

沟通电网与电解槽的“桥梁”，制氢电源有望打开增长之路

制氢电源深度报告

氢能

投资评级：推荐（维持）

分析师：张锦

分析师登记编码：S0890521080001

电话：021-20321304

邮箱：zhangjin@cnhbstock.com

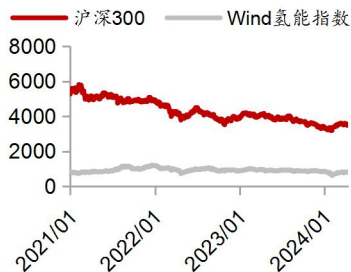
研究助理：张后来

邮箱：zhanghoulai@cnhbstock.com

销售服务电话：

021-20515355

行业走势图（2024年4月16日）



资料来源：Wind，华宝证券研究创新部

相关研究报告

1、《水电解制氢供需双扩背景下，电解槽有望迎来发展机遇》2023-12-05

投资要点

④制氢电源概念及主要技术路线：制氢电源一般指整流器或直流变换器，是连接电网与电解槽之间的桥梁，依赖于其功率模块来将交流电/直流电转化为电解水制氢可用的直流电。随着绿氢制取规模的扩大，转换效率与场景适配、减少电能损耗、延长设备寿命成为制氢电源技术发展的核心。原理上，制氢电源整流利用了二极管的单向导电性，将交流电转换为脉冲直流电，目前主流制氢电源按功率模块的技术可分为晶闸管（SCR）制氢电源和绝缘栅双极晶体管（IGBT）制氢电源。

④从政策机遇、项目建设、技术支持来看，制氢电源有望开启增长之路：制氢电源行业规范与标准不断出台，未来有望进一步获得政策支持。风光氢一体化建设进程加快，单槽制氢规模扩大，推动制氢电源规模扩大：我国绿氢制取项目呈快速增长趋势，单项目制氢规模不断扩大，一方面随着电解槽的制氢能力的提升，制氢电源功率有望进一步提升，另一方面在风电、光伏等新能源发电规模的进一步提升，弃风、弃光电力制氢规模的扩大，PEM水电解技术市占率不断提升的背景下，IGBT制氢电源市占率也有望进一步提升。此外，关键器件国产化提升有望进一步完善市场竞争格局。

④关键器件国产化率提升有望进一步完善市场竞争格局：我国入局制氢电源的公司主要来自传统能源、新能源、电力设备等行业，同时，氢能头部企业也在谋求强强联合，共同突破制氢电源研发的“卡脖子”问题。展望未来，SCR、IGBT等关键器件国产化率的提升有望带动制氢电源成本的进一步下降，从而吸引更多制氢设备生产企业布局电源行业。

④展望未来，制氢电源的需求与供给市场均有望进一步增长：从当前市场及技术发展路径来看，制氢电源在整个制氢系统中起到了连接电网的“桥梁”作用。目前制氢电源的两种主流技术路线为SCR和IGBT，从当前技术环境来看，SCR制氢电源的应用场景更广，IGBT制氢电源对电网的保护性更强，对于电网能量波动的适应性也更强，随着大功率电解槽（MW）以及弱并网或纯离网的制氢场景的出现，IGBT制氢电源有望得到更广阔的应用空间。类比光伏逆变器在光伏发电产业链中的位置，制氢电源有望随着制氢市场规模的扩张而打开增长曲线。随着SCR/IGBT/功率模块等关键器件的国产化加速，未来制氢电源的生产成本与供给规模也有望进一步扩大。

④风险提示：政策规划不及预期、研发进程不及预期、项目建设不及预期

内容目录

1. 制氢电源概念及主要技术路线.....	3
1.1. 制氢电源：连接电网与电解槽之间的桥梁.....	3
1.2. 功率模块：制氢电源的核心器件.....	4
1.3. 制氢电源主流技术路线.....	4
1.3.1. 晶闸管（SCR）制氢电源.....	5
1.3.2. 绝缘栅双极晶体管（IGBT）制氢电源.....	5
2. 从政策机遇、项目建设、技术支持来看，制氢电源有望开启增长之路.....	6
2.1. 行业规范与标准不断出台，未来有望进一步获得政策支持.....	6
2.2. 风光氢一体化建设进程加快与单槽制氢规模的扩大，有望推动制氢电源市场规模进一步增长.....	8
3. 关键器件国产化提升有望进一步完善市场竞争格局.....	10
4. 未来展望.....	12
5. 风险提示.....	12

图表目录

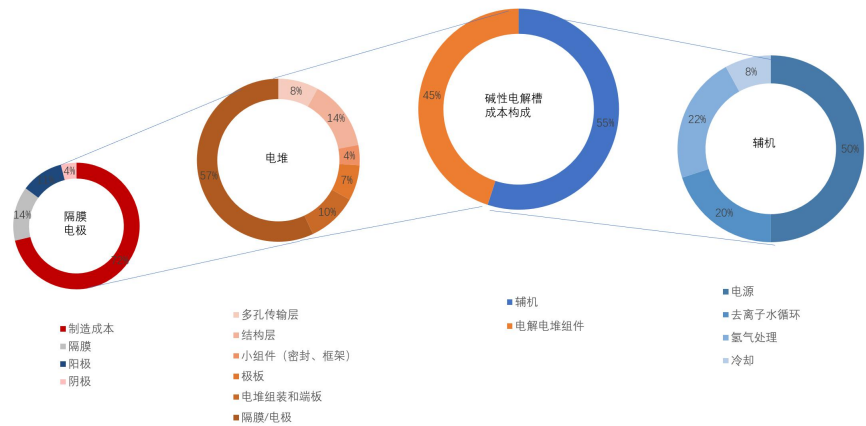
图 1： 1MW 电解水制氢系统成本拆解.....	3
图 2： 制氢电源在制氢系统中的位置.....	3
图 3： 以 DC/DC 转化为例，制氢电源的工作原理.....	4
图 4： SCR 制氢电源原理图.....	5
图 5： IGBT 制氢电源原理图.....	6
图 6： 某 IGBT 电源在不同负载（横轴）下的整流效率（%）.....	6
图 7： 2021-2023 年我国水电解制氢设备出货量.....	8
图 8： 2023 年我国部分风光制氢项目规模汇总.....	8
图 9： 2020-2023 年我国风电、光伏利用情况.....	10
图 10： PEM 电解槽、IGBT 制氢电源与风光电结合方案示意.....	10
图 11： 2017-2023 年中国晶闸管行业市场规模及增速.....	11
图 12： 2017-2023 年中国 IGBT 产量与自给率.....	11
表 1： 与制氢电源相关的标准.....	6
表 2： 与制氢电源相关的政策规划.....	7
表 3： 大唐新能源多伦 15 万千瓦风光制氢一体化示范项目设备招标目录.....	8
表 4： 2023 年我国下线电解槽规格向 1000Nm ³ /h 及以上提升.....	9
表 5： 我国与制氢电源研制相关的公司（部分）.....	10

1. 制氢电源概念及主要技术路线

1.1. 制氢电源：连接电网与电解槽之间的桥梁

制氢电源一般指整流器或直流变换器。在可再生电力制氢网络中，制氢电源起到向上承接电网电力，向下为制氢电解槽供电的功能。根据 IRENA，在整个制氢系统中，制氢电源成本占 20-25%，仅次于隔膜和电极。从制氢系统结构以及整个氢能产业链来看，制氢电源的前端主要连接电网，后端连接电解槽。

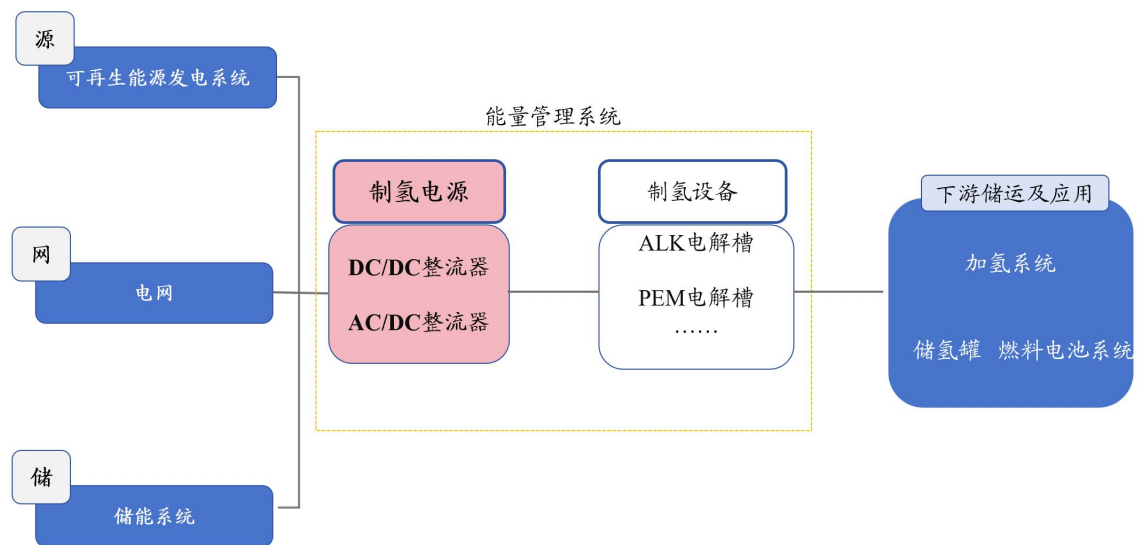
图 1：1MW 电解水制氢系统成本拆解



资料来源：IRENA，华宝证券研究创新部

制氢电源有望从绿氢项目的快速增长中受益。目前，我国绿氢项目往往需要依靠部分电网支撑，暂时无法做到完全离网制氢。制氢电源直接连接电网后端，是直接用电负载器件，连接着制氢设备（电解槽），其用电稳定性、对电网的响应特性、反馈特性对整个制氢系统具有重要影响。随着我国绿氢项目的快速增长，制氢电源有望迎来发展机遇。

图 2：制氢电源在制氢系统中的位置

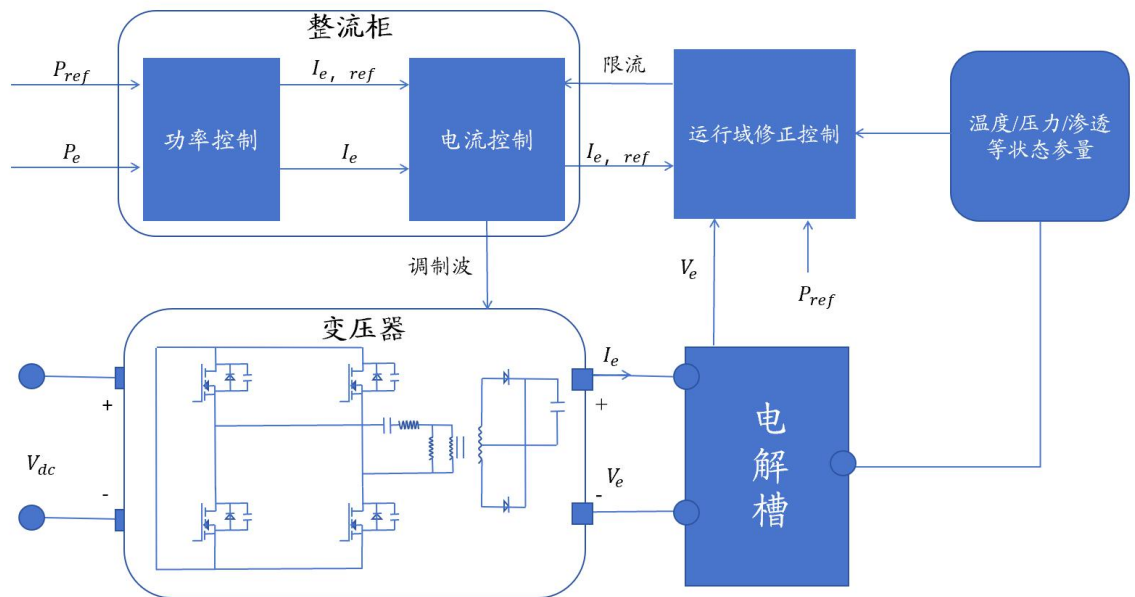


资料来源：能景研究，华宝证券研究创新部

1.2. 功率模块：制氢电源的核心器件

制氢电源的主要作用是将交流电/直流电转化为电解水制氢可用的直流电，核心在于功率模块。一个完整的制氢电源主要包含整流柜、变压器、控制系统、冷却系统和辅助设备，其中整流柜是电流转换的核心场所，变压器用于调节电压等级以保证电解槽的高效运行，控制系统和冷却系统负责监控和调节制氢电源和电解系统的工作流程与环境，降低制氢过程中的能耗，延长制氢设备寿命。整流柜的核心为功率模块，按技术路径可分为 SCR 整流柜和 IGBT 整流柜。功率模块中含有 SCR 或 IGBT 等功率半导体器件，主要用于交流电和直流电之间的转化，整流柜中包含的控制电路用于控制整流的过程。

图 3：以 DC/DC 转化为例，制氢电源的工作原理



资料来源：孔令国等《DC/DC 隔离型制氢电源发展现状与趋势》，华宝证券研究创新部

随着绿氢制取规模的扩大，转换效率与场景适配、减少电能损耗、延长设备寿命成为制氢电源技术发展的核心。我国《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》中指出要充分发挥氢能作为可再生能源规模化高效利用的重要载体作用，促进异质能源跨地域和跨季节优化配置，推动氢能和新能源发电相结合，促进形成多远互补融合的现代能源供应体系。在宏观政策指导下，风光制氢的规模有望进一步扩大。然而，由于风光制氢以弃风、弃光等离网/弱并网场景为主，电解槽用电存在不稳定、低负荷等较严苛的运行条件，并且具有碱性、PEM 等多种环境，因此对制氢电源的电网友好性、功率响应速度、电压纹波、综合效率等方面提出了更高的要求。

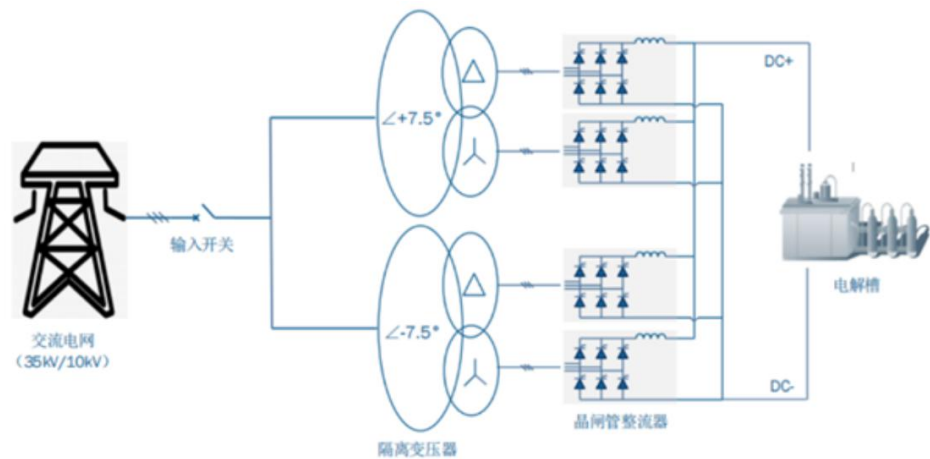
1.3. 制氢电源主流技术路线

制氢电源的核心功能是将交流电整流为直流电，整流的基本原理是利用二极管的单向导电性，将交流电转换为脉冲直流电，目前主流制氢电源按功率模块的技术可分为 SCR 制氢电源和 IGBT 制氢电源。

1.3.1. 晶闸管（SCR）制氢电源

晶闸管制氢电源在氯碱行业有 40 多年的成熟应用经验，与碱性电解槽的适配程度较高。晶闸管制氢电源是一种以晶闸管为基础，使用数字电路控制晶闸管导通，从而实现整流的电器，能满足高电压、大电流条件下的工作环境。晶闸管相当于在二极管的基础上增加了控制极（栅极 g），并且其工作过程可以通过控制极来人为控制导通。但由于晶闸管可以控制导通但不能关断，只能依靠电网的关断而关断，因此也被称为**半控制型整流器**。晶闸管制氢电源的优点在于技术成熟且适用于大功率场景，缺点在于有高谐波问题，电力质量较低，需要配备谐波补偿或抗谐波装置，从而导致综合转化效率较低。此外，晶闸管电源响应速度与功率调节速度较慢，不适应新能源电网的高波动性，在风光制氢场景和 PEM 电解槽应用中受到一定的制约。因此，晶闸管电源的未来主要突破方向是在**增加谐波补偿装置、抗谐波装置的基础上提高转换效率**，如通过 12 脉波-96 脉波实现多脉波整流等，更好适配离网/弱并网条件下的制氢场景。

图 4：SCR 制氢电源原理图



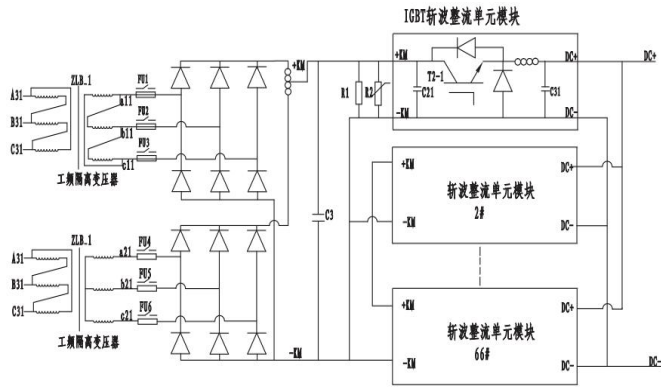
资料来源：艾邦氢能，华宝证券研究创新部

1.3.2. 绝缘栅双极晶体管（IGBT）制氢电源

IGBT 制氢电源具有低谐波、响应速度快，综合转换效率高等优点，对电网及发电设施的危害小，但目前主要应用在中小功率场景。IGBT 电源是一种以绝缘栅双极晶体管（IGBT）与二极管为基础，使用脉冲宽度调制技术（PWM）控制 IGBT 导通进而控制二极管导通，从而实现整流的电器。IGBT 是一种三端半导体开关器件，可用于多种电子设备中的高效快速开关，具备耐高压、导通压降低、开关速度快的特点。相比于晶闸管，IGBT 增加了关断功能，因此属于**全控型整流器**。IGBT 制氢电源在低负荷运行条件下具有较高效率，根据能景研究，当制氢系统负载位于 12.5%-100% 区间时，IGBT 电源的整流效率可满足 $\geq 80\%$ 的要求，而绿氢项目在运行过程中约有 45% 的时间处于低负荷状态，因此使用 IGBT 电源也有助于降低制氢系统的电力损耗。

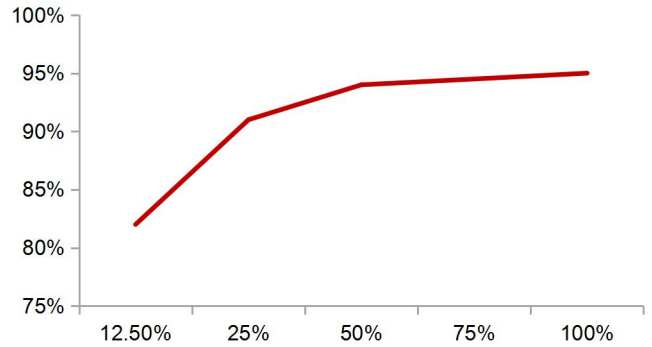
从长期来看，由于 IGBT 制氢电源具有优异的整流特性和电网适配性，因此吸引了大量公司研发和生产，未来 IGBT 制氢电源在应用层面有望**适配大功率场景，并提高低压情形下的转换效率**，制造成本也有望随着关键部件的国产化而进一步降低。

图 5: IGBT 制氢电源原理图



资料来源：孔卫江《IGBT 开关斩波整流技术在水电解制氢中的应用》，华宝证券研究创新部

图 6: 某 IGBT 电源在不同负载（横轴）下的整流效率（%）



资料来源：能景研究，华宝证券研究创新部

2. 从政策机遇、项目建设、技术支持来看，制氢电源有望开启增长之路

2.1. 行业规范与标准不断出台，未来有望进一步获得政策支持

制氢电源行业标准不断完善。2023 年，T/CES226-2023《水电解制氢整流电源技术规范》、T/ZHFCA 1003-2023《全控型电解水制氢电源》标准相继发布，前者填补了国内 PEM 水电解制氢应用场景下整流电源技术标准的空白，后者针对 IGBT 制氢电源技术的要求进行了规范。标准的出台与落地更有利于制氢电源产品的生产、测试与应用。

表 1: 与制氢电源相关的标准

发布时间	发布单位	起草单位	标准号	标准名称	主要内容	意义
2023 年 10 月	中国电工技术学会	阳光氢能、大连理工大学等	T/CES226-2023	《水电解制氢整流电源技术规范》	1、规定制氢整流电源的产品类型、基本功能要求、性能要求和保护要求； 2、对制氢整流电源的基本功能提出了要求，包括直流输出调节范围、通信、紧急停机、电气隔离与回路分断、防爆等级、直流电压和电流控制、交流无功输出、直流放电和功率调度等； 3、对制氢整流电源的性能提出了要求，包括最大转换效率、电网侧性能、直流侧性能和电磁兼容性能。	此标准的制定填补了国内 PEM 水电解制氢应用场景下整流电源技术标准的空白，对于指导国内水电解制氢电源的产品开发和应用具有重要意义，此标准的发布标志着水电解制氢整流电源技术规范的正式确立。
2023 年 12 月	中关村氢能燃料电池技术创新联盟	雷动智创、华电重工等	T/ZHFCA 1003-2023	《全控型水电解制氢电源》	1、明确全控型水电解制氢电源的正常使用条件、特殊使用条件以及运输、存放和安装条件； 2、从技术上规定了全控型水电解制氢电源的接口特性、结构要求、主要技术参数、输出电流控制、输入功率控制、恒流限压控制、电容放电、温升、	此标准专门针对全控型电解水制氢电源的技术要求进行了规范，旨在推动制氢电源技术的发展和运用，特别是在提高制氢效率和系统稳定性方面。

发布时间	发布单位	起草单位	标准号	标准名称	主要内容	意义
					保护功能、电磁兼容性和外壳防护等级； 3、明确全控型水电解制氢电源的试验条件、功能试验平台、仪器设备、设计验证、例行检验、主要技术参数验证、保护功能验证和电磁兼容验证等； 4、提出型式试验和出厂试验的要求。	

资料来源：中国电工技术学会、中关村氢能与燃料电池技术创新联盟，华宝证券研究创新部

政策层面，目前各地氢能政策主要以提升电解水制氢效率、提升谷电制氢需求、扩大风光氢储用项目规模、可再生能源制氢为主，直接提及制氢电源的政策规划较少。但是制氢电源作为制氢系统中的重要环节，同样有望从各地的制氢项目规划中受益。

表 2：与制氢电源相关的政策规划

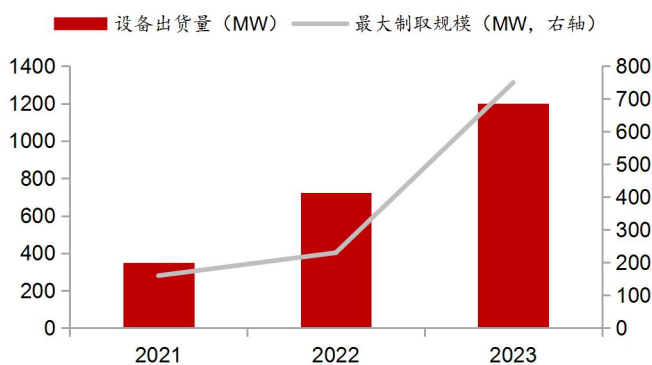
发布时间	发布单位	政策名称	主要内容
2023年11月	广东省发展和改革委员会 广东省科学技术厅等	《广东省加快氢能产业创新发展的意见》	促进电解水制氢的 高效率低成本化 ，提升电解水制氢装备的效率和规模，攻克制氢过程中的关键技术难题， 促进在电力需求低谷时段进行电解水制氢，利用低峰时段的多余发电能力开展电解水制氢和热解制氢项目 ；鼓励开展海上风电、光伏、生物质等可再生能源制氢示范，加强海水直接制氢、光解水制氢等技术研发，拓展绿氢供给渠道，降低制取成本；探索可再生能源发电与氢储能相结合的一体化应用模式，将氢储能纳入新能源配储范畴，在大容量深远海海上风电资源富集区域，开展海上风电制氢示范。
2022年12月	内蒙古自治区人民政府办公厅	《内蒙古自治区人民政府办公厅关于促进氢能产业高质量发展的意见》	重点以风光制氢、交通运输、化工、冶金领域为突破口，建立风光制氢一体化发展模式； 重点突破低能耗长寿命可再生能源电解水制氢、宽功率波动高效电解水制氢等技术 ；制定了风光制氢一体化示范项目的能源配置、电价政策、输变电工程建设及水源使用的规定。
2022年5月	上海市经济和信息化委员会 上海市市场监督管理局等	《上海市氢能产业发展中长期规划（2022-2035年）》	加强电解水制氢的工艺技术水平方面的关键技术攻关，构筑深远海风电制氢、生物质制氢、滩涂光伏发电制氢的供应设施基础， 通过技术进步逐步降低绿电制氢成本 ；开展氢储能在光伏、风电等新能源制氢应用场景的示范应用，发挥氢能不同能源领域的协同优化潜力。
2021年3月	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）》	到2025年清洁能源制氢和储运技术有显著进步，初步建立氢能供应体系，到2030年形成较为完备的氢能产业技术创新体系、清洁能源制氢及供应体系。要求 提高可再生能源制氢转化效率和单台装置制氢规模 ，在风光水电资源丰富地区，开展可再生能源制氢示范，探索季节性储能和电网调峰。

资料来源：各政府官网，华宝证券研究创新部

2.2. 风光氢一体化建设进程加快与单槽制氢规模的扩大，有望推动制氢电源市场规模进一步增长

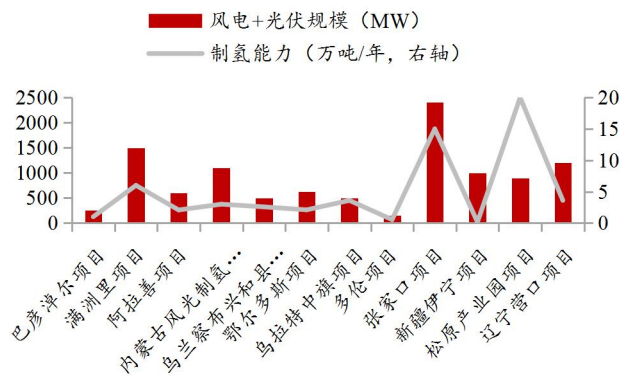
我国绿氢制取项目呈快速增长趋势，单项目制氢规模不断扩大。根据势银能链与 GGII，截至 2023 年 12 月 31 日，我国已存在 337 个绿氢项目，其中 2023 年全年新增 186 项，占总量的 55.19%；2021-2023 年我国电解水制氢设备出货量从 350MW 增长至 1.2GW，CAGR 为 85.16%，其中单项目制氢规模从 160MW 增长至 750MW。项目投资规模方面，根据索比氢能，截至 2023 年 10 月国内已有 14 个不同进度的绿氢项目投资规模超 100 亿元，其中 1 个正在投资洽谈、7 个完成签约、1 个完成备案、5 个已经开工，总投资达 3742 亿元。单个项目的大型化和综合化、制氢规模的提升意味着更多的电能消耗以及更灵活的制取场景需求，高转换效率、高功率的制氢电源需求有望受益制氢设备市场规模的扩大而增加。

图 7：2021-2023 年我国水电解制氢设备出货量



资料来源：GGII，华宝证券研究创新部

图 8：2023 年我国部分风光制氢项目规模汇总



资料来源：风芒能源，华宝证券研究创新部

以 4 月 9 日开标的多伦 15 万千瓦风光制氢一体化示范项目为例，项目新建额定产氢量 14000Nm³/h，最大产氢量为 15400Nm³/h 的电解水制氢装置，其中包含了晶闸管电源方案和 IGBT 电源方案，电解槽部分招标包含 12 套 1000Nm³/h SCR 电源设备和 1 套 2000Nm³/h IGBT 电源设备。

表 3：大唐新能源多伦 15 万千瓦风光制氢一体化示范项目设备招标目录

序号	设备名称	规格型号	数量 (台/套)
1	水电解制氢成套设备一	选用晶闸管电源方案	2
	水电解制氢单元设备一	单套配置为 4x1000Nm ³ /h 电解槽 +1x4000Nm ³ /h 气液分离器 (包含碱液循环泵, 4 用 2 备) +1x4000Nm ³ /h 纯化装置	2
	35kV 有载调压整流变压器	12.5MVA, 35±5%0.5kV (具体参数匹配电解槽确定) Y.d11 油浸风冷, 一拖二	4
	晶闸管整流装置柜	对应 1000Nm ³ /h 电解槽 (配套铜排, 用厂区循环水冷却)	9 (8 用 1 备)
2	水电解制氢成套设备二	选用 IGBT 电源方案	1
	水电解制氢单元设备二	单套配置为 4x1000Nm ³ /h 电解槽 +1x4000Nm ³ /h 气液分离器 (包含碱液循环泵, 4 用 2 备) +1x4000Nm ³ /h 纯化装	1

		置	
	35kV 变压器	12.5MVA, 35±5%0.5kV (具体参数匹配电解槽确定) Y.d11 油浸风冷, 一拖二	2
	IGBT 整流柜	对应 1000Nm ³ /h 电解槽 (配套铜排, 用厂区循环水冷却)	4 面
	水电解制氢成套设备三	选用晶闸管电源方案	1
3	水电解制氢单元设备三	单套配置为 1x2000Nm ³ /h 电解槽 +1x2000Nm ³ /h 气液分离器 (包含碱液循环泵, 4 用 2 备) +1x2000Nm ³ /h 纯化装置	2
	35kV 有载调压整流变压器	12.5MVA, 35±5%0.5kV (具体参数匹配电解槽确定) Y.d11 油浸风冷, 一拖二	4
	晶闸管整流装置柜	对应 2000Nm ³ /h 电解槽 (配套铜排, 用厂区循环水冷却)	1 面
4	公用工程	包含水箱、碱箱等	1
5	辅件	铜排、工艺材料、电气材料、备品备件	1

资料来源: 北极星, 华宝证券研究创新部

随着电解槽的制氢能力的提升, 制氢电源功率也有望进一步提升。相较于此前电源容量一般不超过 6MW, 伴随当下电解槽的制氢量迈向 3000-4000Nm³/h, 所配套的制氢电源功率需达到 15MW 以上, 而未来制氢电源有望向 20MW 级别的规模跨进。

表 4: 2023 年我国下线电解槽规格向 1000Nm³/h 及以上提升

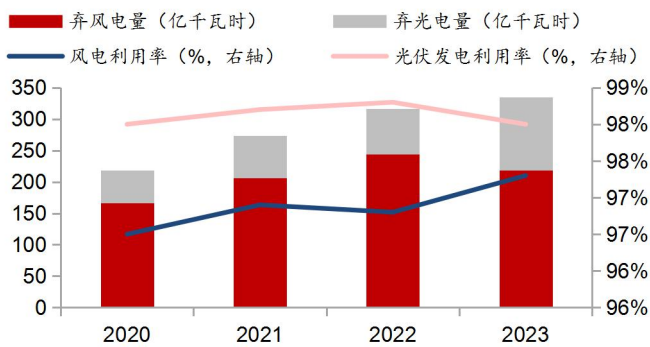
类型	发布企业	单槽制氢规模 Nm ³ /h	单槽电耗情况 kWh/Nm ³
ALK (15 家)	盛氢制氧	1000	4.6
	中集集电	1200	4.3
	中集氢能	1200	4.2-4.55
	隆基氢能	1000	4.0-4.3
	绿萌氢能	500	4.2
	华光环能	1500	4.2
	华高厦庚	1000	4.0-4.5
	华泰新能源	1000	4.087
	山东汉德	1300	/
	宝石机械	1200	4.2
	航天科技	1000	/
	上海电气	2000	4.15
	爱德曼	1000	4.4
	中石油	1200	/
	隆基氢能	1200、1500、2000、3000	/
龙蟠科技	1000	/	
PEM (8 家)	国富氢能	/	/
	嘉庚创新实验室	320	3.87-4.3
	亿华通	100	4.19
	淳华氢能	/	/

	氢辉能源	50	4.55
	氢盛能源	250	/
	重塑能源	100、250	/
	东方锅炉	兆瓦级	/
SOEC(2家)	翌晶氢能	0.79、1.58、3.16	3.16
	思伟特	2.77	3.6
AEM(2家)	稳石氢能	0.58	4.3
	中电绿波	10	/

资料来源：索比氢能，华宝证券研究创新部

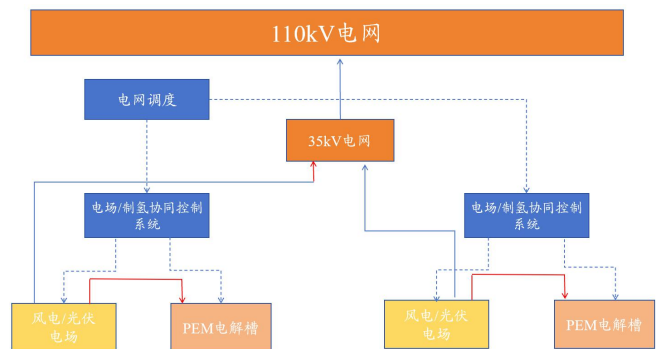
在风电、光伏等新能源发电规模的进一步提升，弃风、弃光电力制氢规模的扩大，PEM水电解技术市占率不断提升的背景下，IGBT制氢电源市占率有望进一步提升。根据全国新能源消纳监测预警中心统计，2020-2023年我国风电利用率从96.5%提升至97.3%，光伏发电利用率保持98%左右，弃光、弃风的利用规模进一步扩大。而PEM制氢方式更适合与风电、光伏发电结合，与其配套的制氢电源需要适应可再生能源的间歇性和波动性，IGBT制氢电源的通用性更强。

图9：2020-2023年我国风电、光伏利用情况



资料来源：国家能源局、全国新能源消纳监测预警中心，华宝证券研究创新部

图10：PEM电解槽、IGBT制氢电源与风光电结合方案示意



资料来源：禾望电气，华宝证券研究创新部

3. 关键器件国产化提升有望进一步完善市场竞争格局

目前，我国入局制氢电源的公司主要来自传统能源、新能源、电力设备等行业，例如中石化、阳光电源、时代电气、国电南瑞等，部分公司研制出的制氢电源也已用于制氢项目。根据GGII，截至2024年3月，已经有超过20家电源企业获得IGBT制氢电源业务订单。氢能头部企业也在谋求强强联合，通过发挥各自优势共同突破制氢电源研发的“卡脖子”问题，例如汇川技术与双良节能签署绿电智能制氢系统战略合作协议，双方共同推进“高性能电解槽、气液分离装置、纯化装置和高效IGBT电源”的研发。

表5：我国与制氢电源研制相关的公司（部分）

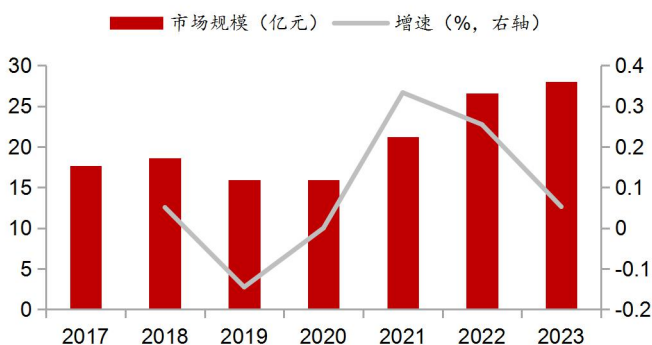
公司名称	典型产品及解决方案	事件
英特利	晶闸管制氢整流器 IGBT-CHP制氢整流器 IGBT-PWM制氢整流器	2024年4月7日，英特利为千方碱性电解槽适配的IGBT PWM制氢整流器在甘肃酒泉玉门油田可再生能源制氢示范项目中顺利，实现了12.9kA的

公司名称	典型产品及解决方案	事件
		IGBT-PWM 整流方案的工程化应用，是当前国内最大的单机 IGBT-PWM 整流器应用成功案例。
中国石化新星公司		2023 年 3 月 27 日至 3 月 31 日，中国石化集团新星公司的大型 IGBT 制氢电源（9.6MW）实证测试在银川顺利完成，这也是全球首次大容量的新型 IGBT 制氢电源带电解槽真实负载运行的实证测试。
阳光氢能	PWM 整流电源 PWM 直流变换电源	2023 年 7 月中标大安风光制绿氢合成氨一体化示范项目 45MW 的 IGBT 制氢电源设备。
时代电气	规划建立 1000 标方以下 IGBT 制氢电源产品，可满足碱性/PEM 等电解槽制氢需求	根据公司 2023 年年报，其生产的制氢电源助力全国首个万吨级新能源制氢项目成功产氢，并完成全电压等级系列新一代 IGBT 芯片产品开发。
禾望电气	离网/并网制氢解决方案 AC/DC 一级拓扑 IGBT 电源 AC/DC+DC/DC 两级拓扑 IGBT 电源 DC/DC 直流变换 IGBT 电源 新能源制氢智慧管理系统	2024 年 3 月，7.0MW 新型 IGBT 制氢电源在甘肃酒泉玉门油田可再生能源制氢示范项目顺利投运。
许继电气		2023 年 12 月许继电气发布公告，拟设立许继电气氢源技术分公司，发力制氢电源、氢电耦合等领域。
国电南瑞		2023 年 7 月中标大安风光制绿氢合成氨一体化示范项目 45MW 的 IGBT 制氢电源设备

资料来源：Wind、各公司官网、GGII，华宝证券研究创新部

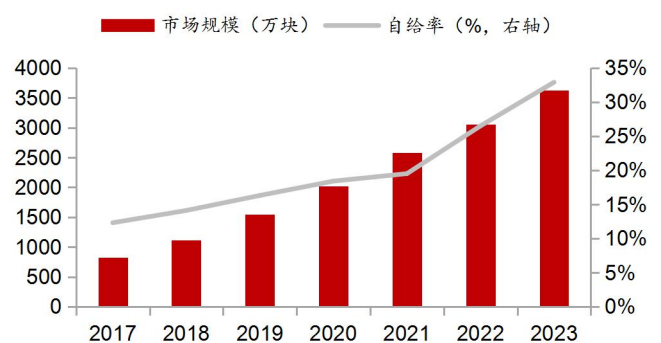
展望未来，SCR、IGBT 等关键器件国产化率的提升有望带动制氢电源成本的进一步下降，从而吸引更多制氢设备生产企业布局电源行业。根据前瞻研究院的统计数据，2021 年中国以 37% 的占比成为全球晶闸管最大的单一市场，2017-2022 年中国晶闸管市场规模平均约为 19.24 亿元，年均复合增长率为 7.0%，预计到 2024 年有望突破 27.9 亿元。IGBT 是我国重大科技突破专项中的重点扶持项目。根据 Yole 的统计，自 2015 年以来我国 IGBT 自给率超 10% 并逐年增长，中商研究院估算 2023 年我国 IGBT 自给率将达 32.9%，产量增长至 3624 万只，同比增长 18.51%。随着核心器件国产化率的提升，制氢电源的制造成本有望进一步下行，转换效率和电网友好性进一步提升。

图 11：2017-2023 年中国晶闸管行业市场规模及增速



资料来源：前瞻研究院，华宝证券研究创新部

图 12：2017-2023 年中国 IGBT 产量与自给率



资料来源：Yole、中商产业研究院，华宝证券研究创新部

4. 未来展望

从当前市场及技术发展路径来看，制氢电源在整个制氢系统中起到了连接电网的“桥梁”作用。目前制氢电源的两种主流技术路线为 SCR 和 IGBT，从当前技术环境来看，SCR 制氢电源的应用场景更广，IGBT 制氢电源对电网的保护性更强，对于电网能量波动的适应性也更强，随着大功率电解槽（MW）以及弱并网或纯离网的制氢场景的出现，IGBT 制氢电源有望得到更广阔的应用空间。

目前氢能行业依然处于成长初期，在政策支持与需求增长的推动下，未来市场空间广阔。类比光伏逆变器在光伏发电产业链中的位置，制氢电源有望随着制氢市场规模的扩张而打开增长曲线。随着 SCR/IGBT/功率模块等关键器件的国产化加速，未来制氢电源的生产成本与供给规模也有望进一步扩大。

5. 风险提示

- 1、政策规划不及预期：各地氢能规划落地时间存在先后顺序，若不及预期则影响市场需求情况；
- 2、产品研发不及预期：当前制氢电源受研发进度影响，若不及预期则影响商业化进程；
- 3、项目进展不及预期：当前制氢电源需求受项目招投标情况影响，若不及预期则影响产品出货情况；
- 4、本报告基于公开信息客观整理，提及的公司旨在对行业特征进行说明，不涉及覆盖与推荐；
- 5、本报告部分图表根据新闻资料整理，存在统计不完备的情况。

分析师承诺

本人承诺，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告，本报告清晰准确地反映本人的研究观点，结论不受任何第三方的授意或影响。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体建议或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

公司和行业评级标准

★ 公司评级

报告发布日后的 6-12 个月内，公司股价相对同期市场基准（沪深 300 指数）的表现为基准：

买入：	相对超出市场表现 15% 以上；
增持：	相对超出市场表现 5% 至 15%；
中性：	相对市场表现在 -5% 至 5% 之间；
卖出：	相对弱于市场表现 5% 以上。

★ 行业评级

报告发布日后的 6-12 个月内，行业指数相对同期市场基准（沪深 300 指数）的表现为基准：

推荐：	行业基本面向好，行业指数将跑赢基准指数；
中性：	行业基本面稳定，行业指数跟随基准指数；
回避：	行业基本面向淡，行业指数将跑输基准指数。

风险提示及免责声明

- ★ 华宝证券股份有限公司具有证券投资咨询业务资格。
- ★ 市场有风险，投资须谨慎。
- ★ 本报告所载的信息均来源于已公开信息，但本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。
- ★ 本报告所载的任何建议、意见及推测仅反映本公司于本报告发布当日的独立判断。本公司不保证本报告所载的信息于本报告发布后不会发生任何更新，也不保证本公司做出的任何建议、意见及推测不会发生变化。
- ★ 在任何情况下，本报告所载的信息或所做出的任何建议、意见及推测并不构成所述证券买卖的出价或询价，也不构成对所述金融产品、产品发行或管理人作出任何形式的保证。在任何情况下，本公司不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的承诺或担保。投资者应自行决策，自担投资风险。
- ★ 本公司秉承公平原则对待投资者，但不排除本报告被他人非法转载、不当宣传、片面解读的可能，请投资者审慎识别、谨防上当受骗。
- ★ 本报告版权归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何组织或个人不得对本报告进行任何形式的发布、转载、复制。如合法引用、刊发，须注明本公司出处，且不得对本报告进行有悖原意的删节和修改。
- ★ 本报告对基金产品的研究分析不应被视为对所述基金产品的评价结果，本报告对所述基金产品的客观数据展示不应被视为对其排名打分的依据。任何个人或机构不得将我方基金产品研究成果作为基金产品评价结果予以公开宣传或不当引用。

适当性申明

- ★ 根据证券投资者适当性管理有关法规，该研究报告仅适合专业机构投资者及与我司签订咨询服务协议的普通投资者，若您为非专业投资者及未与我司签订咨询服务协议的投资者，请勿阅读、转载本报告。