

证券研究报告
公用事业
2022年12月2日



压缩空气储能行业报告： 经济性媲美抽蓄的长时储能，商用大年将至 ——新型电力系统专题五

评级：推荐(维持)

国海证券研究所

杨阳(分析师)

S0350521120005

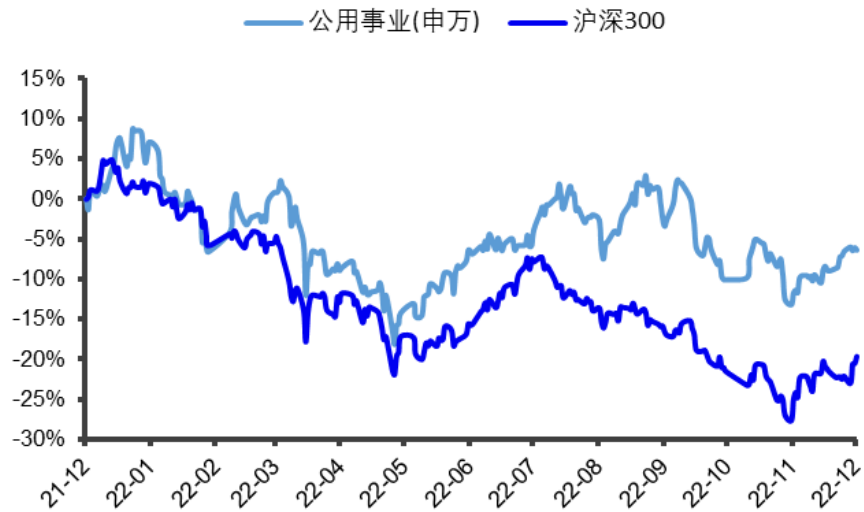
yangy08@ghzq.com.cn

钟琪(联系人)

S0350122020016

zhongq@ghzq.com.cn

最近一年走势



相对沪深300表现

表现	1M	3M	12M
公用事业	6.1%	-3.1%	-6.4%
沪深300	7.2%	-3.7%	-19.6%

相关报告

《——汽车传感器行业专题报告一：汽车智能化趋势确定，千亿车载传感器市场启航（推荐）*公用事业*杨阳》——2022-06-24

《——公用事业行业深度研究：电力市场辅助服务：市场化势在必行，千亿市场有望开启（推荐）*公用事业*杨阳》——2022-02-26

《——新型电力系统专题一：绿电：风光正好，把握碳中和下的时代机遇（推荐）*公用事业*杨阳》——2022-02-12

重点关注公司及盈利预测

重点公司代码	股票名称	2022/12/1	EPS			PE			投资评级
		股价	2021	2022E	2023E	2021	2022E	2023E	
601369.SH	陕鼓动力	12.29	0.51	0.59	0.73	24.17	20.97	16.79	未评级
300091.SZ	金通灵	3.82	0.01	-	-	282.96	-	-	未评级
600875.SH	东方电气	23.30	0.73	0.96	1.31	31.92	24.27	17.79	买入
1133.HK	哈尔滨电气	2.83	-2.43	0.08	0.20	-1.17	34.44	14.09	未评级
601727.SH	上海电气	4.23	-0.64	-	-	-6.61	-	-	未评级
002534.SZ	西子洁能	16.62	0.58	0.29	0.72	28.66	57.07	23.08	未评级

资料来源：Wind资讯，国海证券研究所

注：未评级企业盈利预测来自WIND一致预期，单位均为人民币，哈尔滨电气单位用2022/12/1汇率转换为人民币

- **未来长时储能主流路线之一，规模和经济性可媲美抽蓄。**压缩空气储能是大型长时机械储能，其特点是容量大（已有签约项目的容量达1GW/6GWh）、安全环保（无爆炸风险）、成本低（现有规划项目单位投资成本5-6元/W，度电成本0.45-0.5元/KWh）、寿命长（可达30年以上）、建设周期短（1.5-2年），能量转化效率已可达70%+。我们认为，相较氢储能、重力储能、液流电池等长时储能路线，压缩空气储能从经济性和技术成熟度等方面来看，是更接近大范围推广的储能形式。
- **商用大年将至，现有规划装机量6.3GW。**根据我们统计，2019-2022年9月底，我国压缩空气储能在建/筹建装机量6.3GW，远高于我国同期累计装机182.5MW。根据观研报告网预计，悲观/中性/乐观预期下，2025年我国压缩空气储能装机量为3.5/6.8/10.1GW，2030年为27.7/43.2/58.6GW。据国家发改委，2025年我国新型储能装机将超30GW，则中性预期下，压缩空气储能装机量占比为23%。
- **储气库资源丰富，预计2022-2025年核心设备市场空间合计为178亿元。**
 - I. 设备：**压缩空气储能产业链上游包括设备（压缩机/膨胀机/换热器等）、盐穴/储气罐等。核心设备价值量（压缩机和膨胀机）占系统整体比例为40-50%。中性预期装机量下，假设上述设备价值量占比为45%、单位投资成本6元/W，则2022-2025年设备市场空间合计为178亿元，2022-2030年膨胀机、压缩机市场空间合计为1160亿元。
 - II. 储气库：**压缩空气储能的储气库包括盐穴、废旧矿洞、人工硐室、高压气罐等。其中，前三种储气规模大、成本相对更低（盐穴最低），现阶段项目多采用上述形式。据中国盐业董事长李耀强，我国盐穴资源储量丰富，从现有的盐穴资源和技术能力看，预计“十四五”期间能实现约10GW的盐穴储能装机容量。
- **投资建议：**行业上，压缩空气储能是当前更接近大范围推广的长时储能形式，商用大年将至，维持行业“推荐”评级。个股上，建议关注压缩机厂商陕鼓动力、金通灵，膨胀机厂商东方电气、上海电气和哈尔滨电气，换热系统厂商西子洁能等。
- **风险提示：**政策变动风险；装机不及预期；行业竞争加剧；技术进步不及预期；测算存在主观性，仅供参考；重点关注公司业绩不及预期。

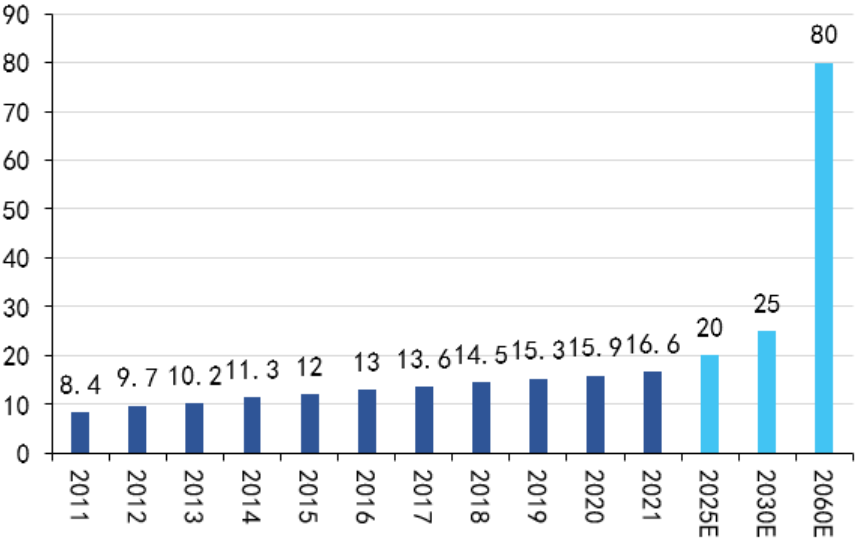
1 经济性媲美抽蓄的大型长时机械储能	6
1.1 定义：大型长时机械储能之一.....	7
1.2 技术路线：蓄热压缩空气储能是当前主流.....	11
1.3 效率提升+规模效应驱动降本，单位建设成本已比肩抽蓄.....	12
2 商用大年将至，现有规划项目已超6GW	13
2.1 现有规划项目已超6GW，商用大年将至.....	15
2.2 中性预期下，2025/2030年压缩空气储能累计装机将达6.8/43.2GW.....	16
3 储气库资源丰富，2022-2025年核心设备市场空间合计为178亿元	19
3.1 设备和盐穴是压缩空气储能系统的主要成本来源.....	20
3.2 设备：中性预期下，2022-2025年核心设备市场空间合计为178亿元.....	22
3.3 储气库：地下储气库经济性较优，资源储备丰富.....	23
4 投资建议	25
5 风险提示	27

一、经济性媲美抽蓄的大型长时机械储能

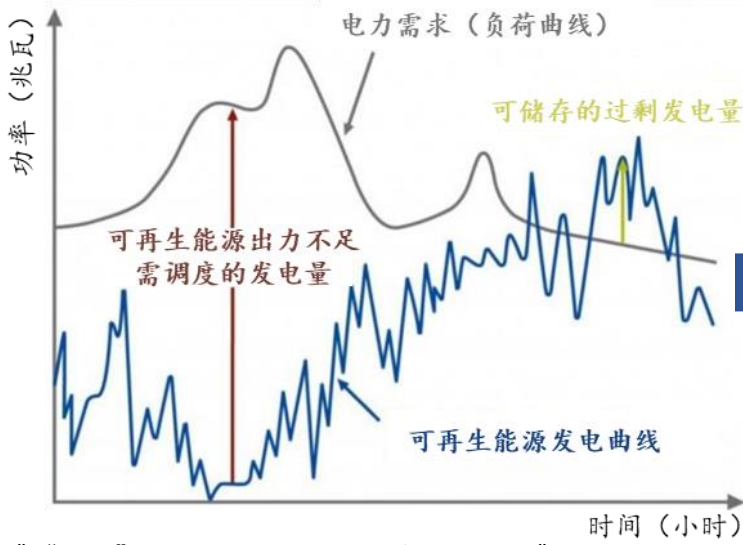
1.1 定义：大型长时机械储能之一

- 能源转型加速推进，新型储能需求持续提升。根据国务院2021年9月22日发布的《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》，到2030年我国非化石能源消费比重将达到25%，到2060年将达到80%。新能源出力波动性大，其大规模并网持续提升电力系统对调节能力的需求。据人民日报，新型储能由于建设周期短、选址灵活、调节能力强，与新能源开发消纳更加匹配，优势逐渐凸显。

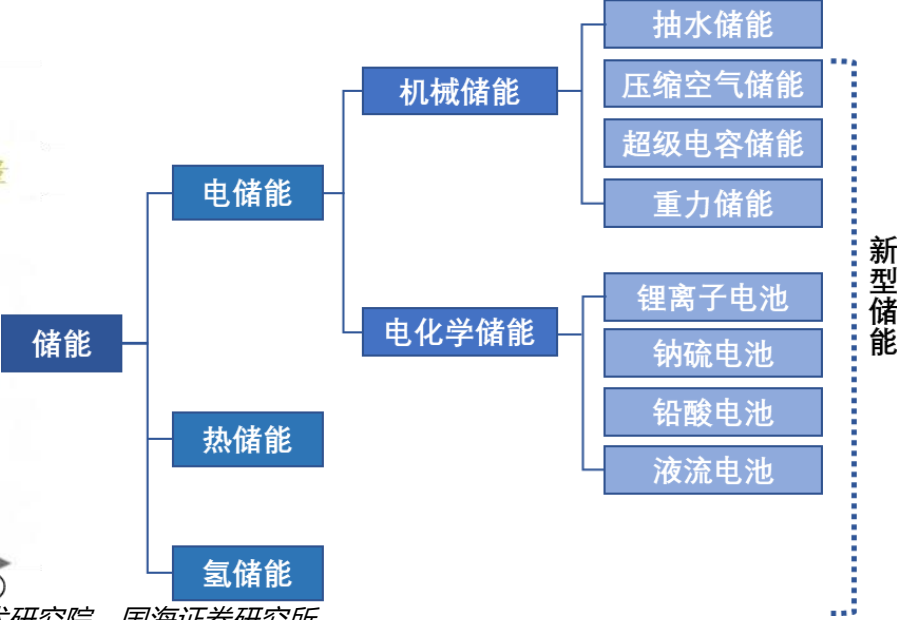
图表1：我国非化石能源消费比重及未来预期目标(%)



图表2：新能源发电曲线与用电曲线差异较大



图表3：新型储能分类

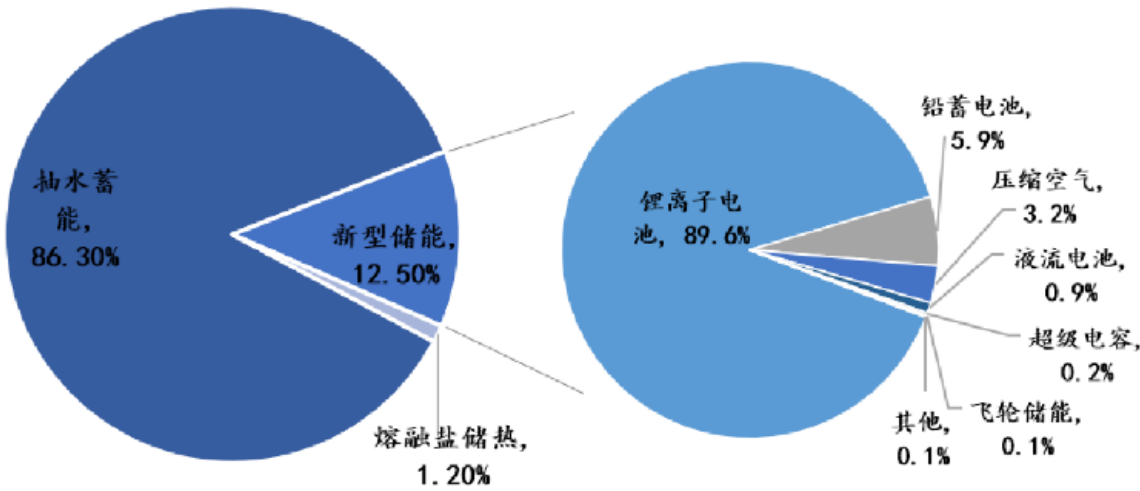


资料来源：扬州东泰公司官网，上游新闻，国务院，人民日报，WIND，《“双碳”目标下配电网高质量发展的思考》_国网经济技术研究院，国海证券研究所

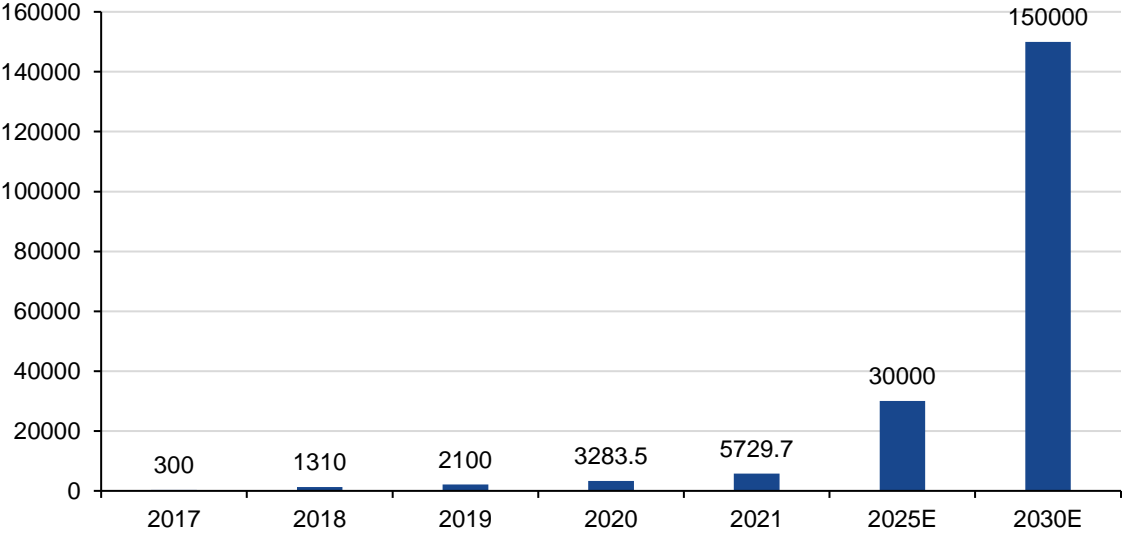
1.1 定义：大型长时机械储能之一

- **新型储能方兴未艾。**据《储能产业研究白皮书2022》显示，截止到2021年底，我国新型储能市场累计装机规模5730MW。根据国家能源局预测，到2025年我国新型储能市场装机规模将超30GW；中国电科院预计我国到2030年新型储能装机容量将达到1.5亿千瓦。
- 根据《2022储能产业应用研究报告》等显示，截止到2021年底，锂离子电池累计装机容量1830.9MW，占新型储能89.7%，目前刚刚投入大规模商业化的压缩空气储能占比3.2%，占比位居新型储能装机量第三。其他新兴储能方式如液流电池储能、飞轮储能等仍在向大规模商业化转型，目前市场份额占比较少。

图表4：截至2021年底，我国储能装机结构



图表5：预计2025年我国新型储能市场累计装机规模将达30000MW (单位：MW)

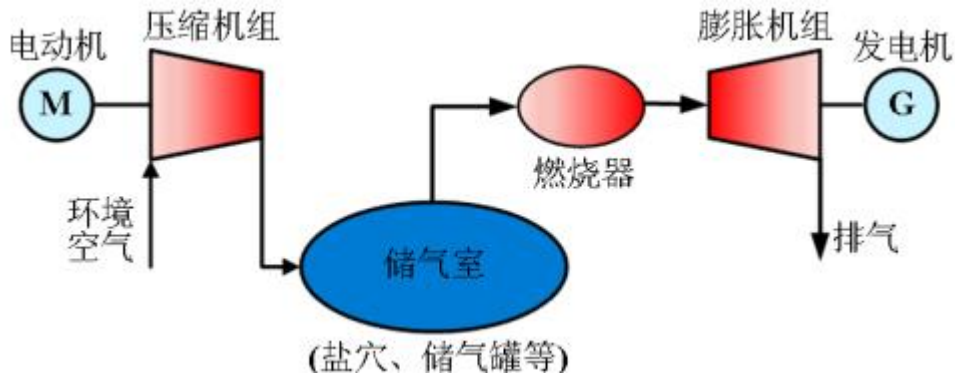


资料来源：中国电科院，国家能源局，《2022储能产业应用研究报告》，《储能产业研究白皮书2022》，国海证券研究所

1.1 定义：大型长时机械储能之一

- 压缩空气是机械储能的一种，其储能原理为电能与压力势能+热能的相互转化。储能：在电网负荷低谷期间，通过压缩机压缩空气存储电能，并将压缩空气运输至废弃盐洞等压力容器中；放电：在电力紧张时，放出储气库内高压气体，并将气体加热升高至一定温度后输送至膨胀机，将压缩空气的势能转变为膨胀机的机械功输出，驱动发电机发电。

图表6：补燃式压缩空气储能系统



图表7：压缩空气储能技术参数

指标	参数
建设周期	1.5-2年
能量转化效率	40%-55% (非绝热系统) 60%-70% (绝热系统)
使用寿命	30年以上
自消耗 (包括储热器消耗)	0.5%/天-1%/天
装机成本	5-6元/W (地质条件恶劣会导致成本增加)
响应时间	约3-10分钟 (从输出功率的负最小值到正最大值)
主要用途	调峰, 调频 (二次调频和三次调频), 备用, 黑启动

资料来源：《压缩空气储能技术研究现状与展望》_李季等，交能网，国际能源网，人民网，中国科学报，国海证券研究所

1.1 定义：大型长时机械储能之一

- 压缩空气储能兼具经济性、安全性，在规模上比肩抽蓄，适用于调峰/备用/黑启动，是未来长时储能的主流路线之一。

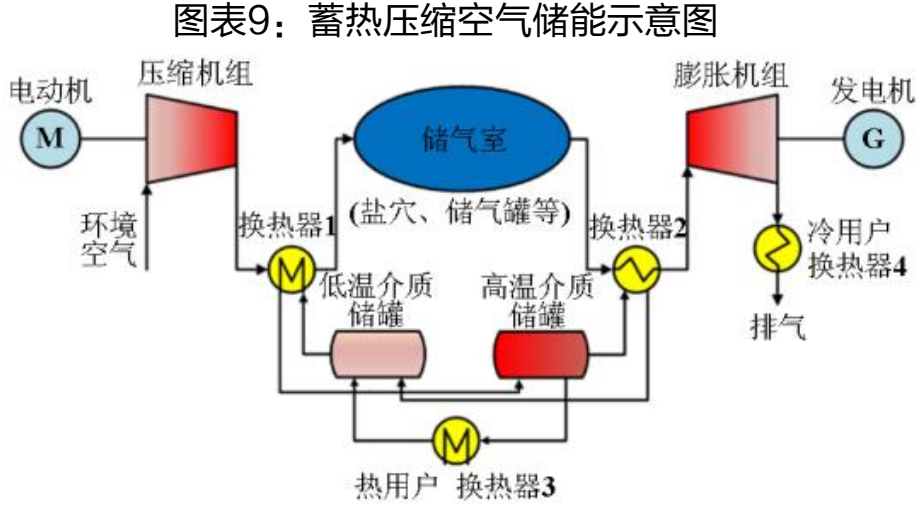
图表8：机械储能与电化学储能对比

分类	储能类型	效率	响应时间	寿命	装机规模	适用方向	建设周期	投资成本	度电成本
机械储能	抽水蓄能	70%-75%	分钟级	坝体100年, 电机设备40-60年	120万千瓦/-	调峰、调频、黑启动	6-8年	6元/W	0.21-0.25元/kWh
	压缩空气	60%-70% (绝热系统)	分钟级	30年以上	100MW以上	调峰/备用/黑启动	1.5-2年	5-6元/W	0.45-0.5元/kWh
	重力储能	85%以上	秒级	30-35年	25MW/100MWh	需求响应、调峰调频	6个月	3元/Wh	0.5元/kWh
	飞轮储能	90%以上	毫秒级	20年	2MW/0.4MWh	调频、不间断电源保障、电能质量治理、国防、能量回收	-	10-15元/W	-
电化学储能	锂离子电池	85%-98%	百毫秒级	超5000次	-	水力、火力、风力和太阳能电站、电动汽车、军事装备、航空航天	-	1.5-2.3元/Wh	0.62-0.82元/kWh
	全钒液流电池	75%-85%	百毫秒级	10000次	100MW/500MWh	大规模储能项目	-	11-13元/Wh	0.71-0.95元/kWh
	铅酸电池	70%-90%	百毫秒级	2000-4000次	-	电网调峰、交通工具	-	0.8-1元/Wh	0.61-0.82元/kWh
	钠离子电池	80%以上	百毫秒级	4000-6000次	-	储能电池, 低速电动车	-	0.9-1.2元/Wh	0.67-0.88元/kWh
	铁铬液流电池	65%-70%	百毫秒级	10000次	250kW/1.5MWh	-	-	-	-
化学储能	氢储能	30%-50%	分钟级	10000小时	200MW/800MWh	新能源消纳、削峰填谷、备用电源	2年	13元/Wh	1元/kWh以上
热储能	熔盐储能	97%以上	小时级	20年以上	420MW/-	工业窑炉和电采暖、居民采暖、光热发电	2年	1.65元/Wh	光热: 约0.886元/kWh 储热: 0.035-0.05元/kWh
电磁储能	超级电容器	70%-90%	毫秒级	100000次	-	轨道交通、可再生能源	-	10-15元/Wh	-
	超导储能	90%以上	毫秒级	30年以上	-	-	-	-	-

资料来源：《储能的作用及其电力系统应用》，36氪研究所，北极星电力网，北极星储能网，北极星氢能网，国家能源局，江苏省光伏协会，高工产研氢电研究所，CSP PLAZA光热发电网，能源界，索比储能网，能源电力说，存能官网，阳光工匠光伏网，中信能源，CEEC清洁能源展，中国能源报，中关村储能产业技术联盟，电池中国，忻州新闻网，数字能源网，综合能源服务网，太阳能报，国际科技创新中心，中国能建，中国科学院，青岛生物能源与过程研究所，人民网，中国科学报，瑞鼎官网，《电化学与蓄热储能技术在可再生能源领域的应用》-唐宪友，深交所互动易，中关村储能产业技术联盟，科技导报，交能网，新能源储运，普兰能源科技，本翼资本，中国储能网，新能源趋势投资，国海证券研究所

1.2 技术路线：蓄热压缩空气储能是当前主流

- 按是否分为热压分储，压缩空气储能可分为补燃式和非补燃式两类。我国现有投产均为非补燃式，其中，蓄热式（绝热）系统为主流。
 - 补燃式系统仅存储了压力势能，热能靠燃料在燃烧室中的燃烧提供，20世纪国外已投产项目采取该技术路线，效率一般低于55%。
 - 非补燃式将压缩过程产生的压缩热以热能的形式存储在蓄热罐中，效率可提升至60%-70%。其中，绝热系统实现了对压缩热的回收再利用，大幅提升了系统效率。



图表9：蓄热压缩空气储能示意图

图表10：蓄热压缩空气储能是当前的主流技术路线

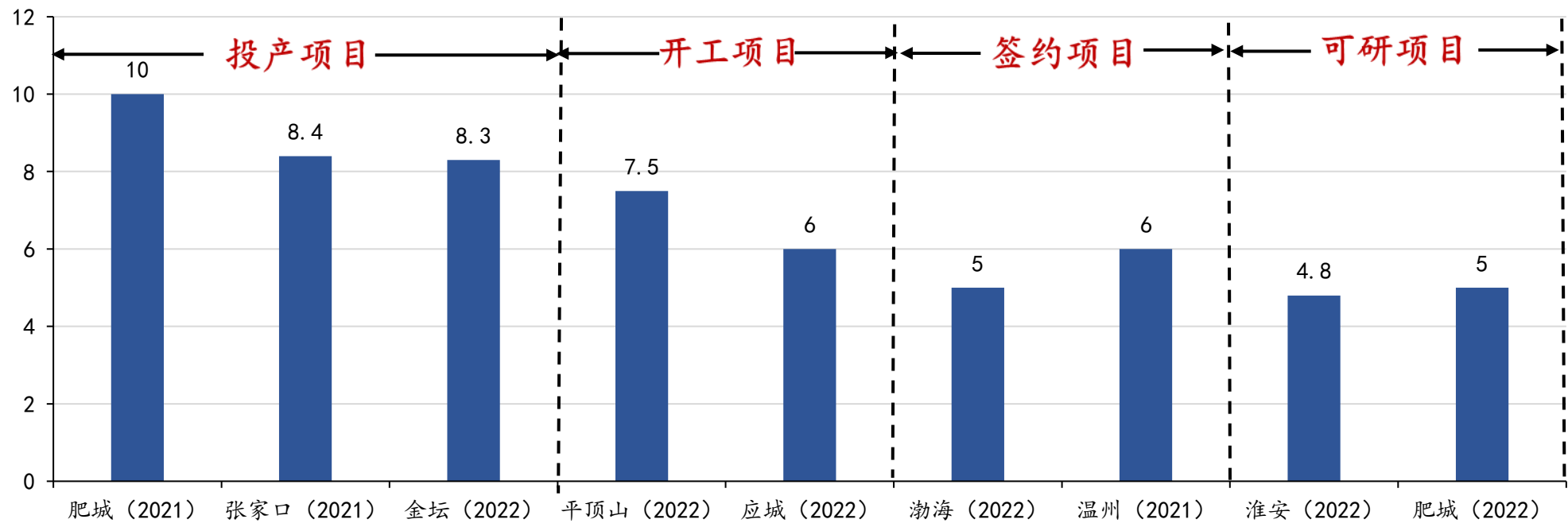
类型	原理	优势	劣势	是否需要外部热源	是否依赖地下盐穴	已投产项目使用数量 (不完全统计)
补燃式压缩空气储能	电能→空气势能+热能→电能		地理选址要求高；需要化石燃料供热；系统效率低	√	√	-
蓄热压缩空气储能	相较补燃式，压缩热储存在蓄热罐中，并采用多级压缩	对压缩热回收再利用提升系统效率，多级冷却回收热减少热量耗散	多级换热器导致能量损失和投资成本的增加	×	×	4
等温压缩空气储能	在压缩空气环节增加控温环节，并以比热容大的介质（如水）作为介质进行势能传递，系统可以近似工作在等温状态。	系统流程简单	仅适用于小容量的储能场景	×	√	-
液态压缩空气储能	在蓄热式的基础上引入了低温过程和蓄冷装置，将空气液化后常压存储	摆脱了依赖大型储气室	储能效率偏低；依赖外部热源（如化石燃料）	√	×	2
超临界压缩空气储能	与液态式区别在于增加高压蓄冷换热装置，空气以超临界状态换热	摆脱了依赖大型储气室和化石燃料	占地面积小，系统效率高	×	×	1

资料来源：《压缩空气储能技术现状与展望》-李季等，交能网，中国能建，《压缩空气储能技术现状及应用前景》-纪律，《非补燃压缩空气储能研究及工程实践——以金坛国家示范项目为例》-梅生伟等，《压缩空气储能技术现状与发展趋势-张建军》，中科院之声，Energytrend 储能，能源电力说，齐鲁晚报，界面新闻，中科院工程热物理研究所，《Thermo-dynamic and economic analysis of a novel near-isothermal pumped hydro compressed air energy storage system》-Hao Chen，国海证券研究所

1.3 效率提升+规模效应驱动降本，单位建设成本已比肩抽蓄

- 根据我们统计，压缩空气储能项目单位投资成本呈持续下行趋势，从2014年投产的安徽芜湖500kW压缩空气储能示范项目的60元/W（效率33%）一路下行，当前开工/可研/签约项目单位投资成本最低已达5-6元/W，已接近抽蓄的5.5-7.0元/W（来源于中国储能网）。据中国科学报，一套10MW压缩空气储能系统寿命达到30年以上，储电的成本在0.3~0.5元/度。

图表11：压缩空气储能项目投资成本呈明显下行趋势（单位：元/W）

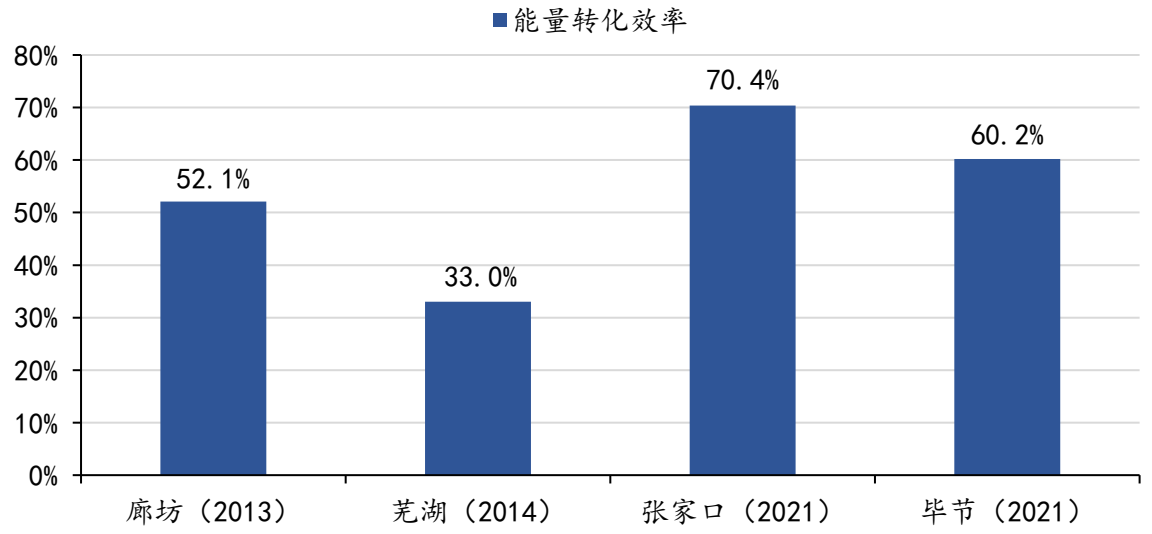


资料来源：能源电力说，大众日报，中国能源网，齐鲁晚报，中国科学报，Energytrend 储能，中储国能，中能建数科集团，沧州日报，苍南新闻网，中国能源网，闪电新闻，中国储能网，中科院工程热物理研究所，国海证券研究所

1.3 效率提升+规模效应驱动降本，单位建设成本已比肩抽蓄

- I. 技术进步拉动能量转化效率持续提升。据《压缩空气储能技术研究现状与展望》，基于目前的设备制造水平并扣除由于热回收效率等各类不可避免的损失，理论上系统效率可达到70%~80%。据中国科学报等，当前投产的张家口项目效率已达70.4%，相较2013-2014年投产项目的30-50%左右显著提升。
- II. 根据我们统计，项目的规模已从早期的KW级提升至百MW级，现有签约项目最大已达1GW/6GWh。据中国科学报，同10MW系统相比，100MW系统将提高效率10%，单位成本下降30%。

图表12：截止到2022年9月底，已投产项目能量转化效率最高已达70.4%



图表13：截止到2022年9月底，现有项目最高装机容量可达6GWh

时间	项目名称	功率 (MW)	装机规模 (MWh)	项目状态
2013	廊坊超临界压缩空气储能示范项目	1.5		投运
2021	贵州毕节先进压缩空气储能系统	10	40	投运
2021	国际首套先进压缩空气储能国家示范项目	100	400	投运
2021	金坛压缩空气储能电站国家示范工程一期项目	60	300	投运
2022	湖北应城压缩空气储能电站示范工程	300	1500	开工
2022	山东泰安压缩空气储能创新示范工程（一期350MW）	350	1400	开工
2021	平顶山叶县先进压缩空气储能项目	100	800	签约
2022	江西九江压缩空气储能项目	1000	6000	签约
2022	山东泰安盐穴压缩空气储能项目	600	2400	签约

资料来源：《压缩空气储能技术研究现状与展望》_李季等，中科院工程热物理研究所，Energytrend 储能，能源电力说，齐鲁晚报，电网头条，中国科学报，九江市商务局，见道网，大众日报，中能建数科集团，国海证券研究所

1.3 效率提升+规模效应驱动降本，单位建设成本已比肩抽蓄

- 展望未来，随着技术进步提升能量转化效率+项目规模的提升，其单位投资成本有望继续下行。据中科院工程热物理研究所陈海生，压缩空气储能系统寿命达到30年以上，储电的成本可下降至**0.3元/度**。
- 根据我们测算，当压缩空气储能项目单位投资成本为6元/W、储能时长5h，循环次数350次（全年一充一放），充电电价为0.2元/KWh时，其度电成本为0.57元/KWh；循环次数700次（全年两充两放），其度电成本为0.43元/KWh。

图表14：压缩空气储能度电成本测算

成本拆分	指标	值
1、装机成本	单位投资成本（元/W）	6
	单位投资成本（元/Wh）	1.2
2、运维成本	单位运维成本/单位投资成本	1.0%
	单位运维成本（元/Wh）	0.013
3、充电成本	充电电价（元/KWh）	0.2
	循环效率	70%
	循环次数（次）	350
	单位充电成本（元/Wh）	1.38
	贴现率	6%
度电成本	不考虑充电成本（元/KWh）	0.285
	考虑充电成本（元/KWh）	0.571

图表15：压缩空气储能度电成本敏感性测算

循环次数（次）	单位投资成本（元/W）						
	7	6.5	6	5.5	5	4.5	4
350	0.62	0.59	0.57	0.55	0.52	0.50	0.48
400	0.58	0.56	0.54	0.51	0.49	0.47	0.45
500	0.52	0.50	0.49	0.47	0.45	0.44	0.42
600	0.48	0.47	0.45	0.44	0.42	0.41	0.40
700	0.45	0.44	0.43	0.42	0.40	0.39	0.38
730	0.45	0.43	0.42	0.41	0.40	0.39	0.38

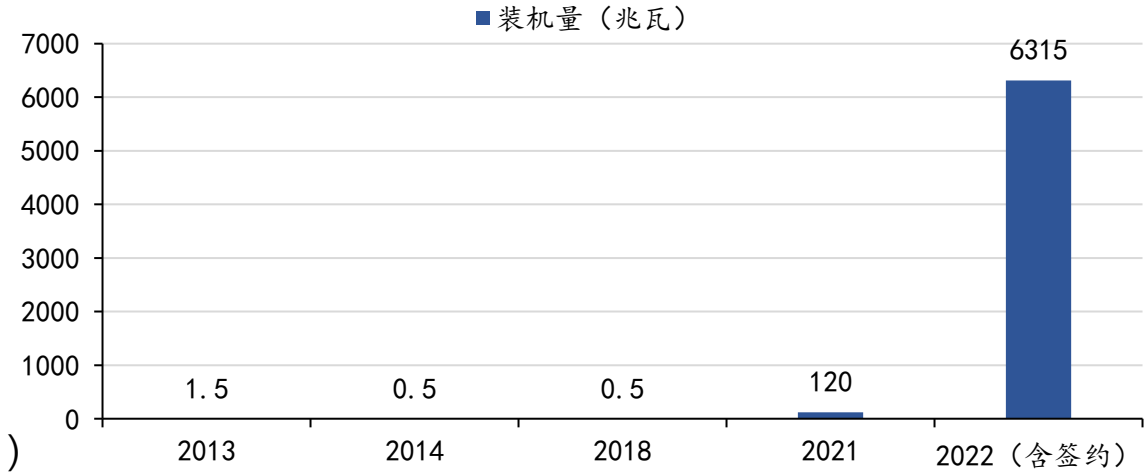
资料来源：中国科学报，《储能技术全生命周期度电成本分析》_文军等，中和储能，中能建数科集团，“3060”公众号，浙江省人民政府网，电网头条，国家发改委，国海证券研究所

二、商用大年将至，现有规划项目已超6GW

2.1 现有规划项目已超6GW，商用大年将至

- 根据我们统计，截止到2022年9月底，我国压缩空气储能累计装机容量182.5MW；在建/筹建项目已达**6.32GW**（不完全统计）。

图表16：2022年我国压缩空气储能项目容量显著增长（不完全统计）



图表17：截止到2022年9月底，我国已投产压缩空气储能项目（不完全统计）

并网年份	地点	技术路线	项目名称	功率 (兆瓦)	装机规模 (兆瓦时)	系统效率	投资额 (亿元)	投资成本 (元/瓦)	公司
2013年	河北廊坊	超临界压缩空气储能	廊坊超临界压缩空气储能示范项目	1.5		52.10%			中科院热物理研究所
2014年	安徽芜湖	绝热压缩空气储能	安徽芜湖压缩空气储能示范项目	0.5		33%	0.3	60.0	国家电网、中国科学院、清华大学、中国电力科学研究院
2018年	江苏同里	液态压缩空气储能	同里综合能源服务中心液态空气储能示范项目	0.5	0.5				国家电网
2021年9月	山东肥城	绝热压缩空气储能	盐穴先进压缩空气储能调峰电站一期示范电站	10			1.0	10.0	中储国能
2021年10月	贵州毕节	绝热压缩空气储能	贵州毕节先进压缩空气储能系统	10	40	60.20%			中储国能
2021年12月	河北张家口	液态空气储能	国际首套先进压缩空气储能国家示范项目	100	400	70.40%	8.4	8.4	巨人能源、中储国能
2022年5月	江苏金坛	绝热压缩空气储能	中盐金坛盐穴压缩空气储能电站国家示范工程一期项目	60	300		4.3	7.2	中盐集团、中国华能、清华大学

资料来源：Energytrend 储能，能源电力说，电网头条，齐鲁晚报，界面新闻，中国科学报，中科院工程热物理研究所，腾讯网，苍南新闻网，见道网，沧州日报，新华报业网，九江市商务局，大众日报，北极星储能网，酒泉日报，国家能源集团，中国能源网，福能股份官网，闪电新闻，中国科技网，中宁县水务局，中储国能，中能建数科集团，大众日报，国海证券研究所

2.1 现有规划项目已超6GW，商用大年将至

图表18：2019年-2022年9月底，我国在建/筹建压缩空气储能项目合计已达6.3GW（不完全统计）

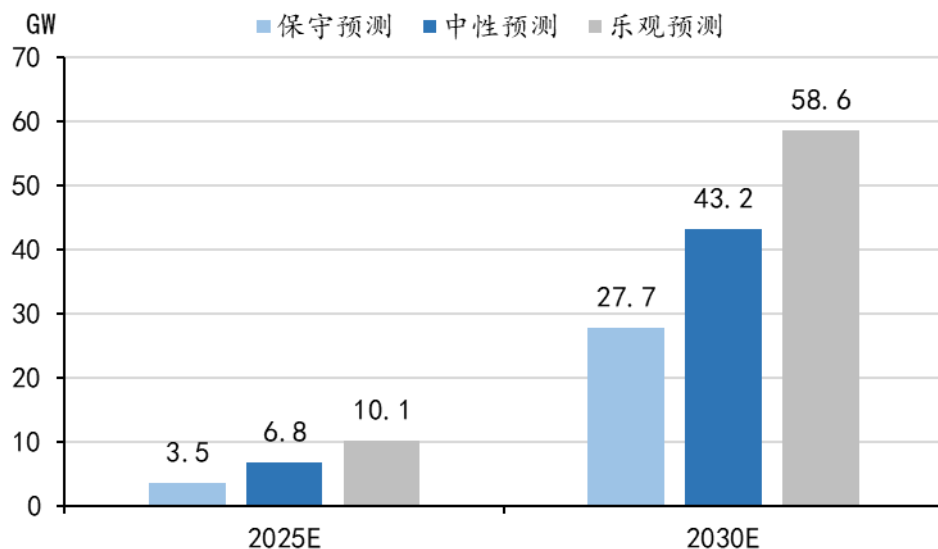
状态	地点	示范项目工程	功率（兆瓦）	装机规模（兆瓦时）	系统效率	投资额（亿元）	投资成本（元/瓦）	公司
签约	陕西榆林	陕西榆林100MW大规模压缩空气储能项目	100			9.6	9.6	中蓝能源
	浙江温州	浙江温州200MW矾山压缩空气储能项目	200			12.0	6.0	华能集团
	河南平顶山	平顶山叶县先进压缩空气（盐穴）储能项目	100	800	70.40%			晟光储能
	河北沧州	南大港产业园区先进压缩空气储能项目	200	1,600		10.0	5.0	华电集团
	江苏淮安	400兆瓦盐穴压缩空气储能示范项目	400					苏盐集团、中储国能
	江西九江	江西九江压缩空气储能调峰调频电站项目	1,000	6,000		80.0	8.0	葛洲坝能源
	山东泰安	山东泰安盐穴压缩空气储能项目	600	2,400		22.3	3.7	中国能建数科集团、中国能建华东建投、泰山新能源公司
	陕西汉中	汉中市勉县先进压缩空气储能项目	100	800		10.0	10.0	中国能建
	甘肃酒泉	甘肃酒泉能建大规模压缩空气储能电站项目						中国能建
	签约项目合计			2,700				
可研/勘测	福建永春	福建省石狮热电有限责任公司压缩空气储能电站项目	1,200	4,800				福能股份
	山东临沂	兰陵压缩空气储能项目	100	600				国华投资
	江苏淮安	苏盐集团盐穴压缩空气储能项目	465	2,600		22.3	4.8	苏盐集团
	福建永春	福建省永春300兆瓦级压缩空气储能电站项目	300					福能股份
	山东肥城	山东肥城先进压缩空气储能电站项目（二期）	300	1,800		15.0	5.0	中储国能
	辽宁朝阳	人工硐室作为储气系统的300兆瓦级压缩空气储能示范工程	300					中国能建
可研项目合计			2,665					
在建	甘肃中宁	大唐中宁县200MW/800MWh共享储能项目	100	400				大唐中宁能源公司
	河南平顶山	200MW盐穴先进压缩空气储能电站	200		70%以上	15.0	7.5	中储国能
	湖北应城	湖北应城压缩空气储能电站示范工程项目	300	1,500	70%以上	18.0	6.0	国家电网、中国能建
	山东泰安	山东泰安2×300MW级压缩空气储能创新示范工程项目一期350MW机组	350	1,400	70%以上	22.3	6.4	中能建数科集团、泰山新能源公司
在建项目合计			950					
总计			6,315					

资料来源：腾讯网，苍南新闻网，见道网，沧州日报，新华报业网，九江市商务局，大众日报，北极星储能网，酒泉日报，国家能源集团，中国能源网，福能股份官网，闪电新闻，中国科技网，中宁县水务局，中储国能，中能建数科集团，大众日报，国海证券研究所

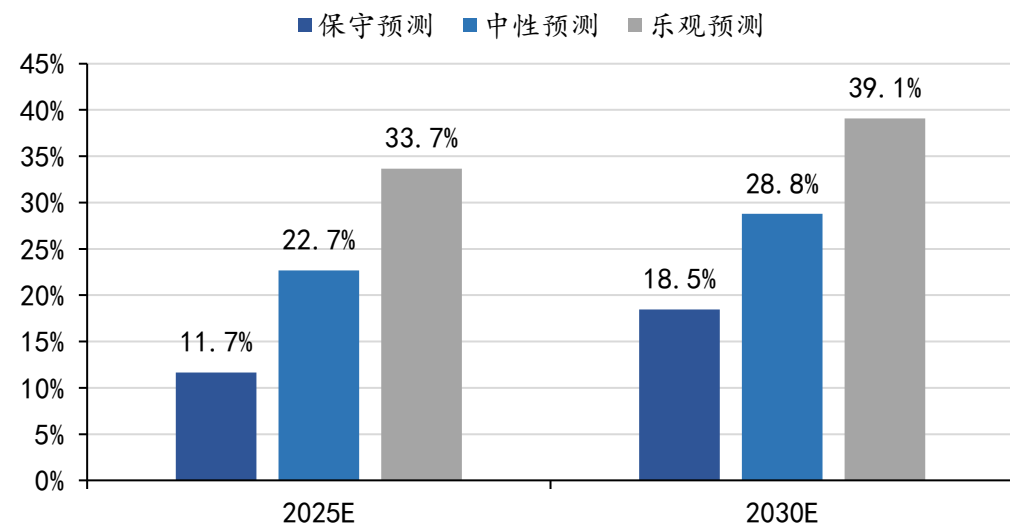
2.2 中性预期下，2025/2030年压缩空气储能累计装机将达6.8/43.2GW

- 根据观研报告网预计，悲观/中性/乐观预期下，2025年我国压缩空气储能装机量为3.5/6.8/10.1GW，2030年为27.7/43.2/58.6GW。据国家能源局，2025年我国新型储能装机将超30GW；据中国电科院预计，我国到2030年新型储能装机容量将达到150GW，则中性预期下，2025/2030年我国压缩空气储能累计装机量占比为22.7%/28.8%。

图表19：中性预期下，2025年压缩空气储能累计装机将达6.8GW



图表20：中性预期下，2025年压缩空气储能累计装机占新型储能比重将达22.7%



资料来源：观研报告网，国家能源局，中国电科院，国海证券研究所

三、储气库资源丰富，预计2022-2025年核心设备市场空间合计为178亿元

3.1 设备和盐穴是压缩空气储能系统的主要成本来源

- 据经济观察网，压缩空气储能产业链上游包括设备（压缩机、膨胀机、换热器等）、盐穴/储气罐等。从投资占比来看，压缩空气储能项目建设大致可分为核心设备、其他设备、电气控制系统、土建及施工等，其中核心设备支出占比在总建设成本的40%-50%，主要是空气压缩机和透平膨胀机。

图表21：压缩空气储能产业链主要上市公司



资料来源：中国化学与物理电源行业协会储能应用分会产业政策研究中心，中商产业研究院，中国工业报，人民资讯，国海证券研究所

3.2 设备：中性预期下，2022-2025年核心设备市场空间合计为178亿元

- 按照2025/2030年我国压缩空气储能中性预期新增装机量6.6/43.0GW，假设上述核心设备价值量占比45%、单位投资成本6元/W，则2022-2025年压缩空气所需的压缩机、膨胀机的市场空间合计为178亿元，2022-2030年市场空间合计为1160亿元。

图表22：中性预期下，2022-2025年膨胀机+压缩机市场空间合计为178亿元

指标	2022-2025年			2022-2030年		
	悲观预期	中性预期	乐观预期	悲观预期	中性预期	乐观预期
装机量 (GW)	3.3	6.6	9.9	27.5	43.0	58.4
单位投资成本 (元/W)		6.0			6.0	
总投资额 (亿元)	197	395	592	1653	2578	3504
核心设备投资额 (亿元)	89	178	266	744	1160	1577

3.2 设备：中性预期下，2022-2025年核心设备市场空间合计为178亿元

- 从压缩机来看，国内主要供应商是陕鼓动力、金通灵、沈鼓集团（未上市）等。其中，陕鼓动力技术实力强劲，成功打破了国外透平强企的技术垄断，国内空分压缩机市占率达82%。据陕鼓动力公告，2022年11月，峡鼓动力中标中能建数科集团湖北应城300MW压缩空气储能项目。而据北极星储能网，中能建数科已规划多个压缩空气储能项目。金通灵则与中科院工程热物理研究所是战略合作伙伴，公司为其毕节、肥城相关压缩空气储能项目提供了产品。
- 从膨胀机来看，国内主要供应商是东方电气、哈尔滨电气、上海电气等。

图表23：2013年-2022年9月，已投产压缩空气储能项目设备供应商

地点	已投运项目	设备供应商	备注
河北廊坊	廊坊1.5MW超临界压缩空气储能示范项目	中科院热物理研究所	技术支持、项目经费支持
安徽芜湖	安徽芜湖500kW压缩空气储能示范项目	中国科学院、清华大学、中国电科院	技术支持
江苏同里	江苏同里综合能源服务中心500KW液态空气储能示范项目	--	--
山东肥城	山东肥城盐穴先进压缩空气储能调峰电站一期10兆瓦示范电站	金通灵等	设备提供
贵州毕节	贵州毕节10MW先进压缩空气储能系统	金通灵等	设备提供
河北张家口	河北张家口100兆瓦/400兆瓦时国家示范项目	中储国能等	设备提供
江苏金坛	金坛盐穴压缩空气储能国家示范工程一期60兆瓦/300兆瓦时项目	沈鼓集团等	设备提供

资料来源：观研报告网，中国储能网，能源电力说，证券时报，腾讯网，峡鼓动力公司官网，陕鼓动力公告，上证e互动，互动易，北极星储能网，Energytrend 储能，齐鲁晚报，国海证券研究所

3.3 储气库：地下储气库经济性较优，资源储备丰富

- 据《压缩空气储能技术与发展》等显示，压缩空气储能的储气库包括盐穴、废旧矿洞、人工硐室、高压气罐等多种形式。
 - 盐穴、废旧矿洞和人工硐室均可用作大型电站建设，盐穴单位投资成本最低（主要成本在于初期改造和后期维护）；
 - 低温储罐和高压气罐一般用于中小型电站，且多处于试验阶段，单位投资成本普遍高于地下储气库。
- 因此，从经济性和储气规模考量，现阶段在建、已投产项目多采用盐穴、矿洞改造、人工硐室。

图表24：储气装置的应用及特点

成本	储气装置类型	应用场景	优势	不足
低	盐穴	地下	储气规模大，成本低	依赖特殊地理条件，运行安全稳定需要论证难以保障
	废旧矿洞改造	地下	规模较大，削弱了特殊地理条件的限制	成本较高
	人工硐室	地下	规模较大，削弱了特殊地理条件的限制	成本较高
	高压储罐	地面	密封好，便于灵活安装布置，运行稳定性好	规模较小，成本高，储气装置存在疲劳失效的风险
高	混凝土储气室	水下	能够实现恒压储释气、近等温充放气	规模较小，成本高，设备易腐蚀损坏，运行安全稳定性较差，尚未实现工程应用

图表25：盐穴作为储气库的单位造价最低

电站名称	江苏金坛项目	大同云岗项目	河北张家口项目
机组容量 (MW)	60	60	100
储气形式	已有盐穴	废弃巷道扩建，钢板衬砌	硬岩储气库
容积 (万m ³)	22	9.37 (扩建后)	3
储气库造价 (万元)	5300	10300	6950
单价 (元/m ³)	227	1100	2300

资料来源：《压缩空气储能技术与发展》_王富强等，《压缩空气储能系统储气装置研究现状与发展趋势》_郭丁彰等，国海证券研究所

3.3 储气库：地下储气库经济性较优，资源储备丰富

- 我国盐穴资源储量丰富。**我国盐穴资源主要分布在西北、华东、华北和四川，具备年造 500 万立方米盐穴的能力。据央视财经报道，我国符合使用条件的盐穴约有两千多个，其中正在被利用的只有约四十几个，仅占总量的2%。据中国盐业董事长李耀强采访表示，盐穴形成的空腔已经有几亿立方米了，且每年还在不断新增，但大量盐穴资源处于闲置状态。从现有的盐穴资源和技术能力看，预计“十四五”期间能实现约10GW的盐穴储能装机容量。

图表26：我国盐矿主要分布于西北、华东、华北和四川等地



文字资料来源：央视财经，《地下盐穴化身绿色储能库》_高慧丽等，国海证券研究 图片资料来源：中国科学院官网

四、投资建议

- 行业上，压缩空气储能是当前更接近大范围推广的长时储能形式，商用大年将至，维持行业“推荐”评级。
- 个股上，建议关注压缩机厂商陕鼓动力、金通灵，膨胀机厂商东方电气、上海电气和哈尔滨电气，换热系统厂商西子洁能等。

图表27：重点关注公司及盈利预测

重点公司代码	股票名称	2022/12/1	EPS			PE			投资评级
		股价	2021	2022E	2023E	2021	2022E	2023E	
601369.SH	陕鼓动力	12.29	0.51	0.59	0.73	24.17	20.97	16.79	未评级
300091.SZ	金通灵	3.82	0.01	-	-	282.96	-	-	未评级
600875.SH	东方电气	23.30	0.73	0.96	1.31	31.92	24.27	17.79	买入
1133.HK	哈尔滨电气	2.83	-2.43	0.08	0.20	-1.17	34.44	14.09	未评级
601727.SH	上海电气	4.23	-0.64	-	-	-6.61	-	-	未评级
002534.SZ	西子洁能	16.62	0.58	0.29	0.72	28.66	57.07	23.08	未评级

资料来源：Wind资讯，国海证券研究所

注：未评级企业盈利预测来自WIND一致预期；单位均为人民币，哈尔滨电气单位用2022/12/1汇率转换为人民币

五、风险提示

- 政策变动风险；
- 装机不及预期；
- 行业竞争加剧；
- 技术进步不及预期；
- 测算存在主观性，仅供参考；
- 重点关注公司业绩不及预期。

公共事业小组介绍

杨阳，中央财经大学会计硕士，湖南大学电气工程本科，5年证券从业经验，现任国海证券公用事业和中小盘团队首席，曾任职于天风证券、方正证券和中泰证券。获得2021年新财富分析师公用事业第4名，21世纪金牌分析师和Wind金牌分析师公用事业行业第2名，21年水晶球公用事业入围，2020年wind金牌分析师公用事业第2,2018年新财富公用事业第4、水晶球公用事业第2核心成员。

钟琪，山东大学金融硕士，现任国海证券公用事业&中小盘研究员，曾任职于方正证券、上海证券。

分析师承诺

杨阳，本报告中的分析师均具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立，客观的出具本报告。本报告清晰准确的反映了分析师本人的研究观点。分析师本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收取到任何形式的补偿。

国海证券投资评级标准

行业投资评级

推荐：行业基本面向好，行业指数领先沪深300指数；

中性：行业基本面稳定，行业指数跟随沪深300指数；

回避：行业基本面向淡，行业指数落后沪深300指数。

股票投资评级

买入：相对沪深300 指数涨幅20%以上；

增持：相对沪深300 指数涨幅介于10% ~ 20%之间；

中性：相对沪深300 指数涨幅介于-10% ~ 10%之间；

卖出：相对沪深300 指数跌幅10%以上。

免责声明

本报告的风险等级定级为R3，仅供符合国海证券股份有限公司（简称“本公司”）投资者适当性管理要求的客户（简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。客户及/或投资者应当认识到有关本报告的短信提示、电话推荐等只是研究观点的简要沟通，需以本公司的完整报告为准，本公司接受客户的后续问询。

本公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于公开资料及合法获得的相关内部外部报告资料，本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证，不保证其中的信息已做最新变更，也不保证相关的建议不会发生任何变更。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。报告中的内容和意见仅供参考，在任何情况下，本报告中所表达的意见并不构成对所述证券买卖的出价和征价。本公司及其本公司员工对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。本公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等服务。本公司在知晓范围内依法合规地履行披露义务。

风险提示

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告为作出投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向本公司或其他专业人士咨询并谨慎决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息。本报告不构成本公司向该机构之客户提供的投资建议。

任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。本公司、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。

郑重声明

本报告版权归国海证券所有。未经本公司的明确书面特别授权或协议约定，除法律规定的情况外，任何人不得对本报告的任何内容进行发布、复制、编辑、改编、转载、播放、展示或以其他方式非法使用本报告的部分或者全部内容，否则均构成对本公司版权的侵害，本公司有权依法追究其法律责任。

心怀家国，洞悉四海



国海研究上海

上海市黄浦区福佑路8号人保寿险大厦7F

邮编：200010

电话：021-60338252

国海研究深圳

深圳市福田区竹子林四路光大银行大厦28F

邮编：518041

电话：0755—83706353

国海研究北京

北京市海淀区西直门外大街168号腾达大厦25F

邮编：100044

电话：010-88576597