推动东盟发展：跨越边界，构建繁荣”。在分裂的世界中，马来西亚认识到其领导该集团的责任，即通过保护共同东盟利益来引领，以保障可靠、负担得起、可持续和包容的能源为优先。在整个年度中，马来西亚成功地将雄心勃勃的东盟共同体愿景2045和APAEC转化为具体行动。这通过一系列成就得以证明，引导成员国取得以下成就：

1. 正式签署了关于APG的强化备忘录，以进一步深化区域一体化（解释将在以下讨论）[洞见4](#)）
2. 结论：完成了APAEC 2021-2025，高度评价了APAEC 2026-2030的新周期。[洞察8](#)
6. 讨论了核能发展框架，该框架为探索民用核能途径提供了基础。
7. 在2045年前完成了APG发展下的海底电力电缆参考框架的最终确定。
8. 批准东盟RE LTRM作为战略框架，为扩大可再生能源提供全面计划。[6]
9. 启动了东盟建筑能效数据库和投资平台。[7]
10. 在东盟能源监管网络下建立了东盟监管学校，由马来西亚领导，作为构建区域监管框架、法律方面和能源市场改革的区域专业知识的潜在平台。

这些里程碑也反映了东盟加速能源转型、实现环境可持续与社会包容的决心。马来西亚通过这些成就奠定了坚实基础，为2026年接任东盟轮值主席国的菲律宾留下了遗产。作为下一任领导者，菲律宾肩负着将区域承诺转化为具体行动、加强跨境合作、推进惠及所有人的包容性能源政策的任务。

热烈欢迎菲律宾担任2026年东盟轮值主席国

随着东盟轮值主席国的权杖在2026年传至菲律宾，马来西亚的遗产仍在传承。菲律宾自1967年成为东盟创始成员之一以来，已第四次领导东盟。在2017年之后，菲律宾在东盟一个关键时刻于2026年担任东盟主席。这一主席职位的交接象征着菲律宾准备引导该地区进入一个面向未来、充满韧性的新时代。包容性将成为主题的核心焦点。**探索我们的未来，共同前行** 反映菲律宾致力于以团结和目标引导东盟的承诺。立足于以人为本的方针，主席国的工作受到以下三个战略重点的塑造：(1)和平与安全；(2)繁荣走廊；(3)赋能人民。目标不仅反映了菲律宾的愿望，也体现了有利于所有东盟社区的团结和共同愿景[8]。

在和平与安全支柱下，将优先考虑负责任和道德地使用新兴技术，特别是人工智能（AI），以增强东盟应对不断变化的安全挑战的集体准备。在经济方面，将致力于推进东盟向数字化赋权社区的转型。在社会文化支柱下，将鼓励负责任地应用AI，以加强医疗保健体系，改善教育，支持青年赋权，从而扩大对基本服务的获取，并在整个区域培养创新和创造力。[9]

在菲律宾2026年的东盟主席国地位下，能源领域是实现地区一体化、经济转型和包容性增长的战略支柱【10】。根据此，菲律宾能源部门提出了行业主题。**东盟能源峰会** 共同反映该地区的优势，聚焦以下四个重点：（1）通过包容和可靠的能源获取保障人民；（2）以发展绿色产业作为可持续发展的引擎；（3）通过新兴技术促进创新；（4）通过更强大的系统、标准和区域合作建设韧性。这些重点与APAEC 2026-2030紧密一致，强调APG、能源效率和可再生能源扩张作为确保可持续东盟能源未来的优先事项[4]。

不断发展的地缘政治动态进一步凸显了多元化能源来源、更强的跨境互联互通和共同标准的必要性，以加强区域能源安全。菲律宾的主席职责预计将通过将数字化和人工智能融入能源系统，并保护能源基础设施的韧性来催化双重转型，包括通过高级分析、智能电网、AI驱动预测、预警系统和灾害风险管理。在亚太经合组织（APG）上取得的持续进展，得益于半导体和关键矿产等战略产业协调的区域路线图，可以加强供应链并促进清洁能源投资[10]。共同而言，团结、互联互通、数字化、可持续性和韧性将是增强东盟竞争力和长期稳定的关键。

洞察2——绘制雄心能源目标进展图

由Silvira Ayu Rosalia、Muhammad Ilham Rizaldi、Lazuwardi Imani执笔

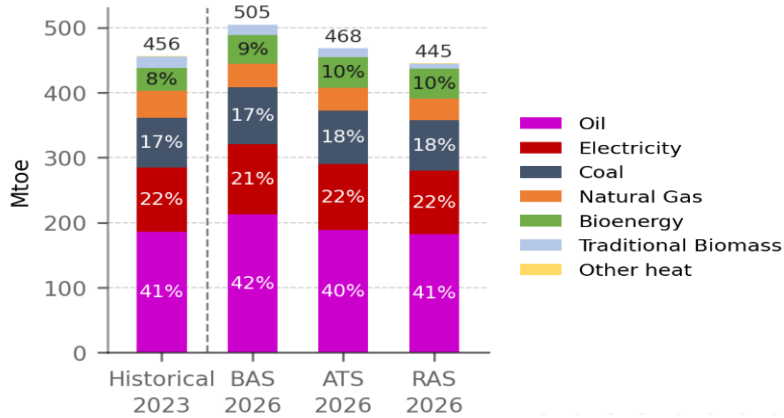
Insight 2

Charting the Progress of Aspirational Energy Targets

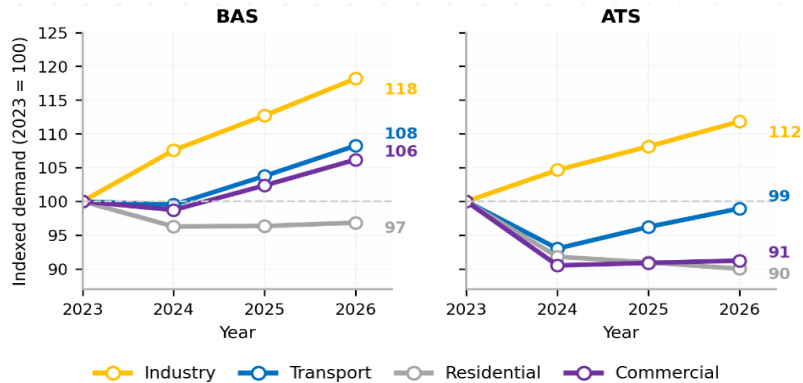
Written by Silvira Ayu Rosalia, Muhammad Ilham Rizaldi, Lazuwardi Imani

东盟能源需求

图像 1. 东盟能源需求预测按燃料分类¹



图像 2. 按部门将东盟能源需求指数化至2023年水平¹



¹ 备注：BAS = 基准情景；ATS = AMS目标情景；RAS = 区域愿景情景。来源：8th 东盟能源展望 (AEO8) [11]和东盟能源统计手册 (AESL) 2025[12]。

2026年，区域能源需求持续增长。在基准情景 (BAS) 下，如果没有政策干预，东盟的总能源消费预计将在2023年至2026年期间增长10.7%，这主要得益于所有东盟成员国 (AMS) 的人口持续增长和经济发展。石油仍是最大的能源来源，占最终能源消费 (TFEC) 的约42%，主要用于满足交通和工业部门日益增长的需求。

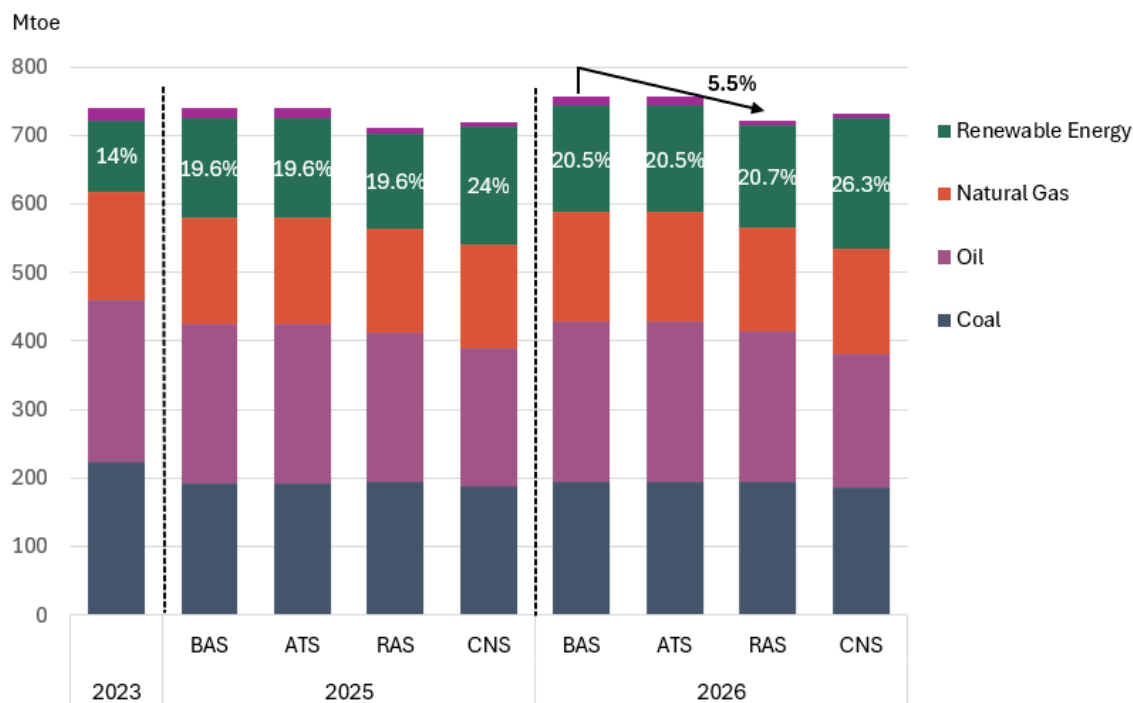
能源需求在国家政策目标的推动下继续向清洁能源转型，但增长仍然适度。在“区域综合能源目标情景” (AMS目标情景) 下，电气化和生物质能源的使用将改变东南亚的能源需求结构，到2026年，电力和生物质能源将分别占终端最终能源消费 (TFEC) 的21.7%和10.2%。这些变化主要集中在选定的终端使用行业，尤其是道路运输行业，通过推广电动汽车 (EV) 和生物燃料混燃的强制政策，以及住宅和商业领域向清洁烹饪和现代电器转型的过程中。

2026年，电力需求凸显，得益于交通运输和建筑领域的持续电气化。受人工智能驱动，数据中心的出现正日益成为2026年需要关注的电力需求重要来源。

工业活动继续是东盟能源需求增长的主要驱动力，反映了多个AMS的持续工业化。制造业产出的增加、基础设施建设以及工业产能的扩张支持了这一趋势。在短期内，化石燃料的替代选择有限，这意味着2026年工业能源使用仍然高度依赖煤炭和天然气，这指出了在未来的能源转型中需要更加关注工业能源使用。

东盟能源供应

图3. 东盟能源供应预测按燃料分类



备注：BAS = 基准情景；ATS = AMS目标情景；RAS = 区域愿景情景；CNS = 碳中和情景。
来源：AEO8 [11] AESL 2025 [12]。

2026年东盟的主要能源供应仍在转型之中。《区域愿景情景》（RAS）展示了东盟如何在减少对石油和煤炭需求的情况下，仍能增加可再生能源（RE）的份额。通过采取更加强有力的协同政策以满足区域可再生能源目标，东盟在2026年相对于BAS（图3）可能将其总初级能源供应（TPES）减少5.5%。这种减少主要来自国内可再生能源替代进口石油和煤炭，从而提高能源自给自足能力并维护能源安全。

同时，在碳中和情景（CNS）下，可再生能源（RE）的份额预计将增长26.3%，从2023年的14%增至，而化石燃料仍构成基础。追求碳中和将要求东盟以前所未有的速度加快可再生能源的部署，展现出实现长期脱碳目标所需的高度雄心和协调行动。

更紧密的区域合作至关重要。为了实现区域综合能源系统（RAS）和清洁能源网络（CNS）的预测，东盟将需要采取共同政策，促进跨境电力贸易并共同投资基础设施。这些行动是确保到2026年及以后该地区的能源转型公平、安全、负担得起的必要条件。东盟能源中心目前正在制定第9th《2026年东盟能源展望》，预计于2026年9月发布，届时将根据最新数据和政策发展更新这些预测。

东盟电力行业

图4 东盟装机容量预测¹

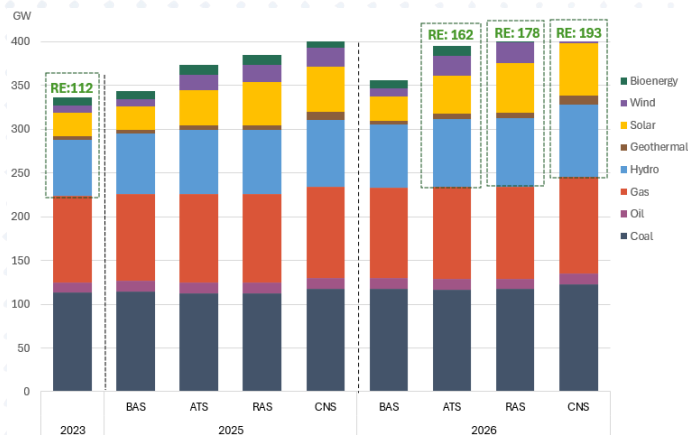


图5 东盟电力发电预测2026¹



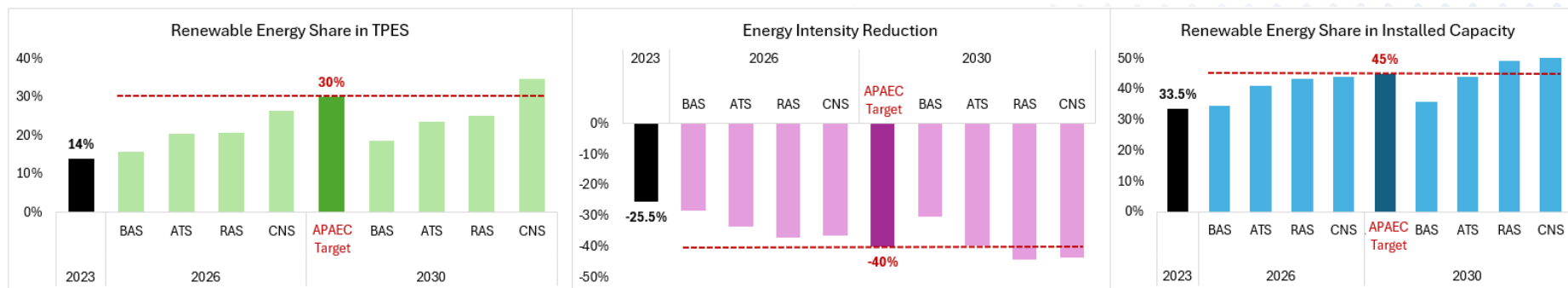
来源：AEO8 [11] 和 AESL 2025 [12]。

电力供应的稳定性对于维护能源安全至关重要，2023年东盟装机容量仍依赖化石燃料，占比达66.6%，以煤炭和天然气为主（图4）。预计在各种情景下，总装机容量将稳步增长。到2026年，预计将比2023年的336.3吉瓦增长约6%（BAS）、17.7%（ATS）和22.4%（RAS）。通过实施电力发展规划政策，2026年可再生能源在装机容量中的份额将从2023年的水平增长44.3%，仍以水力发电（19.7%）和太阳能（11%）为主。

与此同时，在一定时间段内，总电力发电量有所增加，这得益于该地区的经济增长和人口增长。2023年的历史数据显示，电力发电量为1,320太瓦时。由于能效努力，与BAS相比，ATS的电力发电量有所减少，但其他情景下的电力发电量有所增加。预测表明，到ATS 2026年，AMS将需要产生1,369太瓦时的电力，这代表着RAS增长2%，CNS增长6%。这可以归因于电力电气化政策的增加和向可再生能源资源的明显转变。通过脱碳努力实现向清洁能源的过渡，2026年CNS的可再生能源发电预测仍将由水力发电主导，与2023年相比增长47%。同时，太阳能和风能将作出重大贡献，分别占100.1太瓦时和85.2太瓦时的电力发电量。

东南亚能源目标评估

图6. 2026年对2030年APAEC目标评估



来源：AEO8 [11].

RE在确保该地区能源安全和能源供应多样化方面至关重要；然而，其发展却停滞不前。截至2023年，RE在TPES中的份额 该比例达到14%。预计到2026年，国家政策的实施（ATS）将使可再生能源（RE）份额增加到20.5%。通过区域合作（RAS），这一努力可以加强，预计到2026年可再生能源份额将达到20.7%。然而，当前的区域努力仍然不足以满足新的APAEC 2026-2030年目标（TPES中30%的RE）。预计东盟仅在CNS（图6）到2030年才能达到这一新目标，可再生能源份额的显著增加得益于脱碳政策和技术的进步，这得益于水力、地热、太阳能和风能的扩张。

在.....方面 **已安装容量中**，2023年达到33.5%，而2026年的ATS和RAS预计将实现新的APAEC目标（45%），分别达到40.9%和43.2%。到2030年，RAS和CNS中的RE份额预计将显著上升并超过区域目标，达到48.9%和49.4%，这得益于强有力的RE政策和应用清洁技术的成本优化。

东盟旨在到2030年将能源强度（EI）从2005年水平降低40%。到2023年，已实现25.5%的降幅，表明取得了进展，但仍然未达到目标。2026年的预测显示，ATS和RAS的EI降幅将达到33.6%和37.2%。2030年的预测评估显示，ATS、RAS和CNS的EI降幅分别将达到39.7%、44.2%和43.8%，均有望超过目标。实现进一步的EI降低需要实施跨关键领域的成本效益措施，例如交通（加速电动汽车的采用、提高燃油效率、扩大公共交通）、冷却和烹饪。还应该利用金融激励措施和公私合作伙伴关系来推广清洁技术并降低能源效率项目的风险。



洞见3——跟踪国家能源政策

由尤迪安德拉·尤沃诺、FlaviaFrederick、法德尔·茂兰娜撰写

Insight 3

Tracking National Energy Policies

Written by Yudiandra Yuwono, Flavia Frederick, Fadel Maulana

文莱达鲁萨兰国

文莱达鲁萨兰国通过将国家发展与低排放增长路径相一致，正在加强气候行动。其更新的国家自主贡献（NDC）3.0目标是在2035年将温室气体（GHG）排放量比“现状”（BAU）减少20%，以2015年为基线[13]。该国维持到2035年电力生产中可再生能源（RE）占比高达30%的目标，该目标得到约30兆瓦的太阳能容量支持，该容量计划在2025年中旬投入运营，以及计划在巨港岛建设一个额外的48兆瓦发电厂[14]。补充供应侧措施，2021年开始实施的强制碳报告已导致相对于“现状”的温室气体排放量减少报告为15%[15]，并辅以能效、需求侧管理、交通电气化准备、工业及油气运营效率等措施。然而，文莱的电力部门仍然高度依赖化石燃料[16]，可再生能源的扩张受到土地资源有限的限制，而NDC目标则取决于国际金融、技术转让和能力建设。因此，进展将取决于加强伙伴关系、提高项目可行性、完善监管框架，同时平衡可负担性和多元化目标。

柬埔寨

柬埔寨于2025年采取了更为积极的气候和电力行业立场，在长期减排承诺和近期电力充足性问题上寻求平衡。其NDC 3.0承诺到2035年无条件实现16%的全方位减排，并有条件实现55%，将电力行业定位为通过可再生能源、电网投资和效率提升的关键减缓杠杆[17]。同时，《支付便利法》引入了政府支持的电力项目付款担保，以管理近期产能风险，并在煤电融资限制中维持私人投资[18]。虽然这稳定了供应，但如果没有解决电费充足性和公用事业财务健康问题，则会引入财政风险。实现NDC目标将取决于调动优惠融资、明确行业路径和加强监督及执法能力。2026年将成为检验柬埔寨能否在近期电力安全与长期减碳可信度之间取得平衡的关键年份。

印度尼西亚

印度尼西亚于2025年通过旨在加快可再生能源部署和改善投资条件的改革，推进了其能源转型。根据MEMR第5号2025年规定的标准化可再生能源电力采购协议，提高了多种技术的银行可融资性，而总统令第109号2025年提高了垃圾发电项目的电价并集中采购。然而，短期内仍存在执行风险。与国内含量要求挂钩的修订版电动汽车（EV）激励措施

并且临时电力电价折扣突显了价格敏感性和财政压力[20]。大规模的举措，如乡村太阳能项目，提出了交付和治理挑战。展望未来，2026年将是一个关键的执行测试，其进展取决于制度能力、电力供应和将政策雄心与市场信心相一致。

老挝人民民主共和国

老挝人民民主共和国通过加强规划框架、扩大可再生能源部署、强化其在区域电力贸易中的作用，同时优先考虑能源的可获得性和可负担性，推进其能源转型。在2024-2025年期间，能源和矿产部审查了9th五年能源和矿业发展计划，并启动了第十个五年计划的准备工作。th计划（2026-2030年），重申水力发电作为系统骨干，同时随着太阳能和电网现代化的发展。接近全民电力普及的目标即将实现，到2025年底，目标覆盖率将达到98%，通过太阳能微型电网和偏远地区的离网解决方案来实现。老挝人民民主共和国也在开发国家温室气体清单，最初专注于能源部门，并探索与其实施贡献目标3.0（NDC 3.0）相一致的碳市场机会[21]，[22]。然而，可负担性压力仍然显著。2025年引入的1000万美元电力补贴降低了低收入家庭的生计成本，但增加了财政压力，并使电价改革复杂化[23]。对水力发电的过度依赖使系统面临水文风险，而数据缺口和制度能力限制依然存在。2030年目标的实现将取决于在可负担性与投资准备之间取得平衡、加强能源数据系统、最终确定碳框架，以及利用区域电力贸易。

马来西亚

马来西亚正在推进一项能源转型，将电力部门的脱碳与整个经济的排放管理相结合。《第十三马来西亚计划》设定了到2050年电力生成35%可再生能源的长期目标，这一目标由持续实施的国家能源转型路线图支持。[24]，[25]。到2025年，政策重点转向市场工具和执行。自动燃料调整引入了更频繁的费率传导，以改善成本透明度和效率信号。[26]。同时，《2025年碳捕集、利用和储存法》（法案870）建立了一个国家法律框架，用于碳捕集和储存，支持到2030年的大规模部署，尽管实施取决于分阶段启动。[27]，[28]。屋顶太阳能规模的扩大得到了社区可再生能源聚合机制和太阳能加速转型行动计划的支持，而2025年宣布的碳税将于2026年实施，收入将重新投资于清洁能源。[29]，[30]，[31]。沙捞越通过省级转型和氢能战略推进补充低碳工业路径。[32]，[33]。在可负担性、监管顺序和执行能力方面仍存在执行风险，使2026年成为一个关键测试年。

缅甸

缅甸通过第38/2025号通知，在交通运输脱碳方面迈出了渐进式的一步，建立了生物燃料混合燃料分销许可制度[34]。尽管规模有限，其实施将取决于原料供应、价格、标准和执法能力。2026年将是对该框架是否能够超越试点应用的关键测试。

菲律宾

菲律宾于2025年通过针对性的立法改革强化了能源和资源治理框架，旨在降低投资风险并加强监管。菲律宾国家核能安全法 (RA 12305) 建立了一个全面的法律框架，用于安全和平地使用核能，并成立了独立的菲律宾原子能监管局 (PhilATOM)，拥有独家监管权[35]。这解决了长期治理空白，使国家与国际核能标准保持一致，为可能的核能部署奠定了基础，包括小型模块化反应堆。同时，大规模金属采矿强化财政制度 (RA 12253) 通过修订特许权使用费、暴利税和激励措施，以及更加强大的透明度和问责制要求进行了重新校准[36]。改革旨在平衡对过渡关键矿产的再投资与改进的财政收入、环境保护和社会效益共享。然而，执行风险仍然存在。核能进步取决于次级法规、机构能力建设以及持续的财政支持，而采矿投资将取决于实施规则、许可时间和税收触发的明确性。2026年将成为将改革转化为可银行项目的关键测试年。

新加坡

新加坡正在通过更严格的排放控制、电力系统改革以及在交通和航空领域的针对性措施来加强其能源转型。2025年，新加坡提交了其NDC 3.0，承诺到2035年将排放量控制在45-50MtCO₂以内[37]。通过分布式能源资源和更深入参与东盟电力贸易，包括水力发电进口，正在增强电网灵活性。除了电力，2026年将对航空乘客实施绿色燃料税，以支持可持续航空燃料[38]。最近的调整反映了成本和竞争力担忧，包括从2026年起减少电动汽车补贴和增加高排放车辆的罚款[39]。在可负担性和采用之间取得平衡将是持续减少排放的关键。

泰国

泰国通过碳定价、电动汽车激励政策和快速可再生能源部署推进了其转型。2025年，它引入了一项收入中性的碳税，每吨二氧化碳征收200泰铢（约合6.35美元）的石油产品碳税[40]，并修订了电动汽车激励政策，以优先支持国内生产[41]。“快速大胜利”计划加速了社区和浮动太阳能项目的太阳能部署[42]。然而，收入中性的碳税有限的行为影响、直接电力购买协议的不确定性以及电网整合挑战仍然是长期脱碳的关键限制。

东帝汶

东帝汶在2025年没有发布新的能源政策，而是继续实施2011-2030年战略发展规划，该规划优先考虑普遍的电力获取和逐步转向可再生能源。截至2024年12月，国家电气化达到99.7%，这是通过国家电气化计划的混合电网和非电网太阳能系统实现的[43][44]。第九宪法政府重申了对国家能源安全政策、可再生和不可再生资源勘探立法以及与新西兰共同制定的东帝汶可再生能源路线图的承诺，以减少石油进口依赖[45][46]。随着东帝汶接近普遍获取电力，政策挑战从电力供应转向正式建立一致性的能源框架，以动员可再生能源投资并减少长期进口依赖。

越南

越南将在2025年推进本地区最具雄心的能源转型议程，以修订后的第8个电力发展计划（PDP8）为基础，巩固煤炭逐步淘汰过程，同时扩大太阳能和海上风电，可再生能源目标到2050年达到发电能力的65-70%，[47]。越南支持全球煤炭转为清洁能源转型宣言，概述了尽早退休煤炭、煤转电和扩建清洁能源，目标在2050年全部淘汰。[48] 规管改革包括电力法2024年和决议253/2025，旨在提升电力购买协议可银行性、电价设定、海上风电开发和直接电力购买协议实施。[49]、[50]。通过监管标准提高需求侧的能效性。修订后的非风管空调器的最低能源性能标准（TCVN 7830：2021），从2025年1月起生效，强制要求更高的能效标准并设立能源标签，显示了更强政策关注于抑制峰值需求增长和降低系统成本的意愿。[51]。电网 readiness（准备好上线状态），海上风电审批及煤转换的经济效益依然是关键执行风险。2026-2030年期间将是将改革转化为实际交付的清洁容量，维持投资者的持续信心的关键时刻。



洞察4——加强东盟电网规划和实施，提升区域
能源连通性

由阿克巴·迪维·瓦希约诺和纳迪拉·沙尼编写

Insight 4

Strengthening ASEAN Power Grid Planning and Implementation to Enhance Regional Energy Connectivity

Written by Akbar Dwi Wahyono and Nadhilah Shani

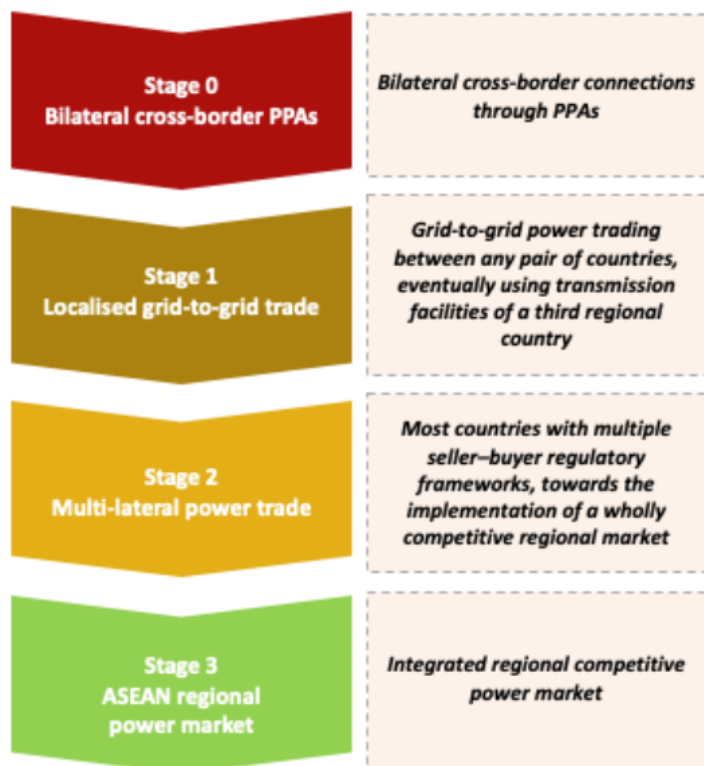
从愿景到行动：APG规划在2026年进入关键实施阶段

For over two decades, the ASEAN Power Grid (APG) has been a long-term vision for regional energy cooperation, characterized by conceptual planning, voluntary participation, and fragmented progress through bilateral interconnection. While this proposal has helped ASEAN Member States (AMS) build trust and gain technical familiarity with the benefits of interconnection and power trade, it also means that the APG largely remains aspirational, with limited coordinated regional implementation. At the 43rd session of the ASEAN Energy Ministers, the endorsement of the APG Enhanced Memorandum of Understanding (MoU) by ASEAN Energy Ministersrd 2025年在吉隆坡举行的东盟能源部长会议 (AMEM) [2]标志着从现状的转折点。与早前的协议相比，加强后的协议提供了更强更透明的制度基础，使系统能够更加系统地利用任务小组和工作安排，以应对实施政策、监管和技术准备。这一转变得到了快速增长的再生能源 (RE)、更强的去碳化承诺和日益加剧的能源安全问题的巩固。因此，APG项目越来越多地依据其对系统可靠性、成本效益、可再生能源整合和区域弹性所作的贡献进行评估。

2026年，区域合作预计将集中在将《加强版谅解备忘录》转化为实际可行的安排，包括走廊优先级、将区域APG规划成果与国家电力发展规划相协调、发展海底框架、商业和融资评估框架，以及执行跨境互联互通项目的准备工作。这些活动对于确保APG倡议能够超越概念规划阶段，转向实施阶段至关重要。凭借《加强版谅解备忘录》的政治势头，东盟能源中心 (ACE) 在其作为APG秘书处的角色下，将能够引导APG发展走向更加协调和投资准备就绪的框架，标志着从愿景转向行动的转变。

在这样的大背景下，2026-2030年东盟能源合作行动计划 (APAEC) 为推进亚太电力 Grid (APG) 提供了战略方向，作为第1项计划领域，它更加重视从长期愿景转向实际实施的转变。在这个新的APAEC周期中，APG正将跨境互联和电力贸易定位为促进可再生能源 (RE) 整合和系统韧性的关键推动因素。事实上，最近的进展已经预示着这一转变的初步进展。越南-马来西亚-新加坡联合开发协议等举措，以及包括沙捞越-沙巴连线在内的新优先APG互联项目，预计将在2025年底启动，展示了双边和次区域努力如何开始形成更广泛APG整合的基石[52]，[53]。这些进展共同表明，APG正从概念规划阶段过渡到制度准备、基础设施建设和市场安排。

双边今日，多边明日：跨境电力贸易作为深化区域一体化的桥梁



尽管APG加强版谅解备忘录标志着地区电力合作迈出的重要一步，但它并不寻求在近期建立一个完全一体化的地区电力市场。相反，加强版谅解备忘录采用逐步实施的方法，预计APG将从双边安排逐步发展到次区域合作，最终随着制度和系统准备逐渐完善，转向多边贸易框架。

在短期内，由于AMS各国监管管辖权、市场结构和内部电网条件多样，双边跨境电力购买协议将继续占据主导地位。然而，加强版备忘录的影响将确保跨境双边安排不再孤立发展。相反，它们被鼓励在技术上可行、监管一致和可扩展的基础上发展，并随着时间的推移注重更深层次的区域一体化。APG可能朝着更高层次的整合发展，拥有统一的规则、共享的规划框架，并在短期和现货市场中增加参与度，形成一个统一但自愿的区域电力市场。

因此，2026年将专注于在加强型谅解备忘录下构建双边及多边电力贸易（MPT）的基础性工作。优先考虑的事项包括制定共同原则以规范贸易规则、数据共享框架，轮供电商等。

第三方接入指南和争议解决流程。这些要素对于增强参与方、监管机构和政策制定者之间的透明度和信任至关重要，同时保持AMS以不同速度推进的灵活性。ACE还将支持能力建设和输电费用指南，帮助特定走廊内的国家群体采用更透明和一致的成本回收方法，以应对跨境电力流动。此外，ACE还将促进对互联站商业模式的分析工作，包括所有权、收入和风险分担安排，这对于确保跨境基础设施的可贷款性和可持续性至关重要。APG下选定优先互联项目的可行性研究将进一步将区域合作转化为具体实施。

海底互联与新电力走廊：APG的下一个物理前沿

增强型备忘录中最具实质性的影响之一是其为新类型跨境基础设施提供政治和监管一致性，包括海底互联和远程可再生能源走廊。这些基础设施类型，过去被认为是技术上的雄心勃勃或政治上敏感的，现在越来越被视为未来亚太地区能源网络的必要组成部分。

ACE在2025年召开了一次关于海底电力互联的区域研讨会，以此积累势头，加强东盟利益相关方对海底电力基础设施开发的技术理解。研讨会汇集了公用事业公司、监管机构、政策制定者和发展伙伴，交流了关于规划、融资和运营海底互联的实际经验。一个关键成果是共同认识到跨境海底项目引入了复杂性的等级，需要在监管、资产所有权、成本回收机制和跨区域运营责任方面进行早期协调。

确实，海底高压直流输电线路既带来了机遇也带来了挑战。它们通过创建新的可再生能源走廊，具有解锁大规模可再生能源的潜力，但同时也需要新的规划和投资动员方法。这些见解促使我们迫切需要加快2026年正在进行的工作，即制定区域海底电力电缆发展框架，为项目开发者提供技术参考。

到2026年，预计重点将从质疑海底互联是否可行转向在APG框架内寻找如何进行监管、融资和治理的协同作用。海底电力电缆发展框架为东盟提供了一个共同解决跨境资产所有权、成本回收、风险分配和长期运营责任等问题的机会。随着东盟朝着实施迈进，新电力走廊的开发将考验该地区的合作能力，将政治承诺转化为可融资项目。

为了支持这一转型，ACE将在2026年全年协助AMS，发挥核心的推动作用。支持重点领域包括与MPT构建模块一致的领域，如制定区域规划框架以帮助整合双边及次区域互联互通计划与APG目标，以及建立海底互联互通的法律和监管框架，这对于未来的电力贸易走廊变得越来越重要。

综合考虑，这些努力体现了加强版协议通过实际和更加紧密的协调促进APG发展的实质。通过更加协调的双边和次区域电力贸易，加强版协议使这些安排成为东南亚更高效区域电力一体化道路上的垫脚石。


机构和区域机制：加强型亚太反洗钱谅解备忘录的机构框架和实施

尽管物理互联是APG最明显的成果，但其长期成功依赖于强大的机构来协调、治理和支持其发展。《APG加强版谅解备忘录》因此重新强调加强区域机制，将APG从零散的倡议转变为更协调、更具实施导向的框架。一个关键发展是，通过指定ACE为APG秘书处，在区域层面正式确立了更清晰的机构角色，使ACE能够协调APG各机构（即HAPUA、AERN和APGCC）、特设机构和合作伙伴。这一新角色扩展了ACE在支持共同框架和指南发展的职能，同时加强信息交流和能力建设，旨在减少APG发展中的碎片化。与此平行，加强的融资机制，如APG融资平台（APGF），反映了人们对机构准备必须包括投资动员的认识。通过APGF和相关倡议，东盟正在发展有组织的渠道，以连接项目提案人、公用事业、政府和合作伙伴，帮助解决跨境互联的融资、风险分配和银行可融资性挑战。

截至2026年，APG实施进展将不仅体现在正在考虑的互联互通项目数量上，还将体现在这些区域制度安排的成熟度上。APG秘书处的更明确授权、融资平台加强以及区域机构之间更紧密的协调，表明东盟正在奠定支持长期更复杂形式电力贸易所需制度基础。通过投资于支持协调、融资和项目准备的区域机制，东盟正在构建确保APG发展可持续、可扩展并能够支持未来几年更深入区域一体化的制度框架。

2026年预计将成为APG的一个关键年份，标志着向前迈出重要一步，因为关注点逐渐转向实施阶段。今年标志着APG长期愿景向其实际实施的转变，利用近期批准的加强版APG备忘录产生的政治动力。这一阶段的实施化并不意味着立即的区域市场一体化，而是建立必要的制度和区域框架以及项目筹备基础，以实现跨境电力贸易。

2026年的进展将因此体现在协调、便利化和准备方面的实质性进步上，包括通过亚太经合组织秘书处明确区域角色、加强项目准备和融资支持、以及支持双边和次区域电力贸易的实用框架，同时保持随时间可扩展。如果持续进行，这些努力将使亚太经合组织从一项具有抱负的倡议转变为东盟清洁能源转型议程的重要贡献者。



洞见5——应对全球油气市场挑战、区域能源安全问题
去碳化必要性

由丹妮亚·帕拉米塔、夏尼亚·艾斯梅拉达·马纳罗和雷西奥·杜阿金撰写

Insight 5

Navigating Global Oil & Gas Market Headwinds, Regional Energy Security, and Decarbonisation Imperatives

Written by Dania Paramita, Shania Esmeralda Manaloe, and Raysieo Duakin

全球供应过剩及2026年东盟油气生产的疲软前景

全球石油市场预计将在2026年以明显的供应过剩进入，这源于生产增长和需求增长放缓之间的差距扩大。预计到2026年，全球石油供应可能超过需求达每天高达400万桶，这主要由石油输出国组织+ (OPEC+) 加速产出和非OPEC国家持续的供应增长驱动[54]。与此同时，在严峻的宏观经济条件和运输电气化加速采用的背景下，需求增长的结构性的减弱。这一预测的过剩表明，这预示的是持续的供过于求，而非市场平衡更加紧张的趋势。

尽管预计全球市场将继续供过于求，但这种环境并不转化为更强的生产增长。2026年的持续过剩供应可能会对油价形成坚实的上限，限制生产商的收入并加强上游行业的资本纪律[55]。这种谨慎的投资方法还受到不可预测的地缘政治环境的影响，包括乌克兰持续的冲突、中东的不稳定以及委内瑞拉可能出现的新的干扰，所有这些都加剧了全球能源市场的波动。这些地缘政治问题并非导致广泛的供应损失，而是增加了运营和保险费用，扰乱了物流和贸易路线，并提高了投资风险，即使是在已经供过于求的市场中也是如此。因此，许多生产商可能会保持“维护模式”，专注于当前的生产水平，而不是追求新的上游项目，这将减缓未来供应增长的速度，尽管近期的资源是可获得的。

在这个背景下，东盟的石油和天然气行业面临着结构性限制，这加剧了其面临投资周期和外部市场波动的风险。由于成熟油田和新的发现有限，该地区已探明的石油和天然气储备在2024年下降。尽管原油产量大体稳定，但天然气产量增长在AMS [56]地区仍不均衡。尽管运营改进、提高采收率和优先开发现有油田等措施有助于短期内维持产量，但这些措施并未完全抵消长期的结构性生产挑战，这些挑战需要持续的上游投资。与此同时，东盟对外部供应的日益依赖放大了这些脆弱性。2024年，石油进口依赖度达到了66%，超过90%的原油进口来自该地区以外。预计该地区将在2027年转向天然气净进口国。

展望2026年，东盟的油气行业将需要在供过于求但生产韧性下降的全球环境中航行。尽管全球供应过剩可能会缓解短期进口压力，但在价格受限和高地缘政治不确定性的背景下，上游投资的延迟风险会削弱东盟的生产前景，尤其是天然气方面。加强投资确定性，维持现有和近期项目的上游动力，以及增强区域供应安全协调将是减轻未来生产风险和对外部冲击准备的关键。

东盟日益增长的油气和能源需求以促进经济发展和能源安全

在过去十年中，全球油气需求增长趋势出现分歧。一方面，全球石油需求增长因能源效率提高、电气化以及燃料替代等因素驱动的结构转变而逐渐下降[57]。另一方面，全球天然气需求增长保持相对韧性，得益于其在满足日益增长的工业、交通和电力需求方面作为过渡燃料的作用。然而，在东盟，油气需求增长轨迹更为扩张。2023年至2024年间，东盟石油和天然气消费分别同比增长1.93%和8.28%[56]。这种增长反映了东盟持续依赖化石燃料，以支持与人口增长和城市化同步的经济扩张[11]。

展望2026年，全球石油需求增长预计将大致与2025年水平相当，而天然气需求增长预计将增强[57]，[58]。全球石油需求增长预计将趋于平稳，约在每天0.7百万桶（mb/d），主要由于经济增长缓慢以及从交通运输和发电领域对石油的替代不断增加[57]。相比之下，全球天然气需求预计将在2026年同比增长约2%，增长主要集中在亚太地区、北美、非洲和中东[58]。这一增长主要受行业、交通运输和发电领域需求推动，包括航运排放法规的加强以及极端天气事件（如热浪）期间对制冷需求的上升。

在这种背景下，预计2026年东盟对石油和天然气的需求增长将继续保持强劲势头，延续过去五年观察到的上升趋势[56]。预计东盟的石油需求将继续增长，受到运输燃料需求增加、石化原料使用增加以及更广泛的经济活动推动。然而，由于油田成熟和上游投资有限，石油产量持续下降，这种增长可能导致东盟对石油进口的依赖进一步扩大（截至2024年为66%）。同样，预计东盟对天然气的需求增长将上升，尤其是在工业和电力生成方面的应用。在东盟，天然气仍然是平衡能源需求和支撑经济竞争力的重要燃料。同样，由于需求增长和供应下降，预计东盟的净天然气出口地位将减弱。这一趋势突显了从净天然气出口国向更多依赖进口的结构性转变。

为了应对能源连通性、安全和可持续性方面的上升需求，东盟面临着以下几项重点任务：(1) 加强区域能源安全规划，(2) 加快天然气市场和基础设施建设，(3) 积极应对转型风险。

2026年：东盟油气甲烷排放努力的关键一年

2026年标志着为2030年设定的几个全球甲烷减排目标的中间点。《全球甲烷承诺》（GMP），其中六个AMS签署了该承诺，旨在到2030年集体将全球甲烷排放量至少减少30%，从2020年的水平降低。此外，《石油和天然气脱碳宪章》（OGDC），承诺实现上游甲烷排放接近零的目标，也计划在2030年实现，其中包括三个AMS国家石油公司签署。鉴于东盟石油和天然气行业的甲烷排放量较大，该地区需要到2030年将甲烷排放量减少70%，以保持1.5摄氏度的全球升温限制 [59]。

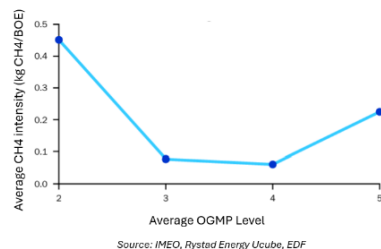
表格 1. OGMP 2.0 东盟公司报告历史及预测

OGMP 2.0 ASEAN companies reporting history and projection

Company	Country	Segment	Year of joining	2022	2023	2024	2025	2026 (Projection)	2027 (Projection)
Petronas	Malaysia	Upstream	2022		🟡	🟡	🟡	🟡	🟡
Pertamina	Indonesia	Upstream	2024				✖	✖	✖
PT Medco E&P	Indonesia	Upstream	2025					✖	✖
PTTEP	Thailand	Upstream	2023				🟡	🟡	🟡

✖ No gold standard 🟡 Gold standard pathway
 🟡 Gold standard reporting

图像 7. 甲烷强度是预计将随着更多...而上升
全面监控
Methane intensity projected to rise with more comprehensive monitoring



在国家层面，油气甲烷合作组织（OGMP）2.0框架是全球企业甲烷测量、报告和验证的全球标准。符合其最高标准的公司获得“金牌标准”称号，这表示在特定的排放源（4级）和场所级别排放源（5级）的操作资产上连续三年报告准确且透明的排放数据。到目前为止，OGMP 2.0已经有153个成员国。

企业中四家为AMS。预计2026年，马来西亚PETRONAS将延续其黄金标准报告，而泰国PTTEP则需保持2025年的标准，以在2027年达到黄金标准。印度尼西亚PT Medco E&P将在2026年首次报告甲烷排放，但可能尚未达到黄金标准，类似于印度尼西亚Pertamina。随着越来越多的AMS加入OGMP 2.0，预计甲烷强度将上升，因为公司将更能够准确地追踪其甲烷排放，这些排放可能在没有更先进监测方法的情况下无法被察觉。[60]

除了国家努力之外，东盟还加强了其在区域范围内减少甲烷排放的承诺。《亚太经合组织能源合作2026-2030年战略》提供了一个关键蓝图，其中包含在石油和天然气互联互通、安全和可持续性（OGCSS）计划下的专门行动计划，以应对甲烷排放。此外，预计将在2026年推出的东盟气候变化战略行动计划（ACCSAP）和东盟气候变化中心，将加强支持东盟成员国国家自主贡献（NDC）的甲烷倡议。为了到2030年实现全球甲烷排放目标（GMP）和石油天然气开发目标（OGDC），东盟必须扩大在石油和天然气甲烷管理方面的集体行动，并遵循APAEC和ACCSAP的指导。

碳捕集和封存 (CCS) 在东盟迎来发展势头，尽管面临实施挑战

在当前基线情况下，预计到2050年，东盟的能源消耗将比2022年水平几乎翻三倍[11]。在同一时期，温室气体排放预计将增加约1.5倍。这些预测突显了减排的紧迫性，同时也强调了在经历快速经济增长的区域保护能源安全的重要性。在这种背景下，CCS越来越被视为东盟实现脱碳的关键杠杆[61]。截至2025年，东盟有四个CCS项目可以被认为已足够先进，预计2028年至2030年之间开始运营（见表1）。其他项目正在考虑中，但尚处于开发初期，技术设计或成本结构公开有限。

印度尼西亚的唐古 CCS

项目计划于2025年第四季度开始施工活动[62]，预计2028年开始运营。该项目位列全球最大的碳捕集与封存 (CCS) 项目之一，可与荷兰的Aramis CCS和加拿大的阿尔伯特塔碳干线等领先国际项目相媲美。

马来西亚的Kasawari CCS

项目最初预计于2026年开始运营，但现已调整，预计将在2029年底或2030年初启动 [63]。此次调整旨在更好地使项目准备情况与客户需求 and 商业安排相匹配，这些需求和安排预计将在2026年逐步解决。

新加坡S-Hub联合体

推动跨境合作发展CCS。2025年6月，新加坡和印尼正式签署东南亚跨境CCS协议，使新加坡能够追求其存储高达200万吨碳的目标。² 到2030年，通过利用印度尼西亚估计的6000亿吨地下储藏能力。

泰国的Arthit CCS

该项目预计将于2025年9月作出最终投资决策 (FID)。到2025年12月，详细的工程设计合同已授予Technip Energies公司，随后在预先和前端工程设计阶段成功完成后[65]。预计在2026年将开始施工活动。

表格2.东盟精选CCS项目

国家	项目名称	预期运营年份	费用 (美元)	容量 (MtCO ₂ /yer/)
印度尼西亚	汤古H CCS	2028	七十亿	15
马来西亚	卡萨瓦里CCS	2029/30	10亿	3.3
新加坡	S-Hub 合作联盟	2030	未提供	2-2.5
泰国	Arthit CCS	2028	三亿二千万	1
总共			八百三十二亿二千九百万	19.8

到2026年，这四个项目可能仍将面临延期、成本压力和监管调整，但印度尼西亚和马来西亚新的CCS法规已经加强了投资和政策环境。最终，东盟CCS的成功将取决于更清晰的价值链框架、强有力的风险管理以及长期的跨境合作伙伴关系来实现规模效益。



洞察6——推动负责任和清洁的煤炭价值链

由Lintang Ambar Pramesti, Tubagus Aryandi Gunawan, Anis Zhafran撰写

Insight 6

Promoting a Responsible and Cleaner Coal Value Chain

Written by Lintang Ambar Pramesti, Tubagus Aryandi Gunawan, Anis Zhafran

《应对全球煤炭过剩的艺术》

全球煤炭产量在2024年达到了创纪录的91.5亿吨，预计在2025年将进一步增长[66]。在正常情况下，这种供应增长可能会被不断上升的需求所吸收。然而，全球需求的结构已经发生了变化。中国，曾是印度尼西亚煤炭的最大进口国之一，越来越多地通过国内生产来满足增量需求，优先考虑能源安全和价格稳定。印度也采取了类似的轨迹。随着这两个主要买家从海运市场退却，全球煤炭供应已经开始超过有效需求[67]。因此，在整个2025年，尽管需求持续增长，煤炭价格仍承受压力，反映出供应过剩、库存高企以及出口商之间竞争加剧。当主要生产商在争夺越来越小的进口空间时，仅需求增长已不足以提振价格。

东盟在这一转变中处于核心地位，因为印度尼西亚的主导地位，占区域煤炭生产的近90%和全球贸易的三分之一左右。其约三分之二的产出被出口[68]，历史上为中国、印度和区域市场提供供应。随着中国进口需求的减少，印度尼西亚实际上已成为东盟的摇摆生产商，其产出决策塑造了区域供应条件和价格信号。到2025年，印度尼西亚为应对价格疲软，将煤炭生产目标下调至7.35亿吨，低于2024年实现的8.36亿吨产量[69]。到2025年9月，产量已达到约5.09亿吨，即修订目标的68%。更重要的是，当局已表示，2026年的生产目标将进一步下调至7亿吨以下[69]，在供应过剩的市场中，捍卫价格稳定而非最大化产量[68]。

东盟的煤炭需求持续增长，但增长速度放缓且不均衡，2025年将达到约5.16亿吨，预计2026年将达到5.47亿吨[66]。受电力生产和熔炉扩张驱动，印度尼西亚国内煤炭使用预计将增加约1600万吨[70]。越南依然是主要的煤炭用户，2025年消费量约为4400万吨[6]，预计随着新燃煤电厂（CFPP）的投入运行，还将额外消费500万吨，Vinacomin的目标是在2026年将总消费量提高到约5000万吨[71]。菲律宾继续在电力生产上高度依赖进口煤炭。相比之下，马来西亚的煤炭需求保持平稳，而泰国在2025年煤炭消费量下降了近6%，因为天然气和可再生能源在电力组合中的份额增加[72]、[73]。

到2026年，东盟的煤炭市场将由目前已经开始对价格造成压力的结构性过剩所塑造。煤炭价格更有可能保持适度且波动有限。上行的潜力受到全球过剩供应和较弱进口的限制，而下行风险则因生产控制更加严格而得到缓和，尤其是在印尼。2026年，东盟的煤炭部门可能会强调谨慎的资源管理和生产策略，认识到煤炭是一种有限商品而非增长引擎，优先考虑成本效益和实际产量，同时越来越多地探索煤炭之外的机遇，如关键矿产，以维持业绩。

东南亚燃煤船队共燃烧：生物质先导，氨气随后

如前所述的次见解所提及，东盟在国内大量生产和使用煤炭。总煤炭消耗的约70%用于在CFPPs发电[11]。东南亚的大多数CFPPs相对较新，平均只运营了14年，主要位于印度尼西亚和越南[70]。因此，联燃方法被视为降低现有CFPPs排放的战略举措，因为它提供了一种成本效益高、效率高、可持续的解决方案，以减少煤炭消耗和排放[74]。联燃已在东南亚的多个CFPPs中广泛应用。通常，联燃选项涉及生物质或氨的份额[75]。

对于与生物质共燃，印度尼西亚52个计划地点中的13个CFPPs已从试验阶段进入商业化阶段，利用了包括锯末、棕榈仁壳、稻壳、木屑和废料衍生燃料在内的各种可用生物质，试验中生物质典型占比为燃料能量输入的1-5%[76]，[77]。此外，马来西亚报告称在CFPP中用生物质替代了煤炭1%的能量含量，还有2个CFPPs仍在研究中[78]。最后，越南也在2个CFPPs中实施了这一措施，占比高达20%[79]。当CFPPs与CCS结合时，研究表明生物质占比10%足以实现碳中和，或与可再生能源相当，而要提供负排放，则必须高于30%[80]，[81]。然而，供应连续性存在挑战，需要可持续的生物质采购策略[82]。

对于与氨共燃，印度尼西亚所有5个CFPPs中燃料能量输入使用1-3%的氨[83]。在马来西亚，1%的氨正在调查中，以与2个CFPPs中的煤炭混合[78]。相比之下，日本已经展示了20%的氨共燃，并计划将份额提高到最多50%。[84] 与生物质的联合燃烧相比，生物质仍然是最主要的联合燃烧燃料，因为它的开发时间比氨更长，目前已经处于商业阶段。然而，由于生物质的供应不足或经济上不可行，氨作为一种CFPPs的替代品，其兴趣正在逐渐增长。

然而，与生物质不同，氨必须通过各种技术生成，包括（1）蒸汽甲烷重整器（SMR），所谓的灰色氨，（2）SMR加碳捕获与封存（CCS），被称为蓝色氨，（3）使用可再生能源发电的电解槽生产绿色氨。从理论上讲，CFPP的二氧化碳排放减少与氨的份额成正比[85]。假设绿色氨的排放强度几乎为零，每个CFPP必须将其100%的燃料切换为绿色氨以实现碳中和，没有选择采购灰色或蓝色氨的选项。然而，需要注意的是，与（B）太阳能和/或风能直接转化为可再生能源电力相比，（A）太阳能和/或风能转化为可再生能源电力，再转化为绿色氨，再转化为CFPP电力，再转化为电力的整体能源效率将更低。

东盟煤炭化工：选择有限、排放量大

东盟的大部分煤炭用于燃烧产生热量，使水变成蒸汽并驱动涡轮机发电。然而，煤炭并未被广泛用于将碳含量以及其他反应物如氧气和蒸汽转化为有价值的化学品，包括二甲醚（DME）、甲醇、烯烃（乙烯）、氢气、氨和尿素。与东盟相比，煤炭在中国化学生产的原料中更为常用，尤其是甲醇的生产。到2023年，中国约85%的甲醇生产来自煤炭[86]。为了增加乙烯生产，这是全球使用最广泛的塑料聚合物聚乙烯的关键单体，中国也在甲醇制烯烃技术上处于领先地位。因此，通过将煤炭转化为各种化学品，该地区有很大机会获得经济收益[86]。

尽管煤炭衍生化学品种类繁多，东盟国家仍然关注有限的选项，包括（1）印度尼西亚六个不同地点的DME，（2）印度尼西亚的两个甲醇站点，（3）印度尼西亚的一个氨站点，以及（4）越南宁平省和河静省的两个商业尿素站点[87]、[88]、[89]。2026年，预计在东盟主要煤炭生产国印度尼西亚将继续开发煤制DME、氨和/或甲醇。印度尼西亚的DME生产旨在取代高度补贴和进口的液化石油气（LPG）。耗资1000万美元的DME项目位于苏门答腊（穆阿拉恩伊姆、PALI和Banyuasin）和婆罗洲（布隆甘、库泰东和古塔鲁），所有这些地点都已完成可行性研究，最终投资决策正在进行中[90]。一旦所有DME船队在印度尼西亚商业运营，它们可以替代国家80%的LPG需求，或超过700万吨/年，目前这些全都是从国外进口的[87]。位于苏门答腊的阿赫姆的一个600万吨甲醇生产厂应在2022年开工建设，但面临延误[91]、[92]。一个更大的地点，一个180万吨甲醇生产设施，正在东婆罗洲规划中，同一地点也计划建设一个10万吨氨工厂[93]。

尽管如此，以煤为基础的化学品排放强度显著高于其他原料，如天然气。例如，（1）由煤炭提炼的二甲醚（DME）从摇篮到工厂门的排放强度比天然气提炼的DME高出6至9倍[94]，[95]；（2）由煤炭提炼的甲醇比天然气为基础的甲醇几乎高4倍[96]；（3）由煤炭提炼的氨和（4）由煤炭提炼的尿素可能是天然气为基础的尿素的两倍或更多[97]。因此，考虑到直接排放和生产设施排放减排措施的综合可行性研究对于提高竞争力并保持以煤为基础的化学品可持续性至关重要。在东盟所有的以煤为基础的化工项目中，没有一个计划与碳捕集和存储等脱碳技术相结合。没有脱碳技术，以煤为基础的化学品很可能在全球贸易中不具备竞争力，并加剧气候变化。

争议中减少东盟煤炭的路径

煤炭在过去五年中在东盟能源结构中继续发挥着重要作用。从能源供应的角度来看，煤炭一直稳定地产生该地区约37-44%的电力，下降速度缓慢，仍占东盟基础负荷电力的相当比例[98]。从经济角度来看，煤炭不仅在国内消费方面具有重要意义，而且作为出口商品，东盟约45%的煤炭产量在国际上交易[56]。这种依赖在以煤炭为主要经济来源的国家如印度尼西亚、菲律宾、越南和马来西亚尤为明显[98]。

在关于煤炭退出和逐步减少的讨论中，这些普遍条件实质性地改变了转型前景。持续的全球地缘政治不稳定、能源安全需求的提升以及转型金融的有限可用性共同缩小了政策空间和机构的快速行动意愿，使得从2026年开始加速煤炭退出或甚至有意义的逐步减少变得更加困难。

全球危机重叠——包括东欧、中东、拉丁美洲和印太地区的紧张局势 [96], [99], [100], [101] ——将提升能源安全作为一项中心政策优先事项，鼓励政府通过保留煤炭产能来对冲风险，确保在需求增长、电网整合挑战和燃料进口脆弱性中保持系统可靠性，尤其是在与天然气相关价格波动的影响下。[102]与此同时，尽管像公正能源转型伙伴关系 (JETPs) 这样的国际倡议表明了对支持煤炭转型的承诺日益增长，但缓慢的资金发放和有限的实施限制了提前退役和可再生能源整合的步伐，共同使得从2026年开始加速煤炭淘汰或逐步减少变得越来越困难。[103]

在这些先例下，东盟地区煤炭的发展轨迹最好理解为一个管理和有争议的转型过程，而不是快速的结构断裂，因此逐渐减少煤炭使用，特别是全面停止使用煤炭，将更艰难和更慢。尽管煤炭不太可能恢复增长势头，它也不处于加速退出状态。相反，上述不确定性、受限制和担忧之间的相互作用预计将把煤炭的角色保持到2020年代末。因此，实质性进展将取决于制定政策顺序、可靠融资机制以及区域协调行动，以便逐步取代煤炭而不会损害电力系统稳定或更广泛的经济目标。

洞察7——提高节能和节约能源的采用率

由Rizky Aditya Putra和Naing Naing Linn撰写

Insight 7

Increasing the Adoption of Energy Efficiency and Conservation

Written by Rizky Aditya Putra, Naing Naing Linn

加强终端用能领域的节能措施

快速的城市化和加速的数字化在推动东盟地区经济增长的同时，也对电力系统施加了越来越大的压力。建筑领域——从住宅到办公楼、购物中心和医院的商业制冷，以及数据中心（DC）运营的迅速扩张——已成为推动电力需求增长的中心动力。空间制冷已占区域高峰电力需求的约10%，预计到2035年将增加到约30%，对电网稳定性提出了越来越大的挑战。如果没有进一步的节能干预，空间制冷的电力需求预计到2035年将达到300太瓦时[104]。

直流电站（DCs）的快速增长给城市电力系统增添了大量集中负荷，进一步强化了对针对性的效率、运营和监管响应的需求。DCs是东盟增长最快、能源消耗量最大的建筑类型之一。在六个主要东盟成员国（AMS）中，目前约有29吉瓦的DC容量处于开发阶段。到2035年，东南亚DCs的总电力需求预计将增长四倍，从约26吉瓦增至107吉瓦[105][106]。

城市化也在加速电动汽车（EV）的普及。到2025年，EV销量份额大幅上升，越南和新加坡达到约40%，几乎是2024年的两倍，泰国超过20%，印度尼西亚约15%[107]。随着EV渗透率的提高，政策重点正从市场准入激励措施转向国内制造和供应链发展。行业，该地区最大的能源消耗部门，也在为减少碳排放而加速，这得益于欧盟从2026年1月1日起启动的碳边界调节机制。面向出口的行业越来越多地受到碳相关贸易措施、买方要求和供应链披露义务的影响，随着气候法规的收紧[108]，[109]，[110]，[111]。因此，提高能源和排放绩效对于保持市场准入、保护竞争力和吸引投资至关重要，将能源效率从节约成本的选项提升到能源密集型行业的战略运营优先事项。

在区域内，各国进一步加强了政策和监管框架。马来西亚的《能源效率与节约法》（EECA）的先进实施于2025年1月1日生效。印度尼西亚出台了多项衍生法规，以实施2023年第33号政府条例，而越南对其《能源效率与节约法》（第77/2025/QH15号）进行了修订。在新加坡，对《节能法》的修订于2025年12月生效，扩大了监管范围和合规要求。这一势头得到了东盟能源合作行动计划（APAEC）2026-2030的采纳的加强，该计划通过设定到2030年能源强度降低40%的目标，提高了该地区的雄心。新的APAEC框架更加重视监管和政策协调、行业覆盖和投资动员，反映了日益增长的共识，即能源效率对于能源安全和转型战略至关重要。

通过建筑节能应对不断增长的冷却和数据中心能源需求

针对建筑能源使用的增加，多个AMS加强了强制性能源管理系统（EnMS）的规定。印度尼西亚出台了第3/2025号和第8/2025号部长条例[112]，要求政府建筑实施EnMS，进行定期的能源审计，并将私营部门强制能源管理的门槛从6000 toe降至500 toe，将购物中心、办公楼、医院和其他商业建筑纳入法律规定的要求之中。正在制定一项针对能源服务公司（ESCOs）的专门规定以支持实施。在马来西亚，EECA的初始阶段以8,000 m²或以上的总面积的办公楼为目标，要求公开展示建筑能耗强度标签[113]。同时，新加坡启动了强制性能源提升计划，要求大型建筑（GFA ≥ 5,000 m²）至少提升10%[114]。

各国也针对空调（AC）提高了最低能源性能标准（MEPS），与空调区域政策路线图保持一致，目标是达到6.09的制冷季节性能因子（CSPF）。新加坡从2025年4月起提高了MEPS。单分体空调必须达到4星能源标签（CSPF 6.1），而多分体系统达到5星水平（CSPF 6.86）。根据2024年《节能法》（修正案），最低能源效率标准（MEES）将从2025年12月1日起扩大到现有设施，涵盖装机容量1,055千瓦或以上的电动驱动、水冷冷水系统[115]。马来西亚的能源效率（EECA）下，修订后的MEPS将从2026年1月起生效，将最低效率水平提高到CSPF 4.1-4.0，到2030年进一步收紧到CSPF 6.09。柬埔寨也批准了空调MEPS和能源标签的附属条例。区域内，东盟推出了产品注册数据库，并正在制定针对节能冷却的绿色公共采购指南[116]。

随着直流需求快速增长，各国政府推出了能效标准、采购规则和认证途径。新加坡为直流的IT设备建立了能效标准，并将其纳入公共采购，成为全球最早这样做国家之一[117]。泰国为直流推进了绿色电力电价，并起草了允许直接电力购买协议的立法[118]、[119]。绿色建筑评级体系也得到发展，如马来西亚在绿色建筑指数和GreenRE方案下的专用直流评级工具，2026年将扩大推广[120]以及新加坡的BCA-IMDA数据中心绿色标志框架[121]。

为了支持投资，需要创新的融资机制。与可持续性相关的贷款（SLLs）将融资条款与能源和排放结果挂钩，国际金融公司在2025年向印尼NWP投资了5300万美元，向菲律宾的阿亚拉地产投资了2.2亿美元[122]，[123]。公共融资工具得到扩展，包括柬埔寨首个节能循环基金和印尼在雅加达公共建筑的试点ESCO项目[124]。在区域层面，东盟能源中心推出了东盟-BUILT数字平台，以支持低碳、节能建筑的融资和投资[7]。

东南亚电动车普及加速，推动区域供应链发展转型

东南亚快速推广电动汽车得益于降低前期成本的激励措施。越南将电池电动汽车注册费100%减免延长至2027年，同时将特别消费税降低至1-3%，并降低车辆价格，不依赖持续补贴[125]。泰国通过其电动汽车3.5方案采取了更直接的激励结构，将5万至10万泰铢的现金补贴与消费税减免相结合[126]。在印度尼西亚，电动汽车的普及与增值税和奢侈税减免紧密相关，这些减免以当地含量要求为条件[127]。新加坡继续通过电动汽车早期采用激励计划和车辆排放计划相结合的方式抵消高车辆拥有成本，提供高达4万新元的回扣，辅以充电基础设施补助[128]。马来西亚和菲律宾主要依靠进口和消费税减免——通过马来西亚的CBU/CKD框架和菲律宾基于EVIDA的激励措施——来支持早期采用[129]。

舰船业务模式加速了东盟地区的电动车扩散。绿行科技（Green SM），得到VinFast的支持，在越南展示了纯电动车（EV）出租车服务的可扩展性，并将业务扩展到区域市场，包括印度尼西亚[130]。与此同时，Grab通过与比亚迪的合作，在多个东盟城市推广电动车，并通过创新的租赁和租赁模式降低了司机的首期成本，推动了电动车的普及，超越了私人车辆所有权[131]。随着电动车市场成熟，该区域的政策框架越来越重视本地组装和制造，而不是对全进口、完全装配（CBU）车辆的激励。泰国通过其电动车3.5方案强调了这一演变，该方案将本地生产的公司所得税激励措施与1.5倍的出口信贷机制相结合，鼓励制造商将该国定位为区域电动车出口中心，而不是仅关注国内销售[132]。在印度尼西亚和马来西亚，可以看到更具有指导性的本地化方法，这些国家利用CBU激励措施的逐步淘汰作为政策杠杆[133]。在印度尼西亚，增值税减免现在仅限于本地生产的电动车，对进口CBU的激励措施预计将于2026年结束。马来西亚已宣布类似的轨迹，CBU税收减免预计将在2025年后到期，这促使从2026年开始承诺对完全解体（CKD）车辆运营进行投资[134]。

政策实施和持续的市场增长转化为强劲的投资反应，东盟的电动汽车价值链上承诺的资本超过150-200亿美元。印度尼西亚吸引了最大份额，利用其镍资源建立了一个集成的电动汽车和电池生态系统。重大投资包括Vinfast和BYD各10亿美元的汽车工厂，现代-LG能源解决方案合资的超过30亿美元的电池生态系统，以及CATL的60亿美元电池工厂投资[135]，[136]，[137]，[138]。泰国确保了约15亿美元的电动汽车和电池项目，包括顺络的10亿美元电池单元设施和汽车装配线[139]。这些趋势共同突显了东盟作为主要电动汽车市场和新兴制造中心的作用。

竞争力策略：工业脱碳

碳定价通过对排放征税并加强行业投资的商业案例，正在强化能源效率作为竞争力的杠杆。印度尼西亚通过《碳经济价值总统令》第110/2025号建立了国家碳市场的法律基础，随着覆盖范围的扩大，预计将产生工业影响。新加坡通过将碳税提高到每吨二氧化碳当量25新加坡元，发出了强烈的市场信号，并计划将其提高到每吨二氧化碳当量45新加坡元。² 2026年和2027年，每吨二氧化碳收费50-80新加坡元。² 至2030年【140】。

政府还扩大了强制性的能源管理系统（EnMS）的范围，以涵盖更多的工业能源使用。马来西亚的节能法案（EECA）现在涵盖了大约1,200个大型的设施，约占该行业电力需求的三分之二，而菲律宾修改了其节能法案，使超过9,000家指定机构纳入强制性能源管理，执行力度更加强劲，并采用数字化报告[141]。

补充能源管理要求，AMS越来越多地应用MEES和特定行业的基准，以应对工业设施中主要能源使用系统。新加坡在修订后的ECA下，从2025年12月起实施第2阶段的MEES，针对大型现有冷却冷冻水系统。这些系统占国家电力需求的很大一部分，因此成为提高效率的战略切入点。与此同时，越南继续在能源密集型行业强制执行能源产出基准。这些措施共同将工业效率政策从审计和规划推向可衡量、可执行的绩效结果，确保通过设备升级和流程优化实现效率提升。

工业园区和住宅区正成为规模化效率和脱碳的平台。越南的VNEEP 3计划在70%的工业园区实施节能解决方案，全球生态工业园区计划下的试点项目从2020年至2024年节省了超过14,000兆瓦时[142]。印度尼西亚通过一个国家级生态工业园区中心，为100多个工业园区实施这一模式，而像越南-新加坡工业园区这样的市场主导型发展则展示了结合能源效率、可再生能源、共享设施和智能基础设施的综合方法，以降低运营成本、提高投资准备性和支持出口导向型制造业[143]，通过增强竞争力加速工业脱碳。

为了释放投资，各国加强了金融工具，以应对前期成本和感知风险。马来西亚通过其能源审计条件性拨款（EACG 2.0）推进了项目管道开发，共同融资审计，以产生适合商业融资的投资级项目。印度尼西亚引入了节能保险框架，当地保险公司保证合同节省的能源，显著降低了融资者和工业客户的风险。新加坡扩大了其节能补助，覆盖中小企业合格成本的70%，改善了效率升级的融资渠道[144][145][146]。



洞察8——在电力系统转型中扩大可再生能源部署
供需和终端使用领域

由Zahrah Zafira和Veronica Ayu Pangestika撰写

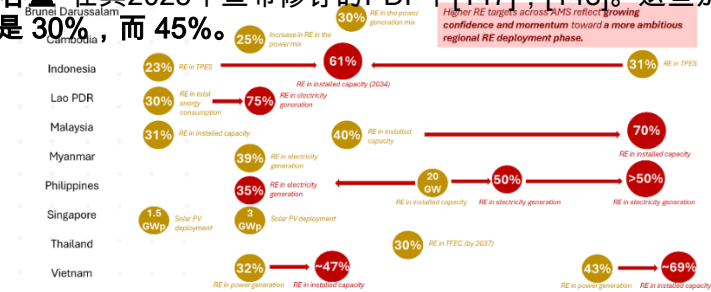
Insight 8

Scaling up Renewable Energy Deployment on Power System Transition, Energy Supply and End-Use Sectors

Written by Zahrah Zafira, Veronica Ayu Pangestika

为东盟电力系统快速扩大可变可再生能源 (vRE) 做准备

在过去的五年里，东盟成员国 (AMS) 持续提高其可再生能源 (RE) 的雄心，反映了在可再生能源方面的日益增长的信心。电力部门的转型已成为一个核心焦点，这得益于技术的竞争力和成本效益以及知识的准备。从2021-2025年东盟能源合作行动计划 (APAEC) 的目标转向到2025年实施的目标，可再生能源装机容量和电力发电量均出现了上调。最近的国家电力发展计划 (PDPs) 证实了这一趋势。印度尼西亚的目标是到2034年，可再生能源 (RE) 装机容量占比61% 并且越南到2030年，约47%的可再生能源装机容量。在其2025年宣布修订的PDP下[147]，[148]。这些加强的承诺与 APAEC 2026-2030 年总一次能源供应 (TPES) 中可再生能源 (RE) 的目标是 30%，而 45%。



到2030年[4]的装机容量，以太阳能光伏 (PV) 和风能为主导的更宏伟部署。

进展已在具体项目和政策的可变可再生能源 (vRE) 部署中显现。越南在2025年更新了太阳能光伏的上网电价，并起草了促进屋顶太阳能自用消费的立法，加强了对分布式发电的激励措施[149]，[150]。在马来西亚，马来西亚能源交易所 (Enegem) 和公司可再生能源供应方案 (CRESS) 促进了跨境绿色电力交易[151]，[152]，这有助于扩大区域可再生能源供应和整合。这些政策信号得到了大规模项目的加强，例如菲律宾的Citicore Solar Batangas 1太阳能加电池系统[153]。预计这种增长将在2026年继续，包括菲律宾Terra Solar项目的并网、马来西亚MyBeST计划下电网规模电池储能系统 (BESS) 的推广[155]，以及越南推进电池储能部署计划和具有竞争力的可再生能源采购框架[156]。

面向 APAEC 2026-2030，东南亚可再生能源 (RE) 长期路线图预计虚拟可再生能源 (vRE) 部署将随着电力系统变异性增加而加快[6]。在东南亚可再生能源电力耦合路径下，太阳能规模预计将增加三倍，屋顶太阳能超过二十倍，风力容量七倍，电池储能系统四倍。并且抽水蓄能七倍到2030年，与2023年相比。实现这些目标需要系统级别的准备，包括增强灵活性、电网加固、改善规划和大规模储能部署，以确保可靠和弹性的电力系统。

可再生能源证书 (RECs)

能源转换需要大规模的资本投资，传统公共服务融资已无法满足。意识到这一束缚，越来越多的人倾向于尝试创新的市场工具融资可再生能源基础设施，而不仅仅是依赖公共或政府资金。 **可再生能源证书 (RECs)** 已经成为一种关键机制，因为从利用可再生能源 (RE) 的环境属性中获得的利润可以重新投资到新的可再生能源项目中。在东盟 (ASEAN) 层面，可再生能源证书 (RECs) 的金融吸引力预计将在推动东盟电力网格 (APG) 中的可再生能源 (RE) 集成方面发挥重要作用[157]。然而，这些前提的核心是确保可再生能源证书 (RECs) 作为一种信息披露机制和金融工具，与国际最佳实践保持一致。

考虑到可再生能源证书 (RECs) 主要是一种基于市场的工具，除了像菲律宾的可再生能源组合标准 (RPS) 这样的合规体系之外，要实现这一点并不容易。RECs被公司用来自愿报告第二范围排放，作为企业可持续发展战略的一部分[158]，因此质量控制传统上一直处于监管领域之外。尽管如此，RECs丰富了绿色采购的选择，并提高了国家可再生能源投资的吸引力，使它们的完整性对国家能源和气候目标越来越相关。这一点可以通过跨国政策的制定得到体现，例如 *欧洲碳边界调整机制* 这涵盖了水泥和化肥生产产生的范围2排放[159]，以及推动东盟可再生能源证书 (REC) 框架的制定，以促进亚太地区绿色部署和整合的举措[2]。

尽管建立一个全面运作的跨境东盟可再生能源证书 (REC) 机制可能需要时间，并且需要建立物理和监管基础设施，但许多成员国已加强国内可再生能源证书治理。 **新加坡** 是该地区最早拥有国家可再生能源认证框架之一的地区。 *新加坡标准 (SS) 673* 提供一致性保证，以实现RECs交易的执行和管理[160]。 **柬埔寨** 发布于2025年的REC机制指南 *Prakas No. 0039* 公证书第0039号 规定RECP政策制定、发布和验证的相关主管部门。 **马来西亚** 该地区拥有最充满活力的可再生能源证书 (REC) 市场之一，发行和赎回量高，采购选择多样化[161]，并且正处于建立国家REC框架的最后阶段。菲律宾作为唯一基于合规性的REC市场，已运营其 *可再生能源市场* 自2024年12月26日起，全面商业化运营。

在2025年担任东盟主席国期间，马来西亚使该地区实现了重大里程碑，即正式启动东盟可再生能源证书 (REC) 框架。可验证和互操作的跨境东盟REC的完整性取决于关键条件，其中一些与CDP和RE100原则相一致：(i) 实体跨境传输，(ii) 在来源市场和目的地市场保持一致的能源属性核算，(iii) 相互认可的仪器和合同[157]。区域倡议 (如东盟REC框架发展和APG) 与国家政策之间的协同作用对于实现可信赖和可扩展的跨境REC交易至关重要。

RE 电气安全

随着太阳能、风能等可再生能源（vRE）的日益融入，东盟正加快配置其电力系统的预备，超越运营风险和系统风险。这些能源源本体的技术革新较传统发电设备更呈现独特且更加复杂的电气安全问题。目前，针对可再生能源（vRE）相关危害的电安框架或指导原则在东盟会员国（AMS）中仍存在差异。实现东盟可再生能源（RE）雄心，需预防影响进展的安全事件。确保实施坚实的电气安全准则和做法对于区域能源转型至关重要[162]。

考虑到未来五年分布式能源资源（DER）的预期激增，到2030年达到区域45%可再生能源装机容量的目标，需要新增37吉瓦的屋顶太阳能容量[6]，紧迫性尤为突出。DER的扩展放大了应对电气安全的重要性，因为这些技术的住宅或非公用事业部署速度很快。即使断开连接，屋顶光伏系统也会携带高直流电压（600伏-1500伏），因此可能会持续暴露安装和维修人员以及应急响应人员的生命安全风险[162]。此外，这些系统还容易受到直流电弧故障的影响，这是光伏相关火灾的主要原因。例如，新加坡建德路屋顶太阳能光伏火灾事故就被归因于光伏的电气部分[163]。

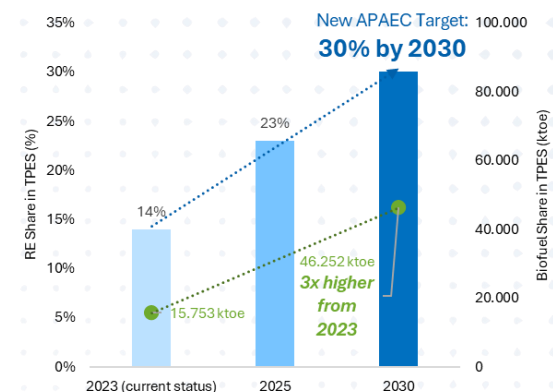
此外，更高的vRE容量需要一支电池能量存储系统（BESS）的舰队来处理太阳能和风能的间歇性，通过储存多余的能量以备后用。与太阳能光伏类似，到2030年为支持区域可再生能源（RE）目标而大规模部署BESS将需要可靠的电气安全管理。与BESS相关的电气安全风险主要由热失控造成，尤其是在安全管理和监控与控制系统未能严格执行的情况下。最终，实现涉及高可再生能源（RE）整合的区域东盟RE目标将需要发电、输电、配电和终端设备等全面的电气安全标准[164]。

在AMS中，针对特定可再生能源技术采取电气安全标准的做法，主要以太阳能光伏发电为例，如文莱达鲁萨兰国、柬埔寨、印度尼西亚、马来西亚、菲律宾、新加坡和泰国的指导方针所示。这些国家现有的太阳能光伏相关框架涵盖了不同规模的电网接入规则和屋顶安装，其中一些涉及与可再生能源政策计划相关的做法，如净计量或自用[164]。目前，电池能量存储系统的电气安全也在马来西亚、菲律宾、新加坡和泰国的主要规范和指南中提及[164]。然而，这些标准在AMS中覆盖范围和深度不一，突显了在加速部署虚拟可再生能源和分布式能源资源的情况下，需要更健全的电气安全框架以确保系统可靠性和公众安全。

生物燃料和可持续航空燃料

生物质燃料目前仍然扮演着 **有限的角色在东盟能源结构中**，占比 **大约2%**。图9 预测下的新APAEC目标下TPES中的可再生能源和生物质能份额。2023年的TPES 根据东盟区域经济一体化长期路线图，实现APAEC 2026–2030年目标，需... **到2030年，在TPES中拥有30%的RE股份 将需要 生物燃料使用量相比2023年水平增长三倍** [6]。这突出了生物燃料在缩小当前可再生能源部署与终端用途脱碳之间的差距中的重要性，尤其是在交通领域，单靠电气化在十年内可能不足以减少足够的排放。

数个AMS通过提高混合比例要求和扩大生产来推进生物燃料的部署，尤其是在道路运输中的生物柴油和生物乙醇。印度尼西亚，该地区最大的生物燃料市场，于2025年实施了B40生物柴油要求，并计划进一步提高混合比例并扩大生物乙醇在汽油中的使用[165]，[166]。越南也计划于2026年在全国范围内推广E10汽油，而马来西亚已在选定应用中试点更高比例的生物柴油混合物[167]，[168]。尽管做出了这些努力，生物燃料的规模化发展仍面临挑战。



仍然受到能源、交通、农业和土地利用等领域碎片化政策框架的限制，以及不统一的可持续性标准和认证系统的制约。这些差距限制了在东盟扩大生物燃料市场的机会，包括通过东盟内部贸易和更高效的供应链[169]。

除了道路运输之外，随着航空业脱碳速度的加快，越来越多关注聚焦于可持续航空燃料（SAF）。这种紧迫性在国际民航组织（ICAO）推出的《国际航空碳抵消和减少方案》（CORSIA）中得到强化，该方案要求到2027年大多数国际航线必须进行强制性的排放抵消[170]。数个航空市场管理机构（AMS）已宣布对SAF混合的实施要求，包括新加坡和泰国从2026年开始实施1%，印度尼西亚到2027年达到1%，马来西亚设定了到2050年长期SAF混合的目标[25]，[173]。虽然新加坡、印度尼西亚和泰国已有SAF生产设施运作[174]，[175]，[176]，但供应必须快速扩大以满足新兴的实施要求和CORSIA的要求。此外，AMS需要解决SAF的使用和排放减少如何得到认可和记录的问题。与国际SAF认证、可追溯性以及账目和申报框架的一致性，对支持CORSIA合规、实现跨境部署和避免重复计数变得越来越重要[177]。增强对这些框架的机构熟悉度将对于东盟可持续扩大SAF规模和更积极参与全球航空业脱碳努力至关重要。

洞察9——通过区域合作加速实现公正包容的低碳能源转型

政策和规划

Insight 9
由Aldilla Noor Rakhiemah , Muhammad Rizki Kresnawan , Ambiyah Abdullah , Afham Kilmi编写

Accelerating a Just and Inclusive Low-Carbon Energy Transition Through Regional Policy and Planning

Written by Aldilla Noor Rakhiemah, Muhammad Rizki Kresnawan,
Ambiyah Abdullah, Afham Kilmi

公平包容的能源转型

东盟的能源转型通常以兆瓦、管道和投资来衡量，但其持久性将同样取决于其是否公平、以人为本且值得信赖。公正包容的能源转型 (JIET) 并非脱碳的附加项，而是一种治理方法，决定政策是否改善生活、保护弱势群体以及透明地分享成本和收益。这种框架体现在《东盟能源合作行动计划》(APAEC) 2026-2030的区域努力中，该计划明确将能源安全、团结、互联互通和加速脱碳与JIET联系起来[4]。在实践中，这要求政策和规划超越技术优化，并在发电、电网、燃料和需求方面纳入分配结果。

ACE的《东南亚地区公平包容能源转型指南》为实施提供了一个实用的区域视角[5]，概述了涵盖可负担性、可及性、能源安全、可持续性、成本和利益公平分配、包容性和参与、性别平等以及代际考量的原则。它还确定了优先领域：能源可及性和可负担性、就业、教育、弱势群体的性别和社会保护，以及包容性治理；这些使公正包容能源转型 (JIET) 成为具体可行的。区域政策和规划非常适合推进这一议程，因为许多挑战都位于技术决策和社会影响交汇处：谁承担基础设施成本，哪些社区面临中断，如何保护可负担性，以及新机会是否惠及历史上被排除在外的人群。仅APAEC 2026-2030的目标并不能保证公平过渡。缺失的桥梁是旨在为家庭、工人和社区，尤其是那些面临高能源负担、有限现代能源接入或气候风险的人群带来成果的政策和规划。

地区对话展现了强烈支持JIET的承诺，同时呼吁明确实施路径。2025年4月，ACE在雅加达举办了一次多利益相关者咨询研讨会，以告知APAEC的执行并发布JIET指南[178]。讨论强调了在电气化和清洁烹饪持续存在差距的情况下实现脱碳的必要性，以及围绕可负担性和能源安全方面的持续优先事项。类似的关注点也适用于性别包容。2025年7月的东盟能源性别论坛[179]指出，女性只占区域能源工作人数的8%，强调了将性别包容嵌入规划、监测和数据系统（通过性别敏感指标和改进的按性别分组的能源数据）的重要性。总体而言，通过地区政策和规划加快JIET需要持续关注实施质量，而不仅仅是转型速度。APAEC 2026-2030提供了强有力的区域支撑，而ACE的JIET指南提供了实践指导。在规划中加强社会成果、包容性和韧性的整合将是至关重要的，以确保东盟的能源转型带来公平且持久的好处。

COP30和东盟：为何区域合作不再是可选项

COP30在巴西贝洛奥里藏特标志着全球气候对话从设定目标到实施的转折点。由于大多数国家已经受巴黎协定承诺的约束，现在可信的气候行动取决于在2030年之前完成。对于面向东盟的快速能源需求增长、经济不均衡发展、化石燃料依赖以及对气候风险的高暴露，COP30强调国家分割的方法是不够的。区域合作已成为大规模实施的必要条件。

这反映在东盟首次在联合国气候大会上的展馆中[180]，该展馆更多地起到了协调空间的作用，而非仅仅是一次曝光机会，它加强了关于加速国家自主贡献、提交双年度透明度报告以及将气候行动与东盟共同体2045愿景下的长期发展目标对齐的联合信息[181]。能源转型成为关键焦点，讨论集中在系统性限制——电网集成、灵活性、基础设施排序和投资准备度——而非个别技术[182]，[183]。对东盟而言，这种观点至关重要。该地区的转型挑战不是缺乏可再生能源潜力，而是缺乏足够集成的系统来吸收它。通过加强团结和互联性，东盟电网作为可再生能源（RE）集成、成本降低和释放无法在国家边界内最优利用的清洁能源资源的战略促进者，凸显出来，与APAEC 2026-2030优先事项密切相关，尤其是电力系统集成、可再生能源扩大规模和能源安全。

然而，COP30也突出了持续的融资缺口。到2030年，东盟的气候投资需求将超过4000亿美元，远高于目前的公共和私人资金流动[181]，尤其是在适应和气候弹性基础设施方面，包括电网、海岸防护、城市系统和能源供应可靠性[184]。因此，关于适应融资和损失赔偿的COP30成果受到欢迎，但东盟的信息仍然务实：规模、可预测性和获得优惠融资的机会仍然有限。同时，对碳市场、混合融资和私人资本动员增长的地区兴趣反映了多元化资金的努力，但这些依赖于更强大的区域治理、可信的数据系统和政策一致性。

综合来看，COP30没有改变东盟的气候轨迹，反而更明确了其战略逻辑。该地区的挑战不再是定义目标，而是实施合作。随着东盟推进2026-2030年的APAEC实施工作，地区平台的评价将越来越多地从组织能力转向执行机制的职能——将协作关系转换为银行认可的、整体融合并易于评估的结果。在此意义上，东盟在治理全球气候方面的可信度将更多地依赖于实际合作能否证明性地加速国家方案中的缺失之处。

抓住保证金计划，推动东南亚国家联盟（东盟）实现公平包容的能源转型

随着到2050年能源需求预计增长三倍，能源转型对于东盟在保障能源供应和实现碳中和目标方面比以往任何时候都更为关键[11]。另一方面，根据基线情景，东盟到2050年的能源供应预计仍将依赖化石燃料，占初级能源供应总量的76.8%，这表明可再生能源（RE）的应用步伐缓慢。到2025年，东盟宣布了一个新目标，即到2030年将可再生能源在初级能源供应总量（TPES）中的占比提升至30%。考虑到终端用能领域的脱碳，预计可再生能源在TPES中的占比将达到32%[6]。然而，2023年TPES中的可再生能源占比仅为14%，这表明需要达到的RE目标还有16%-18%的差距[12]。其中一个主要瓶颈是东盟能源转型中巨大的投资差距，预计到2030年将达到约1700亿美元，这是由于私营部门对风险的高度感知，促使东盟利用金融机制来弥补这一投资缺口[185]。此外，关闭投资缺口的紧迫性必须与APAEC 2026-2030五年主题相一致，该主题旨在推进区域合作，确保能源安全，并加速东盟的碳中和[4]。实现这些目标需要东盟地区团结一致，确保东盟能源系统、金融市场、共同风险、集体投资和政策框架的互联互通。

混合金融已被用于降低东盟能源转型项目的风险，并吸引私人投资，尤其是在早期市场，因为有限的资本和现金流影响了投资者的信心。当设计得当，混合金融可以促进东盟的联合实施计划（JIET）[186]，[187]，针对优先领域：能源获取和可负担性、能源和就业、教育和技能、弱势群体的性别和社会保护，以及包容性治理[5]。其设计必须反映财务考虑因素和上下文因素，如借款人准备情况和项目时间表。

担保是一种混合融资机制，可以应用于资助东盟地区[188]的JIET的关键优先领域，尤其是市场阶段初期风险感知较高的项目。多边开发银行已提供一种担保方案，以减轻能源转型项目相关的高风险，包括信用风险担保、部分风险担保、政治风险保险、主权保险、看跌期权和看涨期权协议以及货币风险对冲。每种担保方案的选择取决于旨在解决的特定投资风险。例如，部分风险担保与电力购买协议相关联，以保护私营终端用户的支付风险并确保项目的流动性[189]。尽管担保混合融资方案为JIET提供了一个有前景的机会，但由于交易成本高和管理要求，它仍存在一些限制。加强政策制定者、项目开发商和金融机构之间的知识共享和能力建设平台，将有助于东盟更好地设计和应用基于担保的混合融资，以支持JIET的优先事项。

能源数字化：迈向包容性低碳东盟能源体系

随着东盟迈入第一年实施之年， APAEC 2026-2030 能源数字化被定位为支持脱碳、能源安全、可负担性和包容性的跨领域推动力[4]。最新的APAEC框架将数字化视为应对日益增长的系统复杂性的回应，它使电网更智能、数据中心设施更完善、实现数据驱动规划、构建弹性能源系统，并推动人工智能应用的不断增长。在马来西亚2025年担任主席国期间，东盟通过有针对性的技术能力建设举措，巩固了区域政策基础和能源数字化的准备情况评估，包括：综合城市能源规划与建模（ IUEPM ）在选定的城市研讨会，于吉隆坡举行[190] 这建立在...基础上 首届IUEPM研讨会 在2024年雅加达召开，由老挝人民民主共和国担任主席[191]。两个研讨会作为关键里程碑，得以实施。 APAEC 2021-2025 为了加强城市层面数字和综合能源规划与建模的区域能力[1]。

在2026年菲律宾担任东盟主席期间，预计区域关注点将从准备工作评估转向实施，更加重视区域能源政策和规划中的互操作性以及数字工具的应用。虽然一些东盟成员国已经开始推进实施工作， 区域内的数字准备程度仍然不均衡[192] 持续的网络安全覆盖、数据基础设施、数据中心可用性和网络安全能力差距继续制约着一些AMS的进步。为了解决这些差距，东盟已经建立了区域数字框架，例如..... 东盟互联互通2030年总体规划，数字经济发展框架协议 ，并且 数字整合框架行动计划 [193]，[194]。这些框架通过将地区数字发展目标转化为能源行业的特定战略和行动，补充了 APAEC 2026-2030。

从系统角度看，通过智慧城市倡议推进城市能源规划中的数字化转型，为东盟提供了一条解决能源需求上升、快速城市化和减排压力的现实且可扩展的途径。据 AEO8 能源需求预计到2050年将增长2.6倍，除非实施额外政策干预，这主要受城市化推动[11]。数字化 城市能源规划框架 这些将建筑物、交通、分布式能源和智能电网连接起来的方法已证明其潜力在于调节需求增长和排放，同时提高系统效率[195]。这些方法还可以提高对负担得起能源服务的访问，并增加公众在城市能源转型中的参与度。然而，实施挑战仍然存在，尤其是资金限制和机构协调有限。教训来自吉隆坡建议协调治理、分阶段实施以及混合融资的接入能够使面向农业、林业和海洋部门（ AMS ）的可扩展数字解决方案成为可能。最终，东盟利用能源数字化这一全球重大趋势的能力不仅取决于基础设施的准备工作，还取决于数字解决方案能否有效地提供包容性、清洁性和价格合理的成果。



洞察10——将民用核能定位为低碳燃料选择

由Rully Hidayatullah和Nadhilah Shani撰写

Insight 10

Positioning Civilian Nuclear Energy as a Low-Carbon Fuel Option

Written by Rully Hidayatullah, Nadhilah Shani

核选项在东盟国家重返议事桌

在2024-2025年间，东盟国家重新审视核能作为可持续能源转型可行组成部分的兴趣。观察到在加强国家基础设施、推进监管和制度框架以及加强合作以支持核能负责任发展方面取得了进展。这些发展共同表明，各国对2030年代区域首个运营核电站（NPP）的预期部署准备和承诺正在增长。

The

这个 **菲律宾** 新兴为地区核能先锋，计划于2032年启用首座核电站，初始装机容量为1,200兆瓦。根据菲律宾能源规划，2035年核电机组装机容量预计将达到2,400兆瓦，到2050年将达4,800兆瓦。为协调努力，成立了核能跨部门委员会作为核能计划实施机构（NEPIO），涉及24个政府机构[197]。2025年，《菲律宾国家核能安全法》（PhilAtom法案）设立了一个独立监管机构，负责核安全、安全和和平使用[35]。能源部第DC 2005-10-0019号通知将进一步将先锋核电站正式认定为首个商业性电站，将其定为优先基荷设施，并授予快速审批和投资优惠政策[198]。

印度尼西亚 也将核能重新定位为一种平衡能源，以支持其到2060年实现净零排放的目标。[199]国家电力规划（RUKN）包括从2032年开始的核电，起始容量为500兆瓦，到2060年将达到约3500万千瓦。[200]核能还被考虑用于绿色氢生产。

越南 标志着自2016年长期暂停后的一次急剧转变，重新考虑核能。政府计划在2030年至2035年之间建设其首个商业运营的核电站，目标为4-6.4吉瓦[201]。平顺已被确定为首选地点，得到先前可行性研究和场地评估的支持。

马来西亚 正在进入一个新探索阶段，开展一份与国家能源转型和碳中和目标相一致的2035年后核能部署的可行性研究。MyPOWER作为国家核能规划机构（NEPIO），负责与国际原子能机构（IAEA）标准一致地协调核能发展。[202]

在区域层面，东盟成员国（AMS）通过参与国际原子能机构的综合核基础设施审查任务[203]，加强核基础设施的准备工作。**印度尼西亚、马来西亚、菲律宾、泰国和越南** 在进行这些审查时，他们正在接收关于法律框架、人力资源、安全文化、应急准备和废物管理的定制化建议。这种协调方法凸显了东盟对安全、可靠和负责任核能的承诺。

区域核能合作：APAEC 2026-2030年民用核能

APAEC 2026-2030已正式在马来西亚吉隆坡举行的第43届东盟能源部长会议（AMEM）上获得批准。作为未来五年东盟能源议程的指导蓝图，APAEC 2026-2030的主题为“确保能源安全和加速碳减排，推动公正包容的能源转型”，[4]。APAEC 2026-2030围绕三个关键目标构建：加强区域能源合作与互联互通；提升能源安全与韧性；加快能源转型；以及推动可持续包容的能源发展。

APAEC 2026-2030涵盖了七个合作项目领域，其中之一为“民用核能（CNE）合作项目领域”，涉及核能主题。通过民用核能合作子部门网络（NEC-SSN），即CNE的专业机构，该合作项目领域在东盟推广和实施核能合作，重点在于人力资源建设、法律法规框架、公众沟通和利益相关者参与。随着更多东盟国家将核能视为其长期国家能源计划中的一个可行选项，APAEC下的CNE区域合作旨在利用区域合作实现共同利益和资源共享，同时促进区域层面的共同利益，并支持各国在核能领域的个体进步。

APAEC 2026–2030下的CNE项目区域支持东盟将核能定位为一种可行的低碳选择，以满足日益增长的能源需求，同时维护最高安全、安全和可持续标准。在未来五年里，该网络计划致力于研究令人兴奋的核能主题，重点关注加强政策、监管框架和核部署、负责任废弃物管理及责任安排的机构能力。该计划还将推动核技术在电力和非电力领域的应用，评估经济和融资选项，并提升利益相关者的参与度，以建立公众信任。与大学、研究机构和技术提供商的合作将进一步深化，以加强核能教育、研究和创新。APAEC 2026–2030呼吁与对话伙伴和国际组织更深入地合作，以支持区域和全球伙伴关系，促进知识共享、能力建设以及东盟地区和全球的核能协调发展战略。

多边开发银行对核能融资的支持：东盟如何受益？

核能项目涉及高度技术复杂性、严格的监管要求、漫长的建设周期、高昂的资本成本，尽管运营成本低且稳定，但运营寿命非常长。在创造适当的经济条件、吸引充足的资金以成功规划、建设和运营最终拆解核能项目将会具有挑战性。这些特征使得仅靠基于市场的机制无法满足对核能项目的融资，有必要让国家政府及其他参与者，包括多边开发银行（MDBs），介入核能领域。

近年来，主要多边开发银行开始重新评估其气候和能源组合中的核能，将其视为一种潜在的低碳选择。亚洲开发银行决定在定义的安全保障下开放核能，这一举措值得关注，因为它为其成员国创造了项目和政策支持的制度渠道[204]。世界银行决定解除其长期禁止核能融资的禁令，这标志着重大转变，表明核能在其更广泛的使命范围内，现在可以被视为支持发展中经济体可靠、低碳能源的选项[205]。该银行表示，初步有兴趣与国际原子能机构（IAEA）合作，延长现有反应堆的使用寿命，升级电网，并准备小型模块化反应堆。未来多边开发银行对核能领域的参与和支持可能会降低发展中国家核项目历来面临的高前期资本和感知风险。通过提供融资支持和风险降低工具，多边开发银行可以降低融资成本，并帮助吸引更多私营部门对东盟大型或首次核项目的兴趣。

然而，对于东盟来说，由于大多数AMS都是新加入的核国家，来自多边开发银行的主要短期价值在于上游支持，而不是项目融资。东盟可以探索与多边开发银行合作的潜力，以资助综合能源转型计划，其中核能与可再生能源、电网和其他能源资源一同评估，确保核能决策在整体系统背景下进行。它们可以帮助在几个领域建立或加强人力资源建设，如核监管框架、设计责任和废物框架，并支持符合国际原子能机构指导方针的机构能力。多边开发银行还可以在早期项目的分析和风险缓解方面发挥作用。这种援助有助于提高核项目的信誉和可融资性。它们在资助详细的前期可行性研究、系统建模和技术评估方面处于有利位置。这种类型的机构支持对于新加入的国家尤为重要，使它们能够达到国际原子能机构的标准，并在安全和防扩散承诺上建立信心。得到多边开发银行支持核倡议可以提升为更深层次的合作，例如，开发共享的安全框架、应急准备，以及可能从核电站进行的跨境电力贸易，此类项目可能导致更广泛的地域影响，而不仅仅是国家利益。

核能推动能源转型：煤炭向核能潜力

ACE关于煤炭的报告指出，尽管其份额正在下降，煤炭在东盟，尤其是在印度尼西亚、马来西亚、菲律宾、泰国和越南，仍然是一种重要且成本效益高的能源资源[206]。东盟约70%的燃煤电厂（CFPPs）是低容量自用设施，其中大部分作为能源密集型产业的自用电厂。剩余的30%CFPPs包括中高容量电厂，用于上网和自用。大约91%的这些CFPPs的使用寿命超过30年，表明对煤炭的持续依赖；然而，预计现有设施中的48%将在2040年或之前退役，包括老化和经济性较差的电厂。利用退役电厂的基础设施为有针对性的、逐步转向低碳解决方案提供了成本效益的机会，尤其是在工业领域。战略优先考虑电厂改造可以有效地支持东盟的区域能源安全、脱碳雄心和平衡的能源发展目标，包括潜在的煤炭至核能转换或煤炭至核能再利用的倡议。

一些关于煤炭转核能再利用的研究已在诸如中国、波兰、韩国和美国的国家启动，以评估技术、环境和经济社会挑战，以及它们对煤炭发电厂社区和公众的优势[207]，[208]，[209]，[210]。除了提供可靠的基荷电力外，这些举措还为社区带来了实质性的好处。从环境角度来看，在核电站再利用煤炭燃烧可能会减少温室气体排放，改善空气质量。它还可能通过再利用现有基础设施和熟练劳动力，保护在如发电厂运营、维护和供应链管理等方面就业，以及产生间接就业和税收收入，带来经济和社会效益。

公众参与对于煤炭向核能替代的倡议至关重要，它是实现成功转型的关键推动力。与地方社区互动有助于提高透明度和建立信任，解决与核能相关的担忧。随着煤炭电厂的退役，社区面临着重大的经济挑战，突显了让他们参与规划和决策的必要性。通过促进开放式对话，政府和项目开发者可以调整他们的目标以符合社区利益，从而提高成功实施的几率。需要进一步进行可行性研究，以评估哪些退役的煤炭设施适合改造，确定影响场地可行性的关键因素，投资驱动力，所需的政策和监管调整，以及改造对当地社区社会经济的影响，在整个决策过程中。精心设计的试点项目可以作为区域参考，产生现实世界的的数据，以减少风险感知并支持明智的决策。

参考文献

- [1] ADC, 《东盟能源合作行动计划 (APAEC) 第二阶段: 2021-2025》, 2021年。
- [2] 东盟, 《第四十三届东盟能源部长会议的联合媒体声明》, 2025年。[在线]。网址: https://asean.org/wp-content/uploads/2025/10/Joint-Media-Statement-JMS-of-the-43rd-AMEM_Final.pdf
- [3] 东盟, 《第二十二届东盟能源部长会议的联合部长声明》。[在线]。网址: <https://asean.org/joint-ministerial-statement-of-the-42nd-asean-ministers-on-energy-meeting-amem/>
- [4] ADC, 《东盟能源合作行动计划 (APAEC) 2026-2030》, 2025年。[在线]。网址: <https://aseanenergy.org/wp-content/uploads/2025/10/APAEC-2026-2030.pdf>
- [5] A. Bilqis, R. Safrina, A. Febriyanti, R. Oktaqiara 和 D. Setyawati, 《东盟公正包容能源转型指南》, 2025年。[在线]。网址: <https://aseanenergy.org/publications/a-guide-to-a-just-and-inclusive-energy-transition-in-asean/>
- [6] 东盟能源中心, 《东盟可再生能源长期路线图》, 2025年。[在线]。网址: <https://aseanenergy.org/publications/asean-renewable-energy-long-term-road-map/>
- [7] 东盟能源中心, 《东盟建设 (ASEAN BUILT)》。[在线]。网址: <https://built.aseanenergy.org/>
- [8] 2026年菲律宾东盟主席国, 《菲律宾将致力于促进和平、繁荣和人民赋权, 作为2026年东盟主席国》。[在线]。网址: <https://asean2026.gov.ph/post/view/?title=philippines-to-advance-peace-prosperity-and-people-empowerment-as-asean-chair-in-2026>
- [9] 2026年菲律宾东盟主席国, 《菲律宾总统费迪南多·罗穆阿尔德兹·马科斯·朱尼奥尔先生在2026年东盟主席国全国启动仪式上的演讲稿》。[在线]。网址: <https://asean2026.gov.ph/post/view/?title=transcript-of-the-speech-of-his-excellency-president-ferdinand-romualdez-marcos-jr-during-the-national-launch-of-the-asean-2026-chairship>
- [10] R. Weno, H. Suhartono, T. Heryanto, R. Kiantara, C. Adinda 和 R. N. Annisa, 《菲律宾2026年东盟主席国: 加强一体化、加速转型、促进包容性区域增长》。[在线]。网址: https://asean-bac.org/news-and-press-releases/the-philippines-2026-asean-chairship-strengthening-integration-accelerating-transformation-and-anchoring-inclusive-regional-growth?utm_source=chatgpt.com
- [11] 东盟能源中心 (ACE), 《第八版东盟能源展望》, 2024年。[在线]。网址: <https://aseanenergy.org/publications/the-8th-asean-energy-outlook/>
- [12] 东盟能源中心 (ACE), 《2025年东盟能源统计手册》, 2025年。[在线]。网址: <https://aseanenergy.org/publications/asean-energy-statistics-leaflet-2025/>
- [13] 文莱达鲁萨兰政府, 《文莱达鲁萨兰第三版国家自主贡献 (NDC 3.0)》, 2025年。[在线]。网址: <https://unfccc.int/sites/default/files/2025-10/%5BFinal%5D%20Brunei%20Darussalam%27s%20Nationally%20Determined%20Contribution%203.0.pdf>
- [14] PVknowhow.com, 《文莱太阳能发电量扩大, 新增30兆瓦发电厂》。[在线]。网址: <https://www.pvknowhow.com/news/brunei-solar->

- [15] A. Bandial, “文莱通过积极的气候行动，减少了15%的碳排放量。” [在线]。访问：<https://thescoop.co/2025/03/11/brunei-cuts-greenhouse-gas-emissions-by-15-amid-climate-action-efforts/>
- [16] Our World in Data, “文莱的电力来源统计。” [在线]。访问：<https://ourworldindata.org/grapher/electricity-prod-source-stacked?country=~BRN>
- [17] 柬埔寨王国政府, “柬埔寨第三版国家自主贡献 (NDC 3.0)”, 2025年。 [在线]。访问：https://unfccc.int/sites/default/files/2025-08/Cambodia-NDC_3.0_0.pdf
- [18] Khmer Times, “柬埔寨议会批准一项具有里程碑意义的法律，用于24个电力投资项目。” [在线]。访问：https://www.khmertimeskh.com/501688880/cambodian-parliament-approves-landmark-law-for-24-electricity-investment-projects/?utm_source=chatgpt.com
- [19] 东南亚能源中心, “政策洞察 - 印度尼西亚：关于从可再生能源获取电力购电协议的指南”, 2025年。 [在线]。访问：<https://aseanenergy.org/publications/policy-insight-indonesia-guidelines-on-power-purchase-agreement-from-renewable-energy-sources>
- [20] Antara News, “印度尼西亚将因增值税上涨，提供50%的电力折扣。” [在线]。访问：<https://en.antaranews.com/news/338278/indonesia-to-provide-50-percent-electricity-discount-amid-vat-hike>
- [21] P. Visapra, “老挝将在COP30之前发布新的温室气体排放清单。” The Laotian Times。 [在线]。访问：<https://laotiantimes.com/2025/05/14/laos-to-launch-new-greenhouse-gas-emissions-inventory-ahead-of-cop30/>
- [22] Asia News Network, “老挝正在努力发展能源领域的碳市场。” [在线]。访问：<https://asianews.network/laos-moves-to-develop-carbon-markets-in-energy-sector/>
- [23] P. Visapra, “老挝政府推出价值1000万美元的电力补贴。” The Laotian Times。 [在线]。访问：https://laotiantimes.com/2025/11/19/lao-government-rolls-out-usd-10-million-electricity-subsidy/#google_vignette
- [24] 马来西亚政府, “第十三个马来西亚发展计划，2026-2030：执行摘要”，2025年。 [在线]。访问：https://rmk13.ekonomi.gov.my/wp-content/uploads/2025/09/Executive_Summary_Thirteenth_Malaysia_Plan.pdf
- [25] 马来西亚经济部, “国家能源转型路线图”，2023年。 [在线]。访问：https://www.ekonomi.gov.my/sites/default/files/2023-09/National_Energy_Transition_Roadmap_0.pdf
- [26] TNB, “为客户提供更公平、更透明、更合理的电价，自2025年7月1日起生效。” [在线]。访问：<https://www.mytnb.com.my/tariff/index.html?v=1.1.47#afa>
- [27] 马来西亚政府, “碳捕集、利用与储存法案2025” 2025。 [在线]。可用：<https://myccus.ekonomi.gov.my/wp-content/uploads/2025/05/RUU-BI-CARBON-CAPTURE-UTILISATION-AND-STORAGE-BILL-2025.pdf>
- [28] 有必要, “马来西亚将于3月向议会提交碳捕集法案。” [在线]。可用：<https://www.recessary.com/en/news/malaysia-to-submit-carbon-capture-bill-to-parliament-in-march>

- [29] 马来西亚能源委员会，《社区可再生能源聚合机制（CREAM）指南》，2025。[在线]。可获取：https://www.st.gov.my/contents/2025/CREAM/CREAM_GUIDELINE_FINAL.pdf
- [30] 马来西亚能源委员会，《马来西亚半岛太阳能加速转型行动计划指南》，2025，[在线]。可获取：https://www.st.gov.my/contents/files/download/154/GUIDELINES_FOR_SOLAR_ACCELERATED.pdf
- [31] A. F. Medina，《马来西亚2026年预算：关键的税收和投资改革》，东盟简报。访问时间：2026年1月14日。[在线]。可获取：<https://www.aseanbriefing.com/news/malaysia-2026-budget-what-it-means-for-foreign-investors/>
- [32] 沙撈越能源和环境可持续发展部，《沙撈越能源转型政策（SET-P）》，2025。[在线]。可获取：https://meesty.sarawak.gov.my/web/subpage/webpage_view/63
- [33] 沙撈越能源和环境可持续发展部，《沙撈越氢经济路线图（SHER）》，2025。[在线]。可获取：https://meesty.sarawak.gov.my/web/subpage/announcement_view/30
- [34] DFDL，《缅甸：缅甸生物燃料分销的新许可框架》，能源、自然资源和基础设施。[在线]。可获取：<https://www.dfdl.com/insights/legal-and-tax-updates/myanmar-new-licensing-framework-for-biofuel-distribution-in-myanmar/>
- [35] 菲律宾国会，《第12305号共和国法案》2025。[在线]。可用：https://lawphil.net/statutes/repacts/ra2025/ra_12305_2025.html [36] 菲律宾国会《第12253号共和国法案》2025。[在线]。可用：<https://www.officialgazette.gov.ph/2025/09/05/republic-act-no-12253/> [37] 新加坡共和国政府，“新加坡第二次国家自主贡献（NDC）及伴随信息”，2025 [在线]。可用：https://unfccc.int/sites/default/files/2025-02/Singapore_Second_Nationally_Determined_Contribution.pdf [38] Y. Pratiwi，“新加坡将于2026年开始征收可持续航空燃料税”，Tempo。[在线]。可用：<https://en.tempo.co/read/2065888/singapore-to-begin-charging-sustainable-aviation-fuel-levy-starting-2026> [39] B. Lin，“新加坡延长电动汽车激励措施，削减混合动力汽车补贴”，Recessary。[在线]。可用：<https://www.recessary.com/en/news/singapore-extends-ev-incentives-cuts-hybrid-car-subsidies> [40] 贝克·麦坚时律师事务所，“泰国：泰国内阁批准对石油和石油产品征收碳税。” [在线]。可用：<https://insightplus.bakermckenzie.com/bm/tax/thailand-thai-cabinet-approves-carbon-tax-on-oil-and-oil-products> [41] 越南通讯社，“泰国调整电动汽车政策，防止潜在的价格战和供应过剩”，The Investor。[在线]。可用：<https://theinvestor.vn/thailand-adjusts-ev-policies-to-prevent-potential-price-wars-oversupply-d17839.html> [42] Sawasdee Thailand，“泰国的‘快速大胜’推动太阳能发展，降低成本，增加收入。” [在线]。可用：<https://thailand.go.th/issue-focus-detail/thailands-quick-big-win-drives-solar-push-to-cut-costs-and-boost-income> [43] 东帝汶政府，“东帝汶2011-2030年战略发展计划”，2011。[在线]。可用：<https://timor-leste.gov.tl/wp-content/uploads/2011/07/Timor-Leste-Strategic-Plan-2011-20301.pdf> [44] 东帝汶政府，“加强能源基础设施，提高电力供应质量。” [在线]。可用：

<https://timor-leste.gov.tl/?p=41881&lang=en&n=1> [45] Ministry of Energy and Mines Lao PDR, "9th Five-Year Energy and Mining Development Plan (2021–2025) and initiated preparations for the 10th Five-Year Plan (2026–2030)." [Online]. Available: <https://www.mem.gov.la/?p=11909> [46] Cowater International, "Timor-Leste Renewable Energy Roadmap." [Online]. Available: <https://www.cowater.com/project/timor-leste-renewable-energy-roadmap/> [47] Prime Minister of the Socialist Republic of Vietnam, 决议第768号/QĐ-TTg 2025. [网络]. 可用: https://vepg.vn/wp-content/uploads/2025/06/768_QĐ-TTg_658055.pdf [48] 越南社会主义共和国总理, 决定号 266/QĐ-TTg 2025. [在线]. 可获得: <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Tai-nguyen-Moi-truong/Quyét-dinh-266-QĐ-TTg-2025-thuc-hien-Tuyen-bo-toan-cau-chuyen-doi-nang-luong-sach-643339.aspx> [49] 贝克·麦肯锡, "越南: 第253/2025/QH15号决议——2026-2030年期间加速能源发展的新机制和政策。" [在线]. 可获得: <https://insightplus.bakermckenzie.com/bm/projects/vietnam-resolution-no-2532025qh15-new-mechanisms-and-policies-for-accelerating-energy-development-during-the-2026-2030-period> [50] 越南社会主义共和国国民议会, 法律第61号/2024/QH15 2025. [在线]. 可用: https://vepg.vn/wp-content/uploads/2025/02/Revised-Electricity-Law-_61-2024-QH15.pdf [51] 越南社会主义共和国, TCVN 14303:2025 2025. [在线]. 可用: <https://thuvienphapluat.vn/TCVN/Dien-dien-tu/TCVN-7830-2021-May-dieu-hoa-khong-khi-khong-ong-gio-hieu-suat-nang-luong-920220.aspx> [52] S. See, "来自马来西亚、新加坡、越南的四家能源公司签署协议, 探索从越南出口清洁能源——《商业时报》", 《商业时报》。访问时间: 2026年1月14日。[在线]. 可用: <https://www.businesstimes.com.sg/international/asean/four-energy-companies-malaysia-singapore-vietnam-ink-deal-explore-clean-energy-export-vietnam> [53] 《每日快报》, "沙巴-砂拉越275kV联网正式开通 | 每日快报马来西亚 - 沙巴领先新闻门户。" 访问时间: 2026年1月14日。[在线]. 可用: <https://www.dailyexpress.com.my/news/272411/sabah-sarawak-275kv-interconnection-goes-live/> [54] A. Lawler, "世界石油市场将在2026年出现巨大过剩, IEA表示", 路透社。[在线]. 可用: <https://www.reuters.com/business/energy/iea-raises-2025-oil-supply-forecast-after-opec-output-hike-decision-2025-10-14/> [55] E. Busby, K. Selvaraju, L. R. Skaug, 和 K. Keenan, "预期与现实: 对未来一年能源的12项预测", RystadEnergy。[在线]. 可用: <https://www.rystadenergy.com/news/12-predictions-for-2026-in-energy> [56] D. Paramita, M. Zaidan, L. A. Pramesti, 和 R. Duakin, "2025年东盟油气更新", 2025. [在线]. 可用: <https://aseanenergy.org/publications/oil-gas-updates-2025> [57] IEA, "2025年石油: 分析与预测至2030年", 2025. [在线]. 可用: <https://www.iea.org/reports/oil-2025> [58] IEA, "2025年天然气: 分析与预测至2030年", 2025. [在线]. 可用: <https://www.iea.org/reports/gas-2025> [59] IEA, "2024年东南亚能源展望", 2024. [在线]. 可用: <https://www.iea.org/reports/southeast-asia-energy-outlook-2024>

[60] 联合国环境规划署, 关注甲烷2025: 从测量到势头 United Nations Environment Programme, 2025. doi: 10.59117/20.500.11822/48664. [61] ASEAN Centre for Energy, "ASEAN CCS Deployment Framework and Roadmap," 2024. [在线]. 网址: <https://aseanenergy.org/publications/asean-ccs-deployment-framework-and-roadmap> [62] Offshore Technology, "Saipem starts construction at Tangguh UCC project in Indonesia." [在线]. 网址: <https://www.offshore-technology.com/news/saipem-starts-construction-tangguh-ucc-indonesia/> [63] R. Teo, "Petronas 计划于 2029 年底或 2030 年初在 Kasawari 开始首次二氧化碳注入," The Borneo Post. [在线]. 网址: <https://www.theborneopost.com/2025/06/17/petronas-eyes-first-co2-injection-date-by-end-2029-early-2030-in-kasawari/> [64] I CCSC, "Memorandum of Understanding Signed for Cross-Border Carbon Capture & Storage (CCS) Between Indonesia and Singapore." [在线]. 网址: <https://iccccenter.com/mou-signed-for-cross-border-carbon-capture-storage-ccs-between-indonesia-and-singapore/> [65] A. Battersby, "Technip Energies lands key role on offshore CCS project," Upstream Online. [在线]. 网址: <https://www.upstreamonline.com/carbon-capture/technip-energies-lands-key-role-on-offshore-ccs-project/2-1-1916425> [66] IEA, "Coal 2025: Analysis and forecast to 2030," 2025. [在线]. 网址: <https://www.iea.org/reports/coal-2025> [67] Z. Hannany, "Manajemen AADI: Batu bara diperkirakan masih oversupply di awal 2026," IDN Financials. [在线]. 网址: <https://www.idnfinancials.com/id/news/59927/manajemen-aadi-batu-bara-diperkirakan-masih-oversupply-di-awal-2026> [68] Bisnis.com, "Produksi Batu Bara Indonesia Anjlok pada 2025, Pemerintah Kendalikan Pasokan." [在线]. 网址: <https://ekonomi.bisnis.com/read/20251230/44/1940504/produksi-batu-bara-indonesia-anjlok-pada-2025-pemerintah-kendalikan-pasokan> [69] S. Rhamadanty, "Prospek batubara 2026: Antara pengaruh harga global dan peran bagi penerimaan negara," Kontan. [在线]. 网址: <https://industri.kontan.co.id/news/prospek-batubara-2026-antara-pengaruh-harga-global-dan-peran-bagi-penerimaan-negara> [70] ASEAN Centre for Energy, "The Past, Present, and Future Role of Coal in the ASEAN Energy Landscape," 2025. [在线]. 网址: <https://aseanenergy.org/publications/the-past-present-and-future-role-of-coal-in-the-asean-energy-landscape/> [71] A. Saroha and S. Saha, "Vietnam emerges as key demand hub as top buyers cut back on thermal coal imports," S&P Global. [在线]. 网址: <https://www.spglobal.com/energy/en/news-research/latest-news/coal/060425-vietnam-emerges-as-key-demand-hub-as-top-buyers-cut-back-on-thermal-coal-imports> [72] IndexBox, "Malaysia - Coal - Market Analysis, Forecast, Size, Trends and Insights," 2026. [在线]. 网址: <https://www.indexbox.io/store/malaysia-coal-market-analysis-forecast-size-trends-and-insights/> [73] Energy Policy and Planning Officer Ministry of Energy of Thailand, "Coal and Lignite Statistical." [在线]. 网址: <https://www.eppo.go.th/index.php/en/en-energystatistics/coal-and-lignite> [74] B. Jamalullael, M. J. Lesmana, L. A. Pramesti, and Suwanto, "Coal Transition Pathways in ASEAN Advancing Energy Transition in CFPPs Through Technology Readiness and Policy Support," 政策局 2025年[在线]. 可用: <https://aseanenergy.org/publications/coal-transition-pathways-in-asean-advancing-energy-transition-in-cfpps-through-technology-readiness-and-policy-support>

[75] 苏万托、Tjoe J. 和苏里亚迪, “东盟生物质共燃: 现状与实现东盟可再生能源目标的机遇\ 政策局 2023, [在线]. 可获得: <https://aseanenergy.org/publications/biomass-co-firing-in-asean-status-and-opportunities-to-meeting-aseans-re-target/>[76] 印度尼西亚能源和矿产部, “燃煤电厂联合燃烧计划 (Co-firing Plan to Coal-Fired Power Plant),” 2025. [在线]. 可获得: <https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-rencana-co-firing-pada-pltu.pdf> [77] K. Hasan 和 A. B. Swastika, “印度尼西亚生物质联合燃烧: 延续而非解决煤炭问题,” 2025. [在线]. 可获得: <https://energyandcleanair.org/wp/wp-content/uploads/2025/05/EN-IDN-Biomass-co-firing-in-Indonesia.pdf> [78] TNB, “TNB启动创新联合燃烧项目, 推进能源转型议程,” 2024. [在线]. 可获得: https://www.tnb.com.my/assets/press_releases/ENG_20240204_04.pdf [79] T. Maeda, “Erex在越南启动第二次生物质联合燃烧测试,” Argus Media. [在线]. 可获得: <https://www.argusmedia.com/en/news-and-insights/latest-market-news/2769948-erex-starts-second-biomass-co-firing-test-in-vietnam> [80] M. A. Rahmanta, A. Aprilana, Ruly, N. Cahyo, T. W. D. Hapsari, 和 E. Supriyanto, “在印度尼西亚发电厂进行碳捕获和储存生物质联合燃烧的技术经济和环境影响,” *可持续性*, 第16卷, 第8期, 第3423页, 2024年4月, DOI: 10.3390/su16083423. [81] G. A. Fimbres Weihs 等人, “燃煤和生物质废物共燃对生物能源的碳捕集与封存的生命周期评估——新南威尔士州研究\ 能源转换与管理 第273卷, 第116406页, 2022年12月, doi: 10.1016/j.enconman.2022.116406. [82] T. A. Gunawan, H. Luo, C. Greig 和 E. Larson, 《生物负排放中心的地域特定设计》。 *SSRN 电子期刊* 2024年, doi: 10.2139/ssrn.5012262. [83] 东盟能源中心, “东盟与日本关于煤炭转型和清洁技术部署的会议后网络研讨会对话。” [在线]. 可获取: <https://aseanenergy.org/articles/asean-and-japan-dialogue-on-coal-transition-and-clean-technology-deployment-at-post-conference-webinar> [84] 三菱重工, “三菱重工与JERA完成日根山火力发电站燃料氨替代演示测试。” [在线]. 可获取: https://www.ihico.jp/en/all_news/2024/resources_energy_environment/1200954_13691.html [85] A. M. Reza, A. B. Heksaprilla, A. A. Prakoso, N. F. A. F. Putera, “对现有PLN 660兆瓦燃煤发电厂燃烧设备性能影响的氨共燃研究。” *纳米技术 观念*, 第20卷, 第S1期, 2024年3月, doi: 10.62441/nano-ntp.v20iS1.13. [86] methanex, “全球甲醇领导者”, 2024. [在线]. 可获取: <https://www.methanex.com/wp-content/uploads/MEOH-Investor-Presentation-March-2024.pdf> [87] CNN印度尼西亚, “ESDM公布6个LPG替代项目地点。” [在线]. 可获取: <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20250618194345-85-1241219/esdm-ungkap-6-lokasi-proyek-hilirisasi-batu-bara-pengganti-lpg> [88] Vinachem, “关于Vinachem。” [在线]. 可获取: https://vinachem.com.vn/about-us/company-profile-vnc/about_vinachem.html [89] Hanichemco, “介绍。” [在线]. 可获取: <https://hanichemco.com.vn/gioi-thieu.html>

[90] Yurika, 《DME项目推动Bukit Asam转型迈向能源转型。》[在线]。可访问：<https://www.dunia-energi.com/proyek-dme-dorong-transformasi-bukit-asam-menyongsong-transisi-energi/> [91] D insights, 《Powerindo, 中国公司投资5.6亿美元建设煤制甲醇厂。》[在线]。可访问：<https://dinsights.katadata.co.id/read/2021/10/19/powerindo-chinese-company-to-build-us560-mln-coal-to-methanol-plant#:~:text=Powerindo%2C%20Chinese%20Company%20to%20Build%20US%24560%20Million%20Coal%20to%20Methanol%20Plant,-By%20Editorial%20Team&text=On%20Monday%2C%20energy%20producer%20PT,pr> [92] 阿恰能源和矿产资源局, 《中国公司投资79亿印尼盾在阿恰建设甲醇厂。》[在线]。可访问：<https://esdm.acehprov.go.id/berita/kategori/pemerintah-aceh/perusahaan-cina-investasi-rp-7-9-t-bangun-pabrik-metanol-di-aceh> [93] Antara News, 《东加里曼丹希望煤液化促进能源独立。》[在线]。可访问：<https://en.antaranews.com/news/389037/east-kalimantan-eyes-coal-gasification-to-boost-energy-independence> [94] H. Quang Vinh, D. H. Phi Yen, L. M. Tan, 和 T. T. Viet, 《越南从稻壳生产多联产和低排放生物DME的技术经济和环境评估。》《东盟工程杂志》, 第15卷, 第1期, 第65-76页, 2025年2月, doi: 10.11113/aej.v15.22295。 [95] 李宇 等人 “天然气和可再生原料制备的二甲醚从“井口到车轮”的温室气体和空气污染物排放与美欧石油汽油和柴油的比较”《SAE 国际燃料与润滑油杂志》, 第09卷, 第3期, 第2016-01页至第2209页, 2016年10月, doi: 10.4271/2016-01-2209。 [96] M. de Jong, M. Bunse, C. Hamelinck, “俄罗斯对乌克兰的战争：甲醇碳足迹与认证”, 2022。[在线]。可在以下链接获取：https://impca.eu/wp-content/uploads/2024/06/GU_IMPCA_Methanol-product-carbon-footprint-and-certification.pdf [97] A. Hoxha 和 B. Christensen, 《化肥生产碳足迹：区域参考值》国际肥料协会, 2019。[在线]。可获得：https://www.fertilizerseurope.com/wp-content/uploads/2020/01/The-carbon-footprint-of-fertilizer-production_Regional-reference-values.pdf [98] L. A. Pramesti和Suwanto, “为什么东盟的煤炭承诺与现实不断碰撞”,《EcoBusiness》。[在线]。可获得：<https://www.eco-business.com/opinion/why-aseans-coal-promises-keep-colliding-with-reality/> [99] 阿拉伯卫星电视, “能源危机加剧加沙被战争摧毁地区的生存威胁：非政府组织。”[在线]。可获得：<https://www.aljazeera.com/news/2025/6/23/energy-crisis-adds-to-survival-threats-in-war-torn-gaza-ngo> [100] A. Sherter和M. Cunningham, “美国寻求在军事打击后开采委内瑞拉的庞大石油储备。以下是您需要了解的信息。”《MoneyWatch》。[在线]。可获得：<https://www.cbsnews.com/news/venezuela-oil-reserves-us-strike-trump-what-to-know/> [101] 台湾焦点, “解放军演习模拟阻断能源和外国援助：美国机构。”[在线]。可获得：<https://focustaiwan.tw/cross-strait/202601030005> [102] G. Maguire, “天然气牛应警惕煤炭对亚洲电力产业的扼颈”,《路透社》。[在线]。可获得：<https://www.reuters.com/markets/commodities/gas-bulls-should-beware-coals-chokehold-asias-power-sector-maguire-2025-02-26/>

- [103] J. Lo, 题为“印度尼西亚和越南预计在本十年内煤炭使用量将大幅增加, 尽管存在能源转型协议”, 刊登于《Climate Home News》。[在线]。网址: <https://www.climatechangenews.com/2025/12/17/indonesia-vietnam-coal-use-surge-jetp-phase-out-energy-fossil-fuel-iea/>
- [104] 国际能源署 (IEA), 《面向东南亚国家联盟可持续且节能的室内制冷方案》, 2022年。[在线]。网址: <https://www.iea.org/reports/roadmap-towards-su-sustainable-and-energy-efficient-space-cooling-in-the-association-of-southeast-asian-nations>
- [105] Y. Cao 和 A. Whitworth, 题为“东南亚的数据中心电力需求预计将大幅增长”, 刊登于 Wood Mackenzie。[在线]。网址: <https://www.woodmac.com/news/opinion/southeast-asian-data-centre-power-demand-is-set-to-explode/>
- [106] Ember Energy, 题为“从人工智能到排放: 将东盟的数字增长与能源转型目标相结合”, 2025年。[在线]。网址: <https://ember-energy.org/app/uploads/2025/05/Report-From-AI-to-emissions-ASEAN.pdf>
- [107] Ember, 题为“电动汽车的飞跃: 新兴市场如何推动全球电动汽车的繁荣”, 2025年。[在线]。网址: <https://ember-energy.org/latest-insights/the-ev-leapfrog-how-emerging-markets-are-driving-a-global-ev-boom/>
- [108] ESC, 题为“碳边境调整机制 (CBAM) 与碳排放准备: 东盟能源企业在2026年之前必须采取的行动”。[在线]。网址: <https://www.envirosc.com/insight/carbon-readiness-cbam-2026-asean-energy-sector/>
- [109] M. ELDER、S. HOPKINSON、X. ZHOU、Y. ARINO 和 K. MATSUSHITA, 题为“欧盟碳边境调整机制 (CBAM) 对东盟的影响: 呼吁采取更积极的碳定价措施”, 2025年。doi: <https://doi.org/10.57405/iges-14054>.
- [110] 能源转型伙伴关系, 题为“通过预见国际碳关税, 利用印度尼西亚的工业脱碳选项”。[在线]。网址: <https://www.energytransitionpartnership.org/projects/leveraging-industrial-decarbonisation-options-in-indonesia-by-anticipating-international-carbon-tariff/>
- [111] D. Fallin、K. Lee 和 G. B. Poling, 题为“东南亚的清洁能源与脱碳: 概述、挑战与机遇”, 2023年。[在线]。网址: https://csis-website-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/2023-05/230501_Fallin_SEA_Decarbonization.pdf?VersionId=mZRX4SCptRpseo_OB5sds9ocp0uiS1VG
- [112] 东南亚国家能源中心, 题为“建筑领域节能服务公司 (ESCO) 市场评估与账单融资准备研究——印度尼西亚国家报告”, 2025年。[在线]。网址: <https://aseanenergy.org/publications/esco-market-assessment-and-on-bill-financing-readiness-study-in-building-sector-indonesia-country-report>
- [117] IMDA Singapore, 题为“新加坡数据中心信息技术能源效率标准发布”。[在线]。网址: <https://www.imda.gov.sg/resources/press-releases-factsheets-and-speeches/press-releases/2025/sg-it-energy-efficiency-standard-for-data-centres-launched>
- [118] The Nation, 题为“泰国通过清洁能源转型, 为数据中心繁荣做好准备”。[在线]。网址: <https://www.nationthailand.com/business/economy/40050878>
- [119] J. Yong, 题为“泰国公布关于数据中心直接电力购买协议的草案法案”, 刊登于 W Media。[在线]。网址: <https://w.media/thailand-unveils-draft-law-on-direct-power-purchase-agreement-for-data-centers/>

- [120] GreenRE, 《数据中心设计参考指南》, 2023. [在线]. 可获得 : https://www.greenre.org/wp-content/uploads/2025/08/NDC_v1_12.pdf
- [121] 新加坡IMDA, BCA-IMDA数据中心绿色标志方案. [在线]. 可获得 : <https://www.imda.gov.sg/how-we-can-help/bca-imda-green-mark-for-data-centres-scheme>
- [122] IFC, IFC在印度尼西亚发放的首笔与可持续性挂钩的贷款, 用于脱碳零售物业和支持绿色建筑发展. [在线]. 可获得 : <https://www.ifc.org/en/pressroom/2025/ifc-s-first-sustainability-linked-loan-in-indonesia-to-decarbonize-retail-property>
- [123] IFC, IFC与怡和集团扩大可持续融资伙伴关系, 以推进菲律宾绿色和韧性建筑. [在线]. 可获得 : <https://www.ifc.org/en/pressroom/2025/ifc-ayala-land-expand-sustainability-financing-partnerships-to-advance-green-and-r>
- [124] SEADS, 柬埔寨能源转型行业发展规划. [在线]. 可获得 : <https://seads.adb.org/publication/energy-transition-sector-development-program-cambodia>
- [125] V. N. Hanh, 越南延长电动汽车注册费豁免至2027年, 越南简报. [在线]. 可获得 : <https://www.vietnam-briefing.com/news/vietnam-extends-ev-registration-fee-exemption-until-2027.html/>
- [126] 泰国BoI, EV 3.5推动泰国实现2030年30@30目标. [在线]. 可获得 : https://www.boi.go.th/upload/content/EV_3.5ENG.pdf
- [127] DJP印尼, 2025年电动汽车税收优惠, 为更绿色未来助力. [在线]. 可获得 : <https://www.pajak.go.id/en/artikel/2025-ev-tax-incentives-greener-future>
- [128] 新加坡陆路交通管理局, 陆路交通管理局 (LTA) 与能源市场管理局 (NEA) 联合新闻稿——延长车辆排放方案 (VES) 和电动汽车早期采用激励计划 (EEAI), 以支持车辆电气化. [在线]. 可获得 : https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en/newsroom/2025/9/news-releases/extension_of_ves_and_eeai_to_support_vehicle_electrification.html
- [129] 菲律宾国会, 《2022年4月15日共和国法案第11697号》 2022. [在线]. 可用 : https://lawphil.net/statutes/repacts/ra2022/ra_11697_2022.html [130] M. R. Hidayatullah, "Taksi Vietnam Xanh SM Bidik 10.000 Armada, Siap Saingi Grab-Gojek di RI," Bisnis.com. [在线]. 可用 : https://ekonomi.bisnis.com/read/20250825/98/1905239/taksi-vietnam-xanh-sm-bidik-10000-armada-siap-saingi-grab-gojek-di-ri#goog_rewarded [131] Grab, "Grab and BYD enter strategic partnership to expand electric vehicle fleet offering across Southeast Asia." [在线]. 可用 : <https://www.grab.com/sg/press/others/grab-and-byd-enter-strategic-partnership-to-expand-electric-vehicle-fleet-offering-across-southeast-asia/> [132] A. F. Medina, "How BOI EV 3.5 Shapes the Future of EV Battery Investments in Thailand," ASEAN Briefing. [在线]. 可用 : <https://www.aseanbriefing.com/news/how-boi-ev-3-5-shapes-the-future-of-ev-battery-investments-in-thailand/> [133] Antara News, "Indonesia to end incentives for imported CBU BEVs in 2026." [在线]. 可用 :

<https://en.antaranews.com/news/379465/indonesia-to-end-incentives-for-imported-cbu-bevs-in-2026> [134] M. Chan, “Fully imported EVs arriving in Malaysia before Dec 28 will qualify for excise, import duty exemptions: MAA.” [Online]. Available: <https://paultan.org/2025/12/22/fully-imported-evs-arriving-in-malaysia-before-dec-28-will-qualify-for-excise-import-duty-exemptions-maa/> [135] tn global, “VinFast invests \$1B to expand EV production in Indonesia.” [Online]. Available: <https://technode.global/2025/12/16/vinfast-invests-1b-to-expand-ev-production-in-indonesia/> [136] K. Rafsanjani, Z. Hannany, and N. Rosdiana, “BYD invests USD 1 billion for electric car manufacturing plant in Indonesia.” [Online]. Available: <https://www.idnfinancials.com/news/52162/byd-invests-usd-1-billion-for-electric-car-manufacturing-plant-in-indonesia> [137] A. F. Medina, “Southeast Asia’s First EV Battery Plant Begins Operations in Indonesia,” ASEAN Briefing. [Online]. Available: <https://www.aseanbriefing.com/news/southeast-asias-first-ev-battery-plant-begins-operations-in-indonesia/> [138] Antara News, “New EV battery factory megaproject brings US\$6 bln investments.” [Online]. Available: <https://en.antaranews.com/news/362745/new-ev-battery-factory-megaproject-brings-us6-bln-investments> [139] P. Zhang, “Thailand approves Sunwoda’s \$1 billion investment in EV battery cell plants.” [Online]. Available: <https://cnevpost.com/2025/03/13/thailand-approves-sunwoda-investment-ev-battery-cell-plants/> [140] NCCS, “Carbon Tax.” [Online]. Available: <https://www.nccs.gov.sg/singapore-climate-action/mitigation-efforts/carbontax/> [141] Power Philippines, “9,278 firms now covered under mandatory energy efficiency requirements.” [Online]. Available: <https://powerphilippines.com/9278-firms-now-covered-under-mandatory-energy-efficiency-requirements/> [142] EIP Vietnam, “UNIDO shares experience in promoting circular economy and eco-industrial parks at the Vietnam Economic Forum 2025.” [Online]. Available: <https://eip-vietnam.org/unido-shares-experience-in-promoting-circular-economy-and-eco-industrial-parks-at-the-vietnam-economic-forum-2025/> [143] GEIPP, “Eco-industrial parks take a foothold in Indonesia.” [Online]. Available: <https://geipp.org/eco-industrial-parks-take-a-foothold-in-indonesia/> [144] SEDA Malaysia, “Energy Audit Conditional Grant-Commercial & Industry.” [Online]. Available: <https://www.seda.gov.my/energy-demand-management-edm/energy-audit-conditional-grant-commercial-building/> [145] Ecoxyztem, “Guidelines on Energy Savings Insurance (ESI) Development in Indonesia,” 2025. [Online]. Available: <https://ecoxyztem.com/guidelines-on-energy-savings-insurance-esi-development-in-indonesia> [146] Enterprise Singapore, “Energy Efficiency Grant.” [Online]. Available: <https://www.enterprisesg.gov.sg/financial-support/energy-efficiency-grant> [147] Ministry of Energy and Mines of Indonesia, 电力供应业务计划 (2025-2034) 2025. [在线]. 可用 : <https://web.pln.co.id/statics/uploads/2025/06/b967d-ruptl-pln-2025-2034-pub-.pdf> [148] 东盟能源中心, “政策洞察——越南修订后的PDP8和印度尼西亚的RUPTL 2025-2034”, 2025. [在线]. 可用 : <https://aseanenergy.org/publications/policy-insight-vietnams-revised-pdp8-and-indonesias-ruptl-2025-2034>

- A. Huld , 《2025年越南太阳能上网电价：鼓励储能》, 越南简报。[在线]. 可用 : <https://www.vietnam-briefing.com/news/vietnams-solar-feed-in-tariffs-incentivizing-energy-storage.html>
- B. Lin , 《越南扩大屋顶太阳能激励措施, 但专家称补贴力度不足》, Necessary。[在线]. 可用 : <https://www.recessary.com/en/news/vietnam-eyes-rooftop-solar-ease-grid-stress-but-incentives-fall-short>
- Enlit Asia , 《能源交易马来西亚 (ENEGEM) 建立跨国向新加坡销售环保电力》。[在线]. 可用 : <https://www.enlit-asia.com/id/news-renewables/energy-exchange-malaysia-enegem-established-cross-border-sales-green-electricity-singapore>
- 东盟能源中心 , 《政策洞察——马来西亚：企业可再生能源供应方案 (CRESS) 》, 2025。[在线]. 可用 : <https://aseanenergy.org/publications/policy-insight-corporate-renewable-energy-supply-scheme-cress>
- 菲律宾国家政府门户网站 , 《Citicore 可再生能源：菲律宾首个基荷太阳能电站》。[在线]. 可用 : <https://portal.batangas.gov.ph/citicore-renewables-the-first-baseload-solar-plant-in-the-philippines/>
- E. J. B. Abris , 《NGCP欢迎Terra太阳能的2500兆瓦并网》, Inquirer.net。[在线]. 可用 : <https://business.inquirer.net/567811/ngcp-welcomes-terra-solars-2500-mw-to-the-grid>
- A. S. Aman , 《大规模太阳能、MyBEST、CRESS将在2026年推动可再生能源行业的发展》, 新海峡时报。[在线]. 可用 : <https://www.nst.com.my/business/corporate/2026/01/1352038/large-scale-solar-mybest-cress-boost-re-sector-2026>
- M. Gupta , 《越南电池储能市场在需求上升和政策支持下迎来增长》, 太阳能季度。[在线]. 可用 : <https://solarquarter.com/2025/12/22/vietnams-battery-energy-storage-market-set-for-growth-amid-rising-demand-and-policy-support/>
- 东盟能源中心 , 《BIMP-EAGA国家概念性区域可再生能源证书框架技术笔记》, 2025。[在线]. 可用 : <https://aseanenergy.org/publications/technical-notes-of-conceptual-regional-rec-framework-for-bimp-eaga-countries/>
- M. Sotos , 《GHG协议范围2指南》, 2023。[在线]. 可用 : <https://ghgprotocol.org/scope-2-guidance>
- M. Maliszewska , M. Chepeliev , C. Fischer , 和 J. Euijin , 《发展中国家如何衡量对欧盟碳边境调节机制的暴露度》, 世界银行博客。[在线]. 可用 : <https://blogs.worldbank.org/en/trade/how-developing-countries-can-measure-exposure-eus-carbon-border-adjustment-mechanism>
- 能源市场管理局 , 《新加坡标准发布以支持可再生能源证书的管理和使用》。[在线]. 可用 : <https://www.ema.gov.sg/news-events/news/media-releases/2021/new-singapore-standard-launch-to-support-management-and-use-of-renewable-energy-certificates>
- V. A. Pangestika , G. L. Namira , M. Merdekawati , 和 G. H. H. Mardani , 《菲律宾可再生能源证书 (REC) 市场需求映射》, 政策局 2025年[在线]. 可获取 : <https://aseanenergy.org/publications/renewable-energy-certificate-rec-market-demand-mapping-in-philippines/>[162] M. Merdekawati 和 Z. Zafira , 《标准指南——提高东盟屋顶光伏和储能系统电气安全标准》

通过安全功能应用，”2025。[在线]。可获得：<https://aseanenergy.org/publications/standard-guideline-enhancing-electrical-safety-standards-for-rooftop-pv-and-bess-installations-in-asean-through-safety-features-application/>[163] S. Sim, “金添路工厂火灾后76名工人被疏散，”海峡时报。[在线]。可获得：<https://www.straitstimes.com/singapore/76-workers-evacuated-after-fire-breaks-out-in-factory-at-kian-teck-road>[164] 东盟能源中心, “韩国和东盟的新能源和可再生能源安全管理法律法规和技术标准，”2025。[在线]。可获得：<https://aseanenergy.org/publications/new-and-renewable-energy-safety-management-laws-and-technical-standards-in-the-republic-of-korea-and-asean/>[165] 印度尼西亚能源和矿产资源部, “实现能源安全，减少进口，ESDM部长：B40将于2025年1月1日起强制实施，”新闻稿。[在线]。可获得：<https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/wujudkan-ketahanan-energi-dan-kurangi-impor-menteri-esdm-mandatori-b40-berlaku-1-januari-2025>[166] 燃料和润滑油, “印度尼西亚设定2027年全面乙醇汽油强制性命令目标。”[在线]。可获得：<https://www.fuelsandlubes.com/indonesia-targets-2027-for-nationwide-ethanol-blended-petrol-mandate/>[167] 燃料和润滑油, “越南将于2026年6月强制全国销售E10汽油。”[在线]。可获得：<https://www.fuelsandlubes.com/vietnam-to-mandate-nationwide-e10-gasoline-sales-from-june-2026/>[168] 先进生物燃料美国, “马来西亚在主要机场地面交通工具上扩大B10生物柴油的使用至B20。”[在线]。可获得：<https://advancedbiofuelsusa.info/malaysia-expands-biodiesel-usage-of-b10-to-b20-on-ground-transport-vehicles-at-main-airport>[169] ERIA和东盟能源中心, “东盟区域合作生物燃料市场潜力，”2025。[在线]。可获得：<https://www.eria.org/research/biofuel-market-potential-for-regional-cooperation-in-asean/>[170] ICAO, *决议A42-22：关于环境保护的持续ICAO政策和实践综合声明——国际航空碳抵消和减排计划 (CORSIA)* 2025。[在线]。可获取：https://www.icao.int/sites/default/files/environmental-protection/Assembly42/Resolution-A42-22_CORSIA.pdf [171] 新加坡民航局, “新加坡可持续航空枢纽蓝图，”2024。[在线]。可获取：<https://www.caas.gov.sg/docs/default-source/docs---so/singapore-sustainable-air-hub-blueprint.pdf> [172] 《国家报》，“泰国从2026年1月1日起要求喷气燃料使用1%的可持续航空燃料混合。”[在线]。可获取：<https://www.nationthailand.com/sustaination/40060773> [173] 印度尼西亚政府, “印度尼西亚可持续航空燃料 (SAF) 行业发展路线图，”2024。[在线]。可获取：[https://imsis-djpu.kemenuh.go.id/PortalDKPPU/\(English Translation\) Indonesia Sustainable Aviation Fuel \(SAF\) Roadmap.pdf](https://imsis-djpu.kemenuh.go.id/PortalDKPPU/(English%20Translation)%20Indonesia%20Sustainable%20Aviation%20Fuel%20(SAF)%20Roadmap.pdf) [174] 生物燃料国际, “Neste为新加坡航空公司提供CORSIA认证的可持续航空燃料。”[在线]。可获取：<https://biofuels-news.com/news/neste-supplies-singapore-airlines-with-corsia-certified-saf/> [175] 生物燃料国际, “Pertamina即将生产首批认证的可持续航空燃料。”[在线]。可获取：<https://biofuels-news.com/news/pertamina-set-to-produce-first-batch-of-certified-saf/>

- [176] Bangchak集团, “泰国首个精炼SAF生产单元。”[在线]。可获取 : <https://www.bangchak.co.th/en/newsroom/reflection/1621/thailand-s-first-neat-saf-production-unit>
- [177] 国际民航组织秘书处, “国际民航组织关于SAF、LCAF及其他航空清洁能源的全球框架。”[在线]。可获取 : https://www.icao.int/sites/default/files/sp-files/environmental-protection/Documents/EnvironmentReport-2010/2025/Envreport2025_44.pdf
- [178] 东盟能源中心, “区域利益相关方参与东盟公平包容的能源转型框架协商。”[在线]。可获取 : <https://aseanenergy.org/articles/regional-stakeholders-engage-in-consultation-on-aseans-just-and-inclusive-energy-transition-framework>
- [179] 东盟能源中心, “迈向性别包容的能源未来 : 在2026-2030年东盟能源合作行动计划下将性别融入东盟能源政策。”[在线]。可获取 : <https://aseanenergy.org/articles/toward-a-gender-inclusive-energy-future-mainstreaming-gender-in-asean-energy-policy-under-the-asean-plan-of-action-for-energy-cooperation-2026-2030>
- [180] 东盟秘书处, “东盟在UNFCCC COP30上揭幕首个东盟展馆。”[在线]。可获取 : <https://asean.org/asean-inaugurates-first-asean-pavilion-at-unfccc-cop30/>
- [181] 东盟秘书处, “东盟就气候变化向联合国气候变化框架公约第30次缔约方大会 (UNFCCC COP 30) 发表的联合声明。”[在线]。可获取 : <https://asean.org/asean-joint-statement-on-climate-change-to-the-30th-session-of-the-conference-of-the-parties-to-the-united-nations-framework-convention-on-climate-change-unfccc-cop-30/>
- [182] IRENA, “贝伦COP30的五点收获。”[在线]。可获取 : <https://www.irena.org/News/articles/2025/Nov/Five-Takeaways-from-COP30-in-Belem>
- [183] N. Azalia 等人 ASEAN通往COP30之路 : 构建能源气候投资、合作与碳政策进步, ACCEPT II。[在线]。可在 : <https://accept.aseanenergy.org/aseans-road-to-cop30-forging-energy-climate-investments-cooperation-and-carbon-policy-advancements>
- [184] 联合国环境规划署, 联合国环境规划署金融倡议、东盟资本市场论坛和可持续金融研究所亚洲合作促进东盟的适应性金融。[在线]。可在 : https://www.unepfi.org/regions/asia-pacific/unepfi-acmf-sfia-adaptation-finance-collaboration/?utm_source=chatgpt.com
- [185] 东盟能源中心, “东盟能源投资2025”, 2025。[在线]。可在 : <https://aseanenergy.org/publications/asean-energy-investment-2025/>
- [186] N. Vikas, V. Garg, S. Aiyer和S. Srivastava, “混合金融 : 填补发展中国家能源转型差距的关键”, 2024。[在线]。可在 : <https://ieefa.org/resources/blended-finance-key-bridging-energy-transition-gap-developing-countries>
- [187] NORCAP, “照亮道路 : 人道主义环境中的公平包容能源转型创新金融”, 2025。[在线]。可在 : https://www.nrc.no/globalassets/pdf/briefing-notes/lighting-the-path/white-paper-innovative-finances_v3.pdf

- [188] Just Transition Finance Lab, 题为《利用金融手段促进公正转型》的白皮书, 2024年。[在线]。网址: https://justtransitionfinance.org/wp-content/uploads/2024/12/IHRB_LSE_Just-Transition-Finance-WhitePaper.pdf
- [189] V. Bellesi, B. Denis 和 C. Schenk, 题为《用于清洁能源的担保和其他风险缓解工具: 利用混合融资促进新兴市场和 Developing 国家的投资》的报告, 2025年。doi: <https://dx.doi.org/10.1787/93a6e05c-en>.
- [190] 东南亚能源中心, 题为《关于选定东南亚城市综合城市能源规划和建模的第二次研讨会》。[在线]。网址: <https://aseanenergy.org/articles/2nd-workshop-on-integrated-urban-energy-planning-and-modelling-uepm-on-selected-asean-cities>
- [191] 东南亚能源中心, 题为《跨部门研讨会, 旨在通过综合城市能源规划促进可持续城市发展》。[在线]。网址: <https://aseanenergy.org/articles/cross-sectoral-workshop-for-advancing-integrated-urban-energy-planning-to-fostering-sustainable-city-development>
- [192] 东南亚能源中心, 题为《通过数字化实现东南亚能源的韧性和可持续未来》。[在线]。网址: <https://www.aseanenergy.org/publications/enabling-a-resilient-and-sustainable-asean-energy-future-through-digitalisation/>
- [193] Aus4ASEAN Futures, 题为《关于东南亚数字经济框架协议 (DEFA) 的研究报告》。[在线]。网址: https://asean.org/wp-content/uploads/2024/11/DEFA-Report-public-summary-expanded_Final_25112024.pdf
- [194] 东南亚秘书处, 题为《2019-2025年东南亚数字融合框架行动计划 (DIFAP)》。[在线]。网址: https://asean.org/wp-content/uploads/2018/02/AECC18-ASEAN-DIFAP_Endorsed.pdf
- [195] ISO, 题为《ISO 37122:2019: 可持续城市和社区——智慧城市指标》, 2019年。[在线]。网址: <https://www.iso.org/standard/69050.html>
- [196] Smart Putrajaya, 网站: Home | Smart Putrajaya。[在线]。网址: <https://smart.putrajaya.my/>
- [197] 菲律宾能源部, 题为《国际原子能机构审查菲律宾核基础设施发展的进展》。[在线]。网址: <https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/iaea-review-progress-of-the-philippines-nuclear-infrastructure-development>
- [198] 菲律宾信息局, 题为《菲律宾能源部发布关于在菲律宾整合核能的里程碑性框架》。[在线]。网址: <https://pia.gov.ph/press-release/doe-issues-landmark-framework-for-nuclear-energy-integration-in-the-philippines/>
- [199] 印度尼西亚能源和矿产资源部, 题为《秘书长DEN: 核电站建设是能源结构的重要组成部分》, 新闻稿。[在线]。网址: <https://www.esdm.go.id/id/mediacenter/arsip-berita/sekjen-den-pembangunan-pembangkit-nuklir-jadi-penyeimbang-bauran-energi>
- [200] 印度尼西亚能源和矿产资源部, 题为《2025-2060年国家电力规划》, 2024年。[在线]。网址: https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/28dd4-rukun.pdf
- [201] K. Vu 和 F. Guarascio, 题为《越南开放使用小型模块化核反应堆, 政治局文件显示》, 路透社。[在线]。网址: <https://www.reuters.com/business/energy/vietnam-open-using-small-module-nuclear-reactors-politburo-document-shows-2025-09-04/>
- [202] world nuclear news, 题为《马来西亚启动核能可行性研究》。[在线]。网址: <https://www.world-nuclear->

news.org/articles/malaysia-launches-nuclear-energy-feasibility-study [203] 国际原子能机构 (IAEA) , “综合核基础设施审查 (INIR) 。” [在线]. 可用 : <https://www.iaea.org/services/review-missions/integrated-nuclear-infrastructure-review-inir> [204] 亚洲开发银行 (ADB) , “ADB与IAEA合作支持亚洲及太平洋地区安全使用核能 , ”新闻稿。 [在线]. 可用 : <https://www.adb.org/news/adb-iaea-partner-support-safe-nuclear-energy-use-asia-and-pacific> [205] 世界核新闻 , “世界银行和IAEA支持新核能用于发展。” [在线]. 可用 : <https://www.world-nuclear-news.org/articles/world-bank-and-iaea-backing-new-nuclear-for-development> [206] 东盟能源中心 , “评估煤炭在东盟能源转型和煤炭淘汰中的作用 , ”2024。 [在线]. 可用 : <https://aseanenergy.org/publications/assessment-of-the-role-of-coal-in-the-asean-energy-transition-and-coal-phase-out/> [207] B. Luo, L. Zhang, W. Li, X. Zhu, Y. Ye, and Y. Su, “Study on Conventional Island Retrofit Strategies for Converting Coal-Fired Power Plants to Nuclear Power Stations in China , ” *能量* , 第17卷, 第12期, 第2912页, 2024年6月, doi : 10.3390/en17122912。 [208] J. Ochmann, G. Niewiński, H. Łukowicz 和 Ł. Bartela, “根据煤炭至核能概念, 使用核反应堆重新发电内陆燃煤电厂的潜力”, *能量* , 第17卷, 第14期, 第3545页, 2024年7月, doi : 10.3390/en17143545。 [209] S. Joo, S. H. Song, S. Oh, S. Qvist和J. I. Lee, “韩国使用小型模块化反应堆进行燃煤再发电选项的评估。” *能量* , 第17卷, 第24期, 第6493页, 2024年12月, DOI : 10.3390/en17246493。 [210] J. Hansen 等人 “探讨将退役煤矿厂转化为核电厂的益处与挑战”, 爱达荷 Falls, ID (美国) , 2022 年 9 月。 doi: 10.2172/1886660。

缩写

ACCSAP	东盟气候变化战略行动计划
ADB (注：ADB可能指的是亚洲开发银行 (Asia Development Bank) 的缩写，但根据您的要求，这里没有提供上下文，因此保持原样。)	亚洲开发银行
AEDS：自动体外除颤器	东盟能源数据库系统
AEO7	7 th 东盟能源展望
AEO8	8 th 东盟能源展望
AERN	东盟能源路线图网络
人工智能	人工智能
目标	东盟互联互通总体规划研究
AMEM	东盟能源部长会议
AMS	东盟成员国
APAEC	东盟能源合作行动计划
APG	东盟电网
APGF	东盟电网融资
APGCC 译为：APGCC	东盟电力网络咨询委员会
APSA.	东盟石油安全协定
东盟	东南亚国家联盟
ATS	ams目标场景
BAS	基线情景
BAU	请注意，BAU是一个缩写，它代表“Behavioral Analysis Unit”（行为分析单元）。由于这可能是特定于某些文化和情境的专业术语，所以直译可能会在不同的上下文中有不同的含义。
BCA-IMDA	建设局-资讯通信媒体发展局
BESS	电池储能系统
CBU	彻底建成
CCS	碳捕集与封存
CCT	清洁煤技术
CCUS (碳捕获、利用与封存)	碳捕集、利用与封存
CDP	碳披露项目
CFPP	燃煤发电厂
CKD (慢性肾病)	完全拆解
CNE	民间核能
CNS.	碳中和情景
CO ₂	(此词可能是缩写或专业术语，直译即可。)

联合国气候变化框架公约	缔约方大会
CORSIA	国际航空碳减排及抵消方案
CRESS	企业能源供应方案
CSPF	冷却季节性能系数
DC	数据中心/直流电
DER	分布式能源
DME	二甲醚
DOE	能源部
DP	对话伙伴
EACG	能源审计有条件拨款
EE&C (此缩写EE&C没有特殊含义,因此保留原样。)	能源效率与节约
EECA	能源效率与节约法
EI	能源强度
ENEGEM	能源交易所马来西亚
环境管理体系	能源管理系统
ESCO	能源服务公司
EV	电动汽车
EVIDA	电动汽车产业发展法
千伏	千伏
千瓦	千瓦
LTMS-PIP	老挝-泰国-马来西亚-新加坡电力一体化项目
GFA	总楼面面积
GW	吉瓦
温室气体	温室气体
GMP: 药品生产质量管理规范	全球甲烷承诺
直通高压直流输电	高压直流电
HAPUA	东盟电力公用事业和机构负责人
国际原子能机构	国际原子能机构
IO	国际组织
IUEPM	综合城市能源规划与建模
JETP.	仅能源转型伙伴关系
LNG	液化天然气
MDB	多边发展银行

MEES 最低能效标准

MEMR

能源和矿产资源部

MEPS

最低能耗标准

协议备忘录 谅解备忘录

MPT

(请注意，MPT可能是一个缩写，具体含义取决于上下文。根据您提供的文本，没有足够的信息来确定其确切含义，因此我保持了原缩写不变。) 多边电力贸易

MtCO² 百万吨二氧化碳 MW 兆瓦

NDC 国家自主贡献

NEPIO

核能计划执行机构

NETR 国家能源转型路线图

NPP (通常指核能发电站，Nuclear Power Plant)

核电站

OGCSS

石油与天然气互联互通、安全与可持续性

OGDC 石油和天然气脱碳宪章

OGMP (具体含义取决于上下文，可能指某个特定组织、项目或倡议的缩写。如果能提供更多信息，我可以给出更准确的翻译。)

石油和天然气甲烷承诺

OPEC 石油输出国组织

PDP

电力发展规划

PPA

电力购买协议

菲利托姆 菲律宾原子能监管机构

PV

光伏 光伏

RAS 区域抱负情景

RE 可再生能源

REC. 可再生能源证书

REPP 区域能源政策规划

RPS 可再生组合标准

SAF. 可持续航空燃料

SLLs

(此处“SLLs”为缩写，具体含义未给出，因此保留原缩写形式。) 可持续性挂钩贷

款 SMR 蒸汽甲烷重整器

新加坡元 (新加坡元) 新加坡元

TAGP. 跨国亚森天然气管道² 大量二氧化碳

THB

太瓦时 太瓦时

美国 美国

增值税 增值税

VNEEP

越南国家节能计划 美元 美国美元

vRE

可变可再生能源

YoY

年同比 (Year-over-Year, 用于表示与上一年度同期相比的增长或减少百分比) 年同比



ASEAN Centre for Energy
One Community for Sustainable Energy

 www.aseanenergy.org

 [@aseanenergy](https://www.instagram.com/aseanenergy)

 [@aseanenergy](https://twitter.com/aseanenergy)

 [ASEAN Centre for Energy](https://www.linkedin.com/company/aseanenergy)

 [@aseanenergy](https://www.facebook.com/aseanenergy)

ASEAN Centre for Energy

Soemantri Brodjonegoro II Building, 6th fl.,
Directorate General of Electricity,
Jl. HR. Rasuna Said Block X-2, Kav. 07-08
Jakarta 12950 Indonesia
Tel: (62-21) 527 9332 | Fax: (62-21) 527 9350
aseanenergy.org

*The hardcopy version of this publication was supported by
the ASEAN Climate Change and Energy Project (ACCEPT)*