

# 氢能的十年

全球在清洁氢能方面的竞争，意味着新的地缘政治现实和相互依赖关系的出现

泰依什·范·德·格拉夫

**如**果20世纪90年代是风能的十年，21世纪头十年是太阳能的十年，21世纪10年代是电池的十年，那么在2020年代我们将迎来能源转型的下一个前沿：氢能。几乎没有哪一周不传来关于全新氢能项目或重大突破的消息。仅在过去五年中，就有30多个国家制定了（或开始制定）国家氢能战略（IEA，2022）。巴黎气候目标是这背后的一个主要驱动力量，但俄乌战争和天然气价格的大幅上涨也推动了向绿色燃料的转型。经济发展和产业政策也十分重要。

清洁氢能有可能颠覆当前的能源地缘政治。清洁氢能及其衍生物（如氨）可能发展出全新的贸易地理格局。拥有丰富太阳能和风能的国家可以成为绿色燃料的主要出口国或绿色工业的选址地点。随着各国力争在氢能

价值链的关键环节上取得技术领先地位，产业竞争可能会加剧。总的来说，扩大清洁氢能的规模可能会带来激烈的地缘经济竞争，促进新的联盟和合作的形成，并随着未来的氢能生产和使用中心产生新的权力节点。

## 充满希望的氢能

氢是宇宙中最小的分子，但作为全球能源转型的清洁燃料，氢具有巨大的潜力。它是一种气体，可以在发动机中燃烧或在燃料电池中使用，以驱动车辆、发电或提供热量。它可以作为原料和其他化学产品的组成部分，如氨（肥料的关键原料）和甲醇（用于塑料生产）。氢及其衍生物可以无限期地储存在储罐和岩盐储存器中，这意味着它们可能是长期储能的一种重要方案。



至关重要，氢可以完全取代化石燃料，而不会排放二氧化碳。它是一种零碳能源，就像电一样，但在对难以实现电气化的行业实施脱碳方面，氢能比电能更具优势——想想重工业、长途运输或季节性存储。大多数脱碳情景都预计，氢能将在本世纪中叶实现净零排放中发挥关键作用。例如，国际能源署（IEA）和国际可再生能源署（IRENA）预计，到2050年，氢能将满足最终能源需求的12%-13%，而目前这一比例几乎为零。

氢能已经发展为一个主要行业，但目前的氢能市场有三大特征，预示着其即将发生一场重大变革：当前的氢能仍主要由未经减排处理的化石燃料制成，氢几乎完全用作原料，并且大部分是现产现消。如果氢能要在清洁能源领域发挥出其不可或缺的潜力，那么价值链中的每一个环节都必须进行大规模改革。其生产必须转向更清洁的原料，其消费必须扩展到新的行业——氢及其衍生物可以成为国际贸易中的能源大宗商品。

### 氢能大战

然而，关于清洁氢能增长的途径，争议仍然存在。两大主要的分歧在于：如何生产氢能，以及在哪些行业应用氢能。

在生产方面，清洁氢能的两大主要生产途径，一是来自可再生电力生产的“绿色”氢能，二是由碳捕捉技术从天然气中获得的“蓝色”氢能。绿色氢能曾经比蓝色氢能贵两到三倍，但那是在当前这轮天然气价格暴涨之前。此外，绿色氢能在降低成本方面拥有最大潜力。现在，越来越多的预测显示，在本十年结束之前，绿色氢能会变得比蓝色氢能和“灰色”氢能（来自未经减排处理的化石燃料）更便宜。

这两种途径各自都引发了激烈辩论。绿色氢能的生产可能会将可再生电力从其他最终用途中转移出来，这引发了人们对绿色氢能是否符合“额外效益”标准（即产生了额外的绿色效益）的争论——也就是说，是否只有当氢能

由可再生能源生产、且这些能源除此之外不会被利用时，其才能被称为“绿色氢能”。它还可能加剧某些地区的水资源压力。毕竟，阳光最充足的地方往往也是最干燥的地方。就蓝色氢能而言，它引起了对于潜在的甲烷泄漏、二氧化碳捕捉不足以及化石天然气基础设施的“锁定效应”的担忧。其他生产途径，如以核能或生物质能生产氢能，也同样存在争议。

在能源消费方面，类似的争论也如火如荼。氢能有时被称为能源转型的“瑞士军刀”，因为虽然氢能并非总是最佳选择，但它几乎可以用于任何用途。与直接电气化相比，使用氢能通常不是一种更节能的途径。例如，要驾驶氢动力汽车行驶相同的距离，所需的风电厂的数量是驾驶电动汽车的两到三倍（Transport & Environment, 2020年）。某些难以减排的行业（如钢铁、航运和航空业）将需要氢能或其衍生物——这一点毫无争议。这些行业使用氢能的效益是确定的。然而，不加区分地使用氢能可能会减缓能源转型的步伐。

### 技术领先地位

近年来，在疫情后经济复苏的支出带动和俄罗斯入侵乌克兰的推动下，清洁氢能得到的政策支持有所增加。根据国际能源署（IEA）的数据，清洁氢能企业的筹资规模空前高涨，现在该行业每年的投资达到五亿美元。绿色氢能将在未来十年或二十年发展成规模达数十亿美元的国际产业，而各国则正在争夺其控制权。

这种地缘经济的考量已经影响到了各国的氢能政策。例如，欧洲担心中国可能会主导氢能行业，就像中国主导太阳能光伏（PV）制造、电池生产和稀土开采一样。因此，许多国家的氢能战略既是脱碳工具，也是产业政策工具。在这些能源转型的关键领域，各国战略利益在于成为技术的创造者，而不是技术的接受者。

氢能价值链中利益最大的环节可能是生产绿色氢气所需的电解槽。与太阳能光伏

一样，电解槽是一种高度模块化的技术，学习曲线陡峭。如今的电解槽技术和10-15年前太阳能光伏技术的处境大致相当，正处于从小众市场向主流市场转变的关键时期。虽然这个新兴行业仍在不断变化，但据彭博新能源财经报道，中国制造的电解槽比西方制造的要便宜75%。

许多国家和地区都推出了发展清洁氢能的支持措施，但美国最近加大了赌注，通过了《通胀削减法案》。该法案提供了大量税收抵免（3美元/千克），这将使美国的可再生氢能成为世界上最便宜的氢能。美国的这一法案可能影响了欧洲议会在9月做出的放松绿色氢能的“额外效益”规则的决定——绿色氢能行业警告其可能大规模外流到美国。

### 出口氢能的愿望

氢及其衍生物可能导致能源贸易关系的重新调整。一些地区（特别是欧洲和东北亚地区）正准备成为氢能的主要进口国；其他国家则希望成为主要的出口国，澳大利亚甚至梦想成为可再生能源的超级大国。

澳大利亚以及中东和北非国家等化石燃料出口国有一些优势：它们可以利用现有的能源贸易关系、熟练的劳动力和成熟的基础设施，成为清洁氢能的出口国。对于它们来说，推动经济多样化、同时保持其作为能源出口国的地位，是一个极具吸引力的发展方向。

然而，如果有人认为氢能租金将取代化石燃料租金，或让这些国家拥有同样的地缘政治影响力，这样的想法将是愚蠢的。与石油和天然气不同，氢能是一种制成品。它可以在任何有电和水的地方生产。即便它是由天然气生产，它也只是一个转换的过程，而不是开采的过程。因此，氢能不是零碳版本的石油。

对于目前依赖化石燃料进口但拥有充足可再生能源潜力的国家（例如智利、摩洛哥和纳米比亚）来说，氢能可能将改变地缘政治的游戏规则。一个德国企业联合体正在纳米比亚开发一个价值94亿美元的绿色氢能项目，

其规模与该国的GDP大致相当。作为《联合国气候变化框架公约》第二十七次缔约方大会（COP27）气候变化峰会的主办国，埃及仅今年一年就吸引了超过400亿美元的投资承诺，用于投资绿色氢能和绿色氨项目。在生产价格低廉的绿色氢能方面，没有哪个大陆比非洲更具技术潜力。

### 氢能的治理

实现清洁氢能的规模化生产需要克服许多障碍，这些障碍需要依靠国际治理来解决。我将强调其中的三个障碍。

首先，必须进一步降低成本、提高产量。政府可以通过公共采购和碳“差价合约”等政策工具，在氢能具有确定效益的行业创造持久需求，从而帮助降低清洁氢能供应的投资风险。

其次，需要在整个清洁氢能的价值链中建立统一的标准、认证和监控流程，以保障安全性、互操作性和可持续性。这些措施不应只关注防止氢气泄漏或减排，还应关注其他领域，例如对水资源安全的影响。

第三，发展中经济体应获得资金和技术援助，以便从绿色氢能热潮中受益。一个隐患在于，拥有丰富风能和太阳能的发展中经济体仅被视为绿色能源的供应国，服务于全球北方工业国家的需求，而不是推动自身的绿色工业化发展。

氢能一直被奉为一种未来的燃料。但在这个十年，氢能终于将成为一种当下可用的燃料。虽然我们仍需克服诸多重大挑战，但如果应对得当，清洁氢能革命可以带来三重好处：更加稳定的气候、能源安全和全球公平。FD

**泰依什·范·德·格拉夫**（THIJS VAN DE GRAAF）是比利时根特大学的副教授。他是国际可再生能源署（IRENA）的报告“能源转型的地缘政治：氢能因素”的第一作者。

### 参考文献：

International Energy Agency (IEA). 2022. "Global Hydrogen Review 2022." IEA and Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

Transport & Environment. 2020. "Electrofuels? Yes, We Can ... If We're Efficient." Briefing, December. Brussels.