

### **博鳌亚洲论坛咨委、联合国前副秘书长 沙姆沙德·阿赫塔尔**

这份报告涵盖了亚洲气候脆弱性、自然作为基础设施、碳信用市场等多个议题，内容丰富、信息翔实。报告强调了绿色增长的重要性，提供了非常实质性和可持续的解决方案。报告不仅描绘了亚洲的整体气候变化格局，还提供了关于温室气体减排、技术扩展和投资自然的深入分析，对政策制定者和研究人员有重要参考价值。亚洲推动增长的方式对全球其他地区具有宝贵的借鉴意义，这份报告无疑将成为许多关注该议题的人的参考书。

### **全球绿色增长研究所副总干事 海伦娜·麦克劳德**

衷心感谢本报告的每一位作者。报告内容翔实丰富，不同章节相互配合，给我带来一些新的见解，让我受益匪浅，我非常享受阅读整本报告。报告的结论十分鲜明，亚洲在领导全球努力实现可持续且富有韧性的未来，确保长期的经济和环境效益方面占有明显优势。要实现世界安全和福祉，亚洲必须发挥引领作用。

### **亚洲基础设施投资银行首席经济学家 白乐夫**

这份报告对亚洲的绿色转型进行了深入分析，既总结了其进展，也指出了面临的挑战。报告强调了采取综合气候行动的紧迫性，并着重探讨了政策框架、技术创新和可持续金融在实现低碳经济转型中的关键作用。对于政策制定者、投资者和可持续发展领域的领导者而言，报告提供了宝贵的见解，指导如何将自然作为气候韧性的核心支柱加以利用。报告特别强调了将自然作为基础设施进行投资的重要性，展示了其在碳封存、气候适应和生物多样性方面的成本效益和长期收益。报告提出了切实可行的策略，以推动自然向好投资主流化，将气候行动与经济韧性相结合，并充分释放自然生态系统在亚洲绿色转型中的潜力。

### **中国-意大利商会秘书长 柯思潭**

该报告分析了亚洲要应对的气候挑战、应对策略和相关政策，并进行了良好的案例呈现。如今，亚洲国家间技术发展不平衡，需要着力缩小技术差距，加强区域合作。现在已有如“一带一路”、区域全面经济伙伴关系协定等机制来促进双边和多边合作，为解决各类挑战提供支持。报告对这些问题进行了清晰的说明和分析。

### **德勤中国可持续发展主管合伙人 李晓晨**

这是一本优秀的、对社会有真正影响力的报告。它不仅是一份分析报告，更是一份为政策制定者、商界领袖和投资者提供的实用指南。报告的亮点之一在于其全面性，不仅强调了气候危机，还为亚洲的绿色转型提供了可操作的解决方案，这非常令人钦佩。报告将气候脆弱性与经济出路以及长期经济增长联系起来，深入探讨了一些关键行业，对决策者和相关行业非常具有参考价值。总之，这份 2025 年的旗舰报告无疑是一份有力的软领导力工具，将重塑区域可持续发展战略。

### **中央财经大学绿色金融国际研究院院长 王遥**

衷心感谢所有作者为编写这份全面且富有洞察力的报告所做的辛勤工作。报告探讨了气候变化与亚洲绿色转型这一重要主题，内容丰富翔实，涵盖了从气候变化进程及其对亚洲国家的影响，到各国的政策、新技术和碳市场等方面的具体信息。我非常欣赏这份报告，一是报告数据来源可信，增加了报告结论的说服力，二是报告呈现方式直观，通过大量图表、数据和现实世界案例，有效地将复杂的信息转化为易于理解的形式。报告还引入“绿色增长指数”这一工具，生动地展示了亚洲各经济体的绿色转型进程。这份报告让我获益良多，加深了我对亚洲地区面临的挑战和机遇的认识。



博鳌亚洲论坛  
可持续发展的亚洲与世界  
2025年度报告  
**应对气候变化：  
亚洲推进绿色发展**

对外经济贸易大学出版社  
中国·北京

### 图书在版编目 (CIP) 数据

博鳌亚洲论坛可持续发展的亚洲与世界 2025 年度报告：  
应对气候变化：亚洲推进绿色发展. -- 北京：对外经  
济贸易大学出版社，2025. 3. -- ISBN 978-7-5663-2696-6

I . F130.4

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 202578EA76 号

## 博鳌亚洲论坛可持续发展的亚洲与世界 2025 年度报告 ——应对气候变化：亚洲推进绿色发展

责任编辑：刘晟男

---

出版发行：对外经济贸易大学出版社  
社 址：北京市朝阳区惠新东街 10 号  
网 址：www.uibep.com  
资源网址：www.uibepresources.com

邮政编码：100029  
邮购电话：010-64492338  
发行部电话：010-64492342  
E-mail: uibep@126.com

成品尺寸：215mm×278mm  
印 张：10.5  
字 数：269 千字  
ISBN 978-7-5663-2696-6

印 刷：北京博海升彩色印刷有限公司  
版 次：2025 年 3 月北京第 1 版  
印 次：2025 年 3 月第 1 次印刷  
定 价：238.00 元

---

# 序 言

2025 年，应对气候变化危机，亚洲与世界再次站在历史的十字路口。前进还是后退，团结还是分裂，命运与共还是以邻为壑，不同国家做出了不同选择。有的国家采取消极政策举措，回避国际责任，限制相关领域的国际资金、技术、人员合作，产生连锁反应。更多的国家则继续在《联合国气候变化框架公约》缔约方大会基础上，坚持“共同但有区别的责任”原则，致力于同舟共济、合作共赢，携手应对挑战。

令人忧虑的是，气候变化危机并不会因为人类选择视而不见而自行消失。全球气温持续攀升，极端天气事件频发，极地冰川消融、海平面上升、生物多样性锐减、气候难民增多等问题日益突出。气候变化正以前所未有的速度和强度威胁着人类的未来，成为关乎人类社会可持续发展的重大挑战。亚洲拥有全球近 60%的人口和约 30%的土地面积，但由于多种因素，亚洲的气候脆弱性远高于世界平均水平。若不立刻采取更有力的应对行动，亚洲各国经济和社会安全将面临重大威胁。

绿色转型已经成为亚洲国家实现可持续发展的必由之路。我们有责任为子孙后代留下一个更加美好的世界，这不仅是道德呼唤，更是对历史尊重、对未来负责的体现。各方必须摒弃短视行为，携手合作，共同将绿色发展置于更突出的位置，避免负面溢出效应。

绿色转型有助于催生新产业、新模式、新动力，创造新的经济增长点。国际能源署估计，未来十年清洁能源技术市场规模将增长三倍。亚洲已经走在前列。中国是全球最大的清洁技术出口国，印度氢能发展提速，沙特、阿联酋掀起新能源投资热潮，东盟多国正在深入挖掘自身潜力。绿色发展已在越来越多的亚洲地区创建经济、社会、生态协调发展的新增长范式。

绿色转型需要把握基础设施、跨境碳市场两大战略抓手。政府、国际组织、企业、民间团体等各方要为此作出共同努力。政府应加

大绿色投入，推进绿色基础设施建设、加快清洁能源技术研发、促进气候适应能力提升。同时要以更多的政策激励、市场激励、社会激励，激发微观主体的绿色发展实践，调动各方积极性。地区层面也要充分发挥区域全面经济伙伴关系协定（RCEP）等机制优势，为相关资本流动、技术交流、规则制定创造更多便利化条件，汇聚成推动全球气候行动的强大力量。

博鳌亚洲论坛研究院、全球绿色增长研究所和德勤中国合作推出这本《应对气候变化：亚洲推进绿色发展》报告。亚洲基础设施投资银行也对报告写作给予了大力支持。报告旨在顺应亚洲绿色发展大势，呼应各方发展关切，在绿色转型方向、路径上凝聚更多国际共识，形成更大合力，实现合作共赢。这不仅是对当下气候危机的回应，更是对人类文明未来的承诺。让我们以更开放的胸怀、更坚定的信念、更务实的行动，携手同行，共同绘制绿色转型的美丽画卷，共同创造更可持续的亚洲明天。

博鳌亚洲论坛秘书长



# 致 谢

《博鳌亚洲论坛可持续发展的亚洲与世界 2025 年度报告——应对气候变化：亚洲推进绿色发展》由博鳌亚洲论坛研究院邀请全球绿色增长研究所（GGGI）和德勤中国（Deloitte China）共同撰写。亚洲基础设施投资银行（AIIB）为报告的写作提供了全过程支持。报告的出品展示了亚洲在应对气候变化和推动绿色转型、维护联合国可持续发展目标方面的具体行动。

在本报告的撰写过程中，我们非常荣幸得到了多位杰出专家的全面指导。他们分别是：博鳌亚洲论坛咨询委员会成员 Shamshad Akhtar 博士；全球绿色增长研究所副总干事 Helena McLeod；亚洲基础设施投资银行首席经济学家白乐夫（Erik Berglof）博士；德勤中国可持续发展主管合伙人李晓晨；中国-意大利商会秘书长 Fabrizio Costa；中央财经大学绿色金融国际研究院院长王遥教授。专家们提供的宝贵意见和建议是本报告质量的重要保障。

报告作者团队一如既往地展现了坚定的奉献精神、高度的责任感、专业性、高效的沟通和紧密的协作。写作团队成员包括：博鳌亚洲论坛研究院曹莉（牵头人，研究院副院长）、刘琰博士、舒蕾博士、蓝焕琪；全球绿色增长研究所 Benjamin Devise、Marion Trebalage、Lilibeth Acosta-Michlik 博士、Nicholas Simon Taylor 和王茂财；德勤中国陈岚、屈倩如、徐欣馨和陈遂扬。在此特别感谢亚洲基础设施投资银行（AIIB）的 Murtaza Syed、谢春萍博士、Nahom Ghebrihiwet 和孔欣雨对本报告写作做出的突出贡献。博鳌亚洲论坛研究院孙世选、薛晨和李沐晨为报告翻译、编辑和校对提供了宝贵帮助。

在本书付梓之际，我们再次向合作机构的领导和团队，以及所有专家、作者和同事们致以最深切的感谢，他们的慷慨支持对本报告的完成起到了至关重要的作用。

**免责声明：**

本报告中提出的观点均为作者个人观点，不一定代表作者所属机构的立场。

# 执行摘要

越来越多的证据表明，气候危机正在加剧，以前所未有的速度和强度冲击着我们赖以生存的星球。应对气候变化，不采取行动的成本远远高于行动成本。全球一半以上的人口生活在亚洲，约一半的 GDP 创造自亚洲，许多最易受气候影响的经济体位于亚洲。一个独特的挑战摆在亚洲面前：要在兼顾经济增长和可持续的同时，缓解日益严重的气候风险。如上所述，尽管亚洲经济体为实现联合国可持续发展目标（SDGs）做出了重大努力，但许多发展中国家保持进度存在困难，尤其是在应对气候变化以实现 2030 年目标方面。绿色转型对于减缓气候变化影响至关重要。亚洲二氧化碳排放量占全球的一半以上，在缓解气候变化方面的作用至关重要，随着极端天气事件对经济社会的影响日益加剧，亚洲气候行动的重要性不只局限于亚洲自身，对全球而言都举足轻重。为应对这些挑战，亚洲地区正在推进绿色转型，整合气候行动和基于自然的解决方案，以开创一条有韧性、可持续的绿色发展道路。

## 亚洲绿色转型：进展与挑战

亚洲地区从政策框架、行业引导和市场力量三方面多管齐下推动绿色转型，技术进步和气候融资是推动转型的两大关键驱动力。包括中国、印度、印度尼西亚、日本和沙特阿拉伯在内的亚洲主要碳排放国，都设定了雄心勃勃的气候目标，其国家自主贡献（NDCs）也为与全球气候目标接轨提供了重要机遇。例如，印尼政府于 2024 年 11 月宣布将提前 10 年，即在 2050 年实现碳中和目标。根据联合国环境规划署（UNEP）的评估，中国和印度很有可能通过现有政策实现其当前的 2030 年国家自主贡献（NDC）目标。东盟大多数经济体已制定全面的国家气候行动战略和行动计划，以实施其国家自主贡献（NDCs）和国家适应计划（NAPs）。

亚洲的气候政策关注的关键行业包括能源、废物管理、可持续

制造和可持续交通，以及自然气候解决方案，如植树造林、湿地恢复和再生农业。日本银行和中国人民银行分别设立气候相关融资计划和“碳减排支持工具”。与此同时，中国、印度和马来西亚正在积极支持电动汽车（EVs）、氢能源和电池的生产，而印度、印度尼西亚和泰国则为电动汽车制造商提供了补贴、增值税豁免、退税等税收激励。自由贸易协定对于推动亚洲的清洁能源供应链至关重要，特别是克服发达经济体日益增多的贸易保护措施。碳定价和其他激励政策也是将市场资源转向低碳发展不可或缺的手段。

市场力量在推动亚洲绿色转型经济中也发挥着越来越重要的作用，企业、消费者和市场机制正在引导着变革的节奏。企业通过加大技术创新投资，聚焦供应链减排，尝试可持续的商业模式促进绿色转型；消费者对环保产品的偏好加速向低碳未来的转变；碳定价与交易通过将排放成本内部化，推动低碳解决方案的落实。

然而，亚洲各地区的绿色增长表现差异很大，不同次区域面临的挑战各异，政策应对需要因地制宜。亚洲经济体需要更多明确具体的举措来提高气候雄心，加速绿色转型进展。

### 绿色技术

亚洲在新兴绿色技术领域进展迅猛，有望成为先进电池材料、生物基可降解塑料、潮汐能、绿色氢气、碳捕获利用与封存（CCUS）以及数字碳管理等领域的领头羊。强大的工业能力和政策支持为这些创新的规模化生产应用奠定了基础。

例如，锂离子电池技术是交通电气化的关键推动者，其全球供应链主要由中、日、韩三国主导。与此同时，在**印度尼西亚的锂离子电池芯工厂**带领下，东南亚正在进行产能建设，以期在电池市场发挥更大作用。亚洲的绿色氢气产业突飞猛进，中国处于领先地位，西亚和南亚也在加大投资。目前，亚洲拥有全球约 70%的氢气电解

槽产能，随着西亚项目的投产，亚洲的地位将进一步巩固。**福德士河（Fortescue）**的钢铁行业脱碳进程显示出氢气在减排困难行业的发展潜力。CCUS在亚洲也逐渐起势，大规模项目正在规划和开发中。东南亚加快布局CCUS，利用地质储存能力建立跨国二氧化碳储存中心。目前的年二氧化碳捕获能力为720万吨，预计到2030年将增至5,040万吨。**沙特基础工业公司（SABIC）**的碳捕获和利用（CCU）工厂世界领先，展示了CCUS在化工行业脱碳中的应用。中国领先的光伏制造商**天合光能**，为践行可持续发展理念，建立了“零碳运营——零碳价值链——零碳产品”生态体系。

区域知识转让和财政支持对于帮助落后经济体在农业、废物管理、可再生能源、电动汽车（EVs）、数字化和可持续金融等关键领域实现跨越式发展至关重要。尽管绿色技术投资不断增加，亚洲的部分地区——尤其是东南亚、南亚和西亚——仍然在资源使用效率和可持续性方面面临挑战。

绿色制造和能源方面的进步正在重塑行业格局。中国目前85%的新能源产能来自可再生能源，印度尼西亚和新加坡在CCUS方面处于领先地位。然而，规模化部署需要更多的研发投资、区域合作以及融资模式创新，绿色债券和混合融资便是融资模式创新的代表。解决贸易壁垒也是实现低碳技术全球推广的关键，有助于国际气候目标的实现。

### 融资挑战

日本260亿美元的气候融资计划和中国余额5万亿美元的绿色贷款等绿色金融机制，为低碳项目提供了急需的资金。然而，亚洲要实现绿色转型，融资能力仍面临很大挑战。正如亚洲协会所指出的，南亚的损失与损害问题最为严重；南亚和东南亚的债务负担较重；中亚和西亚尤其面临获取气候资金的挑战；亚洲各区域普遍需

要加强机构建设，包括完善治理结构、培养技术专长和提升政策协调能力。全球绿色增长研究所（GGGI）的绿色增长指数得分表明，对环境友好型技术的资金投入仍然较低，阻碍了创新和可再生能源的扩展。

亚洲需多方募集资金，动员多边机构、公共部门（特别是国有企业和主权财富基金）、私人投资者，以弥合资金缺口。优惠融资仅占总气候融资的 11%，有待扩大规模，以释放更多资金用于气候行动。绿色债券、信贷和股权的增长是动员亚洲私人资本的关键途径。亚太地区绿色、社会、可持续和可持续发展挂钩债券（GSSSBs）的发行在 2024 年预计将达到约 2,600 亿美元，中国、日本、韩国、中国香港和印度成为发行绿色债券的前五大经济体。气候智能型农业（CSA）项目彰显了结构性融资模式的潜力，该项目一只债券获得了可持续性评级的“优秀”评级。

### 利用自然实现可持续的气候未来

投资自然是亚洲气候战略的重要支柱，为碳汇、气候适应和生物多样性保护提供了综合解决方案。自然承托着农业、渔业、旅游业和能源等关键行业，全球经济高度依赖自然资源和生态系统服务。然而，与技术干预相比，投资自然的资金严重不足。应对气候变化，亚洲不仅需要减少排放，推进清洁技术，还需要将有利于自然的投资纳入更广泛的经济和基础设施规划中。

自然资源依赖型社区易受环境变化的影响，投资于自然不仅能削弱影响，还能促进经济发展和气候公正，同时也能确保这些社区能够维持生计，并为增强环境与经济的长期韧性做出贡献。印度尼西亚的红树林恢复计划是个鲜明的例子，生动阐明了针对退化生态系统的定向投资能产生生态与经济的协同效益，既增强了生物多样性、缓解了气候风险，也带动了当地经济的发展。

“自然作为基础设施”代表了一种战略性的观念转变，将自然生态系统定位为传统人造基础设施的替代方案，该方案功能更强、成本效益更高，且更加可持续。但由于政策碎片化、资金不足、未纳入国家气候战略等原因，森林、湿地、红树林等自然资产在许多亚洲经济体中尚未得到充分利用。

要解锁基于自然投资的全部潜力，亚洲必须采用全面的政策，将气候变化减缓与适应和经济发展相结合。公私合作伙伴关系（PPPs）、混合融资机制以及激励自然有利型投资的监管框架，对于推动向可持续且富有韧性的未来的转型至关重要。

### 碳市场的联通

碳市场为绿色转型提供了主要的融资机会。合规市场和自愿碳市场（VCMs）预计将大幅增长。预计到 2050 年，对碳抵消的需求将达到每年 52 亿吨二氧化碳。加强治理、标准化和投资者信心是实现这一潜力的关键。

《巴黎协定》第六条推动了国际碳交易，使各国能够通过合作实现国家自主贡献（NDCs）。到 2030 年，该机制每年有望节省 3,000 多亿美元，并在 2020—2050 年间减少 21 万亿美元的全局减缓成本。包括孟加拉国、不丹、柬埔寨、印度、斯里兰卡和印度尼西亚在内的亚洲国家，正在国际组织支持下积极开发其第六条碳信用框架。然而，要充分释放全球碳市场的潜力，必须解决治理和政策实施方面的挑战。

亚洲碳市场的未来取决于能否有效解决结构性挑战并加强互联互通。协调区域标准、加强强制碳市场与自愿碳市场的联动以及制定透明的定价机制尤为关键。亚洲有望成为碳交易的核心枢纽。包括孟加拉国、不丹、柬埔寨、印度、斯里兰卡和印度尼西亚在内的亚洲国家，正在国际组织支持下积极开发其第六条框架。

然而，要充分释放全球碳市场的潜力，必须解决治理和政策实施方面的挑战。

### **结论：亚洲在绿色增长中的领导之路**

亚洲各国差异很大，一些国家已展现出对可持续性的明确承诺，另一些国家则任重道远。这一局面的形成有时是出于政治现实，有时是受制于既得利益，但也是因为缺乏实现转型的资金、技术和人力资源。为成功地向低碳经济、有利于自然的经济转型，需进一步整合碳市场、基于自然的解决方案和绿色技术。债务问题和金融现实意味着，在可能的情况下，各国还需充分利用可持续转型的双赢机会，创造绿色就业机会，降低与空气和水污染相关的健康成本，提高能源和自然资源的使用效率。通过对创新、治理和跨部门合作进行战略投资，亚洲在领导全球努力实现可持续且富有韧性的未来，确保长期的经济和环境效益方面占有明显优势。显而易见的是，要实现世界安全和福祉，亚洲必须发挥引领作用。

## 缩 略 语

ACCTIF	第六条气候合作基金
ACGF	东盟绿色金融催化基金
ACRN	东盟气候韧性网络（ACRN）
AES	农业环境计划
AFOLU	农业、林业和其他土地利用
AIIB	亚洲基础设施投资银行
AKCMM	东盟—韩国甲烷减排合作机制
ALCBT	亚洲低碳建筑转型
APAEC	东盟能源合作行动计划（APAEC）
AZEC	亚洲零排放共同体
A6IP	第六条实施伙伴关系
CBD	《生物多样性公约》
CCER	国家核证自愿减排量
CCP	核心碳原则
CCS	碳捕集与封存
CCUS	碳捕获、利用与封存
CDM	清洁发展机制
CER	核证减排量
CGFs	地方信用担保基金
CGSs	信用担保机制
COP	缔约方大会
CPTPP	全面与进步跨太平洋伙伴关系协定
CRI	气候风险指数
CSA	气候智能型农业
CTF	碳交易安排
DAC	直接空气碳捕集技术
DNS	债务自然互换
DRR	气候融资和灾害风险复原力
EbA	基于生态系统的适应
EC	生态补偿
ECBC	建筑节能规范
EFWM	环境友好型废物管理

EPR	生产者责任延伸制度
ES	生态系统服务
ESIA	环境和社会影响评估
ETS	国家碳排放权交易体系
EU ETS	欧盟碳排放权交易体系
FAME	《加快采用和制造电动汽车》
GBF	《昆明—蒙特利尔全球生物多样性框架》
GCEP	全球能源规划联盟
GCF	绿色气候基金
GFA	总楼面面积
GGF	绿色气候基金
GGGI	全球绿色增长研究所
GGI	绿色增长指数
GGPM	绿色增长绩效评估项目组
GHG	温室气体
GRIP	绿色修复项目
GS	黄金标准
GSLS	绿色和可持续发展挂钩贷款补助计划
GSS	绿色、社会 and 可持续性
GSSSBs	绿色、社会、可持续和可持续发展挂钩债券
GS-VER	黄金标准核证减排量
ICVCM	自愿碳市场诚信委员会
IETA	国际排放交易协会
IHLEG	独立高级专家组
IMSWM	城市固体废物综合管理
IPCC	联合国政府间气候变化专门委员会
ITMOs	国际转让减缓成果
IWRM	水资源综合管理
JETP	公正能源转型伙伴关系
KBAs	关键生物多样性区域
LCA	生命周期评价
LULUCF	土地使用、土地使用变化和林业

MDBs	多边开发银行
MECA	货币生态系统估值账户
MGFP	绿色工厂示范计划
MRV	检测、报告和验证
M4CR	红树林促进沿岸韧性
NACA	挪威第六条气候行动基金
NAMA	国家适当减缓行动
NAPCC	(印度) 国家气候变化行动计划
NAPs	国家适应性计划
NBSAPs	国家生物多样性战略与行动计划
NbS	基于自然的解决方案
NCQG	新集体量化目标
NCV	自然资本估值
NDCs	国家自主贡献
NDFIs	国家开发性金融机构
NREP	国家可再生能源计划
PAct	分阶段森林认证方法
PAT	执行、完成和交易
PES	生态系统服务付费
PMI	碳市场伙伴实施基金
REDD+	减少发展中国家毁林和森林退化所致排放量加上森林可持续管理以及保护和加强森林碳储量
RSF	韧性与可持续性信托
RUPTL	电力供应业务计划
SBDGs	《可持续建筑设计指南》
SCMA	新加坡碳市场联盟
SDGs	可持续发展目标
SDM	可持续发展机制
SEEA	《环境经济核算体系》
TNA	技术需求评估

TNFD	自然相关财务披露工作组
UNCCD	《联合国防治荒漠化公约》
UNFCCC	《联合国气候变化框架公约》
VCMi	自愿碳市场诚信倡议
VCMs	自愿碳市场
VCS	核证碳标准
VCU	核证碳单位

# C 目录 Contents

<b>第一章 气候差距与绿色增长</b> .....	<b>001</b>
1.1 气候危机与亚洲气候脆弱性 .....	001
1.2 可持续发展目标（SDG）进展与气候差距 .....	007
1.3 绿色增长的重要性 .....	013
1.4 结论：绿色增长的挑战与机遇 .....	021
<b>第二章 亚洲的绿色转型之路</b> .....	<b>023</b>
2.1 亚洲绿色转型的三大支柱 .....	023
2.2 绿色技术与制造 .....	045
2.3 气候融资 .....	063
<b>第三章 将自然作为基础设施进行投资，增强韧性建设</b> .....	<b>081</b>
3.1 相互交织的环境挑战及其对基础设施和经济发展的影响 .....	081
3.2 将自然作为基础设施：连接自然与人类社会的变革性概念 .....	085
3.3 “将自然作为基础设施”投资——配套环境概述 .....	090
3.4 以自然为核心的金融解决方案与案例研究 .....	096
3.5 结论 .....	105
<b>第四章 碳市场的互联互通</b> .....	<b>107</b>
4.1 自愿碳市场的发展情况 .....	107
4.2 国际碳信用机制（第六条）与 GGGI 碳交易安排 .....	109
4.3 亚洲碳市场的互联互通 .....	115
4.4 结论 .....	120

<b>附录</b> .....	<b>123</b>
附录一 亚洲绿色技术与制造业案例 .....	123
附录二 2024 年绿色增长指数指标体系 .....	131
附录三 各指标的绿色增长表现 .....	133
<b>参考文献</b> .....	<b>139</b>

# 表目录

*List of Tables*

表 1-1	长期气候风险指数 (CRI): 2000—2019 年受影响最严重的 10 个国家 (年平均值) .....	006
表 1-2	2023 年二氧化碳排放量及全球占比 (前十国) .....	012
表 2-1	东盟成员国及其气候雄心分组 .....	025
表 2-2	亚洲各国的适应战略及损失和损害战略 .....	030
表 2-3	亚洲各地区出台的绿色技术政策 .....	055
表 2-4	2023 年受不利贸易限制措施影响的主要国家 (按施加贸易限制国类型分组) .....	059
表 2-5	亚洲国家清洁技术合作形式 .....	060
表 2-6	亚洲气候融资需求估计 .....	063
表 2-7	亚洲发展中区域气候融资需求估计 .....	064
表 2-8	部分亚洲国家的气候融资需求 .....	065
表 2-9	2021 年和 2022 年气候资金流动情况 .....	066
表 2-10	世界气候融资以公共部门和私营部门细分 .....	068
表 2-11	2024 年部分亚洲国家主权评级及 1 年期国债平均收益率 .....	069
表 2-12	IDFC 成员在 2023 年的绿色金融承诺, 与 2022 年相比 .....	071
表 2-13	2023 年多边开发银行在亚洲的气候融资承诺 .....	073
表 3-1	根据气候资金流向和气候脆弱性对各国进行分类 .....	090
表 3-2	实施“将自然作为基础设施”投资的金融工具和金融机制 .....	097
表 4-1	亚洲主要的强制碳市场 .....	115
表 A-1	全球绿色创业者计划获奖者 (2018—2021 年) .....	129



# 图目录

## List of Figures

图 1-1	气候变化造成的重大影响以及相关的损失预测	001
图 1-2	随着每次警告的升级，风险在加大	004
图 1-3	2020 年亚洲气候相关灾害年均损失估计总额	004
图 1-4	根据评估目标对 17 个目标的进展情况进行的评估，按目标分列	007
图 1-5	亚洲开发银行发展中成员的可持续发展目标进展	008
图 1-6	1850—2023 年世界各地年度温室气体排放量	009
图 1-7	2000—2023 年亚太地区一次能源消费情况	009
图 1-8	2023 年亚洲各经济体一次能源消费结构	010
图 1-9	2023 年十大电力消耗国	010
图 1-10	1990—2023 年全球各地区电力消耗情况	011
图 1-11	2022—2026 年各地区电力需求变化	011
图 1-12	当前 NDC 目标实现进展评估	013
图 1-13	绿色增长指数框架	014
图 1-14	2023 年各地区绿色增长指数得分分布	015
图 1-15	2010—2023 年亚洲次区域绿色增长指数得分趋势	015
图 1-16	2010—2023 年亚洲次区域绿色增长绩效 (a) 及各维度得分变化 (b)	017
图 1-17	2023 年亚洲次区域绿色增长不同维度的表现	018
图 1-18	亚洲各次区域可再生能源占最终消费总量比例 (EE2, SDG 7.2.1) 评估结果: 2010—2021 年趋势分析	018
图 1-19	2010—2021 年亚洲各次区域可再生能源装机容量 (GN3, SDG 7.b.1 和 12.a.1) 表现	019
图 1-20	2010—2021 年亚洲各次区域森林面积占比 (BE2, SDG 15.1.1) 表现	020
图 1-21	2010—2023 年亚洲各次区域关键生物多样性区域 (KBAs) 受保护区覆盖比例 (BE1, SDG 15.1.2 和 SDG15.4.1) 表现	020
图 2-1	2023 年亚洲各国温室气体排放量	024
图 2-2	促进保护性农业发展的激励措施类型	040
图 2-3	中国专精特新“小巨人”企业在科技创新发展中的贡献突出	044
图 2-4	碳捕集利用与封存 (CCUS) 流程	047
图 2-5	驱动亚洲可持续发展的关键绿色技术	048
图 2-6	关键绿色技术在亚洲部署现状与规模化突破口	049

图 2-7	亚洲绿色技术产能版图	052
图 2-8	2018—2023 年全球、中国、日本及韩国的绿色低碳专利申请公开量	057
图 2-9	低碳技术产品贸易和保护主义	058
图 2-10	2021—2022 年气候融资格局	066
图 2-11	亚洲获取气候融资流动的关键挑战	067
图 2-12	中国以外的新兴市场和发展中国家在气候与可持续发展上所需的投资/支出 (单位十亿美元/年, 2030 年以前, 括号内为相较于当前的增量)	068
图 2-13	2014—2023 年亚太地区发行的绿色债券总金额	074
图 2-14	亚太地区各经济体绿色债券发行总量	074
图 3-1	相互关联的不同术语的谷歌趋势搜索	091
图 3-2	NDCs 和 NAPs 在构建“将自然作为基础设施”的实施环境中的协同作用	093
图 3-3	2020 年的一项关于国家自主贡献 (NDCs) 的研究	094
图 3-4	亚太地区 GSS 债券发行情况	098
图 3-5	中国生态补偿项目年度投资	100
图 3-6	苏丹亚当大森林公园水资源服务和保护的财务机制设计	101
图 3-7	债务自然互换机制示意图	102
图 4-1	国际自愿碳市场的发展情况	108
图 4-2	尼泊尔某沼气项目的可融资性	110
图 4-3	第六条第二款相关双边协议和谅解备忘录签署情况图示	111
图 4-4	获双边授权的第六条第二款相关项目	111
图 4-5	截至 2022 年 6 月第六条相关法规、第六条相关战略以及碳定价框架法律的 制定情况	112
图 4-6	碳交易机制概况	115
图 A-1	绿色增长指数指标体系	131
图 A-2	2023 年亚洲次区域按指标划分的绿色增长表现	136

# 第一章

## 气候差距与绿色增长

### 1.1 气候危机与亚洲气候脆弱性

#### 1.1.1 气候危机

全球变暖并未因2015年《巴黎气候变化协定》等全球倡议和行动呈现减缓趋势，有证据表明，气候影响正在阻碍可持续发展目标的实现(世界气象组织，2023<sup>1</sup>)。2024年，气候变化的严重性再次凸显，加快气候行动迫在眉睫。

联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)

2023年<sup>2</sup>综合报告显示，人类活动(主要是温室气体排放)明显导致了全球变暖，2011—2020年间的全球平均地表温度比1850—1900年期间上升了1.1摄氏度，产生重大影响及损失(图1-1)。据世界气象组织(WMO)预测，2024年将成为有记录以来最热的一年，全球气温比工业化前水平高出1.5摄氏度<sup>3</sup>。大气圈、海洋圈、冰冻圈和生物圈迅速出现了显著变化。



图 1-1 气候变化造成的重大影响以及相关的损失预测

资料来源：IPCC 2023 年综合报告。

1 WMO 2023. United in Science 2023: Sustainable Development Edition. Geneva: World Meteorological Organization.  
2 IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1–34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001.  
3 <https://wmo.int/media/news/record-carbon-emissions-highlight-urgency-of-global-greenhouse-gas-watch>.

在亚洲，气旋“穆查”于 2023 年袭击了缅甸和孟加拉国地区，造成大面积破坏，使数千人流离失所，加剧了该地区人道主义局势的恶化。2024 年 5 月，气旋风暴“雷马尔”登陆孟加拉国，带来的暴雨持续到 8 月，造成严重的洪水事件。2024 年 9 月底，尼泊尔、印度和孟加拉国也遭遇了洪水。受灾人数达到数百万人。

在中国，2024 年 9 月 6 日，当年第 11 号台风、史上登陆中国的最强秋季台风“摩羯”在海南省文昌登陆，其中心附近最大风

力达 17 级以上(超强台风,风速达 62 米/秒),造成海南 19 个县市 540 多万人不同程度受灾,海口、文昌等地直接经济损失超 600 亿元。

2024 年 9 月,由于长期干旱,印度尼西亚发生了山火。6 月,热浪席卷了泰国、越南和马来西亚等国家,持续的高温导致紧急卫生情况,高温相关疾病病例增加,农业也面临挑战。以上这些事件并非孤立发生的,而是气候问题不断升级的严重后果,全球迫切需要加快采取全面的气候行动。

### 专栏 1-1

### 海南强有力应对超强台风“摩羯”

海南自然灾害类型多、影响范围广，素有“台风走廊”之称。2024 年 9 月，有气象记录以来登陆中国的最强秋台风“摩羯”正面袭击海南，登陆时中心附近最大风力 17 级以上（风速达 62 米/秒），是继 2014 年第 9 号台风“威马逊”之后登陆中国的最强台风。“摩羯”共造成海南省 19 个市县 547.75 万人不同程度受灾，因灾死亡 4 人，经济损失超 600 亿元。海南省政府把保护公众的生命财产安全放在第一位，做好灾前准备、灾中应对和灾后救灾救助，以最快速度恢复社会正常生产生活秩序，实现了抗击超强台风和灾后恢复重建的决定性胜利，取得海南建省以来抗击超强台风伤亡人员最少的好结果，得到国际社会和国内各界的广泛认可。

**扎实有效的汛前准备工作，为防御应对超强台风奠定了坚实基础。**主汛期来临前，海南省防灾减灾救灾委员会办公室全面修编《海南省防汛防风防旱应急预案》，推动全省所有市县完成超强台风预案编制，明确应对组织架构、工作职责及标准程序，全面提升应对突发灾害的反应速度和质效。推动完成省、市、县（区）三级应急指挥部建设，协调联动机制更加完备，指挥架构体系更加完善，应急指挥软硬件水平实现质的提升。深入推动重点领域风险隐患排查整改，核准落实五级“三防”行政责任人 3,500 余人，协调明确各级应急救援力量编组，开展应急响应桌面推演和防御强台风应急救援综合演练，实操经验和实战能力显著提升。

**超前精准的防范应对举措，有效降低人民群众的生命财产损失。**气象部门提前 4 天预测“超强台风将正面袭击海南”，全省防汛防风指挥体系迅速由常态预防转为战时状态，立足最不利情况提级动员部署。台风进入南海前，迅速组织 3.5 万多艘各类船舶到安全区域避风，8 万余名渔民和海上作业人员全部撤离上岸，紧急避险转移和紧急转移安置群众 65 万余人。畅通孕产妇急诊绿色通道，1,700 余名高危或就医不便的孕产妇全部提前住院待产，并最终帮助 965 名孕妇安全分娩。全面排查整治地质灾害、建筑工地、江河水库、电力通信等重点领域风险隐患，紧急清理电力线路树障。预先储备蔬菜、大米、食用油等生活物资，落实电煤、天然气、成品油等应急储备。提前组织军警、消防、专业

抢险队伍等救援力量 2 万余人，并向海口、文昌等重点区域前置布防。台风登陆前 29 小时，海南省政府向社会发布《关于防御超强台风“摩羯”的紧急通知》，号召广大市民非必要不外出。

**权威高效的应急指挥体系，保证防御应对工作科学决策、高效运转。**启动 II 级应急响应后，海南省防御台风“摩羯”应急指挥部、各市县应急指挥部按预案程序组建，以省长为总指挥，综合协调组、抢险救援组、支持保障组、新闻宣传组、监测预警组、人员转移组及专项工作组分工协作、实战运行。应急响应期间，各级应急指挥部及时收集、综合研判台风相关信息，动态做出决策部署，快速下达工作指令、及时汇总执行情况。响应级别提升至 I 级后，应急救援队伍、抢险救援物资已全部调派预置到位，全省干部群众全面做好各项准备工作。

**协同联动的抢险救援体系，快速恢复正常生产生活秩序。**台风 10 级风圈一过，海南省应急指挥部统一协调各方力量，高效调度物资装备，抢险救援体系全面激活。驻琼军警第一时间投入抢险救灾、打通受灾严重地区主干道，全省高速公路 24 小时内全部抢通，全岛路网 122 小时实现全面通车，为各领域抢险救灾及灾后复工复产奠定基础。各级消防救援队伍全力营救被困人员、疏散转移群众、清障抢修排涝。南方电网迅速调集 4 万余人昼夜抢修受损电力设施，移动、联通、电信、铁塔等通信企业从全国 10 余个省份调集人员、装备、物资紧急入琼支援。海南军警部队、救援队伍、企业单位、广大群众齐心协力、共克时艰，全省正常生产生活秩序快速恢复，多层次的应急抢险救援体系作用显著。

**及时透明的信息发布机制，广泛参与的社会动员机制。**台风登陆前，海南全省各新闻平台滚动播出“台风来了，不要出门！”醒目标语，科学引导公众在超强台风期间“停下来”“静下来”。台风登陆时，《直击台风“摩羯”》全媒体直击海南防汛防风第一现场。台风登陆后，新闻媒体广泛报道社会各界抢险救灾情况，并对网传虚假不实信息及时核查辟谣。中央和国家机关有关部门迅速行动，下拨中央救灾资金、调拨应急救灾物资、下达中央预算资金。驻琼央企和省属国企全力帮扶重灾市县开展灾后恢复重建。广东、广西、湖南等兄弟省区市以及各方慈善机构、爱心企业、海外华侨和社会各界人士纷纷慷慨解囊、捐款捐物，累计募捐救灾资金 1.71 亿元、物资 51 万余件，有力支援灾区建设。

**精心细致的灾后救助措施，保障受灾群众基本生活。**台风应对过程中，全力做好紧急转移安置、需紧急生活救助、过渡期生活救助、倒损住房恢复重建和冬春救助等救灾救助工作。精心组织实施灾情统计评估，科学谋划做好灾后恢复重建工作。针对超强台风中受灾最严重的农业、受影响最大的农民，统筹推进灾后恢复和农民增收，防止出现因灾规模性返贫致贫。

应当牢记，在气候行动上不作为的成本远远超过采取行动的成本。IPCC（2023 年）第六次评估报告（AR6）预测，在任何一种未来气候变暖情景下，许多与气候相关的风险都

超出了第五次评估报告（AR5）的评估，预期的长期影响是目前观察到的数倍。随着全球变暖的不断加剧，这些风险以及气候变化预计带来的代价和损失也会加剧，如图 1-2 所示。

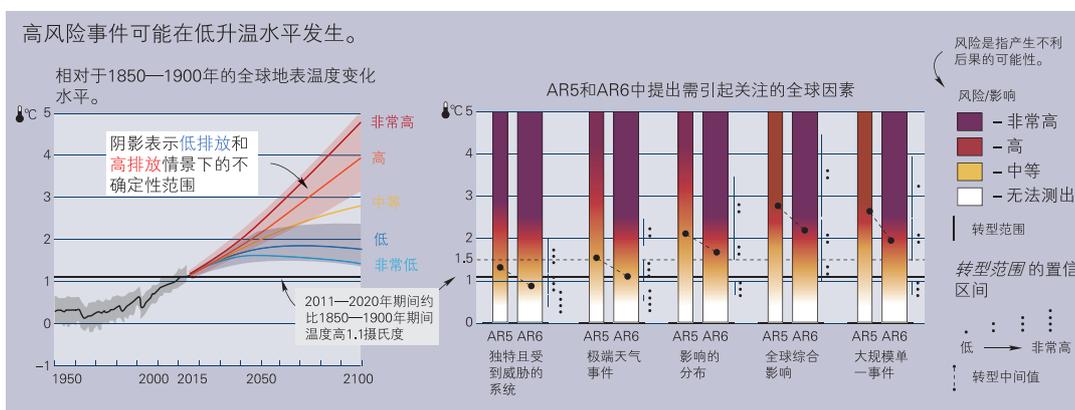


图 1-2 随着每次警告的升级，风险在加大

资料来源：IPCC 2023 年综合报告。

气候危机造成了严重的生命、财产和生产损失。据世界气象组织《亚洲气候状况》系列报告估计<sup>1</sup>，2020 年遭受气候相关灾害损失最多的三个国家是中国、印度和日本，其中中国损失 2,380 亿美元，印度损失 870 亿美元，日本损失 830 亿美元（图 1-3）。按经济规模计算，塔吉克斯坦、柬埔寨和老挝的损失

预计分别高达各自国内生产总值（GDP）的 7.9%、5.9%和 5.8%。2020 年，亚洲遭受的最大的气候相关灾害损失与干旱有关，而洪水在 2021 年和 2022 年分别造成了约 63%和 70%经济损失，风暴在 2023 年造成了 95%的经济损失。过去 5 年，亚洲气候相关灾害造成的年度总损失超过 3,600 亿美元。

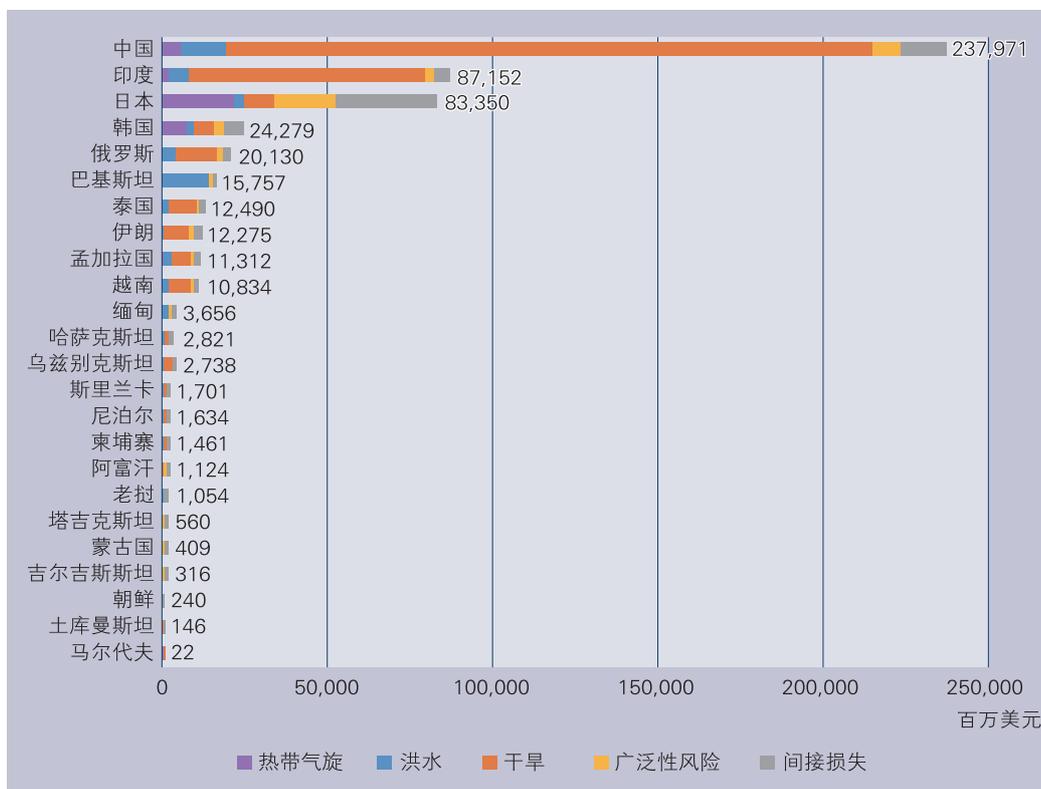


图 1-3 2020 年亚洲气候相关灾害年均损失估计总额

资料来源：《2020 年亚洲气候状况报告》。

1 WMO State of the Climate in Asia Report 2020, 2021, 2022, 2023.

巴基斯坦气候脆弱性强，气候问题可能造成一系列经济损失，包括人口流离失所的代价（含居所受损和搬迁费用），实物资产损失，对农作物、牲畜和纺织业造成的经济损失等<sup>1</sup>。基于此，预计不采取行动应对气候问题，巴基斯坦要面临的总代价到 2030 年将达到 2,500 亿美元，到 2050 年将进一步增至 1.2 万亿美元。

2023 年世界经济论坛（WEF）发布的一项研究预测，到 2050 年，气候变化造成的全球损失代价估计在每年 1.7 万亿~3.1 万亿美元之间，其中包括基础设施、财产、农业和人员死亡等损失的代价<sup>2</sup>。2024 年 4 月发表在《自然》杂志上的一项较新的研究预测，气候变化造成的生产力损失可能导致世界经济到 2049 年萎缩 19%<sup>3</sup>。瑞再研究院近日报告称，2023 年全球发生的灾难事件多达 142 起，创下历史纪录，造成的经济损失达 2,800 亿美元。其中大部分为中度灾害，损失在 10 亿~50 亿美元之间。2023 年发生了至少 30 起此类事件，频次明显高于前十年的平均水平<sup>4</sup>。

灾难性气候相关天气事件需要所有主要排放国采取紧急行动。但不幸的是，温室气体排放量仍在上升。2023 年，全球温室气体排放量创下 571 亿吨二氧化碳当量的新纪录，比 2022 年的水平增长 1.3%。关键排放行业包括电力（26%）、交通运输（15%）、工业（11%）、农业（11%）、燃料生产（10%）、工业过程（9%）等。预计 2024 年的二氧化碳排放量将从 2023 年的 406 亿吨进一步增加到 416 亿吨<sup>5</sup>。

随着维持低于 2 摄氏度升温阈值的剩余碳预算迅速缩减，联合国秘书长古特雷斯在

《联合国气候变化框架公约》第 29 次缔约方大会（COP 29）新闻发布会上警告世界，“需求迫切，回报巨大，时间紧迫。”

### 1.1.2 亚洲气候脆弱性

亚洲气候脆弱性较高。地理、经济和社会因素的综合作用加剧了亚洲的气候影响相关风险。作为人口最密集的大洲之一，亚洲拥有世界一半以上的人口，气候变化的影响（例如海平面上升、极端天气事件和水资源短缺）严重威胁着数以百万计的人口。

许多亚洲国家位于低洼沿海地区，极易遭受洪水和风暴潮的侵袭。由于东亚沿海人口密集且经济活动活跃，东亚特别容易受到台风、洪水和海平面上升等气候相关灾害的影响。每年全球一半以上的自然灾害损失发生在东亚和太平洋地区。如果不大力提高气候变化适应性，到 2100 年，海岸洪水、河流洪水以及频繁的风暴可能造成印度尼西亚、越南、菲律宾和中国等国 GDP 损失 5%~20%。

在南亚，以巴基斯坦为例，据估计，到 2030 年，洪水和海平面上升可能导致约 9,000 万人流离失所，到 2050 年，这一数字将达到 4 亿人<sup>6</sup>。孟加拉国等国家也面临着因海平面上升而导致大量土地流失和人员流离失所的风险，这可能会使数百万人流离失所，并威胁到粮食安全，更不用说那些面临更大挑战的小岛屿经济体了。这种脆弱性促使公共和私营部门大量投资于气候适应和减缓项目，以维护经济稳定和公共福利。

从表 1-1 可以看出，受气候风险影响最大的 10 个国家包括缅甸、菲律宾、孟加拉国、巴基斯坦、泰国和尼泊尔等亚洲国家。

1 Climate Finance and Policy Recommendation, by Dr. Shamshad Akhtar and Memosh Khawaja.

2 <https://www.weforum.org/stories/2023/10/climate-loss-and-damage-cost-16-million-per-hour/>.

3 <https://www.forbes.com/sites/jonmcgowan/2024/04/29/new-study-climate-change-could-reduce-the-world-economy-19-by-2049/>.

4 <https://www.yicai.com/news/102073865.html>.

5 <https://sdg.iisd.org/news/unprecedented-cuts-needed-to-keep-15oc-alive-emissions-gap-report-2024/>.

6 Climate Finance and Policy Recommendation, by Dr. Shamshad Akhtar and Memosh Khawaja.

表 1-1 长期气候风险指数 (CRI): 2000—2019 年受影响最严重的 10 个国家 (年平均值)

CRI 2000—2019 (1999—2018)	国家	CRI 评分	死亡人数	每十万 居民的 死亡人数	经济损失 (以百万 美元购买力 评价计算)	单位 GDP 损失 (%)	事件数量 (2000— 2019 年)
1(1)	波多黎各	7.17	149.85	4.12	4,149.98	3.66	24
2(2)	缅甸	10	7,056.45	14.35	1,512.11	0.8	57
3(3)	海地	13.67	274.05	2.78	392.54	2.3	80
4(4)	菲律宾	18.17	859.35	0.93	3,179.12	0.54	317
5(14)	莫桑比克	25.83	125.4	0.52	303.03	1.33	57
6(20)	巴哈马	27.67	5.35	1.56	426.88	3.81	13
7(7)	孟加拉国	28.33	572.5	0.38	1,860.04	0.41	185
8(5)	巴基斯坦	29	502.45	0.3	3,771.91	0.52	173
9(8)	泰国	29.83	137.75	0.21	7,719.15	0.82	146
10(9)	尼泊尔	31.33	217.15	0.82	233.06	0.39	191

资料来源: Germanwatch。

此外,亚洲拥有多样化的生态系统和丰富的生物多样性,许多亚洲经济体严重依赖农业和自然资源。气候影响与现有的社会经济脆弱性(如贫困、基础设施不足和资源获取有限)相互关联,这意味着气候变化加剧了现有的不平等现象并威胁到联合国可持续发展目标的实现。因此,在气候风险不断升级的情况下,解决亚洲的气候问题不仅对维护环境可持续性至关重要,而且对于确保社会稳定和经济复原力也必不可少。

亚洲开发银行(ADB)最近发布的《2024年亚太气候报告》<sup>1</sup>研究发现,在温室气体排放高情景下,气候变化影响可能导致亚太地区发展中国家的GDP到2070年下降17%,到2100年降幅达到41%。研究还发现,到

2070年,该地区多达3亿人和数万亿美元的沿海资产可能受到沿海洪水的威胁。

世界银行《应对挑战》报告<sup>2</sup>指出,不同国家、人民和社区受到气候变化的影响不尽相同,脆弱群体处在明显不利地位。Hallegatte和Rozenberg(2017)<sup>3</sup>指出,气候变化对底层40%人口的预期影响比对普通人口的影响平均高出70%。

气候危机频发加剧了许多亚洲经济体的气候适应压力,迫使政府和社区重新评估其“恢复力战略”。随着洪水、干旱和台风等极端天气事件日益频发,基础设施、农业和水资源的脆弱性也显著增加。孟加拉国和菲律宾等国家面临着海平面上升和风暴加剧等长期挑战,需要紧急投资改善基础设施和建立

1 <https://www.developmentaid.org/api/frontend/cms/file/2024/10/asia-pacific-climate-report-2024.pdf>.

2 Rising to the Challenge: Success Stories and Strategies for Achieving Climate Adaptation and Resilience, 2024, World Bank Group.

3 Hallegatte, S and Rozenberg, J. 2017, Climate Change Through a Poverty Lens, Nature Climate Change.

灾害应对系统。此外，对千百万人的生计至关重要的农业部门必须适应不断变化的天气模式和不可预测的生长季节。这一适应过程不仅涉及金融投资，还涉及实施新技术、社区参与和政策改革，以增强恢复力。气候相关危机的日益频繁，迫切需要制定全面的适应战略，以减轻风险、保护脆弱人群并在未来气候不确定的情况下维持经济增长。

## 1.2 可持续发展目标(SDG)进展与气候差距

亚洲各经济体为实现联合国可持续发展目标付出了巨大努力。然而，亚洲开发银行评估显示，尽管亚洲开发银行的发展中成员取得了重大进展，但其步伐仍不足以实现2030年目标。值得注意的是，在亚洲实现可

持续发展目标的诸多进展中，应对气候变化的努力不仅落后于其他方面，而且有倒退的风险。

全球层面进展类似。如图1-4所示，根据现有数据，联合国发现，在可评估的可持续发展目标中，只有17%显示目前进展足以实现2030年目标，48%的目标与预期轨迹存在中度至严重偏差。令人担忧的是，18%的目标停滞不前，17%的目标倒退至2015年基线水平以下。图1-5中，目标13(气候行动)迹象最令人担忧，仅取得了微小的进展，而且倒退的风险很高。详细分析表明，目标13在“气候变化政策”方面出现倒退，在“恢复力和适应能力”和“联合国气候变化框架公约承诺”方面取得的进展也微乎其微<sup>1</sup>。评估显示，11个二十国集团成员国被评估为无法按照现有政策实现其国家自主贡献(NDC)目标。

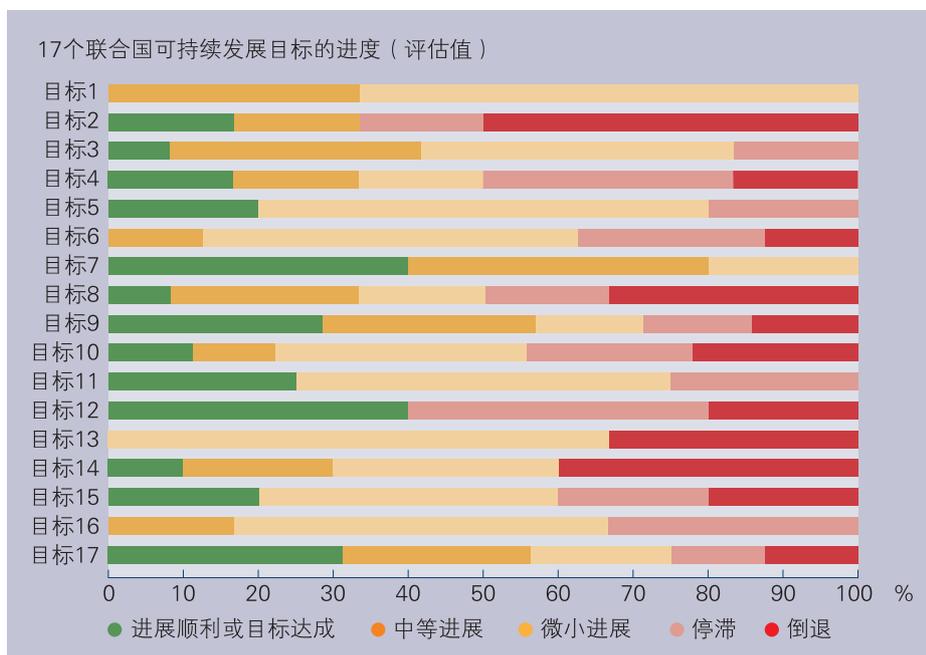


图 1-4 根据评估目标对 17 个目标的进展情况进行的评估，按目标分类

资料来源：《联合国 2024 年可持续发展目标报告》。

1 <https://unstats.un.org/sdgs/report/2024/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2024.pdf>.

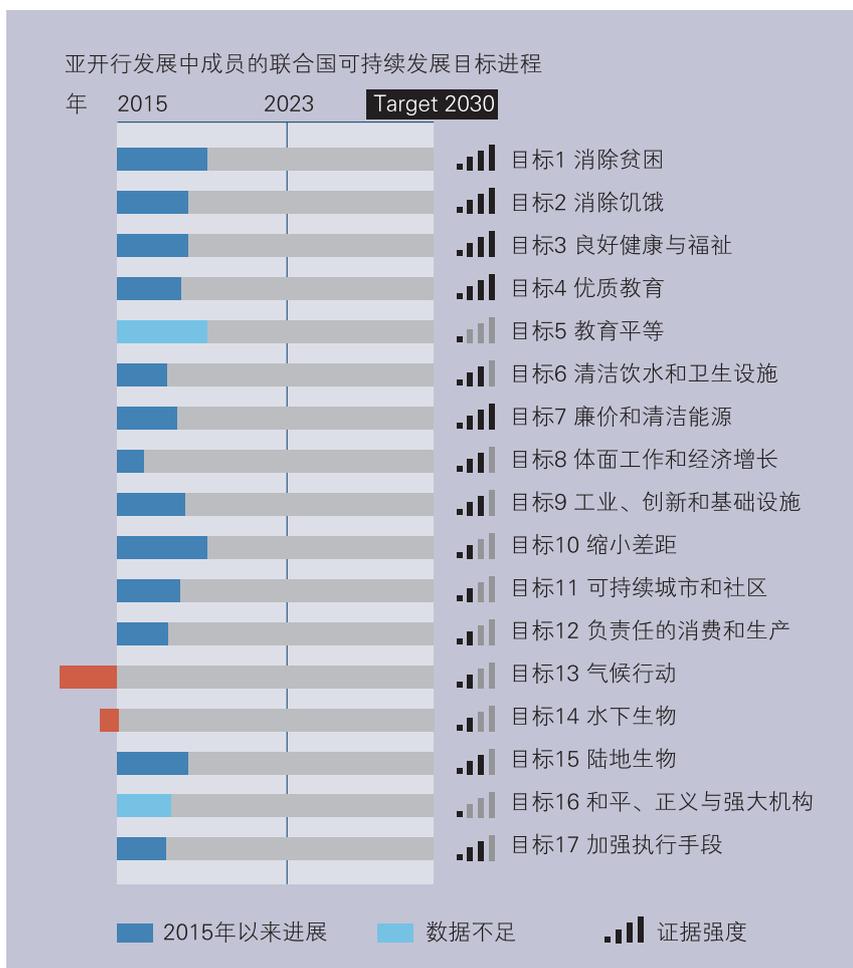


图 1-5 亚洲开发银行发展中成员的可持续发展目标进展

资料来源：亚洲开发银行。

最新数据显示（图 1-6），2023 年亚洲排放了 299.9 亿吨二氧化碳，占全球排放量 538.2 亿吨的 55.72%。全球前十大排放国中，有 5 个国家是亚洲国家：中国（139.7 亿吨）、印度（42.0 亿吨）、印度尼西亚（19.2 亿吨）、伊朗（10.7 亿吨）和日本（10.3 亿吨）。《2024 年亚太气候报告》指出，自 2000 年以来，发展中亚洲占了全球温室气体排放量的大部分。

亚洲国家在气候行动方面的差距可以归结为几个因素。作为人口密集的经济增长引

擎，许多亚洲国家自然是能源消耗大户。亚洲经济快速增长，加上工业化、城镇化和人口增长，导致亚洲对能源的需求强劲。亚洲在全球供应链中的关键地位也是这一趋势的重要驱动因素。

根据 Statista 收集的数据（图 1-7），亚太地区的一次能源消费量自 2000 年以来持续增长，从 2000 年的 112.96 艾焦耳增加到 2023 年的 291.77 艾焦耳<sup>1</sup>。Our World in Data 提供了亚洲各经济体一次能源消费的时间序列细分<sup>2</sup>。2023 年（图 1-8），亚洲一

1 <https://www.statista.com/statistics/265598/conspiration-of-primary-energy-worldwide/>.

2 <https://ourworldindata.org/energy-production-consumption>.

次能源消费总量达到 94,644 太瓦时,其中中国约占一半 ( 47,428 太瓦时 ), 印度占 11.45% ( 10,838 太瓦时 ), 日本略高于 5% ( 4,834 太瓦时 ), 伊朗 ( 3,531 太瓦时 )、韩国 ( 3,454 太瓦时 ) 和沙特阿拉伯 ( 3,222 太瓦时 ) 均占 3.5% 左右。

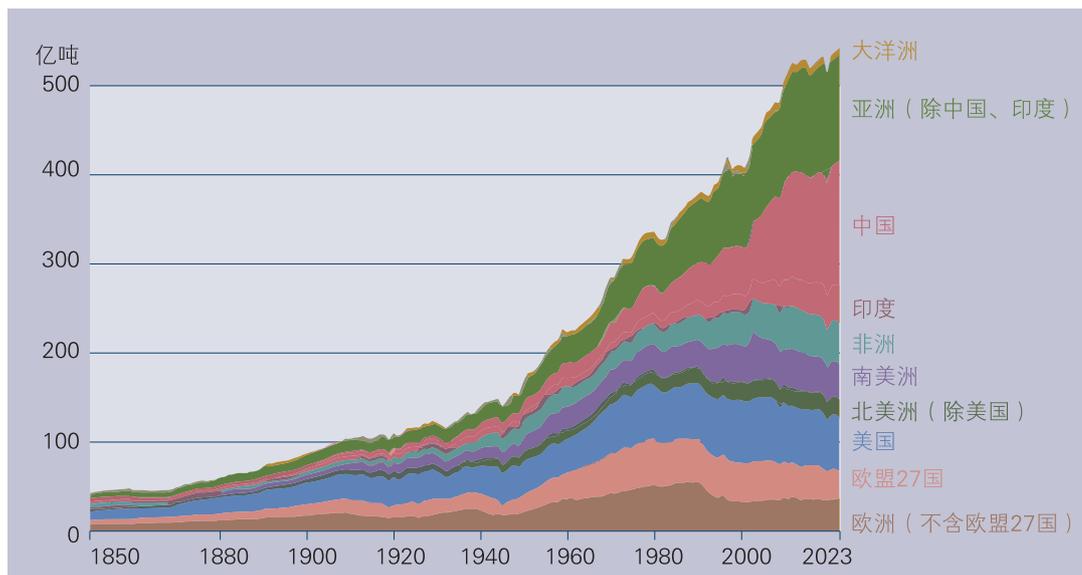


图 1-6 1850—2023 年世界各地年度温室气体排放量

资料来源：Our World in Data。

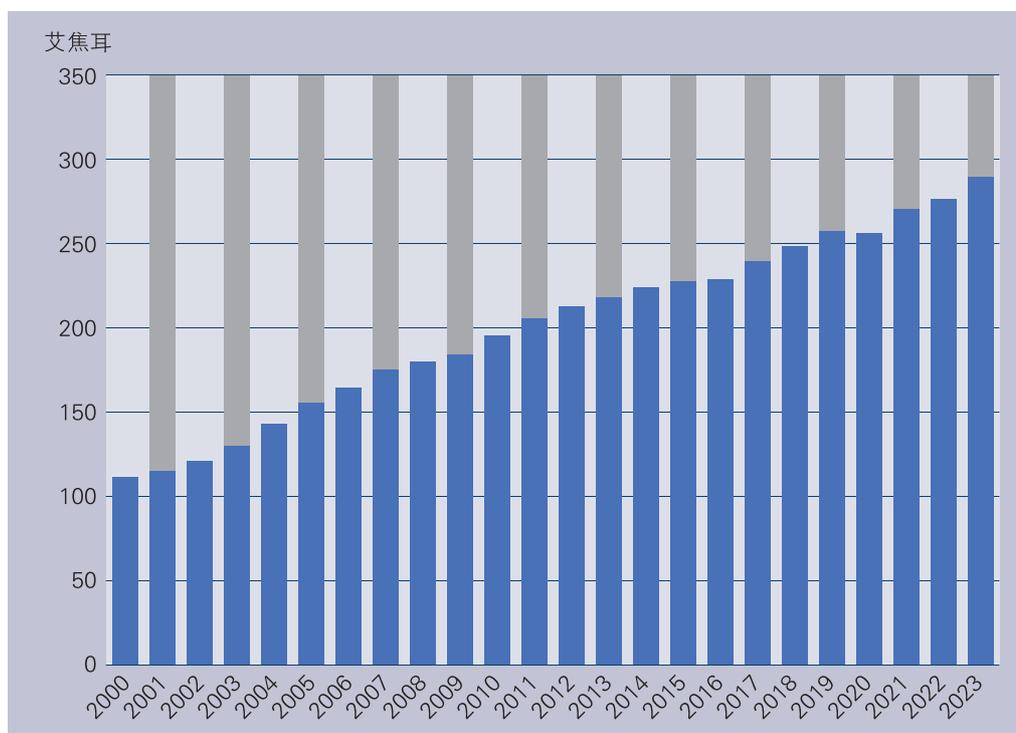


图 1-7 2000—2023 年亚太地区一次能源消费情况

资料来源：Statistica。

	太瓦时
亚洲	94,644
中国	47,428
印度	10,838
日本	4,834
伊朗	3,531
韩国	3,454
沙特阿拉伯	3,222
印度尼西亚	2,808
土耳其	1,945
泰国	1,391
越南	1,359
马来西亚	1,335
哈萨克斯坦	828

图 1-8 2023 年亚洲各经济体一次能源消费结构

资料来源：Our World in Data。

亚洲在全球十大电力消费国中占据四席 (图 1-9)，中国以 8,392 太瓦时的电力消耗量位居榜首，其电力消耗量是第二大消耗国

美国的两倍多。印度位居第三，电力消耗量约为中国的六分之一<sup>1</sup>。根据 Enerdata 的数据 (图 1-10)，亚洲国家是全球能源消耗增

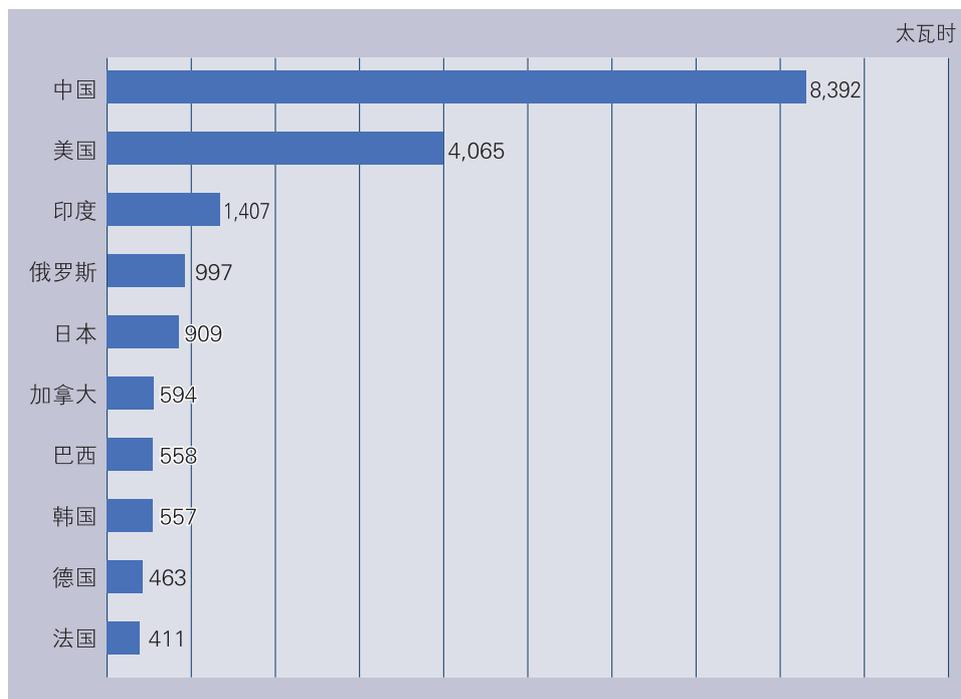


图 1-9 2023 年十大电力消耗国

资料来源：Statista。

<sup>1</sup> <https://www.statista.com/statistics/267081/electricity-consumption-in-selected-countries-worldwide/>.

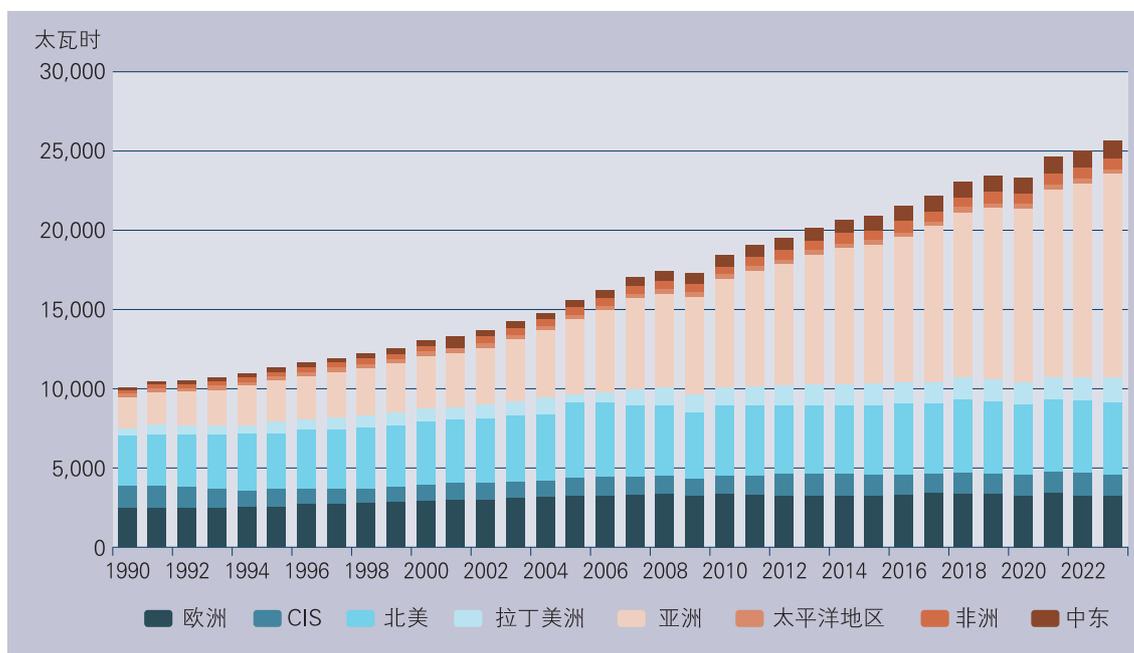


图 1-10 1990—2023 年全球各地区电力消耗情况

资料来源：Enerdata。

长的重要来源。2023 年，全球电力消耗增长了 2.6%，主要原因是中国和印度的需求不断增长。值得注意的是，仅中国一国在 2023 年就占到了全球总电力消耗量的三分之一<sup>1</sup>。

预计未来约 85% 的新增电力需求来自发达经济体以外，大部分增量来自中国、印度和东南亚国家<sup>2</sup>，如图 1-11 所示。

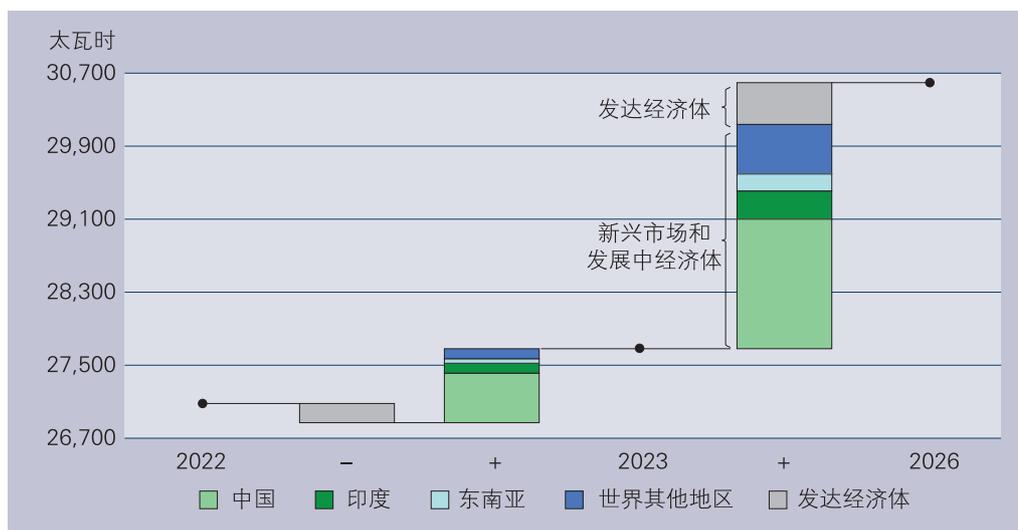


图 1-11 2022—2026 年各地区电力需求变化

资料来源：国际能源署（IEA），《2024 年电力》。

1 <https://yearbook.enerdata.net/electricity/electricity-domestic-conspiration-data.html>.2 <https://www.iea.org/reports/electricity-2024/executive-summary>.

在能源结构方面，亚洲的能源生产严重依赖化石燃料。全球 81% 的能源依赖化石燃料<sup>1</sup>，但亚洲的这一比例更高。国际能源署的数据显示，2022 年亚太地区化石燃料占有所有能源供应的 83% 以上，其中煤炭占 48.9%，石油占 23.3%，天然气占 11.1%。国际能源署 2024 年煤炭报告预测，从 2024 年到 2027 年，中国、印度和东盟国家的煤炭消费量仍将增加。在电力领域，尽管可再生能源增长，

但由于能源需求强劲，预计全球煤炭需求将保持在与 2024 年相近的水平<sup>2</sup>。

但值得注意的是，中国和印度虽然位列排放大国之列（表 1-2），但其人均排放水平（分别为 11 吨二氧化碳当量/人和 2.9 吨二氧化碳当量/人）远低于美国（18 吨二氧化碳当量/人）和俄罗斯联邦（19 吨二氧化碳当量/人）的水平<sup>3</sup>。

表 1-2 2023 年二氧化碳排放量及全球占比（前十国）

	全球十大二氧化碳排放国	二氧化碳排放量（十亿吨）	占全球二氧化碳排放量的百分比（%）
1	中国	13.97	26
2	美国	5.89	11
3	印度	4.20	8
4	俄罗斯	2.69	5
5	巴西	2.38	4
6	印度尼西亚	1.92	4
7	伊朗	1.07	2
8	日本	1.03	2
9	沙特阿拉伯	0.88	2
10	加拿大	0.80	1

资料来源：Our World in Data（2023 年），博鳌亚洲论坛研究院。

造成气候差距的其他障碍包括立法不完善、政策制定和实施不力、公众意识、能力建设、气候融资和技术。

积极的一面是，联合国环境规划署（UNEP）的研究发现，尽管目前存在排放差距，但根据评估，亚洲最大的排放国——中印两国在现有政策下有可能实现其当前

2030NDC 目标。而印度尼西亚、日本和韩国等排放规模相对较小的国家需要加强其政策发力才能实现当前 2030NDC 目标（图 1-12）。

同时，气候任务的紧迫性为亚洲绿色增长提供了必要性和空间。本报告将在下一节中探讨亚洲国家绿色增长的潜力。

1 <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/greenhouse-gas-emissions-from-energy-data-explorer>.

2 <https://iea.blob.core.windows.net/assets/a1ee7b75-d555-49b6-b580-17d64ccc8365/Coal2024.pdf>.

3 [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/46443/EGR2024\\_ESEN.pdf?sequence=20](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/46443/EGR2024_ESEN.pdf?sequence=20).

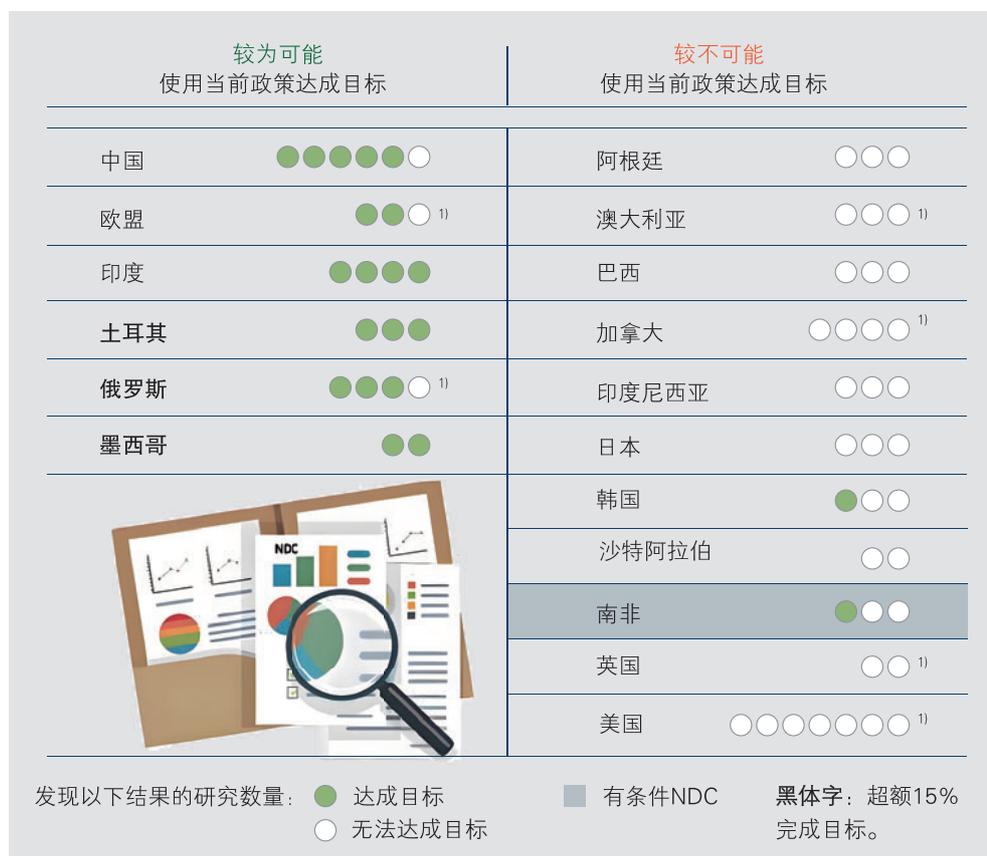


图 1-12 当前 NDC 目标实现进展评估

资料来源：联合国环境规划署《排放差距报告》，2024 年。

## 1.3 绿色增长的重要性

### 1.3.1 绿色增长与气候变化

如上所述，尽管亚洲经济体为实现联合国可持续发展目标 (SDGs) 做出了重大努力，但许多发展中国家保持进度存在困难，尤其是在应对气候变化以实现 2030 年目标方面。绿色转型对于减缓气候变化影响至关重要。本节使用全球绿色增长研究所 (GGGI) 自 2019 年以来每年发布的绿色增长指数 (Green Growth Index)，对亚洲经济体的绿色发展表现进行评估。

可持续发展目标 (SDGs) 为各国政府应对气候变化挑战提供了切实可行的框架和目

标。绿色增长指数从四个维度衡量经济体实现 SDGs 和其他可持续发展目标的表现：一是资源利用效率与可持续性，二是自然资本保护，三是绿色经济机遇，四是社会包容性 (图 1-13)。在绿色增长指数的 48 项指标中，有 34 项 (71%) 直接来源于 SDGs 的指标体系 (详见附录 2)。绿色增长指数框架建立在 GGGI 对绿色增长的定义之上<sup>1</sup>：

“绿色增长是一种追求环境可持续性和社会包容性协同发展的新型增长路径。它寻求低碳和气候适应性的经济增长机会，预防或治理污染，维持健康高效的生态系统，创造绿色就业，减少贫困，增强社会包容性。

”通过绿色增长指数衡量绿色增长绩效，

<sup>1</sup> GGGI, 2017 年, GGGI 2015—2020 年更新战略计划, 全球绿色增长研究所, 韩国首尔。https://gggi.org/report/gggi-refreshed-strategic-plan-2015-2020.

可以为决策者提供有关应对环境问题的挑战和机遇的信息。由于自然环境与经济社会问题紧密相关，应对气候变化需要不同经济部门、社会群体和生态系统服务的共同努力。多维绿色增长框架捕捉了这些相互联系。绿色增长之所以重要，是因为它在促进经济可持续发展的同时，最大限度地减少环境退化并确保社会公平。它强调资源的高效利用，减少碳排放，保护生态系统，同时促进可持续产业的创新与就业。通过平衡经济进步与

环境责任，绿色增长能够支持长期繁荣，并帮助各国减轻气候变化的影响，增强应对环境挑战的能力，并为子孙后代保护生物多样性。此外，它通过确保平等获得资源、服务和机会来解决社会包容性问题，最终改善福祉，减少人群间的不平等。这种方法与联合国可持续发展目标（SDGs）及《巴黎协定》等全球框架相一致，引导各国走向低碳、资源高效和社会包容的未来。



图 1-13 绿色增长指数框架

资料来源：Acosta 等人（2019）<sup>1</sup>。

### 1.3.2 绿色增长绩效

2024 年绿色增长指数覆盖全球 154 个经济体，其中包括亚洲 44 个经济体。图 1-14 将亚洲的绿色增长表现与其他地区进行了比较。亚洲地区绿色增长指数得分分布最为分散，最高得分为 63.36 分（日本），最低得分为 31.07 分（也门）。全球表现最差的经济体位于亚洲。亚洲表现最佳的日本的绿色增长指数比全球表现最好的瑞士（77.01）低约 14

分。得分广泛的分散性反映出亚洲经济体在绿色转型过程中面临的挑战与机遇较其他地区更为复杂。如箱线图（图 1-14）所示，亚洲地区的绿色增长指数中位数约为 52 分，仅略高于非洲（50 分）。这表明，在区域层面，亚洲仅实现可持续发展目标（SDG）（满分为 100 分）的一半。亚洲地区仅有 7 个经济体得分超过 60，包括东亚的日本和中国，东南亚的泰国、老挝和马来西亚，西亚的格

1 Acosta, L.A., P. Maharjan, H. Peyriere, L. Galotto, R.J. Mamiit, C. Ho, B.H. Flores, and O. Anastasia. 2019. Green Growth Index: Concepts, Methods and Applications, GGGI Technical report No. 5, Green Growth Performance Measurement (GGPM) Program, Global Green Growth Institute, Seoul. <https://greengrowthindex.gggi.org/publications-2>.

鲁吉亚，以及南亚的不丹。中亚没有任何经济体得分高于 60 分，格鲁吉亚和不丹是西亚和南亚的少数例外，因为这些次区域的大

多数经济体得分低于 48 分（图 1-15）。东亚地区的绿色增长表现最高，自 2010 年以来得分一直高于 55 分。然而显著的改善仅

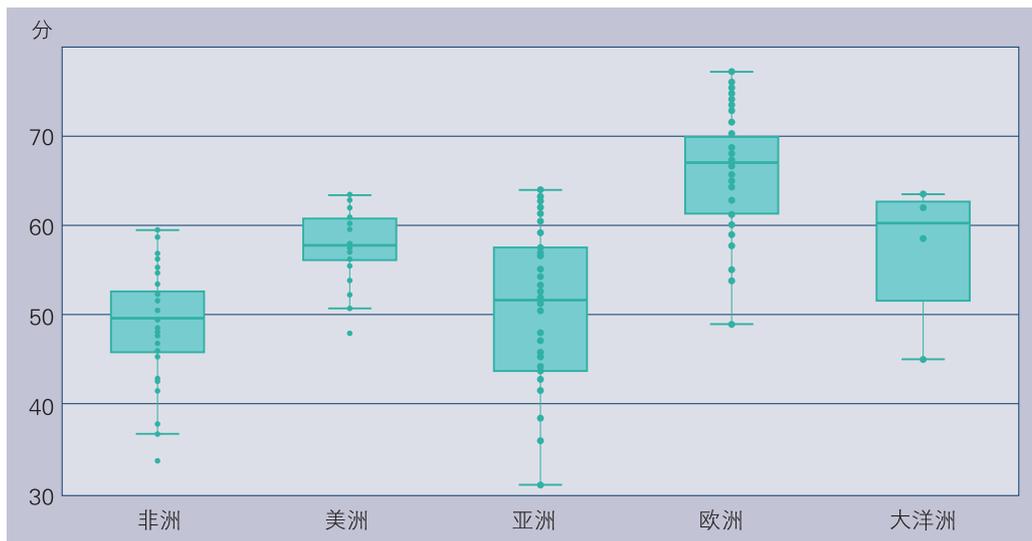


图 1-14 2023 年各地区绿色增长指数得分分布

注：图中圆点代表 154 个经济体的绿色增长指数得分，具体区域分布为：非洲 41 个，美洲 26 个，亚洲 44 个，欧洲 39 个，大洋洲 4 个。部分经济体因数据缺失，未纳入本次评估范围。

资料来源：全球绿色增长研究所 GGGI，2024 年<sup>1</sup>。



图 1-15 2010—2023 年亚洲次区域绿色增长指数得分趋势

资料来源：全球绿色增长研究所（GGGI）绿色增长绩效评估项目组（GGPM）。

<sup>1</sup> <https://ggindex-simtool.gggi.org/SimulationDashBoard/regional-outlook>.

在 2016—2023 年间可见，得分从 55.32 分提升至 57.68 分，这主要归功于日本的表现。东南亚地区的绿色增长指数虽略逊于东亚，但呈现稳定增长态势，指数得分从 2010 年的 53.25 分增加到 2023 年的 55.58 分，增幅达 4.4%，高于东亚的 3.9%。中亚地区的绿色增长指数虽实现了类似的增幅，但其绝对表现水平明显低于东亚和东南亚，略好于南亚和西亚。南亚和西亚作为表现最弱的地区，2010—2023 年得分水平和增幅均为最低。其中也门、巴林和伊拉克的得分均低于 40，导致西亚表现最差。

东亚在 2023 年相较于其他次区域表现出最高的绿色增长水平，这得益于其高达 81.55 分的社会包容性得分（图 1-16a）。在绿色经济机遇方面，东亚也获得了最高分，尽管只有 47.10 分，属于中等水平。其中，韩国在社会包容性和绿色经济机遇两个维度表现突出。东南亚在自然资本保护和高效可持续资源利用方面的表现超过东亚。尽管东南亚的社会包容性得分仅位列区域第三，但 2010—2023 年间增幅最大，增幅超过了 8 分（图 1-16b），成为推动该次区域绿色增长表现显著改善的最主要动力，因为相比之下其绿色经济机会和自然资本保护等维度的提升则相对有限。此外，东亚在高效可持续资源利用方面的表现提高了近 3 分，但东南亚下降了 1 分，其中印度尼西亚和东帝汶是导致这一下降的主要因素。与东南亚类似，社会包容性是其他次区域，特别是南亚和西亚绿色增长表现改善的主要贡献维度。然而，尽管这些次区域在社会公平和基本服务获取方面有所进步，但在性别平等（GB）和社会保障（SP）等指标上仍表现欠佳（1-17）。提高绿色增长的各个维度的表现将对气候适应产生显著的积极影响。在四个维度中，除东亚外，提升高效可持续资源利用的表现似乎是该区域面临的巨大挑战。与东南亚类似，南亚和西亚在 2010—2023 年间高效可持续资源利用方面的得分分别下降了 2.5 分和 1.5 分，其主要

原因在于高效可持续能源利用和高效可持续用水方面表现不佳。所有次区域在自然资本保护方面的表现优秀，仅次于社会包容。尽管它们在这一维度的得分有所增加，但生物多样性和生态系统保护（BE）的得分仍然非常低，尤以中亚和西亚为甚。提升高效可持续能源利用（EE）和生物多样性及生态系统保护（BE）的表现对该地区的气候缓解至关重要。

根据绿色增长指数（GGI）各指标得分的分析结果，亚洲地区呈现以下显著特点（详见附录三）：

- 高效可持续资源利用的得分表明，干旱次区域需加强水资源管理，并制定更强有力的政策促进可再生能源应用和有机农业发展，以确保区域内土地资源的可持续利用。

- 就自然资本保护而言，中亚和西亚需制定更有效的森林保护政策；南亚应优先考虑空气污染；东亚和西亚需要加快清洁能源转型进程，以减少温室气体排放。

- 绿色经济机遇维度的得分凸显了多个领域的转型差距，包括对可再生能源的投资有限及绿色创新资金不足，导致绿色就业水平较低。

- 社会包容性得分反映了亚洲各次区域面临的不同挑战：中亚需加大可持续交通投资，西亚应着力提升性别包容性，南亚则需要重点关注青年就业和可持续住房项目。

### 1.3.3 亚洲在可再生能源和生态系统保护方面的绿色增长潜力

#### 可再生能源：减缓气候变化的挑战

可再生能源对电力、交通和工业等关键部门的脱碳进程至关重要，这些部门正是温室气体排放的主要来源。图 1-18 展示了各次区域在 SDG 7.2.1（即可再生能源占最终能源消费总量的比例）方面的表现。东南亚和南亚在这一可持续发展目标上领先该地区，得分均超过 45 分。然而，2010—2021 年间，东南亚和南亚的可再生能源占比分别下降了 16.84% 和 6.46%<sup>1</sup>。东南亚多国出现显著下降，其中

1 EE2 数据来源于 SDG API 下载（<https://unstats.un.org/sdgs/dataportal>），其数据源为联合国统计司（2023 年）的《能源平衡》。

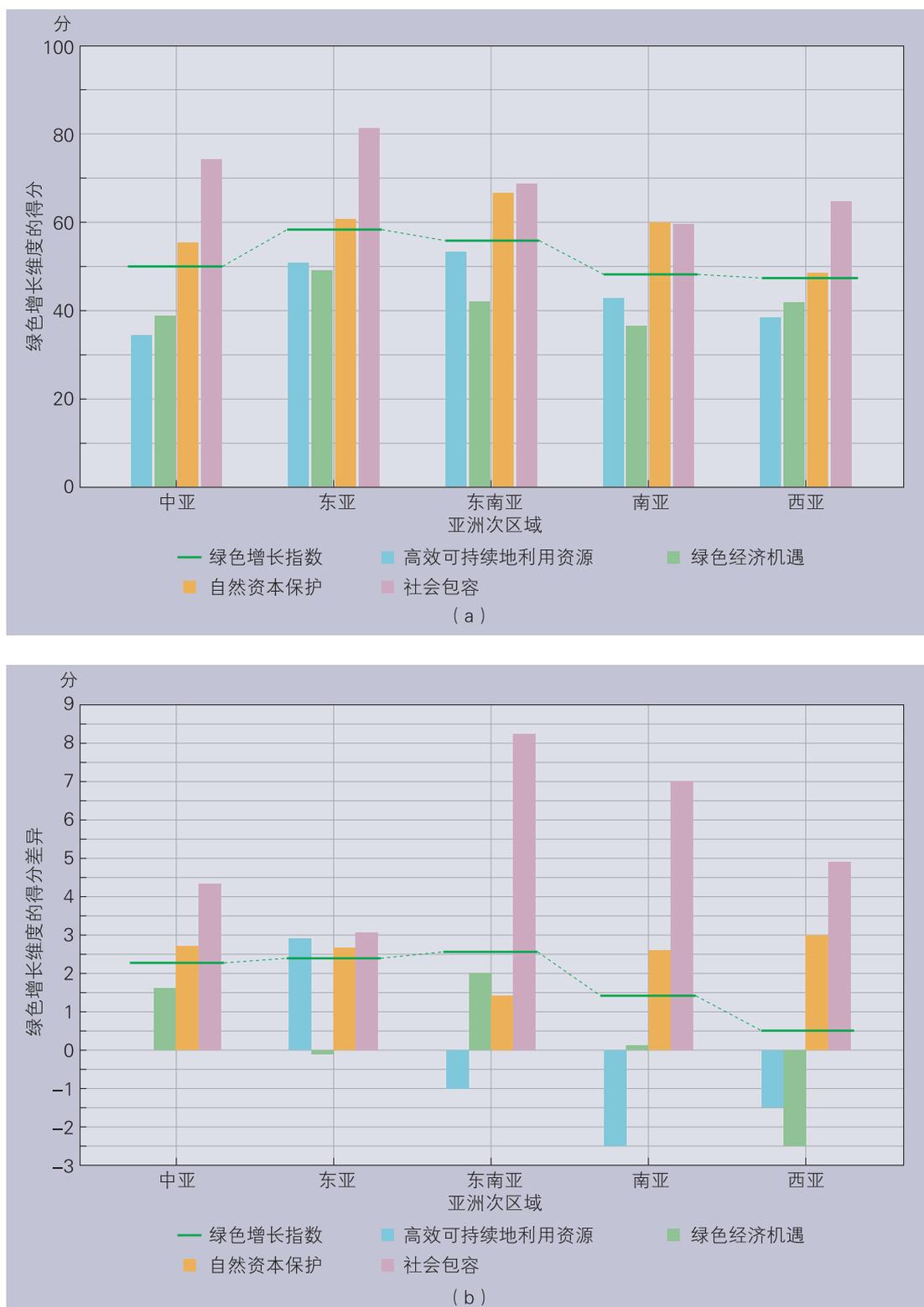


图 1-16 2010—2023 年亚洲次区域绿色增长绩效 (a) 及各维度得分变化 (b)

资料来源：全球绿色增长研究所 (GGGI) 绿色增长绩效评估项目组 (GGPM)。

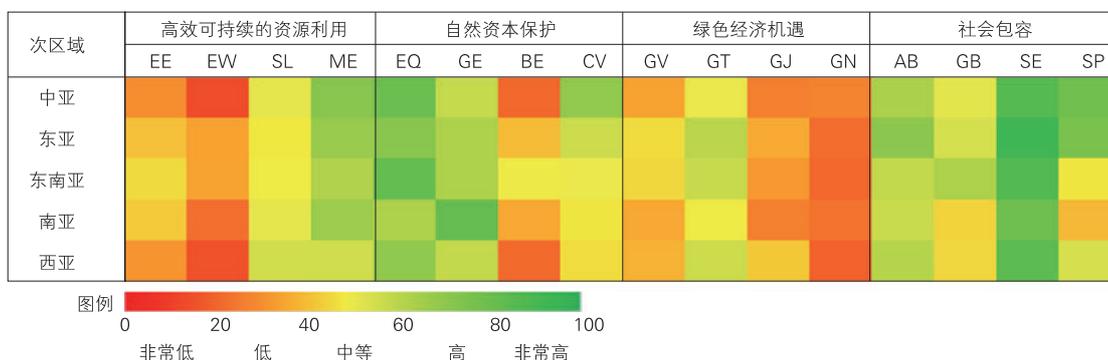


图 1-17 2023 年亚洲次区域绿色增长不同维度的表现

资料来源：全球绿色增长研究所（GGGI）绿色增长绩效评估项目组（GGPM）。

定义：EE-高效可持续能源利用，EW-高效可持续用水，SL-可持续土地利用，ME-废物和材料利用效率，EQ-环境质量，GE-温室气体减排，BE-生物多样性和生态系统保护，CV-文化和社会价值，GV-绿色投资，GT-绿色贸易，GJ-绿色就业，GN-绿色创新，AB-获取基本服务和资源，GB-性别平等，SE-社会公平，SP-社会保障



图 1-18 亚洲各次区域可再生能源占最终消费总量比例（EE2，SDG 7.2.1）评估结果：2010—2021 年趋势分析

资料来源：全球绿色增长研究所（GGGI）绿色增长绩效评估项目组（GGPM）。

缅甸（-25.72%）、老挝（-20.54%）、柬埔寨（-20.00%）降幅最大。尽管每个国家都面临导致下降的具体挑战，但一个共同因素是无法通过可再生能源满足人口和经济增长带来的能源增长需求。中亚地区表现欠佳，2010—

2021 年间 SDG 7.2.1 指标下降了 17.24%。这一趋势主要是塔吉克斯坦造成的，由于对进口化石燃料的依赖增加、水电资源外输邻国，以及能源设施老化等问题，其得分下降了 43.57%<sup>1</sup>。尽管东亚和西亚呈现增长趋势，但

1 联合国欧洲经济委员会（UNECE），2024 年，《能源政策简报：塔吉克斯坦》。https://unece.org/sites/default/files/2024-09/tajikistan%20%287%29.pdf.

其可再生能源占比却很低，2010—2021 年间得分始终低于 20 分。这些地区拥有丰富的化石燃料储备（如煤炭、石油和天然气），化石燃料占据了其能源结构的主导地位。然而，从可再生能源装机容量（SDG 7.b.1 和 SDG 12.a.1）指标来看，东亚在加强可再生能源政策、增加金融投资和推动技术进步方面取得了显著进展。该次区域的得分从 2010 年的 7.83 分增长至 2021 年的 25.65 分，增幅达 227.59%（图 1-19），目前在 SDG 7.b.1 和 SDG 12.a.1 方面领先亚洲。尽管如此，东

亚未来仍需保持这一发展势头，以进一步提升可再生能源在能源结构中的比例。东南亚地区的增幅以 164.72% 位居第二，但仍未超越中亚地区——后者在可再生能源装机容量方面保持区域第二的位置。东南亚的得分仅与南亚持平，而南亚 2021 年的增幅最低，仅为 13.38%。西亚地区表现最为滞后，其 53.35% 的增幅远低于东亚和东南亚。研究表明，西亚地区当前的可再生能源装机增速将难以显著降低化石燃料在能源结构中的比重，因而对其二氧化碳减排的贡献有限。



图 1-19 2010—2021 年亚洲各次区域可再生能源装机容量（GN3, SDG 7.b.1 和 12.a.1）表现

资料来源：全球绿色增长研究所（GGGI）绿色增长绩效评估项目组（GGPM）。

### 生态系统保护：气候适应机遇

健康的森林生态系统不仅有助于减少二氧化碳排放，还能通过提供供给、调节、支持和文化服务来增强气候适应能力。森林面积占土地总面积的比例（SDG 15.1.1）有助于减缓气候变化，因为森林植被能够吸收和储存大气中的二氧化碳。如图 1-20 所示，东南亚地区在该指标上实现了目标（17%），得分为 100 分。东亚以 90 分紧随其后，但 2010—2021 年间得分略有下降（-0.01%）。日本和韩国的森林面积占比都超过 60%，但中国和蒙古国

的较低得分拉低了整体得分。2021 年，中国的森林面积占土地总面积的比例达到 23%，通过进一步扩大森林面积，中国有望为减少二氧化碳排放作出更大贡献。南亚地区 2010—2021 年间提升了约 5.65%，但在该指标上仍有巨大提升空间。

中亚和西亚的干旱和半干旱气候对自然密集森林覆盖的增长构成了挑战，导致森林面积占比较低。在西亚原本适宜森林生长的地区，由于砍伐和过度放牧，森林退化严重。然而，通过新技术和创新方法（如太阳能滴

灌、液态纳米粘土、雾露收集、耐盐植物等)，中亚和西亚的沙漠地区不仅有机会恢复森林，还能创造新的森林区域，克服水资源短缺、土壤贫瘠和极端温度等挑战。



图 1-20 2010—2021 年亚洲各次区域森林面积占比 (BE2, SDG 15.1.1) 表现

资料来源：全球绿色增长研究所 (GGGI) 绿色增长绩效评估项目组 (GGPM)。

扩大亚洲森林面积不仅有助于减缓气候变化，还能增强对洪水、干旱等日益严重的气候变化影响的适应能力。将森林和其他关键生物多样性区域划入保护区有助于保护和保育这些生态系统。图 1-21 展示了亚洲各次区域关键生物多样性区域 (KBAs) 受保护



图 1-21 2010—2023 年亚洲各次区域关键生物多样性区域 (KBAs) 受保护区覆盖比例 (BE1, SDG 15.1.2 和 SDG15.4.1) 表现

资料来源：全球绿色增长研究所 (GGGI) 绿色增长绩效评估项目组 (GGPM)。

区覆盖的平均比例（SDG 15.1.2 和 SDG 15.4.1）方面的表现。由于得分普遍低于 40 分，该区域通过扩大指定保护区来保护森林的潜力巨大。2010—2023 年间，东南亚在该指标上提升最为显著，增幅达 27.06%。南亚和西亚分别以 23.94% 和 22.70% 的增幅位居其后。东亚在保护关键生物多样性区域方面落后于东南亚和南亚。与森林面积占比的表现类似，西亚和中亚在关键生物多样性区域受保护区覆盖的平均比例上表现最差，2021 年得分低于 26 分。

## 1.4 结论：绿色增长的挑战与机遇

亚洲的绿色增长表现非常多样化，不同次区域面临不同的挑战，需要采取多样化的政策干预措施以创造绿色经济机遇。基于三大关键支柱（包括气候战略及配套法律法规、宏观经济与部门政策，以及市场力量，如第二章第 1 节所述）对亚洲绿色转型至关重要。此外，区域知识转让和资金支持将帮助落后国家在农业、废弃物管理、可再生能源、电动汽车（EVs）、数字化、可持续金融、制造业、交通和建筑等亚洲取得重大进展的领域实现跨越式发展。第二章第 1 节将提供全球绿色增长研究所（GGGI）的案例研究，展示这些关键领域的政策和投资支持。

亚洲在高效和可持续资源利用方面的绿色增长表现呈下降趋势，尤其是在东南亚、南亚和西亚地区。然而，该地区许多国家一直在支持和推进绿色技术与制造业发展，这将有助于改善能源、材料、工业和数字经济等相关领域的表现。第二章第 2 节将讨论亚洲如何推广先进电池材料、可生物降解塑料、绿色氢能及氢基燃料、潮汐能、碳捕集利用与封存（CCUS）以及数字化碳管理平台来应对气候变化、减少污染和提高资源利用效率。该章节还将重点介绍 GGGI 的“绿色创业者”（Greenpreneurs）倡议，该倡议旨在解决气

候技术创业者的资金缺口，特别是在循环经济（CE）和废弃物管理领域，目前已支持超过 433 家企业，其中包括许多亚洲企业。

亚洲在促进环保技术资金支持方面的绿色增长指数得分普遍较低，这对绿色创新以及可再生能源领域产生了负面影响（见第 1.3.2 节）。第二章第 3 节将讨论该地区巨大的气候融资需求，并强调亚洲经济体需要各类资本提供者的支持，并采用多种创新工具以填补资金缺口和推动绿色转型。该节以绿色债券为例，GGGI 通过绿色融资框架支持这一债券，重点关注气候智能型农业（CSA）项目，该债券获得了 Sustainability Fitch 的“优秀”评级。

由于保护关键生物多样性区域和森林区域方面得分较低，亚洲在生物多样性和生态系统保护方面表现不佳，尤其是在中亚和西亚地区。第 1.3.3 节强调了亚洲各次区域在生物多样性和森林生态系统保护方面的适应机遇。第三章将讨论为何投资自然生态系统，以及如何通过协同效应将气候变化适应与减缓、生物多样性保护和生态系统恢复相结合，以增强气候韧性。针对特定环境挑战设计的金融工具和机制对于自然相关项目的成功至关重要。该章节将提供 GGGI 支持的乌兹别克斯坦咸海生态恢复项目的案例研究，咸海因水资源管理不善、气候变化和蒸发加剧正面临生态和生物多样性危机。

亚洲在可再生能源和生态系统保护方面的表现目前不足以克服减缓挑战并创造适应机会。包括合规市场和自愿碳市场（VCMs）在内的碳市场工具为亚洲国家提供了融资机会，以支持可再生能源和生态系统保护，并推动向低碳经济和韧性社会转型。第四章将讨论亚洲碳市场和气候倡议的各种方法，包括实施 VCM 的挑战。其中介绍了 GGGI 针对全球碳市场的碳交易设施（CTF）倡议，该倡议植根于 GGGI 五年实施碳项目

和支持其成员及合作伙伴国家的经验。

在亚洲缩小气候差距并实现可持续发展需要积极向绿色增长转型。第一章概述了紧迫的气候脆弱性、该地区在实现可持续发展目标方面的进展以及绿色增长在应对这些挑战中的关键作用。本章设定了经济和环境背

景，这对于理解亚洲如何积极推动绿色增长转型，包括气候战略、宏观经济与部门政策以及市场力量（第二章），将自然生态系统融入基础设施建设以增强气候韧性（第三章），以及利用碳市场减少温室气体排放（第四章），是至关重要的。



## 第二章

# 亚洲的绿色转型之路

气候战略和法律法规、宏观经济政策和行业政策、市场力量是推动亚洲绿色转型的三大支柱，科技与金融则是亚洲成功实现绿色转型的关键。

亚洲在农业、废弃物管理、可再生能源、电动汽车、数字化以及可持续金融等关键领域取得了长足进展，在制造业、交通运输和建筑领域也有所进步。在气候变化的大环境下，损失和损害、减缓甲烷排放、公共卫生等重要议题日益凸显。资金紧张、政策分散以及对化石燃料的严重依赖是最严重挑战。

## 2.1 亚洲绿色转型的三大支柱

### 2.1.1 气候战略和法律法规

#### 2.1.1.1 气候目标与气候战略

亚洲国家设定气候行动目标的做法与全球一致，即根据《巴黎协定》制定国家自主贡献 (NDC) 和国家适应计划 (NAP)。亚洲国家的气候行动主要围绕国家自主贡献中的有条件目标和无条件目标展开，部分国家也参考国家适应计划中的目标。亚洲国家的气候行动主要以减缓战略和适应战略为支撑，并越来越重视气候行动的第三支柱——损失

和损害。一直以来，亚洲国家以减缓目标和温室气体 (GHG) 减排为重中之重，近十年来，随着国家适应计划的相继发布，减缓目标取得了迅猛发展。但是对于损失和损害，大多数亚洲国家仍将其作为适应的一部分，置于降低灾害风险和建设韧性的语境之下。

在第 29 届联合国气候变化大会 (COP29) 上，气候融资成为焦点，发展中国家的气候行动融资目标翻了三倍，从每年 1,000 亿美元提高到 3,000 亿美元。《巴黎协定》的这项要素旨在将含糊不清的资金承诺变成清晰明确的量化目标，以期建立信任。预计新集体量化目标 (NCQG) 将为亚洲国家提供更完善的政策和法规指引，确保相关政策和法律法规与气候行动目标更加一致。

加强对资金动员和政策一致性的重视，对推动各国实施宏观经济政策和激励政策至关重要。随着各国逐渐细化国家自主贡献和国家行动计划，金融投资、绿色科技以及支持性政策的重要作用也日益凸显。各国的能源需求和建设能力各不相同，在它们寻求共同解决方案时，这些投资能够为加强区域合

作创造机遇。

全球普遍设定了气候行动目标并且愈加重视资金动员，在此背景下，让我们将目光转向亚洲主要温室气体排放国的排放特点和气候战略。理解这些战略，对于评估亚洲地区对全球气候行动的贡献至关重要。

### 亚洲主要排放国的国家自主贡献

根据欧盟委员会排放数据库的数据，中国、印度和印度尼西亚是亚洲的三大温室气体排放国，排放量分别是 15.9 吉吨、4.1 吉吨和 1.2 吉吨，日本（1.04 吉吨）、伊朗（1 吉吨）和沙特阿拉伯（0.81 吉吨）紧随其后（图 2-1）。<sup>1</sup>



图 2-1 2023 年亚洲各国温室气体排放量

中国的国家自主贡献包含两大目标：2030 年前实现二氧化碳排放达峰，2060 年前实现碳中和（“双碳”目标）。“双碳”目标具有显著特征，既明确承认未来将出现排放峰值，也提出为尽可能降低碳达峰影响而正在采取减缓和适应行动。为实现“双碳”目标，中国政府出台了一系列分阶段政策和指导文件，包括《国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰和碳中和工作的意见》以及《2030 年前碳达峰行动方案》，后者围绕六大重点领域提出了实施碳达峰的十大行动。中国的国家自主贡献将可再生能源、森林和气候风险管理列入适应措施。中国不仅在国家层

面开展行动，还深入省级确保全面实施。根据联合国报告，2021 年，中国碳排放强度较 2005 年下降 50.9%，这得益于关键领域的进步：非化石能源消费比重提高至 17.9%，全国森林蓄积量增加 649.3 万立方米。

印度的国家自主贡献目标是到 2030 年使 GDP 排放强度较 2005 年下降 33% ~ 35%<sup>2</sup>，力争在 2070 年前实现净零排放<sup>3</sup>。能源和林业是重点领域，目标是增加非化石能源消费比重，通过植树造林增强碳汇能力。此外，交通、工业、农业和废物处理也是优先领域。与中国类似，印度的国家自主贡献也将气候适应作为重要内容，着重强调在对气候变化最为脆弱的领域增加投资。发展氢能生产等气候技术和鼓励创新是关键目标。

1 Crippa, M., Guizzardi, D., Pagani, F., Banja, M., Muntean, M., Schaaf, E., Monforti-Ferrario, F., Becker, W.E., Quadrelli, R., Riskey Martin, A., Taghavi-Moharamli, P., Köykkä, J., Grassi, G., Rossi, S., Melo, J., Oom, D., Branco, A., San-Miguel, J., Manca, G., Pisoni, E., Vignati, E. and Pekar, F., GHG emissions of all world countries, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2024, doi:10.2760/4002897, JRC138862.

2 IEA, February 2024: Nationally Determined Contribution (NDC) to the Paris Agreement: India.

3 UNDP, November 2023. <https://climatepromise.undp.org/what-we-do/where-we-work/india>.

在能源行业，印度尤其重视电动汽车的推广和节能基础设施的建设<sup>1</sup>。

相比之下，日本在林业方面重点运用 LULUCF ( 土地使用、土地使用变化和林业 ) 信用额<sup>2</sup>，并设定了更具雄心的目标——在 2050 年前实现碳中和。日本计划将温室气体排放量减少 46% ( 若排除 LULUCF 信用额则为 42% )。印度尼西亚政府于 2024 年 11 月宣布将提前 10 年实现碳中和目标，即到 2050 年实现碳中和。印度尼西亚的重点领域与亚洲主要排放国高度一致<sup>3</sup>。

在中东地区，沙特阿拉伯和伊朗是主要化石燃料出口国，在制定气候战略时，必须考虑尽可能降低对经济的影响。中东地区高昂的化石燃料补贴给减排工作带来了很大障碍。此外，与亚洲其他国家相比，中东国家的减排成本相对较高，据估算，要实现 19% 的减排目标，每吨二氧化碳的减排成本可达 100 美元<sup>4</sup>。与亚洲其他国家不同，由于基准年 ( 2011 年 ) 的可再生能源比重偏低，且可再生能源实施成本居高不下，中东地区要想实现减排目标，还是要从化石燃料发电入手。因此，中东地区的减排目标相对温和，例如，伊朗的目标是到 2030 年较“一切照常”( BAU )

情景减排 12%。同样，沙特阿拉伯的国家自主贡献目标是到 2030 年减少 1.3 亿吨二氧化碳当量，仅占总排放量的 0.42%<sup>5</sup>。沙特阿拉伯的 2030 年和 2060 年承诺高度依赖碳捕集与封存 ( CCS ) 技术<sup>6</sup>，而碳减排政策的实施仍显不足。伊朗的最新国家自主贡献目标是到 2030 年较“一切照常”情景减排 4% ~ 12%，但是，鉴于“一切照常”情景基线不无夸大成分，伊朗很可能超额完成任务。但是，在经济挑战的冲击下，资源被重新分配至经济复苏，气候行动进展被迫放缓<sup>7</sup>。

亚洲主要排放国设定有条件的国家自主贡献目标，这为加强亚洲与全球气候目标的一致性提供了重要机遇。例如，印度尼西亚有潜力加强承诺，日本也可以进一步提升其雄心。此外，在这些国家增加气候融资，将为加快开展有影响力的气候行动、推动可持续投资创造重要机遇。

#### 东盟国家的国家自主贡献

一项近期研究表示，根据气候雄心阶段评估标准，可以将东盟国家分为四组<sup>8</sup> ( 表 2-1 )。每组国家各有其自身的特点和需求，研究者也相应提出了建议。该研究的分组情况总结如下：

表 2-1 东盟成员国及其气候雄心分组\*

组别	特点	需求	建议
第 1 组：柬埔寨、老挝、缅甸	“加强全经济体承诺”	“通过其他国内战略 ( 加强或新增行业承诺 ) 加强雄心” “进一步扩大覆盖范围”	“探索可在未来扩大目标覆盖范围的途径”

1 UNDP, November 2023. <https://climatepromise.undp.org/what-we-do/where-we-work/india>.

2 Climate Action Tracker, November 2024. <https://climateactiontracker.org/countries/japan/targets/>.

3 Climate Action Tracker, December 2024. <https://climateactiontracker.org/countries/indonesia/>.

4 Khabbazan, M. Von Hirschhausen, C, December 2021: The implication of the Paris targets for the Middle East through different cooperation options. Energy Economics, Volume 104. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105629>.

5 Khabbazan, M; Von Hirschhausen, C, December 2021: The implication of the Paris targets for the Middle East through different cooperation options. Energy Economics, Volume 104. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105629>.

6 Climate Action Tracker, December 2024. <https://climateactiontracker.org/countries/saudi-arabia/>.

7 Climate Action Tracker, October 2023. <https://climateactiontracker.org/countries/iran/>.

8 Qiu, J; Seah, S; Martinus, M, March 2024: Examining climate ambition enhancement in ASEAN countries' nationally determined contributions. Environmental Development, Volume 49. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2023.100945>.

续表

组别	特点	需求	建议
第 2 组：文莱、新加坡、越南	“扩大承诺覆盖范围”	“整体雄心存在差距，承诺需接受审察”	“加强气候雄心”
第 3 组：马来西亚、菲律宾	“加强行业承诺（包括非温室气体减排目标）”	“战略实施不够清晰明确”	“进一步澄清行业层面的实施情况”
第 4 组：印度尼西亚、泰国	“加强或新增政策与行动”	“更新国家自主贡献，或将国家计划与目标纳入国家自主贡献”	“进一步细化国家自主贡献，便于获得国际支持”

\*上表中所含全部数据均来自 2024 年研究，见下文<sup>1</sup>。

在评估东盟成员国的整体雄心目标时，据估算，到 2030 年，东盟的集体目标将比欧盟低至少 55%<sup>2</sup>。为弥补这一雄心差距，东盟采取了一系列地区性措施和计划，例如可进行多边可再生能源交易的东盟电网项目<sup>3</sup>。

为实现气候目标，亚洲各国普遍以行业为中心制定路线图和战略，并辅以行动计划，明确规定实施步骤、时间节点、相关方责任等。对亚洲各国的总体战略总结如下：

#### 亚洲主要排放国的气候战略和行动计划

2024 年 7 月 31 日，中国发布了《中共中央 国务院关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》，提出了中国的绿色发展总体战略，即“以碳达峰碳中和工作为引领，协同推进降碳、减污、扩绿、增长，深化生态文明体制改革，健全绿色低碳发展机制，加快经济社会发展全面绿色转型。”此前，中国于 2021 年发布了《中国本世纪中叶长期温室气体低排放发展战略》，确定了优先开展气候行动的十大领域及行业。2022 年，中国发布了《国家适应气候变化战略 2035》，对前

者做出进一步补充，着重强调了适应战略。在各种气候目标中，中国正在培育绿色低碳产业发展，包括新能源和绿色汽车产业集群。中国正在建立能耗双控向碳排放双控全面转型的新机制。

2008 年，印度发布了国家气候变化行动计划 (NAPCC)<sup>4</sup>，提出了气候行动的全国总体战略。在多项关键举措中，印度提出了国家太阳能任务，旨在利用国内的太阳能潜力，推广可再生能源使用。为此，印度出台了多项能效措施，包括节能认证、激励措施和公私合作伙伴关系 (PPP) 等。可持续栖息地计划是印度气候战略的另一个重要组成部分，重点内容包括建筑节能规范 (ECBC)、城市规划、电动汽车和公共交通激励措施等。此外，印度还提出了国家水资源使命、绿色印度使命、国家可持续农业使命和国家气候变化战略知识使命等。印度的气候战略还包含一个特殊议题，即喜马拉雅地区生态系统可持续发展的国家任务，致力于保护生物多样性和喜马拉雅冰川<sup>5</sup>。

1 Qiu, J; Seah, S; Martinus, M, March 2024: Examining climate ambition enhancement in ASEAN countries' nationally determined contributions. Environmental Development, Volume 49. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2023.100945>.  
 2 Qiu, J; Seah, S; Martinus, M, March 2024: Examining climate ambition enhancement in ASEAN countries' nationally determined contributions. Environmental Development, Volume 49. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2023.100945>.  
 3 ASEAN Centre for Energy, 2018: Trading Renewable Energy Through the ASEAN Power Grid [Silitonga, Rio J.P.]. <https://aseanenergy.org/post/trading-renewable-energy-through-the-asean-power-grid/>.  
 4 Ministry of Science and Technology of the Government of India, Department of Science and Technology: Climate Change Programme. <https://dst.gov.in/climate-change-programme>.  
 5 Indian J Occup Environ Med., 2009: India's National Action Plan on Climate Change [Author: Pandve, H.T]. Indian J Occup Environ Med. 2009 Apr;13(1):17-19. doi: 10.4103/0019-5278.50718.

日本气候战略以《绿色转型(GX)2040愿景》为指引,核心目标是推广使用脱碳能源。该愿景预计将于2025年3月底最终确定<sup>1</sup>。该愿景与2023年通过的《绿色转型(GX)推进法》相一致,旨在未来十年通过公私合作伙伴关系向绿色转型投资150万亿日元<sup>2</sup>。此外,日本制定了每三年审查一次的战略能源计划,即将发布的第七次战略能源计划将进一步完善上述举措。在既有气候战略的基础上,日本在《绿色转型(GX)推进法》下引入了碳定价机制作为投资激励措施,以期应对气候变化和加强能源安全。《绿色转型(GX)脱碳电力供应法》是前者的补充,也是2023年《绿色转型(GX)推进战略》的一部分。《绿色转型(GX)推进战略》的首要任务是增加对核能和可再生能源等脱碳能源的应用,实现能源自给自足。为促进清洁能源投资,日本还运用转型债券等创新金融工具和其他机制,为国家的低碳经济转型提供助力<sup>3</sup>。

在印度尼西亚,林业与能源是气候战略的关键组成部分。2022年,印度尼西亚提出FOLU Net Sink 2030议程,着重强调通过植树造林计划和可持续林业实践,减少森林砍伐和森林退化<sup>4</sup>。在能源领域,印度尼西亚的关键战略是到2030年逐步淘汰煤炭并实现能源和交通系统脱碳<sup>5</sup>。《国家行动计划:应对气候变化》(2007年)概述了印度尼西亚的总体气候战略,强调可持续农业、林业和灾害复原力<sup>6</sup>。

沙特阿拉伯于2021年全面启动碳循环经济国家计划,强调以碳的减少、循环利用、再利用和消除为目标,减少和抵消碳排放<sup>7</sup>。

伊朗在2017年的国家气候变化战略计划中设定了缓解和适应目标。伊朗于2024年与绿色气候基金(GCF)和联合国粮食及农业组织(FAO)建立合作,以期为该计划的实施提供助力<sup>8</sup>。

### 东盟国家的气候战略和行动计划

在国家自主贡献和国家行动计划的推动下,东盟经济体为实现气候目标制定并实施了多种政策、工具包、指南和倡议。大多数东盟国家已经制定了综合性的国家气候行动战略,例如**泰国**的《2015—2050年气候变化总体规划》, **菲律宾**的《2011—2028年国家气候变化行动计划》,以及**新加坡**的《新加坡2030绿色计划》。国家行动计划通常包含时间表并概述短期、中期和长期活动。国家自主贡献通常分别阐述减缓与适应战略,但各国的具体做法有所不同,虽然都会强调重点领域,但在其他方面各有差别。

例如:

- **柬埔寨**根据《2014—2023年柬埔寨气候变化战略计划》(CCCSP)制定了路线图和利益相关方参与计划。这是一个行业层面的发展路线,不仅包含了行业行动计划,还推进了循环经济战略和行动计划。

- **泰国**制定了国家自主贡献行业行动计划、国家自主贡献支持行动计划,以及聚焦能源和交通的国家适当减缓行动(NAMA)目标。

- **印度尼西亚**的战略途径遵循四项原则:通过整体布局,运用现有最佳实践,将气候议程纳入发展规划主要议题,加强粮食、水和能源领域的气候韧性。此外,性别问题

1 S&P Global, June 2024: Japan launches climate policy review ahead of 2035 deadline for GHG emissions cut [Author: Kumagai, T].

2 US Department of State: 2024 Investment Climate Statements: Japan. <https://www.state.gov/reports/2024-investment-climate-statements/japan/>.

3 aiESG, September 2024: Commentary] Overview of Japan's GX Strategy: Toward Accelerating Green Transformation.

4 Ministry of Environment and Forestry of Indonesia, 2023: FOLU Net Sink: Indonesia's Climate Actions Towards 2023.

5 New Climate Institute, Climate Analytics, November 2019: Scaling up climate action in Indonesia.

6 Republic of Indonesia, 2007: National Action Plan Addressing Climate Change.

7 Climate Policy Database, 2021: Circular Carbon Economy National Program Saudi Arabia (2021).

8 Reliefweb, August 2024: Iran partner with FAO and Green Climate Fund to strengthen climate resilience.

和向绿色就业公正转型也是核心议题。

部分国家将科技作为战略需求的优先事项：

- **泰国**重视转废为能、可再生能源、水资源综合管理（IWRM）以及基于生态系统的适应（EbA）实践。

- **越南**的适应战略侧重应对气温变化、降雨变化、极端天气事件、海平面上升和洪水等主要风险。加强应对灾害韧性和识别易受影响行业是越南适应计划的核心内容。

全球性倡议为地区和国家行动提供帮助，如林业领域的减少发展中国家毁林和森林退化所致排放量加上森林可持续管理以及保护和加强森林碳储量（REDD+），以及能源领域的公正能源转型伙伴关系（JETP）。JETP 是一个政府间伙伴关系，旨在通过发达经济体（如法国、德国、英国、美国和欧盟）向新兴市场提供技术援助和资金，加快淘汰化石燃料。目前，越南和印度尼西亚已经从中受益，更多国家正在制定提案。印度尼西亚已通过实施约束性法规来转变能源供应结构，如第 79/2014 号关于国家能源政策的政府条例。

双边和多边伙伴关系发挥至关重要的作用。不过美国新政府已于近期提出退出 JETP。同时在东盟地区，出于国家主权方面的原因，地区战略通常不具有约束力。

### 2.1.1.2 法律法规

亚洲国家为实现气候目标采取了各种策略，但这些策略的实施往往依赖全方位的法律法规来提供法律基础。这种情况在亚洲主要排放国尤为明显，法律措施对于确保气候战略的实施和既定目标的实现至

关重要。

### 亚洲主要排放国的法律法规

中国出台了多部气候相关法律，为落实气候战略和行动计划提供支持。其中，2021 年颁布的《中华人民共和国湿地保护法》尤其值得关注，该法旨在保护生物多样性，维护湿地的生态功能<sup>1</sup>。更早的法律包括《中华人民共和国循环经济促进法》（2008 年）和《中华人民共和国可再生能源法》，后者规定了强制性接入电网、价格管理条例以及针对政府、企业和用户减免税收等条款<sup>2</sup>。中国气候战略的主要目标行业都有具体法律加以规范，如《中华人民共和国森林法》和《中华人民共和国节约能源法》。此外，《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年）规范了塑料的使用，并加强了生产者责任延伸制度（EPR）。

韩国于 2021 年 8 月通过了《气候变化碳中和与绿色增长基本法》，简称为《碳中和基本法》，将韩国到 2050 年实现碳中和的承诺写入法律。该法于 2022 年 3 月 25 日生效。日本于 2022 年出台了《气候法》，承诺通过推广可再生能源、低碳生产过程、可持续交通和循环经济实现脱碳<sup>3</sup>。为实现目标，日本又出台了《向脱碳增长型经济结构平稳过渡促进法案》（GX 促进法案）<sup>4</sup>，承诺未来十年通过公私合作向绿色倡议提供 150 万亿日元投资。

印度的 2003 年《电力法》和 2006 年《国家关税政策》要求中央和地方监管委员会确保电网的一部分由可再生能源供电。此外，2001 年的《能源保护法》要求在高电耗行业

1 Climate Change Laws of the world. <https://climate-laws.org/search?l=china&c=laws>.

2 Climate Change Laws of the world: Renewable Energy Law of the People's Republic of China. [https://climate-laws.org/document/renewable-energy-law-of-the-people-s-republic-of-china-revised\\_a1ba?l=china&c=laws](https://climate-laws.org/document/renewable-energy-law-of-the-people-s-republic-of-china-revised_a1ba?l=china&c=laws).

3 US Department of State: 2024 Investment Climate Statements: Japan. <https://www.state.gov/reports/2024-investment-climate-statements/japan/>.

4 Japanese Bankers Association, March 2024: Carbon Neutrality Initiative 2024 – Provisional English version.

开展能源审计和能源标签计划<sup>1</sup>。印度尼西亚近年也出台了一些气候相关法律。值得注意的是，2021年颁布的第7号《税收法规协调法》规定了碳定价机制和碳税。此外，2019年通过的第22/2019号《可持续农业种植体系法》旨在促进可持续农业实践。在中东，伊朗有两部引人注目的气候相关法律，即《伊朗可再生能源组织法》和《国家灾害管理组织法》<sup>2</sup>。前者成立了国有企业 Savannah Energy Organization，负责通过研究和能力建设在伊朗开发可再生能源技术；后者向伊朗国家灾害管理组织赋权，重点开展灾害预防和管理工作。

### 东盟的法律法规

由于东盟的非约束性特质，东盟并没有具体的地区性温室气体减排法律，而是由各成员国自行设定目标。但是，东盟为各成员国提供了一套指导方针，旨在协调各国倡议，形成有凝聚力的地区举措。这种方法与欧盟形成鲜明对比，欧盟以约束性法律作为气候行动框架的关键工具。值得关注的有《欧洲绿色新政》(EU Green Deal)和2021年生效的欧盟气候法，近期的“Fit for 55”一揽子温室气体减排计划进一步进行了加强。尽管欧盟的做法未能有效提供全面的实施框架，并因此备受批评，但该计划提出了一系列改进措施，如扩大现有工具的范围，提高行业目标，以及在特定行业新推出排放交易系统。总体目标是到2030年使欧盟温室气体净排放量较1990年至少减少55%。

东盟的气候行动以更广泛的共同愿景为指引。例如，《2016—2025年东盟经济共同体蓝图》在“可持续经济发展”支柱下设定了环境目标，概述了实现《东盟经济共同体

愿景》的战略措施。地区及行业特定指导方针和行动计划对这些总体目标进行了细化，如：

- 《东盟可持续农业指南》和《东盟农业行动计划》

- 《东盟可持续陆路交通战略》

但是东盟并没有明确设定地区性的温室气体减排目标。

在国家层面，东盟各国采取的策略各不相同，重点关注特定行业减排：

- 新加坡关注能源、工业、农业、LULUCF(土地使用、土地使用变化和林业)。

- 印度尼西亚优先考虑水资源、农业、海洋海岸以及健康。

- 菲律宾强调粮食安全、水资源充足、生态与环境稳定、人类安全、气候智慧型产业与服务，以及可持续能源。

柬埔寨等东盟国家也将性别平衡纳入了战略。印度尼西亚等国还明确了除行业目标以外的其他战略需求，如绿色投资、多元化的长期融资来源，以及制定气候融资和灾害风险复原力(DRR)监测和评估(M&E)框架。越南等国家将科技作为另一个重要内容(越南将其纳入了国家自主贡献)。

### 2.1.1.3 适应战略、损失和损害战略以及新兴问题

除减缓措施外，适应战略对于应对气候变化冲击的重要性日益凸显，促使亚洲国家将适应计划纳入更广泛的气候框架中。适应战略正在加速推进，许多亚洲发展中国家在国家适应计划之外，正在制定或已于近期发布了国家适应战略及指南。各国的进展情况如表2-2所示：

1 Indian J Occup Environ Med., 2009: India's National Action Plan on Climate Change [Author: Pandve, H.T]. Indian J Occup Environ Med. 2009 Apr;13(1):17-19. doi: 10.4103/0019-5278.50718.

2 Climate Change Laws of the world. <https://climate-laws.org/search?c=laws&q=Iran>.

表 2-2 亚洲各国的适应战略及损失和损害战略

国家	国家适应计划的状态	国家行业适应计划	国家适应计划的支持文件	对损失和损害的提及情况
柬埔寨	2021 年提交	无	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 柬埔寨国家适应计划融资框架和实施计划</li> <li>- 国家适应计划沟通策略</li> <li>- 国家适应计划进展文件</li> </ul>	国家适应计划：战略目标：通过适应性社会保护和参与式途径减少损失和损害
印度尼西亚	已启动	无	无	无
老挝	已启动	无	无	无
菲律宾	2024 年提交			将气候相关损失和损害作为适应战略和优先事项的关键词
泰国	2024 年提交			国家适应计划：按行业：农业和粮食安全 有利条件（损失和损害评估）
越南	已启动	无	无	
新加坡	无	无	无	
缅甸	无	无	无	
马来西亚	无	无	无	
文莱	无	无	无	
印度	无	无	无	
斯里兰卡	2016 年提交			未明确提及
尼泊尔	2021 年提交	国家健康适应计划：2017—2021 年尼泊尔气候变化健康适应战略和行动计划		作为气候风险和脆弱性，在气候韧性生物多样性、气候韧性建筑、气候韧性基础设施、气候韧性卫生服务规划与实施、预警与多灾害监测系统、工业消防和减缓、森林灾害、性别平等与社会包容（GESI）响应、气候韧性与智能技术中提及。提及于 2025 年前起草国家损失和损害战略及行动计划。
巴基斯坦	2023 年提交	无	无	简要提及
蒙古国	已启动			
乌兹别克斯坦	已启动			
哈萨克斯坦	无			
土库曼斯坦	已启动			
吉尔吉斯斯坦	已启动			

值得注意的是，在上述 19 个南亚、中亚和东南亚国家中，有 6 个国家已经制定了国家适应计划，其中两个国家是在 2024 年刚刚制定完成，表明亚洲国家对气候适应的日益关注。

### 气候适应

亚洲的适应政策和战略侧重于通过多种行业举措、金融机制和区域合作来提高适应能力。为减缓气候冲击，多个国家正在实施气候韧性基础设施计划、减少灾害风险战略以及基于自然的解决方案。例如，中国《国家适应气候变化战略 2035》就强调了气候风险监测、韧性城市规划、智慧农业和基于自然的解决方案。

其他亚洲国家也采取了类似做法：日本将适应纳入长期减灾战略，优先发展防洪基础设施和预警系统。印度的气候韧性农业计划专注于发展抗旱作物、节水灌溉和农林复合以保护农村生计。孟加拉国的穆吉布气候繁荣计划加强对气候智慧城市、可再生能源和可持续渔业的投资，引领从降低风险向强化经济韧性的转变。

除国家举措外，区域合作与金融机制也发挥着至关重要的作用。东盟气候韧性网络 (ACRN) 促进各国分享气候智慧农业和水资源管理知识，中国为推动亚洲地区加强气候风险管理合作做出了极大努力。亚洲开发银行 (ADB) 为适应举措提供支持，如尼泊尔的气候韧性路网项目和菲律宾的洪水韧性住房项目等。市场化工具为应对气候冲击提供了资金保障，如印度和巴基斯坦的气候保险，以及印度尼西亚和马来西亚的绿色伊斯兰债券等。然而，上述举措还不足以填补资金缺口，亚洲地区广泛开展适应行动仍然面临治理挑战和技术限制。因此，加强公私合作、将适应纳入国家经济规划、运用技术驱动型解决方案（这也是中国战略的关键要素）对

亚洲加强气候韧性至关重要。

### 损失和损害

损失和损害在气候行动中的重要性日益凸显，已成为除减缓和适应以外的第三大支柱。《巴黎协定》第 8 条对损失和损害进行了界定，包括灾害风险管理、风险保险产品和风险评估等战略。第 27 届联合国气候变化大会 (COP27) 设立了损失和损害基金，预计将在未来几年内投入使用。斯里兰卡和缅甸等国已经开始将损失和损害纳入国家自主贡献。菲律宾最新的国家适应计划将损失和损害作为一项关键适应战略。

### 新兴问题

随着适应战略的不断演进，甲烷排放和公共卫生等一系列新兴问题正在影响全球气候行动的议程。

#### ● 减缓甲烷排放

第 26 届联合国气候变化大会 (COP26) 期间发布的《全球甲烷承诺》( *Global Methane Pledge* ) 指出，要想实现全球升温 1.5 摄氏度以内的目标，必须对甲烷排放采取针对性的行动。柬埔寨、菲律宾、哈萨克斯坦、印度尼西亚和日本等亚洲国家已经加入该承诺。中国等国家已承诺制定以能源行业为重点的国家甲烷行动计划，并建设监测、报告与核查 (MRV) 体系<sup>1</sup>。东盟—韩国甲烷减排合作机制 (AKCMM) 为全球绿色增长研究所 (GGGI) 实施的区域甲烷减排路线图<sup>2</sup> 提供资金支持。

#### ● 公共卫生与气候变化：“绿色健康”

健康与气候变化的交互影响越来越受到重视，面对气候相关风险，对医疗系统和弱势群体的保护举措不断增加。世界卫生组织的《气候变化与健康：脆弱性及适应性评估》( *Climate Change and Health: Vulnerability and Adaptation Assessment* ) 报告显示，有 412 个医疗机构因气候灾害遭受严重损害，

1 IEA, March 2024: National Methane Action Plan.

2 AKCF, September 2024: [Project] ASEAN–Korea Cooperation on methane. Mitigation.

而且预测这一数字还将继续上升。2024 年第六届亚洲绿色医院国际研讨会 (GHAC) 等区域性活动旨在加强绿色健康意识，提高医疗系统的韧性。拉丁美洲和加勒比地区的“绿色健康” (Green Health) 项目以及哥斯达黎加、巴西和哥伦比亚的绿色医院计划，都值得亚洲其他国家借鉴。尼泊尔推出了一项针对健康行业的适应战略，强调健康已经成为气候危机背景下亟待解决的关键问题。在第 29 届联合国气候变化大会 (COP29) 期间，世界卫生组织呼吁增加对气候健康相关干预措施的投资<sup>1</sup>，特别是建设气候韧性设施。

综上所述，亚洲国家设定了雄心勃勃的气候目标，中国力争到 2060 年前实现碳中和，印度计划到 2070 年实现净零排放。然而，资金限制和对化石燃料的持续依赖仍然是重大挑战。2023 年，亚洲占全球二氧化碳排放量的 50% 以上，煤炭在亚洲能源消费中的比重接近 60%。气候灾害每年给亚洲造成超过 500 亿美元的损失，空气污染每年导致超过 200 万人早逝。要解决这些问题，需要更强大的气候融资、技术创新和针对特定行业的政策干预。

绿色增长战略旨在行动计划的配合下引领各国踏上可持续发展道路。本节讨论了亚洲绿色增长这第一大支柱，其后需要分析相关指南、行动计划和宏观经济政策所针对的关键行业。下一节将就这些重点行业展开讨论。

## 2.1.2 重点行业和政策

### 2.1.2.1 重点行业

能源、农业、建筑、可持续制造、可持续交通和废物管理是亚洲经济体推进绿色转型的重点行业。

#### 能源

COP28 期间的第一次全球盘点 (Global Stocktake) 强调，要实现国家自主贡献目标，

迫切需要在 2030 年前将可再生能源发电能力增加两倍 (达到 1.1 万吉瓦以上)、将能源效率提高一倍。在全球层面，多个关键举措正在推动能源转型。2024 年，由巴西担任轮值主席国的二十国集团发起了全球能源规划联盟 (GCEP)，旨在通过结构化的实施计划和金融资源支持，实现降低成本、吸引投资以及完善能源规划。“一带一路”绿色能源合作行动计划 (2024—2029 年) 加强了可持续能源领域的国际合作。公正能源转型伙伴关系 (JETP) 支持印度尼西亚和越南到 2050 年前逐步淘汰煤炭。

能源行业是亚洲减缓和适应战略的核心要素。2024 年 8 月，中国发布了《中国的能源转型》白皮书。2025 年 1 月 1 日，中国的首部《能源法》开始施行，该法确立了绿色低碳能源发展创新机制，要求明确绿色低碳能源发展的目标。

沙特阿拉伯在《2030 愿景》战略下发布了国家可再生能源计划 (NREP)，旨在最大限度提升沙特王国的可再生能源产量占比，实现本地能源结构的平衡，并履行减少二氧化碳排放的承诺。NREP 的目标是到 2030 年使天然气和可再生能源在能源组合中的比重达到 50% 左右，降低对石油经济的依赖，实现国家能源生产的多元化。

东盟各国将能源视为气候行动的重点行业，通过一体化途径实施与全球和地区目标一致的、有针对性的能源转型战略。印度尼西亚国家电力公司 PLN 启动了电力供应业务计划 (RUPTL)，力争到 2023 年实现 30 吉瓦 (GW) 的可再生能源装机量。马来西亚的国家能源转型路线图设定了到 2050 年达到 59 吉瓦太阳能光伏装机量的雄心目标。菲律宾的国家可再生能源计划力争到 2040 年使可再生能源发电量的比重达到 35%。新加坡正在推进低碳能源研究资助计划，力图推动清洁能源创新。

<sup>1</sup> WHO, November 2024: At COP29, WHO calls for climate-health actions and funding for Asia Pacific.

在地区层面，东盟能源合作行动计划（APAEC）第二阶段（2021—2025年）旨在促进成员国的能源安全与可持续性。与此同时，亚太经合组织经济体正在加强合作，推进将低碳氢作为清洁能源的载体。亚太经合组织近期于秘鲁举行了研讨会，各方对氢能开发进行了讨论，强调了将氢气纳入能源体系的机遇与挑战，并指出需要明确的路线图、监管框架和创新融资机制来支持氢能的应用。

上述举措表明，亚洲致力于加快能源转型，通过国际合作与国内政策的结合，正在朝着可持续和低碳的未来阔步前进。

### 农业

在农业领域，亚洲在国家层面和地区层面都采取了大量举措。在国家层面，**印度**提出了《国家可持续农业使命》，并于2014年发布了实施指南。**老挝**制定了《绿色可持续农业框架》，提出到2030年实现可持续发展。各国的国家倡议也得到地区平台的支持。例如，菲律宾在“亚洲增长”（Grow Aisa）倡议下建立了可持续农业伙伴关系（PPSA），而“亚洲增长”是世界经济论坛和东盟秘书处支持的地区性平台<sup>1</sup>。

在推进可持续农业实践和气候智慧农业时，亚洲国家越来越重视对数字解决方案和可持续价值链的运用。东盟将于2024年11月通过可持续农业行动计划，以实施2022年发布的《可持续农业区域准则》。该计划聚焦支持小农户和恢复受损的生态系统。

值得注意的是，随着COP28对农业粮食系统的重视，全球和区域倡议纷纷涌现，这一细分行业得到广泛关注。联合国粮食及农业组织的2024年路线图概述了变革农食系统、实现粮食安全的十大行动领域。

1 PPSA website. <https://www.ppsa-ph.org/>.

2 IEA, April 2022: Roadmap for Energy-Efficient Buildings and Construction in the Association of Southeast Asian Nations – Timelines and actions towards net zero-carbon buildings and construction.

3 GEF, UNEP, August 2012: Technologies for Climate Change Mitigation – Building Sector. TNA Guidebook Series [Author: Cam, W.C.-N].

4 YaleEnvironment360, December 2013: Singapore Takes the Lead In Green Building in Asia [Author: Ives, M].

### 建筑

建筑行业与能源行业相互交叉，旨在改造现有建筑和开发新的绿色建筑。根据国际能源署（IEA）数据<sup>2</sup>，到2040年，建筑行业的二氧化碳排放量预计将比2020年减少60%。

考虑到社会、经济、地理和特定能力等因素，各国可以选择多种工具来加强建筑领域的减缓和适应战略。例如，《在国家层面确定减缓技术和实践优先级的决策框架》（*Decision-making Framework for Prioritization of Mitigation Technologies and Practices at the National Level*），这是联合国开发计划署和全球环境基金共同开发的技术需求评估（TNA）系列丛书的一部分<sup>3</sup>，该框架可以帮助各国根据其自身情况，识别出具有雄心而又切合实际的解决方案，选择发展低排放建筑行业所需的技术和战略。联合国开发计划署和全球环境基金还发布了《气候变化减缓技术》（*Technologies for Climate Change Mitigation*）报告，列举了关键利益相关方及其利益，强调了能源、水资源和碳封存系统等跨行业合作行动的必要性。

中国、新加坡和越南等国建立了绿色建筑标准和认证体系，用以评估建筑对低排放目标和环境可持续性的贡献。在东盟，新加坡被公认为绿色建筑发展的领导者，其总建筑面积的20%以上已经获得绿色建筑认证<sup>4</sup>。东盟还发起了地区性倡议《东盟能效建筑和建造路线图》（*Roadmap for Energy-Efficient Buildings and Construction in ASEAN*）。

### 可持续制造

在亚洲，包括中小型企业在内的制造业是很多国家经济增长的重要动力。因此，采

用和实施可持续制造实践的重要性不言而喻，一方面可以更高效地利用有限的原材料资源，另一方面可以延长产品的使用寿命。相关做法包括优先选择重复使用材料，避免一次性消费，注意选择环保材料，尽量减少对环境的伤害。一直以来，亚洲凭借较低的制造成本在全球出口中占据主导地位。

可持续制造实践与循环经济原则紧密相连，强调循环产品生命周期和使用环保材料。有研究表明，在亚洲，单位 GDP 生产所需原材料是其他地区的两倍<sup>1</sup>。印度和中国作为亚洲的主要出口国，环境问题日益突出，纺织和皮革行业尤其严重。印度的制革厂在生产皮革制品时产生大量废水，中国的铸造业则排放大量烟雾和粉尘。这些挑战促使国家出台法规，例如，中国颁布了《中华人民共和国清洁生产促进法》，力求减轻环境影响。

亚洲的可持续制造领域有两个重要趋势，一是**创新实践**，二是**可持续发展目标进展报告**。中国香港率先提出的“智能微工厂”是一个值得注意的创新举措。智能微工厂运用人工智能（AI）整合先进技术，建立高度灵活且节省空间的生产系统<sup>2</sup>。这一做法是智慧生产战略的一部分，目的是优化资源配置，降低运营成本。为支持这些创新举措，香港特区政府通过“新型工业加速计划”，向采用新技术和可持续标准的企业提供资助。

放眼全球，对可持续发展指标（如范围 3 排放——来自供应商和产品使用的间接排放）的进展情况做出报告的兴趣日渐浓厚。在亚太地区，许多制造商也被要求报告可持续发展指标的进展。为提高报告的准确性，私营部门之间的合作正在兴起。例如，汇丰银行与新加坡 Univers 合作，以改善获取可

靠、可验证碳排放数据的渠道<sup>3</sup>。

### 可持续交通

中国和印度作为全世界人口最多的两个国家，正在努力推进交通行业的绿色化。中国的可持续交通战略成效显著，新能源汽车保有量 2024 年底达到 3,140 万辆，高速铁路运营里程达到 4.8 万公里，共享单车遍布大小城市。印度正在积极推进公共交通（包括公交车和地铁）的环保性。印度政府提出《加快采用和制造电动汽车》（FAME II）计划，到 2024 年部署 7,090 辆电动公交车，在 64 座大型城市占到公交车总数量的 40% 以上。

东盟制定了地区可持续交通战略，着力解决交通运输行业的巨大能源消耗问题（该行业在 2015 年总能耗的比重接近三分之一）。东盟国家目前的交通政策主要关注私家车，对公共交通不够重视。农村地区交通基础设施不足、城市宜居性面临挑战则是长期存在的问题。

为此，东盟制定了地区和国家层面的指导方针。在地区层面，东盟发布了《地区可持续陆路交通战略》，利用各成员国的专业知识和经验，推动单一市场发展，以期降低成本、建立共同标准以及加强区域一体化。然而，事实证明，孤立的地区性策略不足以应对挑战。东盟成员国报告指出，城市交通面临的主要挑战包括“运输能力不足”、“交通拥堵”和“公共交通不便”。

此外，东盟还面临缺乏资金、缺乏低碳交通和物流路线图、难以获取低碳技术<sup>4</sup>等阻碍，这些难题表明，东盟仍需出台更有力的政策和举措。2020 年，东盟针对 2010—2020 年可持续交通发展目标发布了《曼谷宣言》（Bangkok Declaration），强调进一步采取行

1 International Journal of Production Economics, July 2020: Sustainable development in Asian manufacturing SMEs: Progress and directions. International Journal of Production Economics Volume 225, July 2020, 107567 [Core Writing Team: de Sousa Jabbour, A.B.L, Oly Ndubisi, N, Pais Seles, B.M.R]. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107567>.

2 Sharon, A, October 2024: Hong Kong: AI-Driven Smart, Sustainable Manufacturing.

3 HSBC, October 2024: Raising the bar for supply chain sustainability in Asia.

4 UNESCAP. Review of Developments in Transport in Asia and the Pacific 2024 – Transition towards sustainable transport solutions.

动的重要性。然而，上述挑战至今依然存在。为应对这些挑战，东盟各国正在采取国家层面的举措：

- **菲律宾**：菲律宾政府提出公共事业车辆现代化计划<sup>1</sup>，用符合安全标准的低排放车辆取代老旧的吉普尼，以期改善城市交通系统。该计划还提出发展人行道基础设施，加强公共交通，减少对私家车的依赖，探索替代燃料和电动车等新技术。

- **泰国**：泰国重视推动电动汽车成为可持续交通的基石，为此，泰国政府提出，到2030年使电动汽车在国内生产汽车总量中达到30%<sup>2</sup>。

### 废物管理

亚洲的废物管理政策通常比较分散，不同城市的实施情况差异明显。医疗废物、塑料和电子废物等新兴废物预计将显著增加。《全球塑料公约》( *Global Plastics Treaty* ) 谈判预计将于2025年尘埃落定，全球共同目标是到2040年实现无塑料污染。该公约对亚洲国家的影响仍不确定，因为亚洲国家的需求和准备程度相差甚远。

在东盟，印度尼西亚、马来西亚、菲律宾和泰国等国家已经颁布了国家废物管理法，但是目前尚无协调一致的地区性政策。

#### 2.1.2.2 战略需求

亚洲国家在继续优先发展能源、农业、废物管理、建筑、可持续制造和可持续交通等关键领域的同时，也在逐渐明确实现气候目标的战略需求。这些需求通常列明于国家自主贡献，集中在金融、气候科技、能力建设和利益相关方参与等方面。满足这些需求对于确保亚洲国家成功实施行业举措、实现

长期可持续发展至关重要。

为实现各行业目标，亚洲国家通常会在国家自主贡献中描述其战略需求：

### 金融

可持续金融的兴起对于调动投资和引导资源向可持续举措倾斜至关重要。多个国家制定了可持续金融工具的绿色分类法和原则。例如：

- 柬埔寨的《国家融资框架行动计划》为气候适应调动资源。

- 全球绿色增长研究所 (GGGI) 等组织开展的地区性项目，侧重通过能力建设和投资来弥合资金和技能缺口。

近期发布的《东盟各国央行在管理气候和环境相关风险中的作用报告》( *Report on the Roles of ASEAN Central Banks in Managing Climate and Environment-Related Risks* )<sup>3</sup>提出了七项非约束性建议，旨在东盟地区构建可持续金融生态体系。这些建议鼓励各成员国制定国家可持续金融框架。此外，多个国家也在本国推进相关举措。

不仅如此，各国还制定了促进中小微企业创新的融资计划。例如，印度政府为金融机构提供资金，以促进税收减免、调动风险融资，并放宽对机构投资国内风险基金的限制<sup>4</sup>。马来西亚推出了 i-SMEs 速通计划，帮助中小企业快速获得风险投资、在政府采购中得到优先考虑，以及简化专利注册等<sup>5</sup>。

### 气候技术

在东南亚，气候技术产业及创业日渐兴起。根据国际能源署 (IEA) 数据，50% 温室气体减排需求所需的技术尚未发展成熟。

1 RichestPhilippines: Overview of Sustainable Transportation Initiatives in the Philippines. <https://richestph.com/overview-of-sustainable-transportation-initiatives-in-the-philippines/>.

2 SLocat Partnership, November 2023: The Green Revolution in Thailand Steering by Electric Buses.

3 ASEAN, 2020: Report on The Roles of ASEAN Central Banks in Managing Climate and Environment-related Risks. [Core Writing Team: Anwar, R.S, Mohamed, M., Hamzan, S.M, Malek, N.S.A, Zain, M.H.M, Jaafar, M.H, Sani, S, Brazil-De Vera, R.M, Desquitado, M. C. T, Praneepachachon, V., Wong, D, Lim, B. A, Goh, G, Tan, W, and Hong, J]. Kuala Lumpur.

4 Asian Productivity Organization, 2015: Innovation and SME Financing in Selected Asian Economies.

5 Asian Productivity Organization, 2015: Innovation and SME Financing in Selected Asian Economies.

数字化已成为交通运输和金融服务等行业的主要经济驱动力。气候技术市场正在迅速扩张，预计到 2033 年将增长 1,820 亿美元（Statista, 2024）。可再生能源、农业/粮食、循环经济（尤其是废物管理）和交通运输等是重点领域。

在能源行业，生物能、海洋能、地热能 and 聚光太阳能等技术取得了显著增长。到 2023 年，这些能源的总装机容量将达到 171 吉瓦，比上一年增加 5.2 吉瓦。这一增长凸显了它们在亚洲新兴经济体绿色发展中的支柱作用。

#### 能力需求

能力需求多种多样，劳动力技能、知识共享（尤其是通过数字平台）和有效的治理结构等都属于能力需求。

#### 利益相关方参与

在东盟，对众多利益相关方开展广泛参

与，对于政策和法规的制定与实施至关重要。值得注意的是，在亚洲国家，获得环境、工业和财政等主要政府部门的大力支持是不可或缺的。包容性则是另一个重要方面，这需要地方社区和民间社会的积极参与。

国际组织、政府间组织和非营利组织越来越重视项目的包容性。这一趋势在多种举措中都有体现，例如政府和社会资本合作（PPP）。政府和社会资本合作模式日渐兴起，最主要的原因在于分担风险以及加强绿色服务和绿色产品的投资吸引力。

然而，PPP 也存在挑战，包括：（1）国际组织、非政府组织和基层组织提出的项目创意面临资金限制；（2）概念快速演变，政府机构很难在相互冲突的议程中优先考虑这些倡议；（3）需要培育鼓励私营部门深入参与的生态体系。

### 专栏 2-1

#### 全球绿色增长研究所（GGGI）案例研究

全球绿色增长研究所一直积极支持亚洲国家针对重点行业的国家及地区层面的举措。GGGI 重点关注**投资**和**政策支持**两个方面。

1. **投资**：全球绿色增长研究所协助发展中国家通过绿色债券等金融工具筹集资金，提高现有绿色项目的能力和盈利性。

2. **政策支持**：全球绿色增长研究所提供需求评估、政策建议和针对特定情境的咨询服务。

在全球绿色增长研究所的过往项目中，以下项目尤为突出：

##### ● 亚洲低碳建筑转型（ALCBT）

亚洲低碳建筑转型计划在 2023—2024 年期间取得显著发展，特别是在泰国和柬埔寨。该计划由德国联邦经济事务与气候行动部（BMWK）下属的国际气候倡议（IKI）资助，支持柬埔寨、印度、印度尼西亚、泰国和越南五个亚洲国家开展低碳建筑转型。这一倡议聚焦于绿色建筑部门，旨在通过建筑改造和提高能效来减少建筑基础设施的温室气体排放。关键行动包括：（i）使用减少能源需求的材料（如供暖和制冷系统），（ii）在建筑中推广使用可再生能源。该计划促进各国采用相关政策和工具，例如泰国的绿色建筑新规，鼓励使建筑的建造和改造符合可持续标准。

### ● 城市固体废物综合管理 ( IMSWM )

该项目旨在帮助东盟成员国增强固体废物综合管理 ( ISWM ) 能力，发展催化废物投资项目，进而实现到 2025 年向资源节约型和循环经济型社会转型的目标。该项目借鉴韩国在固体废物综合管理方面的经验，致力于推动各成员国形成统一的解决方案，共同应对本地区的固体废物综合管理挑战。该项目与《东盟共同体愿景 2025》和《东盟社会文化共同体蓝图》保持一致，旨在促进可持续城市规划、完善行业协作、加强废物管理和能效管理能力。该项目还为成员国实现可持续发展目标 11，包括推进可持续城市建设、创造废物相关行业的绿色就业机会，以及通过创新技术和最佳实践，为实现《东盟愿景 2040》的复原力和能源安全目标提供助力。

#### 2.1.2.3 宏观经济政策和激励政策

在亚洲，能源、农业、废物管理、建筑、制造和交通等重点行业的气候战略和行动不断演化，表明亚洲各国对可持续发展的承诺日益坚定。随着上述行业在国家和地区倡议的推动下不断发展，满足资金、气候技术、能力建设和利益相关方参与等战略需求也变得更加重要。为进一步加快发展速度，亚洲国家有必要将重心向宏观经济政策和有针对性的激励框架方向调整，为驱动长期可持续增长、确保与气候目标的一致性、加强行业行动的影响力提供必要的架构与支持。

##### 宏观经济政策

财政和金融政策是推动亚洲绿色增长的重要动力，也是地区和国家层面指导方针和行动计划的重要补充。能源行业尤其集中了大量财政和金融政策。

从财政政策来看，亚洲国家为推动绿色转型采取了诸多举措，包括财政补贴、财政资金引导、税收激励、政府绿色采购等。税收激励和补贴是两个最常用的措施。在全球层面，国际合作融资倡议体现了融资模式的创新，例如，2024 年，二十国集团轮值主席国巴西提出了清洁能源财富税计划。在国家层面，印度、印度尼西亚和泰国为推动电动汽车行业发展采取了补贴、增值税减免、退

税、制造商税收激励等措施。这些措施效果明显，电动汽车行业在 2023 年发展显著，销量增长 31%。

政府采购和引导基金也是推进绿色转型的重要财政政策。2020 年，中国设立了国家绿色发展基金，重点投向污染防治、生态修复和国土空间绿化、能源资源节约利用、绿色交通、清洁能源等绿色发展领域。国家绿色发展基金由中央政府出资 100 亿元，总规模为 885 亿元。2023 年 12 月，中国发布了《绿色建材产业高质量发展实施方案》，要求到 2026 年，绿色建材政府采购政策实施城市不少于 100 个。

从货币政策的角度来看，绿色货币政策和宏观审慎政策至关重要。例如，2021 年，日本央行为开展气候行动的金融机构设立了一个总额高达 260 亿美元、年利率为 0.1% 的融资计划，该计划的绩效目标与绿色贷款、绿色债券及可持续发展贷款及债券挂钩，包含在应对气候变化融资支持的资金供应计划中<sup>1</sup>。2021 年 11 月，中国人民银行推出碳减排支持工具。截至 2024 年 7 月，该工具已累计支持金融机构发放碳减排贷款超 1.1 万亿元，覆盖 6,000 多家市场主体，带动年度碳减排量近 2 亿吨。马来西亚推出了旨在促进绿色中小企业发展的低碳转型工具和高科

1 OMFIF, October 2024: Asian central banks are leading green policy innovation [Core Writing Team: Ng, A, Abdelli, M].

技与绿色工具，截至 2024 年 10 月，这些工具已为 550 家绿色中小企业提供了支持<sup>1</sup>。

除财政和货币政策外，行业政策也是驱动绿色转型的关键。例如，越南对重工业行业提出了强制性的绿色行业标准。中国、印度和马来西亚为电动汽车、氢能和电池生产提供大力支持。中国电动汽车行业的发展离不开政府对充电基础设施的慷慨投资。在取得可观进展的同时，应注意不足之处仍有很多，尤其是在建筑行业，大部分建筑仍然依赖化石燃料供暖。灵活的电气化战略和分散的能源系统对支持热泵、节能技术和电动汽车发展至关重要。

### 贸易政策和绿色转型

贸易政策有助于完善清洁能源供应链、减少对化石燃料的依赖、为低碳技术提供稳定市场，在加快绿色转型的过程中发挥着关键作用。随着亚洲崛起成为可再生能源和低碳制造领域的全球领导者，贸易政策对地区经济转型的影响不断加强。自由贸易协定、供应链韧性战略、环境贸易条款都是推进绿色增长的关键要素。

亚洲正在积极地将环境条款纳入地区和双边贸易协议。亚太经合组织（APEC）、区域全面经济伙伴关系协定（RCEP）和全面与进步跨太平洋伙伴关系协定（CPTPP）都包含了关于推进可再生能源贸易、支持清洁技术转移、鼓励可持续生产标准的条款。这些协定表明，亚洲越来越重视通过贸易实现气候目标。

双边贸易协议也为推进绿色贸易提供了强大助力。欧盟与韩国和日本的自由贸易协定中包含了可持续发展章节，提出推动环境

标准、鼓励绿色商品贸易，以及加强供应链透明度。中国和东盟对可再生能源设备制定了低碳技术豁免和关税减免条款，推进对绿色氢能、风能和太阳能的跨境投资。与此同时，印度和日本也通过贸易协定加强了经济合作关系，鼓励对电动汽车、电池存储和氢能生产开展联合投资。

### 激励政策：碳定价和分阶段政策

与气候变化有关的主要财政政策包括碳排放权交易、碳税、补贴和其他碳定价机制。例如，中国于 2021 年启动了覆盖发电行业的国家碳排放权交易体系（ETS），激励企业和投资者转向清洁能源<sup>2</sup>。日本同时实施了碳税、ETS 许可证价格和燃油消费税<sup>3</sup>。国际能源署（IEA）预计，对新兴市场和发展中经济体（EMDE）<sup>4</sup>开展清洁能源投资所需的资金，约有 60% 必须来自私营部门。各行业的政策类型不一而足。

分阶段政策也是达成里程碑目标和跟进可持续发展目标及《巴黎协定》进展的战略手段。代表性的分阶段政策包括：

- **东盟的分阶段森林认证方法（PACt）<sup>5</sup>**：该方法提供一条清晰途径，包括切实可行的步骤、具体的治理角色和更加完善的利益相关方协作。

- **2016—2025 年东盟能源合作行动计划（APAEC）<sup>6</sup>**：该计划目前处于**第二阶段（2021—2025 年）**，2020 年的第 38 届东盟能源部长会议（AMEM）批准了一个子主题：“增强东盟的能源连通性和市场一体化，以实现全民能源安全、可及性、可负担性和可持续性。”该计划采取分阶段方法，根据第一阶段成果制定后续战略，从而确保后续阶段取得更好成效。

1 OMFIF, October 2024: Asian central banks are leading green policy innovation [Core Writing Team: Ng, A, Abdelli, M].

2 Energy Monitor, January 2022: Carbon trading the Chinese way [Author: Roldao, R].

3 OECD, 2024: Pricing Greenhouse Gas Emissions: Key findings for Japan.

4 IEA: Scaling Up Private Finance for Clean Energy in Emerging and Developing Economies: Key findings.

5 ASEAN: ASEAN Guidelines on Phased Approach to Forest Certification (PACt). <https://asean.org/wp-content/uploads/2021/09/AMAF-31-ASEAN-Guidelines-on-Phased-Approach-to-Forest-Certification.pdf>.

6 ASEAN Centre for Energy: ASEAN Plan of Action for Energy Cooperation (APAEC) 2016–2025.

许多亚洲国家仍然严重依赖煤炭、石油和天然气等污染性能源，因此，这种分阶段方法在能源领域尤为重要。分阶段政策的灵活性使各国能够逐步过渡到更清洁和更可持续的能源体系，能够以先前阶段的成果和经验教训为基础确定后续行动，还能识别并应对新出现的或被忽视的挑战和风险。这种迭代过程有助于各国制定更有效的政策，确保在快速演变的环境中不断改进和适应。

在能源领域，创造有利环境，确保能源的安全、可及和可负担，对于部署可再生能源至关重要。相关政策必须建立强大且有弹性的系统，为可再生能源的推广提供支持，尤其是在输配电和能源储存方面。在亚洲市场，市场和监管改革十分必要，因为当前系统不足以管理可再生能源的供应波动。当前系统往往是集中式的，缺乏竞争，难以形成高效的可再生能源市场。此外，可再生能源市场具有高资本投入、低运营成本的特点，需要对此采取特定措施。面对这些挑战，亚洲各国政府采取了放松管制、改革电力市场和重组集中型机构等举措<sup>1</sup>。

在废物管理行业，有学者研究了中国畜牧业环境友好型废物管理（EFWM），这项农业和废物管理的跨学科研究显示，激励机制比抑制措施更为有效<sup>2</sup>。补贴和价格优惠政策的效果最为显著，即通过财政支持和价格优惠的技术工具和科技手段来改变农民的行为。培训政策同样成效显著。在抑制措施中，

直接处罚的效果最好。

在农业领域，有的法规旨在控制除草剂使用 and 市场需求，有的延伸政策旨在提高农民的技能。此外，近期研究表明（图 2-2），生态系统服务付费（PES）和投入物补贴极大鼓励了可持续实践的推广。生态系统服务付费是指直接向提供生态系统服务（如环境保护）的个人付费。投入物激励（如环保作物种子和有机肥料）在印度尼西亚和越南尤为成功。农业领域的激励措施可大致分为以下几类：

激励措施可分为市场机制（如投入物和产出物价格调整、收入转移和补贴补偿）和非市场机制（如技术支持、财政措施和税收）<sup>3</sup>。在东南亚地区，缺乏对碳信用和作物残留的激励措施是导致可持续实践难以推广的主要原因。

可持续交通行业的激励措施也在不断增加，主要方式是通过公共部门补贴来鼓励人们使用公共交通。同时，微型激励措施正在成为一种新趋势，例如欧洲为使用公共交通工具提供价格优惠<sup>4</sup>。

在绿色建筑领域，亚洲经济体正在逐步引入激励措施。新加坡、中国香港和马来西亚采用了三种主要的激励模式：总建筑面积宽免、物业税减免以及两者结合<sup>5</sup>。针对项目开发商的激励措施，同时针对开发商和业主的激励措施，都被证明是有效的<sup>6</sup>。这些激励措施可分为内部措施（取决于用户和建筑管理）或外部措施（由地区或国家政策推动）。

1 ADB, September 2021: Policy Paper – Energy Policy Supporting Low-Carbon Transition in Asia and the Pacific.

2 Yue, D, Sarkar, A, Guang, C, August 2022: Impacts of Incentive and Disincentive Mechanisms for Ensuring Environmentally Friendly Livestock Waste Management. <https://doi.org/10.3390/ani12162121>.

3 El Bakali, I, El Mekki, A. A, Maatla, N, Harbouze, R, December 2023: A systematic review on the impact of incentives on the adoption of conservation agriculture: new guidelines for policymakers and researchers. <https://doi.org/10.1080/14735903.2023.2290415>.

4 eit Urban Mobility: Mastering mobility: public transport microincentives.

5 Journal of Design and Built Environment, December 2018: Building Incentive Structure in the Context of Green Building Implementation: From the Local Government Perspective [Core Writing Team: Basten, V, Ali Berawi, M, Latief, Y]. doi: 10.22452/jdbe.vol18no2.4.

6 Journal of Design and Built Environment, December 2018: Building Incentive Structure in the Context of Green Building Implementation: From the Local Government Perspective [Core Writing Team: Basten, V, Ali Berawi, M, Latief, Y]. doi: 10.22452/jdbe.vol18no2.4.

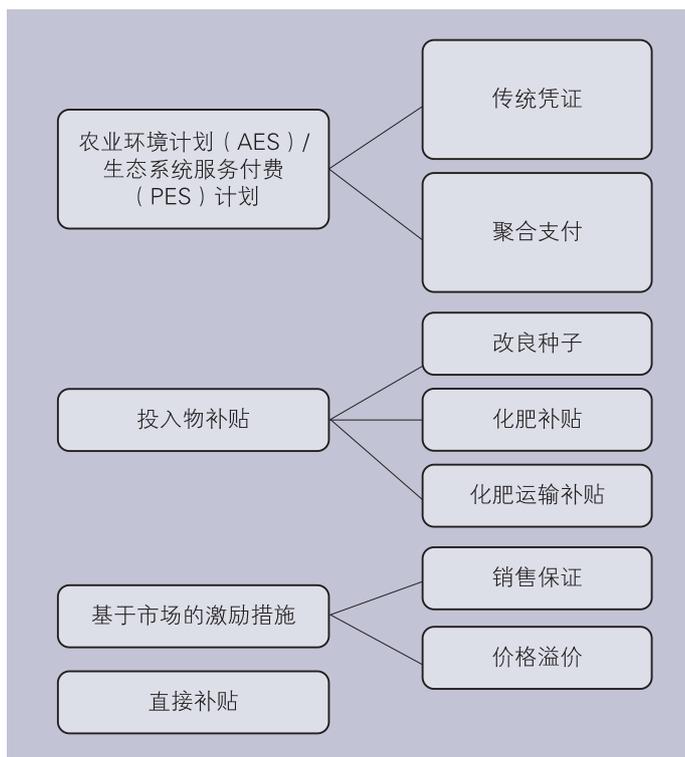


图 2-2 促进保护性农业发展的激励措施类型

资料来源：Yue D., Sarkar A., Guang C. (2022 年 8 月)：《激励和抑制机制对确保环境友好型牲畜废物管理的影响》。doi: <https://doi.org/10.3390/ani12162121>。

一项研究显示，推动绿色建筑激励措施增加的首要推动因素是提高资源效率，其次是提升建筑的舒适性。总建筑面积宽免通常与其他指南一起实施，例如中国香港的《可持续建筑设计指南》(SBDGs)，以及中国香港和新加坡的绿色建筑(GB)认证标签计划。在香港，如果满足当地设定的绿色建筑标准，可以在计算总建筑面积宽免时额外获得建筑面积奖励（最高上限为 10%），这部分建筑面积将不计入总建筑面积宽免<sup>1</sup>。这种激励措施在地价高昂的高密度城市极具吸引力。

在可持续制造业领域，各国采用税收减免和补贴等财务激励措施，鼓励企业投资于创新型可持续技术。在印度，与可持续发展挂钩的贷款因低利率而越来越受欢迎，改善了绿色行业企业的融资渠道<sup>2</sup>。可持续制造业也有其他激励措施，例如对采用创新绿色做法的员工给予经济奖励，对持续减少资源使用的做法提供资源节约奖金，以及其他类似计划<sup>3</sup>。

#### 废物管理领域的抑制政策

在促进可持续行为方面，抑制政策也在发挥作用。例如，韩国和中国台湾实施了“污

1 Building Research and Information, May 2016: Regulatory incentives for green buildings: gross floor area concessions [Core Writing Team: Queena K. Qian, Ke Fan & Edwin H. W. Chan]. doi: <https://doi.org/10.1080/09613218.2016.1181874>.

2 The Economics Times, May 2024: Tax incentives can help enhance adoption of sustainability manufacturing: Experts.

3 Kaertch, July 2024: Sustainability Incentives: Encouraging Green Practices.

染者付费”制度，对使用纸袋或塑料袋的行为处以罚款。在废物回收法规的实施中运用罚款和通报等手段，例如对错误分类可回收物品进行处罚<sup>1</sup>。中国台湾强制使用带颜色编码的垃圾袋来处理废物，以简化回收工作。但总体而言，目前可用的抑制措施类型比较

单一。

### 可持续交通领域的抑制政策

在亚洲各国，实行严格的车辆排放标准是可持续交通运输领域的主要抑制政策，通过抑制使用高污染汽车，间接促进用公共交通取代私家车。

## 专栏 2-2

### 国际合作激励：国家平台

国家平台将可持续发展领域的利益相关方聚集在一起，最大程度促成伙伴关系与合作。这些平台是各国政府主动设立的国家机制，其目标是在国家范围内创造可持续发展的共同愿景，并与合作伙伴一起制定合作战略，以期实现共同愿景。值得注意的是，国家平台并非正式的政府实体，而是由政府主导的协作空间，其他利益相关方根据国家确定的优先事项积极参与战略的设计和 implementation。

目前的大多数国家平台都是由多边开发银行主导。二十国集团制定了一套非约束性原则<sup>2</sup>，概述了国家平台的运行方式，被视为实施气候行动计划、国家自主贡献、国家行动计划和动员气候资金的重要机会<sup>3</sup>。《二十国集团有效国家平台参考框架》是定义国家平台目标、原则和运作模式的关键文件<sup>4</sup>。

代表性的国家平台包括：

- **公正能源转型伙伴关系 (JETP)**：该平台旨在促进伙伴国向清洁能源转型，由国际合作伙伴集团 (IPG) 主导，在印度尼西亚、塞内加尔、南非和越南运作。多边开发银行提供政策制定和投资资源方面的支持。

- **孟加拉国国家平台**：这是一个旨在解决广泛气候行动问题的宽泛国家平台，涉及多边开发银行、国际捐助方和其他发展伙伴。

国家平台具有巨大潜力，但也面临不确定性和挑战。国家平台的具体目标不够明确——一是专注于项目开发、行业或国家议程，还是创造有利于投资的环境。为解决这些疑问，国家平台必须明确目标、参与者、时间框架、支持机制和资源。研究还指出，国家平台必须建立明确的标准和指标，对平台的成功和成果进行衡量。国家平台的成功，取决于东道国是否具备强大领导力和明确的战略。此外，国家平台还应当将私营部门作为主要利益相关方纳入进来，这既能带来机遇，也能提高透明度和加强问责。

1 APEC, USAID, 2022: Promoting Recyclable Materials Policies in the Asia-Pacific Region – A Study of the Policy Landscape in the Asia Pacific Region.

2 G20 Saudi Arabia 2020 Finance Track, February 2020: G20 Reference Framework for Effective Country Platforms.

3 ADB, African Development Bank Group, AIIB, OCEB, EB, EIB, IDB, Invest, ISDB, New Development Bank, WB Group: Country Platforms for Climate Action MDB statement of common understanding and way forward.

4 ADB, African Development Bank Group, AIIB, OCEB, EB, EIB, IDB, Invest, ISDB, New Development Bank, WB Group: Country Platforms for Climate Action MDB statement of common understanding and way forward.

## 专栏 2-3

案例研究——欧盟 Switch Garment 项目为  
柬埔寨服装行业提升能效提供国际支持

欧盟在柬埔寨的 Switch Garment 项目是亚洲监管框架和宏观经济激励措施的一个具体例子。该项目由全球绿色增长研究所等组织实施，针对柬埔寨服装行业的可持续能源实践，通过对监管框架和宏观经济激励措施的关注，支持柬埔寨向绿色增长转型。该项目表明，国际合作在促进能源效率提升方面具有重要意义，能够推动亚洲的服装业等诸多行业实现绿色转型。

欧盟 Switch Garment 项目由欧盟 Switch Asia 资助，由全球绿色增长研究所、柬埔寨纺织服装制鞋箱包协会（TAFTAC）及 Geres 联合实施，旨在推动柬埔寨服装行业的可持续能源实践。该项目从 2020 年 5 月持续到 2024 年 5 月，目标是在提高柬埔寨服装产业竞争力的同时减少对环境的影响。柬埔寨工业、科学、技术和创新部（MISTI）和环境部（MoE）是该项目的主要政府合作伙伴。

该项目的主要成果之一是制定了绿色工厂示范计划（MGFP），为工厂采用可持续实践提供指导。该计划及其监测工具旨在帮助工厂达成预先设定的可持续性标准，从而获得“绿色工厂”认证，确保符合国家法规。到项目结束时，绿色工厂示范计划已被柬埔寨纺织服装制鞋箱包协会采纳，并获得柬埔寨工业、科学、技术和创新部和环境部的认可，由柬埔寨纺织服装制鞋箱包协会负责实施。

该项目对 50 家参与工厂进行了能源审计，最终 22 家工厂开展了可持续能源投资，超过了 20 家的预定目标，成功筹集资金 263 万美元，高于 200 万美元的预定目标。为支持这些举措，该项目还组织了网络研讨会，为 221 名工厂员工提供了培训，女性参与率达 26%，帮助工厂增强了可持续能源实践能力。

此外，该项目举办了 7 场环境品牌会议，支持开展了两个可持续生物质能试点项目（Wood AI 和识别可持续燃料木材来源项目），促进了业界合作。这些试点项目涉及 7 个国际品牌，旨在改善可持续生物质能在供热和供汽方面的应用。5 个品牌率先试用了用于区分人工林木材与森林木材的 WoodAI 应用程序。项目成果超出预期，为柬埔寨的可持续发展做出了重大贡献。目前，GIZ 正在推进可持续木材供应试点项目的第二阶段。

在资金方面，该项目帮助柬埔寨筹备了气候融资工具（CCFF），该工具于 2024 年 3 月获得绿色气候基金（GCF）批准，预计将为柬埔寨提高能源效率的相关举措筹资 2,500 万美元。

此外，该项目还在四家工厂试点实施了冷凝水回收、太阳能电池板、BLDC 风扇和压缩机系统等节能方案，成功节能 21%~50%。到 2024 年 5 月，该项目已帮助减少二氧化碳排放 5,733.74 吨，基本达成减排 6,000 吨的目标。

在亚洲的绿色化进程中，为有效地从宏观经济激励向市场驱动力量转变，必须认识到，政策框架和金融机制是推进私营部门参与的基础。政府主导的举措，如绿色补贴、

对可再生能源的公共投资等，虽然为可持续增长创造了必要条件，但是真正的力量来自对政府举措做出响应的企业和投资者。随着监管环境的发展和绿色融资工具的普及，市

场力量（包括消费者对可持续产品的需求、企业 ESG 承诺和绿色技术创新）在亚洲的低碳经济转型中发挥着越来越重要的推动作用。这一转变更加表明，政策激励与市场行为之间的互动日益增强，可持续发展不仅是一项合规要求，更是一项核心竞争优势。

### 2.1.3 市场力量

亚洲的绿色转型正日益由市场力量驱动，私营部门、消费者需求和市场监管机制共同推动可持续创新。企业加大对技术创新的投入，推进供应链脱碳，并积极探索绿色商业模式。与此同时，消费者对环保产品的偏好也在加速市场向可持续发展方向的转型。

#### 2.1.3.1 市场力量在亚洲绿色转型中的重要作用

在亚洲应对气候变化和迈向可持续未来的过程中，市场力量发挥着关键作用，其影响主要体现在三个方面：

**1. 推动绿色创新：**私营部门在绿色技术的开发与应用方面发挥着重要作用。从全球巨头到初创企业，各行各业都在推进可再生能源和低碳行业解决方案。金融机构和专业服务公司向具有革新意义的项目注入资本和专业知识，令绿色转型的努力取得更好实效。

**2. 促进可持续消费：**消费者激励措施（如绿色信贷计划、碳奖励以及环保采购低利率）正在引导消费需求向可持续产品及服务转变，为企业开展绿色创新提供了更强大的商业理由。

**3. 提高资源配置效率：**碳定价等市场机制有助于提高资源配置效率。例如，新加坡将逐年提高碳税，推动企业寻找利润与减排之间的平衡。

这些市场力量共同发挥作用，使市场机制成为推动亚洲绿色转型和可持续发展的重要杠杆。

#### 2.1.3.2 市场是绿色转型的催化剂 市场推动绿色创新

私营部门在绿色创新中居于核心地位，在推动绿色创新方面发挥着重要作用，特别是在技术研发、绿色供应链和绿色投资等领域，为区域的绿色转型注入了活力。

● **技术创新：开发低碳与清洁技术。**研发投入方面，私营部门通过加大研发资金投入，推动低碳技术创新。数字化与绿色融合方面，私营部门通过人工智能、物联网、大数据等优化能源使用，降低企业在生产和物流过程中的碳排放。例如，中国比亚迪通过研发和生产新能源电动车以及储能电池，推动全球交通电气化。

● **绿色供应链：推动产业链上下游减排。**建立绿色标准方面，企业在供应链管理中引入绿色采购标准，要求供应商优化生产过程。循环经济方面，企业通过回收、再利用资源实现闭环管理。例如，日本优衣库在生产中使用更多可回收材料，并承诺在供应链中实现碳中和目标。

● **商业模式创新：推动绿色产品与服务。**私营部门通过共享经济模式，减少资源浪费。例如，东南亚的 Grab 通过共享交通服务减少私家车使用，降低城市碳排放。

● **投资绿色项目：促进技术扩散与产业化。**企业通过设立专项基金或风险投资支持初创企业开发绿色技术。例如，中国宝武集团成立碳中和股权投资基金，其绿碳基金在投向上聚焦新能源、新材料、绿色技术、节能环保、污染防治等板块<sup>1</sup>。

● **区域合作：推动绿色创新的国际化。**私营部门通过跨区域合作，将技术、资金和管理经验带入发展中国家，为当地绿色转型提供支持。合作模式包括能源基础设施建设、可再生能源项目开发，以及绿色产业链协同。例如：作为乌兹别克斯坦能源基础设施领域最大的中国企业承包商，自 2014 年进入乌

<sup>1</sup> 宝武绿碳基金：国内最大规模碳中和主题基金。<https://www.shbsq.gov.cn/shbs/bsdt/20230925/372491.html>。

兹别克斯坦市场以来，中国能建在乌兹投资额近 25 亿美元，在建项目合同额超 38 亿美元，业务涵盖风电、光伏、储能、建材等多个领域。2024 年 12 月 13 日，由中国能建投资建设的安集延洛奇 150 MW/300 MWh 储能项目、费尔干纳奥兹 150 MW/300 MWh 储能项目和纳沃伊风光储综合能源项目在乌兹别克斯坦成功并网并顺利开工。

亚洲的中小企业和创业公司在绿色技术

领域表现尤为活跃，正在成为推动区域绿色转型的重要力量。这些企业凭借其灵活的市场反应能力和创新精神，在多个领域展现出独特优势。例如，中国的专精特新“小巨人”企业作为产业链的“隐形冠军”，其企业数量仅占全国企业数量的 0.04%，但专利申请数量占全国企业申请数量的 5.25%。许多“小巨人”企业聚焦于新能源、节能环保、碳捕集与封存（CCUS）等领域的关键技术突破（图 2-3）。



图 2-3 中国专精特新“小巨人”企业在科技创新发展中的贡献突出

注：梯度培育数量更新截止于 2024 年 12 月 1 日，专利申请总量数据统计截止于 2022 年底。

资料来源：中小企业发展促进中心、India Strategic Study、智慧芽、德勤研究。

### 赋能消费需求发展

消费者对绿色产品和服务的需求快速增长，正成为推动亚洲市场绿色转型的重要动力。随着环保意识的提高和可持续消费理念的普及，越来越多的消费者在购买决策中优先选择对环境友好的产品和服务。例如，亚太区电动车市场有望从 2025 年的 2,982.3 亿美元增至 2030 年的 7,146.7 亿美元，复合年均增长率 19%<sup>1</sup>。对于购买绿色产品的个人消费者，银行也会提供较低的信贷利率。例如，印度的太阳能家用系统低息贷款，中国的绿色家电低息或免息分期付款服务，以及日本的环保汽车低息贷款等。

近十年来，中国多家金融机构开展了个

人碳账户实践，鼓励绿色低碳生活方式。蚂蚁集团从 2016 年起对旗下支付宝平台的用户全面上线个人碳账户，在个人碳账户中记录用户的低碳行为所产生的虚拟能量，并交由公益组织、环保企业等蚂蚁生态伙伴在现实世界种下树木，从而实现固碳释氧的减排效果。截至 2024 年 8 月，“蚂蚁森林”用户已超 7 亿人次，该平台已经在中国内蒙古、甘肃、河北等十三个省份完成了超过 5.48 亿棵树木的栽种工作。与此同时，中国数十家金融机构先后推出了个人碳账户，开展了将个人碳账户与普惠金融挂钩的实践，如个人碳账户积分越多则对应的信用等级越高，在信用额度升级、信贷产品利率优惠等方面均

1 APAC Electric Vehicle Market Report, Mordor Intelligence. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/asia-pacific-electric-vehicle-market>.

能享受到更多激励政策。

### 碳定价与碳交易

碳定价与碳交易作为强有力的市场机制，通过将碳排放成本内部化，激励企业采用低碳解决方案，推动亚洲的绿色转型。新兴碳市场不仅促使各行业减少碳排放，还能将碳减排成果转化为经济价值。随着这些机制的不断成熟和扩展，它们将在促进碳信用交易的跨境合作、提升市场流动性方面发挥更大作用，加速该亚洲迈向低碳经济。关于这一主题的深入探讨将在第4章展开。

#### 2.1.3.3 市场挑战和障碍

##### 标准不一

亚洲各国在碳定价体系和绿色产品标准方面缺乏统一性。当前全球没有统一的碳定价体系，很多国家和地区建立了自己的碳市场，但流动性和有效性有差距。而保证碳市场流动性的重要前提是有稳定政策，并提供一套让市场买方认可的标准。绿色产品方面，中国和东盟国家之间的绿色产品贸易受制于认证体系的差异，影响了跨境绿色商品流通。日本的绿色建材认证体系与东盟国家的标准存在技术壁垒，阻碍了绿色建筑材料的推广。

##### 资金不足

绿色项目融资仍面临挑战。世界银行数据显示，亚洲发展中国家在气候相关项目上存在每年约5,000亿美元的资金缺口。小型和中型企业(SMEs)在获得绿色贷款方面尤为困难。例如，在印度，约70%的绿色初创企业面临融资不足的问题。

##### 市场割裂

亚洲各国之间绿色资本产业服务发展不均。例如，中国的新能源车市场快速扩张，而南亚国家由于基础设施不足，市场份额较小。区域间合作机制尚不完善，例如，RCEP框架下的绿色技术合作尚未全面展开。

市场力量是亚洲绿色转型的重要动力，通过统一标准、完善合作机制和资金支持，可以进一步释放其潜力。在未来，亚洲需加强区域间合作，推动技术共享和资金流动，

为绿色转型奠定坚实基础。同时，通过深入发展绿色技术和制造业，亚洲将更全面地实现经济发展与环境保护的平衡。

## 2.2 绿色技术与制造

亚洲正站在全球绿色转型的前沿，技术创新和制造在塑造可持续未来方面发挥着关键作用。面对日益增长的能源需求、环境挑战以及不断变化的政策格局，亚洲正加速推动绿色技术发展，助力脱碳和工业转型。本章聚焦亚洲如何推进绿色技术研发与生产，重点关注先进的电池材料、生物塑料、绿色氢能和电子燃料、碳捕集利用和储存(CCUS)以及数字碳管理平台等关键创新。本章分析了这些技术在各个市场的研发进展、商业化路径和技术转移动态。通过深入探讨这些关键领域，展现亚洲如何利用绿色创新推动低碳转型，提升工业竞争力并为全球气候目标贡献力量。

### 2.2.1 绿色技术：概念与范畴

绿色技术是提高资源和能源利用效率，同时减轻对环境的一系列技术手段和解决方案。伴随绿色技术的推广应用，人类的生产、生活方式正向着更加高效且可持续的模式发生变革。在能源领域，太阳能、风能、潮汐能等清洁能源正逐步替代传统的化石燃料，推动低碳转型的同时提升了能源供应的可靠性和经济性。在交通领域，电动汽车、氢燃料电池车等的快速发展大幅减少了碳排放，并带动智能交通生态的革新。在工业领域，智能化工厂和循环经济理念的实践，在有效降低工业生产的能耗和污染排放的同时，也显著提升了流程效率。

作为全球人口最多、能源消耗和碳排放最多的地区之一，亚洲不仅对绿色技术有广阔市场需求，同时也拥有丰富的清洁能源开发禀赋。借助积极的政策和资金支持，亚洲持续推动绿色技术迭代创新，逐步成为全球绿色技术发展的引领者。

本报告将从以下四个维度综合考量，聚焦

具有突出转型潜力的关键绿色技术，分析其在亚洲的主要进展并探讨未来的发展方向：

- **环境影响**：关键绿色技术应在减少温室气体和污染物排放、降低生态环境负面影响、提升能源和资源利用率等方面贡献突出。

- **社会影响**：关键绿色技术应有助于协调经济增长、环境保护和提升社会福祉，例如解决欠发达地区的能源需求、促进就业和提升生产效率等，为实现更绿色、公平的未来助力。

- **成本竞争优势**：经济性是衡量绿色技术转型潜力的重要因素，不仅需关注当前应用成本，还需充分考虑中长期的降本方向与潜力。

- **市场应用潜力**：关键绿色技术服务于交通、工业等重点转型场景，并在亚洲范围内具备潜在的应用需求。

## 2.2.2 绿色转型动力：亚洲地区的部分关键技术

### 2.2.2.1 关键领域的绿色技术

在上述四个维度的指导下，本报告选择了先进电池材料、生物基可降解塑料、绿氢和氢基燃料、潮汐能、CCUS（碳捕获、利用与封存）以及数字碳管理平台作为分析重点。这些技术覆盖了能源、材料、工业和数字化领域，既在应对气候变化、减少污染、提升资源利用率等环境维度具有显著优势，也具备推动区域经济发展、促进就业和提升社会福祉的潜力。同时，与太阳能、风能、节能或绿色建筑等已进入较高成熟阶段的技术相比，本报告更关注在当前转型阶段具有技术壁垒和创新潜力的领域，以避免重复已有研究。此外，这些技术在成本竞争力和市场应用方面展现了广泛的应用场景和中长期发展潜力，具有跨领域、多场景的综合应用价值，是亚洲绿色转型和可持续发展进程中的关键组成部分。

#### 先进电池材料

电池作为高效、可靠且持久的电能载体，不仅支持了汽车、移动设备等离网场景下的电能替代，也为应对可再生能源发电的间歇性问题提供了解决方案。先进电池材料的发展不仅带来更高的能量密度和更优的充放电性

能，也日益注重提升电池的循环寿命和材料的环境友好性，从而在大规模部署电池储能系统的同时减少资源消耗和潜在的污染风险。

其中锂电池通过锂离子在正负极之间的移动来实现能量的存储和释放，凭借较高的能量密度和充电效率成为当前电动汽车以及其他电子设备的首选电源。而全钒液流电池（简称钒电池）使用含有钒离子的溶液作为电解液，不仅可以经受大量的充放电循环而不会显著降低性能，还具有良好的循环利用性，凭借安全性和经济性的优势，在大规模储能领域备受关注。

#### 生物基可降解塑料

生物基可降解塑料是以植物淀粉、糖类、植物油等天然有机物质为原料，通过生物技术或化学合成方法制成的塑料。这些塑料在自然环境中可以被微生物分解，最终转化为二氧化碳、水和其他无害物质，因此对环境的负面影响较小。亚洲是全球最大的塑料生产区，据统计，2023 年全球塑料总产量为 4.138 亿吨，其中 55.8% 来自亚洲<sup>1</sup>。同时亚洲也具备丰富的生物质原料资源，作为基于石油生产的传统塑料的替代，生物基可降解塑料的应用不仅有助于减少亚洲各国对石油等非可再生资源的依赖，也将显著降低塑料污染对自然生态带来的压力。

#### 可再生能源制氢及氢基燃料

可再生能源制氢技术是指通过风能、太阳能、水能等产生的清洁电力来电解水制取氢气，因在这一过程中不产生二氧化碳排放，制得的氢气也被称为“绿氢”。为改善绿氢在储运和使用过程中的经济性和安全性等短板，可以将绿氢与空气中分离得到的氮气、通过碳捕集技术得到的二氧化碳等进一步合成为绿氨、绿色甲醇等氢基燃料。绿氢及氢基燃料不仅为钢铁、航空、远洋航运等“难减排”行业提供了可行的脱碳方案，合成氨、甲醇等作为当前全球生产及应用最广泛的基础化学品之一，可再生能源制氢技术也为其开辟了更加可持续的生产路线。亚洲多个国

<sup>1</sup> Plastics Europe, Plastics – the fast Facts 2024. <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-fast-facts-2024/>.

家已经制定了氢能发展战略，不仅将其视为低碳转型路线图中的重要一环，还有望提供氢能出口带来新的经济增长点。

### 潮汐能

海洋不仅为人类提供航运、水产和丰富的矿藏，而且还蕴藏着巨大的能量，目前已知的海洋能形式包括潮汐能、波浪能、潮流能、温差能等，其中潮汐能是目前开发利用最为成熟的一种。潮汐发电技术通过捕获潮汐变化过程中海水的周期性流动，将其转化为电能。在亚洲的部分岛国和沿海国家，漫长的海岸线上具备着丰富的潮汐能资源，潮汐能的开发利用在促进其能源结构低碳转型的同时，也将显著提升其能源自给能力。

### 碳捕获、利用和封存 (CCUS)

碳捕获、利用和封存 (CCUS) 解决了日益增长的全球能源需求，尤其是在亚洲地区，自 2000 年以来，该地区 90% 的能源需求已由化石燃料满足。CCUS 技术被提议作为一种

有效的解决方案来满足能源需求，同时最大限度地减少对环境的影响，维持经济增长，并通过创新技术创造商机。为了与《巴黎协定》的目标保持一致，国际能源署 (IEA) 估计，到 2050 年，每年需要捕获 2 亿吨二氧化碳。

过去 CCUS 技术的应用主要由油气企业主导，被捕集的二氧化碳被运送至油田中驱油封存，在达到减排目的的同时提高石油采收率，从而构建起可行的商业模式。而随着电力、冶金、化工等重点行业加快减排进程，CCUS 技术正逐步扩大其应用领域。降低捕集过程中的能耗是削减 CCUS 技术应用成本的核心环节，相较于传统碳捕集技术聚焦从富碳尾气中吸收二氧化碳，直接空气碳捕集技术 (DAC) 利用吸附剂或吸收剂直接从空气中捕集二氧化碳，有望为交通、建筑行业等分散 CO<sub>2</sub> 排放源提供负碳解决方案。

碳捕集利用与封存 (CCUS) 的步骤可以概括如下<sup>1</sup> (图 2-4)：

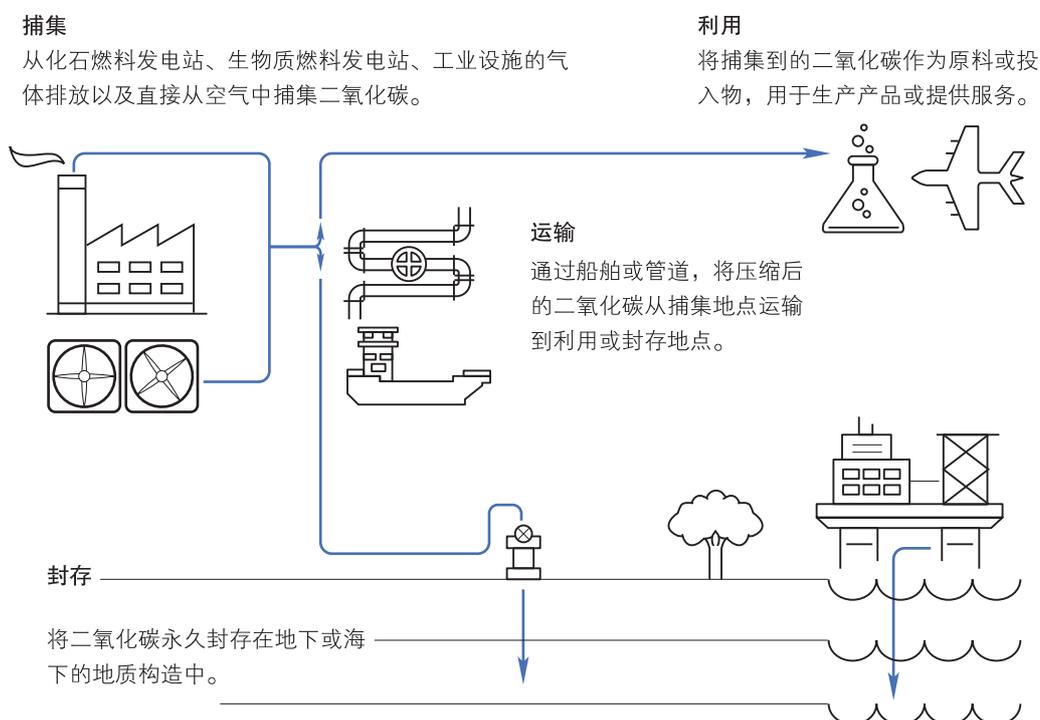


图 2-4 碳捕集利用与封存 (CCUS) 流程

资料来源：国际能源署 (IEA)。

1 Bernard Business Consulting. Decarbonisation, ESG and Sustainability Navigating the Future of CCUS in Malaysia: Insights from Global Case Studies [Author: Teh, R.Y].

1. **来源**：二氧化碳主要来自发电厂和工业设施的排放。

2. **捕集**：通过燃烧后捕集、燃烧前捕集、富氧燃烧或其他燃烧后技术，将二氧化碳从工业过程排放的气体中分离出来。

3. **运输**：通过管道、船舶、铁路、卡车等多种方式，将捕集到的二氧化碳运输至封存或利用地点。

4. **封存和/或利用**：将二氧化碳封存在地下地质构造中或加以利用，例如用于提高石油采收率、生产化学品或制造合成燃料等。

### 数字碳管理平台

数字碳管理平台集成了智能物联网、大数据、区块链、人工智能等新一代信息技术，通过建立能源和原材料的生产消费与碳排放

之间的关联模型，将广泛、实时采集的生产过程数据转化为碳排放量，为碳足迹溯源、减排策略规划、碳交易等提供支持。亚洲地区正经历快速的经济增长和工业化，同时也面临着较为突出的环境与气候挑战。数字碳管理平台提供的分析和洞察将有助于各国政府和企业评估当前减排进展并及时优化调整战略，实现可持续的增长。

在面向未来的可持续发展模式中，多个系统将共同迎接流程、技术、供应链和商业模式方面的深刻变革。上述关键绿色技术将在能源供应、工业制造、交通运输和城市发展等的关键部门中得到更深层次的整合与应用，全面赋能亚洲绿色转型进程（图 2-5）。

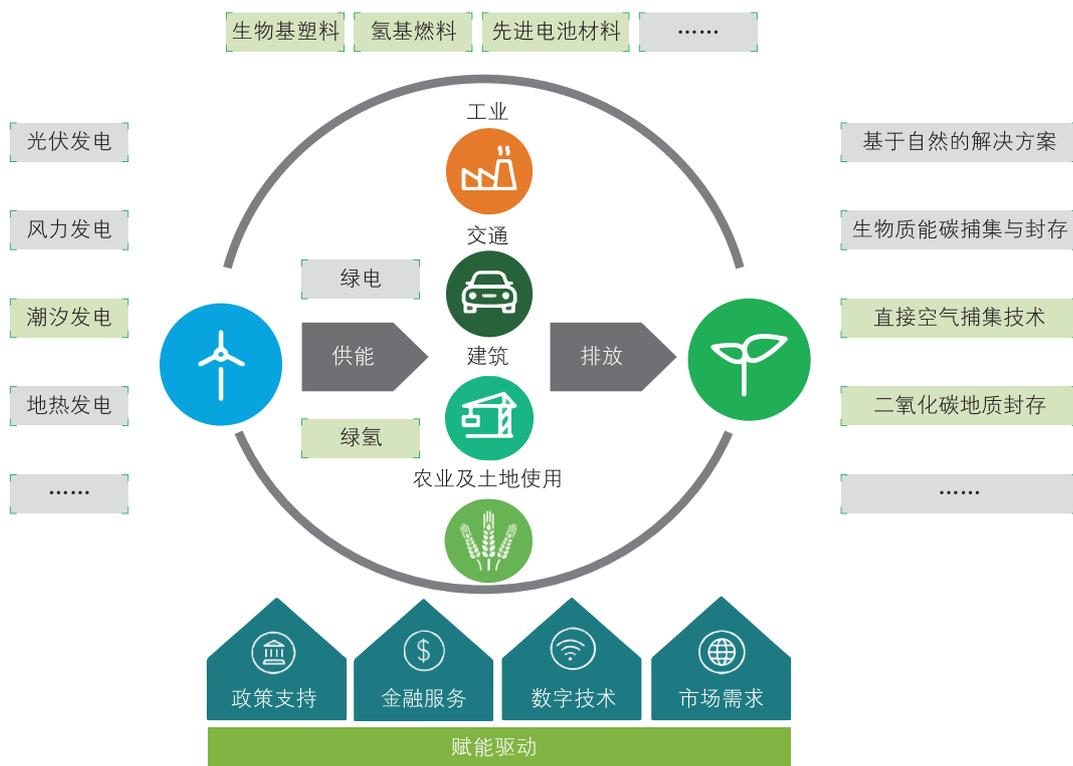


图 2-5 驱动亚洲可持续发展的关键绿色技术

资料来源：德勤研究。

#### 2.2.2.2 技术部署与规模化突破口

关键绿色技术因技术发展阶段与应用场

景不同，在亚洲各国的部署情况呈现差异性。在图 2-6 中以国际能源署的清洁能源技术数

据库以及德勤绿色空间数据库为基础，展示了几大关键绿色技术在亚洲范围内自 2020—2024 年间的应用进展和主要引领者、值得关

注的创新成果以及未来实现规模化部署的主要突破方向。

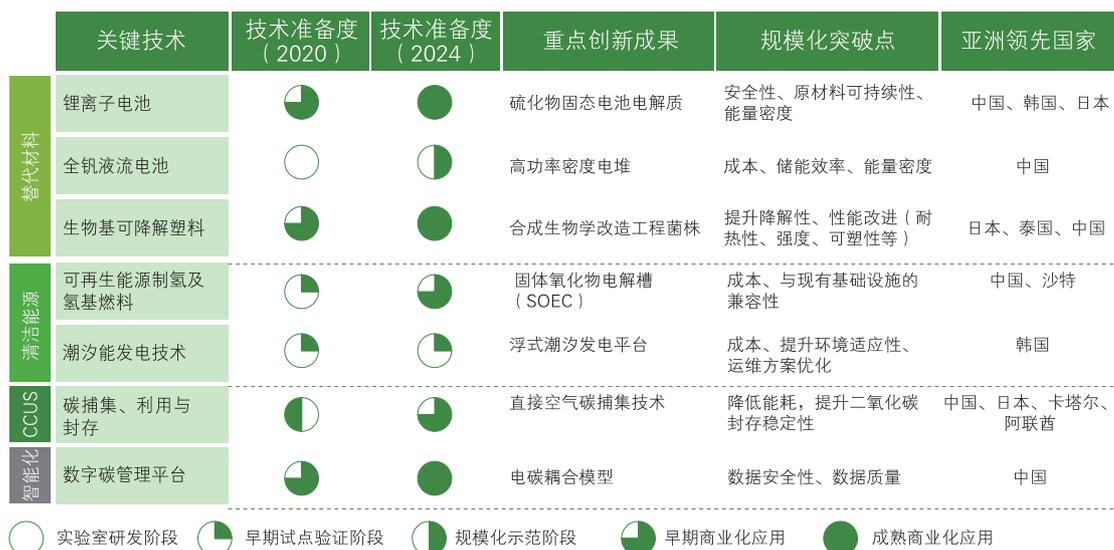


图 2-6 关键绿色技术在亚洲部署现状与规模化突破口

资料来源：德勤研究。

### 先进电池材料

锂电池技术的快速发展为交通领域的电气化提供了关键支持，而中国、日本、韩国三个国家在全球锂电池供应链中扮演着中流砥柱的角色。为满足消费者对于用能体验以及安全性的追求，各大电池厂商持续投入技术创新以进一步提升能量密度、解决热失控等潜在风险因素。与此同时，动力电池装机量的爆发式增长也意味着对上游原材料的需求快速扩大，如何提升原材料的循环性以应对潜在的资源供需缺口，正日益受到关注。当前，硫化物固态电池因其良好的电化学稳定性和在能量密度和充放电速度方面的巨大潜力，成为中、日、韩主要电池厂商研发布局的焦点。日本丰田公司的固态电池生产计划已于 2024 年获得日本政府批准，预计将于 2026 年开始正式生产，有望成为首批推出固态电池驱动乘用车的汽车制造商之一。

在大规模储能场景下，全钒液流电池因其高安全性、极长服役寿命以及易于回收的特性，有望成为中大型储能领域的理想技术路线。中国在这一领域占据领先地位，已落地多个示范项目，2025 年初，首套位于严寒地区的百兆瓦级全钒液流电池共享储能电站——吉林松原乾安中卉玉字储能电站正式投产<sup>1</sup>。

### 生物基可降解塑料

生物基可降解塑料主要包括聚乳酸 (PLA)、聚羟基烷酸酯 (PHA) 等以生物质为原料制成的聚合物材料，其中 PLA 由于优异的生物降解性及生物相容性，已被商业化用做快递包装、塑料购物袋等的替代材料。在全球多国纷纷出台限塑令的背景下，PLA 的产业规模迅速扩大。而 PHA 作为新型的可完全生物降解的热塑性塑料，良好的使用与加工性能使其可广泛应用于微电材料、能源、医药、医用材料等领域，但微生物产率低以

1 中国科学院，我国严寒地区，100 MW/400 MWh 全钒液流电池共享储能电站正式投产。https://www.cas.cn/cg/zh/202501/t20250103\_5044156.shtml.

及提纯困难制约了 PHA 的大规模生产应用。

合成生物学领域的快速发展为新型生物基可降解塑料的产业化带来了新机遇。合成生物学手段即利用相关数据库或是软件平台，针对目标合成产物和合成条件，通过 DNA 合成、DNA 组装、基因编辑等方式改造出理想的工程菌株，并最终放大生产规模，形成兼具生长周期短、目标产物产量高、副产物少、性能稳定、耐受极端环境条件等多重优势的“细胞工厂”。例如成立于 2000 年的中国企业凯赛生物采用合成生物学技术制造生物基塑料，已实现生物法长链二元酸、生物基戊二胺以及系列生物基聚酰胺等多个品类的商业化量产。

### 可再生能源制氢及氢基燃料

可再生能源发电成本以及电解槽生产成本的持续下降叠加政策的积极推动，共同驱动亚洲的绿氢及氢基燃料产业迈入快车道。在过去四年中，亚洲范围内绿氢及氢基燃料项目规划持续落地，根据国际能源署统计，截至 2024 年 10 月，全球运营及在建绿氢年产能已突破 600 万吨，预计 2030 年将增至每年 4,900 万吨。其中中国凭借相对低廉的绿电成本、政策支持以及产业配套优势引领全球，目前运营产能约 12 万吨，在建及计划产能达 176 万吨。而沙特阿拉伯、卡塔尔等西亚国家基于其良好的可再生能源资源禀赋，也提出了雄心勃勃的绿氢产能计划，目前已有超过 60 万吨绿氢产能项目进入建设阶段，若所有项目顺利落地，西亚区域将成为全球绿氢供应链的另一个重要枢纽。与上游供应端产能爆发相对应的是，要快速打开绿氢及氢基燃料的下游应用场景，仍需进一步缩小与传统燃料之间的成本差距，以及提升与现有燃料基础设施之间的兼容性，从而降低设施改造带来的巨额应用成本。

### 潮汐能发电技术

尽管亚洲拥有着丰富的潮汐能资源，并

在十年前就已有大型潮汐能电站项目投入运营，但在过去四年中，亚洲的潮汐能发电技术应用规模并未实现增长。这一方面是由于极端的海洋环境对电站设备的耐腐蚀性和耐久性提出了很高要求，导致潮汐能电站的初始建设及后续运维均需要高额的投资，较为依赖于公共部门的强力支持。另一方面，建设潮汐能电站对地理环境要求较高，有限的应用场景制约了投资意愿。优化能量转化效率以及寻找更加高效的智能化运维方案以提升电站运营经济性，将是推动潮汐能发展技术部署的关键。

### 碳捕集、利用与封存

在过去五年中，在强有力的低碳政策支持下，碳捕集与封存（CCS）技术实现了跨越式发展。根据统计，截至 2024 年 7 月，全球有 50 个商业化 CCS 项目正在运营当中，年捕集规模为 5,100 万吨，而规划及在建的 CCS 项目数量达 628 个，涉及碳捕集规模达到 4.16 亿吨/年<sup>1</sup>。其中亚太地区 CCS/CCUS 新项目数量在 2023 年创下新纪录。

2021 年上半年，东南亚地区共公布了 30 个商业设施，其中 7 个属于碳捕集利用与封存项目，分别位于印度尼西亚、马来西亚、新加坡和东帝汶。碳捕集利用与封存项目正在马来西亚、泰国、印度尼西亚和越南形成集群态势。这些国家正在战略性地建设项目中心，希望通过规模化发展实现经济效益最大化，促进知识共享，解决运输难题，同时从多个设施捕集二氧化碳。

亚洲举措：

- **印度尼西亚**：PT Pertamina 正在与日本合作推进碳捕集利用与封存项目，重点关注利用二氧化碳提高石油采收率（CO<sub>2</sub>-EOR）。该项目已在东爪哇 Sukowati 油田启动。

- **菲律宾**：Alcom 运用高科技热裂解技术，将稻谷加工废弃物（谷壳）和秸秆转化为可持续生物能源，在发热发电的同时产生

1 全球碳捕集与封存研究院，全球碳捕集与封存现状，2024。https://www.globalccsinstitute.com/resources/global-status-report/.

生物炭，提高对稻谷废弃物的碳捕集能力。全球绿色增长研究所 (GGGI) 为该项目提供资金募集和能力建设方面的支持。

### 数字化碳管理平台

随着绿色转型与智能化转型的同步推进，数字化碳管理平台已成为企业实现精细化减排的核心工具，助力企业挖掘减排潜力，识别碳合规风险以及优化碳资产管理策略。由于能源的生产、传输、消费等环节与碳天然存在着密切的联系，建立能碳耦合模型，通过用能数据的精细化追踪，推算出相应的碳足迹，进而驱动科学碳管理，成为数字化碳管理平台的核心技术之一。在数字化技术加速渗透应用的同时，随之而来的数据质量保障、安全与隐私保护等问题也将尤为关键，长效数据治理与开放模式将成为未来数字化技术全面赋能社会绿色转型的底层基础。

### 2.2.3 亚洲的技术研发和产能格局

#### 2.2.3.1 亚洲产能版图

亚洲成为全球电池供应链主导者，贸易环境影响下产能逐步由中、日、韩三国向东南亚国家转移（图 2-7）

伴随近年来电动汽车的迅猛发展势头，锂离子电池作为其中的核心部件在全球范围内广泛应用，据统计，2020 年全球锂离子电池出货量仅为 294.5 GWh（吉瓦时），其中 158.2 GWh 用于为新能源汽车通过动力支持<sup>1</sup>。而在 2024 年，全球锂离子电池出货量已突破 1,545 GWh，其中近三分之二为动力电池。亚洲无疑是驱动这一增长的关键区域，过去四年中，仅中国市场就贡献了 1,056 GWh 的锂离子电池出货增量<sup>2</sup>，而 2024 年全球出货量排名前十的锂离子电池供应商全部来自中国、日本和韩国。

当前，东南亚区域正加快交通电气化转型进程，相继颁布了多项电动汽车激励措施。在政策补贴、潜在市场需求、资源供应优势等

多重因素驱动下，东南亚区域成为各大电池厂商投资建设产能的热点区域。例如 2022 年 11 月，中国电池厂商国轩高科与越南 VinGroup 合资的越南首座磷酸铁锂电池工厂正式破土动工。2023 年 7 月，另一家中国电池厂商亿纬锂能与泰国 Energy Absolute 集团签订谅解备忘录，双方拟在泰国共同组建合资公司，建设年产 6 GWh 以上的电池生产基地。

作为销量超过 500 万辆的全球第三大汽车市场，印度的电池产业同样蓄势待发。2024 年，中国的蜂巢能源、国轩高科等电池厂商以及韩国车企现代和起亚汽车先后签约了在印度的电池产能建设项目。印度本土厂商也在积极行动，塔塔集团在 2024 年 6 月启动了该国首座锂电池超级工厂建设项目，该工厂初始设计产能为 20 GWh/年，后期扩建后可能会达到 40 GWh/年，将促进印度成为锂电产业链上的重要参与国。

亚洲生物基塑料产能快速崛起，技术变革推动中国成为新的主导力量

日本凭借在化工领域的技术积累，过去一直引领亚洲生物基塑料的发展。例如成立于 1949 年的日本化工企业 Kaneka，早在 20 世纪 90 年代开始布局 PHBH 研发，并于 2019 年底建成产能为 5,000 吨/年的 PHBH 工厂，成为全球 PHBH 的主要供应商之一。PHBH 属于生物降解材料——聚羟基脂肪酸酯（PHA）的一种，以植物油为原料通过生物技术生产，相较于其他生物基塑料具有更优的可降解性。2022 年，Kaneka 投资 150 亿日元建设新生产基地将其产能拓展至 20,000 吨/年，并计划在 2030 年之前将产能继续扩到 10 万~20 万吨的水平。同时，该公司还将二氧化碳原料化作为技术创新方向，目标是在 2030 年前实现以二氧化碳为原料的 PHBH 量产。

1 EVTank: 2020 年全球锂离子电池出货量 294.5 GWh, 2025 年需求量将迈入 TWh 时代。http://www.evtank.cn/DownloadDetail.aspx?ID=421.

2 EVTank: 2024 年全球锂离子电池出货量 1,545.1 GWh, 储能电池同比增速高达 64.9%。http://www.evtank.cn/DownloadDetail.aspx?ID=593.



图 2-7 亚洲绿色技术产能版图

注：图中西亚区域主要统计范围包含沙特、阿联酋、卡塔尔、阿曼四国。

资料来源：国际能源署，国际可再生能源署，全球碳捕集与封存研究院，EVTank，公开信息，德勤研究。

近年来，在生物制造以及合成生物学等新一代技术的推动下，一批中国企业快速崛起，成为亚洲乃至全球生物基塑料领域的引领者。例如丰原生物已建成10万吨/年的PLA产能并开发了纺织品、汽车内饰、3D打印材料等多个下游产品，初创企业微琪生物则于2023年在湖北宜昌启动年产3万吨PHA的生产基地项目，预计建成后，该基地将成为中国第一、全球第三大PHA生产基地。

此外，泰国丰富的甘蔗和木薯等生物基塑料生产原料供应以及政府的循环经济投资促进政策吸引了全球两大PLA生产巨头美国Nature Works公司和荷兰Total Corbion公司在泰国建设生产基地，随着超过15万吨/年的PLA产能落地，泰国已成为全球第三大PLA出口国。亚洲在全球绿氢产业链中的地位持续强化，中国为核心力量，西亚、南亚也在加快产能建设

全球绿氢产能正在快速扩大，根据国际能源署统计，到2024年末全球制氢电解槽装机规模将达到5GW，而从远期项目规划来看，到2030年全球制氢电解槽装机规模有望达到230GW以上。这意味着如果规划项目顺利落地的话，从2024年开始，每年电解槽装机规模将保持80%以上的年增长。亚洲在全球装机规模中占据最大份额——过去这主要是由来自中国的绿氢及氢基燃料生产需求支撑，目前中国在全球制氢电解槽装机规模中占有近70%的份额，并仍在持续加大对绿氢项目的投资。而随着西亚的绿氢规划项目陆续落地，亚洲在全球绿氢产业链中的领先地位将进一步强化。

在制氢设备供应链上，亚洲同样占据重要地位。到2024年末，全球制氢电解槽年产能预计将达到40GW，其中约60%的产能来自中国<sup>1</sup>。与此同时，亚洲其他国家也在

1 IEA global hydrogen review 2024. <https://www.iea.org/events/global-hydrogen-review-2024>.

加快制氢产业链的建设。例如印度政府推出国家绿色氢能计划，目标是到 2030 年建立 500 万吨/年的绿氢产能，并为此配套了一系列激励政策。根据国际能源署，在 2024 年印度有 1.3 GW 的制氢电解槽产能进入最终投资决策，意味着未来印度有望成为可再生能源制氢领域的主要竞争者之一。

**韩国为潮汐能开发利用先行者，东南亚国家有望凭借资源禀赋和政策支持开启潮汐能发展新篇章**

根据国际可再生能源署统计，截至 2023 年，亚洲潮汐能发电装机规模为 261 MW，占全球规模的 51% 以上。而亚洲的潮汐能开发利用项目主要位于韩国，凭借 256 MW 的装机规模，韩国已成为全球潮汐能开发利用规模最大的国家。

东南亚区域拥有众多岛屿和漫长的海岸线，潮汐能资源丰富，被认为是全球最适宜采用潮汐能发电技术实现绿色能源供给的区域之一。但作为一项仍处于试点阶段的技术，高昂的成本和有限的适用地理条件制约了潮汐能发电技术的发展，在过去十年间，亚洲的潮汐能开发项目进展缓慢。在全球脱碳加速提速的背景下，东南亚国家正开始将目光投向海洋。例如，菲律宾能源企业 Energies PH 在 2024 年与英国海事工程集团( Inyanga Marine Energy ) 正式签约，将建造一座规模约 1 兆瓦 ( MW ) 的潮汐能电站来为卡普尔岛供给可靠、经济且清洁的电能，该电站有望成为东南亚第一座潮汐发电厂<sup>1</sup>。

**亚洲多国启动大规模 CCUS 项目规划，拥有丰富封存资源的东南亚国家正在建设二氧化碳跨国封存中心**

2024 年，碳捕集、利用及封存项目在亚洲范围内继续快速推进。根据国际能源署 ( IEA ) 的数据，亚太地区目前的二氧化碳捕集规模约为 720 万吨/年。根据正在建设和长期规划的项目，这一数字预计到 2030 年将

增至 5,040 万吨/年。

中国凭借强有力的政策支持，已落地 CCUS 示范项目近百个，捕集源涵盖电力、油气、化工、水泥、钢铁等多个行业，目前运营中二氧化碳捕集规模达 330 万吨/年，其中位于甘肃省庆阳市的 150 万吨/年燃煤电厂碳捕集工程在 2024 年进入设备安装阶段，投运后将成为全球规模最大的火电厂碳捕集工程。

在东南亚，2021 年上半年宣布的 30 个商业设施中，有 7 个为 CCUS 项目，分布在印度尼西亚、马来西亚、新加坡和东帝汶。目前，马来西亚、泰国、印度尼西亚和越南正逐步形成 CCUS 产业集群。各国正推动 CCUS 枢纽建设，以最大化规模经济效益、促进知识共享，并解决碳运输相关挑战，同时实现多设施的联合减排。

西亚区域阿联酋、沙特阿拉伯、卡塔尔等国家也提出了雄心勃勃的碳捕集目标，例如沙特阿拉伯在 2024 年提出沙特绿色倡议，其中包含到 2035 年捕获并储存 44 Mtpa 二氧化碳的计划，阿联酋则提出到 2050 年实现 43.5 Mtpa 的碳捕集规模以支持工业部门 32% 的脱碳贡献。

作为 CCUS 战略的一部分，亚洲正积极推动国际合作，例如新加坡与澳大利亚的合作，并于 2021 年成立了亚洲 CCUS 网络。该区域平台旨在促进知识交流、分享最佳实践，并推动 CCUS 区域市场的发展。

CCUS 的发展在很大程度上依赖于完善的存储和运输基础设施。采用区域化策略对于应对这些挑战至关重要，有助于实现共享存储解决方案，并整合能源资源的运输体系。

例如，日本、韩国、新加坡等亚洲国家虽然在 CCUS 技术储备上具备优势，却缺乏充足的二氧化碳封存场地，这些国家正在积极探索与拥有大规模封存资源的印尼、马来

<sup>1</sup> 东南亚首座潮汐电厂，助菲国离岛摆脱化石燃料。<https://www.recessary.com/zh-cn/news/ph-announcement/energies-ph-works-with-uk-firm-build-first-tidal-energy-plant-in-southeast-asia>.

西亚等国家合作，建设二氧化碳跨国封存中心。例如马来西亚国营石油公司 Petronas 在 2022 年与韩国三星重工、三星工程、乐天化工、GS 能源、SK 能源和 SK Earthon 六家企业签约启动 Shepherd CCS 项目，该项目在韩国捕集 CO<sub>2</sub> 并将其封存在马来西亚以支持这些企业的脱碳需求。目前马来西亚和印尼规划及在建碳捕集工程规模已突破 1,210 万吨/年。

CCUS 项目运行在复杂的生态系统中，这不仅需要支持性的监管环境，还需大规模的基础设施投资。在这一方面，亚洲在促进公共部门与私营部门合作方面积累了丰富的经验，这为 CCUS 的发展提供了独特优势。中国作为数智化转型先锋，正在向亚洲各国乃至全球输出智能化碳管理工具与服务

中国在工业领域新一轮低碳转型与数智化转型的融合变革中再次扮演了先锋角色，基于数字化智能化技术带来的流程精简、运营效率提升以及精细化决策，工厂和园区的运营模式日益走向高效和低碳化。截至 2024 年，中国“灯塔工厂”总数已达 72 家，占全球总数的 42%。中国各大平台开发商提供的智能化碳管理工具不仅在中国本土得到了应用验证，近年来中国企业也开始向亚洲其他国家乃至全球输出数字智能化方案与服务。例如泰国规模最大的 AMATA 工业园区自 2022 年起部署了中国企业树根互联的智慧碳排放管理平台 (iCEP)，通过在线采集水、电、油、气等直接和间接碳排放，实现碳足迹跟踪和核算，已覆盖园区内 800 多家制造业客户。

### 2.2.3.2 亚洲区域绿色技术投资与研发

全球绿色技术的投资步伐不断加快，清洁能源相关的投资已经成为主导力量。在此背景下，尽管政府预算逐年增长，但仍然存在显著的资金缺口。为了弥补这一缺口，除了政府的持续投入外，机构和私募基金等私

人部门的投资发挥着至关重要的作用。这种多元化的投资策略不仅有助于亚洲追求可持续发展，也是实现净零排放全球目标的关键。在这一过程中，基础研究和研发被视为投资流向的核心部分，因为它们是推动技术进步和创新的基础，对于实现长期的环保目标和提升竞争力至关重要。

### 政府投资

清洁能源已成为亚洲绿色技术投资的主要目标，而中国在这一领域的表现尤为引人注目。2024 年，中国在能源领域的投资仍然非常强劲，其在清洁能源的投资预计超过 6,500 亿美元，占全球清洁能源投资的三分之一。通过发布《新能源汽车产业发展规划 (2021—2035 年)》《关于加快构建绿色金融体系的指导意见》及《氢能产业发展中长期规划 (2021—2035 年)》等政策 (表 2-3)，中国政府为清洁能源技术的投资奠定坚实基础。在全国范围内，30 个省市纷纷响应，将清洁技术纳入地方发展规划并投入大量资金加速项目落地。同时中国政府还成立多个专注于绿色发展的基金，支持和引导绿色技术的研发和应用。例如，2020 年成立的中国国家绿色发展基金初始规模达 885 亿元人民币，近年来集中力量投资于关键绿色产业，如新能源汽车领域的企业 (阿维塔科技)，以及动力电池和锂离子电池材料行业的融通高科和浙江时代。<sup>1</sup>这些政策举措不仅巩固了中国的区域领导力，也为亚洲的绿色转型提供了强劲动力。

日本和韩国政府投资推动以氢能为核心的能源转型。为实现 2050 年碳中和目标，2016—2020 年、2021—2023 年间，两国的清洁能源投资分别增长约 40% 和 10%。<sup>2</sup>日本通过《实现绿色转型的基本政策》和《氢能基本战略》等策略，明确能源转型路线图，推进氢能和 CCS 等技术投资，并引入碳定价激

1 中国国家绿色发展基金官网。

2 IEA, World Energy Investment 2024.

励企业脱碳投资，未来 15 年政府和民间将合计投资 15 万亿日元用于氢能技术的研究和商业化，并支持建设大型氢能供应链项目。韩国发布了《氢经济路线图》《氢经济发展基本规划》以及《碳中和绿色增长基本计划》，2022 年计划投入 1.3 万亿韩元，通过政策支持与民间融资相结合，推动绿色技术尤其是氢能经济的发展。以“氢能汽车”和“燃料电池”两大优势为核心，构建氢经济产业生态系统。

东南亚多个国家调整能源战略并提升清洁能源投资，展现对绿色技术的坚定承诺。越南在 2024 年批准了第八个电力发展规划，提出重塑能源系统的目标，计划投入 1347 亿美元资金用于电力发展，并大力发展可再生能源技术，使用低排放的氢和氨，并减少对无控制煤炭的依赖。泰国发布《电动车推广计划》，鼓励减少化石燃料使用，计划到 2027 年拨款 340 亿泰铢支持电动汽车行业发展。马来西亚推出《塑料可持续发展路线

图 2021—2030》，致力于推进生物塑料和环境治理。印度尼西亚公布《国家电力总体规划（2024—2060 年）草案》，着重于增加可再生能源和减少煤炭依赖。这些国家在建设低排放电力基础设施扩张，以及推进新型清洁技术落地所做的努力，不仅向国内外投资者释放了积极的信号，还体现了对于未来可持续发展方向的坚定承诺。

西亚国家以能源转型和可持续发展为核心也在加快绿色技术领域投资步伐。沙特阿拉伯通过“愿景 2030”战略，投入巨资发展绿色技术，其旗舰项目 NEOM 包括世界上最大的绿色氢能生产设施，并将重点放在人工智能与清洁能源的结合上，以提升能源效率。阿联酋则通过“2050 年清洁能源战略”，大力投资太阳能、核能和储能技术。卡塔尔正在加速开发先进的碳捕获与封存（CCS）技术，并将其作为天然气出口产业链的重要延伸，同时投资于绿色氢的生产和出口能力建设。

表 2-3 亚洲各地区出台的绿色技术政策

	中国	日本	韩国	西亚	东南亚
锂离子电池技术	《新能源汽车产业发展规划（2021—2035 年）》 2025 中国财政部补贴超 90 亿元人民币推广新能源汽车	《智能出行数字化转型战略》 《蓄电池产业战略》	《2030 二次电池产业发展战略》	-	印度尼西亚：《国家电力总体规划（2024—2060 年）草案》 泰国：《电动车推广计划》，计划到 2027 年拨款 340 亿泰铢支持电动车发展
全钒液流电池技术	-	《能源战略规划》	-	-	-
可再生能源制氢及氢基燃料（绿氢及氢基燃料）	《氢能产业发展中长期规划（2021—2035 年）》	《氢能基本战略》 未来 15 年，日本政府和民间将合计投资 15 万亿日元推进完善氢能供应链	《氢经济路线图》 2022 年计划投入 1.3 万亿韩元发展氢能经济	沙特阿拉伯：Saudi Vision 2030 阿联酋：“uae vision 2021”和“Abu Dhabi Economic Vision 2030”	新加坡：《国家氢能战略》，计划在低碳能源研究资助计划下额外拨出 1.29 亿新元，以支持包括氢在内的低碳技术的发展

续表

	中国	日本	韩国	西亚	东南亚
生物塑料	《“十四五”生物经济发展规划》 《“十四五”生态环境领域科技创新专项规划》	《生物战略 2024》 《塑料资源循环法》	-	-	马来西亚：《塑料可持续发展路线图 2021—2030》
海洋能	《关于加快海洋经济发展的若干意见》	《海洋基本法》 《海洋可再生能源利用促进法》	《2050 年海洋能源开发计划》	-	印度尼西亚：《国家海洋政策》
CCUS	《关于加强碳捕集利用和封存技术推广应用的指导意见》 《关于加快构建绿色金融体系的指导意见》	《碳中和绿色成长战略 2050》	《二氧化碳捕集、运输、封存与利用 (CCUS) 法》	-	-
数字化碳管理平台	《完善碳排放统计核算体系工作方案》	《绿色转型推进法》	《温室气体排放配额分配与交易法》	-	新加坡：《碳定价法案（修正案）》

资料来源：德勤研究整理。

### 私募股权投资/风险投资及国际资金

在政策导向和创新能力的驱动下，亚洲地区的清洁技术行业近年来投资规模不断扩大，吸引大量资本流入，促进了跨区域的科技转移和产业升级。奥纬咨询研究显示，2023 年，亚洲对清洁能源初创企业的风险投资总额同比增长 110%，达到 36 亿美元，约占全球的 30%。其中，中国投资者的本土投资表现突出，总额高达 17 亿美元。<sup>1</sup> 在亚洲其他区域，国际资金和投资者也表现出对清洁技术的强劲支持。东盟分类法（ASEAN Taxonomy）和东盟转型金融指南（ASEAN Transition Finance Guidance）为金融机构提供了可信度和透明度框架，增强资本流动效率。例如，欧洲投资银行（EIB）向东盟成立的催化绿色金融基金（ACGF）投资 1.5 亿欧

元，为其能源、交通和水资源等领域的绿色基础设施项目吸引更多资金。<sup>2</sup> 日本发起的“亚洲零排放共同体”倡议将在 2030 年前为印尼、菲律宾、泰国和越南等参与国的能源项目提供高达 80 亿美元的财政支持。<sup>3</sup> 美国私募股权公司 KKR 向印度专注于为能源密集型行业提供脱碳解决方案的 Serentica Renewables 投资 2.5 亿美元。<sup>4</sup> 国际资金和支持对东南亚的能源转型至关重要。

### 研发与专利

亚洲正在迅速成为绿色技术研发的全球先锋，政策支持、资本投入与创新生态的共同作用推动这一领域的发展。中国在电动车、储能和可再生能源技术的研发领跑亚洲，持续强化从基础研究到产业化的全链条创新能力。例如，由中国地方政府支持，国家重点

1 OliverWyman, Venture Capital Funding For Clean Energy Startups Cools.

2 European Investment Bank, EIB to support green infrastructure development and climate resilience in ASEAN countries with EUR 150 million.

3 Prime Minister's Office of Japan, 《出席推进亚洲零排放共同体（AZEC）相关省厅会议》。

4 White & Case, Cleantech in Asia-Pacific: The wave of the future.

实验室和多家企业共同参与,2024 年在北京成立的全固态电池产学研协同创新平台专注于推动全固态电池技术研究与产业化。IEA 数据显示,2023 年日本对于能源技术的研发预算高达 3.6 亿美元,韩国则为 1.2 亿美元,两国均同比增长约 4 个百分点。以东亚为代表的亚洲在清洁技术领域的创新活动正在加速推进,不仅在促进区域内部绿色低碳发展方面发挥着关键作用,同时也在全球清洁技术革命中扮演着越来越重要的角色。

清洁技术领域专利数量的持续上升,促进技术领域的创新竞争力和可持续发展能力。据中国国家知识产权局发布的最新数

据(图 2-8),2023 年全球绿色低碳专利申请公开量创下历史高点,达到了 19.3 万件,较上年同期增长了 13%,自 2017 年以来首次实现两位数增长。在亚洲地区,尤其是中日韩三国,它们在清洁技术领域的表现尤为抢眼,成为全球清洁技术创新的重要引领者。2023 年的数据显示,中日韩三国的绿色低碳专利申请公开量共计 12.2 万件,占据了全球总量的大约 63.1%。在这三个国家中,中国的申请公开量最为突出,高达 9.7 万件,同比增长 14.5%,这一数字显示出中国在清洁技术研发方面的强劲动力和巨大潜力。<sup>1</sup>

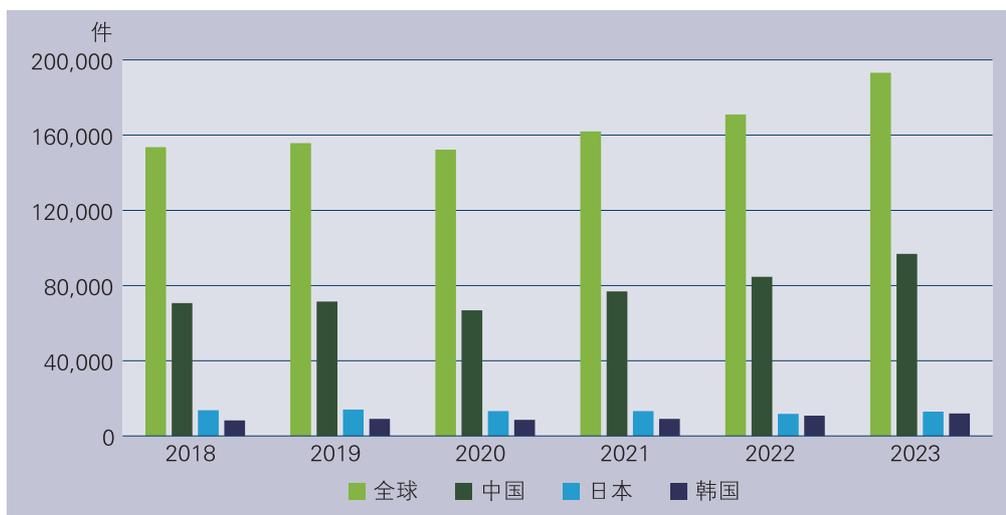


图 2-8 2018—2023 年全球、中国、日本及韩国的绿色低碳专利申请公开量

注：绿色低碳专利是指以绿色低碳技术为主题的专利。绿色低碳技术包括化石能源降碳、节能与能量回收利用、清洁能源、储能和温室气体捕集利用封存等五个技术领域。

资料来源：中国国家知识产权局，《绿色低碳专利统计分析报告 2024》。

### 2.2.3.3 亚洲的技术转移与合作

#### 技术转移：发达国家与发展中国家的绿色差距

随着全球绿色技术市场的飞速扩张和发达国家在此领域的出口激增,发展中国家在这一领域的追赶显得尤为迫切并且挑战重重。根据联合国贸易和发展部门的估算,全球包括人工智能、绿氢和电动汽车在内的 17

项前沿绿色技术,其市场价值将从 2023 年的 1.5 万亿美元增长到 2030 年的 9.5 万亿美元。发达国家绿色技术出口总额从 2018 年的约 600 亿美元跃升至 2021 年的 1,560 多亿美元。同期,发展中国家的出口总额虽从 570 亿美元上升到 750 亿美元左右,其全球出口份额占比却从 48% 以上下降到 33% 以下。<sup>2</sup>这

1 中国国家知识产权局,《绿色低碳专利统计分析报告 2024》。

2 UN Trade and Development, Technology and Innovation 2023.

种差距凸显了发展中国家在技术转移和产业化进程中的结构性挑战。要缩小这一差距，在国际贸易及知识产权的相关规则框架内，应充分考虑发展中国家的特殊需求，更灵活地支持

发展中国家的工业化与创新战略，帮助其实现绿色技术的本土化与规模化应用。这对于以发展中国家为主体的亚洲尤为重要，国际社会在绿色技术转移领域支持将是关键。

### 专栏 2-4

### 低碳技术的贸易碎片化和保护主义

随着各国努力实现减排目标，全球对太阳能板、电动汽车和电池等低碳技术产品的需求将大幅增加。要想降低低碳技术产品成本，确保产品的可及性，充分发挥比较优势，扩大产能和保持贸易开放至关重要。然而，南北贸易碎片化加剧和保护主义抬头给这一进程蒙上了一层阴影。

如图 2-9 所示，发达经济体越来越倾向于在内部交易低碳技术产品，新兴市场和发展中经济体 (EMDEs) 亦是如此，两者之间的贸易往来不断缩减。2015—2024 年间，低碳技术产品贸易额增长 63%，但增长主要发生在发达经济体之间，这些国家之间的出口增长了 78%。相比之下，发达经济体对新兴市场和发展中经济体的出口仅增长了 12%，对低收入国家的出口更是下降了 4%。发达经济体之间交易的低碳技术产品，主要集中在电动汽车、电动公共交通工具和生物燃料相关化学品领域。与此同时，新兴市场和发展中经济体想要满足对可再生能源产品的需求，只能越来越依赖彼此，尤其是中国。重要的是，在这种情况下，新兴市场和发展中经济体难以推进技术扩散和脱碳进程。

发达经济体施加种种贸易限制措施，这些措施不仅影响着中国，也日益波及其他新兴市场和发展中经济体 (表 2-4)，阻碍了它们与关键出口市场的连通，也制约着低碳技术的扩散——鉴于新兴市场和发展中经济体的单位生产总值排放量更高，低碳技术原本可以带来更高回报。新兴市场和发展中经济体是全球净零转型的重要参与者，却因为无法获取最新技术进展而难以实现工业脱碳。新兴市场和发展中经济体本应将低碳技术作为增长战略的核心，利用成熟技术和成本优势增强竞争力，却因贸易碎片化和限制措施而严重受阻。长此以往，由于脱碳进展缓慢，新兴市场和发展中经济体有可能被关键出口市场拒之门外，例如已经实施了碳边境调节机制的欧盟。

面板 1：各组国家的低碳技术进口情况（十亿美元）

面板 2：发达经济体对其他发达经济体、对新兴市场和发展中经济体以及对低收入国家的出口情况（2015=100）

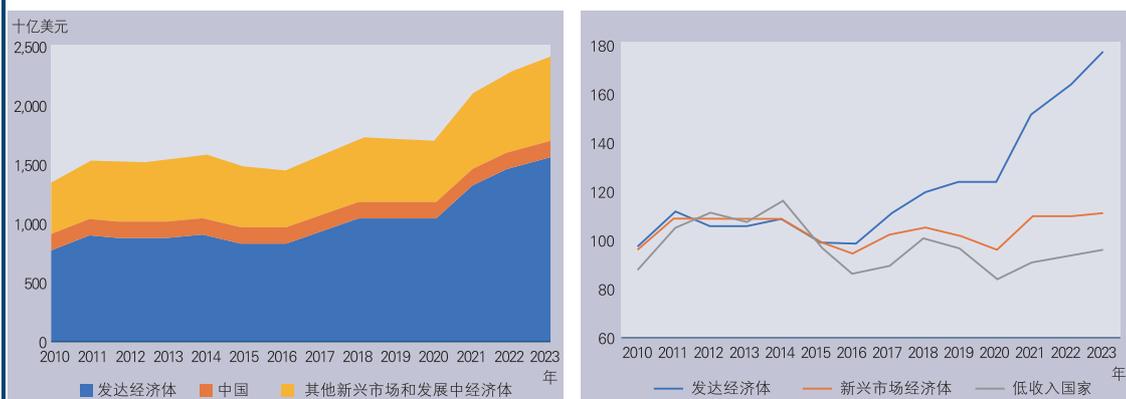
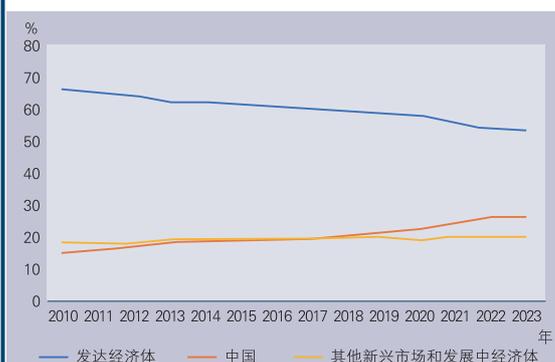
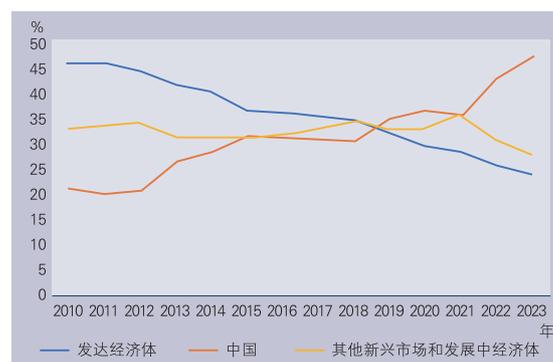


图 2-9 低碳技术产品贸易和保护主义

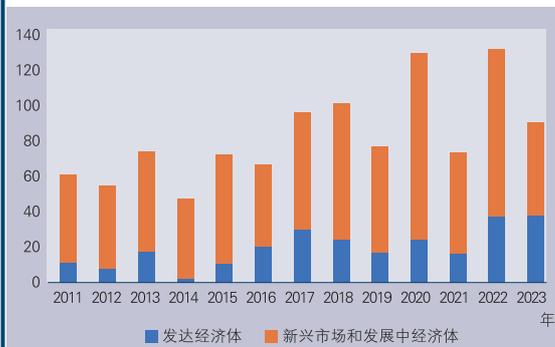
面板 3: 新兴市场经济体从各组国家的进口情况 (占总进口百分比)



面板 4: 低收入国家从各组国家的进口情况 (占总进口百分比)



面板 5: 各组国家新实施的贸易限制措施 (所有低碳技术产品)



面板 6: 各组国家新实施的出口限制措施 (所有低碳技术产品)



图 2-9 低碳技术产品贸易和保护主义 (续)

表 2-4 2023 年受不利贸易限制措施影响的主要国家 (按施加贸易限制国类型分组)

受影响国家	限制措施总数	受影响国家	发达经济体限制措施	受影响国家	新兴市场和发展中经济体限制措施	受影响国家	除中国外的新兴市场和发展中经济体限制措施
中国	80	中国	33	美国	53	中国	52
美国	78	英国	30	中国	52	美国	47
德国	75	美国	29	德国	49	德国	43
英国	73	印度	27	日本	48	日本	42
日本	69	马来西亚	27	韩国	48	韩国	42
韩国	69	泰国	27				

因此, 在新兴市场和发展中经济体投资建设绿色基础设施 (如高弹性能源电网), 构建支持性政策框架, 有助于这些国家提高对先进低碳技术的应用能力。此外, 打破贸易壁垒、促进技术转让, 也有助于加快低碳技术的全球部署, 为实现全球气候目标提供助力。

### 区域合作：亚洲清洁技术的网络化发展

亚洲地区通过多边合作框架和技术转移，深化绿色能源技术领域的交流与合作，推动区域内绿色能源发展。区域全面经济伙伴关系协定 ( RCEP ) 和亚洲太平洋经济合作会议 ( APEC ) 中的亚太替代能源合作 ( APAEC ) 等多边框架，为技术交流与资本动员奠定了基础。例如，2021 年在印度尼西亚和越南启动的“公平能源转型伙伴关系” ( JETPs ) 为动员资本投资清洁能源和支持逐步淘汰燃煤发电提供了框架。在亚洲内部，中国、日本和韩国作为亚洲清洁技术领域的领军者正在关键领域建立全球优势，包括锂离子电池、CCUS 以及氢能技术。根据国际能源署预测，中国的清洁技术出口有望在 2035 年超过 3,400 亿美元。<sup>1</sup> 技术接受国如印度和东南亚国家也通过积极的政策引导和国际合作，快速吸收和应用这些技术。通过这些合作，亚洲正逐步建立起一个更加紧密

的绿色能源技术共享网络，推动亚洲成为全球绿色能源技术的研发和生产基地。

### 内部协作：亚洲技术交流加速转型

在过去，清洁技术转移主要是从发达国家向发展中国家的单向输出，而如今亚洲内部的技术交流呈现加速态势。随着亚洲国家企业“出海”趋势的加强，企业正通过合资企业、研发合作及技术入股等多元化的投资和技术合作模式深化区域协作，并逐渐摆脱单一的 EPC 方式。技术接收方通过获得先进技术，不仅能显著提升自身的技术能力和技能，还能实现成本节约，提高能效，降低生产和运营成本，同时有助于增强企业的市场竞争力。这种内部协作模式也帮助企业应对日益严格的环境法规与标准，实现技术的本土化和可持续发展。亚洲各国在新兴能源技术领域的紧密合作与技术转移，不仅极大地增强了能源独立性，降低了对外部能源资源的依赖，还有助于打造亚洲在全球清洁能源技术领域的影响力。

表 2-5 亚洲国家清洁技术合作形式

合作形式	清洁技术	典型案例	项目意义
EPC	锂离子电池	中国能源工程集团山西电力工程有限公司承担 Sembcorp 开发的新加坡裕廊岛储能项目的设计、采购和建设	通过简化项目管理、风险转移和成本控制，提高了大型储能项目的推进效率和进度
合资企业研发合作	锂离子电池	中国的比亚迪公司与丰田汽车成立合资公司	合作可提升比亚迪在纯电动车市场的竞争力和研发能力，同时提升丰田品质性及安全性
合资企业技术入股	CCUS	中国海油与壳牌成立了合资企业，共同在中国开展 CCUS 项目	壳牌以其 CCUS 技术入股，与中国海油的资源和管理经验相结合，提高合资企业的总能量效率
研发合作	全钒液流电池	新加坡 VFlowTech 与液体存储物流集团 Advorio 签署谅解备忘录 ( MoU ) 以合作扩大新加坡清洁能源存储的钒氧化还原液流电池容量	利用 Advorio 在储能基础设施和运营系统方面的经验和 VFlowTech 的钒氧化还原液流电池技术，在 Advorio 终端设施中部署 VFlowTech 的系统，共同促进液流电池的终端使用
技术许可和授权	氢能 ( 电解槽 )	Nel Hydrogen Electrolyser AS 与印度 Reliance Industries Limited 达成技术许可协议	许可协议授予 Reliance 在印度使用 Nel 碱性电解槽的独家许可，双方还同意通过研发、标准化和模块化，在性能改进和成本优化方面进行合作

资料来源：德勤研究整理。

1 IEA, Energy Technology Perspectives 2024.

## 2.2.4 展望

### 2.2.4.1 关键领域的应用潜力

#### 电池技术革新赋能低空经济，电池应用场景从陆地走向天空

锂离子电池技术的发展驱动了汽车行业的绿色革命，而随着低空经济的爆发，电动飞机（eVTOL）作为当前最有望进入商业化运行的低空飞行器，或将再次掀起交通领域绿色发展模式的新变革。在航空场景下也对电池的稳定性、续航能力和安全性提出了更高要求。2024年中国电池龙头企业宁德时代宣布已经成功试飞4吨级民用电动飞机，飞机采用前沿的凝聚态电池技术，单体能量密度可达500 Wh/kg，足以满足支线客机的供电需求。可预见随着先进电池材料技术的持续迭代，电池行业将在航空领域再次贡献巨大价值。

#### 生物基塑料从“以塑代塑”迈向“以塑代钢”，驱动工业制造绿色新时代

合成生物学为生物基塑料的性能带来更多可能性，未来生物基塑料的绿色价值将不仅限于在包装等领域取代传统塑料，降低白色污染，新型工程塑料的刚性、可加工性、耐腐蚀性等甚至有望取代钢、铝等金属材料，为工业制造和建筑行业的低碳转型铺平道路。汽车行业轻量化发展需求与塑料材料特性高度契合，在车体中“以塑代钢”以减轻能耗已成为汽车设计和制造水平的重要标志，率先释放市场潜力，而随着生物基塑料在纺织、电子、医疗等领域的全面应用，或将带来绿色生产生活方式的全新图景。

#### 浮式潮汐发电平台解锁潮汐能应用潜力，东南亚岛国有望从蓝色经济中受益

高昂的建设成本和运维难度制约了亚洲潮汐能资源的开发，而浮式潮汐发电平台技术的出现有望改写这一现状。采用浮动结构将发电装置部署在浅水区或深水区，由于不需要在海底打桩或建造基础结构，能够显著削减潮汐能的开发成本，同时由于浮式平台不受海底地形和海床条件的限制，有望进一

步解锁潮汐能发电技术的应用潜力。潮汐能发电技术为东南亚区域的小岛屿发展中国家提供可行的清洁能源解决方案，驱动更为绿色、公平的转型。

#### 电氢耦合赋能“难减排”行业脱碳，储能、交通等多个场景有望爆发需求

绿氢将作为新型能源体系中的另一个关键枢纽，在储能、火电掺烧等多个场景中与绿色电力深度耦合，促进清洁能源消纳。例如中国政府在2024年7月发布《煤电低碳化改造建设行动方案（2024—2027年）》，明确将“绿氢掺烧”作为可选改造与建设方式之一。目前仅中国电力企业每年消耗的煤炭已经超过20亿吨，若其中10%以合成氨置换，则意味着每年将新增约3.2亿吨的氨需求。同时，氢基燃料有望在航运、航空以及重卡等细分领域先行应用。例如航运业已明确脱碳目标，并通过创建绿色航运走廊，在特定贸易航线上探索零排放解决方案。绿色甲醇和绿氨（源自绿氢）因其技术成熟和规模化潜力，成为首选燃料。

#### 碳捕集与再利用技术为工业合成提供负碳原材料，释放二氧化碳资源价值

未来二氧化碳将不再是排入大气的废弃物，而是可以被用来再次创造价值的宝贵资源。碳捕集与利用技术作为全面绿色转型的最后一块拼图，将捕获到的二氧化碳通过化学或生物技术将二氧化碳转化为尿素等化工原料，或直接用于食品与饮料生产、农业种植等场景，释放巨大的商业潜力。

#### 数字化碳管理工具打造产品绿色竞争力，赋能千行百业

在全球加速迈向净零的过程中，产品碳属性日益成为国际市场中的核心竞争力之一。例如欧盟《新电池法》的出台，正驱动亚洲各大电池厂商加速部署数字化电池护照，以符合对产品碳足迹以及原材料回收性的监管要求。可预见未来数字化碳管理工具将成为绿色制造的必备能力之一，驱动千行百业实现组织、产品及供应链碳管理的革新。

#### 2.2.4.2 推广进程中的技术挑战

纵使前景广阔，上述关键绿色技术要进一步扩大应用仍然面临着技术层面的多重挑战：

##### 经济性

即使绿色技术一直在向着更低的生产成本创新迭代，经济性依然是其规模化之路上的重要关卡。例如根据测算，目前生物基塑料的成本仍是传统塑料的 1.5~5.5 倍<sup>1</sup>。在价值链中建立起绿色溢价分摊机制之前，如何弥合这一成本差距仍然是摆在生产方面前的一道考验。

##### 安全性

一些新兴绿色技术在初期应用中暴露安全性问题，如锂离子电池的爆炸风险、绿氨等氢基燃料的泄漏风险等，在推进部署这些技术的过程中亟需找到应对方案。

##### 基础设施兼容性

建立支持新兴技术大规模部署的生态系统往往意味着高昂的基础设施投资和较长的建设周期。以氢基燃料为例，截至 2024 年上半年，全球已有 273 个港口配备液化天然气加注设施，但只有 29 个港口配备或计划配备甲醇加注设施<sup>2</sup>。提升与现有配套基础设施的兼容性将是扩大绿色氢基燃料市场需求的关键。

##### 可信赖的环境友好性

即使一些技术因为在节能降耗、减少碳排放等方面的贡献被认为是“绿色”的，但仍需进一步提升资源利用率、生态系统友好性等，并提供更为清晰的认证。例如电池材料的循环性以及绿氢及氢基燃料的绿色认证等。

#### 2.2.4.3 投资与合作机遇

##### 区域内的绿色技术创新集群崛起

随着亚洲在全球绿色技术领域的影响力持续扩大，区域内正快速形成多个创新集群。东亚以中国、日本和韩国为核心，已经在锂电池、氢能、碳捕获利用与封存 (CCUS) 等

领域取得全球领先地位；东南亚则通过政策支持 and 国际合作，积极发展太阳能、生物质能及低碳建筑技术；南亚特别是印度，成为风能及储能领域的创新基地；西亚则在太阳能和绿色氢能的规模化生产与应用方面展现出独特优势。这些创新集群不仅推动了各自区域的技术突破，还通过更紧密的区域协作和跨境投资，提升了亚洲整体的技术竞争力。未来，推动这些集群之间的技术转移和资源整合，将为投资者和合作伙伴提供巨大的增长潜力。

##### 多边合作框架驱动技术转移与市场融合

亚洲各国通过多边合作机制和政策框架，正为绿色技术投资与合作提供更有利的环境。区域全面经济伙伴关系协定 (RCEP)、亚太经济合作会议 (APEC) 和公平能源转型伙伴关系 (JETPs) 等多边合作平台，已经显现出促进技术转移和资本流动的作用。例如，日本主导的“亚洲零排放共同体”正推动跨区域氢能供应链的建设；印度尼西亚和越南正在通过 JETPs 吸引清洁能源基础设施投资。未来，这些合作框架将进一步降低跨国投资壁垒，扩大绿色技术的市场规模，并通过标准化与政策协调，加速绿色技术在亚洲的普及与应用。

##### 绿色金融合作与创新

各国政府正通过绿色金融工具吸引私营资本参与低碳转型。东亚和东南亚国家正积极推动绿色金融的发展，以支持区域内的可持续项目。例如，东盟在亚洲开发银行的支持下成立了东盟绿色金融催化基金 (ACGF)，旨在为能源、交通和水资源等领域的绿色基础设施项目吸引资金。中国与东盟的绿色金融合作也在深化，通过“一带一路”绿色发展伙伴关系，双方探讨低碳、循环和绿色经济合作，推动区域内的绿色转型。未

1 艾瑞咨询，中国可降解材料市场研究报告。https://report.iresearch.cn/report\_pdf.aspx?id=3973.

2 Clarkson Green Technology & Alternative Fuel Uptake. https://www.clarksons.com/home/news-and-insights/2024/green-technology-alternative-fuel-uptake/.

来,构建更加灵活的公共与私营资本协作模式,例如绿色技术孵化基金、合资研发中心和区域性创新加速器,将进一步释放亚洲绿色技术市场的潜力,为投资者创造高回报的机遇。

总之,亚洲正积极加强新兴绿色技术能力建设,在推动其发展和部署方面具有巨大潜力。然而,亚洲必须应对成本压力、安全问题以及基础设施缺口等挑战——这些挑战在不同国家之间表现不同。加强区域合作至关重要,以便提升技术共享和联合生产能力。为了支持这些努力,可持续的气候融资以及创新的金融工具将不可或缺。

## 2.3 气候融资

亚洲作为全球气候议程中的关键区域,每年需要数万亿美元的气候融资,是国际气候资金的主要投向区域。本节将深入探讨亚洲气候融资的状况,预测融资需求,分析融资缺口,研究应对融资需求的主要资金来源、增强气候融资的创新金融工具,以及未来的气候融资发展路径。

### 2.3.1 亚洲气候融资需求与缺口

#### 2.3.1.1 亚洲气候融资需求

独立高级专家组(IHLEG)在2024年11

月发布的关于气候融资的第三份报告<sup>1</sup>指出:“到2030年,全球气候行动所需的投资预计为每年6.3万亿~6.7万亿美元,其中发达经济体约为2.7万亿~2.8万亿美元,中国为1.3万亿~1.4万亿美元,除中国外的新兴市场和发展中国家(EMDCs)为2.3万亿~2.5万亿美元。”到2035年,“全球的预计投资需求可能会达到每年7万亿~8.1万亿美元……投资的重心将进一步倾斜于新兴市场和发展中国家,发达经济体需要2.6万亿~3.1万亿美元,中国需要1.3万亿~1.5万亿美元,除中国外的EMDCs需要3.1万亿~3.5万亿美元。”

换句话说,到2030年,新兴市场和发展中国家的年均气候投融资需求将达到3.6万亿~3.9万亿美元。根据全球经济、人口、碳排放和电力需求的分布,亚洲在全球气候融资总额的占比约为67%,即2.4万亿~2.6万亿美元。这一估算与现有的亚洲气候融资需求预期高度一致。如表2-6所示,联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)(2022)预测2020—2030年期间的亚洲年均气候融资需求为1万亿~2万亿美元。麦肯锡公司(2022)则提出了更高的数字,预计能源和土地利用系统的年均融资需求为3.1万亿美元。

表 2-6 亚洲气候融资需求估计

研究/来源	实现 2050 年净零排放所需的预计融资需求
MCCOLLUM 等 (2018) <sup>2</sup>	平均年度需求 (2016—2050 年): 0.53 万亿 ~ 1.63 万亿美元
联合国政府间气候变化专门委员会 (2022) <sup>3</sup>	平均年度需求 (2020—2030 年): 1 万亿 ~ 2 万亿美元

1 Independent High-Level Expert Group. 2024. “Raising ambition and accelerating delivery of climate finance.” [https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/wp-content/uploads/2024/11/Raising-ambition-and-accelerating-delivery-of-climate-finance\\_Third-IHLEG-report.pdf](https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/wp-content/uploads/2024/11/Raising-ambition-and-accelerating-delivery-of-climate-finance_Third-IHLEG-report.pdf).

2 McCollum, D.L., Zhou, W., Bertram, C., Boer, H-S, Bosetti, V., Busch, S., Després, J., Drouet, L., Emmerling, J., Fay, M., Fricko, O., Fujimori, S., Gidden, M., Harmsen, M., Huppmann, D., Iyer, G., Krey, V., Kriegler, E., Nicolas, C. ..., Riahi, K. 2018. “Energy investment needs for fulfilling the Paris Agreement and achieving the Sustainable Development Goals.” *Nature Energy*, 3, 589–599. <https://www.nature.com/articles/s41560-018-0179-z>.

3 IPCC. 2022. “Regional Fact Sheet: Asia.” [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/factsheets/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_Regional\\_Fact\\_Sheet\\_Asia.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/factsheets/IPCC_AR6_WGI_Regional_Fact_Sheet_Asia.pdf).

续表

研究/来源	实现 2050 年净零排放所需的预计融资需求
麦肯锡 (2022) <sup>1</sup>	每年 3.1 万亿美元用于能源和土地利用系统的实物资产
亚洲开发银行 (2023) <sup>2</sup>	能源领域每年 7,070 亿美元

资料来源：Asia Society。

在亚洲各区域气候融资需求中，南亚的年均融资需求最高，总计为 2.7 万亿美元。东南亚每年需要融资 2,100 亿美元。中亚和西亚的融资需求预计约为 380 亿美元和 206 亿美元（表 2-7）。

表 2-7 亚洲发展中区域气候融资需求估计

区域	预估需求（年均）
西亚	206 亿美元（2022—2030 年 1,650 亿美元）
中亚	380 亿美元
南亚	2.7 万亿美元
东南亚	2,100 亿美元
东亚	中国 1.4 万亿美元，蒙古国 115 亿美元（2020—2030 年）

资料来源：UNFCCC, UNESCWA, UNESCAP, ADB, CPI。

根据亚洲开发银行的估算（表 2-8），在亚洲国家中，中国的气候融资需求最大，到 2030 年，中国的气候融资总需求达到 14 万亿美元。印度的需求也十分突出，预计到 2030 年总需求为 2.5 万亿美元。作为一个正在快速工业化的国家，印度做出扩展可再生能源、建设大规模适应性项目等承诺，其融资需求与雄心勃勃的气候承诺相一致。孟加拉国的气候融资需求也值得关注，总额将达到 1,951 亿美元。

世界银行的国家气候与发展报告和亚洲协会的报告进一步估算了西亚和中亚的气候

融资需求<sup>3</sup>。伊拉克到 2040 年预计需要 2,330 亿美元来实现其气候相关目标。约旦预计到 2030 年需要 95 亿美元，而黎巴嫩在 2024—2030 年期间则需要 76 亿美元以应对气候挑战。在中亚，哈萨克斯坦到 2060 年的需求达到 1.15 万亿美元，这一规模不容小觑，反映了其在能源转型和脱碳领域需要付出的努力。与此同时，乌兹别克斯坦在 2023—2030 年期间的气候融资需求估计为 6,036 亿美元，凸显了其在现代化基础设施和投资低碳解决方案方面的雄心。

1 McKinsey and Co. 2022. Asia's Net Zero Transition: Opportunity and Risk Amid Climate Action. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-asia/asias-net-zero-transition-opportunity-and-risk-amid-climate-action#/>.

2 ADB. 2023. Climate Finance Landscape of Asia and the Pacific. <https://www.adb.org/publications/climate-finance-landscape-asia-pacific>.

3 Asia Society, 2024. Asia's Climate Finance Needs & Opportunities. [https://asiasociety.org/sites/default/files/2024-06/ASPI\\_ClimateFinance\\_FINAL%20REPORT.pdf](https://asiasociety.org/sites/default/files/2024-06/ASPI_ClimateFinance_FINAL%20REPORT.pdf).

表 2-8 部分亚洲国家的气候融资需求

国家	年均气候融资需求（十亿美元）	总气候融资需求（十亿美元，到 2030 年）
吉尔吉斯斯坦	1	10
巴基斯坦	16.6	16
塔吉克斯坦	1	10
蒙古国	1.3	12.5
中国	1,400	14,000
孟加拉国	19.5	195.1
不丹	0.4	3.5
印度	250	2,500
尼泊尔	2.5	25
斯里兰卡	0.4	3.9
柬埔寨	0.8	7.8
印度尼西亚	2.4	23.9
老挝	0.1	0.5
菲律宾	0.09	0.9
越南	3.5	35

资料来源：ADB<sup>1</sup>。

### 2.3.1.2 亚洲气候融资缺口

根据气候政策倡议（Climate Policy Initiative）绘制的 2021—2022 年气候融资流向示意图，亚洲和太平洋地区占据了气候融资的最大份额。然而，对比该地区的实际融资流动与 2.3.1.1 节中展示的亚洲气候融资需求预测，二者之间存在巨大的差距，要实现未来的气候目标，仍存在相当大的融资缺口。

根据图 2-10 和表 2-9，2021 年，东亚及太平洋地区获得了 5,840 亿美元的气候资金，但仅中国的气候融资需求每年就达到 1.4 万亿美元。同时，南亚、印度的融资需求迅速攀升至每年 2,500 亿美元，但南亚的总融

资额在 2021 年仅为 450 亿美元。

表 2-9 还展示了 2021—2022 年期间气候融资流动目的地的分布。数据显示，各地区气候资金分布存在显著差异：

东亚和太平洋地区吸引了大量气候投资，这可以归因于多个关键因素。如前文所述，该地区的许多经济体已经制定了明确的战略、建立了强有力的制度框架，并通过政策支持激励气候投资。同时，该地区迅猛地突破了清洁技术的技术攻关、部署和制造，绿色基础设施不断完善，吸引了大量投资。这一点在中国尤为突出。

<sup>1</sup> ADB, 2023, Climate Finance Landscape of Asia and the Pacific. <https://www.adb.org/publications/climate-finance-landscape-asia-pacific>.

全球气候资金在2021和2022年的流动。数值为两年平均值，单位为十亿美元

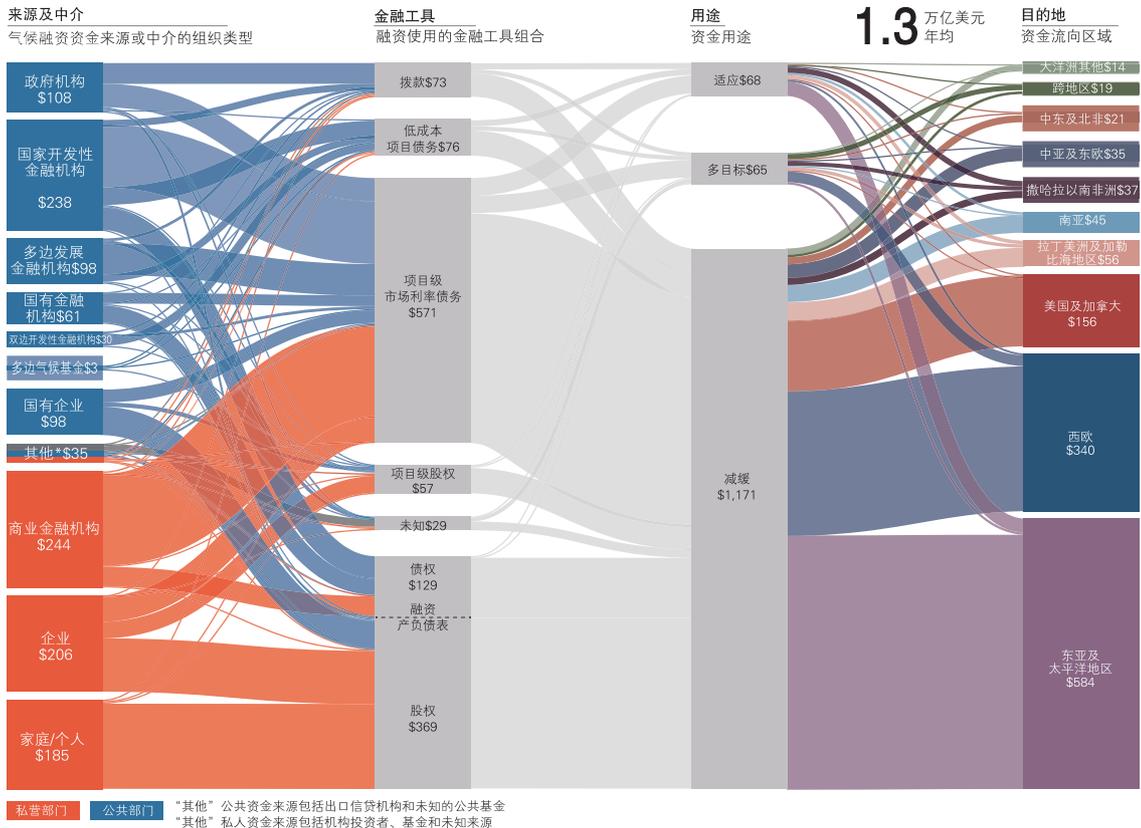


图 2-10 2021—2022 年气候融资格局

资料来源：Climate Policy Initiative。

表 2-9 2021 年和 2022 年气候资金流动情况

地区	气候融资流向（十亿美元）
东亚及太平洋地区	584
西欧	340
美国及加拿大	156
拉丁美洲及加勒比海地区	56
南亚	45
撒哈拉以南非洲地区	37
中亚及东欧	35
中东及北非	21
跨地区	19
其他大洋洲地区	14

资料来源：Climate Policy Initiative。

相比之下，南亚仅收到 450 亿美元气候投资，中亚与东欧、中东和北非仅收到 350 亿美元和 210 亿美元。这些地区的低融资吸引力可以归结于多个原因：有限的公共融资资源和制度能力，限制了这些国家吸收国际气候资金的能力；地缘政治的不稳定和较低的经济水平，降低了长期气候项目的可行性。许多亚洲发展中国家需要优先发展国内其他产业，气候融资的私人资金来源有限，累加气候不确定性之日俱增，弥合融资缺口极为困难。

根据亚洲协会的分析（图 2-11），在亚洲经济体面临的主要气候挑战中，南亚的损失与损害问题最为严重；南亚和东南亚的债务负担较重；中亚和西亚尤其面临获取气候资金的挑战；亚洲各区域普遍需要加强机构建设，包括完善治理结构、培养技术专长和提升政策协调能力。

因此，亚洲必须采取行动，提升应对气候危机的能力，提升财政可持续性、金融参与深度以及机构能力，以缩小气候融资缺口。

	损失与损害	高债务水平	面临获取气候资金的挑战	制度能力挑战
南亚	深红色	深红色	深红色	深红色
东南亚	深红色	深红色	深红色	深红色
中亚	深红色	深红色	深红色	深红色
西亚	深红色	深红色	深红色	深红色
东亚	深红色	深红色	深红色	深红色
太平洋群岛	深红色	深红色	深红色	深红色

图 2-11 亚洲获取气候融资流动的关键挑战

注：红色越深表示面临的挑战越严重。

资料来源：Asia Society Policy Institute。

### 2.3.2 亚洲气候融资的主要来源

IHLEG 关于气候融资的报告<sup>1</sup>描绘了全球气候融资的图景（图 2-12）：到 2035 年，除中国外的发展中国家预计每年可调动 1.44 万亿美元的国内资金，占总融资需求的 60%。其中预计公共融资将贡献 8,000 亿 ~ 9,000 亿美元，私人融资将贡献 5,500 亿 ~ 6,300 亿美元。同时，新兴市场和发展中国家急需超过 1 万亿美元的大规模外部融资来支持气候行动，包括减缓、适应、损失与损害、自然资本和公正转型。对于外部融资，私人融资将占据主导地位，占比 45% ~ 55%，约 4,500 亿 ~ 5,500 亿美元。其次是多边开

发银行（MDBs），约为 2,400 亿 ~ 3,000 亿美元，占比 24% ~ 30%；双边融资约 800 亿 ~ 1,000 亿美元；南南合作约 300 亿 ~ 500 亿美元；其他优惠融资约 1,400 亿 ~ 1,600 亿美元。

气候政策倡议（Climate Policy Initiative）提供了 2021—2022 年全球公共部门和私人部门对气候融资贡献的细分分类（表 2-10）。在 2022 年，全球气候融资达到 14,590 亿美元，相较于 2021 年的 11,520 亿美元有显著增长。公共部门和私人部门各自贡献了一半的增长，其中公共融资从 5,550 亿美元增长至 7,220 亿美元，私人融资从 5,740 亿美元增长

<sup>1</sup> Independent High-Level Expert Group. 2024. Raising ambition and accelerating delivery of climate finance. [https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/wp-content/uploads/2024/11/Raising-ambition-and-accelerating-delivery-of-climate-finance\\_Third-IHLEG-report.pdf](https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/wp-content/uploads/2024/11/Raising-ambition-and-accelerating-delivery-of-climate-finance_Third-IHLEG-report.pdf).

至 7,270 亿美元。值得注意的是，《气候融资的全球格局 2023》( *Global Landscape of Climate Finance 2023* ) 报告指出，优惠融资仅占所有气候融资的 11%。

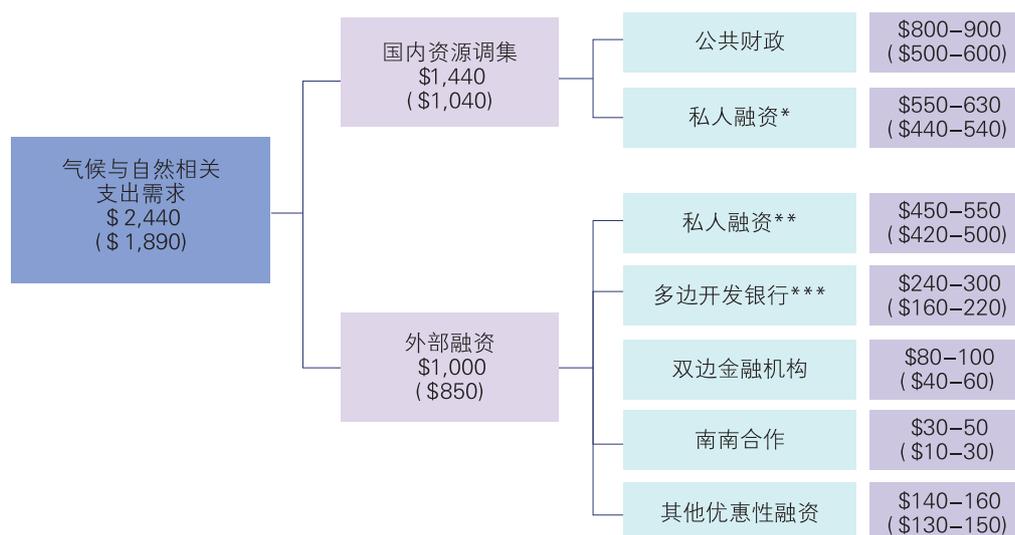


图 2-12 中国以外的新兴市场和发展中国家在气候与可持续发展上所需的投资/支出 (单位十亿美元/年, 2030 年以前, 括号内为相较于当前的增量)

资料来源: Independent High-Level Expert Group on Climate Finance.2024. “Raising Ambition and Accelerating Delivery of Climate Finance”。

表 2-10 世界气候融资以公共部门和私营部门细分

部门	2021		2022	
	十亿美元	%	十亿美元	%
公共部门	555	48.2	722	49.5
双边开发性金融机构	26	2.3	34	2.3
出口信用机构	2	0.2	2	0.1
政府机构	94	8.2	121	8.3
机构投资者	0	0.0	-	-
多边气候基金	4	0.3	2	0.1
多边开发性金融机构	85	7.4	111	7.6
国家开发性金融机构	209	18.1	268	18.4
公募基金	0.3	0.0	0.2	0.0
国有企业	90	7.8	106	7.3
国有金融机构	45	3.9	77	5.3
私营部门	574	49.9	727	49.8

续表

部门	2021		2022	
	十亿美元	%	十亿美元	%
商业金融机构	225	19.5	264	18.1
企业	188	16.3	224	15.4
基金	6	0.5	6	0.4
家庭/个人	147	12.8	222	15.2
机构投资者	7	0.6	7	0.5
未知来源	1.7	0.1	4	0.3
其他	22	1.9	11	0.7
总计	1,152		1,459	

资料来源：Climate Policy Initiative。

### 亚洲公共部门的主要参与者

政府、国家开发性金融机构、多边开发性金融机构、国有企业在国内气候融资中发挥着主导作用。政府向绿色行业提供税收优惠、向受气候变化和绿色转型影响最大的群体提供补贴。国家开发性金融机构，通常享有主权评级，可提供长期贷款，并辅助有重大社会效益的气候项目的实施。国有企业，尤其是在能源和转型行业的企业，正大量投资于可再生能源和绿色基础设施等领域，在国家脱碳工作中发挥关键作用。主权财富基金也正在发挥日益重要的作用。

政府的贡献主要取决于其财政能力、信

用评级和国内借贷成本。在亚洲 GDP 排名前 20 的国家中，土耳其、巴基斯坦、乌兹别克斯坦、哈萨克斯坦和孟加拉国 2024 年的 1 年期国债收益率超过 10%，在 11.82% ~ 48.45% 之间。这些国家的信用评级均低于投资级。斯里兰卡、马尔代夫和老挝的债务占 GDP 比重超过 100%。其中，斯里兰卡在 2022 年 5 月违约，并将其违约债券置换为一系列新的固定收益产品，将利率减少了 75 个基点。2024 年 12 月，惠誉将斯里兰卡的长期外币发行人评级从“RD”（受限违约）上调至“CCC+”。表 2-11 展示了 2024 年部分亚洲国家主权评级及 1 年期国债平均收益率。

表 2-11 2024 年部分亚洲国家主权评级及 1 年期国债平均收益率

国家	主权评级					1 年期国债 平均收益率 (%)
	长期评级- 穆迪	长期评级- 标准普尔	长期评级- 惠誉	短期评级- 标准普尔	短期评级- 惠誉	
中国	A1	A+	A+u	A-1	F1+u	1.50
印度	Baa3	BBB-u	BBB-u	A-3u	F3u	6.93
日本	A1	A+u	Au	A-1u	F1+u	0.35
印度尼西亚	Baa2	BBB	BBB	A-2	F2	6.47

续表

国家	主权评级					1 年期国债 平均收益率 (%)
	长期评级- 穆迪	长期评级- 标准普尔	长期评级- 惠誉	短期评级- 标准普尔	短期评级- 惠誉	
伊朗	NR	NR	WD	NR	WD	--
韩国	Aa2	AA	AA-	A-1+	F1+	2.79
沙特阿拉伯	Aa3	Au	A+	A-1u	F1+	5.20
土耳其	B1	BB-u	BB-	Bu	B	48.45
越南	Ba2	BB+	BB+	B	B	1.87
泰国	Baa1	BBB+	BBB+	A-2	F1u	2.40
马来西亚	A3	A-	BBB+	A-2	F2	3.75
哈萨克斯坦	(P) Baa1	BBB-	BBB	A-3	F2	13.48
阿联酋	Aa2	NR	AA-	NR	F1+	5.46
巴基斯坦	Caa2	CCC+	CCC+	C	C	18.68
伊拉克	Caa1	B-	B-	B	B	--
菲律宾	Baa2	BBB+	BBB	A-2	F2	6.07
乌兹别克斯坦	Ba3u	BB-	BB-	B	B	15.45
科威特	A1	A+	AA-	A-1	F1+	4.69
孟加拉国	B2	B+	B+	B	B	11.82
卡塔尔	Aa2	AA	AA	A-1+	F1+	5.36

国家开发性金融机构 (NDFIs) 利用其主权支持的信誉动员大规模资金, 推动创新, 并将其活动与气候韧性和脱碳等更广泛的目标对接。根据国际发展融资俱乐部 (IDFC)<sup>1</sup> 发布的《2024 绿色金融地图》, IDFC 成员的 NDFIs 在过去十年中, 一直将约五分之一的总投资用于绿色金融承诺。2023 年, 亚洲成员

NDFIs 的气候融资承诺总额为 1,362.72 亿美元, 占 IDFC 气候融资总额的 61%, 这一结果主要由中国国家开发银行的国内承诺推动 (表 2-12)。此外, IDFC 成员机构所在国家的气候融资承诺占总额的 77% (1,510 亿美元), 而 23% (460 亿美元) 则用于国际支出, 较 2022 年 (330 亿美元) 有所增加。

1 The International Development Finance Club (IDFC) is a group of 26 national and regional development banks with over \$4 trillion in combined assets and annual commitments exceeding \$800 billion.

表 2-12 IDFC 成员在 2023 年的绿色金融承诺，与 2022 年相比 单位：百万美元

2024 年报 告成 员机 构	绿色能源与温室 气体减排		适应		同时涉及减 排与适应		其他环境		生物多样性 (相关目标)		生物多样性 (单一目标)		总绿色承诺	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
中国 国家 开发 银行	166,303	111,549	25,111	4,897		0			12,440	3,524	2,922	2,138	194,336	118,584
日本 国际 协力 机构	6,507	10,608	641	858	487	4,136		85	392	93	19	26	7,655	15,713
韩国 开发 银行	602	894											602	894
印尼 国有 基础 设施 融资 公司	180	160											180	160
伊斯 兰公 司发 展局	48												48	
印度 小型 工业 发展 银行	200	921											200	921
<b>总计</b>	<b>173,840</b>	<b>124,131</b>	<b>25,751</b>	<b>5,756</b>	<b>487</b>	<b>4,136</b>	<b>0</b>	<b>85</b>	<b>12,832</b>	<b>3,617</b>	<b>2,942</b>	<b>2,163</b>	<b>203,021</b>	<b>136,272</b>

资料来源：International Development Finance Club<sup>1</sup>。

1 International Development Finance Club. 2024. IDFC GREEN FINANCE MAPPING Report 2024 <https://idfc.org/wp-content/uploads/2024/11/idfc-gfm-2024.pdf>.

## 专栏 2-5

## 亚洲主要国家开发性金融机构的绿色投资

中国的国家开发银行（CDB）和进出口银行（EXIM Bank）资助了巴基斯坦 20 亿美元的卡洛特水电项目建设，该项目由中国国有银行与国际金融公司（IFC）<sup>1</sup>组成的财团共同出资，其中 20% 为股权，80% 为债务。截至 2023 年 6 月，该水电站已发电 36.4 亿千瓦时，相当于节约了约 159 万吨标准煤，并减少了 398 万吨的二氧化碳排放<sup>2</sup>。日本国际协力机构（JICA）通过其 ACCESS 设施强调了增强气候韧性的必要性，该设施将提供最多 15 亿美元的债务融资，支持由私营部门主导的气候韧性项目。印度小型工业发展银行（SIDBI）则特别注重基层的脱碳工作。通过启动脱碳挑战基金，SIDBI 将支持可扩展的创新技术的开发，推动绿色转型<sup>3</sup>。

国有企业（SOEs）在能源、交通和基础设施等关键领域开展了大规模绿色项目，并动员了大量资本应对气候挑战。例如，中国的三大国有能源公司——中国石化（Sinopec）、中国海洋石油（CNOOC）和中国石油（PetroChina）——已联合投资 145 亿美元用于中国的可再生能源项目，促进能源投资组合多元化<sup>4</sup>。国家电网公司（State Grid Corporation of China）在 2023 年新增了 226 吉瓦的风能和太阳能容量，这一成就相当于美国截至当年年底全部累计可再生能源装机容量的 80%，是德国的 1.5 倍<sup>5</sup>。

亚洲主权财富基金（SWFs）也在推动该地区的绿色转型。例如，沙特阿拉伯的公共投资基金（PIF）致力于到 2030 年实现 70% 的国家可再生能源目标<sup>6</sup>。同样，中国的中投公司（CIC）积极将其战略与“双碳”目标对

接。CIC 在 2022 年制定了《关于践行双碳目标与可持续投资行动的意见》，并在 2023 年发布了《运营碳中和行动计划》，强调在气候变化和能源转型领域的主题投资<sup>7</sup>。阿布扎比投资局（ADIA）、沙特公共投资基金（PIF）、卡塔尔投资局（QIA）和科威特投资局（KIA）等主要基金已与挪威和新西兰的主权财富基金携手成立了“一个地球主权财富基金气候工作组”，旨在推动有助于向可持续低碳经济过渡的投资<sup>8</sup>。

多边开发融资机构（Multilateral DFIs）为成员机构提供优惠融资、技术援助和知识共享，帮助气候脆弱国家实施有效的减缓和适应措施。大多数多边开发性银行（MDBs）将自身定位为“气候银行”，并大幅增加向减缓气候变化、适应、损失与损害以及公正转型等领域的金融资源。例如，亚洲开发银行

1 <https://www.enerdata.net/publications/daily-energy-news/pakistans-720-mw-karot-hydropower-plant-starts-commercial-operation.html>.

2 [https://www.cdb.com.cn/xwzx/khdt/202310/t20231016\\_11173.html](https://www.cdb.com.cn/xwzx/khdt/202310/t20231016_11173.html).

3 International Development Finance Club. 2024. IDFC Green Finance Mapping Report 2024. <https://www.idfc.org/wp-content/uploads/2024/11/idfc-gfm-2024.pdf>.

4 <https://oilprice.com/Alternative-Energy/Renewable-Energy/Chinas-Top-Oil-Companies-To-Invest-145-Billion-In-Renewable-Energy.html>.

5 State Grid Corporation of China Service for Renewable Energy Development Report 2024. 《国家电网有限公司服务新能源发展报告 2024》。

6 <https://www.pif.gov.sa/en/investors/green-finance-framework/>.

7 <https://www.china-inv.cn/chinainven/xhtml/Media/2022CN.pdf>.

8 <https://oneplanetwfs.org/>.

(ADB) 在 2023 年将 107.45 亿美元分配用于气候融资, 占其当年新增资产的 99.93%<sup>1</sup>。类似地, 亚洲基础设施投资银行 (AIIB) 在 2023 年将 32.3 亿美元用于气候融资, 占其 2023 年新增资产的 50.60%, 反映了其在支持绿色基础设施方面的集中努力<sup>2</sup>。金砖国家新开发银行 (NDB) 在 2023 年为气候融资贡献了 11.07 亿美元, 占其新增资产的 44.48%, 强调了其在推动新兴经济体气候韧性和可持续性方面的作用<sup>3</sup>。

此外, 多边开发银行能够有效动员私人资本, 并吸引各种形式的社会投资。多边开发银行每投资 1 美元, 就能带动 2~5 美元

的私人资本。相比之下, 发达国家向发展中国家提供的公共气候融资仅能带动 0.34 美元的私人资本<sup>4</sup>。这一差距突显了多边开发银行在弥补气候融资缺口中独特的、不可替代的作用, 因为它们不仅提供了金融资源, 还增强了投资者信心, 从而促进了私人部门在气候行动中的参与。

表 2-13 展示了多边开发银行的气候融资承诺在亚洲的分布。其中, 南亚成为最大的受援地区, 获得了 129.3 亿美元的气候融资。东亚及太平洋地区紧随其后, 获得 111.2 亿美元, 而中亚收到了 23.9 亿美元的气候融资承诺。

表 2-13 2023 年多边开发银行在亚洲的气候融资承诺

区域	多边开发银行在亚洲的气候融资承诺 (百万美元)
中亚	2,388
东亚及太平洋地区	11,119
中东及北非	5,294
南亚	12,927

资料来源: New Development Bank。

### 私营部门的主要参与者

商业金融机构、企业和家庭是气候融资的三大资金提供者, 2022 年它们分别投资了 2,640 亿美元、2,240 亿美元和 2,220 亿美元。作为金融中介机构, 商业金融机构在提供信贷、担保和保险方面发挥着至关重要的作用, 同时促进并扩大了对绿色低碳项目的股权和债券投资。企业增加气候融资的动因包括商业战略与盈利、风险管理和合规性要求, 以及实现可持续发展目标。公众对气候变化的认识不断提升, 针对安装太阳能板、购买电动汽车及购买绿色住房等可再生能源

家庭应用方面的激励措施不断完善, 这些都是推动家庭投资绿色产品的重要动力。

在气候融资市场中, 绿色债券作为私营部门绿色融资的重要工具, 取得显著进展。如图 2-13 所示, 亚太地区绿色债券发行自 2014 年以来稳步增长, 发展中经济体已成为这一领域的主要发行者。根据标普全球评级的预测, 亚太地区绿色、社会、可持续和可持续发展挂钩债券 (GSSSBs) 的发行预计在 2024 年将增长 10%, 达到约 2,600 亿美元<sup>5</sup>。根据气候债券倡议的数据, 截至 2023 年, 中国、日本、韩国、中国香港和印度是亚太地区绿

1 <https://www.developmentaid.org/api/frontend/cms/file/2024/04/adb-annual-report-2023.pdf>.

2 <https://www.aiib.org/en/about-aiib/financial-statements/.content/index/pdf/AIIB-2023-yearend-Financial-Statements-signed.pdf>.

3 [https://www.shclearing.com.cn/xxpl/cwbg/nb/202406/t20240614\\_1433556.html](https://www.shclearing.com.cn/xxpl/cwbg/nb/202406/t20240614_1433556.html).

4 <https://iigf.cufe.edu.cn/info/1012/6264.htm>.

5 S&P Global Ratings. 2024. Asia-Pacific Sustainable Bonds To Step Up Growth In 2024. [https://www.spglobal.com/\\_assets/documents/ratings/research/101593421.pdf](https://www.spglobal.com/_assets/documents/ratings/research/101593421.pdf).

色债券累计发行量排名前五的经济体。如图 2-14 所示。根据气候债券定义，到 2024 年，中国绿色债券的总发行额预计将达到

3,719.5 亿美元。根据 Wind 数据，截至 2024 年 12 月，中国国内市场贴标绿色债券已累计发行 4.18 万亿元，余额 2.12 万亿元。



图 2-13 2014—2023 年亚太地区发行的绿色债券总金额

资料来源：Climate Bonds Initiative。

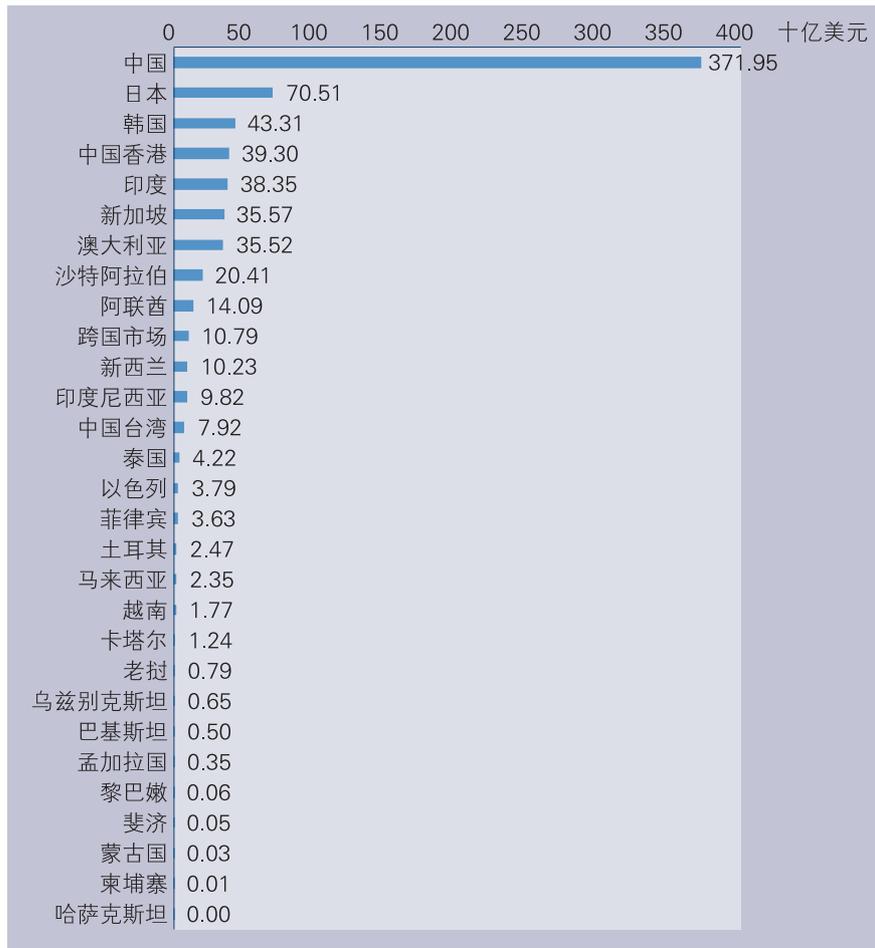


图 2-14 亚太地区各经济体绿色债券发行总量

资料来源：Climate Bonds Initiative。

## 专栏 2-6

## 国际合作支持发行绿色债券的案例——

## Agrobank 首只绿色债券

乌兹别克斯坦的目标是到 2030 年将单位 GDP 的温室气体排放量减少 35%，而农业部门由于排放量显著上升，成为实现这一目标的关键领域。为支持这一转型，气候智能型农业实践（如节水技术和农林复合系统）至关重要。作为乌兹别克斯坦的国有银行，Agrobank 通过提供针对中小微企业的农业贷款、农业企业的公司银行业务以及零售银行服务等一系列金融产品，在支持农业部门方面发挥着重要作用。这些努力促进了该行业的增长和可持续性，与国家的经济发展目标保持一致。

咸海荒漠化是全球最严重的生态灾难之一，也是乌兹别克斯坦面临的重大发展挑战。为此，韩国国际合作机构（KOICA）资助了“卡拉卡尔帕克斯坦共和国绿色恢复投资项目”，以缓解咸海危机的影响。该项目的一个关键组成部分是通过商业银行和政府绿色融资改善气候智能型农业和可持续倡议的资金获取渠道。

作为其倡议的一部分，全球绿色增长研究所（GGGI）支持股份制商业银行 Agrobank 制定了绿色融资框架，并获得了第三方意见，以发行其首只绿色债券。2024 年 9 月，在 GGGI 作为绿色结构顾问的技术指导下，Agrobank 成功发行了价值 4.55 亿美元的双批次绿色债券，其中包括 4 亿美元的五年期批次和 5,500 万美元（7,000 亿乌兹别克斯坦索姆）的两年期批次。此次债券发行获得了 2.5 倍的超额认购，总额达 10 亿美元，凸显了投资者对该债券的强烈兴趣。

GGGI 在制定绿色融资框架方面发挥了关键作用，重点关注气候智能型农业，并确保其与国际绿色和社会贷款原则保持一致。该债券获得了 Sustainability Fitch 的“优秀（Excellent）”评级。除了框架开发外，GGGI 还为 Agrobank 的管理层和财务团队提供了能力建设培训，以确保他们能够为气候智能型农业项目发行绿色债券。

GGGI 还与牵头管理人（包括花旗银行、三菱日联银行、Mashreq 银行和法国兴业银行）以及大成律师事务所（Dentons）和年利达律师事务所等法律团队密切合作，参与了法律招股说明书和尽职调查文件的起草工作。

此次债券发行是区域市场竞争的一部分，但由于 Agrobank 专注于气候智能型农业和水资源效率项目，吸引了大量投资者关注。Agrobank 承诺将至少 80% 的募集资金用于气候智能型农业项目，这与乌兹别克斯坦更广泛的气候目标一致。

除了绿色债券，绿色信贷和绿色股权投资也是亚洲绿色金融版图中至关重要的组成部分。

绿色信贷是亚洲绿色金融生态系统的基石，金融机构通过向环境友好型项目提供贷款来支持可持续发展。截至 2024 年四季度末，中国本外币绿色贷款余额 36.6 万亿元（合 5.1 万亿美元），占总贷款余额比例达

14.1%。其中，投向基础设施绿色升级产业、清洁能源产业和节能环保产业贷款余额分别为 15.68 万亿元、9.89 万亿元和 5.04 万亿元。新加坡金融管理局（MAS）于 2021 年 1 月 1 日推出了绿色和可持续发展挂钩贷款津贴计划（GSLs），旨在推动绿色金融发展。2022 年，新加坡发行的绿色、社会、可持续和可持续发展挂钩债券和贷款总额超过 300

亿新元（约合 200 亿美元）<sup>1</sup>。

在 ESG 意识提升和监管政策激励等推动下，亚洲绿色股权基金市场实现了快速增长。这些基金整合多方资金来源，通过多元化投资组合，为绿色股权及其他形式的融资提供了重要支持。根据贝恩公司（Bain & Company）发布的《2024 年亚太私募股权报告》，能源与自然资源是唯一一个交易价值和交易数量均实现增长的行业，其交易价值上升至 220 亿美元，占交易总额的 15%。有限合伙人（LPs）和普通合伙人（GPs）日益关注能源转型相关资产，这一趋势得益于越来越多机构做出净零承诺以及监管政策对可持续实践的鼓励<sup>2</sup>。

### 2.3.3 创新融资工具

气候融资对绿色和可持续活动的资金支持至关重要，但其在亚洲金融市场的发展需要创新工具的推动。

#### 信用担保机制

信用担保机制（Credit Guarantee Schemes, CGSs）作为一种支持合格初创企业的融资方式，正被亚洲各国广泛采用。该机制为信贷工具提供限额内的担保，实现风险的第三方共担。除贷款机构外，第三方机构收取担保费用，并承担部分违约损失。例如，越南通过地方信用担保基金（Local Credit Guarantee Funds, CGFs）和越南开发银行（Vietnam Development Bank, VDB）实施这一机制。地方信用担保基金由省级财政和地方金融机构注资，旨在帮助难以获得融资的中小微企业；而越南开发银行信用担保机制以 30 万亿越南盾的注册资本为支

持<sup>3</sup>，发挥着类似作用。

#### 气候债务互换

气候债务互换是一种创新融资机制，通常采用双边或多边模式，也可根据参与者性质分为公共或私营类型。尽管该机制在亚洲应用有限，但在加勒比和印度洋等地区已得到广泛实践。

鉴于部分新兴经济体债务高企，优先推进气候债务互换将成为缓解财政约束、引导资源投入气候韧性项目的变革性方案。该机制允许负债国通过承诺实施环境倡议获得债务减免。国际环境与发展研究所（International Institute for Environment and Development, IIED）分析显示，此类机制可为气候行动释放高达 1,000 亿美元资金<sup>4</sup>。这不仅可缓解短期财政压力，更能确保气候适应和气候减缓领域的长期关键投资。“债务换自然”互换机制最早可以追溯至 20 世纪 80 年代末，目前已在全球形成了约 140 项成功案例，足以验证其有效性<sup>5</sup>。典型案例是塞舌尔政府与美国大自然保护协会（the Nature Conservancy, TNC）达成的协议，该协会以 2,200 万美元购买塞舌尔国债，换取该国建立 13 个新海洋保护区的承诺<sup>6</sup>。此举既减轻了债务负担，又通过提升海洋生物多样性和支持可持续旅游实现了环境经济双赢。通过将债务减免与实质性环境承诺相挂钩，气候债务互换为协调经济稳定与气候行动迫切需求提供了可行路径。

#### 分层风险基金

分层风险基金通过公私合作伙伴关系实现风险在投资者间的创新分配机制<sup>7</sup>。基金设

1 Speech by Mr Chia Der Jiun, Managing Director, Monetary Authority of Singapore, at the Launch of the Singapore Sustainable Finance Association on 24 January 2024.

2 Asia-Pacific Private Equity Report 2024 | Bain & Company.

3 [https://amro-asia.org/wp-content/uploads/2024/04/Vietnam\\_2023-Annual-Consultation-Report\\_SI-on-Credit-Guarantee-1.pdf](https://amro-asia.org/wp-content/uploads/2024/04/Vietnam_2023-Annual-Consultation-Report_SI-on-Credit-Guarantee-1.pdf).

4 <https://www.iied.org/debt-swaps-could-release-100-billion-for-climate-action>.

5 <https://www.reuters.com/world/americas/ecuador-seals-record-debt-for-nature-swap-with-galapagos-bond-2023-05-09/>.

6 <https://www.bbc.com/future/article/20200803-the-deal-that-saved-seychelles-troubled-waters>.

7 <https://blogs.worldbank.org/en/opendata/financial-system-trends-in-six-charts>.

置了如下的多层次风险结构：捐赠方通过“C股”承担首层风险，国际金融机构以“B股”或夹层融资参与次级风险，私营投资者与区域金融机构通过“A股”或优先股注资。

各基金针对特定领域，为初创企业提供支持，典型案例包括：欧洲能源效率基金（European Energy Efficiency Fund, EEEF），重点扶持能效技术领域中小企业；以及生态企业生物多样性二期基金（Eco-Enterprises Biodiversity II Fund），运用准股权融资工具，为有机农业、生态旅游和可持续林业等领域募集资金。

在亚洲扩大此类基金的应用具有显著发展潜力。

尼泊尔通过国际金融公司的优惠贷款建立了一个专注于气候风险的私募股权基金，名为 Business Oxygen Private Limited (BO2)。这笔为期 10 年的贷款主要用于支持对可持续中小企业的投资，所得收益用于偿还长期贷款。由于缺乏足够的抵押品，尼泊尔的许多中小企业面临融资障碍。除信用担保机制外，此类股权基金提供了另一种融资解决方案。BO2 和被投资企业共担投资风险。然而，在破产情况下，BO2 对资产出售所得收益具有优先求偿权。灵活的还款方式进一步增强了这一融资方式的适用性。

### 创新型保险工具

在保险领域，天气指数保险等工具正作为创新的风险管理解决方案受到越来越多的关注。例如，中意财险为中国在巴基斯坦援建的光伏电站提供了全方位的保险方案，其中包括针对光照辐射不足而设计的指数保险，以覆盖由此产生的经营损失。通过将赔付与可量化的环境参数（如光照水平）挂钩，这一创新方法不仅降低了项目运营者的财务风险，还增强了在气候多变地区对可再生能

源投资的韧性。

### ESG 基金

最近的一项研究表明，2016—2020 年期间，ESG 或环境主题股票和公司债券基金的基金资金流动与业绩之间的关系较传统基金要弱<sup>1</sup>。这说明，在经济或市场危机情况下，ESG 或环境主题股票和公司债券基金能够保持更好的稳定性，正如新冠疫情危机期间所表现的那样。这也证明了 ESG 投资者的长期投资偏好，显示出投资者对可持续资产的需求不断增加。ESG 投资者的这种行为变化可以通过多个因素来解释，包括追求环境伦理、声誉风险以及对未来碳政策的重要性上升后可能获得更高回报的期望。

### 2.3.4 未来发展方向

#### 增强应对气候危机的资金韧性

有效动员损失与损害基金，创新灾害风险保险机制，对于增强亚洲的资金韧性至关重要。

《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）下的损失与损害基金在 COP28 后开始运作，其董事会由菲律宾主持，秘书处由世界银行负责。尽管当前供不应求，但该基金已从 27 个捐助方获得超过 7.45 亿美元的承诺资金，能够为受气候危机严重影响的国家提供新的财政支持。如果设计得当，该基金可以推动这些国家在气候韧性基础设施和适应措施方面的新投资。

面对日益加剧的气候危机，灾害风险保险具有广阔的发展空间。慕尼黑再保险 2024 年 12 月发布的《2024 年飓风季总结》<sup>2</sup>报告显示，北大西洋的热带气旋和西北太平洋的热带气旋造成的总损失约为 1,330 亿美元，其中约 510 亿美元受保险覆盖；2024 年自然灾害的保险覆盖的损失将超过 1,000 亿美元。以 2024 年 9 月初横扫菲律宾、中国、

1 European Central Bank – Working paper series, No 2747 / November 2022. Are ethical and green investment funds more resilient?

2 <https://www.munichre.com/en/insights/natural-disaster-and-climate-change/summary-of-the-2024-hurricane-season.html>.

老挝、越南、缅甸和泰国的台风“摩羯”为例，台风造成的总损失达 140 亿美元，但保险赔付仅为 10 亿美元。因此，需要创新机制以扩大保险覆盖范围并缩短理赔流程。于 2018 年成立的东南亚灾害风险保险基金是亚洲首个此类风险融资安排，为公私部门合作开展灾害风险保险（再保险）建立了新的国际合作机制。此外，风险建模和数据分析的创新使得参数化保险更加普及和高效。

### 充分利用国际金融机构和捐助方的优惠资源，扩大绿色转型的财政空间

《2024 年 G20 路线图：迈向更好、更大、更有效的多边开发银行》提出了多边开发银行在气候行动方面的 10 项融资承诺，包括到 2030 年将中低收入国家的集体气候融资增加到 1200 亿美元，较 2023 年增长 60%。为获得多边开发银行的融资资源，亚洲经济体需要加强努力，包括制定明确的国家和行业绿色转型战略及高效的国家平台；提升项目可行性研究、准备和执行能力；与国内开发性金融机构及其他金融机构合作；以及加大对区域可再生能源电网、供水系统等跨境项目的雄心。

同时，亚洲发展中经济体可以充分利用国际货币基金组织于 2022 年 5 月推出的“韧性及可持续性信托”（Resilience and Sustainability Facility, RSF），这是国际货币基金组织首个面向低收入和中等收入国家的长期宏观贷款工具，旨在应对气候变化和流行病防范等重大挑战。亚洲主要经济体如中国、日本、韩国以及卡塔尔和阿曼已承诺向该信托提供特别提款权（Special Drawing Right, SDR）贷款，截至 2024 年 10 月，其规模已达 208.385 亿 SDR。RSF 的贷款期限为 20 年，宽限期为 10.5 年。截至 2024 年

10 月，RSF 已向 20 个国家提供优惠贷款，总额达 48 亿 SDR。孟加拉国是唯一获得 RSF 资源的亚洲国家，金额为 3.334 亿 SDR，占总量的 14.46%。

此外，引导多边开发银行使用 IMF 发行的特别提款权，为催化混合融资支持绿色转型创造了新机制。正如非洲开发银行在其网站<sup>1</sup>上所述，这种基于 SDR 的创新混合资本引导方案将有助于释放多边开发银行的新贷款，以应对包括气候和粮食安全在内的全球挑战。这一新工具能够以每 1 美元等值 SDR 撬动至少 4 美元的贷款，用于发展项目融资。**通过定价机制激励企业和家庭投资绿色项目**

碳市场作为一种重要的定价机制，能够鼓励企业和家庭投资绿色项目。如前文所述，中国、韩国、日本和印度正在建设各自的碳市场，为未来的区域合作奠定基础。

尽管碳市场在推动绿色转型中发挥重要作用，但是对于为可再生能源创造公平竞争环境而言，取消化石燃料补贴同样关键。根据 The ONE Campaign 的最新分析，在 2010—2022 年间，发达国家向其国内化石燃料补贴投入了高达 2.7 万亿美元的资金，是同期承诺的国际气候融资 4,370 亿美元的六倍多<sup>2</sup>。这些补贴压低了煤炭、石油和天然气的价格，延续了对化石燃料的依赖，并对可再生能源的推广构成重大障碍。根据 IMF 的统计和预测，中东和北非地区的燃料补贴占 GDP 的比例最高，显著超过全球平均水平。东亚和太平洋地区以及南亚的燃料补贴占 GDP 比例约为 10%，仅次于中东和北非地区。而中亚和欧洲的这一比例则低于全球平均水平，表明这些地区对这些补贴的依赖较低。

### 统一披露要求和投资分类标准

强制性披露标准对于提高透明度和问责

1 <https://www.afdb.org/en/news-and-events/press-releases/african-development-bank-and-interamerican-development-bank-welcome-international-monetary-funds-imf-executive-boards-decision-approving-use-sdrs-hybrid-capital-instruments-70788>.

2 <https://www.one.org/press/new-analysis-rich-countries-spent-six-times-more-on-fossil-fuels-subsidies-than-climate-finance-between-2010-2022-despite-pledges/>.

制至关重要。香港交易及结算所有限公司 (HKEX) 于 2013 年首次发布《ESG 报告指引》, 此后不断提高对上市公司披露义务的要求, 鼓励企业在可持续发展实践中提高透明度并形成问责制<sup>1</sup>。新加坡交易所于 2021 年发布《气候披露路线图》<sup>2</sup>, 要求发行人按照全球公认框架进行披露。

明确的分类标准有助于厘清绿色投资的范围, 通过减少“漂绿”风险确保市场诚信。中国和东盟国家在建立绿色分类标准方面取得了显著进展。中国于 2021 年修订了《绿色债券支持项目目录》<sup>3</sup>, 使其更符合国际标准并反映气候融资优先事项。同年, 中国还发布了《中国绿色债券原则》<sup>4</sup>, 将国内各类标准整合为统一框架。在东盟内部, 马来西亚于 2021 年制定了《气候变化与基于原则的分类标准》<sup>5</sup>, 为识别绿色和转型活动提供了明确指导。与此同时, 新加坡和印度尼西亚正在积极制定全面的绿色分类标准, 新加坡绿色金融行业工作组于 2021 年发布了分

类标准咨询文件<sup>6</sup>。

统一披露要求和绿色及转型项目的分类标准, 也有助于吸引更多投资者进入亚洲市场。

#### 发展本地金融市场以动员更多私营部门资本

深化本地金融市场, 包括信贷、保险、债券和股票市场, 能够促进私营部门资本参与气候投资。大量外币借款使一些亚洲经济体面临汇率剧烈波动和资本外流的风险, 尤其是在主要发达经济体收紧货币政策时。稳定宏观经济和改善经济基本面是深化国内金融市场和扩大本币贷款的关键。应当鼓励亚洲经济体发行本币绿色债券。

除了信贷和债券, 保险和股权投资也需在引导长期资金进入绿色产业中发挥重要作用。保险产品通过降低现实中的不确定性, 为气候投资提供保障。股权投资可以分担气候投资的风险。亚洲的主权财富基金和养老基金可以在亚洲大型能源项目的股权投资中发挥更大作用。

1 [https://www.hkex.com.hk/Listing/Sustainability/ESG-Academy/Rules-and-Regulations?sc\\_lang=en](https://www.hkex.com.hk/Listing/Sustainability/ESG-Academy/Rules-and-Regulations?sc_lang=en).

2 [https://links.sgx.com/FileOpen/20211215\\_SGX\\_mandates\\_climate\\_and\\_board\\_diversity\\_disclosures.ashx?App=Announcement&FileID=694312](https://links.sgx.com/FileOpen/20211215_SGX_mandates_climate_and_board_diversity_disclosures.ashx?App=Announcement&FileID=694312).

3 <http://www.pbc.gov.cn/goutongjiaoliu/113456/113469/4342400/2021091617180089879.pdf>.

4 <https://www.icmagroup.org/sustainable-finance/the-principles-guidelines-and-handbooks/green-bond-principles-gbp>.

5 <https://www.bnm.gov.my/-/climate-change-principle-based-taxonomy>.

6 <https://www.abs.org.sg/docs/library/second-gfit-taxonomy-consultation-paper>.





## 第三章

# 将自然作为基础设施进行投资， 增强韧性建设

**本**章探讨了将自然生态系统融入基础设施建设以增强韧性的理念与实践。其核心在于通过将环境效益（例如气候变化适应和减缓、生物多样性保护和生态系统恢复）与可持续经济增长相结合，创造协同效应。本章还借鉴了亚洲国家“将自然作为基础设施”为投资创造有利环境的做法，总结了最佳实践，并通过案例研究讨论了金融机制。

### 3.1 相互交织的环境挑战及其对基础设施和经济发展的影响

气候变化、生物多样性锐减和生态系统退化等相互交织的环境挑战构成了系统性风险，威胁着经济稳定和社会福祉。随着这一现象的日益加剧，采取综合性策略变得尤为重要。也就是将自然融入可持续基础设施和长期发展规划中，以实现环境与社会经济优先事项的协调和统一。

#### 3.1.1 复杂的环境相互依赖关系

气候变化，生物多样性丧失和生态系统退化之间存在着深刻、复杂且相互依存的关系。任一环节的退化会直接放大其他环节的

风险，形成反馈循环，加剧环境与经济的脆弱性。人类活动引发的气候变化对自然系统产生了显著影响，改变了温度、降水模式，并增加了极端天气事件的发生，导致栖息地萎缩和物种分布变化。森林砍伐和污染环境等活动加剧了生物多样性的流失，削弱了对气候调节至关重要的生态系统的韧性。海洋在缓解气候变化中扮演着重要角色，能够吸收碳排放和热量，但也受到温度上升和酸化的威胁，进而影响海洋生物多样性。无论是陆地还是海洋的生物多样性，都是维持生态系统健康和韧性的关键。生物多样性的下降会破坏生态系统的稳定，削弱其授粉、水过滤和防洪等基础服务的能力。这些环境间的相互依赖关系，凸显出采取整体方法实现环境保护和可持续发展的重要性。

虽然气候变化和自然保护传统上被视为两个独立议题，但当前亟需采取协同且具变革性的行动。从《巴黎协定》提出的“确保包括海洋在内的所有生态系统的完整性以及生物多样性的保护”<sup>1</sup>，到《昆明—蒙特利尔全球生物多样性框架》<sup>2</sup>目标 19 (e) 中强调

1 UNFCCC, 2015, 《巴黎协定》。

2 《生物多样性公约》，2023，昆明—蒙特利尔全球生物多样性框架。

的“优化针对生物多样性和气候危机的资金协同效益与协同作用”，这些国际议程均强调了自然保护与气候行动的重要性。全球范围内，各国需要加强合作，更好地整合并确保气候目标和生物多样性目标的协同落实，这一趋势在《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)和《生物多样性公约》(CBD)中得到了充分体现。虽然《巴黎协定》和《2011—2020 年生物多样性战略计划》曾各自推进，但这些议程正在逐渐趋同。

2022 年，由中国主办、加拿大承办的《生物多样性公约》第十五次缔约方大会(COP15)是有史以来规模最大的一次会议，金融和私营部门的参与程度空前。这次会议达成了一项具有里程碑意义的协议——《昆明—蒙特利尔全球生物多样性框架》(GBF)，为自然恢复、减缓生物多样性丧失以及商业实践转型等关键倡议设定了广泛而雄心勃勃的全球目标。该框架包含一系列具体措施，例如到 2030 年前保护 30% 的陆地和 30% 的退化生态系统，旨在阻止和逆转自然丧失的趋势。在《昆明—蒙特利尔全球生物多样性框架》下，各国承诺发布国家生物多样性战略与行动计划(NBSAP)，详细描述他们将如何应对生物多样性丧失并实现《框架》目标。

在国家层面，政策制定者必须将自然、气候与发展等考量纳入部门战略与计划，包括国家自主贡献(NDCs)，国家适应性计划(NAPs)和国家生物多样性战略与行动计划(NBSAPs)，以实现环境与发展目标。然而，进展仍然有限，以国家自主贡献(NDCs)为例，尽管超过 80% 的修订版国家自主贡献包含与自然相关的行动，但很少有国家报告其自主贡献和长期战略与《生物多样性公约》

爱知生物多样性目标的协调情况——该目标是缔约方通过的生物多样性十年行动框架(2011—2020 年)。<sup>1</sup>这种疏忽导致错过了评估国家气候目标和自然目标之间协同效应的机会。目前，很少有国家系统地评估其减排战略对自然的潜在影响，包括任何可能的权衡关系。更重要的是，各国的发展战略往往未能整合气候韧性、减缓和预防自然损失的综合计划(世界银行，2022 年)。<sup>2</sup>这种政策上的不足不仅错过了关键的协同效应，也削弱了基础设施和整体经济的长期韧性。

### 3.1.2 经济对自然的依赖

全球经济通过自然资本和生态系统服务对自然产生严重依赖，它们支撑着农业、渔业、旅游业和能源等关键行业。生态系统能够调节水循环、提供原材料并支持民生，使其成为经济活动不可或缺的组成部分。根据亚投行执行的《2023 年亚洲基础设施融资报告——将自然作为基础设施》的数据，自然资本对 GDP 增长有显著影响，据估计，每年为全球经济贡献约 6 万亿~12 万亿美元(按购买力平价计算为 10 万亿~20 万亿美元)，这凸显出其在支持经济稳定方面的关键作用。<sup>3</sup>

尽管如此，自然的韧性正以前所未有的速度被削弱。过去五十年间(1970—2020 年)，被监测的野生动物种群平均规模下降了 73%<sup>4</sup>，严重危及了生态系统提供基本服务的能力。自然系统的退化不仅加剧了气候变化的脆弱性，还放大了企业、经济和社区面临的风险。

未加管理的环境风险，包括气候变化和生物多样性丧失，可能对金融市场构成系统性威胁。根据《2025 年全球风险报告》，未来十年内，全球十大长期风险中有六项与环境相关，具体包括极端天气事件、生物多样性丧失与生态系统崩溃、地球系统的关键变

1 <https://www.cbd.int/sp/targets>.

2 世界银行，2022 年，整合气候与自然行动。<https://thedocs.worldbank.org/en/doc/0054ddab7bfac0338f255a2ea5d9c32e-0320012022/original/2-Nature-Climate.pdf>.

3 亚投行，《2023 年亚洲基础设施融资——将自然作为基础设施》。[https://www.aiib.org/en/news-events/asian-infrastructure-finance/\\_common/pdf/AIIB-Asian-Infrastructure-Finance-2023-Report.pdf](https://www.aiib.org/en/news-events/asian-infrastructure-finance/_common/pdf/AIIB-Asian-Infrastructure-Finance-2023-Report.pdf).

4 世界自然基金会(WWF)，《2024 年地球生命力报告》。<https://www.worldwildlife.org/publications/2024-living-planet-report>.

化、自然资源短缺以及污染问题。<sup>1</sup>物理风险（如极端天气导致的运营中断）和转型风险（如法规和技术变革带来的挑战），对各行各业和金融机构构成了重大挑战。例如，依赖自然资源但未能有效管理其供应链的企业，可能面临声誉和监管风险。森林砍伐相关立法和类似的监管变化，可能会扰乱那些供应链管理不善的公司的运营，这进一步凸现了有效评估和管理自然资本的必要性。

将自然损失视为金融风险的认识正在日益普及。诸如“自然相关财务披露工作组（TNFD）”等倡议为企业提供了一个框架，帮助其评估和披露其对自然生态系统的依赖。这种透明度对于协调企业行动与环境可持续发展目标，降低与生物多样性丧失相关的风险至关重要。

新兴经济体拥有丰富的生物多样性，同时高度依赖自然资源，这既带来了独特的机遇，也伴随着重大的风险。通过适当的自然资本保护和评估，这些国家可以提升债务能力，吸引投资并创造可持续的经济机会。例如，自然绩效债券和生态系统服务付费等金融创新工具，能够释放生态系统的经济潜力，同时确保其得到有效保护。

然而，自然损失的风险对新兴市场的影响尤为严重。由于缺乏对生物多样性和气候风险的充分整合，这些经济体面临更高的脆弱性，包括GDP下降、主权信用评级下调以及借贷成本上升。此外，生态系统服务定价过低导致资源过度开发，进一步加剧了环境退化和经济不稳定。

为了应对这些挑战，金融市场必须在投资决策中充分考虑自然和气候韧性的真正价值。对生态系统服务进行合理的价值评估，

是减少外部影响和确保可持续增长的关键。通过有效利用自然资本，新兴经济体可以降低风险、吸引可持续融资，并实现长期韧性。

### 3.1.3 自然资源依赖型社区的脆弱性

依赖自然资源的社区，尤其是从事小规模农业、渔业和林业的群体，特别容易受到环境变化的影响。这些群体依靠自然生态系统维持生计，但他们往往缺乏应对气候变化、生物多样性丧失和生态系统退化所需的财政资源、基础设施和制度支持。一项研究发现，热带地区有12亿人口（占该地区总人口的30%）依赖当地可获得的自然资源来满足四项基本需求中的至少三项。这四项基本需求是水、能源、住房材料和土地。（研究者将其定义为“依赖自然的人群”）<sup>2</sup>。解决这些脆弱性对于实现经济发展和气候公正至关重要，同时也能确保这些社区能够维持生计，并为环境与经济的长期稳定做出贡献。

#### 印度尼西亚红树林案例

印度尼西亚拥有全球最广阔且生物多样性最丰富的红树林生态系统之一，其红树林面积达350万公顷（占全球总量的23%），并拥有92种真红树林物种<sup>3</sup>。这一背景使其成为研究依赖自然的社区所面临的双重挑战与机遇的典型范例。红树林在海岸保护、固碳和渔业支持方面发挥着关键作用，直接维系着数百万印尼人的生计。然而，这些生态系统的退化对当地社区、国家经济稳定以及全球环境目标构成了重大风险。过去几十年间，印尼因水产养殖扩张、非法砍伐以及农业和基础设施建设的土地使用权转让，造成了大规模的红树林丧失，据统计，仅2008—2020年间，红树林损失面积就超过6万公顷。<sup>4</sup>

1 世界经济论坛，《2025年全球风险报告》，详见：<https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2025/>。

2 Fedele, G., Donatti, C. I., Bornacelly, I., & Hole, D. G. 2021. 依赖自然的人群：热带地区人类直接利用自然资源满足基本需求的分布研究。全球环境变化, 71, 102368. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102368>.

3 世界银行：<https://www.worldbank.org/en/news/feature/2021/07/26/mangrove-conservation-and-restoration-protecting-indonesia-climate-guardians>.

4 亚洲基础设施投资银行（AIIB）：<https://www.aiib.org/en/news-events/media-center/blog/2023/Safeguarding-Lives-and-Livelihoods-The-Importance-of-Mangroves-Conservation-in-Indonesia.html>.

这种退化使沿海社区面临更大的环境风险。缺乏红树林提供的保护屏障，这些社区更容易受到风暴潮、海平面上升和洪水的影响，危及生命、民生和关键基础设施。此外，红树林栖息地的退化还扰乱了渔业，而渔业是许多沿海人口粮食安全和收入的重要来源。

科学证据表明，红树林可以有效地减少潮汐洪水造成的损害。过去几十年间，海平面上升显著加剧了潮汐洪水的风险。全球沿海人口，尤其是印度尼西亚——世界最大的群岛国家——正面临日益严重的威胁。截至 2022 年，印度尼西亚的海平面较 1992 年上升了 200 毫米，而过去三十年间，其沿海人口从 3,500 万增加至 5,500 万。这两大趋势极大地加剧了沿海社区对潮汐洪水的脆弱性。根据印度尼西亚的灾害数据，仅在 2022 年，至少有 257 所房屋因潮汐洪水事件被淹没和损坏，给沿海居民造成了巨大损失。<sup>1</sup>

红树林通过增加地表摩擦阻力、减缓内陆水流速度以及增强潮汐锋面的陡度，提供了重要的海岸保护功能 [Resio (2008)]<sup>2</sup>。基于具体地点的研究表明，红树林在佛罗里达州的飓风期间有助于降低湿地区域的水位 [Krauss (2009)]<sup>3</sup>。此外，红树林作为天然屏障，能够减弱风的影响，减少风浪、波浪堆积和风涌的形成 [Westerink (2008)]<sup>4</sup>。世界银行开发了一套创新的红树林估值框架。根据该框架的估算，在红树林修复项目中，假设红树林作为海岸基础设施资产发挥作用 30 年，考虑到红树林的覆盖范围及其在海岸防洪、避免温室气体排放、旅游业、渔业以及柴火/木材等方面的保护价值，印度尼西亚每个地区的红树林生态系统服务综合量化现值在 200 万~5,000 万美元之间。

这种保护功能对于低收入社区尤其重

要，因为这些社区往往缺乏其他手段来抵御自然灾害。然而，这些社区往往依赖红树林获取柴火和建筑材料等资源，从而形成了一个悖论：他们赖以生存的生态系统正因日常使用而逐渐退化。治理和管理能力的不足进一步加剧了红树林的退化，使这些脆弱群体面临更大的环境和经济风险。

### 投资于红树林的恢复与保护：推动经济、社会和环境效益

投资于红树林的恢复与保护为解决这些脆弱性提供了变革性的机会，同时带来了经济、社会和环境的多重效益。恢复后的红树林能够提供关键的生态系统服务，增强了社区的韧性，推动可持续发展。

从经济角度来看，红树林恢复通过重新种植、生态系统监测和生态旅游发展等活动创造了就业机会。这些举措不仅能促进当地经济发展，还能推动技能培养和长期经济多元化。健康的红树林可以增加鱼类资源，直接惠及小规模渔业并增加家庭收入。此外，作为抵御海岸侵蚀、风暴潮和洪水的天然屏障，红树林能够降低灾后恢复成本，并帮助保护关键基础设施。

在国家层面，红树林恢复支持了印尼对全球气候目标的承诺，包括《巴黎协定》下的目标，主要体现在其 REDD+战略的实施以及 REDD+市场基础设施的发展。作为世界上最重要的碳汇之一，印尼红树林在减缓温室气体排放方面发挥着至关重要的作用。蓝碳信用等国际融资机制进一步激励了对这些生态系统的保护。其产生的收入可以再投资于当地发展项目、韧性建设倡议和气候适应战略。

将自然作为基础设施进行投资，例如将红树林恢复纳入国家和地方发展战略，提供了一种实用有效的方法来增强韧性和促进公

1 亚投行，《亚洲基础设施融资 2023——将自然作为基础设施》。https://www.aiib.org/en/news-events/asian-infrastructure-finance/\_common/pdf/AIIB-Asian-Infrastructure-Finance-2023-Report.pdf.

2 Resio, D. T. 2008. 风暴潮物理模型的建模. 今日物理, 33-38.

3 Krauss, K. D. 2009. 佛罗里达州两个飓风期间红树林沼泽的水位观测. 湿地, 29(1), 142-149.

4 Westerink, J. L. 2008. 应用于路易斯安那州南部的流域到河道尺度非结构化网格飓风风暴潮模型. 月度天气评论, 136(3), 833-864.

平。然而，实现这些成果需要政策支持、充足的资金和积极的社区参与相结合。

印尼在将红树林保护纳入其更广泛的气候和发展计划方面取得了显著进展。例如，“红树林促进沿岸韧性”(M4CR)等项目旨在恢复退化的生态系统，同时解决沿海人口的社会经济脆弱性问题。这些工作得到了多种金融机制的支持，包括国际气候基金、公私合营以及蓝色债券和碳信用等创新工具。

红树林恢复项目的成功在很大程度上取决于社区的参与。通过教育、能力建设和公平的利益分享，赋能社区，确保恢复项目符合当地需求和优先事项。通过让社区参与规划和实施，这些项目能够培养对自然资源的主人翁意识，增强项目的可持续性，并促进更好的资源管理实践。

### 促进经济与气候公正

环境退化对依赖自然的社区产生了深远的影响。生态系统的退化往往扰乱传统生计，迫使人们移居或从事不可持续的经济活动，从而加剧了贫困和不平等。退化的生态系统还会导致水质下降、疾病流行和食品安全问题，进一步加重这些社区面临的社会经济挑战。

这些连锁影响凸显了投资自然以减轻资源依赖型人口脆弱性的紧迫性。通过恢复生态系统和利用自然的力量，各国可以增强最脆弱社区的韧性，同时应对更广泛的环境和经济挑战。

如下文所述，将自然作为基础设施进行投资，是实现经济和气候公正的关键途径。生态系统的恢复可以保障民生、缩小差距，并支持符合当地需求和全球环境目标的可持续经济活动。保护自然生态系统可以减轻脆弱人群的气候风险，尽管他们对全球排放的贡献最小，却往往对气候影响最为敏感。

印尼红树林案例生动展示了基于自然的基建方案如何带来多重益处，包括增强韧性、

改善民生，并助力实现全球气候和生物多样性目标。这些经验为其他国家提供了有效的范例，帮助他们在环境保护与谋求社会经济福祉之间找到平衡。通过将自然生态系统融入国家发展战略，各国能够构建更具韧性，更加公平和可持续的发展路径。

## 3.2 将自然作为基础设施：连接自然与人类社会的变革性概念

### 3.2.1 “将自然作为基础设施”的定义

随着气候变化和自然生态系统退化影响的不断加剧，将自然融入基础设施规划显得尤为重要。基础设施是塑造可持续未来的关键因素。近年来，“将自然作为基础设施”和“基于自然的解决方案”这两个概念日益受到关注。尽管这两者在表面上看似相似，但理解其内在区别对于构建韧性和可持续发展的社区至关重要。

“将自然作为基础设施”代表着一种战略范式转变，将自然生态系统定位为传统人造基础设施的功能性和可持续性的替代方案。这一理念旨在利用森林、湿地、红树林和珊瑚礁等生态系统，提供洪水管理、固碳和气候适应等关键服务。它不仅与“基于自然的解决方案”概念有所重叠，更进一步将自然本身重新定义为一种重要的基础设施形式。例如，与其建造防洪屏障，不如保护或恢复湿地以实现相同的功能；城市中的绿地可以通过战略性设计来减轻对自然的影响，并提供休闲服务。

### 将自然作为基础设施：释放生态系统潜力

亚投行《2023年亚洲基础设施融资报告——将自然作为基础设施》<sup>1</sup>超越了传统的“基于自然的解决方案(NbS)”或仅仅降低人类对环境影响的范畴。它采取一种变革性的方法，探讨了自然的内在价值，并增强了对自然和生物多样性的投资。“将自然作为基础设施”倡导系统性思维，强调生态系统各

<sup>1</sup> 亚投行，《2023年亚洲基础设施融资——将自然作为基础设施》。https://www.aiib.org/en/news-events/asian-infrastructure-finance/\_common/pdf/AIIB-Asian-Infrastructure-Finance-2023-Report.pdf.

方面之间的相互联系。

这一视角将自然资源——森林、湿地、河流和绿地——提升到与传统物理基础设施（如道路和桥梁）同等重要的地位。两者的相似之处显而易见：物理基础设施是在一个由成熟系统支持的数万亿美元市场中运作，有机构投资者持续投资的支持。忽视这些基础设施会导致明显的后果。对于自然生态系统，我们才刚刚认识到类似的挑战，因为我们已超越了其再生能力的极限。就像物理基础设施一样，生态系统也需要持续的投资、结构化的管理和定期的维护，以提供长期效益。忽视生态系统也会导致明显的后果，如水循环退化、农业生产力降低以及灾害风险加剧，其影响与物理基础设施失效所造成的后果一样明显。

然而，致力于自然恢复的投资往往面临阻力，因为其收益并非短期内能直接惠及当地社区，而全球性效益往往较为分散且难以量化。此外，社区可能需要被迫放弃伐木、采矿等发展机会，这在一定程度上加剧了地方生计与全球环境目标之间的矛盾。这种困境在发展中国家尤为突出，这些国家往往有着丰富的自然资本和资源开采潜力，也面临资源开发所带来的就业和出口创收机遇。

将自然作为基础设施，能够重新界定这一冲突——将自然资源视为地球生命的基本基础设施，有助于协调地方利益与全球可持续发展目标，因为二者都依赖于自然提供的生态服务。例如，印度河、尼罗河和亚马逊河等广阔的流域滋养了数千年的人类文明，提供了水源、交通和肥沃的土地。然而，由于人类活动的干预，这些生态系统正遭受严重破坏，加剧了气候风险，例如巴基斯坦或巴西南部的洪灾。修复这些生态系统不仅能降低气候风险，还能确保其为当地社区提供的经济和社会福祉。

基于自然的基础设施，如红树林、湿地和森林，具有独特的韧性，有助于缓解长期风险。与刚性工程结构不同，自然系统具备

自我调节和恢复能力。以红树林和湿地为例，它们能够削弱风暴潮的冲击，而森林则通过稳定水循环来降低干旱和洪涝风险。2004 年印度洋海啸期间，完整的红树林保护了沿海地区；2016 年，斐济的珊瑚礁显著降低了飓风造成的损失。这些实例充分证明了健康生态系统在风险防控和成本节约方面的巨大潜力，为在灾难发生之前投资自然基础设施提供了令人信服的理由。

投资基于自然的基础设施也促使人们重新评估经济增长和可持续性模式。将自然资本纳入经济模型，无论是宏观层面还是具体项目评估中，都能确保生态系统对经济韧性和长期生产力的贡献得到充分重视。这种方法既能防止过度开发，还能将地方发展与全球保护目标协调统一，为经济和环境的可持续共存提供切实可行的路径。

#### **基于自然的解决方案：无害化与本地主导的精准干预**

如果说将自然作为基础设施提供了系统性思维，那么基于自然的解决方案（NbS）则更侧重于通过具体的、可操作的干预措施，利用自然过程来解决特定的社会挑战。NbS 通常在项目中整合有利于自然的实践，并遵循“无害化”原则，逐步发展为应对洪水管理、固碳或城市热岛效应等问题的解决方案。

典型案例包括：通过湿地恢复降低洪涝风险，开展植树造林以吸收大气中的二氧化碳，建设城市绿色屋顶和垂直绿化来改善空气质量并缓解高温。NbS 项目通常获得定向资金资助，注重在现有框架内实现创新和规模化推广。虽然 NbS 项目针对具体问题，但它们有助于实现更广泛的可持续发展目标，同时提升社区韧性。

与将自然视为重要的基础设施的宏观视角不同，NbS 更侧重于提供直接的、本地化的效益。它们将环境保护与人类的迫切需求、经济发展紧密结合，因此更容易获得追求实效的社区和决策者的青睐。不过，这种方案在应对全球性生态系统退化和生物多样性丧

失等系统性问题上仍存在局限性。

### 迈向未来：为可持续未来搭建桥梁

“将自然作为基础设施”和“基于自然的解决方案”（NbS）并非非此即彼的选择，而是需要探索它们如何相辅相成，共同推动可持续且富有韧性的未来。“将自然作为基础设施”为实施基于自然的解决方案提供了一个更广阔的框架，而两者的核心理念都以保护和提升生物多样性为核心。

通过将自然作为基础设施的重要组成部分，并利用其解决具体问题，我们可以打造出不仅能在环境变化中生存，更能蓬勃发展的社区。尽管这种方法可能需要我们做出艰难选择，比如限制在生态敏感地区的开发，但长远来看，其收益远远超过短期的牺牲。

展望未来，尤其是在亚洲等高风险的地区，同时采纳“将自然作为基础设施”和“基于自然的解决方案”至关重要。政策制定者、投资者和社区需要通力合作，将自然无缝融入我们的建筑环境中。这一过程中，必须将提升生物多样性作为核心目标。同时，强调投资自然对健康的积极影响，也有助于为这些举措赢得更广泛的支持。

然而，推广这些努力仍面临诸多挑战，包括缺乏标准化指标、政策支持不足以及公众认知有限。正如后文所讨论的，要突破这些障碍，需要制定清晰的指标来评估自然基础设施的效益、推动政策改革，并促进公共部门和私营部门之间的协作，以确保自然成为未来可持续发展的核心要素。

### 3.2.2 自然资本评估与生态系统服务

自然资本及其支撑的生态系统服务（ES）对于人类和生态系统的运作至关重要。评估自然资本价值，并将生态系统服务纳入基础设施规划，是促进社会韧性和推动可持续发展的变革性战略。自然资本包括森林、湿地、草原和海洋等自然资源存量，这些资源提供

多种生态系统服务，是人类福祉和经济稳定的基础。生态系统服务（ES）是指从自然资本存量中所提供的物质、能量和信息流，这些服务与制造资本和人力资本相结合，共同创造社会福利<sup>1</sup>。通过认识和量化自然资本和生态系统服务的经济和社会价值，政策制定者和投资者可以将其纳入发展战略，从而确保可持续的成果和长期的韧性。

### 生态系统服务：韧性的基石

生态系统服务（ES）通常分为四大类：供给服务（例如食物、水、原材料）、调节服务（例如气候调节和洪水防控）、文化服务（例如娱乐和精神文化价值）以及支持服务（例如养分循环和土壤形成）<sup>2</sup>。这些服务共同构成了经济活动、社会韧性和人类长期繁荣的生态基础。

生态系统服务在韧性建设中的关键作用不容忽视。例如，湿地就像天然的海绵，减缓洪水流速，保护社区免遭洪水侵袭，同时减少对昂贵的防洪工程的需求。森林可以固碳、稳定土壤并调节水循环，减轻气候变化和极端天气事件的不利影响。红树林和珊瑚礁等沿海生态系统则作为抵御风暴潮和海岸侵蚀的天然屏障，同时支持渔业和旅游业的发展。这些自然系统不仅是环境资产，也是经济和社会稳定的重要支柱。

通过将生态系统服务纳入基础设施规划，政策制定者可以采取更加全面的方法来增强韧性。例如，生态系统服务的经济价值突出了其切实的效益，包括减少灾后恢复成本、提高农业生产力和减少碳排放。将这些评估纳入成本效益分析中，有助于推动传统规划模式的转变，促进对人类与自然系统之间相互联系的更深层认识。

### 自然资本估值：决策的战略框架

自然资本估值（NCV）为生态系统服务

1 Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... & Van Den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253–260.

2 《千年生态系统评估》，2005年。<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>.

货币化提供了一种稳健的框架，使政策制定者和投资者能够更好地了解其财务和社会回报。通过为自然资源的贡献赋予货币价值，NCV 将生态系统服务纳入决策过程，从而实现更明智和更具战略性的资源分配。例如，湿地的价值可以通过规避建造人工防洪设施所节约的成本来衡量，而森林的价值则可以通过其固碳和土壤稳定的效益来评估。

自然资本的经济估值方法包括直接市场估值、替代成本分析和规避成本评估法等。这些方法以货币形式量化生态系统服务提供的收益，使其价值对决策者来说更直观，更具可操作性。然而，要有效地将自然资本纳入基础设施开发，必须推动规划模式的系统性变革，确保生态系统服务被嵌入项目设计、融资机制和治理结构，以平衡短期和长期收益，为可持续发展提供强有力的支撑。

#### 案例研究：内蒙古草原修复项目

亚洲基础设施投资银行 (AIIB) 的 2023 年旗舰报告《将自然作为基础设施》介绍了内蒙古湿地修复项目<sup>1</sup>，展示了自然资本估值的实际应用。“内蒙古乌兰浩特绿色气候韧性城市发展项目”<sup>2</sup> (以下简称“内蒙古项目”)旨在提升城市基础设施的韧性，包括道路、供排水系统。此外，该项目通过实施“基于自然的解决方案 (NbS)”，推动洮儿河及其周边湿地的生态恢复，从而增强环境可持续性和气候适应能力。内蒙古项目的自然资本估值 (NCV) 模型应用主要包括以下六个主步骤，具体如下。

**第一步**，根据流域和山脊等自然特征，划定评估区域的空间边界。在某些情况下，为了便于数据收集，行政边界也被纳入考量范围。在内蒙古项目中，评估区域与环境和社会影响评估 (ESIA) 的范围保持一致，从而为项目的环境影响提供了全面评估。

**第二步**，识别研究区域内的关键利益方的活动，并分析了这些活动对自然资本的依赖及其影响。通过自然资本估值 (NCV) 模型，构建自然资本与社会经济活动矩阵，将利益方的依赖关系与特定的土地覆盖分类联系起来。利益方的使用数据则通过实地调查和二手资料相结合的方式收集。作为 ESIA 的一部分，实地调查和访谈进一步帮助识别了与项目相关的主要利益方。

**第三步**，在明确利益相关方活动的基础上，评估研究区域内生态系统的范围，并分析其随时间的演变趋势。这一步骤有助于规划方了解影响区域变化和生态压力的关键驱动因素。项目利用土地覆盖数据绘制了生态系统分类图，根据类型、位置和范围对生态系统进行分类。并分析了区域经历的重大变化，突显了关键的生态关系。内蒙古项目的总土地覆盖面积约为 300 平方公里，其中耕地占 47%、城市地区占 9%，草地占 18%，其余为灌木地、森林、稀疏植被地、湿地和水体等较小区域。

**第四步**，项目收集整理了生态系统状况数据，并按照《环境经济核算体系》(SEEA) 的生态系统状况分类法，将其系统地记录在 NCV 模型的状况账户中。这一结构化方法根据对各类生态系统的状况及其随时间的变化进行了分类，从而更准确地评估了生态系统的健康状况。评估内容涵盖多个核算年度的观测值、正常波动的参考范围界定，以及衡量生态系统状况变化 (改善、稳定或退化) 的指标。这一分析为生态系统韧性、生物多样性和可持续性整体趋势提供了重要见解。

**第五步**，在明确生态系统状况的基础上，项目进一步识别并评估了生态系统服务流。这一步骤量化了生态系统提供的直接和间接

1 亚投行，《2023 年亚洲基础设施融资——将自然作为基础设施》。[https://www.aiib.org/en/news-events/asian-infrastructure-finance/\\_common/pdf/AIIB-Asian-Infrastructure-Finance-2023-Report.pdf](https://www.aiib.org/en/news-events/asian-infrastructure-finance/_common/pdf/AIIB-Asian-Infrastructure-Finance-2023-Report.pdf).

2 <https://www.aiib.org/en/projects/details/2023/proposed/China-Inner-Mongolia-Ulanhot-Green-and-Climate-Resilient-Urban-Development-Project.html>.

效益，并分析了它们与经济活动和社会福祉的关系。生态系统服务包括供给服务（如食物、淡水和农作物生产）以及调节服务（如固碳、土壤侵蚀控制和水净化）。研究结果不仅强调了当地自然资本的关键作用，还识别了环境变化所带来的风险和机遇。生态系统退化和生物多样性丧失削弱了自然系统提供关键服务的能力，对当地社区和经济部门产生了直接影响。

**最后一步**，项目为生态系统服务赋予了货币价值，并将其纳入年度经济评估中。这一估值基于前一步确定的生态系统服务流，并结合了假设存在正式市场时的潜在市场价格。这些估值被汇总到“货币生态系统估值账户（MECA）”中，为生态系统服务的贡献提供了切实的量化依据。

项目最初的目标是缓解城镇的洪水问题，但评估过程中发现，湿地还能提供其他生态系统服务，包括授粉、水净化、固碳和休闲旅游效益等，这些效益超出了洪水管理的范畴。评估表明，在项目实施的情况下，生态系统服务的总价值比未实施情景增加了10.8%。对这些效益的货币化分析进一步表明，如果这一评估在项目规划初期得到充分认可并被纳入，项目的范围可能会显著扩大。这些发现强调，湿地恢复投资具有带来比最初预期更广泛的经济和环境效益的潜力，从而进一步巩固了将生态系统服务纳入基础设施和区域规划的重要性。

尽管自然资本估值的应用价值已得到验证，但其广泛应用仍面临一些挑战。由于数据方面的限制，通常难以对生态系统服务进行准确估值，尤其是在衡量长期和累积效益上。另外，估值模型对生态系统之间相互作用的复杂性存在过度简化，可能会导致某些关键因素被低估，例如支持韧性、气候稳定和公共健康的生物多样性。

现有政策框架通常缺乏有效支持生态系

统服务的机制，也难以协调农业和城市化等不同土地用途之间的竞争需求。这导致决策碎片化，错失了将生态保护与经济发展目标相结合的机会。此外，公众对生态系统的经济和社会重要性的认识仍然有限，削弱了扩大保护和恢复计划所需的社会支持。

应对这些挑战需要采取综合性的方法。首先，加强数据收集和开发先进的评估工具对于提高自然资本评估（NCV）的准确性和适用性至关重要。其次，应改革法律和监管框架，以激励生态系统保护，并将自然资本的考量纳入土地利用规划和基础设施设计中。此外，公众教育和宣传工作能够提高人们对生态系统服务效益的认识、增强对基于自然的解决方案的社会支持，并推动生态保护成为政策优先事项。

#### 自然资本估值的更广泛影响

将自然资本纳入基础设施规划是全球当务之急。随着气候变化、生物多样性丧失和污染等环境挑战加剧，自然保护战略对于缓解风险和确保长期韧性至关重要。内蒙古的案例表明自然资本评估（NCV）可以改变传统发展模式，为经济、环境和社会带来深远的积极影响。

然而，NCV的局限性也不容忽视。该框架对货币指标的依赖可能会简化生态系统的内在价值。例如，文化意义、心理健康和生物多样性带来的韧性等效益难以货币化，但对社会福祉至关重要。为了解决这一局限性，NCV应结合更广泛的风险评估和估值方法，以充分体现生态系统的价值和非物质性价值，确保短期经济收益不会以牺牲长期生态和社会可持续性为代价。

通过将自然资本纳入发展战略，政府和机构可以在经济增长与生态保护之间的取得平衡。最终，这些努力将带来更强的社会韧性、更可持续的经济增长和更加繁荣的生态系统，凸显将自然系统投资作为全球可持续

发展战略核心的变革性潜力。

### 3.3 “将自然作为基础设施”投资—— 配套环境概述

亚洲国家正面临快速城市化、环境退化，以及气候变化导致社区脆弱性加大等多种挑战。为了在亚洲国家成功推广“将自然作为基础设施”的理念，必须更清晰地了解各国的政策环境，及其吸引资金对自然和“将自然作为基础设施”进行投资的能力。本节概述了当前与自然相关的投资的政策环境及相关的主要挑战，并探讨了“将自然作为基础设施”投资的配套环境的关键要素，包括国家政策、框架、部门政策等。

#### 3.3.1 当前配套环境和挑战概述

亚太地区在支持将自然作为基础设施进行投资的配套环境方面情况各异，目前尚无一个总体经验可以借鉴，以评估该地区自然配套环境的适当性或质量。全球绿色增长研究所 (GGGI) 通过对其亚太成员开展的一项全球研究 (即将于 2025 年发布) 得出了一些初步发现。该研究主要关注各国配套环境在推动自然气候适应融资 (利用自然提升气候变化适应的效益) 方面的能力。该研究的重点在于评估自然领域的适应融资潜力，但也为实现整体自然配套环境的有利程度提

供了一些重要启示。报告的结果表明，需要更加综合和协调的努力来建立自然融资途径，这尤其有助于将自然更正式地确立为基础设施资产。

根据 GGGI 在 2023 年对其成员进行的一项研究，<sup>1</sup>各国吸引气候资金的能力与其对气候影响的脆弱性之间存在显著差异。这些差异可以分为三类，如表 3-1 所示。研究表明，许多易受气候影响的国家——尤其是面临自然或自然基础设施威胁的国家——并未获得必要的资金支持。这凸显了当前亟需构建国家扶持环境，以吸引对“将自然作为基础设施”的投资。此外，在前一个报告周期，针对亚洲和太平洋及中东和北非地区的 17 个国家进行的国家自主贡献 (NDCs) 调查显示，近年来国家自主贡献中优先考虑自然投资的情况有所改善。<sup>2</sup>该研究询问了各国在增强其国家自主贡献时的优先事项，结果表明，适应气候变化显然已成为一个日益重要的优先事项——因此也是进一步保护自然的有效策略。此外，自然在整个亚太地区的重要性也显著提升，在 32 个被调研的国家中，有 19 个国家计划在农业、林业和其他土地利用 (AFOLU) 领域加强承诺，同时水资源和粮食安全也被列为高度优先事项。

表 3-1 根据气候资金流向和气候脆弱性对各国进行分类

A 类 (黄色)	资金充足且脆弱性相对较低的国家 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 例如：印度尼西亚、摩洛哥和越南</li> <li>● 吸引最多的气候融资</li> <li>● 中等收入国家</li> <li>● 工业化程度先进，能源部门发达，金融体系完善</li> </ul>
----------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1 Global Green Growth Institute. 2023. GGGI Technical Report No. 28, Closer to 1.5°C: Driving ambitions to deliver on the Paris Agreement (p. 50). [https://gggi.org/wp-content/uploads/2023/05/TechReport\\_template\\_NDC-Report\\_002\\_compressed.pdf](https://gggi.org/wp-content/uploads/2023/05/TechReport_template_NDC-Report_002_compressed.pdf)

2 Global Green Growth Institute. 2023. GGGI Technical Report No. 28, Closer to 1.5°C: Driving ambitions to deliver on the Paris Agreement (p. 50). [https://gggi.org/wp-content/uploads/2023/05/TechReport\\_template\\_NDC-Report\\_002\\_compressed.pdf](https://gggi.org/wp-content/uploads/2023/05/TechReport_template_NDC-Report_002_compressed.pdf)



相反，“自然治理”或自然综合治理方法的理念在 2004—2008 年间的在线搜索中几乎是零兴趣度，但此后稳步增长到 2022 年。“绿色基础设施”也呈现出类似但更稳定的上升趋势。“基于自然的解决方案”则显示出更为近期的上升趋势，特别是自 2018 年以来稳步增长。有趣的是，“自然资源管理”在发展中国家如利比里亚、南苏丹或巴布亚新几内亚的搜索量较高，但与“基于自然的解决方案”相关的术语则在瑞士、荷兰等全球北方国家中获得了更多关注。虽然对于这种趋势报告应该谨慎解读，但它凸显了金融服务环境的挑战在于，自然是在动态变化的且涉及面十分广泛，给扶持环境的建造提出了挑战。这也与寻找适当政策工具以及不同的国际议程（昆明—蒙特利尔、巴黎、仙台等）的挑战密切相关。GGGI 即将出版的一期内容将提出一个关键问题，即自然是否可以作为一个囊括适应、减缓和保护的投资的更综合战略的一部分，以及这是否也可以帮助我们更好地整合配套环境。

GGGI 的研究<sup>1</sup>涵盖了其在亚太的 17 个经济体，范围从东南亚的越南到中亚的乌兹别克斯坦以及大洋洲的巴布亚新几内亚<sup>2</sup>。在这组国家中，自然融资的政策环境展现出多样化的图景。该组国家在环境政策方面总体表现良好，部分国际协议的覆盖率达到 100%，如《联合国防治荒漠化公约》(UNCCD)、《湿地公约》和《生物多样性公约》均已获批准且生效。重要的是，这些国家中多数（9 个国家）已制定了有效的“国家生物多样性战略与行动计划”（NBSAP），其中许多已于近期到期或即将到期。

从法律框架的角度来看，这些框架为通

过债券市场或其他融资机制投资自然资本提供了更细致的指导。以绿色分类法的发展为例，根据公开记录，GGGI 的这些成员中，已有 9 个国家制定了绿色分类法，6 个国家正在制定某种形式的分类法，只有两个国家尚未开始制定绿色分类法，目前也没有正在制定分类法。这些方法似乎受到区域机制发展的推动，例如东盟绿色分类法是一种自愿机制，鼓励东盟各国根据自身情况进行调整和定制自己的分类法。然而，对该区域的分类法的一项研究<sup>3</sup>表明，尽管其中许多分类法已经到位，但大多数是自愿的，而且大多没有针对自然相关领域提供具体指导。该研究表明，只有新加坡的分类法涉及林业和水资源、菲律宾的涉及农业和水资源。总之，目前的分类法尚未有效促进该地区对自然的投资。

### 3.3.2 国家自主贡献和国家适应计划在建设有利于“将自然作为基础设施”的环境方面的协同作用

国家自主贡献（NDCs）是《巴黎协定》的核心机制，体现了各国为减少温室气体排放和适应气候变化所做的努力。截至 2024 年，81% 的缔约方在其国家自主贡献中包含了适应部分，其中 13% 被指定为适应通报<sup>4</sup>。在博鳌亚洲论坛的发起国中，有 23 个国家已将气候变化适应纳入其国家自主贡献。具体而言，其中 18 个国家明确了适应优先事项，9 个国家确定了实施这些优先事项的资金需求，12 个国家将这一问题纳入其国家自主贡献。

国家适应计划（NAP）是在《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）下制定的一项战略方针，旨在通过制定结构化计划，将气

1 GGGI 即将发布的报告《在气候与自然关系中扩大自然适应能力——探索对 NbSA 的国家层面投资的潜力》。

2 研究国家：印度、印度尼西亚、柬埔寨、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、老挝人民民主共和国、蒙古国、缅甸、尼泊尔、巴基斯坦、巴布亚新几内亚、菲律宾、斯里兰卡、泰国、土库曼斯坦、乌兹别克斯坦、越南。

3 国际能源融资咨询（IEEFA），2024 年，《亚洲可持续金融：国家分类法的比较研究》。

4 联合国气候变化框架公约（UNFCCC），《巴黎协定下的国家自主贡献：秘书处综合报告》（FCCC/PA/CMA/2024/10），作为巴黎协定缔约方会议的《公约》缔约方会议第六届会议，巴厘，2024 年 11 月 11—22 日，第 13 页，网址为 [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2024\\_10\\_adv.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2024_10_adv.pdf)。

候变化适应纳入国家发展政策、计划和战略中。截至 2024 年 12 月，全球已有 60 个国家提交了国家适应计划，但仍有 22 个最不发达国家（LCDs）和 44 个小岛屿发展中国家（SIDs）尚未提交。《联合国气候变化框架公约》第 29 届缔约方大会（COP29）再次呼吁“尚未制定国家适应计划、政策和规划流程的缔约方在 2025 年前完成制定，以便各国能够在 2030 年前取得进展。”<sup>1</sup>全球绿色增长研究所（GGGI）与其他多个组织合作，对国家适应计划进行了全球审查，审查框架包括七个维度：（1）目标，（2）参与，（3）事实基础，（4）政策，（5）实施，（6）资金，

（7）监测和评估。<sup>2</sup>自然作为适应计划的基本组成部分，在应对洪水和管理生态服务（如水资源供应）方面，具有重要作用，特别是在许多地区干旱加剧的背景下。

作为国家气候战略的两个重要组成部分，国家自主贡献（NDCs）主要侧重于减缓，而国家适应计划（NAPs）则侧重于适应。NDCs 和 NAPs 之间的政策协同，反映了减缓与适应之间的潜在融合。“将自然作为基础设施”把自然融入人类基础设施发展中，可以同时产生减缓和适应的双重效果。因此，NDCs 和 NAPs 的有机结合，增强了基于自然的基础设施的驱动力，如图 3-2 所示。

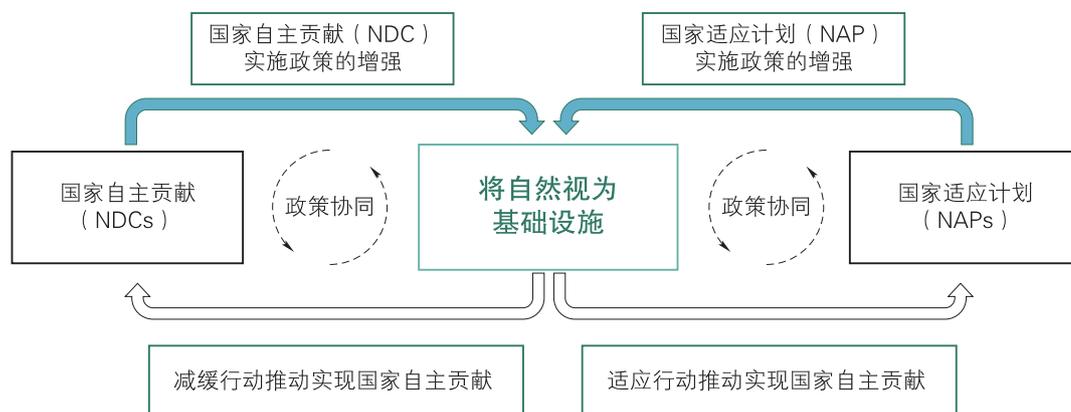


图 3-2 NDCs 和 NAPs 在构建“将自然作为基础设施”的实施环境中的协同作用

资料来源：GGGI 即将发布的报告。

2020 年的一项关于国家自主贡献（NDCs）的研究<sup>3</sup>表明，尽管大多数 NDCs 中包含了较为全面的适应内容，但其中许多主要措施往往缺乏国家适应计划（NAPs）的支持（图 3-3）。NAP 通常会提供实现适应性政策所需的具体行动路径和时间框架。全球绿色增长研究所（GGGI）开展的另一项研究

表明，GGGI 的许多成员尚未制定可操作的适应计划，在 17 个经济体，只有 5 个具备可操作的 NAPs。关于适应性领域的现状呈现出复杂的局面，但同时也表明，适应作为一种跨领域方法，其重要性正在日益提升——尽管这一趋势未必一定伴随着有利于自然的配套环境的同步发展。

1 UNFCCC. 2024. National adaptation plans: COP29 agenda item 2(f) (p. 1). United Nations Framework Convention on Climate Change. [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/NAPs\\_cop29\\_\\_.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/NAPs_cop29__.pdf).

2 GGGI. 2024. GGGI Technical Report No. 36: Identifying good practices in national adaptation plans: A global review (p. 4). Global Green Growth Institute. [https://gggi.org/wp-content/uploads/2024/09/GGGI\\_NAP\\_GP10.04.24-1.pdf](https://gggi.org/wp-content/uploads/2024/09/GGGI_NAP_GP10.04.24-1.pdf).

3 UNFCCC. 2024. Survey on NDCs: Summary report – Asia-Pacific, Middle East and North Africa (p. 8). United Nations Framework Convention on Climate Change. [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Survey%20on%20NDC\\_Sharing%20%283%29.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Survey%20on%20NDC_Sharing%20%283%29.pdf).



图 3-3 2020 年的一项关于国家自主贡献 (NDCs) 的研究

注：其中 29 个国家回复了“哪些行动/领域已明确纳入或将明确扩展至贵国的国家自主贡献增强版？”的问题（多项选择）。

资料来源：《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)，[https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Survey%20on%20NDC\\_Sharing%20%283%29.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Survey%20on%20NDC_Sharing%20%283%29.pdf)。

### 3.3.3 国家生物多样性战略和行动计划 (NBSAPs)

国家自主贡献 (NDCs) 与国家适应计划 (NAPs) 并未明确自然要素的核心地位，而国家生物多样性战略与行动计划 (NBSAPs) 则是专门针对自然保护而设计的政策框架。作为《生物多样性公约》(CBD) 第六条的核心要求，NBSAPs 旨在通过系统性规划帮助各国应对气候变化与生物多样性丧失的双重挑战。通过将保护与恢复提供基础服务的生态系统置于优先地位，NBSAPs 能够

为促进“将自然作为基础设施”的发展发挥关键作用。

根据世界自然基金会 (WWF) 的 NBSAP 追踪数据，截至 2024 年 9 月，全球仅有 10% 的国家（包括阿富汗、澳大利亚、中国、印度尼西亚、日本、约旦、马来西亚、韩国等 8 个亚太国家）提交了更新版《国家生物多样性战略和行动计划》(NBSAPs)，33% 的国家（含阿塞拜疆、孟加拉国、不丹、布隆迪、柬埔寨、斯威士兰、赤道几内亚等 7 个国家）完成了国家目标修订。<sup>1</sup>然而，由于资金不足、

1 WWF. (n.d.). Check your country's nature progress: NBSAP tracker. World Wildlife Fund. [https://wwf.panda.org/act/nbsap-tracker\\_check\\_your\\_countrys\\_nature\\_progress](https://wwf.panda.org/act/nbsap-tracker_check_your_countrys_nature_progress).

量化方法缺失、政府参与不足等关键挑战，NBSAPs 的实施进展普遍滞后。许多国家未能解决生物多样性丧失的根本原因，计划的实施也因监测系统不完善而面临风险。国际社会呼吁各国加快修订计划，以实现 2030 年生物多样性目标，并强调需通过吸纳民间组织、原住民和私营部门参与协商，提升行动有效性。<sup>1</sup>

一份联合研究<sup>2</sup>表明，国家适应计划 (NAPs) 与 NBSAPs 使协同增效是扩大“将自然作为基础设施”规模的机遇。二者均具有动态更新的特征，都能够根据共同的优先事项进行调整，且通常由同一部委统筹，有利于整合资源与知识共享。具体协同效应体现在以下方面：(1) 确保将生物多样性、生态系统服务和民生纳入 NAPs 目标体系，同时避免对生物多样性的负面影响，反之亦然；(2) 在政策制定早期，帮助利益相关方更好地理解潜在的代价和风险；(3) 优化气候和生物多样性资金的统筹使用，并为联合实施争取增量融资。此外，强化地方要素之间、跨部门间的协作机制，可以减少重复工作，简化协调和资源分配，并创造跨部门学习机会。这些联系也将为地方发展注入适应和生物多样性的主流化视角，支持政策的垂直一致性。

### 3.3.4 行业政策：包括 REDD+ 和 AFOLU

REDD+ (减少发展中国家毁林和森林退化所致排放量加上森林可持续管理以及保护和加强森林碳储量) 为制定国家政策提供了重要契机，使气候变化缓解措施与森林保护和可持续利用相结合。REDD+ 主要通过《巴黎协定》第六条所确立的市场化框架进入碳金融领域，该框架允许在自愿的基础上进行碳信用额转让 (第六条第二款)，并通过“可

持续发展机制”(SDM) 进行减排成果的国际交易 (第六条第四款)<sup>3</sup>。REDD+ 项目主要通过避免碳排放和促进碳储存产生碳信用，碳信用可以在国际碳市场上交易，帮助各国和企业实现其减排目标。

REDD+ 政策通过将森林保护与恢复纳入国家发展和气候行动计划，为“将自然作为基础设施”奠定基础，助力各国实现国家自主贡献 (NDCs) 和生物多样性目标，同时满足其基础设施建设的需求。REDD+ 机制于 2005 年在《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC) 第 12 届缔约方大会 (COP12) 上正式推出，并在后续缔约方会议中不断扩展和完善。REDD+ 可通过绿色气候基金 (GCF) 的“基于结果的支付”(RBP)、全球环境基金 (GEF) 的“可持续森林管理”(SFM) 以及其他双边和多边机制获得支持。在将 REDD+ 用于“将自然作为基础设施”时，政策制定者应特别关注森林的多种生态功能，如水源涵养、生物多样性和生态系统服务，而不仅仅关注固碳功能，尽管固碳是 REDD+ 的核心目标。

此外，审慎的 REDD+ 政策需应对 REDD+ 当前面临的争议与挑战。主要争议之一涉及基线计算问题及其可能违反“无高估原则”<sup>4</sup>。REDD+ 通过避免二氧化碳排放来产生碳信用，因此准确识别基线情景显得至关重要。然而，由于基线计算难以绝对准确，许多人担心 REDD+ 项目可能违反碳金融的“无高估”核心原则。此外，REDD+ 还面临其他可能的挑战，包括影响力有限、可能被滥用为碳抵消机制、对原住民权利的认可不足、集中度和治理问题、利益相关方参与不足，

1 WWF, 2024 年 5 月 5 日, NBSAP Tracker 新闻稿, 世界野生动物基金会。https://wwf.panda.org/wwf\_news/?12112966/NBSAP-Tracker-Press.

2 联合国气候变化框架公约, 2022 年, 国家适应计划 (NAP) 与国家生物多样性战略和行动计划 (NBSAP) 之间的协同作用: 技术简介, 联合国气候变化框架公约。https://unfccc.int/sites/default/files/resource/UNFCCC-NWP\_synergies\_NAP-NBSAP\_technical-brief.pdf.

3 《联合国气候变化框架公约》《巴黎协定》第六条 (第 24 页)。https://unfccc.int/documents/9097.

4 标普全球, 2021 年 6 月 28 日, 认识到 REDD+ 信用的局限性和潜力可能为摆脱破坏性争论提供出路。https://www.spglobal.com/commodity-insights/en/news-research/blog/energy-transition/062821-voluntary-carbon-markets-redd-credits-forest-protection.

以及碳定价和市场监管机制亟待完善等。<sup>1</sup>

AFOLU（农业、林业和其他土地利用）政策积极支持“将自然作为基础设施”的环境效益，通过推动气候智能型农业、森林保护和可持续土地管理等措施，提升气候变化的适应能力，降低极端天气事件的影响，从而增强基础设施的韧性。越来越多的国家认识到 AFOLU 在应对气候变化中的重要作用。根据最新数据，148 个非附录 1 国家的国家自主贡献（NDCs）中，有 40% 将农林复合经营作为减缓或适应气候变化的策略。此外，147 份国家信息通报中，59% 提到了农林复合系统，其中 41% 关注其在减缓方面的作用，43% 关注其适应功能，25% 同时涵盖两方面<sup>2</sup>。2020 年，联合国粮农组织（FAO）提出“国家适应计划—农业（NAP-Ag）”进程，将林业和农林复合系统纳入国家适应计划（NAPs），并明确了四个关键实施要素：（1）奠定基础并弥补差距；（2）筹备要素；（3）制定实施战略；（4）进程的监测、报告和评估。<sup>3</sup>

### 3.4 以自然为核心的金融解决方案与案例研究

上述讨论强调了投资自然的框架并不完善，这为建立“将自然作为基础设施”带来了更多挑战。然而，全球范围内对“将自然作为基础设施”和“基于自然的解决方案”的投资需求强劲。2024 年联合国环境规划署（UNEP）发布的《2024 年自然融资现状》报

告指出，2022 年全球自然恢复领域的年度总资金流约为 640 亿美元，其中 73% 来自公共部门，27% 来自私营部门。<sup>4</sup>然而，为了实现与土地恢复和可持续管理相关的基于自然的解决方案目标，预计到 2025 年，投资需求将增长两倍以上，从 640 亿美元增加到 2,150 亿美元，到 2030 年需增长三倍以上，达到 2,960 亿美元，才能实现《里约公约》设定的目标。<sup>5</sup>彭博新能源财经（Bloomberg NEF）的估算进一步表明，全球每年需投入总额 1,660 亿美元用于保护和恢复脆弱自然资源，而到 2030 年，这一金额需增至近 1 万亿美元，才能有效管理生物多样性并维护生态系统的完整性。<sup>6</sup>

然而，如上所述，支持“将自然作为基础设施”和“基于自然的解决方案”投资规模化的环境尚未成熟。从技术层面看，虽然自然资本估值并非新概念，但它依然有高度复杂性、地域特定性，且数据密集，相关能力和意识水平仍然很低。这些领域的投资普遍规模较小且结构复杂，对投资者的吸引力不足。同时，与传统基础设施类似，基于自然的项目通常需要长期资金支持，这可能使短期资本望而却步。此外，自然金融领域缺乏统一的分类法、标准化指标和监管框架，因此难以形成清晰一致的投资环境。最后，技术和政治环境都倾向于传统灰色基础设施而非基于自然的替代方案，进一步制约了该领域的发展。<sup>7</sup>

量身定制的金融解决方案，包括金融工

1 Aryal, K., Maraseni, T., Subedi, B. P., Laudari, H. K., Ghimire, P. L., Khanal, S. C., Zhang, H., & Timilsina, R. (2024). REDD+ at risk: Emerging ten questions that REDD+ must answer. *Environmental Science & Policy*, 156, 103744. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2024.103744>.

2 Rosenstock, Todd S., et al. Making trees count: Measurement and reporting of agroforestry in UNFCCC national communications of non-Annex I countries. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 284 (2019): 106569.

3 Meybeck, A., Gitz, V., Wolf, J., & Wong, T. 2020. Addressing forestry and agroforestry in National Adaptation Plans - Supplementary guidelines (p. 2). FAO & CIFOR. Bogor/Rome.

4 联合国环境规划署，2024 年，自然融资状况：恢复融资报告（第 5 页），联合国环境规划署。<https://www.unep.org/resources/report/state-finance-nature-restoration-finance-report>.

5 联合国环境规划署，2024 年，自然融资状况：恢复融资报告（12 页），联合国环境规划署。<https://www.unep.org/resources/report/state-finance-nature-restoration-finance-report>.

6 彭博新能源财经，彭博新能源财经，2023 年 4 月 5 日，1 万亿美元保护生物多样性的成本比不作为的成本要低，彭博新能源财经。<https://about.bnef.com/blog/1-trillion-to-protect-biodiversity-is-cheaper-than-the-cost-of-inaction/>.

7 亚洲基础设施投资银行，2024 年 10 月 23 日，投资于“将自然作为基础设施”，亚投行。<https://www.aiib.org/en/news-events/media-center/blog/2024/Investing-in-Nature-as-Infrastructure.html>.

具和机制，在支持自然相关的项目中发挥着关键作用，尤其在气候变化风险加剧的发展中国家。这主要是因为这些金融工具和机制能够提供必要的资金，来启动和维持能够长期增强气候韧性的项目。同时，金融工具与

金融机制相辅相成，助力“将自然作为基础设施”投资的规模化和资金筹集，从而弥补基础设施建设、生物多样性和生态系统恢复、减缓和适应气候变化方面的资金缺口。两者的差异与协同作用总结见表 3-2。

表 3-2 实施“将自然作为基础设施”投资的金融工具和金融机制

	金融工具	金融机制
定义	金融工具是指在金融市场上用于交换、投资、融资或风险转移的工具或渠道，旨在实现特定的自然目标。	金融机制是指促进资金流动、管理或分配的安排或框架，旨在实现特定的自然目标。
流动性	流动性水平各异，大多数（并非全部）可在市场上交易。	非流动性，不可交易。
示例	<ul style="list-style-type: none"> <li>-赠款</li> <li>-优惠贷款/非优惠贷款</li> <li>-GSS+债券</li> <li>-碳市场工具</li> <li>-其他更多类型</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-生态系统服务付费（PES）</li> <li>-自然债务互换</li> <li>-自然/生物多样性/可持续发展信托基金</li> <li>-其他更多类型</li> </ul>
协同作用	这些工具帮助调动资金用于基于自然的解决方案、生物多样性和气候变化相关的项目。金融工具和机制在引导投资流向气候适应、生物多样性保护和生态系统恢复方面都至关重要。	

资料来源：GGGI 即将发布的报告。

混合融资是一种结构化融资方式，通过将公共和慈善来源的优惠资本与商业资本相结合，以撬动更大规模的资金，从而实现发展目标。<sup>1</sup>2023 年，混合融资市场的总融资额增长了 120%，从 2022 年的 80 亿美元增至 183 亿美元。气候相关投资在混合融资市场中占据核心地位，成为 2023 年整体市场增长的主要驱动力。相比之下，非气候相关交易的规模在 2022—2023 年间基本停滞，维持在 49 亿美元。2023 年，气候混合融资的市值份额也创

下了历史新高，占总市值的 80%，超过 2021 年 74% 的峰值<sup>2</sup>。2018—2023 年，基于自然的解决方案（NbS）在纯适应类混合融资及交易中占据最大份额，累计融资额达 21 亿美元，涉及 11 笔交易，通过债券/票据、项目、基金和公司等多种融资工具实现。<sup>3</sup>

### 3.4.1 绿色、社会和可持续（GSS）债券

在亚太地区，GSS 债券的发行保持稳步增长的趋势，公共部门实体对此类债券的兴趣日益增加。如图 3-4 所示，根据标普全球

1 Iyer K & Vaze P, 2024, 混合融资的前景和公共融资的作用（第 4 页），亚洲开发银行。<https://www.adb.org/sites/default/files/institutional-document/1007506/apcr2024bp-landscape-blended-finance-role-public-finance.pdf>.

2 《融合》，2024 年，《2024 年混合融资现状：气候版》（第 12 页）。<https://www.convergence.finance/api/file/7ea718b91bfa5872860357c919e92147:3e84484dbfc57200f877013af143c3bb9692943f117db016e9ae7a0c713f4e6dfcedee9ef16db5bd25fa57942c05a2b13243fae49c9ec46dc2a7bc56c482b5b480cba9c9db9d19132fbc870db1f1becb0220c4bfd81f0aa453a23a8217bef33ca277e fafe73010949e449a1fb65c5c3e3acfa6cf343ae3b9feed1a3b862f27b84e28ec14471400f201773656c6a3f85e>.

3 《融合》，2024 年，《2024 年混合融资现状：气候版》（第 12 页）。<https://www.convergence.finance/api/file/7ea718b91bfa5872860357c919e92147:3e84484dbfc57200f877013af143c3bb9692943f117db016e9ae7a0c713f4e6dfcedee9ef16db5bd25fa57942c05a2b13243fae49c9ec46dc2a7bc56c482b5b480cba9c9db9d19132fbc870db1f1becb0220c4bfd81f0aa453a23a8217bef33ca277e fafe73010949e449a1fb65c5c3e3acfa6cf343ae3b9feed1a3b862f27b84e28ec14471400f201773656c6a3f85e>.

( S&P Global ) 2024 年初的预测，2024 年亚太地区 GSS 债券发行量将超过 2,400 亿美元，与 2019 年的不足 770 亿美元相比实现显著增长。<sup>1</sup>与此同时，亚太地区公共部门实体在 GSS 债券发行方面保持活跃，2023 年公共部门 GSS 债券发行机构数量从 2022 年的 61 家增至 94 家。

在 GSS 债券中，自然相关的绿色债券仍然是绿色债券市场中规模较小且发展不足的细分领域。据估计，2019 年自然相关绿色债

券的市场规模约为 14 亿~27 亿美元，占绿色债券市场总额( 2,710 亿美元 ) 的 0.5%~1%。预计到 2030 年，这一市场规模将扩大至 118 亿~448 亿美元，在 1.12 万亿美元绿色债券市场总量中仍然仅占 1%~4%。然而，自然和生物多样性相关的绿色债券尚未完全成熟，目前仅占绿色债券市场总额的 0.5%~1%，主要原因在于其缺乏明确的收入来源、法律框架和政策激励。<sup>2</sup>

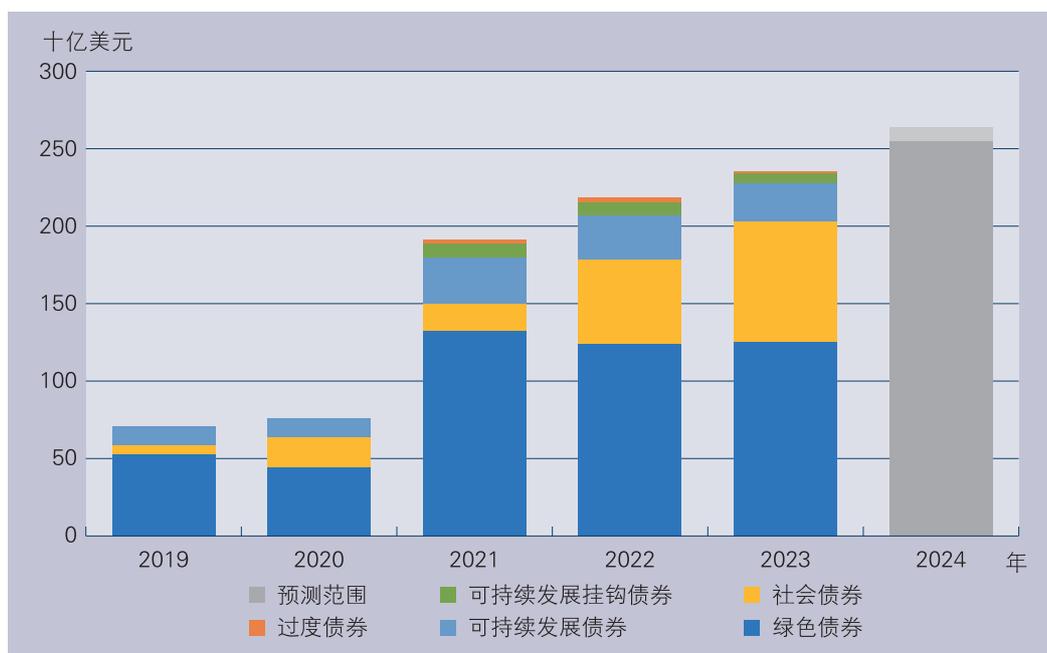


图 3-4 亚太地区 GSS 债券发行情况<sup>3</sup>

资料来源：环境金融债券数据库。

### 3.4.2 生态系统服务付费 ( PES ) 与生态补偿 ( EC )

环境/生态系统服务付费 ( PES ) 是一种基于结果的融资机制，旨在通过向当地社区、

农民和原住民社区提供现金激励，鼓励其以自愿方式作为自然的守护者，促进环境保护与恢复。<sup>4</sup>PES 实质上通过向当地社区提供经济激励，支持生态系统服务的保护和供给。

1 标普全球评级，2024 年 2 月 21 日，可持续发展洞察：研究—亚太地区可持续债券将在 2024 年加速增长，标普全球。<https://www.spglobal.com/ratings/en/research/pdf-articles/240221-sustainability-insights-research-asia-pacific-sustainable-bonds-to-step-up-growth-in-2024-101593421>.

2 亚洲基础设施投资银行，2024 年 10 月 23 日，投资于“将自然作为基础设施”，亚投行。<https://www.aiib.org/en/news-events/media-center/blog/2024/Investing-in-Nature-as-Infrastructure.html>.

3 标普全球评级，2024 年可持续债券发行量将接近 1 万亿美元，2024 年 2 月 13 日。<https://www.spglobal.com/ratings/en/research-insights/sustainability>.

4 联合国开发计划署，2024 年，设计数字系统以实现规模化生态系统服务付费 ( PES ) ——采取数字公共产品 ( DPG ) 方法来加强自然和气候行动 ( 第 vi 页 )，联合国开发计划署。[https://climatepromise.unep.org/sites/default/files/research\\_report\\_document/UNDP\\_Designing%20digital%20systems\\_PES\\_July%202024\\_high%20res%20FINAL3.pdf](https://climatepromise.unep.org/sites/default/files/research_report_document/UNDP_Designing%20digital%20systems_PES_July%202024_high%20res%20FINAL3.pdf).

PES 的三大基本原则：(1) 生态系统服务的经济价值；(2) 受益者付费原则；(3) 自愿性原则。

● **生态系统服务的经济价值**：生态系统服务包括来自自然资本存量的物质流、能量流和信息流，可分为四大类：供给服务、调节服务、文化服务和支持服务。<sup>1</sup>生态系统服务对于自然资本与其他形式的资本（如制造资本、人力资本和金融资本）结合以实现人类社会福祉至关重要，这点凸显了生态系统服务的基本经济价值，并为生态系统服务的货币化奠定了基础。

● **受益者付费原则**：PES 机制下的费用是由生态系统服务的受益者（个人、社区、企业或代表各方的政府）支付，<sup>2</sup>这使其与基于污染者付费原则的各种工具（例如环境税、污染费、碳排放交易等）有明显区别。

● **自愿性原则**：自愿性原则使生态系统服务付费（PES）成为一项市场活动，而非法律强制行为。支付方/购买方（如企业、政府等）根据自身需求和资源为生态系统服务付费，而卖方/供应方（如农民、土地所有者等）则根据支付方/购买方的条件运营或维护生态系统服务（土地修复、水资源保护等）。PES 的自愿性原则有助于鼓励更多创新交易模式。

环境/生态系统服务付费（PES）通过自下而上的方式，为个人或社区提供直接经济激励，以促进对当地自然资源的可持续管理，从而维护或增强生态系统服务。然而，有效

的 PES 方案还需依赖健全的检测、报告和验证（MRV）机制，以跟踪环境服务的交付，确保利益和责任在所有相关方之间公平分配，并解决相关问题。

除 PES 之外，另一种类似的方法是“生态补偿（EC）”，它包括广泛的政策机制和工具，旨在将更灵活的绩效和市场要素引入环境管理，<sup>3</sup>并体现出更明显的国家主导特征。中国 2024 年发布的《生态保护补偿条例》<sup>4</sup>将“生态保护补偿”定义为“通过财政纵向补偿、地区间横向补偿、市场机制补偿等机制，对按照规定或者约定开展生态保护的单位和个人予以补偿的激励性制度安排”，并且“生态保护补偿可以采取资金补偿、对口协作、产业转移、人才培养、共建园区、购买生态产品和服务等多种补偿方式”。在过去十年中，中国的生态补偿实践大幅扩展，包括政府直接向个人和社区提供的生态系统服务付费；对因监管征用或环境损害而受影响的家庭、社区或政府进行补偿；环境市场与交易机制；以及同级行政区之间的合作和财政转移框架等。<sup>5</sup>自 2001 年以来，中国通过多种生态补偿项目机制所做的转移支付超过 2,350 亿美元，目前年度支出超过 300 亿美元，使生态补偿成为中国环境治理和财政体系中越来越重要的组成部分，并在各领域的恢复工作中占据主导地位（图 3-5）。

1 国家野生动物联合会，生态系统服务，国家野生动物联合会。https://www.nwf.org/Educational-Resources/Wildlife-Guide/Understanding-Conservation/Ecosystem-Services#:~:text=Four%20Types%20of%20Ecosystem%20Services,regulating%2C%20cultural%20and%20supporting%20services.

2 英国环境、食品和农村事务部，2013 年 5 月，生态系统服务付费：英国最佳实践（第 15 页），《生物多样性公约》。https://www.cbd.int/financial/pes/unitedkingdom-bestpractice.pdf.

3 世界银行，2021 年，中国的生态补偿：面向绿色中国的激励政策趋势与机遇（第 3 页），世界银行。https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/feebd863-b415-5f3f-8a7b-2ef38b5572fe/content.

4 中华人民共和国国务院，2024 年 4 月，《生态保护补偿条例》（第二条），中华人民共和国国务院。https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202404/content\_6944395.htm.

5 世界银行，2021 年，中国的生态补偿：面向绿色中国的激励政策趋势与机遇（第 3 页），世界银行。https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/feebd863-b415-5f3f-8a7b-2ef38b5572fe/content.

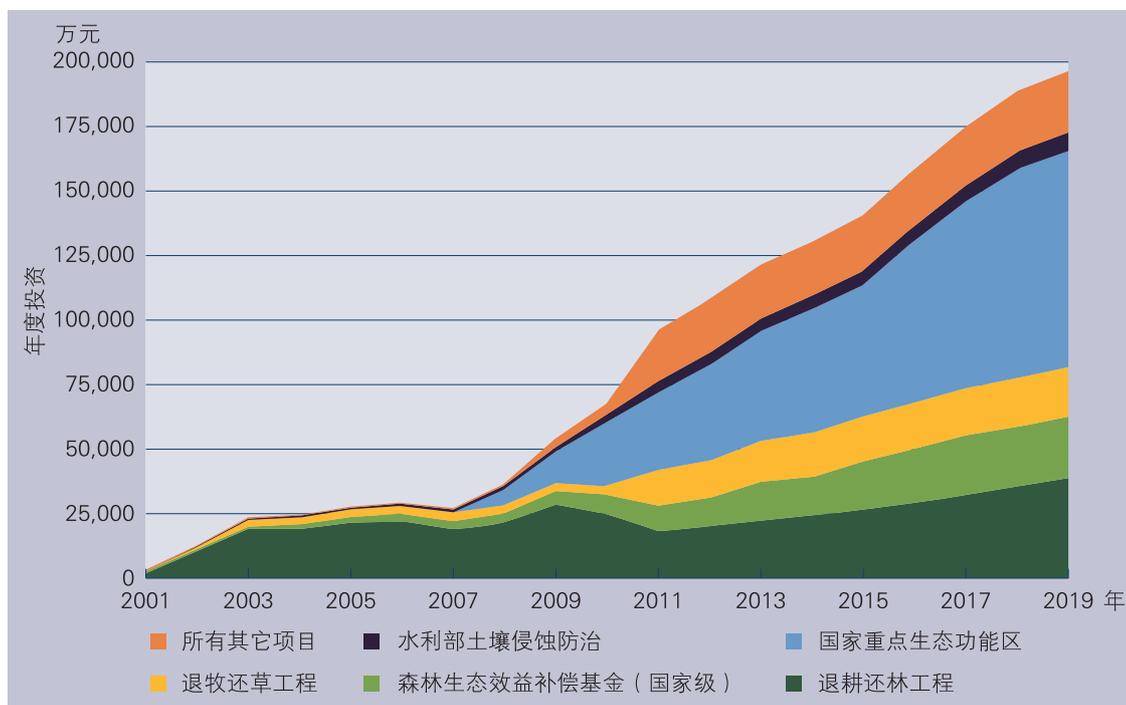


图 3-5 中国生态补偿项目年度投资<sup>1</sup>

### 专栏 3-1

#### 水务服务与水源涵养的付费：苏丹亚当大森林公园供水服务和保护费用<sup>2</sup>

苏丹亚当大森林公园 (Tahura) 作为印度尼西亚南加里曼丹省最重要的生物多样性热点地区，拥有丰富的环境/生态系统服务。公园面积超过 113,716 公顷，是南加里曼丹省最大的保护区，已被纳入联合国教科文组织全球地质公园候选名录——梅拉图斯地质公园体系。苏丹亚当大森林公园提供了重要的环境和生态服务，其中水资源供给和生物多样性保育功能尤为突出：它满足了班贾尔巴库拉大都市区约 200 万人口、园区内 27 个村庄约 34,000 人，以及依赖其生态系统获取清洁水源的 12 个设施和公司清洁水的需求。该公园还是稀有和濒危物种的栖息地，包括 17 种受保护的动物和 3 种濒危物种，如特有的长臂猿、穿山甲和山猫。此外，森林中还具有稀有和受保护的植物种类，包括乌林树（婆罗洲铁木）、猪笼草（Kantong Semar）及世界上最大的兰花——甘蔗兰（Grammatophyllum）。

近年来，伴随该地区及其周边经济活动的增加，苏丹亚当大森林公园的保护面临着巨大的挑战。森林的主要威胁包括非法砍伐、轮垦农业、旅游业扩张、土地用途变更和淡水渔业，这些活动带来了严重的水资源问题，包括水渗透能力下降，导致水位极端波动，

1 世界银行，2021 年，中国的生态补偿：面向绿色中国的激励政策趋势与机遇（第 3 页），世界银行。<https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/feebd863-b415-5f3f-8a7b-2ef38b5572fe/content>.

2 更多详情请参阅：全球绿色增长研究所（GGGI），为苏丹亚当大森林公园的水资源服务和保护建立可持续的金融机制，全球绿色增长研究所，2020 年。<https://gggi.org/report/establishing-a-sustainable-financial-mechanism-for-water-services-and-conservation-in-sultan-adam-grand-forest-park/>.

引发洪涝和干旱期延长等问题。此外，生活源与旅游业的污染物，加上侵蚀沉积和渔业活动沉积的增加，造成水体质量下降。这些环境压力，加上森林覆盖率的下降，正在破坏该公园在生物多样性保护方面的重要作用，使其丰富的动植物面临风险。

为了解决这一挑战，该公园正在开发一种水资源服务和保护付费的财务机制（图 3-6），来激励当地利益相关方参与森林保育与流域修复，使其成为生态系统服务供应方，为国家电力公司水电站、水务公司、自来水公司及饮用水瓶装公司提供服务。

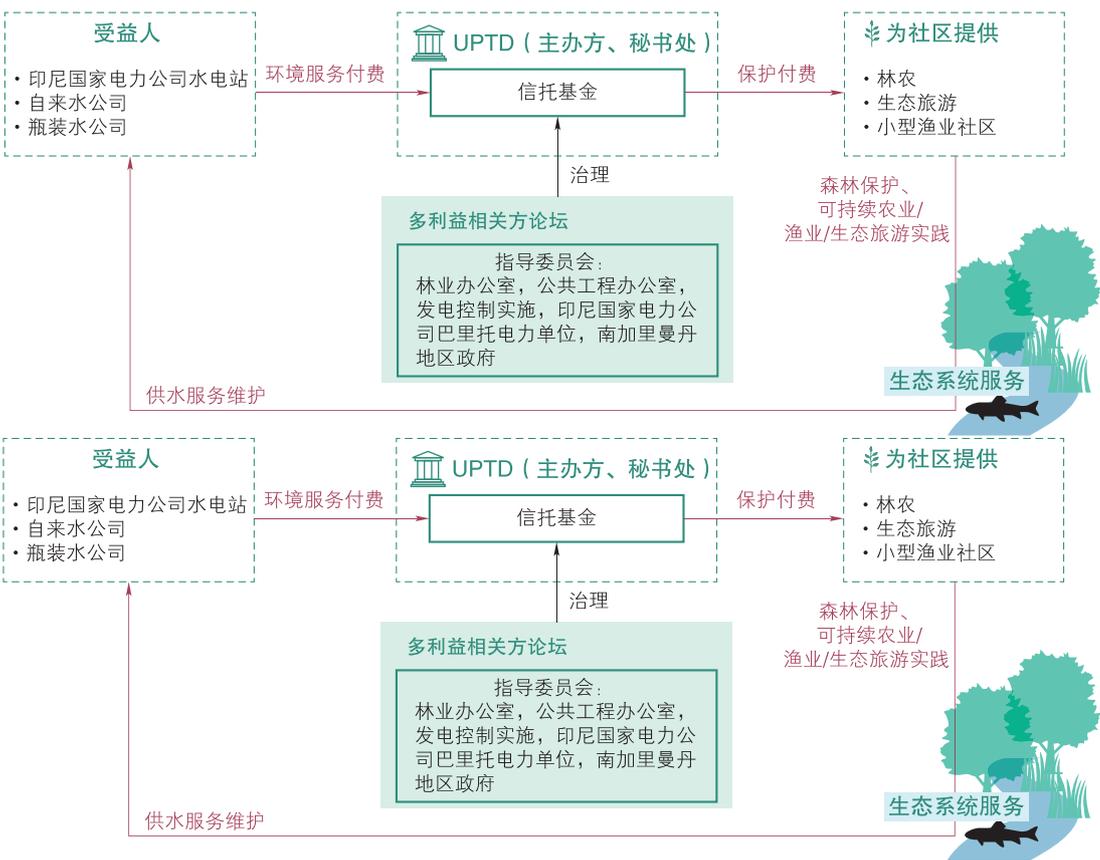


图 3-6 苏丹亚当大森林公园水资源服务和保护的财务机制设计

### 3.4.3 债务自然互换

债务自然互换 (DNS) 是一种气候积极的债务重组形式，指的是通过减少债务来换取债务国在气候变化或自然保护目标上进行支出或做出政策承诺。DNS 机制 (图 3-7) 可对官方

双边债务和商业债务进行双边债务互换。<sup>1</sup>

债务自然互换 (DNS) 是一种一举两得的解决方案，特别是对于同时面临债务压力和自然挑战的国家而言。根据联合国开发计

<sup>1</sup> 全球绿色增长研究所 (GGGI), 2024 年, 拉丁美洲和加勒比地区成员国的 GGGI 和可持续金融: 技术指南 (第 27 页), 全球绿色增长研究所。

划署 (UNDP) 的数据,<sup>1</sup>2023 年全球 52 个债务脆弱经济体中,有 12 个位于亚太地区。主权债务问题的历史遗留使这些国家在财政政策上难以优先考虑气候和环境可持续性,同时也限制了它们获得外部融资的机会。DNS 为主权债务国提供机会,将原本用于偿还债务的资金重新分配到气候适应型基础设施、绿色产业和“将自然作为基础设施”的投资中。<sup>2</sup>目前尽管其规模尚小,但考虑到当前全球主权债务和自然融资格局,债务互换具有巨大的扩展潜力。

在评估债务自然互换机制的适用性时,需要考虑若干因素:(1)该国的起始债务状况及债务互换对其长期债务可持续性的影响;(2)与债务互换交易相关的净财务收益;(3)该国的债务管理能力及对透明度的承诺;

以及(4)考虑到债务互换的复杂性和交易成本,借款人和捐赠方需考虑的机会成本。<sup>3</sup>

尽管 DNS 的类型因行业不同而有所差异(例如商业或私有 DNS、公共 DNS、双边 DNS、多边 DNS 等),但典型的 DNS 一般包括以下四个主要阶段:

- 第一阶段:债务人和债权人就债务减免和确定环境需求进行谈判。
- 第二阶段:设立一只由第三方独立管理的信托基金,确保债务减免资金用于商定的特定环境需求。
- 第三阶段:项目融资,将债务减免资金分配给环境保护和恢复项目。
- 第四阶段:监测、报告和验证(MRV),以确保项目成功实施,资金使用透明。

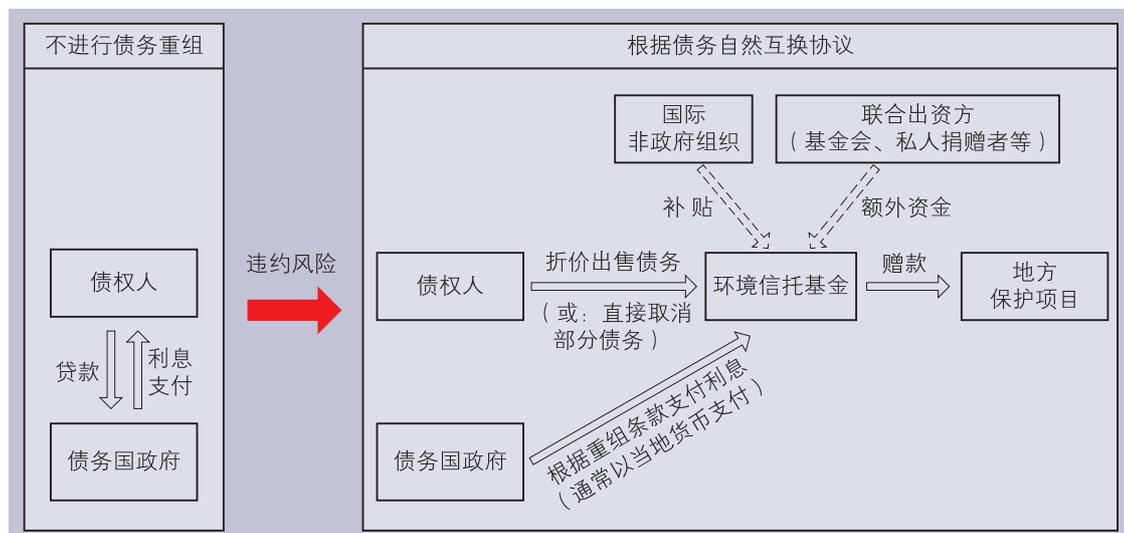


图 3-7 债务自然互换机制示意图<sup>4</sup>

1 联合国开发计划署, 2023 年, 走出危机的基石: 联合国可持续发展目标刺激计划(第 3 页), 联合国开发计划署。  
<https://www.undp.org/publications/dfs-building-blocks-out-crisis-uns-sdg-stimulus-plan>.

2 联合国开发计划署, 2023 年 7 月, 重新调整主权债务以支持自然和可持续发展目标: 亚太发展中经济体的工具及其应用(第 23 页), 联合国开发计划署。  
<https://www.undp.org/publications/reorienting-sovereign-debt-support-nature-and-sdgs-instruments-and-their-application-asia-pacific-developing-economies>.

3 国际货币基金组织, 2024 年 8 月 5 日, 债务发展互换: 一种方法框架(第 6 页), 国际货币基金组织。  
<https://www.imf.org/en/Publications/Policy-Papers/Issues/2024/08/05/Debt-for-Development-Swaps-An-Approach-Framework-553146>.

4 YUE M 和 Wang CN, 2021, 《债务自然互换: “一带一路”倡议中债务可持续性和生物多样性融资的三赢解决方案》(第 7 页), 绿色一带一路中心, 国际绿色金融研究院(IIGF)。

## 专栏 3-2

案例研究：厄瓜多尔的债务自然互换<sup>1</sup>

厄瓜多尔面临着管理主权债务和保护丰富生物多样性的双重挑战。根据国际货币基金组织（IMF）的数据，厄瓜多尔的公共债务/GDP 从 2014 年的不到 30% 大幅增至 2020 年的 60% 以上<sup>2</sup>。债务急剧增长给厄瓜多尔的偿债能力带来了巨大压力，限制了政府在社会和环境支出方面的资源配置能力。同时，厄瓜多尔拥有无与伦比的生物多样性，包括加拉帕戈斯群岛等全球重要的生态宝藏。加拉帕戈斯群岛的特有物种数量位居全球前列，约 80% 的陆地鸟类、97% 的爬行动物和陆地哺乳动物以及超过 30% 的植物物种为该地区所独有。此外，加拉帕戈斯群岛超过 20% 的海洋物种在地球上其他任何地方都无法找到。

为有效缓解主权债务压力并筹集基金保护加拉帕戈斯群岛的生物多样性，2023 年，在美洲开发银行（IDB）、美国国际开发金融公司（DFC）、瑞士信贷、海洋金融公司、皮尤·贝尔塔雷利海洋遗产基金会，以及全球绿色增长研究所（GGGI）的支持下，厄瓜多尔政府成功完成了全球最大的债务自然互换项目。

在这一债务自然互换中，厄瓜多尔政府利用美洲开发银行提供的 8,500 万美元担保和美国国际开发金融公司提供的 6.56 亿美元政治风险保险，以更优惠的条件回购了其现有公共债务。此举将在未来 17 年内为其节省 11 亿美元的还债费用，其中 4.5 亿美元的债务减免资金将专项用于“加拉帕戈斯生命基金”。<sup>3</sup>该基金独立运营，将为加拉帕戈斯国家公园、加拉帕戈斯海洋保护区和新的赫尔曼达德海洋保护区的保护工作提供资金支持，这三个区域的总面积达到 19.8 万平方公里。<sup>4</sup>

## 3.4.4 推广金融解决方案，产生更大影响

创新、适应性和可复制性是设计金融工具和机制的核心原则。在投资于“将自然作为基础设施”时，这些原则尤为重要。一方面，此类投资通过利用当地生态系统的潜力，为气候变化、生物多样性丧失和基础设施缺口提供可持续的解决方案；另一方面，这些基于自然的解决方案成功与否取决于它们在不同地理、社会和经济背景下能否被复制和扩展，从而确保长期影响和韧性。

- 创新性：那些投资于“将自然作为基础设施”的金融工具和机制必须具有创新性，以应对日益复杂的气候挑战。它们应充分利用公共和私人资源，提供长期的财务、环境和社会可持续性。

- 适应性：金融工具和机制应根据实际情况进行调整，有效满足本地社区的需求。

- 可复制性：金融解决方案应该能够在不同环境中复制，借鉴从试点项目中学到的经验教训。这不仅能够增强投资者信心，还能降低开发方启动新项目的障碍。

1 更多详情请参阅：<https://gggi.org/ecuador-debt-for-nature-swap-in-the-galapagos-islands-launched/>.

2 国际货币基金组织，2024 年，厄瓜多尔：对基金组织的金融风险评估，国际货币基金组织。<https://www.elibrary.imf.org/view/journals/002/2024/146/article-A002-en.xml#:~:text=Following%20a%20rapid%20increase%20over,over%2060%20percent%20of%20GDP.>

3 世界经济论坛，2023 年 6 月，厄瓜多尔历史性的债务自然互换协议，世界经济论坛。<https://www.weforum.org/stories/2023/06/ecuadors-historic-debt-for-nature-deal/>.

4 更多详情请参阅：<https://gggi.org/ecuador-debt-for-nature-swap-in-the-galapagos-islands-launched/>.

### 专栏 3-3 案例研究：卡拉卡尔帕克斯坦共和国绿色修复投资项目——应对咸海危机影响（“咸海 GRIP 项目”）

由于水资源管理不善、气候变化和蒸发量增加，咸海沙漠化已成为全球最严重的生态灾难之一，也是乌兹别克斯坦面临的重大发展挑战。咸海曾是世界上最大的淡水湖，但自 20 世纪 60 年代以来，其面积已缩小近 90%，留下了一片广袤的沙漠，<sup>1</sup>进而引发了生态和生物多样性危机。从经济角度来看，卡拉卡尔帕克斯坦地区每年因沙漠化造成的损失估计为 4,420 万美元，相当于该地区 GDP 的 2.1%，若维持现状不变，未来 20 年内损失将超过 8.44 亿美元，<sup>2</sup>这会对该地区已然脆弱的经济和社会发展造成严重影响。

为应对这些挑战，韩国国际合作署（KOICA）与全球绿色增长研究所（GGGI）于 2021 年启动了绿色修复项目（咸海 GRIP 项目），<sup>3</sup>其目的在于撬动私人资本，促进公私合作伙伴关系（PPP）的发展。截至 2024 年 12 月，该项目在为咸海危机筹集资金方面取得了显著成果，主要包括<sup>4</sup>：

推动发行超过 10 亿美元的可持续和绿色债券，其中包括与乌兹别克斯坦工业建设银行（SQB）合作发行的 5.75 亿美元债券，用于 14 个绿色和社会倡议；以及与农业银行（Agrobank）联合发行的 4.55 亿美元债券，其中 80% 用于支持乌兹别克斯坦的气候智能型农业（CSA）。

支持工业建设银行（SQB）开发 5,000 万美元的气候智能型农业（CSA）融资机制，以资助更环保、可持续的农业转型。

为农业部设计了 57 个绿色赠款投资项目，为 15 家金融机构开展绿色融资相关主题的能力建设培训，并制定了四项绿色与韧性商业计划，支持农民获得德国储蓄银行基金会（Sparkassenstiftung）提供的气候智能型农业（CSA）贷款。

中亚地区的水资源短缺和沙漠化问题十分严重，气候变化和人类活动使这一问题进一步恶化。该地区超过 20% 的土地（约 8,000 万公顷）已退化，影响到该地区约 30% 的人口。<sup>5</sup>咸海绿色修复项目（GRIP）开发的技术经验和金融机制——包括通过发行绿色债券筹集资金、建立国家专项金融平台以及加强金融机构能力建设——在中亚具有强大复制潜力，可以产生更大的影响。

1 世界银行，绿化沙漠：景观修复在乌兹别克斯坦抗击沙尘暴中的作用，2024 年 12 月 4 日。 <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2024/12/04/greening-the-desert-the-role-of-landscape-restoration-in-uzbekistan-s-battle-against-sand-and-dust-storms>.

2 Akramkhanov, A., Strohmeier, S., Yigezu, Y., Haddad, M., Smeets, T., Sterk, G., Zucca, C., Zakhadullaev, A., Agostini, P., Golub, E., Akhmedkhodjaeva, N., & Erencin, C. S. 2021. The value of landscape restoration in Uzbekistan to reduce sand and dust storms from the Aral seabed (p. 2). World Bank. <https://doi.org/10.1596/36461>.

3 全球绿色增长研究所（GGGI），卡拉卡尔帕克斯坦共和国绿色修复投资项目——应对咸海危机的影响（2021–2024 年），全球绿色增长研究所，2021 年。 <https://ggi.org/project/green-rehabilitation-investment-project-for-karakalpakstan-republic-to-address-impacts-of-the-aral-sea-crisis-2021-2024/>.

4 更多详情请参阅：GGGI，利用可持续金融扩大乌兹别克斯坦的绿色影响力：韩国国际合作署庆祝咸海修复项目的成就。 <https://ggi.org/leveraging-sustainable-finance-for-upscaling-green-impact-in-uzbekistan-koica-celebrates-aral-sea-grip-achievements/>.

5 联合国防治荒漠化公约（UNCCD）。联合国最新数据警告：中亚五分之一以上的土地退化，UNCCD，2023 年 11 月 22 日。 <https://www.unccd.int/news-stories/press-releases/over-one-fifth-central-asias-land-degraded-new-un-data-warns>.

仅靠金融解决方案难以产生足够的影响，除非它们能够用创新的方式调动资源，满足地方需求，适应不同环境，并具备可复制性，从而产生重大的环境和社会效益。因此，建立一个强大的框架来支持在其他脆弱地区推广和复制成功的项目模式至关重要，这不仅能够提高“将自然作为基础设施”融资的有效性，而且还将支持“为人类和地球带来持久利益”的全球努力。

### 3.5 结论

在当前环境挑战相互交织的背景下，“将自然作为基础设施”提供了一种创新的解决方案，能够同时应对环境问题，推动经济发展和基础设施建设。建议各国政府在环境政策设计中鼓励对基于自然的基础设施的投资，并利用有效的金融解决方案扩大融资渠道，最终实现各层面影响的最大化。

投资建设面临的核心挑战在于方法过多，而针对这些方法的框架之间多存在分歧。虽然“基于自然的解决方案（NBS）”“自然恢复”“绿色基础设施”等术语很有用，但仍需在主权投资层面建立一套更具共识的综合

术语，以支持投资决策。

在区域和全球范围内，已有许多成功的项目和方法，展示了“将自然作为基础设施”这一融资困难的理念是可以实现的。全球绿色增长研究所（GGGI）支持乌兹别克斯坦政府的案例，强调了综合干预规模的必要性，并指出协调试点与推广仍是实现“将自然作为基础设施”规模化的关键途径。此外，寻找途径协调各种类型干预措施的实施、利用融资创新，以及在项目层面实施干预措施，这些都需要对该领域的机遇有更深入的技术理解。

最后，区域内在“将自然作为基础设施”方面的配套环境仍显不足。例如，虽然东盟绿色分类法在某种程度上界定了投资领域，但并未把“将自然作为基础设施”纳入其中。在中亚，大片土地退化的程度表明，建立支持“将自然作为基础设施”的区域机制潜力巨大。显然，如果不能以更稳健、更综合的方式营建政策环境，支持保护弱势群体的“将自然作为基础设施”项目，资金将不会流向这些地方。



## 第四章

# 碳市场的互联互通

**碳**市场已成为全球应对温室气体排放的重要工具。作为一种主要的碳定价机制，碳市场可将碳排放的负外部效应成本内部化，激励各种可持续做法，并为实现低碳经济转型提供资金。本章分析了自愿市场以及《巴黎协定》第六条下碳信用交易机制的最新发展动向，并在此基础上探讨了如何通过促进碳信用交易的互联互通，大力撬动私营部门的金融资源，支持亚洲绿色发展。

### 4.1 自愿碳市场的发展情况

碳市场可分为强制碳市场（又称“合规碳市场”）和自愿碳市场。欧盟碳排放权交易系统（European Union Emissions Trading System, EU ETS）等强制碳市场为碳排放设定具有法律约束力的上限并对排放配额进行竞标和交易，而自愿碳市场则以自我监管的方式运作，允许组织和个人自愿通过碳信用交易来抵消排放量。目前，亚洲各地已建立起越来越多的强制碳市场和自愿碳市场（详见第 4.3.1 节）。

#### 4.1.1 自愿碳市场的运作方式

自愿碳市场本质上遵循自愿原则，让企业和个人能够在履行监管义务之外，主动参

与减少或消除碳排放的行动。自愿碳市场脱胎于《京都议定书》下的清洁发展机制（Clean Development Mechanism, CDM），现已发展为企业气候战略的关键工具，而随着净零排放与碳中和目标被越来越多地采纳，这一趋势将愈发凸显。在自愿碳市场上，企业可以通过购买核证项目产生的碳信用来补偿无法直接减少的碳排放量。

碳信用的金融属性逐步获得金融机构的认可。碳信用交易价格不仅为开展气候融资、碳资产管理、配额质押等锚定了基准价格，也撬动了更多绿色低碳项目投资。企业利用市场机制获得碳信用额，然后再用来资助各种低碳项目，从而形成可促进可持续发展的动态生态系统。

自愿碳市场的运作涉及三个关键阶段：核证、登记以及交易。碳信用是由那些减少或消除碳排放的项目产生的，包括各种可再生能源计划（例如风能、太阳能和能效计划）以及再造林和碳捕获、利用与封存（CCUS）等碳去除活动。这些项目经过严格的第三方核证，可确保其可信度和环境完整性。经核证的碳信用随后会在公认的平台上进行登记，从而获得交易资格。在交易和结算阶段，买家和卖家可进行碳信用交易，并在最终结

算时转移所有权。

由此产生的核证减排量（CER）和核证碳单位（VCU）等碳信用是构建自愿碳市场的基石。这些碳信用的产生机制多种多样，比如清洁发展机制和联合履行机制等国际协议；核证碳标准（VCS）和黄金标准（GS）等独立标准；以及中国核证自愿减排量（CCER）和澳大利亚减排基金（AERF）等政府主导型举措。

#### 4.1.2 全球自愿碳市场的发展现状与趋势

自清洁发展机制于 1997 年设立以来，自愿碳市场在全球脱碳工作中发挥了关键作用。2004—2012 年间，全球自愿碳市场经历快速增长，这得益于 EU ETS 等合规机制的激励作用，这些机制允许企业使用碳信用来部分履行监管义务。然而，2013 年 EU ETS 对抵消信用额的使用加以限制，这一举措对市场产生了负面影响，致使碳交易量出现下

滑（图 4-1）。

自 2020 年起，随着越来越多的企业做出宏大的净零排放承诺，对碳信用的需求持续攀升，自愿碳市场由此迈入新的扩张阶段。不少公司纷纷借助自愿碳市场来抵消不可避免的排放量，进而实现减缓目标。通过独立第三方机制签发的碳信用呈激增态势。到 2021 年，碳信用的第三方签发量占自愿碳市场签发总量的 74%，而 2015 年这一比例仅为 17%。核证碳标准（VCS）成为主导力量，占全球签发量的 62%。

尽管自愿碳市场在近期有所增长，但在 2023 年，由于相关参与者对碳信用可信度和诚信度的质疑，该市场出现大幅收缩。“漂绿”行为以及低质量碳信用或碳信用欺诈盛行等问题均削弱了市场信心。上述挑战凸显了加强治理和制定透明标准的必要性，以确保碳抵消产生积极的环境和社会影响。



图 4-1 国际自愿碳市场的发展情况

资料来源：CarbonCredits.Com。

自愿碳市场的长期发展前景依然保持积极态势。据彭博新能源财经报道，到 2050 年，对碳抵消的需求可能增至每年 52 亿吨二氧

化碳当量，约占全球排放量的 10%。到那时，碳价可能升至每吨 120 美元，促使自愿碳市场的规模有可能达到 6,000 亿美元。

尽管自愿碳市场前景大好，但它仍然面临一些结构性挑战。目前，全球碳抵消市场因缺乏统一的标准而呈现分散化态势，形成诸多孤立的市场，增加了识别高质量碳信用的难度。统一框架的缺失不仅加剧了漂绿风险，更会因为碳信用质量问题或欺诈行为而削弱碳抵消机制的环境效益。那些寻求实现碳中和目标的投资者往往会购买碳信用来抵消部分排放量。然而，如果企业购买的是低质量或虚假的碳信用，则反而会对其环境、社会和治理（ESG）表现产生不利影响，进而削弱公众信任和市场信誉。

为了应对这些挑战，自愿碳市场诚信委员会（Integrity Council for the Voluntary Carbon Market, ICVCM）和自愿碳市场诚信倡议（Voluntary Carbon Markets Integrity Initiative, VCMI）等独立第三方组织正在努力恢复碳市场的可信度和透明度。例如，ICVCM 引入了十项核心碳原则（Core Carbon Principles, CCP），对碳信用签发机构及其方法学进行评估。按照符合核心碳原则的方法学签发的碳信用被视为高质量碳信用。尽管取得了这些进展，但相关标准的普及程度仍然有限。按照首批获得 ICVCM 批准的方法学签发的碳信用仅占流通碳信用总量的 3.6%，远远不能满足市场需求。

为了有效应对上述问题，各国迫切需要建立清晰而全面的碳市场政策框架，来管理碳信用的产生、转让和使用。这些框架将为市场参与者提供明确的操作指引，增强他们对碳信用体系的信心。此外，国际合作对于制定统一的标准和指导原则、降低运作中的不确定性以及增强市场凝聚力至关重要。

协调统一相关标准将提高碳信用的可靠性，降低漂绿风险，增强投资者信心。通过建立透明且负责的机制，自愿碳市场可以释放气候融资潜力，解决效率低下的问题，最终助力构建可支持全球脱碳努力的强大生态系统。

## 4.2 国际碳信用机制（第六条）与 GGGI 碳交易安排

以下部分探讨《巴黎协定》第六条的实施现状，特别是在亚洲国家的实施进展。

2015 年通过的《巴黎协定》第六条为国际碳交易搭建了全新框架，标志着 2002 年《京都议定书》下清洁发展机制时代的终结。第六条允许各缔约国自愿开展合作，对减缓成果进行交易，从而落实各自在国家自主贡献（NDC）中列出的气候目标。随着在阿塞拜疆首都巴库举行的《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC，以下简称“《公约》”）第 29 次缔约方大会（COP29）最终敲定第六条的相关细则，第六条将引起包括亚洲国家在内所有国家的广泛关注和兴趣。

本小节首先将深入剖析《巴黎协定》第六条框架及其整体运作机制，然后再对亚洲国家当前在实施第六条方面的努力进行简要概述。最后，本小节将展示全球绿色增长研究所（GGGI）为助力第六条中开放全球碳市场而推出的碳交易安排（Carbon Transaction Facility）。

### 4.2.1 《巴黎协定》第六条与碳融资

《巴黎协定》第六条规定的国际碳交易，将在各缔约方实现 2015 年《公约》第 21 次缔约方大会（COP21）上通过的长期气温控制目标中发挥关键作用。第六条规定各国可以通过温室气体减排单位（又称减缓成果）的国际转让，自愿开展合作，履行各自的国家自主贡献。在该机制下，一国实现的减缓成果可以计入另一国的国家自主贡献目标，由此换取收益。在这种合作方法下，国际融资能够助力那些设立宏大目标却面临实施障碍（如资金短缺或技术匮乏）的减缓项目顺利推进。

第六条规定的交易有望降低减缓成本，显著提高减排目标，但前提是将节约的成本重新投资于其他减缓活动。根据国际排放交易协会（International Emissions Trading Association, IETA）和马里兰大学的一项分

析，倘若各国政府借助第六条来合作实施国家自主贡献，而非各自为政，那么到 2030 年，每年有望节省 3,000 多亿美元<sup>1</sup>，并在 2020—2050 年间减少 21 万亿美元的减缓成本<sup>2</sup>。

碳融资 (carbon finance) 是指出售减缓活动产生的减缓成果而获得的收入，可为促进发展中和新兴经济体的绿色增长提供重要机遇。第六条重点关注那些拥有宏大目标且环境完整性高的活动所催生的交易。因此，在第六条框架下，减缓活动的一项核心要求就是证明其**额外性**，即证明这些活动在东道

国国家自主贡献所确定的当前目标水平下不会自然发生。总体而言，碳融资是认定一项减缓活动具备额外性的必要条件。只有当一个项目的可行性依赖于碳融资时，该项目才能被视为具有额外性。换句话说，如果无法通过出售减缓成果获得收入，该项目就无法达到可融资标准 (图 4-2)。额外性不局限于资金层面，还可通过其他要素加以补充，例如在技术转让情境下的技术额外性，以及政策或监管额外性 (如此能助力东道国在国家或地方层面推行更具雄心的政策)。

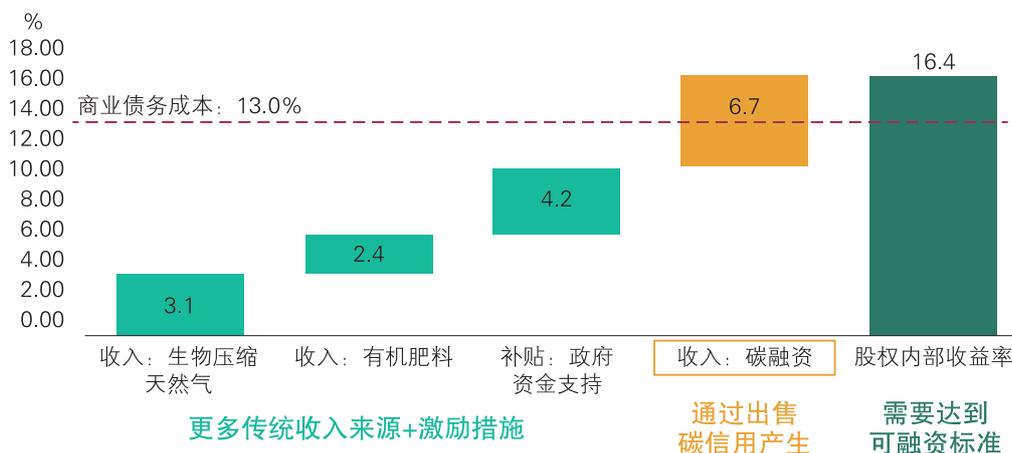


图 4-2 尼泊尔某沼气项目的可融资性

资料来源：GGGI。

COP29 期间，第六条谈判取得重大进展，多项成果得到认可。值得注意的是，会上分别敲定了**第六条第二款**和**第六条第四款**的相关最终细则。前者允许各国之间开展双边自愿合作，而后者则建立了名为“《巴黎协定》信用机制” (the Paris Agreement Crediting Mechanism) 的统一碳信用机制。

《公约》报告称，87%的国家自主贡献实施提案都表明有关国家可能会使用或计划使用第六条规定的合作机制<sup>3</sup>。

截至 2025 年 2 月，根据 IETA<sup>4</sup>和明晟公司 (MSCI<sup>5</sup>) 的数据，有关国家已签署 64 份关于第六条第二款合作的双边协议或谅解备忘录 (图 4-3)。虽然已有五个项目获得为第

1 IETA, 2021: Article Six: Maximising Climate Ambitions, in 2021 Greenhouse Gas Market Report: The Anatomy of the Carbon Market [Core Writing Team: James Edmonds, S. Y. Ieva S]. [https://www.ieta.org/resources/Resources/GHG\\_Report/2021/IETA-2021-GHG-Report.pdf](https://www.ieta.org/resources/Resources/GHG_Report/2021/IETA-2021-GHG-Report.pdf).  
 2 IETA, 2021, The Potential Role of Article 6 Compatible Carbon Markets in Reaching Net-Zero.  
 3 UNFCCC, September 2021: Nationally determined contributions under the Paris Agreement: Synthesis report by the secretariat. FCCC/PA/CMA/2021/8. [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2021\\_08\\_adv\\_1.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2021_08_adv_1.pdf).  
 4 IETA, February 2025. Visualizing Article 6 Implementation. <https://www.ieta.org/resources/visualising-article-6-implementation/>.  
 5 MSCI, February 2025. Article 6 Tracking and Analysis. <https://trove-research.com/en/intelligence-platform/policy-and-guidance/article-six-two-transactions>.

六条交易发放碳信用的双边授权（图 4-4），但只有一项交易（瑞士和泰国之间的交易）顺利完成<sup>1</sup>。如图 4-3 所示，全球对国际转让

减缓成果（ITMO）的最大需求来自挪威、新加坡、韩国、瑞典以及瑞士。

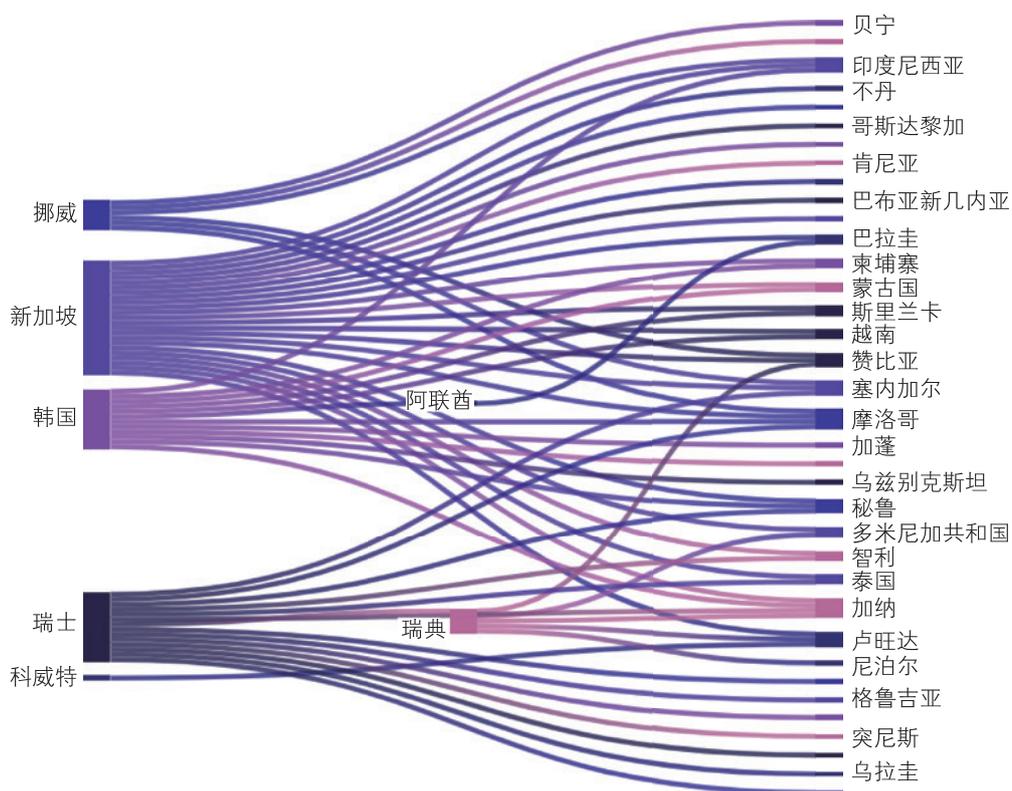


图 4-3 第六条款第二款相关双边协议和谅解备忘录签署情况图示

资料来源：IETA。

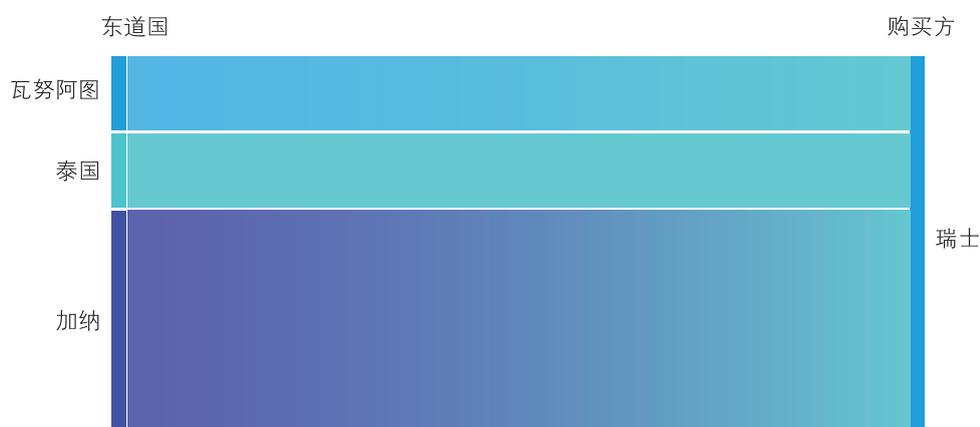


图 4-4 获双边授权的第六条款第二款相关项目

资料来源：IETA。

<sup>1</sup> Carbon Pulse, January 2024. Switzerland, Thailand conclude first transaction of Article 6 carbon units for Paris Agreement compliance. <https://carbon-pulse.com/249526/>.

相关市场仍处于早期阶段，其规模有望进一步扩大。为了推动符合第六条的碳市场发展壮大，大多数国家都需要获得相应的援助。GGGI 的一项 2022 年调查显示，虽然大

多数成员和伙伴都有积极参与碳市场的意愿，但他们缺乏有效参与这些市场所需要的机构、指引、流程以及能力（图 4-5）。

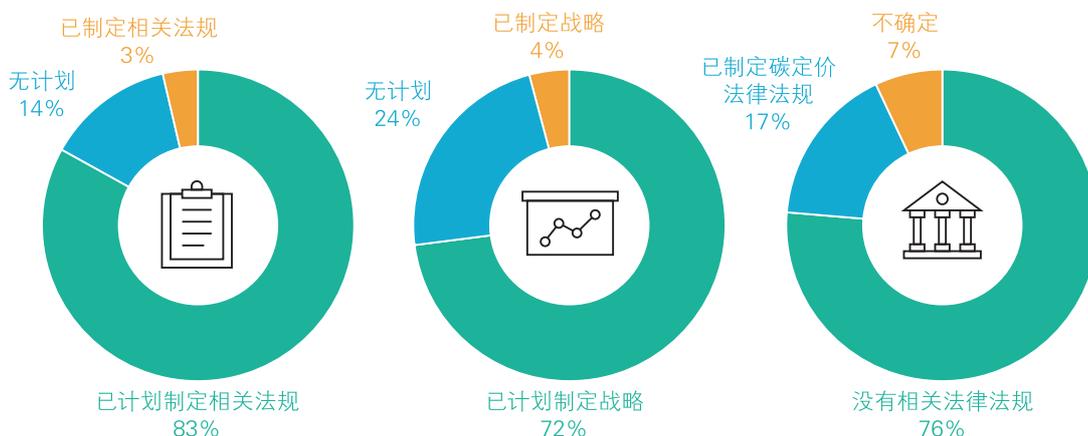


图 4-5 截至 2022 年 6 月第六条相关法规、第六条相关战略以及碳定价框架法律的制定情况

资料来源：GGGI。

除了缺少机构、指引、流程以及能力外，另一个经常提到的挑战在于如何加强监测、报告和核查（MRV）框架。为了扫清这些障碍，各利益相关者正在帮助有关经济体推动在东道国实施第六条规定。其中就包括了 GGGI、世界银行碳市场伙伴实施基金（Partnership for Market Implementation, PMI）、《公约》下属的各区域合作中心以及亚洲开发银行（以下简称“亚开行”）。落实第六条的关键支持措施包括：评估当前治理框架的关键需求和差距，制定第六条战略，建立全面的治理框架来支持碳项目周期下国际转让减缓成果的授权、核证、签发和转让的制度安排，以及支持报告合作方法和相应调节的应用。

除了强调自愿双边合作的第六条第二款外，COP29 的决议还为第六条第四款所概述

的《巴黎协定》信用机制确定了实施细则。随着第六条内容的扩充，自愿碳市场和第六条标准之间的融合趋势正在显现，各国政府纷纷寻求制定统一的治理框架来规范各种碳市场，包括自愿碳市场以及符合第六条的市场。黄金标准<sup>1</sup>等碳标准以及 ICVCM 等国际利益相关者也在积极推动自愿碳市场与第六条标准接轨<sup>2</sup>。

COP29 在修订第六条第二款时解决的其中一项挑战就是报告的不一致问题。本次 COP29 的一项主要成果是，由《公约》负责管理国际登记册，方便东道国追踪国际转让减缓成果，但同时也提供了直接签发和买卖碳信用的选项<sup>3</sup>。这应该有助于解决许多东道国在建立报告系统方面可能面临的挑战，因为建立国家登记册往往是项艰巨的任务。

1 Gold Standard, July 2024. A practitioner’s guide: Aligning the Voluntary Carbon Market with the Paris Agreement test. Aligning the Voluntary Carbon Markets with the Paris Agreement | Gold Standard | GS.  
 2 ICVCM, November 2024. Article 6 of the Paris Agreement and the Integrity Council’s work. How Article 6 & the CCPs Work Together for Climate Action.  
 3 Decision 2/CMA.3, Annex, Paragraph 30.

#### 4.2.2 第六条在亚洲的实施情况

纵观亚洲，各国对第六条的实施方法各不相同。低收入国家通常会得到《公约》区域合作中心（UNFCCC RCC）、GGGI、世界银行 PMI 以及第六条实施伙伴关系（Article 6 Implementation Program, A6IP）等组织的全面支持。

**孟加拉国。**孟加拉国正在接受 PMI 和 A6IP 的技术支持。自 2013 年以来，孟加拉国也在与日本在日本联合信用机制（Joint Crediting Mechanism, JCM）下开展合作<sup>1</sup>。

**不丹。**在不丹，实现国家自主贡献目标是其利用碳市场的优先事项。这一点是通过将各种活动整合到一个支持第六条合作的专项基金中来实现的，特别是通过不丹气候基金资助的微型项目来实现<sup>2</sup>。该国还接受了来自中东、北非和南亚区域合作中心、PMI 以及 A6IP 的技术援助。

**柬埔寨。**2024 年 1 月，柬埔寨在 GGGI<sup>3</sup> 的支持下通过了《实施〈巴黎协定〉第六条的运作手册》。该治理框架旨在支持开展符合第六条的相关活动。此外，柬埔寨在 GGGI 的支持下，正在与韩国合作开发电动交通项目<sup>4</sup>。

**印度。**印度环境、森林和气候变化部提交了一份可根据《巴黎协定》信用机制（第六条第四款）<sup>5</sup>实施的活动清单。印度和日本也表达了对今后在联合信用机制框架下开展合作的兴趣。

**印度尼西亚。**印度尼西亚正在向各主要利益相关方获取实施第六条的关键技术支持，其中包括世界银行 PMI、GGGI（旨在制定政策层面信用机制的项目）以及亚开行的第六条支持基金（Article 6 Support Facility）。印尼环境与林业部通过了第 21/2022 号法规，为该国开展第六条活动提供了首个框架<sup>6</sup>。

**老挝人民民主共和国。**老挝人民民主共和国也在接受各利益相关方（特别是世界银行、GGGI 还有《公约》亚太地区区域合作中心以及 A6IP 中心）的技术援助，以实施综合全面的碳市场方法。

**尼泊尔。**尼泊尔在开展瑞典资助的“推动第六条交易结构”项目中获得了 GGGI 的技术援助。COP29 期间，瑞典和尼泊尔签署了正式双边协议，以实施第六条第二款框架下的合作方案<sup>7</sup>。

**斯里兰卡。**斯里兰卡在实施第六条的过程中，得到了中东和北非地区以及南亚区域合作中心、世界银行 PMI、GGGI 以及联合国环境规划署哥本哈根气候中心的支持<sup>8</sup>。斯里兰卡目前正与日本在联合信用机制框架下开展合作，并且还与新加坡签署了谅解备忘录，以制定各种合作方案。

**泰国。**泰国因首个成功签发第六条下国际转让减缓成果（ITMO）活动而备受关注。借助 e-Bug 计划，泰国和瑞士通过 KliK 基金会完成了有史以来首笔第六条交易。该国

1 Gold Standard, May 2023. Implementing Article 6 – an Overview of Preparations in Selected Countries. 18a985ab–1c69–4798–b247–17175b4b84c5\_implementing\_article\_6–an\_overview\_of\_preparations\_in\_selected\_countries.pdf.

2 UNFCCC, November 2024. Operationalising Article 6 in South Asia: country experiences and perspectives.

3 GGGI, January 2024. Equipped and Ready: Cambodian Prime Minister endorses Operations Manual on Article 6 of the Paris Agreement. Equipped and Ready: Cambodian Prime Minister endorses Operations Manual on Article 6 of the Paris Agreement — Global Green Growth Institute.

4 Quantum Commodity Intelligence, February 2025. Cambodia signs Art. 6.2 e–mobility deal with Korean firm. Cambodia signs Art. 6.2 e–mobility deal with Korean firm.

5 Ministry of Environment, Forest, and Climate Change, June 2024. List of activities finalized in India under Article 6.4 mechanism of Paris Agreement. article\_6.4.pdf.

6 Gold Standard, May 2023. Implementing Article 6 – an Overview of Preparations in Selected Countries. 18a985ab–1c69–4798–b247–17175b4b84c5\_implementing\_article\_6–an\_overview\_of\_preparations\_in\_selected\_countries.pdf.

7 Quantum Commodity Intelligence, November 2024. COP29: Sweden inks Art. 6 deal with Nepal, defends existing agreement. COP29: Sweden inks Art. 6 deal with Nepal, defends existing agreements.

8 UNFCCC, November 2024. Operationalising Article 6 in South Asia: country experiences and perspectives. Operationalising Article 6 in South Asia: country experiences and perspectives | UNFCCC.

目前正通过 GGGI 主导的“支持第六条合作筹备工作”（Supporting Preparedness for Article 6 Cooperation）项目，获得技术援助。此外，泰国还与新加坡签署了用于确定合作方法的谅解备忘录，并且参与了联合信用机制<sup>1</sup>。

**越南。**越南已与日本、新加坡和韩国签订了有关第六条合作的协议。该国还在接受世界银行 PMI 和 GGGI 为其实施第六条提供的技术支持。越南也在考虑开展由清洁发展机制向第六条第四款过渡的减缓活动<sup>2</sup>。

亚洲区域融合与合作趋势也在日益增强。COP29 期间，授权开展双边合作成为东盟地区的主要驱动力，使其有望成为符合碳交易资格项目的“合作中心”<sup>3</sup>。该地区拥有广阔的沿海地带和丰富的森林资源，在推动基于自然的项目方面具备巨大潜力。印尼和马来西亚等东盟成员国有望成为新加坡等资金充裕国家重要的碳抵消来源。这种合作可以弥合国家之间的差距，产生互补作用。此外，第六条第四款机制的进展确保了碳市场的透明度和问责制，有望吸引更多投资者进入东盟碳市场，推动资本流向绿色项目，但这需要东盟事先突破体制、技术、基础设施和能力方面的相关限制。中国近期重启的中国核证自愿减排量计划，以及第六条第二款和第六条第四款的完善，也为中国核证自愿减排量获得国际转让减缓成果资格奠定了坚实基础，从而进一步推动整个亚洲碳市场的发展。

#### 4.2.3 GGGI 的开放式全球碳市场解决方案——碳交易安排

2024 年，GGGI 启动了全球开放式碳市场的新举措——碳交易安排（CTF）。该安排

吸收了 20 个 GGGI 成员和伙伴在实施和支持碳项目方面积累的 5 年经验。

如图 4-6 所示，碳交易安排由两大支柱组成：第六条准备基金和一系列碳基金。

- **第六条准备基金**向渴望参与第六条项下国际碳交易的国家提供资助。作为全球规模领先的筹备资助方，该基金可协助各国制定体制框架、开展能力建设、促进知识共享，并开发适合落实第六条的一系列减缓活动。截至 2024 年 12 月，该基金有新西兰、挪威和瑞典三个参与国，共计出资 1,900 万美元。

- **碳基金**旨在购买第六条准备基金资助的减缓活动产生的碳信用。截至 2025 年 2 月，共成立两只基金：一是**第六条气候合作基金**（Article 6 Climate Cooperation Fund, ACCTIF）。该基金由瑞典能源署（Swedish Energy Agency）设立，拨款 2,850 万美元，用于开展第六条交易以及提供相关技术支持。二是**挪威第六条气候行动基金**（Norwegian Article 6 Climate Action Fund, NACA）。该基金由挪威气候与环境部设立，拨款高达 1 亿美元，用于类似目的。

碳交易安排的初期工作重点将放在为约旦、巴拉圭、卢旺达以及斯里兰卡提供筹备资助上。相关活动包括开展第六条能力建设，制定开放符合第六条的碳市场所需的政策工具，以及发起一系列能够产生减排量的潜在减缓活动，这些减排量随后可由碳基金购买。

总体而言，碳交易机制的最终目标是全球碳市场相互开放并实现第六条交易，从而助力全球减少温室气体排放、提升全球气候雄心。

1 Carbon Pulse, consulted on February 2025. Article 6 Portal. <https://carbon-pulse.com/article-6-portal/>.

2 Gold Standard, May 2023. Implementing Article 6 – an Overview of Preparations in Selected Countries. 18a985ab-1c69-4798-b247-17175b4b84c5\_implementing\_article\_6-an\_overview\_of\_preparations\_in\_selected\_countries.pdf.

3 East Asia Forum, January 2025. COP29 affirms cooperation is key to ASEAN's carbon markets [Author: Siew, R]. <https://eastasiaforum.org/2025/01/10/cop29-affirms-cooperation-is-key-to-aseans-carbon-markets/>.

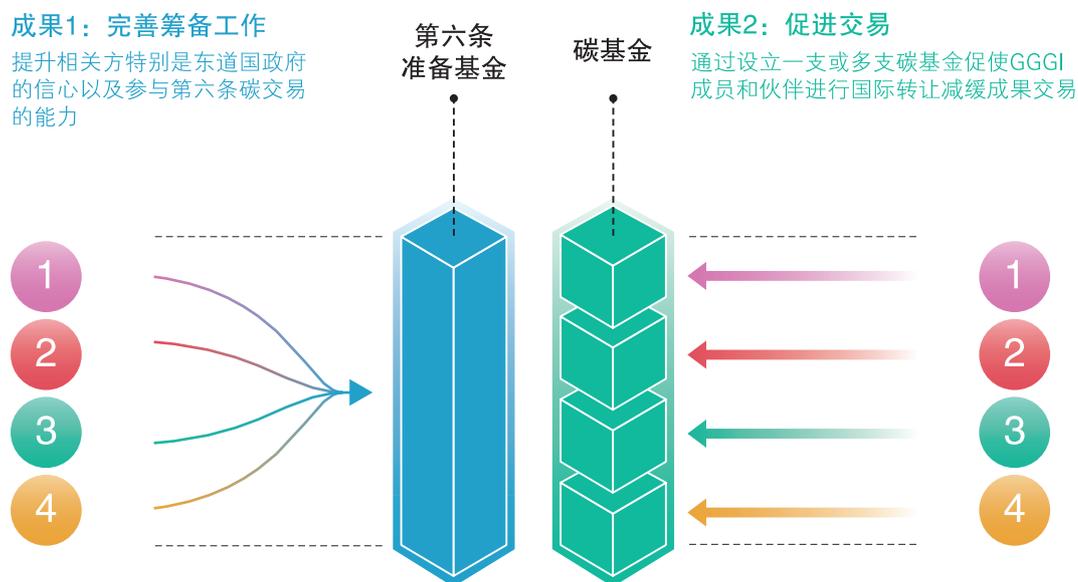


图 4-6 碳交易机制概况

资料来源：GGGI。

### 4.3 亚洲碳市场的互联互通

#### 4.3.1 亚洲主要自愿碳市场举措概览

凭借充满活力的经济、丰富的自然资源以及雄心勃勃的脱碳目标，亚洲已成为全球碳市场演变的关键参与者。在逐步设立强制碳排放权交易市场（表 4-1）的同时，该地

区已采取一系列自愿碳市场举措，解决了能源、林业和工业转型等优先问题。除了核证碳标准和黄金标准等既定机制外，亚洲国家和地区还在积极开拓适合其独特情况和发展目标创新体系，同时逐步与《巴黎协定》第六条等全球框架接轨。

表 4-1 亚洲主要的强制碳市场

碳市场名称	2024 年碳价/ 美元	建成年份	覆盖温室气体排放/ MtCO <sub>2</sub> e	覆盖温室气体排放全球占比/ %
日本东京碳市场	4.63 (2023)	2010	11.1	0.02
哈萨克斯坦碳市场	1.06	2013	153.43	0.29
韩国碳市场	6.3	2015	636.02	1.2
中国全国碳市场	12.57	2021	4,923.40	9.30
印度尼西亚碳市场	0.61	2023	317.67	0.60

资料来源：世界银行<sup>1,2</sup>，国际碳行动伙伴组织<sup>3</sup>，博鳌亚洲论坛研究院整理。1 <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/compliance/coverage>.2 <https://data.worldbank.org/indicator/EN.GHG.ALL.MT.CE.AR5>.3 <https://icapcarbonaction.com/en/ets/japan-tokyo-cap-and-trade-program>.

中国于 2024 年 1 月重启核证自愿减排量机制，并通过抵消机制将其与国家碳排放权交易体系（ETS）挂钩。通过在其碳排放权交易体系框架内实现抵消（上限为 5%），中国利用自愿碳市场作为战略工具来推进其脱碳目标。重启的同时，中国还制定了明确的管理规则，项目类别也在不断扩大，首批方法学包括造林碳汇、红树林营造以及并网可再生能源项目。

印度预计将于 2025 年，在现有“执行、完成和交易”（Performance, Achieve and Trade, PAT）机制的基础上引入自愿碳市场，该机制是其各项能效计划的基石。印度已然成为全球碳信用发起领域的主要参与者，拥有推动自愿碳市场扩张的巨大潜力。然而，相关政策仍在制定中，而实现监管明确性对于吸引国内外投资同时保障项目实施的环境完整性至关重要。

印度尼西亚于 2023 年启动强制碳市场和自愿碳市场。与中国将强制碳市场的碳抵消率上限设为 5% 不同，印尼允许 100% 的碳抵消率。为了确保整合并避免双重核算，自愿碳市场在强制碳市场的框架内进行运作。2025 年 1 月，印尼通过印尼证券交易所旗下的碳交易（IDX Carbon）平台启动国际

碳交易，重申对 COP29 和《巴黎协定》第六条的承诺。印尼森林等自然资源丰富，有望向全球提供大量的碳信用。

中国香港于 2022 年通过香港交易所及结算有限公司（Hong Kong Exchanges and Clearing Limited, HKEX）推出自愿碳市场交易平台 Core Climate。该平台旨在将资本与中国香港和其他地区的气候相关投资机会连接起来，通过为国际碳信用提供港币和人民币结算服务，满足亚洲地区日益增长的跨境碳交易需求。尽管 Core Climate 推动了黄金标准核证减排量（GS-VER）的交易，但它尚未自行开发自愿碳市场标准。

新加坡于 2024 年开征碳税，并计划到 2030 年将碳税逐步调升至每吨 80 美元，彰显其在气候政策方面的领导地位。通过由新加坡经济发展局（Singapore Economic Development Board, EDB）和 IETA 组建的新加坡碳市场联盟（Singapore Carbon Market Alliance），新加坡已将自身定位为符合第六条的碳信用中心。自 2023 年起，该国已根据第六条与多个国家签署了国际碳信用转让实施协议，表明了其对跨境合作的承诺。

#### 专栏 4-1

#### 市场平台——新加坡碳市场联盟（SCMA）

##### 背景

作为亚太地区领先的金融和贸易中心，新加坡长期致力于绿色经济转型，并立志成为全球碳交易和服务中心。为支持《巴黎协定》第六条所规定的碳信用机制，新加坡政府于 2024 年 7 月 31 日推出了新加坡碳市场联盟（SCMA）。该平台旨在促进区域合作，发展符合第六条要求的碳市场，并推动形成高效透明的全球碳交易网络。

《巴黎协定》第六条为国际减排合作提供了法律框架，重点关注全球碳信用交易，以帮助各国实现其气候目标。尽管第六条市场仍处于起步阶段，碳信用交易量和供应有限，但 SCMA 的建立为其未来发展奠定了坚实基础。

### 主要举措

#### 1. 平台结构与目标

SCMA 是一个仅限受邀加入的联盟，汇集了全球碳项目开发商、信用供应商、评级机构以及致力于气候行动的新加坡企业。其使命是通过整合资源和专业知识，促进符合第六条要求的碳信用的获取、交易和管理。

新加坡企业可以在新加坡的碳税框架下使用这些碳信用抵消最高 5% 的应税排放量。此外，这些碳信用在帮助新加坡实现《巴黎协定》下的国家自主贡献 (NDC) 方面发挥着至关重要的作用。

#### 2. 成员构成

SCMA 成员广泛，其成员涵盖了整条碳管理价值链，包括：

**投资者：**淡马锡的脱碳投资平台 GenZero。

**项目开发商：**New Forests。

**交易所：**Climate Impact X 和 ACX。

**评级机构：**BeZero。

**中介机构：**ACT、Pollination 和 South Pole。

**企业买家：**能源、航空和重工业等高排放行业，代表企业包括雪佛龙、壳牌、维多、托克、胜科工业和樟宜机场集团等。

#### 3. 知识交流与能力建设

SCMA 强调通过研讨会和论坛进行知识共享，以提高成员对高质量碳信用获取和使用的理解。它还与国际排放交易协会 (IETA) 和国际碳减排与抵消联盟 (ICROA) 认证项目合作，发布交易最佳实践指南，确保市场效率和透明度。

#### 4. 行业与政府合作

SCMA 通过促进对话和提供数据驱动的建议，加强行业与政府之间的沟通。这些努力有助于塑造碳信用需求，并指导新加坡在碳市场中的政策方向。

### 影响和前景

新加坡政府正在积极推进与 20 多个国家在《巴黎协定》第六条第二款框架下的合作伙伴关系。目前已与巴布亚新几内亚和加纳签署了实施协议，并与拉丁美洲、亚洲和非洲的 14 个国家签署了谅解备忘录 (MOU)，以探索符合第六条要求的减排活动。

SCMA 的建立巩固了新加坡作为碳服务和交易中心的地位。通过促进政府和企业间的双边合作，该联盟为双边伙伴关系奠定了基础，并加速了符合第六条标准的全球碳交易生态系统的建设。

**韩国**的自愿碳市场与其亚洲首个全国性碳排放权交易体系 (K-ETS) 并行运作。韩国环境部负责监督一项框架，在该框架下企业可以自愿购买抵消额来提升其 ESG 形象。目前，该国正在重点发展可再生能源、再造

林以及甲烷捕获项目，并计划扩大其自愿碳市场的国际影响力。

**日本**的碳信用机制 J-Credit Scheme 体现了政府主导的自愿碳市场发展方式，为专注于使用可再生能源和提升能源效率的国内

项目提供核证。该国积极参与第六条相关协议，特别是与东南亚国家之间的协议，体现了其在双边合作领域的战略布局。日本对国内与国际机制的双重重视，使其成为推动跨市场协同效应的领军者。

**马来西亚**于 2022 年 12 月启动碳信用交易所 ( Bursa Carbon Exchange )，推出了全球首个符合伊斯兰教教法的碳交易平台，标志着该国在协调金融与文化价值观方面的创新。该交易所于 2023 年 7 月举行了首次拍卖活动，拍卖内容为沙巴当地产生的碳信用。此外，砂拉越州颁布了支持碳交易的法律，并且正在建立州级碳登记册，突显各联邦州在塑造碳信用机制方面的影响力与日俱增。该模式为按照全球标准处理区域优先事项提供了独特的视角。

**泰国**正在积极发展其碳市场基础设施，由泰国温室气体管理组织 ( Thailand Greenhouse Gas Management Organization, TGO ) 负责监督自愿碳市场框架。泰国自愿减排计划 ( T-VER ) 对再造林、废物转化为能源系统以及可再生能源设施等项目产生的碳信用进行核证。泰国还在参与第六条相关协议，以促进跨境碳信用交易。

#### 4.3.2 亚洲自愿碳市场面临的挑战

尽管亚洲在建立自愿碳市场方面取得了显著进展，但仍有若干关键挑战制约着这些市场发展壮大。要想应对这些挑战，必须充分释放亚洲在全球碳市场中的潜力，并确保自愿碳市场作为脱碳和可持续融资工具的有效性。

**政策信号模糊不清。**在亚洲乃至全球，政府和国际组织未能就碳信用在实现气候目标中的关键作用发出明确的政策信号，这种模糊的态度拖慢了自愿碳市场的发展步伐。这种不确定性也会影响碳信用购买和使用的合法性，尤其是针对那些基于自愿及商业目的所开展的购买与使用活动。若缺乏明确性，对自愿碳信用的需求可能

会停滞不前，进而错失将气候融资引向高影响行业和地区的机会。因此，政策制定者必须制定清晰的指导方针，明确将碳信用作为绿色金融的关键工具，以此增强投资者和项目开发商的信心。

**缺少统一标准，市场连接不足。**亚洲的自愿碳市场发展迅猛，但因协调不足且标准化缺失，市场呈现分散化特点。整体而言，各国政府在自愿碳市场的设计方面缺少双边与多边沟通。在操作层面，各方在标准、项目方法学以及管理规则的协调合作上近乎空白。此外，碳信用登记册和跨市场交易平台等关键基础设施尚未得到有效开发。互操作性和统一标准的缺失，为全球买家带来了复杂性，他们不得不对多样化的市场结构，评估来自不同司法管辖区的碳信用质量。对机构投资者来说，这一问题尤为突出，因为他们会优先考量碳信用的可替代性、可扩展性以及一致性。协调机制的缺失可能会动摇市场参与者对亚洲自愿碳市场的信心，进而阻碍大规模投资。

**强制碳市场与自愿碳市场之间缺少联动。**在许多亚洲国家，由于缺乏将合规制度 ( 如碳税或排放权交易体系 ) 与自愿碳市场相衔接的机制，国内对碳信用的需求受到了限制。新加坡是一个成功范例，其允许合规制度的参与者使用自愿碳信用来抵消部分纳税义务，从而创造了稳定的需求，增强了市场流动性。通过将自愿市场纳入合规框架，各国能够有效刺激对自愿碳信用的需求，并鼓励私营部门积极参与。

**跨境交易政策不明确。**许多亚洲国家的跨境碳信用交易管理政策仍不完善。对《巴黎协定》第六条的不同解读，使得自愿碳市场与合规框架的协调变得复杂化。随着各国宣布的国家自主贡献目标有望进一步扩大，自愿碳市场激励的增量减排量可能会计入减缓成果，并且需要加强监管控制。在对碳信用进行国际转让时进行相应调整是第六条中

的一项关键措施，该措施旨在确保国际碳信用交易中不会对减排量进行双重核算，这意味着此类项目的东道国不能将碳信用对应的减排量计入其国家自主贡献。不过，交易双方也可以就购买未经相应调整的碳信用达成协议，约定碳信用对应的减排量可以计入东道国的国家自主贡献。亚洲国家在吸引外资与排放权监管的权衡中，态度尚不明朗。一些国家正考虑全面禁止跨境交易或者对跨境交易征税。此类“隔离”政策会限制潜在买家的数量，从而对自愿碳市场的增长和有效性构成严重阻碍。

**开发成本高，参与障碍多。**碳信用的开发、核证、确认和登记通常涉及高昂的成本和复杂的技术，由此构成了巨大障碍，这在亚洲的发展中地区表现得尤为明显。农民和当地项目开发商等小型实体往往缺乏参与碳市场所需的资金或技术专长，因而被排除在了碳经济之外。这种排斥不仅加剧了市场准入的不平等，也限制了亚洲自愿碳市场内项目的多样性与潜在影响。此外，由于不同市场的标准存在差异，缺乏针对项目的对冲或保险标准化机制会增加开发商的财务风险，进一步抑制其参与意愿。为应对这些挑战，必须有效降低成本，并为小型企业提供专门的技术与资金支持。构建一个包容、公平的碳市场，将有助于提升项目多样性、增强市场韧性，并扩大自愿碳市场在区域内的整体影响力。

**定价和数据共享方面缺乏透明度。**透明度问题，尤其是定价和数据共享方面的透明度问题，削弱了亚洲各自愿碳市场的可扩展性和运作效率。不同项目碳信用价格的巨大差异引发了市场对可预测性和效率的担忧。这种价格差异可能源于项目类型及区域市场条件的多样性。对市场监管机构而言，这种波动可能反映出不同司法管辖区的市场标准缺乏统一。亚洲的自愿碳市场可以通过借鉴欧盟与瑞士之间的协调机制，将标准加以统

一，从而提升市场的一致性，同时允许各市场根据本地情况灵活定价。此外，建立有效的数据共享机制对开展跨境碳信用交易与对碳信用进行有效定价至关重要。缺乏此类机制将阻碍国家间的合作，降低区域市场一体化的可能性。

#### 4.3.3 加强自愿碳市场的互联互通，迈向统一透明的亚洲自愿碳市场生态系统

亚洲各地自愿碳市场举措的多样性彰显了该地区通过碳市场推动可持续发展的决心。然而，这些市场的分散性对其可扩展性和效率构成了挑战。随着亚洲在自愿碳市场中的影响力持续扩大，维护市场完整性与投资者信心极为关键。为充分释放亚洲自愿碳市场的潜力，并有效应对前述关键挑战，采取协调一致的战略方针势在必行。区域合作对于协调标准、分享最佳实践以及实现碳信用的无缝跨境交易极其重要。新加坡碳市场联盟和东盟气候合作协议等倡议在促进此类互联互通方面发挥了关键作用。以下为一些具体的政策建议。

推进自愿碳市场互联互通的基本步骤之一是明确这些市场在实现脱碳目标中的作用。各国政府以及《公约》和二十国集团(G20)等国际组织必须强调自愿碳市场作为全球气候行动重要工具的价值。明确承认碳信用是缓解范围3排放及解决间接减排问题的有效工具，将促使企业可持续发展战略与市场标准保持一致。这种清晰度不仅有助于提升自愿碳市场的可信度，还能激励私营部门广泛参与，从而推动市场需求与投资增长。

亚洲自愿碳市场中的能力建设同样重要。应针对监管机构、政策制定者以及市场参与者设计有效的培训与技术援助计划，增强其对高质量碳信用及国际最佳实践的理解。与ICVCM和IETA等知名机构的合作，可推动具有影响力的能力建设举措的设计

与实施。这些工作还需结合区域优先事项以及独特的市场条件，确保相关性与实际应用效果。

落实《巴黎协定》第六条是加强自愿碳市场互联互通的另一重要环节。政府必须为跨境碳信用交易制定明确的操作规则，包括进行相应调整以避免双重核算。区分私营部门使用的自愿抵消额与合规驱动的碳信用额，对于简化国际交易流程至关重要。双边协议和可扩展框架等区域解决方案可弥合全球标准差异，为亚洲构建更加一体化的自愿碳市场生态系统奠定基础。

同时，建立强制碳市场与自愿碳市场之间的联动机制（例如中国核证自愿减排量机制和印尼的综合碳市场），有助于增强流动性，扩大碳交易规模。这些进展不仅吸引了更多私营部门参与，还确保了碳市场的稳健性、透明度以及与全球气候目标的一致性。

监控跨境交易对确保市场完整性及维护各国的国家自主贡献目标同样不可或缺。建立主权监测系统以追踪碳信用的跨境流动，将有效缓解信用过度净流动带来的潜在风险。此类系统可借鉴中国合格境外机构投资者（QFII）制度等机制，引入延迟交易审批等保障措施，以便在超过预定阈值时维持市场稳定。

协调统一亚洲自愿碳市场的标准对提升市场质量、吸引境外投资具有重要意义。将区域市场与 ICVCM 的核心碳原则接轨，可在确保互操作性与一致性的同时，允许各国根据本地情况灵活调整相关市场。而建立具备标准化框架、统一术语及明确利益相关者责任的跨市场登记体系，将显著提高市场透明度，促进碳信用的无缝跨境交易。

通过实施上述战略措施，亚洲可显著加强自愿碳市场的互联互通，提升其透明度与可扩展性。这些努力不仅将巩固该地区在全球碳市场中的地位，还将撬动大规模气候融资，推动可持续发展，并加速向低碳

经济转型。

## 4.4 结论

碳市场主要通过强制碳市场与自愿碳市场运作，在全球脱碳进程中发挥着关键作用。以 EU ETS 为代表的强制碳市场通过设定具有法律约束力的排放上限，推动企业开展创新并进行可持续实践。与此同时，自愿碳市场为企业与个人提供了通过自愿购买核证碳信用抵消排放量的途径，这些碳信用正日益成为企业净零战略的重要组成部分。

近年来，全球自愿碳市场经历了快速增长，但也面临着显著挑战。2020 年后，随着越来越多地企业做出碳中和承诺，市场规模迅速扩大。然而，2023 年，相关市场参与者对漂绿行为、低质量碳信用和市场碎片化的担忧导致市场增长放缓。监管缺失与标准不统一削弱了投资者信心，使碳抵消的可信度受到质疑。为了恢复市场信任并提升市场效率，亟需加强监管、实施统一的全球标准，并强化 ICVCM 制定的核心碳原则等治理机制。

尽管面临挑战，碳市场仍具备巨大的增长潜力。预计到 2050 年，碳抵消需求可能达到每年 52 亿吨二氧化碳，自愿碳市场有望发展成为一个价值 6,000 亿美元的产业。实现这一潜力需要构建强有力的政策框架、提高透明度并加强国际合作，从而确保碳市场能够有效推动减排与气候融资。

《巴黎协定》第六条为国际碳交易提供了框架，允许各国通过合作实现国家自主贡献。第六条通过国际转让减缓成果，推动了具有成本效益的减排，同时吸引了全球对气候项目的投资。研究表明，到 2050 年，实施第六条规定的合作可节约高达 21 万亿美元的减缓成本。目前，第六条的实施进展显著，其中瑞士与泰国已根据第六条第二款完成了首笔国际转让减缓成果交易。同时，第六条第四款信用机制仍在制定中，旨在产生符合自愿碳市场标准的高完整性碳信用。

亚洲已成为碳市场发展的关键参与者，许多国家正积极推动第六条框架的实施。孟加拉国、不丹、柬埔寨、印度、印尼和越南等国纷纷通过双边协议与技术援助，将碳交易纳入其气候战略。区域合作也在不断深化，其中新加坡正致力于成为碳市场的金融中心，而东盟国家则在积极探索碳抵消机会。然而，监管不确定性、强制碳市场与自愿碳市场联系薄弱以及参与成本高昂等挑战依然存在，亟需对政策进行改革并进行机构能力建设。

为支持第六条的实施，GGGI 于 2024 年启动了碳交易机制。该机制为第六条碳信用

交易提供了制度支持、能力建设以及融资机制。瑞典、挪威和新西兰提供的 1.475 亿美元初始资金将用于支持包括约旦、巴拉圭、卢旺达和斯里兰卡在内的先行国家。这些努力旨在加速碳市场的筹备工作，推动国际碳排放权交易的广泛参与。

亚洲碳市场的未来取决于能否有效解决结构性挑战并加强市场互联互通。协调区域标准、加强强制碳市场与自愿碳市场的联动以及制定透明的定价机制，对于扩大市场参与规模极其关键。随着双边协议的扩展与融资机制的完善，亚洲有望成为碳交易的核心枢纽，为全球脱碳努力做出巨大贡献。



# 附录

## 附录一 亚洲绿色技术与制造业案例

### 专栏 A-1 福德士河 (Fortescue) —— 钢铁行业的碳减排实践

#### 背景

福德士河是全球最大的铁矿石生产商之一，总部位于澳大利亚，全球员工超过 2 万人。如今，福德士河致力于通过开发绿色能源技术解决方案引领重工业脱碳，将自身转型为全球绿色技术、能源和金属公司。该公司的绿色发展目标之一是到 2030 年实现澳大利亚铁矿石陆上业务的真正零排放，投资额超过 62 亿美元。

#### 关键举措

##### 1. 零碳采矿设备替换

福德士河在澳大利亚的运营每年消耗 10 亿升柴油，其中大部分范围 1 的排放来自重型运输设备，包括采矿重型卡车。该公司正在其矿山部署工业脱碳解决方案，包括电动挖掘机、氢能和电池电动运输卡车以及大规模充电设施。

##### 2. 氢能冶金

为减少炼铁工艺的排放（目前占钢铁制造过程排放的 80% 以上），该公司在皮尔巴拉地区启动了圣诞溪绿色金属项目，预计将使用绿氢生产高纯度绿色金属铁。

##### 3. 开发清洁能源

福德士河不仅使用风电等可再生能源电力替代柴油为其矿山的采矿和运输设备供电，还在难以实现电气化的领域使用绿氢和绿氨作为替代品。基于该公司每年向中国供应 1 亿吨绿色金属铁的目标，预计至少需要 800 万吨绿氢，为此该公司正在澳大利亚和全球布局绿氢生产项目。

#### 影响与展望

福德士河站在重工业脱碳的最前沿，探索低排放航运、铁路和卡车运输解决方案以及绿色钢铁制造工艺，并构建全套工业脱碳解决方案。这些绿色技术不仅帮助福德士河实现脱碳，还将为其他同样需要消除排放的重工业企业提供有效的零碳解决方案和产品。福德士河在澳大利亚和中国之间构建的绿色铁金属供应链，不仅将带来显著的环境效益，还可能为两国带来巨大的经济价值。

## 专栏 A-2 SABIC——全球领先化工企业创新举措助力减碳

### 背景

化工行业连接了能源与消费品行业。作为全球领先的多元化化工企业，沙特基础工业公司（SABIC），秉持创新与协作的精神，致力于推动自身与价值链上下游伙伴实现可持续发展，例如，促进能源领域的低碳转型与提升消费品行业的附加值。SABIC 在全球范围内设有多个科技创新中心，围绕可持续发展的主题积极开发创新产品与实现低碳发展的解决方案。截至目前，SABIC 旗下的各类专利和待批申请达到了 11,000 项，面向未来，SABIC 也将继续致力于携手各方，共同塑造化工乃至各行各业的高质量、可持续发展。

### 措施与行动

1. 运营全球领先的二氧化碳捕集和处理工厂。SABIC 在沙特朱拜勒运营的二氧化碳捕集和处理工厂，依托先进技术将化工厂排出的大量二氧化碳进行捕集回收，净化后可用于下游工厂农业肥料、日化产品、碳酸饮料食品的生产。通过该工厂，SABIC 每年可捕捉高达 50 万吨的二氧化碳，相当于种植 1,100 多万棵树木。

2. 推出新型低碳产品组合。继 2022 年成功将全球首批获得商业认证的低碳蓝氨运抵韩国后，2023 年 SABIC 开始向印度、日本等亚太地区市场运输低碳蓝氨，并在 2024 年发布了经认证、可广泛应用于船舶燃料、复合地板、家具板材的树脂和有机玻璃板的低碳甲醇。

3. 企业合作促进新技术和应用落地。2024 年 4 月，SABIC 与巴斯夫和林德合作的全球首座大型电加热蒸汽裂解炉示范装置举行落成庆典，该示范装置采用的新技术，通过使用可再生能源发电，有望使化工行业最耗能的生产过程之一至少减少 90%（范围一和二）的二氧化碳排放量。

4. 助力可再生能源行业的创新应用。SABIC 携手合作伙伴推出了轻量化可循环的光伏面板，对比现有的玻璃光伏面板材料，减少了 25% 以上的碳足迹。

5. 推动消费品领域的可持续发展。SABIC 携手沙特软薄膜和包装产品制造商 Napco National 以及沙特烘焙业的领军企业 FONTE，启动了沙特的首个循环包装项目，极大程度减少了塑料包装的废弃物。

6. 携手中国行业领头企业合作共赢。目前，SABIC 与多家中国行业领军企业与机构建立了战略合作伙伴关系。例如，与中汽数据有限公司签署合作谅解备忘录，推动车用再生塑料产业发展与技术研究的深度合作。同时，SABIC 在 2024 年参与北京东单篮球场的升级改造项目，利用其先进回收技术生产的塑料，实现了材料的闭环利用。

### 影响与展望

在当前化工行业绿色转型发展的背景下，沙特基础工业公司立足创新发展，利用科技创新助力实现减碳目标，共同推动化工行业及上下游实现低碳发展需求，在创造经济效益的同时推动各领域的高质量、可持续发展。

## 专栏 A-3

## 天合光能——太阳能光伏行业的零碳实践

**背景**

光伏技术凭借高效、低碳、资源丰富的优势，近年来在全球得到广泛应用，而占据光伏供应链中最为关键地位的亚洲，在绿色发展方面日益成为光伏行业的典范。

中国领先的光伏制造商天合光能，为践行可持续发展理念，建立了覆盖“零碳运营—零碳价值链—零碳产品”维度的“零碳体系”，持续推动单位产量温室气体排放强度下降，探索光伏助力生产生活方式绿色转型的新范式。截至 2024 年第二季度，天合光能全球光伏组件出货量超过 225 兆瓦，相当于 10 个三峡水电站的装机容量，相当于在全球种植了 165 亿棵树。

**关键举措****1. 构建绿色生产模式**

天合光能在其生产基地建立了能源和废弃物管理体系，并开展了节能减废的内部培训以规范操作要求。通过原材料替代、工艺改造、技术更新和回收利用等多种方式，持续推进废弃物减量与资源化利用。同时，天合光能还通过实施车棚屋顶光伏项目、优化能源管理和设备设施等，实现节能降碳。2024 年，天合光能盐城大丰基地成功通过国际权威机构的“零废工厂”和“零碳工厂”认证审核，成为行业首家“零碳工厂”，天合光能也成为行业内首家获得“双零”工厂认证的企业。

**2. 产品碳足迹管理**

面对市场对产品绿色属性的监管要求，天合光能在产品开发、原材料采购、制造到能源资源利用和废弃物管理的全生命周期环节实施严格的碳排放控制，多款产品获得国际权威机构的生命周期评估（LCA）认证和产品碳足迹认证。

**3. 融合生态保护的光伏应用实践**

天合光能的产品已应用于“光伏+治沙”“光伏+农业”等多种应用场景。例如，在沙漠光伏项目中，通过在光伏阵列外围和阵列之间种植草方格沙障，组件下方的降温、遮阴及低风速环境有助于改善植物生存条件，进一步增强防风固沙能力，助力生态系统恢复。在海南的“农光互补”光伏发电项目中，光伏板调节光照和温度，实现保土、保水和改良土壤的功能。

**4. 引领光伏电池效率突破**

天合光能通过技术创新，持续提升光伏电池效率，从而降低度电成本，引领行业发展。2024 年 12 月，天合光能自主研发的高效 n 型全钝化异质结（HJT）电池经认证最高效率达 27.08%，创造了 HJT 太阳能电池效率的新世界纪录。

**影响与展望**

天合光能的零碳实践不仅关注自身的绿色发展，还将通过协同发展、建立和完善价值链温室气体排放清单体系、提升供应链智能化和可视化等多种模式，与供应链共创绿色生态，带动上下游企业及产业链整体转型升级。

## 专栏 A-4

### 印度尼西亚锂离子电池工厂项目

#### 通过技术转让提升印尼本地劳动力技能并推动技术创新

##### 背景

随着全球电动汽车和移动电子设备市场的快速增长，对锂离子电池的需求也大幅上升。中国作为全球最大的锂离子电池生产国，拥有先进的制造技术和巨大的市场需求。与此同时，印度尼西亚以其丰富的镍资源闻名，而镍是三元锂离子电池的关键原材料。因此，两国之间的技术合作成为必然趋势。中国与印度尼西亚的合作不仅能充分利用印度尼西亚的资源优势，还有助于中国在全球化的电池供应链中保持领先地位。

##### 关键举措

为深化在锂离子电池制造领域的合作，中国的宁德时代（CATL）与印度尼西亚国有企业印度尼西亚电池公司（IBC）成立了合资企业。双方承诺共同投资 11.8 亿美元，在印度尼西亚建设一座年产能为 15 GWh 的电池工厂。该工厂的建设不仅包括技术转让，还涵盖技术培训和研发合作，旨在提升印度尼西亚本地员工的技能水平并推动技术创新。宁德时代的参与将为印度尼西亚带来先进的电池制造技术和经验，同时促进印度尼西亚当地经济发展。

##### 影响和前景

该电池工厂预计将于 2027 年投入商业运营，这将显著提升印度尼西亚在全球电池供应链中的地位。该工厂年产能 15 GWh，每年可为大量电动汽车提供动力。

## 专栏 A-5

### 日本企业扩大 EVOH 生产项目

#### 三菱化学与可乐丽扩大 EVOH 生产，助力平衡市场供需与行业增长

##### 背景

EVOH（乙烯/乙烯醇共聚物）是一种高性能阻隔材料，因其优异的氧气和水分阻隔性能而广泛应用于食品包装等领域。随着全球对环保和高阻隔材料需求的增长，特别是在疫情期间，EVOH 的市场需求激增，导致供应紧张和价格上涨。在此背景下，全球领先的化工制造商开始考虑扩大 EVOH 产能以满足市场需求。

##### 关键举措

三菱化学决定将其位于英国赫尔的 SoarnoL 品牌 EVOH 的年产能增长一倍多，从目前的 1.8 万吨提升至 3.9 万吨，目标是在 2025 年 7 月前完成。为实现这一目标，三菱化学已于 2023 年 4 月开始建设新的生产设施。同样，日本可乐丽公司也宣布增加其在美国和欧洲的 EVOH 树脂（EVAL）产能。

##### 影响与展望

三菱化学和可乐丽的产能扩张计划将有助于缓解全球 EVOH 市场的紧张局面，满足不断增长的市场需求。随着新产能的逐步释放，EVOH 的供应将更加稳定，价格也将逐渐趋于合理。此外，该材料的广泛应用将有助于提高食品包装的质量和安全性，同时推动包

装行业的可持续发展。对于三菱化学和可乐丽而言，此次扩张也将增强其在全球 EVOH 市场的竞争力，进一步巩固其领导地位。对于整个行业来说，这可能是推动 EVOH 及相关技术在更多应用领域渗透的契机，从而促进新材料技术的发展和應用。

## 专栏 A-6

### 潮汐能——韩国始华湖潮汐发电站

#### 背景

受限于国土面积和自然资源，韩国在发展风能和光伏等可再生能源方面的潜力有限。为寻找可靠且经济的能源转型解决方案，韩国将潮汐能作为潜在发展方向。韩国三面环海，其西海（黄海）海岸和南部海岸潮汐流强劲，海水涨落差异大，且沿海地形易于储存大量海水，这为潮汐发电的发展提供了独特条件。为测试潮汐发电的可行性，韩国于 2004 年开始建设始华湖潮汐发电站。

#### 关键举措

始华湖潮汐发电站位于韩国京畿道安山市，于 2011 年正式投入运营，现为全球最大的潮汐发电设施。该电站拥有 10 台发电机组和 8 个排水闸门，通过利用外部高潮引起的水位差推动水轮旋转发电。项目装机容量为 25.4 万千瓦，年发电量达 5.527 亿千瓦时，可供 50 万人口的城市使用。电站的发电涡轮使用可生物降解的润滑油和液压油，从而有效降低土壤和水污染风险。此外，电站的建设提高了水体交换效率，显著改善了当地水质，有助于重建和恢复当地生态系统。

#### 影响与展望

始华湖潮汐发电站的运营将帮助韩国每年减少 86.2 万桶原油进口，并减少 32 万吨温室气体排放。同时，作为潮汐能早期开发且长期运行的项目，该项目为岛屿和沿海地区大规模开发潮汐能的经济和环境效益提供了示范。始华湖潮汐发电站成功运营后，韩国将其西海岸的加露林湾和仁川湾两座更大规模的潮汐发电站建设提上日程，其中加露林湾电站计划装机 480 兆瓦，仁川湾电站计划装机 1,000 兆瓦。

## 专栏 A-7

### 可再生能源制氢——沙特阿拉伯 NEOM

#### 新城绿电制氢示范项目

#### 背景

在全球加速绿色能源转型的浪潮中，西亚传统产油国纷纷提出氢能战略，希望凭借丰富的可再生能源资源在氢能领域占据领先地位，实现能源结构多元化和低碳转型。其中，沙特阿拉伯分别于 2016 年和 2021 年正式提出“2030 愿景”和“绿色沙特倡议”，明确

提出推动氢能产业链本土化。作为实现“2030 愿景”的重要组成部分，沙特阿拉伯在新建的未来城市 NEOM 启动了全球最大的可再生能源制氢项目，预计每天生产超过 600 吨绿氢，并将其转化为绿氨出口至全球市场。

#### 关键举措

NEOM 绿色氢能项目位于沙特阿拉伯 NEOM 新城内新设计的工业区 Oxagon。该项目由 NEOM 新城、沙特阿拉伯 ACWA Power 和美国空气产品公司三方合作，总投资 84 亿美元，融资已于 2023 年 5 月完成。其中包括来自 23 家本地、区域和国际银行及投资机构的 61 亿美元无追索权融资，参与机构包括沙特国家发展基金、阿布扎比银行和日本三井住友银行等。2024 年 1 月，沙特阿拉伯工业和矿产资源部向 NEOM 绿色氢能项目颁发了首张工业运营许可证，项目预计于 2026 年 12 月投产。

该项目充分利用当地丰富的日照、风能和闲置土地资源，整合约 4 吉瓦的光伏、风电和储能设施，实现 100% 可再生能源供应。通过水电解工艺，项目预计每天可生产多达 600 吨绿氢，并进一步将其与从空气中分离的氮气转化为绿氨。项目不仅采用了德国蒂森克虏伯的电解水技术和美国空气产品公司的空气分离氮技术，中国企业也凭借在可再生能源技术领域的优势深度参与项目建设。例如，阳光电源为 NEOM 绿色氢能项目提供了逆变器解决方案和 400 兆瓦时 (MWh) 储能系统，远景能源则为项目供应了 1.67 兆瓦的风力发电设备。此外，针对当地灰尘对发电效率的负面影响，仁洁智能提供了基于机器人技术的智能光伏清洁解决方案。

#### 影响与展望

作为沙特阿拉伯发展绿氢能的代表性项目，该项目为电解水制氢和空气分离氮等新兴技术的大规模应用提供了条件。同时，通过智能可再生能源设施的部署，项目充分利用并整合了当地的日照和风能等清洁能源资源，将绿电成本降低至每千瓦时 3 美分。为全球市场供应经济实惠的绿氢，对绿氢的推广和应用具有重要意义。项目预计每年可产生高达 300 亿美元的生产价值，并帮助减少 500 万吨碳排放。

### 专栏 A-8 促进绿色增长：全球绿色增长研究所 (GGGI) 的绿色技术开发项目

2018 年，GGGI 启动了“绿色创业者” (Greenpreneurs) 计划，其中包括全球商业计划竞赛等多个组成部分。该计划还提供能力建设支持，包括在线模块化培训、导师指导以及通过种子基金提供融资支持。这一倡议旨在解决气候科技创业者在种子前和种子阶段的资金缺口问题(估计缺口约为 220 万美元)。“绿色创业者”计划旨在为**循环经济 (CE) 和废物管理领域**的早期初创企业提供孵化支持。截至目前，已有超过 433 家企业从该计划中受益，包括许多来自亚洲的企业。

在 2018—2021 年的 15 个竞赛获奖者中有 9 个来自东南亚和南亚。支持的项目包括印度尼西亚一家智能农业公司，该公司开发了由人工智能驱动的作物管理和保护应用程序。另一家印度尼西亚企业则开发了一种具有增强耐雨性的天然农药。

该计划涵盖广泛的领域，包括**绿色城市发展、可持续景观、水与卫生以及可持续能源**，如表 A-1 所示。

表 A-1 全球绿色创业者计划获奖者（2018—2021 年）

年份	团队	国家	GGGI 主题	理念
2018	Cambodia Green Infrastructure (CGI)	柬埔寨	绿色城市发展	通过绿色基础设施打造健康、韧性和可持续的场所
2018	Bumdest	印度尼西亚	可持续景观	具有增强抗雨能力的天然杀虫剂
2018	Weye Clean Energy Company	乌干达、津巴布韦	可持续能源	太阳能和清洁生物质烹饪技术
2018	PAVECO	摩洛哥	绿色城市发展	生态友好型铺路石
2019	Isdabest	菲律宾	可持续景观	可持续的海鲜和沿海社区赋权模式
2019	Kimuli Fashionability	乌干达	绿色城市发展	回收塑料废物并雇佣残疾人
2019	Ren to-Rewa	印度	水与卫生	一个促进回收水分配的在线平台
2020	Neur a farm	印度尼西亚	可持续景观	一家智能农业公司，开发基于人工智能的作物管理和保护应用程序
2020	Green Mobility-Bamboo Wheelchair & Bike	埃塞俄比亚	绿色城市发展、可持续景观	完全用竹子设计轮椅和自行车车架
2020	Power Box	蒙古国	可持续能源	基于利用太阳能和风能的移动发电厂的商品交易平台
2020	PEEC Energy	乌干达	可持续能源	为小型太阳能电网和即付即用家庭太阳能系统提供监测和计量
2021	Cloud Grid Solutions (Light of Hope PH)	菲律宾	可持续能源	连接离网社区与清洁可再生能源
2021	Farm 2 Table Hospitality	柬埔寨	绿色城市发展	餐厅转型为食物浪费预防和可持续发展咨询机构
2021	ReciclApp	墨西哥	绿色城市发展	有激励的社区废物收集和管理平台
2021	Upcycle Nepal	尼泊尔	绿色城市发展	将织物废料回收再利用，转化成新时尚

GGGI 还通过政府合作伙伴关系，为气候科技创业者提供获取补助资金、数据、专利、许可证以及其他形式支持和优待的机会。

目前，GGGI 正准备启动该计划的第二阶段——“绿色创业者 2.0”（Greenpreneurs 2.0），旨在支持已发展到更高级商业阶段的企业。这一阶段包括一个**加速器**组件，旨在通过指导动员投资、改善产品市场契合度，并通过技术转让组件促进合作伙伴关系。

其他正在进行的项目，如由芬兰外交部资助的**绿色转型投资计划（GTIP）**，其投资旨在支持越南、印度尼西亚和菲律宾的项目开发者，通过提高项目的可融资性，将开发者与芬兰和欧洲的投资者联系起来，并吸引技术提供商。涵盖的领域包括**循环经济（CE）、废物管理和可持续森林管理**。在 GTIP 中选定的项目中，涉及纤维到纤维（textile-to-textile）的循环再利用技术以及变废物为能源的倡议，例如生物炭技术。

## 附录二 2024年绿色增长指数指标体系

维度 (目标)	指标类别	指标 (度量)
 高效可持续资源利用	高效可持续能源	EE1 一次能源供应总量与GDP的比率 (兆焦耳/美元GDP(2011年购买力平价))
		EE2 可再生能源占最终能源消费总量的比例 (百分比)
		EE3 物流绩效, 可持续交通效率 (评分)
	高效可持续用水	EW1 水资源利用效率 (美元/立方米)
		EW2 淡水取水量占可用淡水资源的比例 (百分比)
		EW3 可持续渔业占GDP的比例 (比率)
	可持续土地利用	SL1 单位面积养分平衡 (吨/公顷)
		SL2 有机农业占农业用地总面积的比例 (百分比)
		SL3 每公顷农用地牲畜单位数 (牲畜单位数/公顷)
	物质使用效率	ME1 单位GDP的国内物质消耗量 (千克/2015年不变价美元)
		ME2 人均物质足迹 (吨/人)
		ME3 粮食生产损失与消费端食物浪费的平均比例 (百分比)
 自然资本保护	环境质量	EQ1 PM2.5空气污染, 年均人口加权暴露量 (微克/立方米)
		EQ2 因不安全水源导致的伤残调整生命年 (每10万人损失的伤残调整生命年)
		EQ3 人均城市固体废物产生量 (吨/年/人)
	温室气体减排	GE1 包括 AFOLU 在内的人均二氧化碳排放量 (公吨/人)
		GE2 非CO <sub>2</sub> (CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O和含氟气体) 排放量与人口的比例, 不包括AFOLU (二氧化碳当量吨/人)
		GE3 农业中非CO <sub>2</sub> (CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O和含氟气体) 排放量与人口的比例 (二氧化碳当量吨/人)
	生物多样性和生态系统保护	BE1 生物多样性关键地区 (KBA) 保护区平均覆盖率 (百分比)
		BE2 森林面积占土地总面积的比例 (百分比)
	文化和 社会价值	BE3 森林地上生物量 (吨/公顷)
		CV1 红色名录指数 (评分)
CV2 沿海和海洋地区的旅游与休闲活动 (评分)		
CV3 陆地与海洋保护区占领土总面积的比例 (百分比)		
 绿色经济机遇	绿色投资	GV1 调整后净储蓄占国民总收入 (GNI) 的比例, 包括颗粒物排放损害 (5年移动平均值)
		GV2 综合水资源管理的实施程度, 融资情况 (百分比)
		GV3 单位GDP用于促进环境友好技术的资金总额 (比率)
	绿色贸易	GT1 环境产品出口占出口总额的比例 (百分比)
		GT2 贸易中的隐含二氧化碳排放量 (百分比)
		GT3 水虚拟贸易流量 (吨/公顷)
	绿色就业	GJ1 绿色制造业就业占制造业总就业的比例 (百分比)
		GJ2 可再生能源就业与可再生能源生产的比例 (比率)
		GJ3 就业人口中低于国际贫困线的比例 (百分比)
	绿色创新	GN1 环境相关技术的发展, 专利占比 (百分比)
GN2 产学研合作 (评分)		
GN3 人均可再生能源发电装机容量 (瓦/人)		
 社会包容性	获得基本服务和资源	AB1 获得基本服务 (水、卫生、电力和清洁能源) 的人口比例 (百分比)
		AB2 营养不良发生率 (百分比)
		AB3 便捷使用公共交通的人口比例 (百分比)
	性别平等	GB1 女性在国民议会中占有的席位比例 (百分比)
		GB2 在金融机构或移动支付服务提供商开设账户的性别比 (比率)
		GB3 薪酬获取, 涵盖男女同工同酬的法律法规 (评分)
	社会公平	SE1 基于帕尔马比率的收入不平等 (比率)
		SE2 按城乡划分的获得基本服务 (如电力) 的人口比例 (比率)
		SE3 未接受教育、就业或培训的青年 (15~24岁) 比例 (百分比)
	社会保障	SP1 达到法定退休年龄并领取养老金的人口比例 (百分比)
SP2 全民健康覆盖 (UHC) 服务覆盖率 (评分)		
SP3 城市人口中居住在贫民窟的比例 (百分比)		

图 A-1 绿色增长指数指标体系

资料来源: Acosta 等, 2024。

绿色增长指数中的绿色增长指标以可持续发展目标 (SDGs) 为基准 (图 A-1), 具体表现为以下几个方面:

SDG 指标:

- 按照经济合作与发展组织 (OECD) 和

联合国可持续发展解决方案网络 (SDSN) 报告中的 SDG 目标, 包括显性和隐性目标。若对隐性目标的解释存在差异, 优先采取 SDSN 的全球值。

- 表现最佳的经济体: 如果没有明确的

目标，则使用全球表现最佳的五个经济体的平均值作为基准。

非 SDG 指标：

- 科学和组织基准：采用科学文献和国际组织报告中提出的目标（如有）。

- 表现最佳的经济体：对于没有可用目标的指标，采用表现最好的五个经济体的平均值。

基准指标的得分范围为 1~100 分，100 分表示该国已完全实现目标。得分分类如下：

- 81~100：非常高，表明目标已实现

或接近实现。

- 61~80：高，表明目标在战略上取得了显著进展。

- 41~60：中等，表明在避免恶化的同时取得了平衡进展。

- 21~40：低，表明需要政策调整以更好地与目标保持一致。

- 1~20：非常低，表明需要采取重大行动以提高与目标相关的绩效。

该评分体系为各国评估其绿色增长绩效并确定改进途径提供了可操作的框架。

## 附录三 各指标的绿色增长表现

图 A-2 展示了各维度的基准绿色增长指标, 得分范围为 1~100 分, 100 分表示可持续发展目标已实现。

### 高效可持续的资源利用

自然资本保护维度的 12 个指标中有 8 个是 SDG 指标 (图 A-2), 包括 EE1-一次能源供应总量占 GDP 的比率 (SDG 7.3.1)、EE2-可再生能源占最终能源消费总量的比重 (SDG 7.2.1)、EW1-用水效率 (SDG 6.4.1)、EW2-淡水取水量占可用淡水资源的比例 (SDG 6.4.2)、EW3-可持续渔业占 GDP 的比例 (SDG 14.7.1)、ME1-每单位 GDP 的国内物质消耗 (SDG 8.4.2、SDG 12.2.2)、ME2-人均总物质足迹 (SDG 8.4.2)、ME3-生产过程中的粮食损失和消费过程中的粮食浪费的比重 [SDG 12.3.1 (a) 和 (b)]。还有 4 个指标是非 SDG 指标, 但它们有助于实现 SDG 目标:

- EE3-可持续运输的效率, 涵盖 SDG 9.1.2 中的指标, 涉及客运和货运量, 按交通方式划分。

- SL1-土壤养分预算, 直接与 SDG 2.4.1 相关, 特别是实现可接受或理想肥料管理水平的农业用地面积的比重。

- SL2-有机农业占总农业用地面积的比例, 与 SDG 2.4.1 直接相关, 特别是农业面积中生产性和可持续农业的比重。

- SL3-反刍动物数量与农业用地面积的比例, 有助于减少温室气体年度排放, 与 SDG 13.2.2 相关。

亚洲在高效、可持续的能源 (EE) 方面的表现较弱 (图 1-17)。只有少数次区域在这些指标上达到了中等水平, 包括南亚和东南亚的 EE2 指标以及东亚的 EE3 指标。相比之下, 一次能源供应总量的比率 (EE1, SDG 7.3.1) 的表现相对较好, 各次区域的得

分在 60 到 80 之间。这表明亚洲在提高能源效率方面比增加可再生能源使用更为成功。

亚洲在高效可持续用水 (EW) 方面的得分不仅在高效可持续资源利用维度中最低, 也低于亚洲在其他维度中的表现。除了东亚在淡水取水量 (EW2, SDG 6.4.2) 方面得分较高、东南亚得分非常高外, 该地区在高效可持续用水指标上的表现普遍较差。中亚因干旱和半干旱气候及内陆地理位置而面临水资源 (EW2) 短缺的问题。同样, 由于干旱和沙漠气候, 西亚也是水资源最匮乏的次区域之一。气候变化进一步加剧了这些次区域的水资源短缺。南亚的水资源短缺则受到对季风降雨的依赖、地下水过度开采和人口增长的影响。尽管面临这些挑战, 亚洲的用水效率 (EW1, SDG 6.4.1) 得分非常低。亚洲在可持续渔业 (EW3, SDG 14.7.1) 方面的得分也非常低, 主要原因是过度捕捞、大规模渔船队、渔业法规薄弱和鱼类栖息地的破坏。该地区在物质利用效率 (ME) 相关的 SDG 指标上表现相对较好, 包括物质消耗 (ME1, SDG 8.4.2、SDG 12.2.2) 和物质足迹 (ME2, SDG 8.4.2) 以及食物损失和浪费 [ME3, SDG 12.3.1 (a) 和 (b)]。除了有机农业占比 (SL2) 外, 可持续土地利用 (SL) 指标的得分在各次区域介于中等到非常高之间, 这些指标有助于实现 SDG 2.4.1 和 SDG 13.2.2。所有次区域在有机农业方面的得分都非常低。

### 自然资本保护

自然资本保护维度的 12 个指标中有 11 个是可持续发展目标 (SDG) (见图 A-2)。这些包括: BE1-保护区覆盖的生物多样性重要区域 (KBA) 的比例 (SDG 15.1.2 和 SDG 15.4.1); BE2-森林面积占总土地面积的比例 (SDG 15.1.1), BE3-森林地上生物量

(SDG 15.2.1); EQ1-PM2.5 空气污染, 年均人口加权暴露 (SDG 3.9.2); EQ2-不安全水源导致的失能调整生命年 (DALY) 比率 (SDG 12.4.2); EQ3-人均城市固体废物产生量 (SDG 9.4.1), GE1-二氧化碳排放与人口的比率, 包括 AFOLU (SDG 13.2.2); GE2 和 GE3-非二氧化碳排放量与人口的比例 (SDG 13.2.2); CV1-红色名录指数 (SDG 15.5.1); CV3-陆地和海洋保护区占总领土面积的比例 (SDG 14.5.1)。只有 CV2 (沿海与海洋地区的旅游与休闲) 是非 SDG 指标, 但它有助于实现 SDG 8.9.1, 即旅游直接 GDP 占总 GDP 的比例及其增长率。

亚洲在**生物多样性和生态系统保护 (BE)** 方面的表现较差, 中亚和西亚的表现甚至非常差 (图 1-17)。除了森林面积比例 (BE2, SDG 15.1.1) 在东南亚和东亚表现良好外, 该支柱的其他 SDG 指标得分均较低 (图 A-2)。SDG 15.1.2、SDG 15.4.1 和 SDG 15.2.1 与生物多样性相关, 有助于生态系统适应气候变化。许多亚洲国家气候脆弱性较高, 因此改善生物多样性和生态系统保护指标将有助于该地区适应气候变化。文化和社会价值 (CV) 的表现因地区而异。红色名录指数 (CV1, SDG 15.5.1) 的得分从高到非常高不等。然而, 陆地和海洋保护区比例 (CV3, SDG 14.5.1) 在大多数次区域中仅达到中等水平, 降低了该地区保护生物多样性的能力。除了东南亚表现中等外, 亚洲在沿海和海洋地区的可持续旅游和休闲方面表现较低。**环境质量 (EQ)** 的表现优于其他自然资本保护支柱, 东南亚和中亚在亚洲处于领先地位。然而, 南亚的 PM2.5 空气污染 (EQ1, SDG 3.9.2) 表现仅达到中等水平, 与其他亚洲次区域相比, 南亚在温室气体减排 (GE) 方面表现相对较好, 这可以归因于尼泊尔和不丹等国的工业活动水平及其对水电能源的依赖度较低。农村地区电气化水平

有限、农户能源使用少也降低了人均二氧化碳排放量 (GE1, SDG 13.2.2)。然而, 这对与清洁能源获取相关的 SDG 产生了负面影响。

### 绿色经济机会

绿色经济机会维度中只有五项指标是可持续发展目标 (SDGs) (图 A-2)。这是因为大多数与经济相关的 SDG 指标并不关注“绿色”指标。这五项 SDG 指标包括: GV2-综合水资源管理实施程度和融资情况 (SDG 6.5.1); GV3-单位 GDP 中用于推广环保技术的资金总额 (SDG 17.7.1); GJ1-绿色制造业就业占制造业总就业的比重 (SDG 9.2.2)、GJ3-国际贫困线以下就业人口 (SDG 1.1.1) 和 GN3-可再生能源发电装机容量 (SDG 7.b.1 和 SDG 12.a.1)。然而, 大多数非 SDG 指标与 SDG 密切相关, 如下所示:

- GT1-环境产品出口占出口总额的比例与 SDG 17.7.1 相关, 该指标指的是跟踪的环保技术出口量;
- GT2-贸易中产生的二氧化碳排放量, 有助于实现 SDG 9.4.1, 即每单位附加值的二氧化碳排放量, 特别是在制造业;
- GN1-环境相关技术的发展有助于实现 SDG 9.b.1, 即中高科技产业附加值占总附加值的比例;
- GN2-产学研合作与 SDG 9.5.1 相关, 即研发支出占 GDP 的比例, 包括提升工业部门的技术能力;
- GJ2-可再生能源就业与可再生能源生产的比例, 有助于实现 SDG 9.2.2, 即制造业就业占总就业的比例。

亚洲的**绿色就业 (GJ)** 表现较差 (图 1-17)。尽管大多亚洲次区域国家在国际贫困线以下就业人口 (GJ3, SDG 1.1.1) 上得分很高, 但绿色制造业就业占比 (GJ1, SDG 9.2.2) 得分较低, 可再生能源就业 (GJ2, 与 SDG 9.2.2 相关) 得分非常低

(图 A-2)。制造业还是依赖传统和资源密集型工艺,亚洲发展中国家对清洁技术的采用是有限的。此外,该地区的可再生能源行业尚未充分发展。亚洲在**绿色创新(GN)**上的表现同样较低,这对该地区发展可再生能源的能力产生了影响。大多数次区域的可再生能源发电装机容量(GN3、SDG 7.b.1 和 SDG 12.a.1)都非常低。该 SDG 指标被认为是“支持发展中国家加强其科技能力,转向更可持续的消费和生产模式”。亚洲在环境相关技术的开发(GN1,与 SDG 9.b.1 相关)和产学研合作(GN2,与 SDG 9.5.1 相关)方面的表现都很低,仅有少数例外。在 GN2 指标中东亚得分较高,而东南亚得分则为中等。这一表现得益于中国、韩国、日本和新加坡等国家将产学研合作作为国家创新战略,这些地区的大学积极参与国际研究网络,吸引研究合作资金。除环境产品出口份额(GT1,与 SDG 17.7.1 相关)外,亚洲在**绿色贸易(GT)**方面表现出色,得分非常高。东亚在环境产品出口方面处于地区领先,尽管表现仍处于较低水平。韩国和日本都有强有力的政策支持绿色产业,但较大比例的出口来自传统产业。此外,中国、印度和越南等亚洲大型出口国专注于制造业和低成本生产行业。亚洲在**绿色投资(GV)**指标方面表现各异。虽然调整后的净储蓄与国民总收入比率(GV1)在整个地区得分较高,但综合水资源管理融资(GV2,SDG 6.5.1)的得分仅为中等。相比之下,推广环保技术的资金(GV3、SDG 17.7.1)得分大多非常低,对绿色创新以及可再生能源行业产生了负面影响。

在绿色经济机遇方面的表现凸显了许多领域的转型差距,包括可再生能源的投资有限和绿色创新资金不足,导致绿色就业水平低下。

### 社会包容

社会包容性维度的 12 个指标中有 10 个是可持续发展目标(SDG)(图 A-2),包括:

- AB1-可获得基本服务的人口(SDG

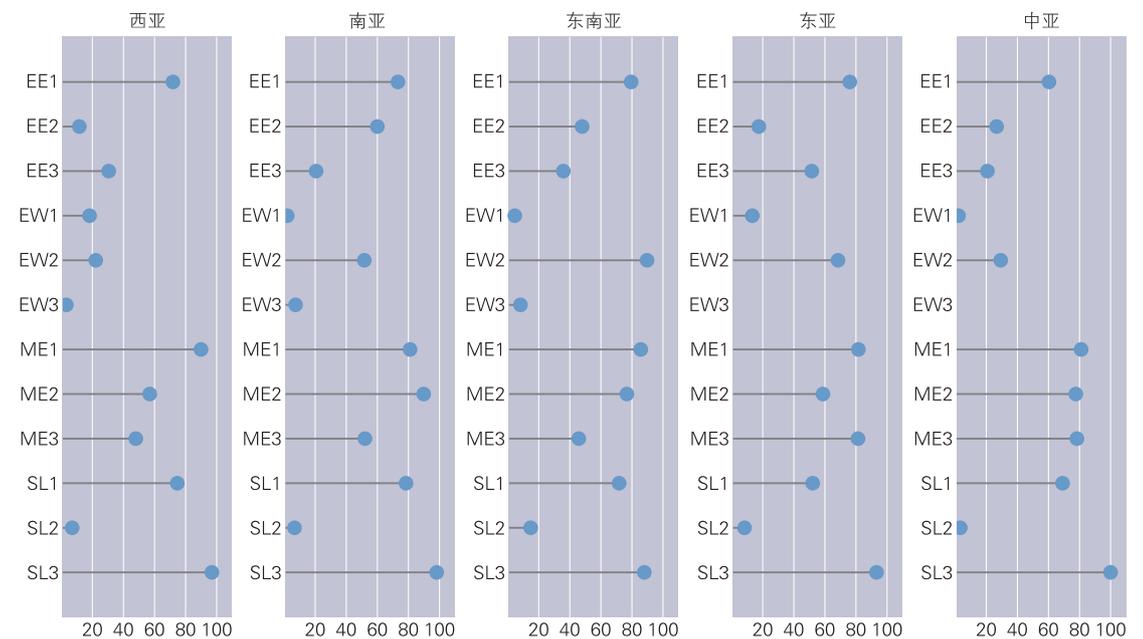
6.1.1, SDG 6.2.1, SDG 7.1.1, SDG 7.1.1 和 SDG 7.1.2);

- AB2-营养不良发生率(SDG 2.1.1);
- AB3-普及可持续交通(SDG 11.2.1);
- GB1-国家议会中女性所占席位的比例(SDG 5.5.1);
- GB2-金融机构或移动货币服务供应商的账户性别比例(SDG 8.10.2);
- SE2-按城乡划分的享有基本服务(即电力服务)的人口比例(SDG 7.1.1);
- SE3-未接受教育、就业或培训的青年比例(SDG 8.6.1);
- SP1-超过法定退休年龄的口中领取养老金的比例(SDG 1.3.1);
- SP2-全民健康覆盖服务覆盖指数(SDG 3.6.1);
- SP3-居住在贫民窟的城市人口比例(SDG 11.1.1)。

非 SDG 指标与 SDG 紧密相关。GB3-男女同工同酬的法律法规与 SDG 5.1.1 有关,提供促进、执行和监督就业和经济福利方面性别平等的法律框架;SE1-基于帕尔马比率的收入不平等,代表 SDG 10.4.2,衡量财政政策的再分配影响(SDG 使用基尼系数,与帕尔马比率类似)。

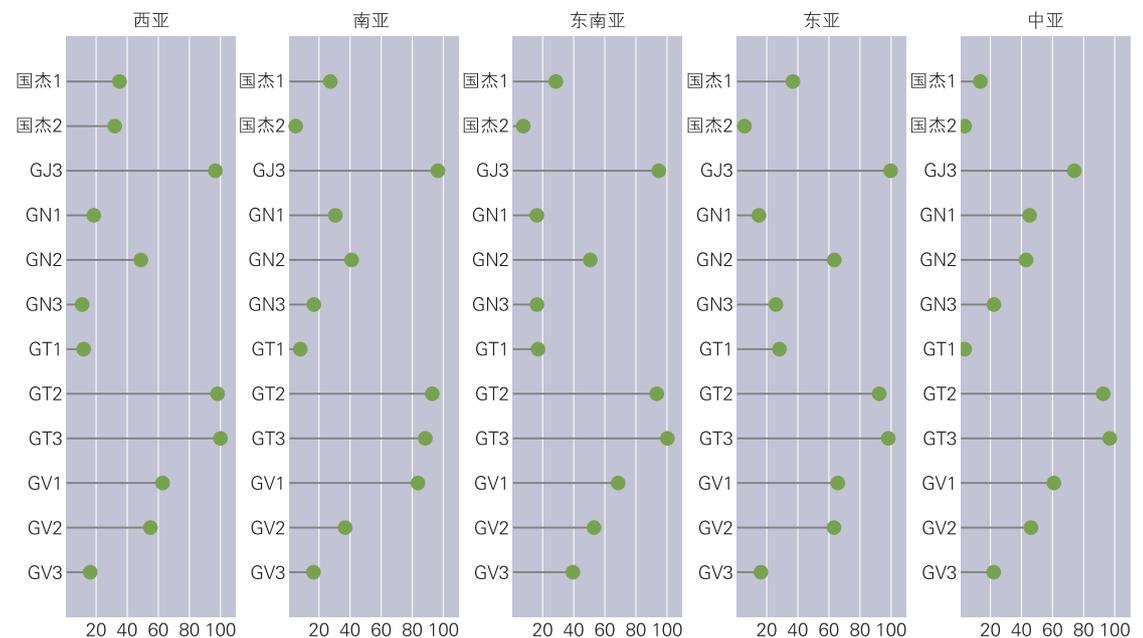
在很多次区域**获得基本服务和资源(AB)**表现非常好,可持续交通服务(AB3,SDG 11.2.1)除外(图 A-2)。大多数次区域的 AB3 得分中等,中亚地区的得分较低。许多亚洲发展中国家缺乏资源建设足够的可持续交通基础设施,且可持续交通系统的发展未能跟上特大城市的快速发展。改善可持续交通服务对于亚洲的城市减少排放、改善空气质量和提高能力应对气候变化影响(如洪水)至关重要。亚洲在**性别平等(GB)**方面表现仅处于中等水平,其中南亚和西亚面临的挑战最大(图 A-2)。除南亚和西亚外,该地区已经实现了在金融机构或移动货币服务供应商开设账户的性别比例目标(GB2,SDG 8.10.2)。然而,亚洲各次区域在国家议会中

### 高效、可持续的资源利用



定义：EE1-一次能源供应总量与 GDP 的比率，EE2-可再生能源占总最终能源消费总量的比例，EE3-物流绩效、可持续交通效率，EW1-水资源利用效率，EW2-淡水取水量占可用淡水资源的比例，EW3-可持续渔业占 GDP 的比例，SL1-单位面积的养分平衡，SL2-有机农业占总农业用地面积的比例，SL3-单位农业用地面积的牲畜单位，ME1-单位 GDP 的国内物质消耗，ME2-人均物质足迹（MF），ME3-粮食生产损失与消费端食物浪费的平均比例。

### 自然资本保护

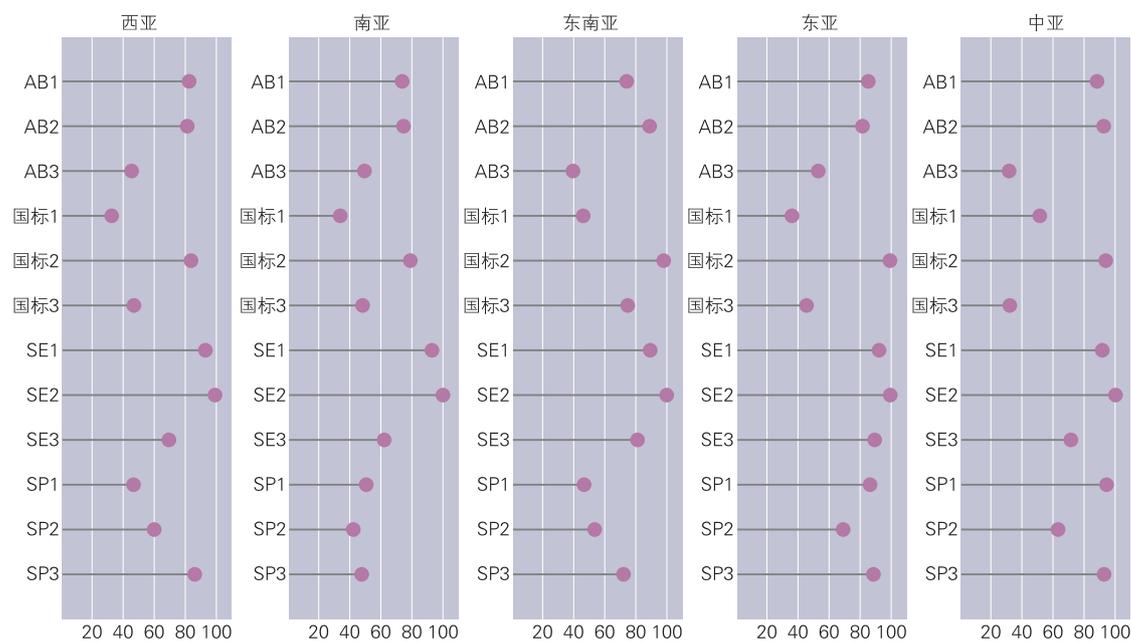


定义：EQ1-PM2.5 空气污染，年均人口加权暴露量，EQ2-因不安全水源导致的伤残（DALY）率，EQ3-人均城市固体废物（MSW）产生量，GE1-包括 AFOLU 在内的人均二氧化碳排放量，GE2-非二氧化碳排放量与人口的比率，不包括 AFOLU，GE3-农业中非二氧化碳排放量与人口的比率，BE1-生物多样性关键地区（KBA）保护区平均覆盖率，BE2-森林面积占总土地面积的比例，BE3-森林地上生物量，CV1-红色名录指数，CV2-沿海和海洋地区的旅游与休闲活动，CV3-陆地和海洋保护区占领土总面积的比例。

图 A-2 2023 年亚洲次区域按指标划分的绿色增长表现

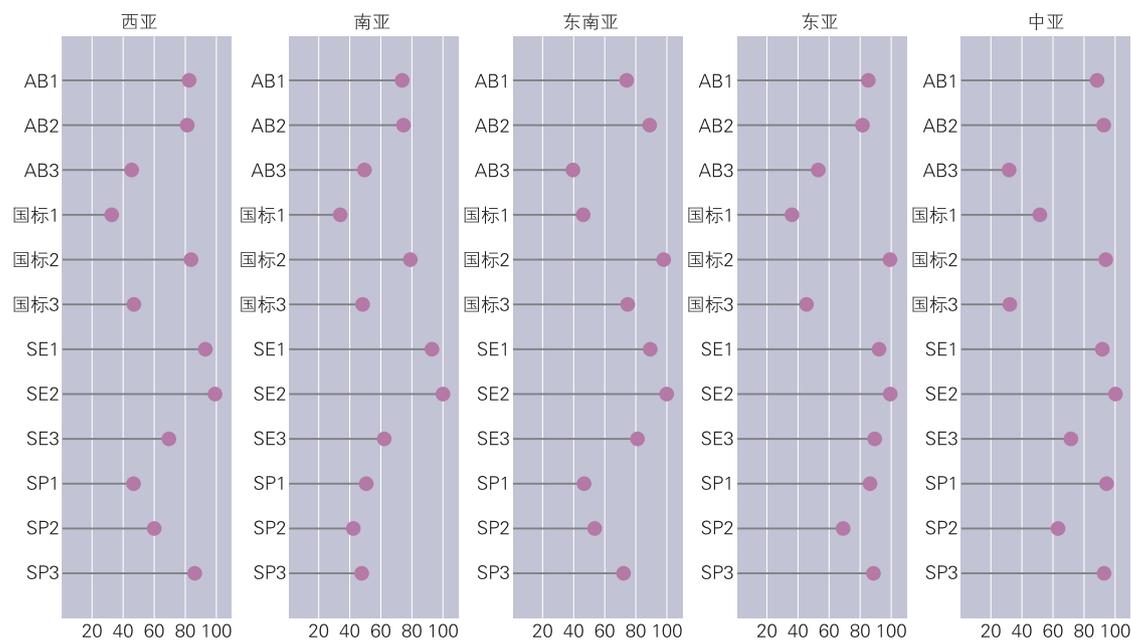
资料来源：全球绿色增长研究所（GGGI）绿色增长绩效评估项目组（GGPM）。

## 绿色经济机遇



定义：GV1-调整后的净储蓄与国民总收入（GNI）的比率，包括颗粒物排放损害，GV2-综合水资源管理实施程度、融资情况，GV3-单位 GDP 用于促进环境友好技术的资金总额，GT1-环境产品出口占出口总额的比例，GT2-贸易中的隐含二氧化碳排放量，GT3-水的虚拟贸易流量，GJ1-绿色制造业就业占制造业总就业的比重，GJ2-可再生能源就业与可再生能源生产的比例，GJ3-就业人口中低于国际贫困线的比例，GN1-环境相关技术的发展，专利占比，GN2-产学研合作，GN3-人均可再生能源发电装机总量。

## 社会包容



定义：AB1-获得基本服务的人口，AB2-营养不良发生率，AB3-便捷使用公共交通的人口比例，GB1-女性在国家议会中占有的席位比例，GB2-在金融机构或移动支付服务供应商开设账户的性别比例，GB3-薪酬获取，涵盖男女同工同酬的法律法规，SE1-基于帕尔马比率的收入不平等，SE2-按城乡划分的获得基本服务的人口比例，SE3-未接受教育、就业或培训的青年比例，SP1-超过法定退休年龄领取养老金的人口比例，SP2-全民健康覆盖（UHC）服务覆盖率，SP3-城市人口中居住在贫民窟的比例。

图 A-2 2023 年亚洲次区域按指标划分的绿色增长表现（续）

资料来源：全球绿色增长研究所（GGGI）绿色增长绩效评估项目组（GGPM）。

女性席位的比例 (GB1, SDG 5.5.1) 的表现并不理想, 许多地区得分较低。此外, 只有东南亚在促进男女同工同酬的法律法规方面得分较高 (GB3, 与 SDG 5.1.1 相关)。亚洲在**社会公平 (SE)** 方面的表现不仅是社会包容维度中表现最佳的, 与其他维度的支柱相比也表现较好。所有次区域均在按城乡划分的获得基本服务 (即电力服务) 的人口比例 (SE2, SDG 7.1.1) 方面达到了 SDG 目标。此外, 基于帕尔马比率的收入不平等 (SE1, 与 SDG 10.4.2 相关) 的得分也非常高。大多数次区域在改善未接受教育、

就业或培训的青年比例 (SE3, SDG 8.6.1) 方面仍然存在一些挑战, 但东亚的表现非常好。**社会保障 (SP)** 的表现只在东亚和中亚较高, 在亚洲其余地区保持中等水平。东亚和中亚在领取养老金人口 (SP1, SDG 1.3.1) 和居住在贫民窟的城市人口 (SP3, SDG 11.1.1) 方面的得分非常高, 全民健康覆盖服务 (SP2, SDG 3.6.1) 方面的得分较高。相比之下, 其他次区域的 SP1 和 SP2 得分保持中等。南亚在居住在贫民窟的城市人口方面表现最差。

## 参考文献

- [1] Acosta, L.A., P. Maharjan, H. Peyriere, L. Galotto, R.J. Mamiit, C. Ho, B.H. Flores, and O. Anastasia. Green Growth Index: Concepts, Methods and Applications, GGGI Technical report No. 5, Green Growth Performance Measurement (GGPM) Program, Global Green Growth Institute, 2019.
- [2] ADB. Climate Finance Landscape of Asia and the Pacific. Asian Development Bank, 2023. <https://www.adb.org/publications/climate-finance-land-scape-asia-pacific>
- [3] ADB. Asia-Pacific Climate Report 2024: Catalyzing Finance And Policy Solutions. Asian Development Bank, 2024. <https://www.developmentaid.org/api/frontend/cms/file/2024/10/asia-pacific-climate-report-2024.pdf>
- [4] AIIB. Investing in nature as infrastructure. Asian Infrastructure Investment Bank, 2024. <https://www.aiib.org/en/news-events/media-center/blog/2024/Investing-in-Nature-as-Infrastructure.html>
- [5] Akramkhanov, A., Strohmeier, S., Yigezu, Y., Haddad, M., Smeets, T., Sterk, G., Zucca, C., Zakhadullaev, A., Agostini, P., Golub, E., Akhmedkhodjaeva, N., & Erencin, C. S.. The value of landscape restoration in Uzbekistan to reduce sand and dust storms from the Aral seabed. World Bank, 2021. <https://doi.org/10.1596/36461>
- [6] AMRO. Viet Nam 2023 Annual Consultation Report. AMRO , 2024. [https://amro-asia.org/wp-content/uploads/2024/04/Vietnam\\_2023-Annual-Consultation-Report-SI-on-Credit-Guarantee-1.pdf](https://amro-asia.org/wp-content/uploads/2024/04/Vietnam_2023-Annual-Consultation-Report-SI-on-Credit-Guarantee-1.pdf)
- [7] Aryal, K., Maraseni, T., Subedi, B. P., Laudari, H. K., Ghimire, P. L., Khanal, S. C., Zhang, H., & Timilsina, R. REDD+ at risk: Emerging ten questions that REDD+ must answer[J]. 2024, Environmental Science & Policy, 156, 103744.
- [8] Asia Society. Asia's Climate Finance Needs & Opportunities. Asia Society , 2024. [https://asiasociety.org/sites/default/files/2024-06/ASPI\\_ClimateFinance\\_FINAL%20REPORT.pdf](https://asiasociety.org/sites/default/files/2024-06/ASPI_ClimateFinance_FINAL%20REPORT.pdf)
- [9] Bain & Company. Asia-Pacific Private Equity Report 2024. Bain & Company, 2024. <https://www.bain.com/insights/asia-pacific-private-equity-report-2024/#>
- [10] Carbon Pulse. Switzerland, Thailand conclude first transaction of Article 6 carbon units for Paris Agreement compliance. Carbon Pulse, 2024. <https://carbon-pulse.com/249526>

- [11] Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... & Van Den Belt, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. 1997, *Nature*, 387(6630), 253–260.
- [12] Energy Balances, UN Statistics Division, 2023. <https://unstats.un.org/sdgs/dataportal>.
- [13] European Central Bank—Working paper series, No 2747 / November 2022. Are ethical and green investment funds more resilient?
- [14] Fedele, G., Donatti, C. I., Bornacelly, I., & Hole, D. G. Nature-dependent people: Mapping human direct use of nature for basic needs across the tropics[J]. 2021, *Global Environmental Change*, 71, 102368.
- [15] GGGI. Establishing a Sustainable Financial Mechanism for Water Services and Conservation in Sultan Adam Grand Forest Park. Global Green Growth Institute, 2020. <https://gggi.org/report/establishing-a-sustainable-financial-mechanism-for-water-services-and-conservation-in-sultan-adam-grand-forest-park>
- [16] GGGI. GGGI and sustainable finance for member states in the Latin America and Caribbean region: Technical guide. Global Green Growth Institute, 2024.
- [17] GGGI. GGGI Refreshed Strategic Plan 2015–2020. Global Green Growth Institute, Seoul, Korea, 2017. <https://gggi.org/report/gggirefreshed-strategic-plan-2015-2020>.
- [18] GGGI. Green Rehabilitation Investment Project for Karakalpakstan, Republic to Address Impacts of the Aral Sea Crisis (2021–2024). Global Green Growth Institute, 2021. <https://gggi.org/project/green-rehabilitation-investment-project-for-karakalpakstan-republic-to-address-impacts-of-the-aral-sea-crisis-2021-2024>
- [19] Gold Standard. A practitioner's guide: Aligning the Voluntary Carbon Market with the Paris Agreement test. Gold Standard, 2024. <https://www.goldstandard.org/publications/a-practitioners-guide-aligning-the-voluntary-carbon>
- [20] Global CCS institute, Global Status of CCS 2024[J], 2024. <https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2024/11/Global-Status-Report-6-November.pdf>
- [21] Gold Standard. Implementing Article 6 – an Overview of Preparations in Selected Countries. Gold Standard, 2023. [https://goldstandard.cdn.prismic.io/goldstandard/18a985ab-1c69-4798-b247-17175b4b84c5\\_implementing\\_article\\_6-an\\_overview\\_of\\_preparations\\_in\\_selected\\_countries.pdf](https://goldstandard.cdn.prismic.io/goldstandard/18a985ab-1c69-4798-b247-17175b4b84c5_implementing_article_6-an_overview_of_preparations_in_selected_countries.pdf)
- [22] Green Finance Industry Taskforce. Identifying a Green Taxonomy and Relevant Standards for Singapore and ASEAN. Green Finance Industry Taskforce, 2022. <https://www.abs.org.sg/docs/library/second-gfit-taxonomy-consultation-paper>
- [23] Hallegatte, S and Rozenberg, J. Climate Change Through a Poverty Lens, *Nature Climate Change*, 2017, 7(4): 250–256.
- [24] IEA. Electricity 2024. IEA, 2024. <https://www.iea.org/reports/electricity-2024>
- [25] IEA, Energy Technology Perspectives 2024[J], IEA, 2024. <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2024>

- [26] IEA, Global hydrogen review 2024[J], 2024. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/89c1e382-dc59-46ca-aa47-9f7d41531ab5/GlobalHydrogenReview2024.pdf>
- [27] IETA. The Potential Role of Article 6 Compatible Carbon Markets in Reaching Net-Zero. IETA , 2021.
- [28] IETA. Visualizing Article 6 Implementation. IETA, 2025. <https://www.ieta.org/resources/visualising-article-6-implementation>
- [29] IISD. Unprecedented Cuts Needed to Keep 1.5°C Alive: Emissions Gap Report 2024. IISD, 2024. <https://sdg.iisd.org/news/unprecedented-cuts-needed-to-keep-15oc-alive-emissions-gap-report-2024>
- [30] IMF. Debt for development swaps: An approach framework. International Monetary Fund, 2024. <https://www.imf.org/en/Publications/Policy-Papers/Issues/2024/08/05/Debt-for-Development-Swaps-An-Approach-Framework-553146>
- [31] IMF. Ecuador: Assessment of financial risks to the Fund. International Monetary Fund, 2024. <https://www.elibrary.imf.org/view/journals/002/2024/146/article-A002-en.xml#:~:text=Following%20a%20rapid%20increase%20over,over%2060%20percent%20of%20GDP>
- [32] International Development Finance Club. IDFC Green Finance Mapping Report 2024. International Development Finance Club , 2024. <https://idfc.org/wp-content/uploads/2024/11/idfc-gfm-2024.pdf>
- [33] IPCC. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2023.
- [34] IPCC. Regional Fact Sheet: Asia. IPCC, 2022. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/factsheets/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_Regional\\_Fact\\_Sheet\\_Asia.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/factsheets/IPCC_AR6_WGI_Regional_Fact_Sheet_Asia.pdf)
- [35] Krauss, K. D. Water level observations in mangrove swamps during two hurricanes in Florida[J].2009, *Wetlands*,29(1), 142–149.
- [36] McCollum, D.L., Zhou, W, Bertram, C, Boer, H-S, Bosetti, V, Busch, S, Després, J, Drouet, L, Emmerling, J, Fay, M, Fricko, O, Fujimori, S, Gidden, M, Harmsen, M, Huppmann, D, Iyer, G, Krey, V, Kriegler, E, Nicolas, C. ..., Riahi, K. Energy investment needs for fulfilling the Paris Agreement and achieving the Sustainable Development Goals. *Nature Energy*, 3, 589–599. 2018. <https://www.nature.com/articles/s41560-018-0179-z>
- [37] McKinsey and Co. Asia’s Net Zero Transition: Opportunity and Risk Amid Climate Action. McKinsey and Co., 2022. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-asia/asias-net-zero-transition-opportunity-and-risk-amid-climate-action#>
- [38] Mordor Intelligence, APAC Electric Vehicle Market Report, Mordor Intelligence Private Limited., 2024, <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/asia-pacific-electric-vehicle-market>
- [39] Plastics Europe, Plastics – the fast Facts 2024[J], 2024. <https://plasticseurope.com>

- org/knowledge-hub/plastics-the-fast-facts-2024
- [40] Quantum Commodity Intelligence. COP29: Sweden inks Art. 6 deal with Nepal, defends existing agreement. Quantum Commodity Intelligence, 2024. <https://www.qcintel.com/carbon/article/cop29-sweden-inks-art-6-deal-with-nepal-defends-existing-agreements-32347.html>
- [41] Resio, D. T.. Modelling of the physics of storm surges[J]. 2008, *Physics Today*, 33–38.
- [42] Rosenstock, Todd S., et al. Making trees count: Measurement and reporting of agroforestry in UNFCCC national communications of non-Annex I countries[J]. 2019, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 284, 106569.
- [43] S&P Global Ratings. 2024. Asia-Pacific Sustainable Bonds To Step Up Growth In 2024. [https://www.spglobal.com/\\_assets/documents/ratings/research/101593421.pdf](https://www.spglobal.com/_assets/documents/ratings/research/101593421.pdf)
- [44] S&P. Sustainable Bond Issuance to Approach \$1 Trillion in 2024. S&P Global Ratings, 2024. <https://www.spglobal.com/ratings/en/research-insights/sustainability>
- [45] Siew, R. COP29 affirms cooperation is key to ASEAN’s carbon markets. East Asia Forum, 2025. <https://eastasiaforum.org/2025/01/10/cop29-affirms-cooperation-is-key-to-aseans-carbon-markets>
- [46] State Intellectual Property Office of China, Green Low Carbon Patent Statistical Analysis Report 2024[J], 2024.
- [47] State Grid Corporation of China. State Grid Corporation of China Service for Renewable Energy Development Report 2024. State Grid Corporation of China, 2024.
- [48] UK Department for Environment, Food & Rural Affairs. Payment for ecosystem services: United Kingdom best practice (p. 15). Convention on Biological Diversity. 2013. <https://www.cbd.int/financial/pes/unitedkingdom-bestpractice.pdf>
- [49] UNCCD. Over One-Fifth of Central Asia's Land Degraded, New UN Data Warns. United Nations Convention to Combat Desertification, 2023. <https://www.unccd.int/news-stories/press-releases/over-one-fifth-central-asias-land-degraded-new-un-data-warns>.
- [50] UNDP. Building blocks out of the crisis: The UN’s SDG stimulus plan. United Nations Development Programme, 2023. <https://www.undp.org/publications/dfs-building-blocks-out-crisis-uns-sdg-stimulus-plan>
- [51] UNDP. Designing a digital system to enable payment for ecosystem services (PES) at scale – Taking a digital public good (DPG) approach to enhance nature and climate action. United Nations Development Programme, 2024. [https://climatepromise.undp.org/sites/default/files/research\\_report\\_document/UNDP\\_Designing%20digital%20systems\\_PES\\_July%202024\\_high%20res%20FINAL3.pdf](https://climatepromise.undp.org/sites/default/files/research_report_document/UNDP_Designing%20digital%20systems_PES_July%202024_high%20res%20FINAL3.pdf)
- [52] UNDP. Reorienting sovereign debt to support nature and the SDGs: Instruments and their application in Asia-Pacific developing economies. United Nations Development Programme, 2023. <https://www.undp.org/publications/reorienting-sovereign-debt->

- support-nature-and-sdgs-instruments-and-their-application-asia-pacific-developing-economies
- [53] UNFCCC. Nationally determined contributions under the Paris Agreement: Synthesis report by the secretariat. FCCC/PA/CMA/2021/8. United Nations Framework Convention on Climate Change, 2021.
- [54] UNFCCC. Operationalising Article 6 in South Asia: country experiences and perspectives. United Nations Framework Convention on Climate Change, 2024.
- [55] UNSTATS. The-Sustainable-Development-Goals-Report-2024. UNSTATS, 2024. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2024/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2024.pdf>
- [56] UN Trade and Development, Technology and Innovation 2023 [J], 2023. <https://unctad.org/tir2023>
- [57] Westerink, J. L. A basin- to channel-scale unstructured grid hurricane storm surge model applied to southern Louisiana[J]. Monthly Weather Review, 2008, 136(3), 833-864.
- [58] WMO. United in Science 2023: Sustainable Development Edition. Geneva: World Meteorological Organization. WMO, 2023. <https://wmo.int/publication-series/united-science-2023>
- [59] World Bank. Rising to the Challenge: Success Stories and Strategies for Achieving Climate Adaptation and Resilience. World Bank Group, 2024. [https://www.worldbank.org/en/publication/rising-to-the-challenge-climate-adaptation-resilience#key\\_messages](https://www.worldbank.org/en/publication/rising-to-the-challenge-climate-adaptation-resilience#key_messages)
- [60] World Bank. Ecological compensation in China: Trends and opportunities for incentive-based policies towards a greener China. World Bank, 2021. <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/feebd863-b415-5f3f-8a7b-2ef38b5572fe/content>
- [61] World Bank. Greening the Desert: The Role of Landscape Restoration in Uzbekistan's Battle Against Sand and Dust Storms. World Bank, December 4, 2024. <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2024/12/04/greening-the-desert-the-role-of-landscape-restoration-in-uzbekistan-s-battle-against-sand-and-dust-storms>.
- [62] World Economic Forum. Ecuador's historic debt-for-nature deal. World Economic Forum, 2023. <https://www.weforum.org/stories/2023/06/ecuadors-historic-debt-for-nature-deal>
- [63] Y.U.E., M., & Wang, C. N.. Debt-for-nature swaps: A triple-win solution for debt sustainability and biodiversity finance in the Belt and Road Initiative (BRI). Green BRI Center, International Institute of Green Finance (IIGF) , 2021.
- [64] 中华人民共和国生态环境部. 全国碳市场发展报告. 2024. <https://www.mee.gov.cn/ywtd/xwfb/202407/W020240722528848347594.pdf>

