

澳大利亚减排科技部署与技术路径浅析

石 坤, 蔡嘉宁

(中国科学技术部, 北京 100862)

摘要: 目前, 澳大利亚已接近其在《巴黎协定》承诺的目标, 即到 2030 年, 澳大利亚的温室气体排放将比 2005 年的水平降低 26% 到 28%。澳大利亚政府主张“以技术而非税收为主导”的减排核心, 注重投资低排放技术研发, 通过首份国家低排放技术声明为减排技术发展划定了投资路线图, 在氢能, 碳捕集、封存与利用等领域部署了大量投资。同时, 澳大利亚政府也十分重视该领域的国际科技合作。中澳两国在减排方面面临相同的挑战, 也具有前期合作基础, 因此减排技术或可成为中澳科技合作的新热点。

关键词: 澳大利亚; 减排; 清洁能源; 氢能; 碳捕集、封存与利用

中图分类号: G321; F113.3 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2021.12.004

近年来, 国际社会对“碳中和”等气候议题的重视不断加强。澳大利亚作为受气候问题困扰最严重的国家之一, 其国内对气候议题的关注度也不断增加。但澳大利亚经济高度依赖化石能源出口, 碳排放议题较敏感。

签署《巴黎协定》后, 澳大利亚政府启动了“气候解决方案”, 计划投资 35 亿澳元, 成立气候解决方案基金, 制定国家电动汽车战略, 支持能源提效措施及抽水蓄能水利工程等。此后, 澳大利亚政府先后发布了国家氢能战略、国家减排技术声明、可回收与清洁能源国家制造业优先发展路线图等。在 2021—2022 年度预算案中, 政府宣布将投资 15.81 亿澳元进一步推动减排。

在澳大利亚政府 2021 年 5 月发布的最新一期国家温室气体清单 (National Greenhouse Gas Inventory) 季度更新中表明, 截至 2020 年 12 月 31 日, 澳大利亚 2020 年温室气体排放量为 4.99 亿吨, 达到澳大利亚有记录以来的最低排放水平, 比 2005 年

减少了 20.1%, 比 2019 年减少了 5.0%, 即 2 610 万吨^[1]。如果不包括澳大利亚出口产品的排放, 则比 2005 年水平低 37.4%, 已经超过澳大利亚政府在《巴黎协定》中的承诺, 即在 2030 年实现比 2005 年排放量低 26%~28%。

虽然面临巨大的舆论压力和民间呼声, 但澳大利亚政府目前仍拒绝承诺到 2050 年实现净零排放的目标。

1 澳大利亚政府强调“以技术而非税收为主导”的减排核心

澳大利亚政府在减排方面始终强调, 减排不应损害经济、就业和企业竞争力, 不应通过增加能源税收造成能源价格上涨, 对百姓生活和企业运转造成负担, 而是应大力发展减排技术, 即技术中立 (Technological Neutrality)。这既是澳大利亚政府从疫情中复苏经济的优先事项, 也是其实现《巴黎协定》承诺的唯一路径。此外, 鉴于澳大利亚在氢能、

第一作者简介: 石坤 (1992—), 女, 三级主任科员, 主要研究方向为科技管理及国际科技合作。

通讯作者简介: 蔡嘉宁 (1963—), 男, 高级工程师, 主要研究方向为科技管理及国际科技合作。邮箱: caijn@most.cn

收稿日期: 2021-10-17

碳捕集与封存（CCS）、土壤固碳、生物燃料等减排技术方面具有巨大潜力，澳大利亚政府坚信，如要在不增加家庭和企业用能成本的情况下减排，同时促进企业和经济发展，其核心是技术而非税收^[2]。

自2017年以来，澳大利亚在可再生能源方面的投资超过350亿澳元，仅2020年部署的风能和太阳能光伏发电新增数量就达到了全球人均水平的8.5倍。根据澳大利亚清洁能源监管机构（ARENA）的数据，澳大利亚对可再生能源的投资大约是工业国家平均水平的10倍。2021—2022年度的新预算案中，澳大利亚政府宣布将再拨款约16亿澳元发展低排放技术，预计2020—2030年澳大利亚低排放技术投资将超过200亿澳元^[3]。

对低排放技术的投资使澳大利亚成功实现并超过其设定的减排目标。例如，自2018年以来，澳大利亚为《巴黎协定》目标实现的减排量预计超过设定目标6.39亿吨，相当于将全澳大利亚1470万辆汽车全部停驶超过15年^[4]。

2 《首份国家低排放技术声明》明确技术投资路线

2020年9月，澳大利亚政府发布了首份国家低排放技术声明（The First Low Emissions Technology Statement，以下简称“声明”）。声明明确了澳大利亚政府减排技术投资的重点在于减少排放、降低成本和增加就业，制定了低排放技术投资路线图；在讨论文件技术清单的基础上对短期、中期和长期阶段中存在替代价值的技术进行了排序，将其分为优先技术、新兴及辅助技术、待观察技术和成熟技术；致力于用清洁、高效、低成本的技术代替现有高排放技术，计划到2040年实现减排2.5亿吨^[5]。

2.1 技术评估与迭代

声明中发布的低排放技术投资路线图是一项持续、全面的战略投资框架，以每年发布的年度低排放技术声明为节点。该路线图通过设定目标、新兴技术调研、考察澳大利亚技术需求与比较优势、定义优先技术、确定最佳实施路径与关键技术指标、开展投资、平衡投资收益、评估技术投资效果8个阶段，制定每年的低排放技术声明，由技术投资咨

询理事会进行审查，从而对政府技术投资进行不断调整优化。

2.2 分类支持

2.2.1 优先技术

澳大利亚政府确立了5项优先技术及其经济目标。一是清洁氢能，将氢能成本控制在2澳元/千克以下；二是能源储存，储存的电力价格低于100澳元/兆瓦时；三是低碳排放材料，将低排放钢生产成本控制在900澳元/吨以下，将低排放铝生产成本控制在2700澳元/吨以下；四是碳捕集与封存，使二氧化碳压缩、运输和储存的成本低于20澳元/吨；五是土壤碳测定，将每年的测定成本控制在3澳元/公顷以下，较目前成本降低90%。澳大利亚政府认为上述技术对经济发展和减排均具有变革性潜力，同时也是澳大利亚具有比较优势的技术方向，因此将其作为公共投资重点。

2.2.2 新兴和辅助技术

除上述优先技术外，其他对减排具有重要意义或潜力的技术被划定为新兴技术，如下一代太阳能光伏、低排放材料等。辅助技术包括汽车充电桩、能源管理系统、数字基础设施等，是实现优先技术所必需的支撑技术。清洁能源监管机构、清洁能源金融公司（CEFC）及澳大利亚政府其他相关项目将对这类技术进行持续投资。

2.2.3 待观察技术

对于超低成本传输、高效零排放动力传动系统、低排放飞机、建筑光伏一体化等具有发展潜力的前瞻性技术，或目前澳大利亚本土研发不具优势的技术，澳大利亚将其定义为待观察技术，并对其国际发展态势保持关注。

2.2.4 成熟技术

对于煤炭、天然气、太阳能和风能等成熟技术，澳大利亚依然将在未来能源中做出部署，但在政府技术投资中不将其作为重点，主要依靠私营部门投资发展。

3 多措并举推动减排技术创新

为尽快实现优先技术的经济指标，澳大利亚政府在声明发布后启动了多个项目分类支持，并先后多次拨款。其中氢能源和碳捕集与封存是目前澳大

利亚政府的重点支持领域。

3.1 氢能领域

2020年,澳大利亚政府拨款7 020万澳元建设区域氢出口中心^[6]。2021—2022年度的新预算案中,澳大利亚政府再次宣布拨款2.755亿澳元,在偏远地区建设4个氢出口中心,实施清洁氢认证计划^[7]。此外,2021年3月,澳大利亚政府在维州建设的氢能源供应链(HFSC)试点项目开始运营。该项目通过褐煤生产氢气,运送到港口后液化处理,最终运往日本。这也是世界上首条端到端的液化氢供应链,首次实现了大洋洲到亚洲的液化氢运输,预计每年可生产氢22.5万吨,减少温室气体排放180万吨^[8]。澳大利亚政府还与德国签署协议,支持新南威尔士大学团队开展“德国—澳大利亚可再生能源氢能供应链可行性研究”,探索澳大利亚向德国运输氢能的可行性。

3.2 碳捕集与封存领域

2020年,澳大利亚政府拨款5 000万澳元用于支持碳捕集、封存与利用(CCUS)试点基金的碳捕集项目;2021年宣布拨款2.637亿澳元支持碳捕集与封存/碳捕集、封存与利用项目和研究中心发展。西澳2019年开始运营的戈尔贡减排系统是目前世界上第二大的碳储项目,每年注入340万至400万吨二氧化碳^[9]。澳大利亚能源公司桑托斯(Santors Limited.)在南澳姆巴(Moomba)的碳捕集与封存项目实现了年二氧化碳储量170万吨,其所在的库珀盆地年储量最高可达2 000万吨^[10]。澳大利亚政府还投入9 500万澳元,与维州政府合作支持碳网项目(CarbonNet)。目前该项目评估其首选储存地点约具有1.25亿吨的碳储能力^[11]。

4 中澳清洁能源领域科技创新合作可行性

4.1 澳大利亚政府十分重视清洁能源领域国际科技合作

澳大利亚十分重视清洁能源领域科技创新与成果转化的国际合作。在前沿技术研究方面,澳大利亚主要通过联邦科工组织(CSIRO)等机构与包括中国在内的国家开展国际合作。依据《国家氢能战略》,澳大利亚政府在20国集团会议、清洁能源部长级会议和氢能部长级会议等国际多边平台

推动制定氢能贸易和投资规则,分享研发、安全等方面的最佳做法,促进私营部门投资。澳大利亚目前已与美国、日本、新加坡、德国和韩国等建立了合作。

2021年4月,澳大利亚政府宣布将投入超过10亿澳元用于低排放技术国际合作,其中在2021—2022年度预算案中拨付5.658亿澳元支持研究和示范项目,建立低排放技术合作伙伴关系^[12]。

4.2 中澳清洁能源领域科技创新面临共同挑战

我国煤炭发电约占总发电量的70%,澳大利亚煤炭发电约占总发电量的54%,目前两国能源结构均对传统化石能源具有一定依赖。两国也均在碳捕集与封存/碳捕集、封存与利用领域开展了大量科技创新研究。同时,我国西部地区拥有丰富的风、光资源,但如何转化为更加稳定的电力资源,克服风电、光电输出功率不稳定对电网造成的冲击等问题尚未解决。澳大利亚作为全球拥有人均风、光资源最发达的国家,仅拥有屋顶太阳能的家庭就有260万户,相当于每4户家庭就有1户拥有屋顶太阳能。根据澳大利亚工业、科学、能源与资源部2021年发布的能源统计数据,2019年澳大利亚发电量的24%来自可再生能源,其中太阳能占总发电量的9%^[13]。近期南澳电力网络公司向澳大利亚能源市场委员会(AEMC)提出改革方案,拟投资4 000万澳元用于开发智能工具,以升级变电站管理,帮助更好地管理太阳能输出,其目标是到2025年将电网中的太阳能容量翻一番。因此,如何将丰富的清洁能源顺利接入电网,实现清洁能源转型,如何通过碳捕集与封存/碳捕集、封存与利用技术减少现有碳排放等,是中澳两国面临的共同挑战,也是中澳开展科技创新合作的重要契机。

4.3 中澳清洁能源领域科技合作具有前期基础

中澳科学研究基金是中澳两国中央政府间的科技合作计划,其第三轮项目对资源和能源领域进行了优先支持,其中包括在清洁能源和低排放能源生产技术方面,支持墨尔本大学和中国科学院开展低成本柔性太阳能电池研究,支持悉尼大学和天津大学开展能源信息学和需求响应技术研究,支持阿德莱德大学和上海交通大学开展海上风能和波浪能研究等。此后在第四轮项目中,能源和资源领域也

是优先支持的四个领域之一, 对新能源(可再生能源)、氢能、储能和供能等技术方向进行支持^[14]。在澳大利亚地球科学局的国际碳捕集与封存项目框架下, 中澳两国也就碳捕集与封存/碳捕集、封存与利用项目开展了诸多合作。如通过中澳地质封存项目开展学者交流互访, 召开技术论坛等。因此, 中澳在清洁能源领域开展科技创新合作具有前期基础和合作优势。

清洁能源和减排技术作为惠及中澳两国的重要民生技术, 或可成为中澳科技创新务实合作的又一热点领域。建议在充分了解两国需求的基础上, 强化优势互补, 挖掘民间机构合作潜力, 最大程度调动双方合作积极性, 进一步推动两国清洁能源领域科技创新合作。■

参考文献:

- [1] Australian Government, Department of Industry, Science, Energy and Resources. National Greenhouse Gas Inventory Quarterly Update: December 2020[R/OL]. [2021-05-31]. <http://www.industry.gov.au/data-and-publications/national-greenhouse-gas-inventory-quarterly-update-december-2020>.
- [2] Skynews. Australia will reach net zero using 'technology not taxes'[EB/OL]. [2021-03-18]. <https://www.skynews.com.au/australia-news/australia-will-reach-net-zero-using-technology-not-taxes/video/e237039d8a0d38b988835f195436041e>.
- [3] The Hon Angus Taylor MP Media Releases. Investing in reliable affordable energy and reducing emissions to secure Australia's recovery[EB/OL]. [2021-05-11]. <https://www.minister.industry.gov.au/ministers/taylor/media-releases/investing-reliable-affordable-energy-and-reducing-emissions-secure-australias-recovery>.
- [4] The Hon Angus Taylor MP Media Releases. Projections confirm Australia on track to meet and beat 2030 target [EB/OL]. [2020-12-10]. <https://www.minister.industry.gov.au/ministers/taylor/media-releases/projections-confirm-australia-track-meet-and-beat-2030-target>.
- [5] Australian Government, Department of Industry, Science, Energy and Resources. Technology Investment Roadmap: First Low Emissions Technology Statement 2020[R/OL]. [2020-09-22]. <https://www.industry.gov.au/sites/default/files/September%202020/document/first-low-emissions-technology-statement-2020.pdf>.
- [6] Australian Government, Department of Industry, Science, Energy and Resources. Growing Australia's hydrogen industry[EB/OL]. [2021-08-16]. <https://www.industry.gov.au/policies-and-initiatives/growing-australias-hydrogen-industry>.
- [7] The Hon Angus Taylor MP Media Releases. Jobs boost from new emissions reduction projects[EB/OL]. [2021-04-21]. <https://www.minister.industry.gov.au/ministers/taylor/media-releases/jobs-boost-new-emissions-reduction-projects>.
- [8] Australian Government, Department of Industry, Science, Energy and Resources. HESC celebrates hydrogen production milestone[EB/OL]. [2021-03-26]. <https://www.industry.gov.au/news/hesc-celebrates-hydrogen-production-milestone>.
- [9] Australian Government, Department of Industry, Science, Energy and Resources. JLow emissions technology development fund[EB/OL]. [2021-09-08]. <https://www.industry.gov.au/funding-and-incentives/low-emissions-technologies-for-fossil-fuels/low-emissions-technology-development-fund>.
- [10] Santos. Moomba CCS project boosted by A\$15million grant from carbon capture use and storage development fund[EB/OL]. [2021-06-08]. <https://www.santos.com/news/moomba-ccs-project-boosted-by-a15-million-grant-from-carbon-capture-use-and-storage-development-fund/>.
- [11] The AGE. Underground seabed primed for massive carbon dioxide injection[EB/OL]. [2021-09-08]. <https://www.theage.com.au/national/victoria/underground-seabed-primed-for-massive-carbon-dioxide-injection-20200228-p545ho.html>.
- [12] Australian Government, Department of Industry, Science, Energy and Resources. International partnerships to accelerate low emissions technology[EB/OL]. [2021-04-22]. <https://www.industry.gov.au/funding-and-incentives/collaborating-with-china-on-science-and-research/>

- australia-china-science-and-research-fund-joint-research-centres.
- [13] Australian Government, Department of Industry, Science, Energy and Resources. Australian Energy Statistics, Table O Electricity Generation by Fuel Type 2019-20 and 2020 [R/OL]. [2021-06-04]. <https://www.energy.gov.au/sites/default/files/Australian%20Energy%20Statistics%2C%20Table%20O%20Electricity%20generation%20by%20fuel%20type%202019-20%20and%202020.pdf>.
- [14] Australian Government, Department of Industry, Science, Energy and Resources. Australia-China science and research fund-joint research centres[EB/OL]. [2021-09-08]. <https://www.industry.gov.au/funding-and-incentives/collaborating-with-china-on-science-and-research/australia-china-science-and-research-fund-joint-research-centres>.

Primary Analysis of Australia Emission Reduction Science and Technology Deployment and Technology Pathway

SHI Kun, CAI Jia-ning

(Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China, Beijing 100862)

Abstract: Australia is approaching its emission reduction target committed in Paris Climate Agreement, that is, by 2030, Australia's greenhouse gas emissions will be reduced by 26% to 28% from the 2005. Australian government focuses on technology rather than tax and invests mainly in low emission technology research. In the First National Low Emissions Technology Statement, Australian government released the investment roadmap, and granted programs in the areas of hydrogen, carbon capture, storage and utilization and so on. International science and technology cooperation is also highly valued. Since China and Australia face the same challenges in emission reduction, Sino-Australian scientific and technological cooperation in the area of emission reduction may become a new hot spot.

Keywords: Australia; emission reduction; clean energy; hydrogen; carbon capture, storage and utilization