



上海某氢能产业示范项目可行性研究报告案例

编制单位：北京尚普华泰工程咨询有限公司

联系电话：010-82885739 传真：010-82885785

邮编：100083 邮箱：hfchen@shangpu-china.com

北京总公司：北京市海淀区北四环中路 229 号海泰大厦 11 层

网址：<https://www.sunpul.cn>

第一章 项目总论

1.1 项目概况

1.1.1 项目名称

上海某氢能产业示范项目

1.1.2 项目性质

新建

1.1.3 项目单位

1.1.4 提出背景

2021年1月,《上海市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》中指出:保障超大城市能源安全,把能源安全放在突出位置,坚持内外并重和多元驱动,建设具有国际话语权的能源要素市场,加快打造与超大城市相适应的安全、清洁、可持续的现代能源体系,努力实现碳排放提前达峰。

全市碳排放达峰行动方案,实施能源消费总量和强度双控,着力推动电力、钢铁、化工等重点领域和重点用能单位节能降碳,确保在2025年前实现碳排放达峰,单位生产总值能源消耗和二氧化碳排放的降低,确保完成国家下达目标。加强推进清洁能源、氢能体系建设,使城乡环境质量持续稳定向好。

.....

1.1.5 整体构想

1.2 项目研究主要结论

1.2.1 经济效益结论

1.2.1.1 现阶段灰氢成本仍具有明显优势,但随着碳汇交易价格稳步提升,可再生能源价格逐步下降,电解水制氢成本将逐步可比

目前氢能根据制取方式不同在大类上划分为灰氢蓝氢和绿氢三类，其中灰氢为化石燃料燃烧后制取，成本最低、技术成熟、碳排放较高；蓝氢为化石燃料重整或化石燃料生产过程中副产物制取，过程中使用碳捕集技术，成本中等、技术成熟、碳排放相对灰氢有较大幅度降低；绿氢为使用可再生能源（风电、光伏、生物质等）进行电解制氢，成本最高、大部分处于示范期、碳排放极少。

根据技术分析及经济测算，在低二氧化碳排放的前提下，各类制氢技术氢气成本价格及 CO₂ 排放如下：

图表 2：各类制氢方式成本价格

氢能分类	制氢方式	成本区间 (元/kg)	CO ₂ 排放(kg CO ₂ /kg H ₂)	备注
灰氢	煤气化制氢			
蓝氢	甲醇制氢			
	焦炉煤气制氢			
	天然气制氢			
绿氢	碱性电解水 (AWE) 制氢 (电网)			
	碱性电解水 (AWE) 制氢 (风电)			
	碱性电解水 (AWE) 制氢 (光伏)			
	生物质制氢 (直接燃烧发电)			
	生物质制氢 (气化)			

数据来源：华宝证券、同类项目计算

.....

1.2.1.2 氢能在能源利用效果方面相比煤、天然气、柴油等传统能源，具有显著的能源利用效率优势。

1.2.1.3 可使多领域能源成本下降，碳排放下降

1.2.2 社会效益分析

1.2.3 安全评估分析

1.3 项目编制依据

1.3.1 政策法规

1.3.2 引用文献

第二章 项目相关方简介

第三章 项目背景、必要性及可行性

3.1 项目建设背景

3.1.1 政策背景

3.1.1.1 “十四五”以来国家密集发布氢能产业政策，氢能交通、氢工业、氢农业均为重点发展领域

《2022 年能源工作指导意见》

2022 年 3 月，国家能源局发布《2022 年能源工作指导意见》。《意见》指出因地制宜开展可再生能源制氢示范，探索氢能技术发展路线和商业化应用路径。围绕新型电力系统、新型储能、氢能和燃料电池、碳捕集利用与封存、能源系统数字化智能化、能源系统安全等 6 大重点领域，增设若干创新平台。

《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》

2022 年 3 月，国家发改委、国际能源局联合印发《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》。《规划》明确氢能产业是战略性新兴产业和未来产业重点发展方向，统筹推进制氢设施、储运体系、加氢网络等基础设施建设，有序推进氢能在交通领域的示范应用，拓展在储能、分布式发电、工业等领域的应用，加快探索形成有效的氢能产业发展的商业化路径。

在发展目标方面，文件指出到 2035 年，形成氢能产业体系，构建涵盖交通、储能、工业等领域的多元氢能应用生态。文件提出要立足本地氢能供应能力、产业环境和市场空间等基础条件，结合道路运输行业发展特点，重点推进氢燃料电池中重型车辆应用，有序拓展氢燃料电池等新能源客、货汽车市场应用空间，逐步建立燃料电池电动汽车与锂电池纯电动汽车的互补发展模式。

.....

3.1.1.2 上海市全力打造氢能产业体系

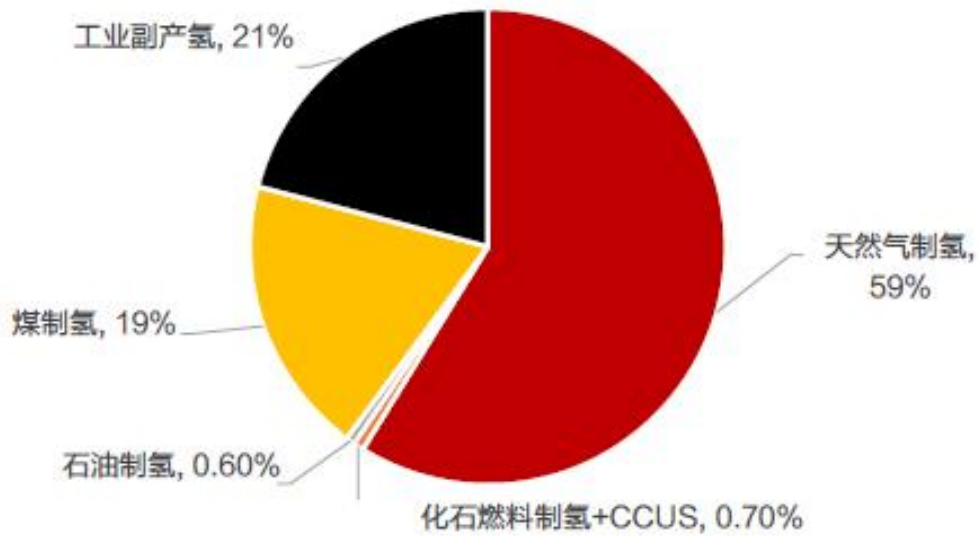
3.1.2 经济背景

3.1.3 行业背景

3.1.3.1 全球氢能产业快速发展，工业制氢目前仍占据主流

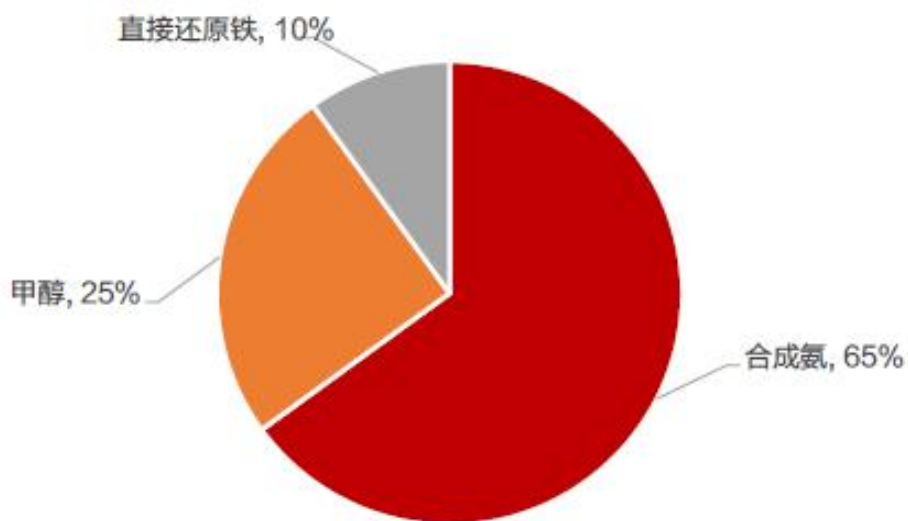
当前全球制氢技术以化石能源制氢为主，天然气、煤炭、石油制氢的比例合计为 78.6%。工业副产氢为第二大制氢方式，占比 21%，CCUS 技术的运用以及电解水制氢的比例都很微小。

图表 10：2020 全球制氢来源占比情况



数据来源：IEA，天风证券

图表 11：2020 年全球工业领域氢能需求量情况



数据来源：IEA，天风证券

3.1.3.2 氢能节能减排优势明显，发展前景良好

3.1.4 技术背景

3.2 项目建设必要性

氢能是理想的清洁能源，使用过程无污染、无碳排，与我国双碳目标既定方向一致；良好的理化性质使其可以参与替代化石能源，保障我国能源安全；且氢气制取方式多样，可以增强能源体系的灵活性和稳定性。氢能是未来能源体系变革过程中不可或缺的一环。

3.2.1 碳中和、碳达峰目标实现的必要道路

气候变化是全人类面对的一个恒久话题，全球变暖带来的一系列如极端天气、冰川消融、海平面上升、旱涝灾害等现象，严重影响全球生态系统。持续升温带来的危害不言而喻，其中，温室气体排放是全球变暖的主要原因。

中国作为全球应对气候变化事业的积极参与者、贡献者和倡导者，同时也是碳排放大国之一，要想降低二氧化碳排放量，最主要的途径是采取适当的能源发展战略，改变能源结构，增加可再生能源使用比例；提高发电和其他能源转换部门的效率；提高建筑采暖等民用能源效率等措施。

2020年习近平总书记在气候雄心峰会上发表题为《继往开来，开启全球应对气候变化新征程》的重要讲话，宣布中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，力争2030年前二氧化碳排放达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。到2030年，中国单位国内生产总值二氧化碳排放将比2005年下降65%以上，非化石能源占一次能源消费比重将达到25%左右，森林蓄积量将比2005年增加60亿立方米，风电、光伏总装机容量将达到12亿千瓦以上。

3.2.2 发展氢能产业能减轻我国能源对外依存度

3.2.3 发展氢能产业可增强能源体系的灵活性和稳定性

3.2.4 乡村振兴与民生发展的必要道路

3.2.5 实现清洁能源生产的必要道路

3.2.6 生态绿色发展的必要道路

3.3 项目建设可行性

3.3.1 国家及地区政策引领

氢能是一种来源丰富、绿色低碳、应用广泛的二次能源，对构建清洁低碳安全高效的能源体系、实现碳达峰碳中和目标，具有重要意义。《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》要求，统筹推进氢能“制储输用”全链条发展，推动加氢站建设，推进可再生能源制氢等低碳前沿技术攻关，加强氢能生产、储存、应用关键技术研发、示范和规模化应用。

《国务院关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知》明确，加快氢能技术研发和示范应用，探索在工业、交通运输、建筑等领域规模化应用。“十四五”规划《纲要》提出，在氢能与储能等前沿科技和产业变革领域，组织实施未来产业孵化与加速计划，谋划布局一批未来产业。

近年来上海市陆续出台《上海市燃料电池汽车发展规划》《上海市燃料电池汽车产业创新发展实施计划》等政策文件，将氢燃料汽车作为本市新能源汽车发展的重要方向，强化“上海制造”品牌，加快推动氢能产业发展。因此，本项目具备良好的政策基础。

3.3.2 地区产业基础良好

3.3.3 氢燃料电池汽车产业技术先发优势明显

3.3.4 地区氢能市场需求有保障

3.3.5 项目具备良好的技术优势

.....

第四章 项目所在行业市场需求

4.1 国内氢能产业市场分析

4.1.1 产业链分析

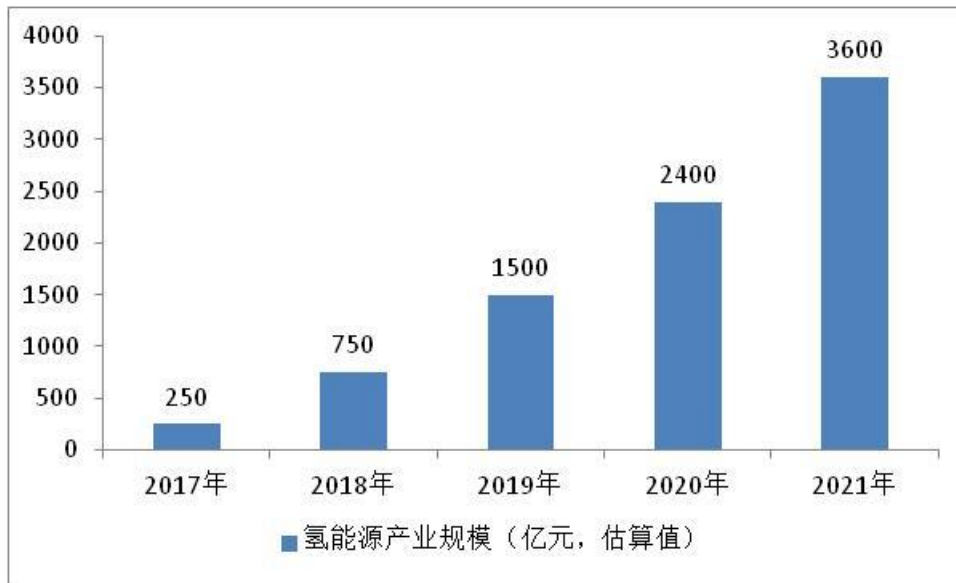
4.1.2 产业规模

中国作为世界第一大产氢国，氢能产业正在迅速发展，2019 年两会期间氢能及燃料电池首次被写入政府工作报告中，2021 年氢能被正式写入“十四五”规划中，中央政府及地方各级政府推广氢能的政策密集出台，补贴力度进一步加大，截至 2021 年底，全国范围内省及直辖市的氢能产业规划超过 10 个，地级市及区县级的氢能专项规划超过 30 个。预期在未来，氢能在我国将会有巨大的发展空间。

在北京冬奥会中，氢能发挥了“科技名片”的作用，向全世界展示了中国在氢能领域的发展成果。北京冬奥会的奥运火炬燃料全部采用氢能，在开幕式上将点燃冬奥赛场的氢能主火炬。此外，北京冬奥会将示范运营 1000 多辆氢燃料电池车和 30 多个加氢站。冬奥会和冬残奥会期间，延庆赛区和张家口赛区将有 700 余辆氢燃料大巴车投入使用，场馆之间提供接驳服务的车辆将全部采用氢燃料电池客车，包含大巴车、中巴车等多个车型，为赛事提供交通保障服务。

根据观研报告网数据，我国氢能源产业规模在 2021 年达到 3600 亿元。

图表 19：2017-2021 年国内氢能产业规模



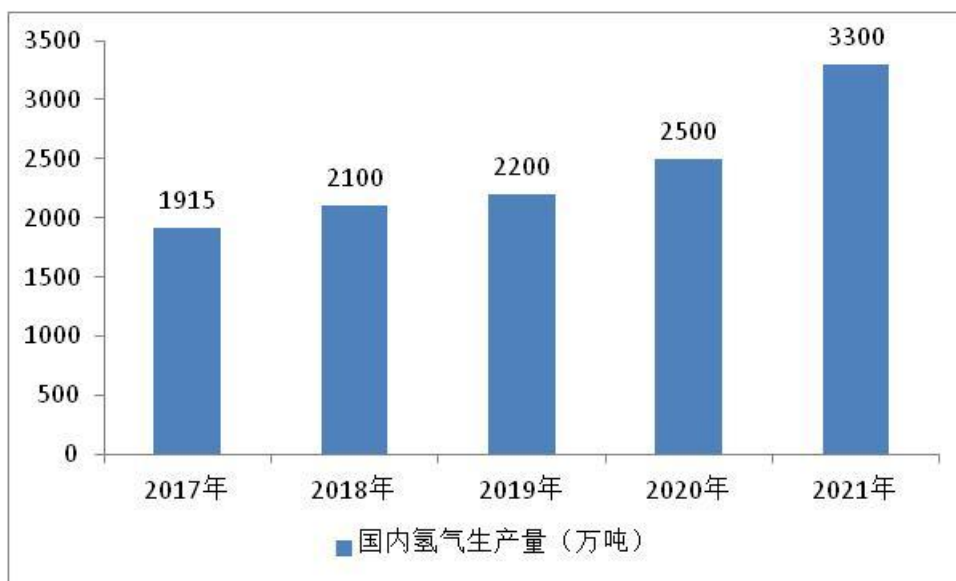
数据来源：观研天下

.....

4.1.3 制氢

2021 年我国氢气产量约 3300 万吨，居全球第一。我国制氢方式主要以化石能源制氢为主，占比 80%。“双碳”背景下，利用可再生能源（如太阳能或风能）发电后通过电解工序制氢的“绿氢”占比将逐渐提升，预计 2050 年达到 70%。

图表 20：2017-2021 年国内氢气生产量



数据来源：煤炭工业协会、中商情报网

4.1.4 储运

4.1.5 应用

4.2 上海氢能产业市场分析

4.2.1 市场规模

根据《上海市氢能产业发展中长期规划（2022-2035年）》，到2025年，产业创新能力总体达到国内领先水平，制储输用产业链关键技术取得突破性进展，具有自主知识产权的核心技术和工艺水平大幅提升，氢能在交通领域的示范应用取得显著成效。建设各类加氢站70座左右，培育5-10家具有国际影响力的独角兽企业，建成3-5家国际一流的创新研发平台，燃料电池汽车保有量突破1万辆，氢能产业链产业规模突破1000亿元，在交通领域带动二氧化碳减排5-10万吨/年。

4.2.2 供给量及制氢方式

目前上海市全市制氢产能约为50万吨/年，主要为区域内各类工业企业的工业副产物制氢，集中于上海化工区，其中包括上海石化约23万吨/年。

4.2.3 氢气消纳途径

.....

4.2.4 市场发展前景

第五章 项目工艺技术方案

氢能产业链比较长，涉及到氢气的生产、储存、输运和消纳等多个技术环节，为了准确把握氢能规划的方向，必须对每个技术环节进行调研和评估，了解技术发展状况和产业规模，进而获得完整的认识。本章对电解制氢、储氢、输氢和氢气消纳的技术和产业状况进行了全面评价，比较了不同技术的优势和劣势，为整个氢能规划项目各个子项目的技术路线选择提供了依据。

5.1 制氢技术比选分析

5.2 储氢技术调研

5.4 氢气消纳途径

5.4.1 氢电转化消纳技术

5.4.2 氢工业

氢气是一种重要的工业原料，在化工、电子、冶金等行业应用广泛，下面具体进行说明。

5.4.2.1 化学工业

氢气是炼油工业的基本原料。由原油蒸馏或石油裂解或提炼出来的馏分不能直接使用，需要配合加氢精制来除掉有害的化合物。油品质量升级过程的氢耗一般介于原油质量的 0.8%~1.4%，如果按照每年 7 亿吨炼油能力计算，当氢耗取原油质量的 1%时，耗氢量高达 700 万吨（约 784 亿立方米）。在轻化工业中，许多化合物的制备需要采用加氢工艺，如双氧水的生产，氢气的使用量很大，其纯度对产品的质量和能耗有很大的影响。

5.4.2.2 半导体工业

微电子技术是建立在集成电路为核心的各种半导体器件基础上的高新电子技术，是整个互联网产业或其他尖端产业的技术基础，由于在生产电真空材料、

制造超大规模集成电路都需要使用高纯氢，而且氢气的纯度直接影响到合成材料的性能。电子行业是国家经济的重要支柱之一，因此高纯氢使用量非常大，单只生产集成电路每年需要消耗高纯氢 6480000 立方米。

.....

5.4.3 氢农业

5.4.4 氢燃烧

第六章 项目首选方案

第七章 项目节能分析

7.1 政策标准及引用数据来源

- 1、《综合能耗计算通则》（GB/2589—2020）
- 2、曹军文等《中国制氢技术的发展现状》
- 3、中国电动汽车百人会《中国氢能产业发展报告 2020》
- 4、殷雨田等《煤制氢在氢能产业中的地位及其低碳化道路》
- 5、中国氢能联盟《中国氢能与燃料电池产业发展研究报告》
- 6、宝丰能源《2021 可持续发展报告（ESG 报告）》
- 7、张轩等《电解水制氢成本分析》

7.2 项目节能分析

根据前文技术分析部分数据，主要制氢方式能量转换效率如下表所示，根据具体不同技术路线，能量转换效率有所不同。

图表 58：不同制氢方式能量转换效率

制氢方式	能量转换效率（%）
化石燃料重整（煤气化）	47-60
电解水	25-35
甲醇	40-60
生物质气化	35-50

根据数据资料，煤、氢气和秸秆的热值分别如下表：

图表 59：不同原料燃烧热值

种类	燃烧热值（kj/kg）
煤	29307
氢气	108520
甲醇	19913
秸秆（不同种类不同）	12500-16000

因此，根据上述数据计算，综合考虑制氢过程中能源转换效率方面，使用氢气情况下，使用煤气化重整制氢，单位千克能量将从 29307kj 提升至 65800kj，可产生能量提升 1.25 倍；使用甲醇重整制氢，单位千克能量将从 19913kj 提升至 43408kj，可产生能量提升 1.18 倍；使用生物质燃烧气化制氢，单位千克能量将

从 16000kj 提升至 49000kj, 可产生能量提升 2.06 倍, 更加有效地利用了能源。

第八章 项目安全评估分析

8.1 政策标准及引用数据来源

8.2 安全风险分析

8.4 项目整体安全评估结论

本次项目提出的甲醇制氢、光伏/风电电解水制氢和生物质制氢目前均已处于示范或成熟阶段，技术稳定性、可落地性良好。相关技术项目在国内均已有投产在运营项目，安全稳定有保障。

对于加氢站及固定氢能设施，在按照设计要求合理划定风险影响区域，并在区域内制定完整的操作规范的前提下，可以将安全事故影响控制在合理范围内。

第九章 项目环境影响分析

9.1 政策标准

9.2 甲醇制氢环境影响分析

9.3 制氢加氢一体化环境影响分析

9.4 生物质制氢环境影响分析

9.5 项目整体环境影响结论

第十章 项目经济效益评价

10.1 评级依据及假设

10.2 常用氢能成本价格分析

10.2.1 焦炉煤制氢

焦炉煤气制氢采用变压吸附回收焦炉煤气的氢，其主要原理是使用固体吸附剂来选择气体吸附，并且随着气压的下降，气体在吸附剂中的吸附特性会降低。气体混合物的完全分离和吸附的恢复是通过真空和非氢过程完成。

根据云煤能源披露的数据，可以测算 1 吨焦炭产生约 400m³ 的焦炉煤气。近年来包括中国宝武、鞍钢集团、河钢集团等钢铁企业，以及中国旭阳、美锦能源、山西郑旺等独立焦化企业都在推进焦炉煤气副产制氢项目。不过国内焦炭产量业进入了平台期。焦炉煤气制氢面临原料气减少带来的影响。

焦炉煤气投资涉及到煤气压缩、PSA、干燥、充装等主体设备，以及土建施工、公辅装置等；从近两年的部分焦炉煤气制氢的投资项目来看，其投资强度在 1.7 万元/Nm³.H—2.4 万元/Nm³.H。经过测算，2022 年 4 月国内焦炉煤气制氢成本，华北地区为 2.60 元/m³，华东地区为 2.69 元/m³，西北地区为 2.46 元/m³。整体受炼焦煤价格的提升，2022 年以来焦炉煤气制氢成本均有 55%-84% 的同比增幅。

图表 66：焦炉煤气制氢推算成本和炼焦煤价格指数



数据来源：华宝证券

10.3 本项目氢能成本价格分析

10.4 氢能与现有能源现时成本对比分析

根据上海市能源统计数据，上海市常用能源包括煤、天然气和柴油，各类能源平均低位发热量数据如下：

图表 73：各类能源平均低位发热量



数据来源：《综合能耗计算通则》（GBT2589-2020）

各类能源上海市销售价格分别为：

图表 74：能源销售价格

能源	单位	价格（元）
氢气	kg	40
天然气	立方米	3.58
煤	吨	1350
柴油	吨	9065

则根据测算，同样 100000kj 发热量下，氢气、天然气、煤和柴油的成本为 28.57 元/11.38 元/4.74 元/21.32 元，氢气成本相对较高。

但如果采用甲醇制氢等低成本制氢方式，氢气制备成本可下降至 20 元/kg，这同等发热量下氢气成本将降低至 14.28 元，已极为接近天然气能源成本，同时天然气每 kg 燃烧后碳排放为 2.63kg，则碳排放成本约为 0.16 元，进一步与天然气能源成本接近。

10.5 综合对比结论

10.5.1 制氢成本对比结论

10.5.2 氢能与现有能源成本对比结论

第十一章 社会效益及社会影响分析

11.1 项目社会效益评价

11.1.1 项目是践行生态文明的重要举措

氢能作为清洁能源，可以有效减少因使用化石能源给环境造成的污染和给经济发展、生态环境带来损失和破坏，体现出复能的环境效益，是节能减排践行生态文明的重要载体，通过复能产业实践和发展，构建上海以清洁能源为主的多元能源供给体系，引导交通运输、工业和建筑以及其他用能终端深度脱碳、绿色低碳发展，完成“碳达峰、碳中和”目标的重要内容，更是践行习近平总书记生态文明思想的重要举措。

11.1.2 项目是实现能源革命的重要途径

11.1.3 项目是提升未来竞争力的重要手段

11.1.4 项目是壮大绿色产业的重要动能

11.1.5 项目是与国际能源合作的重要方向

11.1.6 项目是新能源与农业产业结合，工农一体化实践的探索落地

11.2 互适性评价

11.3 社会风险分析

11.4 社会效益分析结论

第十二章 项目结论及建议

12.1 可行性研究结论

12.2 可行性研究建议

尚普华泰咨询各地联系方式

北京总部：北京市海淀区北四环中路 229 号海泰大厦 11 层

联系电话：010-82885739 13671328314

河北分公司：河北省石家庄市长安区广安大街 16 号美东国际 D 座 6 层

联系电话：0311-86062302 15130178036

山东分公司：山东省济南市历下区东环国际广场 A 座 11 层

联系电话：0531-61320360 13678812883

天津分公司：天津市和平区南京路 189 号津汇广场二座 29 层

联系电话：022-87079220 13920548076

江苏分公司：江苏省南京市秦淮区汉中路 169 号金丝利国际大厦 13 层

联系电话：025-58864675 18551863396

上海分公司：上海市浦东新区商城路 800 号斯米克大厦 6 层

联系电话：021-64023562 18818293683

陕西分公司：陕西省西安市高新区沣惠南路 16 号泰华金贸国际第 7 幢 1
单元 12 层

联系电话：029-63365628 15114808752

广东分公司：广东省广州市天河区珠江新城华夏路 30 号富力盈通大厦
41 层

联系电话：020-84593416 13527831869

重庆分公司：重庆市渝中区民族路 188 号环球金融中心 12 层

联系电话：023-67130700 18581383953

浙江分公司：浙江省杭州市上城区西湖大道一号外海西湖国贸大厦 15 楼

联系电话：0571-87215836 13003685326

湖北分公司：湖北省武汉市汉口中山大道 888 号平安大厦 21 层

联系电话：027-84738946 18163306806