

Views & Comments

澳大利亚向大规模氢工业迈进

Patrick G. Hartley, Vicky Au

CSIRO Energy, Clayton South, VIC 3169, Australia

1. 引言

随着世界各国开始寻求减少二氧化碳排放的方法，以减轻气候变化带来的风险，人们对将氢气用作零排放能源载体再次燃起兴趣。氢气可以通过一系列低排放途径由多种原料产生，在能源、交通运输和工业领域的脱碳工艺中具有广阔的应用潜力。

澳大利亚拥有丰富的可再生能源和化石燃料能源，同时国家能源需求相对较低，现有区域资源贸易联系广泛，因此，澳大利亚致力于发展大规模氢工业，既针对国内市场也用于出口目的[1,2]。在本文中，我们概述了为实现澳大利亚的大规模氢工业，目前在政府、行业内部和研究水平层面所取得的进展。

2. 政府提出的框架

2019年11月，澳大利亚各州、联邦和地方政府通过了《国家氢能战略》(National Hydrogen Strategy)，制定了发展清洁、创新、安全和有竞争力的氢工业愿景，这将有助于澳大利亚未来过渡到可持续、经济化并且低排放的情形[3]。在此愿景下，到2030年，澳大利亚可实现包括国内和出口价值链在内的具有商业可行性的氢工业。该策略以几个州最近以氢能项目投资为主导的产业为基础，这些投资得到了联邦政府和州政府计划的支持，并获得了多个政府层面制定的战略和行动计划的支持。

采用国家战略使得州政府和联邦政府机构，如澳大利亚可再生能源署 (ARENA) 等，对氢技术示范项目和可行性研究做出了具体的资金承诺，并且这有利于通过清洁能源金融公司 (CEFC) 使更多的资金流入清洁能源领域。

目前，投资的重点是交付行业领先的示范项目，这些项目可以降低澳大利亚氢能技术的部署风险。氢能源工业应用的关键在于移动性，如替代家用和工业供暖中的天然气，用作工业工艺的原料以及发展氢出口价值链。表1 [4]是这些示范项目的简介。这些项目包括位于澳大利亚西部的ATCO集团的清洁能源创新中心，该中心利用多余的可再生能源生产氢气，并将氢气存储起来以注入天然气网或为“混合式模块化住宅”(hybrid modular home) 示范区供电。在澳大利亚南部，林肯港氢气和氨气供应链演示器显示了通过多价值链从间歇性可再生资源中获得的绿色氢气的采用情况，向当地农业和工业部门提供绿色氨气的情况，以及在风力或太阳能发电量低的时候，通过氢燃气轮机向电网供电的情况。与此同时，在维多利亚州，氢能供应链 (HESC) 是日本液化氢出口供应链的全球首个试点项目，该项目基于褐煤气化技术，利用碳捕集和封存来生产清洁的氢能。

澳大利亚联邦科学与工业研究组织 (CSIRO) 是澳大利亚国家科学机构，其通过向政府和工业界提供可靠的科学建议，以及开发能够解决氢工业发展过程中成本障碍的突破性技术来支持氢工业的发展。

CSIRO的《国家氢能路线图》(National Hydrogen

表1 澳大利亚示范项目和研究基础设施

Demonstration projects	Research infrastructure	Status	State
Hazer Group Pilot Plant	Hazer Group and MinRes	Completed	WA
Clean Energy Innovation Hub	ATCO	Completed	WA
Renewable Hydrogen/Ammonia	Yara and ENGIE	In progress	WA
Murchison Renewable Hydrogen Project	Siemens and Hydrogen Renewables Australia	Proposed	WA
Hydrogen Park SA (HyP SA)	Australian Gas Infrastructure Group (AGIG) and Siemens	In progress	SA
Port Lincoln Green Hydrogen Plant	Hydrogen Utility (H2U) and Thyssenkrupp	In progress	SA
Crystal Brook Energy Park	Neoen	Proposed	SA
Jemena's Power to Gas trial	Jemena	In progress	NSW
Renewable Energy Power to Gas	Union Fenosa, The Australian National University, and ActewAGL Distribution	In progress	ACT
Government Fleet and Refuelling station	ActewAGL, Neoen, Megawatt Capital, Hyundai	In progress	ACT
Hydrogen Energy Supply Chain (HESC)	Kawasaki Heavy Industries (KHI), J-POWER, Iwatani Corporation, Marubeni Corporation, Shell, and AGL	In progress	VIC
Toyota Australia Hydrogen Centre	Toyota Australia	In progress	VIC
Sir Samuel Griffith Centre renewable hydrogen microgrid	Griffith University	Completed	QLD
Renewable Hydrogen Production and Refuelling Project	BOC, ITM Power, Queensland University of Technology, and Hyundai Motor Company Australia	In progress	QLD
Gladstone Advanced Biofuels Pilot Plant	Northern Oil and AFC Energy	In progress	QLD
Renewable Hydrogen Microgrid	Daintree Renewable Energy Inc.	Proposed	QLD
Renewable Ammonia Plant	Dyno Nobel	Proposed	QLD

Roadmap) [5]根据澳大利亚氢能生产的当前和潜在成本，考虑了氢能不同工业应用中的商业化成熟情况。它得出的结论是，根据氢能的的生产成本，许多工业应用（如移动应用）已经可以实现，而激活市场是工业发展的关键要求。图1 [5]显示了当氢能可以与替代技术进行商业竞争时，预期的氢供应成本的降低情况和目标市场的发展状况。它还指出了市场的障碍是基础设施（即在氢成本曲线之上部分）和（或）氢供应成本（即在氢成本曲线之下部分）。

3. 科学界关注的焦点

氢技术的研究、开发和示范（RD&D）对于工业发展早期阶段技术障碍的克服特别重要。澳大利亚的《国家氢能战略》呼吁集中发展与氢相关的密集的RD&D项目，以便澳大利亚能拥有其竞争优势[3]。

近期，CSIRO对澳大利亚的RD&D能力、机会和优先事项进行了研究[4]，并推断澳大利亚拥有强大的RD&D生态系统，可以用来应对氢工业价值链的挑战，并支撑澳大利亚的经济发展。

该研究明确了氢在生产、储存/分配和利用方面存在的主要技术挑战，同时也强调了其在环境影响、安

全性、系统建模和法规/政策等跨领域研究方面的关键作用。

在这项研究的基础上，作为国家氢战略的一项行动，CSIRO正在制定发展氢工业的一项任务，其目标是使工业、政府和研究部门之间的RD&D合作能够扩大澳大利亚国内和出口的氢工业。该任务主要聚焦快速追踪氢技术和促进工业示范的研发工作，特别是在与新兴氢工业中心合作时。它还将通过“氢能知识中心”（hydrogen knowledge center）将澳大利亚的活动与国际社会所做出的努力联系起来。

4. 对各自角色的展望

展望未来，2020年2月下旬，澳大利亚能源和减排部长宣布了一个雄心勃勃的目标，即“H₂低于2”。这一目标是指每千克氢气的价格要低于两澳元。此目标的实现取决于技术的进步，不过，最重要的一点是，扩大供应和需求规模，通过规模经济和改进制造技术来降低氢成本。这将使现有的和新的氢能应用在经济上变得可行。

供应规模的扩大是目前ARENA资助的氢项目的重点，该项目的目标是实现大规模电解（大于10 MW）

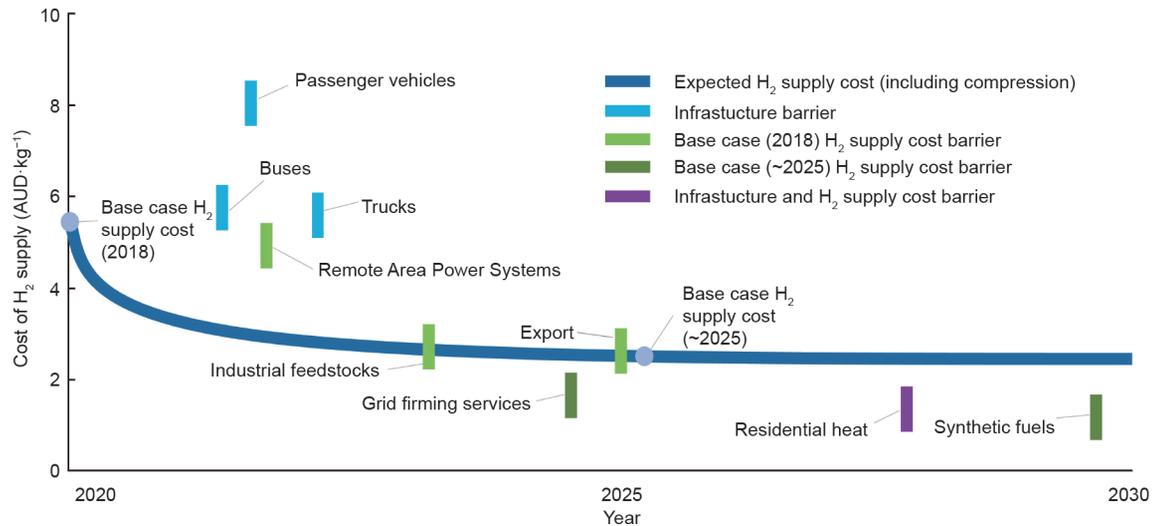


图1. 氢在目标应用中的竞争力。转载自参考文献[5]，经CSIRO许可，©2018。

的商业应用。为了扩大需求并进一步降低供应成本，将研究和商业投资重点放在氢能的利用上也是一个很好的机会。在政府政策、工业活动的持续支持以及卓有成效的研究努力下，澳大利亚有可能冲破“H₂低于2”的屏障。

References

[1] Hydrogen for Australia's future—a briefing paper for the COAG Energy Council [Internet]. Canberra: Commonwealth of Australia; 2018 Aug [cited 2020 Mar 25]. Available from: <https://www.chiefscientist.gov.au/sites/default/files/>

HydrogenCOAGWhitePaper_WEB.pdf.

- [2] Opportunities for Australia from hydrogen exports [Internet]. Melbourne: ACIL Allen Consulting for ARENA; 2018 Aug [cited 2020 Mar 25]. Available from: <https://arena.gov.au/assets/2018/08/opportunities-for-australia-from-hydrogenexports.pdf>.
- [3] Commonwealth of Australia. Australia's national hydrogen strategy [Internet]. Canberra: Commonwealth of Australia; c2019 [cited 2020 Mar 25]. Available from: <https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2019-11/australias-nationalhydrogen-strategy.pdf>.
- [4] Srinivasan V, Temminghoff M, Charnock S, Hartley P. Hydrogen research, development and demonstration: priorities and opportunities for Australia [Internet]. Canberra: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization; 2019 Dec [cited 2020 Mar 25]. Available from: <https://www.csiro.au/en/Showcase/Hydrogen>.
- [5] Bruce S, Temminghoff M, Hayward J, Schmidt E, Munnings C, Palfreyman D, et al. National hydrogen roadmap [Internet]. Canberra: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization; c2018 [cited 2020 Mar 25]. Available from: <https://www.csiro.au/en/Do-business/Futures/Reports/Hydrogen-Roadmap>.