



欧盟委员会

布鲁塞尔，2020年7月8日  
COM（2020年）301 最终版

欧盟委员会至欧洲议会、欧洲理事会、欧洲经济和社会委员会及欧洲各地区委员会的沟通函

欧洲迈向气候中性的氢能战略

**EN**

**EN**

该战略版权属于欧盟委员会，中国氢能联盟翻译此战略仅为内部研究使用，如有纰漏请联系我们完善。

## 1、简介——我们为何需要一份氢能战略路线图

在欧洲和世界各地，氢能源备受瞩目并得以迅速地增长。氢可以用作原料、燃料或能源储存载体，在工业、运输、电力和建筑等领域应用广泛。最重要的是，氢能使用时不会排放二氧化碳，所以几乎没有空气污染。因此，它提供了一种解决方案，使工业过程和经济部门脱碳，在这些领域，减少碳排放既紧迫又难以实现。所有这些都使得氢能源对于支持欧盟在 2050 年达到碳中和的承诺，以及全球在实现零污染的同时履行《巴黎协定》的承诺至关重要。

然而，今天，氢能只占全球和欧盟能源结构的一小部分，且当前能源仍主要由化石燃料生产，尤其是天然气或煤炭，导致欧盟每年释放 7000 万吨至 1 亿吨二氧化碳。要让氢能源对气候变化做出贡献，它需要达到更大的规模，而且它的生产必须完全脱碳。

过去，人们对氢能源的兴趣曾达到顶峰，但并未得到更多的关注。而如今，可再生能源的成本迅速下降，技术的发展以及需要大幅度减少温室气体排放的紧迫性，正在开辟新的可能性。

许多指标表明，我们当前正逼近一个氢能转折点。每周都会公布新的投资计划，这些计划的规模通常都是千兆瓦级别的。在 2019 年 11 月至 2020 年 3 月期间，市场分析师预计全球电解槽的投资计划将从 3.2 千兆瓦增加到 2030 年的 8.2 千兆瓦（其中 57% 在欧洲），加入国际氢能委员会的公司数量从 2017 年的 13 家增加到现在的 81 家。

在实现《欧洲绿色协议》和欧洲清洁能源转型过程中，氢能是一个关键的优先事项。预计到 2050 年，可再生电力将使很大一部分的欧盟能源消耗脱碳，但并不是全部。作为可再生能源储存以及电池和运输的载体，氢能具有弥补这一差距的强大潜力，可确保季节性需求变化得到支持，并将生产地点连接到更远的需求中心。在 2018 年 11 月发布的关于气候中立的欧盟战略愿景中，到 2050 年，氢能在欧洲能源结构中的份额预计将从目前的不到 2% 增长到 13-14%。

此外，在钢铁或化学部门等一些碳密集型工业工艺中，氢能可以取代化石燃料，降低温室气体排放，并进一步加强这些工业的全球竞争力。除可以通过电气化以及其他可再生和低碳燃料实现的解决方案外，它还可以为交通系统中难以缓解的部分提供解决方案。逐步采用氢能解决方案还可以实现现有天然气基础设施的部分改造或再利用，帮助避免管道等资产的废弃或闲置。

在未来的综合能源系统中，氢能将与可再生电力以及更有效和循环利用的资源一起发挥作用。快速大规模部署清洁氢能源对于欧盟以成本效益的方式实现更高的气候目标至关重要，到 2030 年至少将温室气体排放量减少 50%，力争达到 55%。

对氢能的投资将促进可持续增长和就业，这对从新型冠状病毒肺炎（COVID-19）危机中复苏至关重要。欧盟委员会的复苏计划强调了对关键清洁技术和价值链启动投资的必要性。计划强调，清洁氢能是能源转型中需要解决的重要领域之一，并提到了支持该计划的许多可能途径。

此外，欧洲在清洁氢能技术制造方面具有很强的竞争力，并在清洁氢能作为能源载体的全球发展中处于有利地位。到 2050 年，欧洲在可再生氢能方面的累计投资将高达 1800-4700 亿欧元，其中 30-180 亿欧元用于基于化石能源的低碳氢能。再加上欧盟在可再生能源技术方面的领导地位，服务于众多工业部门和其他终端用途的氢能价值链的出现，可直接或间接创造 100 多万个就业岗位。分析人士估计，到 2050 年，清洁氢能源将满足 24% 的世界能源需求，年销售额将达到 6300 亿欧元。

但是，如今可再生和低碳氢能与基于化石能源的氢能相比，在成本上还没有竞争力。为利用所有与氢能有关的机会，欧盟需要采取一种战略方法。欧盟工业正在迎接挑战，并制定了一个雄心勃勃的计划，到 2030 年电解槽产量达到  $2 \times 40$  千兆瓦。几乎所有的成员国都将清洁氢能纳入了《国家能源和气候计划》，26 个成员国签署了“氢能行动计划”，14 个成员国已将氢能纳入其替代燃料基础设施国家政策框架。有些成员国已经采取了或者正在采取一项国家战略。

然而，在欧洲部署氢能面临着重大挑战，无论是私营部门还是欧盟成员国都无法独自应对。推动氢能发展迈向转折点，需要大量的投资、有利的监管框架、新的主导市场、持续的突破性技术创新、将新的解决方案推向市场、一个统一的欧盟市场才能提供的大规模基础设施网络以及与第三国伙伴合作。

欧洲国家和地区层面的所有行动者，包括公共和私营部门，必须在整个价值链上共同努力，在欧洲建立一个动态的氢能生态系统。

为实现《欧洲绿色协议》的目标，并在《欧盟委员会新的欧洲工业战略》及其复苏计划的基础上发展，本沟通函提出了欧盟如何将清洁氢能转化为可行的解决方案，以逐步实现不同部门的脱碳，到 2024 年欧盟将安装至少 6 千兆瓦的可再生氢能电解槽，到 2030 年将安装 40 千兆瓦的可再生氢能电解槽。本次交流确定了需要克服的挑战，列出了欧盟可以动用的手段，并提出了未来几年的发展蓝图。

清洁能源领域的投资已持续了 25 年，现在是时候采取行动了。该战略发展蓝图为**欧洲清洁氢能联盟**提供了具体的政策框架——在欧洲电池联盟成功的基础上，一个由政府当局、工业和公民社会合作的联盟今天正式启动，将制定一项投资议程以及确定具体的项目。它是对同时提出的**能源系统集成战略**的补充，该战略描述了欧盟能源政策的持续工作流程（包括氢能开发）将如何建立一个以可再生电力、循环、可再生和低碳燃料为核心的气候中性的综合能源系统。这两项战略都有助于实现可持续发展目标和《巴黎协定》的目标。

## 2、迈向欧洲的氢能生态系统：到 2050 年的发展蓝图

### *生产氢能、其温室气体排放和相对竞争力的不同方式*

可通过多种方法制氢。这些生产途径与各种各样的排放有关，这取决于所使用的技术和能源，且有不同的成本影响和材料要求。在本沟通函中：

- “基于电力的氢能”系指通过电解水产生的氢（在电解槽中，由电力驱动），而与电源无关。基于电力的氢能制造的整个生命周期的温室气体排放取决于发电的方式。

- “可再生氢能”系指通过电解水产生的氢（在电解槽中，由电力驱动），并利用可再生资源产生的电力。可再生氢能制造的整个生命周期的温室气体排放几乎为零。在符合可持续性要求的情况下，还可以通过改造沼气（而不是天然气）或生物质能的生化转化来生产可再生氢能。

- “清洁氢能”系指可再生氢能。

- “基于化石能源的氢能”系指使用化石燃料作为原料，通过各种工艺生产的氢能，主要是天然气的改进或煤炭的气化。这代表了今天产生的大部分氢能。生产基于化石能源的氢能的整个生命周期的温室气体排放量很高。

- “带有碳捕集功能的基于化石能源的氢能源”系基于化石能源氢能的一个分支，但作为氢能生产过程的一部分，其中捕集了排放的温室气体。生产的带有碳捕集或热解功能的基于化石能源的氢能所产生的温室气体排放量低于基于化石燃料的氢能所产生的温室气体排放量，但需要考虑到温室气体捕集的可变有效性（最大 90%）。- “低碳氢能”包括带有碳捕集功能的基于化石能源的氢能和基于电力的氢能，与当前制氢相比，低碳氢能整个生命周期的温室气体排放量明显减少。

- “氢能衍生合成燃料”系指以氢和碳为基础的各种气态和液态燃料。对于被认为是可再生的合成燃料，合成气体中的氢气应是可再生的。合成燃料包括航空用的合成煤油、汽车用的合成柴油以及用于化学品和化肥生产的各种分子。根据原料和工艺的不同，合成燃料的温室气体排放水平也不同。在空气污染方面，燃烧合成燃料产生的空气污染物排放量与化石燃料产生的类似。

如今，无论是可再生氢能，还是低碳氢能，尤其是带有碳捕集功能的基于化石能源的氢能，在成本上都无法与基于化石能源的氢能相比。目前，欧盟基于化石能源的氢能的成本估计约为每 1.5 欧元/千克，这在很大程度上取决于天然气价格，且不考虑二氧化碳的成本。如今，带有碳捕集与封存功能的基于化石能源的氢能估计成本约为 2 欧元/千克，可再生氢能为 2.5-5.5 欧元/千克。要使具有捕集碳的基于化石能源的氢能与当今的基于化石能源的氢能具有竞争力，碳价需要达到 55-90 欧元/吨之间。可再生氢能的成本正在迅速下降。在过去的十年中，电解槽的成本已经降低了 60%，且随着规模经济的发展，到 2030 年，电解槽的成本预计将减少一半。在可再生电力价格低廉的地区，预计到 2030 年，电解槽将能够与基于化石能源的氢能竞争。这些因素将是推动整个欧盟经济逐步发展氢能源的关键因素。

### *欧盟发展蓝图*

**欧盟的首要任务是开发主要利用风能和太阳能生产的可再生氢能。**从长期来看，可再生氢能是与欧盟的气候中和以及零污染目标最兼容的选择，也是与一体化能源系统最协调的选择。可再生氢能的选择建立在欧洲电解槽生产工业实力的基础上，将在欧盟内创造新的就业机会和经济增长，并支持一个成本效益高的综合能源系统。在 2050 年之前，随着技术的成熟和生产技术成本的降低，可再生氢能源应与新可再生能源发电一起逐步大规模部署。这一过程必须立即启动。

**但是，从短期和中期来看，还需要其他形式的低碳氢能，**主要是为了迅速减少当前制氢中的排放量并支持当前和未来使用的可再生氢能。

欧洲的氢能生态系统可能会以一种渐进的轨迹发展，不同行业、不同地区的发展速度不同，需要不同的政策解决方案。

**在第一阶段，即 2020 年至 2024 年，战略目标是在欧盟安装至少 6 千兆瓦的可再生氢能电解槽，**并生产多达 100 万吨的可再生氢能，对现有氢气生产进行脱碳处理，例如在化学部门，并促进在新的终端应用（如其他工业过程）和可能在重型运输中引入氢能。

在此阶段，需要扩大电解槽的制造规模，包括大型电解槽（高达 100 兆瓦）。这些电解槽可以安装在大型炼油厂、钢铁厂和化工厂现有的需求中心附近。理想情况下，它们将直接由当地的可再生能源供电。此外，将需要加氢站来给氢燃料电池客车提供燃料，并在随后的阶段中为卡车提供燃料。因此，当地也需要电解槽来供应越来越多的加氢站。不同形式的基于电力的低碳氢能，特别是那些温室气体排放量几乎为零的氢

能，将有助于扩大氢能的生产 and 市场。一些现有的制氢厂应通过使用碳捕集与封存技术进行改造来脱碳。

运输氢气的基础设施需求将仍然有限，因为最初将通过关闭生产或就地生产来满足需求，在某些地区可能会混合天然气，但应开始规划中等距离及主干传输基础设施。需要碳捕集和二氧化碳使用的基础设施，以促进某些形式的低碳氢能。

政策重点将放在一个运转良好的液态氢市场制定监管框架，并激励应用市场的供需，包括通过缩小传统解决方案与低碳可再生氢能之间的成本差距，以及制定适当的国家援助规则而实现。有利的框架条件将推动大型风能和太阳能发电厂的具体计划，这些发电厂致力于在 2030 年前生产千兆瓦规模的可再生氢能生产。

欧洲清洁氢能联盟将帮助建立强大的投资渠道。作为欧盟委员会复苏计划的一部分，“下一代欧盟”的融资工具，包括 InvestEU 计划的欧洲战略投资窗口和排放交易体系创新基金会，将加强资金支持并帮助弥合新型冠状病毒肺炎产生的可再生能源的投资缺口危机。

**在第二阶段，即 2025 年至 2030 年，氢能需要成为综合能源系统的内在一部分，其战略目标是到 2030 年在欧盟安装至少 40 千兆瓦的可再生氢能电解槽，以及生产多达 1000 万吨的可再生氢能。**

在这一阶段，可再生氢能预计将逐渐与其他形式的氢能源生产在成本上具有竞争力，但需要有专门的需求方面政策，使工业需求逐渐包括新的应用，包括炼钢、卡车、铁路和一些海运应用，以及其他运输方式。可再生氢能将开始在以可再生能源为基础的电力系统平衡中发挥作用，当可再生电力充足且廉价时，可将电力转化为氢气，并提供灵活性。氢能还将用于日常或季节性储能，作为备用并提供缓冲功能，提高中期供应的安全性。

此外，鉴于 2030 年应对气候变化的目标有所提高，进一步利用碳捕集技术改造现有的基于化石能源的氢能技术，应能继续减少温室气体和其他空气污染物的排放。

将会开发偏远地区或岛屿或区域生态系统等本地氢集群，即所谓的“氢谷”，它们将基于分散的可再生能源生产和本地需求，依靠短距离运输的本地制氢而发展。在这种情况下，专用的氢能基础设施不仅可以为工业和交通应用及电力平衡，而且还可以为住宅和商业建筑提供热量。

在这一阶段，将出现对整个欧盟范围内的物流基础设施的需求，并将采取步骤将氢能从具有巨大可再生潜力的地区运输到可能位于其他成员国的需求中心。整个欧洲电网的主干网络需要规划，并需要建立一个加氢站网络。可以将现有的燃气网部分地改用于更长距离的可再生氢能的运输，且有必要发展大规模的氢能储存设施。国际贸易也可以发展，特别是同欧盟在东欧的邻国以及同南部和东部地中海国家的贸易。

就政策重点而言，要在相对较短的时间内持续扩大规模，就需要加大欧盟的支持力度，并刺激投资，以建立一个成熟完善的氢能生态系统。到 2030 年，欧盟的目标是建成一个开放和有竞争力的欧盟氢能市场，实现不受阻碍的跨境贸易和部门间氢能供应的有效分配。

**在第三阶段，即 2030 年至 2050 年，可再生氢能技术应成熟并大规模部署，以覆盖所有难以脱碳的领域，在这些领域，其他替代能源可能不可行或成本更高。**

在此阶段，可再生能源发电量需要大量增加，因为到 2050 年，约有四分之一的可再生能源发电将用于可再生氢能生产。

尤其是，以碳中和的二氧化碳为基础的氢能和氢能衍生合成燃料，可以更广泛地渗透到经济的更广泛领域，从航空和航运到难以脱碳的工业和商业建筑。在避免生物甲烷泄漏且仅符合生物多样性目标和 EU2030 生物多样性战略中规定的原则的条件下，可持续性沼气还可能具有通过碳捕集与封存来代替制氢设施中的天然气以产生负排放的作用。

### 3、欧盟的投资议程

要在 2024 年和 2030 年之前实现此战略发展蓝图中列出的部署目标，就需要制定强有力的投资议程，以发挥协同作用，并确保不同欧盟基金和 EIB 融资之间的公共支持协调一致、利用杠杆效应以及避免过多的支持。

从现在到 2030 年，电解槽的投资可能在 240 到 420 亿欧元之间。此外，在同一时期，将需要增加 2200-3400 亿欧元的规模，将 80-120 千兆瓦的光伏和风电产生的太阳能和风能直接连接到电解槽以提供必要的电力。估计对一半现有工厂进行碳捕集与封存的改造投资约为 110 亿欧元。此外，还需要投资 650 亿欧元用于氢能的运输、分配和储存，以及加氢站。从现在到 2050 年，欧盟在生产方面的投资将达到 1800-4700 亿欧元。

最后，使终端部门适应氢能和氢基燃料也需要大量投资。例如，将一个典型的欧盟钢铁装置转化为适应氢能的装置需要投资 1.6 -2 亿欧元。在公路运输领域，要再建设 400 个小型加氢站（目前为 100 个），可能需要 8.5 亿至 10 亿欧元的投资。

为支持这些投资和建设整个氢能生态系统，欧盟委员会今天启动了**欧洲清洁氢能联盟**——在欧盟委员会的新工业战略中宣布。该联盟将在促进和实施这一战略行动以及支持投资以扩大可再生和低碳氢能的生产和需求方面发挥关键作用。从生产到运输，再到交通、工业、能源和供热应用，它在氢工业价值链中的地位牢固，并在必要时支持相关技能和劳动力市场调整。它将把行业、国家，地区和地方公共当局以及民间社会团结在一起。通过互联、以行业为基础的首席执行官圆桌会议和决策者平台，该联盟将提供一个广泛的平台，以协调所有利益相关方的投资，并吸引民间社会参与进来。

联盟的主要成果是确定并建立可行的投资项目的清晰渠道。这将促进氢能价值链上的协调投资和政策，整个欧盟私人 and 公共利益相关者之间的合作，以及在适当的时候提供公共支持，并吸引私人投资。它还将为这些项目提供认证，并允许它们在必要时找到适当的支持。此时，已经在建或宣布了 1.5-2.3 千兆瓦的新可再生氢能生产项目，并且还计划了另外 22 千兆瓦的电解槽项目，这需要进一步的完善和确认。

委员会还将跟进欧洲共同利益重要项目（IPCEI）战略论坛报告中提出的建议，以促进多个成员国之间协调一致或联合投资和行动，从而支持氢供应链。在战略论坛中，氢能生态系统内部发起的合作将有助于清洁氢能联盟迅速开展活动。反过来，联盟将同时促进一系列大型投资项目的合作，包括遵循氢能价值链的欧洲共同利益重要项目。特定的欧洲共同利益重要项目工具使国家援助能够解决大型的氢能和氢能衍生燃料综合跨境项目的市场失灵，这些项目对实现气候目标做出了重大贡献。

此外，作“下一代欧盟”复苏工具的一部分，InvestEU 项目的能力将增加一倍以上。它将继续支持氢能源的使用，特别是通过原有的四个政策平台和新的战略投资平台，以强大的杠杆效应鼓励私人投资。

将于 2020 年底采用新的可持续金融战略和欧盟可持续金融分类标准将通过促进将为脱碳做出重大贡献的活动和项目，指导关键经济部门对氢能的投资。

一些成员国已将可再生和低碳氢能确定为其国家能源和气候计划的战略组成部分。委员会将通过氢能网络与成员国交流讨论其氢能计划。成员国在新的恢复与复原机构成立背景下编制其国家复苏计划时，还将需要根据这些计划以及在欧洲半年会确定的优先事项进行创建，旨在支持成员国对可持续复苏必不可少的投资和改革。

此外，欧洲区域发展基金会和团结基金会将继续支持绿色转型，这两个基金将受益于 REACT-EU 新倡议的恢复增加行动。在 2021 至 2027 年下一个出资期的框架内，欧盟委员会将与成员国、地区和地方当局、行业和其他利益相关方合作，以便这些资金有助于支持可再生和低碳氢能领域的创新解决方案、技术转让、公私合作伙伴关系，以及用于测试新解决方案或进行早期产品验证的试点生产线。还应充分探讨公正转型机制下为碳密集地区提供的可能性。最后，将利用连通欧洲设施能源与连通欧洲设施运输之间的协同作用，为专用于氢能的基础设施、天然气网络和碳捕集项目以及为加氢站提供资金。

#### 4、提升需求并扩大生产

在欧洲建立氢能经济需要采用一个完整的价值链方法。由可再生能源或低碳能源制氢、向最终用户供应氢能的基础设施的开发以及市场需求的创造都需要同步进行，激活氢能供求量增加的良性循环。它还需要降低供应成本——通过降低清洁生产和配送技术的成本以及可负担的可再生能源成本，以确保与化石燃料的成本竞争力。在这种情况下，离网可再生氢能生产是另一种选择。

另外，这将需要大量的原材料。因此，还应在《关键原材料行动计划》、新的《循环经济行动计划》的实施以及欧盟的贸易政策方针中确保这些原料的安全，以确保对这些原材料的公平、公正的贸易和投资。还需要采用生命周期方法，以最大程度减少氢能行业对气候和环境的负面影响。

促进氢能的需求和供应可能需要各种形式的支持，这与优先部署可再生氢能的战略愿景是有区别的。在转型阶段，需要对低碳氢提供适当的支持，但这不应导致资产搁浅。修订国家援助框架，包括预计于 2021 年实施的能源和环境保护国家援助指南，将为建立全面的有利框架提供机会，以推进《欧洲绿色协议》，特别是脱碳，包括氢能方面的相关发展，同时限制其他成员国潜在的竞争扭曲和不利影响。

##### *刺激终端部门的需求*

建立新的应用市场与扩大制氢规模密切相关。两个主要的应用市场（工业应用和运输市场）可以逐步发展，通过成本效益为导向挖掘氢能的潜力，实现气候中性经济。

工业上的一项直接应用是减少和取代炼油厂、制氨和新形式的甲醇生产中的碳密集氢的使用，或在炼钢中取代部分化石燃料。在第二阶段，根据欧盟委员会的新工业战略，氢能可以成为投资和建设欧盟零碳炼钢工艺的基础。

在运输中，在电气化比较困难的领域，氢能也是一个很有前途的选择。在第一阶段，在无法电气化的情况下，氢能的早期使用可能出现在专用场所，如本地城市公交车、商业车队（如出租车）或铁路网的特定部分。虽然加氢站可以很容易地由区域或当地的电解槽提供，但其部署将需要建立在对车队需求以及轻

型和重型车辆不同需求的明确分析之上。

考虑到高二氧化碳排放，应进一步鼓励将氢燃料电池用于重型公路车辆以及包括长途客车、特殊用途车辆和长途公路货运在内的电气化。一旦燃料电池技术足够成熟且具有成本效益，《二氧化碳排放标准条例》中规定的 2025 年和 2030 年目标将成为建立氢能解决方案领先市场的重要动力。地平线 2020 燃料电池和氢能联合企业（FCH-JU）的项目旨在加速欧洲的技术领先。

氢燃料电池列车的开发可根据其它可行列车商业路线进行，这些路线很难实现电气化或实现电气化的成本效益低：如今仍有约 46% 的干线网络由柴油技术提供服务。如今，某些燃料电池氢能列车应用（如多单元）已经可以在成本上与柴油竞争。

对于内河航运和短途航运，氢能可以成为低排放的替代燃料，特别是《欧洲绿色协议》强调，海事部门的二氧化碳排放必须要付出一定的代价。将燃料电池的功率从一兆瓦提高到多兆瓦，并使用可再生氢能来生产合成燃料、甲醇或氨——具有更高的能量密度——这对于长距离和深海运输而言是必需的。

通过生产液态合成煤油或其他合成燃料，从长远来看，氢能可以成为使航空和海事部门脱碳的一种选择。虽然这些是可与现有飞机技术一起使用的“完全替代”燃料，但必须考虑到能源效率方面的影响。从长期来看，需要适应飞机设计的氢动力燃料电池或基于氢能的喷气发动机也可能成为航空业的一种选择。要实现这些雄心壮志，就需要为长期的研究和创新努力制定发展蓝图，包括欧洲地平线项目下的燃料电池和氢能联合企业，以及氢能联盟可能采取的行动。

欧盟委员会将在即将出台的《可持续和智能出行战略》中讨论氢能在交通部门的使用问题，该战略在《欧洲绿色协议》中宣布，将于 2020 年底前提交。

在工业应用和运输中使用氢能的关键限制因素往往是较高的成本，包括对氢能基础设施、储存和燃料补给设施的额外投资。此外，由于国际竞争，最终工业产品的利润微薄加剧了供应链风险和市场不确定性的潜在影响。

因此，将需要需求方支持政策。欧盟委员会将在欧盟层面考虑采取各种激励措施，包括可能特定的终端部门对可再生氢能或其衍生物实行最低份额或配额（如化学部门或运输应用等某些行业），从而允许需求有针对性地驱动。在这种情况下，可以探索虚拟混合的概念。

### *扩大生产规模*

尽管大约有 280 家公司活跃于电解槽的生产和供应链中，且有超过 1 千兆瓦的电解槽项目正在筹建中，但欧洲目前的电解槽总产能每年低于 1 千兆瓦。为在 2030 年之前达到 40 千兆瓦电解槽产能的战略目标，需要与欧洲清洁氢能联盟、成员国和领先地区以及支持计划进行协调，才能使氢能成为具有成本竞争力的产品。随着供应链的发展，用于扩大氢能生产的技术（如光伏和风能发电以及碳捕集的使用和封存）将越来越有竞争力。

为启动氢能的发展，欧洲工业以及投资者需要在转型中明确，特别是在整个欧盟对以下方面的认识：（i）需要在欧洲开发的氢能生产技术；以及（ii）可以视为可再生和低碳氢能的内容。欧盟的最终目标很明确：以可再生氢能源和可再生电力为核心的气候中性能源系统整合。由于这将是一项需要很长一段时间才能完成的挑战，欧盟需要仔细规划这一转型，同时考虑到目前各成员国的出发点和基础设施可能存在的差异。



为在转型阶段根据氢的碳减排优势制定支持性政策框架以及告知客户，委员会将努力在影响评估的基础上迅速引入欧盟范围内的工具。这将包括一项通用低碳门槛/标准，以便根据制氢装置的全生命周期温室气体性能来推广该装置，可以针对现有的排放交易体系制氢基准来定义。此外，它可能包括可再生和低碳氢能认证的全面术语和欧洲标准，可能以现有的排放交易体系监测、报告和核查以及《可再生能源指令》中的规定为基础。该框架可基于整个生命周期温室气体排放，考虑行业倡议所开发的现有 CertifHy 方法，并与欧盟可持续投资分类法保持一致。原产地保证（GO）和可持续性证书在可再生能源指令中发挥的特定、互补功能可以促进最具成本效益的生产和欧盟范围内的贸易。

关于基于电力的氢能，随着时间的推移，可再生能源在发电中所占的份额不断增加，加上排放交易体系对整个欧盟电力中二氧化碳排放的上限，上游的二氧化碳排放将会降低，而在绿色能源中，氢的使用正在取代下游的化石燃料。电力行业的二氧化碳排放仍然与促进制氢的政策有关，因为应避免间接支持电力生产；特别是在电网中可再生电力供应充足的时候，对氢的电力需求应被激活。对于带有碳捕集功能的基于化石能源的氢能，欧盟委员会将解决天然气生产和运输过程中上游甲烷排放问题，并提出缓解措施，作为即将出台的欧盟甲烷战略的一部分。

### *扩大氢能规模的支持性政策框架*

一个具有激励和支持性的政策框架需要使可再生能源以及在转型时期的低碳氢能以尽可能低的成本促进脱碳，同时考虑到如工业竞争力及其对能源系统的价值链影响的其他重要方面。欧盟已经有了支持性政策框架的基础，特别是可再生能源指令和排放交易体系（ETS），而下一代欧盟、2030 年气候目标计划和工业政策则提供了工具和财政资源，加快我们为实现可持续恢复所做的努力。

排放交易体系作为一种基于市场的工具，已经通过碳定价提供了一种技术中立的、涵盖整个欧盟范围的激励措施，以实现其所有涵盖行业的低成本脱碳。加强的排放交易体系以及宣布的作为《绿色交易》一部分的潜在范围扩大，将逐步加强这一作用。虽然排放交易体系涵盖了几乎所有现有的基于化石的制氢，但是认为相关部门存在严重的碳泄漏风险，因此可以按基准水平的 100% 获得自由分配。根据排放交易体系指令的规定，自由分配的基准将在第 4 阶段进行更新。在即将进行的中排放交易体系修订，欧盟委员会可能会考虑如何进一步鼓励可再生和低碳氢气的生产，同时适当考虑面临碳泄漏的行业风险。如果世界各国的气候雄心存在差异，欧盟委员会将在 2021 年提出碳边界调整机制，以降低碳泄漏风险，与世贸组织的规则完全兼容，并将研究对氢能的影响。

在可再生和低碳氢能具备成本竞争力之前，需要扩大其规模，因此，在遵守竞争规则的前提下，支持方案可能还需要一段时间。一种可能的政策工具是为碳差价合约（“CCfD”）创建招标系统。与公众同行签订的这种长期合同，将以明确的方式支付排放交易体系中二氧化碳执行价格与实际二氧化碳价格之间的差额，从而为投资者提供报酬，进而弥补了传统制氢的成本差距。可以采用差异碳合同试点计划的领域旨在：加速替换炼油厂和化肥生产中的现有制氢设施、低碳钢和圆钢以及基本化学品，并支持在海事部门使用氢和氨等衍生燃料，以及在航空部门使用合成低碳燃料。它可以在欧盟或国家层面实施，包括得到排放交易体系创新基金会的支持。应仔细评估这些措施的相称性及其对市场的影响，确保它们符合《国家能源和环境保护援助准则》。

最后，可以计划通过竞争性招标对可分配的可再生氢能进行直接、透明、以市场为基础的支助计划。应在透明、高效和竞争激烈的氢能和电力市场内协调与市场兼容的支

持，该市场应提供价格信号，奖励电解槽为其提供给能源系统的服务（如灵活性服务、提高可再生生产水平、减轻可再生激励措施的负担）。

总体而言，考虑到氢燃料的种类和成员国基础不同，这一做法允许对促进需求和供应的不同支持，符合国家援助政策。对可再生和低碳氢能生产装置和技术（如电解槽）的投资可以申请欧盟资助。此外，可再生和低碳氢能的差异碳合同可以为各部门的早期部署提供初步支持，直到它们足够成熟，且本身具有成本竞争力为止。对于可再生氢能源，也可以考虑直接以市场为基础的支助计划和配额。这将允许在未来十年内在整个欧盟启动一个大规模的氢能生态系统，并在之后实现全面的商业部署。

## 5、氢能基础设施和市场规则的框架设计

### 基础设施的作用

在欧盟广泛使用氢能作为能源载体的一个条件是，拥有连接供需的能源基础设施。在技术上可行的情况下，可通过管道运输氢，也可以通过非网络运输方式运输，如卡车或船舶停靠在经过改造的液化天然气接收站。运输可以是纯气态或液态氢的形式，也可以是更容易运输的较大分子的形式（如氨或液态有机氢载体）。氢能也可以提供周期性或季节性储能（如在盐穴中），以生产电力以满足高峰需求，确保氢供应，并允许电解槽灵活运行。

氢能基础设施需求最终将取决于制氢模式和需求以及运输成本，并与制氢发展的不同阶段联系起来，在 2024 年后显著增加。此外，可能需要基础设施来支持碳捕集的使用和封存，以生产低碳氢能和合成燃料。按照上述分步进行的方法，对氢能的需求最初可通过工业集群和沿海地区的生产和需求之间现有的“点对点”联系就地（来自当地可再生资源或天然气）生产来满足。在天然气和电力市场中，有关所谓的封闭式配电系统、直接线路或豁免的现有规则可为如何解决这一问题提供指导。

在第二阶段，当地的氢能网络将出现，以满足额外的工业需求。随着需求的增长，必须确保氢能的制取、使用和运输得到最优化，并且可能需要进行更远距离的运输，以通过改进跨欧洲能源网络（TEN-E）和审核，从而为竞争性脱碳天然气市场建立国内天然气市场立法，进而确保整个系统高效。为确保纯氢市场的互通性，可能有必要制定通用的质量标准（如纯度和污染物阈值）或跨境操作规则。

该过程应与通过加氢站网络满足运输需求的策略相结合，并与对替代燃料基础设施指令的审查和跨欧洲运输网络（TEN-T）的修订联系在一起。

随着低热值气体的逐步淘汰以及 2030 年后对天然气的需求下降，可以将现有泛欧天然气基础设施的组成部分重新利用，以提供大规模跨界氢气运输所需的基础设施。重新利用可能与（相对有限）新建的氢气专用基础设施相结合，为经济高效的能源转型提供机会。

然而，现有的天然气管道由网络运营商拥有，而通常不允许这些运营商拥有、运营和资助氢管道。为了重新利用现有资产，必须评估其技术适用性，并且在竞争性脱碳天然气管道的监管框架进行审查时，应考虑到整个能源系统的角度来进行此类融资和运营。完善的基础设施规划，如十年网络发展计划（TYNDP），需要在投资决策的基础上进行。这种规划还应提供信息，并作为鼓励私人投资者在最佳地点投资的依据。因此，委员会将确保氢基础设施充分纳入基础设施规划中，包括通过修订跨欧洲能源网络和十年网络发展计划（TYNDP），同时还要考虑到加氢站的网络规划。

在天然气网络中以有限比例混合氢气，可使局部网络在转型阶段实现分散可再生氢能生产。但是，混合效率较低，并降低了氢能的值。混合天然气还会改变欧洲消耗的天然气质量，并可能影响天然气基础设施的设计、最终用户应用程序和跨境系统互通性。因此，如果接壤成员国接受不同程度的混合，跨境流动受阻，混合就有分裂内部市场的风险。为缓解这种情况，需要评估调整质量的技术可行性和处理气体质量差异的成本。当前的天然气质量标准（国家标准和 CEN 标准）需要更新。此外，可能需要加强手段，以确保跨境协调和系统互操作性，使气体在成员国之间畅通无阻地流动。需要仔细考虑这些方案对能源系统脱碳的贡献以及经济和技术影响。

### *促进流动性市场和竞争*

由于欧盟成员国在生产可再生氢能方面具有不同的潜力，因此开放、竞争激烈的欧盟市场具有不受阻碍的跨境贸易，对于竞争、可负担性和供应安全具有重要好处。

朝着以商品为基础的氢能交易的流动市场迈进，将有助于新的生产商进入，并将有利于与其他能源载体的深度整合。它将为投资和运营决策提供可行的价格信号。在认识到内在差异的同时，可以在竞争性脱碳气体的气体立法审查后，为氢能市场考虑为能够为电力和天然气市场（如获取交易点和标准产品定义）制定有效商业运作的现有规则。

为促进氢燃料的使用，并发展一个新生产商也能迅速匹配到客户的市场，氢能基础设施应在非歧视性的基础上对所有人开放。为塑造公平竞争的市场环境，网络运营商必须保持中立。为减少不必要的市场准入负担，需要制定第三方准入规则，将电解槽连接到电网以及简化许可和管理障碍的明确规则。未雨绸缪，可以避免沉没投资和事后干预的成本。

一个开放且有竞争力的欧盟市场，其价格可以反映能源运营商的生产成本、碳成本以及外部成本和收益，将有效地为最重视氢能的终端用户提供清洁而安全的氢能。必须确保氢能与其他载体得到同等对待，从而不会扭曲不同能源载体的相对价格。可靠的相对价格信号不仅使能源用户能够就在哪里使用哪种能源载体做出明智的决定，还意味着他们可以在消耗能源与不消耗能源之间做出有效的决策，即在投资节能措施时进行最佳权衡。

## **6、促进氢能技术的研究与创新**

欧盟多年来一直支持氢能的研究和创新，从传统的合作项目开始，随后主要是与燃料电池和氢能联合企业（FCH JU）合作。这些努力使几项技术日趋成熟，在前景广阔的应用中开发了备受瞩目的项目，使欧盟在未来技术（尤其是在电解槽、加氢站和兆瓦级燃料电池方面）处于全球领导地位。欧盟资助的项目还可以增进对适用法规的了解，以促进欧盟氢能的生产和利用。

为确保完整的氢能供应链服务于欧洲经济，需要进一步的研究和创新努力。

首先，在发电方面，这将需要升级到更大规模、千兆瓦范围内的更高效、更具成本效益的电解槽，再加上大规模生产能力和新材料，可为广大消费者提供氢能。作为第一步，今年将启动对 100 兆瓦电解槽的提案征集。还需要激励和制定技术准备水平较低的解决方案，例如，从海藻、直接太阳能水分解或以固态碳为副产物的热解过程中制氢，同时充分注意可持续性要求。

其次，基础设施需要进一步发展，以实现氢能的大量存储和远距离配送。将现有天然

气基础设施改用于运输氢能或氢基燃料，也需要进一步的研究、发展和创新活动。

第三，需要进一步发展大规模的终端应用，特别是在工业（如在炼钢中使用氢能取代炼焦煤或在化学和石化工业中提高可再生氢气的比例）和运输业方面（如重型公路运输、铁路运输、水路运输和航空运输）。应当对包括安全性维度在内的规范前研究进行量身定制，以协助部署计划并实现改进的统一标准。

最后，需要进行进一步的研究，以支持一些跨领域的政策制定，特别是改进和统一（安全）标准以及监测和评估对社会和劳动力市场的影响。必须制定可靠的方法评估氢技术及其相关价值链的环境影响，包括其整个生命周期的温室气体排放和可持续性。重要的是，在减少、替代、重用和回收材料的同时确保关键原材料的供应，需要根据未来预期会增加的部署情况进行彻底评估，并应适当注意确保欧洲境内的供应安全和高水平的可持续性。

对于整个氢能价值链中的大规模高影响力项目，还需要欧盟的研究和创新支持，其中包括大规模的电解槽（数百兆瓦的电力用于清洁电力生产，并向工业地区或绿色机场和港口（如绿色协议中提出的）提供可再生氢气，这些设施能够在现实生活环境中测试技术）。

为应对所有这些挑战，委员会将开展一系列针对研究、创新和相关国际合作的行动，以支持能源和气候政策目标。

在研究与创新框架欧洲地平线计划下，提出一个制度化的“清洁氢能伙伴关系”，主要侧重于可再生氢气的生产、运输、配送和储存以及选定的燃料电池最终使用技术。清洁氢能伙伴关系将支持技术的研究、开发和演示，以使它们做好进入市场准备，而清洁氢能联盟将汇集资源以扩大规模和影响工业化进程，以实现进一步的成本降低和竞争力。委员会还建议通过与欧洲地平线提议的重要伙伴关系（特别是在运输和工业方面）的协同增效作用，增加对关键部门氢能终端的研究和创新的支持。这些伙伴关系之间的密切合作将支持氢能供应链的发展，并共同扩大投资。

此外，排放交易体系创新基金会将筹集约 100 亿欧元，在 2020-2030 年期间支持低碳技术，有潜力促进创新氢基技术的首次展示。该基金会可以大大减少大型和复杂项目的风险，因此提供了一个独特的机会，为大规模推广这些技术作好准备。于 2020 年 7 月 3 日启动了对基金会的提案的首次征集活动。

委员会还将通过专门工具（如 InnovFin 能源示范项目——InvestEU），提供有针对性的支持，以建设必要的能力，从而为财务上合理且可行的氢能项目做出准备，在相关的国家和地区计划中将其确定为优先项目，结合凝聚政策以及欧洲投资银行咨询中心或欧洲地平线的咨询和技术援助。例如，氢谷合作已经在支持创新氢能生态系统。在下一个资助期，一个专门的区域间创新投资工具，在碳密集地区开展氢能技术试点行动，将在欧洲区域发展基金的框架内支持创新价值链的发展。

还将确保在战略能源技术（SET）计划的优先事项范围内，与成员国的研究和创新工作进行合作。将寻求与其他工具（如创新基金会或结构基金会）的协同效应，以通过首个示范项目来弥合死亡谷，这反映了整个欧盟可再生和低碳氢气的机会的多样性。

## 7、国际方面

国际层面是欧盟政策方针不可分割的一部分。清洁氢气为**重新设计欧洲与邻国和地区**以及**其国际、区域和双边合作伙伴的能源伙伴关系**，促进供应多样化并帮助设计稳定

和安全的供应链提供了新的机会。与《欧洲绿色协议》的外部维度一致，欧盟对将氢能问题放在其外部能源政策议程上，继续投资于气候、贸易和研究活动方面的国际合作，并将议程扩大到新的领域。

多年来，氢能研究一直是国际合作的基础。欧盟与美国和日本共同制定了针对氢能价值链不同领域的最具雄心的研究计划，而建立的**国际氢经济合作计划（IPHE）**成为这方面的第一个工具。

全球对清洁氢能的兴趣正在增长。一些国家正在根据国家氢能战略制定雄心勃勃的研究计划，国际氢能贸易市场很可能会发展起来。美国和中国在氢能研究和工业发展方面进行了大量投资。欧盟现有的一些天然气供应商和具有强大可再生能源潜力的国家正在考虑向欧盟出口可再生电力或清洁氢能的机会。例如，由于非洲具有丰富的可再生能源潜力，尤其是北非，其地理位置优越，它是欧盟具有成本竞争力的可再生能源的潜在供应商，要求在这些国家大力推广可再生能源发电。

在这种情况下，欧盟应积极促进与邻近国家和地区在清洁氢能方面进行合作的新机会，以此为这些国家和地区的清洁能源转型做出贡献，并促进可持续的增长与发展。考虑到自然资源、物理上的相互联系和技术发展，东部邻国——特别是乌克兰和南部邻国国家——应成为优先伙伴。合作应涵盖从研究和创新到监管政策、直接投资以及氢及其衍生品以及相关技术和服务的失真和公平的贸易。据行业估计，到 2030 年，东部和南部地区可能会安装 40 千兆瓦的电解槽，以确保与欧盟的跨境贸易能够持续。实现这一雄心勃勃的目标，以及向欧盟提供大量可再生氢能源，应在能源合作和外交方面加以解决。

为支持欧洲邻国对清洁氢能的投资，欧盟委员会将动员包括邻国投资平台在内的可用融资工具，该平台多年来一直为伙伴国的清洁能源转型项目提供资金。委员会还准备支持国际金融机构提出的与氢能有关的新项目建议，以便通过这一混合设施进行可能的联合融资，例如在西巴尔干投资框架的背景下。

与西巴尔干达成的《欧盟稳定与联合协定》以及与邻国达成的《联合协定》，为这些国家参与与欧盟的联合氢能研究与开发计划提供了政治框架。能源界和运输界将在促进欧盟法规、标准和清洁氢能源方面发挥关键作用，包括部署新的基础设施，如加氢站网和相关的现有天然气网的再利用，作为区域部门的国际合作论坛。将鼓励巴尔干半岛西部和乌克兰参加清洁氢能联盟。

与南部邻国伙伴的能源对话将有助于确定和推进共同议程，并确定项目和联合活动。还应通过区域合作论坛（如“地中海能源论坛”）来促进与行业的合作。欧盟委员会将在《非洲-欧洲绿色能源倡议》的背景下探索支持公共和私营伙伴提高清洁氢能机会意识的机会，包括联合研究和创新项目。它还将通过欧洲可持续发展基金会审议可能的项目。

更广泛地说，氢能可以成为欧盟国际、地区和双边能源和外交努力的主流，也可以成为气候、研究、贸易和国际合作的主流。与国际合作伙伴达成广泛协议，将为建立一个基于规则的全球市场创造条件，为欧盟市场提供安全和有竞争力的氢能供应。尽早采取行动将是防止出现市场壁垒和贸易扭曲的关键。在这种情况下，将在正在进行的欧盟贸易政策审查的背景下，对如何解决氢能贸易和投资可能出现的扭曲和壁垒进行评估。此外，可以促进欧盟法规，标准和技术的双边对话。

此外，欧盟应在多边论坛中促进国际标准的制定，并确立通用的定义和方法，确定生产和最终使用的每单位氢能的总排放量以及国际可持续性标准。欧盟已高度参与了国

际氢经济合作计划，并在“创新使命和清洁能源部长氢能行动计划”（CEM H2I）下共同领导了新的清洁氢能任务。国际合作也可以通过国际标准化组织和联合国全球技术法规（联合国欧洲经济委员会、国际海事组织）来扩大，包括统一氢能汽车的法规。二十国集团框架下的合作，以及与国际能源署（IEA）和国际可再生能源机构（IRENA）的合作，为交流经验和最佳做法创造了更多机会。

最后，为降低欧盟市场经营者在进口和出口方面的外汇风险，促进欧元国际氢能市场的结构化发展十分重要。作为一个新兴市场，欧盟委员会将制定以欧元计价的氢能交易基准，从而有助于巩固欧元在可持续能源贸易中的作用。

## 8、结论

可再生和低碳氢能有助于在 2030 年前减少温室气体排放，促进欧盟经济复苏，并通过替代化石燃料和难以脱碳行业的原料，成为 2050 年实现气候中性和零污染经济的关键基石。可再生氢能也为研究和创新、维持和扩大欧洲的技术领先地位、在整个价值链和整个欧盟创造经济增长和就业机会提供了独特的机会。

这就要求在国家和欧洲各区域制定雄心勃勃、协调良好的政策，并与国际伙伴就能源和气候问题进行外交宣传。该战略将不同的政策行动融合在一起，涵盖了整个价值链以及工业，市场和基础设施的角度，以及研究和创新的观点以及国际层面，以创造一个有利于扩大氢能供应的环境以及对气候中立经济的需求。欧盟委员会邀请欧洲议会、欧洲理事会、其它欧盟机构、社会伙伴和所有利益相关者讨论如何利用氢能的潜力，以使我们的经济脱碳，同时使其更具竞争力，这一切都建立在本沟通函所列的措施基础上。

### 关键行动

#### 欧盟的投资议程

- 在 2020 年末之前，通过**欧洲清洁氢能联盟**，制定一项投资议程，以促进氢能生产和使用的推广，并建设一条具体的项目渠道。
- 自 2021 年起，在欧盟委员会的复苏计划的背景下，特别是通过 InvestEU 的**欧洲战略投资窗口**，支持对清洁氢能的**战略投资**。

#### 促进需求和扩大生产

- 在委员会即将发布的《**可持续和智能出行战略**》及相关政策倡议（2020 年）中，提出措施以促进氢及其衍生物在交通运输领域的使用。
- 在现有《可再生能源指令》（2021 年 6 月之前）的现有条款基础上**探索针对可再生氢能的其他支持措施**，包括终端领域的需求方政策。
- 根据制氢装置整个生命周期的温室气体性能，制定推广氢能生产装置的通用**低碳门槛/标准**（2021 年 6 月之前）。
- 在 2021 年 6 月之前，为可再生和低碳氢能的认证引入一个**全面的术语和全欧洲标准**。

- 最好是在欧盟层面制定一个试点计划，实施**差异碳合同计划**，特别是支持低碳和圆钢以及基本化学品的生产。

#### 设计扶持和支持框架：支持计划、市场规则和基础设施

- 开始规划氢能基础设施**，包括《跨欧洲能源和运输网络》和《十年网络发展计划》（TYNDP）（2021年）中的氢能基础设施，同时还要考虑到加氢站网络的规划。
- 在《替代燃料基础设施指令》和《跨欧洲交通运输网条例》（2021年）的修订中，**加速部署不同的加氢基础设施**。
- 设计**有利于氢能部署的市场规则**，包括消除障碍，以有效开发氢能基础设施（如通过改变用途），并通过即将进行的立法审查（如为具有竞争力的脱碳气体市场审查气体立法，2021年），确保氢能生产商和客户进入流通市场，以及内部气体市场的完整性。

#### 促进氢能技术的研究与创新

- 推出 100 兆瓦的电解槽以及绿色机场和港口的提议**，作为地平线 2020（2020 年第 3 季度）下欧洲绿色协议的一部分。
- 建立“**清洁氢能伙伴关系**”，重点关注再生氢能的生产、储存、运输、配送和关键组成部分，以有竞争力的价格提供清洁氢的优先最终用途（2021年）。
- 按照战略能源技术计划，指导**支持氢能价值链的重点试点项目**的发展（从 2020 年起）。
- 通过发起**排放交易体系创新基金会**下的提案征集活动（首次征集于 2020 年 7 月启动），促进基于氢能的创新技术示范。
- 根据碳密集地区氢技术的一致性政策，呼吁采取**跨区域创新**试点行动（2020年）。

#### 国际方面

- 加强欧盟在国际论坛上有关氢能的技术标准、法规和定义的领导地位。
- 在使命创新（MI2）的下一个任务中**制定氢能任务**。
- 促进与南部和东部邻国伙伴级能源共同体国家（特别是乌克兰）在可再生电力和氢能方面的合作。
- 在《非洲-欧洲绿色能源倡议》框架内，制定了**与非洲联盟开展再生氢能合作进程**。
- 在 2021 年前制定**欧元计价交易基准**。