

推动清洁氢标准 优化与国际协同 实现氢的气候效益最大化

PROMOTE OPTIMIZATION OF CLEAN HYDROGEN STANDARDS AND INTERNATIONAL ALIGNMENT

Maximizing the Climate Benefits of Hydrogen

H₂





作者

肖晨江 中国氢能联盟研究院
赵 东 中国氢能联盟研究院
林汉辰 中国氢能联盟研究院
冉 泽 美国环保协会北京代表处
李蕴洁 美国环保协会北京代表处

目录

各国对清洁氢气的定义	2
各国氢能产业现状	4
世界各国清洁氢标准的最新进展	8
世界各国正积极推动国际清洁氢标准的协同互认	13
中国正积极推动清洁氢标准制定及国际协同	17
中国清洁氢标准优化及国际协同相关建议	19



近年来，世界各国都在积极推动氢能产业的发展，发布氢能相关政策及战略，提供大量的资金支持，以促进氢能的快速发展和应用。由于氢能产业的发展对实现全球能源转型和应对气候变化至关重要，因此，建立针对氢气的环境和可持续性标准、法规和认证体系，考虑氢能产业链潜在的气候风险，对于促进清洁氢的大规模应用至关重要。目前，全球范围内已经有多个国家、地区和国际组织制定了清洁氢认证相关的标准，并正在开发不同国家和地区间标准的互认计划，这不仅能够确保氢气的气候效益和可持续性，也有助于促进氢气的国际间贸易，帮助世界各国实现其脱碳目标。

本报告梳理了美国、欧盟、英国等多个国家出台的清洁氢相关标准，以及各国间正在开展的清洁氢标准国际协同和互认行动，为中国建立清洁氢标准提供了建议。

各国对清洁 氢气的定义



目前国际上对于清洁氢气存在多种概念和术语，包括“清洁氢”、“可再生氢”、“低碳氢”等，各国对这些概念也存在不同的定义及标准，具体如下：

一、美国“清洁氢”定义及认定标准

2022年8月，美国《通胀削减法案》将“清洁氢”定义为“通过一种工艺生产的氢气，该工艺生产每千克氢气的生命周期温室气体排放量不大于4千克二氧化碳当量”。

二、欧盟对“可再生氢”和“低碳氢”的定义

根据欧盟关于可再生氢的两项授权法案，“可再生氢”是指通过可再生电力电解水制取的氢气，也被称为“非生物来源的可再生燃料”。

根据欧盟“氢气和脱碳气体市场一揽子立法”（Hydrogen and Decarbonized Gas Market Package），“低碳氢”是指来自不可再生资源的氢气，其温室气体排放量相比于化石燃料应至少减少70%。

三、中国的“低碳氢”“清洁氢”与“可再生氢”定义及标准

根据中国氢能联盟的《低碳氢、清洁氢与可再生氢的标准与评价》，“低碳氢”的温室气体排放阈值为14.51千克二氧化碳当量/千克氢气，“清洁氢”和“可再生氢”的阈值为4.9千克二氧化碳当量/千克氢气，同时“可再生氢”要求其制氢能源为可再生能源。



各国氢能 产业现状



一、各国氢能战略概况

近年来，重要国家和地区纷纷制定氢能发展战略，并把清洁氢标准作为支撑氢能产业发展的重要基础。截至2023年底，全球公布氢能战略的国家和地区超50个。

1. 中国

2022年3月，中国氢能产业顶层设计《氢能产业发展中长期规划（2021—2035年）》正式出台，明确氢能产业是未来国家能源体系的重要组成部分、用能终端实现绿色低碳发展的重要载体、战略性新兴产业和未来产业重点发展方向；提出“构建清洁化、低碳化、低成本的多元制氢体系”。

2. 美国

美国能源部于2023年6月发布《国家清洁氢能战略和路线图》，提出到2030年、2040年和2050年，美国清洁氢产量分别达到每年1000万吨、2000万吨和5000万，为清洁氢的发展设立了综合框架与路线图。此外，2021年发布的《基础设施投资和就业法案》为清洁氢的生产提供了95亿美元的投资，2022年发布的《通胀削减法案》也会为清洁氢的生产提供税收抵免。

3. 欧盟

欧盟在2022年发布了REPowerEU计划，提出2030年本土氢产量1000万吨/年，氢进口量1000万吨/年的目标。2023年发布的《净零工业法案》将电解槽和燃料电池列为8大净零战略技术之一，提出到2030年电解槽装机容量达到100GW。2023年11月，作为欧盟绿色新政和“Fit for 55”战略的重要内容，经修订的欧盟可再生能源法令（REDIII）正式生效，为可再生氢的发展制定了具有约束力的目标：在运输部门，到2030年，先进生物燃料（advanced biofuels）和包括氢气在内的非生物来源的可再生燃料（renewable fuels of non-biological origin, RFNBO）的比例需要达到5.5%，其中RFNBO至少需要达到1%；在工业领域，成员国应确保到2030年，符合RFNBO的氢气占工业中用于最终能源和非能源用途的42%；到2035年，比例至少达到60%。

4. 英国

2022年，英国政府发布《能源安全战略（BESS）》，将英国氢能发展目标翻倍，即在可负担性和物有所值的情况下，到2030年英国低碳氢产能达到10GW，其中至少一半来自电解水制氢；作为阶段性目标，到2025年，英国投入运行或在建的可再生能源电解水制氢和化石能源制氢+CCS项目需分别达到1GW。

5. 德国

2023年7月，德国政府通过新版《国家氢能战略》，计划到2030年将国内电解水制氢能力的目标从5GW提高到至少10GW；并建立高效的氢能基础设施，在2027/2028年前改造和新建超1800公里的氢气管道。

6. 日本

2023年6月,日本经济产业省发布《氢能基本战略(修订版)》,进一步提出2040年氢能发展目标为1200万吨(含氨)/年。2024年5月,日本议会通过《氢能社会促进法案》。法案规定日本政府将对在2030年前开始供应低碳氢气的项目生产商提供长达15年的补贴。根据该法案政府将出资3万亿日元(约192.4亿美元)支持清洁氢推广。

二、国际国内氢能生产现状

根据中国氢能联盟研究院的数据,中国是世界上最大的制氢国,2023年氢气产量约3550万吨,以化石原料制氢为主。近年来,中国可再生能源制氢产业蓬勃发展,截止到2024年中,中国已规划可再生能源制氢项目超过350个,规划产能近700万吨,其中已建成运营近80个,建成运营产能超10万吨/年”。

2023年,全球氢气需求超1亿吨,同比增长2%。目前欧美主要国家仍以天然气制氢为主。以七国集团(G7)为例,除日本外,其它国家和地区天然气制氢比例均高达80%左右。全球清洁氢项目产能规模近240万吨/年,其中可再生能源电解水制氢项目累计数量超400个,累计产能超15万吨/年。

三、国际氢能贸易

由于氢能及其衍生品在绿色低碳转型中的重要作用,国际间氢能贸易合作机遇日益显现。根据氢能理事会(Hydrogen Council)发布的报告《Global Hydrogen Flows-2023 Update》,2030年全球清洁氢(包含低碳氢和可再生氢)年需求有望超过4000万吨,其中2000万吨需要进行长距离国际贸易和运输;2050年,清洁氢年需求有望达到约3.75亿吨,其中2亿吨需要进行长距离国际贸易和运输。

国际能源署(IEA)在其《全球氢能回顾2023》报告中提出,在净零排放情景中,到2030年,超过20%的商用氢和氢基燃料需求是通过国际贸易实现的。根据已宣布的出口型项目,到2030年世界上每年可出口1600万吨低排放氢。

目前,全球范围内对于清洁氢的标准及认证尚未统一。不同的国家和地区可能根据自身的情况和利益,制定不同的清洁氢标准及认证体系,包括生产过程中的碳排放限制、可再生能源比例等。这种标准及认证体系的不一致性增加了氢能贸易的复杂性和不确定性,同时直接影响到市场的接受度,有可能对国际间的氢能贸易造成一定的阻碍。

四、氢气的气候影响

推动氢能产业的健康发展,必须考虑氢的潜在气候影响,才能真正推动全球能源转型的进程。当前,大多数的氢气生产仍来自于化石燃料,加装碳捕集装置、发展可再生能源制氢已成为大势所趋。然而,氢气排放问题尚未得到足够重视。

氢气排放在大气中会引发一系列反应，增加甲烷、对流层臭氧和平流层水蒸气的浓度，从而产生间接的温室效应。据《Nature》子刊《通讯——地球与环境》发表的一项研究称，在20年尺度内，氢气的增温效应约是二氧化碳的37倍。根据美国环保协会（EDF）的最新研究，若在氢气的生命周期温室气体排放评估中考虑氢气泄漏问题，氢气系统替代化石燃料所带来的气候效益将低于预期。

因此，为了发挥氢气最大的气候效益，需要尽量减少氢能产业链中的排放，推动低排放的清洁氢的发展和應用，并建立清洁氢的认证标准。

五、清洁氢标准的重要性

清洁氢标准是中国双碳和氢能产业标准体系的重要组成部分。2023年8月，国家标准委与国家发展改革委等多部委联合发布《氢能产业标准体系建设指南（2023版）》，提出建立健全氢能制、储、输、用全产业链发展的标准体系，统筹推进各类标准的制定与实施。2024年6月，生态环境部等15部门联合发布《关于建立碳足迹管理体系的实施方案》，提出优先聚焦包括氢在内多个重点产品，制定发布碳足迹核算规则标准。

清洁氢标准是推动氢能产业低碳化、绿色化、规模化发展的重要工具。清洁氢标准的完善可以全面、准确、科学衡量氢能产业的碳排放现状，识别氢的绿色低碳属性，对于推动氢能产业高质量发展具有重要的支撑作用。

清洁氢标准是开展国际氢能贸易和国际合作的重要保障。随着全球对氢能作为清洁能源的重视程度日益提高，氢气及其衍生品国际贸易规模的增长，清洁低碳氢能标准的完善与提升，对于开展氢能领域的国际贸易和合作具有至关重要的作用。

推动氢能产业的健康发展，
必须考虑氢的潜在气候影响，
才能真正推动全球能源转型的进程。



世界各国 清洁氢标准 的最新进展



一、美国发布一系列政策标准, 重视清洁氢的生命周期温室气体排放量

2022年9月, 美国能源部发布了清洁氢生产标准草案, 向公众征集意见, 并于2023年6月发布了《清洁氢生产标准指导意见》, 这两份文件都规定了清洁氢生产的生命周期(从“井口”到“大门”)温室气体排放应不大于4千克二氧化碳当量/千克氢气。该标准建立了生命周期的温室气体排放目标, 不仅考虑生产现场的排放, 还考虑了氢气生产上游的排放。此外, 能源部表示, 他们将会在5年内审查并修订该初始标准, 可能会考虑其他存在潜在影响的排放源。

2023年12月22日, 美国财政部发布了《通胀削减法案》的第45V节清洁氢生产税收抵免的法规提案, 在2024年2月26日之前向公众征集意见。该提案详细规定了申请税收抵免的各项要求, 主要包括: 确定制氢过程温室气体排放量的方法; 核实清洁氢生产、销售或使用的规定; 以及使用特定可再生能源或零排放电力生产清洁氢的标准等。

根据该提案, 清洁氢的税收抵免将以氢气生产的生命周期排放为依据。提案将生命周期排放定义为与氢气生产相关的所有阶段的直接排放和显著间接排放, 包括了氢气生产上游电力和原料的排放, 如电解水制氢消耗的电力产生的排放, 以及天然气制氢时上游甲烷泄漏产生的排放。

对于可再生能源电力制氢, 提案提出其电力来源应当满足三项额外要求, 也被称为“三个支柱”, 分别是增量性、时间匹配性以及可交付性。这三个支柱能够在保证新增的氢气生产使用清洁电力的同时, 确保不增加电网排放量。

1. 增量性

增量性要求电解水制氢的电力来源必须是新增的或额外的清洁电力, 这些发电设施需要在制氢设施投入使用前36个月内开始运营, 或者发电设施在该时间段内进行了增容。

此外, 美国能源部指出, 在某些情况下, 将现有的低排放电力转用于氢气生产可能不会导致大量的温室气体排放, 氢气生产商也可以使用相关方法满足增量要求, 具体为: (1) 如果制氢电力来自原本会退役的现有清洁电力来源, 例如面临退役风险的核电站, 则可以满足增量要求。(2) 制氢电力来自负电价时期的电力或来自电网电力全部由清洁能源生产的区域。(3) 满足增量要求的简化方法, 即现有清洁发电的5%用于制氢也可以被视为满足增量性要求, 而无需复杂的举证。该方法为前两种方法的简化方案(美国过去几年约有5%的时间出现负电价, 同时有约5%的核电机组面临退役风险)。美国财政部正在就这几种不同的方法征求公众意见, 确保基于这些方法的氢气生产不会使电网排放显著增加。

2. 时间匹配性

时间匹配要求可再生能源生产电力和电解水制氢生产氢气是在同一小时内的。由于可再生能源具有波动性, 时间匹配的原则要求电解水制氢负荷需要跟随可再生能源供应的变化而调节, 避免可再生能源供应不足时转用其他的化石能源供应。

尽管如此，小时级匹配的原则对于美国的清洁氢生产仍然是一项非常大的挑战，因此，法规提案提供了一条过渡规则，即做到年度匹配即可。具体要求是，2028年1月1日之前，如果能源属性证书所代表的电力和氢气生产设施制氢所使用的电力在同一日历年内，则符合规则要求。

3.可交付性

可交付性要求制氢所用的清洁电力来源必须与电解水制氢设施位于同一地区，保证氢气生产商购买的清洁电力是实际可交付的。因为不同区域间的电网存在输电限制，如果氢气生产商购买了其他区域距离较远的可再生能源电力，但由于受到区域电网限制，实际上使用的却可能是距离更近的化石能源电力来源，就无法保证制氢电力的清洁性。

以上三个支柱能够确保新增的氢气生产使用清洁电力，据估计，如果没有这三个支柱，电力制氢可能会使整个电网的二氧化碳排放量增加数亿吨，给美国的清洁能源目标带来负面影响。只有当符合“三个支柱”要求时，氢气生产商才有资格获得税收抵免。

二、欧盟发布多项法案,对氢气及其衍生物的认证提出详细规则

2023年7月7日，欧盟委员会依据《可再生能源指令》(Renewable Energy Directive) 制定的两项氢能相关的授权法案 (Delegated Act) 正式生效，对可再生氢的界定提出了详细的规则，以确保所有非生物来源可再生燃料 (也称为 RFNBOs) 均由可再生电力生产。

2023/1185号授权法案规定了RFNBO的温室气体排放阈值以及核算方法。根据法案，RFNBO相比于化石燃料应至少减少70%的温室气体排放，而欧盟设定的化石燃料排放基准值为94 gCO₂eq/MJ (约相当于11.28 kgCO₂e/kgH₂)，因此可再生氢的温室气体排放阈值应为3.384 kgCO₂e/kgH₂。此外，法案规定温室气体排放核算方法应考虑RFNBO全生命周期的排放，包括氢气的生产、运输和使用等环节。

2023/1184号授权法案规定了在哪些条件下氢、氢基燃料或其他能源载体可被视为 RFNBO。该法案明确了生产RFNBO的可再生电力的认证规则，符合以下条件的RFNBO生产设施可被视为由完全可再生能源电力生产：

1. RFNBO生产设施直接与未并网的可再生能源生产设施相连接
2. 生产 RFNBO 的设施位于可再生电力平均比例超过 90%的地区，且生产 RFNBO 的时间不超过当地可再生电力比例相关的最大小时数
3. 生产 RFNBO 的装置位于电力碳排放强度低于18gCO₂eq/MJ (约 65CO₂e/kWh) 的地区，且燃料生产商签订可再生能源购电协议，同时符合下文有关时间和地理相关性的规定
4. 生产 RFNBO 的电力是在不平衡结算期间 (an imbalance Settlement period) 产生的，此时 RFNBO 的生产提高了可再生能源发电的利用率
5. 在不满足以上各条要求的情况下，如果能符合以下关于额外性、时间相关性和地理相关性的条件，燃料生产商也可将从电网获取的电力视为完全可再生电力。

- (1). 额外性：生产可再生电力的装置投产时间不早于生产RFNBO的装置投产时间 36 个月
- (2). 时间相关性：在2029年12月31日之前，如果 RFNBO 与购买的可再生电力在同一个日历月内生产，或可再生电力来自同一日历月的储能设施，则应被视为符合时间相关性原则。自2030年1月1日起，可再生电力生产和 RFNBO 的生产的时间相关性缩短为同一小时内生产。
- (3). 地理相关性：如果可再生电力满足以下条件之一，则应视为满足地理相关性原则：可再生能源购电协议中生产可再生电力的装置与电解槽位于同一招标区域 (bidding zone)；可再生能源发电设施位于互联招标区内，且互联招标区内市场电价等于或高于生产RFNBO的招标区；生产可再生电力的装置位于与电解槽所在招标区互联的海上招标区。

欧盟规定的额外性、时间和地理相关性的原则与美国的“三个支柱”类似，可以确保可再生氢气的生产激励部署新的可再生电力，并在可再生电力可用的时间和地点进行，以避免更多的化石燃料发电。额外性原则规定了生产氢气的电解槽必须与新的可再生能源发电设施相连接，旨在确保可再生氢气的生产能激励电网在现有基础上增加可再生能源的供应量，以支持脱碳和补充电气化，同时避免对发电造成压力。由于风能、太阳能等可再生能源具有波动性，可再生电力可能无法持续用于生产氢气，因此需要引入时间和地理相关性的原则，确保只有在可再生能源充足的时间和地点生产可再生氢气。

2024年5月，欧盟理事会通过了“氢气和脱碳气体市场一揽子立法”，旨在推动欧盟天然气系统转向低碳和可再生气体，尤其是氢气，以实现欧盟的去碳化目标。新立法进一步明确了可再生和低碳气体（包括低碳氢）的定义、阈值以及温室气体排放评估方法，并首次明确承认了氢气排放的风险以及气候影响。

法案提出，氢气网络、储存和终端运营商应采取措施，防止并尽量减少其运营过程中的氢气排放，并定期对运营商负责的所有相关部件进行氢气泄漏检测和维修调查。欧盟委员会还应酌情提交一份立法提案，引入措施最大限度地降低氢泄漏的可能风险、设定最大氢泄漏率并建立合规机制。

三、英国更新低碳氢标准，设定温室气体排放阈值，且重视逸散性氢气排放风险

2022年4月，英国发布了低碳氢标准 (Low Carbon Hydrogen Standard)，并于2023年更新，该标准为氢气的温室气体排放量设定了阈值，并规定了计算氢气温室气体排放量的方法，以及生产商为证明其生产的氢气符合标准而应采取的步骤。该标准适用于多种制氢路径，包括电解水制氢、天然气重整+CCS、生物气重整、生物质气化、垃圾气化、甲烷热解等。该标准设定的低碳氢阈值为20 gCO₂e/MJLHV (约2.4 kgCO₂e/kgH₂)，系统边界包括范围一和范围二排放，以及部分范围三排放，不包括氢气输配和使用环节的相关排放。

此外，英国低碳氢标准中也提出应尽量减少氢气生产设施（包括现场氢气储存期间）向大气中排放氢气，避免造成间接的温室效应。虽然氢气逃逸性排放目前无需纳入温室气体排放强度计算方法中，但运营方应在氢气生产设施投入运行前完成一份逸散性氢气排放风险降低计划，说明如何最大限度地减少氢气生产设施的氢气排放，提供氢气排放的预期估计值，监测运行过程中的氢气排放，并每年提供一份《氢气逸散性排放年度报告》，未完成该逸散性氢气排放风险降低计划的运营商将无法满足该标准的要求。

四、日本修订《氢能基本战略》，重视氢气的环境影响

2023年6月，日本发布了修订后的《氢能基本战略》，其中提出了氢能发展的“S+3E”原则，即安全（safety）、能源安全（energy security）、经济效率（economic efficiency）以及环境（environment）。其中在环境方面，日本正在积极的向低碳氢过渡，日本也认识到建立基于碳强度交易的国际标准和认证计划的重要性，并提出了氢气生产的碳强度目标，即氢气“从井口到大门”（从原料生产到制氢设备出口）的碳排放强度不超过 3.4 kgCO₂e/kgH₂，达到此目标碳强度的氢气被认定为低碳氢气。此外，对于以氢气为原料生产的氨气，如果其排放强度（包括氢气生产）不高于 0.84 kgCO₂e/kgNH₃，则被认定为低碳氨气。

五、小结

主要清洁氢标准对比

机构	名称	生命周期边界	认证标签	碳排放阈值
美国能源部	《清洁氢生产标准指南》	井口到大门 (从上游原材料到生产阶段)	清洁氢	4kgCO ₂ e/kgH ₂
欧盟委员会	《可再生能源指令》	井口到车轮 (从上游原材料到下游使用阶段)	可再生氢	3.384kgCO ₂ e/kgH ₂
英国能源安全和净零部	《低碳氢标准》	井口到大门 (从上游原材料到生产阶段)	低碳氢	2.4kgCO ₂ e/kgH ₂
日本政府	《氢能基本战略》	井口到大门 (从上游原材料到生产阶段)	低碳氢	3.4kgCO ₂ e/kgH ₂
中国氢能联盟	《低碳氢、清洁氢与可再生能源氢的标准与评价》	井口到大门 (从上游原材料到生产阶段)	低碳氢、清洁氢 与可再生氢	低碳氢—14.51 kgCO ₂ e/kgH ₂ 清洁氢和可再生氢—4.9 kgCO ₂ e/kgH ₂
国际标准化组织	《确定与氢的生产、调节和运输到消费大门的温室气体排放方法学》	井口到消费大门 (从上游原材料到运输至消费端)	不适用	不适用

不同国家和地区在清洁氢标准的关键要素上具有一定的相似度，但由于资源禀赋和政策导向的差异，不同国家和地区在标准的名称、阈值、系统边界、适用技术路线、核算方法等方面有较大的差异。

在适用的技术路线上，世界各国在重点支持可再生能源制氢的同时，也结合自身氢能产业现状和趋势，支持碳捕集和封存、新兴制氢技术路线等。

在系统边界方面，各国基本都考虑了生命周期的温室气体排放，部分国家选择了“井口到大门”（well to gate）系统边界，也有部分国家选择了更为全面的“井口到车轮”（well to wheel）的系统边界；在阈值方面，欧美主要国家大多参考天然气制氢的碳排放水平，基本将阈值设定在2-4kgCO₂e/kgH₂。

目前，美国和欧盟均对电解水制氢提出了“三个支柱”的要求，以确保制氢电力的清洁性。此外，欧盟和英国已经开始重视氢气排放的气候风险，对氢气排放提出了相应的管理要求，尽量减少运营过程中氢气的排放，以实现最大化的氢气气候效益。

世界各国 正积极推动 国际清洁氢 标准的协同 互认



在制定清洁氢标准的基础上，主要国家和地区、国际机构和倡议也在推动标准的国际协同和互认。

随着氢能在世界范围内的发展，包括欧盟、日本和韩国在内的许多国家和地区都在寻求氢气及其衍生物的进口，如果每个国家都有其单独的认证标准和体系，那么氢气生产商可能需要根据每个地区各自的要求和认证计划对其产品进行认证。各地区之间氢气认证要求的非一致性可能会给氢气生产商带来额外的负担，阻碍氢能贸易的发展，因此，亟需制定全球统一的清洁氢认证标准，或开发各地区之间标准的互认计划。

2023年12月，在COP28的“氢能问题高级别圆桌会议”上，39个国家宣布并批准了《关于可再生和低碳氢及氢衍生物认证计划互认的COP28意向声明》，以寻求实现氢气认证计划的相互承认，帮助促进氢能全球市场的发展。相关国家将致力于加快和协调技术标准的制定，从而实现不同国家和地区的认证方法、认证机构以及认证体系的相互承认。氢气认证计划的互认有助于减少国际氢能市场壁垒，提升市场的透明度和可靠性，增强投资者对氢能的信心，为全球氢能市场的规范化和治理提供了框架，确保市场的公平竞争和可持续发展。

目前，已经有多个国际组织开始合作制定全面的国际标准以及不同认证标准的互认，这些工作的主要参与方有国际氢能经济和燃料电池伙伴计划（IPHE）、国际能源署（IEA）、国际可再生能源署（IRENA）以及氢能理事会（Hydrogen Council）等。

一、IPHE发布氢气生产相关温室气体排放核算方法学

国际氢能经济和燃料电池伙伴计划（IPHE）是一个政府间国际组织，旨在推动氢能和燃料电池技术的跨应用和跨领域发展，其成员包括美国、英国、中国等23个国家和欧盟。IPHE设立了氢气环境影响分析工作组（HEIA Taskforce），旨在制定共同认可的方法学，确定与氢气生产相关的温室气体和其他污染物的排放量，促进清洁氢的市场评估和国际贸易。

2021年10月，IPHE发布氢气生产相关温室气体排放核算方法（Methodology for Determining the Greenhouse Gas Emissions Associated with the Production of Hydrogen），并先后于2022年12月和2023年7月对核算方法进行更新。目前，IPHE方法学的核算范围为“井口到消费门”（well to consumption gate），考虑了氢和/或氢载体运输至消费门前所产生的温室气体排放，包括氢气生产、转化、运输等环节。该方法学支持的制氢生产工艺包括电解水制氢、天然气蒸汽重整（SMR）+CCS、工业副产氢气、煤气化+CCS、生物质制氢+CCS、天然气自热重整（ATR）+CCS。同时，该方法学也考虑了氢转化为不同物理形态或化学载体过程中产生的排放，包括作为氢载体的氨的生产、氢液化以及液态有机氢载体（LOHCs）的生产等。

IPHE的核算方法得到广泛认可和应用，也成为ISO制定全球通用的氢气温室气体排放标准的重要基础。

二、ISO设立氢能技术委员会制定氢能相关标准

国际标准化组织 (ISO) 作为最具权威性的国际标准制定与颁布机构之一，设立专门的氢能技术委员会 (ISO/TC197 Hydrogen technologies)。

2023年12月，ISO在COP28大会上发布了ISO/TS 19870: 2023《确定与氢的生产、调节和运输到消费门相关的温室气体排放的方法学》(Methodology for Determining the Greenhouse Gas Emissions Associated with the Production, Conditioning and Transport of Hydrogen to Consumption Gate)，为评估氢气的环境影响提供了一个透明、一致的准则，这对于促进投资者之间的信任、清洁氢气的认证以及氢气应用相关政策的制定都至关重要，有助于促进氢气的国际市场和全球贸易。该标准发布后，ISO预计还将在2024-2026年间依次制定针对氢气生产、调节和运输的三项国际标准。

ISO和IPHE的国际标准的重点都是提供温室气体排放的评估方法，而没有设定将氢气归类为“清洁”或“可持续”的具体阈值，世界各国和地区可以根据其实际情况设定不同的阈值，这些国际标准提供了一个全球通用的准则，使各国能够以透明的方式对不同方法进行比较。

三、IEA设立工作组推动氢气及其衍生物认证计划的互认

由于全球各国氢能政策、法规以及发展阶段存在差异，全球统一的氢气认证标准在短期内可能较难实现，因此制定不同地区间相互认可的认证计划十分有必要。这种共同认可的认证计划能够使各地区认证计划的基本要素趋于一致，同时考虑到不同国家的具体政策目标和选择。国际能源署 (IEA) 作为全球最有影响力的政府间的能源机构之一，在推动氢气认证计划的互认方面发挥了重要作用。

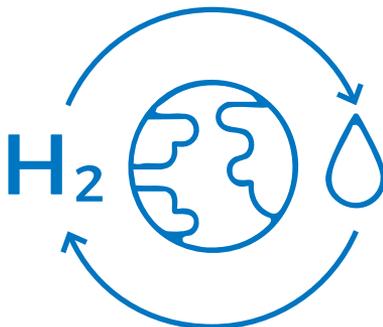
IEA设立了氢能技术合作计划 (The Hydrogen Technology Collaboration Programme, Hydrogen TCP)，联合政府、企业、行业、国际组织和非政府组织共同开展氢能相关研究和合作，该计划有 26 个缔约方，创建和开展了40余项任务，促进了一系列的氢能研发和分析活动。2023年，IEA氢能技术合作计划设立了第47工作组，致力于氢气及其衍生物认证计划的互认，旨在汇集该领域的技术专家和认证系统的参与者 (包括计划所有者、认证机构、签发机构、认可机构等)，建立一个实践社区，以促进氢及其衍生物认证计划的发展，实现认证计划的相互认可。中国氢能联盟代表也参与了IEA H2 TCP Task 47相关工作。IEA H2 TCP Task 47将认证机制关键模块划分为通用部分和特定部分，其中通用部分是所有地区和管辖区相同的主要设计要素，特定部分是不同国家和地区的特定要求，并在此基础上推动标准互认体系 (Mutual Recognition Framework, MRF) 的开发。2024年，IEA H2 TCP Task 47 已完成标准互认体系 (MRF) 的草案，并征求行业意见。

四、“突破议程”框架下的行动

在COP26大会上创立的“突破议程”（The Breakthrough Agenda）旨在加强国际合作，推动清洁技术和可持续解决方案的发展，其中也包括“氢能突破”（Hydrogen Breakthrough），该计划列出了氢能领域的优先国际行动和项目，并每年跟踪这些行动的进展情况，在年度的COP大会上进行报告。氢气的标准和认证是“氢能突破”计划中一项重要的任务，该计划将促进国际间协调工作并提供充足资源，以制定一套全面的国际可再生和低碳氢标准，并促进相关认证计划的实施。与氢能标准和认证相关的任务主要由IPHE主导，合作伙伴包括IEA的Hydrogen TCP、国际可再生能源署（IRENA）以及联合国工业发展组织（UNIDO）。

2023年6月，在“突破议程”的框架下，IPHE、IEA H2 TCP、IRENA以及氢能理事会共同发布了《氢认证101》（Hydrogen Certification 101），提供了有关氢认证计划设计的基本信息，阐述了氢及其衍生物认证计划互认的概念。该报告确认了氢气认证计划的五项基本原则，具体如下：

1. 稳健性：应确保可持续性属性的可追溯且具备防止重复计算的保障措施。
2. 透明度和公正性：透明的规则、利益相关方的参与、投诉、上诉和申诉程序。
3. 对计划的监督和计划所提供信息的准确性：由第三方监督。
4. 统一：认证计划应寻求一定程度上的统一。
5. 面向未来：能够适应可持续性方法或评估框架的变化和发展，同时保留不变的基本原则。



中国正积极 推动清洁氢 标准制定及 国际协同

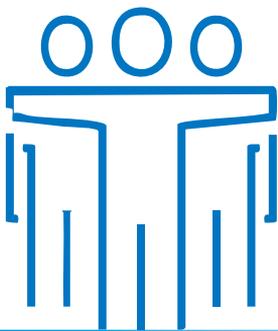


中国当前也十分重视氢能产业的发展，将氢能视为未来国家能源体系的重要组成部分，以及用能终端实现绿色低碳转型的重要载体，并提出建立健全氢能制、储、输、用全链条发展的标准体系，统筹推进各类标准的制定与实施。

在团体标准方面，中国氢能联盟于2020年牵头制定了《低碳氢、清洁氢与可再生氢的标准与评价》(T/CAB0078—2020)，该标准运用生命周期评价方法建立了氢气的量化标准及评价体系，从源头出发推动氢能全产业链绿色发展。标准提出，在单位氢气碳排放量方面，低碳氢的阈值为 $14.51 \text{ kgCO}_2\text{e}/\text{kgH}_2$ ，清洁氢和可再生氢的阈值为 $4.9 \text{ kgCO}_2\text{e}/\text{kgH}_2$ ，可再生氢同时要求制氢能源为可再生能源。该标准系统边界内包含原物料获取阶段、原物料运输阶段、氢气生产阶段和生产现场储运阶段。在团体标准的基础上，2023年，《清洁低碳氢能评价标准》获国家能源局立项。新制定的行业标准将对清洁低碳氢能评价标准的相关术语与定义、要求、过程、方法、结论等相关内容做出规定，未来将适用于按照生命周期评价方法对氢气温室气体排放的评价。

在国际标准建设方面，《氢能产业标准体系建设指南（2023版）》中也提出要加强国际合作，积极参与国际标准化组织（ISO）、国际电工委员会（IEC）等机构的国际标准化活动，持续提升国际标准化能力，参与制定氢能领域国际标准。中国目前已经是IPHE和ISO的成员国，中国氢能联盟研究院等机构也参与了IEA Hydrogen TCP的相关工作，积极参与国际交流，推动国际间清洁氢标准的协同互认。

清洁氢标准是中国双碳和氢能产业标准体系的重要组成部分，是推动氢能产业低碳化、绿色化、规模化发展的重要工具，是开展国际氢能贸易和国际合作的重要保障。



中国清洁氢 标准优化 及国际协同 相关建议



1. 优化完善国内清洁氢标准, 加强国际协同

根据国内氢能行业的发展趋势, 结合国际标准的最新进展, 通过深入研究、广泛调研、专家论证等方式, 加快中国清洁低碳氢能行业标准的制定。特别是在清洁氢的定义、阈值以及核算方法等方面力求既符合中国国情, 又与国际趋势相协调。例如, 应当加强对国际上提出的可再生电力制氢“三个支柱”的重视, 结合国情考虑适时推进, 确保电力制氢的清洁性。此外, 也应当加强氢气本身排放的气候影响的研究, 目前英国已经在相关标准中对氢气排放提出了管理要求, 欧盟也在其政策中承认了评估和解决氢气排放问题的必要性, 因此, 中国也应当加以重视。

2. 推动建立清洁氢认证体系, 促进清洁氢生产应用

标准的制定和完善是清洁氢认证的基础, 然而为了确保标准能够真正支撑清洁氢的评价和认证, 还需要建立完善的清洁氢认证体系。政府可以支持具有影响力的行业组织牵头开展清洁氢认证体系的搭建和完善。此外, 政府可以针对清洁氢的认证出台相关的激励机制, 鼓励清洁氢的生产和应用, 如对符合标准要求清洁氢项目给予生产补贴、电价优惠等政策支持。基于完整的清洁氢认证体系, 中国可以逐步探索建立氢能交易市场, 并进一步推动国内和国际的氢能贸易。

3. 积极参与国际清洁氢标准制定和互认工作

目前, 全球范围内对于清洁氢的标准及认证尚未统一, 不同的国家和地区根据自身情况制定了不同的氢标准及认证体系, 一些国家为实现其低碳转型目标, 也会对进口的清洁氢提出要求, 例如欧盟已经将氢气纳入了其碳边境调节机制 (CBAM) 中。因此, 中国应加强国际合作与交流, 积极参与国际清洁氢标准化活动, 同时参与国际标准的制定工作。此外, 中国也应当推动清洁氢标准与国际协同互认, 充分利用双边和多边机制, 加强与国际相关方的沟通交流, 推动与主要贸易伙伴建立清洁氢标准互认机制。





中国氢能联盟研究院

CHINA HYDROGEN ALLIANCE RESEARCH INSTITUTE

北京市东城区东直门南大街3号
010-58151996/1998
chinahydrogen@h2cn.org



Environmental
Defense
Fund

美国环保协会北京代表处

中国北京市东城区安定门东大街28号C501室, 100007
+86-10-64097088
www.edf.org | www.cet.net.cn



混合产品
纸张 | 支持
负责任林业

FSC® C107692