



磐之石 ROCK ENVIRONMENT
AND ENERGY INSTITUTE
环境与能源研究中心

致力于推动以程序正义和理性批判为基石的环境政策决策机制的建立，
使社会向更加包容、公正和可持续发展的方向发展。

报告撰写：姜超、袁雅婷、赵昂

排版设计：李颖

发布日期：2021 年 04 月

发布机构：磐之石环境与能源研究中心

前言

2020 年，新冠疫情 (Covid-19 Pandemic) 的爆发对全球经济和社会带来巨大的冲击。年底疫苗研发上的成功给世界带来扭转疫情的希望，但疫情的长期影响仍有不确定性。为了应对疫情，全球各大经济体纷纷推出复苏计划，从短期 (3-5 年) 来看，有的政府借机加大了对低碳技术的投资，但也有的经济体并未充分利用这一机会推动本国经济的脱碳进程。全球范围内，油气、煤炭代表的化石能源行业和风电和太阳能代表的可再生能源产业都是喜忧参半。

在疫情应对、地缘政治和气候应对等诸多因素的影响下，一些全球主要碳排放国 (包括中国、日本和韩国) 在内外压力下也先后宣布了各自的长期碳中和目标，继欧盟之后、为未来的能源转型和气候减缓带来新的动力。展望 2021 年 11 月即将在苏格兰格拉斯哥召开的联合国气候变化碳排放大会，全球气候治理将延续巴黎协定下的基本原则下可能出现各主要排放经济体相互竞争、积极更新减排目标、努力实施能源转型的快速变化的趋势。

这份报告是磐之石 2020 年所撰写和发布的与能源转型相关的分析文章节选，其中包括了我们对全球绿色复苏、医疗部门制冷能效、东南亚能源观察等议题的即时观察与看法，这也是我们对 2020 年的一份工作总结。“照看全球能源转型发展趋势，助力中国碳中和目标实现”也是我们本年度工作的缩影，并将持续的引导我们的工作进展。我们期待报告里的文章能够提供给读者更多的思考空间，进一步促进能源转型政策议题的交流。

磐之石每年度都会发布《能源评论》与《环境评论》，内容互相作为补充，这些文章可以为读者提供一个不同的视角来窥探过去一年国内外发生的一部分重要能源和环境议题和政策的变化。如果您对我们的分析和观察有什么想法和反馈，欢迎与我们联系。



磐之石环境与能源研究中心

2021 年 04 月 28 日

作者简介

姜超

曾任磐之石环境与能源研究中心项目经理 (于 2020 年 07 月离职), 负责全球绿色健康医院项目。研究兴趣主要是医疗卫生部门环境可持续发展。文章发表于《中国环境报》、《中国经济导报》、《中国化工报》、《百科知识》等。她拥有北京语言文化大学文学士和美国纽约州立大学环境研究硕士学位。

袁雅婷

磐之石环境与能源研究中心助理研究员。研究兴趣主要集中于碳市场和可持续发展。拥有辽宁大学理学学士和英国爱丁堡大学环境可持续发展硕士学位。

梅鑫洋

磐之石环境与能源研究中心实习生 (2020.05-2020.06), 杜克大学公共政策研究硕士在读, 2019 年毕业于北京大学元培学院。

赵昂

磐之石环境与能源研究中心联合创始人、联合主任。研究兴趣集中于气候变化和能源转型政策。文章曾发表于: China Environment Series、International Journal of Applied Logistics 和《环境资源与能源评论》。他拥有北京大学文学学士和伦敦政治经济学院环境政策科学硕士学位。

目 录

为地球降温，医院制冷系统大有可为.....	1
韩国“绿色新政”：是否真的绿色？	4
启动“绿色复苏”，确保“新冠后”经济可持续增长.....	8
欧盟加大绿色项目投资，加速实现碳中和气候目标	10
东南亚：空气污染与过早死亡	13
东南亚：风电和光伏发电有多贵？	16
新加坡：东南亚能源转型的投资加速器？	19
从制冷电力需求高估风险看长期能源消费预测的困境.....	22
越南电力发展中的“光伏作用”	25

为地球降温，医院制冷系统大有可为

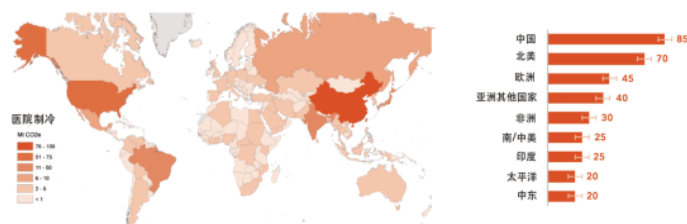
姜超

随着全球制冷需求的增加，制冷系统带来的温室气体排放引起了越来越多的关注。2019 年 6 月，国家发展改革委联合工业和信息化部等 6 部委，共同发布《绿色高效制冷行动方案》，将从强化标准引领、提升绿色高效制冷产品供给、促进绿色高效制冷消费、推进节能改造和深化国际合作五个方面大幅提高制冷能效，推进制冷行业绿色、高质量发展，并设定到 2030 年，大型公共建筑制冷能效提升 30% 等具体目标^[1]。在各类公共建筑中，医院建筑因其不间断运行，且对室内环境质量要求较高等特点，能耗相对较高，而制冷系统能耗在其中占有很大比例。通过开展制冷系统能源审计和节能改造可有效降低医院能耗，不仅节约运行成本，而且降低碳排放。

医院制冷系统碳排放

目前全球的医院制冷系统每年会产生约 3.65 亿吨二氧化碳当量的排放；如果不提升制冷效率或减少发电系统的碳排放，到 2040 年，这一排放量可能会增加到现有水平的 4 倍^[2]。

图 1：不同地区医院制冷系统的碳排放量^[3]年度百万吨二氧化碳排放量 (MtCO₂e)



(排放量数值区间显示了不同情景下的标准差)

另外，目前被大量使用的氢氟碳化物 (HFCs) 制冷剂具有极高的全球变暖潜能值，从不同的时间跨度来看，可达到等量二氧化碳的几千甚至上万倍^[4]。2016 年，全球在《蒙特利尔议定书》下达成减排 HFCs 的《基加利修正案》，该修正案已于 2019 年 1 月 1 日正式实施。在《基加利修正案》的要求下，80% 以上 HFCs 的应用将被逐步替代，按照其实施目标，全球可以避免 0.3°C-0.5°C 的升温，这对于减缓气候变化意义重大^[5]。

医院制冷系统节能途径及案例

我国有大量医院建于 20 世纪，受早期建设的观念和技术所限，存在建筑陈旧和能耗较大等问题；此外，能源工程施工质量较差，系统未认真调试，缺乏实效的调控策略及高效管理模式均是造成能耗偏高的主要原因^[6]。近些年，部分医院开展既有建筑节能改造项目，新建项目中也

采纳绿色建筑标准，但仍有大量医院建筑存在耗能高的问题。有调查显示，很多绿色建筑实际运行能耗与普通同类型建筑相比没有明显降低，这反应在建筑建成后的运行和维护过程中可能存在不足，没能充分发挥建筑在设计时的节能优势。

与此同时，提高医院制冷系统能效，降低排放的技术已经非常成熟，包括采购高效率、低全球升温潜能冷却剂的空调设备；通过对围护结构增加外保温、采取遮阳措施等方式改善围护结构性能，降低围护结构能耗；定期检修、清洗系统部件；建设完备的分项计量系统，完善集中监控平台；采用现场和非现场可再生能源；加强培训学习，提高医院制冷系统运行管理水平；以及改变用户能源习惯，提高节能意识等。

这其中，很多低成本的节能措施能实现可观的节能效果，比如改进日常用能习惯。英国巴兹国民医疗服务机构通过改变工作人员的行为习惯，比如关闭不必要的设备和灯光、合理设置空调温度等，实现 10.5 万英镑的能源成本节约，其中关门的行为每年可节省 7801 英镑，而关闭房间灯光每年可节省 13714 英镑^[7]。另外，在建筑设计建设之初就应充分考虑节能效果。有研究显示，在美国，玻璃占建筑外立面之比低于 25% 的医院的平均制冷量仅为占比为 26-75% 的医院的一半，而那些占比超过 75% 的医院的制冷量要更高^[8]。

国内也有很多医院通过开展制冷系统节能改造实现很好的节能效果。北京回龙观医院通过将医院 420 台老旧分体空调更新为节能变频空调，使空调耗电量大幅减少，年节电量约 20 万度；另外，医院还将 1 号病房楼的水源热泵改为地源热泵，改造完成后，通过科学运行和管理，中央空调机组系统电力消耗较改造前节约用电约 13%^[9]。

结语

制冷是每个人应当享有的需求。随着全球升温加剧和人们生活水平提升，制冷需求正在不断攀升。国际能源署预测，到 2050 年全球三分之二的家庭都将拥有和使用空调，建筑制冷所带来的电力消耗也将增至 3 倍^[10]。采取气候友好型、高效低排放的制冷系统，将在满足制冷需求的同时减缓气候变化，实现双赢。在医院开展制冷系统节能改造可能会遇到改造资金不足、影响医院运行等阻碍，但现有的大量实践案例表明这些问题并非无法克服。医院制冷系统节能改造的推进需要管理层的重视，看到提升制冷能效对减缓气候变化——21 世纪人类面临的重大健康威胁，所发挥的重要作用。

注释：

- [1] 中华人民共和国中央人民政府网,《绿色高效制冷行动方案》, <http://www.gov.cn/xinwen/2019-06/15/5400474/files/3daad33b125443abbd88855b69c61d3c.pdf>
- [2] Kigali Cooling Efficiency Program, Hovland Consulting LLC, Health Care Without Harm, “Global Climate Impact from Hospital Cooling” . October 2018. <https://www.k-cep.org/hospital-cooling-report/>
- [3] Kigali Cooling Efficiency Program, Hovland Consulting LLC, Health Care Without Harm, “Global Climate Impact from Hospital Cooling” . October 2018. <https://www.k-cep.org/hospital-cooling-report/>
- [4] 绿色和平,“面对含氟温室气体的挑战,中国何去何从”, https://www.greenpeace.org.cn/china/Global/china/_planet-2/report/2008/4/f-gases-challenge.pdf
- [5] 中国气象局,“保护臭氧层同时减少温室气体排放”,
http://www.cma.gov.cn/2011xwzx/2011xqhbh/2011xqhbhyhy/201901/t20190103_511745.html
- [6] 赵伟,狄彦强等,《医院建筑绿色改造技术指南》,2015年12月,中国建筑工业出版社。
- [7] 《中国医院建筑与装备》,2018年07期,“将节能与改善患者体验并行——英国巴兹保健和国民信托的节能方案”。
- [8] Kigali Cooling Efficiency Program, Hovland Consulting LLC, Health Care Without Harm, “Global Climate Impact from Hospital Cooling” . October 2018. <https://www.k-cep.org/hospital-cooling-report/>
- [9] 唐命,《北京回龙观医院综合节能改造心得体会》,2019医疗卫生部门可持续采购论坛发言,2019年6月16日。
- [10] 韩伟,《COP25 速递|为地球降温 绿色制冷成“热”话题》。碳排放交易,2019年12月10日。
<http://www.tanpaifang.com/tanguwen/2019/1210/66848.html>

韩国“绿色新政”：是否真的绿色？

袁雅婷

同世界各国经济一样，韩国经济也受到了新冠疫情的严重打击。特别是由于新冠疫情导致海外市场对韩国汽车、半导体、机械等主要出口产品需求大幅减少，韩国 5 月出口同比下降 24%^[1]。此外，为降低疫情期间企业的运营成本，韩国企业在今年 4 月削减了近 40 万个工作岗位，失业率同比增长 0.5%，其中批发和零售部门的失业率最高^[2]。近日，甚至有数百人从凌晨开始站在首尔街头排队找工作^[3]。

为应对新冠疫情带来的经济损失以及不断上升的失业率等危机，韩国政府在今年 7 月发布了一份名为“韩国新政”（Korean New Deal）的五年国家战略规划（2020-2025），该计划主要包含三方面内容，即“数字新政”（Digital New Deal）、“绿色新政”（Green New Deal）以及“加强社会就业安全网络”（Stronger Safety Net）（表 1）。本文将重点关注“绿色新政”。

表 1：“韩国新政”国家战略规划^[4]

	投资额 (美元)	创造工作岗位数量
数字新政	496 亿	90 万
绿色新政	630 亿	66 万
加强社会就业安全网络	227 亿	34 万

韩国“绿色新政”：加速绿色新兴产业发展

在“韩国新政”中，“绿色新政”的投资额最大，它将用于帮助韩国实现从高碳经济向低碳经济转变的目标，主要包括基础设施绿色转型（Green Transition of Infrastructures）、低碳且分布式能源（Low-carbon and Decentralized Energy）以及绿色产业创新（Innovation in the Green Industry）三个方面的内容（表 2）。

表 2：韩国“绿色新政”主要内容及投资计划^[5]

	投资项目	项目主要内容	投资额 (亿美元)
基础设施绿色 转型	改造零能耗公共设施	23 万多个公租房、幼儿园等老旧建筑安装可再生能源发电等设备	53
	恢复城市生态系统	打造 25 个绿色智慧城市	21
	建立清洁安全水管理系统	建设基于 ICT 和 AI 的供水系统	29
低碳、分布式	构建智能电网	在 42 个岛屿地区建立可再生能源发电和储能系统	17

	投资项目	项目主要内容	投资额 (亿美元)
能源	促进可再生能源使用和支持公平转型	对 13 多个地区进行海上风电可行性研究	78
	扩大电动汽车和氢燃料汽车的供应	新增 113 万辆电动汽车和 20 万辆氢燃料汽车	111
绿色产业创新	建立低碳、绿色工业园区	打造 10 个绿色智能产业园区、1750 个绿色工厂	31
	绿色技术研发投资和发展绿色金融	研发碳捕捉与封存技术；为绿色产业提供 16 亿美元的贷款	23

根据表 2 可以看出，韩国的“绿色新政”主要注重可再生能源等绿色新兴产业的发展，其中扩大可再生能源使用和新能源汽车是“绿色新政”的两大核心内容，韩国政府预计在 2025 年前，分别投入 78 亿美元和 111 亿美元。

与欧盟的“绿色复苏计划”相比，韩国“绿色新政”除了在建筑翻新、可再生能源和清洁能源方面提供不同规模的资金支持外，还将大力支持绿色产业的创新，包括投资支持环境和能源企业项目开发的全过程（从研发、测试到商业化），并将建立低碳和绿色工业园区等。促进绿色产业的创新与发展可以帮助韩国政府逐步向低碳产业结构转变，同时还将创造 63000 个绿色就业机会。

韩国“绿色新政”尚不足以改变依赖煤炭的韩国经济

韩国“绿色新政”总体来说比较粗略，仅是在三个方面分别设定了具体的目标以及投资额度，尚未细化具体的落实措施。虽然在“绿色新政”中提及了可再生能源等绿色产业的发展目标，但是却缺少关于韩国退煤的承诺和时间线的内容。韩国对煤炭的依赖程度比较高，韩国目前约有 60 座正在运营的燃煤电厂，其 2019 年的发电规模占全国发电量的 40%，而可再生能源发电占比仅为 6.5%^[6]。而且燃煤发电也是韩国温室气体排放的主要来源之一，目前现有的煤电厂产生的温室气体排放量占全国总量的 1/3^[7]，所以韩国“绿色新政”也应包含从源头上减少温室气体排放的退煤计划。

此外，停止对国内和海外煤电项目投资也没有在韩国“绿色新政”中提及，这与韩国将逐步取消向国内外提供煤炭融资的气候承诺相矛盾。韩国政府今年提出到 2050 年达到净零排放的气候目标，但却仍为国内陷入财务困境的煤电企业斗山重工提供 30 亿美元的应急贷款^[8]。目前斗山重工尚未公布自身的经济复苏计划，但斗山重工是韩国主要的燃煤电厂制造商，这些应急贷款很可能会激励斗山重工在海外投资煤电项目。不仅如此，韩国最大的国有电力企业 - 韩国电

力公司将在印度尼西亚投资 5100 万美元的煤电项目^[9]。2020 年 10 月，韩国电力公司还批准了一项 1.89 亿美元的投资，以购买越南煤炭发电项目 40% 的股份^[10]。目前韩国主要在东南亚国家（例如越南和印度尼西亚）煤电项目投资，但是这两个国家正大力发展可再生能源，并且煤电项目也受到了当地环保组织的抗议。

除此之外，韩国“绿色新政”与今年四月总统大选前韩国执政党民主党的承诺不相符。在民主党发表的气候宣言中，“绿色新政”计划将包括对可再生能源的大规模投资，引入碳税以及逐步取消公共机构对国内外煤炭项目融资等措施^[11]。但是“绿色新政”中只包含了增加可再生能源投资的内容，韩国政府是否会将其他承诺的内容也纳入到“绿色新政”中来还有待观察。

结语

韩国总统文在寅最近宣布将在 2022 年底之前关闭 10 家现有燃煤电厂，到 2034 年关闭另外 20 座燃煤电厂。然而，截至 2020 年，韩国仍有 7 个新建煤电项目。虽然韩国“绿色新政”目前尚未达到真正的绿色，但是韩国政府未来可能会采取后续措施来提高韩国气候行动的雄心。磐之石也将持续关注韩国“绿色新政”最新动态，届时会为大家提供独立客观的见解。

注释：

- [1] Business Korea, "COVID-19 crisis drags down auto industry' s contribution to Korea' s exports" , link:
<http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=47152>
- [2] The Korea Herald, "S. Korea suffers steepest job losses in 10 years amid pandemic" , link:
<http://www.koreaherald.com/view.php?ud=20200610000707>
- [3] 央视网, link: <http://tv.cctv.com/2020/09/19/VIDEtqqLdAwbnfROSHds6Rjh200919.shtml>
- [4] Government of the Republic of Korea, "Korean New Deal" , pp15, link:
<http://english.moef.go.kr/pc/selectTbPressCenterDtl.do?boardCd=N0001&seq=4948>
- [5] Government of the Republic of Korea, "Korean New Deal" , pp26-31, link:
<http://english.moef.go.kr/pc/selectTbPressCenterDtl.do?boardCd=N0001&seq=4948>
- [6] China Dialogue, The substance of a Korean Green New Deal is still being defined, link: <https://chinadialogue.net/en/climate/the-substance-of-a-korean-green-new-deal-is-still-being-defined/>
- [7] Climate Home News, South Korea urged to exit coal by 2029 to stick to Paris climate agreement, link:
<https://www.climatechangenews.com/2020/02/20/south-korea-urged-exit-coal-2029-stick-paris-climate-agreement/>
- [8] Pulse, Doosan Heavy I&C gets another \$1bn, raising total state bailout to near \$3 bn, Link:
<https://pulsenews.co.kr/view.php?year=2020&no=564186>
- [9] Climate News Network, South Korea backtracks on green promise, link: <https://climatenewsnetwork.net/south-korea-backtracks-on-green-promise/>
- [10] Climate Home News, South Korea pursues Vietnamese coal plant, drawing international criticism. link:
<https://www.climatechangenews.com/2020/10/05/south-korea-pursues-vietnamese-coal-plant-drawing-international-criticism/>
- [11] Climate Home News, South Korea to implement Green New Deal after ruling party election win, link:
<https://www.climatechangenews.com/2020/04/16/south-korea-implement-green-new-deal-ruling-party-election-win/>

启动“绿色复苏”，确保“新冠后”经济可持续增长

袁雅婷、梅鑫洋

为缓解新冠疫情带来的经济冲击，各国都正在制定一系列的经济刺激政策来加速本国的经济复苏。国际可再生能源机构（International Renewable Energy Agency）最近发布的报告《全球可再生能源展望：2050年能源转型》中指出，如果将更多的刺激资金投入绿色基础设施建设，不仅能使各国加快其经济复苏，而且更有助于应对全球气候危机。该报告称，当前的全球投资计划将花费 95 万亿美元来用于原有产业恢复，但在该报告中设定的能源转型情景（Transforming Energy Scenario）下，投资总计 110 万亿美元的脱碳计划将给全球创造更大的社会经济效益，例如预计到 2050 年，投资脱碳计划将节省 50 万亿至 142 万亿美元，同时还将使可再生能源行业的就业机会翻两番，达到 4200 万^[1]。

4 月底，美国和英国的知名经济学家在《牛津经济政策评论》发表的一份关于经济刺激政策对气候变化影响的研究报告中指出，大规模的绿色公共投资计划是振兴各国“疫情后”经济以及更有效应对气候变化最经济有效的方式。该报告作者将绿色刺激项目与传统刺激措施（例如 2008 年全球金融危机后采取的措施）进行了比较，其结果表明，与传统的经济措施相比，促进能源效率或者可再生能源使用的绿色项目创造了更多的就业机会，并为政府带来了更高的短期回报以及长期成本节约^[2]。

随着全球主要经济体将采取经济刺激措施来重启经济，许多政客、投资者和企业看到了一个独特的机会——制定“绿色复苏计划”来推动经济向低碳化转变。上述的两个研究为各国决策者制定“绿色复苏政策”提供了学术支持，告知决策者们“绿色复苏计划”不仅会减缓气候变化，还会促进经济增长和创造大量就业机会。

欧盟委员会在今年年初提出了绿色交易投资计划，旨在未来十年内动员至少一万亿欧元的绿色投资，以达成 2050 年实现碳中和的气候目标^[3]。此外，欧盟委员会新任主席乌拉苏·冯德莱恩承诺，将把《欧盟绿色协议》（European Green Deal）置于欧盟经济复苏计划的核心，希望通过以该绿色协议为指导方针，把这次新冠肺炎大流行的危机转化为一个重建更加有韧性的经济增长机会。此外，在抗击疫情期间，一些欧洲国家意识到绿色复苏的重要性，已经逐步开始实施经济绿色复苏措施（表 1）。

表 1：欧盟国家绿色复苏计划^{[4][5][6]}

国家	绿色复苏计划
德国	德国总理默克尔表示，从 2020 年 7 月至 12 月，在德国轮值欧盟主席国期间将侧重于欧洲的经济复苏和社会凝聚力，还将侧重于未来经济发展中环境与能源的问题。
英国	英国已经向其他国家表示，必须将应对气候变化纳入解决新冠病毒经济危机的解决方案中。政府预计将在英国自行车道上投资 2.5 亿英镑，以鼓励通勤者上班多采取骑行的方式。
意大利	意大利米兰将街道空间重新分配，从以方便汽车为主转向以骑行和步行为主。该计划包括低成本的临时自行车道，新建和加宽的人行道以及行人和骑行者优先的街道等。

结语

由于新冠疫情影响，全球碳排放较去年同期相比已显著降低，但长期来看，如果各国经济刺激计划中不考虑应对气候变化的问题，全球碳排放依旧有着很高的反弹风险。相比欧盟积极推进“绿色复苏计划”，我国的经济复苏并没有将绿色投资充分考量，甚至还出现一些放松，比如说放宽了对新建煤电项目审批的风险预警，提高煤电项目的投资。根据英国独立智库碳追踪（Carbon Tracker）在今年 4 月发布的关于疫情期间全球燃煤电厂盈利情况的报告结果，目前我国一半以上的煤电厂正处于亏损状态，在这样的情况下继续投资新的煤电项目只会得不偿失^[7]。如果绿色经济复苏能提高就业、刺激经济增长，那么制定疫情之后的“绿色复苏计划”或尽早开启这方面的讨论，对实现我国未来经济高质量增长来说是非常有必要的。

注释：

[1] IRENA: Global Renewables Outlook. Link: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Apr/IRENA_Global_Renewables_Outlook_2020.pdf

[2] Oxford Smith School of Enterprise and the Environment . Link: <https://www.smithschool.ox.ac.uk/publications/wpapers/workingpaper20-02.pdf>

[3] European Commission announces €1tn Green Deal ambition, Link: pv-magazine.com/2020/01/15/european-commission-announces-e1tn-green-deal-ambition/

[4] Germany ready to lead green recovery post coronavirus, Link: <https://euobserver.com/green-deal/148206>

[5] UK plans £250m boost for cycle lanes and fast track e scooter trials, Link: <https://www.theguardian.com/uk-news/2020/may/09/uk-to-invest-cycle-lanes-coronavirus-air-pollution>

[6] Milan announces ambitious scheme to reduce car use after lockdown, Link: <https://www.theguardian.com/world/2020/apr/21/milan-seeks-to-prevent-post-crisis-return-of-traffic-pollution>

[7] Political decisions, economic realities: The underlying operating cashflows of coal power during COVID-19, Link: <https://carbontracker.org/reports/political-decisions-economic-realities/>

欧盟加大绿色项目投资，加速实现碳中和气候目标

袁雅婷

前文概述了绿色经济复苏措施不仅是振兴各国“疫情后”经济也是应对气候变化最经济有效的方式。作为推进绿色经济发展的领导者，欧盟委员会将《欧洲绿色协议》（European Green Deal）置于欧洲经济复苏计划的核心。本篇文章将对欧盟于近日发布的“欧洲复苏计划”（Recovery plan for Europe）中关于绿色经济的部分以及“绿色复苏计划”草案中的几个绿色经济措施进行简单的介绍。

“公平转型”基金加速欧盟气候中和的过渡

欧盟委员会在 5 月 27 日公布了一项名为“下一代欧盟”（Next Generation EU）的经济刺激计划，该计划将为受疫情打击的成员国提供 7500 亿欧元的资金，其中包括 5000 亿欧元的拨款和 2500 亿欧元的贷款^[1]。据欧盟委员会主席乌尔拉苏·冯德莱恩表示，“下一代欧盟”计划中约四分之一的复苏资金将支持推动欧盟绿色经济发展的措施，例如一份关于将“公平转型”基金（Just Transition Fund）增加至多 400 亿欧元的提案，不仅用于投资清洁能源项目也将为受能源转型影响生计的工人提供再培训的机会。

加大绿色经济发展项目的投资

据 EurActiv 报道，欧盟“绿色复苏计划”的草案主要包括三个方面：建筑翻新、可再生能源和氢能以及清洁交通（表 1）^[2]。为了缓解能源匮乏和提高能源效率，欧盟于去年 9 月开启了建筑物“翻新浪潮”，目标是使目前仅为 1% 的翻新率翻三番。“绿色复苏计划”将通过每年 3500 亿欧元的投资来加速实现翻新目标，并将翻新行动的重点优先放在公共建筑物上，比如医院和学校。

此外，在新冠疫情期间，可再生能源市场也受到了影响，预计太阳能和风能市场今年将萎缩 20%-33%^[3]。欧盟委员会认为可再生能源和可持续的氢技术将在未来经济脱碳中发挥关键作用，因此在“绿色复苏计划”中，可再生能源和氢能项目将获得不同规模的资金支持。在清洁交通方面，欧盟正在考虑向汽车制造商提供激励，鼓励他们生产和销售清洁能源汽车，同时投资电动汽车的充电基础设施，来推动欧盟汽车行业向电动汽车转型。

表 1：欧盟“绿色复苏计划”草案中的主要内容

方面	主要内容
建筑翻新	- 在资金方面，欧盟计划启动“欧洲翻新融资机制”（European Renovation Financing Facility），初步暂定每年提供 910 亿欧元的资金，并与其他资金来源混合，以达到每年 3500 亿欧元的投资； - 在实施方面，首先对公共建筑物，尤其是医院、学校和低收入住房进行翻新。
可再生能源及氢能	- 提供一项为期 2 年，价值 15 吉瓦的可再生能源项目的招标计划，总投资金额为 250 亿欧元； - 通过与欧洲投资银行联合融资，在 2 年内为国家计划提供 100 亿欧元的支持； - 清洁氢气研究和创新的资金翻了一番，为 6.5 亿欧元。
清洁交通	- 提出清洁能源汽车采购计划，采购符合欧盟碳排放标准的清洁能源汽车，预计在未来两年花费 200 亿欧元； - 成立一项金额为 400 亿欧元-600 亿欧元的清洁能源汽车投资基金； - 对电动汽车充电基础设施的投资增加了一倍，预计在 2025 年前，建立 200 万个公共充电站和替代燃料补给站。

结语

欧盟“绿色复苏计划”草案中虽然提及加大绿色项目的投资，但在清洁交通方面过度强调汽车行业的未来绿色投资计划，这可能是由于欧盟中两大汽车制造国，德国和法国在政策制定中占主导地位的缘故，而航空作为全球未来碳排放增长的一个主要行业也需要得到相对应的绿色措施。

除此之外，作为第一个明确提出绿色复苏的东亚国家，韩国在今年 3 月公布了一份详尽的“绿色新政”计划，该计划主要包括征收碳税、逐步取消政府对国内外煤炭项目的融资，并加大投资可再生能源，以实现其承诺的到 2050 年达到净零排放的气候目标^[4]。由此可见，作为全球主要的经济体及排放大国，欧盟和韩国都在积极将应对气候变化考虑到自身的经济重启计划中，而我国在“两会”后，大量资金将投入到新一轮的基建项目中，这些新的投资项目中绿色低碳项目应该占据一半以上的比例，为我国日后更加韧性和可持续性的经济增长奠定基础。

注释:

[1] Recovery Plan for Europe, Link: https://ec.europa.eu/info/live-work-travel-eu/health/coronavirus-response/recovery-plan-europe_en

[2] Green Recovery Plan Draft, Link: https://www.euractiv.com/wp-content/uploads/sites/2/2020/05/Green_recovery_plan.pdf

[3] Leaked: EU' s draft 'green recovery' plan,

Link: [https://www.euractiv.com/section/energy-environment/news/leaked-europes-draft-green-recovery-](https://www.euractiv.com/section/energy-environment/news/leaked-europes-draft-green-recovery-plan/?utm_campaign=Carbon%20Brief%20Daily%20Briefing&utm_medium=email&utm_source=Revue%20newsletter)

[plan/?utm_campaign=Carbon%20Brief%20Daily%20Briefing&utm_medium=email&utm_source=Revue%20newsletter](https://www.euractiv.com/section/energy-environment/news/leaked-europes-draft-green-recovery-plan/?utm_campaign=Carbon%20Brief%20Daily%20Briefing&utm_medium=email&utm_source=Revue%20newsletter)

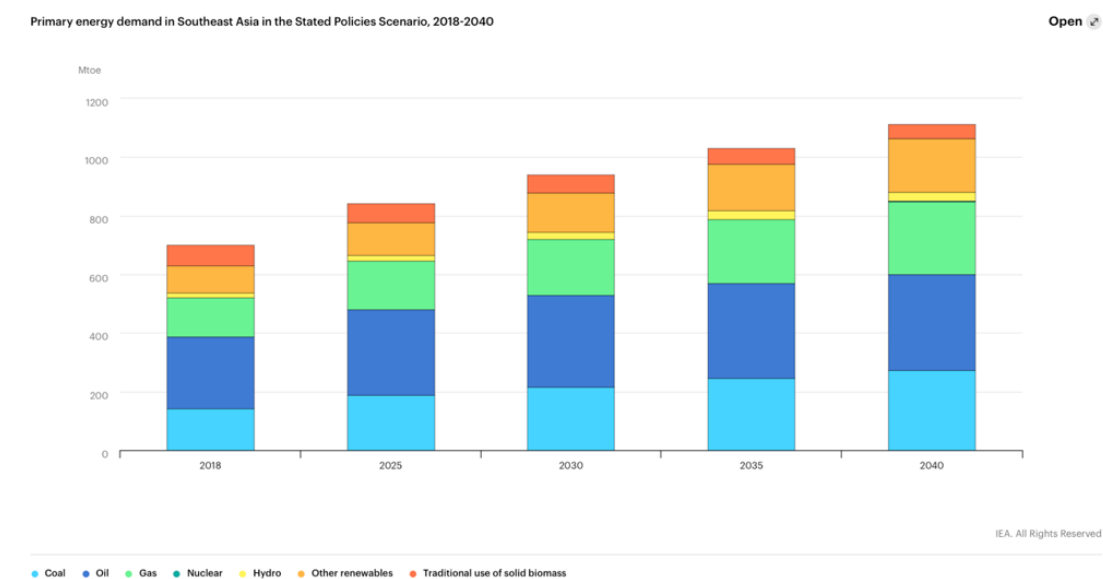
[4] In East Asia first, South Korea announces ambitions to reach net zero by 2050, Link: <https://www.eco-business.com/news/in-east-asian-first-south-korea-announces-ambitions-to-reach-net-zero-by-2050/>

东南亚：空气污染与过早死亡

赵昂

国际能源署（IEA）发布的《东南亚能源展望 2019》报告指出，从 2018 到 2040 年，满足一次能源需求的主要资源仍然是煤炭、石油和天然气等化石能源。这 22 年间，一次能源需求增加 58%，但是化石能源在能源系统中的占比从 2018 年的 74% 增加到 2040 年的 76%。这显然不是一个低碳能源转型的路径。实现低碳能源系统不仅可以通过极大减少二氧化碳排放来应对气候变化，而且也通过减少空气污染、避免人口“过早死亡”（Premature death）而带来巨大的公共健康收益。因此能源转型政策制定应当将健康收益纳入决策体系当中。对于人均 GDP 远不足一万美元的东南亚地区，在决策日程中放进承担减排责任似乎仍为时尚早，但是随着经济发展、城市化水平持续提升，如何减少空气污染、避免过早死亡，应是各国政府需要考量的重要政策议题。

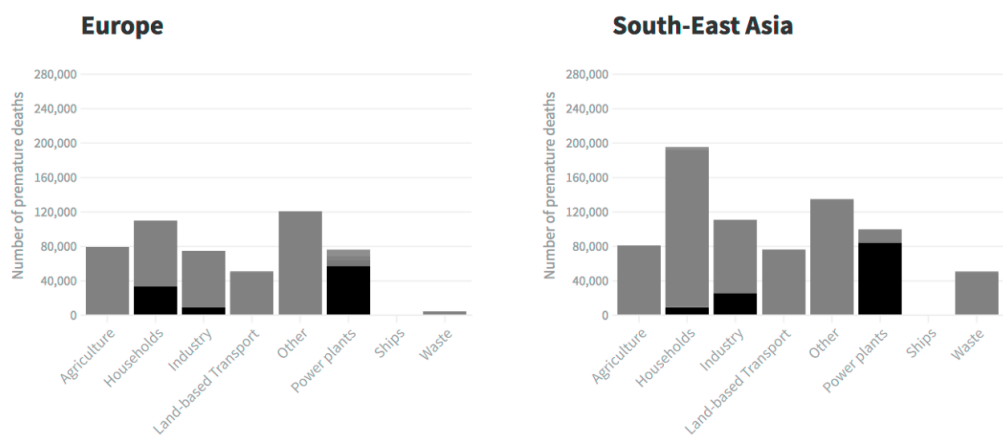
图 1：东南亚现有政策情境下的一次能源需求变化，2018-2040



* 来源：Southeast Asia Energy Outlook 2019, International Energy Agency. 链接：<https://www.iea.org/reports/southeast-asia-energy-outlook-2019>

“柳叶刀倒计时”（Lancet Countdown）致力于追踪气候变化和健康关系的研究进展，在其发布的 2019 年度报告中，依据全球疾病负担和能源使用数据测算了不同行业对大气污染导致的过早死亡的贡献，图 2 显示了欧洲和东南亚两个地区的对比，图中黑色部分指煤炭使用导致的过早死亡，灰色指其他部门或行业导致的。在未来十年（2020-2030），如果东南亚空气污染导致的年过早死亡人数希望降到欧洲目前的水平，以 2016 年为参考，即从过早死亡人数 74 万降到 53 万（根据图 2 所提供的数据计算而出），需要在废弃物管理、发电、陆地交通和家庭用能方面做出努力，农业、航运、工业和其他部门相关的早亡水平两个地区差别不大。这里我们重点讨论与能源转型关系密切的家庭用能、陆地交通能源和电力系统。

图 2：空气污染导致的过早死亡人数（分部门，2016 年）



* 来源：柳叶刀倒计时：追踪健康和气候变化进展 2019 年报告.链接：<https://www.lancetcountdown.org/data-platform/mitigation-actions-and-health-co-benefits/3-3-air-pollution-energy-and-transport>

现代生物质能替代传统生物质能、家庭用能的电气化、发电系统的低碳化和低碳陆地交通系统是东南亚减少空气污染导致的早亡人数的重要方案。这些方案中最关键的还是电力系统的低碳发展：以可再生能源电力替代煤电和天然气发电为例。从表 1 可以看出，中东欧一些国家，例如波兰，煤炭仍然在家庭取暖用能中扮演重要角色，因此煤炭导致的早亡人数欧洲显著超过东南亚；东南亚的家庭用能（取暖需求低，主要是烹饪和热水方面的需求）仍然比较依赖传统生物质能，这一过程中所引起的室内空气污染非常严重，导致的早亡人数要远远大于欧洲，因此需要提高用电水平和太阳能热水系统来解决这一问题。

陆地交通引起空气污染带来早亡人数上的差异，两个地区之间并不很大。交通系统的低碳发展在绝大多数国家和地区都是一个难题。电池电动汽车的发展目前是交通低碳发展的主流，在这一方面东南亚远远落后于欧洲。随着电动车制造成本持续下降，东南亚国家应当推出更积极的激励政策来提高电动车替代传统燃油车的速度。正如我们之前的研究所指出的，电动车的增长必须与电力系统的低碳发展结合，才能真正带来陆地交通发展的低碳化，实现理想化的健康收益，有效降低过早死亡人数。

表 1：欧洲和东南亚空气污染导致过早死亡数对比（分部门）

	家庭用能		路地交通	发电系统	
	煤炭	其他能源		煤炭	其他能源
欧洲	32600	76500	48800	56200	11300
东南亚	8800	182200	75700	82900	15300

* 来源：同图 2；

** 注：单位（人）；数字精确到百位。

结语

东南亚国家在制定未来能源发展的战略时，应当将能源使用带来空气污染所导致的过早死亡这一健康影响充分考虑，本文的分析为大力发展具有丰富资源潜力的太阳能、现代生物质能等可再生能源提供合理性。至于大家比较关心的成本可负担性这一重要问题，我们将在下文中展开讨论。

东南亚：风电和光伏发电有多贵？

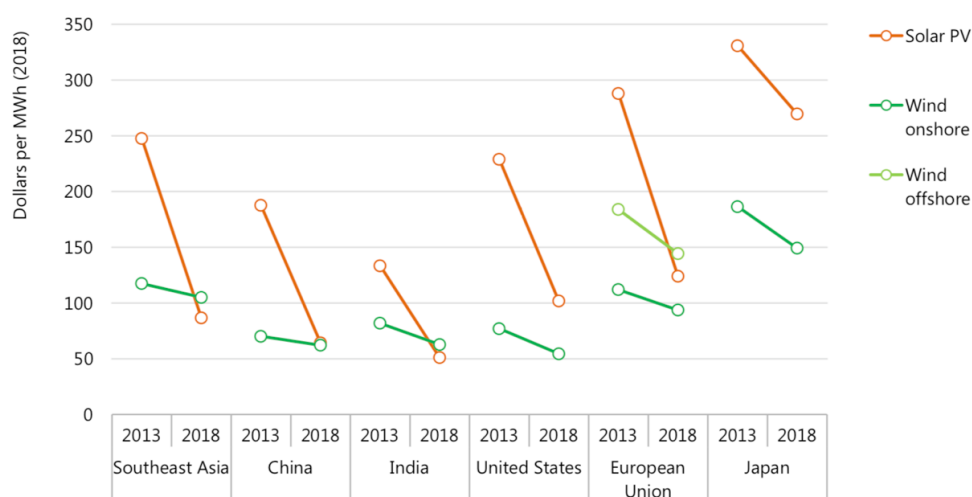
赵昂

上文从空气污染的疾病负担角度讨论了东南亚尽早推进低碳能源转型的必要性。而电力系统是这一转型过程的重中之重，那么当下仍处于较快经济成长期的东南亚各国发展低碳电力是否力不从心呢？本文从平准化度电成本来探讨这一问题。

平准化度电成本（Levelized Cost of Electricity, LCOE）^[1]是用以衡量不同发电技术的综合度电成本的一种方式，它可以比较不同发电技术在运行生命周期所发总电量的平均成本，包括投资成本、燃料成本、固定和可变的运维成本、财务成本等。因此，这一评价指标在很大程度上可以表明太阳能、风电等可再生能源电力与化石能源电力相比在成本上的不足或者优势。

2013-2018 年间，太阳能光伏和陆上风电的平准化度电成本在全球范围内快速下降，这为可再生能源电力在全球的发展提供了重要的机遇。图 1 显示，东南亚国家的光伏平准化度电成本降幅巨大，从 2013 年的 250 美元/兆瓦时降至 2018 年的 80 美元/兆瓦时，陆上风电从 2013 年的 120 美元/兆瓦时降至 2018 年的约 100 美元/兆瓦时。在陆上风电方面，东南亚国家的 LCOE 与欧盟的水平接近，在太阳能光伏方面，与美国的水平接近。全球范围内，中国和印度的太阳能光伏和风电 LCOE 都处于最低之列。

图 1：不同国家和地区的平准化度电成本，2013-2018



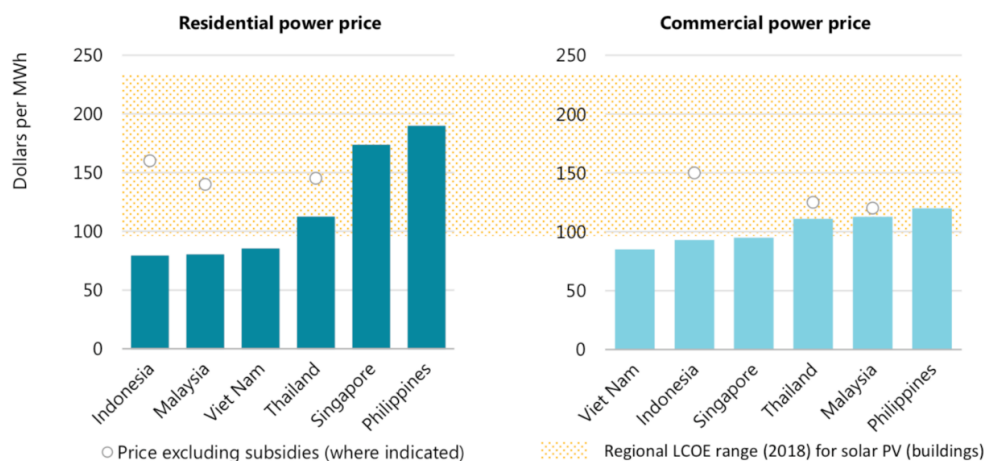
Notes: MWh = megawatt-hour. Economic life time of solar PV and wind is assumed to be 25 years.

注：太阳能光伏和风能的经济运行周期设定为 25 年

来源：Southeast Asia Energy Outlook

在东南亚，度电成本迅速降低的太阳能和风电在电力开发成本上是否具备了与传统的化石能源发电相近的竞争力呢？回答这个问题，需要比较终端消费电价水平与度电成本之间的差距。一般来说，当一种发电技术的度电成本低于上网电价时，这种发电技术就越有成本竞争力；当一种发电技术的度电成本超出上网电价越多时，这种发电技术就相对越缺乏竞争力。

图 2：东南亚国家平均零售电价与地区住宅和商业建筑太阳能光伏发电平准化度电成本范围比较



来源：Southeast Asia Energy Outlook 2019, p188

图 2 左图显示，东南亚主要国家的民用电价差别显著，新加坡和菲律宾电价最高，印尼、马来西亚和越南最低，泰国处于中间水平，但是如果排除政府的能源补贴，除了越南之外，印尼、马来西亚和泰国的居民零售电价要远远高于目前的水平，已经接近新加坡的水平，这三国在 150 美元/兆瓦时上下，新加坡为 175 美元/兆瓦时左右。

图 2 右图显示的商用零售电价，在泰国和马来西亚，电价补贴作用不太明显；但在印尼，如果取消政府补贴，印尼的商用零售电价由约 90 美元/兆瓦时增加到 150 美元/兆瓦时，这是一个巨大的、不可忽视的差距。由此可见，补贴在印尼电力系统中所扮演的重要角色，同时也看出来补贴对印尼商用零售电价的扭曲，这种扭曲在民用电价方面也是最大的。

图中黄色阴影部分显示的是太阳能光伏发电的平准化度电成本的范围，从 100 美元/兆瓦时至 235 美元/兆瓦时不等。如果取消电价补贴，居民零售电价落在光伏度电成本范围内的国家包括印尼、马来西亚、泰国、新加坡和菲律宾；商用零售电价落在光伏度电成本范围内的国家有印尼、泰国、马来西亚和菲律宾。可以说，如果政府取消对以化石能源为主的电力系统的能源补贴，太阳能光伏发电项目的度电成本与东南亚多数国家的零售民用和商用电价较为接近，具备了

支持大规模商业开发光伏发电项目的条件。如果将应对气候变化和空气污染等因素考虑进来，发展光伏发电项目的优势就更加明显。

国际能源署的数据显示，2018 年，东南亚国家对化石能源发电系统的补贴总额约有 100 亿美元；^[2]在能源供应领域的投资 2018 年达到约 630 亿美元，其中对化石能源电力的投资 125 亿美元，对可再生能源电力的投资约 100 亿美元。^[3]如果对化石能源发电系统的补贴可以用于发展更多的可再生能源电力，这会进一步提高开发可再生能源电力的成本优势。加大对低碳能源技术和项目的投资是东南亚实现能源转型的必由之路，在这一方面，东南亚各国是如何展开合作的呢？将在下篇文章中详细介绍。

注释：

[1] 关于 LCOE 的定义，本文参考了美国能源部和美国能源信息管理局官网上提供的信息

[2] IEA, Southeast Asia Energy Outlook 2019, p50

[3] IEA, Southeast Asia Energy Outlook 2019, p161

新加坡：东南亚能源转型的投资加速器？

赵昂

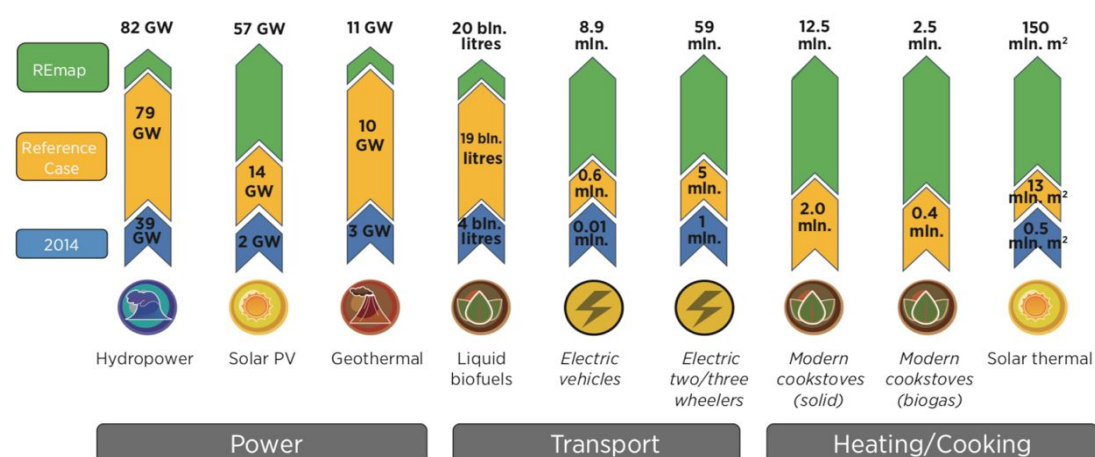
在上文中比较了在东南亚能源市场风电和太阳能光伏与化石能源发电技术在平准化度电成本方面所具备的潜力，本篇文章将介绍东南亚各国在推进可再生能源发展方面在过去一两年时间正在开展的一项重要合作——清洁能源投资和融资能力建设。

由于东南亚各国经济和社会发展水平存在很大差异，能源系统和能源资源禀赋各有不同，各国可持续能源发展目标也有所侧重。东盟能源中心最近发布的一份政策简报详细介绍了成员国在巴黎协定框架下所采取的能源政策。^[1]在可再生能源发展目标方面，有的国家选择了 GDP 能耗强度降低的目标，有的国家聚焦于可再生能源占比的增长目标。例如，泰国计划到 2036 年实现可再生能源占终端能源消费比达到 30%；而马来西亚、新加坡则计划 GDP 能耗强度在 2005 年的基础上到 2030 年分别降低 35%和 36%。从整个地区的可再生能源发展目标来看，到 2025 年东南亚国家的可再生能源在一次能源中的占比将达到 23%，而 2014 年这一比例为 9.4%。^[2]

对于如何实现 23%的可再生能源发展目标，国际可再生能源署(IRENA) 提出了增长的路径，如图 1 所示，与参考情景相比，可再生能源情景要求在太阳能光伏、电动汽车/电动三轮/电动自行车、家用高效供热和烹饪设备等方面有巨大增幅。实现这些目标无疑需要巨额投资。

图 1：参考情景和可再生能源发展情景下可再生能源技术的实际装机和设备增长，2014-2025

Figure ES6: Physical capacity growth of select renewable technologies in the Reference Case and REmap Options to 2025



Note: The numbers in figure refer to the total end value in 2014, Reference Case 2025, or REmap 2025. They do not refer to additions taking place in each case.

来源：Renewable Energy Outlook for ASEAN, IRENA and ICE, 2016, page 9, Figure ES

投资的实现离不开良好的政策和融资环境。为了支持本地区加强吸引可持续能源融资和发展相关项目的能力，在 2018 年召开的东盟能源部长会议上，国际能源署与新加坡能源市场管理局共同开发了关于清洁能源投资和融资的能力建设路线图项目。这个项目旨在帮助区域内国家如何降低投资清洁能源项目的风险，聚焦于四个方面：^[3]

- 优化投资政策框架；
- 设计投资评级政策和衡量措施，以创造融资机遇；
- 明确充足的资金供给；
- 实施综合性投资政策方法。

这个项目之所以由新加坡的能源管理部门牵头，主要因为新加坡在能源系统的四大投资优先考虑的问题上处于东盟各国中的领先水平，这四大优先议题包括：^[4]

- 系统的金融稳定性；
- 项目贷款的可获得性；
- 融资和资本的成本；
- 综合性投资水平。

这四个投资中优先考虑的问题与主要的能源系统的基本监管框架有直接关系，目前，这一地区只有新加坡和菲律宾拥有独立发电企业参与交易的电力批发市场，在电力零售市场，新加坡有零售市场的竞争，且与电网分离；而菲律宾有电力零售市场具有部分竞争性特点，也与电网分离。其他国家的电力交易仍然是国有企业垄断电力购买，电网企业仍然在监管下直接开展电力零售业务。

新加坡领衔的这个项目能否为本地区迫切需要的可再生能源投资逐渐打开监管框架和决策流程的障碍，从而在能源系统转型、应对气候变化方面，实现本地区各国或大或小的抱负，目前来评价仍为时尚早。从各国能源系统，特别是电力系统的市场化改革的滞后性来看，这个能力建设项目恐怕真的是任重道远。

越来越多的大型机构投资者放弃投资煤电项目，COVID 19 的经济影响难以估量，后疫情时代各国可能重新审视能源安全问题，全球石油价格的大幅下降给可再生能源投资带来复杂的影响，这些因素皆会影响东南亚国家的能源政策选择。尽管如此，当把这些因素放在长期应对气候变化的政策下考虑，在本地区经济最为发达的新加坡似乎在加大投资可再生能源技术、加速本地区能源低碳转型方面，具有难以替代的作用。

注释：

[1] Policy Brief, The Paris Agreement and the Energy Policies of the ASEAN Member States. Link: <https://aseanenergy.org/policy-brief-the-paris-agreement-and-the-energy-policies-of-the-asean-member-states/>

[2] Renewable Energy Outlook for ASEAN, IRENA and ICE, 2016. Link: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2016/IRENA_REmap_ASEAN_2016_summary.pdf?la=en&hash=BE1399C1D6D30D76E34808A0E9882674202D2FBE

[3] Southeast Asia Energy Outlook 2019, P171

[4] Southeast Asia Energy Outlook 2019, P172

从制冷电力需求高估风险看长期能源消费预测的困境

赵昂

本文以国际能源署（IEA）和经合组织国家（OECD）发布的相关数据为主要参考，^[1]结合笔者对东南亚十国未来 GDP 增长估测、GDP 能源消费强度、电力消费和制冷需求在历史上的相关性等因素，对这一地区未来二十年的制冷需求进行简单分析，文章发现，由于对未来 GDP 增长较为乐观，IEA 在《东南亚能源展望 2019》的分析中可能高估了东南亚 2020-2040 年的制冷电力消费需求。

GDP 增速：影响能源消费变化的单一最大因素

经济的持续发展和城市化进程在过去三十年（1990-2020）带动了东南亚各国在制冷需求上的快速增长。未来相当长的一段时间，东南亚仍有可能是全球经济增长亮点地区之一，这一地区 2020-2040 年制冷电力需求的增长态势将对能源投资和建设带来重大影响，因此分析未来制冷电力需求有着重要意义，尤其在讨论长期能源投资和能源转型的问题上。

历史数据表明，过去的三十年（1990-2020）东南亚国家以较低能源增长速度满足了较高经济增长速度。1990-2018 年，东南亚电力总消费从 125TWh 增加到约 900TWh，年均复合增长率(CAGR) 7.3%；一次能源需求的增长从 2007 年的 458 Mtoe，增加到 2016 年的 643Mtoe，增幅 40%，CAGR3.8%。东南亚国家的 GDP 从 2007 年的 1.34 万亿美元增加到 2017 年的 2.76 万亿美元，CAGR7.5%。一次能源需求增速约为 GDP 增速 50%。电力需求增速、制冷电量消费增速与 GDP 增速相差无几。东南亚十国的制冷用电量从 1990 年的 10TWh 增加到 2018 年的 80TWh，CAGR 为 7.7%，然而占电力总消费的比例变化不大，从 8%略微增加到 9%。

IEA 对制冷电力消费预测有高估的风险

东南亚的 GDP 增长速度在未来的二十年大概率无法保持之前二、三十年的水平，主要原因有两点。第一，从 1990 到本世纪的前十五年，全球化处于快速上升期，以中国经济崛起为主要特征的这个时期为东南亚的发展带来的一个黄金时期，而全球化发展自 2015 年以来不断经历“可期”和“不可期”的挑战，展望未来的二、三十年，经济全球化潮流势必放缓，这一全球化背景是东南亚国家经济增长的重大影响因素。再加上 Covid-19 这一因素的作用，短期内（2-3 年）东南亚经济增长会遇到困难，一些国家出现 GDP 负增长也是预料中的事情；新冠疫情的中长期影响仍有较大的不确定性，对疫情的应对恰当与否也将决定中长期的经济增长趋势。

第二，东南亚地区在经历了快速发展后，增长预期已经下调。基于人口规模和政治经济等因素，印尼和越南将是决定未来东南亚经济增幅保持在较高水平的关键因素。OECD 在 2017 年预测东南亚的年均 GDP 增长率于 2018-2022 年间可以达到 5.2%，^[2]但在 2019 年底公布的预测中，已经下调了增长率的预测，预计 2020-2024 年的 GDP 年增幅为 4.9%，这是在没有考虑新冠疫情影响的条件下作出的。^[3]2011-2015 年的东南亚 GDP 实际增长平均为 5.1%。假设 2020-2030 年和 2030-2040 年东南亚的 GDP 的 CAGR 分别为 5%和 4%，那么依据之前一次能源和电力增长与 GDP 增长关系的历史经验，我们假设同期的一次能源消费和电力消费 CAGR 分别为 2.5%、2%和 5%、4%。由于过去的经验说明制冷电力消费增速也与 GDP 同步，因此我们也假设制冷电力消费 CAGR 在 2020-2030 年为 5%、2030-2040 年为 4%。此外，我们假设 2019、2020 年制冷电力消费年增幅也是 5%，这与 GDP 增幅持平。从而得出到 2030 和 2040 年东南亚制冷电力消费需求分别达到 144TWh、213TWh。而 IEA 预测到 2040 年东南亚制冷电力消费需求达到 330TWh，而且估计制冷电力消费占电力总消费的比例会从 2018 年的 9%增加到 2040 年的约 16%。^[4]

按照 IEA 的预测，2018-2040 年东南亚制冷电力消费的 CAGR 为 6.7%。这一增速显然远远超过了本文对同期 GDP 增速的预测 CAGR 5%（2020-2030）和 CAGR4%（2030-2040）。对于为何制冷电力消费相对 GDP 的增速在未来二十年会明显超过前二十年，IEA 似乎并没有给出明确解释。

预测长期能源需求：需考虑经济增长较缓慢的情景

对未来的能源需求进行长期预测存在较大的不确定性，当下逆全球化趋势的风险、新冠疫情的影响都加大了对长期能源需求预测的困难。尽管如此，基于战略决策的需要，尤其从能源供需平衡的角度来看，预测仍具有重要的价值。东南亚绝大多数国家仍具有经济起飞和快速增长的机会，尽管在未来维持之前达到高增长水平挑战更艰巨。

能源使用和电力消费会随着 GDP 增长而增加，GDP 增幅是预测需求最为重要的影响因素。为了在探讨基于需求的能源投资和能源转型策略，如果能对长期范围内（超过十年）的 GDP 增长速度进行不同的情景分析，特别是考虑到可能的较慢的经济增长的情形，将更加有助于理解各种能源挑战的更接近真实的严重程度，并作出更符合实际情况的战略和决策。

注释：

[1] 本文的能源数据来自 IEA，GDP 增长数据来自 OCED。

[2] Economic Outlook for Southeast Asia, China and India, 2018. OECD, 2018

[3] Economic Outlook for Southeast Asia, China and India, 2020. OECD, 2020

[4] Southeast Asia Energy Outlook 2019, IEA, page 128.

越南电力发展中的“光伏作用”

赵昂

美国战略和国际研究中心（CSIS）在 2020 年 7 月发布的一份关于越南过去二、三十年能源系统发展经验的报告中提到，政策和投资驱动下的能源系统扩张和电力供应普及化等方面，虽然越南 2017 年更新后的固定电价政策对可再生能源发展的积极影响，但是从电力结构和能源系统组成等关键指标来看，截至 2017 年非水电可再生能源电力占比非常低，不足 0.5%。相反，近年煤炭和石油在一次能源结构中的占比增长很快，显然越南的能源低碳转型仍处于起步阶段。然而，通过梳理 2018-2020 年间越南太阳能光伏发展的最新数据，笔者发现越南的能源低碳转型似乎正在走入快速道。在这篇文章中，我们将一起来看看越南最近几年光伏发电的经验是否对越南长期能源系统低碳转型带来重要影响。

光伏发展远超预期，发电量占比迅速上升

越南太阳能光伏发电自 2017 年以来发展快速的主要原因包括固定电价机制、光伏设备制造成本持续大幅下降、电网全额收购等。光伏发电站在两年内的装机容量大大超出决策者之前约 800-1000MW 的预期水平，截至 2020 年 6 月，建成投产的光伏发电站有 109 个，总装机达 5053MW。

有吸引力的固定电价不仅让电站投资者趋之若鹜，也令小型屋顶光伏发电设施市场非常火热。固定电价机制在试行两年期间（2017 年-2019 年 6 月 30 日），屋顶光伏上网电价为 9.35 美分/千瓦时，^[1]这个令市场满意的价格带来光伏发电超出预期的发展，在“诱人”的固定电价的吸引下，越来越多的人加入安装屋顶光伏的行列，满足自用的同时又将多余的电力卖给电网，用电成本显著下降。有个案表明，屋顶光伏发电设施使家庭电力平均支出减少 40-50%。安装者一般用 5-6 年就能收回初期投资。^[2]截至 2020 年 5 月，越南已经开发了 27631 个屋顶光伏项目，总装机容量 562.8MWp。2020 年 1-4 月，越南屋顶光伏并入国家电网的电量为 1.371 亿千瓦时。^[3]

越南目前非水电可再生能源电力的主要来源是太阳能光伏电站、屋顶光伏和风电。下表给出了这三种电源的最新装机和 2020 年上半年并网发电量。截至 2020 年 6 月 30 日，越南建成投产的光伏发电站有 109 个（容量 5053MW）；风电站 11 个（容量 429MW）。2020 年 1-6 月非水电可再生能源并网发电量达 51.87 亿千瓦时，占电力系统并网总发电量的 4.6%。^[4]

这与不足三年前的情形大相径庭，年前根据美国能源信息管理局的数据，2017 年全年越南非水电可再生能源发电量 4 亿千瓦时，占比仅 0.2%。^[5]

表 1：越南光伏和风电概况（2020 年 1-6 月）

发电方式	项目个数	装机 (MW)	并网发电量 (亿千瓦时)
光伏电站	109	5053	44.236
屋顶光伏	27631	562.8	2.057
风电	11	429	5.577
总计			51.87

来源：根据越南电力 Vietnam Electricity 官网公布的数据整理而得。

注：1) 假设越南风电年均利用小时数为 2600，即容量因子 (capacity factor) 为 30%。2) 屋顶光伏 1-4 月的并网电量 1.371 亿千瓦时，假设 1-6 月的并网电量是前四个月的 1.5 倍。

固定电价延续，未来增长看好？

光伏发电装机数量大大超出政府决策者预期给市场带来一些不确定性，因为决策者需要考虑财政补贴数量迅速增加和电网调度压力带来的挑战；同时决策者不得不考虑风电的发展所面临固定电价调整、电价有效期和逐步引入竞价上网机制等因素。然而，2020 年 5 月开始实施的最新固定电价机制在一定程度上延续了之前两年的政策，稳定了光伏市场的预期和信心，到 2020 年结束前的固定电价已经敲定，2020 年之后的政策如何，政府会根据市场和投资的反应来响应调整。

以屋顶光伏发电为例，新颁布的固定电价机制正式进入二十年有效的长效机制。2019 年下半年和 2020 年全年，上网固定电价维持 8.38 美分/千瓦时不变。之后的电价政府每年审核后行公布，直至一个项目享受完二十年固定上网电价待遇结束。^[6]从颁布新的电价到 2020 年年底，仅有半年时间，从一定程度上，这是政府控制光伏发展速度的一种方式。

从目前来看，越南过去两三年在光伏为代表的可再生能源发电领域取得的进展似乎仍会在短期内延续，在未来 5-10 年迎来一个可再生能源电力发展的黄金期也是有相当的可能。

结语：越南能源系统低碳转型的区域性影响

越南在东南亚各国中制造业较强、能源系统基础设施也是名列前茅，接近 100% 的电力普及率也为经济快速发展提供了必要的条件。越南政府决策者在光伏发电方面的激励政策带出来“意想不到”的发展，似乎是带给光伏产业的一份大礼。无论这是有意为之，还是无心插柳，这都客观起到了推动越南能源系统低碳转型的作用。更新后的光伏发电固定电价，至少在短期内显示了决策者对产业、投资者和居民继续发展光伏电站和屋顶光伏发电项目的意愿的支持。

未来 5-10 年越南光伏发电的发展有机会成为太阳能资源丰富的东南亚各国学习和研究的对象。作为一个人均 GDP 处于中等水平的典型发展中国家的越南，在满足经济增长的同时推进能源系统转型如有显著突破，对东南亚国家在较长的时期内积极应对气候变化将有显著的意义。

注释：

[1] The Ministry of Industry and Trade (MOIT) agrees to continue to receive and handle requests of selling energy generated from roof-top solar power projects while the new price after 30 June 2019 are not yet approved.

链接：<https://en.evn.com.vn/d6/news/The-Ministry-of-Industry-and-Trade-MOIT-agrees-to-continue-to-receive-and-handle-requests-of-selling-energy-generated-from-roof-top-solar-power-projects-while-the-new-price-after-30-June-2019-are-not-yet-approved-66-142-1764.aspx>

[2] Which solar power takes prominence?

链接：<https://en.evn.com.vn/d6/news/Which-solar-power-takes-prominence-66-163-1922.aspx>

[3] Decision No. 13/2020/QĐ-TTg of the Prime Minister officially takes effect from 22 May 2020, rooftop solar power is expected to thrive.

链接：<https://en.evn.com.vn/d6/news/Decision-No-132020QD-TTg-of-the-Prime-Minister-officially-takes-effect-from-22-May-2020-rooftop-solar-power-is-expected-to-thrive-66-142-1853.aspx>

[4] Electricity of Vietnam organizes a Conference to prepare for the operation of solar power plants.

链接：<https://en.evn.com.vn/d6/news/Electricity-of-Vietnam-organizes-a-Conference-to-prepare-for-the-operation-of-solar-power-plants-66-163-1925.aspx>

[5] 根据美国能源信息管理局的数据整理。www.eia.gov

[6] Decision No. 13/2020/QĐ-TTg of the Prime Minister officially takes effect from 22 May 2020, rooftop solar power is expected to thrive.

链接：<https://en.evn.com.vn/d6/news/Decision-No-132020QD-TTg-of-the-Prime-Minister-officially-takes-effect-from-22-May-2020-rooftop-solar-power-is-expected-to-thrive-66-142-1853.aspx>