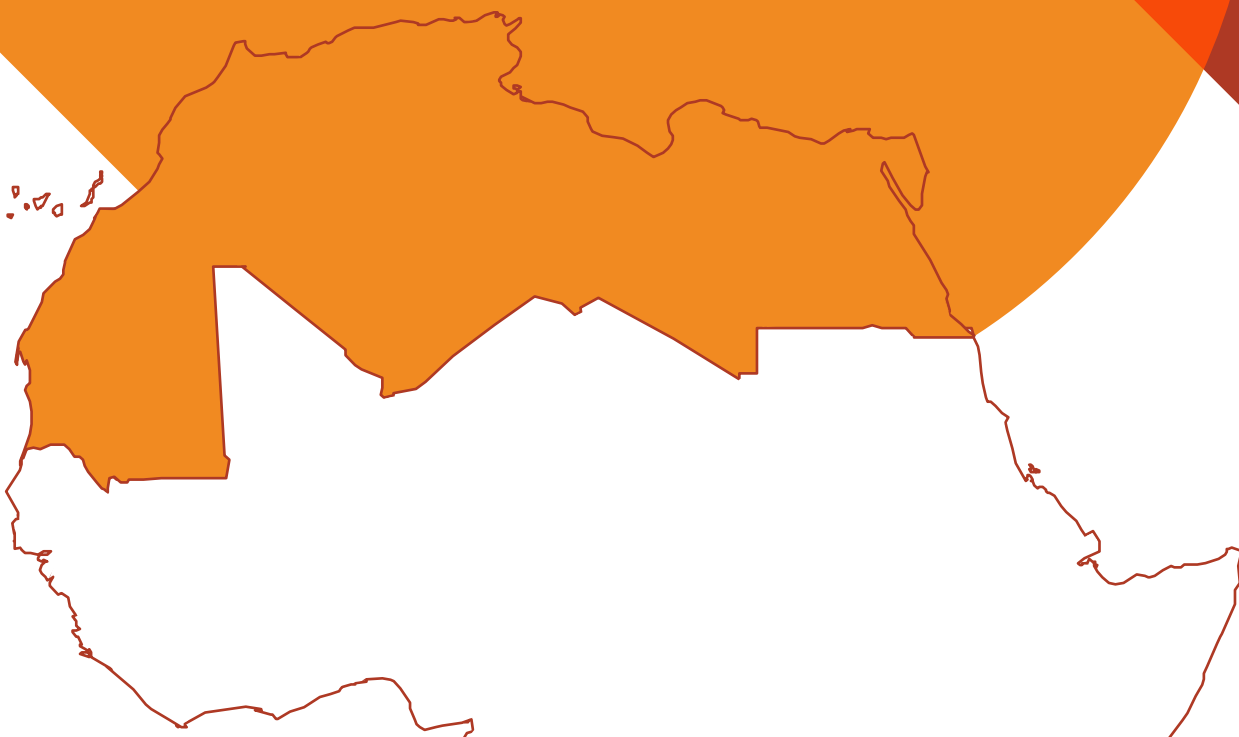


实现绿色氢能发展



除非另有说明，本出版物中的资料可自由使用、共享、复制、再制作、印刷和/或存储，但需注明IRENA为资料来源和版权所有。本出版物中属于第三方的资料可能受单独的使用条款和限制约束，并在使用此类资料前需获得这些第三方的适当许可。

引用IRENA (2025), *推动绿色氢能发展：北非* 国际可再生能源机构，阿布扎比。

ISBN : 978-92-9260-671-8

关于IRENA

国际可再生能源署 (IRENA) 是一个政府间组织，支持各国向可持续能源未来过渡，并作为国际合作的主体平台、卓越中心以及可再生能源政策、技术、资源和金融知识的宝库。IRENA促进所有形式的可再生能源 (包括生物质能、地热能、水能、海洋能、太阳能和风能) 的广泛采用和可持续利用，以追求可持续发展、能源获取、能源安全和低碳经济增长与繁荣。
www.irena.org

致谢

这份报告由Arno van den Bos和Jaidev Dhavle (IRENA) 在James Walker (IRENA) 的指导下撰写。IRENA同事Norela Constantinescu、Athir Nouicer、Danial Saleem和Patricia Wild以及Alina Gilmanova (顾问) 也提供了宝贵的输入。

该报告还受益于外部专家的宝贵输入和评论：穆罕默德·穆斯塔法·阿卜杜勒·扎赫尔 (埃及电力控股公司)、阿里·阿里 (埃及电力和可再生能源部)、威廉姆·弗伦斯 (BA2C)、简·弗雷德里克·乔治博士 (弗劳恩霍夫ISE研究所)、赫鲁姆巴利·莱比布 (毛里塔尼亚石油部)、穆罕默德·沙拉比 (利比亚可再生能源管理局)、斯文·舒普珀纳 (联合国工业发展组织) 和马滕·范德弗里斯 (反叛组织)

报告由丽莎·马斯尼进行校对编辑，保罗·科莫尔提供了技术审阅。弗朗西斯·菲尔德、斯蒂芬妮·克拉克和达里娅·加佐拉提供了编辑和沟通支持。图形设计由凤凰设计援助提供。

国际可再生能源署对欧洲委员会在IFRET项目实施方面提供的慷慨支持和资金贡献表示衷心感谢。



Funded by
the European Union

如有更多信息或提供反馈：publications@irena.org

本报告可在以下网址获取：www.irena.org/publications

免责声明

本出版物和其中的材料是“按原样”提供的。国际 renewable 能源署 (IRENA) 已采取一切合理预防措施来核实本出版物中材料的可靠性。但是，国际 renewable 能源署 (IRENA) 及其任何官员、代理人、数据或其他第三方内容提供者均不提供任何形式的保证，无论是明示的还是暗示的，并且他们不承担或负责使用本出版物或其中的材料所造成的一切后果。

此处所包含的信息不一定代表IRENA所有成员的观点。提及特定公司或某些项目或产品，并不意味着IRENA优先认可或推荐它们，而非提及的同类其他公司或项目或产品。此处采用的设计称谓及材料呈现，不代表IRENA对任何地区、国家、领土、城市或地区的法律地位，或其当局，或关于边界或界限的划定，表达任何意见。

目录

缩写词.....	5
执行摘要.....	6
SECTION 1 简介：北非的绿色氢气.....	9
第二节	
国家概况。	11
2.1 阿尔及利亚.....	11
2.2 埃及.....	13
2.3 利比亚.....	16
2.4 毛里塔尼亚.....	18
2.5 摩洛哥.....	21
2.6 突尼斯.....	23
第三节	
绿色氢及其衍生物部署的使能支柱.....	27
3.1 柱1 – 政策和法规.....	28
3.2 柱2 – 技术和基础设施.....	31
3.3 柱3 – 市场、商业和金融.....	37
3.4 柱4 – 供应链、技能和社区参与.....	38
参考文献	43

图例

图1 突尼斯正在考虑的用于国内使用和出口绿氢的管道设施。25

图2 国际可再生能源署 (irena) 关于氢及其衍生物部署的系统创新框架27

图3 在长期能源情景 (LTEs) 中整合国家氢能战略 (使用建模) 29

图4 如何优质基础设施映射到绿色氢气价值链.....33

图5 北非地区的基线水分胁迫.....34

表

表1 基于各国氢能战略，2030年和2050年北非国家绿色氢及其衍生物的生产和出口目标概述..... 10

表2 根据国家氢能战略的绿色情景，埃及在2030年和2040年的绿色氢气目标 14

表3 苏伊士运河经济区 (SCZONE) 中的项目14

表4 摩洛哥绿氢及其衍生物的预计需求量和出口量..... 22

表5 突尼斯国内和出口市场的绿氢目标，根据国家氢能战略.....24

盒子

方框1 Scatec , EBIC和Fertiglobe : 绿色氨 (欧盟H2Global拍卖的获胜者) 。 15

框2 一个综合氢能政策框架的示例：摩洛哥的绿色氢能 предложение.29

框3 本地技术发展：埃及旨在发展自己的模块工厂。31

框4 埃及苏伊士运河经济区 (SCZONE) 共享的淡化水基础设施.....35

框5 水力凝胶 (INNOVX) 在摩洛哥配备OCP.....37

盒子6 德国与阿尔及利亚和突尼斯的合作开发绿色氢能技能.....39

箱子7 参与当地社区：摩洛哥的AMUN项目41

框8 在北非聚集绿色氢能项目：毛里塔尼亚的绿色氢能出口中心，包括绿色钢铁。42

缩写

CO ₂	二氧化碳
CSP	太阳能热发电
DRI	直接还原铁
欧盟	欧盟
EUR	欧元
FID	最终投资决策
GDP	国内生产总值
GW	吉瓦
HBI	热压铁饼
IRENA	国际可再生能源组织
LNG	液化天然气
LTEs	长期能源情景
MAD	摩洛哥迪拉姆
备忘录	谅解备忘录
MW	兆瓦
NDC	国家自主贡献
PEM	质子交换膜
PV	光伏
QI	基础设施质量
SCZONE	苏伊士运河经济区
太瓦时	太瓦时
美元	美元

执行摘要

北非地区（在本报告中定义为阿尔及利亚、埃及、利比亚、毛里塔尼亚、摩洛哥和突尼斯六个国家）拥有丰富的太阳能和风能资源，可以使其生产具有竞争力的绿色氢气，用于脱碳本地产业——无论是直接使用，还是通过使用基于绿色氢气的商品（如氨、甲醇和绿色钢铁）间接使用。本地氢经济可以创造经济机会和高品质就业，并得益于外国直接投资和进口替代，改善生产国的贸易平衡。该地区与欧洲的邻近位置使其成为具有可行性的绿色氢气以及高附加值脱碳产品的出口地。

尽管有这种潜力，许多挑战阻碍了北非地区氢经济的部署。主要障碍之一是融资当地氢项目的困难，部分原因是投资者对非洲的风险认知、对新兴市场（氢市场）缺乏了解、货币风险以及对供应市场的一般不确定性。此外，发展、安装和运营氢能相关项目需要更多熟练的劳动力。这些技能不仅需要用于氢能项目的维护方面，还需要用于发展和技术方面。

需要强有力的监管框架为绿色氢气提供稳定性并吸引投资。发展必要的基础设施——包括港口、道路和供水——需要大量投资和规划。关键问题包括绿色氢气及其衍生物与化石燃料基替代品的竞争力，以及确保本地采用和接受度。

本报告介绍了北非地区六个国家的简要概况，描述了它们的能源和工业部门，并强调了相关政策和路线图在可再生能源和绿氢方面的新近发展。尽管这些国家中的大多数仍然严重依赖化石燃料，但许多国家（尤其是埃及、毛里塔尼亚和摩洛哥）已经制定了完善的政策框架，这些框架为可再生能源发展提供了清晰的愿景和支持。

阿尔及利亚、埃及、毛里塔尼亚、摩洛哥和突尼斯已发布绿色氢能路线图和相关战略，目标是到2030年联合生产超过520万吨的绿色氢能，到2050年达到每年2500万吨。尽管考虑了当地工业用途，但所有氢能战略都高度重视对欧盟（EU）的出口，既通过管道输送氢气，也以氨、甲醇和绿色钢铁的形式出口。出口动力来自于吸引外国直接投资的愿望以及欧洲购买者的强大购买能力，通过H2Global等拍卖进行促进和补贴。

六个国家的产业和贸易概况为将绿氢及其衍生物整合到现有基础设施和市场中的机遇提供了见解。简单的贸易分析突出了基本商品（如天然气、甲醇、氨和化肥）进口替代的机遇。进口天然气的替代在严重依赖天然气进口的国家（如摩洛哥和埃及）以及部分依赖但日益依赖此类进口的国家（如突尼斯）都引起了兴趣。同时，阿尔及利亚和利比亚等天然气出口国可以通过利用现有的出口基础设施向欧盟输送绿氢而受益。

目前，埃及、摩洛哥和突尼斯的化肥生产依赖进口氨，而绿氢可以替代这些进口。拥有现有化石燃料制氢设施的氨气大生产商——如阿尔及利亚、埃及、利比亚和摩洛哥——已经拥有国内绿氢购买者，可以降低投资风险。毛里塔尼亚为利用国内生产的铁矿石与绿氢升级生产直接还原铁（DRI）和绿钢提供了一个有吸引力的案例，该项目正在大规模开发中。

为了实现这些机遇，报告提出了一系列促进措施，这些措施被组织为绿色氢能转型的四大支柱，并辅以北非国家实施的实例。四大支柱是：1) 政策和法规；2) 技术和基础设施；3) 市场、商业和金融；4) 供应链、技能和社区参与。



1. 政策和法规

需要明确的政府承诺和愿景，为全面绿色氢能战略提供支撑，该战略由所有主要利益相关方制定和同意。该氢能战略应优先考虑“无遗憾”应用（绿色氢能或其衍生物不会导致负面影响的领域）。¹⁰ 将被替代的脱碳技术击败）并且应理想地嵌入长期能源情景（LTE）以确保该战略与能源和工业部门的发展保持一致。摩洛哥的氢能方案是一个全面的、综合的政策支持包的例子，该方案使绿色氢能项目对投资者具有吸引力。



2. 技术与基础设施

用于绿色氢气的产业主要集中在欧洲、亚洲和北美洲。然而，北非将在整合这些新技术中发挥重要作用。该地区可以通过本地制造部分可再生能源技术和电解槽辅助设备来受益于技术转让以及创新国内生态系统的开发（而不是必须进口）。摩洛哥的绿色氢气产业集群是如何在当地创建此类生态系统并从而培养技能和本地适应技术的例子。此外，通过进行影响评估和价值共享（也称为价值获取），水资源风险可以得到管理并转化为机遇，将各方聚集起来共同投资海水淡化基础设施，这些设施将产生的淡水多于氢气项目消耗。埃及苏伊士运河经济区就是这种策略的例子。



3. 市场、商业与金融

是项目达到最终投资决策（FID）的关键。项目开发商需要向投资者提供足够的确定性，以确保所有条件都已满足，以低成本生产绿氢，并确保有可靠的购买者购买产品。分散购买者风险的策略包括向本地购买者销售、销售副产品（纯氧）、向附近欧洲市场的政府支持计划销售以及叠加绿色溢价。例如，摩洛哥的HydroJeel（INNOVX）与化肥生产商OCP的交易能够成功利用本地购买者使项目具有银行可贷款性。



4. 供应链、技能和社区参与

对于成功发展氢经济至关重要。绿色氢气需要一支足够专业的劳动力队伍，涵盖从项目开发到基础设施建设以及政策制定的整个价值链。这可以通过在公共机构和监管机构之间建立制度能力；在学术机构开发课程，对化石燃料行业的工人进行再培训和技能提升；以及扩大人才库，包括多元化的劳动力来实现。国家之间的多边和双边合作已被证明是有效的，例如德国与阿尔及利亚和突尼斯成功合作的案例。尽管培养足够数量的大规模劳动力队伍往往是一项挑战，但一些北非国家拥有多元化和工业化的经济，已经拥有重要的人才库，例如埃及，其阿斯旺的KIMA基于电解的氨厂自1963年起一直在运营，直到2019年升级为使用天然气。

国际可再生能源署（irena）强调采用包容性和参与式方法，有效让当地社区参与到大规模绿色氢能项目及其依赖的可再生能源项目的开发中。基于irena的社区能源工具包，该报告提出了最能让当地社区参与的方法。关键原则围绕着优先考虑社区福祉和社会经济效益、积极和有意义的参与、建立信任和对话、提升地方能力和知识共享，以及基于需求的社区利益分配方案。遵循这些指南不仅应该能提升当地社区对绿色氢能项目的支持，还能优化这些社区的利益。

第一部分

引言：北非的绿色氢能

北非地区拥有丰富的太阳能和风能资源，这使其能够生产具有竞争力的绿色氢气，可用于脱碳化当地工业——无论是直接使用，还是通过使用基于绿色氢气的商品（如氨、甲醇和绿色钢铁）间接使用。当地氢能经济可以创造经济机会和高质量的就业岗位，并得益于外国直接投资和进口替代，改善生产国的贸易平衡。该地区与欧洲的邻近位置使其成为绿色氢气分子以及高附加值脱碳产品的可行出口地。

尽管有这种潜力，但许多挑战阻碍了北非氢经济的部署。主要障碍之一是融资当地氢项目的困难，部分原因是投资者对非洲的风险认知、对这些新兴（氢）市场的了解不足、货币风险以及本地和出口市场对购买者市场的普遍不确定性。此外，开发、安装和运营与氢相关的项目需要更多技术熟练的劳动力。整个价值链都需要技能，从政策制定到氢项目的技术开发和运营。

需要强有力的监管框架为绿色氢气提供稳定性并吸引投资。发展必要的基础设施——包括港口、道路和供水——需要大量投资和规划。关键问题包括绿色氢气及其衍生物与化石燃料基替代品的竞争力，以及确保本地采用和接受度。

本研究报告的目的是增进对绿色氢能和绿色商品部署的潜力的理解，以及实现部署所需的措施，并发展北非的国际市场。本报告汇集了基于桌面分析的发现，以及与该地区公共和私人利益相关者在对话中分享的见解。本报告的地理范围涵盖阿尔及利亚、埃及、利比亚、毛里塔尼亚、摩洛哥和突尼斯。

报告首先介绍了该地区六个国家的简要概况（第2节），描述了它们的能源和工业部门，并强调了可再生能源和绿氢的最新发展以及相关政策。在每个国家，都确定了发展绿色氢经济所取得的进展、面临的挑战和机遇。然后，第3节介绍了应对（大部分）这些挑战的促进措施，这些措施以绿色氢转型四大支柱进行组织，并列举了北非国家已经成功实施这些措施的事例。四大支柱是：1）政策与法规；2）技术与基础设施；3）市场、商业与金融；4）供应链、技能和社区参与。

表1 基于各国氢能战略的2030年和2050年北非国家绿色氢及其衍生物的生产 and 出口目标概述

2030			2050			
国家	绿 氢 生产 (万吨)	绿 商品 生产 (万吨)	导出 目标 (万吨)	绿 氢 生产 (万吨)	绿 商品 生产 (万吨)	导出 目标 (万吨)
阿尔及利亚	-	-	-	1.2 (到2040年)	-	-
埃及	3.2	-	-	9.2 (到2040年)	-	-
利比亚	-	-	-	-	-	-
毛里塔尼亚	1.2	6.9 (氨)	-	4.3	6.9 (氨)	24.4 (氨) 5.5 (methanol) 18.7 (direct reduced 钢铁)
摩洛哥 (reference) 场景)	0.51	0.5 (氨)	0.25 (power-to- 液体)	2.5	3.7 (氨)	2.72 (power-to- 液体)
突尼斯	0.32	-	0.3 (氢)	8.3	-	6.4 (氢)

第二节

国家概况

2.1 阿尔及利亚

阿尔及利亚是北非地区主要的化石燃料出口国之一。该国的天然气出口量从2020年的390亿立方米上升到2024年的490亿立方米，包括管道天然气和液化天然气（LNG），尽管由于欧洲需求下降和国内消费增加，2024年的出口量有所下降。国内天然气消费量显著增长，到2024年达到约530亿立方米，约占市场产量的五分之二，表明阿尔及利亚大约一半的天然气产量被出口（Elcano，2025）。该国的大部分天然气产量出口至欧洲，主要通过恩里科·马泰管道（经突尼斯）输送到意大利，以及通过梅加斯管道输送到西班牙（IRENA，2023a）。

可再生能源、水资源和绿氢政策



可再生能源

可再生能源尚未在阿尔及利亚的能源结构中占据重要地位。然而，该国2015年国家自主贡献（NDC）提交¹包含了到2030年可再生能源发电达到27%的约束性目标，从2014年的1%上升（IRENA，2023a）。阿尔及利亚有一些离网可再生能源装机容量，主要在该国孤立的南部电网。然而，阿尔及利亚的目标是到2030年安装220吉瓦（GW）的可再生能源装机容量，包括135吉瓦（GW）的光伏（PV）、50吉瓦（GW）的风能和20吉瓦（GW）的聚光太阳能发电（CSP）（IRENA，2023a）。



水

阿尔及利亚是全球水资源最匮乏的国家之一，面临严重的水资源压力，年人均水资源拥有量低于600立方米，远低于每年人均1000立方米的水资源压力阈值（Grida，2021）。该国的总可再生水资源估计约为每年173亿立方米，而水资源需求超过200亿立方米，导致持续性的短缺（Blue Community，2024）。

为应对这一情况，阿尔及利亚的水管理战略侧重于综合水资源管理（IWRM），以实现供水和需求的可持续平衡。政府已承诺超过50亿美元，在国家发展计划下扩大关键水利基础设施——包括海水淡化和水库建设——以应对气候变化和资源短缺（能源资本与电力，2025a）。该战略强调保障饮用水供应、扩大灌溉能力和推广水重复利用，以确保可持续的水资源供应。



氢

阿尔及利亚国家氢能战略（MEM，2023）设定了到2040年安装2.5吉瓦（GW）PEM电解槽的目标，这些电解槽每年应生产400太瓦时（TWh）的绿氢（相当于1200万吨/年）。这将需要累计投资约250亿美元（Aboushady）

¹ 截至2025年6月，该国提交的最新NDC。

和 Jaroudi, 2024 年)。由于拥有丰富的太阳和风资源, 阿尔及利亚的沙漠地区已被确定为建立绿氢生产设施的最理想地点 (Benchenina, 2025)。等

2024年2月, 阿尔及利亚与德国同意成立一个双边氢能工作组, 旨在推动支持绿色氢及其衍生物的生产、储存和运输的政策。该氢能工作组将推动两国投资, 以促进能源安全, 并满足国际气候承诺 (BMWK, 2024)。

2024年10月, 阿尔及利亚的Sonatrach与Sonelgaz分别与奥地利的VERBUND、德国的VNG AG以及意大利的Snam和SeaCorridor签署了谅解备忘录 (MoU), 共同探讨阿尔及利亚大规模生产绿氢项目的可行性, 并通过规划的南H2走廊将这些绿氢出口至这三个欧洲国家 (VNG AG, 2024)。这条3300公里的专用氢气管道走廊将为意大利 (阿古斯塔、塔兰托和北部意大利)、奥地利 (林茨、施蒂里亚) 等地的新能源氢气供应需求提供支持。例如 例如 维也纳)和南德意志州(巴伐利亚)。南H2走廊被列为氢 例如 走廊意大利——奥地利——德国在欧盟委员会2023年11月通过的共同利益项目 (PCIs) 和相互利益项目 (PMIs) 第六个清单中 (Barreto Gómez, 2024)。

阿尔及利亚的Sonatrach与西班牙公司Cepsa签署了谅解备忘录, 进行一项可行性研究, 以开发一个综合绿色氢能项目, 向欧洲市场供应氢及其衍生物 (CESPA, 2024)。

对于国内使用, 一个值得注意的项目是HydrogeneSolareMethane (HySolThane) 项目, 该项目旨在用氢气富化压缩天然气, 并使用这种燃料为阿尔及尔的公交车提供动力。预期的目标是确定在阿尔及利亚经济中整合氢能技术的适当策略 (Benchenina), 2025)。等

主要产业和贸易概况



氨

阿尔及利亚有一个以化石燃料为基础的氨工业, 其中Fertial是最大的一家公司, 其产能为每年100万吨。该公司满足了大部分国内需求, 并出口到欧洲。部分当地生产的氨被用作生产氮肥和磷肥的原料, 这些肥料用于满足阿尔及利亚农业工业的需求 (Barreto Gómez, 2024)。



甲醇

阿尔及利亚的国内甲醇生产仍处于初期阶段。然而, 2025年3月, Souakri集团和阿塞拜疆甲醇公司有限责任公司 (AzMeCo) 签署了一项谅解备忘录, 以支持阿尔及利亚建立阿尔及利亚甲醇公司。这家计划中的实体将拥有每年100万吨的初始产能, 同时还支持氨、尿素、甲醛和其他甲醇基化学品的生产 (CBS4, 2025)。



钢

阿尔及利亚钢铁生产产业主要由三家主要公司推动: 西德哈贾尔钢铁公司、阿尔及利亚-卡塔尔钢铁公司和托萨利集团。后两者宣布计划在未来将生产能力翻一番, 随着一项新的投资法的出台, 该法律取消了对外资比例的限制 (阿布沙迪), 2024)。等

2.2 埃及

自2010年以来，由于能源需求上升和国内资源枯竭，埃及已从石油和天然气的净出口国转变为净进口国。天然气主导能源供应（2020年占总能源供应的54%），其次是石油（33.7%），而可再生能源仅占7.1%（IRENA，2023b）。

可再生能源、水资源和绿氢政策



可再生能源

2010年至2022年间，埃及的可再生电力装机容量增长了83.9%，在2022年达到6322兆瓦（MW），包括水电（2832 MW）、光伏太阳能（1704 MW）、风能（1643 MW）、生物质能（123 MW）和聚光太阳能发电（CSP）（20 MW）。

可再生能源法（第203/2014号法令）支持对可再生能源的投资，推动了本班太阳能公园（1465兆瓦）和加巴尔·泽特风力发电厂（580兆瓦）等项目的建设。埃及力争到2030年在电力结构中实现42%的可再生能源（埃及国家自主贡献，2023年），得益于补贴减少（降至2020-2021年国内生产总值1.3%）、智能电网发展、需求侧能源效率提升及区域互联（埃及国家自主贡献，2023年）。



水

埃及严重依赖尼罗河，其97%的淡水供应来自该河流，支撑着农业、工业和发电。政府正优先发展海水淡化用于绿色氢气生产，根据2024年第2号法律要求，95%的海水淡化和太阳能电站的产出需支持氢气项目（Barreto Gómez，2024）。埃及拥有20%的人口和40%的工业的海岸地区，对于海水淡化和氢气基础设施至关重要。

满足对淡水多样需求面临的挑战包括：由于气候变化和尼罗河上游项目，淡水供应量减少（2020年为每人543立方米，接近水资源稀缺的阈值）。海平面上升进一步威胁沿海地区（IRENA，2023b）。



氢

2021年，埃及消耗了180万吨基于化石燃料的氢气（灰色氢气）用于生产氨（每年756千吨）和钢铁²（643千吨/年）和炼油厂（300千吨/年）（Barreto Gómez，2024）。

埃及计划到2040年向全球可交易氢气市场供应5-8%。该国2024年氢气战略在其“绿色情景”中提出，到2040年国内消费生产360万吨，出口560万吨的目标，需要760吉瓦电解槽容量和114吉瓦的额外可再生能源（表2）（Advisian和EBRD，2024）。

支持绿色氢能项目发展，2024年第2号法案提供税收减免（33-55%）、进口设备和出口氢气的增值税减免、其他税种的减免和折扣（房地产和港口使用税）以及单一许可证²用于生产绿色氢及其衍生物的项目，同时强制要求最低20%的本地含量（Riad&Riad，2024）。

² 在钢铁生产中使用（灰）氢并不常见，这使得埃及成为一个特别有趣的情况。这在本报告的“钢铁”部分有更详细的说明。

表2 根据国家氢能战略的绿色情景，埃及2030年和2040年的绿色氢气目标

	2030	2040
氢气生产 – 国内 (百万吨)	0.4	3.6
氢气生产——出口 (百万吨)	2.8	5.6
电解槽容量	27 GW	76 GW
额外可再生能源装机容量要求	41GW	114 GW
电解槽投资需求	22亿美元	34亿美元

来源：(Advisian，2024)。等

到2024年7月，埃及已签署30多项绿色氢能项目协议，总价值约1750亿美元。主要项目包括苏伊士运河经济区（SCZONE）的绿色氨和甲醇计划（表3）。

表3 苏伊士运河经济区项目 (SCZONE)

项目名称和 开发者	规模 生产	收购方	投资	重要性
埃及绿 氢能项目 斯卡泰克 ASA (挪威) Fertiglobe，Orascom 施工， 主权财富基金 埃及，埃及 电力输送 公司	到2027年：100兆瓦 电解槽， 每年13000吨 绿色氢气 74000吨绿色 氨。 到2033年：潜在 扩展到100万至300万 吨氨 每年	Hintco (德国) 通过H2Global 拍卖 (19500吨) 氨在 2027，扩展 至397000 吨 by 2033)	欧元500 百万资本 支出 plus EUR 30 百万奖金	首次绿色氨 在非洲种植，证明 埃及概念 绿色氢气 雄心，试点出口 到印度2023年 (框1)
SK Ecoplant and CSCEC项目 SK Ecoplant (共和国 韩国)，中国 国家建设 工程 公司	到2029年每年 50000吨绿色 氢气，250000 吨绿色氨	未指定	20亿美元 (总数), 美元 5.49亿 资本 支出 加美元33 百万奖金	强化埃及的 绿色氨出口 容量，杠杆 国际经验 在可再生能源和 施工。
马斯达尔，哈桑-阿拉姆 工具，无限能量， 和BP联盟 马斯达尔 (阿拉伯联合酋长国) 阿联酋), 哈桑-阿拉姆 Utilities (埃及)，Infinity 功率 (埃及)，BP (英国)	容量下 可行性研究，多 阶段项目聚焦 在出口；目标日期 无法提供翻译，因为未指定要翻译的markdown源	Not specified (导出-) 专注的，可能的 欧洲)	部分40美元 十亿SCZONE 管道 具体 数量 undisclosed	结合主要 可再生和石油 公司专长 扩展埃及的绿色 氢气出口。

表3 苏伊士运河经济区 (SCZONE) 项目 (续)

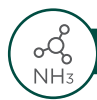
项目名称和 开发者	规模 生产	收购方	投资	重要性
EDF可再生能源和 零废弃埃及 项目 EDF可再生能源 (France), 零废弃 技术 (埃及)	35万吨 绿色燃料 (氢/ 氨)用于海事 使用/年, 目标日期 无法提供翻译, 因为未指定要翻译的markdown源文本。	通过船舶 通过苏伊士 运河	7亿欧元)	目标海事 加注油, 对齐 随着全球需求 for green fuels in 运输。
ACWA Power 绿色 氢能项目 ACWA Power (沙特 阿拉伯), 本地合作伙伴	高达200万吨 绿色氢气/年 (第一阶段), 目标日期 无法提供翻译, 因为未指定要翻译的markdown源文本。	Not specified (导出- 集中)	超过美元 40亿 (第一阶段)	其中之一最大的 已规划项目, 利用ACWA 功率的绿色 氢能专业知识 (e.g. NEOM)
H2 Industries 垃圾- to-氢气厂 H2 Industries (美国)	30万吨 绿色氢气/年 从 400 万吨 城市垃圾 面向2022年后	未指定	40亿美元	Unique waste-to- 氢气方法 地址清理 能源和废物 管理。
amea power green 氢能设施 AMEA Power (United 阿拉伯联合酋长国)	39万吨绿色 每年氨气/年底 2025年	欧洲 (导出- 集中)	800美元 百万美元 30亿	支持埃及的 出口导向型绿色 氢能战略 快速时间线 操作。

方框1 斯凯泰克、EBIC和Fertiglobe：绿色氨 (欧盟H2Global拍卖赢家)

斯凯特的埃及绿色氢能项目，作为Fertiglobe在H2Global首次绿色氨拍卖中的成功中标项目而宣布，旨在邻近的埃及基础工业公司 (EBIC) 生产厂生产可再生氨的原料。工厂所有者Fertiglobe将在20年内担任买家。该公司计划从埃及向荷兰鹿特丹港运输总计397000吨的可再生氨，时间为2027年至2033年 (每年74千吨)，并有可能扩展到每年1-3万吨的绿色氨。该项目代表了一项5亿欧元投资，并获得了PtX发展基金 (德国) 3000万欧元的拨款 (氢能协会，2024年；斯凯特，2024年)。

在埃及沙姆沙伊赫举行的2022年联合国气候变化大会 (COP 27) 上启动的项目是非洲第一个绿色氢能计划，并于2023年11月向印度出口了首批绿色氨。该项目的最终投资决定 (FID) 已被多次推迟，截至2025年5月，计划于2025年下半年进行，建设将持续至2027年及以后 (Hydrogen Insight, 2025a)。

主要产业和贸易概况



氨

埃及是全球重要的氨生产商，其化石燃料基氨的年综合生产能力为600万吨，使其成为尿素肥料的第六大生产商和第五大尿素出口国。埃及拥有世界上最后运营的基于电解的氨工厂之一，该工厂使用水电作为动力。KIMA工厂使用碱性电解槽和来自阿斯旺大坝的水电运行，并于2019年关闭（氨能协会，2022）。

2023年，埃及出口了价值4040万美元的化石燃料基氨，使其成为世界第七大氨出口国。同年，它进口了约1950万美元的化石燃料基氨，主要来自利比亚（1530万美元）和阿拉伯联合酋长国（420万美元）（OEC，2025a）。



甲醇

埃及有一个甲醇生产设施，由Methanex Egypt运营。该设施是Methanex公司（加拿大，持股50%）和阿布扎比石油投资公司（APICORP）的合资企业。位于地中海的达米埃塔，该设施自2011年以来一直在运营，其生产能力（基于化石燃料）为每年130万吨甲醇（Methanex，2025）。

2023年5月，亚历山大国家炼油和石化公司（ANRPC）、挪威的Scatec和埃及生物乙醇公司（EBIOL）（石油和矿产资源部，2023年）签署了埃及绿色甲醇生产项目合作协议。2024年5月，AD港口集团与Orasco m Construction签署了谅解备忘录，在苏伊士运河地区开发绿色甲醇储存和出口设施。该设施的目的是为海上运输提供低碳燃料（AD港口集团，2024年）。



钢

埃及是中东和北非地区主要的钢铁生产国之一，2024年1月至9月，粗钢产量至钢材产量增长6%，达到790万吨（阿拉伯钢铁联盟，2024）。

在埃及，三家电钢公司拥有直接还原工厂，其中使用（灰）氢气还原铁矿石的总产能为每年895万吨（OEI，2021年）。埃及钢铁公司是北非和中东最大的独立钢铁生产商，也是全球最大的DRI生产商之一，其产能为每年500万吨，分布在四个工厂（EZZSteel，2024年）。贝沙钢（每年200万吨）和苏伊士钢铁公司（每年195万吨）分别是埃及第二和第三大直接还原铁（DRI）生产商（OEI，2021年）。

2.3 利比亚

根据国际可再生能源署（IRENA）的最新统计，利比亚总能源供应的大部分来自化石燃料（2021年为94%）（IRENA，2024a）。该国的经济严重依赖化石燃料，2019年石油和天然气产量的59%出口，主要通过连接意大利的“绿流”管道运往欧洲（IRENA，2023a）。

可再生能源和绿色氢能政策



可再生能源

该国可再生能源仍处于起步阶段，2022年仅占总能源供应的4%（IRENA，2024a）。IRENA数据显示，截至2022年，利比亚仅安装了5兆瓦的太阳能装机容量（IEA，2025；IRENA，2023a，2024a）。

支持该国可再生能源发展的主要立法框架有（IRENA，2024a）：

• 利比亚可再生能源战略规划 2013-2025

- 部长会议法令第32号第2012号，关于石油和天然气部组织结构的规定
- 部长会议第341号法令2012年，批准环境总署的组建

• 2007年第426号法律，建立利比亚可再生能源管理局（REAOL）。

截至2025年6月，利比亚已签署但尚未批准《巴黎协定》，因此尚未提交国家自主贡献文件以减少温室气体排放（IRENA，2023a）。然而，该国已开始优先考虑并启动增加可再生能源在其能源经济中份额的努力。国家电网运营商（GECOL）已开始与私营部门参与者合作开发太阳能和风能项目，以利用该国大型沙漠中的太阳能资源（Energy Capital & Power，2024）。

利比亚设定了到2035年生成4吉瓦可再生能源的雄心勃勃的目标，这将占能源组合的20%（能源资本与电力，2024年；光伏知识，2025年）。政府正专注于大型太阳能项目和风力发电，以实现这一目标。

中国电力集团和法国的法国电力公司正在探讨在利比亚东部开发一个1.5吉瓦太阳能电站的可能性，而法国的道达尔能源计划在2026年实现阿尔-萨达达（能源资本与电力，2024年；光伏知识，2025年）一个500兆瓦太阳能电站的商业运营。



氢

尽管利比亚在发展绿氢方面拥有巨大的技术潜力，但截至2025年6月，还没有项目（Imbayah），2024；Wood Mackenzie，2025）。等

主要产业和贸易概况



氨

利比亚拥有庞大的石油和天然气资源，因此存在现有的氨市场。2023年，该国氨出口额为1.58亿美元，使其成为第14th 全球最大的氨出口国。主要出口目的地是土耳其、摩洛哥、西班牙、埃及和希腊（OEC，2025b）。利比亚也进口了价值176000美元的氨，主要进口来源是比利时、英国、阿拉伯联合酋长国、埃及和法国（OEC，2025b）。

2024年，利比亚化肥公司宣布，在经过年度检修（期间进行了锅炉维修以及高压反应器和洗涤装置的安装）导致关闭后，其第二家尿素厂（氨生产能力为每天800吨）已重新启动（TrendsNAfrica，2022；Zaptia，2024）。

CH₂OH

甲醇

与氨相同，利比亚正利用其现有的化石燃料资源来本地生产甲醇。该国首个甲醇工厂由锡尔特石油公司（利比亚国家石油公司子公司）运营，最近进行了检修。这包括在20天内更换其540根热合成器管道（通常需要约60天）。这次更新和维护使甲醇生产能力提升至每天1000公吨（Bueno, 2024; Energy Capital & Power, 2025b）。



钢

利比亚开始投资国内钢铁生产能力。2024年4月，利比亚钢铁公司（LISCO）与达尼尔签署了谅解备忘录，启动直接还原装置的开发，用于生产每年200万吨的直接还原铁和热压块铁（HBI），这些产品将用于LISCO，并且作为商定的收购协议的一部分出售给意大利的钢铁制造商（Danieli, 2024）。截至2025年5月，米斯塔拉港的活动有所增加，LISCO已成为铁矿石球团和HBI的进出口接口，来自巴西、西班牙等国家的进口和出口；这突显了该公司支持利比亚钢铁工业和整体国民经济的准备状态和战略作用（Harathy, 2025）。

2.4 毛里塔尼亚

毛里塔尼亚正在进行能源转型，利用其丰富的太阳能和风能资源，实现低成本可再生能源发电。这些资源也是生产绿色氢气的宝贵资产，可以将该国的铁矿石升级为直接还原铁钢。

可再生能源、水资源和绿氢政策



可再生能源

毛里塔尼亚拥有巨大的可再生能源潜力，在混合系统（IEA, 2023）中，其光伏（21%）、海上风电（37%）和陆上风电（60%）的容量系数都很高。通过将其海岸领土的5%用于风能和太阳能，该国可以安装约363吉瓦的可再生能源装机容量，每年可发电约696万亿瓦时。为了参考，毛里塔尼亚在2020年生产了2万亿瓦时的电力（IEA, 2023）。

毛里塔尼亚的NDC承诺该国到2030年将可再生能源占比增加到50%，包括建设50兆瓦太阳能电站（沙漠至电力倡议）、发展阿曼绿色氢能项目（见第40页的方框8）以及将努瓦克肖特风电场从30兆瓦扩容至50兆瓦（EITI, 2022年）。除了生产绿色电力外，可再生能源还能极大提高矿业运营，该国最大的产业。从柴油和重燃料油转向可再生能源可将排放减少60%，降低成本，提高效率并增强能源安全（IEA, 2023年）。

可再生能源的大规模部署面临着资本成本相对较高、需要大幅扩大和加强电网以连接发电中心与远距离需求中心等挑战。国有电力公司SOMELEC面临着因欠费回收不力、非法并网、成本增加、运营问题以及系统损耗高达10-19%（EITI, 2022；IEA, 2023）等财务问题。



水

项目开发人员正在考虑扩大海水淡化能力，利用大型氢项目的规模经济效应。每年为一个设施供应水的海水淡化厂扩大50%的规模可能足以覆盖毛里塔尼亚的需求。生产150万吨氢气，饮用水短缺。

例如，阿曼项目旨在每年生产50-150立方米的脱盐水，超过其直接氢气生产需求。努尔项目旨在为偏远农村地区提供可再生能源驱动的分布式脱盐。脱盐实践还可以促进基础设施建设（水管、水泵、油罐车）、创造就业机会（建设、运营）和粮食安全（灌溉）（IEA, 2023; MPME, 2022）。

海水淡化的主要挑战在于其可能与拥有最佳可再生资源的地点相距很远。海水淡化常见的环境影响包括盐卤排放，由于盐度和温度较高，这可能会对海洋生态系统造成危害。



氢

毛里塔尼亚在生产和制造绿色以及蓝色氢气（通过蒸汽甲烷重整从天然气中生产的氢气）方面具有相当大的潜力和雄心。

截至2025年5月，该国的已宣布项目管道总量每年超过500万吨，将于2029年至2038年间投入运营（Wood Mackenzie, 2025）。几家国际开发商与毛里塔尼亚政府合作宣布了几个大规模绿色氢能项目。截至2025年6月，这些项目仍处于早期可行性阶段，包括：

- 阿曼项目（CWP Global和Woodside合资）在北部：宣布的可再生能源装机容量为30 GW，目标为生产170万吨绿色氢气和1000万吨绿色氨（Hydrogen Insight, 2024）。
- Nour项目（战车和TotalEnergies）在北部靠近努阿迪布港：宣布的10吉瓦可再生能源装机容量，目标到2030年生产120万吨绿色氢气，与鹿特丹港签署了出口谅解备忘录（经合组织，2024年）。
- 纳西姆项目（最初由BP所有，现已出售给萨哈姆科）：30吉瓦的已宣布产能，目标为生产1000万吨氨（国际能源署，2023年）。
- 绿色氨项目（Conjuncta、Infinity Power、Masdar）靠近努瓦克肖特：第一阶段目标为400兆瓦的可再生能源和0.28-0.3百万吨氨，总潜在产能高达10吉瓦电解槽和800万吨氨（国际能源署，2023年）。

毛里塔尼亚计划将其大部分基于氢的货物出口到欧洲，并正在考虑三条出口途径（MPME，2022）：

1. 以氨形态运输氢气：毛里塔尼亚的氢气战略目标是在2030年出口690万吨氨，在2050年出口2440万吨氨（MPME，2022）。
2. 出口氢还原铁（绿铁）：该途径利用毛里塔尼亚现有的铁矿开采行业，通过使用可再生氢气生产高附加值产品（DRI），将其出口到欧洲。

3. 将氢气通过管道运往欧洲：毛里塔尼亚可以通过管道将氢气输送到西班牙，并有可能继续输送到中欧（约5000公里）。截至2025年6月，海底管道的可行性研究正在进行中，尽管由于距离过远导致成本过高，一些专家对该方法的经济可行性提出了质疑。

为了支持这些雄心，政府制定了一个国家氢能路线图（[页](#)）(mpme, 2022) 为毛里塔尼亚低碳氢工业提供路线图

以中远期目标。关键行动计划优先事项包括建立适应的法律和合同框架、制定严格的国际标准、培养熟练的劳动力以及建设必要的横向基础设施。拟议的新机构如氢能方向和氢能机构旨在提供战略指导、监管和项目监督。

通过国际协议推广毛里塔尼亚并参与全球活动，对于吸引投资者和确保出口市场至关重要。2024年10月，一项绿色氢能法（第2024-037号法律）通过，以规范该国绿色氢能领域的投资；它还包含一个财政激励计划（Clifford Chance，2025年）。根据该法律，毛里塔尼亚绿色氢能局（AMHV）将被设立，负责监督和规范项目，同时简化投资程序。该监管框架为获得绿色氢能生产和出口所需的必要授权和许可证制定了明确路径。该法律进一步规定，绿色氢能项目应以与毛里塔尼亚国家签订的两项关键协议为基础：一项框架协议（Accord-Cadre）和一项一般协定（Convention Globale）（伊斯兰共和国毛里塔尼亚，2024年）。

主要产业和贸易概况



天然气

毛里塔尼亚拥有重要的海上天然气资源，随着与塞内加尔合作开发的更大托尔图阿姆耶姆（GTA）海上项目第一阶段运营的开始，最近已成为LNG出口国（BP，2025）。尽管开发尚未进行，但The Bir Allah油田也确认了丰富的资源，预计2030年开始生产（Offshore-Technology，2024）。毛里塔尼亚的NDC包括计划建造两座天然气发电厂（200兆瓦和300兆瓦），以替代现有的柴油发电厂，这表明国内对可再生能源的需求也在增加（EITI，2022）。



氨

截至2025年6月，毛里塔尼亚没有生产或消费大量氨。该国的农业部门依赖传统方法，由于经济限制和机械化水平低，进口肥料量极少。

毛里塔尼亚的氢能路线图包括生产绿色氨和出口的雄心勃勃的计划。出口目标包括到2030年出口690万吨绿色氨，到2040年出口1590万吨，到2050年出口2440万吨。Aman和Nassim等已宣布的项目也有大规模氨气产量目标（每个每年约1000万吨），绿色氨项目旨在实现总产量800万吨（MPME，2022）。

实现这些计划的出口量将需要投资新的港口基础设施，包括深水码头，以及用于绿色氢气相关设备的储罐和进口能力。



甲醇

毛里塔尼亚的氢能路线图将其电子甲醇生产与出口纳入其多元化战略中。该国的目标是到2040年出口180万吨，到2050年出口550万吨（MPME，2022）。

e-甲醇生产中的常见挑战包括获取低成本生物物质二氧化碳（CO₂），这需要生物物质加工设施（如沼气厂、纸浆²和造纸厂等）。



钢

毛里塔尼亚正将自己定位为重要的绿色钢材生产国，利用其丰富的铁矿石资源和显著的可再生能源潜力。将氢还原铁（DRI）出口到欧洲被认为是潜在的途径。这将能够与出口原铁矿石相比，出口具有更高附加值的产品，从而带来更多地方利益并刺激经济（国际能源署，2023年；毛里塔尼亚矿产和能源部，2022年）。

2.5 摩洛哥

可再生能源、水资源和绿氢政策



可再生能源

自2009年以来，摩洛哥的国家能源战略一直推动可再生能源和能源效率的发展。该国设定了雄心勃勃的目标，利用其丰富的自然资源，发展太阳能和风能，旨在减少其对能源进口90%的依赖。

2009年至2023年，摩洛哥的可再生能源装机容量从不到2吉瓦增长到超过4.6吉瓦。到2030年，摩洛哥的目标是使其能源结构的52%来自可再生能源，并大力投资太阳能项目（如努尔太阳能综合体）和风力发电厂（摩洛哥能源转型与可持续发展部，2024年；摩洛哥王国，2021年）。



水

摩洛哥正通过建设规划中的海水淡化站（如卡萨布兰卡和达克拉的海水淡化站）来解决水资源短缺问题，这些站点可以为氢气生产提供水源。这些海水淡化站符合国家水资源安全目标，但它们的开发仍处于早期阶段。



氢

2021年，摩洛哥发布了其绿氢路线图（摩洛哥王国，2021年），旨在将绿氢作为该国能源转型的关键组成部分，重点在于替代进口、工业脱碳以及拓展交通和出口市场。该路线图强调通过短期内的试点项目逐步扩大规模，并最终在2030-2050年实现广泛应用，在化肥和交通等行业设定了雄心勃勃的目标（表4）。出口发挥着重要作用（尤其是对欧盟（EU）包括邻近的西班牙和葡萄牙的出口），将摩洛哥定位为绿氢生产和贸易的潜在领导者。

表4 摩洛哥绿色氢及其衍生物的预期需求和出口

	场景	2030	2040	2050
氢气国内需求 (万吨)		0.012	0.024	0.042
氨国内需求 (万吨)	参考	0.5	2.5	3.7
	乐观主义	1.2	3.6	3.8
氢 (万吨)	参考	0.219	0.978	2.442
	乐观主义	0.462	1.953	4.884
电力到液体出口 (万吨)	参考	0.25	1.09	2.72
	乐观主义	0.52	2.18	5.46

来源：摩洛哥绿色氢能路线图（摩洛哥王国，2021年）。

2023年，政府提出了 (Moroccan Offer)，一个综合框架 摩洛哥报价 支持该国绿色氢的发展，与2021年路线图（参见第29页框图2）一致。

截至2025年，一项雄心勃勃的计划正在实施，通过海运出口氢气和氨到欧洲，预计到2030年将实现显著增长，并持续至2050年。这包括一个通过天然气管道向西班牙和葡萄牙出口氢气和甲烷的项目，计划于2030年全面实施，并增长至2050年。

也计划开展试点项目，利用氢气到2030-2045年稳定本地电网。考虑地下氢存储的潜在试点，大约从2035年开始，并扩大到2050年，得到地质盐岩层的支持，这可能允许大规模和季节性存储氢气。

主要产业和贸易概况

摩洛哥的经济由多种行业驱动，主要部门包括农业、旅游业、矿业（尤其是磷矿开采）、制造业（纺织、汽车等）和渔业。这些行业在战略基础设施和贸易协议的支持下，使摩洛哥成为区域经济枢纽。

摩洛哥大约90%的能源需求依赖进口，这成为支持本地生产氢能、氨和甲醇等能源及商品的主要驱动因素。



天然气

摩洛哥的天然气部门严重依赖进口，主要通过地中海-欧洲天然气管道（历史上由阿尔及利亚供应）和液化天然气接收站。2021年，与阿尔及利亚的外交冲突导致管道供应中断，迫使摩洛哥探索液化天然气进口以及国内天然气田，如坦德拉拉。绿色氢气可以部分替代天然气用于工业供暖。

到2045年实现电网稳定化（摩洛哥王国，2021年）。政府推动在2030年前向葡萄牙和西班牙出口氢-甲烷混合物管道，表明是从天然气到绿色氢气的转型策略。



氨

摩洛哥对其氨气消费高度依赖进口，2021年进口了价值18亿美元的无水氨（OEC，2025c）；这使得氨气成为摩洛哥第三大进口产品。进口主要来自特立尼达和多巴哥（7.4亿美元）、沙特阿拉伯（3.4亿美元）、俄罗斯联邦（2.06亿美元）、美国（1.18亿美元）和埃及（0.997亿美元）（UN Comtrade，2025）。摩洛哥国有化肥巨头OCP集团使用氨气作为关键原料，与磷酸一起制造 Mono-磷酸铵（MAP）和 Di-磷酸铵（DAP）肥料。这些肥料随后出口到各种市场（Hydrogen Insight，2023）。



甲醇

摩洛哥是一个净甲醇进口国，主要从西班牙、德国和法国进口。进口的甲醇主要用于工业和化学领域，特别是肥料生产，并且对其作为绿色燃料和能源载体的作用越来越感兴趣。

摩洛哥的绿色氢气路线图（摩洛哥王国，2021年）提到了将绿色氢气与（可再生能源）的CO源结合生产绿色e甲醇的可能性，以及

作为其他合成燃料和产品，如e-甲烷和e-煤油。其中一些甲醇将被出口，以帮助伙伴国家的脱碳化，主要在欧洲（摩洛哥王国，2021年）。



钢

摩洛哥的钢铁产业，如Maghreb Steel等公司领导，依赖进口煤炭和天然气进行生产。绿氢可通过在直接还原过程中替代化石燃料来使钢铁生产脱碳，与2030-2045年计划的工业供热试点相一致。摩洛哥的工业加速区提供15%的企业税率以及高达30%的投资补贴，可能会吸引钢铁制造商采用基于氢的技术。需要关于钢铁贸易量或氢能整合的更多信息。

2.6 突尼斯

突尼斯旨在凭借其丰富的可再生资源以及靠近欧洲氢能需求中心而成为绿色氢气生产的关键角色（突尼斯MIME，2024）。

可再生能源、水资源和绿氢政策



可再生能源

突尼斯已开始利用其丰富的可再生能源资源，南部每平方米每年有2600千瓦时的太阳能辐射量，以及1300公里适合发展海上风电的海岸线。截至2023年，安装容量包括275兆瓦的陆上风电和506兆瓦的太阳能光伏发电，占发电量的11.9%（国际能源署，2023a）（吉赞，2023）。该国目标是在2030年实现35%的可再生能源发电，2035年实现50%，2050年实现100%，并在2050年达到100吉瓦的可再生能源装机容量，以支持绿色氢气的生产（突尼斯工业与能源部）。，2024）。等

主要法规包括第96-27号法律（1996年），该法律通过特许权进行私人发电，以及第2015-12号法律，该法律旨在促进可再生能源发展，使自发电、独立电力生产和出口成为可能。能源转型基金（FTE）根据第54-2013号金融法于2013年设立，通过补贴、贷款和股权为能源转型提供资金。

国家面临的能源挑战包括：

- 高度依赖天然气（电力结构占97.5%），2022年进口占比48%，影响能源安全并增加贸易逆差（IRENA，2021；世界银行，2024）。高额能源补贴（每年26亿美元）给公共财政带来压力。
- 涉及多个部委和机构的复杂项目执行，导致延误和角色冲突（IRENA，2021）。
- 由于天然气和电力终端用户的能源补贴较高——2022年达到GDP的5.3%（世界银行，2023年）——以及投资环境相对不稳定（政策不确定性所致）；私人投资的市场吸引力较低；然而，大型项目通常通过电力购买协议（PPAs）将其销售给国家公用事业公司，因此受影响较小。



水

突尼斯面临严重的水资源短缺，其水资源压力系数高达96%。为此，该战略将海水淡化作为绿色氢及其衍生物的主要水源，确保不会使用稀缺的淡水。该战略将此与识别合适区域（在公共海域）放置电解槽的需求联系起来，同时考虑需要获得这些地点的特许经营权或临时占用。此过程涉及农业、水利资源和渔业部以及海岸保护和规划局（APAL）（突尼斯工业和能源部）。，2024)。法律和 等反盐化监管框架进一步嵌入到1975年的更广泛的水法中，该法管理水资源的分配、使用和保存。



氢

突尼斯计划到2050年生产830万吨绿氢，其中640万吨出口至欧洲，190万吨用于国内（表5）（突尼斯工业与能源部），2024)。该战略包括开发突尼斯氢能骨干管道 等用于国内和出口的网络，投资成本估计为96亿至134亿欧元。

表 5 突尼斯国内和出口市场的绿色氢气目标，根据国家氢气战略

目标 (百万吨/年)	2030	2040	2050
绿色氢气生产	0.32	2.1	8.3
绿色氢气出口	0.3	1.63	6.4
绿色氢气国内需求	0.02	0.48	1.9

来源：（突尼斯工业能源部，2024），等

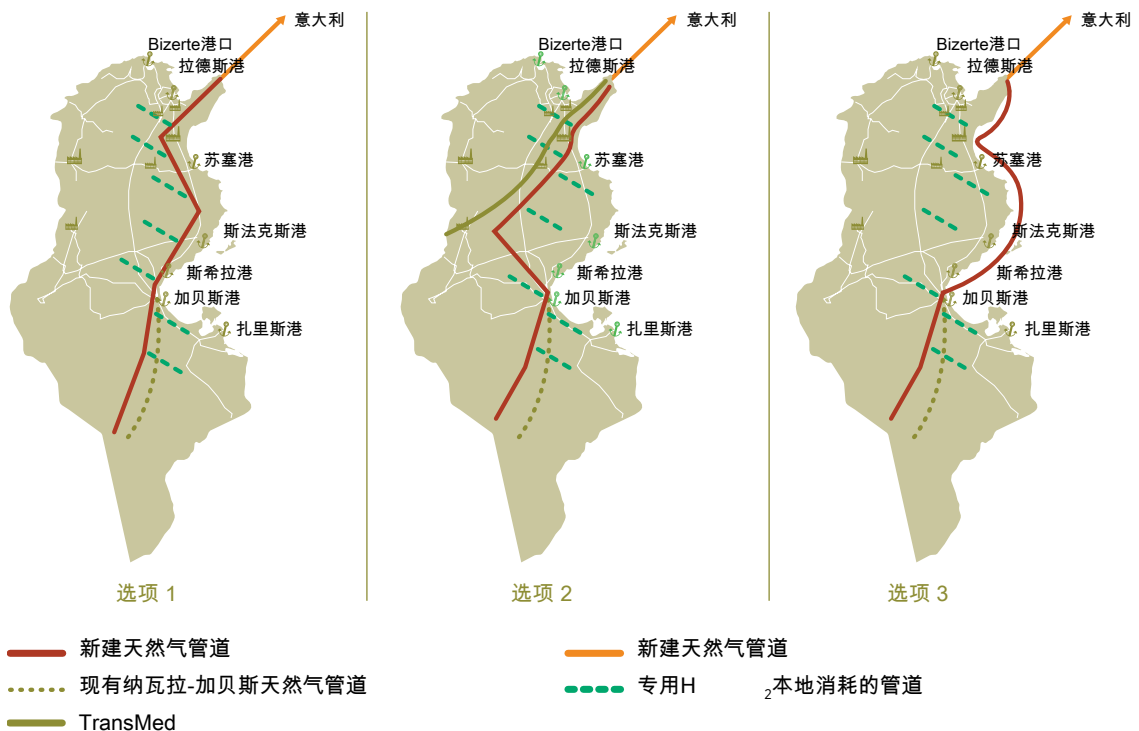
正在制定新的立法，以定义绿氢、建立安全标准、授权项目，并提供财政激励措施，如注入权、上网电价和原产地保证。（Renewables Now，2024年）

突尼斯发展绿色氢能经济所面临的挑战包括购氢方不愿使用氢气-天然气混合物³，而更倾向于专门的氢气管道。从中期来看，天然气需求仍然强劲，因此产能并未释放。新兴的绿色氢气产业也需要进一步完善法律和监管框架。

本地生产绿色氢气的机遇包括对可再生能源和氢气生产设备进口的关税减免，以及对首五年的可再生氢气项目的企业所得税减免（Barreto Gómez, 2024）。

突尼斯并未考虑将跨地中海输气管道（跨突尼斯输气管道公司和跨地中海输气管道公司）改用于仅运输氢气的方案，因为突尼斯已与阿尔及利亚和意大利分别签署协议，以增加与这两个国家的天然气贸易。因此，国家战略包括设立一个名为突尼斯氢能骨干管道网络的目标，旨在收集在全国不同地区生产的绿氢。该网络将用于出口，并为不同领域的本地需求提供氢气。突尼斯设想利用这条新管道将氢气出口到意大利，并将其作为进入欧盟市场的门户（突尼斯工业与能源部），2024）。管道建设方案如图1所示。等

图1 突尼斯正在考虑用于国内使用和出口绿氢的管道构造



来源：（突尼斯工业能源部，2024），等

³ 氢-天然气混合物仅对能源使用感兴趣，但在作为化学原料使用时存在问题，这需要昂贵的分离技术。

主要产业和贸易概况



天然气

突尼斯的能源结构以天然气为主，占发电量的97.5%；然而，2024年国内总消费量的72%是进口的，主要来自阿尔及利亚（Mees，2025）。近年来，国内天然气产量大幅下降，增加了对进口的依赖，并加剧了贸易逆差（Mees，2025）。



氨

突尼斯拥有国内氨工业，由突尼斯化学集团（Groupe Chimique Tunisien）推动，该集团进口氨以生产面向国内和出口市场的肥料。国家战略优先考虑使用绿氢通过哈伯-博施合成绿色氨生产。

一个在加贝斯（计划于2028-2030年）的拟建项目将使用一个8兆瓦太阳能农场和海水淡化装置来生产220吨绿色氢气，产出630吨氨（突尼斯工业与能源部，2024年）。一个规模更大的项目，阿马伦科绿色氢气和等氨气枢纽，也通过开发商Amarenco和H2 Global Energy与突尼斯政府签署的谅解备忘录宣布。其旨在安装1.5吉瓦至1.8吉瓦的电解槽，每年生产18万吨绿色氢气。该项目计划于2028年开始建设，商业运营将于2031年启动（GH2，2025a）。



甲醇

突尼斯目前没有重要的甲醇生产，但其氢能战略和沿海基础设施使其能够为船舶燃料市场发展甲醇。

甲醇贸易量很小，尽管未来的绿色甲醇生产可以瞄准国际航运市场，利用突尼斯的地理位置优势。



钢

突尼斯的钢铁工业由El Fouladh等公司引领，专注于长钢产品（钢筋、钢丝）年产能约为200000吨（MEP S International，2024年）。钢铁生产依赖进口废钢和能源密集型工艺，主要使用天然气。绿氢可以在DRI工艺中替代天然气，与脱碳目标相一致（IRENA，2024b年）。

突尼斯向区域市场（北非和欧洲）出口钢铁产品，但面临着高例如能源成本和进口依赖。绿色氢能的采用可以提高竞争力。

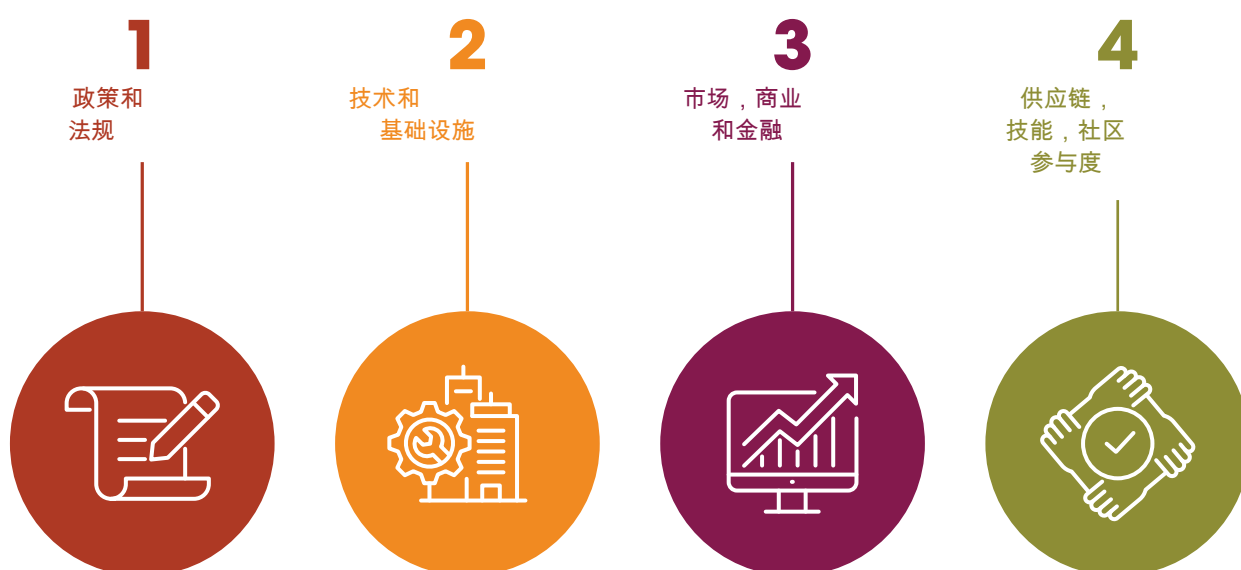
第三节

绿色氢及其衍生物部署的支撑要素

绿色氢能与衍生商品为北非国家提供了实现国内脱碳的同时推进经济与工业发展的机遇。为促进发展并鼓励投资，该地区各国政府可以考虑一系列措施，包括制定建立信心并提供保障的政策与监管框架。化肥、农业、钢铁和交通等行业都是该地区的重要排放源。通过将绿色氢能整合到其能源战略与价值链中，国家可以促进可持续工业增长，增强能源安全并改善贸易平衡。

为了实现这些发展和其带来的好处，各国可以基于国际可再生能源署（IRENA）为能源转型制定的四大支撑支柱（IRENA，2019年），并针对绿色氢能的具体情况和当地需求进行调整。这些支柱围绕四个方面：1）政策和法规，2）技术和基础设施，3）市场和商业金融，以及4）供应链、技能和社区参与（图2）。

图2 国际可再生能源署关于氢及氢衍生物部署的系统创新框架





3.1 第1支柱 – 政策与法规

在政策和法规领域，支持性战略应旨在为绿色氢能行业的发展创建一个支持性和可预测的框架，以刺激投资。由于大多数北非国家是化石燃料生产国，因此难以协调可再生能源发展的目标与现有的能源政策。进口依赖性加剧了这一问题，因为许多国家严重依赖外国能源供应，这限制了它们转向可持续的再生能源模型的能力。此外，安全和技术标准的不明确性造成了不确定性，这减缓了新技术的采用。最后，由于高成本和监管不确定性，绿色氢能及其衍生生物的生产面临障碍，阻碍了该地区的投资意愿。

解决这些挑战的关键使能策略将在以下章节中讨论。

政府明确承诺和愿景

一项全面绿色氢能战略，由所有主要利益相关方——包括政府、私营部门、学术界和民间社会——开发和承诺，可以明确重点领域、重要目标和在清晰定义的道路上的里程碑。

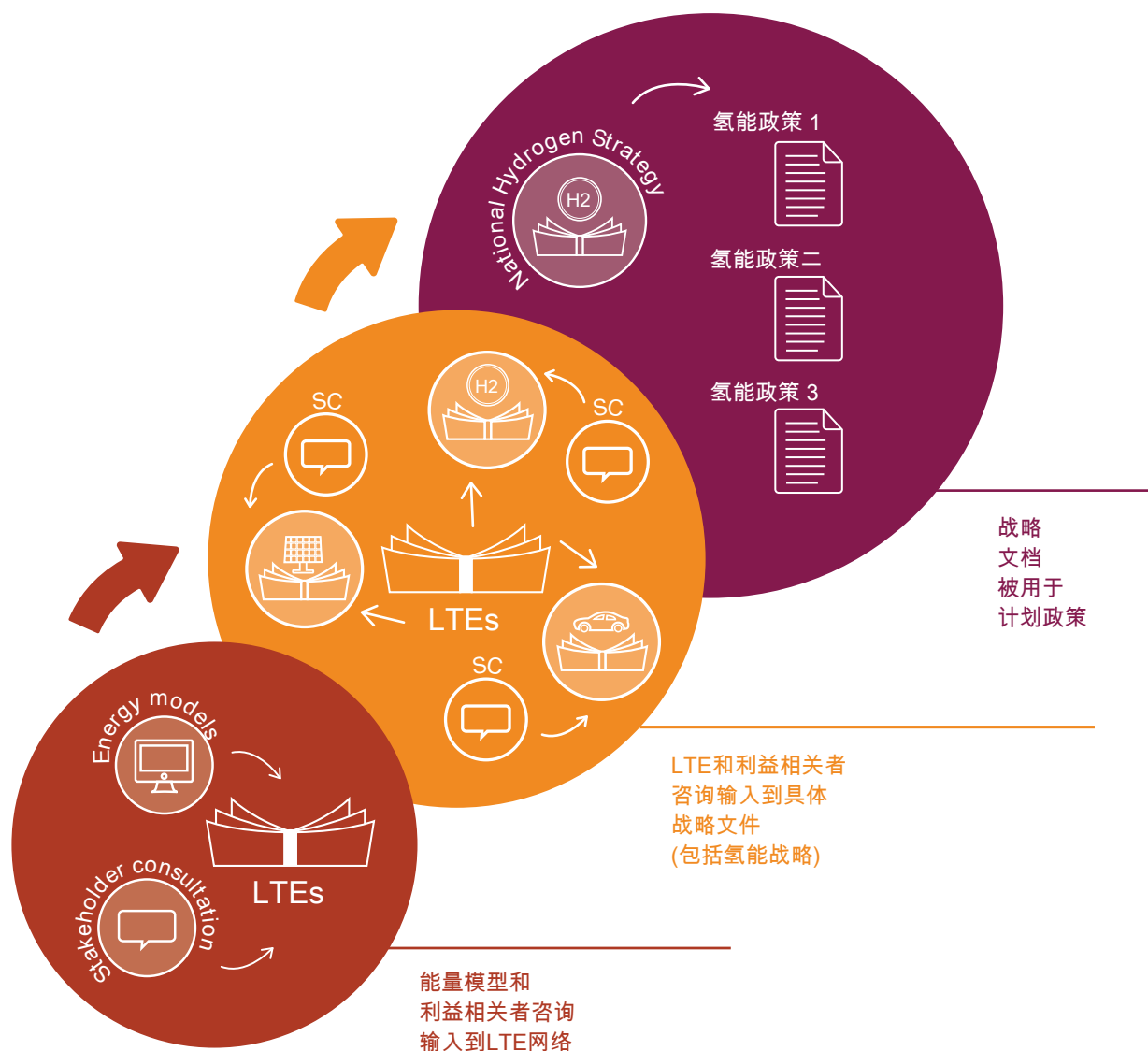
氢能战略应优先考虑“无遗憾”应用——也就是说，在绿色氢能及其衍生生物不会被替代的脱碳技术（如生物燃料或直接电气化）所击败的领域。这些领域大多是氢的化学性质被需要的领域（例如钢铁还原、氨、甲醇或其衍生物以及化工行业）（工发组织），2024）。这项优先等对于拥有铁矿石生产、化工或氨等可作为此类应用基础的产业或已证实资源的国家来说，变得更为相关。

氢能战略受益于嵌入长期能源情景（LTES），这些情景可以提供关于能源系统将如何演变的洞察，包括与氢能生产和消费的联系。应优先选用能够对能源系统进行多部门或综合分析的能量模型。国际可再生能源机构（IRENA）的2024年报告（IRENA, 2024c）提供了更深入 *绿色氢能战略：设计指南* 关于如何利用长期能源情景在国家及区域能源规划中整合氢能战略的指导（图3）。

绿色氢能战略应辅有一套连贯的、支持性的、可预测的政策框架，该框架为投资者和开发商提供投资和运营条件的保障，并为负责监管商业运营、安全、贸易等事务的政府机构明确定义职责。政府可以通过承诺此类框架来吸引更多绿色氢能项目的投资。支持性政策框架的重要组成部分包括为绿色氢能创造稳定需求，例如对特定行业使用需求配额、差价合约、拍卖或强制淘汰化石燃料解决方案（IRENA，2022，2024c）。

两种策略和支持性政策都应融入现有的项目文件和长期能源情景中，以避免决策碎片化和工作重复。

图3 使用建模将国家氢能战略纳入长期能源情景 (LTES)



来源：(国际可再生能源署, 2024d).

精简行政管理流程，消除监管壁垒

这涉及到简化可再生能源许可程序、小型绿色氢能装置（以促进试点项目）等措施。

框 2 一个综合氢能政策框架的示例：摩洛哥的绿色氢能提议

摩洛哥的绿色氢能计划是一项于2024年3月启动的战略性举措，旨在利用其丰富的可再生能源资源、战略位置和基础设施，将该国定位为绿色氢能领导者。该框架涵盖整个绿色氢能价值链，从可再生能源发电和电解到氨、甲醇以及合成燃料等衍生品的生产，以及相关的物流。

框 2 一个综合氢能政策框架的示例：摩洛哥的绿色氢能提议（续）

该项目与摩洛哥的新发展模式相一致，该模式倡导国家层面的新能源范式，并由国王穆罕默德六世的指导方针推动，旨在促进可持续能源生产、经济增长和全球能源转型（GH2，2025b；MASEN，2024；MEM，2024）。其综合方法旨在通过吸引大量外国直接投资，并通过培育本地价值链创造就业机会，整合化肥生产、电动交通和绿色制造等行业，重点关注妇女、青年和农村人口的就业。通过INJAZ Al-Maghrib和IRESEN等项目，强化了人力资本发展（MEI，2024）。

作为该计划的一部分，政府已划拨100万公顷的公共土地用于绿氢项目，其中30万公顷可供投资者使用。该框架提供了明确的土地预留和分配机制，以确保投资者的可及性。它为绿氢项目设立了单一联络点（中车株洲所），简化了从申请到投资决策的流程。

该框架提供清晰且有吸引力的激励体系，包括税收优惠和公私合作支持。政府已指定12个工业加速区（原工业自由贸易区）以吸引外国投资和促进经济活动。这些区的运营商享有多项优势，包括15%的企业税率、本地销售容忍度（自2018年起，公司可在摩洛哥市场销售上一年出口额的15%，提供销售策略的灵活性），以及一站式服务支持，如即型建筑、出租办公室、维护、安保、银行、餐饮、电信、招聘支持、物流和行政服务，使其成为投资和商业运营的有吸引力地点（MEFZ，2022）。

在工业加速区之外，投资宪章（Charte de l'investissement）为公司提供最高可达合格投资金额30%的资金补助，具体标准包括创造的工作岗位数量（超过150个长期岗位）或投资地点和行业 *例如*（Casainvest，2025）。此外，针对指定省份或地区的项目，提供合格投资金额的10%或15%的地区补贴，分为A类或B类。这鼓励投资于欠发达或农村地区，以减少地区差距。对优先领域的投资提供额外5%的奖励，包括工业、交通、可再生能源和废物资源化。这引导资金流向高潜力、面向未来的产业。

被认定为战略项目——投资额至少达2亿美元（20亿迪拉姆）——可以享受特殊优惠政策。这些项目必须对水、能源、粮食或卫生安全等领域做出巨大贡献，或提升摩洛哥的国际经济地位。优惠政策可以包括量身定制的财政支持和简化的行政流程。

尽管在宪章的框架法中并未完全详细说明，补充措施（在财政 *例如* 2023年法律）提供税收优惠政策。公司至少投资150万迪拉姆（截至2025年6月约为16.5万美元）并在五年内（从2023年1月开始）可以与政府签订协议，从而享受几年内封顶的企业税率为20%的优惠。投资宪章通过去中心化的审批流程（通过区域投资中心审批2500万迪拉姆以下的项目（约2700万美元）和数字平台）进一步促进投资，减少官僚障碍。这间接降低了设立运营的成本和时间。

最后，对氢能项目的透明投资者选择流程，辅以定期评估，确保项目进展与互惠成功。截至2025年3月的指导委员会会议，已有五家投资者被选中开发六个绿氢项目，这些项目代表近40个申请项目（总投资额为3190亿 MAD（3.5亿美元））（Hydrogen Insight，2025b；Médias24，2025）。

法规、标准化和认证作为建立市场信心的工具

为“绿色”氢或“低碳”氢衍生的氨或甲醇提供定义的法规有助于增强这些商品市场在早期发展阶段的市场信心。国际标准还可以帮助提供计算和理解在特定地点和项目配置下生产这些商品数量相关的温室气体排放的共同方法。为可再生和低碳氢及其衍生物建立认证方案可以在每种情况下提供排放产生或节省的证据，并起到重要作用。当各国寻求促进国际贸易机会，确保本国生产的氢符合环境标准并能满足进口市场的需求时，这一点尤为有用。

在北非案例中，特定的出口目标集中于获取欧盟市场。对于该地区的生产商来说，了解他们如何能够认证所生产的氢、氨或甲醇的产量，以证明符合欧盟的监管条件，这一点尤为关键。先前IRENA关于此主题的分析强调，各国需要努力实现标准化和认证系统的“互操作性”，以便在不同地域采用相似的方法，从而减少合作和国际贸易的障碍（IRENA，2024e）。



3.2 柱2 – 技术和基础设施

技术

绿色氢气的部署的主要障碍之一是其成本高于其基于化石燃料的等效产品（灰色氢气）。降低成本的关键策略包括电解槽技术的改进，特别是碱性电解（IRENA，2024d）。开发新型电解槽和相关技术的技术创新主要集中在欧洲、亚洲和北美洲。然而，北非将在整合这些新技术中发挥重要作用。该地区可以通过技术转让甚至通过本地制造部分可再生能源技术以及电解槽配套设备（如电缆、管道等许多其他技术）来受益，从而发展创新的本土生态系统（而不是必须进口）（框3）。

框 3 本地科技发展：埃及致力于发展自己的模块工厂

埃及丰富的太阳能资源，每年每平方米直接太阳能潜力为2000至3200千瓦时，使其光伏技术成为其可再生能源战略的核心。该国正在扩大太阳能发电能力，以支持国内电力需求和绿色氢气生产。为了缩短供应链、发展本地技能并有可能降低成本，该国推广光伏电池和组件的本地制造。

2024年，总部位于新加坡的制造商EliTe Solar在苏伊士运河经济区（SCZONE）宣布建设一座每年生产8吉瓦光伏电池和组件的工厂，首期2吉瓦的生产将于2025年9月前完成。该设施旨在将埃及定位为中东和北非地区的光伏制造中心，革新当地供应链并减少对进口组件的依赖（PV Tech，2024a）。

框 3 本地技术发展：埃及旨在发展自己的模块工厂（续）

2024年末，阿联酋国家电力开发商马斯达尔与埃及签署了多项谅解备忘录，旨在埃及建设4吉瓦的新太阳能制造产能，以及2吉瓦的新电池制造产能和数个大型太阳能电站（PV Tech，2024b）。埃及政府也正积极与一个全球联盟（包括比利时的碱性电解槽制造商约翰·科克希尔、挪威的斯卡特、意大利的Technip和斯伦贝谢）合作，将电解槽组件的生产在埃及本地化。目标是建立一座制造这些组件的工业装置，特别是在SCZONE。政府已对这些努力表示强烈支持，旨在减少对关键组件的进口依赖（ZAWYA，2024）。

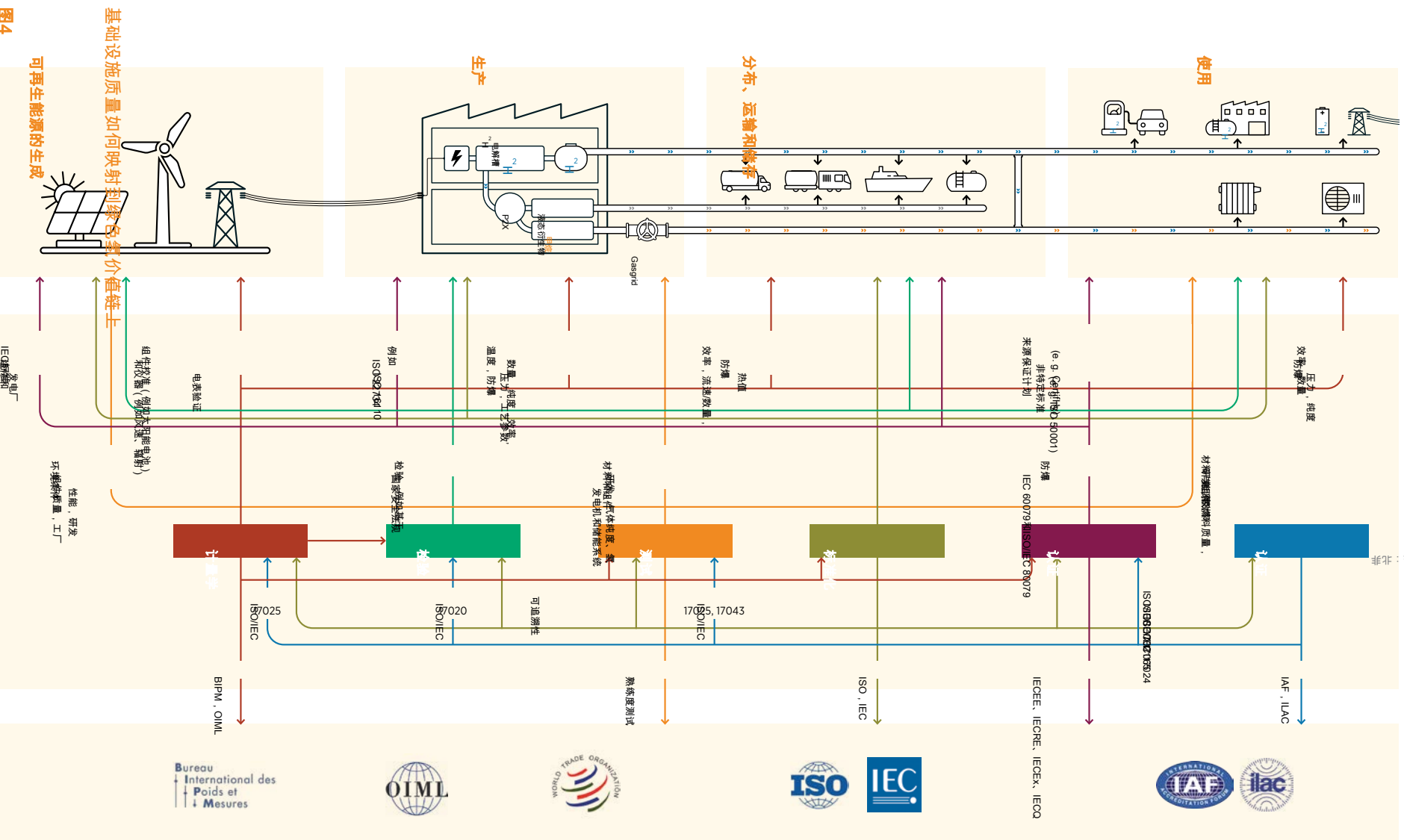
优质基础设施

在发展氢经济中常被忽视的一个方面是建立强大且富有弹性的质量基础设施（QI）的要求。这通常与缺乏对质量基础设施的认识及其对氢利益相关者的相关益处有关。国际质量基础设施网络（INetQI）正式将质量基础设施定义为“确保产品和服务安全可持续所需的组织、政策、法律框架和操作体系的国家体系。它作为一个基本要素（国际可再生能源署，2024f）。在国内市场平稳运行和促进国际市场准入方面”

质量基础设施包括以下支柱（组成部分）：计量、标准化、认证、合格评定（包括测试、认证、验证/确认和检查）以及市场监督。一个跨切面是技术法规，它规定了保护人类健康、安全和环境（IRENA，2024f）的强制性要求。以下提供了这些支柱的概述：

- **计量学** “是测量的科学。计量提供的关键服务是测量设备的校准或验证，其中测量仪器与代表更高层级的测量标准进行比较。“支持标准化、监管框架、认证方法和测试制度”（IRENA，2024f）。
- **标准化** “提供技术要求和技术规范，以确保产品、流程和服务适合其用途。标准化过程包括制定和分发标准，以及告知利益相关方”（IRENA，2024f）。
- **认证** “由国家级认可机构提供或通过国家级认可协调点协调，是与合格评定机构有关，表明其具备执行特定合格评定任务能力的第三方证明”（IRENA，2024f）。
- **测试** “允许根据特定程序确定产品或流程的特性或性能。它涉及根据标准中概述的规范，评估对象或产品的一个或多个属性”（国际可再生能源署，2024f）。
- **认证** “是指为产品、服务、流程、人员或系统满足特定要求提供的书面保证（证书）”（IRENA，2024f）。
- **检验** “可用于确定产品或工艺是否符合特定要求，并涉及对相关场所、设备或工艺的检查”（IRENA，2024f）。

图4显示了各种质量信息系统元素以及绿氢价值链之间的相互作用。



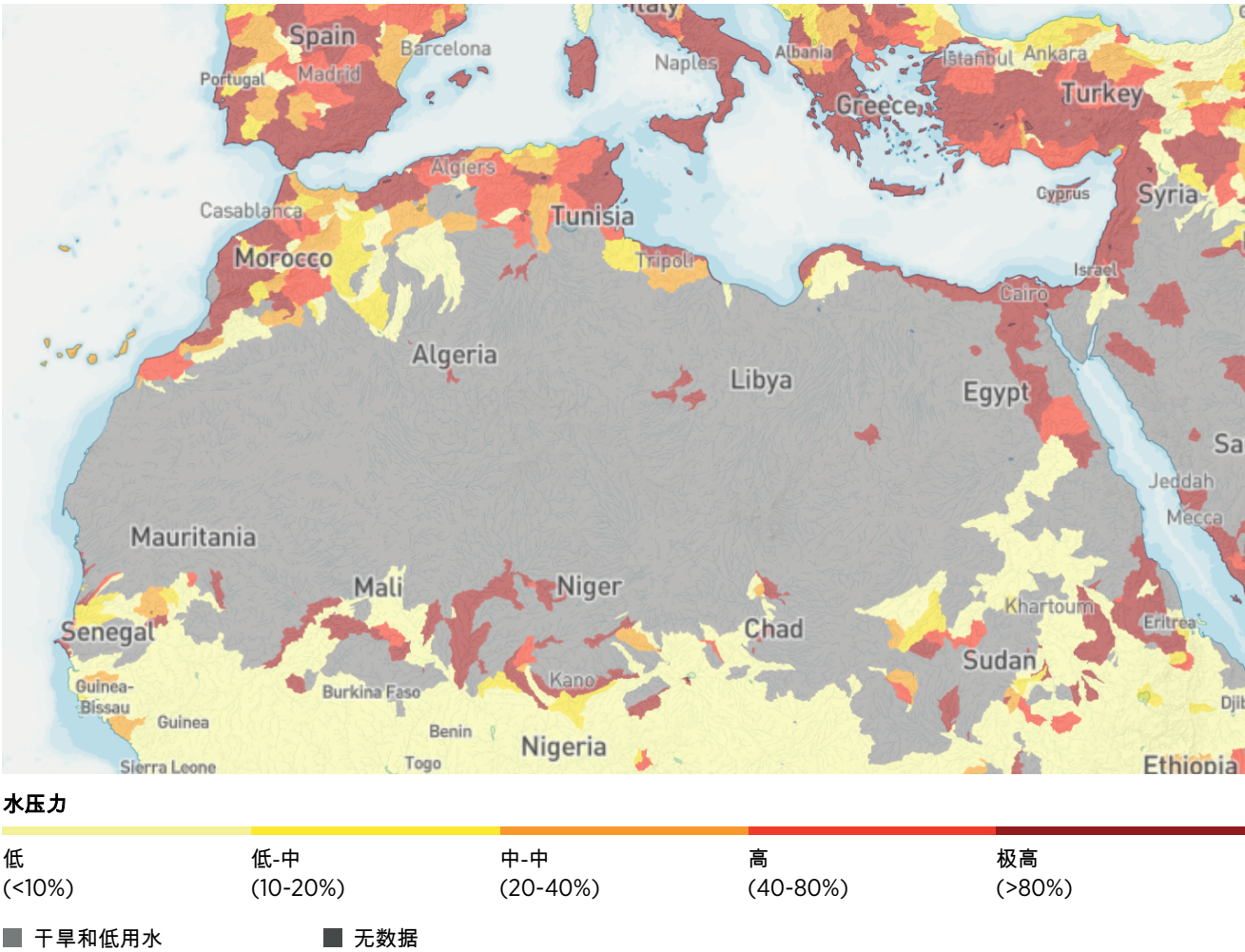
4圖

一个运作良好的质量保证(QI)系统通过确保可靠测量和控制系统的可用性来促进创新。为绿色氢开发质量保证(QI)系统需要有效提高对质量保证重要性的认识，并确定干预的优先领域。当质量保证(QI)服务缺失或不充分时，可以通过相关国家、地区和全球利益相关者之间的合作来解决这些差距。值得强调的是，无论生产路径如何(IRENA, 2024f)，在整个氢价值链中都需要质量保证(QI)。

水和电力基础设施

北非地区的所有国家都在其部分地区经历不同程度的水资源压力（图5），并且这种情况预计到2050年将加剧（WRI，2023，2025）。若管理不当，绿色氢能项目会增加这种水资源压力，这可能导致环境恶化和社会对氢能项目的抵制。相反，通过充分的规划和遵循以下建议，绿色氢能项目可以成为水资源正和解决方案的一部分，并改善水的获取和质量。促进绿色氢能积极作用的支持措施包括水资源长期规划、利用脱盐海水、选择高效技术以及公共和私人行为者之间的价值共享。

图5 北非地区的基线水分胁迫



注意：基线水资源压力衡量总用水需求与可利用的可再生地表水和地下水资源之比。用水需求包括生活、工业、灌溉和牲畜用水。可利用的可再生水资源包括上游耗水用户和大型水坝对下游水资源可用性的影响。数值越高表示用户之间竞争越激烈。

源文件：
翻译文本：(WRI, 2025).

各国应评估和规划淡水长期可用性和需求，考虑到绿色氢能项目通常寿命为20-30年。

政府可以要求项目开发者在发放许可证前进行全面的水风险和影响评估，并要求运营公司在其环境合规报告中包含用水指标。当地表水或地下水可能面临压力时，政策制定者可以通过优先发放许可证、提供补贴、税收优惠或加快监管审批来推广节水技术，以支持节水型氢能项目。开发商可以选择高效技术来限制用水量，例如质子交换膜电解槽和海水淡化以从海水中获取水源（IRENA和Bluerisk，2023）。

由于北非地区的所有国家都拥有大西洋或地中海的海岸线，因此海水淡化可以成为一个有吸引力的选择。尽管海水淡化会增加基础设施建设成本，但它通常只会使每公斤氢气的成本增加0.02-0.05美元（IRENA和Bluerisk，2023）。

价值共享，也称为价值捕获，允许政府通过主要涉及将从作为共同投资者中受益的私营利益相关者，提供水和电的使能基础设施。这种方法可以大大降低政府的总体成本，同时促进行业参与项目开发。尽管有其益处，价值共享通常被视为一个难以接受的提议，因为讨论重点在于成本（谁将付款？），而不是利益（我们能得到什么？）。为了促进关于共同投资的更成功的对话，强调所有利益相关者的价值主张是至关重要的，包括行业、土地所有者、企业和政府（IRENA，2025a）。

确定谁将从可再生能源、绿色氢能和水基础设施项目中受益，需要了解行业 and 社区的独特机遇和挑战，同时确定每个利益相关者的具体价值主张。通过采用价值共享，政府可以创建鼓励企业共同投资基础设施项目的支持性框架（框4）。这除了输电线路外，还包括现代电网所需的所有基础设施需求以及水基础设施，包括海水淡化、高级水净化和废水再利用。其中一部分生产/获取的水可以转移到当地人口，以较低的价格。

框 4 埃及苏伊士运河经济区（SCZONE）共享的脱盐水基础设施

埃及的苏伊士运河经济区（SCZONE）制定了一项集中化和分阶段的海水淡化策略，以支持其绿色氢能项目，确保多个项目能够获得淡化水，避免重复基础设施建设，并受益于通用基础设施的规模效应（商业月刊，2023年；非洲泵，2024年）。

共享基础设施围绕索科纳海水淡化厂，分阶段实施。第一阶段将带来每日25万立方米的能力，预计将在2026年年中投入运营；后续阶段将扩大到每日100万立方米，时间表将与绿色氢气生产的增长相一致。该技术可能是反渗透，即最常见且节能的海水淡化方法，由可再生能源（太阳能和风能）提供动力，以符合氢项目的绿色资质。

框 4 埃及苏伊士运河经济区 (SCZONE) 共享的脱盐水基础设施 (续)

共享访问 该工厂被设计为一个集中式设施，通过管道向SCZONE内的项目地块供水。这减少了每个项目都需要建造自己的海水淡化工厂的需求，降低了资本成本和环境影响。SCZONE已为共享基础设施分配了特定区域，包括海水淡化工厂、海水取水系统和储水设施，确保多个开发商能够高效使用。SCZONE管理机构协调海水淡化基础设施的开发和运营，确保所有项目都能公平使用。这包括根据每个项目的生产能力和时间表管理水资源分配。

项目结构 海水淡化厂很可能是由公私合作开发的，私营海水淡化公司与埃及政府合作，为该项目提供资金、建设和运营设施。这种模式减轻了单个氢能项目开发者的财务负担。开发者根据其用水量按比例分摊运营成本，使基础设施具有经济可行性。这种做法激励了Scatec、ACWA Power和AMEA Power等项目之间的合作。

输出绿色氢衍生物的基础设施

未在国内消费的绿色氢气可以出口到邻近或远距离的国际采购商。它可以采取多种形式，通过不同路径出口，包括（压缩）气体氢通过管道、槽罐卡车公路运输以及以绿色氨、绿色甲醇和液态有机氢载体等绿色氢衍生品形式出口。绿色氢气还可以用于生产高附加值产品，如DRI钢铁，这些产品通常通过散货船在海外出口。

对于北非地区与欧盟或其他海外目的地之间的长途运输，通过管道输送压缩氢和氨的航运正成为主要途径，各自具有独特的优势和挑战。每个国家的最佳选择将取决于许多因素，包括距离、规模、现有基础设施及其再改造的适用性，以及能源平衡，所有这些都影响经济和环境可行性。这些考虑在IRENA的2024报告中进一步讨论。 *塑造可持续的国际氢价值链*
(国际可再生能源署，2024g)

所有选项都需要建设并规划大型基础设施，包括陆上和海上管道、氢气或氨气储存设施，以及港口开发，以处理这些产品，并在必要时接收大型氨气运输船。

有时，绿色氢价值链的发展需要上游进口基础设施为将向电解槽供电的可再生能源项目提供服务，例如能够进口大型陆上或海上风机的港口。需要港口和管道不仅出口氨、甲醇和绿钢等氢衍生的商品，还要进口可再生能源能力（风场）。



3.3 第三支柱 – 市场、商业和金融

为了使商业项目达到最终投资决策（FID），项目开发商需要向投资者提供足够的确定性，证明所有条件（监管、经济、环境）都已满足，能够以足够低的价格生产绿氢。

安全出口

从信用良好的买方那里获得购买产品的承诺是获得融资——获得FID的关键组成部分——的最重要步骤，这对于绿色氢气或绿色氢气衍生品项目而言至关重要。这是银行在提供这些项目所需的大额贷款（通常代表总投资成本的60%至80%）时感到放心所必需的。

分散买方风险的策略包括向本地买方销售、销售副产品（纯氧）、向邻近欧洲市场的政府支持计划销售以及叠加绿色溢价。

本地购电方

寻找本地氢气接受方（而非远程氢气接受方）的优势在于能够减少对复杂基础设施（如氢气管道）的依赖，这些设施不仅成本高昂，还可能带来潜在的监管障碍和时间延误。一个最具吸引力的例子是在现有氢气需求中心附近（这些中心原本消耗灰色氢气）生产绿色氢气。一个典型的例子是在炼油厂中以绿色氢气替代灰色氢气，或者同时并建绿色氢气设施和绿色氨设施。

一个例子是摩洛哥的Jorf氢能平台，它直接为OCP的氨气生产工厂供电（框图5）。另一个与毛里塔尼亚高度相关的例子是DRI和绿色钢铁产业的发展。作为非洲第二大铁矿石生产国，该国拥有高质量的铁矿石资源，并已建立生产能力。

盒子5 水电分离器（INNOVX）在摩洛哥带OCP功能

由HydroJeel牵头，OCP集团更广泛的绿色氨计划的一部分的Jorf氢能平台，正在摩洛哥化工和能源行业的重点工业区Jorf Lasfar开发。该工厂将由新建的风电和太阳能场供电，预计到2026年每年将生产高达10万吨的绿色氨。所生产的绿色氨将帮助摩洛哥减少化肥进口。

在中期，OCP和HydroJeel计划将年产能提高到300万吨绿色氨，这可以满足全球近2%的氨需求。该项目获得了德国经济合作与发展部（经济部）启动的27亿欧元PtX发展基金的3千万欧元补贴（7 News，2025；Fuelcellsworld，2025；Innovx，2025）。

欧洲购买方

欧洲将成为绿色氢能的主要需求中心，尽管它可能无法仅靠本地生产来满足这一需求。欧盟政策制定者和私营部门参与者正在规划进口基础设施和供应项目，特别是从地理位置邻近且拥有丰富可再生资源的北非地区。

欧洲对绿色氢和氢衍生物（氨、甲醇和绿色电燃料）的需求是由其需要减少其所谓的难以减排部门（即其化工、钢铁、航空和航运部门）的碳排放所驱动。总体而言，这些基于氢的能源载体的使用将从目前的可忽略值增加到2050年在IRENA的1.5摄氏度情景下的3700万吨氢当量（IRENA，2025b）。

堆叠绿色溢价

为了使项目具有银行可贷款性，开发者可以将多种收入来源累积或“叠加”，这些收入来源的组合可以使项目具有银行可贷款性。在条件允许的情况下，典型的可叠加的收入流包括政府补贴、买方或政府支付的绿色溢价、可再生能源证书和特定行业的激励措施。担保溢价提高了现金流的可预测性，减少了对外部市场价格波动的依赖，降低了项目风险，使得可以进行更高的杠杆（更多债务）并获得更好的股本回报。

获得充足资金

尽管全球有许多绿色氢能项目计划，但银行通过融资这些项目相对缺乏经验，尤其是在北非地区。正如展示的四大支柱所体现的，理解与技术、可再生能源、水资源、当地接受度等相关风险所需的当地知识深度，需要新的能力，而这些能力并非总能从当地甚至国际银行获得。

来自世界银行等多边开发银行的技财务支持可以解决部分这些购电方的问题。对北非国家来说，尤其相关的挑战是资本成本高和感知到的风险，这可能会延误绿色氢能项目的资金关闭。混合融资方式和开发银行的支持可以帮助缓解这些风险。



3.4 柱 4 – 供应链、技能和社区参与

机构能力与技能

发展一个成功的氢经济需要一支足够技能的劳动力队伍，包括项目开发人员以及基础设施建设和政策制定方面。

在撰写本报告的研究期间，来自北非地区的几位政策官员提到了理解欧盟购电市场要求方面的困难，特别是在绿色氢可持续性认证要求、可再生能源积分的适用性以及“竞价区”概念向本地电力市场的转化方面。

为了将绿氢整合到能源系统和现有产业结构中，政治决策者、监管者和公共当局需要具备技能和专业知识，以理解挑战和机遇。成功的能力建设包括正式培训的要素，这些要素可以通过与来自其他国家的同行实践者进行交流来增强。一个成功的绿氢培训课程是绿氢政策加速器，由绿氢组织与国际太阳能联盟（GH2，2024）合作组织。

一个长期能力建设战略应包括课程开发和教育工作者的能力建设。这可以通过专注于绿色氢能技术的综合性教育项目来实现，以建立地方专业知识和技术诀窍。大学和技术学院推出的这些项目不仅旨在直接教育劳动力，还旨在培训当地讲师。

下一代工程师、科学家和技术人员关于绿色氢气生产、储存和应用的原理及应用。

通过投资教育，政府可以增加具备必要技能的合格专业人员的可用性，这些人员能够推动绿色氢能领域的发展。与拥有开发氢能相关课程历史的国际机构合作，可以有助于课程开发和师资培训。与在绿色氢能领域处于领先地位的国家和组织合作，可以为该地区带来宝贵的专业知识和技术转让。

除了政府和学术机构外，来自化石燃料行业的员工也可以根据绿色氢能部门的需求进行再培训和技能提升。项目应涵盖绿色氢能项目的设计、融资、建设、运营和维护，以及支持绿色氢能生产的可再生能源项目。

绿色氢能领域的人才库需要扩大，以包含多元化的劳动力。这包括鼓励妇女、青年专业人士和来自边缘化社区等代表性不足的群体的参与。促进产业和教育机构之间的密切合作对于为所有人创造可及的职业发展途径至关重要。定向奖学金、导师计划和学徒机会可以帮助构建一个具备所需技能的多元化劳动力队伍和更广泛的人才库基础。拓宽视野将促进创新，并增强绿色氢能产业，以推动能源转型（盒6）。

盒子6 德国与阿尔及利亚和突尼斯的合作，旨在发展绿色氢能技能

德国与阿尔及利亚的合作

德国和阿尔及利亚已成立一个工作组，共同开展绿色氢能生产合作。此项合作得益于2011年达成的《联合经济委员会》，以及2015年创建的《能源伙伴关系计划》。通过该计划，德国将向阿尔及利亚提供专业知识和技术专长支持，并为国家石油公司Sonatrach在阿尔热（Barreto Gómez，2024）建设50兆瓦绿色氢能示范工厂提供融资。

巴伐利亚州与突尼斯的合作

在名为“加强巴伐利亚-突尼斯绿色氢技术 & 创新中心”的项目中，德国联邦经济合作与发展部（BMZ）与巴伐利亚联邦州办公厅共同支持突尼斯为巴伐利亚-突尼斯绿色氢中心建立一个强大且可持续的制度基础，使其成为一个专业机构。一旦组织概念和商业计划达成一致，下一步将是为该中心配备必要的资源。第一阶段实施的知识转移和伙伴关系建设活动将继续以各种形式进行，例如考察访问、演示、专家讨论、论坛和信息活动（GiZ，2023）。

社區參與

国际可再生能源署强调，要采用包容性和参与式方法，有效地让当地社区参与大型绿色氢能项目及其所依赖的可再生能源项目的发展。

两个IRENA出版物 **社区能源工具包：扩大所有权的最佳实践**

(国际可再生能源机构行动联盟，2021)和 **的可再生能源 社区能源效益：为通用提供动力**

(国际可再生能源机构行动联盟，2024年) 描述了最能调动当地社区参与的方法 **福祉**

不仅要提高对项目的支持，还要优化项目为社区带来的效益。该工具包提供了来自世界各地的11个可再生能源倡议案例研究，展示了社区积极参与能源决策的方式，为社会带来社会经济影响。

参与可再生能源和绿色氢能项目发展的本地社区的关键原则和实践包括：

- **优先考虑社区福祉和社会经济效益** 能源项目应设计为最大限度地为运营所在地的社区创造价值和社会经济效益。评估应超越技术和财务参数，还应包括当地社会绩效、社区需求和偏好。效益应公平分配，这可能涉及收入分成、为弱势群体减少能源账单费用，或分配给惠及当地人的社区项目（框7）。
- **启用积极而有意义的参与** 这涉及到在项目开发的各个阶段，从概念化到建设和运营，都参与到社区中。
- **建立信任，培养对话** 与外部参与者的合作需要付出努力来培养和加深关系。定期和透明的项目绩效和成本分享有助于持续的参与。通过使用调解人或促进者可以促进利益相关者之间的相互理解。
- **理解和整合本地环境、价值观和文化** 帮助合作伙伴了解当地环境、价值观和需求至关重要。决策过程应与社区的文化价值观和实践相符。
- **投资能力建设和知识共享** 社区通常需要专门的知识和技能。通过技术培训、了解法规和财务知识来提升能力是关键。
- **建立明确的治理和决策流程** 一个社区应该实施一个治理框架，将社区成员置于决策的中心。
- **实施社区惠益计划（尤其是针对大型基础设施）** 对于输电线路等大型基础设施，如果社区所有制可能不可行，提供福利并参与受影响的社区可以缓解反对。这些方案应通过积极主动和有意义的公众参与和咨询，及早解决公民的担忧。这可以带来量身定制、本地相关的福利。
- **利用社区知识进行环境保护和选址** 当地社区通常是其环境的最佳管理者。他们的积极参与有助于确保项目与当地保护自然和生物多样性的优先事项相一致，并最大限度地减少负面影响。在选址过程中让社区参与可以提高认同感，避免冲突，并带来切实的利益，例如结合农光互补或与保护目标保持一致。社区知识可以识别当地材料并确保负责的生活垃圾管理。

箱7 参与当地社区：摩洛哥的AMUN项目

摩洛哥的AMUN项目，由CWP Global领导，是一个位于坦坦附近的Guelmim-Oued Noun地区的15吉瓦绿色氢气和氨生产计划。该项目旨在利用风能和太阳能生产绿色氢气和氨，以实现化肥和海上运输等行业的脱碳，重点关注本地和出口市场（欧洲）。虽然该项目仍处于早期阶段，但其 *例如* 与当地社区的合作一直是其发展的一个突出方面（AEA，2022），旨在避免像Noor这样的大型项目过去的经验（RIFS，2023）。

在显著特征中，该项目（AEA，2022年；Hydrogenious，2023年）：

- 预计将为当地人口在建设和运营阶段创造大量就业机会。这包括技术工人和非技术工人的混合岗位，促进该地区经济的持续发展。
- 积极参与本地能力建设，包括培训和提高社区成员参与可再生能源和绿氢价值链的能力。
- 旨在为当地提供清洁能源，这有助于提高当地能源安全并减少对化石燃料的依赖。
- 通过提供绿色氨作为化肥原料，支持地方工业和农业，这可以提高当地农业生产力和可持续性。
- 正在分三个阶段部署，允许逐步扩展并与当地经济结构整合。这种方法有助于在项目发展过程中最大化当地参与和适应。

总体而言，摩洛哥预计将在氢能领域创造超过30000个就业岗位。这些岗位只是更广泛计划中的一部分，该计划旨在关键领域创造300000个职位，包括脱碳、电动交通和工业（摩洛哥世界新闻，2025）。

聚类（氢谷）

将绿色氢能活动整合到区域生态系统——通常在欧洲称为“氢谷”，在美国称为“集群”或“中心”——通过将生产、基础设施和需求在特定地理区域内集中，有助于项目开发（框8）。这一策略在成本效率、需求安全、可扩展性和资金匹配方面带来好处（清洁氢能伙伴关系，2025年；世界商业可持续发展理事会，2023年）。

- **成本效益** 共址生产和需求最小化运输需求，考虑到氢气的高运输成本，这一点至关重要。再利用现有管道（天然气基础设施）进一步 *例如* 削减资本性支出。
- **需求安全** 靠近大型工业收购商（钢铁、化肥、炼油）确保了基荷 *例如* 需求，降低投资风险。例如，在工业集群中用绿色氢取代灰色氢，可以减少与氢基础设施发展相关的风险，因为（灰色）氢基础设施已经存在。
- **可扩展性和资金** 集中项目能够实现规模经济，有助于吸引资金。此外，此类项目通常与区域脱碳目标高度一致，因此有资格获得欧盟资金计划，例如共同利益项目（PCI）。

框8 在北非地区集群化绿色氢能项目：毛里塔尼亚的绿色氢能出口中心，包括绿色钢铁

由CWP Global牵头领导的AMAN项目，是毛里塔尼亚的一个大型绿色氢能枢纽，旨在利用该国丰富的风能和太阳能资源。该枢纽占地8500平方公里，集成了30吉瓦可再生能源综合体，每年可生产170万吨绿色氢气和1000万吨绿色氨。该枢纽包含生产、储存和出口设施，主要针对欧洲市场，计划将货物运往荷兰鹿特丹港。

2020年启动，第一阶段处于加速的FEED（前端工程设计）前期，预计2025年下半年完成FEED，在资源测量两年后进行。第一阶段（3-5吉瓦）目标是每年生产100万吨绿色氨和250万吨直接还原铁（DRI）用于绿色钢材，可根据下游需求调整比例。最终的全规模项目旨在每年达到910万吨绿色氨或根据市场需求（包括绿色氢气和DRI）的下游产品组合（EITI，2022；RMI，2024）。

毛里塔尼亚的AMAN枢纽战略性地定位了绿色钢铁生产，利用该国丰富的铁矿石储量（40亿吨，含铁量69%）和现有的铁矿石出口基础设施（每年1300万吨，价值12亿美元）。CWP Global正在讨论开发一个完全集成的热压铁（HBI）枢纽，包括一个每年3500万吨的绿色DRI工厂。这将使用绿色氢气将铁矿石还原成DRI，这是低碳钢铁生产的关键投入。这种绿色DRI和HBI生产旨在欧洲市场，由欧盟-毛里塔尼亚全球门户伙伴关系支持，这在欧盟委员会主席2024年2月的访问期间被强调，强调了毛里塔尼亚绿色氢气和绿色铁的需求（EC，2024）。进一步规划了铁矿石的扩张（*萨比克 例如* 并与Glencore合资企业）可每年增加2100万吨铁矿石产量，为枢纽内的绿色钢铁生产提供原料。

以 AMAN 项目作为一个综合枢纽的开发提供了多重优势，包括规模经济和多样化的需求（氨和 DRI 用于绿色钢铁的多个购买者），减轻财务风险并确保更大的市场稳定性，并能根据需求调整产量比例。通过整合绿色氢能和绿色钢铁生产，AMAN 枢纽将毛里塔尼亚定位为全球低碳经济的关键参与者，满足欧洲对可持续能源和材料的需要，同时最大限度地利用本地资源。

参考文献

7新闻 (2025) , “摩洛哥用3000万欧元氨厂加速绿色氢气目标” [https:// en.7news.ma/morocco-accelerates-green-hydrogen-ambitions-with-e30-million-ammonia-plant/](https://en.7news.ma/morocco-accelerates-green-hydrogen-ambitions-with-e30-million-ammonia-plant/)

阿布沙迪, N., 和贾鲁迪, I. (2024) , , 海帕特 迈向绿色氢经济：阿尔及利亚国家报告 https://hypat.de/hypat-wAssets/docs/new/publikationen/hypat_country-report_algerien_fv.pdf

AD接口组 (2024年) , “联盟签署谅解备忘录，旨在埃及开发绿色甲醇设施” <https://www.adportsgroup.com/en/news-and-media/2024/05/28/consortium-signs-mou-for-the-development-of-a-green-methanol-facility-in-egypt>

阿迪安和欧洲复兴开发银行 (2024) , , 阿迪仕和欧洲银行 埃及低碳氢战略 (V10) 重建与发展

aea (2022), “吉瓦级可再生能源氨气在西北非洲” <https://ammoniaenergy.org/articles/gigawatt-scale-renewable-ammonia-in-northwest-africa/>

氨能源协会 (2022年) , “埃及的氢能机遇” [https:// ammoniaenergy.org/articles/renewable-ammonia-opportunities-in-egypt/](https://ammoniaenergy.org/articles/renewable-ammonia-opportunities-in-egypt/)

氨能源协会 (2024) , “Fertiglobe在H2Global试点拍卖中成功，标志着欧盟可再生氨供应的一个重要里程碑” <https://ammoniaenergy.org/articles/fertiglobe-success-in-h2global-pilot-auction-marks-milestone-in-renewable-ammonia-supply-for-eu/> (访问于2025年3月29日) 。

阿拉伯钢铁联盟 (2024), “埃及钢铁工业在 2024 年 1 月至 9 月期间有所改善” <https://aisusteel.org/en/29823/#:~:text=2024,-24%20October%202024&text=The%20Egyptian%20steel%20industry%20witnessed,last%20year%20to%206.4%20million> .

巴雷托·戈麦斯, L. (2024) , 可持续发展全球论坛 北非的可再生氢和氨能量, 维也纳, 奥地利, https://www.gfse.at/fileadmin/4_gfse/services___policy_briefs/gfse_hydrogen_north_africa.pdf

本奇尼纳, Y., (2025), “在阿尔及利亚推进绿色氢气生产，机遇与 等对未来方向的挑战” , 第15/5559卷, <https://doi.org/10.1038/s41598-025-90336-1> <https://doi.org/10.1038/s41598-025-90336-1> 自然·科学报告

蓝社区(2024), “阿尔及利亚：确保水资源可用性” <https://blue-community.net/2024/12/31/algeria-ensuring-water-availability/>

BMWK (2024), “德国和阿尔及利亚成立氢能工作组” <https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Pressemitteilungen/2024/02/20240208-germany-and-algeria-set-up-hydrogen-taskforce.html>

BP (2025) , “BP完成从Greater Tortue Ahmeyim液化天然气项目装运首船货物” [https://www. bp.com/en/global/corporate/news-and-insights/press-releases/bp-completes-loading-first-cargo-from-greater-tortue-ahmeyim-lng-project.html](https://www.bp.com/en/global/corporate/news-and-insights/press-releases/bp-completes-loading-first-cargo-from-greater-tortue-ahmeyim-lng-project.html)

好, T. (2024年), "利比亚升级工厂以加速其甲醇和尿素生产" <https://www.fertilizerdaily.com/20250515-ocp-secures-e350-million-in-afd-financing-for-green-investment-program/>

商业月刊 (2023), "与苏伊士运河经济区主席瓦利德·加马尔·埃尔丁的问答" <https://businessmonthlyeg.com/qa-with-suez-canal-economic-zone-chairman-waleid-gamal-el-dien-on-sustainability/>

卡萨投资 (2025), 《投资宪章》 <https://www.casainvest.ma/fr/charte-de-l%E2%80%99investissement>

CBS4 (2025), "AzMeCo和Groupe Souakri签署备忘录, 成立阿尔及利亚甲醇公司" <https://cbs4indy.com/business/press-releases/ein-presswire/797472724/azmeco-and-groupe-souakri-sign-memorandum-of-understanding-to-establish-algeria-methanol-company/>

CESPA (2024), "中石化与Sonatrach签署绿色氢能谅解备忘录" <https://www.moeveglobal.com/en/press/cepsa-sonatrach-green-hydrogen-algeria-european-market>

清洁氢能伙伴关系 (2025年), "氢能谷" https://www.clean-hydrogen.europa.eu/get-involved/hydrogen-valleys_en

克莱弗德·钱斯 (2025), 聚焦氢能: 毛里塔尼亚作为清洁氢能枢纽 - 监管概览 <https://www.cliffordchance.com/briefings/2025/05/focus-on-hydrogen-mauritania-as-a-clean-hydrogen-hub-a-regulat.html>

丹尼尔 (2024), "利比亚钢铁公司与美国丹尼尔签订谅解备忘录" https://www.danieli.com/en/news-media/news/libyan-iron-and-steel-company-signs-mou-danieli_37_885.htm

EC (2024), "国际合作伙伴关系 - 毛里塔尼亚概况" https://international-partnerships.ec.europa.eu/countries/mauritania_en

埃及国家发展委员会 (2023), <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2023-06/埃及更新的国家自主贡献第一次2030%（第二更新）.pdf>

EITI (2022), 从沙子到天然气到绿色? 对天然气和绿氢行业的看法, <https://eiti.org/documents/sand-gas-green> 毛里塔尼亚

埃卡诺 (2025年), "新一轮阿尔及利亚天然气供应欧洲" <https://www.realinstitutoelcano.org/en/analyses/another-round-of-algerian-gas-for-europe/>

能源资本与电力 (2024), "利比亚为电力行业和清洁能源转型铺平道路" <https://energycapitalpower.com/libya-paves-way-for-power-sector-clean-energy-transformation/>

能源资本与电力 (2025a), "阿尔及利亚承诺5.4亿美元用于海水淡化以实现长期供水安全" <https://energycapitalpower.com/algeria-commits-5-4b-to-desalination-for-long-term-water-security/>

能源资本与电力 (2025b), "利比亚甲醇厂II重启运营" <https://energycapitalpower.com/libyas-methanol-plant-ii-restarts-operations/>

EZZSteel (2024), “直接还原铁厂——投资先进原材料生产” <https://www.ezzsteel.com/about-ezz-steel/integration/direct-reduction-plants>

燃料电池工作 (2025), “德国支持摩洛哥OCP绿色氢能工厂, 提供3200万美元” <https://fuelcellsworld.com/2025/02/17/green-investment/germany-backs-morocco-s-ocp-green-hydrogen-plant-with-32-million>

GH2 (2024), “绿色氢能政策加速器培训课程, 开罗”, 绿色氢能组织 <https://gh2.org/event/GHPAT2024egypt>

GH2 (2025a), , 绿色氢能组织, <https://gh2.org/countries/tunisia> GH2国家门户——突尼斯

GH2 (2025b), “GH2 国家门户 – 摩洛哥”, <https://gh2.org/countries/> 绿色氢能组织摩洛哥

GiZ (2023), , 德国国际发展署 绿色氢能——未来的机遇 (GiZ), 波恩, 德国, <https://www.giz.de/en/downloads/giz2023-en-BY-TN-factsheet-BLPIII.pdf>

格里达 (2021年), 《非洲卫生与废水地图集——国家概况1》 <https://www.grida.no/resources/13903>

哈拉西, S. (2025), “利比亚钢港在环球需求下贸易活动激增” <https://libyaobserver.ly/news/libyan-steel-port-sees-surge-trade-activity-amid-global-demand>

氢能洞察 (2023), “对冲策略: ‘生产绿色氢气和氨气可以保护我们免受波动性天然气价格的影响’, 化肥巨头表示” <https://www.hydrogeninsight.com/production/hedging-strategy-producing-green-hydrogen-and-ammonia-protects-us-from-volatile-gas-prices-says-fertiliser-giant/2-1-1565155>

氢能洞察 (2024), “CWP计划利用30GW阿曼项目的氢气, 在毛里塔尼亚出口数百万吨绿色铁” <https://www.hydrogeninsight.com/industrial/cwp-plans-to-produce-millions-of-tonnes-of-green-iron-for-export-in-mauritania-using-hydrogen-from-30gw-aman-project/2-1-1655924>

氢能洞察 (2025a), “H2Global资助的埃及100兆瓦绿色氢能项目再次推迟至2025年下半年” <https://www.hydrogeninsight.com/production/h2global-backed-100mw-egypt-green-hydrogen-project-delayed-again-to-second-half-of-2025/2-1-1817234>

氢能洞察 (2025b), “摩洛哥批准六个绿色氢能项目, 总投资额达328亿美元” <https://www.hydrogeninsight.com/production/morocco-approves-six-green-hydrogen-projects-with-a-total-investment-value-of-32-8bn/2-1-1789524>

氢通 (2023), “CWP全球和氢通LOHC技术公司在可行性研究中探索从摩洛哥到欧洲的绿色氢能运输链” https://hydrogenious.net/wp-content/uploads/230504_Joint_Press_Release_CWP_Hydrogenious_LOHC_Technologies_EN.pdf

IEA (2023), , <https://www.iea.org/reports/renewable-energy-in-morocco> 毛里塔尼亚的可再生能源机遇 毛里塔尼亚的能源机遇

IEA (2025), “利比亚国家概况”, <https://www.iea.org/countries/libya/energy-mix>

伊姆巴雅·I. (2024), "绿色氢气生产、储存和利用技术综述论文" 等
在利比亚, 第13卷/第1期, <https://doi.org/10.51646/jesd.v13i1.165> 太阳能与可持续发展

Innovx (2025), "HydroJeel获得PtX发展基金3000万欧元资助, 以加速在Jorf氢能平台生产绿色氢" <https://innovx.com/newsroom/hydrojeel-awarded-ptx-jorf-hydrogen-platform/>

IRENA (2019), 可再生能源驱动未来的创新格局: 整合可变能量的解决方案
国际可再生能源机构, 阿布扎比, www.irena.org/publications/2019/Feb/ 可再生能源
可再生能源驱动未来的创新景观

IRENA (2021), , 国际 renewable energy 可再生能源准备情况评估: 突尼斯共和国
机构, 阿布扎比, www.irena.org/publications/2021/Jun/ 可再生能源准备情况评估-突尼斯共和国

IRENA (2022), , 国际 renewable energy 工业用绿氢: 政策制定指南
机构, 阿布扎比, www.irena.org/publications/2022/mar/green-hydrogen-for-industry

IRENA (2023a), , 国际 renewable energy 可再生能源规划与展望: 北非
机构, 阿布扎比, www.irena.org/Publications/2023/Jan/ 可再生能源规划与前景-北非

IRENA (2023b), , 国际 renewable energy 能源转型社会经济足迹: 埃及
机构, 阿布扎比, www.irena.org/Publications/2023/Nov/ 能源转型对埃及社会经济的足迹

国际可再生能源署 (IRENA) (2024a), "利比亚 - 能源概况", https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Statistics/Statistical_Profiles/Africa/Libya_Africa_RE_SP.pdf

IRENA (2024b), , 国际 使用可再生能源脱碳难减排行业: G7的前景
可再生能源机构, 阿布扎比 www.irena.org/Publications/2024/Apr/ 利用可再生能源实现难减排行业的脱碳-P七国集团前景

IRENA (2024c), , 国际可再生能源机构, 阿布扎比 绿色氢气拍卖: 设计指南
扎希迪, <https://www.irena.org/Publications/2024/Oct/Green-hydrogen-auctions-A-guide-to-design>

IRENA (2024d), , 国际可再生能源机构, 阿布扎比 绿色氢能战略: 设计指南
扎希迪, <https://www.irena.org/Publications/2024/Jul/Green-hydrogen-strategy-A-guide-to-design>

IRENA (2024e), 全球绿色氢衍生物贸易: 法规、标准化趋势
国际可再生能源机构, 阿布扎比, <https://www.irena.org/> 以及认证
出版物/2024/10/全球绿色氢衍生品贸易-监管、标准化和认证趋势

IRENA (2024f), , 国际 renewable energy 一份绿色氢气的质量基础设施路线图
机构, 阿布扎比, www.irena.org/Publications/2024/Nov/A-Quality-Infrastructure-Roadmap-for-green-hydrogen

IRENA (2024g), , 国际 renewable energy 塑造可持续的国际氢价值链
机构, 阿布扎比, www.irena.org/publications/2024/Sep/ 塑造可持续的国际氢价值链

IRENA (2025a), , 工业脱碳的绿氢：中亚和高加索地区
国际可再生能源机构, 阿布扎比, www.irena.org/Publications/2025/May/Green-氢能-用于工业脱碳-中亚和南高加索

国际可再生能源署 (2025b) , , 国际 renewable energy 区域能源转型展望：欧盟
机构, 阿布扎比, www.irena.org/Publications/2025/Jun/区域能源转型展望-欧盟

国际 renewable 能源署和蓝风险 (2023) , 国际可再生能源机构 用于制氢的水
蓝风险, 阿布扎比, www.irena.org/publications/2023/dec/water-for-hydrogen-production

IRENA行动联盟 (2021) 社区能源工具包：扩大所有权的最佳实践
国际可再生能源机构, 阿布扎比, www.irena.org/publications/2021/Nov/的社区能源工具包-扩大可再生能源所有权的最佳实践

国际可再生能源署行动联盟 (2024), 国际 社区能源效益：促进全民福祉
可再生能源机构, 阿布扎比 https://coalition.irena.org/-/media/Files/IRENA/Coalition-for-Action/Publication/IRENA_Coalition_Community_energy_benefits_wellbeing_2024.pdf

毛里塔尼亚伊斯兰共和国 (2024年) , \第2024-037号/共和国法/《绿色氢能法》\ [https:// www.msgg.gov.mr/sites/default/files/2024-11/J.O%201568%20F.pdf](https://www.msgg.gov.mr/sites/default/files/2024-11/J.O%201568%20F.pdf)

MASEN (2024), \绿色氢能摩洛哥方案 - 一项简化的投资者途径的运营和激励方案\ <https://www.masen.ma/en/green-hydrogen-moroccan-offer>

Médias24 (2025), \摩洛哥绿氢供应。关于五家入选投资者的须知[Morocco green hydrogen offers: What you need to know about the five successful investors]\ [https:// medias24.com/2025/03/07/offre-maroc-hydrogene-vert-voici-ce-qu'il-faut-savoir-sur-les-cinq-investisseurs-retenus/](https://medias24.com/2025/03/07/offre-maroc-hydrogene-vert-voici-ce-qu'il-faut-savoir-sur-les-cinq-investisseurs-retenus/)

Mees (2025) , 《突尼斯石油和天然气：产量崩溃，创纪录的进口依赖》 <https://www.mees.com/2025/3/7/economics-finance/tunisia-oil-gas-output-collapse-record-import-dependence/1cefb100-fb5d-11ef-b5bd-cf3231beeb eb>

MEFZ (2022), \摩洛哥自由区\", <https://middleeastfreezone.com/Morocco-Free-Zones>

MEI (2024), 《可再生能源与摩洛哥的新绿色产业：摩洛哥绿色能源生态系如何通过可持续发展扩大女性和青年就业》, 中东研究所, <https://mei.edu/publications/renewable-energy-and-moroccos-new-green-industries-how-moroccos-green-energy-ecosystem>

MEM (2023) 阿尔及利亚国家氢能发展战略
, 研究与预测总局 [https://www.energy.gov.dz/ 阿尔及利亚发展策略\] media/galerie/doc_strategie_nationale_hydrogene_v.zh_\(sept.2023\)_65b65e6f0b8eb.pdf](https://www.energy.gov.dz/阿尔及利亚发展策略/media/galerie/doc_strategie_nationale_hydrogene_v.zh_(sept.2023)_65b65e6f0b8eb.pdf)

MEM (2024), \实施 circular 《摩洛哥计划》以发展摩洛哥的绿色氢能产业[实施 circular：《摩洛哥计划》以发展摩洛哥的绿色氢能产业]\, 能源转型与可持续发展部 - 能源转型部门 <https://www.mem.gov.ma/Pages/actualite.aspx?act=460>

Methanex (2025), \埃及\", <https://www.methanex.com/about-us/global-locations/egypt/>

能源转型与可持续发展部 (2024年) , “摩洛哥绿氢发展” <https://www.environnement.gov.ma/fr/>

工业与能源部突尼西亚 (2024), 等 国家绿色发展战略
, mime, giz, gfa 和 aclor, [https://www.energiemines.gov.tn/](https://www.energiemines.gov.tn/fileadmin/docs-u1/Re%u00e9sum%e9%20strat%e9%20nationale_MIME_Anglais.pdf) 突尼斯的氢及其衍生物

石油和矿产资源部 (2023年) , “埃及和中东的第一座绿色甲醇生产项目” https://www.petroileum.gov.eg/en/media-center/news/news-pages/Pages/mop_14052023_02.aspx

摩洛哥世界新闻 (2025), “摩洛哥旨在通过3万个新工作岗位引领绿色氢能革命”
<https://www.morocoworldnews.com/2024/10/13809/morocco-aims-to-lead-green-hydrogen-revolution-with-30-000-new-jobs/>

MPME (2022) 毛里塔尼亚低碳氢工业路线图
, No. AFFRY, https://www.energies-petrole.gov.mr/sites/default/files/2023-10/202204%20绿色氢能路线图%20毛里塔尼亚_final_v10%20%281%29.pdf

OECD (2025a), “埃及的氨”, <https://oec.world/zh/profile/bilateral-product/ammonia/reporter/egy>

OECD (2025b) , “利比亚的氨气” , <https://oec.world/en/profile/bilateral-product/ammonia/reporter/lby>

OECD (2025c), “摩洛哥国家概况” , <https://oec.world/en/> 经济复杂度观察站 (OEC)
个人资料/国家/婚姻

OECD (2024), “项目 Nour 案例研究” https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/about/programmes/cefim/green-hydrogen/project-nour-case-study.pdf_jcr_content/renditions/original./project-nour-case-study.pdf

oei (2021), , <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2021/11/埃及低碳氢发展前景-ET04.pdf>

Offshore-Technology (2024), “油气田概况：毛里塔尼亚的BirAllah常规天然气田” <https://www.offshore-technology.com/marketdata/oil-gas-field-profile-birallah-conventional-gas-field-mauritania>

泵送非洲 (2024年) , “SCZONE将在埃及建立海水淡化厂” <https://pumps-africa.com/sczone-to-set-up-desalination-plant-in-egypt/>

PV Knowhow (2025) , “利比亚可再生能源激增：到2035年达4吉瓦，500兆瓦太阳能项目接近完工”
<https://www.pvknowhow.com/news/libyas-renewables-surge-4gw-by-2035-500mw-solar/>

PV Tech (2024a), “EliTe Solar将在埃及建造一座8GW电池和组件工厂” <https://www.pv-tech.org/elite-solar-build-8gw-cell-module-factory-egypt/>

PV Tech (2024b), “马斯达尔签署超过6吉瓦的新埃及太阳能装机容量及相关4吉瓦的生产能力协议” <https://www.pv-tech.org/masdar-signs-deals-6gw-egyptian-solar-capacity-4gw-manufacturing-capacity/>

可再生能源现在 (2024) , “突尼斯与欧洲公司签署六项绿色氢气协议” <https://renewablesnow.com/news/tunisia-signs-six-green-hydrogen-pacts-with-european-companies-864794/>

里亚德&里亚德 (2024年) , “埃及发布新的绿色氢能激励法案” <https://riad-riad.com/egypt-releases-new-law-for-green-hydrogen-incentives/>

RIFS (2023) , “绿色氢能合作的政治.pdf” https://publications.rifs-potsdam.de/rest/items/item_6003183_2/component/file_6003196/content

RMI (2024), 《绿色铁走廊：论证绿色铁作为氢能贸易载体的商业案例》, GHC, <https://www.esmap.org/sites/default/files/2022/2024/Share-GHC-H4-D-Webinar-Slides-2024.pdf>

摩洛哥王国 (2021) 绿色氢路线图 - 能源转型矢量
 , 可持续发展 [绿色氢能路线图 - 能源转型与可持续增长向量]
https://www.mem.gov.ma/Lists/Lst_rapports/Attachments/36/Feuille%20de%20route%20de%20hydrog%C3%A8ne%20vert.pdf

Scatec (2024年) , “Scatec埃及绿色氢气项目基于H2Global奖项与Fertiglobe签订20年购销协议” <https://scatec.com/2024/07/11/scatecs-egypt-green-hydrogen-project-signed-20-year-offtake-agreement-with-fertiglobe-based-on-h2global-award/>

趋势非洲 (2022), “利比亚第二座氨和尿素工厂投产” <https://trendsnafrica.com/libyas-second-ammonia-and-urea-plant-commissioned/>

突尼斯 MIME (2024) 国家绿色氢及其衍生物发展战略
 ,突尼斯 突尼斯 [突尼斯绿色氢及其衍生物发展国家战略]
 矿产资源工业能源部, 突尼斯 https://www.energiemines.gov.tn/fileadmin/docs-u1/Re%CC%81sume%CC%81_stratei%CC%80gie_nationale_MIME-WEB.pdf

联合国贸易和发展会议 (2025) , “突尼斯贸易数据”, <https://wits.worldbank.org/WITS/WITS/Restricted/Login.aspx>

UNIDO, (2024), 等 绿色氢能促进可持续工业发展：针对发展中国家的政策工具包
 ,联合国工业发展组织,国际 renewable 能源机构 国家
 并与德国发展与环境研究所, 维也纳和阿布扎比 www.irena.org/ 出版/2024/Feb/绿色氢能助力可持续工业发展-发展中国家政策工具包

VNG AG (2024), “VNG AG 签署意向书 从阿尔及利亚进口绿色氢气” <https://www.vng.de/en/newsroom/2024-10-14-vng-ag-signs-letter-intent-import-green-hydrogen-algeria>

WBCSD (2023) , “扩大氢能领域规模——早期项目的成功因素和经验教训” <https://www.wbcsd.org/wp-content/uploads/2023/09/Scaling-up-the-hydrogen-sector.pdf>

Wood Mackenzie (2025), “Lens - 氢能”, <https://lens.woodmac.com/> (accessed 20 May 2025).

世界银行 (2023年) , 《突尼斯：改革能源补贴以增强经济韧性》 <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2023/03/30/tunisia-reforming-energy-subsidies-to-enhance-economic-resilience>

世界银行 (2024年) , “绿色、经济适用且财务可行的能源生产良性循环” <https://www.worldbank.org/en/programs/teri/brief/green-affordable-and-viable-energy-production-tunisia>

WRI (2023), "25个国家，占人口的四分之一，面临极高水平的水压力" <https://www.wri.org/insights/highest-water-stressed-countries> 世界资源研究所

WRI (2025), "水道水险图谱", 世界资源研究所, <https://www.wri.org/applications/aqueduct/water-risk-atlas>

扎皮蒂亚, S. (2024), "第二座尿素厂在经过16个月的停工翻新后恢复生产" <https://libyaherald.com/2024/11/second-urea-plant-resumes-production-after-16-month-overhaul-hiatus/>

ZAWYA (2024), "埃及与全球联盟合作探索电解槽制造本地化" <https://www.zawya.com/en/business/energy/egypt-explores-localization-of-electrolyzer-manufacturing-in-partnership-with-global-alliance-i1r9sgcm>

