

中国平安 PINGAN

专业·价值

专业 让生活更简单

证券研究报告

绿氢化工项目将如何落地？

证券分析师

皮秀 投资咨询资格编号：S1060517070004

研究助理

张之尧 一般从业资格编号：S1060122070042

电力设备及新能源 强于大市（维持）

2024年3月5日

请务必阅读正文后免责条款

平安证券

投资要点

- 2023年，国内进展中的绿氢项目规划产能超200万吨，规划投资额超过4500亿元，下游产品包括绿氨、绿醇、绿色航煤（SAF）等。绿氢化工项目端热度高涨的同时，业内关心以下问题：**1.大规模绿氢项目如何平稳高效运行？2.绿氢距离平价还有多远？3.绿氢下游将如何消纳？**
- 本报告围绕以上问题开展了讨论，力求提供思路与启发。
- **一、从电到氢：绿氢项目如何落地？**
- **绿氢项目的两大挑战：电能供应和物料供应。**大规模（万吨级）绿氢项目生产的绿氢绝大部分用于化工生产，项目落地时面临的难题包括两方面：一是风光发电的波动性难以匹配电解槽高效连续运行的需求；二是绿氢生产的间歇性难以匹配下游化工项目连续生产的要求。
- **降本之路：考虑“不可能三角”约束，探索电网友好型制氢方式。**绿氢降本路径可归纳为三类：降低用电成本、控制初始投资、提高运行时长和效率。三者现实限制下难以兼得，绿氢项目设计和运行中需要进行权衡。我们结合文献，将绿氢项目划分为电网调峰型、电网友好型、工艺离网型三类，分别估算其单位制氢成本。从国内大型示范项目来看，绿氢项目构成和运行模式尚未定型，需结合具体情况进行选择。我们认为，以“配备储能/储氢系统、不连续运行”为特征的“电网友好型”项目将成为未来一段时间的主流，估算其绿氢成本在16.0-16.3元/kg。
- **二、从氢到X：终端产品前景几何？**
- **绿氨：应用范围极广，但暂无明显优势场景，推动渗透需解决成本问题。**合成氨用途广泛，绿氨替代空间庞大，但成本劣势下替代动力有限；短期政策补贴、长期绿氢降本和工业脱碳要求下渗透率有望提升。新兴场景包括氢储运、燃料等，场景和技术有待成熟，市场空间尚未打开。
- **绿醇：航运燃料新兴需求强势，产能布局需关注标准。**绿醇需求无虞，国内传统应用有产能缺口，海外航运燃料需求高景气。欧盟绿醇标准严苛，工艺成本高，目前符合标准的产能很少，一定时间内将供不应求；以出口为目的的绿醇生产方需要密切关注标准，并加强成本控制能力。
- **绿色航煤：海外市场先行，技术阶段较早。**欧美推动航空脱碳，SAF需求高增。目前SAF生产以脂类合成为主，绿氢制SAF技术尚未规模应用。
- **投资建议：图其至远，行则将至。**绿氢化工前行之路虽有挑战，前景可期。绿电成本下降、电解槽降本升级、以及项目方积极探索下，我国绿氢化工项目运行模式有望逐步跑通、实现经济性，并进一步打开下游市场。**设备环节**，电解槽的能耗、负荷调节范围、稳定性等因素与绿氢降本息息相关，产品仍有升级空间，优质产品未来有望形成区分度；**项目投资环节**，大型绿氢项目对项目方的运营能力、产业链资源协调能力等形成考验，有一定进入门槛；先行者有望率先卡位积累经验和资源，为后续项目获取打下基础。**建议关注：阳光电源：**质地优良、资金实力雄厚、电解槽兼具碱性和PEM双路线；**吉电股份：**具备发电集团背景+地域优势，新能源发电项目运营经验充足，先行布局绿电制氢赛道。
- **风险提示。**1) 绿氢项目落地进展不及预期的风险。2) 电解设备供给端竞争加剧的风险。3) 绿氢化工产品消纳不及预期的风险。4) 国际市场环境发生变化的风险。



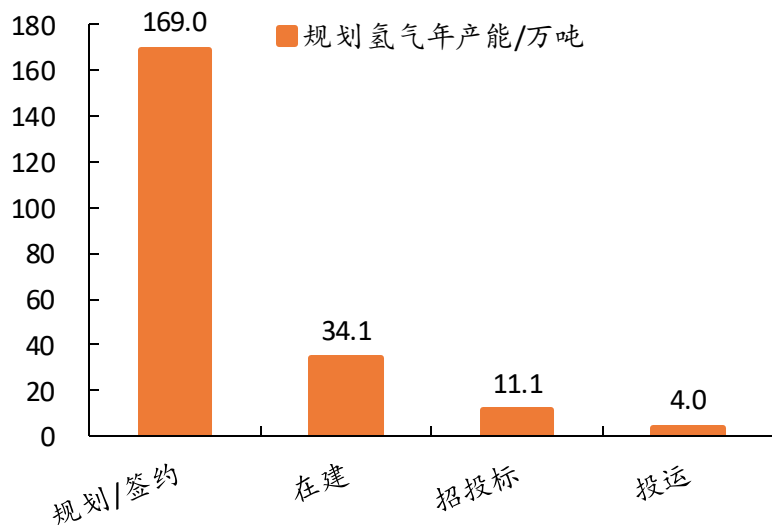
目录 CONTENTS

- ① 一、从电到氢：绿氢项目如何落地？
- ② 二、从氢到X：终端产品前景几何？
- ③ 三、投资建议及风险提示

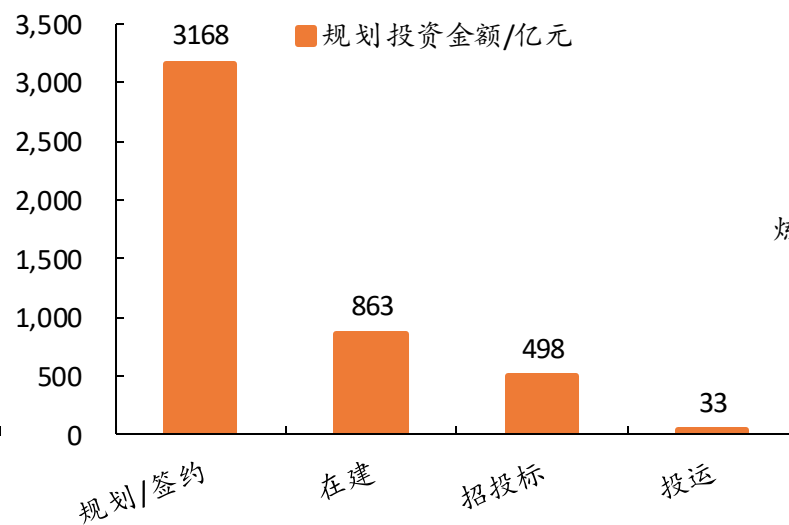
1.1 全国绿氢项目部署如火如荼，规划投资总额超4500亿元

- 国内绿氢项目投资规划火热，2023年进展中项目涉及绿氢产能规划超过200万吨，预计投资额超过4500亿元。
 - 规划产能：我们根据公开信息统计，2023年国内已有104个绿氢项目更新动态（含规划/签约、在建、招投标、投运，同一项目不重复统计），涉及绿氢产能218万吨；其中4万吨产能已投产，处于规划/签约阶段的绿氢产能接近170万吨。
 - 投资金额：从规划投资额来看，全年更新动态的绿氢项目涉及投资额达4562亿元。
- 绿氢化工是下游应用的主要场景。我们统计，2023年更新动态的项目中，近80%的规划绿氢产能将用于化工生产。其中，合成氨、合成甲醇、合成航空燃料是前三大应用场景，规划绿氢产量分别为105/37/17万吨。

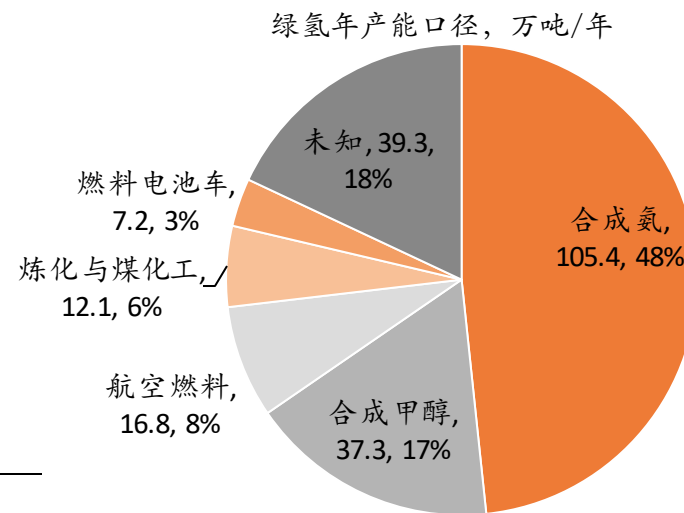
2023年国内绿氢项目进展汇总（产能）



2023年国内绿氢项目进展汇总（投资额）



2023年国内绿氢项目下游应用分布



1.1 “现实”与“理想”之间仍有距离

- 绿氢前景广阔，但大型项目在投运初期显现出一些难题。对于绿氢项目而言，现实与平稳满产的“理想状态”仍有一定差距。
 - 库车项目投运初期，运行效率不及预期。中石化新疆库车绿氢示范项目于2023年6月30日投运，是当时全球规模最大的绿氢项目，预计满产后年产能2万吨。项目投运的最初半年，绿氢产量1997吨，仅为前期计划产能1万吨/年的39.9%。
 - 绿电制氢设备和项目运行模式均需探索优化。结合BNEF和中石化相关分析，电解槽运行负荷波动范围不足是一个难题；电解槽设备本身，以及对应的系统运行模式，均需要持续优化。
- 大规模可再生能源制绿氢项目尚属新生事物，在实现平稳高效运行和绿氢平价之前，或许仍将经历一些曲折的探索。保持信心的同时，我们也应当了解细节，保持耐心。

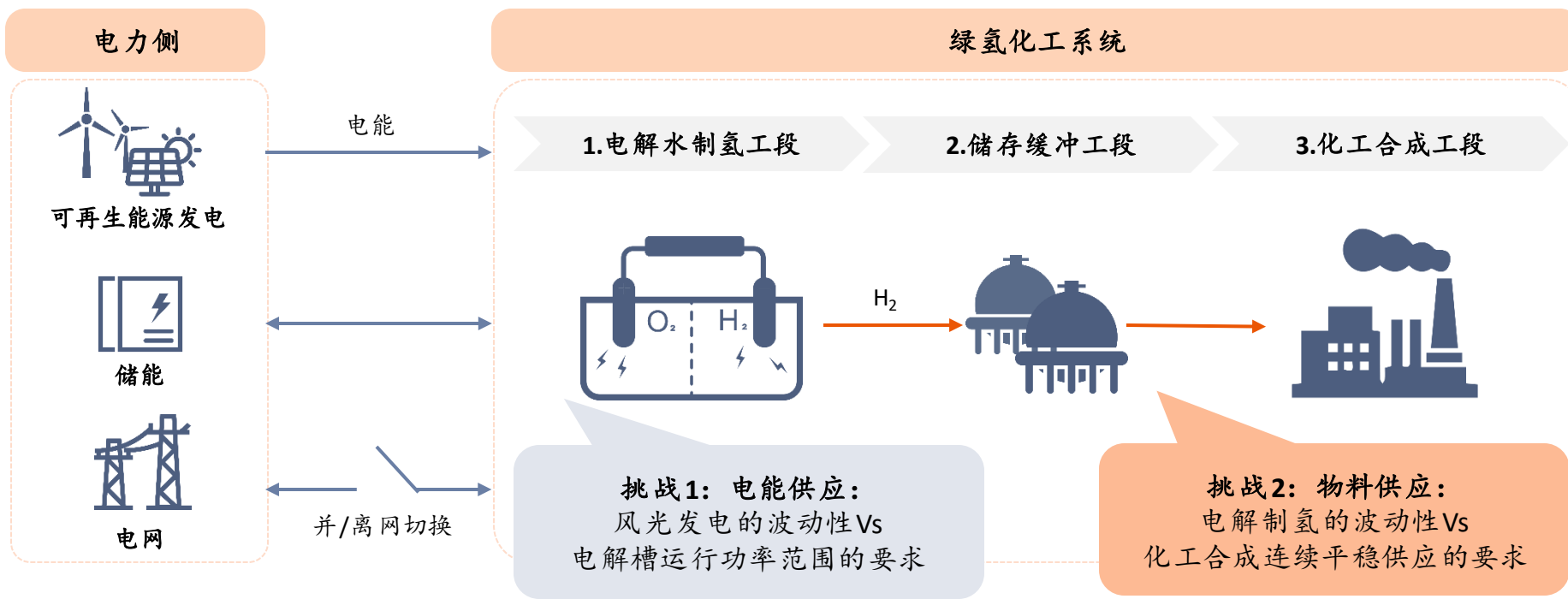
库车项目运行初期显现的问题

规划产能	<ul style="list-style-type: none">• 部署52台1000Nm³/h电解槽，折合装机约260MW；理论最大产氢速率52000Nm³/h。• 运行初期计划年产能1万吨，满产后年产能2万吨。
运行现状	<ul style="list-style-type: none">• 根据中石化新闻办，2023年6月30日至12月21日，项目已平稳运行4200小时，累计向用户端塔河炼化输送绿氢2236万方。• 计算得半年绿氢产量1997吨，是初期计划产能1万吨/年的39.9%。• 平均产氢速率5324Nm³/h，是设计最大制氢速率的10.2%。
其它问题	<ul style="list-style-type: none">• BNEF发文称：项目所用的电解槽负荷调节范围为30-100%，但30%低负荷下无法保证安全运行，需保持50%以上。• 项目方采用集群控制、轮流启停的方法，以确保实际运行负荷处于安全范围。轮流启停下，项目实际产能低于设计产能。

1.2 绿氢项目实际运行的难点何在？

- 用于化工的绿氢项目，实际运行中存在两大挑战。现阶段国内规划的大规模（如万吨级）绿氢项目，下游产能主要用于化工合成，包括合成氨、合成甲醇等。绿氢生产上游衔接可再生能源供电环节，通常为配套绿氢项目建设的风光发电设施；下游衔接化工生产，可对接已有的化工生产设施。我们认为，绿氢化工要实现平稳、高效运行，需面临两大挑战：
 1. 上游电能供应环节：风光发电的波动性，与电解槽运行功率范围要求之间存在矛盾；
 2. 下游物料供应环节：电解制氢的波动性，与化工合成连续平稳供应物料的要求之间存在矛盾。

绿氢化工系统构成及运行的主要挑战



1.2 挑战1-电能供应：风光发电的波动性Vs电解槽运行功率范围的要求

- 绿电存在波动性，直接为电解槽供电制氢时面临效率和安全问题。
 - 风电、光伏发电的日内出力并不均匀，存在波动性。碱性电解槽可以适应一定的供电功率波动（例如，库车项目的电解槽负荷调节范围为30-100%），但低负荷或波动负荷下的运行效率明显低于满负荷状态。
 - 此外，当负荷过低或变动过大时，为了避免安全问题，系统可能需要轮流启停电解槽或弃用部分电量，进一步降低制氢效率，增加成本。
- 理论上，解决电源波动性的措施包括：使用网电；增配储能；耦合PEM电解槽等。上述方式有助于提高制氢效率和连续性，但会增加用电成本或初始设备投资成本，并为系统的调度控制带来更多挑战。

绿电为制氢项目供电的潜在问题

低载运行

- **效率问题。**电解槽运行时，小池间存在旁路电流；低载运行时旁路电流占比大，系统效率低。
- **安全问题。**低载时，部分氢气会对流或扩散，穿过隔膜与氧气混合，一定浓度会有燃爆风险。

变负载运行

- **效率问题。**温度对制氢效率有影响，高温效率更优；变负载运行下温度波动大，影响效率。
- **安全问题。**变负载运行下温度波动大，可能会超过隔膜的耐受限度，对设备造成损害。

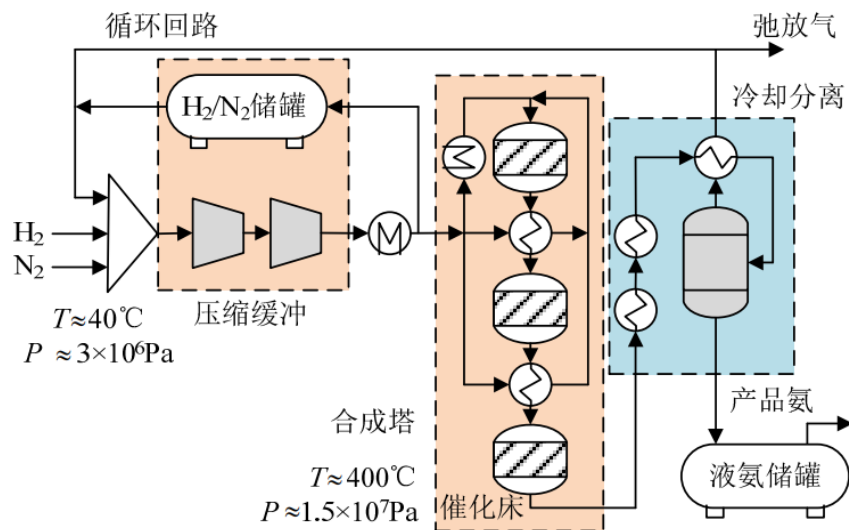
电源波动性解决措施和新的挑战

	描述	新的挑战
网电	<ul style="list-style-type: none"> • 全部或部分使用网电，平滑风光出力波动。 	<ul style="list-style-type: none"> • 网电成本高于绿电；会对电网造成负担。 • 网电≠绿电，可能无法满足部分国家对绿氢的规定，影响产品出口。
储能	<ul style="list-style-type: none"> • 配套安装储能系统，平滑风光出力波动。 	<ul style="list-style-type: none"> • 增加储能设备初始投资和运维成本。
PEM	<ul style="list-style-type: none"> • ALK+PEM电解槽耦合，提高对波动电源的适应性。 	<ul style="list-style-type: none"> • PEM电解槽原材料国产化程度低，成本较高。 • 仅耦合PEM无法实现24h连续运行。

1.2 挑战2-物料供应：电解制氢的波动性Vs化工合成连续平稳供应的要求

- 化工合成难以轻易调节负载或启停，需要稳定连续的原料供应。现代化工生产通常具有连续性特征。化工合成的各个工艺环节分别需要保持特定的温度、压强、气体环境等条件，调节负载或启停较为困难。以合成氨为例，受合成塔热惯性等工艺过程约束，其负载调节时间在数小时以上，停产后重新开车则需数天。因此，无论合成氨、合成甲醇，还是炼化等，均需要稳定连续的氢原料供应，满足下游连续生产的要求。
- 绿电制氢存在波动性，需配合储氢系统作为缓冲。绿电消纳和下游减碳需求下，绿氢项目全部或部分使用绿电进行电解。绿电的波动性会导致产氢量波动，无法直接提供连续、稳定的氢流。因此，为了满足下游化工物料供应要求，绿氢化工需配置储氢系统作为缓冲，平滑绿氢供应波动。

合成氨工艺流程示意图（Haber-Bosch法）



中石化库车绿氢项目配套储氢罐（下游用于炼化）



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/748142136105006042>