

INDUSTRY RESEARCH REPORT

2024中国氢能源产业全景

技术创新与市场发展

发布日期/2024年7月



宝赢气体
BAOYING GASES

引言

背景介绍:

随着全球能源结构的深刻变革，氢能源作为清洁、高效的能源载体，在中国能源转型中扮演着日益重要的角色。中国，作为世界上最大的能源消费国和生产国，正面临着能源安全和环境保护的双重挑战。国家统计局信息公开显示数据，2023年中国的能源消费总量达到了57.2亿吨标准煤，比上一年增长了5.7%。同时，早在2004年中国已是全球最大的二氧化碳排放国，Sigma Earth的数据，2023年中国的二氧化碳排放量占全球排放量的大约32%。

氢能源的开发与利用，对于推动中国能源系统向低碳、可持续方向发展具有重要意义。中国政府高度重视氢能源的发展，已在《中国能源生产和消费革命战略（2016-2030年）》中明确提出，将氢能作为能源结构调整的重要方向。此外，中国在《中国氢能源产业发展规划》中也明确了氢能源产业的发展方向和目标。在2060年实现碳中和的目标背景下，氢能源的开发利用成为实现这一宏伟目标的关键途径之一。据中国氢能联盟预测，到2050年，氢能源在中国能源消费总量中的占比将达到10%，氢气需求量将接近6000万吨，产业链年产值将超过10万亿元人民币。

然而，氢能源的发展仍面临诸多挑战，包括成本问题、技术瓶颈以及基础设施建设等。

研究目的:

本报告致力于全面剖析中国氢能源产业的技术革新、市场演进及其发展背景，以构建一个宏观的行业观察框架。本研究将综合评估目前的技术突破、市场趋势、行业支持因素以及潜在的发展方向，目的在于为行业内的参与者、战略规划者、资本投资者以及其他利益相关方提供有力的决策依据。

氢能源概述

定义与特性:

氢能源是一种通过氢气参与化学反应释放能量的技术。作为一种最轻的元素，氢气 (H₂) 拥有高能量密度、清洁无碳排放以及从多种资源中易于获取的特点。特别是当氢气通过水电解等可再生能源方式生产时，其整个生命周期的碳排放量可以降至接近零，从而成为一种真正的清洁能源。氢能源的使用过程中不产生任何温室气体，因此被广泛认为是一种实现向清洁能源转型的关键途径。

历史发展:

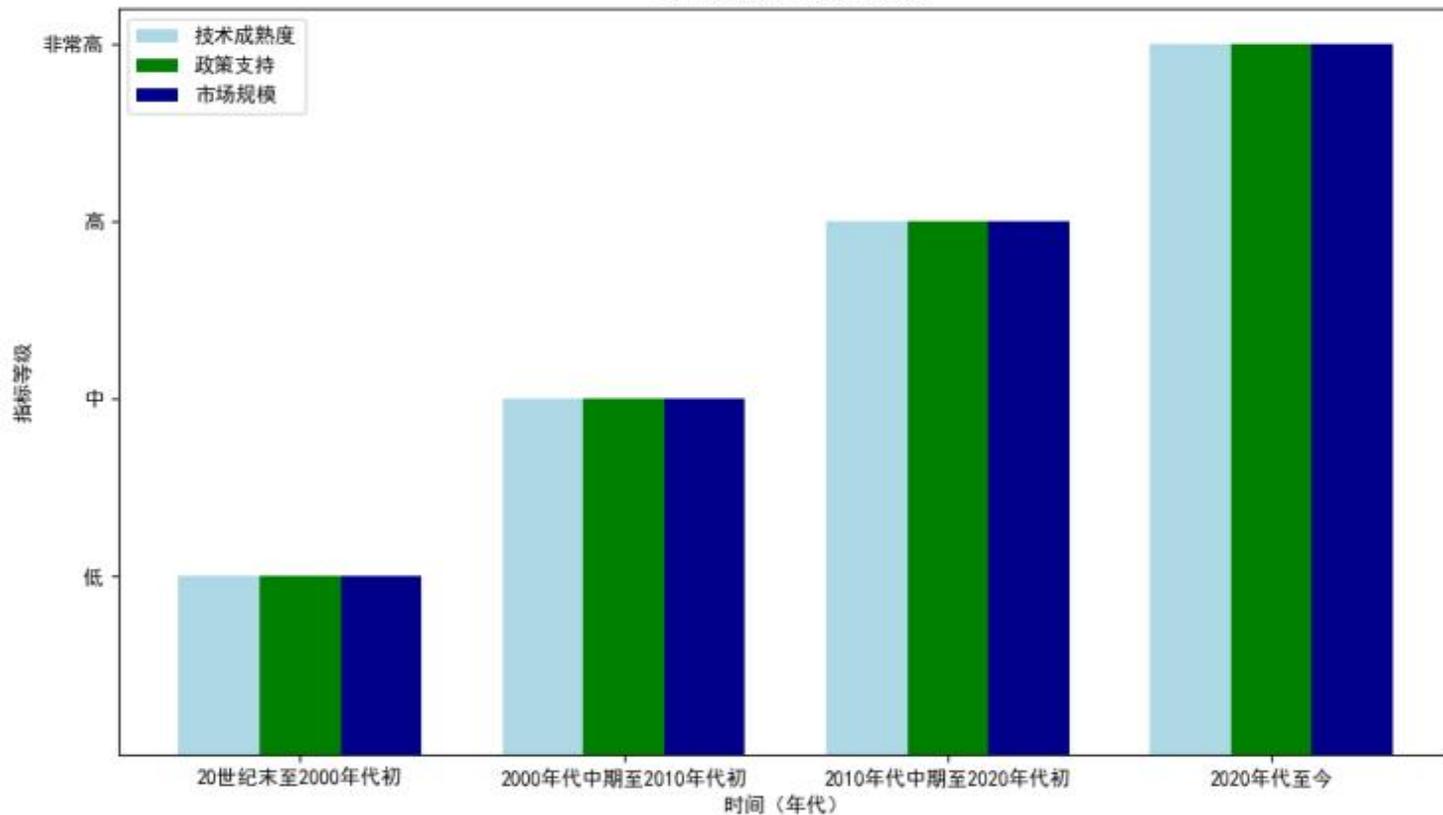
中国在氢能源技术的研发和应用方面有着悠久的历史。从20世纪70年代开始，中国就已经在氢气生产和应用方面进行了初步探索。进入21世纪，随着国家对新能源和清洁能源的重视，氢能源技术的研究和开发得到了加速，特别是在氢燃料电池汽车和可再生能源制氢技术方面取得了显著进展。

氢能源在中国的发展历程

时间段	主要进展与政策支持
20世纪末至2000年代初	- 氢能源研究在中国起步- 初步探索制氢技术，主要依赖化石燃料重整- 氢燃料电池技术开始引入中国
2000年代中期至2010年代初	- 氢能源技术研发加强，特别是在制氢和燃料电池技术方面- 政府开始关注氢能源的发展，并出台相关政策支持- 氢燃料电池汽车开始在中国进行研发和测试
2010年代中期至2020年代初	- 中国在氢能源产业链的各个环节取得显著进展- 制氢技术多元化，包括可再生能源电解水制氢- 储氢技术取得突破，如高压气态储氢和液态储氢- 氢燃料电池技术在交通领域得到应用，如氢燃料电池公交车
2020年代至今	- 氢能源技术研发和应用进入快速发展阶段- 政府出台《氢能与燃料电池产业发展规划（2020-2035年）》- 氢燃料电池汽车（FCV）的商业化运营开始，市场推广力度加大- 氢能源在工业、电力等领域的应用逐步扩大

20世纪末起至今，快速更迭发展

中国氢能源产业历史发展



迈向成熟的市场潜力 和发展机遇

根据沙利文的《中国氢能产业发展方兴未艾，未来产业链各环节市场大有可为》，中国已形成完整的氢能产业链，包括：

上游制氢：

包括化石燃料重整、工业副产氢、水电解等多种方式。

中游储运：

涉及氢气的压缩、液化、储存及运输等环节。

下游应用：

主要包括交通领域的氢燃料电池汽车，工业领域的氢冶金、化工领域的氢合成等。

氢能产业链已经形成并且不断完善

01

氢气生产

目前，中国的氢气生产主要依赖于化石燃料（如煤和天然气）的重整工艺。然而，随着可再生能源技术的发展，通过水电解制氢的比例正在逐步提升。水电解技术包括碱性电解、质子交换膜（PEM）电解和高温固体氧化物（SOEC）电解等。中国在碱性电解水制氢领域已经建立了一定的产业基础，而在PEM和SOEC电解水制氢技术方面，仍处于积极研发和示范阶段。

02

储存与运输:

氢气的储存和运输是氢能源产业链中至关重要的环节。中国目前主要采用高压气态储氢技术，并正在积极探索液态储氢、固态储氢和有机液体储氢等创新技术。在运输方面，长管拖车和管道是两种主要的氢气运输方式。为了适应氢能产业的发展，中国正致力于建立一个更高效、更安全的储运体系，这是推动氢能源产业发展的重要任务。

03

下游应用领域:

氢气作为一种清洁能源，在交通运输行业的应用尤为显著。氢燃料电池汽车通过将氢气转化为电能，提供了一种零排放的驱动方式，这不仅减少了对化石燃料的依赖，还推动了可持续交通解决方案的发展。随着技术进步，这些车辆的续航里程和成本效益正在提高，预示着它们在未来交通领域将占据重要地位。此外，氢气在工业领域，特别是在钢铁生产中，作为还原剂替代煤炭使用，有助于减少温室气体排放并推动工业生产的绿色转型。中国正在积极推动氢能储运技术的研发和示范，目标是实现一个安全、经济、高效的氢能储运体系，以进一步促进氢能产业的快速发展。

上游制氢：化石燃料重整制氢与工业副产氢

化石燃料重整制氢

方法	过程	效率	环境影响	建议
天然气重整 (SMR)	甲烷与蒸汽在800-1000°C和催化剂（如镍）的作用下反应生成氢气和二氧化碳。	高效，理论上每立方米甲烷可以产生约2立方米的氢气和1立方米的一氧化碳。通过水煤气变换反应（WGS），一氧化碳可以进一步转化为氢气和二氧化碳，使得整个过程中约75%的甲烷能够转化为氢气。	生产1公斤氢气可能会产生5.5到7.5公斤的二氧化碳。	实施碳捕集与储存（CCS）技术。
煤炭气化	煤炭与蒸汽或氧气在高温条件下反应生成氢气和一氧化碳。	煤煤气化的效率受煤炭品质和所采用技术的影响。一般而言，煤炭气化可以产生合成气，其中氢气含量约为50%（体积比）。	产生温室气体。	加大CCUS技术研发和应用。

工业副产氢

方法	过程	效率	建议
氯碱工业	通过电解饱和食盐水生产氯气和氢氧化钠（烧碱），同时副产氢气。	每生产1吨烧碱可副产约150立方米氢气。	充分利用副产氢资源，通过提纯和利用这些氢气，提高资源的综合利用效率和经济效益。同上。
乙烷裂解	高温下裂解乙烷，主要生成乙烯和丙烯，同时副产氢气。	副产氢气的量取决于裂解工艺和操作条件。	

上游制氢：水电解制氢与可再生能源制氢

水电解制氢

方法	过程	效率	建议
碱性电解水 (AWE)	在碱性溶液中，通过电解水分子生成氢气和氧气。	通常能耗较高，但技术成熟且成本较低，适合大规模制氢。	加大对碱性电解水 (AWE)、质子交换膜电解水 (PEM) 和固体氧化物电解水 (SOEC) 等技术的研发和产业化支持，推动清洁、高效制氢技术的发展。同上。同上。
质子交换膜电解水 (PEM)	使用质子交换膜作为电解质，通过电解水分子生成高纯度氢气，适合用于燃料电池等高纯度需求的应用。	能耗较低，反应速度快，适合可再生能源的间歇性供电，具有较高的能量转换效率。	
固体氧化物电解水 (SOEC)	在高温下 (约800°C) 电解水分子，具有较高的能效。	理论能效高达80%，这使得SOEC在能源转换效率方面具有显著优势。	

可再生能源制氢

方法	过程	效率	建议
风光互补制氢	结合风能和太阳能的互补性，通过电解水制氢，实现清洁能源的稳定供应。	整体效率依赖于可再生能源的发电效率和所使用的电解水设备的能效。	鼓励在可再生能源资源丰富的地区开展风光互补制氢项目，利用当地资源优势，实现氢能产业的绿色发展，并推动氢能技术与可再生能源的深度融合。

中游储运:压缩、液化与储存的革新之路

氢气压缩

- **设备类型:** 包括动态压缩机（如离心压缩机）和静态压缩机（如活塞式压缩机）。动态压缩机通常用于大规模的工业应用，而静态压缩机则适用于更小规模或特定的应用场景。
- **挑战:** 高压压缩需要较高的能耗，同时对材料的强度和耐疲劳性有较高要求，这涉及到压缩机的设计和材料选择。

氢气储存

- **储存介质:** 包括高压气瓶、金属氢化物、化学储氢（如液氨或甲醇）等。每种储存介质都有其特定的应用场景和优势。
- **安全考量:** 储存系统的安全设计至关重要，需要包括压力释放机制、泄漏检测系统和防止氢脆的措施。

氢气液化

- **主要方法:** 克劳德循环和林德循环是工业上常用的液化方法，它们通过多级冷却和膨胀来降低氢气的温度，使其液化。
- **效率问题:** 液化过程相对能耗较高，需要有效管理低温环境，这对保温材料和设备的设计提出了挑战。

氢气运输

- **运输方式:** 包括长管拖车、液氢槽车、管道运输，以及正在探索中的氢气船运。每种运输方式都有其优势和局限性，适用于不同的运输距离和规模。
- **经济性:** 运输成本随距离增加而显著上升，因此经济性分析对于选择最合适的运输方式至关重要。此外，运输的规模经济也会影响成本效益。

中游储运:压缩、液化与储存的革新之路



压缩氢气储存:

高压气瓶通常使用碳纤维复合材料制成, 以确保在高压下的结构完整性和安全性。这些气瓶的设计需要符合严格的安全标准和性能要求。

液态氢储存:

液态氢的储存需要维持极低的温度, 通常使用真空绝热和多层绝热材料 (如多层毯或MLI) 来减少热渗透和蒸发损失。

固态氢储存:

固态氢储存利用金属氢化物或其他材料吸附氢气, 具有较高的体积能量密度, 且在常温下储存, 避免了低温储存的需求。

下游应用：氢能源的多维应用与挑战

领域	应用	技术	技术细节	优势	挑战	挑战与解决方案
交通领域	氢燃料电池汽车	氢气和氧气的电化学反应产生电力	包括PEMFC和SOFC等类型	零排放、加氢时间短、续航里程长	成本高、氢气储存和运输的安全性和成本问题	降低燃料电池系统成本，建立广泛的氢气加注网络
工业领域	氢冶金	使用氢气替代煤炭作为还原剂，改变了钢铁生产过程	研究开发使用直接还原铁（DRI）技术的氢冶金流程	减少钢铁制造过程中的碳排放	实际效率取决于氢气来源，需要高成本投入	研发低成本、高效率的氢气使用技术，并使其适应现有的钢铁生产流程
化工领域	氢合成	用于合成氨、甲醇等化学品的生产	主要使用SMR和POX技术，优化合成气的生产过程，提高氢气的利用效率和产品选择性	制造肥料、炸药和多用途化学中间体	需要考虑环境影响和成本效率	提高合成反应的转化率和选择性，减少副产品的生成

当前中国氢能产业面临的挑战包括

技术成熟度：

与国际先进水平相比，部分关键技术尚需进一步提升。

装备水平：

氢能制备、储运设备与国际先进水平存在差距。

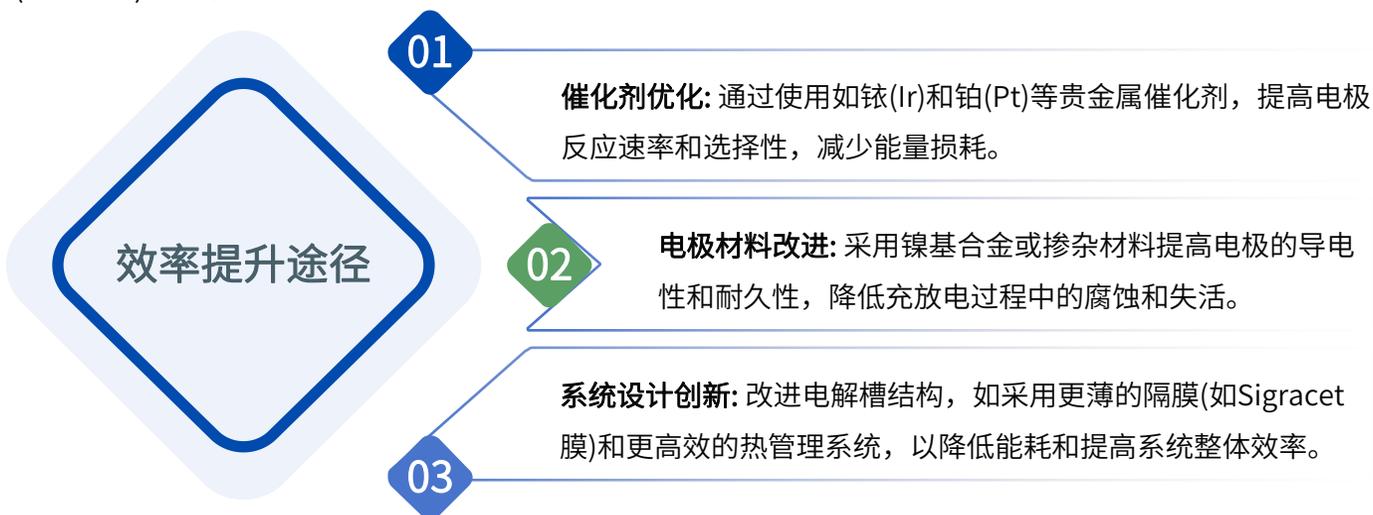
- **现状：**中国在氢能制备方面取得了显著进展，例如碱性电解槽技术的国产化，单槽产能已达到3000标方/小时。然而，与国际先进水平相比，中国在PEM电解槽产品方面仍存在差距，国际先进水平的电解槽在性能上更接近商业化应用。
- **挑战：**中国面临的挑战包括提高氢燃料电池的效率和耐久性，以及降低电解水制氢的成本。目前，中国在氢燃料电池汽车的部署正在加速，但与国际先进水平相比，某些核心技术的效率、稳定性和成本效益尚未达到商业化大规模应用的要求。
- **发展：**为了缩小与国际先进水平的差距，中国需要持续的技术研发和创新。例如，中国氢能联盟的数据显示，碱性电解水在中国电解水制氢中占据主导地位，但PEM电解水技术在中国正处于快速发展阶段，市场份额和产能数据需进一步调研。

- **现状：**中国在氢能制备和储运设备领域已实现基础建设和关键技术的发展，如加氢站的逐步建设和35MPa气态储氢技术的推广，尽管与国际先进水平相比，中国在70MPa高压储存系统、大规模液氢技术和长距离氢气管道运输等方面尚存在差距。此外，尽管国内在氢燃料电池的关键组件研发上取得了进展，但在材料性能、耐久性和成本效益方面与国际商业化产品相比仍有提升空间。
- **挑战：**中国氢能产业的高端装备制造技术和核心组件仍然在一定程度上依赖进口。例如，尽管国内已在70MPa高压加氢站设计制造方面取得进展，但在关键材料和部件的自主可控能力方面还需加强。
- **发展：**为了提升整体装备水平，中国正加速推进压缩机等关键设备的国产化进程，并重点关注III型和IV型储氢瓶的生产技术及碳纤维制备工艺。此外，中国化学与物理电源行业协会储能应用分会的数据显示，2022年中国新增投运的新型储能项目超过230个，这表明氢能储运技术正在快速发展。

碱性电解水：技术成熟，但效率有待提高

碱性电解水技术

- **技术概述:** 碱性电解水(Alkaline Water Electrolysis, AWE)技术是一种历史悠久的水电解制氢方法，依赖于碱性溶液如KOH或NaOH作为电解质，在石墨或镍基材料电极的作用下，通过电流将水分解成氢气和氧气。
- **技术成熟度:** AWE技术自19世纪末商业化以来，已有超过一个世纪的应用历史，是目前最广泛应用的电解水技术之一。AWE技术正逐步与可再生能源结合，以应对日益增长的绿色氢气需求，实现全生命周期的低碳排放。
- **效率问题:** AWE的能量转换效率通常在50%-70%之间，具体数值取决于电解槽的设计和操作系统。例如，每生产1立方米氢气大约需要4.5-5.5千瓦时电能，这一效率低于质子交换膜水电解(PEMWE)技术。



面临的挑战

- **成本问题:** 贵金属催化剂和高性能电极材料的使用增加了生产成本，需要通过规模化生产和技术创新来降低单位成本。
- **设备耐久性:** 电解槽的长期稳定性和耐久性是关键，尤其是在连续运行和极端条件下的性能保持。
- **系统集成:** 将AWE技术与可再生能源如风能和太阳能集成，需要解决能源的波动性和间歇性问题，以实现平稳高效的氢气生产。

质子交换膜电解水：效率较高，成本需进一步降低

质子交换膜电解水（PEM）技术概述

- **技术原理:** 质子交换膜电解水技术使用质子交换膜作为电解质，该膜允许质子通过同时阻止电子直接通过，从而在阳极和阴极分别产生氧气和氢气。这种设计提高了电解过程的效率。
- **效率优势:** PEM电解水技术因其高效的电化学反应动力学，通常具有70%-80%的能量转换效率，部分优化系统甚至能超过这一范围，这相较于传统的碱性电解水技术是一个显著的提升。



成本降低途径

- **催化剂替代:** 研究开发非贵金属或低含量贵金属催化剂，如过渡金属-氮-碳(M-N-C)催化剂，以降低材料成本。
- **膜材料创新:** 探索成本效益更高、耐久性相当的替代膜材料，如基于磺化聚醚醚酮(SPEEK)的质子交换膜。
- **规模化生产:** 通过规模化生产和制造工艺的优化，降低单位成本，提高PEM电解水技术的市场竞争力。

固体氧化物电解水：处于研发阶段，潜力巨大

技术名称	固体氧化物电解水 (SOEC)
技术原理	采用固态陶瓷材料作为电解质，在高温（通常高于800°C）条件下，利用电化学方式将水分解成氢气和氧气。这种技术在高温下操作，可以提高反应速率并降低能量消耗。
研发阶段	目前，SOEC技术主要处于实验室研发和小规模示范阶段。尽管显示出巨大的潜力，但仍面临从实验室到商业化应用的挑战，包括技术成熟度、成本效益和系统稳定性。
潜力所在	高效率：SOEC技术的理论能量转换效率可高达80%，在实际应用中也展现出较高的能效，这主要得益于其在高温下的操作环境。 高温操作：高温环境有利于提高水分子的活化程度，降低电解反应的活化能，从而提高电解效率。 可再生能源耦合：SOEC技术适合与高温余热源如太阳能热发电或工业余热耦合，有助于提高整体能源利用效率，并促进绿色氢气的可持续生产。
研发重点	材料开发：研究和开发具有高离子导电性、高机械稳定性的固体氧化物电解质材料，如掺杂氧化锆和掺杂氧化铈。 耐久性提升：解决长期运行中材料退化和老化的问题，提高系统耐久性和可靠性，特别是在高温和电化学环境下。 系统集成：研究SOEC技术与可再生能源系统的集成技术，优化系统设计，以实现高效、稳定的氢气生产。
面临的挑战	高温材料挑战：高温操作环境对材料的稳定性和耐久性提出了更高要求，尤其是在选择具有良好热循环性能和化学稳定性的材料方面。 成本问题：高性能材料和复杂制造工艺可能导致成本增加，这包括使用贵金属作为电极或使用高性能陶瓷材料作为电解质。 技术成熟度：SOEC技术需要进一步的实验验证和示范项目来提高技术成熟度，包括长期运行的可靠性测试和系统集成技术的发展。

压缩氢气：技术成熟，适用于短途运输

压缩氢气技术概述

- **技术原理:** 压缩氢气技术通过压缩机将氢气加压至几百巴（通常为200-700巴）的压力水平，以减少其体积，从而便于储存和运输。
- **技术成熟度:** 压缩氢气技术是目前最常用的氢气储存和运输方式之一，技术相对成熟，广泛应用于工业和商业领域。

优势 挑战 改进

技术优势

- **短途运输适用性:** 压缩氢气特别适用于短途运输，如城市内或区域间的氢气配送，因其相对简单的储存和运输设备。
- **储存设施:** 压缩氢气可以使用高压气瓶或氢气长管拖车进行储存和运输，这些设施相对容易获取和维护。

面临的挑战

- **能量密度限制:** 压缩氢气的能量密度受压力限制，这可能影响其在大规模或长距离应用中的效率，与液态或固态氢储存方式相比，压缩氢气的能量密度较低。
- **压缩能耗:** 将氢气压缩至高压需要消耗较多能量，这可能影响整体的能源效率，特别是在大规模应用时。
- **安全问题:** 高压氢气储存和运输需要严格的安全管理措施，包括泄漏检测、压力控制和应急响应计划，以防止泄漏和意外事故。

技术改进方向

- **压缩机效率:** 研发更高效的压缩机，如采用滚动压缩机或电动压缩机，这些技术可以降低压缩能耗并提高整体性能。
- **轻量化材料:** 使用轻量化且具有高强度的材料，如碳纤维复合材料，来制造高压气瓶，这可以减轻重量，提高运输效率和降低成本。
- **安全技术:** 开发更先进的氢气泄漏检测技术，如使用高灵敏度的传感器，以及应急处理技术，如自动泄压系统和快速切断装置，以提高安全性。

液态氢：储氢密度高，但液化能耗大

液态氢技术概述

- **技术原理**：液态氢是通过冷却氢气至极低温度（ -253°C ），使其液化的技术。这一过程显著减少了氢气的体积，从而提高了储氢密度。

技术优势

- **储氢密度**：液态氢具有较高的储氢密度，理论上每升可储存约71克氢气，这大约是压缩氢气储氢密度的三倍，使得液态氢成为大规模储存和运输的理想选择。
- **长途运输潜力**：由于其高储氢密度，液态氢特别适合用于长途运输和大规模储存，尤其适合于需要大量氢气供应的工业应用或远离氢气生产地的地区。

面临的挑战

- **液化能耗**：氢气液化过程需要消耗大量能量，通常液化1公斤氢气需要约13-14千瓦时的电能，这使得液化成本相对较高。
- **低温保持**：液态氢需要在极低温度下储存和运输，这要求使用特殊的绝热容器和输送管道来防止蒸发和能量损失，对保温材料和设备提出了高要求。
- **安全风险**：液态氢在泄漏时会迅速蒸发，可能形成易燃混合物，增加了安全风险。因此，需要严格的安全管理措施，包括泄漏检测、压力控制和应急响应计划。

技术改进方向

- **液化效率**：研发更高效的液化工艺，如采用先进的换热技术和优化的工艺流程，以降低液化过程中的能耗。
- **高效保温技术**：开发高性能的保温材料和设备，例如使用真空多层绝热技术(MLI)和高性能的复合材料，以减少液氢在储存和运输过程中的蒸发损失。
- **安全系统**：设计和实施先进的安全监测系统，包括氢气泄漏检测、自动泄压系统和快速应急响应机制，以降低安全风险。

固态储氢材料：研究阶段，具有长期应用潜力

固态储氢材料概述

- **技术原理:** 固态储氢材料利用金属氢化物、金属有机框架（MOFs）、多孔碳材料等固态物质的微孔结构来吸附和储存氢气。这些材料通过物理吸附或化学吸收的方式固定氢气，其中物理吸附材料如活性炭、碳纳米管和MOFs，因其高比表面积和多孔结构而受到关注。
- **研究阶段:** 目前，固态储氢技术主要处于研究和开发阶段。例如，中国科学院力学研究所开发的Ti-decorated Iriza-Graphene材料展示了7.7wt%的高储氢性能，这一进展通过第一性原理计算得到验证。

项目	固态储氢材料
技术优势	<p>安全性：固态储氢材料在室温和较低压力下工作，提高储存和运输安全性。体积密度：某些固态材料具有较高体积储氢密度，如镁基材料体系的质量储氢密度为4-7.6wt%，减少储存空间。</p>
长期应用潜力	<p>轻量化：固态储氢材料减轻储氢系统重量，利于移动应用。可设计性：材料和性能可通过化学和物理方法调整，满足特定应用需求。环境适应性：固态材料适应性强，适用于不同气候和工况。经济性分析：规模化运输条件下，固态储氢运营成本低，如镁基固态储氢成本为4元/公斤。政策支持：国家和地方政府出台多项政策标准，如《新能源汽车产业发展规划（2021-2035年）》和《氢能产业发展中长期规划（2021—2035年）》，提供政策基础。</p>
面临的挑战	<p>储氢容量：多数固态储氢材料重量储氢密度未达美国能源部（DOE）目标（如5.5wt%），是商业化应用的重要门槛。吸放氢速率：材料吸放氢反应速率需提高，满足快速充放氢需求，特别是在移动应用如汽车领域。循环稳定性：材料在反复吸放氢过程中的循环稳定性和耐久性需增强，避免性能衰减并延长使用寿命。</p>
技术改进方向	<p>新材料开发：研究和开发新型固态储氢材料，如轻质元素基材料（镁、锂、钠等），以及高性能的金属有机框架（MOFs）和多孔碳材料。性能优化：通过纳米技术和表面改性等手段，优化材料吸放氢性能，提高动力学特性和循环稳定性。成本降低：探索成本效益高的制备方法，如规模化生产和原料优化，降低固态储氢材料成本。</p>

燃料电池：关键技术取得突破，商业化逐步展开



商业化应用进展

- **交通领域:** 燃料电池汽车（FCEV）技术已实现商业化，全球范围内有多家汽车制造商推出了燃料电池车型。中国在燃料电池汽车产业方面正在快速发展，已有多家企业推出了燃料电池公交车、物流车等示范运行项目。
- **固定式发电:** 燃料电池在固定式发电领域也逐步商业化，用于提供备用电源或分布式能源。中国的燃料电池系统开始应用于数据中心、通信基站等场合。
- **便携式电源:** 在便携式电源领域，燃料电池开始应用于无人值守的远程监控系统等，提供高能量密度和长寿命的电源解决方案。



技术优势

- **高效能:** 燃料电池的能量转换效率确实较高，可达50%-60%，并且通过热电联供系统可进一步提高。
- **环境友好:** 燃料电池在运行过程中仅产生水，不排放污染物，具有很好的环境相容性。
- **低噪音:** 燃料电池运行时噪音低，适合对噪音敏感的应用场景。



面临的挑战

- **成本问题:** 燃料电池系统的成本，尤其是催化剂和膜材料的成本，仍然是推广应用的主要障碍。
- **基础设施建设:** 氢气的供应网络和加氢站的建设需要进一步扩展，以支持燃料电池汽车的广泛应用。
- **技术稳定性:** 燃料电池的长期运行稳定性和耐久性商业化应用的关键，需要通过持续的研发来验证和改善。



技术改进方向

- **催化剂优化:** 开发非贵金属或低含量贵金属催化剂，以降低成本并提高性能。
- **膜电极技术:** 通过材料和设计创新提高膜电极的耐久性和性能，延长燃料电池的使用寿命。
- **系统集成:** 优化燃料电池系统设计，提高整体能效和可靠性，降低系统成本。

氢冶金：减少钢铁生产中碳排放，示范项目已启动



技术优势

减排效果: 氢冶金技术可减少高达70%的二氧化碳排放，对钢铁行业的绿色转型至关重要。
环境友好: 与传统的高炉炼铁相比，氢冶金技术更加清洁，对环境的影响较小。



示范项目启动

项目实施: 中国已启动多个氢冶金示范项目，探索氢气在钢铁生产中的应用。例如中国河钢集团张宣科技120万吨氢冶金示范工程一期全线贯通，标志着中国钢铁行业向氢冶金转变的重要步伐。
技术验证: 这些项目旨在验证氢冶金技术的可行性，为未来的大规模应用积累经验。

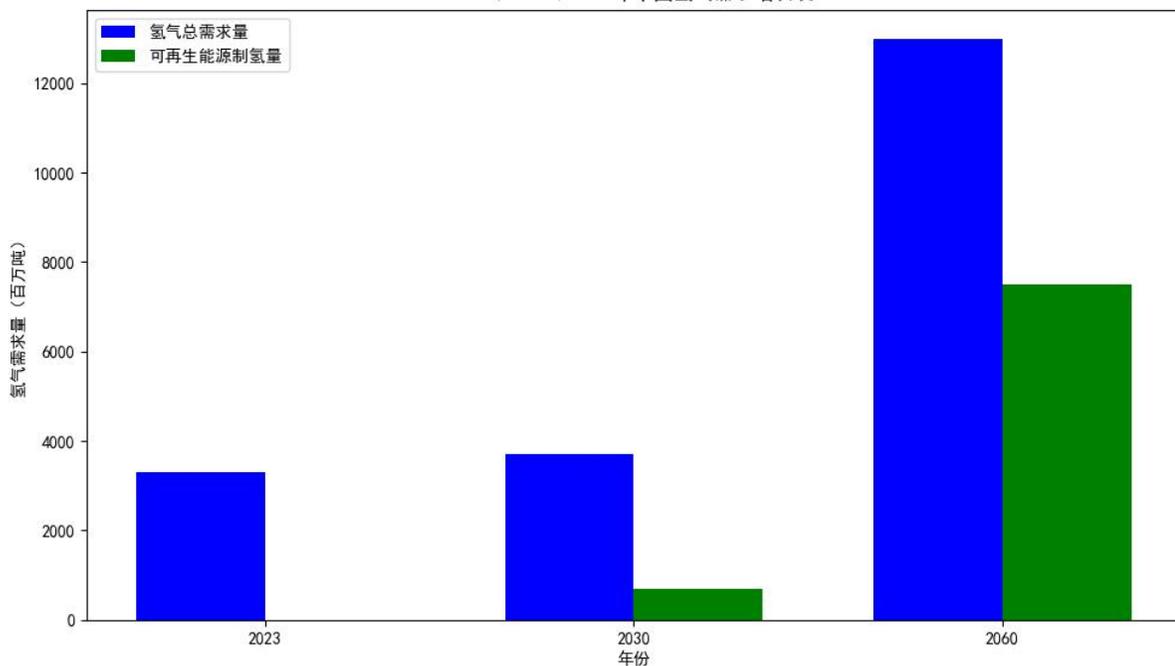


面临的挑战

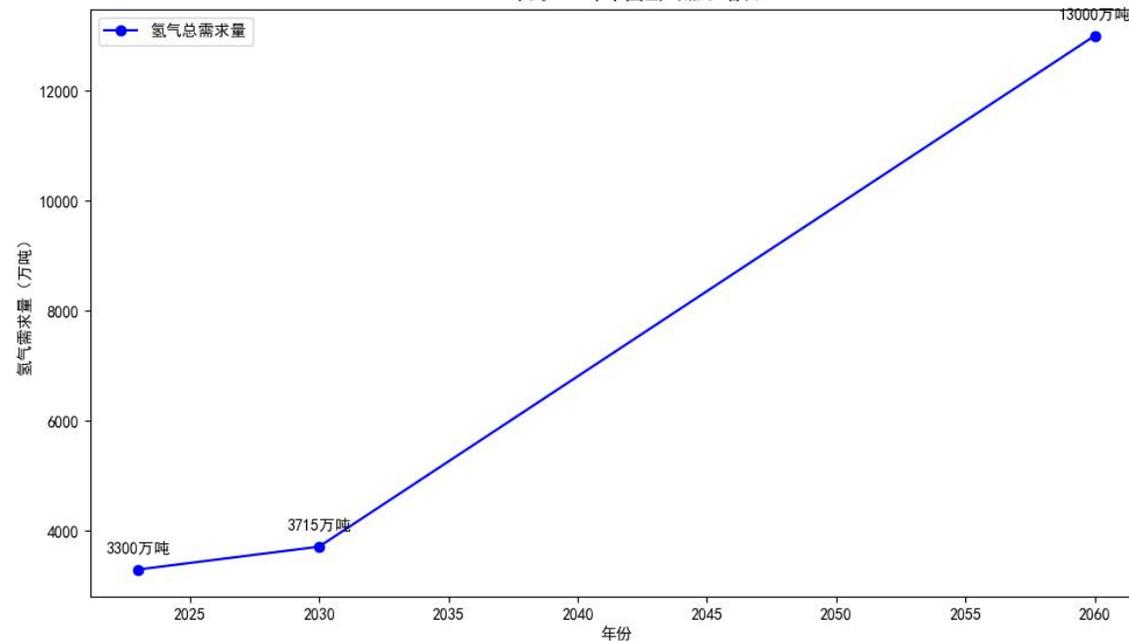
技术成熟度: 氢冶金技术在中国仍处于发展阶段，需要进一步的研究和优化。氢冶金技术要求高品位铁矿资源，而中国以低品位磁铁矿为主，资源有限。
氢能资源少、利用成本高: 中国制氢多依赖化石能源，绿电—电解水制氢成本较高，难以与现有工艺竞争。
经济性分析: 目前广东省的制氢成本为16元/kg，氢冶金法炼钢的成本约4500元/t，氢气成本占三分之一。预计到2035年，随着技术进步和成本降低，氢冶金法的经济性将逐渐被市场接受。

氢气需求市场规模预测：预计2060年需求增值1.3亿吨，年均增长5.06%

2023、2030、2060年中国氢气需求增长表



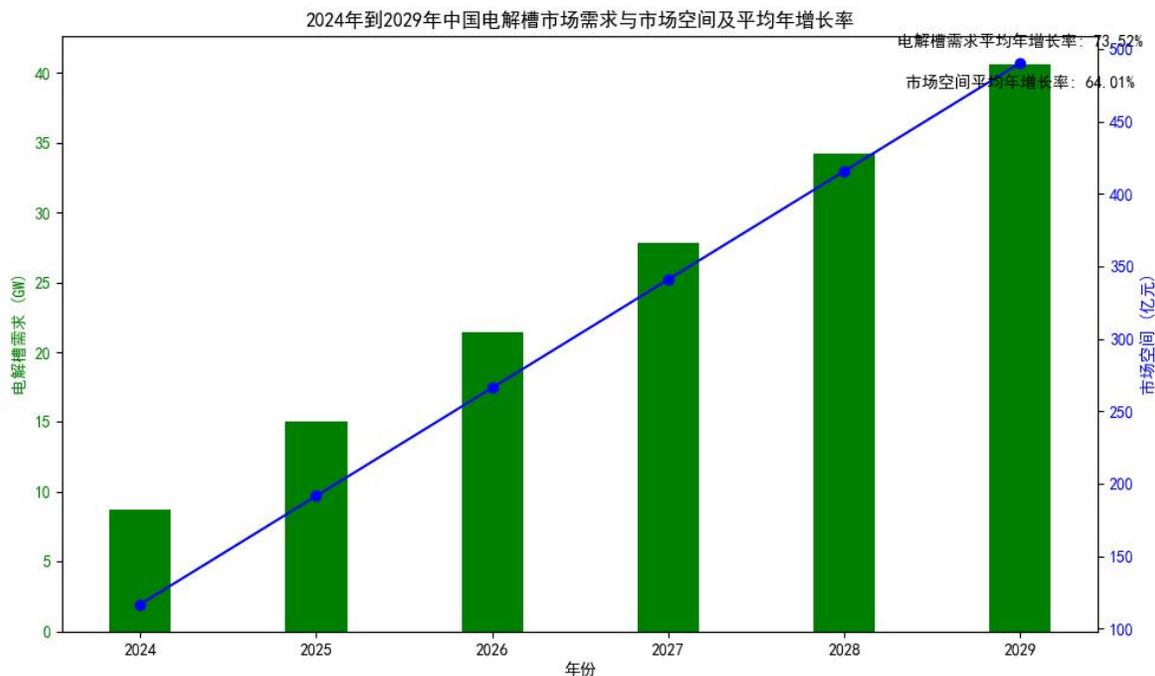
2023年到2060年中国氢气需求增长



氢气需求：

根据中国氢能联盟数据，2023年全国氢能产量约为3550万吨。同时，中国的氢气需求总量约为3300万吨，显示出供需基本平衡的状态。2030年氢气年需求量预计达到3715万吨。中国氢能联盟预计到2030年，中国的氢气年需求量将达到约3700万吨，并且可再生能源制氢的量预计约为700万吨。此外，到2060年，预计氢气的年需求量将增至1.0-1.3亿吨，其中可再生能源制氢的量为0.75-1.0亿吨。粗略估计，年平均增长率在5.06%

电解槽装机：平均年增长60%以上，潜力巨大



根据国信证券的《氢能行业专题研究之三：制氢电解槽》报告

2023年国内电解槽市场：

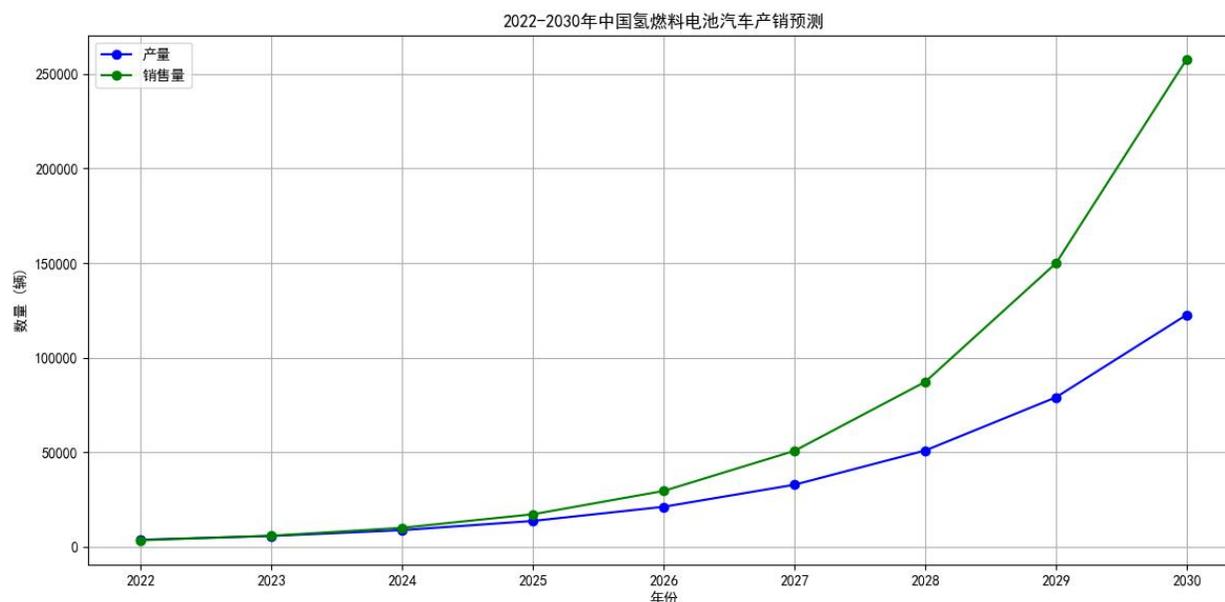
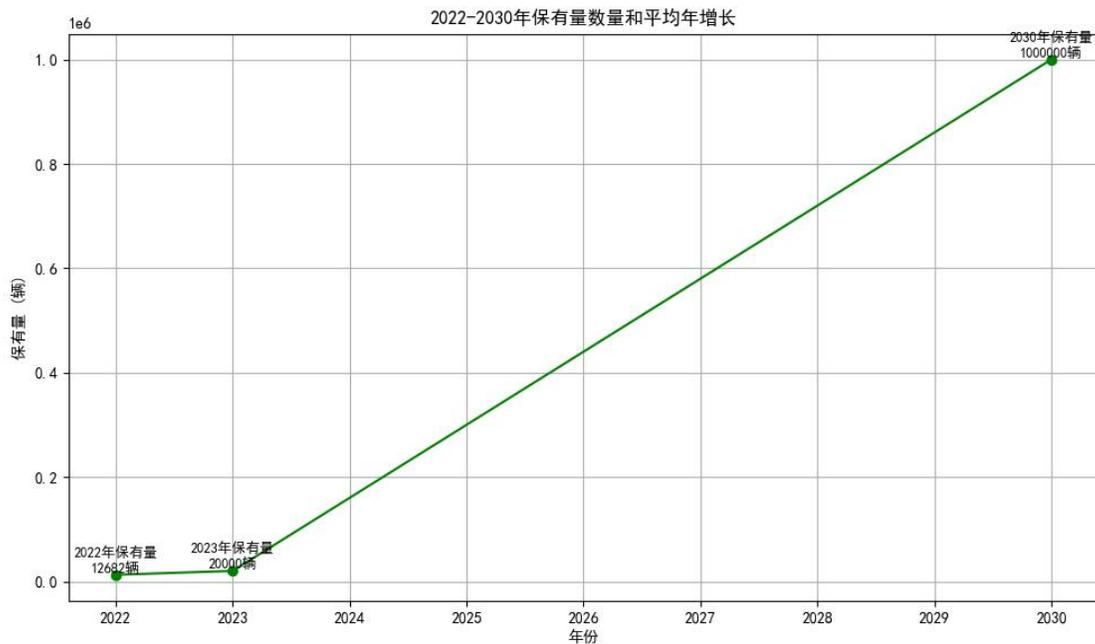
2023年国内电解槽市场招标需求爆发，1-6月招标量超过815MW，已经超过2022年全年出货量。预计2023年国内电解槽出货量为2.3GW，对应市场空间为42亿元。

2030年国内电解槽累计装机量：

预计到2030年，国内电解槽新增需求将达到47GW，对应市场空间将达到565亿元。届时，国内电解槽累计装机量预计将达到**190GW**。

至2030年，国内电解槽累计装机预计达到190GW。**电解槽需求平均年增长73.52%，市场空间平均年增长64.01%，增长空间巨大！**

交通领域：氢燃料电池汽车市场快速增长，保有量超万辆



根据中国氢能联盟日前发布的《中国氢能及燃料电池产业发展报告2022》披露，2022年，中国氢燃料电池汽车销售量新增3367辆，保有量达12682辆，同比增长约36%，已超万辆。中国汽车工业协会公布燃料电池汽车产销数据，据香橙会研究院测算，2023年全国燃料电池汽车产销数据分别为5631辆和5791辆，同比增加55.3%和72%（2022年产销数据为3626辆和3367辆）。据人民网《我国氢燃料电池车市场整体向好》文章内容“业内人士预计，到2023年下半年，中国氢燃料电池汽车保有量可突破2万辆”。根据中国科普网《欧阳明高：中国氢燃料电池车保有量到2030年将达100万辆》预测，预计到2030年，中国氢燃料电池汽车保有量将达到100万辆。按照2022年-2023年产销数据增长比例，预计到2030年产销约为122656辆和257826辆。

工业领域：氢冶金等技术的应用，推动工业领域氢需求增长

氢冶金技术应用

氢冶金技术作为工业减碳的关键路径，正逐步被中国钢铁企业采纳。该技术通过使用氢气作为还原剂，替代传统的碳基还原剂，显著降低钢铁生产过程中的二氧化碳排放。

- **技术工艺：**氢冶金技术包括高炉富氢冶炼和气基直接还原竖炉炼铁等工艺。高炉富氢冶炼通过喷吹氢气或富氢气体至高炉，而气基直接还原竖炉则利用氢气和一氧化碳混合气体转化铁矿石，实现更高效的还原过程。

政策推动

中国政府在《关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见》中明确提出支持氢冶金、低碳冶金等先进工艺技术的研发和应用。政策的这一导向为氢冶金技术的发展提供了坚实的政策基础和支持，促进了相关技术的研发、示范和商业化进程。

研发与应用现状

中国钢铁企业积极响应政策号召，参与氢冶金技术的研发和生产线建设。例如，上海大学氢冶金与低碳技术团队在2023年氢冶金国际研讨会上展示了高炉喷吹纯氢的半工业化试验和工业化示范应用进展。

市场需求增长

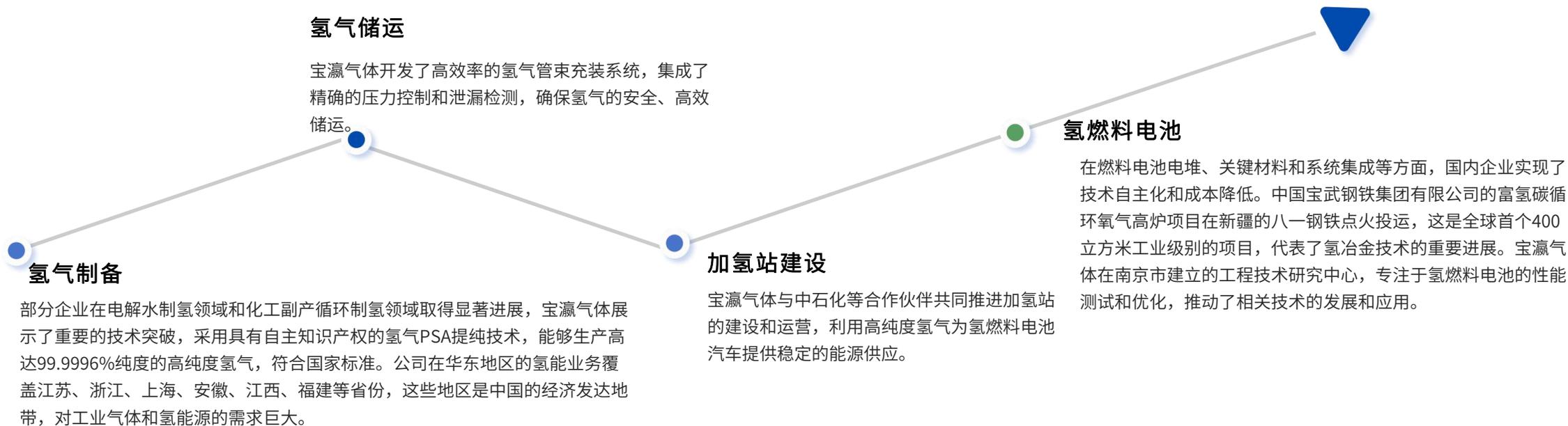
随着氢冶金技术的逐步成熟和政策的持续支持，预计工业领域对氢气的需求将显著增长。中国氢能联盟预测，到2030年，中国氢气年需求量将达到3700万吨，工业领域将继续作为氢需求的主要部分。

制约因素与解决方案

氢冶金技术的发展受到氢成本和技术成熟度的限制。为解决这些问题，行业正致力于降低氢气生产成本，同时加强技术研发以提高工艺效率和经济性。例如，河钢集团实施的《河钢集团低碳排放产品发展规划（2023—2026）》提出了氢冶金电炉工艺等6种工艺组合。

中国氢能产业链中的国内企业在多个关键环节实现了技术突破

包括但不限于



宝瀛气体通过在苏皖经济区建立的氢能源网络，实现了市场占有率超过70%，同时形成了大规模的碱水制氢能力和液氢产能。公司采用先进的氢气纯化技术，确保氢气纯度高达99.9996%，满足高端应用需求。为江苏多家钢铁等企业提供的**氢气管束充装系统**，提升了氢气产品的充装效率和安全性。此外，宝瀛气体在西南等地利用水电资源开展的**水电解制氢**项目，进一步构建了绿色氢能供应的新路线。在南京市公司建立的**氢燃料电池检测**工程技术研究中心，不仅推动了氢燃料电池技术的研究，也促进了氢气制备技术的创新。通过与中石化的战略合作，宝瀛气体利用**天然气裂解副产氢**作为原料，扩展了氢气制备的来源。未来，公司将在高电价地区通过水电解制氢技术实现0碳排放的氢气供应，并借助管道输送保障了氢气的稳定供应，为氢能源产业的绿色发展和技术创新做出了重要贡献。

国际竞争：面临来自日本、欧洲等地区企业的竞争压力

日本的竞争地位

- **技术研发:** 日本在氢能技术研发方面确实具有显著优势，特别是在氢燃料电池汽车(FCEV)的商业化应用上。例如，丰田和本田等日本汽车制造商在氢燃料电池技术方面处于行业领先地位
 - **政策推动:** 日本政府积极推动氢能产业发展，通过《氢能基本战略》等政策文件，明确了氢能发展目标和路线图。
- 基础设施:** 日本在加氢站建设和氢能供应链方面取得进展，为氢能应用提供了良好的基础设施支持。日本政府和企业在加速推动氢能源，并提出在2030年前将加氢站增加到1000个的目标

欧洲的竞争地位

- **政策支持:** 欧盟通过Repower EU等规划，提出了明确的可再生氢生产和进口目标，并提供相应的融资和政策支持。
- **技术研发与标准:** 欧洲在氢能技术研究、系统规范以及国际标准的制定方面处于领先地位。欧盟委员会认为，氢能是实现《欧洲绿色协议》和欧洲清洁能源转型的关键选项。
- **国际合作:** 欧盟通过国际合作机制，如欧洲氢能银行等项目，推动氢能的全球合作和贸易链建设。欧盟已经在氢能领域投资了大量资源，并计划继续扩大其在全球氢经济中的市场份额。

技术创新与产业链

- **技术领先:** 日本和欧洲的企业在氢能关键技术方面具有显著的先发优势。例如，日本在质子交换膜燃料电池(PEMFC)技术方面处于全球领先地位，而欧洲在固体氧化物燃料电池(SOFC)和电解水制氢技术方面拥有先进的研发成果。这些技术的进步为氢能的高效生产和应用提供了强有力的支持。
- **产业链完整:** 这些地区已经建立了从氢气生产、储存、运输到应用的完整产业链。在日本，氢能产业链涵盖了从大规模的工业气体公司到小型创新型企业，形成了一个多元化、协同发展的产业生态。欧洲则通过跨国合作，建立了跨国的氢能供应链，促进了氢能在区域内的广泛应用。

政策与资金支持

- **激励措施:** 日本和欧洲政府通过资金投入、税收优惠等政策激励，加速氢能产业的发展。
- **国际影响力:** 这些地区的企业通过参与国际合作项目，如欧洲氢能银行等，增强了在全球氢能市场中的影响力。这些合作项目不仅促进了技术交流和共享，也为全球氢能产业的发展提供了新的动力。

中国的挑战与应对

- **技术追赶:** 中国氢能产业需要在技术创新、产业链完善等方面加快步伐，以缩小与日本和欧洲的差距。中国政府已有认知并在《氢能产业发展中长期规划(2021—2035年)》中明确了发展目标和战略方向。
- **政策支持:** 加强国家层面的政策支持和资金投入，为中国氢能产业的发展提供坚实的基础。
- **国际合作:** 积极参与国际合作，引进先进技术，提升中国在全球氢能产业中的竞争力。

关于宝瀛气体

宝瀛气体，即宝瀛（南京）气体有限责任公司，作为国内领先的气体供应商之一，专注于提供多元化的工业气体和特种气体解决方案。自公司成立以来，宝瀛气体一直致力于技术创新和产品研发，以满足不同行业对气体产品的高标准需求。依托强大的研发实力和国际先进的生产技术，宝瀛气体已经发展成为一家拥有多项国家专利和资质认证的高新技术企业。宝瀛气体的氢能业务板块是公司的重要组成部分，专注于氢能源的研发、生产、储存和应用，致力于推动氢能产业的绿色发展和技术创新。

宝瀛气体氢能业务，作为清洁能源解决方案的先行者，专注于高纯氢气的生产和供应，满足各行业对氢能源的高品质需求。我们采用国际先进的氢气纯化技术，确保产品纯度高达99.9996%，超越行业标准，为半导体、LED芯片制造、氢能源电池研发等高端领域提供关键支持。

依托强大的研发实力和多项国家专利技术，宝瀛气体在氢能制备、储运及燃料电池测试等细分领域拥有自主知识产权和核心竞争力。我们通过ISO14001、ISO9001、ISO45001等国际管理体系认证，严格把控产品质量和安全，为客户提供可靠、安全的氢能产品和服务。

宝瀛气体积极构建氢能产业链，形成液氢产能、大规模碱水制氢、高效氢能运输体系，打造“产、储、运、用”一体化的氢能产业服务链。我们与中石化等知名企业建立战略合作关系，共同推进氢能基础设施建设和氢能商业化应用，助力实现国家碳达峰、碳中和目标。

我们的氢能业务不仅局限于氢气的生产和供应，还涵盖氢燃料电池检测、氢能源工程技术研究中心建设等，为客户提供全方位的氢能技术解决方案。宝瀛气体，您值得信赖的氢能产业合作伙伴，共同开启绿色能源新时代。

核心优势：

- **高纯度氢气生产：**采用国际先进技术，确保氢气纯度满足高端应用需求。
- **专利技术：**拥有多项国家专利，保障氢能技术的自主可控。
- **国际管理体系认证：**通过ISO认证，确保产品和服务的质量和安全。
- **产业链整合：**构建完整的氢能产业服务链，提供一站式解决方案。
- **战略合作：**与行业领军企业合作，共同推动氢能产业发展。

宝瀛气体氢能业务板块，致力于成为氢能源领域的领导者，为全球客户提供清洁、高效、可持续的氢能产品和服务。

参考资料：

- 1.中国氢能联盟. “中国2030年‘可再生氢100’发展路线图”. 发布时间：2021年9月23日。该报告旨在到2030年实现国内可再生能源制氢装机规模达到100吉瓦。
- 2.东方财富. “氢能行业专题二：制氢行业深度报告：绿氢电解槽，方兴未艾”. 发布时间：2023年4月3日。报告探讨了氢能作为清洁零碳的二次能源在化工和交通领域的应用，以及电解水制氢的经济性。
- 3.国家发展改革委、国家能源局. 《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》。发布时间：2022年3月23日。该规划明确了氢能作为未来国家能源体系的重要组成部分，旨在推动交通、工业等用能终端的绿色低碳转型。
- 4.国际能源署（IEA）. 《2023年全球氢能评论》报告，发布时间2023年9月22日。报告分析了全世界范围内的氢气产量和需求情况，以及基础设施发展、贸易、政策、法规、投资和创新等关键领域的发展现状。
- 5.各国能源部门或行业协会氢能发展规划和统计数据. 总结了全球主要经济体氢能发展战略，以及氢能发展的核心驱动力。
- 6.国家能源局. “全球氢能开发利用竞速正酣”. 发布时间：2023年3月24日。报告讨论了氢作为清洁能源的商业价值，以及氢在不同应用场景中的优势。
- 7.澎湃新闻. “‘氢能十解’之十：全球绿色氢能中心愿景”. 发布时间：2024年4月9日。报告探讨了中国构建全球绿色氢能中心的优势，包括市场潜力、要素保障能力、政策支持和技术创新。
- 8.商务部. “全球氢能产业发展的现状与趋势”. 发布时间：2022年8月3日。报告指出全球氢能布局加速，氢能产业已进入新发展阶段，全球主要经济体已经纷纷针对氢能产业加快布局。
- 9.KPMG. “一文读懂氢能产业”. 发布时间：2022年9月15日。报告从氢能的特点和主要类型入手，对氢能产业链、各国发展策略、我国氢能产业政策、氢能产业投融资等进行了详细的梳理，对氢能未来发展趋势进行了展望。
- 10.中国智库网. “丁曼：日本氢能战略的特征、动因与国际协调”. 发布时间：2017年9月17日。报告指出日本《氢能源基本战略》的特征是推动氢能与褐煤等多种化石能源及可再生能源的耦合协同发展。
- 11.北京商报. “深度 | 日本、韩国、欧盟氢能路线图对比分析及对我国的启示”. 发布时间：2021年1月13日。报告讨论了全球氢能产业的规模化发展，强调了氢能作为高效清洁能源和绿色新兴产业的重要发展方向。
- 12.互联网行业观察. “全球氢能竞争加剧，欧盟加大对可再生氢的政策支持”. 发布时间：2023年7月30日。报告指出欧盟将自己定位为全球氢经济竞赛的领跑者之一，正在迅速推行政策措施，加快可再生氢的生产和使用。
- 13.前瞻网. “行业深度洞察2021：中国氢能源行业竞争格局及市场份额分析”. 发布时间：2021年6月21日。报告强调氢能源作为清洁能源，对“碳达峰”和“碳中和”的实现起到重要作用，也是推动能源体系绿色低碳转型的重点。
- 14.36氪研究院. 《2022年中国氢能行业洞察报告》。发布时间：2022年4月14日。报告提供了关于中国氢能行业的深入分析，涵盖了行业趋势、市场规模、技术发展等方面的信息。
- 15.前瞻产业研究院. 《中国可再生能源制氢行业市场前瞻与投资战略规划分析报告》。发布时间：2024年1月3日。报告详细分析了可再生能源制氢行业的市场前景和投资策略。
- 16.《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》，《中国氢能产业发展蓝皮书（2023）》。发布时间：2022年3月23日。报告是中国政府发布的关于氢能产业发展的规划报告，旨在推动氢能产业的发展。
- 17.前瞻网. 《行业深度洞察2021：中国氢能源行业竞争格局及市场份额分析》。发布时间：2021年6月21日。报告提供了关于中国氢能源行业的竞争格局和市场份额分析。

注：

1、数据来源：

本报告中的数据主要来源于公开的政府统计数据、行业研究报告、市场调研结果以及企业公开财务报告。具体来源包括但不限于国家统计局、国家能源局、中国氢能联盟、东方财富网、国际能源署（IEA）、各国能源部门或行业协会、学术期刊、澎湃新闻、商务部、KPMG、中国智库网、北京商报、互联网行业观察、前瞻网。部分数据和分析结果参考了国际组织如国际能源署（IEA）和世界经济论坛发布的相关报告和标准。对于市场预测和趋势分析，我们结合了内部专家的分析 and 行业顾问的意见，以及采用行业公认的分析模型和方法。

2、数据时效性

报告中所引用的数据和信息均截至2024年6月15日。对于未来预测和趋势分析，我们基于当前可获得的数据和信息进行了合理推测，但请注意市场和行业状况可能会随时间而变化。

3、版权声明

本报告中的内容和数据受版权保护，未经许可，任何个人或机构不得以任何形式复制、转载或用于商业目的。部分文字和数据采集于公开信息，所有权为原著者所有。如需引用或转载，请注明出处并遵守相关法律法规。

4、免责声明

尽管我们已经尽力确保报告中的信息准确无误，但由于市场和行业的复杂性，报告中的数据和可能存在一定的不确定性。受研究方法和数据获取资源的限制，本报告只提供给用户作为市场参考资料，本公司对该报告的数据和观点不承担任何法律责任。本报告仅供参考，不构成任何投资建议或决策依据。报告作者和发布机构不对因使用本报告内容而引起的任何直接或间接损失承担责任。

5、其他

本报告在编写过程中得到了多位行业专家和顾问的支持和帮助，特此表示感谢！
报告中的观点和结论仅代表作者和参与研究人员的看法，不代表任何机构的立场。

