



HYDROGEN ON THE HORIZON: READY, ALMOST SET, GO?

世界能源理事会

世界能源理事会一个世纪以来一直致力于国家，区域及全球层面的能源对话，旨在开拓新思维及驱动有效行动来为所有人谋取可持续能源的福利。

理事会是世界上首家及唯一一家真正意义上的全球性会员制能源网络。目前有来自全球近90个国家代表政府机构，国有及私营企业，学术界及能源系统所有利益参与者在内的3000多名会员。理事会通过在这样一个与整个能源行业合作的全球能源转型平台来汇集领导力智慧，以此推动世界能源政策对话，创建影响力及驱使实际行动。

理事会保持完全中立，不会对外倡导任何国家，公司，技术及能源种类。更多资讯请查阅我们官方网站 www.worldenergy.org

版权所有，我们（世界能源理事会）保留所有权利。这份报告所有及部分内容在有世界能源理事会同意后方可使用的标注前提下可以被引用。

世界能源理事会在英格兰及威尔士注册的慈善机构号码：4184478，增值税登记：GB 123 3802 48。

注册地址：

62–64 Cornhill
London EC3V 3NH
United Kingdom

创新洞见简报

这次氢能创新洞见简报是世界能源理事会侧重在创新的系列出版物的一部分，是与美国电力研究院(EPRI)及普华永道 (PwC) 合作共同完成。

美国电力研究院 (EPRI) 与天然气技术研究院 (GTI) 创立了低碳资源倡议 [Low-Carbon Resources Initiative](#) (LCRI) 来应对能源经济内大力缩减碳排带来的挑战。LCRI 侧重于另类能源载体 (AECs) 及如氢能，氨气，生物质燃料 (包括可再生天然气 [RNG]) 等低碳燃料及合成燃料。同时它也关注可以在能源经济体系用得上的生产，储存及运输领域的研究，开发及展示 (RD&D)。这些载体及燃料都是为了在本世纪中叶达到全球经济体脱碳进程可支付路径上所必须具备的条件。这个为期 5 年的全球合作将会发掘及加快新技术的开发；展示及评估核心技术及流程的表现；探索更完善的路径；为主要利益拥有者及大众提供通向低碳未来潜在路径的技术选择。

普华永道 (PwC) 有来自 158 个国家超过 28 万员工提供高质量的咨询，税收及人寿保险服务。覆盖能源，电力及资源行业就有 2 万多人。在称为新程式的全球战略指引下，PwC 积极应对当今世界挑战，注重建立互信及提供能为组织，利益相关者，广义社会创立价值的可持续成果。气候变化是目前世界面临的最严峻挑战之一，PwC 已承诺在 2030 年之前达到温室气体零排放并正与其他机构合力加快各自基于气候的变革。PwC 与 WEC 在通过与政策制定者及行业领先企业沟通来提升能源转型及可持续性发展上目标一致。这个目标必须在强力政策框架及一个充满活力和竞争力的互动能源产业前提下来实现。更多资讯请查阅：[Learn more about PwC](#)

在当下这个快节奏及极具破坏性的时代，这份报告希望能促进理事会成员及各种能源利益相关者，政策决策者之间的知识共享及增进氢能在能源转型影响力全球对话。

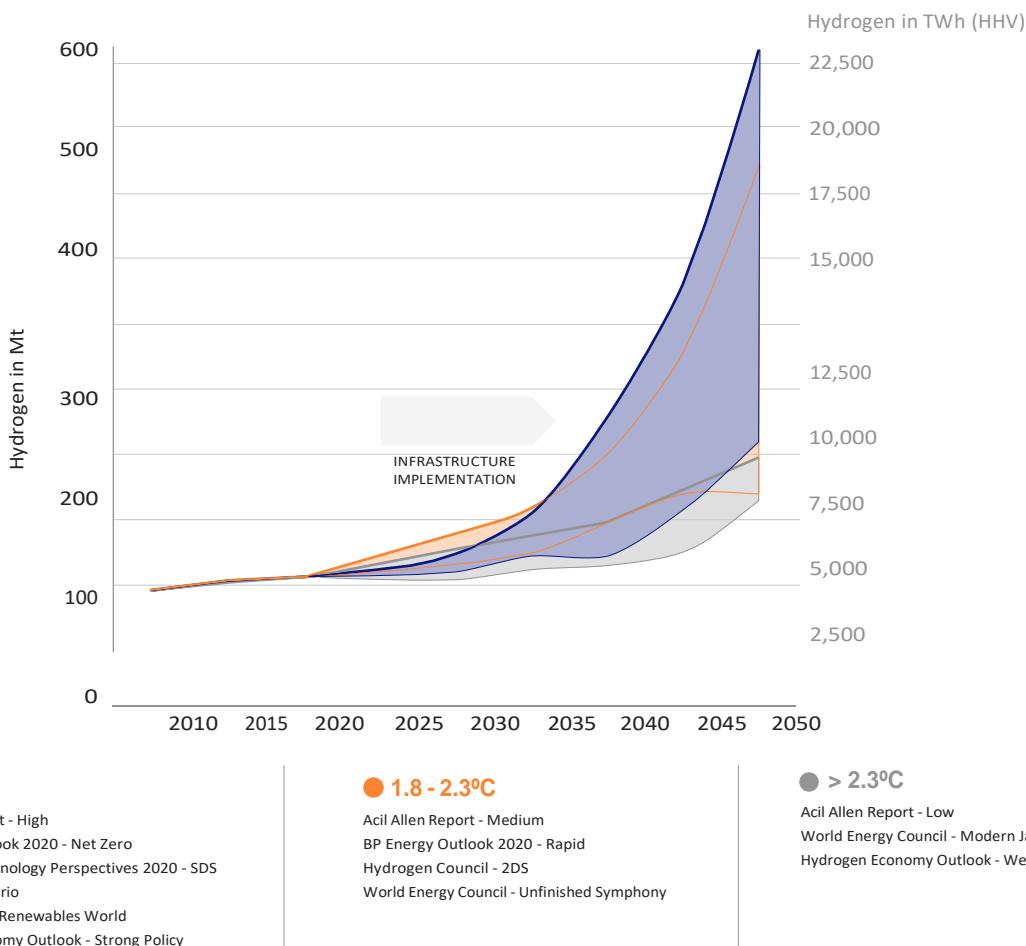
这份报告是基于理事会之前的有关研究并吸收了 23 个国家的 38 位专家对于各国战略发展深入研究及采访后完成的，代表了 61% 的全球一次能源供应和初级能源供应量 (2018 经合组织数据)，还有 70% 的全球 GDP (世界银行 2019 数据)。

能源转型的对话时常会忽略清洁分子及热力。在深度电气化的帮助下，包括氢能燃料，碳捕集天然气及生物质燃料在内的清洁分子能在一个更循环碳经济下为去碳化发挥重要作用。第 26 界联合国气候大会正在增强各国及企业实现气候中和及零碳的决心。正是在这种环境下清洁氢能作为一种能量矢量在全球备受关注，各国及企业都希望发掘其潜力来对问题行业去碳化及在再生能源日益增长的情况下提供灵活储能。虽然氢能真正潜力在未来能源体系中的作用尚为明朗，新经济及社会机会带来的决心则是与日俱增，尤其是在支持后疫情复苏方面。目前氢能需求只局限于化工行业，而在小范围内已开始发掘其可行性及削减低碳氢及运输上的高昂成本。随着更多的关注及支持，对解开潜在驱动及实际商机而更好理解清洁氢能 在能源系统及转型上真正潜力的需求也显得日益迫切。

世界能源理事会**能源以人为本**的议题明显地提出围绕需求侧而不是传统的供应侧及由于在破坏创新上日趋重要的消费者。在目前发展的初级阶段对氢能需求有更好理解已经证明非常具有挑战性。

随着基建逐步发展，氢能到2050年需求预测的比较评估看出与其到2030年有限及稳定的增长上有明显差异。2050年前氢能 在总体能源消费的贡献中估计有接近6%到25%的大幅差异。

Graph 1. Range Of Hydrogen Demand Assessment By 2050

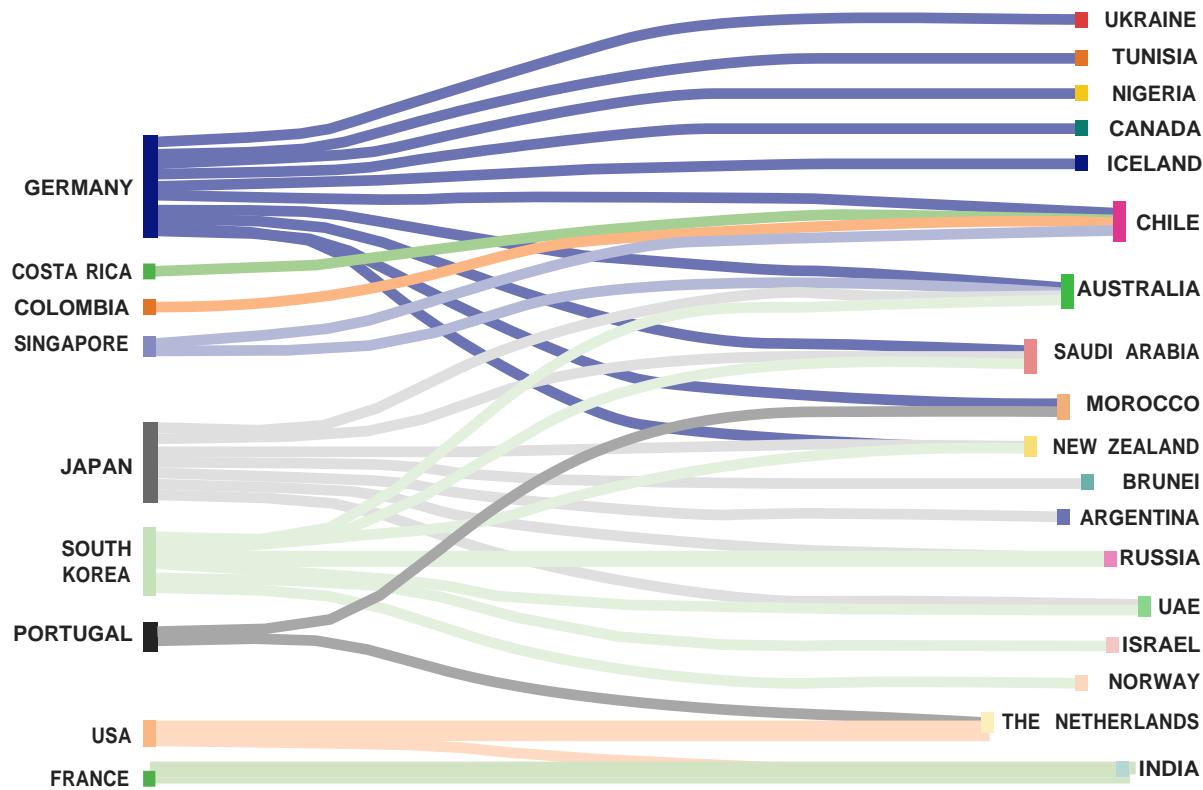


提升氢能 在能源系统的比重现在面临巨大挑战。首先，低碳氢目前与其他能源供应在大部分应用及地点上相比没有成本优势，而且谁来买单，及后续缺乏足够支持来缩减价格差异的问题还将会维持一段时间。然而环境及政治上的驱动正在给市场发出积极信号而推动目前行情看涨。随着相关政策出台及氢能扩展技术的推出，估计最早在 2030 年能实现有竞争力的价格。第二，由于“氢能经济”还处在萌芽阶段，供求都缺乏足够的体量来在价值链立足继而产生“鸡和蛋的问题”。最后，目前各种氢能技术发展阶段参差不齐将影响到一个必须采用多路径的复杂场景。

氢能能在能源转型的潜在作用上各国有不同看法。附件 2 可以看出**不同国家及地区在氢能战略上有明显差异**。亚洲及欧洲目前集中于需求侧而中东北非则更关注供应侧。亚洲把氢视为一种以氨气形式存在的液态燃料及远洋公路运输的交通燃料。日本一直都在积极建立国际供应链而韩国则把重点放在诸如氢燃料电池汽车的新技术上。于此形成对比的是，欧洲更多把氢能用来对问题行业及包括重卡及大巴在内的交通运输业去碳。整个美洲地区则考虑用于自身消费及出口目的的制造。

那些发掘氢能的国家倾向于通过增加绿氢产量，降低价格及鼓励终端用户使用来赢取普遍公众支持。在目前发展的初期，这些国家都在考虑不同的政策工具来加快氢能的量化，如在跨国家的价值链氢能项目直接投资。任何监管相关的举动主要集中在如何能简化及澄清现有框架，降低项目开发潜在障碍等“速赢”上。一些国家也在主动开拓致力于建立全球氢能供应链及获取清洁氢能供应的双边合作。

FIGURE 1: BILATERAL PARTNERSHIPS¹



Source: World Energy Council, modified from German Member Committee map, 2021²

数个国家的国家战略把**就业**作为氢能发展的重要驱动，既可以通过重新规划现有氢能基建及碳捕集保留现有职位，也可以在新氢能经济下创造新的工作岗位。对很多国家来说，**后疫情复苏**提供了能引来更好就业及经济增长的氢能经济投资商机。我们需要对这些氢能就业有深入分析来更好理解其真正含义及实际影响力。除了就业的角度，氢能的**社会执照**还有助于其作为清洁分子的作用及在社会上赢取更多的理解与支持。

尽管之前对氢能前途同时夹杂乐观及悲观的论调，目前对其引发的兴趣会由各国在设定雄心，绑定气候目标及廉价再生能源和技术提高（如缩减电解成本）等环境，经济及政治上的因素而发生变化。

¹ Methodology: The bilateral partnerships are exclusively government-to-government agreements that can encompass trade relations around hydrogen (import/export of hydrogen fuel and/or technologies), demonstrations projects, and Memorandums of Understanding. Based on information available on 27th May 2021.

² Global Overview on Activities Towards H2 Strategies - H2 partnerships globally

为了更好解读氢能在实现能源系统零排放的真正潜力，为了在区域内发掘供求关系及如何让不同的氢能战略及倡导来互取所长，相互学习，**更多的对话**就显得非常重要。在世界能源理事会社区内，大家非常希望在区域及全球层面与更多利益相关者进行广泛的交流来提高认知，分享学习各大区社区就发掘需求，价值链开发，问题处理及扩大氢能产能等反面的经验。

报告里分析的一个重点就是在我能源社区里对有关“**颜色氢能**”争辩有更清晰的阐述。各种颜色是当初用来简化对氢能制造产生的碳足迹，现在由于在特定技术下使用何种颜色及颜色与供应方面上存在分歧而使其变得更为复杂。最突出的就是由核能产生的氢能目前好像没有认同的颜色，从各种化石燃料碳捕集到的绿氢也不知怎样区分各种绿色。这种有关颜色的辩论需要尽快得到澄清以避免过早排除一些有可能去碳有效及节省成本的技术路径。与此同时不谈颜色而把重心放在与碳相关的讨论呼声日益高涨。理事会覆盖的全球社区会感兴趣共同探讨颜色话题及其对氢能能在能源转型中发挥的影响。关于氢能的地缘政治正在逐渐演变，同时也会影响各国如何在各自能源体系制造和消费氢能。与氢能制造及竞争类似的碳与电解槽技术也将有可能成为今后日程的焦点。

这次世界能源理事会与美国电力研究院及普华永道的合作旨在为全球能源社区对氢能发展有更进一步的了解并巩固自身全球网络里的专业知识及经验。**这个创新洞见简报目的是就氢能能在能源转型发挥之作用搭建一个多种利益相关者及多层次的社区对话机制。**

我们的报告对下面四个方面有更多讨论：

- 1** 各国氢能战略对氢能能在能源转型作用态度不一而导致**明显差异**。这就意味者多样化的必要，也就是去除千篇一律的思维观念而允许尝试不同的技术及探讨更多专案。
- 2** **对于‘颜色’的困惑在破坏创新。**过于简化及颜色偏见都会带来过早淘汰采用有可能碳效化及更节省成本的技 术路 径风险. 更多的对话应该围绕于碳 而不是颜色相关。
- 3** **在推进能源以人为本及需求侧驱动的议题时需要更多从需求侧考虑。** 目前的氢能对话过多注重供应侧而忽略了氢 能消费者。怎样刺激需求，以及在开发氢能基建及全球供应链方面应有更多的讨论。
- 4** **氢能经济有可能带动就业机会及经济增长，** 对后疫情实现‘共建未来’的雄心起到帮助。好几个国家氢能战略有强 调氢能 在就业驱动及对现有雇员培训新技术上起到的积极作用。

有关创新洞见简报的系列深度分析会在不久发布来帮助对以上 4 个话题提供咨询。我们将会在 2022 年 10 月圣彼得堡第 25 界世界能源大会上与我们的社区共同探讨此话题的研究。

能源以人为本迫在眉睫

能源以人为本旨在推广去除过去以供应为核心的能源思维从而达到向消费者为主转移，这对更好预测及转移需求格局时极为重要的。这种转变把领导力的重心移到‘进展进度’及社会韧性(如全部成本，可负担性，公正性)上来. 这是一种对话交流的新命题，它可以解决目前能源系统转型及变革以人为核心的诸多盲区如新用户、需求转移及人性行为的作用等。

2019年理事会创建了**全球氢能倡导**这样一个以客户为中心的需求整合平台来建立第三方观点，避免过度的颜色相关辩论。

世界能源理事会将一如既往的打造一个独有的中立性全球对话平台来与其他供应侧及技术推广相关平台相互补充。我们将加强在氢能需求如何因地域及行业而异而建立全新深入的共识。我们将促成一个以消费者为中心的领导力视角来让氢能能在能源转型变革中发挥一个灵活清洁分子的作用。

世界能源理事会将通过解决盲区问题及更好预测新需求，使用变迁及人类行为变化上所发挥作用来让氢能能在能源转型对话真正实现以人为本。

HYDROGEN DEMAND SCENARIOS

	Acil Allen Report	BP Energy Outlook 2020	Hydrogen Economy Outlook	Hydrogen Council –2DS	IEA	Powerfuels in a Renewables World	Shell – Sky scenario	World Energy Council
Total hydrogen demand estimates (Mt)	High: - 2030: 93 - 2040: 161 - 2050: 401	Net Zero: - 2030: 104 - 2040: 282 - 2050: 560	Strong policy: - 2030: N/A - 2040: N/A - 2050: 696	- 2030: 111 - 2040: 201 - 2050: 567	Energy Technology Perspectives (ETP) 2020 - SDS: - 2030: 90 - 2040: 135 - 2050: 290 Net Zero Scenario: - 2030: 212 - 2040: 391 - 2050: 528	- 2030: 86 - 2040: 164 - 2050: 346	- 2030: 80 - 2040: 94 - 2050: 149	Unfinished symphony: - 2030: 117 - 2040: 164 - 2050: 228
	Medium: - 2030: 84 - 2040: 113 - 2050: 213	Rapid: - 2030: 102 - 2040: 173 - 2050: 284	Weak policy: - 2030: N/A - 2040: N/A - 2050: 187					Modern Jazz: - 2030: 99 - 2040: 125 - 2050: 185
	Low: - 2030: 77 - 2040: 94 - 2050: 148							
Hydrogen production route		Green, Blue, Grey hydrogen			ETP 2020: Electricity, Fossil w CCUS, Refining CNR, Fossil w/o CCUS Net Zero Scenario: Fossil fuels, Refining CNR, With CCUS, Electricity, Biomass	Green hydrogen		
Projected demand by application	Transport, Space heating and cooling, Power sector	Power, Buildings, Transport, Industry	Buildings, Power, Industry, Transport	Buildings, Power, Industry, Transport, Energy system	Net Zero Scenario: Transport (shipping, road, aviation), Iron and steel, Chemicals		Industry (heavy, light), Transport (road, air, ship)	
Ambition to limit global warming	High: a 50% chance of limiting the peak in global temperature (temp.) to between 1.5-2°C Medium: a 50% chance of limiting the peak in global temp. to 2°C Low: 50% chance of limiting the peak in global temp. between 2-4°C	Net Zero: limiting temp. rise to 1.5°C above pre-industrial levels Rapid: limiting temp. rise to well below 2°C above pre-industrial levels	Strong policy: H2 supply 27EJ of energy in global economy, meeting 4% of projected final energy needs in 2050 or 7% in 1.5°C scenario Weak policy: H2 supply 99EJ of energy in global economy, meeting 15% of projected final energy needs in 2050 or 24% in 1.5°C scenario	Limit global warming to 2°C	ETP 2020: hold the temp. rise to below 1.8°C with a 66% probability without reliance on global net-negative CO2 emissions Net Zero Scenario: a 50% chance of limiting the temp. rise to 1.5°C	Achieve the goals of the Paris Agreement of achieving zero GHG emissions from the energy sector by 2050	Limiting the global average temp. rise to well below 2°C from pre-industrial levels	Unfinished symphony: <2.3°C confirmed with study authors Modern Jazz: >2.3°C confirmed with study authors

Source: PwC

SUMMARY OVERVIEW OF THE NATIONAL HYDROGEN STRATEGIES³

CATEGORY	ASIA			EUROPE									LAC	NORTH AMERICA
	Australia	Japan	South Korea	EU	France	Germany	Hungary	Netherlands	Norway	Portugal	Spain	Chile	Canada	
Strategy contains timeline for market development with targets	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●
Strategy contains hydrogen cost targets	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●
Strategy includes measures to support H2 development														
Direct investments	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●
Other economic and financial mechanisms	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Legislative and regulatory measures	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Standardisation strategy and priorities	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Research & development initiatives	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
International strategy	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Strategy addresses social issues for H2 development	●	●	●	○	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●
Strategy includes review and update	●	○	○	○	○	●	○	○	●	●	●	●	●	○
Strategy's H2 target source by 2030	Clean	Fossil-based with CCS	From natural gas	Low carbon	Low-carbon & fossil based	Carbon-free	Low carbon & carbon free	Blue & Green	Clean	Green	Renewable	Green	Low carbon intensity	
Strategy's H2 target source by 2050	Clean	CO ₂ -free	Eco-friendly CO ₂ -free	Clean / Renewable	Low-carbon	Renewable	Low carbon & carbon free	Green	Clean	Green	Renewable	Green	Low carbon intensity	
Import / Self-reliance / Export	Export; Self-reliance	Import	Import; Export (tech)	Depends on Member States	Export	Import; Export (tech)	Self-reliance	Import to export H2 (EU hub)	Self-reliance	Self-reliance; Export	Self-reliance; Export	Self-reliance; Export	Self-reliance; Export	
MAIN GOALS / DRIVERS														
Decarbonisation	Lower	Immediate	Lower	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	
Diversify energy supply	Lower	Immediate	Long term	Lower	Lower	Immediate	Immediate	Immediate	Lower	Immediate	Immediate	Lower	Immediate	
Foster economic growth	Immediate	Immediate	Immediate	Lower	Immediate	Immediate	Lower	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	
Integration of renewables	Lower	Lower	Long term	Immediate	Lower	Immediate	Lower	Immediate	Lower	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	
SECTORAL PRIORITIES														
Heating	Immediate	Immediate	Lower	Lower	Lower	Lower	Immediate	Immediate	Lower	Immediate	Lower	Immediate	Immediate	
Industry														
Iron and Steel	Long term	Lower	Lower	Long term	Immediate	Immediate	Long term	Immediate	Lower	Immediate	Lower	Not seen	Immediate	
Chemical feedstock	Immediate	Lower	Not seen	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	
Refining	Not seen	Lower	Not seen	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	Lower	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	
Others (cement, etc.)	Not seen	Not seen	Not seen	Not seen	Immediate	Lower	Long term	Lower	Not seen	Immediate	Lower	Not seen	Immediate	
Power														
Power generation	Lower	Immediate	Immediate	Lower	Not seen	Not seen	Lower	Lower	Not seen	Lower	Lower	Not seen	Lower	
Back-up services	Lower	Lower	Lower	Lower	Not seen	Not seen	Long term	Lower	Not seen	Lower	Lower	Not seen	Lower	
Transport														
Passenger vehicles	Lower	Immediate	Immediate	Lower	Lower	Lower	Long term	Immediate	Lower	Lower	Lower	Long term	Immediate	
Medium and heavy duty	Immediate	Long term	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	Lower	Immediate	Lower	Immediate	Immediate	
Buses	Immediate	Long term	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	Immediate	Lower	Immediate	Lower	Immediate	Immediate	
Rail	Lower	Lower	Lower	Immediate	Immediate	Immediate	Lower	Immediate	Not seen	Immediate	Lower	Not seen	Long term	
Maritime	Long term	Lower	Lower	Long term	Lower	Long term	Lower	Lower	Immediate	Long term	Lower	Long term	Long term	
Aviation	Lower	Lower	Not seen	Long term	Immediate	Long term	Not seen	Lower	Lower	Lower	Long term	Long term	Long term	

Source: World Energy Council

Strategies content:

● Detailed ● Mentioned ○ Not seen

Goals and sector priorities:

Immediate priority Long term priority Lower priority Not seen

³ Methodology: National strategies published until 30th May 2021.

TRUSTEES

JEAN-MARIE DAUGER
Chair

SHIGERU MURAKI
Vice Chair – Asia Pacific/South Asia

KLAUS-DIETER BARBKNECHT
Vice-Chair – Finance

CLAUDIA CRONENBOLD
Vice Chair – Latin America/Caribbean

MIKE HOWARD
Vice Chair – Innovation

IBRAHIM AL-MUHANNA
Vice Chair – Gulf States/Middle East

LEONHARD BIRNBAUM
Chair – Studies Committee

ALEXANDRE PERRA
Vice Chair – Europe

ELHAM MAHMOUD IBRAHIM
Vice Chair – Africa

JOSÉ ANTONIO VARGAS LLERAS
Chair – Programme Committee

OLEG BUDARGIN
Vice Chair – Congress, 2022

OMAR ZAAFRANI
Chair – Communications & Strategy Committee

ANGELA WILKINSON
Secretary General & CEO

WORLD ENERGY COUNCIL PATRONS

California ISO

PwC

EDF

Rosseti

ENGIE

Rosatom

Gazprom

Tokyo Electric Power Co

Oliver Wyman



WORLD ENERGY COUNCIL MEMBER COMMITTEES

Algeria	Hungary	Panama
Argentina	Iceland	Paraguay
Armenia	India	Poland
Austria	Indonesia	Portugal
Bahrain	Iran (Islamic Rep.)	Romania
Belgium	Ireland	Russian Federation
Bolivia	Italy	Saudi Arabia
Bosnia & Herzegovina	Japan	Senegal
Botswana	Jordan	Serbia
Bulgaria	Kazakhstan	Singapore
Cameroon	Kenya	Slovenia
Chile	Korea (Rep.)	Spain
China	Kuwait*	Sri Lanka
Colombia	Latvia	Sweden
Congo (Dem. Rep.)	Lebanon	Switzerland
Côte d'Ivoire	Lithuania	Syria (Arab Rep.)
Croatia	Malta	Thailand
Cyprus	Mexico	Trinidad & Tobago
Dominican Republic	Monaco	Tunisia
Ecuador	Mongolia	Turkey
Egypt (Arab Rep.)	Morocco	United Arab Emirates
Estonia	Namibia	United States of America
eSwatini (Swaziland)	Nepal	Uruguay
Ethiopia	Netherlands	Vietnam*
Finland	New Zealand	
France	Niger	
Germany	Nigeria	
Greece	Norway	
Hong Kong, China SAR	Pakistan	

*awaiting membership approval62—

64 Cornhill
London EC3V 3NH
United Kingdom
T (+44) 20 7734 5996
F (+44) 20 7734 5926
E info@worldenergy.org

www.worldenergy.org | @WECouncil