



氢能是未来，抑或完全是幻景？

亚当·图兹¹

编者按：在全球能源转型过程中，氢能被寄予厚望。尽管目前的氢能技术在效率、成本等方面存在明显的局限，许多企业和国家依然在大力投资氢能的开发利用，并形成了庞大的联盟。本期推荐的文章分析了企业和国家发展氢能的动机，并对如何发展氢能提出了警告和建议。

随着世界上绝大多数国家承诺在未来两代人的时间里实现经济去碳化，我们踏上了一段通往未知的旅程。当我们为去碳化寻找技术解决方案时，必须要当心能源转型的海市蜃楼。在沙漠徒步旅行时，海市蜃楼可能是致命的。当前，关于氢能，我们正面临相似的困境。氢能究竟是未来世界能源的关键部分，还是危险的海市蜃楼？这是一个事关数十万亿美元投资的问题。

数十年来，经济学家一直警告称，试图通过产业政策来挑选赢家是有危险的。其风险不仅在于可能会失败，还在于投入了真正的资源，从而排除了其他选择。正如氢能这一案例所表明的那样，我们必须警惕强大的既得利益集团利用激进的技术构想将我们引向实际上因循守旧且极其昂贵的选择。

一、氢能技术解决方案

在未来，电力将在能源结构中发挥前所未有的更大作用。但是，依然存在一些问题。如何达到生产化肥、水泥、钢铁所需的高温？如何为大型飞机和集装箱船提供动力？电动马达和电池难以满足要求。

¹ 亚当·图兹（Adam Tooze）是美国哥伦比亚大学历史学教授、欧洲研究所所长。本文英文原文登载于《外交政策》官方网站：<https://foreignpolicy.com/2023/07/14/hydrogen-is-the-future-or-a-complete-mirage/>。此为中文摘译版，文中小标题为编者所加。

此时氢能成为一种解决方案，因为氢气燃烧起来温度非常高，而且只产生水。我们知道如何通过电解水制氢，也知道如何清洁发电。因此，绿氢似乎唾手可得。另外，如果使用天然气而非电解水来制备氢气，那么可以对工业设施加以改造，以便即时在源头捕获二氧化碳。这种氢能被称为蓝氢。

根据这种工程逻辑，氢能的支持者将其视为能源转型的“瑞士军刀”，即为全面电气化的基本战略提供全能的辅助。问题在于，尽管在技术上是可行的，但从更广泛的能源转型战略视角来看，氢能解决方案是否合理、是否可能误入歧途？

将氢作为能源储存是非常低效的。以目前的技术，电解水制氢所消耗的能量远远超过燃烧氢气所储存和最终释放的能量。那么为何不直接用这些电来产生热量或驱动马达呢？制氢必需的电解设备价格昂贵。氢气作为燃料使用起来并不方便，因为它具有腐蚀性，单位体积能量低，且容易爆炸。储存和运输氢气需要对相关设施进行巨额投资。在未来几十年里，氢能建设成本可能会高达数十万亿美元。

二、氢能联盟的形成

尽管“氢经济”作为一个经济技术综合体系的愿景已经存在了半个世纪，我们在氢燃料方面的实际经验却少得可怜。然而，在过去六年里，各国政府和产业利益集团围绕氢基经济（hydrogen-based economy）的良好前景聚集在一起，组成了一个庞大的联盟。

从空客、沙特阿美石油，到宝马、戴姆勒卡车、本田、丰田、现代、西门子、壳牌和微软，都是氢能委员会（Hydrogen Council）的企业赞助商。日本、韩国、欧盟、英国、美国和中国政府都制定了氢能战略。时常有新项目公布。据氢能委员会统计，全球已公布的氢能项目总投资达 3200 亿美元。

鉴于氢的许多新用途都未经检验，而且许多有影响力的能源经济学家和工程师都对此持怀疑态度，我们有理由提问，是什么掀起了投身氢能愿景的风潮。

从技术角度来看，氢能相当于遥远地平线上闪烁着的一种可能性，但从政治经济学角度来看，它具有更直接的作用。以氢能为路径，现有的化石燃料利益集团可以展望自身在新能源的未来中占有一席之地。石油巨头和能源企业成为氢能委员会的成员并非巧合。天然气供应商可以设想将其设施转型，以使用绿色燃料。内燃机和气轮机制造商可以设想用氢作为代替燃料。像储存天然气或石油一样储

存氢气或液氨有望解决可再生能源发电的间断性问题，并可能延长气轮机发电站的使用寿命。对于世界各国政府来说，这种比太阳能和风能更熟悉的技术能够安抚其在理论上承诺的能源转型的紧张情绪。

三、国家氢能战略的动机

第一个制定国家氢能战略的是日本。长期以来，日本一直是外来能源解决方案的先驱。由于建设通往日本的海底天然气管道不切实际，正是日本的需求催生了液化天然气（LNG）的海运市场。促使日本于 2017 年转向氢能的原因包括福岛核事故后的冲击、对能源安全的持续担忧，以及日本主要汽车制造商对氢能的长期投入。世界第一大汽车制造商丰田尽管率先推出了混合动力汽车，在纯电汽车方面却进展缓慢。本田、日产、韩国的现代等汽车制造商也是如此。面对来自中国的廉价电动汽车的激烈竞争，它们欣然接受了政府的氢能政策。而这在许多专家看来，恰恰是将氢能用于错误的领域，即交通运输和发电，而非工业应用。

东亚需要大量进口氢能的可能性使氢能委员会的经济学家们设想出一个全球氢能贸易市场，基本上是现有的石油和天然气市场的镜像，即从北非、中东和北美等主要产地流向欧洲和亚洲的进口国。

为了度过当前的天然气危机，除了与海湾国家和美国达成液化天然气协议外，欧盟还全力投入氢能的发展。其目的是通过绿氢、蓝氢或氨为欧洲重工业找到一个新的机遇，否则欧洲重工业将面临被过高能源价格和欧洲碳税完全淘汰出世界的风险。欧洲的动机似乎更多的是希望阻止去工业化进程，以及担心工人阶级选民倒向民粹主义者，而非出于前瞻性的战略考量。

氢能项目吸引欧洲战略家的另一个原因是，氢能为欧洲与非洲的合作提供了新的愿景。考虑到人口趋势和移民压力，欧洲迫切需要充满希望的非洲战略。

各种因循守旧的动机在氢能联盟汇聚。最明显的是脱欧后的英国。在英国，家庭供暖等行业严重依赖天然气，需要大规模投资电气化。作为一种替代方案，陷入困境的英国保守党政府正在考虑广泛引入氢能用于家庭供暖。能源专家普遍认为这一想法对天然气行业来说不切实际且劳民伤财，会延缓最终不可避免的电气化。但从政治角度来看，其吸引力在于：用氢气替代天然气对于每个家庭来说成本相对较低。

四、政策建议

我们完全有理由担心，数百亿美元的补贴、大量的政治资本和宝贵的时间正在被投入到“绿色”能源之中，而其主要吸引力在于将变革减少到最小，并尽可能地延续碳氢化合物能源系统现有的模式。如果得到贯彻执行，这将消耗大量极其稀缺的绿色电力，并使我们进退两难。

当我们将稀缺的资源——无论是现实资源还是政治资源——投入到氢能梦想中时，就会面临现实的、不可避免的权衡。公众对能源转型成本的容忍限度已经非常明显。将资金倾注于补贴，从而产生巨大的规模经济效益并降低成本是一回事，把资金浪费在无望成功的项目上则是另一回事。这最终关系到能源转型的合法性。

很难区分自私自利的炒作和真正的机遇。除了将不同的主张置于公众、科学和技术的严格审查之下，别无他法。如果补贴已经被提出，那么就需要进行回溯性成本收益评估。

理想情况下，发展氢能的方式应该是零敲碎打、循序渐进的。需要注意的是，将氢视为一种超前的幻想也是错误的。我们已经生活在一个氢基世界。石油精炼和化肥生产这两个现代工业的关键部门离不开氢。

我们目前使用大约一亿吨氢，其中只有不到 100 万吨是用清洁能源制备的。关于氢的试验应当以清洁能源制氢为核心，并集中于已有相关基础设施的地点。在现有的氢经济之中，有两个地方的试验条件似乎最为适宜。

其中一个是中国。中国在太阳能和风能发电方面处于世界领先地位，也是特高压输电技术的先驱。不同于日本和韩国，中国没有对氢能表现出特别的热情，而是正在大规模投资于可再生能源发电和电池这一更直接实现电气化的途径。但是中国已经成为规模最大、成本最低的电解设备生产国。2022 年，中国推出了适度的氢能战略。中国与联合国合作开启了一项绿色化肥生产试验，谁会怀疑中国建立大规模氢能系统的可能性呢？

另一个关键角色是美国。经过多年的拖延，美国在光伏电池和海上风电方面已经远远落后。但在氢能方面，美国在西方最具优势。美国拥有巨大的石油化工综合体，是唯一能在化肥生产上与印度和中国竞争的西方经济体。在德克萨斯州，有超过 2500 公里的硬化氢气管道。埃克森美孚等企业的绿色能源战略专注于碳封存（carbon sequestration），而这将是生产蓝氢所需的技术。

《通胀削减法案》作为美国标志性的气候立法，将美国有史以来为绿色能源提供的最慷慨的补贴给予氢的生产，这并非偶然。氢能游说集团正在努力工作，已经使德克萨斯州成为西方世界氢生产成本最低的地方。这种模式不应被其他任何地方效仿，但可以充当一个技术孵化器，用于评估哪些技术是可行的。

我们有充分的理由怀疑能源转型中每个参与者的动机。在需要由我们选择赢家的新时代，区分真正的创新和自私的保守主义将成为一项关键挑战。我们需要培养一种保持警惕的文化，但我们也有理由期待新技术的某些关键特征会脱胎于旧的系统。

（陈丹梅摘译，归泳涛校）