

氢能产业及安全监管系列研究 ——美国氢能管理及产业发展

政策与技术发展研究中心
北京院行业发展部
2022年10月

本期主笔：莫佳雯 王静（见习）

目 录

CONCENTS

- 01 美国氢能管理及政策体系
- 02 中美氢能产业共建合作
- 03 氢能发展经验与启示

- 20世纪70年代，石油危机爆发，美国**开始布局**氢能技术研发，随着油气资源广泛应用，氢能发展进入长期低谷期；
- 21世纪初，美国**持续加大**氢能的研发和投入力度，专设氢能管理机构、制定产业政策，促进技术发展。

第一阶段

初步商业化

- ▼ 20世纪70年代，石油危机等问题突出，美国**开始布局**氢能技术研发，成立国际氢能协会 (IAHE)，而后油气资源应用，氢能发展受限；
- ▼ 20世纪90年代，气候变化，氢能产业兴起；随后油价低位、电动技术发展，氢能发展受限；
- ▼ 21世纪初，先发国家打造示范项目，**推动商业化发展**

第二阶段

构建技术链

- ▼ 氢能产业兴起，燃料电池商业化普及显著，日本、美国、韩国、欧盟逐渐**重视氢能产业**的未来前景
- ▼ 美国颁发多项政策，确定氢能产业发展方向，构建形成“制、运、储、用”**全技术链能力**，在美国境内建造**氢能应用基础设施**
- ▼ 为氢能产业**规模化**奠定基础

第三阶段

管理标准化

- ▼ 氢能市场的需求强劲，为配合氢能技术、设备、材料产业化，先发国家陆续设置**氢能管理机构**，创建相对科学的技术标准体系
- ▼ 截至2018年，**美国国家标准学会 (ANSI)** 已发布氢能技术现行相关国家标准27项，德国标准化学会 (DIN) 发布氢能技术线性标准14项，日本发布29项

- 美国将氢能升至**国家战略层面**，以政府为主导，采取不同方式设立管理氢能的相关机构，**分工明确**；
- 美国氢能管理机构逐渐向**层级化、规范化、全面化发展**，包括生产、研发、咨询、标准等各种组织和部门

2003年

▼ **2003年**，美国能源部（DOE）在科学处下设氢气的生产、储存及应用**基础能源科学工作组**，确定并满足氢能生产及应用一系列流程中的基础研究需求；

2005年

▼ **2005年**，美国国会授权**美国能源部（DOE）**为领导和整合氢燃料电池研发活动的联邦机构

- 下设**燃料电池技术办公室(FCTO)**，负责协调DOE氢和燃料电池项目研发活动，其中包括能效和可再生能源办公室(FCTO)、化石能源办公室、核能办公室和科学办公室之间的活动；
- 下设**氢燃料电池技术咨询委员会(HTAC)**，纳入工业界、学术界、环保界等团体代表，负责就氢能研究、开发和示范项目向能源部部长提供咨询和建议；

2020年

▼ **2020年**，美国能源部（DOE）提出**联合**工业部、科技部、国家实验室、联邦和国际机构以及其他相关机构共同推进氢能项目计划
旨在实现氢能产业各环节的广泛商业化，在解决技术和非技术性障碍的同时，建立一个健全的氢能供应和应用体系

氢能产业开始逐渐从专项应用向大众市场过渡

□ 2005年布什总统签署《2005年国家能源政策法》

∩ 标志着美国第一个综合性的能源法完成立法程序，正式成为**新的法律，推进美国能源战略转型**

∩ 能源法案提出，美国政府将与中国、印度、日本等太平洋周边国家开展**能源合作项目**

▼ 鼓励可再生能源开发

- 鼓励企业使用再生能源和无污染能源，并以**减税等奖励性立法措施**，刺激企业/家庭/个人更多地使用节能/洁能产品
- 新能源法要求，到2012年，美国炼油厂将达到用于燃料的75亿加仑酒精的生产规模，
- 推出**13亿美元的个人节能消费优惠预算方案**，鼓励人们使用零污染的太阳能等

▼ 鼓励能源开发和拓宽能源来源

- 鼓励兴建更多的电厂、炼油厂、输油管和核反应堆等**设施**
- 确定重起核电建设项目，建设新核能发电厂
- 规划在今后20年将建造包括核电站在内的1300座电站



2005年，美国石油进口量占世界消费总量的25%，**严重依赖海外石油**。据能源部下属能源情报署（EIA）统计，2005年世界全年石油平均日需求量8470万桶，其中美国日消耗量为2100万桶

□ 2019年颁布《氢能经济路线图》

美国的氢能经济愿景

1

到2050年，氢能将满足美国终端能源需求的14%，相当于每年超过2468TWh

2

到2030年，美国氢能经济每年可产生约1400亿美元收入，并在整个氢价值链中提供70万个工作岗位

3

到2050年，每年创造约7500亿美元收入和累计340万个就业机会来推动经济增长

4

推动氢能在交通运输、电力系统等领域的规模化应用。到2030年所用氢可能达到1700万吨，到2050年达6300万吨

美国氢能经济的实现路线

即时行动

- 2020-2022年，在更多州确定可靠且技术中立的脱碳目标
- 公众激励措施和标准消解初期市场启动时的壁垒
- 预期：所有细分市场氢需求量增长到1200万吨，道路行驶FCEV约3万辆，将有5万辆FCEV物料搬运工具等

规模化早期

- 2023-2025年，氢的大规模生产，降成本和扩范围
- 建设首批大规模制氢设施，提高市场对氢动力商用车接受度
- 预期：全美各种应用的氢总需求量将达1300万吨，道路行驶共15万辆轻/中/重型FCEV，有12.5万辆FCEV物料搬运工具

多元化

- 2026-2030年，多样化，全美范围扩大基础设施
- 建立第一条氢气传输管道，通过季节性并网和存储降低成本
- 预期：全美各种应用氢总需求量将突破1700万吨，售出FCEV将达120万辆，在物料搬运中有30万辆FCEV搬运工具；全美范围将由4300个加氢站投入运营

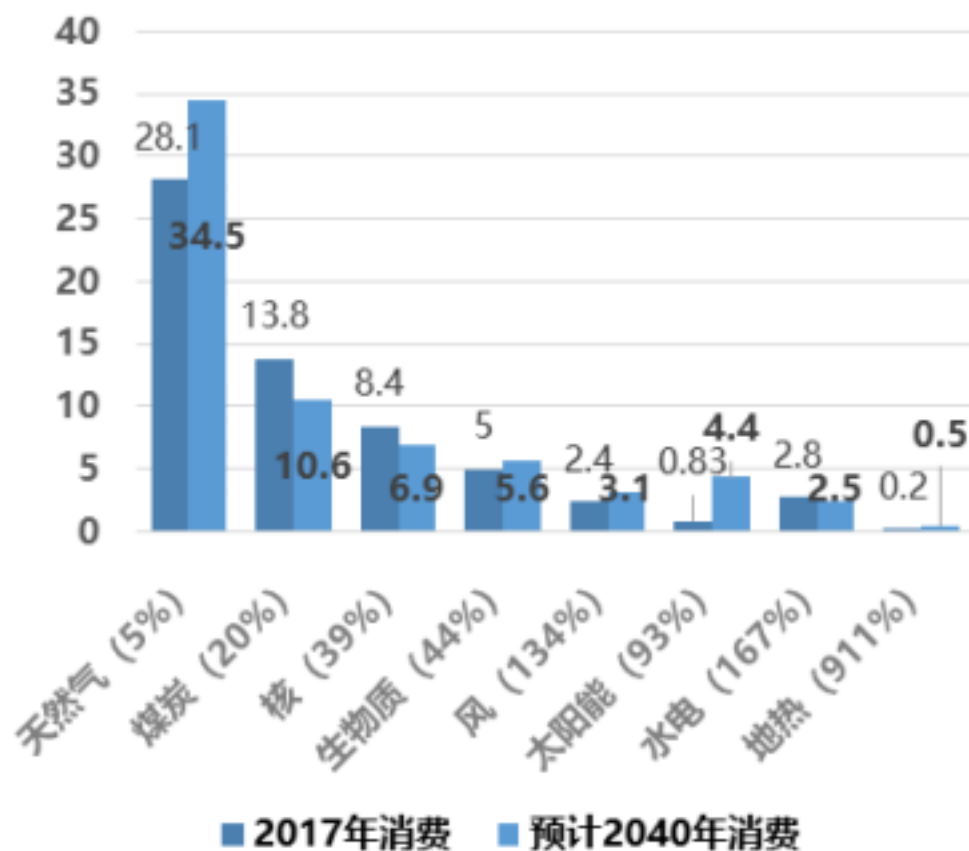
广泛推广

- 2030年以后，氢能将在美国各地区、各行业大规模部署
- 充分外部性定价，氢能与化石燃料替代品实现成本均等
- 预期：到2050年，美国氢能行业总收入每年达7500亿美元，包括FCEV在内所有设备的销售和6300万吨的氢需求量

□ 2020年颁布《氢能项目计划2020》

- ▼ 设定氢能全链条重点发展技术的**技术和经济指标**，加快氢能技术或产品的**商业化应用**
- ▼ 开展**氢能标准**研究，推动流程安全性、规模化、统一化
- ▼ 为氢能经济提供**多元选择**，开发多种氢源（可再生能源/化石能源/核能制氢），开发高性能燃料电池，拓展氢能应用领域

技术阶段	预期的技术和经济指标 (2020-2030年)
制氢阶段	电解槽：运行寿命8万小时，成本300美元/千瓦，转换效率65%
运氢阶段	交通部门输配成本：初期降至5美元/千克，最终降至2美元/千克
储氢阶段	<ul style="list-style-type: none"> ● 车载储氢系统成本：将能量密度2.2千瓦时/千克、1.7千瓦时/升降到8美元/千瓦时 ● 便携式燃料电池电源系统成本：将能量密度1千瓦时/千克、1.3千瓦时/千克降至0.5美元/千瓦时 ● 储氢罐用高强度碳纤维成本达到13美元/千克
用氢/氢产品阶段	<ul style="list-style-type: none"> ● 工业和电力部门用氢价格：1美元/千克 ● 交通部门用氢价格：2美元/千克 ● 用于长途重型卡车的质子交换膜燃料电池系统成本降至80美元/千瓦，运行寿命达到2.5万小时 ● 用于固定式发电的固体氧化物燃料电池系统成本降至900美元/千瓦，运行寿命达到4万小时

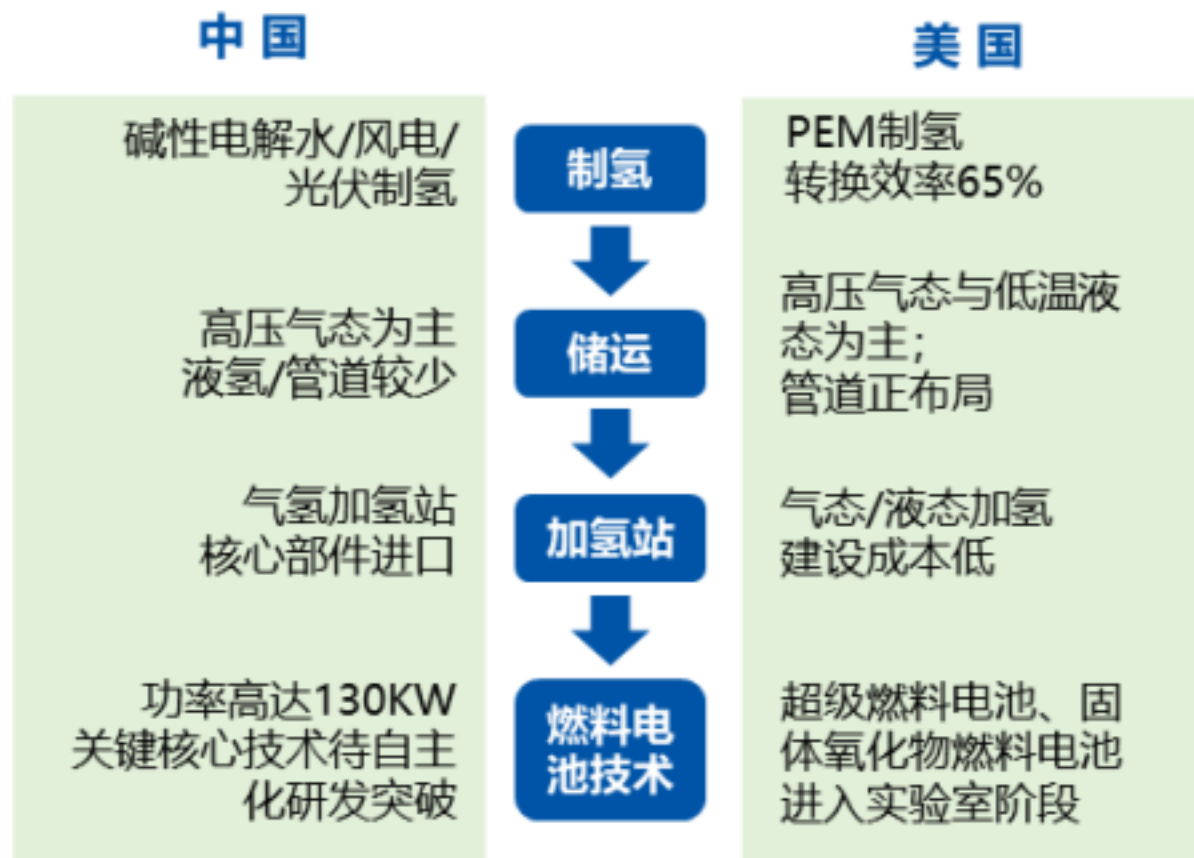


年份	配套政策	政策概况
1990	《氢能研究、发展及示范法案》	制定了“氢研发五年管理计划”，期待在最短时间内，采用较为经济的方法，突破氢生产、分配及运用过程中的关键技术。
1996	《氢能前景法案》	使私营部门展示将氢能用于工业、住宅、运输的技术可行性。
2001	《2030年及以后美国向氢经济转型的国家愿景》	概述了氢在国家中的潜在作用和实现氢能经济的共同愿景。
2002	《国家氢能发展路线图》	为协调长期的、公共的和私人的氢能发展提供了基本方向。
2003	《总统氢燃料倡议》	重点研究制氢及储运技术，促进氢燃料电池汽车技术及相关基础设施在2015年前实现商业化。
2005	《能源政策法》	将发展氢能和燃料动力电池技术的有关项目及其财政经费额度明确写入法中。
2006	《氢立场计划》	明确氢能产业发展要经过研发示范、市场转化、基础建设和市场扩张、建立氢能社会四个阶段。
2012	《氢燃料电池政策方案》	将燃料电池税收政策细化为三个层次，对燃料电池系统的效率提出更高要求。
2014	《全面能源战略》	明确氢能在交通运输转型中的引领作用。
2015	《2015年美国燃料电池和氢能技术发展报告》	肯定了未来氢能市场的发展潜力，大力投资发展先进氢能与燃料电池技术。
2019	《美国氢能经济路线图》	巩固美国在全球能源领域的领导地位。
2020	《氢能项目计划》	提出未来10年及更长时期氢能研究、开发和示范的总体战略框架。
2021	《基础设施投资和就业法案》	将氢能建设纳入基础设施投资和就业法案。

- 2021年美国能源部（DOE）资助31个氢能相关项目，开始从**实验室基础研究阶段**转向**商业化应用示范阶段**
- 美国积极推进**氢能应用一体化供应链生态** —— “制 - 运 - 储 - 用”

阶段	制氢	运氢	储氢	氢转化	用氢
近期关键技术	<ul style="list-style-type: none"> 先进的化石能源和生物质改造/转化项目 电解制氢项目 	<ul style="list-style-type: none"> 管道拖车(气态氢) 低温卡车(液氢) 分布式生产 化合物储氢 	<ul style="list-style-type: none"> 加压罐(气态氢) 低温容器(液氢) 地质储藏(岩洞等) 低温压缩储氢 	<ul style="list-style-type: none"> 氢能涡轮机 燃料电池 先进的氢能发电 下一代燃料电池 	<ul style="list-style-type: none"> 燃料精炼 便携式电动 化工综合应用 分布式发电应用
扶持企业	林德企业/通用电气/康明斯/西门子能源等	Bayo Tech/ 林德管道公司等	Air Products/ 丰田(高压储氢罐)等	Air Products等	福特汽车/通用汽/杜邦公司/Advent Technologies等
示范项目	<ul style="list-style-type: none"> 华盛顿州五兆瓦电解槽项目; 佛罗里达州20兆瓦电解槽工厂项目; 	<ul style="list-style-type: none"> 无 	<ul style="list-style-type: none"> 德克萨斯州博蒙特氢储存岩洞; 美国犹他州先进清洁能源储存项目; 	<ul style="list-style-type: none"> PNWHydrogen公司低温电解(LTE)系统产氢的创新能源转换示范项目; 	<ul style="list-style-type: none"> StrategicAnalysis企业的燃料电池研发项目（EERE资助项目）

为应对气候危机及全球能源转型加速，中美氢能产业更需**互补发展、合作共赢**



实现互补与共赢——美国气候计划、绿色经济发展瓶颈需要中方参与；中国碳达峰、碳中和目标需要美方开放技术；

中美企业氢能合作项目

鹏飞集团与美国GCES签约

- 成立合资经营企业，开展焦炉煤气制氢技术合作等；
- 在孝义打造**氢能综合利用产业园**，将氢能生产与传统煤化工进行**产业融合**；

国内新区/经济开发区与美国空气产品公司合作

- 大连金普新区、长兴岛经济技术开发区以及北黄海经济开发区与美国空气产品公司合作，**总投资4.7亿美元**，推动高纯工业气体、绿氢综合利用等领域发展；
- 在长兴岛打造**气体供应一体化管网**；
- 在北黄海经济区和金普新区建设**加氢站**；

山西潞安与美国AP公司签署氢能产业战略合作协议

- 加氢站建设、氢气提纯、运输及相关设备标准等方面；

上海港-洛杉矶港绿色航运走廊倡议

- 由上海港、洛杉矶港和C40城市气候领导联盟共同发起；
- 以最清洁、低碳的方式实现港到港货物运输，支持**清洁燃料及技术发展**、鼓励岸电应用、建设绿色码头等

推动氢能产业高质量发展，推进制氢、储氢、氢转化的基础技术研究，集中力量开展示范项目研究，提高产业创新能力和协调合作能力

- **管理上**，推动国内氢能产业各相关管理机构的跨部门协调，明确氢气生产、储存、运送、应用等环节的各归口管理部门，强化各部门之间的联合合作，共同部署规划方案
- **政策上**，当前氢能标准体系还不完善，需建立健全氢能产业通用标准。此外针对氢能经济、产业链，给予持续、稳定的政策激励和扶持，扩大氢能产业的商业化推广
- **产业链上**，加强市场的内生合作力量，打造氢能产业生态圈，积极打造国际合作和创新平台，引进氢能产业相关的技术和管理方式，推动企业之间的跨界合作，提高产业竞争力

